

## Akçaabat-Yomra (Trabzon) kıyı yöresi topraklarının bazı ağır metal içerikleri

*Some heavy metal contents of the soils at coastal area between Akçaabat and Yomra (Trabzon/NE-Turkey)*

M.Burhan SADIKLAR Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
Ali VAN Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
S.Serpil KARAMEHMET Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

### Öz

Bu çalışmada Trabzon'a bağlı Yomra ilçesi ile Akçakale beldesi (Akçaabat) arasında yer alan kıyı bölgesi topraklarının Fe, Mn, Co, Pb, Zn ve Hg metal içerikleri yorumlanmıştır. Cıva hariç incelenen diğer metaller alevli AAS yöntemiyle ölçülmüştür, cıva ölçümleri ise yine AAS'de, ancak soğuk buhar yöntemiyle yapılmıştır.

Hg dışında, ölçümü yapılan metallerin tümü belli yörelerde yüksek değerler vermektedirler. Kullanılan analiz yönteminde cıva için tespit sınırı 0,005 ppm'dir. Analiz edilen topraklarda cıva tespit edilememiştir.

Analizi yapılan elementlerin inceleme alanındaki ortalama değerleri şöyledir: Fe %8; Mn %1; Cu 100 ppm; Pb 250 ppm; Co 150 ppm, Zn 170 ppm ve Hg <0.05 ppm.

### Abstract

*Fe, Mn, Co, Pb, Zn, Cu and Hg contents of the soils along the coast between Akçaabat and Yomra are measured and interpreted in this study. The elements except Hg were determined by flame AAS. Mercury was analyzed by cold vaporization technique. All the elements but Hg show local anomalous areas. The detection limit of Hg for the analytical method employed is 0,005 ppm. Any anomalous areas of Hg are not detected in the soils of study areas. The analysed elements show following concentrations as Fe 8%; Mn 1%; Cu 100 ppm; Pb 250 ppm, Co 150 ppm, Zn 170 ppm and Hg <0.005 ppm.*

### GİRİŞ

Akçakale (Akçaabat) ve Yomra arasında yer alan sahil kesimi (Şekil 1) topraklarında ilk defa yapılan bu çalışma, benzer konuda ileride yapılması gereken araştırmalar için bir temel oluşturacaktır. Ayrıca bu çalışmayla, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tümünde yürütülmesi düşünülen aynı türden daha geniş kapsamlı bir araştırmanın ilk denemesi yapılmış olmaktadır.

İncelenen yörede genel olarak Üst Kretase ve Eosen yaşlı volkanik kayalar ile Miyosen ve Pliyosen yaşlı tortul kayalar yüzeyler. Stratigrafik olarak en üst bölümü oluşturan topraklar taşınma ürünü değil, yerlidirler. Söz konusu bu toprakların Hg içerikleri henüz tehlike oluşturmamaktadır, zira yapılan ölçümlere göre ölçme sınırında ve üzerinde cıva miktarına rastlanmamıştır.

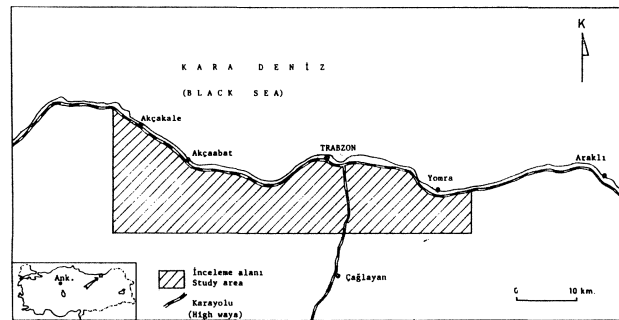
Analizler KTÜ Jeoloji Mühendisliği Jeokimya Laboratuvarı'ndaki atomik absorpsiyon spektrometresi (Perkin Elmer 403) ile yapılmıştır.

### GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanının temelini Üst Kretase yaşlı tortul arakatmanlar içeren andezit, bazalt ve bunların piroklastları oluşturur. Bu birim üzerine uyumlu olarak Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı beyaz renkli, kireçtaşı, marn araldanmasından oluşan istif gelir. Yörede bu istifler Eosen yaşlı andezit, bazalt ve bunların piroklastları tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Eosen yaşlı volkanik kayalar üzerinde, yersel yüzeylemeler veren,

Miyosen ve Pliyosen yaşlı kumtaşı, silttaşı ve kilttaşları ile Plio-Kuvaterner (?) yaşlı kırmızı killer uyumsuz olarak yer alır (Şekil 2). Bu yörede gözlenen en genç çökeller ise Kuvaterner yaşlı taraçalar ve alüvyonlardır (Özsayar, 1971; Korkmaz ve diğ., 1993; Sadıklar ve diğ., 1994; Korkmaz ve Van, 1994).

İnceleme alanının en geniş yayılımlı birimini Eosen



Şekil 1. Çalışma alanının bulduru halitesi.

Figure 1. Location map of the study area

yaşlı volkanik kayaç toplulukları oluşturmaktadır. Analiz edilen toprak örneklerinin büyük bir bölümü söz konusu bu kayalar üzerinde gelişmiş olan topraklardan alınmıştır.

