
**Tersiyer İri Bentik Foraminiferleri: Evrim, Biyostratigrafi,
Paleoekoloji ve Paleobiyocoğrafya**
*Tertiary Larger Foraminifera: Evolution, Biostratigraphy,
Palaeoecology and Palaeobiogeography*

Oturum Yürütücüleri / Conveners: Ercan Özcan & György Less

Morfogenetik ve Moleküler Veriler Işığında Nummulitidae (Foraminifer)'lerin Filojenesinin İrdelenmesi

Johann Hohenegger

Department of Palaeontology, University of Vienna, Althanstrasse 14,
A-1090 Wien, Austria (E-posta: johann.hohenegger@univie.ac.at)

Filogenetik bağlantıları ortaya koymak için moleküler-genetik analizlerin geçerliliği morfogenetik karakterlerden elde edilen kıyaslamalar ile test edilmiştir. Bu karakterler farklı büyüme safhalarında metric değişmelere uyan matematiksel fonksiyonların sabitleri olarak alınmıştır. Numerik kladistikler, yaşayan güncel foraminiferlerden elde edilen her iki veri tabanı içinde filogramlardan elde edilen bilgi uyumluluğunu görmek için kullanılmıştır.

7 nummulitid cinsi Maria Holzmann (Viyena Üniversitesi) tarafından incelenmiş ve 11 farklı türe ait 14 örneğin RNA gen (SSU rDNA) sistemi ortaya konmuştur. Aynı tür morfogenetik özellikleri kullanılarak morfolojik olarak da çalışılmıştır.

Operculina çok-filitik olup moleküler ve morfogenetik verilerinde desteklediği üzere iki soy altında toplanan 4 ayrı tür ile tanımlanır. Moleküler ve morfogenetik analizler arasında en tutarlı uyumluluk derin-deniz nummulitid'lerinde (*Planostegina*, *Planoperculina*) gözlenmiştir. Bu nedenle, her iki yöntemde Nummulitidae'nin paralel ve tekrarlayan evrimini desteklemekte olup ikincil septa'ya sahip türler (*Heterostegina depressa*, *Cyclochypus carpenteri*, *Planostegina longisepta*, *Planostegina operculinoides*) monofilitik bir grup oluşturmazlar.

Her iki analiz, moleküler-genetiksel ve morfogenetik olarak *Nummulites* cinsinden ayırt edilen *Operculinella* cinsinin geçerliliğini desteklemektedir. Moleküler veriler güncel *Nummulites*'lerin Neojen'de *Operculina*-kökenli gruptan türediğine işaret etmektedir ki bu güncel formlar ile Paleojen *Nummulites* ve *Palaeonummulites* arasında filojenetik bir bağ olmadığını göstermektedir. Bu morfolojik ve morfogenetik çalışmalar arasındaki tezatlığı göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: filojeni, morfometrik, moleküler genetik, Nummulitidae

Phylogenetic Studies on Nummulitidae (Foraminifera) Based on Morphogenetic Investigations Compared with Molecular Data

Johann Hohenegger

*Department of Palaeontology, University of Vienna, Althanstrasse 14,
A-1090 Wien, Austria (E-mail: johann.hohenegger@univie.ac.at)*

The validity of molecular-genetic analyses for enlightening phylogenetic relationships was tested by comparison with relationships inferred from morphogenetic characters. These characters were obtained as constants of mathematical functions fitting metrical variables at different growth stages. Numerical cladistics was used on both data sets obtained from living Nummulitidae (Foraminifera) to compare the information concordance of phylograms.

Seven nummulitid genera were investigated by Maria Holzmann (University of Vienna) sequencing the complete small subunit ribosomal RNA gene (SSU rDNA) of 14 specimens comprising 11 different species. The same species were morphologically investigated, using morphogenetic characters that allow a rather complete geometrical reconstruction of the test in all growth stages.

The genus *Operculina* is polyphyletic, comprising four distinct species that cluster in two different clades, supported by molecular and morphogenetic methods. Strongest conformities between molecular and morphogenetic analyses are represented in the genera of deeper-water nummulitids (*Planostegina*, *Planoperculina*) forming a monophyletic clade. Therefore, both methods confirm parallel and repetitive evolution in Nummulitidae, as species characterized by secondary septa (*Heterostegina depressa*, *Cycloclypeus carpenteri*, *Planostegina longisepta*, *Planostegina operculinoides*) do not build a monophyletic group but branch separately with species lacking secondary septae.

Both analyses confirm the validity of the genus *Operculinella* that is molecular-genetically and morphogenetically separated from the genus *Nummulites*. Molecular data (including the molecular clock) point to a separation of the live *Nummulites* from an *Operculina*-stem group in the Neogene thus inducing no phylogenetic connections to the Paleogene *Nummulites* and *Palaeonnummulites*. This is in extreme contrast to morphological and morphogenetic analyses, where the living species of *Nummulites* with the genus-diagnostic character 'trabeculae' must have direct evolutionary connections to the Paleogene relatives.

Key Words: phylogeny, morphometrics, molecular genetic, Nummulitidae

Yaşam ve Ölüm Sonrası Foraminifer Olayları: Paleortamsal Modellerin Oluşturulmasındaki Hidrodinamik Mekanizmalar

Antonino Briguglio

*Institut für Paläontologie, Universität Wien, Althanstraße, 14, A-1090 Vienna, Austria
(E-posta: antonino.briguglio@univie.ac.at)*

Son zamanlarda iri bentik foraminiferleri ve bunların dağılımını etkileyen ölüm-sonrası olayların irdelenmesi önem kazanmıştır. Nummulitidlerin biyolojisi, paleoekolojisi ve paleortamsal koşullarını anlamak için bazı çökeltme modelleri öne sürülmüş olmakla beraber çok iri boyut da *Nummulites* veya *Assilina* içeren bir çok seviye ve iri bentik foraminiferlerin kıta yamacında veya ramp'da dağılımı bir çok açıdan sorulara maruz kalmaktadır. Önceki teoriler genelde biyolojik yaklaşımları ve kısmen de ölüm-sonrası olayların şekillendirdiği foraminifer dağılımını temel almaktadır. Hidrodinamik yaklaşım biyolojik yaklaşımı tamamlar nitelikte olmakla beraber foraminiferlerin değişik ortamlarda fosilleşmesini açıklayan diğer modellerle de uyumludur.

Önceki bir çok çalışma iri bentik foraminiferlerin dalga ve akıntılarla kolayca taşınabileceğini göstermekte olup (Yordanova & Hohenegger 2007) bazı araştırmacılar *Nummulites*'in dağılımındaki en önemli faktörlerden birisinin bu grubun hidrodinamik davranışı olduğunu savunmaktadır (Jorry ve diğerleri 2006). Kavkı özelliklerinden dolayı derinlik-taşınma fonksiyonu kavkı morfolojisine bağlı olarak değişmektedir (Hohenegger & Yordanova 2001). Nummulitid'lerde morfoloji, kavkı boyutu ve şekline bağlı olmakla beraber iç yapı genelde kavkının yoğunluğunu etkilemektedir. Bu üç fiziksel değişken, boyut, şekil ve yoğunluk, herhangi bir objenin hidrodinamik davranışını kontrol eden parametrelerdir. Hem ekolojik hem de biyolojik yaklaşımların taşınma fonksiyonu ile beraber irdelenmesi sonucu tüm ortamlar için bentik foraminifer-derinlik tahmini yapmak mümkündür.

Anahtar Sözcükler: iri bentik foraminifer, hidrodinamik, paleoderinlik dağılımı

In Vita and Post Mortem Forams Events: Hydrodynamic Tools for Paleoenvironmental Reconstructions

Antonino Briguglio

*Institut für Paläontologie, Universität Wien, Althanstraße, 14, A-1090 Vienna, Austria
(E-mail: antonino.briguglio@univie.ac.at)*

During the last decade, the *post mortem* events, which affect large foraminifera and their distribution, are becoming even more prominent. Several depositional models have been proposed to give advantages in understanding the paleoecology, paleoenvironment and biology of nummulitids. Many outcrops with giant *Nummulites* and *Assilina* or the large foraminifera distribution on a slope or ramp, are still a question mark on many aspects. Many theories take into account only the biological aspect and partially the foraminifera distribution acted by *post mortem* events. The hydrodynamic approach seems to complete the biological one and seems to fit the models for the different depositions of large foraminifera.

Previous studies have shown that large benthic foraminifera can be easily reworked by waves and currents (Yordanova & Hohenegger 2007) and several authors point out that the hydrodynamic behaviour of *Nummulites* is an important factor controlling their distribution (Jorry *et al.* 2006). Depth transport functions vary with morphology because of different test buoyancies (Hohenegger & Yordanova 2001). Concerning nummulitids, outer morphology depends by size and shape; the internal structure affects the density of the test. These three physical variables, size, shape and density are the control factors which differentiate the hydrodynamic behaviour of every object.

The calculation of hydrodynamic parameters could approximately explain the ‘particle’ answer to an energetic input, could quantify the post mortem transport and the paleodepth of every test depending on the environment where it lived.

Considering both the ecological and the biological approach together with the transport function, a larger foraminifera depth estimation is now possible for every environment.

Key Words: large benthic foraminifera, hydrodynamics, paleodepth distribution

Eosen Nummulit Yığılımlarının İrdelenmesi: Yeni Bir Bakış

Cesare Andrea Papazzoni

*Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Terra,
Largo S. Eufemia 19, I-41100 Modena, Italy (E-posta: papazzoni@unimore.it)*

İri bentik foraminiferler Eosen döneminde tropikal, oligotrofik sığ-denizlerde başlıca karbonat üreticileri olmuşlardır. Bunun en çarpıcı örneklerinden birisi, içerik olarak çok az *Nummulites* taksonomik çeşitliliğinin gözlemlendiği, B-bireylerinin (mikrosferik) daha küçük boyutlu A-bireylerinden (megalosferik) çok daha fazla olduğu ve ‘nummulit yığılımları’ (Arni 1965) olarak bilinen çok özel fasiyes’lerdir.

Başlangıçta, ‘nummulit yığılımı’ oluşumunun günümüzdeki scleractinian mercan resifleri ile benzerlik gösterdiği öne sürülsede daha sonraki dönemde (Aigner 1985) kavkı yığılımının otokton (yerinde) özelliği tartışılmıştır. Günümüzde bu tartışma devam etmekle beraber, bu fasiyeslerin hidrodinamik enerji’ nin egemen olduğu mekanizma sonucunda oluştuğu fikri ağırlıklı olarak benimsenmektedir. Günümüz denizlerinde benzer sedimanter birimlerin bilinmiyor olması yukarıda bahis geçen yorumları dahada zorlaştırmaktadır.

İki başlıca nedenden dolayı nummulit yığılımlarını içeren paleortamsal modellerin gözden geçirilmesi çok önemlidir: (1) yığılımın otokton/allokton karakterinin fasiyes dağılımına karşın zaman boyutunda niteliğinin değişmesi, (2) bentik foraminiferlerin gelişimi için yığılımlarda resif-benzeri bir orijinin doğruluğunu kabullenmek Eosen döneminde global karbonat üretimi üzerine büyük bir etkisinin olması.

Farklı yığılımlarda yapılacak detaylı çalışmalar nummulit yığılımlarının yapısı ve taksonomik içeriği konusunda yeni bilgiler sunabilir. Elde edilen ilk veriler daha kompleks ve değişken bir durum sunmaktadır. Öncelikle, çeşitlilik az bile olsa, taksonomik kompozisyon değişken sayıda foraminifer türleriyle beraber bir veya bazen iki egemen türün (çok düşük A/B oranı ile) varlığını ortaya koymaktadır. Bununla beraber, egemen olan tür farklı ortamsal koşulları (derinlik) işaret eden ya şişkin (örneğin *Nummulites perforatus*, *N. meneghinii*, *N. puigsecensis*) ya da basık bir kavkıya (örneğin *Nummulites lyelli*, *N. maximus*) sahiptir.

Foraminifer kavkılarının yerinde (in-situ) olabileceklerine dair bazı verilerde vardır. Kavkılarının arasında ve içinde korunmuş olan organik madde araştırılması gereken bir konudur. Nummulit yığılımları altında incelenen çökeller büyük bir olasılıkla çok farklı mekanizmalar ve sedimanter ortamları içermektedir.

Anahtar Sözcükler: Nummulites, yığılım, foraminifer, A/B oranı, paleortam, Eosen, Akdeniz

Investigating in-depth the Eocene Nummulite Banks: A New Perspective

Cesare Andrea Papazzoni

*Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Terra,
Largo S. Eufemia 19, I-41100 Modena, Italy (E-mail: papazzoni@unimore.it)*

During the Eocene, the larger benthic foraminifera represented surely the main skeletal carbonate producers in tropical, oligotrophic shallow seas. The more conspicuous example of this production is the so-called ‘nummulite bank’ (Arni 1965), a peculiar facies characterized by very low taxonomic diversity of *Nummulites* and very high percentage of large B forms with respect to the smaller A forms.

Originally, the nummulite bank has been regarded as in some way analogue of modern scleractinian coral reefs, even if later (Aigner 1985) several doubts have been casted about the autochthonous character of the test accumulation. At present the question remains unresolved, but it seems the interpretation of the banks (also renamed ‘tells’ by Aigner) as residual assemblages generated by hydrodynamic energy has increasingly gained consensus. The problem is fascinating, also because any interpretation is hindered by the lacking, in present-day seas, of equivalent sedimentary bodies built up by larger foraminifera.

Refining the current palaeoenvironmental models involving the nummulite banks is pivotal for at least two reasons: (1) because the autochthonous/allochthonous character of the bank changes its significance with respect to the facies distribution in space, given that a passive accumulation is the product of the palaeoenvironment, whereas a reef-like body is the source of derived facies (fore-bank, back-bank, etc.); (2) because the confirmation (or refutation) of a reef-like origin has major consequences for the extent of larger foraminiferal growth on the budget of global carbonate production during the Eocene.

The detailed investigation of different case studies could help in providing new information about the structure and taxonomic composition of nummulite banks. The first results of such an investigation suggest a picture more complex and variable than expected.

First of all, the taxonomic composition, even if always with low diversity, could see one or sometimes two prevailing species (with abnormally low A/B ratio), with a quite variable number of accompanying foraminiferal species. Moreover, the prevailing species could display either an inflated test (e.g. *Nummulites perforatus*, *N. meneghinii*, *N. puigsecensis*, etc.) or a very flat one (e.g. *Nummulites lyelli*, *N. maximus*, etc.), suggesting accumulation at different depths.

There are some hints pointing to a really crowded palaeoenvironment, with tests accumulating *in situ*. Among them, the presence of organic matter preserved among and inside the tests opens a promising field to explore.

In short, it seems that the nummulite bank is not a single object everywhere with the same significance. Under this label are probably included different sedimentary settings and maybe different mechanisms of origination. Only with a careful analysis of several situations we can hope to solve this puzzle.

Key Words: Nummulites, bank, tell, foraminifera, A/B ratio, palaeoenvironment, Eocene, Mediterranean

Orta Neo-Tetis Selandiyen’inde Yeni Bir *Miscellanea* (Foraminifer) Türü

Massimo Di Carlo ve Johannes Pignatti

‘La Sapienza’ University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy
(E-posta: massimo.dicarlo@uniroma1.it)

Yeni bir *Miscellanea* türü Zakynthos (Ionian adaları, Yunanistan) bölgesinden Selandiyen biriminden tanımlanmış olup bu takson orta ve güney İtalya’da [Mattinata (Gargano), Rio Arno (Gran Sasso), Conca di Cittareale (Rieti)] aynı yaş’daki çökellerde bilinmektedir. Bu tür potansiyel olarak SBZ2 zonu (sığ-bentik zonu, Serra-Kiel ve diğerleri 1998) için karakteristik olma özelliği taşımakta olup K/T sınırından sonra biyotik yapılanma için örnek teşkil etmektedir.

