



Lâdik-Sızma (Konya) civa yatakları çevresinde element dağılım profilleri ve altın-gümüş ve baz metal potansiyeli: Jeokimyasal ve istatistiksel bir yaklaşım

Element distribution patterns and precious element and base metal potential around the cinnabar deposits of Lâdik-Sızma (Konya): A geochemical and statistical approach

Miğraç AKÇAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

Öz

Lâdik-Sızma yöresi çok sayıda civa yatağının bulunduğu bir bölgedir. Bu yörede zinobere ek olarak antimonit ve yersel olarak Cu ve Pb-Zn zenginleşmeleri de bulunmaktadır. Cive cevherleşmeleri daha çok benekler ve damarcıklar halinde faylı ve breşik yapılu karbonatlı kayaç-fillit dokanakları boyunca gelişmiştir. Civa yataklarının çevresindeki dere kumlarının ele alındığı bu çalışma yatakları çevresindeki Au, Ag ve baz metal potansiyelini araştırmaktadır. Lâdik-Sızma yöresinde altın içerikleri çoğunlukla analiz edilebilecek sınırdan altındadır. Buna karşın gümüş değişken değerler sunmakla birlikte 39 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Yüksek gümüş içeriklerinin dağılımı üç ayrı anomaliye işaret etmektedir. Bunlardan ikisi bilinen civa yataklarıyla ilişkili, diğeri ise herhangi bir cevherleşmenin varlığının bilinmediği ve yoğun derecede ayrılmış kireçtaşlarının yer aldığı bir lokasyonda (Sızma'nın 2 km KB'sında) bulunmaktadır. Element dağılımlarını yorumlayabilmek için beş faktörlü bir istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Buna göre yüksek Cu ve Fe faktör yükleri (0.807 ve 0.846) ile temsil edilen birinci faktör Cu zenginleşmesini ve onunla ilişkili olan hidrotermal alterasyonu açıklamaktadır. İkinci ve beşinci faktörler fillit, şist, metaporfir ve karbonatlı kayaçlardan kaynaklanan litolojik etkilere işaret etmektedir. Üçüncü faktör Pb-Zn zenginleşmelerini, dördüncü faktör ise Sb ve As zenginleşmelerini göstermektedir. Birinci, üçüncü ve dördüncü faktörlerin skorlarından elde edilen yoğunluk haritaları bilinen civa cevherleşmeleri dışında yeni Hg±Sb zenginleşmelerinin bulunma şansının zayıf olduğunu, fakat buna karşın yeni çalışmaların Cu, Pb ve Zn elementleri üzerinde yoğunlaştırılması gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar sözcükler: Altın-gümüş-baz metal potansiyeli, Civa cevherleşmesi, Dere kumu jeokimyası, Faktör analizleri, Lâdik-Sızma.

Abstract

Lâdik-Sızma region is a currently inactive Hg province which, when in operation, met a third of all mercury production of Turkey. Stibnite is usually present in all the mercury occurrences of the region which are also locally accompanied by Cu and Pb-Zn enrichments. The mineralization is in the form of patches and veinlets and occurs along usually faulted and brecciated carbonaceous rock and phyllite contacts. The present work is based on a stream sediment sampling program in the vicinity of the Hg occurrences and tries to evaluate Au, Ag and base metal potential in their peripheries. Gold concentrations are always below detection limit but, although erratic, Ag produced concentrations as high as 39 ppm. The distribution of high Ag concentrations points out three anomalous locations; two of these are likely to be resulted from known Hg occurrences whilst the third one, 2 km to the northwest of Sızma, is from an area of highly altered limestone but with no reported mineralization. To interpret the data a five factor model is used in this study which produced reliable results. Factor 1 accounts for Cu enrichment and associated hydrothermal alteration, especially oxidation, characterized by high factor loadings for Cu and Fe (0.807 and 0.846 respectively). Factors 2 and 5 point out the lithological effects of phyllite, schist and metaporphry, and carbonate rocks respectively. Factor 3 is the indication of Pb-Zn enrichments whilst factor 4 corresponds to Sb and As-enriched zones. The contour plots of factor scores for factors 1, 3 and 4 indicate that finding new Hg±Sb occurrences is unlikely and that the new projects should be concentrated on Pb-Zn and Cu prospection.

Key words: Factor analysis, Gold-silver-base metal potential, Hg mineralization, Lâdik-Sızma, Stream sediment geochemistry.

GİRİŞ

Yeni maden yataklarının bulunmasında jeokimyasal prospeksiyonun katkılan yadsınamaz. Bir kaç yıl öncesine kadar prospeksiyon çalışması yapanlar analitik çalışmalarında sadece aramakta oldukları elementleri kullanmışlardır. Analitik olanakların artması ile, prospeksiyon çalışması sonucunda kullanılan elementlerin sayısı hızla artmış ve aranan elementin yanısıra ona eşlik edebilecek veya onun varlığını belirtebilecek olan her elementin analizi bir rutin çalışma haline gelmiştir. Sonuçta elde edilen veri tabanları son derece büyümüştür. Bu nedenle büyük veri tabanları oluşturan jeokimyasal verilerin yorumlanmasında jeostatistiksel yöntemler gün geçtikçe önem kazanmıştır. Saager ve Sinclair (1974), Çapan (1981), Büttner ve Saager (1983), Garret (1989), Ünlü ve Stendal (1989), ve Rombouts (1995)'in çalışmaları jeokimyada istatistiksel uygulamalardan sadece bazılarıdır.

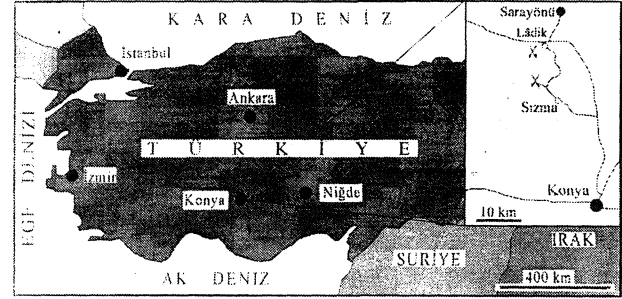
Faktör analizleri istatistiksel yöntemlerden biri olup, değişkenler arasındaki ilişkilere bağlı olarak veri tabanını gruplara bölmeyi amaç edinir (R-modu). Diğer bir deyişle, faktör analizinin temel ilkesi verilerin veya değişkenlerin dağılımını bir kaç faktöre bağlı olarak ortaya koymaktadır (Davis, 1986). Böylece her faktörün bir jeolojik olayı ifade etmesi beklenir (Grunsky, 1986). Örnek olarak, cevherleşme, hidrotermal alterasyon, örneklem yapılan alandaki litolojik birimlerin etkileri jeokimyasal bir çalışmada verilerin dağılımını etkileyen faktörlerden sadece bir kaçıdır (Çapan, 1981; Marcotte ve Fox, 1990; Tüysüz, 1992; Xu ve diğ., 1994).

Bu çalışma, Konya ilinin yaklaşık 30 km K-KB'sında yer alan Lâdik-Sızma Hg yataklarının (Şekil 1) çevresinde gerçekleştirilen dere jeokimyası çalışmalarından elde edilen verilerin dağılımı ile jeolojik olaylar arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Civa oluşukları ve çevreleri, epitermal özellikli değerli element ve baz metal yatakları için uygun ortamlar oluşturduğundan (Gumiel and Arribas, 1987; Özkan ve diğ., 1993; Akçay, 1994), bu çalışma ayrıca yeni Au, Ag ve baz metal zenginleşme zonlarının bulunabilecek olduğu ortamları belirlemeyi de amaç edinmiştir.

STRATİGRAFİ

Türkiye'deki bir çok Hg yatağı gibi Lâdik-Sızma Hg yatakları da metamorfik kayaların yer aldığı bir ortamda bulunur. Fillit, şist ve karbonatlı kayalar yataklar çevresinde gözlenen başlıca litolojik birimlerdir.

