

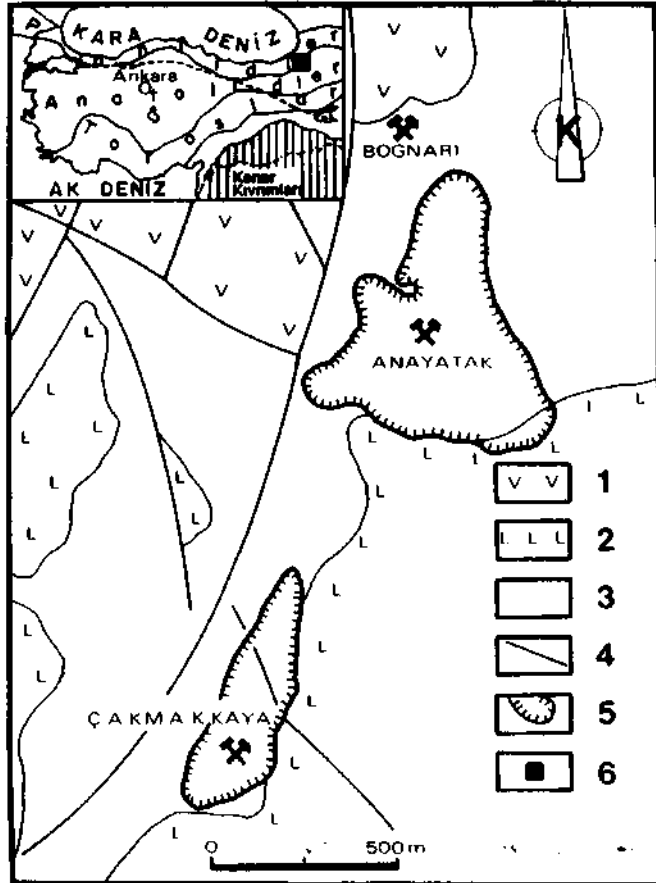
DOĞU KARADENİZ METALOJENİK KUŞAĞINDA BULUNAN VOLKANOJENİK KÖKENLİ MURGULBAKIR YATAĞININ JEOKİMYASAL ÖNEMLİ İNDİKATÖR ELEMENTLERİ

Nevzat ÖZGÜR* ve Carlos M. PALACIOS**

ÖZ. - Volkanojenik kökenli Murgul bakır yatağında F, Ti, Mn, Cu, Au ve nadir toprak elementlerinin (NTE) davranışları ile ilgili olarak yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucu adı geçen elementlerden Ti, Mn ve NTE yoğun hidrotermal alterasyona uğramış kayalarda önemli azalma değerleri göstermektedir. Buna karşın F, Cu ve Au cevherleşme alanında yüksek anomali değerleri vermektedirler. Böylece F, Ti ve Mn elementlerinin Doğu Karadeniz metalojenik kuşağında örtülü cevher yatakları prospeksiyonunda önemli indikatör element olarak kullanılabilineceğini önermekteyiz.

GİRİŞ

Volkanojenik kökenli Murgul bakır yatağı Türkiye'nin en büyük bakır yataklarından biridir (Şek. 1). Açık ocak olarak işletilen maden yatağı Murgul ilçesinin 7 km güneydoğusunda bulunmaktadır. Alan, çok sayıda alıcalı metal cevherleşmesinin yer aldığı Doğu Karadeniz metalojenik kuşağı içinde bulunmaktadır (Çağatay ve Böyle, 1977, 1980; Akın, 1979; Akıncı, 1980; Dieterle, 1986). Adı geçen Doğu Karadeniz metalojenik kuşağı en azından örtülü cevher yataklarının prospeksiyonu için etraflıca araştırılmamıştır.



Şek. 1 - Murgul yatağının jeoloji haritası.

1 - Üst Kretase andezitik lav akıntuları; 2 - Tavan bloku felsik volkanikleri; 3 - Piroklastik ana kayalar; 4 - Ana faylar, genel olarak dikey hareketli; 5 - Açık ocakların sınırları (1983); 6 - Çalışılan alan.

* Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik der Freien Universität Berlin, Wichemstr. 16,1000 Berlin 33, FRG.

** Depto. Geologia, Univ. de Chile, P.O. Box 13518, Correo 21. Santiago, Chile.

1- İlk devre Jura ve Üst Kretase yaşları arasında oluşan bir volkanik yığılımı içermektedir. Bu, ilk önce bazaltik başlayıp daha sonra volkanizma ilerledikçe orta ve üst kısımlarında felsik lav akıntıları ve kalın piroklastiklere doğru değişen bir dizilim ile temsil edilmektedir.

2- İkinci devre, çok az denizel Sedimentlerin arakatlı olduğu volkanik breşler ve tüflerle başlayıp, bunun üzerine andezitik ve riolitik lav akıntıları gelmekte ve en üstte Üst Kretase yaşlı (Mestrihtiyen) kireçtaşları bulunmaktadır.

3- En son devre, Tersiyer volkanik faaliyeti temsil eden andezitik ve bazaltik lav akıntıları ile örtülmüş olan bir Paleosen yaşlı temel denizel Sedimentlerin dizilimini içermektedir.

Murgul Cu yatağı ilk volkanik devrenin en üst kısmı ile ilişkili olup, 250 m kalınlığında felsik piroklastik bir dizilimle birlikte bulunmaktadır. Yatağın üst kısmı, denizel çökellerden oluşan ince bir seviye ile belirlenmektedir (Sawa ve Sawamura, 1970; Mado, 1972; Buser ve Cvetic, 1973) ve yoğun şekilde bir aşınma ve ayrışma ile karakterize edilmiş durumdadır (özgür, 1985). Bu dizilim 200-500 m kalınlığındaki steril felsik volkanitlerle örtülmüştür. Piroklastik dizilimdeki cevherleşme yaşı, paleontolojik gözlemlere göre (Buser ve Cvetic, 1973) Mestrihtiyen öncesidir.

MURGUL CEVHER YATAĞI

Murgul yatağı aynı volkanik birimde yerleşen en az iki önemli cevher kütesini (Anayatak ve Çakmakaya; Şek. 1) içermekte olup, bunlar yaklaşık 500 m lik mesafeye kadar yatay olarak yaygınlık göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalar (Sawa ve Sawamura, 1970; Mado, 1972), gözlemlerimiz ve sondaj verilerinin yorumlarına göre, bu iki cevher kütesindeki cevherleşmeler tamamen aynı özellikleri göstermektedir. "Anayatak" cevher yatağının üst bölümünün Mado (1972) tarafından aşınma ürünü olarak yorumlanan, üçüncü küçük (önemsiz) cevher yatağı Bognari yakın geçmişte üretime geçmiştir (Şek. 1). Sülfid cevherleşmesi olarak bu iki yatak da çoğunlukla pirit ve az miktarda kalkopirit içermektedir. Az miktarda galen, sfalerit ve fahlerz mineralleri yalnız yersel olarak oluşmaktadır. Ayrıca mikrosende analizleri ile çok az miktarda aikinit, hessit, tetradimit, klaustalit ve serbest altının varlığı saptanmıştır (Willgallis ve diğerleri, 1989).

