

Kızıldağ Ofiyolitleri (Arsuz-Çevlik, Hatay) İçinde Gözlenen Manyezit Oluşumlarının Kökeni

Yusuf TOPAK*¹

¹Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Adıyaman

Geliş tarihi: 29.03.2021

Kabul tarihi: 30.06.2021

Özet

Bu çalışmada Çevlik (Hatay) bölgesinde bulunan ekonomik açıdan değerli manyezitlerinin (MgCO₃) jeokimyasal karakterlerinin özellikleri incelenmiştir. Ultramafik kayaların kırık zonlarında bulunan manyezitlerin; Co (0,4–3,1 ppm) ve Ni (198,3–69 ppm) içerikleri diğer ultramafiklerle ilişkili manyezit oluşumlarıyla (Alpler, Karpatlar, Pireneler Yunanistan, Türkiye ve Kaliforniya/ABD) benzer olduğu tespit edilmiştir. Manyezit oluşumunda etkili olan suyun kökenini belirlemede ¹³CV-PDB (-13,77–-10,43) ve ¹⁸OV-PDB (1,71–0,67) değerleri kullanılmıştır ve analiz sonuçlarına göre düşük ¹³CV-PDB değerleri; manyezitlerin oluşumunda etkin olan suyun ultramafik kayalar içinde dolaşan meteorik su olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hatay-Çevlik, Manyezit, Karbon ve oksijen izotopları, Jeokimya

Determination of Geological-Geochemical Properties of Magnesite Formations Observed in Kızıldağ Ophiolites (Arsuz-Çevlik (Hatay) Area)

Abstract

In this study, the properties of the geochemical characters of economically valuable magnesite (MgCO₃) in the Çevlik (Hatay) region were investigated. Magnesites found in the fractured zones of ultramafic rocks has been found to be similar with other associated magnesite deposits (Alps, Carpathians, Pyrenees Greece, Turkey and California/USA) with Co (0.4–3.1 ppm) and Ni (198.3–69 ppm) contents. ¹³CV-PDB (-13.77– -10.43) and ¹⁸OV-PDB (1.71– -0.67) values were used to determine the origin of water, which is effective in magnesite formation. According to the analysis results with low ¹³CV-PDB values, it was determined that the water that is effective in the formation of magnesite is meteoric water circulating in ultramafic rocks. It has been determined that the water effective in the formation of magnesite is meteoric water circulating in ultramafic rocks.

Keywords: Hatay-Çevlik, Magnesite, Carbon and oxygen isotopes, Geochemistry

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Yusuf TOPAK, ytopak@adiyaman.edu.tr

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, Türkiye'nin güneydoğusunda Hatay ilinin Samandağ Merkez ilçe ve İskenderun arasında kalan bölgede yaklaşık 200 km²'lik bölgede (Şekil 1) yer alan Manyezit oluşumlarının jeolojik-jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Manyezit cevheri içerisinde manyezit mineraliyle birlikte değişik oranlarda karbonat ve oksitler ile demir, kalsiyum, mangan ve alüminyum silikatlar da bulunur. Doğada iri kristaller halinde bulunanlara spatik manyezit, kriptokristalen halinde bulunanlara da jel manyezit adı verilir. Saf iken beyaz, safsızlık içermesi durumunda sarı, kahverengi, gri ve siyaha kadar değişen çeşitli renklerde olabilen manyezit, başta demir çelik ve çimento sanayi olmak üzere çok geniş kullanım alanına sahiptir. Türkiye'deki manyezit oluşumlarının hemen hepsi yüksek kaliteli olarak kabul edilen jel manyezit tipindedir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

Manyezit (MgCO₃), refrakter malzeme üretiminin temel ham maddesi olup %47,81 MgO ve %52,19 CO₂ içerir. Bünyesinde çok az miktarda Fe₂O₃ bulunan, sertliği 3,4–4,5 arasında, özgül ağırlığı 2,9–3,1 olan mineraldir. Rengi beyaz, sarı veya gri ve kahverengi arasında değişir. Tabiiatta Kriptokristalin (jel/amorf) ve Kristalen (iri kristalli) olmak üzere iki şekilde bulunur. Sert ve kompleks bir mineral olup, serpantin veya benzeri kayaların alterasyonu veya dolomitlerin kontakt

metamorfizması sonucu oluşur. Manyezitlerin oluşumu için gerekli Mg'un Ultramafikler ve dolomitin bileşiminden kaynakladığı kabul edilmektedir [1,2]. Kriptokristalen manyezit, genellikle saf olarak bulunmakla beraber, bir miktar demir, kireç, alümin ve pek az serbest silis karışmış olabilir. Cevherin kalitesi de içerdiği bileşiklerin miktarlarına göre artar ya da azalır. Manyezitlerin oluşumuna bakıldığı zaman; Hidrotermal Kristalin Manyezit Yatakları, Hidrotermal Masif Manyezit Yatakları, Yüzeysel Suları ile Oluşan Masif Manyezit Yatakları ve Sedimanter Masif Manyezit Yatakları olmak üzere dört ana oluşum modeli önerilmektedir [3,4].

