

2. Bazı gaz kanallarının üstteki kabuğu delemeyerek tıkanmış olduğunun gözlenmesi (Şekil 6).

3. Sıcak olarak akan aa tipi lavların yakındaki ağacın gövdesini yakmış olmasıdır.

SONUÇ

Tüm bu gözlemler ileride ayrıntılı değerlendirildikten sonra fulgurit oluşumuna yeni katkılarda bulunulabilecektir.

Ancak, gözlenen kanalların bir gaz basıncı ile aşağıdan yukarıya doğru geliştiği kesindir. Bu kanalcıklar literatürden bilinen fulgurit borucuklarının boyutlarını aşmaktadır (Şekil 5). Kanımızca olay, fulguritleşmenin yanı sıra küçük çapta bir magma gelişimi görünümündedir ve bir lav akıntısının tipik doku ve yapılarını göstermektedir. Söz konusu magma, hipo-piro ve epimagmatik oluşum evrelerini yaşamıştır.

Paleozoik Stratigrafisinde Akritarklar ve Önemi

Ahmet N. TEMREN ve Gürkan TUNAY MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi, Ankara

GİRİŞ

Paleopalinojoloji, dayanıklı organik maddelerden oluşan fosil mikropalanktonları inceleyen yeni bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Paleopalinojolojik araştırmaların konuları akritarklar, dinoflagellatlar, kitinozoalar, skolekodontlar, spor ve polenlerdir. Bu mikrofosillerin tümü **palinomorf** adı altında toplanır[1].

Paleontolojinin tarihsel gelişimi içerisinde makropaleontolojiden mikropaleontolojiye geçen önem ve kullanım etkinliği son yıllarda paleopalinojolojide yoğunlaşmaktadır.

Günümüzde palinojoloji temel yaş saptamalarında, palinomorfaların çok geniş yayılım göstermelerinden dolayı kıtasal ve bölgesel deneştirmelerde, eski iklimsel kuşakların belirlenmesinde ve ortamsal yorumların yapılmasında etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca palinomorflardaki göreceli renk değişiminin, çökellerdeki organik olgunlaşma açısından belirleyici ölçüt olması palinojolojinin petrol aramalarında önem kazanmasına neden olmuştur [2].

Palinomorfalar içerisinde yer alan ve Prekambriyen'den günümüze dek gelen akritarkların özellikle Üst Prekambriyen - Karbonifer arasında stratigrafik değer taşıması ve başka mikrofosillerin bulunmadığı bu çökellerde etkin bir biçimde yaş vermesi akritarkların Alt Paleozoyik stratigrafisindeki önemi arttırmıştır. Akritarklar genellikle ince taneli denizel tortullar içerisinde (marn, kiltası, az yıkanmış kumtaşı, kireçtaşı, vb.) bulunurlar. Oksidasyon ortamı dışında her ortamda bulunabilen bu formların, düşük dereceli metamorfikler içerisinde de bulunması ve bu metamorfiklere yaş vermesi bunlara ayrı bir önem kazandırmaktadır.

AKRİTARKLAR

Akritarklar tek hücreli, sucul, genellikle denizel, mikropalanktonik organizmalardır. Büyüklükleri 5-500 mikron arasında değişir. Formlar genellikle,

150 mikrondan küçüktür. Prekambriyen'den günümüze kadar yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Kökeni henüz saptanamayan bu mikropalanktonlar, canlı evreninde tek hücreli organizmaları ve algleri kapsayan **Protista** adı altında toplanmışlardır [2, 4, 5].

Tarihçe

Akritarklarla benzerlik gösteren dinoflagellat fosilleri üzerine ilk çalışmaları 1830'da Alman mikroskopist C. G. Ehrenberg tarafından başlanmıştır. Bu çalışmaların devamında O. Wetzel'in uzantılı formlar için **Hystrichosphere** terimini kullanması üzerine yeni bir dönem başlamıştır. Akritarklar **Hystrichosphaeridae** familyası olarak dinoflagellatlar içerisinde incelenmeye devam etmiştir. Fosil dinoflagellatlardan farkları görülen ve kökeni belli olmayan anlamına gelen akritarkların ayrı bir grup olarak incelenmesine 1963 yılında başlandı; C. Downie, W. R. Evitt ve W. A. S. Sarjeant bu konuda görüş birliğine varıp akritark grubunun tanımını yaptılar [3, 7, 8].

