

## Pontid tipi masif sülfidlerde hedef saptaması için jeokimyasal yöntemler: Harşit - Köprübaşı (Tirebolu-Giresun) cevherleşmesinden bir örnek

*Geochemical methods for the target definition of Pontid type massive sulphides: An example from Harşit - Köprübaşı (Tirebolu-Giresun) mineralization*

Nezihi KÖPRÜBAŞI Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41200, İzmit

### Öz

Harşit - Köprübaşı (Tirebolu) volkanik eşikli cevher birikimi, Pontid kuşağında bulunan ve kendine özgü özellikleri olan polimetallik masif sülfid cevherleşmesidir.

Bilinen bu cevherleşme üzerinde toprak jeokimyası yapılarak Cu, Zn - Pb elementlerine ait temel ve eşik değerler ile birlikte anomalilerin karakteristik şekilleri ortaya konmuş ve varlığı bilinen masif merceklerle ilişkileri incelenmiştir."

Elde edilen bu modellemenin Pontid'lerdeki hidrotermal ayrışma gösteren potansiyel olabilecek bölgelere uygulanabilirliği ve hedef saptama olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Pontid tipi masif sülfidler, Jeokimya, Harşit-Köprübaşı cevherleşmesi.

### Abstract

*Harşit - Köprübaşı (Tirebolu) volcanic associated ore deposit which situated in the Pontid belt, is a polymetallic massive sulphide deposition having its own characteristics.*

*By the geochemical method regional background, threshold and anomaly values of Cu, Zn, Pb elements were determined and relation between the existing anomalies and known ore lenses are examined.*

*The resulted modelling can be used as target definition for the similar but unexplored Pontid type deposits.*

**Key Words:** Pontid type massive sulphides, Geochemistry, Harşit - Köprübaşı mineralization.

### GİRİŞ

İnceleme alanı Giresun ili sınırları içinde Tirebolu - Doğan kent (Harşit) karayolu ile Giresun - Trabzon devlet karayolunun kesişme yeri yakınında olup, yaklaşık 1 km<sup>2</sup>lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 1).

Bu çalışmada amaçlanan hedef, Harşit - Köprübaşı cevheri gibi kalın bir toprak ve sık bir bitki örtüsüyle kaplı Pontid tipi masif sülfid birikimlerinde sondaj için hedef saptayabilecek etkin bir jeokimyasal yöntemin araştırılmasıdır.

Bu amaçla 1/2000 ölçekli çalışılan Harşit - Köprübaşı polimetallik cevherleşmesini de içine alan 1 km<sup>2</sup>lik alandan 209 adet toprak örneği alınmıştır. Ayrıca bölgesel temel değeri saptayabilmek için de çalışma alanının yakın yörelerinden sistematik olarak 48 adet toprak örneği alınmıştır. Toplam 257 adet olan bu örnekler üzerinde total Cu - Pb - Zn analizleri yapılmıştır.

Harşit - Köprübaşı polimetallik cevherleşmesi yeraltı işletmesi şeklinde işletilmektedir. Topografyanın uygunluğu nedeniyle çevre pek kirletilmemiştir. Cevherleşme oldukça kalın (3 - 5 m), yerinde oluşmuş bir toprak örtüsüyle örtülüdür. Bu nedenle gömülü mineralizasyonun toprak örtü üzerinde klastik ve hidromorfik bir yayılım (dispersiyon) halesi oluşturacağı kesindir.

