

Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 19, 45-52, Şubat 1976

Bulletin of the Geological Society of Turkey, v. 19, 45-52, February, 1976

Bulancak güneyindeki sülfid damarlarında sıvı kapanım çalışması

Fluid inclusion study of Bulancak sulphide veins

ÖMER AKINCI *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZ: Bulancak güneyindeki sülfid damarlarının saydam cevher ve gang minerallerindeki sıvı kapanımları ısıtmak ve dondurmak yoluyla minerallerin oluşum sıcaklıkları ve damarları oluşturmuş olan eriyiklerin yoğunluk ve tuzlulukları saptanmıştır. İnceleme sonucu tuzlulukların %13,2 NaCl eşdeğerinden tatlı su düzeyine kadar değiştiği, başlangıçta 0,74 gr/cm³ olan eriyik yoğunluğunun baz metal sülfidlerinin oluşumundan sonra 0,98-gr/cm³ yükselmesinden anlaşılmıştır. Bu değişmeler aşağıdan yukarıya doğru yükselen cevherli eriyiklerin derinlere doğru inen yüzey sularıyla karıştığını göstermektedir.

Homojenleşme sıcaklıkları damar oluşumu başlangıcında 230°C'den 330°C'ye kadar sıcaklık yükselmesinin olduğunu ve daha sonra sürekli olarak eriyiklerin soğuması sonucu, 80°C'ye ininceye kadar bazı metal sülfidlerin oluşmaya devam ettiğini ortaya koymuştur.

Eriyiklerin kaynama derecesine kadar yükseldiğini gösteren deliller jeolojik çökeltme ortamındaki basınçların 1000 m kalınlığında hidrostatik yükün karşılığı olan 85-90 bar civarında olduğunu kanıtlamaktadır.

Eş sıcaklık eğrilerinden elde edilen veriler cevher getirici eriyiklerin genellikle KB-GD yönlü faylar boyunca yükseldiğini göstermektedir.

ABSTRACT: Data based on a study of more than 2500 primary and secondary fluid inclusions in transparent ore and gangue minerals are given. The data include measurements on the temperature, pressure, density and salinity of the inclusions present in the Southern Buluncak Deposits, Eastern Black Sea Ore Province of Turkey.

The inclusions were moderately saline, salinity varying within the range 13.2 equivalent wt. % NaCl to almost fresh water indicated by a density change from 0.74 gr/cm³ in the early vein stage to 0.98 at the end of the base metal sulphide stage. These variations may reflect the mixture of deeply circulating meteoric waters with rising, saline, hydrothermal fluids.

Homogenization temperatures ranged from ca 80°C to 340°C. Inclusions show a temperature rise from ca 230 to 330°C in the early vein stage, and eventually boiling conditions were reached. At a later stage the fluids cooled from 330°C to ca 80°C in the base metal sulphide stage. The highest temperatures were obtained from the Tekmez Group of veins, in comparison to the Danköy group of veins, indicating a horizontal temperature zoning.

Evidence of boiling conditions and geological data suggest that the depositional pressures were 85-90 bars indicating a 1000 m hydrostatic load.

Data obtained from isotherms indicates that the ore-bearing fluids rose along NW-SE trending faults.

Fluid inclusion studies combined with geological, data, are considered to be useful parameters in mineral exploration to pinpoint richest part of the orebody.

GİRİŞ

Sıvı kapanımların varlığı çok uzun zamandan beri bilinmemekteyse de yakın zamanlara kadar uygulama alanına girememiştir. Ancak 1960 senesinden sonraki gelişmelerle geniş bir uygulama alanı bulmuş olması duyulan ilgiyi arttırmıştır.

Buluncak güneyindeki Danköy ve Tekmezar bölgelerinde dağınık bir görünüşe sahip olan sülfid damarlarının yapılan jeolojik ve mineralojik incelemeler sonucu düzenli bir damar sistemi oluşturduğu anlaşılmıştır (Akıncı, 1974, 1975).

Yapılan araştırmalar damarların denge halinde sfalerit, pirit ve pirotin içermemesi nedeniyle sfalerit jeotermometresinin kullanılamayacağını gösterdiğinden (Akıncı, 1976) sıvı kapanımlar yöntemi yukarıda anlatılan amaç için seçilmiştir. Kapanım sıvısı içinde elementlerin çökmeden önce tam olarak çözülmediğini gösteren opak mineral parçacıkları saptanması (Akıncı, 1976, levha I, şekil 6, 7, 8) ve bu durumda kat sayılarının etkilenmesinin doğallığı sülfid mineralleri arasında eser element paylaşılma kat sayısı yönteminin de kullanılmasının uygun olmadığını göstermiştir.

