

ÇANGAL METAOFİYOLİTİ DERE KUMU ÖRNEKLERİNİN Cu-Zn JEOKİMYASAL PROSPEKSİYONU: LİNEER DİSKRİMİNANT ANALİZİ

Geochemical prospecting of stream sediments for Cu-Zn from Çangal metaophiolite: Linear discriminant analysis

FUAT YAVUZ İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Bakır-Çinko cevherleşmesi açısından umutlu olarak değerlendirilen Çangal Metaofiyolitinin 60 kilometre karelik bir kesiminde, dere kumu Cu-Zn jeokimyasal prospeksiyonu sonuçları irdelenmiştir.

İnceleme alanı içinde yaygın bir kayaç topluluğu olarak yer alan metalav ve metapelitlerde Cu ve Zn frekans dağılımları konsantrasyon açısından birbirine benzemektedir. Bu iki farklı litoloji içinde söz konusu elementlerin ayrımını belirlemek üzere lineer diskriminant analiz tekniğinin temel prensipleri test istatistiği ile birlikte mevcut verilere uygulanmıştır. Yöntemin, araştırılması yapılan sahada birincil konumdaki elementi ve değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını ortaya koyması açısından, jeolojik gözlemler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT: Stream sediment geochemical prospecting results for Cu and Zn in an area of 60 square kilometers within the Çangal metaophiolite, promising for copper and zinc mineralization were comparatively examined.

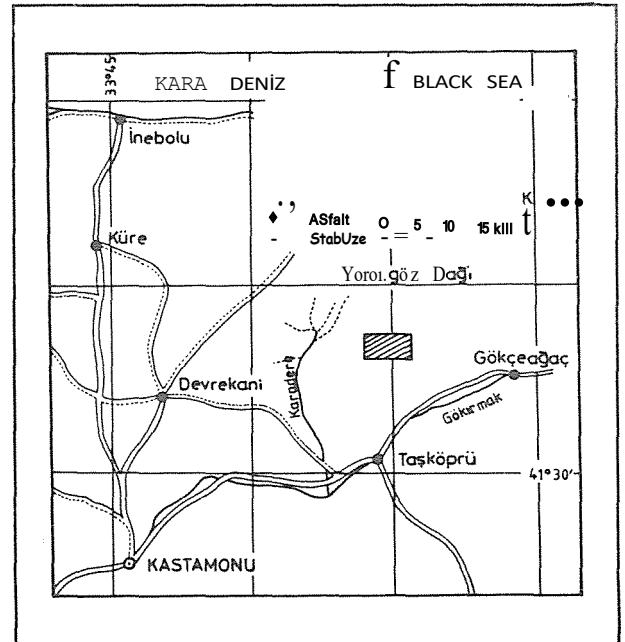
The widespread rock unit found in investigated area are metalavas and metapelites that have similar frequency distributions for concentrations of copper and zinc. In order to separate these elements in the two lithologies, the linear discriminant analysis with its basic principles and test statistics was applied to the present data. It was determined that this technique is harmonious with geological observations particularly indicating the primary element in investigated area and defining the relationships between the variables.

GİRİŞ

Bu makalede, Türkiye'nin Kuzeyinde yer alan ve yaklaşık olarak 600 km² lik bir alanda yayılım gösteren Çangal Metaofiyolitinin, 60 km² lik bir kesiminde gerçekleştirilen dere kumu Cu ve Zn jeokimyasal prospeksiyonuna ait bulgular değerlendirilmiştir. İnceleme alanı, Kastamonu iline bağlı Taşköprü ilçesinin kuzeyinde yer almakta olup (Şekil 1) jeokimyasal prospeksiyon, Kastamonu E32 d2 ve e1 paftalarında yürütülmüştür.

Önceki yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen jeolojik ve jeokimyasal çalışmalar, bölgenin mineralizasyon açısından önemli olabileceğini vurgulamıştır. Yılmaz ve Kırkoğlu (1985) tarafından Çangal Metaofiyoliti Karadere metabazitinde gerçekleştirilen jeokimyasal incelemeler ile bakır ve kobalt anomalilerinin varlığı ortaya konmuştur.

Bölgenin 400 km² lik bir kesiminde, 1/25.000 ölçekli jeokimyasal prospeksiyon, Kırkoğlu (1987) tarafından gerçekleştirilmiştir. Toplanan yaklaşık 500 civarındaki dere kumu örneklerinin, Cu, Zn, Pb, Co ve



Şekil 1: Çalışma alanının bulduru haritası
Figure 1: Location map of the investigated area.

Ni analizleri yapılmış ve sonuçta Co, Ni ve Pb'un 10 ppm'i aşmayan değerler sergilediği belirtilmiştir.

İnceleme yapılan sahada vadi tabanlarının dar, eğimlerinin fazla ve bol su içermeleri nedeniyle dere kumlarının depolanmalarına uygun ortamlar fazla değildir. Toplanan örneklerin 100 mesh'in altındaki bölümleri, nitrik asit ile çözümlenmiş ve atomik absorpsiyon aleti ile bakır ve çinko içerikleri saptanmıştır. Çalışma sahasında yer alan iki ana kayac grubunun yayılım gösterdiği alanlarda, bu iki elementin litolojiye bağlı olarak ayırımı belirlemek amacı ile, çoklu jeokimyasal veri değerlendirme yöntemlerinden biri olan lineer diskriminant analizi tekniğinin analiz sonuçlarına uygulanabilirliği test istatistiği ile birlikte araştırılmıştır.

