

Tetis Ofiyolitine Bağlı Kromit ve Plâtin Grubu Element (PGE) Mineralleşmeleri: Kahramanmaraş, Ortaca ve Kop Komplekslerinden Örnekler

*Chromium and Platinum–Group Elements (PGE) mineralisations in Tethyan ophiolites of
Turkey: Examples from Kahramanmaraş, Ortaca and Kop complexes*

**İbrahim UYSAL¹, Federica ZACCARINI², Giorgio GARUTI³, Thomas MEISEL⁴, Mahmud
TARKIAN⁵, H. Jürgen BERNHARDT⁶, M. Burhan SADIKLAR**

¹*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye (uyusal@ktu.edu.tr)*

²*Andalusian Institute of Earth Sciences, University of Granada, Spain*

³*Department of Earth Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Italy*

⁴*Department of General and Analytical Chemistry, University of Leoben, Austria*

⁵*Institute of Mineralogy and Petrology, University of Hamburg, Germany*

⁶*Institute of Geology, Mineralogy and Geophysics, University of Bochum, Germany*

ÖZ

Türkiye'nin batısından doğusuna doğru, yaklaşık 2000 kadar büyük ölçekli ve ekonomik açıdan önemli podiform tip kromitit yatakları yaygın olarak bulunmaktadır. Bunların çoğu, Tetis Okyanusunun kalıntıları olarak düşünülen ofiyolitik istifin manto birimi içerisinde bulunur. Türkiye ofiyolitleri, Balkanlardan başlayıp, Yunanistan ve Türkiye boyunca İran'a kadar uzanan Alp orojenik kuşağının bir parçasıdır. Arazide, diğer formasyon ve jeolojik birimlerle karmaşık bir yapısal ilişki sunarlar. Türkiye ofiyolitik komplekslerinin, son yıllarda yapılan çalışmalarda Kretase yaşlı oldukları ve bir yitim zonu ortamında (suprasubduction zone, SSZ) oluştuğu konusunda fikir birliği vardır (Parlak vd. 2004; Uysal vd. 2005, 2006). Son zamanlarda podiform tip kromititler, ekonomik jeologlar tarafından sadece krom üretimi değil, plâtin grubu element (PGE) potansiyelleri bakımından da ilgi odağı olmuştur. Bu ekonomik ilgiye ve kromit yataklarının bolluğuna rağmen, Türkiye kromititlerinin kimyasal bileşimlerinin yanı sıra, PGE mineralojileri ve jeokimyasaları açısından çok az veri mevcuttur (Uysal vd. 2005, 2006). Bu çalışmada, Türkiye'nin güneydoğu, güneybatı ve kuzeydoğusunda yer alan ve sırasıyla Kahramanmaraş, Ortaca ve Kop kromititleri diye adlandırılan 3 ayrı bölgedeki manto kayaçları içerisinde yataklanmış kromitit oluşuklarının mineralojik ve jeokimyasal incelemeleri sunulmuş ve karşılaştırılmıştır.

Kahramanmaraş kompleksi güneydoğu ofiyolit kuşağına ait olup, temelde manto tektonitleri ve bunun üzerinde ultramafik ve mafik kümülatlardan oluşan ve magmatik laminasyon ve ritmik tabakalanmaların bulunduğu okyanusal kabuktan oluşur. Ofiyolitik kayaçlar, çarpışma ile eş zamanlı granitoidler tarafından kesilmişlerdir (Parlak, 2006). Ofiyolitik istifin manto kesiminde ekonomik açıdan önemli birçok kromit yatağı mevcuttur. Ortaca ofiyolitleri Batı Toroslarda yüzeyleme verir. Birim, bünyesinde klinopiroksen–harzburjit, harzburjit ve dunit içeren serpantinleşmiş peridotitlerden oluşur. Bu kayaçlar, birçok dolerit daykı tarafından kesilmiş olup, özellikle dunitler içerisinde ince piroksenit damarları mevcuttur. Daha önceleri işletilmiş küçük kromit yatakları dunitlerle ilişkilidir. Kop kompleksi Doğu Pontid ofiyolit kuşağının bir parçasıdır. Birim çoklukla harzburjit ve az oranda dunit ve lertzolit içeren manto tektonitlerinden oluşur. Değişik boyutlardaki kromit yatakları hem harzburjit hem de dunitler içinde bulunur.