Tanımlanan foraminifer grubu Kiliomeno, Zakynthos (Ionian adaları, Yunanistan; 37°44.603' K 20°47.795' D) bölgesinde Mt. Vrachionas (Dermitzakis 1978) istifinin çakıltası klastlarında tanımlanmış olup Selandiyen yaşlıdır. Yeni tür *Haddonina praeheissigi* Samuel, Köhler & Borza, 1977, *Haymanella paleocenica* Sirel 1998, *Kayseriella decastroi* Sirel 1998, *Globoflarina sphaeroidea* (Fleury 1982), *Pseudocuvillierina sireli* (İnan, 1988) ve *Helenalveolina* cf. *rahaghii* nom. nud. (Drobne ve diğerleri 2005’de) e ile beraber bulunmaktadır.

Mikrosferik bireyler aksiyal kesitlerde merceğimsi ve çok şişkin olup megalosferik bireylerden biraz daha büyük kavkı boyutuna sahiptirler: 1.78 mm (ekvatoryal çap), 1.11 mm (aksiyal kalınlık). Düzenli 4 tur boyunca 33 loca bulunmaktadır. Megalosferik bireyler merceğimsi ve aksiyal kesitlerde bikonveks olup ortalama 97 mikron çapında (9 bireyde ölçülmüştür) küçük bir embyo’ya sahiptir. Kavkı kalınlığı aksiyal kesitlerde 0.77 ile 1.05 mm arasında (7 bireyde ortalama 0.94 mm), ekvatoryal çap ise 1.15 ile 1.62 mm arasında (7 bireyde ortalama 1.25 mm) ölçülmüş olup yaklaşık 3.5 tur boyunca 23 loca bulunmaktadır.

Miscellanea n. sp. diğer bilinen türlerden, *M. agriensis* Sirel, 1997, *M. yvettae* Leppig, 1988, *M. ‘juliettae pfenderae’* ve *M. ‘juliettae villatae’* Leppig 1988’den embyo boyutu, son turdaki loca sayısı ve diğer özellikler (tur sayısı, kavkı şekli ve boyutları) ile ayırt edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Miscellanea*, iri bentik foraminifer, sistematik, biyostratigrafi, Paleosen, Zakynthos, Pre-Apulian bölgesi, Yunanistan

A New Species of *Miscellanea* (Foraminiferida) from the Selandian of the Central Neo-Tethys

Massimo Di Carlo & Johannes Pignatti

'La Sapienza' University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy

(E-mail: massimo.dicarlo@uniroma1.it)

We present a new species of *Miscellanea* from the Selandian of Zakynthos (Ionian Islands, Greece); the new species occurs also in coeval deposits from central and southern Italy: Mattinata (Gargano), Rio Arno (Gran Sasso), Conca di Cittareale (Rieti).

The new species is a potential additional marker of SBZ 2 (Shallow Benthic Zones sensu Serra-Kiel *et al.* 1998), and represents a noteworthy occurrence in the frame of the biotic recovery after the K/T event, as well as the co-occurring larger foraminiferal assemblages.

The investigated specimens come from a clast from a conglomerate of the Mt. Vrachionas succession (Dermitzakis 1978) cropping out along the Romiri/Macherado-Agalas road, near the village of Kiliomeno, Zakynthos (Ionian Islands, Greece) (37°44.603' N 20°47.795' E).

The age of the assemblage is Selandian, SBZ 2 sensu Serra-Kiel *et al.* (1998). *Miscellanea* n. sp. occurs with *Haddonina praeheissigi* Samuel, Köhler & Borza 1977, *Haymanella paleocenica* Sirel, 1998, *Kayseriella decastroii* Sirel, 1998, *Globoflarina sphaeroidea* (Fleury 1982), *Pseudocuvillierina sireli* (Inan, 1988) and *Helenalveolina cf. rahaghii* nom. nud. in Drobne *et al.* (2005).

The microspheric form is lenticular, with strongly biconvex test in axial section, slightly larger than the megalospheric specimens: 1.78 mm (equatorial diameter), 1.11 mm (axial thickness). 33 chambers in the last whorl. There are about 4 regular whorls. The megalospheric form is lenticular, with strongly biconvex test in axial section and a small spherical megalosphere, with a mean internal diameter of 97 µm (n=9). The test thickness (axial section) ranges from 0.77 to 1.05 mm, with a mean value of 0.94 mm (n=7). The equatorial diameter ranges from 1.15 mm to 1.62 mm, with a mean value of 1.25 mm (n=7). At least 23 chambers are present in the last whorl; there are about 3.5 regular whorls.

Miscellanea n. sp. differs from *M. agriensis* Sirel 1997, *M. yvettae* Leppig 1988, *M. 'juliettae pfenderae'* and *M. 'juliettae villattae'* Leppig 1988 for the diameter of the proloculus, the number of chambers in the last whorl and other characters (number of whorls, test shape and dimensions).

Key Words: *Miscellanea*, larger foraminifera, systematica, biostratigraphy, Paleocene, Zakynthos, pre-Apulian domain, Greece

Batı Tetis Bartoniyen–Priaboniyen İri Bentik Foraminiferler OlaylarıGyörgy Less¹ ve Ercan Özcan²¹ *University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515, Miskolc-Egyetemváros, Hungary (E-posta: foldlgy@uni-miskolc.hu)*² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak 34469, İstanbul*

Batı Tetis Eosen foraminiferi, global soğumaya paralel olarak bu dönemin son kısmında çok önemli bir değişime uğramış olup bu değişim *Alveolina*, iri *Nummulites* grupları, *Assilina* ve bazı orthophragminid gruplarının yok oluşu ile temsil edilir. Aynı şekilde, bu dönemde özellikle retikule *Nummulites*'ler (*N. fabianii* grubu) ve ikincil locacıklara sahip nummulitid grupları (*Heterostegina* ve *Spiroclypeus*) ilk kez gözlenmiştir. Bu formların evrimsel özellikleri ve diğer stratigrafik veriler (diğer bentik foraminiferler ve planktonik veriler) temel alınarak Bartoniyen–Priaboniyen dönemlerinde yüksek çözünürlü bir stratigrafik sistem oluşturulmuştur. Yeni verilerimiz ışığında aşağıdaki foraminifer olayları kayıt edilmiştir (bu foraminifer gruplarında morfometrik olarak tanımlanmamış değişimler burda göz önüne alınmamıştır):

1. Bartoniyen tabanı (SBZ 16/17 sınırı) *Operculina gomezi* grubunun ilk ortaya çıkışı ile temsil olunur.
2. Geç Bartoniyen tabanı (SBZ 17/18 sınırı) *Heterostegina* (*H. armenica* ile temsil edilir) grubu, *Chapmanina*, *Silvestriella* ve *Nummulites hormoensis* (önceki çalışmalarda hatalı olarak *N. ptukhiani* olarak adlandırılmıştır) gruplarının ilk ortaya çıkışı ile temsil edilir. OZ 13/14 orthophragminid zon sınırı (*Orbitoclypeus douvillei* grubunun yok oluşu) ve aynı zamanda *Nummulites brongniarti*, *N. lorioli-ptukhiani* (son tür genelde *N. hottingeri* olarak isimlendirilmektedir) ve *Assilina exponens* gruplarının yok oluşu bu sınıra karşılık gelmektedir.
3. Geç Bartoniyen *Heterostegina reticulata* grubu ve *Pellatispira*'nın ilk çıkışı ile temsil edilir (SBZ 18A/B sınırı).
4. İri *Nummulites* gruplarının (*N. perforatus*, *N. millecaput* ve *N. gizehensis-lyelli* grupları) yok oluşunun Batı Tetis'de eş zamanlı olmadığı ve bu seviyenin doğuya doğru bir polarite gösterdiği gözlenmiştir. *Alveolina* s.s. grubunun son görünüm seviyesi kesin olmamakla beraber bu zaman aralığı ile çakışmaktadır.
5. SBZ 18/19 sınırı *Spiroclypeus* grubunun ilk ortaya çıkışı, *Heterostegina* ve *N. fabianii* gruplarındaki değişimler ile (*H. reticulata reticulata/mossanensis* ve *N. hormoensis/fabianii*) temsil edilir. *Discocyclus discus*'un dağılımı bu sınırı geçmez. Bentik foraminiferlere göre P 15 ve NP 18 zonları içinde kalan bu sınır planktik zonlarla tanımlanan Bartoniyen/Priaboniyen sınırı aşmakta ve daha genç bir seviyeye karşılık gelmektedir.
6. Geç Priaboniyen tabanı (SBZ 19/20 sınırı) *Heterostegina* (*H. gracilis*) grubunun ortaya çıkışı ve *Spiroclypeus* grubu içinde değişimlerle (*S. sirotili/carpaticus*) tanımlanır ve OZ 15/16 orthophragminid zon sınırı ile korele edilir. Bu olay *H. r. italica*'nın ortaya çıkışı ve OZ 14/15 sınırına karşılık gelen SBZ 19A/B sınırını (*Nemkovella*, *Asterocyclina kecskemetti*, *Discocyclus pratti* ve *A. alticostata* gruplarının yok oluşu) takip eder.
7. Priaboniyen/Rupeliyen sınırı (SBZ 20/21) tüm orthophragminidler, *Assilina*, tüm ikincil locacıkları olan nummulitid gruplarının yok olması ile temsil edilir. Retikule nummulitler sınırı geçmiş olmakla beraber bu grup bireylerinin prolokülüs boyutlarında önemli azalma olmuştur. *N. fabianii* ve *N. fichteli* sadece kavkı yüzeyi özellikleri ile ayırt edilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: iri bentik foraminifer, Bartoniyen–Priaboniyen, zonasyon, batı Tetis

Bartonian–Priabonian Larger Foraminiferal Events in the Western Tethys

György Less¹ & Ercan Özcan²

¹ *University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Hungary (E-mail: foldlgy@uni-miskolc.hu)*

² *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, TR–34469 İstanbul, Türkiye*

Having reflected the general cooling of the Earth, the composition of larger Foraminifera in the Western Tethys significantly changed during the last third of the Eocene. This is characterized by the disappearance of *Alveolina*, giant *Nummulites* and *Assilina* and also of some orthophragminid evolutionary lineages. Simultaneously, especially reticulate *Nummulites* (the *N. fabianii* lineage) and nummulitids with secondary chamberlets (*Heterostegina* and *Spiroclypeus*) emerged and played an important role in this period. Based on the evolution of these forms (which is exceptionally rapid in the case of the *H. reticulata* lineage) and also on other stratigraphical data (field observations, other larger foraminiferal and planktic data), a high-resolution stratigraphy of the Bartonian and Priabonian could be established. Based partly on our new results, the time-table larger foraminiferal events for this period can be reconstructed as follows (morphometrically undefined changes within evolutionary lineages are not considered):

1. The base of the Bartonian, the SBZ 16/17 boundary, can confidently be defined by the first appearance of the *Operculina gomezi* group.
2. The base of the late Bartonian (the SBZ 17/18 boundary) is marked by the first appearance of the genus *Heterostegina* (represented by *H. armenica*), *Chapmanina*, *Silvestriella* and of *Nummulites hormoensis* (erroneously called *N. ptukhiani* by previous authors). The boundary of OZ 13/14 orthophragminid zones (the extinction level of the *Orbitoclypeus douvillei* lineage) seems to correspond to this event, as well as the disappearance of the *Nummulites brongniarti*, *N. lorioli-ptukhiani* (the latter form usually called as *N. hottingeri*) and *Assilina exponens* lineages.
3. The latest Bartonian starts with the first appearance of the *Heterostegina reticulata* lineage and of the genus *Pellatispira* marking the SBZ 18A/B boundary.
4. The disappearance of the most widespread giant *Nummulites* (i.e. the *N. perforatus*, *N. millecaput* and *N. gizehensis-lyelli* groups) during the latest Bartonian seems to have been migrated eastward as reconstructed by the rapid evolution of the *H. reticulata* lineage subdivided into five subspecies in this interval. The last occurrence of *Alveolina* s.s. is largely uncertain but might also happen in this time.
5. The SBZ 18/19 boundary is defined by the first appearance of genus *Spiroclypeus* and by the intraphyletic change of *H. reticulata reticulata/mossanensis* and *N. hormoensis/fabianii*. *Discocyclina discus* with giant embryo does not cross this boundary, which falls within the P 15 and NP 18 zones, and being therefore somewhat younger than the Bartonian/Priabonian boundary placed at the boundary of NP 17/18 zones by planktic experts.
6. The base of the late Priabonian (the SBZ 19/20 boundary) is marked by the first appearance of granulose *Heterostegina* (*H. gracilis*), by the intraphyletic change of *Spiroclypeus sirottii/carpaticus* and by the boundary of OZ 15/16 orthophragminid zones. This event is preceded by the SBZ 19A/B boundary defined by the change between *H. reticulata mossanensis* and *H. r. italica* and by the OZ 14/15 boundary (the extinction date of *Nemkovella*, *Asterocyclina kecskemetii* and of the *Discocyclina pratti* and *A. alticostata* lineages).
7. The Priabonian/Rupelian (SBZ 20/21) boundary is marked by the extinction of all orthophragmines, of the genus *Assilina*, of all Eocene nummulitids with secondary chamberlets and of most radiate *Nummulites*. The reticulate *N. fabianii* lineage survived the global boundary event, however it is reflected in the decrease of the mean proloculus size. *N. fabianii* and *N. fichteli* can only be distinguished by their surface ornamentation, which in turn cannot definitely be tied to this boundary.

Key Words: larger foraminifera, Bartonian–Priabonian, zonation, western Tethys

Alveolinid’lerin Neotetis Provinsleri Kapsamında İrdelenmesi, Paleojen Adriyatik Karbonat Platformundan Örnekler

Katica Drobne¹ ve Vlasta Čosović²

¹ *Palaeontological Institute I. Pakovec ZERC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
(E-posta: katica@zrc-sazu.si)*

² *Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zagreb, Horvatovac 102a,
10000 Zagreb, Croatia*

Paleojen Adriyatik karbonat platform (PgAdCP) çökelleri paleocoğrafik bir birim olarak doğu Adriyatik kıyısı boyunca 600x100–130 km lik bir kuşak boyunca takip edilir. Bu kuşak boyunca İlerdiyen–Orta Lütesiye aralığında tanımlanan 90 alveolinid türünün detaylı irdelenmesi ile elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir: (1) Orta İlerdiyen’de (SBZ 8) gözlenen tür çeşitliliği ve bolluğu İlerdiyen/Kuiziyen sınırı dolaylarında önemli bir azalma gösterir. (2) Kuiziyen’de (SBZ 11 ve 12) foraminifer çeşitliliğinde gözlenen artış Erken Lütesiye’de tür sayısında ani bir azalma ile takip edilir. Alveolinid’lerin ‘Akdeniz’ bölgesindeki dağılımı da (Pirenelerdeki İlerdiyen ve değişik Akdeniz bölgelerinde Orta Kuiziyen toplulukları) Adriyatik platformu ile benzer bir tablo göstermektedir.