Karbonatlı kayalar gri-koyu gri renkli ve yer yer yenden kristallenmiş kireçtaşı, mermer ve dolomitik mermerlerden oluşmaktadır. Çalışılan sahada temeli oluşturan



Şekil 1. Lâdik-Sızma (Konya) Hg yataklarının buldum haritası.
Figure 1. Index map showing the location of the Lâdik-Sızma (Konya) Hg deposits.

ran bu birim (Bozdağ formasyonu; Aydın, 1996) Silüriyen-Karbonifer yaşlı olup, (Wesner, 1968) yanal ve düşey geçişli olarak genelde fillit (serisit-kuvars fillit, klorit-kuvars fillit), şist (serisit-biyotit-kuvars şist, serisit-klorit-kuvars şist), kuvarsit, metakonglomera ve taşınmış metakarbonat bloklarından oluşan Devoniyen-Alt Permiyen yaşlı birimlere (Bağnurt formasyonu; Aydın, 1996) geçiş gösterir (Şekil 2). Hem karbonatlar ve hem de fillit ve şistler Karbonifer sonrası yaşlı (Yıldız, 1978) Karatepe metamağmatitleri tarafından kesilmiştir. Bayıç (1968) taraından metaporfir olarak isimlendirilen bu mağmatitler başlıca feldspat, daha az oranda da muskovit, kuvars ve sfen içerirler.

Çalışılan sahanın GD'sunda kireçtaşlarını kestiği belirtilen kuvarslı mikrodiorit ve diyabaz daykları cevherleşmenin oluşumu açısından önem taşırlar (Wiesner, 1968). Bu dayklar genellikle 1-5 m genişliğinde ve 300 m'ye kadar varan uzunluktadırlar. Herhangi bir metamorfizma etkisi göstermemeleri nedeniyle Karatepe metamağmatitlerinden daha genç olmalıdırlar. İnceleme sahasının yaklaşık 15-20 km KB'sında yüzeyleyen ortaç ve asit karakterli volkanik kayalarla (Çelik ve Arslan, 1994) korele edildiğinde daykların Neojen yaşlı olabileceği düşünülebilir.

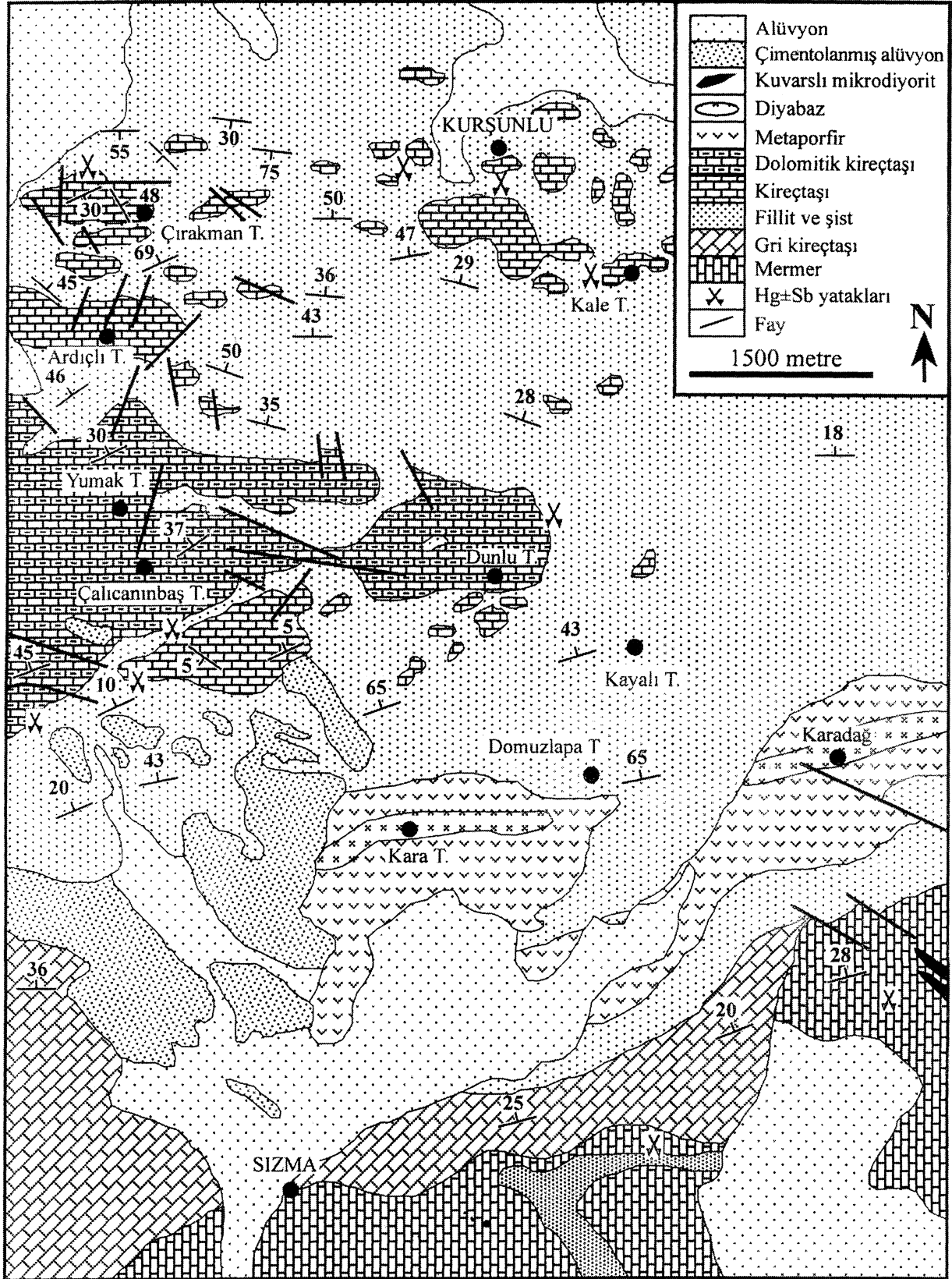
MADEN JEOLJİSİ

Üretim yaptığı yıllarda Lâdik-Sızma Hg yatakları Türkiye üretiminin yaklaşık üçte birini karşılamıştır

Şekil 2. Lâdik-Sızma (Konya) Hg yatakları ve çevresinin jeoloji haritası. Wiesner (1968), Barnes ve diğ. (1971) ve Aydın (1996)'dan değiştirilerek.

Figure 2. Geological map of the area around the Lâdik-Sızma (Konya) Hg deposits. Modified after Wiesner (1968), Barnes et. al. (1971) and Aydın (1996).

LÂDİK-SIZMA (KONYA) CİVA YATAKLARI



(Yıldız, 1978). 8000 yıllık geçmişleriyle bu madenler belki de Türkiyenin ilk Hg maden işletmelerini oluşturdular. Büyük Maden ve Çırakman Tepe yatakları sahanın en önemli Hg yatakları olup, Çalıcının Baş Tepe, Kurşunlu ve Ardıçlı Tepe'de de daha küçük ölçekli Hg işletmeleri bulunmaktadır. Bu civa yataklarının çevresinde çok küçük boyutlu ve işletilmemiş Cu ve Pb-Zn oluşumları da mevcuttur.

Civa yataklarında cevherleşmeler daha çok benekler ve 1 cm den kalın ağsal yapıli damarcıklardan oluşmaktadır. Hidrotermal kuvars ve kalsit yoğun olarak cevherli zonlara eşlik etmektedir. Bu durum, yatakların epijenetik bir kökenli olduğunu ve olasılıkla kuvars mikrodiorit ve diyabaz dayklarma bağlı olduğunu gösterir. Gerek bu daykların ve gerekse cevherli zonların KB-GD (xK60B) doğrultusunda yerleşmiş olmaları da bu düşüncüyü desteklemektedir. Cevherli zonlar 15-200 cm kalınlığında, 1-3 m genişliğinde ve 3-25 m uzunluğunda olup, çoğunlukla faylı ve breşik yapıli karbonatlı kayaç-fillit (ve/veya şist) dokanaklan boyunca ve dokanaktan bir kaç metre uzakta karbonatlı kayaçlar içerisindeki kırık zonlarında yer alır (Barnes ve diğ., 1971; Yıldız, 1978).

