

Türkmentokat-Karatepe (Eskişehir) Bölgesi Yumruğu Sepiyolitlerinin (Lületaşı) Mineralojik Özellikleri ve Karakterizasyonu

Eren Cumhuri İŞİK¹, Melahat BEYARSLAN^{2*}

¹ Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, KÜTAHYA

² Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ

*melahat.beyarslan@gmail.com

(Geliş/Received: 16.03.2016; Kabul/Accepted: 01.06.2016)

Özet

Sepiyolit; yapısı ile ilişkili olarak özgül yüzey alanları, adsorpsiyon kapasitesi, kimyasal bileşimi, beyaz rengi, gözenekli yapısı, düşük özgül ağırlığı ve katalitik özelliklerinden dolayı en önemli endüstriyel minerallerden birisidir. Tetrahedral ve oktahedral oksit tabakalarının istiflenmesi sonucu oluşan lifsi bir yapısı vardır ve lif boyunca devam eden kanal boşluklarına sahiptir. Sepiyolit, oluşum şartlarına bağlı olarak kristal kimyası, kristallenme derecesi ve dokularında önemli değişiklikler gösterir. Bu çalışmada Türkmentokat-Karatepe köyleri arasında bulunan Sarısu Ocakları (Eskişehir) olarak da bilinen yumruğu sepiyolitlerin (lületaşlarının) jeolojisi, alınan 12 örneğin mineralojisi ve karakterizasyonu incelenmiştir. Örneklerin mineralojik bileşimleri benzerdir. 2 örnek saf yumruğu sepiyolit iken, 2 örnekte ise az oranlarda dolomit vardır. Sepiyolit, (110) yüzeyine ait 12.20Å civarındaki karakteristik pikiyle, sepiyolit saf olduğunu vermektedir. Manyezit örnekleri için yapılan XRF analiz sonuçları örneklerin XRD sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. SEM incelenmesinde, yumruğu sepiyolit örneklerinin farklı uzunluklarda (0,5µm ile 35 µm arasında) liflere sahip olduğu görülmektedir. Spesifik yüzey alanı değerleri (330m²/g -380m²/g) arasındaki farkın fazla olmaması sepiyolit bileşiminin nisbeten saf veya safa yakın olduğunu belirtmektedir.

Anahtar Sözcükler: Lületaşı, Yumruğu Sepiyolit, Eskişehir

Mineralogy and Characterizations of Nodular Sepiolite (meerschaum) of Türkmentokat-Karatepe District (Eskişehir)

Abstract

Sepiolite is one of the most important industrial minerals, due primarily to its surface properties related to its structure. Sepiolite contains alternating 2:1 polysomes that produce tunnels at the inner part of the fibre and channels at the edge of the fibre. Sepiolite is a mineral with notably wide variations in the crystal-chemistry, crystallinity and texture, depending on the formation conditions, which results in highly different characteristics and properties. In this study; the geology, mineralogy and characterization of nodular sepiolite (also known as meerschaum) between the Türkmentokat and Karatepe villages (Eskişehir), which is called as Sarısu deposits, were done. Because of its unique properties, such as adsorption chemical composition, white color, good porosity, low specific gravity and catalytic properties, meerschaum has many industrial applications. The most common usage of Eskişehir's meerschaum is pipemaking. Small quantities have been used for other purposes, such as decoration (bracelets and necklaces), removing stains, and as thermal insulating material. On the basis of XRD, XRF, SEM, BET and thermal analysis, the raw meerschaums occurred within İmişehir Conglomerates as nodules and pebbles between Türkmentokat and Karatepe villages (known as Sarısu Quarries) can be classified as 'right meerschaum' which indicates the best quality meerschaum as well as semi precious stone.

Key Words: Meerschaum, Nodular Sepiolite, Eskişehir (Turkey)

1.Giriş

Jeolojik uygulamalar (stratigrafik korelasyon ve paleoortam indikatörü), tarımda kullanılması, özellikle de fiziksel ve kimyasal

özellikleri ile endüstride kullanılması nedeniyle, sepiyolit çok sık incelenen endüstriyel minerallerden birisidir [1; 2; 3 ve 4]. Son yıllarda