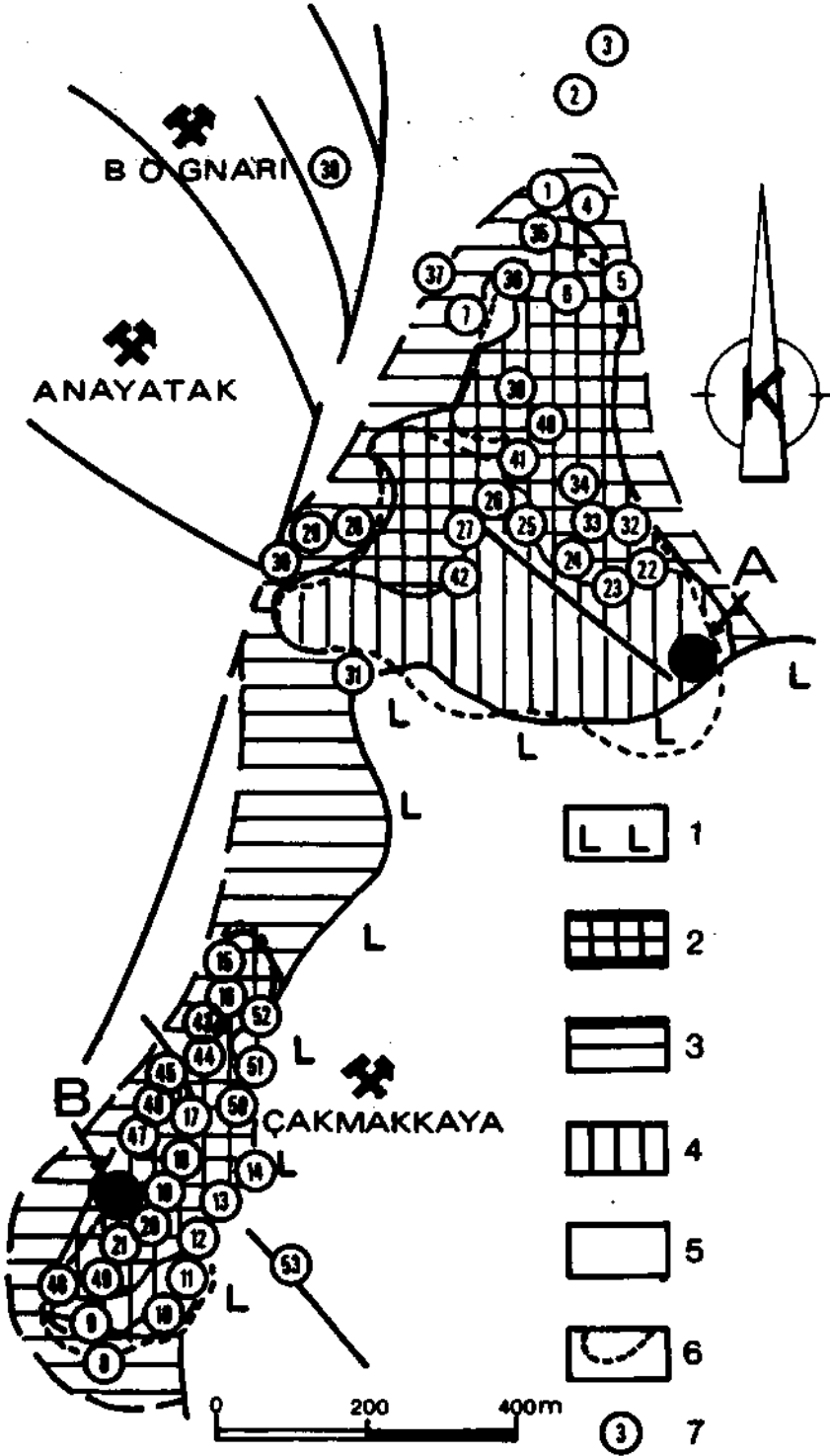
Bakır yatağının (1.) yaygın olan saçılmış haldeki cevheri, yüzde 0.2 den 0.7 ye kadar değişen bakır oranı, (2.) ağsallı (stockwork) cevheri, ortalama yüzde 1.0 ile 2.5 arasında bakır oranı ve (3.) küçük cevher kütleleri, yüzde 5.0 ile 10.0 arasında bakır oranı içeriklerine sahiptir (Schneider ve diğerleri, 1988). Görünür (recoverable) cevher rezervinin, ortalama % 1.25 Cu, 0.1 Zn, 25 ppm Ag ve 0.2 ppm Au içeren toplam 40 milyon metrik ton olduğu tahmin edilmektedir.

Hidrotermal alterasyon çevresi killi zonla çevrilmiş olan bir fillik zon olan erken evre ve merkezinde yaygın silisleşmenin olduğu geç evre diye ikiye ayrılabilir (Şek. 3). Schneider ve diğerlerine (1988) göre birinci alterasyon evresi, piroklastiklerin asıl parajenezlerinin bozulması ve ana kayacın kuvars ve yağlı görünümlü soluk serisit ile yer değiştirmesine yol açmıştır. Bu evre saçılmış pirit ve kalkopiritin zayıf mineralleşmesini ortaya koymuştur (1. tip). Yatağın, bu bölgedeki hidrotermal faaliyetin en geç evresi, volkanik ana kayacın kuvarsla yer değiştirmesi, jaspın kriptokristalin çeşitleri ve daha sonra boşluk dolguları (kuvars-cevher damarları) olarak silisli alterasyonla temsil edilirler. Bu evrenin sülfid mineralleşmesi önemli ekonomik cevherleri içermektedir (2. ve 3. tip). Çevresini kuşatan yöre kayaçları, kuvars, montmorillonit, illit, dikkit ve sadece pirit içeren alterasyon topluluğu ile karakterize edilen yaygın killeşme göstermektedir.

