



**Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn Yatağının Eski İmalat Pasalarının Jeokimyası**  
*Geochemistry of Görgü Pb-Zn Mine-Waste, Malatya, Türkiye*

**Leyla KALENDER\*<sup>1</sup>, Güllü KIRAT<sup>1</sup>, Cemal BÖLÜCEK<sup>2</sup>, Ahmet SAĞIROĞLU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ,

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çarşı Kampüsü / BALIKESİR

\*Corresponding author: leylakalender@firat.edu.tr

**ÖZ**

İnceleme alanı, Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesine bağlı Görgü köyünün 9 km güneydoğusunda ve 1/25000 ölçekli Malatya L40 – a4 paftasında yer almaktadır.

Görgü (Cafana) Pb–Zn cevherleşmesi, yaşı belli olmayan volkanitler ile Malatya Metamorfitleri (Permo-Karbonifer) içerisinde gelişmiş olup cevherleşmenin büyük bir kısmı andezitik kayalar içerisinde damar şeklindedir. Sülfür cevherleşmesi olarak gözlenen cevherleşmenin ana mineralleri galen, sfalerit, pirit, markasit, simitsonit, zinkit, hidro-zinkit, anglezit ve serüzit; gang mineralleri ise barit, dolomit, kuvars ve kalsittir.

Bu çalışmada, ana yatak civarından 12 adet pasa ve 18 adet sistematik toprak örneği alınarak, örneklerin metal içerikleri ve bu elementlerin birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Pasa örneklerinde Pb 315 - >10000 ppm (ortalama 6259), Zn 526 - >10000 ppm (ortalama 6618), Ag 137-18333 ppb (ortalama 3711), Mn 54-3153 ppm (ortalama 829), Ba 56-1697 ppm (ortalama 546); toprak örneklerinde, Pb 28-446 ppm (ortalama 115); Zn 58-9095 ppm (ortalama 660); Mn 477-1634 ppm (ortalama 993); Ba 120- 1414 ppm (ortalama 276); Cd 0,38-54 ppm (ortalama 4,3); Ag 25-2508 ppb (ortalama 120) aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Toprak ve pasalardaki ortalama metal içerikleri karşılaştırılmış ve topraktaki Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin doğal ayrışma nedeniyle pasalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Veri sayısı az olduğu için pasa örneklerinde Spearman korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Toprak örneklerindeki yüksek metal içeriğinin bölgedeki ceherleşmelerden ve çevresindeki atıklardan doğal süreçlerle oluştuğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Görgü Pb-Zn yatağı, jeokimya, pasa, toprak kirliliği

## **ABSTRACT**

*The study area is located at the Malatya L40-a4 section of the 1/25000 scale map 9 km southeast of Görgü village in the Yeşilyurt township, in Malatya.*

*The Görgü (Cařana) Pb-Zn mineralization forms in volcanic rocks (of unknown age) and in Malatya Metamorphic rocks (Permo-Carboniferous), and a great deal of mineralization take place in andesitic rocks as vein forming. The Pb-Zn mineralizations have been observed as sulphur minerals. Major minerals are galena, sphalerite, pyrite-marcasite, smithsonite (the dominant ore mineral), zincite, hydro-zincite, anglesite, cerussite and gangue minerals as represented in barite, dolomite, quartz and calcite.*

*In this study, 12 mine waste samples and 18 soil samples were collected from within mine waste piles and around ore deposits, and the concentrations and distribution of the metals were determined. Metal concentrations in the mine wastes and soil samples range as follows: Pb 315 to >10000 ppm (mean 6259), Zn 526 to >10000 ppm (mean 6618), Ag 137 to 18333 ppb (mean 3711), Mn 54 to 3153 ppm (mean 829), Ba 56 to 1697 ppm (mean 546); Pb 28 to 446 ppm (mean 115); Zn 58 to 9095 ppm (mean 660); Mn 477 to 1634 ppm (mean 993); Ba 120 to 1414 ppm (mean 276); Cd 0,38 to 54 ppm (mean 4,3); Ag 25 to 2508 ppb (mean 120).*

*Correlations of element concentrations between waste and soil show that Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb and Sr values in the soil are higher than waste, due to natural weathering processes.*

*Spearman correlation coefficients were evaluated because the data were insufficient.*

*A high metal concentration in the soils is probably the result of natural weathering processes.*

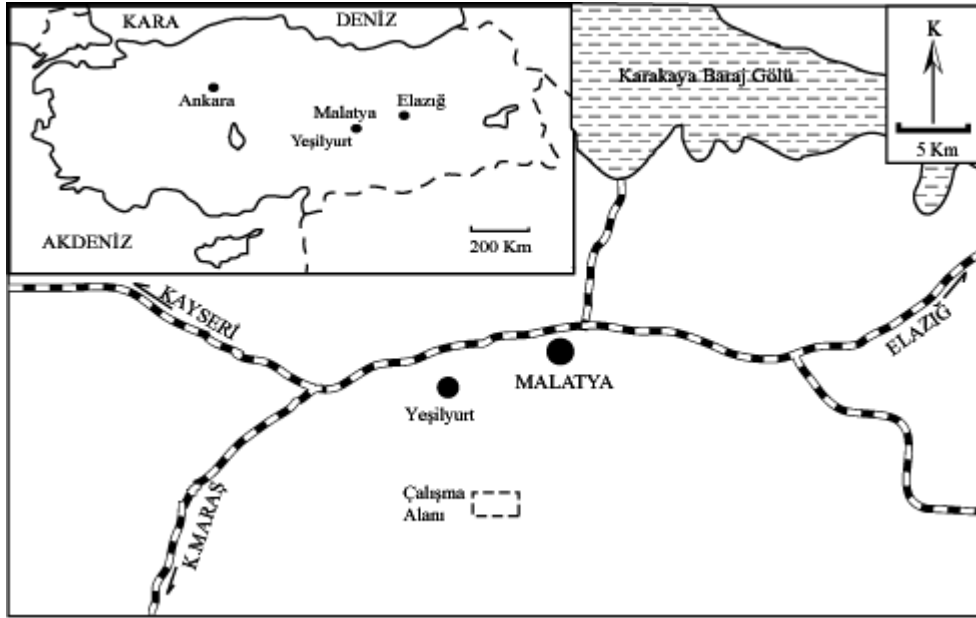
**Key Words:** Görgü Pb-Zn mineralizations, geochemistry, mine waste, soil pollution

## GİRİŞ

İnceleme alanı, Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesine bağlı Görgü köyünün 9 km güneydoğusunda ve 1/ 25000 ölçekli Malatya L40 – a4 paftasında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Pb-Zn yatağı Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfitlerini kesen andezitler ile ilişkili fay ve kırık zonları içerisinde oluşmuştur. Metamorfitler, volkanosedimanter birimler tarafından örtülmüş ve yer yer andezitik kayalar tarafından kesilmiştir (Sağiroğlu 1988; Önal vd, 1990; Cengiz vd, 1991).