## İNCELEME ALANINDAKİ TOPRAKLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanındaki topraklar, genel olarak yerli olup, türedikleri kayaç birimine göre renk ve kalınlık farklılıkları gösterirler: Üst Kretase yaşlı bazalt ve bunların piroklastları üzerindeki daha çok açık kahverengili iken, Eosen yaşlı bazalt ve bunların piroklastlarından gelişenler daha koyu kahverengindedir. Andezitlerden kaynaklanan toprakların rengi yeşilimsi gri, buna karşılık Üst Kretase yaşlı kireçtaşları, kumlu kireçtaşları, marn, kilaşı ve az miktarda tüfit ardalanmasında oluşan seri üzerinde gelişmiş olan toprakları ise daha çok açık bej ve grimsi renklidir.

Toprakların profil kalınlıkları da alttaki kayacın lav, ya da piroklastik olmasına göre değişiklik gösterir. Lavlar üzerindeki topraklarda yukarıdan aşağıya doğru ince bir A-zonu (10-30 cm) ve ince bir B-zonu (30-35

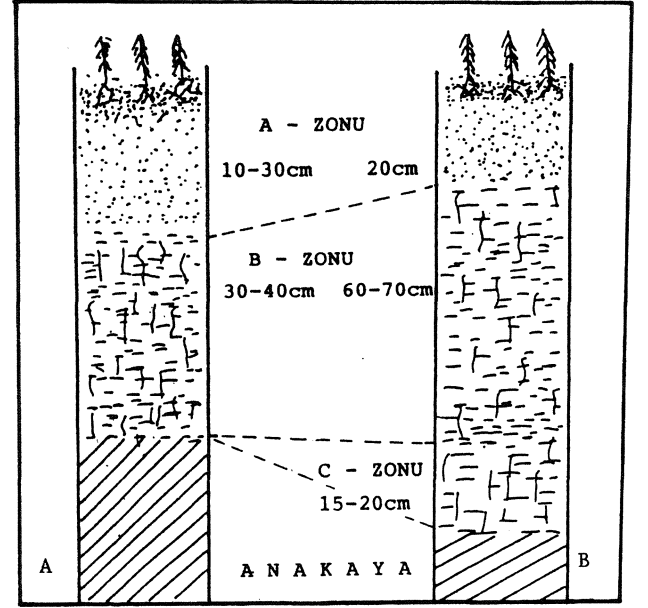
YAŞ (AGE)	LİTOLOJİ LITHOLOGY	AÇIKLAMALAR EXPLANATIONS
Kuvaterner (Quaternary)	o o o o o o	Taraça ve alüvyonlar (Terrace and alluvium)
Plio - Kuvat. (?) (Plio - Quater. (?))	— — — — —	Kırmızı killer (Red clays)
Pliosen (Pliocene)	— — — — —	Kilaşı, silttaşı ve kumtaşı (Claystone, siltstone and sandstone)
Miyosen (Miocene)	— — — — —	Kilaşı (Claystone)
E O S E N (E O C E N E)	V V V	Olivin-ajit bazalt, andezit ve bazaltik, andezitik piroklastlar  (Olivine-augite basalt, andesite and their pyroclastics)
	V V V	
	V V V	
	V V V	
	V V V	
	V V	
Ü S T K R E T A S E (U P P E R C R E T A C E O U S)	— — — — —	Beyaz renkli marn ve kireçtaşı ardalanması (White colored marl and limestone alternations)
	^ ^ ^	Tortul arakatmanlar içeren andezit, bazalt ve piroklastları  (Andesite, basalt and their pyroclastics with intercalated sediments)
	^ ^ ^	
	^ ^ ^	
	^ ^ ^	
	^ ^ ^	
^ ^ ^		

Şekil 2. Akçaabat-Yomra (Trabzon) kıyı bölgesinin dikme kesiti (Korkmaz ve Van, 1994' den sadeleştirilerek).

Figure 2. Columnar section of the area between Akçaabat and Yomra (simplified after Korkmaz and van, 1994).

cm) gelişmiştir; C-zonu ise hemen hemen hiç mevcut değildir. Piroklastikler üzerinde oluşmuş olan topraklardaki profil ise yine ince bir A-zonu (10-15 cm) ama buna karşılık nisbeten kalın bir B-zonu (70 cm) ve değişken kalınlıklarda, fakat iyi gelişmiş, bir C-zonundan oluşur (Şekil 3).

Genellikle volkanik kayalar üzerinde oluşmuş kahverengi, gri ve kırmızımsı topraklar içinde, belli seviyelerde, Fe-Mn zenginleşmelerine rastlanmaktadır. Zenginleşmeler yumrular ve ince seviyeler halindedir (Sadıklar, 1992; Sadıklar ve diğ., 1994).



