

ZORBEHAN DOLOMITİNİN (KD HEKİMHAN) STRATİGRAFİSİ, PETROGRAFİSİ VE KÖKENİ

THE STRATIGRAPHY, PETROGRAPHY AND ORIGIN OF ZORBEHAN DOLOMITE (NE HEKİMHAN)

Ö. Feyzi GÜRER

İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Bu çalışma Hekimhan kuzeydoğusunda yer alan Zorbehan dolomitinin stratigrafik konumu ve köken sorunu araştırmayı amaçlamıştır. Zorbehan dolomitinin yer aldığı Hekimhan havzasının temelini Hocalıkova ofiyoliti oluşturur. Ofiyolitin üzerinde Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen döneminde açılan havzada sırasıyla çakıltaş-kumtaşı ardalanmalı Karadere formasyonu, çakıltaş-kumtaşı-marl-çamurtaşı-kireçtaşından oluşan Hekimhan formasyonu ve Hüyük kireçtaşı çökelmiştir. Maastrichtiyen-Paleosen'de gelişen alkali karakterli Hasançelebi volkanitleri havzanın kuzey bölümlerinde etkin olmuştur. Zorbehan dolomiti tabanda Hekimhan formasyonu, Hasançelebi volkanitleri ve Hüyük kireçtaşı üzerinde uyumlu, tavanda Ağharman jips üyesi altında yine uyumlu olarak bulunur.

Birimden derlenen 50'e yakın örnekte boya testi (Alizerin Red S) uygulanarak polarizan mikroskop altında petrografik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda istifi oluşturan kayaların başlıca dolomit, kalsitli dolomit, dolomitli biyosparit, dolomitli mikrit ve türevleri oldukları saptanmıştır.

Arazi gözlemleri ve petrografi verileri birlikte değerlendirildiğinde dolomitin Geç Maastrichtiyen'de sığ-sınırlı karbonat platformu-lagün ortamında volkanizmanın ve evaporasyonun denetiminde çökelmeden hemen sonra erken diyajenetik dönemde oluştuğu istifte dolomitleşmenin tabandan tavana ve güneyden kuzeye arttığı saptanmıştır.

ABSTRACT: The study aims to investigate the stratigraphic position and the origin of the Zorbehan dolomite that is situated at the northeast of Hekimhan. The Hocalıkova ophiolite forms the basement of Hekimhan basin. In the basin which was developed on the ophiolite and opened at the late Campanian-Early Maastrichtian interval, the conglomerate-sandstone alternation of the Karadere formation, the Hekimhan formation which is composed of conglomerate-sandstone-marl-mudstone-limestone and Hüyük limestone was deposited from the base to the top. The Hasançelebi volcanites having alkaline character and that was developed at the Maastrichtian-Paleosen (?), is dominated at the northern part of the basin. The Zorbehan dolomite is conformable with the Hekimhan formation, Hasançelebi volcanites and Hüyük limestone at the base and Ağharman gypsum member at the top.

The petrographic studies under polarized microscope are carried on about fifty samples from the unit by applying alizerin red S test. Consequently it is determined that the unit comprises the rocks that are mainly dolomite, calcitic dolomite, dolomitic biosparite, dolomitic sparite, dolomitic micrite and their derivatives.

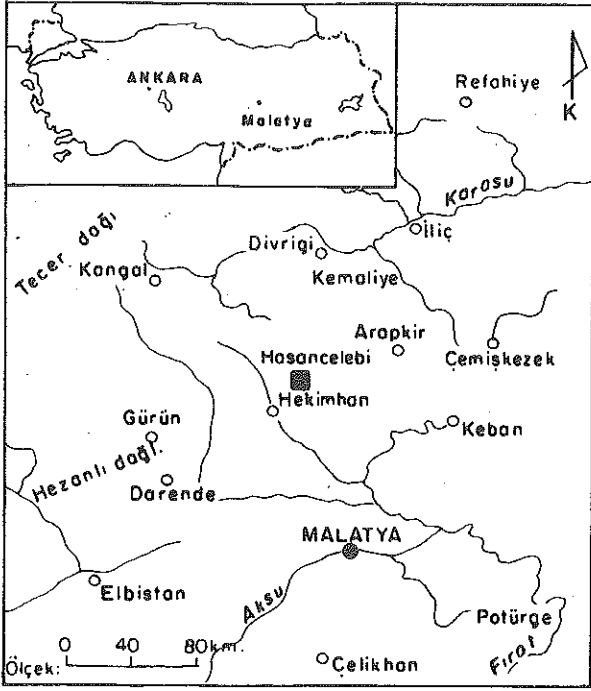
Evaluating the field and laboratory data it is concluded that the dolomite was formed at an early diagenetic stage, just after the sedimentation, in the restricted shallow marine and lagoonal environments under the influence of volcanism and evaporation. Within the unit the dolomitization increases from bottom to top and from the south to the north.