İNCELEME ALANI VE YAKIN ÇEVRESİNDE YAPILAN ÖNCEKİ JEOLJİK ÇALIŞMALAR

İnceleme alanının batısında yer alan sahanın ayrıntılı jeolojik çalışmaları, Yılmaz (1979) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma, daha önce metamorfik seri olarak anılan kayaların kökenlerini ortaya koyması açısından dikkat çekici olmuştur. Yılmaz (1979), metamorfizmaya uğramış mafik ultramafik kayalar ile bunları dayklar şeklinde kesen lökokrat metaporfiritleri Çangal Metaofiyoliti adı altında toplamıştır. Bu birim litolojik olarak serpantin, metagabro, metadiyabaz ve dasitik-rijodasitik dayklardan oluşmaktadır.

Çalışma alanı ve çevresindeki ultramafik topluluk, Yılmaz ve Tüysüz (1984) ile Tüysüz tarafından (1985) Elekdağ Metaofiyoliti olarak isimlendirilmiştir. Yazarlara göre, metaofiyolit topluluğun lav-çökel dizisinden ibaret olan ve bu ofiyolitin Küre Grubu olarak anılan bi-

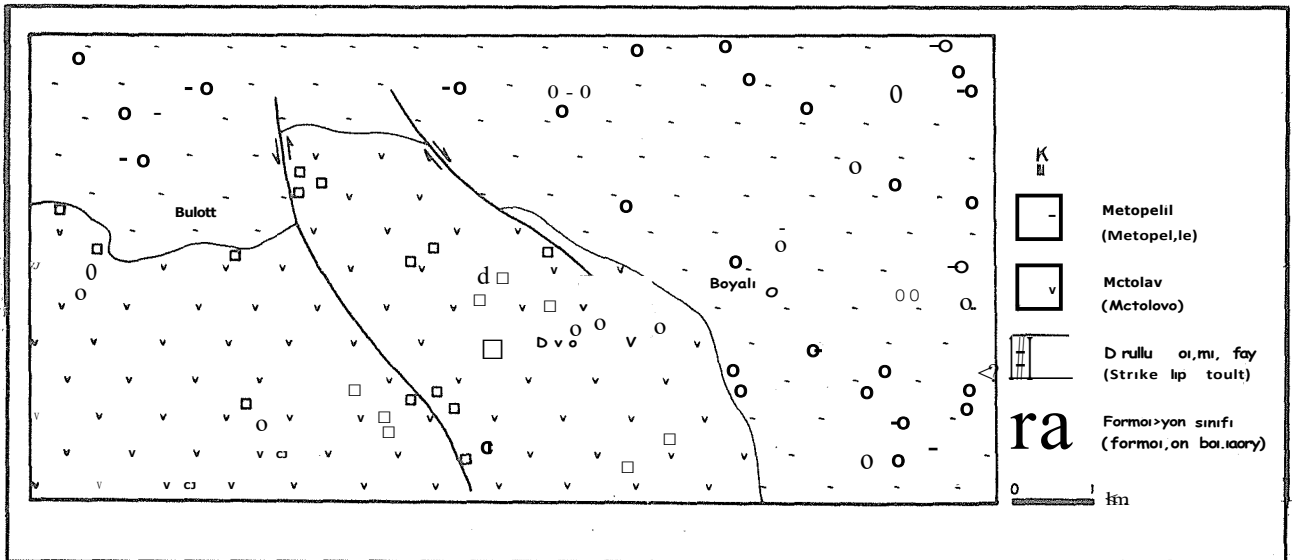
rimleri, Çangal Dağ ile Küre ilçesi civarında yayılım göstermektedir. Yılmaz ve Tüysüz (1984), Tüysüz (1985) ve Yılmaz ve Şengör (1985) metamorfizma etkilerinin göz ardı edilmesi durumunda Çangal Dağ ile Küre istiflerinin birbirine çok benzediğini ifade etmişler ve bölgesel konumları açısından da bu iki istifin birbirlerinin doğal devamı niteliğinde olduğunu vurgulamışlardır.

İnceleme alanında metapelit ve metalav olmak üzere başlıca iki kayac grubu bulunmaktadır (Şekil 2). Metalav olarak adlandırılan grup, yaygın olarak metadiyabaz ve metaspilitten oluşmuştur. İnce taneli ve açık yeşil renkli metadiyabazlar, masif görümlü olup yer yer metaspilitler içinde pozitif yükseltler sergilemektedir. Yaygın bir alterasyona maruz kalan metadiyabaz ve metaspilitlerde izlenen başlıca mineral parajenezleri:

Albit+aktinolit/tremolit+klorit+kuvars+kalsit
Albit+aktinolit/tre.+klinozoyisit+klorit+kuvars + kalsit
+lökokszen
Albit+aktinolit / tre.+epidot+klorit+kalsit+kuvars+
lökokszen
Klorit+albit+kuvars+kalsit'tir (Kırıkoğlu, 1987).

Metapelit olarak anılan kayalar, çalışma sahasının kuzey ve doğu kesiminde yer alır. Metapelitler, iyi yapraklanma sergileyen, bol kuvars mercekli, makro ve mikro kıvrımlı koyu gri renkli kayalardır. Bu özellikleri ile diğer kayalardan kolaylıkla ayırt edilirler. Metapelitlerde izlenen başlıca mineral parajenezleri:

Muskovit+albit+klorit+kuvars
Muskovit+epidot+albit+klorit+kuvars
Serisit+albit+klorit+kuvars'tır (Kırıkoğlu, 1987).



Şekil 2: İnceleme alanının dere kumu örnekleme ve jeoloji haritası (Kırıkoğlu, 1987'den derlenmiştir).

