

## Petrografi

Alt Liyas dolomitlerinin petrografik incelemeleri üç tip dolomitin varlığını ortaya koymaktadır. Bunlar; (1) çok ince ve ince kristalli dolomit (T1), (2) iri kristalli dolomit (T2), ve (3) dolomit çimentodur (T3) (Şekil 5). Yaygınlık ve endüstriyel hammadde yönünden ilk iki tip önemlidir. Birinci tip dolomitler genellikle 13-26 m ve nadiren 65 m varan kristal boyutuna sahiptir ve ilksel kayaç yapıları tümüyle veya kısmen korunmuş olarak görülür (Şekil 5a, b, c, ve d)). Bu tip dolomitler (T1) kireçtaşlarının çökmeyle yaşıtı ornatımıyla (syndimentary) oluşmuşlardır (Eren vd. 2007). İkinci tip dolomitler (T2) iri kristalli olup, kristal boyutları genellikle 65-130 m arasında ve nadiren 270 m varan kristal boyutlarında görülmektedir (Şekil 5e ve f). Bunlar (T2) birinci tip (T1) dolomitlerin gömülme ortamında yeniden kristallenmesiyle oluşmuşlardır, bu nedenle kayaçlarda ilksel kayaç yapısı büyük ölçüde korunamamıştır (Eren vd. 2007). Üçüncü tip dolomitler (T3) genellikle ikinci tip dolomitleri oluşturan özgün ve yarı özgün şekilli kristaller arasındaki gözeneklerde tek bir dolomit kristalini veya kristal kümesini çevreleyen açık renkli kenar çimentosu şeklinde veya fenestral gözeneklerde gözenek dolgusu şeklinde görülür.

## XRD Analizi

X-ışını difraksiyon analizleri (XRD) örneklerin mineral içeriklerinin ve bolluklarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Tablo1). Çoğu örnekte dolomit hakim mineraldir. İkincil olarak kalsit mineralleri ve tali olarak kuvars mineralleri bulunmaktadır. Bazı örneklerde hakim mineral olarak kalsitin belirlenmesi, istif içinde dolomitleşmeden korunmuş kireçtaşı seviyelerinin varlığını göstermektedir.

XRD analizleri göreceli olarak Pirencik Tepe ve Erenler Tepe ölçülü stratigrafik kesitlerinde dolomitleşmenin daha yaygın olduğunu göstermektedir (Tablo 1). Bu nedenle Soğuksu ölçülü stratigrafik kesitinde kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı ara seviyeleri daha yaygındır (Şekil 4).