GİRİŞ

İncelemeye konu olan Zorbehan dolomiti Hekimhan İlçesi ile Hasançelebi kasabası arasında yer alır (Şekil 1). Yörede gerçekleştirilen önceki çalışmalar özellikle Deveci, Hasançelebi vb. demir yataklarının oluşum ve işletme sorunlarına yönelik olmuştur. İnceleme alanı ve çevresinde Poldini (1936), Blumenthal (1937), Kovenko (1940), Stchepinsky (1944), Zimmer (1952), Gattinger (1957), Ayan (1961), İzdar (1963), Jacobson vd. (1969), Yoldaş (1972), Çoban (1973), Kurt ve Akkoca (1974), Sincan ve İrkeç (1980), Özer ve Kuşçu (1983), Ünlü (1983), Örcen (1984), İzdar ve Ünlü (1985), Çopuroğlu (1991), Boztağ ve Yılmaz (1992), Bozkaya ve Yalçın (1992), Gürer (1992) çalışmışlardır.

JEOLOJİ

Zorbehan dolomiti Hekimhan havzası içinde yer alır (Şekil 2). Havzanın temelini Geç Kampaniyen'de bölgeye yerleşen Hocalıkova ofiyoliti oluşturur. Ofiyolitin yerleşimi ile kara-sığ deniz alanı haline gelen bölgede Geç Kampaniyen'den Üst Maastrichtiyen'e dek süren transgresyon ile tabanda çakıltaş-kumtaşı ardalanmalı Karadere formasyonu, çakıltaş-kumtaşı-marl-çamurtaşı ardalanmalı Hekimhan formasyonu ve daha üstte Hüyük kireçtaşı çökelmiştir. Maastrichtiyen-Paleosen? döneminde gelişen alkali karakterli Hasançelebi volkanitleri havzanın kuzey bölümünde etkin olmuştur. Geç Maastrichtiyen'de Zorbehan Dağı ve çevresinde denizin sığlaşması sonucunda sığ-sınırlı platform, lagün koşullarında Zorbehan dolomiti oluşmuştur.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. The location map of the investigation area.

Paleosen-Orta Eosen yaşlı Akpınar formasyonu havzanın kuzeyinde Hasançelebi volkanitleri üzerinde uyumsuz olarak bulunurken, güneyinde ise Hekimhan formasyonu, Hüyük kireçtaşı ve Zorbehan dolomiti ile geçişli ve uyumludur. Hekimhan havzası Akpınar formasyonunun çökmesinden sonra kapanmıştır. Oligo-Miyosen yaşındaki kaba kırıntılardan oluşan Kamatlar formasyonu tüm birimleri uyumsuz örter.

ZORBEHAN DOLOMİTİ

Başlıca dolomit, dolomitli kireçtaşı, kalsitli dolomit gibi kayaları içeren birim (Şekil 3) tipik olarak Zorbehan Dağı çevresinde yüzeylendiği için Zorbehan dolomiti adı verilmiştir.

Birim Zorbehan Dağı güney ve batısında sarp-keskin, kuzey ve doğusunda ise yayvan bir morfoloji sergiler. Rengi açık gri-bej, katmanlanma alıta orta-kalın, orta düzeylerde masif, üstte ise ortadır. Evsun Tepe K'inde oldukça kof, dağılın olan dolomitte Sivritaş Tepe doğusunda gözenekliliğin oldukça arttığı ve 2-3 cm çapında iri koğukların geliştiği gözlenmiştir.

Birime ait örnekler üzerinde yapılan petrografik çalışmalarda kayaların % 30-100 oranında ufak-orta taneli dolomit kristalleri içerdiği saptanmıştır. Kristal büyüklüğü bimodaldir. Kaya adlamasında Pettijohn (1949), dokusal sınıflamada ise Gregg ve Duncan (1984) tarafından önerilen sınıflama kullanılmıştır. İstif içerisinde

farklı düzeylerde % 10-60 arasında değişen oranlarda bulunan biyoklastların dolomitleşmeden kısmen korunmuş veya tümüyle yok oldukları belirlenmiştir. İstifte yer alan kayalarda dolomit kristallerinin alttan üste ve güneyden kuzeye doğru artış gösterdiği gözlenmiştir. Bu nedenle petrografik tanımlar güneyden kuzeye doğru yapılacaktır.

