

# Didolomit (kalsitleşmiş dolomit) ve didolomitleşme olayı sonunda ortaya çıkan doku tipleri

MUHİTTİN ŞENALP

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.*

## GİRİŞ

Kalsit'in dolomitte yer değiştirmesi yani, dolomitleşme çoğu kireçtaşlarının yaygın bir özelliğidir, fakat dolomitin daha sonra tekrar kalsite dönüşü oldukça seyrek görülen bir olaydır. Dolomit minerali 18 nci yüzyılın sonlarında Fransız Jeolog Count Deodat de Dolomieu (1801 de öldü) tarafından keşfedilmiştir. Bu nedenle bu minerale, ve bu mineralin ilk bulunduğu dağlara Dolomieu'nun şerefine izafeten "Dolomit" denilmiştir.

Von Morlot (1848) dolomitin, yeniden kalsit tarafından yer değiştirmesi olayının kireçtaşları içerisinde imkânli olabileceğini söylemiş ve bu olaya "didolomitleşme" demiştir. J. J. H. Teall (1903) didolomitleşme deyimini, dolomit mineralinin metamorfik değişmesini tanımlamak için, kullanmış ve bu nedenle bu minerale, ve bu mineralin ilk bulunduğu dağlara Dolomieu'nun şerefine izafeten "Dolomit" denilmiştir.

Von Morlot (1848) dolomitin, yeniden kalsit tarafından yer değiştirmesi olayının kireçtaşları içerisinde imkânli olabileceğini söylemiş ve bu olaya "didolomitleşme" demiştir. J. J. H. Teall (1903) didolomitleşme deyimini, dolomit mineralinin metamorfik değişmesini tanımlamak için, kullanmış ve bu nedenle de bu olay metamorfik petrolojide konu edilmeye başlanmıştır. Son yirmi sene içerisindeki, özellikle sedimanter petroloji ile ilgili yayınlar gözden geçirilirse didolomitleşme olayının sanıldığından daha yaygın bir olay olduğu ortaya çıkar. Bu yazıda "didolomitleşme" deyimini Von Morlot (1848) tarafından ortaya atıldığı şekliyle kullanılmıştır. Didolomit ise bu olay sonunda ortaya çıkan kayac (kalsitleşmiş dolomit) tür.

Tatarskiy (1949) Sovyet jeologlarının Orta Asya'nın çok değişik bölgelerinde buldukları didolomitleşmiş kireçtaşları

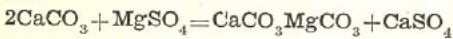
ile ilgili yayınları yeniden gözden geçirmiştir. Cayeux (1935), didolomitleşme olayının olasılığı üzerinde durmuş fakat belirgin örnekler vermemiştir. Cayeux tarafından (1916 ve 1935) Paris havzasının Senoniyen ve Tersiyer yaşlı kayaları üzerinde yapılan tanımlamalar bu yazıda belirtmeye çalıştığımız didolomitleşmiş kireçtaşlarına çok yakın benzerlikler gösterir. Sander (1951) kireçtaşlarının fabrikleri üzerine yapmış olduğu çalışmalardan Kuzey Alplerdeki pek çok dolomitlerin yeniden kalsitleşmiş olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Gilbert (1954) genel ifadelerle dolomitin daha sonra kalsite dönüşmüş olabileceğini söylemiştir. Bu olaya bağlı olarak dolomitin yerini alan kalsitin bazı karbonat kayaları içerisinde düzensiz olarak dağıldıklarını, yeni oluşan kalsit kristalinin dolomit kristali üzerinde girintiler oluşturduğunu veya dolomit mineralini boydan boya kestiğini söylemiştir.

Khvorova (1957 ve 1958) Rus plâtförmünün Karbonifer yaşlı çok değişik türden kireçtaşlarını incelemiş ve dolomitlerin kalsitle yer değiştirmiş olduklarını detaylı petrografik tanımlamalarla ve resimleriyle birlikte sergilemiştir.

Fondeur, Grottis, Rouire ve Vatan (1954) Fransa'nın Jura yaşlı kayaçlarındaki dolomitlenme olayından söz etmişlerdir, fakat aynı yörenin kayaçları Shearman, Khouri ve Taha (1961) tarafından yeniden etüt edilmişler ve bunların didolomit oldukları sonucuna varılmıştır. Didolomitlenme olayı sonunda ortaya çıkan dokuların büyük bir kısmı Shearman, Khouri ve Taha (1961) tarafından tanımlanmış ve fotoğrafları ile beraber kanıtlanmıştır. Evamy (1967) didolomitlenmenin ortamını ve koşullarını ve bu olay sonucu ortaya çıkan ve o zamana kadar tanımlanmamış dokuların kökenini açıklamıştır. Yazıda ayrıca didolomitlenme olayı ile kireçtaşları içerisinde gelişen romboeder şeklindeki gözlemlere de değinilmiştir.

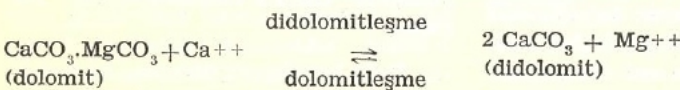
#### DİDOLOMİTLENMENİN ORTAMI VE NEDENLERİ

Didolomitlenme, dolomitlenme işleminin bir terslenmesi tarzında yorumlanabilir. Von Morlot (1848) dolomit oluşumuna yol açan nedenleri ve bu olayın gerçekleşebilmesi için gerekli olan kimyasal reaksiyonları gözden geçirirken bu reaksiyonların iki yönlü olabileceğini de düşünmüştür. Bu kavramdan hareket edilerek didolomitlenmenin olabilmesi için  $Ca^{++}/Mg^{++}$  oranının yüksek olduğu çözeltilerin (eriyiklerin) dolomit üzerine etkilemesi yeterlidir. Von Morlot'un (1948), kireçtaşının dolomite değişmesi (dolomitlenme) olayında hüküm sürdüğüne inandığı kimyasal eşitlik aşağıdadır. Bu eşitlikteki magnezyum sülfatın eriyiklerle ortama getirildiği kabul edilir:



Von Morlot, yukarıdaki reaksiyonun çift yönlü olduğunu gözlemiş ve kalsiyum-sülfat taşıyan eriyiklerin dolomiti yeniden kalsite çevirebileceklerini söylemiştir. Bu nedenle karbonat kayaçlarının jipslerle beraber bulunduğu istiflerde didolomitlenme olayı daha yaygındır.

