

TÜRKİYE'YE DÜŞEN BAZI METEORİTLERİN MİNERALOGİSİ

Ahmet ÇAĞATAY* ve İbrahim ÇOPUROĞLU*

ÖZ.— Bu çalışmada Türkiye'ye düşen üç meteoritin mineral bileşimleri, yapısal ve dokusal özellikleri incelenmiştir. Şeyhhalil meteoriti (Sivas-Yıldızeli) ile Bursa meteoriti mineral parajenezleri, doku ve yapıları bakımından birbirlerine benzerlik göstermektedir. Her iki meteoritin müşterek silikat mineralleri; ortopiroksen, olivin, plajiyoklaz, serpantin, talk, serisit ve kil mineralleri olup, müşterek cevher mineralleri ise; kamasit (düşük nikel alaşımlı demir), troilit, kromit, taenit (yüksek nikel içerikli demir), nabit bakır, ilmenit, makinavit ve limonittir. Sünger yapılı Şeyhhalil meteoriti içerisinde ayrıca çok az ve eser miktarlarda kalkopirotin, rutil, vitlokite (merrillite) ve apatit izlenmektedir. Bu iki meteorit, mineralojik bileşimlerine göre, silikattan cevher minerallerinden fazla olan "siderolit" grubuna girmektedir. Bursa meteoriti, daha az cevher mineralleri içerdiğinden muhtemelen kondritlerin H-5 veya II-6 grubuna girebilir. Buna karşın Ağrı meteoriti ise demir-meteoritlerinin "oktahedrit" grubuna girmekte ve kamasit, taenit ve plessit gibi üç değişik nikelli demir türü yanında, az miktarda troilit içermektedir.

GİRİŞ

30 Ekim 1989 günü saat 16-16:30 arasında Sivas'ın yaklaşık 90 km batısındaki Yıldızeli ilçesinin Şeyhhalil köyü yakınlarına düşen meteoritin ufak bir parçası bir süre sonra MTA Sivas Bölge Müdürlüğü tarafından, MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığının Etüt Laboratuvarlarına gönderilmiştir. Bu meteorit parçasından yaptırılan ince ve parlak kesitlerden, meteoritin mineral bileşimi saptanmaya çalışılmış, daha sonra da bu minerallerin mikroprob analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalar esnasında Ergün Kaptan'dan MTA Genel Müdürlüğü, Tabiat Tarihi Müzesinde, daha önce Türkiye topraklarına düşen başka meteoritlerin varlığı öğrenilmiştir. Mineralojik incelemeleri yapılmamış olan bu örneklerin, bir yüzeyleri parlatılarak cevher mikroskop incelemeleri yapılmıştır. Bu meteoritlerden biri 1981 yılında Ağrı ili sınırları içerisindeki Akyumak mevkiine, diğeri ise 1948 yılı içerisinde, Bursa ili yakınlarına düşmüştür (Ozener, 1989). Bunlardan Ağrı meteoriti daha önce Kaynak (1984) ve Ceylan (1987) tarafından incelenmiştir. Bursa meteoritinin termoluminesans özellikleri ve yaş analizleri ise Göksu ve diğerleri (1975) tarafından yapılmıştır. Ayrıca 1970 li yıllarda, Ege Bölgesinde ağırlığı 75 kg olan demir meteorit bulunmuştur (Ergün Kaptan, sözlü görüşme ve Ozener, 1989). Bu meteorite ait numune elimizde olmadığı için, çalışma kapsamına alınamamıştır.

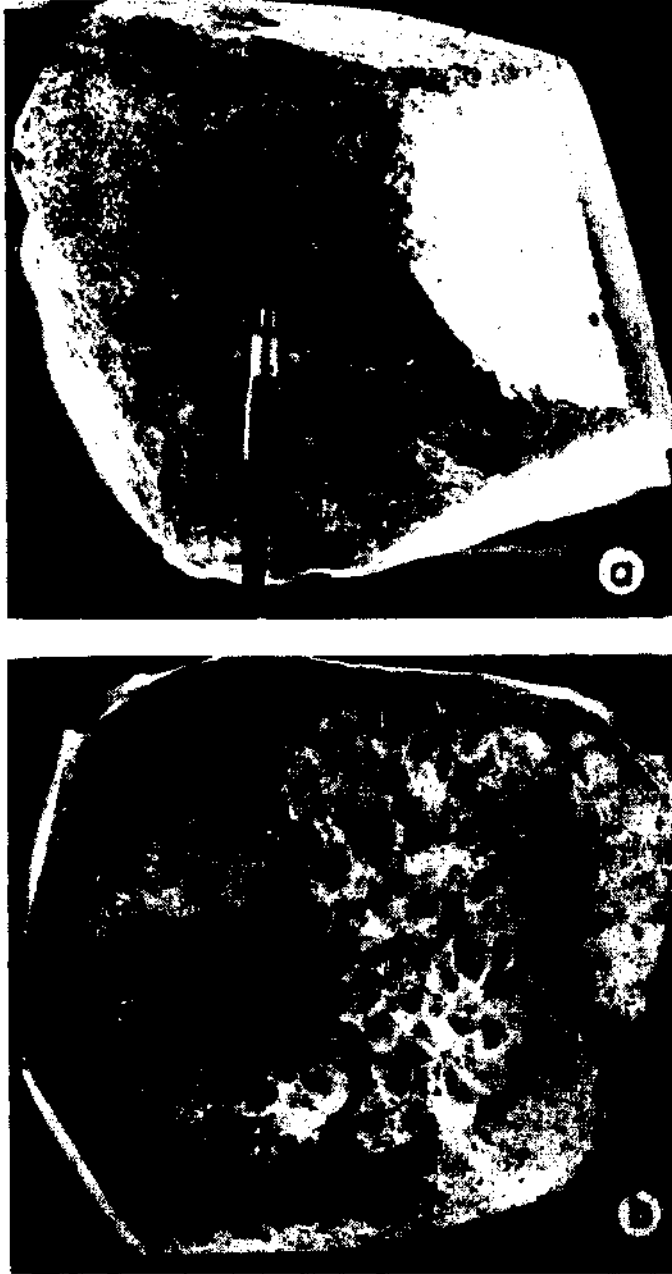
Bu çalışmanın esas amacı, Şeyhhalil köyüne (Sivas-Yıldızeli) düşen meteoritin ayrıntılı bir mineralojik incelemesini gerçekleştirmektir. Bununla birlikte daha önce Türkiye'ye düşen Ağrı ve Bursa meteoritlerinin mineralojilerine de kısaca değinilecektir. Ayrıca mineral parajenezi bakımından birbirlerine çok benzeyen Şeyhhalil meteoriti ile Bursa meteoritlerinin, mineralojik bileşimleri, yapı ve dokuları karşılaştırılacaktır.