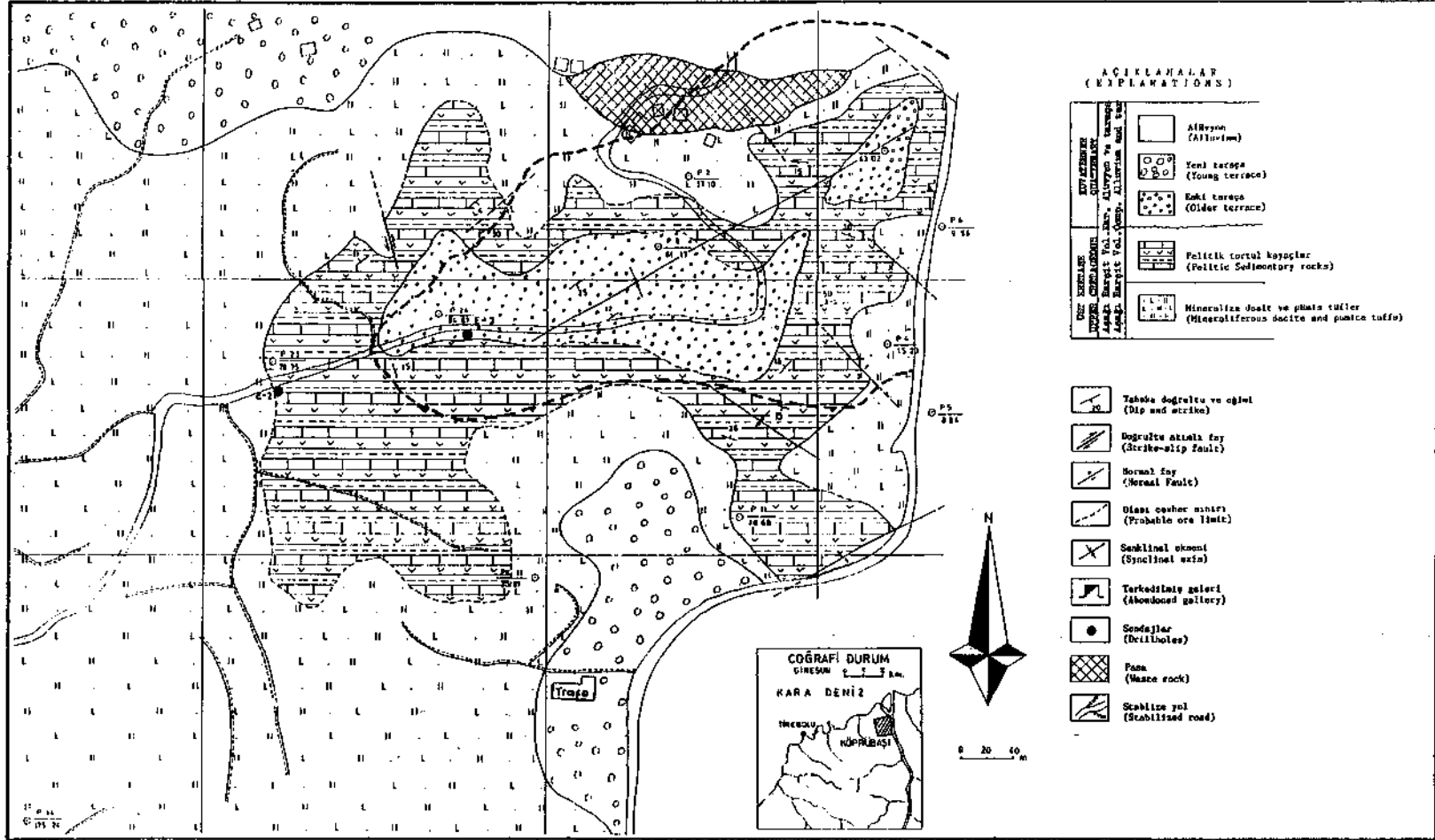
Ana elementlerin sfalerit - galen - tetraedrit oluşu, Zn - Cu - Pb nin iz bulucu element olarak kullanılmasını gerektirmektedir.

Toprağın sülfid mineralizasyonu üzerinde olması asidik ve okside ortam sağlamaktadır. Bu durumda ancak Zn ve Cu akıcı (Levinson, 1980). Bunun yanında Pb hiçbir ortamda akıcı değildir. Dolayısıyla bu çalışma sonunda Zn - Cu ve Pb anomalileri yorumlanarak sonuçta gidilmeye çalışılmıştır.

Jeokimyasal prospeksiyon, cevherleşme çevresinin araştırılmasında sondaj yöntemiyle karşılaşıldığı zaman çok düşük bir maliyet göstermektedir. Ancak bu yöntemin başarısı örnekleme, analiz ve yorumlamadan oluşan ve birbirini izleyen üç aşamanın iyi seçilmiş ve hatasız olmasına bağlıdır (Thomson, 1986). Eğer bu çalışmanın sonunda Harşit cevherleşmesi için saptanan hedefler daha önce varlığı bilinen cevher mercekleri üzerinde konumlanırsa bu prospeksiyon modeli bölgedeki benzer zuhurlar üzerinde de uygulanabilir.

### ÖRNEK ALIMI VE HAZIRLANMASI

Örnekleme yönteminde öncelikle hedefin boyutu ve şekli gözönüne alınmaktadır. Süperjen anomaliler için en uygun örnekleme karelej yöntemidir. Karelej yöntemi hem çalışma sahasına yayılış için, hem de grafikleme için tercih edilmektedir. Karelej boyutları öyle seçil-



Şekil 1. Çalışılan bölgenin jeoloji haritası.

Figure 1. Geological map of the study area.

## PONTİD TİPİ MASİF SÜLFİTLERDE HEDEF SAPTAMASI

melidir ki, beklenen en küçük anomali limitleri içine en az dört örnek düşmelidir (Rose ve diğ., 1981). Bu çalışmalarda 40 m. aralıklı kareyaj bu şartları sağlamış ve uygulanmıştır.

Çalışmalar sırasında örnekler toprağın B zonundan alınmıştır. Analitik işlemler sırasında yaklaşık 20 - 50 gr. elenmiş ve kurumuş örnek yeterli olmaktadır. Bu miktarı elde etmek için araziden yaklaşık 200 - 250 gr. örnek almak gerekmektedir (Rose ve diğ., 1981). Örnek alım derinliğini saptamak için iki ayrı yerden toprak profili çıkarılmıştır. San renkli, killi, B zonu 25 cm. derinlikten başlamakta ve 1.5 m. derinliğe kadar devam etmektedir. Zn, Cu ve Pb dağılımı B zonu boyunca uniform bulunmuştur. Kutlular (Sürmene) cevherleşmesi civarında da benzer sonuçlar bulunmuştur (Kolaylı, 1987). Bu nedenle örnek alınan yerlerde 40 - 60 cm. derinliğinde B zonuna ulaşılmacaya kadar çukur kazılmış ve örnekleme yapılmıştır. Kareyaj çizgileri kuzey - güney ve doğu - batı yönlerinde seçildiğinden örnekleme sırasında ilerlenirken pusuladan yararlanılmıştır. Kareyaj çizgilerinin kesim noktaları numaralandırılmış ve aynı numaralar örnek poşetlerine de verilerek herhangi bir karışıklık olması önlenmiştir.

