

Karbonat Kayalarında Diyajenez

NACİ GÖRÜR İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Kürsüsü, İSTANBUL

ÖZ

Diyajenez karşı çok duyarlı olan karbonat kayalar çökelmeyi izleyen ilk evre içerisinde oldukça gözenekli olup (%40-70), genellikle duraysız aragonit, magneziyen kalsit ve duraylı kalsit minerallerinden oluşurlar. Çökel bileşenlerini oluşturan aragonit ve magneziyen kalsit mineralleri erken diyajenez süreci içerisinde biyolojik ve fiziko-kimyasal işlevler sonucu daha duraylı olan kalsit'e dönüşürler. Bu dönüşüm sırasında ilk evreli çimentolanma görülür. Ayrıca aragonitik bileşenlerin erimesi ile bazen çökel içerisinde ikincil gözenekler de oluşur. Ancak çoğu kez bu gözenekler ikinci evreli kalsit çimento ile doldurularak kalıplar (casts) halinde korunurlar. Bu kalıpların yalnızca dış şekilleri birincil bileşenin özelliklerini yansıtır; iç yapı, erime ve bir süre sonra tekrar kalsitle doldurulma nedeni ile, tamamen yok edilir. Bileşenlerin iç yapılarının kısmen veya tamamen korunabilmeleri ancak tekrar kristallenme veya minerallerin kimyasal yer değiştirmeleri ile olasıdır. Her iki işlev kireçtaşlarında geç diyajenez evresinde oldukça yaygındır. Bu işlevler sonucu, kireçtaşları daha sıkı, yoğun ve kristalize bir hal alırlar. Kuşkusuz bu değişimlerde sıkışma ve ona bağlı basınç ve ısı artışlarının da rolü büyüktür. Özellikle sıkışma işlevi kireçtaşlarında önemli miktar-

larda birincil gözenek ve kahlık kaybına neden olur. Stilolit, erime dokanakları ve çatlak oluşumları da bu fiziksel işlevin bir sonucudur.

GİRİŞ

Diyajenez araştırmacılar arasında çok değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Esasen oldukça karmaşık ve girift işlevlerin neden olduğu böyle bir olayı açık ve kesin olarak tanımlamak da güçtür. Ancak, diyajenez genel olarak çökel içerisinde görülen ve çökelme sırasında veya hemen bitiminde başlayıp günümüze kadar süregelen değişimler olarak tanımlanabilir. Diyajenez ile ilgili değişimler genellikle normal yüzey koşulları veya düşük ısı ve basınç altında oluşurlar. Bu olaylar sırasında ısı 300°C'yi basınç ise 1000 bar'ı geçmemektedir (Fairbridge, 1967). Çok daha yüksek ısı ve basınç altında oluşan metamorfik değişimler diyajenez kavramı dışında tutulurlar.

Günümüzde karbonat kayalarının çökelme ortam ve koşullarının belirlenmesi özellikle bu kayalar içerisinde bulunan petrol verici mineral yataklarının araştırılmasında önem kazanmıştır. Bunların belirlenmesi diyajenetik evrimin saptanması ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle son yıllarda petrol endüstrisinde diyajenez çalışmaları hız kazanmıştır.

Çeşitli çökelme ortamlarında biriken karbonat çökellerinin çok kısa bir süre sonra bileşim ve dokusal özelliklerinin değişmeye başladığı görülür. Biyolojik, fiziko-kimyasal ve fiziksel işlevler çökelme veya hemen onu izleyen evre içerisinde harekete geçerek bu çökellerin zamanla katı kayalar haline gelmelerine neden olurlar. Kuşkusuz bu değişimlerde karbonat çökellerinin birincil bileşim, doku ve diyajenez ortamlarının da rolü büyüktür. Çökelme sırasında veya bitiminde oluşan tüm değişikliklere "erken diyajenez", çökelden çok sonraları ve özellikle gömülme ve deformasyon sırasında oluşanlarına ise "geç diyajenez" değişimleri adı verilir.