ŞEYHHALİL METEORİTİ

Bu meteorit Şeyhhalil köyünün çok yakınına düştüğünden, olaydan hemen sonra bulunabilmiştir. Meteorit yere düşerken arkasında bir karartı bırakmış ve top patlamasına benzer şiddetli bir gürültü çıkarmıştır. Bu gürültü meteoritin düştüğü yerden yaklaşık 15 km uzaklıktan duyulmuştur (Ozener, 1989).

Şeyhhalil meteoriti 30x25x30 cm boyutlarında ve 40 kg ağırlığındadır. Düştüğü yerde yaklaşık 80 cm çapında ve 20 cm derinliğinde bir çukur açmıştır. Meteoritin yere çarpan ön yüzü pürüzsüz, arka yüzü ise ergiyip yeniden katılaştıran, koyu renkli, ince bir kabukla sarılmıştır. Kabuk üzerinde yüksek biçiminde çıkıntılar vardır (Şek. la ve b).

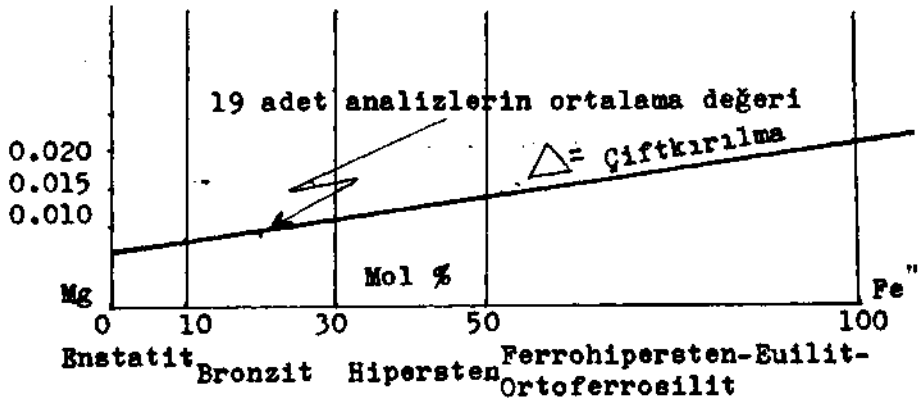
* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara.



Şek.1 – Şeyhhalil meteoriti. a) Meteoritin ön yüzü, b) Meteoritin arka yüzü (Fotografılar Sancar Ozaner'den alınmıştır.)

MİNERALOJİSİ

Şeyhhalil köyü meteoriti sünger şeklinde boşluklar içermekte olup, boşlukların alanı, meteoritin tüm alanının yaklaşık %25-30 u kadardır (Levha I, şek.1). Bu boşluklar nedeniyle Şeyhhalil meteoritinin özgül ağırlığı, mineral bileşimine göre tahmin edilenin çok altında olan 3.59 g/cm^3 gibi bir değerdir. Minerallerin kapladığı %70-75 lik alanın yaklaşık %40-50 si silikat minerallerinden, %25-30 u da cevher (opak) minerallerinden oluşmaktadır. Buna göre Şeyhhalil köyü meteoritinin silikat mineralleri cevher minerallerine göre daha fazladır. Bu tür meteorit-

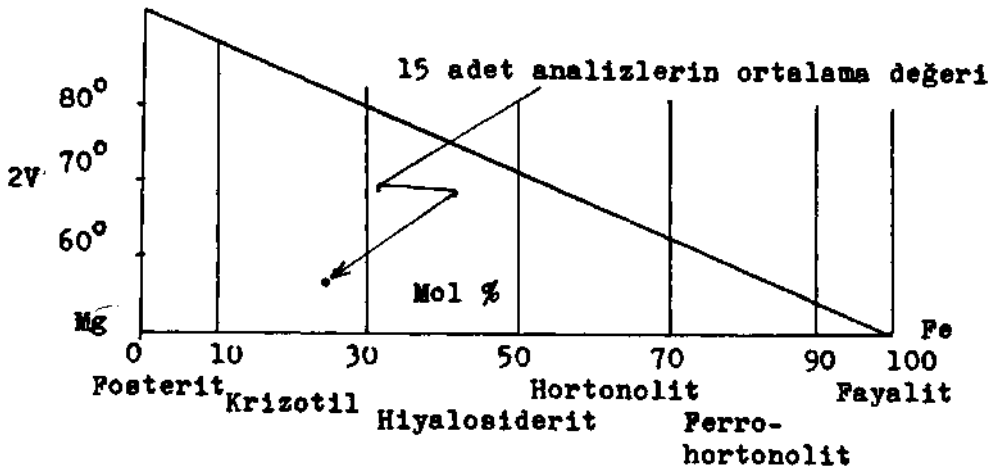


Şek.2- Ortopiroksenlerin Fe ve Mg oranlarına göre (Mol %) adlandırılmaları (Poldervaart, 1950).

Olivin.— İyi kristalleşmiş olup örgü dokulu kırık ve çatlaklar içeren ufak kristallerden oluşmaktadır. Bazı olivin kristallerinde (010) dilinim yüzeyleri belirgin şekilde izlenmektedir. Olivin kristalleri kenar, dilinim ve çatlakları boyunca çok az serpantinleşmiş ve bunun sonucu manyetit açığa çıkmamıştır.

Optik çift eksenli negatif özellik gösteren olivinlerin 2V açılan yaklaşık 80° olarak ölçülmüştür (Şek.3).

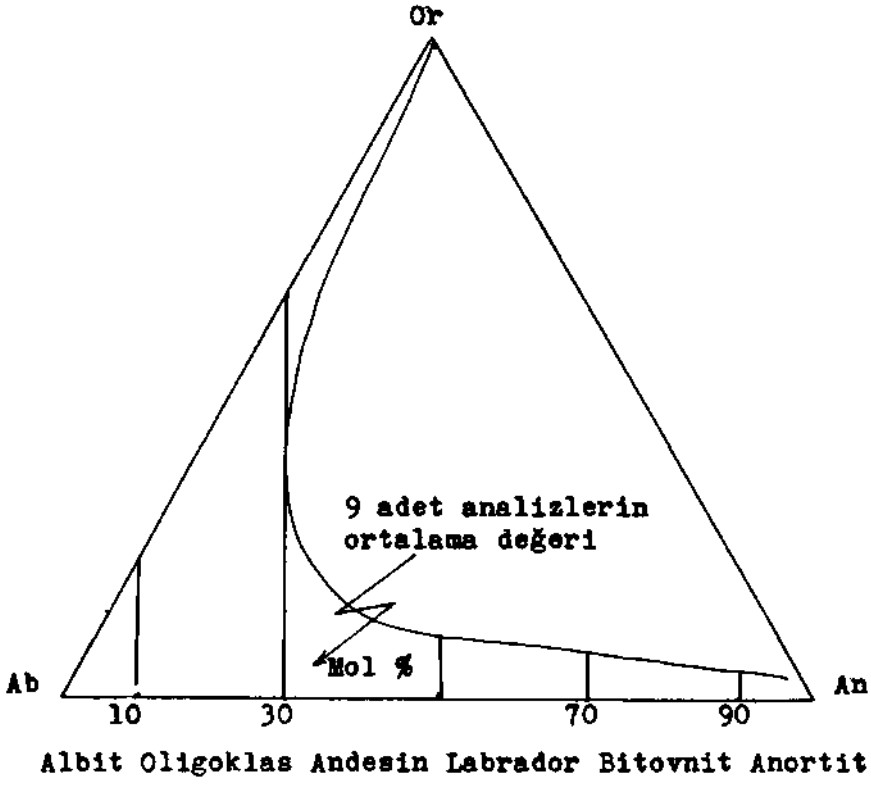
Olivinlerin 15 ayrı noktalarının mikroprob analiz sonuçları Çizelge 1b de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre olivinler fosterit bileşimine daha yakındır (Şek.3). Bunların kimyasal formülü ise şu şekilde hesaplanmıştır; $(4\text{Mg.Fe}) (2\text{SiO}_2)$, magnezyum demir oranları (% Mol) $\text{Mg}_{75}\text{Fe}_{25}$ dir.