İNCELENEN MALZEME

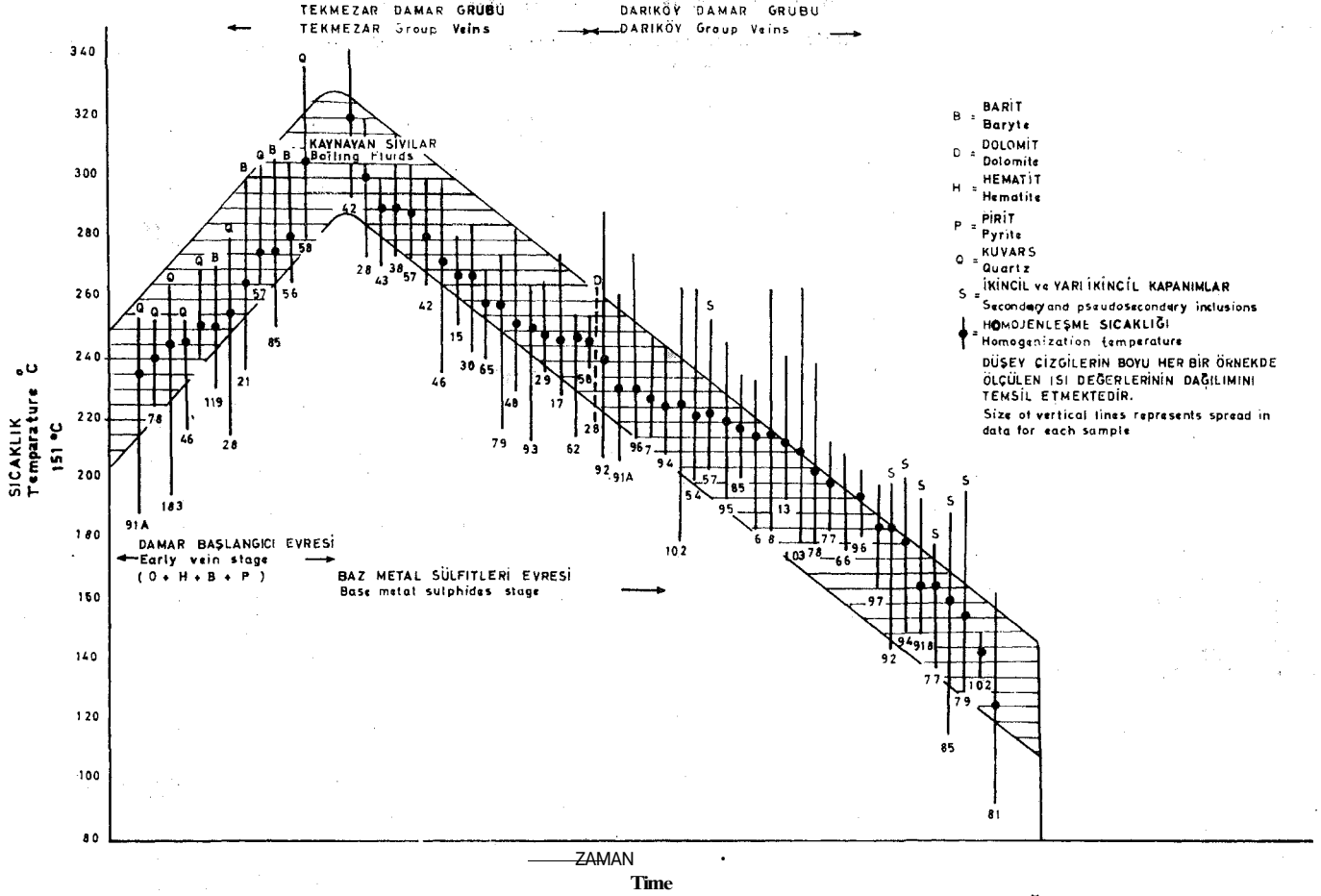
Sıvı kapanım çalışması damar el örneklerinden ayrılarak elde edilmiş saydam gang ve cevher minerallerinin özel olarak hazırlanmasıyla yapılabilmektedir. Bu amaçla 0.5-10 mm kalınlığında her iki tarafı parlatılmış sfalerit, kuvars, barit, kalsit ve dolomit kesitlerinin önce mikroskopta sıvı

kapanım içerip içermedikleri daha sonra kökenleri ve diğer özellikleri saptanarak Akıncı (1976) da açıklanan inceleme yöntemi uygulanmıştır.

Sıvı kapanım çalışmalarının en zaman alıcı işlemi mikroskop incelemesi ve kapanımlar ilksel veya ikincil olup olmadıklarının saptanması olmuştur. Çalışmaya başlamadan önce kapanımın kabarcık/sıvı oranını hesaplamada kullanmak üzere fotoğrafı çekilmiş veya çizimi yapılmıştır. Bu işlem ısıtma ve soğutmadan en gerçek sonuçların alınabilmesi için her iki işlem için aynı kapanımın kullanılması gereğinden doğmaktadır.

- İncelemeler sırasında en çok karşılaşılan güçlükler arasında sfalerit kristallerinin genellikle ışığı geçirmez ve kırılma indisinin yüksek oluşu (n=2.37) nedeniyle kapanım içindeki gaz kabarcığının hareketlerini izleme güçlüğüne ortaya çıkmasıdır. Diğer taraftan kuvars örneklerinin çoğu ışığı geçirir olmaktan çok son derece ufak kapanımların ışığı dağıtması dolayısıyla bulutlu bir görünüşe sahiptir. Dilinimi çok iyi gelişmiş gang mineralleri ayrı bir güçlük ortaya koymuşlardır. Kalsit kristallerindeki kapanımların duvarları çok iyi gelişen dilinim dolayısıyla kuvarsdan daha çabuk çatladığından yazar ancak bir örneğin kapanımlarını inceleme olanağı bulmuştur.

İncelenen barit örnekleri kapanım yönünden zengin olmalarına karşın bunların birçoğu ya ikincil kökenli yahut da tek fazlı kapanımlar olup ısıtma işlemi sırasında 200° C üstüne çıktığında barit taneleri birbirini izleyen patlamalar halinde veya soğutma sırasında çatlayıp dağılmışlardır. Bunun sonucunda boyayıcı kapanım sıvıları dilinim yüzeyleri ve



Şekil 1: Damar oluşumu başlangıcından beri gelişen evrelerde zaman ile sıcaklık ve mineral fazlarının değişimi ve zonlanma oluşumu.

Figure I: Time - temperature curve, showing temperature soning and formation of mineral phases.