İlk defa Morlot (1948) tarafından ortaya atılan formül aşağıdaki tarzda özetlenebilir:



Tatarskiy (1949) Rusya'nın güney bölgelerindeki karbonat kayaçlarının içinde bulunan didolomitleri ve didolomitlenme olaylarını da yukarıdaki yöntemle açıklamıştır. Petrol araştırmaları için yapılan sondajlardan elde edilen örnekler incelenmiş ve aynı kuyuda yüzeyde veya yüzeye çok yakın kayaçlar didolomit bileşiminde oldukları halde derindeki kayaçlar bozmuş dolomit bileşimindedirler, didolomite rastlanmamıştır. Kurak mevsimlerde kireçtaşlarının üzerinde yüzlek magnezyum sülfat kabukları gelişir. Bu bulguların ışığı altında Tatarskiy (1949), didolomitlenmenin yüzeye yakın zonlarda gelişen bir olay olduğu sonucuna varmıştır. Bu olay günümüzde bile sülfatça zengin sular tarafından sürdürülmektedir. Khvorova (1958) Rus plâtförmündeki Karbonifer yaşlı kayaçların didolomitlenmelerini, Alt Permiyen yaşlı kayalardan tuzların yikanmaları nedeniyle oluştukları tarzında yorumlamıştır. Tatarskiy (1949) yine Rus plâtförmündeki didolomitleşmiş kireçtaşlarının, kayaçların epsomit'in gelişme gösterdiği yerlerde bulduklarını kaydetmiştir. Bu mineral mevsimlik bir mineral olup, yağmurlu mevsimlerde yikanır gider.

$CaCO_3 - MgCO_3 - H_2O$  sistemi üzerine yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, Yanat'eva (1955) dolomitin erimesinin karbondioksitin kısmi basıncına bağlı olduğunu göstermiştir. De Groot (1967) daha da ileri giderek yüksek  $CO_2$  basıncında (yaklaşık 1 atmosfer) dolomitin sadece çözüneceğini göstermiştir. Havanın düşük  $CO_2$  basıncında ( $0.3 \times 10^{-3}$  atmosfer) dolomit minerali su içerisinde ayrışır ve ortalama kalsiyum karbonat verir.

Evamy (1963) mostradaki bazı kireçtaşlarının eklem düzlemleri boyunca bozuşma ile oluşmuş kabuklardaki didolomitlenme olayını tanımlamıştır. Bozmuş kabuklar, ince taneli pirit'in oksitlenmesinden ortaya çıkan ferrik oksit nedeniyle kahverenkli. Bu oksitlenmiş zondaki dolomitler kalsitle yer değiştirmişlerdir ve Evamy didolomitlenme olayına, piritin oksitlenmesiyle ortaya çıkan sülfat iyonlarının neden olduğunu söylemiştir.

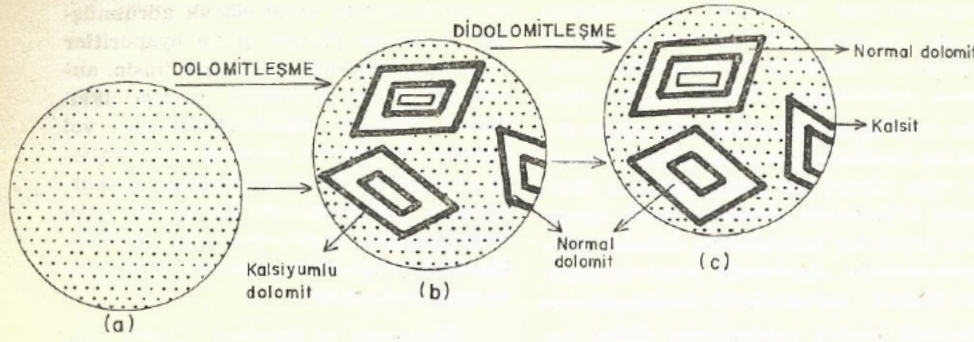
Önemli miktarlarda didolomitlenme ise evaporitlerle ilgili olarak görülmüştür. Aşınarak yüzeye çıkan evaporitler veya diyajenez sonrası gelişen jipsin, anhidritin yerini almasıyla ortaya çıkan sülfat iyonları didolomitlenmeye yol açarlar. Bu tarzda oluşmuş didolomitlere en güzel bir örnek Kanada'nın Saskatchewan yöresinin Orta Devoniyen yaşlı Winnipegosis formasyonunda görülür. Buradaki evaporitler yüzeyden 1650 ayak aşağıda bulunurlar.

Mattavelli ve diğerleri (1969) yine aynı şekilde sülfatça zengin yeraltı sularının Sicilya'daki Taormina Formasyonu içindeki didolomitlenmeye neden olduğunu iddia etmişlerdir.

Saha gözlemleri sonucundaki bulgular, Von Morlot'un (1848) ilk fikrini hemen hemen tümü ile destekler yöndedir. Buna göre didolomitlenmedeki en büyük etken kalsiyum sülfat taşıyan yeraltı sularıdır. Bununla beraber De Grot'un (1967) yapmış olduğu deneysel çalışmalar didolomitlenmenin yüksek  $Ca^{++}/Mg^{++}$  oranlı ve kısmi karbon dioksit basıncı 0.5 atm. den az olan eriyiklerle ve sıcaklığın  $50^\circ C$  den fazla olmadığı durumlarda başarılabileceğini göstermiştir. Eğer tüm koşullar sağlanmış olsa bile sıcaklığın  $50^\circ C$  den fazla olması hallerinde didolomitlenme olayı gerçekleşemez. Yukarıda belirtildiği gibi  $CO_2$ 'in kısmi basıncının yüksek olması hallerinde de, kalsiyum sülfat taşıyan yeraltı suları dolomitin uygun ve dengelenmiş eriliğine etki etmedikleri ve bu nedenle de didolomitlenmenin meydana gelmediği görülmüştür.

