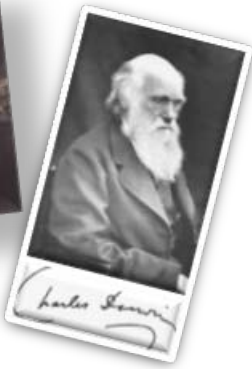
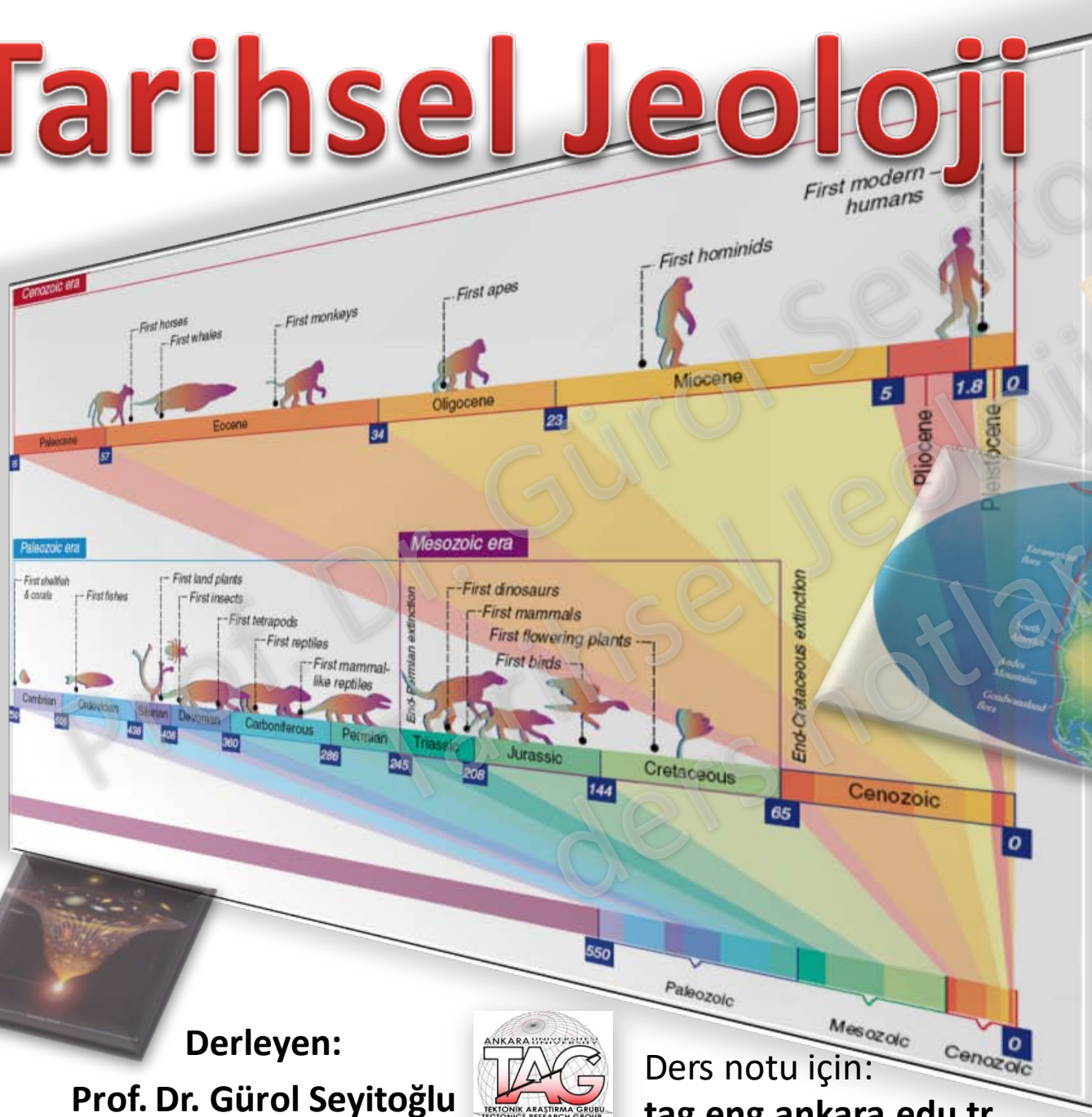


Tarihsel Jeoloji



Derleyen:

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu



Ders notu için:
tag.eng.ankara.edu.tr

Ders İçeriği

Kozmoloji ve Yeryuvarının Oluşumu

Doppler etkisi; Kırmızıya kayma ve genişleyen evren teorisi; Büyük patlama; Yeryuvarı ve Ay'ın oluşumu

Kıtaların evrimini sağlayan mekanizma: Levha tektoniği

Yayıma merkezleri ve kıtasal genişleme alanları; Dalma-batma ve arpışma; Ada yayları; Mağmatik yaylar; Wilson evrimi; Dağoluşumu

Fosiller

Fosillerin keşfi; Fosilleşme; Farklı fosil eşitleri; Fosillerin korunması; Sıradışı fosiller

Canlıların ve fosillerin sınıflaması

Canlıların sınıflaması; Fosillerin sınıflaması

Fosil kayıtları

Yaşamın kısa tarihi; Fosil kayıtları tam mı?

Evrim ve Yokoluş

Darwin evrim teorisi; Evrimi hızlandıran faktörler; Yok olma;

Jeolojik zaman kavramı ve Yeryuvarının yaşı

Görel ve sayısal yaş; Görel yaş tanımı için fiziksel ilkeler; Fosillerin ardışık olma durumu; Uyumsuzluklar: Jeolojik kayıttaki boşluklar; Formasyon ve korelasyon; Genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit; Sayısal yaşlar ve radyometrik saat; Radyometrik bozunma ve yarı-ömür kavramı; Radyometrik yaşlandırma tekniği; Radyometrik yaş'ın anlamı nedir?; Sayısal yaş sağlayan diğer metodlar; Manyetostatigrafi, Yarılma izleri; Sayısal yaşların dikme kesite yansıtılması: Jeolojik zaman cetveli; Jeolojik zamanı algılamak

Paleomanyetizma

Görünür kutupsal dolaşım izleri: Kıtaların yerdeğiştirme delilleri; Manyetik terslenmeler

Yeryuvarının Biyografisi

Geçmişe yönelik çalışmalarda kullanılan metodlar; Eski dağoluşumlarının tanımlanması; Kıtaların büyümesinin anlaşılması; Geçmiş çökel ortamlarının anlaşılması; Görelî deniz seviyesinin geçmişteki değişimlerinin anlaşılması; Geçmişteki kıtaların pozisyonlarını anlamak; Yaşamın evrimini anlamak

Hadean üst zamanı

Kabuğun ve atmosferin oluşum süreci

Arkeen üst zamanı

İlk yaşam; Hayatın başlangıcındaki kimyasal deliller; Miller deneyi; RNA; NASA deneyi I (3 Mart 2015): RNA ve DNA bileşenlerinin uzay benzeri koşullarda eldesi; NASA deneyi II (5 Ağustos 2015): Deniz tabanı bahçesi deneyi; Stromatolitler; Arkeen'de fotosentez

Proterozoyik üst zamanı

Oksijen'in gizemi; Rodinia ve Pannotia; Prokaryotlardan çok hücreli hayvan ve bitkilere geçiş; Proterozoyik fosil kayıtları

Fanerozoyik üst zamanı (Genel bakış)

Fanerozoyikte toplu yokolmalar; Devirlerin isimlerinin orijinleri ve fosil içerikleri

Paleozoyik zamanı

Paleozoyikte kıtaların genel pozisyonları

Kambriyen devri

Kambriyen devrinin genel özellikleri; Kambriyen fosil içeriği; Kambriyende kıtaların pozisyonları

Ordovisiyen devri

Ordovisiyen devrinin genel özellikleri; Omurgalıların evriminde önemli bir basamak; Ordovisiyen fosil içeriği; Geç Ordovisiyende buzullaşma ve toplu yokolma; Ordovisiyende kıtaların pozisyonları

Silüriyen devri

Silüriyen devrinin genel özellikleri; Silüriyen fosil içeriği; Silüriyende kıtaların pozisyonu; Kaledonid / Apalaş orojenezi

Devoniyen devri

Devoniyen devrinin genel özellikleri; Devoniyen fosil içeriği; Ara tür Tiktaalik, zırhlı balıklar; Devoniyende kıtaların pozisyonları; Karalara bitkilerin yayılımı küresel iklim değişimi ve toplu yokolma

Permian devri

Permian devrinin genel özellikleri; Permian fosil içeriği; Permian kıtalarının pozisyonları; Ural orojenezi; Altay orojenezi; Permian sonu toplu yokoluşu

Mesozoyik zamanı (Genel bakış)

Mesozoyikte kıtalarının genel pozisyonları

Triyas devri

Triyas devrinin genel özellikleri; Triyas fosil içeriği; Kara yaşamına üreme uyumları; Dinazorlar dönemi başlangıcı; Triyasta kıtalarının pozisyonları; Triyas sonu toplu yokolma ve CAMP

Jura devri

Jura devrinin genel özellikleri; Jura fosil içeriği; Ara tür Archaeopteryx; Dinazorlar; Jura kıtalarının pozisyonları

Kretase devri

Kretase devrinin genel özellikleri; Kretase fosil içeriği; Tozlaşmanın evrimi; Kretasede kıtalarının pozisyonu; Kimmerid orojenezi; Kretase - Tersiyer toplu yokolması

Senozoyik zamanı (Genel bakış)

Senozoyik hakkında genel bilgi; Antartika buzullaşmasının nedenleri; Memelilerin yayılımları

Paleojen devri

Paleojen devrinin genel özellikleri; Paleojen fosil içeriği; Balinaların evrimi; Türkiyedeki sığ su foraminiferleri; Paleojende kıtalarının pozisyonları; Alpid orojenezi; Tetisid süper orojenik kompleksi; Afrika memelilerinin göçü

Neojen devri

Neojen devrinin genel özellikleri; Miyosen-Pliyosen dönemleri; Neojen fosil içeriği; İlk insansı (hominid) fosilleri; Neojende kıtalarının pozisyonları

Kuvaterner devri

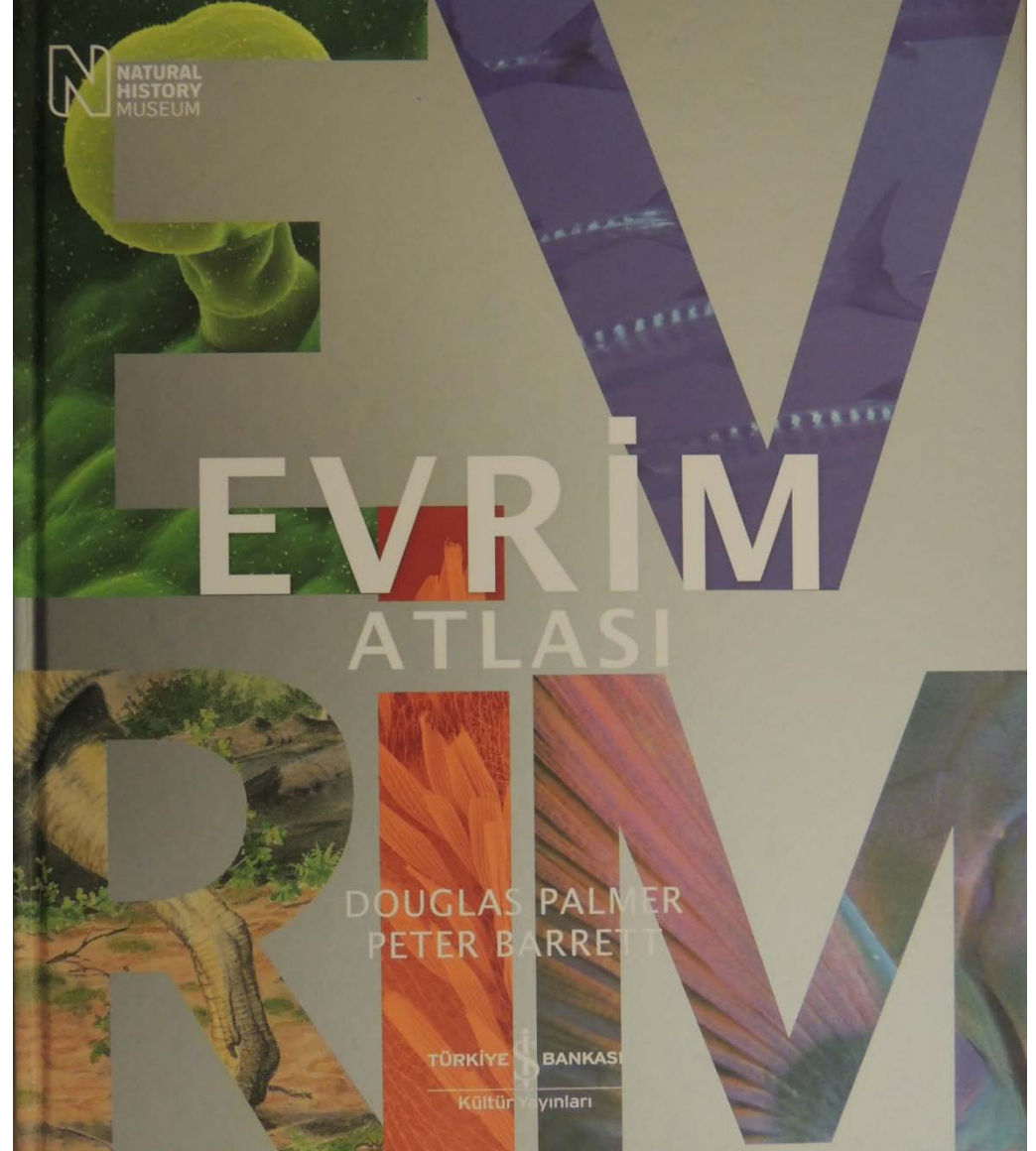
Kuvaterner tanımı üzerine tartışmalar; Kuvaterner devrinin genel özellikleri; Kuvaterner fosil içeriği; Kuvaterner buzul dönemleri; İnsanlaşma; İnsanın evrimi; Göbeklitepe - taş devri mabedi

Türkçe ders kitabı

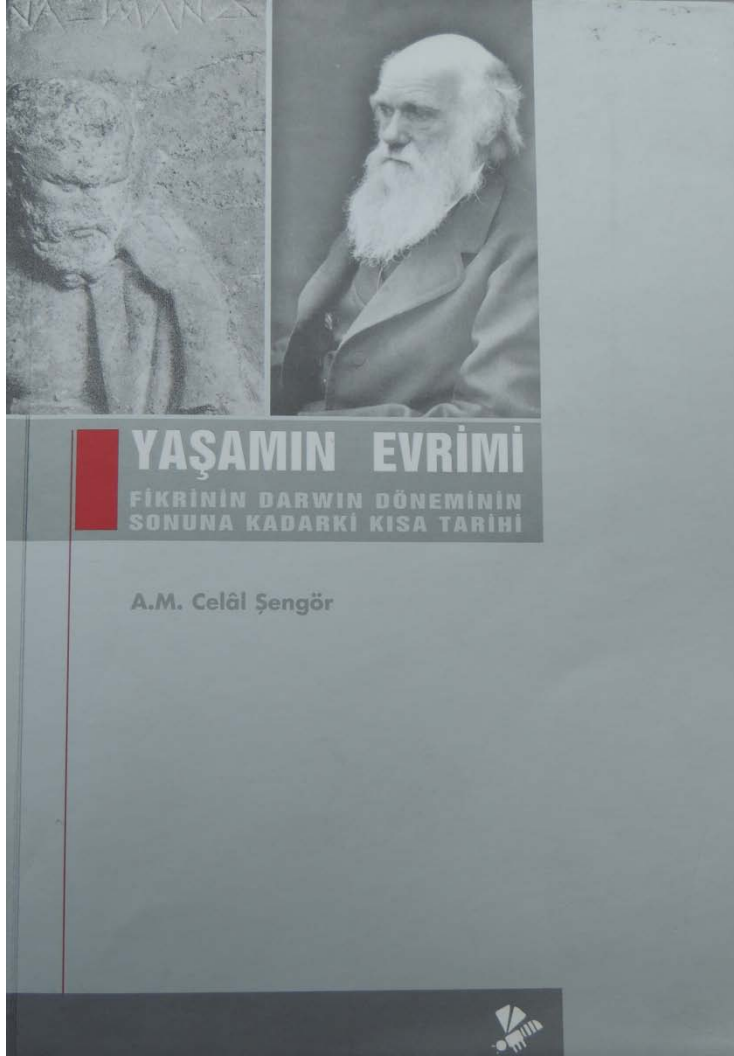
Evrim Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

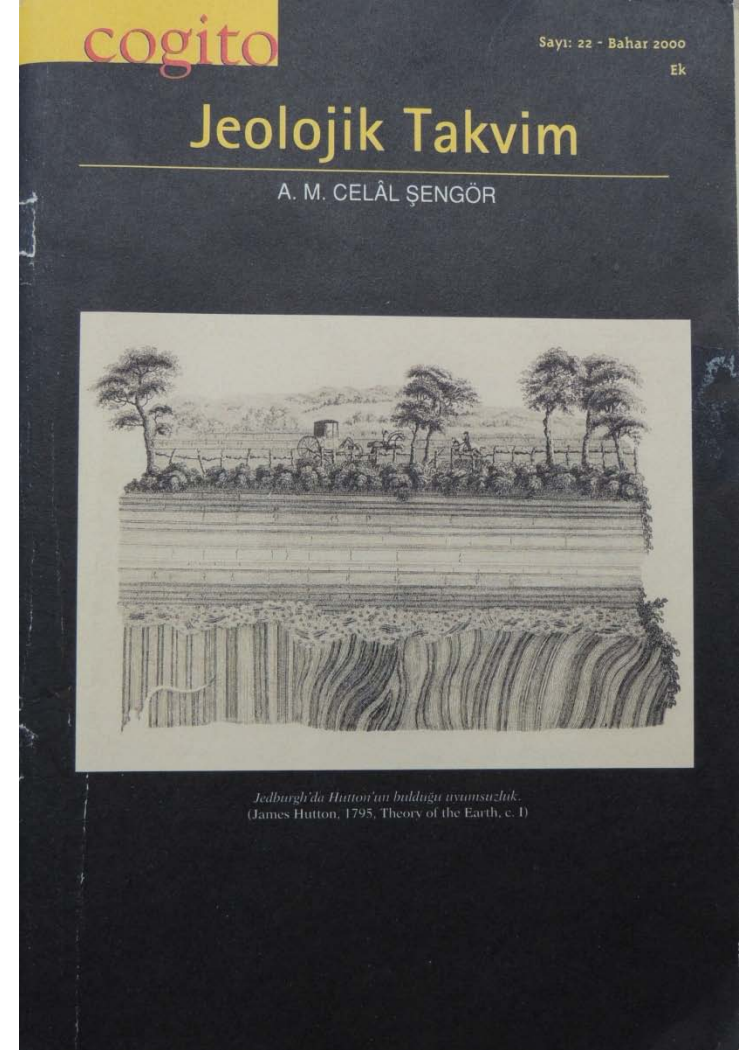
ISBN: 978-994-488-814-1



Okunması önerilen Türkçe yardımcı kaynaklar



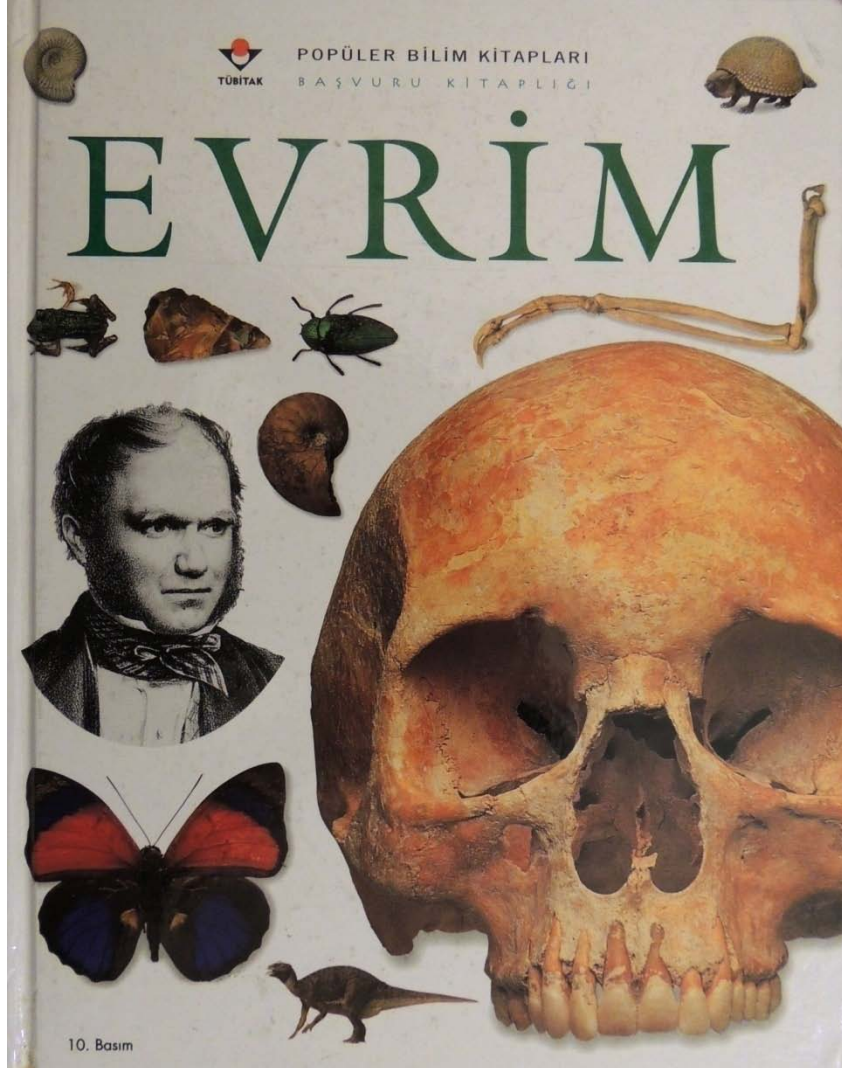
ISBN: 975-561-251-3



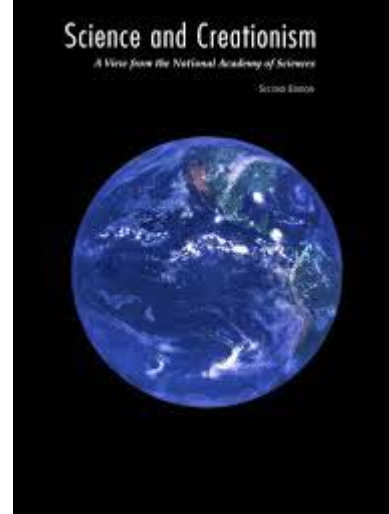
Cogito, sayı 22 bahar 2000 Ek, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık

Okunması önerilen Türkçe yardımcı kaynaklar

ISBN: 978-975-403-173-7



ISBN: 975-8593-17-X



Yararlanılan kaynaklar

2015

ISBN 978-3-662-46393-2

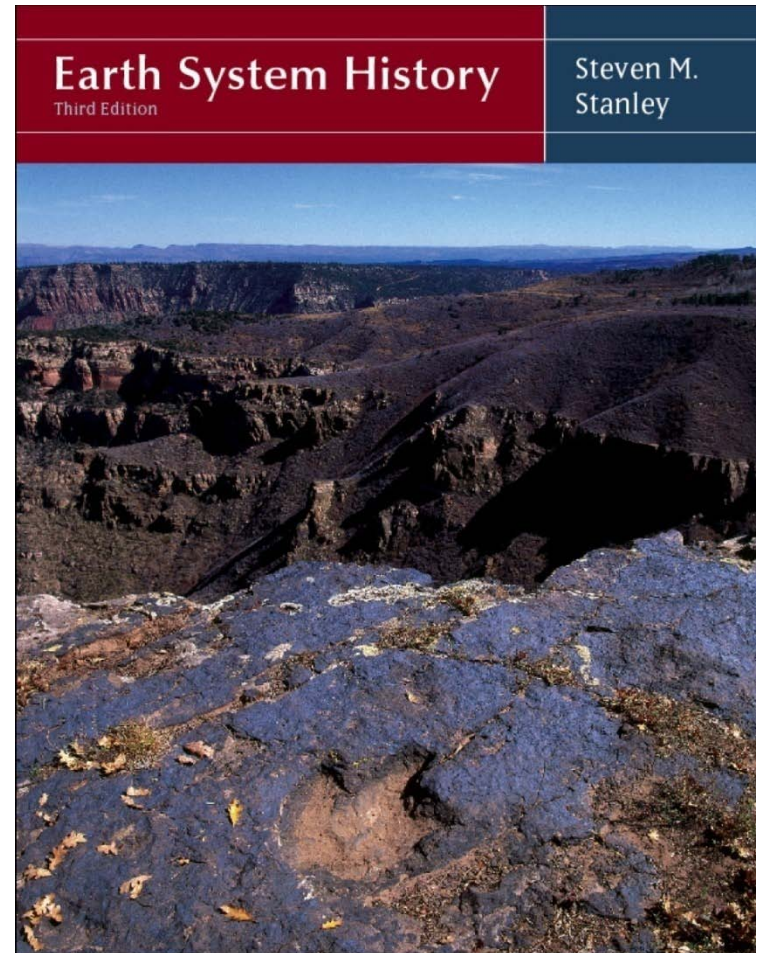
ISBN 978-3-662-46394-9 (eBook)



2000

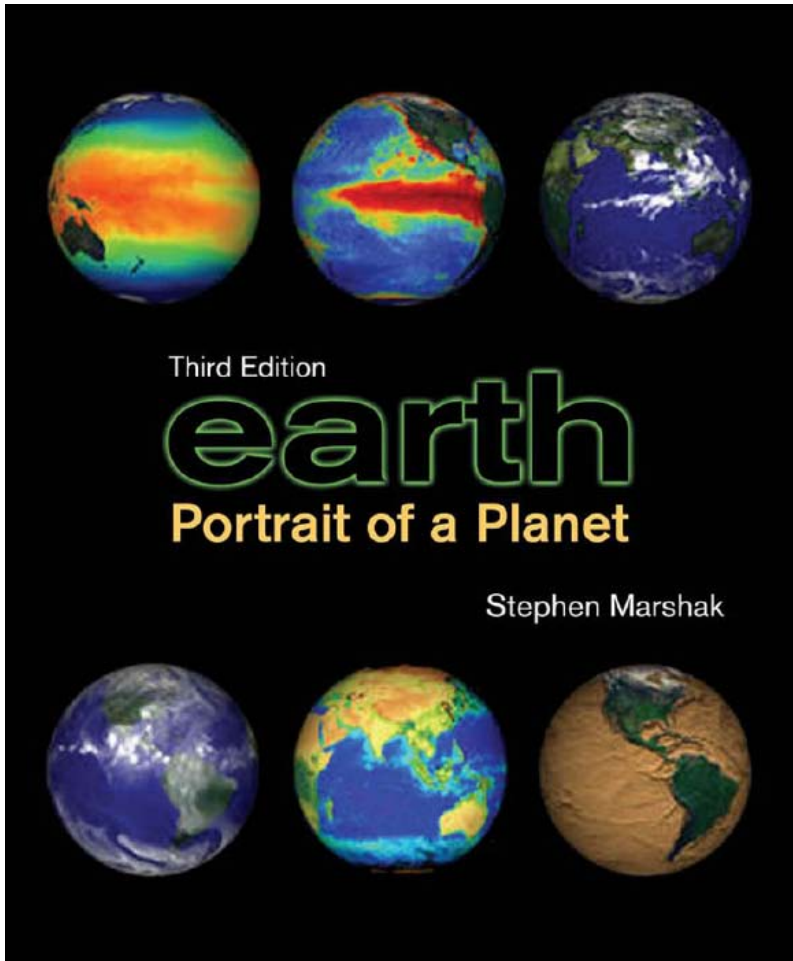
ISBN-13: 978-1-4292-0520-7

ISBN-10: 1-4292-0520-2

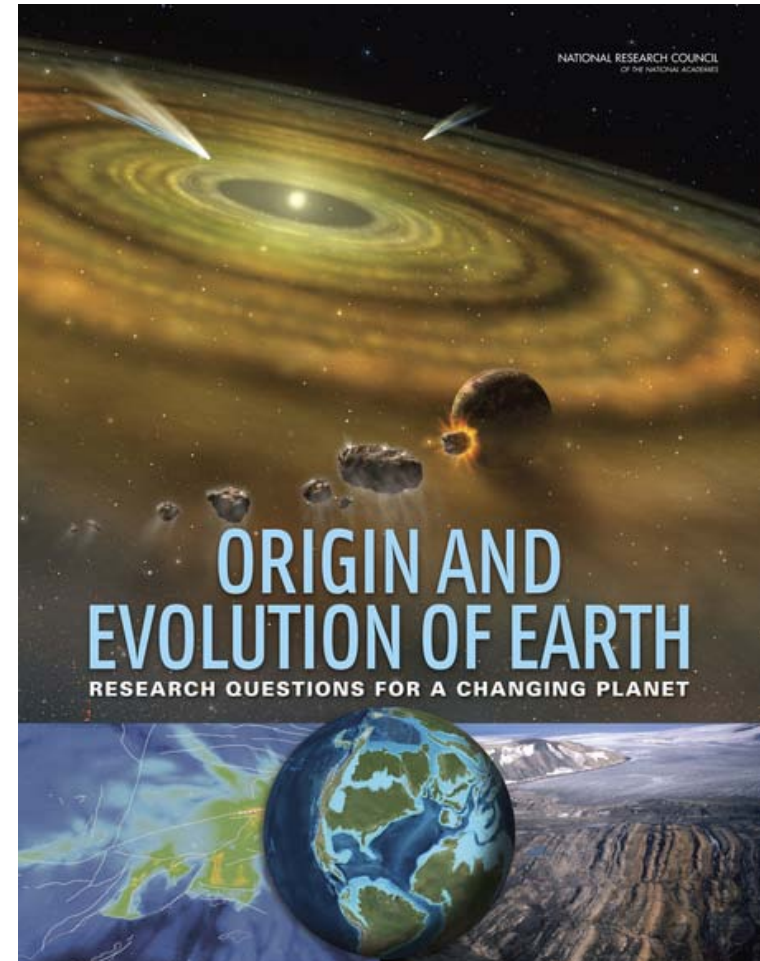


Yararlanılan kaynaklar

ISBN: 978-0-393-11301-3



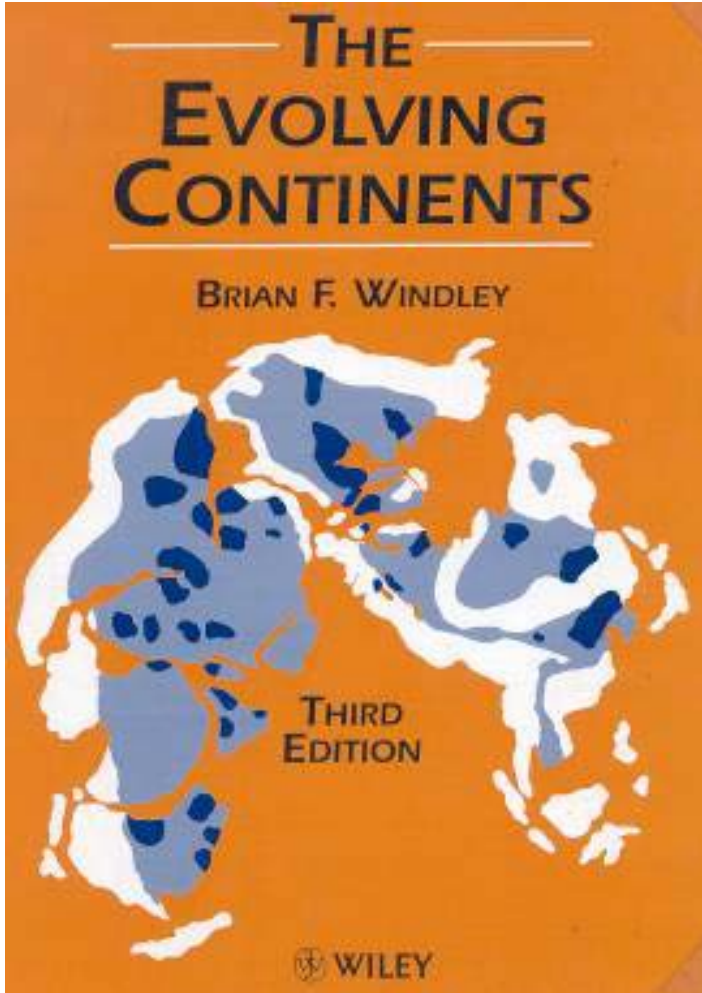
ISBN: 0-309-11718-6



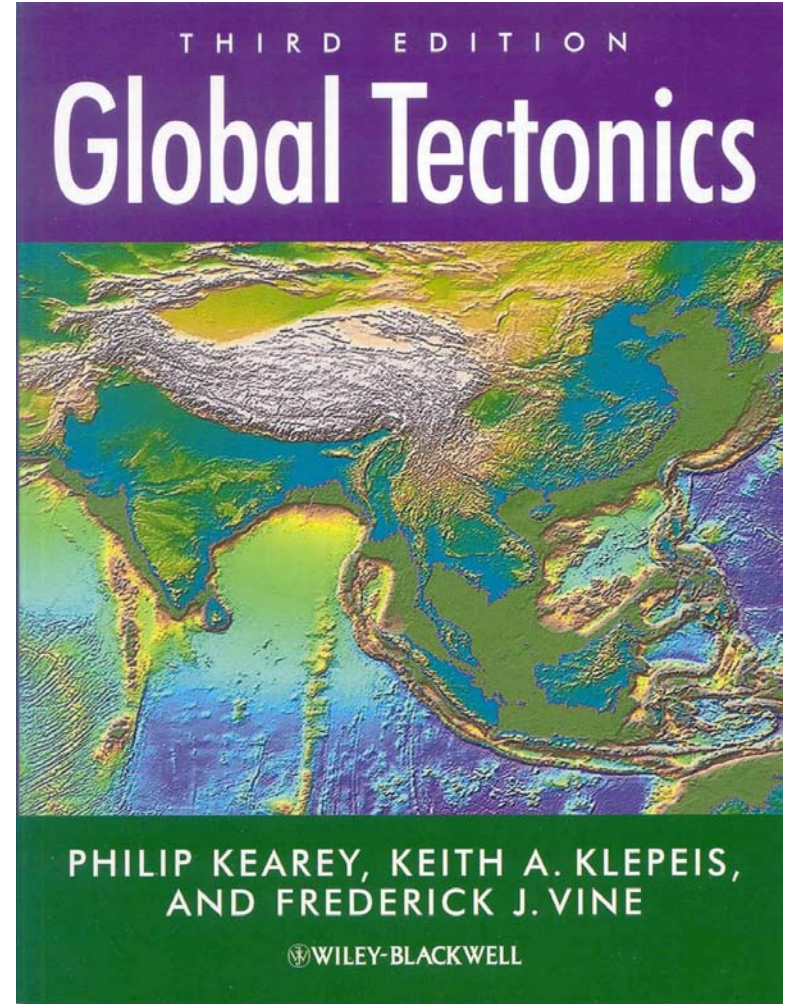
Yararlanılan kaynaklar

ISBN-13: 978-0471917397

ISBN-10: 0471917397



ISBN: 978-1-4051-0777-8



Dönem Ödevi

Dersi alan öğrencilerden aşağıdaki konulardan herhangi biri hakkında dönem ödevi hazırlaması beklenmektedir.

Son teslim tarihi final sınavı günüdür.

- **Ara türlerin fosil kayıtları**

(genel veya bir fosil türüne özel ayrıntılı çalışma olabilir)

- **Jeoloji tarihindeki toplu yokolmalar ve nedenleri**

(genel veya herhangi bir zamandaki toplu yokolma üzerine olabilir).

- **Toplu yokolmalar ve bunların evrim sürecine etkilerinin fosil kayıtları üzerinden değerlendirilmesi**

(toplu yokolma sonrasındaki fosil kayıtlarının incelenerek tartışılması)

- **Bu dersin jeolojik zaman algınız ve dünyaya bakışınız üzerindeki etkileri**

(kişisel deneyiminiz)

KOZMOLOJİ VE YERYUVARININ OLUŞUMU

- Gece gökyüzüne bakıldığında gördüğümüz yıldızların aslında diskler, spiraller şeklinde galaksiler oldukları Hubble uzay teleskopu ile saptanmıştır.





Discovery

United States



- Güneş 300 milyardan fazla yıldızla birlikte Samanyolu galaksisi içinde yer alır. İzlenebilen evrende ise 100 milyardan fazla galaksi bulunmaktadır. Galaksiler uzak olmaları nedeniyle gece gökyüzünde çıplak gözle yıldız olarak görülür.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Bize en yakın galaksi Andromeda olup, 2.2 milyon ışık yılı uzaktadır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Eğer Samanyolu galaksisine uzaktan bakma olanağı olsaydı, belki onu diske benzer bir merkez etrafında bükülen kolları ile bir spiral şeklinde görebilecektik.
- Bizim Güneş sistemimiz bu kollardan birinin dış kenarında ve galaksi merkezi etrafında 250 milyon yılda bir tur dönmektedir.
- Galaksi dışındaki bir gözlemciye göre yaklaşık saniyede 200km hızla uzayda yol almaktayız.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Evrenin oluşumu

- Galaksiler diğerlerine göre hareket eder mi?
- Evren zamanla büyür mü yoksa küçülür mü?
- Evren hep var mıydı?

Bu temel sorulara yanıt **Doppler Etkisi**'nin anlaşılmasında yatmaktadır.

Doppler Etkisi

- Bir tren düdüğü çaldığında işittiğimiz ses düdükten kulağımıza hava içinde hareket eden ses dalgalarıdır. Her dalga geçtiğinde hava dönüşümlü olarak sıkışır ve genişler.
- Sesin perdesi (müzikal ölçekte notası) ses dalgasının frekansına bağlıdır. Bu ise belli bir zaman aralığında bir noktadan geçen dalga sayısıdır.

Christian Doppler
1803-1853

- Bir istasyonda durduğumuzu ve trenin bize yaklaştığını düşünelim. Tren yaklaştıkça düdüğün sesi daha güçlenir fakat ses perdesi aynı kalır. Sonra tren aniden geçer ses perdesi hızla değişir. Müzikal ölçekte daha alt bir notaya benzer.
- Avusturyalı fizikçi Christian Doppler (1803-1853) bu olayı ilk defa yorumlamıştır.
- Tren size yaklaştığında, ses yüksek frekansa (dalgalar birbirine daha yakın) sahiptir çünkü ses kaynağı olan düdüğ gittikçe daha yakına gelerek birbiri ardına dalgalar yaymaktadır.
- Tren sizden uzaklaştığında, ses düşük frekanslıdır (dalgalar birbirinden uzaklaşır) çünkü ses kaynağı olan düdüğ gittikçe daha uzaklaşarak birbiri ardına dalgalar yaymaktadır.

- Işık enerjisi dalgalar şeklinde hareket eder. Şekil olarak ışık dalgaları su dalgalarına benzerdir. Görünen ışık birçok renge sahiptir- gökkuşağı renklerini hatırlayınız. Gördüğünüz ışığın rengi ışık dalgalarının frekansına bağlıdır. Bu durum duyduğunuz sesin perdesinin ses dalgasının frekansına bağlı olması ile benzerdir.
- Kırmızı ışık, mavi ışıktan daha uzun dalga boyuna (düşük frekansa) sahiptir. Doppler Etkisi ışığa da uygulanır yalnız ışık kaynağının çok hızlı hareket etmesi sonucunda farkedilebilir (en az ışık hızının yüzde birkaçı)
- Eğer ışık kaynağı sizden uzaklaşırsa gördüğünüz ışık daha kırmızı olur (ışık daha düşük frekanslı hale gelir). Eğer kaynak size doğru hareket ederse gördüğünüz ışık daha mavi hale gelir. Bu değişimlere kırmızıya kayma (red shift) ve maviye kayma (blue shift) adı verilir.