Bilindiği gibi, son yıllarda maden yataklarının çevresel etkileri üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Çeşitli maden atıkları içerisindeki sülfid minerallerinden kaynaklanan metaller, toprak, su ve bitkiler üzerinde çevresel tehdit oluşturmaktadır. Bu durumun başlıca sebebi, sülfid minerallerinin bulunduğu yatakların çevresinde asit maden drenajlarının oluşması ve metal bakımından zengin çözeltilerin dere sedimanları ve toprakta çökmesidir.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

*Figure 1. Location map of the study area.*

Çözünen bileşenler sadece sülfür mineralleri üzerinde etkili olmayıp aynı zamanda kayaç oluşturuçu minerallerdeki litofil elementlerin de serbestleşmesinde etkilidirler. Bu kapsamda pekçok maden işletmesinde pasaların jeokimyasal özellikleri, toprak, dere sedimanları ve bitkiler üzerindeki etkileri bir çok araştırmacı

tarafından incelenmiştir (Verner vd, 1996; Plumle 1999; Kelepertsis vd, 2001; Kalender ve Hanelçi 2001; Lottermoser, 2003; Ashley vd, 2004; Ahn vd, 2005; Wilson vd, 2008). Ayrıca, eski pasaların bir çoğu yeniden değerlendirilebilirlik açısından da önemli görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Görgü Pb (Ag)-Zn yatağı civarındaki pasaların ve pasalardan daha alt seviyedeki toprak örneklerinin jeokimyasal özelliklerini belirlemektir.

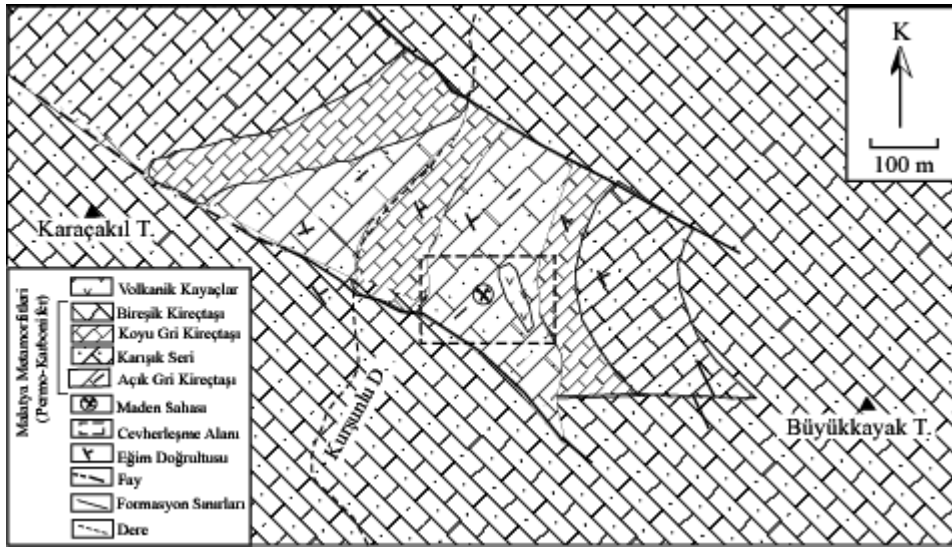
## GENEL JEOLJİ

İnceleme alanı, Doğu Anadolu fay kuşağının kuzeyinde yer almakta olup, bölgede Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfikleri ve bunları kesen andezitik volkanikler yüzeylenmektedir (Şekil 2).

### Malatya Metamorfikleri

Çalışma alanında geniş bir yayılım sunan oldukça kıvrımlı, kırıklı ve kendi içerisinde

ekaylı bir yapıya sahip olan Malatya Metamorfiklerinin tabanından tavanına kadar şimdiye kadar düzenli bir istif tespit edilememiştir. İnceleme alanında Malatya Metamorfiklerinin tabanını temsil eden Karbonifer – Permian yaşlı dolomit – mermer ve şistlerden oluşan bölümü harita alanının dışında kalmakta ve Gözene doğusunda Elma Tepe ve Keklice Deresi boyunca mostra vermektedir. Özellikle, Görgü kuzeyindeki koyu gri renkli dolomit ile mermerlerde bol miktarda *Mizzia* ve *fusulinler* tespit edilmiş olup *Dagmarita* sp., *Geinitzina* sp., *Mizziavelebitina*, *Paraglabivalvulina mira*, *Stafella* sp. fosillerle de Üst Permian yaşlı saptanmıştır (Güdücü, 1994).



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Sağiroğlu, 1988'e göre yeniden düzenlenmiştir).

Figure 2. Geology map of the study area (as modified from Sağiroğlu, 1988).

Malatya Metamorfiklerinin inceleme alanı içerisinde ise taban birimini açık gri renkli kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu birimin üzerine karışık seri gelmektedir. Karışık serinin kırıntılı

litolojileri ile ardışıklı olarak ve bu serinin üzerinde koyu gri kireçtaşları bulunmaktadır. Koyu gri kireçtaşının litolojisi, karışık seriden çok farklı değildir. Sadece karışık seri içinde yer

yer kırıntılı malzeme / detritik malzeme kum oranı artmaktadır. Kumtaşları, genel olarak karışık serinin en alt kısmında bulunmasına rağmen, karışık seri içinde kumlu kireçtaşı ile ardışıklı olarak bulunur. Grimsi kahverengi, gri renktedir ve oldukça yoğun ve tıkHz bir yapıya sahiptir. En belirgin yüzeylemelerine desandre girişi ile Kurşunlu Dere arasında rastlanmaktadır. Tabakalı bir yapıya sahip olan kumtaşları yukarı doğru dereceli olarak kumlu kireçtaşlarına geçiş göstermektedir. Mikroskopik incelemeler kumtaşlarının ana bileşeninin çok iyi boylanmış kuvars olduğunu göstermektedir. Kayaç parçacığı yok denecek kadar azdır ve karbonat çimentoludur. Herhangi bir metamorfizma izine rastlanmamıştır. Açık kahverengimsi sarı renktedirler ve belirgin bir yapraklanma gösterirler. Bol Fusilin fosili içeren bu birimin üste doğru karbonat bileşeni artarak kireçtaşlarına geçiş gösterdiği görülmektedir. Kireçtaşları, genellikle açık gri renkte ve karışık seriyi üzerler ve karışık seri içinde kırıntılılarla ardışıklı olarak bulunurlar. Sleyt, desandrenin güneyinde yüzeylenen sleyt bordo renktedir. Esas bileşeni kil ve çok az olarak da karbonat çimentodan oluşmaktadır. Submikroskopik tanelidir ve belirgin fakat kuvvetli olmayan bir yapraklanma gösterir. Herhangi bir metamorfizma belirtisi göstermemektedir. Bu nedenle bu birimi çamurtaşı olarak da adlandırmak mümkündür (Sağiroğlu, 1988).

