

Berit (Kahramanmaraş) Metaofiyoliti Kromititlerindeki Platin Grubu Elementler ve Mineral Zenginleşmesinin Jeokimyası, Mineralojisi ve Petrolojisi, Güneydoğu Türkiye

Geochemistry, Mineralogy and Petrology of Platinum Group Element and Mineral Enrichments in the Chromitites of the Berit (Kahramanmaraş) Metaophiolite, Southeastern Turkey

¹ **KOZLU-ERDAL, Hatice** ve ² **MELCHER, Frank**

¹MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Mineraloji-Petrografi, 06520 Ankara-Türkiye
(e-mail:haticeerdal@yahoo.com)

²Doğal Kaynaklar ve Yerbilimleri Federal Enstitüsü, (BGR), D-30655 Hannover, Almanya

ÖZ

Çalışma alanı doğu Toros ofiyolit kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada Berit Metaofiyolit Masifi (BMM) içerisinde bulunan kromitit yatakları incelenmiştir. BMM'nin manto tektonitleri serpantinize harzburjit, dunit ve lezolitlen oluşmaktadır. 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.

Tüm kayaç Platin Grubu Element (PGE) analiz verileri, BMM içindeki kromititlerin yaklaşık yarısının 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 şimdiye kadar Türkiye kromititlerinde kaydedilen en yüksek PPGE değerleri arasındadır. Örneklerin geriye kalanı IPGE (Ir, Ru)'lerce zenginleşme içermekte olup, Ru içerikleri 17-783 ppb ve Pd/Ir oranları 0.01-0.7 ve Pt/Ir oranları 0.04-1.24 arasındadır. IPGE'lerce zenginleşmiş örnekler mantoya göre normalize edilmiş kondrit diyagramında negatif eğim göstermektedirler. Buna karşın PPGE'lerce zenginleşmiş örnekler aynı diyagramda podiform tip kromititler için sıra dışı olan pozitif eğim göstermektedirler.

PPGE ve IPGE'lerce zenginleşmiş örneklerin mikroskopik incelemeleri ve elektron mikroprob analizleri bu kromititlerin, öz şekilli taneler ve 10-20µm 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 erlihanit'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. Bu kromititlerdeki 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 kromit içinde inklüzyon halinde ve ayrıca kromit taneleri arasında mevcut oldukları hem mikroskopik incelemeler hem de elektron mikroprob analizleri sonucunda belirlenmiştir. Berit kromititleri içinde en yaygın PGM'ler laurit olup, tek başına ya da irarsit veya erlihanit ve silikat (klinopiroksen), 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 kromititlerinin lauritleri geniş aralıkta Os-Ru'nun birbirinin yerini alması, bazen erlichmanitin varlığı ve Os-Ir-Ru alaşımlarının yokluğu ile karakteristiktir. Bunlar kromititler içindeki PGM çökelimi sırasında yüksek f_{S_2} koşullarının hakim olduğuna işaret etmektedir (Tarkian ve diğ. 1991; Tarkian ve diğ. 1992; Garuti ve diğ. 1999).

Berit'deki PGM parajenezi ve her iki tipteki kromititlerin kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıkları gözönünde bulundurarak bunların ana magmalarının iki farklı kaynaktan beslendikleri düşünülmektedir. BMM'deki yüksek-Cr'li kromititlerin uyumlu elementlerce tüketilmiş olmaları ve hidrosilikat inklüzyonlarının varlığı bunların üst mantoda daha yüksek kısmi ergime dereceleri sonucunda muhtemelen artık bir kaynağın ikinci safha ergiyiklerinden oluştuklarını düşündürmektedir. Bu kromititler muhtemelen sülfürce daha doymuş koşullarda daha verimli bir manto kaynağından daha düşük derecelerdeki kısmi ergime ile oluşmuşlardır. Alternatif olarak Berit'deki Yüksek-Al'li kromititlerin göreceli olarak yüksek MgO ve TiO₂ içerikleri ile karakteristik olmaları nedeniyle, bunlar f_{O_2} 'nin artması ve sıcaklığın (T) azalması sonucu veya Al ve Ti'ce zengin olan bir ana magmadan türemiş olabilirler (Econumou & Vacondios, 1995). 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 (Zhou ve diğ. 1998).

Anahtar Kelimeler: Berit, Kromitit, Platin Grubu Element ve Mineral, Jeokimya, Petroloji

*Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 2219 kodlu doktora sonrası araştırma bursu ile desteklenmiştir.

ABSTRACT

The study area is located in the eastern Tauride ophiolite belt of Turkey. Chromitite deposits hosted by the Berit Metaophiolite Massif (BMM) have been investigated in this study. The mantle tectonites of the BMM comprise serpentinized harzburgites, dunites and lherzolites. Electron microprobe analyses of the chromitites indicate that most of the samples are high-Al chromitites with Cr# numbers ($100 \times Cr / (Cr + Al)$) between 29 and 37. The remaining samples are high-Cr chromitites, with Cr# numbers between 60-70.

