

AKÇAYIR-YÜRÜKAKÇAYIR (ESKİŞEHİR) GÖLSEL BASENİNDEKİ KATMANSI SEPIYOLİT ZUHURLARININ OLUŞUMU

Kadir SARIİZ¹

ÖZET: *Inceleme alanı, Eskişehir'in güneybatısında Yürükakçayır ile Akçayır köyleri arasında 12 km²' lik bir sahayı kapsamaktadır. Yöredeki oluşukların birbirleriyle ilişkilerine göre üç litolojik birim ayırılmıştır. Bu birimler, alttan üste doğru Porsuk peridotitleri, Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonudur. Kalınlıkları 40 cm. ile 200 cm. arasında değişen Miyosen-Pliyosen yaşlı sepiyolit zuhurları, inceleme alanının Kepeztepe ve Yürükakçayır Kürtünlü konağı mevkilerinde Kepeztepe formasyonuna ait dolomitli kireçtaşı ve dolomitli marn birimleri içinde, katmansı biçimde yataklanmış eş oluşumlu hammadde kaynaklarıdır. Mostradan alınan opal örneklerinin kolloform yapı ile eşgranüler dokuda, sepiyolitlerin ise masif ve boşluklu yapı ile kolloidal dokularda bulunuşu, ritmik çökelmeyi yansıttıklarından Mg⁺² ve SiO_{2(aq)} içeren sulu çözeltilerin fizikokimyasal ortamdaki davranışları araştırılmış, MgO-SiO₂-H₂O sistemi üzerindeki deneysel çalışmalar gözden geçirilmiştir. Buna göre, sepiyolit 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.*

ANAHTAR KELİMELER: *Katmansı sepiyolit, Evaporitik ortam, Eş oluşum, pH, T °C*

OCCURENCE OF STRATIFIED SEPIOLITE AT THE LACUSTRINE BASIN OF AKÇAYIR- YÜRÜKAKÇAYIR (ESKİŞEHİR)

ABSTRACT: *The investigation area covers an area of about 12 km² between Yürükakçayır and Akçayır. On the basis of their relationship, the area consists of three lithologic units; Porsuk ophiolites, Yürükakçayır conglomerates and Kepeztepe formation, respectively. Miocene-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. Their thickness varies between 40 and 200 cm. The studied sepiolite samples display colloidal and massive 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.*

KEYWORDS: *Stratified sepiolite, Evaporitic environment, Syngenetic, pH, T°C*

¹ Kadir SARIİZ, Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bademlik, 26030 ESKİŞEHİR

I.GİRİŞ

Eskişehir-Sivrihisar bölgelerinde yer alan Miyosen-Pliyosen gölssel basenleri ile ilgili araştırmalar yakın zamana dek genel jeoloji sınırları içinde kalmıştır. Ancak, son zamanlarda gölssel basenlerin ekonomik açıdan önem kazanabileceği umudunun artması üzerine endüstriyel mineral aramaları hızlandırılmış olup,kesim kesim sürdürölen çalışmalar henüz bütönlüğe kavuşturulamamıştır.

Sivrihisar yöresinde ilk çalışmalar M.T.A. ile Nagoya (Japonya) Araştırma Enstitüsü arasında proje kapsamında 1990 yılında başlamış, sepiyolit yataklarının jeolojisi ve rezerv hesaplamaları yapılmış, sahadan toplanan örneklere çeşitli teknolojik testleri sonucu kullanım alanları belirlenmiştir[1]. Diğer çalışmalar Karakaş ve Varol[2], İrkeç ve Gençoğlu [3], Ece ve Çoban [4] ile Yeniöl [5] tarafından yapılarak Sivrihisar basenindeki Neojen yaşlı gölssel birimlerin litolojisi ve oluşum ortamının özellikleri incelenmiştir.

Bu araştırma ile, Eskişehir'in 20 km. güneybatısında yer alan Akçayır-Yürökakçayır yakınındaki sepiyolit zuhurlarının jeolojik, mineralojik, petrografik,kimyasal veri ve bulgularına dayanarak; oluşum ortamının fizikokimyasal özelliklerinin saptanması, kökenlerinin açıklığa kavuşturulması ve gelecekte gölssel basenlerde yapılacak daha ayrıntılı çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

II.MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ile kesitleri çıkarılmış, zuhurların konumu ve örneklere alım yerleri haritada belirtilmiştir. Saha incelemelerine ilişkin 50'den fazla kayaç örneklereinin incekesitlerinde mineralojik ve petrografik tanımlamaları yapılmış, 19 adet örneğin ana element çözümlenmeleri XRF (X ışınları floresans analizleri) yöntemi ile, 20 adet örneğin kalitatif mineral tayinleri ise, doğal durumdaki örneklere öğütölmesiyle yönlenmemiş toz preparatlar üzerinde XRD spektrometresiyle gerçekteştirilmiştir. Sepiyolit örneklereinin temel davranışlarını belirlemede DTA cihazından yararlanılmıştır.

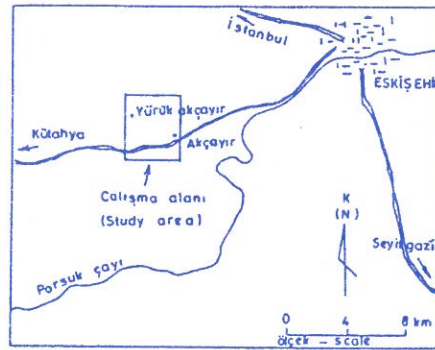
III.JEOLOJİ

İnceleme alanı, Yürökakçayır ile Akçayır köyleri arasında 12 km²lik sahayı kapsamaktadır (Şekil 1).Yöredeki oluşukların birbirleri ile olan ilişkilerine göre üç

litolojik birim ayırtlanarak, litostratigrafi esasına göre tanımlama ve adlandırılmaları yapılmıştır[6]. Bu litolojik birimler alttan üste doğru, Porsuk peridotitleri, Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu ile temsil olunurlar(Şekil 2-3).

III.1. Porsuk Peridotitleri

Peridotit ve serpantinlerden oluşan bu birim Yürükakçayır köyü civarında yüzeylemekte olup, tabanı gözlenememektedir. İnceleme alanı dışında Çanakçıran köyü ile Porsuk Barajı ve çevresinde geniş alanlarda yüzeylediklerinden "Porsuk Peridotitleri" olarak adlandırılmıştır.



Şekil 1. Bulduru haritası.

Serpantin örneklerinin mikroskobik incelemesinde krizotil, antigorit, kalıntı mineral biçiminde olivin ve birkaç kromit taneciği izlenmiştir. İzmir-Ankara-Erzincan kenet hattının güneyinde yer alan yöre peridotitlerini Pontidler Anatolidlerden ayıran okyanusun kalıntıları olduğu düşünülür ve diğer araştırmacıların, Gözler ve diğerlerinin [7], çalışmaları da göz önüne alınırsa Triyas yaşlı olasıdır. Porsuk peridotitlerinin benzer birimleri Akıncı'nın [8], "Porsuk Grubu", Servais [9] "Ofiyolitik Karmaşık", Lünel[10] "Gümele Ultramafik Birliği" ve Sarıöz [11] "Türkmentokat Ofiyolitleri" olup, bugünkü konumlarına (diğer benzer birimleri ile kıyaslandığında) Senoniyen ve öncesinde geldikleri söylenebilir [9,12].

