

Akçayır-Yürükakçayır (Eskişehir) Gölsel Basenindeki Katmansı Sepiolit Zuhurlarının Oluşumu

K. Sanız

Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZET: İnceleme alanı, Yürükakçayır ile Akçayır köyleri arasında 12 km² lik bir sahayı kapsamaktadır. Yöredeki oluşukların birbirleriyle ilişkilerine göre üç litolojik birim ayırtlanmıştır. Bu birimler, alttan üste doğru Porsuk ofiyolitleri, Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu ile temsil olunurlar. Kalınlıkları 40 cm ile 200 cm. arasında değişen Mio-Pliyosen yaşlı sepiolit zuhurları, inceleme alanının Kepeztepe ve Yürükakçayır Kürtünlü konağı mevkilerinde Kepeztepe formasyonuna ait dolomitli kireçtaşı ve dolomitik marnlı oluşuklar içinde, katmansı biçimde yataklanmış eş oluşumlu hammadde kaynaklıdır. Mostradan alınan sepiolit örneklerinin ritmik-konsantrik kabuğumsu doku ve koloidal şekillerde bulunuşu, ritmik çökmeyi yansıttıklarından Mg⁺² ve SiO₂(aq) içeren sulu çözeltilerin fizikokimyasal ortamdaki davranışları araştırılmış, MgO-SiO₂-H₂O sistemi üzerindeki deneysel çalışmalar gözden geçirilmiştir. Buna göre, sepiolit oluşumu MgO-SiO₂-H₂O sistemi ürünü olup, 5°C ile 25°C ve pH: 8-9 arasında H⁺, Mg⁺² ve Si⁺⁴ iyon konsantrasyonuna bağlı olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

The Occurrence of Stratified Sepiolite At The Lacustrine Basin of Akçayır- Yürükakçayır (Eskişehir)

ABSTRACT: The studied area covers an area of about 12 km² between Yürükakçayır and Akçayır. On the basin of their relationship, the area consists of three lithologic units; Porsuk ophiolites, Yürükakçayır conglomerates and Kepeztepe formation, respectively. Mio-Pliocene aged sepiolite occurrences were formed within the dolomitic limestone and marl of the Kepeztepe formation, all of which are thought to be formed concurrently. The studied sepiolite samples display rhythmic concentric texture indicating colloidal precipitation. It is concluded that the sepiolite occurrences were formed at 5 °C to 25 °C with the pH of 8-9 as a result of H⁺, Mg⁺² and Si⁺⁴ concentration.

1. GİRİŞ

Eskişehir-Sivrihisar bölgelerinde yer alan Miyoplisen gölsel basenleri yalan zamana

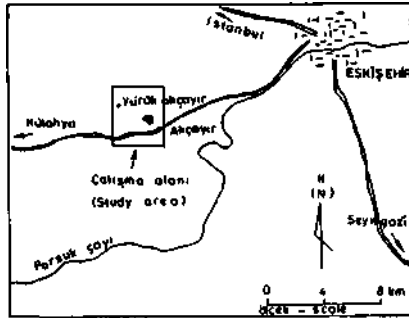
dek genel jeoloji sınırları içinde kalmıştır. Ancak, son zamanlarda gölsel basenlerin ekonomik açıdan önem kazanabileceği umudunun artması üzerine endüstriyel mineral

aramaları hızlandırılmış olup, kesim kesim sürdürülen çalışmalar henüz bütünlüğe kavuşturulamamıştır.

Yazar, Eskişehir'in 20 km güneybatısında yer alan Akçayır-Yürükakçayır yakınındaki sepiolit zuhurlarının jeolojik, mineralojik, petrografik, kimyasal veri ve bulgularına dayanarak; oluşum ortamının fiziko-kimyasal özelliklerini saptamayı, kökenlerini açıklığa kavuşturmayı ve gelecekte gösel basenlerde yapılacak daha ayrıntılı çalışmalara katkıda bulunmayı amaçlamıştır.

2. JEOLJİ

İnceleme alanı, Yürükakçayır ile Akçayır köyleri arasında 12 km²lik sahayı kapsamaktadır (Şekil 1). Yöredeki oluşukların birbirleri ile olan ilişkilerine göre üç litolojik birim ayrılanarak, stratigrafik yaşları saptanmıştır. Bu litolojik birimler alttan üste doğru, Porsuk ofiyolitleri, Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu ile temsil olunurlar (Şekil 2).



Şekil 1. Bulduru Haritası

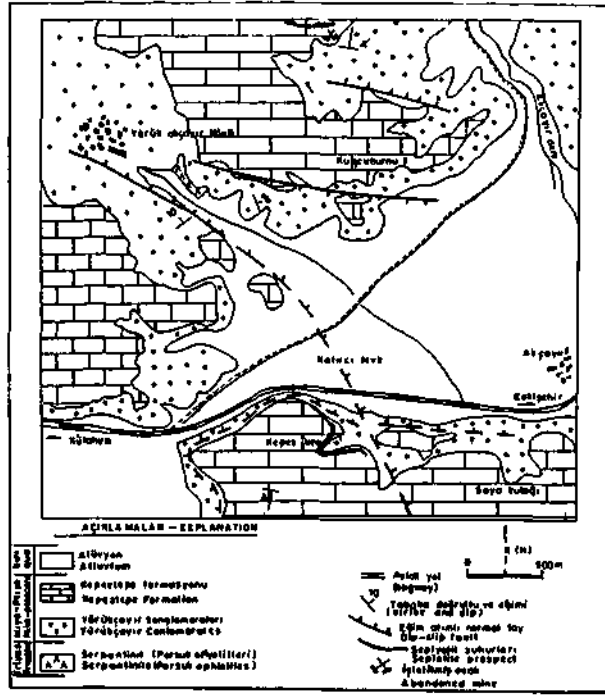
Porsuk Ofiyolitleri, peridotit ve serpantinitlerden oluşmakta, serpantinleşmiş matriks içinde sınırlarını çizmek oldukça güçleşmektedir. Yürükakçayır köyü civarında yüzeylenmekte olup, alt sınırları gözlenememektedir. Ancak daha önce yapılmış olan çalışmalarda

Ankara-İzmir kenet hattı ofiyolit karmaşığında ait Mesozoik yaşlı ultrabazik kayaların metabazik ve metatortul kayaç birimleri üzerine tamamen yapısal konumda ekaylı olarak bulunduğu (Servais, 1982; Lünel, 1987) belirtildiğinden Porsuk ofiyolitlerinde de bu kayaçlarla yapısal konumda olabileceği sanılmaktadır.

