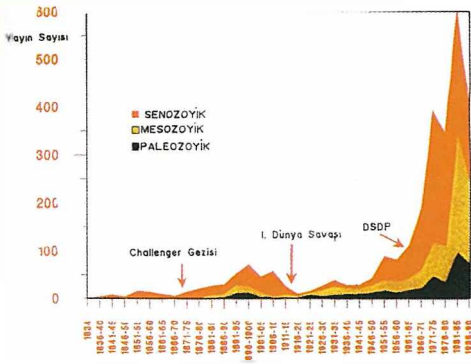


# Genel Özellikleri, Ekolojileri ve Sınıflandırmasıyla Radyolaryalar



1834'den günümüze kadar Radyolaryaya yayınlarının sayısındaki değişim

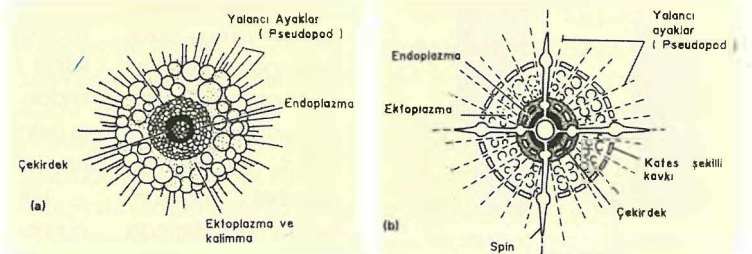
*Radyolaryalar Kambriyen'den günümüze kadar yaşamış pelajik tek hücreli organizmalar olup, özellikle pelajik çökeltilerin yaşlandırılmasında büyük öneme sahiptirler.*

Uğur Kağan Tekin  
Dr., MTA Jeoloji Etütleri Dairesi  
kagan@mta.gov.tr

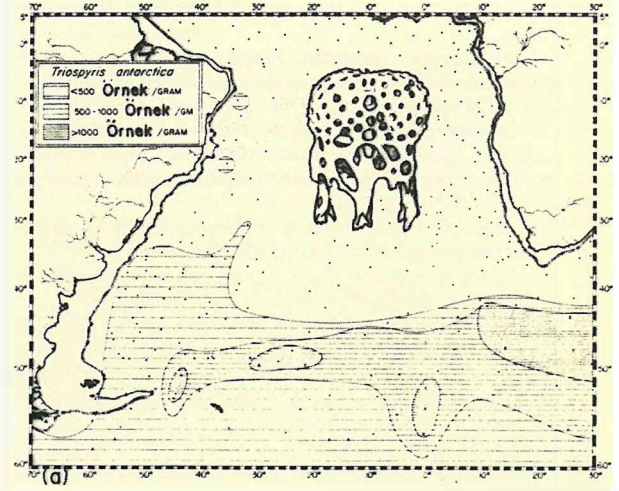
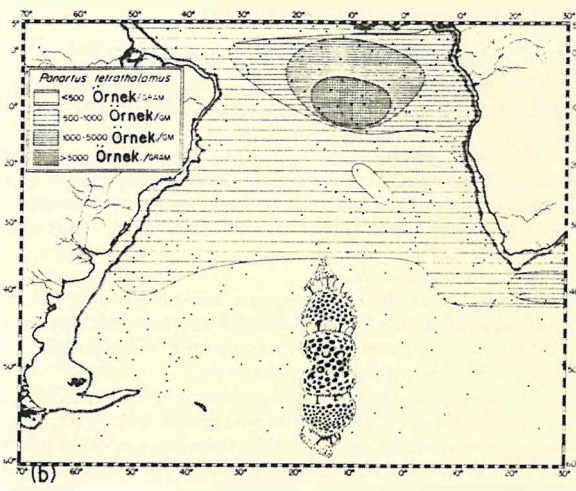
Radyolaryalar ilk kez 1834 yılında Meyen tarafından tespit edilmiş ve 1858 yılında Müller tarafından adlandırılmışlardır. 19. yüzyılda Challenger gezisi sonucunda, 1847'de Ehrenberg (Barbados'tan) ve 1862-1887 yıllarında da Haeckel tarafından önemli çalışmalar yapılmıştır. 20. yüzyılda 60'ların sonu 70'lerin başında kayalardan çıkarmada yeni yöntemlerin bulunması, Taramalı Elektron Mikroskop'un (SEM) çalışmalarda kullanılması ve Derin Deniz Sondaj Projesi'nin (DSDP) başlaması, Radyolaryaya çalışmalarında çok hızlı ilerlemelere neden olmuştur. Bununla birlikte ülkemiz Radyolaryaya faunası ile ilgili yapılan çalışmalar çok sınırlıdır.