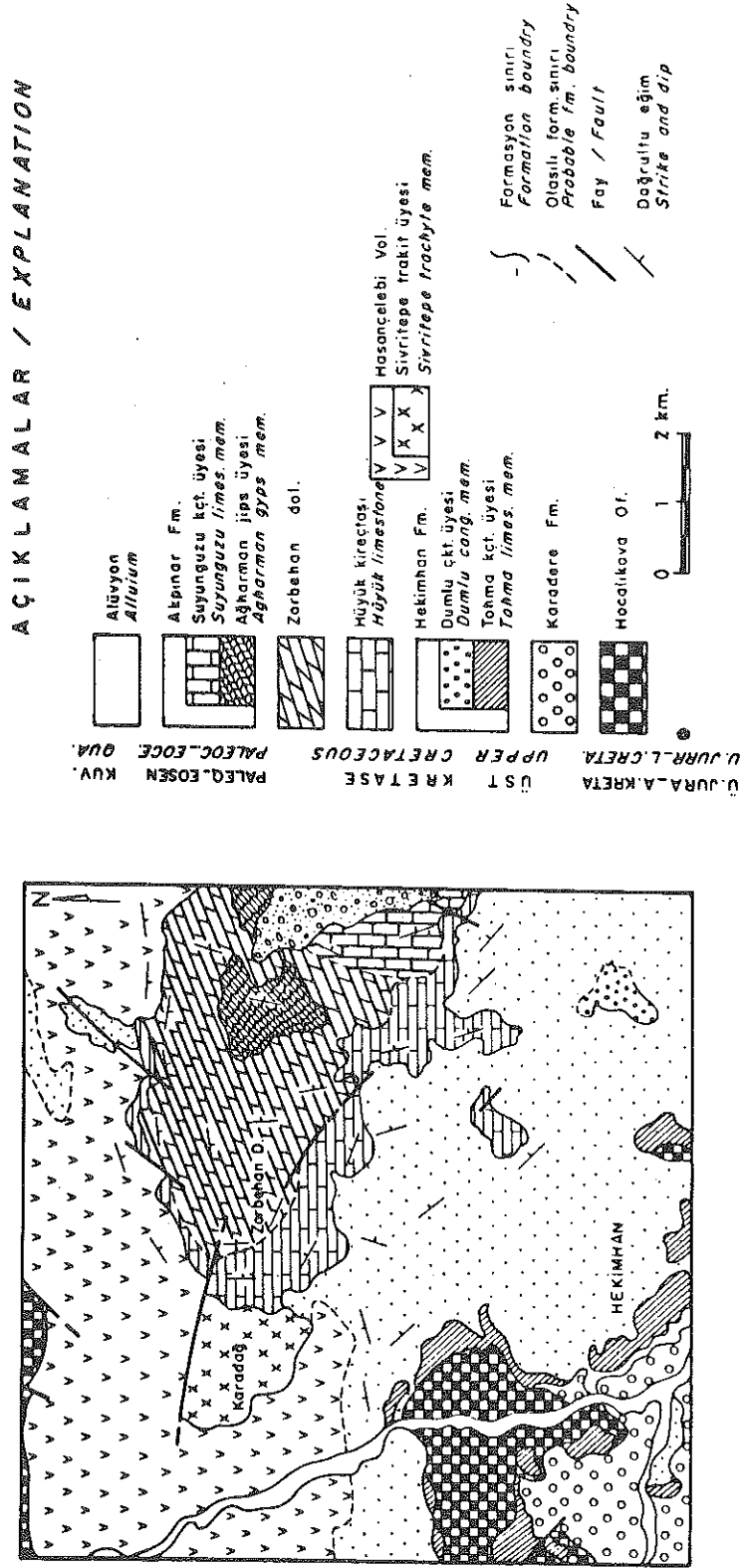
Zorbehan Dağı güneyinden ve istifin alt düzeylerinden derlenen bir dolomitli kireçtaşı örneğinde % 40 iri, öz şekilli ve zonlu dolomit kristallerinin arasında dolomitleşmeden korunmuş spari kalsit kristalleri ve bentik biyoklastların yer aldığı gözlenmiştir.