Şekil 3. İnceleme alanındaki toprak profilleri

A-Lav akıntıları üzerinde gelişmiş

B-Piroklastikler üzerinde gelişmiş

Figure 3. Soil profiles from the investigated area

A-Soils developed on the lavas

B-Soils developed on the pyroclastics

## AĞIR METAL ANALİZLERİ

Çalışma alanından alınan örneklerin ortalama temsil özelliğini taşıyan 85 adedinde Hg, Pb, Zn, Co, Cu, Fe ve Mn ölçümleri yapılmıştır. Analizi yapılan örneklerin koordinattan ve element içerikleri Tablo 1'de verilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Analiz edilen örnekler B-zonundan alınmıştır. Analiz için kullanılan örneklerin alındıkları çevrenin ortalama özelliklerini taşıyor olmalarına dikkat edilmiştir. Bu örneklerden 250'şer gramlık bölümler fırında 24 saat süre ile 110°C'da kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler

## AKÇABAT YOMRA AĞIR METAL İÇERİKLERİ

Tablo 1 Analiz edilen örneklerin koordinatları (1/25.000'lik Trabzon G43-M paftası) ve element içerikleri.

Table I Coordinates (on 1/25.000 scaled Trabzon G43-sheet) and values of the element analysed.

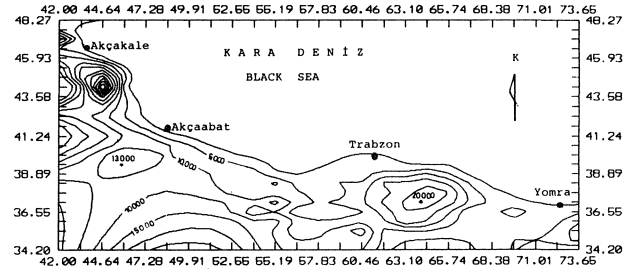
Ör. No	Sam. Nr.	Koordinatlar Coordinates							
		X	Y	Fe	Mn	Co	Pb	Zn	Cu
1		38.05	65.55	6.90	1.30	300	300	280	120
2		37.97	66.17	7.70	0.98	200	100	230	130
3		37.33	66.65	9.70	2.03	300	300	280	150
4		36.50	67.00	12.00	0.47	200	300	290	140
5		36.95	67.20	18.15	0.34	200	300	210	170
6		37.75	67.37	10.25	2.27	200	200	210	20
7		37.18	68.00	10.15	0.75	100	100	160	90
8		37.25	68.85	9.20	0.85	200	200	150	90
9		36.50	69.37	10.75	1.55	200	100	220	160
10		34.87	69.67	9.25	1.57	100	200	130	90
11		34.70	70.55	7.45	1.74	200	200	440	110
12		34.88	72.70	9.70	1.26	100	300	160	80
13		38.42	64.80	10.75	1.27	200	400	290	110
14		38.65	64.60	13.45	1.57	200	200	190	110
15		38.75	64.35	10.85	2.58	100	200	130	80
16		38.23	62.37	5.50	0.59	100	200	80	90
17		38.45	64.20	9.70	0.50	200	200	130	90
18		47.45	42.25	8.30	0.66	200	100	150	300
19		46.60	42.23	8.25	0.40	300	200	220	220
21		45.73	42.20	7.50	1.20	200	200	170	180
22		45.45	42.65	8.10	2.90	100	300	290	190
23		43.25	42.27	9.40	1.10	100	400	130	140
24		44.32	43.00	10.45	0.33	200	0	130	50
25		44.05	43.00	11.90	0.71	100	100	100	90
26		45.17	43.40	9.85	1.50	200	400	200	150
27		45.63	43.73	10.80	0.97	200	0	180	110
28		38.60	63.86	6.70	0.50	200	200	160	70
29		37.90	63.40	5.75	1.40	200	400	200	150
30		37.57	63.86	10.90	1.40	300	300	180	110
31		37.20	64.37	8.90	0.26	200	200	110	800
32		35.67	63.27	8.30	1.20	100	200	140	160
33		36.00	62.45	10.90	1.00	100	100	200	50
34		35.33	61.35	5.10	0.28	100	200	170	90
35		35.93	61.57	6.35	1.50	200	200	180	180
36		37.00	62.00	5.75	0.80	0	100	110	70
37		37.57	61.20	7.30	0.40	100	200	70	90
38		38.33	61.45	9.90	0.90	100	100	110	20
39		38.57	60.23	8.35	1.30	100	300	110	110
40		35.85	60.05	8.45	0.20	100	300	50	50
41		35.60	60.55	9.80	0.80	100	400	110	80
42		36.33	60.43	6.15	1.20	100	300	190	140
43		37.37	60.50	7.60	1.40	200	400	100	80
44		37.63	60.83	7.55	1.00	100	500	190	90
45		38.33	60.67	4.05	1.30	300	400	180	150
46		35.93	59.20	6.00	0.90	200	300	540	170
47		36.17	58.75	7.45	2.00	200	200	130	100
48		36.90	58.63	5.10	0.50	200	300	270	120
49		37.15	59.02	3.40	0.22	100	100	120	50
50		37.33	59.83	5.10	1.10	100	200	160	120
51		37.77	59.75	4.10	1.00	100	300	150	110
52		38.15	59.37	6.30	2.02	200	100	110	60
53		37.83	56.27	6.00	0.80	100	200	90	100
54		36.42	55.97	5.00	0.80	200	300	430	100
55		36.55	56.70	5.10	1.10	100	200	140	150
56		35.80	57.00	7.40	0.50	0	300	90	70
57		35.45	57.02	11.25	0.50	0	300	180	30
58		35.60	56.55	5.10	0.80	100	200	320	50
59		35.75	55.40	4.80	0.90	100	200	230	80
60		36.00	54.71	8.75	1.00	100	300	110	120
61		36.45	54.60	7.45	0.67	100	400	130	120
62		36.87	55.00	6.40	0.50	0	300	160	130
63		37.35	54.75	7.90	0.30	100	100	170	140
64		37.85	55.00	11.20	1.40	200	300	100	120
65		38.17	55.18	12.65	1.10	200	300	110	100
66		38.00	55.95	8.50	1.40	300	400	200	100
67		36.65	53.60	7.25	0.90	0	200	130	80
68		36.18	52.98	7.85	0.20	200	300	200	130
69		37.00	53.02	13.25	0.90	100	0	130	80
70		37.45	53.20	9.90	1.00	100	300	70	80
71		38.00	53.10	9.20	0.40	100	300	280	70
72		38.40	53.25	10.15	1.20	200	200	140	140
73		38.73	53.53	6.70	1.35	100	300	90	40
74		40.70	48.70	6.05	1.50	100	400	110	100
75		40.13	49.00	8.25	1.10	200	200	120	100
76		43.35	45.87	8.10	0.30	0	200	140	100
77		42.63	44.80	6.40	1.30	300	200	120	100
78		38.27	46.33	7.50	0.90	200	300	90	100
79		39.15	48.30	13.50	1.30	100	200	100	100
80		41.33	44.60	9.90	1.40	200	300	120	200
81		42.37	46.00	9.25	1.30	200	300	130	200
82		41.20	47.00	8.50	1.30	200	300	190	100
83		40.00	46.40	10.10	1.50	100	400	110	100
84		40.75	48.25	17.95	0.20	200	400	190	100
85		44.07	44.90	10.30	1.00	200	200	130	200