Çalışma alanının genişletilmesinde çeşitli faktörler sınırlı olmuştur. Merkez olarak daha önce işletme yapılan zuhur alınmıştır. Bu merkezin kuzeyinde Giresun - Trabzon devlet karayolu yerleşim alanı bulunmaktadır (Şekil 1). Ancak örneklemeye uygun olan merkezin güney bölgesi çalışılmıştır. Örnekleme yapılırken bölgeyi temsil edebilecek bir temel değer elde edilebilmeye özen gösterilmiş ve oldukça sık bir örnekleme yapılmıştır.

Zn, Cu ve Pb değerleri ile çalışılması durumunda, bunların toprak minerallerinde kil boyutu tanelere absorpsiyon ile bağlandığı bilindiğinden örnekler 80 mesh boyutunda elenmiştir. 80 mesh (177 mikron) tane boyutu yapılan deneylere göre en ideal olarak bulunmuş ve toprak analizlerinde universal olarak kabul edilmiştir (Thomson, 1986; Rose ve diğ., 1981).

110°C de etüvde kurutulan örnekler Zn, Cu ve Pb değerlerinin etkilenmemesi için paslanmaz çelik bir elekten geçirilmişlerdir. Kurutulan ve elekten geçirilen bu örnekler araştırmanın diğer aşamalarında kullanılmak üzere nem almamaları için desikatörde korunmuşlardır. Daha sonra tablet yapımı için her örnekten 2 gr. alınıp, 4 gr. toz borik asit ile için pres altında 300 kg/cm<sup>2</sup> basınç uygulanmıştır.

### ANALİTİK YÖNTEMLER

Analiz işlemleri, K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarında Jeol - SX2 X-ışınları floresans spektrografi ve Perkin Elmer 403 atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak yapılmıştır.

X-ışınları floresans yöntemiyle yapılan analizlerde Zn, Cu ve Pb için ayrı ayrı total metal miktarları ölçülmüştür. Aslında bulunması istenen değer hidromorfik yayılım ile toprağa geçen Zn, Cu ve Pb miktarıdır. Toprak içinde arta kalmış silikat minerallerinin kafes yapısına girmiş Zn, Cu ve Pb gibi metaller ihmal edilebilir konsantrasyonda olduklarından çalışmalarda total analizleri kullanmak daha güvenilirdir (Thomson, 1986).

Analizler sırasında kullanılan standartlar, örneklerin kendi içinden seçilmiştir. Standart olarak kullanılacak örnekler değişik konsantrasyonlu olup, her birinden dört analiz yapılarak ortalamaları alınmıştır.

Analiz için bu örneklerden 2.5 gr. teflon kab içerisine alınmış ve 10 ml. (1+1) HNO<sub>3</sub> ile reaksiyona sokulmuştur (Tokel, 1985). 110°C ye ayarlanmış etüvde 2 saat bekletilen örnekler süzülerek 100 ml. lik balon jöjeye konmuş ve hacim saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra da her bir elementin ölçümleri ayrı ayrı atomik absorpsiyon ile yapılmıştır.

X - RF de analiz için, preslenmiş toz örnek kullanılmıştır. Atomik absorpsiyon ile ölçümleri yapılan ve standart olarak kullanılan örnekler de dahil olmak üzere tüm toprak örneklerinden tabletler hazırlanmıştır.

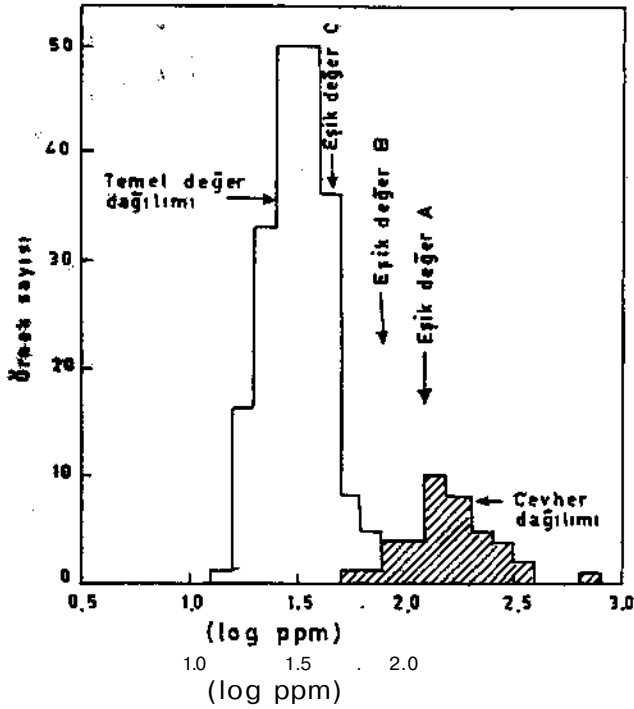
Standart ve örnekler aynı tip malzemeden yapılmış olduklarından kütle absorpsiyon ve girişim düzeltmelerine tabi tutulmuşlardır. Ölçümler Rh (Rodyum) tüpü emisyonu altında LİF 200 kristali ile yapılmıştır. Doğruluğu saptamak amacıyla, standart örnekleri atomik absorpsiyon ile tekrar analiz edilmiş, sonuçta ± %3 farklılık tesbit edilmiştir.