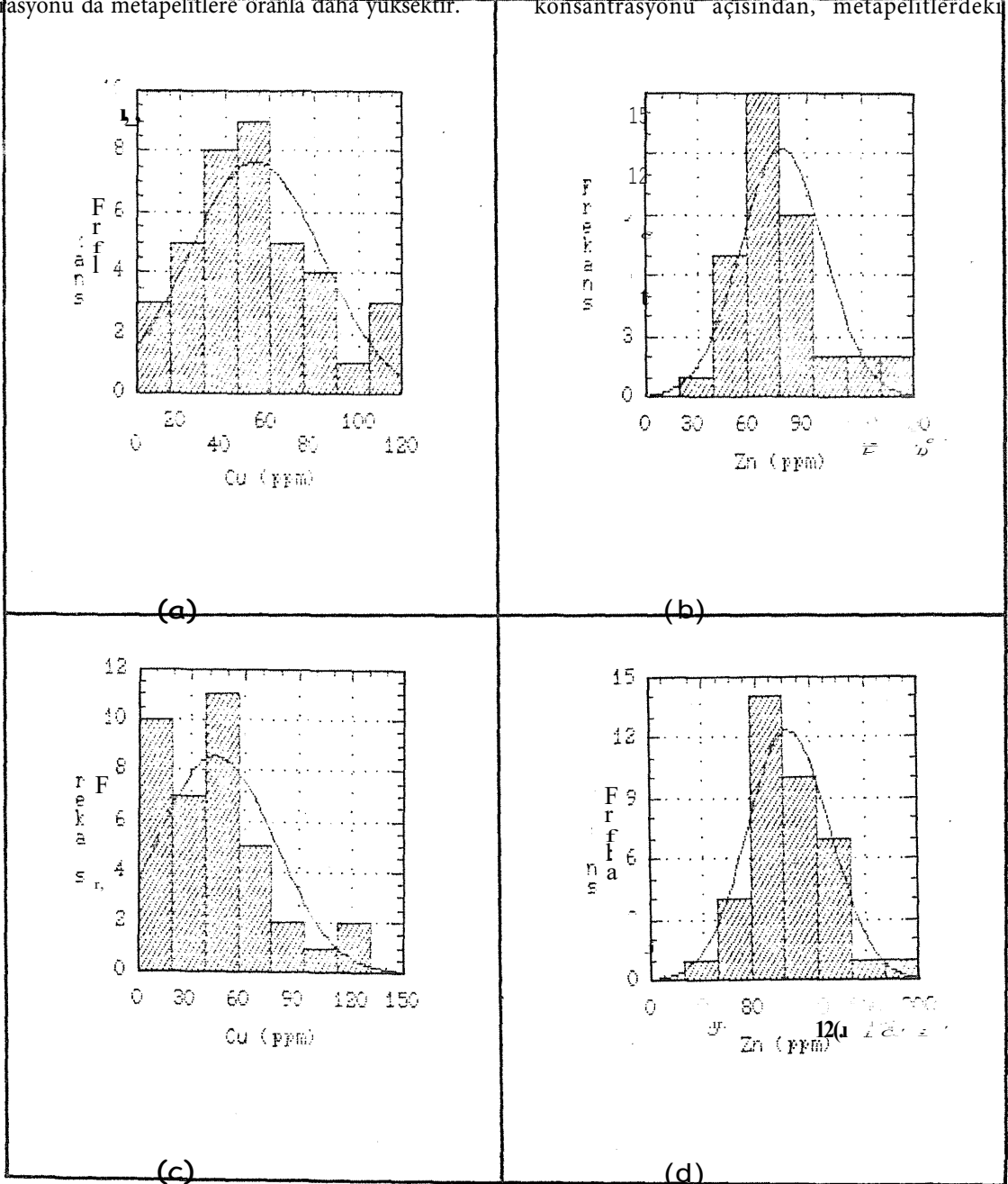
Figure 2: Stream sediment sampling and geological map of investigated area (Compiled from Kırıkoğlu, 1987).

METALAV VE METAPELİTLERDE BAKIR VE ÇİNKONUN FREKANS DAĞILIMI

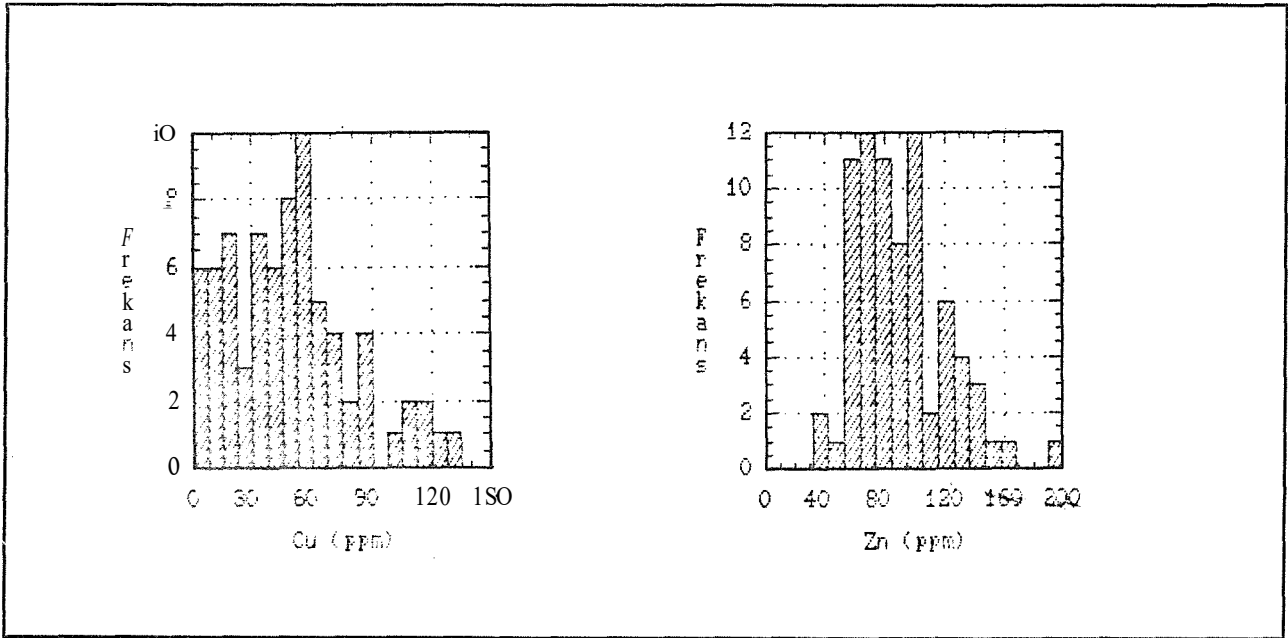
Metalav ve metapelitli sahalardan toplanan 38 er adet dere kumu örneklerinin bakır ve çinko değerlerine ait frekans dağılımları Şekil 3'de gösterilmiştir. Çinkonun dağılımı her iki grup içinde belirgin bir değişiklik sergilememektedir. Ancak elementlerin konsantrasyonu, metapelitlere oranla metalavlarda daha fazladır. Bakır, metalavlarda daha belirgin bir lognormalite göstermekte olup konsantrasyonu da metapelitlere oranla daha yüksektir.