rin yarılırları tanık örnek olarak saklanmıştır; diğler yarılırları analizde kullanılmak üzere öğütülmüştür. Öğütülen örnekler teflon kaplarda, Tokel (1985)'in önerileri de dikkate alınarak, çözüldürülmüştür. Bunun için 0,1 g örnek teflon kaba konulmuş, üzerine 0,3 ml % 100'lük HF, 10 ml %50'lik HNO<sub>3</sub> ilave edilerek fırında 110°C'da 1 saat bekletilerek çözünmesi sağlanmıştır. Soğumaya bırakılan çözeltilerde elementler arası girişimlere engel olmak ve HF'nin cam kaba olabilecek etkisini önlemek amacıyla, ince öğütülmüş 2 g borik asit ilave edilmiştir. Ortaya çıkan çözelti saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak, Hg hariç, saptanması amaçlanan diğler tüm elementler için kullanılmış; ancak Fe tayinleri için daha fazla seyreltme gerektiğinden, çözeltilerden 2 ml alınıp saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilerde ölçümler Perkin Elmer 403 atomik absorpsiyon spektrometresinde (AAS) alev yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Hg tayinleri için yine aynı AAS gereci, ama bu kez soğuk buhar yöntemiyle, kullanılmıştır (söz konusu yöntem ve örneklerin bu maksatla çözüldürülmeleri aşağıda anlatılmıştır).

### Ağır Metal Analiz Değlereri

Elementlerin dağılım sıklığı Rose ve diğ. (1981)'e göre saptanmıştır.

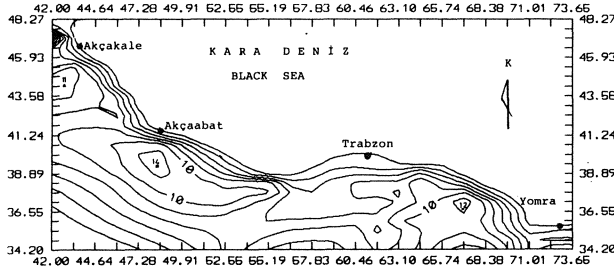
Mn: Çalışma sahasının tümünde analiz edilen örneklerin Mn değlereri :0,2 ile %2,9 arasında değışmektedir. Mn için elde edilen analiz değlereri Tablo 1'de ve bu değlererin arazideki dağılımları ise Şekil 4'de eşdeğler eğrileri yardımıyla verilmiştir.



Şekil 4. Mn-dağılım haritası (Konturlar 5000 ppm'de bir geçirilmiştir) yatay ve düşey rakamlar koordinat değlerlerini göstermektedir.