Yöre ofiyolitlerinin Pontidleri Anatolidlerden ayıran okyanus kalıntılarının olduğu düşünülmüş ve diğer araştırmacıların (Gözler ve diğerleri, 1984) çalışmalarda gözönüne alınırsa Triyas ? yaşlı olabilir. Bugünkü konumlarına (diğer benzer birimleri ile kıyaslandığında) Senoniyen ve öncesinde (Servais, 1982; Asutay, 1989) geldikleri söylenebilir.

Yürükakçayır Konglomeratları, Porsuk ofiyolitlerinin düzensiz aşınım topografyası üzerine açılı uyumsuzlukla gelip, üstten Kepeztepe formasyonu ile uyumlu, Yürükakçayır-Akçayır ovasının alüvyonları tarafından örtülü olup, Yürükakçayır köyü, Kuşçuburnu tepesi ve Kepeztepe civarında yüzeylenirler. Gri ve boz renkli, kaim katmanlı olan gösel birim, dolomitik bir çimento içinde metamorfik, plütonik ve serpantinit çakılları ile kuvars parçacıkları içermektedir. Görünür kalınlığı 40-50 m arasında değişen bu birimin içinde fosil rastlanmamış, ancak Akıncı (1967), Yürükakçayır köyünün 2 km kuzeydoğusunda Kepeztepe formasyonu sınırına yakın olan seviyelerde Gastropod bulunduğunu belirtmiştir, inceleme alanı dışındaki benzer birimlere göre Miyo-pliyosen yaşlı olabileceği kanısına varılmıştır.

60-70 m kalınlığındaki Kepeztepe formasyonu ise Yürükakçayır konglomeralarının üzerine uyumlu olarak gelir, tabandan 30 m'ye kadar killi kireçtaşları ile başlarlar.



Şekil 2. Akçayır-Yürükakçayır Dolayunun Jeoloji Hartası

Kireçtaşlarının üzerine ardalanmalı olarak katman kalınlıkları 15-20 cm arasında*olan marn, marnlı kireçtaşı, çamur taşı ve dolomitik marn seviyeleri ile bu seviyelerin üzerinde kalınlığı 40-100 cm arasında değişen sepiyolit katman ve mercekleri yer alır. Bu sepiyolit katman ve mercekleri üzerine sarımsı dolomitik marn katmanları gelir ve istiflenme dolomitik kireçtaşları ile son bulur Yürükakçayır konglomeraları ile stratigrafik ilişkileri nedeniyle, aynı yaşta olduğu kabul edilir.

Gösel seriye ait birimlerin (Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu) yataya yakın konumlarda bulunması, tektonik işlevlerin düşey hareketlerle gerçekleştiğini göstermektedir. Buna göre, genleme tektoniğini tanımlayan doğu-batı doğrultulu eğim

atımlı normal faylar genç graben ve horst yapılarını oluşmasını sağlayarak, inceleme alanının yapısal evrimini denetlemiştir.

2. SEPIYOLİT ZUHURLARININ MİNERALOGİK VE PETROGRAFİK İNCELEMESİ

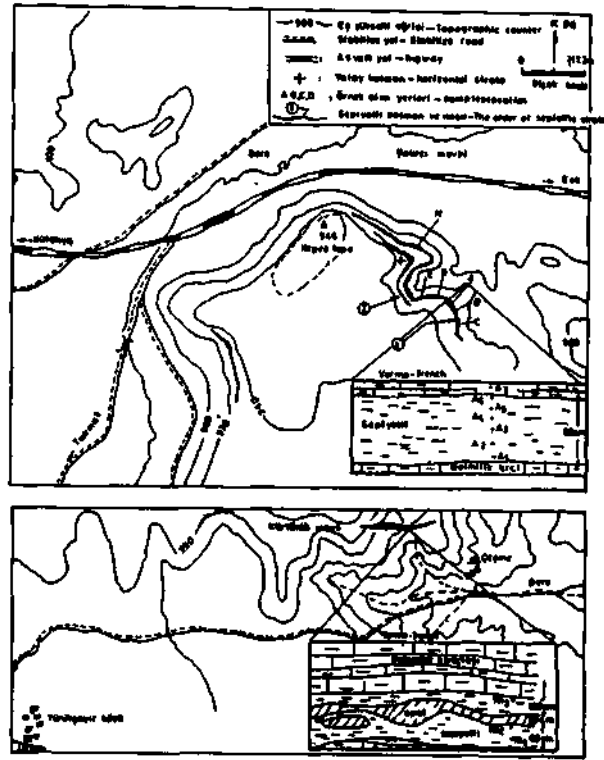
İnceleme alanının farklı kesimlerinde sepiyolit zuhurları mevcut olup, bunlardan ilki 1961 yılında köylüler tarafından bulunan Yürükakçayır sepiyolit zuhurlarıdır. Adı geçen zuhur, Yürükakçayır köyünün 1400 m kuzey-doğusunda bulunur 1966 yılında M.T.A. tarafından muhtelif kuyu ve yarma yapılarak, zuhurun konumu ve kalınlığı belirlenmeye çalışılmıştır. Geçen süre içinde yamaçtaki birkaç yarmanın işletilmeye çalışıldığı, kuyuların ise girilmez durumda

olduğu görülmüştür. Diğer zuhur ise, M.T.A. nın 1966 yılındaki çalışmaları sonucu ortaya çıkarılan (Akıncı, 1967), Yürükakçayır köyünden 3 km güneyde ve Akçayır köyünde 2 km batıda Kepez tepe'de yer almaktadır. Bu zuhurların petrografik, mineralojik, kimyasal çalışmaları yapılmış ve konumları saptanmıştır.