ÖRNEK ALIMI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Farklı kayaç örnekleri altere olmuş ve mineralleşmiş zonlardan alınmış olup; 53 örnek yüzeyden (Çizelge 1 ve Şek. 4) ve 87 derin sondaj karotu örnekleri alınmıştır. Kıyaslanma yapılması için, piroklastik akıntıların mineralizasyon ve alterasyonun olduğu bölgenin 500-700 m dışında, daha az altere olmuş (background) kayaçlar (18 örnek) da analiz edilmiştir (Çizelge 1). Temel (background) piroklastikler, alterasyonun bölgesel olarak çok zayıf değerlerde olduğu ana kayaç birimlerini içermektedir.

Nadir toprak elementleri (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb ve Lu) ve altın, Berlin'de "Hahn-Meitner Institut für Kernforschung"ta elementlerin çoğu için alışılmış hassasiyet olan ± 9 dan (Dulski ve Müller, 1975) daha iyi ABD Geological Survey'in GSP-1 ini, referans standardı olarak kullanarak, Instrumental Nötron Aktivasyon ile saptanmıştır.



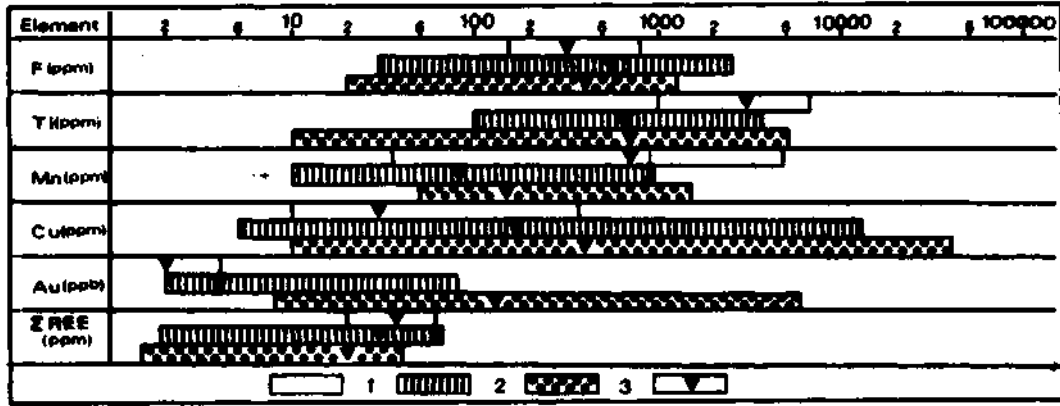
Şek. 3 - Hidrotermal alterasyon zonları ve iki cevher külesi yüzeyinden alınan örnek yerlerini gösteren harita.

- 1 - Tavan bloku felsik volkanikleri; 2 - Silisli alterasyon; 3 - Killi alterasyon; 4 - Filik alterasyon; 5 - Piroklastik kayalar; 6 - Açık ocak sınırları (Madenin durumu: 1983); 7 - Analizler için örnek yerleri.

Çizelge 1 - Murgul çevher yatağındaki altire örnekler (1 den 53 e kadar olan örnekler) ve daha az altire olan örnekler (54 ten 71 e kadar olan örnekler) profoklasitik kayaların elementlerinin değerleri*

Element Örnek	F (ppm)	Ti (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Au (ppb)	ΣREE (ppm)	Element Örnek	F (ppm)	Ti (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Au (ppb)	ΣREE (ppm)
1	740	850	50	30	n.d.	n.d.	37	410	1250	150	10	3	33.8
2	655	900	100	90	n.d.	n.d.	38	430	1500	205	10	4	66.8
3	545	3650	550	45	n.d.	n.d.	39	425	500	40	4500	n.d.	n.d.
4	555	550	50	2600	n.d.	n.d.	40	575	800	50	1650	n.d.	n.d.
5	860	700	100	75	n.d.	n.d.	41	1100	1100	50	185	n.d.	n.d.
6	1035	650	50	55	n.d.	n.d.	42	965	650	50	60	n.d.	n.d.
7	490	1300	100	90	n.d.	n.d.	43	180	500	50	190	80	15.1
8	265	650	100	310	n.d.	n.d.	44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	30	37.9
9	490	550	50	300	n.d.	n.d.	45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	70	35.0
10	665	650	100	305	n.d.	n.d.	46	225	500	50	275	60	19.4
11	55	125	50	160	n.d.	n.d.	47	135	500	100	30	30	16.0
12	625	800	110	320	n.d.	n.d.	48	165	1150	10	5	2	45.6
13	1965	n.d.	50	4950	n.d.	n.d.	49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20	7.0
14	1690	200	100	6750	n.d.	n.d.	50	1280	800	950	10	2	37.2
15	85	500	35	3700	n.d.	n.d.	51	745	550	50	155	6	28.7
16	335	300	50	13000	n.d.	n.d.	52	30	500	40	225	80	1.9
17	1650	100	50	80	n.d.	n.d.	53	415	550	50	7250	4	20.0
18	140	150	100	10000	n.d.	n.d.	54	240	3000	965	35	3	37.3
19	460	700	100	70	n.d.	n.d.	55	380	5750	810	15	3	31.2
20	630	1000	120	60	n.d.	n.d.	56	345	3550	1370	40	2	33.7
21	930	300	50	175	n.d.	n.d.	57	285	3100	4800	70	2	45.6
22	165	2300	400	5	n.d.	n.d.	58	215	3750	1000	15	2	38.6
23	415	2600	370	80	n.d.	n.d.	59	345	4250	1700	20	2	40.7
24	1810	400	355	355	n.d.	n.d.	60	230	4250	1130	50	2	43.2
25	1030	500	90	90	n.d.	n.d.	61	300	2400	550	10	3	49.4
26	340	250	300	2300	n.d.	n.d.	62	360	2250	35	45	2	21.5
27	315	350	100	465	n.d.	n.d.	63	305	1000	35	370	2	22.4
28	2515	700	60	385	n.d.	n.d.	64	700	2000	600	45	3	44.6
29	1370	1250	75	110	n.d.	n.d.	65	455	3000	545	15	4	58.9
30	1235	1400	210	15	n.d.	n.d.	66	290	1750	40	15	2	26.5
31	435	600	55	380	2	18.4	67	800	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
32	1980	500	100	400	n.d.	n.d.	68	595	1000	40	25	2	20.1
33	770	1100	565	6	2	52.8	69	153	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
34	440	250	100	210	n.d.	n.d.	70	176	3750	1700	15	2	34.9
35	230	700	50	85	2	16.7	71	265	2500	925	610	2	49.2
36	535	1400	40	120	2	31.9							

* Yeter için Şekil 3 e bakınız.
n.d.: Analiz edilmedi.



Şek. 4 - 1 - Daha az altere olmuş temel (background) kayalarda; 2 - Piroklastik kayalarda; 3 - Sondaj karollarında, element içeriklerinin temel değeri (background) ve değişimi; ▼ - Temel değer (background value).

