

**SIVAS ULAŞ SÖLESTİN  
YATAGININ JEOLojİ Sİ  
VE EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Necmi KIRAL**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Jeoloji Bilim Dalı**

**1991**

**Danışman : Yrd. Doç. Dr. H. Gürkan YERSEL**

NECMİ KRAL'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı  
SİVAS ULAŞ SÖLESTİN YATAĞININ JEOLojİSİ VE EKONOMİK DEĞER-  
LENDİRİLMESİ .....  
..... Başlıklı bu çalışma, jürimizce lisan-  
süstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.../.../1991

UYE: Prof. Dr. Rifat BOZKURT

UYE: Y. Doc. Dr. Gürkan YERSEL

UYE: Y. Doc. Dr. İlyas XIHOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... 1991  
Gün ve 29/27.... Sayılı Kararıyla Onaylanmıştır.

## ÖZ

Bu çalışma, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı Jeoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak sunulmuştur.

Çalışmada Sivas - J37 - b2 paftasının 1/25.000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmış, pafta içerisinde bulunan sölestin zuhurlarından numuneler alınmış, ayrıca sahada en büyük yatak olan Battalhöyüğü Tepe sölestin sahasının 1/2.000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmıştır.

İnceleme alanı içinde bulunan Formasyonlardan, Mineralojik-Petrografik amaçlı numuneler alınmıştır. Saha'da değişik mevkilerde yer alan sölestin zuhurlarından kimyasal amaçlı numuneler alınmış, ayrıca bu sölestinli seviyelerin tavan ve tabanında yer alan killerin mineralojik yapıları tespit edilerek sölestinin jenezine yorum getirilmeye çalışılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarının yönetimini kabul ederek çalışmalarına yön veren Hocam Yrd.Doç.Dr.H. Gürkan YERSEL'e teşekkür ederim.

Ayrıca tezin hazırlanmasında ve çalışmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen MTA Genel Müdürlüğünde görevli Doç.Dr. ALİ YILMAZ'a ve Dr. Aydoğın AKBULUT'a teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZ .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
I. SAHANIN GENEL DURUMU .....	1
I.1. Çevre Özellikleri .....	1
I.2. Ulaşım .....	1
I.3. Öncel Çalışmalar .....	1
II. BÖLGESEL JEOLojİ .....	4
III. STRATİGRAFi .....	6
III.1. Kaleköy Formasyonu .....	6
III.2. Yapalı Formasyonu .....	7
III.2.1. Ziyarettepe Üyesi .....	7
III.3. Bozbel Formasyonu .....	7
III.4. Küçüktuzhisar Jipsleri .....	8
III.5. Hacıali Formasyonu .....	9
III.6. Örenlice Formasyonu .....	9
III.7. Alüvyon .....	10
IV. STRONSIYUMUN TEMEL JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ .....	11
IV.1. Stronsiyum Mineralleri .....	11
IV.2. Stronsiyum Yataklarının Oluşumu ...	13
IV.3. Sivas Yöresi Stronsiyum Yatakları .	16
IV.4. Ulaş Battalhöyüğü Yatağının Oluşumu	24
IV.5. X-Ray Sonuçları ve Stronsiyum Oluşum- larının Yorumlanması .....	25
V. EKONOMİK JEOLojİ .....	30
V.1. Tarihçe ve Genel Bilgiler .....	30

	Sayfa
V.2. Cevher Yatağının Değerlendirilmesi..	30
V.2.1. Numune .....	30
V.2.2. Tenör .....	31
V.2.3. Sondajlı alışmalar .....	31
V.2.4. Cevherleşmenin Arama Yöntemleri	32
V.2.5. Teknolojik alıřmalar .....	32
V.2.6. işletme Yöntemleri .....	33
V.2.7. Cevherin Kullanım Alanları ..	33
V.2.8. Üretim-Tüketim-Dış Ticaret ..	35
V.2.9. Üretim Tüketim Projeksiyonu	
ihracat Potansiyeli Tedbirler	36
V.2.10.Cevherin Döviz Deđerı .....	37
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	38
KAYNAKLARIN DİZİNİ .....	39
EK-1 Yer Bulduru Haritası	
EK-2 alışma Sahasının 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası.	
EK-3 Battalhöyüğü Tepe Sölestin Yatağının 1/2000 Ölçekli Jeoloji Haritası.	
EK-4 Kil Numunelerinin X Işını Kırınım Sonuçları.	
EK-5 Kil Numunelerinin Etilen Glikol ile Yapılan Difraktogramları.	
EK-6 Kil Numunelerinin Isıl Muamele ile Yapılan Difraktogramları.	
EK-7 Sahadan Derlenen Sölestin Numunelerinin Kim- yasal Analiz Sonuçları.	

EK-8 1 Nolu Sondaja ait Stamp

EK-9 2 Nolu Sondaja ait Stamp

EK-10 4 Nolu Sondaja ait Stamp

EK-11 7 Nolu Sondaja ait Stamp.

ince Kesit Fotoğrafları

LEVHA-1 UB-P1 ve UB-P2 ince kesitinden mikroskobik görünüm.

LEVHA-2 UB-P3 ve UB-P4 ince kesitinden mikroskobik görünüm.

LEVHA-3 UB-P5 ve UB-P8 kesitinden mikroskobik görünüm.

## I. SAHANIN GENEL DURUMU

### I.1. Çevre Özellikleri

Çalışma sahasının deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1300 m.-1650 m. arasındadır. Bölge genellikle dağlık ve tepeliktir.

Çalışma alanının en önemli yerleşim merkezleri Karacalar köyü, Ekincioğlu köyü, Baharözü köyü ve Boğazdere köyüdür.

Sahanın en önemli derelerini sahayı kuzeyden güneye kateden Karacalar çayı ile Kantariz çayı teşkil etmektedir.

Yöre, tipik Karasal iklimin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçer.

### I.2. Ulaşım

Çalışma sahası Ulaş nahiyesinin kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. (EK-1) Sahanın 500 m. doğusundan Sivas-Malatya karayolu geçmektedir. Tüm köy yolları stabilize yollarla bu karayoluna bağlanmaktadır.

### I.3. Öncel Çalışmalar

Bölgede ilk çalışma V. Stehbinsky tarafından, 1939 yılında yapılmıştır. Yazar bu çalışmasında sedimenter formasyonların Tersiyer, jipsli birimlerin ise Oligosen yaşında olduğunu belirtmiştir.

Okay (1952), 1/100.000 ölçekli jeolojik çalışmasında Eosende de jips çökeliminden bahsetmektedir.

Nebert (1956), Zara-İmranlı arasındaki jipsli serilerin Orta-Üst Miyosen yaşında olduğunu ileri sürmüştür.

Kurtman (1961), Sivas civarındaki jips serisinin Eosen'in üst serilerinden başlayarak Miyosen sonuna kadar devam ettiğini belirtmiştir.

Kurtman (1963), Tecer dağları jeolojisi adlı çalışmasında Oligosen yaşlı alacalı seri ile Orta-Üst Miyosen yaşlı kırmızı seriyi birbirinden ayırmıştır.

Arpat (1964), Sivas-139-d1 ve d4 paftalarında yaptığı çalışmada Eosen ve Oligosen arasında açısız uyumsuzluğun olduğunu ve jipslerin Oligosenin tabanında yer aldığını belirtmiştir. Yazar 139-d1 paftasının kuzey kısımlarında jipslerin içersindeki stronsiyuma dikkat çekmiştir.

Demirmen (1964), Divriği-139-C4 paftasında yapmış olduğu çalışmasında Eosen-Oligosen geçişinin uyumlu olduğunu belirtmiştir. Formasyonların ayırımında Litolojiyi baz kabul ettiğini aslında Jipslerin Oligosenin tabanında yer aldığını, Eosen'in üst seviyelerini de temsil edebileceğini ileri sürmüştür.

Norman (1964), Sivas-138-c2 paftasındaki çalışmasında 3 litolojik grup tanımlamıştır. Bunlar Eosen, yaşlı Karayaprak Formasyonu, Oligosen yaşlı Barçın Formasyonu ve Miyosen yaşlı Celalli grubudur. Yazar her üç birimde de Jips varlığından söz eder.

Rathur (1964), Divriği-139-d3 paftasındaki çalışmasında Jipslerin Oligosen ile Miyosen'de çökeldiğini belirtmiştir. Oligosen'in Eosen üzerine açısız uyumsuzlukla geldiğini belirtmiştir.

Kurtman (1973), Sivas-Zara-İmranlı bölgesinin Jeolojik ve tektonik yapısını inceleyerek bölgedeki tektonik evrimi genelleştirmiştir. Bozbel ve Karababa dağı arasındaki kesitinde Lütesiyen içerisinde jips ve kalker mercekleri ayırtlamıştır.

Gökçen (1981), Hafik güneyindeki Paleojen istifini Sedimentolojisi ve Paleocoğrafik evrimi adlı çalışmasında Eosen ve Oligosen arasında açısız uyumsuzluk olduğunu belirtmiş, diğer araştırmacıların Alacalı seri olarak tanımladığı Oligosen çökellerinin denizel olduğunu fosillerle saptamıştır.

Yılmaz (1988), Sivas-Şarkışla dolayının jeolojisi adlı raporunda, bölgenin jeolojik yapısını incelemiş ve birimlerin en iyi tip kesit sunduğu bazı yerlerde yöre ismine izafeten formasyon ayrımı yapmıştır.

## II. BÖLGESEL JEOLJİ

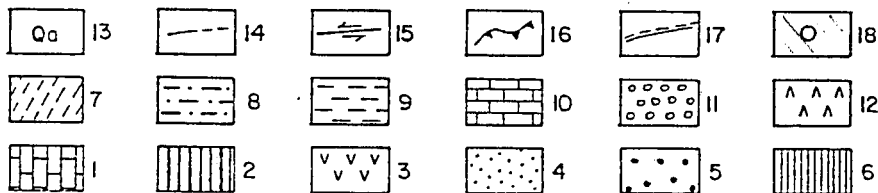
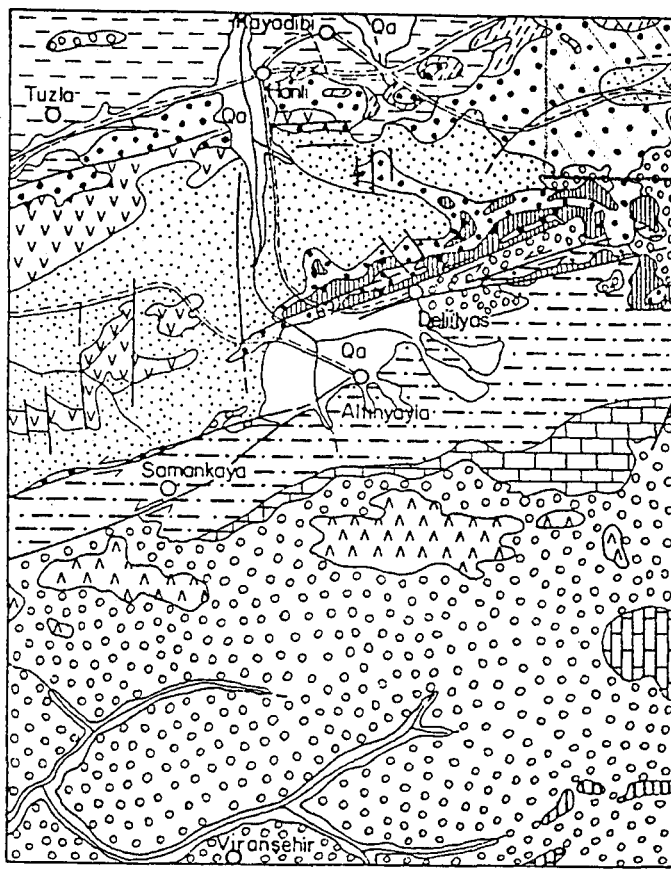
İnceleme alanı Doğu Toroslar'ın kuzey batı kesiminde ve Tersiyer havzasının güney doğusunda yer almaktadır. Ketin'e (1966) göre Anatolid-Torid tektonik birimlerin geçişinde yer alan sahada izlenen Ofiyolidler iç Toros okyanusunun (Koçyiğit, 1983) ürünleri olarak yorumlanmıştır. (Şengör, 1985).

Sivas Havzasının oluşumu, Maestrihtiyen'den itibaren başlar. Ancak Maestrihtiyen yaşlı karbonatlarla, çalışma alanında en altta yer alan volkanitlerin ilişkisi görülememiştir.

Yörede yer alan Paleosen yaşlı volkanitleri (Şekil-1) Paleosen-Eosen yaşlı volkano-tortul ve yeryer Ofiyolit veya kireç taşı bloklı bir istif izler. İnceleme alanındaki Ofiyolitler tamamıyla taşınmış durumdadır. Bu nedenle iç Toros Okyanusun doğuya doğru uzantısı olarak yorumlanan ofiyolitik birimlerin yerli yerinde bir okyanusu temsil etmediği ileri sürülebilir.

Eosen yaşlı kırıntılı kayaları, inceleme alanının güneyinde Üst Eosen-Oligosen yaşlı jipsler ve Oligosen-Alt Miyosen yaşlı akarsu ortamı ürünü olarak kırıntılı kayalar ve gölsel karbonatlar izler. İnceleme alanının kuzeyinde doğudan Sivas'tan gelip batıda Şarkışla'ya kadar uzanan, yer yer Miyosen yaşlı denizel kırıntılı kayaların üzerine uyumsuzlukla gelmekte ve üste doğru bazalt ara katkılarını kapsamaktadır.

Sivas havzasında genelde Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Akarsu-gölsel ortam ürünü olan tortullar ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazalt akıntıları, daha yaşlı birimlerin üzerine açılı uyumsuzlukla gelir. (Yılmaz, A. 1988).



Şekil-1 İnceleme alanının 1/500.000 ölçekli yalınlaştırılmış jeoloji haritası

Açıklamalar: 1- Mesozoyik yaşlı karbonatlar, 2- Ofiyolitli karışık  
 3- Paleosen yaşlı volkanitler, 4- Paleosen-Eosen yaşlı volkano-  
 -tortullar 5- Eosen yaşlı tortullar 6- Eosen havzasına aktarılmış  
 serpantinit, volkanit ve kireçtaşı 7- Üst Eosen-Oligosen yaşlı  
 jipsler, 8- Oligosen-Alt Miyosen yaşlı akarsu oluşukları 9- Alt-Orta  
 Miyosen yaşlı karasal kırıntılı kayalar ve jips, 10-Alt-Orta Miyosen  
 yaşlı gölsel karbonatlar 11- Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal  
 oluşuklar, 12- Pliyosen yaşlı bazaltlar 13- Kuvaterner yaşlı alüvyon  
 14- Dokanak, 15- Faylar (oklar, hareket yönünü gösterir, 16- Bindirme,  
 17- Yol, 18- Yerleşim birimleri ve Çalışma Alanı.