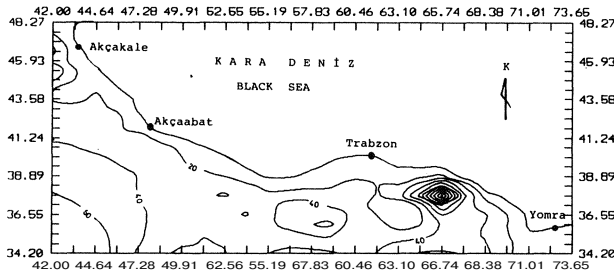
Figure 4. Distribution map of Mn values (Contoured at 5000 ppm intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.

Fe: İncelenen topraklarda Fe değlereri nispeten yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Tablo 1'de de görüldüğü gibi bu değlereri %3,4 ile %16,9 arasında değışmekte olup, buna göre demirin yöre topraklarındaki aritmetik ortalaması yaklaşık 8,67 civarındadır. Demirin yöre topraklarındaki dağılımı ise Şekil 5'de sunulmaktadır.



Şekil 5. Fe-dağılım haritası (Konturlar % 2' de bir geçirilmiştir.) yatay ve düşey rakamlar koordinat değerlerini göstermektedir.

Figure 5. Distribution map of Fe values (Conderet at 2 % intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.



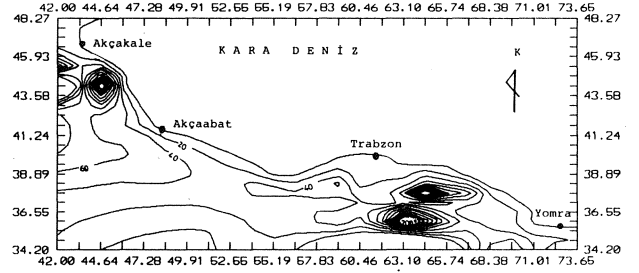
Şekil 6. Cu-dağılım haritası (Konturlar 20 ppm'de bir geçirilmiştir) yatay ve düşey rakamlar koordinat değerlerini göstermektedir.

Figure 6. Distribution map of Cu values (contered at 20 ppm intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.

Cu: Bakırın, yapılan analizlere göre, bölge toprakları için aritmetik ortalaması ( $\bar{x}$ ) 108, standart sapması ( $s$ ) 44 ve bu değerlere bağlı olarak eşik değerleri  $(\bar{x}+s)=152$ ,  $(\bar{x}+2s)=196$  ve  $(\bar{x}+3s)=240$ 'dır. Şekil 6'da bakırın topraklardaki dağılımı gösterilmiştir.

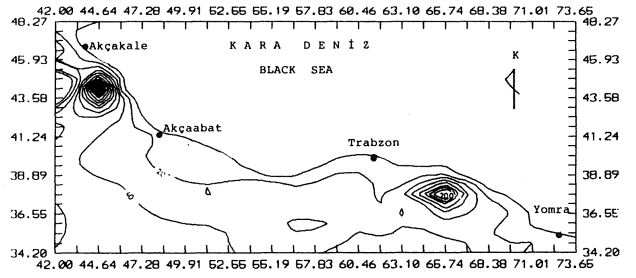
Co: Tablo 1'de de görüldüğü gibi, elde edilen Co değerleri 0 ile 300 ppm arasında değişmekte, ama değerler buna rağmen daha çok 100 ile 200 ppm düzeyinde yoğunlaşmaktadır. Elde edilen verilere göre analiz edilen topraklarda Co'nun aritmetik ortalama değeri  $\bar{x}=151$  ppm standart sapması ise  $s=74$ 'tür. Buna göre kobaltın yersel eşik değerleri  $(\bar{x}+s)= 225$ ,  $(\bar{x}+2s)=299$  ve  $(\bar{x}+3s)=373$ 'dür. Kobaltın analiz edilen yöre topraklarındaki dağılımı Şekil 7'de görülmektedir.

Pb: Kurşunun, analiz edilen topraklardaki, aritmetik ortalaması 249 ppm; bölgesel temel değeri 199 ppm ve standart sapması ise 101 olarak bulunmuştur. Bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler 350, 451 ve 552 ppm'dir. Kurşunun ppm cinsinden dağılım haritası Şekil 8'de verilmiştir.



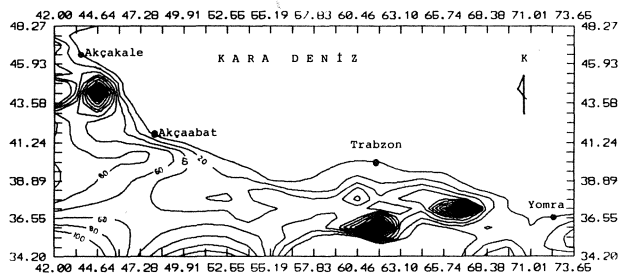
Şekil 7. Co-dağılım haritası (Konturlar 20 ppm' de bir geçirilmiştir) yatay ve düşey rakamlar koordinat değerlerini göstermektedir.

Figure 7 Distribution map of Co values (contered at 20 ppm intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.



Şekil 8. Pb-dağılım haritası (Konturlar 20 ppm de bir geçirilmiştir) yatay ve düşey rakamlar koordinat değerlerini göstermektedir.

Figure 8. Distribution map of Pb values (contered at 20 ppm intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.



