

## ŞARKIKARAAĞAÇ (ISPARTA) İLE HÜYÜK (KONYA) ARASINDAKİ BARİT YATAKLARININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE KÖKENİ

Oya CENGİZ\* ve Mustafa KUŞÇU\*

ÖZ.- Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede formasyonu içerisindeki Çaltepe kristalize kireçtaşı ve dolomitler, Çavuştepe kalkıştleri ve aynı formasyon içerisinde geniş yayılım gösteren şistlerde ve bu birimlerin dokanaklarında damar, mercekli ve katmansı şekillerde yer alan barit yatakları epijenetik karakterlidir. Bölgedeki barit cevherleşmelerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre, yöredeki baritlerin içerisinde yer yer düşük de olsa Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Cd, Ag, Sb... gibi iz elementlerin varlığı belirlenmiştir. Bu iz elementlerden özellikle Pb, Zn, Cu, Cd, Ag ve As gibi elementlerde Hüyük yöresinden Çarıkarsaraylar yöresine doğru bir artış olduğu izlenmiştir. Barit örneklerinin kimyasal analiz sonuçları İstatistik olarak değerlendirildiğinde, Ba-Pb, Ba-Ag, Pb-Ag ve  $Al_2O_3-K_2O$  element çiftleri arasında kuvvetli korelasyon ilişkisi, Ba-Sr, Pb-Cu, Zn-Cd, CaO- $Fe_2O_3$ , CaO-SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO-MgO,  $Fe_2O_3-Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3-Na_2O$ , MgO-K<sub>2</sub>O element çiftlerinin arasında da orta derecede korelasyon ilişkisi bulunduğu belirlenmiştir. Araştırma sahasındaki baritlerin; yataklanma şekilleri, parajenezi, yan kayaç alterasyonlarına iz element oranlarının yüksek olması, Ba/Sr oranının yüksek, SrO değerlerinin % 1.5'un üzerinde olması yatağın hidrotermal olarak oluştuğunu düşündürmektedir. Ayrıca, sıvı kapanım incelemelerine göre, homojenleşme sıcaklığının 180°C-360°C ve iki fazlı (sıvı+gaz) olarak izlenmesi, barit ve galenlerdeki <sup>34</sup>S izotop oranının +30.15 ‰ ve +13.9 ‰ olarak belirlenmesi ve yüksek oluşum ısısı bölgedeki barit yatağının hidrotermal çözelltilerden oluştuğu düşüncesini desteklemektedir.

### GİRİŞ

inceleme alanındaki barit yatakları, Isparta-Konya il sınırında, Hüyük ve Şarkikaraağaç ilçeleri arasında yaklaşık 322 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şek. 1).

Bölge jeolojik açıdan Blumenthal (1947), Brennich (1954), Abdüsselamoğlu (1958), Monod (1967), Dean ve Monod (1970), Brunn ve diğerleri (1971), Desparries ve Gutnic (1972), Haude (1972), Özgül ve Gedik (1973), Öztürk ve diğerleri (1977), (1981), tarafından araştırılmıştır. Şarkikaraağaç dolayındaki demir yataklarını Bulur ve Çetin (1979) ile Ayhan ve Karadağ (1985) incelemiş ve oluşumu ile ilgili veriler tespit etmişlerdir. Yöredeki barit yatak ve zuhurları Özbek ve Üstün (1974), Ayhan (1986), Cengiz ve Kuşçu (1993), Cengiz (1997) tarafından incelenerek cevherleşmesini kökeni hakkında yorumlar yapılmıştır.

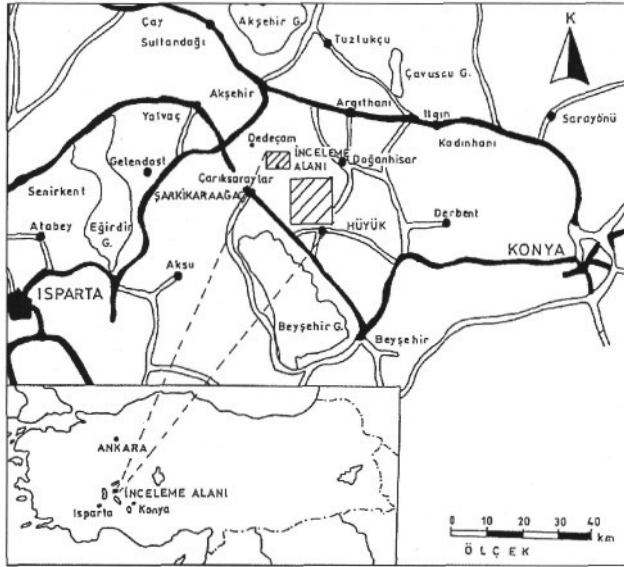
Son yıllarda, Toroslar'ın jeolojik ve ekonomik yönden önem kazanması bu kuşağa olan ilgiyi arttırmıştır. Bu kuşak cevherleşmeler açısından önemli görüldüğünden pek çok yerli ve yabancı araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu özelliği nedeniyle yöre metalojenik havza niteliğindedir.

Bu incelemede, yöredeki barit yatak ve zuhurların jeolojik ve tektonik konumunu belirlemek amacıyla bölgenin 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası yapılmıştır. Cevherleşmelerin bulunduğu yarma, açık işletme ve galerilerden derlenen ve seçilen örnekler üzerinde mikroskopik incelemeler, majör ve iz element analizleri ile korelasyon katsayıları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, yan kayaçların türleri, yan kayaç cevher ilişkisi, cevher yataklanma şekli, cevher parajenezi ve oluşum sırası da ortaya konmuştur. Bununla birlikte,

\* Süleyman Demirel Üniversitesi. Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta.

yatak ve zuhurların bulunduğu yerlerden sistematik örnekler alınarak sıvı kapanım ve kü-kürt izotop incelemeleri yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda ortaya konulan verilerden yararlanarak cevherleşmenin kökeni hakkında yoruma gidilmiştir. Bütün bu araştırmalar doktora konusu olarak Cengiz (1997) tarafın-

dan çalışılmıştır. Bölgenin jeolojisi ve barit yataklarını Cengiz ve Kuşçu (1988) yayınlamış olmakla birlikte, bu yayın kapsamında da bölgedeki barit yatak ve zuhurların jeokimyasal özellikleri verilecek ve cevherleşmenin oluşumu yorumlanacaktır.

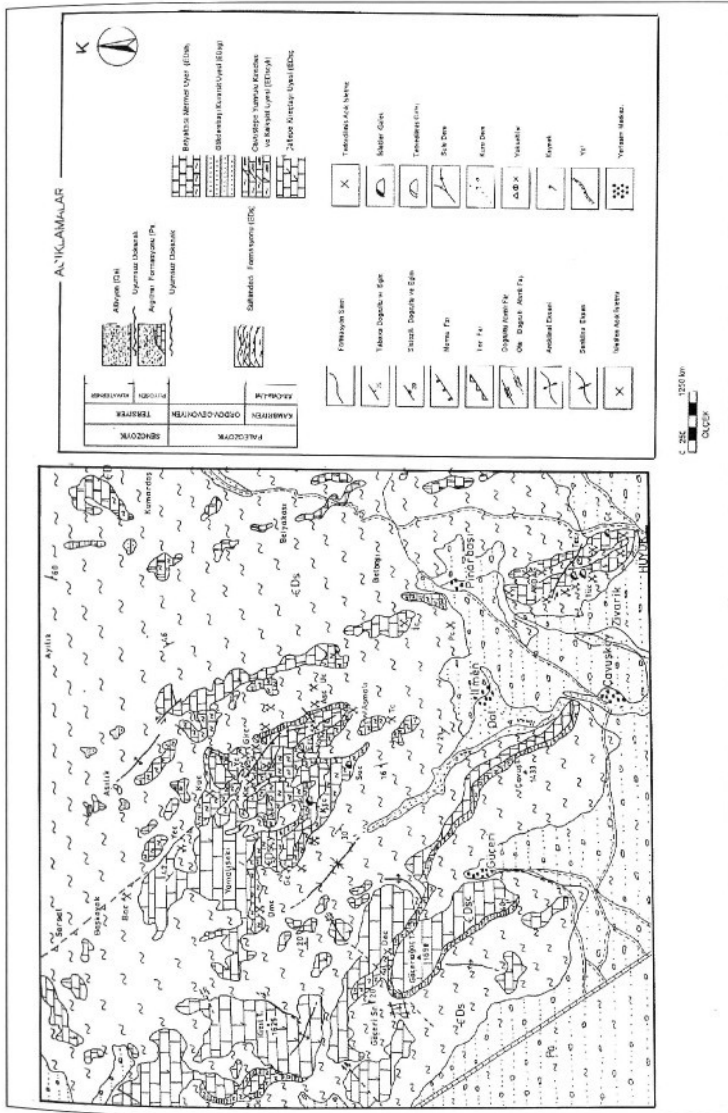


Şek. 1- Yer bulduru haritası

## JEOLÖJİK KONUM

Araştırılan alan, Orta Toroslarda Sultan- dağlarında yer alan Geyikdağı ve Bozkır birli- ği içerisinde bulunmaktadır, inceleme alanın- da yüzeyleyen kayaların en alt birimini Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede for- masyonu ve bu formasyon içerisinde yer alan Çaltepe kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı, Çavuştepe yumrulu kireçtaşı ve kalksisti, Gökde-

rebaşı kuvarsiti, Belyakası mermeri ve Diken- lipınar kireçtaşından oluşan üyeler oluşturur. Kambriyen-Devoniyen yaşlı formasyonun üzerine açısız uyumsuzlukla Jura-Kretase yaşlı Hacılabaz formasyonu gelir (Cengiz, 1997). Kretase (?) yaşlı dolerit daykaları bu birimleri kesip geçer. Bunların ayrışmasıyla da demirli lateritler oluşur. En üstte de Neojen yaşlı çökeller ve Kuvaterner yaşlı genç çökel- ler yer almaktadır (Şek. 2 ve 3).




