

## Ankara-Kızılcahamam ve Çankırı-Çerkeş Yöresi Diyatomitlerinin Özelliklerinin Araştırılması

**H. Yılmaz ARUNTAŞ**

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,  
Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara - TÜRKİYE*

**Mustafa ALBAYRAK, Hakan Aydın SAKA**

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü,  
MAT Dairesi, Ankara - TÜRKİYE*

**Mustafa TOKYAY**

*ODTÜ. Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,  
Ankara - TÜRKİYE*

Geliş Tarihi 18.06.1997

### Özet

Ankara-Kızılcahamam ve Çankırı-Çerkeş’de bulunan iki ayrı yataktan sağlanan diyatomitlerin fiziksel özellikleri, kimyasal kompozisyonları, mineralojik bileşimleri ve mikroskopik yapıları incelenmiştir. Diyatomitler, saf, amorf, genellikle yumuşak, kolayca ufalanabilir ve tane irilikleri 5-50  $\mu\text{m}$  arasındadır. Yüksek su emme ve gözenekliliğe sahip oldukları ve yapılarında plajioloklas, smektit ve kuvars mineralleri bulunduğu belirlenmiştir. Özgül ağırlıkları, 2.0  $\text{g}/\text{cm}^3$ ’den daha azdır. Diyatomitlerin, hem birbirleri hem de ilgili standard ve literatürle karşılaştırılması sonucunda filtrasyon malzemesi, puzolanik malzeme ve yalıtım malzemesi olarak çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Diyatomit, Diyatomit toprağı, Amorf, Puzolan

### Investigation of Diatomite Properties from Ankara-Kızılcahamam and Çankırı-Çerkeş Regions

#### Abstract

The physical properties, chemical and mineralogical compositions and microscopic structures of diatomites collected from Ankara-Kızılcahamam and Çankırı-Çerkeş regions were examined in this study. The diatomites were found to be pure, amorphous, usually soft and easily friable with particle size of 5-50  $\mu\text{m}$ . It was determined that the diatomites were highly with a high water absorption capacity and contained plagioclase, smectite, and quartz minerals. The specific gravity was less than 2.0  $\text{g}/\text{cm}^3$ . A comparison of the diatomites with relevant standards and other reported literature indicated that they can be used as filtration material, pozzolan and insulation material in various industrial fields.

**Key Words:** Diatomite, Diatomaceous earth, Amorphous, Pozzolan

## Giriş

Diyatomit, su yosunları sınıfından diyatome adı verilen tek hücreli, mikroskopik algerin fosilleşmiş silisli kavkılarında meydana gelen organik bir çökeldir (Cummins, 1960; M.T.A., 1968; Uygun, 1976; Özbey ve Atamer, 1987). Diyatomit toprağı veya kizelgur olarak da bilinen diyatomitin, günümüzden yaklaşık 5-60 milyon yıl önce Miyosen sonu ve Pliyosen başlarında oluştuğı tahmin edilmektedir (Neu ve Alciartore, 1977). Diyatomit yatakları, göl ve deniz orijinlidir (Bates ve Jackson, 1980). Diyatomit, amorf silis yapılıdır ( $SiO_2 \cdot nH_2O$ ) ve kavkı iriliğı, 2-200 $\mu m$  arasında değişmektedir (Uygun, 1976). Doğada 15000'e yakın çeşidi vardır. Yüksek gözenekliliğe sahip olduğundan ağırlığının 3-4 katına kadar su emebilir (Özbey ve Atamer, 1987).

Diyatomit ve Türkiye'deki diyatomitler ile ilgili bazı araştırmalar bulunmaktadır (M.T.A., 1968; Uygun, 1976; Özbey ve Atamer, 1987; Açıkalın, 1991). Değişik kullanım alanları bulunmasına rağmen diyatomit, Dünya'da ve Türkiye'de en çok filtrasyon sanayiinde kullanılmaktadır (Diatomite, 1987; Açıkalın, 1991). Kullanım alanlarından birisi de inşaat sektörüdür (Aruntaş, 1996). Volkanik orijinli olmayan tek doğal puzolan olan diyatomitin (Lea, 1956; Neville, 1981), çimento üretiminde kullanılmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır (Tonak ve diğerleri, 1991; Aruntaş ve Tokyay, 1996). Türkiye'de doğrudan diyatomit ile ilgili yalnız bir standard bulunmaktadır (TS9773, 1992). Bu standard, en çok 500 °C sıcaklığa kadar ısı yalıtımında kullanılan ve içerisinde en az % 1.5 cam elyaf bulunan diyatomiti kapsamaktadır. Literatürde, Türkiye'deki diyatomit yataklarının özelliklerinin belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan birinde, Batı Anadolu Bölgesi diyatomitlerinin özellikleri ve kullanım alanları (Mete, 1982), diğerinde aynı bölge içinde yer alan Kütahya-Alayunt yöresi diyatomitlerinin özelliklerinin belirlenerek izole tuğla yapımında kullanılabilirliği araştırılmıştır (Mete, 1985).