2.1 Kepeztepe Zuhurları

Kepez Tepe'nin doğu yamacı üzerinde 250x300 m² lik bir alan içinde mostra veren (Şekil 3) Kepeztepe zuhurları, dolomitik marn ve kireçtaşı ile smektit ve dolomit karışımı çamur taşı oluşuklarının ardalanması içinde 40 cm ile 100 cm arasındaki kalınlıkta, yatay konumda, katmansız biçimde yataklan-

mış 1' nolu sepiyolit zuhuru ile bu zuhurun üzerine gelen dolomitik marn seviyeleri arasında 20 cm kalınlığında 2' nolu sepiyolit zuhurlarından meydana gelirler (Şekil 3) Sepiyolit katmanları ıslak durumlarda kahverengi, kurduğunda hafif ve gri-beyaz renklerde kırıldığında boşluklu ve kovuklu (1 ile 2 mm) yapıları ile dikkat çekicidirler 1' nolu sepiyolit zuhuru taban kesimlerinde yer yer nohut tanesi büyüklüğünde kalsit kristalleri bulundurduğu gibi, bazı kesimlerde de düzensiz dağılan opal kümelenmeleri içerir. 2' nolu sepiyolit zuhuru Kepez tepe'nin batı yamaçlarında da gözlenmiş, kalınlıkları 10 cm. kadar düşmüştür, 1' nolu sepiyolit zuhurunun çeşitli seviye ve kesitlerinden alınan örneklerin mikroskobik incelemelerinde;



Şekil 3. Kepeztepe ve Yürükakçayır Sepiyolit Zuhurlarının Konumları ve örnek Alım Yerleri

Sepiyolit: Ritmik-Konsantrik kabugumsu dokularda ve koloidal şekillerde, önce sepiyolit jelleri (9-10 mikron) kristalizasyon merkezleri oluşturmuş, sonra küçük taneli (Kriptokristalin) kristallerin tekrarlanan kabuklan durumunda büyüme şekilleri göstererek soğan kabuğu gibi iç içe girmişlerdir. Koloidal şekiller 100-120 mikron boyutlarında olup, koloidal kümelenmeleri meydana getirmişlerdir. Bazı durumlarda ise, sepiyolitler önceden oluşan 200-1250 mikron boyutlarındaki koloidal kümelenmelerin oluş-turduğu topakları çimentolar durumdadırlar.

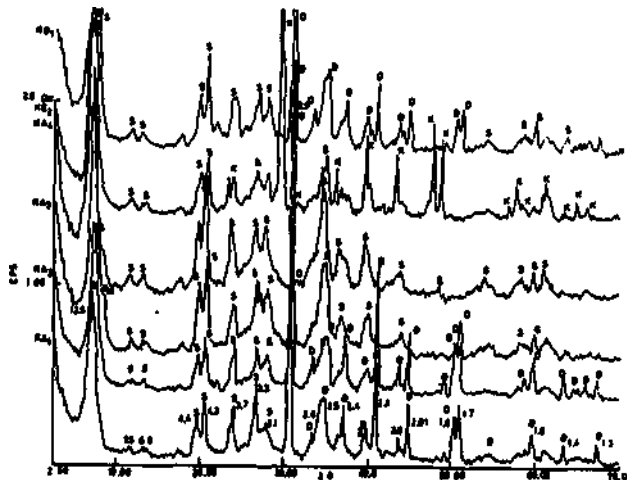
Opal: Kriptokristalin kümeler durumunda, bazen mercek, bazen oolit ve dallıbudaklı şekillerde, katmerli dokularda sepiyolitler içinde dağılmışlardır.

Kalsit: 800 mikrondan büyük, idiomorf veya hipidiyomorf taneler biçiminde gelişmişlerdir (1'nolu sepiyolit zuhurunun taban kesimlerinden alınan örneklerde).

Dolomit: Kriptokristalen kümecikler duru-

munda 1'nolu sepiyolit zuhurunun çeşitli kesimlerinden alınan örneklerin XRD tüm kayaç kil fraksiyonu incelemelerinde, alt seviyelerden üste doğru artan oranlarda, dolomit + sepiyolit, sepiyolit + dolomit ve dolomit + sepiyolit parajönezi izlenir. Bu parajöneze eşlik eden diğer minerallerden opal, kalsit ve paligorskit de çok küçük oranlarda rastlanır. Havada kurutulmuş örneklerden elde edilen XRD kayıtlarında, sepiyolite ait esas piklerin intensitesinin yüksekliği kristalinitenin iyi gelişmişliğini gösterir. Sepiyolit katmanının alt ve üst seviyelerindeki oluşuklarda egemen mineral dolomittir. Dolomitlerin d-spacing 2.993 \AA en yüksek intensiteyi sahiptir (Şekil 4).

Aynı birimlerdeki ikinci dereceden önemli mineral smektit olmakta ve dolomit + smektit beraberliği sıkça rastlanmaktadır. Kepeztepe sepiyolitlerinin termal davranışları ve faz dönüşümü DTA cihazı ile incelenmiştir. Sepiyolitlerin DTA eğrisi, düşük sıcaklık bölgesinde (120°C) endotermik pik, 400 ve 550°C dolaylarındaki ikinci ve üçüncü



Şekil 4. Kepeztepe Sepiyolit örneklerinin X Ray Difraktogramı

S: Sepiyolit, D: Dolomit, K: Kalsit, P: Paligorskit

endotermik pikler ise, iki farklı kademede çıkan bağı suya aittirler. 875 °C'deki ekzotermik pik ise, sepiyolit'in enstatit'e dönüşmesini göstermektedir. Az dolomit içeren sepiyolitlerin DTA eğrileri küçük farklılıklar dışında genelde ideal sepiyolit DTA'sına benzerlikler göstermektedir.