Şek.3- Olivinlerin Fe ve Mg oranlarına göre (Mol %) adlandırılmaları (Poldervaart, 1950).

Plajiyoklaz.— Ortopiroksen ve olivinlerin aralarında ufak kristaller şeklinde az miktarda bulunmaktadır. Bunlar yer yer eser miktarlarda killeşmiş ve serisitleşmişlerdir.

Plajiyoklazların 9 ayrı noktalarının mikroprob analiz sonuçları Çizelge 1c de verilmiştir. Buna göre plajiyoklazların kimyasal formülü şu şekilde hesaplanmıştır; $3\text{Na.Ca}(4\text{Al}.24\text{SiO}_2)$, plajiyoklazlar içerisindeki Ca ile Na oranları ise $\text{Ca}_{33}\text{Na}_{67}$ şeklindedir (Şek.4).



Şek.4 - Plajiyoklazların yapılan mikroprob analiz sonuçlarına göre adlandırılmaları (Poldervaart'den (1950) sadeleştirilerek alınmıştır).

Vitloküt(merrilit)— Ortopiroksenlerin ve olivinlerin içerisinde ve aralarında çok ufak, öz, yan öz şekilli kristaller şeklinde çok az miktarda izlenmektedir. Bunlardan birkaçının üzerinde yapılan mikroprob analiz sonuçları Çizelge 2c de verilmiştir.

Apatit.— Çok az miktarda, ufak taneli, öz, yan öz şekilli kristaller şeklinde, çoğunlukla silikatlar içerisinde izlenmektedir (Levha III, şek.2).

Bu mineralin mikroprob analiz sonuçları Çizelge 2b de verilmiştir. Bu analiz sonucuna göre bunların klorapatit türünde oldukları görülmektedir.

Cevher mineralleri

Kamasit.— Parlak kesit yüzeyinin yaklaşık %15-20 sini oluşturmaktadır. Genellikle silikatların aralarını dolduran kamasitler öz şekilsiz taneler şeklindedir. İskelet şekilli, dallı budaklı kamasit tanelerinin boyutları en fazla 1.5-2 mm kadardır (Levha I, şek.3). Ayrıca birkaç mikron boyutlarına kadar inen çok ufak kamasit tanecikleri de izlenmektedir. Bunlar silikatlar içerisinde yer yer öz şekilli, ufak taneli, bazen yuvarlağımsı elipsoidal veya kürecikler şeklinde bulunmaktadır (Levha I, şek.2). Bunun dışında bazen taenit taneleri içerisinde çok ufak, öz şekilsiz kamasit tanecikleri de bulunmaktadır.

Çizelge 2- Kromit, apatit, merrillit, troilit ve nabit bakır minerallerinin mikroprob analiz sonuçları

