

# Planktonik Foraminiferlerin Gelişimi ve Paleotemperatür (\*)

WILLIAM E. FRERICHS, University of Wyoming, U.S.A.

Çeviri : Mehmet SAKINÇ, İ.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Bölümü

## Summary

The evolution of planktonic foraminifera since the Jurassic is characterized by an alternation of periods of extinction and radiation. Such a pattern can be closely correlated to the isotopic paleotemperature curves for the last 150 m.y., which are also cyclic in nature. Warm intervals on the paleotemperature curve have been characterized by radiation and the old intervals such as that of today, have been characterized by extinctions of genera of planktonic foraminifera.

## Özet

Planktonik foraminiferlerin gelişimi Jura devrinden beri meydana gelen yok olma devreleri ve yeniden meydana gelme değişkenlikleriyle karakterize edilmiştir. Son 150 m.y. da isotopik paleotemperatür eğrileri tabiattaki gibi periyodik olup, yukarıda belirtilen durumla yakinen ilişkilidir. Paleotemperatür eğrilerinin ılık periyotları gelişimi karakterize ettiği gibi, soğuk periyotlar planktonik foraminifer cinslerinin yok oluşlarıyla karakterize edilmiştir.

## Giriş

Dünya tarihi, kontinental blokların periyodik olarak yükselmesine ve çökmesine neden olan büyük tektonik olaylarla karakterize edilmiştir (FRERICHS, 1970).

Tektonik devirselliğin sonucunda iklim değişikliklerinin neden olduğu, okyanusların yüzey sularında meydana gelen ısı değişikliğindeki boyutlar (EMILLIANI, 1966) açıklanan sonuçlara uymaktadır.

İkinci zaman sonlarına doğru özellikle Kretase devrinde yoğun olarak yaşayan planktonik foraminiferlerin gelişiminde okyanusların yüzey sularında meydana gelen ısı değişiklikleri ile jeotektonik olaylar arasında karşılıklı ilişki önemli rol oynamaktadır (BERGGEN, 1969; CIFELLI, 1969).

## PLANKTONİK FORAMİNİFERLERİN GELİŞİMİNİN ANA HATLARI

Planktonik foraminiferler, yeryuvarında oluşan ısı farklılıklarını belirten çok önemli organizmalardır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, özellikle bu grubun gelişimi ve stratigrafik dağılımı hakkında bizlere geniş bilgiler vermiştir. Isının, bu grubun dağılımını kontrol edici çevresel bir faktör olduğu şüphe götürmez bir özelliktir. Pelajik organizmaların okyanusların yüzey sularındaki ısı değişikliklerine olan hassasiyetleri nedeniyle oluşan yer değiştirmeleri, Pleistosen devrinde meydana gelen iklim değişiklikleriyle kontrol edilebilir. Bu organizmaların gelişiminde ve dağılımında daha değişik faktörler rol oynarsada, karakterlerdeki büyük değişiklikler ısıya bağlı olarak oluşur.

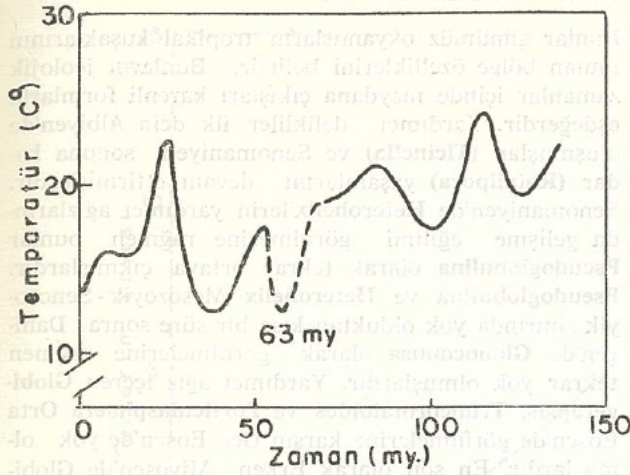
Kraterse'den Güncel'e kadar ısı eğrisinde dört büyük ana ılık periyod saptanmıştır (EMILLIANI, 1966). Bu periyotlar; Apsiyen-Orta Albiyen, Turoniyen - Kampaniyen, Paleosen-Orta Eosen ve Geç Oligosen-Orta Miyosen dir (Şekil 1). Arada bulunan periyotlar ise çok soğuk ısı bazan de buzullaşma ile karakterize edilir.