2.2 Kepeztepe Sepiyolit Zuhurları Kimyasal Analiz Verileri

Sepiyolit'in teorik bileşiminde %56.65 SiO₂ ve %24.89 MgO bulunmasına (Brauner and Preisinger, 1956) rağmen, çizelge 1'de verilen 16 adet sepiyolit örneklerinin kimyasal analizlerinde SiO₂, MgO ve CaO değerlerinin değişik tenörler içerdiği, yayılma oranlarının SiC>2'de daha fazla olduğu, bunu CaO, MgO ve Al₂O₃'ün yayılma oranları izlediği görülmekte, nedeninin örneklerdeki dolomit, kalsit, opal, smektit ve paligorskit'den ileri geldiği anlaşılmaktadır.

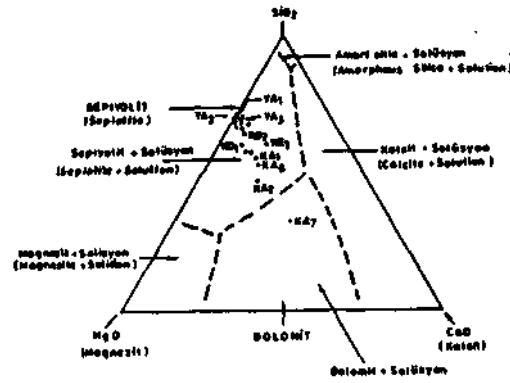
Carney ve Meyerin (1976) 25°C ve 1 atm. toplam basınçta CaO- MgO - SiO₂ - H₂O sisteminde geliştirdikleri doygunluk diyagramından yararlanarak, analiz verileri diyagrama işlenmiştir. Şekil 5'te görüldüğü gibi dolomit ve diğer mineralleri içeren sepiyolit örneklerinin, sepiyolit'in bileşiminin alandaki alanda kümelendikleri açıktır. Na ve K element miktarlarının kökenlerine göre dağılım sergiledikleri, farklı köken kümelenmeleri oluşturdukları istatistikî çalışmalardan elde edilmiştir (İrkeç, 1991). Şekil 6'de Kepeztepe, Yürükakçayır, Kıbrısçık (Bolu), ElBur (Somali) sepiyolitlerinin Na ve K element dağılımı görülmektedir. Kepeztepe sepiyolitleri kökenleri farklı olan Kıbrısçık (İrkeç, 1991), El-Bur (Cancelliere, 1987) sepiyolitlerine göre daha düşük Na ve K içerikleri ile karakterize olmaktadır.

Çizelge 1. Kepeztepe sepiyolit örneklerinin kimyasal analizleri

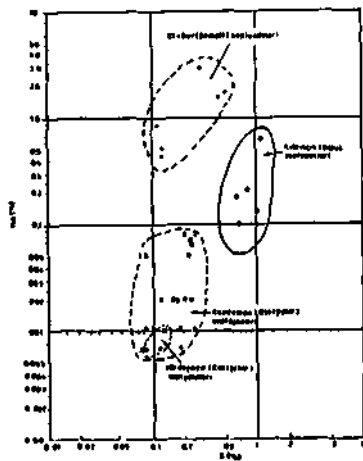
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	H2O	AZ	XRD
KA1	39.40	2.40	1.60	10.30	21.65	0.02	0.30	0.05	0.15	8.50	15.23	S+D
KA2	34.50	1.00	0.95	13.00	23.30	0.02	0.20	0.05	0.20	9.35	17.43	S+D
KA3	56.00	2.35	1.60	1.45	23.50	0.04	0.30	0.05	0.20	11.65	2.86	S+D+P
KA4	57.60	1.80	1.20	0.55	25.40	0.01	0.20	0.10	0.15	16.85	-	S+Op
KA5	56.47	1.23	0.98	2.64	24.07	0.11	0.29	0.21	0.15	4.20	9.65	S+D
KA6	40.26	1.02	0.72	10.21	24.61	0.12	0.25	0.09	0.15	7.52	15.05	S+D
KA7	20.02	0.55	0.34	20.55	20.82	0.07	0.10	0.17	0.20	2.33	34.85	D+S
KB1	44.92	1.54	1.17	8.36	23.07	0.07	0.28	0.22	0.15	4.21	16.11	S+D
KB2	47.50	1.70	1.20	3.85	21.76	0.04	0.20	0.22	0.09	14.21	9.23	S+D
KC1	52.28	1.70	1.20	0.57	20.01	0.10	0.30	0.21	0.09	18.68	6.43	S+Op
KC2	59.02	1.71	1.19	0.51	25.82	0.11	0.32	0.12	0.09	6.73	4.38	S+Op
KD1	49.30	0.45	0.50	5.70	26.00	0.01	0.10	0.05	0.10	11.75	6.04	S+D+Op
KD2	49.08	0.50	1.06	4.48	22.89	0.02	0.10	0.08	0.10	13.16	8.53	S+D
KE1	52.94	2.30	1.44	1.15	22.07	0.03	0.23	0.08	0.09	15.10	4.57	S+D
KE2	49.70	2.30	1.10	13.10	19.00	0.03	0.20	0.10	0.10	13.10	1.27	S+K
KG1	58.00	0.90	0.80	0.55	26.00	0.04	0.15	0.20	0.10	14.70	-	S+Op

S: Sepiyolit, D:Dolomit, Op:Opal, K:Kalsit, P:Paligorskit.

Analizler 105 °C'de kurutulmuş örneklerden yapılmıştır.