Element	KROMİTLERDE ANALİZİ YAPILAN NOKTALAR												ELEMENT	TROİTLERDE ANALİZİ YAPILAN NOKTALAR																			
	1		2		3		4		5		6			7		8		1		2		3		4		5		6		7		8	
	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol		Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol	Wt	Mol		
FeO	315	808	286	722	297	750	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741	291	741			
PbO	289	416	295	430	294	422	290	426	288	421	284	417	288	418																			
MnO	114	166	989	131	127	177	144	218	987	129	968	131	101	148																			
Cr ₂ O ₃	574	331	574	335	586	337	576	402	582	403	563	380	575	393																			
Al ₂ O ₃	488	698	684	702	835	643	644	672	736	757	673	697	656	670																			
TiO ₂	211	273	222	291	222	287	185	221	131	172	176	232	236	308																			
Fe ₂ O ₃											046	021																					
TOPLAM	984		985		100		977		991		975		989																				
b)	c) APTATIT												d) TROİTLERDE ANALİZİ YAPILAN NOKTALAR																				
	1												2																				
	3												4																				
	5												6																				
	7												8																				
	9												10																				
	11												12																				
	13												14																				
	15												16																				
	17												18																				
	19												20																				
	21												22																				
	23												24																				
25												26																					
27												28																					
29												30																					
31												32																					
33												34																					
35												36																					
37												38																					
39												40																					
41												42																					
43												44																					
45												46																					
47												48																					
49												50																					
51												52																					
53												54																					
55												56																					
57												58																					
59												60																					
61												62																					
63												64																					
65												66																					
67												68																					
69												70																					
71												72																					
73												74																					
75												76																					
77												78																					
79												80																					
81												82																					
83												84																					
85												86																					
87												88																					
89												90																					
91												92																					
93												94																					
95												96																					
97												98																					
99												100																					
101												102																					
103												104																					
105												106																					
107												108																					
109												110																					
111												112																					
113												114																					
115												116																					
117												118																					
119												120																					
121												122																					
123												124																					
125												126																					
127												128																					
129												130																					
131												132																					
133												134																					
135												136																					
137												138																					
139												140																					
141												142																					
143												144																					
145												146																					
147												148																					
149												150																					
151												152																					
153												154																					
155												156																					
157												158																					
159												160																					
161												162																					
163												164																					
165												166																					
167												168																					
169												170																					
171												172																					
173												174																					
175												176																					
177												178																					
179												180																					
181												182																					
183												184																					
185												186																					
187												188																					
189												190																					
191												192																					
193												194																					
195												196																					
197												198																					
199												200																					
201												202																					
203												204																					
205												206																					
207												208																					
209												210																					
211												212																					
213												214																					
215												216																					
217												218																					
219												220																					
221												222																					
223												224																					
225												226																					
227												228																					
229												230																					
231												232																					
233												234																					
235												236																					
237												238																					
239												240																					
241												242																					
243												244																					
245												246																					
247												248																					
249												250																					
251												252																					
253												254																					
255												256																					
257												258																					
259												260																					
261												262																					
263												264																					
265												266																					
267												268																					
269												270																					
271												272																					
273												274																					
275												276																					
277												278																					
279												280																					
281												282																					
283												284																					
285												286																					
287												288																					
289												290																					
291												292																					
293												294																					
295												296																					
297												298																					
299												300																					
301												302																					
303												304																					
305												306																					
307												308																					
309												310																					
311												312																					
313												314																					
315												316																					
317												318																					
319												320																					
321												322																					
323												324																					
325												326																					
327												328																					
329												330																					
331												332																					
333												334																					
335												336																					
337												338																					
339												340																					
341												342																					
343												344																					
345												346																					
347												348																					
349												350																					
351												352																					
353												354																					
355												356																					
357												358																					
359												360																					
361												362																					
363												364																					
365												366																					
367												368																					
369												370																					
371												372																					
373												374																					
375												376																					
377												378																					
379												380																					
381												382																					
383												384																					
385												386																					
387												388																					
389												390																					
391												392																					
393												394																					
395												396																					
397												398																					
399												400																					
401												402																					
403												404																					
405												406																					
407												408																					
409												410																					
411												412																					
413												414																					
415												416																					
417												418																					
419												420																					
421												422																					
423												424																					
425												426																					
427												428																					
429												430																					
431												432																					
433												434																					
435												436																					
437												438																					
439												440																					
441												442																					
443												444																					
445												446																					
447												448																					
449												450																					
451												452																					
453												454																					
455												456																					
457												458																					
459												460																					
461												462																					
463												464																					
465												466																					
467												468																					
469												470																					
471												472																					
473												474																					
475												476																					
477												478																					
479												480																					
481												482																					
483												484																					
485												486																					
487												488																					
489												490																					
491												492																					
493												494																					
495												496																					
497												498																					
499												500																					
501												502																					
503												504																					
505												506																					
507												508																					
509												510																					
511												512																					
513												514																					
515												516																					
517												518																					
519												520																					
521												522																					
523												524																					
525												526																					
527												528																					
529												530																					
531												532																					
533												534																					
535												536																					
537												538																					
539												540																					
541												542																					
543												544																					
545												546																					
547												548																					
549												550																					
551												552																					
553												554																					
555												556																					
557												558																					
559												560																					
561												562																					
563												564																					
565												566																					
567												568																					
569												570																					
571												572																					
573												574																					
575												576																					
577												578																					
579												580																					
581												582																					
583												584																					
585												586																					
587												588																					
589												590																					
591												592																					
593												594																					
595												596																					
597												598																					
599												600																					
601												602																					
603												604																					
605												606																					
607												608																					
609												610																					
611												612																					
613												614																					
615												616																					
617												618																					
619												620																					
621												622																					
623												624																					
625												626																					
627												628																					
629												630																					
631												632																					
633																																	

Çizelge 3— Kamasit ve taenit minerallerinin 19 ayrı noktasında yapılan mikroprob analiz değerleri

a)

ELEMENT	KAMASİTLERDE ANALİZİ YAPILAN NOKTALAR																			S ARAZİNİN (N° 51, N° 5)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fe	923	923	920	918	927	934			929	927	922	930	912	928	924	930	940	929	925	930	924	930	930	922	931	937	916	910	927	936	935	937	921	927					
Ni	606	653	639	624	649	624			629	634	628	603	630	641	624	645	646	639	640	624	649	636	620	627	609	603	614	606	627	623	623	641	603	621	624				
Co	130	104	117	129	134	135			130	130	130	120	125	127	125	122	120	127	129	120	124	124	121	122	120	120	125	123	123	121	121	121	121	121	121	121			
Cr									101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101			
P									101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101		
S									104	110	110	114	101	102																									
TOPLAM	100	905	940	100	100	993	985	987	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998	977	100	998		

b)

TANELER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																	
Fe	449	463	463	459	465	526	505	523	674	430	440	430	572	508	423	593	469	423	479	475	451	473	438	503	520	507	552	563	479								
Ni	344	334	333	343	329	449	442	459	518	330	323	404	414	405	340	404	390	358	314	325	320	448	462	462	434	445	433	390									
Co		131	131	131	131	131	130	130	130	124	125	124	120	126	104	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
Ti		101							101																												
P		101		101	101	101	104	101	101																												
S	101	113	108	108	114	124	108	114	124	123	121																										
TOPLAM	975		100		984	996	987	100	992							975	101	100	983	991	977	971	101	100	100	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	

Troilit üzerinde yapılan mikroprob çalışması ile içerisinde Fe ve S yanında $\bar{7}$ miktarlarda Co, Ni, Ti ve P bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 2d).

Kromit.— Kromit, Şeyhhalil meteoritinin içerisinde ultrabazik kayalarda bulunan miktara yakın bir oranda izlenmektedir. Bunlar çok değişik tane iriliklerinde olup, en iri kromit tanesi 420x170 mikron boyutundadır. İri taneli kromitler çoğunlukla öz şekilsiz ve iskeletler şeklindedir. Çok seyrek izlenen öz şekilli kromit tanelerinin en irisinin boyutları 210x175 mikron olarak ölçülmüştür (Levha II, şek.1). Ufak taneli kromitlere çok sık rastlanmaktadır. Bunlar yer yer olivin ve ortopiroksenler arasında bulunmakta ayrıca bunların içerisinde topluluklar oluşturmaktadır (Levha II, şek.2). Silikatların dilinimleri boyunca sıralanan ufak kromit tanelerinin büyük bir kısmı öz şekillidir. Kromit, bazen de olivin ve ortopiroksen dilinimlerine yerleşmiş ince damarcık ve çubukçuklar oluşturmaktadır (Levha II, şek.3).

Kromit; olivin ve piroksenlerden genç, diğer silikat ve opak minerallerinden yaşlıdır. İri taneli kromitlerin içerisinde olivin ve ortopiroksen kapanımları bulunmakta, kendisi ise daha sonra oluşmuş mineraller içerisinde kapanımlar meydana getirmektedir.

Kromitler üzerinde yapılan mikroprob analiz sonuçları Çizelge 2a da verilmiştir. Buna göre kromitlerin demir ve alüminyum içeriği bakımından zengin oldukları görülmektedir.