0 240 480 720 960 1200



Yarıyaylı Sarı

Yıldırım Çayı

Sızma Çayı

Nirva (N)

Yar (Y)

Oymaklı (O)

Ancaklı (A)

Şebecik (Ş)

İncekum (İ)

Tekirdağ (T)

Müdü (M)

Tekirdağ (T)

Sık (S)

Kum (K)

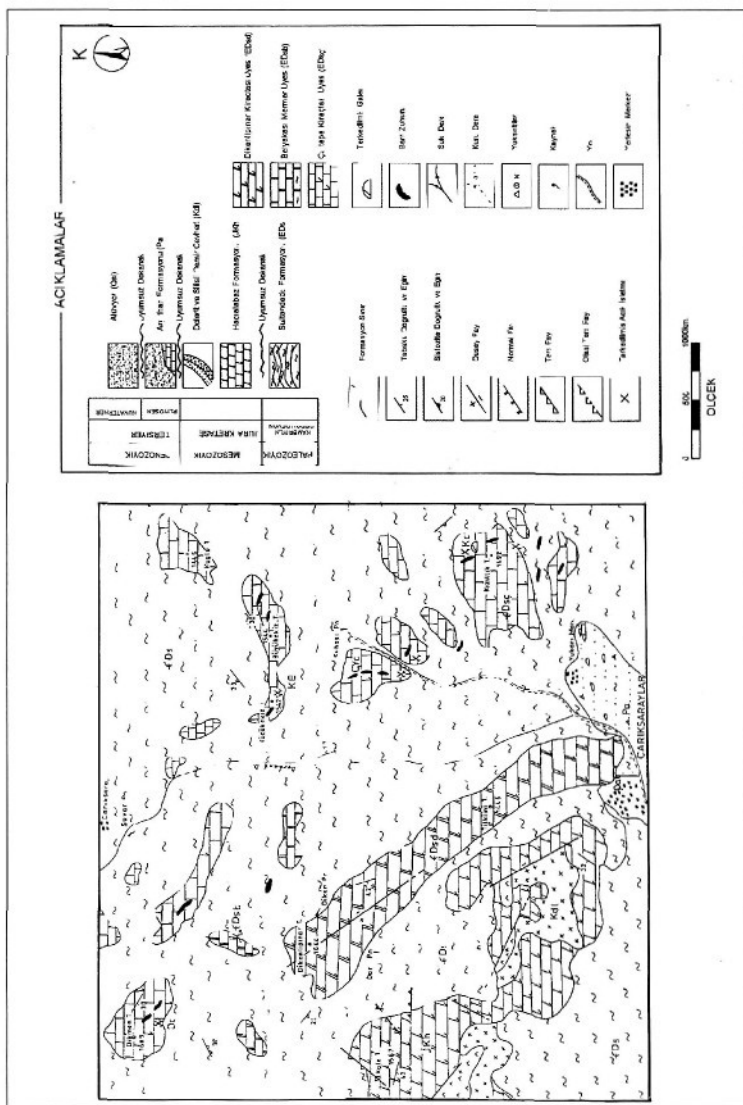
Vahşi (V)

Kıvrık (Kı)

Yer (Y)

Yarıyaylı (Y)

Şek. 2- Hüyük (Konya) barit yataklarının jeolojisi haritası.



## MADEN YATAKLARI

Toroslarda çok sayıda barit yatağı bulunmaktadır. Farklı yaşlarda ve tektonik birliklerde yer alan ve inceleme alanına yakın konumda bulunan bu yataklardan en önemileri güneyde Gazipaşa ve Alanya (Antalya) ilçelerinde, doğuda Maran yaylası (Fekede) ve Binboğa dağlarında, batıda ise Sultandağlarında görülmektedir. Çalışma alanının konusunu oluşturan Sultandağları yatakları Türkiye ve Avrupa'nın büyük rezervli yatakları arasında olup, oluşumlarıyla da ilginçtirler.

Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç-Isparta) ile Hüyük (Konya) yerleşim merkezleri arasında KB-GD doğrultusunda yaklaşık 80 km uzunluğunda ve 750 m genişliğinde bir zonda 30 ayrı yerde barit cevherleşmesi bulunur. Bölgedeki barit yatakları, bölgesel metamorfizma geçirmiş Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede formasyonu içerisindeki Çaltepe kristalize kireçtaşı ve dolomitler, Çavuştepe kalkışistleri ve aynı formasyon içerisinde geniş yayılım gösteren şistlerde ve bu birimlerin dokanaklarında yer alır. KB-GD uzanımlı cevher zonu, aynı yönlü kırıkları ve kıvrım eksenlerini takip eder. Paleozoyik sonrası bir dönemde geliştiği ve metamorfizmadan da etkilendiği düşünülen barit cevherleşmeleri, kıvrım kanatlarına ve katman yüzeylerine genellikle damar, mercer ve katmansı şekillerde yerleşmiştir.

Bölgedeki barit cevherleşmeleri parajenezlerine göre, Hüyük ve Çarıksaraylar baritleri olarak iki farklı bölüme ayrılarak incelenmiştir (Cengiz ve Kuşçu, 1998).

Hüyük yöresindeki barit yatakları; baritle birlikte, pirit, kalsit, dolomit, siderit, ankerit, serisit, klorit ve muskovit, ikincil olarak da; malakit, azurit, götit ve limonit gibi mineraller içerir. Çarıksaraylar yöresindeki barit yataklarının parajenezinde, sülfidlerden galen, sfalerit, daha az olarak da kalkopirit, pirit ve tetraedrit bulunur. Birincil sülfidlerin oksidasyon ve sementasyon ürünü olarak, kalkosinkovellin, neodijenit, serüzit-anglezit, limonit,

götit, malakit ve azurit gelişmiştir. Kalsit, kuvars, dolomit, siderit, ankerit ve klorit de gang mineralleridir (Cengiz, 1997).

## JEOKİMSAYAL ÖZELLİKLER

### Numune Alım ve Analiz Yöntemleri

inceleme alanında yüzeyleyen barit yatak ve zuhurlarındaki damarlardan sistematik olarak derlenen 36 örneğin, ana oksit ve iz element gruplarının analizleri yapılarak, incelenmiş ve birbirleriyle ilişkileri yorumlanmıştır. Bunlardan 16 örnekteki 10 ana ve 20 iz element, ICP cihazı ile Kanada da ACME laboratuvarlarında analiz edilmiştir (C-1. C-2, C-20, P-3, P-17, P-29, P-39, P-40, P-45, P-46, DT-6, YP-7, YP-8. YP-9, YP-11, YP-15). Diğer 20 örnekte; yaş kimyasal, gravimetrik, titrasyon ve AAS yöntemiyle incelenmiş, bazı örneklerdeki element grupları da optik spektrometre yöntemiyle yan kantitatif olarak MTA ve Çinkur laboratuvarlarında belirtilmiştir (Çizelge 1 ve 2)

### Ana Oksitler

Gerek cevherleşmelerden, gerekse yan kayaçlardan alınan örnekler, ayrı ayrı incelenerek bileşenlerin yatak ve zuhurlar içerisindeki dağılımları ve birbirleriyle olan ilişkileri belirlenmiş, ayrıca incelenen yatak ve zuhurlardan elde edilen veriler de birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Diğer yandan, analiz sonuçlarının yorumlanmasıyla yatak oluşturan bileşenlerin kaynağı araştırılmıştır. Ayrıca esas cevher minerallerini oluşturan elementlerden Ba ve Sr ile bunlara eşlik eden  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , MnO, MgO, CaO,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $P^{2O_5}$  oksitlerin, yatak ve zuhurlardaki dağılımları incelenmiştir. (Çizelge 1 ve 2). Bazı örneklerdeki ana oksitler Çinkur (Kayseri) laboratuvarlarında analiz edilirken, 16 örneğin ana oksitleri de ICP cihazı ile ACME (Kanada) laboratuvarlarında yapılmıştır.

Koçtepe, Gökçekur, Erikli, Yellice, Kuyucak, Kızıllık, Subaşı ve Cemil Yaşar ve Dikmen ocaklarından alınan bazı cevher numu-

nelerinde SiO<sub>2</sub> nin yüksek değerler (P-23, C-2, YP-7, P-43, YP-9, P-25 ve P-5) verdiği gözlenirken, diğer cevherleşmelerde ise SiO<sub>2</sub> değeri birbirine benzerlik gösterir (Çizelge 1 ve

2). Analiz sonuçları ile elde edilen silisün genelleştirilerek yataklarda bulunan kuvarstan geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 1- Hüyük bölgesindeki yataklara ait örneklerin ana ve iz element analizleri (%)

	Yatak Adı	Örnek No	BaO	SrO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
HÜYÜK BÖLGESİ	Çay	P-38	60.08	--	0.12	0.02	0.03	0.0013	0.008	0.09	0.006	0.011	--	--
		P-39	63.16	1.25	0.44	0.13	0.04	<0.01	<0.01	0.16	<0.04	<0.01	0.02	0.11
		P-53	58.18	1.86	0.03	0.02	0.06	0.026	0.004	3.95	--	--	--	--
		Art.ortalama	60.47	1.55	0.59	0.06	0.04	0.014	0.006	1.40	--	--	--	--
	İnkaya	P-40	63.38	1.79	0.49	0.07	0.05	<0.01	0.01	0.08	<0.04	<0.01	0.11	0.19
		P-44	60.27	--	0.02	<0.03	0.04	0.0013	0.011	0.12	0.005	0.010	--	--
		Art.ortalama	61.82	--	0.26	--	0.05	--	0.010	0.01	--	--	--	--
	Asmalı	P-41	58.59	--	0.64	0.06	0.19	0.02	0.07	1.56	0.01	0.025	--	--
	Sulu	P-15	59.48	--	0.02	0.09	0.04	0.0013	0.032	1.54	0.022	0.060	--	--
		P-16	61.06	--	0.02	<0.03	0.03	0.0013	0.010	0.025	0.004	0.006	--	--
		P-17	62.99	1.40	0.48	0.19	0.07	<0.01	0.01	0.06	<0.04	0.030	0.04	<0.01
		P-19	55.52	--	0.02	0.12	0.07	0.0013	0.021	0.025	0.040	0.045	--	--
		P-20	55.84	--	0.30	<0.03	0.03	0.0013	0.016	1.34	0.017	0.040	--	--
		Art.ortalama	58.98	--	0.17	0.13	0.05	0.0013	0.018	0.60	0.021	0.036	--	--
	Koçtepe	P-3	59.54	1.14	1.41	0.28	0.14	0.02	0.02	2.80	0.04	0.020	0.01	<0.01
		P-8	62.42	1.40	0.15	0.08	0.1	0.004	0.012	0.93	--	--	--	--
		P-9	63.46	1.20	0.03	0.04	0.14	0.004	0.007	0.53	--	--	--	--
		P-10	58.23	0.80	0.43	3.06	0.57	0.05	0.012	4.50	--	--	--	--
		P-11	64.05	0.80	0.15	0.06	0.06	--	0.007	0.46	--	--	--	--
		P-12	49.98	0.60	6.50	2.0	5.40	0.09	0.066	4.11	--	--	--	--
	Art.ortalama	59.61	0.99	1.45	0.92	1.07	0.034	0.021	2.22	--	--	--	--	
Gökçukur	P-5	47.98	--	4.72	0.03	0.04	0.0013	0.014	0.89	0.011	0.032	--	--	
	P-6	62.76	1.0	0.02	0.02	0.1	0.0026	0.007	1.12	--	--	--	--	
	P-7	60.59	--	0.04	<0.03	0.03	0.0013	0.10	0.12	0.005	0.006	--	--	
	P-45	62.94	1.44	0.68	0.08	<0.04	<0.01	0.02	0.18	<0.04	<0.01	0.03	0.07	
Art.ortalama	58.57	1.22	1.36	0.04	0.06	0.0017	0.013	0.58	0.008	0.019	--	--		
Erikli	P-23	41.71	--	11.12	<0.03	0.02	0.0013	0.016	0.033	0.006	0.01	--	--	
	P-25	54.50	0.80	6.70	0.25	0.57	0.26	0.12	0.32	--	--	--	--	
	P-26	64.17	0.80	0.04	0.13	0.28	--	0.012	0.22	--	--	--	--	
	P-27	63.10	2.10	1.5	1.32	0.57	0.09	0.016	0.10	--	--	--	--	
	P-29	62.45	1.32	0.66	0.15	0.16	<0.01	0.02	0.52	<0.04	<0.01	0.04	<0.01	
	Art.ortalama	57.19	1.25	4.00	0.46	0.32	0.117	0.037	0.24	--	--	--	--	
Koru	C-20	63.89	1.25	0.38	0.08	<0.04	<0.01	0.04	0.28	<0.04	0.010	0.05	<0.01	
	P-31	63.50	1.40	0.21	0.37	1.0	0.052	0.007	0.10	--	--	--	--	
	P-32	63.60	1.20	0.02	0.02	0.03	--	0.005	0.30	--	--	--	--	
	P-35	63.25	2.15	0.02	0.02	0.014	0.009	--	0.10	--	--	--	--	
	P-54	60.06	--	0.02	<0.03	0.02	0.0013	0.007	0.41	--	--	--	--	
	Art.ortalama	62.86	1.50	0.13	0.12	0.27	0.021	0.015	0.24	--	--	--	--	
Yellice	P-46	63.44	1.24	0.57	0.16	0.13	<0.01	0.01	0.17	<0.04	0.020	0.02	0.17	
	P-48	61.50	--	0.02	<0.03	0.02	0.0013	0.007	0.04	0.006	0.010	--	--	
	P-49	61.50	1.6	1.50	0.75	2.15	0.013	0.016	0.15	--	--	--	--	
	Art.ortalama	62.15	1.42	0.70	0.46	0.76	0.0072	0.011	0.12	--	0.015	--	--	
Kıyıcak	P-51	63.50	1.25	0.02	0.02	0.014	--	0.005	0.15	--	--	--	--	
	P-43	59.70	1.0	9.40	0.75	0.14	0.026	0.016	0.10	--	--	--	--	
<b>TOPLAM</b>	<b>Art.ortalama</b>	<b>60.31</b>	<b>1.34</b>	<b>1.70</b>	<b>0.28</b>	<b>0.27</b>	<b>0.024</b>	<b>0.020</b>	<b>0.66</b>	<b>0.013</b>	<b>0.018</b>	<b>0.04</b>	<b>0.14</b>	

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sadece Koçtepe ocaklarında iki örnekte % 2.0 ile % 3.06 gibi yüksek değerler gösterirken, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Koçtepe ocağında bir örnekte % 5.40 ile en yüksek değerini vermek-

tedir (Çizelge 1). Demirin pirit, kalkopirit ve sfaleritden kaynaklandığını söylemek yanlış olmayacaktır.