Türkiye'de bu çalışmalar günümüze dek Gülten Gitmez, Uğur Erkmən ve Nihat Bozdoğan tarafından sürdürülmüştür [2, 6, 9, 10, 11].

Morfolojik Özellikler

Tek hücreli olan bu mikrofosiller merkezi bir boşluğu çevreleyen organik yapı bir kapsülden oluşmuştur. Bu testin fosilleşen kapsül üzerinde Timofeev tarafından 1956'da yapılan analizlerde % 71.88, C, % 7.84 H, % 2.16 N, % 18 O ve S bulunmuştur. Bu kapsül bir veya çok katmanlı olup küresel, elipsoid, diskoidal, dörtgen, elongate (uzamış), poligonal, üçgen ve fusiform şeklinde olabilir (Şekil 1-9). Kapsül yüzeyi düz, dikenli, tüberküllü, granüler, porlu ve ağsı yapıdadır. Gövde üzerinde spin veya değişik tiplerde uzantılar (bu uzantılar basitten karmaşık yapıya kadar değişebilir), sırt biçiminde yükseltiler, kanatlar veya diğer biçimlerdeki dış uzantılar bulunabilir. Kapsül yüzeyi zarlarla veya spinlerle po-

ligonal alanlara ayrılmış olabilir. Kapsül üzerindeki süsler düzenli veya düzensiz şekillerde dağılım gösterirler. Bu süsler ve uzantılar tüm kapsüle düzenli yayılacağı gibi, yalnızca kutuplarda toplanmış olabilir. Uzantılardaki boşluklar gövde boşluğu ile birleşir veya birleşmez. Üreme sırasında oluşan gövde açıklıkları kırılma, ayrılma, çatlak ya da köşeli veya dairesel açıklık (Pylome) şeklinde olabilir (Şekil 10-13). Kapsüller ender olarak salkım şeklinde olabilirler [3, 6, 12].

Bu morfolojik özellikler ölçüt alınarak akritarklar alt gruplara ayrılıp cins ve tür düzeyinde incelenirler. Bu morfolojik özellikler yanında formların büyüklükleri de cins ve tür tanımlamalarında bir ölçüt oluşturur.