Şekil 5. 25°C ve 1 Atm. Basıçta CaO-MgO-SiO₂-H₂O Sistemi için Doygunluk Diyagramı (KA ve YA Kepeztepe ve Yürükakçayır Sepiyolit Örneklerini Temsil Ederler)



Şekil 8. Kepeztepe, Yürükakçayır, Kıbrısçık (Bolu) ve El-Bur (Somali) Sepiyolit Örneklerinin Na ve K Diyagramındaki Dağılımı

2.3 Yürükakçayır Sepiyolit Zuhuru

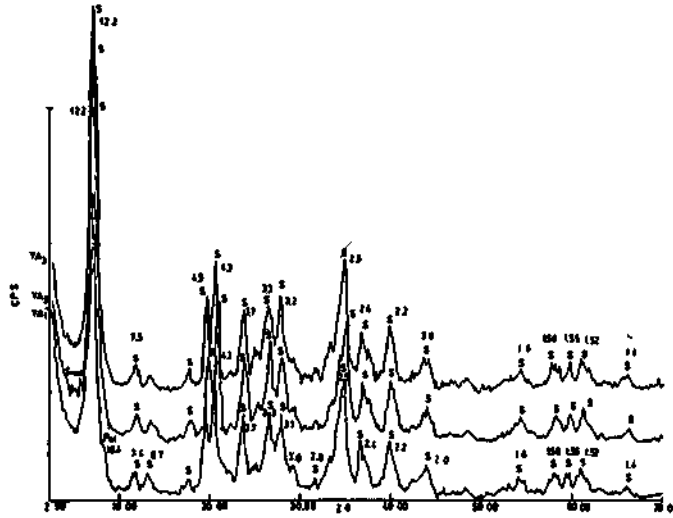
Zuhur, Yürükakçayır köyünün kuzeydoğusunda 960 kotunda yamaç üzerinde 100x150 m²'lik alan içinde mostra verir (Şekil 3). Bu zuhur, dolomitik kireçtaşı (CaO: %23.55, MgO: %24.22) arasında 200 cm. kalınlığında, katmansız biçimde yataklanmış olup, alt kesimlerinde yoğun olmak üzere, düzensiz

dağılan opal nodul ve bantları çoğunluktadır. 200 cm. lik sepiyolit seviyesi arasında kamalandığıda gözlenen opal bantları (10-40 cm), sucuk yapısını andırmakta; nodüller ise, elips şeklinde, 15-20 cm boyutlarında yumrular durumunda, büyük eksenleri katmanlarına düzlemlerine basık olarak bulunmaktadır. Opal bant ve nodülleri kolloform iç yapılar da sergilemekte, merkezden dışa doğru kahverengiden açık gri tonlara değişen renklerde görülmektedirler. Sepiyolit zuhurunun çeşitli seviye ve kesimlerinden alınan örneklerin mikroskopik incelemesinde;

Sepiyolit: Kısmen elek dokusu görümlü, 5-6 mikron uzunluğunda lifler biçimindeki kristalcikler kümelenecek sepiyolit topaklarını oluşturmaktadırlar. 250-300 mikron boyutundaki topaklar sepiyolit kristalcikleri tarafından sarılarak çimentolanmışlardır.

Opal: 6 mikron boyutundaki amorf kürecikler biçiminde gelişmişlerdir.

XRD tüm kayaç kil fraksiyonunu incelemelerinde (Şekil 7), sepiyolit+opal parajenezine paligorskit ve smektit eşlik eder.



Şekil 7. Yürükakçayır Sepiyolit Örneklerinin X Ray Difraktogramı
(S- Sepiyolit, Pal: Paligorskit, Smek: Smektit)

Elde edilen tüm difraktogramlarda sepiyolite ait esas piklerin intensitesi yüksek olup, kristalinite iyi gelişmiştir. Yürükakçayır sepiyoliti DTA eğrisinin termal karakteristikleri genelde Kepeztepe sepiyolitlerine büyük benzerlikler gösterir.

2.4 Yürükakçayır Sepiyolit Zuhuru Kimyasal Analiz Verileri

Çizelge 2'de verilen üç adet sepiyolit örneğinin kimyasal analizleri sepiyolitin teorik bileşimine çok yakın olup, SiO₂, MgO, CaO ve Al₂O₃'de yayılma oran fazla değildir. Ancak, örneklerde küçük miktarlarda smektit ve paligorskitin varlığı analizlere yansımaktadır. Şekil 6'da görüldüğü gibi, Yürükakçayır sepiyolitlerinin Na ve K element dağılım miktarlarının alt kesimlerde kümelediği açıktır.

Çizelge 2. Yürükakçayır Sepiyolit örneklerinin Kimyasal Analizleri

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O	XRD
YA1	60.5	165	0.50	0.30	25.35	0.01	0.10	0.15	0.20	17.5	S+P
YA2	59.50	140	0.75	0.15	26.20	0.02	0.15	0.15	0.20	16.4	S+Sm
YA3	58.00	130	0.80	0.40	25.75	0.01	0.15	0.20	0.10	16.35	S

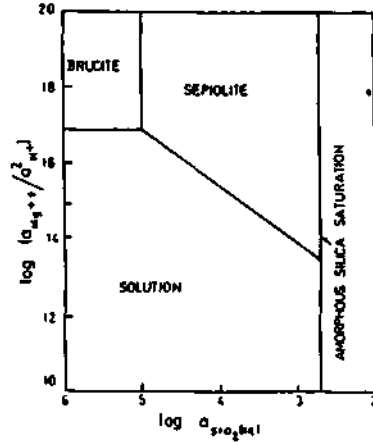
S:Sepiyolit, D: Dolomit, Op: Opal, Sm: Smektit, K: Kalsit, P: Paligorskit.

Analizler 105 °C'de Kurutulmuş örneklerden Yapılmıştır.