BİRİNCİL BİLEŞİM VE DOKU

Karbonat çökelileri, bilindiği gibi, allokem, ortokem ve terijen bileşenlerden oluşurlar (Folk, 1962). Allokemler arasında fosil parçaları, pellet, oolit ve intraklastlar önemli yer tutarlar. Fosil parçalarının bir kısmı (örneğin kırmızı alg, foraminifer, ekinoderm v.b.) magneziyen kalsit, bir kısmı aragonit (mercan, mollusk, yeşil alg vb.) diğer bir kısmı ise kalsitten (bazımollusk türleri) yapılmışlardır. Keza pelletler magneziyen kalsitik, oolitler aragonitik ve intraklastlar ise değişik mineralojideki bu değişiklik aynı zamanda ortokem ve terijen bileşen-

(*) Türkiye Jeoloji Kurumu Türkiye Petrol Jeologları Derneği'nin düzenlediği Yerbilimleri Konferans Dizisinde 22.1.1981 tarihinde sunulmuştur.

lerde de izlenmektedir. Bu kayaç bileşenleri diyajenez başlangıcında çökme ortamı koşullarının etkisini yansıtan birincil boyut, şekil ve istiflenmelerini korurlar.

DIYAJENEZ ORTAMLARI

Herhangi bir çökelin ortamı ile diyajenezini geçirdiği ortamın ve bunların koşullarının her zaman için aynı olamayacağı kuşkusuzdur. Karbonat kayalarda denizel, karasal (yeraltı su düzeyi üstü ve altı) ve derin gömülme bölgesi olmak üzere başlıca üç diyajenez ortamı bilinmektedir. Herhangi bir karbonat çökeli bu ortamların biri veya tümü içerisinde diyajenezini tamamlamaktadır.

Karasal diyajenez ortamında çökeller hava veya tatlı suyun etkisi altında bulunurlar. Ortamın kendine özgü pH (asitlik-baziklik), Eh (oksidasyon-redüksiyon potansiyeli) sıcaklık ve biyolojik yaşam koşulları vardır. Böyle bir diyajenetik ortamda erime, çimentolanma, vadoz silt ve pizolit oluşumu v.b. olaylar yaygındır.

Denizel diyajenez ortamında çökellerdeniz suyu ile temas etmektedir. Özellikle gözenek suyu çökellerin üst düzeyinde deniz suyuna büyük benzerlik gösterir. Ancak derine doğru gidildikçe belirgin bir şekilde farklılaşır. Deniz ve gözenek suyunun deniz tabanına yakın yerlerdeki küçük pozitif Eh değerine karşı (zayıf oksidasyon koşulu) derinlerde bu değer negatif hale dönüşür (redüksiyon koşulu). Keza, organik nitrojen, karbon ve pH değerlerinde de bu tür değişiklikler izlenir. Denizel diyajenez ortamında, erken diyajenez evresinde, çökel yüzeyi ve yüzeye yakın derinliklerde biyolojik işlevler etkindir. Biyojenik yapı, mikritleşme, pellet ve çimento oluşumları ile birincil çökel doku ve yapılarının tahribi denizel diyajenezin başlıca ürünleridir.

Süreklili çökme sonucu gelişen derin gömülme bölgesinde, ısı ve basınç artımı nedeni ile sıkışma, erime - yeniden kristallenme ve stilolitleşme olayları yaygındır.

Diyajenez ortamlarındaki işlevleri ve neden oldukları değişimleri

başlıca 3 grup altında toplamak olasıdır: biyolojik, fiziko-kimyasal ve fiziksel işlevler.