Çizelge 2- Çarıkсарайlar yataklarına ait örneklerin majör ve iz element analizleri (%)

Yatak Adı	Örnek No	BaO	SrO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
ÇARIKSARAYLAR BÖLGESİ	Kızılık T.	YP-15	59.31	2.73	2.03	0.13	0.25	0.01	0.50	0.84	<0.04	<0.01	0.01	0.08
		YP-17	52.41	--	0.04	0.11	0.37	0.01	0.03	0.20	0.015	0.04	--	--
		Art.ortalama	55.86	--	1.04	0.12	0.31	0.01	0.26	0.52	--	--	--	--
	Subaşı	C-2	51.79	1.96	9.57	0.29	0.11	0.02	0.15	0.30	0.04	<0.01	0.02	<0.01
		YP-9	53.67	3.05	8.20	0.31	0.54	0.01	0.61	0.98	0.08	<0.01	0.05	<0.01
		YP-9a	53.39	4.48	0.43	--	0.03	0.05	0.005	0.77	--	--	--	--
		Art.ortalama	52.95	3.16	6.07	0.30	0.23	0.03	0.26	0.68	0.06	--	0.035	--
	Cemil Yaşar	CY-5	57.79	--	0.68	0.06	0.96	0.01	0.03	1.00	0.017	1.23	--	--
		YP-3	63.10	--	0.56	0.06	0.05	0.01	0.09	0.22	0.009	0.030	--	--
		YP-5	60.74	--	0.84	0.03	0.09	0.01	0.05	0.36	--	--	--	--
		YP-6	62.03	1.86	1.50	0.06	0.21	0.003	0.003	0.20	--	--	--	--
		YP-7	43.44	1.71	9.49	0.14	0.91	0.08	2.27	10.06	<0.04	0.02	0.04	0.18
		YP-8	36.03	1.31	1.10	0.22	0.29	<0.01	0.06	0.18	0.06	0.02	0.05	0.15
		YP-8a	60.11	2.37	0.04	0.09	0.13	0.01	0.13	0.24	0.022	0.028	--	--
		Art.ortalama	54.75	1.81	2.03	0.09	0.38	0.02	0.38	1.75	0.027	0.266	0.05	0.16
	Dikmon T.	DT-6	5.52	0.27	0.50	0.12	0.11	<0.01	<0.01	0.08	<0.04	0.05	<0.01	0.20
		YP-11	33.51	0.63	3.59	0.12	0.22	<0.01	<0.01	0.19	<0.04	<0.01	0.14	0.14
		YP-11b	--	--	0.66	0.05	0.09	0.01	0.07	0.18	0.010	0.030	--	--
Art.ortalama		--	0.45	1.58	0.11	0.14	0.01	0.07	0.15	--	0.04	0.14	0.17	
<b>TOPLAM</b>	<b>Art.ortalama</b>	<b>49.27</b>	<b>2.04</b>	<b>2.68</b>	<b>0.16</b>	<b>0.27</b>	<b>0.02</b>	<b>0.24</b>	<b>0.78</b>	<b>0.03</b>	<b>0.12</b>	<b>0.06</b>	<b>0.14</b>	

MnO bütün ocaklarda % 0.26'dan daha düşük değerler verirken, CaO ise en yüksek değeri (% 10.06) ile Cemil Yaşar ocağında gözlenir. Ca'u yüksek değerlikli örneklerin, yan kayaçlar kireçtaşı (P-10, P-12 ve P-3.95), Ca düşük olanlarda kalkıştistir (P-19 ve P-17). Buradaki Ca, yatak ve zuhurlarda gang minerali olarak bulunan kalsit ile dolomit minerallerinden ileri gelmektedir.

Çizelge 1 ve 2 den görüleceği üzere K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> elementleri bütün örneklerde çok düşük miktarlarda olup belirgin bir mineralle ilişkili olabileceği saptanmamıştır.

Yan kayaçlarda yapılan analiz sonuçlarına göre, Hüyük sahasındaki kuvars serizitli kayacının SiO<sub>2</sub> bakımından zengin (% 73.74) olduğu, Kızılık tepe kireçtaşlarının da MgO'ce zengin (% 7.88) olduğu izlenir. Kalkıştistlerde de SiO<sub>2</sub>'nin % 13.04 ile % 19.02 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

#### İz elementler

Cevherleşmelerden ve yan kayaçlardan alınan örneklerin bir kısmındaki Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Y, Mo, Co, Ag, As, Sb, Bi ve Nb iz elementleri Çinkur (Kayseri) laboratuvarlarında analiz edilirken, 16 örneğin iz element analizi de ICP cihazı ile ACME (Kanada) laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çizelge 3- Yan kayaçlardaki majör ve iz element analizleri (% olarak)

	Kayaç Adı	Örnek No	BaO	SrO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Hüyük sahası	Kalkşist	P-21	0.45	--	19.02	3.86	0.46	0.05	0.67	22.65	0.93	--
	Kalkşist	P-22	--	--	13.04	2.69	0.36	0.08	0.47	33.88	0.06	1.19
	Kireçtaşı	P-13	--	--	19.24	5.90	0.69	0.01	0.51	34.54	1.73	2.13
	Kuvars serizitlişist	C-16	--	--	73.74	3.52	1.21	0.01	0.60	0.55	1.55	1.10
	Kireçtaşı	C-7	--	--	0.48	0.46	0.10	0.03	0.16	29.11	0.06	1.71
Çarıksaraylar sahası	Dolomitik kireçtaşı	C-1	5.55	0.28	2.38	0.39	1.42	0.38	7.88	39.92	0.06	0.07

inceleme alanındaki barit yatakları ve zuhurlarındaki BaO içeriği, Hüyük sahasında % 41.71 ile % 64.5 arasında, Çarıksaraylar sahasında da % 33.51 ile % 63.10 arasında değişmektedir (Çizelge 1). Araştırma sahasında yer alan baritlerin SrO içerikleri Hüyük yatağı için ortalama % 1.34, Çarıksaraylar ya-

tağı için de % 2.04 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Stronsiyumun barit yataklarında yüksek oranda bulunmasının sebebi, stronsiyum ile baryum yarı çaplarının uygun olmasından dolayı barit minerali içinde baryumun yerini alması ve kristalde izomorf olarak yerleşmesidir.

Çizelge 4- Çeşitli yatak tiplerine ait baritlerin stronsiyum miktarları

Yatak Adı	Yatak Tipi	SrO (%)	Literatür
Schneckenstein Vogtland/Almanya	Damar	0.84	Kayabalı (1992)
Lau Havzası/Avustralya	Damar	1.43	Bertine ve Keene (1975)
Mittlerer Schwarzwald Odenwald ve Spessart/Almanya	Damar	1.68	Fazakas (1976)
Dreisler, NE/Saurland/Almanya	Damar	1.18	Podufal (1977)
Hüyük, Konya/Türkiye	Damar	1.34	Bu çalışma
Çarıksaraylar, Isparta/Türkiye	Damar	2.04	Bu çalışma
Meggen ve Lenne/Almanya	Sedimanter	0.66	Puchelt (1967)
Karalar Gazipaşa/Türkiye	Sedimanter	0.63	Striebel (1965)
Hüyük, Konya/Türkiye	Sedimanter	1.08	Ayhan (1987)
Newly Discovered/Nevada Chamberlain Creek Synkline	Eks. Sed.	0.04	Shawe, Poole ve Brobst (1969)
Arkansas/USA	Eks. Sed.	1.18	Zimmerman (1976)
Karoo Supergroup/G.Afrika	Eksk. Sed.	1.34	Reimer (1978)
Burhan Mah. Gazipaşa/Türkiye	Eks. Sed.	0.66	Ayhan (1979)
Alanözü, Karaman/Türkiye	Eks. Sed.	0.70	Kayabalı (1992)



Söz konusu değerlerden anlaşılacağı üzere baritler içerisinde bulunan Sr miktarı, jenezin açıklanmasında önemli bilgiler vermektedir. Bir çok araştırmacı, hidrotermal oluşumlu yataklarda yaptıkları kimyasal analizlerde, baritler içerisinde SrO miktarının daima % 1.5 ve üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır (Werner, 1958; Starke, 1969; Fazakas, 1976; Podufal, 1977). Buna karşılık sedimanter ve ekshalatif sedimanter yataklarda ise SrO içeriği çoğunlukla % 1'in altındadır (Puchelt, 1967; Striebel, 1965; Zimmermann, 1976; Reimer, 1978 ve Ayhan, 1979). inceleme alanındaki barit örneklerinin SrO içerikleri hidrotermal barit yataklarındaki değerlere büyük benzerlikler göstermektedir. Ayrıca, Puchelt (1967), sulu sedimanter ortamlarda Ba/Sr oranı yüksek olmasına rağmen barit içindeki Sr miktarının 1'in altında olduğunu, Scharp (1974) ise, formasyon sularının getirdiği Ba'un, deniz ortamında oluşturduğu baritlerin oldukça az miktarda Sr içerdiğini ortaya koymuşlardır. Diğer yandan, baritlerin bazı iz element (Y, Ni, Co, Au) konsantrasyonları araştırılmış ve düşük değerler elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar (Kuşçu, 1983; Maynard and Okita, 1991) yüksek Sr içeren baritlerde, bazı pirittli örnekler dışında sülfid mineralleri bulunmadığını, bu yüzden de Y, Ni, Co ve Au değerlerinin düşük olduğu tezini savunmuşlardır.

Kökenine bağlı olarak sfaleritin kristal ağında Fe, Sn, Ni, Hg, Ga, Ge, Mo, In, Ag ve nadiren Te, galen kristal ağında ise Si, Ag, Bi, Sb beklenbilir (Ramdohr, 1975).

