

Uludağ Şelit Yatağında Kosalit Oluşumu

Cosaïite from the scheelite deposit of Uludağ, Turkey

IŞIK KUMBASAR İT.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul
NURSELİ ATEŞOK İT.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul

ÖZ: Uludağ şelit yatağında skarn oluşumları içindeki boşluklarda kuvars ve pirit kristalleri ile birlikte kosalit minerali bulunmuştur. Kosalit, birbirine paralel, iğnemi, prizmatik kristal toplulukları halindedir. İncelenen mineralin birim hücre boyutları, uzay grubu, x-ışınları kırınım çizgileri ve kimyasal bileşimi saptanmıştır. Kristaller içinde nabit gümüş varlığı cevher mikroskobunda gözlenmiş ve mikroprob analizleri ile de kanıtlanmıştır.

ABSTRACT: Cosaïite crystals are found in small cavities in skarn zones at Uludağ scheelite deposit associated with pyrite and quartz crystals. Needle-like prismatic cosaïite crystals usually form parallel aggregates. Unit-cell dimensions, space-group, x-ray powder diffraction pattern and chemical composition have been determined. Native silver is observed under ore microscope and also revealed by microprobe analysis.

GİRİŞ

Kosalit ($Pb^{2+}Si_2O_7$) minerali ismini Meksika-Süalaoa'daki Cosala madeninden almıştır. Hidrotermal, kontak metamorfik yataklarda ve pegmatitler içinde orta sıcaklıklarda (duyulmuş olduğu en yüksek sıcaklık $450^{\circ}C$, Craig (1957) oluşmaktadır. Oldukça yaygın olarak bulunur. Dünya üzerinde rastlanan bazı yöreler: Meksika-Sinaioa'daki Cosala madeni, İsveç-Nordmark'da Bjelke madeni, v.b. (Palache, Berman, ve Frondel, 1944), Japonya -Akita'da Agenesawa madeni (Nedachi ve diğerleri, 1973), Grönland -İvigtut Kriyolit yatağı (Karup-Moller, 1973).

Kosalit ilk kez Genth (1868) tarafından tanımlanmış, daha sonra çeşitli araştırmacılarca incelenmiştir. Berry (1939) birim hücre boyutlarını, mümkün uzay grubunu ve kimyasal bileşimini vermiştir. Weitz ve Hellner (1960) kristal yapısını incelemişler, ancak bizmut ve kurşun atomları saçılma faktörlerinin çok yakın olmaları nedeni ile kristol yapısını kesin olarak saptanamamıştır. Zamanla kurşun-bizmut sülfürlerin yapılarını daha ayrıntılı inceleyen çalışmalar yapıldıkça kurşun ve bizmut atomlarının koordinasyonlarının karşılaştırılması ile kesinlikle ayrılmaları mümkün olmuştur. Kosalit'in kristal yapısını Srikrishnan ve Nowacki (1974) tarafından tekrar saptanmıştır. Bi-Pb-S sistemleri üzerinde ya-

pılan deneysel çalışmaların bazıları şunlardır: Craig (1967), Otto ve Strunz (1968), Salancı (1965), Salancı ve Moh (1969).

Uludağ'da kosalit oluşumu olasılığından ilk kez Klojminsky ve diğerleri (1971) söz etmişlerdir. Bu yazarlar saptadıkları heyrovskyite (Hürky, Çekoslovakya) mineralini incelerken bursait (Uludağ) minerali ile de karşılaştırmışlar ve bu sırada Uludağ numunesi içinde bir tanenin mikroprob analizi ile saptanan kimyasal bileşiminin kosalit bileşimine yakın olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen numuneler Uludağ şelit yatağının 2120 kotunda bulunan skarn kayacık içindeki küçük boşluklardan toplanmıştır.

BULUNUŞU

Uludağ Şelit yatağı bilindiği gibi yöredeki granodiyorit batoliti ile Paleozoyik yaşlı mermerler arasındaki kontak metamorfizma ile oluşan skarnlaşma ve bunu izleyen evrelerde meydana gelen getirimlerle çeşitli cevherleşmeler ve çok sayıda mineraleşmenin gözlemlendiği büyük bir metalojenik bölgedir.