Kırmızıya kayma ve Genişleyen Evren Teorisi

- 1920'li yıllarda Edwin Hubble gibi astronomlar uzak galaksileri incelemeye başladılar. Uzak galaksiler tarafından üretilen ışığın dalga boyu incelendiğinde kırmızıya kayma (red shift) gözlenmiştir. Hubble bu kırmızıya kaymanın Doppler etkisi sonucu olduğunun farkına varmış ve uzak galaksilerin çok hızlı bir şekilde yeryuvarından uzaklaştığını belirtmiştir.
- Bu dönemde astronomlar Evrenin sabit bir büyüklüğü olduğunu düşünüyorlardı, böylece Hubble başlangıçta bazı galaksilerin yeryuvarından uzaklaştığını bazılarının ise yeryuvarına doğru yaklaşması gerektiğini öngörmüştür. Fakat durum böyle değildi. Daha ileri araştırmalar tüm uzak galaksilerin yeryuvarından her yönde kırmızıya kayma gösterdiğini ortaya koymuştur. Diğer deyişle tüm uzak galaksiler bizden uzaklaşmaktadır.

- Genişleyen evreni anlayabilmek amacıyla içine kuru üzüm serpiştirilmiş kek hamuru düşünölmelidir. Hamur fırına konduğunda kabırır ve her kuru üzüm tanesi her yönde komşusundan uzaklaşır. Bu fikir Genişleyen Evren teorisi olarak bilinir.
- Bu beraberinde şu soruları getirmektedir.
- Genişleme geçmişte belirli bir zamanda mı başlamıştır ?
- Eğer böyle ise bu evrenin başlangıcını, uzayın ve zamanın başlangıcını temsil edebilir.

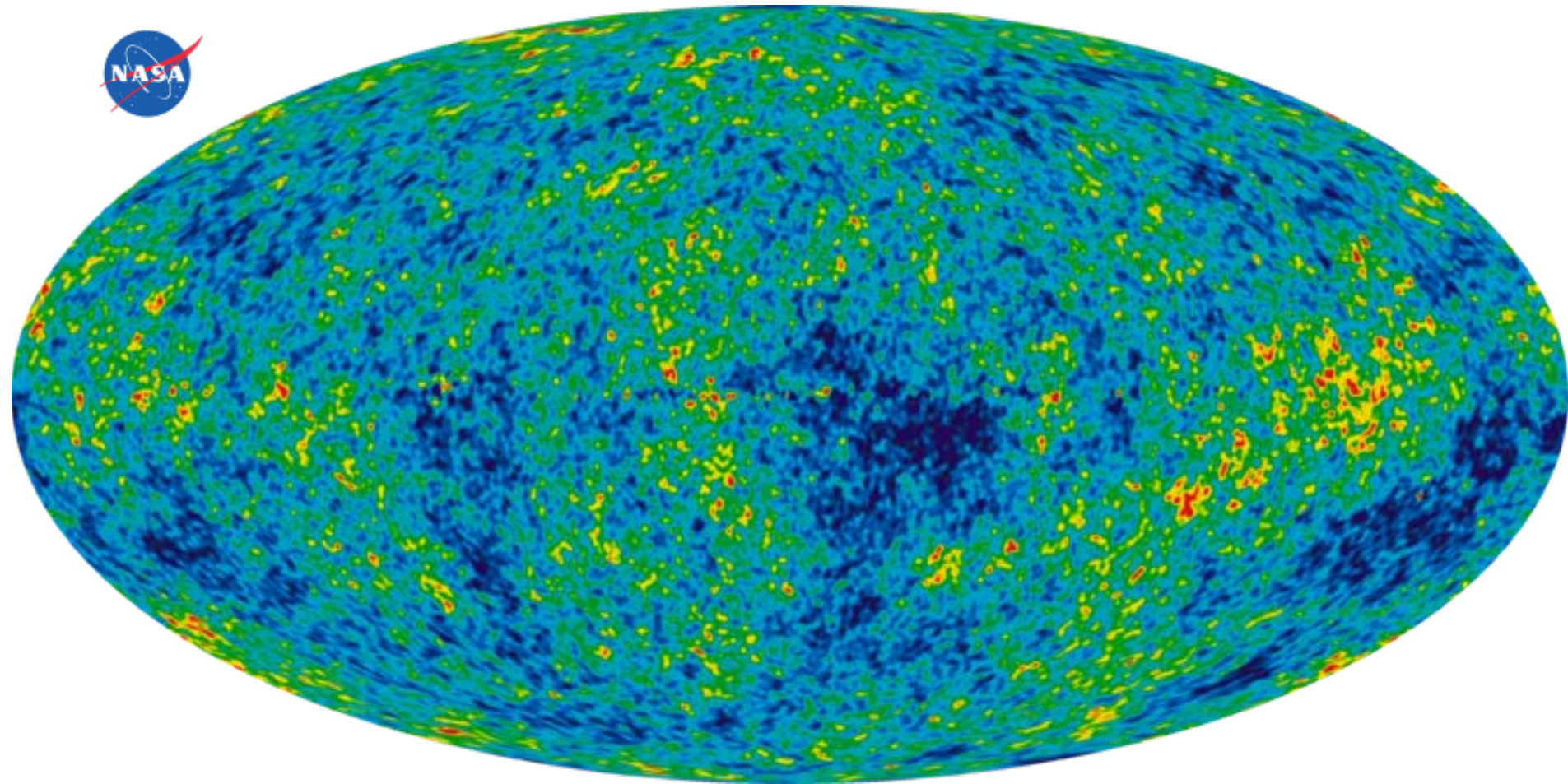
Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Büyük Patlama (Big Bang)

- Evrendeki genişleme belli bir zamanda başlamıştır ve buna Büyük Patlama adı verilir. Bu teoriye göre Evreni oluşturan herşey paketlenmiş çok küçük bir nokta halindeydi. Bu nokta yaklaşık 13.6 Milyar yıl önce patladı.

Prof. Dr. Gürol Seyitçali

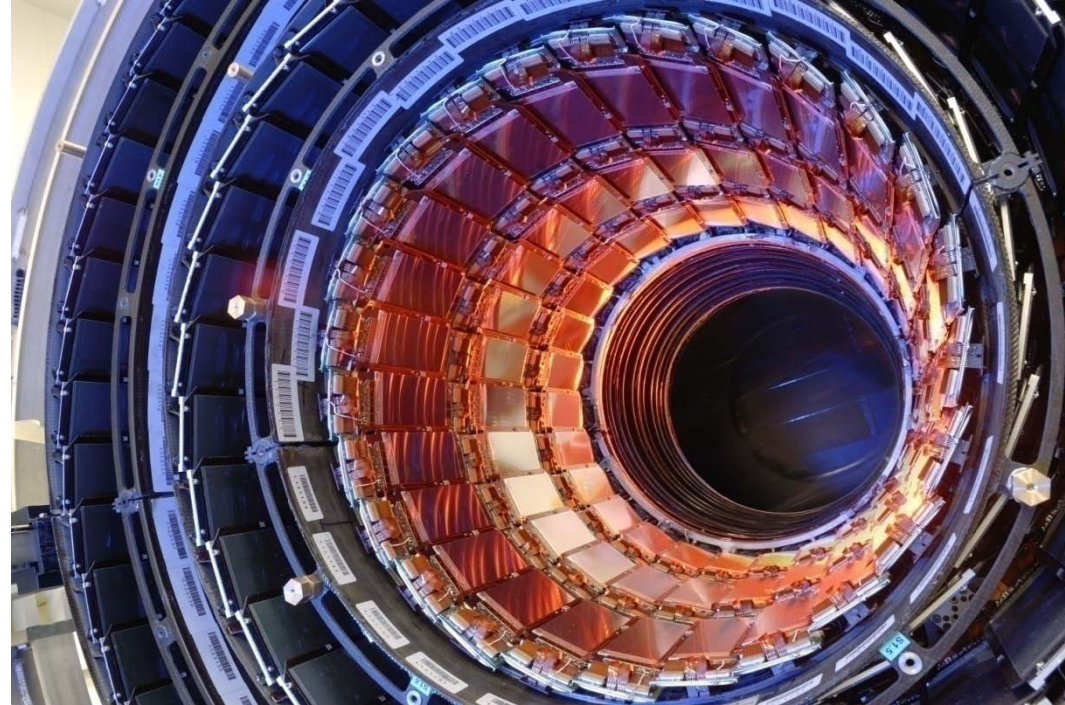
- Patlamadan sonra neler olduğunu fizik kuralları uygulanarak yapılan hesaplamalar ve evrenin uzak köşelerine büyük teleskoplarla yapılan gözlemlerle (çok uzak cisimler gözlemlendiğinden uzak geçmişdeki durumu da evrenin çok genç halini de görmüş oluyoruz) tutarlı bir model ortaya konmuştur.



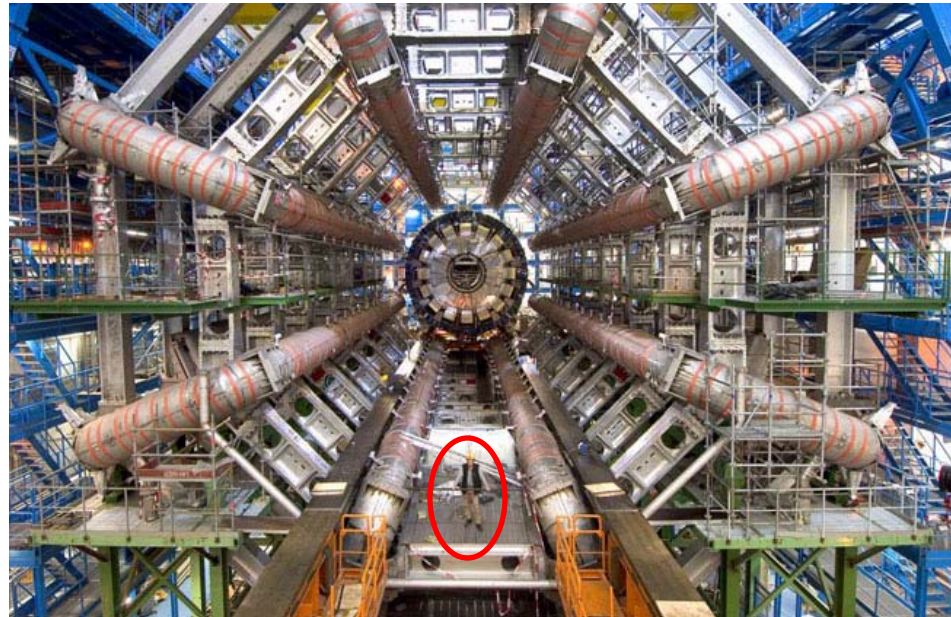
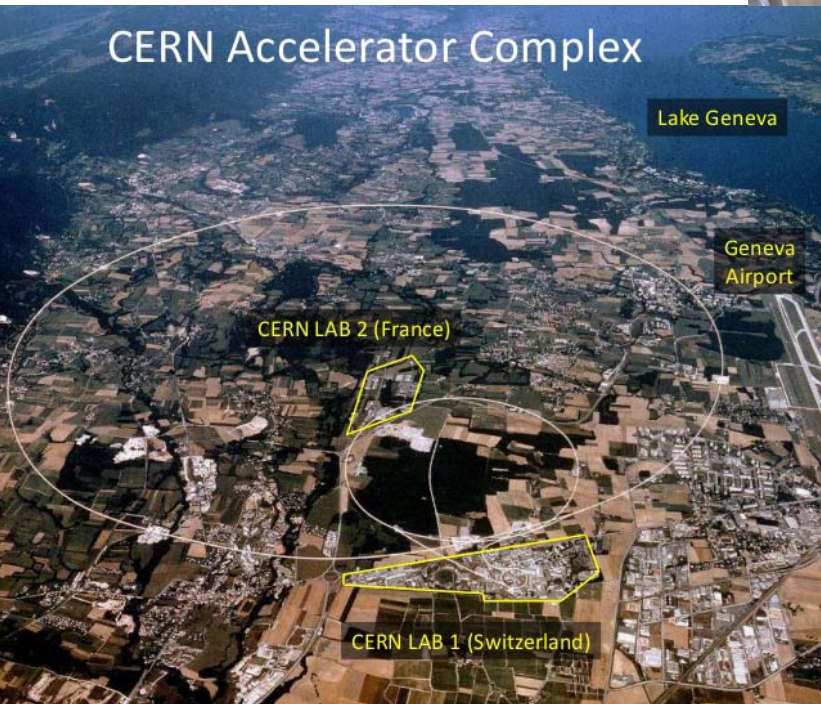
- The detailed, all-sky picture of the infant universe created from nine years of WMAP data. The image reveals 13.77 billion year old temperature fluctuations (shown as color differences) that correspond to the seeds that grew to become the galaxies. The signal from our galaxy was subtracted using the multi-frequency data. This image shows a temperature range of ± 200 microKelvin.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- İlk başlangıçta 10^{-43} saniyede evren çok küçük çok yoğun ve çok sıcaktı (10^{28} derece).
- 1 saniye sonunda ilk proton ve elektronlar oluştu. Hidrojen atomları oluşular.



CERN Accelerator Complex



Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- İlk 3 dakikada sıcaklık 1milyar derece altına indi evrenin çapı 100 milyar km'ye ulaştı. Yeni atomlar hidrojen atomlarının çarpışma ve füzyonu ile oluşmaya başladılar.

Hubble Uzay
Teleskobundan çekilmiş
nebula
fotoğrafi

•5 dakikadan sonra evren
çekirdeklerin bir elektronlar
denizinde bulunduğu fizikçilerin
plazma adını verdikleri bir
malzeme halindeydi.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Evren genişleyip
soğudukça atom ve
moleküller yavaşladı ve
uzay boşluğu tarafından
ayrılan gaz bulutlarından
oluşan nebulalar
birikmeye başladı.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

•Evrenin ilk nebulaları %98 hidrojen, %2 helyum ve iz miktarda lityum, berilyum ve bor'dan oluşmaktaydı.

Büyük patlamadan 200 Milyon yıl sonra geniş uzay boşluğunda yavaşça dönen koyu nebulalar vardı.

Gravite ile başlangıçta yoğun olan bir nebula çevresindeki herşeyi kendine doğru çekerek dönen disk şekilli gaz kütlelerinden oluşan yığılım diskleri meydana geldi.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Yığışım diskleri gravite ile önce iç sonra dış bölgeleri çökerek yoğun toplar halini aldılar. Kinetik enerji ısı enerjisine dönüştü ve yığışım disklerinin merkezi ısıldıyacak kadar ısındılar ve ilkel yıldızları (protostar) oluşturdular.

Prof. Dr. Gürol Seyitoglu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Füzyon reaksiyonları ile gerçek yıldızlar oluştu. Bu yıldızlar oluştukları dönemdeki nebulalar daha fazla madde içerdiğinden daha büyüktüler ve daha hızlı reaksiyonlar sonucu hızla tükenip patlayarak süpernova'ları oluşturuyorlardı.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Yeryuvarı ve Ay'ın oluşumu

- Bir nebula, büyük patlamadan kalan hidrojen ve helyumdan ve yıldızların patlamalarıyla veya yıldızlardaki füzyon reaksiyonlarıyla oluşan daha ağır elementlerden meydana gelmiştir.
- Gravite gaz ve tozları yığışım diskini oluşturmak üzere merkeze çeker.

Prof. Dr. Gürsel Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Tozlar (ısıya dayanıklı malzemelerin parçacıkları) iç halkalarda toplanırken buzlar (uçucu malzemelerin parçacıkları) dış halkalarda yoğunlaşmaktadır.
- Sonunda diskin merkezindeki yoğun gaz topu füzyon reaksiyonlarının başlaması için yeterli sıcaklığa ulaşır ve ısı ve ışık ortaya çıkmaya başladığında Güneş oluşur.

Prof. Dr. Gürrol Çelikkaya
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Toz ve buz parçacıkları çarpışarak ve birbirine yapışarak “gezegenimsi”leri (planetesimals) oluşturur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Gezenimsiler sürekli çarpışarak büyürler. Giderek düzensiz şekilli ilkel yeryuvarı gelişir. İç kısmı ısınarak yumuşar.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Gravite ilkel yeryuvarını yeniden şekillendirerek bir küreye dönüştürür.
- Yeryuvarının iç kısmı çekirdek ve manto olarak ayrılır.

- Yeryuvarı oluştuktan kısa bir süre sonra bir gezegenle çarpışır ve çarpışmanın döküntüleri yer'in etrafında bir halka oluşturur.
- Bu döküntülerden Ay oluşur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Sonunda volkanik gazlardan atmosfer gelişir. Yeryuvarı yeterince soğuyunca nem yoğunlaşır ve yağmurlar okyanusları oluşturur. Yakın geçen kuyruklu yıldızlardan bazı gazlar eklenmiş olabilir.

Kıtaların evrimini sağlayan mekanizma: Levha Tektoniği

Yeryuvarının bileşimsel ve davranışsal sınıflaması: Kabuk, Manto/ Litosfer, Astenosfer

- Yeryuvarı bileşimsel olarak dıştan içe doğru kabuk, manto ve çekirdekten oluşur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Manto ve çekirdek arasında sismik hızlarda büyük değişimler olur. Kabuk mantodan moho süreksizliği ile ayrılır. Bu süreksizlik üzerine deprem dalgaları hızı 7.2 km/s iken bunun altında aniden 8.1 km/s'ye ulaşır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Genel anlamda iki tür kabuk vardır. **Kıtasal kabuk** ortalama 2.7 gr/cm^3 yoğunluğa ve 35 km kalınlığa sahiptir. **Okyanusal kabuk** ise 2.9 gr/cm^3 yoğunluğa ve 6 km kalınlığa sahiptir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Yeryuvarının davranışsal sınıflamasında “**litosfer**” yeryuvarının en dış kısmı olarak tanımlanır ve elastik olarak yamulmaya uğrar.
- **Litosfer, kabuk ve en üst mantodan meydana gelmiştir. Yeryuvarı litosferik levhalara bölünmüştür; burada kabuksal bileşen yukarıda sözedildiği gibi okyanusal ve/veya kıtasal olabilir.**
- **Litosfer, astenosfer ile altlanır. Litosferik levhaların göreceli hareketleri astenosfer üzerinde meydana gelir.**
- **Astenosfer gerilmeye sıvı gibi davranarak karşılık verir. Mantoda ergime noktasına yaklaşıldığı kısımda yer alır ve kesinlikle tamamen ergimemiştir. Sıvıdan geçmeyen S dalgalarını iletir.**

Burada önemli olan nokta yeryuvarının bileşimsel ve davranışsal bölümlenmesinin karıştırılmaması ve aralarındaki ilişkinin iyi kavranmasıdır.



- Litosferin tabanı ile astenosfer arasındaki sınır bir termal sınırdır. Sınırın konumu manto malzemesinin jeotermal gradyanına ve ergime sıcaklığına bağlıdır. Astenosferin 700 km derinliğe kadar devam ettiği düşünülmektedir. Daha alttaki bölgenin özellikleri daha az bilinmekte olup, mezosfer olarak adlandırılır.



Beno Gutenberg



Andrija Mohorovicic

Levhalar ve Levha Kenarları

Levha tektoniğine göre yeryuvarının dış kısmı litosferik levhalardan oluşur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu

1) Yapıcı / Uzaklaşan Levha Sınırları (A)

Birbirinden uzaklaşan levha sınırlarıdır.

Magma, ayrılan levhalar arasına girerek yeni okyanusal litosferi oluşturur. Levhaların ayrılma hareketi sıklıkla levha sınır doğrultusuna diktir fakat bu bir geometrik gereklilik değildir.

2) Yıkıcı / Yakınlaşan Levha Sınırları (B)

Okyanusal litosfer bir diğer levhanın altına dalar ve mantoda eritilir. Yeryuvarı büyük bir oranda büyümediğinden yakınlaşan levha sınırlarındaki kayıp yapıcı levha sınırlarındaki üretime yaklaşık eşit olacaktır.

3) Aktarıcı Levha Sınırları (C)

Bu sınırlar boyunca iki litosfer levhası yeni levha malzemesi oluşturmadan ve var olan levha malzemesini yok etmeksizin sınıra paralel olarak hareket ederler. Bu levha sınırları, bir tür levha kenarını diğer tür veya aynı tür levha kenarına bağlar ve hareketin aktarılması / dönüşümü sağlar.



JTG-CD1



JTG-CD1



JTG-CD1

A NEW CLASS OF FAULTS AND THEIR BEARING ON CONTINENTAL DRIFT

By PROF. J. TUZO WILSON, O.B.E.
Institute of Earth Sciences, University of Toronto

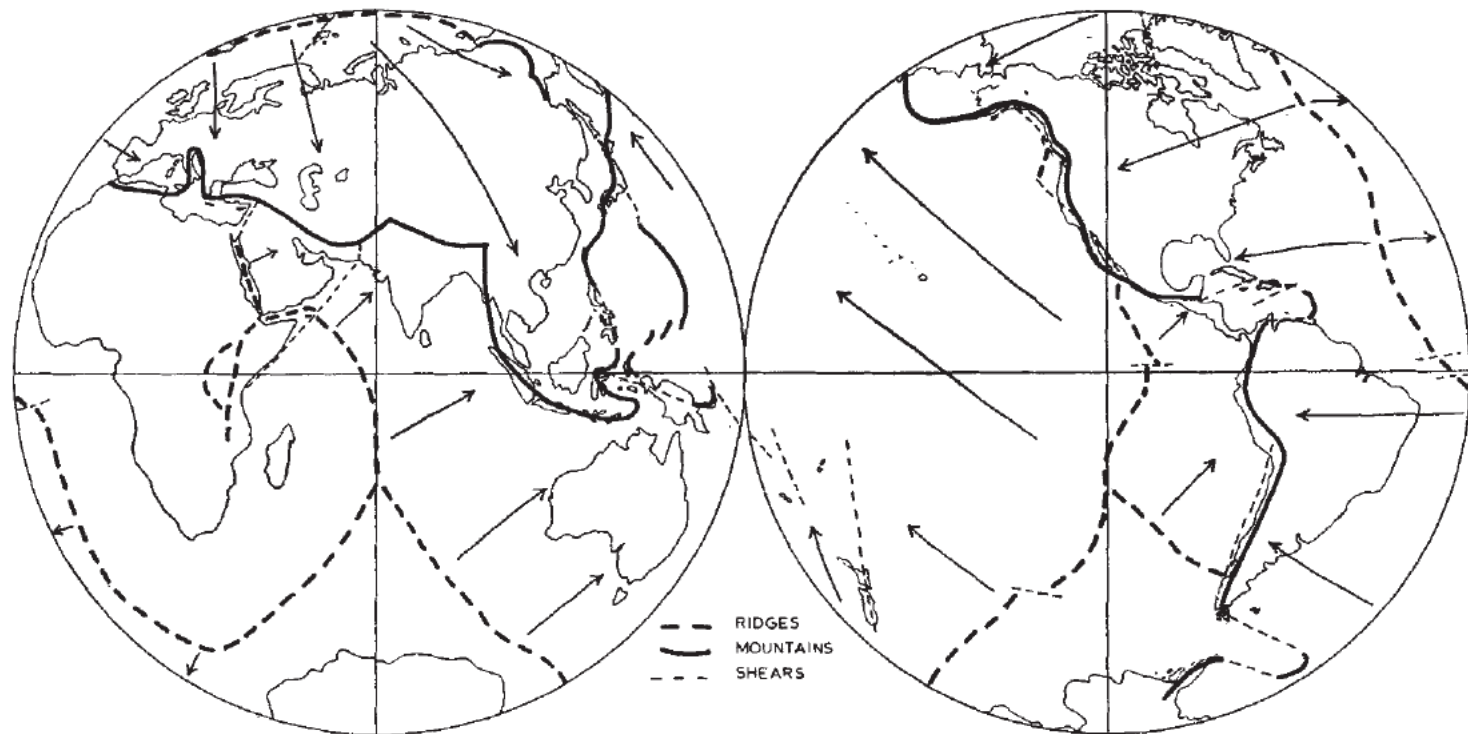


Fig 1. Sketch map illustrating the present network of mobile belts, comprising the active primary mountains and island arcs in compression (solid lines), active transform faults in horizontal shear (light dashed lines) and active mid-ocean ridges in tension (heavy dashed lines)

Yayılma Merkezleri ve Kıtasal genişleme alanları

Genişlemeli tektonik rejimler yayılma merkezlerinde ve levha içlerinde rift zonlarında (kıtasal genişleme alanları) bulunur. Özel bir tip olarak dahan levhanın üzerinde yay ardı genişlemeli bölgeler olarak yer alır. Yanal atımlı rejimlerde de yerel genişlemeli bölgelerde yer alırlar.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Kıtasal genişleme alanları

Kıtasal genişleme alanları kıtasal litosferin çekme gerilmesinin etkisiyle uzayıp inceldiği ve yer yer nihayet koptuğu yerlerdir.

Manto tarafından aktive edilen riftler:

Genişleme mantonun üstündeki levhaya etkisi ile meydana gelir.

Rifte ait jeolojik kayıta en altta volkanik kayalar, daha sonra karasal ortamın ürünü sedimanter kayalar görülür

Prof. Dr. Güröl
Tarihsel
ders notları

Kitasal parçalanmanın eski RRR üçlü eklemlerinin birbirine eklenmesiyle oluştuğu ve böylece düzensiz fakat devamlı yapıcı levha sınırları meydana geldiği öne sürölmektedir.

Sonuçta yayılma merkezi haline gelmeyen rift çalışmayan kollar olarak allokojen'ler adını alırlar.

Bu tür riftler yapısal ve genetik olarak levha kenarına bağlı olmalarına rağmen onların bir parçası değildirler. Batı Afrikada Benue grabeni buna örnektir.



Litosfer tarafından aktive edilen riftler:

Litosferin genişlemeli deformasyonunu sağlayan koşullar özel levha şekillenmeleri ile ortaya çıkabilir. Burada kıtasal levha içi genişlemeli gerilme maksimuma ulaşır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Litosfer tarafından aktive edilen riftler ikiye ayrılır.

1-Levha kenarlarına etkiyen kuvvetlerin aktive ettiği riftler.

Böyle bir durum Pangea (tüm kıtalar)'nın parçalanması sırasında meydana gelmiş olmalıdır. Bu süper kıta dalma-batma zonları ile çevriliydi ve bunların etkisi Pangea'nın parçalanmasına yol açmış olabilir.

2-Litosferin kendi içindeki kuvvetlerin aktive ettiği riftler (Geç dağoluşum çökmesi).

Bunu oluşturan kuvvetler:

- a)Kalın kabuğun gravitasyonel ve termal duraysızlığı. b)Kalınlaşan litosferin alt kısmının ayrılması

Prof. Dr. Gürol Şenol
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Dalma – Batma ve arpışma

Dalma-batma:

Okyanusal litosfer, kıtasal litosferin altına dalarsa **magmatik yaylar** oluşur.

Dalma-batma:

Okyanusal litosfer, okyanusal litosferin altına dalarsa **ada yayları** oluşur.

Çarpışma:

Okyanusal litosfer dalma-batma ile tüketilerek iki kıtasal litosfer birbiri ile çarpışır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Ada yayları



Hendek

**Volkanik
ada yayı**

**Yay-hendek
aralığı
Yay-önü**

yay-ardı

Kıta kenarı

**Yığışım
prizması**

**Türbidit
yığışimleri**

**Okyanusal
kabuk**

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Ada yaylarının kıtalara eklenmesi

Çarpışma gerçekleştiğinde kıtasal litosferde önemli alttan bindirmeler oluşur. Bindirme dilimleri kıtaya doğru gelişir ve fliş, okyanus kabuğu dilimleri kıtasal kenara doğru sürüklenir. Daha fazla litosferik sıkışma mümkün olmadığında ve iki levha yakınlaşmaya devam ettiğinde ada yayının okyanus tarafında yeni bir dalma-batma gelişebilir.

Magmatik yaylar

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Çarpışma

İki kıtasal levhanın çarpışması, okyanusal litosferin devam eden dalma-batmasının kaçınılmaz bir sonucudur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Wilson Çevrimi

676

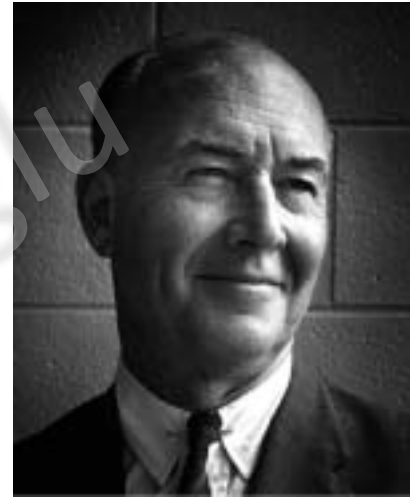
NATURE

AUGUST 13, 1966 VOL. 211

DID THE ATLANTIC CLOSE AND THEN RE-OPEN?

By PROF. J. TUZO WILSON

Institute of Earth Sciences, University of Toronto



John Tuzo Wilson

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Paleomanyetizma

- a) Dönen elektron bir elektrik akımı üretir.
- b) Bir atomun manyetik çiftkutbu (dipole) kuzeyden güneye yönelen bir ok ile temsil edilir.
- c) Manyetik olmayan malzemede değişik yönlere eğimli olarak bulunurlar, çiftkutuplar birbirlerinin etkisini sıfırlar, toplamda net mıknatıslanma sıfırdır.
- d) Kalıcı mıknatıslanma durumunda çiftkutuplar bir hizaya kilitlenmiştir. Birbirini destekleyen bu etki güçlü mıknatıslanma oluşturur.

İki yüzyıllık ölçümler yer manyetik kutbunun zamanla çok ufak yerdeğişimleri gösterdiğini ancak bunun 15 derecelik bir enlem değişiminin dışına çıkmadığını göstermektedir

1950'li yıllarda zayıf mıknatıslanmayı ölçebilen aletler geliştirildi ve İngiltere'de yerbilimciler kayalardaki mıknatıslanmayı çalışmaya başladılar. Bu çalışmalar kayaların yeryuvarının geçmişteki manyetik alanını koruyarak kayıt ettiğini gösterdi. Eski mıknatıslanmanın kayaç içinde korunmasına **paleomanyetizma** adı verilir. Yeryuvarının manyetik alanının yerin dış çekirdeğinde sıvı demir alaşımlarının dönmesinden meydana geldiği düşünülmektedir. Yeryuvarının çiftkutbu (dipole) yerin merkezinden geçen kuzey manyetik kutuptan güney manyetik kutba yönelmiş düşünel bir ok ile gösterilir.

Şu anda Yer'in çiftkutbu, dönme eksenine yaklaşık 11 derecelik bir açı yapmaktadır. Coğrafik kutup ile Manyetik kutup örtüşmez. Coğrafi kutup ile manyetik kutup arasındaki açı **manyetik sapma (magnetic declination)** olarak isimlendirilir.

Yandaki şekilde manyetik alan çizgileri güneş rüzgarlarının etkisi gösterilmeden resmedilmiştir. Bunların ekvator bölgesinde yeryüzüne paralel olduğuna kutuplara doğru gidildikçe yeryüzüne dik hale geldiğine dikkat ediniz.

- Eđer Ekvator'dan kutuplara doęru dűsey yűnde serbestęe hareket eden bir manyetik ięnemiz bulunsa bu ięnenin aęısı **Manyetik dalım (Magnetic inclination)** olarak tanımlanır.

Prof. Dr. Gűrol Seyitoęlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Manyetit kristalleri ve diğ er manyetik mineraller bir çok kaya içinde bulunurlar.
- Manyetik kayaların Yer'i ge miŖ manyetik alanını nasıl kayıt aldığını bir örnek ile açıklayalım.
- Bazalt koyu renkli manyetit içeren bir volkanik kayadır. Lav olarak volkandan ilk çıktığında 1200  C üzerindedir. Termal enerji atomları kaotik olarak hareketlendirir. Her atom mini bir  iftkutup'tur ancak her yöne hareket ettiklerinden lav bir bütün olarak manyetik değildir.
- Lavın sıcaklığı ergime sıcaklığının altına d Ŗ nce (1000  C) lav katılaŖmaya baŖlar. Bazalt içinde Manyetit kristalleri oluŖur ve soğur.
- Tüm atomların  iftkutupları bazaltın soğuduğu yerdeki yeryuvarının manyetik alan çizgelerine uygun olarak birbirine paralel hale gelir.
- 350-550  C civarında  iftkutupların pozisyonu yer'in manyetik kutbu yönünde sabitlenir ve bazalt kalıcı mıknatıslanma kazanır. Bu düzenlenme kalıcı olduğundan, kaya   soğuduğu zamandaki yer manyetik alanın  izgelerini kaydetmiŖ olur.

- Paleomanyetizma kaydını iyi tutan kayaç grubu sadece bazalt değildir. Bazı sedimanter kayaçlar da bu kaydı tutabilir. Bazı durumlarda kayıt, manyetik sedimanter parçaların tabaka oluşturmak üzere çökelirken yer'in manyetik alanına göre yönlenmesi ile oluşur. Bu yönelim tabaka kayaya dönüşünce korunur.
- Bazı durumlarda ise manyetik mineraller (Manyetit veya diğer demir minerali Hematit) sediman çökeldikten sonra taneler arası boşluklarda büyür. Bu mineraller sediman içinden geçen yeraltısularındaki çözünmüş iyonlardan oluşur.

Prof. Dr. Güröl
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Görünür kutupsal dolaşım izleri (apparent polar-wander paths): Kıtaların yerdeğiştirme delilleri

- Yerbilimciler milyonlarca yıl önce oluşmuş kayalarda paleomanyetizma ölçümleri yaptıklarında verilerin Yer'in bugünkü manyetik kutuplarının yerini göstermediğini gördüler.
- Önce bu gözlemi Yer'in manyetik kutuplarının yerinin zamanla değişmesinin sonucu olarak yorumladılar. Buna göre yer manyetik kutupları geçmişte farklı konumlardaydı, bu olaya **kutupsal dolaşım** adını verdiler ve **paleokutup** adını verdikleri terim ile, o dönemdeki manyetik kutbun yerini saptadılar.

Prof. Dr. Gürol Şenol
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- **Kutupsal dolaşım**
yorumunun oldukça **yanlış**
olduğu sonradan
anlaşılacaktır.
- Kutupsal dolaşımı daha iyi
anlayabilmek için ve zaman
içinde paleokutupların
konumlarının izini sürebilmek
için araştırmacılar yaklaşık
aynı yerde, çok farklı yaştaki
kayaların manyetik alanlarını
ölçtüler.
- Bu sonuçların hayali bir kıta
üzerinde ölçülen yandaki
şekiller gibi ortaya çıktığını
varsayalım. Bu araştırmacılara
kıtayı sabit kabul ettiklerinde
manyetik kutupların yerinin
zamanla nasıl değiştiğine dair
kutupsal dolaşım izi'ni ortaya
çıkarmalarını sağladı.

Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- 1950'lerin sonlarına doğru, yerbilimciler Avrupa kıtası için kutupsal dolaşım izi'ni çıkardıklarını düşünüyorlardı. Kıtanın sabit kalıp manyetik kutbun değiştiğini düşünüyorlardı.

Kuzey Amerika için kutupsal dolaşım izi ortaya konulunca büyük bir sürprizle karşılaştılar. Kuzey Amerika kıtasının kutupsal dolaşım izi farklıydı. Aslında tüm kıtaların kutupsal dolaşım izi farklıydı. **Kıtaların sabit, manyetik kutbun yerdeğiştiriyor olduğu hipotezi böylece çökmüş oluyordu.** Eğer kıtalar sabitken manyetik kutup gerçekten hareketli idiyse, tüm kıtaların aynı kutupsal dolaşım izine sahip olması gerekiyordu. Sabit olan kıtalar değil manyetik kutuptu.

Bu nedenle eğrilere görünür kutupsal dolaşım izi (apparent polar-wander path) adı verildi.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Avrupa ve Kuzey Amerika'nın görünür kutupsal dolaşım izi 280 ile 180 My arasında birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. 180My'dan itibaren ayrı izlere sahip olup ayrıldıklarını işaret etmektedir.

Manyetik terslenmeler

- Paleomanyetizma çalışmaları başladığında bazı kayalardaki polaritenin günümüzdeki ile aynı olduğu (çiftkutbu gösteren okun **kuzeyden güneye** doğru olduğu: **Normal**) bazı kayalarda ise polaritenin günümüzün tersi olduğu (çiftkutbu gösteren okun **güneyden kuzeye** yönlendiği : **Ters**) gözlenmiştir.
- Tüm yeryuvarında yapılan araştırmalar özellikle okyanus tabanlarında yapılanlar Yer tarihinde polaritenin 1000yıl gibi jeolojik zaman çizelgesine göre kısa sayılabilecek bir zaman içinde değiştiğini ve bunun defalarca tekrarlandığını ortaya koymaktadır.

- Yerbilimciler polarite değişimlerini radyometrik yaşı tayinleri ile tarihlemeyi gerçekleştirip, manyetik terslenme kronolojisi ortaya çıkarmışlardır.
- Bu kronolojiye göre terslenmeler düzenli aralıklarla değil rastgele meydana gelmektedir. Polarite kronları ve alt kronları sınırları ayrıntıları ile belirlenmiştir.
- Bu zellik okyanus tabanı yayılmasının verileri olarak kullanılmıştır (Bknz: Tektonik ders notları)

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Dağoluşumu (Orojenez)

- Yakınlaşan levha kenarlarındaki işlevler olarak tanımlanır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

**Yanal sıkıştırırmalı (Transpresyonel)
dağoluşum kuşaağı**

Dalma-batma ile ilgili
dağoluşum kuşaağı

Okyanusal litosfer üzerlemesi
ile ilgili dağoluşum kuşaağı

**Yıkıcı/
Yakınlaşan
levha kenarları**

**Çarpışma ile ilişkili
dağoluşum kuşaağı**



Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



- Kıtaların evrimine neden olan Levha Tektoniği'ne kısaca değindik. Ayrıntılar seçmeli Tektonik dersinde anlatılmaktadır.

- Canlıların evrimine ait fosil kanıtlar ise Paleontoloji dersinde ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.
- Tarihsel Jeoloji dersinde ise kıtaların ve canlıların evrimi birlikte ele alınacak olup, tektonik ve paleontoloji bilgilerinizi tazelemenize ihtiyaç duyabilirsiniz.

Fosiller

Fosillerin keşfi

- Yeryuvarındaki kayalar deniz kabuklularını, kemikleri, ağaç kök ve dalları ile yaprakları andıran oluşukları içerirler.
- Bu oluşuklar nasıl meydana gelmiştir?

- Başlangıçta insanlar bunları doğaüstü yaratıkların el işçiliği olarak yorumladılar.
- MÖ. 450 civarında **Heredot** kayalardaki kabuklu izlerini şu anda kara halindeki alanların okyanusla kaplandığı dönemde yaşamış olan deniz canlılarının kalıntıları olarak yorumlamıştır.

Gürol Seyitoğlu

MÖ. 300 başlarında Aristo'nun öğrencileri Heredot'un hipotezini terk ederek canlı benzeri şekillerin kayaların içinde büyüdüğünü ve canlı kalıntıları ile ilgileri olmadığını savundular.

İnorganik büyüme kavramı ortaçağ boyunca bir dogma olarak kaldı.

- Rönesans ile birlikte canlı benzeri oluşuklar, mineral ve kaya örnekleri gibi kazılıp çıkarılmaya başlandı ve fosil olarak adlandırıldılar.
- Latince **fossilis** kazılıp çıkarılan anlamına gelir.
- Fosillerin kökeni bir kez daha gündeme gelmiş ve **Leonardo da Vinci**, Herodot'un görüşüne katılmıştır, fakat **Georgius Agricola** 1546'da ilk jeoloji kitabı olarak değerlendirilen **De natura Fossilium** adlı kitabında fosillerin yerinde büyüdüğü görüşüne yer vermiştir.
Bazı yazarlar başka alternatif görüşler de üretmişlerdir.
Örneğin tohumların bulutlardan kayadaki çatlakların arasına düştükleri ve kaya içinde büyüdüğüleri önerilmiştir.