Sıcak periyotlarda Planktonik foraminiferlerin yeniden var oluşları ve soğuk periyotlarda bunların tekrar yok olmaları ısıyla yakında ilişkilidir. Bu nedenle paleotemperatür ile bu foraminiferlerin gelişimleri arasında direkt bir bağlantının varlığı kesinlik kazanmış olur.

Planktonik foraminiferlerin jeolojik zaman içinde zaman zaman görülmeleri ve yok olmaları yukarıdaki hipotezin doğruluğunu kanıtlayan en iyi methodur.

Bunu belirlemek için Jurasikten günümüze kadar olan zaman 21 devire bölünmüştür ve bu organizma cinslerinin ortaya çıkışları ve yok olmaları herbir devir için işaretlenmiştir (Şekil 2). Foraminiferlerde büyük yok oluş devreleri Senomaniyen ve Maestrih-

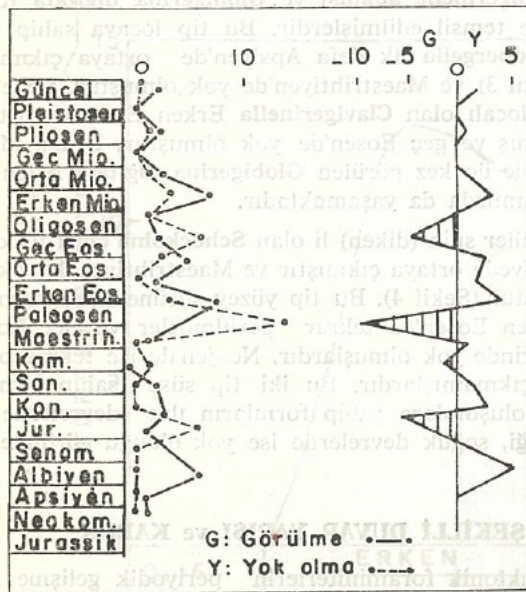
(\*) Frerichs, W.E. 1970. Paleobotany, Paleotemperature and Tectonism, Geol. Soc. Amer. Bull. 81: 3445-3452. den çevrilmiştir.



Şekil 1 : Son 150 my. ı içeren isotopik Paleotemperatürler (Emilliani, 1966)

tiyededir. Ancak bu yok oluşun en yoğun şekli Maestrihtiyen sonunda görülür ve Eosen sonundan Oligosen başına kadar olan devreleride kapsar. Miyosen sonundan günümüze kadar olan periyodlar generik olarak yok olma devreleri değildir. Buna rağmen bu devrelerde planktonik foraminifer cinslerinin görünümünde bir azalma gözlenir.

Apsiyen ve Albiyen devrindeki ılık periyodlar ilk büyük planktonik foraminifer gelişimini belirler. Diğer büyük gelişimler, Turoniyen-Koniasiyen, Paleosen sonunda Orta Eosen'e ve Miyosen başından Miyosen ortasına kadar devam eder. Santoniyen'de bu organizmaların yok oluşlarına karşılık bir periyod gözlenmişse de bu okadar önemli değildir.



Şekil 2 : Planktonik foraminiferlerin görülme ve yok olmalarının gelişimi.