Paleojen Adriyatik karbonat platformunda çalışılan bir çok stratigrafik kesit her biri alveolinid toplulukları ile karakterize edilen biosedimanter zonların (Bio Z 2, 3, 4) tanımlanmasına imkan sağlamıştır. Bu zonlar kuşaklar halinde KD İtaly’dan (Friuli) güney Kardağ’a kadar uzanmaktadır. Bu topluluklar Kretase /Paleojen sınırından Priaboniyen’e kadar paleocoğrafik haritalara temel oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Paleojen, Alveolinid’ler, Neotetis, PgAdCP

Alveolinids, Link Between the Neotethys Provinces During the Palaeogene, as a Case – Pg Adriatic Carbonate Platform

Katica Drobne¹ & Vlasta Čosović²

¹ *Palaeontological Institute I. Pakovec ZERC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
(E-mail: katica@zrc-sazu.si)*

² *Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zagreb, Horvatovac 102a,
10000 Zagreb, Croatia*

Sediments deposited on the Palaeogene Adriatic carbonate platform (PgAdCP) unique and distinguished palaeogeographic unit, are today exposed along the eastern Adriatic coast in length of 600 km and in width of 100–300 km. Nintey (90) identified alveolinid species ranging in age from the Ilerdian to the middle Luetitan, depict dynamic of their evolution with emphasis on the following: (1) great species diversity and great abundances in the middle Ilerdian (SBZ 8) followed by sharp decline in occurrences at the Ilerdian/Cuisian transition; (2) diversity boom in the late Cuisian (SBZ 11, SBZ 12) and an abrupt decrease in species numbers after the early Lutetia. This pattern shows relationship between abundance/diversity and global sea-level changes in TA events. The ‘two peaks’ model in alveolinid occurrence is present, also, in ‘Mediterranean assemblage’ during Ilerdian in Pyrenean and within the middle Cuisian association at different Mediterranean areas.

Based on studies of numerous section on the PgAdCP, biosedimentary zones (BioZ 2, 3, 4) were determined, each zone characterized by its specific alveolinid associations. These zones distributed as belts, are stretching from the NE Italy (Friuli) to the southeast to Montenegro. Alveolinid association served as base for palaeogeographic maps of the PgAdCP from the Cretaceous/Palaeogene boundary to Priabonian.

Key Words: Palaeogene, Alveolinids, Neotethys, PgAdCP

Avrasya Erken Paleojen İri Bentik Foraminifer Biocoğrafyası

Elena Zakrevskaya

*Vernadsky State Geological Museum RAS, Mokhovaya 11, bl.2,
Moscow 125009, Russia (E-posta: zey@sgm.ru)*

Akdeniz ve Orta Asya İri bentik foraminiferleri, Erken Paleosen–Orta Lütseyen dönemini temsilen SBZ1-2, 3, 4, 5-6, 7-9, 10, 11-12, 14-16 zonları kapsamında çalışılmış olup ilk kez peri-Tetis bölgesinden elde edilen verilerde değerlendirilmiştir. Genel olarak karakteristik cinsler, flogenetik gruplar ve diskoidal, konik ve fusiform foraminifer gruplarının bazıları bu çalışma kapsamında değerlendirilmiş olup veriler biyocoğrafik modeller hakkında yeni değerlendirmelere imkan vermiştir.

1. Biyocoğrafik ilk farklılaşma (Akdeniz ve Arap-Himalaya provinsleri) erken Selandiyen’de gözlenmiştir. Diskoidal, planispiral formlar (*Miscellanea*) Akdeniz, Konik ve trokospiral formlar (*Lockhartia*) Arap-Himalaya provinsi için karakteristiktir.
2. Tanesiyen’de faunal çeşitliliğin fazla olduğu bölgeler (Pireneler, Adriyatik çevresi ve Türkiye) oluşmuştur. Arap-Himalaya bölgesinde ise bu alt provinsler Pakistan ve Afganistan bölgelerinde Indus nehri sınır oluşturacak şekilde ortaya çıkmaktadır. Akdeniz’den orta Asya’ya kadar bu provinslerin kuzeyinde ve güneyinde çeşitliliğin oldukça az olduğu bölgeler (kuzey ve güney peri-Tetis bölgesi bulunur. Peri-Tetis havzalarında endemik taksa olmadığı için, enlemsel alt-provinsler tanımlanamamıştır. Kuzey peri-Tetis kuşağında iri bentik foraminiferler diskoidal formlar (*Discocyclina*), güney kuşakta (batı Afrika ve güney Hindistan) ise konik ve diskoidal formlar (*Lockhartia* ve *Ranikothalia*) ile temsil edilir. Enlemsel farklılığın bir işareti ve kanıtı olarak peri-Tetis toplulukları Akdeniz ve orta Asya topluluklarından farklılık gösterir.
3. Geç Tanesiyen’den itibaren farklılaşma [fusiform (alveolinidler) ve diskoidal (nummulitid’ler ve orthophragminidler) formlar] alveolinid’ler, nummulitidler ve orthophragminid’lerde daha belirgin olup Akdeniz-Arap/Himalaya ayrımı tür bazında yapılabilmektedir. Orta İlerdiyen’de Peri-Tetis bölgesi çeşitliliğin arttığı bir merkez olmuş olup daha sonraki dönemde kısmen merkezi Tetis’den foraminifer göçü’de gözlenmiştir.
4. İpreziyen’de yaygın oligotrofik koşullar nummulitid’ler, orthophragminid’ler ve alveolinid’lerin yaygınlaşmasına olanak sağlamış olup konik formlarda bu durum gözlenmemiştir, Avrupa ve Asya toplulukları arasındaki farklılık merkezi Tetis’de ve kuzey Peri-Tetis bölgesinde azalmıştır.
5. Orta Lütseyen’den itibaren iri bentik foraminiferlerde cins bazında değişimler olmuş (*Halkyardia*, *Dictyoconoides*), Doğu Pakistan-Hindistan alt provinsi Orta Eosen sonundan itibaren Pasifik koşullarının etkisinde kalmıştır. İri bentik foraminiferlerde tür bazında farklılaşma enlem boyunca artmış olup cins bazında farklılaşmalar ile Indo-Pasifik ve kuzey peri-Tetis iki ayrı alt-provins olarak tanımlanmıştır. Kuzey peri-Tetis’de bu dönemde zengin olmayan endemik küçük nummulitidler (*N. orbigny* ve *N. prestwichianus*) tanımlanmış olup bu bölgenin batı (Kuzey Avrupa) ve doğu (Transcaspian) havzaları ile bağlantısı başlamıştır. Daha çeşitli foraminifer grupları ile temsil edilen Batı Kafkas ve Paris havzaları Tetis ve peri-Tetis arasında geçiş bölgelerini temsil etmektedir.

Paleosen–Eosen döneminde 40°K – 30°G enlemleri boyunca Avrasya’da Akdeniz ve Arap-Himalaya provins’leri tanımlanmış olup bu provins’ler arasındaki sınırın konumunda enlemselliğe göre oluşan farklılık göz önüne alınca önemli bir değişim olduğu söylenemez. Orta Lütseyen’den itibaren cins bazında değişimler temel alınarak Avrupa ve Indo-Pasifik provins’lerinden bahsetmek mümkündür. Priaboniyen döneminde ise Pasifik foraminifer çeşitliliği ve alansal dağılımı artmıştır. Akdeniz realm’inin enlemsel olarak alt biocoğrafik birimler altında incelenmesi batı ve doğu Peri-Tetis’de gözlenen farklı foraminifer toplulukları ile mümkündür. En çarpıcı biyocoğrafik değişimler Paleosen ve Erken Eosen dönemine karşılık gelmektedir. Paleosen–Erken Eosen döneminde Kuzey Afrika bölgesi az foraminifer çeşitliliği göstermekte olup, çeşitlilik Orta–Geç Lütseyen’de artmıştır. Bu nedenle bu bölge Akdeniz provinsi içinde irdelenmelidir.

Anahtar Sözcükler: Paleojen biocoğrafyası, iri bentik foraminifer, Tetis, peri-Tetis

Biogeography of Larger Foraminifera in Early Paleogene of Eurasia

Elena Zakrevskaya

*Vernadsky State Geological Museum RAS, Mokhovaya 11, bl.2,
Moscow 125009, Russia (E-mail: zey@sgm.ru)*

The analysis of larger foraminifera (LF) distribution for eight time intervals (early Paleocene–middle Eocene, SBZ1-2, 3, 4, 5-6, 7-9, 10, 11-12, 14-16 zones) mainly in Mediterranean and Central Asia is done. The Peritethian areas were taken into account for the first time. The typical genera, phylogenetic groups and some characteristic species of discoidal, conical and fusiform foraminifera are considered. This allowed following the origin and history of biogeographic patterns.

1. The first subdivision on biochores (Mediterranean and Arabian-Himalayan provinces) is observed in early Selandian. The discoidal planispiral forms (*Miscellanea*) are characteristic for the first one, while conical trochospiral *Lockhartia* – for the second.
2. The appearance of majority high level taxa and settling of wide spectrum of biotops arranged to the beginning of Thanetian. In Pyrenees, Periadriatic regions and Turkey the areas of high diversity (the centers of settlement) have being formed. In Arabian-Himalayan province such centers appear in western Pakistan and Afghanistan. Western and eastern Pakistan make into separate biochores (subprovinces) with boundary along Indus River. To the north, south and southern-east from Mediterranean and Central Asia the areas of low diversity have being formed (northern and southern Peritethys). As the endemic taxa absent or single in peritethian basins the latitudinal biochores are not divided here. In northern Peritethys LF are mainly represented by discoidal (*Discocyclina*), in southern Peritethys (western Africa – southern India) - by conical (*Lockhartia*) and discoidal (*Ranikothalia*) forms. The peritethian assemblages differ in adjusting to Mediterranean and to Central Asia areas, being evidence of longitudinal subdivision of Tethys.
3. After decrease of LF areal in late Thanetian the differentiation of morphotypes in fusiform (alveolinids) and discoidal (nummulitids and orthophragmines) LF and their ecogenetic expansion began. The division on Mediterranean and Arabian-Himalayan provinces mainly based on specific level. The rare endemic genera in Mediterranean belong to new forms, in Central Asia – to the relict ones. In middle Ilerdian the peritethian centers of settlement began to form. Later LF communities formed here with restricted influence of migration from Central Tethys.
4. The wide distribution of shallow water oligotrophic conditions in Ypresian led to divergence of bilaterally-symmetric cosmopolitan taxa – nummulitids, orthophragmines and alveolinids, but not to taxa origin in conical forms. Differentiation between European and Asiatic assemblages has been decreased in Central Tethys as well as in Northern Peritethys. In spite of decrease in genera in marginal basins the specific diversity here is highest and correlatable with such in central basins.
5. Beginning of middle Lutetian high taxa (genera) formation in LF is observed (*Halkyardia*, *Dictyoconooides*). Secondly after Paleocene East-Pakistan – Indian biochore is selected, more tightly connected from the end of middle Eocene with Pacific domain. The differentiation on specific level increase in latitudinal direction. Indo-Pacific and northperitethian areas distinguished as biochores of high rank. In Northern Peritethys the poor assemblage of small nummulitas with endemic *N. orbignyi* and *N. prestwichianus* was formed and the connection between western (North Europe) and eastern (Transcaspian) basins appeared. The Western Caucasus and Paris basins with more diverse assemblages, distinguished as transitional areas between tethian and peritethian biochores.

Therefore, in Paleocene and Eocene between 40°N – 30°S (paleolatitude) in Eurasia permanently existed large Mediterranean and Arabian-Himalayan provinces, boundary of which had been changed less, than their common latitudinal gradient. The areas surrounded them selected in biochores of high rank in middle Lutetian: European and Indo-Pacific ones. In Priabonian the first was restricted till separated regions, but the diversity and areal of Pacific LF increased. Longitudinal subdivision of Mediterranean realm is underlined by differ assemblages of LF in western and eastern peritethian regions. Most distinctive biogeographic patterns were arranged to early Thanetian and middle Lutetian. North Africa domain in Paleocene–Early Eocene is characterized by low LF diversity, which increased in middle-upper Lutetian and should be included in Mediterranean province.

Key Words: Paleogene biogeography, larger foraminifera, Tethys, Peritethys

Zakynthos (Ionian Adaları, Yunanistan) Eosen İstifinde *Somalina*, *Globoreticulina* ve *Austrotrillina*'nın (İri Bentik Foraminifer) Yeni Bulguları

Massimo Di Carlo ve Johannes Pignatti

'La Sapienza' University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy
(E-posta: massimo.dicarlo@uniroma1.it)

Zakynthos bölgesinde (pre Apulian; Ionian adaları, Yunanistan) Eosen istifinde üç iri bentik foraminifer grubu biyostratigrafik ve paleobiocoğrafik özellikleri ile tanımlanmıştır. *Somalina* Silvestri 1939 porselen kavkılı bir form olup yanal lamina tarafından sarılmış locacık-benzeri boşlukların varlığı ile *Opertorbitolites* Nuttal 1925' dan farklı bir morfolojiye sahiptir. Bu foraminifer kuzey-doğu Afrika ve Orta Doğu bölgesindeki Kuiziyen ve Lütisiyen yaşlı çökellerden bilinmekte olup orta Neo-Tetis ve Avrupa bölgesinden henüz tanımlanmamıştır. *Somalina* Agia Marina bölgesinde Mt. Vrachionas antiklinalinin doğu kısmında çakıлтаşı biriminin klastlarında *Alveolina cremae* Checchia-Rispoli 1905, *Orbitolites* cf. *complanatus* Lamarck 1801 ve *Opertorbitolites* sp. ile beraber bulunmuştur (Geç Kuiziyen, SBZ 12, Serra-Kiel ve diğerleri 1998).

Globoreticulina Rahaghi 1978 alveolar bir exoskeleton'a sahip olup, bölünmemiş nepiyonik localar göz önüne alınarak (post-septal konumundaki tek sıra alveoles hariç) Hottinger (2007) tarafından *Malatyna* Sirel & Acar 1993 olarak Malatyninae altında sınıflanmıştır. Bu cins sadece İran bölgesindeki Alt ve Orta Eosen çökellerinden (Jahrum Formasyonu ve Shiraz bölgesi) tanımlanmıştır.

Austrotrillina eocenica Hottinger 2007 alveolar bir exoskelotan'a sahip miliolid olup kalınlaşmış kavkı alt katmanı (basal layer) ile temsil edilir ve Shiraz (İran) ve olasılıkla Sicilya yakınındaki Lampion adalarından ?Lütisiyen–Priaboniyen istifinden tanımlanmıştır.

G. iranica ve *A. eocenica* Zakynthos bölgesindeki Geç Bartoniyen yaşlı (SBZ 18) çakıлтаşı biriminde *Borelis vonderschmitti* (Schweighauser 1951), *Nummulites* sp. ve peneroplid'ler ile beraber tanımlanmıştır

Yeni bulgular Neo-Tetis yapısal unsurları arasında paleobiyocoğrafik ilişkiyi güçlendirmekte olup bazı grupların stratigrafik dağılımının tekrar gözden geçirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Burda Apulian-Preapulian bölgesindeki foraminifer toplulukları Senomaniyen-bartoniyen döneminde Orta Doğu bölgesinden foraminifer dağılımında oynadığı rol gereği (Borghi & Pignatti 2006) önem kazanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: iri bentik foraminifer, İpreziyen, Bartoniyen, paleobiocoğrafya, Zakynthos, pre-Apulian bölgesi, Yunanistan

New Records of *Somalina*, *Globoreticulina* and *Austrotrillina* (Larger Foraminifera) from the Eocene of Zakynthos (Ionian Islands, Greece)

Massimo Di Carlo & Johannes Pignatti

'La Sapienza' University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy

(E-mail: massimo.dicarlo@uniroma1.it)

We describe the new records of three larger foraminiferal genera from the Eocene of Zakynthos (pre-Apulian Domain; Ionian Islands, Greece), and their biostratigraphic and paleobiogeographic significance.

