Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(2), ss. 195-208, Aralık 2016
Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture, 31(2), pp. 195-208, December 2016

Çağalalı ve Bezardağı (Adıyaman) Mangan Cevherleşmesinin Jeokimyasal Özellikleri

Burcu KARATAŞ[1], Mustafa AKYILDIZ[*1]

[1]*Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana*

Geliş tarihi: 06.06.2016 *Kabul tarihi: 23.11.2016*

Öz

İnceleme alanı Adıyaman-Çelikhan ilçesine bağlı Çağalalı ve Bezardağı çevresini kapsar ve Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağı içerisinde Arap platformu üzerine Üst Kretase'de bindirmiş olan Koçali Karmaşığı içerisinde bulunmaktadır. İnceleme alanında temeli, bölgeye gravite kaymalarıyla yerleşmiş olan allokton konumlu Koçali karmaşığı'na ait spilitik yastık lavlar (Tarasa formasyonu) ile radyolaritler (Konak formasyonu) oluşturmaktadır. Koçali karmaşığı'nın üzerine ise Germav formasyonu ile Gercüş formasyonu uyumsuzlukla gelmektedir. Cevherleşmeler, Koçali karmaşığı içerisinde, ofiyolitik istifin üst seviyelerini temsil eden volkanosedimanter birim içerisinde yer alan radyolaritler içerisinde düzensiz mercekler ve D-B/30K konumlu tabakalar şeklinde olup yan kayaçlarla genellikle uyumludur. Cevherleşme parajenezi olarak; pirolusit, psilomelan, hausmanit ve hollanditten oluşmuştur. Cevherleşmeler jeokimyasal olarak incelendiğinde ana oksit içerikleri (MnO: %8,98-73,64, SiO_2: %3,26-86) denizaltı hidrotermal yataklara benzemektedir. Fe/Mn oranı 0,001-0,019 aralığında değişmekte olup, oldukça düşüktür. Çağalalı ve Bezardağı Mangan cevherleşmeleri; ana oksit içerikleri, arazideki konumu ve jeokimyasal analizler sonucu hidrotermal oluşumlu olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Koçali karmaşığı, Hidrotermal köken, Mangan cevherleşmesi, Adıyaman

The Geochemical Features of Manganese Mineralization in Çağalalı and Bezardağı (Adıyaman)

Abstract

Area of examination covers the surrounding of Çağalalı and Bezardağı which are bound to Adıyaman-Çelikhan district. This location is defined as Kocali complex bestrides on Arab platform within Southeastern Anatolia orogenic belt in Upper cretaceous period. In the area of examination the foundation consists of spilitic pillow lava (Tarasa formation) and radiolaritines (Konak formation) belonging to allochthonous positioned Kocali complex which was settled in this area by gravity shift. On Koçali complex, Germav and Gercus formations take place with non-accordance. Mineralizations take place within Kocali complex in radiolarites as irregular lenses and E-W/30N located plates which are in volcano sedimentary unit representing upper layers of ophiolitic mass and are generally in accordance with lateral rocks. As mineralization paragenesis, the included materials are pirolusit, psilomelan, hausmanit and hollandit. When mineralizations were examined geochemically main oxide contents (MnO: 8.98-73.64%, SiO_2: 3.26-86%) are similar to submarine hydrothermal beds. Fe/Mn ratio varies

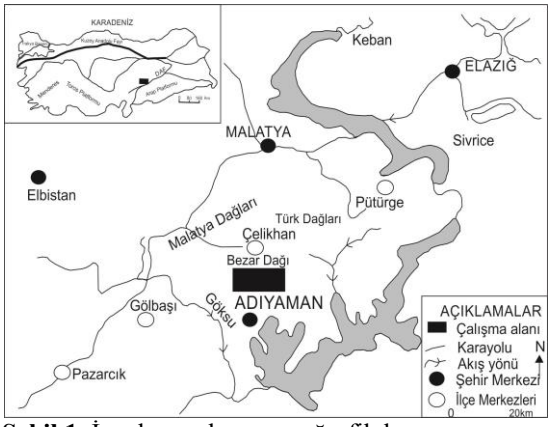
[*] Sorumlu yazar (Corresponding author): Mustafa AKYILDIZ, akyildizm@cu.edu.tr

between 0.001-0.019 interval and is very low. Çağalalı and Bezardağı manganite mineralizations are considered to have hydrothermal formation as a result of main oxide contents, position in terrain and geochemical analyses.

Keywords: Koçali complex, Hydrothermal origin, Manganese ores, Adıyaman

1. GİRİŞ

Çalışma alanı Adıyaman İline bağlı Koçali Köyünün kuzeyinde bulunmakta ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Urfa M40 a2-b1 paftasında yer almaktadır (Şekil 1). Cevherleşmeler radyolaritler içerisinde düzensiz mercekler ve onlarla ardalanmalı tabakalar şeklinde bulunmaktadır. Radyolaryali çörtlerle ilişkili mangan yatakları için son yıllarda yapılan çeşitli sınıflamalar kökensel irdelemelere önemli katkılar sağlamıştır. Adıyaman Bölgesinde Koçali Karmaşığı içerisinde radyolaryalı çörtlerle birlikte bulunan ve detaylı incelenmesi yapılmayan Çağalalıtepe ve Bezardağı mangan cevherleşmelerinin mineralojik, jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve dünyadaki diğer mangan cevherleşmeleri ile karşılaştırılarak kökeninin ortaya konması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının coğrafik konumu

Manganez yataklarının kökeninin tespit edilmesinde majör oksit, iz element ve REE içerikleri yaygın kullanılmaktadır. Bu çalışmada majör oksit, iz element, REE davranışları ve tanımlamaları, örneklerin kondrite göre normalize edilmesi ve cevher-yan kayaç ilişkileri yorumlanarak köken tespitine gidilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

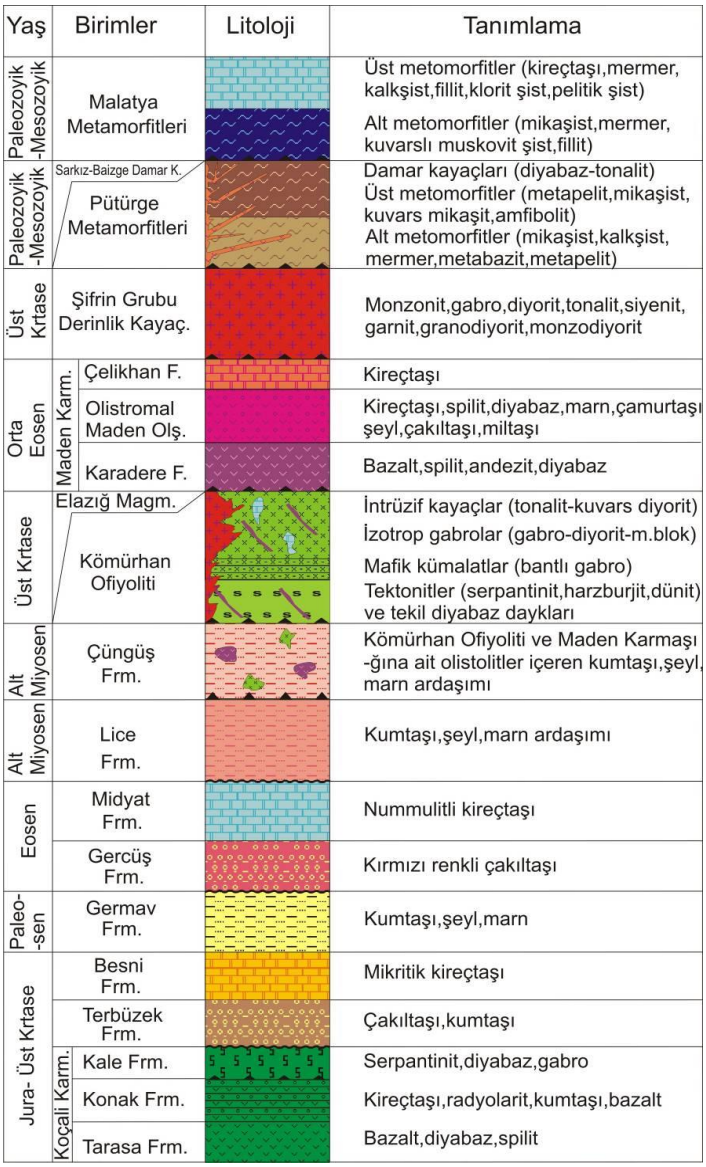
Jeokimyasal analiz sırasında 8 adet cevher ve 3 adet yankayaç Çağalalı tepe, 4 adet cevher ve 3 adet yankayaç Bezardağı olmak üzere toplam 18 adet örneğinin ana, iz ve nadir toprak element içerikleri Acme Analytical Laboratories (Kanada)'da yaptırılmıştır. Nadir toprak elementleri (REE) ise ICP-MS yöntemiyle ölçülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında cevher ve yan kayaçlardan alınan 5 adet yan kayaç örneğinin ince kesiti yapılarak birimlerin, mineralojik bileşimi ve dokusal özelliklerini saptamak amacıyla Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yer alan Olympus (BH-2) marka polarizan mikroskopta incelenmiştir. Buna ek olarak alınan cevher örneklerinden 9 adet parlak kesit Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince ve parlak kesit hazırlama laboratuvarında yapılmıştır. Parlak kesitler ve ince kesitler mineral parajenezi, mineral ilişkileri, dokusal özellikler vb. özelliklerin saptanması amacıyla üstten aydınlatmalı ve polarizan mikroskopta incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu bölgesi Urfa M40 a2 b1 paftasında yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu birliktelikleri 3 ana birliğe ayrılmıştır [1]. Bunlar güneyden kuzeye Arap platformu, Yığışım zonu ve Nap alanıdır. İnceleme alanındaki cevherleşmeler Üst Kretase'de Arap platformu üzerine gravite kaymalarıyla yerleşmiş allokton konumlu Koçali karmaşığına ait radyolaryalı çörtler içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2). Koçali Karmaşığı, güneyde Arap platformu üzerine bindiren ve düzenli ofiyolitik istif ile temsil edilen Kızıldağ/Cilo ofiyolitlerinin tabanında melanj

