

TOPUK PLÜTONU İLE İLİŞKİLİ ŞEELİT SKARN YATAĞININ (BURSA, BATI ANADOLU) EVRİMİ VE HİDROTHERMAL AKIŞKANLARIN KÖKENİ

Ayşe Orhan^a, Halim Mutlu^b

^aNevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300, NEVŞEHİR

^bAnkara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, ANKARA

(ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

ÖZ

Tavşanlı Zonunda, Bursa'nın yaklaşık olarak 22 km güney doğusunda yer alan Kozbudaklar şeelit skarn yatağı Topuk Plütünü ile kalsik karakterli İnönü Mermeri arasındaki skarn kuşağında gelişmiştir. Skarn oluşumuna kaynaklık eden Eosen yaşlı Topuk Plütünü granodiyorit bileşimine sahip olup granodiyorit porfir, granit aplit ve kuvars damarları tarafından kesilmiştir. Bölgede, skarnın ornattığı kayaca göre hem endo hem de ekzoskarn zonlarının geliştiği gözlenir. Endoskarn zonu plajiyoklaz-piroksen; ekzoskarn zonu ise piroksen, piroksen-granat, granat, granat-piroksen zonu olarak tanımlanmıştır. Plajiyoklaz-piroksen, piroksen ve piroksen-granat zonlarında şeelite minör bollukta pirotin, pirit ve kalkopirit cevherleşmesi eşlik etmektedir. Bu zonlarda piroksen ve granatlar (piroksen-granat zonunda) sırasıyla baskın olarak hedenberjit ($Hd_{17.25-96.32}$) ve grossular ($Grs_{38.11-94.54}$) bileşimine sahip olup piroksenlerin Mn/Fe oranları 0.04 ila 0.28 arasında değişmektedir. Şeelitte ise WO_3 ve MoO_3 bollukları sırasıyla %76.23 ila 78.50 (n=10) ve %0.35 ila 1.50 (n=10) arasında değişir. Zonlu granatların hakim olduğu granat ve granat-piroksen zonlarında şeelite minör bollukta pirit ve manyetit cevheri eşlik eder. Bu zonlarda, granatlar baskın olarak andradit ($And_{0.00-72.24}$) piroksenler ise diyopsit ($Diy_{48.48-84.01}$) bileşimine sahiptir. Piroksenlerde Mn/Fe oranları 0.02 ila 0.32, şeelitlerde WO_3 ve MoO_3 bollukları sırasıyla %72.13 ila 73.14 (n=10) ve %1.75 ila 10.27 (n=10) arasında değişmektedir. Kozbudaklar skarn yatağında mineral bileşimlerindeki bu değişimler, şeelit mineralizasyonunun ilerleyen evrede hidrotermal akışkan bileşimleri ve oksidan koşulların değiştiği farklı iki fazda geliştiğine işaret eder. Bölgede gerileyen evre ise skarn zonlarını kesen kuvars damarları ile ilişkili olarak gelişmiş yoğun kloritleşme+karbonatlaşma ve minör vezüvyanit+epidot alterasyonları ile temsil edilir.

Kozbudaklar skarn yatağında farklı safhalarda gelişmiş vollastonit, granat, piroksen, şeelit, vezüvyanit ve kuvars minerallerinde toplam on numune üzerinde beş tip birincil (P) ve kuvarsta ikincil (PS) sıvı kapanımlar tanımlanmıştır. Vollastonit, piroksen, granat ve şeelitte Tip-1 (V+L; V~%10) ve Tip-2 (V+L; V~%10-30) kapanımlarla I. evrede etkin çözeltilerin homojenleşme sıcaklığı 308 ile >600°C (n=47) arasında tuzluluğu ise 5.0 ile 16.2 (n=24) %NaCl eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Piroksen, granat ve şeelitte Tip-3 (L+V+S) ve Tip-4 (L+V, V~%50-80) kapanımların homojenleşme sıcaklığı 311 ila >600°C (n=40) ve 327 ila >600°C (n=47), tuzluluk değerleri ise 28.5 ila >70 (n=31) ve 9.3 ila 16.7 (n=16) %NaCl eşdeğeri olarak ölçülmüştür. Çözelti sisteminde tuzluluk ve gaz fazındaki artışlar ilerleyen evrenin son safhasının muhtemel kaynama olayını müteakip geliştiğine işaret eder. Gerileyen evreyi temsil eden vezüvyanit ve kuvarsa ait Tip-5 (L+V, V~%10) kapanımlarda çözeltilerin homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk

değerleri 215 ile 320°C (n=13) ve 7.6 ile 12.5 (n=6) %NaCl eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Kuvars minerallerinde PS (V~L) kapanımlarda ise 137-177°C (n=15) homojenleşme sıcaklığı ve 0.9-9.9 (n=6) %NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri ölçülmüştür.

