

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.

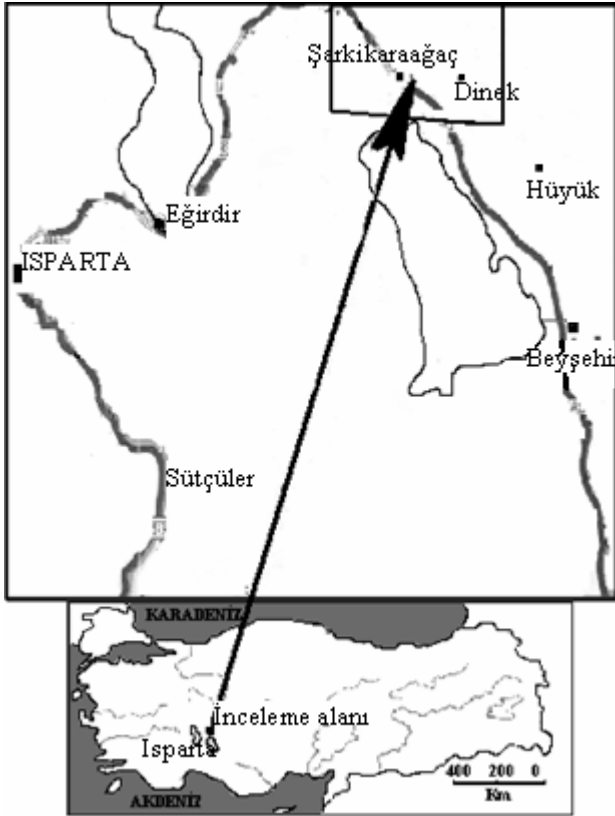
Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Maden Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Dinek ve çevresindeki barit cevherleşmeleri" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 25.07.2005 tarihinde dergiye ulaşmış, 28.11.2005 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.11.2006 tarihine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

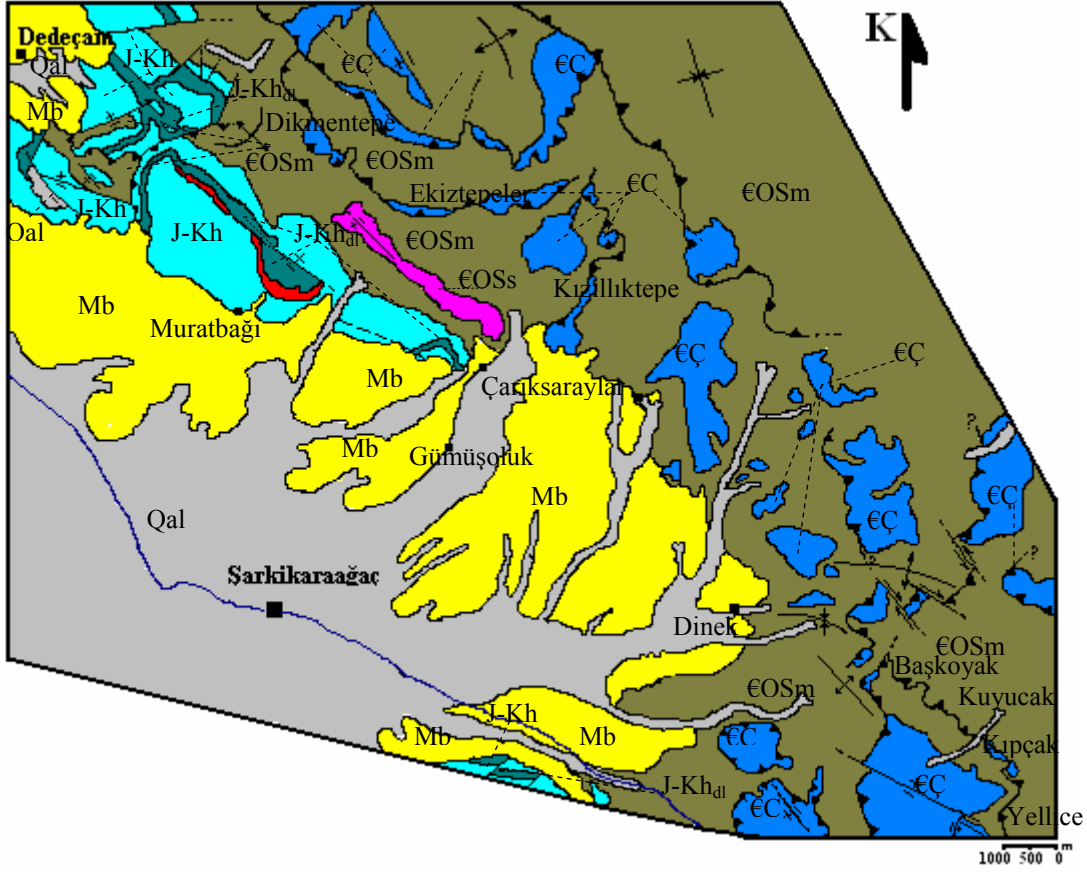
Çaltepe formasyonu (EÇ)- Formasyon, tabandan tavana doğru üç farklı birimi içermektedir. Altta gri, kırmızı kahve renkli dolomit, üstte koyu