Şelit mineralinin dışında, burada rastlanmış olan metalik mineraller şunlardır: Manyetit (çok), volfrairit, hematit,

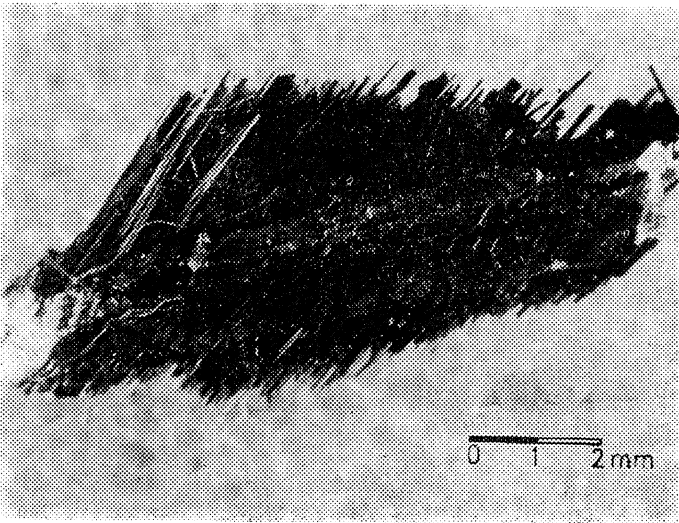
pirit, sfalerit, kalkopirit, molibdenit, kübanit (çok ender), valeriit (çok ender), pirotin (ender), bursait (ender), bizmut (ender), bizmutinit (ender).

Çalışmanın konusu olan kosalit mineraline skarnlar içindeki küçük boşluklarda ince iğneler biçimindeki idiomorf kristal toplulukları halinde, gene idiomorf pirit ve kuvars kristalleri ile birlikte rastlanmıştır. Çalışılan numuneler üzerinde bizmutinit veya bursait ile beraberlikler görülmemiş, tir. Bursait mineralinin sfalerit, pirotin ve kalkopirit ile birlikte bulunduğu belirtilmiştir (Tolun, 1955; Wijkerslooth, 1955).

Yatakda gözlenen bizmutinit'e ise skarn kaya içinde pirit ve kuvars mineralleri ile birlikte rastlanmıştır.

Kosalit asiküler idiomorf prizmatik kristaller halinde ve bunlar genellikle birbirine paralel topluluklar oluştururlar. Kristaller makroskopik olarak homojen görülmekte, kristal uzunlukları 15 mm.ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 1).

Kosalit oluşumunun yatağın genel mineralleşmesinin son evrelerinde olduğu ve cevher taşıyan çözeltilerden kristalleşmenin boşluklar içinde meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 1: Kosalit kristalleri.

Figure 1: Cosalite crystals.

X — IŞINLARI İLE İNCELEMELER

X — ışınları kırımı yöntemi ile çalışmalar tek kristal ve toz numune ile olmak üzere iki kısımda yapılmıştır.

Tek kristal çalışmaları, Buerger presesyon kamerası ile yürütülmüştür (Cu radyasyonu, Ni filtreli, $\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$). Kullanılan kristallerden en iyi fotoğraf alınabilenin boyutları $0.2 \times 0.03 \times 0.065 \text{ mm}$. dir. Okl, hol, hkl düzeylerine ait fotoğraflar çekilmiş ve sistematik sönmeler saptanmıştır. Sonuçlar şöyledir:

hkl : Koşul yok Kafes primitif
 okl : $k = 2n$ $b/\epsilon 100$
 hol : $h+l = 2n$ $n//010$
 hoo : $(h = 2n)$
 oko : $(k = 2n)$
 ool : $(l = 2n)$
 Uzay grubu : Pbnm

Sıfır düzeyi fotoğraflarından hassas olarak sadece c boyutunu ölçmek mümkün olmuştur. Diğer parametreler dizilerdeki distorsiyon nedeni ile sağlıklı olarak ölçülmemiş, ancak a ve b için ölçülen değerlerin kosalit'in a ve b değerleri büyüklüğünde olduğu görülmüştür.

Presesyon fotoğraflarından ölçmek sureti ile elde edilen birim hücre boyutları (\AA): $a = 19.25$, $b = 23.95$, $c = 4.05 \pm 0.03$.