Şekil 9. Zn-dağılım haritası (Konturlar 20 ppm de bir geçirilmiştir) yatay ve düşey rakamlar koordinat değerlerini göstermektedir.

Figure 9. Distrubition map of Zn values (contered at 20 ppm intervals) vertical and horizontal figures show values of coordinates.

## AKÇABAT YOMRA AĞIR METAL İÇERİKLERİ

Zn: Aritmetik ortalaması 168 olan çinkonun standart sapması 82 ve buna göre çalışılan sahadaki eşik değerleri 25C, 332 ve 414 ppm olup değer dağılım haritası Şekil 9'da görülmektedir.

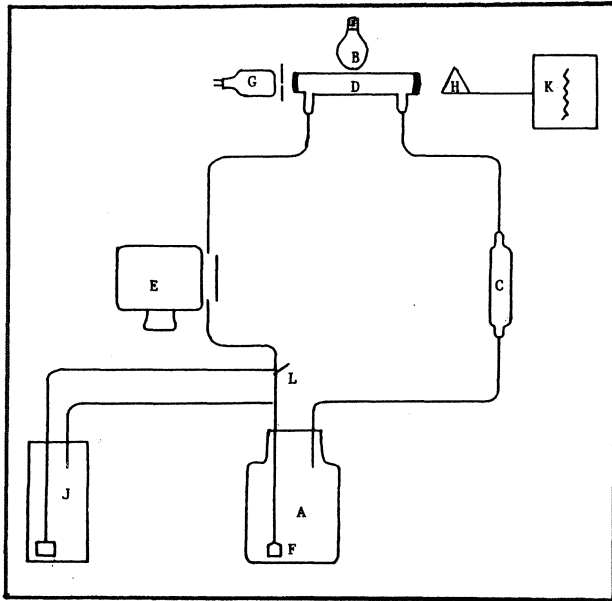
Görüldüğü gibi elde edilen değerler söz konusu elementlerin dünya ortalamalarının çok üzerindedir. Zira Rose ve diğ. (1981)'e göre analiz edilen bu elementlerin topraklardaki dünya ortalamaları şöyledir:

Fe%2.1, Mn 320 ppm, Pb 17 ppm, Zn 36 ppm, Cu 15 ppm ve Co 10 ppm.

Bunun nedeni şüphesiz analizi yapılan toprakların anakayalarının büyük oranda bazaltik ve andezitik kayalar olmasıdır. Sadıklar ve diğ. (1994)'e göre yörede bulunan bazalt ve andezitlerin ortalama % Fe içerikleri 11.30 ve 3.80; %Mn içerikleri ise 0.11 ve 0.10'dur.

### CİVA ANALİZİ

Derlenen toprak örneklerinde bulunması olası cıva- yı ölçebilmek için KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde ilk defa *soğuk buhar yöntemi* denenmiştir. Bu-



Şekil 10 Cıva ölçümleri için kullanılan soğuk buhar düzeneği A: Reaksiyon hücresi, B: 60 w ampul, C: Rotometre, D: Absorbsiyon hücresi, E:Hava sentilasyon poması, F: Havalandırma tüpü, G:Cıva katod tüpü, H: Dedektör, J: Gaz yıkama şişesi, K: Kaydedici, L: Musluk.

Figure 10 A cold vaporazation apparatus used for Hg-measurements A: Reaction cell, B: 60 w light bulb, C: Rotometer, D: Absorbition cell, E: Air circulation pump, F: Airation tube, G: Hg katode lamp, H: Detector, J: Gas cleaning bottle, K: Recorder, L: Tap.

nun için AAS (Atomik Absorpsiyon Spektrometresi, Perkin Elmer 403) gerecine soğuk buhar üretimini gerçekleştirecek bir dizi ek düzenek eklenmiştir (Şekil 10).

### Standartların Hazırlanması

Kalibrasyon eğrisini oluşturmak için 0,005, 0,01, 0,02 ve 0,04 ppm'lik dört adet Hg-standartı hazırlanmıştır. Bunun için 0,1354 g HgCl<sub>2</sub>, 75 ml saf su ve 10 ml nitrik asit 100 ml'lik bir cam kaba doldurulmuş ve saf su ilavesi ile 100 ml'ye tamamlanarak, homojenliğin sağlanması için karıştırılmıştır. Hazırlanan bu Hg stoğundan 1 ml alınmış ve içinde 50 ml saf su bulunan 100 ml'lik bir cam balona aktarılmıştır. Balona ayrıca 2 ml nitrik asit ilave edilmiştir. Söz konusu bu karışım daha sonra saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Böylece elde edilen çözeltinin Hg içeriği 10 ppm'dir. Bu çözeltiden seyreltmeyle, 0,04; 0,02; 0,01 ve 0,005 ppm'lik cıva standartları hazırlanmıştır.

