

RUTİL İÇEREN KAHRAMANMARAŞ BERİT METAOFYOLİTİ KROMİTİTLERİ İÇERİSİNDE BELİRLENEN POLİFAZLI Pd-Pt-Te MİNERALİZASYONLARI KONUSUNDA KISA NOT

Hatice KOZLU ERDAL*

ÖZ.- Bu çalışma ile ülkemizdeki Kahramanmaraş Berit Metaofiyolit Masifi (BMM) geçiş zonu (Moho-zone) kromititleri içerisinde, ilk defa, rutil mineralleri ve Pt-Pd'ce baskın platin grubu mineralleşmelerin var oldukları saptanmıştır. Kromititlerin elektron mikroprob analiz verileri örneklerin çoğunluğunun yüksek-Al'li kromitit olduklarına işaret etmekte olup, bunların Cr # numaraları (100xCr/(Cr+Al)) 29-37 arasındadır. Geriye kalan örnekler yüksek Cr'li kromititler olup, Cr # numaraları 60-70 arasındadır. PPGE ve IPGE'lerce zenginleşmiş örneklerin mikroskopik incelemeleri ve elektron mikroprob analizleri bu kromititlerin, öz şekilli taneler ve 10-20 µm tane boyutunda inklüzyonlar halinde PGM'ler içerdiklerini göstermektedir. IPGE'lerce zengin yüksek-Cr'li kromititler içerisinde tutulan PGM'ler kromit taneleri içerisindeki; laurit, irarsit, Ir-sülfid ve erlihmanit'e ait birincil inklüzyonlardan oluşmaktadır. BMM'nin PPGE'lerce zengin kromititleri içerisinde çok fazlı sülfid damlacıkları içinde çok küçük Pd-Pt tellürid fazları (merenskit, monşeyit) bulunmaktadır. Berit'deki PGM parajenezi ve her iki tipteki kromititlerin kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıkları gözönünde bulundurarak bunların ana magmalarının iki farklı kaynaktan beslendikleri düşünülmektedir. Berit kromititlerinin farklı kimyasal kompozisyonlara sahip olmaları nedeniyle bunların yay-üzeri magmatizması (SSZ) ile ilişkili olarak okyanusal litosferin metsomatizması sonucu kısmi ergime işlemleri ile (yüksek Cr'li kromititler) ve sonradan yay ardı havzası ortamında ana magma kompozisyonunun değişmesi sonucu (Al'ce zengin kromititler) her iki magmadan türemelerinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kahramanmaraş, Berit, Metaofiyolit, Kromitit, Rutil, Pd-Pt-Te

GİRİŞ

Türkiye'de çok sayıda kromitit yatağı bulunmakla birlikte jenetik olarak ilişkili halde oluşukları Platin Grubu Element (PGE) içeriklerinin belirlenmesi (Page ve diğerleri 1984, Uçurum ve diğerleri 1999; Erdal, 2002) yanında kantitatif ölçümlerle Platin Grubu Mineral (PGM) mineral adlandırılmalarının yapıldığı çalışma çok az sayıdadır (Taşkın ve Demiray, 1979; Kozlu-Erdal ve Melcher, 2006a; Kozlu-Erdal and Sendir 2006; Kozlu-Erdal ve Melcher, 2006b; Kozlu-Erdal ve Melcher, 2007). Ülkemizde ilk kez olarak bu çalışma ile podiform tip Kahramanmaraş Berit metaofiyoliti kromititleri içerisinde kapanımlar halinde birincil olarak oluşmuş Pd-Pt-Te mineralizasyonları saptanmıştır. Özellikle Pd-Pt tellürid mineralleşmeleri içeren kromititler içerisinde rutil minerallerinin varlığı dikkat çekmektedir.