bu mineral Dünyanın en önemli ve yaygın kullanılan endüstriyel minerallerinden birisi haline gelmiştir ve nanokompozitler ile organik kil teknolojisinde kullanılışı geniş biçimde incelenmiştir [3 ve 5]. Sepiyolit, kanserli hücrelerin tedavisi amacıyla laboratuvar çalışmalarında da kullanılmıştır [6]. Tetrahedral ve oktahedral oksit tabakalarının istiflenmesi sonucu oluşan lifsi bir yapısı vardır ve lif boyunca devam eden kanal boşluklarına sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda sepiyolit paligorskit arasında her oranda iç içe büyümenin olduğu ileri sürülmektedir [7]. Bu durum, bu minerallerin kimyasal bileşimleri ve özelliklerinin oldukça değişken olmasına neden olmaktadır [7]. Sepiyolitleri olağan tekniklerle tayin etmek gayet kolaydır; ancak çoğunlukla kil mineralleri ile birlikte bulduklarından, kristalografik ve kimyasal özelliklerinde, oluşum şartlarına bağlı olarak bu mineralin karakteristik özelliklerini değiştiren yüksek değişkenlikler vardır. Örneğin, García-Romero ve Suárez [8] X-ışınları difraktometresi (XRD) kullanarak, bu mineralin ana pikini belirlediğinde, 110 düzleminin ana pikinin 12.2 Å ile 11.9 Å arasında değiştiğini söylerken, Yenyol [9] bazı türlerde bu değer 13 Å kadar ulaştığını belirtmektedir. Spektroskopik incelemelerde farklı bölgelerden gelen sepiyolitler için absorpsiyon bantlarının pozisyonunda ve sayısında değişiklikler olduğunu göstermektedir [10; 11]. İlk çalışmalarda değişikliklerin örneklerin kristallenme derecesi ve bileşimlerine bağlı oldukları iddia edilmiştir [12]. Termal analizlerde, aynı süreçler için farklı sıcaklıklar bulunmuştur [13]. Levha yapısına sahip diğer kil minerallerine göre daha nadir bulunmaları, çok özel şartlarda yataklanmalar göstermeleri, dokusal özellikleri, kristal yapılarındaki kanallar tarafından sağlanan yüksek özgül yüzey alanları ile absorpsiyon özelliği, porozitesi, kristal yapısı ve kompozisyonuna bağlı uygun nitelikli fizikokimyasal özellikleri, sepiyoliti tüm dünyada kıymeti gittikçe artan bir hammadde konumuna getirmiştir [14; 15].

Anadolu, özellikle de Eskişehir bölgesi sepiyolit ve diğer magnezyumlu killere zengindir [16; 17]. Türkiye'deki sepiyolit yatakları Orta Anadolu havzasında Oligo-Miyosen'de oluşmuştur. Çoğu araştırmacılar lületaşlarının, magnezit ve/veya serpantinlerin

hidrotermal alterasyonu sonucu oluştuklarını kabul etmiştir [18, 19, 20 ve 21].

Eskişehir bölgesindeki sepiyolitler, çok yüksek özgül yüzey alanlarına sahip olmaları nedeniyle pipo ve dekoratif eşya yapımında kullanılmakta, absorban olarak bilinmektedir. Ayrıca, Eskişehir lületaşlarının kendilerine has yüksek absorpsiyon kapasitesi, kimyasal bileşimi, beyaz rengi, gözenekli yapısı, düşük özgül ağırlığı ve katalitik özelliklerinden dolayı endüstride birçok kullanım alanı vardır. Eskişehir bölgesinde üç büyük (Türkmentokat-Karatepe, Sepetçi ve Nemli) ve iki küçük (Yörükakçayır ve Kireçköy) sepiyolit yataklanması bulunmaktadır [20]. Konglomeralar içinde yumrulu halde bulunan sepiyolite ticari olarak lületaşı (α -sepiyolite), tabakalı halde bulunan türe ise, sedimenter veya sanayi sepiyoliti (β -sepiyolit) denir. Lületaşı sanatçıların yapmış olduğu ticari sınıflamaya göre Eskişehir bölgesinde; hakiki lületaşı, kumlu lületaşı ve kara lületaşı olarak üç tür lületaşı vardır. Bunlardan hakiki lületaşı ile kumlu lületaşı ticari değere sahiptir.

Çalışma alanı olan Türkmentokat-Karatepe arasındaki Sarısu bölgesi en önemli ve en kaliteli hakiki lületaşlarının çıkarıldığı bölgedir. Kumlu lületaşları çalışma alanı dışında yer alan ve Sepetçi bölgesi olarak da bilinen Beyaz Altın köyü çevresindeki ocaklardan çıkarılmaktadır [21]. Birçok araştırmacı bölgede sepiyolit, manyezit ve krom yatakları üzerine çalışmalar yapmıştır. Bölgedeki yumrulu ve tabakalı sepiyolit oluşumunun eski göl ortamlarının nadir örneklerinden olduğu belirtilmiştir [19]. Yazarlar Miyosen gölünün kenar kesimlerindeki peridotitler içinde bulunan manyezit yataklarının sepiyolit yumrularına ana kayaç görevi üstlendiğini belirtmiştir. Sarız ve Işık [20] lületaşı yataklarının Pliyosen yaşlı İmişehir konglomera birimi içerisinde oluştuğunu ve dolomit, manyezit, opal-CT ve lizardit ile birlikte bulunduğunu saptamışlardır. Yatakların nispeten sığ alkalin sularla manyezit çakıllarının ornatılması neticesinde oluştuklarını belirtmiştir. Işık vd, [21] bölgede üç tür yumrulu sepiyolit (lületaşı) olduğunu ve mikro yapılarının bunların kalitelerini etkilediklerini saptamışlardır.

Bu çalışmanın amacı; en kaliteli yumrulu sepiyolitlerin (lületaşı) çıkarıldığı bölge olan Türkmentokat-Karatepe bölgesi (Sarısu

Bölgesi) yumrulu sepiyolitlerinin jeolojisi, mineralojisi, karakterizasyonu ve kullanım alanlarını belirtmektedir.