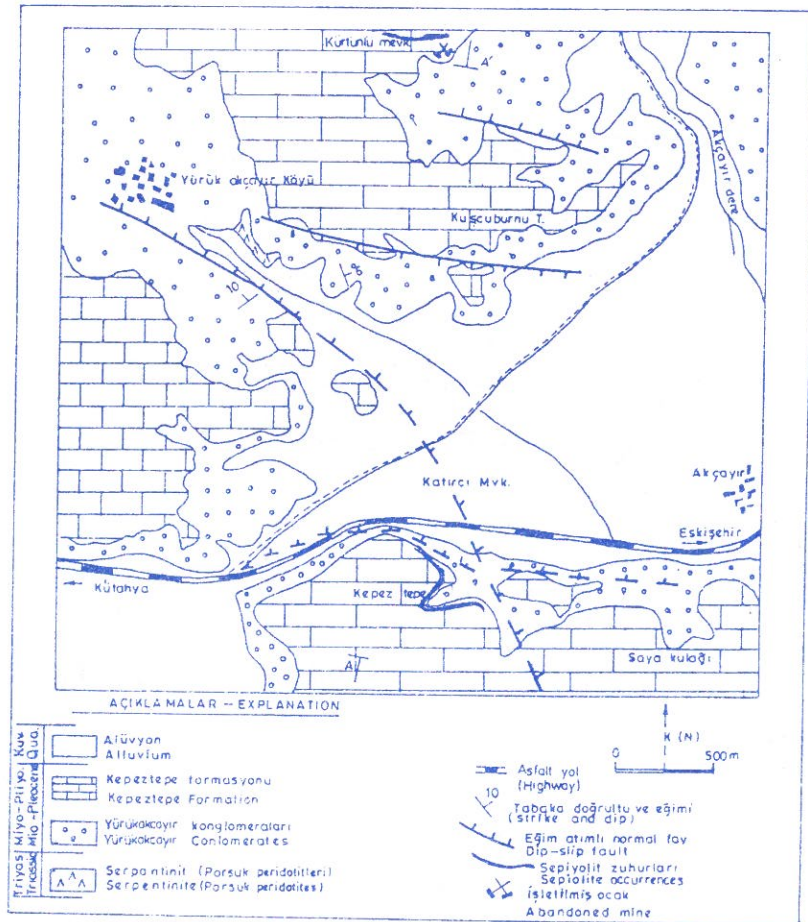
III.2. Yürükakçayır Konglomeraları

En iyi görüldüğü kesime atfen “Yürükakçayır konglomeraları” adı verilmiştir. Önceki çalışmalarda birimin adı Yürükakçayır grubu içinde Takmak konglomeraları olarak tanımlanmıştır [8]. Yürükakçayır köyü, Kuşçuburnu tepe ve Kepeztepe civarında yüzeylenen gri ve boz renkli kalın katmanlı birim, dolomitik bir çimento içinde metamorfik, plütonik ve serpatinit çakılları ile kuvars parçacıkları içermektedir. Katman kalınlıkları alt seviyelerde 1 m, üst seviyelere doğru 0.5 m’ye kadar azalmakta ve katmanlarda derecelenme gözlenmemektedir. İyi yuvarlanmış çakıllar 1 ile 2 mm’den, 10-15 mm’ye kadar değişik boyutlarda bulunmaktadır. Görünür kalınlığı 40-50 m arasında değişen bu birim, Porsuk peridotitlerinin düzensiz aşınım topoğrafyası üzerine açılı uyumsuzlukla gelip, üstten Kepeztepe formasyonu ile uyumlu, Yürükakçayır-Akçayır ovasının alüvyonları tarafından örtülmektedir. Birim içerisinde fosile rastlanılmamış, ancak Akıncı [8], Yürükakçayır köyünün 2 km kuzeydoğusunda Kepeztepe formasyonunun sınırına yakın olan seviyelerde Gastropodlar bulunduğunu belirtmiştir. İnceleme alanı dışındaki Miyosen-Pliyosen yaşlı eşdeğer birimlerle aynı yaşta olduğu kabul edilmiştir. Sığ göl ortamında gelişen birimin eşdeğerleri Sarız’ın [11], belirlediği İmişehir konglomeraları ile Kulaksız’ın [13], tanımladığı Sankaya formasyonudur.

III.3.Kepeztepe Formasyonu

Özelliklerini en iyi sergilediği yer olan Kepeztepe’ye dayanılarak “Kepeztepe formasyonu” adı verilmiştir. Önceki çalışmalarda birimin adı Yürükakçayır grubu içinde Kepeztepe kireçtaşları olarak tanımlanmıştır [8]. Kepeztepe, Sayakulağı tepe ile Kuşçuburnu tepe dolaylarında yüzeylenen birim, tabandan 30 m’ye kadar killi kireçtaşları ile başlar, ardalı olarak katman kalınlıkları 15-20 cm arasında olan marn, marnlı kireçtaşı, çamurtaşı ve dolomitli marn seviyeleri ile devam ederek, bu seviyelerin üzerinde kalınlığı 40-100 cm arasında değişen sepiyolit katman ve mercekleri yer alır. (Şekil 3, Ek-I, Şekil 1) Bu sepiyolit katman ve mercekleri üzerine sarımsı dolomitli marn katmanları gelir ve nihayet istiflenme dolomitli kireçtaşları ile son bulur (Kalsiyum Oksit %27.24, Magnezyum Oksit %23.22). Kirli beyaz-açık bej renklerde genellikle sert dolomitli kireçtaşlarının mikroskobik incelemelerinde afanitik dokuda 5 mikrondan küçük Kalsit ve Dolomit kristalcikleri ve tali miktarlardada Kuvars

taneleri gözlenmektedir. Birimin kalınlığı 60-70 m olup, Yürükakçayır konglomeralarının üzerine uyumlu olarak gelmekte ve onlarla yanal ve düşey geçişli olmaları nedeniyle aynı yaşta kabul edilmektedir. Birim sıg ve zaman zaman derinleşen göl ortamında gelişmiştir.

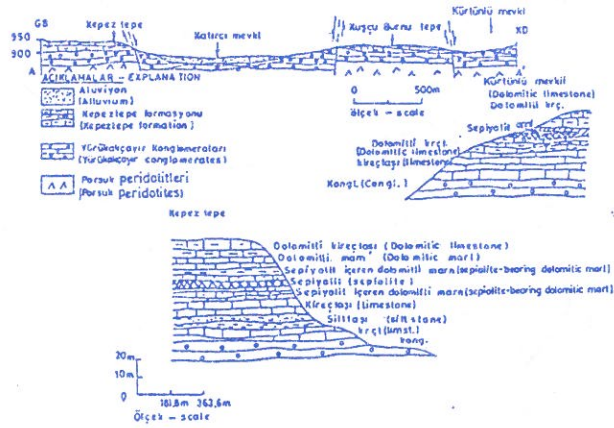


Şekil 2. Akçayır-Yürükakçayır dolayının jeoloji haritası.