Oysa ülkemiz pelajik sedimanlar bakımından çok zengin olup bu sedimanların Radyolaryaya faunasının saptanması ile geçmiş ortamlar ve eski Tetis'in gelişimi hakkında çok önemli ipuçları elde edilebilecektir. Bu çalışma ülkemizde yeni çalışmaya başlanılan bu konu hakkında genel bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

Tek hücreli Radyolaryalar'ın çaplarının uzunluğu 100-2000 m arasındadır, bununla beraber koloni şeklinde olanlarının uzunluğunun 250 m ye kadar ulaştığı da gözlenmiştir. Her bir hücrenin protoplazması merkezi kapsül denilen delikli, organik bir zar tarafından dıştaki ektoplazma ve içteki endoplazma kısımlarına ayrılır. Bu merkezi kapsülden dışarı yalancı ayaklar (pseudopoda; aksopoda ve filopoda) radyal şekilde çıkarılır. Yoğun endoplazmanın merkezinde büyük bir çekirdek veya birçok küçük çekirdek bulunur. Ektoplazma ise kalimma olarak adlandırılan köpük gibi, jelatin kabarcık-



a. Bir Radyolaryya (Spumellaria, Thalassicola) hücresinin kesiti; b. İnşaat Dikenli (spinli), üç konsantrik kafes şekilli kabuklu bir Spumellaria'da çekirdeğin, endoplazmanın ve ektoplazmanın ilişkisini gösterir kesit.



İki Radyolaryaya türünün Atlantik Okyanusu'nda zemin sedimanlarındaki dağılımı, a. *Triospyris antarctica* (HAECKER), b. *Panartus tetrathalmus* HAECKEL.

lardan ve bazen simbiyotik sarı renkli zooxanthellae (alg)'dan oluşur.

Hücre içindeki iskelet yapısı basit olarak ışınsal ve teğetsel bileşenler içerir. Işınsal bileşenler gevşek spiküller, dış dikenler (spinler) veya iç barlardan meydana gelir. Bu bileşenlerin içi boş veya dolu olup asli olarak akso-podları destekleme görevini yerine getirirler. Teğetsel bi-leşenler, varsa, genel olarak delikli, kafes şekillidir (küre, koni, iğ şekilli). Konantrik veya üst üste binmiş kafes şek-linde kabuk yapısı da sıkça görülür.

İskeletin mineral bileşimi Radyolaryaya gruplarına göre değişir. Örneğin Polycystina takımında (Spumellaria, En-tactinaria, Nassellaria ve Albicillaria alttakımları) iskelet amorf opal silika iken ( $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ), Pheodaria takımında iskelet genel olarak organik olup ancak % 20'ye (genel % 5) kadar opal silika içerir. Bu nedenle Phaeodaria'ların fosilleşmeleri iyi değildir ve fazla paleontolojik değerleri yoktur.

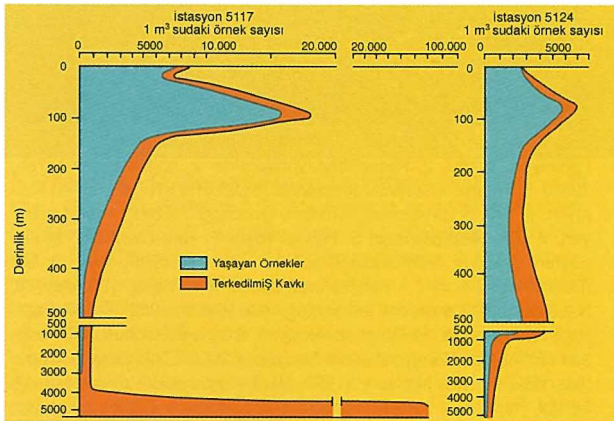
Üreme aseksüel olup bilindiği kadarı ile hücrenin iki yavru hücreye bölünmesiyle meydana gelir. Bazen bir yavru hücre eski iskelete yerleşir, bazende iki yavru hücre eski iskeleti boşaltır ve yeni iskelet yaparlar. Bununla

birlikte seksüel sürecin nasıl olduğu Radyolaryalar'ın la-boratuvar koşullarında hayatta kalmasının zorluğu ne-deniyile tam olarak bilinmemektedir. Her bir Radyolaryaya bireyinin bir aydan fazla yaşamadığı düşünülmektedir.