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.






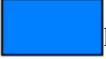

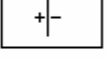

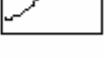
Sultandede formasyonu (EÖS) - Seydişehir metamorfileri ile üst seviyelerdeki Sarıayla kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tabanında Çaltepe Formasyonu bulunmaktadır. Mesozoik'in Hacılabaz Formasyonu, Neojen'in Bağkonak Formasyonu ve Kuvaterner alüvyonları tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Yeşil şist metamorfizması 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

| | | | |
|--|---|---|------------------|
| KUVATERNER |  | Alüvyon (Qal) | |
| SENOZOİK |  | Bağkonak Fm. (Mb) Karasal kırıntılı birimler | |
| MESOZOİK |  | Hacalabaz Fm. (J-Kh) Dolomit, dolerit (dl), lateritik boksit ve kireçtaşı | |
| P A L E O Z O İ K |  | 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

| ÜST SİSTEM | | SENZOİK | | MESOZOİK | | PALEZOİK | | LİTOLOJİ | AÇIKLAMA |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|---|
| SENZOİK | SENZOİK | MESOZOİK | MESOZOİK | PALEZOİK | PALEZOİK | PALEZOİK | PALEZOİK | | |
| TERSİYER | TERSİYER | JURA-KRETASE | JURA-KRETASE | KAMBRİYEN | ORDOVİSİYEN | ORDOVİSİYEN | ORDOVİSİYEN | | |
| NEOJEN | NEOJEN | HACIALABAZ FM | HACIALABAZ FM | ÜST KAMBRİYEN | ALT ORDOVİSİYEN | ALT ORDOVİSİYEN | ALT ORDOVİSİYEN | | |
| ALÜVYON Qal | ALÜVYON Qal | BAGKONAK FM. (Mb) | BAGKONAK FM. (Mb) | ÇALTEPE FM. (ÇÇ) | SULTANDEDE FM. (EOS) | SULTANDEDE FM. (EOS) | SULTANDEDE FM. (EOS) | | |
| KALINLIK (m) | KALINLIK (m) | Dolerit Boksit | Dolerit Boksit | Yunurulu kçt. | SEYDİŞEHİR METAMORFİTLERİ (EOSm) | SEYDİŞEHİR Kireçtaşı (EOSs) | SEYDİŞEHİR Kireçtaşı (EOSs) | | |
| | | | | | | | | | |
| 40 | 40 | 70 | 70 | 150 | 1500 | 1500 | 1500 | | Tutturulmamış blok, çakıl, kum, kil |
| | | 30 | 30 | | | | | | Uyumsuzluk |
| | | 400 | 400 | | | | | | Bol çakıl, kum, silt, milden oluşan yer yer çapraz tabakalı karasal birimler |
| | | | | | | | | | Uyumsuzluk |
| | | | | | | | | | Altta gri-siyah dolomit, dolomitin üstünde yeşilimsi dolerit ve kırmızımsı lateritik boksit en üstte beyazımsı gri düzgün katmanlı kireçtaşları |
| | | | | | | | | | Uyumsuzluk |
| | | | | | | | | | Gri-kahverengi genellikle mercekli bol kırıklı kristalize kireçtaşı |
| | | | | | | | | | Kalın barit tabakaları içeren rekristalize kireçtaşı, kalkışit, daha az barit içeren şistler. Boz kahve sarımsı metakumtaşı, mor yeşilimsi fillit, açık kahverengimsi sarı kalkışit |
| | | | | | | | | | Alacalı pembe, mor bejimsi kil sıvanalı yumrulu kireçtaşı |
| | | | | | | | | | Mavimsi-beyazımsı gri rekristalize ince barit tabakalı kireçtaşı |
| | | | | | | | | | Koyu gri, kızıl kahve sarımsı kristalize dolomit |