1.1. Bölgesel Jeoloji

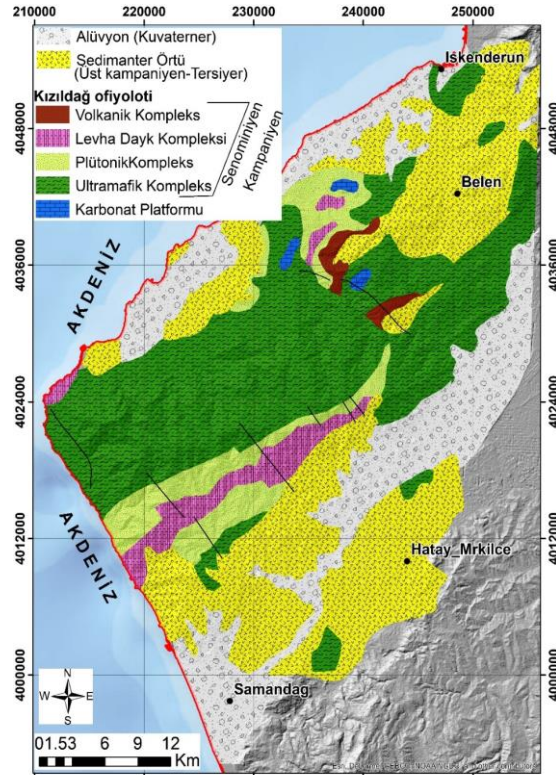
Bölgede alttan üste doğru Arap Platformu, melanj, Kızıldağ ofiyoliti ve örtü sedimanları yüzlek vermektedir. Arap platformuna ait sedimanter birimler, Alt Kambriyen'den Alt Karbonifer ve Triyas'tan Kretaseye olan sedimanları içerip Amanos dağlarında yüzlekler vermektedir [5-9]. Arap platformu en altta ince-iri taneli klastik birimler ile başlayıp yukarı doğru kireçtaşı içeren birimlere geçiş gösterir [7,10]. Platformun Mesozoyik birimleri, iri klastik birimler ile başlayıp Senomaniyen-Turaniyen yaşlı platform karbonatlarını geçer ve Paleozoyik birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelir [11,12]. Melanj birimi, Amanos olistostromu olarak adlandırılan Kömürçukuru civarında gözlenen tektonik pencere içinde Kızıldağ ofiyolitinin altında küçük mostralral sunmaktadır [7]. Birimin matrisi makaslanmış serpantinlerden oluşup Amanos dağlarının doğu ve batı yamaçlarında yüzlekler verir. Matris içinde bulunan bloklar farklılık sunar ve harzburjrit, dunit, gabro ve yastık yapılı lavlar ile kireçtaşı ve kumtaşları içerir. Bu blokların yaşları Senomaniyen-Kampaniyen aralığındadır [12-14]. Kızıldağ ofiyoliti melanj birimini Kömürçukuru kasabası civarında düşük açılı bir fayla tektonik olarak üzerler [12,15,16]. Ofiyolit, en altta kıta üzerine bindirme sırasında peridotitler ile birleşmiş olan iri kireçtaşı blokları içeren serpantinize tektonitler ile başlar [16-18]. Kızıldağ ofiyoliti, yayılma sırtının bir tarafını temsil edip bu yayılma sırtının diğer tarafını Trodos ofiyoliti temsil etmektedir. Trodos ofiyoliti ile benzer bir

şekilde tam bir ofiyolitik istif sunan Kızıldağ ofiyoliti, alttan üste doğru, tüketilmiş manto tektonitleri, ultramafik ve mafik kümülatlar, izotrop gabro, levha daykları, plajiyogranit ve volcano-sedimanter birimleri içermektedir. Manto tektonitleri ofiyolitik birimin çekirdeğini oluşturup başlıca harzburjitlerden ve küçük lens ve bandlar halinde dunitlerden oluşmaktadır. Harzburjitik tektonitler 3 km kalınlığı ulaşırken pegmatitik gabro ve piroksenitik dayklar tarafından kesilir. Kümülat kayaçların kalınlığı 165 ile 700 m arasında değişip dunit, verlit, olivinli gabro, olivinli gabronorit ve gabrolardan oluşur. Plutonik birimin en tepesinde izotrop gabrolar baskın halde gözlenip kalınlıkları 2-2,5 km arasındadır. İzotrop gabrolar gabro, diyorit ve kuvarslı diyoritlerden oluşur. İzotrop gabrolar üste doğru altta çok sayıda gabro lensleri içeren çok iyi gelişmiş levha dayk karmaşığına geçerler [15-25]. Levha daykları en altta izotrop gabro kantağında izole dayklar halinde gözlenir ve birimin en iyi gözlendiği yer olan Akdeniz kıyısında Çevlik sahili boyunca kalınlıkları birkaç cm ile 2 m arasında değişen %100 dayklar ile temsil edilir. Levha daykları D-B doğrultusunda yönelmiş olup çok iyi korunmuş soğuma kenarları ve kesme ilişkileri gözlenir. Levha dayk karmaşığı birbirlerinden kesme ilişkisi, yapı ve içerik olarak ayrılan üç fazda oluşmuştur [17-27].

Plajiyogranitler ofiyolitik istifin üst kesimlerinde bulunan izotrop gabro, levha dayk karmaşığı ve volkanik birimleri keser vaziyette gözlenmektedir [18,28,29]. Kızıldağ ofiyolitinin volkanik kısmı iki farklı bölgede mostra vermektedir. Birinci mostra, ofiyolitinin kuzey tarafında olup Tahtaköprü ve Kömürçukuru köyleri civarında gözlenirken ikinci mostra Kızıldağ ofiyolitinin 12 km güneydoğusunda Silpius Dağı eteklerinde gözlenir. İkinci mostrada, Sakalavit olarak tanımlanan hyaloklastik dokulu boninitik yumurta şekilli boyları 4-20 cm arasında değişen mikro yastık lavlar gözlenmektedir [15,28,30,31]. Kızıldağ ofiyolitinin yaşı 100-91 my arasında değişmektedir. Birimin kabuksal tabanını oluşturan izotrop gabroların yaşı 95-100 My arasında iken en son gelişen intrüzyonlar olan plajiyogranitler 93 My'de oluşmuştur [15,29].