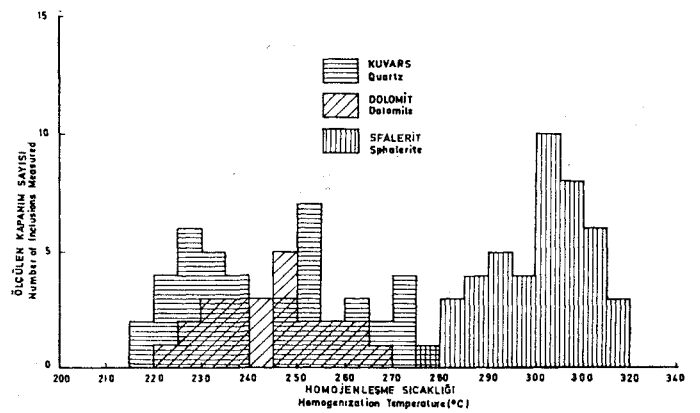
kristal içindeki düzensiz boşluklar boyunca yayılarak incelenmekte olan kapanım alanını kirletmişler, daha fazla ısıtma işlemini olanaksız bırakmışlardır. Dolomit örnekleri bulutlu görünüşlerinin dışında ısıtma ve soğutma işlemleri sırasında barite benzer şekilde özellikler gösterirler.

HOMOJENLEŞME SICAKLIKLARININ İRDELENMESİ

2500'den fazla kapanımın ölçülen homojenleşme sıcaklıkları ve damarlarla ilgili jeolojik özellikler çizelge 1'de liste halinde verilmiştir. Şekil 1'de ise ölçülen homojenleşme sıcaklıkları zaman ve sıcaklık değişimi diyagramına geçirilerek sülfid cevherleşmesinin fiziksel ve kimyasal koşulları incelenmiştir.

Şekil 1'de zaman - sıcaklık değişimi eğrisinde inceleme alanında damarların yoğunlaştığı iki bölgede — Darıköy ve Tekmezar— bir ısı zonlanması olduğu görülmektedir. Bu zonlanma Tekmezar bölgesindeki damarların yüksek sıcaklıklara sahip olduğundan, bizmut-sulfosalt'larında bizmut miktarının değişiminden ortaya çıkmıştır. Ayrıca tek tek bazı sıcak noktalar da bulunmuştur.

Zaman - sıcaklık değişimi eğrisi (şekil 1) açık olarak damar oluşumunun başlangıç evresinde 235°C'den 320°C'ye ulaşan bir sıcaklık yükselmesini göstermektedir (şekil 2).



Şekil 2: 28 nolu örnek için frekans diyagramı. Hernekadar kuvars önce oluşan mineral ise de sfaleritin oluşum sıcaklığı damar oluşumunun başlangıç evresinin sonunda bir sıcaklık artışı olduğunu göstermektedir.

Figure 2: Frequency diagram for specimen No. 28. Although quartz is the early formed mineral, sphalerite formation temperature indicates an increase in temperature at the end of the early vein stage.

Çizelge 1: Saydam damar ve gang minerallerinden saptanan sıvıkapanımların homojenleşme sıcaklıkları.

Table 1: Homogenization temperatures of fluid inclusions in transparent vein and gangue minerals from South of Bulancak, Giresun, Turkey.