- 1600 başlarında fosil teriminin bugünkü tanımına kavuştuğu düşünülmektedir.
- **Çökel veya kaya içinde korunmuş eskiden yaşayan bir organizmanın izi veya kalıntısına fosil denir.**
- Fosil tanımı, korunmuş izleri (ayak izleri oygu yapıları), kaya haline dönüşmüş kemikleri, kehribar içinde kalmış böcekleri, kabuk kalıp izlerini içerir.

Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Fosil çalışmalarında modern ağ
1669'da **Nicholaus Steno**'nun
"fosil içeren kayaçların kökeni
organizmaların kalıntılarını
içeren gevşek çökellerdir. Çökel
sertleşerek kayaya dönüşünce
kalıntılarda fosil haline gelir"
önerisi ile başlamıştır.

- **Robert Hooke** (1635-1703)
fosilleri ayrıntıları ile tanımlamış ve ilk defa mikroskop altında incelemiştir.
- Robert Hook ve çağdaşları fosillerin çoğunun soyları tükenmiş türler olduğunu ve bu türlerin yeryüzünden sonsuza kadar silindiklerini fark etmişlerdir.

- Paleontoloji eski varlık bilimi, fosilleri çalışan bilim, XIX. yy'da bilim camiasında yer almıştır.
- İngiltere'de kanal inşaatlarında çalışan bir mühendis olan **William Smith** 1830'larda belli tabakalarda bulunan fosil içeriğini kullanarak diğer tabakalara göre görelili yaş belirlenebileceğini göstermiştir.
- Fosiller jeolojik zaman ve hayatın evrimi çalışmalarında vazgeçilmez araçlar olmuşlardır.

Fosilleşme

- **Organizmalar öldüğünde ve çökeller tarafından gömüldüğünden veya hareket eden organizmalar çökellerde izlerini bıraktığından fosillerin çoğu çökeller veya çökel kayalar içinde bulunurlar.**
- Durgun sularda oksijensiz (anoxic) koşullarda çökelen sedimalardan meydana gelen kayalar içinde iyi korunmuş fosil örneklerine rastlanır. Diğer taraftan yüksek enerjili ortamlarda güçlü akıntılar kabukları kemikleri yuvarlayıp kırılmalarına yol açtığı için sadece fosillerin küçük parçalarının kaya kırıntıları ile karışımı korunabilir.
- **Fosiller düşük dereceli metamorfizma koşullarında tanınabilirler ancak orta ve yüksek metamorfizmada görülen yeniden kristallenme, yeni mineral oluşumları ve makaslanma fosillerin korunmasına olanak tanımaz. Benzer olarak magmatik kayalar da fosil içermezler.**
- Fosiller havadan yağın volkanik küllerin oluşturduğu çökeller içinde korunabilirler. Havadan yağın volkanik küller bir battaniye gibi organizmaları veya ayak izlerini örter.
- **Doğu Afrika rift vadisinde 3.6 My'lık insansuların ayak izleri bu şekilde korunmuştur.**
- Benzer ayak izleri Kula volkanizması yakınlarında ülkemizde de görülür bunun bir örneği bölümümüzdeki müzede sergilenmektedir.

- Paleontologlar fosil oluşum işlevlerine **fosilleşme** adını verir. Tipik fosilleşme nasıl meydana gelir, bir örnek üzerinde açıklamaya çalışalım.
- Çok sıcak bir yaz günü a dinozor çamurlu düzlükte zorla ilerlemeye çalışıyordu. Sıcaklığa yenik düşerek çamurlu zeminde öldü. Leş yiyiciler günlerce etleri kemiklerden sıyırdılar ve kemikleri ayak izlerinin arasına dağıttılar.
- Kemikler ayrışmadan önce kemikler ve ayak izleri nehir taşkınlarının getirdiği siltli okeller tarafından gömüldü.
- Birbirini izleyen taşkınlar ile siltli malzeme tarafından gömülen kemikler, akıntıların tekrar yerlerinden oynatamayacağı, oyucu delici organizmaların etkilerine maruz kalmayacağı bir derinlikte kimyasal olarak dengeli bir ortama kavuştular.

- Daha sonra deniz seviyesi yükseldi ve akarsu çökellerini örttü. Üzerindeki çökel yükü kemikleri bir miktar ezerek yassılaştırdı. Sonuçta kemikleri içeren çökel kaya haline dönüştü (siltaşı).
- Kemikler siltaşı içinde kalırken ayak izleri siltaşı - çamurtaşı dokanağında korundu.
- Yeraltı suyundan gelişen mineraller siltaşından geçerek kemiği oluşturan bazı kimyasalların yerini aldılar ve kemik taş benzeri hale geldi.
- Gömülen kemikler ve ayak izleri fosil haline gelmiş oldu.

Prof. Dr. Gürrol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- 100 milyon yıl sonra yükselme ve aşınma dinazorun fossillerini açığa çıkarttı. Fosil kemik parçalarının bir kısmı kaya yüzleğinden dışarı çıkarak paleontologların gözüne çarptı ve kazı başlatılarak iskelet ortaya çıkartıldı. Kazı genişletilerek ayak izleri de ortaya çıkarıldı.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Dinozor fosili müzede birleştirilerek ayağa kaldırıldı. Bazı fosillerin mali değeri oldukça yüksektir. 1997'de Güney Dakota'da bulunan 67 Milyon yıllık **Tyrannosaurus rex** iskeleti açık arttırmada 7.6 milyon dolara şikago müzesi tarafından satın alınmıştır.

Benzer fosilleşme hikayeleri deniz dibine çöken deniz kabukluları için, reçine içinde kalan böcekler, katran birikintisine düşen mamutlar için de söylenebilir.

Tüm durumlarda fosilleşme şu evreleri içerir.

- Organizmanın veya izinin gömülmesi ve korunması,
- Gömülen organizmanın çökel yükü altında basınca maruz kalarak ve yeraltı suları ile etkileşime girerek değişen miktarlarda farklılaşması.

Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Farklı fosil çeşitleri

Farklı fosil çeşitleri bulunmaktadır.

- **Gövde fosili:** Gövdenin tümü veya bir kısmı fosilleşmiştir.
- **İz Fosil:** Burada organizmanın hareket ederken geride bıraktığı izlerdir.
- **Kimyasal fosil:** Organizmalar tarafından oluşturulan kimyasallar fosil olarak kayalarda bulunmaktadır.

- **Donmuş veya kurumuş gövde fosilleri:** Birkaç ortamda tüm gövde fosilleri korunabilir ve jeolojik standartlara göre oldukça gençtirler. Yaşları binlerce yıl ile ölçülür, milyon yıl değil.
- **Reçine veya ziftte korunmuş gövde fosilleri:** Ağaçların reçinelerine kapılan böcekler tüm gövde olarak korunabilir. Reçineler zaman içinde sertleşerek yarı değerli taş olarak bilinen kehribar'a (amber) dönüşür. Petrol oluşumları yüzeyde sızıntılar oluşturarak küçük birikintiler oluşturur. Organizmalar bu birikintilere düşerek korunabilirler.
- **Korunmuş veya yeri alınmış kemikler, dişler veya kabuklar:** Kemikler (omurgalı hayvanların iç iskeleti), ve kabuklar (omurgasız hayvanların dış iskeleti) duraylı minerallerden meydana gelir ve kayaç içinde korunabilirler. Bazı kemik veya kabuk mineralleri duraylı değildir ve yeniden kristallenir. Bu gerçekleştiğinde bile kemiklerin veya kabukların şekli korunur.
- **Taşlaşmış organizmalar:** Gözeneklerin içine sızan yeraltısuyu çözeltilerinden kemik veya ağaç gibi gözenekli malzeme içinde minerallerin oluşması işlevine permineralizasyon adı verilir. Taşlaşmış ağaçlar, ağacın permineralizasyonu ile oluşurlar. Burada hücrelerin içi silika ile yer değiştirmiştir ve ağaç çört'e dönüşmüştür. Silika içeren volkanik küllerin ormanı hızla gömmesi ile oluşur.
- **Gövdelerin dış (mold) ve iç (cast) kalıpları:** Bir kabuğun etrafında çökel sıkışır ve kabuğun veya gövdenin şekli korunur. Eğer kabuk veya gövde çözünerek yokolursa dış kalıp olarak bilinen boşluk geride kalır. Organizmanın dış yüzeyinin izi tüm ayrıntısı ile korunmuş olur. Eğer çökel boşluğu doldurursa organizmanın şekli korunmuş olur bu iç kalıp tabaka yüzeyinde çıkıntılar meydana getirir.
- **Gövdenin karbonlaşmış baskıları:** Baskılar yumuşak veya yarı yumuşak organizmaların (yapraklar, böcekler, kabuksuz omurgasızlar, süngerler, tüyler, denizanaları) çökel seviyeleri arasında sıkışmaları ile yassılaştırmış dış kalıplarıdır. Kimyasal reaksiyonlar organik bileşenleri uzaklaştırır ve geriye ince bir karbon filmi kalarak karbonlaşmış baskıyı oluşturur.
- **İz fosiller:** İz fosillere ayak izleri, beslenme izleri, oygular, ve dışkılar dahildir.
- **Kimyasal fosiller:** Organizmalar kompleks organik kimyasallardan meydana gelmektedir. Çökeller tarafından gömüldüğünde diyajeneze maruz kaldıklarında bazı kimyasallar yok olur fakat bazıları ya korunur yada farklı fakat farkedilebilir kimyasallara dönüşür. Bir organizmadan oluşan ve kaya içinde korunan farklı bir kimyasal, fosil olarak değerlendirilir.

Fosil bilimciler fosilleri boyutlarına göre ayırd ederler.
Makrofosiller çıplak gözle görülebilen boyuttadır.
Mikrofosiller ise mikroskop yardımı ile görülebilirler.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Fosillerin korunması:

Ölen tüm organizmaların tümü fosil haline gelemmez. Az bir yüzdesi özel koşullar gerçekleştiğinde fosilleşebilir.

- Oksijensiz ortamda ölüm.
- Hızlı gömülme
- Sert parçaların bulunması
- Diyajenez ve metamorfizmanın yokluğu

Sıradışı fosiller: Geçmişe açılan özel bir pencere

- Organizmaların yumuşak kısımlarının da korunduğu fosiller sıradışı fosiller olarak adlandırılır. Reçine içindeki böcek fosilleri, katran çukurlarında korunan fosiller, oksijensiz ortamda korunan fosiller bunlara örnek olarak verilebilir.
- Güney Almanya'da 150 My'lık Solenhofen kireçtaşı durgun lagün ortamında çökelmiştir. Bu kayaçlar 600 civarında türün fosillerini bulundurmaktadır. Bunlardan en ilginç *Archaeopteryx* adı verilen ilk kuşa aittir.

Canlıların sınıflaması

Fosillerin sınıflandırılması, yaşayan organizmaların sınıflandırılması ile aynı prensipleri kullanır. Bu nedenle paleontologların fosilleri nasıl sınıfladığını öğrenmeden önce biyologların yaşam formlarını nasıl sınıfladığını öğrenmek gerekir.

Sınıflamanın prensipleri 18yy'da İsveçli biyolog **Carolus Linnaeus (Carl Linne)** tarafından önerilmiştir. Organizmaların sınıflandırılması çalışmalarına **taksonomi** adı verilir.

Linnaeus'un sınıflamasında bölümlerin bir hiyerarşisi bulunmaktadır.

- **Alem (Kingdom),**
 - **Şube (Phylum),**
 - **Sınıf (Class),**
 - **Takım (Order),**
 - **Aile (Family),**
 - **Cins (Genus),**
 - **Tür (Species)**

Prof. Dr. Cürol Seyhanlı
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Alem (Kingdom),

•Şube (Phylum),

Sınıf (Class),

•Takım (Order),

•Aile (Family),

Cins (Genus),

Tür (Species)

Prof. Dr. Gülşah Seyitoğlu
Tarihsel Biyoloji
ders notları

Prokaryotlar çekirdek içermezler, Ökaryotlar hücrelerinde çekirdek içerir

Biyologlar 6 Alem ayırmışlardır.

- **Archaea:** uç ortamlarda sıcak su kaynaklarında, (çok asidik veya çok alkalın) bulunan mikro-organizmalar.
- **Eubacteria:** enfeksiyona neden olan bakterileri içerir.
- **Protista:** çeşitli tek hücreliler, basit çok hücreliler- algler, foramlar
- **Fungi:** mantarlar ve mayalar
- **Plantae:** bitkiler, ağaçlar, otlar
- **Animalia:** süngerler, mercanlar, yumuşakçalar, karıncalar, insanlar

Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Fosillerin sınıflaması

- Paleontologlar farklı fosil türlerini diğerlerinden morfolojilerini (şekillerini, biçimlerini) kullanarak ayırırlar.
- Bir fosile isim vermek için paleontologlar fosil formları bilinen organizmalarla karşılaştırmasını yaparlar.

Fosil Kayıtları

Yaşamın kısa tarihi

- Fosil kayıtları yeryuvarında yaşamın uzun dönem evrimini göstermektedir. **Archaea** ve **Bacteria** fosilleri **3.7 Milyar yıl** yaşlı kayalar içinde bulunmuştur ve yeryüzündeki en eski yaşam formlarını işaret etmektedir.
- Araştırmacılar bir dönem **Archaea**'ların deniz suyunun buharlaşma ile yoğunlaşan çorba kıvamına gelmiş sığ birikinti havuzlarındaki kimyasal reaksiyonlar sonucu oluştuğunu düşünüyordular. Ancak yakın zamandaki çalışmalar ılık yeraltı suları veya deniz tabanındaki hidrotermal çıkışların **Archaea**'ların ortaya çıkmasında rol oynadıklarını göstermektedir.
- İlk 1 Milyar yıl içinde **Archaea** ve **Bacteria** yeryuvarı üzerindeki tek yaşam şekliydi. **2.5 Milyar yıl** önce **Protista** Alemi görülmeye başlandı. İlk çok hücreli organizmalar, **Animalia** aleminin kabuksuz omurgasızları, **Fungi** alemi görülmeye başladı. Kabuklu omurgasızlar **540 Milyon yıl** önce görülmeye başladı.
- Bunları omurgasızlar (invertebrates), balıklar (fishes), kara bitkileri (land plants), sudan karaya çıkan canlılar (amphibians), sürüngenler (reptiles), kuşlar (birds) ve memeliler (mammals) izledi.
- **Archaea**: uç ortamlarda sıcak su kaynaklarında, çok asidik veya çok alkalın bulunan mikro-organizmalar.
- **Eubacteria**: enfeksiyona neden olan bakterileri içerir.
- **Protista**: çeşitli tek hücreliler, basit çok hücreliler- algler, foramlar
- **Fungi**: mantarlar ve mayalar
- **Plantae**: bitkiler, ağaçlar, otlar
- **Animalia**: süngerler, mercanlar, yumuşakçalar, karıncalar, insanlar

- Hangi canlı grubunun hangi atadan türediğini anlayabilmek için genetik malzemelerin (DNA) incelendiği yaşam ağacı oluşturma çalışmaları sürmektedir.

Fosil kayıtları tam mı?

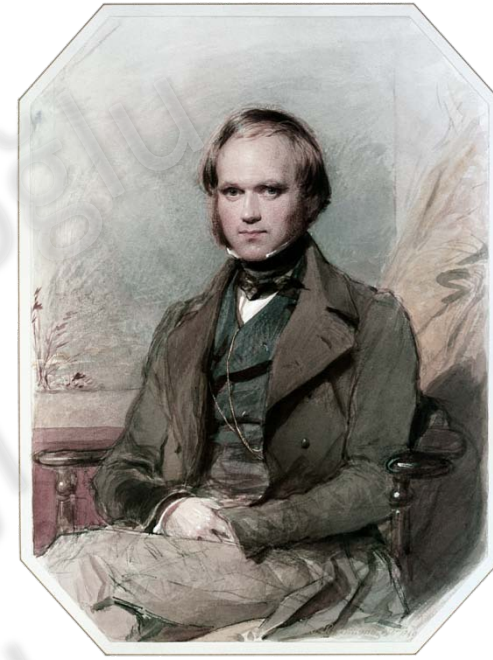
Son ikiyüzyıl içinde 250.000'den fazla türe ait fosiller toplanmış tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Bu fosiller yeryuvarındaki yaşamın evrimini kanıtlamaktadır. Fakat fosil kayıtları tam olmaktan uzaktır. Bugün dünya üzerinde bakteriler dışında 5 Milyon türün yaşadığı düşünülürse, milyarlarca yıllık süreçte 5-50 Milyar türün olması gerektiği ortaya çıkar. Böylece bilinen fosillerin yeryuvarındaki yaşamın düşük bir yüzdesini oluşturduğu söylenebilir. Neden fosil kayıtları bu kadar yetersiz sorusuna şu açıklamalarla yanıt verilebilir.

- İkiyüzyıllık fosil araştırmaları sürecinde yeryuvarındaki çökel kayaçların tamamı incelenememiştir. Nasıl biyologlar her yıl yeni yaşayan türler keşfediyorsa, paleontologlar da her yıl yeni fosil türler keşfetmeye devam etmektedirler.
- Geçmişte yaşamış tüm organizmalara ait fosil kanıtlar bulunmamaktadır. Tüm organizmaların fosil olarak korunma potansiyelleri yüksek değildir. Fosilleşme ancak özel koşullar altında gerçekleşir.
- Yeryuvarındaki çökel kayaçlar yer tarihinin tüm evrelerini kesintisiz olarak kayıt altına almış değildir. Çökel kayaçlar sadece çökelpmenin uygun olduğu ortamlarda depolanabilir. Jeolojik süreçlerde çökelpme olduğu gibi aşınma da mümkündür. Bu nedenle çökel kayıtlar sadece jeolojik zamanın belli bölümlerini temsil ederler.

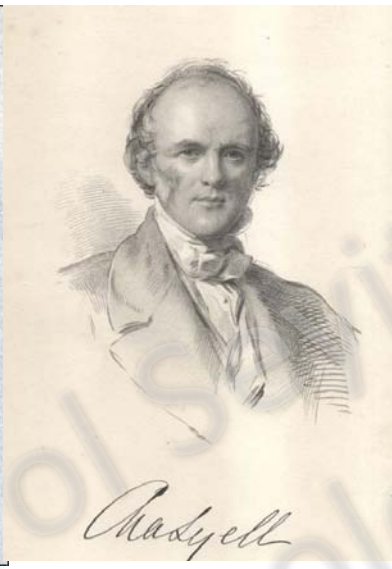
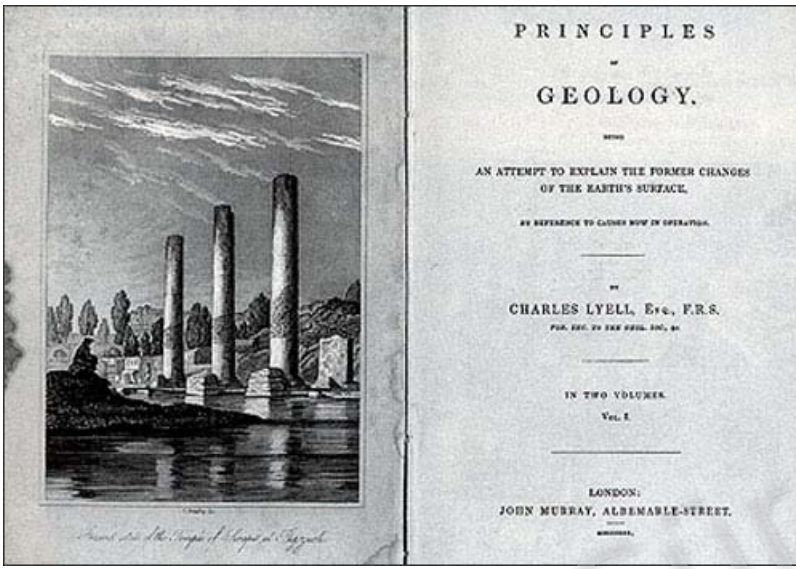
Evrim ve yokoluş

Darwin'in Evrim Teorisi

XIX.yy'ın başında İngiltere'de genç bir adam **Charles Darwin** doğa bilimleri ile yakından ilgileniyordu. **H.M.S Beagle** adlı gemiyle dünya etrafında araştırma yapacak doğa bilimci olarak görev aldı. 1831-1836 arasında 5 yıl süren araştırma çalışmasında bitkiler, hayvanlar ve jeoloji üzerine gözlemler yaptı ve güney Amerika, Avustralya, Afrikadan çok miktarda örnek topladı.



Prof. Dr. Gürbüz Özalp
Tarihsel Jeolojisi
ders notları

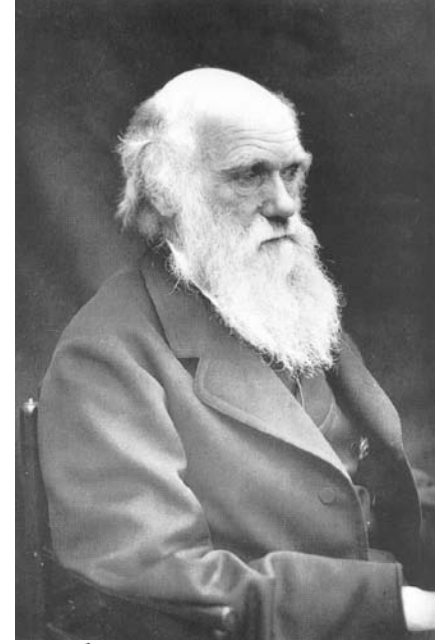


Charles Lyell

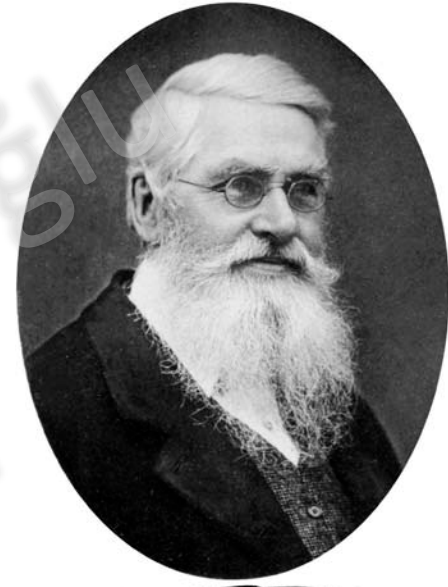
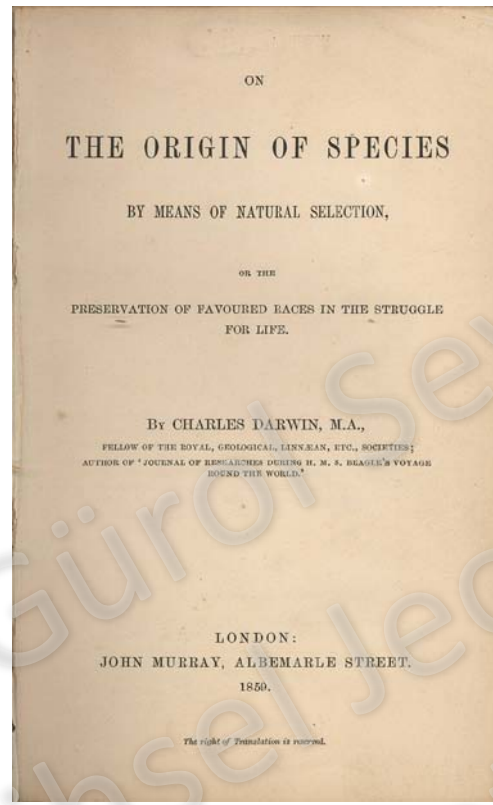


James Hutton

Yolculuğa çıkmadan önce bir arkadaşı Darwin'e 1830 da yeni yayınlanan Charles Lyell'in Jeolojinin İlkeleri (Principles of Geology) kitabını hediye etmişti. Bu kitap James Hutton'un yeryuvarının çok uzun tarihi olduğu ve jeolojik zamanın insan uygarlığından çok eskilere uzandığı görüşünü destekliyordu.



Charles Darwin



Alfred R. Wallace

- İngiltere'ye dönüşünde Darwin önerisini biyologlar ve jeologlar ile tartıştı ve destekleyen verileri toplamaya devam etti.
- Endonezya'da çalışan doğa bilimci **Alfred Russel Wallace** kendisine evrim hakkında benzer fikirlerini yazınca Darwin fikirlerini yayınlaması gerektiğini anladı (1858).
- Darwin ve Wallace bilimsel toplantıda birlikte evrim konulu bildiri verdiler. 1859'da Darwin "**On the Origin of Species by Means of Natural Selection**" adlı devrim niteliğindeki kitabını yayınladı.

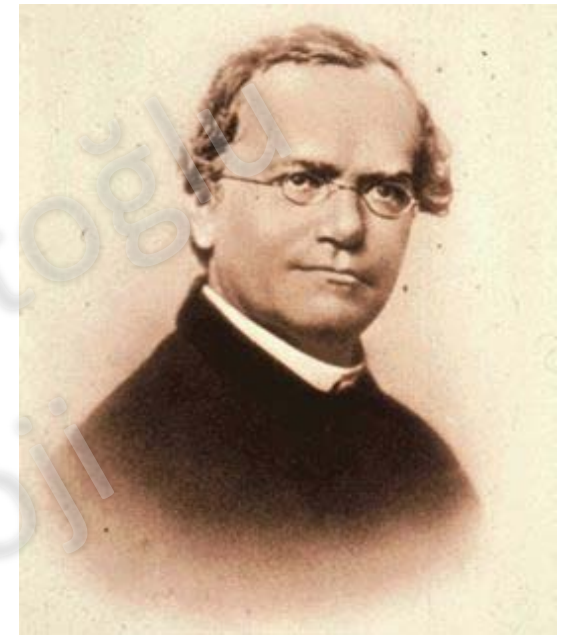
- **Darwin düşüncesinin özü şudur:** Organizmaların nüfusu katlanarak sonsuza kadar artmaz. Nüfus artışı ortamdaki kıt kaynaklar için yarış tarafından sınırlanır.
- Doğada sadece gelecek nesile kendi özelliklerini aktarabilen organizmalar hayatta kalabilir. Her yeni nesilde bazı bireyler daha iyi uyum sağlayan özelliklere sahipken bazıları da daha az uyum sağlayan özellikler taşır.
- Daha iyi uyum sağlayan organizmalar hayatta kalır ve döl verirler. Böylece yarar sağlayan özellikler gelecek nesile aktarılır.
- Darwin bu işlevi doğal seçilim (**natural selection**) olarak adlandırmıştır. Darwin'e göre doğal seçilim çok uzun zaman boyunca-jeolojik zaman- meydana geldiğinde sonuç olarak en yakın atalarından farklı yeni organizmalar, yeni türler üretecektir.
- Ortamsal şartlar değiştiğinde veya başka rakipler ortama geldiğinde evrimleşmeyen türler, ortama uyum sağlayamayanlar yarışamayanlar yok olacaklardır.

- Darwin'nin evrim görüşü sadece felsefi bir önerme değil, çıkarımları tahminleri **gözlemlerle test edilebilen** bilimsel bir önermeydi. Darwin'in kendisi evrimi destekleyen birçok gözlem sundu.
- Ondan sonra gelen paleontologlar, biyologlar, antropologlar evrimi destekleyen, yeryüzünde birçok yerde çok sayıda gözlem yaptılar, böylece Darwin'in görüşü Teori mertebesine erişti ve şimdiye kadar herhangi bir gözlem veya deney ile kesinlikle **yanlışlanmadı**. Bu nedenle Darwin'in fikrine **Evrin Teorisi** adını veriyoruz.

Darwin'in çalışmasının yayınlanmasından bu yana **genetik bilimi** gelişti ve evrimin nasıl çalıştığını anlamamızı sağladı.


- Gelişim XIX.yy sonlarında Avusturyalı rahip **Gregor Mendel**'in bezelyeler üzerinde manastırın bahçesinde yaptığı çalışmalar ile başladı. Bu alışma genetik değişimlerin mutasyonların yeni özelliklere yol açtığı ve bunun yeni nesillere **aktarıldığını** gösterdi.

- Organizmanın hayatta kalmasına yardımcı olmayacak özellikler gelecek nesillere aktarılamıyordu. Ya organizma dl veremedi oluyordu ya da bu gerçekleşse bile yeni nesil hayatta kalamıyordu.
- Organizmanın hayatta kalmasını sağlayacak özellikler gelecek nesillere aktarılabilirdi.



- 1953'te **DNA (deoxyribonucleic acid)**'nın keşfi ile biyologlar genlerin moleküler doğasını, mutasyonları ve evrimi anlamaya başladılar.
- XXI.yy'da herhangi bir türün DNA moleküllerinin detaylı mimarisini tanımlayan **genom projeleri** ile spesifik özelliklerden sorumlu genlerin tam düzeni ortaya konulabilmektedir.

SCIENTIFIC REPORTS



OPEN

An alignment-free method to find and visualise rearrangements between pairs of DNA sequences

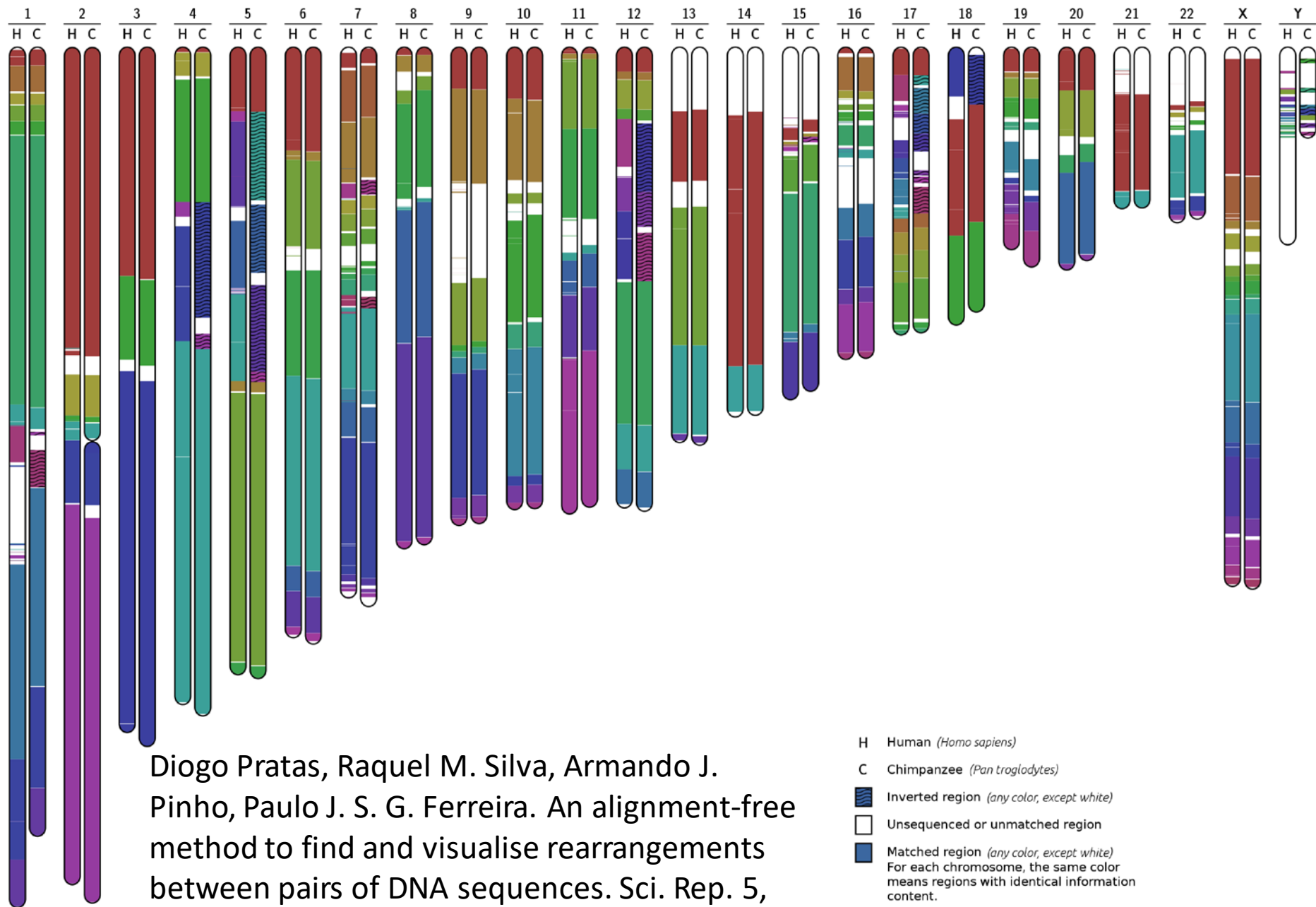
Received: 26 August 2014

Accepted: 07 April 2015




Published: 18 May 2015

Diogo Pratas, Raquel M. Silva, Armando J. Pinho & Paulo J.S.G. Ferreira

Species evolution is indirectly registered in their genomic structure. The emergence and advances in sequencing technology provided a way to access genome information, namely to identify and study evolutionary macro-events, as well as chromosome alterations for clinical purposes. This paper describes a completely alignment-free computational method, based on a blind unsupervised approach, to detect large-scale and small-scale genomic rearrangements between pairs of DNA sequences. To illustrate the power and usefulness of the method we give complete chromosomal information maps for the pairs human-chimpanzee and human-orangutan. The tool by means of which these results were obtained has been made publicly available and is described in detail.



Diogo Pratas, Raquel M. Silva, Armando J. Pinho, Paulo J. S. G. Ferreira. An alignment-free method to find and visualise rearrangements between pairs of DNA sequences. *Sci. Rep.* 5, 10203 (2015); doi:[10.1038/srep10203](https://doi.org/10.1038/srep10203).

- H Human (*Homo sapiens*)
- C Chimpanzee (*Pan troglodytes*)
-  Inverted region (any color, except white)
-  Unsequenced or unmatched region
-  Matched region (any color, except white)
For each chromosome, the same color means regions with identical information content.

- **Evrim teorisi** paleontolojinin anlaşılmasında kavramsal bir çerçeve sağlamıştır. Sedimanter istiflerdeki fosillerin çalışılması ile paleontologlar zaman içinde türlerin gelişimsel değişimini gözleme şansını elde etmişler ve bazı türlerin yok olduğunu, bazı türlerin ise ortaya çıktığını saptamışlardır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoglu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Fosil kayıtlarının tam olmayışı nedeniyle jeolojik zaman çerçevesinde **evrimin hızına** yönelik sorular bulunmaktadır.
- Bu nedenle evrim ağacına yönelik yeni önermeler şüpheyle karşılanabilmektedir.
- Geleneksel olarak evrimin sabit düşük hızda gerçekleştiği düşünülmekte ve bu görüş **tedricilik (gradualism)** olarak isimlendirilmektedir.
- Yakın zamandaki araştırmalar ise evrimin düzensiz bir şekilde dura kalka geliştiğini öne sürmektedir.
- Evrim uzun zaman çok yavaş ve sakin gelişmekte (türler dengede) ve sonra görel olarak kısa zaman içinde hızlanmaktadır. Bu oluşum **sıçramalı denge (punctuated equilibrium)** olarak adlandırılmaktadır.

Evrimi hızlandıran faktörler



- (1) ani toplu yok olma olaylarında birçok organizmanın yok olması ekolojik konumun yeni türlere açılması,
- (2) ani iklim değişimlerinin organizmalar üzerinde baskı oluşturması, organizmaların hayatta kalabilmek için değişim geçirmek zorunda kalmaları
- (3) ani yeni ortamların oluşması örneğin riftleşme ile kıtaların ayrılması yeni okyanus oluşması yeni sahil çizgilerinin belirmesi
- (4) organizmaların tecridi, ayrı bırakılması olarak belirtilmektedir.

Yok olma

- Bir türün son üyelerinin ölmesi ve türe ait genetik özellikleri gelecek nesillere aktaracak bir akrabanın bulunmayışı durumuna **yok olma** adı verilir. Bazı türler başka yeni türlere evrimleştiği için yok olurken, bazıları da geride kalıtlarını taşıyan bir nesil bırakmadan yok olurlar.
- XX.yy 'daki çalışmalar birbirinden farklı olayların yok olmaya katkı yaptığını göstermiştir. Bazı yok olmalar ani olabilir. Bir türe ait tüm üyeler kısa zaman aralığında ölebilirler. Bazı yok olmalar ise daha uzun zaman sürecinde, yaşayan bireylerin yenilenme hızı, ölüm oranından daha düşük olması durumunda meydana gelebilir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Genellikle yok olma oldukça yavaştır ancak toplu yokolma durumunda birkaç tür dünya üzerinden silinebilir.

En azından son 500 Milyon yılda en az 5 toplu yok olma olayı fosil kayıtlarından izlenebilmektedir.

Aşağıdaki jeolojik faktörler yokolmaya neden olabilirler

- Küresel iklim değişikliği
- Tektonik aktivite: riftleşme, dağoluşumu
- Astroid veya kuyruklu yıldız çarpması
- Yokedici veya rakip türlerin ortaya çıkması

Jeolojik Zaman Kavramı ve Yeryuvarının Yaşı

- İnsanların çoğunda zaman algısı insan ömründeki olayları hatırlamaları ile sınırlıdır.
- Bir neslin ortalama ömrünü 20 yıl kabul edersek kayıt altına alınmış tarih 200 ile 400 nesil önce başlar.
- Birçok kültürde jeolojik zaman tarihsel zaman ile örtüşür. Örneğin 1654'te İrlandalı papaz James Ussher dünyanın MÖ.4004'te oluştuğunu öne sürmüştür.
- Rönesans ile birlikte biliminsanları jeolojik çalışmalar içine girdikçe jeolojik zamanın tarihsel zamanın çok çok gerisine gittiğini düşünmeye başladılar.



telescope used by G

• 1700

Yale College founded in 1701.

• 1800 A.D.

Napoleon seized power in France.

CUT IN 1891

The year in which this tree was cut down:

Arthur Conan Doyle published "The Adventures of Sherlock Holmes" in Strand Magazine.

Dutch army surgeon, Eugene Dubois discovered the remains of the Java Man, *Pithecanthropus erectus*.

W.L. Judson invented the clothing zipper.

Sergei Rachmaninoff finished Piano Concerto No. 1.

Henri Toulouse-Lautrec produced his first music hall posters.

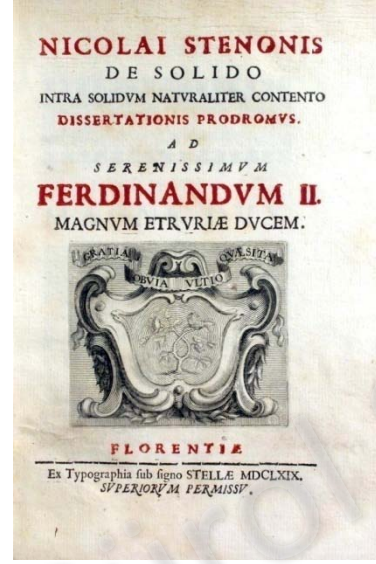
The American Museum of Natural History established the Department of Fossil Mammals (later Vertebrate Paleontology) under Professor Henry Fairfield Osborn.

• 1000

• 1000 printing established in China.

BEGAN GROWING 550A.D.

Wales converted to Christianity by St. David.



NICOLAI STENONIS
DE SOLIDO
INTRA SOLIDVM NATVRALITER CONTENTO
DISSERTATIONIS PRODRVMVS.
A D
SERENISSIMVM
FERDINANDVM II.
MAGNVM ETRVRIÆ DVCEM.