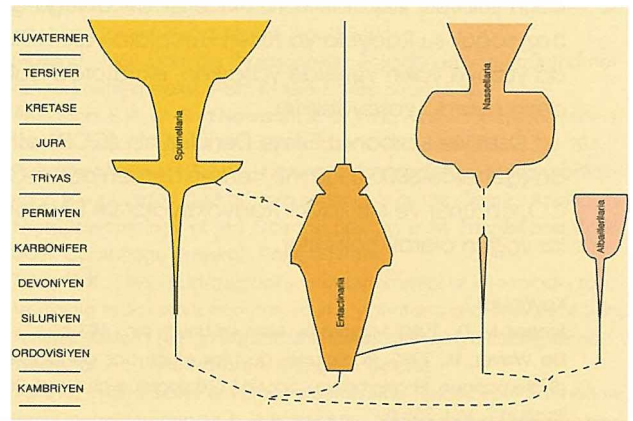
Radyolaryaya denizel zooplankton olarak, akso-podla-riyla yakaladıkları organizmaları (planktonlar ve bakteriler) besin olarak kullanır. Bu besinler kalımla içindeki boşluklarda sindirilir ve delikli merkezi kapsülden endop-lazmaya geçerler. Fotik zonda yaşayan ve zooxanthel-lae (simbiyotik alg) içeren Radyolaryalar simbiyotik ola-rak yaşayabilirler.

Su içinde batmama değişik şekillerde sağlanır. Özgül ağırlık, ektoplazmadaki yağ topçukları ve gaz dolu boş-luklar ile azaltılır. Ayrıca Radyolaryalar'ın küre ve disk şe-killeri batmayı azaltmaya yardımcı olur. Kule veya çan şekilli Nassellarialar ana eksenleri dikey olacak şekilde, yukarı doğru su akımı olan yerlerde yaşamak üzere uyum sağlamışlardır.

Radyolaryalar çoğunlukla yukarı doğru su akımları ile derinlerden gelen planktonik besinlerin yoğun olarak bulunduğu kıta yokuşlarında yaygın olarak bulunurlar. Radyolaryaya faunası yoğunluk ve çeşitlilik açısından ge-



Pasifik Okyanusu'nda iki istasyonda, su kolonunda bulunan yaşayan Radyolaryaya ve terk edilmiş kavkı miktarı.



Kambriyen'den günümüze kadar Radyolaryaya alttakımlarının dağılımları ve bollukları.

## Kayaçtan Çıkarma (Ekstraksiyon) ve Örnek Hazırlama Yöntemleri

Radyolaryalar çörtlere, kireçtaşlarından, killere, yumuşak marlardan ve fosfat konkresyonlarından elde edilebilirler.

### 1. Çörtlere

Örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, plastik-teflon behere konulduktan sonra, aspiratör altında 9 ölçek su 1 ölçek % 38-40'lık HF (Hidroflorik) asitle muamele edilir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir,  
 $SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$

Reaksiyon süresi 24 saattir ve Radyolaryaya kavkaları  $Si_4$  (Silisyum Florit) olarak elde  $OH \rightarrow CaCH_3COO + H_2O + CO_2$

Reaksiyon süresi 24 saattir, bu süre gerektiğinde uzatılabilir.

### 3. Kalsite Dönüşmüş Radyolaryaya İçeren Kireçtaşları

Diyajenez'in ileri aşamasında Radyolaryaya kavkaları kalsite dönüşebilir. Eğer kavkalar korunmuşsa kalıp olarak elde edilebilir. Örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, plastik-teflon behere konulduktan sonra, aspiratör altında % 38-40'lık HF (Hidroflorik) asitle muamele edilir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir,  
 $CaCO_3 + 2HF \rightarrow CaF_2 + O_2$

Reaksiyon süresi 30 ile 60 dakika arasındadır ve Radyolaryaya kalıpları  $CaF_2$  (Florit) olarak elde edilir.