Diskriminant analizi için değerlendirilen toplam 76 örneğin histogramları Şekil 4'de gösterilmiştir. Her iki grupta yer alan bakır ve çinkoya ait diğer istatistiksel değerlendirmeler toplu olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelgedeki medyan değerleri, gruplandırılmış bir veri setinden hesaplama yoluyla elde edilen sonuçları ifade etmektedir.

Metapelit ve metalavlarda bakırın popülasyonları hemen hemen üst üste gelirken çinkoda durum bir miktar farklıdır. Metalavlardaki örneklerin % 90'ı, çinko konsantrasyonu açısından, metapelitlerdeki çinko



Şekil 3: Metapelit (a, b) ve metalavlarda (c, d) bakır ve çinko için frekans dağılımı.
Figure 3: Frequency distribution of copper and zinc in metapelites (a, b) and metalavas (c, d).



Şekil 4: İnceleme alanında bakır ve çinkonun frekans dağılımı (n = 76).

Figure 4: Frequency distribution of copper and zinc in investigation area (n = 76).

değerlerinin frekans dağılımları içinde yer almaktadır. Bu iki farklı grup içinde bakır ve çinkonun nasıl bir ilişki sergilediğini araştırmak amacıyla verile e, çoklu jeokimyasal değişkenlerin bir arada değerlendirildiği etkin yöntemlerden biri olan, lineer diskriminant analizi tekniği uygulanmıştır.

LİNEER DİSKRİMİNANT ANALİZİ

Genel

Diskriminant analizi, yerbilimlerinde oldukça yaygın bir şekilde kullanılan bir tür çoklu veri değerlendirme yöntemidir. Bu metod, işleme tabi tutulan değişkenlerin ölçüm değerlerini dikkate alır ve birbirlerinden farklılığı olan popülasyon gruplarını, etkin bir istatistiksel yöntem ile sınıflandırır. Gruplar içindeki her bir değişkenin önemini yada varyansı diskriminant fonksiyonu için önem arz eder.

Bir sahada yapılan değerlendirmeler ile diskriminant fonksiyonu doğru bir şekilde tanımlandığı zaman, hangi gruba ait olduğu bilinmeyen çeşitli örnek değerlerinin bu fonksiyonda yerine konması ile konumu belirlenebilir. Bu tür problemler için geliştirilmiş çok sayıda diskriminant analizi tekniği mevcuttur (Cacoullos ve Styan, 1973; Duda ve Hart, 1973; Meisel, 1972). Ancak bunlar arasında en yaygın kullanım alanı bulan, lineer diskriminant analizidir.

Basit bir lineer diskriminant fonksiyonu, örneklere ait orijinal ölçüm değerlerini diskriminant skorlarına dönüştürür. Söz konusu skorlar ya da dönüştürülmüş

değişkenler, bir hat boyunca lineer diskriminant fonksiyonu tarafından tanımlanmış örneklerin konumunu açıklar (Davis, 1986). Chapman (1975), diskriminant skorlarının uzaysal dağılımlarının, haritalanabilir değerler olduğunu belirtmiştir.

Lineer diskriminant analizi, m tane değişkeni olan iki grubu, çoklu uzayda iki kümeden oluşan noktalar olarak dikkate alır. Bu iki kümenin birbirlerinden en fazla ayrılma sunduğu bir yönün saptanmış olması, yöntemin başlıca amaçları arasında yer alır. Lineer diskriminant analizi ile ilişkili hesaplamalar, QUICKBASIC dili kullanılarak yazılan LINDISK programı ile yürütülmüştür.

Değerlendirilme	Metapelit		Hıtalıv	
	Cu	Zn	Cu	Zn
Veri	30	38	38	41
Minimum	2	1	1	40
MaYıl nem	100	100	100	100
ür i etim-3	53.30	100	43.30	100
Hıtalıv-yan	50	70	50	100
St atimdar t Sıam"l	20.10	100	33.17	100
Kovaryans (Cu-Zn)	272.33		Kovaryans (Cu-Zn)	-0.70
Kor. Kal. t Cu-Zn	0.30		y... Kıt. ((-11-11)	-0.017
Kovaryans (Cu-Cu)	144.04		Kovaryans. (/11-11)	eIII, ...
Kur. Kal. (Cu-Cu)	0.140		r... Kal. </1,-/1,1	0-100

Çizelge 1: Metalav ve metapelitlerde bazı istatistiksel değerlendirmeler.

Table 1: Some statistical evaluations in metalavas and metapelites.

Teori

Literatürde, diskriminant fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan çok sayıda yöntem vardır. Verilerin adım adım değerlendirilmesinde, izlenecek işlemin anlaşılır olması açısından Davis'in (1986) izlediği hesaplama tekniği, bu çalışmada temel olarak alınmıştır.