2. Materyal ve Metod

Türkmentokat-Karatepe köyleri arasında kalan Sarısu Bölgesi olarak da bilinen ruhsatlı lületaş sahası ve civarının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası arazide dokanak izleme metodu ile yapılmış ve mineralojik özellikler ve karakterizasyonun belirlenmesi için örnekler alınmıştır.

Araziden alınan 12 adet örneğin mineralojik analizleri ABD'deki Cincinnati Üniversitesi'nin Jeoloji Bölümü kil ve X-ray laboratuvarlarında, seramik havan ve öğütücü yardımı ile önce toz ve daha sonra macun haline getirilen örnekler, ince lam üzerine sürülüp kurutulduktan sonra Cu-K α radyasyon kaynağı ve grafit monokromatla donatılmış Siemens D-500 marka XRD ile analiz edilmiştir.

Sepiyolit örneklerinin kimyasal analizleri de, yukarıda açıklanan yöntemle benzer şekilde önce toz ve daha sonra basınç altında peletler halinde hazırlanmış ve aynı Üniversitenin XRF laboratuvarında Rigaku 3070 X-ray spectrometer cihazı ile yapılmıştır.

SEM ve DTA analizleri için numune hazırlama ve çekim işlemleri, Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünün laboratuvarlarında yapılmıştır. SEM analizleri Zeiss Supra 50 VP cihazı ile, termal analizler ise Netzsch STA 409 PC/PG cihazı ile yapılmıştır. BET analizleri ise, Dumlupınar Üniversitesi'nde Micromeritics FlowsorbII-2300 model yüzey analizi cihazı ile yapılmıştır.

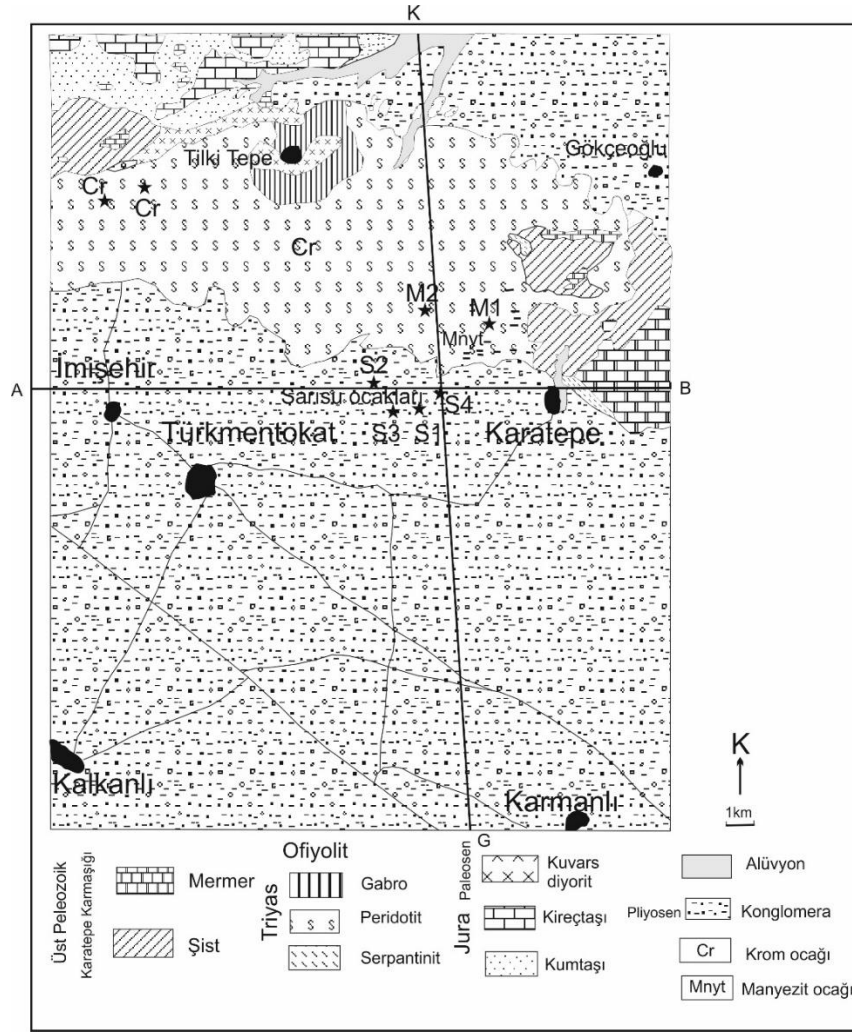
3. Jeoloji

Çalışma alanında en yaşlı kayaç grubu metamorfik kayaçlardan oluşan Üst Paleozoyik yaşlı Karatepe Karmaşığdır. Peridotit, gabro ve