Kahramanmaraş Berit Metaofiyolit Masifi (BMM) içerisindeki kromitit yatakları ve kayaç birimlerinin tanımı

Çalışma alanı doğu Toros ofiyolit kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada Kahramanmaraş (Maraş) Berit Metaofiyolit Masifi (BMM) kromititleri içerisindeki platin-grubu element (PGE) ve mineral (PGM) kompozisyonları incelenmiştir. BMM'nin manto tektonitleri serpantinize harzburjit, dunit ve lertzolitten oluşmaktadır. BMM mostraları Ceyhan nehri vadisinin doğu ve batı yamaçlarında yaygın olarak izlenebilmektedir. Ofiyolitin alt dilimi ters dönmüş, üst dilim ise normal konumunda olup ultramafik kayalar ile mafik kümülat kökenli, yer yer gnaysik dokulu metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Ofiyolit 2 km kalınlığında büyük bir nap dilimi halinde olup manto tektonitleri (harzburjit, dunit, lertzolit), ultramafik kayaçlar (dunit, verlit, piroksenit, vebsterit) ve

* MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Mineraloji-Petrografi, 06520 Ankara

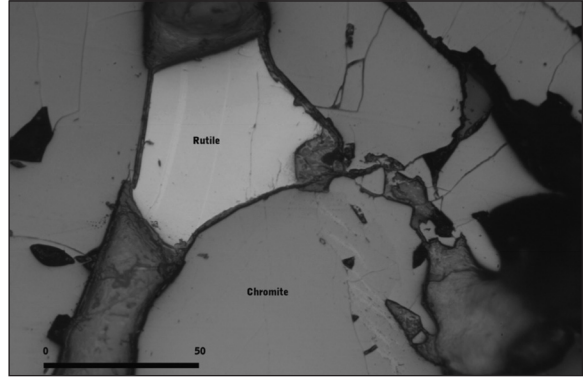
mafik kümülatlar (pegmatitik metagabro-amfibolit), levha dayk karmaşığı, ortopiroksenit ve diya-baz daykları mevcuttur. BMM'de riftleşme muhtemelen Triyas'da başlamıştır (Yiğitbaş, 1989). BMM alttan Kızılkaya metamorfiti ve Maden grubu, üstten ise Malatya metamorfileri ile sınırlanmıştır.

Çalışma alanındaki kromitit yatakları Ceyhan nehri vadisinin batı ve doğu bölümünde mostralı izlenen dunit ve harzburjit türü ana kayalar içinde bulunmaktadır. Kromititlerin içerisinde bulunduğu ultramafik kayalarda yoğun tektonizma etkisi gözlenmektedir. Kromititlerin bir kısmı ultramafik dunitlerin taban kesimlerinde devamsız tabakalar halinde bir kısmı manto tektonitleri içerisinde bloklar halinde izlenmektedir. Bu çalışmada özellikle Dereağzı, Sarıkay, Kırıcıuşağı, Payamlı, Kurtini, Alıçlı ve Pelit ocak lokasyonlarında bulunan kromitit örneklerinin PGE ve PGM içerikleri incelenmiştir. Platin grubu metal araştırmalarında, dünyada yapılmış çalışmalar, PGE ve PGM'lerce zenginleşmiş kesimlerle PGE ve PGM içermeyen kesimlerin birbirine 10 m aralıklarla bulunduğu tesbit edilmiştir (örneğin Prichard ve diğerleri 1986). Kahramanmaraş'ta bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, mikroskopik olarak rahatlıkla görülebilen rutil minerallerinin saptanamaması ve özellikle tüm kayaç kimyası ile Pt ve Pd'ce zenginleşmelerin belirlenememesinde lokasyonlar arasındaki ya da örnek alımı sırasındaki farklılıkların etken olabileceği düşünülmektedir.

