

Manyezit Yataklarının Oluşumu, Sınıflandırılması, Kullanım Alanları ve Kalite Sınıflandırılması

İlaç sanayinden ağır sanayiye kadar çeşitli alanlarda kullanılan magnezyum bileşiklerinin hammaddesini manyezit oluşturmaktadır.

Asuman YILMAZ¹
Mustafa KUŞCU²

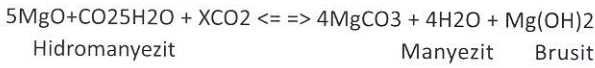
1 Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(asuman27@hotmail.com)

2 Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

İlaç sanayinden ağır sanayi ye kadar çeşitli alanlarda kullanılan magnezyum bileşiklerinin hammaddesini manyezit oluşturmaktadır.

Manyezit Yataklarının Oluşumu

Manyezit yataklarının oluşumu Mg'ca zengin kayaçların (dolomit, serpantin vs.) hidrotermal veya yüzey sularıyla alterasyonu ile ilgili bir olaydır. Manyezit oluşumu ortamın Eh, pH, Mg ve CO₂ konsantrasyonu, CO₂ kısmi basıncı ve ortamdaki diğer iyonların miktarı gibi faktörlerin etkisi altında hidromanyezit çökeli mi ile başlar. Hidromanyezit aşağıdaki reaksiyona bağlı olarak manyezite dönüşür (18).



Manyezitlerin oluşumuyla ilgili tartışmalı görüşler vardır. Ana görüş bozunma (15, 13, 23) veya hidrotermal süreçlerle (10,9,1) oluştuğudur. Bozunma ile oluşumda ultramafik kayaçlar için CO₂ içeren meteorik su; Mg ve Si' i çözerek çözelti bünyesine alır, geride Fe kalır. Aşağı doğru inen çözeltinin Mg ve Si içeriği artar ve çözelti doygunlaşır. Daha sonra yukarıya doğru yönelen çözeltiden CO₂' in serbest kalmasıyla manyezit çökeler. (15) ultramafik kayaçlar ile yüzey sularının etkileşimi ile yüzeye yakın karbonat çökeli mi sıcaklığının 15-25 °C olduğu belirtilmiştir. Hidrotermal süreçler ile oluşumda (10), göl sel sedimanter ve ultramafik-yan kayaçlı damar-ağsı tip manyezitlerin, CO₂' ce zengin volkanojenik eksalasyon ile oluştuğunu açıklamıştır. CO₂-içeren hidrotermal çözeltiler ultramafik kayaçların kırık-çatlaklarında dolaşırken Mg⁺² iyonlarınca zenginleşir. Çözelti yüzeye doğru hareket ettikçe basıncın hızlı bir şekilde birden azalmasıyla CO₂ serbest kalır ve manyezit çökeler. Bu kristallenme mekanizması 9,1 ve diğerleri de kabul etmiştir. (7) ultramafik kayaçlardaki kriptokristalin damar-tipi manyezit oluşumunu 1) metasomatik olarak serpantinlerin içinde 2) serpantinlerin kırık-çatlaklarını mineralleşmiş çözeltilerin doldurmasıyla oluştuğunu belirtmiş ve ikinci hipotezide a) inen meteorik sular ile oluşum, b) yükselen hipojen sular ile oluşum olarak ikiye ayırmıştır. İnen meteorik sular

hipotezine göre meteorik su atmosferden çözdüğü CO₂ içerir ve serpantinit ile tepkimeye girerek magnezyumu çözeltiye alır. Mineralleşmiş çözelti aşağı doğru sızar sızdıkça daha çok magnezyumu çözer ve çözelti süper doygunluğa ulaştınca manyezit çökeler. Yükselen hipojen sular ile oluşuma göre (4, 7) hipojen sular derindeki kaynaktan türer ve CO₂' ce zengindir, bu çözelti serpantiniti çözer magnezyumu ve silikayı çözeltiye alır ve bunları yukarı zonlara taşır burada süper doygunluğa erişen çözeltide CO₂' in kısmi basıncının azalması sonucunda manyezit çökeler. Opal, kalsedon ve sulu magnezyum silikatlar manyezitin depolanmasını takip eder. (4) yaptığı çalışmalarda sınırlı derinliklerdeki manyezit oluşumlarında süperjen orjinli oluşumu savunmuştur. Manyezitlerin oluşumunda en çok tartışılan konu CO₂' in kaynağıdır ve bazı yazarlara (16, 17, 22, 6)' göre CO₂ ' in kaynakları: 1) Atmosferik CO₂ (15), 2) Meteorik CO₂, kireçtaşlarının ve dolomitlerin dekarbonlaşması sırasında açığa çıkar (1), 3) Volkanojenik CO₂ (10), 4) Toprak oluşumlu CO₂ (Topraktaki organik malzemenin ayrışması ile oluşur.) (21), 5) Organik sedimanların dekarbonlaşmasıyla oluşan CO₂ (9,5), 6) Yukarıdakilerin birkaçının karışımıyla oluşan CO₂.