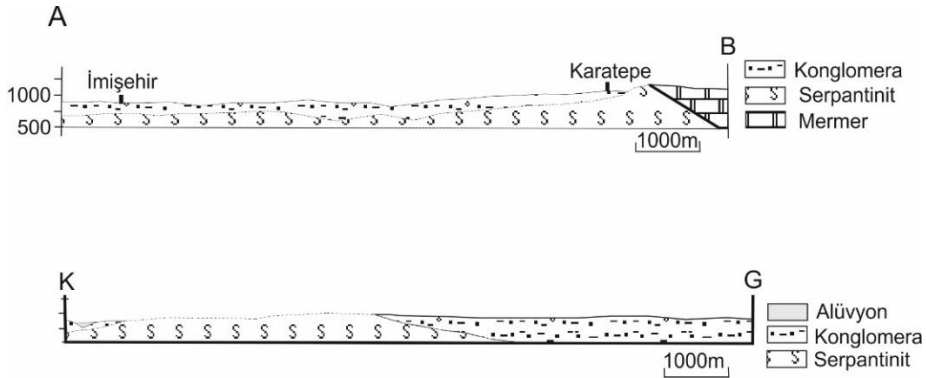
serpantin'den oluşan Triyas yaşlı Türkmentokat ofiyolitleri bu birimin üzerinde tektonik dokanakla yer alır.. Türkmentokat ofiyolitlerinin üzerine Jura yaşlı kumtaşlarından oluşan Yıldıztepe formasyonu ve Yörükkaracaören kireçtaşları da tektonizma ile yerleşmiştir Türkmentokat ofiyolitleri ve Jura yaşlı kayaçlar, dayk ve stok halinde yüzeyleyen Paleosen yaşlı Karlık (kuvarslı diyorit porfiri) birimi tarafından kesilmişlerdir. Ekonomik ölçekte lületaş yumruları içeren Pliyosen yaşlı İmişehir Konglomeraları birimi uyumsuz olarak bu birimleri örtmektedir. 35-40 m. arasında kalınlık gösteren İmişehir Konglomeraları killi ve karbonatlı bir hamur ile çimentolanmıştır ve lületaş ile birlikte 4 cm.ye kadar büyüklük gösteren çakıl boyutunda peridotit, dünit, manyezit ve serpantin, ayrıca kum boyutunda kuvars, feldispat ve biyotit içermektedir (Şekil 1 ve 2).

3.1. Karatepe karmaşığı

İnceleme alanının temelini oluşturan, yüksek basınç, düşük sıcaklık koşulları altında dalma-batma metamorfizmasına uğramış okyanusal kayaç topluluğudur. Karatepe karmaşığı Üst Paleozoyik yaşlı olup, içerisinde sınırları tektonik dokanaklı iki ayrı birim vardır. Bunlar alttan üste doğru, sırasıyla Karakaya metamorfiti ve Sarıkavakçalı mermeridir. Karakaya metamorfiti 100 m.'ye ulaşan kalınlığa sahip olup, kalkışist ve kuvarşist istiflenmelerinden oluşmaktadır. Sarıkavakçalı mermerinin görünür kalınlığı 200 m. olup, alt kesimlerinde beyazımsı, açık gri, rekristalize ve kalın tabakalı olmalarına karşın, üste doğru ince ve düzgün tabakalı mika içeren beyaz renkli mermerlere geçer. Sarıkavakçalı mermerinin alt sınırı Karakaya metamorfiti ile tektonik dokanaklıdır.



Şekil.1. Çalışma alanının jeoloji haritası



Şekil.2. Çalışma alanının B-D (A-B) doğrultulu ve K-G doğrultulu kesitleri.

3. 2. Türkmentokat ofiyolitleri

Bu birim peridotit, dünit, gabro ve serpantinit'ten oluşmaktadır. Birimin alt sınırı

Üst Paleozoyik yaşlı Karatepe karmaşığı ile tektonik dokanaklı olup, üstten Jura yaşlı Yıldıztepe formasyonu ve Yürükkaracaören kireçtaşı tarafından bindirmeli olarak örtülür.

Peridotitler ofiyolit karmaşığının alt seviyelerini oluşturmaktadır ve farklı konumlarda kalınlıkları 5-10 cm. arasında değişen kromit damarları içermektedir. Peridotitler koyu zeytin yeşili renkli, kromit bantlı, bol çatlaklı, yer yer çatlaklarında serpantinleşme gözlenen farklı boyutlu kütleler biçimindedir.

Bölgede peridotit ve dünitlerin altere olmasına bağlı olarak serpantin oluşumları gözlenmiştir. Serpantinler, özellikle kırık ve çatlakların sıkça rastlandığı kesimlerde hidrotermal ve yüzey sularının etkisi sonucu karbonatlaşmaya uğrayarak, manyezite dönüşmüşlerdir (Şekil 3).

Bölgedeki gabrolar ise serpantinleri kesen dayklar biçimindedir. Türkmentokat ofiyolitlerinin, Pontidleri Anatolidler'den ayıran Tetis okyanusunun, Triyas yaşlı kalıntıları olduğu düşünülmektedir [18]



Şekil 3. Türkmentokat ofiyoliti peridotitlerinin çatlaklarındaki manyezit damarları'nın görünümü.

3. 3. Yıldıztepe formasyonu

Bu birimin alt sınırı Türkmentokat ofiyolitleri ile tektonik dokanaklı olup, üstten Yürükaracaören kireçtaşı ile uyumlu olarak örtülür. Kalınlığı 30-40 m. arasında değişen bu birim, muskovit, biyotit, klorit ve kuvars parçaları içeren kumtaşlarından oluşmaktadır [18].