Bölgede yüzlek veren örtü sedimanları ofiyolitlerden türeme konglomera ve kumtaşları ile başlayan sıg deniz sedimanları ile başlayıp yukarı doğru Mestrihtiyen yaşlı karbonatlara geçiş gösterir [12,25]. Bu temel üzerine Paleosen-Eosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, kireştası araldanmasından oluşan sedimanter birimler uyumlu olarak gelir (Şekil 2) [32]. Bu birimleri Orta-Üst Miyosen yaşlı kireçtaşı ve fliş tipi sedimanter kayaçlar uyumsuz olarak örter [12,25]. Kızıldağ ofiyolitinin Arap platformu üzerine bindirme zamanı arazi ilişkilerine göre Geç Kretase (Mestrihtiyen öncesi) olarak tespit edilmiştir [12,25].

Bu çalışmada Kızıldağ ofiyolitinin ultramafik kayaçlarının içinde gözlenen çatlaklar boyunca gelişen ekonomik değere sahip manyezit cevherleşmelerinin oluşum ortamı ve kökeni incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bölgede manyezit oluşumu ve buna bağlı olarak yeni rezervlerin aranmasına katkı sunacaktır.



Şekil 2. Çalışma alanına ait jeoloji haritası [32]

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Manyezit Yataklarının Oluşumu

Çalışma kapsamında Kızıldağ ofiyolitinin ultramafik kayaçlarının çatlakları boyunca gelişen

manyezit cevherleşmeleri oluşum ve kökenlerinin tespitleri için örneklenmiştir.

Araziden 3 farklı lokasyondan jeokimyasal analizler için tamamı manyezit olan 10 örnek alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araziden derlenen örneklerin lokasyonları

	Litoloji	Lokasyon	Koordinat
Örnek 1	Manyezit	HTY 1	36,50752370 40,17333
Örnek 2	Manyezit	HTY 1	35,50752370 40,17333
Örnek 3	Manyezit	HTY 1	36.50752370 40,17333
Örnek 4	Manyezit	HTY 1	36.50752370 40,17333
Örnek 5	Manyezit	HTY 2	35.50754358 40.14389
Örnek 6	Manyezit	HTY 2	35.50754358 40.14389
Örnek 7	Manyezit	HTY 2	35.50754358 40.14389
Örnek 8	Manyezit	HTY 2	35.50754358 40.14389
Örnek 9	Manyezit	HTY 3	36.50750047 40.22714
Örnek 10	Manyezit	HTY 3	36.50750047 40.22714

2.2. Metod

Örnekler tum kaya ana-, iz ve nadir toprak element (NTE) ve izotop analizleri için önce çeneli kırıcı yardımıyla 2mm boyutuna indirgenmiş sonra 105°C'de kurutulmuş ve Retsch RMO 34307 model agat havanda öğütülerek 250 mesh boyutuna indirgenmiştir. Manyezit örneklerinin kriptokristalen yapısından dolayı minerallerin tespitine yönelik X-Ray difraktometre (XRD) incelemesine ihtiyaç duyulmuştur. Örneklerin kimyasal yapısının belirlenmesi için kimyasal analizler Kanada ACME laboratuvarında tüm kayaç ve iz element analizleri yapılmıştır. İzotop analizlerinde Manyezitlerin oluşumunu açıklamak amacıyla izotop analizleri ISO Analytical Laboratories'de yaptırılmıştır. Referans numarası: 140610-3 olarak kayıt edilmiştir.

(Şekil 3a), HTY2 (Şekil 3b), ve HTY3 (Şekil 3c) olarak adlandırılarak bu lokasyonlardan örnekler derlenmiştir (Çizelge 2).

Manyezit oluşumlarının ultramafik kayaçlar içinde geliştiği gözlenmiştir. Oluşumlar kırık çatlak zonları boyunca gelişmiş ve ağsal yapı sunmaktadır (Şekil 3d,e). Manyezitler kriptokristalin ve ince damar şekillidir. Kalınlıkları ince damarlar 1-3 mm ve kalın damarlar 15-25 cm arasında değişmektedir. Daha çok dağılgan pekişmemiş yapı sunarken kısmi olarak konkoidal kırınılar sunan masif oluşumlar gözlenmiştir.