Taenit.— Çok az miktarda, ufak taneler şeklinde izlenmektedir. Çoğunlukla troilit, kalkopirotinle kenetli bulunan veya gang mineralleri arasında yer alan taenitler, öz, yan öz şekillidirler. Kamasit ile kenetli taenit ise bunları yer yer dıştan saran kuşakçıklar şeklindedir (Levha II, şek.4). Taenit yer yer troilit, kamasit ve nabit bakır tanecikleri içermektedir. Bu durumda troilitin taenit tarafından belirgin bir şekilde ornatıldığı gözlenmektedir. Ayrıca taenit bazen kamasit tanelerini kenar ve köşeleri boyunca ornatarak oluşturmuştur. Bu tür taenit içerisinde de yer yer çok ufak demir artıkları izlenmektedir. Bu şekilde oluşan taenitlerin bileşimindeki demirin bir kısmını kamasitten aldığı düşünülmektedir.

Taenitin mikroprob incelemeleri ile ana bileşiklerinin Ni ve Fe olduğu, bunların yanında + miktarda da Co, Cr, Ti, P ve S içerdiği saptanmıştır (Çizelge 3b).

Kalkopirotin.— Eser miktarda, ufak, kısmen öz şekilsiz, kısmen de poligonal tanecikler şeklinde izlenmektedir. Bunların en iri tanesinin büyüklüğü 250 mikron kadardır. İlk bakışta kalkopirotinler troilite büyük benzerlikler göstermektedir. Ayrıntılı olarak incelendiğinde, troilitlerin yüksek anizotropi özelliği gösterdiği, buna karşın kalkopirotinlerin izotrop oldukları, ayrıca troilite göre daha yumuşak oldukları, güderi şansı bir renk tonu gösterdikleri ve kısa sürede oksitlendikleri izlenmiştir. Troilitle kenetli olduğunda kalkopirotinin bu farklı özellikleri çok daha iyi izlenmektedir.

Kalkopirotin troilitle aynı zamanda oluşmuş ve daha genç taenit tarafından yer yer ornatılmaktadır. Bu mineraller taenit tarafından omatıldığı zaman, genellikle taenit-kalkopirotin sınırında nabit bakır oluşmaktadır (Levha II, şek.5).

İlmenit-rutil— Birlikte ve eser miktarda izlenen minerallerdir. İki ayrı parlak kesitte ancak üç adet ilmenit tanesi gözlenmiştir. Bunlardan biri ve en iri taneli olanı rutil ile kenetlidir. İlmenit öz, yan öz şekillidir. İri olan tane yaklaşık 140x 80 mikron boyutundadır ve bir kenar boyunca kamasitle kenetlidir. Diğer bir kenar boyunca da ince bir şerit halinde rutile dönüşmüştür (Levha II, şek.6). Büyük bir olasılıkla bu mineral daha genç olan kamasitle reaksiyona girmiş ve ona Fe vererek ince bir şerit boyunca rutile dönüşmüştür. Ayrıca Levha II, şekil 6 da görüldüğü gibi ilmenit içerisinde çok ince iki-üç mikron eninde bir rutil lamelciği bulunmaktadır. Ayrıca kamasit, kromit, silikatlar ve troilitle kenetli iki tanecik daha görülmüştür. Kromitle düzgün bir kenar boyunca kenetli olan tane 72x10 mikron boyutundadır. Bu ilmenit tanesi içerisinde de rutil lamelciği bulunmaktadır. Bu tanenin bir kenar kamasit, diğer iki kenar olivin ve troilitle kenetlidir. Troilit ve kamasit ilmenitten sonra, olivin ve kromitten daha önce oluşmuşlardır. Ayrıca kamasit içerisinde bulunan bir troilit+silikatlar küreciği içerisinde de çok ufak 80x40 mikron boyutunda öz şekilli bir ilmenit kristali izlenmiştir.

Nabit bakır.— Eser miktarda ve çok ufak tanecikler şeklinde bulunmaktadır. Çoğunlukla taenit ve kamasitin, kalkopirotin ve troilitin sınırlarında izlenmektedir (Levha III, şek.1). Ayrıca taenit ve kamasit içerisinde çok ufak nabit bakır tanecikleri de gözlenmiştir. Nabit bakır çoğunlukla bünyesinde bakır bulduran kalkopirotinin daha genç taenit ve kamasit tarafından ornatılması sonucu açığa çıkmıştır. Taenit ve kamasit kalkopirotinin demir içeriğini alıp, kendi bileşiminde kullanmış, geriye bakır kalmıştır. Nabit bakırın mikroprob analiz sonuçları Çizelge 2e de verilmiştir. Analizlerde nabit bakırın çok az Fe ve Ni içerdiği izlenmektedir.

Limonit.— Eser miktarda ve çok ufak tanecikler şeklinde bulunmaktadır. Birkaç limonit taneciği götite benzediği, ancak bir limonit tanesinde götite birlikte eser miktarda lepidokrosit bulunduğu gözlenmiştir. Limonit büyük bir olasılıkla atmosfer koşullarında demir içerikli sülfütlü ve nikelli demirin ayrışma-bozuma ürünüdür. Belki de meteoritin ancak dış kesimlerinde bulunan bir mineraldir.

Makinavit.— Eser miktarda ve iki ayrı şekilde bulunmaktadır. Bunlardan biri taenitin çok seyrek izlenen dilimleri içerisinde, diğeri ise kalkopirotin ve troilit kristalleri arasında gözlenmektedir. Her iki tane de çok ufaktır.

AĞRIMETEORİTİ

Ağrı meteoriti, Ağrı ili sınırları içerisindeki Akyumak yöresinde 1981 yılı içerisinde bulunmuş ve bir askeri birlik komutanına teslim edilmiştir. Bu komutan da meteoriti o dönem 8.Kolordu Komutanı Sabri Delic'e vermiştir. Komutan da bu meteoriti zamanın Fırat üniversitesi Rektörü Prof. Mustafa Temizer'e vermiştir. Ağırlığı yaklaşık 18 kg olan bu meteoritten incelenmek üzere fazlaca miktarda parça alınmasından dolayı, bugün geriye ancak 7.980 kg hk bir bölümü kalmıştır (Kaynak, 1984; Ceylan, 1987). Kalan bölümü Fırat Üniversitesinde sergilenen Ağrı meteoritine ait ufak bir parçası da MTA Tabiat Tarihi Müzesinde bulunmaktadır.

Ağrı meteoriti, demir meteoritleri sınıflamasına göre "oktahedrit" grubuna girmektedir (Fritz, 1957; Jung, 1960).

MİNERALOGİSİ

Ağrı meteoritinin mikroskopik incelenmesi sonucu demir içerisinde yer yer az miktarda troilit kapanımları içerdiği görülmüştür. Meteoriti oluşturan ana cevher minerali ise nikelli demirdir.