Elektron mikroprob analizleri

Kromititlerin elektron mikroprob analiz verileri örneklerin çoğunluğunun yüksek-Al'li kromitit olduklarına işaret etmektedir (Çizelge-1a). Tüm kayaç Platin Grubu Element (PGE) analiz verileri, BMM içindeki kromititlerin PPGE (Pt, Pd, Rh)'lerce zenginleşmiş olduklarına işaret etmekte olup, Pt içerikleri 10-1155 ppb (Pt/Ir oranları 3-106) arasında ve Pd içerikleri 3-2518 ppb arasındadır (Pd/Ir oranları 1-230). Bu değerler şimdye kadar Türkiye kromititlerinde kaydedilen en yüksek PPGE değerleri arasındadır (Kozlu-Erdal ve

Melcher, 2006a). PPGE'lerce zenginleşmiş örnekler mantoya göre normalize edilmiş element diyagramında podiform tip kromititler için sıra dışı olan pozitif eğim göstermektedirler. Kahramanmaraş kromititlerindeki PGM'ler çok yaygın olarak pentlandit, kalkopirit daha az oranda pirit, pirotin, bornit ve nadiren altın gibi baz metal sülfid mineralleri (<50 µm) ile ilişkilidir. PPGE'lerce zenginleşmiş örneklerdeki kompozit sülfid-PGM fazları yüksek-Al'li kromititler içerisinde tutulmaktadır. Berit kromititleri içerisindeki silikat inklüzyonları olivin, kalsik amfibol (pargasit, edenit, tremolit), klinopiroksen (diyopsit) ve klorit'tir. Yüksek Al-kromititleri içerisinde, rutil minerallerinin (Şekil 1) kromit içinde inklüzyon halinde ve ayrıca kromit taneleri arasında mevcut oldukları hem mikroskopik incelemeler hem de elektron mikroprob analizleri sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 1b).



Şekil 1- Berit kromititleri içerisindeki kromit mineralleri arasındaki rutil mineralinin görünümü

Platin grubu mineral parajenezi

BMM kromititlerinin elektron mikroprob analizleri sonucunda kromit mineralleri içerisinde polifazlı sülfid mineralleri ile birlikte Pd-Pt tellürid mineralleri (Çizelge 2a) içerdikleri saptanmıştır. Kromitler içinde damlacık şeklindeki sülfid mineralleri ile ilişkili olarak oluşmuş Pd-Pt-Te mineralleri, sülfid kapanımları içerisinde. Bu nedenle sözkonusu PGM'ler birincil olarak oluşmuşlardır. Pd-Pt-Te mineralleri pentlandit-kalkopirit sülfid fazında kalkopirit içerisinde tutulmaktadır (Şekil 2). IPGE'lerce zengin kromititler içindeki laurit, irarsit

Çizelge 1a. Berit kromitlerinin mineral kimyası, 1b. Kromitler içindeki rutil mineralinin kimyasal kompozisyonları