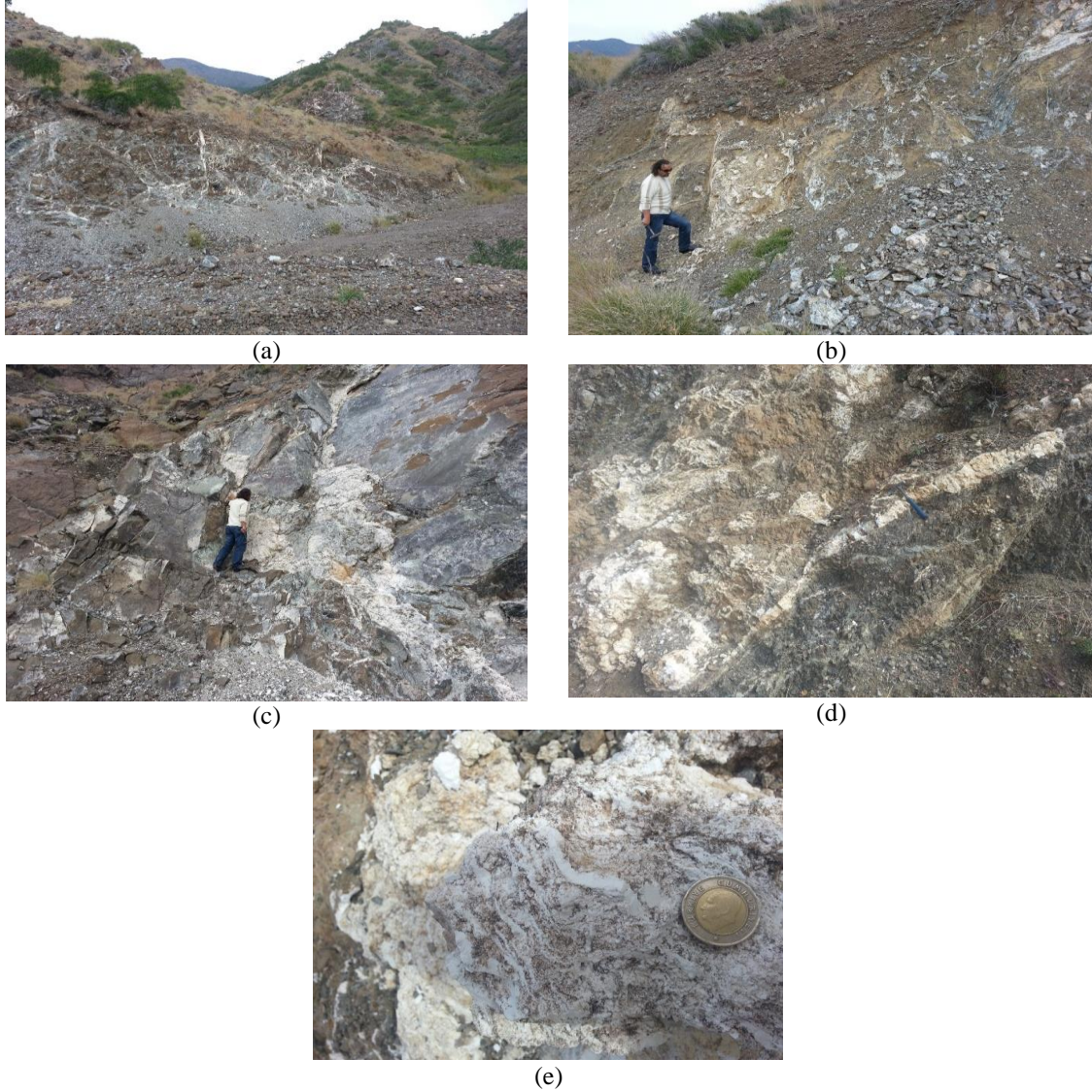
3.2. XRD Analizleri

Örneklerin analizi sonucunda HTY1 ve HTY 2 lokasyonlarına ait örneklerin manyezit olduğu ancak HTY3 lokasyonuna ait örneklerin dolomit olduğu tespit edilmiştir. Kriptokristalin manyezitler ultramafiklerin kırık ve çatlaklarına yerleşmiştir. Genellikle beyaz renkli ve dağılgan yapıdadır. Bazı örneklerde küçükte olsa manyezite özgü konkoidal kırınılar gözlemlenmiştir (Şekil 4a-j).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Arazi Bulguları

Arazi çalışmalarında Hatay bölgesinde 2 adet ağ yapılı manyezit oluşumu tespit edilmiştir. Cevherleşmeler buldukları lokasyonlara HTY1



Şekil 3. HTY1 (a), HTY2 (b), HTY3 (c), HTY4 (d), HTY5 (e), manyezit örnekleri

3.3. Ana, İz ve Nadir Toprak Elementleri Analizleri

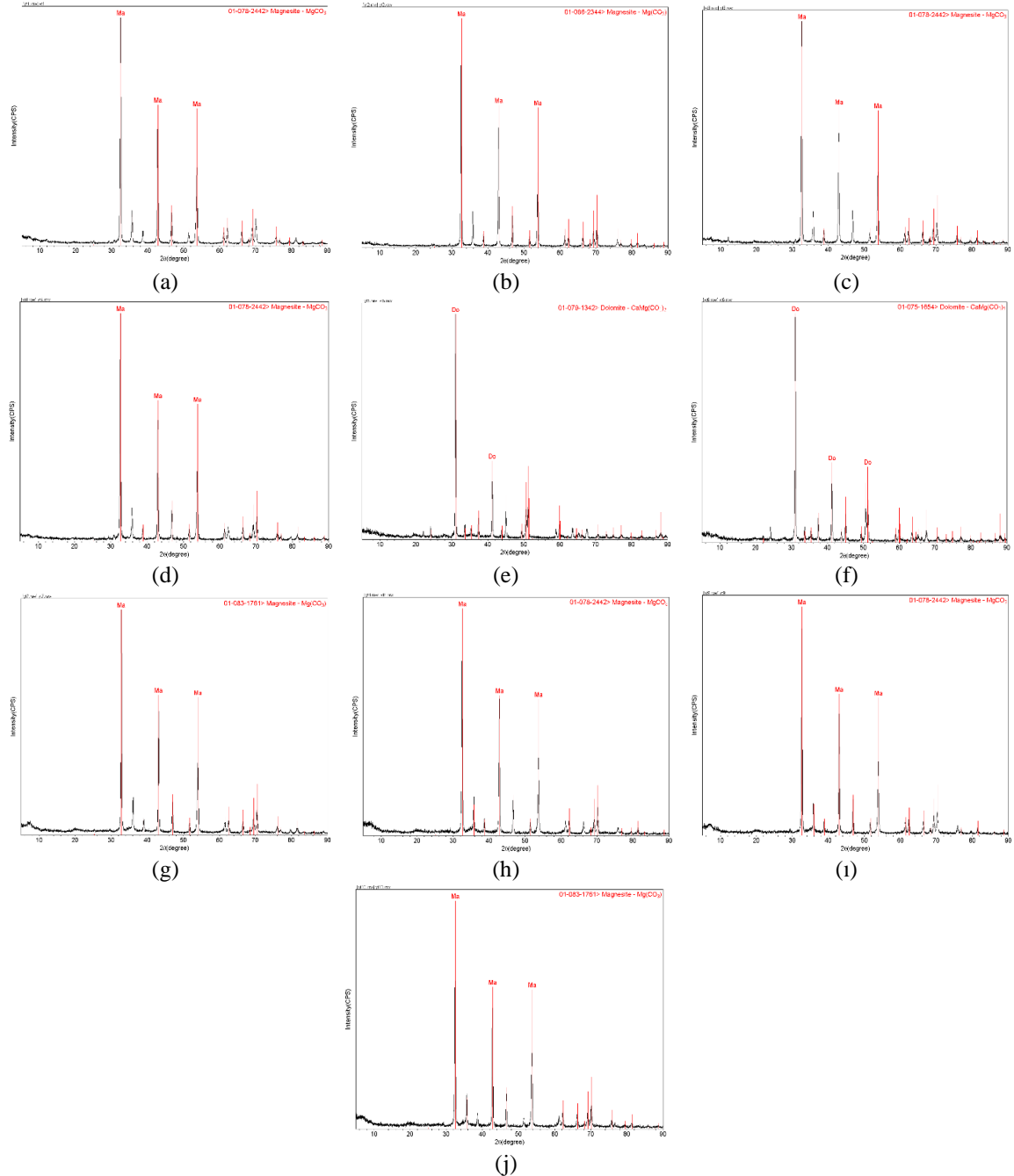
Manyezit örneklerinin oluşum mekanizması ve kökenlerinin ortaya konması için HTY1 den 4 (1,2,3,4 nolu örnekler), HTY2 den 4 (7,8,9,10 nolu örnekler) ve HTY3 den 2 (5 ve 6 nolu örnekler) toplam 10 adet örnek ACME (Kanada) laboratuvarında analiz edilmiştir (Çizelge 2). Manyezit örneklerinde MgO 41,84- 45,44 ve CaO