Manyezitin Sınıflandırması

Tane Boyuna Göre Sınıflama

(1) manyezitleri tane boyuna göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflamaya göre manyezitleri kriptokristalin, ince taneli ve iri kristalen (spary) manyezitler şeklinde 3 sınıfa ayırmıştır.

Jeolojik Konumuna Göre Sınıflama

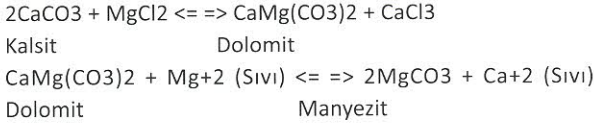
Bu sınıflamada manyezitler jeolojik olarak buldukları kayaca göre ultramafiklerle ilişkili ve sedimanterler içinde stratabound oluşumlar olarak sınıflandırılmıştır (1; 20)(Tablo 1).

Oluşum mekanizmalarına göre manyezit yataklarını dört ana başlık altında toplamak mümkündür.

1. Hidrotermal Kristalin Manyezit Yatakları

Dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı veya grafitli, kumlu, killi şeylerin hidrotermal-

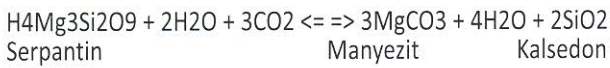
metazomatik ornatılması ile oluşurlar. Doğu Alpler, Karpatlar, Pireneler ve Urallar'da örnekleri vardır. Mg'lu çözeltilerle kalsitten dolomit, dolomitten de manyezit oluşumu aşağıdaki reaksiyonlarla açıklanmaktadır.



100-200°C sıcaklık aralığında kalsit, dolomit ve manyezitin birbirine dönüşümü mümkündür. İster asidik veya bazik olsun bütün magmatik hidrotermal çözeltilerde bir miktar Mg bulunabilir. Ancak, manyezit yataklarının oluşumunu sağlayan Mg'un esas kaynağının çözeltilerin etkisinde kalan dolomitler, peridotitler veya yüzey sularının olduğu sanılmaktadır. Manyezit oluşumunda magmatik çözeltilerin rolü daha çok Mg'un taşınması ve sıcaklığın artırılması şeklinde olmaktadır (11, 18). Bu tip oluşuma sahip en büyük yatak Styria (Avusturya) manyezit yatağı ve benzer oluşuma sahip kireçtaşlarının içerisinde yer alan Karagati (Güney Urallar) manyezit yatağından da bahsedilebilir (18).

2. Hidrotermal Kriptokristalin Manyezit Yatakları

Hidrotermal çözeltilerin serpantinleşmiş ultrabazik kayaların kırık ve çatlaklarında hareket etmesi ile serpantinlerden alınan Mg'un CO₂ ile reaksiyonuyla bu tip yataklar oluşmaktadır. Bu oluşum aşağıdaki reaksiyonlarla açıklanmaktadır (11).



Opal
Kristobalit

Bu tip yataklar düşük sıcaklık ve basınç şartlarında oluşurlar. Cevher çok ince kristalli veya masiftir. İri kristalli olan, bol demir içeren ve büyük rezervler veren manyezit yatakları genellikle Paleozoyik veya daha yaşlı kayalarla birlikte bulunmaktadır. Grafitçe zengin kumlu, killi şistlerle beraberlikleri dikkat çekmektedir. Düzensiz kütle

veya merccekler şeklindedirler. Merccek uzunluğu birkaç kilometreye, genişliği ise birkaç yüz metreye ulaşabilir. Damar veya ağ şekilli olarak bulunurlar. Tali olarak dolomit, kalsedon, kuvars, talk, sepiyolit ve serpantin içerirler (8, 18). Hidrotermal masif manyezit yataklarının en tipik örneği, Yunanistan'ın Euboia Adası'nda bulunmaktadır (11, 18).

