

图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Sb)

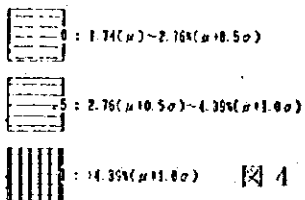
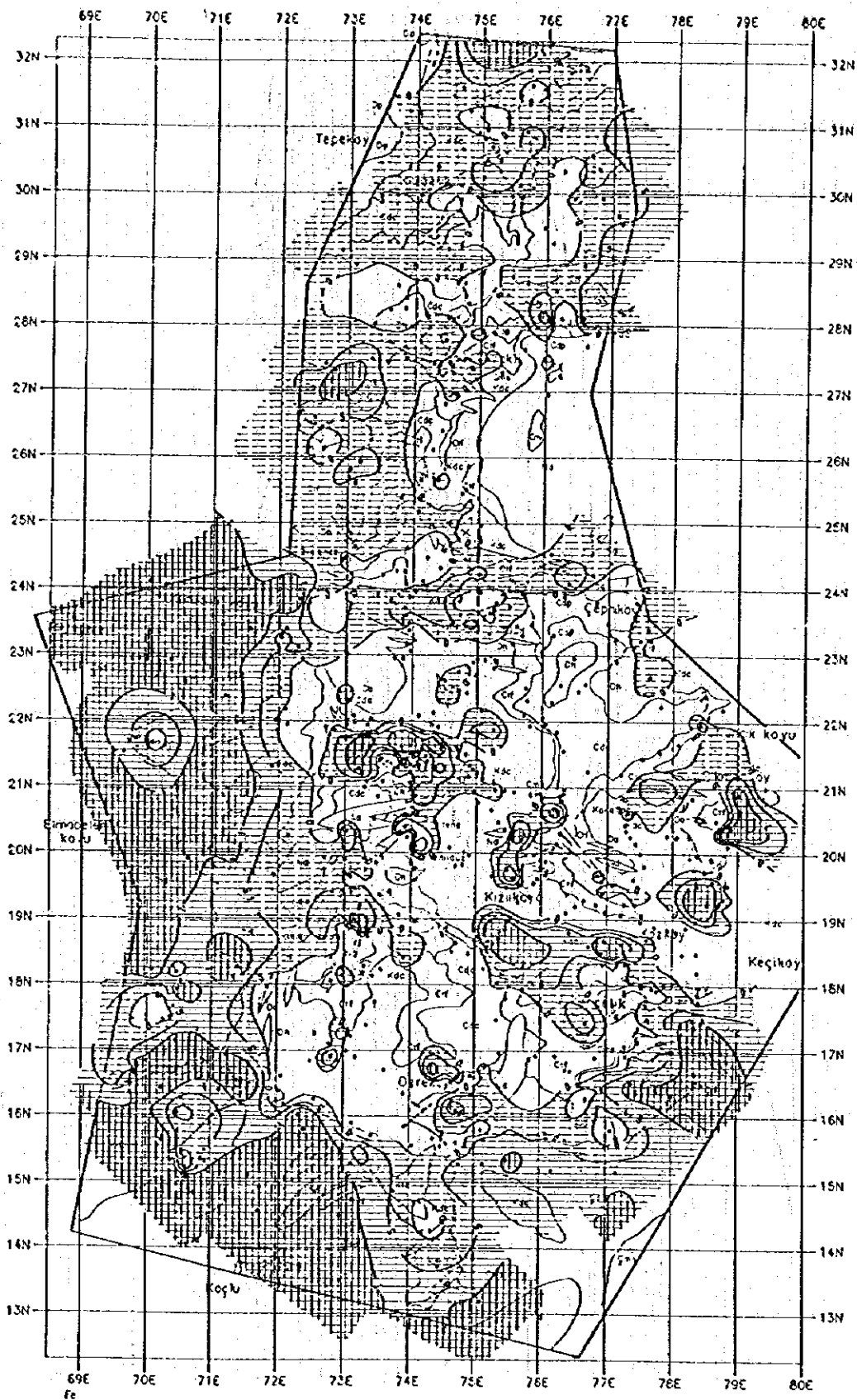
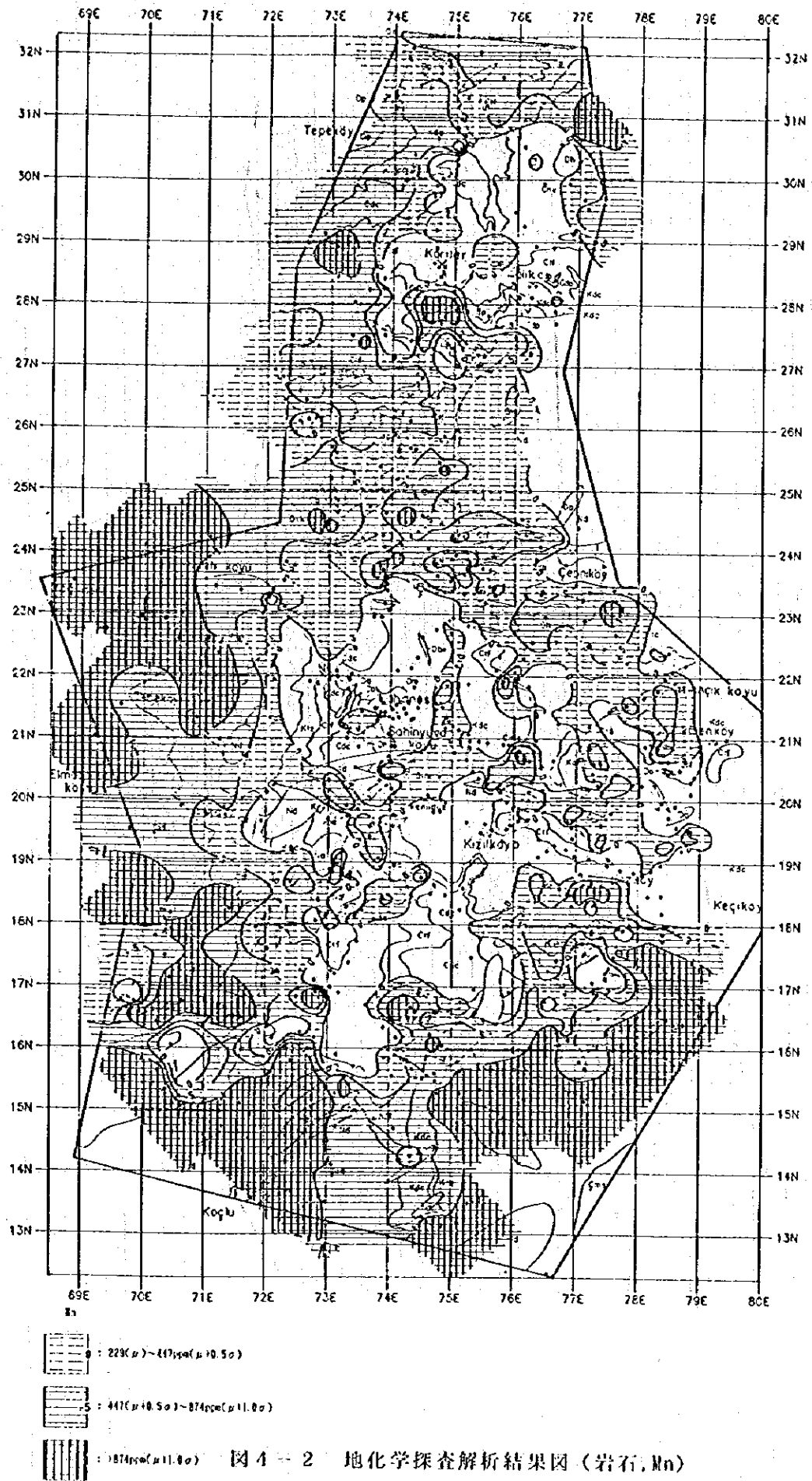


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Fe)



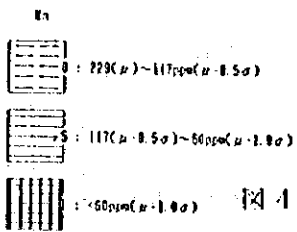
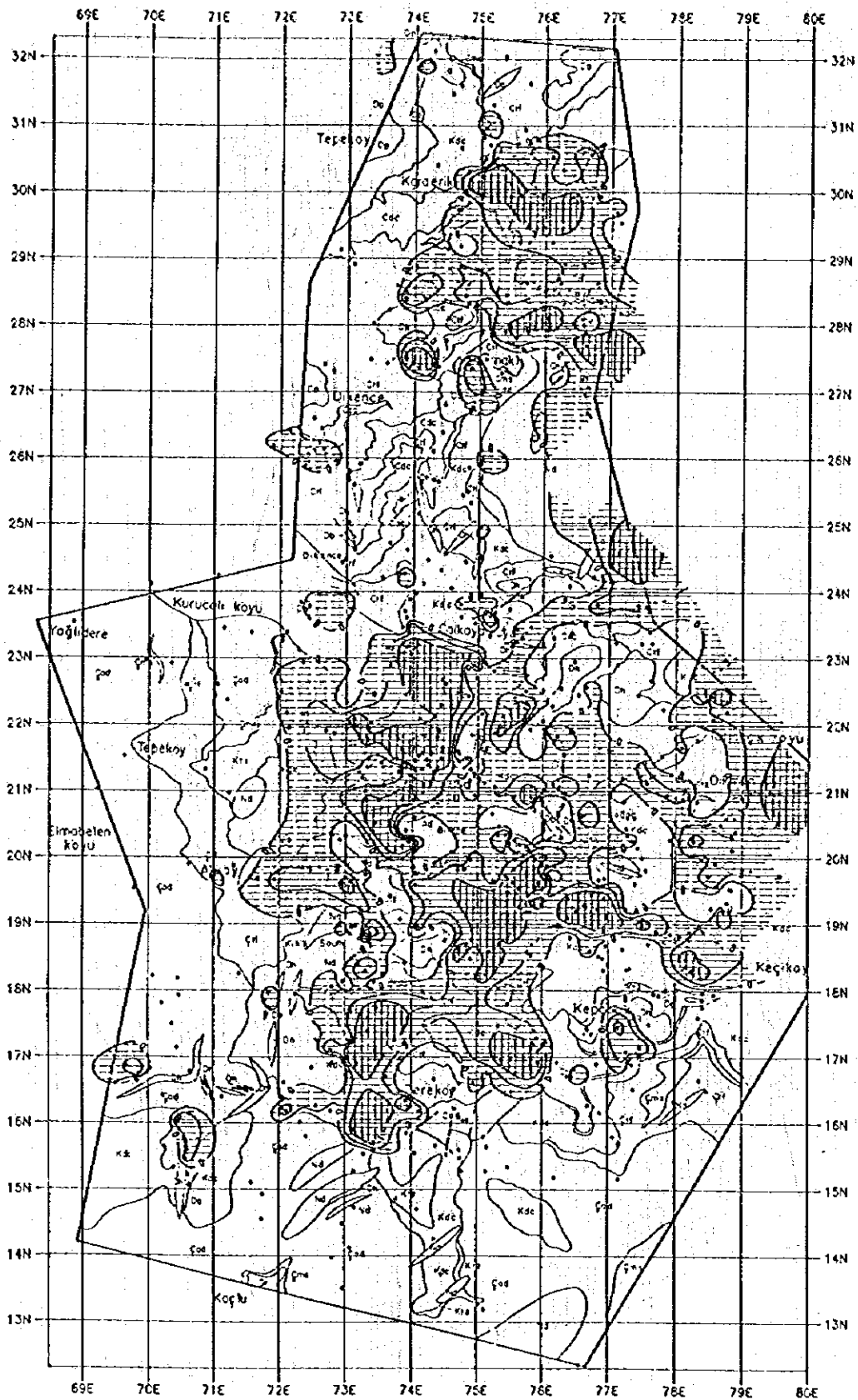


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Mn)

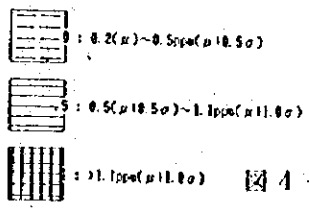
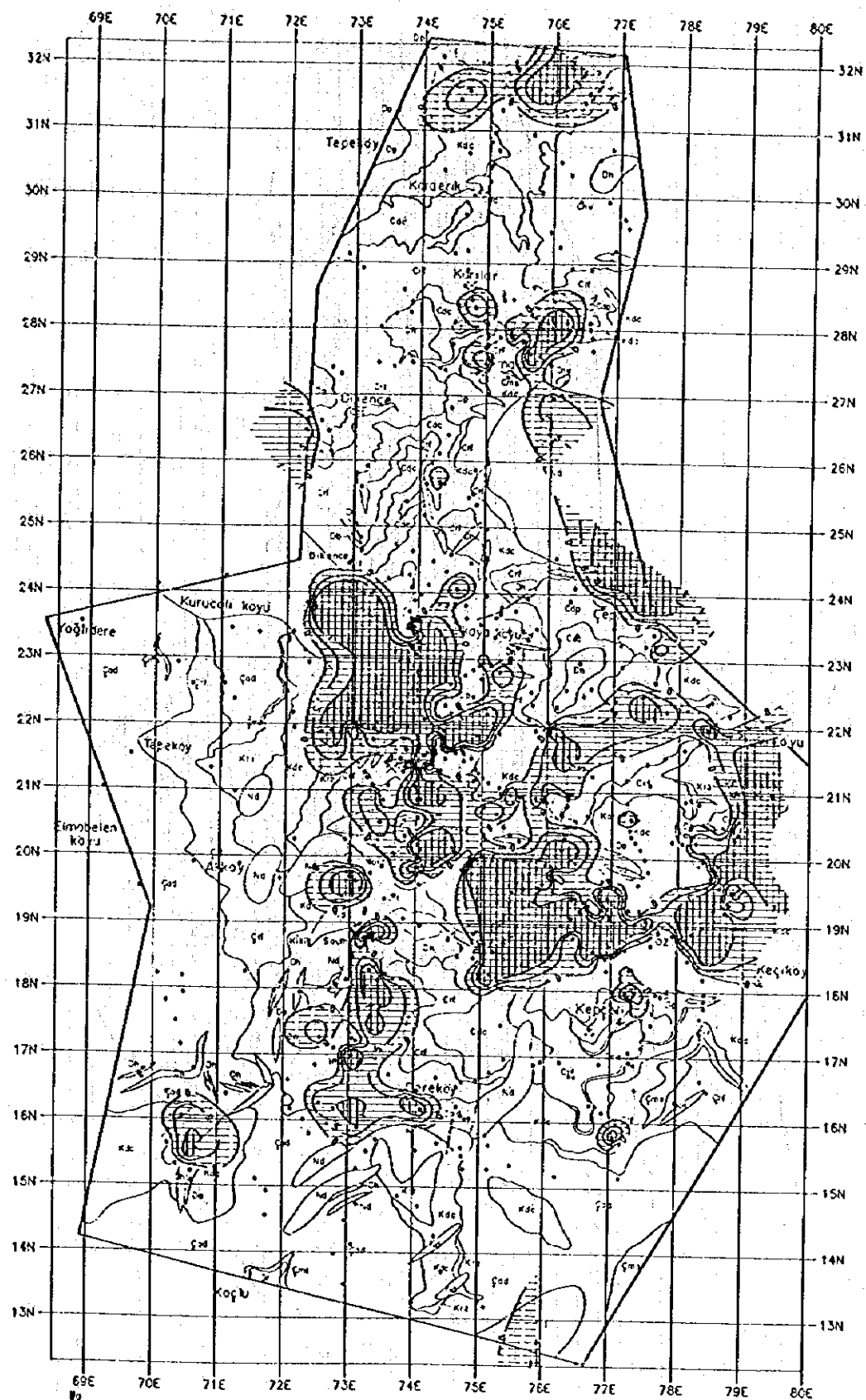


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Mo)



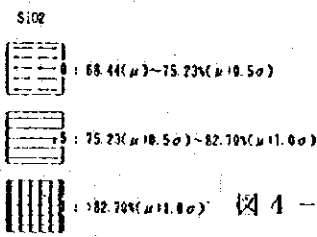
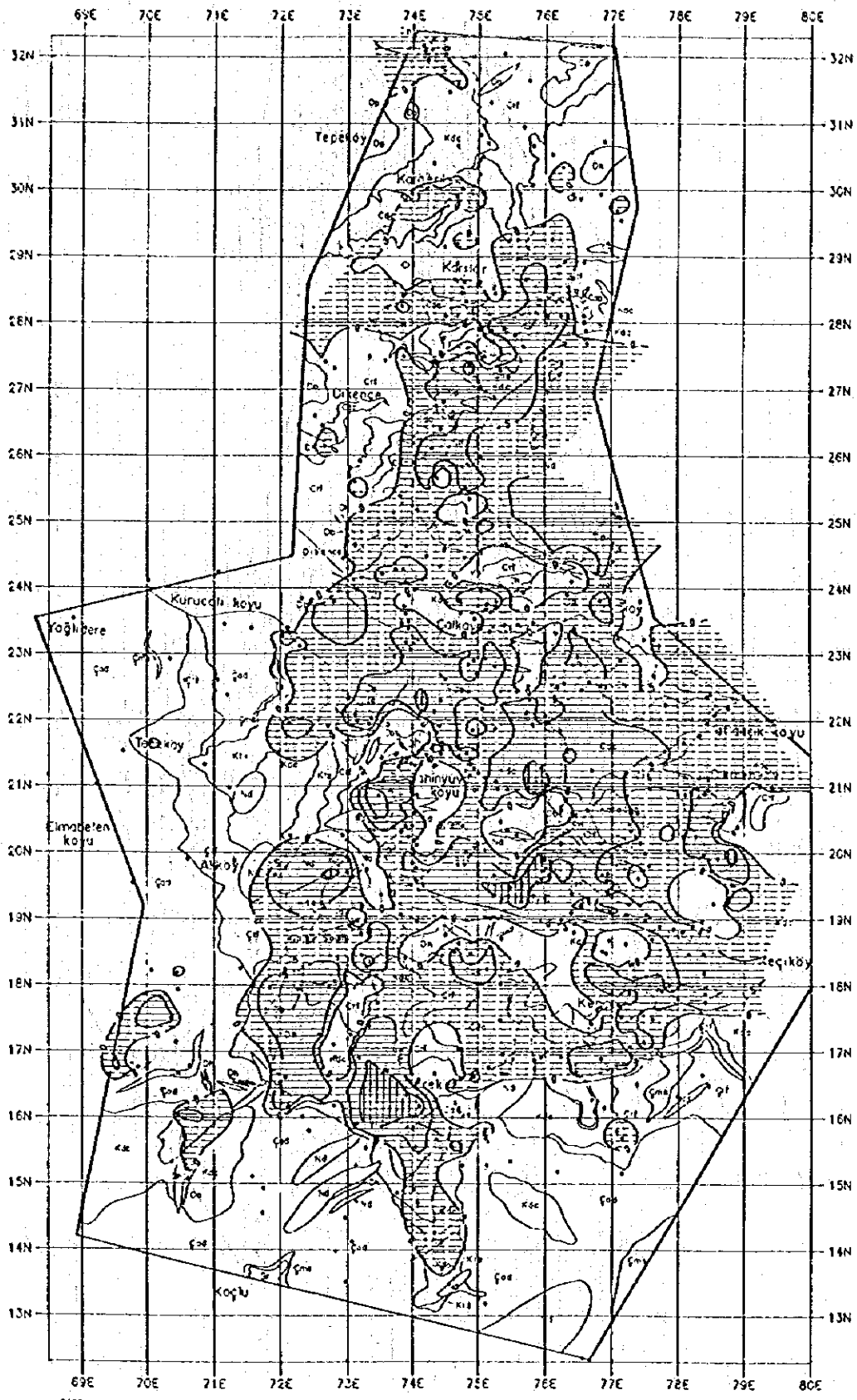
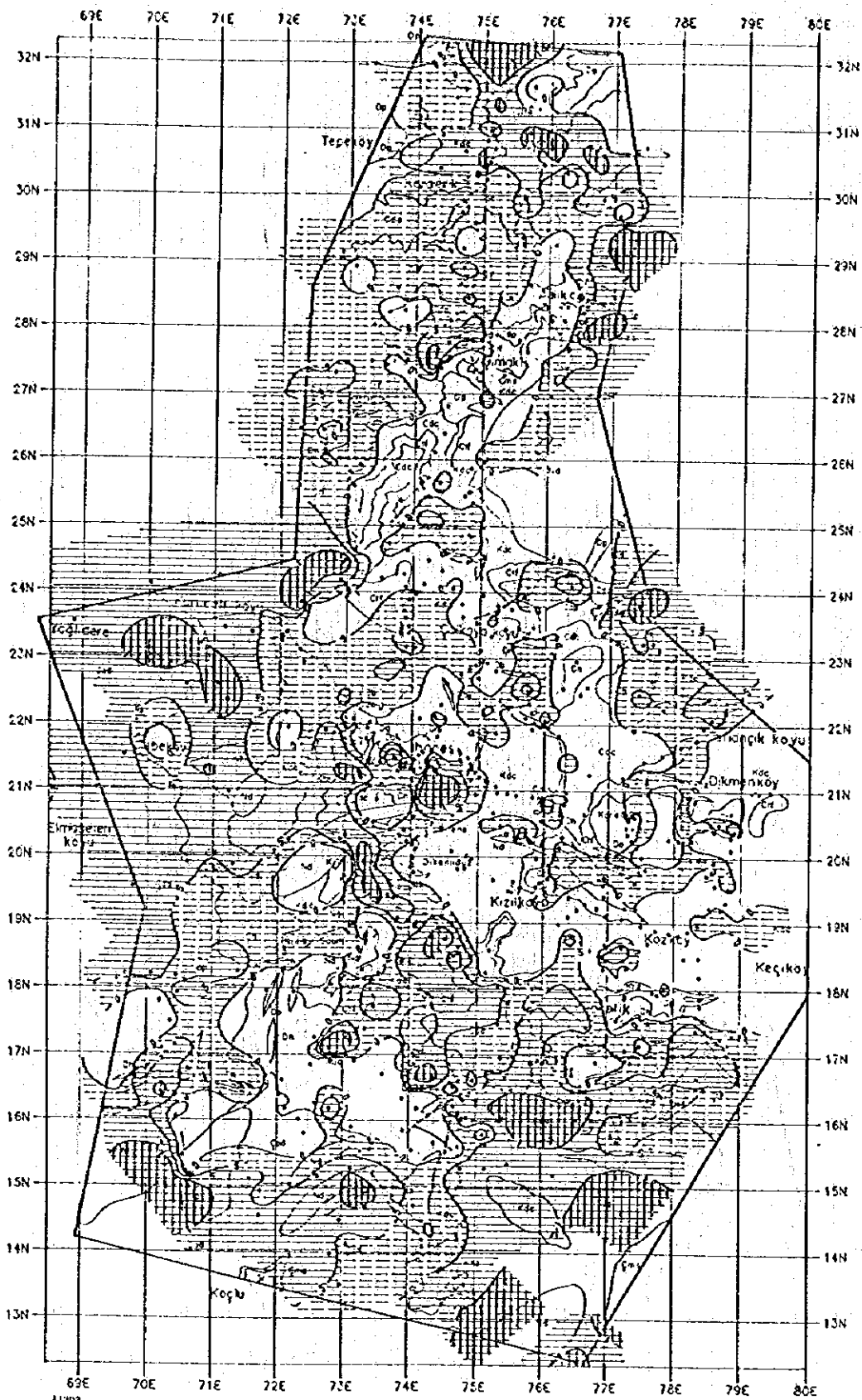


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, SiO<sub>2</sub>)






-  : 12.27( $\mu$ )~14.25( $\mu+0.5\sigma$ )
-  : 14.25( $\mu+0.5\sigma$ )~16.55( $\mu+1.0\sigma$ )
-  : >16.55( $\mu+1.0\sigma$ )

图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, A1203)





