

**itüdergisi/d****mühendislik**

Cilt:5, Sayı:3, Kısım:2, 267-277

Haziran 2006

# Dinek (Şarkikaraağaç-Isparta) ve çevresindeki barit cevherleşmeleri

**Numan ELMAS\* , Fikret SUNER***İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul***Özet**

*İnceleme alanında temel kayalar Kambriyen-Ordovisiyen periyodunda oluşmuş metamorfik sedimanter birimleri içerir. Bu kayalar, doleritik seviyeler içeren Jura yaşlı sedimanter birimlerce uyumsuz olarak örtülür. Neojen birimleri Alt Paleozoik temeli ve Mesozoik kayaları üzerine uyumsuz olarak gelir. Barit cevherleşmeleri sadece Alt Paleozoik kayaları içinde bulunmaktadır. Barit cevherlerinin kimyasal özellikleri I., II.ve III. bölgelerde bazı farklar içerir. İzotopik veriler cevherleştirici sıvıların bazı farklar içermesinin yanında yaklaşık aynı karakterde olduğunu göstermektedir. Baritler hakim olarak sedimanter kökende oluşmuş ve stratiform-stratabound katmanlı, merceksi ve ikincil damar şekillidir.*

**Anahtar Kelimeler:** Barit, stratiform, stratabound, ikincil, katman.

**Barite mineralizations in Dinek (Şarkikaraağaç-Isparta) and its surroundings****Abstract**

*In the study area basement rocks were formed during Cambrian-Ordovician era. These rocks were effected by regional metamorphism. Çaltepe Formation is at the bottom of the basement rocks. This formation contains metamorphosed dolomit, recrystallize and noduler limestone units. Sultandede Formation was seen on the Çaltepe Formation. This formation contains phillite, schists, chalkschists and quartzites, which was exposed to low degree green schist metamorphism. Hacıalabaz Formation overlies Sultandede formation unconformably. This formation which contains dolomit, dolerite and limestone units was formed on carbonate platform in Jurassic–Cretaceous era. In Neogene, Bağkonak Formation was formed in terrestrial river facies. It overlies Lower Paleozoic and Mesozoic formations unconformably. Barite ores are observed only in lower Paleozoic units. Mineral assemblage in the region IV is pyrite, malachite, azurite, limonite, hematite, manganite, sericite and chlorite. In addition to such minerals, some metal sulphide minerals such as galena with amount of silver, sphalerite, chalcopyrite, pyrite, tetrahedrite are more common in the regions I, II and III. Isotopic data shows that ore fluids have approximately the same character. Some sedimentary features in the region IV such as cross-bedding, rhythmic layering, alternation, geopetal fabrics, brecciation, orientation with schistosity etc. are more common than the other regions. Ba sources were generally related to the connate waters of Sultandede formation and sulphate sources of barites which were enriched with heavy sulphur isotope ratios by the effect of sea water.*

**Keywords:** Barite, stratiform, stratabound, seconder, layered.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Numan ELMAS. elmasnuman@yahoo.com; Tel: (216) 372 71 30.

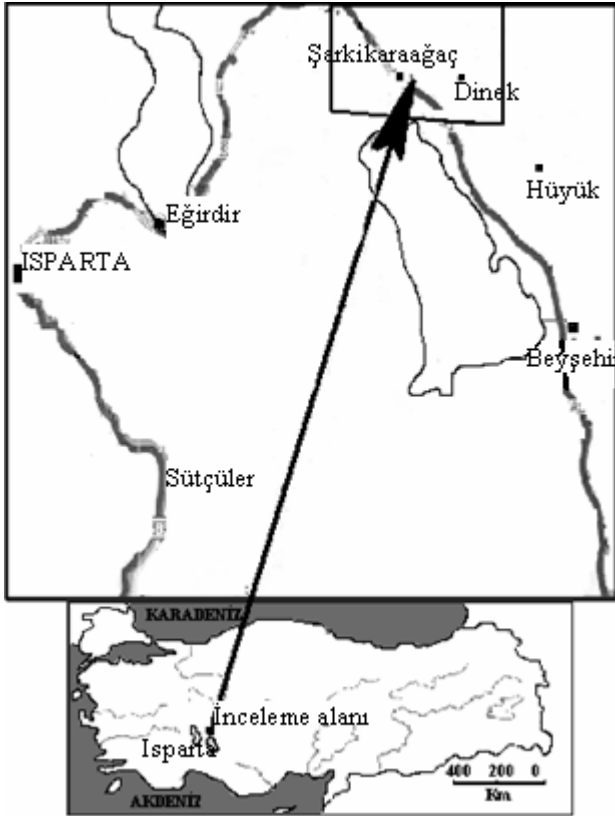
Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Maden Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Dinek ve çevresindeki barit cevherleşmeleri" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 25.07.2005 tarihinde dergiye ulaşmış, 28.11.2005 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2006 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## Giriş

Ülkemizin pek çok bölgesi gibi, Batı Toroslar da stratigrafik, tektonik, petrografik özellikleri ve endüstriyel hammadde/maden potansiyeli açısından yer bilimcilerin ilgisini çekmektedir. Günümüze kadar gelişerek sürdürülen birçok çalışmada, Batı Torosların ayrıntılı jeolojisi, stratigrafisi tektonik özellikleri ve ekonomik jeolojisi ele alınmıştır. Bu çalışmada, Dinek (Şarkikaraağaç-Isparta) civarında (Şekil 1) yataklanmış ve ekonomik öneme sahip barit cevherleşmelerinin kökeni olarak aydınlatılması ve oluşum modelinin yorumlanması amaçlanmıştır.

## Genel jeoloji

İnceleme alanında Paleozoik, Mesozoik, Senozoik'e ait jeolojik birimler bulunmaktadır (Şekil 2 ve 3).