İnönü Mermerine ait kalsitlerde $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ oranları sırasıyla 3.90-5.20‰ (VPDB) ve 21.10-24.67‰ (VSMOW) (n=5) arasında dar bir aralıkta olup denizel kökene işaret etmektedir. Skarn kalsitlerde ise ilerleyen fazın ilk safhasında $\delta^{13}\text{C}$: 1.10 ila -0.70‰ (ort. -0.05‰) ve $\delta^{18}\text{O}$: 7.32 ila 10.82‰ (ort. 9.42‰) (n=6) ve son safhasında $\delta^{13}\text{C}$: 0.0 ila -3.3‰ (ort. -2.47‰) ve $\delta^{18}\text{O}$: 3.93 ila 7.61‰ (ort. 3.30‰) (n=10) arasında değişmekte olup $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ oranları sistematik olarak tüketilmiştir. Bölgede endo ve ekzoskarn zonlarında gelişen sülfür minerallerinin $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri ise 3.40 ile 4.50‰ (ort. 4.00‰) (n=4) arasındadır. Bu değerler kükürtün magmatik kökenli olduğunu gösterir.

Kozbudaklar skarn yatağında elde edilmiş mikrotermometrik veriler, Topuk Plütonunun kristalizasyonu ile başlayan ilk faz şeelit mineralizasyonunun yaklaşık olarak 5-6 km derinliklerde geliştiğine işaret etmektedir. İkinci faz şeelit mineralizasyonu ise yaklaşık 1.5 km derinliklere kadar yükselen plütonun kristalizasyonu esnasında geliştiği düşünülmektedir. Mikrotermometrik ölçümler ve skarn kalsitlerde $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ oranları skarnlaşmanın ilk evresinde dekarbonatlaşmanın magmatik akışkanlar ile ikinci evresinde ise daha oksidan koşullarda magmatik ve meteorik suların süzülmesi ile gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu tarafından desteklenmektedir (TÜBİTAK; YDABAG-111Y289).

Anahtar kelimeler: Topuk Plütonu, şeelit skarn yatağı, sıvı kapanım, karbon izotopu, izotopik tüketilme.

EVOLUTION OF THE SCHEELITE SKARN DEPOSIT RELATED TO THE TOPUK PLUTON (BURSA, WESTERN ANATOLIA) AND ORIGIN OF HYDROTHERMAL FLUIDS

Ayşe Orhan^a, Halim Mutlu^b

^aNevşehir Hacı Bektaş Veli University, Department of Geological Engineering, 50300, NEVŞEHİR