Zorbehan Dağı'nın zirvesine yakın düzeylerde yüzeylenen dolomitli kireçtaşı açık gri, belirsiz kalın katmanlı-masif ve oldukça serttir. Bu bölümde yaygın, farklı boyutlarda koğuk ve mağara türü karst yapıları gelişmiştir. Bu mevkiden derlenen dolomitli biyoklastik kireçtaşında % 45 Rudist vb. kavkı kırıntısı ve % 15 Orbitoid vb. bentik foraminifer gözlenmiştir. Bir bölümü kısmen silisleşmiş biyoklastların aralarını matriks görünümüne % 30 oranında orta-iri taneli, öhedral dolomit kristalleri doldurur. Doğru sönmeli ve zonlu dolomit kristalleri sık sık kavkı kenarlarını ornatarak büyümüşlerdir. Kristaller zonludur ve merkezde organik veya opak katkılardan dolayı renk koyulaşır. Kökenin biyosparit olduğu varsayılan kaya idiyotopik P dokuludur.

Sivritaş Tepe'den istifin üst düzeylerinden derlenen örnek dolomittir. Kayanın % 90'ını ince-orta taneli, anhedral dolomit kristalleri oluşturur. Ayrıca kayada hayalet (ghost) biçiminde korunmuş % 10 kadar bentik fosil kavkısı saptanmıştır. Anhedral dolomit kristalleri düzensiz kristaller arası sınırlarla sıkıca paketlenmiş olup ksenotopik yada düzlemsel olmayan bir dokuya sahiptir. Ksenomorfik A dokulu olan kayadaki dolomitlerin ince taneli olmaları köken kayanın biyomikrit olduğunu göstermektedir.

Alıç Tepe güneyinden derlenen dolomitli kireçtaşı örneği öz şekilli, eş taneli ve güçlü zonlu dolomit kristallerinden oluşur. % 40 oranında bulunan kavkıların bir kısmının silisleştiği ve çeperleri boyunca dolomit kristallerince ornatıldığı gözlenmiştir. Kaya idiyotopik E dokuludur. Alıç Tepe'nin KB'sındaki dolomit örneği ise eş taneli, doğru sönmeli, tane destekli, öhedral-subhedral dolomit kristallerinden oluşur. Kristallerin dilinimleri opak minerallerce doldurulmuştur. % 5-8 zonlu ikizli plajioklas ve % 5 iri kalsit dolgulu çatlak ve gözenek gözlenmiştir. Kaya idiyotopik S türündedir. Alıç Tepe K'indeki dolomitte ise % 90 oranında birbirleriyle tane destekli, eş taneli, doğru sönmeli ve sütürlü dokanaklı dolomit kristalleri yer alır. Dolomit içinde % 30 andezit, plajioklas vb. volkanik kökenli kaya kırıntılıları yer alır.

Zorbehan dolomiti tabanda Hasançelebi volkanitleri ve Hüyük kireçtaşı, tavanda ise Ağharman jips üyesi ile tedrici geçişlidir. Pliyosen? yaşlı Ağbayır çakıltası ile uyumsuz örtülür.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası.

Figure 2. The geological map of investigation area.

SERİ SERIES	ASKAT SUBSTAGE	KALINLIK(M) THICKNESS	LİTOLOJİ LITHOLOGY	AÇIKLAMA LITHOLOGIC EXPLANATION	FOSİL İÇERİĞİ FOSSIL CONTENT
PALEOSEN PALEOCENE				AKPINAR FORMASYONU FORMATION	
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	ÜST MAESTRIHTIYEN UPPER MAASTRICHTIAN	250		Açık sarı-bej, orta katmanlı dolomit <i>Light yellow-beige, medium bedded dolomite</i>	<i>Orbitoides medius</i> (D' ARCHIAC)
				Beyaz-bej, orta-kalın katmanlı, silisleşmiş biyoklast kapsayan dolomitli biosparit <i>White-beige, medium-thick bedded, dolomitic biosparite with silicified bioclast</i>	<i>Siderolites calcitrapoides</i> LAMARCK <i>Amphistegina</i> sp. <i>Fissoelphidium</i> sp. Rotalidae Miliolidae
				Sarı-bej, orta katmanlı, %20 volkanik kırıntı kapsayan dolomitli sparit <i>Yellow-beige, medium bedded dolomitic sparite with 20% volcanic clastics</i>	Rudist kavkı kırıntılar
				Açık gri-bej, orta katmanlı dolomitli mikrit-mikrit <i>Light grey-beige, medium bedded dolomitic micrite-micrite</i>	
				HÜYÜK KİREÇTAŞI HÜYÜK LIMESTONE	

Şekil 3. Zorbehan dolomitinin genelleştirilmiş stratigrafi dikme kesiti.

Figure 3. Generalized column section of the Zorbehan dolomite.