Örnek no	Yeri	Mineral	Yan Kaya	Yükselti	Kapanım Sayısı	Köken	Sıcaklığı			Damar duruşu
Sample Number	Locality		Wall Rock	Level (MS.)	No. of Incs.	Origin	Homo.Temp (c°)			Strike and Dip of Vein
							Min.	Mean	Max.	
6B	SARIDIKEN	SPH.	Alt Bazik(Lower/Basic)	660	32	P	185	215	235	N17W50NE
7	"	"	"	550	11	P	215	227	247	N40W90
7	"	"	"	"	16	PS	170	192	197	"
7	"	"	"	"	39	S	103	111	119	"
8	KIŞLA	"	"	695	79	P	183	217	265	N52W65SW
13	KORNALI	"	"	580	22	P	195	213	242	N-S90
15	"	"	"	590	19	P	252	267	282	N25W90
15	"	"	"	"	29	S	185	215	247	"
17	"	"	"	625	25	P	232	247	275	N25E49SE
17	"	"	"	"	14	S	200		227	"
28	KOVALIK	"	"	780	44	P	275	300	020	N25W55SW
29	"	"	"	625	16	P	237	247	267	N75E50NW
30	SARIDIKEN	"	"	555	25	P	242	267	284	N45W75SW
38	KUŞDERE	"	"	500	41	P	276	290	313	N35W80SW
38	"	"	"	"	42	PS	232	255	272	"
42	GONURCA.D.	"	"	550	34	P	294	320	343	E-W45S
42	"	"	"	"	77	PS?	212	255	290	"
43	"	"	"	580	62	P	270	290	300	N60E60NW
43	"	"	"	"	8	S	249	251	256	"
46	DÖNBÜL T.	"	Riyodasit (Rhyodacite)	590	25	P	237	272	301	N50W70SW
46	"	"	"	"	6	S	195	200	213	"
48	KORNALI	"	Alt bazik (lower Basic)	510	15	P	230	252	285	N40W50SW
54	DAMYATAĞI	"	"	525	49	P	202	225	265	N60W35NE
57	"	"	"	365	28	PS	206	222	256	N75W90
57	"	"	"	"	7	P	272	288	304	"
62	DÖNBÜL T.	"	"	525	5	P	215	247	255	N17E30SE
66	B.INECE	"	Rhyodacite	360	24	P	240	258	270	N45W90
66	"	"	"	"	17	S	177	197	210	"
68	"	"	"	210	63	P	228	245	256	N75W90
77	KÜÇÜKKÜRE D.	"	"	180	45	P	183	200	215	N80E90
77	"	"	"	"	72	S	138	165	180	"
78	"	"	"	165	51	P?	180	205	242	N45W60NE
79	KULOĞLU	"	Lower Basic	230	20	P	217	258	275	N55W60NE
79	"	"	"	"	29	S	130	155	197	"
81	"	"	"	280	80	P?	92	135	165	N-S90
85	DARIKÖY	"	"	190	55	PS	115	160	190	N60E90
85	"	"	"	"	39	P	202	217	237	"
91A	UZÜMLÜK	"	"	320	43	P	207	230	255	N40W70NE
91A	"	"	"	"	5	S		149		"
91B	"	"	"	310	62	P?	149	165	195	N70W90
92	"	"	"	265	67	P	207	240	290	N-S65E
92	"	"	"	"	27	PS	145	185	200	"
93	"	"	Breş (Breccia)	270	53	P	215	250	265	N85W70SW
93	"	"	"	"	60	S	149	165	202	"
94	"	"	"	220	16	P	210	225	242	N30W60NE
94	"	"	"	"	54	PS	150	180	202	"
95	"	"	"	170	41	P	195	220	247	N50W65NE
96	KÜÇÜKKÜRE D.	"	Rhyodacite	265	3	P	215	230	278	N45W50SE
96	"	"	"	"	9	PS	183	195	204	"
97	"	"	Lower Basic	160	16	P	166	185	197	N70W85NE
102	DARIKÖY	"	"	440	94	P?	180	225	265	N67W90
102	"	"	C	440	16	S	135	143	149	"
103	"	"	"	410	63	P?	180	210	265	N45E65NW
126	YAYKINLIK	"	"	570	34	P	195	212	222	"
28	"	DLM	"	"	24	P	222	245	265	"
28	KOVALIK	QTZ	"	780	44	P	215	255	280	"
46	DÖNBÜL T.	"	Rhyodacite	590	18	P	217	245	255	"
57	DAMYATAĞI	"	Lower Basic	365	18	P	265	275	305	"
57	"	"	"	"	26	PS	208	222	237	"
68	B.INECE	"	Rhyodacite	210	26	P	280	315	337	"
78	KÜÇÜKKÜRE D.	"	"	165	10	P	225	240	256	"
91A	UZÜMLÜK	"	Lower Basic	320	21	PS	191	235	255	"
94	"	"	"	220	30	P	240	252	270	"
103	DARIKÖY	"	"	410	63	P	195	245	265	"
21	KÜÇÜKKÜRE D.	BRT	Dacite	855	32	P	237	265	300	N60W90
21	"	"	"	"	28	S	195	210	232	"
56	DAMYATAĞI	"	Lower Basic	520	16	P	265	280	0/0	"
56	"	"	"	"	22	S	207	245	260	"
85	DARIKÖY	"	"	190	50	P	250	275	308	"
85	"	"	"	"	43	S	183	225	247	"
119	BÜYÜKKÜRE D.	"	"	225	31	P	230	250	270	"
119	"	"	"	"	"	S	172	200	217	"

SPH* Şfalerit (Sphalerite), DLM=Dolomit (Dolomite), QTZ=Kuvars (Quartz), BRT=Barit (Baryte), P=İlksel (Primary), MinçMiriumum
PS = Yarı ikincil (Pseudosecondary) ^S- İkincil (Secondary), INCS*Kapanımlar (Inclusions), Mean • Ortalama Max ^Maksimum

Çizelge 2: Kapammların tuzluluk, yoğunluk ve donma özellikleri.

Table 2: Freezing data and equivalent NaCl content (weight % and molal concentration) and densities of fluid inclusions.