niteliğinde tektono-magmatik/stratigrafik birim olarak değerlendirilmektedir [1-3]. Koçali karmaşığı inceleme alanının temelini oluşturur ve 3 formasyonla ayırt edilir [4]. Bunlar serpantinit, diyorit, diyabaz ve gabrodan oluşan Kale formasyonu; Bazalt, diyabaz, spilitik bazalttan oluşan Tarasa formasyonu ve kireçtaşı, spilitik bazalt ve bazalt türü volkanitler, radyolaritler, şeyl ve kumtaşından oluşan ve manganez cevherleşmesininde içinde bulunduğu Konak formasyonudur. Koçali Karmaşığı'nın üstüne otokton birimlerden kumtaşı ve killi kiraçtaşı ara katkılı marndan oluşan Germav Formasyonu ile çakıltaşı, kumtaşı, çakıllı marn ve çakıllı kireçtaşından oluşan Gercüş formasyonu uyumsuzlukla gelir. Bu birimlerin üstünde nummulitli kireçtaşlarından oluşan Midyat formasyonu bulunur.



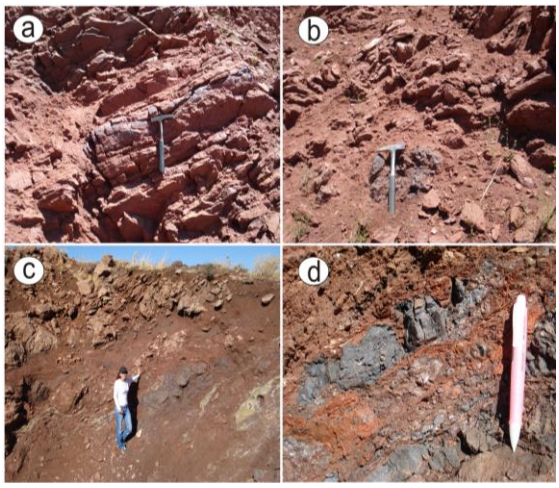
Şekil 2. Adıyaman K-KD'sunun genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti [5]

3.2. Cevherleşme

Çağalalı tepe mevkiinde cevherleşmeler radyolaritler içerisinde düzensiz mercekler ve onlarla ardalanmalı tabakalar şeklinde bulunmaktadır. Cevherler yan kayaçlarla genellikle uyumludur.

Cevherin konumu K80^{o}D/40°KB, yan kayacın konumu ise K80^{o}D/45°KB şeklindedir. Cevher kırılgan bir yapıya sahip olup metalik parlaklık göstermekte, kurşun grisi ve hafif kırmızımsı renktedir.

Bezar dağı mevkiinde cevherleşmeler ise stratiform şeklinde gelişmiştir. Kalınlıkları 5 cm'den 30-40 cm kadar değişken ve 1,5-2 m uzunluğa sahip adeseler şeklindedir. Cevherin konumu K80^{o}B/30°KD, yan kayacın konumu ise K45^{o}B/60°KD şeklindedir. Cevherler yan kayaçlarla genellikle uyumludur (Şekil 3).



Şekil 3. a-Tabakaya uyumlu gelişen Mn cevherleşmesi (Çağalalıtepe) b-Kırmızı renkli kireçtaşları ve radyolaritler içinde gelişmiş Mn mercekleri. c-Bezardağı stratiform Mn cevherleşmesi genel görünümü. d-Bezardağı stratiform Mn cevherleşmesi yakın görünümü

3.2.1. Çağalalı Tepe ve Bezardağı Manganez Yataklarının Jeokimyasal Özellikleri

3.2.1.1. Ana ve İz Element Jeokimyası

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan Koçali Karmaşığı'na ait Manganez cevherleşmelerinin Jeokimyasal özelliklerini belirleyebilmek amacıyla cevher ve yan kayaç örneklerinden ana element, iz element ve nadir toprak element analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Sonuçlara göre cevherlerin MnO oranı %8,98-%73,64 arasında değişmekte olup ortalama %33,92'dir. Aynı cevherlerin SiO_2 oranı %3,26-%86 arasında değişmekte olup ortalama %47,62'dir. Mn-oksit cevherlerinin yüksek SiO_2 içerikleri, cevherler içerisinde kuvars bulunmasına ve yankayaçların radyolarit ve radyolaryalı çörtler olması örneklerin SiO_2 içeriklerini oldukça yükseltmektedir. Manganez yataklarında önemli olan özelliklerden biri Fe/Mn oranıdır.

Çeşitli tiplerdeki manganez cevherleşmeleri üzerinde yapılan araştırmalarda [6-12] cevherleşmelerin Fe/Mn oranı oranının deniz suyundan yavaşça çökelen hidrojenetik yataklarda 1 civarında, denizaltı hidrotermal yataklarda ise <0,1 (manganezce zengin) ve >10 (demirce zengin) olduğu belirlenmiştir. Çok düşük Fe/Mn oranları denizaltı hidrotermal merkezlerde hidrotermal çözeltilerin hızlı çökelimi ile açıklanmaktadır. Koçali karmaşığı içerisinde yer alan Bezardağı ve Çağalalı tepe manganez cevher örneklerinin Fe/Mn oranları <0,1'dir (Çizelge 1). Bu değerin küçük olması; bunların denizaltı hidrotermal merkezlerde hidrotermal çözeltilerden kaynaklanan hızlı çökelimle oluştuğunu göstermektedir. Al ve Ti içerikleri miktar olarak hidrotermal oluşumlarda sedimanter oluşumlara göre daha azdır (Çizelge 1).

Sedimanter Fe-Mn yataklarında Al için %8,82, Ti için %0,91 ortalama değerleri bilinmektedir. Çağalalı tepe ve Bezardağı manganez cevher örneklerinde ortalama Al değeri %0,24 ve ortalama Ti değeri %0,01'dir. Bu değerler sedimanter oluşumlara göre oldukça düşüktür.

