

## SÜLEYMANİYE (MİHALLIÇIK-ESKİŞEHİR) BÖLGESİNDEKİ MANYEZİT OLUŞUMLARININ KÖKENİ

Asuman YILMAZ\* ve Mustafa KUŞCU\*

ÖZ.- Bu çalışma ile Tavşanlı Zonu peridotitlerinde yer alan çalışma alanının altere ultramafiklere bağlı gelişmiş manyezit oluşumlarının kökenine, jeolojik ve mineralojik verilerle birlikte izotop verileriyle de yaklaşımda bulunulmuştur. Bu çalışmaya konu olan kriptokristalin dokulu manyezitler ultramafik kayaların kırık ve çatlakları içinde bireysel damarlar ve ağısı şeklinde olmak üzere iki farklı yataklanma şekli göstermektedir. Manyezit bileşimindeki karbonun kaynağını ve manyezit oluşumunu belirlemek için  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop çalışması yapılmıştır. Manyezitlerde  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) değeri ‰ -2,71-(-7.69) ve  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değeri ‰ 27.35-29.43 arasında değişmektedir. Bu değerler, manyezitlerin atmosferik kökenli karbondioksit ve organikçe zengin sedimanların dekarbonlaşması sonucu oluşan  $\text{CO}_2$ ' in karışımı şeklinde oluştuğunu ve ayrıca volkanojenik  $\text{CO}_2$ ' inde bu oluşumda etkili olduğunu göstermiştir. Süleymaniye manyeziti oluşumu büyük olasılıkla serpantinleşmeden sonra yüzeye yakın koşullarda, düşük sıcaklıklarda oluşmuştur.

Anahtar sözcükler: Manyezit, izotop, Süleymaniye, Türkiye

### GİRİŞ

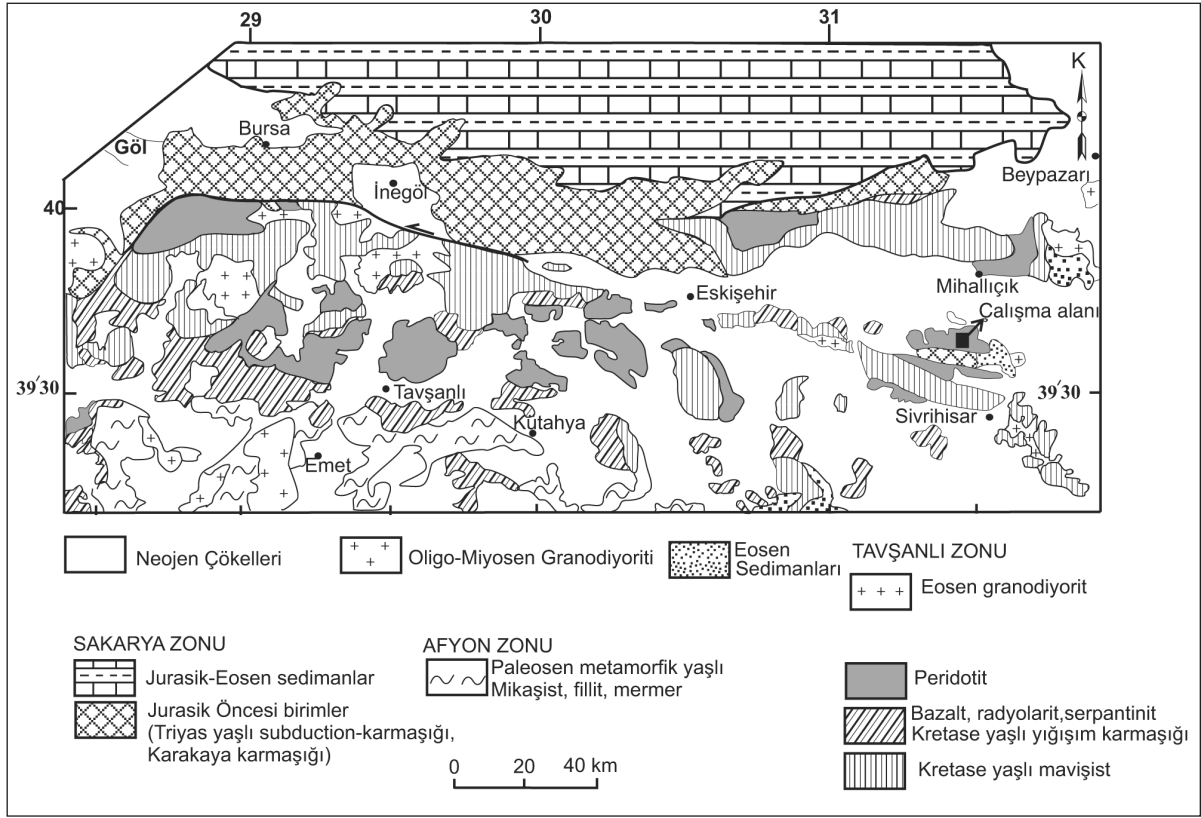
Çalışma alanı İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nun güneyinde, Tavşanlı zonu içindeki ofiyolitli bölgede yer alır (Şekil 1). Göncüoğlu ve diğerleri (2006) ve Okay (1984) kenet zonu boyunca yer alan bu ofiyolitleri SSZ -tipi ofiyolitler (dalla batma önü ofiyolitleri) olarak tanımlamıştır. Collins ve Robertson (1998)' a göre bu ultramafik kayalar Orta-Geç Kretase-Erken Miyosen zaman aralığında bugünkü konumlarına yerleşmişlerdir. Türkiye'de ekonomik öneme sahip manyezit oluşumları, bütünüyle ultramafik kayalar içerisinde ve onlara bağlı olarak oluşur. Ülkemizde işletilen manyezit oluşumlarının başlıcaları, 1) Burdur da Yeşilova ultramafiklerinde Arapömer manyezit oluşumları 2) Konya Çayırbağı ofiyolitlerinde Koyakçı Tepe ve Helvacıbaşı, 3) Kütahya'nın kuzeyinde yer alan ultramafiklerde Beşçam bölgesindeki manyezit oluşumları, 4) Bursa Harmancık yöresindeki ofiyolitlerdeki manyezit oluşumları, 5) Eskişehir'in Tutluca bölgesindeki manyezit oluşumları ve 6) Eskişehir'in kuzeyinde Margı-Taycılar-Sepetci civarındaki manyezit oluşumları ultramafiklere bağlı manyezit oluşumları-