Nikelli demir.— Mikroskop altında üç ayrı nikelli demir alaşımının kendi aralarında lamelli bir sistem oluşturduğu görülmektedir (Levha III, şek.3). Bunlardan biri mavimsi-çelik grisi renk tonunda, parlak beyaz renklidir. Bu tür demir, mm lerce kalınlıkta, bir inşaatın duvarlarını ayakta tutan kiriş, direk ve hatıllar şeklinde görülmektedir. Meteoritin bu kesimi az Ni içermekte ve Jung'a (1960) göre "kamasit" olarak adlandırılmaktadır. Heksahedritler de bu bileşimdeki demirden oluşmaktadır. Bu kamasit kırımlarını ince kuşakçıklar şeklinde saran nikelce zengin ışık şansı, gümüş parlaklığındaki demir ince bantlar oluşturmakta ve "taenit" olarak adlandırılmaktadır. Kamasit kırımlarının arasını dolduran demir türü ise kamasitten daha açık mavimsi-grimsi tonludur. Bu demir türü yine Jung (1960) tarafından "plessit" olarak adlandırılmıştır. Plessit en son oluşan demir türü olup, kamasit ve taenitin iç içe büyümeleri sonucu oluşmuştur. Demir içerisinde çok az miktarda ve bazen sıralanmış ufak boşluklar bulunmaktadır.

Troilit.— Demir içerisinde yer yer boyutları 1.5-2 mm ye varan büyüklükte kristal topluluktan oluşmaktadır. Değişik şekiller gösteren bu troilit alanlarında genellikle paralel lamelli (heksagonal, levha şekilli kesitler) dokular izlenmektedir. Bu paralel lamelli troilit çubukları içerisinde değişik yönlerde uzanan, ince ve kısa lameller bulunmaktadır. Lamellerin kalınlık ve uzunluktan değişmekte; bazıları da sivri iğne şekiller göstermektedir. Bunlar birbirlerini değişik açılarda kesmekte olup, muhtemelen, heksagonal cevher minerallerinde sıkça izlenen, basınç ikizlerine karşılık gelmektedir. Troilit ayrıca belirgin kataklastik yapı göstermektedir. Troilitin bu basınç ikizleri ve kataklastik yapısı, meteoritin yere çarpması sonucu oluşmuştur.

BURSA METEORİTİ

Bursa meteoritinin hangi yörede ve kim tarafından bulunduğu bilinmemektedir. Gerek meteoritteki kamasit, troilit ve taenit gibi demir içerikli minerallerin kenarları boyunca limonite dönüşmüş olmaları ve bu mineral tarafından yer yer bir kuşak gibi sarılmaları, ayrıca numunenin çatlak ve boşluktan ile kristal tanelerinin ara ve dilinimlerinde limonit bulunması, meteoritin yeryüzüne düştükten sonra bir süre dış etkenlerin altında kaldığını göstermektedir.

MİNERALOGİSİ

Bursa meteoriti, mineral bileşimi, yapı ve dokusu bakımından Şeyhhalil meteoritine benzerlik göstermektedir. Şeyhhalil meteoritinden farklı olarak sünger yapılu boşluklar içermemektedir.

Bursa meteoritinin parlak kesitlerinde %75-SO silikat, %20-25 cevher mineralleri bulunmaktadır. Bursa meteoritinin silikat mineralleri Şeyhhalil meteoritine göre çok fazla, cevher mineralleri ise biraz daha azdır. Buradaki silikatlar çoğunluk sırasına göre; ortopiroksen, olivin ve az plajiyoklazlardan oluşmaktadır. Cevher mineralleri ise kamasit, troilit, limonit, taenit, kromit, nabit bakır, ilmenit ve makinavittir.

Ortopiroksen. - Olivinden sonra oluşmuş en yaşlı mineraldir. Bu nedenle cevher mineralleri tarafından ornatılmaktadır. Değişik irilikte kristallerden meydana gelmiş olan ortopiroksenlerin en irileri 0.3-0.4 mm en ve 1-1.3 mm boylu prizmatik şekillidir. Bu kristallerin bir kısmı anı soğuma dolayısıyla ufak iskelet ve çubuklar şeklindedir.

Ortopiroksen kristalleri yer yer kenar, dilinim ve çatlaktan boyunca kısmen serpantinleşmiştir. Optik özellikleri bakımından Şeyhhalil meteoritlerine ait ortopiroksenlere büyük benzerlik göstermektedirler. Ancak bunlar-

da serpantinleşme biraz daha fazladır. Ortopiroksenlerin serpantinleşmeleri esnasında opaklaşmanın olmaması, bunların magnezyumca zengin olduklarına işaret etmektedir.

Olivin.— Çoğunlukla ufak, öz ve yan öz şekilli kristallerden oluşmaktadır. Olivin kristalleri kenar, çatlak ve kırıkları boyunca kısmen serpantinleşmişlerdir. Bursa meteoritinin olivinleri Şeyhhalil meteoritindekilere göre çok daha fazla serpantinleşme göstermektedir. Serpantinleşme sonucu opaklaşma olmaması, Bursa meteoritine ait olivinlerin "fosterit" bileşimine yakın olduklarını göstermektedir.

Plajiyoklaz.— Olivin ve ortopiroksenler arasında az miktarda izlenmektedir. Genellikle bu minerallerden sonra oluşan plajiyoklazlar çok ufak kristallidir. Bazen kenar ve dilinimleri boyunca, bazen de tamamen killeşmiş ve serisitleşmişlerdir.

Kamasit.— Parlak kesit yüzeyinin yaklaşık toplam %10-12 lik bir alanını kapsamaktadır. Değişik tane iriliklerinde olan kamasitin iri taneli olanları silikatların aralarında dallı budaklı yapılarda izlenmektedir. Bu tanelerin boylan bazen 1.5-2 mm yi bulmaktadır. Ayrıca mikron mertebesine inen ufak kamasit tanecikleri de bulunmaktadır. Ayrıca demirin çok az bir kısmı da taenit içerisinde gözlenmektedir. Bunlar çok ufak iskelet ve yuvarlağımsı tanecikler şeklindedir.

Kamasit bazen kenar ve köşeleri boyunca taenit tarafından ornatılmıştır. Bu tür taenitler içerisinde kamasit artıkları kalmıştır. Bazı kamasit taneleri içerisinde de çok ufak olivin, ortopiroksen, kromit, ilmenit, troilit kapamaları ile boşluklar izlenmektedir. Kamasit taneleri (özellikle iri taneli olanları) yer yer kenar ve köşeleri boyunca limonite dönüşmüştür.

