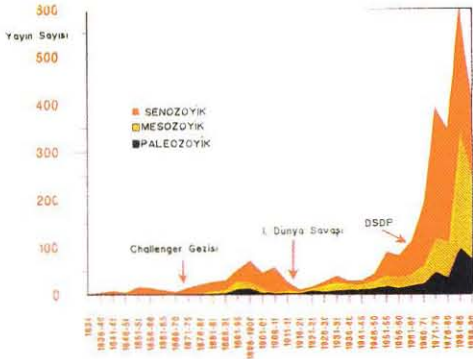


# Genel Özellikleri, Ekolojileri ve Sınıflandırmasıyla

# Radyolaryalar



1834'den günümüze kadar Radyolaryaya yayınlarının sayısındaki değişim.

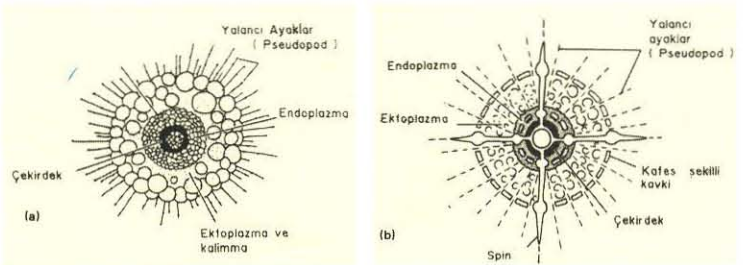
*Radyolaryalar Kambriyen'den günümüze kadar yaşamış pelajik tek hücreli organizmalar olup, özellikle pelajik çökeltilerin yaşlandırılmasında büyük öneme sahiptirler.*

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 kayaçtan 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.

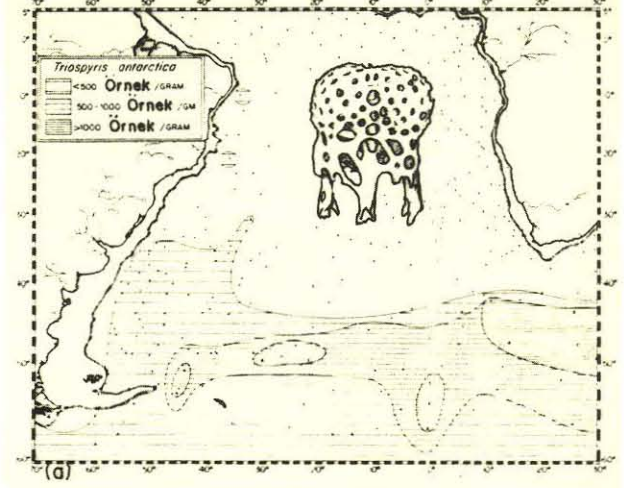
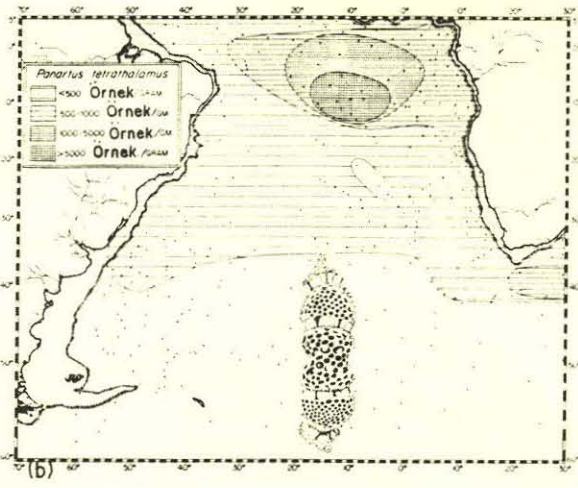
Oysa ülkemiz pelajik sedimanlar bakımından çok zengin olup bu sedimanların Radyolaryaya faunasının saptanması ile geçmiş ortamlar ve eski Tetis'in gelişimi hakkında çok önemli ipuçları elde edilebilecektir. Bu çalışma ülkemizde yeni çalışmaya başlanılan bu konu hakkında genel bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

Tek hücreli Radyolaryaya'ların 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 çıkarlar. 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. Işınal Dikenli (spinli), üç konsantrik kafes şekilli kabuklu bir Spumellaria'da çekirdeğin, endoplazmanın ve ektoplazmanın ilişkisini gösterir kesit.