Yatak ve zuhurlardaki Pb oranı, Hüyük bölgesinde % 0.23 iken, Çarıkсарaylar bölgesinde % 18 arasında değişmektedir. Dikmen Tepe zuhurunda bu oran ortalama % 56.20'lik bir değere ulaşmaktadır (Çizelge 5).

Bölgedeki yatak ve zuhurlarda Zn değeri, Hüyük çevresindeki ocaklardan Aşmalı ocağında % 0.014 Zn (P-41), Koçtepe'de % 0.01 Zn (P-3) ve Kuru ocağında da % 0.31 Zn (C-16) olarak gözlenir. Çarıkсарaylar çevresinde ise Zn ocaklarda daha fazla orandadır ve ortalama olarak da % 0.083 Zn değeri belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki cevherleşmelerdeki Cu değeri, Hüyük bölgesinde ortalama % 0.018 Cu iken, Çarıkсарaylar bölgesinde bu değer ortalama % 0.03 Cu değerine yükselmiştir. Dolayısıyla Cu miktarı sahanın güney doğusundan kuzey batısına gidildikçe artmaktadır (Çizelge 5).

Hüyük yöresindeki Aşmalı ocağında % 0.0007 Cd'a daha az rastlanmakla birlikte, Çarıkсарaylar yöresindeki örneklerde ortalama olarak % 0.0027 Cd belirlenmiştir. Cd'un büyük olasılıkla sfaleritlerden kaynaklandığı ve Hüyük yöresinde de sfalerit izlenmediği için bu sonuçlar doğaldır.

Ag, Hüyük bölgesinde Çay. Sulu, Koçtepe, Gökçukur, Erikli, Kuru ve Yellice ocaklarından derlenen örneklerde 0.696 gr/ton, Çarıkсарaylar bölgesinde ise bütün ocakların aritmetik ortalaması 9.816 gr/ton'dur. Ag en çok Dikmen tepe ocağında 32.88 gr/ton değerinde izlenmiştir. (Çizelge 5). Görüldüğü gibi Ag, Hüyük yöresinde düşük değerler gösterirken, Çarıkсарaylar yöresinde daha yüksek değerler gösterir. Yapılan cevher mikroskobisi incelemelerinde herhangi bir Ag minerali saptanamamıştır. Bu nedenle, Ag'nin yüksek değerlerinin, Çarıkсарaylar zuhurlarında bulunan galen ve tetraedritin kristal kafesinde diadoh olarak yer alan Ag'nin miktarını yansıttığı düşünülmektedir (Cengiz, 1997).

Çizelge 5- Hüyük ve Çarıkarraylar bölgesindeki cevherleşmelerin iz element analiz sonuçları (Ag gr/ton, diğer elementler % olarak verilmiştir).

Yataklar Adı	Örn. N.	Ba	Sr	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Y	Mo	Co	Ag	As	Sb	Bi	A.Z.
Çayı	P-37	55,75	1,73	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-38	53,81	--	--	--	0,0003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-39	56,57	1,06	<0,010	<0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<10	<0,001	0,001	0,587	<0,01	0,001	<0,01	0,3
Yıldırım	P-53	52,11	1,57	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-60	56,20	1,57	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Art.ort.	54,89	1,48	--	--	0,0016	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
İnkaya	P-40	56,77	1,52	0,010	<0,010	0,009	<0,001	<0,001	<10	<0,001	0,001	<0,010	<0,01	<0,001	<0,01	0,2
	P-44	53,98	--	--	--	0,006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Art.ort.	55,37	--	--	--	0,006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Aşmalı	P-41	52,48	--	0,020	0,014	0,006	0,0007	--	--	--	--	<0,0005	--	--	--	--
	P-15	53,28	--	--	--	0,0003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-16	54,69	--	--	--	0,0007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sulci	P-17	56,42	1,18	<0,010	<0,010	0,003	<0,001	0,001	<10	<0,001	0,001	0,284	<0,01	<0,001	<0,01	0,4
	P-19	49,73	--	--	--	0,0007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-20	50,01	--	--	--	0,0007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kocatepe	Art.ort.	52,83	--	--	0,010	0,003	<0,001	0,001	<10	<0,001	0,001	0,850	<0,01	<0,001	<0,01	2,2
	P-3	53,33	0,96	0,010	0,010	0,010	0,003	<0,001	0,001	<10	<0,001	0,001	0,850	<0,01	<0,001	2,2
	P-8	55,91	1,18	--	--	0,010	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Gökçukır	P-9	56,84	1,01	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-10	52,15	0,67	0,004	0,010	0,010	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-11	57,37	0,67	--	--	0,007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Erikli	P-12	44,76	0,51	--	--	0,007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-14	20,58	0,34	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Art.ort.	48,71	0,76	0,007	0,006	0,006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Gökçukır	P-5	42,97	--	--	--	0,0007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-6	56,23	0,84	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-7	54,27	--	--	--	0,0003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Erikli	P-45	56,37	1,22	0,010	<0,010	0,001	<0,001	<0,001	<10	<0,001	0,001	0,850	<0,01	<0,001	<0,01	0,2
	Art.ort.	52,46	1,03	--	--	0,0012	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-23	54,27	--	--	--	0,0003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Erikli	P-25	48,81	0,67	--	--	0,015	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-26	51,47	0,67	--	--	0,004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-27	56,52	1,77	0,004	0,007	0,007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kor.	P-29	55,93	1,11	0,003	<0,010	0,002	<0,001	<0,001	<10	<0,001	0,001	0,850	<0,01	<0,001	<0,01	0,7
	Art.ort.	53,40	1,06	0,004	0,006	0,006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	C-20	57,22	1,05	0,020	<0,010	0,002	<0,001	<0,001	<10	<0,001	0,001	0,587	<0,01	<0,001	<0,01	0,2
Kor.	P-31	56,87	1,18	--	--	0,007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-32	56,96	1,01	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-33	56,20	1,69	--	--	0,003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Kor.	P-35	56,65	1,82	--	--	0,002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	P-54	53,79	--	--	--	0,0003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	C-16	--	--	2,610	0,310	0,780	0,021	--	--	--	--	1,247	--	--	--	--
Art.ort.	56,28	1,35	1,310	0,130	0,011	--	--	--	--	--	0,907	--	--	--	--	

Yatak Adı	Örnek No	Ba	Sr	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Y	Mo	Co	Ag	As	Sb	Bi	Az
HÜYÜK BÖLGESİ	P-46	58.82	1.04	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<10	<0.001	0.001	0.567	<0.01	<0.001	<0.01	0.3
	P-48	55.08	---	---	---	0.0003	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	P-49	55.08	1.35	---	---	0.002	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	P-51	56.87	1.06	---	---	0.003	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ArLort.	56.46	1.15	---	---	0.002	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	P-43	53.47	0.85	---	---	0.010	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ArLort.	53.47	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	TOPLAM	55.63	1.77	0.23	0.11	0.018	0.0059	0.001	---	---	---	0.666	---	---	---	---
	C-1	4.97	0.24	0.06	0.02	0.071	<0.001	0.001	<10	<0.001	0.001	7.654	0.01	0.007	<0.01	38.7
	YP-15	53.12	2.30	3.38	0.03	0.040	<0.001	0.001	<10	<0.001	<0.001	4.536	0.15	<0.001	<0.01	2.0
Kızılıık Tepesi	YP-17	56.99	---	0.004	0.02	0.007	0.003	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
	C-2	55.06	1.27	1.15	0.02	0.039	---	0.001	---	---	---	6.095	0.08	---	---	---
	YP-9	48.39	1.65	7.93	0.15	0.028	0.001	0.007	<10	<0.001	<0.001	3.665	0.02	<0.001	<0.01	3.7
	YP-9a	45.07	2.57	3.78	0.22	0.019	0.001	<0.001	<10	<0.001	<0.001	1.701	0.01	<0.001	<0.01	2.0
	ArLort.	47.82	3.79	---	---	0.003	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	ArLort.	47.43	2.67	5.85	0.18	0.017	0.001	---	---	---	---	2.693	0.015	---	---	---
	CY-3	54.84	2.50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	CY-5	51.76	---	0.043	0.16	0.015	0.002	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
	YP-3	56.51	---	0.083	0.01	0.005	0.001	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
	YP-5	54.40	---	0.033	0.05	0.038	0.0007	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
Cemil Yaşar	YP-6	55.56	1.57	---	---	0.010	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	YP-7	38.91	1.44	0.090	<0.01	0.047	<0.001	<0.001	<10	<0.001	0.001	0.284	<0.01	<0.001	<0.01	8.1
	YP-8	32.27	1.10	38.58	0.04	0.046	<0.031	<0.001	<10	<0.001	<0.001	12.474	0.03	<0.001	<0.01	1.7
	YP-8a	53.84	2.00	14.00	0.12	0.064	0.0007	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
	ArLort.	49.76	1.72	8.80	0.08	0.032	0.0011	---	---	---	---	6.374	---	---	---	---
	C-5	55.00	2.79	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	DT-9	4.94	0.23	81.84	<0.01	0.034	0.001	<0.001	<10	<0.001	<0.001	32.885	0.03	<0.001	<0.01	7.3
	YP-11	11.23	0.53	41.67	<0.01	0.028	<0.001	<0.001	<10	<0.001	<0.001	15.308	---	---	---	0.0
	YP-11b	30.00	---	45.10	0.05	0.021	0.0007	---	---	---	---	<0.0005	---	---	---	---
	ArLort.	---	0.38	56.20	---	0.028	0.0085	---	---	---	---	24.096	---	---	---	---
TOPLAM	47.45	1.51	18.00	0.083	0.029	0.0027	0.0013	---	---	---	9.816	0.039	---	---	---	

Bu sonuçlar, Çarıkсарайlar yöresi cevherleşmelerinin daha yüksek ısılı çözültülerden ve derinlerde, Hüyük dolayındaki cevherleşmelerin ise daha sığ derinliklerde ve aynı çözültülerin düşük ısılı olanlarından geliştiğini düşündürmektedir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından çeşitli za-

manlarda dünyanın değişik bölgelerinde kireçtaşı ve dolomitlerde yapılan Pb-Zn analizlerinin ortalaması genellikle Pb için 5 ppm ve Zn ortalaması da 20 ppm civarındadır (Wedepohl, 1979 ve Bürküt, 1975). Çalışma alanında yan kayaç olan kireçtaşlarındaki Pb-Zn değerleri, bu kayaçların normal Pb-Zn içeriklerinden daha yüksektir (Çizelge 6).

Çizelge 6- Yan kayaçlardaki iz element analizleri (%)

	Kayaç Adı	Örn. No	Ba	Sr	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Y	Mo	Co
Hüyük sahası	Kalkışt	P-21	<0.5	--	--	--	0.001	--	--	--	--	--
	Kalkışt	P-22	--	--	0.07	0.31	0.04	0.003	--	--	--	--
	Kireçtaşı	P-13	--	--	0.04	0.20	0.01	0.002	--	--	--	--
	Kuvars serizitlişt	C-16	--	--	2.61	0.31	0.78	0.021	--	--	--	--
	Kireçtaşı	C-7	--	--	0.03	0.02	0.002	0.001	--	--	--	--
Çarıkсарайlar sahası	Kireçtaşı	C-1	4.97	0.24	0.06	0.02	0.02	<0.001	0.001	<10	<0.001	0.001

O halde analiz edilen numunelerin cevherleşmeye çok yakın alınması ya da cevherleşmeyi oluşturan çözültülerin yan kayaçtaki etkinliğinin sızıntı anomalisi şeklinde sürdüğünün bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Cevher Numunelerinin Korelasyon Analizleri

Yapılan 36 örneğin analiz sonuçlarına göre, Çizelge 1 ve 2'de verilen ana oksit ve iz elementlerin (Çizelge 5) arasındaki ilişkiler "r" korelasyon katsayıları hesaplanmak suretiyle incelenmiştir. Elde edilen söz konusu katsayılar, parajenez açısından farklılıklar gösteren Hüyük ve Çarıkсарайlar bölgesi olarak iki gruba ayrılarak korele edilmişlerdir. (Çizelge 7).