Somalina Silvestri 1939 is a porcelaneous form that differs from *Opertorbitolites* Nuttal 1925 mainly for the numerous chamberlet-like cavities enclosed in the prominent lateral laminae. It has been recorded from the upper Cuisian–Lutetian of north-eastern Africa and the Middle East, but there were as yet no confirmed records for the central Neo-Tethys and Europe.

Several specimens of *Somalina* were found in a clast of a conglomerate deposits cropping out in Zakynthos near the village of Agia Marina, on the east side of the Mt. Vrachionas anticline, with *Alveolina cremae* Checchia-Rispoli 1905, *Orbitolites* cf. *complanatus* Lamarck 1801 and *Opertorbitolites* sp. (upper Cuisian, SBZ 12 *sensu* Serra-Kiel *et al.* 1998). As the assemblage within the clast seems autochthonous or parautochthonous, the co-occurrence of these three *Orbitolites*-like forms is noteworthy, because it may indicate that possible mutual competition among the three genera did not lead necessarily to ecological exclusion.

Globoreticulina Rahaghi 1978 is an Alveolinidae with true alveolar exoskeleton regrouped by Hottinger (2007) with *Malatyna* Sirel & Acar, 1993 in the Malatyninae on the base of the undivided nepionic chambers except for a single row of alveoles in posteseptal position. As far as we are aware, *Globoreticulina* has been as yet recorded exclusively from the Lower–Middle Eocene of Iran (Jahrum Fm. and Shiraz area).

Austrotrillina eocaenica Hottinger 2007 is a true miliolid with alveolar exoskeleton and thickened basal layer recorded from the ?Lutetian–Priabonian of Shiraz, Iran and possibly Lampione Island near Sicily (southern Italy).

G. iranica and *A. eocaenica* occur in two different clasts from a conglomerate deposits cropping out in northern Zakynthos, near the village of Askos, with *Borelis vonderschmitti* (Schweighauser 1951), *Nummulites* sp. and peneroplids (upper Bartonian, SBZ 18).

The new records of *Somalina*, *Globoreticulina* and *Austrotrillina* provide further evidence strengthening the paleobiogeographic relationships among Neo-Tethyan larger structural domains, and suggest the need to re-examine the ranges of several taxa. Crucial to this task is the role of larger foraminiferal assemblages of the Apulian-pre-Apulian domain, i.e. of the so called 'African promontory' or 'Adria', which acted as a corridor for larger foraminiferal dispersal from the Middle East at least from Cenomanian to Bartonian times (Borghi & Pignatti 2006).

Key Words: larger foraminifera, Ypresian, Bartonian, paleobiogeography, Zakynthos, pre-Apulian domain, Greece

Kelereşdere Kesitinin Orta–Geç Oligosen İri Bentik Foraminifer Zonasyonu (Doğu Anadolu, Türkiye)

Ercan Özcan¹, György Less², Mária Báldi-Beke³, Katalin Kollányi⁴ ve Mehmet Sakıncı⁵

¹ Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, 34469 Maslak, İstanbul.
(E-posta: ozcanerc@itu.edu.tr)

² University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515,
Miskolc-Egyetemváros, Hungary

³ H-2096 Üröm, Rákóczi u. 42, Hungary

⁴ Geological Institute of Hungary, H-1143, Budapest, Stefánia út 14, Hungary

⁵ Eurasia Institute of Earth Sciences, İstanbul Technical University,
34469 Maslak, İstanbul

Avrupa Oligosen–Miyosen iri bentik foraminifer zonasyonu (SBZ) farklı bölgelerdeki foraminifer verilerinin korelasyonu sonucu oluşturulmuş bir sistem olup, tanımlanan biyostratigrafik zonların detaylı irdelemesi tek bir istif'te yapılmamıştır. Bu kapsamda ilk kez Doğu Anadolu'da üç iri bentik foraminifer zonu (SBZ 22A, 22B ve 23) Kelereşdere kesitinde detaylı olarak ortaya konmuştur. Bu kesitin sığ-denizel birimler ile temsil edilen üst kısmı hariç önemli bir bölümü iri bentik foraminifer, mollusk, mercan gruplarının sıkça gözlemlendiği kütle akıntısı çökellerinin egemen olduğu türbiditik birimler ile temsil edilir. Bu kısımdaki bazı seviyeler planktonik foraminifer ve kalkerli nannoplanktonlar için çalışılmıştır.

Geç Rupeliyen **SBZ 22A** Zonu *Nummulites fichteli*, *Operculina complanata*, *Eulepidina formosoides*, *Nephrolepidina praemarginata* ve *N. musensis* n. sp. topluluğu ile temsil edilmekte olup yeni tanımlanan *Nephrolepidina* türü sahip olduğu iri embryo ve ekvatoryal locacıklar ile Batı Tetis'de bilinen *N. Praemarginata-morgani-tournoueri* soyu türlerinden farklıdır. Bu seviyelerdeki kalkerli nannoplanktonlar NP 24 Zonu nu temsil etmektedir.

Erken Şattiyen **SBZ 22B** Zonu *N. bormidiensis* ve *E. dilatata* ile beraber *Operculina complanata*, *Nephrolepidina praemarginata* ve *N. musensis* n. sp. topluluğu ile temsil edilmekte olup *Nummulites kecskemetti*, *Heterostegina assilinoidea*, *Cyclocypeus* aff. *droogeri* (*Heterostegina* ve *Cyclocypeus* arasında geçiş formu) ve *C. pseudocarpenteri* n. sp. bu zonda tanımlanan diğer foraminifer gruplarıdır. *C. pseudocarpenteri* n. sp. tıpkı güncel *C. carpenteri*'de olduğu gibi gelişmiş bir nepiyonik safha ile temsil edilir ve muhtemelen geç Priaboniyen *Heterostegina gracilis* grubundan türemiş olmalıdır. Bu seviyelerdeki kalkerli nannoplanktonlar NP 24-25 zonlarını planktonik foraminiferler ise SBZ 22B ve 23 zonları arasındaki türbiditik seviyelerden tanımlanmış olup P 21 zonunu temsil etmektedir.

Geç Şattiyen **SBZ 23** Zonu daha önceki çalışmalarda Şattiyen veya Burdigaliyen olarak yaşlandırılmış olan sığ-denizel karbonat ve klastiklerden tanımlanmış olup miogypsinidlerin ortaya çıkışı (*Miogypsina basraensis*, *Miogypsinoides formosensis* ve *M. sivasensis*) ve *Nephrolepidina morgani* *Spiroclypeus blanckenhorni*, *Nummulites kecskemetti*, seyrek *N. musensis*, *Operculina complanata*, *Eulepidina elephantina* (3–4 mm boyutunda iri embryo'lu formlar) ve *E. anatoliensis* n. sp. (oldukça küçük boyutlu embryo'lu bireyler) gibi formların varlığı ile temsil edilir.

Burada tanımlanan iri bentik foraminiferlerin önemli bir kısmı Avrupa grupları ile büyük benzerlik göstermekle beraber *Heterostegina* ve *Cyclocypeus* gruplarının kompozisyonundaki değişim, *Nummulites vascus* grubunun yokluğu, ve *Eulepidina* ve *Nephrolepidina* gruplarına ait yeni taksaların varlığı başlıca farklılıkları oluşturmaktadır. Özellikle *Eulepidina* ve *Nephrolepidina* gruplarının tek birer soy ile temsil edildiği tezi yeniden gözden geçirilmelidir.

Anahtar Sözcükler: iri bentik foraminifer, biyometri, sistematik, Oligosen, Doğu Türkiye

Middle-Late Oligocene Larger Foraminiferal Zones in the Kelereşdere Section (E Turkey)

Ercan Özcan¹, György Less², Mária Báldi-Beke³, Katalin Kollányi⁴ & Mehmet Sakıncı⁵

¹ Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Türkiye (E-mail:ozcanerc@itu.edu.tr)

² University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515,
Miskolc-Egyetemváros, Hungary

³ H-2096 Üröm, Rákóczi u. 42, Hungary

⁴ Geological Institute of Hungary, H-1143, Budapest, Stefánia út 14, Hungary

⁵ Eurasia Institute of Earth Sciences, İstanbul Technical University, Maslak,
TR–34469 İstanbul, Türkiye

The European Oligo–Miocene larger foraminiferal zonation is based on the correlation of different assemblages from isolated sites and on their relationship to other zonations. The direct superposition of zones cannot be observed anywhere. We managed to prove the superposition of three Oligocene larger foraminiferal zones (SBZ 22A, 22B and 23) for the first time in the Kelereşdere section (E Turkey). The major part of the section (except of the uppermost, shallow marine part) is composed of a turbiditic sequence, containing in places allodapic limestone and marl beds consisting of larger foraminifera, molluscs, corals and even pebbles having resedimented from the neighbouring shallow marine territories. We also obtained planktic foraminiferal and calcareous nannoplankton data from the quasi-autochthonous turbidites. This allowed us correlating the larger foraminiferal subdivision with the planktic ones.

The late Rupelian **SBZ 22A** Zone is characterized by the assemblage of *Nummulites fichteli*, *Operculina complanata*, *Eulepidina formosoides*, *Nephrolepidina praemarginata* and *N. musensis* n. sp. This latter, having surprisingly large embryo and equatorial chamberlets, cannot be placed into the *N. praemarginata–morgani–tournoueri* lineage having previously considered as the exclusive phylum of this genus in the Western Tethys. The calcareous nannoplankton indicates the NP 24 Zone.

In the early Chattian **SBZ 22B** Zone *Nummulites fichteli* and *Eulepidina formosoides* are substituted by *N. bormidiensis* and *E. dilatata*, respectively, whereas the other three taxa listed in the SBZ 22 A Zone can be followed here as well. *Nummulites kecskemetii*, *Heterostegina assilinoidea*, *Cycloclypeus* aff. *droogeri* (transitional between *Heterostegina* and *Cycloclypeus*) and *C. pseudocarpenteri* n. sp. are new elements in this zone. This latter species, based on its highly advanced nepiont, could also be identified with the recent *C. carpenteri*. We think, however, that it rather developed from the late Priabonian *Heterostegina gracilis*. Calcareous nannoplankton characteristic for the NP 24–25 Zones and planktic foraminifera of the P 21 Zone have been determined from turbidites between the SBZ 22B and 23 Zones.

The late Chattian **SBZ 23** Zone has been identified from the shallow-marine carbonate sequence composing the upper part of the section having formerly considered as Burdigalian. *Cycloclypeus* and *Heterostegina* disappear here, the latter is substituted by *Spiroclypeus blanckenhorni*. *Nummulites kecskemetii* remains the only representative of this genus. Meanwhile miogypsinids (represented by *Miogypsina basraensis*, *Miogypsinoides formosensis* and *M. sivasensis*) first appear here. *Nephrolepidina praemarginata* is substituted by *N. morgani* whereas some specimens of *N. musensis* and *Operculina complanata* still occur here. *Eulepidina* are represented by *E. elephantina* (with giant embryo of 3–4 mm) and *E. anatoliensis* n. sp. (with relatively small embryo). None of them can be considered as having originated from *E. dilatata*.

Most of the larger foraminiferal taxa listed above correspond to those described from Europe. Therefore, the European larger foraminiferal zonation can also be extended to Eastern Turkey. There are differences as well, such as the specific composition of *Heterostegina* and *Cycloclypeus*, the lack of *Nummulites vascus*, and also the appearance of some new taxa of both *Eulepidina* and *Nephrolepidina*. The idea of one single Western Tethyan lineage each for these latter two genera should be revised.

Key Words: larger foraminifera, biometry, systematic, Oligocene, Eastern Turkey

Küresel Değişimlerin Yerel Etkileri: Her Bölge Eşit Oranda Tepki Vermiyor

Willem Renema

*Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, PO Box 9517 2300 RA Leiden,
The Netherlands (E-posta: Renema@naturalis.nl)*

Tropikal sığ denizel ekosistemlerinin (mercan resifleri de dahil olmak üzere) jeolojik tarihçesi sıkça başlıca yok olma dönemleri ile bağlantılı olarak lokal, bölgesel ve global tekrar yapılanmalar ile temsil edilir. Bölgeler arasında yok olma dönemlerinin başlangıcı ve bu dönemleri takip eden tekrar yapılanma süreçleri oldukça heterojen bir durum ortaya koymaktadır. İri bentik foraminiferler fosil kayıtlarında oldukça bol olmakla beraber günümüzdeki resif ekosistemlerine benzetme yaparak bunların zooxanthellate mercan grupları ile benzer koşullarda bulduklarını bilmekteyiz. Tüm Senozoyik boyunca [sadece Eosen (55–35 milyon sene) grupları tür bazında temsil edilmektedir] cins bazında hazırlanan veri seti, (1) Eosen'den günümüze kadar birkaç biocoğrafik bölgenin değerlendirilmesi, (2) orta Eosen sonu (40 milyon sene), Eosen–Oligosen sınırı (35 milyon sene) ve orta Miyosen (15 milyon sene) dönemlerinde tekrar yapılanmalar arasındaki farklılıkların irdelenmesi, ve (3) İki önemli yok olma döneminden sonra tekrar yapılanmalar hakkında değerlendirmeler yapmak için kullanılmaktadır.

Bu birleştirilmiş veri tabanı bölgesel ortamsal koşulların (paleocoğrafya, oşinografi ve iklim) global olaylara tepkiyi yönlendirdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Indo-Pasifik bölgesinde Eosen-Oligosen sınırından sonraki tekrar yapılanma Avrupa'dakinden daha hızlıdır. Aynı şekilde, Indo-Pasifik bölgesinde resifal ortamın gelişimi Avrupa ve Karayib'ler bölgesindeki tam tersidir.

Anahtar Sözcükler: iri bentik foraminifer, mercan resifi, karbonat, Indo-Pasifik, Avrupa, ortamsal değişim

Local Expressions of Global Change: Not All Regions Respond Equally

Willem Renema

*Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, PO Box 9517 2300 RA Leiden,
The Netherlands (E-mail: Renema@naturalis.nl)*

The geologic history of tropical shallow water ecosystems, including coral reefs, is characterized by a large number of local, regional and global reorganizations, often associated with extinctions. The onset towards and recovery after these extinction events are highly heterogeneous between regions. Larger benthic foraminifera are abundant in the fossil record, and from analogues in recent reef ecosystems we know that they occur in similar conditions as zooxanthellate corals. A dataset that is, preliminary, based on the occurrence of genera during the entire Cenozoic, and on species-level data during the Eocene (55–35 million years ago, Ma) is used to evaluate, (1) the presence of several biogeographic regions from the Eocene onwards; (2) the differences during periods of reorganization such as the end of the Middle Eocene (40 Ma), the Eocene–Oligocene (35 Ma) boundary and the Middle Miocene (15 Ma); and (3) recovery patterns following the two largest extinction events.

These combined datasets demonstrate that regional environmental conditions (e.g., paleogeography, oceanography, and climate), modulate the response to global events. For example, recovery after the Eocene–Oligocene boundary is much faster in the Indo-West Pacific than in Europe. Secondly, the development of the reef environment in the Indo-Pacific appears to be almost the inverse of that in Europe and the Caribbean.