Fritz (1967) Almanya Juralarının didolomitleri üzerine yapmış olduğu izotop oranlarına ilişkin çalışmalar sonucu bozuşmanın (dolomitin yeniden kalsitlenmesinin) meteorik sularla çok yakın ilgisinin bulunduğunu göstermiştir. Benzer olayların günümüzde bile hüküm sürdüğü görüşünü savunmuştur.

Moshe Goldberg (1967) güney İsrail'deki Ha Quatan yöresindeki Ha Makhatesh formasyonundaki Üst Jürasik yaşlı kalkarenit olarak gel-git zonunda (intertidal) çökelmiş tabakaların dolomitlenme olayından etkilendiklerini söylemiştir. M. Goldberg bu dolomitlenmenin, kayaçların çökmesinden sonra ve gel-git üstü zonunda (supratidal) yer aldığını yorumlamıştır. Aynı kayaçlar daha sonra didolomitlenme olayından etkilenmişler ve dolomitler yeniden kalsite dönüşmüşlerdir. Aynı yazar dolomitlenme olayını, aşırı tuzlulukta suların, kireç-



- a) → Kireçtaşı
- b) → Dolomitlenmiş Kireçtaşı (Romboederler Dolomit ve Kalsiyumlu-dolomit zonlarından yapılmıştır.)
- c) → Didolomitlenmiş kireçtaşı. Romboederler Dolomit ve kalsit zonlarından yapılmıştır)

Şekil 1: Katz (1968) in görüşüne göre erken diyajenetik olaylarla gelişen zonlu didolomitler (M. SENALP tarafından şekillendirilmiştir).

taşlarını metasomatik olarak yer değiştirmelerine bağladığı halde, didolomitlenmeyi Jura-Kretase ve daha sonraki bir zamanda gelişen stratigrafik uyumsuzluklar (unconformities) nedeniyle kayaların yüzeye çıkmalarına ve atmosferik koşullardan etkilenmeleriyle yorumlamıştır.

Yanat'eva (1955), De Groot (1967) ve Goldberg'in (1967) yapmış oldukları çalışmalar didolomitlenmenin yüzeyde ve yüzeye yakın zonlarda, sıcaklığın ve kısmi CO<sub>2</sub> basıncının nisbeten düşük olduğu bölgelerde yer aldığını göstermeleri yönünden çok önemlidirler. Bu nedendir ki, kayıtlardaki didolomitlerin varlığı bu zonlarda yüzey veya yüzeye-yakın diyajenezin yer almış olduğunu simgeler. Schmidt (1965), kuzey-batı Almanya'da yapılan sondajlardan elde edilen örnekleri sistemli olarak incelemiş ve stratigrafik uyumsuzluklara (unconformity) yaklaştıkça dolomitin yer değiştirmesiyle gelişen kalsit (didolomit) miktarının arttığı görülmüştür.

A. Katz (1968), İsrail'de incelemiş olduğu bazı didolomitlerin diyajenetik olayların erken aşamalarında ortaya çıkmış olduklarını söylemiştir. Katz bu görüşünü dolomit kayaçları içerisinde bulunan didolomit parçacıklarının varlığına dayandırmıştır ve kalsiyumlu dolomitlerin diğer dolomitlere oranla didolo-

mitlenmeye daha yatkın oldukları fikrini savunmuştur. Araştırmacı kendi gözlemleri sonucunda bazı didolomit romboederlerinin zonlu yapı (şekil-1) göstermelerinin (kalsit-dolomit-kalsit) nedenini orijinal dolomit kristallerindeki önceden var olan zonlanmaya yorumlamıştır. Didolomitlenmeden önceki dolomit romboederlerinin zonları ise dolomit ve kalsiyumlu dolomitten yapılmıştır (şekil-1, 6, 7).

A. Katz tarafından verilen didolomit örneği hariç tutulursa çoğu araştırmacıların bulguları, didolomitlerin yüzey veya yüzeye yakın kökenli oldukları görüşünde birleşmektedir. Bugün dahi yüzeyde görülen dolomitlerin, kalsite dönüşükleri izlenebilmiştir. Bu olay yüzeyden derinlere inildikçe önemini kaybeder. Yazının daha ileri bölümünde de anlatılacağı gibi kalınlığı 20-30 cm. olabilen bir tabakanın üst kısmındaki didolomit (kalsitlemiş dolomit) tabana doğru hiç bir değişiklik geçirmemiş dolomite geçer. Bu nedenle didolomitlenme olayının sonunda kayaçta gelişen farklı dokular didolomitin tanınmasına yardımcı olur. Didolomitlerin tanınmaları ise hem zonları (eski topoğrafyayı) tanımak ve hem de petrol ve su gibi akışkanların tutulabileceği dolomit hazne kayaçlarının yerlerinin bilinebilmesi yönünden özellikle petrol jeologlarına son derece yardımcı olacaktır.

## DİDOLOMITLEŞME OLAYININ BELİRTİLERİ

Didolomitlenme olayına en güvenilir tarzda bir yorumlama, bu olayla ilgili olarak kayaç içerisinde gelişen dokular yardımıyla yapılır. Bu dokular en güzel olarak ince kesitlerde görülebilir. İnce kesitlerde gözlenebilen bu dokuların yanı sıra kayanın kimyasal analizleri de didolomitlerin tanınmasına yardımcı olur.

- (1) Kalsit tarafından tamamen yer değiştirmemiş artık dolomit kristallerinin bulunuşu ile.
- (2) Dolomitin yer değiştirmesi sonunda ortaya çıkan kalsit pseudomorfalarının bulunuşu ile
- (3) "Palimpsest" dokusunun varlığı ile. Bu dokuda önceden dolomitte mevcut olan ferrik oksitlen yapılmış rombik zonlar veya dolomit kristalinin sınırları, yeni gelişen kalsit kristallerinde bir iz veya hayalet şeklinde görülür.