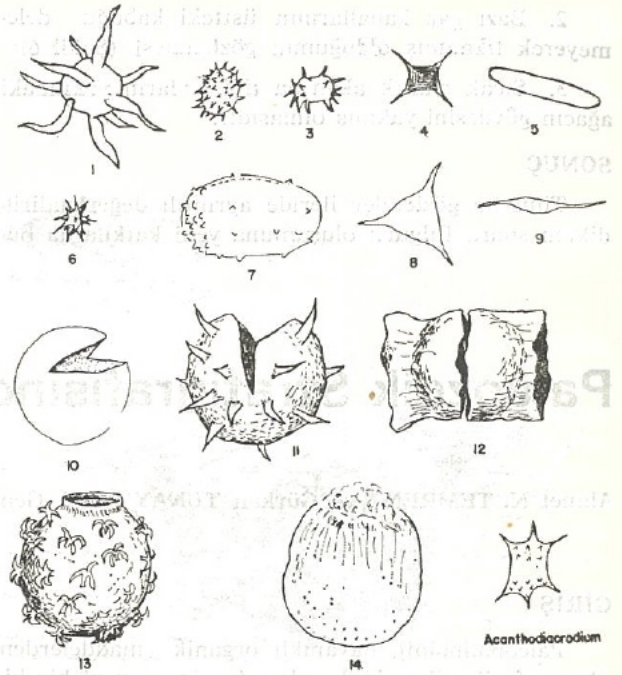
Ekoloji ve Paleoekoloji

Akritarkların çevre ile olan ilişkileri ve ekolojik özellikleri kesin olarak bilinmemekle beraber dinoflagellatlar ile benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Yapılan çalışmalar ısı, derinlik ve tuzluluk derecesinin akritarkların yayılımındaki etkinliğini ortaya çıkarmıştır. Düşük ısı ile tuzluluk çeşitte ve sayıda azalmanın başlıca nedenleridir. Bunun yanı sıra türbiditik akıntıların da yayılımı etkilediği bilinmektedir. Akritarkların ortamsal yorumlarda kullanılması konusunda oldukça az sayıda yayın yapılmıştır. Bu konudaki ilk çalışma Staplin (1961) tarafından Kanada'da bulunan Devoniyen resiflerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonunda basit, küresel formların resiflerin her yerinde bulunabileceği; ince uzantılı formların resiflerin bir mil civarında; kalın, sağlam uzantılı veya yüzeyi kanat şeklinde perdelerle kaplı formların açık denizlerde buldukları belirtilmiştir. 1965 yılında Vozzhennikova morfoloji ile ortam arasında ilgi kurmaya çalışarak kist çeperinin kalınlaşmış olmasının, fiziksel özelliklerin değişken olduğu kıyıya yakın yerleri yansıttığını, kist çeperinin ince olması ve çok sayıda uzantı bulunmasının da açık deniz şartlarını yansıttığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalar, kıyıya yakın ve uzak yerlerdeki ortam koşullarının farklı olmasının buralarda yaşayan formların morfolojilerinin de farklılık göstereceği düşüncesini ortaya koymuştur [2, 6, 13].

1972-1977 yılları arasında Cramer ve Diez tarafından Silüriyen'de akritarkların dağılımının sıcaklık, dolayısıyla eski enlem kuşakları ile denetlendiği ileri sürülmüş ve akritark biyofasiyes kuşakları çizilmiştir. Daha sonra aynı işlem yine 1974'de Vavrdova tarafından Ordovisiyen için yapılmıştır [2].

Stratigrafik Dağılımları

Daha önce de belirtildiği gibi akritarklar Prekambriyen'den günümüze kadar gelmektedir. Dolayısı ile en eski fosil oldukları için ayrı bir önem taşırlar. Akritarkların en eski cinslerinden *Hüronispora* yaklaşık iki milyar yaşında olup Kanada'da bulunmuştur. Üst Prekambriyen'den Kambriyen tabanına kadar *Sphaeromorphitae* alt grubu altında topladığımız genellikle küresel veya küresel şekilde, yüzey-



Akritarklar

leri ağısı, tüberküllü veya porlu formlar bulunur. Bu formlar alt düzeylerde daha ilkel yapıdadırlar. Kambriyen tabanına yakın yerlerde gövde üzerinde süsler görülmeye başlar. Üst Prekambriyen'de bu alt grup üyeleri bol olarak bulunurlar ve hem zon ayırımında, hem de geniş alanların denestirilmesinde bunlardan yararlanılır. Ayrıca Rusya'da *Disphaeromorphitae* alt grubuna ait Prekambriyen yaşlı akritarklar bulunmuştur.

Kambriyen'le birlikte *Sphaeromorphitae* üyeleri önemlerini kaybetmeye başlarlar, *Disphaeromorphitae*'ler kaybolur. Alt Kambriyen'de ise formlarda dört önemli değişiklik göze çarpar. Gövde boşluğu ile birleşen kısa spinlerin gelişimi (*Micrhystridium*), sırt biçiminde süslerin oluşumu ve gövdenin bu sırtlarla (ridge) poligonal alanlara ayrılması (*Cymatiosphaera*, *Timofeevia*) [14], tabanı kapalı uzantıların gelişimi (*Baltisphaeridium*), süs yapılarında ve uzantılarda kutuplaşma (*Leiofusa* ve *Diacromorphitae*) görülen önemli değişikliklerdir. Süsler bazen *Oomorphitae*'lerde olduğu gibi tek kutupta da toplanabilir (Şekil 14). Üst Kambriyen'de *Acanthodiacrodiium* ve *Priscogalea* cinslerinin gelişimi göze çarpar. Büyük açıklıklar genel özelliğidir. *Herkomorphitae*'ler ise ilk kez Üst Kambriyen'de görülürler.