1,99-0,51 arasında değer vermekte, dolomit örneklerinde ise MgO 21,71-22,93 ve CaO 23,57-26,10 değerleri arasında yer almaktadır. SiO₂ içeriği CaO ile doğru orantılı MgO ile ters orantılıdır (Çizelge 2). Analizler manyezitlerin dolomitlere oranla diğer elementlerce daha saf yapıda olduğunu ve bünyesine ana nadir ve iz elementleri daha az kabul ettiğini göstermektedir. Dolomitlerde, Hf (0,2-0,3 ppm), Rb (0,4-0,6 ppm), Sr (67,2-68,4 ppm), Zr(6,7-7,2 ppm),

Kızıldağ Ofiyolitleri (Arsuz-Çevlik (Hatay) Civarı) İçinde Gözlenen Manyezit Oluşumlarının Jeolojik-Jeokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

La (0,5-0,7 ppm), Ce (0,5-0,9 ppm), Pr (0,05-0,1 ppm) tespit edilirken, manyezitlerde analiz limitinin altındadır. Buna karşın manyezitler

de Co 0,4-3,1 ppm iken dolomitlerde ölçüm limitinin altındadır. Aynı şekilde Ni 198,3-69 ppm arasıdayken dolomitlerde en fazla 10,6 ppm'dir.



Şekil 4. 1 (a), 2 (b), 3(c), 4 (d), 5 (e), 6 (g), 7(h), 8(i) ve 9 (j) nolu örneklerin XRD diagramları

Çizelge 2. Ana, iz ve nadir toprak elementleri analiz sonuçları

	Metod	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
	Analiz	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
	Birim	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Örnek	Limit	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002
1	Rock Pulp	3,33	<0,01	0,16	44,34	1,99	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,006
2	Rock Pulp	2,69	0,02	0,18	45,44	0,51	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,010
3	Rock Pulp	2,95	<0,01	0,15	44,58	1,50	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,008
4	Rock Pulp	3,12	<0,01	0,10	44,14	1,87	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,003
5	Rock Pulp	13,38	<0,01	<0,04	21,71	23,57	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
6	Rock Pulp	8,15	<0,01	<0,04	22,93	26,10	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
7	Rock Pulp	11,03	<0,01	<0,04	41,87	0,86	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
8	Rock Pulp	10,67	<0,01	<0,04	41,84	0,87	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,003
9	Rock Pulp	9,34	<0,01	<0,04	42,52	0,90	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
10	Rock Pulp	10,98	<0,01	<0,04	42,00	0,84	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002

	Metod	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
	Analiz	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
	Birim	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Örnek	Limit	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002
1	Rock Pulp	3,33	<0,01	0,16	44,34	1,99	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,006
2	Rock Pulp	2,69	0,02	0,18	45,44	0,51	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,010
3	Rock Pulp	2,95	<0,01	0,15	44,58	1,50	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,008
4	Rock Pulp	3,12	<0,01	0,10	44,14	1,87	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,003
5	Rock Pulp	13,38	<0,01	<0,04	21,71	23,57	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
6	Rock Pulp	8,15	<0,01	<0,04	22,93	26,10	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
7	Rock Pulp	11,03	<0,01	<0,04	41,87	0,86	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
8	Rock Pulp	10,67	<0,01	<0,04	41,84	0,87	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,003
9	Rock Pulp	9,34	<0,01	<0,04	42,52	0,90	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002
10	Rock Pulp	10,98	<0,01	<0,04	42,00	0,84	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002

	Metod	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	
	Analiz	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W
	Birim	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Örnek	Limit	1	1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,2	0,1	8	0,5
1	Rock Pulp	<1	<1	2,5	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	0,2	<1	7,3	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
2	Rock Pulp	<1	<1	3,1	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	0,4	<1	7,8	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
3	Rock Pulp	<1	<1	2,2	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	<1	<1	4,3	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
4	Rock Pulp	<1	<1	2,2	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	0,1	<1	7,3	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
5	Rock Pulp	1	<1	0,5	<0,1	<0,5	0,2	<0,1	0,6	3	67,2	<0,1	0,2	<0,1	12	<0,5
6	Rock Pulp	1	<1	<0,2	<0,1	<0,5	0,3	<0,1	0,4	2	68,4	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
7	Rock Pulp	<1	<1	<0,2	<0,1	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<1	4,3	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
8	Rock Pulp	<1	<1	0,4	<0,1	1,4	<0,1	<0,1	<0,1	<1	7,4	<0,1	<0,2	<0,1	16	<0,5
9	Rock Pulp	<1	<1	0,6	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<1	10,2	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5
10	Rock Pulp	<1	<1	0,8	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<1	10,6	<0,1	<0,2	<0,1	<8	<0,5