Key Words: larger benthic foraminifera, coral reefs, carbonate, Indo-Pacific, Europe, environmental change

Qum Formasyonu'nun Alt Oligosen İri Bentik Foraminiferleri (Uromieh Batısı, KB İran)

Mohsen Yazdi-Moghadam

*National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran
(E-posta: Mohsen.moghadam@gmail.com)*

Uromieh (Baranduz) batısında (İran) nispeten zengin bir bentik foraminifer çeşitliliği ve bolluğu olan Qum Formasyonu Oligosen denizel istiflerinin bentik foraminifer toplulukları Avrupa havzalarında aynı dönemde tanımlanan foraminifer gruplarına çok benzemektedir. Bu benzerlik kuzeybatı İran bölgesinde tanımladığımız Oligosen bentik foraminiferlerin Avrupa'da Cahuzac ve Poignant (1997) tarafından tanımlanan standart zonasyon (SBZ) kapsamında irdelenmesini mümkün kılmaktadır. Tanımlanan bentik foraminiferlerin önemli bir kısmı hayalin ve porselen kavkılı gruplara ait olup *Operculina*, *Heterostegina*, *Nummulites*, *Neorotalia*, *Penarchaias*, *Peneroplis*, *Praerhapidionina*, *Spirolina*, *Asterigerina*, *Amphistegina*, *Halkyardia*, *Planorbulina* ve *Borelis* ile temsil edilir. Bu topluluklarla beraber kırmızı alg *Subterraniophyllum thomasi* 'de tayin edilmiştir. Tanımlanan *Nummulites fichteli* ve *Nummulites vascus*, aynı zamanda bu seviyelerde Lepidocyclinidae'nin yokluğu göz önüne alınarak; çalışılan seviyelerin SBZ 21 ile (erken Rupeliyen) denleştirilmesine imkan sağlamıştır. Çalışılan istifin üst kısımlarındaki ince kırıntılılardan elde edilen planktonik foraminifer verileri bu yaş konağını desteklemektedir.

Anahtar Sözcükler: Oligosen, Qum Formasyonu, iri bentik foraminifer

**Lower Oligocene Larger Foraminifera from the Qom Formation,
West of Uromieh (NW Iran)**

Mohsen Yazdi-Moghadam

*National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran
(E-posta: Mohsen.moghadam@gmail.com)*

The marine strata of the Qom Formation in west of Uromieh (Baranduz) has a moderately diverse larger benthic foraminiferal fauna resembling to the fauna already described from European marine sequences. The fauna allowed the author to correlate the larger foraminiferal assemblage of northwestern Iran to standard shallow benthic zonation scheme of Cahuzac and Poignant (1997). The identified taxa are dominated by hyaline and porcellaneous forms including *Operculina*, *Heterostegina*, *Nummulites*, *Neorotalia*, *Penarchaias*, *Peneroplis*, *Praerhapidionina*, *Spirolina*, *Asterigerina*, *Amphistegina*, *Halkyardia*, *Planorbulina*, and *Borelis*. This faunal assemblage is also accompanied with coralline algae *Subterraniophyllum thomasii*. The presence of *Nummulites fichteli* and *Nummulites vascus* in absence of *Lepidocyclina* allows the foraminiferal fauna of the studied section to be correlated with shallow benthic zone SB 21 indicating the Early-middle Rupelian age. The planktonic foraminiferal data from the overlying marly succession support the assigned age by larger benthic foraminifera.

Key Words: Oligocene, Qom Formation, larger foraminifera

Kachchh Bölgesinin (Gujarat, Batı Hindistan) Oligosen Kırmızı Alg ve Bentik Foraminifer Toplulukları

Anil Kumar Jauhri¹, Pradeep Kumar Misra²,
Sarvesh Kumar Singh² ve Syham Kishore²

¹ *Department of Geology, University of Lucknow, Lucknow 226007, India*
(E-posta: akjauhri@rediffmail.com)

² *Department of Botany, University of Lucknow, Lucknow 226007, India*

Bu çalışmada Kachchh bölgesinin Oligosen istifindeki kırmızı alg toplulukları bu grupların paleortamsal yorumlarda olası katkısını araştırmak için çalışılmıştır. Bu bölgedeki Oligosen istifi karbonat egemen Ramadian (Alt Oligosen) ve karbonat-silisiklastik egemen Waiorian (Üst Oligosen) olmak üzere alt ve üst iki birim altında incelenmiş olup alt birim genelde *Nummulites* ve mercan grupları ile beraberliği gözlenen Sporolithaceae, Mastophoroid ve Melobesioïd gruplarını içerir. Üst birim ise çok zengin bir Melobesioïd, infaunal ekinid, ve *Heterostegina*, *Spiroclypeus*, *Miogypsinoides* foraminifer topluluğu içerir.

Alt birimdeki Mastophoroid'ler diğer biota ile beraber yama-resifi, üst birimdeki *Spiroclypeus* ve melobesioïd'ler ise oldukça derin ramp çökeltme ortamlarına işaret etmektedir. Çalışma bölgesindeki kırmızı alglerin genel dağılımı melobesioïd'ler ve mastophoroid'lerin Paleojen dağılımı ve çeşitliliği ile paralellik göstermektedir. Mastophoroid'ce zengin kırmızı algler ve beraber bulunan *Nummulites* ve mercan grupları daha ılıman erken Oligosen, Geç Oligosende yaygın melobesioïd-egemen topluluk ise bu dönemi temsil eden daha düşük sıcaklık koşullarını ve klastik malzeme girişiminin arttığı bir dönemi yansıtmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kırmızı alg, foraminifer, Oligosen, Kachchh, batı Hindistan

Coralline Algal and Foraminiferal Assemblages from the Oligocene of Kachchh, Gujarat, Western India

Anil Kumar Jauhri¹, Pradeep Kumar Misra²,
Sarvesh Kumar Singh² & Syham Kishore²

¹*Department of Geology, University of Lucknow, Lucknow 226007, India
(E-mail: akjauhri@rediffmail.com)*

²*Department of Botany, University of Lucknow, Lucknow 226007, India*

The present paper examines the coralline algal assemblages of the Oligocene successions of Kachchh, western India to explore possibilities of their use in palaeoenvironmental interpretation in a precise chronostratigraphic framework. The coralline algae are facies dependent and in Kachchh their distribution appears to be controlled by lithofacies characteristics. The Oligocene sequences of Kachchh are divided into a lower carbonate-dominated Ramanian stage (lower Oligocene) characterised by dominance of Sporolithaceae, mastophoroids and melobesioids which occur in association with nummulites and corals, and an upper mixed carbonate-siliciclastic Waorian stage (upper Oligocene) showing a high abundance of melobesioids, infaunal echinoids, *Heterostegina*, *Spiroclypeus*, *Miogypsinoides*.

Mastophoroids along with the associated biota of the Ramanian stage are indicative of patch-reefal environment (shallow ramp build-up), while melobesioids in association with *Spiroclypeus* of the Waorian stage suggest a deposition in a relatively deeper ramp environment. The observed distribution of the corallines in the study area is consistent with general distribution and diversity patterns of melobesioids and mastophoroids in the Palaeogene. The mastophoroid-dominated corallines and the associated *Nummulites* and coral assemblages correspond to a general trend of increased diversity of mastophoroids, corals and *Nummulites* in the warmer early Oligocene, whereas the melobesioid-dominated assemblage along with the co-occurring *Spiroclypeus* represents the acme of melobesioids in the late Oligocene when relatively lower temperatures and higher influx of clastic material prevailed.

Key Words: Coralline algae, foraminifera, Oligocene, Kachchh, western India.

Batı Tetis İri Bentik Foraminiferleri Oligosen Paleobiocoğrafyası

Davide Bassi D.¹, Salvatore Cirillo¹, James H. Nebelsick²,
Lukas Hottinger³ ve Johannes Pignatti⁴

¹ *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara, via Saragat 1,
I-44100 Ferrara, Italy, (E-posta: bsd@unife.it)*

² *Institute of Geosciences, University of Tübingen, Sigwartstr. 10, D-72076 Tübingen, Germany*

³ *Natural History Museum Basel, Augustinergasse 2, Postfach 4001-Basel, Switzerland*

⁴ *Dipartimento di Scienze della Terra, Univ. di Roma 'La Sapienza', P.le A. Moro 5, I-00185 Roma*

Batı Tetis Senozoyik sığ-denizel karbonat platformları çok farklı fasiyeslerin biyojenik içeriğini oluşturan iri bentik foraminiferler (tek hücreli bentik, ökaryotik, simbiyotrofik organizmalar) ile temsil edilir. Bu çalışmada Akdeniz/İran bölgesindeki Oligosen iri bentik foraminiferlerin örijini tartışılmış, bu foraminiferlerin dağılımı, ve paleoiklim, trofik ve ekolojik değişimlerin bu gruplar üzerine etkisi irdelenmiştir. Bu dönemde Akdeniz/İran bölgesinin, Atlantik Okyanusu, Kuzey Denizi Havzası, Paratetis ve Indo/Pasifik ile olmak üzere dört coğrafik bağlantısının olduğu bilinmektedir. Önceki verilerin detaylı irdelenmesi tüm Oligosen boyunca iri bentik foraminifer tür sayısında enleme bağlı olarak azalma olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu zaman aralığında, iri bentik foraminifer çeşitliliğinde tarihi süreçler ve fiziksel ortamdaki değişime bağlı olarak Güney Akdeniz-Tetis bölgesinden Kuzey Paratetis bölgesine doğru bir değişim izlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: iri foraminifer, sığ-denizel karbonatlar, Oligosen, Batı Tetis

Larger Foraminiferal Palaeobiogeography in the Oligocene Western Tethys

Davide Bassi D.¹, Salvatore Cirillo¹, James H. Nebelsick²,
Lukas Hottinger³ & Johannes Pignatti⁴

¹ *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara, via Saragat 1,
I-44100 Ferrara, Italy, (E-mail: bsd@unife.it)*

² *Institute of Geosciences, University of Tübingen, Sigwartstr. 10, D-72076 Tübingen, Germany*

³ *Natural History Museum Basel, Augustinergasse 2, Postfach 4001-Basel, Switzerland*

⁴ *Dipartimento di Scienze della Terra, Univ. di Roma 'La Sapienza', P.le A. Moro 5, I-00185 Roma*

The Cenozoic shallow-water carbonate platforms of the Western Tethys are characterised by larger foraminifera (LF, benthic unicellular, eukaryotic, symbiotrophic organisms), which represent dominant benthic biogenic components of different facies successions. This study focuses on the origin of Oligocene LF faunas of the Mediterranean/Iranian area. Their distribution is outlined and the influence of the palaeoclimate, trophic and ecological gradients is evaluated. Porcellaneous imperforated and hyaline perforated LF assemblages are therefore investigated from the Mediterranean-Tethyan area. This area was characterized by four geographic connections with the Atlantic Ocean, North Sea Basin, Paratethys and Indo-Pacific Ocean. Data from a comprehensive literature survey show that the number of LF species underwent a latitudinal reduction in the Mediterranean–Tethyan region throughout the Oligocene. During the studied time slice, larger foraminiferal faunas generally show a diversity gradient from the southern Mediterranean–Tethyan margins to the northern Paratethys region reflecting both historical processes and ambient physical environments.

Key Words: larger foraminifera, shallow-water carbonates, Oligocene, Western Tethys

Türkiye'deki Paleojen ve alt Miyosen İri Bentik Foraminifer Topluluklarının Paleobiocoğrafik Özellikleri

Ercan Özcan¹ ve György Less²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: ozcanerc@itu.edu.tr)

² University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources,
H-3515, Miskolc-Egyetemváros, Hungary

Türkiye'de SBZ 3-25 zonlarını (Tanesiyen–Burdigaliyen) temsil eden hayalin iri bentik foraminiferlerden elde edilen veriler bu grupların genel anlamda Batı Tetis Paleobiocoğrafik Bölgesini temsil ettiğini göstermektedir. Bu grupların detaylı çalışılması aynı zamanda Avrupa topluluklarından farklılıkları ve özellikle Doğu ve Batı Tetis okyanuslarının bağlantıyı sağlayan denizin Burdigaliyen döneminde daralması ve sığlaşmasıyla bu bölgede oluşan Indo-Pasifik fauna etkisinin tespit edilmesine imkan vermiştir.

SBZ 3-20 zonlarını kapsayan tüm orthophragminid toplulukları detaylı olarak çalışılmış, Avrupa'da bilinen tüm soylar tanımlanmış olmakla beraber evrimsel özellikleri tam olarak bilinmeyen/eksik olan bazı grupların filojenesi Türkiye'den elde edilen veriler ile tamamlanmıştır. Buna ek olarak üç yeni tür Türkiye'de tanımlanmıştır. Nummulitid'lerde, Bartoniyen–Burdigaliyen (SBZ 17-25) toplulukları detaylı diğerleri az detaylı olarak çalışılmıştır. *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina* ve *Spiroclypeus* gruplarının kompozisyonu Avrupa'da bilinenlerden farklılık göstermemektedir. Eosen *Heterostegina reticulata* ve *H. gracilis* taksaları Avrupa ile benzerlik göstermekle beraber geç Bartoniyenin *H. armenica* grubu sadece Türkiye ve Ermenistan'dan tanımlanmıştır. Farklılıkların en bariz olduğu gruplardan biriside *Cycloclypeus* dur. Bu takson Türkiye'de Oligosen döneminde *Heterostegina-Cycloclypeus* geçişini temsil eden, (şimdilik *C. aff. droogeri* olarak adlandırılmıştır) formlar ve grubunun oldukça gelişmiş bir aşamasını temsil eden (*C. pseudocarpenteri* n. sp.) formlar ile temsil edilir. Avrupa'daki dağılımının tersine bu grup Doğu Anadolu bölgesinde erken Miyosen (Burdigaliyen) dönemindeki foraminifer göçüne bağlı olarak aynı dönemdeki çökellerde zengin olarak bulunmaktadır.

Miogypsinidler tamamen Avrupa kompozisyonuna sahip olmakla beraber *Miolepidocyclina*'nın coğrafik dağılımı Doğu Anadolu bölgesine kadar uzanmaktadır. Erken Akitaniyen çökellerinde iki farklı *Miogypsinoides* grubunun varlığı daha önceleri *M. bantamensis* olarak tanımlanan bazı formların yeni bir tür altında, *M. sivasensis*, sınıflanmasına imkan vermiştir. Lepidocyclinid'lerin kompozisyonu daha önce *Eulepidina* ve *Nephrolepidina* grupları için Avrupa'da öne sürülen ve her iki grup içinde birer soyun evrimi ile temsil edilen basit modele uymamaktadır. *Eulepidina* üç farklı grup ile temsil edilmekte olup *E. dilatata* soyundan (*E. formosoides*-*E. dilatata*) farklı olarak *E. anatolica* n. sp. ve *E. elephantina* geç Şattiyen yaşlı seviyelerden, Indo-Pasifik etkisini gösteren *E. aff. formosa* ise Burdigaliyen yaşlı seviyelerden tanımlanmıştır. *Nephrolepidina* Orta ve Geç Oligosen'de, *N. musensis* n. sp. (iri embryonik localar ve ekvatoryal locacıklar ile temsil edilir) *N. praemarginata* ve *N. morgani* ile beraber bulunmaktadır. Burdigaliyen dönemindeki Indo-Pasifik etkisi Avrupa *N. praemarginata*-*morgani*-*tournoueri* ve Indo-Pasifik *N. isolepidinoides*-*sumatrensis*-*angulosa* gruplarının Türkiye'de karışımı ile temsil edilir. Sadece Indo-Pasifik için karakteristik olan rib'li *Nephrolepidina* bireyleri Doğu Anadolu'daki Burdigaliyen çökellerinde yaygın olarak bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: paleobiocoğrafya, hayalin bentik foraminifer, Paleosen–Miyosen, sığ bentik zonasyon

Paleobiogeographical Aspects of Paleogene and Lower Miocene Larger Foraminiferal Assemblages from Turkey

Ercan Özcan¹ & György Less²

¹ *Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, Maslak,
TR-34469 İstanbul, Turkey (E-mail: ozcanerc@itu.edu.tr)*

² *University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources,
H-3515, Miskolc-Egyetemváros, Hungary*

Based on the study of mostly hyaline groups of larger Foraminifera in Turkey covering virtually all zones from SBZ 3 to 25 (Thanetian to Burdigalian) it can be stated that the whole territory belongs to the Western Tethyan paleobiogeographical realm. Turkish assemblages also allows detecting some differences from the European faunas and a certain Indo-Pacific influence, which is most important in the Burdigalian due to the narrowing and shallowing of the Tethyan Seaway having connected the Eastern and Western Tethys.