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

## Paleozoik

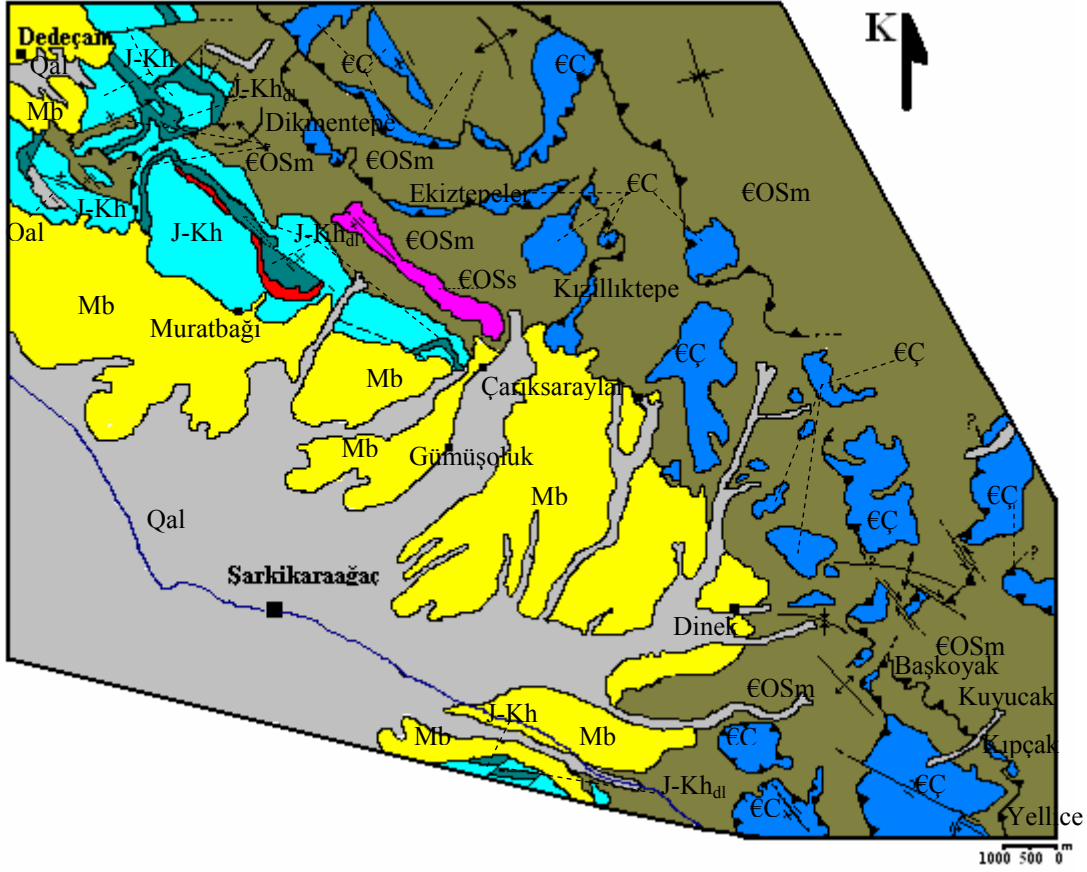
**Çaltepe formasyonu (EÇ)**- Formasyon, tabandan tavana doğru üç farklı birimi içermektedir. Altta gri, kırmızı kahve renkli dolomit, üste doğru koyu

mavi, açık-koyu gri, beyaz renkli rekrystalize kireçtaşları ve en üstte alacalı pembe, mor, kül, krem renkli tabaka yüzeyleri kil sıvımalı ve arakatkılı yumru kireçtaşları ile temsil edilir. Bu formasyon metamorfizma etkisinde kalarak rekrystalize olmuştur. Alt-Orta Kambriyen yaşlı, *Trilobit* fosilli (Öncel, 1995) sığ denizel karakterdedir.






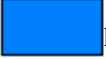

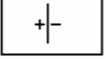

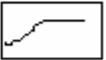
**Sultandede formasyonu (EOS)** - Seydişehir metamorfileri ile üst seviyelerdeki Sarıayla kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabanında Çaltepe Formasyonu bulunmaktadır. Mesozoik'in Hacılabaz Formasyonu, Neojen'in Bağkonak Formasyonu ve Kuvaterner alüvyonları tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Yeşil şist metamorfizması altında düşük dereceli bir metamorfizma geçirmiştir (Frey, 1970). Seydişehir metamorfileri metakumtaşları, kuvarsitler, fillitler, kristalize kireçtaşları kalkışitler ve şistlerden oluşmaktadır. Formasyonun üst seviyelerini oluşturan Sarıayla kireçtaşları, Seydişehir metamorfileri üzerinde uyumlu ve mercek yapılı olarak gözlenmiştir. Sığ denizel karakterde olan bu birim, gri-boz, sarımsı kahverengi, merceksi kireçtaşlarından meydana gelmiştir. *Prooneotodus* *Tenis* ve *Graptolit* vb. fosil içeriğine göre Sultandede Formasyonunun yaşı Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen'dir (Demirkol, 1977).

## Mesozoik

**Hacılabaz formasyonu (J-Kh)**- Tabanda, gri renkli, orta kalın katmanlı dolomitler bulunur. Dolomitlerin üstüne gelen doleritler yaklaşık 70 m kalınlık sunar ve üstlerinde ayrışmalarıyla oluşmuş lateritik boksitler bulunur (Öncel, 1995). Doleritler ile Hacılabaz kireçtaşlarının dokanakları bir çok yerde faylıdır. Doleritler koyu kahverengimsi yeşil, grimsi-yeşilimsi koyu kahverengi-siyahımsı renklidir. Lateritik boksitler, kahverengimsi vişne çürüğü ve kırmızımsı renkler göstermekte, bazı zonlarında siyaha yakın renkler sunmaktadır. Doleritlerin üstünde ise yer yer dolomit arakatkıları içeren koyu gri renkli kireçtaşları ile formasyon son bulur. Hacılabaz kireçtaşlarındaki, *Valvulina sp.*, *Lituolidea*, *Miliolidea*, *Ostracoda*, *Kurnubia jurassica*, *Thaumatoporella sp.*, *Rotorbinella sp.*, fosillerine göre, formasyonun yaşının Jura-Kretase aralığında olduğu savunulmaktadır (Öncel, 1995).