### 4. Killere ve Yumuşak Marlara

örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, cam behere konulduktan sonra, aspiratör altında % 30'luk  $H_2O_2$  (Hidrojen Peroksit) eklenir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir:  $kil \text{ veya Yumuşak Mar} + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

Reaksiyon süresi organik madde içeriği yüksek killere için 5 dakika civarında iken, bu süreye organik madde içeriği düşük killere için ise 60 dakikaya kadar çıkar. Reaksiyon yavaş ise örneği ısıtmak gerekebilir. Isıtma sırasında taşmayı engellemek üzere gerektiğinde soğuk su eklemek gerekebilir.

### 5. Fosfat Konkresyonları

Örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, cam behere konulduktan sonra, aspiratör altında 8 ölçek su 1 ölçek %50-55'tik  $HNO_3$  (Nitrik) ve 1 ölçek  $CH_3COOH$  (Asetik) asitle muamele edilir. Reaksiyon süresi 24 saattir, bu süre gerektiğinde uzatılabilir.

Bu süreçlerden sonra elde edilen malzeme 62.5µm 2000µm açıklıklı ikiye elek kullanılarak yıkanır ve 62.5µm açıklıklı eleğin üzerinde kalan malzeme alınarak kurumaya bırakılır. Daha sonra binoküler mikroskop altında ayıklanarak, Radyolaryaya kavkalarının fotoğrafları SEM (Scanning Electron Mikroskop) altında genelde 200-1000 büyütme kullanılarak çekilir.

nel olarak ekvator civarında bulunmasına rağmen kutup yakınlarındaki denizlerde de Diyatomlar'la beraber yoğun olarak bulunurlar. Türlerin yayılım ve yoğunluk bölgeleri değişiktir. Radyolaryalar'ın gelişmesi; su kütlesindeki besin varlığı, silika oranı ve akıntıya göre mevsimsel olarak değişir.

Radyolaryalar genel olarak normal okyanus tuzluluğunda (‰ 35) yaşarlar. Örneğin: Pasifik Okyanusu'nda yaşayan iki ayrı Radyolaryaya topluluğunun yaşadığı su kolonunun tuzluluk değerleri ‰ 33.9-35.9 ile ‰ 34.2-36 arasındadır. Bu nedenle, örneğin tuzluluğu ~ ‰ 22 civarında olan Karadeniz ve Hazar Denizi'nde Radyolaryalar'a rastlanılmaz.

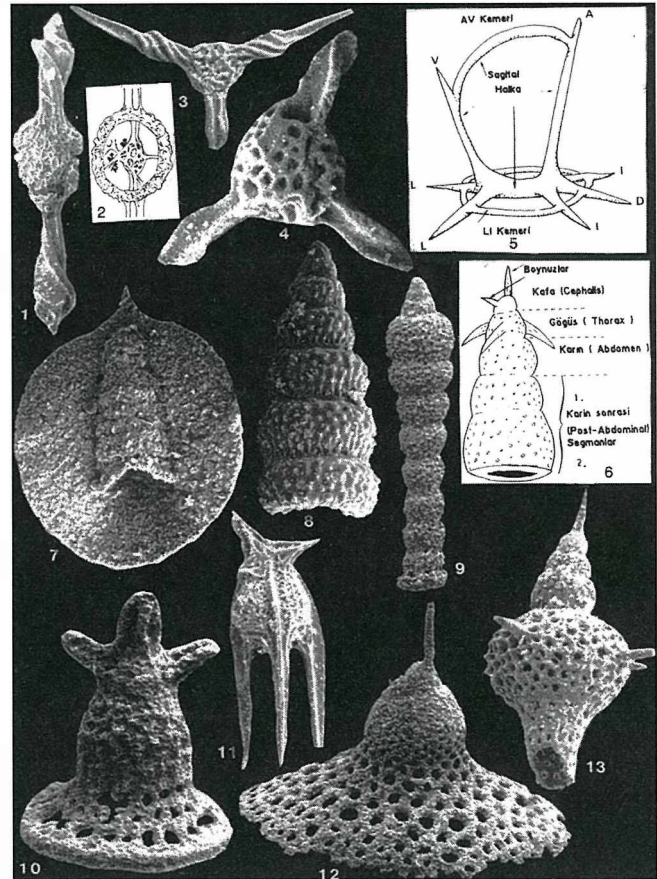
Petrushevskaya'ya göre yaygın Radyolaryaya faunası ilk 200 metrelik su kolunu içinde bulunur (100 metre civarında en yoğun). Su kolunda 50, 200, 400, 1000 ve 4000 m. civarında Radyolaryaya topluluk sınırları vardır. Acantharialar ve Spumellarialar genelde fotik zonda (<200 m.), Nassellarialar ve phaeodorialar 2000 metrenin altında yoğun olarak bulunurlar.