Lâdik-Sızma Hg yataklarının esas cevher minerali zinober olup, az miktarda antimonit, pirit, realger, orpiment ve arsenopirit buna eşlik etmektedir. Genelde gözlenen mineral parajenezi kuvars, arsenopirit, pirit, florit, antimonit, metazinober, zinober ve kalsit olarak verilebilir. Cevherli zonların çevresindeki karbonatlı kayaçlar ve fillit-şistler çoğunlukla silisleşmişlerdir. Killeşme yöresel olarak mevcuttur. Çelik ve Arslan (1994) yaptıkları XRD çalışmaları sonucunda, killeşmenin yoğun olduğu bölgelerde alterasyon zonunun başlıca muskovit, mikroklin, kuvars, klorit, siderit, kalsitten ve kil minerallerinin de çoğunlukla illitten oluştuğunu belirlemişlerdir.

ÇALIŞMA METODU

Bu çalışma Lâdik-Sızma Hg yataklarını drene eden vadilerden 250 m aralıklarla toplanan 145 adet dere kumu örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılacak her noktada, vadinin tabanından ve düşük hız zonundan yaklaşık 10 kg tortu alınmış ve 2 mm açıklıktaki plastik elekler yardımıyla elenerek, -2 mm tane boyutundaki tüm malzeme kağıt torbalarda paketlenmiştir. Hava akımından etkilenmeden kuru havada kurutulan bu örnekler 175 m açıklıkta eleklerle elenerek, altın, gümüş ve baz metallere en iyi yığılmasını verdiği (Clifton ve diğ., 1969; Harris, 1982; Hall ve diğ., 1989)-80 mesh'lik kısmı örneklendirilmiştir.

Bütün örnekler HNO₃/HClO₄ ile çözülerek ICP-ES (Philips 8060 simültene spektrometre) yardımıyla Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, Mo, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Al, Co, Cr, Li, Ni, Sr, V, Na ve Ti elementleri için analiz edilmiştir. ICP analizlerinde kullanılan boş ve duplike örnekler yardımıyla Thompson ve Howarth (1977)'ün metoduna göre kesinliğin % 10'dan daha iyi olduğu belirlenmiştir. Altın analizleri için örnekler 3:2:4 oranlarında HCl/HNO₃/HF ile çözülerek, HBr ile yoğunlaştırılmış ve MIBK (metil izobutil keton) yardımıyla (Meier, 1980; Fletcher ve Horskey, 1988) organik komplekslere alınmıştır. Çözelti Perkin-Elmer HGA-76B tip grafitli fırın içeren Perkin-Elmer 360 model atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile analiz edilmiştir. Bu yöntemle sonuçlar kesin (% 95 güvenlik sınırında kesinlik % 10) olmakla birlikte çözme işlemi tam gerçekleşmeyebilir.

Elde edilen veriler istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuş ve % 50, % 75, % 90, % 95 ve % 100'lük kuartiller sınıf aralığı alınarak jeokimyasal haritalar hazırlanmıştır. Tek ve çok değişkenli istatistiksel çalışmalar windows tabanlı yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Temci istatistik

145 örnek üzerinde gerçekleştirilen temel istatistiksel değerler Çizelge 1 ve Şekil 3'de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan bazı elementlerin yer kabuğunda bulunan kireçtaşı ve şeyi içerisindeki ortalama içerikleri, çalışan sahadaki element zenginleşmesinin daha iyi gösterilebilmesi amacıyla çizelgeye eklenmiştir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen sonuçların ortalamalarının yer kabuğundaki kireçtaşı ve şiste ait ortalama değerlere oranı verilerek çalışılan sahadaki zenginleşmenin miktarı sayısal olarak ortaya koyulmuştur.

Çizelge 1'de bu çalışma için verilen element konsantrasyonları ortalama şist bileşiminden çok fazla farklı değildir. Cu ve Zn değerleri cevherleşme içermeyen şistlerle benzerlik taşırken, Pb 3 katlı bir artış göstermektedir. As ve Sb da ortalama şist bileşimine göre zenginleşme gösterirler. Bu zenginleşme As için 5, Sb için ise 7 kattır. Bu zenginleşme faktörleri potansiyel ve cevherleşme alanı için çok fazla değildir. Bu durum, örneklenen vadilerin sadece şistleri değil, karbonatlı birimleri de katetmesine ve bunun bir sonucu olarak dere kumu içerisinde karbonatlı kırıntıların önemli oranlara varmasına bağlı olabilir. Haliyle, böyle bir bileşim elde edilecek sonuçları şiste oranla düşürecek ve dolayısıyla şist ortalamalarına oranlanarak elde edilen anomali kontras-

LÂDİK-SIZMA (KONYA) CİVA YATAKLARI

Çizelge 1. Lâdik-Sızma (Konya) Hg yatakları çevresindeki dere kumlarından elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ve sonuçların yer kabuğundaki şist (A) ve karbonatlı kayaların (B) element içerikleriyle karşılaştırılması. A ve B değerleri Turekian ve Wedepohl (1961)'den alınmıştır, n.a.: Belirlenemedi, u.d.l.: Aletin duyarlılık sınırının sınırın altında.

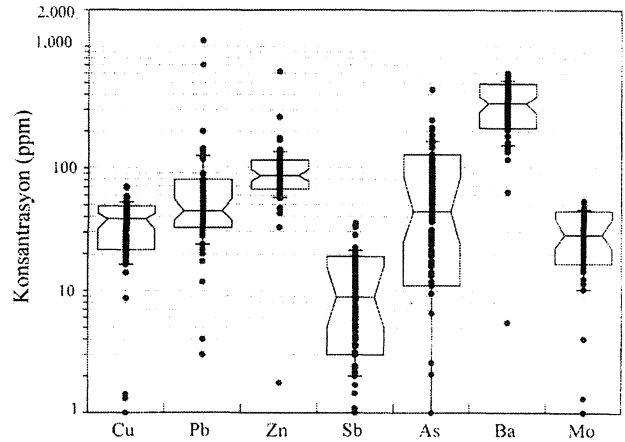
Table 1. Basic statics of the stream sediment data from the vicinities of the Sızma-Lâdik (Konya) area and its comparison with general element concentrations in schists (A) and carbonate rocks (B). A and B are from Turekian and Wedepohl (1961). n.a.: Not applicable, u.d.L: Under detection limit.

	Al	Fe	K	Ba	Mo	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Ag
N	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
Ortalama	31811	28590	11369	336	30	38	65	93	62	10	n.a
Minimum	610	382	344	5	1	1	9	2	1	1	u.d.l
Maksimum	48792	43773	17227	601	54	70	1113	618	439	35	39
St. Sapma	7015	6125	2622	106	11	11	113	54	59	7	n.a
A	92000	47200	25000	600	2	45	20	95	13	1.5	0.07
B	150	3800	400	5	3	4	9	20	1	0.2	0
Ortalama/A	0.35	0.61	0.45	0.56	15	0.84	3.25	0.98	4.77	6.67	n.a
Ortalama/B	212.07	7.52	28.42	67.20	10	9.50	7.22	4.65	62	50	n.a

ti düşük çıkacaktır. Bu nedenle, bu çalışmaya ait anomali kontrastını hesaplarken ortalama kireçtaşı değerlerini kullanmak daha doğru olacaktır. Gerçekten de kireçtaşı içerikleri kullanıldığında bu çalışmada elde edilen sonuçlarda baz metal, As ve Sb değerlerinde çok önemli artışların olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Grafit fırınlı atomik absorpsiyon cihazında altın için duyarlılık sınırı =10 ppb'dir. Analiz edilen bütün örneklerde altın içerikleri bu sınırın altındadır. Yapılan analizlerin doğruluğunu tetkik etmek amacıyla bazı örnekler özel laboratu varlara (Cabel-Brett) gönderilerek, altın kupilasyonla yoğunlaştırılıp A AS ile analiz ettirilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar öncekilerden pek farklı olmayıp en yüksek altın içeriğinin 20 ppb olduğu belirlenmiştir. Buna göre, Gümüşler (Niğde) ve Halıköy (Ödemiş) Hg yataklarının aksine (Akçay, 1995 ve Özkan ve diğ. 1993), Lâdik-Sızma (Konya) Hg yatakları çevresinde altının önemli değerlere ulaşmadığı herhangi bir anomali oluşturmadığı ve dolayısıyla bu yörede altının bir potansiyel oluşturmadığı söylenebilir.