Ordovisiyen'de *Netromorphitae*, *Polygonomorphitae* ve *Pteromorphitae* alt grupları ilk kez ortaya çıkar. Kalın çeperli, dairesel açıklığa (Pylome) sahip *Sphaeromorphitae*'ler ve *Acanthomorphitae*'lerden poligonal açıklığı olanlar, Alt Ordovisiyen'de görülür. *Oomorphitae*'ler ise Ordovisiyen'den sonra görülmezler. *Diacromorphitae*'lerde ise azalma görülür. Silüriyen'de *Polygonomorphitae*'ler ve *Veryhachium*'lar bolluk gösterirler. *Visbysphaera*, *Leiofusa* ve *Micrhystridium*da bolluk içerisinde. Bu bollaşma Üst Silüriyen ve Alt

Devoniyen'e kadar devam eder. Üst Silüriyen'de ilk kez uzantısız poligonal akritarklar görülmüştür.

Devoniyen, formlarda çeşit ve sayı açısından zenginleşme gösterir. *Diacromorphitae*'ler kaybolurken *Prismatomorphitae*'ler önem kazanmışlardır. *Veryhachium* ve *Micrhystridium* grubu ise Orta Devoniyen'de etkinleşir.

Karbonifer'den itibaren, akritarklarda çeşitte azalma görülür. Bu nedenle stratigrafik önemleri Devoniyen'den sonra azalır, Permiyen'de ise sadece *Veryhachium-Micrhystridium* grubuna ait az sayıda tür bulunur.

Triyas'ta *Polygonomorphitae*, *Acanthomorphitae*, özellikle *Micrhystridium* cinsi bulunmaktadır. Triyas'tan sonra artık *Prismatomorphitae*'lere raslanmaz. *Polygonomorphitae*'ler Juraya doğru azalma gösterirler. Alt Mesozoyik'te görülen bazı uzantılı küçük formlar Üst Jura'dan itibaren azalmışlardır.

Tersiyer ve Kuvaterner'de çok az akritark bulunmuştur. Denizel olmayan akritark fosilleri ilk kez Kuvaterner'de görülmüştür [3, 6].

ÖRNEKLEME ve LABORATUVAR TEKNİĞİ

Örnekleme

Akritarklar gözle görülemediğinden, arazide örnek alımı litolojik ölçütlere göre yapılır. Küçük taneli kayaçların gramında binlerce form bulunabilir. İri taneli kayaçlardan daha fazla miktarda örnek alınmalıdır. Çok yıkanmış kumtaşı, yeniden kristallenmiş kireçtaşı ve oksidasyona uğramış çökeller akritarkların bulunması için uygun olmayan ortamlardır. Isı 250°C'ye yaklaşıncaya formların renklerinde, mat sarımsı yeşilden, gri-siyaha doğru, bileşiminde de grafitte doğru değişim gözlenir. Bu yüzden bu sıcaklığın ötesinde akritarklar bulunmazlar. Bununla beraber sleytte ve hatta fillit ve şistlerde parçalar halinde bulunabilirler.

Örnek Hazırlama

Akritarklar, içerisinde buldukları kayacın uygun asitlerde çözülmesiyle ortaya çıkarılırlar. Bu nedenle kayaçta bulunan karbonatları gidermek için % 32 saflıkta HCl, silikatları gidermek için de % 40 saflıkta HF asitleri kullanılır. Bu işlemlerden sonra formların temizlenip iyice açığa çıkmaları için oksidasyon gerekebilir. Bu durumda Schulze eriyiği kullanılır. Bu eriyik $KClO_3$ kristallerinin HNO_3 asitinde eritilmesi ile hazırlanır. Eğer varsa ağır mineraller giderilir ve ortam nötrleştirilir. Bütün bu işlemler arasında saf su ile yıkama işlemi (dekantasyon) yapılır.