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

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

Hücre içindeki iskelet yapısı basit olarak ışınal ve teğetsel bileşenler içerir. Işınal 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 bileşenler, varsa, genel olarak delikli, kafes şekillidir (küre, koni, iğ şekilli). Konsantirik veya üst üste binmiş kafes şeklinde kabuk yapısı da sıkça görülür.

İskeletin mineral bileşimi Radyolarya gruplarına göre değişir. Örneğin Polycstina takımında (Spumellaria, Entactinaria, Nassellaria ve Albaillellaria alttakımları) iskelet amorf opal silika iken ( $\text{SiO}_2, n \text{H}_2\text{O}$ ), 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.

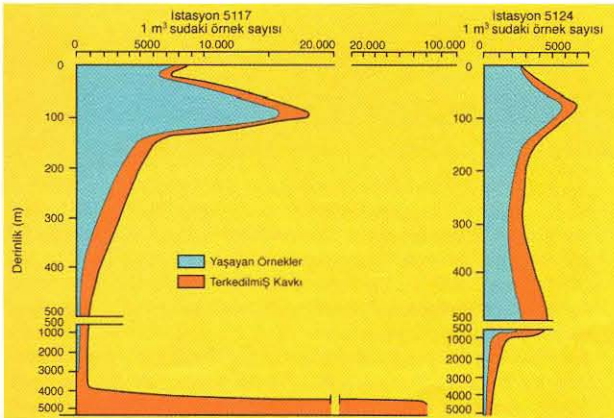
Üreme aseksüel olup bilindiği kadarı ile hücrenin iki yavru hücreye bölünmesiyle meydana gelir. Bazen bir yavru hücre eski iskelete yerleşir, bazende iki yavru hücre eski iskeleti boşaltır ve yeni iskelet yaparlar. Bununla

birlikte seksüel sürecin nasıl olduğu Radyolaryalar'ın laboratuvar koşullarında hayatta kalmasının zorluğu nedeniyle tam olarak bilinmemektedir. Her bir Radyolarya bireyinin bir aydan fazla yaşamadığı düşünülmektedir.

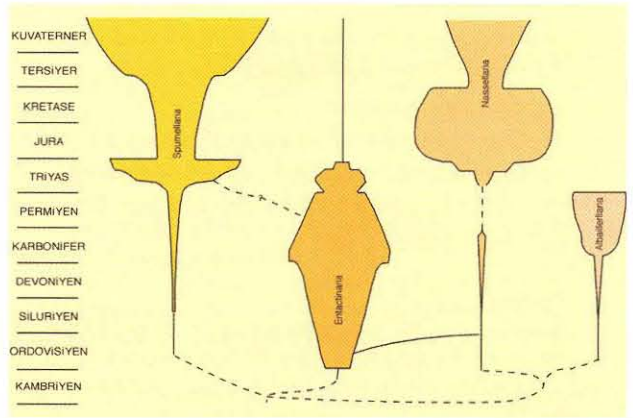
Radyolarya denizel zooplankton olarak, akso-podlarıyla yakaladıkları organizmaları (planktonlar ve bakteriler) besin olarak kullanır. Bu besinler kalımına içindeki boşluklarda sindirilir ve delikli merkezi kapsülden endoplazmaya geçerler. Fotik zonda yaşayan ve zooxanthellae (simbiyotik alg) içeren Radyolaryalar simbiyotik olarak yaşayabilirler.

Su içinde batmama değişik şekillerde sağlanır. Özgül ağırlık, ektoplazmadaki yağ topçukları ve gaz dolu boşluklar ile azaltılır. Ayrıca Radyolaryalar'ın küre ve disk şekilleri 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. Radyolarya faunası yoğunluk ve çeşitlilik açısından ge-



Pasifik Okyanusu'nda iki istasyonda, su kolonunda bulunan yaşayan Radyolarya ve terkedilmiş kavkı miktarı.