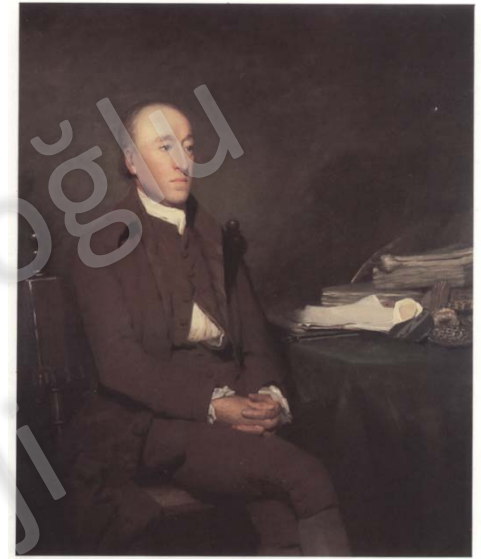


FLORENTIÆ

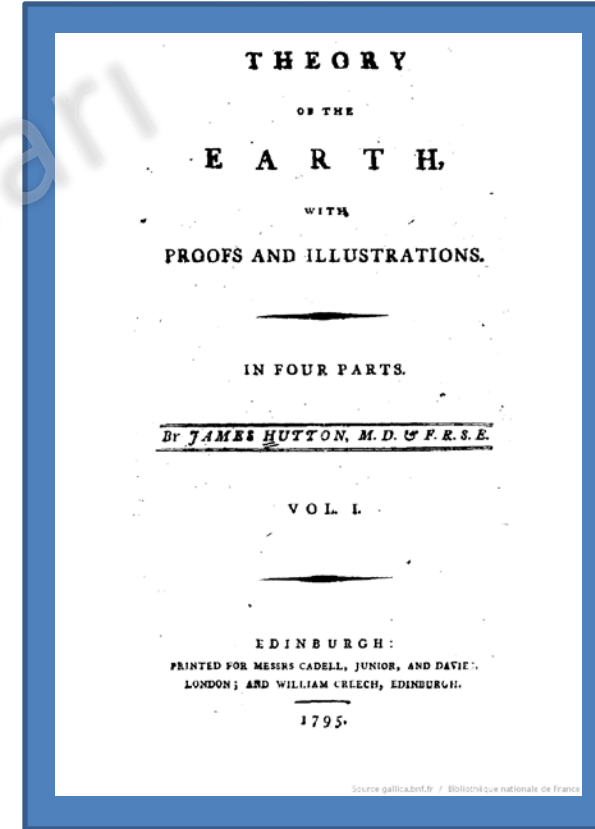
Ex Typographia sub signo STELLÆ MDCLXIX.
SVPERIORVM PERMISSV.

- Steno olarak bilinen Danimarka doğumlu **Niels Stenson (Nicholaus Steno)**, İtalya Floransa'da saray doktoru olarak görev yaptığı sırada Apenin dağlarında yürüyüşleri sırasında fosiller ile karşılaşır ve bunların sert kayalar içine nasıl girdiklerini düşünüyordu.
- Güncel köpekbalığı dişlerini gözledikten sonra kayalar içinde o dönemde canavarların dilleri olarak tanımlanan şekilleri fosilleşmiş köpekbalığı dişleri olduğunun farkına vararak fosillerin doğaüstü oluşumlar olmayıp eski yaşam formlarının kalıntıları olduklarını 1669'daki kitabında açıkladı. *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*
- Steno katı bir cismin (fosil) nasıl olupta diğer bir katı cisim (sedimanter kayaç) içinde bulunduğu problemine açıklık getirdi.
- Steno kayanın bir zamanlar gevşek kumdan meydana geldiğini ve köpekbalığı dişlerinin ve deniz kabuklularının yumuşak çökel içine katıldığını daha sonra sertleşerek kaya haline geldiğini açıkladı.
- Onun bu keşfi **jeolojik oluşumların bir anda meydana gelmediğini insanlık tarihinden eski uzun zaman içinde birbirini izleyen olaylar serisi sonucu oluştuğunu gösteriyordu.**

- Jeolojik zamanın tarihsel zamandan çok eskiye uzandığına dair fikrin gelişmesindeki diğer önemli bir aşama İskoç **James Hutton** (1726-1797) 'nın çalışmaları ile ortaya konmuştur. James Hutton'a jeolojinin babası ünvanını kazandıran, “**bugün gözlediğimiz fiziksel işlevler geçmişte de aynı şekilde çalışıyordu ve bugün yüzleklerde gördüğümüz jeolojik oluşumların meydana gelmesinden sorumluydular**” görüşü olmuştur.



- Bu görüş **tekdüzelilik ilkesi (principle of uniformitarianism)** olarak bilinir ve “**günümüz geçmişin anahtarıdır- the present is the key to the past**” olarak ifade edilir.
- Eğer bu ilke doğru ise Yeryuvarı insanlık tarihinden çok eski olmalıdır çünkü gözlenen jeolojik işlevler çok yavaş gelişirler. 1795'de yayınlanan “**Theory of the Earth with Proofs and Illustrations**” adlı kitabında James Hutton jeolojik zaman konusuna da değinerek “başlangıcın bir izi ve sonun bir belirtisinin olmadığını- there is no vestige of a beginning, no prospect of an end” dile getirmiştir.



Görelî ve sayısal yaş

- XIX yy başlarında jeologlar jeolojik zamanı tanımlamaya ve bölümlere ayırmaya çalışıyorlardı. Tarihçiler gibi jeologlar da hem jeolojik oluşumları meydana getiren olayların dizilimini hemde bu olayların tam zamanını belirlemeye çalışıyorlardı.
- Bir oluşumun yaşı diğerine göre verildiğinde **görelî yaş**'tan bahsedilir, eğer oluşumun yaşı yıl bazında verilir ise **sayısal yaş**'tan söz etmiş oluruz.
- Jeologlar sayısal yaştan çok önce görelî yaş kavramını geliştirmişlerdir. Bu nedenle önce görelî yaş kavramı üzerinde durulacaktır.

Prof. Dr. Çiğdem Seyhanlı
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Görelî yaş tanımı için fiziksel ilkeler

XIX yy'da Charles Lyell, Steno ve Hutton'nın fikirlerini geliştirerek kullanılabilir jeolojik ilkeler haline getirdi. Aşağıdaki ilkeler yeryuvarı tarihini okumak için temel çerçeveyi oluşturmaya devam etmektedir.

- **Tekdüzelilik ilkesi (the principle of uniformitarianism):**

Bugün gözlediğimiz fiziksel işlevler, yaklaşık aynı hızda geçmişte de çalışmaktaydı. Yerbilimciler geçmişteki fiziksel işlevlerin tam olarak aynı hızda çalışmadığını, iklimsel değişiklikler, meteor çarpması gibi sıklıkla yaşanan felaketlerin etkilerini vurgulamaktadırlar.

- **Üst üste gelme ilkesi (the principle of superposition):**

Çökel kayaç tabakalarında oluşan bir sedimanter istifte, her tabaka altında bulunandan daha gençtir.

Dağoluşum sırasında tabakalar ters dönmediyse İstifin en altındaki tabakalar en yaşlı, istifin en üstündeki tabakalar en gençtir.

Prof. Dr. Güror Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- **Başlangıçta yatay olma durumu ilkesi (the principle of original horizontality):**

Yeryüzünde sedimanlar sıvı içinde yerçekimine etkisinde çökelirler. Genellikle sedimanların çökeldiği yüzeyler (taşkın düzlükleri, göl veya deniz tabanı) oldukça yataydır. Eğer sedimanlar dik eğimli bir yamaçta depolanırlarsa, sıkılaştırmadan önce yamaç aşağı kayacaklar ve tabaka/seviye olarak korunamayacaklardır. Bu nedenle çökel tabakalar ilksel olarak oldukça yatay konumda çökelmişlerdir.

Prof. Dr. Gürbüz Özalp
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- **İlksel devamlılık ilkesi (the principle of original continuity):**

Çökeller genellikle devamlı yaygılar halinde birikirler. Eğer bugün bir vadi tarafından kesilmiş bir sedimanter seviye gözlüyorsak, seviyenin tüm vadide yayılmış olduğunu ve sonra gelişen bir nehir ile erezyona uğratılarak vadinin oluşturulduğunu varsayabiliriz.

Prof. Dr. Gürol Seyhan
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- **Kesme-kesilme ilişkisi ilkesi (the principle of cross-cutting relations):**

Bir jeolojik oluşum diğerini keserse, kesilen daha yaşlıdır. Örneğin bir magmatik dayk sedimanter istif keserse, istif dayk'tan daha yaşlıdır. Eğer bir fay sedimanter istif kesip yerdeğiştirmeye uğratmış ise fay sedimanter istiftten daha genętir. Eğer sedimanter istif fayı örtmüş ise sedimanter istif faydan daha genętir.

Prof. Dr. Grnbulut
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- **İçerme ilkesi (the principle of inclusions):**
- Eğer bir magmatik sokulum diğer bir kayacın parçalarını içeriyorsa, parçaları bulunan kayaç sokulumdan daha yaşlıdır. Eğer sedimanter kayaçlar magmatik sokulumun üzerinde depolanmış ve sokulumun parçalarını içeriyorsa, sedimanter istif sokulumdan daha gençtir.
- Magmatik sokulum içindeki kayaç parçaları (ksenolitler) ve sedimanter istifteki çakıllar kalıntıları olarak bilinir. Kalıntıları içeren kayaç kalıntıdan daha gençtir.

Prof. Dr. Tarihsel Jeoloji ders notları

- **Pişmiş dokanak ilkesi (the principle of baked contacts):**
- Bir magmatik sokulum içerisine yerleştiği kayacı ısıtmış, pişirmış ise ısıtılan, pişirilen kayaç sokulumdan daha yaşlıdır.

Prof. Dr. Gürol Seyitogullu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Fosillerin ardışık olma durumu

- XVIII yy sonu ve XIX yy başında İngiltere endüstri devrimini yaşarken yeni fabrikalar buhar makineleri için kömür talebinde bulunuyorlardı. Hükümet kömür ve demir taşınması için kanal sistemi inşa etmeye karar verdi ve bu iş için William Smith (1769-1839) görevlendirildi. Yapılan kazılarda o zamana kadar bitki örtüsü ile kaplı birçok alan kazıldı. Smith sedimanter kayaç istiflerini içerdikleri fosil toplulukları ile birbirinden ayırmayı başardı.
- Belli fosil topluluğunun belli bir kalınlık içinde bulunduğunu, bir fosil türü yok olunca bir daha, daha üst seviyelerde tekrar görülmediğini yani yok olmanın sonsuza kadar gerçekleştiğini keşfetti.

1 numaralı tabaka A fosil türünü içermektedir.

2 numaralı tabaka A ve B fosil türlerini içerir.

3 numaralı tabaka B ve C fosil türlerini içerir.

4 numaralı tabaka C fosil türünü içerir. Bu verilere göre istifteki spesifik fosillerin menzili tanımlanabilir.

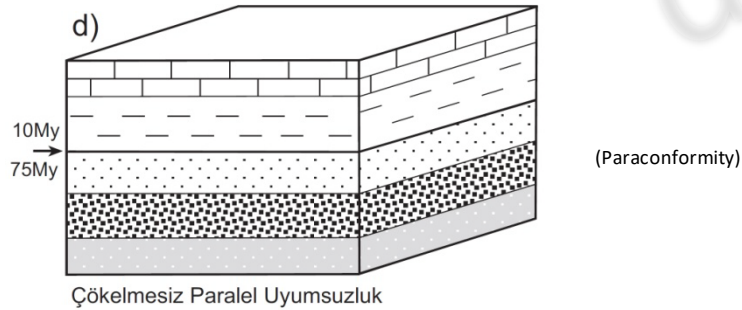
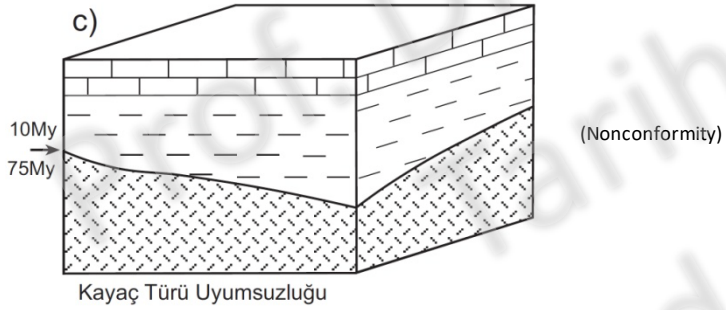
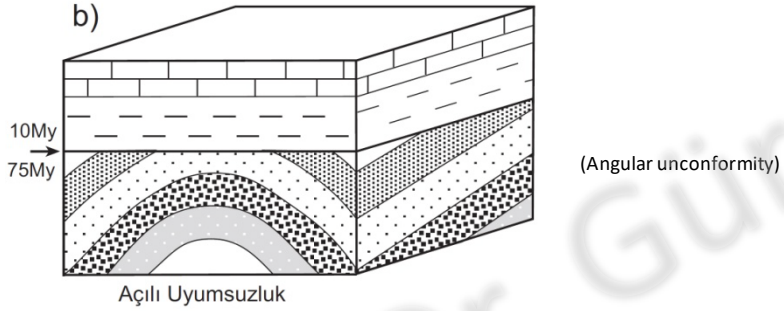
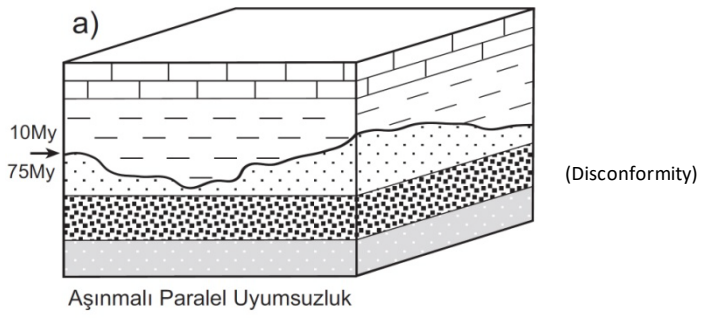
Bir fosil türünün menzili başka bir fosil türünün menzili ile örtüşebilir. Fosil türü bir kez yok olduğunda daha üstteki seviyelerde tekrar görülmez. Fosil ardışıklık ilkesine göre bir tabakanın fosil içeriğine bakılarak görelî yaşı tanımlanabilir.

Eğer A türü fosil içeren bir tabaka ile karşılaşırsak, bunun F türü fosil içeren bir tabakadan daha yaşlı olduğunu söyleyebiliriz.

Jeologlar bugüne kadar milyonlarca fosil türünü barındıran tabakaların görelî yaşlarını tanımlamışlardır.

Uyumsuzluklar: Kayıttaki boşluklar

- James Hutton İskoçya'da genellikle sahil şeridinde gözlemler yapardı çünkü bu alanlarda kayalar iyi mostra verirlerdi. Siccar noktasındaki gözlemi onu bir hayli düşündürmüştür.
- Burada gri kumtaşı ve şeyl tabakaları neredeyse dik konumda bulunuyorken, kırmızı konglomera ve kumtaşları yaklaşık yatay konumdaydılar.
- Bu tuhaf ilişkiyi gözleyen James Hutton'ın problemi tekdüzelilik ilkesi aklının bir köşesinde bulunarak gelgit hareketlerinin yumuşak kumları varolan kayaların üzerine sermesini gözleyerek çözdüğünü hayal edebiliriz.
- Gri kumtaşı ve şeyl tabakaları çökelmiş ve sonra kıvrılmış ve aşındırılmıştır. Bunun üzerine yatay kırmızı kumtaşları çökelmiştir.
- Hutton gri ve kırmızı tabakalar arasındaki yüzeyin çok uzun zaman aralığına karşılık geldiği çıkarımında bulunmuştur. Erozyona karşılık gelen ve depolanma olmayan döneme karşılık gelen bu yüzeye **uyumsuzluk** adı verilir.



Bir lokasyonda tabakaların üst üste dizilmesi o lokasyonda yer tarihinin bir kaydını göstermektedir. Uyumsuzluklar nedeni ile bu yer tarihi kaydı kesiklidir. Uyumsuzluklar nedeni ile yeryüzünde yer tarihinin tamamını gösteren bir bütüncül bir kayıt yoktur

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Formasyonlar ve korelasyon - deneştirme

- Jeoloji Mühendisleri bir yerde görölen sedimanter istifeye ait bilgiyi stratigrafik dikme kesit çizerek özetlerler.
- Genellikle dikme kesit bir ölçek dahilinde çizilir, bunun amacı yüzlekte gözlenen seviyelerin kalınlıklarının oransal olarak doğru yansıtılmasıdır.
- Daha sonra istif daha kolay ifade edilebilmek için formasyonlara bölünür.
- Kolayca ayırılabilir, belli bir zaman aralığında çökelmiş kayaç veya kayaç grubu olan formasyon geniş alanlarda izlenebilir. İki formasyonun sınır yüzeyi jeolojik dokanak olarak tanımlanır.

Formasyon kavramının Grand Canyon'da nasıl uygulandığına bakalım.

- Bazı formasyonlar tek bir litoloji'den (kaya tipinden) oluşabileceği gibi, bazıları ise iki veya daha fazla litolojinin ardışımından meydana gelebilir. Her formasyonun farklı kalınlıkta olduğuna dikkat ediniz.
- Jeoloji Mühendisleri formasyona onun en iyi görüldüğü ilk tanımlandığı yere göre isim verirler. Eğer formasyon tek bir kaya tipinden oluşuyor ise formasyon ismi ile litoloji birlikte kullanılabilir. Kaibab Kireçtaşı gibi.
- Eğer formasyon birden fazla çeşit kaya tipi, litoloji içeriyorsa "formasyon" isimden sonra kullanılır (Toroweap Formasyonu). Birkaç ilişkili formasyon birlikte "grup" olarak birarada anılabilir.

- İngilterede kanal kazıları sırasında William Smith, bir lokasyonda yüzeyleyen formasyonun benzerinin başka lokasyonlarda da bulunduğunu fark etti. Buralarda tabakalar birbirine benziyor ve aynı zamanda benzer fosil içeriğini barındırıyordu. William Smith bir lokasyondaki istif ile diğer lokasyondaki istifi arasındaki yaş ilişkisini ortaya koyabilmiş karşılaştırma yapabiliyordu. Bu işlev **jeolojide korelasyon - denetirme** olarak bilinir.
- **Korelasyon - denetirme nasıl yapılır ?**
- Jeoloji Mühendisleri yakın alanlardaki formasyonlar arasında litoloji benzerliğine dayanarak korelasyon yaparlar, buna litolojik korelasyon adı verilir. Bazı durumlarda istif bir anahtar seviye içerir. Bu seviyenin izlenmesi ile korelasyon yapılır. Uzak mesafelerde korelasyon yapmak için sedimanter birimlerin fosil içeriğine bakılmalıdır. Buna fosil korelasyonu denir. Fosile dayalı korelasyon uzak mesafeler için önemlidir çünkü sediman kaynağı ve çökme ortamı bir lokasyondan diğerine değişebilir. Bir lokasyonda bir zaman aralığında çökelen istif, başka bir lokasyonda aynı zaman aralığında çökelen istiftan farklı olabilir. Y ve X aynı fosil içeriğini göstermektedir.

Prof. Dr. Gürol
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit

- Yeryüzünde tek bir lokalite gezegenin tüm tarihçesinin kaydını içermez, çünkü stratigrafik dikme kesitler uyumsuzluklar içerirler.
- Fakat dünya üzerinde değişik alanlardaki istifler korele edilerek genelleştirilmiş/ bütüncül stratigrafik dikme kesit oluşturulabilir ve bu yeryuvarının tüm tarihçesini yansıtır.

Sayısal Yaşlar ve Radyometrik saat

- Bir tarihçi "II. Dünya savaşı, I. Dünya savaşından sonra olmuştur" dediğinde iki olay arasındaki **görelî yaş** ilişkisini ortaya koyar.
- "II. Dünya savaşı 1939'da başladı, oysa I. Dünya savaşının başlangıcı 1914'tür" dediğinde olayların görelî yaşının yanısıra **sayısal yaş**ını da vermiş olur. Bu sayısal yaş insan tarihinin yıllara göre düzenlenmiş zaman çizelgesi üzerindeki değeri işaret eder.
- Jeologlar James Hutton'dan beri jeolojik olayların görelî yaşlarını verebiliyorlardı. Fakat o dönemde tarihçiler gibi sayısal yaş verme olanağı yoktu. Dolayısı ile yeryuvarı tarihi için bir zaman çizelgesi veya olayların süresi belirlenemiyordu. Bu durum **radyoaktivite**'nin keşfi ile değişmiştir.
- Radyoaktif elementler sabit hızda bozunurlar, bu bozunma laboratuvarında ölçülebilir ve yıllarla ifade edilebilir.
- 1950'li yıllarda yerbilimciler kayaların yaşlarının hesaplamak için radyoaktif elementlerin ölçümlerini kullanarak bir teknik geliştirdiler, buna **radyometrik yaş tayini** diyoruz.
- İzleyen on yıllar içinde radyometrik yaş tayini tekniğinde büyük gelişmeler olmuştur.

Radyometrik bozunma (decay) ve yarı-ömür kavramı

- Bir elementin (aynı çeşit atom içeren madde) tüm atomları çekirdeklerinde aynı sayıda proton bulundurur- bu sayıya **atom numarası** denir. Proton sayısı= Atom numarası.
- Bununla beraber tüm atomlar çekirdeklerinde aynı sayıda nötron bulundurmazlar. (Atom ağırlığı= proton sayısı + nötron sayısı). Bu nedenle bir elementin tüm atomları aynı **atomik ağırlığa** sahip değildir.
- Bir elementin farklı versiyonlarına **izotop** adı verilir- bunlar **aynı atom numarasına sahiptir**, fakat **farklı atomik ağırlıkları** vardır.

Örneğin tüm uranyum atomları 92 proton içerir, fakat ^{238}U izotopu 238 atom ağırlığına sahip ve 146 nötron içerirken ($92+146=238$), ^{235}U izotopu 235 atom ağırlığına sahiptir ve 143 nötron içerir ($92+143=235$).

- Bir elementin bazı izotopları duraylıdır. Radyoaktif izotoplar duraysızdır, belirli bir zaman aralığında **radyoaktif bozunma** denilen değişime uğrarlar. Radyoaktif bozunma sonucu başka bir elemente dönüşürler.
- Radyoaktif bozunma çeşitli reaksiyonlarla oluşur. Bunlar,
- **alfa bozunumu** (çekirdekten 2 proton ve 2 nötron fırlatılması),
- **beta bozunumu** (çekirdekdeki nötronlardan birinden bir elektron fırlatılarak nötronun protona dönüşümü),
- **elektron kapma** (bir proton ile elektronun birleşerek yeni bir nötron oluşturması).

- Tüm bu reaksiyonlar çekirdeğin atomik numarasını değiştirir ve farklı bir element oluşturur. Bu reaksiyonlarda bozunmaya uğrayan izotop'a **ebeveyn izotop** (parent isotope) denir. Bozunma ürünü ise **yavru izotop** (daughter isotope) adını alır.

Örneğin

- $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$
- $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$
- $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$
- Fizikçiler bir radyoaktif izotop'un bozunmadan önce ne kadar uzun o durumda kalacağını belirleyemezler, fakat bir izotop grubunun yarısının bozunmasının ne kadar süre alacağını ölçebilirler. Bu süreye izotop'un **yarı-ömrü** denir.

- Bir kristalin 16 radyoaktif ebeveyn izotopunu düşünelim (gerçek durumda kristaldeki atom sayısı çok daha fazladır).
- Bir yarı-ömürden sonra, 8 izotop bozunur, kristal 8 ebeveyn, 8 yavru izotop içerir. İkinci yarı-ömürden sonra kristal 4 ebeveyn, 12 yavru izotop'a sahip olacaktır. Üçüncü yarı-ömürden sonra kristal 2 ebeveyn, 14 yavru izotop içerir.
- Şunu vurgulamak gerekir ki hangi spesifik izotopların ne zaman bozunmaya uğrayacağını tahmin edememekteyiz. Sadece yarı-ömür süresince ebeveyn izotoplarının yarısının bozularak yavru izotoplara dönüştüğünü bilmekteyiz. Bozunma reaksiyonunda yarı-ömür sabittir, değişmez.

Prof. Dr. Gürhan
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Radyometrik yaşlandırma tekniği

- Bir saatin tik-takları gibi, radyometrik bozunma bilinen bir hızda gerçekleşir ve bu zamanı söyleyebilmenin temelini oluşturur. Diğer bir deyişle, bir elementin yarı-ömrü sabit, değişmez olduğu için, **mineraldeki ebeveyn ve yavru izotopların oranını ölçerek mineralin yaşını hesaplayabiliriz.**
- Jeologlar radyometrik yaşı nasıl elde ederler?
- Öncelikle çalışılacak doğru elementi bulmak gerekir. Bilinen elementler arasında çok farklı ebeveyn ve yavru izotop çiftleri olmasına rağmen sadece birkaç tanesi yarı-ömür uzunluğu ve bulunma bolluğu açısından radyometrik yaşlandırma için uygundur. Bu elementler aşağıdaki listede verilmiştir.

Radyometrik yaşlandırma aşağıdaki evreleri izler.

- **Örneklerin toplanması:** Jeologlar taze altere olmamış kaya örneklerini toplar. Ayrışma sırasındaki kimyasal reaksiyonlar izotopların minerallerden sızmasına yol açar, bu durumda kayanın yaşı geçerli değildir, hatalı olacaktır.
- **Minerallerin ayrılması:** Ayrışmamış taze örnekler ezilir ve mineraller ayrılır.
- **Ebeveyn ve yavru izotopların eldesi:** Ya mineraller asitte çözünür veya lazer ile buharlaştırılır.
- **Ebeveyn / yavru izotop oranının saptanması:** Çözünen veya buharlaştırılan örnek kütle spektrometresinden geçirilerek saptanır.

Ebeveyn ve yavru izotop oranları saptandıktan sonra mineralin yaşı hesaplanır. Ölçümlerde belirsizlikler sonuçlarda belirtilir \pm olarak %1 den azdır, yeni metodlarda bu %0.1 kadardır.

Radyometrik yaş'ın anlamı nedir?

- Yüksek sıcaklıklarda izotoplar kristal kafes içinde o kadar hızlı titreşirler ki kimyasal bağlar kolaylıkla kırılabilir ve tekrar birleşebilir.
- Bunun sonucu olarak ebeveyn ve yavru izotoplar kristalin içine girer veya dışarı çıkar, bu durumda ebeveyn/yavru izotop oranları anlamsızdır. Çünkü radyometrik yaşlandırma ebeveyn/yavru izotop oranına dayanmaktadır ve "**radyometrik saat**" sadece kristallerin yeterince soğuduğu hem ebeveyn hemde yavru izotopların kristal kafesi içinde hapsediği koşullarda işlemeye başlayacaktır.
- İzotopların kaçamayacağı sıcaklığın alt seviyesi bir mineralin **kapanma sıcaklığı** "**blocking temperature**" olarak bilinir. Kapanma sıcaklığı bir mineralin ergime sıcaklığından belirgin olarak daha düşüktür. Tüm mineraller aynı kapanma sıcaklığına sahip değildir. Örneğin hornblend'in kapanma sıcaklığı biotit'ten daha yüksektir.
- Bir kayanın radyometrik yaşı, kayadaki belirli bir mineralin kapanma sıcaklığının altına indiği zamanı tanımlamaktadır. Kapanma sıcaklığı kavramını dikkate alarak radyometrik yaşın anlamını yorumlayabiliriz. Bir magmatik kayanın radyometrik yaşı katılaşp soğuduğu zamanı bildirmektedir. Metamorfik kayalarda radyometrik yaş, yüksek sıcaklık metamorfizmasından düşük sıcaklığa düştüğü zamanı belirtmektedir. Eğer kaya hızla soğursa tüm mineraller yaklaşık olarak aynı yaşı verecektir. Eğer kaya yavaş soğursa yüksek kapanma sıcaklığına sahip mineraller, düşük kapanma sıcaklığına sahip minerallerden daha yaşlı oldukları sonucu ortaya çıkacaktır.

Bir çökel kayaç radyometrik olarak yaşlandırılabilir mi? Hayır.

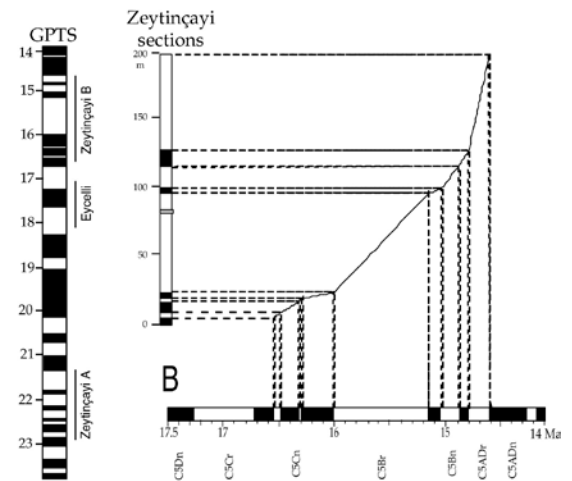
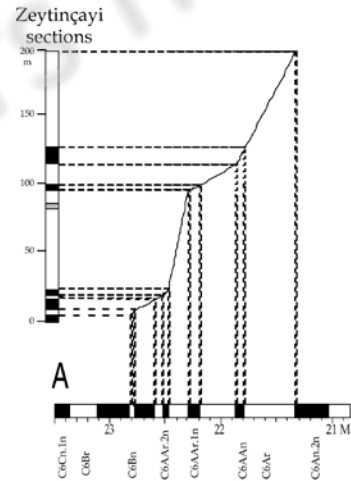
- Eğer bir çökel kayaç içindeki minerali yaşlandırırsak, çökel kayaca malzeme veren magmatik veya metamorfik kayacın ilk kristallendiği zamanı tarihlendirmiş oluruz. Bunun mineralin çökel olarak veya çökelin taşlaşma zamanı ile ilgisi yoktur. Örneğin bir konglomera içindeki granit çakılındaki feldspat tarihlenmiş ise granitin soğuma yaşı bulunmuş olur, çakılın ne zaman çökeldiği hakkında bilgi vermez.

Sayısal yaş sağlayan diğer metodlar

- Ağağların bŸyŸme oranı. Fay zonlarında deprem olduğunda ağağ halkalarında değişim olmakta ve bu halkalar çalışılarak önceki depremlerin tarihleri belirlenebilmektedir. KAFZ Ÿzerindeki bir çalışmayı inceleyebilirsiniz. (Kozacı 2012. JGR, 117, B01405).
- Denizlerde ve gllerde organik mevsimsel organik Ÿretim
- Nehirler tarafından taşınan kel mevsimsel kel miktarı
- Kimyasal olarak kelen sedimanter kayaçların bŸyŸme oranı (travertenler)
- Kabuklu organizmaların bŸyŸme oranı

• Manyetostratigrafi:

- Yer'in manyetik kutupları jeolojik zaman boyunca değişmektedir. Yerbilimciler bu değişimlerin ne zaman olduğunu belirleyerek değişimleri gösteren bir referans dikme kesit oluşturmuşlardır.
- Çalışılan istife ait bilgiler ile referans dikme kesit karşılaştırılması yapılarak çalışılan istifin yaşı belirlenir.
- Manyetostratigrafik çalışmaya örnek olarak Alaşehir grabeni istifinin yaşlandırılması incelenebilir
- (Şen ve Seyitoğlu 2009. GSL Spec. Publ. 311, 321-342).



- **Yarılma izleri (Fission Track):**

- Belirli minerallerde radyoaktif izotopun bozunması sırasında bir atomik parçanın fırlatılması yakındaki kristal kafesine zarar verir ve "yarılma izi - fission track" denen hatlar oluşur.
- Bu iz çimenlerin üstünden geçen bir tekerleğin bıraktığı izle benzer. Zaman geçtikçe daha fazla parçacık fırlatıldığından kristal üzerinde daha fazla iz görülür. Kristalin belli bir hacminde görülen yarılma izi sayısı kristalin yaşını belirler.
- (Örnek olarak Zattin et al. 2005. Terra Nova, 17, 95-101).

Gürol Seyitoğlu
Günlük Jeoloji
ders notları

Sayısal yaşların jeolojik dikme kesite yansıtılması: Jeolojik Zaman Cetveli

Radyometrik yaşlandırmanın magmatik kayacın oluştuğu zamanı veya metamorfik kayacın metamorfizma zamanını tarihlediğini fakat sedimanter kayanın yaşını vermediğini yukarıda gördük.

- Bir sedimanter kayanın sayısal yaşı nasıl saptanır? Eğer sayısal yaşların jeolojik dikme kesite uyarlanması isteniyorsa bu soruya yanıt verilmelidir.
- Jeolojik dikme kesitin ilk olarak fosil içeren sedimanter kayaçların göreceli yaşlarına göre oluşturulduğunu unutmamak gerekir.
- Yerbilimciler sedimanter kayaların yaşını, bu sedimanter kayalarla kesme kesilme ilişkisinde olan tarihlenebilen magmatik veya metamorfik kayalardan yararlanarak saptarlar.
- Örneğin bir çökel kaya seviyesi uyumsuzluk ile tarihlenebilen magmatik veya metamorfik kaya üzerinde bulunuyor ise çökel kayanın daha genç olduğunu biliriz.
- Eğer tarihlenebilen magmatik dayk veya sokulum sedimanter kayaları kesiyorsa tarihlenebilen kayaç daha gençtir.
- Eğer tarihlenebilen lav akıntısı veya kül katmanı bir çökel seviyesini örtüyor ve başka bir sedimanter birim tarafından örtülüyorsa, tarihlenebilen lav akıntısı veya kül seviyesi alttaki sedimanter birimden daha genç üsttekenden ise daha yaşlıdır.

Bir örnek ile sedimanter kayaların tarihlendirilmesini açıklayalım.

- Bir kumtaşı seviyesinin fosilleşmiş dinazor kemikleri bulundurduğu saptanmış olsun.
- Jeologlar fosilleri başka bir yerde Kretase devrinde çökeldiği bilinen seviyelerle deneytirerek çalışılan alandaki bu fosillerin Kretase devrine ait olduğunu belirlemişlerdir.
- Fosilli kumtaşı birimi uyumsuzluk ile granit sokulumunun üzerinde bulunmaktadır. Bu granit sokulumunun yaşı Uranyum-Kurşun metodu ile radyometrik olarak 125 My olarak saptanmıştır. Fosilli kumtaşı birimi potasyum - Argon ile 80 My olarak tarihlenen bir dayk tarafından kesilmiştir.
- Bu bilgilere göre Kretase kumtaşı birimi 125 ile 80 My arasında çökelmiş olmalıdır. Bu örnekte sağlanan verinin bir yaş aralığına karşılık geldiği ve çökelin tam yaşını vermediği unutulmamalıdır.

Veri bize Kretase devrinin en azından 125 ile 80 My arasında olduğunu göstermektedir. Yerbilimciler tüm yeryuvarındaki lokaliteleri benzer yöntemlerle yaşlandırarak **Kretase devrinin 145 ile 65 My arasında olduğunu ortaya çıkarmışlardır**. Bu durumda örnekteki tarihler Kretase'nin orta bölümüne karşılık gelmektedir. Sürekli eklenen yeni veriler ile Devir ve Dönem'lerin sınırları çok daha hassas olarak radyometrik yöntemlerle saptanmaya devam etmektedir. Sayısal verilerle tarihlendirilmiş jeolojik dikme kesit "**Jeolojik Zaman Cetveli**" olarak tanımlanmıştır.

Jeolojik Zaman Cetveli

Bu dikme kesit 4 Üst Zaman'a (Eon'a) ayrılır. Hadean, Arkeen, Proterozoyik, Fanerozoyik. İlk üç tanesi birlikte Prekambriyen'i oluşturur.

"zoyik" takısının anlamı "yaşam" dır. Fanerozoyik'in anlamı "görülebilir yaşam", Proterozoyik'in anlamı "erken yaşam" dır. Erken yaşam bacteria ve Archea, Arkeen Üst Zamanında (Eon'da) ortaya çıkmıştır. Fanerozoyik Üst Zamanında (Eon'da) sert parçaları olan (kabuklar ve sonra iskeletler) organizmalar gelişmiştir ve fosiller çokça bulunur. Oysa Prekambriyen'de küçük ve kabuksuz organizmalar bulunduğundan fosilleşme nadir olarak gerçekleşmiştir. Fanerozoyik Üst Zamanı (Eon), Zaman'lara (Era) bölünmüştür. Yaşlıdan gence doğru Paleozoyik "eski yaşam", Mesozoyik "orta yaşam", Senozoyik "yeni yaşam". (Bazı Türkçe kitaplarda 1. Zaman, 2. Zaman, 3. Zaman, 4. Zaman olarak kullanılmıştır). Her Zaman (Era), Devir'lere (Period) bölünür, bunlarda Dönem'lere (Epoch) bölünmektedir.

Kronostratigrafi terimleri

Eonotem

Eratem

Sistem (System)

Seri (Series)

Kat (Stage)

Jeokronoloji terimleri

Üst Zaman (Eon)

Zaman (Era)

Devir (Period)

Dönem (Epoch)

Çağ (Age)

Yeryuvarı'nın yaşı

- XX.yy'dan önce yeryuvarının yaşı hakkındaki tahminler onun 100My'dan daha yaşlı olamayacağı yönündeydi. Bu görüş Hutton, Lyell, ve Darwin'in ve izleyenlerinin fikirleri ile tezat oluşturuyordu. Bu bilimadamları eğer **tekdüzelilik** (uniformitarianism) ve **evrim** doğru ise yeryuvarının çok daha yaşlı olması gerektiğini savunuyorlardı. Çünkü yeryuvarını oluşturan kayaların oluşumu ve yeryüzünü şekillendiren fiziksel işlevler ile türlerin çeşitlenmesine yol açan doğal seçim (natural selection) işlevleri çok uzun zaman gerektirmekteydi.
- Bilimadamları arasındaki tartışmalar 1896'da fizikçi **Henri Becquerel**'in radyoaktiviteyi keşfetmesi ile son buldu.
- Radyometrik yaş tayinlerinin geliştirilmesi ile **3.96 Milyar yıl** olarak tarihlenen kayaçlar bulunmuştur. Granitik gnayslar-Wopmay orojeni (Bowring et al. 1989. *Geology*, 17, 971-975).
- Avustralyadaki kumtaşları içindeki zirkonlar ise 4.1-4.2 Milyar yıl yaşında olup, (Compston & Pidgeon 1986. *Nature*, 321, 766-769), buraya malzeme veren bir kayanın **en azından 4.2 Milyar yıl** yaşında olması gerektiğini göstermektedir.