na örnek gösterilebilir. Üretilen manyezit cevherinin % 90'dan fazlası kostik kalsine manyezit ve sinter manyezite dönüştürülerek bazik refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır.

Çalışma alanı şekil 1' de görüldüğü gibi Eskişehir iline bağlı Mihallıçık ilçesinin güneyinde yer alan Süleymaniye ve Dumluca köyleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, manyezit oluşumlarının mineralojik,  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri yorumlanarak manyezitin oluşumu açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma ile yöredeki altere ultramafiklere bağlı manyezit oluşumları arazide incelenmiş, jeoloji haritasına işlenmiş, bölgede yüzeylenen kayaç topluluklarından ve manyezitlerden laboratuvar çalışmalarına yönelik sistematik örnek alınmıştır. Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit ve Parlatma Laboratuvarında, sahadan alınan 15 manyezit ve 10 yan kayaç örneğinin incekesiti yaptırılmıştır. Örnekler polarizan mikroskopta incelenerek, kayaların mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiştir. X-Ray difraksiyon (XRD) çalış-

\* Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. 32260 İSPARTA  
yasuman@mmf.sdu.edu.tr



Şekil 1- Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (Okay 1984) ve yer bulduru haritası

malari, serpantinleşmiş ultramafik kayalardaki serpantin minerallerinin, bireysel damar ve ağsı manyezit oluşumlarının mineralojik içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 10 manyezit ve 5 yan kayaç örneğinin MTA Genel Müdürlüğü X-Işınları laboratuvarında analizleri yaptırılmıştır. Ayrıca inceleme alanında derlenen 10 adet manyezit ve yan kayaç örneklerinin major ve iz element analizleri Kanada'da ACME Analytical Laboratories Ltd.'de ICP-MS, Fire Assay ve ICP-ES yöntemleriyle yaptırılmıştır. Bunlara ek olarak manyezit oluşumlarından alınmış 4 adet örneğin  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop jeokimyası analizleri Arizona Üniversitesi (ABD) Isotope Geochemistry laboratuvarında yaptırılmıştır. Her iki izotop analizi de otomatik karbonat hazırlama aletleri (KIELL-III) ile birleştirilmiş gaz-oranı spektrometresi (Finnigan MAT 252) kullanılarak yapılmıştır. Toz haline getirilmiş örnekler  $70^\circ\text{C}$  de vakum altında fosfo-

rik asit ile dehidrate edilir. İzotop oranları NBS-19 ve NBS-18 in tekrarlanan değerleri ile ölçülür.

## ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Manyezit oluşumları Süleymaniye Köyü'ne 2 km uzaklıkta, Süleymaniye-Dumluca yolunun batısında, küçük vadilerde, Arıkaya Tepe, Büyükadası Tepe, Yıldırım Kaya Tepe eteklerinde serpantinleşmiş harzburjitlerde bireysel damarlar ve ağsı manyezitler şeklinde gelişmiştir (Şekil 2). Ultramafik yan kayaçlı bu manyezitler masif, sert, konkoidal kırılmalı ve kriptokristalin dokuludur. Dış yüzeyleri yer yer karnibahar görünümlüdür. Bireysel damarlar Orta-Erken Miyosen yaşlı Porsuk formasyonu sınırında yüzeylenen serpantinler içerisinde gözlenir ve üzeri Porsuk formasyonuna ait çakıltaşları ile kısmen örtülüdür (Şekil 4). Ağsı manyezitler ise listvenitlerin altında yer



ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	BİRİMLER	SİMGELER	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
SENOZOYİK	Kuvaterner	Miyosen	Alüvyon	Qal		Kaba tutturulmuş çakıl, kum, kil	
	TERSİYER		Porsuk Formasyonu	Np5		Uyumsuzluk	Beyaz, gri, sarımsı kireçtaşı
				Np2		Uyumsuzluk	İnce kumtaşı bantları içeren marn - kil
				Np1		Uyumsuzluk	Konglomera-kumtaşı
MESOZOYİK	TRİYAS	Ofiyolitik Birimler	To2			Listvenit	
			To1			Ağsı ve bireysel manyezit damarları Serpantinleşmiş Peridotit	
		Karkın Formasyonu	Tkd			Tektonik dokanak Metakonglomera, metakumtaşı, fillit	
						Ölçeksiz	

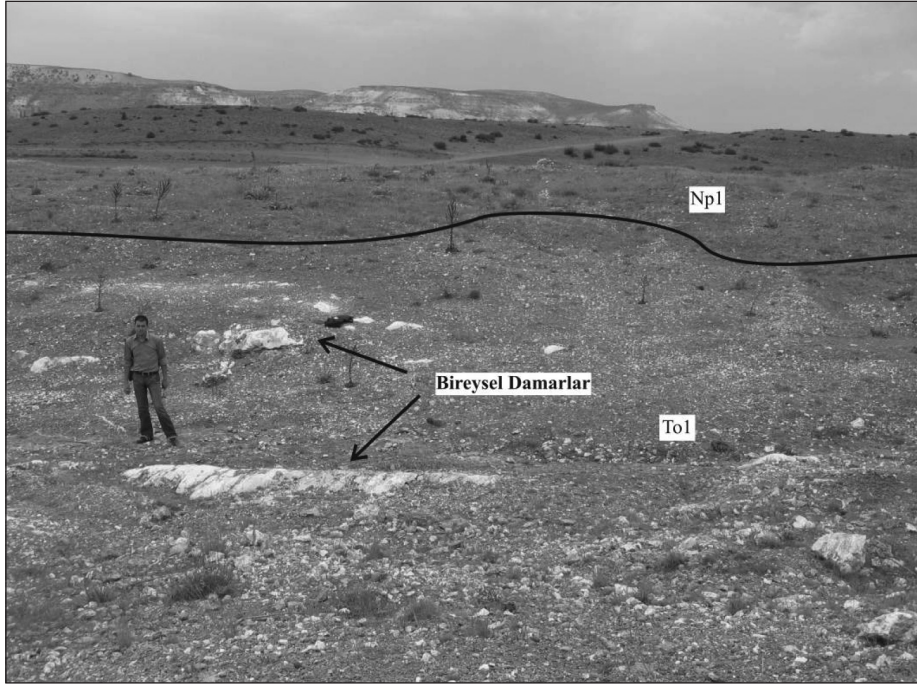
Şekil 3- İnceleme alanının stratigrafik sütun kesiti Gözler ve diğerleri (1996)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Gözler ve diğerleri (1996) tarafından Porsuk formasyonu olarak adlandırılan Orta-Üst Miyosen yaşlı birim açısız uyumsuz olarak bir taban konglomerası ile ultramafik kayaların üzerine gelmektedir. Süleymaniye civarında Porsuk formasyonunun Konglomera-kumtaşı (NP1) üyesi, Kireçtaşı (NP5) üyesi ve Marn-Kiltası (NP2) üyeleri görülmektedir. Konglomera-kumtaşı (NP1) üyesi; kırmızı kahverengi, boz, sarımsı boz, gri yeşilimsi, gri renklerde görülür ve Porsuk çayı boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Kireçtaşı (NP5); beyaz, gri, sarımsı bej renklerde, batıda silisifiye olmuş ve yer yer silis arabantılı, yer yerde gözenekli killi ve tüflü kireçtaşları şeklinde görülmektedir. Marn ve Kiltası (NP2); genellikle yeşil, sarı, boz yer yer alacalı renklerde, havzanın en derin kesimlerinde görülürler.

Tüm birimlerin üzerinde genç alüvyonlar uyumsuz olarak yer almaktadır.

## MİNERALOJİ

Manyezit oluşumlarından derlenmiş örnekler üzerinde yapılan XRD ve polarizan mikroskop incelemelerinde damar tipi manyezitlerin manyezit, çok az dolomit ve kalsit içerdiği, ağsı yapıları manyezitlerin ise manyezit ve çok az dolomit içerdiği belirlenmiştir. Manyezitlerin dokanaklarından alınan yan kayaç örneklerinde yapılan mikroskobik incelemelerde; serpantin grubu mineralleri, olivin, piroksen ve kromit gözlenmiş olup XRD incelemelerinde serpantin grubu minerallerinin çoğunlukla krizotil, lizardit ve çok az miktarda antigoritten oluştuğu belirlenmiştir. Wenner ve Taylor (1974) lizardit ve krizotil ser-



Şekil 4- Çalışma alanında tekçe damar şeklindeki manyezit oluşumlarının genel görünümü (To1: Ofiyolitik birim, Np1: Konglomera-kumtaşı)



Şekil 5- Çalışma alanında ağsı manyezitlerin genel görünümü (To1: Ofiyolitik birim)

pantinleşmenin genellikle 200°C'den düşük sıcaklıklarda ve P<4 Kbar koşullarda oluştuğunu ve 6 km' den az derinlikte oluştuğunu belirtmiştir.