## LEJAND

<b>KUVATERNER</b>		Alüvyon (Qal)	
<b>SENOZOİK</b>		Bağkonak Fm. (Mb) Karasal kırıntılı birimler	
<b>MESOZOİK</b>		Hacialabaz Fm. (J-Kh) Dolomit, dolerit (dl), lateritik boksit ve kireçtaşı	
<b>P A L E O Z O İ K</b>		Sarıayla Kçt. (€OSs) Sert kristalize merceksi yapıda	} Sultandede Fm.
		Seydişehir Metamorfileri. (€OSm) Şist, kalkşist, kuvarsit, kristalize kireçtaşı vb.	
		Çaltepe Fm. (€Ç) Dolomit, rekristalize kçt., yumrulu kireçtaşları	
		Doğrultu atımlı fay	
		Normal fay	
		Ters fay	
		Dokanak	

Şekil 2. İnceleme alanı jeoloji haritası



doğrudur. Seydişehir metamorfitlelerinde doğrultular genel olarak KB'ya daha az olarak ta KD'ya, eğimler ise genel olarak KD ve GB daha az olarak ta KB'ya doğrudur. Hacıalabaz Formasyonunda, doğrultular KB, eğimler GB nadiren de KD yönündedir. Bu veriler, bölgedeki hakim gerilme yönünün KD-GB olduğunu, daha sili olarak ta KB-GD olduğunu gösterir. Paleozoik birimlerinde çeşitli kıvrımlar gözlenmiştir. Kıvrımlar antiklinal ve senklinaller şeklinde ve eksenleri genel itibariyle KB-GD doğrultuludur. Paleozoik ve Mesozoik birimlerde oldukça faylı bir yapı gelişmiştir. Faylar genel olarak normal faylar ve ters faylar olarak, KB-GD gidişlidir. Cevheri öteleyen faylar genel olarak KB-GD yönlü, cevherleşmeden sonra oluşmuşlar ve cevherlere çok kırıklı ve ezikli bir yapı kazandırmıştır.

### Cevherleşmeler

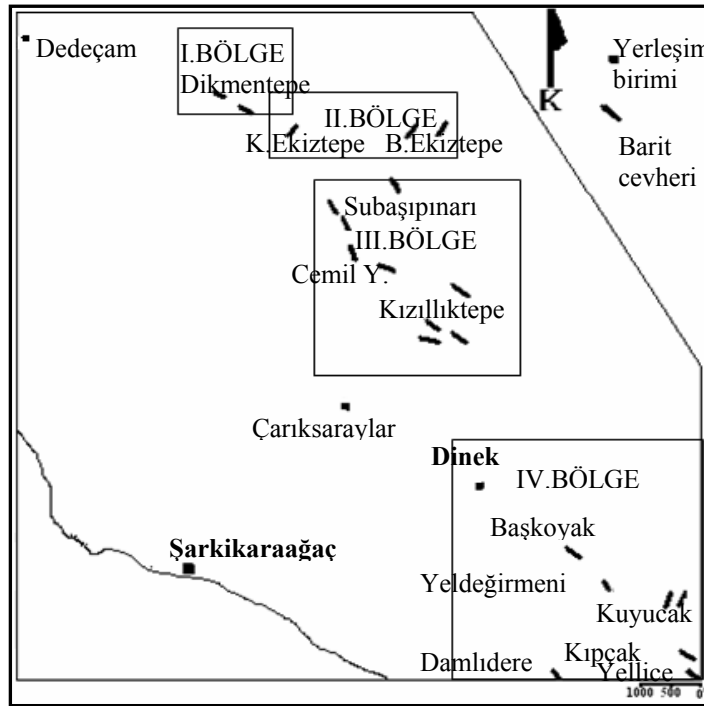
Baritler, inceleme alanında temeli oluşturan Alt-Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu ve Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede Formasyonu içinde gözlenmektedir.

Cevherleşmeler 4 bölgede ele alınmıştır (Şekil 4).

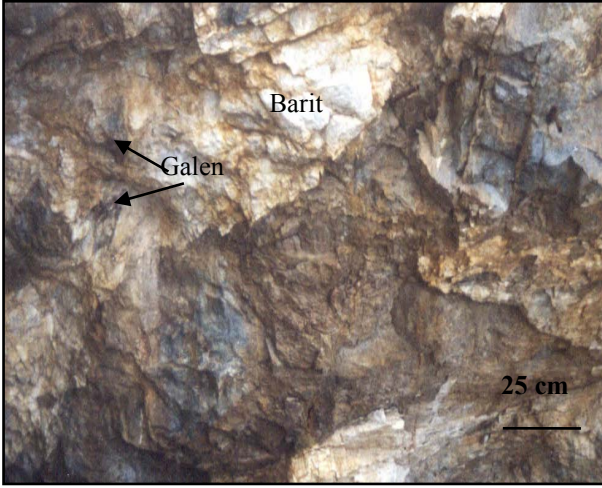
Cevherlerin kalınlığı, santimetre mertebesinde başlayıp, özellikle IV. bölge yataklarında 6-8 metreye, uzunluğu ise birkaç yüz metreye kadar ulaşmaktadır. I. bölge: Dikmentepe cevherleşmeleri (Şekil 5). II. bölge: Büyükekiztepe ve Küçükekiztepe cevherleşmeleri. III. bölge: Cemil Yaşar, Subaşıpınarı (Şekil 6) ve Kızıllıktepe cevherleşmeleri. IV. bölge: Kuyucak, Kıpçak, Başkoyak (Şekil 7), Yeldeğirmeni, Yellice (Şekil 8), Damlıdere cevherleşmelerini içermektedir.