Kambriyen'den günümüze kadar Radyolarya alttakımlarının dağılımları ve bollukları.

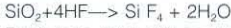


## Kayaçtan Çıkarma (Ekstraksiyon) ve Örnek Hazırlama Yöntemleri

Radyolaryalar çörtlerden, kireçtaşlarından, killerden, yumuşak marnlardan ve fosfat konkresyonlarından elde edilebilirler.

### 1. Çörtler

Örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, plastik-teflon beherlere konulduktan sonra, aspiratör altında 9 ölçek su 1 ölçek % 38-40'lık HF (Hidroflorik) asitle muamele edilir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir;



Reaksiyon süresi 24 saattir ve Radyolaryaya kavkaları Si<sub>4</sub> (Silisyum Florit) olarak elde OH → CaCH<sub>3</sub>COO+H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>

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 beherlere konulduktan sonra, aspiratör altında % 38-40'lık HF (Hidroflorik) asitle muamele edilir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir;



Reaksiyon süresi 30 ile 60 dakika arasındadır ve Radyolaryaya kavkaları CaF<sub>2</sub> (Florit) olarak elde edilir.

### 4. Killer ve Yumuşak Marnlar

örnekler ceviz büyüklüğünde kırılıp, cam beherlere konulduktan sonra, aspiratör altında % 30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Hidrojen Peroksit) eklenir ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir; kil veya Yumuşak Marn+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub>O+O<sub>2</sub>

Reaksiyon süresi organik madde içeriği yüksek killeri için 5 dakika civarında iken, bu süre organik madde içeriği düşük killeri 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 beherlere konulduktan sonra, aspiratör altında 8 ölçek su 1 ölçek %50-55'lik HNO<sub>3</sub> (Nitrik) ve 1 ölçek CH<sub>3</sub>COOH (Asetik) asitle muamele edilir. Reaksiyon süresi 24 saattir, bu süre gerektiğinde uzatılabilir.

Bu süreçlerden sonra elde edilen malzeme 62.5µm 2000µm açıklıklı iki 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.

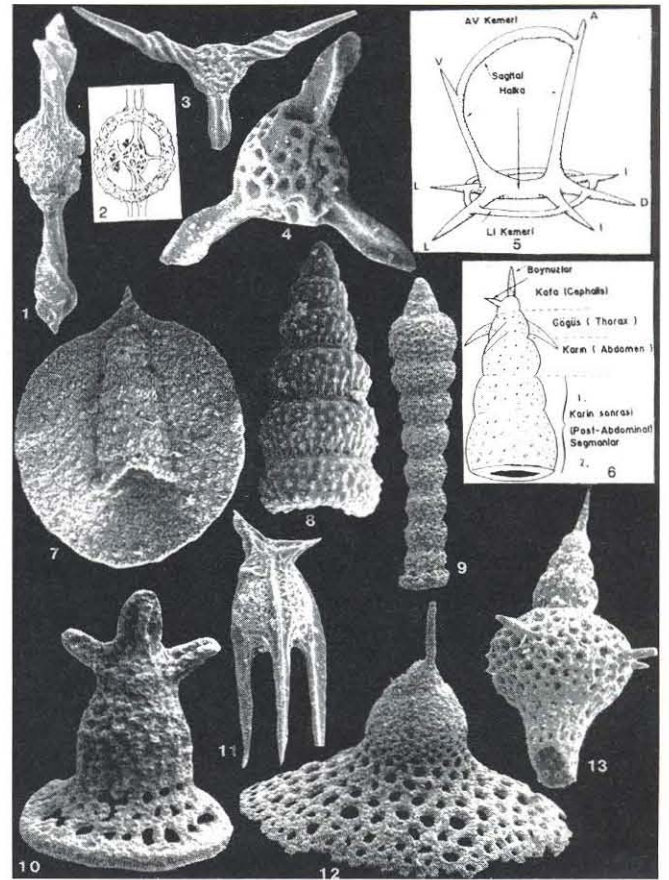
Petrushevskaya'a göre yaygın Radyolaryaya faunası ilk 200 metrelik su kolunu içinde bulunur (100 metre civarında en yoğun). Su kolunda 50, 200, 400, 1000 ve 4000 m. Civarında Radyolaryaya topluluk sınırları vardır. Acantharialar ve Spumellarialar genelde fotik zonda (<200 m.), Nassellarialar ve phaeodorialar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