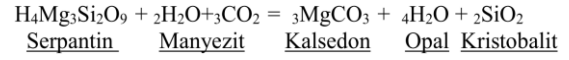
	Metod	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	
	Analiz	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	Birim	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Örnek	Limit	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3	0,05	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01
1	Rock Pulp	2,7	<0,1	0,3	0,2	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
2	Rock Pulp	3,3	<0,1	0,2	0,2	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
3	Rock Pulp	0,9	<0,1	0,2	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
4	Rock Pulp	1,5	<0,1	0,2	0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
5	Rock Pulp	6,7	<0,1	0,7	0,9	0,10	0,4	0,07	<0,02	0,06	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
6	Rock Pulp	9,2	0,1	0,5	0,5	0,05	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	0,02	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
7	Rock Pulp	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
8	Rock Pulp	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
9	Rock Pulp	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
10	Rock Pulp	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01

Kızıldağ Ofiyolitleri (Arsuz-Çevlik (Hatay) Civarı) İçinde Gözlenen Manyezit Oluşumlarının Jeolojik-Jeokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Çizelge 2 (Devam)

Metod	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200
Analiz	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se	
Birim	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPB	PPM	PPM	PPM	
Örnek	İmit	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5
1	Rock Pulp	<0,1	0,2	<0,1	<1	80,7	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
2	Rock Pulp	<0,1	<0,1	<0,1	<1	69,0	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
3	Rock Pulp	<0,1	0,2	<0,1	<1	75,4	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
4	Rock Pulp	<0,1	0,2	<0,1	<1	81,8	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
5	Rock Pulp	<0,1	0,1	<0,1	<1	9,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
6	Rock Pulp	<0,1	0,1	<0,1	<1	6,8	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
7	Rock Pulp	<0,1	0,3	<0,1	<1	112,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
8	Rock Pulp	<0,1	0,6	<0,1	<1	146,4	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
9	Rock Pulp	<0,1	0,5	<0,1	<1	78,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
10	Rock Pulp	<0,1	0,6	<0,1	<1	198,3	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5

3.4. İzotop Analizleri



Serpantinler içinde manyezit oluşumları kısaca aşağıdaki formülle ifade edilir. Serpantinlerin su ile alterasyonu sonucu manyezitler oluşmaktadır. Burada önemli nokta suyun kökenidir.

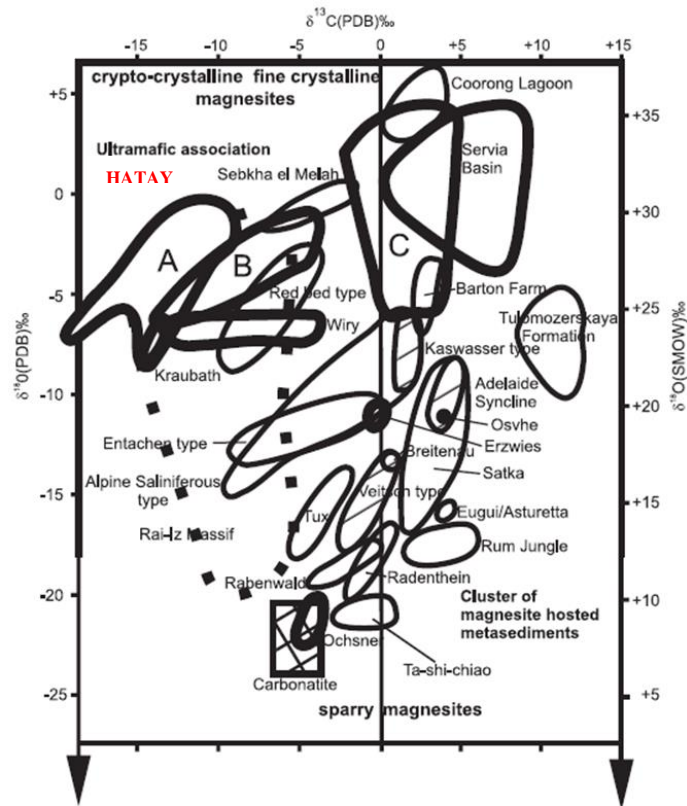
Örneklerin $\delta^{13}C_{V-PDB}$ (%) değerlerinin -13,77 ve -10,43 ve $\delta^{18}O_{V-PDB}$ (%) değerlerinin ise -1,71-0,67 aralığında değiştiği görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Örneklerin $\delta^{13}C_{V-PDB}$ (‰) ve $\delta^{18}O_{V-PDB}$ (‰) izotop sonuçları

Örnek	Sonuç	Mean	Sonuç	Mean
Numarası	$\delta^{13}C_{V-PDB}$	$\delta^{13}C_{V-PDB}$	$\delta^{18}O_{V-PDB}$	$\delta^{18}O_{V-PDB}$
	(‰)	(‰)	(‰)	(‰)
1	-13,69		0,04	
1	-13,69	-13,69	-0,14	-0,05
2	-12,27		-0,63	
2	-12,23	-12,25	-0,44	-0,54
3	-13,78		-0,17	
3	-13,76	-13,77	-0,08	-0,12
4	-13,76		-0,26	
4	-13,70	-13,73	-0,11	-0,19
5	-13,12		-1,78	
5	-13,11	-13,11	-1,63	-1,71
6	-12,87		-1,45	
6	-12,88	-12,87	-1,51	-1,48
7	-11,08		0,46	
7	-11,05	-11,06	0,88	0,67
8	-11,10		0,58	
8	-11,15	-11,12	0,47	0,52
9	-11,09		0,63	
9	-11,15	-11,12	0,39	0,51
10	-10,44		0,51	
10	-10,43	-10,43	0,19	0,35
ORTALAMA		-12,32		-0,20

