

Sedimentolojide Elektron Mikroskop Uygulaması : Tane Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi

Nizamettin KAZANCI, Ankara Üniv. Fen Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

GİRİŞ

Elektron mikroskopunun sedimentolojideki uygulamalarından birisi tane yüzey dokularının incelenmesi olup, bu yolla ana kayaç ve taşınma ortamları hakkında bilgi elde etmek olanağı vardır. Elektron mikroskopunun yüksek çözme gücü ve fazla büyütme özelliği bu fırsatı vermektedir.

Çakıllar üzerindeki vurma-çarpma izlerine (impact marks-percussion casts) benzer olarak kum boyu taneler üzerinde de çeşitli yüzey yapılarının varlığı bilinmektedir. Bu mikro yapılar (micro surface features) veya mikrodoku (microtexture) parçalanma, taşınma ve depolanma sırasında oluşurlar, ortam türüne ve taneler üzerine etkiyen kuvvetlere bağlı olarak da çeşitlenirler. Taşınma veya enerji etkisinde kalma süresi de yüzey yapılarının biçimini ve sayısını değiştirmektedir.

Yüzey yapılarının incelenmesi, ortam analizlerine veri sağlamak düşüncesiyle ilk defa D. H. Krinsley tarafından başlatılmış ve öğrencilerince geliştirilmiştir [1, 2, 3, 4, 5]. Bu amaç için kuvars kumları, özellikle tek kristalli kuvars kumları seçilir. Kuvars, mineralojik duraylılığı nedeniyle üzerindeki izleri uzun süre koruyabilmekte, tek kristalli kuvarslarda ise yapıların oluşumu iç yapıdan bağımsız gelişebilmekte ve mikroskopta kolay seçilmektedir. Diğer kum taneleri, özellikle ağır minerallerin yüzey yapıları karşılaştırma ve diyajenetik değişimleri izlemek amacıyla tercih edilmektedir [6, 7].

Fosil verilerinin yetersiz olduğu çökel istiflerde, özellikle Neojen ve Kuvaterner çökellerinin incelenmesinde ve kaynak alan araştırmalarında bu yöntem yararlı olmaktadır [4, 8, 9]. Örneğin Kuzey Denizi Pleyistosen'inde buzul erimelerine bağlı küçük ölçekli transgresyon ve regresyonların zamanları ve sayıları bu yolla saptanabilmiştir [10, 11]. Yöntemi destekleyen bu verilere karşın, tane yüzey dokusunun esas olarak anakayaçtan kopuş tarzına bağlı olduğu, çökel ana kayaçlı tanelerde eski ve yeni izlerin birlikte bulunacağı, farklı diyajenez evrelerinin izleri sileceği/değiştirebileceği gibi gerekçelerle, yöntemin yorumlarda fazla başarılı olmadığını belirten çalışmalar da vardır [12, 13, 14]. İleri sürülen bu olumsuz durumlar bazı ek çalışmalarla ortadan kaldırılmıştır. Örneğin istatistik değerlendirmeler ve Fourier analizi uygulamaları [15], kuvarsla birlikte başka minerallerin incelenmesi [7], fosil verileri ve gelenti hızının dikkate alınması [10] ile yöntemin güvenilir

sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, sayıları sınırlı da olsa ortamlara özgü yüzey biçimleri vardır ve deneysel olarak elde edilmişlerdir [4, 8, 16]. Bu özel yapıların tane üzerindeki bollukları güvenilirliği artırmaktadır.

TANE YÜZEY YAPILARI

Yüzey yapıları veya mikrodoku, tanenin özgün yüzeyi üzerinde fiziksel ve/veya kimyasal etkilerle oluşmuş biçimli izlerdir. Elektron mikroskopunun tarama özelliği (scanning) ile morfolojileri açığa çıkarmaktadır. Bunlar karakteristik fosil gibi belirli ortamlara tekellenemezler, ancak belirli tiplerin bir arada oluşu ve birim alandaki bollukları yorumlara esas oluşturur [9, 17, 18]. Yüzey yapılarının biçimleri çok değişkendir, bu nedenle biçime göre değil kökenlerine göre gruplamak daha anlamlıdır. Başlıca mekanik kökenli ve diyajenetik kökenli olmak üzere iki temel grup ayrılır. Mekanik kökenliler ekseri taşınma sırasında, tanelerin birbiri üzerindeki fiziksel etkileşimi oluşurlar. Diyajenetik tipler ise depolanma ve sonrasında, silis çökeli mi ya da çözülme biçiminde ortaya çıkarlar. Yüzey üzerindeki düzensiz oyuklar, konkoyidal kırıklar, düz ve yassı basamaklar, paralel çizikler, ardışık yüzey ezilmeleri, çizgisel yarıklar, bükümlü sırtlar, terlenmiş yüzeyler, tabak şekilli çukurcuklar ve çeşitli V şekilleri mekanik kökenli yüzey yapılarıdır. Yüzeyin doğrudan kendisi ve üzerindeki kabartı mekanik ve diyajenetik etkilerin ortak ürünüdür. Kristal büyümesi, yüzeyi örten silis zarları, oyuklarda gelişmiş silis çiçekleri ve silis kabartıları ve erime kökenli oyuklar diyajenetik kökenli izlerdir (Çizelge 1).