IV. YAPISAL JEOLoji

İnceleme alanındaki temel birim, peridotit kayalarla temsil edilmiş olup, dar alanda yüzeylenme göstermeleri nedeniyle tektonizmaya ilgili veriler elde edilememiştir. Gölsel seriye ait birimlerin (Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu) yataya yakın konumlarda bulunması, tektonik işlevlerin düşey hareketlerle gerçekleştiğini göstermektedir.

Buna göre, genişleme tektoniğini tanımlayan doğu-batı doğrultulu eğim atımlı normal faylar genç graben ve horst yapılarının oluşmasını sağlayarak (Şekil 2), inceleme alanının yapısal evrimini denetlemiştir.



Şekil 3. Akçayır-Yürükakçayır dolayının jeoloji kesiti.

V. SEPIYOLİT ZUHURLARININ MİNERALojİK VE PETROGRAfİK İNCELEMESİ

İnceleme alanının farklı kesimlerinde sepiyolit zuhurları mevcut olup, bunlardan ilki 1961 yılında bulunan Yürükakçayır sepiyolit zuhurudur. Adı geçen zuhur, Yürükakçayır köyünün 1400 m. kuzeydoğusunda bulunur. 1966 yılında M.T.A. tarafından çeşitli kuyu ve yarma çalışmaları yapılarak, zuhurun konum 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, Yürükakçayır köyünden 3 km. güneyde ve Akçayır

köyündende 2 km. batıda Kepeztepe'de yer almaktadır. Bu zuhurların konumları tarafımızdan saptanmış, petrografik ve mineralojik incelemeleri ile kimyasal analizleri yapılmıştır.

V.1. Kepeztepe Zuhuru

Kepeztepe'nin doğu yamacı üzerinde, 250x300 m²'lik bir alan içinde mostra veren (Şekil 4) Kepeztepe zuhurları, dolomitli marn ve kireçtaşı ile smektit ve dolomit karışımı çamurtaşı ar dalanması içinde 40 cm ile 160 cm arasındaki kalınlıkta (Ek - I, Şekil 1), katmansız biçimde yataklanmış 1'nolu sepiyolit zuhuru ile bu zuhurun üzerine gelen dolomitli marn seviyeleri arasında 20 cm. kalınlığında 2'nolu sepiyolit zuhurundan meydana gelirler. 1 no'lu sepiyolitli seviye tabanda dolomitli kireçtaşları ile oldukça keskin sınırlıdır. Tavanda ise bileşimi dereceli olarak sepiyolit içeren dolomitli kireçtaşlarına geçer ve ar dalanma dolomitli marn ve kireçtaşları ile devam eder. Yanal olarak kalınlığı yer yer azalır ve dolomitli marn ve kireçtaşları arasında kaybolur. Sepiyolitli seviye ıslak durumda kahverengi, kurduğunda hafif ve gri-beyaz renklerde (Ek-II, Şekil 4), 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 (Ek-I, Şekil 2) bulundurduğu gibi, bazı kesimlerde de düzensiz dağılan opal kümelenmeleri içerir. 2'nolu sepiyolit zuhuru Kepeztepe'nin batı yamaçlarında da gözlenmiş, kalınlıkları 10 cm. kadar düşmüştür.

V.1.1. Polarizan Mikroskop İncelemeleri

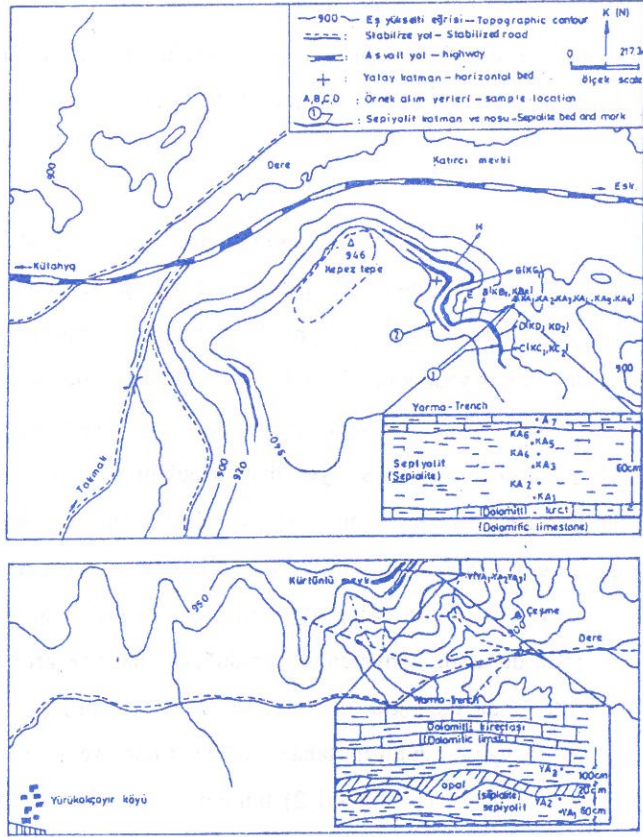
1'nolu sepiyolit zuhurunun çeşitli seviye ve kesitlerinden alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde:

Sepiyolit: 5-6 mikron uzunluğundaki kristaller kümelenerek 100-200 mikron boyutundaki topakçıkları oluşturmuşlardır. Bazı durumlarda ise, sepiyolit kristalleri önceden oluşan 200-1250 mikron boyutlarındaki topakları çimentolar durumdadırlar.

Opal: Kriptokristalin kümeler durumunda, bazen mercer, bazen de bantlar biçiminde sepiyolitler içinde dağılmışlardır.

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

Dolomit: Kriptokristalin kümecikler durumunda bulunurlar.



Şekil 4. Kepeztepe ve Yürükakçayır sepiyolit zuhurlarının konumları ve örnek alım yerleri.

V.1.2. XRD ve DTA incelemeleri

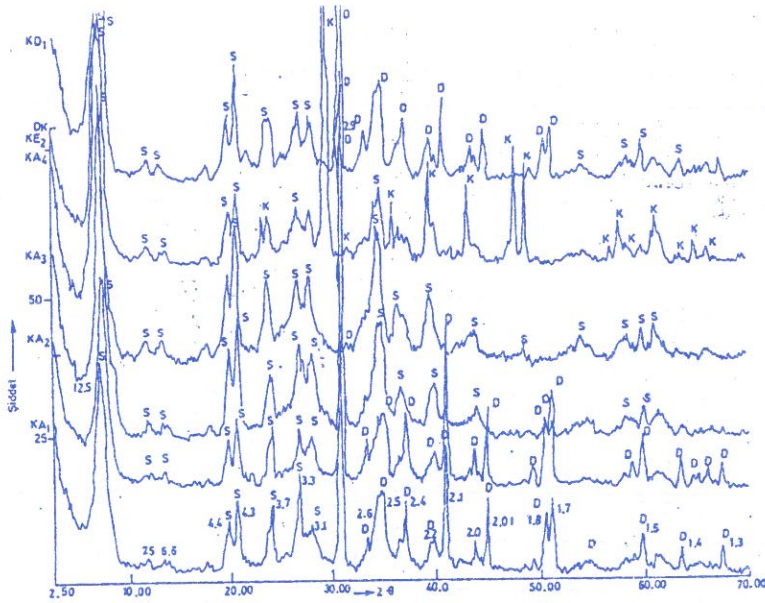
1'nolu sepiyolit zuhurunun çeşitli kesimlerinden alınan örneklerin tüm kayaç X-ray difraktogramı incelemelerinde (Şekil 5), alt seviyelerden üste doğru, dolomit+sepiyolit, sepiyolit+dolomit ve dolomit+sepiyolit parajenezleri izlenir. Bu parajeneze eşlik eden diğer minerallerden opal ve kalsit'e de çok küçük oranlarda rastlanır. Havada kurutulmuş örneklerden elde edilen X-ray difraktogram değerleri, Santa Cruz Baseni(Kaliforniya) sepiyolit değerleri [14] ile karşılaştırılmış, benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kepeztepe sepiyoliti X-ray difraksiyon değerleri