Bazı Radyolaryaya türleri, yavru veya gelişkinliğinin ilk aşamasında sığ sularda yaşarken, erişkin dönemde derin sularda yaşarlar. Foraminiferler'de olduğu gibi bazı soğuk su Radyolaryaya türleri kutuplara yakın sularda yüzeye yakın yerlerde yaşarken, ekvator da daha derin sularda yaşayabilirler.

Özellikle Karbonat Erime Derinliği'nin (CCD) altında (genelde 3000-5000 m.) hemen hemen bütün  $CaCO_3$  çözümlenir ve silis kavkılı Radyolaryalar ve Diyatomlar yoğun olarak çökelirler.

### Kaynaklar

- Braiser, M. D., 1980, Microfossils, Allen ve Unwin Inc., 193 p.  
 De Wever, P., 1982, Radiolaries du Trias et du Lias de la Tethys (Systematique, Stratigraphie), Société Géologique du Nord, Publication 7, Vol. 355 p.  
 De Wever, P., Azema, J. Ve Fourcade, E. 1994, Radiolaries et radi-



**Entactinariales;** 1. *Pseudostylosphaera gracilis* KOZUR & MOCK, geç Ladinien, x 150, 2. *Pseudostylosphaera*'nın iç spikül sistemi (Yeh, 1989), 3. *Tritortia kretaensis kretaensis* (KOZUR & KRAHL), erken Karniyen, x 100, 4. *Cryptostephanidium goncuoglu* TEKİN, geç Ladinien, x 400, **Nassellarialar;** 5. Nassellarialar'ın kafa (cephalis) şeklini gösterir şekil. A: Tepe (Apical) spini, V: karın (Ventral) spini, D: Sırt (Dorsal) spini, L ve 1. : Yan (Lateral) spinler (De Wever, 1982'den), 6. Nassellarialar'ın anatomik terminolojisi (De Wever, 1982'den), 7. *Papilioampe tokerde* TEKİN, erken Noriyen, x 300, 8. *Pachus multinode* TEKİN, geç Karniyen/ erken Noriyen, x 150, 10. *Tricornicyrtium dikmetasensis* TEKİN, Resiyen, x 300, 11. *Picapora elegantissima* TEKİN, erken Noriyen, x 200, 12. *Deflandrecyrtium tegumentiformis* TEKİN, erken Noriyen, x 200, 13. *Podobursa turiformis* TEKİN, erken Noriyen, x 300.

## Sistematik

Radyolaryalar alt sınıfının sınıflandırılması esas olarak iskeletin geometrisi ve kompozisyonuna göre yapılır. Güncel çalışmalarda kullanılan yumuşak fosil formunda bulunmadığı için değerlendirme özellikle günümüzde bulunmayan Paleozoik ve erken Mesozoik formlarının tanımlanmasında büyük zorluklar çıkarır. Senozoik'te (3. zaa) bulunan *Triphylea* ve *Phaeodoria* iskeletlerinin genelde % 5 opal silika ve % 95 kadar organik madde içermesi nedeniyle fosil form olarak az bulunurlar ve paleontolojik değerleri azdır. Dolayısıyla burada amorf silika iskelete sahip olan Polycystin Radyolaryaların sistematiği konu edilmiştir.

Grup PROTISTA

Altgrup SARCODINA

Sınıf ACTINOPODA

Alt sınıf RADIOLARIA MÜLLER, 1858

Takım POLYCYSTINA

EHRENBERG, 1838 emend.