## İZOTOP JEOKİMYASI

Manyezit yataklarının oluşumdaki çözeltilerin karbon ve oksijenin kökenini, çözeltilerin sıcaklığını belirlemek için  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotopları yaptırılmış (Çizelge 1) ve sonuçları yorumlanmıştır. Altere ultamafiklere bağlı gelişen manyezitlerde  $\text{MgCO}_3$ ' u oluşturan elemanlardan  $\text{Mg}^{2+}$  nin ultramafik kayalarındaki olivin ya da serpantinden kaynaklandığı bilinmektedir, bu minerallerin alterasyonu 15 °C' ye kadar düşük sıcaklıklarda bile olabilmektedir (Barnes ve O' Neil, 1996). Manyezitlerin oluşumunda en çok tartışılan konu  $\text{CO}_2$ ' in kaynağıdır ve bazı yazarlara (Pohl, 1990; Rao ve diğerleri, 1999; Zedef ve diğerleri, 2000; Cengiz ve Kuşcu, 2003)' göre  $\text{CO}_2$  aşağıdaki kaynaklardan oluşmaktadır.

- 1) Atmosferik  $\text{CO}_2$  (O' Neil ve Barnes, 1971).
- 2) Meteorik  $\text{CO}_2$ , kireçtaşlarının ve dolomitlerin dekarbonlaşması sırasında açığa çıkar (Abu-Jaber ve Kimberley, 1992).
- 3) Volkanojenik  $\text{CO}_2$  (Ilich, 1968) .
- 4) Toprak oluşumlu  $\text{CO}_2$  (Topraktaki organik malzemenin ayrışması ile oluşur.) (Zachmann ve Johannes, 1989)
- 5) Organik sedimanların dekarbonlaşmasıyla oluşan  $\text{CO}_2$  (Fallick ve diğerleri,1991; Brydie ve diğerleri,1993).
- 6) Yukarıdakilerin birkaçının karışımıyla oluşan  $\text{CO}_2$ .

Bu karbon değerleri duraylı izotop bileşimine göre aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Zedef ve diğerleri, 2000).

- 1) Düşük sıcaklık karbonatı;

$\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değeri ‰ ~ 36

$\delta^{13}\text{C}$  (PDB ) değeri ‰ ~ 4' tür ve atmosfer den türeyen  $\text{CO}_2$  dir.

- 2) Orta sıcaklık karbonatı;

$\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değeri ‰ ~ +28

$\delta^{13}\text{C}$  (PDB ) değeri ‰ -15' tir organikçe zengin sedimanların dekarbonlaşmasından türer.

- 3) Yüksek-sıcaklık karbonatı:

$\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değeri ‰ ~ 19

$\delta^{13}\text{C}$  (PDB ) değeri ‰ ~ 3' tür. Derinde Paleozoik denizel kireçtaşlarının termal kontak metamorfizması ile oluştuğu tahmin edilir.

Zedef ve diğerleri (2000) genel olarak ağısı manyezit oluşumlarını birinci grup atmosferik kaynaklı  $\text{CO}_2$  ile ikinci grup dekarbonlaşma ile oluşan  $\text{CO}_2$ ' karışım eğrisi üzerine düştüğünü belirtmiştir (Şekil 6). Çalışma alanındaki manyezitlerin izotop değerleride bu karışım eğrisine düşmekle beraber diğer manyezit oluşumlarından biraz daha büyük  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ içeriğine sahiptir.

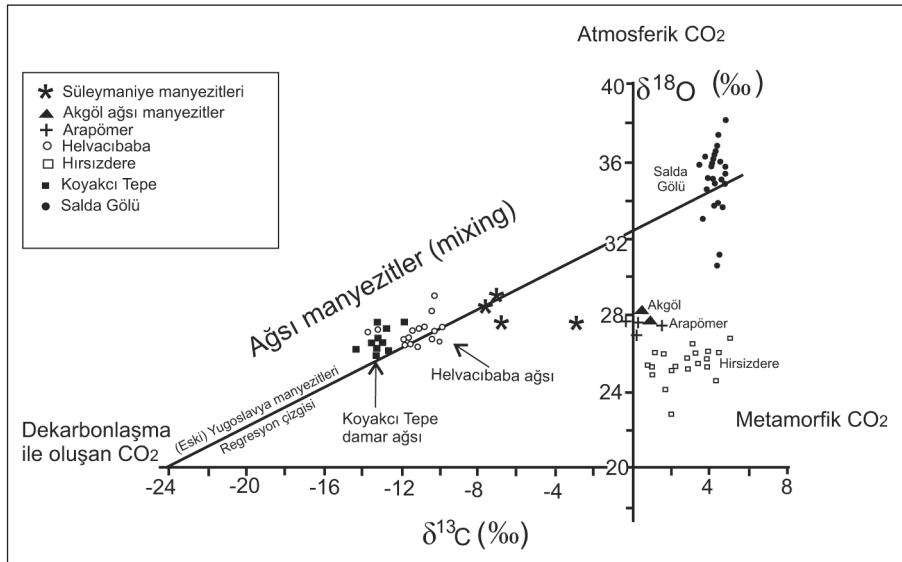
Scroll (2002) ultramafik kayalarda yer alan kriptokristalin manyezitlerin, izotopik olarak hafif olduklarını,  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ değerinin genellikle -8 ile -20 aralığında olduğunu maksimum olarak -9 ile -12 aralığına çıkabileceğini ve oksitlenmiş organik karbondan ve çözünmüş denizel karbonatlardan türeyen  $\text{CO}_2$ 'in karışımı şeklinde oluştuğunu belirtmiştir.