Uludağ kosalit'ine ait toz kırınımı verileri çizelge 1'e verilmiştir. Veriler hem difraktometre, hem de Gandolfi kamerası ile toplanmıştır. Bilindiği gibi Gandolfi kamerasında tek kristal kullanarak toz-kırınımı çizgileri elde edilmektedir. Her iki teknikte de Ni filtreli Cu radyasyonu kullanılmıştır ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$). Difraktometre çekimlerinde doğal saydam kuvars iç standart olarak kullanılmış, çekimleri $1^\circ/1 \text{ dak}$ ve $1/4^\circ/1 \text{ dak}$ olarak alınmış, her yansıma $3/4$ yükseklik de okunmuş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

$1/\lambda$ maks.	d_{hkl} Difraktometre ölçülmüş Observed	hkl ile Hesaplanmış Calculated	d_{hkl} Gandolfi Kamerası ile ölçülmüş Observed
4	6.15	310	6.148
6	5.64	320	5.613
10	4.44	420	4.430
10	4.10	430	4.091
10	3.97	101	3.958
		060	3.973
10	3.88	160	3.890
10	3.81	350	3.815
15	3.70	211	3.691
14	3.63	520	3.636
5	3.54	131	3.550
100	3.43	530	3.441
		301	3.414
30	3.36	360	3.370
		450	3.373
10	3.28	321	3.282
12	3.20	540	3.215
		411	3.060
15	3.05	460	3.053
		151	3.045
		251	2.935
35	2.94	630	2.950
32	2.80	161	2.804
		640	2.806
8	2.71	521	2.704
		261	2.717
5	2.64	650	2.646
		740	2.473
7	2.46	621	3.446
		390	2.446
2	2.34	820	2.333
8	2.295	641	2.306
12	2.279	561	2.276
8	2.233	3100	2.233
6	2.170	680	2.172
20	2.129	850	2.129
5	2.090	391	2.095

8	2.051	811	2.046	2.04
15	2.040	860	2.041	2.02
6	1.977	212	1.9723	1.97
8	1.943	132	1.950	1.94
20	1.902	322	1.903	1.91
6	1.816	432	1.813	1.82
14	1.800	062	1.802	1.80
8	1.777	442	1.777	1.78
6	1.743	532	1.744	
10	1.729	452	1.734	1.72
10	1.718	542	1.712	
8	1.666	632	1.669	1.66
2	1.591	292	1.589	1.60
2	1.541	10102	1.541	

Çizelge 1: Uludağ kosalitinin X-ışınları ile toz difraksiyonu verileri. İndisler ve d (hes.) değerleri N. KUMBASAR (İ.T.Ü.) tarafından düzenlenmiş olan bilgisayar programını kullanarak toz difraksiyonu verilerinden hesaplanmıştır.

Table 1: X-ray powder diffraction data for cosalite from Uludağ, Turkey. Indices and (d calc.) from the leastsquares analysis of X-ray powder data using a computer program by N. KUMBASAR, (I.T.U.).

Ölçülen d değerleri ve kosalit için (13-502 JCPDS) numaralı karttan alınan hkl değerleri ile a, b, c ler hesaplanmıştır. Ayrıca mümkün d değerleri hesaplanmış ve bazı yansımaların indisleri bulunmuştur (Çizelge 2).

	Berry (1939)	Srikrishnan ve Nowacki (1974)	Bu çalışma
Kosalit	a = 19.07 Å	19.098±0.004 Å	19.03 Å
	b = 23.87	23.890±0.005	23.86
	c = 4.055	4.057±0.001	4.06
	16		
Uzay grubu:	P — Pbnm.		
	2h		

Çizelge 2: Kosalit için kristallografik veriler.

Table 2: Crystallographic data of cosalite.

CEVHER MİKROSKOBU İLE İNCELEMELER

Uludağ kosalitinin cevher mikroskobu altında saptanan özellikleri şöyledir: Yansıtma kuvvetli, renk grimsi beyaz; çift yansıtma hafif olmakla birlikte belirgin; anizotropi belirli, koyu gri-bejimsi gri, immersiyon yağında daha kuvvetli.

Bazı kosalit kristalleri için yansıtması çok kuvvetli, çok açık sarı renkte, tam sönme göstermeyen ve sertliği kosalitinkinden büyük olan, çok büyük yuvarlak taneler halinde bir mineral saptanmış ve optik özelliklerinden bunun nabit gümüş olduğu kanısına varılmıştır. Daha sonra bu bulgu mikroprob analizi ile de kanıtlanmıştır (Levha I, Şekil 5).

KİMYASAL BİLEŞİM

İdiyomorf kosalit kristallerinden binoküler mikroskop altında seçilerek hazırlanan numuneden yaş kimyasal yön-

temle (gravimetrik) Pb, Bi, S; atomik absorplama tekniği ile Ag, Fe ve Cu analizleri yapılmıştır. (Çizelge 3). Ayrıca cevher mikroskobu ile incelenen numenelerden birinsindeki idiyomorf kosalit kristalleri 4 noktada mikroprob ile analiz edilmiştir. Bu analizler JXA-50A JEOL elektron mikroprobu ile aşağıda belirtilen deney koşullarında yapılmıştır. Hızlandırma Pb için doğal PbS, Bi için metalik Bi, Cu için metalik Cu (hepsinde kristal LiF), Ag için nabit Ag (kuroko), S için doğal PbS (her ikisinde kristal PeT) kullanılmıştır. Sonuçlar çizelge 4 de verilmiştir.