Bazı Radyolaryalar türleri, yavru veya gelişkinliğinin ilk aşamasında siğ sularında yaşarken, erişkin dönemde derin sularında yaşarlar. Foraminiferler'de olduğu gibi bazı soğuk su Radyolaryalar türleri kutuplara yakın sular da yüzeye yakın yerlerde yaşarken, ekvator da derin sularında yaşayabilirler.

Özellikle Karbonat Erime Derinliği'nin (CCD) altında (genelde 3000-5000 m.) hemen hemen bütün CaCO<sub>3</sub> çözümler ve silis kavkılı Radyolaryalar ve Diyatomlar yoğun olarak çökertilir.

### 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. Tritortis kretaensis kretaensis (KOZUR & KRAHL), erken Karniyen, x 100, 4. Cryptostephanidium goncuogluu TEKİN, geç Ladinien, x 400. Nassellarialar; 5. Nassellarialar'ın kafa (cephalis) şeklini gösterir şekil. A: Tepe (Apical) spinli, V: karın (Ventral) spinli, D: Sirt (Dorsal) spinli, L ve 1.: Yan (Lateral) spinler (De Wever, 1982'den), 6. Nassellarialar'ın anatomik terminolojisi (De Wever, 1982'den), 7. Papihocampe tokerde TEKİN, erken Noriyen, x 300, 8. Pachus multinodus TEKİN, geç Karniyen/ erken Noriyen, x 300, 9. Xiphotheca irregularis TEKİN, 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

Radyolaryla alt sınıfının sınıflandırılması esas olarak iskeletin geometrisi ve kompozisyonuna göre yapılır. Güncel çalışmalarda kullanılan yumuşak fosil formunda bulunmadığı için değerlendirme özellikle günümüzde bulunmayan Paleozoyik ve erken Mesozoyik formlarının tanımlanmasında büyük zorluklar çıkarır. Seneozoyik'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 Radyolaryalar'ın sistematiği konu edilmiştir.

Grup PROTISTA

Altgrup SARCODINA

Sınıf ACTINOPODA

Altsınıf RADIOLARIA MÜLLER, 1858

Takım POLYCYSTINA

EHRENBERG, 1838 emend.

RIEDEL, 1967b

1. Alttakım ALBAILLELLARIA DEFLANDRE, 1953, emend. HOLDSWORTH, 1969

Albaillellarlar ince kabuklu, iki yönlü (bilateral) simetrik, üçgen biçimli, içinde Kolumella denilen eksensel olmayan ışınal yapıların olduğu (bunlar aynı zamanda kabuk duvarının kenarını da belirler) organizmalardır (Plaka 1, Şekil 2-3). Ordovisyen'den Permiyen'in sonuna kadar

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

2. Alttakım SPUMELLARIA EHRENBERG, 1875

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

3. Alttakım ENTACTINARIA KOZUR ve MOSTLER, 1982

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

4. Alttakım NASSELLARIA EHRENBERG, 1875

Nassellarialar birinci segmandaki birincil spiküllerden ve kafes şeklindeki kabuktan oluşurlar. Kafes şeklinde kabuk küre, disk, elips benzeri veya iğ şekilli olabilir ve segmanlar kısmı 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. Ordovisyen'den permiyen'e kadar nadir olmalarına rağmen Triyas'tan, günümüze kadar yaygın olarak bulunurlar.