## DİDOLOMITLEŞME OLAYI İLE GELİŞEN DOKU TÜRLERİ

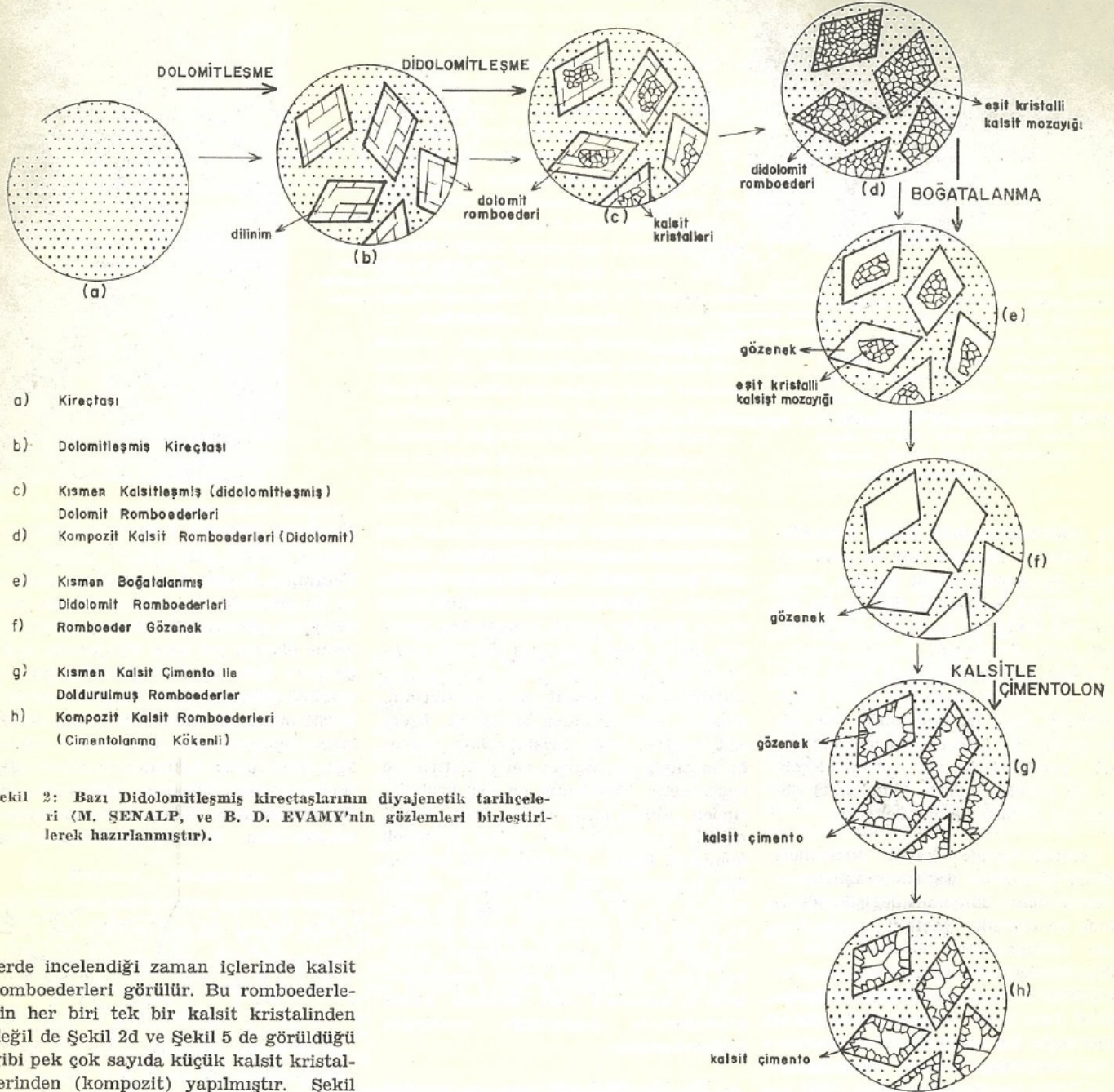
Didolomitlenme ile gelişen dokuların tanımlanmasını daha kolayca yapabilmek için bunları üç gruba ayırabiliriz.

- (1) Her bir dolomit kristalinin, ince-taneli mozayik şeklindeki kalsit kristalleriyle yer değiştirmiş olduğu kayaçlar.
- (2) Dolomit kristallerinin mozayik şeklindeki kalsit kristalleri tarafından yer değiştirmiş olduğu kayaçlar. Bu tür dokuda mozayiki oluşturan kalsit kristalleri önceki dolomit kristalinden daha iri tanelidir.
- (3) Yeni gelişen kalsit mozayikinin, kayanın dolomitlenmeden önceki dokusunu yeniden kazandırmaya çalışmış olduğu kayaçlar.

Yukarıda üç grup altında sayılan bu dokular teker teker ele alınıp incelenecektir.

(a) Her bir Dolomit Kristalinin, Daha İnce-Taneli Kalsit Kristallerinin Oluşturduğu Mozayik Tarafından Yerdeğiştirmiş Olduğu Didolomitlenmiş Kayaçlar

Doğada pek çok kireçtaşları örnekleri vardır ki bu kireçtaşları ince kesit-



- a) Kireçtaşı  
 b) Dolomitleşmiş Kireçtaşı  
 c) Kısmen Kalsitleşmiş (didolomitleşmiş) Dolomit Romboederleri  
 d) Kompozit Kalsit Romboederleri (Didolomit)  
 e) Kısmen Boğatalanmış Didolomit Romboederleri  
 f) Romboeder Gözenek  
 g) Kısmen Kalsit Çimento ile Doldurulmuş Romboederler  
 h) Kompozit Kalsit Romboederleri (Cimentolanma Kökenli)

Şekil 2: Bazı Didolomitleşmiş kireçtaşlarının diyajenetik tarihçeleri (M. ŞENALP, ve B. D. EVAMY'nin gözlemleri birleştirilerek hazırlanmıştır).