BaO-SrO ilişki katsayısı Çarıkсарайlar sahasında  $r=0.71$  ve Ba-Sr'un da  $r=0.64$  olması Ba ile Sr elementi arasında kuvvetli ve orta derecede pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Hüyük bölgesindeki BaO-SiO<sub>2</sub>'in arasında, BaO oranı arttıkça SiO<sub>2</sub> oranı azalmakta olup, elde edilen ilişki katsayısı da -0.73 ile bu

durumu çok iyi ifade etmektedir. Çarıkсарайlar sahasında bu iki element arasında herhangi bir ilişki belirlenememiştir. CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> element çiftleri arasında Çarıkсарайlar bölgesinde  $r=0,64$  olup ve orta pozitif korelasyon vardır. CaO-SiO<sub>2</sub> elementleri Çarıkсарайlar sahasında  $r=0,57$  ve orta pozitif korelasyon göstermektedir. Tüm sahadan elde edilen analiz sonuçlarına göre CaO-MgO elementleri arasında  $r=0,75$  değeri ile orta pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ca-MgO'nin yüksek olması dolomit mineralinden gelmektedir. Hüyük ve Çarıkсарайlar sahasının tümündeki analiz sonuçları bize Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>O bileşikleri arasında  $r=0,67$  orta pozitif ilişki katsayısı olduğunu göstermektedir. SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> element çiftleri arasında Çarıkсарайlar sahasında  $r=0,72$  olup orta pozitif korelasyon göstermektedir. Çalışma alanının tamamının analiz sonuçları Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O elementleri arasında  $r=0,86$  olup, kuvvetli pozitif korelasyonun varlığından söz edilmektedir. MgO-K<sub>2</sub>O element çiftleri arasında da  $r=0,72$  olup (bütün sahadada) orta dereceli pozitif korelasyon vardır.

Çizelge 7- Hüyük (H) ve Çarıkisaraylar (Ç) bölgesindeki cevher örneklerine ait bazı element çiftleri ile bileşikler arasındaki korelasyon katsayıları

BaO																						
-0,15 (H+Ç)	CaO																					
0,4 (H) 0,71 (Ç)	-0,03 (H+Ç)	SrO																				
-0,08 (H+Ç)	0,43 (H) 0,64 (Ç)	-0,18 (H+Ç)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>																			
-0,21 (H+Ç)	0,25 (H+Ç)	-0,25 (H+Ç)	0,33 (H+Ç)	MnO																		
-0,73 (H) 0,00 (Ç)	0,05 (H) 0,57 (Ç)	0,04 (H+Ç)	0,31 (H) 0,39 (Ç)	0,34 (H+Ç)	SiO <sub>2</sub>																	
-0,31 (H) -0,18 (Ç)	0,34 (H+Ç)	-0,11 (H+Ç)	0,55 (H+Ç)	0,29 (H+Ç)	0,31 (H) 0,72 (Ç)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>																
-0,15 (H+Ç)	0,75 (H+Ç)	0,18 (H+Ç)	0,11 (H+Ç)	0,2 (H+Ç)	0,47 (H+Ç)	-0,05 (H+Ç)	MgO															
-0,41 (H+Ç)	0,26 (H+Ç)	--	0,39 (H+Ç)	0,48 (H+Ç)	0,35 (H+Ç)	0,86 (H+Ç)	0,72 (H+Ç)	K <sub>2</sub> O														
0,01 (H+Ç)	0,04 (H+Ç)	--	0,67 (H+Ç)	-0,02 (H+Ç)	-0,02 (H+Ç)	-0,2 (H+Ç)	-0,1 (H+Ç)	0,07 (H+Ç)	Na <sub>2</sub> O													
-0,46 (H+Ç)	-0,13 (H+Ç)	-0,28 (H+Ç)	-0,05 (H+Ç)	--	-0,02 (H+Ç)	-0,35 (H+Ç)	--	--	--	--	TiO <sub>2</sub>											

Ba																						
0,39 (H) 0,64 (Ç)	Sr																					
0,51 (H) 0,81 (Ç)	-0,14 (H+Ç)	Pb																				
0,2 (H+Ç)	--	--	Zn																			
0,12 (H) 0,28 (Ç)	-0,01 (H+Ç)	0,53 (H) 0,17 (Ç)	0,23 (H+Ç)	Cu																		
-0,15 (H+Ç)	--	-0,11 (H+Ç)	0,55 (H+Ç)	--	Cd																	
0,83 (H+Ç)	--	0,97 (H+Ç)	--	--	--	--	Ag															

Ba-Pb arasında Çarıkisaraylar bölgesinde  $r=0,81$  olup, aralarında kuvvetli negatif bir ilişki mevcut olmakla birlikte, Hüyük sahasında da  $r=0,51$  ve orta pozitif bir korelasyon gözlenmektedir. Çizelge 7'de görüldüğü üzere, Ba-Ag arasında  $r=0,83$  olup, aralarında kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi saptanmıştır. Pb-Cu elementi arasında Hüyük'te  $r=0,53$  olup, orta pozitif korelasyon belirlenmiş ve Pb-

Ag elementi arasında da  $r=0,97$  olup, kuvvetli pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Yani, Pb element içeriği arttıkça Ag element değeri de artmaktadır. Bu da bize Ag'un galen minerallerinden gelebileceğini düşündürmektedir. Zn-Cd element çiftinde de  $r=0,55$  olup, aralarında orta derecede pozitif bir ilişkinin varlığından söz edilebilir.

### Sıvı kapanımlar

Çalışma alanında yer alan yatak ve zuhurlardan sıvı kapanım incelemesi yapmak için saydam, temiz ve iri kristalli toplam 22 adet barit örneği alınmıştır, incelemelerin yapılabilmesi için bunlardan 8 adet barit örneğinden iki yüzü parlatılmış kesitler MTA laboratuvarlarında hazırlanmış ve mikroskopta incelenmişler ve bu kesitlerin sadece 3 adetinde bulunabilen sıvı kapanımlar ölçüme tabi tutulmuşlardır. Bu kesitler, polarizan bir mikroskopla ilâve edilen ısıtma tablasında, içerdikleri sıvı kapanımların gaz kabarcıkları kayboluncaya kadar ısıtılır. Bu araştırmada kullanılan sıvı kapanım mikroskobu Nikon marka olup, 600°C'a kadar ısıtmaya elverişli ve +1°C hassasiyetinde sonuçlar elde edilmiştir.

Kesitlerde sıvı kapanımlarının genellikle incelenemeyecek kadar çok küçük boyutlu ol-

dukları gözlenmiş olup, bunların bazılarında ısıtma dahi yapılamamıştır. Bazı kapanımlar ısıtıldıklarında çatladıklarından homojenleşme sıcaklığı ölçülememiştir. Çoğu kesitlerde de kapanıma rastlanmamıştır. Ancak bazılarında çok az ve küçük boyutlu birincil ve ikincil kapanımlar gözlenebilmiştir. incelenen kesitlerde sıvı ve gaz kapanımlar belirlenmiş olmasına karşılık katı kapanımlara rastlanmamıştır. Tespit edilen kapanımların hiçbirinde soğutma yapılamamış bu yüzden sadece homojenleşme sıcaklıkları dikkate alınmış, tuzluluk, yoğunluk, oluşum derinliği ve basınç düzeltmesi gibi faktörler belirlenememiştir.

Koru ve Erikli galerilerinden alınan barit örneklerinin incelenmesi sonucunda birincil ve ikincil kapanımlara oldukça az rastlanmıştır. Çok az gözlenen birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların boyutları 5-14 ile 4-15 mikron arasındadır (Çizelge 8).

**Çizelge 8- Baritlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları ile kapanım tür ve boyutları**

	Yatak Adı	Örnek No	Homojenleşme Sıcaklığı (°C)	Kapanımın Türü	Kapanımın Boyutu (µ)
Hüyük Bögesi	Koru galeri	P-33	210°-360°C	Sıvı+Gaz	4-15
	Erikli galeri	P-23	180°-340°C	Sıvı+Gaz	5-14
	Erikli galeri	P-28	280°-300°C	Sıvı+Gaz	4-15

inceleme alanındaki baritlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları; 180°-360°C arasında değişen birincil kapanımlar şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca barit oluşumundan sonra meydana gelen ve bir sıra dahilinde dizilim gösteren küçük boyutlu ikincil tek ve iki fazlı kapanımlara da rastlanmıştır. Bu ikincil kapanımların oluşum ısı bakımından önemi olmadığı için ölçüm yapılmamıştır.

Hidrotermal kökenli minerallerde sıvı kapanımları; genellikle (CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O) karışımını yansıtan iki fazlı (sıvı+gaz) bir bileşim içerirler (Roedder, 1979). Kapanımlarda katı fazın bu-

lunmayışı, mineral oluşturan çözeltilerin düşük sıcaklıklarda bulunduğunu, minerallerin duraylı ve dengeli fiziko kimyasal şartlara hazır bir ortamda oluştuğunu göstermektedir. (Özüş ve Yaman, 1989). Bundan başka katı kapanımların olmaması; tuzluluğun düşük olduğuna da işaret etmektedir (Leach, 1980).

Sadece sınırlı sayıda ölçülebilen birincil sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıklarından yararlanarak yatağın kökeninin hidrotermal oluşumlu ve mezotermal-hipotermal evrelerde oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

## 32/34S İzotopları

izotop analizleri, Geochron Laboratories Div. Krueger Enterprises Inc. ABD'de izotop Jeoloji ve Jeokronoloji Merkezinde gerçekleştirilmiştir, inceleme alanındaki kükürt izotop incelemeleri, yöredeki cevher damarlarından alınan örneklerden % 100 veya çok yakın saflıkta ayrılmış barit ve galen mineral ayrımları üzerinde yapılmıştır. Örnekler mikroskopla elle ayırma yöntemiyle ayrılmış, başka mineraller ile kenetli kristal taneleri büyük bir titizlikle temizlenmiştir. Yüksek saflıkta ayrılan sülfid mineralleri <250 mikron tane boyu aralığına, sülfat minerali de <75 mikrona getirilip ezilir ve 5-15 mg civarındaki örnek yakılır. Ezilen örnekler kuvars yün tapalı 7 mm çaplı kuvars tüpleri içerisinde doldurulur. Örnek, SO<sub>2</sub> gazı üreten saf oksijen akımında 1100°C civarında yakılır. Termal olarak sülfatlı ayrışmalar ve SO<sub>3</sub>, Cu<sub>2</sub>O ile karıştırılıp kavrusak SO<sub>2</sub>'ye indirgenir. SO<sub>2</sub> ve fazla O<sub>2</sub>, susuz buz/alkol karışımı mevcut olan su içinden geçer ve son-

ra oksijen ve azot kapanlarından (183°C ile -196°C) geçen iki sıvı SO<sub>2</sub> olarak yoğunlaşır (CO<sub>2</sub> mevcutsa). Yanma sistemi, yoğun O<sub>2</sub> içeren gazların ortadan kaldırılması için 100 m'den daha az akıcılıkta aşağı pompalanır. Donmuş SO<sub>2</sub>, kütle spektrometresinde hazır halde bulunan analizler için örnek kabına taşınır. Üretilen SO<sub>2</sub> gazının <sup>34</sup>S/<sup>32</sup>S izotop oranları, VG SIRA-903 model, izotop oran tipi ve gaz kaynaklı kütle spektrometresinde analiz edilmektedir. Analiz sonuçları gerekli düzeltmeler ve hesaplar yapıldıktan sonra <sup>34</sup>S (CDT, %) değerleri şeklinde ifade edilir. Kükürt izotopları için aletsel hassasiyet, +0.1 ‰'den daha hassastır. Elde edilen sonuçlar ve analizlerin sonucu şüpheli olduğunda deney tekrarlanır.

