

Çangal metaofiyoliti Karadere metabazitindeki  
Cu, Co, Zn, Cr ve Ni anomalileri

Cu, Co, Zn, Cr and Ni anomalies in the Karadere metabasite site of the Çangal metaopMolite

OSMAN YILMAZ, H.Ü. Mühendislik Fakültesi, Beytepe-Ankara

M. SEZAI KIRIKOĞLU, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Teşviye - İstanbul

ÖZ : Daday - Devrekani Masifi kuzeydoğu kesiminde yer alan Çangal Metaofiyoliti Karadere Metabaziti başlıca metagabro, metadiyabaz, metaspilit, metaporfirite gibi ana litolojik birimlerden oluşmaktadır. Ayrıca ezik zonlar boyunca bu kayalar içinde ortofilonitlere de rastlanmaktadır. Sözü edilen bu litolojik birimler mineralojik ve petrografik açıdan ayrıntılı olarak incelenmiş, tümkayaç analizleri yapılmıştır. Bunların yanısıra kayaç örnekleri, metalik element içeriklerinin belirlenmesi amacıyla analiz edilmişlerdir.

Bu çalışmada Çangal Metaofiyoliti Karadere Metabazitinin metalojenisi incelenmekte, yapılan jeokimyasal analizler ve analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi yardımıyla, eldeki verilerin cevher yatağı anomalisi olup olmadıkları tartışılmaktadır. Yapılan araştırmalar gerek Cu gerekse Co değerlerinin ekonomik olarak kazanılabilecek cevherleşmelerin belirteçleri olabileceğini ortaya koymuştur. Zn, Cr ve Ni değerleri yüksek olmalarına karşın, cevher yatağına karşılık olup olmadıklarının daha ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.

ABSTRACT : The Karadere Metabasite of the Çangal Metaopliolite, located in the northeastern part of the Daday - Devrekani Massif, consists mainly of metagabbro, metadiabase, metaspilite, metaporphyrite etc. Additionally orthophyllonites occur within the shear zones. The mineralogy and petrography of these units are investigated in detail and wholerock analyses are done. The rocks are also analysed for their metallic element contents.

In this study the metallogeny of the Karadere Metabasite of the Çangal Metaophiolite is investigated. The geochemical analyses are statistically evaluated and the results are discussed as indicators for potential mineral deposits. The studies have shown and the Cu and Co contents could be indicators for economic deposits. Although the Zn, Ni and Cr values are high, further detailed studies are needed to determine whether they correspond to economic mineral deposits.

## GİRİŞ

Daday-Devrekani Masifi kuzeydoğu kesimi Yılmaz (1980, 1983) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu araştırmalar sonucu Çangal Metaofiyoliti, Dibekdere Metaultramafiti ve Karadere Metabaziti olmak üzere iki litostratigrafik birime ayrılmış, mineralojik-petrografik incelemesi yapılmış, metamorfizma koşulları belirlenmiş ve temel jeolojî haritaları çıkarılmıştır.

Çangal Metaofiyolitinin 1 : 25 000 ölçekli Kastamonu -E32-d1 ve -E32-d4 paftalarında yer alan kısmının metalojenik incelenmesi, bu çalışmanın konusunu teşkil etmektedir (Şekil 1). Burada sadece sözkonusu tektonostratigrafik birliğin Karadere Metabazitinden alınmış olan örneklerin değerlendirilmesi yapılacaktır. Dibekdere Metaultramafitinin benzer incelenmesi ise başka bir araştırmacının kapsamı içinde ele alınacaktır. Öte yandan, bu çalışmalar yazarlar tarafından Kastamonu -E32-d2 ve -E32-d3 ile -E32-C1 paftalarında yürütülmekte olan ve tüm Çangal Metaofiyolitinin metalojenik incelenmesini kapsayan araştırmaların da bazını oluşturmaktadır.

## BÖLGESEL JEOLJİK KONUM

### Genel

Çalışma alanında farklı oluşum şekillerine sahip kayaç toplulukları (orta-yüksek dereceli gnays ve metakarbonatlardan oluşan metamorfitler, düşük dereceli metamorfizmaya uğramış olan metaofiyolitler, diyorit ve sedimanter kayalar) bir arada yüzeylemektedir.

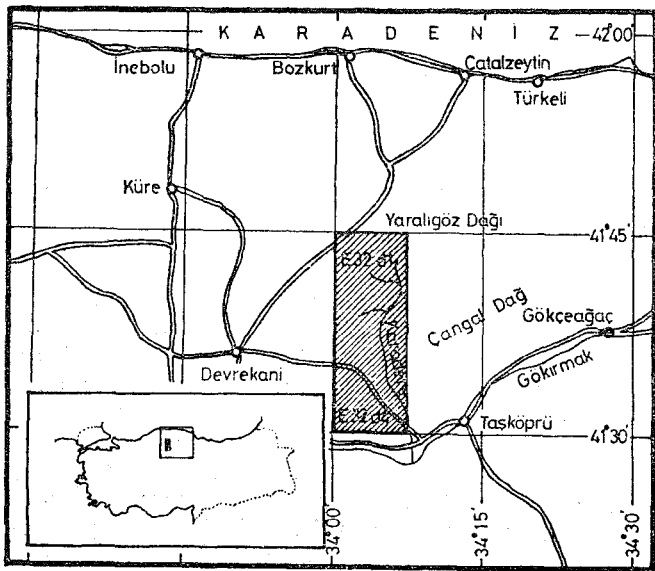
Bölgedeki Ebrek Metamorfiti ile Çangal Metaofiyoliti en önemli tektonik birliklerdir ve Daday-Devrekani Masifi, farklı petrojenetik nitelikteki bu birliklerin birbirine eklenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Aralarında Müsaderesi Bindirmesi (ezik zon) yer almaktadır. Biri kıtasal ve diğeri okyanusal kabuğun parçaları olan Ebrek ve Çangal Metamorfitlerinin birbirine eklenmesi plaka hareketleri ile ilgilidir. Okyanusal kabuğun kıtasal kabuğa eklenmesi, Mesozoyik başındaki bir orojenik fazda gerçekleşmiştir (Yılmaz, 1983). Bu fazı hemen takip eden evrede her iki tektonik birlikte retrograd kataklastik metamorfizma gelişmiştir.