DIYAJENEZ İŞLEMLERİ

Biyolojik İşlevler

Çeşitli organizmaların (kurt, mollusk, ekinoderm, sünger, alg vb.) beslenme ve gizlenme amaçları ile çökeller içerisinde yaptıkları bazı zorunlu eylemler bu çökellerin fiziksel ve kimyasal olarak değişimlerine neden olurlar. Bu değişimler genel olarak "canlıların eylemleri (bioturbation) adı altında toplanırlar. Canlıların eylemleri sırasında çökeller alt üst edilir, çökel yapıları kısmen veya tamamen bozulur, taneler kırılıp ufalanır (Levha I, Şekil 1) ve bazen mikrite dönüştürülürler (Bathurst, 1975). Canlıların eylemlerine daha yeni çökelmiş olan gevşek ve yumuşak çökellerde rastlandığı gibi erken diyajenezini tamamlamış katı çökeller içerisinde de görülür. Genellikle yumuşak çökeller içerisinde oyucu (burrowing), katı çökeller ve bileşenler içerisinde ise delici (boring) organizmalar etkindirler. Oyucu organizmaların çökeller içerisinde oluşturdukları yapılar ise delgi yapıları adı verilir. Delgi yapıları oygu yapılarına nazaran daha düzenli ve keskin duvarlıdır (Levha I, Şekil 1 ve 2).

Çoğunlukla canlıların eylemlerinde etkin olan makroskopik organizmaların yanısıra erken diyajenez evresinde bazı mikroskopik organizmalar da çökellerin fiziksel ve kimyasal değişimlerinde önemli rol oynarlar. Bunlar içerisinde özellikle anaerobik bakteriler, mavi-yeşil algler ve fungi'ler önemlidirler.

Anaerobik bakteriler oksijensiz diyajenez ortamlarındaki çökeller içerisinde yaşarlar. Bu organizmalar gereksinme duydukları oksijeni bileşimlerinde oksijen bulduran bazı maddeler içerisinden temin ederler. Bu maddeler arasında sülfatlar ve organik bileşenler önemli bir yer tutarlar. Bunların içerisinde oksijenin alınmasıyla bu maddeler ortamda kükürtlü hidrojene (H_2S) dönüşürler (redüksiyon koşulları). Zehirli bir gaz olan H_2S deniz suyunda kolaylıkla erir ve deniz tabanını organizma yaşantısı bakımın-

dan imkânsızlaştırır. Ayrıca bu gaz, ortam içerisindeki demir bileşenlerini de etkileyerek pirit (FeS_2) oluşturur. Bu yolla oluşan pirit minerallerine çökeller içerisinde ince taneler halinde rastlanır (Dunbar ve Rodgers, 1957).

Mavi-yeşil algler ve fungusler oksijenli ortamlarda yaşarlar. Bu mikroorganizmalar özellikle karbonat çökellerinin bileşenleri üzerindeki değiştirici etkileri ile tanınmışlardır. Birer delici organizma olan mavi-yeşil alg ve funguslerin delme işlevleri sonucu karbonat bileşenleri çoğunlukla mikritleşir (Levha I, Şekil 3) ve bunu izleyen süreç içerisinde, en ufak bir bir etkiyle parçalanır ve çok ufak kristalli mikrite dönüşürler (Bathurst, 1975).

Fiziko-kimyasal İşlevler

Bunlar arasında erime, çimentolanma, tekrar kristallenme, ve minerallerin kimyasal yer değiştirmeleri sayılabilir.

Erime: Çökeller içerisindeki çeşitli bileşenlerin doygun olmayan bir sıvı içerisinde erimeleri olayıdır. Bu olaya neden olan etkenler arasında minerallerin duraysızlığı, çökel içerisindeki sıvının zamanla özelliklerini değiştirmesi veya çökellerin çok daha değişik sıvıların etkisi altında kalmaları sayılabilir. Erime işlevi sonucu çökellerde ikincil gözenek oluşumlarına rastlanır. Ancak çoğu kez bu gözenekler tekrar kalsit çimento ile doldurularak kalıplar halinde korunurlar. Erken veya geç diyajenetik olabilen bu işlev özellikle aragonitik bileşenler üzerinde etkindir (Levha I, Şekil 4) (Blatt, Middleton ve Murray, 1972).