### TEMEL VE EŞİK DEĞERLENDİRMESİ

Mineralize olmamış toprak (geniş anlamda yeryüzü) maddelerindeki bir elementin normal bolluğu genellikle doğal temel değer (background) olarak belirtilir. Topraktaki temel değer toprağın çeşidine ve çevresine bağlı olarak değişebilir. Eşik değer ise en basit anlamıyla normal temel değer kümelenmelerinin üst limitidir. Yani bu değerlerden daha düşük değerler temel değer, yüksek olan değerler ise anomali olarak kabul edilir. Daha kompleks durumlarda iki veya daha fazla eşit değer kabul edilebilir.

Eşik değerinin isabetli ve doğru seçilmesi çok önemlidir. Şayet eşik çok yüksek tutulursa (Şekil 2, Eşik değer A) bazı yataklar gözardı edilmiş olacaktır. Eğer eşik düşük tutulursa (Şekil 2, Eşik değer C) zaman ve para belirgin olmayan anomalileri izlemede harcanmış olacaktır.

Temel değerden eşik ve anomali örneklerini ayırmak için, veri miktanna, araştırmanın amacına, araştırılan alan hakkındaki bilgiye ve seçimin ekonomik so-



Şekil 2. Temel, eşik ve anomali değerlerinin dağılımı (Rose ve diğ., 1981).

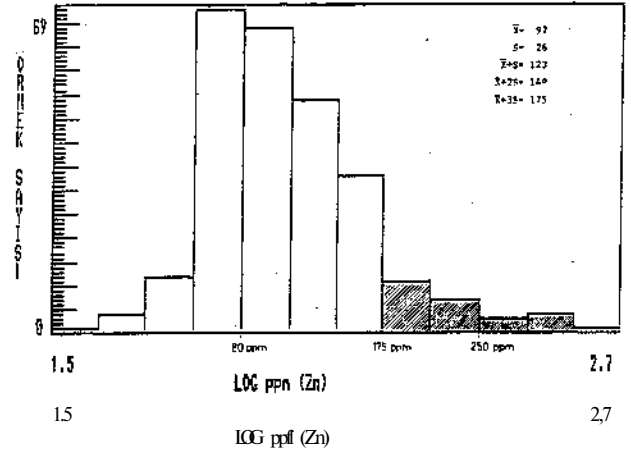
Figure 2. Distribution of the background, threshold and anomaly values (Rose et al., 1981).

nucuna bağlı olarak bir takım yöntemler kullanılabilir (Rose ve diğ., 1981):

- 1) Bulunan değerlerin literatürden elde edilen bilgilerle karşılaştırılması,
- 2) Bir veri histogramı üzerinde toprak örnekleri sayısının grafiksel ayrımı,
- 3) Aritmetik ortalamaya standart sapmanın katlarının eklenmesi (2, 3 veya daha fazla katı),
- 4) Olasılık kağıdı üzerinde birikimli frekansların çizilmesi ve anomali - temel değer dağılımına bölüştürülmesi,
- 5) Veriler bir harita üzerinde gösterildiğinde anormal örnek (eşik değerden minimuma ve maksimuma doğru sapan örnekler) kümelerinin tanınması,
- 6) Bir oryantasyon araştırması sonuçlarıyla karşılaştırmalı bir eşik seçme yöntemi kullanılabilir.

Temel değer ve eşik değer sapmalarında yukarıda belirtilen yöntemlerin hemen hepsinden yararlanılmış ve sonuçların en doğru olmasına özen gösterilmiştir.

Elementlerin dağılım sıklığını çalışırken logaritmik konsantrasyon genellikle en uygun yol olduğundan (Shaw, 1961) bu çalışmada da toprak örneklerinde bulunan iz elementlerin (Zn - Cu - Pb) değerlendirilmesinde aynı yöntem seçilmiştir. Jeokimyasal çalışmalarda konsantrasyonların log - normal dağılımlarında anomali



Şekil 3. Toprak örneklerinin Zn içeriği histogramı.