### III. STRATİGRAFI

İnceleme alanında (Sivas-J37-b2 paftası) Senozoyik yaşlı kaya birimleri yüzeylemektedir. Sahada, yaşlıdan gence doğru şu Formasyonlar yer almaktadır (Ek-2).

#### III.1. Kaleköy Formasyonu (TKal)

Çalışma alanındaki en alt düzeyi temsil eder. Birim Gökten'in (1983) önerdiği Kaleköy Formasyonunun bir bölümüne karşılık gelir. Volcano-tortul bir dizidir.

Birim, sahanın orta kesimlerinde, Yapalı ve Karacalar Köyü Kuzeyi ile Karacalar köyünün doğusunda geniş bir yayılım sunar.

Genellikle koyu yeşil renkli olup, orta ve kalın katmanlıdır. Piroklastik ve Epiklastik volkanik kayaların ardalanmasından oluşmaktadır. Piroklastik düzeylerin arasında bazaltik, andezit lavlarında izlenir.

Piroklastik seviyelerden alınan örneklerin (UB-P8, UB-P9) petrografik incelenmesinde piroklastların andezit çakılları olduğu, hamurun piroksen ve plajioklaslardan oluştuğu, mafik minerallerin tamamının karbonatlaşmış ve kloritleşmiş olduğu görülmüştür (Foto-6).

Epiklastiklerden alınan örneklerin (UB-P2, UB-P6) incelenmesinde ise, çakılların, volkanik kaya, intraklastlı kireçtaşı, karbonat çimentolu türbiditik kumtaşı, silttaşı olduğu belirlenmiştir (Foto-2).

### III.2. Yapalı Formasyonu (Tya)

Kaleköy formasyonunun epiklastik kırıntılı kayaları üzerine uyumlu olarak Yapalı formasyonu gelmektedir (EK-2).

Eosen yaşlı kumtaşı, kiltası, şeyl ve bunların üzerine uyumlu olarak gelen türbiditik kireçtaşı en iyi Yapalı köyü civarında yüzlek verdiği için, bu formasyon Yılmaz (1988) tarafından Yapalı formasyonu, üstünde yer alan Eosen yaşlı kireçtaşı ise Ziyarettepe üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim en iyi tip kesiti Yapalı köyü civarında sunmaktadır.

Sarımsı boz renkli olan birimin orta düzeylerinde yer yer olistostromal düzeyler izlenir. Ayrıca birimin içerisinde kumlu kireçtaşı ve gevşek taneli çakıltası ara katkılarına rastlamak mümkündür.

#### III.2.1. Ziyarettepe Üyesi (Tyaz)

Yapalı formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelen bu birimde hakim olan kaya türü türbiditik kireçtaşıdır. Ancak kumlu-killi kireçtaşı arakatkılarını da birimde görmek olağandır. En iyi tip kesiti Ziyarettepe dolayında bulunduğu için, Yılmaz (1988) tarafından Ziyarettepe üyesi olarak adlandırılmıştır.

Türbiditik kireçtaşlarından alınan örneklerde belirlenen fosillere göre (Gündüz, 1989) bu Birim Lütésiyen yaşlıdır.

### III.3. Bozbel Formasyonu (Tb)

Formasyon adı ilk defa Demirmen (1964) tarafından teklif edilmiştir. Norman (1964)te aynı formasyona Karayaprak formasyo-

Çalışma alanında en geniş yeri kaplıyan bu birim Yapalı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Bu birimin yer yer olistostrom ve çeşitli olistolitler kapsadığı bilinmektedir (Artan ve Sestini; Arpat ve Tütüncü, 1978; Aktimur ve diğerleri 1988).

İnceleme alanında Yapalı köyü ile Kutlukaya köyü arasında tip kesitler sunar. Tipik fliş fasiyesi özelliklerini taşıyan formasyon ince-orta tabakalı kiltası, kumtası, şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Orta düzeylerinde kireçtası, serpantin ve volkanit bloklardan ziyade bu kaya türlerinden türemiş olistolit ve olistostromal düzeyler ihtiva eder.

Formasyon içindeki olistolitlerden derlenen petrografik örneklerde, UB-P3 numunesinin ultrabazik karakterde olduğu, tamamen serpantinleşmiş olan kayacda orta ve klino piroksen kalıntılarının olduğu ve çatlaklar boyunca karbonatlaşma ve killeşme izlendiği, UB-P5 numunesinin ise mikritik kalsitten oluşan, içinde bol spar kalsit ve az kuvars içeren mikritik kireçtası olduğu tespit edilmiştir. (Foto-3) ve (Foto-5).

Bozbel formasyonuna eski çalışmacılar Orta-Üst Eosen yaşını vermişlerdir. Eosen birimleri arasında küçük foraminiferlerin bulunması, bu denizin önceleri oldukça derin olduğunu ancak Eosen sonuna doğru denizin sığlaştığını, birim içinde jips bantlarının bulunması ise yer yer bu birimin Lagüner ortama geçtiğini düşündürmektedir. (Gündüz, 1989).

#### III.4. Küçüktuzhisar Jipsleri (Tkü)

İlk defa Gökten (1983) tarafından ayırtlanmıştır. Bozbel formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir.

Çalışma alanında Yücepur Tepe ile Ekinciöğlü köyünün kuzeyinde dar bir alanda yüzlek vermektedir.

Genellikle beyaz ancak yer yer alacalı renkli jipslerden oluşan birim, kimi zaman tabakalı kimi zaman masif bir görünüm sunar. İçersinde yer yer silttası, çamurtası ve kiltasından oluşan katkılar izlenir.

Küçüktuzhisar jipsleri içinde merccek şeklinde sölestin mineralizasyonları mevcuttur. Bunlar 1/25000 ölçekli jeolojik haritaya işlenemeyecek kadar küçüktür. Bu sölestinlerden derlenen numunelerin (UB-P4, UB-P7) petrografik incelenmesinde, numunelerin ışınsal ve çubuksu sölestin kristallerinden oluştuğu, kesitin bir bölümünde ise kriptokristalen karbonat içinde sölestin kristalleri kalıntıları gözlenmiştir.

Birim sahadaki jeolojik konumu itibariyle Üst Eosen-Alt Oligosen yaşta olabilir.

### III.5. Hacıali Formasyonu (Th)

Küçüktuzhisar jipsleri üzerinde uyumsuz olarak yer alan bu formasyon çamurtaşı, siltaşı, kiltası ve yer yer kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır.

Birim içinde yer alan siltaşları ve kiltalarında laminalanmaya çok sık rastlanır.

Öncel çalışanlarca (Gökçe, 1988) en iyi tip kesit Hacıali mevkiinde sunduğundan Hacıali formasyonu diye isimlendirilmiş ve Alt-Orta Miyosen yaşı verilmiştir.

### III.6. Örenlice Formasyonu (Tö)

Kendinden yaşlı tüm birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla gelen Pliyosen-Kuvaterner yaşlı karasal oluşuklar Örenlice formasyonu olarak adlandırılmıştır (Kartarı, 1986; Gürsoy, 1986).

Akarsu ortamı ürünü olan çakıltası, kumtaşı ve siltaşı içermektedir.

Çalışma alanında düzlük alanlarda geniş bir yayılım sunar.

Formasyon içinde hakim olan birim, sarımsı-gri renkli, gevşek taneli ince ve orta tabakalı çakıltasıdır.

Birimden alınan örneğin (UB-P1) petrografik incelemesinde, numunenin kuvars, plajioloklas, mika, klorit fosil izleri ve

tortul Kayaç parçaları içeren karbonat çimentolu kumtaşı olduğu saptanmıştır.

### III.7. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanını KD-GB yönlü kesen, Karacalar çayı ve Kantariz çayı malzemelerinin oluşturduğu kum ve çakıldan ibarettir.

#### IV. STRONSIYUMUN TEMEL JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Stronsiyum, clark sayısı 375 ppm (Krauskopf, 1979) olan bir element olup, çeşitli kayaç türlerindeki ortalama bollukları, Ultrömafitlerde 5,8; mafitlerde 465; granitlerde 100; kireçtaşlarında 610; kumtaşlarında 20; şeyllerde 300 ppm kadardır (Rose ve dig. 1980).

Jipslerde ortalama 970 ppm, anhidritlerde ise ortalama 1470 ppm stronsiyum içeriği analiz edilmiştir (Ham, 1962).

Derin ortam koşullarında stronsiyum kendine özgü mineral oluşturamamakta, çeşitli minerallerde iyon büyüklükleri ( $\text{Sr}^{++}$  1,21Å°) yakın olan  $\text{Ca}^{++}$  (1,08Å°),  $\text{K}^+$  (1,46Å°) ve  $\text{Ba}^{++}$  (1,44Å°) gibi iyonların yerini alarak tutuklanmaktadır.

Yüzeysel koşullarda en önemli mineralleri sölestin ( $\text{SrSO}_4$ ) ve stronsiyanit ( $\text{SrCO}_3$ ) olup, sölestine evaporit ortamlarda jipsli seriler içinde, stronsiyanite ise kireçtaşı ve marnlar içinde rastlanmaktadır. Bu minerallerin oluşumu ender olup stronsiyumun büyük bir kısmı killerde  $\text{K}^+$  yerinde yakalanarak veya kalsit, aragonit, dolomit, jips ve anhidrit gibi kalsiyumlu minerallerde  $\text{Ca}^{++}$  yerini alarak tutuklanmaktadır.

Aragonit ve anhidritte Sr/Ca oranı diğerlerine göre daha yüksektir. (Goldschmit, 1954)

Diğer taraftan stronsiyumun yüzeysel koşullardaki jeokimyasal özellikleri gözden geçirildiğinde deniz suyunda serbest halde 8 ppm ( $9 \times 10^{-5} \text{M}$ ) kadar stronsiyum bulunduğu (Krauskopf, 1979) ve miktarının tuzluluk, sıcaklık ve diğer iyonların bolluklarına bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

##### IV.1. Stronsiyum Mineralleri

Bileşiminde stronsiyum bulunan ve genellikle doğada ender olarak rastlanan mineraller şunlardır. (Çubuk, 1990)

SülfatlarBarit sölestin (Sr, Ba)  $[\text{SO}_4]$ Sölestin (Selestit)  $\text{Sr}[\text{SO}_4]$ Svånbergit, Harttit (Sr, Ca)  $\text{Al}_3[(\text{OH})_6/\text{SO}_4\text{PO}_4]$ TuzlarJarlit, Metajarlit  $\text{NaSr}_2[\text{AlF}_6][\text{AlF}_5\text{H}_2\text{O}]$ Koenenit  $\text{Na}_3\text{Ma}_5\text{CaSr Al}_3\text{Cl}_{10}(\text{OH})_{16}$ Titanatlar-NiobatlarLäparit (Ce, La, Na, Ca, Sr)  $(\text{Ti, Nb})\text{O}_3$ BoratlarVeatchit  $\text{Sr B}_6\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Kurgantait  $(\text{Sr, Ca})_2[\text{B}_4\text{O}_8]\text{H}_2\text{O}$ KarbonatlarStronsiyanit  $\text{Sr}(\text{CO}_3)$ Kalsiyum stronsiyanit (Sr, Ca)  $[\text{CO}_3]$ Burbankit  $\text{Na}_2(\text{Ca, Sr, Ba NTE})_6[\text{CO}_3]_5$ ArsenitlerFermorit  $(\text{Sr, Ca})_5[(\text{F, OH})/(\text{PO}_4 \cdot \text{ASO}_4)_3]$ VanadatlarDelriyoit  $\text{CaOSrOV}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 

Doğada serbest olarak bulunmayan stronsiyumun iki önemli minerali vardır. Sölestin (selestit)  $\text{SrSO}_4$ ; % 56.4 SrO, % 43.6  $\text{SO}_3$  içerir. Stronsiyanit ( $\text{SrCO}_3$ ); % 70.1 SrO içerir. Bunlardan önemli olanı bolluğu ve geniş yayılım göstermesi nedeniyle sölestindir.

Stronsiyanit daha yüksek stronsiyum içerdiği halde daha az bulunması nedeniyle ticari önemini kaybetmekte ayrıca doğrudan doğruya asitlerle etkilenmesi ile stronsiyum bileşikleri yapımı için ideal bir durum yaratmasına rağmen her zaman kalsiyum içermesi nedeniyle yüksek saflıkta stronsiyum bileşikleri elde edilmesinde sölestinin yerini alamamaktadır. Dolayısıyla stronsiyanit ticari değeri fazla olmayan bir stronsiyum minerali olarak kabul edilir.

Sölestin, ortorombik sistemde kristalleşir. Kristalleri barite benzer. Genellikle (001)e paralel tabuler veya a veya b eksenlerine paralel uzayan prizma şekilleri gösterir. Dilinimi mükemmel olup, sertliği 3-3,5 yoğunluğu 3,95-3,97 gr/cm<sup>3</sup>. Parlaklığı inci veya camsı olup, genellikle beyaz, bazen renksiz, bazen mavi veya kırmızı renklerde bulunur.

Sölestin barit'e benzer. Fakat daha düşük özgül ağırlığı vardır. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ile ergitilince artık malzeme ısıtılırsa, gümüş üzerinde koyu gümüş sülfür lekesi yapar.

Sölestin genellikle kalkerler ve kumtaşları içinde ve onların boşluklarını doldurmuş halde bulunur. Doğada kalsit, dolomit, jips, halit, kükürt ve fluorit ile beraber oluşur. Ayrıca kurşun cevheri ile beraber damarlarda gang minerali olarak bezende kolemanitle beraber bulunur.

#### IV.2. Stronsiyum Yataklarının Oluşumu

Magmatik kayaların ortalama Sr içerikleri % 0,034 olup Pb, Zn, Cu, Fe, Ni veya Li'dan yüksektir. Göreceli bolluğa rağmen Sr, magmatik kayalarda genelde bağımsız bir Sr minerali olarak oluşmaz. Buna karşılık bağımsız Sr mineralleri genelde çökel ortamlarda yataklanma gösterirler.

Sedimanter ortamlarda sölestin, genelde evaporitik ortamlarda jipsli seriler içersinde, stronsiyanit ise kireçtaşı, dolomit ve marnlar içersinde gözlenmektedir. Bu minerallerin

oluşturduğu yataklar yakından incelendiğinde deniz suyundan kimyasal çökelim gerçekleştiği sırada ortamda  $Sr^{++}$  zenginleşmesi sonucu çökdikleri saptanmıştır.