### İşlem

Gerekli reaktifler: %5'lik Potasyum permanganat

%10'luk kalay klorür

% 1,5'luk hidroksilalümin hidroklorik asit

5,6 n'lik nitrik asit

18,0 n'lik sülfirik asit

BOD şişesine (Biochemical Oksijen Demond), daha önce hazırlanan çözeltiden 50 ml, 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1,5 ml HNO<sub>3</sub> ve 6 ml KMnO<sub>4</sub> konular ve bir kaç saniye beklenir, daha sonra 9 ml hidroksilalümin hidroklorik asit ilave edilerek çözeltide bulunan permanganatın aşırısı indirgenir. İndirgenmenin tamamlandığı çözelti renginin açılmasıyla anlaşılır. 30 saniye kadar beklendikten sonra tepkime kabına 3 ml kalay klorür eklenir ve kab, zaman geçirmeden aletteki yerine takılarak kapalı bir sistem oluşturulur. Devreye bağlı kaydedicinin algıladığı değer en yüksek seviyeye ulaştığında işlem tamamlanmıştır. Aynı işlem önceden hazırlanmış olan cıva standartlarına da aynen uygulanarak elde edilen değerlere göre standart eğrisi çizilir.

### CİVA ÖLÇÜMLERİ İÇİN TOPRAK ÖRNEKLERİNDEN ÇÖZELTİ HAZIRLANMASI

Cıva analizi yapılacak olan toprak örnekleri önce Jeffery ve Hutchison (1981) tarafından önerilen HF-yöntemi uygulanarak çözündürülmüştür. Bunun için 0,2 g toprak örneği alınmış ve bir miktar saf su ile nemlendirilerek, üzerine 5 ml derişik HF ve 0,5 ml HNO<sub>3</sub> ilave edilip 120°C'de 10 dakika kadar elektrik fırınında bekletilmiştir; daha sonra soğumaya bırakılmış; soğuktan sonra üzerine 50 ml borik asit ilave edilip saf su ile 100 ml'ye tamamlanmış ve böylece ölçümler için hazır duruma getirilmiştir.

### Cıva Ölçümleri

Hazırlanan çözeltilerden 50 ml alınıp yukarıda sözü edilen soğuk buhar yöntemiyle Hg ölçülmeye çalışılmıştır; ancak aletin cıvaya ait değerler kaydetmediği gözlenmiştir. Yani değerler ölçme sınırın olan 0,005 ppm'in altında kalmıştır. Bunun üzerine, 0,2 g örneğin az olabileceği düşünülerek, miktar 10 kat artırılmış, yani 2 g örnekle, işlem yeni baştan tekrarlanmıştır; ancak sonuç değişmemiştir. Bunun üzerine Eggersglüs ve Müller (1991) tarafından uygulanmış olan bir başka çözelti yöntemi denenmiştir. Bu yöntemde 5 g öğütülmüş toprak örneği 28 ml kral suyunda çözündürülmüştür. Kral suyu ilave edilen öğütülmüş toprak örneği teflon kapta fırında, 160°C'da 3 saat süreyle çözündürülmeye bırakılmıştır. Daha sonra soğumaya bırakılan çözelti soğuduktan sonra filtre kağıdından geçirilerek ölçekli cam kapta saf su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltilerden yapılan soğuk buhar yöntemli ölçümlerde de Hg pikleri elde edilememiştir. Aynı çözelti yöntemi, örnek miktarı artırılarak (8 g örnek ve 50 ml toplam çözelti) yeniden denenmiş, ama yine sonuç alınamamıştır.

Bu durumun açıklanması için iki olasılığın söz konusu olabileceği düşünülebilir:

1- Toprak örneklerinin çözündürülmeleri yada ölçümleri esnasında, var olan cıva ortamdan uzaklaşmaktadır.

2- Analiz edilen toprakların cıva miktarı, ölçüm sınırı olan, 0,005 ppm'in altındadır.

Hangi olasılığın söz konusu olabileceğini kontrol etmek için toprak örneklerine, ölçme hassasiyetinin alt sınırın olan 0,005 ppm'in altında ve üstünde cıva ilave edilerek ölçümler yinelenildiğinde sınırın altında cıva katılmış olan örneklerde Hg saptanamamış, buna karşılık sınırın üstündekilerde katılan miktara uygun Hg oranları saptanmıştır. Bu neticeye göre 1 nolu ihtimalin değil, ikinci ihtimalin söz konusu olduğu ortaya çıkmaktadır.

### TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre incelenen topraklarda, analizi yapılan elementlerden, cıva hariç tümünün içerikleri dünya ortalamalarının çok üzerindedir. Zira Rose ve diğ. (1981)'e göre söz konusu elementlerin topraklardaki dünya ortalamaları şöyledir:

Fe % 2.1; Mn :0.32; Pb ppm; Zn 36 ppm; Cu 15 ppm ve Co 10 ppm.