3. Yüzeysel Sular ile Oluşan Masif Manyezit Yatakları (Eksojen-Kriptokristalin Manyezit Yatakları)

CO₂'ce zengin yüzey sularının serpantinleri alterasyonu ile ilişkili oluşumdur. Serpantinlerin içinde hareket eden yüzey sularının yankayaçla reaksiyonları sonucu çözeltilerin pH derecesi ile birlikte Mg konsantrasyonları da yükselir. pH değeri 11 civarındayken brusit veya sulu manyezit olarak Mg çökelmeye başlar. CO₂ basıncı arttıkça çökeltme hızlanır. Cevher genellikle çatlak dolgusu olarak gelişmiş ağsal damarlar şeklindedir. Yüzeysel suları serpantin çatlakları boyunca hareket ettiğinden manyezit çökelişi de çatlaklar boyunca gelişir. Masif manyezitli kısımların kalınlığı genellikle 30 cm'yi geçmez. Yüzeysel 15-20 m derinden başlayan ve 40-50 m kalınlıktaki bir zonda manyezitler ağsal damarlar şeklinde ortaya çıkar. %20 manyezit ihtiva eden damarlar işletilebilir özelliktedir. Manyezitli zonun üzerinde silisli (opal, kalsedon veya kuvars bakımından zengin) bir şapka bulunur. Silisli kısım demir bileşiklerince de zengin olup aynı zamanda yatağın erozyondan korunmasını sağlar. Manyezitle birlikte klorit, talk, tremolit ve Ni-silikatlar bulunabilir. Urallar'daki Khalilova (Halilkızı) yatağı tipik bir örnektir (11, 18).

4. Sedimanter Kriptokristalin Manyezit Yatakları (Sedimanter Masif manyezit Yatakları)

Bu tip yataklar lagün veya benzer tuzlu su ortamları ve tatlı su gölleri gibi iki ortamda oluşan manyezitlerdir, manyezit çökelişi için çok özel şartlar gerekir. Tuzlu su ortamlarında da manyezit oluşumu sıcaklığın yükselmesi, ortamda H₂S, NH₃ veya organik materyalin bulunması, CO₂ basıncının yüksek (380 mg/l'nin üzerinde) olması, Ca konsantrasyonunun düşük (50 mg/l'den küçük) olması, MgSO₄ ve diğer tuzların yüksek oranlarda

bulunması gibi şartlara bağlıdır. Bu durumda muhtemelen önce brüst (Mg(OH)₂) ve sulu magnezyum karbonat çökelmekte, daha sonra basıncın artmasıyla bunlar manyezite dönüşmektedir. Sedimanter yatakların tipik bir örneği İspanya'da, Madrid'in kuzey kesimindeki Asturreta yöresinde bulunmaktadır (8, 18). Tatlı su göllerinde de manyezit çökelimi hemen hemen benzer şartlarda olmaktadır. Tatlı su ortamlarındaki Mg'un kaynağı ise ya ortama magmatik çözeltilerin katılması yada serpantin ve ultrabazik kayaların içinde dolaşan ve onların alterasyonu ile Mg'ca zenginleşen yüzey sularının ortama gelmesi şeklindedir. Salda Gölü'nde (Yeşilova-Burdur) bu tip güncel manyezit çökelimi devam etmektedir.