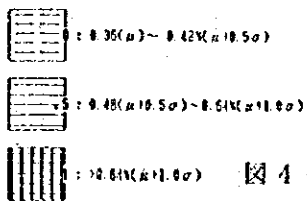
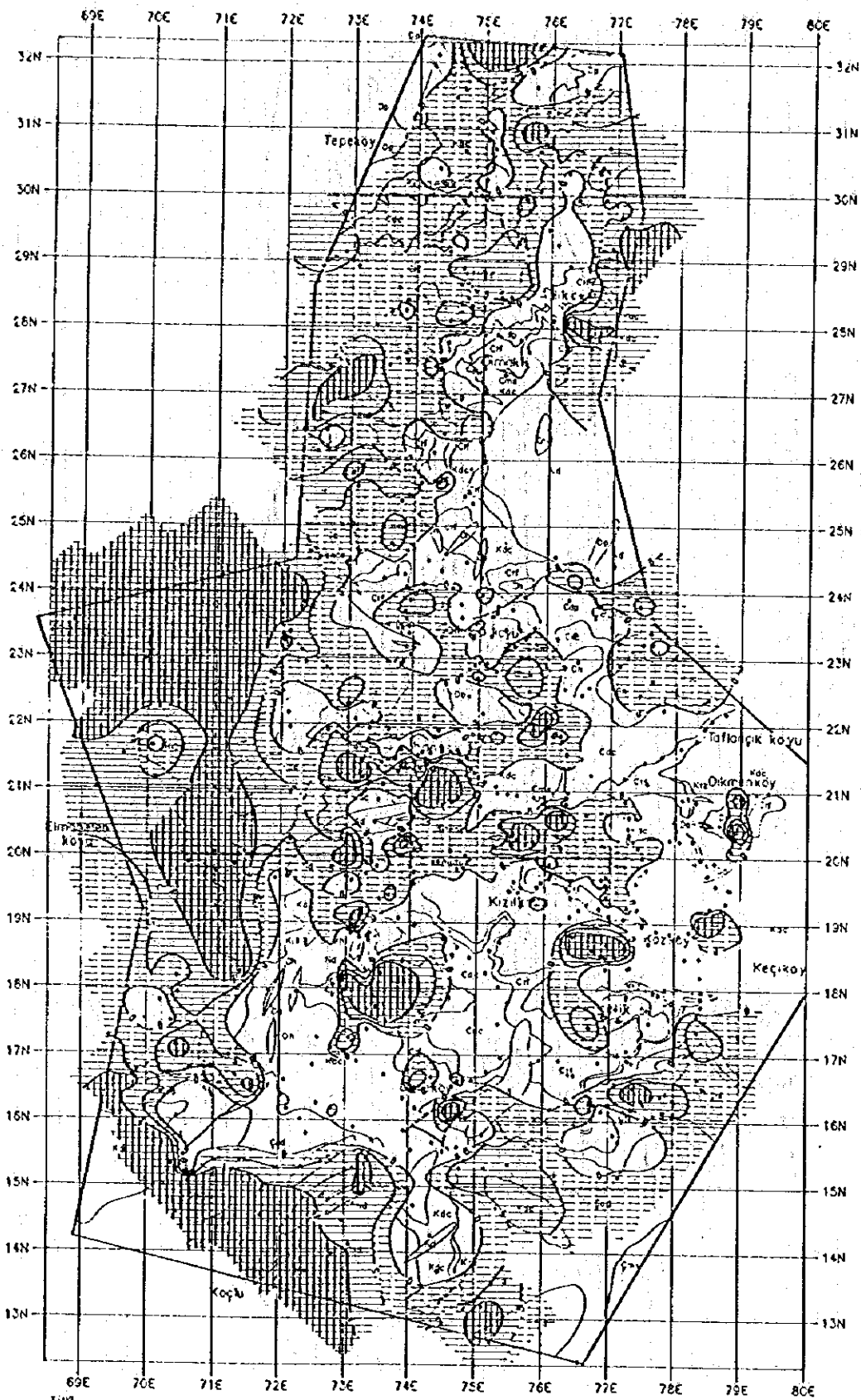


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石,  $TiO_2$ )



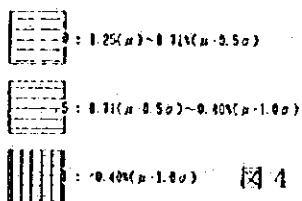
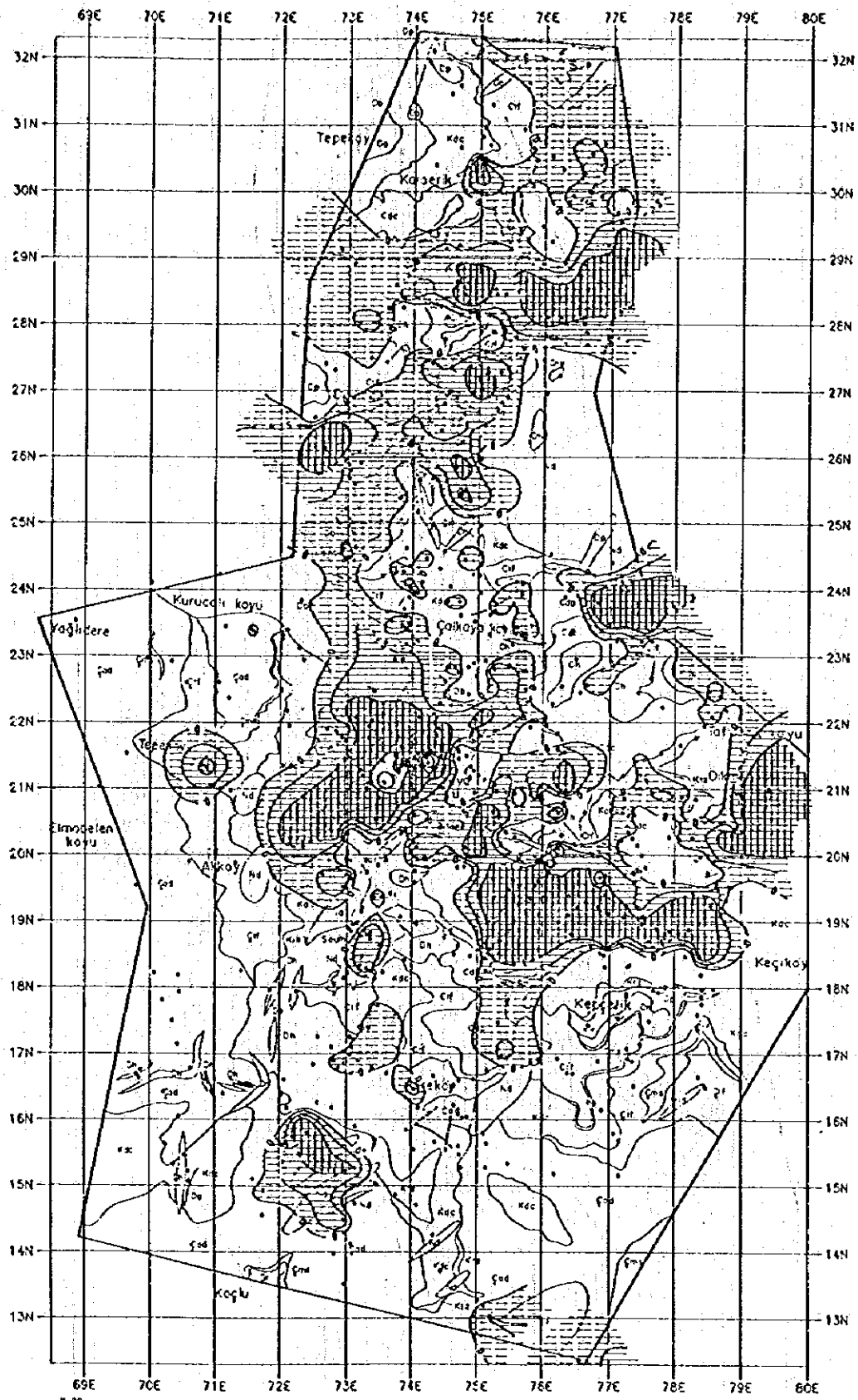


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Na<sub>2</sub>O)

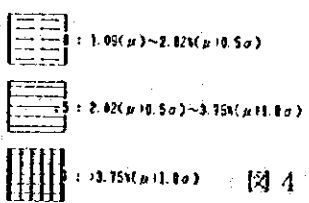
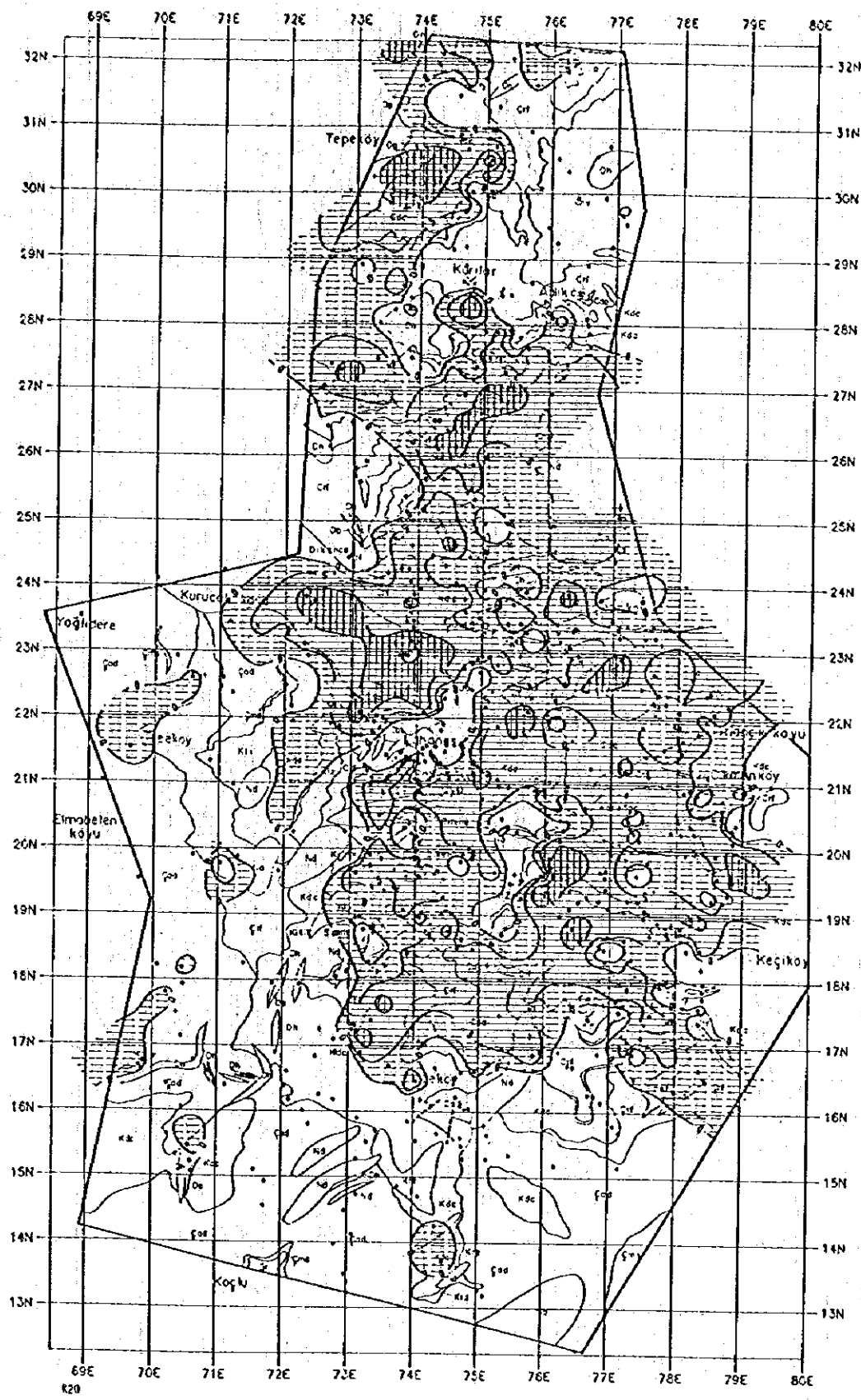


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, K20)

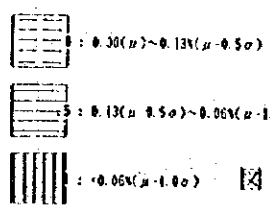
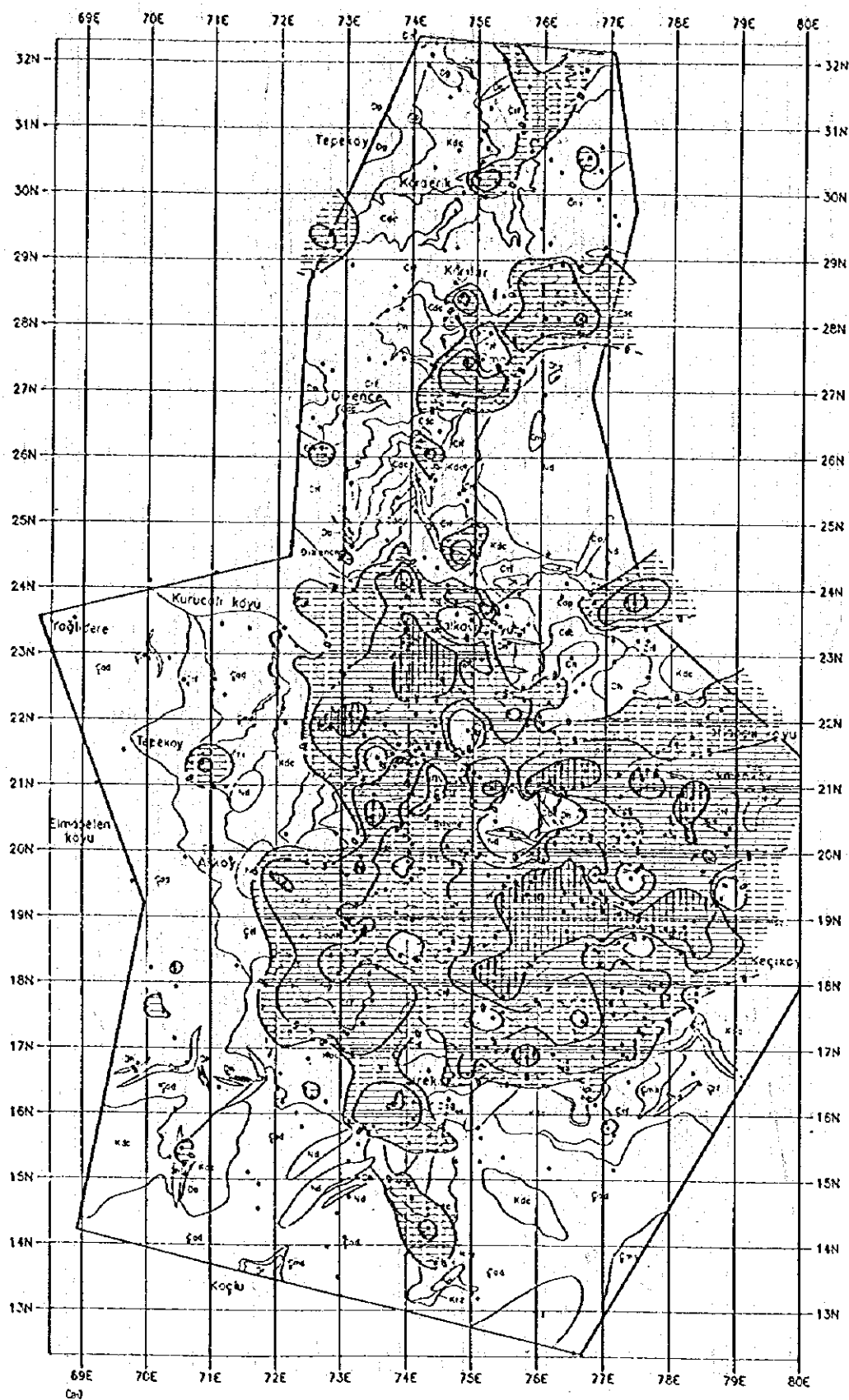


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, CaO)

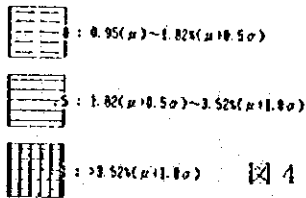
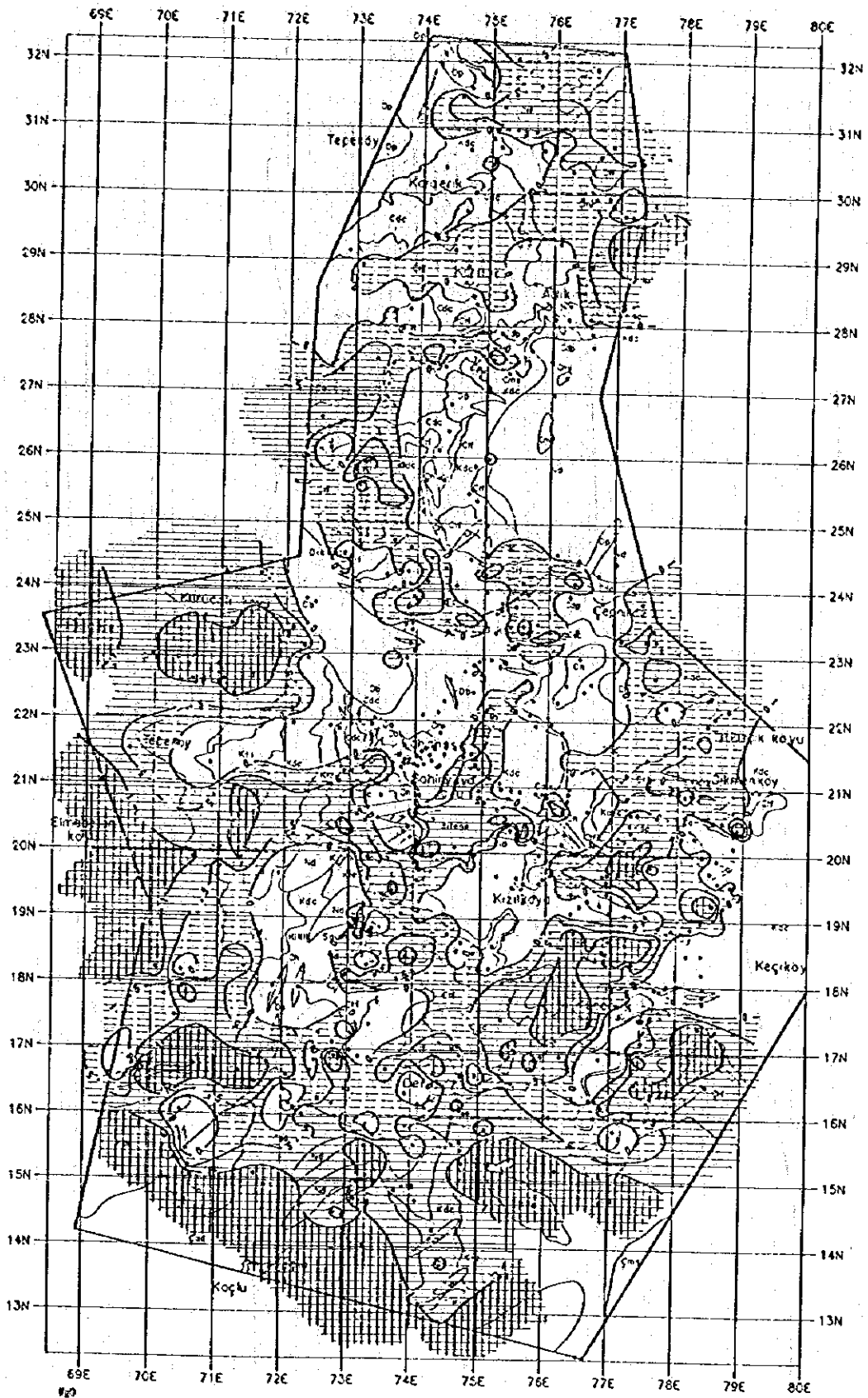


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, MgO)

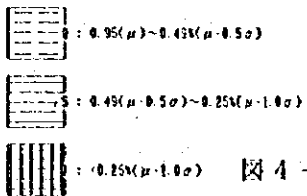
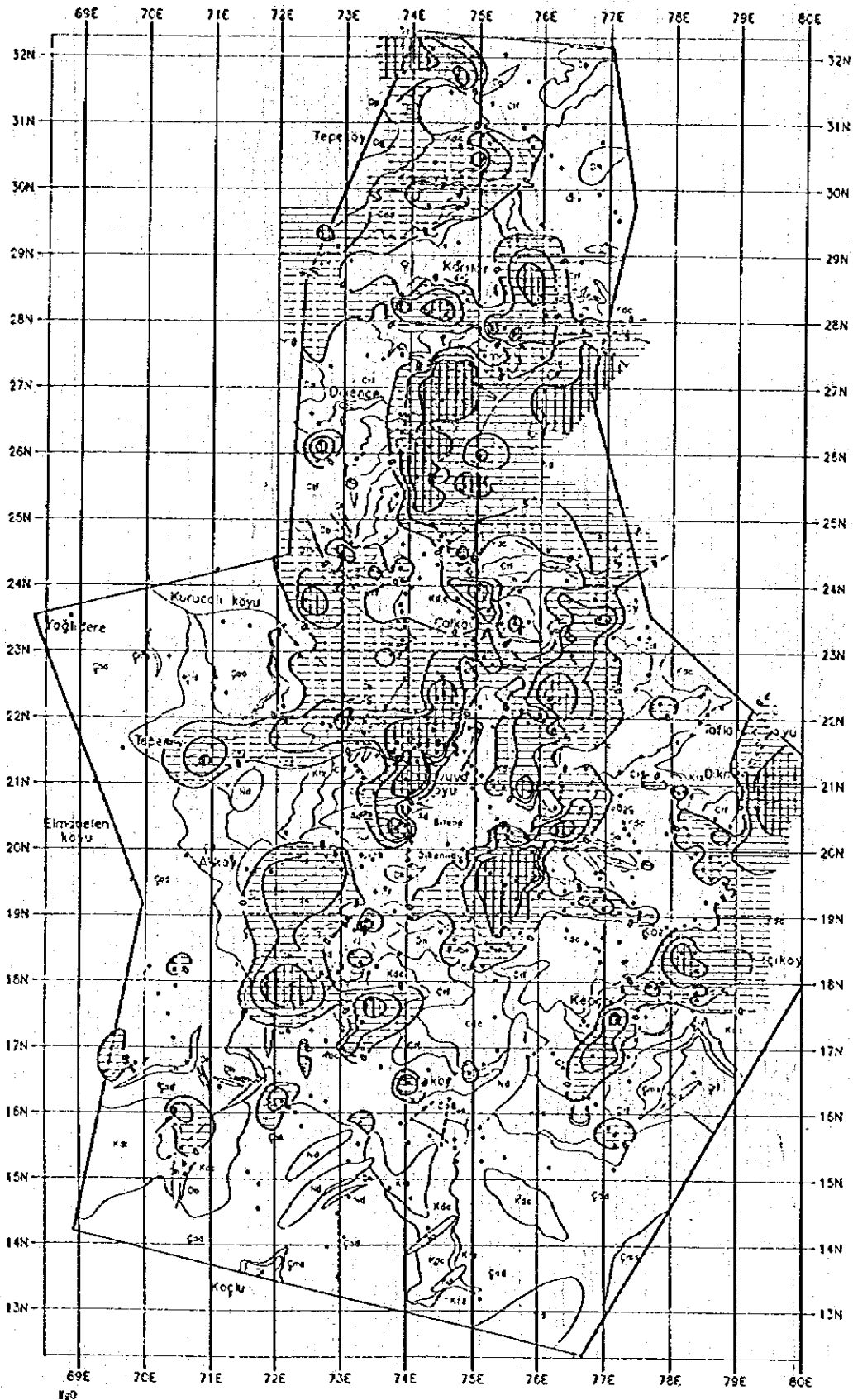


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, MgO)