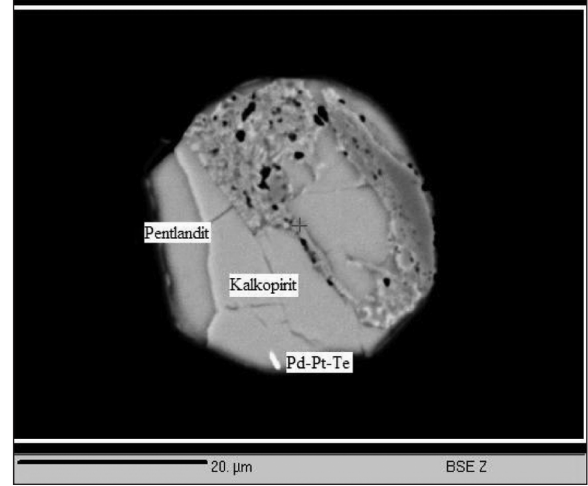
a

Örnek % ağı.	3	4	13	15
SiO ₂	0.02	0.05	0.00	0.02
TiO ₂	0.27	0.03	0.09	0.19
Al ₂ O ₃	21.90	14.60	36.37	14.85
CrO ₃	47.00	51.04	33.21	51.39
Fe ₂ O ₃	2.73	5.15	1.42	4.78
FeO	13.79	19.32	12.20	18.70
MnO	0.05	0.20	0.08	0.03
MgO	14.32	9.69	16.75	10.39
CaO	0.00	0.00	0.00	0.03
Na ₂ O	0.01	0.19	0.02	0.02
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.02
Toplam	99.84	99.77	100.00	99.94
Ti	0.006	0.001	0.002	0.005
Al	0.789	0.56	1.219	0.565
Cr	1.136	1.313	0.747	1.31
Fe ⁺³	0.063	0.126	0.03	0.116
Fe ⁺²	0.353	0.525	0.29	0.504
Mn	0.001	0.006	0.002	0.001
Mg	0.652	0.470	0.71	0.499
Cr#	0.60	0.70	0.38	0.70
Mg#	0.65	0.47	0.71	0.50

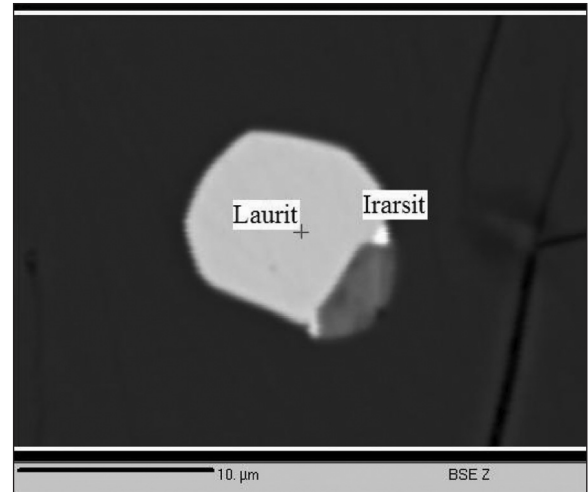
b

Örnek % ağı.	3 (Rutil inklüzyon)	13 (Rutil)
SiO ₂	0.03	0.04
TiO ₂	99.14	99.39
Al ₂ O ₃	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	1.46	1.59
FeO	0.20	0.23
MnO	0.03	0.00
MgO	0.02	0.00
CaO	0.00	0.02
Na ₂ O	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.02
Total	100.89	101.27

(Çizelge- 2b) ve erlihmanit mineralleri kromit içerisinde öz şekilli kapanımlar halinde polifazlı taneler halinde izlenmektedir (Şekil 3).



Şekil 2- Pentlandit-kalkopirit birliği içerisindeki Pd-Pt-Te bileşimindeki çok küçük platin grubu mineralin görünümü



Şekil 3- Berit kromitleri içerisindeki birincil, polifazlı laurit-irarsit mineralinin görünümü

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Beritdeki yüksek-Cr'li kromitler içinde en yaygın PGM'ler lauritler olup, tek başına ya da irarsit veya erlihmanit ve silikat (klinopiroksen),

Çizelge 2- a- Berit kromitleri içinde kapanım halinde izlenen Pd-Pt-Te (merenskit-monşeyit) mineralinin mineral kimyası, b- Laurit kapanımlarının mineral kimyası (L: laurit, İ: İrarsit)

a

Örnek	7
Mineral	Merenskit-monşeyit
S	24,79
Fe	21,76
Ni	28,72
Cu	0,08
Pd	2,58
Te	19,07
Pt	2,42
Bi	0,32
Toplam	99,75
At.%	
Pd	12,91
Te	79,65
Pt	6,62
Bi	0,82
Toplam	100
At.	3
Pd	0,387
Te	2,390
Pt	0,199
Bi	0,025