Troilit.— Parlak kesit yüzeyinin yaklaşık %7-8 lik bir alanını kapsamaktadır. Bunlar değişik tane iriliklerinde olup, en iri troilit kristal topluluğunun boyu 1-1.2 mm yi bulmaktadır. Genellikle olivin ve ortopiroksenlerin aralarını doldurmaktadır. İri taneli troilitler paralel lamelli çubuklardan (levha kesiti) oluşmaktadır. İçerisinde bu minerallerin kapamaları bulunmaktadır. Ayrıca bazen çok ufak öz şekilli taenit tanecikleri içermektedir. Troilit çok seyrek olarak da ortopiroksen ve olivin çatlaklarını ve aralarını dolduran ince damarcıklar oluşturmaktadır. Troilit içerisinde yer yer değişik doğrultularda uzanan ince ikiz lamelleri gözlenmektedir. Birbirlerini kesen bu lamellerin, meteoritin yeryüzüne çarpması sonucu oluşan basınç lamelleri olabileceği düşünülmektedir. Troilit taneleri yer yer yüzeysel ayrışma-bozuşma sonucu kenarları boyunca çok az ve seyrek olarak limonite (götit) dönüşmüşlerdir.

Limonit.— İki ayrı türde ve az miktarda izlenmektedir. Birinci türde; kamasit, troilit ve çok seyrek olarak taenitin yüzeysel ayrışmaları sonucu oluşmuşlardır. Bu mineralleri kenar ve dilinimleri boyunca psödomorf olarak ornatmaktadır. Bu tür limonitler koyu kahverengimsi tonlu gri renklidir. Diğer limonit türü ise götit modifikasyonu şeklinde, yer yer meteoritin boşluk, çatlak, diğer mineralleri ara ve dilinimlerini doldurmaktadır. Bu tür limonitlerde demir bileşimli mineral ve alaşımların dönüşüm ürünüdür.

Taenit.— Çok az miktarda ve iki ayrı türde izlenmektedir. Birinci türde taenit kamasiti kenar ve köşeleri boyunca ince bir kuşak şeklinde sarmakta ve onu ornatarak oluşmaktadır. Bu tür taenitler içerisinde yer yer nikelli demir artıkları izlenmektedir. Bu artıklar genellikle çok ufak, iskelet, yuvarlak tane ve paralel çubukçuklar şeklindedir. Bu tür taenit bazen ince bir damar şeklinde nikelli demir tanelerini kesmektedir. İkinci tür taenit ise troilitle kenetli ve onu ornatır şekilde izlenmektedir. Bu tür taenit taneleri çoğunlukla yan öz şeklindedir. En iri taneleri 150-200 mikron boyutunda olan bu tür taenitler içerisinde troilit, kamasit ve nabit bakır tanecikleri bulunmaktadır. Bazı troilit taneleri bazen taenitle mirmekitik büyüme benzeri bir doku göstermektedir.

Kromit.— Çok az miktarda ve değişik kristal iriliklerinde izlenmektedir. Çoğunlukla öz ve yan öz şekillidir. Bazen de olivinle ortopiroksenlerin ara ve dilinimlerinde öz şekilsiz iskelet ve ince damarcıklar oluşturmaktadır. En iri kromit tanesi 150x150 mikron boyundadır. Bu iri taneli kromitler içerisinde çok ufak olivin kapanımları bulunmaktadır. Ayrıca çok ufak tane topluluktan şeklinde bulunan kromitler de gözlenmektedir. Bunların aralanmasını ise serpantin doldurmuştur.

İlmenit.— Eser miktarda, çok ufak, öz, yan öz şekilli kristaller oluşturmaktadır. En iri taneli ilmenit kristalinin boyu 70x80 mikron kadardır. İlmenit kristalleri değişik yönlerde uzanan polisentetik ikiz lamelleri içermektedir. Bu lamellerde büyük bir olasılıkla meteoritin yeryüzüne çarpması sonucu oluşmuşlardır.

Nabit bakır.— Eser miktarda ve taenit-troilit dokanaklarında izlenen çok ince şeritlerden meydana gelmişlerdir. Bazen de çok ufak tanecikler şeklinde taenit içerisinde yer alırlar.

Makinavit.— Eser miktarda, mikron mertebesinde, ufak tanecikler şeklinde, troilit kristalleri arasında veya içerisinde izlenmektedir. Ayrıca taenitin silikatlarla olan dokanaklarında ve içlerinde, kılcak damarcıklar şeklinde gözlenmektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye'nin değişik yerlerine, değişik tarihlerde düşen üç adet meteoritin numuneleri incelenerek, mineralojik bileşimleri saptanmaya çalışılmıştır. Bunlardan Şeyhhalil meteoriti (Sivas/Yıldızeli), mikrop-rob analizleri dahil ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ağrı ve Bursa meteoritlerinin incelenmesi ise ancak MTA Tabiat Tarihi Müzesinin sergilediği ufak numunelerin parlatılan bir yüzeylerinin incelenmesi şeklinde yapılabilmektedir. Bu iki meteoritin mineralleri mikroproba incelenememiştir.

incelenen üç meteoritten Ağrı meteoriti oktaheder" türü bir meteorittir. Şeyhhalil meteoriti ise silikat minerallerinin fazla, buna karşın nikelli demir ve diğer cevher minerallerinin az olduğu, kayaç ve demir meteoritler arasında geçiş oluşturan "siderolit" türüdür. Bursa meteoriti, içerisinde nikelli demir ve diğer cevher minerallerinin daha az olması nedeniyle siderolit veya kondritlerin H5, H6 grubuna girebilir. Bunlardan Şeyhhalil meteoriti boşluklar içeren sünger yapılıdır. Bu meteoritte, Bursa meteoritinde izlenmeyen merrilit, kalkopirotin, rutil ve apatit gibi mineraller bulunmaktadır. Buna karşın Bursa meteoritinde ise ortopiroksen ve olivin mineralleri çok daha fazla serpantinleşmiş ve talklaşmıştır. Yer yer bu minerallerin %15-20 sinin serpantin ve talka dönüştüğü gözlenmektedir. Bursa meteoriti yeryüzüne düştükten sonra, bulunduğu 1948 tarihine kadar dış etkilere maruz kalmış ve bunun sonucu kamasit, taenit ve troilit kısmen limonite dönüşmüştür. Bursa meteoritinde boşluk bulunmadığı için, yeryüzüne çarpma sonucu heksagonal kristal sistemindeki troilit ve İlmenitte basınç ikizleri oluşmuştur. Halbuki sünger yapılı Şeyhhalil meteoriti içerisindeki bu mineraller, boşluklarından dolayı Bursa meteoritinde olduğu gibi çarpmadan dolayı bu derece etkilenmemiştir.

Şeyhhalil ve Bursa meteoritleri içerisinde ani soğumadan dolayı cüruf ve bazı bazaltlarda izlenen iskelet-doku gözlenmektedir. Doğada bu bileşimdeki ultrabazik kayaçlarda, meteoritlerde gözlenen, ani soğumalardan oluşan iskelet dokuları bulunmamaktadır. Ani soğumaların bu derece etkili olması şüphesiz meteoritlerin ufak kütleleriyle yakından ilgilidir.