	Kosalit ¹ Akita, Japonya	Kosalit ² Uludağ	Kosalit ³ Uludağ	Kosalit ⁴
Pb	36.1	37.6	37.82	41.75
Bi	44.3	44.5	42.71	42.10
Ag	1.7		3.24	
Cu	0.5		1.26	
Fe	0.5		0.13	
S	16.3		15.98	16.15
Toplam	99.4		101.14	100.00

Çizelge 3: Kosalit'in kimyasal bileşimi.

Table 3: Chemical analysis of cosalite.

- 1 — Nedachi ve diğerleri (1973), (2 numaralı analiz, mikroprob)
- 2 — Klominsky ve diğerleri (1971), (mikroprob).
- 3 — Bu çalışma, Pb, Bi, S analizi yaş kimyasal yöntemle, Ag, Cu ve Fe analizi atomik absorplama tekniği ile yapılmıştır.
- 4 — $Pb_{0.2}Bi_{0.2}S_5$ için kuramsal değerler.

Pb	39.62	38.99	39.23	38.95
Bi	40.51	40.98	40.74	39.36
Cu	1.72	1.84	1.83	1.76
Ag	0.41	0.43	0.43	0.38
S	16.49	17.10	16.86	16.62
Toplam	98.75	99.28	99.09	97.07

(*) Analizleri yapan: Eşref Aydın, M.T.A.

(*) Analyst: Eşref Aydın, M.T.A.

Çizelge 4: Uludağ kosalitinin kantitatif mikroprob analizleri (% ağırlık).

Table 4: Microprobe analysis of cosalite sample (Wt %).

Uludağ kosalit'inin saptanan birim hücre boyutları uygulanan yöntemin hata sınırları içinde kosalit için verilenlerle uygunluk göstermektedir. Gene sistematik sönmeler aynı uzay gurubunu vermektedir. Difraktometre ile alınan x-ışınları kırınımı verileri kosalit için verilenlerle (13-502 JCPDS) karşılaştırıldığında bütün kırınım çizgilerinin uygunluk gösterdiği ancak bunların dışında sürekli olarak 3.54Å ve 2.46Å luk çizgilerin varlığı izlenmektedir. Bu nedenle tek

bir kristal seçilerek Gandolfi kamerası ile ^-ışınlan'toz kırınımı çizgileri elde edilmeye çalışılmıştır. Bu fotoğraf da söz konusu çizgiler görülmemektedir, ancak difraktometre ile elde edilen bazı çizgiler de bu filmde saptanamamıştır. Bu nedenle bu çizgilerin Uludağ kosalitine mi ait olduğu yoksa içindeki yabancı bir maddeden mi ileri geldiği sorunu ortaya çıkmaktadır. Cevher mikroskobu ile yapılan çalışmalarda yabancı mineral olarak sadece nabit gümüş saptanmıştır. Söz konusu çizgiler gümüşün kırınım çizgilerinde yoktur. Ayrıca kosalit içinde gümüş o kadar azdır ki çizgilerinin saptanabilmesi mümkün değildir.

Levha I., Şekil 2, 3, 4 ve 5 e bakıldığında gümüş içeren tanelerin S, Bi ve Pb içermediği görülmektedir. Kosalit kristalinin mikroprob analizleri sonucunda ortalama %0.1 Ag bulunmuştur. Bu değer toplamı, numunedeki % gümüş miktarından çıkarılırsa geri kalan kısım nabit gümüşe bağlıdır.

Pek çok sülfür yataklarında kosalit içinde gümüş ve bakırın varlığına rastlanmaktadır. Kosalit içinde %3.3 Ag (mikroprob) bulunduğu Karup-Moller (1973) tarafından bildirilmiş ve bu yatakta kosalitin oluşum sıcaklığının 275°-300°C de başladığı belirtilmiştir. Kosalit'in 425 ± 25°C üzerinde faz IH ve IV e ayrıldığı (Craig, 1967), ancak kristalleşmenin hangi sıcaklıkta başladığı kesin olarak bilinmemektedir (Salancı ve Moh, 1969). Uludağ'daki kosalit oluşumu sıcaklığının örneklerle bakarak 300° C civarında başlayabileceği, fakat kristaller içinde ayrılmış nabit gümüşe rastlandığından bu sıcaklığın daha da düşük olabileceği söylenebilir. Ancak oluşumun hangi sıcaklığa kadar sürdüğünü belirtecek kanıtlar elimizde değildir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada mikroprob analizlerini yapan Saym Eşref AYDIN'a ve tartışmalarından yararlandığımız Saym Doç. Dr. Işık ÖZPEKER'e teşekkür ederiz.

