

## Phlogopite Occurrences Related to Ultramafics in Yıldızeli (Sivas) Area

Hüseyin Yalçın<sup>1</sup>, Ömer Bozkaya<sup>1</sup> & Hülya Yeşildağ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cumhuriyet University, Department of Geological Engineering TR-58140 Sivas, Turkey  
(E-mail:yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>2</sup>Afşin-Elbistan Lignite Enterprise TR-46500 Kahramanmaraş, Turkey

The different two series as Upper Cretaceous Karakoç ultramafic (hornblende and partly pyroxenite) / mafic (gabbro, monzogabbro, diorite, monzodiorite and monzonite) and Paleocene felsic plutonic rocks belonging to Central Anatolian Plutonics are present in the Yıldızeli area. Magmatics as well as metamorphics are cut by intrusions of syenite- and granite-aplites. Packages of phlogopite plates (1-5 cm) are surrounded by a zone (10-15 m) with pyroxene and/or hornblendes in which garnet, epidote and scapolite layers and/or lenses are found in places. The ages obtained from K/Ar radiometric method (hornblende  $69.7 \pm 1.8$  Ma; syenite-aplite  $67.8 \pm 1.7$  Ma and phlogopite  $63.6 \pm 2.4$  Ma) give an order of ultramafic rock-felsic dike intrusion and its hydrothermal alteration.

Phyllosilicates are formed of smectite, mixed-layers chlorite-smectite/C-S, phlogopite-vermiculite/illite-vermiculite/P-V/I-V and chlorite in the ultramafics, smectite, chlorite and illite-smectite/I-S in the mafics, smectite in the felsics, and 1M Fe-Al phlogopite, smectite, I-V/P-V and smectite-vermiculite/S-V in the pyrometasomatics. Phlogopite components  $Mg/(Mg+Fe)$  are 0.74 for the phlogopite and 0.67 for P-V.

Total trace element concentrations and the distributions of chondrite-normalized trace and rare earth elements decrease phlogopite-P-V-grossular-hastingsite-mizzonite and grossular-hastingsite-mizzonite-phlogopite-P-V trend, respectively.  $\delta^{18}O$  and  $\delta D$  values are determined as +10.4 and -79 ‰ (SMOW) for phlogopite and +11.7 ‰ -105 ‰ for P-V.  $\delta^{18}O$  and  $\delta D$  concentrations of phyllosilicate minerals reveal that the phlogopite and P-V have, respectively, hypogene and supergene origins. The decreasing  $\delta D$  and increasing  $\delta^{18}O$  values indicate phlogopitization trend, whereas those of increasing  $\delta D$  and decreasing  $\delta^{18}O$  suggest vermiculitization trend. On the other hand, taking the granitoid rocks as those reflecting initial values for isotopic fractionation, formation temperatures of phlogopite and P-V were obtained as ~280 and ~130 °C, respectively.

The mineralizations, representing mainly phlogopitization, found in the Yıldızeli area, are developed from the transformations of mafic minerals (pyroxene, hornblende) as a result of K-metasomatism related to the telescoped contact hydrothermal alteration and/or metasomatism (pyrometasomatism). Phlogopites are sometimes undergone vermiculite type of negative transformations passing into P-V interphases. The formation sequences of minerals deriving from products of neof ormation and/or transformation of felsic and mafic minerals are of garnet-epidote-scapolite-phlogopite in the pyrometasomatic alteration zones. The epigenetic minerals, which are developed as post-phlogopitization, are smectite, chlorite, C-S, I-S, I-V and S-V that are formed by alteration of mafic/felsic minerals interacting the fluids within the weak planes and/or deposition within the fractures and pores of the rocks.