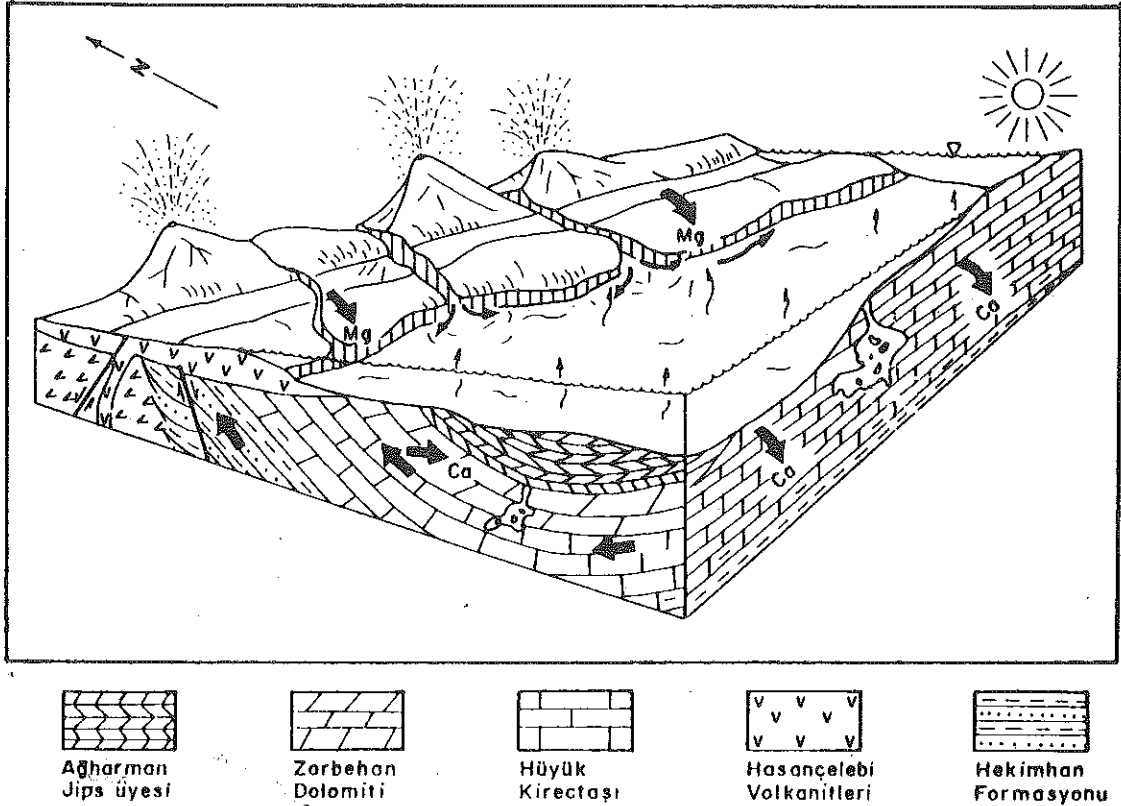
Birimin kalınlığı Zorbehan Dağı'nda 250 m dolayındadır. İnceleme alanında 12 Km²'lik bir alan kaplayan birim başlıca Zorbehan Dağı, Sivritaş, Büyükkale, Küçükkale, Gözün, Pınar ve Evsün Tepe dolaylarında yüzeylenir. Bundan başka Zorbehan dağı batısında Kale Tepe dolaylarında yüzeylenen Hüyük kireçtaşının üst düzeylerinde yersel dolomitik kireçtaşları gözlenmiş ancak haritalanabilecek kadar sürekli ve belirgin olmadıkları için Zorbehan dolomitine dahil edilmemiştir.

Formasyon fosil açısından zengin olmasına karşın dolomitleşme nedeniyle bu fosillerden pek azı tanımlan-

mektedir. Zorbehan Dağı zirvesine yakın ve istifin orta düzeylerinden derlenen bir örnekte; *Orbitoides medius* (D' Archiac), *Siderolites calcitrapoides* Lamarck, *Orbitoides* sp., *Siderolites* sp., *Amphistegina* sp., *Fissoelphidium* sp., Rotaliidae, Miliolidae ve rudist kavkaları saptanmıştır. Bu fosil topluluğu Üst Maestrihtiyen yaşını vermektedir. Blumenthal (1938), İzdar ve Ünlü (1985) Zorbehan kireçtaşı adı ile tanıttıkları birimin Tersiyer'in başlangıç seviyelerini içerdiğini belirtmişlerdir. Tarafımızdan yapılan çalışmada ise Paleosen yaşını veren fosil verisi bulunamamıştır.