Ebrek Metamorfiti ve Çangal Metaofiyoliti bölgedeki Mesozoyik sedimanları için bir temel oluşturmaktadır. Bu temel üzerine Yaralıgöz grubu birimleri açısız uyumsuzlukla gelmektedir (Yılmaz, 1980). Bozarmut bindirme fayı, metamorfitle ve Börümce Formasyonu arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Alt Jura yaşlı olan Börümce Formasyonu, Yaralıgöz grubundan farklı özelliklere sahiptir. Zira Börümce Formasyonu içinde gözlenen Asarcık **Diyoriti gibi** kalkalkali karakterdeki intrüzyonlar temel **metamorfiteri** içinde de bulunmaktadır ve ancak Orta ve Üst Jura yaşlı Yaralıgöz grubu birimleri ile örtülmektedir.

Temeli oluşturan metamorfitle ve temel-örtü ilişkisinin bölgesel tektoniğe uyum sağladığı, inceleme alanında gözlenmiştir (Yılmaz, 1980). Daha küçük ölçekli (1:750 000, 1:1350 000) Zonguldak - Abana - Taşköprü - Kastamonu poligonunu kapsayan uzay fotoğraflarından, çalışma bölgesinin KD-GB uzamlı bir temelin KD kesiminde yer aldığı belirlenmiştir. Fotoğrafların yapısal analizi, KB-GD doğrultulu sıkıştırma kuvvetlerinin etkisinde kalan bu bölgede, yaklaşık olarak tektonik yöne dik, D-B doğrultulu, kademeli bindirme faylarının geliştiğini ortaya koymuştur. Bindirmeler bölgenin merkezini oluşturan Daday - Devrekani Masifi metamorfitlelerinin etrafında ve dışına doğru gelişmişlerdir. Bunlar Eosen sonrası bir fazla ilişkilidir. Alpin dağ oluşumunun Pirenik fazına karşılık gelen bu tektonik hareketin varlığı Pontid'lerin diğer kesimlerinde de tesbit edilmiştir (Ketin, 1961 ve 1977; Nebert, 1961; Seymen, 1975; Pelin, 1977).

#### Karadere Metabaziti

Daday-Devrekani Masifinin kuzeydoğu kesimi metamorfizmaya uğramış mafik-ultramafik kayalarla, bunları dayklar halinde kesen lökokrat metaporfiritlelerden oluşmaktadır. Bu birimler Çangal Metaofiyoliti adı altında toplanmıştır (Yılmaz, 1980). Çangal Metaofiyolitinin serpantinler dışındaki tüm litolojileri Karadere Metabaziti olarak haritalanmıştır. Serpantinler ise Dibekdere Metaultramafiti adı altında gruplanmıştır.



Şekil 1 : İnceleme alanı bulduru haritası.

Figure 1 : Location map of the investigated area.

Daday-Devrekani Masifi ölçüsünde, batıya (Devrekani güneyi) ve doğuya (Çangal Dağı) uzamlı önemli bir birim olan Karadere Metabaziti, kuzeybatıdan Müsaderesi bindirme zonu ile sınırlanmaktadır. Kuzeyde Yaralıgöz grubu birimleri ile örtülmektedir. Güneyde Karadere Metabaziti ile Üst Kretase yaşlı sedimanter Kaygunca Formasyonu arasındaki sınırı, eğim açısı değişen bir bindirme fayı oluşturmaktadır. Batıda Müsaderesi bindirme zonu boyunca Prekambriyen yaşlı metasedimanter Ebrek litolojileri ile sınırlanan Karadere Metabaziti doğuda, inceleme alanı dışında oldukça geniş bir yayılıma sahiptir.

Karadere birimi içerisinde yapısal -dokusal ve mineralojik özelliklerine göre bazı kayaç türleri ayırdedilmiştir. Ancak bunların herbirini, kalınlıklarının dekametre ile milimetre arasında olması ve iç içe bulunmaları nedeniyle, ayrı bir birim olarak haritalamak olanaksızdır. Birimde en yaygın kayaç türleri aktinolit, epidot, klorit ve albitten oluşan, koyu renkli metadiyabaz ve metaspilitlerle, bunları dekametrik dayklar şeklinde kesen, daha açık renkli, kuvars ve albit porfiroblastlı metaporfiritlelerdir. Metaspilitlerde tektonik deformasyona uğramış yastık lav ve amigdaloidal yapıda fasiyeler bulunmaktadır. Ayrıca birim içerisinde küçük intrüfiz kütleler oluşturan, koyu yeşil renkli ve iri kristalli metagabrolar yüzeylenmektedir.

Karadere metabazitinin Müsaderesi bindirme zonuna yakın çevresinde ve bu bindirmenin genel uzanımına paralel birim içerisindeki ezik zonlarda, aşırı derecede şistozite kazanmış, siyah renkli ve afanitik görümlü kayaçlar yer almaktadır. Bunlar ortofilonit olarak isimlendirilmiştir.

Yılmaz (1983)'e göre, Daday-Devrekani Masifinde yüzeylenen, Liyas öncesi yaşındaki Çangal Metaofiyoliti bir okyanus tabanı malzemesi niteliğindedir. Yazar mineralojik-petrografik çalışmalar ile belirlediği mineral topluluklarına göre, bu malzemenin iki farklı metamorfizma olayına maruz kaldığını ortaya koymuştur. Bunlardan ilki ve okyanusul kabuk içerisindeki birincil konumda etkin olanı, prograd okyanus tabanı metamorfizmasıdır. Diğeri ise Çangal Metaofiyolitinin Prekambriyen yaşlı Daday-Devrekani rieta-sedimentine (Ebrek Metamorfiti) eklenmesi sırasında geliştiği varsayılan retrograd kataklastik yerleşme metamorfizmasıdır. Bunlara göre Yılmaz (1983) Çangal Metaofiyolitinin Tetis Okyanusu metamorfik kabuğunun iyi korunmuş bir parçası olduğuna dikkati çekmektedir.