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 machtige gebirgsmasse von Barbados und über das verhältniss der aus mehr als 300 neuen arten bestehenden ganz eigentümlichen Fromengruppe jener Felsmasse zu den jetzt lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erdlebens. 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 Björklund, K. R., 1974, Radiolaria in the surface sediments of the South Atlantic, Micropaleontology, 20, 1, 38-75

Gourmelon, F., 1987, Les radiolaires Tournaisiens des nodules Phosphates de la Montagne noire et des Pyrenees centrales, Collection, biostratigraphie du Paleozoique", Universite 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 Ceratohiscid Radiolaria, Micropal., 15, 3, 230-236

Kozur, H. And Mostler, H., 1982, Entactinaria subordo nov., a new Radiolarian suborder, Geologisch-Paläontologische Mitteilugin 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. Akad. Naturf., 16, 125-216

Müller, J., 1858, Über die Thalassicolle, Polycystinen und Acanthometren des mittelmeeeres, Abh. K. Akad. Wiss, Berlin, 1-62

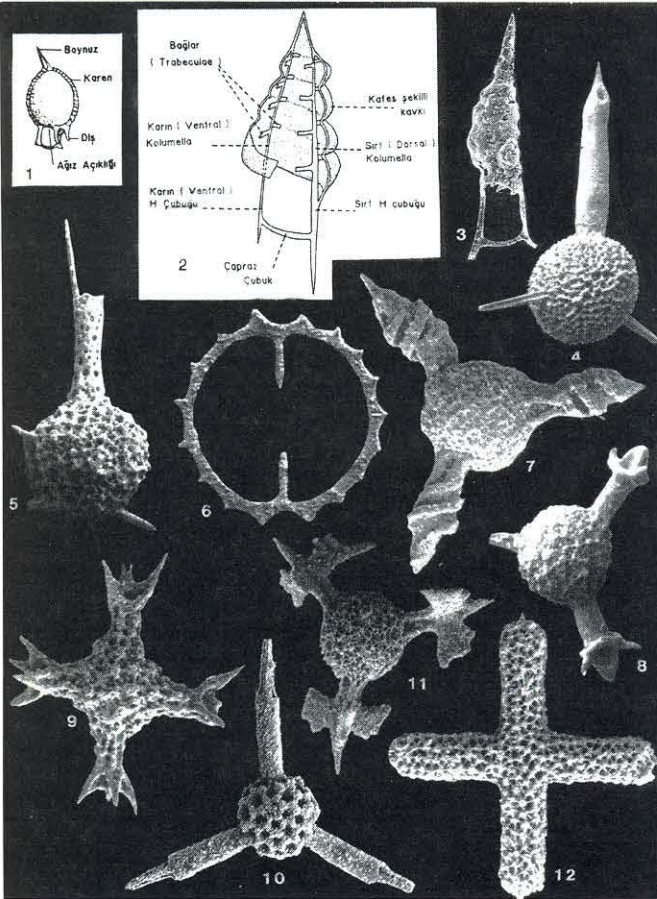
Pessagno, E. A. Jr. And Newport, R. L., 1972, A new technique for extracting radiolaria from radiolarian cherts, Micropal., 18, 2, 231-234.

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.



1. Phaeodoria - Challengerianum sp.'nin terminolojisi (Funnell ve Riedel, 1971), Albaillellarlar; 2. Albaillella'nın anatomik terminolojisi (Holdsworth, 1969), 3. Albaillella deflandrei GOURMELON, Turnezyen, x 150 (Gourmelon, 1987), 4-12. Spumellarialar; 4. Monocapnuhosphaera longispina TEKİN, erken Noriyen, x 150, 5. Tauridastrum longitubus TEKİN, erken Noriyen, x 150, 6. Pseudocanthocircus sugiyamai TEKİN, Resiyen, x 200, 7. Vinassaspongus erendili TEKİN erken Karniyen, x 200, 8. Dicapnuhosphaera sengori TEKİN erken Noriyen, x 150, 9. Paricrioma deweveri TEKİN, erken Noriyen, x 200, 10. Capnodoce longibrachium TEKİN, erken Noriyen, x 150, 11. Kahle-rosphaera kemerensis kemerensis TEKİN, erken Noriyen, x 150, 12. Crucella tenuis TEKİN, erken Noriyen, x 200,