Örnek no Sample no	Yeri Locality	Mineral Min.	Miktar No. of Incl.	Köken Orik.	Fazlar Phases Formet	ilk erime First Melt	Son erime Final Melt	Tuzluluk Salinity wt.%NaCl	Molal Kons. Molal Conc.	Yoğunluk Fluid D=G'CM3
6	SARIDIKEN	SPH	8	P	ICE(Buz)	IND	-7	10.5	2.00	0.835
7	"	"	3	P	IC	IND	-8	13.2	2.55	0.950
7	"	"	5	P	IC	IND	-5	8.5	1.60	0.930
8	"	"	12	P	ICE+CO2	-20	-6.5	10.7	2.05	0.935
8	"	"	3	PS	ICE	-22	-3.0	5.2	0.90	0.880
13	KORNALI	"	4	P	ICE	IND	-8.0	13.2	2.55	0.950
17	"	"	7	P	ICE	IND	-7.0	11.8	2.30	0.900
28	KOVALIK	"	2	P	ICE	IND	-5.0	2.5	1.59	0.810
28	"	"	10	PS	ICE	IND	-1.5	2.5	0.44	0.740
30	SARIDIKEN	"	4	P	ICE	IND	-4.5	7.5	1.40	0.830
30	"	"	10	PS	ICE+CO2	IND	-1.0	1.8	0.30	-
38	KUSDERE	"	16	P	ICE+CO2	IND	-8.6	12.4	2.42	0.863
42	GONURCA	"	6	P	ICE	IND	-6.0	10.2	1.90	0.840
42	"	"	10	PS	ICE	IND	-5.0	8.5	1.60	-
43	"	"	30	"	ICE	-25	-5.8	9.1	1.71	0.832
48	KORNALI	"	7	P	ICE	IND	-6.0	10.2	1.90	0.845
54	DAMYATAGI	"	8	PS	ICE	IND	-3.0	5.2	0.90	0.875
57	"	"	4	P	ICE	-20	-5.5	9.1	1.70	0.830
68	B.INECE	"	12	P?	ICE	-25	-4.5	7.5	1.40	0.867
77	K.GURE D.	"	19	PS	ICE+CO2	-17	-4.0	6.8	1.25	0.920
79	KULOGLU	"	29	PS	ICE+CO2	-17	-3.0	5.2	0.90	0.810
81	"	"	14	P?	ICE	-25	-3.5	5.8	1.05	0.970
91A	UZUMLUK	"	5	PS	ICE	IND	-3.8	6.4	1.17	0.890
91B	"	"	17	P?	ICE+CO2	-21	-5.5	9.1	1.70	0.962
92	"	"	6	P?	ICE	IND	-5.9	9.8	1.84	0.950
93	"	"	18	P?	ICE	-21	-5.0	8.5	1.80	0.875
94	"	"	11	P?	ICE	-23	-4.5	7.5	1.39	0.896
95	"	"	10	P	ICE+CO2	-26	-6.5	11.0	2.11	0.925
95	"	"	17	PS	ICE	-21	-4.7	8.0	1.50	0.901
96	"	"	15	P?	ICE	-26	-5.1	8.7	1.63	0.913
97	"	"	17	P?	"	"	"	"	"	"
97	"	"	17	P?	ICE	IND	-7.0	11.8	2.30	0.970
97	"	"	5	PS	ICE	IND	-5.0	8.5	1.60	"
102	DARIKOY	"	5	PS	ICE	IND	-4.5	7.5	1.40	0.896
103	"	"	10	PS	ICE	IN	-4.7	8.0	1.50	0.915
124	B.GURE D.	"	2	PS	ICE	IND	-4.5	7.5	1.40	"
49	KORNALI	QTZ	3	PS	ICE	IND	-2.2	3.8	"	"
49	"	"	3	P?	ICE	IND	-3.5	5.8	1.05	"
54	DAMYATAGI	"	24	P?	ICE+CO2	-25	-3.0	5.2	0.90	"
68	B.INECE	"	6	PS	ICE	-22	-3.0	5.2	0.90	"
78	K.GURE D.	"	13	PS	ICE	-25	-3.2	5.5	"	"
91A	UZUMLUK	"	9	PS	ICE	IND	-3.8	6.5	1.19	0.888
91B	"	"	12	PS	ICE	IND	-3.5	5.8	1.105	"
91	KUCUKDERE	BRT	3	P?	ICE	-24	-5.5	9.1	1.70	0.866
21	"	"	5	PS	ICE	-24	-3.8	6.5	1.20	0.900
21	"	"	2	S	ICE	-24	-3.0	5.2	0.90	"
57	DAMYATAGI	"	11	P?	ICE	-26	-3.5	5.8	1.05	"
85	DARIKOY	"	17	PS	ICE	-21	-4.5	7.5	1.40	0.833

P=İlksel (Primary)

PS= Yarı ikincil (Pseudo Sedondary)

IND= Belirsiz (Indistinct)

SPH= Spalarit (Sphalerite)

QTZ= Kuvars (Quartz)

BRT= Barit (Baryte)

Damarların ince oluşu nedeniyle dar mecralar boyunca yuvarı doğru yükselmekte olan cevherli eriyiklerin sıcaklığının kuşatan çevrenin, olasılıkla soğumakta olan volkaniklerin, sıcaklığı ile hızlı bir şekilde dengelenmiş olması gerekir. Diğer bir deyişle, yan kaya ile cevherli eriyikler arasındaki ısı alış veriş eriyiğin sıcaklığını yükseltmiş olabilir. Birçok yan kaya ayrışma işlemlerinin ekzotermik olduğu düşünülmektedir (Toulmin ve Clark, 1967). Damar oluşumunun başlangıç evresi sonunda cevherli eriyiklerin kaynama durumuna geldikleri saptanmıştır. Bu durum daha sonra eriyiğin soğumasına katkıda bulunmuş olabilir. Buna ek olarak bir çatlak boyunca yüzeye yükselen eriyikler basınç azalması sonu-

cu genişleyecek veya belli dar boğazlardan geçecektir. Soğumanın nedenlerinden biri bu işlem olabilir de Bulancağ'daki damarlardan bu yolla büyük bir sıcaklık düşmesi (350°C'den 80°C'ye) beklenemez. Anlatılan nedenlerle sıcaklık düşmesini açıklayacak bir tek yol kalmaktadır, bu da aşağıdan yüzeye doğru çıkmakta olan eriyiklerin yukardan aşağıya doğru inmekte olan meteorik sularla karışmış olmasıdır.

Yapılmış olan inceleme uzun sürede oluşmuş tek bir cevherleşme dönemi olduğunu desteklemektedir. Benzer örneklerle Bolivya'daki kalay yataklarında da rastlanmıştır (Kélly ve Turneure, 1970). Böyle bir örnek içinde eriyiklerin kay-

Çizelge 3: Sphaleritlerdeki ilksel kapanım sıvılarının tuzluluk ve yoğunlukları.

Table 3: Salinities and original densities of some primary fluids entrapped in Sphalerites from South of Balançak, Turkey.