LEVHA I.

- Şekil 1: Kosalit kristalinin geri yansıyan elektron görüntüsü.
 Şekil 2: Aynı kristalde Pb L_{α} x ışını görüntüsü.
 Şekil 3: Aynı kristalde Bi L_{α} x-ışını görüntüsü.
 Şekil 4: Aynı kristalde S K_{α} x-ışını görüntüsü.
 Şekil 5: Aynı kristalde Ag L_{α} x-ışını görüntüsü.
 Şekil 5: Aynı kristalde Ag Z_{α} x-ışını görüntüsü.
 Hepsinde : 1 cm = 20 μ . KV = 20.

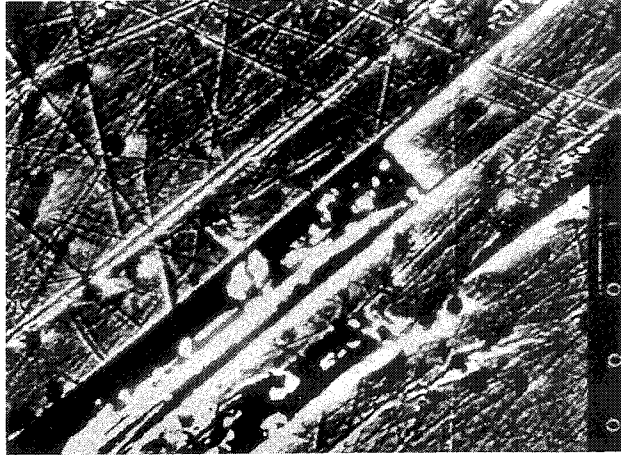
PLATE I.

- Figure 1: Back Scattering electron image of a polished section of cosalite.
 Figure 2: Pb L_{α} x-ray image of same cosalite crystal.
 Figure 3: Bi L_{α} x-ray image of same cosalite crystal.
 Figure 4: S K_{α} x-ray image of same cosalite crystal.
 Figure 5: Ag L_{α} x-ray image of same cosalite crystal.
 Figure 5: Ag Z_{α} x-ray image of same cosalite crystal.
 F1All : 1 cm = 20 μ . KV = 20.