Özetle şunu söyleyebiliriz, planktonik foraminiferlerin gelişleri sıcak periyodların karakteristiğidir. Bu formların gelişlerinin en parlak devirleride bunların yok oluş devresini takip eden zamandır. Ayrıca bu organizmaların gelişimindeki patlamalar, soğuk periyodlara rastlayan yok oluşumlardan evvel meydana gelmiş ve ekolojik geçişlerin sonucu olarak oluşmuştur.

## PLANKTONİK FORAMİNİFER GELİŞİMİNDEKİ MODELLER

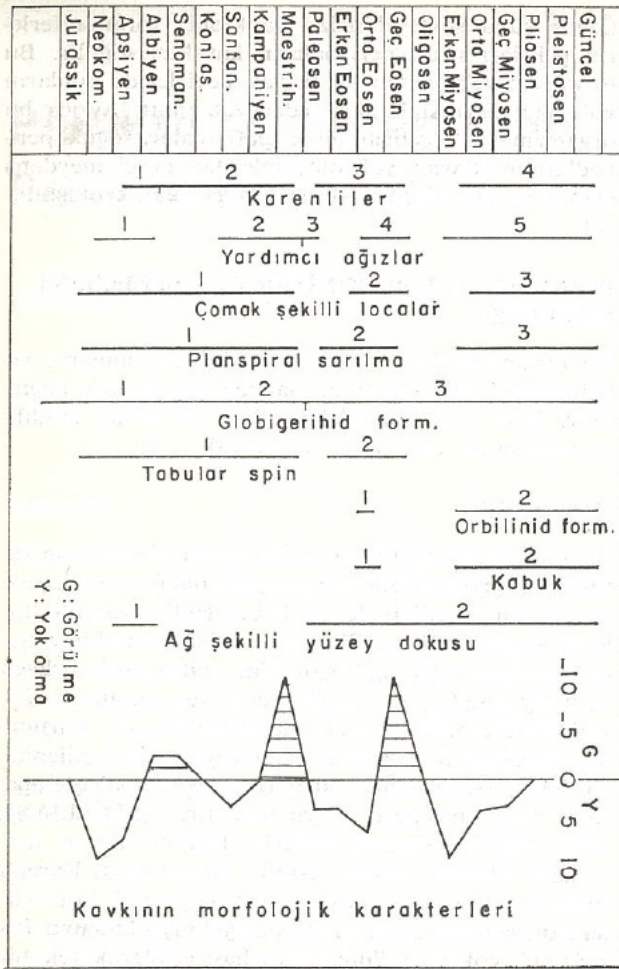
Bu foraminiferlerin kavkı morfolojileri bunların gelişimindeki devirselliği açıklaması bakımından önemlidir. Bazı kabuk morfolojilerinin ve kabuk modifikasyonlarının dağılımını açıklarsak,

## KARENLER

Bu oluşumlar, planktonik foraminiferlerin tropikal türlerinin günümüzde de mevcut olanlarının karakteristik bir özelliği olarak kabul edilir. Karenli türlerin genel dağılımı, Ekvator merkezli dar bir kuşağın varlığını belirtir. Bu özelliğe sahip fosil türlerin belirttiği bu kuşağın genişlemesi ve daralması Paleoklimatik belirleyici olarak kullanılır. Bu duruma örnek, Geç Kretase ve Senozoyik için verilebilir (BANDY, 1960b, 1967). Bu görüş,  $O^{18}/O^{16}$  paleotemperatür tanımına göre doğrulanmıştır. (EMILLIANI, 1966). Böylece karanli türlerin dağılımı ile ısı arasındaki ilişkinin varlığı kesinlik kazanmıştır. Karenli fonların bulunduğu kuşağın farklı genetik formlardan oluşan hatlardan meydana gelmiş olduğunu hazırlamak çok önemlidir. Isıya hassas olarak tek bir genetik form cevap vermez. Isıya cevap vererek gelişen karen oluşumudur. Şekil-3 ile Emilliani'nin ısı eğrisinin karşılaştırılması bize, ılık ısı ile değişik zamanlarda gelişen karanlerin arasında büyük bir uyumun bulunduğunu belirtir. Aynı durumu, soğuk ısı ile karenlerin yok olmaları arasındada görebiliriz.