3. 4. Yürükaracaören kireçtaşı

Yıldıztepe formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunan bu birim gri ve krem renkli, masif, kısmen rekristalize olmuş tabakalı kireçtaşından oluşmaktadır. Kalınlığı 250-300 m. arasında değişen bu birim, Yıldıztepe Fm

üzerinde uyumlu olarak yer almaktadır., üstten İmişehir konglomeraları tarafından aşılabilir uyumsuzlukla örtülmüştür. Araştırmacılar [18], bu birimin yaşını içermiş olduğu Cayeuxia sp. ve Textularidae fosillerine bağlı olarak Jura olarak belirlemiştir.

3. 5. Karlık kuvarşlı diyorit porfiri

Çalışma alanında Karlıktepe ve Tilkitape arasında asidik dayk ve stokların Türkmentokat ofiyolitlerini kestikleri görülmüştür. Sarıöz [18]'e göre bu sokulumun yaşı Paleosen'dir.

3. 6. İmişehir konglomerası

Lületaşlarını içeren İmişehir Konglomera birimi doğrudan Türkmentokat ofiyolitlerinin üzerine gelmektedir. Gri ve boz renkli İmişehir Konglomera biriminin kalınlığı yaklaşık 60 m.dir. Konglomera biriminin yumrulu sepiyolit (lületaşı), serpantin, manyezit, kuvars, şist ve gabro çakıllarından oluşmaktadır. Değişik büyüklük ve bileşimli çakıllar, killi karbonatlı bir hamur ile bağlanmıştır. Hamur malzemesi çok ince ve kompakttır (Şekil 4).



Şekil 4. İmişehir konglomerası içerisindeki çakılların ve hamur malzemesinin görünümü.

Yumrulu sepiyolitler İmişehir konglomerası içerisinde düzensiz dağılmıştır. Bazen belirli bir sıra halinde izlenir ve tabakalanma ile uyumluluk gösterir. Bu da lületaşı oluşumlarının yeraltı seviyesi ile ilişkisini göstermektedir. İlk çıkarıldıklarında nem içeriğinden dolayı yumuşak olan lületaşları dokunulduğunda sabunumsu bir his verir. Yumrulu sepiyolitler (lületaşları) bu konglomera birimi içerisinde in-

situ olarak serpantin ve manyezit çakıllarının diyajenetik ramplasmanı ile oluşmuşlardır. Pliyosen yaşlı olan bu birim, Alpu ve Türkmentokat ovasının alüvyonları tarafından örtülmüştür.

3. 7. Tektonizma

Çalışma alanı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güneyinde yer almaktadır. Türkiye'nin neotektonik rejimi, Orta Miyosen'de başlayan Arap-Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki kıtasal çarpışma ve bunun devamında Anadolu bloğunun batıya doğru hareketi ile kontrol edilmektedir.

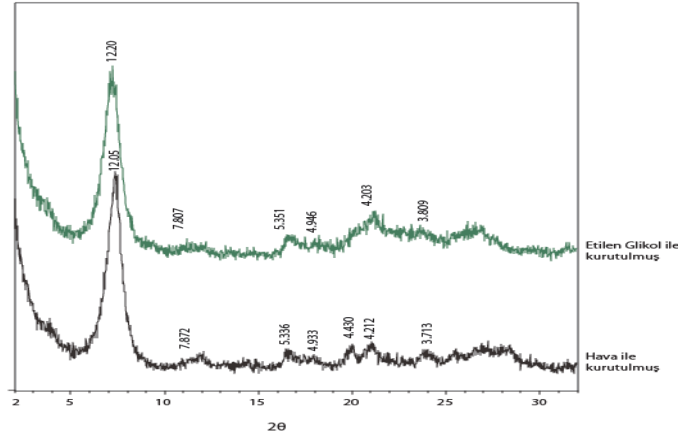
İnceleme alanı Anatolidler tektonik birliği içinde yer almakta olup, bölgede aktif bir faya rastlanmamıştır. Çalışma alanında 6 deformasyon fazı bildirilmiştir. İnceleme alanının bugünkü topoğrafik şeklini almasında muhtemelen Pliyosen sonrası epirojenik hareketler etkili olmuştur [18].

4. Bulgular

4.1. Mineralojik karakterizasyon

4.1.1. X-ray ışınları difraksiyonu

Sarısu bölgesi yumrulu sepiyolit örneklerinin yapılan XRD incelemelerinde iki örneğin nispeten saf sepiyolit, diğer iki örneğin sepiyolit mineralinin yanısıra dolomit minerali içerdikleri de saptanmıştır (Şekil 5). Sepiyolit, (110) yüzeyine ait 12°A civarındaki karakteristik pikiyle diğer kil minerallerinde kolayca ayırt edilir. Bu değer, García-Romero and Suárez (7) tarafından verilen karakteristik pik değerleri ile aynıdır. Sepiyolit'in XRD verilerine göre doğru olarak tanımlanabilmesi için, normal XRD kaydında (110) ve (131) yüzeylerinden yansıyan 12°A ve 4.25°A piklerinin bulunması gerekir.



Şekil 5. Sarısu bölgesi lületaşı yataklarından alınan S1A nolu saf sepiyolit örneğinin X-Işınları Difraktogramı.