İncelenen kromititler, masif, nodüler, şiliyren ve saçınımlı olmak üzere değişik türde dokular sunarlar. Kromititler değişik oranlarda serpantinleşmiş harzburjitik ana kayanın sahiplik yaptığı dunitik bir zarf içinde bulunur. Serpantinleşmeye karşın, kromit kristalleri genelde taze ve alterasyondan etkilenmemiş olup, alterasyon, kromit kristal kenarları ve çatlaklar boyunca gelişmiş demirce zenginleşme gösteren kromit oluşumuyla sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla, ilksel kromit bileşimleri, spinel kristallerinin merkezlerinin analizlenmesiyle belirlenmiştir. Elektron mikroprob analizleri sonucu elde edilen kromit kimyasal bileşimleri, bunların değişen miktarlarda Cr₂O₃ (%ağ.) içerdiklerini göstermiş olup bu değerler Kahramanmaraş, Ortaca ve Kop kromititleri için sırasıyla 39.62–60.01, 48.9–61.24 ve 48.53–61.93 aralıklarında değişmektedir. Diğer elementlerin maksimum konsantrasyonları (%ağ.) Al₂O₃ için 18.93, MgO için 14.63 ve FeO için 19.88'dir. TiO₂ içerikleri düşük olup, Kahramanmaraş ve Ortaca için 0.24'ten az ve Kop kromititleri için 0.40'tan azdır.

Kahramanmaraş ve Kop bölgelerinden seçilmiş kromitit örnekleri için tüm PGE (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) içerikleri belirlenmiş olup Ortaca kromititleri için Os analizlenmemiştir. PGE içerikleri düşük olup 28 ilâ 541 ppb arasında değişmektedir. İncelenen kromititlerdeki PGE dağılımları ve yönsemeleri, birçok manto kromititleri ile benzer özellikler sunup, Rh+Pt+Pd değerlerine karşılık Ru+Os+Ir zenginleşmesi sunmaktadır. Bununla birlikte, Kahramanmaraş ve Ortaca kromititlerinde sırasıyla zayıf Pt ve Pd zenginleşmeleri de gözlenmiştir.

İncelenen tüm kromititler plâtin grubu mineral (PGM) içermektedir. PGM'ler küçük kristaller hâlinde olup genellikle 10 µm'den küçüktürler ve altere olmuş veya olmamış kromit kristalleri bünyesinde, kromit kırıkları boyunca veya silikat matriks içinde bulunurlar. PGM'ler tekli fazlar hâlinde veya baz-metal sülfid, silikat veya diğer PGM'lerle birlikte çoklu fazlar oluşturabilirler. Laurit, hemen hemen incelenen tüm kromitit örneklerinde gözlenmiş olup, ofiyolitik kromititlerin tipik özelliği olarak en bol bulunan PGM durumundadır. Kahramanmaraş kromititlerinde laurite, iridyum, (%10.89 Pt içeren), irarsit, hollingvortit ve tanımlanmamış Pt-Rh-Ir-Cu-sülfid fazları eşlik eder. Ortaca kromititlerinde, erlichmanit, iridyum ve osmiyum da gözlenmiştir. Kop kromititlerinde ise, osmiyum, plâtin, hollingvortit ve henüz tanımlanmamış Rh-Ir-sülfid, (Os,Ru,Ir)(Ni,Fe)₂ ve Pd-Sb-Te fazları da gözlenmiştir. Kahramanmaraş ve Kop kromititlerine ait lauritler iridyum bakımından daha zengin olup, Ortaca kromititlerindeki lauritler daha yüksek Os içeriklerine sahiptir ve bazı durumlarda erlichmanit alanına düşerler.