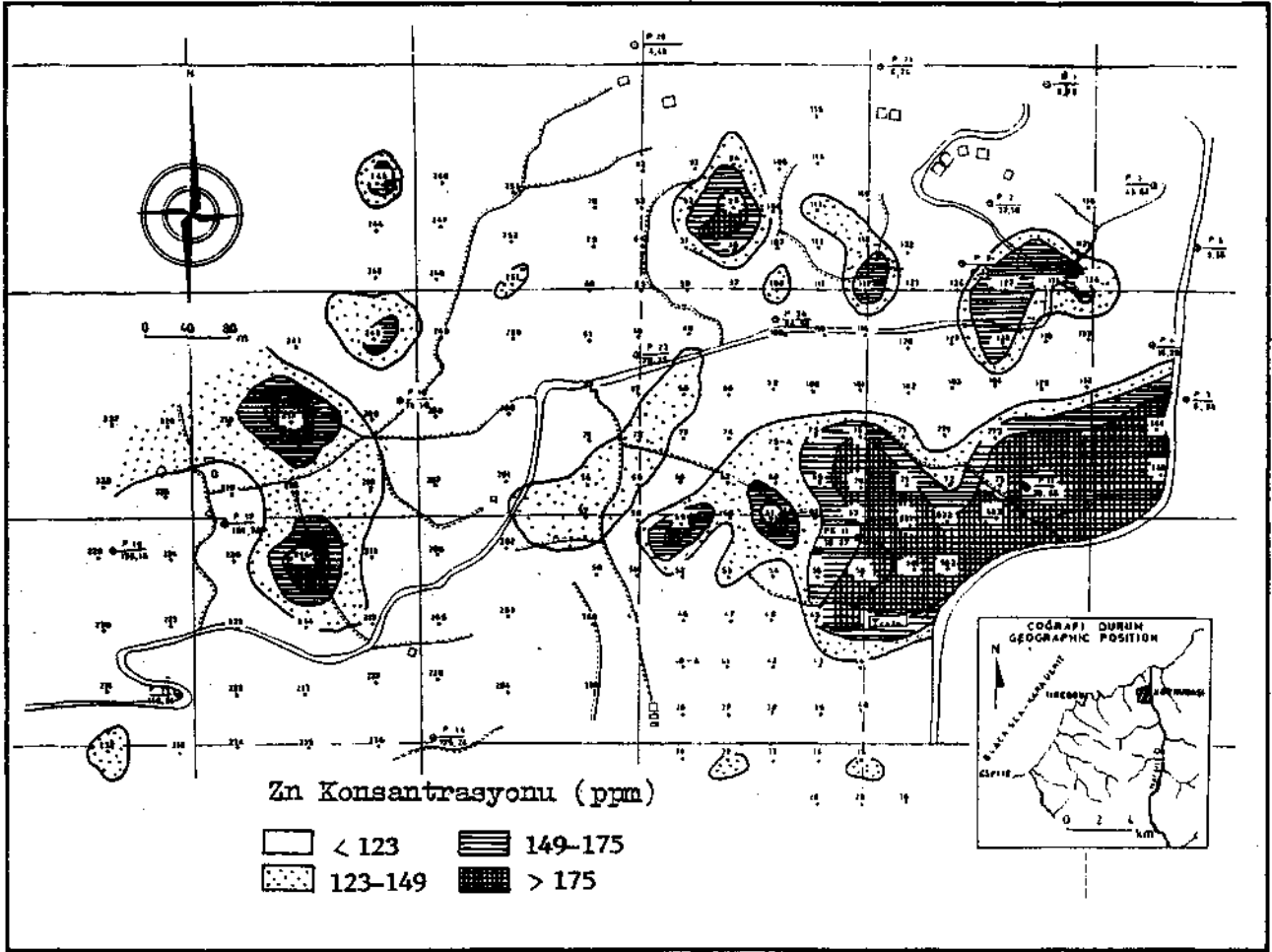
Figure 3. Histogram for Zn content of soil samples.

değerlerinin temel değerlerden ayrılması ve eşik değerlerin saptanması şekil 2'de açıklanmıştır. Şekilde görüldüğü gibi temel değer toplulukları cevher topluluklarıyla ayrı pikler vermektedir. Bu piklerin kesiştiği noktaların bölgesel eşik değeri gerekmektedir. Çalışma alanında cevherden uzaklaşarak temel değer tesbiti için örnekler alınmış, fakat yine de dünya ortalamalarının oldukça üzerinde değerler bulunmuştur. Aslında bu özellik önemli bir bulgudur: Çünkü dünya ortalamalarında toprakta Zn: 36 ppm, Cu: 15 ppm Pb: 17 ppm dir (Rose ve diğ., 1981). Çalışmalarda bulunan bölgesel temel değerler ise Zn: 80 ppm (dünya ortalamasının 2 katı), Cu: 28 ppm (dünya ortalamasının 2 katı), Pb: 158 ppm (dünya ortalamasının 8 katı) dir. Toprak örneklerinin tamamının mineralize dasit ve onun üzerine gelen pelitik kayaç birimlerinden alındığı düşünülürse bu durumun olağan olduğu kanısına varılır.

Zn konsantrasyonlarının log - normal dağılımları Şekil 3 de gösterilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 80 ppm dir. Aritmetik ortalama  $\bar{x} = 97$ , standart sapma  $s = 26$  dir. Bu değerlere bağlı yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s = 123$ ,  $\bar{x}+2s = 149$ ,  $\bar{x}+3s = 175$ ) olarak alınmıştır (Şekil 4).

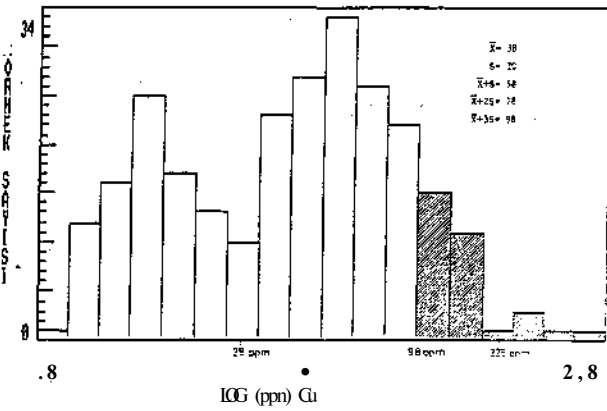
Cu elementi için bölgesel temel değer 28 ppm dir.  $\bar{x} = 38$ ,  $s = 20$  dir (Şekil 5). Yersel eşik değerler ise, standart sapmanın katları ( $\bar{x}+s = 58$ ,  $\bar{x}+2s = 78$ ,  $\bar{x}+3s = 98$ ) olarak alınmıştır (Şekil 6).