Analiz sonuçları, Hüyük ve Çarıksaraylar yataklarındaki barit örnekleri, mineral türü ve diğer özelliklerine göre Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 9- Barit ve galenin yataklanma şekli, yan kayacı, mineralojisi ve <sup>34</sup>S izotop sonuçları.**

	Yatak Adı	Örnek No	Yan kayaç	Yataklanma Şekli	Mineraloji	<sup>34</sup> S ‰ (CDT)
Hüyük bölgesi	Çay galeri	P-39	Kireçtaşı	Damar	Barit	30.7
	Erikli galeri	P-23	Kireçtaşı -Kalksist	Mercek	Barit	30.3
	Koru galeri	P-23	Kireçtaşı	Damar	Barit	30.4
Çarıksaraylar bölgesi	Kızılılık galeri	YP-17	Kireçtaşı	Damar	Barit	29.2
	Dikmen Tepe ocağı	DT-8	Kireçtaşı	Damar	Barit, pirit	28.5
	Dikmen Tepe ocağı	DT-6	Kireçtaşı	Damar	Galen	13.9

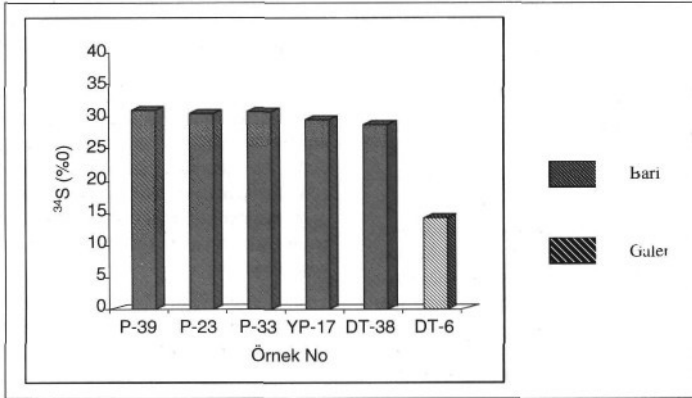
Baritlere ait <sup>8</sup><sup>34</sup>S değerleri +29.2 ‰ ile +30.7 ‰ arasında değişen pozitif izotopsal bileşime sahiptirler. Galende ise <sup>8</sup><sup>34</sup>S değeri +13.9 ‰ olarak tespit edilmiştir (Şek. 4). CDT: Canyon Diablo troilitte <sup>34</sup>S/<sup>32</sup>S standardı.

Çalışma alanındaki sülfidli barit yataklarına benzer şekilde oluşmuş hidrotermal damar tipi yataklarda (Şek. 5). kükürtün kaynağını

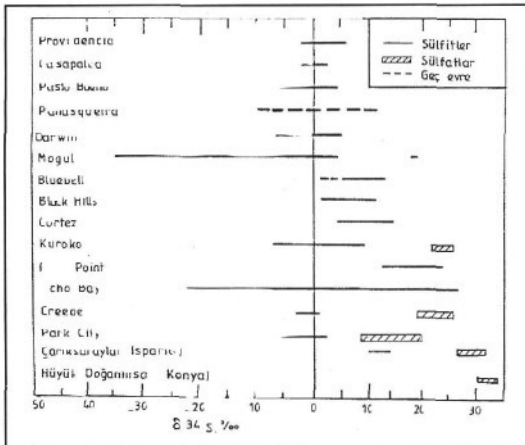
belirlemek oldukça zordur. Bu yataklarda bulunan minerallerin yapısındaki kükürtün izotopsal bileşimi, kükürtün sağlandığı kaynağın izotopsal bileşiminin yanı sıra çözücü ve taşıyıcı suyun içerdigi kükürtün izotopsal bileşimi, kristallenme sıcaklığı, metal iyonlarının bağlı bolluğu ve oluşacak minerallerin türü, çözeltinin pH'sı ve ortamın oksijen fugasitesi (fO<sub>2</sub>)

veya  $SO_4^{2-}/H_2S$  oranı gibi çevre koşullarından da önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu koşulların etkisiyle sıfıra yakın  $^{34}S$  değerli bir kükürt kaynağından -33.3 % ile +28.8 % arasında değişen değerler ortaya çıkabilmekte, ayrıca

bu yataklarda izlenen sülfat minerallerinin sülfid minerallerine göre çok daha ağır izotopsal bileşime sahip oldukları gözlenmektedir (Rye ve Ohmoto, 1974; Hoefs, 1987).



Şek. 4- Çalışma alanındaki baritlerde ve galende ölçülen  $^{34}S$  izotop değerlerini gösteren histogram.



Şek. 5- Değişik hidrotermal cevher yataklarındaki sülfid ve sülfatlardaki  $^{34}S$  değerinin değişim aralığı (Rye and Ohmoto, 1974).



Hidrotermal cevherleşmelerde sülfütlü ve sülfatlı minerallerin yapısında bulunan kükürt (a) magmatik ve (b) deniz suyu içindeki sülfat kökenli olmak üzere iki kaynaktan gelmektedir. Ayrıca bu kaynakla doğrudan ilişkili olabileceği gibi daha önce bu kaynaklardan oluşmuş çeşitli kayaçlarda ve minerallerde tutuklanmış kükürdün çözülerek yeniden kullanılması şeklinde dolaylı ilişkili de olabilmektedir.

Magmatik kökenli kükürt, doğrudan bir magmatik faaliyetle ilişkili hidrotermal çözeltiler içindeki kükürt ve magmatik kayaçlardan ve içerdikleri sülfütlü minerallerden daha sonra farklı kökenli hidrotermal sularca çözülerek yakanmış kükürttür. Sıfıra ve birbirine çok yakın  $8^{34}\text{S}$  değerlerine sahip izotopsal bileşimli kükürt içerikli magmatik kökenli olarak düşünülür.

Deniz suyu, yüksek konsantrasyonlardaki  $\text{SO}_4^{2-}$  içeriği ile önemli bir kükürt kaynağıdır. Deniz suyu içindeki sülfatın kükürt izotopları bileşimi çeşitli jeolojik devirler boyunca +10 ile +30 ‰ aralığında değişiklikler göstermiş olup, günümüzde +17- +20 ‰ arasında bir ortalama değere sahiptir (Claypool ve diğerleri, 1980 ve Ohmoto, 1986).

Hidrotermal cevherleşmelerde yapılan incelemelerde çok karmaşık sonuçlar elde edilebilmekte olup, ya farklı kökenli kükürtlerin karışımı şeklinde yorumların yapıldığı veya hidrotermal sistemler içindeki fizikokimyasal koşulların karmaşıklıklar yarattığı tartışılır.

Homojen ve heterojen kükürt izotop bileşiminin bağlı bolluklarının sistemden hidrojen ayrılması, yan kayaçlardan kükürt çözülmesi, sülfütlerin oksitlenmesi gibi nedenlerle sık sık değişmesi durumunda bu heterojenlik daha da artmaktadır. Bu etkileşimler sonucu ortalama  $8^{34}\text{S}$  değeri sıfıra çok yakın magmatik kökenli bir sistemden oluşan sülfütlü minerallerin yapısında +8 ile -30 ‰ arasında değişen  $8^{34}\text{S}$  değerleri, ortalama  $8^{34}\text{S}$  değeri +10 ile +30 arasında değişen deniz suyu içindeki sülfat kökenli bir sistemden oluşan sülfütlü mineraller-

rin yapısında ise +30 ile -15 ‰ arasında değişen  $8^{34}\text{S}$  değerleri gözlenebilmektedir. Ortam bazikleştirilmeyle oluşan mineraller  $^{34}\text{S}$ 'ce zenginleşmekte ve ağır izotopsal bileşimler gözlenmektedir.

#### Kükürt İzotopları Jeotermometresi

Sülfütlü mineraller arasındaki izotopsal denge ayrımlanma faktörleri kullanılarak bu minerallerin oluşum sıcaklıkları belirlenebilmektedir (Ohmoto ve Rye, 1979). Bu amaçla değişik mineraller arasında mineral çiftleri oluşturulmakta ve  $D = \frac{^{34}\text{S}_A}{^{34}\text{S}_B}$  izotopsal oran farkları hesaplanarak önerilen formüller yardımıyla oluşum sıcaklıkları tespit edilebilmektedir.

Bu çalışmada, incelenen mineraller arasında oluşturulan mineral çiftlerine ait  $D = \frac{^{34}\text{S}_{\text{barit}}}{^{34}\text{S}_{\text{galen}}}$  değeri izotopsal oran ve oluşum sıcaklığı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Barit için ilk dört sonucun ortalaması +30.15 ‰ kullanılarak barit-kalkopirit çifti için geliştirilmiş formül kullanılarak sıcaklık tahmin edilmeye çalışılırsa;  $T = 2.85 \times 10^3 / D - 2850 / 16.25 = 707.0 \text{ } ^\circ\text{K} - 273.0 = 434.0 \text{ } ^\circ\text{C}$  bulunur.

Çalışma alanındaki yataklarda yer alan barit ve galen numunelerinden alınan örnekler üzerinde yapılan  $^{34}\text{S}$  izotop verilerine göre  $8^{34}\text{S}$  30.15 ‰ bulunur. Bu değer olağan deniz suyu içindeki  $\text{SO}_4^{2-}$ 'in izotopsal bileşimine göre oldukça yüksektir (ortalama = +20 ‰). Sülfatlı minerallerde deniz suyuna göre +2 ‰ kadar farklılık olabilir. Bu yüksek değere göre ortamın izotopsal bileşiminin deniz suyuna göre çok farklılaştığı ve  $^{34}\text{S}$  bakımından zenginleştiği görülmektedir. Belki ( $^{32}\text{S}$ ) hafif izotopların sülfütlü minerallerce kullanılması nedeniyle, artık çözeltilerde  $^{34}\text{S}$ 'ün zenginleştiği ve baritlerin bileşimindeki  $8^{34}\text{S}$  değerlerinin bu nedenle yükseldiği söylenebilir (Gökçe, sözlü görüşme). Çalışma alanının izotop sonuçları yorumlandığında, Dünya'daki bir çok barit yatağının (Çizelge 10) kükürt izotop oranları ile karşılaştırılırsa, bölgedeki barit cevherleşmelerinin Mississippi vadisi tipi yataklara benzerlik

gösterdiği düşünülebilir. Örneğin, Minas-Gerais, Bambui (Brezilya), Paracatu, Laisvall (İsviçre), Punta Peppixedda, Monte Tasua yataklarının  $8^{34}\text{S}$  izotop oranları  $18\text{--}31.7\%$

arasındadır. Bu yataklar Mississippi vadisi tipi yataklardır. Dolayısıyla da çalışma alanındaki  $8^{34}\text{S}$  izotop değerleri pozitif ve  $30\%$ 'a yakın izotopsal bileşime sahiptirler.