4.2. Kimyasal analizler

Tablo 1 çalışma alanından alınan yumrulu sepiyolit ve manyezit örneklerinin XRF metodu ile yapılan kimyasal analiz sonuçlarını göstermektedir. Bu sonuçlara göre analiz edilen yumrulu sepiyolitlerin ağırlıkça MgO oranı %24,59 ile %29,94 arasında değişmektedir. Al₂O₃ en fazla %1,35, Fe₂O₃ ise, en fazla %0,03 olarak saptanmıştır. SiO₂ oranları ise S1, S2 ve

S3 örneklerinde %43,38 ile %54,18 arasında değişmektedir. Buna karşın S4 örneklerinde dolomit içeriği fazla olduğu için, bu oran %14,87 ve %15,22'dir. S2 ve S4 örnekleri dolomit içerdiği için diğer örneklere nazaran CaO içerikleri yüksektir. S2 örneklerinde bu oran %4,78 ile %4,99 iken, S4 örneklerinde %22,87 ile %23,19'dur. Bu da S4 numunesinin dolomit içeriğinin S2'den fazla olduğunu göstermektedir.

Bu sonuç, örneklerin XRD sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Manyezit örneklerinin analiz sonuçlarına göre, dolomitli olan M1 örneklerinde CaO oranı %22,52 ve %22,70'dir. MgO oranı ise %28,34 ve %29,01'dir. Buna karşın nispeten saf

manyezit olan M2 örneklerinde CaO oranı %0,94 ve %0,93'tür. MgO oranı ise, %45,65 ve %45,16'dır. Manyezit örnekleri için yapılan XRF analiz sonuçları örneklerin XRD sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

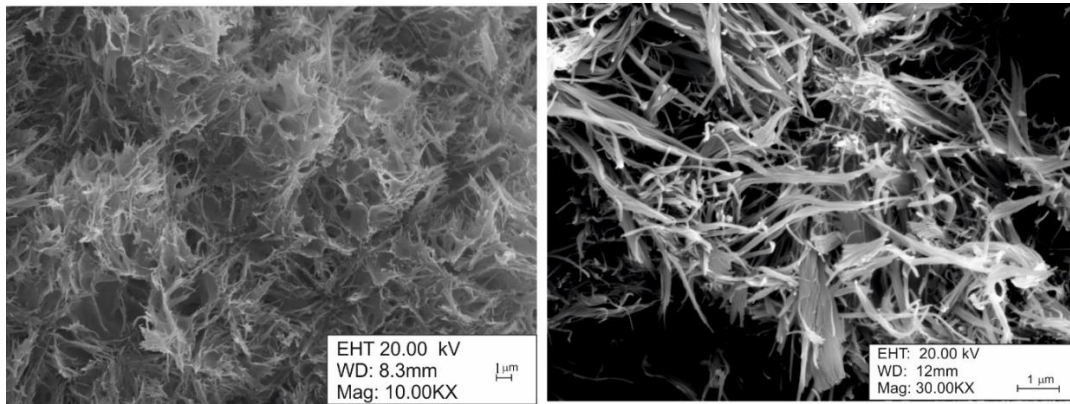
Tablo 1. Yumrulu sepiyolit (lületaşı) ve manyezit örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Fe2O3 %	MnO2 %	TiO2 %	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	K2O %	P2O5 %	MgO %	Na2O %	A.Z.	Toplam
S1-A	0,01	0,00	0,00	52,16	0,08	0,80	0,01	0,00	28,18	0,00	19,22	100,55
S1-B	0,01	0,00	0,00	52,17	0,02	0,80	0,00	0,00	28,42	0,00	19,29	100,80
S2-A	0,00	0,00	0,00	43,38	0,08	4,99	0,01	0,00	28,65	0,00	22,29	99,42
S2-B	0,01	0,00	0,00	43,68	0,10	4,78	0,01	0,00	28,46	0,00	23,36	100,38
S3-A	0,00	0,00	0,01	54,18	0,43	0,04	0,01	0,00	29,82	0,00	16,27	100,75
S3-B	0,01	0,00	0,00	54,00	0,36	0,04	0,01	0,00	29,94	0,00	16,42	100,78
S4-A	0,03	0,00	0,00	15,22	1,35	22,87	0,00	0,01	24,59	0,00	34,35	98,41
S4-B	0,03	0,00	0,00	14,87	1,18	23,19	0,00	0,01	24,77	0,00	34,35	98,39
M1-A	0,41	0,02	0,00	0,48	0,11	22,52	0,00	0,00	28,34	0,01	48,79	100,68
M1-B	0,47	0,01	0,00	0,39	0,10	22,70	0,00	0,00	29,01	0,00	48,28	100,96
M2-A	0,02	0,00	0,00	4,29	0,01	0,94	0,00	0,00	45,65	0,00	50,36	101,27
M2-B	0,02	0,00	0,01	4,38	0,05	0,93	0,00	0,00	45,16	0,00	50,24	100,79

4.3. Taramalı elektron mikroskop (SEM)

Yumrulu sepiyolitlerin (lületaşı) SEM görüntülerinde sepiyolit dokusunun tipik lifsi

bir yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu liflerin 0,5µm uzunluğundan 35 µm uzunluğuna kadar olanları vardır. Bu lifler sonlanırken uçlarının büküldükleri görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. S1B ve S2A örneklerine ait yumrulu sepiyolit lifsi morfoloji gösteren SEM görüntüsü

4.4. Spesifik yüzey alanı (BET)

Tablo 2’de çalışma alanından alınan örneklerin BET (Brunauer-Emmett-Teller) metodu ile hesaplanan spesifik yüzey alanları

verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre nispeten saf sepiyolit olan S1 ve S3 örneklerinin spesifik yüzey alanları dolomit içeren S2 ve S4 örneklerine göre daha yüksektir.

