

Rift-İlişkili Kuvars-Adularya Tipindeki Altın-Gümüş Cevherleşmesinin (İzmir, Türkiye) Jeokimyası ve Duraylı İzotopları

*Geochemistry and Stable Isotopes of the Quartz-Adularia-Type Gold-Silver Mineralization,
Bergama-Izmir, Turkey*

Hüseyin YILMAZ¹, Tolga OYMAN¹, A.Rıza ÇOLAKOĞLU², Greg B. AREHART³, Zeki BİLLOR⁴

¹ D.E.U. Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl., 35100, İzmir

² Yuzuncu Yıl Univ. Müh.Fak. Jeoloji Müh. Böl. Van

³ Univ. of Nevada, Dept. of Geol. Sciences, MS-172, Reno USA

⁴ Univ. of Alabama, Dept. of Geology, Auburn, Alabama, USA

huseyin.yilmaz@deu.edu.tr, tolga.oyman.@deu.edu.tr, geologist@yyu.edu.tr, arehart@unr.edu, zbillor@gmail.com

ÖZ

Ovacık epitermal altın-gümüş yatağı İzmir'in 100 km kuzeyinde Batı Anadolu genişleme bölgesinde bulunan ENE-uzanımlı Bergama grabenine bitişiktir. Ovacık'ta ekonomik tenörlü altın ve gümüş yatağı (7.6 g/t tenörlü 4.19 Mt) epitermal kuvars damarları içinde belirir ve kabuk şekilli bantlaşma, levhamsı kalsiti ornatan kuvars psedomorfları, ve çok fazlı hidrotermal breşleri kapsayan düşük sıcaklık dokuları sergiler. Baskın alterasyon mineralleri smektit, karışık tabakalı illit/smektit, kuvars, adularya, kalsit, pirit ve 200 m derinliğe kadar ulaşan kaolinitir. Toplam sülfid miktarı düşüktür (% 2 den az) ve iz oranda kalkopirit, arsenopirit, akantit, arjentit, tetrahedrit, pirargirit, stibnit, galen, kalkozin, kovellin ve sfalerit varlığında asıl pirit egemen sülfid mineralidir. Arsenopirit ve pirit belirli bantlar içinde yığılarak breşik parçalar içindeki koyu renkli bantlaşmayı daha belirgin hale getirir. Sıvı kapanım çalışmaları, sıvıca zengin kapanımlar içeren asıl evre kuvarsın T_h ortalamasının 200°C ve T_m sinin de -0.4 ile -1.2°C arasında (tuzluluk<% ağırlık NaCl ekivalen) değiştiğini göstermiştir.

Ayrışmış volkanik kayalardaki jeokimyasal değişimler K, Rb, Cs da iki kat zenginleşme ve Sr, Ca, Mg, Na da % 25 den %93 e ulaşan fakirleşme ve kuvars-adularya damarlarında da daha çok (%96 dan %99 a kadar) fakirleşme ile karakterize edilir. La, Ce, Pr, Hf, Zr, Sm, Eu, Gd, Tb ve Ho keza yan kayaçta % 50 ye kadar fakirleşme ve hatta damar yapısında daha yüksektir (La ve Nd için % 90 a kadar). Yan kayaç içindeki Au, Ag, As, Hg ve Sc zenginleşmeleri sırasıyla bunların bozuşmamış yan kayaçlarındaki miktarının 60, 150, 88, 8 ve 3 katları kadardır. Her iki bozuşmuş volkanik kayalar ve kuvars-adularya damarlarının REE değişimleri alterasyon ve mineralizasyon sırasında REE nin önemli ölçüde hareketlenip ayrılaştığını gösterir. Epitermal kuvars damarlarındaki altının Ag, Pb, Zn, Cd, Cu ve Sb ile olan korelasyon katsayısı oldukça belirgin olup tümü 0.51 den daha yüksektir. Gümüş ve Sb yatağın daha üst bölümlerinde oldukça zenginleşmiştir. Altın-As ve Ag-As arsında belirgin korelasyon bulunmaması bunların farklı mineralizasyon olaylarıyla ilişkili olduğunu ve böylece Au, Ag ve Sb un farklı mineralleşme fazı ile getirildiğine işaret eder.