### Mineraloji

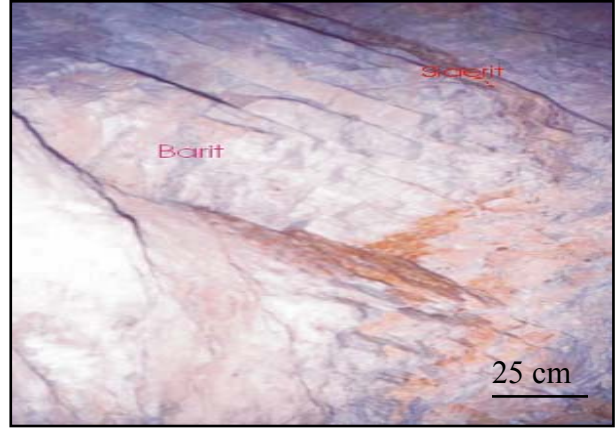
Baritler genellikle ince ve iri kristalli, öz şekilli, yarı öz şekilli, öz şekilsiz, çoğunlukla birincil, daha az ikincil ve nadiren de üçüncül olarak gelişmişlerdir. Porfiroblastik-granoblastik doku-lu ve polisentetik ikizli olan, iri barit kristallerinde yönlenme, dalgalı sönmeler görülmektedir. Baritle birliktelik sunan mineraller I., II. ve III. bölgelerde IV. bölgeye kıyasla biraz değişiklidir. IV. bölgede kurşun mineralleri genelde gözlenmektedir. Pirit, malakit, azurit, limonit, siderit, dolomit, hematit, manganit, muskovit, serisit, klorit vb. bulunurken I., II. ve III. bölgelerde bu minerallere ek olarak başta galen ve diğer sülfidler bulunur.



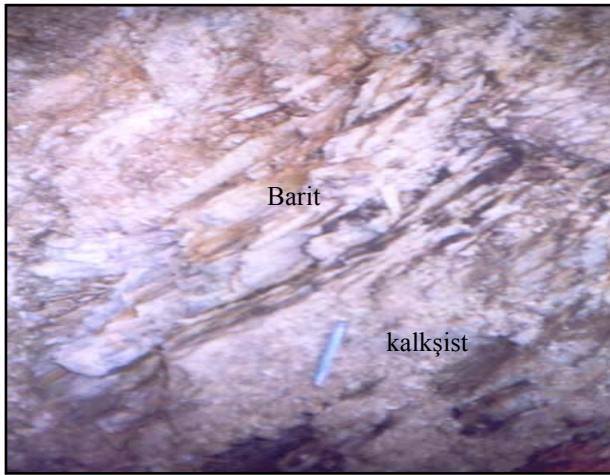
Şekil 4. Cevherleşme bölgeleri



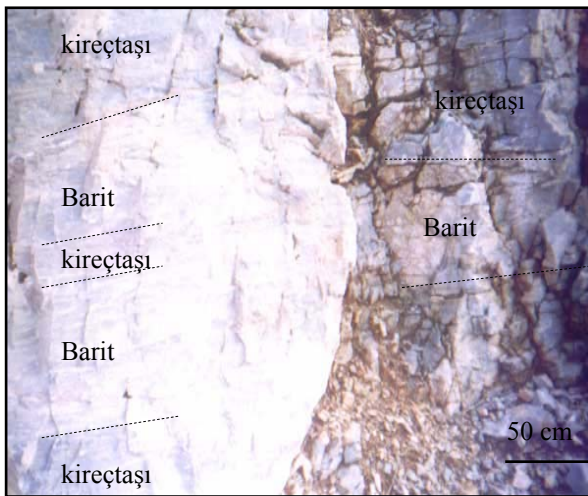
Şekil 5. Dikmentepe galenli barit cevherleşmesi



Şekil 8. Yellice barit cevheri



Şekil 6. Subaşınarı barit cevheri



Şekil 7. Başkoyak barit cevherleşmesi

### Cevherleşmelerin kimyasal özellikleri

Kurşun değeri I., II. ve III. bölgelerdeki yataklarda genel olarak artmakta iken, IV. bölgede sifıra yaklaşmaktadır (Tablo 1-4). Zn düzeyi için de yaklaşık aynı durum sözkonusudur. IV. bölge baritlerindeki SrO içeriği ortalama %1.3 seviyelerinde iken, I., II., III. bölgelerde bu değer yaklaşık %3.0'tür. IV. bölge yataklarında ortalama SrSO<sub>4</sub> değerleri; Başkoyak'ta %0.32, Yellice'de %0.39, Kuyucak'ta %2.20, Damlıdere'de %2.32, olarak bulunmuştur (Ayhan, 2001). IV. bölgede yankayaçlardaki BaO değeri %0.02 ile %0.21 arasında bulunmuştur (Ayhan, 2001). Dünyanın değişik bölgelerinde kireçtaşı ve dolomitler üzerinde yapılmış Pb-Zn analizlerinde; ortalama Pb, 5 ppm ve ortalama Zn ise 20 ppm bulunmuştur (Wedepohl, 1979). İnceleme alanındaki yankayaçlardan bulunan Pb-Zn değerleri (Cengiz ve Kuşçu, 2002), 300 ve 200 ppm ile, Wedepohl (1979)'un bulduğu değerlerin çok üzerindedir. Cu düzeyi IV. bölgede 80-400 ppm arasında bulunurken, I., II. ve III. bölgelerde 185-700 ppm gibi daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Cd değerleri de I., II. ve III. bölgelerde, güneydeki baritlere göre daha fazladır. Fe değerleri nispeten yüksek olmakla beraber bazı örneklerde fazlaca değişkendir. Cevherleşmelerde Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Co, Ag, As, Sb, Bi gibi iz elementler tespit edilmiştir. Buna göre özellikle Pb, Zn, Cu, Cd, Ag ve As gibi iz elementlerin miktarında başta I., II. ve III. bölgeler olmak üzere artış görülmektedir.