Ti, Mn ve Cu atomik absorpsiyon ile ve F, iyon-duyarlı elektrotlarla Berlin'de "Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik" te bütün analizler için $\% \pm 5$ ten daha iyi bir hassasiyetle BCR-1 ve GSP-1 kayaç standartları kullanılarak saptanmıştır.

Daha az altere olmuş örnekler her elementin bölgesel temel değerlerinin (background) saptanması için temel oluşturmaktadır. İstatistiksel değerlendirmeler için bir bilgisayar programı olan "Geo 500", Batı Almanya/Münih, PIC Şirketinin "Stasy" ve "Easy" leri ile birlikte kullanılarak, jeokimyasal parametreler ve anomalilerin değerlerini saptamak için uygulanmıştır. Ayrıca Lepeltier'in (1969) metodu anomalilerin birikimlerini oluşturmak için kullanılmıştır.

SONUÇLAR

Altere olmuş volkanik ana kayalardaki F, Ti, Mn, Cu, Au ve nadir toprak elementleri ile ilgili bilgiler her iki cevher kütesinin bulunduğu alanlarda da yaygın jeokimyasal dağılım ağıllan ve anomalilerinin olduğunu belirtmektedir (Şek. 5 ve 6). F, Cu ve Au miktarının altere olmuş alanlarda önemli derecede artmasına karşın, Ti, Mn ve nadir toprak elementlerinin bariz bir şekilde azaldığı gözlenmektedir.

Cu fillik ve silisli alterasyon alanlarda 200 ppm den daha büyük konsantrasyonlarda zenginleşmektedir. Bu element, daha az altere olmuş piroklastiklerde yaklaşık 30 ppm temel (background) değerinde (Şek. 4) mevcuttur ve killi zonlarda 60 ppm e varan daha yüksek değerler göstermektedir (Şek. 5 ve 6).

Altere olmuş piroklastik ana kayalar içerisindeki flüorun iki ve üç boyutlu dağılımı Şekil 5 ve 6 da gösterilmiştir. Flüorun daha az altere olmuş piroklastik kayalardaki temel değeri 325 ppm civarındadır (Şek. 4). Fillik ve silisli alterasyon zonlarındaki jeokimyasal ağıllar 320 ppm den 500 ppm değerine kadar F değeri sergilerler ve 500 ppm in üzerindeki değerleri izleyebilmek de mümkün olabilmektedir. Her iki altere olmuş zondaki flüor içeriği yöresel olarak en fazla 2515 ppm değerine kadar ulaşabilmektedir (Şek. 4).

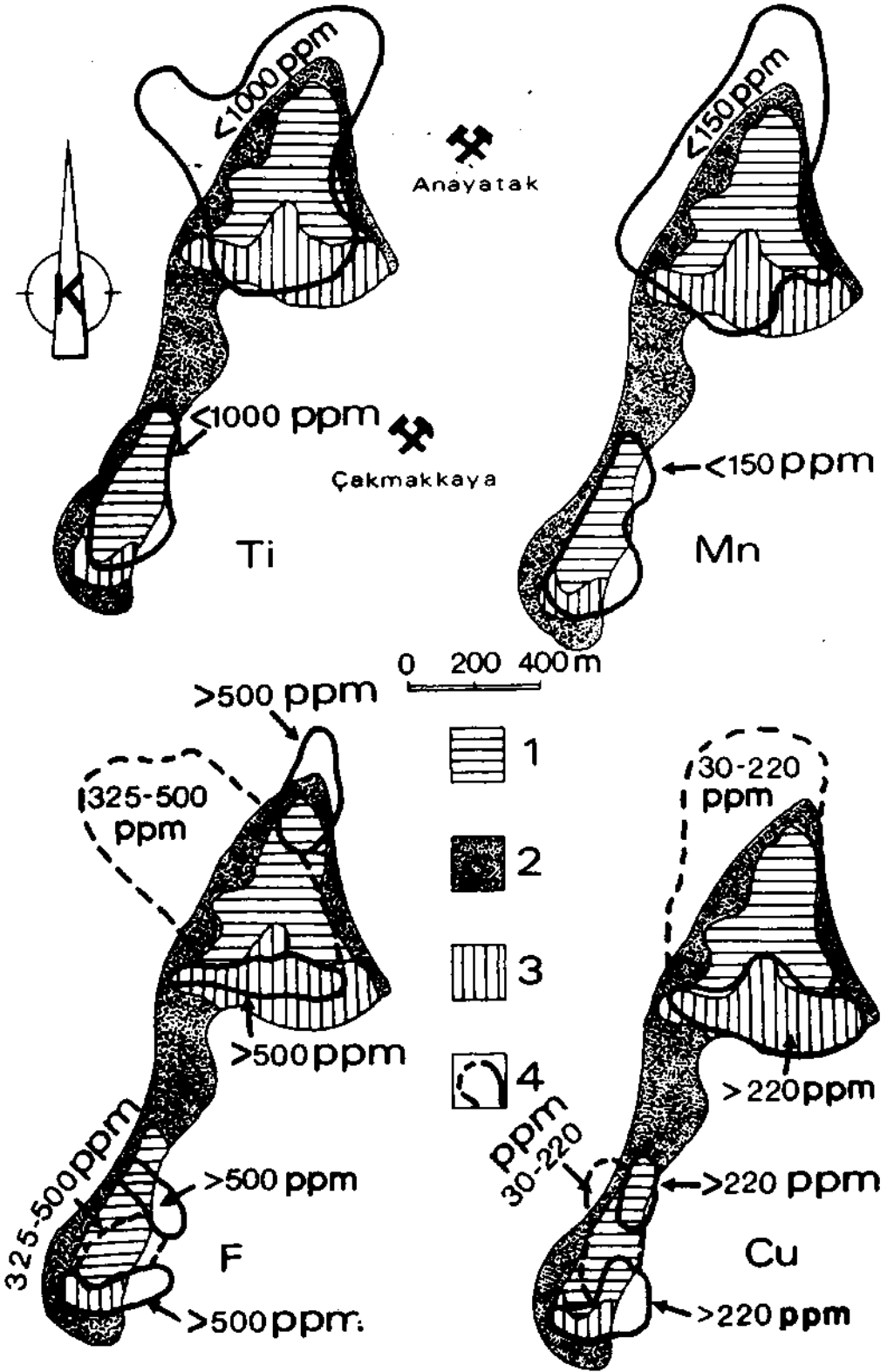
Altının daha az altere olmuş yöre piroklastik kayalardaki temel değeri 2 ppb civarındadır (Şek. 4). İki cevher kütesindeki altın dağılımı da, değeri 2-80 arasında (Şek. 4) ve çoğunlukla da yöresel olarak 80 ppb nin üzerinde değerlerle temsil olunan anomali alanları sergilerler (Şek. 7). Burada özellikle dikkate değer bir sonuç da yüksek Au değeri dağılımının yüze-ye uzak mesafelerdeki silisli alterasyonun bir bölümü ile ilişkili olmasıdır. Bazı kısımlar, yöresel olarak ekonomik birikimler göstermektedir.