Dolomitlerin çökelişi ve diyajenetik evrimi konusu büyük ölçüde aydınlığa kavuşmuş ve oluşum mekanizmaları için farklı modeller önerilmiştir (Hanshaw vd., 1971; Folk ve Land, 1975; Choquette ve Pray, 1970; Adams ve Rhodes, 1960; Land, 1983; Hsu ve Slegenthaler, 1969; Longman, 1982) Modellerin büyük bir çoğunluğu çökeltme ile eş zamanlı (sin sedimanter) veya erken diyajenetik (post lithification) kökenli bir dolomitleşmeden söz ederler.

ma ve ilişkili volkanizma Geç Maastrichtiyen döneminde yeniden aktif hale gelmiş çevreye tüf, breş ve lav püskürtmüştür. Püskürme sonucu hidrolojik sistemde ısı konveksiyonu başlamıştır. Konveksiyonun gerçekleştiği ısı akımı deniz suyunun sınırlı platform-lagün sistemine girmesine yol açmıştır. Bu esnada volkanizmanın da etkisiyle ısı artışına paralel evaporasyon gerçekleşmiş ve ağır tuzlu sular lagün tabanına göçmüştür. Yüksek derecede doygunluğa ulaşan tuzlu sular kimyasal açıdan



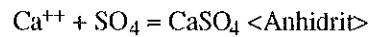
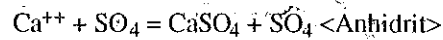
Şekil 4. Zorbehan dolomitinin oluşum ortamını gösterir taslak blok diyagramı.

Figure 4. The sketch block diagram showing the environment of formation of the Zorbehan dolomite.

İnceleme alanının içinde bulunduğu Hekimhan havzası Geç Kampaniyen'den Geç Maastrichtiyen'e dek volkanit, kırıntılı ve kimyasal çökellerle doldurulmuştur. Havzanın dolması ve/veya subsidansın durması ile eş zamanlı olarak özellikle kuzey alanlar regresyona uğrayarak sığ bir karbonat platformuna dönüşmüştür. Kuzeyden güneye ilerleyen regresyon ile bugünkü Zorbehan Dağı ve çevresinde giderek lagüne dönüşen sığ bir platform gelişmiştir. Zorbehan dolomiti bu lagüner çanağın gelişimine paralel koşullarda aşağıda kısaca değinilen mekanizmalar eşliğinde oluşmuştur.

Arazi ve labaratuva gözlemleri dolomitizasyonun bölgesel olarak volkanik aktivite ile denetlendiğini göstermiştir. Dolomitlerin hidrotermal ve/veya volkanik aktivitelerle ilişkili olabileceği Friedman ve Sanders (1967) tarafından belirtilmiştir. Hekimhan havzasında Geç Kampaniyen'de başlayıp aralıklarla süren tektoniz-

güçlü çözellilerdir. Bu çözellilerdeki Ca anhidrit ve jips çökelişinde kullanılmış ve dolayısıyla Mg/Ca oranları normal deniz suyundan birkaç kat daha yükselmiştir. Genel tepkimeler şöyledir,



Lagünde biriken Mg'ca zengin tuzlu sular tabandaki henüz diyejeneze uğramamış biyoklastik ve yüksek gözenekli kireçtaşlarının içlerine süzülürler. Daha önce kimyasal olarak çökelen kireçtaşlarında gözenekler kapilleri büyüklüğündedir. Gözeneklerdeki bünye suyu hafif akışkanların girişine engel olur. Ağır tuzlu sular ise lagünel sirkülasyonu sürdüreceği şekilde yavaş yavaş gö-

zeneklere sızarlar. Lagün tabanından konveksiyon akımları ile hareket eden aşırı doymuş tuzlu su bünye suyundan daha yüksek yoğunlukları nedeniyle onunla yer değiştirir. Tuzlu sular gravitasyon etkisiyle düşey yönde hareket etme eğilimindedir. Ancak düşey göç yolları geçişe yol vermediğinde litolojik değişim sınırlarını ve/veya katmanlanma yüzeylerini izlerler. Tuzlu suyun içinde dolaştığı kayalar kimyasal ve fiziksel açıdan duraysız olan aragonit ve yüksek magnezyum kalsitten oluşurlar. Bu karbonatlar ise aşırı doymuş tuzlu sularla dolomitleşmeye uygundur. Dolomitizasyon esnasında Mg kayıpları ve Ca artışları ilksel tuzlu suyun Mg/Ca oranını düşürür. Ayrıca dolaşımdan dolayı ısıları da oldukça düşer. Dolomitleşme ile birlikte havzada çökelmekte olan jipsin kalınlığının artması ve havza tabanını tamamen kaplaması ile Mg'ca zengin suların tabandaki kireçtaşlarına ulaşması durmuştur. Ayrıca dolomitlerin çökmesinden dolayı gözeneklerin dolması, sistemin kapanmasına neden olmuştur.