Bu oluşumda iki farklı durum mevcuttur. Bunlardan ilki Senomaniyen - Turoniyen sınırındadır. Bu sınırda karenli formlar yok olmadıysada generik birimlerde bazı değişiklikler olmaya başlamıştır. Bu duruma göre, *Rotalipora*, *Praeglobotruncana* ve *Planomalina* Senomaniyen - Turoniyen sınırının altında bulunan karanli formlardır. Bu sınırın üstündeki formlar ise *Globotruncana* ve *Preglobotruncana* dır. *Rotalipora* ve *Planomalina* Senomaniyen'deki soğuk iklim şartlarından etkilenerek yok olmuşlardır. Bunlardan sadece *Preglobotruncana* Turoniyen-Senomaniyen'e kadar yaşamıştır.

Diğer önemli bir fasılada Neojen'de bulunmaktadır. Erken miyose devrinde gelişme gösteren karenli formların gelişimi günümüze kadar devam etmiştir. Karenli iki ana grup formu ki bunlardan Orta Miyosen'de gelişen *Globotruncana foshi* ile Erken Miyosen-Güncelde gelişen *G. menardii* grubudur. *G. foshi* grubu okyanusları yüzey sularının ısısı azaldığı vakit yok olmuştur. *G. menardii* grubu ise gelişmeye devam etmiştir ve Pleistocene kadar bu gelişimde herhangi bir değişiklik olmamıştır (Şekil-4).



Şekil 3 : Spiral sarımlı Planktonik foraminiferler ve bazı büyük grupların kavkılarındaki değişikliklerin Jeolojik devirler ile olan ilgileri. Gelişmenin önemli devreleri sayılarıyla gösterilmiş ve generik birimler aşağıda belirtilmiştir.

**KARENİLİLER** : 1 - Planomalina, Praeglobotruncana, Rotalipora; 2 - Globotruncana, Praeglobotruncana; 3 - Globorotalia, Truncorotaloides; 4 - Globorotalia. **YARDIMCI AĞIZLAR** : 1 - Rotalipora, Ticinella; 2 - Pseudoguembelina; 3 - Globoconusa; 4 - Globigerapsis, Porticulasphaera, Truncorotaloides; 5 - Globigerinoides, Praeorbulina. **ÇOMAK ŞEKİLLİ LOCALAR** : 1 - Clavibergella, 2 - Clavigerinella. 3 - Globigerina digitata, Globigerinella adamsi. **PLANSPIRAL SARILMA** : 1 - Globigerinelloides, Planomalina; 2 - Hantkenina, Pseudohastigerina; 3 - Globigerinella. **GLOBİGERİNİD FORM** : 1 - Gubkinella, Hedbergella; 2 - Rugoglobigerina; 3 - Candaina, Globigerina, Globigerinata, Globigerinoides, Globogadrina, Subbotina. **TABULAR SPİN (DİKEN)** : 1 - Schackoina; 2 - Hantkenina. **ORBULİNİD FORM** : 1 - Porticulasphaera, Orbulina, Praeorbulina. **KABUK** : 1 - Globigerina senni, Sphaeroidinellopsis. **AĞ ŞEKİLLİ YÜZEY DOKUSU** : 1 - Hedbergella washitensis; 2 - Globogadrina, Globigerinoides, Subbotina.

Bundan evvelki soğuk devrelerde olduğu gibi, Pliyosen'den beri karenli cinslerin azaldıkları ve günümüzdeki buzul devrinde de bunların yok olabileceği varsayılabilir.