Bitümlü kireç taşları, açık işletmenin tabanında ve çevresinde görülmektedir. Karışık seri içerisinde yer alan gabroik kayaçlarda yapılan mikroskopik incelemelerde öz şekilli karbonat kristalleri, yer yer killeşme ve serizitleşme görülmüştür (Cengiz vd, 1991). Koyu gri – siyah renkteki bu birim açık işletmede ve sondajlarla saptanmıştır. Karışık serinin diğer üyeleri ile uyumlu olarak bulunan bitümlü

kireçtaşı bitüm miktarının azalıp çoğalması sonucu siyah ve koyu gri lamellerden oluşan lamelli bir yapı kazanmıştır. Açık işletmede, bitümlü kireçtaşları hemen hemen tamamen cevherleşmiş olarak yüzeylenmektedir. Gerek kayaç parçacıkları gerekse kuvars çok iyi yuvarlaklaşmıştır (Sağiroğlu, 1988).

### **Volkanitler**

Bu birim, açık işletme ile desandre arasında yaklaşık K 30<sup>0</sup> B doğrultusunda en fazla 10 – 15 m genişliğinde bir alanda yüzeylenir. Tamamen cevherleşmiş ve altere olduğundan arazide cevherleşmiş sleyt veya kumlu kireçtaşı ile karıştırılmaktadır. Volkanik kayaçlar morumsu gri renkleri ve konsantrik alterasyon zonları veya sarımsı krem renkleri ve mangan dentritikleri ile diğer birimlerden ayrılabilir. Bazı yerlerde gaz boşluğuna benzer 1-2 mm çapında küresel boşluklar da içermektedirler. Arazideki yayılımı fay zonlarına yerleşmiş olarak gözlenir. Volkanitlerin cevherleşmeden önce oluşmuş olması gerekir. Çünkü fay zonu ve bu volkanitler daha sonra tamamen cevherleşmiş ve altere olmuşlardır. Volkanitler mikroskopta tamamen altere ve cevherli olarak gözlenir. Bu nedenle kayaçların türünü saptamak oldukça zordur. Az altere olmuş kısımlarda ana bileşenin plajiyoklas olduğu görülmektedir. Plajiyoklasların büyük bir kısmı kaolinleşmiştir. Serizitin bulunmaması kuvars bileşeninin az olması ve ana bileşenin olasılıkla plajiyoklas olmasından dolayı traki-latit veya traki-andezit türü bir kayaç olduğu düşünülmektedir (Sağiroğlu, 1988).

Çalışma alanını GD-KB doğrultusunda kateden ve birbirine paralel iki fay yer almaktadır. Bunların arasında kalan kısımlarda fayların doğrultu ve eğimlerinde değişimler olmuştur. Cevherleşmelerin olduğu alanlarda yoğun faylanmalardan dolayı eğim ve doğrultularda

yerel olarak değişimler olmuştur. Bu faylanmaların cevherleşmeden çok sonra gelişmiş olması gerekir. Çünkü iki fay zonunda da cevherleşme veya alterasyona rastlanmamıştır. Şekil 2’de Kurşunlu Dere’nin kuzeybatısında kalın bir toprak örtüsü olduğundan faylanmaları izlemek mümkün olmamaktadır (Sağiroğlu, 1988). Bölge Alpin orojenezinden etkilendiğinden, K-G ve D-B doğrultulu bir çok fay ve kırık bulunmaktadır (Cengiz vd, 1991).

## CEVHERLEŞMELER

Görgü (Yeşilyurt - Malatya) karbonatlı çinko cevherleşmeleri karbonatlı cevherler, zayıf karbonatlı cevherler, saçınımlı ve masif sülfid cevherler olmak üzere farklı özellikler göstermektedir.

**Karbonatlı cevher:** Cevherli fay zonlarının yüzeyden 30-40 m veya daha derinlerdeki meteorik su dolanımının olduğu çatlakların hemen çevresinde bulunurlar.

Mineral bileşimi oldukça basittir ve genellikle simitsonit, limonit, sfalerit ve piritten oluşmaktadır.

Simitsonit genellikle toprağımsı, şekilsiz yığılımlar halinde gözlenir. Ender olarak ağısgözenekli doku veya ritmik kabuklanma dokusu gözlenir. Bu iki doku da sülfürlü cevherin oksidasyon zonunda gelişen ikincil dokular olarak kabul edilebilir. Limonit iki değişik şekilde bulunmaktadır. Yaygın olarak ritmik kabuk dokusu şeklinde silikat mineralleri ile birlikte veya çatlaklarda yer alır. Ayrıca limonit pirit pseudomorfları şeklinde ve genellikle pirit kalıntısı şeklinde bulunur. Sfalerit kenarları boyunca karbonatlaşmış iskeletimsi şekillerde

gözlenir. Masif sülfürlü zonlardaki sfalerit oldukça yoğun pirit kapanımları içerir. Pirit genellikle öz şekilli taneler halinde veya sfalerit içinde küçük kapanımlar halinde bulunur. Öz şekilli olanlar kısmen veya tamamen limonite dönüşmüştür (Sağiroğlu, 1988).

**Masif sülfid cevher:** Masif sülfid cevherli yüzeyden itibaren 30-40 m derinlikte başlayarak derinlere doğru devam etmektedir. Ayrıca karbonatlı cevher içinde masif galen damarları veya fay zonu çevresindeki kayaların boşluklarında 3-5 m çaplı cepler veya damarlar şeklinde masif sülfid oluşukları bulunmaktadır. Masif sülfid cevherde mineral topluluğu sfalerit, galen, pirit ve markazit şeklindedir. Bu bileşenlerden biri veya birkaçı yerel olarak baskındır (Sağiroğlu, 1988).

**Saçınımlı cevher:** Ana fay zonlarındaki cevher mineralleri masif sülfid cevherinde olduğu gibi sfalerit, galen ve pirit şeklindedir ve bu mineraller masif sülfid cevher mineralleri ile hemen hemen aynı özelliklere sahiptir. Sadece sfaleritin galen ve genç pirit tarafından ornatılması olayı burada gelişmemiştir. Ayrıca karbonatlaşma yüzeyden itibaren 1-2 m derinlere kadar gözlenmektedir. Bu serbest su dolaşımının karbonat ve silikat mineralleri tarafından engellenmesi sonucudur (Sağiroğlu, 1988).

**Barit zonu:** Çalışma alanında barit, çamurtaşı ve ona komşu kireçtaşı ornatarak gelişmiştir. Çamurtaşının yapraklanma düzlemlerine yerleşen barit şisti dokuda, kireçtaşı ornatılan barit ise masif görünümündedir. Şisti baritin bazı yapraklanma düzlemlerinde yoğun olarak sfalerit ve galen az olarak da pirit oluşumlarına rastlanmaktadır. Bu mineraller,

masif cevher zonları olarak izlenirler (Sağiroğlu, 1988).

Çalışma alanındaki cevherleşmeler birincil mineraller sfalerit, galen ve pirit şeklinde olup en yaygın ikincil mineral simitsonittir. Cevherleşmeler esas olarak fay zonlarını takip etmekte ve barit kılıfı tarafından sarılmış olarak görülmektedir.