Örnek No Sample Number	Sıvı Hacmi (%) Liquid Volume (1)	Gaz Hazmi (%) Percent Vapor	Oda sıcaklığında yoğunluk Density at Room Temp (2)	% Ağırlık Wt H ₂ O	Percent NaCl	Tuzluluk Salinity	Yoğunluk Density Deneysel (3) Experim	Hesaplanmış Calculated	Homojenleşme sıcaklığı (C°) Homo. temp. (C°)
6	87.5	12.5	1.067	89.5	10.5	10.5	0.937	0.934	215
7	85	15	1.077	86.8	13.2	13.2	0.950	0.942	227
8	86	14	1.077	89.3	10.7	10.7	0.935	0.926	217
13	87.5	12.5	1.093	86.8	13.2	13.2	0.950	0.956	213
28	75	25	1.059	91.5	8.5	8.5	0.810	0.794	301
30	80	20	1.052	92.5	7.5	7.5	0.830	0.842	267
38	80.0	20.5	1.082	87.6	12.4	12.4	0.863	0.866	290
42	72.5	27.5	1.071	89.8	10.2	10.2	0.840	9.777	320
43	77.5	25.0	1.057	90.9	9.1	9.1	0.832	0.819	290
57	77.5	22.5	1.063	90.9	9.1	9.1	0.830	0.824	288
77	87.5	12.5	1.046	93.2	6.8	6.8	0.920	0.915	200
79	80	20	1.034	94.8	5.2	5.2	0.810	0.827	258
91A	85	15	1.045	93.6	6.4	6.4	0.890	0.888	230
94	85	15	1.052	92.5	7.5	7.5	0.896	0.894	225
97	90	10	1.084	88.2	11.8	11.8	0.970	0.976	185

(1) Lemmlein ve Klevstov, 1961

(2) Woli ve Brown, 1965-1966

(3) Haas, 1970

nama noktasına ulaşmış olmaları ve tuzluluk dereceleri zengin cevherlerin belli yerlerde toplanması için yeterli bir neden olmaktadır.

Turneure (1960) ve Kelly ve Turneure (1970) tarafından belirtildiği üzere sıvı kapanmalar cevherin yerleştiği yerinde bulmada ve derinlerdeki zengin cevherin yerini saptamada, eğer kaynama koşullarına ulaşmış ve ısı zonlanması meydana gelmişse, yardımcı olabilir. Holland (1972)'m ortaya koyduğu "Sıvı fazdaki kalay konsantrasyonunun fazın klorür içeriğinin 4 üncü kuvveti ile oranlı olması" ve "çok tuzlu eriyiklerin granitik kütlelerdeki kalayı biriktirmede çok önemli bir rol oynaması" gerçeği Kelly ve Turneure (1970)'nın kalay yatakları için ileri sürdüğü düşünceyi desteklemektedir.

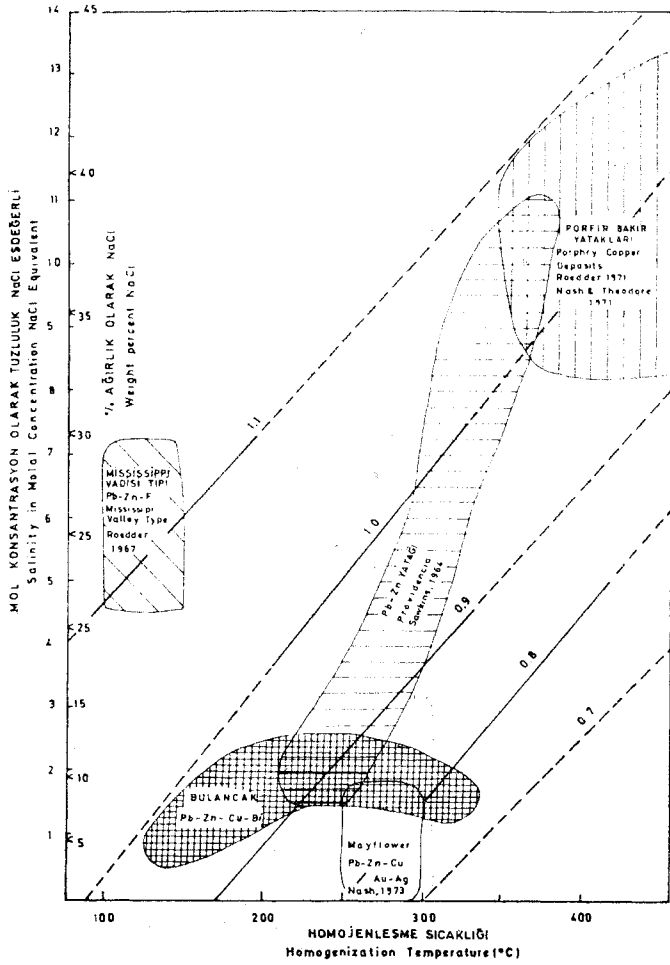
- Çizelge 2 ve 3'te görüleceği üzere hesaplanmış olan yüksek tuzluluk ve yoğunluklar Tekmezar bölgesindeki damar grubuna isabet etmektedir. Bu bölgede yüksek değerlerin elde edilmiş olması ya damarların inceleme alanı güneyindeki intruzif kütleyle yakın olmasından ya da Tekmezar bölgesinin altında yerleşmiş bir intruzif kütlelerden ileri gelmektedir. En akla yakın varsayım güneydeki intruzif kütlelerin inceleme alanı altına doğru mostra vermeden uzanmış olmasıdır. Nash (1972)'a göre maden aramada eriyik yoğunlukları bir araç olarak kullanılabilir. Eğer çalışmacı sıvı kapanım tiplerini ve yoğunlukları saptayarak yatay ve düşey yönde zonlanma ortaya koyabilirse bu zonlar düşük yoğunluklu eriyiklerle ilgili cevherleşmeler (epitermal altın, şekil 3) veya yüksek yoğunluğa sahip eriyiklerle ilgili cevherleşmeler

(dissemine bakır veya molibden, şekil 3) için hedef teşkil edebilir.