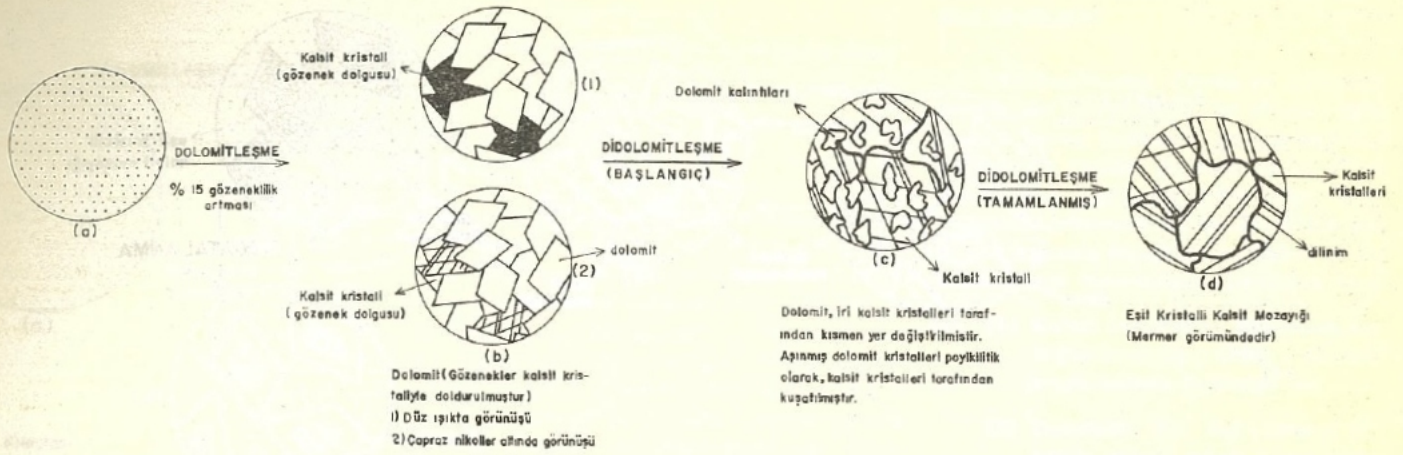
lerde incelendiği zaman içlerinde kalsit romboederleri görülür. Bu romboederlerin her biri tek bir kalsit kristalinden değil de Şekil 2d ve Şekil 5 de görüldüğü gibi pek çok sayıda küçük kalsit kristallerinden (kompozit) yapılmıştır. Şekil yönünden, çok sayıda kalsit kristallerini içeren bu kalsit romboederleri, dolomit romboederlerinden hiçbir şekilde farklı değildir. Shearman, Khouri ve Taha (1961) bunları dolomitten değişmiş kalsit pseudomorfları olarak yorumlamışlardır. Bu yorumlamaya yol açan neden olarak dolomitleşmiş kireçtaşlarında, dolomit kristalleri kuvvetli kristalloblastiktir ve kristaller karşılık olarak birbirlerinin içine girmedikçe hemen hemen her zaman iyi gelişmiş romboeder şekilleri göstermelerindedir. Diğer taraftan kireçtaşı içindeki kalsit kristalleri romboeder geliştirme eğilimi göstermezler.

Şekil 2c de görüldüğü gibi bazı ince-taneli kireçtaşları merkezlerinde kalsit kristalleri bulunduran dolomit romboederlerini içerirler. Çekirdeklerinde kalsit kristalleri bulunduran bu dolomit romboederlerinin oluşumu iki türlü açıklanabilir.

1) Ya henüz tamamlanmamış dolomitleşme olayı ile, bu durumda çekirdeklerdeki kalsit kristalleri orijinal kireçtaşının artıkları olacaktır; veya

2) Kısmi didolomitleşme ile ki, bu durumda çekirdeklerdeki kalsit kristalleri yeni oluşmaya başlayan ve dolomiti yer değiştiren kalsit kristalleri olacaktır.

Bu yayının yazarı Fransa'nın Jura dağlarından, Paris havzasından ve Orta Toroslardan toplamış olduğu oolitik kireçtaşı örneklerini mikroskop altında incelerken yukarıda tanımlanan durumlarla sık sık karşılaşmıştır. İncelenen örneklerde, dolomit romboederle-



Şekil 3: Didolomitleşmiş Kireçtaşlarının diyajenetik tarihçesi.

rinin çekirdeklerindeki kalsit kristallerinin dokuları (örneğin boy ve şekilleri) dolomit romboederlerinin dışında kalan esas kireçtaşı kütesinin dokusu ile kıyaslanmış fakat bir uygunluk görülememiştir. Çoğu örneklerde, dolomit romboederlerinin çekirdeklerindeki kalsit kristalleri, kireçtaşı oluşturduğu kalsit kristallerinden daha iri tanelidirler. Bu nedenle yazar, bu kireçtaşları içindeki dolomit romboederlerinin dolomitleşme olayı ile yeniden kalsite (didolomit) dönüştükleri görüşündedir (Şekil: 5).

Çekirdeklerinde kalsit kristalleri bulunan dolomitler değişik araştırmacılar tarafından dünyanın değişik bölgelerinde ve değişik yaşta kireçtaşları içinde rastlanmıştır. Cayeux (1916 ve 1935), Fondeur, Grotis, Rouire ve Vatan (1954) Fransa'nın değişik bölgelerindeki Jura yaşlı kayaçlarında gözlemişler ve bu kayaçları henüz dolomitleşmemiş kireçtaşları olarak yorumlamışlardır. Diğer taraftan Khvorova (1957 ve 1958) aynı olaylarla Rus plâtoformunun Karbonifer yaşlı kireçtaşlarında karşılaşmış ve olayı didolomitleşme şeklinde yorumlamıştır. Shearman, Khouri ve Taha (1961) tarafından Fransa'nın Jura dağları bölgesinin Ain ve Savoie yörelerinden derlenmiş oldukları kireçtaşı örneklerinde gözledikleri aynı olayları didolomitleşme ile açıklamışlardır.