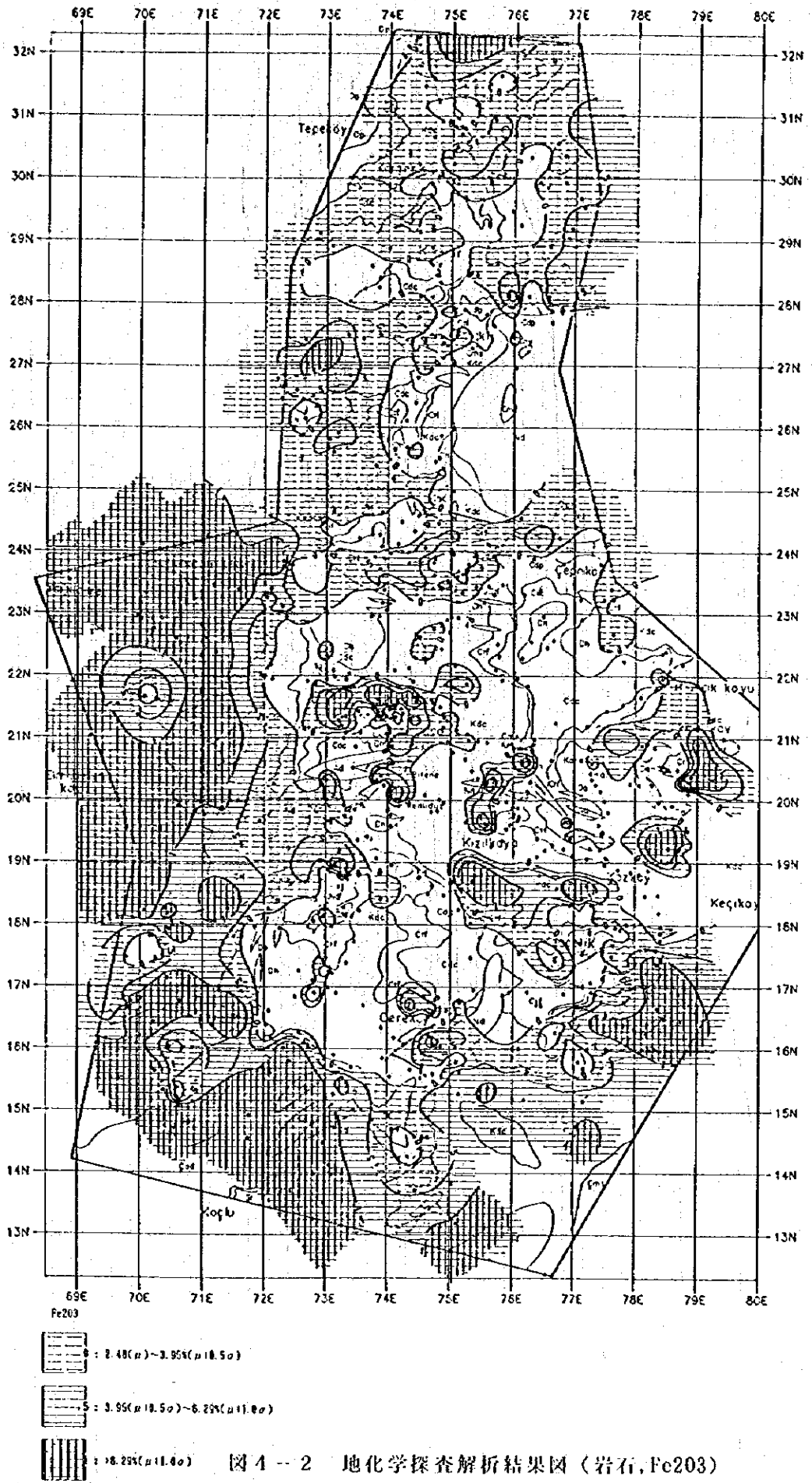
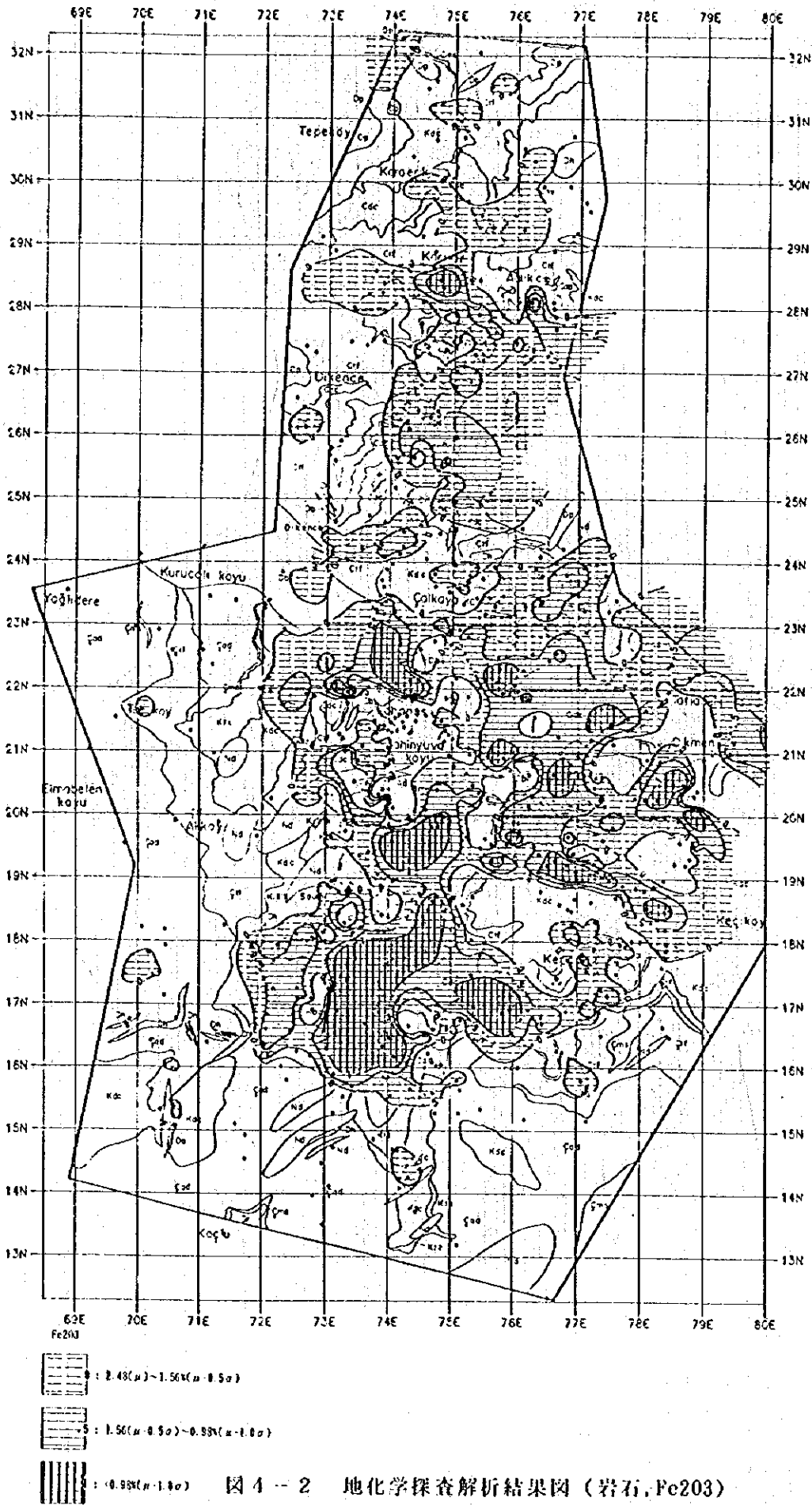


图 4--2 地化学探查解析结果图 (岩石, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)





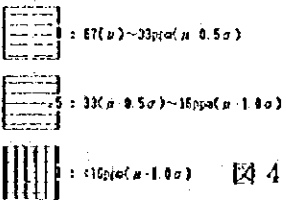
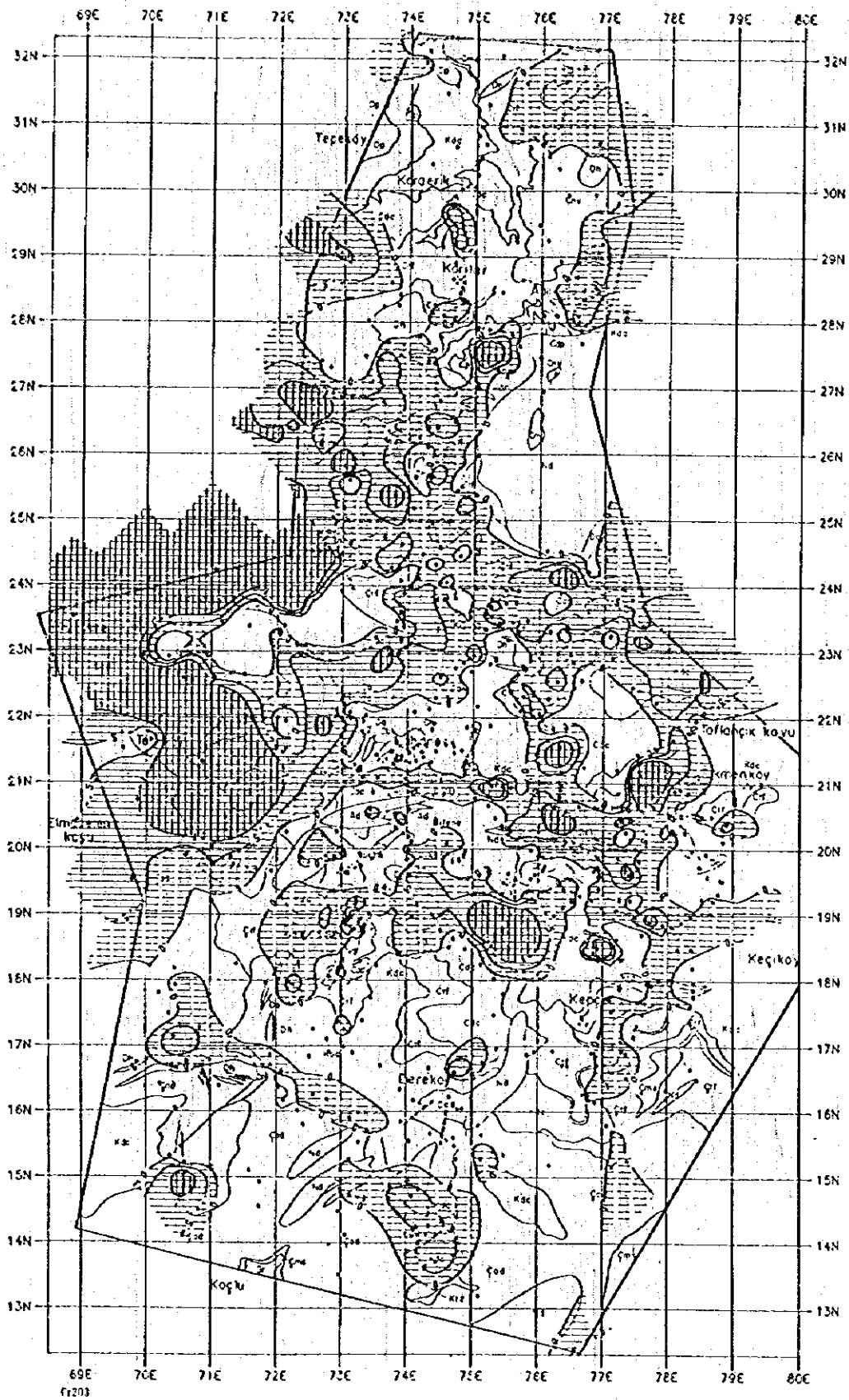


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Cr203)



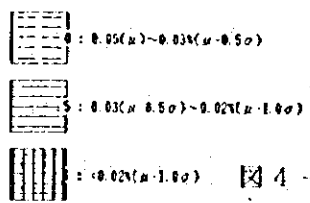
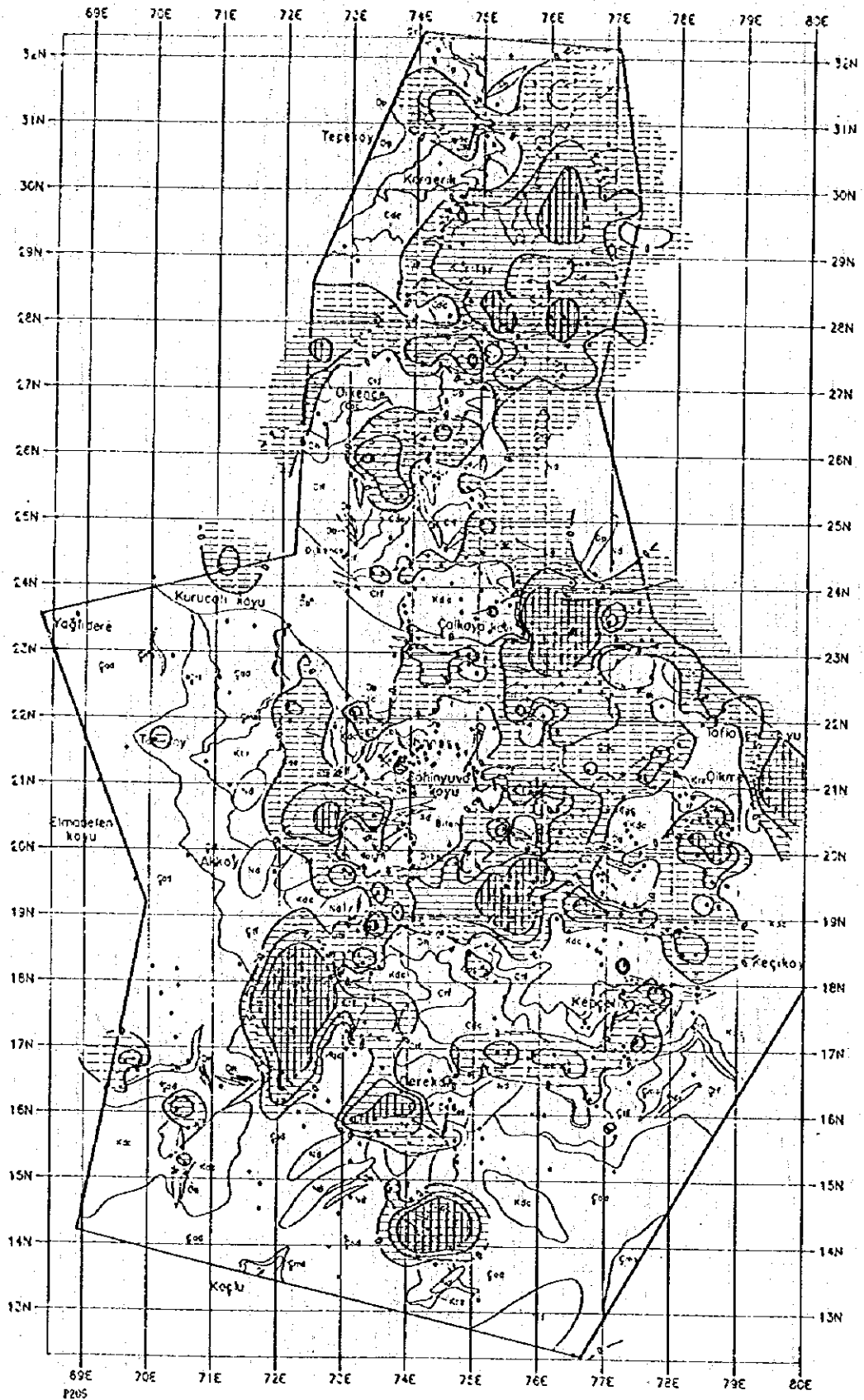
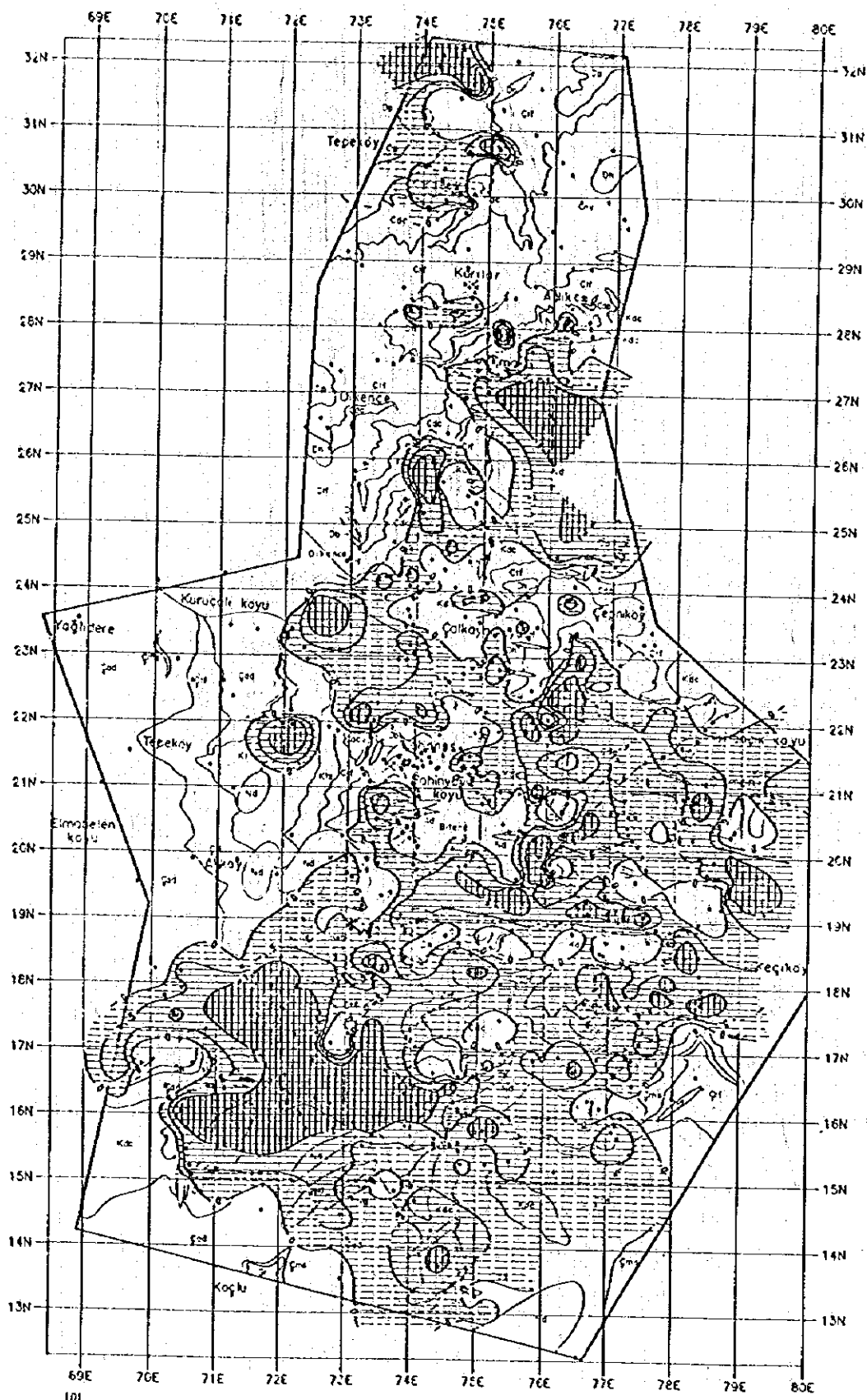


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, P205)








-  :  $4.55(\mu) \sim 3.24(\mu - 1.5\sigma)$
-  :  $3.2(\mu - 0.5\sigma) \sim 2.30(\mu - 1.0\sigma)$
-  :  $2.30(\mu - 1.0\sigma)$

图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, L01)



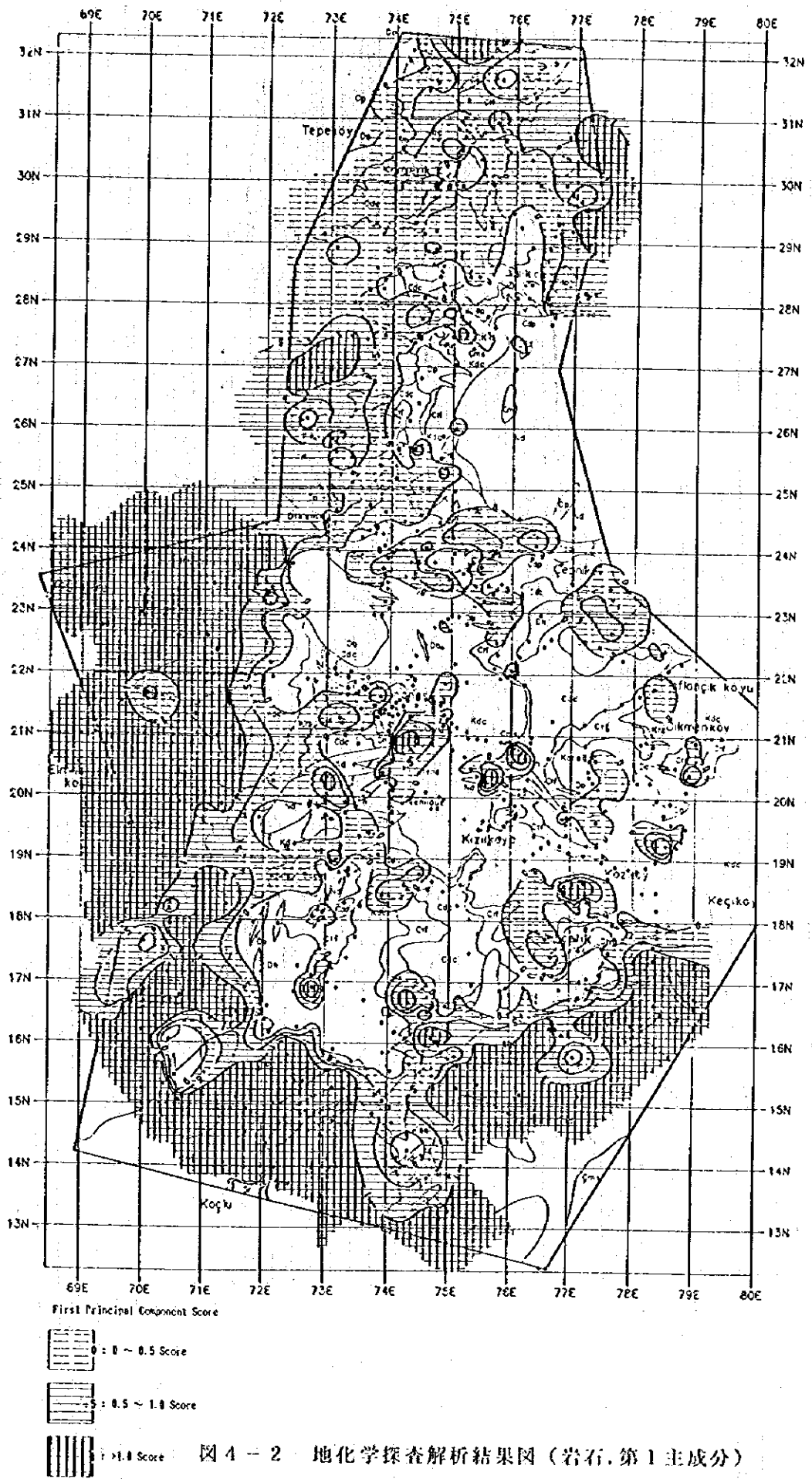


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, 第 1 主成分)

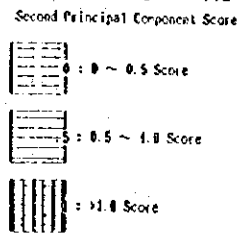
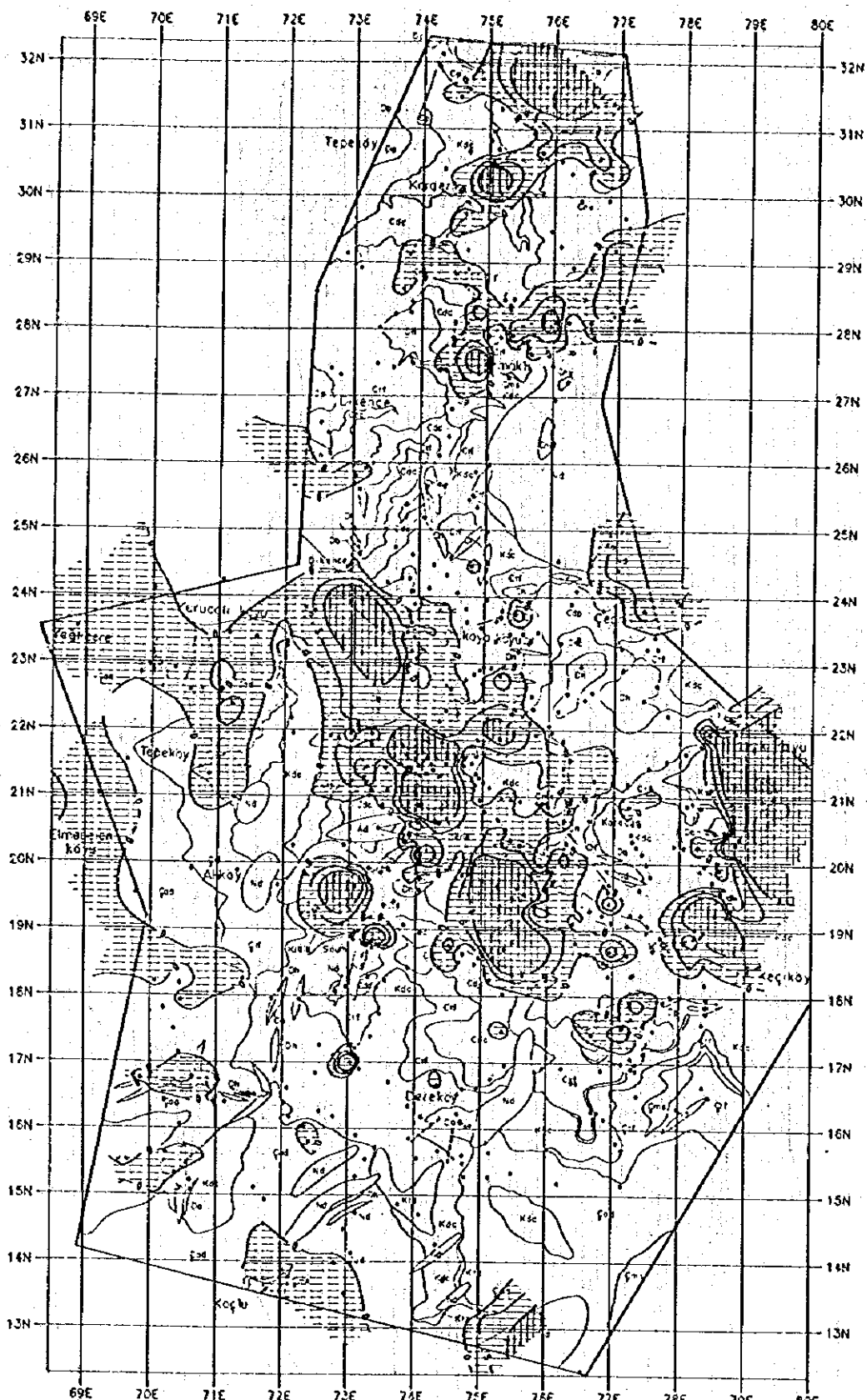