Zorbehan dolomitindeki dolomit kristallerinin yer yer ince veya iri taneli, yer yer de öhedral ya da anhedral olması dolomitleşmenin hızı ve köken kayanın ilksel dokusu ile ilgilidir. Kristaller arası sınırlardaki değişimler ise ortamın kritik sıcaklığı ile ilişkilidir (Gregg ve Duncan, 1984). Düşük sıcaklıklarda ve süper doymulukta kristaller arası sınırlar levhamsı yüzeyli, yüksek sıcaklıklarda (50-100 C) ve yüksek süper doymuluk durumunda kristal yüzeylerine rastgele eklenen atomlar nedeniyle levhamsı olmayan kristaller arası sınırlar gelişir.

Özetle, Zorbehan dolomiti Hüyük kireçtaşının tektonizma, volkanizma, evoparsayon ve bunların ortak etkileri ile gelişen ısı konveksiyonu yoluyla erken diyajenetik dolomitleşmesi sonucu oluşmuştur. Dolomitleşme için önerilen model Adams ve Rhodes (1960)' "Seepage Refluxion" modeli ile kısmen uyumludur.

KATKI BELİRME

Arazi çalışmaları sırasında lojistik destek sağlayan TPAO Arama Grubu başkanlığı ve TDÇİ Hekimhan İşletme Müdürlüğü'ne, görüş ve eleştirilerinden yararlandığım Prof. Dr. Mehmet AKARTUNA'ya, Doç. Dr. Simav BARGU'ya teşekkür ederim.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Adams, J. E. ve M. L. Rhodes, 1960, Dolomitization by seepage refluxion, AAPG Bull., v. 44, pp. 1912-1920.
- Ayan, T., 1961, Malatya kuzeyindeki Hekimhan-Ebreme Köyü bölgesinin (K39 c3) detay jeoloji ve petrol imkanları. MTA rapor (yayınlanmamış) Ankara.
- Ayan, T. ve Bulut, C., 1964, Balaban-Yazihan-Kurşunlu ve Levent Bucakları (Malatya) arasındaki alanın genel jeolojisi. MTA Dergisi, 62, 58-71.
- Bathurst, R. G. C., 1975, Carbonate sediments and their diagenesis: in Developments in Sedimentology, V. 12, Elsevier Pub. Co., N. Y., 620 p.
- Berner, R. A., 1971, Principles of Chemical Sedimentology. Mc Graw Hill Book Co., N. Y., 240 p.
- Blumenthal, M., 1938, Şarki Toros mntıkasında Hekimhan-Hasaңcelebi-Kangal irtifasında jeolojik araştırmalar. MTA rapor, 570 (yayınlanmamış), Ankara.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 1992, Hekimhan havzası (Kuzeybatı Malatya) Üst Kretase istifinin jeolojisi. TPJD Bülteni, c. 4, s. 1, 59-80.
- Boztağ, D. ve Yılmaz, S., 1992, Konukdere metasomatitinin (Hekimhan-Hasaңcelebi, KB Malatya) petrolojisi. 45. TJK bildiri özetleri, 38-39.
- Cervato, C., 1990, Hydrohermal dolomitization of Jurassic-Cretaceous limestones in the Southern Alps (Italy): Relation to tectonics and volcanism. Geology, V. 18, p. 458-461.
- Choquette, P. W. ve L. C. Pray, 1970, Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates, AAPG Bull., V. 54, p. 207-250.
- Çoban, A., 1973, Malatya K39 b3 paftasının jeoloji incelemesi. MTA Mad. Et. Dai. Arş., rap. No: 1190, (yayınlanmamış).
- Çopur, İ., 1991, Hasaңcelebi (Hekimhan-Malatya) yöresi demir yataklarında skapolitlerin mineralojisi. Ç. Ü. Yerbilimleri Der. S. 19, 35-45.
- Folk, R. L., 1959, Practical petrographic classification of limestones. AAPG Bull, V. 43, 1-38.
- Folk, R. L., 1962, Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W. E., ed., Classification of Carbonate Rocks. AAPG, Petroleum Geologists Mem., 1, 62-84.
- Folk, R. L., 1974, The natural history of crystalline calcium carbonate: effect of magnesium content and salinity. Jour. Sed. Petrology, V. 44, pp. 40-53.
- Folk, R. L. ve L. S. Land, 1975, Mg/Ca ratio and salinity. Two controls over crystallization of dolomite. AAPG Bull., V. 59, pp. 60-68.
- Freidman, G. M., ve Sanders, J. E., 1967, Origin and occurrence of dolostones: in G. V. Chiligar, H. J., Bissell and R. W. Fairbridge, Carbonate Rocks (V. 9a), Elsevier Publ. Co., NY, pp 267-348.
- Gattinger, T., 1957, Revision der geologischen karten Malatya 79/I, 79/II, 79/III, 79/IV Unveröff. Ber., MTA Archiv, Ankara.
- Gregg, J. M. ve Duncan, F. S., 1984, Epigenetic dolomitization and origin of xenotrophic dolomite texture. Jou. of Sed. Pet., 54/3, 0908-0931.