## JEOKİMYA

Bu çalışmada, Görgü Pb-Zn yatağı çevresinde yer alan pasa yığınlarının 12 tanesinden ve daha alt kotlardaki topraklardan 18 adet örnek alınmıştır. Örnekler yaklaşık 1-1.5 kg ağırlığında ve 20-25 cm derinlikten alınarak, 60 °C'de kurutulduktan sonra, -80 mesh (180µm) boyutunda elenmiştir. Daha sonra, 0,5 g olarak tüplere alınmıştır. Her bir örnek için 6 ml/g HCl ve HNO<sub>3</sub> ve deiyonize H<sub>2</sub>O eklenerek 95 °C'de bir saat bekletilmiştir. Soğuduktan sonra %5'lik HCl eklenmiş ve 10ml'ye tamamlanmıştır. Perkin Elmer Elan 6000 veya 9000 ICP-MS ile 37 element analiz edilmiştir. STD-DS7 standartları kullanılmış ve her 10 örnekten sonra analiz bir kere daha tekrar edilmiştir. Dedeksiyon limitleri Mn ve B için < 1 ppm; V için < 2 ppm; Hg için < 5 ppm; Li, Be, Zr, Sn, Rb, Se, Sc, As, Th, Co, Ni ve Zn için < 0,1 ppm; Mo, Cu, Pb, Cd ve Y için < 0,01 ppm ve Ag için <2 ppb' dir. Tüm örnekler Kanada ACME Analitik Laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Çizelge 1 ve Çizelge 2'de pasa ve toprak örneklerine ait element içerikleri verilmiştir. P3, P5, P9, P10, P12 nolu lokasyonlarda Pb ve Zn değerleri tayin edilebilen en üst sınırın (>10000 ppm) üstünde olduğu için bu örneklerin Pb ve Zn içerikleri tam olarak belirlenememiştir. P3 nolu lokasyonda Ag 18 ppm'e ulaşmaktadır. Örneklerde, Pb 315 - >10000 ppm (ortalama 6259 ppm), Zn 526 - >10000 ppm (ortalama 6618 ppm), Ag 137 - 18333 ppb (ortalama 3711 ppb), Mn 54 - 3153 ppm (ortalama 829 ppm), Ba 56 - 1697 ppm (ortalama 546 ppm) aralığında değişmektedir. Toprak ve pasalardaki ortalama metal içerikleri karşılaştırıldığında, topraktaki Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin pasalardaki miktarlarından daha fazla olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, Cd ve Se hariç diğer elementlerin tamamı, pasalardaki miktarla uyumlu olarak artma ve azalma göstermektedir (Şekil 3).

Toprak örneklerinde, Pb, 28 - 446 ppm (ortalama 115 ppm); Zn, 58-9095 ppm (ortalama 660 ppm); Mn, 477-1634 ppm (ortalama 993 ppm); Ba, 120- 1414 ppm (ortalama 276 ppm); Cd, 0,38-54 ppm (ortalama 4,3 ppm); Ag, 25-2508 ppb (ortalama 120 ppb) değerleri arasında değişmektedir.

**Çizelge 1.** İşletme çevresindeki pasaların element içerikleri, \* ppb, diğerleri ppm olarak verilmiştir.

**Table 1.** Element concentrations of the wastes around the ore deposit, \* ppb, the other values are given as ppm.

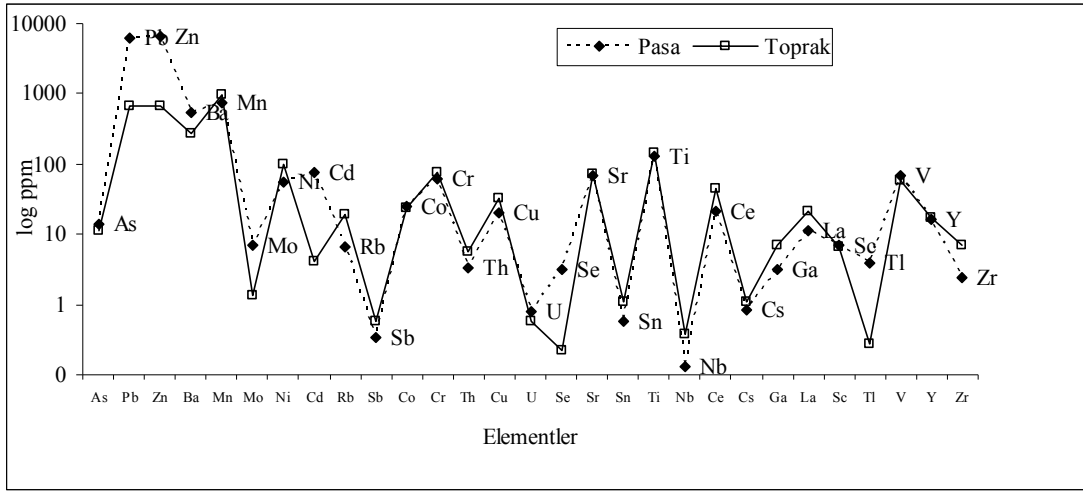
No	Ag*	Au*	As	Pb	Zn	Ba	Mn	Mo	Ni	Cd	Rb	Sb	Co	Cr	Th	Cu	U
1	137	0.4	0.4	739	526	257	345	0.35	94	2.7	0.9	0.02	58	78	3.1	8	0.8
2	437	0.2	0.6	2550	2045	345	241	0.55	79	9.99	2.1	0.03	30.5	98	3.2	13	0.7
3	18333	0.2	64	10000	10000	56.3	54	32.37	7.9	170	16.2	0.81	2.8	23	3.1	26	0.6
4	1139	0.2	1.3	4707	6873	634	481	0.89	72	33	3.1	0.08	33	81	3.2	11	0.8
5	4152	0.2	7.1	10000	10000	1697	1189	2.7	70	121	9.1	0.33	25.4	66	3	21	0.9
6	968	0.4	0.7	4199	5260	473	387	0.48	73	25	2.5	0.08	29.5	75	3	12	0.8
7	836	0.3	4.4	3618	6473	497	952	1.04	68	33	8.6	0.25	24.5	65	2.6	18	0.7
8	1623	0.2	1.1	8984	7511	697	507	0.74	62	33	3.4	0.08	26.4	73	2.8	11	0.7
9	2506	0.2	4.3	10000	10000	1175	1093	1.37	71	62.4	7.5	0.2	26.1	71	3.7	25	0.6
10	4002	0.4	20	10000	10000	169	723	15	43	117	7.2	0.63	20.4	38	3.7	36	1.2
11	1666	0.2	4.5	315	732	83	7	6.2	1.2	3	12.7	0.12	0.4	14	5.7	8	0.1
12	8735	0.2	55	10000	10000	474	3153	23	35	323	7.7	1.35	25.2	41	2.6	51	1.7
No	Se	Sr	Sn	Ti	Nb	Ce	Cs	Ga	Hg*	La	Li	Sc	Tl	V	Y	Zr	
1	0.5	46	0.6	270	0.19	3.5	0.27	2.9	5	1.4	5.4	9.1	0.02	104	15.95	3.6	
2	0.6	90	0.5	200	0.16	8.1	0.37	3.3	5	3.7	5.1	9.2	0.16	81	19.35	2.2	
3	18	38	0.8	20	0.03	20.4	2.42	2.1	95	11.3	2.4	3.5	13.54	43	4.97	4.2	
4	0.6	75	0.5	180	0.16	12.2	0.39	3.3	9	5.4	6	8.7	0.73	88	20.33	2.2	
5	1.3	81	0.6	180	0.17	23.7	0.69	4	50	10.8	8.4	6.9	3.03	72	19.14	2.1	
6	0.5	89	0.5	170	0.15	8.4	0.41	3	10	3.9	6.8	7.9	0.63	87	16.87	2.3	
7	0.7	74	0.5	160	0.21	22.7	0.59	4.3	27	10.5	9	6.5	1.36	76	18.16	1.3	
8	0.9	86	0.4	140	0.2	13.6	0.36	3.2	10	6.4	6.3	7.7	0.59	78	18.97	1.8	
9	1.2	52	0.7	110	0.19	29.2	0.59	5.3	23	14.2	10.9	8.2	0.76	75	21.99	2.7	
10	2.9	74	0.6	50	0.08	31.3	1.34	2.5	51	17.2	4.3	7.2	5.96	45	22.15	2.9	
11	5.2	48	0.4	10	0.03	48	1.32	1	25	36.8	0.2	1.4	0.68	13	1.13	0.6	
12	5.6	72	0.7	30	0.04	30.6	1.36	2.3	176	14.7	1.6	7.7	19.64	58	17.49	3.6	