图 4 - 2 地化学探查解析结果图 (岩石, 第 2 主成分)

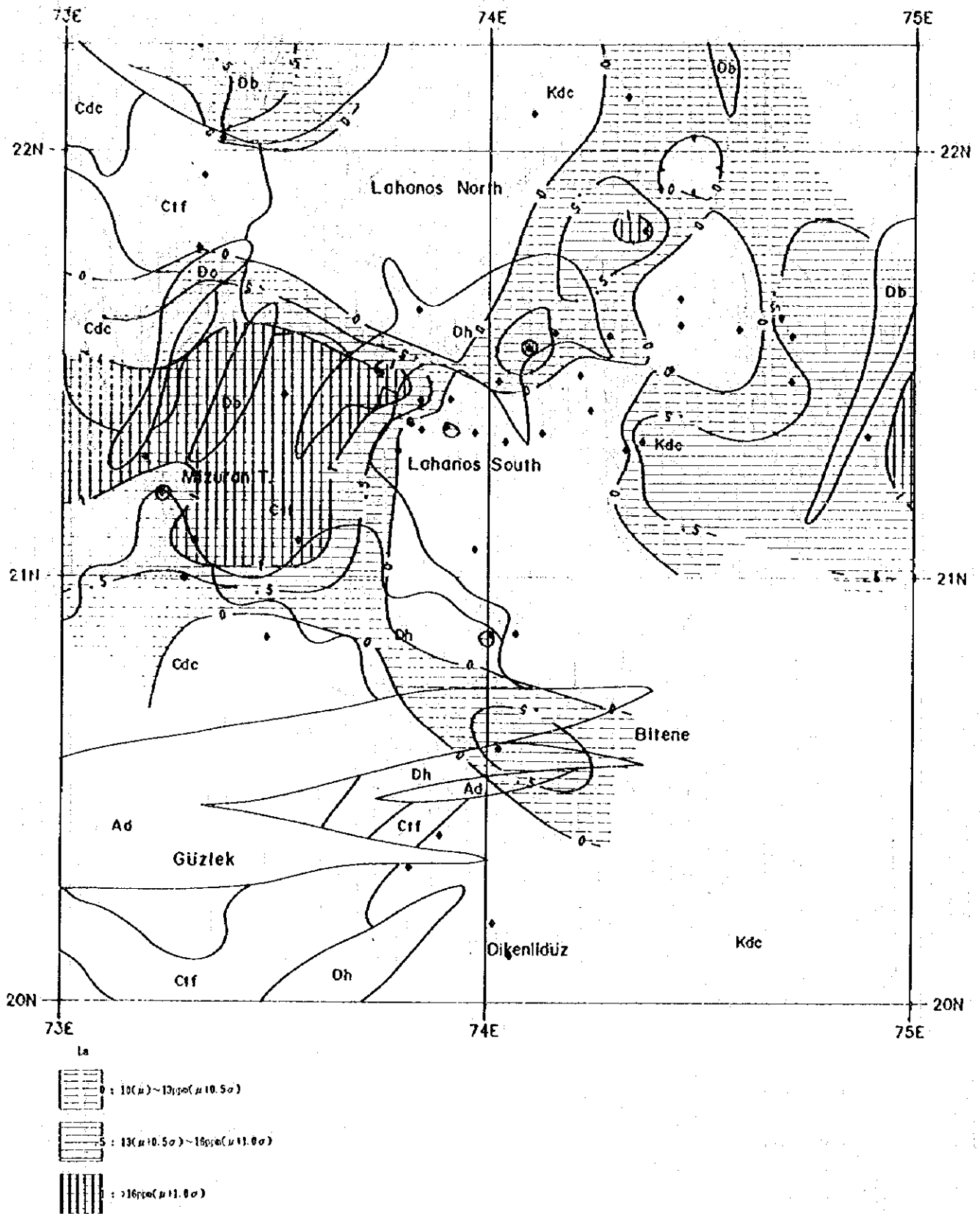


图 4 - 2 地化学探查解析结果图 (岩石, La)

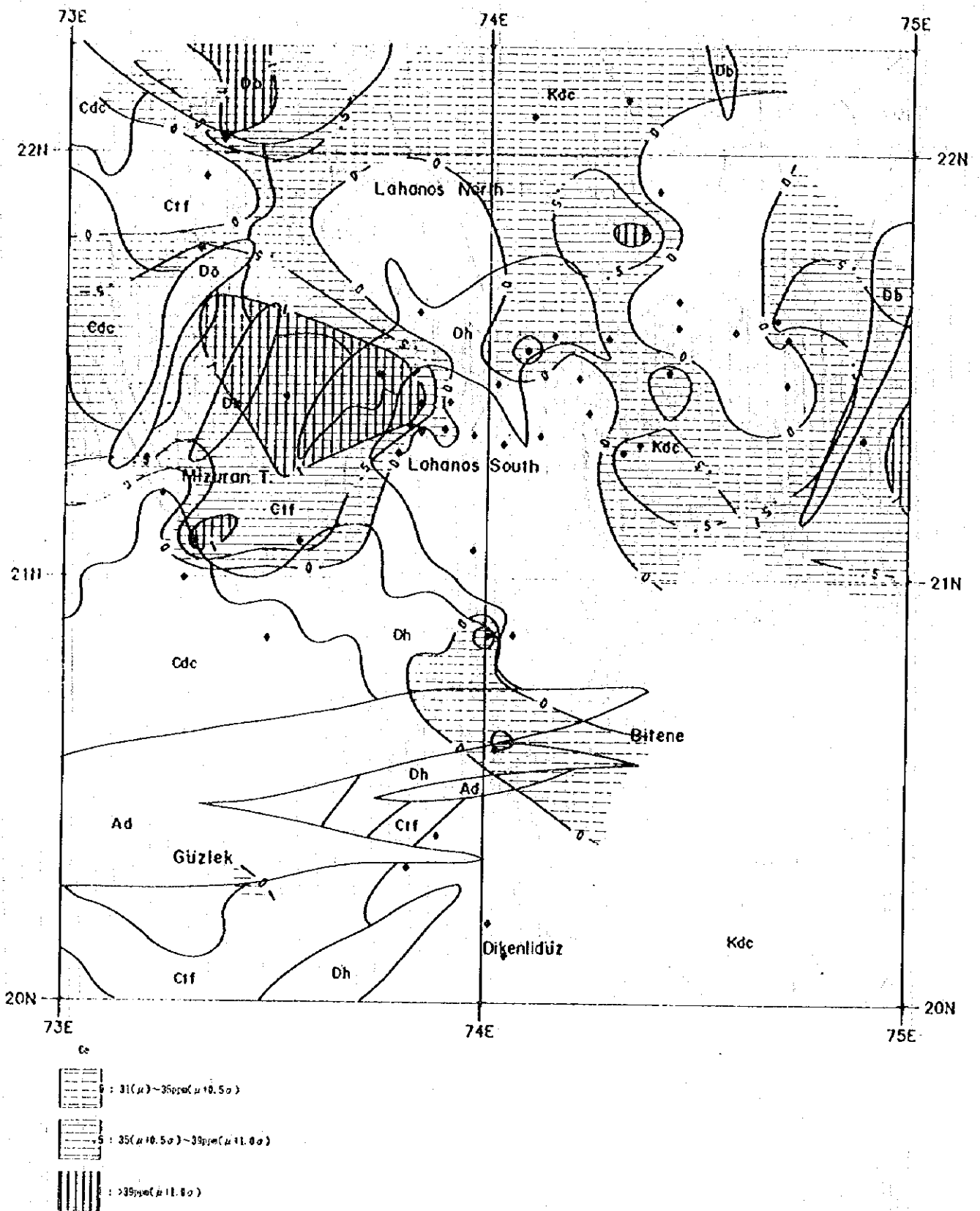


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Co)

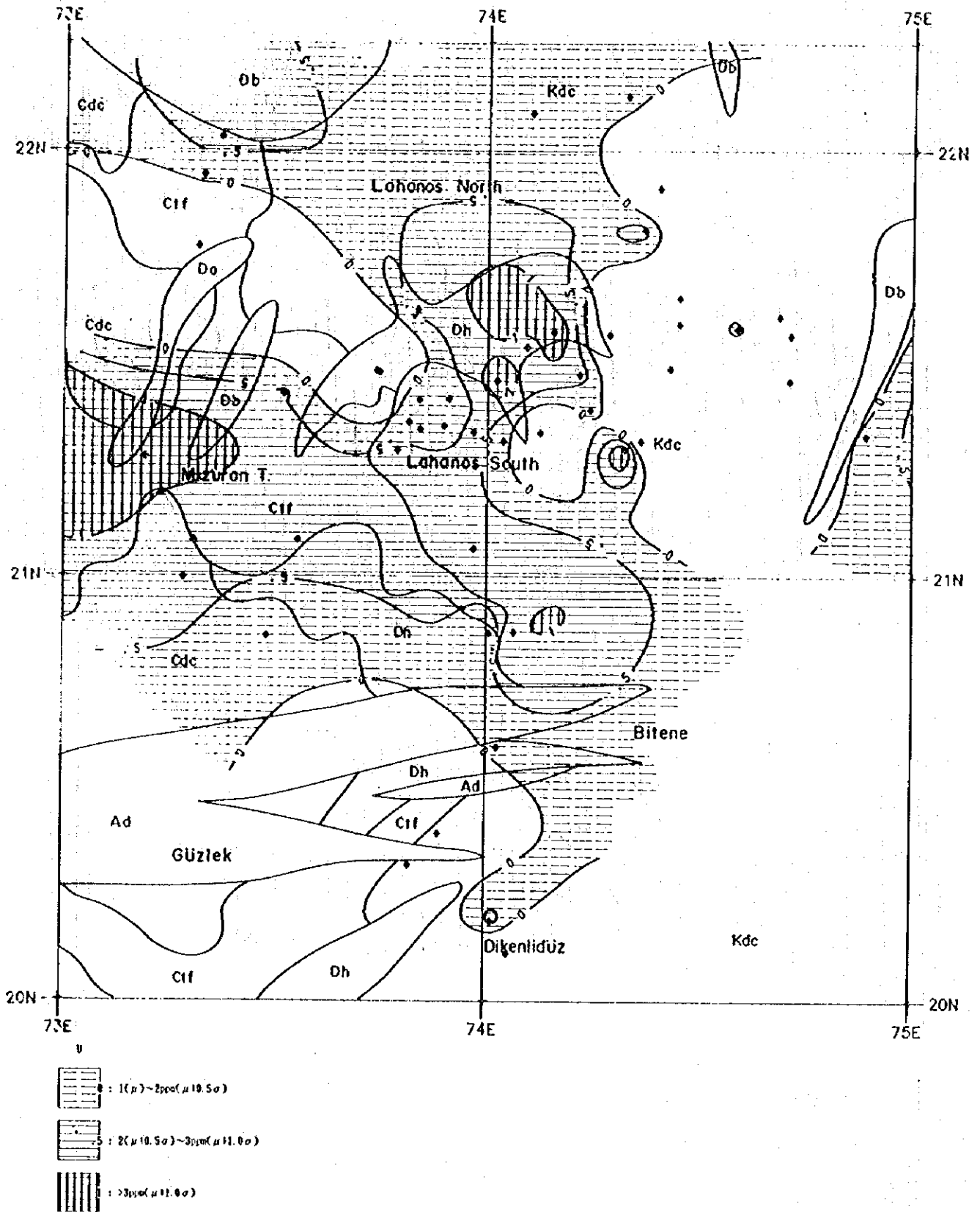


图 4 -- 2 地化学探查解析结果图 (岩石, U)

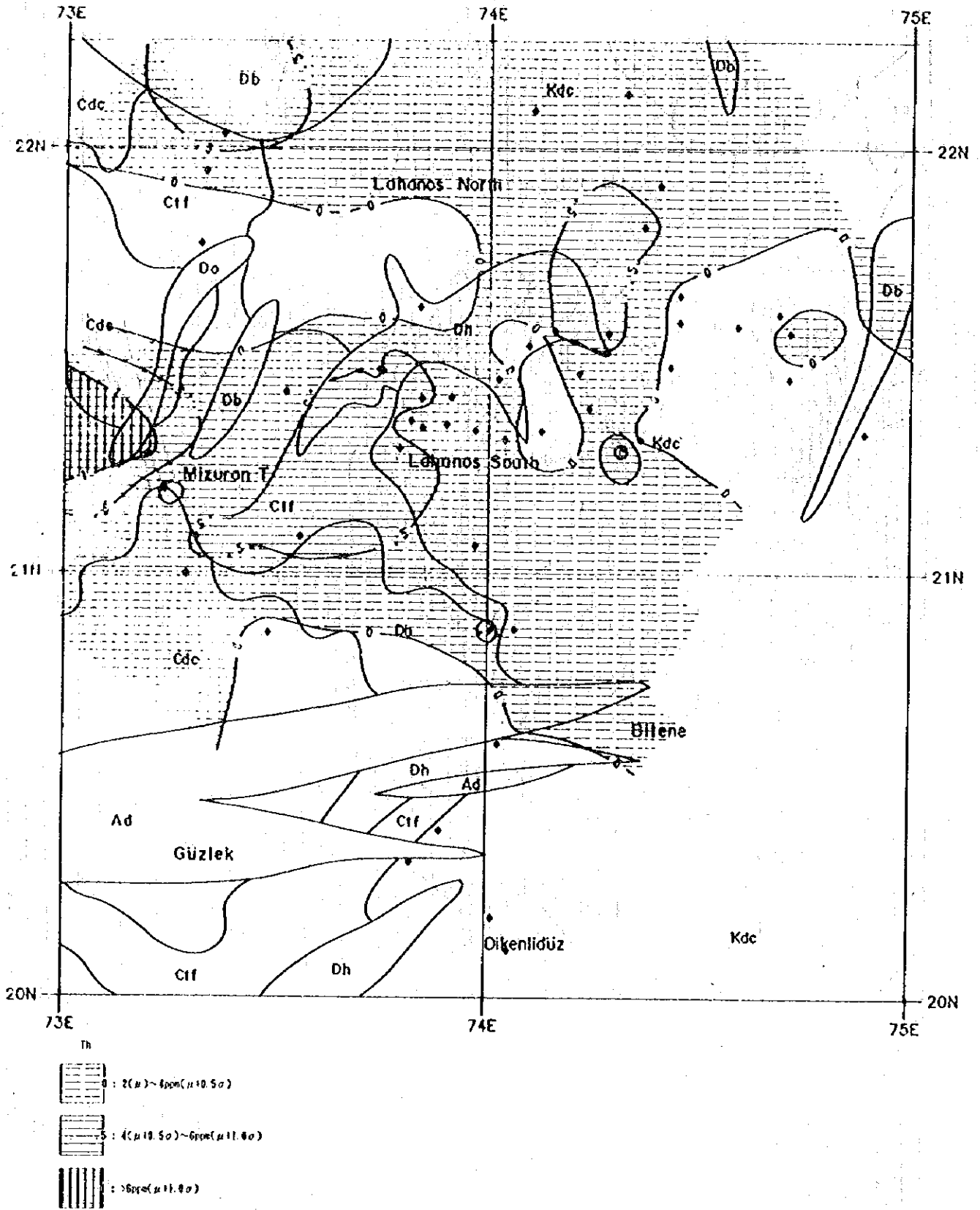


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, Th)

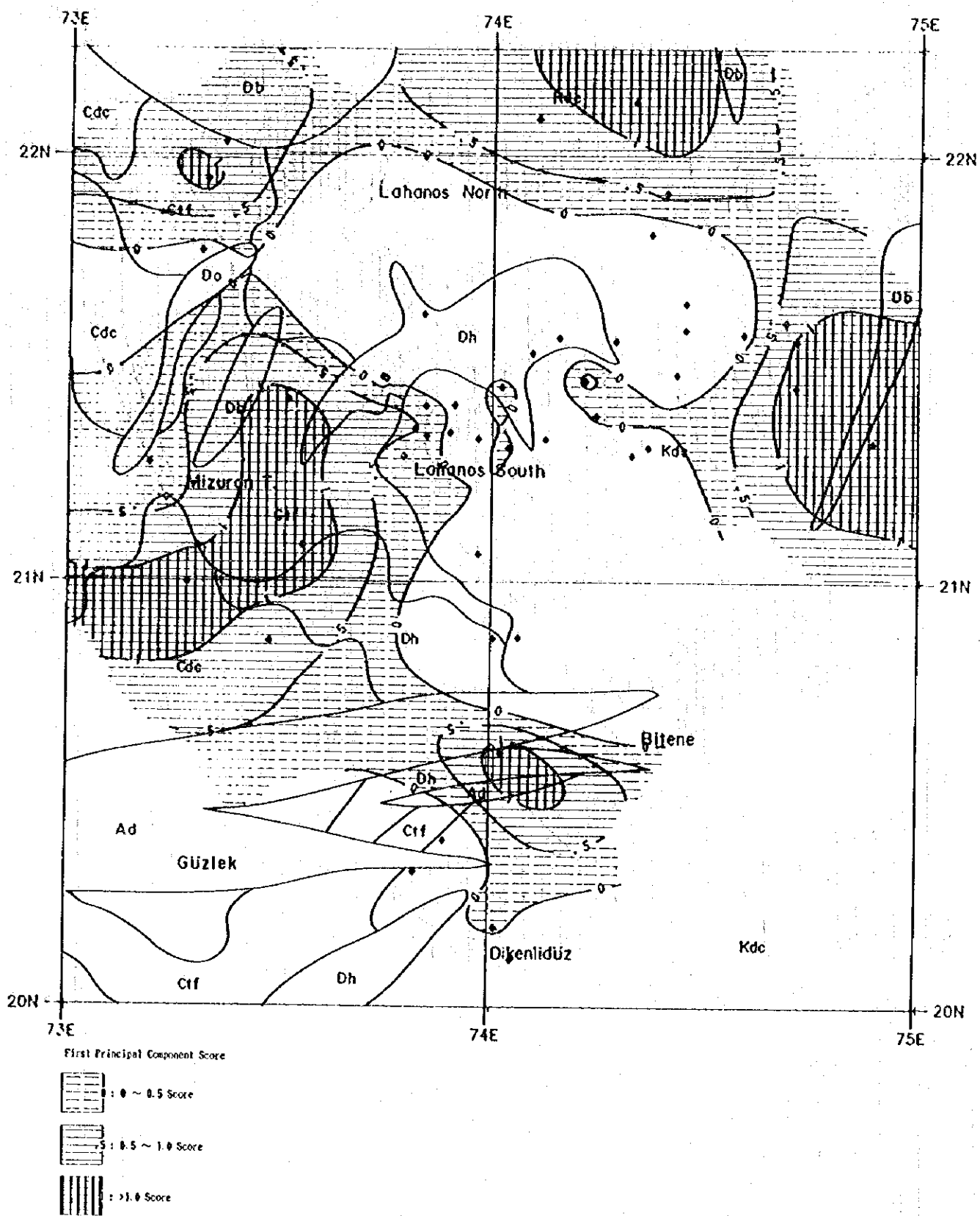


图 4 - 2 地化学探查解析结果图 (岩石, 第 1 主成分)

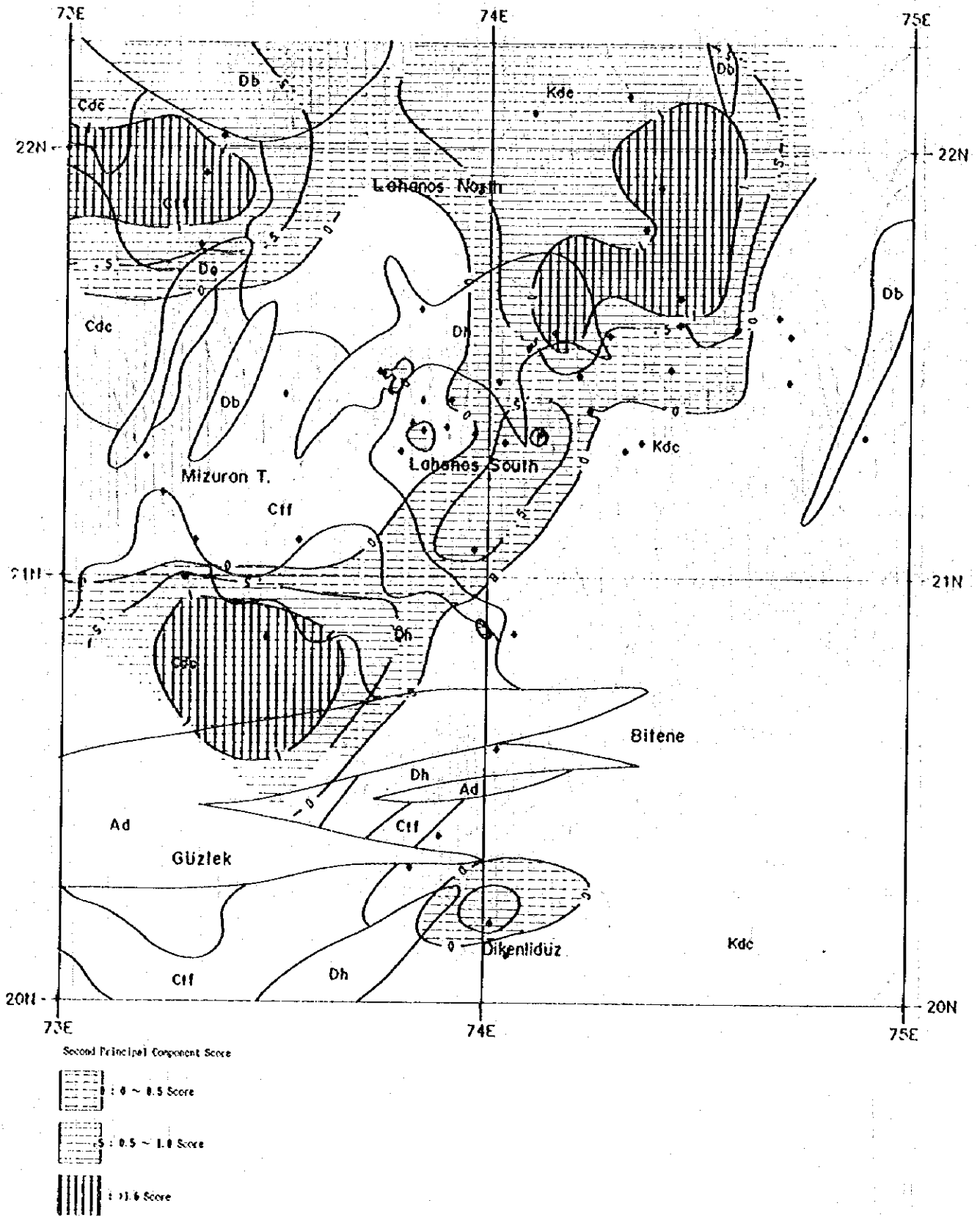


图 4-2 地化学探查解析结果图 (岩石, 第 2 主成分)