Yüzey yapılarının biçimlerini ve sayılarını saptamak güçtür, ancak deneysel çalışmalarla gözlemler birleştirilerek ortamlara özgü gruplar belirlenmeğe çalışılmıştır [4, 19]. Higgs [17] önceki çalışmaları birleştirerek ortak terminoloji oluşturmağa çalışmış da, yayınlarda bireysel tanımlamaların çoğunlukta olduğu görülmektedir.

İNCELEME YÖNTEMİ

Yüzey yapılarının incelenmesinde örnek hazırlama en önemli evreyi oluşturur. Bununla birlikte yöntem oldukça sade ve zaman içinde fazla değişmiştir. Gözlemler ya doğrudan tane yüzeyinden, ya da yüzeyin kalıpları (replica) üzerinde yapılır.

BÖLÜK ORANI %	Çok bol >75 Bcl 25-75 Seyrek 5-25 Nadir <5	yüze yapıları	Düzensiz OYMAK			KONKRDAL YIKILIM			DİR BAKIMLAR		YANGI BAKIMLAR		DÜZLEŞTİRİLMİŞ KIRILAN		PARALEL ÇİZİMLER		YARIŞAN YAPILAR		ÇİCİSEL YAPILAR		DİRÜZÜ YAPILAR		A-SERİLERİ		KEDRETTİ DİŞ YÜZEY		YUVAKLIK DİŞ YÜZEY		DÜZÜK YÜZEY RÖLİYEZİ		ORTA YÜZEY RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ		YÜZÜM RÖLİYEZİ								
			Küçük	Orta	Büyük	Küçük	Orta	Büyük	DİR	YANGI	DÜZLEŞTİRİLMİŞ	PARALEL	YARIŞAN	ÇİCİSEL	DİRÜZÜ	A-SERİLERİ	KEDRETTİ DİŞ	YUVAKLIK DİŞ	DÜZÜK YÜZEY	ORTA YÜZEY	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM	YÜZÜM							
MAGMATİK AKA KAYA																																																					
AKARSU																																																					
BELÇAYIK																																																					
DEHİZEL																																																					
EOLİYER																																																					
BUZUL																																																					
TORANLAŞMA ZONU																																																					
YÜZÜY ALICI DİVAJENETİK ZONU																																																					

Çizelge 1 — Tipik yüzey yapılarının kökenleri ve ortamlara göre dağılımları (Higgs [17] in terimleri kısmen değiştirilerek kullanılmıştır.

İncelemede tane esas olduğundan, üzerinde çalışma yapılacak kayaç örneğinin pekişmemiş veya mekanik zorlama olmadan dağılıbilir ölçüde zayıf çimentolanmış olması istenir. Kayaç örnekleri öncelikle elek analizine sokularak tane boylarına göre ayrılır. Yüzey incelemeleri için en uygun tane boyunun 0,5-2 mm olduğu bildirilmektedir. [3, 17]. Daha ince boylarda yüzey yapısı oluşma yerine tane ufalanır, kırılır; daha büyüklerini ise elektron mikroskop altına koymak güçtür. Uygulama kolaylığı bakımından aynı boydaki tanelerin bir arada incelenmesi tercih edilir ve eleme bu bakımdan gereklidir. Elenmiş örneklerden tek kristalli kuvarlar binoküler mikroskop altında seçilerek ayrılır ve bunlar % 10'luk HCl asit içinde 24 saat bekletilirler. Çift distile su ile yıkanan kuvar kumları ikinci kez % 30'luk HCl asitle 40°C de 15-20 dakika dağlanırlar ve yıkanılır. İstenirse örnekler önce hidrojenperoksit 12 saat bekletilip derişik HCl asitte 30 dakika süreyle 90°C de dağlanabilir. Bu dağlama-yıkama işleminin amacı taneler üzerinde kil veya organik artıkların kalmasını önlemektir. Temizleme için, tanelerin birbirini etkileyebileceği düşüncesiyle, titreşimli mekanik yöntemler istenmez.

