

Evciler Skarn Oluşumunda (Kazdağ, Çanakkale/Türkiye) Hidrotermal Akışkanlar ve Granitoid Arasındaki Etkileşim ile İlgili Oksijen ve Hidrojen İsootop Verileri

Oxygen and Hydrogen Isotope Evidence for Interaction Between Granitoid and Hydrothermal Fluids at the Evciler Skarn Occurrence (Kazdağ, Çanakkale/Turkey)

Yeşim YÜCEL ÖZTÜRK¹, Cahit HELVACI¹, Muharrem SATIR²

¹ DEÜ Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi ABD.

² Universität Tübingen, Institut für Geowissenschaften, Lehrstuhl für Geochemie.
yesim.yucel@deu.edu.tr; cahit.helvacı@deu.edu.tr; satir@uni-tuebingen.de

ÖZ

Skarn yatakları ile ilgili çalışmalar genellikle arazi ilişkileri, mineral bileşimleri ve parajenetik ilişkilerin kapsamlı analizi ile başlamaktadır. Bununla birlikte, duraylı izotop çalışmaları skarn oluşumunun basınç-sıcaklık-akışkan bileşim (P-T-X) koşullarını sınırlandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Skarn yataklarından alınan silikat minerallerinin duraylı izotop bileşimleri, skarn oluşum evreleri boyunca akışkan kaynağının evrimini yorumlamada ve oluşum, denge veya alterasyon sıcaklığını saptamada kullanılmaktadır.

Genellikle cevher yatakları iki farklı alterasyon tipi ile karakterize edilmektedir. Granat ve piroksen gibi susuz minerallerle tanımlanan erken prograd evre, göreceli olarak daha yüksek sıcaklıklı akışkanlardan oluşmaktadır. Sülfidli cevher mineralleri ile birlikte klorit, epidot ve amfibol gibi sulu minerallerle tanımlanan geç retrograd evre ise daha düşük sıcaklıklı akışkanlardan oluşmaktadır. Bu iki alterasyon evresinin yaygın şekilde, doğrudan cevher metallerinin kökeni ile ilişkili olarak, sırasıyla magmatik ve meteorik su baskınlığını yansıttığı düşünülmektedir. Evciler Au-Cu skarn yatağından (Kazdağ, KB Anadolu) alınan susuz ve sulu minerallerin duraylı izotop bileşimleri, çalışma alanında granat-piroksen skarnın (prograd evre) birincil skarn oluşturan metasomatizma süresince baskın olarak magmatik akışkanlardan oluştuğuna ve epidot-amfibolce zengin skarnın (retrograd evre) ise meteorik su ile karışmış magmatik sudan oluştuğuna işaret etmektedir. Evciler bölgesinde, granatın $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 4.6‰'den 8.2‰'e (ort. 6.7‰), piroksenin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 6.2 ‰'den 10.3‰'e (ort. 8.2‰), ve amfibolun $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 6.3‰'den 8.2‰'e (ort. 7.4‰) ve epidotun $\delta^{18}\text{O}$ değerleri -3.3‰ den 5,1‰'e (ort. 0.9‰) değişmektedir. Bununla birlikte, geç amfibol ve epidota ait δD değerleri, Evciler skarn yatağı için, hem magmatik (bir örnek için) hem de meteorik su karışımı ile açıklanabilen daha hafif değerlere işaret etmektedir.

Evciler granitoidinin tüm kayaç $\delta^{18}\text{O}$ değerleri pirotin içeren mineralizasyonuna oldukça yakın sokulum dokanağına doğru 8.5‰' den 2.5‰'e azalmaktadır ve granitoyide ait quartz $\delta^{18}\text{O}$ bileşimleri 7.2'den 10.9‰'e değişmektedir. Evciler granitoidinden alınan $\delta^{18}\text{O}$ kuvars ve hesaplanan δ magma değerleri, önceki çalışmalarda önerildiği şekilde I-tipi eğilimini desteklemektedir, fakat basit bir magmatik farklılaşma için oldukça geniş bir aralığa sahiptir. Bu nedenle, Evciler granitoyidi, bölgeye yerleşimi sonrasında açık-sistem hidrotermal alterasyona uğramış ve muhtemelen meteorik su girişi ile ilksel magmatik $\delta^{18}\text{O}$ bileşimi değişmiştir.