Çimentolanma : Genellikle erken diyajenez evresinde görülen çimentolanma, gevşek çökellerin katı kayalar haline gelmelerinde önemli bir rol oynarlar. Başlangıçta oldukça gevşek ve gözenekli olan çökeller zamanla gözenek suyunun bileşim ve asiditesine (pH) bağlı olarak çeşitli kimyasal maddelerle çimentolanırlar. Kalsit (Levha II, Şekil 1), silisyum oksit, demir oksit ve jips bunlar arasında en yaygın olanlarıdır. Ayrıca çökme sırasında taneler arasında matris şeklinde yer alan kil mineralleri de çökellerin sıkışmasından (compaction) sonra

tıpkı bir kimyasal çimento gibi bağlayıcı rol oynarlar.

Tekrar Kristallenme: Sürekli çökme nedeniyle gittikçe derinlere gömülen çökeller içerisinde bazı mineraller değişen koşullarla uyum sağlamak için eriyip tekrar kristallenerek yeni boyut, şekil ve yönelme kazanırlar. Bu şekilsel değişimler sırasında görülen erime ve yeniden kristallenme olayları eş zamanlı olup aralarında herhangi bir zaman farkı yoktur. Ayrıca tekrar kristallenen minerallerin kimyasal bileşimlerinin değişimi veya başka mineralere dönüşümleri de söz konusu değildir (Chilinger, Bissell ve Wolf, 1967). Çökel bileşenleri tekrar kristallenmeden sonra iç yapılarını aynen veya kısmen korurlar; ancak bu olay sonucu tamamen tahrip edilerek çökellerin birincil dokularının değişimine de neden oldukları bilinmektedir (Levha II, Şekil 2). Tekrar kristallenme sonucu çökeller gözenek kaybına uğrar ve daha yoğun bir hale gelirler.

Minerallerin kimyasal yer değiştirmeleri: Değişik mineralojik özellikli bileşenler diyajenez sırasında kimyasal bileşimi tamamen farklı olan başka mineralere dönüşürer. Bu dönüşüm birincil mineralin yavaş yavaş erimesi ve aynı zamanda ikinci mineralin kristallenmesi şeklinde

gerçekleşir. Yani bu olayda da yer değiştirme arasında herhangi bir zaman farkı yoktur. Bu nedenle birincil minerallerin bazı şekilsel özellikleri çoğu kez yer değiştirme tamamlandıktan sonra dahi korunmaktadır. Çökeller içerisinde sık sık rastlanan kalsitleşme (Levha II, Şekil 3), dolomitleşme, silisleşme, piritleşme vb. olaylar minerallerin kimyasal yer değiştirmelerinin yaygın sonuçlarıdır.

Fiziksel İşlevler

Sürekli çökme sonucu, daha önce depolanmış olan çökeller üzerinde basınç artışı olur. Bu artış çökellerin gözenek, gözenek suyu ve kalınlıklarının önemli ölçüde azalmasına neden olur. Sıkışma (compaction) olarak bilinen bu olay özellikle karbonatlar üzerinde etkindir. Sıkışma sırasında çoğu kez tane bileşenler birbirlerine yaklaşır ve dokanak yerlerinde erime ve tekrar kristallenmeye uğrularak erime dokanakları (pressure-solution contact), stilolit ve çatlaklar oluştururlar (Levha II, Şekil 4, Levha III, Şekil 1 ve 2).