^bAnkara University, Department of Geological Engineering, 06100, ANKARA

(ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

ÖZ

The Kozbudaklar scheelite deposit in the Tavşanlı Zone, located at about 22 km southeast of Bursa, has been developed in a skarn belt at the contact between the Topuk Pluton and calcic İnönü Marble. The Eocene Topuk Pluton associated with the skarns is in granodiorite composition and cut by granodiorite porphyry, granite aplite and quartz veins. According to substitute rocks, both endo and exoskarn zones are developed in this area. Endo and exoskarn zone have been identified as plagioclase-pyroxene and pyroxene, pyroxene-garnet, garnet, garnet-pyroxene zones, respectively. In the plagioclase-pyroxene, pyroxene and pyroxene-garnet zones scheelite is accompanied by minor abundant of pyrrhotite, pyrite and chalcopyrite mineralizations. In these mineral zones, pyroxene and garnet (in pyroxene-garnet zone) are predominantly of hedenbergite ($Hd_{17.25-96.32}$) and grossularite ($Grs_{38.11-94.54}$) composition and Mn/Fe ratio of pyroxenes is in the range from 0.04 to 0.28. WO_3 and MoO_3 abundances in scheelite change between 76.23-78.50% ($n=10$) and 0.35-1.50% ($n=10$), respectively. In garnet and garnet-pyroxene zones which are dominated by zoned garnets, scheelite is accompanied by minor pyrite and magnetite. In these zones, garnets are characterized by andradite ($And_{0.00-72.24}$) whilst pyroxenes are characterized by diopside ($Diy_{48.48-84.01}$) composition. Mn/Fe ratio of pyroxenes is 0.02-0.32 and WO_3 and MoO_3 abundances in scheelite are 72.13 to 73.14% ($n=10$) and 1.75 to 10.27% ($n=10$), respectively. Such variations in mineral compositions in the Kozbudaklar skarn deposit indicate that two different phase were developed in the prograde period at which composition of hydrothermal fluid and oxidative conditions were changed. Retrograde stage in the deposit is represented by intense chloritization+carbonatization and trace vesuvianite+epidote alterations occurring in association with quartz veins cutting the skarn zones.

In the Kozbudaklar skarn deposit, five primary (P) fluid inclusions were described on garnet, pyroxene, scheelite, vesuvianite and quartz minerals occurring in different stages and secondary (PS) inclusions were identified on the quartz minerals on the total ten samples. In Type-1 (V+L; V~10%) and Type-2 (V+L; V~10-30%) inclusions on wollastonite, pyroxene, garnet and scheelite homogenization temperature of fluids are found 308 to >600°C ($n=47$) and salinity is 5.0 to 16.2 ($n=24$) NaCl% equivalent. In Type-3 (L+V+S) and Type-4 (L+V, V~50-80%) inclusions, homogenization temperatures are 311 to >600°C ($n=40$) and 327 to >600°C ($n=47$) and salinity values are 28.5 to >70 ($n=31$) and 9.3 to 16.7 ($n=16$) NaCl% equivalent, respectively. Increases in salinity and gas phase abundance indicate that last period of prograde stage was developed just after the boiling process. In Type-5 inclusions (L+V, V~10%) of vesuvianite and quartz that represent for the retrograde stage homogenization temperatures and salinity values are found 215 to 320°C ($n=13$) and 7.6 to 12.5 ($n=6$) NaCl% equivalent, respectively. PS (V~L) inclusions on quartz minerals are represented by homogenization temperatures of 137-177°C ($n=15$) and salinity of 0.9-9.9 ($n=6$) NaCl% equivalent.

The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of calcites in the İnönü Marble are 3.90-5.20‰ (VPDB) and 21.10-24.67‰ (VSMOW) ($n=5$), respectively and indicate a marine origin. In skarn calcites, in the first stage of prograde phase $\delta^{13}\text{C}$: 1.10 to -0.70‰ (ave. -0.05‰) and $\delta^{18}\text{O}$: 7.32 to 10.82‰ (ave. 9.42‰) ($n=6$) and in the last stage $\delta^{13}\text{C}$: 0.0 to -3.3‰ (ave. -2.47‰) and $\delta^{18}\text{O}$: 3.93 to 7.61‰ (ave. 3.30‰) ($n=10$) clearly showing a systematic depletion in both isotope ratios. $\delta^{34}\text{S}$ values of sulfides occurring in endo and exoskarn zone are between 3.40 and 4.50‰ (ave. 4.00‰) ($n=4$). These values indicate a magmatic origin for sulfur.

Microthermometric data acquired from the Kozbudaklar skarn deposit indicate that first phase scheelite mineralization that occurred by the crystallization of Topuk Pluton corresponds to a depth of nearly 5-6 km. The second phase scheelite mineralization is thought to be occurred during crystallization of pluton at depth of about 1.5 km. Microthermometric measurements and $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ ratios of skarn calcites yield that decarbonization in the first stage of skarnization was associated with magmatic fluids whilst decarbonization in the second stage was rather controlled by infiltration of magmatic and meteoric waters at more oxidative conditions.

This study is supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBİTAK; YDABAG-111Y289).

Keywords: Topuk Pluton, scheelite skarn deposit, fluid inclusion, carbon isotope, isotopic depletion