### Kükürt izotopu incelemeleri

İzotop ayrışmasının nedeni; molekül veya kristal yapısında bulunan ağır ve hafif atomların titreşim frekanslarındaki farklılıklardır (Kaplan vd., 1963

Tablo 1. I. Bölge (Dikmentepe; DT) barit cevherlerine ait örneklerin majör ve iz element analizleri

Ö.no	%						Ppm					
	CaO	MgO	SrO	Fe	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Sb	Bi	Mo
DT1	0.3	0.8	2.3	0.8	0.8	6.2	600	300	250	100	45	45
DT2	0.2	0.8	2.6	0.82	0.9	7.0	610	100	240	95	45	45
DT3	0.2	0.9	3.0	0.85	1.0	6.8	590	90	250	95	40	40
DT4	0.1	0.95	3.2	0.85	1.1	7.1	595	95	240	100	40	40
DT5	0.25	0.8	3.1	0.8	0.8	7.1	590	100	260	90	35	40
DT6	0.15	0.85	3.1	0.8	1.0	8.2	600	110	260	95	45	45
DT7	1.25	0.8	3.0	0.75	1.0	9.1	610	110	260	100	50	40
DT8	0.25	0.8	3.1	0.85	1.1	6.2	590	95	260	95	45	35
DT1*	0.4	0.65	2.3	0.7	1.0	2.1	170	70	300	70	30	30
DT2*	0.5	0.65	1.9	0.68	0.9	2.0	180	60	310	75	35	30
DT3*	0.5	0.7	2.2	0.74	0.9	2.8	185	70	300	60	35	25
DT4*	0.4	0.7	2.0	0.72	0.9	2.1	185	65	320	65	30	30

\*: ikincil oluşumlar

Tablo 2. II. Bölge (Ekiz Tepeler; BE, KE) barit cevherlerine ait örneklerin majör ve iz element analizleri

Ö.no	%						Ppm					
	CaO	MgO	SrO	Fe	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Sb	Bi	Mo
BE1	0.9	0.5	3.0	0.7	0.6	2.0	550	80	175	85	95	60
BE2	0.9	0.5	4.0	0.7	0.6	2.0	550	75	185	85	95	60
BE3	1.0	0.6	2.8	0.6	0.6	2.0	500	85	180	87	95	65
BE4	1.05	0.5	2.8	0.6	0.5	1.9	575	90	175	87	90	65
KE1	0.85	0.45	3.2	0.6	0.5	1.9	550	70	170	82	90	70
KE2	0.85	0.5	2.7	0.7	0.6	1.8	575	75	170	82	95	65
KE3	0.8	0.45	3.4	0.7	0.6	2.0	575	85	165	86	95	60
KE4	0.9	0.5	3.3	0.6	0.7	2.1	500	90	190	87	85	60
BE1*	0.8	0.6	2.2	0.5	0.45	0.8	160	90	160	75	65	45
BE2*	0.75	0.6	2.1	0.7	0.3	0.9	150	95	150	70	70	50
KE1*	0.7	0.65	2.5	0.6	0.4	0.7	155	90	155	75	70	55
KE2*	0.6	0.6	2.3	0.4	0.45	0.9	155	80	160	72	70	50

\*: ikincil oluşumlar

Hoefs, 1997). Dokuz ayrı lokasyondan alınan barit örneklerine ait S<sup>34</sup> izotopu analizleri yapılmış ve bu çerçevede cevherleşme mekanizması irdelenmiştir. Paleozoik değerleri ‰15-35 arasındadır (Hanor, 2000). Kambro-Ordovisiyen'e karşılık gelen 450-550 milyon yıl önce deniz suyu sülfatının maksimum  $\delta^{34}\text{S}$  değeri ‰25-35 dir. Bu değerler barit cevherlerinin ölçülen yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri ile uyumludur.

Bu çalışmada yapılmış izotop analizlerinden elde edilen  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri ise, Tablo 5'de, diğer araştırmacıların sonuçları ile birlikte verilmiştir.

İnceleme alanı cevherleşmeleri, genelde ağır kükürt izotopu değerine sahip olmakla birlikte Dikmentepe ve Kızıllıktepe cevherlerinden alınan örneklerde ‰3.038, ‰8.479, ‰10.903, ‰14.685 gibi, nispeten daha düşük değerler de bulunmuştur.

Çalışma alanında bulunan yüksek kükürt izotopu değerleri; Ayhan (2001), Cengiz ve Kuşçu (2002)'nin araştırmalarında buldukları izotop değerleriyle uyumludur (Tablo 5).

Tablo 3. III. Bölge( Kızıllıktepe;KT, Subaşıpınarı; SP, Cemil Yaşar ;CY) barit cevherlerine ait örneklerin majör ve iz element analizleri

Ö.no	%						Ppm					
	CaO	MgO	SrO	Fe	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Sb	Bi	Mo
SP1	0.7	0.9	4.2	0.8	0.7	4.5	700	75	190	120	115	90
SP2	0.7	0.9	4.1	0.8	0.7	4.5	710	70	190	110	110	95
SP3	0.65	1.0	4.6	0.8	0.6	5.6	700	72	195	120	120	90
CY1	0.85	0.95	4.3	0.7	0.7	3.6	720	70	195	110	110	95
CY2	0.9	0.9	4.5	0.7	0.6	4.5	720	68	185	120	110	90
CY3	1.0	0.95	4.3	0.8	0.7	4.5	710	72	185	125	115	85
KT1	0.7	0.85	4.7	0.85	0.8	4.6	700	74	190	125	115	80
KT2	0.7	0.9	4.1	0.85	0.8	4.5	710	68	180	120	115	95
SP1*	0.6	1.2	3.5	0.72	0.6	2.5	180	55	200	80	90	75
SP2*	0.6	1.1	3.6	0.74	0.6	2.5	180	60	210	90	80	70
KT1*	0.5	1.2	3.3	0.7	0.5	1.4	190	60	190	95	80	70
KT2*	0.6	1.25	3.5	0.7	0.6	1.5	190	85	210	90	85	75

\*: ikincil oluşumlar

Tablo 4. IV. Bölge (Kuyucak; Ku, Kıpçak; K, Yellice ;YC, Başkoyak ; BK) barit cevherlerine ait örneklerin majör ve iz element analizleri

Ö.no	%						Ppm					
	CaO	MgO	SrO	Fe	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Sb	Bi	Mo
YC1	0.8	0.05	0.8	0.8	0.4	0.2	400	25	100	65	80	45
YC2	1.0	0.08	1.2	0.7	0.55	0.5	450	45	120	75	70	40
K1	0.7	0.04	1.6	0.9	0.35	0.4	400	36	110	70	70	45
K2	0.8	0.02	1.4	0.95	0.35	0.5	375	37	95	60	85	45
K3	0.9	0.03	1.0	0.75	0.5	0.5	390	15	95	65	65	35
KU2	1.0	0.08	1.1	0.8	0.3	0.2	350	28	100	60	90	38
KU2	0.7	0.03	0.8	0.75	0.35	0.4	400	35	110	65	90	45
KU3	0.7	0.03	1.4	0.75	0.4	0.9	425	40	115	65	85	45
BK1*	0.6	0.07	1.0	0.7	0.3	0.6	85	10	100	60	75	40
YC1*	1.0	0.08	0.5	0.7	0.4	0.5	80	30	90	50	70	30
YC2*	0.8	0.06	0.9	0.6	0.3	0.5	85	40	85	55	70	35
K1*	1.1	0.05	0.8	0.65	0.3	0.6	90	45	85	50	75	40