Kepeztepe, Eskişehir dA° (d-spacing)	Santa-Cruse, Kaliforniya [13] dA° (d-spacing)	hkl*
12.23	12.20	110
7.55	7.60	130
6.62	6.53	200,040
5.02	5.07	150
4.53	4.53	060
4.31	4.31	131
4.05	4.12	041
3.73	3.79	260
3.33	3.30	080,420,331
3.03	3.02	261
2.82	2.82	081
2.69	2.67	510
2.45	2.44	202,042
2.25	2.26	062

*Sepiyolitin hesaplanmış indisleri [15]

Aynı birimlerdeki ikinci dereceden önemli mineral grubu smektit olmakta (çoğu örneklerin difraktogramı Şekil 5 'de gösterilememiştir) ve dolomit+smektit beraberliğine sıkça rastlanmaktadır. Kepeztepe ve Yürükakçayır sepiyolitlerinin termal davranışları ve faz dönüşümü Neftsch Geratebau DTA cihazı (6 mbH 404, Ep Type 6.2370) ile incelenmiştir (Şekil 6). Sepiyolitlerin DTA eğrisi, düşük sıcaklık bölgesinde (120°C) endotermik pik zeolitik su kaybına, 400 ve 550 °C dolaylarındaki ikinci ve üçüncü endotermik pikler ise, iki farklı kademedeki suya aittirler [16,17]. Son endotermik piklerden anlaşıldığı gibi iki kademedeki gerçekleşen su çıkışı ile mineral yapısında kıvrımlanma tamamlanır ve sepiyolit anhidrit ($Mg_8Si_{12}O_{30}(OH)_4$) oluşur. 875 °C'deki ekzotermik pik ise, sepiyolitin klinkenstatit'e ($MgSiO_3$) dönüşmesini kanıtlamaktadır. Yöre sepiyolitlerinin DTA eğrileri genelde ideal sepiyolit DTA'sına benzerlikler göstermektedir.



Şekil 5. Kepeztepe sepiyolit örneklerinin (KA¹,KA²,KA³,KA⁴,KE²,KD¹)X ray difraktogramı.Cu K α ,40 Kv/30 mA (S:Sepiyolit,D:Dolomit,K:Kalsit)

V.1.3. Kepeztepe Sepiyolit Zuhurları Kimyasal Analiz Verileri

Sepiyolitın teorik bileşiminde %56.65 SiO₂ ve %24.89 MgO bulunmasına rağmen [18], Çizelge 2'de verilen 16 adet sepiyolit örneğinin kimyasal analizlerinde SiO₂ ve MgO değerlerinin farklı olduğu, bunu CaO ve Al₂O₃ değerlerinin izlediği görülmekte nedeninin örneklerdeki dolomit, kalsit, opal ve smektit'den ileri geldiği anlaşılmaktadır. Sepiyolitlerin oluşum tiplerine göre,Na ve K değerlerinin farklı dağılım sergiledikleri ve farklı köken kümelemeleri oluşturdukları istatistiki çalışmalardan elde edilmiştir [19]. Şekil 8'de Kepeztepe, Yürükakçayır, Kıbrısçık(Bolu),El-Bur (Somali) sepiyolitlerinin Na ve K dağılımı görülmektedir. Kepeztepe sepiyolitleri kökenleri farklı olan Kıbrısçık [19], El-Bur [20] sepiyolitlerine göre daha düşük Na ve K içerikleri ile karakterize olmaktadır.

V.2. Yürükakçayır Sepiyolit Zuhuru

Zuhur. Yürükakçayır köyünün kuzeydoğusunda 960 kotunda yamaç üzerinde 100x150 m²lik alan içinde mostra verir (Şekil 5).Bu zuhur, dolomitli kireçtaşı (Kalsiyum Oksit:%23.55, Magnezyum Oksit:%24.22) arasında 200 cm. kalınlığında, katmansız biçimde yataklanmış olup, alt kesimlerinde yoğun olmak üzere, düzensiz dağılan opal

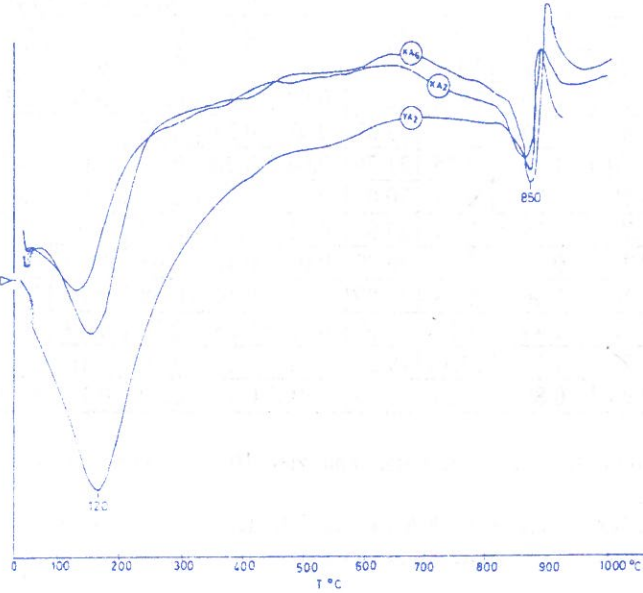
nodül ve bandları çoğunluktadır. 200 cm. lik sepiyolit seviyesi arasında kamalandığı da gözlenen opal bandları (10-40 cm.), sucuk yapısını andırmakta; nodüller ise, elips şeklinde, 15-20 cm. boyutlarında yumrular durumunda, büyük eksenleri katmanlanma düzlemlerine paralel olarak bulunmaktadır. El örneklerinde opal bant ve nodülleri kolloform yapılar da sergilemekte, merkezden dışa doğru kahverengiden açık gri tonlara değişen renklerde görülmektedirler(Ek-II,Şekil 1).

