

# Midi (Karamustafa/Gümüşhane) Zn-Pb (Au, Ag) Yatağında Termodinamik ve Duraylı İzotop (S, O, C) Çalışmaları

*Thermodynamic and Stable Isotope (S, C, O) Studies of the Midi (Karamustafa/Gümüşhane) Zn-Pb (Au, Au) Ore Deposit*

Abdurrahman LERMİ<sup>1</sup>, Necati TÜYSÜZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
alermi@nigde.edu.tr, ntuyusuz@ktu.edu.tr

## ÖZ

Cevher oluşum süreçlerinde etkili olan birçok fiziksel ve kimyasal faktör vardır ve iç içe gelişen bu süreçleri birbirinden ayırmak oldukça güçtür. Cevher oluşum süreçlerinin anlaşılmasında S, O, C izotop sistemleri oldukça faydalı bilgiler verirler. Bu nedenle bu çalışmada duraylı izotoplar kullanılarak Midi Maden yatağını oluşturan bileşenlerin kökeni, taşınma mekanizması ve cevher çökelişimini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Midi Madeni (Karamustafa/Gümüşhane-KD Türkiye) iki cevher mostrasından oluşmaktadır. Bunlardan KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli Köstürelilik Cevherleşmesi Kırtıllık breşine, D-B doğrultulu ve K'ye eğimli Maden Dere Cevherleşmesi ise Zimonköy Formasyonu'nun taban kesimine yerleşmiştir. Bu cevherleşmeler tamamen fay kontrollüdürler. Cevher Maden Dere'de mercekler ve Köstürelilik'te düzensiz baca şekilli olup, yan kayaca ornatım ve boşluk dolgusu halinde yerleşmiştir. Ana cevher mineralleri; sfalerit, pirit, galenit olup, az miktarda kalkopirit, arsenopirit, pirotin, tetrahedrit, bornit ve eser miktarda altın ve tellür'den oluşmaktadır.

Mineral çökelişimi geniş bir sıcaklık aralığında (250-388 °C) meydana gelmiştir. Sıvı kapanımlardan elde edilen ortalama oluşum sıcaklığı (306.6±25); kükürt izotop termometresi (301±22 °C), arsenopirit termometresi (331 °C) sonuçlarıyla oldukça uyumludur. Cevherin oluştuğu şartlarda ortamın termodinamik parametreleri 325 °C / 275 °C'de hesaplanmış olup, bu sıcaklıklara karşılık gelen kükürt fugasitesi -12.7/-7.37, oksijen fugasitesi -30.4/-26.64 ve pH 3.38/5.35 olarak saptanmıştır. Bu şartlarda kurşunun yüksek sıcaklıkta klorür ve düşük sıcaklıkta sülfür kompleksleri, çinkonun ise genel olarak klorür kompleksleri halinde taşındığı belirlenmiş ve pH değişiminin minerallerin çökelişiminde sıcaklık değişiminden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Pirit, galenit ve sfalerit minerallerinin  $\delta^{34}\text{S}$  değerlerinin (+2.0-+6.7 ‰) 0 ‰ değerine yakın dar bir aralıktaki değişimi, bu minerallerin oluşumunu sağlayan kükürtün magmatik kökenli olduğunu göstermektedir.

Kalsit ve ankerit'lerin dengede olduğu sıvıların karbon (+1.9- -3.5 ‰) ve oksijen (+2.9- +10.7 ‰) izotop bileşimlerinden oksijen, magmatik sıvıların benzerlik göstermekte, karbon ise magmatik kaynaktan farklı bir kaynağı işaret etmektedir. Gerçekleştirilen izotop karışım modelleri hidrotermal karbonatların çökelişiminde ve izotop farklılaşmasında asıl rol oynayan olayın sıvı-kayaç (10-400/1 oranında) etkileşimi olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Midi Zn-Pb yatağı, Jeotermometre, Duraylı izotop jeokimyası, İzotop modellemesi.

## ABSTRACT

*In the ore forming processes, there are a number of physical and chemical factors, which are difficult to be treated separately; because many are interrelated. S, O and C isotope systems could provide some*

useful information and help to understand of ore forming processes. Thus, stable isotopes were employed in this study to find out the genesis of the ore-forming constituents, transportation and the factors controlling ore deposition of the Midi ore deposit.

The Midi ore deposit is composed of two distinct ore bodies namely the Köstürelük and the Maden Dere. The Köstürelük ore body trending NW-SE and dipping NE is hosted by Kirtillük Breccias and the Maden Dere ore body trending E-W and dipping N is located at the bottom part of the Zimonköy formation. Both are confined to fault zones. Maden Dere ore body occurs as lenses, whereas the Köstürelük as an irregularly outlined conical form. The ore bodies have been formed by both replacement of the host rocks and infillings of fractures. Main ore minerals are sphalerite, pyrite, galena; lesser chalcopyrite, pyrrhotite, tetrahedrite, bornite, and trace gold and tellurides.

Mineral precipitation occurred in a temperature interval between 250 and 388°C. The mean homogenization temperature obtained from fluid inclusions ( $306.6 \pm 25$  °C) is consistent with those obtained from S isotope thermometry ( $301 \pm 22$  °C), arsenopyrite thermometry (331 °C). Thermodynamic parameters calculated at 325 °C and 275 °C respectively revealed a  $fS_2$  of -30.4/-26.64,  $fO_2$  of -12.7/-7.3 and pH of 3.38/5.35 for the ore forming fluids. In this system Pb is transported as chloride complexes at high temperatures, but as sulfure complexes at low temperatures, whereas Zn is transported mainly as chloride complexes. Variation in pH values played much more important role in precipitation of both galena and sphalerite than those in temperature.  $\delta^{34}S$  values (+2 - +6.7 ‰) of pyrite, galena and sphalerite indicate a magmatic source for the sulfure.

Carbon and oxygen isotopic composition of the fluid in equilibrium with calcite and ankerite point out that oxygen is magmatic in origin, but carbon is derived from another source. Studies on C and O isotope modelling indicated that water-rock interaction (10-400 w/r) played a main role in the deposition of carbonate minerals and isotope fractionation.

**Keywords:** Midi Zn-Pb deposit, Geothermometry, Stable isotope geochemistry, Isotope modelling.