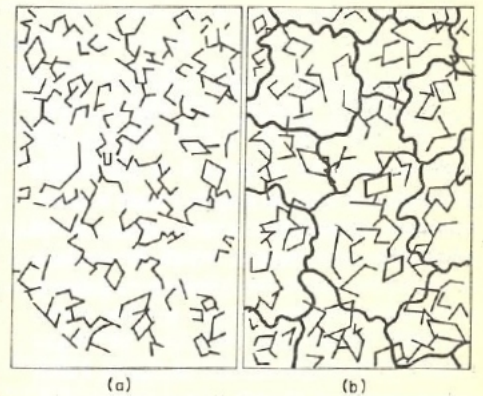
Bu yayının yazarının Fransa'nın Paris Havzası içindeki Avallon ve Chaumont yörelerinden toplamış olduğu, Jura yaşlı, çok sık aralıklı oolitlik kireçtaşlarının incelenmesi sonucunda 28-30 cm.

kahnlığındaki bir tabaka içerisinde dolomitten didolomite (kalsitleşmiş dolomit) geçiş, bütün aşamalarıyla izlenilemiştir. Tabakanın alt kısımlarından alınan örnekler oolitlik kireçtaşları içerisine geliş güzel dağılmış dolomit romboederleri gösterirler. Üste doğru alınan örneklerde bu dolomit romboederlerinin, merkez kısımlarından başlamak üzere eşit boydaki kalsit kristallerinin olduğu mozayik tarafından yer değiştirmeye başlamıştır. Tabakanın en üst kesimlerinden alınan örnekler ise, ince taneli oolitlik kireçtaşlarının, daha iri-taneli kompozit kalsit romboederleri tarafından tamamen yer değiştirmiş olduğu görülür. Bu tür didolomitleşme ile ortaya çıkan doku türünde kayaçta önceden var olan dolomit romboederlerinin şekilleri aynen korunmuş fakat romboederlerin iç kısımları eşit boydaki kalsit kristallerinin oluşturduğu mozayikle doldurulmuştur.

Bu tür didolomitleşme, en önceleri ince-taneli olan kireçtaşlarından oolitlik kireçtaşlarına kadar olan çok değişik kayaçları etkileyebilmiştir.

Didolomitleşme olayı ile ilgili olduğu düşünülen diğer bir özellik ise, romboeder gözeneklerin (boşlukların) ortaya çıkmasıdır. İlk bakışta bu romboeder boşlukların, dolomitin erimesiyle geliştiği düşünülmüştür. Evamy (1967) bu görüşe itiraz etmiş ve sergilediği pek çok örneklerde bu boşlukların, dolomiti yer değiştiren kalsitin kısmi boğatalanmasıyla (erimesiyle) ortaya çıktıkları görüşünü savunmuştur (şekil 2f). Mat-

tavelli ve diğerleri (1969) yukarıdakine benzer rombik gözenekleri Sicilya'daki Taormina Formasyonundan tanımlamış ve bu gözeneklerin hidrokarbonla dolu olduğunu göstermiştir. Evamy (1967) bu erime olayına yol açan diyajenetik değişimlerin daha da ileri gidebileceğini ve rombik gözeneklerin "boşluk-dolduran kalsit mozayığı" ile doldurulmuş olduklarını bulup ortaya çıkarmıştır (Şekil 2g). Boşlukları dolduran mozayik şeklindeki kalsit çimento, didolomitleşme ile ortaya çıkan kompozit kalsit romboederlerinden farklıdır. Romboeder bog-



Şekil 4: a) Didolomitik kireçtaşı. Kayaç içerisindeki daha önceden var olan dolomit kristallerinin sınırları demir oksit lekeleri ile belirlenmiştir. (Bu şekil, örneğin mikroskopta ve düz ışıpta görünüşüdür.)

b) Aynı örneğin mikroskopta fakat çapraz nikoller altında görünüşü. İri kalsit kristallerinin oluşturduğu mozayik çok sayıda dolomit kristalini içerecek tarzda gelişmiştir.



Şekil 5: İnce taneli kireçtaşındaki kompozit kalsit romboederi. Fotoğraf, ince kesit çapraz nikoller altında incelenirken çekilmiştir. (Örnek, yazar tarafından Fransa'nın Avallon bölgesinden alınmıştır).

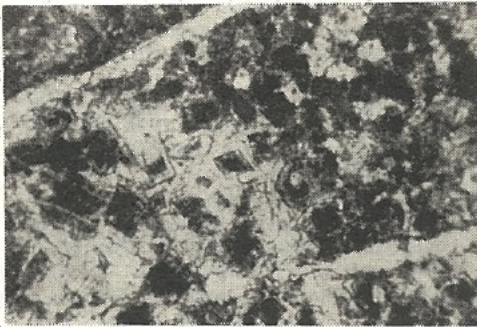
lukları dolduran kalsit çimentonun ilk aşamasında gelişen kalsit kristalleri küçük taneli olup C-eksenleri boşluğun tabanına dik olarak gelişirler. Halbuki sonra teşekkül eden kristaller daha iri taneli olup C-eksenleri de geliş güzel yönlendirilmiştir (Şekil 2h).

(b) Dolomit kristalinin, kalsit kristallerinin oluşturduğu mozayik tarafından yer değiştirmesi ile oluşan didolomitleşmiş kireçtaşları. Yer değiştiren kalsit kristalleri önceki dolomit kristallerinden daha iri tanelidir.