Türkiye Manyezit Yatakları

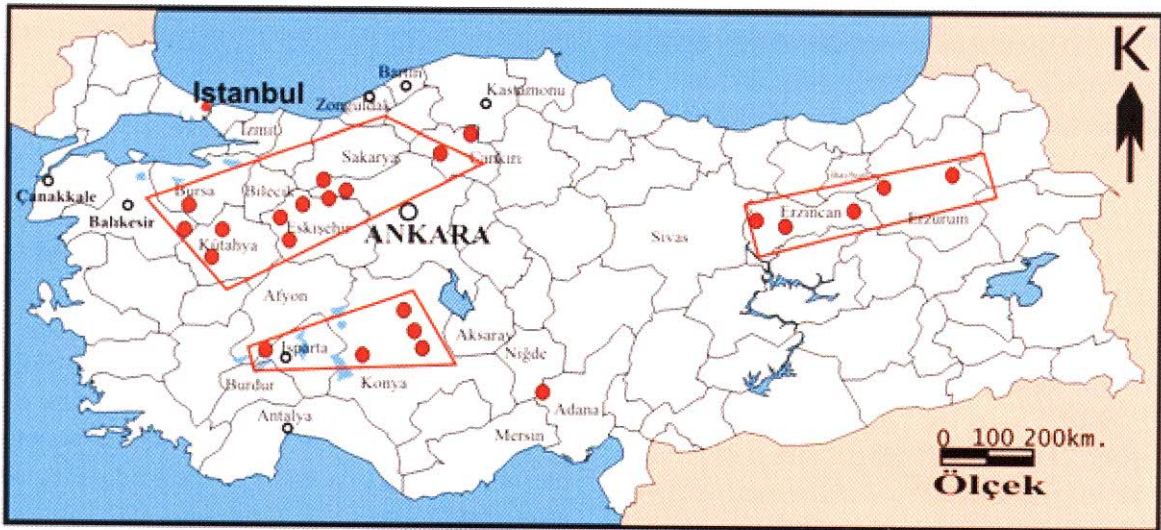
Türkiye'de sedimanter kayalara ve altere ultramafiklere bağlı manyezit oluşumları bulunmaktadır. Sedimanter manyezit yatakları, Denizli'nin Hırsız Dere-Çambaşı Köyü civarı ile Erzincan-Çayırılı'da; altere ultramafiklere bağlı ise Kriptokristalin manyezit yataklarının büyük bir bölümü Konya-Eskişehir-Kütahya üçgeninin içinde bulunur (14). Bunlar, Dursunbey (Balıkesir), Mustafa Kemalpaşa (Bursa), Kınık (Kütahya), Bilecik, Mihaliççik (Eskişehir), Mudurnu (Bolu), Meram

(Konya), Yunak (Konya), Refahiye, (Erzincan), Haruniye (Seyhan-Adana), Kızlar Köyü (Datça-Muğla), Göcek (Fethiye-Muğla) ve Değirmenderesi (Isparta) manyezit yataklarıdır (Şekil 1), (14). Türkiye'deki manyezit rezervleri Tablo 2.de (19).

Manyezitin Kullanım Alanları

Kalsit ve dolomit'te olduğu gibi, manyezit ısıtılınca CO₂ içeriğini kaybetmektedir (dekompoze olmaktadır). 700 ile 1000 °C arasında ısıtılarak kostik kalsine manyezit, 1450-1750 °C arasında yapılan ısıl işlemi ile % 0.5 CO₂ ihtiva eden oldukça yoğun ve sert sinter manyezit, % 0.1 'in altında Fe içeren saf manyezit elektrik fırınlarında 1700 °C'nin üstünde ısıl işleme tabi tutularak çakmaktaşına benzer yoğun bir madde olan ergitilmiş magnezyum oksit (fused manyezit) elde edilir, Fused manyezitin özgül ağırlığı 3.65 olup çok yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir.

Magnezyum, gerek metal olarak ve gerekse bileşik halinde bugünkü teknolojinin önemli bir hammaddesidir. En geniş magnezyum tüketimi, magnezyum bileşikleri şeklinde gerçekleşmektedir (MgO, MgCl₂, Mg(OH)₂, MgSO₂ vb.). Manyezite tabiatta, kullanım alanlarının gereklerine uygun özelliklerde rastlamak oldukça zordur. Çünkü



● Manyezit Oluşumları

Şekil 1. Türkiye manyezit yatakları (MTA, 1981' dan değiştirilerek alınmıştır).

Tablo 1. Manyezit oluşumlarının sınıflandırılması (1)

| Yerleşimi | Örnek |
|---|---|
| Ultramafiklerle ilişkili manyezitler | |
| Yüzey veya yüzeğe yakın hidrotermal mineralizasyon ile oluşum Gösel/evaportitik ortamlarda tabakalı manyezit oluşumları (Stratiform Mineralizasyonu) Damar-Tipi manyezit oluşumları (Derin kaynaklı çözeltiden ve atmosferik CO ₂ ' den) Deniz altı ortamında damar-tipi oluşumlar Metamorfik Ofiyolitik Ortamlarda Yeşilist Fasiyesinde Mineralleşme Amfibolit fasiyesinde Mineralleşme | Bela Stena Tipi Kraubath Tipi ? Hochfilzen, Breitenau Greiner Tipi |
| Sedimanter Ortamlarda Tabakalı Manyezitler (Ultramafiklerle İlişkili Olmayan) | |
| Karasal Ortamlarda Mineralleşme Playa/Sabka Ortamında Mineralleşme Güncel ve Kuvaterner Yaşlı Evaportilerle ilişkili Denizel-Sedimanter Kayaç Serilerinde mineralleşme Metasedimanter Kayaç Serilerindeki Mineralleşme | Redbed Tipi (Alpin permien) Caroorong L, Sebkha el Melah Barton Farm, Adelaide Syncline Kaswasser (Hall) Tipi Sabka el Melah Veitsch Tipi |