**Çizelge 2.** Görgü Pb-Zn işletmesi yakın çevresinde alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları, \* ppb, diğerleri ppm olarak verilmiştir.

**Table 2.** Element concentrations of soil samples around the Görgü Pb-Zn deposit, \* ppb, the other values are given as ppm.

No	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag*	Ni	Co	Mn	As	U	Au*	Th	Sr	Cd	Sb	V	La	Cr
1	0.83	39	40	85	55	107	23	925	8	0.4	1.8	5.9	51	0.5	0.4	51	23	74
2	0.86	33	35	89	58	119	24	992	9	0.4	1.4	7.4	33	0.6	0.4	59	25	86
3	0.77	30	32	82	51	115	23	897	8	0.4	1.6	7.0	68	0.5	0.3	59	25	82
4	0.69	23	30	63	38	90	18	645	9	0.5	1.8	5.0	144	0.5	0.3	53	19	64
5	0.86	29	45	89	48	100	22	812	10	0.5	2.6	4.3	77	0.6	0.5	56	20	70
6	2.37	30	50	100	68	90	23	1041	18	0.5	1.5	6.3	34	0.5	0.5	49	27	55
7	1.90	33	99	192	71	127	30	1497	13	0.6	1.8	6.9	49	1.8	0.8	74	28	96
8	1.14	39	80	157	62	102	31	1368	6	0.6	0.8	5.5	28	1.5	0.7	80	19	93
9	2.25	33	93	171	77	118	26	1179	14	0.7	1.4	7.1	34	1.5	0.6	72	29	95
10	1.54	38	327	323	117	143	36	1634	13	0.6	1.7	7.3	31	2.8	1.3	84	30	122
11	3.51	41	10000	9095	2508	86	24	1382	16	0.7	1.3	4.6	49	53.9	0.8	62	19	68
12	1.42	36	446	362	148	115	26	1097	14	0.5	1.7	6.9	39	2.8	0.9	63	26	85
13	0.93	18	212	237	46	57	14	468	8	0.7	1.7	3.6	188	1.3	0.5	39	13	44
14	1.01	40	146	179	64	100	24	879	10	0.5	1.5	5.7	61	1.0	0.5	60	21	81
15	0.97	35	131	316	64	109	24	843	11	0.5	3.4	6.1	72	1.0	0.5	64	22	81
16	0.79	33	61	125	29	61	19	663	13	0.6	4.5	3.5	82	0.6	0.5	51	11	47
17	1.43	40	92	161	68	95	25	1077	12	0.6	3.7	5.6	53	0.8	0.6	57	19	73
18	0.55	18	28	58	25	63	14	477	7	1.0	2.2	3.1	235	0.4	0.3	40	12	45
No	Ba	Ti	Sc	Tl	Hg*	Se	Te	Ga	Cs	Hf	Nb	Rb	Sn	Zr	Y	Ce	Li	
1	216	110	6.3	0.2	30	0.1	0.03	7.3	1.2	0.17	0.46	23	1.2	7	16	47	17	
2	216	120	7.6	0.2	17	0.1	0.04	8.4	1.6	0.22	0.19	28	1.4	10	18	51	20	
3	237	140	7.8	0.2	8	0.2	0.04	8.4	1.7	0.20	0.28	27	1.3	9	17	48	20	
4	198	120	6.1	0.2	17	0.1	0.04	6.7	1.2	0.16	0.33	20	1.0	7	13	38	15	
5	186	120	6.1	0.2	20	0.2	0.04	6.8	1.2	0.18	0.49	21	1.0	6	15	40	15	
6	308	50	6.0	0.2	33	0.3	0.04	5.5	0.6	0.22	0.47	13	0.9	8	18	51	13	
7	258	110	7.5	0.2	22	0.3	0.03	8.2	1.0	0.23	0.51	22	1.4	10	22	65	20	
8	180	150	8.5	0.2	19	0.1	0.03	7.0	1.1	0.09	0.39	17	1.2	5	24	40	19	
9	206	110	7.5	0.3	16	0.3	0.03	7.8	1.0	0.19	0.51	23	1.5	8	22	58	20	
10	299	130	8.3	0.3	24	0.3	0.04	9.3	1.5	0.26	0.63	24	1.4	10	23	71	23	
11	1414	240	6.9	1.7	29	0.7	0.03	6.6	1.1	0.09	0.43	17	0.9	5	17	38	19	
12	227	110	7.3	0.3	25	0.2	0.07	8.3	1.1	0.24	0.51	24	1.4	10	21	53	21	
13	188	110	4.4	0.1	11	0.2	0.04	4.3	0.7	0.11	0.36	10	0.5	4	11	25	13	
14	196	200	7.4	0.2	12	0.2	0.02	7.6	1.3	0.17	0.26	21	1.0	7	16	39	18	
15	193	140	7.3	0.2	19	0.1	0.02	7.7	1.3	0.19	0.21	21	1.3	8	17	40	18	
16	120	270	5.9	0.1	16	0.1	0.06	4.9	0.6	0.09	0.19	8	0.4	4	11	21	13	
17	181	200	7.0	0.2	22	0.2	0.02	6.9	1.1	0.09	0.30	20	0.9	5	17	38	21	
18	149	180	4.2	0.1	7	0.2	0.03	4.4	0.8	0.11	0.38	12	0.6	5	9	24	12	



Şekil 3. Pasa ve toprak örneklerindeki element dağılımı.