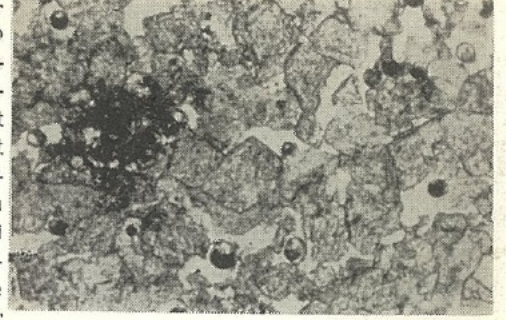
Bu tür didolomitleşme, tümü ile ince veya çok ince taneli dolomitlerde görülür. İlk aşamada (Şekil 3b), kireçtaşlarının dolomitleşmesiyle kayaç içerisinde %15 e kadar varabilen bir gözenek alanı ortaya çıkar. Bu gözenek alanları çoğu dolomitlerde boş olduğu halde bazı dolomitlerde bu gözeneklerin her biri tek bir kalsit kristali tarafından doldurulmuş olabilir (Şekil 3b). Didolomitleşme olayı, bu kalsit kristallerinin dolomit kristallerine karşı büyümeleri ile olur. Olayın oldukça ilerlemiş aşamalarındaki kayaçlar Şekil 3c de görüldüğü gibi bir doku örneği sunarlar. Aşındırılmış dolomit küçük boydaki dolomit romboederleri ipoyikilitik olarak büyük kalsit kris-

talleri tarafından sarılmışlardır. Dolomit kristallerinin sınırları düzensiz olup (girintili-çukuntulu) kendilerine saran kalsit kristalleri tarafından körfezlendirilmiştir. Khvorova (1957 ve 1958) dolomit kristallerinin, poyikilitik olarak kalsit kristalleri tarafından sarılmış olduğu kayaçların tanımlanmasını yapmış ve bu kayaçların kısmen didolomitleştiklerini söylemiştir. Didolomitleşme olayının tamamlanması ile bu dolomit kristalleri de tümüyle kalsit kristalleri tarafından yer değiştirildiği için ortaya çıkan kayaçın dokusu (şekil 3d, şekil 8) bir mermerin dokusundan farksızdır. Dolomitin kendine özgü dokusu tümüyle kaybolmuştur. Bu didolomitleşme örneğinde dolomitin kalsitle yer değiştirmesi romboederlerin çevresinden başlayarak iç kısımlarına doğru ilerler. Bu tür ortaya çıkan iri taneli didolomitik kireçtaşları, ince taneli dolomitik kireçtaşlarının oluşturduğu istif içerisinde tabakalanmaya paralel olarak pek çok araştırmacı tarafından gözlemlendiği halde bu kayaçların yorumlanması ilk defa Khvorova (1957 ve 1958) tarafından yapılmıştır.

Bu tür didolomitleşme ile ortaya çıkan dokunun değişik bir türü de Şekil 4 de gösterilmiştir. Bu tür kayaçların ince kesitleri mikroskop altında incelendiği zaman normal ışıkta taneli mozayik yapı gösterirler. Tane sınırları düz olup bu sınırların birbirleriyle kesişmeleriyle gelişen dar ve geniş açılı bu kayaçın dolomit mozayikından yapılmış olduğunu belirtir (Şekil 4a). Tane sınırları kesin olarak belirlenmemiş olmakla beraber taneler etrafında gelişen kahverenkli demir oksit filmi yardımıyla kolayca tanımlanabilirler. Kayaç tümü ile kalsitten yapılmıştır ve mikroskopta çapraz nikoller altında kalsit kristallerinin oluştur-



Şekil 6: Didolomitleşmiş kireçtaşı, Romboederler kalsit ve dolomit zonlarından yapılmıştır (Örnek, Şevki BİRGİLİ tarafından Mut bölgesinden alınmıştır.)

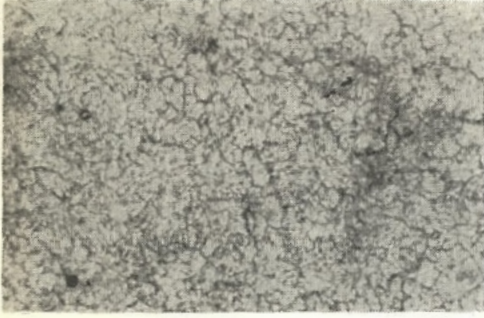


Şekil 7: Zonlu dolomit kristalleri yeniden kalsitleşerek didolomite dönüşmüşlerdir. Koyu görünen kısımlar didolomittir bu nedenle de alizarin kırmızısı tarafından boyanmıştır. Beyaz görünen kısımlar halen dolomit bileşiminde olup alizarin kırmızısından etkilenmemişlerdir. Fotoğraf, ince kesitten mikroskopta ve düz ışık altında çekilmiştir. (Örnek, Şevki Birgili tarafından Mut bölgesinden alınmıştır.)

duğu iri-taneli mozayik şeklinde görülür. Her bir kalsit kristali pek çok dolomit kristalini kuşatmış ve içine almış olarak görülür (Şekil 4b). Buna benzer kireçtaşları Shearman, Khouri ve Taha (1961) ve bu yazının yazarı tarafından gözlenmiş ve bunları didolomitleşmiş kayaçlar olarak yorumlamışlardır. Önceki dolomitlerin sınırlarının korunması nedeniyle bu kayaçlarda gelişen dokuya da "palimpset doku" adını vermişlerdir.

(c) Kireçtaşının, Dolomitleşmeden önceki dokusunu yeniden ortaya çıkaran didolomitleşme olayı.

Bu doku, yazarın kendi incelemiş olduğu örneklerde ortaya çıkmadığı halde, Shearman, Khouri ve Taha'nın (1961) Fransa'nın Jura dağlarından topladıkları örneklerde güzlece gözlenebilmiştir. Evamy (1967) didolomitleşme olayı ile kayaçın dolomitleşmeden önce sahip olduğu dokunun yeniden ortaya çıktığı durumları gösteren pek çok örnekler göstermiştir. Bu örneklerden birinde oolitik kireçtaşının dolomitleşme nedeni ile kaybetmiş olduğu doku aynı kayaçın didolomitleşmesiyle yeniden ortaya çıkmıştır. Evamy, kayaçın dolomitleşmesi sırasında orijinal kalsitin küçük boydaki artıklarının değişmeden kaldığını ve bu kristallerin daha sonraki yeniden kalsite dönüşme olayında çekirdek ödevi gördüğünü ve dokunun buradan başlayarak geliştiği görüşünü savunmuştur.



**Şekil 8:** Mermer görünümünde didolomit. Fotoğraf ince kesitten ve çapraz nikoller altında çekilmiştir. (Örnek Şevki Birgili tarafından Mut bölgesinden alınmıştır.)