F, Cu ve Au in gösterdiği pozitif anomalilere karşı olarak, Ti, Mn ve nadir toprak elementleri bu altere olmuş ve cevherleşmiş alanlarda önemli oranlarda azalma göstermektedirler. Daha az altere olmuş piroklastikler 3000 ppm değerinde

Çizelge 2 - Her iki cevher kütlesi, Anayatak (72 den 118 e kadar olan örnekler) ve Çakırmakbaya'dan (119 dan 158 e kadar olan örnekler) alınan altlere olmuştur sondaj karollarının element değerleri*

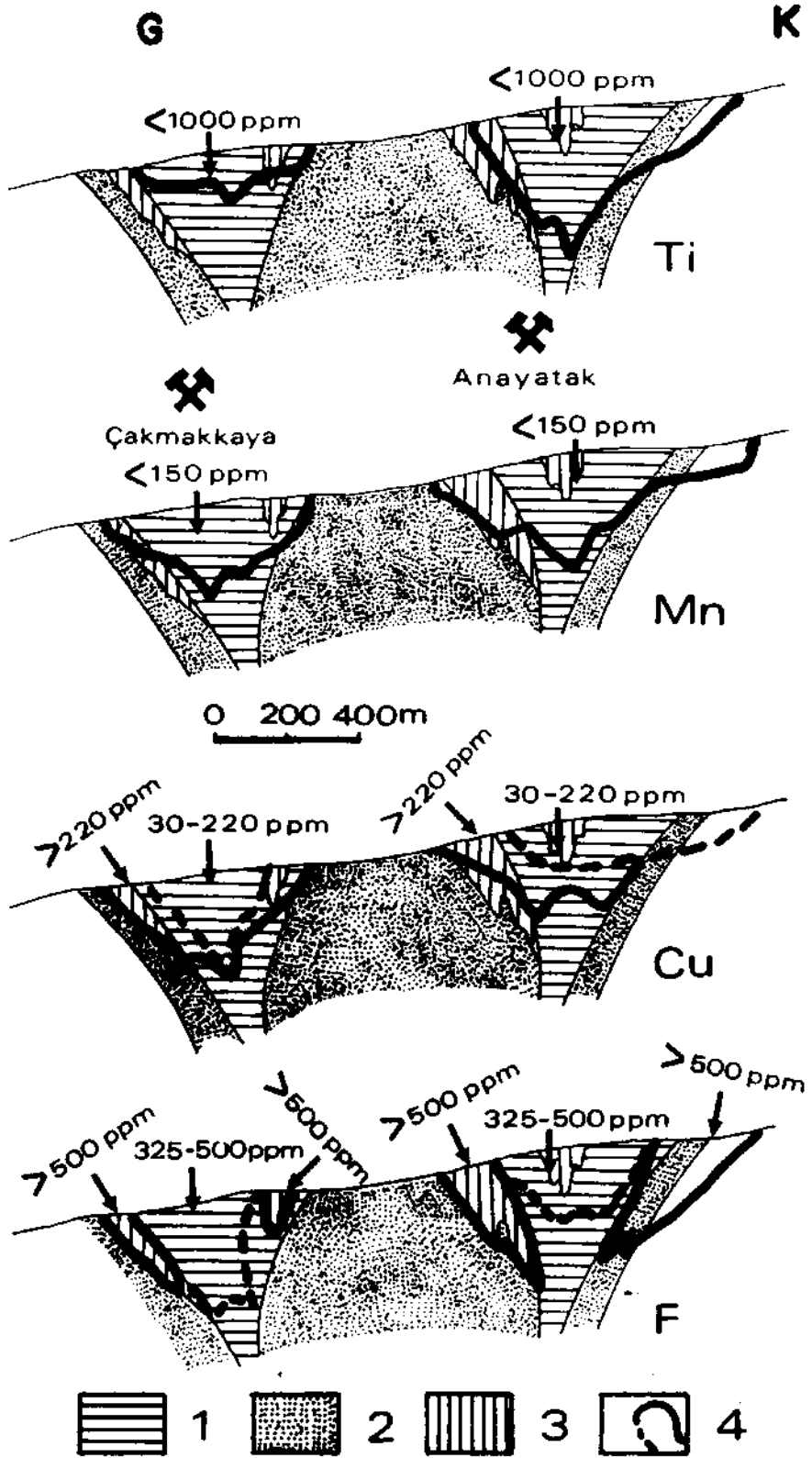
Element/ Örnek	F (ppm)	Ti (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppb)	Au (ppb)	ΣREE (ppm)	Element/ Örnek	F (ppm)	Ti (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Au (ppb)	ΣREE (ppm)
72	425	375	100	95	n.d.	n.d.	116	480	1250	n.d.	11	n.d.	n.d.
73	n.d.	10	n.d.	24400	430	1.5	117	800	2640	300	16	n.d.	n.d.
74	460	460	1550	55	n.d.	n.d.	118	710	2500	n.d.	29	20	33.1
75	395	1230	n.d.	100	n.d.	n.d.	119	140	430	50	45	130	8.0
76	465	550	n.d.	85	n.d.	n.d.	120	75	n.d.	350	305	n.d.	n.d.
77	420	1600	100	1580	130	21.2	121	140	340	50	360	n.d.	n.d.
78	415	660	n.d.	15	n.d.	n.d.	122	50	80	150	430	n.d.	n.d.
79	260	730	300	35	n.d.	n.d.	123	260	100	50	300	n.d.	n.d.
80	605	1340	n.d.	12	n.d.	n.d.	124	50	10	n.d.	22500	n.d.	n.d.
81	235	1300	100	46	8	29.5	125	45	100	n.d.	21500	n.d.	n.d.
82	130	570	n.d.	930	n.d.	n.d.	126	30	10	n.d.	11000	1700	n.d.
83	175	750	50	850	n.d.	n.d.	127	95	120	n.d.	23700	n.d.	n.d.
84	340	1560	n.d.	20	n.d.	n.d.	128	45	30	n.d.	3800	n.d.	n.d.
85	450	1000	50	150	n.d.	n.d.	129	40	10	100	660	160	n.d.
86	400	1180	n.d.	44	28	30.3	130	270	400	50	380	n.d.	n.d.
87	540	1620	n.d.	160	n.d.	n.d.	131	20	30	n.d.	8400	n.d.	n.d.
88	320	700	100	40000	n.d.	n.d.	132	225	200	50	22000	n.d.	n.d.
89	675	1150	350	75	15	31.8	133	210	380	n.d.	3400	n.d.	n.d.
90	420	920	n.d.	460	n.d.	n.d.	134	35	10	n.d.	10000	300	n.d.
91	850	1350	500	335	n.d.	n.d.	135	335	780	n.d.	1270	n.d.	n.d.
92	435	840	n.d.	13500	n.d.	n.d.	136	300	390	n.d.	9400	780	15.0
93	520	910	250	9000	160	21.8	137	125	260	n.d.	13000	390	9.8
94	1235	5200	n.d.	42	n.d.	n.d.	138	190	380	n.d.	8300	n.d.	n.d.
95	710	1100	250	23000	n.d.	n.d.	139	125	200	n.d.	8100	n.d.	n.d.
96	635	1180	900	1450	n.d.	n.d.	140	270	500	n.d.	6200	130	12.4
97	620	460	n.d.	152	n.d.	n.d.	141	265	560	n.d.	11800	6000	15.0
98	960	1620	n.d.	26	17	36.6	142	180	470	500	12000	260	13.2
99	780	750	300	80	n.d.	n.d.	143	170	270	n.d.	1040	n.d.	n.d.
100	680	1160	n.d.	31	n.d.	n.d.	144	420	400	350	675	n.d.	n.d.
101	1100	1300	250	55	n.d.	n.d.	145	140	220	250	2300	n.d.	n.d.
102	635	2030	n.d.	30	n.d.	n.d.	146	305	305	50	39500	n.d.	n.d.
103	265	3040	250	19	n.d.	29.8	147	180	170	n.d.	920	n.d.	n.d.
104	795	1830	n.d.	10	n.d.	n.d.	148	90	100	50	13500	n.d.	n.d.
105	880	800	100	55	n.d.	n.d.	149	30	40	n.d.	1990	n.d.	n.d.
106	475	1200	n.d.	20	n.d.	n.d.	150	200	500	150	2200	n.d.	n.d.
107	495	1700	n.d.	16	n.d.	n.d.	151	565	1570	100	60	n.d.	16.1
108	930	3390	650	420	11	39.7	152	640	1580	100	200	n.d.	n.d.
109	625	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	153	150	n.d.	50	3550	n.d.	n.d.
110	690	950	200	75	n.d.	n.d.	154	180	400	100	13500	n.d.	n.d.
111	695	690	n.d.	94	n.d.	n.d.	155	420	1320	350	40	n.d.	19.6
112	435	1380	n.d.	22	n.d.	n.d.	156	120	240	n.d.	34000	n.d.	n.d.
113	620	1160	n.d.	25	n.d.	n.d.	157	230	470	n.d.	60	n.d.	19.6
114	820	1250	250	90	27	31.1	158	100	70	n.d.	3200	n.d.	n.d.
115	510	1380	n.d.	3700	n.d.	n.d.							