## YARDIMCI DELİKLİLER

Bunlar günümüz okyanusların tropikal kuşaklarının ılıman bölge özelliklerini belirtir. Bunların jeolojik zamanlar içinde meydana çıkışları karenli formlarla eşdeğerdir. Yardımcı delikliler ilk defa Albiyen'de oluşmuşlar (**Ticinella**) ve Senomaniyen sonuna kadar (**Rotalipora**) yaşamlarını devam ettirmişlerdir. Senomaniyen'de **Heterohelix**'lerin yardımcı ağızlarında gelişme eğilimi görülmesine rağmen bunlar **Pseudoglobulina** olarak tekrar ortaya çıkmışlardır. **Pseudoglobulina** ve **Heterohelix** Mesozoyik-Senozoyik sınırında yok olduktan kısa bir süre sonra Daniyen'de **Globoconusa** olarak görülmesine rağmen tekrar yok olmuşlardır. Yardımcı ağız içeren **Globigerapsis**, **Truncorotaloides** ve **Porticulasphaera** Orta Eosen'de görülmesine karşın Geç Eosen'de yok olmuşlardır. En son olarak Erken Miyosen'de **Globigerinoides** ve **Praeorbulina** yardımcı ağızlı formlar olarak ortaya çıkmışlardır ve günümüze kadar da yaşamlarını sürdürmüşlerdir.

Emilliani'nin ısı eğrisi ile bu oluşumlar karşılaştırıldığında, yardımcı ağız oluşumlarının uygun bir ısının karakteristiği olduğu görülmektedir. Bu kaideye tek istisna Geç Miyosen'den günümüze kadar olan devredir. Bu devrenin karakteristik pozisyonu buzulanma olmasına rağmen, Yardımcı ağızlı formların sayıca az olmalarına karşın, bu oluşuma sahip formların günümüzde de yaşamalarıdır. Eğer zamanımızdaki bu buzul devresi devam ederse, karenli formlarda olduğu gibi, yardımcı ağıza sahip formlar yok olabilirler (Şekil 5).

## ÇOMAK ŞEKİLLİ LOCALAR VE

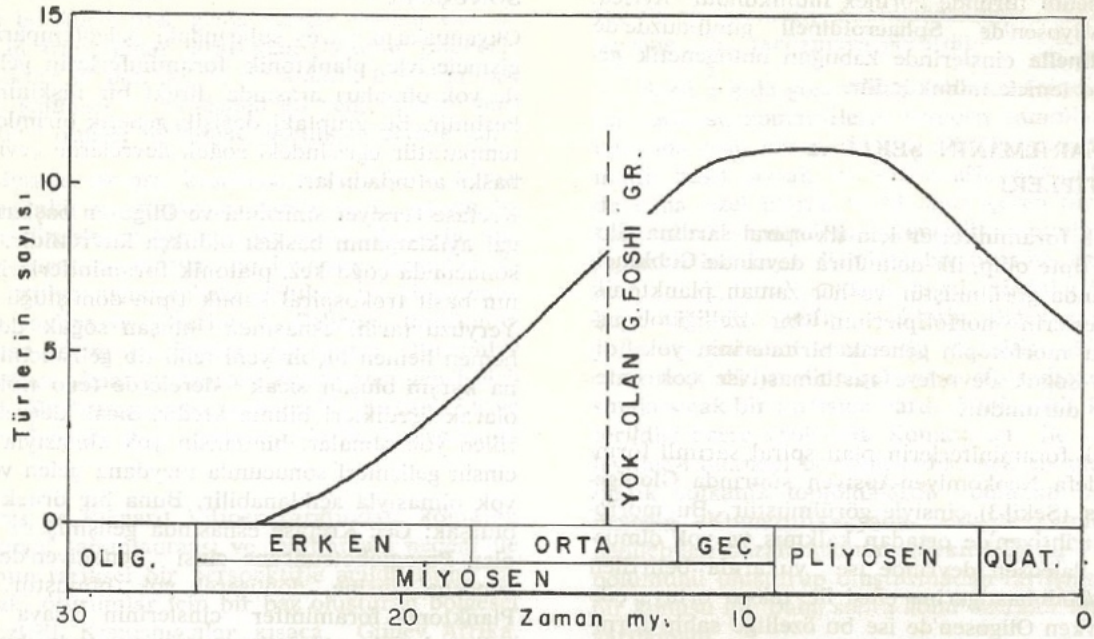
### TABULER SPİN (diken)ler.

