

DOĞU KARADENİZ MASİF SÜLFİD YATAKLARINDA (LAHANOS, ÇAYELİ, KİLLİK, KIZILKAYA, KUTLULAR, AKARŞEN) TANIMLANAN PALEO-HİDROTERMAL ÇIKIŞ BACALARINA (CHIMNEY) AİT BULGULAR; OLUŞUM ORTAM VE ÖNEMLERİ

**M. Kemal Revan¹, Yurdal Genç², Valery Maslennikov³,
Semi Hamzaçebi⁴ ve Okan Zimitoğlu⁵**

¹MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Ankara, Türkiye, kemalrevan@gmail.com,

²Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye,

³Rusya Bilimler Akademisi, Mineraloji Enstitüsü, Urallar Şubesi, Miass, Rusya,

⁴MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye,

⁵MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Volkanojenik masif sülfid (VMS) bölgelerinde bugüne kadar tanımlanan iyi korunmuş metal içerikli paleo-hidrotermal çıkış bacalarına (chimney) ait bulgular oldukça sınırlı sayıdadır ve az sayıda bölgeye özgüdür. Doğu Pasifik Yükselimi, Galapagos Sırtı, Juan de Fuca Sırtı ile Guaymas havzası gibi günümüz okyanus tabanında oluşmuş güncel sıcak su çıkış bacalarının göstermiş olduğu kimyasal ve mineralojik zonlanma ile dokusal özellikleri detaylı olarak ortaya konmuştur. Buna karşın fosil çıkış bacalarına ait bulgular ve detay çalışmaları ise oldukça sınırlı sayıdadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi masif sülfid yataklarında fosil hidrotermal çıkış bacalarına (chimney) ait parçalar kırıntılı (klastik) cevherler içerisinde tanımlanmıştır. Cevherleşmiş bu masif sülfid sıcak su çıkış bacalarının çapları 2 cm ile 8 cm arasında değişir. Bacaların duvarlarına ait parçaların laminalı yapısı belirgindir, boyutları ise farklı olup genel olarak birkaç milimetre ile birkaç santimetre arasında değişir. Örneklerde zonlanmaların varlığı dikkat çeker. Çayeli örneğinin mineralojik analizleri yapıldığında dıştan içe doğru dört zonu varlığı net olarak görülür. En dışta pirit ve sfaleritin egemen olduğu koyu gri renkli dış duvar tabakası (A zonu) ve bu zonu içten çevreleyen kalkopiritin hâkim olduğu iç duvar tabakasında (B zonu) sarı renk hakimdir. B zonunu içten çevreleyen sfaleritin hâkim olduğu iç duvar tabakası C zonu olarak ayırtlanmış ve koyu gri renklidir. En iç kesimde ise genelde baritin doldurduğu D zonu yer alır ve “merkezi çıkış kanalı” olarak tanımlanır. Killik sahasından derlenen iyi korunmuş örnek dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur. En içte barit ve fahlerz minerallerinin egemen olduğu koyu renkli bir merkezi iç duvar (C zonu) ve iç duvarı saran kalkopiritin hâkim olduğu sarı renkli ara zon (B zonu). En dışta ise pirit ve markazitin egemen olduğu dış duvar tabakası (A zonu) bulunur. Örneklerin ana ve iz element analizleri neticesinde ortaya çıkan kimyasal bir zonlanmanın varlığı mineralojik zonlanmayı destekler niteliktedir.

Tanımlanan paleo-hidrotermal çıkış bacalarının mineral içerikleri incelendiğinde başlıca pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, markazit, bornit, pirotin, kalkozin, kovellin, Ag-sülfotuzlar, barit ve kuvars minerallerinin yanı sıra nadir olarak hessit, tellurobismutit, wittichenite, altın ve elektrum saptanmıştır. Laser ablation ICP-MS kullanılarak yapılan analizler neticesinde çıkış bacalarını yatay kesitleri boyunca sistematik bir iz element dağılım modeli ortaya çıktığı görülmüştür. Pontidlerde tanımlanan çıkış bacalarının mineral içeriği, dokusal özellikleri, alterasyon türü, zonlanmaları, şekilleri ve oluşum ortamları açısından güncel ve paleo bölgelerde tanımlananlara göre yakın benzerlikleri olduğu gözlenir. Farklı bölgelerde tanımlanmış bu çıkış bacalarının asıl farklılıkları oluşum yaşlarıdır. Pontidlerde tanımlanan çıkış bacalarına ait parçaların kırıntılı (klastik) doğası ve fosil fauna ile birlikteliği bölgedeki masif sülfid yatakların deniz tabanında oluşumuna işaret eden en önemli verilerdendir. Dünyanın başka bölgelerinde tanımlanmış güncel ve paleo çıkış bacaları açılma-yayımla (rift) ve oldukça derin denizel ortamların bir ürünüdür. Çıkış bacalarının mineralojik ve kimyasal özellikleri analiz edildiğinde Doğu Karadeniz bölgesi masif sülfid tipi yatakları oluşturan metal içerikli sıcak çözeltilerin ilksel sıcaklıkları ile içerikleri açısından sürekli bir değişim içerisinde olmuşlardır. Metal taşıyan çözeltilerin ilk sıcaklıklarının düşük olduğu daha sonra sıcaklıkların yükseldiği ve son evrede sıcaklığın tekrar düştüğü söylenebilir. Güncel ve paleo-çıkış bacalarının tanımlandığı bölgelerin oluşum derinlikleri (1000?-3650 m), bu ortama özgü fosil fauna ile birlikteliği ve Pontid yataklarının içerisinde bulunduğu yan kayaç litolojilerinin (lavlar ve otoklastik fasiyesleri) büyük bir bölümünün patlamasız oluşumlu (non-explosive fragmentation) doğası göz önüne alındığında Pontidlerdeki VMS yataklarının oldukça derin denizel (> 1000 m) ve açılma-yayımla (rift) ortamında oluştukları söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Paleo-hidrotermal çıkış bacası, Pontidler, Doğu Karadeniz, Masif sülfid yataklar (VMS).