Evciler plutonunun bileşimi ve petrolojik evrimi, skarn alterasyonu, mineralizasyonu ve metal içeriği (örn; bakır, altın, demir) üzerinde ana kontrolü oluşturmaktadır. Tüm bu parametrelerin kombinasyonu, lokalden bölgesel ölçeğe kadar, Evciler plutonu ve cevher yatakları arasındaki ilişkinin yorumlanmasında kullanılabilir. Hidrotermal akışkanların izotopik evrimi Evciler plutonu tarafından ısıtılan bir sistem içinde meteorik suyun sirkülasyonu ile izah edilmektedir. Bu sistem yan kayaç ve granitoid ile oksijen izotoplarının yerdeğişimine neden olmakta ve muhtemelen bir miktar magmatik su karışımı içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Evciler granitoyidi, cevher yatağı, duraylı izotoplar, hidrotermal alterasyon.

ABSTRACT

Studies of skarn deposits generally begin with comprehensive analyses of field relationships, mineral compositions and paragenetic relations. However, stable isotope studies play an important role to constrain pressure-temperature-fluid composition (P-T-X) conditions of skarn formation. Stable isotope compositions of calc-silicate minerals from skarn deposits have been used to interpret the evolution of fluid sources during sequential stages of skarn formation and to determinate the temperature of formation, equilibration or alteration.

Generally, skarn ore deposits are characterized by two distinctly different alteration styles. An early prograde stage with anhydrous minerals, such as garnet and pyroxene, forms from relatively high-temperature liquid. A later retrograde stage with hydrous minerals, such as epidote, amphibole, and chlorite plus sulfide ore minerals forms from lower temperature fluids. These two alteration stages commonly have been thought to reflect a dominance of magmatic and meteoric water, respectively, with relevance to the source of ore metals. Stable isotope compositions of anhydrous and hydrous minerals from Evciler Au-Cu skarn deposit (Kazdağ, NW Anatolia) indicate that garnet-pyroxene skarn (prograde stage) was produced by predominantly magmatic fluids during initial skarn forming metasomatism in the study area and amphibole-epidote rich skarn (retrograde stage) was formed by magmatic water mixed with meteoric water. The $\delta^{18}\text{O}$ values of garnet from the Evciler district range from 4.6 to 8.2‰ (average 6.7‰), the $\delta^{18}\text{O}$ values of pyroxene range from 6.2 to 10.3‰ (average 8.2‰), and the $\delta^{18}\text{O}$ values of amphibole range from 6.3 to 8.2‰ (average 7.4‰) and the $\delta^{18}\text{O}$ values of epidote range from -3.3 – 5.1‰ (average 0.9‰). However, the δD values of late amphibole and epidote indicate both magmatic (for one sample) and lighter values for Evciler skarn deposit that could be explained by mixing with meteoric water.

Whole rock $\delta^{18}\text{O}$ values of the Evciler granitoid decrease from 8.5 to 2.5‰ towards the intrusive contact, which happens also to be the region closest to the phyrrothite-bearing mineralization at the Evciler district and quartz $\delta^{18}\text{O}$ composition of the Evciler granitoid varies from 7.2 to 10.9‰. $\delta^{18}\text{O}_{\text{quartz}}$ and calculated δmagma from the Evciler granitoid support I-type affinity as suggested by previous geochemical studies, but it is too large to be accounted for by simple magmatic differentiation. Therefore, the Evciler granitoid was subjected to post-emplacement open-system hydrothermal alteration and exchanged with external fluid (probably meteoric water) which changed the original magmatic $\delta^{18}\text{O}$ values.

The composition and petrologic evolution of the Evciler pluton are the primary controls on skarn alteration, mineralization, and metal content (e.g. copper, gold, iron). The combination of all these parameters can be used on a district to regional scale to interpret relationships between Evciler pluton and associated ore deposits. We concluded that the isotopic evolution of the hydrothermal fluid can be accounted for by circulation of meteoric water through a convection system heated by the Evciler granitoid, causing exchange of oxygen isotopes with the granitoid and country rock, and possibly involving some admixture of magmatic water.

Keywords: *Evciler granitoid, ore deposit, stable isotopes, hydrothermal alteration.*