Tablo 2. Türkiye manyezit rezervleri(19).

| YERİ | Rezerv x10 ⁶ ton | Kalite (%MgO) |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Eskişehir-Yukarı Kartal | 460.313 | 47,63 |
| Konya-Meram | 23.200 | 46,47 |
| Kütahya-Sobran-Türkmentepe | 22.000 | 46,42 |
| Eskişehir-Tutluca | 12.000 | 46,80 |
| Eskişehir-Ballık II | 11.486 | - |
| Erzincan-Çayırılı-Çataksu-Aravans | 8.745 | 44,46 |
| Konya-Çayırbağı | 18.500 | 41,98-47,54 |
| T O P L A M | 546,244 | - |

Tablo 3. Manyezit ve işlenmiş manyezitin kimyasal bileşim oranları (12)

| İÇERİK | Ham Manyezit % | Kostik Kalsine Manyezit 900-1100 °C % | Sinter Manyezit 1650 °C % | Fused Magnezit 2000 °C % |
|--------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| MgO | 45.0-46.6 | 82.0-93.5 | 93.0-96.0 | 96.0-99.9 |
| CaO | 0.40-1.20 | 2.00-2,50 | 1,50-3,50 | 0.05-1.50 |
| SiO ₂ | 0,40-4.00 | 2.50-9.00 | 1.20-2.50 | 0.05-0.50 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.03-1.00 | 0.10-0.60 | 0.30-0.50 | 0.04-0.12 |
| Al ₂ O ₃ | 0.20-1,00 | - | 0.10-0.50 | - |
| Ateşte kayıp | 48.5-51.5 | - | - | - |
| CaO/SiO ₂ | 0.30-1.00 | 0.30-0.80 | 1.00-2.00 | 1.00-3.00 |
| yoğ. g/cm ³ | 2.90-3.00 | - | 3.30- 3.40 | 3.50-3.60 |

herhangi bir yabancı elementin manyezit içerisinde % 0,1 mertebesinde az veya çok bulunması, manyezitin bugünkü teknoloji ile ekonomik olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini belirleyebilmektedir.

Magnezit Cevherinin ve Magnezyum Bileşiklerinin Kullanım Alanları

Üretilen magnezit cevherinin % 90'dan fazlası kostik kalsine magnezit ve sinter magnezite dönüştürülerek bazik refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır. %10 oranındaki ham magnezit ise, magnezyum tuzları ve bazı ilaç yapımı ile çimento, kağıt ve şeker sanayinde kullanılır.

Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları:

1. Magnezyum Karbonat: izolasyon, lastik, mürekkep, cam, seramik, boya, eczacılık ve kozmetik sanayi.
2. Magnezyum Hidroksit: Eczacılık ve şeker rafinasyonu.
3. Magnezyum Klorür: Magnezyum metal üretimi, tekstil, kağıt, seramik ve çimento.
4. Magnezyum sülfat: Eczacılık, suni gübre sanayi.

Magnezit Cevherinde Aranılan Özellikler

Bazik refrakter malzeme üretiminin temel hammaddesi olan magnezit cevherinin, refrakter malzeme üretiminde kullanılabilmesi için; jel manyezitte ortalama: maks % 1 SiO₂, maks % 1.5 CaO ve maks % 0.5 Fe₂O₃ kristalli manyezitte: maks % 3 SiO₂, maks % 2.0 CaO ve maks % 6.0 Fe₂O₃ bulunması istenmektedir. Refrakter tuğla yapımında kullanılacak cevherin CaO/SiO₂ oranının 2/1 olması istenir. Bu oranlarda, kalsiyum ve silisyum tuğla bünyesinde bağlayıcı görevi yapmaktadır. Tablo 4. Türkiye'deki kriptokristalin (veya jel) magnezit yataklarından üretilen ham cevher, kostik kalsine magnezit ve sinter magnezit'in kimyasal analizleri'nin alt ve üst sınır değerleri görülmektedir. Deniz suyu ve Fused magnezit üretimi Türkiye'de olmadığından Japonya, ABD, İngiltere, Almanya, Fransa gibi ülkelerin ortalama değerleri alınmıştır (12).