RIEDEL, 1967b

1. Alt takım ALBAILLELLARIA DEFLANDRE, 1953, emend. HOLDSWORTH, 1969

Albaillellaralar ince kabuklu, iki yönlü (bilateral) simetrik, üçgen biçimli, içinde Kolumella denilen eksensel olmayan ışnsal yapıların olduğu (bunlar aynı zamanda kabuk duvarının kenarını da belirler) organizmalardır (Plaka 1, Şekil 2-3). Ordovisyan'den Permian'ın sonuna kadar

bilinirler, yaygın olarak Karbonifer ve Permian'de bulunurlar (Şekil 5; Kozur ve Mostler, 1982).

2. Alt takım SPUMELLARIA EHRENBERG, 1875

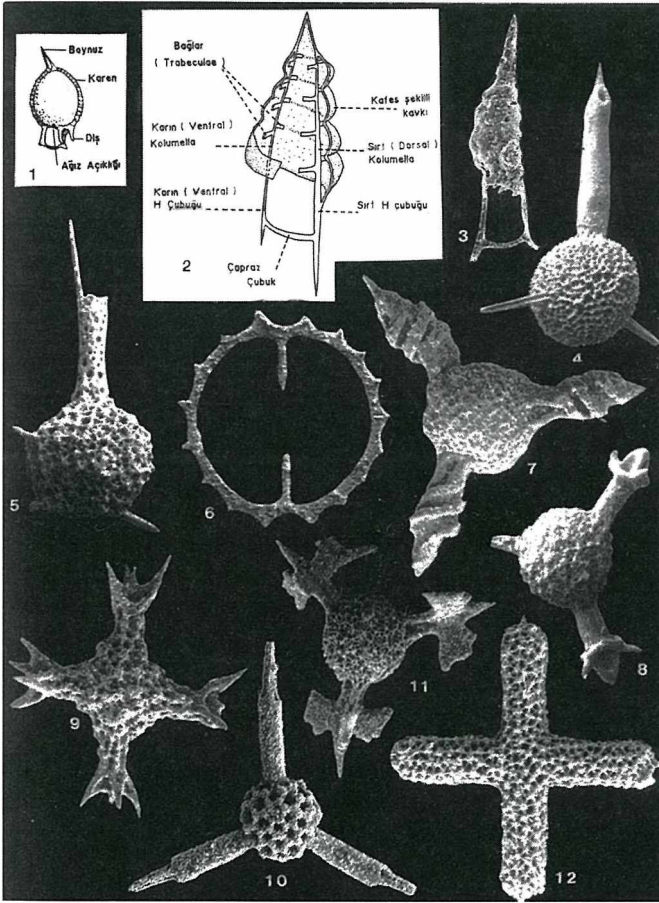
Spumellarialar genelde küresel veya disk şekilli, iç destek çubukları, ışnsal dikenler (spinler) içeren konsantrik kabuklu organizmalardır (Plaka 1, Şekil 4-12). Silüryen'den günümüze kadar yaşamışlardır, yaygın olarak Triyas'ın sonunda ve Tersiyer'de bulunurlar

3. Alt takım ENTACTINARIA KOZUR ve MOSTLER, 1982

Entactinarialar Nassellarialar gibi iç spikül sistemi, Spumellarialar gibi tek, çift veya çoklu kabuk içerirler (Plaka 2, Şekil 1-4). Ordovisyan'den geç Triyas'a kadar yaygın, Jura'dan günümüze nadir olarak bulunurlar.

4. Alt takım NASSELLARIA EHRENBERG, 1875

Nassellarialar birinci segmandaki birincil spiküllerden ve kafes şeklindeki kabuktan oluşurlar. Kafes şeklinde kabuk küre, disk, elips benzeri veya üçgenli olabilir ve segmanlar kısmi olarak bir öncekini örtecek şekilde gelişmişlerdir. Spumellaria ve Entactinarialar'dan farklı olarak, son kısmında ağız açıklığı vardır. Birinci segman kafa (cephalis) diye isimlendirilir. Kafa birincil spikülleri ve bazen boynuzları içerir. İkinci segman göğüs (thorax), üçüncü karın (abdomen) daha sonrakiler karın sonrası (post-abdominal) segman diye isimlendirilir. Bu segmanlar arasında bağlantılar veya daralmalar vardır. Ordovisyan'den Permian'e kadar nadir olmalarına rağmen Triyas'tan, günümüze kadar yaygın olarak bulunurlar.