Lineer diskriminant fonksiyonu, matris notasyonunda izleyen (1) numaralı eşitliğin çözülmesinden elde edilir.

$$[Sp^2] * [0] = [D] \tag{1}$$

Burada, $[Sp^2] = m$ tane değişkene sahip iki örnek grubunun $m*m$ lik ortaklaşa varyans ve kovaryans matrisini,

$[0] =$ diskriminant eşitliğinin katsayılar vektörünü ve

$[D] =$ iki grubun ortalamaları arasındaki m tane farklılığa ait vektörü ifade eder.

Bu eşitlikteki bilinmeyenler $(0n)$, ortaklaşa varyans ve kovaryans matrisinin tersinin alınıp ortalama fark vektörü ile çarpılması sonucu (2) numaralı eşitlikten bulunur.

$$[Ø] = [Sp^2]^{-1} * [D] \tag{2}$$

Ortalama farklar, basit bir şekliyle (3) numaralı eşitlikten hesaplanır.

$$D_j = \bar{A}_j - \bar{B}_j = \frac{\sum_{i=1}^{na} A_{ij}}{na} - \frac{\sum_{i=1}^{nb} B_{ij}}{nb} \tag{3}$$

Bu eşitlikte A_{ij} , A grubundaki j . inci değişkene aiti. inci gözlemi, naise o gözleme ait veri sayısını ifade eder.

Ortaklaşa varyans ve kovaryans matrisini oluşturmak için A ve B grubundaki tüm değişkenler için kareler toplamının belirlenmesi gerekir. A grubundaki değişkenler için bu değerler izleyen (4) numaralı eşitlikten saptanır.

$$SPA_{jk} = 2, (A_{ij} A_{ik}) - \frac{\sum_{i=1}^{n1} A_{ij} \sum_{i=1}^{na} A_{ik}}{na} \tag{4}$$

Burada $A_{ij} =$ A grubundaki j değişkenine ait i . inci gözlemi,

$A_{ik} =$ aynı gruptaki k değişkenine ait i .inci gözlemi ifade eder.

Benzer şekilde, B grubunun kareler toplamı izleyen biçimde yazılır.

$$SPB_{jk} = \sum (B_{ij} B_{ik}) - \frac{\sum_{i=1}^{nb} B_{ij} \sum_{i=1}^{nb} B_{ik}}{nb} \tag{5}$$

Değişkenlere ait kareler toplamının belirlenmesinden sonra elde edilen değerler, izleyen ortaklaşa varyans matrisi formunda, (6) numaralı eşitlikte gösterilir.

$$[Sp^2] = \frac{[SPA] + [SPB]}{na + nb - 2} \tag{6}$$

Bu matrisin tersini alıp ortalama fark vektörü ile çarptığımızda, lineer diskriminant fonksiyonundaki bilinmeyenlerin $(0n)$ değerleri hesaplanmış olur. İki gruba ait iki değişken için bu fonksiyon (7) numaralı eşitlikte gösterilmiştir.

$$Z = Ø_1 * Φ_1 + Ø_2 * Φ_2 \tag{7}$$

Eşitlikteki $Ø_1$ ve $Ø_2$ iki grup içindeki orta noktaların ortalama değerlerini ifade eder. Saptanan değerlerin diskriminant fonksiyonunda yerine konması ile R_0 olarak gösterilen diskriminant indeksi belirlenmiş olur. Bu indeks, A ve B grubunun merkezleri arasındaki orta noktaya karşılık gelir. Grup A'nın ve B'nin çoklu ortalamalarını diskriminant fonksiyonunda yerine koyduğumuzda, sırasıyla A ve B grubunun diskriminant fonksiyonundaki merkezleri RA, RB 'yi saptamış oluruz.

Bu merkezlerin herbirinin diskriminant indeksinden mutlak farkı, birbirine eşit olmalıdır. Diskriminant eşitliği A ve B grubunun merkezleri arasında diskriminant indeksinden geçen lineer bir doğrunun fonksiyonu olarak da ifade edilebilir.

Test İstatistiği

Diskriminant fonksiyonunda kullanılan verilerin doğası hakkında bazı genellemeler yapılmak isteniyorsa, iki grup arasındaki ayrılımin önemi test edilebilir. Ancak grupların çoklu ortalamalarının birbirlerinden farklılığına dayanan bu tür hesaplamalarda, bazı kabuller yapılır. Kabul edilen kıstaslar arasında doğruluğu tartışılır olanlar, her iki gruba ait gözlemlerin eşdeğer olasılığa ve varyans-kovaryans matrisine sahip olması gösterilebilir (Davis, 1986; Howarth, 1983).

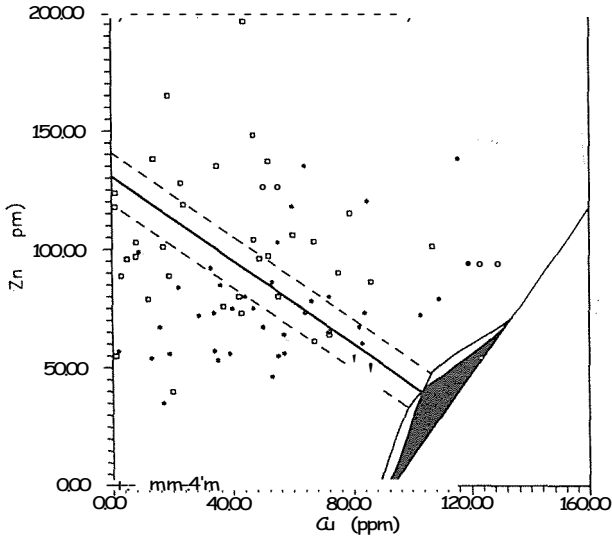
Farklı iki gruba test istatistiği uygulanmasında ilk adım, bunlar arasındaki farklılığı ve ayrılımi ölçmektir. Bu işlem, grupların çoklu ortalamalarının veya merkezlerinin arasındaki uzaklığı hesaplamak ile gerçekleştirilir. İki çoklu grubun ortalaması arasındaki söz konusu uzaklığa "Mahalonobis uzaklığı" denir ve izleyen (8) numaralı eşitlikten saptanır.