Figure 3. Distribution of the element concentrations of the waste and soil samples.

Pasalara ve toprak örneklerinin sayısı az (12 adet pasa, 18 adet toprak örneği) olduğu için elementler arasındaki bağıntı Spearman korelasyon katsayısı ile ortaya konmaya çalışılmıştır (Çizelge 3 ve 4). Buna göre, pasalarda element çiftleri arasında % 99 güvenilirlik düzeyinde anlamlı bulunan Spearman korelasyon katsayıları ( $r_s$ ) aşağıdaki gibidir: Ag-As: 0,90, Ag-Zn: 0,85, Ag-Mo: 0,90, Ag-Cd: 0,87, Ag-Rb: 0,74, Ag-Sb: 0,87, Ag-Se: 0,90; Ag-Ce: 0,69, Ag-Cs: 0,85, Ag-Hg: 0,86, Ag-Tl: 0,85; Pb-Zn: 0,99, Pb-Cd: 0,94, Pb-Sb: 0,74, Pb-Cu: 0,83, Pb-Tl: 0,76; Zn-Cd: 0,96, Zn-Sb: 0,80, Zn-Cu: 0,84, Zn-Hg: 0,73, Zn-Tl: 0,76; Ba-Mn: 0,73, Ba-Ga: 0,81, Ba-Li: 0,77. Pasalarda ana cevherleşmeyi oluşturan metaller (Pb, Zn ve Ag) genel olarak yankayaçlarda gözlenen elementlerle (Ni, Co, Cr, Th, Sr, Ti, Nb ve V) negatif ilişki sunmaktadırlar. Pasalarda Ag, Pb, Zn, Cu, Mn, Mo, Sn ve Hg; Ba, Rb, Ce, Cs, La, U, Se, Sb ve Cd ile pozitif; aynı metaller

Sc, V, Y, Nb, Th ve Ti ile negatif ilişkiye sahiptirler.

Toprak örneklerinde, % 99 güvenilirlik düzeyinde anlamlı bulunan korelasyon katsayısı ( $r_s$ ) değerleri şöyledir: Pb-Zn: 0,98, Pb-Ag: 0,73, Pb-Cd: 0,90, Pb-Sb: 0,83; Zn-Ag: 0,76, Zn-Cd: 0,92, Zn-Sb: 0,86. Ayrıca, Ag ile Co, Mn, As, Cd, Sb, V, La, Ba, Hg, Se, Y, Ce, Li ve Tl arasında kuvvetli pozitif ilişki görülmektedir (Çizelge 3 ve 4).

Pasa ve topraktaki verilerin, korelasyon matrisi oluşturulmuştur. SPSS programı kullanılarak faktör analizi yapılmıştır. Eigen değerleri (eigen value) Kaiser normalizasyonu ile varimax döndürme metodu uygulanarak yapılmış (0,96 faktör analizi mükemmel, 0,7-0,8 iyi; 0,5-0,7 orta; 0,5'den az ise daha fazla veri toplanmalıdır gibi); veri sayısının uygunluğu test edilmiş ve uygunluğu belirlenmiştir. Hem toprak, hem de pasa örnekleri için Eigen değerleri 1'den büyük olan üç değer vardır bu yüzden faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.





**Çizelge 5.** a: Pasa örneklerine ait faktör analiz değerleri; b: Toprak örneklerine ait faktör analiz değerleri**Table 5.** a: Factor loading of wastes; b: Factor loading of soils.

(a)		%	%
	Toplam	Varyans	Kümülatif
<b>Faktör 1</b>	14,21	40,60	40,60
<b>Faktör 2</b>	8,82	25,19	65,79
<b>Faktör 3</b>	4,31	12,31	78,10

(b)		%	%
	Toplam	Varyans	Kümülatif
<b>Faktör 1</b>	10,99	33,30	33,30
<b>Faktör 2</b>	8,77	26,57	59,86
<b>Faktör 3</b>	7,44	22,55	82,41

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
<b>Mo</b>	0,15	0,82	0,46
<b>Cu</b>	0,67	0,42	-0,11
<b>Pb</b>	-0,05	0,97	-0,07
<b>Zn</b>	-0,04	0,97	-0,07
<b>Ag</b>	-0,03	0,97	-0,06
<b>Ni</b>	0,95	-0,09	0,25
<b>Co</b>	0,85	0,17	0,27
<b>Mn</b>	0,74	0,44	0,34
<b>As</b>	0,09	0,47	0,64
<b>U</b>	-0,54	0,27	0,06
<b>Au</b>	-0,31	-0,15	-0,32
<b>Th</b>	0,88	-0,14	0,31
<b>Sr</b>	-0,78	-0,22	-0,19
<b>Cd</b>	-0,03	0,97	-0,06
<b>Sb</b>	0,53	0,37	0,43
<b>V</b>	0,84	0,18	0,12
<b>La</b>	0,80	-0,06	0,54
<b>Cr</b>	0,94	0,01	0,14
<b>Ba</b>	0,02	0,96	0,03
<b>Ti</b>	-0,21	0,47	-0,67
<b>Sc</b>	0,95	0,12	-0,07
<b>Tl</b>	0,06	0,97	0,00
<b>Hg</b>	0,23	0,42	0,54
<b>Se</b>	0,02	0,89	0,31
<b>Te</b>	-0,15	-0,14	0,31
<b>Ga</b>	0,98	-0,04	0,04
<b>Cs</b>	0,78	-0,13	-0,35
<b>Hf</b>	0,59	-0,34	0,56
<b>Nb</b>	0,19	0,19	0,78
<b>Rb</b>	0,87	-0,14	-0,02
<b>Sn</b>	0,91	-0,11	0,22
<b>Zr</b>	0,73	-0,29	0,43
<b>Y</b>	0,84	0,15	0,34
<b>Ce</b>	0,80	-0,03	0,56
<b>Li</b>	0,92	0,17	-0,04

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
<b>Ag</b>	0,71	-0,24	-0,51
<b>Au</b>	-0,16	0,48	-0,17
<b>As</b>	0,83	-0,19	-0,50
<b>Pb</b>	0,79	-0,20	0,32
<b>Zn</b>	0,79	-0,22	0,37
<b>Ba</b>	0,12	-0,05	0,84
<b>Mn</b>	0,74	-0,04	0,36
<b>Mo</b>	0,74	-0,27	-0,59
<b>Ni</b>	-0,25	0,77	0,57
<b>Cd</b>	0,95	-0,17	-0,09
<b>Rb</b>	0,33	-0,77	-0,34
<b>Sb</b>	0,92	-0,22	-0,23
<b>Co</b>	-0,13	0,87	0,28
<b>Cr</b>	-0,29	0,73	0,55
<b>Th</b>	-0,50	-0,67	-0,30
<b>Cu</b>	0,92	-0,18	0,05
<b>U</b>	0,78	0,34	0,18
<b>Se</b>	0,47	-0,34	-0,70
<b>Sr</b>	-0,06	0,24	0,58
<b>Sn</b>	0,79	0,08	-0,20
<b>Ti</b>	-0,43	0,78	0,35
<b>Nb</b>	-0,39	0,52	0,68
<b>Ce</b>	0,14	-0,93	-0,03
<b>Cs</b>	0,54	-0,52	-0,62
<b>Ga</b>	0,03	0,28	0,81
<b>Hg</b>	0,89	-0,24	-0,22
<b>La</b>	-0,09	-0,91	-0,21
<b>Li</b>	-0,13	0,29	0,80
<b>Sc</b>	0,10	0,80	0,51
<b>Tl</b>	0,90	-0,16	-0,35
<b>V</b>	-0,12	0,88	0,41
<b>Y</b>	0,19	0,50	0,76
<b>Zr</b>	0,71	0,46	-0,37

Pasa örnekleri için; Faktör 1, varyansın %35'ini, faktör 2, varyansın %24 ünü faktör 3 ise varyansın %20 sini açıklamaktadır.