SONUÇ

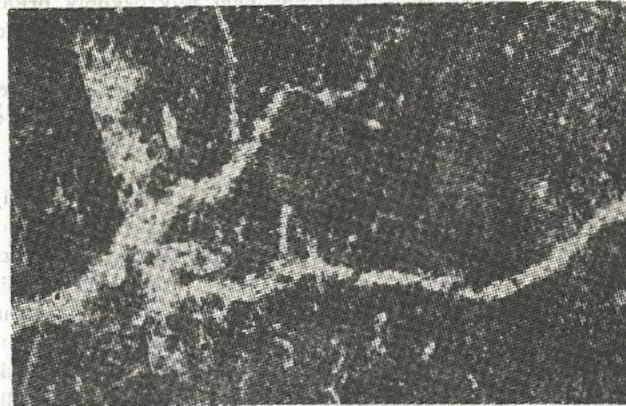
Karbonat çökelleri karasal, denizel veya derin gömülme bölgesi diyajenez ortamlarının birinde veya tümünde biyolojik, fiziko-kimyasal

ve fiziksel işlevlerin etkisi altında kalarak mineralojik, kimyasal ve fiziksel başkalaşıma uğrar ve taşlaşır. Bu başkalaşım ve değişikliklerin nitelik ve zaman içerisindeki yerlerinin saptanması, karbonatların çökme ortamı ve koşullarına aydınlık getireceği gibi ekonomik potansiyellerinin de belirlenmesinde önemli olacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Bathurst, R.G.C., 1975, Carbonate sediments and their diagenesis, 2nd ad. Elsevier, Amsterdam, 658 sayfa.
- Blatt, H., Middleton, G., ve R. Murray, 1972, Origin of sedimentary rocks. Prentice-Hall, New erseyJ, 364 sayfa.
- Chilinger, G.V., Bissell, H.J., ve K.H. Wolf, 1967, Diagenesis of carbonate rocks. Diagenesis in sediments (editörler G. Larsen ve G.V. Chillinger), Elsevier, 1967 içerisinde, Sayfa 179-323.
- Dunbar, C.O., ve J.Rodgers, 1957, Principles of stratigraphy. ohn Willey and Sons, London, 356 sayfa.
- Fairbridge, R.W., 1967, Phases of diagenesis and authigenesis. Diagenesis in sediments (editörler G. Larsen ve G.V. Chilingar), Elsevier, 1967 içerisinde, Sayfa 19-89.
- Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types. Classification of carbonate rocks (editör W.E. Ham), Am. Ass. Petrol. Geol. Mem. 1. içerisinde, sayfa 62-84.

LEVHA III



Şekil 2: Diyajenez evresinde oluşan bir sıkışma çatlağı. X 20

Şekil 1: Kırmızı alg ile ekinoderm parçası arasında izlenen stilolitler (ok ile işaretli) X 44