**Çizelge 10-Dünya'daki çeşitli yatakların oluşumu, yan kayacı ve minerallerine göre  $^{34}\text{S}$  izotop verileri (Barbieri ve diğerleri, 1984)**

Yatak Adı	Oluşumu	Yan kayacı	Mineral	$^{34}\text{S}$ ‰ (CDT)
Punta Peppixedda	Stratiform	Dolomit	Barit	32.1
Monte Tasua	Stratiform	Kireçtaşı-Dolomit	Barit	31.1
			Galen	19.6
Arcu Sa Gruxi	Stratiform	Kuvarsit	Barit	28.8
			Galen	12.8
Barega, Guardia de Mesu	Karst	Dolomit-Kireçtaşı	Barit	19.4
Barega, San Salvatore	Karst	Kireçtaşı	Barit	19.0
Barega, Monte Arcau	Karst	Dolomit-Kireçtaşı	Barit	21.7
Barea 1 mining area	Karst	Kireçtaşı	Barit	18.3
Barega, Scaper	Karst	Dolomit-Kireçtaşı	Barit	26.4
Corona Sa Craba	Karst	Kireçtaşı	Barit	22.2
Nuraghe Paristeris	Karst	Kireçtaşı	Barit	
Seddas Moddizzis	Karst	Dolomit	Barit	18.2
Nebida, Phaff 2 Mağarası	Karst	Kireçtaşı	Barit	25.8
San Giovanni, Santa Barbara	Karst	Kireçtaşı	Barit	15.3
Monteponi, congiaus	Karst	Kireçtaşı	Barit	19.6
Nuxis	Damar	Pal	Barit	18.0
Barega, Litopone	Damar	Dolomit-Kireçtaşı	Barit	19.2
Mont'Ega	Damar	Dolomit-Kireçtaşı	Barit	19.7
Rio Murtas	Damar	Kireçtaşı	Barit	17.9
Punta Candiazzus	Damar	Dolomit	Barit	17.7
Campumari	Damar	Puding	Barit	21.6
Corona Sa Craba	Damar-Nodüler	Kuvarsit	Barit	20.6
Su Benatzu	Plaser	Dolomit	Barit	19.7
Minas-Gerais, Brezilya, Bambui	Damar	Kireçtaşı-Dolomit	Galen	18-27.5
Paracatu	Stratiform	Dolomit	Galen	31-31.7
Laisvall-İsviçre		Kumtaşı	Galen	22-28
SE Sardina-İtalya	Damar	Kumtaşı	Barit	14-21.9
Sarrabus-Gerrei		Porfiroid-Granitoid	Galen	8.0-5.1
Baccu-Arrodas		Siyah şeyl	Barit	
Hüyük-Doğanhisar (Konya)	Damar	Kireçtaşı	Barit	30.15
Şarkikaraağaç (Isparta)	Damar	Kireçtaşı	Galen	13.9

## KÖKEN ÜZERİNE TARTIŞMA

Çalışma alanındaki barit cevherleşmeleri, mineral parajenezlerine göre iki ayrı şekilde sınıflandırılmıştır. Bunlar farklı şekilde sınıflanılabilsede aynı kökene bağlı olarak oluşmuşlardır.

Üzerinde araştırma yapılan baritler, genellikle Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede formasyonunun içerisindeki Çaltepe kristalize kireçtaşları ile Çavuştepe kalkıştilleri ve aynı formasyon içerisinde yaygın bir şekilde izlenen şistlerde ve bu birimlerin dokanaklarında yer alır. Cevher bu kayaçların içerisinde kırık, çatlak ve boşluklara genellikle damar, mercer ve katmansı şekillerde yerleşmiştir.

Barit kristalleri içinde kataklastik deformasyonlar sonucu oluşmuş kırıklara remobilizasyon süreçleri sonucu kuvarsların yerleşmiş olması, demirce zengin iç yansımali sfaleritlerin varlığı, sfalerit içerisindeki kalkopirit ayrılmaları gibi nispeten yüksek sıcaklıktaki oluşumları karakterize eden özelliklerin bulunması, sfaleritlerin kataklastik kırıklarına dolgu şeklinde yerleşmiş galenlerin içerisinde damlacıklar şeklinde fahlerzin bulunması gibi bulgular: barit damarlarının hidrotermal çözeltilerle ilişkili olduğunu gösteren diğer kanıtlardır (Cengiz ve Kuşçu, 1998).

Damarlardaki Ba/Sr oranı, sedimanter kökenli yatak ve zuhurlardaki orandan daha yüksektir. Bu yüksek oran, hidrotermal yataklardaki değerlere benzerlik göstermektedir. (Werner, 1958; Starke, 1969). Diğer taraftan, baritlerdeki silis oranları da yatakların bazı örneklerinde yüksek değerler vermektedir (Çizelge 1). Bu sonuçta bize yatakların parajenezinde yer yer kuvarsin arttığını gösterir.

Yapılan jeokimyasal incelemelerde, Ba ve Sr'un pozitif korelasyon gösterdikleri ve SrO değerlerinin Hüyük yöresinin baritlerinde, % 1.34, Çarıkсарaylar baritlerinin ise % 2.04

ortalama bir değer gösterdiği belirlenmiştir. Bir çok araştırmacı, hidrotermal oluşumlu yataklarda yaptıkları jeokimyasal çalışmalarında, baritlerdeki SrO miktarının daima % 1.5 ve üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır (Werner, 1958; Starke, 1969; Fazakas, 1976; Podufal, 1977). Buna karşılık, sedimanter ve ekshalatif sedimanter yataklarda bu değer genellikle % 1'in altındadır (Puchelt, 1967, Striebel, 1965, Zimmermann, 1976; Reimer, 1978 ve Ayhan, 1979). Bu bilgilerin ışığı altında, çalışma alanında yer alan baritlerdeki SrO değerleri çok yüksek olduğundan onların hidrotermal yataklara benzerlik gösterdiğini belirtmek yanlış olmayacaktır. Ayrıca kimyasal analizlerin sonucuna göre, yöredeki baritlerin içerisinde yer yer düşük de olsa Pb, Zn, Cd, Ni, Co, Ag, As. Sb... gibi iz elementlerin varlığı belirlenmiştir. Bu iz elementlerin Hüyük yöresinden Çarıkсарaylar yöresine doğru özellikle Pb, Zn, Cu, Cd, Ag ve As gibi elementlerde bir artış olduğu izlenmektedir.

Baritler içinde cevherleşmeyi sağlayan çözeltilerin nispeten yüksek sıcaklıktaki (180°-360°C) homojenleşme sıcaklığına sahip olan iki fazlı (sıvı+gaz) sıvı kapanımların bulunması, bu yatakların önemli diğer verileridir.

Sınırlı sayıda da olsa barit ve galen örneklerinde yapılan  $8^{34}\text{S}$  izotop ölçümlerine göre, ortalama olarak baritin  $8^{34}\text{S}$  değeri +30.15 ‰, galenin de +13.9 ‰ olduğu belirlenmiştir.  $8^{34}\text{S}$  değerlerinin pozitif olması hem sedimanter bir yatağa, hem de hidrotermal yataklara işaret etmektedir. Hidrotermal cevherleşmelerde, sülfütlü ve sülfatlı minerallerin yapısında bulunan kökürüt; magmatik ve deniz suyu içindeki sülfat kökenli olarak iki şekilde bulunabildiğine göre, çalışma alanındaki pozitif  $8^{34}\text{S}$  izotop değerleri hidrotermal ve denizel kökenli olarak düşünülebilir. Ayrıca, üzerinde çalışılan yatakların, yataklanma şekli, mineralojisi, iz element kapsamı, sıvı kapanım çalışmaları,

bunların oluşum ısısı ile hidrotermal özellikleri ağır basan barit cevherleşmelerinin  $8^{34}\text{S}$  izotop oranlarını da oluşturan hidrotermal olarak yorumlamak yanlış olmayacaktır. Bununla birlikte, barit cevherleşmelerini oluşturan hidrotermal çözeltilerin deniz suları ile karışmış olabileceğini de düşünmek doğru bir yorum olacaktır. Yatağın hidrotermal olduğunu kanıtlayan verilerden magmatik aktivitenin açıkça belirteci olan herhangi bir magmatik kayaca yörede rastlanılmamıştır. Barit yatakları genelde karbonatlı kayalar içerisinde yer almalı, yataklanma şekli, S izotop oranı ve magmatik kayalarla doğrudan ilişkilerinin görülmeyişi ile Mississippi vadisi tipi yataklara kısmen benzerlik göstermektedir. Bunun yanında sıvı kapanım ölçümlerinden ve kükürt izotop oranlarından belirlenen oluşum sıcaklığı ise Mississippi vadisi tipi yataklara benzememekte, daha çok yüksek ısıli hidrotermal bir yatağa benzerlik göstermektedir.

Damar tipine ait yatak ve zuhurların oluşumu, Amstutz ve Zimmermann (1964) tarafından oluşturulan modelde belirtilen magmatik aktivite ile ilgili olarak oluşabilen hipojenepijenetik teori ile açıklanan özelliklere sahiptir. Buna göre, cevher mineralleri magmatik-hidrotermal çözeltiler veya çözelti karışımları ile taşınmışlardır. Baritler bu çözeltilerin; kırık hatlarına yerleşmeleri, kısmen de kayaları ornatmaları sonucunda oluşmuşlardır.

## SONUÇLAR

Araştırma sahasında alttan üstte doğru; Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede formasyonu ve bu formasyon içerisinde yer alan üyeleri bulunur. Kambriyen-Devoniyen yaşlı formasyonların üzerine açısız uyumsuzlukla Jura-Kretase yaşlı Hacialabaz formasyonu gelir. Kretase (?) yaşlı dolerit daykaları bu birimleri kesmekte ve bunların ayrışmasıyla da demirli lateritler oluşmuştur. Stratigrafik olarak en üstte de Neojen yaşlı çökeller ve Kuvaterner yaşlı genç çökeller yer almaktadır.

Çalışma alanının en yaşlı kaya birimi olan Kambriyen-Devoniyen yaşlı birimler, sedimentasyon ve cevher oluşum evresinden sonra meydana gelen orojenik hareketler sonucu kıvrılmış, yeşil şist fasiyesinde düşük dereceli bir metamorfizma geçirmişlerdir.

KB-GD doğrultusunda yaklaşık 80 km uzunluğunda ve 750 m genişliğinde bir zonda yer alan barit cevherleşmeleri; Kambriyen-Devoniyen yaşlı Sultandede formasyonunun taban düzeylerindeki kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kalkşist ve şistler ile bu birimlerin geçişlerine epijenetik olarak yerleşmişlerdir. Paleozoyik sonrası bir dönemde geliştiği ve metamorfizmadan da etkilendiği düşünülen barit cevherleşmeleri genellikle damar, merccek, merceksi damar ve katmansı yataklanma şekilleri gösterir.

Bölgedeki barit cevherleşmeleri, parajenezlerine göre sınıflandırmışlardır. Hüyük barit yataklarında fakir bir parajenez ve sülfütlü minerallere fazla rastlanmazken, Çarıkсарaylar baritlerinde sülfütlü mineraller bol oranda bulunmaktadır.

Hüyük yöresi barit oluşumlarında baritle birlikte, pirit, kalsit, kuvars, dolomit, siderit, ankerit, serisit, klorit, muskovit, azurit, malakit, götüt ve limonit bulunur. Çarıkсарaylar yöresi barit oluşumlarında da, sülfütlü galen, sferit, daha az olarak da kalkopirit, pirit ve tetraedrit bulunur. Birincil sülfütlü oksidasyon ve sementasyon ürünü olarak, kalkosinkovelin, neodijenit, serüzit - anglezit, limonit, götüt, malakit ve azurit gelişmiştir. Kalsit, kuvars, dolomit, siderit, ankerit ve klorit de barite eşlik eden minerallerdir (Cengiz, 1997).