#### JEOKİMYASAL İNCELEME

##### Çalışma Yöntemi

Kastamonu -E32-d1 ve -E32-d4 paftaları ile bunlara komşu -E32-a4, -E32-d2 ve -E32-d3 paftalarındaki metamorfitlelerden toplam 522 adet kayaç örneği alınmıştır. Bunlardan Karadere Metabazitinden alınmış 197 örnek, metal içerikleri belirlenmek amacıyla analiz edilmişlerdir. Tüm kayaçlar ile bunlardan ayrılmış minerallerden bir kısmının nicel ana ve iz element içerikleri Yılmaz (1978) tarafından geliştirilen bir yöntemle belirlenmiştir. Ayrıntılı petrografik incelemesi yapılmış olan kayaç örneklerinin doğrudan doğruya toz haline (% 95 < 200 meş) getirilmiş kısmı analiz edilmiştir. Sözkonusu bu yöntemde biri çözelti A, diğeri çözelti B olmak üzere iki ayrı çözelti hazırlanmaktadır. Çözelti A'dan SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Bausch ve Lomb UV spektrofotometresi, çözelti B'den Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO, MnO ve

ÖRNEK NO SAMPLE NO	KOORDİNATI (Kastamonu-)	Cu ppm	Co ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm
OY-4.1	F31c3 (8305)	53	110	106	191	850
4.2	" "	48	80	69	219	130
5	E32d1 (a 03)	63	50	167	111	110
6.1	" (a 02)	53	40	117	22	65
6.2	" "	43	50	159	27	70
7.1	" (a 01)	13	40	52	234	225
8.1a	" (g 04)	13	30	92	204	145
8.1b	" "	37	80	40	90	145
9.1	" (n 01)	48	130	209	91	85
9.2	" "	53	40	309	191	115
26a	" (9295)	53	80	247	79	105
26b	" "	43	70	188	260	145
27	" "	43	140	125	261	180
28a	" (9195)	123	70	172	105	130
28b	" "	38	80	79	137	130
30	E32d3 (9408)	33	50	59	880	420
31	" "	48	40	309	12	50
32	" (9407)	13	20	47	8	20
33	" "	18	30	255	10	35
34	E32d4 (j 06)	70	40	86	23	105
35	" "	43	30	58	372	230
36.1	" (i 06)	203	740	16	8	45
36.2	" "	153	180	15	7	5
37	" (i 06)	73	40	247	19	60
38	" (h 05)	43	240	52	17	65
39	" "	50	40	45	21	65
40	" "	93	70	66	382	175
41	" (g 01)	53	50	90	700	385
42	" "	58	50	79	960	335
43	" "	23	30	102	150	85
44	" "	13	150	55	6	15
45	" "	13	30	101	8	25
46	" (g 01)	23	30	201	7	30
47	" "	58	50	107	16	45
48	" "	88	40	63	210	130
49	" "	23	50	59	438	295
50	" "	63	50	68	67	75
51	" "	18	40	93	410	240
52	" "	48	90	59	455	210
53	" "	13	40	87	11	40
54	" "	43	40	69	24	60
55	" (g 02)	83	70	91	280	175
56.1	" "	38	50	70	9	40
56.2	" "	28	30	81	128	45
57	" "	8	50	180	8	35
58.1	" "	8	90	38	6	20
58.2	" "	18	70	90	11	40
59.1	" (h 03)	8	60	89	7	25
59.2	" "	58	70	48	245	180
60	" "	78	70	52	300	275
61	" (g 03)	48	70	102	12	40
62.1	" "	38	70	52	41	45
62.2	" "	108	140	111	63	110
63	" (g 04)	8	70	34	6	30
64	" "	8	60	65	6	30

Çizelge 1 : Karadere Metabaziti tümkayaç Cu, Co, Zn, Cr ve Ni değerleri.

ÖRNEK NO SAMPLE NO	KOORDİNATI (Kastamonu-)	Cu ppm	Co ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm
OY-65	E32d4 (g 04)	13	50	65	6	35
66	" "	8	70	180	16	70
67	" "	18	90	102	13	65
68	" "	73	90	115	174	130
69	" (g 05)	98	90	66	360	330
70	" (f 05)	13	90	70	225	175
71	" "	8	140	66	240	180
72	" "	78	70	51	212	150
73	" (f 06)	33	70	50	61	65
74	" "	18	80	53	497	430
75	E32d3 (9307)	13	40	32	8	50
76	" "	53	70	111	95	110
77	E32d4 (j 05)	8	90	176	54	100
78	" "	98	60	59	11	40
79	" "	128	80	86	11	55
80	" (i 04)	33	86	115	9	10
80a	" "	33	60	46	8	30
81	" "	43	50	52	238	180
82	" "	33	50	88	104	95
83	" (h 04)	88	90	62	176	150
84	" (f 06)	43	80	37	930	400
85	" "	103	70	27	259	230
86	" "	43	80	63	156	75
87	" "	13	70	32	334	135
88	" "	48	110	97	222	100
89	" (f 02)	133	70	53	238	145
90	" (f 01)	98	60	88	16	45
92	E32d1 (c 07)	88	60	114	120	90
93	" "	38	90	68	170	80
94	" (c 06)	13	70	107	15	45
95	" (d 06)	8	80	78	141	75
96	" (d 07)	83	80	85	203	105
97	" (e 07)	48	70	222	88	90
98	" (f 07)	8	70	580	149	85
99	" "	28	170	92	54	65
100	" "	58	110	81	52	65
101	" (f 01)	18	90	47	27	55
102	" "	23	60	155	10	30
103	" (g 01)	68	80	85	71	70
104	" "	118	90	27	18	45
105	" "	8	80	41	44	60
106	" "	108	40	463	21	40
107	" (h 01)	48	60	750	10	50
108	" "	43	60	40	347	205
109	" (i 12)	8	100	73	429	265
110	" "	28	70	69	6	35
111	" (i 13)	13	50	58	4	20
112	" "	8	60	20	6	25
113	" "	33	80	72	370	165
114	E32d4 (c 03)	93	90	46	307	150
115	" (b 01)	43	220	35	257	180
116	" (b 02)	58	360	49	840	315
117	" (b 03)	18	70	70	9	55
118	" (b 02)	73	70	57	247	145
119.1	" "	28	60	95	106	75

Table 1 : The wholerock Cu, Co, Zn, Cr and Ni values of the Karadere Metabasite.