All the orthophragminid evolutionary lineages established in Europe could be recognized, moreover the evolution of some phyla could more completely be reconstructed in Turkey. Four new taxa have also been described. Based on the nummulitids [mainly focusing on Bartonian to Burdigalian (SBZ 17 to 25) assemblages], no particular deviations from Europe have been found in the specific composition of *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina* and *Spirochypeus*. *Heterostegina reticulata* and *H. gracilis* in the Eocene are also common with Europe, meanwhile the late Bartonian *H. armenica* with rapid intraphyletic evolution seems to be restricted to Turkey and Armenia. Even more differences between Turkey and Europe can be found in the specific composition of *Cyclochypeus*. Instead of the taxa characteristic for the European Oligocene, a transitional form between *Heterostegina* and *Cyclochypeus*, (provisionally called as *C. aff. droogeri*) and an amazingly highly advanced representative (*C. pseudocarpenteri* n. sp.) could be recorded from this level in Turkey. On the contrary to Europe, the genus also occurs here in the Burdigalian, and is represented by *C. eidae* reflecting the Indo-Pacific influence in this time.

Miogypsinids in Turkey are of entirely European composition including the presence of *Miolepidocyclina* and also the duality of genus *Miogypsinoides* in the lower Aquitanian (and also in the top of the Chattian), which allowed us introducing *M. sivasensis* n. sp., formerly included into *M. bantamensis*. The specific composition of lepidocyclinids in Turkey completely contradicts to the simple picture of one Western Tethyan lineage each for both *Eulepidina* and *Nephrolepidina* suggested by earlier authors, although these lineages can widely be found in Turkey, too. Three new *Eulepidina* taxa [*E. anatolica* n. sp. with an advanced but relatively small embryo and *E. elephantina* with giant (up to 4 mm) embryo, both from the uppermost Chattian and *E. aff. formosa* from the Burdigalian, also reflecting the Indo-Pacific influence] have been described. In the case of *Nephrolepidina*, *N. musensis* n. sp. with unusually large embryo and equatorial chamberlets co-occurs in the middle and late Oligocene with *N. praemarginata* and *N. morgani* of the main Western Tethyan lineage, which can also be followed in the Aquitanian. The Indo-Pacific influence in the Burdigalian is reflected in an unusual mixing of the European *N. praemarginata*–*morgani*–*tournoueri* and the Indonesian *N. isolepidinoides*–*sumatrensis*–*angulosa* lineages. Even ribbed forms, characteristic for the latter, widely occur in E Turkey.

Key Words: paleobiogeography, hyaline larger foraminifera, Paleocene–Miocene, shallow benthic zonation

Adriyatik Karbonat Platformunda K/Pg Sınırı (Üst Mastrihtiyen ve Alt Daniyen) Dolaylarında Biyotik ve Abiyotik Gelişim

Katica Drobne¹, Vlasta Čosović², Bojan Ogorelec³,
Nevio Pugliese⁴ ve Rodolfo Riccamboni⁴

¹Palaeontological Institute I. Rakovec ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
(E-posta: katica@zrc-sazu.si)

²Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zagreb, Horvatovac 102a,
10 000 Zagreb, Croatia

³Geological Survey of Slovenia, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴Department of Geology, Environmental and Marine Sciences, University of Trieste,
via E.Weiss 2, 34127 Trieste, Italy

Adriyatik platformu Üst Mastrihtiyen çökelleri rudist-yığışmalarının yaygın olduğu sığ-denizel kireçtaşları ile temsil edilir. Bu sığ-denizel, kısmen lagünel ve gel-git üstü fasiyeslerini içeren çökeller tekrarlanan devrinsel gel-git düzlüğü birimleri olarak Daniyen'dede gözlenir. Detayda, Mastrihtiyen birimi kısmen bitümlü, koyu gri mikrit olup, kalınlığı 0.2–2 m arasında değişen breş seviyesi, boksit kalıntıları, stramatolitik laminalar, sık sık gözlenen ve paleokarst gösteren seviyeleride içerir. Karst bölgesinde Üst Mastrihtiyen ve Alt Daniyen istifinin kalınlığı bir kaç metreden 15–20 m ye kadar değişmektedir. Kretase sonu genel olarak karasallaşma dönemi olmakla beraber denizel birimler Friuli platformunun (Adriyatik) kuzey-batısından güney-doğuda Dinarid platformuna kadar uzanmaktadır. Bu denizel birimler Konavlje, Braç adası (Livka körfezi), Mt. Kapela, güney-batı Slovenya'nın Karst bölgesi (Vremski Britof, Dolenja Vas, Sopada, Lipica) ve kuzey-doğu İtalya (Basovizza, Padriciano I, II) bölgelerinde yüzlelerde tanımlanmıştır. Bu birimler Liburnia Formasyonu'nun en alt seviyelerine ait olup *Bournonia* spp. *Apricardia* sp. gibi rudist, *Anomia*, *Stomatopsis*, *Cosinia* gibi mollusk gruplarını içerirler. Foraminiferler *Laffitteina mangaudi* (Astre), *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas (Batı Tetis), *Cuneolina cylindrica* Henson, *C. ketini* Inan (kozmpolit), *Pseudomphalocyclus* sp. Meriç (Türkiye), ve *Gyroconulina* sp.1 (Çin'den bilinmektedir) ile temsil edilir. Diğer foraminiferler ise şu grupları içerir: *Rhapydionina liburnica* (Stache) (orta Neo-Tetis sığ-denizel fasiyeslerinde), *Bolivina* sp.1, *Bolivina* sp. 2, *Spirolina* sp.1, miliolid'ler, iç yapısı olmayan hayalin konik foraminifer *Fleuryana adriatica* De Castro, Drobne, Gušić (Adriyatik'de Mastrihtiyen en üstünde tanımlanmıştır). Bununla beraber *Bangiana hanseni* Drobne ise Neo-Tetis'de en alt Daniyen'de yukarıda bahsedilen birimlere benzer fasiyeslerde bulunmaktadır.

Bir siyanobakteri olan *Decastronema barattoloi* (De Castro) K/Pg sınırının hem altında hemde üstünde benzer fasiyeslerde tayin edilmiştir. Dasıklad alg *Acroporella chiapasensis* Deloffre, Fourcade et Michaud, Meksika orijinli olup bu grup K/Pg sınırı üstünde daha yaygındır [*Tergestina decastroi* Barattolo, *Drobnella slovenica* Barattolo (merkezi Neo-Tetis)].

Charophyta K/Pg sınırına karşılık gelecek şekilde batı platformunda lagünel fasiyeslerde yaygındır ve bu gruba ait olarak Daniyen'de bölgesel olarak yaygın olan *Lagynophora liburnica* Stache gözlenir. Sığ-denizel kireçtaşında breş seviyesi Dünya'da bilinen $\delta^{13}C$ (‰–8) sapması, seyrek elementlerin (Ga, Sm, Zr, Co, Ni, V) varlığı, Hg zenginleşmesi (50 ppb'den 300 ppb'e kadar), yüksek iridyum seviyeleri (5,8 ppb) ile karakterize edilir. Paleomanyetik zon Ch 29r tanımlanmış olup 40-200 bin seneye karşılık gelen hiyatus tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üst Mastrihtiyen, K/Pg sınırı, biyotik, abiyotik, Adriyatik karbonat platformu

Biotic and Abiotic Evolution from the Upper Maastrichtian and the Lowest Danian, Through the K/Pg Boundary, in the Adriatic Carbonate Platform

Katica Drobne¹, Vlasta Čosović², Bojan Ogorelec³,
Nevio Pugliese⁴ & Rodolfo Riccamboni⁴

¹Palaeontological Institute I. Rakovec ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
(E-mail: katica@zrc-sazu.si)

²Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zagreb, Horvatovac 102a,
10 000 Zagreb, Croatia

³Geological Survey of Slovenia, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenia,

⁴Department of Geology, Environmental and Marine Sciences, University of Trieste,
via E. Weiss 2, 34127 Trieste, Italy

The upper Maastrichtian of Adriatic platform is characterised by shallow water limestones showing the occurrence of rudist build-ups. These very shallow, partly lagoonal and supratidal deposits are present during the Danian often included in repeated peritidal cycles. In detail, the lithostratigraphic Maastrichtian member is represented by dark grey biomicrite, slightly bituminous. It shows an emersion breccia (0.2 m to 2 m thick), thin bauxite tracts, stromatolite laminas, repeated paleokarst evidence (appearance of aggregates of *Microcodium* and palaeosoils). The thickness of the upper Maastrichtian and the lowest Danian succession consists of some metres to 15–20 m in the Karst area.

Great emersion processes characterize the end of the Cretaceous, but they do not preclude the spreading of marine areas that are located in the NW part of Friuli platform, that is Adriatic-Dinaric platform southeasternward. These areas are recorded by outcrops of the following localities: Konavle, Island of Brač (Bay of Livka), Mt. Kapela, in the Karst region of SW Slovenia (Vremški Britof, Dolenja Vas, Sopada, Lipica) and NE Italy (Basovizza, Padriciano I, II). These layers belong to the basal part of Liburnia Formation. The main fossils are the last rudists *Bournonia* spp. *Apricardia* sp., sometimes 1 cm in size, and the molluscs *Anomia*, *Stomatopsis*, *Cosinia*. The list of foraminifera includes the large taxa, such as *Laffiteina mangaudi* (Astre), *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas of western part of Tethys, together with *Cuneolina cylindrica* Henson, and the cosmopolitan *C. ketini* Ichnan, *Pseudomphalocycclus* sp. Meriç (Turkey), *Gyrogonulina* sp.1, that is known in open shallow platform of China. Other foraminifera are represented by *Rhapydionina liburnica* (Stache), that is very common in restricted marine settings of the central Neo-Tethys, and the small sized species, such as *Bolivina* sp.1, *Bolivina* sp. 2, *Spirolina* sp.1, miliolids, conical foraminifera without inner structure and hyaline form *Fleuryana adriatica* De Castro, Drobne, Gušić (at the top of Maastrichtian – Adriatic Carbonate Platform). Moreover, *Bangiana hanseni* Drobne can be considered a co-partner in the similar restricted facies in the lowermost Danian of Neo-Tethys. The cyanobacteria *Decastronema barattoloi* (De Castro) represents an element in common between the both biotas of the same facies, below and above the K/Pg. Dasycladacean algae *Acroporella chiapasensis* Deloffre, Fourcade et Michaud shows a Mexican origin. The number of dasycladacean algae increases above the K/Pg, with the index species *Tergestina decastroi* Barattolo, *Drobnella slovenica* Barattolo (central Neo-Tethys). Charophyta prevail in the lagoons of the western platform in correspondence to the K/Pg. Actually, gyrogonites of many species occur in restricted settings. During the Danian of western part of Tethys, a regional taxon is represented by ex *Lagynophora liburnica* Stache.

The limestone or the breccia of the shallow marine carbonate successions of K/Pg contain worldwide known evidence, as demonstrated by the excursion of $\delta^{13}\text{C}$ content (-8‰), the occurrence of rare elements Ga, Sm, Zr, Co, Ni, V, the enrichment by Hg (50 ppb to 300 ppb), the presence of magnetic and glassy sphaerules, higher values of Iridium (to 5,8 ppb), the identification of the paleomagnetic zone Ch 29r and the definition of a hiatus of about 40 kyr to 200 kyr. Thus, Karst area represents a good field of research since several interdisciplinary data may produce original information concerning the development of the biota, including the definition of the extinction speed and the time of colonization of revitalised settings of the Adriatic platform after the biotic crisis of K/Pg boundary.

Key Words: Upper Maastrichtian, K/Pg boundary, biota, abiota, Adriatic CP

Batı Tetis Retikule-*Nummulites* Grubunun Bartoniye Erken Şattiyen EvrimiGyörgy Less¹, Botond Kertész² ve Ercan Özcan³¹ *University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515, Miskolc-Egyetemváros, Hungary (E-posta: foldlgy@uni-miskolc.hu)*² *COLAS-Északkő Bányászati Kft., H-3915 Tarcsl, Malom str. 10., Hungary*³ *İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul*

Retikule *Nummulites* grubu Batı Tetis Bartoniye–Erken Şattiyen çökellerinde çok yaygın olmakla beraber, gruba ait türlerin sınıflaması ve adlanması oldukça karışık bir durum sunmaktadır. Bu nedenle bu gruba ait topluluklar ilk aşamada GB Fransa’dan Ermenistan’a kadar kırk-altı bölgede öncelikle megalosferik formların morfolojik kıyaslamasını yapmak amacı ile Bartoniye–Erken Şattiyen aralığında çalışılmıştır. Çalışılan kırk-yedi topluluktan kırk-altı’ sı *Nummulites fabianii-fichteli* grubu içinde gruplanmış olup, Orta Bartoniye Keçili 1 örneğinde (Elazığ, Doğu Türkiye) embryo boyutları aynı seviyedeki *Nummulites fabianii-fichteli* grubu bireylerinden beş kez daha büyük olan diğer bir topluluğun varlığı da ortaya konmuştur. Bu bireyler *N. hottingeri* olarak (*N. partschi-lorioli*- grubunun son üyesi) gruplanmış olmakla beraber tanımlanan özellikleri *N. ptukhiani*’nin orijinal tanımı ile örtüşmektedir. Bu durum, her iki adlama’nın aynı türü ifade ettiğini ve yukarıda bahsedilen türlerin sinonim olduğunu göstermektedir. Ancak, ‘*N. ptukhiani*’ adlamasının diğerine göre önceliği bulunmaktadır. Bu durumda *N. fabianii* grubunun bu türden türediğini söylemek mümkün değildir.

Kırk-altı topluluk megalosferik bireylerde kavkı yüzeyinin temel alındığı kalitatif ve ekvatoryal kesitlerde kavkı iç özelliklerinin temel alındığı kantitatif metodlar ile çalışılmıştır. Bu topluluklar grubun evrimsel özellikleri ortaya koymak için yaş ilişkilerine göre (fosil toplulukları ve stratigrafik konumları temel alınarak) irdelenmiş olup, prolokülüs boyutundaki zaman içindeki artışın en güvenilir parametre olduğu ortaya konmuştur. Bununla beraber aynı populasyon içinde önemli değişimler göstermekle beraber kavkı-yüzeyi özelliklerinde zaman boyutunda gözlenen değişimlerinde taksonomik değer taşıdığı sonucuna varılmıştır. Ortalama loca boyutunda (uzunluk) üçüncü tur da tanımlanan artış ikincil bir önem taşımakta olup bunun ekolojik bir faktör olarak ta ortaya çıkması mümkündür.