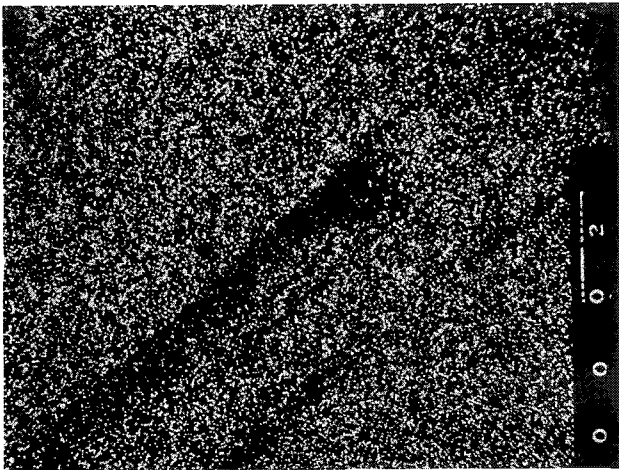
ar itoz k ı - BELGELER

- Berry, L.G., 1939, Studies on mineral sulfosalts: I. cosalite from Canada and Sweden: Univ. of Toronto Studies Geol., 42, 23-30.
 Craig, J.R., 1967, Phase relations and mineral assemblages in the Ag-Bi-Pb-S system: Mineralium Deposita, 1, 278-306.
 Genth, F.A., 1868, Cosalite, a new mineral, 2PbS. BiSs: Am. Jour. Sci., 45, 319.
 Karup_M011er, S., 1973, A gustavite-cosalite-galena-bearing mineral suite from the Cryolite Deposit at Ivigtut, South Greenland: Meddr. Gr0iiland, 195, 5.
 Klominsky, I., Rieder, M., Kieft, C., ve Mraz, L., 1971, Heyrovskyite, 6 (Pb 0.86 BiO. 08 (Ag, Cu) 0.04) S. Bi2S3 from Hürky, Czechoslovakia, a new mineral of genetic interest: Mineralium Deposita, 6, 133-147.
 Nedaehi, M., Takeuchi, T., Yamaoka, K., ve Taniguchi, M., 1973, Bi-Ag-Pb-S Minerals from Agenesowa Mine, Akita Prefecture, Northeastern Japan: Science Reports Tohoku Univ., 3rd Series, 12, 1, 69-80.
 Otto, H.H., ve Strunz, H., 1968, Zur Kristalchemie synthetischer BleiWismut-Spiessglanze: N. Jb. Miner. Abh., 108, 1-19.
 Palache, C., Berman, H., ve Frondel, C., 1944, Dana's System of Mineralogy: John Wiley and Sons, 7 th ed., Vol. I, 445-447.
 Salancı, B., 1965, Untersuchungen am system Bi«S3-PbS: N. Jb. Miner. Mh., 12, 384-388.
 Salancı, B., ve Moh, G.H., 1969, Die experimentelle Untersuchung des pseudobiiären Schnittes PbS-Bi«S3 innerhalb des Pb-Bi-S-S Systems in Beziehung zu natürlichen Blei-Wismut-Sulfosalzen: N. Jb. Miner. Abh., 112, 63-95.
 Srikrishnan, T., ve Nowacki, W., 1974, A redetermination of the crystal structure of Cosalite, Pb2Bi2S7: Z. Krist., 140, 114-136.
 Tolun, R., 1955, A new mineral: Bursait (PbsBUSii): oCiloque sur la G^ologie Appliquee dans le Proche-Orient, 426, 98-102.
 Weitz, G., ve Hellner, E., 1960, Zur Kristallstruktur des Cosalits, Pb2B2S7: Z. Krist., 113, 385-402.
 Wijkerslooth, P. de, 1955, Morphological and optical properties of bursait (PbsBiaSn): Colloque sur la G^ologie Appliquee Dans le Proche-Orient, 426, 103-105.