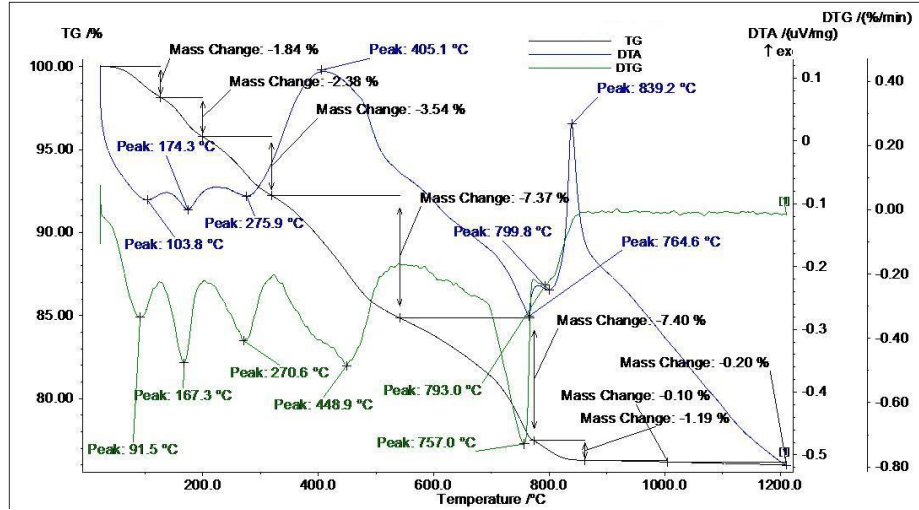
Tablo 2. BET analizi ile elde edilen yumrulu sepiyolit örneklerinin spesifik yüzey alanı değerleri

Örnek	Spesifik yüzey alanı (m ² /g)
S1	379,45
S2	341,22
S3	367,71
S4	330,15

4.5. Termal analiz (DTA, TG ve DTG)

Diferansiyel termik analiz (DTA) kulların tanımlanmasında kullanılan bir yöntemdir. İnceleme alanından alınan 3 Yumrulu sepiyolit (lületaşı) örneğinin (S1, S2 ve S3) termal analizleri (DTA, TG ve DTG) yapılmıştır. Her üç örnekte benzer özellikler göstermektedir.

İlk endotermik pikler (100,4 °C ve 103,8 °C) zeolitik suyun çıkışını göstermektedir. Örneklerdeki bağlı su kristal yapıyı iki kademede (yaklaşık 200-400 °C ve 400-650 °C) terk etmiştir. Böylece ‘sepiyolit anhidrit’ oluşumu gerçekleşmiştir. ve 839,2 °C ekzotermik pikleri ile yeni bir faza dönüştükleri görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. S3 örneğine ait termal analiz grafikleri

5. Sonuçlar

Türkmentokat-Karatepe (Eskişehir) Bölgesi yaşları Üst Paleozoyik’ten Pliyosen ve güncel birimlere kadar değişen farklı birimlerden oluşmaktadır. Yumrulu sepiyolitler Pliyosen yaşlı İmişehir Konglomera birimi içerisinde bulunmaktadır. Yumrulu sepiyolitlerin, İmişehir

konglomera birimi içerisinde manyezit ve serpantin çakıllarının hidrotermal alterasyonu sonucu in-situ diyajenetik ramplasmanı ile oluştuğu düşünülmektedir.

XRD ile yapılan analiz verilerine göre, sepiyolit örneklerinin mineralojik bileşiminde baskın olan mineralin sepiyolit olduğu

saptanmıştır. Bazı örneklerde sepiyolit mineralinin yanı sıra ikincil mineral olarak dolomit'e rastlanmıştır. XRD verilerine göre kristallenme derecelerinin iyi olduğu söylenebilir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre bileşimlerinde en fazla bulunan oksitler, SiO₂ ve MgO'dur. Dolomitli olan yumrulu sepiyolit örneklerinde ise, SiO₂ ve MgO'nun yanı sıra önemli oranda CaO da vardır. Örneklerin kimyasal analiz sonuçları XRD, SEM ve DTA sonuçları ile uyumludur.

Yumrulu sepiyolit örneklerinin karakterizasyonunu belirlemek için yapılan XRD, XRF, SEM, BET ve termal analiz incelemeleri sonucunda, Türkmentokat-Karatepe bölgesi (Sarısü bölgesi) lületaşlarının en iyi kalitede olan yarı kıymetli taş niteliğindeki hakiki lületaşları oldukları saptanmıştır.