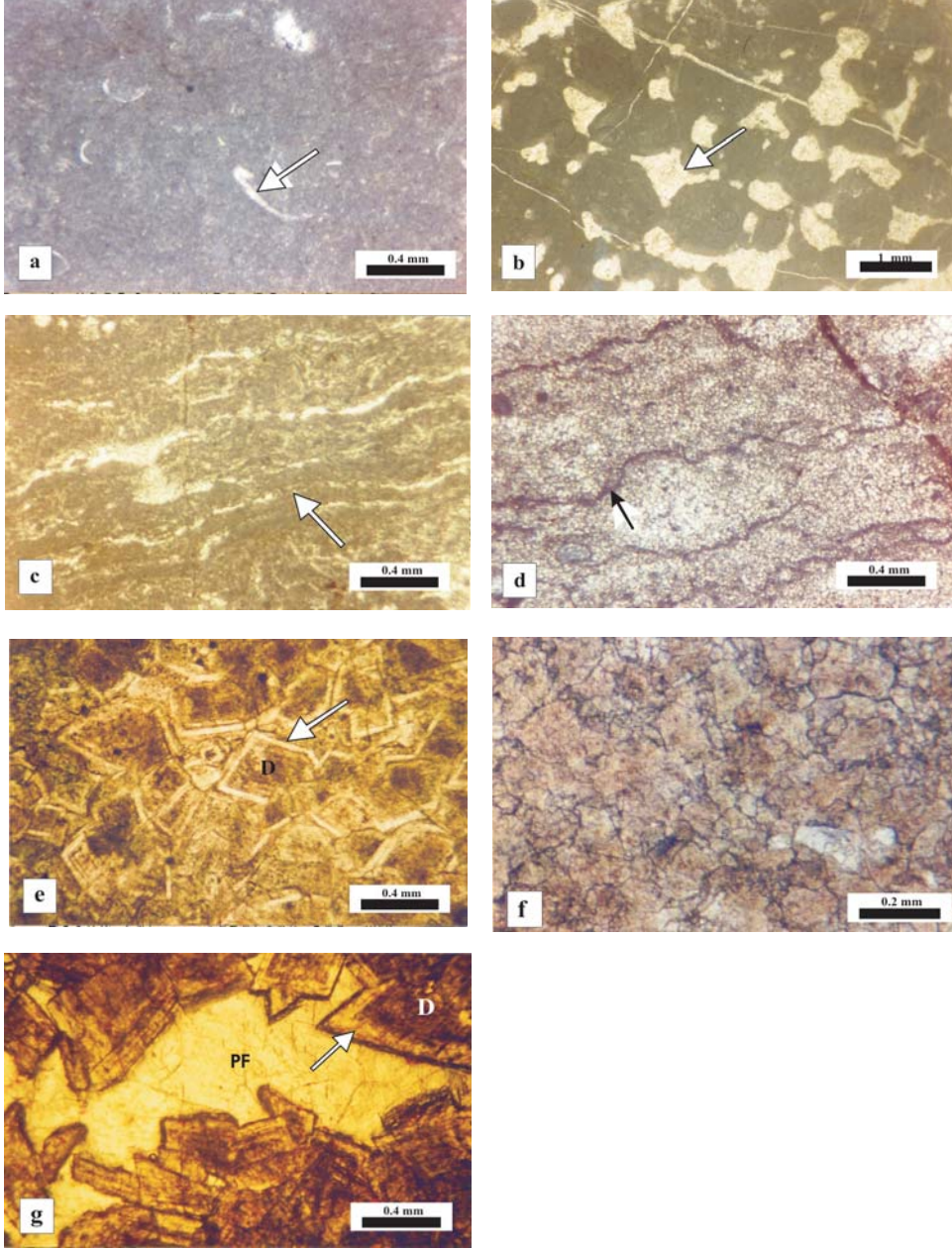
## ICP-ES Analizi

ICP-ES analizleri yardımıyla örneklerin kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir. Birinci tip (T1) çok ince ve ince kristalli dolomitlerde MgO % 19.1-21.81 (ort. % 20.76) ve CaO % 28.78-33.37 (ort. % 31.10) arasında bulunur. Ayrıca SiO<sub>2</sub> % 0.66- 2.73 (ort. % 1.14), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.20-1.08 (ort. % 0.45), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.06-0.39 (ort. % 0.18) ve ateş kaybı (A.Z.) % 45.3-47.1 (ort. % 46.15) arasındadır. İkinci tip (T2) iri kristalli dolomitlerde MgO % 19.50-22.26 (ort. % 21.44), CaO % 30.83-32.63 (ort. % 31.42), SiO<sub>2</sub> % 0.07-1.24 (ort. % 0.46), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.03-0.57 (ort. % 0.17), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.04-0.23 (ort. % 0.085) ve A.Z. % 45.5-46.9 (ort. % 46.27) arasında değişir. İkinci tip (T2) dolomitlerin MgO içeriğindeki ort. % 0.68 artış onların oluşumuyla ilgili olup, birinci tip (T1) dolomitlerin yeniden kristallenmesi sırasında ortama yeni Mg girişi olduğunu gösterir.

## Endüstriyel Hammadde Özellikleri

Türkiye'de ve Dünya'da yaygın olarak bulunan dolomit endüstride ve tarımda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dolomitin kullanılacağı yere göre bazı kimyasal ve fiziksel özellikler aranmaktadır. demir-çelik endüstrisinde kullanılacak dolomitin en az %18.5 MgO, en fazla % 33 CaO, en çok % 2.5 SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve en fazla % 0.5 S içermesi gerekmektedir (Öner ve Taşlı, 1999; Meyer 1981; Anonim, 2001; Yıldız, 2004). Şişe ve cam sektöründe ise dolomitin % 19 MgO ve % 34 CaO olması istenmektedir (Anonim, 2001).