dekse göre ayırabilmektedir. Diğer bir ifade ile metapelitlerdeki popülasyonun % 37'si metalavlardaki popülasyonun içinde yer almaktadır. Bu değerler ile, farklı iki popülasyonun mevcut olduğunu, ancak bunların birbirlerinden ortalama olarak % 60 oranında ayrılabilirliğini söylemek olasıdır. Grupların bu şekildeki sınıflandırılmasını, onların grup ortalamalarını dikkate alan F-testi değerlendirmelerine göre belirlemek, istatistiksel olarak Mahalonobis uzaklığı kadar önem arz eder. Buna göre $v_1=2$ ve $v_2=73$ serbestlik derecelerine göre saptanan $F_h=11.15$ dir. Öte taraftan % 95 güvenlik düzeyinde $F_{\alpha,0.05,2,73}=3.17$ dir. $F_h > F_{\alpha}$ olduğundan, her iki grup aynı çuklu ortalamaya sahip değildir ve dolayısıyla Çizelge 2'de belirtildiği üzere hipotez geçersizdir. Diğer bir deyim ile, % 95 güvenlik düzeyinde, söz konusu grupların ortalama değerlerinin, farklı iki popülasyonu işaret ettiği kabul edilebilir.

Diskriminant fonksiyonu katsayılarının nicel büyüklükleri ile diskriminasyon arasında ilişki kuran Amick ve Walberg'e (1975) göre izleyen genellemeler yapılabilir:

"Bir diskriminant fonksiyonunda katsayılar pozitif olarak arttıkça, örneklerin gruba dahil olma olasılıkları da o oranda artış kaydeder. Katsayıların negatif olması durumunda, münferit örneklerin daha yüksek değerleri için gruba dahil olma şansları da o oranda azalır. Değişkenlere ait katsayıların sıfıra yakın değerlere sahip olması durumunda ise iyi bir diskriminasyondan bahsetmek olası değildir."

Bu değerlendirmelerin ışığı altında denebilir ki bakır, pozitif diskriminasyon katsayısı ile mevcut gruplar içinde ayrılabilir. Ancak bu değerlerin sıfıra yakın



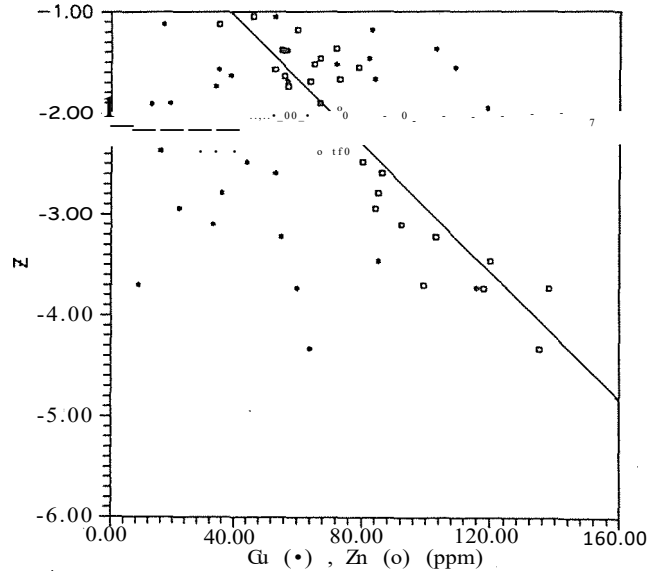
Şekil 5 Metalav ve metapelitlerde bakır ve çinkonun diskriminasyonu.

Figure 5: Discrimination between copper and zinc in metalavas and metapelites.

olması, söz konusu olayın kesin sınırlar içinde cereyan etmediğini ortaya koyar. Öte taraftan negatif diskriminant katsayısı ile çinkonun ayrılmasının zayıf olduğu ifade edilebilir.

Şekil 6'da metapelitlerin yaygın olduğu alanlardaki derelerden alınan sediman örneklerinin orijinal bakır ve çinko değerlerine karşılık gelen skorlar gösterilmiştir. Burada bakır değerleri ile skorlar arasında olağan bir saçınma rağmen az da olsa pozitif bir gidiş vardır. Bu iki değişkenin korelasyon katsayısı $r=0.069$, lineer regresyon eşitliği ise $Z = -2.3104 + 0.0019 Cu$ dir. inceleminin yapıldığı metapelitli sahalarda, yer yer metalavlara rastlanmaktadır. Özellikle Boyalı civarında yüzeylenen metapelitler içinde metalavlar yaygın bir alterasyonla ikincil bakır minerallerini (malahit, azurit) içermektedir. Bakırın söz konusu sahada skorlar ile pozitif seyr göstermesi, bu kesimlerden alınan örneklerin cevherleşme ve olası kirlenmeden etkilenmiş olduğunu gösterebilir. Çinkoda ise $Z = 0.2043 - 0.0316 Zn$ ve $r = -0.889$ korelasyon katsayısı ile tam bir negatif gidiş vardır. Bunun nedeni, diskriminant fonksiyonunda çinkonun negatif katsayıya sahip olması ve muhtemelen bu bölgedeki kayaların bakıra oranla son derece az oranda çinko mineralleri içermiş olması düşünülebilir.