Toprak örnekleri için; Faktör 1, varyansın %60'ını, faktör 2, varyansın %14 ünü faktör 3 ise varyansın %9 unu açıklamaktadır. Pasalar için 1. faktör: cevherleşmenin etkisini, 2. faktör: ana kayaç kaynağını, 3. faktör ise çevresel etkiyi ifade etmektedir (Çizelge 5a). Toprak örneklerine ait verilerde, 1. faktör: ana kayaç kaynağını, 2. faktör: cevherleşmeyi, 3. faktör ise çevresel etkiyi belirlemektedir (Çizelge 5b).

## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Görgü Pb (Ag)-Zn maden yatağı civarındaki pasa ve daha alt kotlardan alınan 18 adet toprak örneğinin jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Daha önceki çalışmalarda maden yatağının tenörü % 12,29 Zn, %1 6-4 Pb, % 68 BaSO<sub>4</sub>; % 0,002-1,56 Cu, 2000-7000 ppm Ag ve 1-2 ppm Au olarak belirlenmiştir (DPT, 2001; MTA, 2002). Bu çalışmada, çok sayıda pasa örneğinde, Pb ve Zn değerleri %1'in üzerinde görülmektedir. Bu değerlerin üzeri üst tayin edilebilirlik limit sınırını aştığından ölçülememiştir. Pasalarda Cu 20 ppm, Ag ise 18 ppm'in üzerine çıkmaktadır. Toprak örneklerinde ise, Pb 115 ppm; Zn 660 ppm, Mn 993 ppm, Cu 33 ppm, Ag 120 ppb ve Cd 4 ppm olduğu görülmektedir. Pasa örneklerinde ise bazı metallerin ortalama değerleri, Pb 6259 ppm, Zn 6618 ppm, Ag 3711 ppb, Mn 761 ppm, Ba 546 ppm olarak belirlenmiştir. Her iki materyaldeki metal içerikleri karşılaştırıldığında toprak örneklerinde Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin pasalardan daha fazla olduğu görülmektedir. Cd ve Se pasalarda artarken toprak örneklerinde azalmaktadır. Pasa ve toprak

örneklerinde, tüm baz metallerin birbirleri ile kuvvetli pozitif ilişki sunduğu görülmektedir. Pasalardaki Ba-Mn, Ba-Ga, Ba-Li arasındaki pozitif ilişki, Mn'nin Ba ile birlikte geç evrede zenginleşmiş olabileceğini ifade edebilir. Pasalarda Ag, Pb, Zn, Cu, Mn, Mo, Sn ve Hg; Sr, Ba, Rb, Ce, Cs, La, U, Se, Sb ve Cd ile pozitif; aynı metaller Sc, V, Y, Nb, Th ve Ti ile negatif ilişki sunmaktadırlar. Bu durum cevherleşmeyi oluşturan hidrotermal çözeltilerin içerisinde geçtiği kıtasal kabuk tarafından kirlendiğini işaret edebilir (Ashley vd, 2004).

Her iki materyalde hesaplanan korelasyon matrisi değerlerinin ayrı ayrı faktör analizi yapılmış ve üç faktör belirlenmiştir (Çizelge 5a ve 5b). Pasalarda tüm veriler üzerinde % 35 cevherleşmenin, % 24 ana kayaçların, % 20 diğer faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Toprak örneklerinde ise element dağılımlarında, % 60 ana kayaç kaynağının, % 14 cevherleşmenin ve % 9 diğer faktörlerin etkisini ortaya koymaktadır. Bu durum ana kayaçlar içerisinde metallerin dağılmış olduğunu göstermektedir. İnce taneli pasa atıklarının fiziksel olarak taşınabileceğini ve doğal ayrışmanın bu taşınmada etkili olduğunu göstermektedir.

Ag, As, Cu, Mn, Pb, Zn, Sb birincil sülfid mineralleri ile ilişkili olabilmektedir. Maden atıklarında metal ve ametaller, kalıntı sülfid mineralleri içerisinde, toprak ve dere sedimanlarında, jarosit tip fazların, anglezit, skorodit, çözülmüş sülfatlar ve kil mineralleri ve Fe<sup>3+</sup> hidroksitler üzerine tutunarak kısmen zenginleşebilmektedir (Ashley vd, 2004). Cd, Cu ve Zn nun mobilitesi bu zenginleşmede etkili olmaktadır. Özellikle Cd için en yüksek mobilite pH 4,5 ile 5,5 arasında iken) ve kil mineralleri

artıkça topraktaki Cd adsorbsiyonunun da artabileceği belirtilmektedir. Cu, karbonatlar, killer, oksitler ve organik maddeler tarafından adsorbe edilmekte ve katyonlarla yer değiştirebilmektedir (Romkens ve Salomons, 1998; Pendias, 2001). Zn karbonatça, zengin olan yatakta Cd ile Zn arasındaki yerdeğiştirme pasalarında Cd miktarını topraktakine göre artırmış olabileceği düşünülmektedir.  $Cr^{3+}$  pH>4,5 koşullarında  $Cr(OH)_3$  olarak bulunur.  $Cr^{4+}$  çökelti halindeki oksitler ve katyonlar tarafından adsorbe edilebilmektedir (Pendias ve James, 1996). Hg, kükürt ile güçlü bağ oluşturmaktadır (HgS). Alkali topraklarda karbonat ve hidroksit olarak bulunmakta, büyük bir kısmı ise Fe-oksitler tarafından absorbe edilmektedir (Crock, 1996). Pb, sülfat, bikarbonat ve karbonatlarla çözülebilir kompleks iyonlar oluşturmaktadır (Sposito, 1989).  $Se^{+4}$  (selenit) oksitleyici ortamlarda indirgen koşullardan daha yüksek mobiliteye sahiptir; birçok mineral yüzeyine tutunabilir ancak  $Se^{6+}$  (selenat) adsorbsiyon özelliği daha düşük olup toprakta liç edilebilir özelliğe sahiptir (Huang ve Fujii, 1996; Goldberg ve diğ. 2006). Pasa örneklerindeki yüksek Se içeriği, Se'un cevher minerallerine tutunarak zenginleştiğini düşündürmektedir. Zn karbonat, kil mineralleri, oksitler ve organik maddeler tarafından adsorbe edilebilir ya da iyon değişimi ile yer değiştirebilir (Wilson vd, 2008).