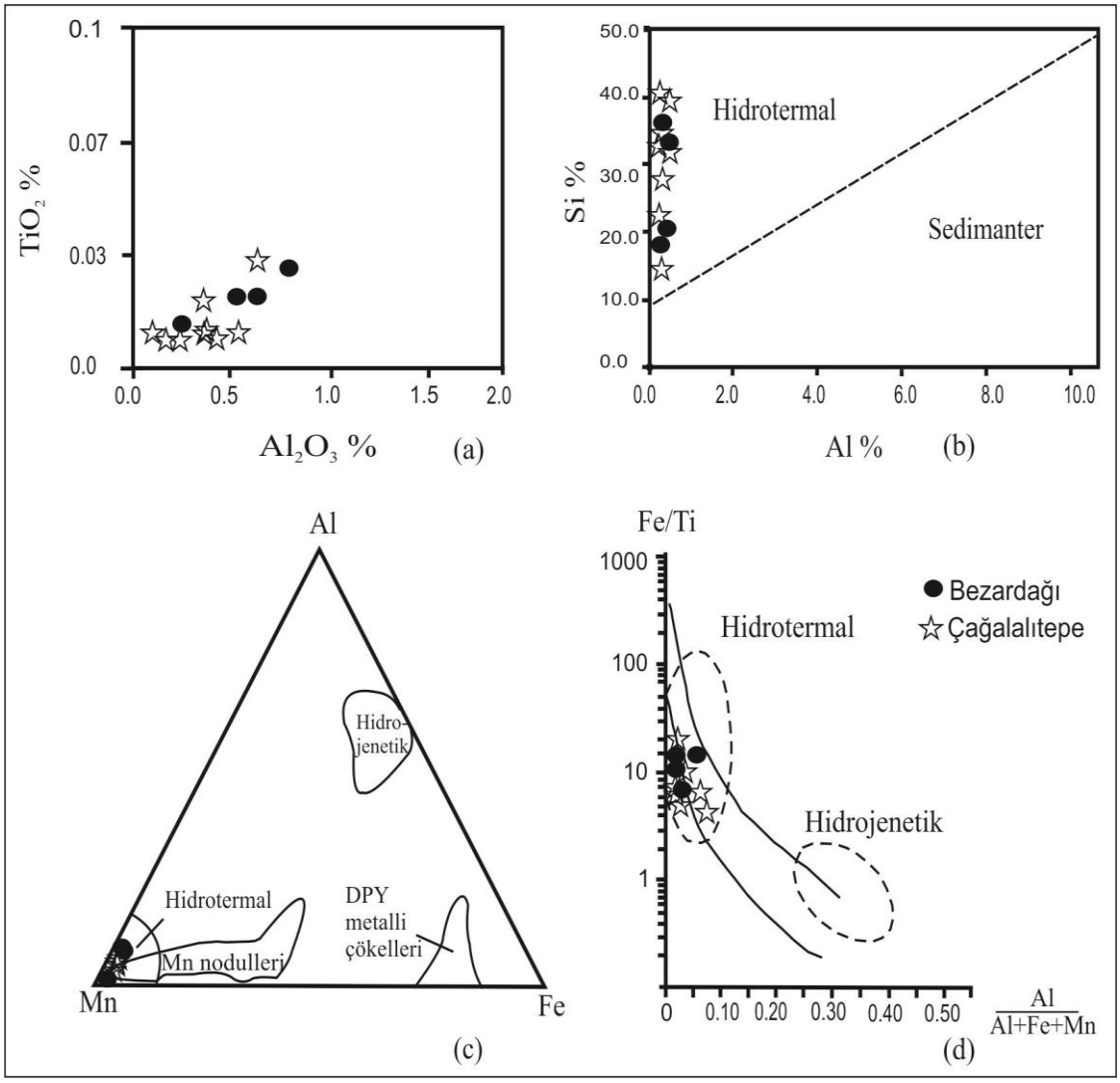
Buna göre (Şekil 4-a) TiO_2-Al_2O_3 ayrım diyagramına göre Mn oksit cevherlerinin diğer hidrotermal yataklarla uyumlu olduğu görülmektedir. Hidrotermal çözeltilerde Ti, Al düşük değerlerde bulunur. Bunun nedeni titanyumun genellikle hareketsiz alüminyumun ise sedimentlerdeki detritik kil minerallerinden kaynaklanmasıdır [9]. Şekil 4-b'de görüleceği üzere cevher örneklerinin tamamı düşük Al ve yüksek Si içerikleri nedeniyle hidrotermal alan içerisinde yoğunlaşmaktadır [10].

Çizelge 1. Cevher örneklerinin anaoksit içerikleri (%), (C:Cevher örneği)

		SiO_2	Al_20_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Mn	Fe	Fe/Mn
C	Ç1	59,7	0,4	0,1	0,5	16,2	0,02	0,04	0,01	0,03	8,9	0,002	13,8	6,95	0,07	0,01
C	Ç5	80,9	0,2	0,1	0,05	4	0,02	0,03	<0,01	0,02	19,3	<0,002	5,3	14,91	0,08	0,01
C	Ç6	5,67	0,7	<0,04	0,5	0,7	<0,01	0,05	<0,01	0,03	69,7	<0,002	12,7	53,95	0,07	0,001
C	Ç9	3,47	0,5	<0,04	0,2	0,52	<0,01	0,01	<0,01	0,06	73,6	<0,002	12,9	57,02	0,08	0,001
C	Ç10	3,26	0,4	<0,04	0,2	1,25	0,01	0,02	<0,01	0,05	71,5	<0,002	13,2	55,39	0,07	0,002
C	Ç14	86	0,7	0,6	0,7	0,4	0,07	0,12	0,04	0,06	17,8	<0,002	3,3	6,09	0,08	0,01
C	Ç15	19,6	0,3	<0,04	0,2	0,6	0,01	0,02	0,02	0,01	67,7	0,003	11,3	52,47	0,06	0,001
C	Ç16	77,1	0,1	<0,04	0,03	0,3	0,02	<0,01	<0,01	0,03	19,9	<0,002	2,4	15,42	0,08	0,005
C	B1	46,3	0,6	23,3	0,7	11,9	0,02	0,05	0,02	0,09	14,6	<0,002	12,2	11,34	0,07	0,01
C	B3	41,5	0,6	0,2	1	21,02	0,02	0,04	0,03	0,03	15,7	<0,002	17,8	12,18	0,08	0,01
C	B5	71,5	0,2	4,8	0,3	5,4	<0,01	0,03	<0,01	0,05	11,2	<0,002	6,2	8,71	0,07	0,01
C	B11	77,1	0,8	0,4	0,5	0,2	0,04	0,08	0,03	0,03	16,8	<0,002	3,8	13,06	0,07	0,01

Değişik ortamlardaki Mn, Fe ve Al içeriklerine göre de hidrojenetik-hidrotermal ayrımı yapılabilinmektedir [11]. Cevherleşmenin yüksek Mn içeriği, düşük Fe ve Al içeriği göstermesi nedeniyle cevherleşme hidrotermal içerisinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 4-c). Pelajik çökellerdeki karasal ve hidrotermal kaynaklı malzemelerin ayırt edilmesi amacıyla Boström [12] tarafından Fe/Ti - Al/Al+Fe+Mn diyagramı kullanılmıştır (Şekil 4-d). Burada alttaki eğri ortalama okyanusal bazaltik malzemenin (Al:%7,95, Fe:%8,33) çeşitli oranlarda volkanik kökenli metalli çökellerle karışmasından; üstteki eğri ise aynı volkanik malzemenin ortalama kıtasal kabuk malzemesiyle (Al:%8,4, Fe:%5,2) karışmasından elde edilmiştir. Hidrotermal yataklar eğrinin yüksek kesiminde yer alırken, hidrojenetik yataklar eğrinin aşağı kesimlerindedir [13]. Buna göre cevherleşmeler hidrotermal alan içerisinde bulunmaktadır. Koçali karmaşığı ile ilişkili Bezardağı ve Çağalalı Tepe manganez cevherleşmelerinin iz element içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Cevherleşmelerinin Ba oranı 5,79-17,586 ppm arasında ve ortalama 3,190 ppm'dir. As değeri 0,8 -89,6 ppm arasında ve ortalama 15,07 ppm; Sr değeri 19,2-348,8 ppm ve ortalama 92,62 ppm; Zn değeri 29-307 ppm arasında ve ortalama 145 ppm; Pb değeri 0,5-8,9 ppm arasında ve ortalama 4,14 ppm; Ni değeri 31-290 ppm arasında ve ortalama 117,6 ppm; Co değeri 5,1-124,90 ppm arasında ve ortalama 59,8 ppm'dir (Çizelge 2).