\*: ikincil oluşumlar

### Cevherleşmelerin kökeni

Cevherleşme sadece Alt-Orta Cambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu rekristalize kireçtaşları ve Üst Cambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultan-dede Formasyonunun kristalize kireçtaşları kalkıştı, şistleri içinde gözlemlendiğinden stratigrafik kontrollüdür. I., II. ve III. bölgelerde görülen; kurşun ve çinko'lu sülfidlerin ya bir sıcak kaynak (hot spring) yoluyla iç kaynaklı olarak getirildiği, yada formasyon suları ile getirilip, indirgen ortam şartlarında H<sub>2</sub>S ile oluştuğu düşünülmektedir.

Cevherlerdeki SiO<sub>2</sub> içeriği çoğunlukla yankayaç bileşimine bağlıdır. Silis, ayrıca diyajenez ve metamorfizma reaksiyonları ile oluşan ikincil kuvarslardan gelmektedir. Ortamdaki serbest kuvarsın baritteki silis oranını arttırdığı da düşünülmektedir. Başka sıvılarla karışmamış cevher taşıyan sıvıların, SiO<sub>2</sub> açısından yaklaşık homojen olduğu düşünülmektedir.

SrO değerleri IV. bölge cevherlerinde, I., II. ve III. bölgelere göre daha düşük değerler almaktadır. En yüksek ortalama SrSO<sub>4</sub> değeri, Damlıdere (%2.32) ve Kuyucak (%2.20) olarak ölçülmüştür.



Pelitik şistlerdeki barit tabakalarının  $\text{SrSO}_4$  içeriği kireçtaşları içindeki-lerden daha azdır. Baritler içindeki  $\text{CaO}$  varlığı, yankayacın kimyasından veya  $\text{Ba}^{+2}$  taşıyan çözeltilerin içinden geçtiği  $\text{Ca}$ 'ca zengin kayalardan kaynaklanmaktadır (Ayhan, 1986).  $\text{BaO}$  değeri, başta I., III. ve II. bölgelerde olmak üzere bir miktar azalmıştır. Ortalama  $\text{BaSO}_4$  değerleri Başkoyak, Yellice, Kuyucak, yataklarında %90'ın üzerinde iken Dikmentepe, Kızıllıktepe, Subaşıpınarı cevherleşmelerinde %90'ın altındadır. IV. bölge fillitlerinde; %0.05–%0.21 arasında  $\text{BaO}$  ve %0.01-0.05  $\text{SrO}$  değerleri bulunmuştur (Ayhan, 2001). Buradaki  $\text{Ba}$  değeri, şeyllerdeki ortalama 546 ppm değerine benzerdir (Puchelt, 1972). Kireçtaşı örneklerinde  $\text{Ba}$  değeri, %0.15 ile %1.0 ve  $\text{Sr}$  değeri ise %0.09 ile %0.27 arasında değişmektedir. Bu yüksek değerler,  $\text{Ba}$  ve  $\text{Sr}$ 'un kireçtaşı ve siderit içinde saçılmış şekillerde zenginleşmesiyle ilintilidir (Ayhan 2001).

IV. bölge baritlerinde bu çalışmada ölçülen kükürt izotopu değerleri, diğer araştırmacıların çalışmalarında hesaplanan değerler gibi, genellikle yüksek pozitifdir (Tablo 5). Yankayacı sedimanter olan barit yataklarında ağır sülfür zenginleşmesinin bir diğer nedeni de bakteriyel indirgenmedir. IV. bölgedeki ağır izotop içeriği yataklanma havzasında indirgenmiş sülfürün göstergesi olarak da yorumlanabilir (Ayhan, 2001).

Dikmentepe ve Kızıllıktepe'de bazı barit örneklerinden hesaplanan kükürt izotop nispeten düşük bulunmuştur. Bu değerler, bu yataklarda hidrotermal sıvıların etkisini düşündürmektedir. Deniz altında sedimentasyonla yaşıt barit depolanması, deniz suyu sülfatının etkin rol oynadığı yataklanmadır (Pirajno, 1992). İnceleme alanının geneline bakıldığında baritleri oluşturan  $(\text{SO}_4)^{-2}$  iyonları genel olarak deniz suyu kaynaklıdır.

I., II. ve III. bölgelerde ve yaygın olarak da IV. bölge yataklarında, sedimentasyonun ani yanal değişikliklerine uygun oluşan, stratiform katman ve mercek şekilleri, karbonatlarla ardalanma, ritmik tabakalanma, tabaka altlarında çapraz tabakalanma, jeopetal yapılar, breşleşme, şistoziteye paralel yönelim vb. şeklinde görülen sedimanter ya-

pılar, senjenetik olarak sedimanter bir kökeni desteklemektedir. Diyajenez ve metamorfizma etkisiyle rekristalizasyona uğrayan baritler, deformasyon ikizlenmeleri ve deformasyon bantları, dalgalı sönmeler, kataklastlar gösterir. Baritler şistozite yüzeylerine paralel yönelmiş ve dalgalı sönmeler gösterir. Barit yatakları, yüksek oksidasyon potansiyeli altında oluşurken, pirit ve siderit indirgen şartlarda oluşur. Barit ve siderit arasında gözlenen ritmik tabakalanma, yataklanma ortamının stabilite sınırına yakın olduğunu yansıtır. Bu da, havzanın indirgen ve yükseltgen şartlar altında kaldığını gösterir (Ayhan, 2001). Sedimentasyon havzasındaki düzensizlikler barit yataklarının sedimanter kayalar içinde değişken kalınlıklarda olmasını sağlamıştır.