### İZ ELEMENT JEOKİMYASI

Stronsiyum, denizel kökenli karbonat kayaçlarının içerisinde bulunan en önemli iz elementtir, ve karbonat minerallerinin (aragonit, kalsit ve dolomit) kafesleri içerisine yerleşmiştir. Bu stronsiyumun kökeni deniz suyu içindeki stronsiyumdur. Günümüzün denizel karbonat çökeltilerinde stronsiyum miktarı 1000 ppm (milyonda)'den 10.000 ppm'e kadar değişir ve en yüksek stronsiyum değerleri aragonitik çökeltiler içerisinde bulunur. Çökeltilerin, etkiledikleri diyajenez olayları nedeni ile içlerinde bulunan stronsiyum miktarı da değişir. Shearman ve Shirmohamma-

di (1969) ilk defa didolomitler içerisinde bulunan stronsiyum miktarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, Fransız Juraları'ndan kireçtaşı, dolomit ve didolomitlerden seri örnekler toplayıp bunların tahlillerini yapmışlardır. Tümünüyle dolomit romboederlerinden yapılmış kayaçların didolomitleşmesiyle ortaya çıkan iri kristalli kireçtaşlarındaki stronsiyum miktarı milyonda 5'den daha aşağı değerlere düşmektedir. Kısmen dolomitleşmiş kireçtaşlarının karşılığı olan kısmen veya tümü ile didolomitleşmiş kireçtaşlarındaki stronsiyum miktarı çok değişiktir. Normal kireçtaşlarındaki stronsiyum miktarına yakın değerler bulunabildiği gibi kayaçta bulunan orijinal kireçtaşı, dolomit ve didolomitin oranına göre daha düşük değerlere inebilmektedir. Shearman ve Shirmohammadi'nin (1969) çalışmaları sonucunda dolomitlerin yerini alan kalsit kristallerinin stronsiyum taşımadıkları ortaya çıkarılmıştır.

### SONUÇ

Dolomitin yeniden kalsite dönüşme olayına didolomitleşme ve bu olay sonucu ortaya çıkan kayaca da didolomit adı verilir. Dolomitin kalsiyum karbonatla ornatılmasında en önemli rolü kalsiyum sülfata zenginleşmiş meteorik sular oynadığı için bu olayın topoğrafik yüzeylerde ve yüzeye yakın kesimlerde egemen olduğu kabul edilmiştir. Yüzeylemelerdeki dolomitten dönüşmüş kalsit gün-

müzün koşulları altında oluşmuş olabilir bu nedenle büyük bir olasılıkla derinlere doğru değişmemiş dolomite geçer. Bununla beraber, yeraltında, örneğin bir sondaj karotu örneğinde görülen dolomitin türemiş kalsit örneğin alındığı seviyenin vaktiyle su düzeyi üzerinde bulunduğunu ve eski bir topoğrafik yüzeyi oluşturduğunu kanıtlar.

Didolomitleşme ile ortaya çıkan yeni doku türleri dolomitik kayacın dokusu ile yakından ilgilidir.

Didolomitleşme olayı bazı durumlarda kireçtaşının dolomitleşmesi sonucu ortaya çıkan yaklaşık yüzde 15 oranındaki gözenekliliği ortadan kaldırdıkları gibi bazı durumlarda ise didolomit romboederlerinin boğatalanması sonucunda ise kayaçta yeni gözenekler ortaya çıkarabilirler.

### KATKI BELİRTME

Bu yayının yazarının didolomitleşme olayına karşı duyduğu ilgi kendisinin Londra'da Imperial College'de Prof. D.J. Shearman'la beraber bulunduğu sırada başlamıştır. Sayın Shearman'la yaptığım görüşme ve tartışmalar bu olayın daha iyi anlaşılmasına yol açtığı için kendisine şükranlarımı sunmak isterim. Bu yayının hazırlanmasında örneklerinden yararlandığım Şevki Birgili'ye bu anlayışından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

### DEĞİNİLEN BELGELER

- Bathurst, R.G.C. 1958, Diagenetic Fabric in some British Dinantian Limestones, Liverpool Manchester Geol., Vol. 2., say. 11-36
- Cayeux, L. 1916, Introduction a l'étude pétrographique des Roches Sédimentaires. Repr. 1931, Imprimerie Nat. Paris, say. 524
- Cayeux, L. 1935, Les Roches Sédimentaires de France (les roches carbonatées). 1st ed. Masson, Paris 463 say.
- Charpal, De O. et al. 1959., Relations entre made de gisement et propriétés physico-chimiques des dolomites. Revue de l'Institut Français du Pétrole, XIV, 475.
- Evamy, B.D. 1963, The application of a chemical staining technique to study of dedolomitization. Sedimentology v.2, say. 164-170

- Evamy, B.D. 1967, Dedolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones. Jour. Sed. Pet. v. 37, say. 1204-1215
- Fritz, P. 1967, Oxygen and carbon isotopic composition of Carbonates from the Jura of Southern Germany. Canadian Journal of Earth Sciences vol. 4, say. 1247-1267
- Goldberg, M. 1967, Supratidal dolomitization and dedolomitization in Jurassic rocks of Hamakhtesh Haqatan, Israel. Jour. Sed. Pet. v. 37 say. 760-773
- Groot, K. De., 1967, Experimental dedolomitization. Jour. Sed. Pet. v. 37, say. 1216-1220
- Katz, A., 1968, Calcium dolomites and dedolomitization Nature v. 27, No. 5127, say. 439-440

- Mattavelli, L., Chilingarian, G.V., Storer, D., 1969. Petrography and diagenesis of the Taormina Formation, Gela oil field, Sicily. Sed. Geology. v.3, say. 59-86
- Schmidt, V. 1965, Facies, diagenesis and related reservoir properties in the Gligas Beds. (Upper Jurassic) north-western Germany. Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists, Spec. Pub. No. 13, say. 124-168
- Shearman, D.J., Khouri, J., Taha, S. 1961, On replacement of dolomite by calcite in some Mesozoic limestones from the French Jura. Geol. Assoc. London Proc., v. 72, say. 1-12
- Shearman, D.J., Shirmohammadi, N.H., 1969, Distribution of strontium in dedolomites from the French Jura, Nature v. 223, No. 5206, say. 606-608