Sonuç olarak, elde edilen veriler *Nummulites fabianii-fichteli* grubunun Erken Bartoniye-Erken Şattiyen aralığında tek bir evrimsel soy olduğunu göstermekte olup ortalama prolokülüs boyutu (P_{ort}) ve kavkı yüzeyi özellikleri temel alınarak gruba ait altı tür tanımlanmıştır.

Takson	P_{ort} (µm)	Kavkı Yüzeyi	Kat	SBZ zonu
<i>N. bullatus</i>	65–100	granüller, retikülasyon yok	en alt Bartoniye	erken SBZ 17
<i>N. garganicus</i>	100–140	yoğun granüller + retikülasyon	erken Bartoniye	geç SBZ 17
<i>N. hormoensis</i>	140–200	yoğun granüller+ umbo + retikülasyon	geç Bartoniye	SBZ 18
<i>N. fabianii</i>	200–300	yoğun retikülasyon, zayıf granüller+umbo	Priaboniye- erken Rupeliye	SBZ 19–21
<i>N. fichteli</i>	200–300	zayıf retikülasyon-düzensiz elek	geç Priaboniye- geç Rupeliye	SBZ 20–22A
<i>N. bormidiensis</i>	300–450	düzensiz elek	erken Şattiyen	SBZ 22B

Anahtar Sözcükler: retikule *Nummulites*, Bartoniye-Erken Şattiyen, Batı Tetis, taksonomi, morfometri

Bartonian to Early Chattian Reticulate *Nummulites* of the Western TethysGyörgy Less¹, Botond Kertész² & Ercan Özcan³¹ *University of Miskolc, Department of Geology and Mineral Resources, H-3515, Miskolc-Egyetemváros, Hungary (E-mail: foldlgy@uni-miskolc.hu)*² *COLAS-Északkő Bányászati Kft., H-3915 Tarcal, Malom str. 10., Hungary*³ *Department of Geological Engineering, İstanbul Technical University, Maslak, 34469 İstanbul, Turkey*

Reticulate *Nummulites* can be found very often in rock-forming quantity in the Bartonian to lower Chattian beds of the Western Tethys; however their nomenclature is extremely complicated and rather controversial. Therefore, and since B-forms are quite rare and often missing, in the first phase of the research we have concentrated on the comparative morphometric study of megalospheric forms without prejudicing formerly introduced typological names to particular populations. We used material from forty-six localities extending from SW France to Armenia and spanning from the early Bartonian to the early Chattian. Forty-seven populations could be encountered, forty-six of which could be arranged safely into the well-known *Nummulites fabianii-fichteli* group. However, in the middle Bartonian locality of Keçili 1 (eastern Turkey) another population of reticulate *Nummulites* bearing about five times larger embryo than that of the population belonging to the *N. fabianii-fichteli*-lineage from the same sample could be observed. This population has been identified with *N. hottingeri* (the end-member of the *N. partschi-lorioli*-lineage) on the one hand but also with the original description of *N. ptukhiani* (later widely accepted as the precursor of *N. fabianii*) on the other. This means that the two names are synonymous and *N. ptukhiani* bearing priority advantage over *N. hottingeri* has to be applied for these forms. On the other hand, it can by no means be used for the precursor forms of *N. fabianii*.

The forty-six populations belonging to the *Nummulites fabianii-fichteli* group have been analyzed qualitatively by means of the surface characteristics and quantitatively by means of the internal features observable in the equatorial section of A-forms. In order to distinguish the evolutionary trends from the ecologically or ontogenetically induced phenomena we arranged the forty-six populations according to their supposed ages based on the accompanying fossils and/or stratigraphical positions.

The inner cross-diameter of the proloculus has been proven to be the most reliable evolutionary parameter. Beside, the evolution of surface characteristics (not detailed here) is also usable in this sense, although it shows great intrapopulation variation partly because of the ontogeny. The increase of the average length of chambers (accompanied by general flattening) in the third whorl is of secondary importance in recognizing the evolution of the group because it is affected also by ecological factors. Finally, the tightness/laxity of the spire and the relative width of the spiral cord in the third whorl are clearly the functions of the actual paleoenvironment.

As a result, the *Nummulites fabianii-fichteli* group is proven to form a single but rather variable evolutionary lineage within the early Bartonian to early Chattian development of which six evolutionary stages (considered as species) could be recognized (we could not study the middle–late Lutetian precursor forms). The safety of identification of these evolutionary stages with particular species names is of different degree. The six species are defined primarily on the basis of the average inner cross-diameter of the proloculus (P_{mean}) and secondarily by the surface characteristics as follows:

Taxon	P_{mean} (µm)	Surface	Stage	SBZ zone
<i>N. bullatus</i>	65–100	granules, no reticulation	basal Bartonian	early SBZ 17
<i>N. garganicus</i>	100–140	heavy granules + reticulation	early Bartonian	late SBZ 17
<i>N. hormoensis</i>	140–200	heavy granules + umbo + reticulation	late Bartonian	SBZ 18
<i>N. fabianii</i>	200–300	heavy reticulation, weak granules + umbo	Priabonian to early Rupelian	SBZ 19–21
<i>N. fichteli</i>	200–300	weak reticulation to irregular mesh	late Priabonian to late Rupelian	SBZ 20–22A
<i>N. bormidiensis</i>	300–450	irregular mesh	early Chattian	SBZ 22B

Key Words: Reticulate *Nummulites*, Bartonian-Early Chattian, Western Tethys, taxonomy, morphometric

Orta Asya Alt Paleojen İri Bentik Foraminiferleri ve Biocoğrafik Özellikleri

Elena Zakrevskaya

Vernadsky State Geological Museum RAS, Mokhovaya 11, bl.2, Moscow 125009, Russia
(E-posta: zey@sgm.ru)

Türkmenistan, Özbekistan ve Tacikistan'ın (Orta Asya) güney kısımlarında zengin olmayan erken Paleojen iri bentik foraminifer toplulukları tanımlanmıştır. Bu bölgeler paleocoğrafik olarak erken Paleojen döneminde Turanian provinsinin en güney-doğu kısmını temsil etmekte olup, güneyde Afganistan ve İran havzaları ile sınırlandırılmıştır. Bu bölgelerde İri bentik foraminiferler Eosen döneminde cins bazında peri-Tetis topluluklarına çok benzemekle beraber tür çeşitliliğindeki azlık ile bu bölgelerden farklılıklar göstermektedir (Bu bölgelerdeki Paleojen *Nummulites* ve *Discocyclina* gruplarının dağılımı için Bugrova, 1991' e bakınız).

Orta Asya bölgesinde Orta ve Üst Paleosen çökelleri Bukhara katı içinde incelenmekte olup çok zengin bir pelesipod ve bentik foraminifer topluluğu ile temsil edilir. Türkmenistan güneyinde bu kat miliolid ve rotalid foraminiferli kireçtaşları ile temsil edilmekte olup Bugrova (1991) tarafından burada tanımlanan *Nummulites fraasi*, *N. aff. spileccensis*, *N. deserti* ve *N. solitarius* gibi gruplar bu çalışma kapsamında tanımlanmamıştır. Tetis' de Paleosen döneminde yaygın olan *Kathina* ve *Lockhartia* grupları ise bu çökellerde bulunmaktadır. Peri-Tetis istiflerinde bilinmeyen bu grupların varlığı Paleosen döneminde Türkmenistan ve kuzey Afganistan havzalarının bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır.

Kuschka (Türkmenistan) ve batı Tacikistan bölgelerinde Alt İpreziyen Suzak katı Morozovella subbotinae zonuna ait planktonik foraminiferleri içeren kumtaşı ve kilaşı fasiyesleri ile temsil edilir. Bu istif'te *Nummulites panteleevi*, *N. aff. praemurchisoni*, ve seyrek *D. dispansa taurica*, *D. augustae sourbetensis* ve *Nemkovella stropholata fermonti*, ilk kez tanımlanmıştır.

Üst İpreziyen iri bentik foraminiferleri Türkmenistan ve Tacikistan'da Alai katında tek bir tür; *Nummulites baisunensis* ile temsil edilmektedir. Bu katın konumu Morozovella aragonensis zonu ve NP13 - NP14 zonları geçişine karşılık gelen kalkerli nannoplanktonlar ile tanımlanmıştır. Alai katının monospesifik *Nummulites* topluluğu aynı dönemde diğer peri-Tetis bölgelerinden (Kırım, kuzey Kafkaslar, Kuzey Aral, Mangyshlak) tanımlanan zengin topluluklardan (*N. distans*, *N. nitidus*, *N. pratti* ve *N. irregularis* grupları) oldukça farklıdır. *Nummulites baisunensis* morfotipleri *N. planulatus*'a çok benzemekle beraber daha küçük protokon boyutlarına sahiptir. *Nummulites baisunensis*'e en yakın tür Japonya ve Tayvan'da Üst İpreziyen istiflerinden tanımlanmış olan *N. junbarensis*'dir.

Orta Asyada Üst Lütisiyen–Bartoniyen iri bentik foraminiferleri Turkestan katında yaygın olarak bulunmaktadır. Bunlar kuzey peri-Tetis için karakteristik olan *Nummulites orbigny* ve *N. prestwichianus* gruplarıdır. Orthophragmines grubu ise *Discocyclina augustae augustae* ve *D. dispansa sella* ile temsil edilir.

Sonuç olarak, Orta Asya iri bentik foraminifer toplulukları Paleosen döneminde bu bölgenin Afganistan havzası, Erken İpreziyen ve Geç Lütisiyen–Bartoniyen'de ise peri-Tetis (genelde Transcaspian) havzaları ile bir bağlantısının olduğunu ortaya koymaktadırlar. Üst İpreziyen monospesifik *Nummulites* toplulukları ise endemik türleri ile bu dönemde bu bağlantının kesildiğine işaret eder.

Anahtar Sözcükler: Orta Asya, Paleojen, endemik, iri bentik foraminifer

Larger Foraminifera from Lower Paleogene of Middle Asia and Their Biogeographic Significance

Elena Zakrevskaya

Vernadsky State Geological Museum RAS, Mokhovaya 11, bl.2, Moscow 125009 Russia
(E-mail: zey@sgm.ru)

In southern areas of Turkmenistan, Uzbekistan and Tadzikistan (Middle Asia) there are several horizons with poor assemblages of Larger Foraminifera (LF). In paleogeographic relation these regions in early Paleogene were situated in the most south-eastern part of Turanian province, bordered with Afghanistan and Iran basins from the South. In LF generic composition the Eocene assemblage was close to the peritethian ones, differing in low specific diversity and sometimes in their endemism. The last review of Paleogene Nummulites and Discocyclinas of Middle Asia can be found in paper by E.M. Bugrova (1991). The new data on LF systematic composition were received in result of their redefinition mainly from Turkmenistan locations.

Middle and upper Paleocene deposits in Middle Asia are referred to as Bukhara regiostage and characterized by the rich assemblages of pelecypods and benthonic foraminifera. In the South of Turkmenistan this regiostage is represented by foraminiferal limestones rich in Miliolids and Rotaliids. But *Nummulites fraasi* de la Harpe, *N. aff. spileccensis* Munier-Chalmas, *N. deserti* de la Harpe and *N. solitarius* de la Harpe, previously pointed out here (Bugrova, 1991 and ets.) were not identified. At the same time, the paleocenic *Kathina* and small *Lockhartia* are usual in these limestones. The presence of these genera, which are unknown from the other peritethian regions, as well as character of miliolid limestones facies show the connection between Turkmenistan and Northern Afghanistan basins in Paleocene.

Lower Ypresian Suzak regiostage in Kuschka region (Turkmenistan) and in western Tadzikistan is represented by sandstones and clays, which include the assemblage of planktonic foraminifera of Morozovella subbotinae zone. Besides of *Nummulites panteleevi* Nemkov and *N. aff. praemurchisoni* Nemkov et Barkhatova, the rare *D. dispansa* (Sowerby) *taurica* Less, *D. augustae* Weijden *sourbetensis* Less and *Nemkovella strophiolata* (Gümbel) *fermonti* Less, were identified here for the first time.

Upper Ypresian LF are represented only by one species – *Nummulites baisunensis* Nemkov, Ashurov et Barkhatova, which forms nummulitic limestones in Alai regiostage of Turkmenistan and Tadzikistan. The position of this regiostage is identified after planktonic foraminifera as Morozovella aragonensis zone and after nannoplankton as transitional between NP13 - NP14 zones. Monospecific nummulitic assemblage of Alai regiostage sharply differs from upper Ypresian assemblages of other Peritethian regions (Crimea, North Caucasus, North Aral, Mangyshlak), which are most diverse in peritethian Eocene and represented by the large *Nummulites* from *N. distans*, *N. nitidus*, *N. pratti* and *N. irregularis* groups. The morphotype of *Nummulites baisunensis* close to *N. planulatus* (Lamarck), but differ from the last by very small test and protokonch. Interestingly, that the most close species to *Nummulites baisunensis* is *N. junbarensis* Matsumaru, which was established in Upper Ypresian – Lower Lutetian of Japan and Taiwan.

Upper Lutetian–Bartonian LF are widely distributed in Turkestan regiostage of Middle Asia. They are represented by typical for North Peritethys *Nummulites orbigny* (Galeotti) and *N. prestwichianus* Jones. Orthofragminae of Turkestan regiostage belong to *Discocyclina augustae augustae* Weijden and *D. dispansa* (Sowerby) *sella* (d'Archiac).

So, the systematic composition of Middle Asia LF shows the connection of this region with Afghanistan basins in Paleocene and with Peritethian (mostly Transcaspian) basins in Early Ypresian and Late Lutetian–Bartonian. The Upper Ypresian monospecific nummulitic assemblage with endemic species is the evidence of Middle Asia basins isolation in this time.

Key Words: Middle Asia, Paleogene, endemism, larger foraminifera

Geç İpreziyen (Kuiziyen) Rotalid Foraminiferleri ve Biocoğrafik Önemi

Andrea Benedetti, Massimo Di Carlo ve Johannes Pignatti

*'La Sapienza' University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy
(E-posta: andrea.benedetti@uniroma1.it)*

Rotalid foraminiferler Geç İpreziyen (Kuiziyen) sıg-denizel Neo-Tetis çökellerinde hakkında en az bilgiye sahip olduğumuz iri bentik foraminifer gruplarından birisidir. Bu dönemde grubun bolluğu ve bir çok rotalid taksa'nın kısa stratigrafik dağılımlı olduğu bilinmesine rağmen biyostratigrafik potansiyeli taksonomik zorluklardan dolayı henüz ortaya konmamıştır. Kavkının ve kanal sisteminin kompleks bir yapı göstermesi bu grup üzerine yapılan çalışmaları etkileyen etmenlerdir. Bu nedenlerden dolayı bu grupların paleontolojik kullanılabilirliğini sağlamak için esnek olan bir kriterler sistemi ile tanımlama yapılmalıdır. Öncelikli amaçlardan birisi özellikle bu grupların aksiyal kesitlerde çok iyi tanımlanmalarıdır. Bu amaçla Maiella Mt. (Apulian bölgesi, Orta İtalya) ve orta Sicilya (Monte Bosco Formasyonu'nun – Pre-Panormide bölgesi – klast'larından tanımlanmışlardır) bölgesinde yaş konağı alveolinidler ile Kuiziyen olarak saptanmış çökellerdeki rotalid grupları tanıtılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Foraminifer, Rotaliidae, İpreziyen, biyostratigrafi, Maiella, Sicilya, Apulian bölgesi, pre-Panormide bölgesi

Late Ypresian (Cuisian) Rotaliids (Foraminiferida) and Their Biostratigraphic Potential

Andrea Benedetti, Massimo Di Carlo & Johannes Pignatti

'La Sapienza' University of Rome, Earth Sciences Department, I-00185 Rome, Italy

(E-mail: andrea.benedetti@uniroma1.it)

One of the least known groups of larger benthic foraminifers of the Late Ypresian (Cuisian) are a number of as yet undescribed rotaliids, which commonly occur in shallow-water deposits from the central Neo-Tethys. Despite their relative abundance and short distribution range, the biostratigraphic potential of these taxa is as yet unknown, mainly due to relevant taxonomic difficulties. The complexity of the test and the canal system in the Rotaliidae and the necessity to investigate specimens from thin sections are the most common obstacles to investigate in detail these taxa. In the light of these difficulties, systematic description at the high qualitative standard level normally achieved in larger foraminifera may seem a daunting or unfeasible task. From these considerations arises the necessity to recognize provisionally flexible operative criteria, in order to establish working hypotheses for employing these taxa. Because many of these taxa are distinctive, a primary goal is adequate illustration, especially in axial sections, useful for practical recognition purposes.