ÖRNEK NO SAMPLE NO.	KOORDİNATI (Kastamonu-)	Cu ppm	Co ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm
OY-119.2	E32d4 (b 02)	83	60	44	508	250
120	" (c 02)	58	50	106	90	110
121	" (b 02)	53	50	40	280	205
122	" (c 02)	98	70	37	327	280
123	" (c 01)	43	190	45	345	260
124	" (d 01)	23	60	180	10	45
125	" "	73	60	37	120	140
126	" (e 01)	123	270	38	178	110
127	" (c 04)	38	80	91	18	65
128	" "	28	70	81	14	55
129	" (d 04)	233	310	47	270	125
130	" "	73	80	67	203	215
131	" (d 03)	48	40	57	321	260
132	" "	123	60	167	107	120
133	" "	133	70	67	1060	450
134	" "	73	50	23	243	170
135	" (f 02)	8	70	59	6	25
136	" (b 05)	78	210	57	314	210
137	" (a 05)	83	70	171	110	105
145	E32d1 (d 09)	53	60	60	152	95
148	" (f 09)	28	80	111	38	60
148.1	" "	40	221	144	17	32
149	E32d4 (d 05)	58	70	68	17	55
150	" (d 04)	28	60	83	12	55
151	" (c 04)	73	60	29	230	205
152	" (e 04)	8	70	56	253	130
153	" (g 04)	18	230	321	18	65
154	" (h 01)	58	140	151	78	140
155	E32d1 (i 16)	148	80	172	265	180
156	" (i 15)	13	90	8	6	10
157	" "	8	120	36	10	30
158	" (i 14)	13	60	66	16	40
159	" "	4	60	51	6	25
160	" "	8	50	47	6	30
161	" (i 13)	8	70	42	14	35
162.1	" (h 13)	13	60	113	8	35
162.2	" "	18	80	33	6	20
163	" (h 14)	78	40	159	8	25

ÖRNEK NO SAMPLE NO.	KOORDİNATI (Kastamonu-)	Cu ppm	Co ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm
OY-164	E32d1 (g 14)	13	80	11	10	50
165	" "	8	60	63	19	60
166	" "	73	90	110	8	55
167	" "	48	90	82	1060	600
168	" (f 15)	13	70	3	6	25
169	" "	8	50	15	24	40
170	" "	13	60	17	4	25
176	" (f 16)	23	120	39	18	75
182	" (h 13)	18	50	96	10	40
183	" (g 13)	28	80	102	8	45
184.1	" "	18	70	79	178	135
184.2	" "	13	90	46	22	55
185	" (f 13)	8	20	77	127	80
187	" (f 14)	13	60	22	23	40
188	" (e 14)	28	60	49	291	265
189	" "	53	80	60	179	165
193	" (i 14)	13	70	27	34	45
194	" (i 15)	113	90	108	10	45
195	" "	13	60	34	27	35
196	" "	13	30	34	149	25
206	" (h 17)	63	60	76	31	55
207	" (h 16)	43	70	54	202	145
208	" "	48	40	33	260	130
209	" (h 15)	78	80	67	427	345
210	" "	38	60	102	99	75
212	" (g 10)	318	50	34	16	35
216	" "	313	60	40	178	115
222	" (h 10)	33	50	61	163	80
227	E32d4 (b 01)	68	50	44	166	90
232	" (c 01)	48	60	51	429	255
236.1	" (d 01)	68	50	54	287	130
432.1	E32d1 (e 13)	133	102	84	139	66
459	" (f 13)	11	43	81	52	27
475	" (h 13)	259	77	57	12	47
551	E32d4 (a 04)	122	75	108	9	26
552	" (b 04)	452	70	95	91	49
708	E32d1 (f 14)	149	73	158	924	322

toplam Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Perkin Elmer-370 AAS (atomik absorpsiyon spektrofotometresi) ile USGS ve CRPG kayaç standartları kullanmak suretiyle analiz edilmektedir. Ayrıca çözelti B'den TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> analizleri için de yararlanılmaktadır. Ateşte kayıp ise örnekler 1000°C de en az 4 saat bekletildikten sonra ölçülmektedir. Nicel ana ve iz element analizleri ile ateşte kayıp her zaman 110°C de kurutulmuş örnekler üzerinde yapılmaktadır.

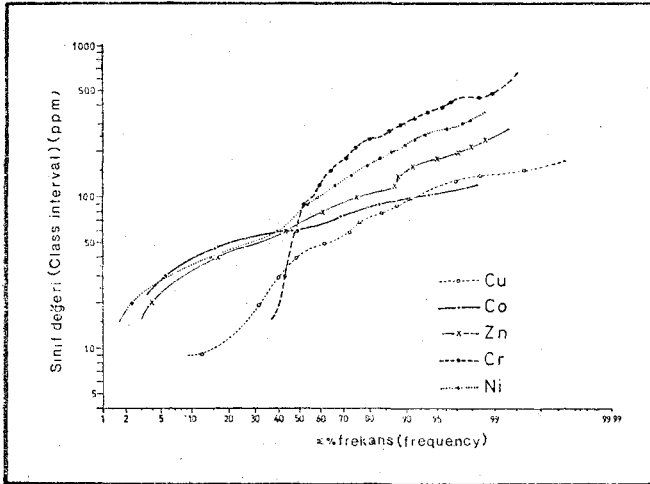
Bilindiği gibi, elde edilen sonuçların en basit şekli ile değerlendirilmesi, analizlerden elde edilen verilerin numunelerin alınmış olduğu harita üzerindeki noktalara yerleştirilmesidir. Çalışma sırasında numuneler karelej yapıla-

rak alınmadığından, bu noktalar arasından eşit değerleri birbirine bağlayan eğriler (kontur veya izograd) geçirilerek jeokimyasal harita yapımı gerçekleştirilememiştir. Saptanan temel değer (background), eşik değer ve anomaliler harita üzerine noktasal semboller halinde yerleştirilmiştir. Çalışmalar beş ayrı element üzerinde yapılmış olup, her bir element için ayrı ayrı hazırlanmış olan anomali haritalarının karşılaştırması yapılarak cevherleşme bölgelerinin kesinlik kazanmasına gayret edilmiştir. Değerlendirmeler, Karadere Metabazitini oluşturan çeşitli litolojik birimlerden alınmış kayaç örneklerinin analiz sonuçlarından yararlanılarak yapılmıştır.