Sölestinin kimyasal çökelişi için  $Sr^{++}$  ve  $SO_4^-$  konsantrasyonlarının, stronsiyonit içinde  $Sr^{++}$  ve  $Co^-$  konsantrasyonlarının çözünürlük çarpımını geçecek şekilde ve uygun çökeltme koşullarının gelişmesi gerekmektedir.

Deniz suyu içinde  $Ca^{++}$ ,  $Sr^{++}$  ve  $SO_4^-$  iyonlarının bollukları ve çözünürlük çarpımları aşağıda verilmiştir.

#### a. Veriler

Bileşik	Deniz suyunda KÇ	Deniz Suyunda Metal İyon Kons.	Deniz Suyunda $SO_4^-$ Konsant.
$CaSO_4$	$1 \times 10^{-4,5}$	$1 \times 10^{-2} M$	$2,7 \times 10^{-3} M$
$SrSO_4$	$7.6 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-5} M$	$2,7 \times 10^{-3} M$

#### b. Metal iyon konsantrasyonu sabit kalıp $SO_4^-$ konsantrasyonu arttığında çökeltme sırası

$$CaSO_4 \text{ çökelişi için gerekli } SO_4^- = \frac{K_{\text{ÇÇ}}}{[Ca^{++}]} = \frac{1 \times 10^{-4,5}}{1 \times 10^{-2}} = 3.6 \times 10^{-3}$$

$$SrSO_4 \text{ çökelişi için gerekli } SO_4^- = \frac{K_{\text{ÇÇ}}}{[Sr^{++}]} = \frac{7.6 \times 10^{-7}}{9 \times 10^{-5}} = 8.44 \times 10^{-3}$$

Not: çökeltme için gerekli  $SO_4^-$  miktarı daha az olduğundan  $CaSO_4$  önce çökeltir.

c.  $\text{SO}_4^{=}$  konsantrasyonu sabit kalıp, metal iyon konsantrasyonları arttığında çökelim için gerekli iyon konsantrasyonları ve zenginleşme oranı

$$\text{CaSO}_4 \text{ çökelimi için gerekli } [\text{Ca}^{**}] = \frac{K_{\text{ÇÇ}}}{[\text{SO}_4^{=}]^2} = \frac{1 \times 10^{-4.5}}{2.7 \times 10^{-3}} = 1.77 \times 10^{-2}$$

$$\text{SrSO}_4 \text{ çökelimi için gerekli } [\text{Sr}^{**}] = \frac{K_{\text{ÇÇ}}}{[\text{SO}_4^{=}]^2} = \frac{7.6 \times 10^{-7}}{2.7 \times 10^{-3}} = 2.81 \times 10^{-4}$$

$$[\text{Ca}^{**}] \text{ zenginleşme oranı} = \frac{\text{Gerekli Miktar}}{\text{Deniz Suy. Mik.}} = \frac{1.17 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}} = 1.17 \text{ kat}$$

$$[\text{Sr}^{**}] \text{ zenginleşme oranı} = \frac{\text{Gerekli Miktar}}{\text{Deniz Suy. Mik.}} = \frac{2.81 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-5}} = 3.12 \text{ kat}$$

d.  $\text{SrSO}_4$  çökelmeye başladığında ve/veya çökecek kadar  $\text{SO}_4^{=}$  zenginleştiğinde deniz suyundaki  $\text{Ca}^{**}$  konsantrasyonu

$$[\text{Ca}^{**}] = \frac{1 \times 10^{-4.5}}{8.44 \times 10^{-3}} = 3.75 \times 10^{-3} M \quad (\text{Deniz Suyundaki ilksel miktarın } 0,375 \text{ 'i kadar.})$$

e. Olağan deniz suyunda ve  $\text{SrSO}_4$  çökelimi sırasında

$[\text{Sr}^{**}]/[\text{Ca}^{**}]$  oranları

$$\text{Olağan deniz suyunda} \quad \frac{[\text{Sr}^{**}]}{[\text{Ca}^{**}]} = \frac{9 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-2}} = 0,009 = \frac{1}{111.1}$$

$\text{SrSO}_4$  çökelimi sırasında

$$\text{i. } [\text{Sr}^{**}] \text{ sabit kalıp } [\text{SO}_4] \text{ artmışsa} \quad \frac{[\text{Sr}^{**}]}{[\text{Ca}^{**}]} = \frac{9 \times 10^{-5}}{3.75 \times 10^{-3}} = 0.224 = \frac{1}{41.67}$$

$$\text{ii. } \text{SO}_4 \text{ sabit kalıp } \text{Sr}^{**} \text{ artmışsa} \quad \frac{[\text{Sr}^{**}]}{[\text{Ca}^{**}]} = \frac{2.81 \times 10^{-4}}{3.75 \times 10^{-3}} = 0.075 = \frac{1}{13.3}$$

Buna göre şu yorumlar yapılabilir:

- Olağan metal iyon konsantrasyonları sabit kalıp su içinde  $\text{SO}_4$  konsantrasyonu arttığında  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$  tan daha önce çökelmektedir.

- $\text{SrSO}_4$  çökebilmesi için deniz suyundaki  $\text{Sr}^{++}$  konsantrasyonu yeterli değildir. Bu konsantrasyonun en az 3.12 kat zenginleşmesi gerekmektedir. Aynı oranda  $\text{Ca}^{++}$  zenginleşmesi halinde ise  $\text{SrSO}_4$  çökelişi gerçekleşmeyecektir.
- $\text{SrSO}_4$  çökelişi  $\text{Sr}^{++}/\text{Ca}^{++}$  oranı tarafından kontrol edilmekte olup,  $\text{Sr}^{++}$  sabit kalıp  $\text{SO}_4^{--}$  arttığında  $\text{SrSO}_4$  çökelişi için bu oranın olağan deniz suyunda 1/111.1 iken 1/41.67 ye yükselmesi gerekmektedir. Yani  $\text{SrSO}_4$  çökebilmesi için  $\text{Sr}^{++}$  ve  $\text{SO}_4^{--}$  iyon konsantrasyonlarının artması yeterli olmamakta  $\text{Ca}^{++}$  iyon konsantrasyonunun olağan deniz suyundaki  $\text{Sr}^{++}/\text{Ca}^{++}$  oranı artacak şekilde azalması gerekmektedir.  $\text{SO}_4^{--}$  sabit kalıp  $\text{Sr}^{++}$  artmışsa bu oranın 1/13.3 e yükselmesi gerekmektedir.
- $\text{SO}_4$  arttığında ortamdaki  $\text{Sr}^{++}/\text{Ca}^{++}$  oranı 1/41.67 den küçük iken jips 1/41.67 yi geçtiğinde ise sölestin çökelecektir. Jips çökelişi için gerekli koşul, sölestin çökelişi için gerekli koşula göre daha kolay gelişmekte olup, bu nedenle evaporitli birimlerde jips daha yaygın olarak gözlenmektedir.
- Ortamda  $\text{SO}_4^{--}$  artınca  $\text{Sr}^{++}/\text{Ca}^{++}$  oranının 1/41.67 den küçük olduğu bir durumda jips çökelişi gerçekleştikten sonra  $\text{Ca}^{++}$  kullanıldığından  $\text{Sr}^{++}/\text{Ca}^{++}$  oranı yükselecektir. Bu nedenle jips oluşumunun devamında  $\text{SrSO}_4$  oluşumu gerçekleşebilir. Böylece jipslerle sölestin ardışıklı olduğundan sahada genelde bir arada gözlenmektedirler.

#### IV.3. Sivas Yöresi Stronsiyum Yatakları (Gökçe, 1990)

Türkiye'nin bilinen sölestin yatakları Sivas'ın güney ve güneydoğusunda Miyosen yaşlı jipsli çökeller içinde Şarkışla'dan Zara'ya kadar uzanan oldukça geniş bir alanda dağılmış olarak gözlenmektedir.

Yazar tarafından bölgedeki birimler, Miyosen öncesi birimler, Miyosen yaşlı birimler ve Miyosen sonrası birimler şeklinde 3 ana kısma ayrılmıştır. (Şekil-2)



Yazar'a göre bölgedeki jipsler içinde Sr içeriği çok yüksek olmasına karşın (Yalnız Purtepe Üyesinden alınan bir örnekte  $98000 \text{ ppm} \approx \% 10$ ) sölestin kristallerine çok ender rastlanması, stronsiyumun ilksel zenginleşmesinin sölestin kristalleri halinde olmadığını göstermekte olup  $\text{Sr}^{++}$ 'un jipsli seviyelerde  $\text{CaSO}_4$  içinde, jipsli-marnlı seviyelerde  $\text{CaSO}_4$  ve/veya  $\text{CaCO}_3$  içinde  $\text{Ca}^{++}$  iyonunun yerini alarak, killi seviyelerde ise  $\text{K}^+$  iyonunun yerini alarak veya kafes yapısındaki boşluklarda gizlenerek tutuklanmış olabileceğini düşündürmektedir. Jipsli ve marnlı seviyelerdeki değerlerin killi seviyelere göre daha yüksek oluşu  $\text{Sr}^{++}$  iyonunun özellikle  $\text{CaSO}_4$  ve  $\text{CaCO}_3$  yapısında  $\text{Ca}^{++}$  iyonlarının yerini alarak tutuklanmış olması olasılığını arttırmaktadır.

Yöredeki sölestin yataklarının çoğu Purtepe Üyesi'ne ait jipsler içinde bulunmaktadır. Haramçamziyareti yatağı ve Beyaztepe yatağının bir kısmı Şahbey Üyesi'nin tabanındaki kumtaşlarının kırık ve çatlakları içinde veya konglomeraların çakılları arasındaki boşluklarda gözlenmektedir.

Jipsler içindeki yataklar genellikle jipslerin tabaka düzlemleri ile uyumsuz kismende yarı uyumlu veya tam uyumlu çözünme boşluklarını doldurmuş oluşumlar şeklindedirler. İkinci tip oluşumlar ise konglomera ve kumtaşlarının tabakalanma düzlemleri ile uyumsuz ince damarlar şeklindedirler.

Bu yatakların dağılımında ve yataklanmasında herhangi bir tektonik yapı etkin olmayıp, yatakların şekilleri ve dağılımları doğrudan çözünme boşluklarınca ve yerel kırık ve çatlaklara kontrol edilmektedir.

Yazar çalışmasında bölgedeki tüm sölestin oluşumlarının (Battalhöyüğü Tepe hariç) Miyosen yaşlı birimlerdeki formasyonlarda ayırtladığı Purtepe Üyesi jipsleri ile ilişkili olduğunu söylemiştir. (Şekil-2)

Gökçe, (1990) çalışmasında jips ve sölestin yataklarının stratigrafik konumlarının belirlenmesi için Kurtman

tarafından yapılan ayırımın (Kurtman, 1961 tarafından Miyosen yaşlı birimler Hafik ve Karacaören Formasyonları şeklinde adlandırılmış, Hafik, Formasyonu karasal, Karacaören Formasyonu denizel ortamda çökelmiş birimleri kapsar.) yeterli olmadığını söylemiş ve Miyosen yaşlı birimleri çökme ortamındaki fasiyes değişiklikleri göz önüne alınarak yeniden Hacıali ve Karayün Formasyonları şeklinde iki yeni formasyona ayırmıştır. Ayrıca Hacıali Formasyonu içinde ise dört adet üye tanımlamıştır. (Gökçe 1990, Gökçe ve Ceyhan, 1988).

Yöredeki sölestin oluşumları Purtepe üyesi jipsleriyle ilişkili olduğundan (bu üye Hacıali Formasyonu içindedir) Hacıali Formasyonunun oluşumuna göz atmak gerekmektedir.

Yazarlara göre, Hacıali Formasyonu kayaç türleri ve çökme ortamının sedimantolojik evrimi dikkate alınarak tabandan tavana Boynuzözü, Göbeklitarla, Aktas ve Purtepe olmak üzere dört üyeye ayrılmıştır (Şekil - 2). Buna göre tabandaki Boynuzözü üyesi kırmızı-kahrevengi renkli, alt seviyelerde kaba taneli çakıltası, üst seviyelerinde ise taneleri tedrici olarak incelenen kumtaşı, çamurtaşı ve marn ardalanması ile temsil edilmektedir. Purtepe üyesi ise formasyonun en üst üyesi olup alt seviyelerinde yeşil sarımsı renkte marn-jips ardalanmasından orta seviyelerinde genellikle masif yer yer kil bantlı jipslerden, üst seviyelerinde ise jips yumruları içeren marnlardan oluşmaktadır. Purtepe üyesinin kalınlığı 60 m. kadar olmasına karşın yer yer sürüklenerek toplanma nedeniyle 300 m. ye kadar kalınlaştığı yer yer ise çok incelmiş gözlenmektedir.

Hacıali formasyonun çökme ortamının başlangıçta Boynuzözü üyesi çökelirken atmosferle teması fazla fiziki enerjisi yüksek karasal-sığ sulu bir ortam, daha sonra Göbeklitarla üyesi çökelirken fiziksel enerjisi yükselmiş, tuzluluğu artmış, sığ sulu Sabkha karakterli bir deniz kıyısı ortamı, Aktas üyesinin çökelişi sırasında derinliği artmış ve denizel karakter kazanmış bir ortam, Purtepe üyesinin çökelişi sırasında ise

tekrar sığlaşarak, sabkha karakteri kazanmış bir sığ sulu ortam şeklinde değişiklikler gösterdiği anlaşılmaktadır. Çökelme ortamı derinleşirken ve sığlaşırken gelişen sabkha ortamı koşullarında Göbeklitarla ve Purtepe üyelerinin jipsli çökellerinin olduğu söylenebilir. (Gökçe, 1990).