V.2.1. Polarizan Mikroskop İncelemeleri

Sepiyolit zuhurunun çeşitli seviye ve kesimlerinden alınan örneklerin mikroskobik incelemesinde;

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

Opal: Eşgranüler dokuda 6 mikron boyutundaki amorf kürecikler biçiminde gelişmişlerdir(Ek-II, Şekil 2).



Şekil 6. Kepeztepe-Yürükakçayır sepiyolit örneklerinin DTA eğrileri (x:0.1 m V/cm,y:1 m V/cm,1 gr örnek)

KA₆ ve KA₂ : Kepeztepe zuhuruna ait örnek numaraları, YA₂ : Yürükakçayır zuhuruna ait örnek numarası

V.2.2. XRD ve DTA İncelemeleri

Tüm kayaç X-ray Difraktogram incelemelerinde (Şekil 7), sepiyolit+opal parajenezine smektit eşlik eder.

Elde edilen tüm difraktogramlarda sepiyolite ait esas piklerin intensitesi yüksek olup, kristalinite iyi gelişmiştir. Yürükakçayır sepiyoliti DTA eğrisinin (Şekil 6) termal karakteristikleri genelde Kepeztepe sepiyolitlerine büyük benzerlikler gösterir.

V.2.3. Yürükakçayır Sepiyolit Zuhuru Kimyasal Analiz Verileri

Çizelge 3'de verilen üç adet sepiyolit örneğinin kimyasal analizleri sepiyolitin teorik bileşimine çok yakın olup, SiO₂, MgO, CaO ve Al₂O₃'de değişme oranı fazla değildir.

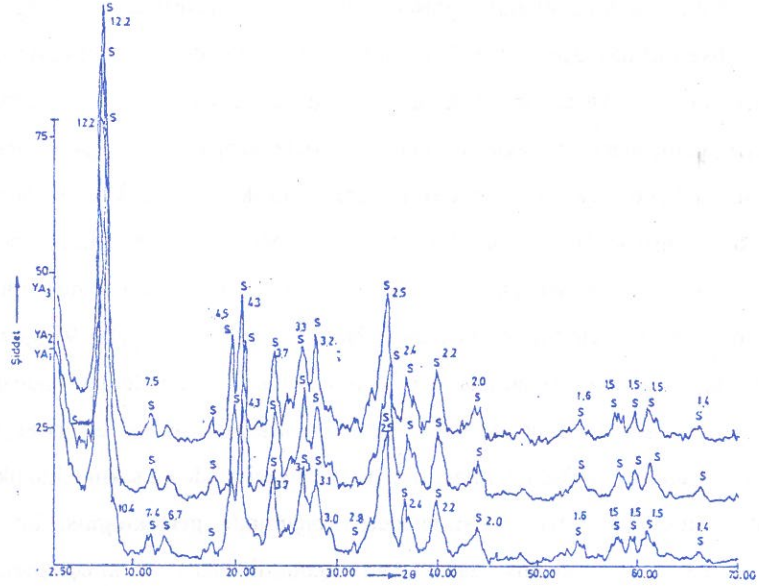
Çizelge 2. Kepeztepe sepiyolit örneklerinin kimyasal analizleri

Ör. no	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ΣFe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O	TOP.	XRD
KA ₁	39.40	2.40	1.60	10.30	21.65	0.02	0.30	0.05	0.15	8.50	84.37	S+D
KA ₂	34.50	1.00	0.95	13.00	23.30	0.02	0.20	0.05	0.20	9.35	82.57	S+D
KA ₃	56.00	2.35	1.60	1.45	23.50	0.04	0.30	0.05	0.20	11.65	97.14	S+D
KA ₄	57.60	1.80	1.20	0.55	25.40	0.01	0.20	0.10	0.15	14.85	^{101.86}	S+Op
KA ₅	56.47	1.23	0.98	2.64	24.07	0.11	0.29	0.21	0.15	4.20	90.35	S+D
KA ₆	40.26	1.02	0.72	10.21	24.61	0.12	0.25	0.09	0.15	7.52	84.85	S+D
KA ₇	20.02	0.55	0.34	20.55	20.82	0.07	0.10	0.17	0.20	2.33	65.15	D+S
KB ₁	44.92	1.54	1.17	8.36	23.07	0.07	0.28	0.22	0.15	4.21	83.99	S+D
KB ₂	47.50	1.70	1.20	3.85	21.76	0.04	0.20	0.22	0.09	14.21	90.77	S+D
KC ₁	52.28	1.70	1.20	0.57	20.01	0.10	0.30	0.21	0.09	18.68	95.14	S+Op
KC ₂	59.02	1.71	1.19	0.51	25.82	0.11	0.32	0.12	0.09	6.73	95.62	S+Op
KD ₁	49.30	0.45	0.50	5.70	26.00	0.01	0.10	0.05	0.10	11.75	93.96	s-d-op
KD ₂	49.08	0.50	1.06	1.48	22.89	0.02	0.10	0.08	0.10	13.16	91.47	S+D
KE ₁	52.94	2.30	1.44	1.15	22.07	0.03	0.23	0.08	0.09	15.10	95.43	S+D
KE ₂	49.70	2.30	1.10	13.10	19.00	0.03	0.20	0.10	0.10	13.10	98.73	S+K
KG ₁	58.00	0.90	0.80	0.55	26.00	0.04	0.15	0.20	0.10	14.70	^{101.49}	S+Op

S:Sepiyolit, D: Dolomit, Op:Opal, K:Kalsit. analizler 105°C'de kurutulmuş örneklerden yapılmıştır.

KA₁, KA₂, KA₃, KA₄, KA₅, KA₆, KA₇, KB₁, KB₂, KC₁, KC₂, KD₁, KD₂, KE₁, KE₂, KG₁: Kepeztepe zuhuruna ait örnek numaraları

Ancak, örneklerde küçük miktarlarda smektit varlığı analizlere yansımaktadır. Şekil 8'de görüldüğü gibi, Yürükakçayır sepiyolitlerinin Na ve K element dağılım miktarlarının alt kesimlerde kümelendiği açıktır.



Şekil 7. Yürükakçayır sepiyolit örneklerinin (YA₁, YA₂, YA₃) x ray difraktogramı. Cu K α , 40 Kv/30 mA (S:Sepiyolit, Smek:Smektit)