Anomalilerin sayısal ve daha kesinlikle belirtilmesi arzu edildiğinden, başka bir deyimle temel değer ve eşik değer gibi kavramların sayısal olarak ifade edilmesi alışılmış olduğundan, istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Özellikle laboratuvarında elde edilen değerlerin, numune almada ve analizler esnasında yapılan hatalarla, kirlenmeden (kontaminasyon) ileri gelen hataları da taşıyabileceği düşünülürse istatistiksel yöntemlerin, bunların sonuçlar üzerindeki etkisini azaltmada ne kadar yararlı olduğu daha iyi anlaşılır. Hatalar çoğu zaman farklı derinliklerden, mineralce zengin zonlardan numune alınması ve numunelerin fazla organik madde, kil veya hidrate kısımları içermeleri gibi nedenlerden ileri gelmektedir. Bazen yer üstü ve yer altı suları da zahiri anomalilere neden olmaktadır. Özellikle suda kolayca eriyen anyon ve katyonlar (örneğin sülfat, molibdat, klorür gibi anyonlarla Cu, Zn gibi katyonlar) ilksel oluştukları yerlerden sularla uzaklaşarak birikimler meydana getirebilirler (Bürküt, 1975). Ancak çalışmanın konusunu oluşturan elementlerin analiz değerleri, taze ve bütünü temsil eden kayaç örneklerinde belirlenmiş olduğundan, bu tür hataların sonuçlar üzerindeki etkili olması, bu araştırmada sözkonusu değildir.

#### Cu, Co, Zn, Cr ve Ni Anomalileri

Sözkonusu elementlerin çalışma bölgesi kayaçları içindeki dağılımları Çizelge 1 de görülmektedir. Bu veriler yardımıyla Karadere Metabazitinin herbir element için temel, eşik ve anomali değerleri istatistiksel olarak hesaplanmış ve ayrı ayrı haritaya geçirilmiştir (Şekil 3,4,5,6, 7). Ayrıca frekansa bağlı kümülatif dağılımlar da probabillite kağıdı üzerinde karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Şekil 2). Aynı probabillite kağıdı üzerinde, farklı elementlere ait eğrilerin dönüm noktaları (bunlar ayrı dağılımlara, dolayısı ile anomalilere karşılık olmaktadır) arasındaki ilişkilerin araştırılmasına çalışılmıştır. Buna göre Cu ve Co elementlerinin benzer jeokimyasal dağılım gösterdikleri belirlenmiştir. Aynı şekilde bir ilişki Ni ve Cr arasında da mevcuttur.

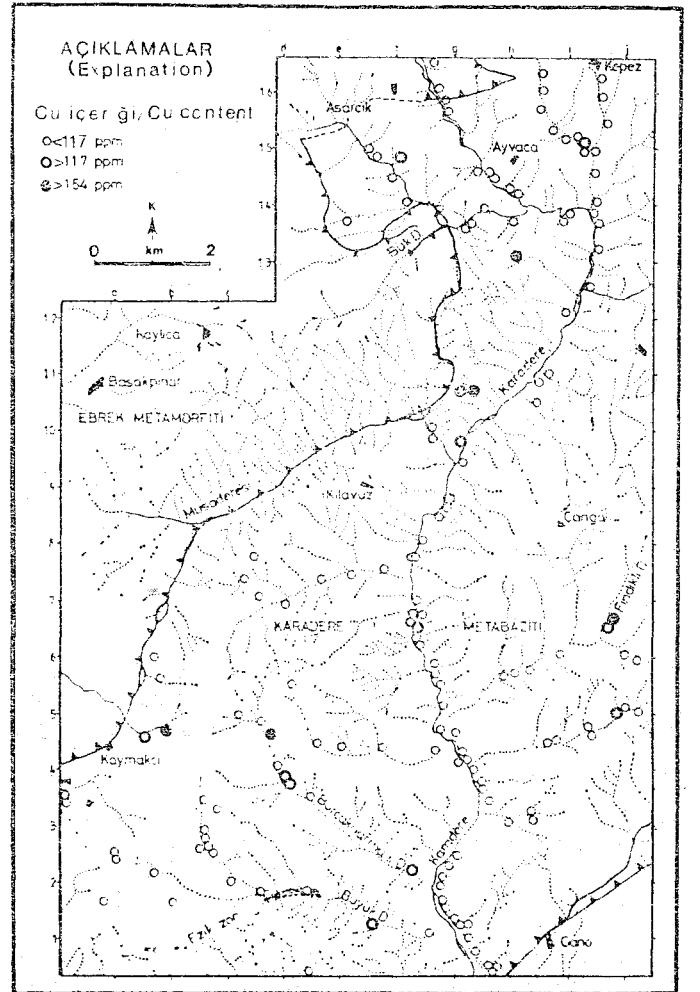


Şekil 2 : Cu, Co, Zn, Cr ve Ni probabillite eğrileri.  
Figure 2 : The probability curves for Cu, Co, Zn, Cr and Ni