Aynı araştırmacı bu çalışmasında Sivas güneyinde bulunan Batıdan-Doğuya doğru 5 adet sölestin yatağının detay etüdünü yapmıştır. (Şekil-3)

#### Kavlak Sölestin Yatağı

Bu yatak, Kavlak köyünün Doğu ve Güneydoğusunda Çayırtepe'nin kuzey eteklerinde yer almaktadır. (Şekil-3)

Yatak çevresinde Purtepe üyesi jipsleri, Eosen yaşlı Bozbel formasyonu üzerine aşmalı çökelme şeklinde uyumsuz olarak gelmektedir. (Şekil-4)

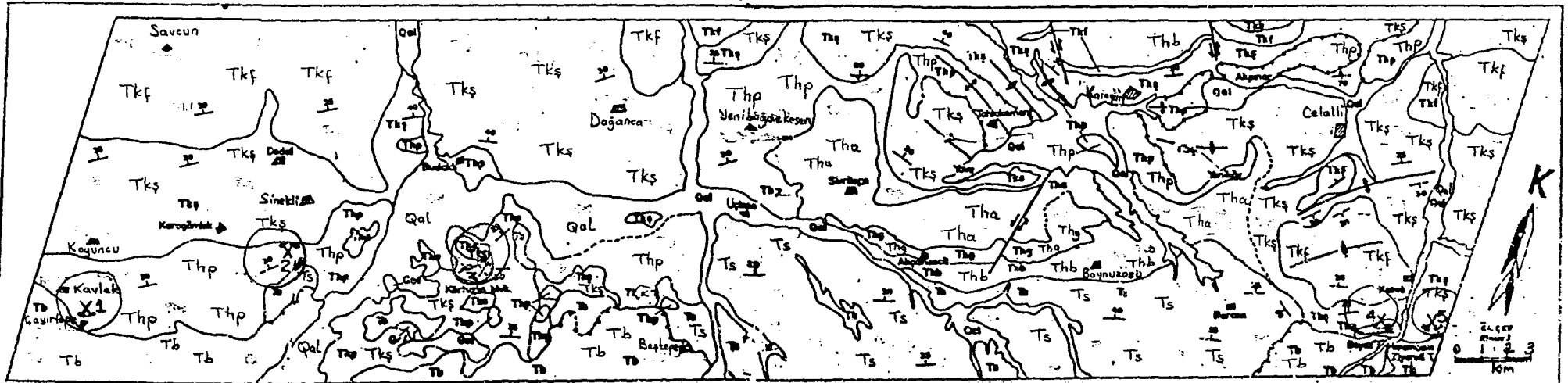
Yatak içinde sölestin zenginleşmesi jipsler içinde çözünme boşluklarında yığılmış killi bir dolgu içinde topçuklar şeklindedir. Sölestin kristalleri oldukça büyük olup topçuklar içinde yer yer düzgün yer yer ise düzensiz dizilmiş kristal kümeleri şeklindedirler.

#### Sinekli Sölestin Yatağı

Bu yatak Sinekli köyünün Yücepur Tepenin Güneydoğu eteklerinde bulunmaktadır. (Şekil-3)

Yatak çevresinde Purtepe üyesi jipsleri Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Kumtaşı-Çamurtaşı-kumlukireçtaşı ardalması) üzerine aşmalı çökelme şeklinde uyumsuz olarak gelmektedir. (Şekil-4)

Sölestin zenginleşmeleri jipsler içinde katman düzlemleri ile uyumsuz kalın damarlar veya kütle şekilli yığılımlar şeklindedirler. Sölestin zenginleşmelerine yakın yerlerde jipsler önemli ölçüde çözünme ve yeniden kristallenme geçirmiş olup,

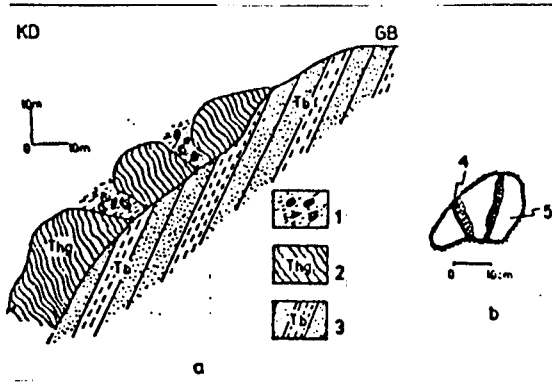


A Ç I K L A M A L A R

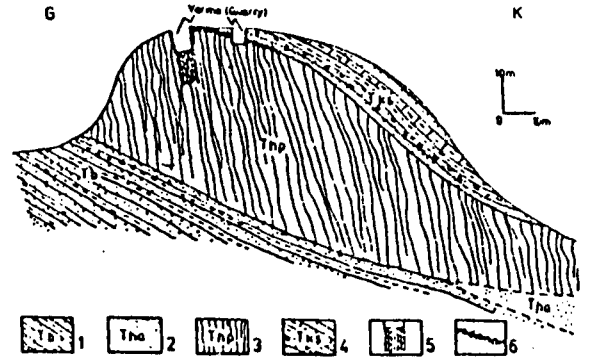
Gökçe, 1988'den değiştirilerek.

MİYOSEN ÖNCESİ	Ts	Salimye Formasyonu	MİYOSEN	Thp	Purtepe Üyesi	MİYOSEN SONU	Tk	Karatepe Formasyonu	Qal	Alüvyon		Bindirme
	Tb	Bozbel Formasyonu		Tha	Aktaş Üyesi		Tkl	Taşlı Üyesi		Dokanak		Damlasma
	Gof	Bünyeş Ofiyoliti		Thg	Böbekli/Arbo Üyesi		Tkf	Fadım Üyesi		Antiklinal		Kalman Döşümlü ve eğimi
		Thb		Boynuzozu Üyesi	Tks		Şahbey Üyesi		Senkinal		Açık işletme	
									Doğrudu atımlı fay		İşletilen Sölestin yatağı	
											İşletilmeyen Sölestin yatağı	

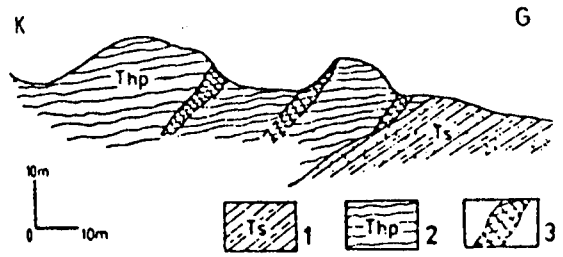
Şekil-3: Sivas güneyinin jeolojik haritası ve sölestin yataklarının konumları (1. Kavlak Sölestin Yatağı, 2. Sinekli Sölestin Yatağı, 3. Körtuzla Sölestin Yatağı, 4. Beyaztepe Sölestin Yatağı, 5. Haramçamziyareti Sölestin Yatağı) (Gökçe, 1990).



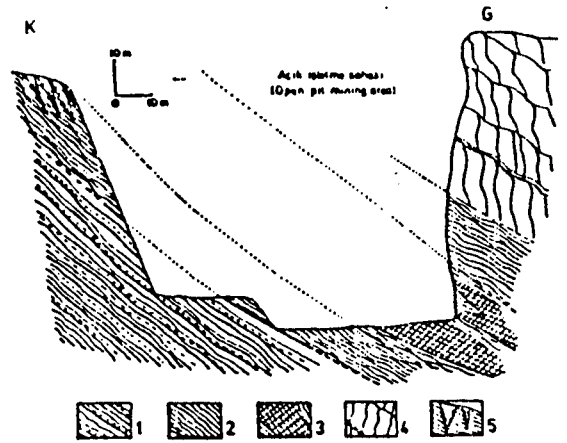
Kavlak yatağında sölestin zenginleşmesinin konumu (1. Sölestin içeren yumrular ve kil dolgu, 2. Purtepe Üyesi Jipsleri, 3. Bozbel Formasyonunun silttaşları, 4. Sölestin kristalleri, 5. Jips-kil matriksi).



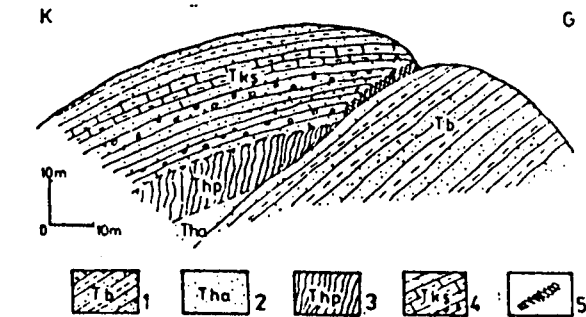
Beyaztepe yatağında sölestin zenginleşmesinin konumu (1. Bozbel Formasyonu silttaşları, 2. Aktaş Üyesi kumtaşları, 3. Purtepe Üyesi jipsleri, 4. Şahbey Üyesi çakıltası ve kumtaşları, 5. Birinci tip sölestin zenginleşmesi, 6. İkinci tip sölestin zenginleşmesi).



Sinekli yatağında sölestin zenginleşmesinin konumu (1. Selimiye Formasyonunun kumtaşları, 2. Purtepe Üyesinin Jipsleri, 3. Karbonatlaşma ve sölestin zenginleşmeleri).



Körtuzla yatağında sölestin zenginleşmelerinin konumu (1. Jips-marn ardalanması, 2. Yeniden kristallenmiş masif jips, 3. Sölestin zenginleşmesi, 4. Bol anhidritli tabakalı jips, 5. Çözünme boşlukları).



Haramçamızıyareti yatağında sölestin zenginleşmelerinin konumu (1. Bozbel Formasyonu silttaşları, 2. Aktaş Üyesi kumtaşları, 3. Purtepe Üyesi jipsleri, 4. Şahbey Üyesi konglomera ve kumtaşları, 5. Sölestin zenginleşmesi).

Şekil-4: Sivas güneyindeki sölestin yataklarının jeolojik konumları.

masif kütleler haline dönüşmüşlerdir. Ayrıca sölestin zenginleşmeleri yakınında karbonatlaşma da yaygın olup, sölestin oluşumu bu karbonatlı matriks içinde de gelişmiştir.

#### **Körtuzla Sölestin Yatağı**

Bu yatak Akkaya köyünün Kuzedoğusunda Körtuzla mevkiinde bulunmaktadır. (Şekil-3)

Yatak çevresinde Purtepe üyesi jipsleri, Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerine, aşmalı çökeltme şeklinde uyumsuz olarak gelmektedir. (Şekil-4)

Yatak içinde sölestin zenginleşmeleri, üst seviyelerde jipslerin katmanlanma düzlemleri ile uyumsuz alt seviyelerde ise uyumlu ve yarı uyumlu veya tam uyumlu kalın damarlar şeklindedirler.

#### **Beyaztepe Sölestin Yatağı**

Bu yatak, Kabalı köyünün Güneyinde, Beyaz Tepe'de yer almaktadır. (Şekil-3)

Yatak çevresinde Purtepe üyesi jipsleri ile Şahbey üyesinin kumtaşı ve marnları Eosen yaşlı Bozbel formasyonunu üzerine aşmalı çökeltme şeklinde uyumsuz olarak gelmektedir. (Şekil-4)

Yatakta sölestin zenginleşmeleri Purtepe üyesinin jipsleri içinde çözünme boşluğu kanalları boyunca yer yer bakışumlu damarlar, yer yer ise ince bantlı dolgular şeklinde ve Şahbey üyesinin tabanında çakıltaşlarının çakılları arasındaki boşluklarda ve kumtaşlarının çatlaklarında karbonatlı ve sölestinli dolgular şeklinde gözlenmektedirler.

### Haramçamziyareti Sölestin Yatağı

Demirci köyünün Güneybatısında Haramçamziyareti Tepesinde bulunmaktadır. (Şekil-3)

Yatak çevresinde, Sahbey üyesi kumtaşı ve çakıldaşları ve Eosen yaşlı Bozbel formasyonu üzerine aşmalı çökeltme şeklinde uyumsuz olarak gelmektedir. (Şekil-4)

Sölestin zenginleşmesi, Sahbey üyesinin tabanında kumtaşlarının kırık ve çatlakları içinde veya çakıldaşlarının kırık ve çatlakları içinde veya çakıldaşlarının çakılları arasındaki boşluklarda ince damarlar ve düzgün olmayan yığılımlar şeklindedir.

#### IV.4. Ulaş-Battalhöyüğü Yatağının Oluşumu

Stronsiyum veya sölestin lagüner ortamda bir evaporasyon ürünü olarak çökelmektedir. Jips ve kireçtaşları ile marnlar ve tuzlu kumlar içinde dolomit ve kalsit ile bulunmaktadır. Çok az olarakta sıcak su kaynaklarında, volkanik kayalarda ve hidrotermal filonlarda da bulunmaktadır. Fakat bu tür oluşumlar ekonomik olabilecek yatak oluşturmamaktadır.

Stronsiyum, deniz suyunda iyon halinde bulunmaktadır. Sölestin iyonları sığ sulu basen havzalarına ulaştıkça evaporatif lagün havzasında sölestin konsantrasyonu artmaktadır. Sirkülasyon devam ettikçe açık denizden Sr iyonu gelmekte ve evaporasyon devam ettikçe, ortamda Sr iyonu konsantrasyonu artmaktadır. Bilindiği gibi evaporit havzasında önce karbonatlar çökelmektedir. Sıra ile sölestin, jips yani sülfatlar daha sonra da klorürler çökelmektedir. Eğer ortamdaki Ca iyonu  $CO_3$  tarafından tutularak  $CaCO_3$  halinde çökelmiş ise bu evrede de ortamda Sr iyonu konsantrasyonu artmışsa  $CaSO_4$  yerine  $SrSO_4$  çökelmektedir.

Sivas havzasında da açık denizle bağlantılı lagünlere yukarıdaki yolla sölestin yatakları oluşmuştur. Lagünlere açık denizle irtibatları kesildiğinde ise ortama stronsiyum iyonu

gelemediği için kalın jips yatakları çökelmiştir. Hafif jipsleri böyle bir ortamda çökelmiştir.

Sölestinin çözeltiden ayrılması karbonat-sülfat fazı geçişinde ve sülfat fazı içinde olduğu sanılmaktadır. Büyük çapta sölestin zenginleşmesi submarin eşik veya havzaların kıyı bölgeleri ile sıkı ilişkilidir. Kıyı bölgelerinden havzaların derinlerine doğru yüksek konsantrasyonlu suların akımı bir döngü oluşturur.

Böylece az konsantre deniz suyu tekrar sığ bölgelere taşınır. Bu durumda havzaya yeni Sr iyonları gelir. Evaporasyonla ise tekrar konsantrasyon artar. Ardalanmalı sölestin yatakları, bu şekilde deniz suyundaki buharlaşma ve konsantrasyondan, birkaç kez sülfat-karbonat ayrışmasının değişmesinden olur. Genellikle  $\text{CaSO}_4$  çökelişi ile sölestin ayrışımı bitmiş olur. Sonra yeni bir evre başlar. Bazen de Sr iyonu ortamdaki  $\text{SO}_4$ 'ı tamamen bünyesine alarak jips çökelişini engelleyebilir. Böylelikle ortamda ve yakın çevrede jips depolanması görülmeyebilir. Nitekim, Battalhöyüğü Tepe'de özellikle alt ardalanmalı seviyede jips'e rastlanmaması bundan olabilir.

Sivas ve Battalhöyüğü sölestin yataklarının tümünün yukarıda yorum getirilen şekilde oluşması mümkündür.

Tüm bu açıklamaların ışığında, havzada Eosen sonunda oluşan flişler üzerindeki jipsler içinde, Oligosen başındaki kırmızı renkli detritikler arasındaki jipsler içinde ve Miyosen'-in denizel evrelerindeki jipsler arasında sölestin depolanmalarına rastlamak mümkündür.