3. SEPIYOLİT OLUŞUM KOŞULLARI

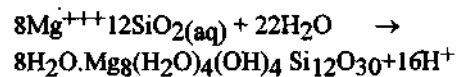
Sepiyolit, tuzlu ve alkalin gösel ortamlar (Galan ve Castillo, 1984; Hay ve Stoessel, 1984, Rateev, Pokidin ve Kheirov, 1963) ile denizel ortamlarda doğrudan çökeltim (Wollast, Mackenzie ve Bricker, 1968; Fleischer, 1972; Hataway ve Sachs, 1965), ultramafik kayaların hidrotermal alterasyonu (Chillere ve Henin, 1949) ve magnezit çakıl ve bloklarının diajenetik ramplasmanı (Yeniyol ve Öztunah, 1985; Ece ve Çoban, 1990; Sariz ve Işık, 1994) ile oluşur. Bu ortamlar içinde sepiyolit oluşumunu sağlayacak kimyasal koşullar pH, $a_{Mg^{4+}}$ ve $a_{SiO_2(aq)}$ dur. İnceleme alanındaki sepiyolit zuhurlanmn, normal katmanlanmada yataklarına biçimi göstermeleri ve örneklerinin petrografik incelemelerinde konsandrik kabuğumsu' dokuda büyüme şekilleri sunmalan, jel halinde koloidal bir ortamda ritmik çökelmeyi yansıttıklarını düşündürür. Ancak, koloidal bir ortamın sağlanmasında ortam sıcaklığı, buharlaşma ve organik katalist gibi unsurların etkili olduğu düşünülerek, SiO_2 , H^+ ve Mg^{++} içeren solüsyonların fiziko-kimyasal ortamdaki davranışlarının araştırılması ve diyagramlar üzerinde incelenmesi için $MgOSi_2-H_2O$ sistemi üzerinde hesaplanmış veri deneysel çalışmaların sonuçlarının gözden geçirilmesi yararlı olabilir.

Hostetler (1963) ve Rossini (1952), 1 Arm. toplam basınç ve 25 °C'de $MgO-SiO_2-H_2O$ sisteminde brusit, sepiyolit ve amorf silisin stabilite ilişkilerini incelemiş, stabilite saha şuurlarını termodinamik verilerden hesaplayarak pH, $a_{Mg^{++}}$ ve $a_{SiO_2(aq)}$ 'nun koşullarını saptamıştır (Şekil 8).



Şekil 8. MgO-SiO₂-H₂O sisteminin bir kısmı için suyun birim aktivitesinde, 25 °C'de ve 1 Atm. toplam basınçta, log aSiC>2(aq) ve log (aMg⁺⁺/a²H⁺) nun fonksiyonu olarak amorf silis, brusit ve sepiyolit arasındaki ilişkiler (Hostetler, 1963 ;Rossini, 1952)

Wollast, Mackenzie ve Bricker(1968), deniz suyunda sepiyolit stabilitesinin hesabını yaparak, pH, $a_{Mg^{4+}}$ ve $a_{SiO_2(aq)}$ 'nun koşullarından, sepiyolit 25 °C'de duraysız olduğunu, ancak derin deniz suları ile bazı iç deniz suları sepiyolit stabilite sahasına yakın olup, çözülmüş silis konsantrasyonu girişi ile ortam pH'ı yükseltilecek daha düşük sıcaklıklarda sepiyolit stabilitesinin arttığını ve böylece soğuk iç deniz sularında sepiyolit oluşabileceğini kanıtlamışlardır (0 °C ile 5 °C arasında amorf silisin çözünürlüğü 60 ppm., 25 °C'de amorf silisin çözünürlüğü 115 ppm.'e kadar). Stokiyometrik bileşimi kullanılarak, sepiyolit aşağıdaki gibi oluştuğu söylenebilir:



Buradan denge sabitesi,

$$K = \frac{a^{16}H}{a^8Mg^{+++}a^{12}SiO_2(aq)} \text{ olarak ifade edilir.}$$

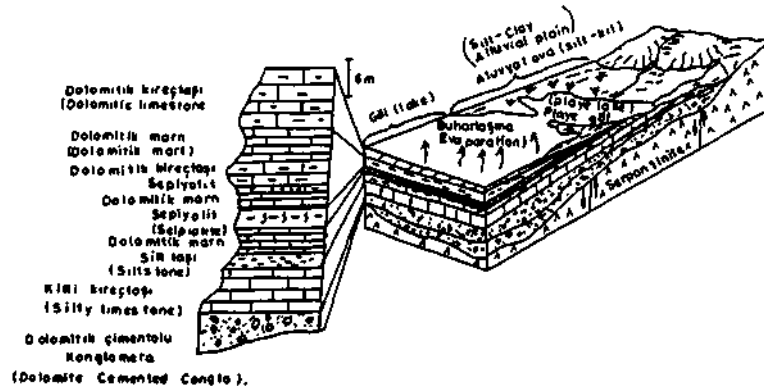
Denge sabitesinden deniz ve göl sularındaki sepiyolit stabilitesinin pH'a bağlı olduğu görülür (pH=8-9 arası).

4. YÖRE SEPIYOLİT OLUPUMUNUN YORUMU

Alt Miyosende Arabistan plakasının Anadolu plakasını itmesi nedeniyle, Ege'deki genişleme rejimine bağlı olarak gelişen tektonik çöküntüler (Pengür, 1980), irili ufaklı birçok dağ arası devamlı (Ece ve Çoban, 1990; Sanız, 1988) ve geçici gölsel (playa göl tipi, İrkeç, 1994) çökelim havzaları oluşturmuşlardır. İnceleme alanındaki tortul birimler, otokton-sürekli gölsel ortam ve fasiyeslerini sergilemekte olduğundan çökelim havzasının temel birimi ofiyolitik, havzayı çevreleyen kayaçlar da asidik, bazik ve ultrabazik kayaçlardır. Bu kayaçlar grabenleşmeyi sağlayan bölge tektonizmasına bağlı hareketlerle blok faylanma ve dislokasyon sonucu