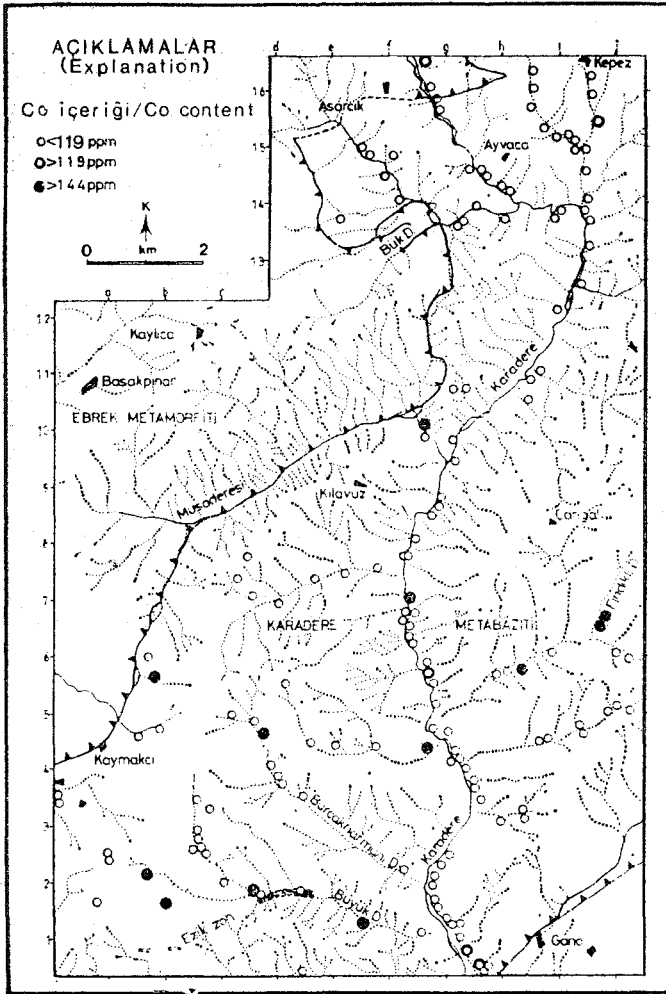
#### Bakır Anomalisi

Mafik kayaların ortalama bakır içeriği 140 ppm civarındadır (Hawkes ve Webb, 1962). Karadere Metabazitini oluşturan litolojik birimlerde belirlenen en düşük ve en yüksek Cu değerleri ise 4 ve 452 ppm dir. Öte yandan, Karadere Metabaziti tümüyle göz önünde bulundurulacak olursa, ortalama bakır içeriğinin mafik kayaların genel bakır içeriğinden oldukça düşük olduğu görülür (ortalama 46 ppm). Eşik değer 117 ppm Cu dir. 154 ppm in üzerinde olan anomali değerleri Ayvaca güneyi ile Kirensöküsü'nde ve Karacayır pınarında, ayrıca Burçakharmanı ve Fındıklı derelerde saptanmıştır (Şekil 3). Bunlardan Ayvaca güneyi ile Kirensöküsü'nde yer alan anomali noktaları oldukça ilginç olup, 1970'li yılların başında havadan prospeksiyonla saptanıp, daha sonra jeofizik ve sondajlı aramaları yapılan Kepez batısındaki Doğandere Cu sahasının (Özgüneyli, 1974) çok yakın çevresinde (2-5 km güneyinde) yer almaktadırlar.

Ortalamanın çok üstünde (154 ile 452 ppm Cu arasında) bakır içeriğine sahip zonların bulunması çalışma sahasını ve özellikle anomali saptanmış olan kısımları, bakır araştırmaları açısından hedef bölgeler arasına sokmaktadır.



Şekil 3 : Cu anomali haritası.  
Figure 3 : Cu anomaly map.



**Şekil 4 : Co anomali haritası.**  
**Figure 4 : Co anomaly map.**

Çizelge 2 incelendiğinde, bakırın en iyi korelasyonu Co ile yaptığı görülmektedir. Cr ve Ni ile olan korelasyonları da pozitifdir. Ancak istatistiksel açıdan bunlar güvenilir değildir.

#### Kobalt Anomalisi

Çeşitli yazarlara göre, mafik kayaların Co içeriği ortalama 45 ppm civarındadır. Şekil 4 incelendiğinde ise çalışma sahasının kobalt açısından oldukça ilginç olduğu görülecektir. Zira bu değer Karadere Metabazitinde 66 ppm Co olup, eşik değer 119 ppm kobalttır. 144 ppm kobaltın üzerinde olan anomali değerleri (740 ppm'e kadar) ise bakır anomalilerinin belirlendiği Fındıklı ve Burçakharmanı derelerinin yanısıra tüm Büyük dere vadisinde, Teke, Sincanlı, Döven derelerinde. Kepez güneyi ve Bozarmut batısında, ayrıca Müsaderesinde ve Karadere vadisi boyunca saptanmıştır (Şekil 4).

Yeryüzünde ekonomik olarak işletilebilen kobalt yatakları incelendiğinde, bunların diyabaz (Cobalt City-Ontario) intrüzyonlanmış veya granitik batolitlerin yakın çevresinde (Bohemya Masifi) yer aldıkları görülür (Pet-

	Cu	Co	Zn	Cr	Ni (ppm)
Cu (ppm)		0.37	-0.02	0.12	0.08
Co			-0.10	0.05	0.04
Zn				-0.12	-0.09
Cr					0.81
Güvenirlilik sınırı:	r > 0.18, % 95; r > 0.24, % 99				

**Çizelge 2 : Karadere Metabaziti metalik element değerleri arasındaki ilişkiler (örnek sayısı : 184).**

**Table 2 : The relationship between the metallic element contents of the Karadere Metabasite (number of samples : 184).**

rascheck ve Pohl, 1982). Dünya üretiminde önemli payı olan Kongo'daki yataklar uranyumca zengin, sülfidik Cu-Co yataklarıdır.

Çalışma sahasının önemli Cu provansı olan Pontid kuşağında yer alması, bunun yanısıra bu kuşağın önemli yataklarından olan Küre bakır oluşumlarının oldukça yakın civarında bulunması, ayrıca araştırmalarımız sırasında belirlenen Cu ile Co arasındaki belirgin pozitif korelasyon bölgede önemli Co potansiyeli bulunabileceğinin belirteçleri olarak kabul edilebilir. Taze kayaç örneklerinde belirlenen ve 740 ppm'e varan anomali değerleri bunu destekler mahiyettedir. Ayrıca birçok bakır yatağında kobalt linneit (Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub>) şeklinde bakır sülfidlerle birlikte ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tenörü sadece % 0.02 ile 0.5 arasında olsa bile, bakır üretiminde önemli bir yan ürün olarak kazanılabileceği unutulmamalıdır.

#### Çinko Anomalisi

İnceleme alanında yer alan kayaçlarda belirlenen en düşük çinko içeriği 3, en yükseği ise 750 ppm'dir. Çalışma alanı kayaçlarının ortalama 80 ppm olan çinko içeriği, mafik kayaçların ortalama 130 ppm olan çinko içeriği ile karşılaştırıldığında, oldukça düşük olduğu görülür. Karadere metabazitinde eşik değer 176 ppm olup, anomali sınırı 224 ppm'den başlamaktadır.

Şekil 5 incelendiğinde, anomali noktalarının sahanın orta ve güney kısımlarında yer aldığı görülür. Çinko ile diğer elementler arasında belirgin ve güvenilir bir korelasyon mevcut değildir (Çizelge 2). Anomalilerin sahadaki dağılımları da bu konuda yönlendirici olmaktan uzaktır. Bu nedenlerle, sahanın çinko açısından ilginç olup olmadığının belirlenebilmesi, ancak anomali noktaları ve yakın çevresinde ayrıntılı jeolojik araştırmaların yapılmasıyla mümkün olacaktır.