Örneklerin $\delta^{13}\text{C}$ -PDB (‰) ve $\delta^{18}\text{O}$ -PDB (‰) izotop sonuçlarının diğer manyezit yataklarıyla karşılaştırılması sonucu (Şekil 5) Hatay bölgesi manyezitlerinin ultramafiklerin alterasyonu ile oluşan yataklara uyumlu olduğu gözlenmiştir. Sedimanter manyezit oluşumları, ultramafikler içindeki manyezitlere oranla daha yüksek ^{13}C değeri vermektedir. Hatay bölgesi manyezitlerinin ortalama $-12,32$ $\delta^{13}\text{C}$ -PDB (‰)

değeri sedimanter manyezit oluşumlarından ayrılmaktadır. Düşük $\delta^{18}\text{O}$ -PDB (‰) değeri manyezitlerin oluşumunda etkili olan suyun kökenini meteorik sular olduğunu göstermektedir. Çalışma alanında bulunan manyezitler meteorik suyun ultramafikler içinde dolaşımı sırasında oluşturduğu alterasyon sonucu oluşmuştur. Bu nedenle manyezitler kırık, çatlak zonları boyunca yer almaktadır.



Şekil 5. Manyezit oluşumlarının $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ diyagramları [33-38]

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Hatay ili Samandağ ilçesi İskenderun ilçesi arasında yüzlek veren Kızıldağ ofiyolitinin ultramafik kayaçları içinde gelişen kırık ve çatlaklar içinde gözlenen ekonomik açıdan değerli manyezitlerinin (MgCO_3) oluşum mekanizması ve kökenini tespit etmek için tüm kaya jeokimyası ve izotop çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

1. Manyezit oluşumlarının ultramafik kayaçlar içinde kırık çatlak zonları boyunca gelişmiş ve ağsal yapı sunmaktadır. Manyezitler kriptokristalin ve ince damar şekilli olup kalınlıkları ince damarlar 1-3 mm ve kalın damarlar 15-25 cm arasında değişmektedir. Oluşumlar daha çok dağılgan pekişmemiş yapı sunarken kısmi olarak konkoidal kırınmalar sunan masif oluşumlar gözlenmektedir.

2. XRD analizleri HTY₁ ve HTY₂ lokasyonlarına ait örneklerin manyezit olduğu ancak HTY₃ lokasyonuna ait örneklerin dolomit olduğunu göstermektedir.
3. Tüm kaya jeokimyası analizleri manyezitlerin dolomitlere oranla diğer elementlerce daha saf yapıda olduğunu ve bünyesine ana-, iz ve toprak elementleri daha az kabul ettiğini göstermektedir.
4. İzotop analizleri sonucunda düşük δ - 18OV-PD (%) değeri manyezitlerin oluşumunda etkili olan suyun kökenini meteorik sular olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında bulunan manyezitler meteorik suyun ultramafikler içinde dolaşımı sırasında oluşturduğu alterasyon sonucu oluşmuştur. Bu nedenle manyezitler kırık, çatlak zonları boyunca yer almaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından AMYOBAP2013-0001 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Barnes, I., O'neil, J.R., 1969. The Relationship between Fluids in Some Fresh Alpine-Type Ultramafics and Possible Modern Serpentinization, Western United States. GSA Bulletin, 80(10), 1947-60.
2. Dabitzias, S.G., 1980. Editor Additional Evidence and a Synopsis on the Origin of the Magnesite Deposits in the Vavdos District, Northern Greece Conference Proceedings of an International Symposium on Metallogeny of Mafic and Ultramafic Complexes: The Eastern Mediterranean-western Asia Area, and its Comparison with Similar Metallogenic Environments in the World; Athens (Greece): UNESCO.
3. Kuzvart, M., 1954. Industrial Minerals and Rocks, London: Elsevier, 445.
4. Evans, A.M., 1993. Ore Geology and Industrial Minerals, London: Blachwell Sci. Publ., Australia, 403.
5. Al-Riyami, K., Robertson, A., 2002. Mesozoic Sedimentary and Magmatic Evolution of the Arabian Continental Margin, Northern Syria: Evidence from the Baer-Bassit Melange, Geol Mag., 139(4), 395-420.
6. Chan, G.H.N., Malpas, J., Xenophontos, C., Lo, C.H., 2007. Timing of Subduction Zone Metamorphism During the Formation and Emplacement of Troodos and Baer-Bassit Ophiolites: Insights from Ar-40-Ar-39 Geochronology, Geol Mag., 144(5), 797-810.
7. Tekeli, O., Erendil, M., 1986. Kızıldağ Ofiyolitinin (Hatay) Jeoloji ve Petrolojisi. MTA Bülleten, 107, 33-48.
8. Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., 1993. Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and Their Significance in the Geological Evolution of the Orogenic Belt. Tectonics, 12(5), 1280-97.
9. Yılmaz, Y., 2019. Southeast Anatolian Orogenic Belt Revisited (geology and evolution). Canadian Journal of Earth Sciences, 56(11), 1163-80.
10. Dean, W.T., Monod, O., Perinçek, D., 1981. Correlation of Cambrian and Ordovician Rocks in Southeastern Turkey. Petroleum Activities at the 100th Year (100 Yılda Petrol Faaliyeti). Türkiye Cumhuriyet Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, 25, 269-91.
11. Yalçın, N., 1980. Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı, Türkiye Jeoloji Bülteni, 23(1), 21-30.
12. Yılmaz, Y., 1984. Amanos Dağlarının Jeolojisi (Vol. 1-4): Rapor No. 1920, 591. Ankara: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı; Report No: 1920, Contract No: 1920.
13. Aslaner, M., 1973. İskenderun Kırıkhan Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeoloji ve Petrografisi, Ankara, 150.
14. Atan, O., 1969. Geology of the Amanos Mountains (Egribucak-Karacaoren-Ceylanlı-Dasevleri). Ankara: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) Publication, 139.
15. Dilek, Y., Thy, P., 2009. Island Arc Tholeiite to Boninitic Melt Evolution of the Cretaceous