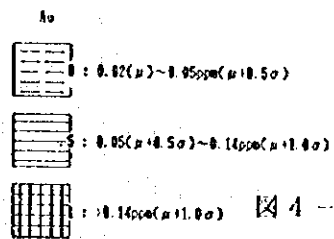
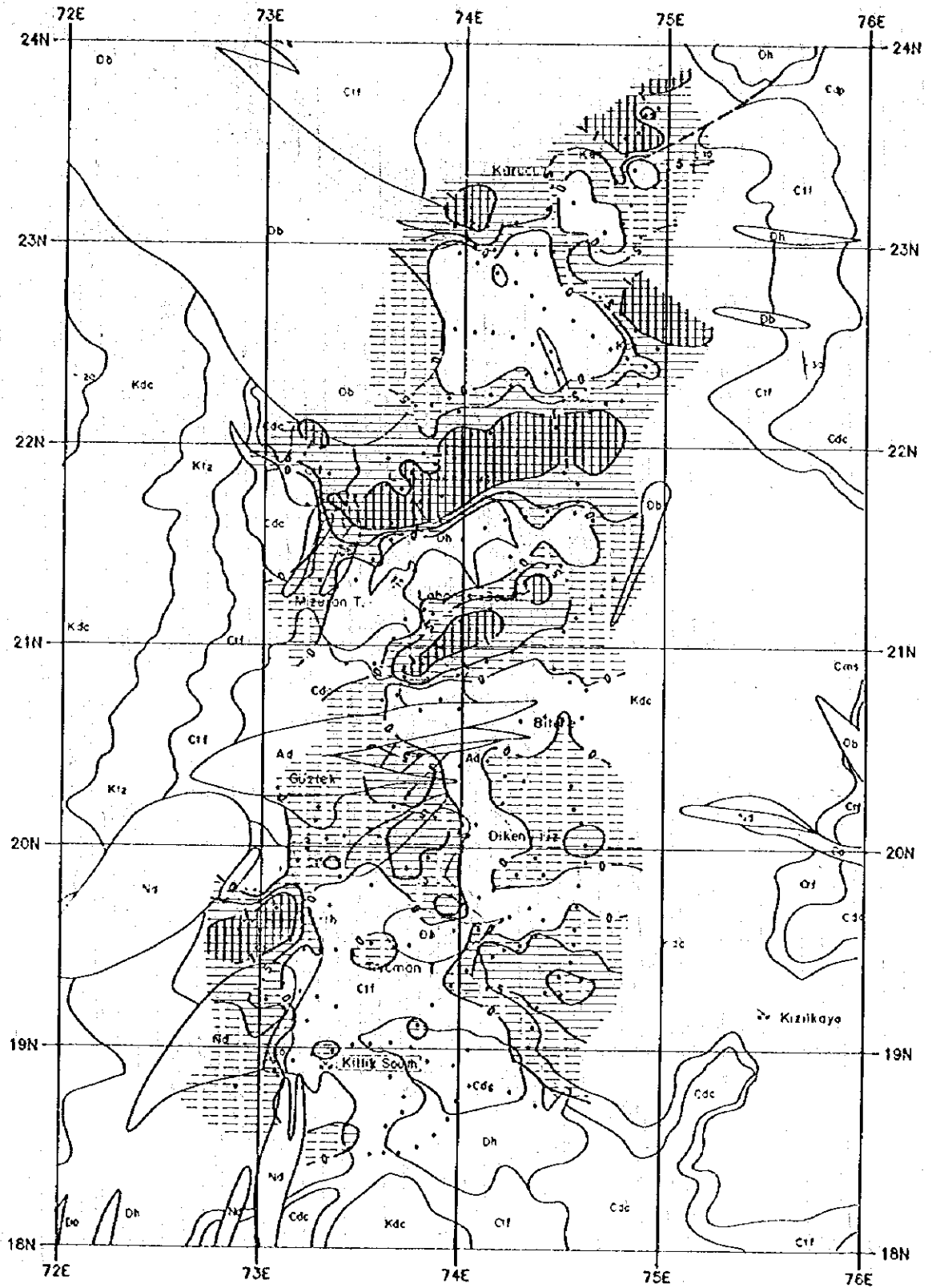


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Au)

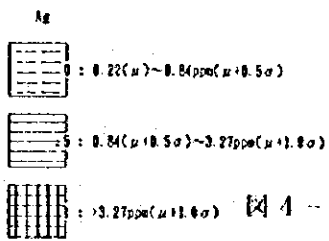
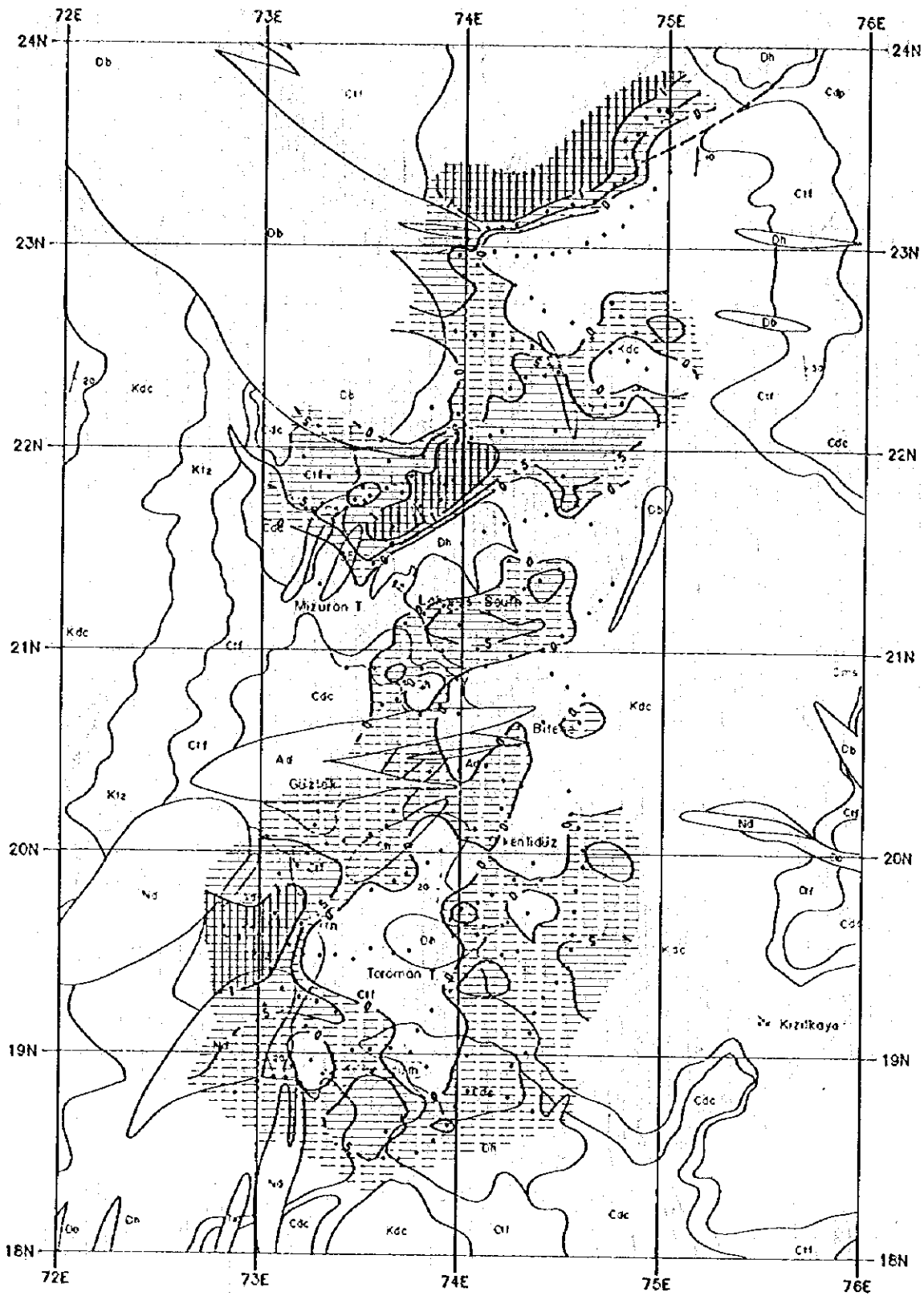


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Ag)

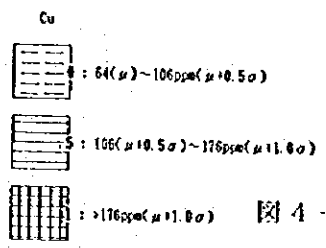
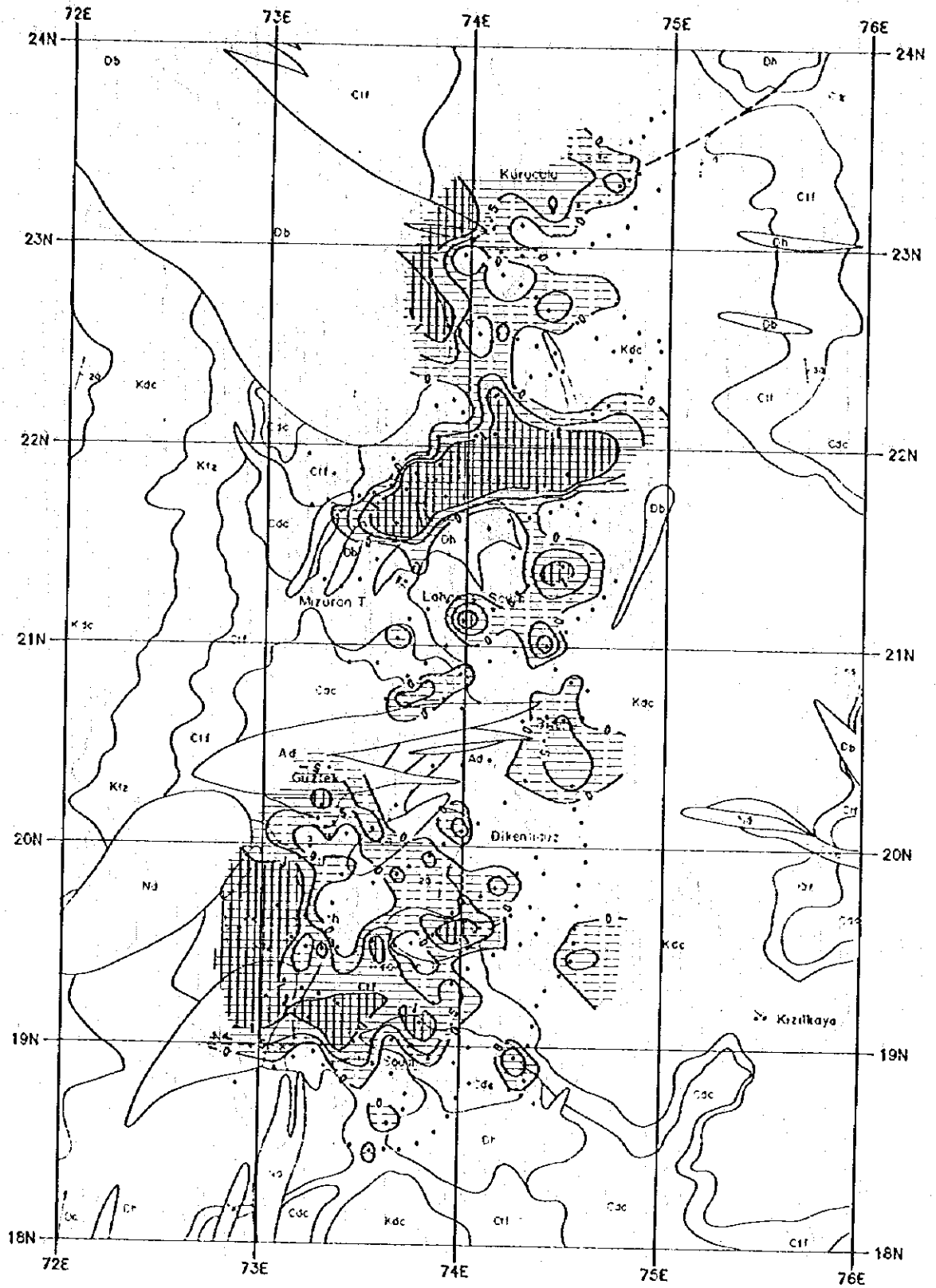


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Cu)

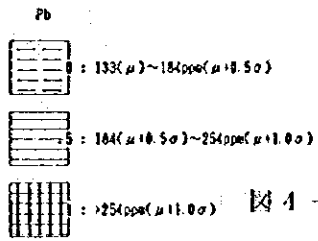
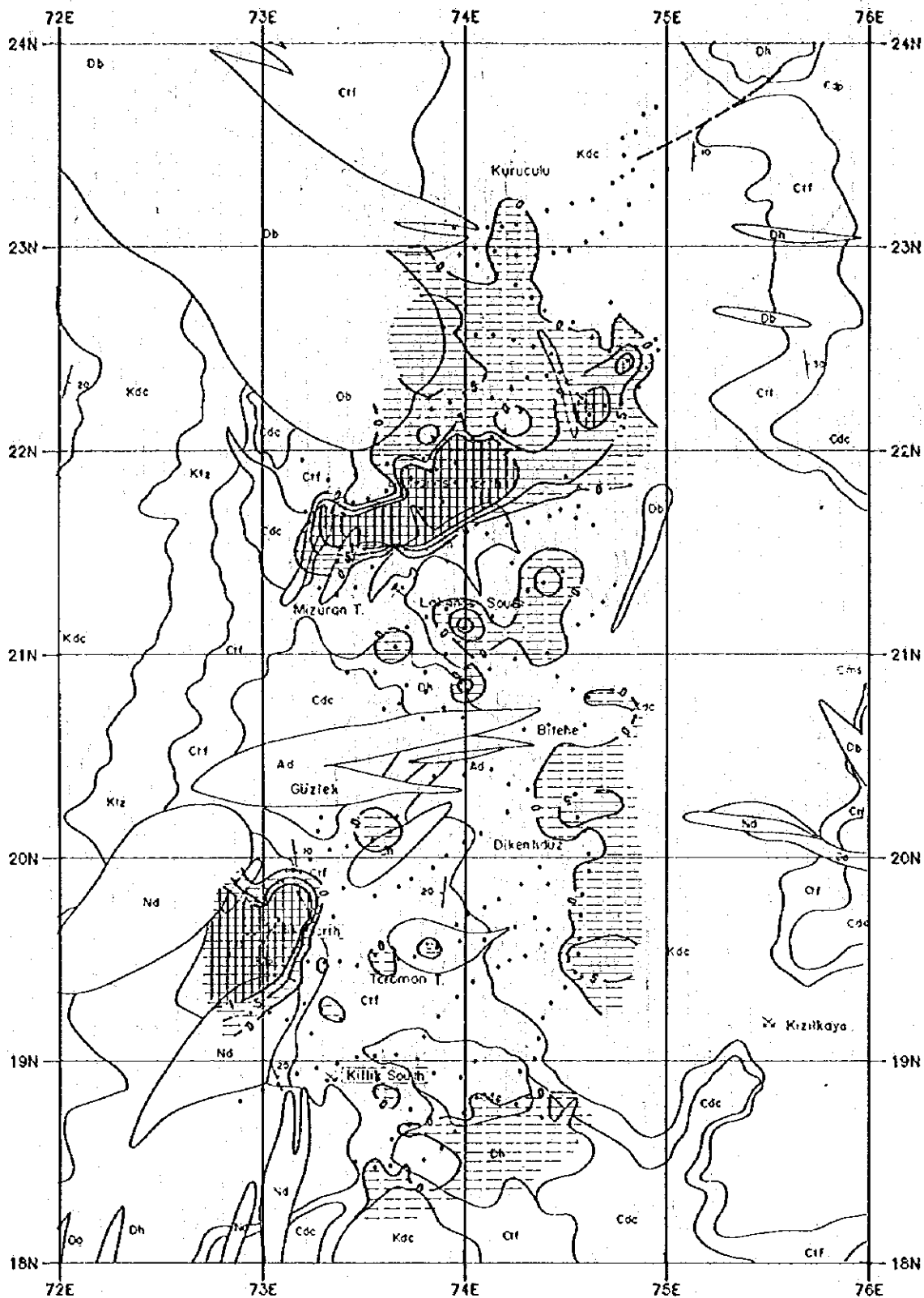


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Pb)

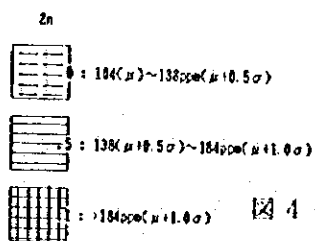
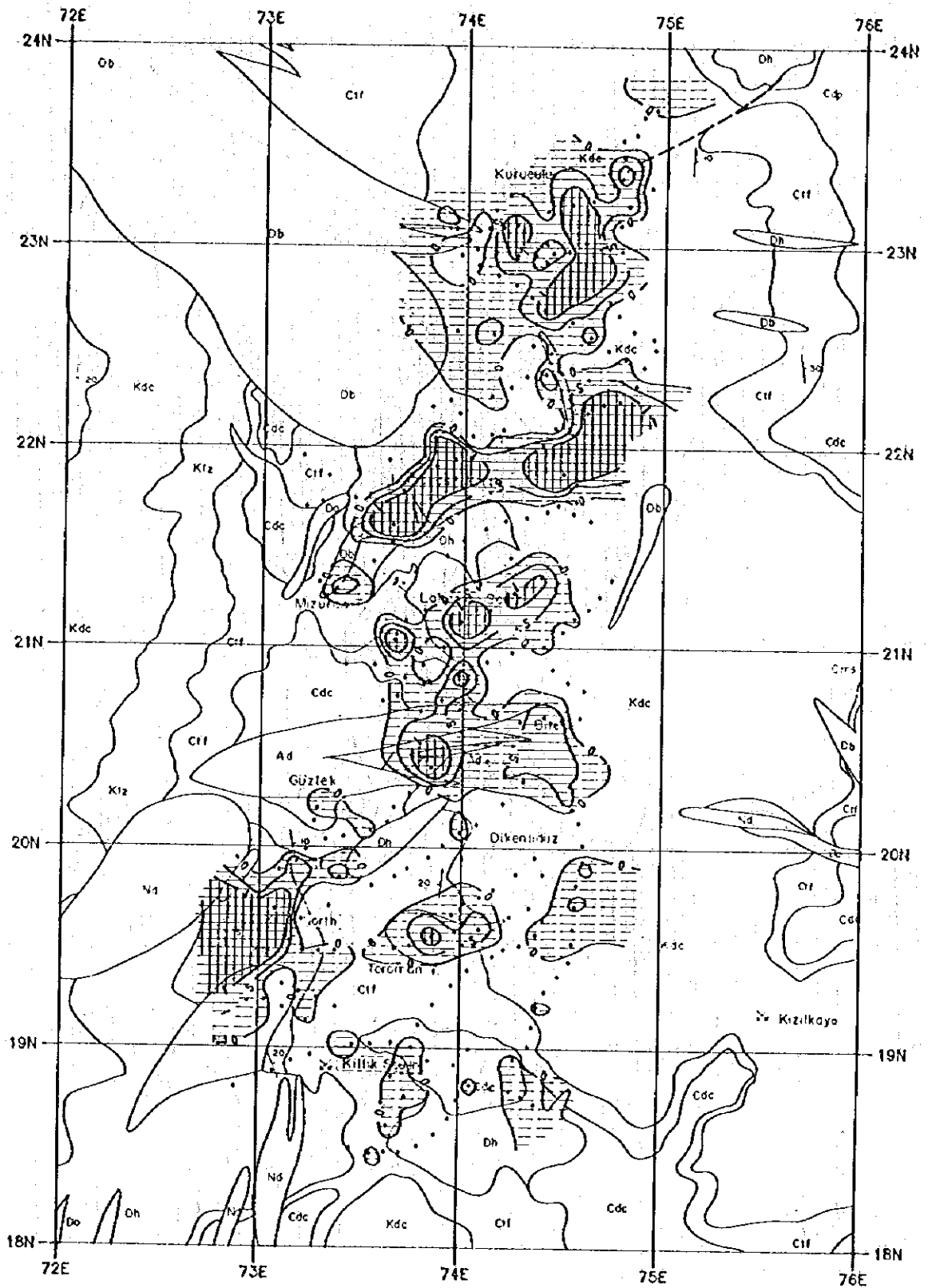


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Zn)

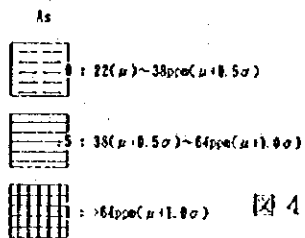
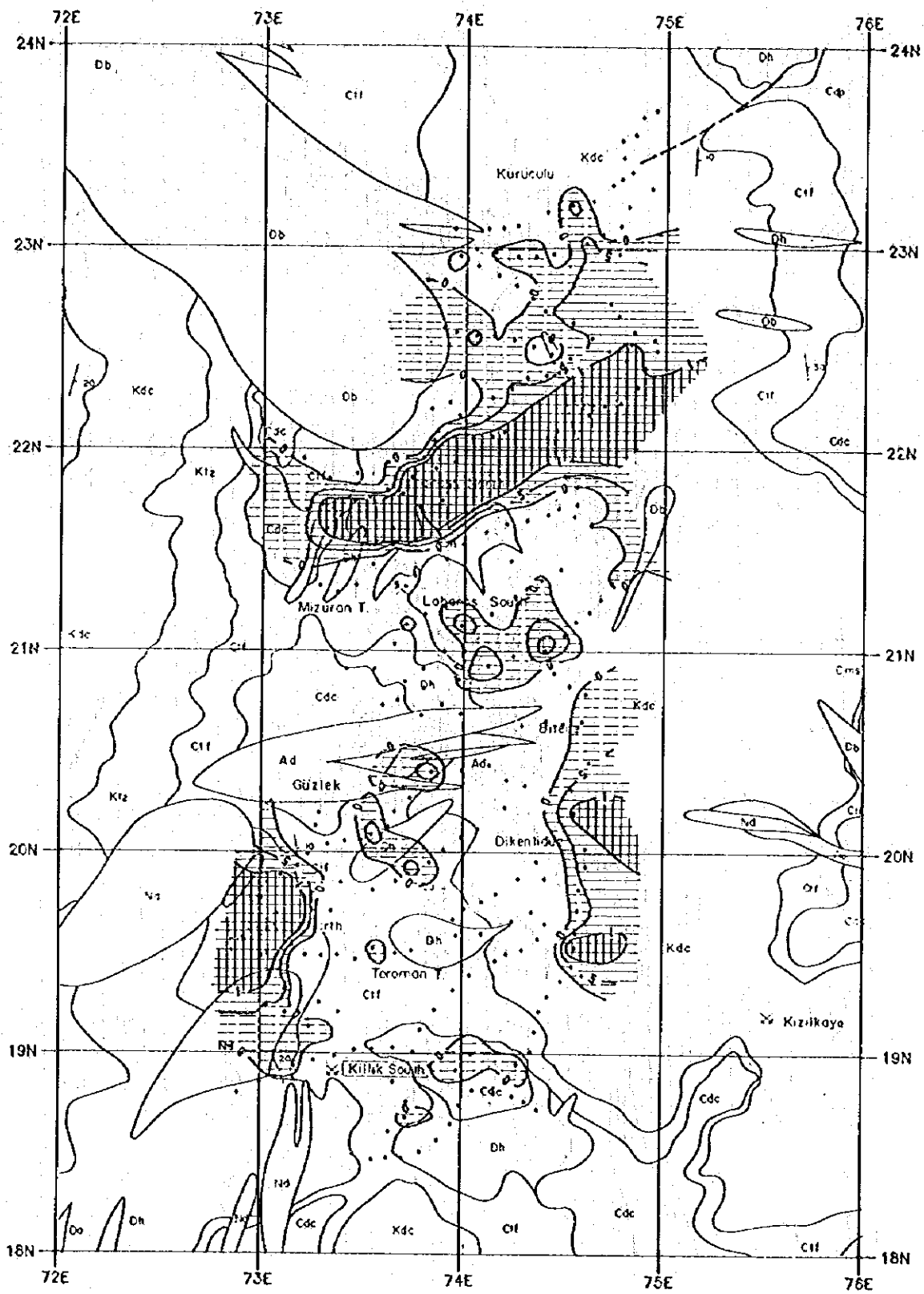


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, As)