#### IV.5. X-Ray Sonuçları ve Stronsiyum Oluşumlarının Yorumlanması

Çalışma sahasında yer alan sölestin zuhurlarının oluşumuna açıklık getirmek amacıyla, sölestin oluşumlarının tavanında ve tabanında yer alan killerden 6 adet numunenin (UB-K1, UB-K2, UB-K3, UB-K4, UB-K5, UB-K6) X ışını difraktogramları verilerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kil minerallerinin belirlenebilmesi için X ışını difraksiyon analizleri MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi X-RD servisi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Tüm kil numunelerinin X ışını kırınımları EK-4'te verilmiştir. X ışınları analizi için Jeol-JBx-8P difraktometresi kullanılmıştır. X ışınları difraktogramları normal (şekil-5) ve cam üzerine çöktürülmüş yarı-oriente (şekil-6), Etilen glikol (EK-5) ve Isıl muamele (EK-6) olmak üzere her örnekten 4'er çekim yapılarak elde edilmiştir.

UB-K1 numunesi Ekinciöğlü Köyünün batısındaki sölestin zuhurlarının tabanından UB-K4 ise tavanından derlenen kil örnekleridir. UB-K1 numunesinin difraktogramında saptanan kil minerali montmorillonit, olup, UB-K4 numunesinde ise kil saptanamamıştır.

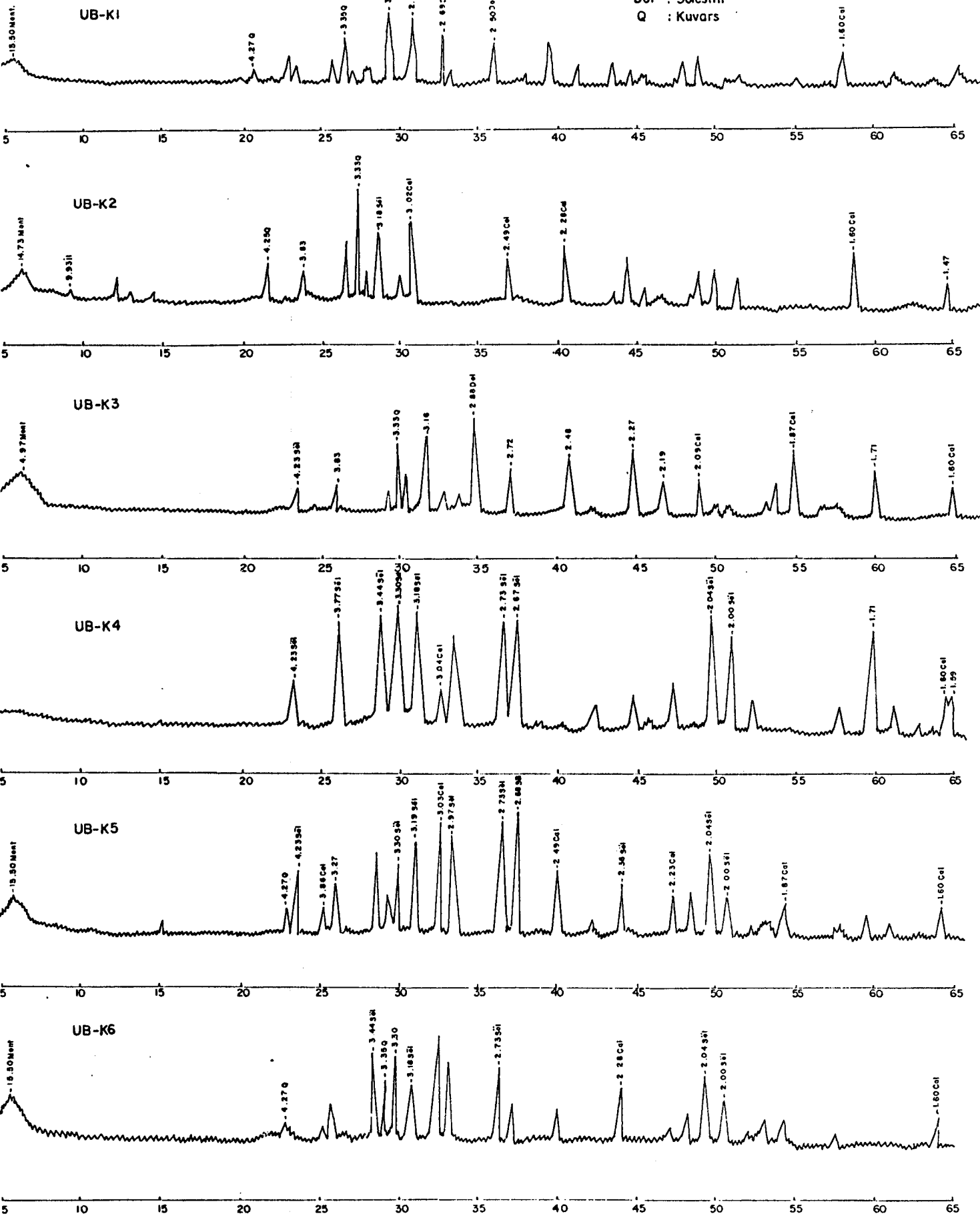
UB-K2 numunesi Solgeçe mevkiindeki sölestin zuhurlarının tavanından, UB-K3 ise tabanından alınmıştır. UB-K2 numunesinin difraktogramında montmorillonit, az klorit, az illit saptanmasına karşın, UB-K3 numunesinde kil olarak sadece montmorillonit saptanmıştır.

Battalhöyüğü Tepe sölestin zuhurlarının tavanından derlenen UB-K5, tabanından derlenen UB-K6 numunelerinin difraktogramlarında ise, montmorillonit ve çok az illit mineralleri saptanmıştır.

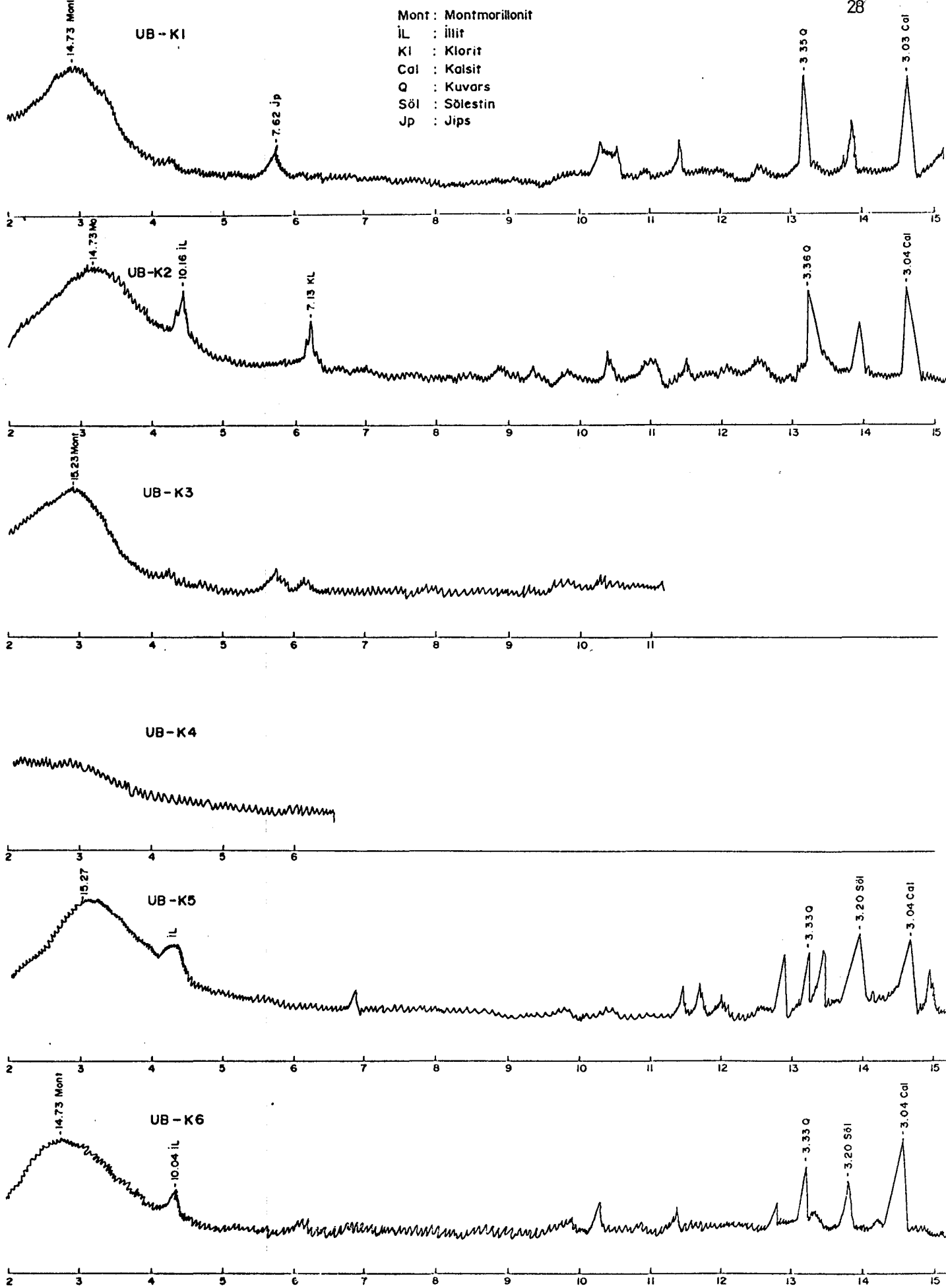
Buna göre nötr ve bazik magmatik kayaların içerdikleri stronsiyumun kimyasal ayrışma ile onlardan uzaklaşıp akaçlamasız lagüner denizel ortama katıldıkları düşünülebilir. Sığ bazik denizel ortam koşullarında artan  $Sr^{++}$  konsantrasyonu doğrudan sülfat iyonlarıyla birleşerek veya  $Ca^{++}$ 'un  $Sr^{++}$  tarafından ornatılmasıyla jips yerine sölestin çökelimini sağlamıştır.

Çevredeki çeşitli kayaların özellikle volkaniklerin ayrışarak illit ve montmorillonitik killeri oluşturması ve bunların havza içine taşınması kil seviyelerini geliştirmiştir.

Mont : Montmorillonit  
Dol : Dolomit  
Cal : Kalsit  
Söl : Sölestin  
Q : Kuvars



Şekil 5 : Sivas-Ulaş yöresi Sölestin yataklarına ait kil numunelerinin X-Ray toz(l) difraktogramları



Şekil-6 : Sivas - Ulaş yöresi sölestin yataklarına ait kil numunelerinin X - Ray yarı - oriyente (2) toz difraktogramları

Ayrıca çevredeki eski çökel kayaların da ayrışmasıyla kil ve silt boyutunda gereç bu seviyelere katılmıştır.

## V. EKONOMİK JEOLOJİ

V.1. Tarihçe ve Genel Bilgiler : Uzun süre boyunca baryum minerali olarak düşünülen stronsiyanın yeni bir elementin bileşiği olduğunu Adair CRAWFORD 1790'da bulmuştur.

Doğada serbest biçimde bulunmayan stronsiyum'un ticari olarak en önemli minerali Sölestin (Sölestit) tir. Formülü  $SrSO_4$  tir. Stronsiyum içeren diğer minerallerden stronsiyanit ( $SrCO_3$ ) ikinci derecede önemlidir. Ancak genelde kalsiyum içermesi yönünden yüksek saflıkta stronsiyum bileşikleri elde etmeye uygun değildir.

Dünyada önemli sayılabilecek stronsiyum yataklarına sahip ülkeler ABD, İngiltere, Meksika, İspanya, Kanada, İran, SSCB, Çin ve Türkiye'dir.

Türkiye'de en önemli ekonomik rezervler Sivas yöresinde yer almakta bu yataklardan üretilen cevher zenginleştirilerek dış satımı yapılmaktadır. Türkiye'de Barit Maden A.Ş. tek üretici durumundadır. 100.000 ton kapasiteli tesise sahip olan şirket üretiminin büyük bir kısmını Almanya ve S.S.C.B. ne ihraç etmektedir. Bunun yanında en büyük tüketici kuruluş Çin-Kur olup stronsiyum karbonat şeklinde tüketim yapmaktadır.

1990-1991 yılları itibariyle stronsiyum madenciliğine Bilfer ve Demir Export A.Ş. de girmiş olup, üretimleri ve tüketimleri ile ilgili henüz bilgi yoktur.

## V.2. Cevher Yatağının Değerlendirilmesi

### V.2.1. Numune

Bu çalışmada Sivas-J37-b2 paftası içinde yer alan Battalhöyüğü Tepe ve saha içine düşen sölestin zuhurlarından beş adet kimyasal analiz amaçlı numune alınmıştır.(EK-7)

Ayrıca sondajlarla kesilen sölestinlerin kimyasal analiz sonuçları sondaj loglarında verilmiştir. (EK-8, EK-9, EK-10, EK-11)

Sahada yer alan formasyonlardaki birimlerden 9 adet (MintPet) amaçlı numune alınmış ve tez'in stratigrafi bölümünde değerlendirilmiştir.

İnceleme alanındaki (Battalhöyüğü Tepe ve diğerleri) sölestin zuhurlarının üstünde ve altında yer alan kil minerallerinden X-ray amaçlı numuneler alınarak, sahada yer alan sölestin zuhurlarının oluşumuna açıklık getirilmiştir.

### V.2.2. Tenör

Sölestin teorik olarak % 56.4 SrO içermektedir. Bu oran % 100  $SrSO_4$ 'a eşdeğer olup tabiatta genellikle % 93-94  $SrSO_4$  değerinde bulunur.

İnceleme alanına giren sölestin mostralarından 5 adet kimyasal analiz amaçlı numune alınmıştır. (EK-7). Buna göre sölestin zuhurlarının  $SrSO_4$  değerleri % 88-90 civarındadır.

Sahada yapılan sondajların karotlarından numuneler alınmış ve bunların ortalama  $SrSO_4$  değerlerinin de % 85-90 civarında olduğu görülmüştür.

Yörede sölestin işleten tek kuruluş Barit Maden Anonim şirkettir. Sivas-Ulaş-Malatya Karayolu üzerinde şirketin cevher zenginleştirme tesisleri yer almaktadır. Bu tesislerde tenörü düşük olan sölestinler tenörü yüksek olan cevher ile karıştırılıp öğütülmekte ve ekonomik hale getirilmektedir.

### V.2.3. Sondajlı Çalışmalar

Sivas-J37-b2 paftasında yer alan Battalhöyüğü Tepe mevkiinde 12 adet sondaj yapılmıştır.

