

# Laurite (RuS<sub>2</sub>) enriched Cr-rich Ophiolitic Chromitites from the Islahiye, SE-Turkey: Ore Microscopy and Electron Microprobe Data

İbrahim Uysal<sup>1</sup>, Federica Zaccarini<sup>2</sup>, Necla Köprübaşı<sup>3</sup>, Utku Bağcı<sup>4</sup>, Tamer Rızaoğlu<sup>5</sup>,

R. Melih Akmaz<sup>1</sup>, Ahmet D. Şen<sup>1</sup>, Giorgio Garuti<sup>2</sup>, Oskar Thalhammer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey  
(E-Mail: iuysal@ktu.edu.tr)

<sup>2</sup> University of Leoben, Dep. Applied Geological Sci. and Geophysics, A-8700 Leoben, Austria

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli, Turkey

<sup>4</sup> Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-33342 Mersin, Turkey

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-46100 Kahramanmaraş, Turkey

Ophiolite related podiform chromitites vary in size from small, low grade, sub-economic occurrences up to large ore bodies of more than hundred million tons, being the second world class producers of chromite ore, after stratiform chromitites of the Bushveld type. During the last three decades, ophiolitic chromitites have become a potential target for the recovery of platinum-group elements (PGE). Although so-far reported concentrations are usually sub-economic with prevalence of the low-priced IPGE (Os, Ir, Ru), occasional enrichment in the more precious Pt, Pd and Rh has been locally observed.

During field work in the frame of the project supported by TÜBİTAK (109Y219), chromitite samples were collected from a very small occurrence in the vicinity of Islahiye (Gaziantep, SE Turkey). As a result of the systematic investigation of two polished blocks (2.5 cm in diameter) obtained from one chromitite sample, a total 23 grains of platinum-group minerals (PGM), up to 25 µm in size, were detected as primary inclusions in chromite crystals and along its cracks. Chromite and PGM compositions were determined by electron microprobe analyses. Chromite is of metallurgical type, having high Cr# and Mg# in the ranges 72.0–73.8 and 56.5–58.9, respectively, with low contents of TiO<sub>2</sub> (0.06–0.09 wt %) and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.11–0.59 wt %). Qualitative identification indicates strong prevalence of laurite in the PGM assemblage, occasionally accompanied by unknown Ir-sulfide and a Ru-Fe compound possibly containing oxygen. The Os-Ir alloys, which commonly occur in ophiolitic chromitites, were absent. Neither specific PGM species of Pt and Pd were found, although preliminary bulk ore assays had yielded up to 4.1 and 2.0 ppb of Pt and Pd respectively. Laurite has constant composition close to (Ru<sub>0.80-0.89</sub>Os<sub>0.02-0.04</sub>Ir<sub>0.01-0.03</sub>Rh<sub>0.03</sub>Pd<sub>0.04-0.05</sub>)S<sub>2</sub>. It may occur included in fresh chromite either as single-phase grains or composite aggregates consisting of the associations: laurite+silicate (clinopyroxene, amphibole or chlorite) and laurite+base metal sulfides (millerite, pentlandite, chalcopyrite). The Ir-sulfide and the Ru-Fe (oxide?) occasionally are part of these composite inclusions. The close association of laurite with Ni-Cu-Fe sulfides apparently indicates relatively high fS<sub>2</sub> conditions in the chromite forming-system at high temperature (~1200°C). This would not be consistent with the Os-poor nature of the laurite, and possibly suggests that the chromite parent melt was initially depleted in Os. The reason for that remains an open question. The high frequency of PGM observed in two polished section of 2.5 cm in diameter suggests that the investigated chromitite may have bulk-PGE concentrations up to 2–3 ppm. Unfortunately, the low valuable PGE association (mainly Ru+Ir), and the PGM texture, unsuitable for mechanical liberation of grains, make this chromitite not attractive for PGE recovery. However, some ophiolitic chromitites have been found to contain punctual and unevenly distributed high concentrations of Pt+Pd at the scale of ophiolite complexes and/or single ore bodies. For this reason, systematic exploration of chromitites in this region of Turkey is advisable, despite of their sub-economic size, and in consideration of an expected raise in the PGE's price on the international market.

**Key words:** Laurite, chromitite, platinum-group element, platinum-group mineral, SE-Turkey

## Laurit (RuS<sub>2</sub>)’ce zengin Yüksek-Cr Ofiyolitik Kromitleri, Islahiye, GD-Türkiye: Cevher Mikroskobisi ve Elektron Mikroprob Verileri

Ofiyolitlerle ilişkili podiform kromitler küçük boyutlarda, düşük dereceli ve yarı-ekonomik yataklardan, Bushweld stratiform kromitlerinin ardından, yüzmilyon tondan fazla rezervleri ile dünyada ikinci sırada üretim yapabilen devasa yataklar oluşturabilirler. Ofiyolitik kromitler, platin grubu element içerikleri bakımından son 20–30 yıldır potansiyel hedef durumuna gelmiştir. Her ne kadar şu ana kadar rapor edilmiş PGE konsantrasyonları yarı-ekonomik boyutlarda kalmış ve daha düşük fiyatlı Ir-grubu PGE’ler (IPGE) bakımından zenginleşmiş iseler de, nadir de olsa, daha değerli ve yüksek fiyatlı Pt, Pt ve Rh bakımından bölgesel zenginleşmeler de söz konusudur.