- Gürer, Ö. F., 1992,** Hekimhan-Hasançelebi (Malatya) dolayının jeoloji incelemesi. İ. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi (yayınlanmamış).
- Hanshaw, B. B., W. Back ve R. G. Deike, 1971,** A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. *Econ. Geology*, V. 66, pp.710-724.
- Hsu, K. J. ve C. Siegenthaler, 1969,** Preliminary experiments and hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing on the dolomite problem. *Sedimentology*, V. 12, pp. 11-15.
- İzdar, K. E., 1963,** Doğu Hekimhan-Hasançelebi (E Anadolu) bölgesinin jeolojik yapısı, magmatizma ve cevher yatakları. MTA yayımları, No. 112, Ankara.
- İzdar, K. E. ve Ünlü, T., 1985,** Hekimhan-Hasançelebi-Kuluncak bölgesinin jeolojisi. Piri Reis International Contribution Series Publication No. . Sixth Colloquium Geology of the Aegean Region, İzmir, 303-329.
- Jacobson, S. H., 1969,** Hasançelebi-Hekimhan demir sahasının jeolojisi ve maden yatakları. MTA Arş. No. 1042 (yayınlanmamış).
- Land, L. S., 1983,** Dolomitization, AAPG Ed. Course notes series 24, 20 p.
- Longman, M. W., 1982,** Carbonate diagenesis as a control on stratigraphic traps. AAPG Ed. Course Notes Series, 21, 159 p.
- Kovenko, V., 1940,** Hasançelebi mntıkası demir yatakları. MTA Derg. 5, sayı 1/8, Ankara.
- Kurt, M. ve Akkoca, A., 1974,** Malatya-Hekimhan-Hasançelebi demir yatağının jeoloji raporu. MTA Mad. Et. Dai. Arş. Rap. No. 1617/1-12 (yayınlanmamış).
- Örçen, S., 1986,** Medik-Ebreme (KB Malatya) dolayının biyostratigrafisi ve paleontolojisi. MTA Derg., sayı. 105-106, 36-69.
- Özer, T. ve Kuşçu, 1983,** Malatya-Hekimhan-Karakuz demir madeni jeoloji ve rezerv raporu. MTA Mad. Et. Dai. Arş. Rap. No. 1856 (yayınlanmamış).
- Poldini, M., 1936,** Hasançelebi bölgesinde manyetit yataklarının keşfi hakkında rapor. MTA Der. Rap. No. 472 (yayınlanmamış).
- Sincan, M. ve İrkeç, A. T., 1980,** Malatya-Hekimhan Zorbahan Dağı dolomit etüd raporu. MTA En. Ham. Dai. Arş. Rap. No. 0683 (Yayınlanmamış).
- Stchepinsky, V., 1944,** Malatya bölgesinin jeolojisi ve mineral varlıkları. MTA Der. 9, 1/31, 79-105.
- Ünlü, T., 1983,** Die genese der siderit-lagerstätte Deveci in der Hekimhan-Provinz Malatya/turkei und ihre witschhaftliche Bewertung, Doktorarbeit, TU Berlin.
- Yoldaş, R., 1972,** Malatya kuzeyinin jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Rap. No. 4936 (yayınlanmamış).
- Zimmer, E., 1952,** Hasançelebi bölgesi demir yataklarında icra edilen taharriomeliyatı hakkında rapor. MTA Derl. Rap. No. 2018 (yayınlanmamış).
- Zenger, D. H., J. B. Dunham ve R. L. Ethington, 1980,** Concepts and models of dolomitization. SEPM Spec. Publ. 28, 320 p.