Şekil 4. a-) Cevher örneklerinin TiO_2-Al_2O_3 ayrım diyagramı [9]. b-) Cevher örneklerinin Si-Al ayrım diyagramı [10]. c-) Değişik ortamlardaki manganez yataklarının Mn, Fe ve Al içeriklerine göre karşılaştırılması [11]. d-) Pelajik çökellerdeki malzemelerin kökenlerinin karşılaştırılması [12]

Co davranışı Ni ile yakın ilişkilidir. Co/Ni ve Co/Zn oranı sedimanter çevrelerde özellikle de deniz tabanı üzerinde sıcak su sedimantasyonunu tanımlamada önemli bir kriterdir ve hidrotermal ve hidrojenetik yatakların ayrımı için kullanılır [14]. Co/Ni <1 hidrotermal kaynağı belirtirken Co/Ni> 1 olması hidrojenetik kökeni belirtir. İnceleme alanındaki cevher örneklerinin Co/Ni oranı ortalama olarak 0,8 dir. (Çizelge 2) ve Co/Ni < 1 olduğu için hidrotermal kaynağı göstermektedir. İnceleme alanındaki Mn-oksit cevher örneklerinde gözlenen Ba/Rb oranı 54,286-35,172 arasında değerler sunmaktadır (Çizelge 2) ve bu değerler nispeten yüksektir. Bu yüksek değer baritin sülfat bakımından fakir kuvvetli anoksik ortamdan sülfat içerikli dioksik koşullara doğru diyajenetik hareketlenmesini yansıtabilir.

Çizelge 2. Cevher örneklerinin iz element içerikleri (%) (C:Cevher, Y:Yankayaç)

		Ba	Ga	Rb	Sr	Zr	Pb	Cu	Zn	Cu/Zn	Co	Ni	Co/Ni	U	Th	U/Th	Co/Zn	Ba/Rb
C	Ç1	1,35	12,9	0,4	64	14,8	4,8	45,8	38	1,20	58	42	1,38	0,3	0,2	1,5	1,53	3,382,5
C	Ç5	810	16,2	0,2	1920	9,3	0,6	36,1	62	0,58	5,1	37	0,14	0,7	0,2	3,5	0,08	4,05
C	Ç6	5,7	98,8	0,9	84,5	34,4	0,9	241,7	302	0,8	98,8	290	0,34	2,4	0,4	6	0,33	6,354,4
C	Ç9	4,67	125	1	79,9	61	0,5	94,1	307	0,31	41,4	206	0,2	1,5	0,3	5	0,13	5,838,7
C	Ç10	8,96	135	1	111	16,4	0,5	73,2	298	0,25	49	267	0,18	1,1	0,3	3,67	0,17	12,805,7
C	Ç14	197	22,6	1,7	70	92,6	4,5	21,3	54	0,39	80,1	60	1,01	2,4	1,7	1,41	1,48	115,88
C	Ç15	38	138	0,7	152	185,2	2	327,3	257	1,27	40,5	90	0,45	4,7	0,5	9,4	0,16	54,286
C	Ç16	433	43,3	0,1	41,1	17,5	8,8	72	29	2,48	59,2	31	1,91	6,8	0,2	34	2,04	4,33
C	B1	539	13,5	1,3	59,4	94	8,9	86,1	150	0,57	125	153	0,82	0,6	0,3	2	0,83	414,61
C	B3	17,5	26,4	0,5	349	17,8	4,7	79,7	64	1,24	119	82	1,45	0,3	0,4	0,75	1,86	35,172
C	B5	2,36	24,6	0,3	29,7	42,5	7,4	159,3	69	2,31	5,5	123	0,78	0,8	0,2	4	1,39	7,883,3
C	B11	1,33	31,6	0,9	90,1	104,3	6,1	64,2	110	0,58	36,1	31	1,16	3,1	0,6	5,17	0,33	1,476,6
Y	Ç3	192	6,7	5	95,9	8,9	15	7,1	10	0,71	1,9	20	0,1	0,1	0,7	0,14	0,19	38,4
Y	Ç17	7	7,3	1,9	87,7	5,8	1,5	3,4	4	0,85	0,7	20	0,04	0,1	0,2	0,5	0,18	3,684
Y	Ç20	7	5	1,9	86,4	4,9	1,3	3,4	4	0,85	0,7	20	0,04	0,1	0,2	0,5	0,18	3,684
Y	B7	2,73	20,9	0,3	54,2	28,8	1,8	30,3	24	1,26	16,2	23	0,7	4,2	0,2	21	0,68	9,11
Y	B8	292	15,6	1	25,6	31,5	1,9	11,3	20	0,56	33,1	20	0,66	1,6	0,5	3,2	1,66	292
Y	B9	8	23,4	2,2	107	6,7	0,5	8,4	13	0,65	6,3	20	0,32	0,2	0,4	0,5	0,48	3,636

Hidrotermal yataklar normal pelajik sedimentlerden daha fazla iz element konsantrasyonlarına (Ni, Co, Cu, Zn,..) sahipken hidrojenetik yataklara göre daha az iz element içerirler [9]. Koçali karmaşığı ile ilişkili Mn-oksit cevher örneklerinin iz element içerikleri Çizelge 3' deki diğer yatakların içerikleriyle karşılaştırıldığında hidrojenetik ve sedimanter yatakların iz element içeriğine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Mn-oksit cevher örneklerinin iz element konsantrasyonları denizaltı hidrotermal yatakların iz element içeriğine benzemektedir. Metalojenik yoruma yardımcı olması için cevher örnekleri birçok diyagrama yerleştirilmiştir. Mn-oksit yatakları (hidrotermal ve hidrojenetik) Co, Zn ve Ni gibi iz elementlerin birbirlerine göre oranlarına bağlı olarak kolaylıkla ayrılmaktadırlar. Hidrotermal yataklarda nispeten yüksek Ni ve Zn değerlerine karşılık nispeten yüksek Co değerleri de hidrojenetik yataklanmanın göstergesidir [21]. Bu iki tip yataklanma arasındaki ilişki Şekil 5-a'da gösterilmiştir.

Eksalatif sedimanter yataklar ile manganez nodülleri Fe-Mn-(Ni+Co+Cu)*10 diyagramı ile ayırt edilmiştir. Ni, Co, Cu gibi elementlerin yoğunlaşmaları hidrotermal yataklarda hidrojenetik yataklara göre oldukça düşüktür [6].

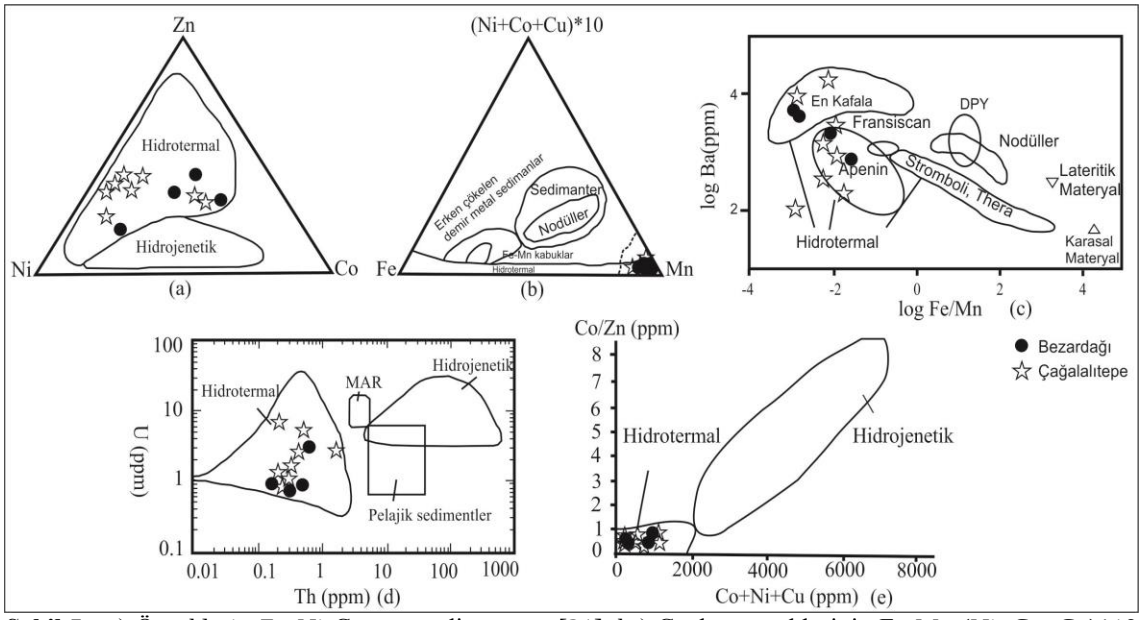
Bu değerlerin düşük olması sebebiyle cevher örnekleri hidrotermal alan içerisine düşmektedir (Şekil 5-b).

Cevherlerin ortalama Ba içerikleri (3595 ppm) normal deniz suyuna (2013 ppm) [12] göre yüksektir. Çeşitli tiplerdeki manganez yataklarında Fe/Mn'ye karşılık Ba dağılımları (Şekil 5-c) görülmektedir. Diyagram üzerine yerleştirilen Koçali karmaşığı ile ilişkili cevherlerin diğer hidrotermal yataklar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı oluşumlara sahip Mn-Fe yataklarının ana ve iz element içerikleri [15-20]

Ulukent Sedimanter [16]	Hazara Hidrotermal-Hidrojenetik [17]	Binkılıç Sedimanter-Diyajenetik [18]	Baby Bare Hidrotermal [19]	Çayırlı Hidrotermal [20]	Çağalalı Tepe ve Bezardağı (Bu Çalışma)
13,68	9,41	10,65	2,02	63,02	50,6
0,1	0,84	0,02	0,04	0,03	0,02
2,49	12,53	0,28	0,27	0,65	0,45
3,72	20,33	2,46	2,3	0,68	0,98
63,78	33,78	33,39	48,52	29,22	32,08
1,99	0,59	1,27	1,58	0,2	0,39
4,05	6,43	18,96	0,97	0,24	4,83
0,24	0,07	0,39	0,64	0,05	0,02
0,05	0,88	0,56	0,22	0,11	0,04
0,18	0,73	0,31	0,04	0,04	0,04
427	6304	6892	7091,6	1229,4	3595
-	573	106	172,33	143,7	93,92
-	247	26	8,89	13,7	63,4
13	404	56	135,33	25,21	107,3
10	305	167	300,67	69,4	102,39
56	375	26	226	154,9	132,76
70	580	49	123,22	66,7	3,96
65	23,57	-	-	60,5	0,41
-	31	-	1	0,4	0,77
-	24	-	14,22	2,9	92,62
185	-	2100	877,44	243,4	6,63
-	-	15	10	33	11,69
-	-	11,1	1,5	0,7	35,27
-	-	32	9,22	4	15,07

Hidrotermal, hidrojenetik ve normal pelajik sedimentleri birbirinden ayırmak amacıyla U/Th oranları kullanılabilmektedir. Hidrotermal yataklar için <10.2 U/Th değeri karakteristiktir. Bu değerler hidrojenetik yataklarda çok daha fazladır [22-23]. U-Th ayrım diyagramda cevher örnekleri hidrotermal alan içerisine düşmektedir (Şekil 5-d). Denizel ortamda sülfürlü bir cevherin oksidasyonu ile oluşmuş yatakları (duphidleri) diğer manganez yataklarından ayırmak için kullanılan Pb-Zn ayrım diyagramında tüm cevher örnekleri denizel alanda yer almıştır [21]. Yine hidrotermal ve hidrojenetik yatakları birbirinden ayırmak için Co/Zn-Co+Ni+Cu diyagramı kullanılmaktadır (Şekil 5-e). Bu diyagramda örnekler hidrotermal alan içerisinde yoğunlaşmaktadır.

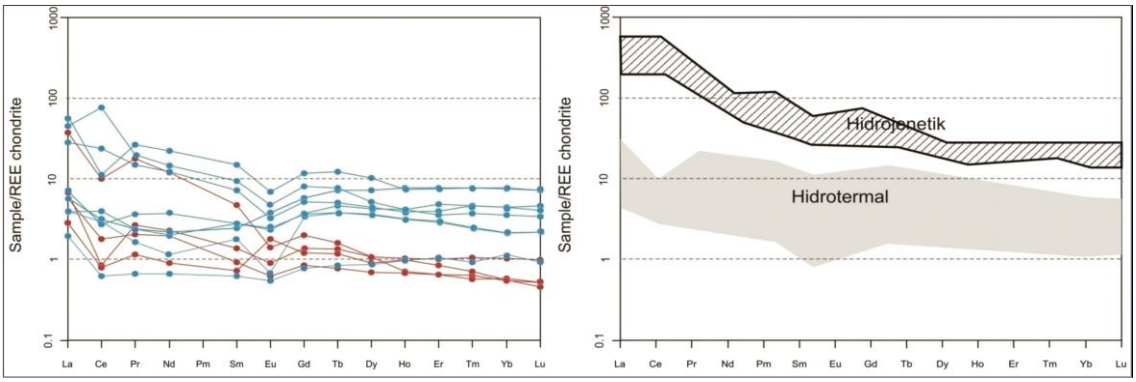


Şekil 5. a-) Örneklerin Zn-Ni-Co ayrım diyagramı [21]. b-) Cevher örneklerinin Fe-Mn-(Ni+Co+Cu)*10 ayrım diyagramı [6]. c-) Çeşitli tiplerdeki manganez yataklarında Fe/Mn'ye karşılık Ba dağılımları [12]. d-) Cevher örneklerine ait U-Th diyagramı [22-23]. e-) Örneklerin Co/Zn-Co+Ni+Cu ayrım diyagramı [21]

3.2.1.2. Nadir Toprak Element Jeokimyası

Bezardağı ve Çağalalı Tepe Manganez cevher ve yan kayaçlarına ait NTE verileri Çizelge 4'te verilmiştir. Hesaplamalarda değerler kondrit'e göre [24] normalize edilmiş ve grafiksel olarak Şekil 6'de sunulmuştur. Ayrıca karşılaştırmalarda kullanılmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerindeki Mn-cevher ve kabuk oluşumuna ait veriler de Çizelge 5'de sunulmuştur. İnceleme alanındaki Mn-cevher örneklerinin toplam Nadir Toprak Element (∑NTE) içerikleri 5,85–94,98 arasında değişmekte olup ortalama 34,67 dir. Bu değerler Çizelge 5'deki verilerle karşılaştırıldığında hidrojenetik ve erken diyajenetik yataklardaki değerlere göre oldukça düşük, hidrojenetik ve erken diyajenetik yataklarda bu değerler birkaç bin ppm dir [25-26]. Bu cevherlerin yan kayaçları için de durum aynıdır. Gerek cevher gerekse yan kayaç örneklerinin çok düşük ∑NTE içerikleri bir düşük sıcaklık hidrotermal kökeni belirtirken bir hidrojenetik kökeni ifade etmez [27]. Eu birçok hidrotermal oluşum içerisinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan bir elementtir. Eu/Sm oranı bu elementin hidrotermal etkinin bir göstergesi olarak oynadığı rolü ifade etmek için kullanılmaktadır [28]. İnceleme alanındaki cevher örneklerinde Eu/Sm değerleri 0,14-1,23 arasında değişmekte olup ortalama 0,43'tür (Çizelge 4). Nehir ve sığ sular için Eu/Sm: 0,21 ve deniz suyu için bu değer 0,25'tir. Hidrojenetik, hidrojenetik-diyajenetik ve diyajenetik kökenli Mn-Fe nodüllerinde Eu/Sm değerleri 0,23-0,26'dan daha yüksek değildir. İnceleme alanındaki cevher örneklerinin Eu/Sm oranı yüksektir ve bu da örneklerin hidrotermal çıkışlarla desteklenmiş olduğunu ifade etmektedir. Kondrit-normalize NTE diyagramı üzerinde görüleceği üzere Koçali karmaşığı ile ilişkili Bezardağı ve Çağalalı Tepe Manganez cevher örnekleri negatif Eu anomalisi göstermektedir (Şekil 6). İnceleme alanındaki cevher örneklerinde gözlenen negatif Eu anomalisi cevherlerin çökelmiş olduğu çözeltinin sıcaklığının 250^0C'nin üzerine çıkmadığını göstermektedir. Pozitif Eu anomalisi ise daha yüksek sıcaklıkları ifade eder çünkü yüksek sıcaklık hidrotermal sıvılar pozitif Eu anomalileri ile karakterize edilmektedirler [27]. Eu anomalileri Eu^*: Eu

$_{norm.}$/(2/3$Sm_{norm.}$+1/3$Gd_{norm.}$) formülü ile hesaplanmıştır. Eu^* değerleri 0,29-1,71 arasında değişmekte olup ortalama 0,74'tür ve bu değerler deniz suyundakine göre yüksek olup hidrotermal çözeltilerle benzerdir. Eu/Eu^*: Eu $_{norm.}$/($Sm_{norm.}$+$Gd_{norm.}$)/2 [29]. formülü ile hesaplanmıştır. Bu değerler 0,26-1,60 arasında olup ortalama 0,76'dır. Yan kayaçlarda ise Eu/Eu^* değerleri 0,52-0,69 arasında olup ortalama 0.56'dir. Bu değerler bize cevher ve yan kayaçların oluşumundaki hidrotermal katkıyı ifade eder. Koçali karmaşığı ile ilişkili Bezardağı ve Çağalalı Tepe manganez cevher örneklerinde Ce^*: Ce $_{norm.}$/(2/3$La_{norm.}$+1/3$Pr_{norm.}$) formülü ile hesaplanmıştır. Ce^* değerleri 0,2-2,11 arasında ve ortalama 0,71'dir (Çizelge 4). Bu düşük değerler cevherleşmenin düşük bir redoks potansiyeli altında, iyi oksijenlenmemiş ve durgun bir su kütlesinden ileri gelen bir birikim olduğunu yansıtmaktadır. Ce_{anom}:log(3x$Ce_{norm.}$/(2x$La_{norm.}$+$Nd_{norm.}$)) formülü ile hesaplanmıştır. $Ce_{anom.}$>-0,1 olması hidrojenetik yatakları $Ce_{anom.}$<-0,1 olması ise hidrotermal yatakları belirtmektedir. Kondrit-normalize NTE diyagramları üzerinde görüleceği üzere Koçali karmaşığı ile ilişkili cevher örneklerinde Ce negatif anomali göstermektedir (Şekil 6). Ce'un pozitif anomali göstermesi Hidrojenetik yataklarda karakteristik bir özellikken Hidrotemal yataklar negatif Ce anomalisi ile karakterize edilirler. Kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramı üzerinde cevher örnekleri hidrotermal sınırlar içerisinde yer almaktadır (Şekil 6). Cevherleşmenin oluşum ortamını belirleme de nadir toprak element oranlarının kullanılması oldukça faydalıdır. Bunlardan bazıları ∑LREE/∑HREE, Ce/La ve Y/Ho değerleri Çizelge 4'te sunulmuştur. İlk olarak ∑LREE/∑HREE oranı Mangan oksidasyon süreçleri sırasındaki ilk zenginleşmeyi gösterir ve ∑LREE/∑HREE pozitif korelasyonu cevher oluşum sırasında aynı mekanizma da REE alımından sorumludur. LREE'ler volkanoklastiklerden sağlanırken HREE'ler deniz suyundaki çökelimle oluşan MnO_2'den sağlanır. İnceleme alanındaki cevher örneklerinde ∑LREE/∑HREE oranı 1,30-12,19 arasında değişmekte olup ortalama 4,84'tür. LREE>HREE olması cevherleşmenin hidrotermal çözeltilerle oluştuğunu göstermektedir. Cevher örneklerinde $La_{norm.}$/$Nd_{norm.}$ oranı 2,08-4,25 arasında değişmekte olup ortalama 2,79'dur.



Şekil 6. Manganez cevher örneklerinin kondrite göre normalize spider diyagramı ve spider diyagramı üzerinde hidrotermal ve hidrojenetik yataklarda gözlenen paternler [24]

$Dy_{norm.}$/$Yb_{norm.}$ oranı ise 0,70-1,67 arasında değişmekte olup ortalama 1,19'dur. Bu değerler hidrotermal çözeltilerde sırasıyla 3,0-7,4 (ortalama 4,5) ve 0,6-2,1 (ortalama 1,2)'dir ve karşılaştırıldığında inceleme alanındaki Manganez cevherleşmelerinin kaynağının hidrotermal olduğunu göstermektedir. Ce/La oranı ortalama olarak 1,48'dir. Cevherleşmeye karbonatların eşlik etmesi ve terrijen maddelerin artması durumunda bu oran yükselmektedir (Çizelge 4). Cevherleşmede bu oran normal değerlerdedir ve dışarıdan bir terrijen madde karışımının olmadığını gösterir. Y/Ho oranının yüksek olması kaynağın birden fazla olduğunu veya ortama terrijen maddelerin karıştığını gösterir.

Çizelge 4. Cevher örneklerinin nadir toprak element sonuçları (ppm)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	∑REE	Eu/Sm	Ce*	Eu*	LREE/HREE	Ce anom	LAN/NdN	Eu/Eu*	Ce/La	DYN/YbN	Y/Ho
Ç1	2,2	2,2	0,4	2,2	0,5	0,2	0,9	0,2	1,2	0,2	0,6	0,1	0,5	0,1	6,3	11,5	0,3	0,5	0,8	2,1	-0,3	2,9	0,8	1,0	1,7	27,4
Ç5	0,6	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	1,9	5,9	0,3	0,4	0,8	1,6	-0,4	2,9	0,8	0,8	0,8	27,1
Ç6	1,2	3,2	0,3	1,2	0,5	0,2	1,0	0,2	1,4	0,3	1,0	0,2	0,9	0,2	5,2	11,7	0,3	1,2	0,8	1,3	0,1	2,9	0,7	2,7	0,9	17,3
Ç9	1,2	2,4	0,2	0,7	0,4	0,1	0,9	0,2	1,3	0,3	1,0	0,2	1,2	0,2	5,6	10,1	0,1	1,0	0,3	1,9	0,0	3,3	0,3	2,0	0,7	18,7
Ç10	1,8	2,5	0,3	1,3	0,5	0,3	1,5	0,3	2,3	0,6	1,6	0,3	1,6	0,2	8,6	15,0	0,6	0,7	1,1	2,8	-0,2	2,7	0,9	1,4	1,0	15,6
Ç14	8,8	18,9	1,8	7,3	1,4	0,2	1,3	0,2	1,4	0,3	0,8	0,2	0,9	0,1	6,0	43,8	0,8	1,0	0,5	3,3	-0,7	1,9	0,7	0,5	1,5	35,6
Ç15	13,8	61,8	2,4	8,7	1,8	0,4	2,1	0,4	1,7	0,3	0,7	0,1	0,7	0,1	5,1	95,0	0,2	2,1	0,5	2,8	-0,8	3,7	0,7	0,3	1,5	33,6
Ç16	18,6	9,0	3,2	13,3	2,9	0,5	3,0	0,6	3,3	0,5	1,6	0,3	1,6	0,2	7,3	58,6	0,2	0,2	0,5	3,5	-0,7	2,1	0,7	0,5	1,6	37,0
B1	7,4	4,0	1,4	6,3	1,4	0,4	1,9	0,3	1,9	0,4	1,2	0,2	1,2	0,2	11,7	28,1	0,7	0,3	0,7	2,9	-0,6	2,3	0,7	0,5	1,0	28,5
B3	3,8	3,8	0,8	3,1	0,9	0,6	1,7	0,3	1,7	0,4	1,0	0,1	0,8	0,1	9,8	19,1	1,2	0,5	1,7	2,1	-0,3	2,4	1,6	1,0	1,4	24,5
B5	6,5	7,0	1,2	5,6	1,0	0,3	1,3	0,2	1,4	0,3	0,9	0,1	0,8	0,1	8,0	26,6	0,3	0,5	0,8	4,3	-0,3	4,3	0,8	1,1	1,1	26,7
B11	26,6	25,6	5,9	21,7	3,5	0,5	2,5	0,4	1,9	0,3	0,9	0,1	0,7	0,1	5,9	90,8	0,2	0,4	0,5	5,8	-0,5	2,1	0,6	0,7	1,4	12,6
Ç3	29,5	10,0	7,3	33,7	7,8	2,0	9,8	1,6	8,9	1,7	4,7	0,7	3,9	0,6	58,4	122,2	0,3	0,2	0,7	12,2	-0,3	2,4	0,5	1,0	1,7	19,0
Ç17	11,4	5,2	2,5	11,4	2,4	0,6	3,2	0,5	2,8	0,6	1,5	0,2	1,2	0,2	20,3	43,7	0,3	0,2	0,7	7,2	0,1	2,3	0,5	2,1	1,0	21,4
Ç20	9,7	4,6	2,3	9,0	2,1	0,6	2,6	0,4	2,3	0,5	1,2	0,2	0,9	0,1	17,0	36,3	0,3	0,2	0,7	14,5	0,3	3,1	0,6	4,5	1,5	17,0
B7	14,7	10,5	3,2	13,7	2,7	0,5	2,3	0,4	2,3	0,4	1,0	0,2	1,1	0,2	4,8	53,0	0,2	0,3	0,5	4,3	-0,6	2,7	0,5	0,5	1,3	13,8
B8	2,5	6,9	0,5	1,9	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	3,0	14,5	0,2	1,3	0,6	3,3	-0,7	1,7	0,7	0,5	1,6	34,9
B9	10,5	4,8	2,5	11,7	2,6	0,7	3,2	0,5	2,9	0,6	1,4	0,2	1,2	0,2	19,2	42,7	0,3	0,2	0,7	6,0	0,1	2,6	0,6	2,8	1,0	23,1
Min	0,6	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	1,9	5,9	0,1	0,2	0,3	1,3	-0,6	2,1	0,3	0,5	0,7	12,6
Max	26,6	61,8	5,9	21,7	3,5	0,6	3,0	0,6	3,3	0,6	1,6	0,3	1,6	0,2	11,7	95,0	1,2	2,1	1,7	12,2	0,1	4,3	1,6	4,5	1,7	27,1
Ort	7,7	11,7	1,5	6,0	1,2	0,3	1,5	0,3	1,6	0,3	1,0	0,1	0,9	0,1	6,8	34,7	0,4	0,7	0,7	4,8	-0,2	2,8	0,8	1,5	1,2	20,7

(LREE/HREE: (La+Ce+Pr+Nd+Sm+Eu)/(Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu); Ceanom.log (3xCenorm./(2xLanorm.+ Ndnorm.));Ce*:Cenorm./(2/3Lanorm.+1/3Prnorm.);Eu*:Eunorm./(2/3Smnorm.+1/3Gdnorm.);∑REE:La+Ce+Pr+Nd +Sm+Eu+Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu); Ç: Çağalalıtepe,B: Bezardağı

Çizelge 5. Farklı oluşumlara sahip Mn-Fe yataklarının NTE içerikleri [23,28,29,30-36]

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
Wafangzi Ferro-Mn Yatağı [30]	20	39	4,6	19	4,2	0,74	4,1	0,7	3,9	0,8	2	0,3	1,6	0,2	28
Ortalama Kıtasal Kabuk [31]	19	38	4,9	19	4,6	1	4,2	0,7	3,3	-	2	-	1,6	-	20
Ortalama Okyanusal Kabuk [31]	16	28	4,7	21	5,3	1,4	5,9	0,9	4,9	-	3,1	-	2,7	-	29
DPY Hidrotermal Çökelleri [32]	0,9	1,2	0,2	0,77	0,2	0,33	0,2	-	0,19	-	0,1	-	0,09	-	-
Doğu Pasifik Sıvı Yükselimi [32]	108	165	21	72,3	14	157	16,2	-	10,6	-	4,8	-	3,7	-	-
TAG demirli mn kabuklar [29]	5,6	5,5	1,7	7,63	1,6	0,39	1,7	0,3	1,53	0,3	0,8	0,1	0,6	0,1	-
TAG Hidrotermal Zon [29]	0,9	1,1	0,2	0,74	0,2	0,06	0,3	0,1	0,39	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	-
TAG Hidrojenetik [29]	270	985	67	268	589	14	63,9	9,8	52,4	10	25	3,6	22	3,4	-
Atlantik Okyanusundaki Mn-Fe Oksihidroksitler [28]	100	850	-	82	17	5	-	4	-	-	-	-	15	2	-
GB Pasifik La Basenindeki Hidrotermal Sedimentler [33]	18	893	3,1	14,3	3	0,91	4,1	-	4,61	1,1	3,4	-	3,2	0,5	-
Eymir (Yozgat) Mn Yatakları [34]	6,2	15	1,4	5,94	1,2	0,28	1,3	0,2	1,22	0,3	0,8	0,1	0,7	0,1	8,5
Pasifik Okyanusunda Deniz Ferromangan Oksitler [35]	155	606	24	101	19	5	28,1	4,2	25,2	6,1	19	2,8	18,1	-	-
DPY Hidrotermal Parçacıklar [36]	1,3	1,2	0,3	1,3	0,3	0,07	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0	-
Koçali Kompleksindeki Mn-Oksit Cevherleri [23]	6,3	12	1,1	4,5	1,1	0,16	1,1	0,2	1,3	0,3	0,8	0,1	1,1	0,2	7,9
Maden Mn-Fe cevherleşmeler [23]	131	27	23	96,5	19	5,05	21,7	35	20,8	4,3	12	1,7	10,3	1,4	1,3
(Bu çalışma)	8,2	12	1,6	6,57	1,4	0,31	1,6	0,3	1,68	0,3	1	0,2	0,9	0,1	6,6

Bezardağı ve Çağalalı Tepe Manganez cevherlerinin Y/Ho oranı 12,63-27,14 arasında değişmekte olup ortalama 20,74'tür (Çizelge 4). Bu değerler normaldir ve cevher oluşumuna terrijen madde karışımının olmadığını göstermektedir.

4. SONUÇLAR

Cevherleşme, Güney Doğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisindeki Üst Kretase yaşlı Koçali karmaşığının üst seviyelerinde bulunan radyolaritler ve kırmızı renkli kireçtaşları içinde bulunmaktadır. Cevher mineralleri; pirolusit, psilomelan, manganit, hausmanit ve hollandittir. Hollandit varlığı cevherin düşük sıcaklık koşullarında, deniz altında ve hidrotermal katkılarla oluştuğunu gösterir. Cevherleşmenin kimyasal bileşimi incelendiğinde Fe/Mn <0,1 olduğundan deniz altı hidrotermal çıkışları yakınında hidrotermal eriyiklerden hızla çökelmiş yataklara benzediği belirlenmiştir

Ni, Co ve Cu gibi elementlerin yoğunlaşmaları da güncel hidrojenetik Mn yataklarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Düşük sıcaklıklarda mobilize olmayan Al ve Ti hidrojenetik kökeni ifade ederken cevherleşme içerisinde hareketsiz ve eser miktarda olup yine hidrotermal kökeni desteklemektedir. Ce anomalisi $Ce_{anom.}$:log $(3xCe_{norm.}/(2xLa_{norm.}+Nd_{norm.}))$ formülü ile hesaplanmıştır. $Ce_{anom.}$>-0,1 olması hidrojenetik yatakları $Ce_{anom.}$<-0,1 olması ise hidrotermal yatakları belirtmektedir. İnceleme alanındaki cevherleşmelerde ise Ce anomalisi ortalama olarak -0,23'tür. Eu^*:$Eu_{norm.}/(2/3Sm_{norm.}+1/3Gd_{norm.})$ formülü ile hesaplanmış ve sonuçta Eu^* değerleri ortalama 0,74 olarak belirlenmiştir. Bu değerler deniz suyundakine göre yüksek olup hidrotermal çözeltilerle benzerdir. Ayrıca Ce negatif anomali göstermesi idrotermal yataklarda karakteristiktir. Çağalalıtepe ve Bezardağı manganez cevherleşmelerinin majör oksit, iz element ve Nadir toprak elementleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve cevherleşmenin denizaltı volkanizmasına bağlı olarak hidrotermal oluşumlu olduğu belirlenmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Yılmaz, Y., 1993. New Evidence and Model on the Evolution of the Southeast Anatolian Orogen. Geol. Soc. Of Amer. Bull., 105, 251-271.
2. MTA, 2010. Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
3. 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, 12:1280-1297.
4. Sungurlu, O., 1974. VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi. Türkiye İkinci Petrol Kongresi, Tebliğler, 85-107.
5. Yıldırım, E., 2010. Petrography and Petrology of Outcrop Igneous Rocks at Celikhan Between Sincik Area, Ph.D. Thesis, Fırat Univ., Science Inst.
6. Bonatti, E., Kraemer, T., Rydell, H., 1972. Classification and Genesis of Submarine Iron Manganese Deposits. In: D.R.Horn (eds), Ferromanganese Deposits on the Ocean Flor, Washington, Natl, Sci. Foundation, 149-166.
7. Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R., Rydell, H.S., 1976. Metalliferous Deposits Aphenine Ophiolites. Geol. Soc.. America Bull., 87, 83-94.
8. Rona, P.A., 1978. Criteria for Recognition of Hydrothermal Mineral Deposits in Oceanic Crust. Econ. Geol., 73, 135-160.
9. Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L., Feigenson, M.D., 1982. Manganiferous Cherts of the Franciscan Assemblage. I. General Geology, Ancient and Modern Analogues and Implications for Hydrothermal Convection at Oceanic Spreading Centers. Econ. Geol., 540.
10. Peters, T., 1988. Geochemistry of Manganese-Bearing Cherts Assoicated with Alpine-Ophiolites and the Hawasina Formations in Oman. Marine Geology, 84: 229.
11. Panagos, A.G., Varnavas, S.P., 1984. On the Genesisof Some Manganese Depositsfrom Eastern Greece. In: A. Wauschkuhn (eds.), Syngenesis and Epigenesis in the formation of Mineral Deposits, Springer-Verlag, 552-561.

12. Boström, K., 1970. Submarine Volcanism as a Source of Iron. Earth Planet. Sci. Letters, 9, 348-354.

13. Guillemot, D. and Nesteroff, W.D., 1980. Les Depots Metalliferes de Chypre: Comparaison, Avec Leur Homologues Actuels du Pacifique: Panayiotou, A., ed., Ophiolites da., Proc. Inter. Ophiolite Symp. Cyprus, 1979, 139-146.

14. Toth, J., 1980. Deposition of Submarine Crusts Rich in Manganese and Iron. Geol. Soc. America Bull., 91, 44-54.

15. Jiancheng, X., Yang, J., Xu, W., 2006. Geochemical Characteristics of Sedimentary Mangdnese Deposit of Guichi, Anhui Province, China. Journal of Rare Earths, 24, 374.

16. Kuşcu, M., Gedikoğlu, A., 1989. Geochemical Characteristics of the Ulukent (Tavas-Denizli) Manganese Deposits, Geologist of Sound, vol. 17, 29-47.

17. Shah, M.T., Moon, C.J., 2007. Manganese and Ferromanganese Ores from Different Tectonic Settings in the NW Himalayas, Pakistan. Journal of Asian Earth Sciences, 29 - 455.

18. Özturk, H., Frakes, L.A., 1995. Sedimentation and Diagenesis of an Oligocene Manganese Deposit in a Shallow Subbasin of the Paratethys, Thrace basin, Turkey. Ore Geol. Rev. 10, 117–132.

19. Fitzgerald, C.E., Gillis, K.M., 2006. Hydothermal Manganese Oxide Deposits from Baby Bare Seamount in the Northeast Pasific Ocean. Marine Geology, 225, 145.

20. Öygür, V., 1990. The Views on Geology, Deposition and Genesis of Manganese Deposit in Cayırlı (Ankara-Haymana) Bullettin of MTA, 110, 29-43.

21. Choi, J.H., Hariya, Y., 1992. Geochemistry and Depositional Environment of Mn Oxide Deposits in the Tokoro Belt, Northestern Hokkaido. Japan. Econ. Geol., 87, 1265-1274.

22. Adachi, M., Yamamoto, K., Sugisaki, R., 1986. Hydrothermal Chert and Assoicated Siliceous Rocks from the Northern Pasific: Their Geological Significance as Indication of Ocean Ridge Activity. Sed. Geol., 47, 125-148.

23. Türkyılmaz, B., 2004. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağındaki Mangan Yataklarının Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensel Olarak İncelenmesi., Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 160.

24. Evensen, M.N., Hamilton, P., O'Nions, R,K., 1978. Rare-Earth Abundances in Chondritic Meteorites. Geochim. Cosmochim Acta, 1978,42: 1199.

25. Glasby, G.P., Gwozdz, R., Kunzendorf, H., Friedrich, G., Thijssen, T., 1987. The Distribution of Rare Earth and Minor Elements in Manganese Nodules and Sediments from the Equatorial and S.W. Pacific. Lithos, 97-113.

26. De Carlo, E.H., McMurtry, G.M., 1992. Rare Earthelement Geochemistry of Ferromanganese Crusts from the Hawaiilan Archi-Pelago, Central Pasific, Chemical Geology, 95, 235-250.

27. Usui, A., Someya, M., 1997. Distribution and Composition of Marin Hydrogenetic and Hydrothermal Manganese Deposits in the North-West Pasific. in:.

28. Varentsov, I.M., 1993. Distribution of Rare Earth Elements in Mn-Fe Oxyhydroxide Crusts from Bezymiannaya Seamount, Atlantic: Geochemical History of Deposition, Chemical Erde, 53, 133-157.

29. Mills, R.A., Wells, D.M., Roberts, S., 2001. Genesis of Ferromanganese Crusts from the TAG Hydrothermal Field, Chemical Geology, 176, 283-293.

30. Fan, D., Ye, J., 1974. Geology, Mineralogy and Geochemistry of the Middle Proterozoic Wafangzi Ferromanganese Deposits, Liaoning Province, Chine, Ore Geology Review, 15,31-35.

31. Ronov, A.B., Balashov, Y.A., Girin, Y.P., Bratishev, R.K., Kazakov, G.A., 1974. Regularities of Rare Earth Element Distribution in the Sedimentary Shell and in the Crust of the Earth, Sedimentology, 21: 171-193.

32. German, C.R., Hergt, J., Palmer, M.R., Edmond, J.M., 1999. Geochemistry of a Hydrothermal Sediment Core from the OSB Vent-Field, East Pasific Rise, Chemical Geology, 155, 65-75.

33. Cronan, D.S., Hodkinson, R.A., 1997. Geochemistry of hydrothermal Sediments from ODP Sites 834 and 835 in the Lau Basin,

Southwest Pasific, Marine Geology, 141, 237-268.

34. Öksüz, N., 2010. Geochemical Characteristics of the Eymir (Sorgun-Yozgat) Manganese Deposits, Turkey. Journal of Rare Earths, 2010, Vol. 29, pp.1.

35. Wen, X., De Carlo, E.H.D., LI, Y.H., 1997. Interelement Relationships in Ferromanganese Crust Genesis, Marine Geology, 136, 227-297.

36. Sherrel, R.M., Field M.P., and Ravizza, G., 1998. Uptake and Fractionation of Rare Earth Element on Hydrothermal Plume Particles at 9^0 45'N, East Pasific Rise, Geochim. Cosmochim Acta, 63, 1709-1722.