Jedrysek ve Halas (1990); Abu-Jaber ve Kimberley (1992); Brydie ve diğerleri (1993) ise manyezitlerdeki  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ ~-15 ile -10 aralığında olduğunu ve ultramafik kayaların altındaki organikçe zengin serilerin dekarbonlaşmasından türediğini belirtmişlerdir. Kralik ve diğerleri (1989) ağır  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ (-7 ile -9) aralığını atmosferik karbondioksit etkisi olarak tanımlamıştır. Denizel kireçtaşlarının  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰  $0 \pm 4$  olduğu belirtilmiştir (Field ve Fifarek, 1985; Salomons ve Mook, 1986; Emergy ve Robinson, 1993; Zedef ve diğerleri, 2000).

Helvacıba ve Koyakçı Tepe' deki geniş ağısı manyezit oluşumlarında,  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) değeri

Çizelge 1- Çalışma alanındaki manyezitlerin  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB),  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değerleri

Örnek	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB) ‰	$\delta^{18}\text{O}$ (SMOW) ‰	Kaynak
Süleymaniye	-6,50	27,35	Bu çalışma
Süleymaniye	-7,69	28,46	Bu çalışma
Süleymaniye	-2,41	27,81	Bu çalışma
Süleymaniye	-6,43	29,43	Bu çalışma
Helvacıbaba Stokvörk	-10.3- (-13.8)	26.4-29.0	Zedef ve diğerleri, 2000
Koyacıtepe Damar Stokvörk	-11.8- (-14.3)	25.9-27.7	Zedef ve diğerleri, 2000
Salda Gölü Hidromenezit	0.2-4.7	30.6-37.3	Zedef ve diğerleri, 2000
Akgöl	0.1-0.7	28.2-27.9	Zedef ve diğerleri, 2000
Arapömer Deresi	-0.4-1.4	27.0-27.7	Zedef ve diğerleri, 2000

Şekil 6- Çalışma alanındaki manyezitlerin  $\delta^{13}\text{C}$  ‰ (PDB)- $\delta^{18}\text{O}$  ‰ (SMOW) diyagramı (Zedef ve diğerleri, 2000).

‰ ~ -11.8-(-13.3),  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) değeri ‰ ~25.9-27.7' dir.  $\text{CO}_2$ ' in kaynağının ise ofiyolitlerin üzerine bindirdiği organikce-zengin sedimanlardan kaynaklandığını açıklamıştır. Bu karbonatlı kayalar, bindirme sırasındaki sürtünmeden ileri gelen ısı artışı ile bir miktar su ve  $\text{CO}_2$