Ölçeksiz

Şekil 3. İnceleme alanı genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti

Senozoik

Bağkonak formasyonu (Mb) - akarsu fasiyesinde oluşmuş genel itibarıyla çakıltaşı, kumtaşı, miltaşı şeklinde az belirli katmanlı gözlenen bu birimler, kolaylıkla ufalanan, düzensiz kırıklı, az fosilli ve kızılımsı, pembemsi, boz renkli bulunmaktadırlar. Formasyonun yaşı stratigrafik ilişkilerine göre Üst Miyosen'dir.

Alüvyonlar (Qal) - Çok kötü boylanmalı, eski kayalara ait çakıllar içeren, kumlu, killi ve çok az tutturulmuş olup, genellikle dere yataklarında ve düzlüklerde yüzeylenmişlerdir.

Yapısal özellikler

Çaltepe Formasyonu'nun katman doğrultuları genel olarak KB nadiren de KD'ya ve eğimleri ise genellikle KD ve GB'ya nadiren de KB'ya

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

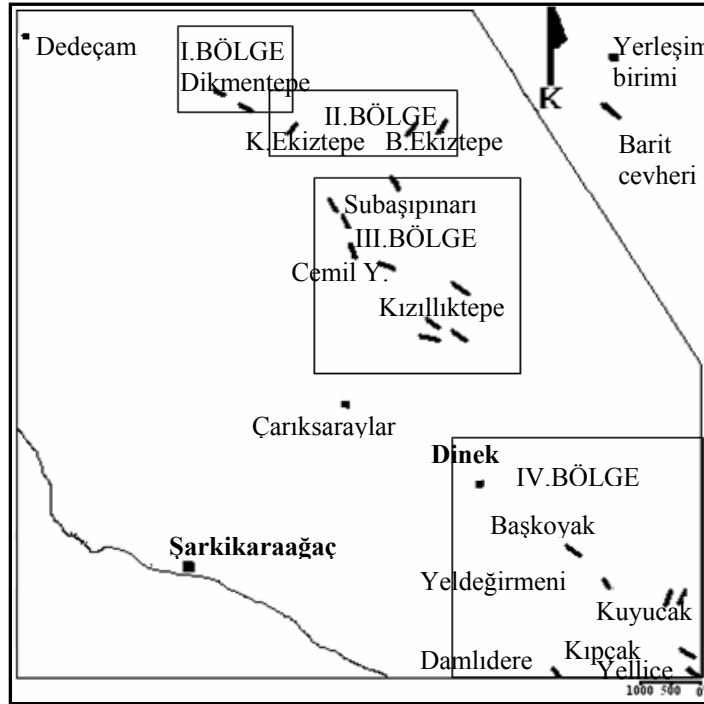
Baritler, inceleme alanında temeli oluşturan Alt-Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu ve Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede Formasyonu içinde gözlenmektedir.

Cevherleşmeler 4 bölgede ele alınmıştır (Şekil 4).