Fe, Mn, Pb, Zn, Cu ve Co için elde edilen değerlerin yüksek olmalarının en önemli nedeni analizi yapılan toprakların anakayalarının büyük oranda bazaltik ve andezitik kayalar olmasıdır. Sadıklar ve diğ. (1994)'e göre yörede bulunan bazalt ve andezitlerin ortalama %Fe

içerikleri 11.30 ve 3.80; Mn içerikleri ise 0.11 ve 0.10'dir

Hg'nin değeri 0,005 ppm'in altındadır. Demek ki, alttaki volkanik kayaların ayrışmasından ortaya çıkması ihtimali var olan cıva, toprak tabakası içinde bağlanamayarak, yüzey suları ile yıkanıp gitmektedir. Harris ve diğ. (1971) yaptıkları çalışmaya göre bazı organik-cıva-komplekslerinin oranlarının 1 ppb olması halinde tatlı su ve deniz planktonlarının gelişmesi yarı yarıya azalmakta, miktar 50 ppb'ye çıktığında ise her türlü gelişme sona ermektedir. İnsan sağlığı için civanın tehlike sınırı Vester (1972) ve Förstner ve Müller (1974)'e göre 0.5 ppm olarak kabul edilmiştir. Bu ise incelenen topraklarda, örnek alım tarihlerinde (1992/ 93), bir "cıva kirlenmesinden" söz edilemeyeceğini göstermektedir. Çünkü analiz edilen toprak örneklerindeki cıva oranı anılan sınırının çok altındadır.

Öte yandan, jeokimya izopak haritalarında da görüldüğü gibi, analiz edilen diğer elementler çalışılan sahanın belli kesimlerinde nispeten yüksek değerler vermektedirler. Söz konusu kesimlerde analizi yapılan metalleri işleyen ya da yeniden değerlendiren herhangi bir sanayi kuruluşu, ne güncel ne de geçmişte mevcut değildir. Bu nedenle yüksek değerlerin kaynağı insan etkenli (antropogen) değil doğaldır (geogen). Diğer bir ifade ile söz konusu metallerin alttaki volkanik kayaların ayrışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### KATKI BELİRTME

Bu çalışma, KTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenen bir araştırma projesidir. Katkılarından dolayı KTÜ Rektörlüğü' ne ve Araştırma Fonu Başkanlığı'na teşekkür ederiz. Ayrıca, soğuk buhar düzeneği için ihtiyacımız olan yardımcı aygıt analizlerimizi tamamlayıcaya kadar kullanımımıza sunan., KTÜ Kimya Müh. Böl. öğretim üyesi, sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Tüfekçi'ye, çalışma sahasının genel jeolojisi konusunda yardımlarını gördüğümüz, KTÜ Jeoloji Müh. Böl. öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Sadettin Korkmaz'a ve makaleyi eleştiren KTÜ Maden Müh. Bölümü öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Necati Tüysüz'e teşekkürü borç biliriz

### DEĞİNİLEN BELGELER

- Eggersglüs, D. ve Müller, G., 1991, Schwermetalle und Nahrstoffe in Gartenböden des Rhein-Neckar-Kreises und des Stadtgebietes von Heidelberg, Heidelberger Geowiss. Abh., Band 49, 157 s., Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg.
- Förstner, U. ve Müller, G., 1974 Schwermetalle in Flüssen und Seen, Springer Verlag, 225 s., Heidelberg.
- Harris, R.C., White, I. ve McFarlane, R., 1971, Mercury compounds reduce photosynthesis by plankton. Science 170, s. 736-737, New York.
- Jeffery, P.G. ve Hutchison, D., 1981, Chemical Methods of Rocks Analysis, Elsevier, New York.
- Korkmaz, S., Sadıklar, M.B., Van, A., Tüysüz, N. ve Ercan.,

## AKÇABATYOMRAAGİR METAL İÇERİKLERİ

- T.,1993, Üst Kretase yaşlı Saraf Tepe (Trabzon) bazaltının jeokimyasal özellikleri ve jeotektonik anlamı, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 1, 37-44.
- Korkmaz S. ve Van, A., 1994, Trabzon Kıyı Bölgesinin Jeolojisi, KTÜ Araştırma Fonu Projesi Raporu (yayınlanmamış), Proje No: 90.112.005.1, 48 s., Trabzon
- Özsayar, T., 1971, Geologie und Palaentologie des Gebites östlich Trabzon (Anatolien), Giess. Geol. Schr. N. 1, Doktora Tezi, 138 s., Giesen.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E. ve Webb, J.S.,1981, Geochemistry in Mineral Exploration, Elsevier, 2. Ed., 420 s., New York.
- Sadıklar, M.B., 1992 Occurrences of the Fe-Mn-nodules in Trabzon Area (E-Pontides), As a Product of Terrestrial-Hydrogenetic Processes. Abstracts International Symposium on the Geology of the Black-Sea Region, Ankara, September 7-11, 1992, s. 62.
- Sadıklar, M.B., Goerg, U. and Van A., 1994, Mineralogical and Geochemical Characteristics of Terrestrial-Hydrogenetic Fe-Mn-Nodules in the Trabzon Area, NE-Turkey. Chemie der Erde (in press).
- Tokel, S., 1985 Silikat ve Sülfürlerin Teflon Basıncılı Kabında Çözündürülmeleri ile Atomik Absorbsiyon Spektrometresinde Analizleri. KTÜ Yerbilimleri Dergisi, Jeoloji, 4; s. 87-93.
- Vester, F., 1972, Das Überlebensprogramm. Kindler Verlag, München.