**Key words:** *plutonic, pyrometasomatism, alteration, mineralogy, geochemistry*

## Yıldızeli (Sivas) Yöresi'nde Ultramafikler ile İlişkili Flogopit Oluşumları

Yıldızeli yöresinde Orta Anadolu Plütonikleri'ne ait Üst Kretase yaşlı Karakoç ultramafik (hornblendit ve kısmen piroksenit) / mafik (gabro, monzogabro, diyorit, monzodiyorit ve monzonit) ve Paleosen yaşlı felsik plütonik kayalar biçiminde farklı iki seri bulunmaktadır. Magmatiklerin yanı sıra, metamorfikler de siyenit- ve granit-aplit sokulumları ile kesilmektedir. Flogopit levhalarının oluşturduğu paketler (1-5 cm) piroksen ve/veya hornblendlerden oluşan zon (10-15 m) ile çevrelenmektedir. Bu zon içerisinde yer yer granat, epidot ve skapolit seviyeleri ve/veya mercikleri de bulunmaktadır. K/Ar yöntemi ile elde edilen yaşlar (hornblend  $69.7 \pm 1.8$  Ma; siyenit-aplit  $67.8 \pm 1.7$  Ma ve flogopit  $60.1 \pm 1.6$  Ma); ultramafik kayac-felsik dayk sokulumu ve buna bağlı hidrotermal alterasyon sırasını vermektedir.

Fillosilikatları ultramafiklerde smektit, karışık tabakalı klorit-smektit/C-S, flogopit-vermikülit/illit-vermikülit/P-V/I-V ve klorit; mafiklerde smektit, klorit ve illit-smektit/I-S; felsiklerde smektit; pirometasomatiklerde 1M Fe-Al flogopit, smektit, I-V/P-V ve smektit-vermikülit/S-V oluşturmaktadır. Flogopit bileşeni  $Mg/(Mg+Fe)$  flogopitte 0.74 ve P-V'de 0.67 dir.

Toplam eser element konsantrasyonu flogopit-P-V-grossular-hastingsit-mizzonit; kondrit-normalize iz ve nadir toprak element dağılımları ise grossular-hastingsit-mizzonit-flogopit-P-V yönünde azalmaktadır. Flogopitin  $\delta^{18}O$  değeri ‰ +10.4 (SMOW)  $\delta D$  değeri ‰ -79 (SMOW), P-V'in değerleri ise sırasıyla  $\delta^{18}O = \text{‰} +11.7$  (SMOW) ve  $\delta D = \text{‰} -105$  olarak belirlenmiştir. Fillosilikatların  $\delta^{18}O$  ve  $\delta D$  derişimleri; flogopitin hipojen, P-V'in ise süperjen kökenli olduğunu ortaya koymaktadır. Azalan  $\delta D$  ve artan  $\delta^{18}O$  değerleri flogopitleşme; buna karşın artan  $\delta D$  ve azalan  $\delta^{18}O$  değerleri vermikülitleşme yönelimini vermektedir. Diğer taraftan, izotopsal ayırılma başlangıç değeri olarak alınan granitoyid kayalarına göre; flogopit için ~ 280 °C ve P-V için ~130 °C oluşum sıcaklıkları bulunmuştur.

Yıldızeli bölgesinde plütoniklerle iç içe geçmiş kontakt hidrotermal alterasyon ve/veya metasomatizma (pirometasomatizma) ile ilişkili K-metasomatizması etkileşimi sonucunda koyu renkli minerallerin (piroksen, hornblend) transformasyonu ile gelişmiş başlıca flogopitleşme ile temsil edilen mineralizasyonlar bulunmaktadır. Flogopitler; yer yer P-V ara fazından geçerek, vermikülit türü negatif dönüşümlere uğramıştır. Pirometasomatik bozuşma zonlarındaki minerallerin oluşum sırası granat-epidot-skapolit-flogopit biçimindedir. Flogopitleşme-sonrası gelişen epijenetik mineraller ise smektit, klorit, C-S, I-S, I-V ve S-V olup; zayıf düzlemlerdeki sıvılar ile açık/koyu renkli minerallerin bozuşması ve/veya kayaların çatlak ve gözeneklerinde çökeltilmesiyle oluşmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *plütonik, pirometasomatizma, bozuşma, mineraloji, jeokimya*