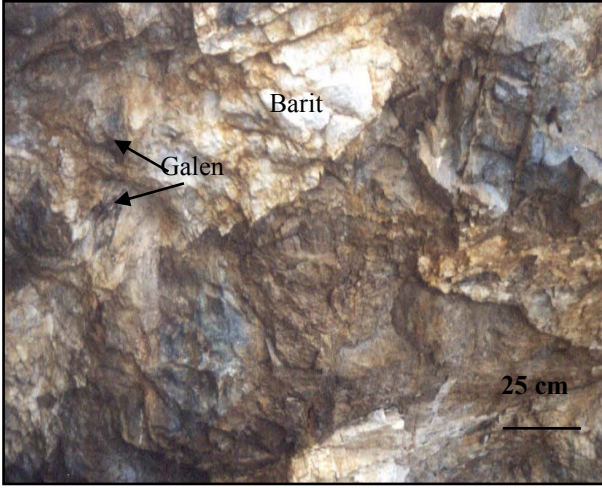
Cevherlerin kalınlığı, santimetre mertebesinde başlayıp, özellikle IV. bölge yataklarında 6-8 metreye, uzunluğu ise birkaç yüz metreye kadar ulaşmaktadır. I. bölge: Dikmentepe cevherleşmeleri (Şekil 5). II. bölge: Büyükekiztepe ve Küçükekiztepe cevherleşmeleri. III. bölge: Cemil Yaşar, Subaşıpınarı (Şekil 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 gözlenmemektedir. 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.



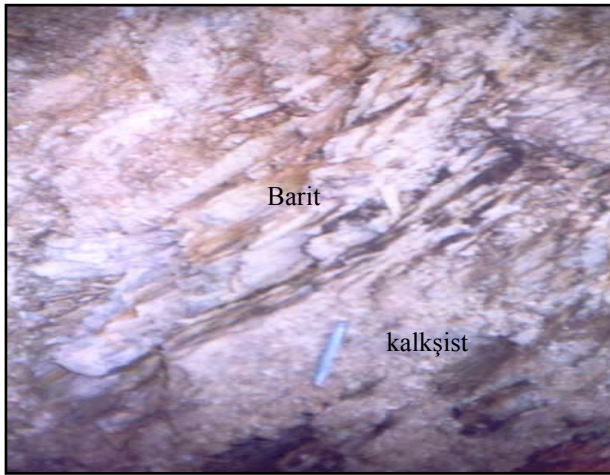
Şekil 4. Cevherleşme bölgeleri



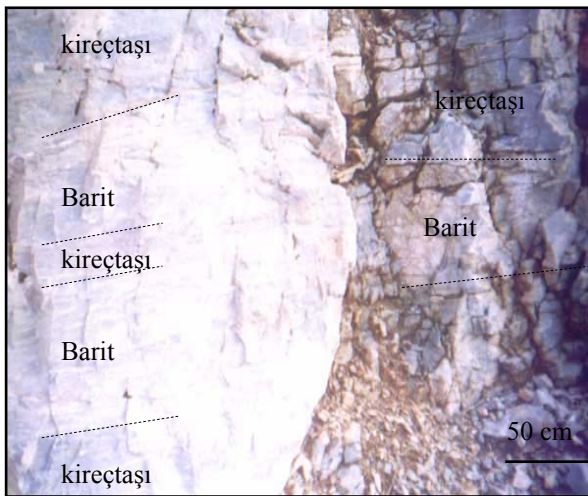
Şekil 5. Dikmentepe galenli barit cevherleşmesi



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 SrSO₄ 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 S³⁴ 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 sülfürlerin ya bir sıcak kaynak (hot spring) yoluyla iç kaynaklı olarak getirildiği, yada formasyon suları ile getirilip, indirgen ortam şartlarında H₂S ile oluştuğu düşünülmektedir.

Cevherlerdeki SiO₂ 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, SiO₂ açısından yaklaşık homojen olduğu düşünülmektedir.

SrO değerleri IV. bölge cevherlerinde, I., II. ve III. bölgelere göre daha düşük değerler almaktadır. En yüksek ortalama SrSO₄ değeri, Damlıdere (%2.32) ve Kuyucak (%2.20) olarak ölçülmüştür.