Bazı araştırmacılar, topraktaki iz element değişimini teorik olarak modelleme bazında incelemiş ve alt toprak zonunun üst toprak zonundan daha anlamlı olduğu belirlenmiş ve jeokimyasal verilerin toprak serileri için toprağın özelliklerini tanımlayabileceğini belirtmiştir (Burt vd, 2005; Wilson vd, 2008).

## EXTENDED SUMMARY

*At Görgü Pb-Zn- Ag mine, abandoned waste rock dumps contain partly oxides sulphidic mine wastes that possess extreme (up to several wt%) amounts of Pb and Zn, with moderate to high amounts of Ag, Cd, Cu and Ba. The high metal tenor of the waste has led to significant erosion nad natural weathered and associated metal (Pb, Zn, Ag, Cu, Cd) mobilisation in to soils. Pysical transport of partly oxidised sulphidic mine waste (containing sulphidies, Fe-oxyhydroxides, e.g. anglesite and smithsonite) and absorbtion of metals in to Fe-oxihydroxides, clays has caused soils to be strongly anomaly by Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb and Sr.*

*In present study, the element distribution in the soil and waste samples of Görgü area is explained in terms of three related factors which explain about 79% in wastes and 83% in soils of the total variances of data set. Factor I, accounting for 35% of total data variability, is a dipolar factor with high positive loading for Pb, Zn, Ag, As, Mn, Mo, Cu, Cd, Sb, Sn, U, Hg, and moderate nagative loadings for Ni, Cr, Th, T, and Nb. High positive loadings of the variables Pb, Zn, Ag, As, Cd can be attributed to the mineralizations. Otherwise, factor I, accounting for 60 % of the total data variability, is a dipolar factor with high possitive loading for Ni, Th, La, Cr, Ce, Cs, Sc, Y, Zr and Li; low possitive loading for Pb, Zn, Ag and Ba can be attributed to the host rocks (metamorphites and volcanites). This change in speciation of the metal is probably the result of natural weathering processes.*

## KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmaya MAG 107M634 projesi kapsamında destek veren TÜBİTAK'a teşekkür eder.

## DEĞİNİLEN BELGELER

Ahn, J.S., Park, Y.S., Kim, J.Y. and Kim., K.W., 2005. Mineralogical and geochemical characterization of arsenic in an abandoned mine tailings of Korea. *Environmental Geochemistry and Health*. 27, 147-157.

Ashley, P.M., Lottermoster, B.G., Collins, J. A. and Grant, C.D., 2004. Environmental geochemistry of the derelict Webbs Concols mine, New South, Australia, *Environmental Geology*, 46, 591-604.

Burt, R., Chiaretti J.V. and Prevost, D.J., 2005. Trace element of selected soil in western Nevada and eastern California. *Soil Survey Horizons*, 46, 120-131.

Cengiz, R., Yılmaz, H. ve Türkyılmaz, B., 1991. Malatya – Yeşilyurt – Cafana (Görgü) yakınındaki Çinkur'a ait ÖİR:671 ve ÖİR:1714 nolu ruhsat sahaları ara raporu. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Crock, J.G., 1996. Mercury. In D. L. Sparks, et., al, (Eds), *Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods*; (pp 603-701), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI: Soil Science Society of America.

DPT, 2001. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı. Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu. Metal madenler alt komisyonu kurşun-çinko-kadmiyum çalışma grubu raporu. DPT'nin 41. yılı, DPT: 2628, ÖİK: 639, Ankara.

Goldberg, S., Martens, D. A., Forster, H. S. and Herbel, M. J., 2006. Speciation of Se (IV) and Selenium (VI) using coupled ion chromatography- hyride generation atomic absorbtion spectrometry. *Soil Science Society of American Journal*, 70, 41- 47.

Güdücü, A., 1994. 1:100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Malatya L40 paftası. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans semineri (Yayınlanmamış).

Huang P. M. and Fujii, R.1996. Selenium and Arsenic. In D. L. Sparks, et., al, (Eds), *Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods*; (pp 703-722), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI: Soil Science Society of America.

Kelepertisis, A., Aelexakis, D. and Kita, I., 2001. Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki Area, Korinthos, Greece. *Environmental Geochemistry and Health*, 23 (2), 117-135.

Kalender, L. ve Hanelçi, Ş., 2001. Keban (Elazığ) civarı eski imalat pasalarında Au, Ag, Pb, Zn cevherleşmelerinin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 44 (2),92-100.

Lottermoster, B.G., 2003. *Mine Wastes: Characterization, treatment and environmental impact*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

MTA, 2002, [http:// yesilyurtunsesi.com](http://yesilyurtunsesi.com)

Önal, M., Tuzcu, N. and Helvacı, C., 1990. Geological setting, mineralogy an origin of the Cafana (Malatya) Zn-Pb sulfide and carbonate deposit, E Anatolia, Turkey, in: *Int. Earth Sci. Congress on Aegean Regions, Proceedings*, ed: M. Y. Savaşçın and A. H. Eronat, Izmir, D. E. University, v. 1, 52-58.



Pendias, A., 2001. Trace elements in soils and plants. Third Edition, CRC Press, NY.

Makale Geliş Tarihi: 4 Mart 2009

Makale Kabul Tarihi: 28 Haziran 2009

Pendias R.J. and James, B.R., 1996. Chromium, In D. L. Sparks, et., al, (Eds), Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods; (pp 603-701), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI. Soil Science Society of America.

*Received* : March 4, 2009

*Accepted* : June 28, 2009

Plumlee, G.S., 1999. The environmental geology of mineral deposits. In plumlee G.S. logsdon M J (eds) The environmental geochemistry of mineral deposits. Part A: Processes, techniques and health issues. Reviews in Economic Geology, 6A, 71-116.

Romkens, P.F.A.M. and Salomons, W., 1998. Cd, Cu and Zn solubility in arable and forest soils: Consequences of land use changes for metal mobility and risk assesment. Soil Science. 163(11), 859-871.

Sağiroğlu, A., 1988. Cafana (Görgü) Malatya karbonatlı Pb – Zn yatakları. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A – Yerbilimleri C. 5(1), 3-13.

Sposito, G., 1989. The chemistry of soils, New York, Oxford University Press.

Verner J.F. and Ramsey, M.H., 1996. Heavy metal contamination of soils around a Pb-Zn smelter in Bukowno, Poland, *Applied Geochemistry* **11** (1-2) (1996), pp. 11-16.

Wilson, M.A., Burt, R., Indorante, S.J., Jenkins, A.B., Chiaretti, J.V., Ulmer, M.G. and Scheyer, J.M., 2008. Geochemistry in the modern soil survey program, *Environ Monit Assess.* 139, 151-171