Ni-sülfid ve bazen de Ru oksit ile polifazlı inklüzyonlar oluşturmaktadır. Lauritlerin kimyasal formülü $Ru_{0,64-0,88}Os_{0,03-0,22}Ir_{0,03-0,15}S_2$ ' dir. Berit kromitlerinin lauritleri geniş aralıkta Os-Ru'nun birbirinin yerini alması, Ni-sülfid mineralleri ve erlihanitin varlığı (Kozlu-Erdal ve Melcher, 2007) ve Os-Ir-Ru alaşımlarının yokluğu ile karakteristiktir. Bunlar kromitler içindeki PGM çökelişi sırasında yüksek fS_2 koşullarının hakim olduğuna işaret etmektedir (Tarkian ve diğerleri 1992; Garuti ve diğerleri 1999).

Yüksek-Al'li Berit kromitleri içindeki rutil minerallerinin elektron mikroprob analizleri sonucu-

b

Örnek	4			
Mineral	L	L	İ	L
S	33,86	34,63	27,75	34,76
Fe	0,60	0,77	2,60	1,29
Ni	1,34	0,16	3,01	0,80
As	bdl	bdl	4,69	0,29
Ru	39,53	39,71	18,25	39,61
Rh	1,24	bdl	bdl	bdl
Os	13,63	15,66	8,25	17,02
Ir	8,66	7,83	30,59	6,86
Top.	98,87	98,75	95,13	100,63
At. %				
S	65,82	66,99	61,44	66,04
Fe	0,67	0,85	3,31	1,40
Ni	1,11	0,17	3,63	0,83
As	bdl	bdl	4,44	0,24
Ru	24,37	24,360	12,81	23,86
Rh	0,75	bdl	bdl	bdl
Os	4,47	5,11	3,08	5,45
Ir	2,81	2,53	11,3	2,17
Top.	100	100	100	100
At.	3	3	3	3
S	1,975	2,01	1,843	1,981
Fe	0,02	0,026	0,099	0,042
Ni	0,033	0,005	0,109	0,025
As	bdl	Bdl	0,133	0,007
Ru	0,731	0,731	0,384	0,716
Rh	0,023	Bdl	bdl	bdl
Os	0,134	0,153	0,092	0,163
Ir	0,084	0,076	0,339	0,065
#Ru	84,51	82,67	80,62	81,41
Xru	75,23	76,14	47,12	75,79
Xos	13,79	15,96	11,33	17,31
Xir	8,67	7,89	41,55	6,90
XRh	2,32	0,00	0,00	0,00

na göre, TiO_2 içerikleri % 98.88-99.39 ağı. arasındadır. Rutillerin % Cr_2O_3 içerikleri yüksek olup 1.46-1.60 ağı. arasındadır. Kromit mineralleri arasında rutil minerallerinin varlığı, Berit'deki Yüksek - Al'li kromitlerin göreceli olarak yüksek MgO ve TiO_2 içerikleri ile karakteristik olmaları nedeniyle, fO_2 'nin artması ve sıcaklığın (T) azalması sonucu veya Al ve Ti'ce zengin olan bir ana mag-

madan türemiş olmalarıyla açıklanabilir (Economou ve Vacondios, 1995). Pd-Pt mineralleşmesi ve rutil mineralleri içeren Beritdeki yüksek Al'li kromitler, bölgede tesbit edilmiş olan yüksek-Cr'li kromitlere göre muhtemelen sülfürce daha doygun koşullarda daha verimli bir manto kaynağından daha düşük derecelerdeki kısmi ergime ile oluşmuşlardır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma 01.07-15.07.2005 tarihleri arasında MTA Genel Müdürlüğüne Almanya-Hamburg Üniversitesi'nde PGM analizlerinin yapılması konusunda resmi olarak görevlendirilme ve sonrasında TÜBİTAK tarafından 20.01-14.04 2006 tarihleri arasında doktora sonrası araştırma bursu ile desteklenmiştir. Tüm kayaç PGE analizleri konusunda Karlsruhe üniveritesi Mineraloji-Jeokimya Enstitüsü müdürü Prof. Dr. Doris Stueben'e, PGM mikroprob analizleri konusundaki yardımlarından dolayı Hannover'daki Doğal Kaynaklar ve Yer Bilimleri Federal Enstitüsünden Dr. Frank Melcher'e teşekkürü borç bilirim. Bu çalışma sırasındaki her türlü katkılarından dolayı MTA Genel Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Yayına verildiği tarih, 3 mart 2007