Çizelge 3. Yürükakçayır sepiyolit örneklerinin kimyasal analizleri

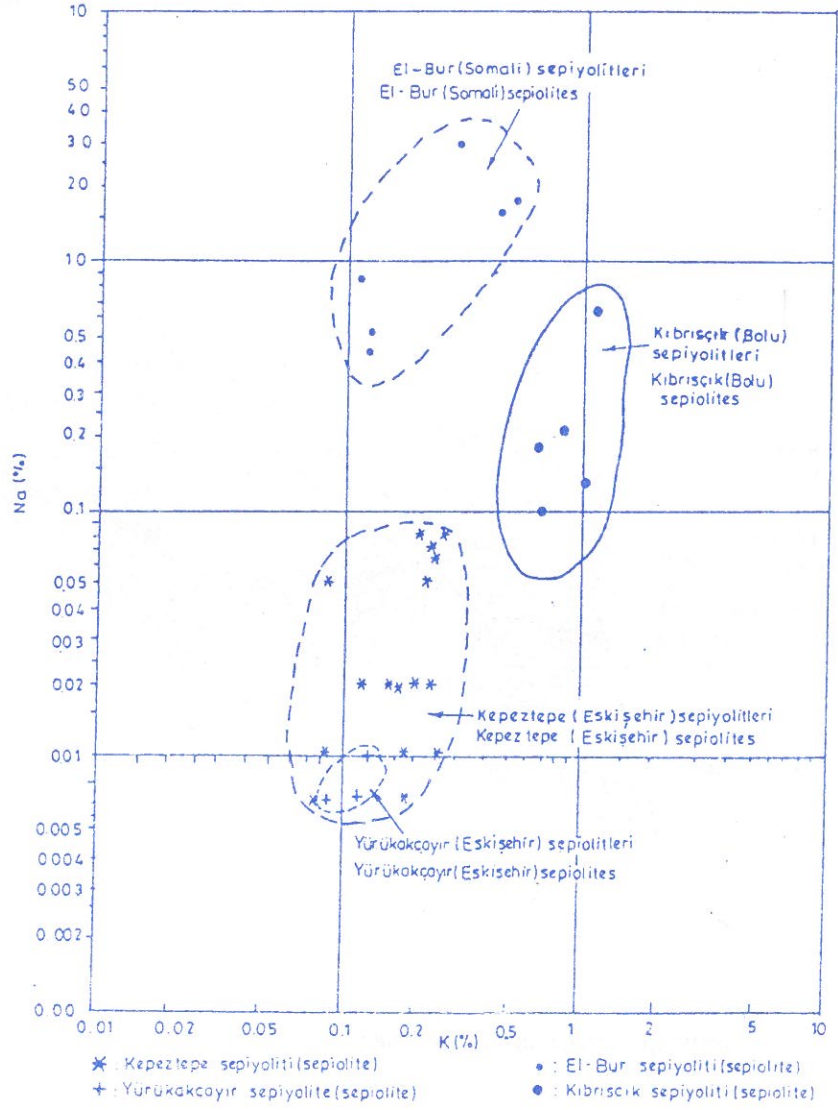
Ör. no	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Σ Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O*	Σ Top.	XRD
YA ₁	56.93	1.50	0.47	0.28	23.85	0.01	0.10	0.15	0.20	16.40	99.89	S
YA ₂	56.70	1.40	0.75	0.15	24.97	0.02	0.15	0.15	0.20	15.60	100.09	S+Sm
YA ₃	56.31	1.30	0.80	0.40	25.00	0.01	0.15	0.20	0.10	15.90	100.17	S

S:Sepiyolit, Sm:Smektit. Analizler 105°C'de Kurutulmuş Örneklerden Yapılmıştır. YA₁, YA₂, YA₃:Yürükakçayır zuhuruna ait örnek numaralarıdır.

VI. YÖRE SEPIYOLİT OLUŞUMU

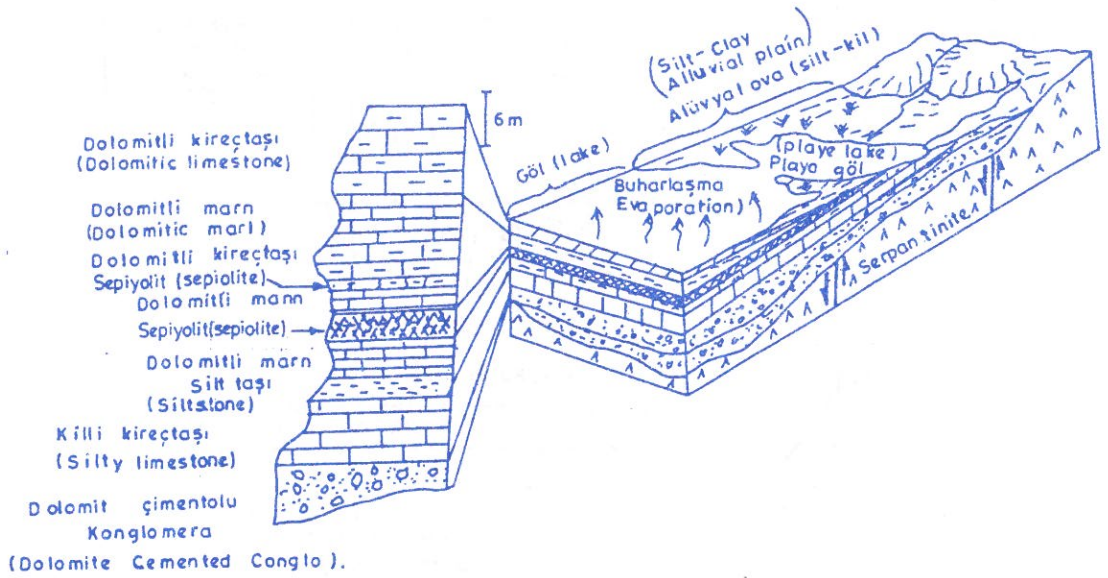
Alt Miyosende Arabistan plakasının Anadolu plakasını itmesi nedeniyle, Ege'deki genişleme rejimine bağlı olarak gelişen tektonik çöküntüler [21], irili ufaklı birçok dağ arası devamlı [4,11] ve geçici gösel (playa göl tipi, 3) çökelim havzalarını gerçekleştirmişlerdir. İnceleme alanındaki Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu, otokton-sürekli gösel ortam ve fasiyeslerini sergilemektedir. Ayrıca, çökelim havzasının temel birimini Porsuk peridotitleri, havzayı çevreleyen kayaçlar da bazik ve ultrabazik kayaçlar ile kristalize kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu kayaçlar grabenleşmeyi sağlayan bölge tektonizmasına bağlı olarak gelişen blok faylanma sonucu farklı yükselmeler göstererek kırıklı yapılar kazanmışlar, yüzeysel koşullarda kimyasal bozularak (Weathering) $Ca^{+2}Mg^{+2}$ ve çözelti durumundaki silisin iyon ve jel halinde ortamdaki 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 dolomitli marn ve kireçtaşı istiflenmeleri biçiminde gerçekleşmiş, bu oluşukları sepiyolit katmanları izlemiş, daha sonra dolomitli marn ve kireçtaşlarını izleyen düzeyler tekrar gelişmiştir (Ek-II, Şekil 3). Bu istiflenmelerde fizikokimyasal olaylar sırasıyla; Dolomitli ve çamurtaşlı kayaçların çökeliminin sığ derinlikte ve Al^{+3} 'in varlığı ile pH'ın 9 ve üstündeki ortamlarda geliştiği bilinmektedir [22,23] (Şekil 9).