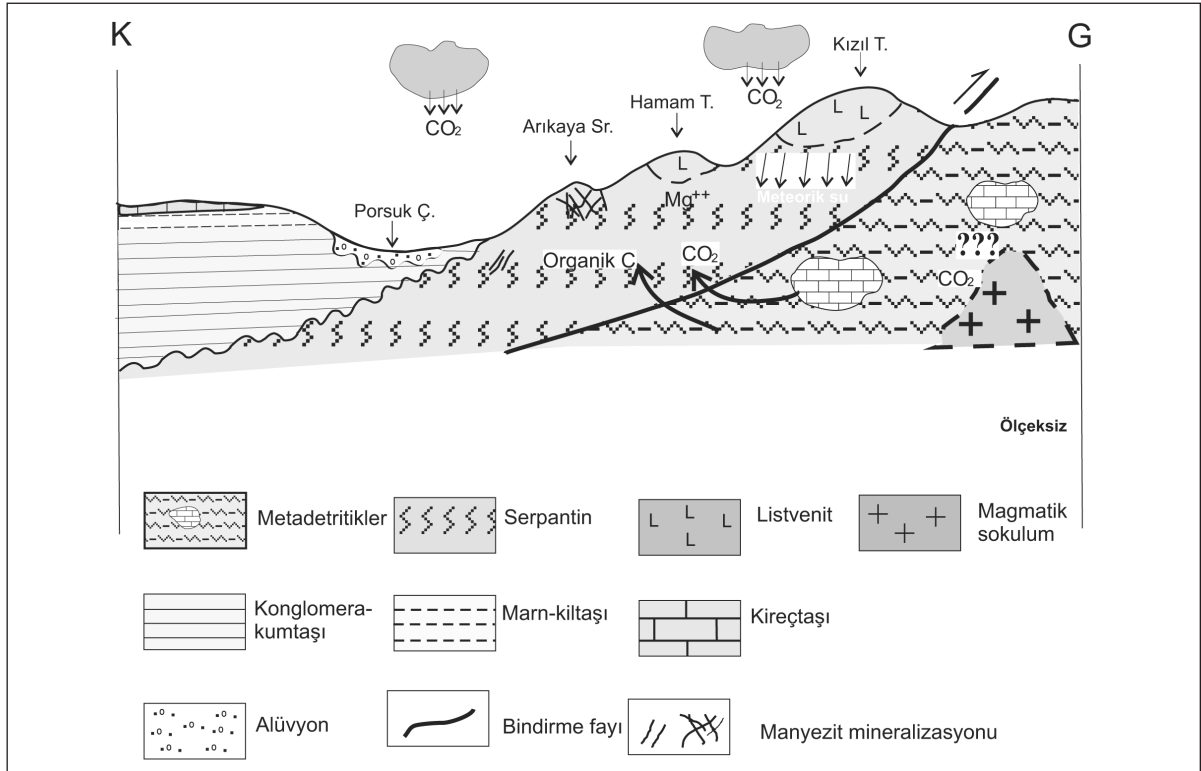
çıkartılır. Bunu, yüzeysel kökenli atmosferik  $\text{CO}_2$  inde desteklediğini belirtmiştir ( $\text{CO}_2$  içeren metamorfik sular ultramafik kayalarda Mg ve Si' i çözerek çözelti bünyesine alır) ve mineralleşme çözelti sıcaklığının 80-100 °C arasında olduğu belirtilmiştir (Zedef ve diğerleri, 2000).

Arapömer deresi ağsı manyezitleri ( $\delta^{13}\text{C}$  ‰ -0.4-1.4;  $\delta^{18}\text{O}$  ‰ 27.0-27.7) aralığındadır ve diğer ağsı manyezitlere göre daha ağır  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerine sahiptir. Arapömer deresindeki ağsı manyezitlerin yüksek  $\delta^{13}\text{C}$  değerini Zedef ve diğerleri (2000) karbon kaynağını serpantinitin altında yeralan, denizel kireçtaşlarının kontakt metamorfizması ile türeyen  $\text{CO}_2$  ve muhtemelen de magmatik  $\text{CO}_2$  katkısı olabileceği şeklinde açıklamıştır. Bu çözeltiler ultramafik kayaların kırık-çatlaklarında dolaşırken  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarınınca zenginleşir. Çözelti yüzeye doğru hareket ettikçe basıncın hızlı bir şekilde birden azalmasıyla  $\text{CO}_2$  serbest kalır ve manyezit çökler. Mineralleşme çözelti sıcaklığının ise 70-100 °C arasında olduğu belirtilmiştir (Zedef ve diğerleri, 2000).

Madenli sahasında Şakikaraağaç ofiyolitlerinde damar ve ağsı şeklinde oluşum gösteren manyezit oluşumlarının izotop değerleri  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ -10.1 ile -11.4 ve  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW)

‰ 26.8-28.1 arasında değiştiği; oluşumda ise organik karbonca zengin şeyl ve denizel karbonatlardan gelen çözülmüş  $\text{CO}_2$  bakımından zengin çözeltilerin  $\text{Mg}^{+2}$ 'yi bünyelerine alarak ultramafik kayaların kırık ve çatlaklarında bu çözeltilerden manyezitin çökeldiği şeklinde açıklanmıştır.

Çalışma alanındaki manyezitlerin  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰ değerleri (Çizelge 1) diğer ağsı manyezit oluşumlarından biraz daha ağır izotop değeri vermektedir dolayısıyla manyezit oluşumunda, atmosferik kökenli ve kireçtaşlarından (metadetritik birimler içinde yer alan kireçtaşlarından) türeyen  $\text{CO}_2$ 'in yanında magmatik kökenli  $\text{CO}_2$  katkısı da olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 6; Şekil 7). Süleymaniye manyezit oluşumları izotop değerleri, petrografik-mineralojik ve jeolojik yerleşme özellikleri açısından Türkiye'deki Koyakçı Tepe damar ve ağsı tipi, Helvacıbaşa, ağsı tipi yataklara benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 7- Çalışma alanındaki manyezitlerin oluşum modeli

## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Manyezitlerin oluşumuyla ilgili tartışmalı görüşler vardır. Ana görüş bozunma (O'Neil ve Barnes, 1971; Möller, 1989; Zachman ve Johannes, 1989) veya hidrotermal süreçlerle (Ilich, 1968; Fallick ve diğerleri., 1991; Abu-Jaber ve Kimberley, 1992) oluştuğudur.