Şekil 7'de metalavların yaygın olduğu alanlardaki derelerden toplanan sediman örneklerinin orijinal bakır ve çinko değerlerine karşılık skorlar gösterilmiştir. Şekil 6 ile karşılaştırıldığında metalavlarda orijinal bakır ile skor değerleri arasında belirgin bir pozitif ilişkinin $Z = -4.119 + 0.016 Cu$ lineer regresyon ve $r = 0.4233$ kore-



Şekil 6: Metapelitlerde bakır ve çinkoya karşılık çizilen diskriminant skorları ve lineer regresyon doğruları

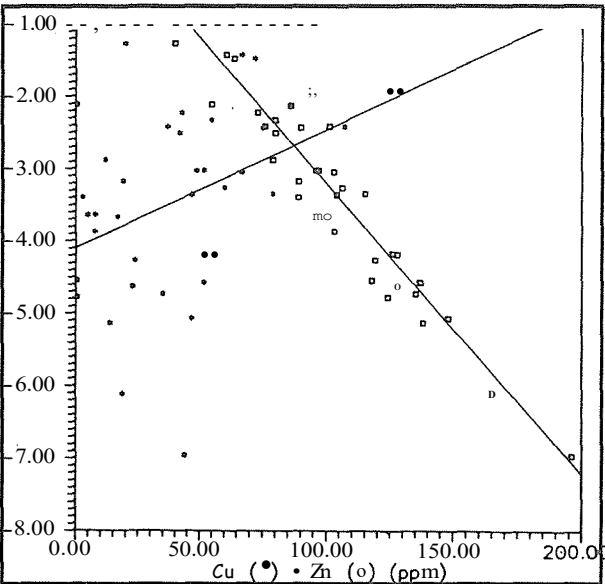
Figure 6: Plot of discriminant scores versus copper and zinc in metapelites with linear regressions.

lasyonla mevcut olduğu ortaya çıkar. Bunun nedeni, bakırın diskriminant fonksiyonunda pozitif bir katsayıya sahip olması ve mevcut kayalar tarafından içerilmesi gösterilebilir. Öte taraftan çinko, metapelitlere oranla daha yüksek bir negatif korelasyon sergilemektedir. Bu iki değişken arasındaki regresyon doğrusu $Z = 0.7217 - 0.398 \text{ Zn}$, korelasyon katsayısı ise $r = 0.9361$ dir.

Saenz ve Pingitore (1989), hidrokarbonlarda yürüttükleri organik jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında üretken ve kısır yapıları, lineer diskriminant tekniğine göre belirlemişlerdir. Araştırmacılar, pozitif gidiş gösteren diskriminant fonksiyonlarının üretken ortamları yansıttığını ifade etmişlerdir. Metapelit ve metalavlardaki diskriminant fonksiyonu skorları Şekil 8'de gösterilmiştir. Burada her iki gruba ait diskriminant fonksiyonu skorlarında $Z_L = -2.066 + 0.602 Z_p$ regresyonu ve $r = 0.381$ korelasyon katsayısı ile pozitif bir ilişki vardır. Metalavlarda skorlar, metapelitlere oranla daha fazla saçınım sergilemekte olup sahanın cevherleşme açısından umut verici olduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Çangal Metaofiyolitinde, metapelit ve metalav olmak üzere iki farklı kayaç grubunun yayılım gösterdiği sahada, önceki yıllarda yapılan jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları yörelin bakır ve çinko mineralizasyonu açısından umutlu olabileceğini göstermiştir. Test amacı ile Bulak ve Boyalı civarından toplanan 100 civarındaki dere kumu örneği, alındığı litolojiye göre



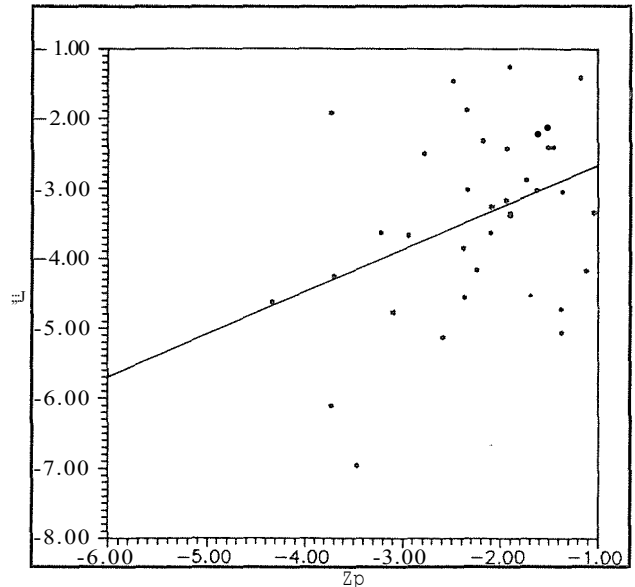
Şekil 7: Metalavlarda bakır ve çinkoya karşılık çizilen diskriminant skorları ve lineer regresyon doğruları.

Figure 7: Plot of discriminant scores versus copper and zinc in metalavas with linear regressions.

gruplandırılmış ve bakır ile çinko içeriğine göre analiz edilmiştir. Düzensiz değişmelerin izlendiği yüksek konsantrasyon değerlerinin elimine edilmesi ile toplam 76 örnek, ait olduğu kayaç grubu içinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Bu çalışmanın kapsamında değerlendirilen analiz sonuçlarına ait bulguları, izleyen başlıklar altında özetleyebiliriz.

- Metapelitlerin yer aldığı sahada bakır ile çinko arasındaki korelasyon $r = 0.30$ dir. Bu değer ilişki açısından önemli bir katsayı olmamakla beraber iki elementin söz konusu litoloji içinde pozitif bir gidiş içinde olduğunu işaret eder.
- Metalavlarda buiki değişken arasındaki korelasyon katsayısı $r = -0.077$ dir. Neredeyse sifıra yakın olan bu değer, metalavlarda bakır ve çinko arasında ilişki olmadığını ortaya koyar.
- Metapelitlerde bakır, hissedilir bir pozitif asimetriye sahipken çinko, hemen hemen normale yakın bir dağılım karakteri göstermektedir.
- Bakıra oranla çözünürlüğü daha fazla olan çinko, metalavlarda da normal bir dağılım seyri içindedir. Bakırın frekans dağılımı bu birim içinde belirgin bir pozitif asimetri sergilemektedir.
- Elementlerin konsantrasyonları dikkate alındığında çinkonun ve bakırın metalavlarda daha yüksek değerler sergilediği görülür.
- Popülasyonları açısından metalav ve metapelitlerde bakır değerleri birbirlerini üzerlemektedir. Çinkoda durum bir miktar farklı olmakla beraber belirgin bir üst üste gelme yine de mevcuttur. her iki elementin, söz konusu kayaçların yayılım gösterdiği alanlardaki



Şekil 8: Metapelitlere karşılık metalavlardaki diskriminant fonksiyonu skorları.