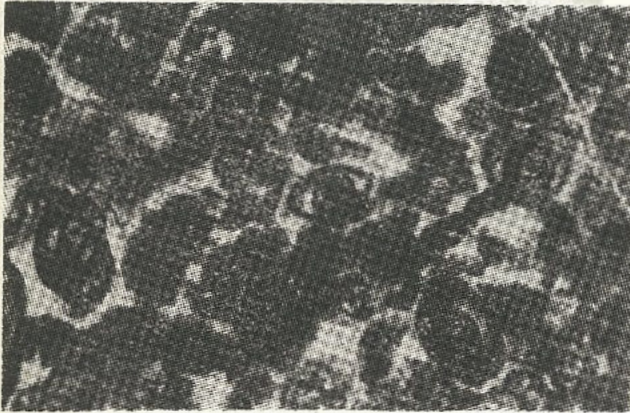
LEVHA I



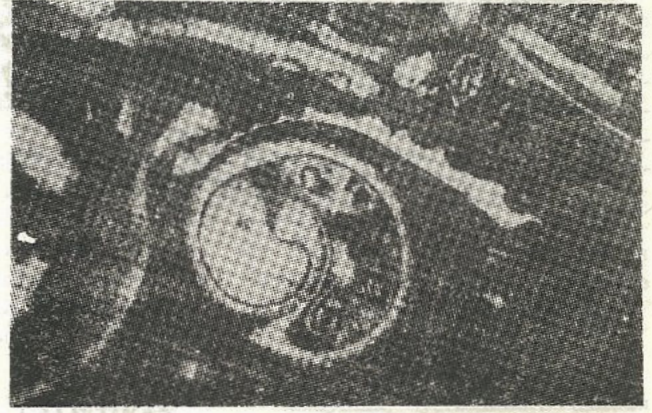
Şekil 1: Biyojenik oygu yapısı; belirgin renk ve dokusu ile daha koyu ve bol fosil kırıntılı mikritik matriksden kolaylıkla ayrıldığına ve birincil yapıyı keser durumda olduğu na dikkat ediniz. Litoloji bol miktarda kırmızı alg (ortadaki ince, uzun tane) foraminifer ve mollüsk parçaları içermektedir. X 30.



Şekil 2: Merca nve onu saran kırmızı bir alg'i kesen biyojenik bir delgi yapısı. İçi fosil kırıntılı mikrit ile doldurulmuştur. X 27.

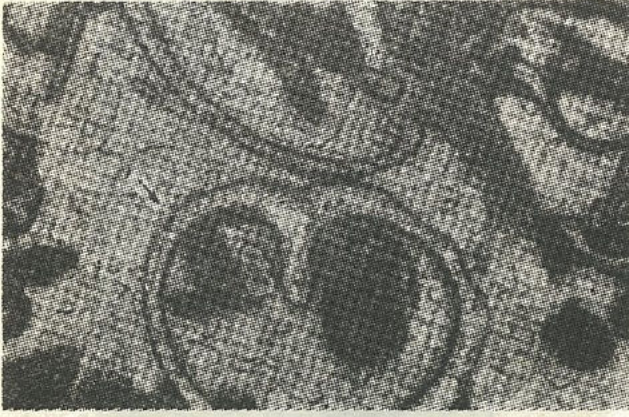


Şekil 3: Mikritleşme: Miliolid kavrıkları canlıların eylemleri sonucu tahrip edilmiş ve iç yapıları belirsiz birer mitrit toprakları haline gelmişlerdir. X 40

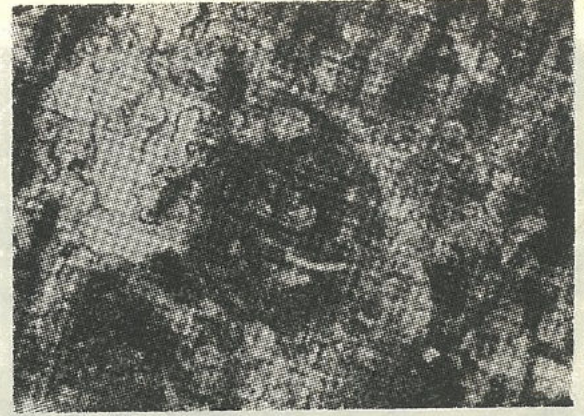


Şekil 4: Birincil olarak aragonitik bileşimli gastropod kavkaları içerisinde erime ve tekrar kalsit ile doldurulma. Bu işlevde erime ve kalsit ile doldurulma arasında bir zaman farkı olduğu için taneler bugün iç yapısı belirsiz kalıpları halinde korunmuşlardır. X 30

LEVHA II



Şekil 1: Taneler arası ve içerisindeki gözenekleri dolduran birinci (ok ile işaretli) ve ikinci evreli çimento. Resimde görülen iri kristalli kalsit mozayığı ikinci evreli çimentodur. X40



Şekil 2: Tekrar kristalleme sonucu bir milliolid'in iri kristalli kalsit mozayığı tarafından yok edilmesi. X 73



Şekil 3: Mercan parçalarında (resmin sol yanı ve sağ üst köşesindeki taneler) kalsitleşme; birincil olarak aragonitik olan bu bileşenlerin kalsite dönüşümünden sonra dahi iç içe dokularını koruduğuna dikkat ediniz. X12



Şekil 4: Büyük bentonik foraminiferler arasında bir erime dokanağı. X 29