Gümüş değerleri analiz edilemeyecek değerlerden 39 ppm'e kadar değişmektedir. Ortalama şist ve karbonat içerikleri ile karşılaştırıldığında, bu üst sınırının oldukça yüksek olduğu ve bu yörede gümüşün belirgin bir zenginleşmesinin varlığı düşünülmektedir (Çizelge 1).



Şekil 3s Analiz edilen elementlerden bazılarının içeriklerindeki istatistiksel değişim.

Figure 3. Box plots denoting the distribution of results of some selected elements.

Gümüş değerleri üç lokasyonda anomali oluşturmaktadır: Bunlardan ilki Kara Tepe ile Karadağ arasında, bilinen bir Hg cevherleşmesinin bulunduğu Dunlu Tepe'den kaynaklanan tortuların yer aldığı vadi içerisinde; ikincisi Büyük Maden'in güneyinde, işletme sahasından kaynaklanan vadi içerisinde; diğeri ise Büyük Maden'in daha güneyinde, Sızma'nın yaklaşık 2 km KB'sında yer almaktadır (Şekil 4). Bu son anomali sahasında herhangi bir cevherleşmenin varlığı bilinmemektedir. Gümüş içeriklerinin dağılımı faktör analizi bölümünde de tartışılacaktır.

FAKTÖR ANALİZLERİ

Faktör yükleri

Faktör analizlerinin jeokimyasal verilere uygulanmasında oluşturulan faktörlerin, sonuçların elde edildiği alandaki kayalardan ve/veya bu kayaları etkileyen jeolojik olaylardan benzer şekilde etkilenen ve dolayısıyla birbiriyle jeolojik olarak ilişkili olan element gruplarını ortaya koyması beklenir. Bu gibi element gruplarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada minimum özgün değer 1 alınarak, sonuçlara daha fazla etki eden faktörler belirlenmiş, bu faktörlerin etkilerini daha da belirginleştirmek üzere verilere varimax döndürümü uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Elde edilen 5 faktörlü model verilerdeki değişimin toplam % 69.42'sini karşılamaktadır. Diğeri bir deyişle, verilerdeki toplam değişimi ortaya koymak amacıyla çok daha fazla faktöre ihtiyaç vardır. Buna karşın, komünalite değer-

lerinin Al için % 90; Fe için % 84, Cu için % 85, Ba için % 72, Pb için % 67.5, Zn için % 64.5, Sb için % 66 olması ve 10 faktörlü bir modelin kullanılmasıyla komünalitelere oluşan değişikliğin çok az olması nedeniyle, 5 faktörlü modelin bu çalışmadaki verilerin yorumlanması için uygun olduğu düşünülmüştür. Bu modele göre faktör yüklerinden aşağıdaki element gruplarını oluşturmak mümkündür.

Faktör 1: Al, Cu, Fe, K, Mn, Ni, V, Ba

Faktör 2: Ti, Sr, Cr, Li, V

Faktör 3: Pb, Zn

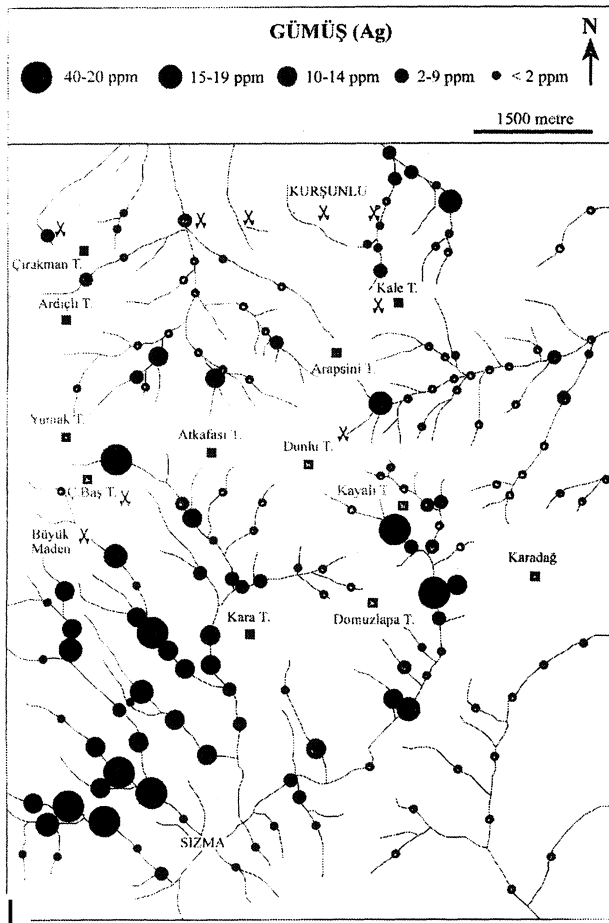
Faktör 4: As, Sb, Na, -Mg

Faktör 5: Ca, Co, Mg

Birinci faktör Cu cevherleşmesini göstermektedir. Bu faktörde, faktör yüklerinin Cu için 0.846 ve Fe için 0.807 olması Cu zenginleşmesiyle oksitlenmenin ilişkisini düşündürmektedir. Zira, çalışılan sahada rastlanan

Cu'ca zengin zonların son derece oksitlenmiş olması ve Cu mineralizasyonlarının daha çok malakit ve azuritten oluşması bu istatistiksel veriyi desteklemektedir. Birinci faktörde Mn, Ni ve V'un da yüksek faktör yükleri vermesi bu elementlerin Fe ile jeokimyasal benzerliğinden kaynaklanmaktadır. Al'nun bu grup içerisinde yer alması Cu zenginleşmesiyle direkt bir ilişkisinin olduğunu göstermez. Fakat oksitlenmenin yoğun olduğu zonlarda, özellikle yan kayacın şist olduğu durumlarda feldspatlarda görülen killeşme Al için yüksek faktör yükünün bir nedeni olabilir.

İkinci ve beşinci faktörler yan kayacın etkilerini ortaya koymaktadır. Beşinci faktörde Ca ve Mg arasındaki ilişki karbonatlı kayalarla kaplı alanlara işaret ederken, ikinci faktörde benzer davranış sergileyen Ti, Cr, V, Sr ve Li daha çok yan kayacın şist ve fillitten oluştuğu zonları işaret etmektedir. Ancak Ti, Cr ve V birlikteliği-



Şekil 4. Gümüş içeriklerinin jeokimyasal dağılım haritası.