* Yerler için ekil 3 e bakınız.
n.d.: Analiz edilmedi.



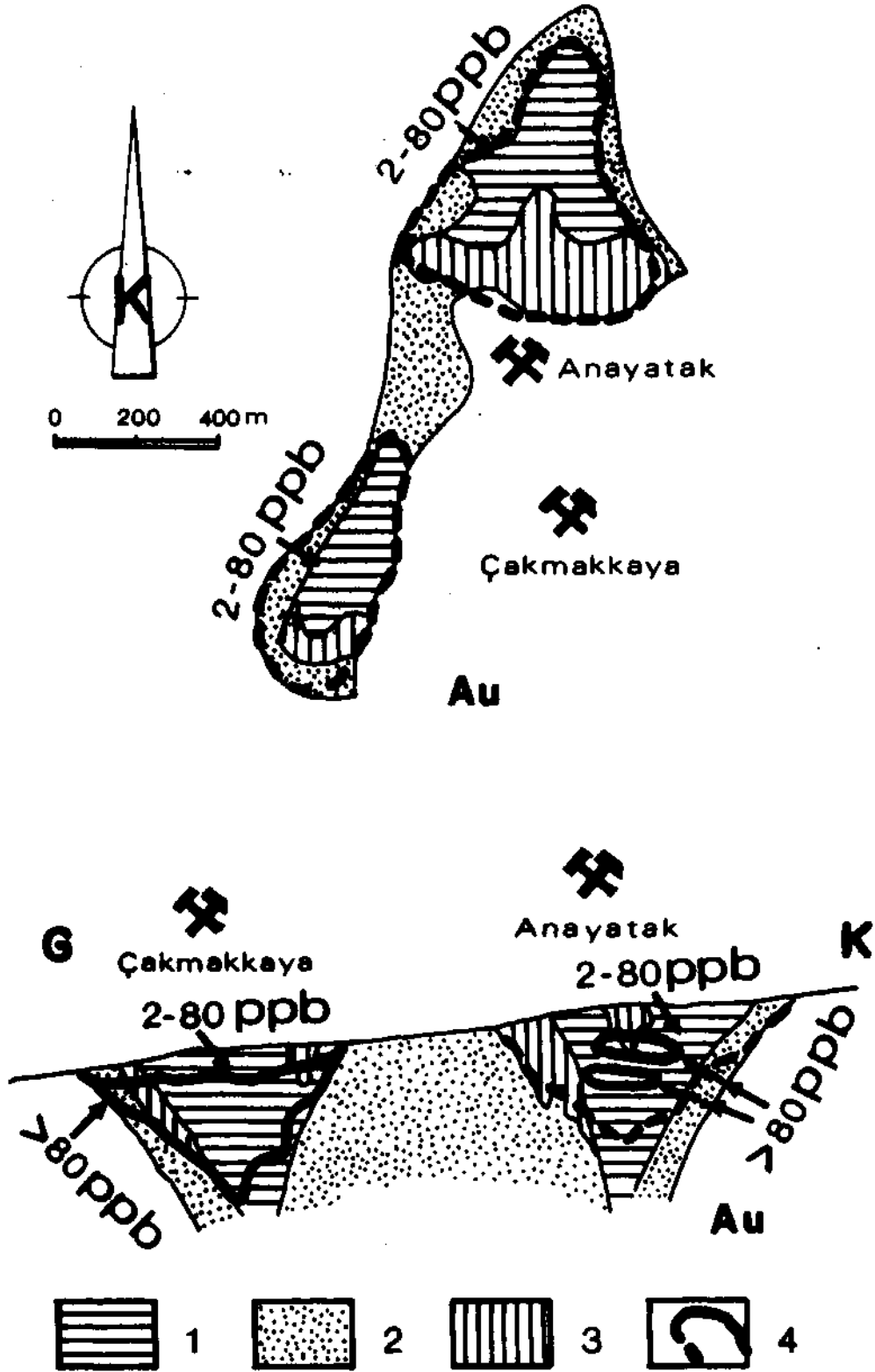
Şek. 5 - Murgul yatağında Ti, Mn, F ve Cu'nun dağılımı.