Bu yapıya sahip formların yok olmaları her seferinde soğuk devrelere rastlamaktadır. Günümüz okyanuslarında çomak şekilli localara sahip formlar **Globigerinella adamsi** ve **Globigerina digitata** türleriyle temsil edilmişlerdir. Bu tip locaya sahip **Clavibergella** ilk defa Apsiyen'de ortaya çıkmıştır (Şekil 3) ve Maestrihtiyen'de yok olmuştur. Gene bu tip localı olan **Clavigerinella** Erken Eosen'de ortaya çıkmış ve geç Eosen'de yok olmuştur. Erken Miyosen'de üç kez görülen **Globigerina digitata** halen zamanımızda da yaşamaktadır.

Tabüler spin (diken) li olan **Schockoina** cinsi ilk defa Apsiyede ortaya çıkmıştır ve Maestrihtiyen'de yok olmuştur (Şekil 4). Bu tip yüzey süsüne sahip formlar Erken Eosen'de tekrar görülmüşler ve Geç Eosen devrinde yok olmuşlardır. Neojen'de ise tekrar ortaya çıkmamışlardır. Bu iki tip süse sahip formlar Bu oluşumlara sahip formların ılık devrelerde geliştiği, soğuk devrelerde ise yok olduğu görülmektedir.

### AĞ ŞEKİLLİ DUVAR YAPISI ve KABUK

Planktonik foraminiferlerin periyodik gelişme gösteren diğer iki karakteristiğinde ağ şekilli duvar yapısı ve kabuğun ontogenetik gelişimidir. Bu tip du-

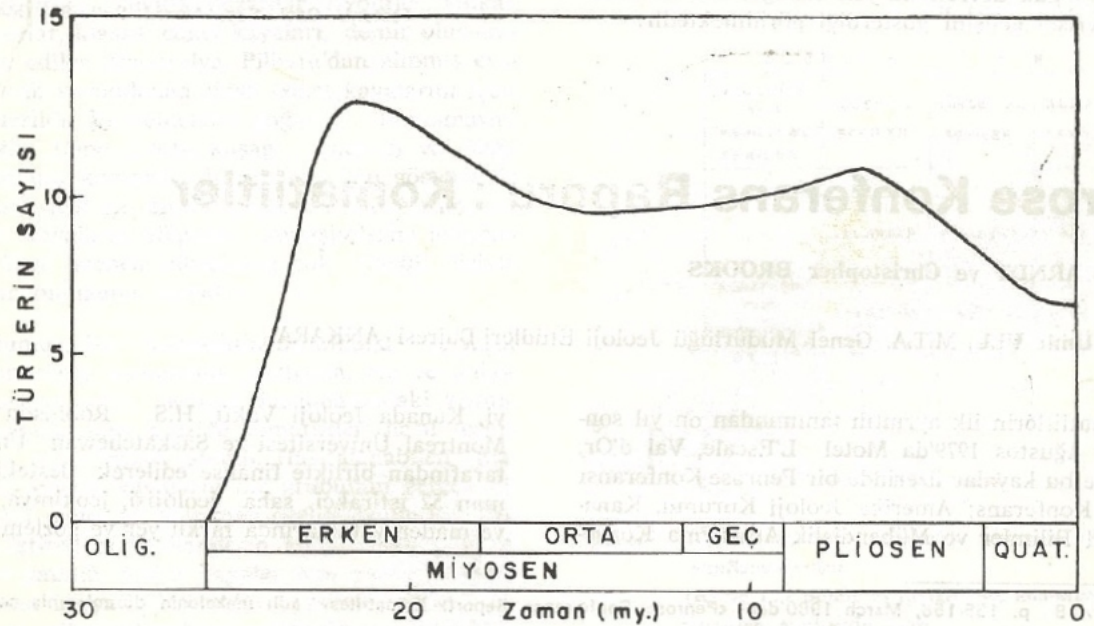


Şekil 4 : Neojendeki karenli *Globorotalia* türlerinin çokluk diyagramı.

var yapısına sahip olan formlar günümüz okyanuslarında ılık ve tropik kuşağın varlığını belirtir.