Tablo 5. İnceleme alanı baritlerine ait kükürt izotopu değerleri

Lokasyon	Örnek no.	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)
Cemil Y.	CY11	21.495
Dikmentepe	DT12	8.479
Dikmentepe	DT24	3.038
Dikmentepe	DT36	26.876
Kızıllık T.	KT13	10.903
Kızıllık T.	KT25	14.685
Başkoyak .	BK17	29.412
Kuyucak	KU18	30.179
Kıpçak	KI 29	30.253
Başkoyak (Ayhan, 2001)	(1, 2)	29.4 – 30.2
Yellice (Ayhan, 2001)	(3, 4)	29.2 – 30.7
Koçtepe (Ayhan, 2001)	(5, 6, 7)	27.6 – 31.6
Koru (Cengiz ve Kuşçu, 2002)	-	30.400
Kızıllık T Oc. (Cengiz ve Kuşçu, 2002)	-	29.245
DikmenT (Cengiz ve Kuşçu, 2002)	-	28.500

Cevherleşme havzası, Ordovisiyen–Devoniyen sırasında KD–GB yönelimli sensedimanter (sedimentasyonla eş zamanlı) fayların kontrolünde gelişmiştir (Ayhan, 2001). Bu özellikleri ile cevherleşme daha çok Meggen (Almanya) barit yataklarına benzerlik göstermektedir. Barit yataklanmasındaki  $\text{Ba}$  ve  $\text{Sr}$ 'un kaynağı, Seydişehir metamorfitlelerinin pelitik kayalarından ileri gelmektedir. Her iki element, formasyon

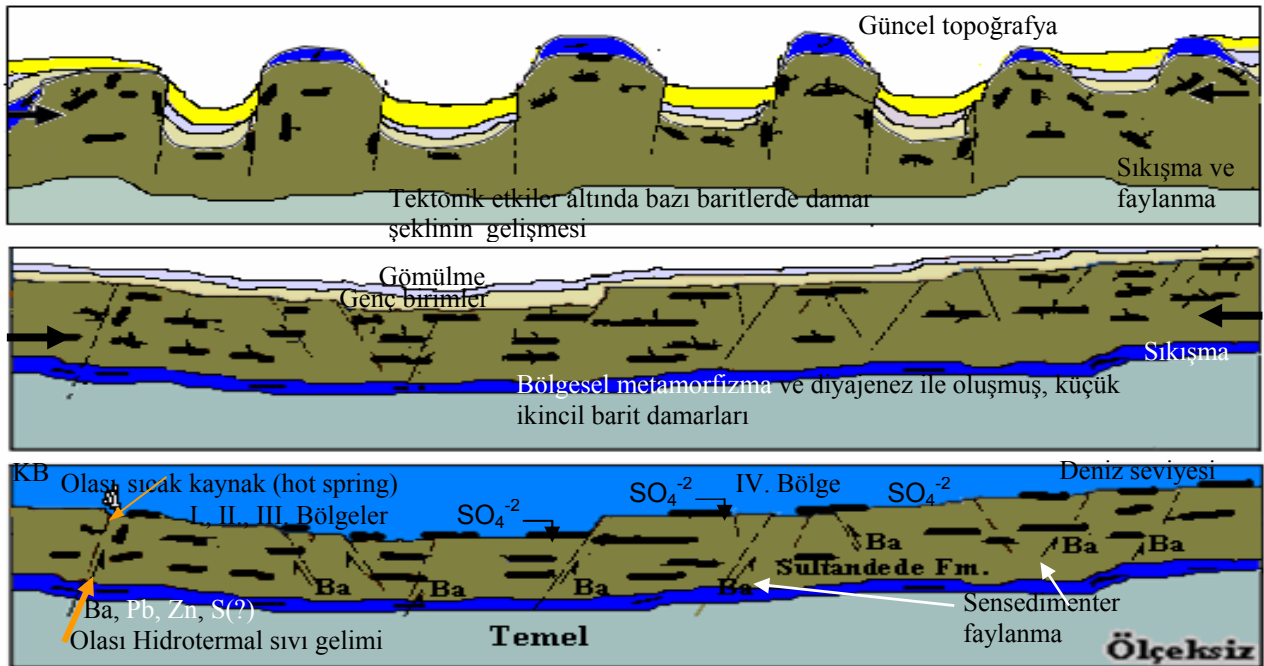
suları ile yukarı doğru deniz tabanına taşınmış ve oksitleyici şartlar altında, deniz suyunun  $SO_4^{-2}$  iyonları ile karışarak barit oluşumu gerçekleşmiştir. IV. bölge gibi, I., II., ve III. bölgelerdeki cevherleşmelerin de, yankayaçlardan formasyon suları ile taşınıp, sedimanter kökünde olduğu kabul edilirse, bu bölgelerdeki kurşun, çinko minerallerinin, IV. bölgedeki aynı özellikte olan yankayaçlarda bulunmaması dikkate değerdir.

I., II. ve III. bölge yatakları, IV. bölgeye oranla az da olsa bazı sedimanter yapıları içermeleri ve bazı cevherlerde katmansı ve merceksi stratiform yapının gelişmesiyle (Ekiztepeler, Kızıllıktepe) sedimanter kökene benzemekte ancak bazı kimyasal ve izotopik farklılıklara sahip olmalarıyla da IV. bölge yataklarından ayrılmaktadırlar. Böylece, I., II., ve III. bölge yataklarının hidrotermal sedimanter veya egzalatif sedimanter kökünde olduğu yorumlanabilir. Olası cevherleşme modeli Şekil 9'da sunulmaktadır.