3.96 Ga gneisses from the Slave province,
Northwest Territories, Canada

S. A. Bowring

Department of Earth and Planetary Sciences, Washington University, Campus Box 1169, St. Louis, Missouri 63130-4899

I. S. Williams, W. Compston

Research School of Earth Sciences, Australian National University, G.P.O. Box 4, Canberra, ACT 2601, Australia

Jack Hills, evidence of more very old detrital zircons in Western Australia

W. Compston* & R. T. Pidgeon†

* Research School of Earth Sciences, The Australian National University, GPO Box 4, Canberra, A.C.T. 2600, Australia

† Department of Physics and Geoscience, Western Australian Institute of Technology, Bentley, Western Australia 6102, Australia

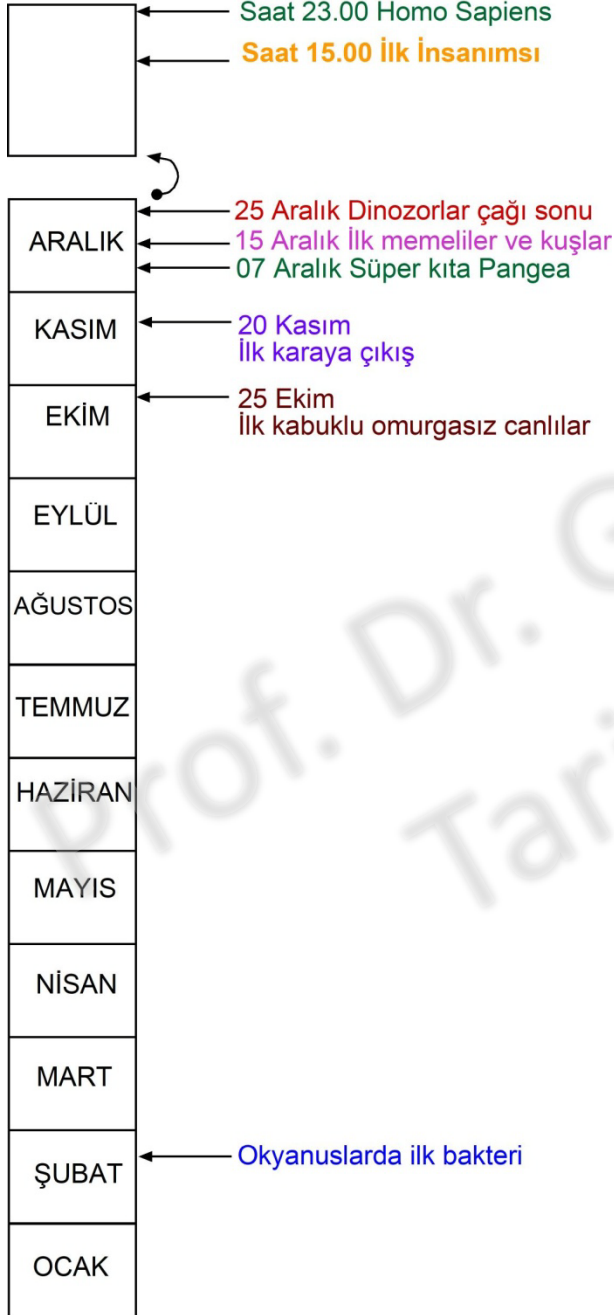
- Yeryuvarının oluşumuna ait modeller Güneş sistemindeki tüm malzemenin yaklaşık olarak aynı zamanda aynı nebula'dan oluştuğunu varsaymaktadır.
- Meteorlar ve Ay taşlarının tarihlendirilmesi **4.57 Milyar yıllık** yaşlar vermektedir. Bu tarih yerbilimciler tarafından Yeryuvarının oluşum yaşı olarak kabul edilmektedir. **Bu zaman aralığı kayaçların oluşumu ve hayat formlarının oluşumu ve evrimi için gerekli zamanı rahatça karşılamaktadır.**
- 4.57 Milyar yıllık kayaçları günümüzde bulmak güçtür. Ancak **2014 yılında 4.4 Milyar yıl olarak tarihlenen zirkon taneleri bulunmuştur (Valley et al. 2014)**
- Yerbilimciler yeryuvarının oluşumu ile 3.8 Milyar yıl arasında kalan zamanı **Hadean Üst Zamanı** (Eon) olarak isimlendirmişlerdir.

Jeolojik Zamanı algılamak

Yeryuvarının oluşum yaşı 4.57 Milyar yılı ve Jeolojik zaman cetvelini algılamak sıradan insanlar için kolay değildir. Jeolojik zaman çizelgesini daha iyi algılamak için onu **bir takvim yılı ölçeğinde** açıklamak belki algılama açısından yardımcı olabilir.

- Bu ölçekte en eski tarihlenen kayaç Şubat ayı başlarında oluşmuştur.
- Okyanuslarda ilk bakteri **21 Şubat**'ta ortaya çıkmıştır.
- İlk kabuklu omurgasız canlılar **25 Ekim**'de ortaya çıkmış, ve ilk karaya çıkış **20 Kasım**' da meydana gelmiştir.
- **7 Aralık**'ta süperkıta Pangea oluşmuştur.
- İlk memeliler ve kuşlar dinazorlarla birlikte **15 Aralık**'ta görülmeye başlamış,
- dinazorlar çağı **25 Aralık**'ta sona ermiştir.
- Aralık ayının son haftası Yeryuvarı tarihindeki son 65 Milyon yıla karşılık gelmektedir ve memeliler çağı olarak bilinir.
- İlk insanımsı (insan benzeri) varlık **31 Aralık saat 15.00**'te ortaya çıkmış,
- kendi türümüz *Homo sapiens* **31 Aralık saat 23.00**'de görülmüştür.
- Son buz çağı **24.00'e bir dakika kala** sona ermiştir.
- Tüm kayıtlı insan tarihi **son 30 saniye** içinde gerçekleşmiştir.

31 Aralık
Son 24 saat



Yeryuvarının oluşum yaşı 4.57 Milyar yılı ve Jeolojik zaman cetvelini algılamak sıradan insanlar için kolay değildir. Jeolojik zaman çizelgesini daha iyi algılamak için onu **bir takvim yılı ölçeğinde** açıklamak belki algılama açısından yardımcı olabilir.

- Bu ölçekte en eski tarihlenen kayaç Şubat ayı başlarında oluşmuştur.
- Okyanuslarda ilk bakteri **21 Şubat**'ta ortaya çıkmıştır.
- İlk kabuklu omurgasız canlılar **25 Ekim**'de ortaya çıkmış, ve ilk karaya çıkış **20 Kasım**' da meydana gelmiştir.
- **7 Aralık**'ta süperkıta Pangea oluşmuştur.
- İlk memeliler ve kuşlar dinozorlarla birlikte **15 Aralık**'ta görülmeye başlamış,
- dinazorlar çağı **25 Aralık**'ta sona ermiştir.
- Aralık ayının son haftası Yeryuvarı tarihindeki son 65 Milyon yıla karşılık gelmektedir ve memeliler çağı olarak bilinir.
- İlk insanimsı (insan benzeri) varlık **31 Aralık saat 15.00**'te ortaya çıkmış,
- kendi türümüz *Homo sapiens* **31 Aralık saat 23.00**'de görülmüştür.
- Son buz çağı **24.00'e bir dakika kala** sona ermiştir.
- Tüm kayıtlı insan tarihi **son 30 saniye** içinde gerçekleşmiştir.

YERYUVARI'NIN BİYOGRAFİSİ

- **Geçmişe yönelik çalışmalarda kullanılan metodlar**
- Tarihçiler insan tarihini incelediklerinde günlük hayatı, savaşları, ekonomiyi, hükümetleri, liderleri, buluşları ve keşifleri irdelerler.
- Yerbilimciler yer tarihini incelediğinde çökel ortamlarının dağılımını, dağoluşumlarını (orojenleri), eski iklimleri, canlı evrimini, kıtaların değişen pozisyonlarını, levha sınırlarının geçmişteki durumlarını, atmosfer ve okyanusların bileşimlerinin değişimlerini, irdeler.
- Tarihçiler yazılı metinleri okuyarak, kalıntıları inceleyerek ve günümüze yakın olaylar için ses bantları ve videoları inceleyerek veri toplar. Yerbilimciler ise kayaçlar, jeolojik yapıları, fosilleri ve genç olaylar için çökelleri, buzul karotlarını ve ağaç halkalarını inceleyerek veri toplar.
- Yeryuvarının geçmişini ortaya çıkarmak kolay bir iş değildir, çünkü ulaşılabilen veri tamam değil eksiklidir. Geçmişin kaydı sürekli olarak tutulmamıştır, erozyon bazı malzemeyi yok etmiş olabilir.
- Yer tarihini çalışmak için izleyen gözlemsel veriler kullanılır.

Eski dağoluşumları'nın tanımlanması

- Günümüz dağoluşumlarını yüksek topoğrafyaları ile tanıyabiliriz. Bir dağ sırası yaklaşık 50 milyon yılda aşındırılıp yok olduğu için geçmiş dağoluşumlarını topoğrafyaya bakarak tanımlamamız imkansızdır. Ondan geriye kalanlar incelenmelidir. Dağoluşumu magmatik aktiviteye, deformasyona (kıvrımlar, faylar) metamorfizmaya neden olur. Bunlar incelenerek radyometrik yaş tayinleri ile birlikte eski dağoluşum sistemleri incelenir.
- Dağoluşumu ayrıca uyumsuzlukların gelişmesine neden olur. Yükselme kayaların erozyona maruz kalmasına yolaçar ve bu malzeme önülke (foreland) havzalarında çökelerek dağların erozyonunun bir kaydını tutar.

Prof. Dr. Gürhan Jelesli
Tarihsel Jeolojideki
ders notları

Kıtaların büyümesinin anlaşılması

- Tüm kıtasal kabuğun aynı zamanda oluşmadığı bilinmektedir.
- Kıtaların nasıl büyüdüğünü ortaya çıkarmak için farklı bölgelerde magmatik ve metamorfik oluşumlar için radyometrik yaş tayinleri kullanılır.

Prof. Dr. Güröl Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Geçmiş çökel ortamlarının anlaşılması

- Belli bir bölgedeki çevre koşulları zamanla değişir. Bunu farkedebilmek için çökel istifin incelenmesi gerekir. Ortam koşulları çökelen sediment tipini ve organizmaların çeşidini etkiler. Sedimanter kayalar ve fosil içeriği incelenerek geçmiş çökel ortamları anlaşılmaya çalışılır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Görelî deniz seviyesinin geçmişteki değişimlerinin anlaşılması

- Deniz seviyesinin yükseldiğini veya alçaldığını ortamsal koşulların değişiminden anlayabiliriz.
- Örneğin denizel kireçtaşı, alüvyal yelpaze konglomeralarını üzerlemiş ise o bölgede deniz seviyesi yükselmiş demektir.

Prof. Dr. Güröl Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Geçmişteki kıtaların pozisyonlarını anlamak

- Geçmişte kıtaların nerede bulunduğunu anlamak için kullanabildiğimiz 3 farklı bilgi kaynağı vardır.
- (1) Paleomanyetizmanın çalışılması, geçmişte kıtanın hangi enlemde olduğunu gösterir.
- (2) Okyanus tabanlarının manyetik anomalileri incelenerek kıtalar arasındaki okyanus havzalarının genişliklerindeki değişimler hakkında bilgi sahibi olunur.
- (3) Farklı kıtalardaki kaya ve fosil incelemesi yapılarak bir dönem kıtaların birbirine yakın olup olmadığı çıkarılabilir.

Prof. Dr. Gürol Sümer
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Geçmiş iklimleri anlamak

- Geçmişte paleomanyetizma ile belirlenen belli enlemlerdeki kaya tipleri ve fosilleri inceleyerek geçmişteki iklim koşullarına ait bilgiler elde edilebilmektedir.
- Örneğin yarı tropik koşullarda yaşayan organizmaların belli dönemde kutuplara yakın konumlarda yaşadıkları saptanmış ise bize atmosferik koşulların genel olarak çok ılık olduğunu gösterebilir.
- Ayrıca fosil kabuklarında belirli elementlerin izotop oranları geçmiş sıcaklıkları saptamada kullanılmaktadır

Yaşamın evrimini anlamak

- Yeryuvarında sedimanter istiflerdeki fosil topluluklarının dereceli değişimi, zaman içinde yeryüzünde bulunan organizma topluluklarının değişimini yansıtmaktadır, bu bize canlılarda evrimin varolduğunu göstermektedir.



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 1-33

HADEAN Üst Zamanı

- Meteoritlerin gezegenimsilerin oluştuğu dönemi temsil ettiği düşünülmektedir. Bunların tarihlenmesinden 4.57 Milyar yıl civarında yaşlar elde edilmiştir. Yerbilimciler bu yaşı Yeryuvarının oluşum yaşı kabul etmektedirler. Yeryuvarının kesin tarihi, yaşlandırılan en eski kıtasal kabuk kayacı (3.80 Milyar yıl) ile başlamaktadır. Yeryuvarının oluşumu ile (4.57 Milyar yıl) 3.80 Milyar yıl arasında kalan zaman **Hadean üst zamanı (Eon)** olarak isimlendirilmiştir.
- Sürekli meteorit çarpmaları ve radyoaktif bozunmalar (günümüzden 5 kat fazla olduğu tahmin edilmekte) ile ısınan yeryuvarı yaklaşık 4.5 Milyar yıl önce içsel ayrılmaya uğramıştır. Ergimiş demir gravite ile merkeze yerleşirken, ultramafik manto, çekirdeğin çevresinde bulunmaktadır. Ayrılmaya sırasında veya hemen sonrasında Mars büyüklüğünde ilksel bir gezegenle çarpışma meydana gelmiş, çarpışma enerjisi ile Yer'in mantosunun önemli bölümü tahrip edilmiş, çarpan gezegenin mantosu ile karışmış ve parçalar Yer çevresinde dönmeye başlamışlardır. Çarpma etkisi ile ortaya çıkan ısı Yer'in mantosunu çok zayıf hale getirmiş, çarpan gezegenimsi gök cisminin çekirdeği çökerek Yer'in çekirdeğine eklenmiş. Yer'in etrafında dönen döküntüler Ay'ı meydana getirmiştir. Ay ilk oluştuğunda Yer'den 20.000km uzakta olduğu düşünülmektedir, bu mesafe günümüzde 384.000km'dir.

- İçsel ayrımlaşma ve Ay oluşumu sırasında Yeryuvarı o kadar sıcaktı ki yüzey magma okyanusu gibiydi. Katılaşmış kayaç parçaları bu magma okyanusunun üzerinde sal gibi geçici olarak bulunuyor ve kısa zamanda batarak tekrar ergiyorlardı.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

4.4-4.0 Milyar yıl: Yer'in yüzeyinin 100 oC altına düşmesi ve okyanusların oluşması

4.4 Milyar yıl: Yer'in kabuğunun katılaşması ve levha tektoniğinin başlaması

4.5 Milyar yıl: Ay'ın oluşumu

4.7 Milyar yıl: Yer'in oluşumu

4.8-4.6 Milyar yıl: İlk güneşin ve güneş sisteminin oluşumu

Bu durum 4.3 Milyar yıl öncesine kadar devam etti. Bundan sonra Yeryuvarının kabuk oluşturacak kadar soğuduğunu biliyoruz. Çünkü bu konuda veri Batı Avustralya'da tarihlenen zirkon tanelerinden elde edilmiştir. 4.3 Milyar yıllık zirkonlar magmatik kayalarda oluşmuş olmalıdırlar.



Jack Hills, evidence of more very old detrital zircons in Western Australia

W. Compston* & R. T. Pidgeon†

* Research School of Earth Sciences, The Australian National University, GPO Box 4, Canberra, A.C.T. 2600, Australia

† Department of Physics and Geoscience, Western Australian Institute of Technology, Bentley, Western Australia 6102, Australia

Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography

John W. Valley^{1*}, Aaron J. Cavosie^{1,2}, Takayuki Ushikubo¹, David A. Reinhard³, Daniel F. Lawrence³, David J. Larson³, Peter H. Clifton³, Thomas F. Kelly³, Simon A. Wilde⁴, Desmond E. Moser⁵ and Michael J. Spicuzza¹

The only physical evidence from the earliest phases of Earth's

Sample 01JH36-69 is a detrital zircon from weakly

Jack Hills Avustralya
Örnekleri 4.4 Milyar yıl

- Hadean üst zamanında mantodan salınan gazlar su (H_2O), metan (CH_4), Amonyak (NH_3), Hidrojen (H_2), Nitrojen (N_2), Karbondioksit (CO_2), Sülfürdioksit (SO_2) ve diğer gazlardan oluşan günümüzden 250 kat daha yoğun bir atmosferin olduğu düşünülmektedir. 4.3 Milyar yıl önce katı kabuk oluşumu başladı ise, yoğunlaşan atmosferden ilk okyanuslar oluşmaya başlamış olmalıdır, buna ait veriler zirkon tanelerindeki oksijen izotoplarından elde edilmiştir.

Ay üzerindeki kraterlerin incelenmesinden 4.0 ve 3.9 Milyar yıl arasında meteorit bombardımanı arttığı saptanmıştır

Prof. Dr. Gülşen Toprak
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Widespread mixing and burial of Earth's Hadean crust by asteroid impacts

S. Marchi¹, W. F. Bottke¹, L. T. Elkins-Tanton^{2†}, M. Bierhaus³, K. Wuennemann³, A. Morbidelli⁴ & D. A. Kring⁵

The history of the Hadean Earth (~4.0–4.5 billion years ago) is poorly understood because few known rocks are older than ~3.8 billion

years. Estimates from the abundance of highly siderophile elements (HSEs, such as Re, Au, Os and Ru) in mantle-derived peridotites indicate that

4-4.5 Milyar yıl önceki Hadean üst zamanına ait Yeryuvarı hakkında bilinenler azdır çünkü 3.8 Milyar yıldan daha yaşlı kayalar az sayıdadır. Bilinenler milimetreden küçük zirkon tanelerine dayalıdır. 4.4 Milyar yıla kadar tarihlenebilen zirkonlar Ay'ın ve olasılıkla dünyanın meteor bombardımanına maruz kaldığı zamana karşılık gelmektedir. Meteor çarpmalarının büyüklüğü ve tam zamanı ve bunların kabuğun gelişimi ve evrimi üzerine etkileri tam olarak aydınlatılmamıştır. Bu makalede Hadean üst zamanına ait Ay ve Dünya verilerinden yararlanarak yeni bir bombardıman modeli sunulmaktadır.

Hadean üst zamanındaki yeryüzü çarpışmalardan etkilenmekte ve çarpışma ile oluşan ergimeler tarafından karıştırılmakta ve gömülmektedir. Bu model Hadean yaşlı zirkonların yaş aralığını ve karasal/kabuksal kayaların yokluğunu açıklayabilir. Var olan okyanuslar arka arkaya gerçekleşen 4 Milyar yıla kadar süren büyük çarpışmalar sonucu buharlaşıp atmosfere karışmış olmalıdır.

Çarpışma ilişkili ergime yaygıları nedir nasıl oluşur: Sudbury Magmatik Kompleksi

[The Sudbury Igneous Complex: Viscous emulsion differentiation of a superheated impact melt sheet](#)

By: Zieg, MJ; Marsh, BD

GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN Volume: 117 Issue: 11-12 Pages:

1427-1450 Published: NOV-DEC 2005

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Differentiated impact melt sheets may be a potential source of Hadean detrital zircon

Gavin G. Kenny¹, Martin J. Whitehouse², and Balz S. Kamber¹

¹Department of Geology, School of Natural Sciences, Trinity College Dublin, Dublin 2, Ireland

²Department of Geosciences, Swedish Museum of Natural History, 104 05 Stockholm, Sweden

ABSTRACT

Constraining the origin and history of very ancient detrital zircons has unique potential

2012) have attempted to test whether Hadean zircons could have crystallized in impact melt

Bu makale tüm düşük Ti içeren Hadean zirkon tanelerinin **levha kenarlarındaki ergime sonucu meydana gelmesi gerekmediğini** ve en azından bazılarının okyanusla kaplı ilksel kabuğun meteorit bombardımanı sonucu oluşan çarpışma ilişkili ergime yaygılarında kristallendiğini öne sürmektedir. **Yani Hadean zirkonlarının oluşumu için levha tektoniği gerekli şart değildir.**

Arkeen (Archean) Üst Zamanı

- Hadean ve Arkeen üst zamanları arasındaki sınır 3.8 Milyar yıl olarak kabul edilir. Bu en eski denizel sedimanların yaşına karşılık gelmektedir.
- Bazı biliminsanları Erken Arkeen'de levha tektoniğinin işlediğini düşünürken bazıları ise erken Arkeen'de litosferin dalma batmayı gerçekleştiremeyecek kadar sıcak olduğu ve levha tektoniğinin geç Arkeen'e kadar çalışamayacağını düşünmektedirler. Manto sorgucuna bağlı volkanizmanın yeni kabuk kaynağı olduğunu önermektedirler.
- Arkeen üst zamanında kıtasal kabuk hacmi giderek artmıştır.
- Eoarkeen'de yer katı bir kabuğa sahiptir, okyanuslar oluşmuştur.
- Atmosfer oksijensizdi, indirgeyici ortam koşulları hakimdi.
- İlk yaşam Eoarkeen'de vardı ve paleoarkeen'de gelişmeye devam etti.
- En eski stromatolitler Mesoarkeen'de geliştiler.
- Geniş çaplı buzul dönemi yaklaşık 2.9 Milyar yıl önce yaşandı.
- Neoarkeen'de ilk defa kıtasal kabuk yüksek dağlar oluşturacak kadar kalındı.
- Arkeen sonunda yaygın fotosentez sonucu oksijen gelişimi gerçekleşti.

- Kıtasal kabuk nasıl meydana gelmiştir?
- Üzerinde genellikle anlaşılan modele göre görece olarak yüzücü/batmayan (felsik ve ortaç) kıtasal kabuk hem dalma batma zonlarında hemde sıcak-nokta volkanlarında birlikte oluşturulmuştur. Bu ilk kıtaların bazılarında gelişen riftler bazaltla doldurulmuştur.
- Yeryuvarının giderek soğuması ile ilksel kıtalar soğuk ve dayanıklı hale gelmiş ilk **kraton**lar oluşmuştur (2.7 Milyar yıl).

Prof. Dr. Gürbüz Seyhanlı
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Levha tektoniği nasıl başladı?

Yükselen sorgu, üzerindeki okyanusal litosferi parçalayacak ya da ergitecek gte değil ise, yükselen sorgu litosfer-astenosfer sınırında yayılarak yükselmesi duracaktır.

Yükselen sorgu, üzerindeki okyanusal litosferi kısmen parçalayacak gte, aynı zamanda mevcut litosfer de yeteri kalınlığa sahipse, sorgu kafasının kenar sınırlarında yeni dalma-batma olayları gelişecektir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

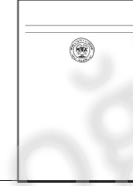
Ueda, K., Gerya, T., Sobolev, S. V., 2008. Subduction initiation by thermal–chemical plumes: numerical studies. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 171, 296–312.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Maden Tetkik ve Arama Dergisi

<http://dergi.mta.gov.tr>



LEVHA TEKTONİĞİNİ NE ZAMAN BAŞLADI? KOMATİYİTLERİN VE MgO İÇERİKLERİNİN DEĞİŞKENLİĞİNE GÖRE LEVHA TEKTONİĞİNİN BAŞLANGICI

Anıl ARDAHANLIOĞLU^{1*}, Efe DEMİRCİ^{1***}

¹Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Gölbaşı, Ankara

*a.ardahanli@gmail.com

**info@efedemirci.com

Öz

Yerbilimcilerin en çok merak ettiği konulardan biri İlk Dünya'nın (Early Earth) ne gibi evrimsel süreçler geçirecek günümüze ulaştığıdır. Bu süreçler içerisinde ise levha tektoniğinin ne zaman başladığı aynı bir araştırma konusudur. Ancak levha hareketlerinin ne zaman başladığına dair tartışmalar henüz çözüme ulaşamamıştır. Özellikle, geçmişe ait kayıtların azlığı bu tartışmaların çözüme gitmesi konusunda en büyük engellerdendir. Yerbilimciler çeşitli metodları kullanarak levha tektoniğinin başlangıç yaşına dair öneriler sunmaya devam etmektedir. Komatiyitler, Planto tarafından üretilen kayalar içerisinde en dikkat çekenlerdir. Yaşlandırılmış en yaşlı komatiyit 3.825my; en genç ise 86my yaşındadır. İçerdikleri yüksek magnezyum oranları, özel doku ve jeolojik bulunuş koşullarıyla, güncel olarak incelenebilen herhangi bir kayaç grubuna benzemeyen bu kayaların; yerkürenin belirli jeolojik zamanları içerisinde filmelerine rağmen, güncel formları görülmemektedir. Komatiyitlerin oluşum koşulları, kayıtlı zaman aralıkları ve içerdikleri magnezyum oranları esas alındığında, levha tektoniğinin ne zaman başladığına dair bir göstere olarak kullanılabilirler mümkün olabilir.

Anahtar Sözcükler: Kabuk, Levha Tektoniği, Kıtasal Kabuk, Yeryüvarı, Komatiyit.

GİRİŞ

Levha tektoniğinin ne zaman ve nasıl başladığını anlamak Dünya'nın tarihini anlamak için önemlidir. Korenaga (2013) levha tektoniğinin başlangıcına dair tartışmaları özetlemiş, başlangıç zamanının Hadean (>4.2Ga) ile Mezoproterozoik (~1Ga) aralığında olabileceğini göstermiştir (Şekil 1). Bu yaş aralığının farklılık göstermesi, her araştırmacının levha tektoniğinin başlangıcına dair farklı muhtemel kanıtları kullanmasından kaynaklanmaktadır. Yeni çalışmalar ile birlikte yeni muhtemel kanıtlar da sunulmaya devam edilmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, levha tektoniğinin başlangıcına dair tartışmaların sonuca ulaşmasını kolay olmadığı da ortaya çıkmaktadır.

Gerya vd. (2015) levha tektoniği litosferik levhaların bağımsız hareketlerini içerdiğini, levha tektoniğinin nasıl çalıştığını anlayabilmek için ilk dalma – batma zonlarının nasıl şekillendiğini anlamak gerektiğini söylemiştir. Levha tektoniğinin başlangıcına dair çeşitli öneriler ve sorguclarla olan ilişkisini de yine Gerya vd. (2015) detaylı bir şekilde incelemiştir.

Batı Avustralya'daki
Pilbara kalkanı'nda
Yeşiltaş kuşağı'nın
(greenstone belt)
uydu görüntüsü (koyu
renkli kayalar).

Yuvarlak görünümüleri
ile belirgin olan
açık renkli kristalen
kayalar ise Arkeen
ilksel kıtalarının felsik
kabuklarını temsil
eder.

Yukarıdaki felsik
parça yaklaşık 40
km'dir.

Kraton gelişimi tüm yeryuvarında aynı zamanda ve aynı büyüklükte olmamıştır. Çoğu kraton gelişimi 2.5 Milyar yıl önce olurken Güney Afrika'daki büyük kraton daha eskidir. Burada 3.1-2.7 Milyar yıl önce Pongola ve Witwatersrand havzalarında iyi gelişmiş sedimantasyon gözlenir. Buradaki kum ve çamur önemli büyüklükte bir kıtasal alanın erozyona uğradığını gösterir. Witwatersrand tabakalarında altın çakılları bulunur. Bunlar yeni oluşan kıtadaki magmatik kayalardan aşındırılmış olmalıdır. Pongola kayaları ise tillitler ve serpm blokleri (dropstones) bulundurur. Bunlar 2.9 Milyar yıllık bilinen en eski buzul çökelleridir.

- Arkeen üst zamanı'nın sonuna doğru kıtasal kabuğun %80'i oluşmuştu.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

- Arkeen kratonları 5 temel kaya tipi içeriyordu:
- 1-**Gnays**: çarpışma zonlarındaki Arkeen metamorfizmasının kalıntıları.
- 2-**Yeşiltaşlar-greenstones**: çarpışan blokların arasında kalan okyanus kabuğunun metamorfize olmuş kalıntıları veya ilk kıtasal riftleri dolduran bazaltlar veya sıcak noktalardan türemiş yaygı bazaltları (flood basalts).
- 3-**Granit**: sıcak noktaların üstünde veya kıtasal volkanik yaylarda kabuğun kısmi ergimesi ile oluşur.
- 4-**Grovak**: volkanik alanlardan aşınarak okyanuslara dolan kum kil karışımı
- 5-**Çört**: derin denizde silis'in çökmesi ile oluşur.

Arkeen'de sığ su sedimanları nadirdir. Ya kıtalar bu tür ortamları yaratmak için küçüktü, ya da aşınıp korunamadılar. Kara alanları oluşunca bitki olmayan yüzeyde akış olduğunu jeologlar sıvı içinde iyi yuvarlanmış tanelerin bulunmasından yola çıkarak tahmin etmektedirler.

Arkeen üst zamanı birçok “**ilk**”lere sahne olmuştur. **İlk kıtalar ve ilk yaşam.**

[NASA'nın yaşam tanımı: Darwin evrimini gerçekleştirme yetisine sahip kimyasal sistem.]

İlk yaşam

- İlk yaşamın varlığını jeologlar üç delil ile ortaya koyarlar.

1-Kimyasal fosiller veya biyogöstergeler:

Sadece yaşayan organizmanın metabolizması tarafından üretilen duraylı kimyasallar.

2-İzotopik belirteçler: Karbon ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C olarak bulunur. Organizmalar tercihen az miktarda ^{13}C yerine ^{12}C bünyesinde toplar.

Karbonca zengin sedimanter kayalarda $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ oranı incelenerek sedimanın organizma bulundurup bulundurmadığı saptanabilir.

3-Fosiller: Uygun çökeltme ortamlarında bacteria veya archea hücreleri kayaç içinde korunabilir. Bununla birlikte bu fosillerin tanımlanması tartışmalara yol açmakta bazılarının inorganik kristal büyümeleri olduğu yönünde değerlendirmeler bulunmaktadır.



- Yeryuvarında hayatın 3.5 Milyar yıldan bu yana var olduğunu organizmaların izotopik belirteçlerinden yararlanarak ortaya konmuştur.
- En eski tartışmasız bacteria ve archea fosili 3.2 Milyar yıl yaşındadır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Hayatın başlangıcındaki kimyasal deliller

- Zamanda geriye gidildiğinde kayaçlardaki kayıtlar hayatın başlangıcına dair çok küçük deliller sağlarlar. Bunlardan yola çıkarak ilksel yaşam hakkında çıkarımlarda bulunabiliyoruz.
- Yaşamın iki temel vasfı vardır. (1) kendini kopyalama veya yeniden üretebilme yetisi, (2) kendi kendini düzenleme veya içsel kimyasal reaksiyonları düzenli olarak sürdürebilme yetisi.
- Kimyasal reaksiyonları sürdürebilme **enerjiye** ihtiyaç duyar, bu da solunumla sağlanır.
- Kendini kopyalama ve kendini düzenleme için yaşamın ihtiyaç duyduğu bileşikler **protein**lerdir. Bazı proteinlerin fiziksel yapıları vardır, diğerleri ise hücre içinde belli kimyasal reaksiyonları yapabilirler.
- Proteinlerin yapıtaşları **20 amino asit**'tir. Bunlar karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojen bileşikleridir.

Miller deneyi

1953. *Science*, 117, 528-529

A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions

Stanley L. Miller^{1, 2}

G. H. Jones Chemical Laboratory,
University of Chicago, Chicago, Illinois

The idea that the organic compounds that serve as the basis of life were formed when the earth had an atmosphere of methane, ammonia, water, and hydrogen instead of carbon dioxide, nitrogen, oxygen, and water was suggested by Oparin (1) and has been given emphasis recently by Urey (2) and Bernal (3).

In order to test this hypothesis, an apparatus was built to circulate CH_4 , NH_3 , H_2O , and H_2 past an electric discharge. The resulting mixture has been tested for amino acids by paper chromatography. Electrical discharge was used to form free radicals instead of ultraviolet light, because quartz absorbs wavelengths short enough to cause photo-dissociation of the gases. Electrical discharge may have played a significant role in the formation of compounds in the primitive atmosphere.

The apparatus used is shown in Fig. 1. Water is boiled in the flask, mixes with the gases in the 5-l flask, circulates past the electrodes, condenses and empties back into the boiling flask. The U-tube prevents circulation in the opposite direction. The acids

¹ National Science Foundation Fellow, 1952-53.

² Thanks are due Harold C. Urey for many helpful suggestions and guidance in the course of this investigation.

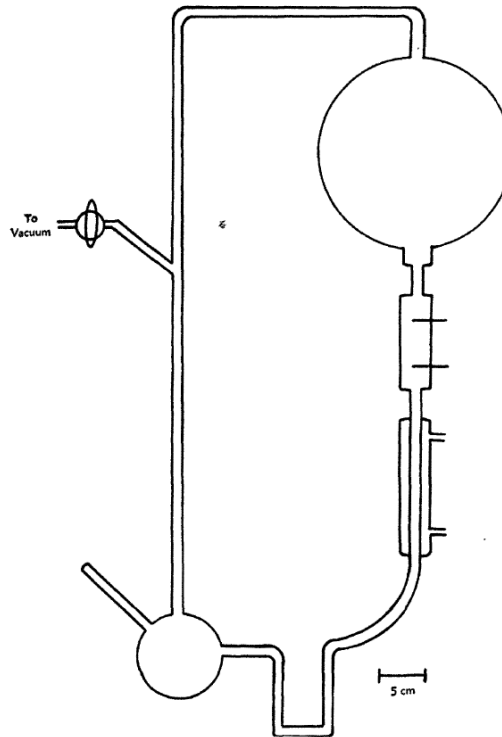


FIG. 1.

During the run the water in the flask became noticeably pink after the first day, and by the end of the week the solution was deep red and turbid. Most of the turbidity was due to colloidal silica from the glass. The red color is due to organic compounds adsorbed on the silica. Also present are yellow organic compounds, of which only a small fraction can be extracted with ether, and which form a continuous streak tapering off at the bottom on a one-dimensional chromatogram run in butanol-acetic acid. These substances are being investigated further.

At the end of the run the solution in the boiling flask was removed and 1 ml of saturated HgCl_2 was added to prevent the growth of living organisms. The ampholytes were separated from the rest of the constituents by adding $\text{Ba}(\text{OH})_2$ and evaporating *in vacuo* to remove amines, adding H_2SO_4 and evaporat-



Kolayca oluşabilen amino asitler:

1953'te Stanley Miller basit bir laboratuvar deneyi ile **proteinlerde bulunan amino asitlerin neredeyse tamamını** elde ettiler.

Deney yeryüzünde hayatın başladığı koşulları taklit edecek şekilde dizayn edilmişti. Kapalı bir düzenekte kaynayan su havuzunun üstünde araştırmacı, Hidrojen, su buharı, metan ve amonyak'tan oluşan ilksel bir atmosfer oluşturdu. Kimyasal reaksiyonları tetiklemek için yıldırımı temsil eden kıvılcım üretiliyordu.

Bir seri kimyasal reaksiyonlar sonucunda çeşitli amino asitler oluştu.

Deney basit bileşiklerden amino asitlerin oluştuğunu gösterdi.

1969 yılında Avustralya'ya düşen Karbonat bileşimli Murchison meteoritinde saptanan amino asitler yaklaşık Miller deneyinde elde edilenler ile aynı orandaydı. Bu gözlem yeryüzünde proteinlerde bulunan bazı amino asitlerin dış uzaydan meteoritler veya kuyruklu yıldızlar ile gelebileceğini göstermiştir

RNA: Ribonucleic acid

- Bildiğimiz yaşam için vazgeçilmez diğer bileşikler **nükleik asit**lerdir. Bunların iki tipi vardır. **DNA** ve **RNA**. DNA bir organizmanın genetik kodunu taşır. Bu kod organizmanın büyümesi ve düzeni için bilgi sağlar. DNA bu kritik bilgiyi gelecek nesillere aktarmak için ayrıca kendini kopyalama yetisine sahiptir.
- RNA da kendini kopyalama yetisine sahiptir ve DNA'dan daha fazla rol üstlenir. RNA'nın bir çeşidi olan **mesajcı RNA**, DNA'nın genetik mesajını belirli proteinlerin oluşması için gerekli yerlere taşır. Diğer tip RNA, buna **transfer RNA** diyoruz, uygun aminoasitleri bu proteinlerin içine yerleştirir. RNA ayrıca katalizör görevi yaparak belli protein çeşitlerinin oluşmasını sağlar.
- **Bilinen yaşamı oluşturmak için evrim, bir yapısı olan, belli proteinlerden oluşan bir sistem oluşturmak zorundadır.** Bu yapı gelecek nesillere bünyesinde bulunan kimyasal direktifleri/talimatları geçirmek için kendini kopyalayabilmelidir. Nükleik asitler bu fonksiyonu yerine getirebilmek için ilk/asıl bileşikler olmalıdırlar. Çünkü her yaşayan organizmada görev yapmaktadırlar. **RNA'nın bu çok yönlülüğü nedeniyle en erken hayat biçimlerinde yer alan nükleik asit olduğu düşünülmektedir.** RNA katalizör olarak anahtar proteinlerin oluşmasında ve kendini kopyalayarak kodların daha sonraki nesillere aktarılmasında rol oynamış olmalıdır. Bu nedenle çoğu biliminsanı ilk küresel ekosistemi RNA dünyası olarak tanımlamaktadır.
- **Bir defa RNA sistemi oluştuğunda RNA moleküllerinin sık mutasyonu sonucu, doğal seçilimli Darwin evrimi mümkün olmaktadır.**
- Zamanla daha duraylı bir molekül olan DNA, genetik kod olarak, evrilerek RNA'nın yerini almıştır.
- Yaşamın tarihinin en erken evresinde organizmalar korumalı dış yapıya sahip olmalıdırlar. Bu yapı yarıgeçirgen zar olmalıdır. Böyle bir zar ilksel organizmanın kimyasal sistemini koruyup, sadece birkaç bileşiğin giriş ve çıkışına izin veriyor olmalıdır.

- Miller'in deneyinde amino asitler üretildikten sonra hayatın ilksel çorba olarak isimlendirilen küçük durgun su birikintilerinde yıldırımların yardımıyla oluştuğu düşünülmektedir. **Bu düşüncedeki problem atmosferdeki serbest oksijenin olmaması gerektiğidir.** Çünkü küçük miktarlardaki oksijen, temel organik bileşiklerin oluşması için gerekli kimyasal hammaddeleri okside ederek yok edebilir. Biliminsanları fotosentez yapan organizmalardan önce atmosferde serbest oksijen olmadığını düşünüyorlardı. Şimdi biliyoruz ki güneşten gelen ultraviyole / morötesi ışınları su buharını üst atmosferde parçalayarak oksijeni serbest bırakır ve bu küçük miktarlarda atmosfere yayılır. **Bu nedenle hayat atmosferik oksijene maruz kalan küçük bir su birikintisinde başlamış olamaz.** Bu ancak atmosfer koşullarından izole edilmiş bir ortamda meydana gelmiş olmalıdır.
- En uygun ortam okyanus tabanında okyanus ortası sırtlara yakın **siyah duman bacalarıdır.**
- **Okyanus orta sırtları geniş bir sıcaklık aralığı sunar.**
- İlk yaşam için gerekli bileşikler ılık sulara çözülmüş olarak bulunurlar. Bu suların çoğunluğu oksijensiz olmalıdır.
- Orta Okyanus sırtları güneşin **morötesi radyasyonundan uzaktır.** Yeterince oksijen olmayan bir atmosferde yüzeyde morötesi radyasyondan koruyan ozon tabakası gelişmiş değildir.
- Okyanus ortası sırtlar **bolca fosfor** içerir, bu element tüm organizmaların bünyesinde vardır.
- Organizmalarda iz miktarda bulunan **metallerden nikel ve çinko** Okyanus ortası sırtlarda bulunmaktadır.
- Okyanus ortası sırtlarda bulunan **killer** büyük organik moleküllerin bir araya gelmesi için altkatman olarak iş görmektedirler.
- Okyanus ortası sırtları **enerji** ortaya çıkaran çeşitli doğal kimyasal reaksiyonları basit organizmaların kullanabilmesi için fırsatlar yaratmaktadır.
- Okyanus kabuğu içinde dolaşan **ılık oksijensiz suların** hayatın başlaması için bir şans oluşturduğu söylenebilir. Burası RNA dünyasının başladığı ve ilk bacteria ve Archea'ların oluştuğu yerdir.



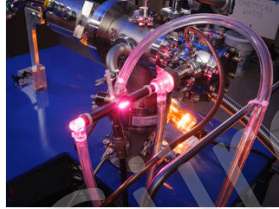
March 3, 2015

NASA Ames Reproduces the Building Blocks of Life in Laboratory

NASA scientists studying the origin of life have reproduced uracil, cytosine, and thymine, three key components of our hereditary material, in the laboratory. They discovered that an ice sample containing pyrimidine exposed to ultraviolet radiation under space-like conditions produces these essential ingredients of life.

Pyrimidine is a ring-shaped molecule made up of carbon and nitrogen and is the central structure for uracil, cytosine, and thymine, which are all three part of a genetic code found in ribonucleic (RNA) and deoxyribonucleic acids (DNA). RNA and DNA are central to protein synthesis, but also have many other roles.

"We have demonstrated for the first time that we can make uracil, cytosine, and thymine, all three components of RNA and DNA, non-biologically in a laboratory under conditions found in space," said Michel Nuevo, research scientist at NASA's Ames Research Center, Moffett Field, California. "We are showing that these laboratory processes, which simulate conditions in outer space, can make several fundamental building blocks used by living organisms on Earth."



An ice sample is deposited on a cold (approximately -440 degrees Fahrenheit) substrate in a chamber, where it is irradiated with high-energy ultraviolet (UV) photons from a hydrogen lamp. The bombarding photons break chemical bonds in the ices and break down the ice's molecules into fragments that then recombine to form new compounds, such as uracil, cytosine, and thymine.