1 - Silisli alterasyon; 2 - Killi alterasyon; 3 - Fillik alterasyon; 4 - Anomalilerin sınırı.



Şek. 6 - Murgul yatağında Ti, Mn, ve Cu'nun dağılımını gösterir kesitler.

1 - Silisli alterasyon; 2 - Killi alterasyon; 3 - Fillik alterasyon; 4 - Anomali smır.

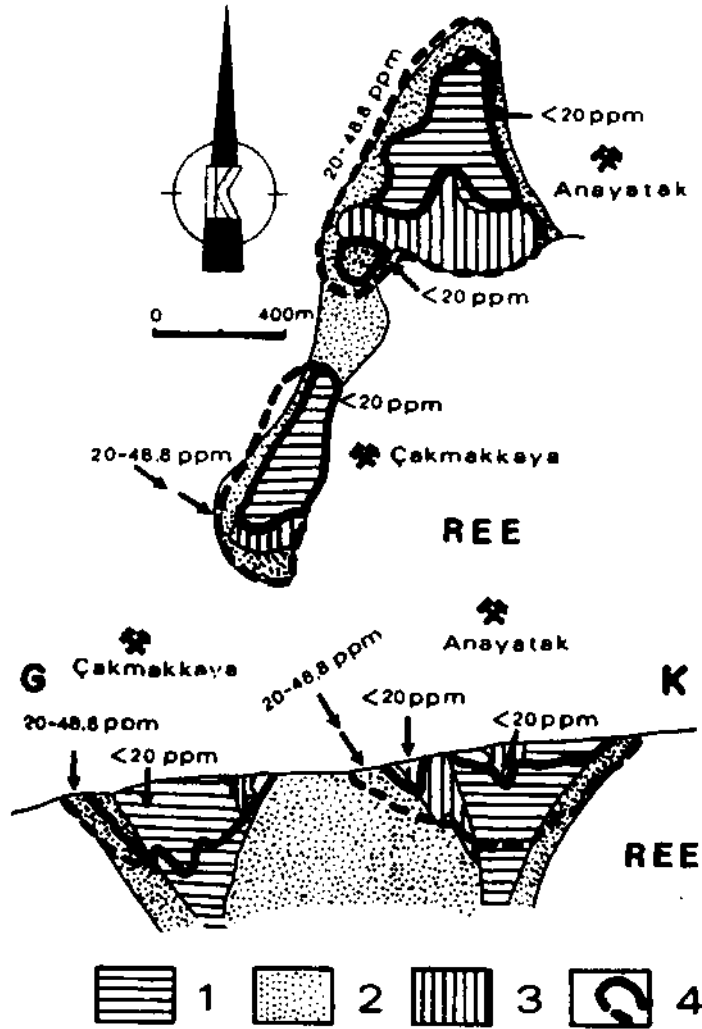


Şek. 7 - Murgul cevher yatağında altın dağılımı.

1 - Silisli alterasyon; 2 - Killi alterasyon; 3 - Fililik alterasyon; 4 - Anomali sınırı.

bir Ti temci değeri (background value) göstermektedir (Şek. 4). Cevherleşme alanlarında Ti bariz, şekilde azalmış olup (Şek. 5 ve 6), özellikle de ana kayadaki fillik ve silisli alterasyon alanlarında yaklaşık olarak 650 ppm lik bir temel değer göstermektedir. Aynı özellikler bölgesel temel değerinin (regional background) 750 ppm tahmin edilmiş olduğu (Şek. 4) ve ancak yaklaşık olarak K ppm konsantrasyonuna ulaşabilen Mn de de görülmektedir (Şek. 5 ve 6).

Schneider ve diğerleri (1988) tarafından belirtildiği gibi, nadir toprak elementleri altere olmuş ana kayaktan süzül- müştür. Şekil 8, nadir toprak elementleri değerlerinin çalışılan bölgelerdeki dağılımını göstermektedir. Silisleşmiş ana kayanın çok önemli negatif nadir toprak element anomalileri gösterdiği dikkate değer bir durumdur.



Şek. 8 - Murgul cevher yatağında nadir toprak elementlerinin dağılımı.
1 - Silisli alterasyon; 2 - Killi alterasyon; 3 - Fillik alterasyon; 4 - Anomali sınırı.

TARTIŞMA

Murgul Cu yatağı jeokimyasal verileri, flüor, titanyum ve manganezin, Doğu Karadeniz metalojenik kuşağındaki volkanik kökenli sülfid yataklarının çok iyi birer indikatörleri olduklarını ortaya koymuştur. Murgul yatağının köken olarak Üst Kretase yaşlı ada yayı volkanik faaliyeti ile birlikte bulunan bir subvolkanik tip yatak olduğu sonucuna varılmıştır (Akın, 1979; ö/gür. 1985; ö/gür ve Schneider. 1988; Schneider ve diğerleri. 1988).

F, Ti, Mn, Au ve nadir toprak elementlerinin ağıl dağılımları, altere olmuş piroklastik ana kayalarda bir hidrotermal cevherleşme ve alterasyon fazının varlığını mükemmel şekilde belirlemektedir. Bu durum, hemen hemen aynı stratigrafik dizilimdeki piroklastik ana kayalarla ilişkili bulunan Doğu Karadeniz metalojenik kuşağının batısındaki Madenköy, Sırtköy ve Kutlular cevher yataklarında Çağatay ve Böyle (1977) ve Dieterle (1986) tarafından ayrıca ortaya konmuştur. Bu yataklar da köken olarak subvolkanik hidrotermal mineralizasyon sonucu oluşmuşlardır.