Pb elementi için durum biraz daha farklıdır. Çevrenin aşırı derecede killeşmiş olması (kilin absorpsiyon yeteneğinin çok fazla oluşu) ve kurşunun immobil oluşu, bu mineralin çevrede daha çok derişinin artmasına neden olmuştur. Dolayısıyla anomali değeri  $\bar{x} = 5s$  olarak tesbit edilmiştir. Diğer bir deyişle  $\bar{x} = 173$ ,  $s = 33$  olarak bulunmuştur (Şekil 7). Bölgesel eşik değerler ( $\bar{x}+s = 206$ ,  $\bar{x}+2s = 239$ ,  $\bar{x}+3s = 272$ ,  $\bar{x}+4s = 305$ ,  $\bar{x}+5s = 338$ ) olarak saptanmıştır (Şekil 8). Bölgesel temel değer ise 158 ppm dir.



Şekil 4. Cevherleşme üzerinde gelişmiş toprak örtüde Zn dağılımı.

Figure 4. Zn distribution in residue/soil over the mineralization.



Şekil 5. Toprak örneklerinin Cu içeriği histogramı.

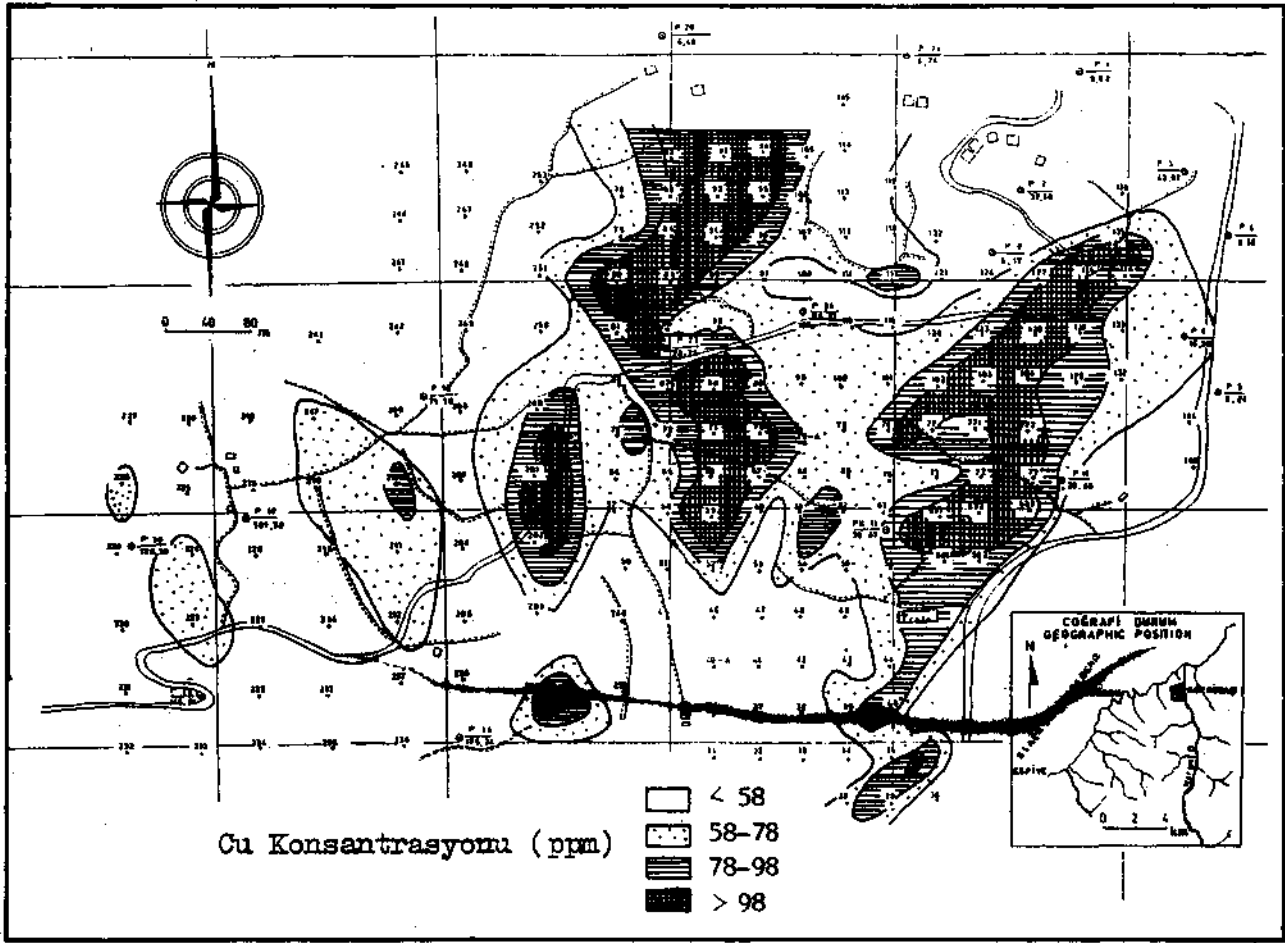
Figure 5. Histogram for Cu content of soil samples.

#### ANOMALİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çinko dağılımı incelendiğinde (Şekil 4), anomalilerin, trafo merkezi ve civarında oldukça geniş bir alanda,

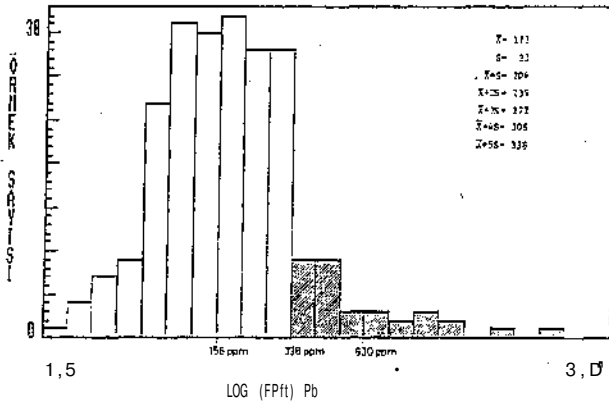
ayrıca inceleme alanının batı kısmında iki ayrı lokalitede yer aldığı görülmektedir. Primer cevherin yoğunlaştığı bu bölgede ortalama Zn tenörü %4 ve yan kayada temel Zn değeri ise 80 ppm dir. Bu durumda primer cevherde Zn kontrastı (%4: 80 ppm = 500) dür. Üzerindeki toprakta oluşan anomalideki ortalama değer 250 ppm dir. Bölgesel temel değer ise 80 ppm dir. Bu durumda topraktaki Zn kontrastı (250 ppm: 80 ppm = 3) olmaktadır. Bu iki konsantrasyonun oranı ise (3 : 500 = 1 : 166) olmaktadır. Trafo civarındaki anomali ise çalışma sırasında ortaya çıkan en büyük anomali dir.

Çinko elementinin asitli ortamlarda (pH 5.5) akıcılığının yüksek olduğu (Levinson, 1980) gözönüne alınarak, toprak anomalilerinin şiddet ve kontrastının primer cevherde görülen tenor dağılımlarından çok daha düşük olacağı, dolayısıyla jeokimyasal toprak anomali profilinin alçak ve geniş olacağı (Şekil 3'de görüldüğü gibi taralı alan) açıktır.



Şekil 6. Cevherleşme üzerinde gelişmiş toprak örtüde Cu dağılımı.

Figure 6. Cu distribution in residue/soil over the mineralization.



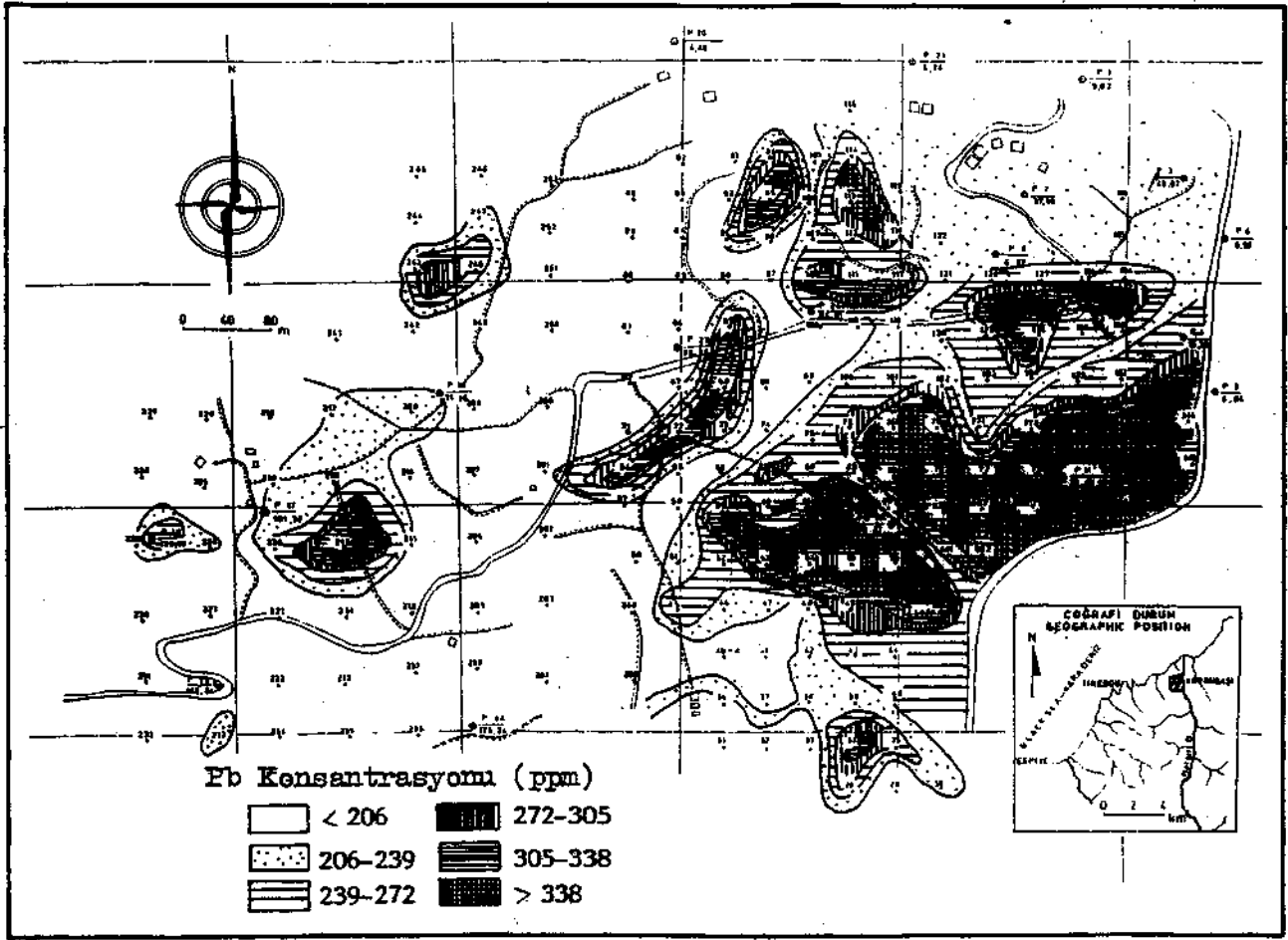
Şekil 7. Toprak örneklerinin Pb içeriği histogramı.