Dünya'daki barit yatakları incelendiğinde, araştırma sahasındaki yatakların genellikle karbonatlı kayalar içinde yer almaları, yataklanma şekli ve kükürt izotop oranları ve magmatik kayalarla doğrudan ilişkilerinin görülmeyişi ile Mississippi vadisi tipi yataklara kısmen benzerlik göstermekte olduğu düşünülmektedir.

Yöredeki baritlerin: yataklanma şekilleri, parajenezi, yan kayaç alterasyonları, barit cevherleşmelerinin iz element oranlarının yüksek olması (Pb, Zn, Cu, Cd, Ag v.b.), Ba/Sr oranının yüksek, SrO değerlerinin % 1.97'nin üzerinde olması, sıvı kapanım incelemelerine göre homojenleşme sıcaklığının 180°-360°C ve iki fazlı (sıvı+gaz) olarak izlenmesi, barit ve galenlerdeki <sup>32</sup>S izotop oranının +30.15 ‰ ve +13.9 ‰, oluşum ısısının da 434°C bulunması, yatağın hidrotermal çözeltilerle oluştuğunu düşündürmektedir.

#### KATKI BELİRTME

Araştırmacılar, çalışmayı kısmen maddi olarak destekleyen Başer Maden A.Ş.'ne, majör ve iz element analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Jeo. Yük. Müh. Yavuz Ulutürk'e (MTA), Kimya Yük. Müh. Nedret Özkar'a (MTA), Çinkur AŞ (Kayseri) elemanlarından Jeo. Yük. Müh. Fethi Demir'e ve sıvı kapanım incelemelerini yapan Dr. Zeynep Ayan'a (MTA) teşekkür ederler.

*Yayına verildiği tarih, 4 Ekim 1999*

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüsselamoğlu. Ş., 1958, Sultandağlarının 1/100000 ölçekli jeolojik löveleri hakkında rapor: MTA Enst., Arşivi. Rap. No: 2669. (Yayımlanmamış)
- Amstutz. G.C. ve Zimmermann, R.A., 1964, Small scale Sedimentary features in the Arkansas barite district: In Sedimentology and ore genesis. Ed. GC Amstutz, Elsevier, 157-163.
- Ayhan. A., 1979, Geologie und mineralogie der bleizink-baryt-lagerstatten Zwischen Burhan Mah. und Yuları bei Gazipaşa-Anlatya: Heidelberg Univ.. Dokt. Tezi. 175 s.
- Ayhan. A., 1986, Hüyük (Beşşehir) yöresinin Alt-Orta Kambriyen yaşlı birimlerde bulunan barit zuhurlarının özellikleri: SÜ. Müh. Mim. Fak. Derg. C. 1.
- Ayhan. A., 1987, Hüyük (Konya) ile Şarkikaraağaç (Isparta) arasında bulunan barit yataklarının incelenmesi: SÜ. Arş. Fonu Proje Rap., 45 s.
- Ayhan, A. ve Karadağ. M.. 1985, Şarkikaraağaç (Isparta) güneyinde bulunan boksitli demir ve demirli boksit yataklarının jeolojisi ve oluşumu: TJK. Bül., C. 28. 137-146.
- Barbieri, M., Masi. U. ve Tolomco, L., 1984, Strontium geochemical evidence for the origin of the barite deposits from Sardinia, Italy. Economic Geology, 79. 1360-1365.
- Blumenthal. M.. 1947, Seydişehir-Beyşehir hinterlandındaki Toros Dağlarının Jeolojisi: MTA Yayılı. Seri D. No: 2. 242 s.
- Brennich. G.. 1954, 1/100 000 ölçekli genel jeolojik harita izahnamesi: Akşehir (90/1. 2, 3. 4) ve Iğın (91/1) ve (91/3) paftaları.
- Brunn, J.H.; Dumont, J.F.; Graciansky, P.; Gutnic, U.; Juteau, T.; Marcoux, J.; Monod. O. ve Poisson, A., 1971, Outline of the Western Taurides in Geology and History of Turkey (Ed. A.Ş. Compbell Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli): 225-255.
- Bulur. K. ve Çetin. H.. 1979, Yalvaç-Şarkikaraağaç (Isparta) bölgesi demirli boksit yatakları jeoloji raporu: MTA Enst. Arş., No: 6594. C. 54767. 96 s.
- Bürküt. Y., 1975, Uygulamalı Jeokimya: İTÜ. Yayılı: 1021, 236 s.
- Cengiz. O., 1997, Şarkikaraağaç (Isparta) ile Hüyük-Doğanhisar (Konya) Arasındaki Barit Yatakları ve Oluşumu: Doktora Tezi, SDÜ. Fen Bilimleri Enst.. 247 s.
- ve Kuşçu, M., 1993, Çarıkarsaraylar (Şarkikaraağaç-Isparta) kuzeyinin jeolojisi ve kurşunlu barit yatakları: TJK. Bül.. C. 36, S. 1. 63-74 s.
- ve—. 1998, Şarkikaraağaç (Isparta) ile Hüyük (Konya) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Barit Yatakları: MTA Genel Müdürlüğü. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yer Bilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiri Özleri Kitabı, 166 s.
- Claypool. G.E.; Holzer, W.T.; Kaplan, I.R.; Sakai H. ve Zak, I., 1980, The age curves of sulfur and oxygen isotopes in marine sulfate and their mutual interpretation: Chem. Geol. V. 28, p. 199-260.

- Dean, V.T. ve Monod, O., 1970, The Lower Paleozoic Stratigraphy and faunas of the Taurus Mountains near Beyşehir, Turkey: I., Stratigraphy. Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol., V. 19, N. 8,411-426 s.
- Desprairies, A. ve Gutnic, M., 1972, Les gresrouges au sommet du Paleozoique du massif du Sultan Dağ et les niveaux (North-East du Taurus Occidentale, Turquie) analyses chimiques et mineralogie gues signification paleogeographie: Bull. de la Soc. Geol. de France Ser (7), tem XII., 505-514 s., N. 3.
- Fazakas, H.J., 1976, Geochemisch-Lagestaettkundliche Untersuchungen an Schwespatvorkommen des Südwestdeutschen Grund und Deckgebirges: Naturwiss. Fak., Univ. München, Doktora Tezi, 76 s.
- Haude, H., 1972, Stratigraphie und Tectonic des Südlichen Sultandağ (SW Anatolien): Zeit. Deutsch. Geol. Ges., 123, 411-421.
- Hoefs, J., 1987, Stable isotope geochemistry (Third Edit.): Springer Verlag, 241 p.
- Kayabalı, I., 1992, Alanözü ve Habliler (Karaman) yöresi barit zuhurlarının jeolojik, petrografik ve genetik incelemesi: SÜ. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi.
- Kuşçu, M., 1983, Göktepe-Ermenek (Konya) yöresinin jeolojisi ve Pb-Zn yatakları: SÜ. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 181 s.
- Leach, D.L., 1980, Nature of mineralizing fluids in the barite deposits of central and southeast Missouri: Econ. Geol. V. 75, p. 1168-1180.
- Maynard, J.B., and Okita, P.M., 1991, Bedded barite deposits in the United States, Canada, Germany and China: Two major types based on tectonic setting: Econ. Geol., 86, 364-376.
- Monod, O., 1967, Batı Toros kireçtaşlarının temelindeki Seydişehir şistlerinde bulunan Ordovisiyen bir fauna: MTA Enst., Yayın, s. 69. 76 s.
- Ohmoto, H., 1986, Stable isotope geochemistry of ore deposits: In Valley et al. (eds.), Stable isotopes in high temperature geological processes: Reviews in mineralogy, V. 16. 491-559 s.
- Ohmoto, H. ve Rye, R.O., 1979, Isotopes of sulphur and carbon, in Barnes, H.L., ed., Geochemistry of hydrothermal ore deposits: Sec. Ed., 509-567, Wiley, 798.
- Özbek, B. ve Üstün, Z., 1974, Beyşehir-Hüyük-limen civarındaki barit zuhurlarının detay jeolojisi: MTA. Rap. No: 5422 (yayımlanmamış).
- Özgül, N. ve Gedik, I., 1973, Orta Toroslarda Alt Paleozoik yaşta Çaltepe kireçtaşı ve Seydişehir formasyonunun stratigrafisi ve Konodont faunası hakkında yeni bilgiler: TJK. Bült., C. 16, S. 2.
- Öztürk, E.M., Öztürk, Z.; Acar, Ş. ve Ayaroglu, A., 1977, Şarkikaraağaç (Isparta) ve dolayının jeolojisi: MTA., Rap. No: 7045, 190 s. (yayımlanmamış).
- ; Dalkılıç, H.; Ergin, A. ve Aşvar, Ö.P., 1981, Sultandağı güneydoğusu ile Anamasdağı dolayının jeolojisi: MTA. Rap. No: 8191 (yayımlanmamış).
- Özüş, S. ve Yaman, S., 1989, Belenköy (Fekede-Adana) barit yatakları ve köken sorunları: Ç.Ü. Müh. Min. Fak. Derg., 4,1, 5-15 s.
- Podufal, P., 1977, Die Dreislaser Barytange: Der Aufschluss, 55, Beiheft 2. 37-40 p.
- Puchelt, H., 1967, Zur Geochemie des Bariums im exogenen Zyklus: Sitzungsber., Heid., Ak. Wiss., Math. Nat. Kl., Jg., 4 Abh., 205 s.
- Ramdohr, P., 1975, Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen: Akademie-Verlag, 1277 s.
- Reimer, T., 1978, Detrital barites in Karoo Supergroup of Southern Africa: Min. Deposita 13, 235-244.
- Roedder, E., 1979, Fluid inclusions as samples of ore fluids: In geochemistry of hydrothermal ore deposits, Ed. H.L. Barnes, John Wiley and Sons, 798 p.
- Rye, R.O. ve Ohmoto, H., 1974, Sulphur and carbon isotopes and ore genesis: A review, Econ. Geol., 69, 826-842 p.
- Scharp, A., 1974, Die Herkunft des Barytes in der Pyrit-Zinkblende Baryt-Lagerstätte Meggen: N. Jb. Min. Palaont. Mh., 38-53.

- Shawe, D.R.; Poole. F.G. ve Brobst. D.A., 1969. Newly discovered bedded barite deposits in east Northumberland Canyon, Nye Country, Nevada: Econ. Geol.. V. 64, 245-254 p.
- Starke- R., 1969, Die Strontiumgehalte der Baryte: Freiburger Forschungsh., 150, 86 s.
- Striebel. H., 1965, Die Bleierz-Baryt-Lagerstaette von Karalar-Gazipaşa (Turkei) und ihr geoiogischer Rahmen: Naturwiss. Fak. Univ. München, Doktora Tezi. 48 s.
- Wedepohl, K.H., 1979, Zinc: Handbook of Geochemistry. V. 11/2.30.
- Werner, C.D., 1958, Geochemie und paragenese der saxonischen schwerspat-flussspat-gaenge im schmalkaldener Revier: Freiburger Forschungshf, 47.
- Zimmermann, R.A., 1976, Rhythmicity of barite-shale and of Sr in stratabound deposits of Arkansas In handbook of stratabound and stratiform ore deposits, V. 3, Ed., K.H. Wolf. Elsevier 339-353.
-