Temizlenmiş kuvar kumlarından 15-20 adedi seçilerek, elektron mikroskopun alüminyum örnek taşıyıcılara (stub) yerleştirilir ve özel tutkalıyla yapıştırılırlar. Bu yapıştırılmış taneler ya altın ya da karbon kaplanarak incelemeğe hazır hale getirilirler. Yüzey dokusu incelemelerinde hem hızlı yapıldığı ve hem de daha net görüntü sağladığı için altın kaplama tercih edilir. Ancak çoğu kez altın kaplama, mikroskopta elektron bombardımanı ile tahrip olduğundan gözlem süresini kısa tutmak gerekmektedir. Kaplamanın yıkımına karşı kalın kaplama ilk ölem olarak akla gelirse de yüzey yapılarını örteceği için istenmez. Genelde en uygun kaplama kalınlığı 200 Å

dir. Önce bir kez karbon, sonra üç kez ayrı ayrı ince altın kaplamanın da iri tanelerde iyi sonuç verdiği belirtilmektedir [17].

Yüzey kalıpları (replica) üzerinde de gözlem yapılabilir. Önceki yöntemde taneler örnek taşıyıcılara yapıştırıldığı için yüzeylerinin ortalama % 35-45 lik bir bölümünü gözleme şansı kaybolur. Bunu gidermek için her bir kuvars kumunun özel gömme ortamında yüzey kalıbı alınarak gözlemler bu kalıplar (replica) üzerinde yürütülür. Bu yöntem de tek tanelenin 2-6 kadar kalıbı alınır ve altınla kaplanarak incelenir. Bu yöntem zaman alıcı olduğu için, inceleme gerecinin çok az olması halinde uygulanır.

Hazırlanmış örnekler SEM (scanning-tarama elektron mikroskopu) veya kombine (SEM + TEM) elektron mikroskopunda, 10-20 kV arasında incelenirler. Bu işlm için ekseri 100-1000 arası büyütme yeterlidir. Yanıltıcı ve yanlış yorumlara neden olabileceği için genelde 8-10 bin üzerindeki büyütmelemelerden kaçınılır. Bununla birlikte diyajenetik yapıların gözlenmesinde fazla büyütme gerekli olabilmektedir.

SONUÇLAR

Tane yüzey yapılarının incelenmesi ortam analizlerinde veri sağlama yollarından biri olup özellikle genç çökellerde tercih edilmektedir. Burdur yöresi çökellerine aynı amaçlı bir denememiz başarılı sonuçlar vermiştir. Yurdumuzda yöntemin kullanımı pek yok ise de, giderek artan elektron mikroskop sayısı yeni çalışmalara fırsat verecektir.

Yöntemin başarısı yüzey yapılarının doğru tanımlama ve yorumuna dayanmaktadır. Özellikle, tane üzerindeki yeni ve kalıntı izlerin birbirinden ayırt edilmesi önem taşır. Örneğin çökel ana kayaktan aktarılan kumların üzerinde hem birincil taşınma hem de ikincil taşınma dönemlerine ait izler bulunabilir ve ayırt edilmesi yanlış yorumlara yol açar. Ayrıca sulu ortamlarda oluşan izler (akarsu, delta, gel-git, göl

gibi birbirlerine çok benzerler. Yöntemin güvenilirliğini artırmak için sonuçlar, saha gözlemleri, tane boyu analizleri ve polarizan mikroskop gözlemleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- [1] Krinsley, D. H. ve Takahashi, 1962, Science, 135, 923-925.
- [2] Krinsley, D. H. ve Takahashi, 1964, J. Sed. Petrol, 34, 423-426.
- [3] Krinsley, D. H. ve Donahue, J., 1968, Geol. Soc. America Bull., 79, 743-748,
- [4] Krinsley, D. H. ve Doorkamp, J., 1973, Atlas of quartz sand surface textures; Cambridge Univ. Press, 91s., London.
- [5] Krinsley, D.H. ve Turekian, K. K., 1973, J. Sed. Petrol., 43, 251-257.
- [6] Krinsley, D. H. ve Mc Coy, F. W., 1977, Sedimentology, 24, 857-862.
- [7] Lin, I. J., Rohrllich, V. ve Salatkine, A., 1974, J. Sed. Petrol., 44, 1281-1295.
- [8] Al-Saleh, S. ve Khalaf, F. I., 1982, J. Sed. Petrol, 52, 215-226.
- [9] Hill, P. R. ve Nadeau, O. C., 1984, J. Sed. Petrol., 54, 1349-1357.
- [10] Dowdeswell, J. A., 1982, J. Sed. Petrol., 52, 1315-1357.
- [11] Dowdeswell, J. A., Ostermann, L. E. ve Andrews, J. T., Sedimentology, 32, 119-132.
- [12] Ingersoll, R. V., 1974, J. Sed. Petrol., 44, 151-157.
- [13] Subramanian, V., 1975, J. Sed. Petrol., 45, 530-534.
- [14] Manker, J. P. ve Ponder, R. D., 1978, J. Sed. Petrol., 48, 1227-1232.
- [15] Riester, D. D., Craig Shipp, R. ve Ehrlich, R., 1982, J. Sed. Petrol., 52, 1307-1314.
- [16] Ly, C. K., 1978, J. Sed. Petrol., 48, 1218-1226.
- [17] Higas, R., 1979, J. Sed. Petrol., 49, 559-610.
- [18] Kazancı, N., Alkan, A., Erol, O. ve Özkan, H.M., 1986, TBTA-Doğa dergisi (baskıda).
- [19] Kuenen, P. H. ve Perdok, W. G., 1962, J. Geol., 70, 648-658.