Bu çalışmada, Ankara ve Çankırı yöresi diyatomitlerinin fiziksel özellikleri, kimyasal kompozisyonları, mineralojik bileşimleri ve mikroskopik yapıları, incelenerek kullanılabilirliği alanlar önerilmiştir.

## Numunelerin Alınması

Araştırmada, Türkiye'deki 4 diyatomit bölgesinden biri olan Ankara-Çankırı Bölgesinde

(Uygun, 1976) bulunan Ankara-Kızılcahamam Yukarıkese köyü ve Çankırı-Çerkeş Akhasan köyü diyatomitleri kullanılmıştır. Halen açık işletme metodu ile özel sektör tarafından işletilen diyatomit ocaklarından numune alma, temsili numune alımı yapılarak gerçekleştirilmiştir. Her iki ocaktan ayrı ayrı 200'er kg olmak üzere toplam 400 kg numune alınmıştır. Numune alma esnasında harmanlama yapılmış ve böylece numunelerin ocağı temsil etmesine özen gösterilmiştir. Numuneler, G.Ü.Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarına getirilmiş ve herhangi bir işleme tabi tutulmadan deneylerde kullanılmıştır.

## Deneyel Çalışmalar

### Yöntem

Her iki yöre diyatomitlerinin, TS 24'e göre belirlenen fiziksel özellikleri Tablo 1'de ve TS 687'ye göre belirlenen kimyasal kompozisyonları Tablo 2'de görülmektedir (Aruntaş ve Tokyay, 1996). Diyatomitlerin standard deneylerle belirlenen diğer fiziksel özellikleri ile birlikte TS 9773 sınır değerleri de Tablo 1'de verilmiştir. Su emme, gevşek ağırlık ve pH deneylerle, doğal durum, renk ve yabancı madde gözle, diğer özellikler elle kontrol edilerek belirlenmiştir. Diyatomitler üzerinde ikinci bir kimyasal analiz yapılmış ve analiz sonuçları, karşılaştırma yapmak için ticari ham diyatomit sınır değerleri ile birlikte Tablo 2'de gösterilmiştir (Özbey ve Atamer, 1987).

Ocaktan alınan ham diyatomit numunelerinin mineralojik bileşimleri ve mikroskopik yapıları, M.T.A. Genel Müdürlüğü MAT Dairesi laboratuvarlarında yapılan analizlerle belirlenmiştir. Mineralojik bileşim, Rigaku-Geigerflex X-Işınları Difraktometre cihazı(bakır tüp, 40 KV/30 MA, tarama hızı 6 derece/dk, dalga boyu 1.5406 Å) kullanılarak elde edilen XRD analiz sonuçları ile tespit edilmiştir. Mikroskopik yapı ise, TOPCON ABT-60 Taramalı Elektron Mikroskop(SEM) kullanılarak elde edilen fotoğraflar analiz edilerek belirlenmiştir.

## Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

### Fiziksel Özellikler

Diyatomitin yüksek gözenekliliğe sahip olması, yapısında bulunan nem ve su emme değerlerini yükseltmektedir(Bates ve Jackson, 1980). Diy-

atomitlerin ocaktan çıkarıldığında % 60'a kadar nem içerebileceği belirtilse de (Açıklan, 1991), Tablo 1'de görüldüğü gibi Ankara diyatomitinde(AD) % 120,

Çankırı diyatomitinde (ÇD) % 80 nem bulunduğu belirlenmiştir. AD, ÇD'nden % 50 daha fazla nem içermektedir.