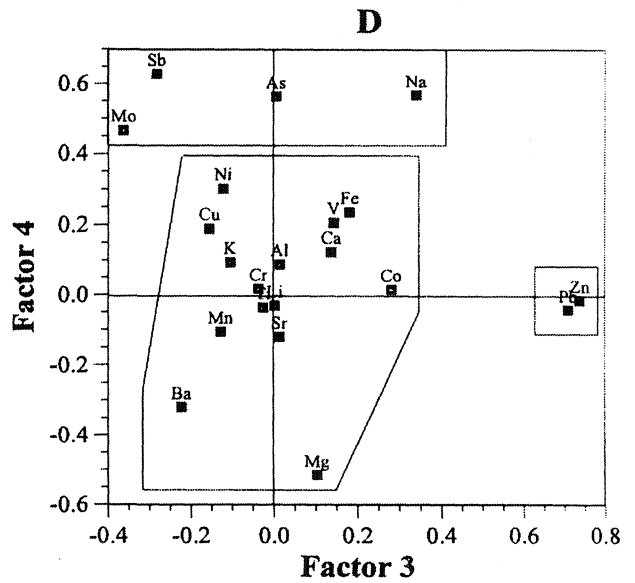
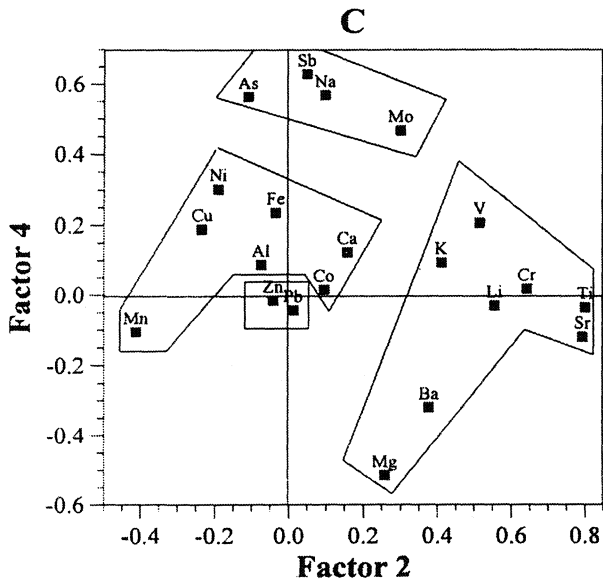
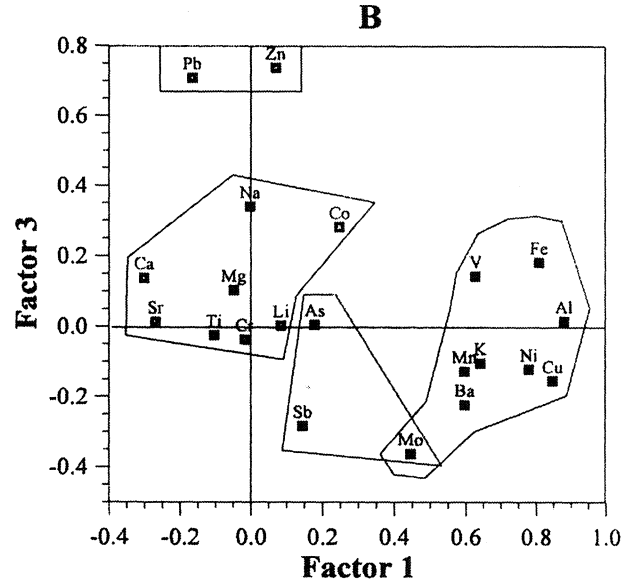
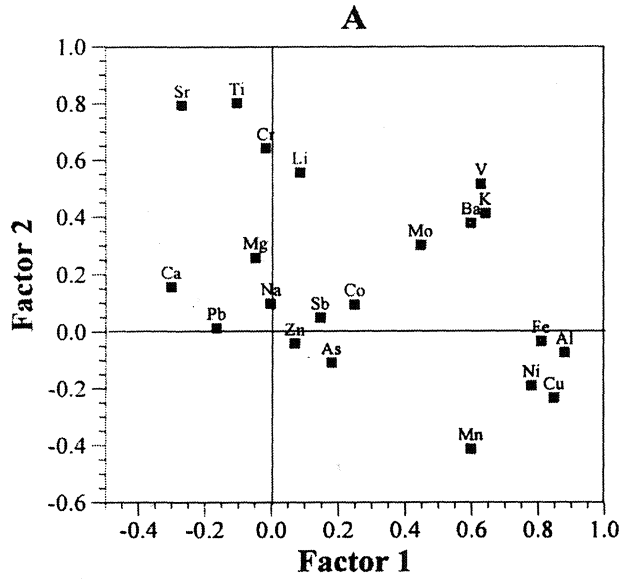
Figure 4. Geochemical distribution map of silver.

Çizelge 2. Faktör yükleri matrisi.

Table 2. Matrix of factor loadings.

Elements	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Komünalite Değerleri..
Al	0.880	-0.075	0.014	0.087	-0.075	0.900
As	0.178	-0.109	0.005	0.563	-0.034	0.475
Ba	0.597	0.376	-0.223	-0.321	0.001	0.719
Ca	-0.302	0.157	0.137	0.123	0.725	0.725
Co	0.247	0.094	0.280	0.015	0.736	0.738
Cr	-0.019	0.641	-0.038	0.017	-0.117	0.538
Cu	0.846	-0.234	-0.156	0.187	0.152	0.851
Fe	0.807	-0.036	0.181	0.234	-0.089	0.841
K	0.641	0.410	-0.105	0.093	0.193	0.836
Li	0.084	0.554	0.002	-0.031	0.117	0.432
Mg	-0.049	0.258	0.103	-0.516	0.455	0.591
Mn	0.596	-0.413	-0.128	-0.107	0.009	0.661
Mo	0.446	0.301	-0.363	0.466	0.210	0.797
Na	-0.004	0.097	0.338	0.567	0.051	0.525
Ni	0.779	-0.191	-0.123	0.301	-0.266	0.862
Pb	-0.166	0.012	0.708	-0.044	0.169	0.675
Sb	0.144	0.048	-0.248	0.628	0.127	0.661
Sr	-0.270	0.793	0.013	-0.121	0.298	0.839
Ti	-0.105	0.801	-0.026	-0.036	0.188	0.773
V	0.627	0.514	0.142	0.205	-0.048	0.796
Zn	0.069	-0.043	0.737	-0.016	0.163	0.645
Özgün Değer	5.42	3.72	2.18	1.95	1.31	
Küm. Özgün Değer	5.42	9.14	11.32	13.27	14.58	
% Değişim	25.81	17.70	10.40	9.30	6.30	
Küm. Değişim	25.81	43.51	53.9	63.17	69.42	

LÂDİK-SIZMA (KONYA) CİVA YATAKLARI



Şekil 5. Faktörlerin analiz edilen elementlere etkilerini gösteren faktör yükleri diyagramları.

Figure 5. Diagrams of factor loadings illustrating factor loadings of some major and minor elements.

nin metaporfiriye de bağlı olabileceği gözardı edilmemelidir.

Üçüncü faktör Pb-Zn cevherleşmesine, dördüncü faktör ise Sb zenginleşmesine bağlı olabilir. Pb-Zn ve Sb'nin aynı gruplarda yağışım göstermesi ve dolayısıyla farklı faktörlere bağlı olmaları bu elementlerin birbirlerine bağlı olmadığını ve olasılıkla yöredeki cevherleşmelerin oluşumu sırasında farklı mineral fazlarında oluştuklarını gösterir. Hg cevherleşmeleri üzerinde ya-

pılan mineralojik çalışmalar bu sonucu desteklemektedir. Zira, Hg yataklarında Sb minerali olarak antimonite rastlanırken Pb-Zn minerallerine rastlanmaz. Dolayısıyla Pb-Zn elementlerindeki zenginleşme olasılıkla Hg cevherleşmelerinden bağımsız olarak gelişmiş olmalıdır.

Altın ve gümüş içeriklerini çok değişken oldukları ve özellikle altının, aletin duyarlılık sınırının altında olması nedeniyle faktör hesaplamalarında kullanılmamıştır.