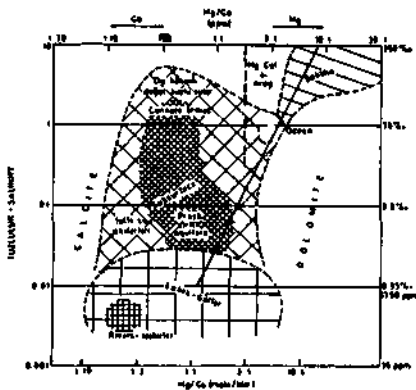
farklı yükselmeler göstererek kırıklı yapılar kazanmışlar, yüzeysel koşullarda ayrışarak (Weathering) Mg^{+++} ve silisin ortamdan ayrılmasına ve taşınmasına neden olmuşlardır. Detritik malzeme akarsular tarafından tortulaşma havzasına taşınmış (Şekil 9) kaba kırıntılar tortulaşma havzasının kenarında depolanırken, kurak dönemlerdeki buharlaşma ve yoğunlaşma baseninin merkezine doğru tuzluluğu artırmış (pH:8'in üstünde), evaporatik dönemin ürünü olan çökelimler havzanın merkezi kesiminde ve sakin tektonik dönemde dolomitik marn ve kireçtaşı istiflenmeleri biçiminde gerçekleşmiş, bu oluşukları sepiyolit katmanları izlemiş, daha sonra dolomitik mam ve kireçtaşlarını izleyen düzeyler tekrar gelişmiştir. Bu istiflenmelerde fizikokimyasal olaylar sırasıyla şöyledir:

- 1- Dolomitli killi kayaçların çökelişi, pH'ın 9 ve daha büyük olduğu ortamlarda ve Al^{+++} 'nin mevcut miktarlarına bağlı olarak gelişmiştir.



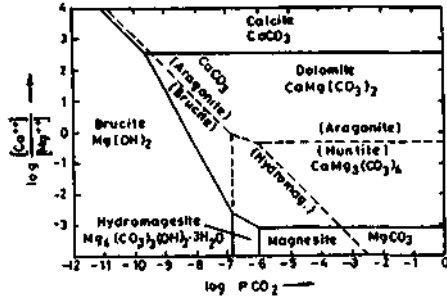
Şekil 9. Tortulaşma Ortamının Blok Diyagramı

- 2- Sepiyolitın stabilite ve sentezi konusundaki verilere göre, sepiyolit pH'm 8 ile 9 arasındaki değerlerde ve Al^{+3} 'nin tüketildiği ortamda kolloid olarak çökelmiştir (Al^{+3} 'ün mevcut miktarı XRD verilerinde görüldüğü gibi paligorskit oluşumunu sağlamıştır).
- 3- Sepiyoliti oluşturan silisin fazlalığında (veya Mg^{+2} 'nin hepsi tüketildiğinde) opal oluşumu gerçekleşmiş, nodul ve bandlar biçiminde yataklanmıştır (Şekil 8). Silis, tortulaşma havzasına akarsular tarafından taşındığı gibi, göl sularındaki diatomların iskelet yapılarının tekrar çözülmesinden de karşılanmış olabilir).
- 4- Sepiyolit çökelişi göl suyunun toplam alkalinitesini tüketmiş, suyun kimyasındaki hızlı değişim, CO_2 'nin kısmi basıncına ve diğer faktörlere bağlı olarak (Ortam sıcaklığı, yavaş kristallenme, buharlaşma, tuzlar, hareketsiz ortam ve çört, Lipman, 1979) kalsit ve dolomit çökelişi gerçekleşmiştir (Şekil 10-11). *



Şekil 10. Mg/Ca Oran, Suyun Tuzluluğu, Aragonit, Kalsit, Dolomit ve Mg'lı Kalsitin Oluşum Yerleri (Grafikte kinetik faktörlerle termodinamik faktörler birleştirilmeye plan-

lanmıştır. Bunlar en yaygın karbonat minerallerinin oluşumunda etkili olur. Tuzluluk artarken reaksiyon oranı düşer. Çünkü kompleks iyonların artan oranından dolayı. Jeolojik olarak kabul edilebilir bir zaman süreci içinde dolomiti oluşturmak için gerekli Mg/Ca oranı minimum 1/1 oranını geçmelidir. 1/1'den az olan Mg/Ca aktivite oranlarında, dolomit tuzluluk derecesi ne olursa olsun termodinamik olarak dengede değildir (Folk ve Land, 1975).



Şekil 11. P_{CO_2} ve $\log[Ca^{++}]/[Mg^{++}]$ fonksiyonu olarak 1 Atm. toplam basınç ve 25 °C'de kalsiyum ve magnezyum karbonatları arasındaki ilişki. Düz çizgiler stabil fazlar arasındaki denge ilişkilerini gösterir. Kesikli çizgiler metastabil fazlar ile stabil fazlar arasındaki denge ilişkilerini gösterir (Garreis ve Christ, 1965).

5. SONUÇLAR

Kalınlıkları 40 cm ile 200 cm arasında değişen Miyo-Pliyosen yaşlı Akçayır-Yürükakçayır yöresi sepiyolit zuhurları, gölsel basende, dış kökenli Mg^{+2} ve $SiO_2(aq)$ çözeltilerin konsantrasyonlarına bağlı olarak gelişen jeokimyasal olayların etkinliğinde ve tamamen tortulaşma ortamını koşullarına (Buharlaşma, ortam sıcaklığı 5-25°C arası, yavaş kristallenme, pH:8-9) uygun, katmanlı biçimde yataklanmış, eş oluştu (Senje-

netik) önemli hammadde kaynaklarıdır. Zuhurlardaki otijenik mineraller sepiyolit, dolomit, opal, kalsit, smektit ve palygorskittir. Bu mineral topluluklarından sepiyolit + dolomit parajönezi özellikle Kepeztepe zuhurlarında, sepiyolit + opal parajönezi ise Yürükakçayır zuhurlarında yaygın olup, bu tür mineral oluşumları MgO-SiO₂-H₂O sisteminde ele alınıp, değerlendirilmiştir.

Yöre sepiyolit örneklerinin X ışınları difraktogram verileri Brindley (1959, 1984) tarafından belirlenen iyi kristallenmiş sepiyolitlerin özelliklerini yansıtmaktadır. Al, K ve Na element dağılım miktarları, farklı kökenli sepiyolit yataklarına göre oldukça düşüktür.