Bozunma ile oluşumda ultramafik kayalar için CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>' in serbest kalmasıyla manyezit çökeler. O' Neil ve Barnes (1971) ultramafik kayalar ile yüzey sularının etkileşimi ile yüzeye yakın karbonat çökeli mi sıcaklığının 15-25 °C olduğu belirtilmiştir.

Hidrotermal süreçler ile oluşumda Ilich (1968), gölsel sedimanter ve ultramafik-yan kayalı damar-ağsı tip manyezitlerin, CO<sub>2</sub>'ce zengin volkanojenik eksalasyon ile oluştuğunu açıklamıştır. CO<sub>2</sub> içeren hidrotermal çözeltiler ultramafik kayaların kırık-çatlaklarında dolaşırken Mg<sup>+2</sup> iyonlarınca zenginleşir. Çözelti yüzeye doğru hareket ettikçe basıncın hızlı bir şekilde birden azalmasıyla CO<sub>2</sub> serbest kalır ve manyezit çökeler. Bu kristallenme mekanizması Fallick ve diğerleri (1991), Abu-Jaber ve Kimberley (1992) ile diğerleri de kabul etmiştir. Dabitzias (1980) ultramafik kayalardaki kriptokristalin damar-tipi manyezit oluşumunu 1) metasomatik olarak serpantinlerin içinde 2) serpantinlerin kırık-çatlaklarını mineralleşmiş çözeltilerin doldurmasıyla oluştuğunu belirtmiş ve ikinci hipotezi de a) inen meteorik sular ile oluşum, b) yükselen hipojen sular ile oluşum olarak ikiye ayırmıştır. İnen meteorik sular hipotezine göre meteorik su atmosferden çözdüğü CO<sub>2</sub> içerir ve serpantin ile tepkimeye girerek magnezyumu çözeltiye alır. Mineralleşmiş çözelti aşağı doğru sızar, sızdıkça daha çok magnezyumu çözer ve çözelti süper doygunluğa ulaştıkça manyezit çökeler. Yükselen hipojen sular

ile oluşuma göre (Bodenlos, 1950; Dabitzias, 1980) hipojen sular derindeki kayaktan türer ve CO<sub>2</sub>' ce zengindir, bu çözelti serpantiniti çözer magnezyumu ve silikayı çözeltiye alır ve bunları yukarı zonlara taşır burada süper doygunluğa erişen çözeltide CO<sub>2</sub>' in kısmi basıncının azalması sonucunda manyezit çökeler. Opal, kalsedon ve sulu magnezyum silikatlar manyezitin depolanmasını takip eder. Bodenlos (1950) yaptığı çalışmalarda sınırlı derinliklerdeki manyezit oluşumlarında süperjen orijinli oluşumu savunmuştur.

Çalışma alanında SSZ-tipi ofiyolitlerde yer alan manyezit oluşumları muhtemelen serpantinleşmeden sonra, yüzeye yakın koşullarda, ofiyolitlerin kırık ve çatlaklarında oluşmuştur. Manyezit oluşumunda meteorik sular etkili olmuş ve derine inerken Mg<sup>+2</sup> iyonlarını bünyesine almış ayrıca ofiyolitlerin Karkın formasyonuna bindirmesi sırasında bu birimde yer alan kireçtaşlarından kaynaklanan ısı artışı ile açığa çıkan CO<sub>2</sub>'de oluşumda etkili olmuştur. Curtis (1978) organikce zengin sedimanların dekarbonlaşmasının 75 °C' de başladığını belirtmiştir. Çalışma alanındaki manyezitlerin δ 13C ‰ (PDB) değerlerine bakıldığında diğer ağsı oluşumlarından biraz yüksek değer gösterdiği görülmektedir. Bu durumda çalışma alanının çok yakınında olmayan Eosen yaşlı volkanizmadan etkilendiği düşünülmektedir. Dolayısıyla hidrotermal etki sistemin sıcaklığını 70°C den biraz daha fazla yükseltir. İzotop değerlerine göre manyezitin oluşum sıcaklığının 70°C civarında olması beklenir fakat daha önceki çalışmada verilen (Yılmaz ve Kuşcu, 2007) REE/kondrit normalize diyagramındaki pozitif Eu anomalisi ikincil mobilizasyonu göstermektedir. Möller (1989) pozitif Eu anomalisinin 200-250 °C de geliştiğini belirtmişlerdir. Bau ve Möller (1992) Eu anomalisinin alterasyon sürecindeki yüksek oksijen fugasitesi (fO<sub>2</sub>) ve alkali ortamı ifade ettiğini belirtmiştir. İkincil mobilizasyon etkisi volkanojenetik etkiyi desteklemektedir.