NASA Ames scientists have been simulating the environments found in interstellar space and the outer Solar System for years. During this time, they have studied a class of carbon-rich compounds, called polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), that have been identified in meteorites, and which are the most common carbon-rich compound observed in the universe. PAHs typically are structures based on several six-carbon rings that resemble fused hexagons, or a piece of chicken wire.

The molecule pyrimidine is found in meteorites, although scientists still do not know its origin. It may be similar to the carbon-rich PAHs, in that it may be produced in the final outbursts of dying, giant red stars, or formed in dense clouds of interstellar gas and dust.

"Molecules like pyrimidine have nitrogen atoms in their ring structures, which makes them somewhat wimpy. As a less stable molecule, it is more susceptible to destruction by radiation, compared to its counterparts that don't have nitrogen," said Scott Sandford, a space science researcher at Ames. "We wanted to test whether pyrimidine can survive in space, and whether it can undergo reactions that turn it into more complicated organic species, such as the nucleobases uracil, cytosine, and thymine."

An ice sample is held at approximately -440 degrees Fahrenheit in a vacuum chamber, where it is irradiated with high energy UV photons from a hydrogen lamp. The bombarding photons break chemical bonds in the ice samples and result in the formation of new compounds, such as uracil.
Credits: NASA/Dominic Hart

In theory, the researchers thought that if molecules of pyrimidine could survive long enough to migrate into interstellar dust clouds, they might be able to shield themselves from destructive radiation. Once in the clouds, most molecules freeze onto dust grains (much like moisture in your breath condenses on a cold window during winter).

These clouds are dense enough to screen out much of the surrounding outside radiation of space, thereby providing some protection to the molecules inside the clouds.

Scientists tested their hypotheses in the Ames Astrochemistry Laboratory. During their experiment, they exposed the ice sample containing pyrimidine to ultraviolet radiation under space-like conditions, including a very high vacuum, extremely low temperatures (-440 degrees Fahrenheit), and harsh radiation.

They found that when pyrimidine is frozen in ice mostly consisting of water, but also ammonia, methanol, or methane, it is much less vulnerable to destruction by radiation than it would be if it were in the gas phase in open space. Instead of being destroyed, many of the molecules took on new forms, such as the RNA/DNA components uracil, cytosine, and thymine, which are found in the genetic make-up of all living organisms on Earth.

"We are trying to address the mechanisms in space that are forming these molecules. Considering what we produced in the laboratory, the chemistry of ice exposed to ultraviolet radiation may be an important linking step between what goes on in space and what fell to Earth early in its development," said Christopher Materese, another researcher at NASA Ames who has been working on these experiments.

"Nobody really understands how life got started on Earth. Our experiments suggest that once the Earth formed, many of the building blocks of life were likely present from the beginning. Since we are simulating universal astrophysical conditions, the same is likely wherever planets are formed," says Sandford.

Additional team members who helped perform some of the research are Jason Dworkin, Jamie Elsila, and Stefanie Milam, three NASA scientists at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt, Maryland.

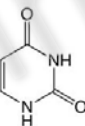
The research was funded by the NASA Astrobiology Institute (NAI) and the NASA Origins of Solar Systems Program. The NAI is a virtual, distributed organization of competitively-selected teams that integrates and funds astrobiology research and training programs in concert with the national and international science communities.

Ruth Marlaire
Ames Research Center, Moffett Field, Calif.
650-604-4789
ruth.marlaire@nasa.gov

Pyrimidine

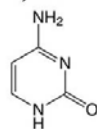


Uracil

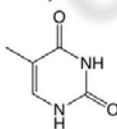


Pyrimidine is a ring-shaped molecule made up of carbon and nitrogen and is the central structure for uracil, cytosine, and thymine, which are found in RNA and DNA.
Credits: NASA

Cytosine



Thymine



The ring-shaped molecule pyrimidine is found in cytosine and thymine.
Credits: NASA

NASA deneyi 1

3 Mart 2015

Yaşamın başlangıcı üzerinde çalışan NASA biliminsanları bizim kalıtsal malzememizin üç bileşenini (uracil, cytosine ve thymine) laboratuvarda ürettiler. Pyrimidine içeren buz örneği uzaya koşullarına benzer şartlarda morötesi (UV) radyasyona maruz kaldığında hayat için gerekli üç bileşeni üretilabiliyor. Pyrimidine karbon ve nitrojenden oluşan halka şekilli molekül olup, uracil, cytosine ve thymine'nin ana yapısını oluşturmaktadır. Bu üçlü RNA ve DNA içindeki genetik kodlarda yer almaktadır. RNA ve DNA'nın üç bileşeni biyolojik olmayan uzay benzeri laboratuvar koşullarında üretilmiş oluyor.

Aug 5, 2015

Researchers Use 'Seafloor Gardens' to Switch on Light Bulb

One of the key necessities for life on our planet is electricity. That's not to say that life requires a plug and socket, but everything from shrubs to ants to people harnesses energy via the transfer of electrons -- the basis of electricity. Some experts think that the very first cell-like organisms on Earth channeled electricity from the seafloor using bubbling, chimney-shaped structures, also known as chemical gardens.

In a new study, researchers report growing their own tiny chimneys in a laboratory and using them to power a light bulb. The findings demonstrate that the underwater structures may have indeed given an electrical boost to Earth's very first life forms.

"These chimneys can act like electrical wires on the seafloor," said Laurie Barge of NASA's Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, lead author of a new paper on the findings in the journal *Angewandte Chemie International Edition*. "We're harnessing energy as the first life on Earth might have."

The findings are helping researchers put together the story of life on Earth, starting with the first chapter of its origins. How life first took root on our nascent planet is a topic riddled with many unanswered chemistry questions. One leading theory for the origins of life, called the alkaline vent hypothesis, is based on the idea that life sprang up underwater with the help of warm, alkaline (as opposed to acidic) chimneys.

Chimneys naturally form on the seafloor at hydrothermal vents. They range in size from inches to tens of feet (centimeters to tens of meters), and they are made of different types of minerals with, typically, a porous structure. On early Earth, these chimneys could have established electrical and proton gradients across the thin mineral membranes that separate their compartments. Such gradients emulate critical life processes that generate energy and organic compounds.

"Life doesn't want to get electrocuted, but needs just the right amount of electricity," said Michael Russell of JPL, a co-author of the study. "This new experiment confirms what that amount of electricity is -- just under a volt." Russell first proposed the alkaline vent hypothesis in 1989, and even predicted the existence of alkaline vent chimneys more than a decade before they were actually discovered in the Atlantic Ocean and dubbed "The Lost City."

Previously, researchers at the University of Tokyo and the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology recorded electricity in "black smoker" vent chimneys in the Okinawa Trough in Japan. Black smokers are acidic -- and hotter and harsher -- than alkaline vents.

The new study demonstrates that laboratory chimneys similar to alkaline vents on early Earth had enough electricity to do something useful -- in this case power an LED (light-emitting diode) light bulb. The researchers connected four of the chemical gardens, submerged in iron-containing fluids, to turn on one light bulb. The process took months of patient laboratory work by Barge and Russell's team, with the help of an undergraduate student intern at JPL, Yeghegis "Lily" Abedian.

"I remember when Lily told me the light bulb had turned on. It was shocking," said Barge (while admitting she likes a good pun).

The scientists hope to do the experiment again using different materials for their laboratory chimneys. In the current study, they made chimneys of iron sulfide and iron hydroxide, geological materials that can conduct electrons. Future experiments can assess the electrical potential of additional materials thought to have been present in Earth's early oceans and hydrothermal vents, such as molybdenum, nickel, hydrogen and carbon dioxide.

"With the right recipe, maybe one chimney alone will be able to light the LED -- or instead, we could use that electrochemical energy to power other reactions," said Barge. "We can also start simulating higher temperature and pressures that occur at hydrothermal vents."

Materials or other energy sources thought to have been involved in the possible development of life on other planets and moons can be tested too, such as those on early Mars, or icy worlds like Jupiter's moon Europa.

The electrical needs of life's first organisms are only one of many puzzles. Other researchers are trying to figure out how organic materials, such as DNA, might have assembled from scratch. The ultimate goal is to fit all the pieces together into one amazing story of life's origins.

The JPL research team is part of the Icy Worlds team of the NASA Astrobiology Institute, based at NASA's Ames Research Center in Moffett Field, California. The Icy Worlds team is led by Isik Kuvshinov of JPL.

JPL is managed by the California Institute of Technology in Pasadena for NASA.

For more information about the NASA Astrobiology Institute, visit:

<http://astrobiology.nasa.gov/nai>

Whitney Clavin 818-354-4673
Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif.
[Whitney.clavin@jpl.nasa.gov](http://whitney.clavin@jpl.nasa.gov)

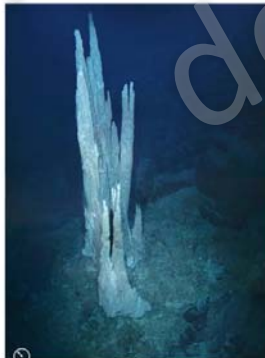
2015-257



This photo simulation shows a laboratory-created "chemical garden," which is a chimney-like structure found at bubbling vents on the seafloor.
Credits: NASA/JPL-Caltech
[Full image and caption](#)



A laboratory-created "chemical garden" made of a combination of black iron sulfide and orange iron hydroxide/oxide is shown in this photo.
Credits: NASA/JPL-Caltech
[Full image and caption](#)



NASA deneyi II

Araştırmacılar laboratuvarında okyanus orta sırtlarında görülen bacaları ürettiler ve bunları kullanarak bir lamba yakmayı başardılar. Bu deney sualtı yapılarının Yer'in ilk canlı formlarına bir elektrik yüklemesi yapabileceğini göstermiştir.

Yaşamın ilk organizmalarının elektrik ihtiyacı çözülmesi gereken bilmecelerden sadece biridir.

En eski stromatolitler
3.45 Milyar yıl
yaşındadır. →
Stromatolitler, mavi-
yeşil alg
(cyanobacteria)
yaygılarının
oluşturduğu sediman
yığınlarıdır.

Stromatolitlerin varlığı
Yeryuvarı tarihinin ilk
çeyreğinde
yeryüzünde
prokaryotik (çekirdeği
olmayan basit
hücreler) hayatın
var olduğunu
göstermektedir.

Biyogöstergeler
fotosentez yapabilen
organizmaların 2.7
Milyar yıl önce ortaya
çıktığını
göstermektedir.

Minireview

Photosynthesis in the Archean Era

John M. Olson

Department of Biochemistry and Molecular Biology, 913 Lederle GRT Tower-B, University of Massachusetts Amherst, 710 North Pleasant Street, Amherst, MA 01003-9305, USA (e-mail: JMO@biochem.umass.edu)

Received 14 September 2005; accepted in revised form 8 January 2006

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 36-39

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. 2.2Milyar 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 2.2Milyar 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 Arkeen 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 çözünmüş demir içermediğini göstermektedir. Deniz suyunda çözünmüş demir azalması, **deniz suyunda çözünmüş oksijen miktarının artmasına bağlanabilir.** Bu da atmosferde oksijen miktarının artmış olduğuna işarettir.

Demir, oksijence zengin suda çözünemez.

Alternatif olarak çözünmüş demirin azalması **karadaki kimyasal ayrışmanın artmasına bağlanabilir.** Böyle bir ayrışma çeşitli iyonları okyanusa boca edecektir ve bu iyonlar çözünmüş 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 değildir.



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 süperkıta **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 haline 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.**



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 40-45

Fanerozoik Üst Zamanı (Genel bakış)

Denizel çokhücreliler

Dört ayaklılar

Kara bitkileri

Kuşlar

Memeliler

Kapalı tohumlular

Kretase-Paleojen sınırı (66My):
Hayvan türlerinin %75'i yokolmuştur.
Buna kuşlar dışında tüm dinazorlar
dahildir. Meteorit çarpması veya artan
volkanik aktivitenin toplu yokolmaya
neden olduğu düşünülmektedir.

Sürüngenler

Açık tohumlular

Üst Triyas (200My): Tüm türlerin %80'ni
yokolmuştur. Pangea'nın parçalanması
ile ilişkili olarak güçlü magmatizma ve
volkanizma bu toplu yokolmanın olası
nedenidir.

Amfibiler-iki yaşamlılar

Sporlu bitkiler

Permiyen-Triyas sınırı(252 My):Tüm denizel
türlerin %96'sı ve karasal türlerin 3/2'si
yokolmuştur. **Fanerozoik'in en büyük toplu
yokolmasıdır.** Kıtaların pozisyonu nedeniyle
okyanus tabanlarında biriken zehirli gazların
çıkışı neden olarak düşünülmektedir.

Üst Devoniyen (360 My): Tüm türlerin
%75'i yokolmuştur. Bu toplu yokolma,
birbirini izleyen aşamalardan meydana
gelmiştir. Özellikle resif yapıcı organizmalar
etkilenmiş, küresel ölçekte resif gelişimi
sınırlanmıştır.

Üst Ordovisiyen (444 My): Tüm türlerin %85'i yokoldu.
Buna brakiyopodlar trilobitler dahildir. Trilobitlerin
çeşitliliğinde çok keskin bir azalma gerçekleşmiştir.
Yaklaşık 5°C'i bulan küresel soğumanın neden olduğu
düşünülmektedir.

Neojen'in başlangıcı foraminifer türü *Paragloborotalia kugleri*'nin ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Paleojen sınırı iridyum konsantasyonu ve toplu yokolma ile belirlenmiştir.

Kretase adı bol görülen karbonatça zengin çökeller nedeniyle.

Kretase'nin başlangıcı ammonit türü *Beriasella jacobi*'nin ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Jura adı Fransa İsviçre arasında **Jura dağlarından** gelmektedir.

Jura'nın başlangıcı ammonit türü *Psiloceras spelae*'nin ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Triyas adı **üçlü** kesit Bundsandstein, Muschelkalk, Kueper'a atfen kullanılmaktadır.

Triyas'ın başlangıcı karbon izotop anomalisinin sonu ve

konodont türü *Hindeodus parvus*'un ilk görülmesi ile tanımlanmıştır. Permiyen ismi Ural dağı eteklerinde Rusya'da **Perm** bölgesinden gelmektedir.

Permiyen'in başlangıcı konodont türü

Streptognathodus isolatus'un ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Karbonifer adı dünya çapında üst Karboniferdeki yaygın kömür yataklarından dolayı verilmiştir.

Karbonifer'in başlangıcı konodont türü *Siphonodella sulcata*'nın ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Devoniyen ismi güney İngilterede **Devonshire**'den gelmektedir.

Devoniyen graptolit türü *Monograptus uniformis*'in ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Silüriyen ismi Kelt kavmi **Silures**'den gelmektedir.

Silüriyen'in başlangıcı graptolit türü *Akidograptus ascensus* ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Ordovisiyen ismi Gallerdeki Kelt kavmi **Ordovices**'den gelmektedir.

Ordovisiyen'in başlangıcı konodont türü

Iapetognathus fluctivagus'un ilk görülmesi ile tanımlanmıştır.

Kambriyen ismi Galler'in Latin ismi **Cambria**'dan gelmektedir.

Kambriyenin başlangıcı karbon izotoplarındaki

anomali ve iz fosil (*Trichophycus pedum*) ile belirlenir.

Midyelere benzemeyen ancak iki kapaklı olan brakiyapodlar alt ve üst kapağa sahiptir ve Paleozoyikte deniz tabanında suyu filtre ederek beslenen baskın gruptur.

Salyangozlar ve midyeler Senozoyikte baskın olarak deniz tabanlarında yaşamışlardır.

Deniz kestaneleri ve Deniz laleleri derisidikenlilere aittir.

Belemnit'ler iç iskelet yapısına sahiptir.

Soyu tükenmiş rugose mercanlar biyostratigrafik öneme sahiptir.

Genellikle karbonat kavrılı foraminiferler planktik ve bentik olarak yaşarlar.

Trilobitler soyu tükenmiş eklembacaklılardır. Sığ deniz tabanlarında yaşamışlardır.

Ammonidea, basit yapıda localara barınağa sahiptir.

Graptolit'ler Ordovisiyen ve Siluriyende özellikle morfolojik olarak çeşitlenmiştir. Planktik türler Ordovisiyen'de bentik soydan gelişmiştir.

Paleozoyik Zamanı

Fanerozoyik üst zamanı içinde en yaşlı zaman Paleozoyik'tir.

541-252.2 My aralığına karşılık gelmektedir.

Paleozoyik zamanı, 6 Devir'e bölünmüştür.

Permiyen,
Karbonifer,
Devoniyen,
Silüriyen,
Ordovisiyen,
Kambriyen,

Kronostratigrafi terimleri

Eonotem

Eratem

Sistem (System)

Seri (Series)

Kat (Stage)

Jeokronoloji terimleri

Üst Zaman (Eon)

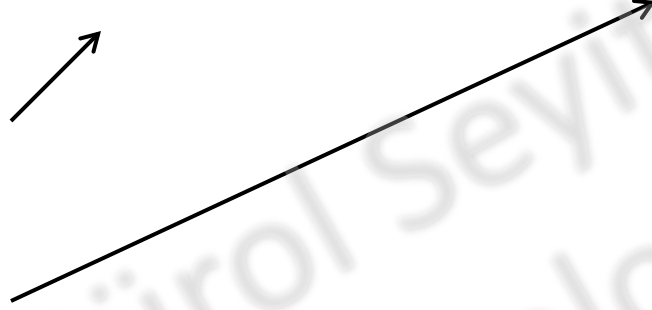
Zaman (Era)

Devir (Period)

Dönem (Epoch)

Çağ (Age)

Variskan/ Hersiniyen



Kaledonid / Apalaş

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Kambriyen devri

Kambriyen devri 541-485 My arasında yeralır. Küresel iklim Kambriyende ılıktı ve deniz seviyesi yükselmekteydi. CO₂ konsantrasyonu bugünkü seviyenin 15 katıydı (‰ 4.5). Bu değer Fanerozoik boyunca en yüksek CO₂ seviyesidir. Oksijen az miktarda artmaktaydı, günümüzden daha düşük seviyede idi. (%14)

Hemen hemen tüm modern havyan şubeleri Kambriyen’de gelişmiştir. Birçok türün sert iskelet veya içinde yaşamak için korunak geliştirdiği gözlenmektedir. Bu sert parçaların varlığı fosil kayıtların artmasına neden olmuştur.

“Kambriyen canlı patlaması” büyük oranda fosilleşebilen sert kabukların ve vücut parçalarının artması nedeniyle.

Yeryüzünün en eski iskelete sahip canlıların fosilleri hepsi birkaç mm uzunluğundadır.

- A) İlksel molluske benzer sarmal kabuk
- B) Bir süngerin iskelet parçası
- C)- E) Herhangi bilinen bir canlıya atfedilemeyen fosiller

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

British Columbia'da **Burgess Şeylerinde** iskeleti olmayan hayvan fosilleri: **A:** Trilobitlerle ilişkili olan bir eklembacaklı (arthropod), **B:** Polychaete (Kum kurdu) **C:** Onychophoran (tırnak ayaklı): Kurtçuk gövdeli fakat bacakları olan eklembacaklılara benzer organizma. **D:** *Opabinia*, biyolojik ilişkisi tam olarak çözülememiş bir organizma. 5 gözü ve yiyecek toplamak için bir kıskacı ilginç bir hortumun ucunda olan yaratık. **E:** Pikaia, yüzen bir omurgalı. Sirt ipliği (siniri) hayvanın nerede ise tümü boyunca yer almaktadır.

Kambriyen'de ortaya çıkan
omurgalıların atası:
Pikaia gracilens

Kambriyen'de kara bitkileri
bulunmaz. Sistematiği kesin
olarak belirlenmemiş olsa da
eukaryotik alglere ait bir fosil.

Kambriyen fosil resifi (sağda):
Kambriyen'de resif yapıcı organizmalardan
en önemlisi ilkel mercanlardır.
(Üst solda: *Protolyellia* sp.;
Alt solda: Süngerlerle ilişkili olan
Arcaheocyathids)

Castericystis vali:
Orta Kambriyen'de 7 cm uzunluğunda
çok hücreli. Sınıflandırması tartışmalı
olup derisidikenliler sınıfına ait olabilir.

Trilobitler Kambriyen'in ikinci dönemine
damga vurmuştur. Resimdeki tür
Ellipsocephalus hoffi

Graptolitler yokolmuş hayvan
gruplarındandır. Yarım kordalılara
ait olmaları muhtemeldir.
Resimdeki cins Kambriyen ve
Silüriyende yaşamış olan
Dictyonema

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 46-57

Ordovisiyen Devri

Ordovisiyen devri **485-443My** arasında yer alır. Erken, Orta ve Geç dönemlere bölünmüştür. Erken Ordovisiyen'de iklim hala ılık olup, kutuplar donmamıştır. Bununla birlikte Geç Ordovisiyen'de Fanerozoik üst Zaman'ının en geniş buzul dönemi yaşanmış ve güney yarıkürenin büyük bölümü buzlarla kaplanmıştır.

Biyoçeşitlilik Ordovisiyen'de artmıştır, Rugosa ve Tabulata gibi mercanların yanında bryozoa'lar ve stromatoporoid'ler temel resif yapıcı bileşenler olarak gelişmiştir.

Brakiyopod'lar güçlü yayılım göstermiş ve Ordovisiyen'de denizel bentik yaşamda baskın hale gelmiştir.

Ayrıca ilk graptolitler ve bryozoa'lar Ordovisiyen fosil kayıtlarında sıklıkla görülürler. Omurgalılar içinde dişsiz balıkların farklı türleri ve konodont'lar ortaya çıkmıştır.

Geç Ordovisiyen'de karada bitkiler görülmeye başlamıştır, başlangıçta yosunumsu organizmalar bulunuyorken daha sonra damarlı bitkilere evrilmişlerdir. Karasal ortamın bitkiler tarafından işgal edilmesi, kimyasal ayrışmayı arttırmış ve bunun sonucunda kalsiyum, magnezyum ve demirin salınımı artarak, okyanuslardaki karbonat çökelimi fazlaşmıştır. Bu olay sonuçta atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunu azaltmıştır.

Bu nedenle karasal ortamların bitkiler tarafından işgali soğumaya ve sonuçta Geç Ordovisiyen'deki buzullaşmaya neden olmuştur.

Geç Ordovisiyen buzullaşması **toplu yokolmaya** neden olmuş, okyanuslardaki türlerin %80 özellikle derin deniz canlıları yokolmuştur.

- **Omurgalıların evriminde önemli bir basamak olan yeni bir embriyonik hücre tipi ortaya çıkmıştır.** Bu embriyonik hücreden sinir yolu ve sonuçta beyin ile birlikte merkezi sinir sistemi ve omurilik, solungaç, duyu organları (gözler ve burun) gelişmiştir. Bu yeni hücre tipi kafa ile birlikte duyu organlarının gelişimini sağlamıştır.
- Bu yeni vücut şekli organizmalara kendilerini yönlendirme kabiliyeti sağlayarak beslenmelerinde,-süzgeçleyerek beslenmeden avlanmaya -değişime yol açmıştır. Huni biçimli emme ağzı ilk defa Kambriyende dişsiz balıklarda görülmüştür.
- Sinir liflerini saran **sinir iplikçikleri yağı kılıfı** (myelin sheath), sinir ucu hücrelerinin farklılaşmasına ve **böylece omurgasızlara nazaran daha hızlı uyarı iletimine** yol açmıştır. Bu nedenle sinir iplikçikleri yağı kılıfı büyük gövdeli hayvanların evrimi için önemlidir.
- Sinir iplikçikleri yağı kılıfı, dişlerin ortaya çıkışı ile birlikte görülmektedir. Günümüzde dişsiz türlerde sinir iplikçikleri yağı kılıfı yoktur.

Dişsiz balık Ordovisiyen’de yaygın olarak bulunur. Örneğin öne yerleşmiş gözleri ile *Sacabambaspis* sp.

Diş bulunduran ilk balık Geç Ordovisiyen de gelişmiştir.

Konodont’lar üst Kambriyen fosil kayıtlarında mevcuttur ve Ordovisiyende yaygınlaşıp indeks fosil haline gelmişlerdir. Fosiller genellikle diş benzeri yapılar olup, hayvanın tüm vücudu nadir olarak fosilleşir.
Resim: *Renodus variabilis*

Graptolitler Ordovisiyen index fosillerindedir. *Dichograptidae* sadece Ordovisiyen’de görülür.

İlk trilete sporlar

Ordovisiyende ortaya çıkmıştır.

Crinoidea (Deniz laleleri) Ordovisiyen’de yayılmışlar ve bentik fauna’nın önemli bileşenleri haline gelmişlerdir.

Trilobitlerin *Asaphida* takımı Üst Kambriyen’den Siluriyen’e kadar görülür.

Geç Ordovisiyen'de buzullaşma, deniz seviyesi düşmesi ve toplu yokolma

Geç Ordovisiyen'de güney kutbu yakınlarında bulunan Gondwana'da (şu anda Kuzey Afrika) buzullaşma gelişmiştir. **Bunun delilleri tillitler ve serpme taşların denizel çökeller içinde bulunmasıdır.** Küresel olarak deniz seviyesinin düşmesi Gondwana'da gelişen buzulların önemli miktarda suyu küresel su döngüsünden çekmesi sonucu meydana gelmiştir. Deniz seviyesinin düşmesi ile sığ su tabakalarının üstünde uyumsuzluk düzlemleri gelişmiştir. 1 Milyon yıldan az süren buzullaşma denizel hayat üzerinde büyük toplu yokolmalara yolaçmıştır.

Deniz tabanında birçok brakiyopod, trilobit, bryozoa, ve mercan grupları yok olurken, taban üzerindeki sularda akritark, graptolit, konodont türlerinin çoğu yokolmuştur.

Geç Ordovisiyen'deki yok oluş iki aşamada meydana gelmiştir. İlk aşamada buzullaşmanın başlangıcındaki soğuma, ılık iklime adapte olmuş bir çok türü yok ederken, buzullaşma sonundaki ikinci aşamada soğuk koşullara adapte olmuş türlerin yokoluşuna neden olmuştur. Toplu yokoluştan önceki biyoçeşitliliğe ulaşma 50 My sürmüştür.

Prof. Dr. Tarihsel Jeoloji ders notları

Güneyde Avalonia Gondwana'dan riftleşme ile ayrılmış,
Kuzeyde Taconic volkanik yay'ın Laurentia'ya çarpması ile Taconic orojenezi meydana gelmiş,
Iapetus okyanusu çift taraflı dalma batma ile hızla kapanmaya başlamıştır.



Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 58-63

Silüriyen devri

Silüriyen devri 443-419 My arasındaadır. 4 dönem'e ayrılmıştır. Llandovery, Wenlock, Ludlov ve Pridoli. Silüriyen devri iklimi genellikle ılıman ve ılıktır. Deniz seviyesi yüksektir, kıta sahanlıklarında sığ denizel ortamlar gelişmiştir. Hızla gelişen karasal bitki örtüsü CO₂ seviyesinin düşmesine, Oksijen konsantrasyonunun artmasına yol açmıştır.

Ekvatora yakın kesimlerde Mercanlardan Tabulata ve Rogosa önemli resif yapıcılardandır.

İlk dişli omurgalı *gnathostomata* Silüriyen'de ortaya çıkmıştır.

İlk zırhlı balık (*Placodermi*) Erken Silürüyende, ilk kemikli balık Üst Silüriyen'de görülmektedir

İlk damarlı bitkiler Orta Silüriyen'de görülmüş, *Cooksonia* cinsinin üyeleri Laurussia'da yayılmış iken, *Baragwanathia* üyeleri Gondwana'da yayındırlar. İlk damarlı bitkiler ikili dallı halde ve yapraksızdır. En eski liken fosilleri de Silüriyen'de bulunur.

Filogenetik analizler **Jamoytius** cinsini **gnathostomata**'nın atası olarak tanımlarlar. Silüriyen'de ilk dişli ve zırlı balıklar bu soydan türemiştir.

Soyu tükenmiş **Eurypteridae** (**Eurypterus remipes**) Silüriyen ve Devoniyende yaşamış olup arthropod – eklem bacaklı olduğu düşünülmektedir. Kafasına yakın yan parçaların yüzme organı olduğu düşünülmektedir.

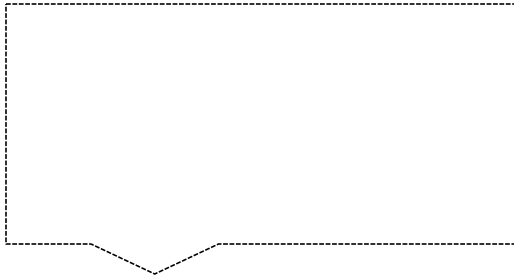
Denizel bentik fauna'nın mercanlarla birlikte önemli temsilcilerinden biri olan derisi dikenli **Paracrinodea**.

Solda ok ile gösterilen **Cooksonia** en eski bitkilerden biridir. Onun çatallanan yapraksız dalları vardır. Sağdaki cins **Cosmoclaina** Çok hücreli doku oluşturan alg'dir.

Tabulate mercanlar Silüriyen resif yapıcılardandır.

Rugosa mercanlar ikinci öneme sahip mercan grubudur.

İapetus okyanusu'nun kapanması Laurentia ve Avalonia'nın çarpışması ile Kaledonid / Apalaş orojenezi meydana gelmiştir. ve izleyen Akadiyen kıvrım kuşağı oluşmuştur.



Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Kuzey Amerika'da Apalaş,
Kuzey Avrupa'da Kaledonid
orojenezi

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Gondwana'dan ayrılan Cadomia ve arada Ligerian okyanusu oluşmuştur.



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 64-69

Devoniyen Devri

Gürol Seyitoğlu
Zirhliler ve Paleoloji

Devoniyen devri 419 ile 358 My arasında temsil eder, üç dönem'e ayrılır. Devoniyen iklimi genellikle ılık ve kuraktır. Kutuplar ve ekvator arasındaki sıcaklık farkı bugüne göre daha azdır. Deniz seviyesi yüksek olarak kalmaya devam etmiştir. Geç Devoniyen'de sıcaklık azalmış buna bağlı olarak kutup bölgelerinde buzullaşma görülmüştür. Bu soğuma ile ilişkili, özellikle denizel faunayı etkileyen (trilobitler, mercanlar, brakiyopodlar ve balıklar) yokolma olayları görülür. Erken Paleozoyik zırhlı balıklar yerlerini köpekbalıklarına ve kemikli balıklara bırakmıştır.

Orta Devoniyen ile üst Mesozoyik arasında index fosil olan **Ammonidea** en üst alt Devoniyende gelişmeye başlamıştır. Aynı zamanda **trilobitlerin yokolduğu izlenir, bu belki de dişli balıkların ortaya çıkması ile ilişkilidir**. Zırhlı balıklar çok farklılaşan omurgalı grubu olarak ortaya çıkar, 10m uzunluğa erişenlere ait veriler mevcuttur. Zırhlı balıklar Devoniyen sonunda yok olurlar. Dikenli köpekbalıkları Devoniyen süresince en geniş çeşitliliğe ulaşırlar ve Permian sonunda yok olurlar.

Akciğerli balık ve coelacant'lar Devoniyende ortaya çıkar. Tetrapodlara geçişi temsil eden **Tiktaalik** özel önem taşır. En geç üst Devoniyen'de ilk tetrapod'lar (dört üyeliler) kara omurgalıları gelişmişlerdir. **Ichthyosega** ve **Acanthostega** fosilleri bilinen örneklerdir.

Eğrelti otu ve Kurtayağı otu benzeri damarlı bitkiler karada yaygınlaştılar. Kökmantarı fosilleri net olarak Devoniyen'de görülmektedir. Bitkilerin boyutları Devoniyen'de büyümüştür. Üst Devoniyen'de ilk ormanlar, ağaç benzeri eğreltiotları ve kurtayağı otları tropik bataklıklarda görülürler. **İlk defa yassı yapraklar ve çiçekler gelişmiştir**. Gerçek tohumlar ilk defa Geç Devoniyen'de ortaya çıkmıştır. Atmosferik CO₂ azalmış oksijen konsantrasyonu giderek yayılan kara bitkileri nedeniyle artmıştır. Karasal besin ağı yeni ortaya çıkmış, bu nedenle bitki biyokütlesi bozunma yerine depolanmaya başlamıştır.

Alt Devoniyen'de Hunsruck şeylinde bulunan fosillerdeki nautiloid'lerden erken ammonidlere açık evrimsel gelişim.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Erken Devoniyen'de damarlı bitkiler

Tiktaalik, yuvarlak yüzgeçli balıklarla iki yaşamlılar (karaya çıkabilen canlılar) arasında bir **ara tür**'dür.

Tiktaalik düz timsah benzeri kafatasında gözler ve burun önde yer alır.

Dunkleosteus'un zırhlı kafatası (Geç Devoniyen).

Kafatası 1 metreden uzun olup, zırhla korunmuş göz ve kemik dişler mevcuttur.

Devoniyen balığı *Eusthenopteron*'nun göğüs yüzgeci kemikleri tetropod'lardan iki yaşayışlı *Acanthostega*'nın (sağda) kol kemiklerine benzemektedir.

Devoniyen'de Paleozoyik resif oluşumu en üst düzeye çıkmıştır. Mercanlardan *Hexagonaria* cinsi Devoniyen fesiflerinde sık rastlanır. Devoniyen'in sonundaki toplu yokoluştan sonra resifler Mesozoyikte tekrar toparlanırlar.

Brakiyopod'lar Devoniyen bentik fauna'nın önemli bileşenlerindedir. Geniş kabukları Devoniyen brakiyopod'larının özelliklerindedir. *Plicathyris ezquarrai* (üstte) *Mucrospirifer thedfordensis* (altta)

Nautiloidea Devoniyende ortaya çıkmıştır.

Devoniyen'de kara bitkileri ilk ağaç benzeri özellikler göstermiş ve **ilk yassı yapraklar** gelişmiştir. *Archaeopteris* cinsi 30 metreye ulaşmış ve kesik bileşik yaprak içerir.

Ammonidea'nın en sık görülen grubu olan **Goniatitida** Devoniyende ortaya çıkıp Permiyende yok olmuştur.

Cadomia
Hun terrain

Ligerian Ocean
Proto-Tethys



Laurentia ve Gondwana arasında
Reich okyanusu kapanırken Ligerian
okyanusu veya Proto-Tetis okyanusu
açılmaktadır.

Karalara bitkilerin yayılımı, bunun küresel iklim değişimine neden oluşu ve toplu yokolma

Bitkilerin karalarda yayılması yeryüzü şekillerini duraylı hale getirdi ve karaya çıkan ilk iki yaşamlılara barınak oluşturdu. **Karalarda bitkilerin yayılımı aynı zamanda ayrışma ve iklimsel soğumayı arttırmıştır.**

Bitkiler nedeniyle ayrışmanın artması atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunu azaltmakta, sonuçta sera etkisini azaltarak küresel soğumaya neden olmuştur.

Gondwana'da yüksek enlemlerde ve hatta 30° enleme kadar düşük enlemlerde buzullaşma belirtileri Devoniyen yaşlı kayalarda görülmektedir.

Denizel cinslerin %40'ı yokolmuştur. Devoniyen krizi aniden meydana gelmemiştir. Resif toplulukları en fazla etkilenmiştir.

Göç edebilen canlılar ekvatora doğru göç ederek korunmuş ancak tropikal formlar için bir sığınak kalmamıştır. Son yokolma dalgası Devoniyen'in en sonunda meydana gelmiş, zırhlı balıklar tamamen yokolmuş Karbonifer'e geçememişler, arkitark algler ise sağ kalabilmelerine rağmen bir daha eskisi gibi toparlanamamışlardır.

Bunlar denizel besin ağının en altındaki ve en üstündeki canlılardır.

Polen fosilleri de karasal bitkilerin önemli oranda etkilendiğini göstermektedir.



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 70-83

Karbonifer Devri

Karbonifer devri 358-298 My arasında yer almaktadır. 2 döneme ayrılır. Missisipiyan ve Pensilvaniyan. Karbonifer devrinde tropik ve yarı-tropik ormanlar büyük miktarda CO₂'i tutmuştur. Karbonifer biyokütlesi kömür olarak çökmüştür. CO₂ atmosferden çekilmeye devam etmiş, oksijen konsantrasyonu artmıştır. Bu değişimler sera etkisini azaltarak gezegenin soğumasına yol açmış, Permo-Karbonifer buzullaşması Gondwana'nın büyük bölümünü kaplamıştır. Tillitler bugün Büyük Sahra'da yer almaktadır.

Geç Devoniyan kitlesel yokoluşundan sonra okyanuslar oksijensiz konumdaydı. Erken Karbonifer'de seyrek fosilli bir dönem görülmektedir (Romer boşluğu). Orta ve üst Karboniferde canlı yaşamının toparlandığını görmekteyiz.

Foraminiferler özellikle Fusulin'ler bryozoa'lar bentik ekosisteminde önemli yer kaplar. Karadaki yüksek oksijen konsantrasyonu hayvanların kütlelerinde büyümeye yol açmıştır. Kara salyongozları, kara solucanları en geç Karbonifer'de ortaya çıkmıştır.

Kömürleşme oluşturan bataklık florası yüksek ağaçlardan oluşuyordu. *Lepidodendron* ve *Sigillaria* 40 m ye ulaşıyordu. Tohumlu eğreltiotları kurak alanlarda yaygınca bulunuyordu. *Glossopteris*'in yıllık halkaları mevsimsel iklim değişimlerini ve soğuk kışları yansıtmaktadır.

Variskan/Hersiniyan orojenezi Karbonifer'de meydana gelmiştir.

Geç Karboniferde yaşayan *Hyolomenus* karasal hayata tam uyum sağlayan omurgalıdır. Bireyler 20cm uzunluğunda, sürüngen kafataslı olup, yumurtaları ilksel dölüt torbası içeriyordu.

Geç Karbonifer sırasında odun özünü ve diğer karmaşık organik molekülleri parçalamak/ayırıştırmak için mantarlar ve otçul böcekler gelişmiştir. Böylece bitki biyokütlesi birikmiş ve dünya çapında kömür yatakları oluşmuştur.

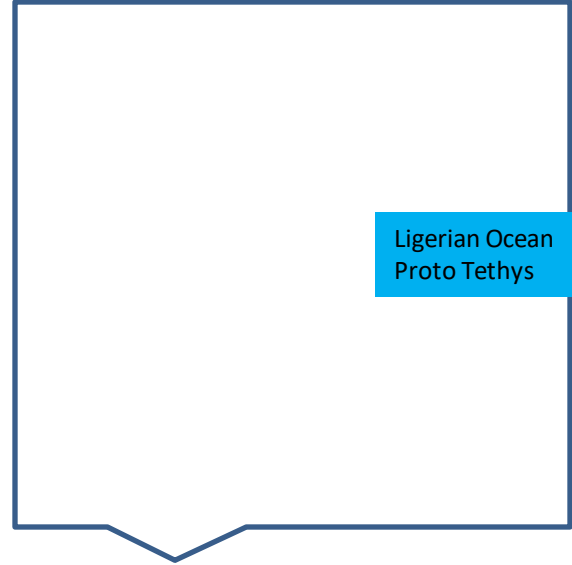
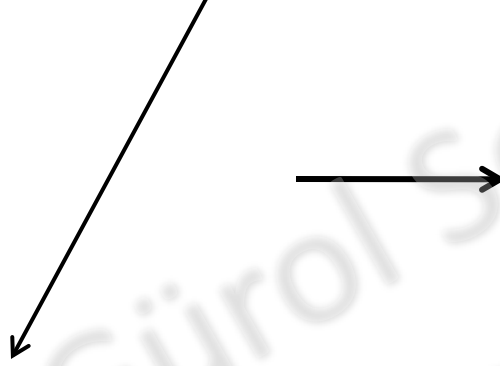
Bryozoa'lar Paleozoyik'te özellikle Ordovisyen, Karbonifer ve Permiyen'de önemli resif yapıcılardandır.

*Fusulin*ler Geç Paleozoyik'te önemli bir foraminifer grubudur.