Bu tip duvar yapısına sahip olan *Globigerina washitensis* ilk defa Albiyen'de ortaya çıkmıştır ve Senomaniyen'de yok olmuştur (Şekil-3). Bu özelliklerin görüldüğü *Subbotina* genusu Daniyen'de ortaya çıkmış ve yaşamını Senozoyik süresince devam ettirmiştir. Neojen'de, yukarıda belirtilen karakterlere sahip iki cinsten biri olan *Globoquadrina* Geç Miyosen'den günümüze kadar Atlantik okyanusunda görülmeme-

sine rağmen, Pasifik okyanusu'nun ılıman yerlerinde halen yaşamını sürdürmektedir. Ancak, *Globigerinoides* (*G. conglobatus*, *G. sacculifer*) türleri Atlantik okyanusunda bu özelliklerini halâ sergilemektedirler. Bundan evvel bahsettiğimiz özellikler gibi, ağ şekilli duvar dokusuna sahip formlar soğuk devrelerde yok olmuşlar ve sıcak devrelerin başlangıcında tekrardan ortaya çıkmaya başlamışlardır. Planktonik foraminiferlerde kabuğun ontogenetik gelişimi ısı ile kontrol edilmiştir. Bu karakteristiği *Glo-*



Şekil 5 : Neojendeki yardımcı ağızlı planktonik foraminifer türlerinin çokluk diyagramı.

**bigerina senni** türünde görmek mümkündür. Ayrıca, Erken Miyosen'de **Sphaeroidinell** günümüzde'de **Sphaeroidinella** cinslerinde kabuğun ontogenetik gelişimini gözlemek mümkündür.

### SPİRAL SARILMANIN ŞEKLİ ve KAVKI TIPLERİ

Planktonik foraminiferler için ilk spiral sarılma **Globigerinin** tipte olup, ilk defa Jura devrinde **Gubkinella** genusunda görülmüştür ve her zaman planktonik foraminiferlerin morfortiplerinin bir özelliği olmuştur. Bu morfortipin generik birimlerinin yok olmalarının soğuk devrelere rastlaması ise çok enteresan bir durumdur.

Planktonik foraminiferlerin plan spiral sarımlı formları ilk defa Neokomiyen-Apsiyen sınırında **Globigerinelloides** (Şekil-3) cinsiyle görülmüştür. Bu morfortip, Maestrihtiyen'de ortadan kalkmış ve yok olmuştur. Geç Paleosen devrinde ise yukarıda belirtilen özellik **Pseudohastigerina** cinsi ile tekrar ortaya çıkmıştır. Erken Oligosen'de ise bu özelliğe sahip formlar yok olmuşlar, Erken Miyosen'de ise **Globigerinella** cinsiyle gelişmişlerdir. Bir çok kavkı karakteristiğinde olduğu gibi plan spiral sarılı içeren formlar soğuk devrelerde yok olurken, sıcak devrelerin bir karakteristiği olarak gelişmişlerdir.