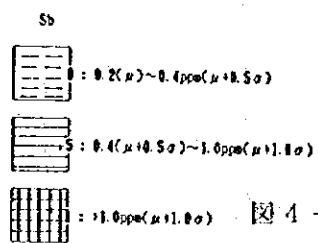
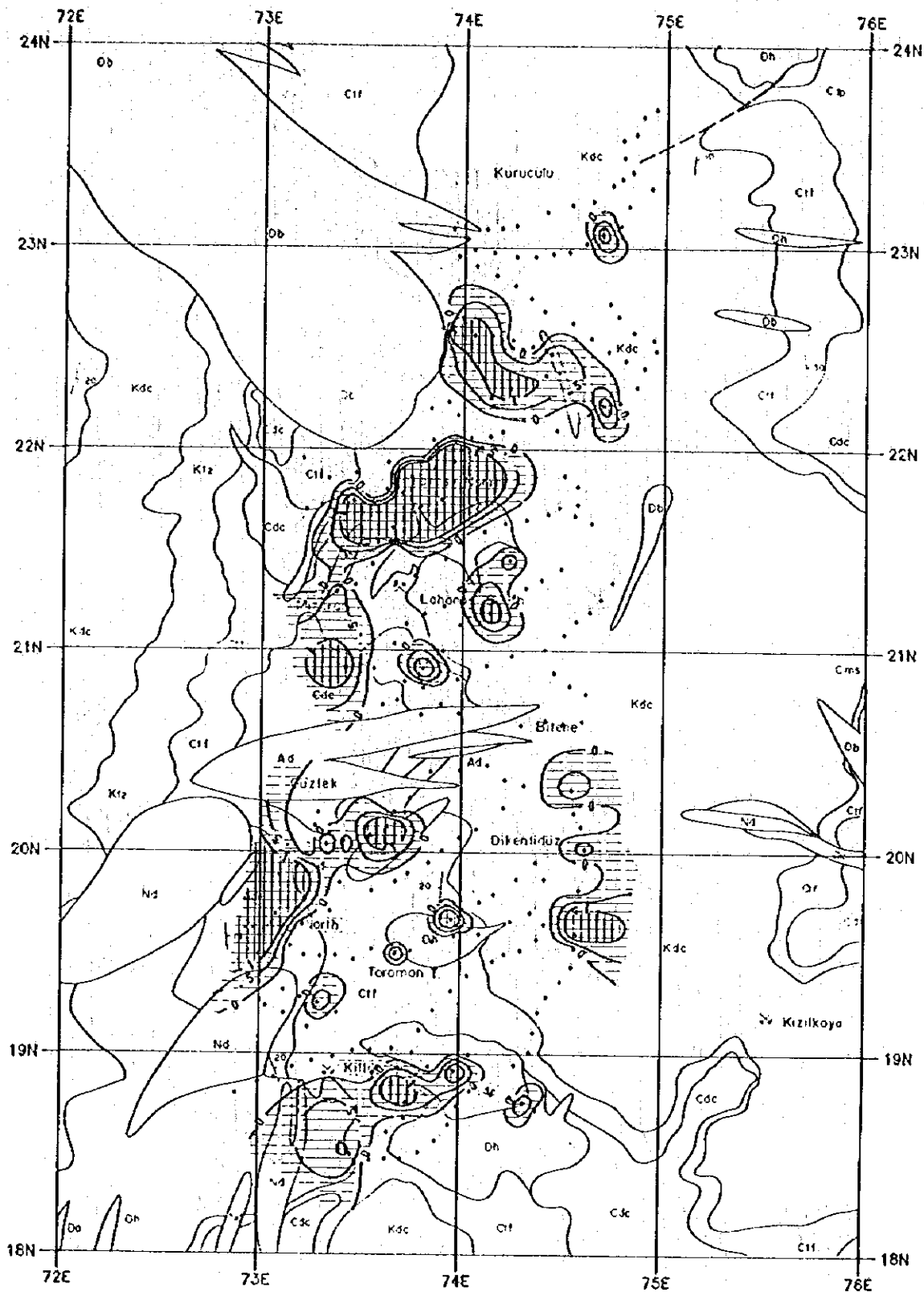


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Sb)

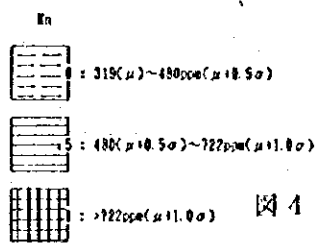
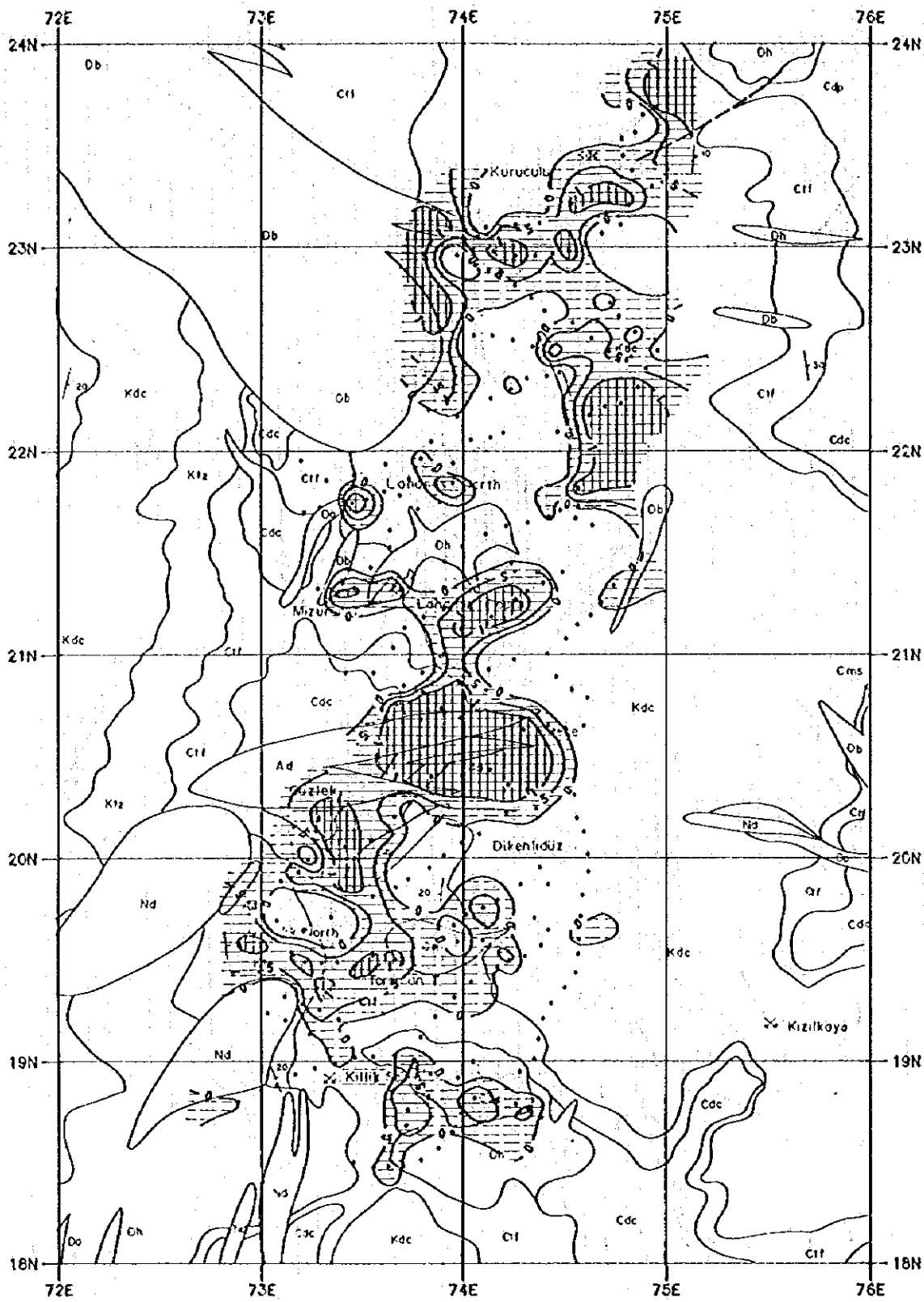


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Mn)



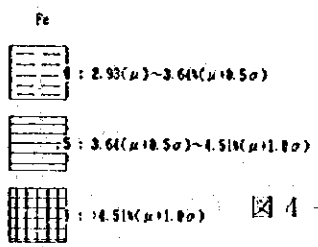
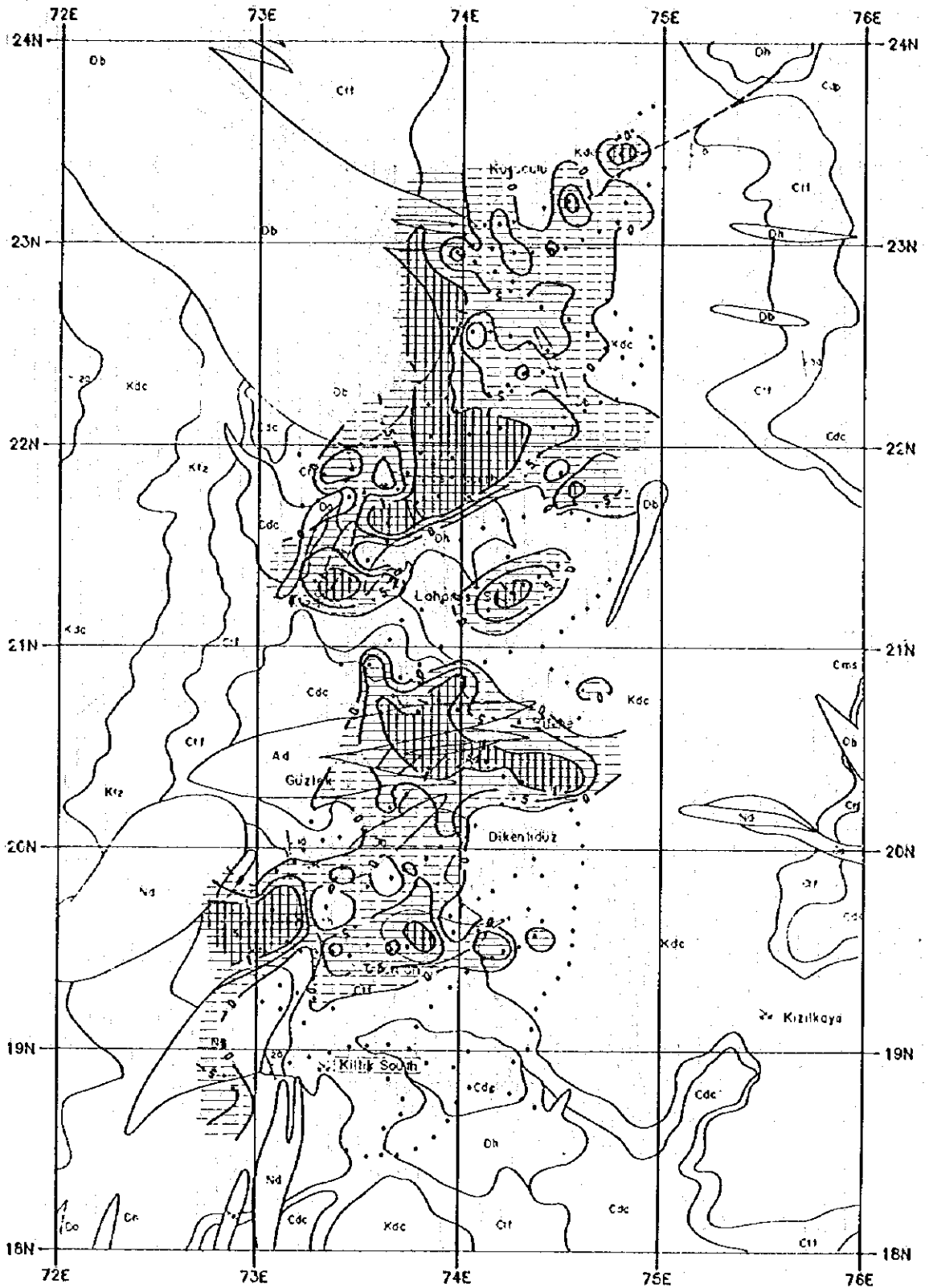


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Fe)

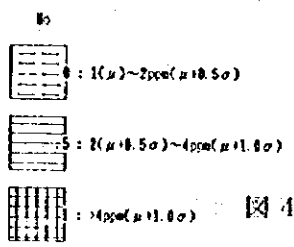
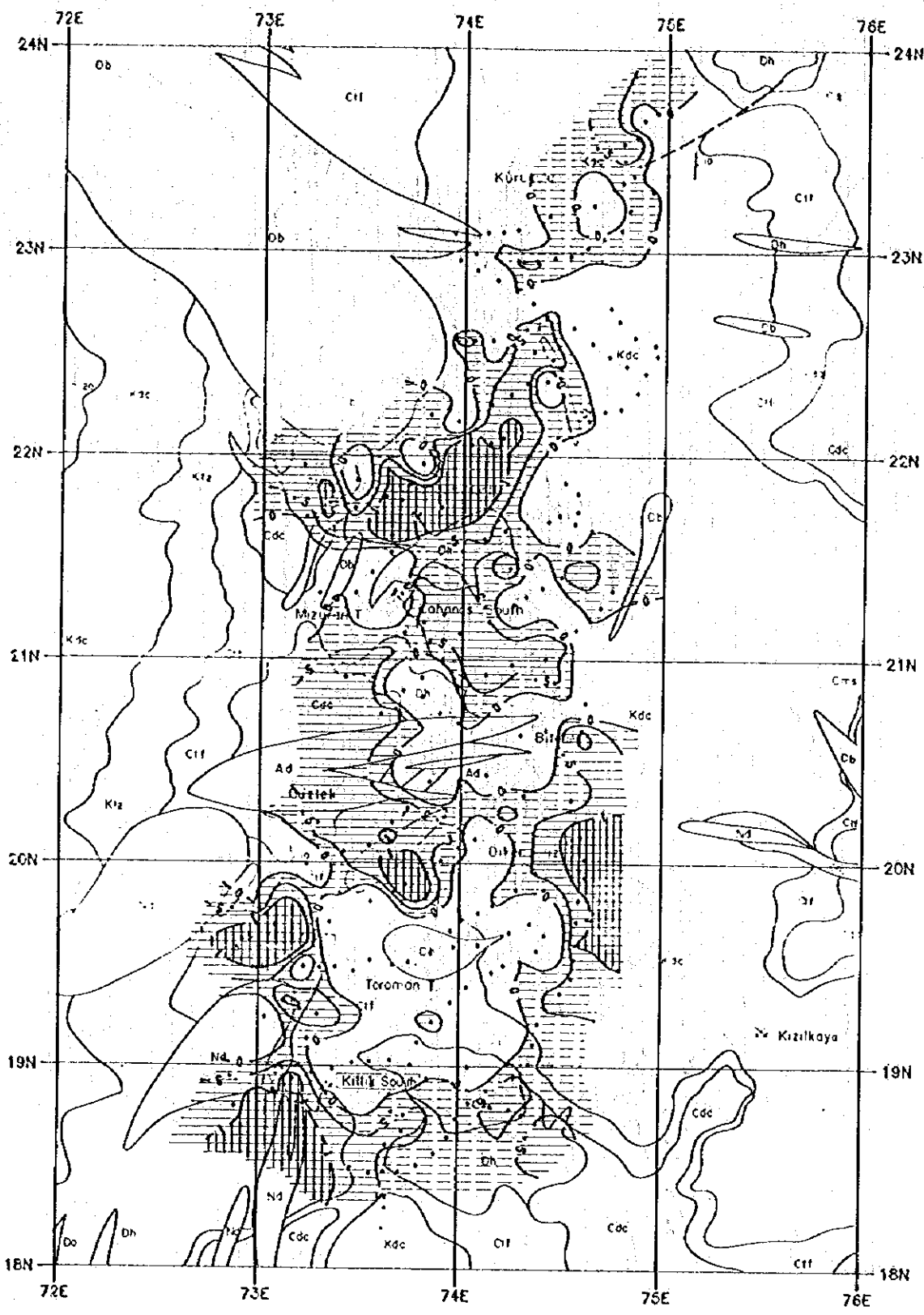


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Mo)

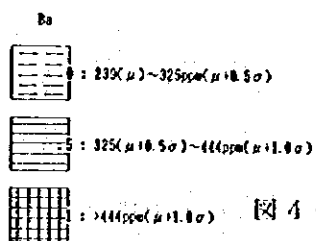
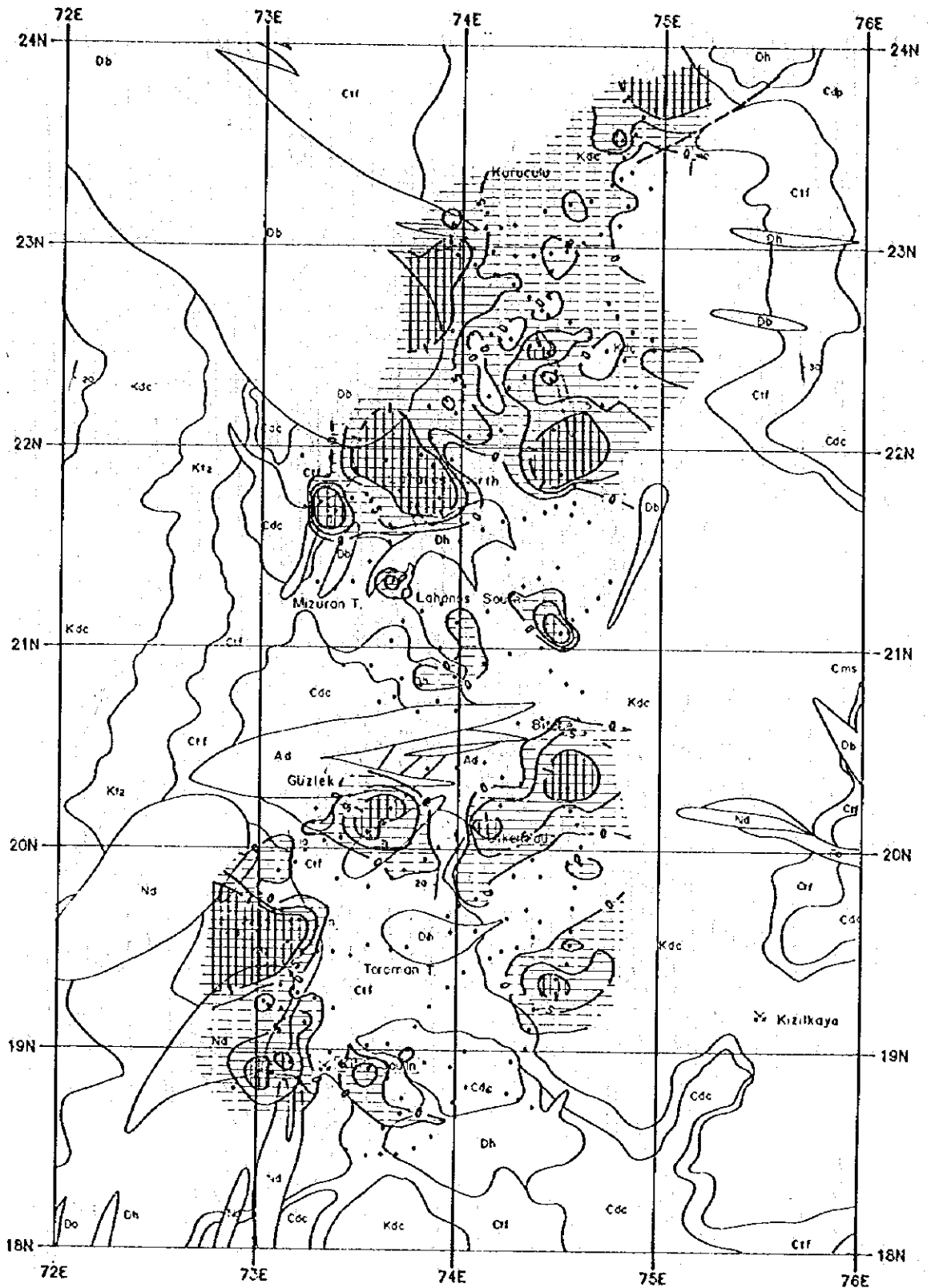
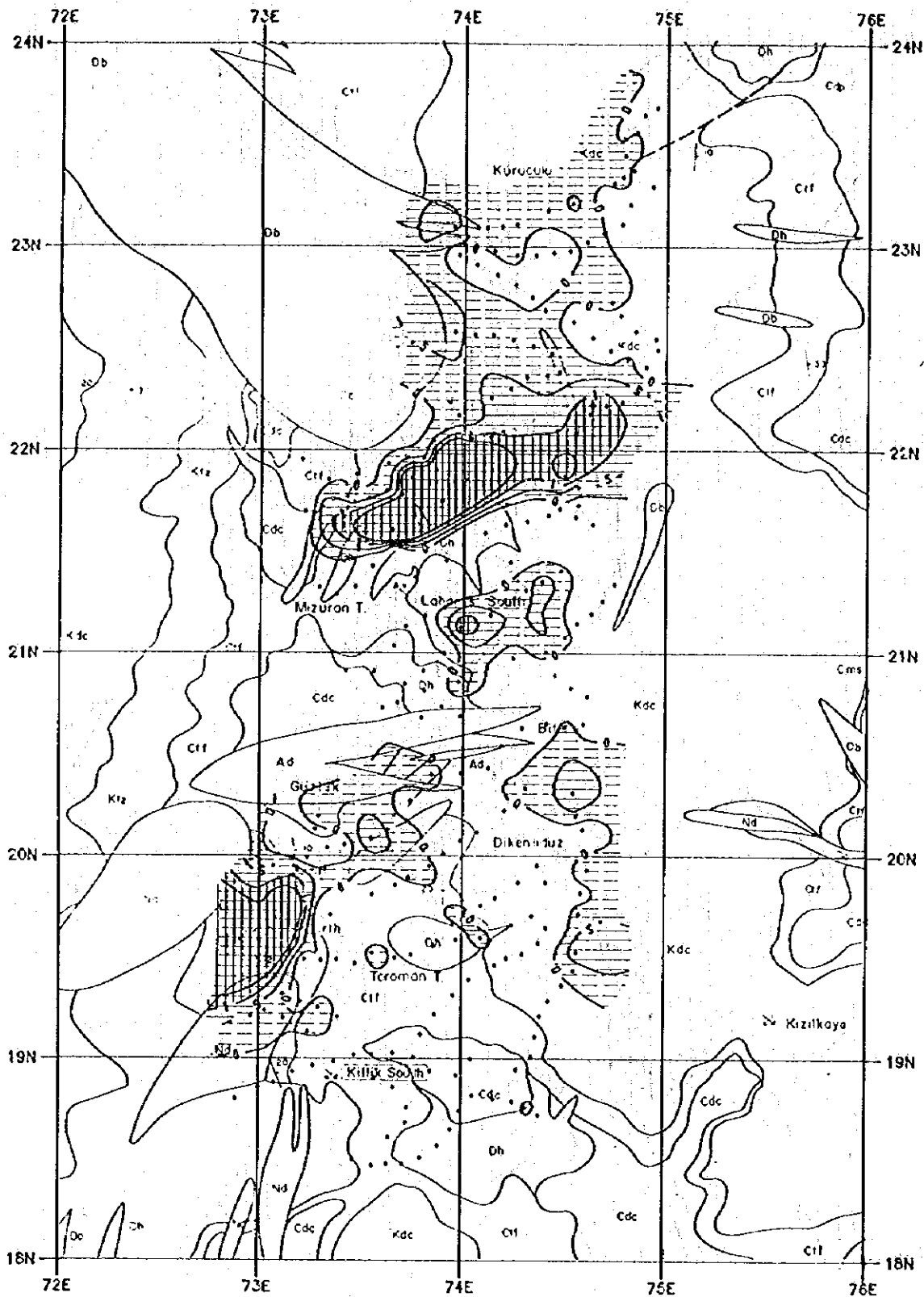


图 4-3 地化学探查解析结果图 (土壤, Ba)