Hidrotermal alterasyon esnasında flüorsoranının artması çok iyi bilinen bir olaydır; ilk ana kayadaki flüor içeriği, mineralizasyon bölgesinde, yükselen hidrotermal sıvıların bu elementi biriktirmesiyle artmaktadır. F ve (OH) iyonlarının yarıçaplarının benzer büyüklükte olmasından dolayı, flüor, mika ve kil minerallerinin kafes yapısındaki (OH) iyonlarının yerine geçebilir. Bu durum, F değerinin fillik ve bazı killi zonlarda nispeten daha fazlaca yoğunlaştığı Murgul yataklarında çok güzel bir şekilde görülmektedir (Şek. 5 ve 6). Piroklastik ana kayaç stratigrafisi içerisindeki yatağın boyutunun, tavan kayaç volkanitleri ve topraklarının niteliği nedeniyle Çakmakkaya kayaç örneklemelerinin yetersizliğine yol açan, Çakmakkaya çevresinde izlenenlerin aksine, Anayatak cevher kütlesi çevresinde var olan flüor dağılımının da gösterdiği gibi, esas ağillanın büyüklüğünü düzenlediği sanılmaktadır. Bundan başka, analizi yapılmış piroklastik ana kayalar da Çakmakkaya'nın silisli alterasyon kısımlarından alınmışlardır. Bu yüzden, bu kayaç örnekleri, Anayatak cevher kütlesine kıyasla daha düşük flüor içermektedirler.

Manganezin iki veya üç boyutlu dağılımları (Şek. 5 ve 6) iki cevher kütlesinde de yoğun negatif anomaliler göstermektedir. Bu, Mn taşıyan minerallerin (biyotit, feldispatlar ve muhtemelen volkanik camın) bozuluşu sonucu oluşabilmektedir. Böylece, manganez, alterasyon esnasında kayalardan açığa çıkarılmıştır.

Orijinal piroklastiklerde, titanyum sfenlerde ve az miktarda rutil veya anataslarda bulunmaktadır. Bu mineraller, hidrotermal alterasyon esnasındaki termodinamik şartlar altında duraylı değildirler. Bundan dolayı, titanyum da altere olmuş alanlardan tüketilir. Allının özellikle silisli alterasyon zonlarında zenginleşmesi (Şek. 7), ana kayanın Au içeriğinin hidrotermal bir hareketlilik yeteneği kazanmasına bağlanabilir.

Senoniyen yaşlı volkanik dizge ile ilişkili olan Doğu Karadeniz metalojenik kuşağındaki yan stratigrafik durumda izlenen tüm yataklar incelendiğinde, Murgul cevherleşmesinin bir formasyona bağlı (strata bound) yatak tipi olduğu ortaya çıkmaktadır. Böylece, manganez, titanyum ve flüorün tüm Doğu Pontidler içerisindeki benzer tipte gömülü yataklar (concealed deposits) için kaynağa yakınlık belirteci (proximity indicator) olarak uygulanabileceği söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu makalenin eleştirisi okumasını yaptıkları için Dr. Hans-J. Schneider, Dr. Bernd Lehmann; Freie Universität Berlin ve isimsiz MTA Dergisi editörlerine teşekkürlerini sunmaktadır.

Yayına verildiği tarih, 4 Kasım 1989

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akın, H., 1979, Geologie, Magmatismus und Lagerstättenbildung im Ostpontischen Gebirge/Türkei aus der Sicht der Plattentektonik: Geol. Rundschau, 68, 253-283.
- Akıncı, Ö.T., 1980, Major copper metallogenetic units and genetic igneous complexes of Turkey: Soc. Geology Applied to Mineral Deposits Spec. Pub., 1, 199-208.
- Buser, S. ve Cvetic, S., 1973, Murgul bakır yataklarının çevresinin jeolojisi: MTA Derg., 81, 22-45, Ankara.
- Çağatay, M.N. ve Böyle, D.R., 1977, Geochemical prospecting for volcanogenic sulphide deposits in the eastern Black Sea ore province: J. Geochem. Explor., 8, 49-71.
- ve—, 1980, Geology, geochemistry, and hydrothermal alteration of the Madenköy massive-sulphide deposit, eastern Black Sea region, Turkey: Proceedings of the fifth Quadrennial IAGOD Symposium E. Schweizerban'sche Verlagbuchhandl. (Nagele ve Obermiller) Germany, •. 653-677.

- Dieterle, M., 1986, Zur Geochemie und Genese der schichtgebundenen Bunmetall-Vorkommen in der Ostpontischen Metallprovinz/NE Türkei: Ph.D. thesis, Freie Universität Berlin, 112 s.
- Dulski, P. ve Möller, P., 1975, Neutroncnaktivierungs-spektrometrie und Neutronenaktivierungsanalyse in der geochemischen Analyük: Berlin, Hahn-Meitner-Inst. Kemforsch. Berlin GmbH. repl.HMI-B 117, 117 s.
- Lepertier, C., 1969, A simplified Statistical treatment of geochemical data by graphical representation: Eoon. Geol., 64, 538-550.
- Mado, H., 1972, Geology and mineralization of the copper ore deposits in the Murgul mine, northeastern Turkey: MTA Rap., 1103, (yayımlanmamış), Ankara.
- Maucher, A., 1960, Die Kieserze von Keltaş. Ein BeispielsuhmanierGleitfadenin exhalativ-sedimetaren Erzlagerstätten: Neues Jahrb. Mineralogie Monatsh., 94, 495-505.
- ; Schulze-Westrum, H. ve Zankl, Il., 1962, Geologisch-largerstattenkundliche Untersuchungen im Ostpontischen Gebirge: Bayerische Akad. Wiss., Mathematik-Natunv. Kl., 107, 97 s.
- Ö/gür, N., 1985, Zur Geochemie und Genese der Kupferlagerstätte, Murgul, E-Pontden, Türkei: Ph.D. thesis, Freie Universität Berlin, 139 s.
- ve Schneider, H.-J., 1988, New metallogenetic aspects concerning the copper deposit of Murgul, NE Turkey: Soc Geology Applied to Mineral Deposits. Spec. Pub., 6, 229-239.
- PIC, 1982, A Computer Program for Graphic and Statistic "Geo-500" together with "Stasy" and "Easy": The Company PIC, Munich/West-Germany.
- Sawa, T. ve Sawamura, K., 1970, Murgul cevher yatağı ve çevresi hakkındaki rapor: Etibank Rap., 24/300, 24 s. (yayımlanmamış). Ankara.
- Schneider, H.-J.; ö/gür, N. ve Palacios, C.M., 1988, Rclalionship between alteration, rare earth element distribution, and mineralization of the Murgul copper deposit, northeastern Turkey: Econ. Geol., 83, 1238-1246.
- Willgallis, A.; Özgür, N. ve Siegmann, H., 1990, Microprobe sludy of Se-and Te-containing complex sulphide ore of the copper deposit Murgul, Mi Turkey: Kur. 3. Mineral. 2, 145-148.