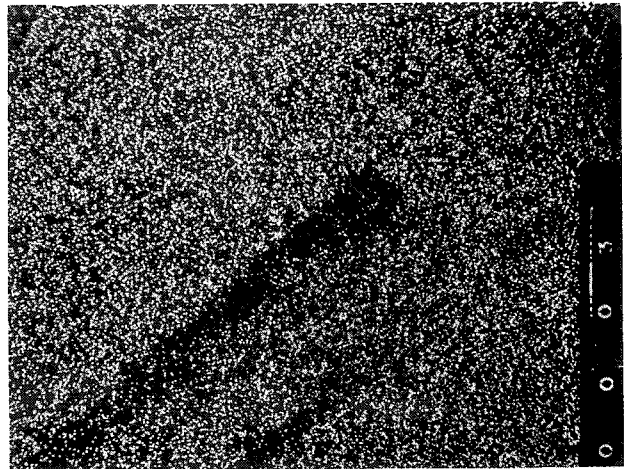
LEVHA I
PLATE I



1



2



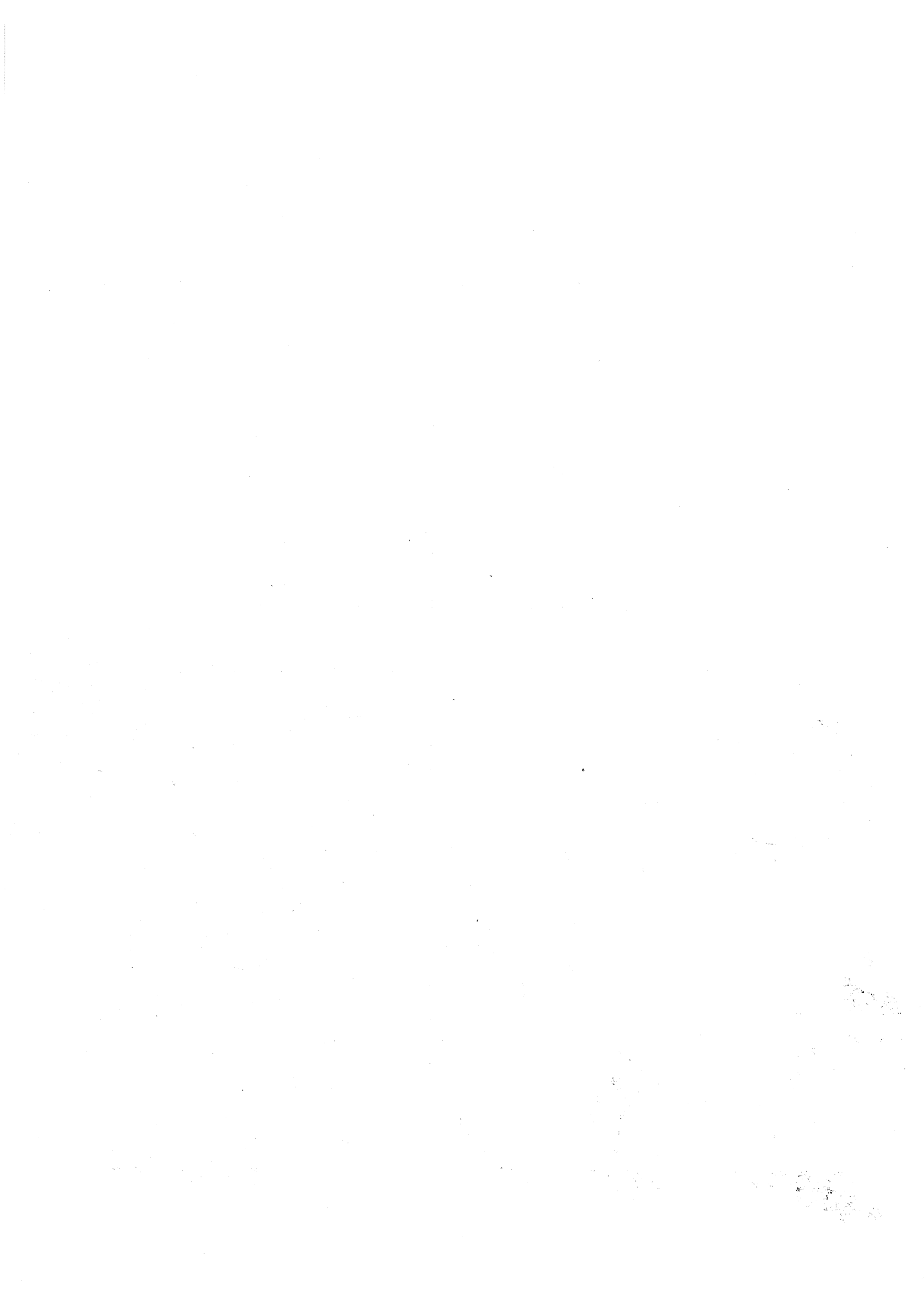
3



4



5



Orta Doğu Ege Çöküntüsünün (Neojen) Stratigrafisi ve Tektoniği

The stratigraphy and tectonics of the middle eastern Aegean depression

ORHAN KAYA Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Bölümü, İzmir

Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni Cilt 22, Sayı 1'de 35-59 da çıkan yazı ile ilgili düzeltmeler:

1. Sayı 1'deki Şek. 2 yerine filimîri gönderilen Şek. 2 geçerlidir. Bunlar, Sayı 1'deki Şek. 2. baskı düzenine göre sayfaya yerleştirilmelidir.
2. Sayı 1'de Şek. 3, PMç, PMk, PMu, PMc ile simgelenen birimleri kapsamaktadır.
3. Sayı 1'de, tüm şekil altı yazılarda geçen PMç, PMk, PMu, PMc simgeleri, ilgili şekiller üzerindeki Mç, Mk, Mu, Mc simgelerine eşdeğerdir.
4. Sayı 1 de çoğu yerde 'ortadoğu' şeklinde birleşik geçen sözcük gerçekte 'orta doğu'dur.