Karboniferde eğrelti otları, kurtayağı otu ve tohumlu eğrelti otları ilk geniş ormanları oluşturdular. *Sigillaria sp.*'ye ait kabuk fosili –solda; *Linopteris sp.*'ye ait yaprak fosili-sağda.

Karbonifer'de *Goniatitida* en önemli ve yaygın ammonitdir. *Goniatit*'ler kabuklarındaki düz süturlar ile tipiktir.

Variskan / Hersiniyen dağoluşumu



Ligerian Ocean
Proto Tethys

Prof. Dr. Grol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

The Rheic Ocean: Origin, Evolution, and Significance

R. Damian Nance, *Department of Geological Sciences, 316 Clippinger Laboratories, Ohio University, Athens, Ohio 45701, USA. nance@ohio.edu*; **Ulf Linnemann**, *Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Königsbrücker Landstraße 159, D-01109 Dresden, Germany*

that played the dominant role in creating the Appalachian-Ouachita orogen, and an important record of its history may be preserved in Mexico.

INTRODUCTION

The Rheic Ocean—named for the Titan, Rhea, sister to Iapetus in Greek mythology—is arguably the most important ocean of the Paleozoic. Following the Silurian closure of the Iapetus

Prof. Dr. Gürol Serdar
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Altaidler için Türkçe özet:

Şengör, A.M.C. 2014. Bilgiyle Sohbet. Orta Asya'da Dağ oluşumları ve Kıt'a evrimi. 333-343. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. ISBN: 978-605-360-972-8



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 84-97

Permiyen Devri

Permiyen devri **298-252 My** arasında yer alır. 3 döneme ayrılmıştır. Permiyen tüm Fanerozoik boyunca en çok volkanik aktivitenin olduğu zaman aralığını temsil eder. Bu aktivite Sibiryaya levhasında yer alır. Volkanik aktivite küresel ısınmaya katkı yapmış atmosfer 10°C'ye kadar ısınmıştır. **Permiyen'de Fanerozoik'in en büyük toplu yok olması gerçekleşmiştir.** Kıtalararası alanlarda okyanuslara ulaşım sınırlanmış, bu durum **dört küresel evaporasyon evresinin** gelişmesine neden olmuştur.

Geçişli olarak karbonatlar, jipsler, halit, ve son olarak potasyum ve magnezyum kloritler her evrede çökelmişlerdir. **Sonuç olarak Fanerozoik dönemde en kalın 1.500 m'ye ulaşan tuz yatakları** oluşmuştur.

Permiyen'de **Anapsida** (kaplumbağalar), **Diapsida** (kertenkeleler, dinazorlar, kuşlar) ve **Synapsida** (memeliler, therapsidler) halihazırda ayrılmışlardır.

Permiyen – Triyas geçişinde hayvan türlerinin %90'ı yokolmuştur. Trilobit'ler ve **eurypterid**'ler (deniz akrepleri) tamamen yokolmuştur.

Permiyen'de **gymnosperms** (açık tohumlular) baskın bitki grubu haline gelmiştir.

Glossopteris florası Gondwana'nın kutup çevresinde yaygın olarak görülür.

Dimetrodon Erken Permiyen'deki en büyük etobur (carnivore) du. Sırtındaki büyük yelkenimsi parça güneş altında vücut sıcaklığının hızla yükselmesini sağlıyordu.

Gymnosperms (açıktohumlular) Permiyen'de ormanları kaplamaya başladılar. Tohumlu eğreltiotlarının yanında kozalaklı ağaçlar da gelişmekteydi.

Proetida Permiyen'e kadar yaşayabilen tek trilobit takımıdır.

Brakiyopodlar Permiyen'de önemli resif yapıcılardan ve süzerek beslenen bentik canlılar dandı. Çoğu brakiyopod türü Permiyen sonunda yokolmuş ve bir daha tam olarak gelişmemiştir.

Güney Gondwana'nın Permiyen florası baskın olarak **Glossopteris**'ten oluşuyordu. (tohumlu eğrelti otu)
Solda sap kesiti sağda yapraklar

Actinopterygii (ışınsal yüzgeçli balık) ağzında hava yastıkları gelişmişti.
Palaeoniscus sp.

Permiyen'de Laurasia ile Sibirya arasındaki Ural okyanusu'nun kapanması ile Ural orojenezi meydana gelmiştir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Paleozoyikte meydana gelen orojenezlerin özeti

Orojenez

Kapanan okyanus

Zaman

Takonik
Kaledonid / Appalaş
Akadiyen

Iapetus

Silüriyen

Variskan / Hersiniyen
Ouachita / Alleghanian

Reich ve
Proto-Tethys (Ligerian)

Karbonifer

Ural Orojenezi
Altaid orojenezi

Ural okyanusu
Kıpçak yayı yanal imbrikasyonu

Permiyen

Bu orojenezler sonucu PANGAEA kıtası oluşmuştur.



Permien toplu yokoluğu

Permien sonundaki toplu yokolma sırasında yaşayan türlerin %80-85'i lmştr. Bu tüm Fanerozoik'de toplu yokolma sırasında ortadan kalkan türlerin en büyük oranıdır. İlk Permien krizinde denizel türlerin %70'i yokolmuştur. Bu Mesozoyikte dinazorları ortadan kaldıran toplu yokolmadan daha fazla denizel türü ortadan kaldırmıştır.

Çarpıcı olan ilk Permien yokolması organik resifler üzerinde etkisini göstermiştir. Daha sonra etkilenen grup 3/4 oranında tür yokoluşuna uğrayan fusulinid foraminiferleridir. 6mm'den daha uzun türler yokolmuştur. Bu fusulinidlerle ortak yaşam gösteren alglerin ortadan kalkması sonucu belki de bu fusulinidler yok olmuştur. Karasal ortamdaki yaşam da etkilenmiş, 2/3 terapsid türü ve kara bitkileri yok olmuştur.

Daha şiddetli olan Permien sonundaki kriz tüm denizel türlere zarar vermiştir, ancak rugosa ve tabulate mercanları ve trilobitleri tamamen yok etmiştir. Ammonoidler crinoidler ve bryozoalardan sadece birkaç tür Mesozoyik'e geçebilmiştir. Permien sonundaki kitlesel yok olma karada da etkili olmuştur. Permien terapsid'lerinin 20 ailesi Triyas'a geçememiştir. Karasal bitkilerden ağası kozalaklılar birçok bölgede ormanlarla birlikte yokolmuştur.



THE
GEOLOGICAL
SOCIETY
OF AMERICA®

Special Paper 448

2009



The Permian Extinction and the Tethys: An Exercise in Global Geology

A.M. Celâl Şengör and Saniye Atayman



Karbonifer – Triyas aralığında Paleo-Tetis’de neler olduğunun Őematik gĐsterimi: A) Orta Guadalupiyen- Paleo-Tetis’de abisal (derin okyanus dĐzluĐu) oksijensizlik Karboniferde başlamış olmalı ve Panthalassa okyanusuna Tayland boğazı youyla yayılıyor olmalıdır. TĐm abisal bentik yaşam ĐlmĐŐtĐr. Nekton’lar (kendiliğinden yĐzebilen canlılar kaŐarak Panthalassa okyanusuna sıĐınmıŐlardır. B) GeÇ Guadalupiyen- Oksijensizlik (anoxia) alt Şelf kıta sahanlığı ortamına ulaŐmıŐtır. **Okyanus tabanındaki volkanik aktivite okyanus gaz pŐskĐrmelerinin ilkinini tetiklemiŐtir.**

C) GeÇ Lopingiyen- Hemen hemen tĐm Paleo-Tetis oksijensiz hale gelmiştir. Sadece korunaklı kıyısal ortamlar bunun dıŐındadır. **Ana gaz pŐskĐrmeleri su kolonunun ŐĐzĐnmĐŐ gazdan doymunluğa ulaŐması ve/veya sualtı volkanik aktivite nedeniyle meydana gelmiştir.** Toplu yokolma ile Paleozoyik zamanı sona ermiştir.



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 98-109

Mesozoyik Zamanı

Mesozoyik Zamanı 252.2 ile 66 Milyon yıl arasında yer alır. Triyas, Jura ve Kretase devirlerine bölünmüştür.

Triyas sonunda Olasılıkla Pangea'nın parçalanması ile ilişkili bir toplu yokolma olayı bulunmaktadır.

Kretase yaklaşık 80 My yaş aralığı ile Fanerozoyik'teki en uzun devirdir. Kretase sonu olasılıkla meteor çarpması ve ilişkili volkanik aktivite nedeniyle oluşan büyük toplu yokolmaya sahne olmuştur.

Kronostratigrafi terimleri

Eonotem

Eratem

Sistem (System)

Seri (Series)

Kat (Stage)

Jeokronoloji terimleri

Üst Zaman (Eon)

Zaman (Era)

Devir (Period)

Dönem (Epoch)

Çağ (Age)

Neo-Tetis kapanıyor.
Atlantik tamamen açıldı.



Paleotetis kapandı,
Kimmerid orojenezi



Kimmer Kıtası
Gondwana'dan ayrılıyor.
Kuzey Atlantik açılıyor.



Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
Ders notları

Triyas Devri

Triyas devri **252-201 My** arasında yer alır. Erken, Orta, Geç olarak bölünmüştür.

Triyas'ta iklim kurak ve ılıktır. Ekvatordan kutuplara kadar neredeyse tekdüze bir iklim hüküm sürer. Geç Triyas iklimi daha soğuk ve yağışlıdır.

Fusulidler, rugosa mercanlar, trilobitler Permiyen-Triyas sınırında yokolmuşlardır. **Canlı kalabilen türler ise Triyas'ta hızla yayılmışlardır.** Örneğin 2 ammonoid cinsi canlı kalabilmiş, fakat alt Triyasta 100 cinsten fazlası evrimleşerek yayılım göstermiştir.

Bunların yanında köpekbalıkları, kemikli balıklar, suda yaşayan sürüngenler (**Nothosauria**, **Plesiosauria**, **Ichthyosauria**, timsahlar) ammonidler, belemnidler açık denizdeki ekolojik topluluklardır. Brakiyopodlar toplu yok olmadan sonra seyrek görülürler, ancak yerlerini midyelere bırakmıştır. **Scleractinia** önemli resif yapıcı mercanlar olarak görülür.

Üst Triyas'ta bir diğer toplu yokolma görülür. **Konodont**'lar, **Placodont**'lar tamamı ile yokolurlar. Midyelerin, ammonoid'lerin **plesiosaur** ve **ichthyosaur**'ların çok önemli miktarda türleri yokolmuştur.

Karada memeli benzeri sürüngenler yokolmuştur.

Açıktohumlulardan (gymnosperms) **Cycadopsida** ve **Ginkgoopsida** Triyas ormanlarında yaygındır.

Erken memeliler ile yakından ilişkili olan *Cynodontia*.
Cynognathus Erken ve Orta Triyas'ta yaşamış olup, kafanın uzunluğu 40 cm'dir. Triyasta yaşayan en büyük etobur'dur.

Permiyen-Triyas arasındaki toplu yokolmadan sonra midyeler (*mussels*) sığ denizlerin tabanlarında hızla çoğaldılar. Özellikle kuma gömülen midyeler, deniz yıldızlarının saldırılarından deniz tabanında yaşayan brakiyopodlara nazaran daha iyi korundular

Triyas denizinde yaşayan derisidikenlilere ait deniz hıyarları (*Holothuroidea*)

Açıktohumlu bitkiler Triyasta özellikle ginkgo, cycads, kozalaklılar bolca bulunuyordu. *Dicroidium sp.* tohumlu eğreltiotu fosil yaprakları tohumlu bitkilerin özelliklerini göstermektedir.

Permiyen-Triyas toplu yokolmasından sonra ammonoid'ler özellikle *Ceratitida* çok büyük yayılım göstermiştir ve Triyasta Ammonoidlerin çoğunluğunu oluşturmuştur. Yanda *Ceratites nodosus* ve *Monophyllites aonis* görülmektedir.

Kara yaşama üreme uyumları

Yumurta sarısı

Embriyo'yu
saran dış zar

Karasal organizmalarda **yayılma** ve **çoğalma** birimleri sıvı kaybına karşı korunmak zorundadır.

Bunun sonucu olarak bunlar genellikle kalın su geçirmez kılıflar içinde yer alırlar. **Dış dünyadan bu izolasyon sadece embriyonun gelişimi ve büyümesini sağlayan besinlerin bu çoğalma birimleri içine depolanması ile mümkündür.**

Ortamdan yalıtım (bitkilerde tohum kılıfı ve omurgalılarda dölüt torbası ve/veya yumurta kabuğu) ve besin depolanması [bitkilerde besi dokusu (endosperm) veya hayvanlarda yumurta sarısı (yolk)] karasal ortamda çoğalmanın temelini oluşturur.

Dinozorlar dönemi başlangıcı

Permiyen toplu yokoluşu therapsid faunasına çok zarar vermişti. Therapsidler Triyasta yeniden gelişmelerine rağmen Jura devrinde zar zor geçebildiler. Ancak geriye memeliler formunda bir miras bıraktılar. Memeliler Triyas devri sonunda Therapsidlerden evrimleşmiştir. Memeliler Mesozoyik'te küçük ve kenarda kalmıştır. Birkaç memeli türü ev kedisinden daha büyüktür. Memelilerin problemi dinozorların Triyasta onlardan biraz daha önce evrimleşmesidir.

Dinozorlar (Dinosauria) gelişmiş hareket yeteneklerini ilk dinosauromorph'lardan almışlardır. Dinozorların başarısı bazen iki ayak üstünde yerdeğştirebilmelerine bağlı olmalıdır.

Prof. Dr. Gürol Seyhan
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Dinozorlar leğen kemiklerinin (pelvis) şekli ile iki gruba ayrılır. Kuş kalçalı (Ornithischia) dinozorlar otçuldur. Kertenkele kalçalı (Saurischia) olanlar hem otçul hemde etçildir. Dinozorlar Triyas sonundaki toplu yokolmaya kadar baskın olamamışlardır. Therapsidler evrimleşmede önde olduklarından dinazorları baskılamışlardır. Therapsidler ve dinazorlar birlikte memelileri baskılamışlardır. Dinozorların Triyas sonundaki toplu yokolmayı başarı ile atlattıkları hızlı çeşitlenmelerine bağlı olmalıdır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



David A.D. Evans^{*}

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

INVITED REVIEW

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Triyas sonundaki toplu yok olmada yeryuvarıdaki türlerin yarısının yokolduğu saptanmıştır.
Karasal ekolojik alanlar dinozorlara kalmıştır.

Olası nedenler arasında merkez Atlantik Bölgesinde (CAMP-Central Atlantic Magmatic Province) volkanik aktivite gösterilmektedir.



Evrim Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 110-127

Jura Devri

Jura Devri 201-145 My arasında yer alır. Erken, Orta ve Geç, Jura olarak üç döneme bölünmüştür. Jura iklimi durağan ve ılıktır, ancak Permiyen'den daha serindir. Mevsimler belirgin olmakla birlikte ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık farkları fazla değildir.

Üst Triyas'daki yokolmadan kurtulan organizma sayısı toparlanmaya başlamıştır. Memeli-benzeri sürüngenlerin yokolmasından sonra dinazorlar karasal omurgalılar arasında baskın hale gelmiştir. Süperkita Pangea'nın parçalanması endemik karasal faunaların gelişimine yol açmıştır. İlksel kuş *Archaeopteryx* Jura'da ortaya çıkmıştır. Denizlerde *Dinophyta* yaygın olarak bulunur. Günümüzdeki eğrelti otları ailesinin ataları *Polypodiceae* Jura'da ortaya çıkmıştır. *Glassopteris* Jura'da yok olmuş ancak *Cycadopsida* geniş yayılım göstermiştir.

Jura devrindeki ağaç fosil kayıtları genel olarak yıllık büyüme halkaları göstermektedir. Bu durum mevsimsel iklim değişimleri kış donmalarının etkilerini yansıtmaktadır. Alt Jura tabakalarında ilk kapalı tohumlu bitki (angiosperm) fosilleri görülmüştür.

Archaeopteryx, tipik kuş özellikleri gösterir. Asimetrik kanat tüyleri, köprücük kemiklerinin lades kemiği ne bağlanması, geriye doğru konumlanmış ayak parmağı. Ancak dişler ve uzun kuyruk omuru gibi ilksel özellikler de taşır.

Neo-Tetis okyanusunda besince zengin akıntıların artması, tropik kıta sahanlıklarında yüksek miktarda plankton üretimine neden olmuştur. Bu biyokütle çökerek ve oksijensiz ortamda depolanarak günümüzde Basra körfezindeki petrol yataklarını oluşturmuştur.

Ammonidler Jura devrinde önemli deniz yırtıcılarındandı. Ammonidae'lerden **Ceratitida** yerini **Ammonitida**'ya bırakmıştır. Sağda **Kosmoceras jason**

Ortada **Clypeus ploti** Jura'da bir denizkestanesi

Jura bitkilerinde kapalı tohumlular baskındır. **Zamites Feneosis** (solda) **Zamites gigas** (sağda)

Trigoniidae Jura'da hızlı bir çeşitlenme gösterir. Çeşitlenmenin en üst seviyesine Erken Kretase'de ulaşılır.

Berlin örneği

Superregnum: [Eukaryota](#)

Regnum: [Animalia](#)

Phylum: [Chordata](#)

Classis: [Aves](#)

Informal group: [Sauornithes](#)

Ordo: † [Archaeopterygiformes](#)

Familia : † [Archaeopterygidae](#)

Genus: † ***Archaeopteryx***

Species: † [A. lithographica](#) –

† [A. siemensii](#)

**Archaeopteryx hakkında Türkçe
kaynak için :**

Şengör, A.M.C. 2014. Bilgiyle Sohbet.

İlk kuş Archaeopteryx: Evrimin en
çarpıcı kanıtı, 353-382.

İş Bankası Kültür Yayınları,

ISBN: 978-605-360-972-8

Dinozorlar Orta Triyas ile Geç Kretase arasındaki dönemde karadaki canlı yaşamda baskındır. 530 tür tanımlanabilmiştir. Aslında 2000-3500 dinozor türü olduğu tahmin edilmektedir. Dinozorlar kuşların ortak atasını temsil etmektedir. temel olarak iki gruba ayrılarak incelenir. **Kertenkele kalçalı** ve **kuş kalçalı**.

Mesozoyik'te büyük sürüngenlerin bazı grupları "Saurian" olarak bilinir, **ancak bunlar dinozorlara ait değildir**. Bunlara örnekler

Saurapterygia - Suda yaşayan yüzgeçli saurian (üst sol).

Ichthyopterygia – Suda yaşayan balık-kertenkele (alt sol).

Pterosauria- Uçan saurian (sağda).



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 128-147

Kretase Devri

Kretase 145My ile 66 My arasını kapsar ve Erken ve Geç Kretase dönemlerine bölünmüştür. Kretase iklimi ılık ve dengelidir. CO₂ azalmakta O₂ artmaktadır. Türlerin çeşitlenmesi faunal bölgelerde izolasyonun gelişmesine bağlı olarak artmaktadır.

Üst Kretasede küçük yırtıcı dinazorların yanında (troodontid, elmisaurid, avimimid) dev türler gelişmiştir (Tyrannosaurus, Tarbosaurus, Albertosaurus).

Kuşlar Kretasede evrimleşerek pterosaur'ları ekolojik ortamlarından sürmüşlerdir.

Memeliler çeşitlenmiş ve farklı ortamlara uyum sağlamaya başlamışlardır. Bununla beraber küçük yokolmalar yaşanmaktadır.

Termit ve karıncalar gibi birarada yaşayan böcekler Kretase'de evrimleşmiştir. Yılanlar Kretasenin ortalarında evrimleşmiştir.

Kapalı tohumlu bitkiler Erken Kretase'de ortaya çıkmıştır. Alçak alanlardaki bitkilerin %70 kapalı tohumlu bitkilerle kaplanmıştır.

Belki meyve ve tohumla beslenen pterosaur'ların bu yayılımda etkisi vardır.

Kapalı tohumluların çiçekleri, polen yiyen böcekler tarafından tozlaşmaya Kretase ortalarında başlamıştır.

Kapalı tohumluların yayılımı, otobur *Ornithischia*'ların baskın hale gelmesi ile korele edilebilir. Kozalaklılar yaygın hale gelmiş ve tohumlu eğrelti otları en üst Alt Kretase istiflerinde görülmemektedir.

Superregnum: [Eukaryota](#)
Regnum: [Animalia](#)
Phylum: [Chordata](#)
Cladus: [Chordata Craniata](#)
Subphylum: [Vertebrata](#)
Infraphylum: [Gnathostomata](#)
Superclassis: [Tetrapoda](#)
Cladus: [Reptiliomorpha](#)
Cladus: [Amniota](#)
Classis: [Reptilia](#)
Cladus: [Eureptilia](#)
Cladus: [Romeriida](#)
Subclassis: [Diapsida](#)
Infraclassis: [Archosauromorpha](#)
Divisio: [Archosauria](#)
Subsectio: [Ornithodira](#)
Superordo: [Dinosauria](#)
Ordo: [Saurischia](#)
Taxon: [Eusaurischia](#)
Subordo: [Theropoda](#)
Infraordo: [Tetanurae](#)
Taxon: [Avetheropoda](#)
Taxon: [Coelurosauria](#)
Superfamilia: †[Tyrannosauoidea](#)

Familia: [Tyrannosauridae](#)
Subfamilia: [Tyrannosaurinae](#)
Tribe: [Tyrannosaurini](#)
Genus: [Tyrannosaurus](#)
Species: ***Tyrannosaurus rex***

Günümüzün baskın omurgalı grupları memeliler ve kuşlar Senozoyikte baskın hale gelmiştir

Haptophyta kalkerli pullardan oluşur. Kretasede baskın phyto plankton'dur. Bu canlıların fosil kalıntıları **coccolith** olarak bilinir. Tebeşir kayası adı verilen Kretase denizel çökellerinin ana bileşenlerindedir.

Kretase'de ortaya çıkan **Ancyloceratina** çok biçimli morfolojileri ile karakterize edilir. (Solda)

Belemnitida Jura ve Kretasede yaygın kafadanbacaklı'dır.

Senozoyikte baskın olan bitkiler Kretase'de yayılmaya başladılar. Bu özellikle çimenler için geçerlidir. Bir dinazor dışkı fosilinde çimen parçası

Kretase'de **diatom**'lar denizel plankton topluluğu içinde giderek artan bir öneme sahiptir. Plankton bileşimi günümüze benzemeye başlamıştır.

Tozlaşmanın evrimi

Tozlaşma ya rüzgar yada hayvanlar yoluyla olmaktadır. İlk tohumlu bitkiler rüzgar yoluyla tozlaşanlardı. Hayvanlar yoluyla tozlaşan bitkiler bunlardan evrildiler. Hayvan yoluyla tozlaşma **çiçek ve böceklerin birlikteliği** yoluyla gelişmiştir. Özel yapılar ve salgılar çiçeklerin içine veya kenarına yiyecek kaynağı olarak yerleşmiştir. Rüzgar yoluyla tozlaşmada polen rastgele dağıtılır. Oysa hayvan yoluyla tozlaşmada **özel adaptasyonla** tozlaşma şansı yüksektir.

Tozlaşmayı gerçekleştiren canlılarla, **çiçek morfolojisi ve yapısı birbirine paralel evrimleşmiştir**. Örneğin nektar salgısı tozlaşmayı gerçekleştirenle çiçek arasındaki ilişkiyi güçlendirir.

Mesozoyik'te böcek gruplarında çeşitlenme hızla artmış tır. Özellikle çiçekleri yiyecek için ziyaret eden gruptaki büyük çeşitlenme Kretase'de çiçekli bitkilerin yayılmasına neden olmuştur. Çiçekli bitkilerin yayılmasından sonra böcekler Senozoyikte daha fazla çeşitlenmiştir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Bu fosil yapraklar ve polenler alt-üst Kretase Potomac grubu (Maryland) tabakalarında yaklaşık 10 milyon yıllık zamanı temsil eden istif içinde bulunmuştur. Hem polenler hem yapraklar zaman içinde çeşitlenme ve karmaşıklık göstermektedir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Memeli-benzeri sürüngenlerden
memelilere evrimin aşamaları

Geç Permiyen- Geç Kretase arası
geçen süre yaklaşık 188 My.

Kretase'de büyük biyostratigrafik önemi olan
planktonik foraminiferlerin dağılımı

Paleotetis tamamen
kapanmıştır.

Kimmerid orojenezi

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Kretase -Tersiyer Toplu Yokolması

Jeologlar K-T sınırını 18.yy'da küresel anlamda fosil topluluklarındaki değişim ile farkettiler. 1980'lere gelinceye kadar birçok jeolog faunadaki değişimin milyonlarca yıl aldığını düşünüyordu.

Fakat modern tarihleme teknikleri bu değişimin hemem hemen **ani** olduğunu ve **ani toplu yokolmaya yolaçtığını** ortaya koydu. 150 Milyon yıldır baskın olan dinozorlar yok oldu. Okyanustaki plankton türlerinin %90'ını, bitki türlerinin %75'i yok olmuştur.

1970 ve 1980lerde toplanan veriler Kretase sonunda 10km genişliğinde bir meteorit çarpmasının Meksikada Yucatan yarımadasında gerçekleştiğini göstermektedir.

Bu sonuca ulaşmaya yol açan keşifler bilimin nasıl çalıştığına dair ipuçları vermektedir.

Walter Alvarez İtalyada derin deniz çökellerinde K-T sınırında bir kil seviyesi bulmuştur, bu seviyenin altında Kretase planktonları bulunurken üstünde Tersiyer planktonları yer almaktadır. Bu kil seviyesinin **iridyum** içerdiği ve bu ağır elementin sadece dünyadışı cisimlerde bulunduğu ortaya konur. Daha sonra dünyanın çeşitli alanlarında K-T sınırında iridyum içeren kil seviyeleri tesbit edilir.

Sedimentology (2009) 56, 137–148

doi: 10.1111/j.1365-3091.2008.01010.x

The historical record in the Scaglia limestone at Gubbio: magnetic reversals and the Cretaceous-Tertiary mass extinction

WALTER ALVAREZ

Department of Earth and Planetary Science, University of California, Berkeley, CA 94720-4767, USA

(E-mail: platetec@berkeley.edu)

Daha ileri çalışmalar kil seviyesinin olağandışı minik cam küreler (ergimiş kayanın hızla soğuması ile oluşmuş malzeme), ağaç külü, şoka uğramış kuvars (büyük basınca maruz kalmış kuvars) içerdiği saptanmıştır.

Bu özellikleri sadece büyük bir çarpma oluşturabilir. Kürecikler arpma alanından havaya sıçrayan ergimiş kayalardan, küller çarpma sonucu yanmış ormanlardan, iridyum çarpan cisimden, kuvarlar ise çarpmanın şoku ile oluştur.



Çarpma sadece krater oluşturarak değil aynı zamanda 2 km yüksekliğinde tsunami oluşturması ile yıkıcı olmuştur, ayrıca çarpma etkisi ile ortaya çıkan ısı ormanların yanmasına yolaçmıştır. Atmosfere yayılan malzeme aylar süren gece etkisi yaratmış ve kış soğuklarına yol açmıştır. Atmosfere yayılan kimyasallar asit yağmurlarına neden olmuştur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
Seyitoğlu notları

Bu şartlar fotosentezi engellemiş ve besin zincirinde kesintiye
yolaçmıştır. Jeologlar Meteoritin çarptığı alan olarak Yucatan
yarımadasında Chicxulup (Çiksulup) kraterini önermektedirler.
Krater 100km genişlikte 16 km derinliktedir. Radyometrik yaş
tayinleri krater içinde magmatik ergiyiklerin yaşını 65 My olarak
saptamıştır. Bu K-T sınırı yaşı ile uyum içindedir.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



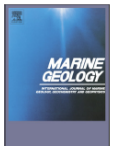
Marine Geology 357 (2014) 392–400



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Geology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/margeo



Cretaceous–Paleogene boundary exposed: Campeche Escarpment, Gulf of Mexico



Charles K. Paul ^{a,*}, David W. Caress ^a, Roberto Gwiazda ^a, Jaime Urrutia-Fucugauchi ^b, Mario Rebolledo-Vieyra ^c, Eve Lundsten ^a, Krystle Anderson ^a, Esther J. Sumner ^a

^a Monterey Bay Aquarium Research Institute, Moss Landing, CA, USA

^b Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

^c Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 148-179

Senozoyik Zamanı

Senozoyik 66 My ile günümüz arasındaki zaman aralığını temsil eder. 3 devir'e ayrılmıştır.

Paleojen, Neojen, Kuvaterner.

Paleojen devri 3 döneme ayrılır.

Paleosen, Eosen, Oligosen

Neojen devri 2 döneme ayrılır.

Miyosen ve Pliyosen

Kuvaterner ise Pleyistosen ve Holosen dönemlerine bölünmüştür.

Erken Paleojende iklim ılık ve nemlidir. Bu devirde Alp ve Himalayaların oluşumu erozyonu arttırmış ve okyanuslara gelen kalsiyum ve magnezyum iyonları artmıştır. Bu karbonat çökelimini arttırmış atmosferden CO₂ çekilmiş ve iklim soğumuştur. Geç Miyosen-Pliyosende bir CO₂ düşmesi daha yaşanmış, Kuvaterner buz çağı gelişmiştir.

Kronostratigrafi terimleri

Eonotem

Eratem

Sistem (System)

Seri (Series)

Kat (Stage)

Jeokronoloji terimleri

Üst Zaman (Eon)

Zaman (Era)

Devir (Period)

Dönem (Epoch)

Çağ (Age)

Eosen- Oligosen geçişinde başlayan kutup çevresi akıntıları

- A) Orta Eosen'de güney okyanuslardan ılık akıntılar Antartika'yı ılık tutuyordu.
B) Erken Oligosende Güney Amerika ve Avustralya Antartika'dan çevresinde akıntılar oluşturabilecek kadar uzaklaşmışlar ve bu soğuk akıntılar sonucunda buzullar gelişmiştir.



Fosil flora'daki düzgün kenarlı yaprak yüzdesindeki **değişim Eosen ve Erken Oligosen'deki sıcaklık değişimini yansıtır.**

Eosen sonunda planktonik foraminiferlerin yapı elemanlarında Oksijen izotopları değişim gösterir. **Grafikte ^{18}O değerlerinde ani bir yükselme görülmektedir.** Bu değerler Oligosen'in ilk 200.000 yılında tropik Pasifik türlerinden elde edilmiş olup, hem Antartika'da buz örtülerinin gelişimini hem de Ekvator çevresinde deniz yüzeyindeki soğumayı işaret eder.

Eosen'den Miyosen'e Yer'in atmosferinde CO₂ konsantrasyonu'nun tahmini değişimi. Bu değişim kalkerli nannoplanktonların karbon izotop değerleri temel alınarak elde edilmiştir.

Atmosferik CO₂ seviyesi Eosende yüksek olup, Oligosende hızlı düşüş göstermektedir. Bu durum Antartika'daki buzulların yayılımından 2 My sonra gelişmiş ve iklimler küresel olarak değişim göstermiştir.

Senozoyik zamanında memelilerin uyum sağlayan yayılımları: Modern memelilerin iki büyük grubu Plasentalılar ve Keseliler (Marsupials) Kretase döneminde ortak ataya sahiptiler. Multituberculata Neojen'e ulaşmadan yokolmuştur.

Monotrem'ler yumurtalayarak çoğalırlar.

Plasentalılara ait takımlar Eosen başında Dinozorların yokolmasından 10 My sonra gelişmişlerdir.

Paleojen devri

Paleojen Senozoyik içinde 66-23 My arasında bulunur. Paleosen, Eosen ve Oligosen dönemlerine ayrılmıştır. Erken Paleojen Kretase'den biraz daha soğuktur. Devir ilerledikçe sıcaklık artar.

Paleosen- Eosen sınırında

5-6 derecelik sıcaklık artışı olmuştur

Paleosen Eosen Termal Maksimum-PETM

Paleosen, Eosen dönemleri nemli ve ılıktır. Kutuplarda buzul yoktur.

Oligosende kıtaların pozisyonları kıtaların çevresinde akıntılara izin verecek şekilde düzenlenince iklim 5 derece soğumuş ve buzullar genişlemeye başlamıştır.

Buzullaşma nedeniyle deniz seviyesi 150m kadar azalmış sığ denizler kurumuştur.

Erken Paleojen kuşların ve memelilerin yayılımı ve çeşitlenmesi ile dikkat çeker. Devrin sonuna doğru en büyük kara memelileri gelişmiştir.

Her kıtadaki fauna tecrit koşullarında gelişmiş, 27 My önce Afrika ve Avrasya arasında kara köprülerinin oluşması ile yayılım daha fazla olmuştur.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Derin denizlerde ve yeryüzünde
birçok yerde sıcaklık Paleosen
sonunda aniden yükselmiştir.
**Paleosen Eosen Termal Maksimum
PETM**

Atların ataları Eosen ve Miyosende bulunmaktaydı. Resimde *Mesohippus* Kuraklaşan step benzeri ortama uyum sağlamışlardır. Ayaklar uzamış, kesici dişler sert otları tüketebilecek hale gelmiştir.

Paleojende böceklerin çeşitliliğinde büyük artış görülür. Senozoyikte reçine içindeki böceklerin fosil kaydı daha önceki kronostratigrafik sistemlerden çok daha iyidir.

Modern denizel taksonların çoğu Paleojen'de gelişmiştir. Balinalar bunlara örnektir. *Basilosauridae* (*Duradon atrax*) 35 My önce sadece suda yaşayan ilk balinalar arasındadır. Arka ayakları küçülmüş fakat hala yerindedir.

Senozoyikte iklim serin ve kuru idi. Açık otluk alanlar bulunmaktaydı. Çimenler ve kapalı tohumlu otlar en çok rastlanan bitkilerdi. Böceklerin ve çiçeklerin birbirine bağımlı ilişkisi bunların daha fazla çeşitlenmesine yolaçmıştır.

Salyongozların index fosil olarak önemleri Paleojende artmıştır. *Crommium villemeti* sağda

Balinaların erken evriminin basamakları

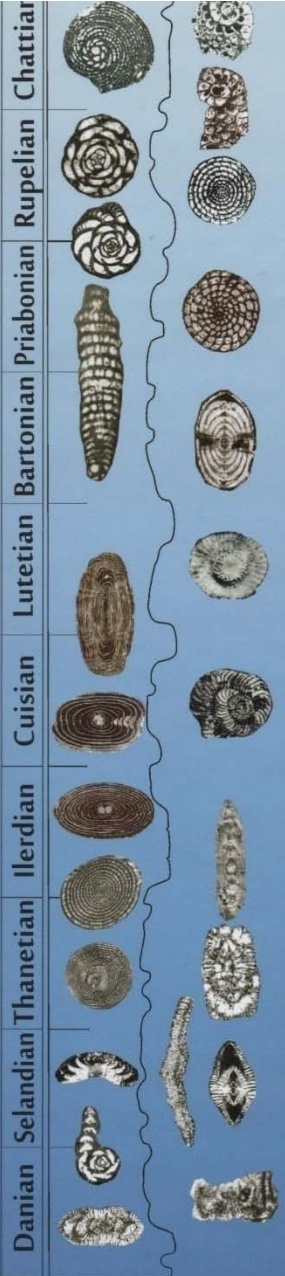
Indohyus; çatal tırnaklı geyik benzeri canlı Erken Eosende akarsu tabanlarında yürüyerek yiyecek arıyordu. (90 cm)

Pakycetus; Erken Eosende karada yaşayan etobur, olasılıkla nehir kenarlarında avlanıyordu. Balinaların atası (2 metre)

Ambulocetus; daha iyi yüzmek için perdeli ayakları olan, olasılıkla balıkla beslenen, zamanının büyük bölümünü su kenarında geçiren günümüz foklarına benzeyen canlı. Geç Eosen (3.5m)

Basilosaurus; Okyanusta yaşayan etobur balina Geç Eosen sonlarında ortaya çıkmıştır. Kürek benzeri yüzgeçler 5.2 metredir.

Erken Eosen-Geç Eosen arası = 22 My



Reference Sections and Key Localities of the
Paleogene Stage and Discussion C-T,
P-E and E-O Boundaries by the
Very Shallow-Shallow Water
Foraminifera in
Turkey
2015
Ercüment SiREL



























ANKARA UNIVERSITY

Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering

Türkiye'de çok sığ ve sığ su foraminiferleri ile belirlenen Paleojen devrinin anahtar lokaliteleri ve referans kesitleri.

K-T, P-E ve E-O sınırlarının tartışılması

	Very Shallow	Shallow	Very Shallow	Shallow
Chatthian			23 <i>Archaias kirkukensis</i> Henson	24 <i>Miogypsinella complanata</i> (Schlumberger)
Rupelian			20 <i>Praebullalveolina oligocenica</i> Sirel & Özgen-Erdem	22 <i>Miogypsinella borodinensis</i> Hanzawa
Priabonian			19 <i>Malatyna anatolica</i> Sirel	21 <i>Nummulites fichteli</i> Michellotti
Bartonian			16 <i>Rhabdorites malatyaensis</i> (Sirel)	18 <i>Nummulites fabianii</i> (Prever)
Lutetian			14 <i>Alveolina cayrazi</i> Dizer	17 <i>Nummulites malatyaensis</i> (Sirel)
Cuisian			12 <i>Alveolina bayburtensis</i> Sirel	15 <i>Assilina</i> aff. <i>aspera</i> Doncieux
Ilerdian			11 <i>Alveolina sakaryaensis</i> Sirel	13 <i>Nummulites irregularis</i> Deshayes
Thanetian			9 <i>Lacazina blumenthali</i> Riechel & Sigal	10 <i>Ranicothalia bunyanensis</i> Sirel
Selandian			7 <i>Vania anatolica</i> Sirel & Gündüz	8 <i>Miscelenea juliettae</i> Leppig
Danian			4 <i>Laffitteina erki</i> (Sirel)	5 <i>Bolkarina aksarayensis</i> Sirel
			3 <i>Kayseriella decastroi</i> Sirel	6 <i>Pseudocuvillierina sireli</i> (İnan)
			1 <i>Laffitteina mengaudi</i> (Astre)	2 <i>Haymanina danica</i> Sirel

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Neo-Tetis kapandı: Alpid orojenezi

Kimmerid + Alpid = Tetisid süper orojenik kompleksi

Orojenez

Kapanan okyanus

Zaman

Kimmerid

Paleo-Tetis

Erken Kretase

Alpid

Neo-Tetis

Eosen

Tetisid = Kimmerid + Alpid

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Available online at
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Original article

Dispersal of African mammals in Eurasia during the Cenozoic: Ways and whys[☆]

Sevket Sen

CR2P-CNRS, Muséum national d'histoire naturelle, 8, rue Buffon, 75005 Paris, France

A giant rhinocerotoid (Mammalia, Perissodactyla) from the Late Oligocene of north-central Anatolia (Turkey)

PIERRE-OLIVIER ANTOINE^{1*}, LEVENT KARADENIZLI², GERÇEK SARAÇ³ and SEVKET SEN⁴

¹Laboratoire des Mécanismes de Transfert en Géologie, Université de Toulouse, CNRS, IRD, OMP, 14 Avenue Édouard Belin, F-31400 Toulouse, France

²Geology Department, Maden ve Tektik Arama Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara, Turkey

³Natural History Museum, Maden ve Tektik Arama Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara, Turkey

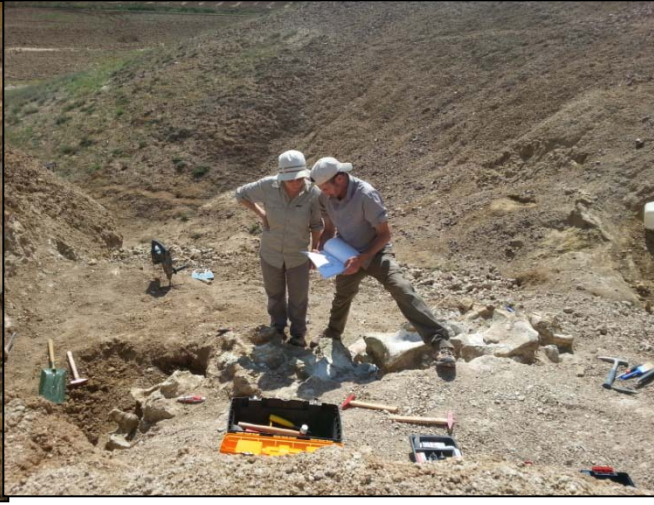
⁴Laboratoire de Paléontologie, UMR 5143 CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, 8 rue Buffon, F-75005 Paris Cedex 5, France

Received 3 March 2006; accepted for publication 4 June 2007





Dev Gergedan'a ait Kafanın Çıkartılması, Bağdatlı, Çorum 2009





Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 180-209

Neojen devri

Neojen devri 23 ile 2.6 My arasında yer alır. Miyosen (23-5.3 My) ve Pliyosen (5.3-2.6 My) dönemlerine bölünmüştür. Miyosen döneminde iklimsel ısınma yaşanmaktaydı. Erken Miyosen de kuzey enlemlerde bile ılık - subtropikal iklim koşulları hüküm sürüyordu. Belli zamanlarda kutup buzulları tamamen erimiş ve deniz seviyesi yükselerek Avrupa kıtasının bir bölümünü kaplamıştı. Avrupa florasında subtropikal türler baskındı. İklim yaklaşık 15 My da Orta Miyosen de soğuk ve kurak hal almaya başladı. Pliyosen'de iklim duraylı ve ılıktı, ortalama sıcaklık günümüzden 5 derece daha yüksekti. Pliyosen sonunda tekrar soğuma ile yaklaşan buzul çağı başlamış oluyordu.