Birinci tip çok ince ve ince kristalli dolomitler ortalama % 20.76 MgO, % 31.10 CaO ve % 1.59 SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile ve ikinci tip iri kristalli dolomitler ortalama % 21.44 MgO, % 31.42 CaO ve % 0.63 SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile demir-çelik endüstrisinde ve cam sanayinde kullanılabilir özelliktedir. İkinci tip dolomitlerin ortalama MgO içeriğinin % 0.68 fazla ve karbonatlı olmayan bileşen (SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) içeriğinin yaklaşık % 1 daha az olması endüstriyel yönden daha uygun hammadde özelliğinde olduğunu gösterir.



**Şekil 5.** Dolomitlerin mikroskop fotoğrafları. (a) iyi korunmuş, seyrek fosilli ilksel çamurtaşı dokusu gösteren çok ince kristalli dolomit (T1). Ok ostrakod kavkı parçasını göstermektedir; (b) düzensiz fenestral gözenekli (ok) çamurtaşını (mikrit) ornatmış çok ince kristalli dolomit (T1); (c) laminalı (ok) kireçtaşını ornatmış ince kristalli dolomit (T1); (d) ilksel lamina kalıntıları (ok) gösteren ince kristalli dolomit (T1); (e) idiyotopik dokulu iri kristalli dolomit (T2), çoğu öz şekilli dolomit kristalleri temiz, kenar çimentosu (ok) göstermektedir; (f) ksenotopik dokulu iri kristalli dolomit; (g) iri kristalli dolomit (D) içinde fenestral gözenegi çevreleyen (ok) ve dolduran (PF) dolomit çimento (T3).

**Figure 5.** Photomicrographs of dolomites. (a) very fine crystalline dolomite (T1) showing a well preserved original rock fabric of scarcely fossiliferous mudstone, the arrow illustrates a fragment of ostracod shell; (b) very fine crystalline dolomite (T1) replacing mudstone (micrite) with irregular fenestral pores (arrow); (c) Fine crystalline dolomite (T1) replacing laminated (arrow) micritic limestone; (d) Fine crystalline dolomite (T1) showing relics of original lamination (arrow); (e) coarse crystalline dolomite (T2) with an idiotopic texture. Most of the euhedral dolomite crystals show a clear outer cement rim (arrow); (f) Coarse crystalline dolomite (T2) with a xenotopic texture; (g) dolomite cement (third type) lining (arrow) and filling (PF) a fenestral pore (?) in the coarse crystalline dolomite (D).

**Tablo 1.** X-ışını difraksiyonu (XRD) analizine dayalı seçilmiş örneklerin yarı sayısal mineralojik bileşimleri.**Table 1.** Semiquantitative mineralogical compositions of the selected samples based on X-ray diffractometry (XRD) analysis.

ÖSK	örnek no	dolomit	kalsit	kuvars	
S O	S-2	ac	++++	ac	
	S-3	+++	++ (~22%)	+ (~6%)	
	S-4	++++	ac (~2%)		
	S-5	++	+++		
	S-6	+++	++ac (~14%)	ac	
	S-7	++++	ac (~3.5%)		
	S-8	+++	+	ac	
	S-9	+++	+ (~10%)		
	S-10	+ (~6%)	++++	ac (~4%)	
	S-11	++++	ac (~4%)		
	S-12	++++	ac		
	S-13	++++	ac		
	S-14	++++	ac (~3%)		
	S-15	++++	ac (~3%)		
	S-17	++++	-		
	S-18	+++	+ (~12%)		
	S-19	ac (~4%)	++++		
	S-20	++++	ac (~4%)		
	S-21	++++	ac		
	S-22	++++	ac		
	S-23	ac (~3%)	++++		
	S-25	-	++++		
	S-28	+ (~10%)	+++		
	S-30	ac	++++		
	P I I	P-23	++++	-	
		P-24	++++	-	
		P-25	++++	-	
		P-26	++++	-	
		P-28	++++	ac	
		P-29	++++	ac	
P-31		++++	ac		
P-33		++++	ac		
P-34		++++	-		
P-35		++++	ac (~4%)		
P-36		++++	ac (~3%)		
P-39		++++	ac	ac	
P-40		++++	ac (~4%)		
P-41		+++	+ (~8%)		
P-42		++++	ac		
P-43		++++	ac		
P-44		++++	ac		
P-46		++++	-		
P-47		++++	-		
P-48		++++	ac		
P-49	++++	-			