Katkı Belirtme

Çalışmanın gerçekleşmesi için yurt dışı ve yurt içi değişik üniversitelerin önemli katkıları olmuştur. Bu nedenle Cincinnati Üniversitesi (ABD) Jeoloji Bölümü, Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünü Dumlupınar Üniversitesi yetkililerine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

1. Álvarez, A., Satarén, J., Esteban-Cubillo, E., Aparicio, P., 2011. Current industrial applications of palygorskite and sepiolite. In: Galán, E., Singer, A. (Eds.), *Developments in Palygorskite–Sepiolite Research. A New Look at these Nanomaterials* Developments in Clay Science Vol. 3. Elsevier, Amsterdam, pp. 281–298.
2. Murray, H.H., 1991. Overview — clay mineral applications. *Appl. Clay Sci.* **5** (5–6), 379–395.
3. Murray, H.H., 1999. Applied clay mineralogy today and tomorrow. *Clay Miner.* **34** (1), 39–49.
4. Murray, H.H., Pozo, M., Galán, E., 2011. An introduction to palygorskite and sepiolite deposits—location, geology and uses. In: Galán, E., Singer, A. (Eds.), *Advances in the Crystal Chemistry of Sepiolite and Palygorskite. Developments in Palygorskite–Sepiolite Research. Chapter 4* Developments in Clay Science Vol. 3. Elsevier, pp. 85–100.

5. Ruiz-Hitzky, E., Aranda, P., Álvarez, A., Satarén, J., Esteban-Cubillo, A., 2011. Advanced materials and new applications of sepiolite and palygorskite. In: Galán, E., Singer, A. (Eds.), *Advances in the Crystal Chemistry of Sepiolite and Palygorskite. Developments in Palygorskite–Sepiolite Research. Chapter 17* Developments in Clay Science Vol. 3. Elsevier, pp. 293–452.
6. Cervini-Silva, J., Nieto-Camacho, A., Ramírez-Apan, M.T., Gómez-Vidales, V., Palacios, E., Montoya, A., Ronquillo de Jesús, E., 2015. Anti-inflammatory, anti-bacterial, and cytotoxic activity of fibrous clays. *Colloids Surf. B Biointerfaces* **129** (1), 1–6.
7. Suárez, M., García-Romero, E., 2012. Variability of the surface properties of sepiolite. *Appl. Clay Sci.* **67–68**, 72–82.
8. García-Romero, E., Suárez, M., 2010. On the chemical composition of sepiolite and palygorskite. *Clay Clay Miner.* **58** (1), 1–20.
9. Yenişol, M., 2014. Characterization of two forms of sepiolite and related Mg-rich clay minerals from Yenidoğan (Sivrihisar, Turkey). *Clay Miner.* **49**, 91–108.
10. Frost, R.L., Locos, O.B., Ruan, H., Klopogge, J.T., 2001. Near-infrared and midinfrared spectroscopy study of sepiolites and palygorskites. *Vib. Spectrosc.* **27**, 1–13.
11. Bukas, V.J., Tsampodimou, M., Gionis, V., Chryssikos, G.D., 2013. Synchronous ATR infrared and NIR-spectroscopy investigation of sepiolite upon drying. *Vib. Spectrosc.* **68**, 51–60.
12. Ahlrichs, J.L., Serna, C., Serratos, J.M., 1974. Structural hydroxyls in sepiolites. *Clay Miner.* **23**, 119–124.
13. Suárez, M., García-Rivas, J., García-Romero, E., and Jara, N., 2016. Mineralogical characterisation and surface properties of sepiolite from Polatlı (Turkey). *Appl. Clay Sci.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2015.12.032>
14. Ruiz-Hitzky, E., 2001. Molecular access to intracrystalline tunnels of sepiolite. *Journal of Materials Chemistry* **11**, 86–91.
15. Dong, G.J., 2001. Characteristics of sepiolite clay deposit at Shitan Xiangtan and its prospecting direction. *Human Geology* **20**, 259–262.
16. Kadir, S., Akbulut, A., 2001. Occurrence of sepiolite in the Hirsizdere sedimentary magnesite deposit, Bozkurt-Denizili, SW Turkey. *Carbonates Evaporites* **16**, 17–25.
17. Akbulut, A., Kadir, S., 2003. The geology and origin of sepiolite, palygorskite and saponite in Neogene lacustrine sediments of the Serinhisar-Acipayam basin, Denizli, SW Turkey. *Clay Clay Miner.* **51**, 279–292.

- 18.** Sariiz, K., 1990. Türkmentokat-Karatepe (Eskişehir) manyezit yataklarının oluşumu. Bul. MTA **110**, 77-96. Ankara
- 19.** Ece, O., I. and Çoban F., 1994. Geology, occurrence, and genesis of Eskişehir sepiolite, Turkey. Clay and clay minerals, **42**, 81-92.
- 20.** Sariiz K. and Işık İ, 1995. Meerschaum from Eskişehir province, Turkey. GEMS and Gemology vol. **31**, 42-51
- 21.** Işık, I., Uz, V., Austin, G.S., Işık, C.E., 2010. Characterization and utilization of nodular sepiolite (meerschaum) from Eskisehir (Turkey). Applied Clay Science **49**, 29–32.