Orbulinid kavkı tipine sahip formlar Senozoyik devrinde iki kat gelişme göstermişlerdir. İlk defa Orta Eosen'de **Porticulasphaea** ve **Globigerapsis** (Şekil-3) orbulinid kavkı tipine örnek olarak ortaya çıkmışlardır. Geç Eosen esnasında ise hüküm süren soğuk devrede yok olmuşlardır. Erken Miyosen devrinde gene bu kavkı tipine örnek olarak **Praeorbulina** ve **Orbulina** cinsleri ortaya çıkmış ve halen zamanımızda'da yaşamlarını sürdürmektedirler. Diğer kavkı şekillerinde aynı örnekleri görmek mümkün olup, bunların soğuk devrelerde yok olduğu, ılık devrelerde ise evrimsel gelişim gösterdiği görülmektedir.

### SONUÇLAR

Okyanusların yüzey sularındaki paleotemperatür değişimleriyle, planktonik foraminiferlerin gelişmeleri ile yok olmaları arasında direkt bir ilişkinin varlığı kesindir. Bu gruptaki değişik genetik birimler paleotemperatür eğrisindeki soğuk devrelerde çevresel bir baskı altındadırlar.

Kretase-Tersiyer sınırında ve Oligosen başlarında doğal ayıklamanın baskısı oldukça kuvvetlidir. Bunun sonucunda çoğu kez, platonik foraminiferlerin sayısının basit trokospiral kabuk tipin dönüştüğü görülür. Yeryüzü tarihi esnasında oluşan soğuk devrelerde hemen hemen hiçbir yeni feno tip gelişmemiştir. Buna karşın oluşan sıcak derelerde feno tiplerin bol olarak üredikleri bilinmektedir. Sıcak devrelerde görülen yok olmalar, bir cinsin yok olmasıyla değil, o cinsin gelişmesi sonucunda meydana gelen yeni tipin yok olmasıyla açıklanabilir. Buna bir örnek verecek olursak: Geç Kretase esnasında gelişmiş ve yayılmış olan **Preaglobotruncana** cinsi Senoniyen'de **Globotruncana** cinsine dönüşerek yok olmuştur. Böylece Planktonik foraminifer cinslerinin ortaya çıkarak gelişmeleriyle paleotemperatür arasında kesin bir bağlantının varlığı kesinlik kazanır.

### KAYNAKLAR

- Bandy, O.L. 1960. Planctonic foraminiferal criteria for paleoclimatic zonation. Tohoku Univ., Sci. Rep. Ser. 2 (Geol.), 4 : 1-8.
- 1967. Cretaceous planktonic foraminiferal Zonation. Micropaleontology. 13 : 1-31.
- Berggren, W.A. 1969. Rates of evolution in some Senozoic planktonic foraminifera. Micropaleontology. 15 : 351 - 365
- Cifelli, R. 1969. Radiation of cenozoic planktonic foraminifera Syst. Zool. 18 : 154 - 168.
- Emilliani, C. 1966. Isotopic paleotemperatures. Science. 154 (3751) : 851-857.
- Frerichs, W.E. 1970. Paleobathymetry, paleotemperature and Tectonic-Geol. Soc. Amer., Bull. 81 : 3445-3452.

## Penrose Konferans Raporu : Komatiitler

Nicholas ARNDT ve Christopher BROOKS

Çeviri : Ümit ULU, M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdleri Dairesi - ANKARA.

Komatiitlerin ilk ayrıntılı tanımından on yıl sonra, 10-23 Ağustos 1979'da Motel L'Escale, Val d'Or, Quebec'te bu kayalar üzerinde bir Penrose Konferansı yapıldı. Konferans; Amerika Jeoloji Kurumu, Kanada Doğal Bilimler ve Mühendislik Araştırma Konse-

yi, Kanada Jeoloji Vakfı, H.S. Robinson Bequest, Montreal Üniversitesi ve Saskatchewan Üniversitesi tarafından birlikte finanse edilerek desteklendi. Uzman 52 iştirakçi, saha jeolojisi, jeokimya, petroloji ve maden yataklarında farklı yer ve gözlemler ile ve-

Geology, v. 8., p. 155-156, March 1980'daki «Penrose Conference Report: Komatiites» adlı makalenin düzenlenmiş çevirisidir.