Prof. Dr. Gürhan
Tarihsel Jeoloji
ders notları

STEININGER F.F., BERGGREN W.B., KENT D.V., BERNOR R.L., SEN S. & AGUSTI J. (1996) - Circum Mediterranean Neogene marine-continental chronologic correlations of European mammal units and zones. In: R. Bernor, V. Fahlbusch & W. Mittmann (eds.): Evolution of Western Eurasian Neogene mammal faunas. Columbia Univ. Press, p. 7-46.

*Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) Marine—
Continental Chronologic Correlations of European Mammal Units*

F. F. STEININGER, W. A. BERGGREN, D. V. KENT,
R. L. BERNOR, S. SEN, AND J. AGUSTI

İnsanın erken ataları Neojen de gelişmiştir.

Sahelanthropus tchadensis

solda. Daha sonra

australopithecines

(*Australopithecus afarensis*)

farklı ortamlarda çoğaldılar ve çeşitlenmeye başladılar.

Neojende floranın çoğunluğu günümüzdeki türlere benziyordu. Ormanlarda kozalaklı ağaçlar ve akçaağaç yaygındı. Bu ormanlardan Kuzey denizin sürekli ilerlemesi ile Avrupada linyit yatakları oluştu.

Erken Miyosende

Batı Anadolu da Linyit

yatakları grabenlerde

gelişmiştir: Soma havzası

Pliyosenden bir foraminifer

Elphidium sp.

Tekçenekli bitkiler,

özellikle otlar

Neojende yayılmaya

başladı. Serin-kuru iklim

otlakların yayılması için

uygundu.

Salyangoz

Bivetiella cancellata

(alt orta).

Denizel bentik ortamda

süzme ile beslenen

midyeler baskındır.

Erken Pliyosende

gelişmiş

Dentalium solidum.

The *Ardipithecus ramidus* Skull and Its Implications for Hominid Origins

Gen Suwa,^{1*} Berhane Asfaw,² Reiko T. Kono,³ Daisuke Kubo,⁴ C. Owen Lovejoy,⁵ Tim D. White⁶



Ardipithecus ramidus

articles

A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa

Michel Brunet¹, Franck Guyot¹, David Pilbeam², Hassane Taisso Mackaye³, Andossa Likiep⁴, Djimdoumbaye Ahouma⁵, Alain Beauvilain⁶, Cécile Blondel⁷, Hervé Bocherens⁸, Jean-Renaud Boisserie⁹, Louis De Bonis¹⁰, Yves Coppens¹¹, Jean Dejax¹², Christiane Denys¹³, Philippe Dourcier¹⁴, Véronique Eisenmann¹⁵, Gongdibé Fanone¹⁶, Pierre Fronty¹⁷, Denis Geraads¹⁸, Thomas Lehmann¹⁹, Fabrice Lihoreau²⁰, Antoine Louchart²¹, Adoum Mahamat²², Gildas Merceron²³, Guy Mouchelin²⁴, Olga Otero²⁵, Pablo Peláez Campomanes²⁶, Marcia Ponce de León²⁷, Jean-Claude Rage²⁸, Michel Sapanet²⁹, Mathieu Schuster³⁰, Jean Sudre³¹, Pascal Tassy³², Xavier Valentin³³, Patrick Vignaud³⁴, Laurent Viriot³⁵, Antoine Zazzo³⁶ & Christoph Zollikofer³⁷

ilk insansı (hominid) fosilleri

A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa

Michel Brunet*, Franck Guy†, David Pilbeam‡, Hassane Taisso Mackaye‡, Andossa Likius‡, Djimdoumalbaye Ahounta§, Alain Beauvilain§, Cécile Blondel¶, Hervé Bocherens||, Jean-Renaud Boisserie†, Louis De Bonis*, Yves Coppens†, Jean Dejax#, Christiane Denys#, Philippe Duringer*, Véra Eisenmann#, Gongdibé Fanone§, Pierre Fronty†, Denis Geraads*, Thomas Lehmann†, Fabrice Lihoreau*, Antoine Louchart††, Adoum Mahamat§, Gildas Merceron†, Guy Mouchelin‡, Olga Otero†, Pablo Pelaez Campomanes‡‡, Marcia Ponce De Leon§§, Jean-Claude Rage#, Michel Sapanet|||, Mathieu Schuster*, Jean Sudre||, Pascal Tassy#, Xavier Valentin†, Patrick Vignaud†, Laurent Viriot†, Antoine Zazzo†† & Christoph Zollikofer§§

* Faculté des Sciences et CNRS UMR 6046, Université de Poitiers, 40 Avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, France

† Peabody Museum, Harvard University, 11 Divinity Avenue, Cambridge, Massachusetts 02138, USA

‡ Université de N'Djaména, BP 1117, N'Djaména, Tchad

§ Centre National d'Appui à la Recherche, BP 1228, N'Djaména, Tchad

|| Institut des Sciences de l'Evolution, CNRS UMR 5554, Université de Montpellier II, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5, France

¶ Collège de France, 3 rue d'Ulm, and # Muséum National d'Histoire Naturelle et CNRS UMR 8569, rue Cuvier, 75005 Paris, France

‡ Centre de Géochimie de la Surface, CNRS UMR 7517, Université Louis Pasteur, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg, France

** Centre National de Recherche Scientifique UPR 2147, 44 rue de l'Amiral Mouchez, 75014 Paris, France

†† Centres des Sciences de la Terre, CNRS UMR 5125, Université Claude Bernard, 27-43 Bd du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne, France

‡‡ Museo de Ciencias Naturales, C/Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España

§§ Anthropologisches Institut/Multimedia Laboratorium, Universität Zürich-Irchel, Winterthurer Str. 190, 8057 Zürich, Switzerland

||| Centre Hospitalier Universitaire, Université de Poitiers, rue de la Milétrie, 86021 Poitiers Cedex, France

††† Centre National de Recherche Scientifique UMR 162, et Institut National de la Recherche Agronomique, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France

Virtual cranial reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis*

Christoph P. E. Zollikofer¹, Marcia S. Ponce de León¹, Daniel E. Lieberman², Franck Guy^{2,3}, David Pilbeam², Andossa Likius⁴, Hassane T. Mackaye⁴, Patrick Vignaud³ & Michel Brunet³

¹Anthropologisches Institut/MultiMedia Laboratorium, Universität Zürich-Irchel, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich, Switzerland

²Peabody Museum, Harvard University, 11 Divinity Avenue, Cambridge, Massachusetts 02138, USA

³Laboratoire de Géobiologie, Biochronologie et Paléontologie Humaine, CNRS UMR 6046, Faculté des Sciences, Université de Poitiers, 40 Avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, France

⁴Université de N'Djaména, BP 1117, N'Djaména, Tchad

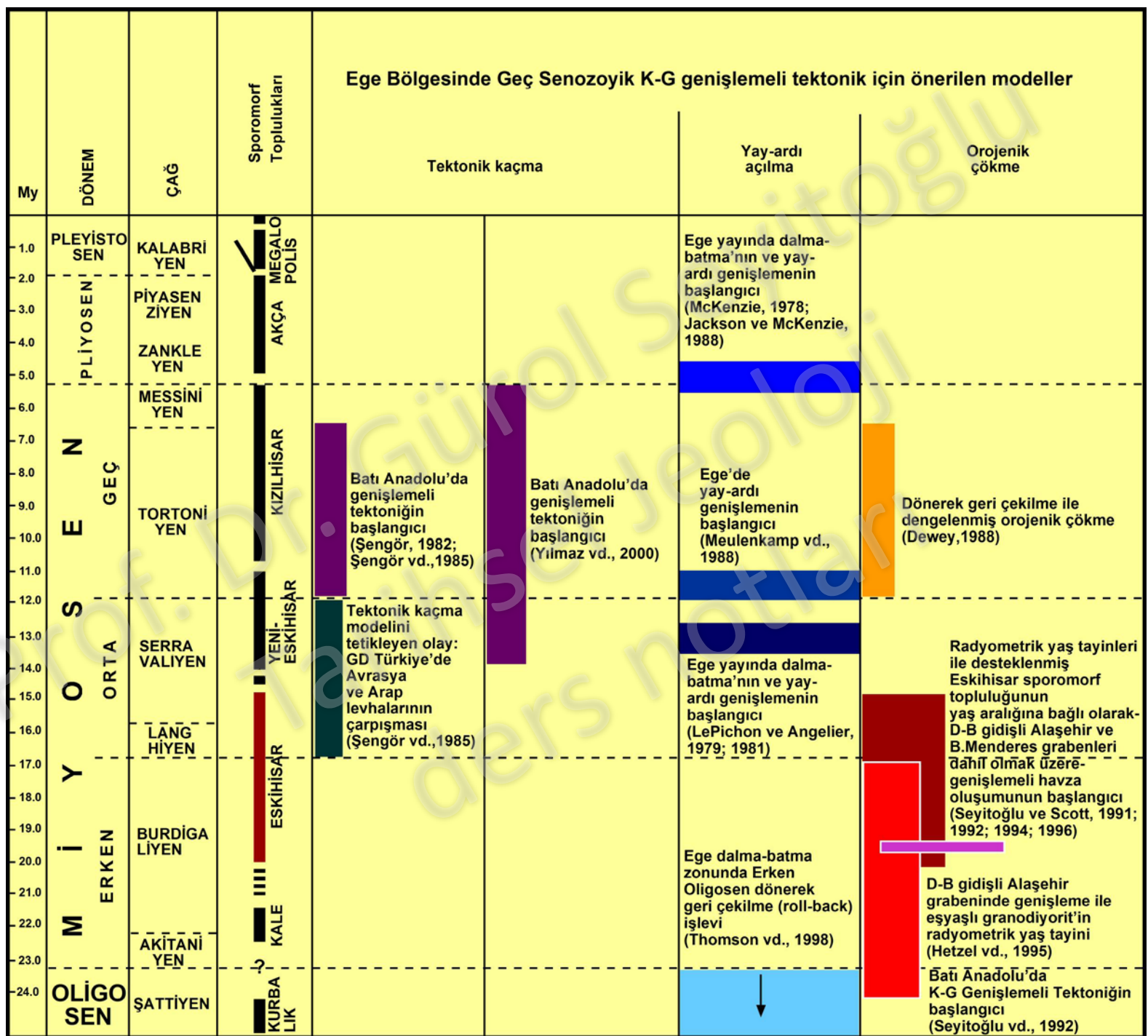
The *Ardipithecus ramidus* Skull and Its Implications for Hominid Origins

Gen Suwa,^{1*} Berhane Asfaw,² Reiko T. Kono,³ Daisuke Kubo,⁴ C. Owen Lovejoy,⁵ Tim D. White⁶

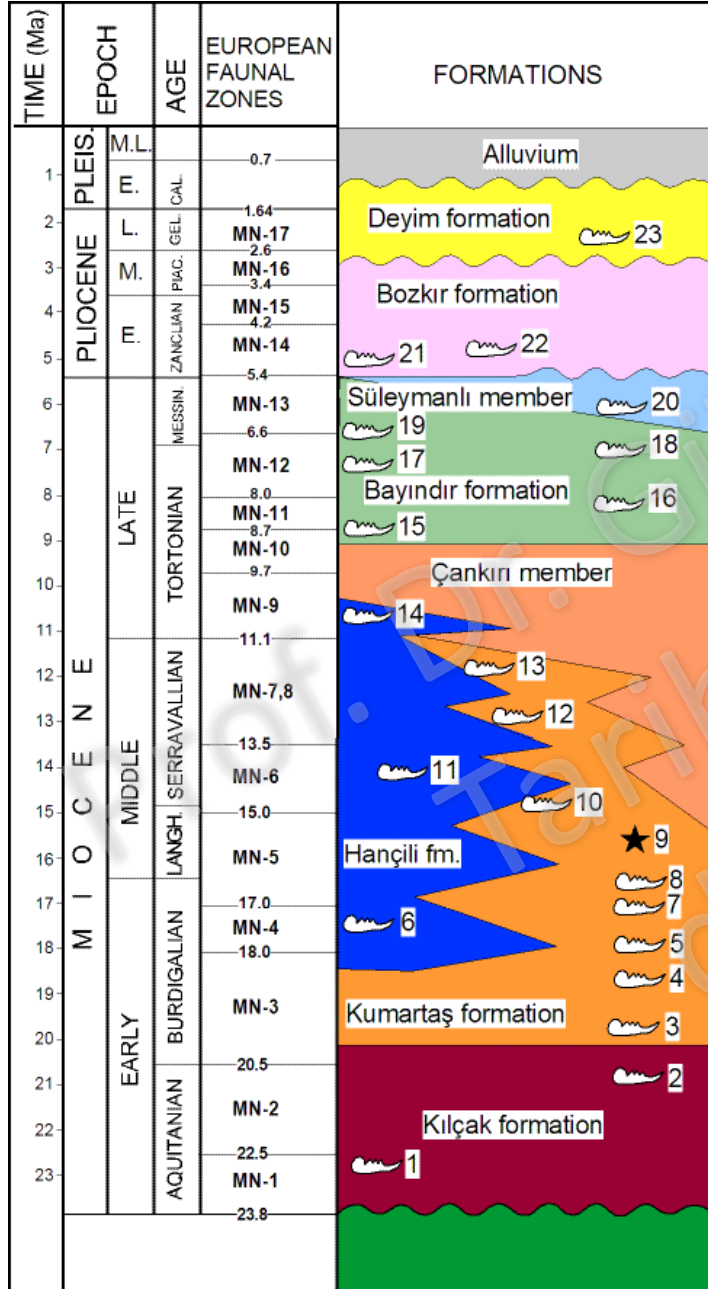
The highly fragmented and distorted skull of the adult skeleton *ARA-VP-6/500* includes most of the dentition and preserves substantial parts of the face, vault, and base. Anatomical comparisons and micro-computed tomography-based analysis of this and other remains reveal pre-*Australopithecus* hominid craniofacial morphology and structure. The *Ardipithecus ramidus* skull exhibits a small endocranial capacity (300 to 350 cubic centimeters), small cranial size relative to body size, considerable midfacial projection, and a lack of modern African ape-like extreme lower facial prognathism. Its short posterior cranial base differs from that of both *Pan troglodytes* and *P. paniscus*. *Ar. ramidus* lacks the broad, anteriorly situated zygomaxillary facial skeleton developed in later *Australopithecus*. This combination of features is apparently shared by *Sahelanthropus*, showing that the Mio-Pliocene hominid cranium differed substantially from those of both extant apes and *Australopithecus*.

Prof. Dr. Gulol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Ege Bölgesinde Geç Senozoyik K-G genişlemeli tektonik için önerilen modeller



Çankırı Havzası batısı



- 23: Sarıkaya
- 22: Kavrurca
- 21: Tepealagöz
- 20: Süleymanlı
- 19: Steel door factory
- 18: Çankırı Cemetery
- 17: Traffic Police station
- 16: Corakyerler
- 15: Tuğlu
- 14: Çapar
- 13: Mahmutlar
- 12: Gökçeören
- 11: Hıdırlık
- 10: Çandır
- 9: Çaparkayı (15.7 Ma K-Ar)
- 8: Karakoçuş
- 7: Hisarcık
- 6: Hançili
- 5: Şemsettin
- 4: Babaş
- 3: Kumartaş
- 2: Sülüklü göl
- 1: Kılçak





Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 210-219



ELSEVIER

Quaternary Science Reviews 23 (2004) 2271–2282



Viewpoint

Defining the Quaternary

Brad Pillans^{a,*}, Tim Naish^b

^aResearch School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra ACT0200, Australia

^bInstitute of Geological & Nuclear Sciences, P.O. Box 30 368, Lower Hutt, New Zealand

Received 19 March 2004; accepted 22 July 2004

Abstract

The Quaternary System is under threat of extinction as a chronostratigraphic unit in the international Geological Time Scale. In its place, the Neogene System (previously comprising Miocene and Pliocene Series), is to be extended to include the Pleistocene and Holocene Series. It may be possible to “save” the Quaternary by defining it as a Subsystem of the Neogene. In doing so, it would be an opportune time to extend the base of the Quaternary to 2.6 Ma to encompass the time during which (1) Earth’s climate has been strongly influenced by bi-polar glaciation, and (2) the genus *Homo* first appeared and evolved.

© 2004 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Kuvaterner Devri

Prof. Dr. Grol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Kuvaterner Devri

Kuvaterner 2.6 My ile Günümüz arasını kapsar. Pleyistosen ve Holosen dönemlerine ayrılmıştır.

Pleyistosen: 2.6 My-11.700y

Holocene: 11.700-Günümüz.

Bu devirde insanlaşma, insanın evrimi yer alır.

Antartika 30 My önce buzulların altında kalmış olmasına rağmen, Arktik'te buzul gelişimi Kuvaternerde olmuştur.

Kuvaternerde soğuk fazlar (buzullaşma) ve ılık fazlar (buzul arası dönemler) birbirini izler.

Kuvaterner buzul çağının son ılık dönemi Holosen olarak bilinmektedir.

Kıtalar bugünkü pozisyonlarına Kuvaterner'de erişmiştir.

Kuvaterner diğer jeolojik devir'lere göre kısadır.

Kuvaterner karasal ortam çoklu buzul ilerlemelerinden etkilenmiştir. Flora ve fauna bu durumdan etkilenmiş, ayrıca deniz seviyesi değişimlerini yaratmıştır. Bu durum kara köprüleri yaratarak insan, hayvan ve bitkilerin yayılımını etkilemiştir.

Daha önce meydana gelen 5 büyük toplu yokolmanın bir benzeri insanların baskın hale gelmesi ve endüstrileşme ile başlatılmış bulunmaktadır.

Linyit madeninden
üst Pliyosen
tabakalarında
yaprak fosilleri

Kuvaterner'de insansılar
tüm gezegene yayıldılar.
solda **H. neanderthalensis**
50.000y önce; sağda mağara
resimleri Cueva de las Manos
Arjantin.

Okyanuslara silikat salınımının
fazlalaşması ile denizel plankton
lar içindeki **diatom**ların önemi
artmıştır. Bu olay Senozoyikte
Himalaya ve Alplerin oluşması ile
erozyonun artmasına ve otluk
alanların gelişmesinin erozyon
biçiminin değiştirmesine
bağlanmaktadır.

Glyptodon cinsinin dev (3m)
armadillosu Güney Amerikada
oldukça yaygındı.
Pleyistosen sonunda yok
olmuştur.

Smilodon cinsi
kılıç-dişli kedigiller
Pleyistosen'de kuzey
Amerika'da yaygındı.
20cm uzunluğundaki
dişler büyük memeli
leri avlamakta kullanı
lıyordu.
Smilodon fatalis
yaklaşık
12.000 yıl önce
yok olmuştur.

EXTINCT PRIMATES

Humans are among more than 200 species of primates living on Earth today — one of the latest products of a long history of primate evolution. But over the past 65 million years, many now-extinct primate species flourished around the world. As groups adapted to different environments, they began to acquire features and abilities that persist in many of their varied descendants, including ourselves.

The evolution of the primates is written in the fossil record. Each of the five fossil species displayed below the mural (right) is representative of the primates living at a particular moment over the past 56 million years. Together, these examples reveal the development of features that are characteristic of living primates — for instance, grasping hands and feet, relatively large brains and keen eyesight.



İnsanlaşma

Filojenetik olarak şempanzelerin ataları ile insanların ataları 6.5-5.5 My önce ayrıldılar.

İnsanlar bugün yaşayan 200 den fazla türü olan primatlar arasında olup, primat evriminin son ürünlerinden biridir.

65 Milyon yıllık geçmişte, şimdi yokolmuş birçok primat türü tüm dünyada ortaya çıkmıştır.

Farklı ortamlara uyum sağlayan gruplar olarak, bazı özellikler ve beceriler kazanmaya başladılar. Bu özellik ve beceriler bizler de dahil olmak üzere çeşitlenmiş nesillerde kalıcı olmuştur.

Primatların evrimi fosil kayıtlarında bulunmaktadır.

Yanda yer alan 5 fosil türü (*Plesiadapis cookei*, *Notharctus tenebrosus*, *Aegyptopithecus zeuxis*, *Proconsul heseloni*, *Sivapithecus Sivalensis*) 56 Milyon yıllık zaman içinde yaşamış primatların temsilcileridir.

Hepsi birlikte ele alındığında, yaşayan primatların tipik özelliklerinin geliştiği görülmektedir.

Örneğin tutunabilen eller ve ayaklar, görelî büyük beyin ve keskin görüş.

Foto ve tercüme: G. Seyitoğlu

American National History Museum NY



LOOK UP IN 3000



Which animal is more closely related to humans, the chimp or the frog?



Chimpanzee
Pan troglodytes



Human
Homo sapiens



Gallus gallus
Gallus gallus

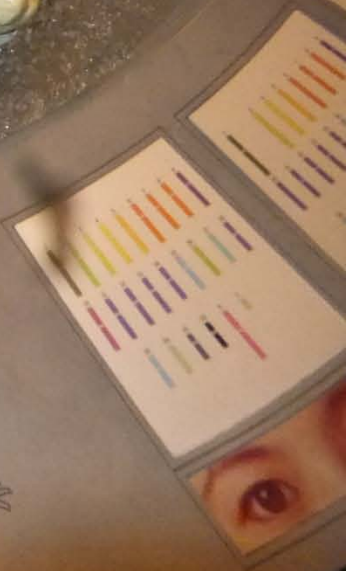


Foto : G. Seyitoğlu
American National History Museum NY

İnsanlaşma insanların (*Homo*) biyolojik ve kültürel gelişimini ifade etmektedir. En eski insansı (*hominid*) fosil, Çad'da ve Doğu Afrikada bulunanlardır.

İnsan ve şempanze arasındaki geçiş fosili *Sahelanthropus* 2002 yılında Çad'da bulunmuştur.

Brunet et al. 2002. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature* **418**, 145-151 (11 July 2002) | doi:10.1038/nature00879; Received 13 March 2002; Accepted 27 May 2002

Diğer hominid cinsi *Ardipithecus* Etiyopya'da bulunmuş ve 4.4-5.8 My olarak tarihlenmiştir.

Suwa, G., Asfaw, B., Kono, R. T., Kubo, D., Lovejoy, C. O., White, T. D. 2009. *The Ardipithecus ramidus skull and its implications for hominid origins*. *Science*, 326 (5949): 68e1-68e7.

Australopithecin'ler 3.5-1.8 My arasında yaşamış soyu tükenmiş bir insansı grubudur. Çoğunlukla geniş çayırlarda bozkırlarda ve çalılıklarda, su kenarlarındaki orman şeritlerinde yaşarlardı. Çoğu australopithecineler iki ayak üzerinde yürümelerine rağmen hala düzenli olarak ağaçlara tırmanıyorlardı. Austropithecin'ler 2 cinse ayrılır. **Australopithecus "Gracile"** – daha çok etle beslenen ve **Paranthropus "Robust"**-daha çok bitki ve kökle beslenen.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Australopithecus afarensis parçaları iskeletin tamamlanmış hali (Lucy). Hadaf Etiyopya'da bulunmuş fosil 3.2 My yaşındadır.



Foto : G. Seyitoğlu
American National History Museum NY

Volkanik küllerde *Australopithecus*
ayak izi, Laetolil, Tanzania (yakl. 3 My)

Şempanze

Australopithecus afarensis

Lucy

Australopithecus africanus'a ait iyi tırmanmaya yarayan ayırık başparmak

Güçlü kıvrık parmaklar



Üst kol – üst bacak kemiği karşılaştırması

Homo cinsinin ilk temsilcileri (*Homo habilis* ve *Homo rudolfensis*), olasılıkla australopithecin'lerden yaklaşık 2-3 My önce türemiştir.

Bu türlere ait kafatasları australopithecin'lere daha hafiftir, daha küçük üst ve alt dişler bulundurur, fakat beyin hacmi daha büyüktür.

Homo erectus, Homo rudolfensis'ten gelişmiş ve cinsinin ateş kullanan ve Afrika dışına çıkan ilk üyesidir.

Australopithecus africanus 'dan ilk homo'ya ve Homo erectus'a ait kafatasları incelendiğinde evrim sürecinde beyin hacminin arttığı ve yüzün düzleştiği görülmektedir.

2015

Homo naledi, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa

Lee R Berger^{1,2*}, John Hawks^{1,3}, Darryl J de Ruiter^{1,4}, Steven E Churchill^{1,5}, Peter Schmid^{1,6}, Lucas K Deleuzene^{1,7}, Tracy L Kivell^{1,8,9}, Heather M Garvin^{1,10}, Scott A Williams^{1,11,12}, Jeremy M DeSilva^{1,13}, Matthew M Skinner^{1,8,9}, Charles M Musiba^{1,14}, Noel Cameron^{1,15}, Trenton W Holliday^{1,16}, William Harcourt-Smith^{1,17,18}, Rebecca R Ackermann¹⁹, Markus Bastir^{1,20}, Barry Bogin^{1,15}, Debra Bolter^{1,21}, Juliet Brophy^{1,22}, Zachary D Cofran^{1,23}, Kimberly A Congdon^{1,24}, Andrew S Deane^{1,25}, Mana Dembo^{1,26}, Michelle Drapeau²⁷, Marina C Elliott^{1,26}, Elen M Feuerriegel^{1,28}, Daniel Garcia-Martinez^{1,20,29}, David J Green^{1,30}, Alia Gurtov^{1,3}, Joel D Irish^{1,31}, Ashley Kruger¹, Myra F Laird^{1,11,12}, Damiano Marchi^{1,32}, Marc R Meyer^{1,33}, Shahed Nalla^{1,34}, Enquye W Negash^{1,35}, Caley M Orr^{1,36}, Davorka Radovic^{1,37}, Lauren Schroeder^{1,19}, Jill E Scott^{1,38}, Zachary Throckmorton^{1,39}, Matthew W Tocheri^{40,41}, Caroline VanSickle^{1,3,42}, Christopher S Walker^{1,5}, Pianpian Wei^{1,43}, Bernhard Zipfel¹

Abstract *Homo naledi* is a previously-unknown species of extinct hominin discovered within the Dinaledi Chamber of the Rising Star cave system, Cradle of Humankind, South Africa. This species is characterized by body mass and stature similar to small-bodied human populations but a small endocranial volume similar to australopiths. Cranial morphology of *H. naledi* is unique, but most similar to early *Homo* species including *Homo erectus*, *Homo habilis* or *Homo rudolfensis*. While primitive, the dentition is generally small and simple in occlusal morphology. *H. naledi* has humanlike manipulatory adaptations of the hand and wrist. It also exhibits a humanlike foot and lower limb. These humanlike aspects are contrasted in the postcrania with a more primitive or australopith-like trunk, shoulder, pelvis and proximal femur. Representing at least 15 individuals with most skeletal elements repeated multiple times, this is the largest assemblage of a single species of hominins yet discovered in Africa.

DOI: [10.7554/eLife.09560.001](https://doi.org/10.7554/eLife.09560.001)

<http://www.sozcu.com.tr/2016/dunya/bilim-insanlarindan-tarihi-degistirecek-kesif-1530198>

A Complete Skull from Dmanisi, Georgia, and the Evolutionary Biology of Early *Homo*

David Lordkipanidze,^{1*} Marcia S. Ponce de León,² Ann Margvelashvili,^{1,2} Yoel Rak,³ G. Philip Rightmire,⁴ Abesalom Vekua,¹ Christoph P. E. Zollikofer^{2*}

The site of Dmanisi, Georgia, has yielded an impressive sample of hominid cranial and postcranial remains, documenting the presence of *Homo* outside Africa around 1.8 million years ago. Here we report on a new cranium from Dmanisi (D4500) that, together with its mandible (D2600), represents the world's first completely preserved adult hominid skull from the early Pleistocene. D4500/D2600 combines a small braincase (546 cubic centimeters) with a large prognathic face and exhibits close morphological affinities with the earliest known *Homo* fossils from Africa. The Dmanisi sample, which now comprises five crania, provides direct evidence for wide morphological variation within and among early *Homo* paleodememes. This implies the existence of a single evolving lineage of early *Homo*, with phylogeographic continuity across continents.

plane a nearly vertical orientation, whereas the nuchal plane is only moderately inclined (21°) relative to the Frankfurt horizontal (FH) plane. The occipital transverse torus is ruggedly built, and the nuchal region is deeply sculpted. A bilaminar crest linking inion with opisthion suggests a strong nuchal ligament. The mastoid processes are large and steeply inclined medially. Their inferior portion is compressed mediolaterally to form a distinctive flange-like structure that extends posteriorly. Overall, cranial superstructures of D4500 are massive and more prominent than in the other Dmanisi individuals, suggesting that it represents a male.

Temporal Bones and Cranial Base

The right zygomatic arch exhibits in vivo deformation indicating a healed but displaced multiple fracture behind the masseteric origin. The left temporomandibular joint (TMJ) as well as the left mandibular condyle bear evidence of degenerative arthritic deformation. The right TMJ and left zygomatic arch are unaffected by pathol-

Brief Communication: First *Homo erectus* from Turkey and Implications for Migrations into Temperate Eurasia

John Kappelman,^{1*} Mehmet Cihat Alçiçek,² Nizamettin Kazancı,^{3,4} Michael Schultz,⁵ Mehmet Özkul,^{2,4} and Şevket Şen⁶

¹Department of Anthropology, The University of Texas, Austin, TX

²Department of Geological Engineering, Engineering Faculty, Pamukkale University, Denizli, Turkey

³Department of Geological Engineering, Engineering Faculty, Ankara University, Ankara, Turkey

⁴JEMIRKO, Turkish Association for Protection of Geological Heritage, Ankara, Turkey

⁵Zentrum Anatomie der Georg-August-Universität, Göttingen, Germany D-37075

⁶Laboratoire de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France



ELSEVIER

Earth and Planetary Science Letters 300 (2014) 8–18

Contents lists available at ScienceDirect

Earth and Planetary Science Letters

www.elsevier.com/locate/epsl



Dating the *Homo erectus* bearing travertine from Kocabaş (Denizli, Turkey) at least 1.1 Ma



Anne-Elisabeth Lebatard^{a,*}, M. Cihat Alçiçek^b, Pierre Rochette^a, Samir Khatib^c, Amélie Vialet^d, Nicolas Boulbes^e, Didier L. Bourlès^{a,*}, François Demory^a, Gaspard Guipert^f, Serdar Mayda^g, Vadim V. Titov^h, Laurence Vidal^a, Henry de Lumleyⁱ

^aAix-Marseille Université, CNRS-IRD-Collège de France, UMR 34 CEREGE, Technopôle de l'Environnement Arbois-Méditerranée, BP80, 13545 Aix-en-Provence, France

^bDepartment of Geology, Pamukkale University, 20070 Denizli, Turkey

^cLaboratoire départementale de Préhistoire du Lazaret, Conseil Général des Alpes-Maritimes, UMR 5198 CNRS, Parc de la Villa La Côte, 33 bis, boulevard Franck Pilatte, 06300 Nice, France

^dDépartement de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 7194 du CNRS, Institut de Paléontologie Humaine, 1 rue René Panhard, 75013 Paris, France

^eEPCC, Centre Européen de Recherches Préhistoriques, Avenue Léon-Grégory, 66720 Tautavel, France

^fAntenne de l'Institut de Paléontologie Humaine, CEREGE, Technopôle de l'Arbois, Mémentum Villemain, BP80, 13545 Aix-en-Provence, France

^gNatural History Museum, Ege University, 35100 Bornova, Izmir, Turkey

^hInstitute of Arid zones SSC RAS, Chekhov str., 41, Rostov-on-Don, Russia

ⁱInstitut de Paléontologie Humaine, Fondation Albert 1er, Prince de Monaco, 1, Rue René Panhard, 75013 Paris, France

Beynin daha büyümesi *Homo erectus*'tan *Homo heidelbergensis*'e ve ardından Avrupada *Homo neanderthalensis*'e evrilmeye yaklaşık 800.000 yıl önce neden olmuştur.

Homo sapiens, Homo erectus neslinin Afrikada kalan üyelerinden gelişmiştir.

Homo sapiens daha büyük kafatası ve daha küçük çığneme uzuvları, beyinde işitme ve görmeye ait daha büyük bölgeler, ile tüm primatlardan ve diğer türlerden ayrılır.

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları



Turkana Boy , Erken Pleyistosen'e ait tamamı ender olarak bulunan fosillerden biridir.

1.5-1.6 My arasında yaşamıştır. Homo erectus olarak sınıflandırılır.

Kalça şeklinden bir erkek olduğu anlaşılmıştır.

1984 yılında Richard Leakey'in takımından , Kamoya Kimeu tarafından Nariokotome de (Turkana Gölü yakınlarında) bulunmuştur.

OUR FAMILY TREE

Humans are the only remaining descendants of a once-varied family of primates called hominids. In different places over the past two or seven million years, groups of early hominids adapted to their habitats and many distinct species emerged — including some that lived simultaneously. Most of these species became extinct, and only one — modern humans, *Homo sapiens* — ultimately survived and flourished.

Since the first hominid fossil was recognized in 1856, thousands of others representing many distinct species have been discovered. Using an array of techniques to analyze these fossils, paleoanthropologists continually develop a better understanding of the history of human evolution, represented here as a "family tree." New fossil finds and new technologies promise to refine the tree even further.



READING THE TREE
 The diagram in front of you depicts one hypothesis of nearly seven million years of hominid evolution. Each skull or skull fragment represents a distinct species.

Hominid evolution



7.0 mya 6.0 5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0

Representative genera

- *Sahelanthropus*
- *Orrorin*
- *Ardipithecus*
- *Australopithecus/Paranthropus*
- *Kenyanthropus*
- *Homo*
- Chimpanzee-human last common ancestor

CH-LCA?

S. tchadensis



Ar. kadabba

O. tugenensis



Au. anamensis

Ar. ramidus



K. platyops



Au. afarensis



Au. africanus



P. aethiopicus



Au. sediba

Au. garhi



P. robustus



P. boisei



H. habilis



H. ergaster



H. neanderthalensis

H. heidelbergensis



H. sapiens



H. erectus

H. floresiensis



◀ Miocene Pliocene Pleistocene Holocene ▶



Human skull
1.8 million years old
Olduvai Gorge, Tanzania

Human jawbone
1.8 million years old
Olduvai Gorge, Tanzania

early TOOLS

Around 2.5 million years ago, something new appears in the record: stone tools. These early tools are not much to look at—just sharp-edged flakes of rock. Yet their appearance marks a major advance in human evolution. They signal the beginnings of basic technological thought, as our ancient relatives needed insight into which stones made better tools and how best to knock off cutting flakes. Having tools to cut meat from animal bones also opened up new possibilities for these hominids in their struggle for survival.



USE-POLISHED HORN CORE
1.8–1.6 million years old
Swarthans, South Africa

SHARP FLAKE
1.8 million years old
Olduvai Gorge, Tanzania

TOOLS FROM OLDUVAI GORGE

Scientists named the most primitive kind of stone tool after Olduvai Gorge, Tanzania, where many such implements had been found. Most of these tools seem to have been simple sharp-edged flakes knocked off larger stone "cores." Many cores were also used as tools.



SCRAPER



END CHOPPER AND FLAKES



CHOPPER
1.8 million years old
Olduvai Gorge, Tanzania



Daily life,
1.8 million years ago
Making their home on the open grassland of southern Africa, early members of the species *Paranthropus robustus* may have used the interiors, or cores, of antelope horns (above) as tools. Several hominids can be seen in this image digging with such tools.

HOW TO MAKE A STONE TOOL

Turning an unformed stone into a sharp tool requires hitting the stone at just the right angle and in just the right location.



1. Using a hammerstone, strike the surface of a rock at an angle to remove a flake.

2. Turn the rock so the breaker's surface faces up, and strike again to leave a sharp edge and a flake that can be further shaped for different uses.

OLDUVAI TOOLS

MUSEUM OF NATURAL HISTORY

AMNH 96/1079

Paleolitik Çağ 2.6 My önce basit taş aletlerin kullanılması ile başlar. Erken Paleolitik'te insanlar ateşi kullanmayı, Orta Paleolitik'te kullandıkları aletleri geliştirmeyi (el baltaları) başardılar. Geç Paleolitik'te keskin aletler ve sanat eserleri ürettirler.



Foto : G. Seyitoğlu
American National History Museum NY

Paleolitik Çağ **2.6 My önce** basit taş aletlerin kullanılması ile başlar. Erken Paleolitik'te insanlar ateşi kullanmayı, Orta Paleolitik'te kullandıkları aletleri geliştirmeyi (el baltaları) başardılar. Geç Paleolitik'te keskin aletler ve sanat eserleri ürettiler.

Holosen ılık döneminde yaklaşık **11.700 yıl önce** ormanlık alanlar arttı. Yeni avlanma teknikleri geliştirmek durumunda kaldılar. Ok ve yay'ı geliştirdiler.

Hayvan yetiştirme ve tarım Neolitik çağında 13.000 yıl önce Mezopotamya'da, 7.500 yıl önce Avrupa'da gelişti. Metal kullanımının yaygınlaşması ile 4.200 yıl önce Bronz çağına geçildi.

UDK 903.6(560.8)"633/634":636.01
Documenta Praehistorica XXXVII (2010)

Göbekli Tepe – the Stone Age Sanctuaries. New results of ongoing excavations with a special focus on sculptures and high reliefs

Klaus Schmidt

Deutsches Archäologisches Institut, Orient-Abteilung, Berlin, DE
kls@orient.dainst.de

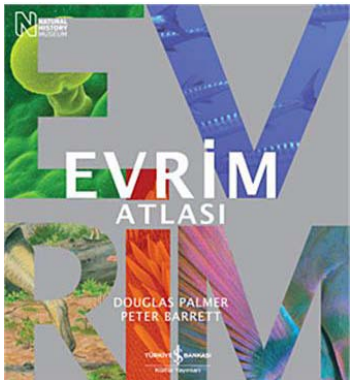
Göbekli Tepe
Stonehenge'den 7000
Piramitlerden 7500 yıl daha eski

ABSTRACT - The transition from non-food producing to farming societies first took place during the Pre-Pottery Neolithic (PPN) of the Near East. It happened immediately after the end of the Pleistocene, between the 10th to the 8th millennium BC. One of the main questions that have exercised the minds of generations of archaeologists is why people first gave up a hunting and gathering way of life and start to domesticate plants and animals. In other words, why did the Neolithic Revolution take place? The new discoveries at Göbekli Tepe have turned up evidence for explanations that differ from the generally accepted wisdom on this issue.

Göbeklitepe

Fotoğraflar G.Seyitoğlu





Evrim Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 220-247

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları