

KAŞIMAĞA (KESKİN-KIRIKKALE) MANGAN OKSİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUM ORTAMINI TANIMLAYAN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

Şükrü KOÇ*, Öner ÖZMEN** ve Nursel ÖKSÜZ***

ÖZ.- Kaşımağa Mn oksit cevherleşmesi Kırşehir masifinin ofiyolitli serisine ait bazaltlar ile radyolarit ve marlardan oluşan pelajik çökeller içinde; dağılmış, bantlı ya da çeşitli kalınlıktaki tabakalar halindedir. Cevherleşmenin parajenezini braunit, piroluzit, ramsdellit, götüt, hematit ve manyetit mineralleri oluşturmaktadır. Analiz edilen örneklerin düşük ve değişken Fe/Mn oranları, düşük eser element içerikleri, NTE'nden Ce'un negatif anomali göstermesi, oluşumun deniz altı hidrotermal şartlarda geliştiğini göstermektedir. Ana ve eser element miktarlarında belirtilen farklı iki topluluk, ağırlıklı olarak aynı çözeltiden gelişen kuvvetli fraksiyonelleşme ile açıklanmıştır.

GİRİŞ

Çalışma alanı Kırıkkale ili Keskin ilçesine bağlı Kaşımağa, Pöhrenk ve Yenimerdan köyleri çevresinde 1:25.000 ölçekli 131-C4 paftasında yer alan yaklaşık 25 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şek.1).

Araştırmaya konu edilen Kaşımağa Mn oksit cevherleri Orta Anadolu masifi de denilen Kırşehir masifinde bulunmaktadır. Masifin allokton olduğunu ileri süren ilk çalışmalar daha çok jeolojik ve petrografik özelliklerin ortaya konmasına yöneliktir (Chaput, 1936; Arni ve Schröder, 1938). Ketin (1955) tektonik konumla ilgili allokton görüşe katılmayarak masifin otokton bir kütle olduğunu savunmuştur. Daha yeni çalışmalar Ayan (1963), Bayhan (1986-1987) ve Bilgin ve diğerlerinin (1986) yaptığı araştırmalar olup, bunlar iki bölgedeki magmatitlerin petrografik ve petrolojik özelliklerini açıklamışlardır.

Orta Anadolu masifinin temelinde Kaman grubu olarak adlandırılan (Seymen, 1984) Mesozoyik öncesi metamorfik birimler yer almaktadır. Bunun üzerine Jura-Kampaniyen yaşlı Orta Tetis ürünü tektonosedimanter karışık ve bununla ilişkili Karakaya ultramafitinden oluşan Ankara melanji (Bailey ve McCallien, 1950) gelmektedir. Ankara melanjını aşılal uyumsuzlukla örten Üst Mestrihtiyen yaşlı çökeller Kartal ve Asmaboğazi formasyonları olarak adlandırılmıştır (Görür, 1981). Bütün bu birimler Paleosen yaşlı diyorit, gabrodiyorit ve kuvarsmonzonit bileşimli derinlik kayalarından oluşmuş Baranadağ plutonu, nefelinli siyenit ve lösitli porfirlerden oluşan Buzlukdağ plutonu ile sıcak dokanak yaparak kesilmiştir. Ayrıca riyolitik ve riyodasitik lav ve tüflerden oluşan yatay konumlu Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlı volkanitler Ankara melanjını uyumsuz olarak örtmektedir. Bütün bu birimler Eosen

ve Neojen yaşlı çökeller ile uyumsuz olarak örtülmüşlerdir (Oktay, 1981).

inceleme alanında manganez oksit oluşumlarıyla ilgili olarak yayımlanmamış bazı raporlar bulunmaktadır (Boroviczeny, 1964 a,b; Sözen, 1968; öztürk, 1984). Bunlardan yalnızca Sözen'in (1968) çalışmasında genel jeolojik kriterlerle cevherleşmenin kökenine yönelik açıklamalar getirilmiştir. Cevherleşmenin spilitik volkanitler üzerinde bulunması ve radyolaritler tarafından örtülü olmasını dikkate alan Sözen (1968) oluşumu deniz altı eksalatif Sedimanter tip olarak tanımlamıştır. Diğer çalışmalar birkaç sayfalık gezi notları niteliğindedir.

Günümüzde manganez cevherleşmeleri, ana ve eser element içeriklerine göre hazırlanan diyagramların yorumlanması ve jeotektonik ortamların belirlenmesi ile daha kesin olarak oluşum tiplerine ayrılabilir. Kaşımağa cevherleşmesi bugüne kadar bu açıdan incelenmemiştir.

Sunulan bu araştırmada Kaşımağa Mn oksit cevherleşmesinin kökeni jeolojik ve jeokimyasal özellikler kullanılarak belirlenecek ve modern sınıflamalardaki yerine oturtulmaya çalışılacaktır.

Bu amaca yönelik olarak çalışma alanından toplanan çok sayıda kayaç ve cevher örneğinin mikroskobik incelemesi yapılmıştır. Böylece kayaçların petrografik tanımlamalarıyla alterasyon özellikleri ve maden minerallerinin parajenezi ve dokusal özellikleri belirlenmiştir.

Cevherleşmenin tipini belirlemede kullanılan tanımsal diyagramlarda kullanılmak üzere 10 adet örneğin ana, eser ve nadir toprak elementi (NTE) analizleri ICP-MS (inductively coupled plasma) yön-

* Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler/Ankara.

** Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

*** Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

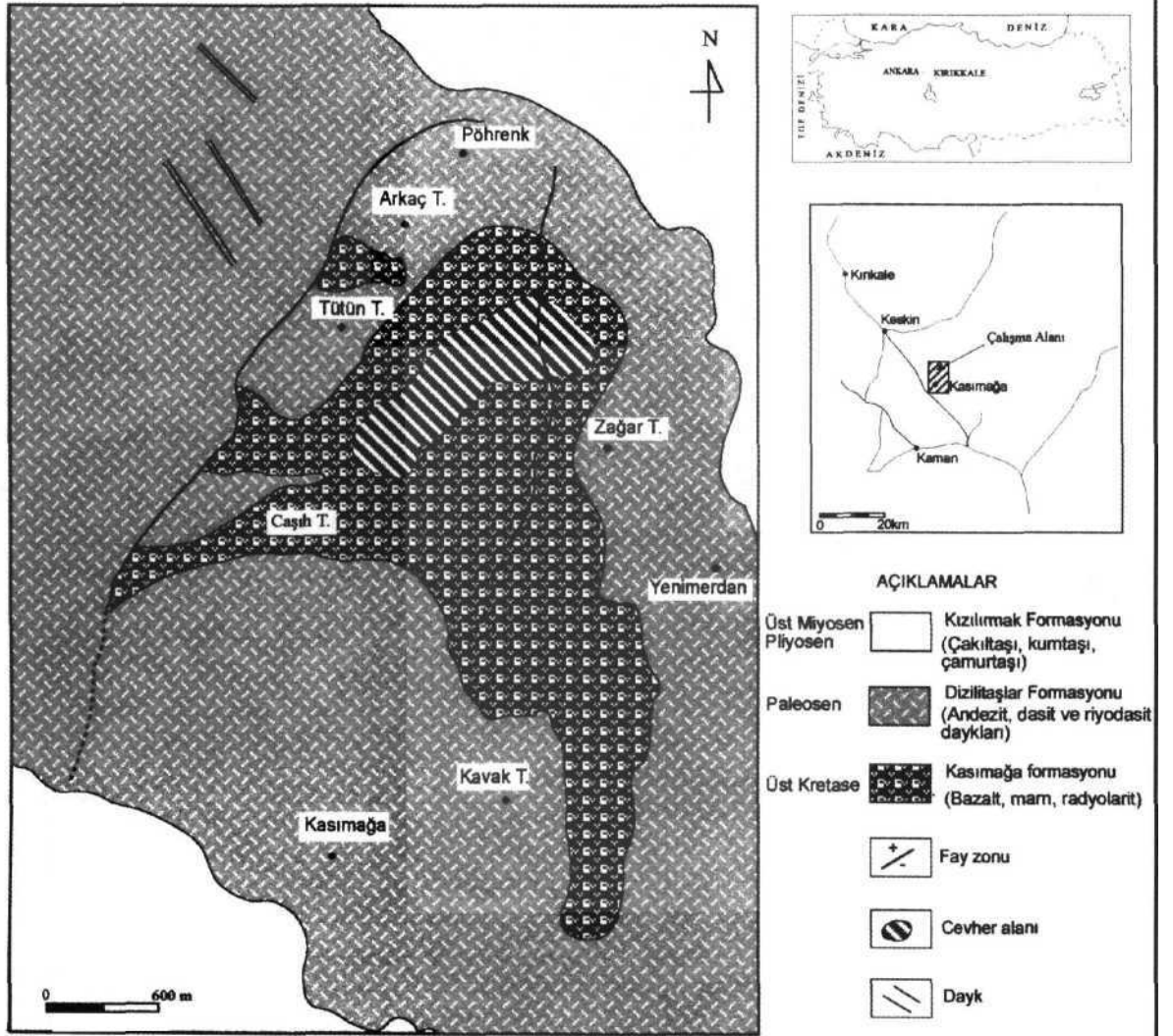
temiyle Kanada'da (ACME Analytical Laboratories Ltd) yaptırılmıştır. Ayrıca kayacık ve maden örneklerinin mineralojik bileşimini belirlemek için XRD analizleri MTA Genel Müdürlüğü Lâboratuvarında Rigaku Geigerflex modeli cihazla gerçekleştirilmiştir.

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

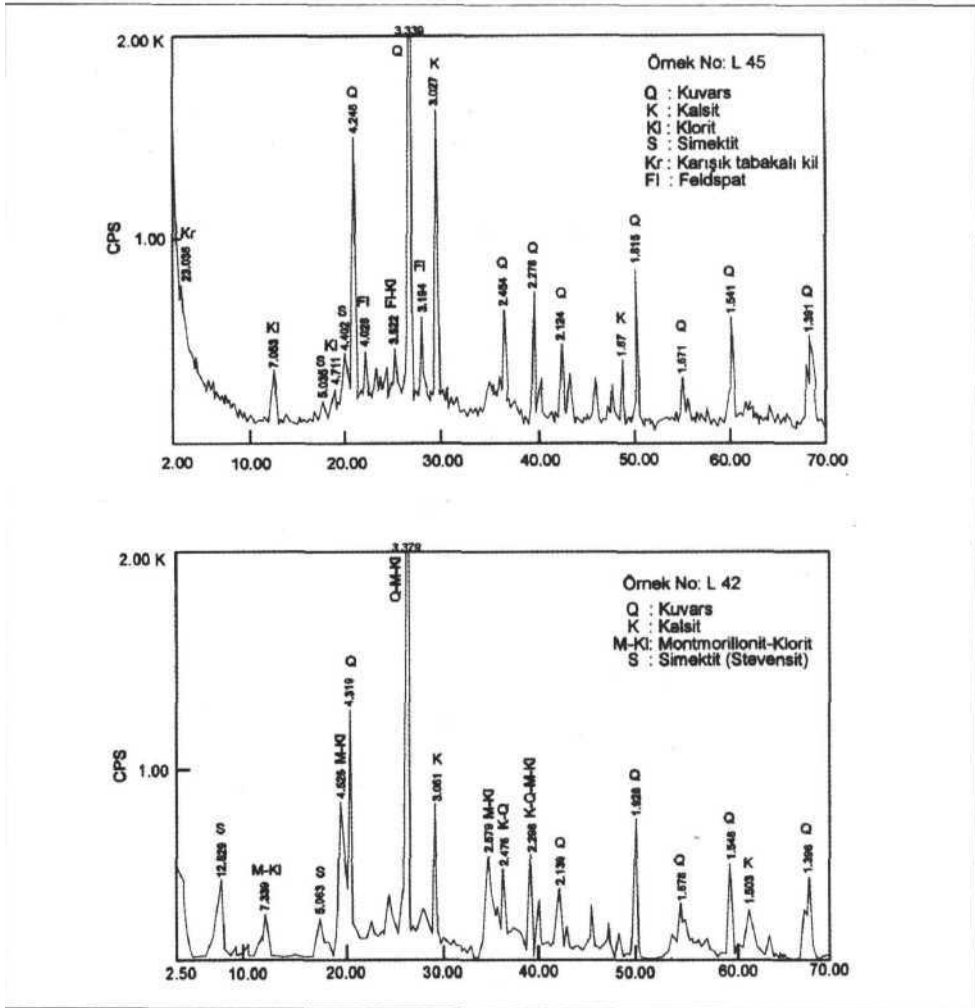
Araştırılan bölgede Üst Kretase volkanitleri ile pelajik çökelleri, Paleosen'e ait volkanitler ve Üst Miyosen- Pliyosen kayacıkları yer almaktadır (Şek.1).

Üst Kretase birimleri bazalt, ojit olivin bazalt ve

olivin bazalt gibi volkanitlere marn, radyolarit gibi pelajik çökellerden oluşur. Bu kayacıklar, Kırşehir masifinde ofiyolitli seri (Ketin, 1955) olarak adlanan, ya da Ankara melanjinine dahil edilen (Bailey ve Mc Callen, 1950; Seymen, 1981) birimlerin üsteki volkanitleri ve Sedi-manter birimleridir. Bilgin ve diğerleri, (1986) tarafından Kaşımğa formasyonu olarak adlanan bu birimler adını inceleme alanındaki Kaşımğa köyü çevresindeki tipik litolojilerden almıştır. Kırşehir masifinde alttaki meta-morfitle ilgili olan Kaşımğa formasyonunun alt sınır ilişkisi inceleme alanında görülememektedir. Üste ise bu formasyonu Pliyosen çökelleri



Şek. 1- inceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası.



Şek. 2- Bazalt kayacının XRD diyagramları.

Kırşehir masifinde daha yaşlı birimleri keserek yerleşen Paleosen yaşlı granit diyorit bileşimli intrüzifler ve bunların yüzey kayaları inceleme alanında andezit, dasit ve riyodasit daykları halinde görülmektedir. Bu kayalar bölgesel anlamda Dizilitaşlar formasyonunun

CEVHERLEŞME

inceleme alanında biri Üst Kretase yaşlı bazalt ve pelajik çökel kayaları, diğeri Paleosen yaşlı andezit, dasit ve riyodasitlerle ilişkili iki farklı mangan cevherleşmesi bulunmaktadır.

Gözler köyünün 1-2 km güneyinde Arkaç, Caşış ve Zağar tepeleri arasında kalan birinci tip Mn oksitleri bazalt kayacı içinde dissemine halde ve yer yer bantlı olarak görülmektedir. Ayrıca radyolarit marn ardalanması şeklindeki Sedimanter birimler içinde kalınlığı 20-50 cm arasında değişen tabakalar halinde bulunmaktadır.

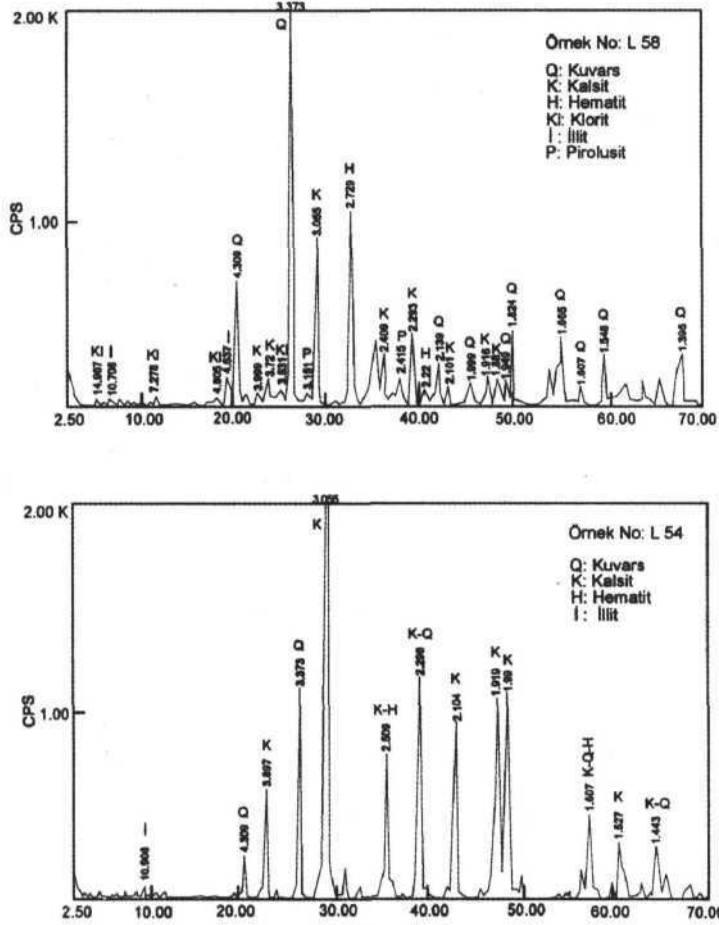
ikinci tip mangan mineralleşmesi andezit, dasit ve riyodasit kayaları içinde saçılmış (dissemine) küçük taneler ve mercıklar halinde, ya da bu kayaların kırık ve çatlaklarında sıvama şeklinde izlenmektedir. Miktar olarak önemsiz görülen bu mineralleşmeler başka bir araştırmanın konusu yapılacağından burada incelenmemiştir.

CEVHERLEŞMENİN MİNERALOGİSİ

Mikroskop ve XRD (Şek. 3) incelemeleriyle cev-

herleşmenin parajenezi braunit, piroluzit, ramsdellit, götit, hematit ve manyetit olarak belirlenmiştir. Parajenezi oluşturan braunit, piroluzit, ramsdellit gibi Mn oksitlerle, az miktarda bulunan hematit ve manyetit mineralleri oksidik ortamı göstermektedir. Piroluzit ve braunit oksidik parajenezlerin ana mineralleridir. Kaşımağa cevherleşmesinde de bu iki mineral hakim durumdadır.

ince taneli kristaller halinde görülen piroluzite ayrıca braunitin ornatıcısı olarak ve ramsdellit ile birlikte rastlanmaktadır. Ramsdellit az ya da çok olarak piroluzit tarafından ornatılmaktadır. Kaşımağa piroluzitlerinde jellerden kaynaklanan sekonder oluşumlar veya alterasyon ürünü mangan minerallerinde tipik olan çok değişik şekillere ve tane büyüklüklerine (Ramdohr, 1975) hiç bir örnekte rastlanmamıştır.



Şek. 3- Kaşımağa cevherleşmesine ait XRD diyagramları.

KAŞIMAĞA MANGAN OKSİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUM ORTAMLARI

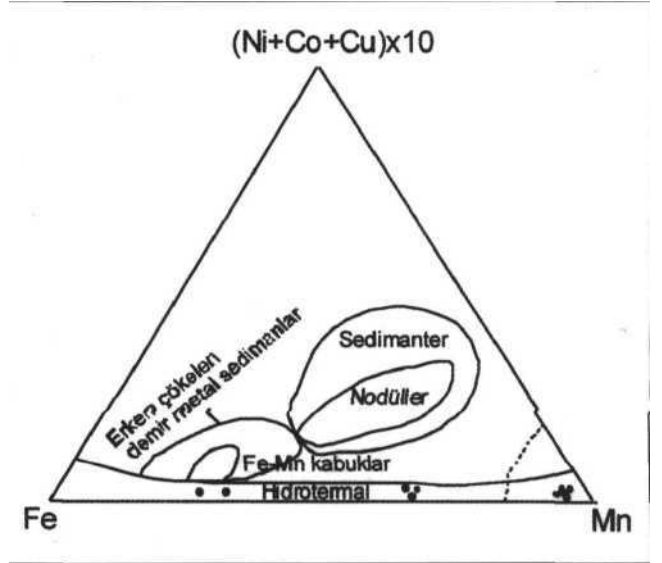
Parajenezde yer alan braunit minerali Mn oksit cevherleşmelerinin ana minerallerinden birisi olduğu halde günümüz deniz altı Mn-Fe yataklarında asla bulunmamaktadır. Böyle ortamlarda todorokit ve birnessit gibi zayıf kristalen oksidik fazlar ortaya çıkmaktadır. (Hariya, 1980). Braunit mineralinin, depolanma sonrası hidrotermal veya biyojenik silika ile gelişen reaksiyonlar sonucunda oluştuğu düşünülebilir. Bu şekilde bir reaksiyonun diyajenez ya da düşük sıcaklık yüksek basınç metamorfizması esnasında gelişebileceği bilinmektedir (Ramdohr, 1975; Sakakibara ve diğerleri, 1986). Parajenezde karbonatlı Mn minerallerinin bulunmaması cevherleşmenin süperjen oluşumlarla ilişkili olmadığını göstermektedir (Özkoçak, 1980).

CEVHERLEŞMENİN JEOKİMYASI

Mangan yataklarının süperjen ve hidrotermal oluşum tiplerini birbirinden ayırmak için bazı ana ve eser element içerikleri kullanılmaktadır.

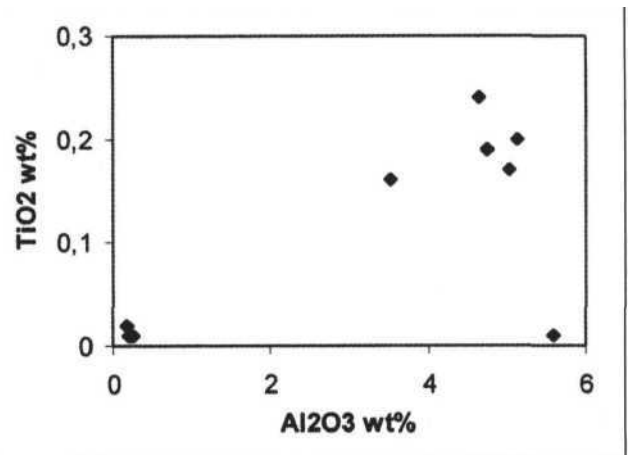
Ana elementler.- Kaşımağa Mn oksit cevherleşmelerinin Fe/Mn oranları 0.0407-2.8796 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Oldukça geniş bir aralıkta değişen bu değerler kendi içinde iki farklı küme oluşturmaktadır. Çizelge 1 deki ilk beş örnekle diğerleri arasında belirgin bir farklılık görülmektedir. Fe/Mn oranlarının geniş bir aralıkta değişiyor olması kuvvetli bir Fe, Mn fraksiyonelleşmesini (ayırmaşmasını) göstermektedir. Geniş bir aralıktaki Fe/Mn oranı değişimi ($10 > \text{Fe}/\text{Mn} > 0,1$) ve bu oranların çok küçük ya da büyük değerler olması genel anlamda eksalatif Sedimanter yatakları işaret etmektedir (Rona, 1978; Nicholson, 1992). Sedimanter yataklarda ise, Fe/Mn oranı yaklaşık 1.0 civarında değişim göstermektedir (Bonatti ve diğerleri, 1972). Buna göre Kaşımağa Mn oksit cevher örnekleri eksalatif Sedimanter oluşum koşullarını yansıtmaktadır. Buna karşılık bazı örneklerin yukarıda verilen aralığın dışında çok düşük Fe/Mn oranları göstermesi, deniz altı hidrotermal merkezlerde, hidrotermal çözeltilerden kaynaklanan hızlı çökelimle açıklanabilmektedir. Benzer jeokimyasal bir özellik olarak 0,017-6,41 arasında değişen Fe/Mn oranları Tokoro Mn oksit cevherleşmelerinde de açıklanmıştır (Choi ve Hariya, 1992).

Denizel Mn nodülleri ile eksalatif Sedimanter yataklar Fe-Mn-10 (Ni+Co+Cu) diyagramı ile birbirinden ayırt edilebilmektedir (Bonatti ve diğerleri, 1972; Crerar ve diğerleri, 1982). Kaşımağa Mn oksit cevher örnekleri Şekil 4 de izlendiği gibi hidrotermal alanda yer almıştır.



Şek. 4- Kaşımağa cevher örneklerinin Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)x10 diyagramı (Bonatti ve diğerleri, 1972; Crerar ve diğerleri, 1982).

Fe/Mn oranlarında olduğu gibi Al ve Ti içeriklerinde de örnekler arasında iki farklı grup seçilmektedir (Çizelge 1). Bu farklılık TiO_2 - Al_2O_3 diyagramında (Şek. 5) iki küme halinde göze çarpmaktadır. Bunlar ilk beş



Şek. 5- Kaşımağa cevher örneklerinin TiO_2 - Al_2O_3 diyagramı.

Çizelge 1-Kasımağa mangan cevherlerinin ana ve eser element içerikleri. Ana elementler yüzde, eser elementler ppm cinsindedir.

Örnek No	L52	L53	L54	L58	L59	L60	L61	L62	L63	L64
SiO ₂	20,68	19,68	15,03	22,25	17,12	9,49	6,93	7,45	7,85	7,82
Al ₂ O ₃	3,53	4,65	5,02	4,75	5,12	0,25	0,22	0,21	0,17	5,58
Fe ₂ O ₃	16,07	13,29	44,93	15,02	39,76	3,12	2,59	2,69	2,82	2,99
MgO	8,80	6,87	3,77	8,02	4,19	20,05	21,08	18,37	18,08	17,95
CaO	7,71	14,63	6,51	7,80	6,87	2,00	4,38	5,62	6,38	6,31
Na ₂ O	0,09	0,09	0,10	0,07	0,10	0,01	0,06	0,01	0,01	0,02
K ₂ O	0,27	0,32	0,40	0,29	0,41	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
TiO ₂	0,16	0,24	0,17	0,19	0,20	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,19	0,13	0,17	0,13
MnO	31,89	24,31	14,09	29,40	15,50	60,87	57,42	57,22	56,53	57,10
Cr ₂ O ₃	0,004	0,006	0,001	0,009	0,001	0,009	0,001	0,006	0,010	0,008
Ba	4662	3614	1718	3689	1654	346	2485	3377	4155	1494
Ni	20	20	20	32	20	24	34	20	20	20
Sr	365	320	216	365	241	100	253	279	188	223
Y	29	23	29	28	26	15	18	18	18	18
Nb	10	10	10	10	10	10	21	10	10	10
Zr	47	33	50	26	53	10	10	20	10	10
Sc	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
LOI	9,90	15	9	11,30	10	3,60	6,10	7,30	7	6,90
TOT/C	1,79	3,14	1,49	1,81	1,55	0,30	0,91	1,13	1,24	1,30
TOT/S	0,01	0,10	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,01
TOPLAM	99,68	99,54	99,25	99,57	99,50	99,57	99,27	99,46	99,59	99,63
V	179	125	113	145	111	99	73	74	70	72
Cr	12	9	19	17	15	22	18	15	17	18
Co	21	19	24	19	22	57	91	83	79	80
Cu	394	270	130	134	137	43	42	37	39	42
Zn	78	67	66	79	54	65	59	54	56	57
Pb	57	60	60	58	55	49	49	48	51	48
Th	326	234	77	279	89	688	688	657	660	634
Rb	4	10	11	8	12	1	1	1	1	1
As	221	185	836	165	143	85	139	119	131	106
Fe/Mn	0,4551	0,4937	2,8796	0,4613	2,3164	0,0463	0,0407	0,0425	0,0450	0,0473

örnekte diğer örnekler göre daha fazla miktarda bulunmaktadır (Çizelge 1). Al ve Ti elementlerinin aynı örnekler olmak üzere beş örnekte fazla, beş örnekte ise az miktarlarda bulunması ortamda birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. Bu iki element miktar açısından Sedimanter oluşumlarda hidrotermallere göre daha fazla bulunmaktadır. Örneğin Çizelge 2 de Sedimanter Mn-Fe yataklarında Al için % 8,82, Ti için % 0,91 ortalama değerleri görülmektedir. Kasımağa Mn oksitlerinin ortalama Al değeri % 2,95, Ti değeri ise % 0,10 olup bu değerler Sedimanter oluşumlara göre oldukça küçüktür. Ancak Kasımağa cevherlerinin bu değerleri, Wakasa

gibi hidrotermal kökenli (Hariya, 1992) cevherleşmelerden fazladır. Özellikle ilk beş örnekte (Çizelge 1) Al ve Ti değerleri hidrotermallere göre çok daha fazladır. Ti'un genellikle hidrotermal solüsyonlar içinde hareket-siz olduğu ve esasen klastik enerjinin bir ölçüsü olduğu (Sugisaki, 1984), ayrıca Al'un sedimentlerdeki detritik kil minerallerinden kaynaklandığı (Cramer ve diğerleri, 1982) bilinmektedir. Buna göre Kasımağa Mn oksit cevherleşmelerinin oluşumunda Sedimanter süreçlerin de etkin olduğu söylenebilir.

Si oranı dikkate alındığında Fe, Mn, Ti ve Al da olduğu şekilde Çizelge 1 deki ilk beş örnekle son beş

KAŞIMAĞA MANGAN OKSİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUM ORTAMLARI

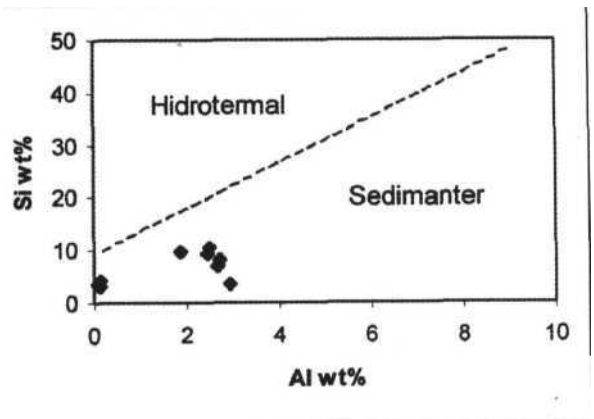
Çizelge 2-Farklı tipteki Mn yataklarının ortalama ana ve eser element içerikleri. Choi ve Hariya (1992) ve Gültekin'den (1997) faydalanılarak hazırlanmıştır (*: örnek sayısı).

	Wakasa	Hokkaido	Koryu	Hinode	Syotosibetu	Mn-Fe yatakları	Ulukent	Binkılıç	Ocaklı	Kaşımağa
	14 *	4	3	3	10	5	7	13	9	10
SiO ₂	58,16	38,28	40,56	12,62	50,47	32,04	13,68	10,65	10,30	13,43
TiO ₂	0,04	0,01	0,05	0,04	0,02	0,91	0,10	0,02	0,03	0,10
Al ₂ O ₃	0,55	0,05	0,63	1,27	0,69	8,82	2,49	2,85		2,95
Fe ₂ O ₃	0,92	0,20	0,55	0,59	0,55	38,32	3,72	2,46	1,36	14,33
MNO	32,65	51,91	42,06	67,21	38,65	5,22	63,78	33,39	65,53	40,43
MgO	0,19	0,05	0,02	0,08	0,10	4,04	1,99	1,27		12,72
CaO	4,15	0,27	1,65	1,67	0,82	8,82	4,05	18,96	5,28	6,82
Al ₂ O ₃	0,04	0,07	0,11	0,07	0,04	0,82	0,24	0,39		0,06
K ₂ O	0,10	0,96	0,27	0,46	0,53	0,26	0,05	0,56		0,19
P ₂ O ₅	0,10	0,10	0,02	0,12	0,08	0,62	0,18	0,31	0,21	0,08
Ba	13,786	1,400	22,126	8,065	13,291	99	427	6892	2329	2719,400
V	258	251	211	468	268	1,637		106		106,10
Cr	10	14	7	16	16	186		26		10
Co	2	10	118	222	65	433	13	59	19	49,50
Ni	28	38	352	341	224	432	10	167	23	23
Cu	50	24	1,174	691	342	500	56	26	81	126,8
Zn	28	21	129	147	123	374	70	49	31	63,50
Pb	112	39	14	18	17	267	65		23	53,50
Th	2	4	2	98	2	4				433,20
Rb	2	4	3	4	5	5				5
Sr	85	120	483	260	202	102	185	2100	95	255
Y	5	2			34	80		15		22,20
Nb	3	3	8	4	3	4				11,10
Zr	12	9	62	48	24	104		32		26,90
As							4		2050	213

örnek birbirinden farklı iki küme oluşturmaktadır. Şek. 6 da gösterilen Si-Al diyagramında (Toth, 1980) Kaşımağa Mn oksit örneklerinin tamamının Sedimanter alana isabet etmesi örneklerin Si içeriklerinin düşük olmasından dolayı gerçekleşmiştir. Oysa volkanik aktivite ve hidrotermal süreçlerin geliştiği ortamlarda çökelen Mn cevherleşmelerinde (Çizelge 2) Si oranı fazla çıkmaktadır.

Krauskopf (1985) genel anlamda deniz suyundaki silisin çok düşük konsantrasyonlarda olmasını diatome, radyolaryaya gibi silis kullanan organizmalara ve kısmen de glaukonit, otijenik feldispat, klorit ve illit mineralinin oluşumlarına bağlamıştır. Bu açıklamaya dayanarak Kaşımağa Mn oksit cevherleşmeleri örneklerinin Si bakımından benzerlerinden fakir olması, havzada bol miktarda bulunan radyolaritler ile klorit ve illit oluşumlarına bağlanabilir (Şek. 2-3).

Yukarıda sözü edilen ana elementlere uygun olarak Mn ve K elementleri de iki farklı grup oluşturacak bir dağılım göstermektedirler. Buna ek olarak örneklerin



Şek. 6- Kaşımağa cevher örneklerinin Si-Al ayırım diyagramı.

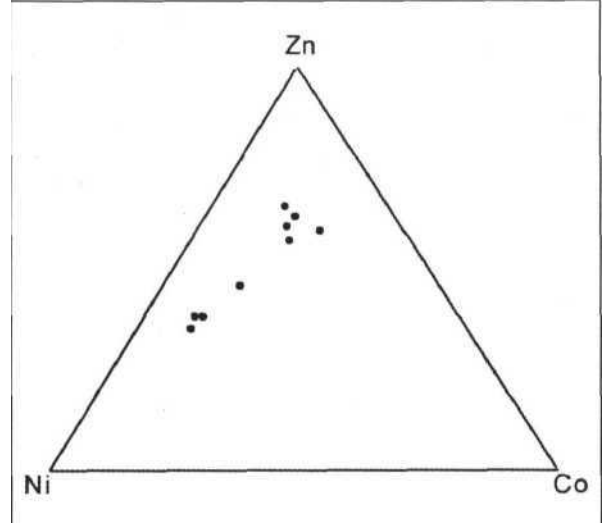
Mg fazlalığı dikkat çekmektedir. Benzer yatakların karşılaştırıldığı Çizelge 2'de Choi ve Hariya'dan (1992) alınan değerler görülmektedir. Burada hidrotermal örneklerin Mg içeriği % 0.10 sedimenterine ise % 4.04 civarındadır. Kaşımaya Mn oksitlerinde bu değer ortalama % 12.72 dir. özellikle Çizelge 1 de görüldüğü gibi son beş örnekte % 20 lere ulaşmaktadır. K elementinde Mg'da olduğu gibi bir artış izlenmemekte diğer yataklardaki (Çizelge 2) benzer miktarlarda bulunmaktadır. Ancak Kaşımaya cevherleşmelerinde K ve Mg birbirine göre ters bir davranış sergilemektedir. Mg'un arttığı son beş örnekte K çok azalmıştır. Bu ilişki Si, Al, Ti, Fe elementleri için de geçerli sayılabilir. Mg'un açıklandığı ölçüde yüksek değerler alması hidrotermal çözeltilerin bazaltların altında bulunan ofiyolitik seriye ait ferromagnezyen mineralli kayaçlardan kaynaklanabilir.

Eser elementler. Si, Al, Ti, Fe, Mg ve K gibi ana elementlerde olduğu gibi, bazı eser elementlerde de iki farklı kümelenme belirlenmiştir. Çizelge 1 deki ilk beş örnekte fazla olup da diğerlerinde farkedilir oranda düşük olan elementler Zr, V, Cu, Rb, As. ve Zn (az düşük), yüksek olan elementler ise, Co ve Th'dur. Eser elementlerin değişken miktarları kaynakların farklı olabileceğini işaret eder (Choi ve Hariya, 1990).

Kaşımaya Mn oksit örneklerinde belirlenen eser element miktarları çizelge 2 deki diğer tiplerle karşılaştırıldığında Sedimenter oluşumlardan oldukça düşük olduğu görülür. Bulunan bu miktarlar deniz altı hidrotermal yataklara benzer değerlerdedir. Cronan'ın da (1980) belirtmiş olduğu bu özellik Tokora kuşağını araştıran Choi ve Hariya (1992) tarafından Sedimenter ve hidrotermal tiplerin ayırımında kullanılmıştır.

Bu iki tip yatak arasındaki ilişki Şekil 7 de verilen Zn-Ni-Co üçgen diyagramında açıklanmaktadır. Kaşımaya Mn örnekleri bu diyagramda Co'tan uzakta Ni-Zn hattına yakın olarak dizilmişlerdir. Bu şekildeki bir dizilim cevherleşmenin deniz altı hidrotermal tipte olduğunu göstermektedir. Diyagramı oluşturan eser elementlerden Zn ve Ni hidrotermal, Co ise Sedimenter kökeni açıklamaktadır (Cronan ve diğerleri, 1980).

Kaşımaya cevherleşmesinin hidrotermal kökenli olabileceği örneklerin As içerikleriyle de desteklenmiştir. Çizelge 1 deki 836 ppm'lik bir değer hariç tutulursa, 85-221 ppm arasında değişen As miktarlarının ortalaması 143.7 ppm olmaktadır. Turekian ve Vedepohl (1961) hidrotermal oluşumlardaki As içeriğinin şeyl ve derin deniz killerininkinden 10 kat daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Bu yüksek As içeriklerinin eksalatif yataklar için tipik olduğu da bildirilmiştir (Bostrom ve Valdes, 1969; Cronan, 1972).



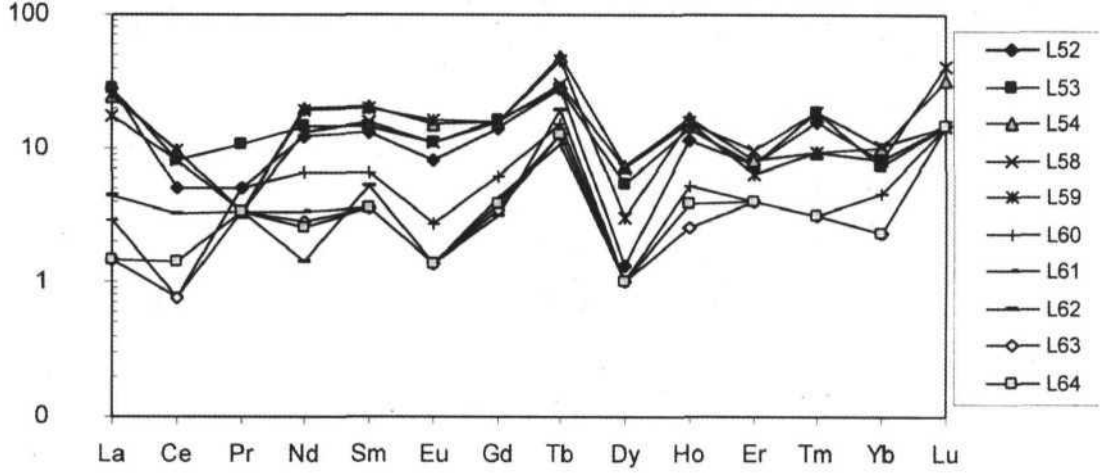
Şek. 7- Kaşımaya cevher örneklerinin Zn-Ni-Co diyagramı (Choi ve Hariya, 1992).

Nadir toprak elementleri (NTE)

Kaşımaya Mn cevherleşmelerinin NTE içerikleri Çizelge 3 de verilmiştir. Cevherleşmenin tipi ile ilgili karşılaştırmalarda kullanılmak üzere NTE'nin anomali özellikleri belirlenmiştir. Buna göre Ce, Eu, Dy ve Yb negatif; Tb, Ho ve Sm pozitif anomali gösteren elementler olmuştur (Şek. 8). Nd bazı örneklerde pozitif, bazı örneklerde ise negatif anomali verirken, Er ve Sm elementleri sadece bazı örneklerde pozitif anomali vermiştir.

Haskin ve diğerleri, (1966) ve Bender ve diğerleri, (1971) yaptıkları çalışmalarında güncel deniz altı hidrotermal yataklarla Sedimenter demirli Mn nodüllerindeki NTE dağılımlarını incelemişlerdir. Bu çalışmalarda deniz altı hidrotermal yataklarda kuvvetli negatif Ce ve Mn nodülleri için ise pozitif Ce anomalilerinin karakteristik özellikler olduğu açıklanmıştır. Buna göre Kaşımaya Mn oksit örneklerinin ikisi haricinde genelde negatif bir Ce anomalisi göstermesi, cevherleşmenin deniz altı hidrotermal kökenli olabileceğini göstermektedir. Benzer çalışmalarda Galapagos rifti (Corliss ve diğerleri, 1978) ve Tokoro kuşağında Koryu cevherleşmesi (Choi ve Hariya, 1992) örneklerinde Ce tüketimi görülmemiş ve buna dayanarak yatakların Sedimenter proseslerle oluştuğu açıklanmıştır.

KAŞIMAĞA MANGAN OKSİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUM ORTAMLARI



Şek. 8- Kaşımağa cevher örneklerinin kondrite göre normleştirilmiş NTE diyagramı.

Çizelge 3- Kaşımağa mangan cevherleşmelerinin nadir toprak elementi (NTE) ve bazı eser element içerikleri (ppm cinsinden)

Örnek No	L52	L53	L54	L58	L59	L60	L61	L62	L63	L64
Y	23,7	24,6	31,7	27,8	28,3	14,7	14,9	14,1	15,1	15,3
La	9,6	9,4	8,2	5,8	8,7	1	0,5	1,5	0,5	0,5
Ce	4,6	7,4	8,8	7,4	8,7	0,7	0,7	2,9	0,7	1,3
Pr	0,6	1,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
Nd	7,9	9,5	12,8	8,3	12,2	4,2	2,1	0,9	1,8	1,6
Sm	2,6	2,8	4	3	3,9	1,3	0,7	1	0,7	0,7
Eu	0,6	0,8	1,1	0,8	1,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Gd	3,7	4,2	4,1	4,1	4,1	1,6	1,1	0,8	0,9	1
Tb	1,3	1,3	2,3	1,4	2,1	0,7	0,5	0,9	0,6	0,6
Dy	0,4	1,6	2,2	2,1	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ho	0,9	1,1	1,3	1,2	1,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3
Er	1,5	1,5	1,6	1,9	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Tm	0,5	0,6	0,3	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yb	1,8	1,6	2,2	2,3	1,8	1	0,5	0,5	0,5	0,5
Lu	0,5	0,5	1,1	0,5	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hf	1	1	1,6	1	1	1	1	1	1	1
Li	3	6	3	5	3	1	1	1	1	1
Rb	4	10	11	8	12	1	1	1	1	1
Sr	316	274	164	315	179	88	252	249	167	194
Ta	1	1,3	1	1	1	1	1	1,9	1	1
Th	14	14	9	15	10	6	5	13	7	8
U	1	1	1	2,8	1	3,8	1,9	6,1	2,8	2,9

TARTIŞMA

Kaşımağa Mn oksit cevherleşmelerinin içinde yer aldığı litolojik birimler, jeotektonik konumu ve ortam tanımlayıcı bazı ana ve eser element içeriklerinin yorumu, deniz altı hidrotermal kökeni işaret etmektedir.

Bölgedeki Mn zuhurları okyanus ortası yayılma merkezlerinin tipik kayaçları olan ofiyolitik diziye ait bazaltik volkanitlere ve bunun üzerindeki marn ve radyolarit gibi pelajik çökellerle ilişkilidir. Mangan burada bazaltlar içinde dağılmış veya yer yer bantlaşmalar halinde; radyolarit-marn aralanması şeklinde Sedimanter birimler içinde ise, değişik kalınlıkta tabakalar şeklinde yer almaktadır. Pelajik çökeller içinde yüksek oksidasyon şartlarında çökelebilen Mn oksitlerin gözlenmiş olması anoksik ortamda gelişen diyajenetik işlemlerle ya da oksijenli dip suları ile açıklanmaktadır (Frakes ve Bolton, 1984).

Mikroskopik incelemelerde jellerden kaynaklanan sekonder oluşumlar veya alterasyon ürünü mangan minerallerinde tipik olan çok değişken şekillere ve tane büyüklüklerine (Ramdohr, 1975) rastlanılmamıştır. Ayrıca Parajenezde karbonatlı Mn mineralleri bulunmaması da cevherleşmenin süperjen oluşumlarla ilişkili olmadığını göstermektedir (Özkoçak, 1980).

Cevherleşmenin ana elementlerinden Fe/Mn oranlarının çok küçük ve büyük değerlerde geniş bir aralıkta değişiyor olması eksalatif Sedimanter yatakları işaret etmektedir. Fe ve Mn eksalatif oluşumlarda yüksek ya da alçak Fe/Mn oranı üreterek bir hidrotermal akışkan çökelişi şeklindeki oluşumlardan karakteristik olarak ayrılırlar (Rona, 1978; Nicholson, 1992). Bazı örneklerin 0.1 den çok daha küçük Fe/Mn oranı sergilemeleri deniz altı hidrotermal çözeltilerinden kaynaklanan hızlı çökelişi göstermektedir (Choi ve Hariya, 1992).

Analiz edilen örneklerin Si miktarlarının benzerlerine göre düşük oluşu, ortamdaki radyolaritler ile klorit ve illit oluşumları tarafından tüketilme ile açıklanabilir (Krauskopf, 1985). Mg'un yüksek değerler alması ise, hidrotermal çözeltilerin ofiyolitik kayaçları kırık ve çatlakları boyunca altere etmesine bağlanabilir. Al ve Ti'in Sedimanter Mn-Fe yataklarında görülen yüksek değerlere (Çizelge 1; Al % 8.82, Ti % 0.91) ulaşmamasına rağmen, Wakasa ve Hokkaido gibi hidrotermal örneklerden yüksek oluşunun klastik enerjiyle (Sugisaki, 1984; Crerar ve diğerleri, 1980) açıklanma mecburiyeti vardır. Ama Al ve Ti'in artmasını sağlayan klastik materyalin ortama nasıl katıldığı konusu mantıklı bir açıklamaya muhtaçtır.

Kaşımağa Mn cevherleşmesinin eser element miktarlarının Çizelge 2 deki oluşum tipleriyle karşılaştırıldığında Sedimanter oluşumlardan oldukça düşük olduğu görülmüştür. Choi ve Hariya (1992) bu genel özelliği kullanarak Tokoro kuşağının hidrotermal ve Sedimanter tiplerini ayırtmıştır. Eser elementlerin çok değişken miktarlarda oluşu ise, farklı kaynaklar olabileceğini göstermektedir (Choi ve Hariya, 1992). Zn, Co ve Ni elementleriyle çizilen üçgen diyagramında örneklerin dağılımı (Crerar ve diğerleri, 1980) ve örneklerin As içerikleri (Bostrom ve Valdes, 1969; Cronan, 1972) cevherleşmenin eksalatif hidrotermal kökenini göstermektedir.

Nadir toprak elementlerinin analitik sonuçlarında iki örnek dışında belirgin bir Ce anomalisi olduğu Şekil 8 de izlenmektedir. Bu özellik deniz altı hidrotermal yataklar için tipiktir (Haskin ve diğerleri, 1966; Bender ve diğerleri, 1971).

Kaşımağa Mn oksit örneklerinin Çizelge 3 deki ilk beşi ile son beşinin ana ve eser element değerleri cevherleşmenin kendi içinde iki farklı topluluk oluşturduğunu göstermektedir. Ana elementlerden Fe ile birlikte Si, Al, Ti ve K, eser elementlerden Zr, V ve Cu birlikte hareket ederek ilk beş örnekte diğerlerine göre çok belirgin olarak fazla miktarlar göstermişlerdir. Buna karşılık tam ters bir şekilde ana elementlerden Mn ile birlikte Mg ve P eser elementlerden Co ve Th son beş örnekte fazlalık sergilemişlerdir. Bu durum genel anlamda Fe'in Mn'dan daha önce çökeltme özelliğine (Krauskopf, 1985; Hem, 1972) bağlı olarak Eh ve pH nin da zamanla değişmesine uygun bir şekilde farklı çökeltme süreçlerinde ortaya çıkabilir. Erken çökeltim aşamalarında Fe ile birlikte Al, Si, Ti, K, Zr, V ve Cu elementleri tüketilirken, sonraki aşamalarda Mn ile Mg, P, Co ve Th ortamda oransal olarak artarak çökeltmişlerdir.

Elementlerin bu şekildeki değişken miktarları kaynakların farklı olabileceğini göstermesine karşılık, oluşum tipini yansıtan değişim diyagramları ve Fe/Mn oranları farklı kaynaklar yerine sınırlı bir Sedimanter etki olabileceği ihtimaline rağmen kuvvetli bir fraksiyonlaşmayı göstermektedir.

SONUÇ

Kaşımağa Mn oksit cevherleşmesinin düşük ve değişken Fe/Mn oranları, düşük eser element içerikleri, NTE'den Ce'un negatif anomalisi göstermesi, oluşumun deniz altı hidrotermal şartlarda geliştiğini göstermektedir. Bu sonuç cevherleşmenin içinde bulunduğu kayaçlar ve bu kayaçların bilinen jeotektonik ortamı gibi özelliklerle de desteklenmektedir.

KAŞIMAĞA MANGAN OKSİT CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUM ORTAMLARI

Ana ve eser element miktarlarında belirlenen farklı iki topluluk, ağırlıklı olarak aynı çözeltiden gelişen kuvvetli fraksiyonelleşme ile açıklanmıştır.

KATKI BELİRTME

Bu makale Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Müdürlüğü tarafından desteklenen ve Şükrü Koç'un yöneticiliğinde sonuçlandırılan 96050102 no.lu "Keskin (Göztepe) mangan yatağı" adlı projenin özgün bir ürünüdür. Yazarlar araştırmayı destekleyen AÜ. Araştırma Fonu Müdürlüğüne ve bilimsel katkılarından dolayı Y. Kaan Kadioğlu'na, ayrıca yazım ve çizim işlerinde yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Caner Kaya'ya teşekkürü bir borç bilirlir.

yayına verildiği tarih, 9 Eylül 1999

DEĞİNİLEN BELGELER

- Arni, R; Schröder, A., 1938, Kortun dağ-Barani dağ civarında (Kırşehir) lösit porfir etüdü: MTA Rap., No. 825 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ayan, M., 1963, Contribution e'll'etule petrographique et geologique de la region situee an Nord-Est de Kaman: MTA Yayl. No. 115, 332 s, Ankara.
- Bailey, E. B. ve McCallien, W. C., 1950, Ankara melanjı ve Anadolu şaryajı: MTA Derg., 83, 178-184, Ankara.
- Bayhan, H., 1986, İç Anadolu granitoid kuşağındaki Çelebi sokulumunun jeokimyası ve kökensel yorumu: Jeoloji Mühendisliği, 29, 11-16.
- , 1987, Cefalıdağ ve Baranadağ plütonlarının (Kaman) petrografik ve kimyasal mineralojik özellikleri: Jeol. Müh. 30/31, 11-16.
- , 1989, Keskin sokulumunun (Ankara) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri: Yer bilimleri., 15, 20-36.
- Bender, M.; Broecker, W.; Garnitz, V.; Middel, U.; Kay, R.; Sun, S. S., ve Biscaye, P., 1971, Geochemistry of three cores from the East Pacific Rise: Earth Planet. Sci. Letters, v. 12, p. 425-433.
- Bilgin, Z.R.; Akarsu, B.; Arbaş, A.; Elibol, E.; Yaşar, T.; Esentürk, K.; Engin, G.ve Kara, H.; 1986, Kırıkkale-Kesikköprü-Çiçekdağ alanının jeolojisi: MTA Rap., No. 7876 (yayımlanmamış), Ankara.
- Birgili, Ş.; Yoldaş, R ve Ünalın, G.; 1975, Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., No. 5621 (yayımlanmamış), Ankara.
- Bonatti, E; Kraemer, T. ve Rydell, H., 1972, Classification and genesis of submarine iron-manganese deposits, in Horn, D., ed., Ferromanganese deposits on the ocean floor: Washington, D. C., Natl. Sci. Found., p. 149-166.
- Boroviczeny, F., 1964 a., 200/150 no.lu mangan ruhsat sahalarında yapılan jeolojik etüdüler hakkında rapor (Ankara ili): MTA Rap., No. 1226 (yayımlanmamış), 2 s, Ankara.
- , 1964 b., 200/150 no.lu mangan cevheri ruhsat sahasında yapılan jeolojik etüdüler hakkında rapor: MTA Rap., No. 1224 (yayımlanmamış), 2 s, Ankara.
- Bostrom, K. ve Valdes, S., 1969, Arşenle in the ocean floor: Lithos, v. 2, p. 351-360.
- Chaput, E., 1936, Türkiye'de jeolojik ve jeomorfolojik tetkik ve seyahatlar. (Çeviri A. Tanoğlu, 1947): ist. Üniv. Yayl. No., 324.
- Choi, J. H., ve Hariya, Y., 1990, Trace element concentrations of manganese deposits in the Tokoro belt, Hokkaido, Japan: Hokkaido Univ., Fac. Sci. Jour., ser. 4, p. 553-564.
- ve———, 1992, Geochemistry and Depositional Environment of Mn Oxide Deposits in the Tokoro Belt, Northeastern Hokkaido, Japan: Economic Geology, vol. 87, p. 1265-1274.
- Corliss, J. B.; Lyle, M. ve Dymond, J., 1978, The chemistry of hydrothermal mounds near the Galapagos rift: Earth Planet Sci. Letters, v. 40, p. 12-24.
- Crerar, D. A.; Cormick, R. K. ve Barnes, H. L., 1980, Geochemistry of manganese: An overview, in Varentsov, I. M., and Grasselly, G., eds., Geology and geochemistry of manganese: Budapest, Hungarian Acad. Sci., v.1, p. 293-334.
- Namson, J.; Chyi, M. S.; Williams, L., ve 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., v. 77, p. 519-540.
- Cronan, D. S., 1972, The Mid-Atlantic Ridge near 45 N, XVII: Al, As, Hg and Mn in ferruginous Sediments from the median valley: Canadian Jour, Earth Sci., v. 9, p. 319-323.
- , 1980, Geochemistry of freshwater ferromanganese deposits in North America, in Varentsov, I.M., and Grasselly, G., eds., Geology and geochemistry of manganese: Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlag, v.1, p. 255-277.

- Erkan, Y., 1976, Kırşehir çevresindeki reijonal metamorfik bölgede saptanan izogradlar ve bunların petrolojik yorumları: HÜ. Yer bilimleri., 2/1, 213-218.
- 1978, Kırşehir masifinde granat minerallerinin kimyasal bileşimi ile reijonal metamorfizma arasındaki ilişkiler: TJK Bült., 21, 43-50.
- 1980, Orta Anadolu masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi: TJK Bült., 23, 213-218.
- 1981, Orta Anadolu masifinin metamorfizması üzerinde yapılmış çalışmalar: TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, iç Anadolunun Jeolojisi Simpozyumu;, TJK Yayl., s. 9-11.
- Frakes, L. A., ve Bolton, B. R., 1984, Origin of manganese giants: Sea-level Change and anoxic-oxic history: Geology, v. 12, p. 83-86.
- Görür, N., 1981, Tuz Gölü-Haymana havzasının stratigrafik analizi: TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, iç Anadolunun Jeolojisi Simpozyumu: TJK Yayl., s. 60-65.
- Hariya, Y., 1980, On the geochemistry and formation of manganese oxide deposits, in Varentsov, I.M., and Grasselly, G., eds., Geology and geochemistry of manganese: Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlag, v.1, p. 353-365.
- Haskin, L. A.; Wildeman, T. R.; Frery, F. A.; Collins, F. A.; Keedy, L. R. ve Haskin, M. A., 1966, Rare earths in Sediments: Jour, Geophys, Research, v. 71, p. 6091-6105.
- Hem, J. D., 1972, Chemical factors that influence the availability of iron and manganese in aqueous systems: Geol. Soc. America Bull., v. 83, p. 443-450.
- Ketin, i., 1955, Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu: TJK Bül., 6, 1-28, Ankara.
- Krauskopf, K. B., 1985, Jeokimyaya giriş (Çeviri Aykol, A., inan, K., Suner, F.): İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Nicholson, K., 1992, Contrasting Mineralogical-Geochemical Signatures of Manganese Oxides: Guides to Metallogenesis, Economic Geology, vol. 87, p. 1253-1264.
- Norman, T., 1972, Ankara Yahşihan bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi: TJK Bülteni, 15, 2, 180-277.
- Oktay, F. Y., 1981, Savcılı Büyükbaba (Kaman) çevresinde Orta Anadolu masifi tortul örtüsünün jeolojisi ve sedimentolojisi: Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fak. ist., 175 s. (yayımlanmamış).
- Özkoçak, O., 1980, Sedimanter demir, manganez ve alüminyum yataklarının özellikleri ve oluşum koşulları: MTA Eğitim serisi no: 22, 95 s, Ankara.
- Öztürk, K., 1984, Ankara ili Keskin-Göztepe (Yenimerdan, Yoncalı) Manganez cevherleşmesinin jeolojik raporu: MTA Rap., No. 7520 (yayımlanmamış), 25 s, Ankara.
- Ramdohr, P., 1975, Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen: Akademi Verlag, Berlin, 1277 s.
- Rona, P. A., 1978, Criteria for recognition of hydrothermal mineral deposits in oceanic crust: Econ. Geol., v. 73, p. 135-160.
- Sakakibara, M.; Niida, K.; Toda, H.; Kito, N.; Kimura, G.; Tajika, J.; Katoh, T. ve Yoshida, A., 1986, Nature and tectonic history of the Tokoro belt: Assoc. Geol Collaboration Japan Mon. 31, p. 173-187 (in Japanese with English abst.).
- Seymen, I., 1981, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması: TJK Bült., 24, 101-108 s, Ankara.
- 1984, Kırşehir masifi metamorfitlelerinin jeolojik evrimi: TJK, Ketin simpozyumu, 133-148 s, Ankara.
- Sözen, A., 1968, Keskin (Göztepe) manganez yatağı: MTA Rap No., 4018 (yayımlanmamış), Ankara.
- Sugisaki, R., 1984, Relation between Chemical composition and sedimentation rate of Pacific ocean-floor Sediments deposited since the Middle Cretaceous: Basic evidence for Chemical constraints on depositional environments of ancient Sediments: Jour. Geology, v. 92, p. 235-259.
- Toth, J. R., 1980, Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron: Geol. Soc. Amerika Bul., Pt. I. v. 91 p. 44-54.
- Turekian, K. K. ve Wedepohl, K. H., 1961, Distribution of the elements in some major units of the earths crust: Geol. Soc. Amerika Bull., v. 72, p 175-192.