KAYNAKLAR

- (1) Abu-Jaber, N.S., Kimberley, M.M., 1992. Origin of Ultramafik-Hosted Magnesite on Margarita Island, Venezuela: Mineral Deposita 27, 234-241.

- (2) Barnes, L., O'Neil, J.R., 1969. The Relationship Between Fluids in Some Fresh Alpine-type Ultramafics and Possible Modern Serpentinisation, Western United States: Geological Society of America Bulletin, v. 80, p. 1947-1960.
- (3) Bau, M., Möller, P. (1992) Rare earth element fractionation in metamorphigenetic hydrothermal calcite, magnesite and siderite. *Miner.Petrol.*, v. 45, pp. 231-246
- (4) Bodenlos J.A., 1950. Magnesite Deposits of Central Ceara Brazil-Bull U.S. Geol Sury 962. C.121-153.
- (5) Brydie, J.R., Fallick, A.E., Ilich, M., Maliotis, G., Russell, M. J., 1993. A Stable Isotopic Study Of Magnesite Deposits In The Akamas Area, N.W. Cyprus: Institution Of Mining And Metallurgy Transactions, V. 102, Sec.B, P. B50-B53.
- (6) Cengiz, O., Kuşcu, M., 2003. Madenli (Gelendost-Isparta) Manyezit Cevherleşmesinin Jeoloji ve Jeokimyasal Özellikleri: *Geosound Yerbilimleri Dergisi*, 43, 45-61.
- (7) Dabitzias, S., 1980. Petrology and genesis of the Vavdos cryptocrystalline magnesite deposits, Chalkidiki Peninsula, Northern Greece. *Econ. Geol.* 75, 1138-1151.
- (8) Evans, A.M., 1993, *Ore Geology and Industrial Minerals*; Third Edition, Blackwell Sci. Publ., London, 389 s.
- (9) Fallick, A.E., Ilich, M., Russell, M.J., 1991. A stable Isotope Study of the Magnesite Deposits Associated with the Alpine-Type Ultramafic Rocks of Yugoslavia, *Economic Geology*, 86, 847- 861.
- (10) Ilich, M., 1968. Problems Of The Genesis And Genetic Classification Of Magnesite Deposits. *Geol. Caro.* 19. 149 -160.
- (11) Kuzart, M., 1984, *Industrial Minerals and Rocks*; Elsevier, London, 445 s.
- (12) Kümaş, A.Ş., 2006, İşlenmiş Manyezitlerin Oksit Değerleri, www.kumasref.com, 28.12.2006.
- (13) Möller, P., 1989. Minor and trace elements in magnesite monograph Series on Mineral Deposits 28. 173-195. Gebrüder Borntradger, Berlin-Stuttgart.
- (14) MTA, 1991, Türkiye manyezit envanteri, MTA Yayınları No: 186,258 s.
- (15) O'Neil, J.R., Barnes, L., 1971. C¹³ and O¹⁸ composition in some fresh-water carbonate associated with ultramafic rocks: *Western United States: Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 35, p. 687-697.
- (16) Pohl, W., 1990. Genesis of magnesite deposits-models and trends. *Geol. Rundschau* 79: 291-299.
- (17) Rao, B.K., Sethumadhv, M.S., Prasad, M.H., Mahabaleshwar, T.D., Rao, A.V., 1999. Features and Genesis of Vein-Type Magnesite Deposits in the Doddakanya Area of Karnataka, India: *Journal of the Geological Society of India*, V.54, issue. 5, 449-465.
- (18) Toprak, Y., 2006, Yukarıtirtar-Aşağıtirtar Köyleri (Isparta kuzeydoğusu) Arasında Gözlenen Manyezit Yatağının Oluşumu ve Kökeni, Doktora Tezi
- (19) Yıldız, R., Erdoğan, N., 1995, Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, Kütahya.
- (20) Yılmaz, A., Kuşcu, M., 2007. Süleymaniye (Mihalıççık-Eskişehir) Bölgesindeki Manyezitlerin Jeolojisi ve Jeokimyasal Özellikleri, *TJK Bülteni*, .50, 95-107.
- (21) Zachmann, D.W., Johannes, W., 1989. Cryptocrystalline magnesite In: magnesite. *Geology, Mineralogy, Geochemistry and Formation of Mg-Carbonates (Monograph Series on mineral deposits, 28) (Ed. By. pMöller)*, 15-28.