**Tablo 1 (Devam)**

ÖSK	örnek no	Dolomit	kalsit	kuvars
P I I	P-50	++++	ac	ac
	P-51	++++	-	
	P-52	++++	-	
	P-53	++++	ac	
	P-55	++++	ac	
	P-56	++++	ac	
	P-57	++++	ac	
	P-58	++++	ac	
	P-59	++++	ac	
	P-60	++++	ac	
	P-62	++++	ac	
	P-63	++++	ac	
	P-64	++++	ac	
	P-65	++++	ac (~3%)	
	P-66	++++	ac (~3%)	
	P-67	++++	ac	
	P I I	Y-3	++++	-
Y-4		++++	-	
Y-5		++++	-	
Y-6		++++	-	
Y-7		++++	-	
Y-8		++++	-	
Y-9		++++	-	
Y-10		++++	-	
Y-11		++++	-	
Y-12		++++	-	
Y-13		++++	-	
Y-14		++++	-	
Y-15		++++	-	
Y-16	++++	-		
Y-17	++++	-		
Y-18	++++	-		
Y-19	++++	ac (~4%)		
Y-20	++++	-		
Y-21	++++	-		
Y-22	++++	-		
Y-23	++++	-		
Y-24	++++	-		
Y-25	++++	ac		
Y-26	ac (~4%)	++++		
Y-27	++++	ac		
Y-28	++++	-		
Y-29	++++	ac		
Y-30	ac (~3%)	++++		

**AÇIKLAMA**  
++++ (%80-100)  
+++ (%60-80)  
++ (%40-60)  
+ (%20-40)  
+ (%15-20)  
ac (<%5)

ÖSK: ölçülü stratigrafik kesit; +: minerallerin göreceli bolluğu; ac: eser miktarda

örnek no	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	Ti <sub>2</sub> O %	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ba ppm	Ni ppm	Sr ppm	Zr ppm	Y ppm	Nb ppm	Sc ppm	A.Z %	toplam %
çok ince ve ince kristalli dolomit (T1-tip)																				
S-17	1.30	0.39	0.12	21.81	30.04	0.03	0.08	0.01	0.03	<0.01	<0.001	10	<20	94	14	<10	32	<1	46.1	99.93
P-17	1.19	0.44	0.21	20.87	31.14	0.03	0.09	0.02	0.03	0.01	0.002	10	<20	89	<10	<10	<10	<1	46.0	100.05
P-24	2.73	1.08	0.39	20.86	28.78	0.02	0.28	0.04	0.02	<0.01	0.005	16	<20	78	<10	<10	<10	<1	45.9	100.12
P-33	0.85	0.31	0.15	20.81	30.73	0.01	0.07	0.01	0.04	<0.01	0.009	7	22	77	<10	<10	18	<1	47.0	100.01
Y-6	0.96	0.37	0.13	21.46	29.77	0.07	0.08	0.01	0.03	<0.01	0.006	5	30	72	12	<10	37	<1	47.1	100.01
Y-15	0.72	0.33	0.17	20.22	32.07	0.03	0.07	0.01	0.03	0.01	0.003	9	22	81	16	<10	38	<1	46.2	99.89
Y-16	1.28	0.60	0.23	19.01	33.37	0.04	0.15	0.02	0.03	<0.01	<0.001	6	<20	119	<10	<10	19	1	45.3	100.05
Y-18	0.66	0.20	0.06	21.40	31.26	0.01	0.04	<0.01	0.02	<0.01	0.004	6	31	68	<10	<10	24	<1	46.3	99.98
Y-19	0.69	0.27	0.14	20.07	32.72	0.02	0.05	0.01	0.02	<0.01	0.004	<5	<20	94	<10	<10	13	<1	45.9	99.92
Y-20	1.01	0.51	0.21	21.17	31.16	0.01	0.12	0.02	0.04	0.01	0.006	8	24	75	<10	<10	22	<1	45.7	99.98
iri kristalli dolomit (T2-tip)																				
P-34	0.07	<0.03	0.04	22.12	31.45	0.01	<0.02	<0.01	0.03	<0.01	0.002	<5	<20	22	13	<10	35	<1	46.2	99.96
P-44	0.34	0.13	0.07	22.18	31.33	0.01	<0.02	<0.01	0.03	<0.01	<0.001	<5	<20	65	12	<10	41	<1	45.8	99.93
P-46	0.16	<0.03	<0.04	22.26	30.83	<0.01	<0.02	<0.01	0.05	<0.01	<0.001	6	25	32	26	<10	54	<1	46.6	99.94
P-48	0.21	0.03	0.06	21.72	30.98	<0.01	<0.02	<0.01	0.04	<0.01	0.004	6	20	48	<10	<10	17	1	46.9	99.96
P-51	0.47	0.06	0.06	21.57	30.94	0.02	<0.02	<0.01	0.03	<0.01	0.005	7	25	58	<10	<10	<10	<1	46.8	99.98
P-60	0.33	0.06	0.05	21.88	31.21	0.02	<0.02	<0.01	0.01	<0.01	<0.001	<5	<20	28	<10	<10	16	<1	46.4	99.99
P-61	1.11	0.48	0.16	20.14	32.22	0.04	0.09	0.02	0.02	<0.01	0.004	8	<20	96	<10	<10	14	<1	45.7	100.00
P-66	1.24	0.57	0.23	19.50	32.63	0.04	0.11	0.09	0.02	0.01	0.002	13	<20	121	20	<10	40	<1	45.5	99.97
Y-27	0.27	0.13	0.06	21.59	31.23	<0.01	<0.02	<0.01	0.01	<0.01	<0.001	<5	<20	47	<10	<10	<10	<1	46.6	99.92

A.Z: ateş kaybı

**Tablo 2.** Seçili örneklerin kimyasal bileşimleri.

**Table 2.** Chemical compositions of selected samples.

## SONUÇLAR

Alt Liyas dolomitleri petrografik yönden başlıca üç gruba ayrılır. Bunlar; (1) çok ince ve ince kristalli dolomitler (T1), (2) iri kristalli dolomitler (T2), ve (3) dolomit çimento (T3). İlk iki dolomit grubu yaygın olup, kimyasal özellikleriyle demir-çelik endüstrisi ve cam sanayinde hammadde olarak kullanılabilir özelliktedir. İkinci tip dolomitlerin birinci tip dolomitlere oranla MgO bakımından daha zengin ve karbonatlı olmayan bileşenler bakımından daha fakir olması endüstriyel hammadde yönünden daha kullanışlı olduğunu göstermektedir. Bu tip dolomitler Pirencik Tepe ve Erenler Tepe ölçülü stratigrafik kesitlerinde yaygın olarak görülmektedir.

## KATKIBELİRTME

Yazarlar, makaleye yapıcı katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Taner Ünlü ve Prof. Dr. Hüseyin Yalçın'a, teşekkür eder.

## EXTENDED SUMMARY

The study area is located in Aydıncık (Mersin, southern Turkey) where a thick sedimentary pile ranging in age from the Infra-Cambrian (Precambrian) to the recent is present. In the Lower Liassic section, dolomites and dolomitic rocks are widespread, and observed in the lower part of Dibekli member (Liassic to Dogger?) of the Cehennemdere Formation (Jurassic to Early Cretaceous). This study aims to investigate the industrial raw material potential of the Lower Liassic dolomites in the Aydıncık area. The properties of Lower Liassic dolomites are based on the Pirencik Tepe, Erenler Tepe and Soğuksu location measured stratigraphic sections. The thickness of the Lower Liassic carbonates is measured as approximately 281 m at Pirencik Tepe, 248 m at Erenler Tepe and 247 m at the Soğuksu location. Mineralogical and chemical compositions of the dolomite samples were determined by petrographic, X-ray diffraction (XRD)