**DEĞİNİLEN BELGELER**

- Abu-Jaber, N.S. ve Kimberley, M.M., 1992. Origin of ultramafic-hosted magnesite on Margarita Island, Venezuela. *Mineralium Deposita* 27, 234-241.
- Barnes, L., ve O'Neil, J.R., 1996. The Relationship between fluids in some fresh Alpine-type ultramafics and possible modern serpentinization, Western United States. *Geological Society of America Bulletin*, 80, 1947-1960.
- Bau, M. ve Möller, P. 1992. Rare earth element fractionation in metamorphogenetic hydrothermal calcite, magnesite and siderite. *Mineralogy Petrology*, 45, 231-246
- Brydie, J.R., Fallick, A.E., Ilich, M., Maliotis, G. ve 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.
- Bodenlos, A.J., 1950, *Geology of the Red Mountain magnesite district, Santa Clara and Stanislaus Counties, California: California Jour. Mines and Geology*, 46, 223-278.
- Cengiz, O. ve Kuşcu, M., 2003. Madenli (Gelendost-Isparta) manyezit cevherleşmesinin jeoloji ve jeokimyasal özellikleri: *Geosound Yerbilimleri Dergisi*, 43, 45-61.
- Curtis, C.D., 1978. Possible links between sandstone diagenesis and depth related geochemical reactions occurring in enclosing mudstone. *Journal of Geological Society of London*, 135, 107-117.
- Collins, A.S., ve Robertson, A.H.F., 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journal of Geological Society of London*, 155, 759-712.
- Dabitzias, S. 1980 *Petrology and genesis of the Vavdos cryptocrystalline magnesite deposits, Chalkidiki peninsula, northern Greece. Economic Geology* 75, 1138-1151.
- Emergy, D., ve Robinson, A., 1993. *Inorganic geochemistry: Applications to petroleum geology.* London, Blackwell, 254 p.
- Fallick, A.E., Ilich, M. ve 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.
- Field., C.W., ve Fifişek, R.H., 1985. Light stable-isotope systematics in the epithermal environment. *Society of Economic Geologists Reviews in Geology*, 2, 99-128.
- Göncüoğlu M.C., Yalınız, M.K. ve Tekin, U.K., 2006. Geochemistry, Tectono - magmatic discrimination and radiolarian ages of basic extrusives within the İzmir-Ankara Suture Belt (NW Turkey): Time constraints for the Neotethyan evolution, *Ofioliti*, 31 (1), 25-38.
- Gözler, Z., Cevher,F., Erdem, E. ve Asutay H.J, 1996. Orta Sakarya ve güneyinin Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 9973, Ankara (yayımlanmamış).
- Ilich, M., 1968. Problems of the genesis and genetic classification of magnesite deposits. *Geologica Carpatica*. 19. 149 -160.
- Jedrysek, M.O., ve Halas, S., 1990. The origin of magnesite deposits from the Polish Foresudetic Block ophiolites; Preliminary  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  investigations. *Terra Nova*, 2, 154-156.
- Kralik, M., Aharon, P., Scroll, E., ve Zachmn, D., 1989, Carbon and Oxygen isotope systematics of magnesites. In: Miller, P., (ed), *A review on the formation of magnesite.* Berlin, Gebrüder Borntrager, 28, 197-223.
- Möller. P, 1989. Minor and trace elements in magnesite *Monograph Series On Mineral Deposits* 28. 173-195. Gebrüder Borntrager. Berlin-Stuttgart.
- O' Neil, J.R. ve Barnes, I., 1971. C13 and O18 composition in some fresh-water carbonate associated with ultramafic rocks. *Western United States: Geochimica Cosmochimica Acta*, 35, 687-697.
- Okay, A.I., 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar. *Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Yay.* 83-92.
- Pohl, W., 1990. Genesis of magnesite deposits-models and trends. *Geologische Rundschau* 79; 291-299.

- Rao, B.K., Sethumadhv, M.S., Prasad, M.H., Mahabaleshwar, T.D. ve 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*, 54/5, 449-465.
- Salomons, W., ve Mook, W.G., 1986. Isotopic geochemistry of carbonates in the weathering zone. In: Fritz, P., and Fontes, J.C. (eds), *Handbook of environmental isotope geochemistry*: New York, Elsevier, p.239-270.
- Scroll. E., 2002. Genesis of magnesite deposits in the view of isotope geochemistry. *Boletim Paranaense de Geociencias*, 50, 59-68.
- Wenner, D.B., ve Taylor, H.P., 1974. D/H and O18/O16 studies of serpentinization of ultramafic rocks. *Geochimica, Cosmochimica Acta*, 38;1255-1286.
- Yılmaz, A. ve Kuşcu, M., 2007. Süleymaniye (Mihalıççık-Eşkişehir) bölgesindeki manyezitlerin Jeolojisi ve Jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 50/2, 95-107.
- Zachmann, D.W. ve Johannes, W., 1989. Cryptocrystalline magnesite: In: Möller, P., (ed), *A review, on the formation of magnesite*: Berlin, Gebruder Borntraeer, 28, 15-28.
- Zedef, V., Russell, M.J. ve Fallick, A. E., 2000. Genesis of vein stockwork and sedimentary Magnesite and hydromagnesite deposits in the ultramafic Terranes of Southwestern Turkey: A stable Isotope Study. *Economic Geology*, 95, 429-446
-

bos sayfa