Altın-Ag içeren damarlar içindeki kuvars ve pirit minerallerinin ‰ +9.5 den +15.7 ye değişen $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ‰ -89 dan -125 e kadar değişen δD değerleri sunar. Bu da Ovacık'taki cevher oluşturan hidrotermal sıvıların $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ değerlerinin (‰ -2.9 dan 3.5 e kadar; ortalama ‰ -0.6) günümüzdeki meteorik ve hidrotermal meteorik sularinkine kıyasla (sulama sondajlarından ‰ -5.4 ve sıcak su kaynaklarından ‰ -6.8) ^{18}O açısından oldukça zenginleşmiş olduğunu belirtir. $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ ve δD değerleri (kuvars damarları), sistemdeki cevherli çözeltilerin magmatik ve meteorik suların bir karışımı olabileceğini gösterir. Ovacık yatağındaki $\delta^{18}\text{O}$ değerleri su/kaya girişi veya olası magmatik kökenli sıvıların etkisiyle $\delta^{18}\text{O}$ -zengini bileşimlere doğru oldukça kaymıştır (‰ -5.4 ten ‰ -0.6 ya kadar). $\delta^{34}\text{S}_{\text{pirit}}$ sonuçları ‰ -2.1 den 3.3 e kadar (\bar{x} =1.2) ve $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ ‰ -3.0 den 3.0 a kadar değişim gösterirler (\bar{x} =0.4). Bu $\delta^{34}\text{S}_{\text{pirit}}$ ve $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ değerleri S ün magmatik kökenli değerleri ile uyumludur. $\delta^{34}\text{S}_{\text{pirit}}$ in dar aralıktaki değişimleri ve $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ ün sıvılar için hesaplanan değerleri $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ ayrılaşmasının hidrotermal sistemin evrimi sırasında göreceli olarak duraylı kaldığını gösterir.

Anahtar Kelimeler: Altın-Gümüş Cevherleşmeleri, Kuvars-Adularya Tipi, Duraylı İzotop, İzmir

ABSTRACT

The Ovacik epithermal gold-silver deposit is located in the west Anatolian extensional province, adjacent to the ENE-trending Bergama graben, 100 kms north of the city of Izmir, western Turkey. Gold and silver of economic grades at the Ovacik deposit (4.19mt @ 7.6g/t) occur in epithermal quartz veins and display typical low-temperature epithermal textures, including crustiform banding, quartz pseudomorphs after bladed calcite, and multiphase hydrothermal breccias. Alteration minerals are dominated by smectite, mixed layer illite/smectite, quartz, adularia, calcite and pyrite with kaolinite overprint to a depth of 200 m. The total sulfide content is low (less than 2%) and is dominated by pyrite with traces of chalcopyrite, arsenopyrite, acanthite, argentite, tetrahedrite/ freibergite, pyrargyrite, stibnite, galena, chalcocite, bornite, covellite and sphalerite occurring mainly within the breccia clasts. The arsenopyrite and pyrite tend to be concentrated within certain bands, accentuating the banding in the breccia clasts with a dark coloration. Fluid inclusion studies reveal that main-stage quartz with liquid-rich inclusions with an average T_h of 200°C and T_m of ice from -0.4 to -1.2°C (salinity < 2 wt. percent NaCl equiv) are dominant.

Geochemical variations in altered wall rocks are generally characterized by two-fold enrichments in K, Rb, Cs and 25 to 93 percent depletions in Sr, Ca, Mg, Na and more so (96 to 99 percent) in the quartz-adularia vein zone. La, Ce, Pr, Hf, Zr, Sm, Eu, Gd, Tb and Ho also exhibit up to 50 percent depletions in the wall rock and even more so (up to 90 percent for La and Nd) in the vein structure. The wall rock enrichments in Au, Ag, As, Hg and Sc are by factors of 60, 150, 88, 8 and 3, respectively. The ranges of REE in both the altered volcanic rocks and quartz-adularia veins are wide and reflect significant mobilization and fractionation of REE during alteration and mineralization. Positive correlation coefficients of Au with Ag, Pb, Zn, Cd, Cu and Sb in epithermal quartz veins are strong, all of which are greater than 0.51. Silver and Sb are remarkably enriched at higher levels of the deposit. No correlation occurs between Au-As and Ag-As, indicating that they may be related to different mineralizing events and thereby possible introduction of Au, Ag and Sb in different phases of mineralization.

Quartz and pyrite minerals in gold-silver-bearing veins have $\delta^{18}O$ values ranging from +9.5 to +15.7‰ and δD values ranging from -89 to -125‰. Quartz results indicated that ore-forming hydrothermal fluids at Ovacik had $\delta^{18}O_{H_2O}$ values ranging from -2.9 to 3.5‰ (average: -0.6‰), ^{18}O enriched compared with present-day meteoric and hydrothermal meteoric water (-5.4‰ from water wells and -6.8‰ from hot springs). $\delta^{18}O_{\text{-quartz}}$, $\delta^{18}O_{H_2O}$ and δD values (from quartz) suggest that mineralizing solutions were a mixture of magmatic and meteoric waters. $\delta^{18}O$ values in the Ovacik deposit have been remarkably shifted (from -5.4‰ to -0.6‰) to more ^{18}O -rich compositions by water/rock interactions or probably by fluids from a magmatic source. The $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$ data range from -2.1 to 3.3‰ ($\bar{x} = 1.2$) and $\delta^{34}S_{H_2S}$ range from -3.0 to 3.0‰ ($\bar{x} = 0.4$). These $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$ and $\delta^{34}S_{H_2S}$ values are consistent with a magmatic source for S. Narrow ranges of $\delta^{34}S_{\text{pyrite}}$ and calculated $\delta^{34}S_{H_2S}$ values for fluid may suggest that $\delta^{34}S_{H_2S}$ fractionation stayed relatively stable during evolution of the hydrothermal system.

Keywords: Gold-Silver Mineralization, Quartz-Adularia Type, Stable Isotope, Izmir,