Dolomit çökelişiyle göl suyunun azalan $\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$ aktivitesi oranı, uygun tuzluluk ve CO_2 kısmi basınçlarında Kepeztepe zuhuru tabanında nohut tanesi büyüklüğünde kalsit kristallerini oluşturmuştur [28]. Yağışlı dönemlerde Mg^{+2} ilavesiyle göl suyunun $\frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2}}$ aktivitesi oranı artmış, Si^{+4} girdisiyle de pH'ı kısmen düşürerek silisle doyunluğa erişmiştir. Uygun Mg^{+2} aktivitelerinde, sıcaklığın 5-25 °C, pH'ın 8-9 arasında olduğu durumlarda ve Al^{+3} tüketildiği ortamlarda kolloid sepiyolit çökelişi gerçekleşmiştir [24-26]. Sepiyoliti oluşturan silisin fazlalığı opal oluşumuna neden olmuş, nodül mercek ve bantlar biçiminde yataklanmıştır (Şekil 4). Özellikle Yürükkaracaören zuhurunda opal nodül, mercek ve bantların bolluğu göl baseni içerisine



Şekil 8. Kepeztepe, Yürükakçayır, Kıbrısçık (Bolu) ve El-Bur (Somali) sepiyolit örneklerinin Na ve K diyagramındaki dağılımı.

aşırı lokal silis girdisinin hidrotermal sistemlerle ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Sepiyolit çökelişi ile göl suyunun kimyasındaki hızlı değişimi, CO₂'nin kısmi basıncına ve diğer faktörlere bağlı olarak (ortam sıcaklığı, yavaş kristallenme, buharlaşma, tuzluluk, hareketsiz ortam ve pH [27-29]) dolomit tekrar çökelmiş, tortullaşmanın tamamlanması sağlanmıştır.



Şekil 9. Tortulaşma ortamının blok diyagramı.

VII. SONUÇLAR

Kalınlıkları 40 cm. ile 200 cm. arasında değişen Miyosen-Pliyosen yaşlı Akçayır-Yürükakçayır yöresi sepiyolit zuhurları, gölsel basende, dış kökenli Mg⁺² ve SiO₂(aq) sulu çözeltilerin konsantrasyonlarına bağlı olarak gelişen jeokimyasal olayların etkinliğinde ve tamamen tortulaşma ortamının koşullarına (Buharlaşma, ortam sıcaklığı

5-25°C arası,yavaş kristallenme, pH:8-9) uygun, katmansı biçimde yataklanmış, eş oluşumlu(Senjenetik) önemli hammadde kaynaklarıdır. Zuhurlardaki otijenik mineraller sepiyolit, dolomit,opal, kalsit ve smektit'dir. Bu mineral topluluklarından sepiyolit+dolomit parajenezi özellikle Kepeztepe zuhurlarında, sepiyolit+opal parajenezi ise Yürükakçayır zuhurlarında yaygın olup, bu tür mineral oluşumları MgO-SiO₂-H₂O sisteminde ele alınıp, değerlendirilmiştir.

Yöre sepiyolit örneklerinin X ışınları difraktogram verileri Brindley[15,30] tarafından belirlenen iyi kristallenmiş sepiyolitlerin özelliklerini yansıtmaktadır. Al, K ve Na element dağılım miktarları, farklı kökenli sepiyolit yataklarına göre oldukça düşüktür.

Evaporitik ortamda oluşan yöre sepiyolit zuhurları, Sivrihisar baseni sepiyolit oluşumları[4] ve İspanya'nın Tajo basenindeki sepiyolit yatakları[23] ile kökensel benzerlik göstermelerine karşın parajenezde farklılıklar mevcuttur (XRD verilerine göre Kepeztepe ve Yürükakçayır zuhurlarında magnezit jips, illit ve organik madde görülmemiştir).

KATKI BELİRTME

Araştırmacı, bu çalışmanın gerçekleşmesinde yardımlarını gördüğü Etibank Maden Aramaları Daire Başkanı Jeo.Yük.Müh. Ergün Gürçan'a, M.T.A.'dan Dr. Yük.Müh. Ali Çevikbaş'a, Jeo.Yük.Müh. Orhan Sarsılmaz'a, Jeo.Yük.Müh. Necmi Kırıl'a ve Jeo.Yük.Müh. Ali İhsan Gevrek'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- [1] M.T.A. Genel Müdürlüğü.,Government Industrial Research Institute, Nagoya(Japan), "Utilization of Sepiolitic and Mg-bearing Clays in Turkey".Report of International Research and Development Cooperation ITIT Project no.9-1-5,1993.
- [2] Z.Karakaş ve B.Varol,"Sivrihisar Gölsel Neojen Basenindeki Dolomit ve Sepiyolitli Dolomitlerin Petrografik ve İzotopik Özellikleri".47. TJK Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara,1994.
- [3] T.İRKEÇ ve H.Gençoğlu, Eskişehir-Sivrihisar Civarındaki Sedimanter Sepiyolit Oluşumlarının Ortamsal Yorumu. 47.TJK Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara,1994.
- [4] Ö.İ. Ece ve F.Çoban."Geology,Occurence,and Genesis of Eskişehir Sepiolites, Turkey". *Clays and Clay Minerals*, vol.42,no 1,pp.81-92,1994.

- [5] M. Yenyol, "Yenidoğan (Sivrihisar) Sepiyolit Yatağının Jeolojisi, Mineralojisi ve Oluşumu", *M.T.A. Dergisi*, 114, ss. 71-85, 1992.
- [6] Türkiye Stratigrafi Komitesi, Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları, M.T.A. Yayınları, Ankara, 1986.
- [7] Z.Gözler ve diğerleri, "Orta Sakarya Güneyi ile Uludağ ve Güneyinin Jeolojik Sorunları ve Kompilasyon Projesi", M.T.A. raporu (Yayınlanmamış), 1984.
- [8] Ö.Akıncı, "Eskişehir I24-C1 Paftasının Jeolojisi ve Tabakalı Lületaşı Zuhurları", *M.T.A. Dergisi*, 67, ss. 82-97, 1967.
- [9] M.Servais, "Collision et Suture Tethysienne en Anatolie Centrale Etude Structurale et Metamorphique de la zone Nord Kütahta", These A L'univ. Paris-Sud Centre D'orsay, 1982, France.
- [10] T.Lünel, "Petrology of Gümele Ultramafic Suite of Eskişehir Complex", *Metu Journal of Pure and Applied Science*, Vol.19 no.2, pp. 167-195, 1987.
- [11] K. Sarıöz, "Türkmentokat-Gökçeoğlu (Eskişehir) Yöresinin Stratigrafisi", *Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt.4, S.2, ss. 25-41, 1988.
- [12] H.J.Asutay, A.Küçükayman, ve Z.Gözler, "Dağküllü (Eskişehir Kuzeyi) Ofiyolit Karmaşığının Stratigrafisi, Yapısal Konumu ve Kümülatların Petrografisi", *M.T.A. Dergisi*, 109, ss. 1-8, 1989.
- [13] S.Kulaksız, "Sivrihisar Kuzeybatı Yöresinin Jeolojisi", Hacettepe Üni. Yer Bilimleri Enst. Bül.S.8, ss.103-124, 1981.
- [14] P.Fleischer, "Sepiolite Associated with Miocene Diatomite, Santa Cruz Basin, California", *American Mineral*, Vol.57, pp.903-912, 1972.
- [15] G.W. Brindley, "X Ray Electron Diffraction Data for Sepiolite", *American Mineralogist*, Vol.44, pp.495-500, 1959.
- [16] M.Yenyol ve Ö.Öztunalı, "Yunak Sepiyolitinin Mineralojisi ve Oluşumu", II.Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, Gündoğdu, M.N, Aksoy, H. (editörler) Hacettepe Üniversitesi ss. 171-186, Ankara, 1985.
- [17] J.L.Vivaldi and Hach- Ali, *Palygorskite and Sepiolites, the Differential Thermal Analysis*, Mackenzie, R.C. (ed), Acad. press, pp. 553-573, London, 1969.
- [18] K.Brauner and A.Preisinger, "Struktur und Entstehung Des Sepioliths. T Schermak's Mineral", *Petrogr. Mith*, 6, pp. 120-140, 1956.