Bulk platinum-group element (PGE) data indicate that almost half of the chromitites in the BMM are enriched in PPGE, with Pt contents between 10-1155 ppb (Pt/Ir: 3-106) and Pd contents between 3-2518 ppb (Pd/Ir ratios 1-230). These are among the highest reported PPGE values for Turkish chromitites up to date. The remaining samples are enriched in the IPGE, with high Ru contents between 17-783 ppb and Pd/Ir ratios between 0.01-0.7 and Pt/Ir ratios between 0.04-1.24. The IPGE enriched samples display negative slopes in mantle normalised chondrite element ratio plots whereas PPGE enriched samples exhibit positive slopes in the same diagram, which is unusual for podiform type chromitites.

Microscopic examination and electron microprobe analyses of the PPGE and IPGE-enriched samples reveal platinum-group element minerals (PGM) as euhedral (10-15 μ m) inclusions in the chromite grains. The PGM hosted by IPGE-rich high-Cr chromitites are primary inclusions of laurite, irarsite, Ir sulphide and erlichmanite. Very small Pd-Pt telluride phases (merenskyite-moncheite) are hosted by polyphase sulphide droplets in the PPGE-rich chromitites of BMM. In these chromitites, the PGM are most commonly associated with base metal sulphide minerals (<50 μ m) such as pentlandite, chalcopyrite, and to a lesser extent pyrite, pyrrhotite, bornite and rarely gold. The composite sulphide-PGM phases in the PPGE-enriched samples are hosted by high-Al chromitites. The silicate inclusions in Berit chromites are olivine, calcic amphibole (pargasite, edenite, tremolite), clinopyroxene (diopside) and chlorite. Both microscopic examination and electron microprobe analyses show that rutile occur as inclusions in chromite and also between chromite grains in high Al-chromitites. The laurites are the most

abundant PGM in Berit chromitites forming single or polyphase inclusions with irarsite or erlichmanite and silicate (clinopyroxene), Ni sulphide and occasionally Ru oxide. The chemical formula of laurites is $(Ru_{0.64-0.88}Os_{0.03-0.22}Ir_{0.03-0.15})S_2$; thus, laurites are characterized by a wide range of Os-Ru substitution, the occasional presence of erlichmanite and a lack of Os-Ir-Ru alloys. This indicates high fS_2 conditions during the PGM precipitation in the chromitites (Tarkian et al. 1991; Tarkian et al. 1992; Garuti et al. 1999).

Due to the different chemical compositions of both chromitite and PGM at Berit, we suggest that their parent melts were derived from two different magma sources. The presence of hydrosilicate inclusions and the depletion of compatible elements in high-Cr chromitites of the BMM indicate that they resulted from higher degrees of partial melting of the upper mantle, probably from second stage melting of a residual source. The high-Al chromites probably were generated from lower degrees of partial melting from a more fertile mantle source at more sulphur saturated conditions. Alternatively, because the high-Al chromitites in Berit are characterized by relatively high MgO and TiO_2 contents, they may have been produced by increasing fO_2 and decreasing temperature (T), or from a parental magma that was rich in Al and Ti (Economou-Eliopoulos & Vacondios, 1995). The variable chemical compositions of the Berit chromitites may be explained by magmas related to the supra-arc magmatism (SSZ) by partial melting process due to metasomatism of oceanic lithosphere (high-Cr chromitites) and subsequently by changing parent magma compositions (the high-Al chromitites) in a back arc basin environment (Zhou et al. 1998).

Keywords: Berit, Chromitite, Platinum Group Element and Mineral, Geochemistry, Petrology

Değinilen Belgeler

Economou-Eliopoulos, & M. Vacondios, I. 1995. Geochemistry of Chromitites and Host Rocks from The Pindos Ophiolite Complex, Northwestern Greece, *Chemical Geology*, 122, 99-108.

Garuti, G., Zaccarani, F. & Economou-Eliopoulos, M. 1999. Paragenesis and Composition of laurite from Chromitites of Othyrys (Greece): Implications for Os-Ru fractionation in ophiolitic upper mantle of the Balkan Peninsula. *Mineralium Deposita*, 34, 312-319.

Tarkian M., Naidenova E., and Zhelyaskova-Panayotova M. 1991. Platinum Group Minerals in Chromitites from the Eastern Rhodope Ultramafic Complex, Bulgaria, *Mineralogy and Petrology*, 44, 73-87.

Tarkian M., Economou-Eliopoulos M. & Eliopoulos D.G. (1992). Platinum Group Minerals and Tetraauricupride in Ophiolitic Rocks of Skyros Island, Greece. *Mineralogy and Petrology*, 47, 55-66.

Zhou MF, Sun M, Keays RR, Kerrich RW, 1998. Controls on platinum-group elemental distributions of podiform chromitites: A case study of high-Cr and high-Al chromitites from Chinese orogenic belts. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 62, 677-688.

* The study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) with a post-doctoral scholarship, code number 2219.