Pelitik şistlerdeki barit tabakalarının SrSO_4 içeriği kireçtaşları içindeki-lerden daha azdır. Baritler içindeki CaO varlığı, yankayacın kimyasından veya Ba^{+2} taşıyan çözeltilerin içinden geçtiği Ca 'ca zengin kayalardan kaynaklanmaktadır (Ayhan, 1986). BaO değeri, başta I., III. ve II. bölgelerde olmak üzere bir miktar azalmıştır. Ortalama 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 BaO ve %0.01-0.05 SrO değerleri bulunmuştur (Ayhan, 2001). Buradaki Ba değeri, şeyllerdeki ortalama 546 ppm değerine benzerdir (Puchelt, 1972). Kireçtaşı örneklerinde Ba değeri, %0.15 ile %1.0 ve Sr değeri ise %0.09 ile %0.27 arasında değişmektedir. Bu yüksek değerler, Ba ve 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 Ba ve Sr 'un kaynağı, Seydişehir metamorfitlelerinin pelitik kayalarından ileri gelmektedir. Her iki element, formasyon

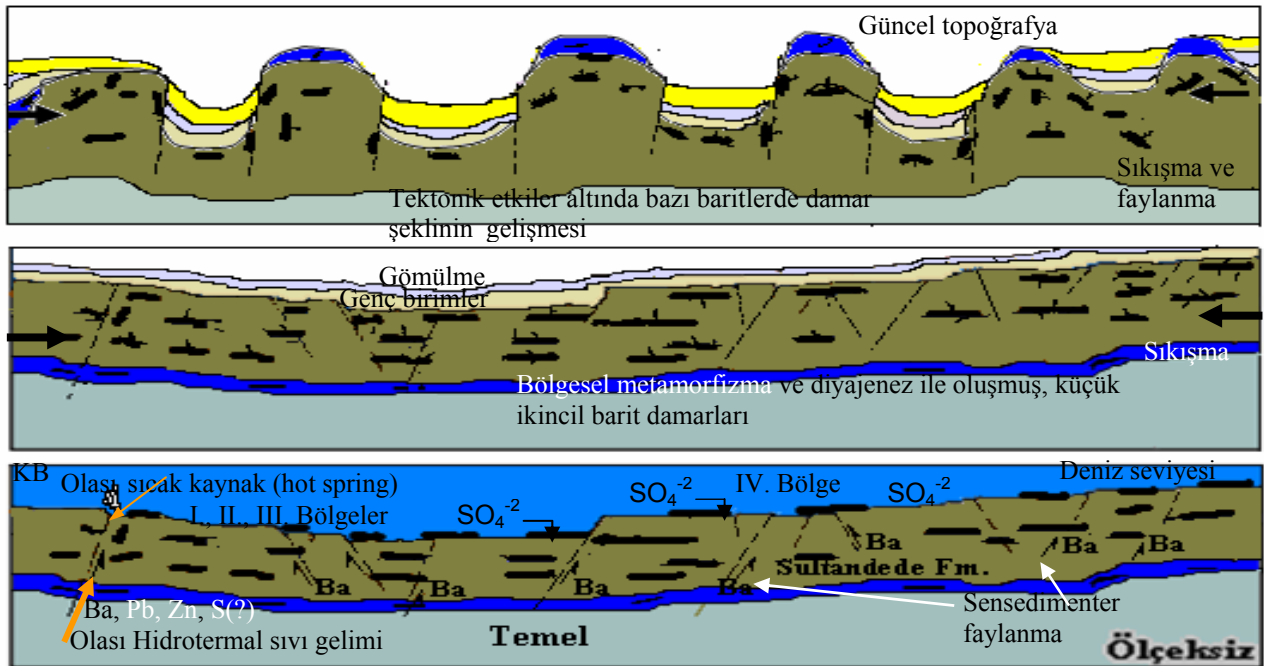
suları ile yukarı doğru deniz tabanına taşınmış ve oksitleyici şartlar altında, deniz suyunun SO_4^{2-} iyonları ile karışarak barit oluşumu gerçekleşmiştir. IV. bölge gibi, I., II., ve III. bölgelerdeki cevherleşmelerin de, yankayaçlardan formasyon suları ile taşınıp, sedimanter kökünde olduğu kabul 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 tetradrit 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.