DEĞİNİLEN BELGELER

- Economou-Eliopoulos ve M. Vacondios, I. 1995. Geochemistry of Chromitites and Host Rocks from The Pindos Ophiolite Complex, Northwestern Greece, *Chemical Geology*, 122, 99-108.
- Erdal, H., 2002. Mersin (İçel) Kromitlerine Bağlı Platin Grubu Elementlerin İncelenmesi Çukurova Üniversitesi, Adana (Doktora tezi), 126 s.
- Garuti, G., Zaccarani, F. ve Economou-Eliopoulos, M. 1999. Paragenesis and Composition of laurite from Chromitites of Othrys (Greece): Implications for Os-Ru fractionation in ophiolitic upper mantle of the Balkan Peninsula. *Mineralium Deposita*, 34, 312-319.

Kozlu-Erdal, H., ve Melcher, F., 2006 a. First results on unusual platinum group element&mineral enrichments in the chromitites from the Berit Metaophiolite (Maras), southeastern of Turkey. In: Understanding the genesis of ore deposits to meet the demands of the 21st Century, 12th. Quadrennial IAGOD Symposium, abs. p.35, 21-24 August, 2006,

_____ ve _____, 2006b. Berit Metaofiyolit Masifi (Maras) kromitlerindeki sıra dışı platin grubu element ve mineral zenginleşmesine ait ilk bulgular. II. Ulusal Jeokimya Sempozyumu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TÜBİTAK-BUTAL Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı Bildiriler ve Özetler Kitapçığı, s.8, 02-04 Kasım, 2006, Bursa.

_____ ve Sendir, H., 2006. Geochemistry of the chromitites from Eskişehir (Karaburhan-Mihalıccık-Dağköplü) Ophiolites, central Turkey: An investigation of platinum-group elements and minerals. In: Understanding the genesis of ore deposits to meet the demands of the 21st Century, 12th. Quadrennial IAGOD Symposium, abs. p.34, 21-24 August, 2006, Moscow, Russia

_____ ve Melcher, F., 2007. Mineralogy and Geochemistry of Platinum-Group Element Enrichments in Berit (Maras) Chromitites, Southeastern Turkey. In: European Geosciences Union General Assembly, pdf, abs., 2007, 15-20 April, Vienna, Austria

Page, N., Engin, T., Singer, D. A., ve Haffty, J., 1984. Distribution of platinum-group elements in the Batı Kef chromite deposits, Guleman-Elaziğ area, eastern Turkey. *Economic Geology*, 79, 177-184.

Taşkın, İ., ve Demiray, 1979. Güneybatı Anadolu peridotitlerindeki platin aramaları, MTA raporu No: 6569 (yayımlanmamış), Ankara.

Tarkian M., Economou-Eliopoulos M. ve Eliopoulos D.G. (1992). *Platinum Group Minerals and Tet-*

raauricupride in Ophiolitic Rocks of Skyros Island, Greece. *Mineralogy and Petrology*, 47, 55-66.

Uçurum, A., Lechler, P.J., ve Larson, L.T., 2000. Platinum-group element distribution in chromite ores from ophiolite complexes, western Turkey, 109, B112-120, *Transactions of the Institution*

of Mining and Metallurgy, reprinted from *applied earth science*, May-August, 2000.

Yiğitbaş E, 1989. Engizek (K. Maraş) Dağı Civarındaki Tektonik Birliklerin Petrolojik İncelemesi, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, (Doktora tezi).