Bu sondajlardan US-1 sondajı 7 ayrı seviyede sölestin kesmiştir. (EK-8)

US-2 sondajı 6 seviyede sölestin kesmiştir. (EK-9)

US-4 sondajı 4 ayrı seviyede (EK-10)

US-7 sondajı ise 2 ayrı seviyede sölestin kesmiş olup (EK-11) bu seviyelerden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları sondaj stamplarında verilmiştir.

Sondajlı çalışmalara bağlı olarak, sondajlardan geçen jeolojik enine kesitler alınmış ve sölestin zuhurlarının jeolojik konumuna açıklık getirilmiştir. (EK-3).

#### V.2.4. Cevherleşmenin Arama Yöntemleri

Bu tez kapsamında Battalhöyüğü Tepe sölestin sahasının içinde bulunduğu Sivas-J37-b2 paftasının 1/25000 ölçekli jeolojik harita alımı yapılmıştır.

Harita alımında önceki yıllarda yapılan çalışmalardan büyük ölçüde yararlanılmıştır.

Battalhöyüğü Tepe sölestin sahasında 1990 yılı itibarıyla cevherin konumunu ve ekonomikliğini ortaya koymak amacıyla 12 adet Sondaj yapılmıştır (EK-3).

Battalhöyüğü Tepe mevkiindeki sölestin zuhurları dar bir alanda yüzlek vermektedir.

Sahanın sölestin potansiyelinin belirlenmesi ve sondajlar arası mesafenin kısa olması nedeniyle sahanın 1/2000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmıştır. Bazı sondajlardan geçen jeolojik enine kesitler alınarak, Battalhöyüğü Tepe sölestin zuhurlarının senklinal şeklinde bir yapı sunduğu ve ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.

#### V.2.5. Teknolojik Çalışmalar

Sivas güneyindeki yataklardan Hafik ilçesine bağlı Kabalı köyü sölestinleri için önceki yıllarda MTA Genel Müdürlüğü

Teknoloji laboratuvarlarında Cevher zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda değişik denemeler yapılmıştır.

Bu çalışmalarda  $\text{SrSO}_4$  ı % 65-70 olan numuneler yoğunluğu  $2.96 \text{ gr/cm}^3$  olan ağır sıvıda yüzdürülerek % 80.06  $\text{SrSO}_4$  miktarı elde edilmiştir.

Sivas güneyindeki tüm sölestin oluşumlarında kalsit vardır. Sölestin ile kalsitin kristal yapıları birbirine çok benzediğinden, sölestinlerin zenginleştirilmesinde flötasyon yöntemini uygulamak mümkün olmamıştır.

#### V.2.6. İşletme Yöntemleri

Yöredeki sölestin mostraları daha önce mostra madencililiği şeklinde açık olarak işletilmiştir.

Sivas-Ulaş bölgesindeki Barit Maden Anonim Şirketine ait tüm sahalar genellikle jipslerin içinde yer almakta olup, Tüm jipslerin kalınlığı 15-20 m. olarak tahmin edilmektedir. Dozer ve kepçe ile jips örtüsü alınıp açık işletme yapılarak yöredeki sölestinler işletilmektedir. Ancak Battalhöyüğü Tepe sölestin sahası için yeraltı işletmesi veya galeri sürme gerekecektir.

#### V.2.7. Cevherin Kullanım Alanları

Sölestin için, konsantre formda  $\text{SrSO}_4$  olarak bazı kullanım alanları bulunmasına karşın kullanım alanlarının büyük çoğunluğu stronsiyum kimyasalları şeklindedir.

Stronsiyum ve kimyasal bileşikleri yıllık % 2 artışla çok geniş alanlarda kullanılmaktadır.

Stronsiyum elementlerinin çapıgeniş olduğundan x ışınlarını yüksek oranda emicidirler. Renkli televizyon tüplerinden çıkan x ışınlarını absorbe etmek için tüp yapımında  $\text{SrCO}_3$  kullanılmaktadır. Televizyon camı üretimi için Amerika % 64 Japonya ise % 80 oranında tüketim yapmaktadır.

Stronsiyum ürünleri, ısıtma sırasında kazandıkları parlak kırmızı renk dolayısıyla havai fişekler ve sinyal maddeleri üretiminde de kullanılmaktadır.

Sölestin veya stronsiyānit, çinko elektrolizinde de büyük ölçüde kullanılır. Çinko elektrolit içindeki kurşunu,  $PbSO_4$  halinde çöktürerek çözeltiden ayrılmasını sağlar.

Şeker endüstrisinde  $Sr(OH)_2$  olarak billurlaşmayan şeker şuruplarında, şekeri suda çözünmeyen stronsiyum sakkarat şeklinde billurlaştırmakta kullanılır. Süzülme suretiyle ana çözeltiden ayrılan ve bir tuz olmıyan stronsiyum sakkarat  $CO_2$  ile muamele edildiğinde  $SrCO_3$  ve saf şekere ayrılır.

Dünyada stronsiyumun değişik sektörlerdeki tüketim dağılımı yaklaşık şöyledir. Televizyon tüpü üretiminde % 40, elektronik sanayi % 25, Piro-metalurji % 25, metal rafinasyonu % 5 ve diğer alanlarda % 5 tir.

Dünyada stronsiyum karbonat üretimi B.Almanya, Japonya ve ABD'deki birkaç firma tarafından yapılmaktadır. Stronsiyum üretimi yapan 5-6 tesis vardır. ABD ve Japonyada bu iş için soda kullanılırken Almanya tabii  $CO_2$  gazını kullanmaktadır. Almanyanın uzakdoğu pazarlarını ele geçirmesinin nedeni de budur.

### V.2.8. Üretim-Tüketim-Dış Ticaret

Dünya sölestin Üretimi aşağıda verilmiştir.

	<u>1975</u>	<u>1981</u>	<u>1983</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987(t)</u>
Kanada	35.150	---	---	---	---	---
Arjantin	517	207	800	1.160	1.140	1.140
Cezayir	----	5.375	3.100	12.400	12.400	12.400
İran	----	4.960	4.960	10.340	50.150	51.700
İtalya	724	1.240	3.100	7.650	10.630	10.800
İsyanya	8.270	18.200	35.150	62.000	90.970	90.970
İngiltere	2.894	4.960	18.000	38.660	45.500	45.500
Kıbrıs	----	---	---	---	12.400	12.400
Meksika	14.472	30.000	39.300	72.980	72.980	73.600
Türkiye	----	9.100	15.100	79.800	79.800	124.000
Pakistan	----	620	310	2.480	2.480	45.480
SSCB	2.067	2.100	---	---	---	---

Kaynak: USBM Mineral Commodity Summaries

#### Türkiye Sölestin Üretimi

<u>Yıllar</u>	<u>Üretim</u>
1977	18.600
1980	20.000
1981	25.000
1982	18.000
1983	18.000
1984	30.000
1985	50.000
1986	50.000

Kaynak: DPT. Ö.i.K. 336 Bor Dışı Endüstriyel Madenler (Bölüm II) 1988.

Türkiye'de üretilen sölestinin önemli bir kısmı,  $\text{SrCO}_3$  olarak Çin-Kur tarafından, çinko üretiminde kullanılmaktadır.

Çin-Kur'un tüketimi yıllık 150-180 ton dolayındadır.

Bazı stronsiyum bileşikleri Türkiye'ye az miktarda ithal edilerek bazı havai fişek yapımında ve diğer alanlarda tüketilmektedir.

Türkiye'de üretilen sölestin, konsantre olarak Almanya, Rusya gibi ülkelere satılmaktadır. Son yıllarda sölestin pazarında kızıl için rekabeti vardır. 1974 yılında başlayan sölestin ihracatımız 1983 de 50.000 tona ulaşmıştır.

Türkiye'nin sölestin ihracatı şöyledir.

<u>Yıllar</u>	<u>Ton</u>	<u>Değer (\$1000)</u>
1977	16.610	1.324
1978	17.468	876.4
1979	18.370	951.4
1980	16.330	1.165.4
1981	22.950	2.369
1982	16.500	1.800
1983	37.150	1.907.7
1984	49.993	4.808.8
1985	60.860	5.173.1
1986	47.140	4.100.9
1987	50.150	4.903.2

Kaynak: DPT. Ö.f.K. 336 Bor Dışı Endüstriyel Madenler

(Bölüm II) 1988

#### V.2.9. Üretim, Tüketim Projeksiyonu, İhracat Potansiyeli, Tedbirler

Sivas yöresinde bulunan sölestin sahalarında yılda ancak 6-7 ay süre ile çalışma imkanı vardır. Ocaktan günde 1100 ton tuvenan cevher çıkarılabilmektedir.

Gelecek yıllarda sölestin pazarımızın gelişmesinde bu gelişmeler göz önünde tutulmalıdır. Sektörü teşvik için maden-

cilik fonuna yatırılan % 5 lik kesinti brüt kardan değil net kardan yapılması istenmektedir. Aksi halde bu kesintinin % 18'i bulunduğu iddia edilmektedir.

Madencilerden % 2 oranında kesilen belediye fonunun ise kaldırılması talep edilmektedir.

Kaynak: DPT.Ö.i.K 336. Bor Dışı Endüstriyel Madenler (Bölüm II)1988.

#### V.2.10. Cevherin Döviz Değeri

Cevherin 1988 yılı itibariyle fiyatı 80 dolar/ton'dur.

Önceki yıllarda bu değer 110 dolar/ton'a çıkmışsada daha sonra düşmüştür. ABD pazarına CIF 70 dolar/ton fiyatla satış yapan meksika egemendir.

## VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikle yörenin 1/25000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmıştır.

Buna göre, çalışma sahasında Senozoyik yaşlı birimler yüzeylemekte olup, bunlar yaşlıdan gence, Kaleköy formasyonu, Yapalı formasyonu, Ziyarettepe üyesi, Bozbel formasyonu, Küçük-tuzhisar jipsleri, Hacıeli formasyonu ve Örenlice formasyonudur.

İnceleme alanındaki formasyonlardan (Min+Pet) amaçlı numuneler alınarak formasyon içindeki birimlerin kaya türlerine açıklık getirilmiştir.

Battalhöyüğü Tepe sölestin sahasının, 1/2000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmış, bazı sondajlardan geçen jeolojik enine kesifler alınarak sahadaki sölestin zuhurlarının senklinal şeklinde bir yapı sundukları ortaya çıkarılmıştır.

Sahada yer alan sölestin zuhurlarının tavanında ve tabanında yer alan killerden numuneler alınarak bunların montmorillonit ve illit olduğu tesbit edilmiş ve bu sonuçlar doğrultusunda sahanın jenezine açıklık getirilmiştir.

Buna göre sığ bazik denizel ortam koşullarında artan  $Sr^{++}$  konsantrasyonu doğrudan sülfat iyonlarıyla birleşerek veya  $Ca^{++}$  un  $Sr^{++}$  tarafından ornatmasıyla Battalhöyüğü Tepe'de jips yerine sölestin çökelimi gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de sölestin Eosen - Oligosen yaşlı jipsli alanlarda aranmalıdır. Eosen - Oligosen geçişi ile Eosen ve Oligosen'deki jipsli seviyeler ile Karbonat geçişlerine bakılmalıdır. Gömülü sölestin mercikleri için jeofizik metodlardan faydalanılmalıdır.

Yukarıda belirtilen alanlarda Sr ve Ba jeokimyası yapılmalıdır. Türkiye'de özellikle denizel kökenli evaporit havzalarında sölestin araştırmaları yapılarak yeni sahalar bulunması ülke ekonomisine büyük fayda sağlayacaktır.

## KAYNAKLARIN DİZİNİ

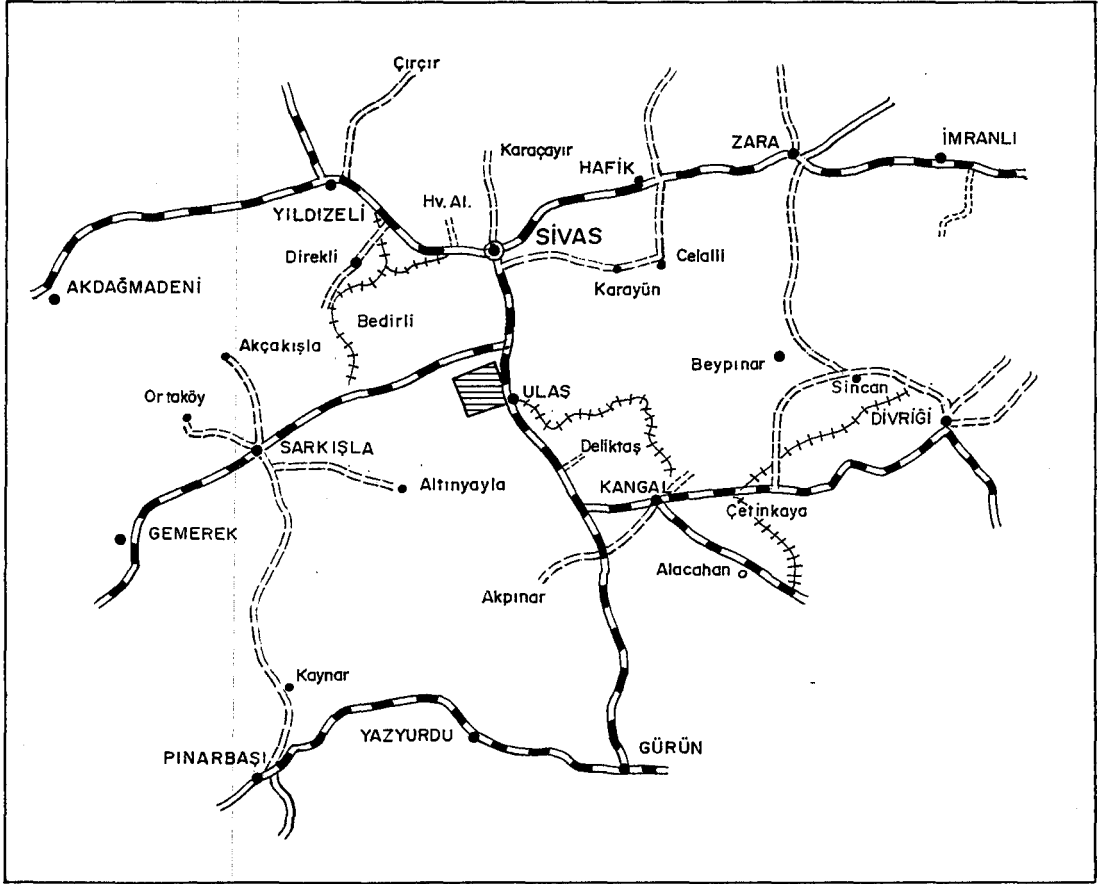
- Aktimur, T., Atalay, Z., Ateş, Ş., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., 1988, Munzur Dağları ile Çavuşdağı arasının jeolojisi: MTA Derleme Rap. No. 8320 Ankara, 102 s. (yayımlanmamış).
- Altınlı, E., 1979, Evaporit Yatakları, TPAO yayını.
- Arpat, E., 1964, Gürlevik Dağı bölgesinin ve kuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkanları : MTA Rap.No. 4180 (yayımlanmamış)
- Arpat, E. ve Tütüncü, K., 1978 Gürlevik ve Tecer Dağları yöresinde serpantin yerleşmesi sorunu 32. Türkiye Jeol. Kurultayı, Bildiri Özeti, Ankara, 56-57.
- Artan, Ü., ve Sestini, G., 1971, Sivas-Zara-Beypınar bölgesinin jeolojisi: MTA Derg., 76, 80-97.
- Baykal, F., 1966, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Sivas): MTA yayını, Ankara, 116 s.
- Bulut, C., 1965, Sivas- İ 38- c3 paftasının jeolojisi ve Petrol İmkanları Raporu. MTA Rap. No. 2232
- Çubuk, Y., 1990 Sölestin: MTA Bölge Yayınları. No. 3. SİVAS.
- Demirmen, F., 1964, Sincan Bölgesi (Zara-Divriği) Genel Jeolojisi, MTA Rap. No. 4127, Ankara.
- D.P.T., 1988, Bor Dışı Endüstriyel Madenler (II. Bölüm). Ankara.
- Erkan, E.N., Özer, S., Sümengen, M ve Terlemez, İ., 1978, Sarız, Şarkışla, Gemerek, Tomarza arasının temel jeolojisi: MTA Derleme Rap. No. 5646 Ankara, 241 s. (yayımlanmamış).
- Goldshmidt, V. M., 1954, Geochemistry. Oxford Univ. Press. 730s.
- Gökçe, A., Ceyhan, F., 1988, Sivas Güneydoğusundaki Jips, Sölestin ve Kayatuzu yataklarının Jeolojisi Oluşumu ve Kökeni : C.Ü. Araştırma Fonu. Sivas.