Yöre sepiyolit zuhurları, İspanya'nın Tajo basenlerindeki sepiyolit yataklarında Galan ve Castillo (1984) tarafından rapor edilen oluşumlarla kökensel benzerlik göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

Akıncı, Ö., 1967. Eskişehir I24-C1 paftasının jeolojisi ve tabakalı lületaşı zuhurları. MTA dergisi, 67,82-97.

Asutay, H.J., Küçükayman, A., Gözler, Z., 1989. Dağköplü (Eskişehir Kuzeyi) ofiyolit karmaşığının stratigrafisi, yapısal konumu ve kümülatların petrografisi. MTA dergisi, 109, 1-8.

Brauner, K., Preisinger, A., 1956. Struktur und Entstehung Des Sepioliths. T Schermak's Mineral. Petrogr.Mith 6, P. 120-140

Brindley, G.W., 1959. X ray electron diffraction data for sepiyolite. American Mineralogist .Vol.44, p.495-500

Brindley, G.W., 1984. Order-disorder in clay mineral structures, crystal structures of clay minerals and their x ray identification, G.W. Brindley, G. Brown (Edited), mineralogical society, London, 125-195

Cancelliere, G., Mancini, R., Verga, G., 1984. The sepiyolite deposit of El-Bur in Somalia and its economic potential. 7th industrial minerals international congress, Metal Bulletin Group. Park House, Park Tenace, Suney, KT4 7HY, England.

Carney, L.L., Meyer, R.L., 1976. A new approach to high temperature drilling fields. Soc. petrol. eng. paper no: SPE 6025, 8pp.

Calliere, S., Henin, S., 1949. Occurrence of sepiyolite in the Lizard serpentines. Nature, 163, p.962

Ece, Ö.İ., Çoban, F., 1990. Origin and significance of the sepiyolite beds and nodules in the Miocene lacustrine basin; Eskişehir, Turkey, international Earth Sciences Congress on Aegean Regions. Proceeding Volume: 1, 234-245

Fleischer, P., 1972. Sepiyolite associated with Miocene diatomite, Santa Cruz Basin, California, American Mineral. Vol. 57, 903-912

Folk, R., Land, S., 1975. Mg/Ca Ratio and salinity. Two controls over crystallization of dolomite. Bull. Ame. Assoc. Pet. Geol. 59, 60-68

Galan, E., Castillo, A., 1984. Sepiyolite-Palygorskite in Spanish Tertiary Basins; Genetical Patterns in Continental Environments. Developments in Sedimentology, 81-123, Elsevier, Amsterdam.

Garreis, R.M., Christ, L.C., 1965. Solutions, minerals and equilibria. Harper and Row. Publishers New York, 450 p.

Gözler, Z. ve diğerleri, 1984. Orta Sakarya

Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 1995, İzmir / Türkiye

- güneyi ile Uludağ ve güneyinin jeolojik sorunları ve kompilasyon projesi: MTA raporu (Yayınlanmamış).
- Hataway, J.C, Sachs, P.L., 1965. Sepiyolite and clinoptilolite from the Mid-Atlantic Ridge. American mineral.50,852-867
- Hay, R.I., Stoessel, R.K., 1984. Sepiyolite in the Amboseli Basin of Kenia:A new interpretation developments in sedimentology, 127-135, Elseiver, Amsterdam.
- Hostetier, P.B., 1963. The stability and surface energy of brucite in water at 25°C. Amer. J. Sei. 261, 238-258
- İrkeç, T., Gençoğlu, H., 1994. Eskişehir-Sivrihisar Civarındaki Sedimanter Sepiyolit Oluşumlarının Ortamsal Yorumu. 47. TJK Kurultayı Bildiri Özetleri
- İrkeç, T., 1991. Bolu-Kabnşık Sepiyolitinin Mineralojik ve Kimyasal Özellikleri ve Eskişehir Sivrihisar Sedimanter Sepiyoliti İle Karşılaştırılması. Anadolu Üniv. V. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı
- Lippman, F., 1979. Stabilitatbeziehungen der Tenminerale Neues Jahrb. Mineral Abb. 136,237-309
- Lünel, T., 1987. Petrology of Gümele Ultramafic Suite of Eskişehir Complex. Metu Journal of Pure and Applied Science, Vol.19 no.2, 167-195
- Kulaksız, S., 1981. Sivrihisar Kuzeybatı Yöresinin Jeolojisi. Hacettepe Üniv. Yer Bilimleri Enst. Bül. S.8, 103-124
- Saniz, K., 1988. Türkmentokat-Gökçeoğlu (Eskişehir) Yöresinin Stratigrafisi. Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi CUt. 4, S.2, 25-41
- Saniz, K., Iplik, İ., 1994. Geology, Mining and Carving Art of Türkmentokat-Gökçeoğlu (Eskişehir, Turkey) Sepiyolite Deposits. Gems and Gemology (Basılmakta)
- Servais, M., 1982. Collision et Suture Tethysienne en Anatolie Centrale Etude Structurale et Metamorphique de la zone Nord Kütahya. These A L'univ. Paris-Sud Centre D'orsay, France.
- Pengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları, 40 s.
- Rateev, M.A., Pokidin, A.K., Kheirov, M.G., 1963. Diagenetic Alterations of Clay Minerals in the Pliocene and Post-Pliocene Formations of the Caspian Sea. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 148, 187-190
- Rossini, F.D., et. al., 1952. Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties. Natl. Bur. Stand (U.S.) Circ.500
- Wollast, R., Mackenzie, F., Bricker, O., 1968. Experimental Precipitation and Genesis of Sepiyolite at Earth Surface Conditions. The American Mineralogist, Vol. 53,1645-1662
- Yeniyol, M., Öztunalı, Ö., 1985. Yunak Sepiyolitinin Mineralojisi ve Oluşumu. I. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, 171-186