KATKIBELİRTME

Şeyhhalil meteoriti parçası Sayın Tahsin özer ve Ali Demir; Ağrı ve Bursa meteoritlerinin numuneleri ise Sayın Ergün Kaptan tarafından verilmiştir. Sayın Sancar Ozaner meteoritler hakkındaki engin genel ve teorik bil-

gileriyle tartışmalarımıza katılmıştır. Şeyhhalil meteoritinin minerallerinin mikroproba incelenmeleri, Sayın Noriyuki Fujii yardımıyla Japonya'da, Tokyo üniversitesinde Sayın Hiroko Nagahara tarafından gerçekleştirilmiştir. Sayın Doç.Dr. Ergüzel Bingöl ise çalışmanın redaksiyonunda yardımcı olmuştur. Tüm bu elemanlara teşekkür ederiz.

Yayına verildiği tarih, 18 Ocak 1990

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ceylan, M., 1987, An investigation of the Akyumak (Ağrı) meteorite: Fırat Üniversitesi Haber Bülteni, 2 (2), s.41-50, Elazığ.
- Fritz, H., 1957, Meteorites: The University of Chicago presi, Translated by Edvard Anders in collaboration with Eugene R. DuFresne, 144 s, Chicago and London.
- Göksu, Y.; Türetken, N. ve Çakır, S., 1975, Bursa meteoritlerinin termoluminesans özellikleri ve yaş analizi: TÜBİTAK ve Bilim Kongresi bildiri özetleri, ODTÜ Fizik Bölümü, s. 61-78, Ankara.
- Jung, H., 1960, Grundriss der mineralogie una Petrographie: Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, s. 387-392, D.Almanya.
- Kaynak, U., 1984, Ağrı-Akyumak meteoritlerinin kimyasal ve fiziksel özellikleri: Adapazarı Mühendislik Fakültesi, Fizik Bölümü Doktora tezi (yayımlanmamış).
- Ozener, S., 1989, Uzaydan gelen tanıklar "meteoritler": Bilim ve Teknik Derg., 22, 265, 8-12, TÜBİTAK, Ankara.
- Poldervaart, A., 1950, Correlation of Physical Properties and Chemical Composition in the Plagioclase, Olivine and Orthopyroxene Series: Amer.Min., 35, 1067-1079.
- Ramdohr, P., 1975, Die Erzminerallien und ihre Verwachsungen: Akademie-Verlag, Berlin.
- Strunz, H., 1978, Mineralogische Tabellen: Akademie-Verlagsgesellschaft Geest und Portig K.-G. Leipzig, D.Almanya.

LEVHALAR

LEVHA-I

Şek.1— Sünger yapıla meteoritin boşlukları (siyah), silikatlar (gri) ve kamasit (beyaz).

Okular = 10X, objektif = 5X.

Şek.2— Çubuk ve iskelet şekilli ortopiroksen (grinin değişik tonları) dilinimleri boyunca kamasit (beyaz) tarafından ornatılmıştır.

Okular = 10X, objektif = 20X, yağ.

Şek.3— İskelet şekilli kamasit (beyaz), gang ve boşluklar (siyah).

Okular = 10X, objektif = 5X.

Şek.4— Kamasit (beyaz) içerisinde yuvarlağımsı boşluk (siyah), troilit (gri) ve gang (siyah). Kamasit gang tarafından ornatılmaktadır.

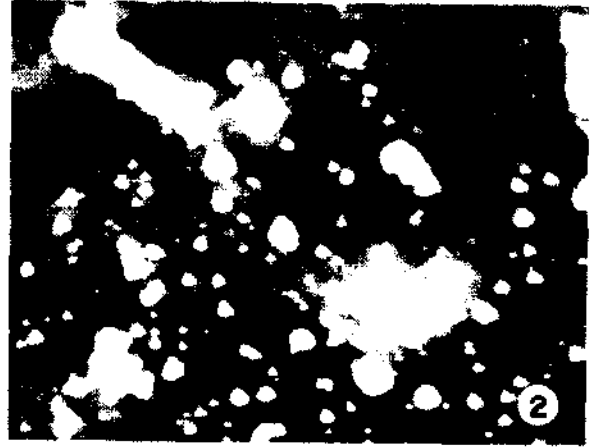
Okular= 10X, objektif = 32X, yağ.

Şek.5— Kamasit (beyaz ve iyi parlamamış) içerisinde troilit (gri) küreciği. Troilit küreciği içerisinde öz şekilli ilmenit (koyu gri). Gang ve boşluk (siyah).

Okular= 10X, objektif= 32X, yağ.

Şek.6— Troiliti (açık gri) ornatın taenit (beyaz) içerisinde ufak troilit taneleri, gang ve boşluklar (siyah).

Okular= 10X, objektif = yağ.



LEVHA-II

Şek.1- öz şekilli kromit (beyaz ve iyi parlamamış) etrafı kamasit (beyaz) ve gang (siyah) sarılmıştır.

Okular= 10X, objektif = 32X, yağ.

Şek.2- Sünger yapıli kromit (açık gri) çok sayıda tane yığışımından oluşmaktadır. Kamasit (beyaz), gang ve boşluklar (siyah).

Okular = 10X, objektif = 32X, yağ.

Şek.3- Kromit (beyaz), Ortopiroksenin (gri) dilinimlerine yerleşmiştir.

Okular = 10X, objektif = 20X, yağ.

Şek.4- Kamasit (açık gri) kenar ve köşeleri boyunca taenit (beyaz) tarafından sarılmıştır. Gang ve boşluklar (siyah).

Okular =10X, objektif = 32X, yağ.

Şek.5— Kalkopirotin (açık gri) — taenit (beyaz) dokanağında nabit bakır (parlak beyaz). Gang ve boşluklar (siyah).

Okular =10x, objektif = 20X, yağ.

Şek.6- İlmenit (gri) — kamasit (beyaz) dokanağında rutil (açık gri). Ayrıca ilmenit içerisinde ince bir lamelli rutil izlenmektedir. Gang ve boşluklar (siyah).

Okular=10X, objektif = 32X, yağ.



LEVHA-III

Şek.1— Nabit bakır (parlak beyaz) troilit gri ve taenit (beyaz) dokanağında. Gang ve boşluklar (siyah).

Okular=10X, objektif= 32X, yağ.

Şek.2— Apatit (gri ve öz şekilli) kamasit (beyaz), gang (siyah) sınırında (ortada) ve ayrıca gang içerisinde (üstte).

Gang ve boşluklar (siyah).

Okular = 10X, objektif = 32X, yağ.

Şek.3— Nikelli demir kırışları kamasitten (gri) oluşmaktadır. Bunu ince kuşaklar şeklinde saran açık renkli taenit (açık gri) ve kamasit kırışlerinin arasını dolduran plessitten (daha koyu gri) oluşmaktadır. Boşluk ve delikler (siyah).

Resim geniřliđi = 8 cm.