- Gökçe, A., 1990, Sivas Güneyindeki Sölestin Yataklarının Jeolojisi ve oluşumu : C.Ü. Müh.Fak. Derg., Seri A. Yerbilimleri c. 6,7 s. 1,2. Sivas.
- Gökçen, S.L., 1981, Zara-Hafik güneyindeki Paleojen istifinin sedimantolojisi ve paleocoğrafik evrimi, Yerbilimleri, H.Ü. Yay. c.8. S. 121, Ankara.
- Gökten, E., 1983, Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun stratigrafisi ve jeolojik evrimi: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 26. 167-176.
- Gündüz, H., 1989, Paleontolojik tetkik ve tayin raporu: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Rap.No. 1989/3,4,5, Ankara, 12 s.
- Gürsoy, H., 1986, Örenlice-Eskiköy (Sivas) yöresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri: C.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans tezi, Sivas, 48 s.
- Ham, W.E., 1962, Economic Geology and Petrology of Gypsum and Anhydrite in Blaine County Oklahoma Geological Survey Bulletin, Vol 89, pp 100-151.
- Kartarı, Y., 1986, Ovacık (Sivas) yöresinde karbonat kayalarının sedimantolojik incelemesi: C.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi, Sivas, 86. s.
- Kaya, O., 1985, Sedimantoloji Ders Notları: D.E.Ü. Müh. Fak. Jeol.Müh. Böl. İzmir
- Ketin, İ., 1966 Anadolunun tektonik birlikleri : MTA Derg. 66
- Krauskopf, K.B., 1979, Introduction to Geochemistry: McGraw-Hill Book Company.
- Koçyiğit, A., 1983, Hoyran Gölü dolayının tektoniği: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 26/1, 1-10.

- Kurtman, F., 1961, Sivas Civarındaki Jipsli serinin Stratigrafik Durumu, MTA Derg. 56, 26-30
- \_\_\_\_\_, 1963 Tecer Dağlarının Jeolojisi, TJK Bült. (1/27). 19-26
- \_\_\_\_\_, 1973, Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı Bölgelerinin Jeolojik ve Tektonik Yapısı: MTA Derg. 80. 1-33
- Nebert, K., 1956., Sivas Vilayetinin Zara-İmranlı Mıntıkasındaki Jips Serisinin stratejik Durumu: MTA Derg. 48. 76-83.
- Norman, T., 1964, Celalli (Hafik) bölgesi genel jeolojisi: MTA Rap.No. 4144.
- Okay, A.C., 1952, Sivas 62/1 paftası Lövesi Raporu : MTA Rap. No. 1995
- Rathur, A., 1964 Divriği İ39-d3 paftası Jeolojisi: MTA Rap.No.2122
- Rose, A.W ve diğ., 1980 Geochemistry in Mineral expolarition. Acad. Press. İnc. (London) Lld. Newyork 635 s.
- Stchepinsky, V., 1939 Sivas Vilayeti Merkezi Kısımının Urumi Jeolojisi Hakkında Rapor. MTA Rap. No. 863.
- Sümengen, M., Terlemez, İ., Tayfun, B., Gürbüz, M., Ünay, E., 1987, Şarkışla Gemerek Dolayı Tersiyer Havzasının Stratigrafisi Sedimantolojisi ve Jeomorfolojisi: MTA Derleme, Rap.No. 8188 Ankara, 2415 (yayımlanmamış).
- Şengör, A.M.C., 1985, Türkiye'nin Tektonik Tarihinin Yapısal Sınıflaması: Ketin Simpozyumu, 20-21 Şubat 1984 , TJK yayını Ankara, 37-62.
- Yılmaz, A., 1988, Sivas-Şarkışla Dolayının Jeolojisi MTA Derleme, Rap. No. 9090 Ankara (yayımlanmamış).

**BULDURU HARİTASI**

ÖLÇEK : 1/1 250 000



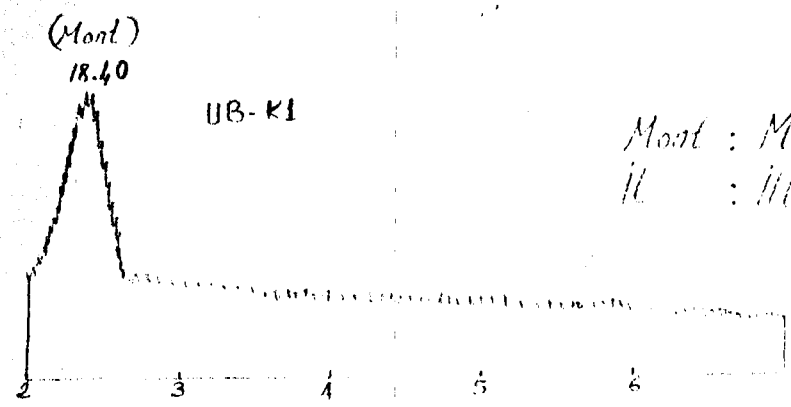
Çalışma Alanının Bulduru Haritası

▨ Çalışma alanı

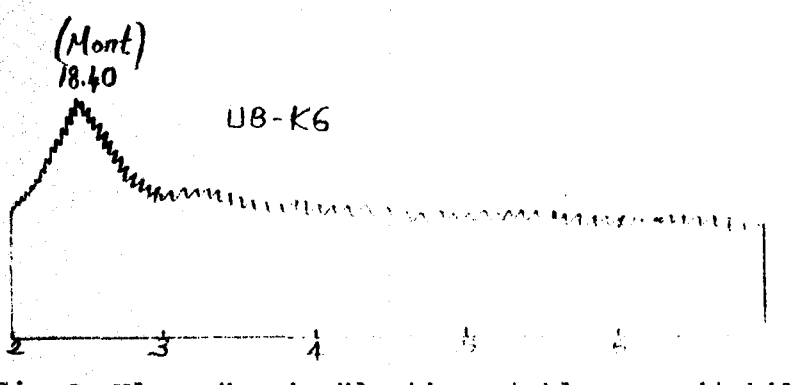
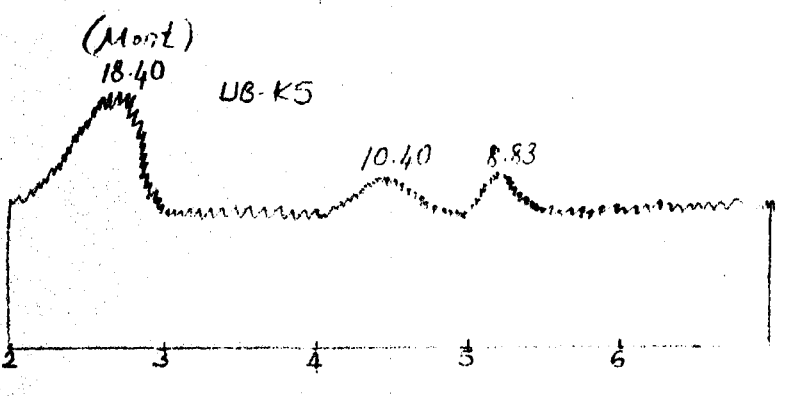
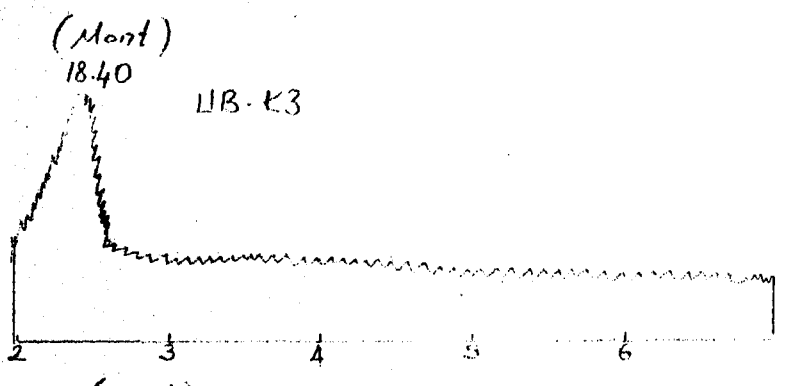
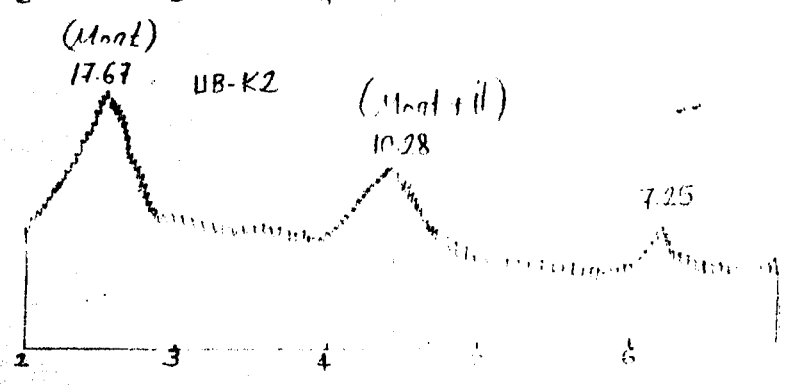
EK: 4

<u>Lab No</u>	<u>Numune No</u>	
11517	UB-K1	Montmorillonit, Kalsit, Dolomit, Kuvars, az Sölestin, Çok az Jips.
11518	UB-K2	Montmorillonit, Az Klorit, az illit, çok az Sepiolit, Kalsit, Kuvars, az Sölestin, Çok az Jips.
11519	UB-K3	Montmorillonit, Kalsit, Dolomit, az Kuvars, az Sölestin.
11520	UB-K4	Kil yok, Sölestin, Çok az Kalsit.
11521	UB-K5	Montmorillonit, Kalsit, çok az illit, çok az Kuvars, Sölestin.
11522	UB-K6	Montmorillonit, çok az illit, Kalsit, az Kuvars, Sölestin.

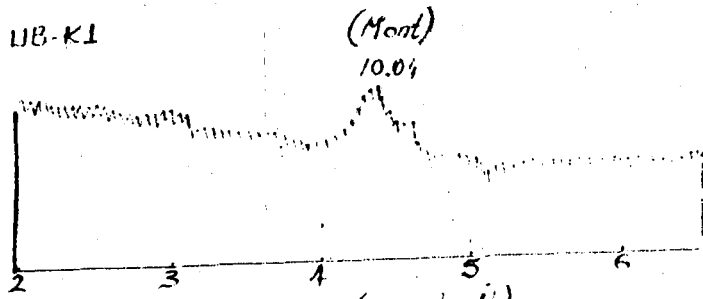
Sivas-Ulaş yöresinden alınan kil örneklerinin X- ışını kırınımları sonuçları.