FINDINGS OF PALEO-HYDROTHERMAL BLACK SMOKER CHIMNEYS DEFINED IN EASTERN BLACK SEA MASSIVE SULFIDE DEPOSITS (LAHANOS, ÇAYELİ, KİLLİK, KIZILKAYA, KUTLULAR, AKARŞEN); THEIR SETTING AND IMPORTANCE

**M. Kemal Revan¹, Yurdal Genç², Valery Maslennikov³,
Semi Hamzaçebi⁴ ve Okan Zimitoğlu⁵**

¹*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı,
06800 Ankara, Turkey, (kemalreva@gmail.com)*

²*Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara, Turkey,*

³*Rusya Bilimler Akademisi, Mineraloji Enstitüsü, Urallar Şubesi, Miass, Russia,*

⁴*MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü, Trabzon, Turkey,*

⁵*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.*

In volcanic-associated massive sulfide districts (VMS), findings of well preserved metal-bearing paleo-hydrothermal chimneys to date, are rather rare and restricted to very few regions. Chemical and mineralogical zoning and textural features of modern hydrothermal chimneys formed on present-day oceans such as East Pacific Rise, Galapagos Ridge, Juan de Fuca Ridge and Guaymas Basin, have been defined in detail, whereas, findings and detailed studies on fossil chimneys are rather rare.

Fragments of fossil hydrothermal chimneys of Eastern Black Sea Region massive sulfide deposits have been defined in clastic ores. Mineralized hydrothermal chimney fragments vary in diameter, from 2 to 8 cm. Fragments of chimneys have discrete laminar structures and range from several millimeters to centimeters in size. Samples display distinctive zoning. Based on mineralogical determination of Çayeli sample, presence of four zones, from the exterior to the interior, are clearly observed. The outermost skin of black smoker chimney consist of dark coloured outerwall (zone A) dominated by pyrite and sphalerite, and yellow coloured internal middle zone (zone B) dominated by chalcopyrite. Inner zone, dominated by sphalerite is classified as Zone C and is dark gray coloured. Innermost part (zone D) is filled by barite and termed "axial conduit". A well preserved sample from Killik mine has three distinctive concentric zones from interior to exterior across chimney walls. Dark coloured central axial conduit contain barite and fahlerz minerals (zone C) and yellow coloured inner zone including abundant chalcopyrite (Zone B). The outermost wall of chimney bears pyrite and marcasite (Zone A). The presence of chemical zonation revealed by trace elements analysis support mineralogical zonation.

Chimneys consist mainly of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galenite, marcasite, bornite, pyrrhotite, chalcocite, covellite, Ag-sulphosalts, barite and quartz with minor amount of hessite, tellurobismuthinite, wittichenite, gold and electrum. Trace element zoning across chimney walls was analyzed using laser-ablation ICP-MS. The study has shown systematic trace element distribution patterns across chimneys. Pontide chimney fragments display mineral associations, textures, alteration styles, zonations, geometries and geodynamic environments similar to observed in discovered hydrothermal vents forming on the modern sea-floors. Main differences of these chimneys determined in different districts are due to ageing. Fragmental nature of the mineralized hydrothermal chimneys defined in the massive ores of the deposits and fossil fauna association are the most important evidences indicating that massive sulfide deposits were formed on paleo-sea floor. Modern and paleo-black smoker chimneys all across the world are the products of the spreading centers and relatively deep-sea settings. Metal-bearing hydrothermal fluids which caused to form Eastern Black Sea massive sulfide deposits have always been changed with respect to their temperatures and contents. Each cycle of metal-bearing fluids started at lower temperatures, reached higher temperatures and declined to lower temperatures again. The geologic setting of the chimneys (1000?-3650 m), fossil fauna association peculiar to this setting and non-explosive fragmentation products of host rock lithologies (lavas and autoclastics) of VMS deposits suggest that Pontide massive sulfide deposits formed on relatively deep-sea and spreading center (rift) setting.

Key Words: paleo-hydrothermal black smoker chimneys, Pontides, Eastern Black Sea, massive sulfide deposits (VMS).