UYGULAMALAR

Çizelge 1 ve 2' de verilmiş olan homojenleşme sıcaklıkları, yoğunluk ve tuzluluk değerlerinin maden aramalarında hedef gösterip gösteremeyeceğini araştırmak için şekil 4'de görüldüğü gibi homojenleşme sıcaklıkları ait olduğu damar, üzerine konularak konturlanmış ve eş sıcaklık eğrileri elde edilmiştir. Şekil 4'te görüldüğü gibi cevherli eriyikler başlıca KB-GD göçümlü fayları izleyerek yüzeye doğru yükselmişlerdir. Her ne kadar Selmanoğlu fayı harita çalışmaları sırasında bitki örtüsü ve ayrışma dolayısıyla Küçükdere köyü yönünde izlenmemişse de eş sıcaklık eğrileri bu fayın köy yönünde devam ettiğini göstermektedir. Kovalak sırtı civarında yoğun halde bulunan damarların Selmanoğlu fayı boyunca yükselen eriyiklerle beslendiğini şekil 4'te göstermektedir. Damarların yoğun bir şekilde bulunduğu ikinci bölge olan Tekmezar'da ise cevherli eriyikler Gonurca Dere fayı boyunca yükselmişlerdir. En yüksek sıcaklıklar ve yoğunluklar bu bölgedeki damarlardan elde edilmiştir.

Darıköy grubu damarlarının muhtemelen Üzümlük Dere yatağını çizen fay boyunca yükseldiği söylenebilirse de burada birkaç yönde gelişen kırık sistemleri cevherli eriyiklerin çıkış yollarını etkilemiş olabilir. Kırıkların kesişme noktalarında cevher zenginleşmesi birçok yerlerde izlenmiş



Şekil 3: Bazı hidrotermal yatakların homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk verileri. Eğik çizgiler üzerindeki rakamlar kapanım sıvılarının yoğunluklarını (gr/cm^3) göstermektedir. Herbir yatak isin veriler değinilen belgelerden genelştirilmiştir. (Wash ve Theodore (1971) den değıştırılarak çizilmiştir.)

Figure 3: Fluid - inclusion homogenization temperature and salinity data for some hydrothermal deposits. Diagonal grid lines show fluid densities in gm/cm^3 from the system NaCl - H₂O (Haas, 1970). Data generalized from the references given for each deposit. (Modified after Nash and Theodore, 1971).

olduğundan böyle yerler örtülü oldukları zaman bazı koşullarda sıvı kapanımlar yardımıyla bulunabilmektedir. Fluoritler için yapılmakta olan yitrium analizleri, İngiltere'de Kuzey Pennine cevherlerinde fluoritli kırıkların kesişme noktalarını bulmada, homojenleşme sıcaklıkları yardımıyla başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Smith, 1974).

Damarlar boyunca sıcaklıkların birden arttığı yerlerde yitrium miktarları da artmakta olup böyle yerler iki damarın kesiştiği zengin cevherli yerlere rastlamaktadır.

Son olarak daha evvel Miyazawa (1967) tarafından Japonya'da yapılmış olan çalışmaların bu bölgede de uygula-

nıp uygulanamayacağını saptamak için Tekmezar ve Darıköy'deki işletilmiş olan iki damarın muhtelif katlarından alınan örneklerde ısı eğrisi saptanmaya çalışılmıştır, fakat her ikisinde de yatay yönde bir ısı zonlanması olduğundan ve yüksek sıcaklıklar damarların üst seviyelerinde elde edilmiş olduğundan bir sonuç alınamamıştır. Miyazawa (1967)'ya göre ısı eğrisi saptandığı takdirde damarların sona ereceği derinlikleri bulma olanağı, bazı koşullar altında, vardır ve hidrotermal damarlarda ısı eğrisi eğimi $3-5^\circ \text{C}/10 \text{ m}$ olup $7^\circ \text{C}/10 \text{ m}'ye$ ulaşabilir.