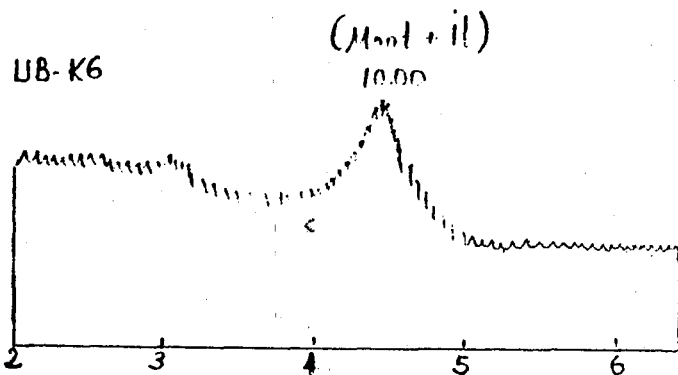
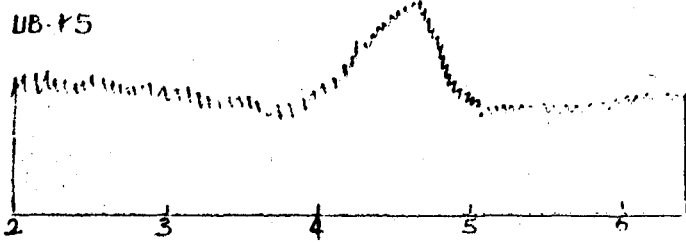
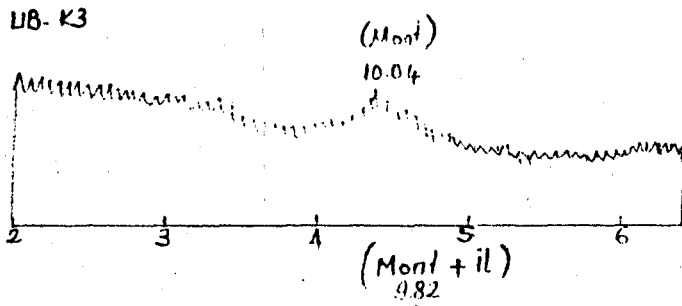
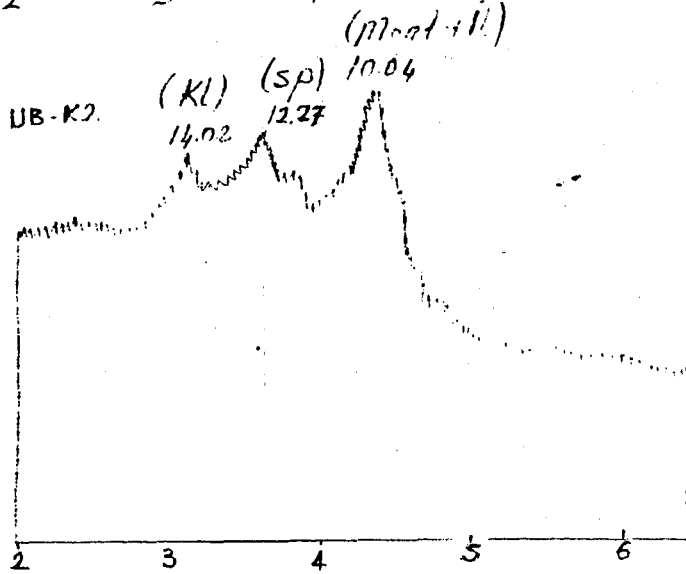
Mont : Montmorillonit  
il : illit



Sivas-Ulaş yöresi sölestin yataklarına ait kil numunelerinin X-Ray Etilen Glikol (3) difraktogramları



Mont : Montmorillonit  
 Kl : Klorit  
 il : illit  
 Sp : Sepiolit



Sivas- Ulaş yöresi sölestin yataklarına ait kil numunelerinin X-Ray Isıl muamele (4) difraktogramları

EK: 7

Top

<u>Lab.No</u>	<u>Numune No:</u>	<u>SrO %</u>	<u>SiO<sub>2</sub> %</u>	<u>SO<sub>3</sub> %</u>	<u>CO<sub>2</sub> %</u>	<u>B<sub>2</sub>O %</u>	<u>CaO %</u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %</u>
44353	UB-ST-1	45.79	1.67	36.91	3.60	0.1(k)	57	0.5 (k)
44354	UB-ST-2	50.23	1.74	42.09	0.75	0.1	0.3	0.5 (k)
44355	UB-ST-3	44.96	3.06	33.12	5.12	0.1(k)	4.1	0.5 (k)
44356	UB-ST-4	50.30	1.41	42.29	0.50	0.1(k)	0.8	0.5 (k)
44357	UB-ST-5	48.94	2.10	40.14	1.65	0.1	1.0	0.5 (k)

Not: (k) küçük anlamında kullanılmıştır. Analizler, kurutulmuş numune üzerinden yapılmış olup, MTA Genel Müdürlüğü Teknoloji Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.











FOTO-1: Kuvars, Plajiolklas ve Mika içeren Kumtaşı.  
İncekesit No: UB-P 1(40X)Tek Nikol

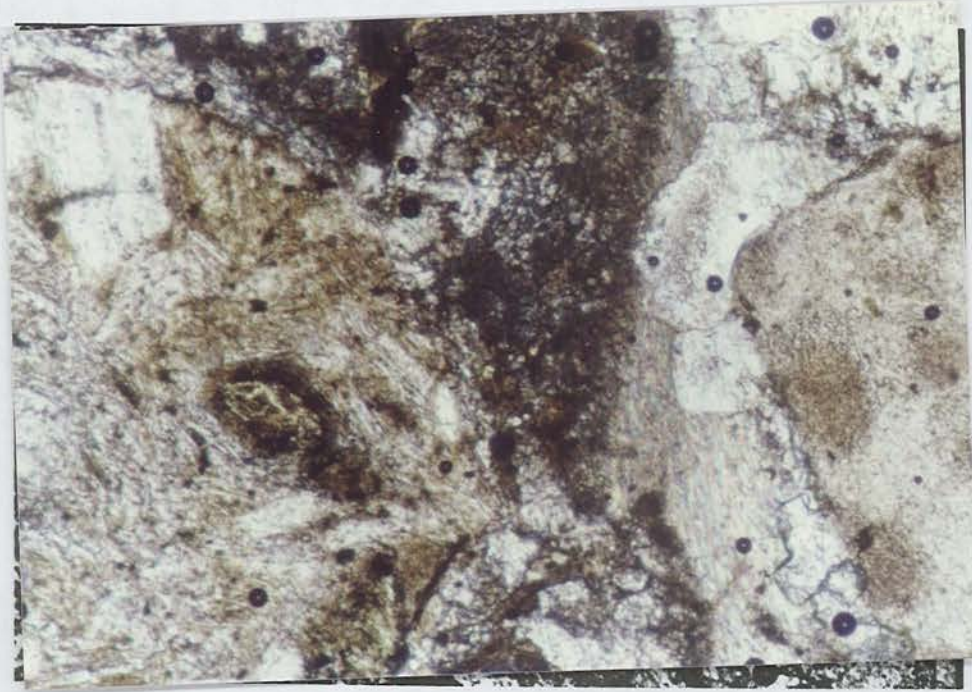


FOTO-2: Volkanik ve tortul kayaç parçaları içeren  
karbonat çimentolu akıltaşı.  
İncekesit NO: UB-P 2 (40X) Tek Nikol

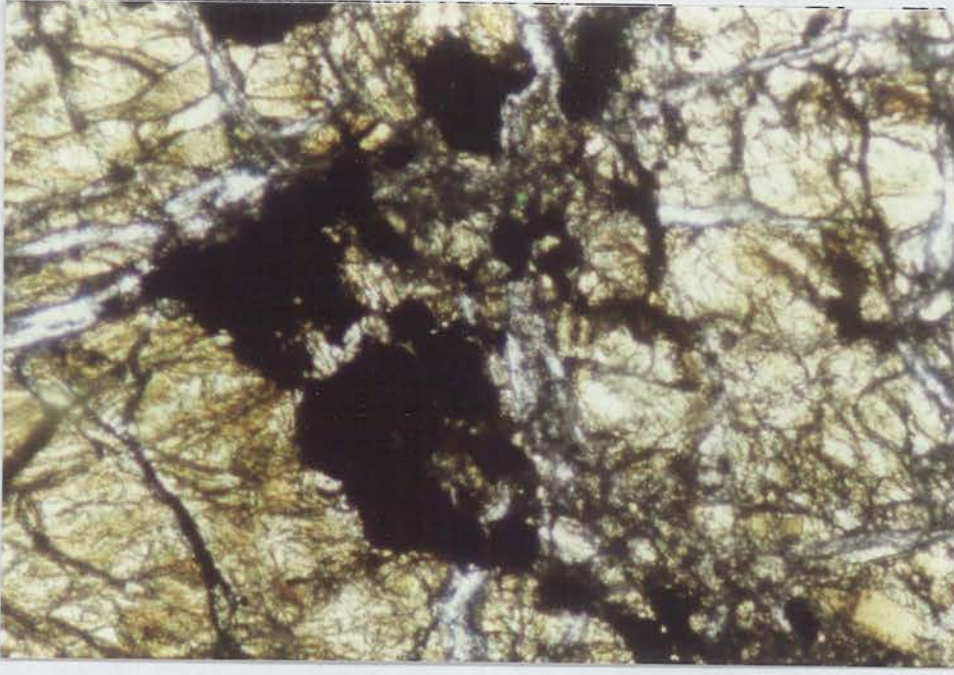


FOTO-3: Yer yer opak mineral içeren serpantinleşmiş kayaç, Serpantinit.  
İncekesit No: UB-P 3(40X) Tek Mikol

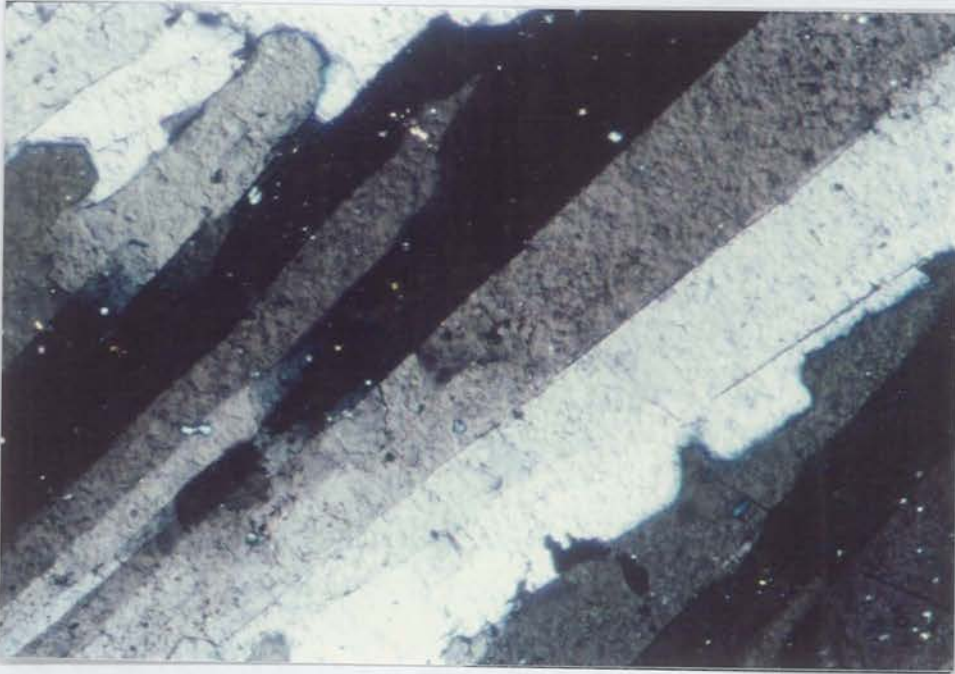


FOTO -4: Işınsal ve çubuksu Bolestin kristalleri  
İncekesit No: UB-P 4(40X) Çift Nikol

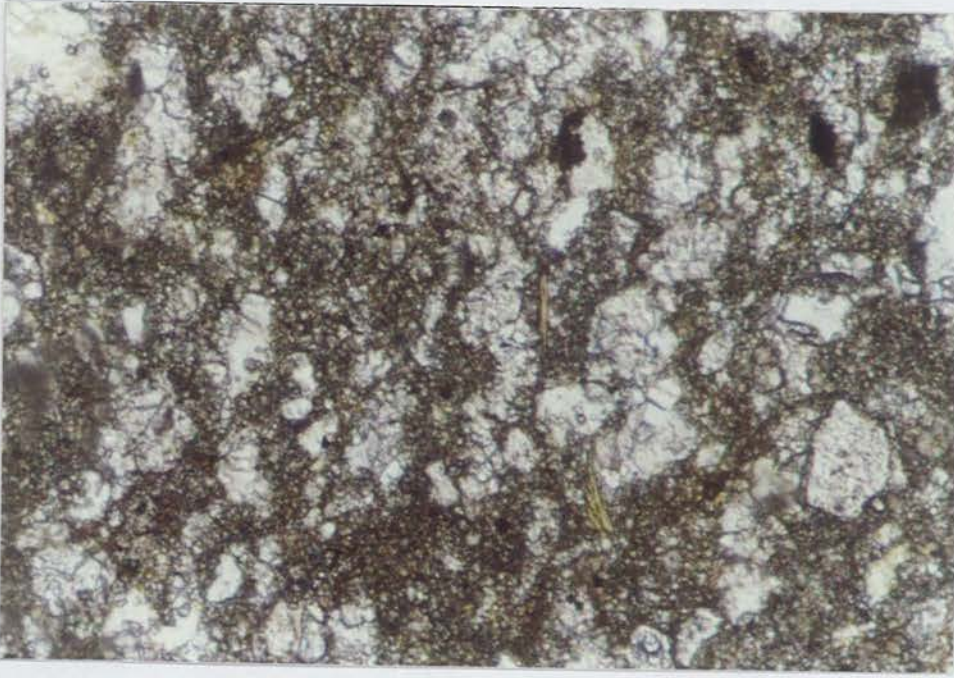


FOTO-5: Az kuvars içeren mikritik ve spar kalsitten oluşun Kireçtaşı.  
İncekesit No: UB-P 5(40X) Tek Nikol

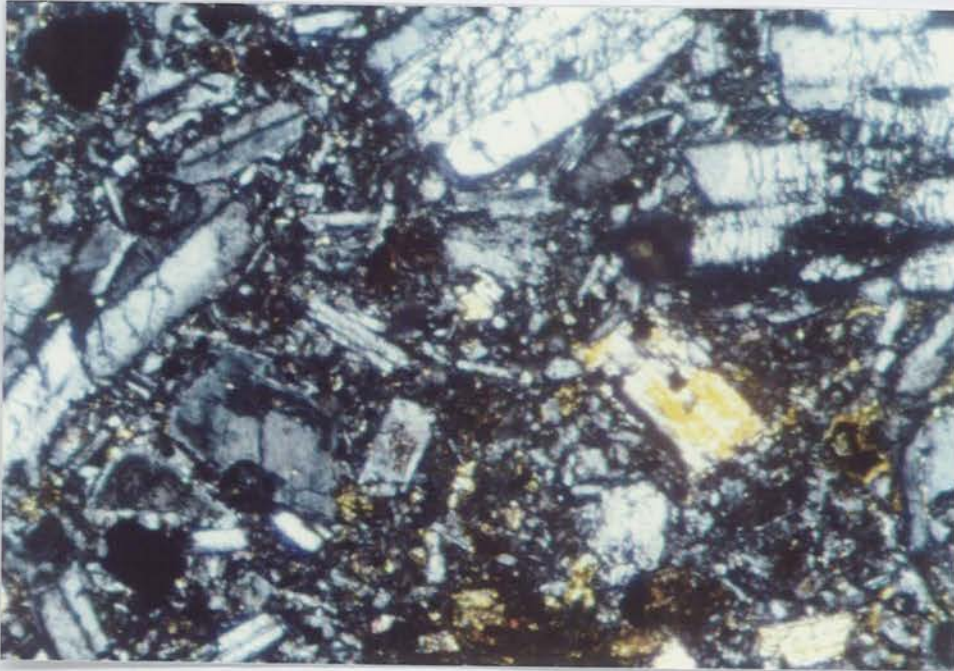


FOTO-6: Piroksen ve plajoklaslardan oluşun mikro taneli hamur içinde fenokristal halde plajoklaslar izlenmektedir.  
İncekesit NO: UB-P 8(40X) Çift Nikol