## Sonuçlar

İnceleme alanı, Orta Toroslarda Sultandağları'nda yeralan Geyik Dağı Birliği ve Sultandağ Birimi içerisinde bulunmaktadır. Cevherleşmeler, Çaltepe kireçtaşları ile çoğunlukla Sultandede Formasyonuna ait Seydişehir metamorfik birimlerinin

kalkışist, şist ve karbonatlı seviyelerinde oluşmuştur. Yankayaçların litolojik stratigrafik, petrografik, tektonik vb. özellikleri irdelendiğinde; cevherleşmelerin genel olarak yankayaçlarla eş oluşumlu, stratigrafik kontrollü olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanındaki barit cevherleri tabaka sınırlıdır. Katmansı, merceksi (stratiform) şekilli cevherleşmenin yanında nadiren küçük damarlar ve rekristalize baritlerden oluşan ikincil cevherleşmeler de bulunmaktadır. I., II. ve III. bölge baritlerinde ise esas olarak galen, sfalerit, kalkopirit, pirit, siderit ve tetraedrit bulunur. Birincil sülfürlerin yanında ikincil olarak kalkozin, kovelin, neodijenit, serüzit, anglezit, limonit, götit, malakit, ve azurit gelişmiştir. Kalsit, siderit, dolomit, kuvars ve kloritte barite eşlik eden gang mineralleridir. Özellikle Cu, Cd, As, Co, Sb, Ni, Mo gibi iz elementler, başta I. bölge olmak üzere III., II. bölgelerde, IV. bölge yataklarına göre daha fazladır. Kükürt izotop değerleri genelde birbirine yakın ve dar bir aralıkta değişen yüksek pozitif değerlerdir. Biri birine yakın pozitif değerler, bakteriyel indirgenmenin farklı etkilerine bağlanabilir. Bu yüksek değerler, Ordovisiyen-Devoniyen döneminin deniz suyu sülfatı değerlerine benzerdir. En büyük yataklar Başkoyak ve Yellice'de olmak üzere genelde IV.



Şekil 9. İnceleme alanı olası cevherleşme modeli

bölgededir. Kuzeyde bulunan I., II., ve III. bölge yatakları nispeten daha az miktarlı ve ince tabakalı baritleri içermektedir. IV. bölge yataklarında, I., II. ve III. bölgelere göre daha yaygın olarak gözlenen başlıca sedimanter yapılar; kireçtaşı tabakaları ile ardalanma, bantlı yapı ve tabakalaşma, ritmik tabakalanma, yatak-lanmayla eşzamanlı breşleşme, jeopetal yapılar, çapraz tabakalanma ile diyajenetik krista-lizasyon, baritlerin senjenetik olarak oluştuğuna işaret eder. Bütün formasyonlar ile birlikte düşük dereceli bölgesel metamorfizmaya maruz kalan baritler, rekrystalizasyon, zayıf remobilizasyondan etkilenmişlerdir. Baritler; şistoziteye paralel yönelme, deformasyon ikizlenmeleri ve deformasyon bantları, dalgalı sönmeler, kataklastlar gösterir. Barit tabakalarının kısa mesafelerde ani değişimi ve deniz tabanının paleotopoğrafyasındaki düzensizlikler, Meggen (Almanya) yataklarındaki gibi, küçük grabene benzer yapı ve fleksürlerle gelişmiş sedimentasyonla eş oluşumlu (sensedimenter) faylara bağlıdır. Bu faylar, baryum içeren sıvıların kaynak kayalardan taşındığı olası geçiş kanallarıdır. Dört bölgeden elde edilmiş jeokimyasal, petrografik, sedimentolojik veriler sonucunda; başta I., III. ve II. cevherleşmelerin bazı kimyasal ve izotopik farklılıklar nedeniyle hidrotermal sedimanter veya egzalatif sedimanter olarak yorumlanabilir olmasına karşın, inceleme alanındaki baritler genel olarak kısa süreli indirgen şartlarla kesintiye uğramış yükseltgeyici şartlarda ve düzensiz havza ortamında sedimanter olarak yataklanmışlardır. Baryumun kaynağı, havzanın sıkışması esnasında yataklanma alanına taşınan, Sultandede (Seydişehir) Formasyonu'na ait formasyon sularıdır. Sülfatın kaynağı yüksek kükürt izotopu değerlerine sahip olan deniz suyudur.

## Kaynaklar

- Ayhan, A., (1986). Hüyük (Beyşehir) civarının Alt-Orta Kambriyen yaşlı birimlerinde bulunan barit zuhurlarının özellikleri, Selçuk Üniversitesi, *Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* **1**, 1-17.
- Ayhan, A., (2001). Stratiform Barite, Deposits between Şarkikaraağaç (Isparta) and Hüyük (Konya) in Sultandağ Region, Turkey, *Chemie. Der Erde* **61**(2001) 54-66, Urban&Fischer Verlag.
- Cengiz, O. ve Kuşçu, M., (2002). Şarkikaraağaç (Isparta) ile Hüyük (Konya) arasındaki barit yataklarının jeokimyasal özellikleri ve kökeni, *MTA Der.* **123-124**, 67-89, 2002.
- Demirkol, C., (1977). Yalvaç Akşehir dolayının jeolojisi, *Doçentlik Tezi*, Selçuk Üniversitesi, 114 sf.
- Frey, M., (1970). The step from diagenesis to Metamorphism Pelitic Rocks, during Alpine Orogenesis, *Sedimentology*, **15**, 261-279.
- Hanor, J.S., (2000). *Barite-celestine geochemistry and environments of formation*. In: *Alpers, Sulfate Min.: Crystallography, Geochemistry, and Mineralogy and Geochemistry*, Society of America and The Geochemical Society, Washington, D.C., 193-263.
- Hoefs, J., (1997). *Stable Isotope Geochemistry*, Springer D-37077, Germany.
- Kaplan, I.R., Emery, K.O., Rittenberg, S.C., (1963). The distribution and isotopic abundance of sulfur in recent marine sediments of southern California: *Geochimica. Cosmochim. Acta*, **27**, 297-331.
- Öncel, S., (1995). Şarkikaraağaç- Yalvaç (Isparta) arasının Jeolojisi ve Boksit Zuhurlarının Mieralojik, Petrografik, Jeokimyasal İncelemesi, *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 147.
- Pirajno, F., (1992). *Hydrothermal, Mineral Deposits*, Springer-Verlag, Berlin, 709.
- Puchelt, H., (1972). *Barium*, In: *Handbook of Geochemistry*, Wedepohl, KH(Ed), II-3, Springer, Berlin – Heidelberg Newyork 56-K,1-8.
- Wedepohl, K.H., (1979). *Handbook of geochemistry*, 11/2.30, Springer-Verlag, Berlin.