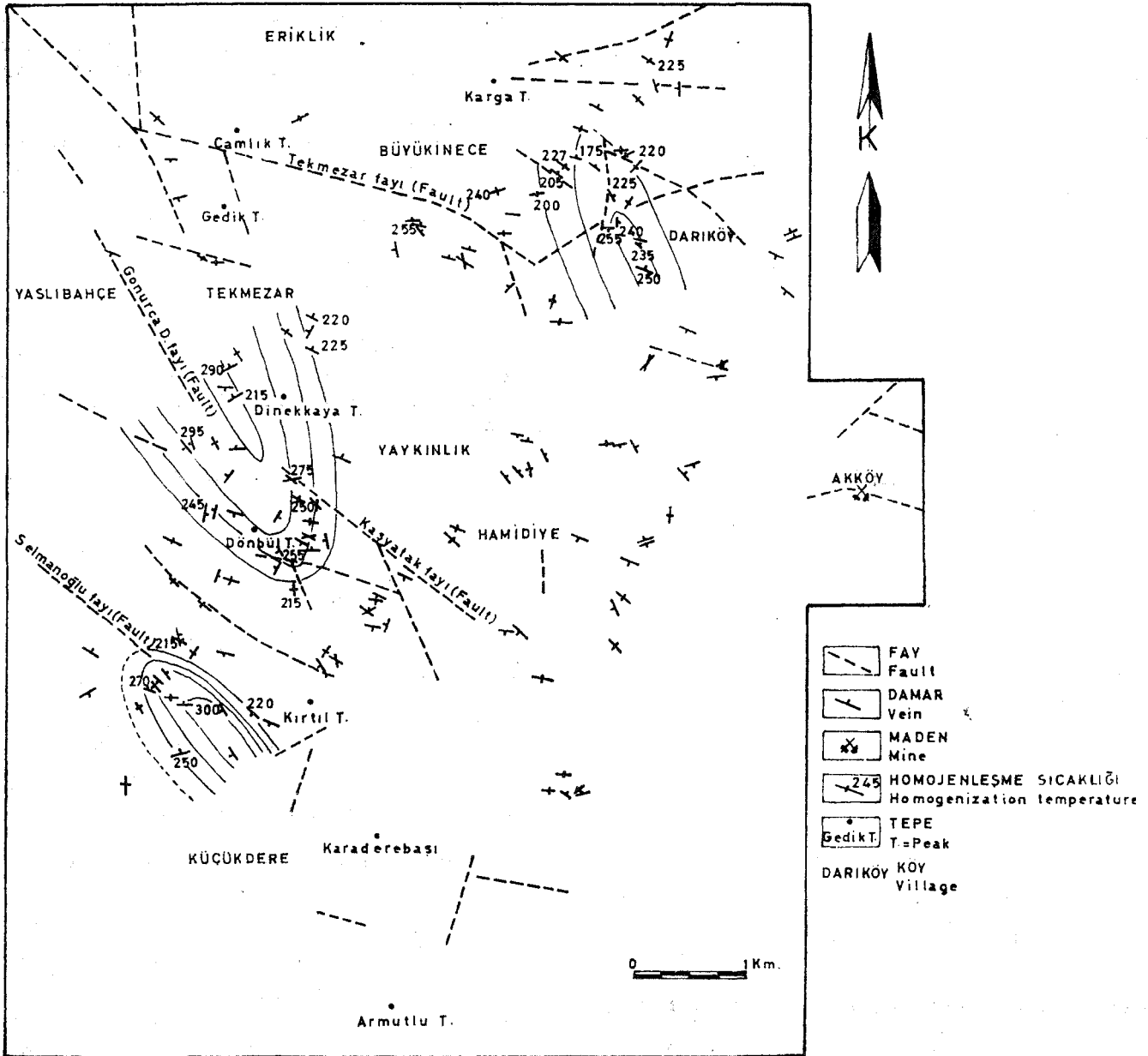
KATKI BELİRTME

Yazar çalışmaları sırasında konuyu kendisine tanıtan, devamlı yardımlarını gördüğü İngiltere'nin Durham Üniversitesinden meslektaş Sayın Dr. F. W. Smith'e teşekkürü bir borç bilir.

Yayıma verildiği tarih: Aralık, 1975

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akıncı, Ö.T., 1974, The geology and mineralogy of copper, lead, zinc sulphide veins from Bulancağ, Turkey: University of Durham, Ph. D. Thesis, yaylanmamış.
- Akıncı, Ö.T., 1975, Bulancağ sfaleritlerinde eser element dağılımına ve renge etkiyen etmenler: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 18, 1, 63 - 68.
- Akıncı, Ö.T., 1976, Sıvı kapanımlar ve onlardan yararlanma olanakları: Yeryuvarı ve İnsan, 1, 1, hazırlanmakta.
- Haas, Jr., J.L., 1970, An equation for the density of vapor saturated NaCl-H₂O solutions from 75° to 325°C : Am. Jour. Sci., 269, 489-493.
- Holland, H.D., 1972, Granites, solutions and base metal deposits: Econ. Geol., 67, 291 - 301.
- Kelly, W.M. ve Turneure, F.S., 1970, Mineralogy, paragenesis and geothermometry of the tin and tungsten deposits of the eastern Andes, Bolivia: Econ. Geol., 65, 609-680.
- Lemlein, G.G., ve Klevtsov, P.V., 1961, Relations among the principal thermodynamic parameters in a part of the system H₂O - NaCl: Geochemistry, 2, 148-158.
- Miyazawa, T., 1967, Lowest limit and depth of formation of hydrothermal veins: Sci. Rept, Tokyo Kyoiku Baigaku, 9, 256-261.
- Nash, J.T., 1972, Fluid inclusion studies of some gold deposits in Nevada: U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 800-C, C 15 - 19.
- Nash, J.T., 1973, Geochemical studies in the Park City District, Utah - Part 1, Ore fluids in the Mayflower Mine: Econ. Geol., 68, 34 - 51.
- Nash, J.T., ve Theodore, T.G., 1971, Ore fluids in a porphyry copper deposit at Copper Canyon, Nevada: Econ. Geol., 66, 385 - 399.
- Roedder, E., 1967, Fluid inclusion as samples of ore fluids; Barnes, H.L., ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits de: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 515-574.
- Roedder, E., 1971, Fluid inclusion studies on the porphyrytype ore deposits at Bingham, Utah, Butte, Montana, and Climax, Colorado: Econ. Geol., 66, 98-120.
- Sawkins, F.J., 1964, Lead-Zinc ore deposition in the light of fluid inclusion studies, Providencia Mine, Zacatecas, Mexico: Econ. Geol., 59, 883 - 919.



Sekil 4; Bulancak güneyindeki sülfid damarlarının oluşum sıcaklıklarını gösteren eş sıcaklık eğrileri.

Figure 4: Isotherms in relation to sulphide vein mineralization near Bulancak, Eastern Black Sea, Turkey.

Smith, P.W., 1974, Factors governing the development of fluor spar orebodies in the North Pennines. Univ. of Durham, Ph. X>. Thesis, yayınlanmamış.

Toulmin, H.J., P. ve Clark, Jr., S.P., 1967, Thermal aspects of ore formation, Barthes, H.L., ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits de: Holt, Einchart and "Winston Inc., 437-464.

Turneure, F.S., 1960, A comparative study of major ore deposits of Central Bolivia: Econ. Geol., 65, 217 - 254; 575 - 606.

Wolf, A.W., ve Brown, M.G., 1966, Concentrative properties of aqu-solutions; Handbook of Chemistry and Physics, 46 th. ed. Cleveland Chemical Rubber Co., D 127-166.