Faktör yüklerinin iki boyutlu grafiksel gösterimi yukarıda verilen gruplandırmayı daha belirgin olarak ortaya koymaktadır (Şekil 5 A-5D). Özellikle üç ayrı cevherleşmeye işaret eden birinci, üçüncü ve dördüncü faktörlerin birbirlerine karşı grafiksel gösterimi elementler arası ilişkileri görselleştirmektedir. Fakat ikinci faktörün iki eksenenden biri olarak kullanıldığı faktör yükleri diyagramlarında, farklı cevherleşme fazlarına ait olan elementler birbirlerinden tamamen ayrı gruplar oluşturmuşlardır. Çünkü ikinci faktör yan kayaçlardan kaynaklanan etkileri göstermekte olduğundan, özellikle cevherleşmelere bağlı elementlerde çok farklı etkiler göstermektedir (Şekil 5C). Pb, Zn, Sb ve As gibi elementlerdeki zenginleşmeler veya değişimler jeolojik yapıdan değil, cevherleşme olaylarından kaynaklandığından, bu elementler diyagramda birarada olma eğilimindedirler. Buna karşın Cu ve onunla ilişkili olan elementler (Fe, Al, Mn, Ni) Pb-Zn ve As-Sb'nin oluşturduğu gruptan uzakta toplanırlar (Şekil 5a). Bu durum birinci faktör olarak gösterilen Cu zenginleşmesinin hidrotermal alterasyona (özellikle yüzeysel oksitlenmeye) bağlı olmasına ve Sb-As ve Pb-Zn cevherleşme fazlarından çok daha sonra gelişmesine bağlı olabilir.

Faktör skorları

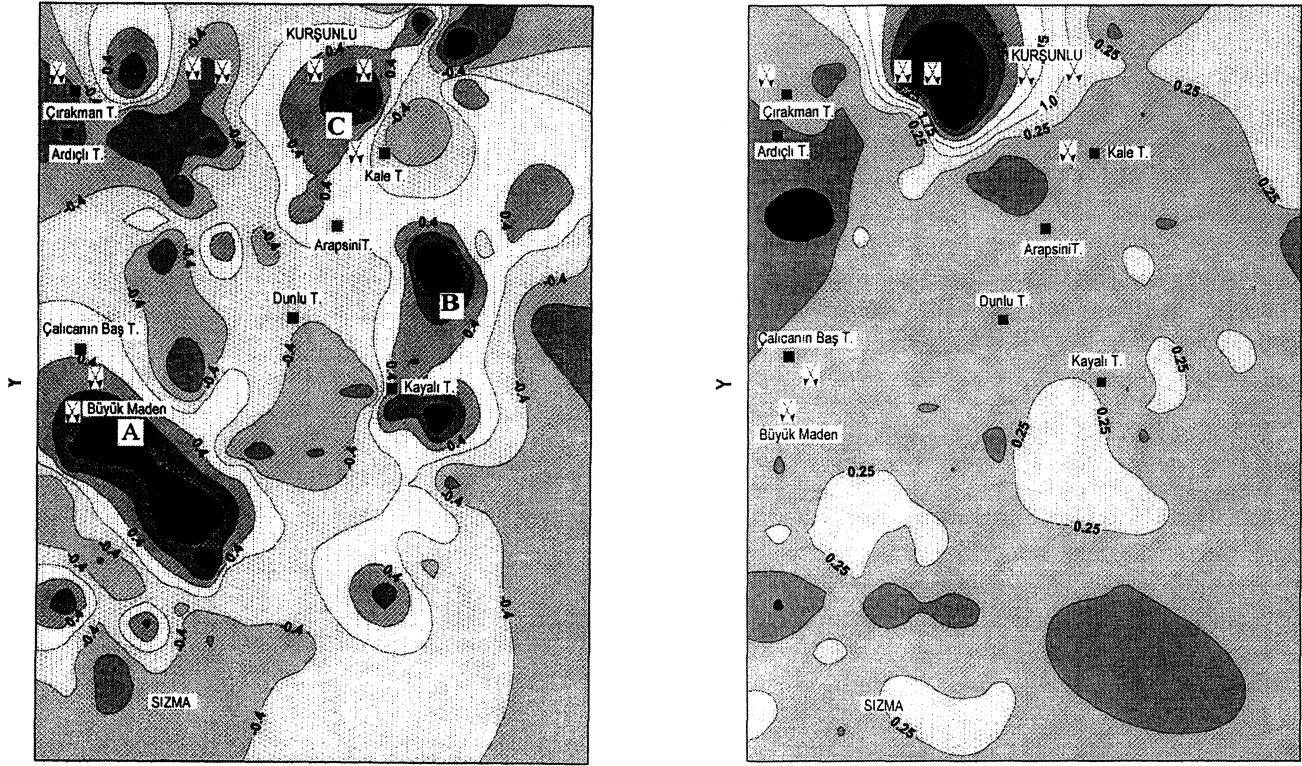
Hesaplanan her faktörün elementler üzerindeki göreceli etkisini ortaya koyan faktör skorları windows tabanlı paket program (statistica) kullanılarak hesaplanmış ve Surfer programı yardımıyla konturlanmıştır. Konturlama için grid oluşturulurken Kriging yöntemi seçilerek bilinmeyen noktalar için de faktör skorları hesaplanmıştır. Potansiyel cevherleşme alanlarını belirlemek amacıyla, bu çalışmada sırasıyla hidrotermal alterasyon (özellikle oksitlenme) ve Cu zenginleşmesi, Pb-Zn ve Sb-As zenginleşmelerine işaret eden birinci, üçüncü ve dördüncü faktörlerin skorlarına ait kontur diyagramları verilmiştir (Şekil 6). Birinci faktör için genel skor değişimi -5 ile +1.8 arasında olmakla birlikte, örneklerin çoğunda değerler yaklaşık 0'dır. Maksimum skorlar dört yöreden elde edilmiştir. Bunlardan ilki (Anomali A, Şekil 6A) Dunlu Tepe'nin yaklaşık 2 km doğusundadır. Bu lokasyonda kaynağı bulunamayan cüruf kalıntıları jeokimyasal kirlenmeye yol açmış olabilir. Fakat bu anomalinin sadece kirlenmeye bağlı olduğunu düşünmek yanlıştır. Her ne kadar çalışmalar esnasında yüzeyde bir cevherleşme izine rastlanmadıysa da, bu lokasyonun yakın bir çevresinde yoğun hidrotermal alterasyon ve muhtemel bir Cu zenginleşmesinin bulunması söz konusu olabilir. Sadece Sb-As zenginleşmesini ifade eden dördüncü faktörün bu lokasyonda yüksek skorlar verme-

si muhtemel bir cevherleşmenin varlığı düşüncesini desteklemektedir (Şekil 6C). İkinci anomali sahası (anomali B, Şekil 6A) killeşme, limonitleşme ve kuvars damarlarının yer aldığı fakat cevherleşme gözlenmeyen bir alana karşılık gelmektedir. C ve D anomalilerine kaynak teşkil eden sahalar sırasıyla Dunlu Tepe ve Çalıcı'nın Baş Tepe'de bulunan Hg cevherleşmelerini içermektedir. Bütün bu anomaliler inceleme sahasında bulunan ve yaklaşık KD-GB yönünde uzanım gösteren Hg cevherleşmelerine (Şekil 2) paralel bir hat üzerinde bulunmaktadır (Şekil 6a). Bu sahaların dışında faktör yükleri çoğunlukla değişmez. Sadece bir lokasyonda -4.9 değerinde aşırı negatif bir anomaliye yol açan negatif değerler topluluğu (Anomali E) söz konusudur. Bu negatif anomaliye yol açan örnekler içerisindeki Cu içerikleri 75 ppm'e kadar ulaşmakta ve diğer lokasyonlardan elde edilen örneklerle paralellik sunmaktadır. Elde edilen bu negatif anomalinin sebebi tam olarak belirlenememiştir.