Yukarıda sözü edilen bir dizi kimyasal işlemden sonra, su içerisinde miktarca yoğunlaştırılmış akritarklar pipetle lamel üzerine taşınır ve kurutulduktan sonra, üzerine yapıştırıcı elvacite konulan lamel üzerine kapatılır. Örnekler artık mikroskopta incelenmeye hazırdır [4, 15].

SONUÇ

Türkiye'de yaygın olan Paleozoyik yaşlı çökeller genellikle mikrofosil içermezler (Palinomorflar dışında). Bu nedenle öncelikle Alt Paleozoyik yaşlı çökellerde yaş saptamaları, dolayısıyla denestirilmeleri ve buna bağlı çalışmalar çoğunlukla sağlıklı bir şekilde yapılamamaktadır.

TPAO'nun Araştırma Merkezinde kurulan palinoloji laboratuvarında öncelikle Alt Paleozoyik yaşlı çökellerin tanımlanması akritarklar ve kitinozoalar ile gerçekleştirilmektedir. Güneydoğu Anadolu'da yapılan bu çalışmalar sonucunda Koruk ve Sosink formasyonları Orta Kambriyen olarak belirlenmiş ve Sosink formasyonu üzerine gelen Bedinan formasyonunun da Orta ve Üst Ordovisiyen yaşlı olduğu saptanmış ve dört kata ayrılmıştır.

TPAO'nun yaptığı çalışmalar petrol aramalarına yönelik olduğundan petrol açısından önemli alanlarda kalmaktadır. Bu çalışmaların tüm Türkiye'de yaygın bir biçimde yapılabilmesi amacıyla MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdları Dairesi, bir fitoplankton (Akritark) laboratuvarı kurma çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışmalarda amaç, Alt Paleozoyik çökellerine ve düşük dereceli metamorfiklere yaş vermek ve denestirilmelerin ayrıntılı bir biçimde yapılması-na yöneliktir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- [1] Kalvacheva, R., 1982, Priroda, 31, 2 (Bulgarca).
- [2] Bozdoğan, N. ve Erkmen, U., 1980, TÜBİTAK 7. Bilim Kongresi, 207 - 220.
- [3] Downie, C., 1973, Paleontology, 16, 2, 239 - 258,
- [4] Downie, C., 1984, Geo. Soc. London, Spec. Rep., No 17.
- [5] Williams, G.L., Sarjeant, W.A.S. ve Kidson, E.J., 1978, Am. Assoc. Strat. Palynol., Contrib. Ser., No 2 A.
- [6] Gitmez, G., 1978, Fosil Mikroplanktonlar : MTA Eğitim Serisi, No 19.
- [7] Evitt, W.R., 1961, Micropaleontology, 7, 4, 385 - 420.
- [8] Evitt, W.R., 1963, Nat. Acad. Sci. Proc., 49, 2 - 3, 158 - 164, 298 - 302.
- [9] Erkmen, U., 1978, Türkiye IV. Petrol Kongresi, 133-141.
- [10] Erkmen, U., 1979, Geocome - I, 472 - 497.
- [11] Erkmen, U. ve Bozdoğan, N., 1979, Geobios, 12/3, 445 - 449.
- [12] Bozdoğan, N., 1982, Güneydoğu Anadolu Mardin ve Adıyaman Bölgeleri Kambriyen ve Öncesi Tortul İstifiinin Stratigrafik ve Sedimantolojik Denestirilmesi : H.Ü. Fen Bil. Enst. Yük. Müh. Tezi.
- [13] Williams, D.B. ve Sarjeant, W.A.S., 1967, Mar. Geo., 5, 389 - 412.
- [14] Erkmen, U. ve Bozdoğan N., 1981, Rev. Espanola Micropaleontologia, 13, 1, 47 - 60.
- [15] Sinanoğlu, E., 1978, Kitinozoa : TPAO Araştırma Merkezi.