#### Krom Anomalisi

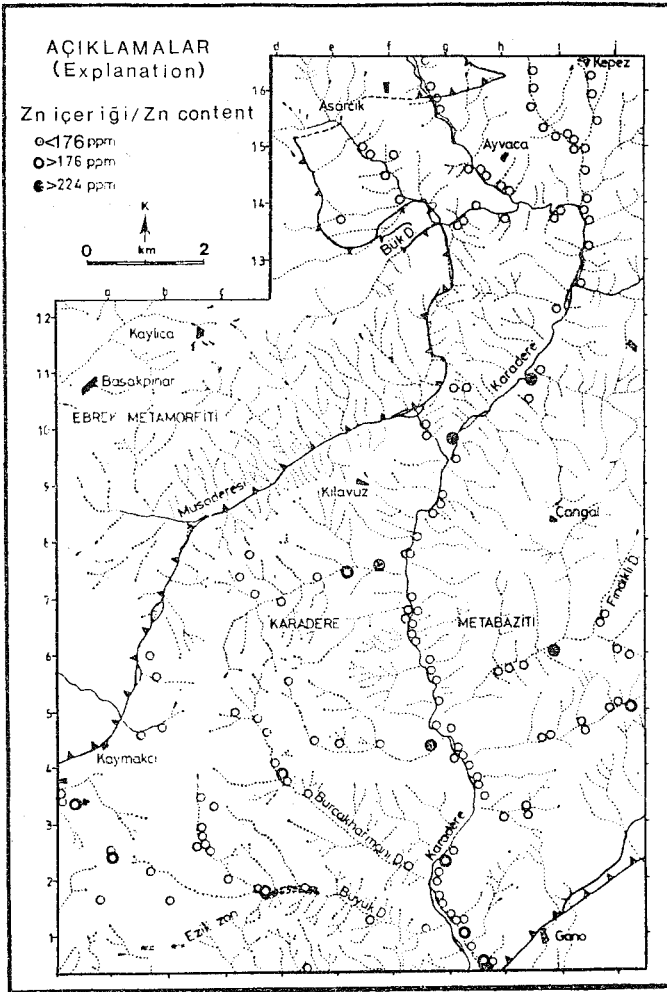
Yukarıda da değinildiği gibi, Karadere Metabaziti litolojik birimlerini metagabro, metadiyabaz, metaspilit, metaporfirit ve ortofilonitler oluşturmaktadır. Araştırmalar sırasında sözkonusu bu litolojik birimler içerisinde belirlenen krom içeriklerinde en küçük değer 4 ve en büyük de-

ğer ise 1060 ppm dir. Karadere Metabazitinin ortalama krom içeriği 122 ppm olup, bu mafik kayaların ortalama 300 ppm olan içeriğinin (Hawkes ve Webb, 1962) yarısından daha düşük bir değerdir. Krom içeriği açısından fakir olan bu litolojik birimler içinde 506 ppm'in üzerinde krom içeren anomali noktalarının varlığı (Şekil 6), şüphesiz bölgenin bindirme tektoniği ile yakından ilgili olmalıdır. Anomali noktalarının ezik zon boyunca yer alması, bu görüşü destekler mahiyettedir. Çalışma bölgesinin güney-batısında yer alan anomalilerin Müsaderesi bindirme zonu ile çizgisel paralellliği (Şekil 6) buna örnek verilebilir.

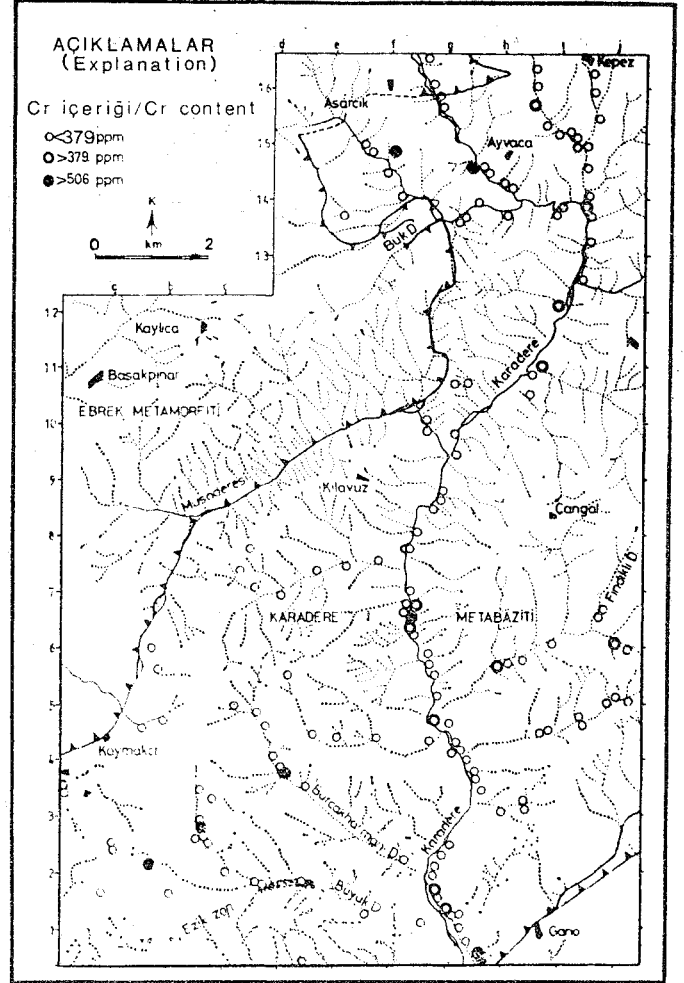
Krom ile nikel arasında çok kuvvetli bir pozitif korelasyon mevcuttur ( $r = 0.81$ , Çizelge 2).

### Nikel Anomalisi

Mafik kayaların ortalama nikel içeriği 160 ppm iken, Karadere Metabazitinde bu değer 104 ppm'dir. Analizleri yapılan kayaç örneklerinin nikel içeriği 5 ile 850 ppm arasında değişmektedir. Eşik değer 260 ppm, anomali değerleri ise  $> 338$  ppm'dir. (Şekil 7). Anomali noktalarının dağılımı krom anomalileri ile büyük benzerlik içindedir ve



Şekil 5 : Zn anomali haritası.  
Figure 5 : Zn anomaly map.



Şekil 6 : Cr anomali haritası.  
Figure 6 : Cr anomaly map.