TÜBİTAK tarafından desteklenen 109Y219 numaralı proje kapsamında yürütülen çalışmalar sırasında, Islahiye (Gaziantep, GD-Türkiye) civarında bir kromit cevherleşmesinden alınan kromit örneğinden hazırlanan iki adet parlak kesitin (2.5 cm çapında) sistematik olarak incelenmesi sonucunda, kromit kristalleri bünyesinde birincil kapanımlar şeklinde ve kromit kırıkları boyunca konumlanmış, boyutları 25 µm’a varan 23 adet platin grubu mineral (PGM) gözlenmiştir. Kromit ve PGM’lerin kimyasal bileşimleri elektron mikroprob ile belirlenmiştir. Kromit kristalleri, yüksek Cr# (72.0–73.8) ve Mg# (56.5–58.9) değerleri ve düşük TiO<sub>2</sub> (% ağı 0.06–0.09) ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% ağı 0.11–0.59) içerikleri ile metalurjik tiptedir. Nitel tanımlamalar sonucu, laurit kristallerinin PGM parajenezinin önemli bir bölümünü oluşturduğu ve nadir olarak, tanımlanmamış Ir-sülfid ve muhtemelen oksijen içeren Ru-Fe bileşikleriyle çoklu fazlar çoklu fazlar şeklinde bulunduğu belirlenmiştir. Ofiyolitik kromitlerde sıkça rastlanan Os-Ir alaşımları gözlenmemiştir. Söz konusu kromit örneğinin tüm kayaç Pt ve Pd içerikleri kısmen yüksek (Pt: 43.2 ppb ve Pd: 12.4 ppb) olmasına rağmen, Pt ve Pd içeren spesifik fazlara da rastlanılmamıştır. Laurit kristalleri benzer bileşimde olup (Ru<sub>0.80-0.89</sub>Os<sub>0.02-0.04</sub>Ir<sub>0.01-0.03</sub>Rh<sub>0.03</sub>Pd<sub>0.04-0.05</sub>)S<sub>2</sub> formülü ile temsil edilir. Genellikle taze kromit kristalleri bünyesinde tek fazlı veya laurit-silikat (klinopiroksen, amfibol ve klorit) ve laurit-baz metal mineral (millerit, pentlandit ve kalkopirit) birliktelikleri şeklinde çoklu fazlar olarak gözlenir. Is-sülfid ve Ru-Fe (oksit?) fazları bu çoklu fazların bir kısmını oluşturur. Laurit kristallerinin Ni-Fe-Cu sülfid fazları ile olan yakın ilişkisi, kromit kristalizasyonunun yüksek sıcaklıkta (~1200° C) ve kısmen yüksek fS<sub>2</sub> koşullarında gerçekleştiğinin açık kanıtıdır. Bu durum, laurit kristallerinin çok düşük Os içerikleri ile uyumlu olmayıp, osmiyumun kromiti kristallendiren ergiyiğinin Os bakımından daha önceden tüketildiğine işaret eder. Bu tüketilmenin sebebi henüz açıklanamamıştır. 2.5 cm çapında hazırlanmış 2 adet parlatılmış kromit örneğinde gözlenen yüksek miktardaki PGM, bu kromit örneğinin yaklaşık 2–3 ppm civarında toplam PGE içeriğine sahip olabileceğini göstermektedir. Düşük değerli PGE birliktelikleri (Ru+Ir) ve PGM’lerin kromit kristalleri bünyesinden mekanik olarak ayrılmasına günümüz teknolojisinde müsaade etmeyen dokusal özellikleri, bu kromitleri PGE içerikleri bakımından çekici kılmamaktadır. Ancak, bazı ofiyolitik kromitler ofiyolitik masif/tekli cevher kütlesi ölçeğinde düzensiz dağılımlar sunan Pt+Pd zenginleşmeleri sunmaktadır. Bu sebeple, her ne kadar kromit oluşukları PGE açısından yarı-ekonomik boyutlarda ise de, PGE fiyatlarının uluslararası piyasalarda gün geçtikçe artacağı düşünüldüğünde, bu bölgedeki kromitlerin sistematik bir şekilde araştırılması ve PGE içeriklerinin belirlenmesi önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Laurit, kromit, platin grubu element, platin grubu mineral, GD-Türkiye