

BALYA PB-ZN MADEN ATIK SAHASINDA SÜLFÜR OKSİDASYONUNU KONTROL EDEN BİYOJEOKİMYASAL REAKSİYONLAR

Nurgül Balcı¹, M. Şeref Sönmez², Erol Sarı³, Nevin Gül Karagüler⁴

¹ İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

² İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji ve

Malzeme Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

³ İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü, Vefa, İstanbul

⁴ İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji Genetik Biyoteknoloji Bölümü,
Maslak, İstanbul
(ncelik@itu.edu.tr)

ÖZ

Pb, Zn ve Ag için işletilen Balya Pb-Zn maden sahası günümüzde işletilmemekte ve önemli miktarda atık kayalar ve metalurjik atıklar içermektedir. Atık kayaların ana mineralojik bileşimini galen, sfalerit ve pirit oluşturmaktadır. Bu çalışmanın ana hedefi atıklardaki galen, sfalerit ve pirit oksidasyonunu kontrol eden biyojeokimyasal faktörlerin araştırılmasıdır. Bu amaçla, laboratuvar ve arazi çalışmaları düzenlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları, arazi koşullarını yansıtan değişik fizikokimyasal koşullar (pH 2,4), sıcaklık 25,10,4°C) altında sülfür minerallerinin biyolojik ve kimyasal oksidasyonunu içermektedir. Biyolojik deneyler, acidofilik sülfür oksitleyen *Acidithiobacillus thiooxidans* (14887) bakteri türü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kimyasal deneyler ise bakteri kullanılmaksızın tamamlanmıştır. Arazi çalışmaları Ağustos 2010 tarihinde yapılmıştır. Arazi çalışmalarında değişik atıklardan sediment; geçici göl ve Maden deresinden sediment ve su örneklemeleri alınmıştır. Suların kimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, Eh, EC) arazide yerinde tesbit edilmiştir. Alınan sediment ve su örneklerinde 16SrRNA yöntemi kullanılarak maden atık sahasındaki bakteriyel topluluklar belirlenmiştir. Laboratuvar deney sonuçlarına göre 25°C'de en yüksek galen ve sfalerit oksidasyon oranı biyolojik deneylerde tesbit edilmiştir. Düşük sıcaklık (4, 10°C) deneyleri, *A. thiooxidans* bakterisinin bu sıcaklıklarda dahi aktif olduğunu ancak, oksidasyon oranının 25 °C ye oranla oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Galen ve sfalerit deneylerinin aksine bakteriyle ve bakterisiz pirit oksidasyon oranları oldukça düşüktür. Biyolojik olarak oksitlenen galen mineral yüzeyinde gerçekleştirilen SEM ve XRD çalışmaları anglezit, serüzit ve promorfit gibi ikincil mineral oluşumlarını ortaya koymuştur. Kimyasal deneylerde ise yalnızca elemental sülfür oluşumu tesbit edilmiştir. Sekans sonuçları, ilk defa Balya Pb-Zn atık sahasında çeşitli bakteri türlerini özellikle de Fe(II) oksitleyici ve Fe(III) indirgeyici türlerin varlığını ortaya koymuştur. Jeokimyasal ve sekans sonuçlarımız birlikte, atık sahasında sülfür oksidasyonunun kompleks mikrobiyal reaksiyonlar tarafından kontrol edildiğini önermektedir; bu reaksiyonların detayları sunulacaktır bu çalışma kapsamında irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyojeokimya, bakteri, maden atık sahası, Balya, *Acidithiobacillus thiooxidans*

BIOGEOCHEMICAL REACTIONS THAT CONTROL SULFUR OXIDATION IN PB-ZN MINE TAILINGS, BALYA-TURKEY

Nurgül Balcı¹, M.Şeref Sönmez², Erol Sarı³, Nevin Gül Karagüler⁴

¹ Department of Geological Engineering, Istanbul Technical University, Turkey

² Department of Metallurgy and Materials Engineering,
Istanbul Technical University, Turkey

³ Institute of Marine Science and Management, Istanbul University, Turkey

⁴ Department of Molecular Biology Genetics and Biotechnology,
Istanbul Technical University, Turkey
(ncelik@itu.edu.tr)

ABSTRACT

*Pb-Zn mine area, mined for Pb, Zn, Ag, is currently inactive and contains significant amount waste rocks, smelting and metallurgical waste (called WR). The mineralogical composition of WR is mainly composed of galena, sphalerite, and pyrite. Understanding and elucidating oxidation mechanisms of galena, sphalerite and pyrite in the region are the main goal of the research presented here. For our goal, we used laboratory and field approaches. For laboratory studies, we designed biological and abiotic oxidation experiments with galena, sphalerite and pyrite under various conditions (pH (2-4), temperature (4-25°C)) which mimics the field conditions. The biological experiments were conducted by using the acidophilic sulfur oxidizing bacteria, *Acidithiobacillus thiooxidans* bacterium (14887). Chemical control experiments were carried out under identical conditions as the biological experiments except addition of the bacterial culture to determine the role of bacteria on sulfur mineral oxidation rate. Sediment and water samples from the various waste rocks were collected during the field excursion in August 2010. Chemical properties (pH, temperature, Eh, EC) of the water samples (temporary tailing pools and the creek) were determined in the field using portable instrument (WTW). 16S rRNA gene sequence analysis was performed in the sediment and water samples for identification of bacterial population in the mine tailing area. Laboratory oxidation experiments with galena and sphalerite at 25°C showed high oxidation rate with *A. thiooxidans* compared to chemical –control experiments. Experiments under suboptimal temperature (4, 10°C) indicated that *A. thiooxidans* was still active even under 4°C although the oxidation rate of galena and sphalerite were significantly lower compared to 25°C. Unlike galena and sphalerite, oxidation of pyrite with bacteria and without bacteria did not show significant reaction rate as suggested by previous studies. SEM and XRD analysis taken from the biologically oxidized galena mineral showed a wide range of secondary mineral formations such as anglesite, cerrusite, pyromorphite in contrast to chemical experiments which only showed elemental sulfur. Our sequence analysis indicated high bacterial diversity in the Balya Pb-Zn tailings, most prevalent sulfur -Fe(II) oxidizer along with Fe(III) reducer. Our sequence and geochemical analysis suggest that sulfur oxidation is mostly mediated by complex microbial reactions; these reactions will be discussed in detail in this study.*

Keywords: Biogeochemistry, bacteria, mine tailing area, Balya, *Acidithiobacillus thiooxidans*