1. *Phaeodoria* - Challengerianum sp.'nin terminolojisi (Funnell ve Riedel, 1971). *Albaillellaralar*; 2. *Albaillella*'nın anatomik terminolojisi (Holdsworth, 1969). 3. *Albaillella deflandrei* GOURMELON, Turnezeyen, x 150 (Gourmelon, 1987). 4-12. *Spumellarialar*; 4. *Monocapnuchosphaera longispina* TEKİN, erken Noriyen, x 150, 5. *Tauridastrum longitubus* TEKİN, erken Noriyen, x 150, 6. *Pseudocanthocircus sugiyamai* TEKİN, Resiyen, x 200, 7. *Vinassaspongos erendili* TEKİN, erken Karinyen, x 200, 8. *Dicapnuchosphaera sengon* TEKİN, erken Noriyen, x 150, 9. *Paricrioma deweveri* TEKİN, erken Noriyen, x 200, 10. *Capnodoce longibrachium* TEKİN, erken Noriyen, x 150, 11. *Kahlerosphaera kemerensis* TEKİN, erken Noriyen, x 150, 12. *Crucella tenuis* TEKİN, erken Noriyen, x 200,

*olarites*: Production, primaire, diagenese et paleogeographie. Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aputiane, 18, 1, 315-379

Ehrenberg, C. G., 1847, Über die mikroskopischen kieselschaligen polycystines als mächtige gebirgsmasse von Barbados und über das verhältnis der aus mehr als 300 neuen arten bestehenden ganz eigentümlichen Fremengruppe jener Felsmasse zu den jetzt lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erlebens. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 40-60.

Funnell, B. M. ve Riedel, W., 1971, The micropaleontology of the oceans, Cambridge, Cambridge Univ. Press.

Goll, R. M. and Bjorklund, K. R., 1974, Radiolaria in the surface sediments of the South Atlantic. *Micropaleontology*, 20, 1, 38-75

Gourmelon, F., 1987, Les radiolaires Tournasiens des nodules Phosphates de la Montagne noire et des Pyrenees centrales, Collection, biostratigraphie du Paleozoique, Université de Bretagne Occidentale, 6, 172 p.

Haeckel, E., 1862, Die Radiolarien (Rhizopoda Radiolaria). Eine onographie. reimer, Berlin, 1-572 Haeckel, E., 1887, Reports on radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. Reports of the Voyage of the Challenger, 1873-1876. *Zoology*, 18, 1-2, pp. 1-1803.

Holdsworth, B. K., 1969, The relationship between the genus *Albaillella* Deflandre and *Ceratoliskid* Radiolaria, *Micropal.*, 15, 3, 230-236

Kozur, H. And Mostler, H., 1982, *Entactinaria subordo nov.*, a new Radiolarian suborder, *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 11-12, 399-414.

Meyen, F. J. F., 1834, Über das leuchten des Meeres und Beschreibung einiger Polypen und anderer niederer Thiere. *Verh. Kaiserl. Leopoldin. Carolin. Akad. Naturf.*, 16, 125-216

Müller, J., 1858, Über die Thalassicolen, Polycystinen und Acanthometren des mittelmeeres, *Abh. K. Akad. Wiss. Berlin*, 1-62

Pessagno, E. A. Jr. And Newport, R. L., 1972, A new technique for extracting radiolaria from radiolarian cherts, *Micropal.*, 18, 2, 231-234.

Petrushevskaya M. G., 1971, Spumellarian and Nassellarian radiolaria in the plankton and bottom sediments of the Central Pacific. In: *Micropaleontology of the Oceans*, Eds. By. B. M. Funnell and W. Riedel. Cambridge University Press, 309-317.

Tekin, U. K., 1999, Biostratigraphy and systematics of late middle to late Triassic radiolarians from the Taurus Mountains and Ankara region, Turkey. *Doktora Tezi, Innsbruck Üniversitesi*, 395 p. (yayınlanmamış).

Westphal, A., 1976, *Protozoa*, Glasgow, Blackie

Yeh, K., 1989, Studies of Radiolaria from the Fields Creek Formation, East-Central Oregon, USA. *Bulletin of the National Museum of Natural Sciences, Taiwan*, 1, 43-110.