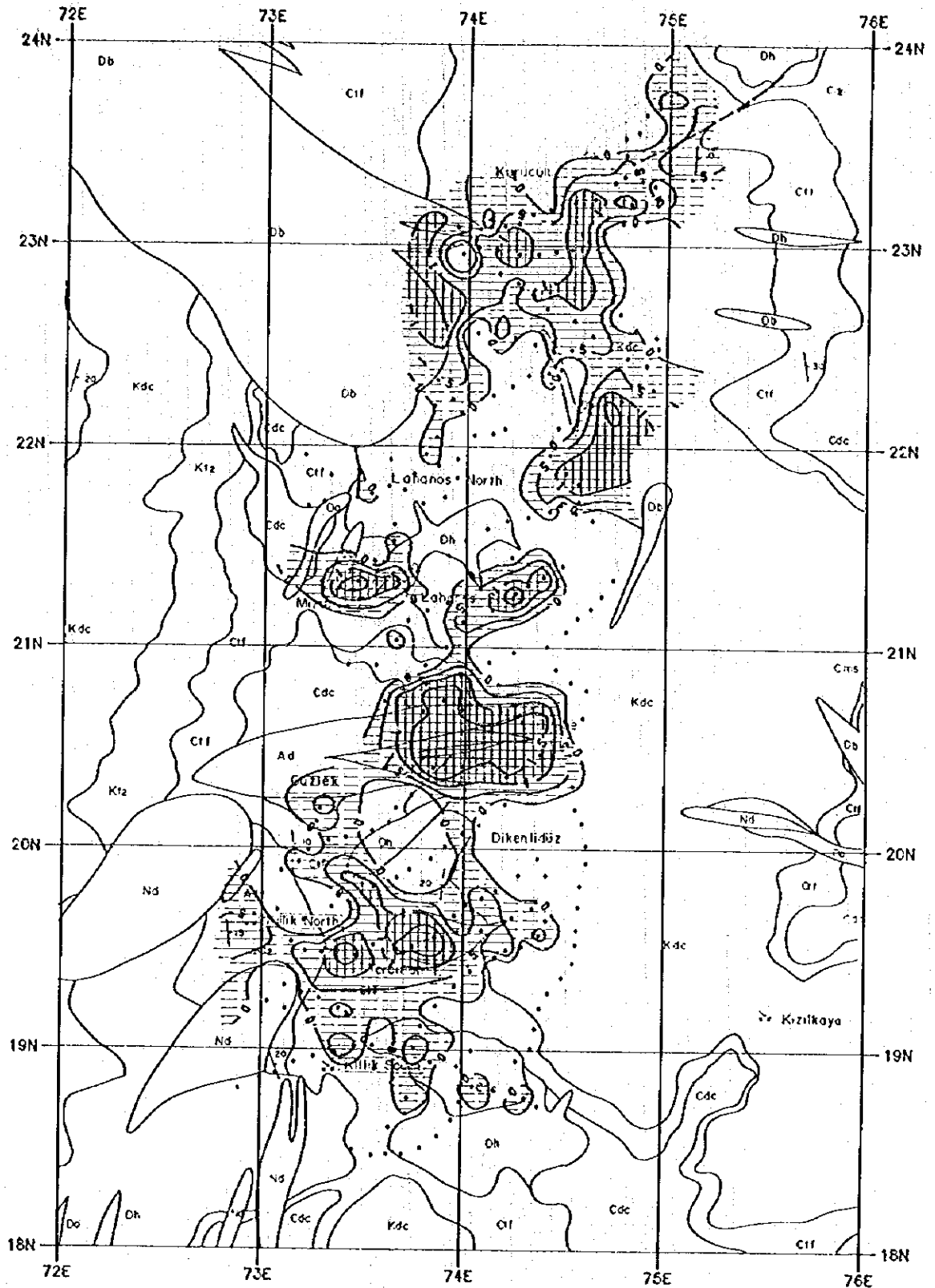
First Principal Component Score

0 ~ 0.5 Score

0.5 ~ 1.0 Score

1.0 Score

图 4 -- 2 地化学探查解析结果图 (土壤, 第 1 主成分)



Second Principal Component Score

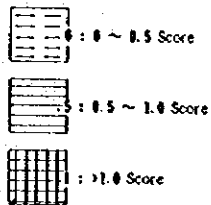


图 4 - 2 地化学探查解析结果图 (土壤, 第 2 主成分)



表 3 - 1 鉍石化学分析結果一覽表

No. Sample No.	Location	Ore Type	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Fe (%)	Mn (%)	Ba (%)	La (ppm)	Ce (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Tb (ppm)	Lu (ppm)	Yb (ppm)	U (ppm)	Th (ppm)
1 TK-1	Lahanos Mine	Yellow Ore, Brecciated	2.92	76.30	3.97	0.11	3.98	23.40	0.01	9.17	1.4	4	5	1	1	1	1	1	1	1
2 TK-2	-	-	3.15	73.50	4.31	0.02	1.40	26.70	0.01	15.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 TK-3	-	-	5.32	112.00	1.97	0.24	3.45	17.00	0.01	21.60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 TK-4	-	Yellow Ore, Compact	3.16	181.00	23.60	0.93	2.50	33.00	0.01	2.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5 TK-5	-	-	4.90	490.00	24.20	3.64	5.42	27.70	0.01	2.64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6 TK-6	-	-	4.00	175.00	13.10	1.70	5.17	27.70	0.01	7.19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7 TK-7	-	-	5.77	339.00	22.90	0.35	1.34	32.30	0.01	3.80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8 TK-8	-	-	3.56	133.00	18.30	0.19	0.87	36.30	0.01	2.04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 TK-9	-	Yellow Ore, Brecciated	2.22	58.40	3.44	1.50	12.40	21.30	0.01	13.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10 TK-10	-	-	3.01	50.90	3.80	0.44	9.16	21.90	0.01	14.10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11 TK-11	-	-	0.41	7.39	2.71	0.03	0.76	34.80	0.08	0.07	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12 TK-12	-	-	1.29	81.40	2.39	0.01	9.14	20.10	0.01	16.60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13 TK-13	-	Sub-Black Ore	3.70	58.40	1.77	3.44	20.00	3.61	0.01	20.40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 TK-14	-	Yellow Ore, Proxerdy	1.11	9.58	0.85	3.10	0.92	36.90	0.03	0.05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15 TK-15	-	Pyrite Ore	0.46	7.24	0.28	0.01	0.31	45.80	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16 TK-16	Bitene Area	Pyrite Ore, Banded	0.20	2.56	0.06	0.01	0.01	31.20	0.01	0.58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17 TK-17	-	Siliceous Ore	0.01	1.27	0.01	0.01	0.01	5.22	0.01	0.04	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18 TK-18	Killik South	Yellow Ore	4.12	181.00	16.20	2.22	3.61	29.80	0.01	0.73	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19 TK-19	-	-	2.38	79.00	9.93	0.09	1.05	29.50	0.01	11.30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20 TK-20	Killik North	Pyrite Ore	6.98	80.50	8.33	0.26	1.72	23.20	0.01	12.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21 TK-21	-	-	3.26	33.80	1.36	0.01	1.21	28.10	0.01	17.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22 TK-22	Killik South	Yellow Ore, Brecciated	3.58	132.00	15.20	1.83	5.79	27.40	0.01	2.96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23 TK-23	-	Sub-Black Ore	3.39	110.00	5.24	0.34	1.91	27.90	0.01	9.81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24 TK-24	-	Sub-Black Ore	0.98	2.17	0.13	0.01	0.02	6.10	0.01	0.29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25 TK-25	-	Siliceous Ore	0.17	4.94	0.02	0.01	0.05	7.97	0.01	0.65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26 TK-26	-	-	0.59	7.69	0.04	0.11	1.18	13.40	0.01	7.21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27 TK-27	Kizil kaya Mine	Pyrite Ore, Powdery	1.43	36.50	0.02	0.01	0.33	11.20	0.01	33.90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28 TK-28	-	Black Ore	3.71	212.00	0.02	14.70	4.26	1.20	0.01	31.10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29 TK-29	-	Pyrite Network	0.18	1.84	0.08	0.02	0.01	33.20	0.01	0.08	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
30 TK-30	-	Siliceous Ore	0.27	5.77	0.02	0.01	0.01	12.70	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31 TK-31	-	Siliceous Ore	0.09	2.21	0.01	0.01	0.01	10.40	0.01	0.02	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
32 TK-32	Kepcelik Mine	Sub-Black Ore	3.33	281.00	3.06	3.01	9.32	32.20	0.01	0.57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33 TK-33	-	-	1.32	43.00	3.35	0.13	31.20	16.70	0.03	0.09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34 TK-34	-	-	1.47	259.00	24.50	19.50	6.06	22.30	0.01	1.07	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35 TK-35	-	Siliceous Ore	3.75	43.90	0.02	1.56	1.17	7.75	0.01	0.02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36 TK-36	Dikeen Mine	Siliceous Ore	0.17	29.80	0.03	0.52	7.51	7.15	0.01	0.08	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
37 TK-37	-	-	0.01	3.98	0.02	0.06	0.02	2.91	0.01	0.05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38 TK-38	-	-	0.05	9.58	1.28	0.01	0.22	8.00	0.01	0.02	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
39 TK-39	-	Pyrite Network	0.04	1.22	0.42	0.01	0.01	3.21	0.01	0.04	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40 TK-40	-	Pyrite Ore	0.02	0.89	0.01	0.01	0.01	23.10	0.01	0.01	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
41 TK-41	Agalik Mine	Pyrite Ore	0.72	15.60	0.01	0.02	0.08	45.50	0.01	0.10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42 TK-42	-	-	0.78	31.20	0.05	0.02	0.18	44.20	0.01	0.93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43 TK-43	Kartlar Mine	Pyrite Ore	0.07	1.32	0.01	0.01	0.02	44.60	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44 TK-44	-	-	0.07	2.26	0.05	0.01	0.03	46.50	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45 TK-45	Kaerik Mine	Pyrite Ore	0.55	1.79	0.02	0.01	0.01	46.60	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46 TK-46	Calkaya Area	Siliceous Ore	2.74	20.70	0.01	0.09	0.08	9.05	0.01	0.01	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
47 TK-47	Kepcelik Mine	Siliceous Ore	0.01	2.12	0.05	0.01	0.44	8.19	0.01	0.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48 TK-48	Topluca Area	Quartz Vein	0.27	7.03	0.04	2.16	3.23	7.78	0.01	0.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49 TK-49	Kizil bere Area	Pyrite Dissemination	0.05	0.90	0.01	0.01	0.01	20.70	0.01	0.04	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
50 TK-50	-	-	0.01	1.23	0.01	0.01	0.01	36.40	0.01	0.02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 3 - 2 鉍石稜鏡結果一覽表

No.	Location	Ore Type	Py	Sp	Cp	Gl	Th	Bn	As	Cv	Q	Ba	Gg
TK- 1	Lahanos Mine	Yellow Ore, Brecciated	⊙	○	△	△	△	△	△			○	
TK- 2	"	"	⊙	△	○	△	△					⊙	Colloform(Py, Sp), Framboidal(Py)
TK- 3	"	"	○	○	△	△	△					○	Colloform(Py, Cp)
TK- 5	"	Yellow Ore, Compact	○	○	△	△	△	△					△
TK- 6	"	"	○	△	⊙	△	△	△					△
TK- 7	"	"	○	△	⊙	△	△	△					△
TK- 8	"	"	○	△	⊙	△	△	△					△
TK- 10	"	Yellow Ore, Brecciated	⊙	○	○	△	△					⊙	Colloform(Py, Sp)
TK- 11	"	"	⊙	○	○	△	△	△				○	Colloform(Py), Framboidal(Py)
TK- 13	"	"	⊙	△	○	△	△	△					⊙
TK- 14	"	"	○	○	○	△	△					⊙	Zonal Structure
TK- 15	"	Semi-Black Ore	⊙	○	○	△	△					○	Zonal Structure
TK- 18	"	Pyrite Ore	⊙	△	△	△	△						
TK- 19	Bitene Area	Pyrite Ore, Banded	⊙	△	△	△	△					○	Framboidal(Py)
TK- 21	Killik South	Yellow Ore	○	○	⊙	△	△						○
TK- 24	Killik North	Yellow Ore	○	○	○	△	△					⊙	Colloform(Py)
TK- 25	"	Pyrite Ore	⊙	△	△	△	△					⊙	Colloform(Py), Framboidal(Py)
TK- 27	Killik South	Semi-Black Ore	⊙	○	○							⊙	Colloform(Py)
TK- 30	"	Silicious Ore	○	○	○							⊙	○
TK- 31	Kızıl kaya Mine	Pyrite Ore, Powdery	○	△	△	△	△					⊙	Zonal Structure(Py)
TK- 32	"	Black Ore	△	⊙	△	○	△						Colloform(Py)
TK- 37	Keppelik Mine	Semi-Black Ore	○	○	○	△	△						△
TK- 38	"	"	○	○	○	△	△					○	○
TK- 39	"	"	△	○	⊙	○	△					○	○
TK- 45	Dikmen Mine	Pyrite Ore	⊙	○	○								○
TK- 46	Ağalik Mine	Pyrite Ore	⊙	○	○								⊙
TK- 49	Karlılar Mine	Pyrite Ore	⊙	○	○								△
TK- 50	"	"	⊙	△	△								
TK- 51	Karaerik Mine	Pyrite Ore	⊙	△	△								
TK- 53	Keppelik Mine	Silicious Ore	○	△	△							○	○

⊙:abundant, ○:common, △:few

Py:pyrite, Sp:sphalerite, Cp:chalcopyrite, Gl:galena, Th:tetrahedrite

Bn:bornite, As:arsenopyrite, Cv:covellite, Q:quartz, Ba:barite, Gg:gangue minerals



表 4-1 化学分析值基本统计量一览表

Soil

	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)	Mo (ppm)	Ba (ppm)
No. of Samples	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Arithmetic Min.	< 0.01	< 0.01	9	54	17	4	< 1	29	0.89	< 1	52
Arithmetic Mean	0.13	2.06	136	252	125	70	5	436	3.25	3	304
Arithmetic Max.	8.79	175.00	3,600	10,100	799	4,000	313	2,670	13.40	65	3,830
Arithmetic $\sigma$	0.64	12.06	343	957	102	298	29	363	1.71	6	330
Geometric Mean	0.02	0.22	64	133	104	22	0.2	319	2.93	1	239
Geometric $0.5\sigma$	0.05	0.84	106	184	138	38	0.4	480	3.64	2	325
Geometric $\sigma$	0.14	3.27	176	254	184	64	1.0	722	4.51	4	444
Background Value	0.002	0.1	15	17	36	7.5	2	320	2.10	2.5	300

Rock(1)

	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)	Mo (ppm)	Ba (ppm)
No. of Samples	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557
Arithmetic Min.	< 0.01	< 0.01	5	18	8	< 1	< 1	12	0.08	< 1	10
Arithmetic Mean	0.04	1.37	78	110	120	25	2	517	2.65	1	332
Arithmetic Max.	1.69	57.10	7,860	1,360	3,020	3,640	134	8,030	31.62	46	3,630
Arithmetic $\sigma$	0.11	2.90	373	102	252	162	8	764	3.06	4	378
Geometric Mean	0.01	0.56	31	94	71	6	0.3	229	1.74	0.2	210
Geometric $\mu+0.5\sigma$	0.02	1.60	50	120	110	12	0.6	447	2.76	0.5	346
Geometric $\mu+1.0\sigma$	0.05	4.60	82	154	171	26	1.4	874	4.39	1.1	568
Background Value	0.002	0.04	12	18	51	2.1	0.2	390	1.42	1.3	840

Rock(2)

	SiO <sub>2</sub> (wt%)	TiO <sub>2</sub> (wt%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (wt%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (wt%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (wt%)	CaO (wt%)	MgO (wt%)	Na <sub>2</sub> O (wt%)	K <sub>2</sub> O (wt%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (wt%)
No. of Samples	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557	557
Arithmetic Min.	19.10	0.04	1.72	0.11	< 1	< 0.01	0.02	< 0.01	0.04	0.01	< 0.01
Arithmetic Mean	69.53	0.42	12.76	3.79	141	0.07	1.34	1.83	2.12	1.76	0.07
Arithmetic Max.	94.94	1.66	30.86	45.21	4,144	1.04	29.20	15.91	8.18	7.29	0.42
Arithmetic $\sigma$	11.20	0.25	3.30	4.37	273	0.10	2.98	2.20	1.93	1.33	0.06
Geometric Mean	68.44	0.36	12.27	2.48	67	0.02	0.30	0.95	1.25	1.09	0.05
Geometric $\mu+0.5\sigma$	75.23	0.48	14.25	3.95	135	0.05	0.70	1.82	2.20	2.02	0.08
Geometric $\mu+1.0\sigma$	82.70	0.68	16.55	6.29	273	0.13	1.63	3.52	3.88	3.75	0.13

Rock(3)

	LOI (wt%)	La (ppm)	Ce (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Tb (ppm)	Yb (ppm)	Lu (ppm)	U (ppm)	Th (ppm)
No. of Samples	557	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Arithmetic Min.	0.66	3	18	1	< 1	< 1	5	< 1	< 1	< 1	< 1
Arithmetic Mean	5.75	11	32	6	3	< 1	13	0.6	0.8	2	3
Arithmetic Max.	24.98	24	49	17	17	1	34	3	3	6	7
Arithmetic $\sigma$	4.21	5	8	55	3	< 1	6	0.9	0.8	2	1
Geometric Mean	4.55	10	31	3	2	< 1	12	0.2	0.4	1	2
Geometric $\mu+0.5\sigma$	6.39	13	35	7	4	< 1	15	0.5	0.7	2	4
Geometric $\mu+1.0\sigma$	8.98	16	39	13	8	< 1	17	0.9	1.4	3	6
Background Value	-	55	57	-	-	-	-	-	-	3.9	20

表 4 - 2 相関係数一覧表

Soil

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
Au	-										
Ag	0.29	-									
Cu	0.32	0.30	-								
Pb	0.42	0.37	0.56	-							
Zn	0.19	0.16	0.57	0.54	-						
As	0.44	0.36	0.46	0.74	0.36	-					
Sb	0.25	0.30	0.33	0.60	0.30	0.56	-				
Mn	-0.05	-0.05	0.10	-0.01	0.46	-0.11	-0.01	-			
Fe	0.33	0.18	0.41	0.52	0.50	0.34	0.31	0.31	-		
Mo	0.23	0.24	0.24	0.37	-0.01	0.39	0.31	-0.28	0.11	-	
Ba	0.29	0.28	0.29	0.34	0.10	0.41	0.24	0.00	0.21	0.22	-

Rock(1)

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
Au	-										
Ag	0.13	-									
Cu	0.24	0.25	-								
Pb	0.27	0.21	0.51	-							
Zn	0.05	0.22	0.50	0.60	-						
As	0.31	0.20	0.32	0.28	0.09	-					
Sb	0.28	0.21	0.31	0.33	0.15	-0.63	-				
Mn	-0.24	0.05	0.03	0.08	0.42	-0.33	-0.30	-			
Fe	0.05	0.12	0.36	0.37	0.47	0.10	-0.01	0.50	-		
Mo	0.30	0.15	0.21	0.14	-0.09	0.47	0.41	-0.42	-0.14	-	
Ba	0.01	0.05	-0.05	-0.02	-0.16	0.17	0.15	-0.24	-0.41	0.20	-

Rock(2)

	SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O3	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
Au	0.01	-0.19	-0.10	-0.26	-0.04	-0.20	-0.21	0.05	0.13	-0.23	0.00	-0.01
Ag	-0.11	-0.08	0.04	-0.08	-0.03	0.00	-0.02	0.12	0.06	0.01	0.14	-0.02
Cu	-0.36	0.00	0.08	-0.15	-0.13	0.05	-0.05	0.36	0.03	0.00	0.16	0.24
Pb	-0.43	0.09	0.24	-0.14	-0.12	0.10	0.11	0.37	0.00	0.06	0.28	0.33
Zn	-0.45	0.20	0.27	0.11	-0.16	0.28	0.25	0.47	-0.06	0.40	0.25	0.35
As	0.06	-0.29	-0.07	-0.40	0.18	-0.36	-0.30	0.10	0.03	-0.33	0.01	-0.02
Sb	0.09	-0.42	-0.15	-0.33	0.08	-0.28	-0.27	-0.01	0.09	-0.30	-0.14	-0.07
Mn	-0.49	0.35	0.36	0.43	-0.18	0.62	0.57	0.50	-0.11	0.96	0.39	0.18
Fe	-0.70	0.21	0.38	0.11	-0.36	0.42	0.34	1.00	-0.16	0.47	0.47	0.46
Mo	0.17	-0.34	-0.18	-0.43	0.16	-0.39	-0.25	-0.14	0.06	-0.43	-0.16	-0.17
Ba	0.37	-0.14	-0.12	-0.12	0.61	-0.27	-0.14	-0.41	-0.02	-0.19	-0.16	-0.21

Rock(3)

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
La	-0.24	-0.22	0.03	-0.17	0.16	-0.41	-0.20	0.09	-0.09	-0.14	0.14
Ce	-0.03	-0.11	0.15	-0.12	-0.14	-0.26	-0.08	-0.02	-0.14	-0.02	0.05
Nd	-0.14	-0.21	0.16	-0.15	-0.10	-0.28	-0.13	0.29	0.02	-0.16	0.06
Sm	0.07	-0.16	-0.02	-0.24	-0.25	-0.21	-0.23	0.16	0.13	-0.14	0.07
Eu	0.00	-0.02	0.07	0.01	0.03	-0.05	-0.15	0.06	0.10	-0.12	-0.09
Tb	-0.03	-0.06	-0.21	-0.12	-0.14	-0.06	-0.05	0.06	-0.16	0.11	0.26
Yb	-0.23	-0.19	-0.28	-0.13	0.04	-0.35	-0.40	0.08	-0.28	-0.15	0.03
Lu	0.03	-0.08	0.05	-0.10	-0.02	-0.05	0.04	0.08	-0.07	-0.31	0.09
Th	-0.10	-0.03	0.08	0.00	-0.07	-0.21	0.05	-0.34	-0.42	-0.05	0.33
U	0.09	0.06	0.05	0.13	0.21	-0.04	0.10	-0.05	-0.18	0.02	0.09

表 4 - 2 相関係数一覧表

Rock(4)

	SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
La	0.07	0.22	0.00	0.07	-0.04	0.30	0.14	-0.09	-0.01	0.21	0.15	0.15
Ce	0.01	0.36	0.06	0.07	-0.02	0.22	0.05	-0.14	-0.05	0.11	0.12	0.16
Nd	0.01	0.28	0.04	0.13	0.01	0.46	0.27	0.02	-0.05	0.31	0.42	0.19
Sm	-0.02	0.07	0.23	0.12	0.04	-0.27	0.16	0.13	0.22	0.18	0.19	0.01
Eu	-0.16	0.18	0.24	-0.06	0.02	-0.05	0.15	0.10	-0.02	0.12	-0.05	0.26
Tb	0.20	-0.31	0.14	-0.09	0.15	0.08	0.08	-0.16	0.08	-0.02	-0.03	-0.29
Yb	0.07	0.24	0.25	0.27	0.17	0.29	0.32	-0.28	-0.09	0.09	-0.16	0.07
Lu	0.12	-0.08	0.13	-0.03	0.10	-0.10	0.02	0.07	0.15	0.19	-0.21	0.08
Th	0.06	0.30	0.09	-0.12	0.07	-0.15	-0.05	-0.42	0.01	-0.20	-0.33	-0.10
U	-0.10	0.10	0.43	-0.06	0.40	0.01	0.26	-0.17	-0.10	-0.07	-0.36	0.01

Rock(5)

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
La	1.00									
Ce	0.81	1.00								
Nd	0.68	0.67	1.00							
Sm	0.14	0.26	0.26	1.00						
Eu	0.20	0.09	0.15	0.15	1.00					
Tb	-0.07	-0.15	-0.05	0.21	-0.06	1.00				
Yb	0.28	0.14	0.18	-0.02	0.23	-0.03	1.00			
Lu	0.28	0.18	0.06	-0.02	0.18	-0.03	0.17	1.00		
Th	0.42	0.38	0.07	-0.10	0.16	0.02	0.25	0.25	1.00	
U	0.13	0.04	-0.05	-0.09	0.20	0.06	0.40	0.18	0.51	1.00

表 4 - 3 主成分分析結果一覽表

1. Soil Sample

	寄与率	因子負荷量										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.38	0.57	0.51	0.61	0.81	0.67	0.71	0.88	0.62	0.08	0.44	0.50
Second Component	0.16	-0.15	-0.23	0.62	-0.22	-0.13	0.19	-0.02	0.41	0.83	-0.55	-0.19

2. Rock Sample

	寄与率	因子負荷量										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.29	-0.17	0.08	0.22	0.33	0.55	-0.28	-0.30	0.79	0.77	-0.45	-0.44
Second Component	0.16	0.54	0.37	0.68	0.67	0.43	0.72	0.67	-0.24	0.38	0.52	-0.01

	寄与率	因子負荷量											
		SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
First Component	0.29	-0.82	0.57	0.59	0.38	-0.41	0.70	0.63	0.77	-0.17	0.76	0.55	0.54
Second Component	0.16	-0.27	-0.24	0.05	-0.50	-0.08	-0.21	-0.21	0.38	0.03	-0.27	0.13	0.27

3. Rock Sample(with rare earth elements)

	寄与率	因子負荷量										
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Mn	Fe	Mo	Ba
First Component	0.19	-0.54	-0.67	-0.68	-0.63	-0.45	-0.76	-0.62	0.29	-0.71	-0.21	0.56
Second Component	0.15	0.00	-0.14	-0.26	-0.39	-0.51	0.09	0.17	-0.65	-0.32	0.35	0.26

	寄与率	因子負荷量											
		SiO2	Al2O3	TiO2	Na2O	K2O	CaO	MgO	Fe2O3	Cr2O3	MnO	P2O5	LOI
First Component	0.19	0.58	0.14	0.19	0.48	0.34	0.24	0.49	-0.71	0.02	0.27	-0.30	-0.57
Second Component	0.15	0.50	-0.51	-0.49	-0.38	-0.34	-0.65	-0.61	-0.32	0.24	-0.67	-0.26	-0.54

	寄与率	因子負荷量									
		La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Th	U
First Component	0.19	0.37	0.25	0.27	0.19	0.03	0.20	0.44	0.11	0.26	0.12
Second Component	0.15	-0.35	-0.32	-0.50	-0.24	-0.29	0.18	-0.29	-0.12	0.09	-0.16