Üçüncü faktör skorlarından elde edilen yoğunluk haritası da benzer bir görüntüye sahiptir. Yüksek skorların yer aldığı lokasyonlar, Büyük Maden'den Dunlu Tepe'ye ve Kale Tepe'ye uzanan KD-GB doğrultusunda bulunan bilinen Hg cevherleşmelerine paralel bir hat üzerinde yer alır. Bu hat boyunca genel olarak 1'den küçük olan skorlar, sadece Kurşunlu köyünün 1 km batısında +5.5'lik bir değere erişmektedir. Bu nedenle esas anomali bu lokasyonda bulunmaktadır. Çalışmalar esnasında köyün adının Pb elementini çağrıştırmaları nedeniyle daha da dikkatlice yapılan araştırmalarda herhangi bir cevherleşmenin bulunamamasına karşın faktör analizlerinin bu yörede anomali vermesi ilginçtir. Üçüncü faktör için yükler genelde pozitif olup negatif değerler sadece birinci faktörün negatif anomali oluşturduğu lokasyonda (Şekil 6A) bulunmaktadır (Şekil 6B). Bu lokasyondan alınan örneklerin diğer örneklerle nazaran göreceli olarak daha düşük element içerikleri vermeleri negatif anomalinin bir nedeni olabilir.

Dördüncü faktör skorları bilinen Hg±Sb cevherleşmelerini göstermekte ve dolayısıyla faktör yüklerinden elde edilen sonuçları desteklemektedir. Bütün pozitif anomaliler bilinen cevherleşmeleri kat eden vadiler içerisinde cevherleşmelerden daha alt kodlarda yer almaktadır. Anomalilerin büyüklüğü ile onlara yol açan cevherleşmelerin büyüklüğü arasında doğrusal bir ilişki vardır. Şekil 6C'deki anomali A buna bir örnek olarak verilebilir. Bu anomali yörenin en büyük yatağını oluşturan Büyük Maden'den kaynaklanan bir vadi içerisinde yer almaktadır. Anomali B ise silisleşmiş ve breşleşip jasp benzeri bir yapı kazanmış olan al tere karbonatlı kayaçların bulunduğu bir ortamda bulunmaktadır. Bu so-

LÂDİK-SIZMA (KONYA) CİVA YATAKLARI

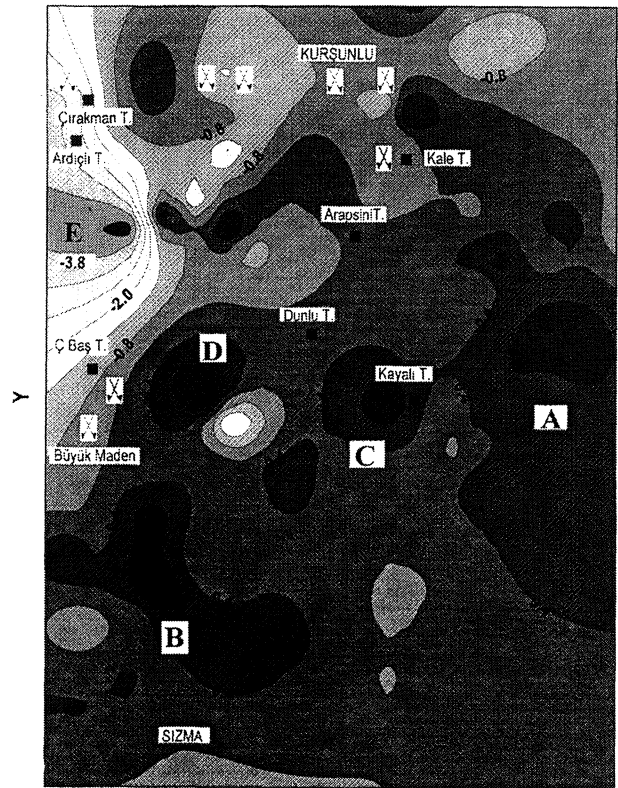


Şekil 6. Faktör 1(A), Faktör 3(B) ve Faktör 4(C)'ün skorlarının dağılımını gösteren yoğunluk haritaları.

Figure 6, Contour maps of factor scores for (A) factor 1, (B) factor 3 and (C) factor 4.

nuncu anomali Kale Tepe'deki cevherleşmeden kaynaklanmaktadır. Anomali C ise üçüncü faktörün anomali sahasına yakın bir konumda olup, Kurşunlu köyü yakınlarındaki Hg±Sb cevherleşmesinden topoğrafik olarak daha üst kesimlerde yer alır. Bu nedenle bilinen bu cevherli zonun yamaç yönünde devamlılık göstermesi şansı yüksektir. Zira, vadi içerisinden elde edilen böylesine yüksek Sb değerlerini oluşturmak için, yamaç yönünde Sb içeriği yüksek zonlara ihtiyaç vardır.

Dördüncü faktöre ait C anomali ile üçüncü faktöre ait esas anomalinin birbirlerine yakın olması farklı şekillerde yorumlanabilir: a) Pb-Zn ve Sb elementlerinin akıcılıklarındaki farklılıklar, b) Hem Pb-Zn ve hem de Sb içeren cevherleşmelerin varlığı. Üçüncü faktöre ait pozitif anomaliler genellikle dördüncü faktörün anomalileri ile çakıştığından her iki element grubuna ait ayrı zenginleşme zonlarının bulunması daha olasıdır. Ayrıca Pb-Zn anomalilerinin Hg±Sb cevherleşmelerinin katkıda



bulduğunu da göstermektedir. Dolayısıyla, Pb-Zn anomalilerinin (faktör 3) sadece olası Pb-Zn zenginleşmelerinden değil, Pb-Zn mineralleri içerebilen Hg±Sb cevherleşmelerinden de kaynaklandığı söylenebilir. Anomalilerin yanal olarak devamsız oluşu da bu görüşü destekleyen diğer bir bulgudur (Şekil 6B). Bu yorum faktör 3'ün geneli için verilebilir. Asıl anomali zonu ayrı bir durum oluşturur. Zira bu anomali dördüncü faktördeki C anomalisine göre batıya doğru kaymıştır, ki bu da Kurşunlu'daki Pb-Zn anomalisinin köyün ismiyle de anıldığı gibi ayrı bir Pb-Zn cevherleşmesine bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

TARTIŞMA, YORUM YE SONUÇLAR

Lâdik-Sızma (Konya) bölgesindeki Hg yatakları çevresinden derlenen dere kumu örneklemesine uyarlanan faktör analizlerini veriler beş gruba ayırmaktadır. İkinci ve beşinci faktörler litolojik birimlerle ilişkilidirler ve onların örneklenen dere kuşanları içerisindeki element dağılımlarına etkilerini yansıtmaktadırlar. Diğer faktörler ise yöredeki cevherleşme işlemlerine bağlı olarak gelişen belirli element gruplaşmalarını göstermektedir. Cu, Fe, Al, K, Mn, Ni, V ve Ba birlikteliği ile karakterize olan birinci faktör (özellikle oksitlenme ve killeşme şeklinde gelişen) hidrotermal alterasyonu ve birincil Cu minerallerinden kaynaklanan özellikle malakit ve azurit gibi ikincil Cu oluşuklarını yansıtmaktadır. Üçüncü faktör Pb-Zn, dördüncü faktörse Sb-As birlikteliklerini göstermektedir. Bu birliktelikler Cu, Pb-Zn ve As-Sb minerallerinin varlığını ortaya koyan mineralojik çalışmalarla (Wiesner, 1968, Barnes ve diğ., 1971 ve Yıldız, 1978) desteklenmektedir. Bu element birlikteliklerine bağlı olarak, yöredeki Hg yataklarının Hg-As-Sb, Pb-Zn ve Cu olmak üzere üç ana fazda gerçekleştiği sonucu çıkarılabilir.