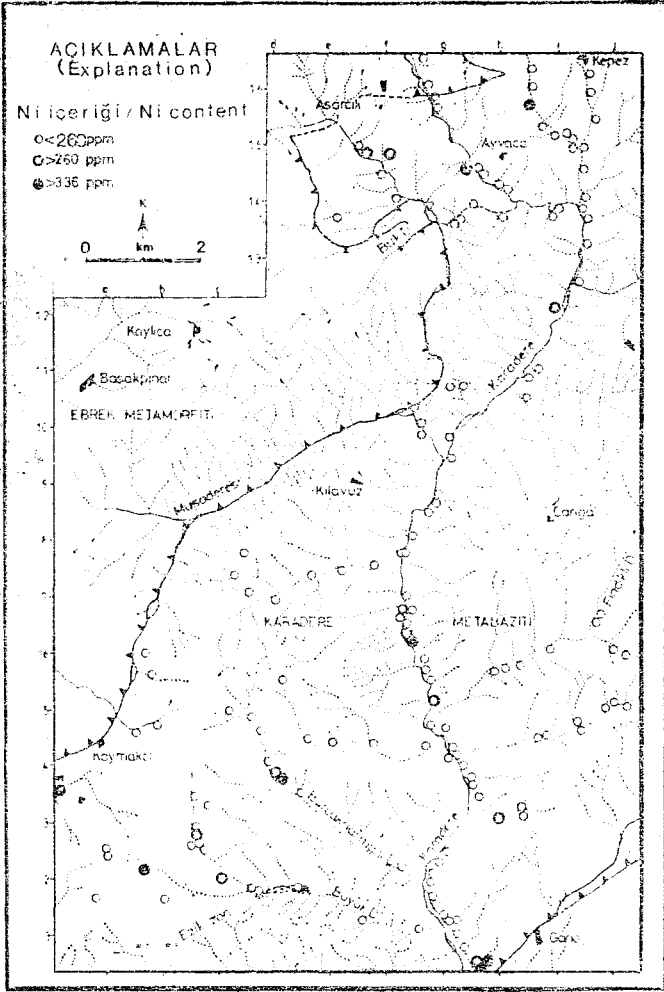
kromda olduğu gibi, tektonik zonlarla paralellikler göstermektedir.

### TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Makalenin konusunu teşkil eden araştırmalar sırasında Çangal Metaofiyoliti Karadere Metabazitinin metalik element içeriğinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bunu yaparken anomalilerin çalışma bölgesi içindeki dağılımları incelenmiş ve birbirleri ile olan ilişkileri saptanmıştır. Buna göre :

— Yurdumuzun önemli bakır provenislerinden biri olan Küre sahasının yakın civarında yer alan inceleme alanının kayalarında  $> 154$  ppm Cu ve  $> 144$  ppm Co anomali değerleri belirlenmiştir. Cu ve Co arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ( $r = 0.37$ ), jeokimyasal açıdan doğal olup, yüksek anomali verileri ile birlikte değerlendirildiğinde, sahada Cu ve/veya Co cevherleşmelerinin bulunduğu işaret ettikleri söylenebilir.

— Karadere Metabaziti litolojik birimlerinin ortalama Zn içeriği düşüktür. Buna rağmen 750 ppm e varan Zn,



Şekil 7 : Ni anomali haritası.

Figure 7 : Ni anomaly map.

anomali değerlerine rastlanması, anomalilerin bulunduğu yerler ve yakın çevrelerinde ayrıntılı jeolojik araştırmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır.

— İnceleme alanı, litolojik birimleri itibarıyla Cr ve Ni cevherleşmeleri için uygun değildir. Buna rağmen, etkin bindirme tektoniği göz önünde bulundurulur ve çalışmalar sırasında belirlenen yüksek Cr ve Ni değerleri (1060 ppm'e kadar Cr ve 850 ppm'e kadar Ni) dikkate alınır, sahadaki bindirme zonlarında, tektonik olarak yerleşmiş kayalara bağlı cevherleşmelerin yer alabileceği düşünülür. Karadere Metabazitinde Cr ve Ni cevherleşmeleri ancak bu tektonik zonlarda beklenmelidir.

— Çalışmalar sırasında analizi yapılan  $^{65}\text{Ni}$  son derece düşük değerler verdiği için makalemiz kapsamında incelenmemiştir.

Sahada çalışmalar halen yürütülmekte olup, Çangal Metaofiyolitinin tüm doğu kesimini içine almaktadır.

#### KATKI BELİRTME

Analizler H. Ü. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Kayaç Kimyası Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu laboratuvarında çalışan uzman ve teknisyenlere katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Bürküt, Y., 1975, Uygulamalı Jeokimya: İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul.
- Hawkes, H.E. ve Webb, J.S., 1962, Geochemistry in mineral exploration: Harper and Row Publishers, New York.
- Ketin, İ., 1961, Türkiye'de magmatik faaliyet: Türkiye Jeol. Kur. Bült, 7, 1-33.
- Ketin, İ., 1977, Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve paleocoğrafik evrimi: M.T.A. Dergisi, 88, 14.
- Nebert, K., 1961, Kelkit çayı ve Kızılırmak (Kuzey Anadolu) nehirleri mecrası bölgelerinin jeolojik yapısı: M.T.A. Dergisi, 57, 149.
- Özgüneyli, A., 1974, Karadeniz Bakır İşletmelerinin Kastamonu E32-dl paftasına ait Kepez köyü bakır anomalisinin detay jeolojisi: M.T.A. Rapor No. 209, yayınlanmamış.
- Pelin, S., 1977, Alucra (Giresun) güneydoğu yöresinin petrol olanakları bakımından jeolojik incelemesi: K.T.Ü. Yayın No. 87, 103 s.
- Petrascheck, W.E. ve Pohl, W., 1982, Lagerstättenlehre: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nacgele und Obermiller), Stuttgart.
- Seymen, İ., 1975, Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun tektonik özelliği: İ.T.Ü., Doktora Tezi.
- Yılmaz, O., 1978, HÜYBE Jeokimyasal Standartları-I: Bazalt HÜYBE-BA ilk analiz verileri: Hacettepe Yerbilimleri, 4, 1-2, 194 - 200.
- Yılmaz, O., 1980, Daday-Devrekani Masifi Kuzeydoğu kesimi litostratigrafi birimleri ve tektoniği: Hacettepe Yerbilimleri, 5-6, 101 - 131.
- Yılmaz, O., 1983, Çangal Metaofiyolitinin mineralojik-petrografik incelenmesi ve metamorfizma koşulları: Hacettepe Yerbilimleri, 10, 45 - 58.

Yazının Geliş Tarihi : 11.5.1985

Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi : 20.10.1985

Yayıma Verildiği Tarih : 1.11.1985