MIYOSEN				
M ₂		77		
M ₉₉	YAPILAK ÜYESİ	133		Volkaniklastik tıfrenit, çakıllar, çamurlar, kalherli çamurlar, tuf
	BELEN ÇAMURLARI			
	SARIKAYI Ü.	65		Beyazimsi kireçtaş, kalherli çamurlar, kilitçe
	KOCAKAFA Ü.	28		Yarı kaymazimsi kilitçe, volkaniklastik tıfrenit, çamurlar, bloklu tuf, kireçtaş, kalherli çamurlar
M ₃	ALİAĞA KİREÇTAŞI	110		
M ₁	İLUPINAR BAZALTI	65		Bazalt lav
M _{5a}	YAMANKAR ANDEZİT KARHİTAŞI			Andezit bileşim alanı içinde lav, lav dresi, biçkiler
	ERİRDERE ÜYESİ			Andezit bileşim alanı içinde biçkiler, tuf, volkaniklastik tıfrenit, çakıllar
				Dazit bileşim alanı içinde lav, tuf
M _{1m}	FOÇA TÜFÜ	363		Felsik, rhyolitik kristal tuf, parçalı tuf, kilitçe, biçkiler, volkaniklastik tıfrenit
	HORDOĞAN ÜYESİ	106		Volkaniklastik çakıllar, tıfrenit
M _{1g}	GÜLLÜPİNAR ÜYESİ	92		Volkaniklastik çakıllar, tıfrenit, çamurlar
		15		Bazalt, biçkiler, lav dresi
M _e	ERİĞÜL BAZALTI	35		Bazalt lav
M ₃	DÖBRÜTEPE FORMASYONU	30		Felsik parçalı tuf
		16		Orta dokusu algünülite çakıllar-tafel su-argi kireçtaş
M _{2k}	KABACALAR ÜYESİ	75		Nefis tuf, volkaniklastik + epiklastik tıfrenit, çakıllar
	ZEYTİNDAL FORMASYONU			Kalherli çamurlar-kilitçe, seyl tıfrenit
M ₁₂₅	SAKIRAN ÜYESİ	100		Kireçtaş, kalherli çamurlar, kilitçe, çakıllık tıfrenit, kilitçe
M _{12a}	AHMETDAĞ ÜYESİ	30		Epiklastik tıfrenit, çakıllar
M ₁₂₅	SARIDERE ÜYESİ	60		Sarımsı kilit kireçtaş-seyl ince tabakalı ardalanması
M _{12k}	KOZBEYLİ TÜFÜ	40		Felsik kristal tuf ve parçalı tuf
M ₅	SARIYER ÜYESİ	170		Bazalt-kilitbazalt bileşim alanı içinde lav akımları
	SAHURLU FORMASYONU			Riyodasil-dazit-andezit-katifandezit bileşim alanı içinde lav akımları
M ₁₄	GÜZELHİSAR ÜYESİ	260		Bloklu tuf, volkaniklastik tıfrenit
M ₁₄	MURSAĞLI ÜYESİ	40		Felsik kristal tuf
M ₁	TEKKEDERE TÜF	35		
	REFEĞEY ÜYESİ	32		
M ₁	YENIKÖY ÇAKILTAŞI	120		Orta dokusu algünülite epiklastik çakıllar, tıfrenit
M _{1k}	KOYUNDERE ÜYESİ	0-74		Açık dokusu algünülite çakıllar, tıfrenit, çamurlar
M ₁	YIBASLI FORMASYONU	140		Seyl çamurlar, ince tıfrenit, epiklastik tıfrenit

MIYOSEN				
M ₁₂	MENTES TRAKİTİ	150		Trakit bileşim alanı içinde lav, tuf biçkileri ve grimele
M ₁₂				
M ₁₂	CUMADYASI FORMASYONU	250		Felsik tuf, riyodasil, riyodasil grimele, lav akımları
M ₁₂	ÖYACIK BAZALTI	350		Bazalt
M ₁₂	URLA KİREÇTAŞI	350		Beyazimsi kireçtaş, kalherli çamurlar
M ₁₂	KARABURUN FORMASYONU	113		Yerleşim sarımsı gri çamurlar, tıfrenit, seyl
M ₁₂	CANLI ÇAKILTAŞI	125		Yerleşim kırmızı-epiklastik veya volkaniklastik çakıllar tıfrenit, çamurlar
M ₁₂		25		Lafanazit - bazalt bileşim alanı içinde lav akımları
M ₁₂	YANIKKÖY ÜYESİ	45		Kaba pratik tuf, biçkiler
M ₁₂				
M ₁₂	MENEMEN ANDEZİT KARHİTAŞI	100		Dazit-riyodasil-andezit-katifandezit bileşim alanı içinde lav akımları, biçkiler, dök ve bula grimele, tufden yapılmış karmaz
M ₁₂				
M ₁₂	BELEN ÜYESİ	140		Kaba pratik karmaz felsik tuf volkaniklastik tıfrenit
M ₁₂	CANDARLI ÜYESİ	135		Riyodasil-dazit bileşim alanı içinde lav akımları
M ₁₂				
M ₁₂	HARKIRAN ÜYESİ	295		Karmazim emmalı riyodasil lav lav dresi, absidyen perlit, grimele
M ₁₂	BAĞARASI FORMASYONU	210		Felsik tuf
M ₁₂				Perlit riyodasil lav dresi
M ₁₂	BALABAN ÜYESİ	125		Syanimsi masif riyodasil trakit tabakalı lav lav dresi, biçkiler
M ₁₂				
M ₁₂		90		Bazalt tufu biçkiler
M ₁₂				
M ₁₂	NASANLAR FORMASYONU	110		Bazalt lav, lav dresi
M ₁₂				Volkaniklastik çakıllar, tıfrenit