and ICP-ES analyses. Petrographic examinations revealed the presence of three types of dolomites. These are; (1) very fine to fine crystalline dolomite (T1) with a size of predominantly 13-26 m, (2) coarse crystalline dolomite (T2) with a size of predominantly 65-130 m, and (3) dolomite cement (T3). The dolomites formed from syndimentary replacement of sediments as T1-type, from recrystallization of early dolomites (T1) as T2-type, and from precipitation as burial cement (T3-type). T1 and T2 type dolomites are important for industry as raw material because of their abundance. XRD analyses demonstrated that most samples contain predominantly dolomite, secondary calcite and accessory quartz minerals. ICP-ES analyses indicated that first type-dolomites (T1) have on average 20.76 % MgO, 31.10 % CaO, 1.59 % SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and second type-dolomites (T2) have on average 21.44 % MgO, 31.42 % CaO and 0.63 % SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. These data indicate that the Lower Liassic dolomites can be utilized as raw material in the industry. A comparison of T1 and T2 dolomites suggests that T2 dolomite has a better quality than T1 because of its relatively higher MgO content. T1 dolomites are common in Soğuksu stratigraphic section, whereas T2 dolomites are common in Pirencik Tepe and Erenler Tepe stratigraphic sections.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Anonim, 2001. Devlet Planlama Teşkilatı VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, ÖİK raporu, 125 s., Ankara. <http://www.ekutup.dpt.gov.tr>, 12 Haziran 2007.
- Anonim, 2007. Madencilik (Eti Maden) terimleri sözlüğü. <http://www.maden.org.tr>, 12 Haziran 2007.
- BGS (British Geological Survey) 2007. Dolomite. <http://www.mineralsuk.com/britmin/mpfdolomite.pdf> (12 Haziran 2007).
- Eren, M., Tash, K. and Tol, N., 2002. Sedimentology of Liassic carbonates (Pirencik Tepe measured section) in the Aydıncık (İçel) area, southern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, 791-801.
- Eren, M., Kaplan, M.Y. and Kadir, S., 2007. Petrography, geochemistry, and origin of lower Liassic dolomites in the Aydıncık area, Mersin, southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 339-362.
- Kabal, Y. and Tash, K., 2003. Biostratigraphy of the lower Jurassic carbonates from the Aydıncık area (Central Taurides, S Turkey) and morphological analysis of *Lituolipora Termieri* (Hottinger, 1967). *Journal of Foraminiferal Research* 33, 338-351.
- Koç, H., 1996. Aydıncık (İçel) yöresinin stratigrafisi ve jeotektonik

- yorumu. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Yüksek Lisans Tezi, 102 s. (yayınlanmamış).
- Koç, H., Özer, E., ve Özsayar, T., 1997. Aydıncık (İçel) yöresinin jeolojisi. *Geosound Yerbilimleri Dergisi*, 30, 417-427.
- Land, L.S., 1983. Dolomitization. AAPG Education course Note Series 24, Tulsa, Oklahoma, 20 p.
- Machel, H.G., 1997. Recrystallization versus neomorphism, and the concept of significant recrystallization in dolomite research. *Sedimentary Geology* 113, 161-168.
- Meyer, O., 1981. Dolomitstein- In Lagerstätten der Steine, Erden und Industriemineralien. *Untersuchung und Bewertung (Vademecum 2)*, Weinheim (Verl. Chemie), 85-95.
- Morrow, D.W., 1982. Diagenesis II. Dolomite- Part II. Dolomitization Models and Ancient Dolostones. *Geoscience Canada*, 9, 95-107.
- Önal, G., Yüce, A.E., Özpeker, I. ve Güney A. (eds.), 1999. Endüstriyel Mineraller Envanteri. İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMMİB) yayını, İstanbul, 244 s.
- Öner, F. ve Tash, K., 1999. Aydıncık (İçel) yöresindeki Geç Jura-Erken Kretase yaşlı dolomitlerin hammadde potansiyeli. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A- Yerbilimleri*, 16, 13-18.
- Tol, N., 2000. Aydıncık (İçel) yöresindeki Liyas karbonat istifinin sedimentolojisi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 33 s. (yayınlanmamış).
- Tucker, M.E. and Wright, V.P., 1990. *Carbonate Sedimentology*. Blackwells, Oxford, 482 p.
- Tucker, M.E., 1991. *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. Blackwells, Oxford, 260 p.
- Yeşilot, M., 2005. Aydıncık (Mersin) yöresi Alt Liyas yaşlı dolomitlerin kökeni. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Yüksek Lisans Tezi, 44 s. (yayınlanmamış).
- Yıldız, N., 2004. Madencilik. Maden Mühendisleri e-Kitap Yayını, Ankara, 257 s. <http://www.maden.org.tr> (20 Ocak 2007).

---

Makale Geliş Tarihi : 26 Temmuz 2007

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2007

Received : July 26, 2007

Accepted : December 18, 2007