Sonuç olarak bu çalışma, Kahramanmaraş, Ortaca ve Kop kromititlerinin, kromit kimyası, PGE jeokimyası ve mineralojisi bakımından, dünyanın değişik bölgelerindeki yitim ile ilişkili manto kromititleri ile benzerlikler sunduğunu ve dolayısıyla, bu kromititlerin bir yitim zonu ortamında (suprasubduction zone, SSZ) oluştuğunu desteklemektedir. Kromit kimyalarından anlaşıldığı üzere, incelenen tüm lokasyonlarda hem refraktör hem de metalurjik kromititlerin varlığı söz konusudur. Elektron mikroprob çalışmaları sonucu en sık rastlanan PGM Ru-Os-Ir fazlarıdır (laurit, erlichmanit, Os-Ir-Ru alaşımları ve irarsit). Kahramanmaraş ve Kop kromititlerinde nadir olarak, Rh, Pt ve Pd içeren PGM'lerin varlığı da tespit edilmiştir. PGM'lerin boyutlarının küçük oluşu, düşük PGE bollukları (maksimum toplam PGE = 541 ppb) ve Rh-Pt-Pd fazlarına oranla Ru-Os-Ir minerallerinin fazlalığı, incelenen Türkiye kromititlerinin sadece gelecekteki potansiyel PGE işletmeleri için önemli bir yere sahip olabileceğini gösterir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye ofiyolitleri, kromititler, plâtin grubu elementler, plâtin grubu mineraller.

ABSTRACT

About 2000 large-scale economically important deposits of podiform-type chromitite are widespread from west to east in Turkey. Most of them occur in the mantle sequence of ophiolites considered to represent remnants of the Tethyan Ocean. The Turkish ophiolites belong to the huge orogenic belt that extends from the Balkan through Greece and along Turkey into Iran. They display tectonically complex structure and field relationships with other geological units and formations. The Turkish ophiolitic complexes are Cretaceous in age and, in agreement with the last literature data (Parlak et al. 2004; Uysal et al. 2005, 2006) formed in a suprasubduction zone (SSZ) geodynamic environment. Recently, podiform-type chromitites have attracted the attention of the economic geologists not only for chromium recovery, but also for their platinum-group elements (PGE) potential. Despite of this economic interest and the great number of chromitite occurrences, few data are available on the chromite composition, as well as PGE mineralogy and geochemistry of Turkish chromitites (Uysal et al. 2005, 2006). In this work we present and compare the results of a mineralogical and geochemical study of three different mantle-hosted chromitite occurrences, namely Kahramanmaraş, Ortaca and Kop, located in southeast, southwest and northeast, respectively, of Turkey.

The Kahramanmaraş complex belongs to the southeastern ophiolite belt and comprises a mantle tectonite, at the base, and an oceanic crustal section composed of ultramafic and mafic cumulates showing cumulate structure such as igneous lamination and rhythmic layering. The ophiolitic rocks were

intruded by a syn-collisional granitoids (Parlak, 2006). In their mantle sequence, several economically important chromite deposits are present. The ophiolite of Ortaca crops out in the Western Tauric ophiolite belt. It consists of a serpentinitised mantle peridotite, in which the following three units have been recognized: clinopyroxene-bearing harzburgite, harzburgite and dunite. These rocks are cut by a great number of dolerite dykes and thin pyroxenite veins are abundant particularly in the dunite. Small chromite deposits, mined in the past, are associated with the dunite. The complex of Kop is part of the Eastern Pontide ophiolite belt. It is composed of a mantle tectonite made up of abundant harzburgite and minor dunite and lherzolite. Chromite deposits, variable in size, occur in both dunite and harzburgite.