Figure 7. Histogram for Pb content of soil samples

Bakirli dağılımı incelendiğinde (Şekil 6), anomalilerin yine trafo merkezi çevresinde yer aldığı görülmektedir. Ayrıca daha sonra çalışılan bu bölgenin yaklaşık

1 km güneyinde de bir anomali tesbit edilmiştir. Primer cevherin yoğunlaştığı bu bölgede ortalama Cu tenörü %0.5 dir ve yan kayada Cu temel değeri ise 45 ppm dir. Buna göre primer cevherdeki Cu kontrastı (%0.5:50 ppm = 100) dir. Üzerindeki toprakta oluşan anomalideki ortalama değer 225 ppm olup, temel değer ise 28 ppm dir. Cu kontrastı (225 ppm : 28 ppm = 8) dir. bu iki kontrastın oranı ise (8 : 100 = 1/13) dir.

Kurşun dağılımı incelendiğinde ise (Şekil 8), trafo merkezi civarında birbirine çok yakın iki anomali tesbit edilmiştir. Daha öncede bahsedildiği gibi Pb için ancak aritmetik ortalamaya standart sapmanın 5 katı eklenerek anomali değeri bulunmuştur. Primer cevherin yoğunlaştığı bölgede ortalama Pb tenörü %4 ve yan kayada Pb temel değeri 50 ppm dir. Buna göre primer cevherdeki Pb kontrastı (%4 : 50 ppm = 800) dür. Üzerindeki toprakta oluşan anomalideki ortalama değer 630 ppm olup, temel değer ise 158 ppm dir. Pb kontrastı (630 ppm : 158 ppm = 4) dür. Bu iki kontrastın oranı ise (4 : 800 = 1/200) dir.



Şekil 8. Cevherleşme üzerinde gelişmiş toprak örtüde Pb dağılımı.

Figure 8. Pb distribution in residue I soil over the mineralization.

Her iki kontrastın oranının çinkoda 1/166 çıkması bu elementin akıcılığı ile ilgilidir. Fakat bakır ve kurşundaki oranların biraz sapma göstermesi tenor, ortamın pH derecesi v.s. gibi tamamıyla yersel koşullara bağlıdır.

#### SONUÇLAR

Harşit - Köprübaşı cevherleşmesi üzerinde yapılan jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları sonunda bulunan Cu, Zn, Pb elementleri için temel değerler dünya toprak ortalama değerleriyle karşılaştırıldığında yüksek değerler vermektedir. Örneğin; temel değerler ortalama olarak Pb: 158 ppm, Zn: 80 ppm, Cu: 28 ppm dir. Yersel eşik değerler Pb: 206 - 338 ppm, Zn: 149 - 175 ppm, Cu: 58 - 98 ppm olarak saptanmıştır.

Çalışma alanında bulunan yersel eşik değerler hedef olarak kabul edilen masif cevhere oldukça yakın mesafededir.

İstatistiksel hesaplamalar sonucu Zn, Cu ve Pb için ayrı ayrı saptanıp haritalanan anomali bölgelerinin ko-

numu bilinen masif cevher kütleleri ile çakışmış olması, yöntemin doğruluğu ve güvenilirliği açısından önemli bir bulgudur.

Harşit - Köprübaşı cevherleşmesi için bulunan temel, yersel eşik ve anomali değerlerinin, bölgede yer alan ve potansiyel alan olarak tesbit edilen diğer mineralizasyonlar üzerinde uygulanabilirliği ve özellikle sondaj yerinin belirlenmesi için jeokimyasal hedef saptama çalışmalarında bir model olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

#### KATKI BELİRTME

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Selçuk TOKEL'e teşekkür ederim.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

Kolaylı, H., 1987, Kutular cevherleşmesi bölgesinde ekstrakte edilebilir bakır katyonunun topraktaki temel değeri, kişisel çalışma raporu (yayınlanmamış), KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Lewinson, A.A., 1980, Introduction to exploration geochemistry, Second edition, Applied publishing.

Rose, A.W., Hawkes, H.E., Webb, J.S., 1981, Geochemistry in mineral exploration, Second edition, Newyork.

Shaw, D.M., 1961, Element distribution laws in geochemistry, Geochim. Cosmochim., Açta 23 (116 -134).

Thomson, I., 1986, Exploration geochemistry: Desing and interpretation of soil surveys, Reviews in Economic Geology, Chapter 1, Vol 3 (1 - 18).

Tokel, S., 1985, Silikat ve itlerin teflon basınçlı kabında çabuk çözündürülmeleri ile atomik absorpsiyon spektrometresinde analizleri, KTÜ dergisi, Sayı 4 (87 \_ 93), Trabzon.

---

Makalenin geliş tarihi: 16.12.1995

Makalenin yayma kabul tarihi: 26.7.1996

*Received December 16, 1995*

*Accepted July 26, 1996*