Faktör analizlerinin görselleştirilmesi amacıyla faktör skorları hesaplanıp konturlanmıştır. Bilinmeyen noktadaki değerlerin belirlenebilmesi için Kriging yöntemi kullanılmıştır. Birinci, üçüncü ve dördüncü faktörlere ait pozitif anomaliler KD-GB yönünde bir uzanım gösterirler, ki bu zon bilinen Hg cevherleşmelerinin bulunduğu çizgi ile paralellik taşır. Bunlar dışında biri Kurşunlu köyünün batısında ve diğeri Sızma'nın kuzeybatısında olmak üzere iki ayrı anomali sahası daha bulunmaktadır. Kurşunlu çevresindeki anomali zonu batıdan doğuya doğru sırasıyla Cu, Pb-Zn ve Sb-As zenginleşmeleri ile karakteristik olan bir zonlanma gösterir. Bu durum bir mineralojik zonlanmanın varlığının göstergesi olabilir. Ayrıca Cu, Pb-Zn, As-Sb element birlikteliklerinin farklı jeokimyasal davranış göstermeleri benzer

şekilde bir zonlanmaya yol açabilse de, çalışılan sahanın diğer bölgelerinde görülen farklı faktörlere (element birlikteliklerine) ait anomalilerin genellikle üst üste çakışması, bu yorumun Kurşunlu çevresindeki zonlanmayı açıklayamayacağını göstermektedir. Buna göre, Kurşunlu yöresinde Hg-As-Sb cevherleşmesinin olmadığı Cu ve Pb-Zn zenginleşme zonlarının bulunabileceği düşünülebilir. Sızma'nın kuzeybatısında yer alan diğer saha ise yoğun kuvars damarlarının ve limonitik/hematitik-arjillik alterasyonun bulunduğu bir lokasyon olup, başlıca Cu ve Ag için önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Lâdik-Sızma yöresinde bilinen Hg±Sb cevherleşmelerinin yanısıra, Pb-Zn ve Cu zenginleşmelerinin de bulunabileceği söylenebilir. Kurşunlu köyünün batısı Pb-Zn için, Sızma'nın kuzey batı kesimi ise Cu ve Ag için potansiyel sahalara sahiptir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi aşamasında, kimyasal analizlerin yapılmasındaki katkılarından ötürü Leicester Üniversitesi (İngiltere) öğretim üyelerinden Dr. Charlie J. Moon'a ve teknisyen Nick Marsh'a şükranlarımı sunarım.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akçay, M., 1994, Genesis of the stibnite-cinnabar-scheellite deposits of the Gümüşler area, Niğde, Central Turkey and implications on their gold potential: Ph. D. Thesis, Leicester University, 241 s., England.
- Akçay, M., 1995, Gümüşler (Niğde) yöresi Sb±Hg±W cevherleşmelerinin jeolojik, mineralojik ve altın potansiyeli yönünden incelenmesi: Türkiye Jeoloji Bülteni, 38/2, 23-34.
- Aydın, Y., 1996, Karadağ-Sızma (Konya) yöresindeki mavişist metamorfizmasının kökeni: S. Korkmaz ve M. Akçay (ed.), Jeoloji Müh. Böl. 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, KTÜ-Trabzon, 1, 186-194.
- Barnes, J.W., Nackowski, M.P. ve Bailey, E.H., 1971, Geology and ore deposits of the Sızma-Lâdik mercury district: CENTO, 53 s., Ankara.
- Bayıç, A., 1968, Sızma-Konya metaporfiritleri hakkında: MTA Dergisi, 70, 214-229.
- Büttner, W. ve Saager, R., 1983, Factor analyses of stream sediment data from the vicinity of the Zinc-Lead occurrences of S-Carl (Unterengadine, Switzerland): H.J. Schneider (ed.), Mineral Deposits of the Alps and of the Alpine epoch in Europe, Springer Verlag, Berlin, 231-248.
- Çapan, U.Z., 1981, Statistical Interpretation of results from major element analysis of rocks from five ophiolite

LÂDİK-SIZMA (KONYA) ÇİVA YATAKLARI

- massives along Taurus Belt, Southern Turkey: Yerbilimleri (Bulletin of Institute of Earth Sciences of Hacettepe University), 8, 83-91.
- Çelik, M. ve Arslan, M., 1994. The chemistry of Illite minerals in the vicinity of mercury deposits (Sizma-Konya): Tr. J. of Earth Sciences, 3, 17-23.
- Clifton, H.E., Hunter, R.E., Swanson, F.J. ve Phillips, R.L., 1969, Sample size and meaningful gold analysis: U.S. Geological Survey Professional Paper, 625-C, 27 s.
- Davis, J.C., 1986, Statistics and Data Analysis in Geology, 2nd ed.: John Wiley and Sons, 641 s., New York.
- Fletcher, K. ve Horskey, S., 1988, Determination of gold by cyanlation and graphite furnace atomic absorption spectroscopy: J. Geochem. Explor., 30, 29-34.
- Garrett, R.G., 1989, Thi chi-square plot, a tool for multivariate outlier recognition: J. Geochem. Explor., 32/1-3, 319-342.
- Grunsky, E.C., 1986, Recognition of alteration in volcanic rocks using statistical analysis of lithochemical data: J. Geochem. Explor., 25, 157-183.
- Gumiel, P. ve Arribas, A., 1987, Antimony deposits in the Iberian Peninsula: Economic Geology, 82: 1453-1463.
- Hall, G.E.M., Vaive, J.E., Coope, J.A., ve Weiland, E.F., 1989, Bias in the analysis of geological materialc for gold using current methods: J. Geochem. Explor., 34, 157-171.
- Harris, J.F., 1982, Sampling and analytical requirements for effective use of geochemistry in exploration for gold: A.A. Levinson (Ed.), Precious Metals in Northern Cordillera, The Association of Exploration Geochemists, Canada, 53-67.
- Kaaden, G.V.D., 1964, Konya vilayet Kurşunlu-Ladik sahasındaki zincifre zuhurları hakkında not: M T. A. report no 432 (290).
- Marcotte, D. ve Fox, J.S., 1990, The Schefferville area: multivariate analysis and variography used to enhance interpretation of lake sediment geochemical data: J. Geochem. Explor., 38, 247-263.
- Meier, A.L., 1980, Flameless atomic-absorption determination of gold in geological materials: J. Geochem. Explor., 13, 77-85.
- Özkan, H.M., Akçay, M., Moon, C.J., ve Scott, B.C., 1993, Tabaka bağlı ve fay kontrollü antimonit mineralizasyonunun jenezi, Emirli, Menderes Masifi, (II-mineral Parajenezi, inklüzyonlar ve duraylı izotop çalışmaları): 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı (1993) Bildiri Özleri, 36-37.
- Rombouts, L., 1995, Sampling and statistical evaluation of diamond deposits: J. Geochem Explor., 53/1-3, 351-365.
- Saager, R. ve Sinclair, A.J., 1974, Factor analysis of stream sediment geochemical data from the mount Nansen area, Yukon Territory, Canada: Mineralium Deposita, 9, 243-253.
- Thompson, M. ve Howarth, R.J., 1978, A new approach to the estimation of analytical precision: J. Geochem. Explor., 9, 23-30.
- Turekian, K.T. ve Wedepohl, K.H., 1961, Distribution of elements in some major units of the Earth's crust: Geol. Soc. Amer. Bull., 72, 171-192.
- Tüysüz, N., 1992, Ordu-Ünye-Fatsa-Aybastı yöresindeki altın aramalarına çok değişkenli istatistik yöntemlerinin uygulanması ve jeokimyasal yorumu: Türkiye Jeoloji Bülteni, 35, 141-146.
- Ünlü, T. ve Stendal, H., 1989, Jeokimya verilerinin çok değişkenli jeostatistik analizlerle değerlendirilmesine bir örnek: Divriği bölgesi demir yatakları: MTA Dergisi, 109, 127-140.
- Wiesner, K., 1968, Konya civa yatakları ve bunlar üzerindeki etüdler: MTA Dergisi, 70, 178-214.
- Xu, J., Sun, W. ve Jia, S., 1994, Mineralogical and wall rock alteration at the Jinqingding gold deposit in Jiaodong Peninsula, China: Explor. Mining Geol., 3/1, 1-8.
- Yıldız, M., 1978, Türkiye'de bazı civa madenlerinin oluşum ve mukayesesi: MTA Yayınlan, Ankara.

Makalenin geliş tarihi: 15.11.1996

Makalenin yayma kabul edildiği tarih: 04.10.1997

Received November 15, 1996

Accepted October 04, 1997