Figure 8: Plot of discriminant function scores in metalavas versus metapelites.

konsantrasyonunu ayırabilmek için, lineer disksimant analizinin uygulanabilirliği araştırılmıştır.

- g) Verilerin değerlendirilmesiyle metalav ve metapelitlerdeki bakır ile çinkonun $K = 55^\circ B$ doğrultusunda, $Z = 0.013 Cu - 0.038 Zn$ diskriminasyon doğrusu ile maksimum bir şekilde ayrıldığı görülmüştür. Bu doğru metalavlardaki örneklerin %55'ni, metapelitlerdeki örneklerin ise % 63'nü merkezi indekse göre ayırabilmektedir.
- h) % 95 güvenlik düzeyinde, metalav ve metapelitlerde iki farklı popülasyonun varlığı F-testi istatistiği ile ortaya çıkmaktadır.
- i) Diskriminasyon katsayısının nicel değeri dikkate alındığı zaman, bakırın pozitif diskriminasyon katsayısına sahip olması, birincil konumdaki element olduğunu da aynı zamanda ifade eder. Ancak sıfıra yakın bir değer ile bu iki litoloji içinde iyi bir şekilde ayıramayacağını gösterir. Öte taraftan çinko, negatif diskriminasyon katsayısı ile ikincil konumda bir elementtir.
- j) Metapelitlerin egemen olduğu alanlarda bakır değerleri ve diskriminant skorları arasında sıfıra yakın bir korelasyon katsayısı ($r = 0.069$) ile pozitif gidüş vardır. Metapelitlerin içinde yer yer yüzeylenen metalavların ve kirlenmenin böylesi bir sonuçta etkili olduğu düşünülebilir. Çinko ile skorlar arasındaki negatif bir korelasyonun bulunması, diskriminant fonksiyonunda bu elementin negatif değer kazanmasından kaynaklanmaktadır.
- k) Metalavların egemen olduğu yerlerden toplanan örneklerin bakır değerleri ile diskriminant skorları arasında metapelitlere oranla belirgin bir pozitif korelasyon ($r = 0.42$) söz konusudur. Bunun nedeni, bakırın metalavlara bağlı olması ve dolayısıyla da pozitif diskriminasyon katsayısı sergilemesidir.
- l) Metapelit ve metalavlarda diskriminant fonksiyonlarını karşılıklı olarak ilişkilendirildiğinde, $r = 0.38$ korelasyon katsayısı ile pozitif bir trendin varlığı ortaya çıkar. Bu tür bir ilişkilendirme ile araştırılması yapılan sahanın cevherleşme açısından umutlu olup olmadığı hakkında bilgi edinilebilir. Denebilir ki, hissedilir bir saçınımına rağmen inceleme alanı, özellikle bakır açısından umutlu görülmektedir.

- Amick, D.J. ve Walberg, H.J., 1975. Introductory Multivariate Analysis: McCutchan Publishing Corporation, Berkeley, 301 s.
- Cacoullou, T. ve Styau, G.P.H., 1973. A Bibliography of Discriminant Analysis: In: T. Cacoullou (Ed.). Discriminant Analysis and Applications, Academic Press, 375-434 s.
- Clapman, R.P., 1975. Data Processing Requirements and Visual Representation for Stream Sediment Exploration Geochemistry Surveys: J. Geochem. Explor., 5, 409-423 p.
- Davis, J.C., 1986. Statistics and Data Analysis in Geology: Second Edition, John Wiley and Sons, 646 s.
- Duda, R.O. ve Hart, P.E., 1973. Pattern Classification and Scene Analysis: John Wiley and Sons, 482 s.
- Howarth R.J., 1983. Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting: Elsevier Scientific Publishing Company, 437 s.
- Kırkoğlu, M.S., 1987. Çangal Metaofiyolitinin Jeokimyasal Prospeksiyonu: İTÜ YBKK Uyg-Ar Araştırma Projesi, 129 s.
- Meisel, W.S., 1972. Computer-Oriented Approaches to Pattern Recognition: Academic Press, New York, 250 s.
- Saenz, G. ve Pingitore, N.E., 1989. Surface Organic Geochemical Prospecting for Hydrocarbons: Multivariate Analysis: J. Geochem. Explor., 34, 337-349 s.
- Tüysüz, O., 1985. Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırıldı ve Araştırılması: İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doktora tezi, 431 s.
- Yılmaz, O., 1979. Daday-Devrekani Masifi Kuzeydoğu Kesimi Metamorfileri: H.Ü. Yerbilimleri Enstitüsü, Doçentlik Tezi, 234 s.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O., 1984. Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi: MTA Raporu, 275 s.
- Yılmaz, O. ve Kırkoğlu, M.S., 1985. Çangal Metaofiyoliti Karadere Metabazitindeki Cu, Co, Zn, Cr ve Ni Anomalileri: Türkiye Jeoloji Kur. Bül., 28, 159-166 S.
- Yılmaz, Y. ve Şengör, A.M.C., 1985. paleo-tethyan Ophiolites in Northern Turkey: Petrology and Tectonic Setting: Ofioliti, 10(2/3), 485-504 s.

U

O

+

U

S

+

+

⊖

U

+

+

⊖

+

+