The investigated chromitites display a great variety of textures: massive, nodular, schlieren and disseminated. They occur in an envelope of dunite and their country rocks are harzburgites with different degrees of serpentinitisation. Despite of the serpentinitisation, chromite is generally fresh, alteration being limited to development of ferrian-chromite along grains boundary and cracks. Therefore, the primary composition of chromite has been obtained in the preserved core of spinel grains. All the analysed chromites by electron microprobe, are characterized by a variable concentration of Cr_2O_3 wt% varying from 39.62–60.01, 48.9–61.24 and 48.53–61.93 in Kahramanmaraş, Ortaca and Kop chromitites, respectively. The maximum contents, as wt% of other elements are: of Al_2O_3 18.93, MgO 14.63 and total FeO 19.88. TiO_2 wt% content is very low, being less than 0.24 in Kahramanmaraş and Ortaca, and less than 0.4 in Kop chromitites.

All the six PGE have been analysed in selected samples from Kahramanmaraş and Kop, whereas in the Ortaca chromitites Os was not analysed. PGE concentrations are low ranging from 28 to 541 ppb. The general trend of the investigated chromitites resembles most mantle hosted ophiolitic chromitites, displaying an enrichment of Ru+Os+Ir over Rh+Pt+Pd. However, in some samples of Kahramanmaraş and Ortaca a weak Pt and Pd enrichment have been observed, respectively.

All the investigated chromitites contain Platinum-group minerals (PGM). The PGM form small grains, generally less than 10 microns in size, and occur enclosed in fresh and altered chromite crystals and along fissures and in the silicate matrix.

The PGM form single phase grains or they are associated with base-metals sulfides, silicates and other PGM. Laurite is ubiquitous, being present as the most abundant PGM in all the chromitites, as typical for ophiolitic chromitites. In the Kahramanmaraş chromitites, laurite is accompanied by iridium (that contains 10.89 wt% of Pt), irarsite, hollingworthite, and unidentified Pt-Rh-Ir-Cu sulfide. In the Ortaca chromitites erlichmanite, iridium and osmium were also found. The Kop chromitites contain osmium, platinum, hollingworthite and the following unidentified PGM: Rh-Ir sulfide, (Os,Ru,Ir)(Ni,Fe)₂ and Pd-Sb-Te. Laurite from Kahramanmaraş and Kop shows enrichment in Ir, whereas laurite from Ortaca displays a high Os content reaching, in some cases, the composition of erlichmanite.

The present study has demonstrated that chromite composition, PGE geochemistry and mineralogy of the chromitites from Kahramanmaraş, Ortaca and Kop display similarity with those hosted in the mantle sequence of SSZ ophiolites world-wide, thus confirming that they formed in this geodynamic environment. On the basis of the composition of chromite, in all the investigated localities refractory and metallurgical chromitites are present. The most abundant PGM discovered are Ru-Os-Ir phases (laurite, erlichmanite, Os-Ir-Ru alloys and irarsite). Rarely, Rh, Pt and Pd bearing PGM have been encountered in the Kahramanmaraş and Kop chromitites. Due to the small size of PGM, low PGE content (maximum total PGE = 541 ppb), and the predominance of Ru-Os-Ir minerals over Rh-Pt-Pd phases, the investigated Turkish chromitites represent only a future potential target for PGE recovery.

Key words: Turkish ophiolites, chromitites, Platinum-group elements, Platinum-group minerals

Değerlendirilen Belgeler

- Parlak O, Höck V, Kozlu H, Delaloye M (2004) Oceanic crust generation in an island arc tectonic setting, SE Anatolian orogenic belt (Turkey). *Geological Magazine* 141: 583–603.
- Parlak O. (2006). Geodynamic significance of granitoid magmatism in the southeast Anatolian orogen: geochemical and geochronological evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey). *International Journal of Earth Science* 25: 609–627.

- Uysal İ, Sadıklar MB, Tarkian M, Karlı O, Aydın F (2005) Mineralogy and composition of the chromitites and their platinum-group minerals from Ortaca (Mugla-SW Turkey): evidence for ophiolitic chromitite genesis. Mineralogy and Petrology 83: 219–242.*
- Uysal İ, Tarkian M, Sadıklar MB, Şen C (2006) Platinum-group elements geochemistry and mineralogy in ophiolitic chromitites from the Kop Mountains, northeastern Turkey. The Canadian Mineralogist (baskıda).*