- Kizildag (Turkey) Ophiolite: Model for Multi-stage Early Arc-forearc Magmatism in Tethyan Subduction Factories. *Lithos*, 113 (1-2), 68-87.
16. Tinkler, C., Wagner, J.J., Delaloye, M., Selcuk, H., 1981. Tectonic History of the Hatay Ophiolites (South Turkey) and Their Relation with the Dead-sea Rift, *Tectonophysics*, 72 (1-2), 23-41.
 17. Dilek, Y., Delaloye, M., 1992. Structure of the Kizildag Ophiolite, a Slow-spread Cretaceous Ridge Segment North of the Arabian Promontory, *Geology*, 20(1), 19-22.
 18. Dilek, Y., Thy, P., 1998. Structure, Petrology and Seafloor Spreading Tectonics of the Kizildag Ophiolite, Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 148(1), 43-69.
 19. Bağcı, U., Parlak, O., Hock, V., 2008. Geochemistry and Tectonic Environment of Diverse Magma Generations Forming the Crustal Units of the Kizildag (Hatay) Ophiolite, Southern Turkey, *Turk J Earth Sci.* 17(1), 43-71.
 20. Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V., 2005. Whole-rock and Mineral Chemistry of Cumulates from the Kizildag (Hatay) Ophiolite (Turkey): Clues for Multiple Magma Generation During Crustal Accretion in the Southern Neotethyan Ocean. *Mineral Mag.*, 69(1), 53-76.
 21. Dilek, Y., Eddy, C.A., 1992. The Troodos (Cyprus) and Kizildag (S Turkey) Ophiolites as Structural Models for Slow-spreading Ridge Segments, *J Geol.*, 100(3), 305-22.
 22. Dilek, Y., Moores, E.M., Delaloye, M., Karson, J.A., 1991. Amagmatic Extension and Tectonic Denudation in the Kizildag Ophiolite, Southern Turkey: Implications for the Evolution of Neotethyan Oceanic Crust. In: Peters BJ, editor. *Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere*, 485-500.
 23. Erendil, M., 1984. Petrology and Structure of the Upper Crustal Units of the Kizildag Ophiolite, Petrology and Structure of the Upper Crustal Units of the Kizildag Ophiolite, In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C., Editors. *Geology of the Taurus Belt*. Ankara: Mineral Research and Expolaration Institute of Turkey (MTA), 269-84.
 24. Pişkin, Ö., Delaloye, M., Moritz, R., Wagner, J.J., 1990. Geochemistry and Geothermometry of the Hatay Complex Turkey: Implication for Genesis of the Ophiolite Sequence. *Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium; Cyprus: Geological Survey of Cyprus*.
 25. Selçuk, H., 1981. *Étude Géologique de la Partie Méridionale du Hatay (Turquie) 1981*.
 26. Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., Grundvig, S., 1999. Structure and Petrology of Tauride Ophiolites and Mafic Dike Intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan Ocean. *Geol Soc Am Bull.*, 111(8), 1192-216.
 27. Lytwyn, J.N., Casey, J.F., 1993. The Geochemistry and Petrogenesis of Volcanics and Sheeted Dikes from the Hatay (Kizildag) Ophiolite, Southern Turkey: Possible Formation with the Troodos Ophiolite, Cyprus, Along Fore-arc Spreading Centers. *Tectonophysics*, 223(3-4), 237-72.
 28. Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V., 2008. Geochemistry and Tectonic Environment of Diverse Magma Generations Forming the Crustal Units of the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite Southern Turkey, *Turk J Earth Sci.*, 17(null), 43-71.
 29. Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni, M., Koller, F., 2012. U-Pb and Sm-Nd Geochronology of the Kızıldağ (Hatay, Turkey) Ophiolite: Implications for the Timing and Duration of Suprasubduction Zone Type Oceanic Crust Formation in the Southern Neotethys. *Geol Mag.*, 150(02), 283-99.
 30. Dubertret, L., 1955. *Carte Géologique du Liban au 1/200000 Avec Notice Explicative*. Ministire des Travaux Public, Beyrouth, 74.
 31. Panayiotou, A., 1980. *Ophiolites: Proceedings: Republic of Cyprus, Ministry of Agriculture and Natural Resources*.
 32. Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ.E., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H.Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A., 2011. 1:1.250.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Maden Tetkik ve

- Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara-Türkiye.
33. Kralik, M., Aharon, P., Schroll, E., Zachmann, D., 1989. Carbon and Oxygen Isotope Systematics of Magnesites: a Review. Monograph Series on Mineral Deposits 28: 197-223; Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 113.
 34. Schroll, E., 1997. Abschnitt v: Geochemische und Geochronologische Daeten und Erlduterungen. In: Weber, L., Handbuch der Lagerstddten der Erze und Industriemineraler und Energierohstoffe Österreichs, Archiv Lagerstddtenforsch., GBA Wien, 19, 395-542.
 35. Schroll, E., Andras, P., Chovan, M., 1999. A First Attempot to Geochemically Compare ore Deposits of the Western Carphatians and Eastern Alps, Geocological Carpatica, Special Issue, Bratislava, 50, 192-194,
 36. Fallick, A.E., Ilich, M., Russel, M.J., 1991. A Stableisotope Study of the Magnesite Deposits Associated with the Alpine-type Ultramafic Rocks of Yugoslavia, Econ. Geol., 86, 847-861.
 37. Zedef, V., Russel, M.J., Fallick, A.E., 2000. Genesis of Vein Stockwork and Sedimentary Magnesite and Hydromagnesite Deposits in the Ultramafic Terrain of Southwestern Turkey, A Stable Isotope Study, Econ, 95, 429-445.
 38. Melezhik, V.A., Fallick, A.E., Medvedev, P.V., Makarikhin, V.V., 2001. Paleoproterozoic Magnesite: Lithological and Isotopic Evidence for Playa/sabkha Environments, Sedimentology, 48, 379-397.