Biyostratigrafi'nin Jeoloji Çalışmalarında Önemi

Sefer ÖRÇEN, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara

GİRİŞ

Biyostratigrafi'nin dünyada tarihsel gelişimi sonucunda ulaştığı düzey, yakını olan disiplinlerle ilişkisi ve jeoloji etüd projelerinde sağladığı yarar göz önüne alınırsa, ülkemizde, yerbiliminin gelişmesindeki önemi anlaşılmış olur. Biyostratigrafi'nin ülkemizde yeterince uygulanmaması, zaman içinde öneminin kavranması ile aşılacak, yerbilimlerinde daha ileriye gidilmesini olanaklı kılacaktır.

Bu yazıda, önce Biyostratigrafi'nin tanımı yapılarak kısaca tarihçesi verilmiş, temel konusu olan biyostratigrafi birimlerinin ayırtlanmasında kullanılan kavramlar anlatılmış ve bunların başlıca özellikleri, çeşitleri, kullanılabilirlikleri açıklanmıştır. Bu tanımlamalardan kalkarak, Biyostratigrafi'nin Paleontoloji-Sedimentoloji-Stratigrafi ile karşılıklı ilişkileri, bu ilişkilerin gözetilmesinin uygulamada sağladığı yararlar ortaya konulmuş ve jeoloji etüd projelerinde uygulamaları ile nasıl yer alması gerektiği belirtilmiştir.

BIYOSTRATİGRAFI'NİN TANIMI VE TARİHÇESİ

Biyostratigrafi, belirli fosilleri içeren katmanların tanımı ve yorumu ile uğraşan, stratigrafinin bir dalı olarak tanımlanabilir. Özellikle 1960'lı yıllardan bu yana önemli bir gelişme göstermiştir.

Paleontoloji çalışmalarının belli bir düzeye ulaşması ve zon kavramının gündeme gelmesi ile yapılan incelemelerde biyostratigrafik birim tanımına açıklık getirilmeye çalışılmıştır [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Daha sonra biyostratigrafi incelemeleri yerbilimlerindeki yerini almış Amerika Stratigrafi Adlama Komisyonu [7] ve Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği (IUCS) Stratigrafi Komisyonu [8] tarafından hazırlanan Stratigrafi Kılavuzları'nda biyostratigrafi birimlerinin yapıları, kuralları, tanımları ve çeşitleri ayrıntılı olarak belirtilmiş, bir anlamda da yasallaştırılmıştır.

Ülkemizde de Türkiye Stratigrafi Komitesi'nin [9, 10] yerbilimcilere bir kılavuz olarak hazırladığı «Stratigrafi, Sınıflama ve Adlama Kuralları» kitabında, kullanılabilirlikleri gözönüne alınarak biyostratigrafi birimlerine yer verilmiştir.

BIYOSTRATİGRAFI BİRİMLERİNİN AYIRTLANMASINDA TEMEL ALINAN KAVRAMLAR

Biyostratigrafi birimleri nasıl saptanabilir, birimleri ayırtlamada çok önemli olan canlı içerikleri ya da organizmalarla ilgili olaylar nelerdir? Bu sorulara yanıt aranmalıdır.

Özellikle «gözlenebilir fosil içerikleri» temel bir unsur olarak ele alınmalıdır. Fosil topluluğu ve bir fosil taksonun (tür, cins, aile, vb.) veya taksonlarının ilk görüldükleri düzey ile son görüldükleri düzey