- [19] T.İrkeç, "Bolu-Kıbrısçık Sepiyolitinin Mineralojik ve Kimyasal Özellikleri ve Eskişehir-Sivrihisar Sedimanter Sepiyoliti İle Karşılaştırılması", Anadolu Üni. V. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Eskişehir,1991.
- [20] G.Cancelliere, R.Mancini and G.Verga, "The Sepiyolite Deposit of El-Bur in Somalia and its Economic Potential".7th Industrial Minerals International Congress, *Metal Bulletin Group*, Park House,Park Terrace,Surrey,KT4 7HY,England,1987.
- [21] A.M.C.Şengör,"Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları", Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları, 40 s. Ankara, 1980.
- [22] W.C. Krumbein and R.M. Garrels,"Origin and Classification of Chemical Sediments in Terms of pH and Oxidation-Reduction Potentials",*J.Geol.*, 60, pp.1-33,1952.
- [23] E.Galan and A. Castillo, "*Sepiyolite-Palygorskite in Spanish Tertiary Basins: Genetical Patterns in Continental Enviroments*",*Developments in Sedimentology*,pp. 81-123, Elseiver, Amsterdam ,1984.
- [24] P.B.Hostetler, "The Stability and Surface Energy of Brucite in Water at 25°C". *Amer.J.Sci.*, 261,pp. 238258,1963.
- [25] F.D.Rossini,D.D.Wagman, W.H.Evans, S.Levine, and I.Jaffe, "Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties". U.S.Natl.Bur.Standards Circ.500,822 pp., 1961.
- [26] R.Wollast, F.Mackenzie and O.Bricker,"Experimental Precipitation and Genesis of Sepiyolite at Earth. Surface Conditions", *The American Mineralogist*, Vol.53,pp. 1645-1662,1968.
- [27] F.Lippman, Stabilitatbeziehungen der Tenminerale Neues Jahrb. *Mineral Abb.*136,pp 237-309,1979.
- [28] R.Folk and S.Land, "Mg/Ca Ratio and Salinity. Two Controls Over Crystallization of Dolomite", *Bull. Ame.Assoc.Pet.Geol.*, 59,pp. 60-68,1975.
- [29] R.M.Garrels and L.C.Christ, "Solutions.Minerals and Equilibria",Harper and Row.Publishers. New York, 450 pp.,1965.
- [30] G.W.Brindley. 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,pp.125-195, 1984.



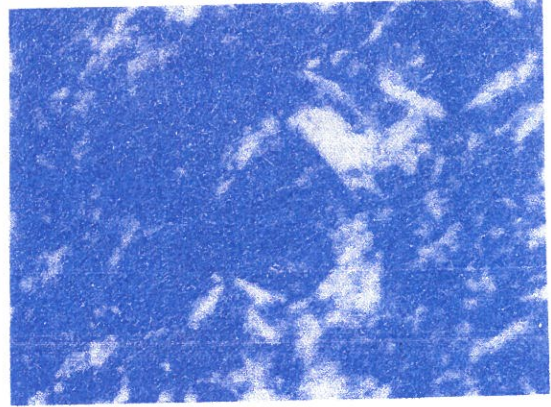
1 0 0.7m



2 0 4.5cm



3 0 0.03mm



4 0 0.12mm

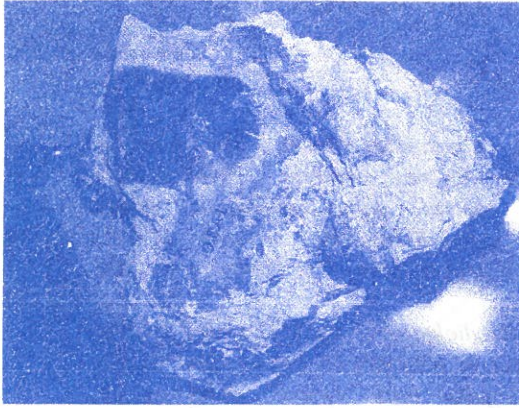
EK-I

Şekil 1. Dolomitli marın ve kireçtaşı katmanları arasında sepiyolit katmanı.

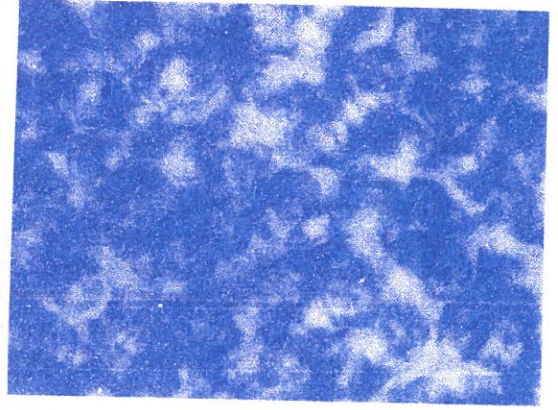
Şekil 2. Sepiyolitler içinde nohut tanesi iriliğindeki kalsit kristalleri(K).

Şekil 3. Sepiyolit içinde düzensiz dağılan opal taneleri (Kepeztepe, P.I. X 100).

Şekil 4. Sepiyolit topakları (S) ve onları çimentolar durumdaki kriptokristalin sepiyolitler (Kepeztepe, P.I. X 80).



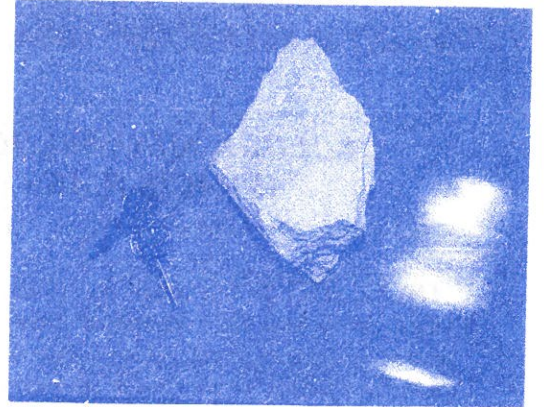
1 0 4.5cm



2 0 0.02mm



3 0 5m



4 0 4.5cm

EK-II

Şekil 1. Opal nodülü (Yürükakçayır,Kürtünlü mevki).

Şekil 2. Opalin eşgranüler dokusu (Yürükakçayır,P.I.x 200).

Şekil 3. Kepeztepe'de marın ve dolomitli kireçtaşı istiflenmesinden görüntü.

Şekil 4. Masif yapıli sepiyolit örneği.