第5章 物理探査重力法

5-1 調査方法

重力探査の流れを第5-1図に示す。

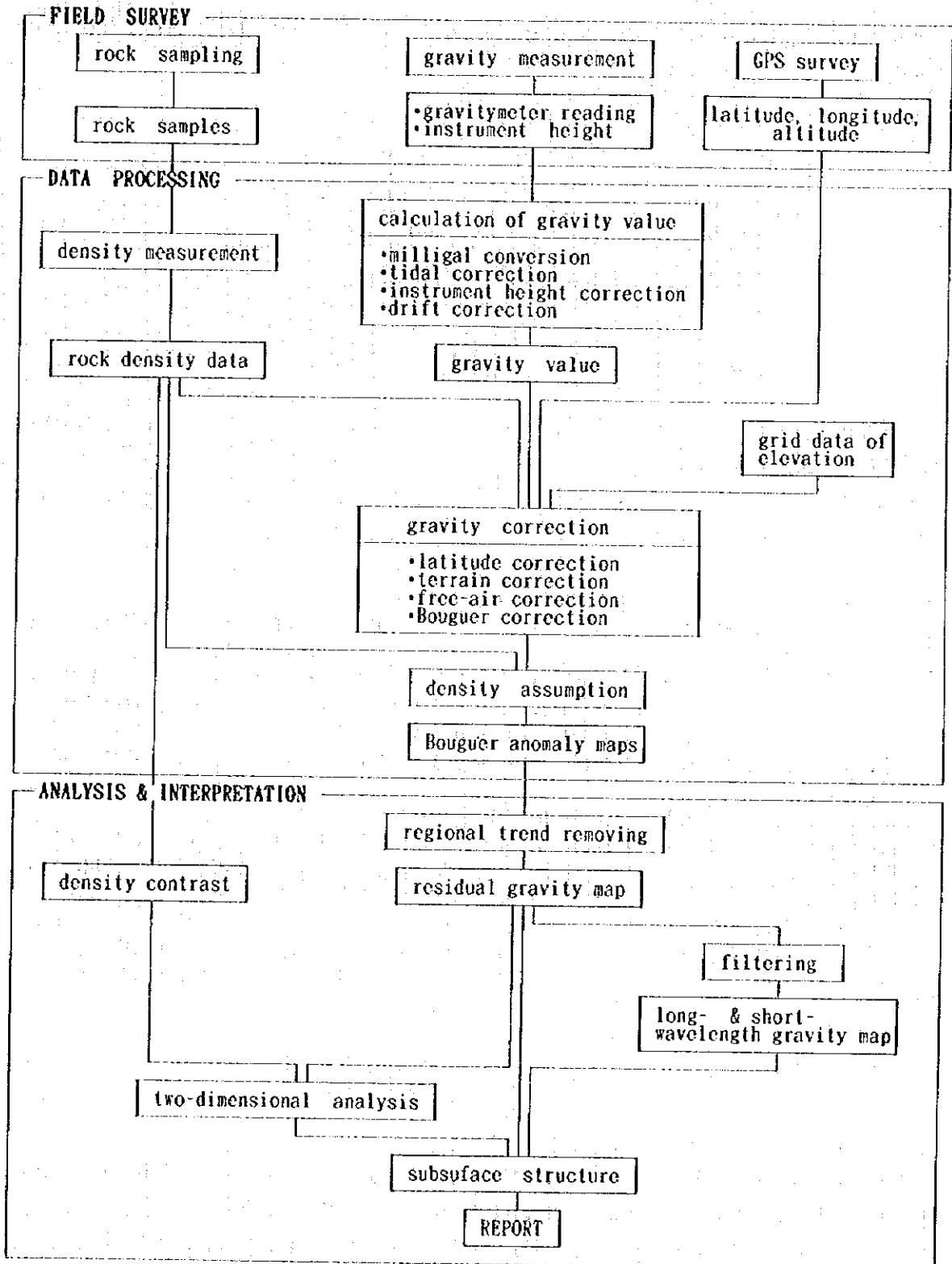


図5-1 重力調査のフローチャート

5-1-1 現地調査

1. 重力測定

面積約170km<sup>2</sup>の調査範囲について、合計265点の重力測定を実施した。各測点の位置を図5-2に示した。

重力測定には2台のラコステG型重力計を使用した。使用したラコステ型重力計の主な仕様を下の表に示す。

重力計番号	G-178	G-365
製作年月	1968年2月	1974年3月
測定範囲	0~7,344.88 mgal	0~7,447.81 mgal
測定精度	0.02 mgal	
本体寸法	14×15×20 cm	
重量	8.6 kg	
電源	12 V バッテリー	
製造元	ラコステ&ロンバーグ社(USA)	

重力測定の基点 (No.1000) は調査基地エスピーエの中心部に設置した。基点の位置見取り図を、写真とともに巻末資料に示した。

基点の重力値はエスピーエの近くにあるMTAの重力点No.187及びNo.193との間で測定を行って決定した。その結果を次に示す。

Y M D: 1995 / 10 / 11 LACOSTE G-365										
NO	TIME	READING	INST.	* FACT.	ETCOR	INST.	+ COR	DRIFT	GRVTY	GRAVITY
			II			COR		COR	DIF.	VALUE
	II	M	CM	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL
1000	8	27	3809.021	27.0	4052.774	-.068	0.083	4052.789	0.000	17.106 980272.546
187	13	15	3792.890	25.0	4035.601	-.007	0.077	4035.671	0.012	0.000 980255.440
1000	16	33	3809.004	27.0	4052.756	-.071	0.083	4052.768	0.021	17.106 980272.546
Y M D: 1995 / 10 / 12 LACOSTE G-365										
NO	TIME	READING	INST.	* FACT.	ETCOR	INST.	+ COR	DRIFT	GRVTY	GRAVITY
			II			COR		COR	DIF.	VALUE
	II	M	CM	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL	MGAL
1000	8	9	3808.982	27.0	4052.732	-.066	0.083	4052.749	0.000	96.043 980272.423
193	12	23	3718.714	26.0	3956.633	-.017	0.080	3956.696	0.010	0.000 980176.380
1000	15	59	3808.952	27.0	4052.700	-.052	0.083	4052.731	0.018	96.043 980272.423
					NTA-187					980 272.546 mgal
					NTA-193					980 272.423 mgal
No.1000の重力値: <平均値> 980 272.485 mgal										

2. 水準測量

測点の標高は、人工衛星からの信号を利用して測量を行うGPS(Global Positioning System)静止測量により測定した。GPS静止測量には単独測位と相対測位の2種類があるが、このうち本調査では精度の高い相対測位を用いた。相対測位では、固定点(GPS基点)と移動点(各測点)の2地点で同時に信号を受信して2地点の標高差及び相対位置を測定するが、その測定精度は1時

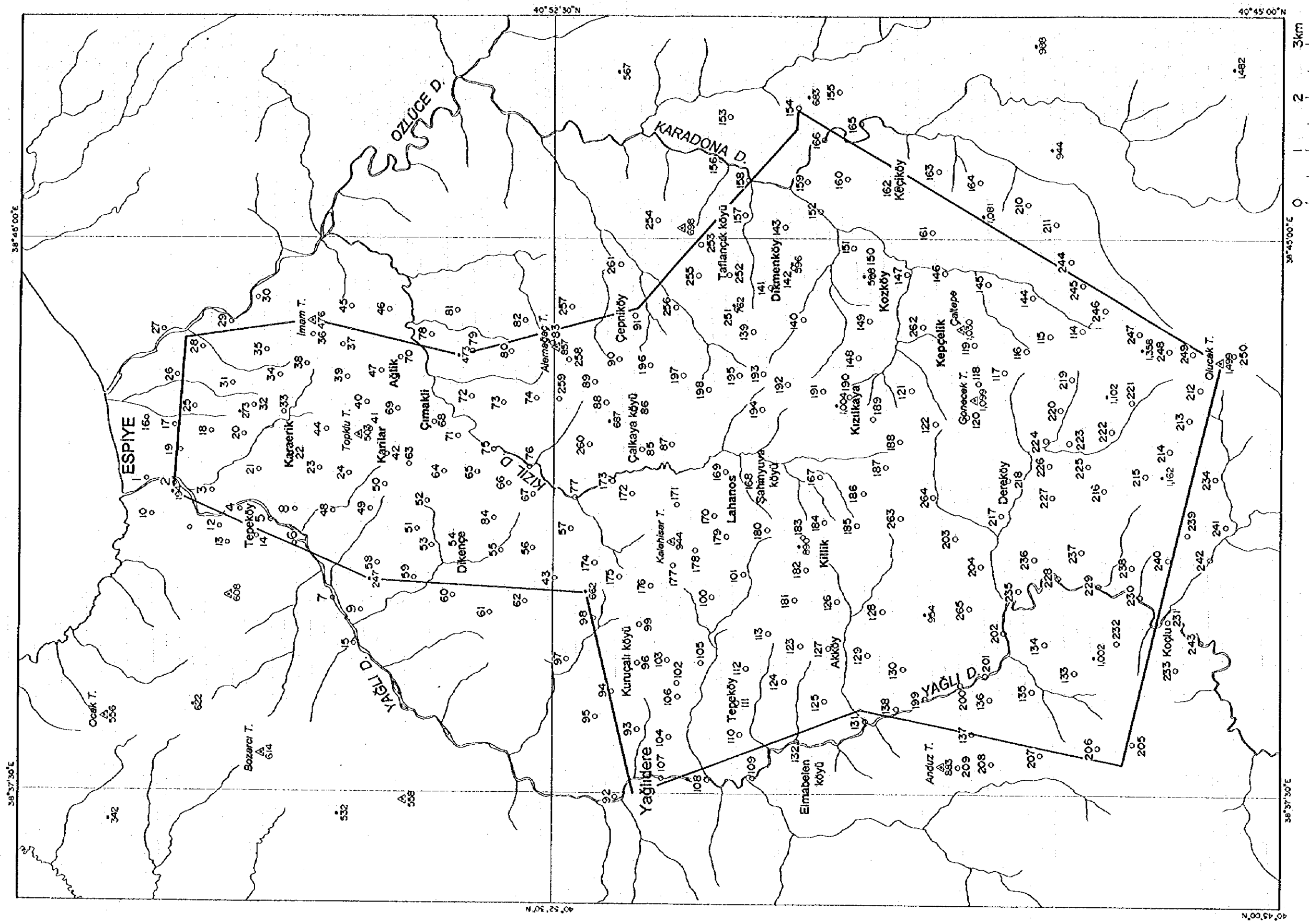


图 5 - 2 重力测定位置图

間以上の観測では数cmオーダーであり、20～30分間の観測でも1m以下の精度がある。測量機（受信機）には米国トリンプル社の4000STを使用した。

GPS基点はエスピーエ中心部の5階建てビルディングの屋上に設置した。その標高は調査地域北東部にある三角点 Inam Tepe(476m)との間で行った測定によって決定した。

### 3. 岩石試料採取

密度測定に供する岩石試料は、層序、岩質などを考慮しながら、調査地域内のほぼ全域で採取した。採取個数は合計112個で、各試料には最寄りの測点番号を付した。

## 5-1-2 データ処理方法

### 1. 重力値の計算

重力計ダイアルの読取値から重力値を計算するまでの過程では、「ミリガル変換」、「潮汐補正」、「器械高補正」及び「ドリフト補正」の各計算を行った。

#### a) ミリガル変換

重力計のダイアル読取値を重力単位(mgal)に変換する計算がミリガル変換である。ラコステG型重力計の場合には、変換係数がスプリングの伸びの大きさによってわずかずつ変化するので、ダイアル読取値100毎に指定された定数(K)と変換係数( $\kappa$ )の2種類の定数を用いてミリガル変換を行っている。

変換の基本式は次のとおりである。

$$Vr = K + (R - R_0) \times \kappa \quad (5-1)$$

Vr: 重力測定値(mgal単位)

R: 重力計のダイアル読取値

R<sub>0</sub>: Rの10位以下を切り捨てた数値

#### b) 潮汐補正

地球上で測定される重力の大きさは次の2つの原因により、 $\pm 0.2$  mgalの範囲内で周期的に変化する。これを補正するのが潮汐補正である。

i) 月、太陽などの天体による起潮力の周期的変化

ii) 起潮力に起因する地球のわずかな変形（地球潮汐）

起潮力は次式(5-2)によって計算する。

$$U = \frac{3}{2} \cdot G \cdot M \frac{a}{r^3} \left\{ 3 \left( \sin^2 \delta - \frac{1}{3} \right) \cdot \left( \sin^2 \phi - \frac{1}{3} \right) + \sin 2\delta \cdot \sin 2\phi \cdot \cos \theta + \cos^2 \delta \cdot \cos^2 \phi \cdot \cos 2\theta \right\} \quad (5-2)$$

U: 天体の起潮力

G: 万有引力定数

M: 天体（月、太陽など）の質量

a: 地球の中心から測点までの距離（地球の半径）

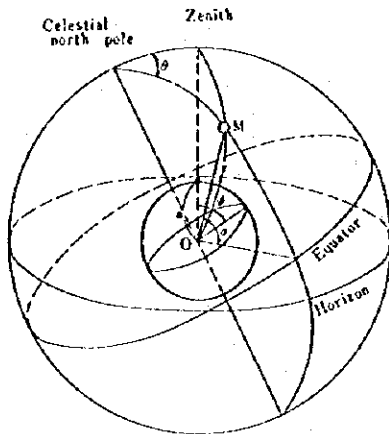
$\phi$ : 測点の緯度

r: 天体と地球との距離



$\delta$ : 天体の赤緯 (赤道から南北に測った角度)

$\theta$ : 天体の時角 (天体と天の北極を通る天球の大円と、測点の子午面との角度)



潮汐補正の座標

天体の起潮力は月と太陽によるものが他の天体に比較して圧倒的に大きいため、重力探査の補正ではこの2つの天体について補正値を計算している。

地球潮汐による重力変化は起潮力による重力変化と同センスであり、その大きさは、調査地域の岩石の弾性的性質によって若干異なるが、起潮力による重力変化の20%程度である。したがって、通常の潮汐補正では月と太陽による起潮力を1.20倍 (この値を潮汐定数という) して補正している。

### c) 器械高補正

器械高補正は重力計設置地点と測量点との間の高さの差を補正するものである。

補正は、回転楕円体表面における正規重力の垂直勾配  $0.3086 \text{ mgal/m}$  を用いて、式(5-3)で行った。

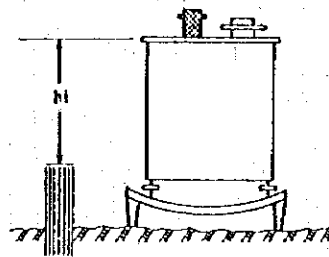
$$V_{hi} = \frac{2\gamma_0}{R} h_i \approx 0.3086 h_i \quad (5-3)$$

$V_{hi}$ : 器械高補正值

$\gamma_0$ : 正規重力

$R$ : 測点から地球の中心までの距離

$h_i$ : 測量の測定地点から重力計上面までの高さ



器械高

### d) ドリフト補正

ドリフトは重力計のスプリングの伸びに起因するダイヤル読取値の変位で、ほぼ時間に比例する。このダイヤル読取値の変位を補正するのがドリフト補正で、基点における閉塞誤差を各測点に時間比例配分する方法で行う。ただし、ダイヤル読取値の変位には、ドリフトによるもののほかに、運搬時の機械的ショックや気温・気圧の変化による不規則な変位が含まれており、実際にはこれらの変位も補正していることになる。

### e) 重力値の計算

重力測定値 ( $V_r$ ) に対するすべての補正は式(5-4)で表される。

$$V_c = V_r + V_t + V_{hi} + V_d \quad (5-4)$$

$V_c$ : 補正済重力測定値

Vt: 潮汐補正值

Vd: ドリフト補正值

補正済重力測定値(Vc)は重力の相対的な大きさを示す数値であり、重力値そのものではない。各測点の重力値は、まず基点と測点との間の補正済重力測定値の差を計算し、この重力差に基点の重力値をそれぞれ加えることにより算出される。なお基点の重力値は重力値既知点(重力基準点)との間で別途測定することによって得られる。

## 2. 重力補正

重力値からブーゲー異常値を算出する過程が重力補正で、「緯度補正」、「地形補正」、「大気補正」、「フリーエア補正」及び「ブーゲー補正」の各計算がある。

### a) 緯度補正

緯度補正は、重力値から緯度の関数として与えられる地球の標準重力を差し引く計算である。標準重力として、現在では式(5-5)の正規重力 $\gamma_0$ が用いられている。

$$\gamma_0 = \frac{a \gamma_E \cos^2 \phi + b \gamma_P \sin^2 \phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}} \quad (5-5)$$

a: 回転楕円体の赤道半径(6,378.14km)

b: 回転楕円体の極半径(6,356.75km)

$\gamma_E$ : 回転楕円体の赤道正規重力(978.032 gal)

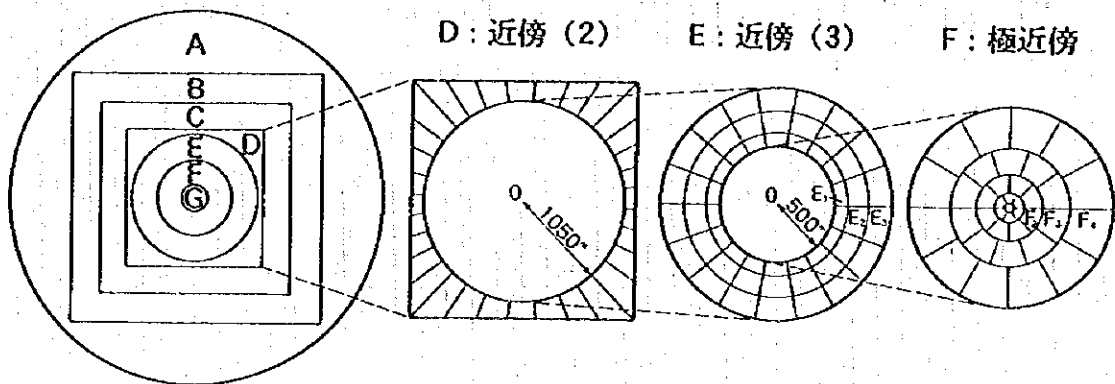
$\gamma_P$ : 回転楕円体の極正規重力(983.218 gal)

重力探査では、一般に式(5-5)のかわりに次の近似式(正規重力の実用式)を使用して補正を行っている。

$$\gamma_0 = 978031.85(1 + 0.005278895 \sin^2 \phi + 0.000023462 \sin^4 \phi) \text{ (mgal)} \quad (5-6)$$

### b) 地形補正

地形補正は測点から半径60kmまでの範囲を、次の図と表に示す6つの補正領域に区分して行った。このうちA~Eの5つの補正領域については地形メッシュデータが必要である。各メッシュの地形標高は、A, B領域については1/500,000航空図から、また、C, D, Eの領域についてはトルコ共和国の1/25,000地形図から読みとった。



地形補正区画概念図

補正区画の細目

領域	補正範囲	格子間隔	補正の名称
A	測点より半径60km	3' (東西) × 2' (南北)	遠方
B	21' (東西) × 16' (南北)	5" (東西) × 30" (南北)	中間
C	5' 15" (東西) × 4' (南北)	1.25" (東西) × 7.5" (南北)	近傍(1)
D	Eを含む最小格子範囲	5面体	近傍(2)
E	半径 500~1,050m	同心円柱	近傍(3)
F	測点から半径20~500m	同心円柱	極近傍
G	測点より半径20mまで	スケッチ断面	周辺

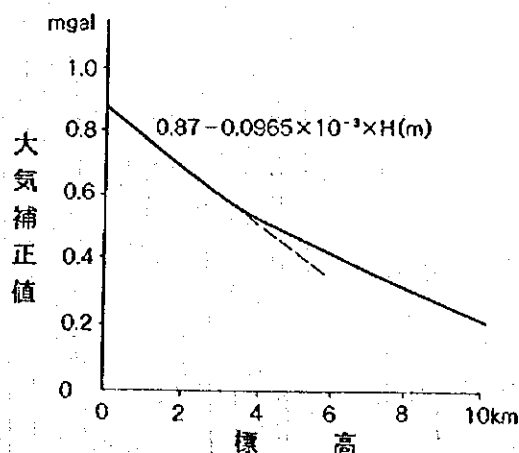
c) 大気補正

大気補正は重力に対する大気の影響を補正するもので、標準大気模型を仮定した大気の密度分布を使って、測点から高さ50kmまでの範囲について積分して補正值を計算した。補正值は、標高が高くなるに従って指数関数的に減少する。しかし、補正值の変化は下図に示すように標高3km以下についてはほぼ1次関数に近似できるため、通常は式(5-7)で補正を行っている。

$$\delta g_A = 0.87 - 0.0965 \times 10^{-3} H \quad (5-7)$$

$\delta g_A$ : 大気補正值(mgal)

H: 測点の標高(m)



d) フリーエア補正

地表面付近では鉛直方向に-0.3086 mgal/mの重力の勾配があり、標高が高くなると、重力値は小さくなる。測点毎に異なる高さの影響を補正するのがフリーエア補正である。

$$\delta g_f = \frac{2\gamma \cdot H}{R} \approx 0.3086H \quad (5-8)$$

$\delta g_f$ : フリーエア補正值

$\gamma$ : 正規重力

R: 測点から地球の中心までの距離

H: ジオイド面からの高さ

なお、式(5-10)で定義される量をフリーエア異常という。

$$\Delta g_f = g - \gamma_0 + \sum \delta g_f + 0.3086H \quad (5-9)$$

$\Delta g_f$ : フリーエア異常

g: 重力値

$\sum \delta g_f$ : 地形補正值

e) ブーゲー補正

異なった高さで測定された重力値は、その標高差の間に介在する物質（岩石）の引力に相当する量だけ大きさが異なる。これを補正するのがブーゲー補正で、一定の基準面を設定し、基準面と各測点を通る基準面に平行な面との間の物質の影響を除去する。通常は基準面としてジオイド面を採用している。ジオイド面と測点を通るジオイド面に平行な面との間に均一密度の有限円板を仮定し、式(5-11)を使って補正を行う。なお、有限円板の半径は60kmとし、地形補正の範囲と一致させている。

$$\begin{aligned} \delta g_B &= -2\pi G \rho (A + H - \sqrt{A^2 + H^2}) \\ &\approx -0.0419 \rho (A + H - \sqrt{A^2 + H^2}) \end{aligned} \quad (5-10)$$

$\delta g_B$ : ブーゲー補正值

G: 万有引力定数

$\rho$ : 密度

A: 有限円板半径(60km)

H: 測点の標高

式(5-10)の $\rho$ はブーゲー密度といい、通常は地表とジオイド面の間の岩石の平均密度を採用する。

f) ブーゲー異常値の計算

重力値に対して緯度補正、地形補正、大気補正、フリーエア補正、ブーゲー補正の各補正を施して得られる値がブーゲー異常値で、次式で表される。

$$\begin{aligned} \Delta g_B &= g - \gamma_0 + \sum \delta g_T + 0.87 - 0.0965 \times 10^{-3} H + 0.3086 H \\ &\quad - 0.0419 \rho (A + H - \sqrt{A^2 + H^2}) \end{aligned} \quad (5-11)$$

$\Delta g_B$ : ブーゲー異常値

ブーゲー異常値は地表面で定義された値であり、ブーゲー補正及び地形補正の密度によって異なった値をとる。ブーゲー異常値には、ジオイド面以深の密度構造に関する情報だけでなく、地表面とジオイド面とに挟まれた部分における補正密度と実際の密度との過不足に関する情報も含まれる。

測点の位置（緯度・経度）、標高、重力値、各種補正值、正規重力値及び重力異常値をまとめた重力成果一覧表、各地形補正領域の補正值一覧表及び6種類の仮定密度のブーゲー異常値一覧表を作成した。これらの一覧表は巻末資料に示した。

g) 表層密度とバリエブルデンシティ補正によるブーゲー異常値の計算

単一補正密度のブーゲー異常値ではしばしば地形の影響による重力異常が残っていることがある。このような場合には場所によって補正の密度を変えるバリエブルデンシティ補正を行う。バリエブルデンシティ補正では最初に表層密度を計算し、次に表層密度と同じ値を用いて地形補正とブーゲー補正を行ってブーゲー異常値を算出する。

本調査の表層密度は森林(1990)の方法にもとづき、次式を用いて計算した。

$$\Delta g_B(x, y) = a_1 x^3 + a_2 y^3 + a_3 x^2 y + a_4 x y^2 + a_5 x^2 + a_6 y^2 + a_7 x y + a_8 x + a_9 y + a_{10} \quad \Delta \rho (0.0419 H - T) \quad (5-12)$$

$\Delta g_B$ : ある補正密度による測点(x, y)のブーゲー異常値

H: 測点の標高

T: 地形補正值( $\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$ )

右辺の各項のうち、第1項～第10項は地下の密度分布によるブーゲー異常分布を3次式で近似し