Consequently, we present a selection of rotaliid taxa from the Maiella Mt. (Apulian domain, Central Italy) and central Sicily (clasts from the Monte Bosco Fm., pre-Panormide domain) from Cuisian deposits, dated by means of alveolinids, with highly distinctive axial sections, in order to establish a baseline for future biostratigraphical use. The taxa are provisionally described and their generic attribution is discussed.

Key Words: Foraminiferida, Rotaliidae, Ypresian, biostratigraphy, Maiella, Sicily, Apulian Domain, pre-Panormide Domain

Batı Tetis *Nummulites perforatus* Grubunun Orta Eosen Evrimi

Botond Kertész¹ ve György Less²

¹ COLAS-Északkeő Bányászati Kft., H-3915 Tarcal, Malom str. 10., Hungary
(E-posta: kertesz.botond@eszakko.hu)

² University of Miskolc, Institute of Mineralogy and Geology, H-3515,
Miskolc-Egyetemváros, Hungary

Orta Eosen sığ-denizel istiflerinde yaygın gruplardan biri olan *Nummulites perforatus* grubunun megalosferik (A formları) formları biyometrik olarak çalışılmıştır. Derlenen malzeme İspanya ve Türkiye arasındaki bir bölgeyi kapsamakta olup tüm Orta Eosen dönemini (Lütesiyen-Bartoniye) temsil eder. Çalışılan örneklerde soy'ları tanımlayan en iyi iki parametre, ortamsal koşullardan bağımsız olarak davrandığı gözlenen embriyonik ilk locanın (prolokülüs) boyutu ve üçüncü turdaki loca boyutu olarak tanımlanmıştır.

N. perforatus grubunda ortalama prolokülüs boyutu temel alınarak iki soy tanımlanır: sadece bölgesel olarak (kuzey-doğu İspanya) tanımlanan *N. taverdetensis*, ve tüm Batı Tetis'de yaygın olan *N. perforatus* grupları. Birinci grupta Orta Lütesiyen için karakteristik olan *N. taverdetensis* Reguant & Clavell 1967, Geç Lütesiyen için tipik olan *N. puigsecensis* Reguant & Clavell 1967 tarafından takip edilir. Bu grubun içinde tanımlanabilecek en son takson ise Geç Bartoniye yaşlı ve şimdilik *N. biedai complanatus* Reguant & Clavell 1967 olarak tanımlanan formlardır. *N. perforatus* grubu Erken Lütesiyen *N. obesus* d'Archiac 1852, Orta–Geç Lütesiyen *N. lehneri* Schaub 1962) ve Orta Lütesiyen *N. aff. lehneri* Schaub 1981 ve Geç Lütesiyen *N. perforatus* (Montfort 1808) ve *N. aturicus* Joly & Leymerie 1848 ile temsil edilir. *N. perforatus* Erken/Geç Bartoniye sınırı civarında yok olmuş, *N. aturicus* grubundan Erken Bartoniye'de *N. meneghinii* d'Archiac & Haime 1853 ve Geç Bartoniye için karakteristik olan *N. biedai* Schaub 1962 türemiştir.

Anahtar Sözcükler: *Nummulites*, evrim, orta Eosen, biyometri

Middle Eocene Evolution of the *Nummulites Perforatus* Group in the Western Tethys

Botond Kertész¹ & György Less²

¹ COLAS-Északkő Bányászati Kft., H-3915 Tarcal, Malom str. 10., Hungary
(E-mail: kertesz.botond@eszakko.hu)

² University of Miskolc, Institute of Mineralogy and Geology, H-3515,
Miskolc-Egyetemváros, Hungary

We present the biometric evaluation of A forms in the *Nummulites perforatus* group, which is one of the main fossils in the Middle Eocene shallow water sediments. Lineages and taxa of this group are defined with the help of the biometric measurement system and population statistical method devised for the A forms of *Nummulites*. The examined material spans from Spain to Turkey and covers the entire Middle Eocene (Lutetian–Bartonian) interval. From the biometric parameters of the paleontological populations studied in a sample, the two characteristic features that best specify the lineages are the size of the embryonal first chamber (proloculus) and the populational mean of the average chamber length in the 3rd whorl, these two being largely independent of environmental effects.

In the *N. perforatus* group we could point out two lineages based on proloculus size: one is the local (Northeast Spain) lineage called *N. tavertetensis*, the other is the *N. perforatus* lineage spanning across the entire Western Tethys. In the first lineage, the starting taxon is *N. tavertetensis* Reguant & Clavell, 1967, characteristic of the middle Lutetian. It is followed by *N. puigsecensis* Reguant & Clavell, 1967 of the late Lutetian. The last definite taxon of the lineage is the late Bartonian form provisionally called *N. biedai complanatus* Reguant & Clavell 1967. The starting taxon of the *N. perforatus* lineage is *N. obesus* d'Archiac 1852 (early Lutetian), followed by *N. lehneri* Schaub 1962 (middle to late Lutetian) and its variant *N. aff. lehneri* Schaub 1981 (middle Lutetian). In the late Lutetian *N. perforatus* (Montfort 1808) and *N. aturicus* Joly & Leymerie 1848 developed from *N. lehneri*. The first of them becomes extinct at the early/late Bartonian boundary, from the latter *N. meneghinii* d'Archiac & Haime 1853 is developed in the early Bartonian and *N. biedai* Schaub 1962, which is the zonal marker taxon of the late Bartonian.

Key Words: *Nummulites*, evolution, middle Eocene, biometry

Sinjar Havzası (Kuzey-Batı Irak) Oligosen İstifinin Litostratigrafisi, Biyostratigrafisi Ve Sekans Stratigrafisi

Nabil Al-Banna¹, Majid Al-Mutwali² ve Nawzat Ismail³

¹ *University of Mosul, Dam and Water Resource Research Center, Mosul, Iraq*

² *University of Mosul, Department of Geology, College of science, Mosul, Iraq
(E-posta: mmutwali2006@yahoo.com)*

³ *University of Koi College of Engineering, Irbil, Iraq*

Irak'ta, Resif ve resif-gerisi Oligosen kireçtaşı istifleri kuzey batıdan (çalışma sahasının doğusu) güney doğuya doğru kuşaklar halinde uzanırlar. Sinjar Havzası'nın bu birimleri Orta Eosen yaşlı Jaddala Formasyonu'nu uyumsuz olarak üzerlerler. Bu çalışmanın konusunu Sinjar antiklinal'inde ölçülen üç kesit ve Butmah antiklinal'inden elde edilen kuyu verileri oluşturmaktadır. Biyostratigrafik çalışmalar ile dört planktonik foraminifer zonu (Pseudohastigerina micra Kısmi-Menzil Zonu, Globigerina ampliapertura Kısmi-Menzil Zonu, Globorotalia opima opima Menzil Zonu ve Globorotalia opima opima Menzil Zonu) ve dört bentik foraminifer zonu (Nummulites fichteli-Nummulites intermedius Topluluk Zonu, Borelis pygmaeus Menzil Zonu ve Praerhapydionina delicata-Austrotrillina howchini-Peneroplis evolutus Topluluk Zonu) tanımlanmıştır. İstif'te iki sedimanter devirsellik gözlenmiş olup birincisi üst batiyal ve gel-git düzlüğünde çökelmiş olan Palani , Sheikh Alas ve Shurau formasyonlarını (Alt Oligosen), ikinci devirsellik Tarjil ve Bajwan formasyon'larını içerir. Baba Formasyonu çalışma alanında gözlenmemiştir. Tarjil Formasyonu üst batiyal ve şelf, Bajwan ise gel-git altı ve gel-git ortamında çökelmişlerdir. Sekans stratigrafik analizler kuzey-doğu Arap plakasının Arap ve diğer Avrupa istifleri ile korelasyonunu gösteren Oligosen istifinin 10.9 milyon sene içinde çökeldiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: sekans stratigrafisi, Oligosen, Sinjar Havzası, Irak

Litho, Bio and Sequence Stratigraphy of Oligocene Succession in Sinjar Basin Northwestern Iraq

Nabil Al-Banna¹, Majid Al-Mutwali² & Nawzat Ismail³

¹ University of Mosul, Dam and Water Resource Research Center, Mosul, Iraq

² University of Mosul, Department of Geology, College of science, Mosul, Iraq
(E-mail: mmutwali2006@yahoo.com)

³ University of Koi College of Engineering, Irbil, Iraq

The distribution of Oligocene succession in Iraq is quite closely follows the same pattern set in Middle–Upper Eocene time. The reef-back reef limestone to deposit along a linear trend, running a cross the entire region, approximately from northwest (the eastern part of the studied area) to south east of Iraq.

The Oligocene succession in Sinjar basin unconformably overlies the Jaddala Formation (Middle Eocene) and unconformable to relative conformable surface underlain Anah and Ibrahim formations. Three surface sections along Sinjar anticline and one core hole in Butmah anticline are formed the basis for our study.

The study of biostratigraphic analysis results in recognized of four planktonic foraminiferal biozones (*Pseudohastigerina micra* Partial - Range Zone, *Globigerina ampliapertura* Partial - Range Zone, *Globorotalia opima opima* Total-Range Zone and *Globorotalia opima opima* Total-Range Zone) and four benthonic foraminiferal biozones (*Nummulites fichteli-Nummulites intermedius* Assemblage Zone, *Borelis pygmaeus* Total - Range Zone and *Praerhapydionina delicata-Austrotrillina howchini-Peneroplis evolutus* Assemblage Zone.).

The main sedimentary facies were distinguished through out the succession, which represented two sedimentary cycles, the first cycle embraces Palani, Sheikh Alas and Shurau formations (lower Oligocene) deposited in upper bathyal to intertidal environments and the second cycle includes Tarjil and Bajwan formations, while the Baba Formation was not observed in the studied sections, probably it reflect lateral stacking development of the barrier to the west. Tarjil Formation was deposited in Upper bathyal to middle shelf environments while Bajwan Formation deposited in subtidal to tidal flat environment.

Sequence stratigraphic analysis as calibrated by sedimentary facies and biostratigraphy delineated two depositional sequences of Third-order. Thus suggest the studied Oligocene succession deposited in about 10.9 million years and they show good correlation of the northeast Arabian platform with other parts of Arabian platform and European sequences.

Key Words: sequence stratigraphy, Oligocene, Sinjar basin, Iraq

Nummulitid’lerin Hidrodinamik Davranışı: Sayısal Açıklamalar ve Sonuçların Tartışılması

Antonino Briguglio

*Institut für Paläontologie, Universität Wien, Althanstraße, 14, A-1090 Vienna, Austria
(E-posta: antonino.briguglio@univie.ac.at)*

Kavkuların su enerjisi-stresi ile davranışını sayısal bir sistem içinde açıklamak için hidrodinamik parametrelerin hesabı bir kaç basamağı göz önüne alınmalıdır. Bunlar ortam, taşınma ve kavkı depolanması konularında önemli bilgiler sunar. *Nummulites*-yığılımları olarak bilinen çökellerin oluşumu, veya fosil grupların bir yamaçta dağılımı tamamen bilinmemekle beraber hidrodinamik mekanizmaların iyi anlaşılması bu konuların iyi anlaşılmasına temel oluşturabilir.

Kavkı ilke ilgili parametreler kavkı uzunluğu (boyu), ara boy (en), küçük boyut (yükseklik veya kalınlık), ekvatoryal kesit alanı, aksiyal kesit alanı ve yoğunluk olarak sıralanır. Bu ölçümlerden aşağıdaki parametreler elde edilir: gerçek nominal boyut, hacim, elde edilen kürenin boyutu ve çökelim hızı, makaslama stresi, şekil entropisi, küresel olmayan partikülün çökme hızı ve karşılık gelen partikülün çökelim hızı, sürüklenme katsayısı, uç çökelim hızı ve Reynold sayısı. Bu parametrelerin kendi aralarındaki ilişkisi bir partikülün enerji girişimi ile ilgili hidrodinamik davranışını açıklar

Sığ-denizel bir ortamda dalgalar, gel-git, kıyı akıntıları, taban akıntıları, fluviyal düzlükler ve diğer akıntılar ve bunların birleşmesi ile oluşan çok değişik enerji girdileri göz önüne alınmalıdır. Tüm enerji kaynakları enerjinin sayısal değerlendirilmesini içeren matematiksel yöntemlerle analiz edilebilirler. Her bir bölge için enerji girdisi ile kavkuların hidrodinamik davranışı birleştirilerek paleortamsal modellerin oluşturulması mümkün olabilir.

Anahtar Sözcükler: hidrodinamik, Nummulitidae, derinlik dağılımı, paleortam modelleri

Hydrodynamic Behaviour of Nummulitids: Numerical Explanation and Discussed Results

Antonino Briguglio

*Institut für Paläontologie, Universität Wien, Althanstraße, 14, A-1090 Vienna, Austria
(E-mail: antonino.briguglio@univie.ac.at)*

The calculation of hydrodynamic parameters for quantifying the behaviour of tests under water energy stress must take into account several steps; they give much information about environment, transport and accumulation processes. The formation of the so called ‘*Nummulites* banks’ or the distribution of forms and species on a slope or a ramp is still partially unclear and hydrodynamics could give an advance for understanding the mechanical processes leading to the various deposition forms.

The parameters directly measured on the test are: largest diameter (length), intermediate diameter (width), smallest diameter (height or thickness), equatorial section area, axial section area and density. The following parameters are derived from these direct measurements: true nominal diameter, volume, dimensionless size of the equivalent sphere, dimensionless settling velocity of the sphere, critical shear stress, critical shear velocity, shape entropy, settling velocity of a non spherical grain, settling velocity of the equivalent sphere, drag coefficient, terminal settling velocity and Reynolds number.

These parameters and their inter-relations describe the hydrodynamic behaviour of a particle as an answer to the energetic input.

Different kinds of input must be considered in a shallow marine environment such as tides, waves, long shore currents, bottom currents, fluvial plains, hyperpycnal flows, and combinations of these at the same time or in a sequence through time.

Every energy source can be mathematically analysed resulting in numerical evaluation of the input. Combining the form and intensity of energy input with the hydrodynamic response of the test will give an upgrade on the paleoenvironmental reconstruction in terms of physical variables and the geographic setting in each area. Some examples for recognized shallowing upward tendencies, turbulence variation and sea level variations are given just by exercising the calculated hydrodynamic parameters.

Key Words: hydrodynamics, Nummulitidae, depth distribution, paleoenvironmental reconstruction