**Tablo 1.** Diyatomitlerin Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellikler	Ankara	Çankırı	TS 9773 Sınırları
	Diyatomiti	Diyatomiti	
Nem, % (lab. getirildiğinde)	120	80	en çok 15
(çimento üret.önce)	7.6	8.2	-
Su emme, %	140	182	en az 280(1.sınıf) en az 180(2.sınıf)
Özgül ağırlık, g/cm <sup>3</sup>	1.95	1.90	-
Gevşek ağırlık, kg/m <sup>3</sup>	225	220	en çok 500(1.sn.)
pH	7.87	7.28	-
200µm elek üstü, %	40.2	29.4	-
90µm elek üstü, %	53.3	53.5	-
Doğal durum	irili ufak kütle	irili ufak kütle	-
Renk	Beyaz	Beyaz	Beyaz
Yabancı madde	Yok	Yok	-
Diğer	Yumuşak-hafif	Yumuşak-hafif	Yumuşak-hafif

**Tablo 2.** Diyatomitlerin Kimyasal Kompozisyonları

Kimyasal kompozisyon, %	Ankara Diyatomit		Çankırı Diyatomit		Ticari Ham Diyatomit sınırları(Özbey ve Atamer, 1987)
	1. Analiz	2. Analiz	1. Analiz	2. Analiz	
SiO <sub>2</sub>	88.32	88.62	82.75	83.25	en az 85.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.47	3.30	7.24	5.50	en çok 5.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.48	0.57	1.21	1.20	en çok 1.5
CaO	0.42	0.74	0.98	1.30	en çok 1.0
MgO	0.26	0.80	0.47	0.90	en çok 0.5
Na <sub>2</sub> O	0.17	0.77	0.20	0.95	en çok 1.0
K <sub>2</sub> O	0.28	0.71	0.34	1.30	en çok 1.0
TiO <sub>2</sub>	0.18	-	0.40	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.10	-	0.10	-	-
Kızdırma Kaybı	5.84	4.24	5.71	5.54	en çok 6.0
Toplam	99.52	99.75	99.40	99.94	-

Diyatomitin yalıtımda kullanılması durumunda, TS 9773'e göre ısı yalıtımında kullanılacak diyatomit içinde en çok % 15 nem bulunabileceğinden her iki diyatomitin de kurutulması gerekmektedir. Su emme bakımından, her iki diyatomitin de ağırlığının iki katından fazla su emdiği Tablo 1'de görülmektedir. AD, % 140 ve ÇD, % 182 yapısına su almıştır. Nemdeki durum tersine, ÇD'nin AD'ne göre % 30 daha fazla su emdiği görülmektedir. Diğer taraftan nem ile su emme değerleri karşılaştırıldığında, AD'nin hemen hemen doygun olduğu, ÇD'nin ise absorbe edebileceği suyun yarısından daha az nem

içerdiği tespit edilmiştir. Bu durum, AD yatağında yeraltı su seviyesinin yüzeye daha yakın olması ile açıklanabilir. Diyatomitin özgül ağırlığı, 2.6-2.7 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Albayrak, 1988). Tablo 1'de görüldüğü gibi, her iki diyatomitin özgül ağırlıkları bu değerlerin altındadır. ÇD'nin özgül ağırlığı, AD'nden daha azdır. ÇD'nin yapısında, su emme değerinin yüksek olması dolayısıyla daha fazla gözenek bulunduğu, diğer bir ifade ile porozitesi yüksek olduğundan özgül ağırlığının da düşük olduğu söylenebilir. Diyatomitlerin renkleri, beyaz, açık sarı, bej, gri olabileceği gibi organik malzeme

bakımından zengin olanlar yeşil, kahverengi ve siyaha yakın olabilirler (Cummins, 1960; Uygun, 1976; Brady ve Clauser, 1991). Tablo 1'de görüldüğü gibi, her iki diyatomit de beyaz renkte olduğundan saf oldukları (Brady ve Clauser, 1991), dolayısıyla içerisine karışmış yabancı madde bulunmadığı söylenebilir. Elle yapılan incelemede, irili ufaklı kütleler halinde olan diyatomitlerin hafif ve yumuşak olduğu, avuç içinde kolayca dağıldığı gözlenmiştir. Bütün bu özellikleriyle Ankara ve Çankırı diyatomitlerinin, bir ticari diyatomitde (Özbey ve Atamer, 1987) bulunması gereken fiziksel niteliklere sahip olduğu görülmektedir.

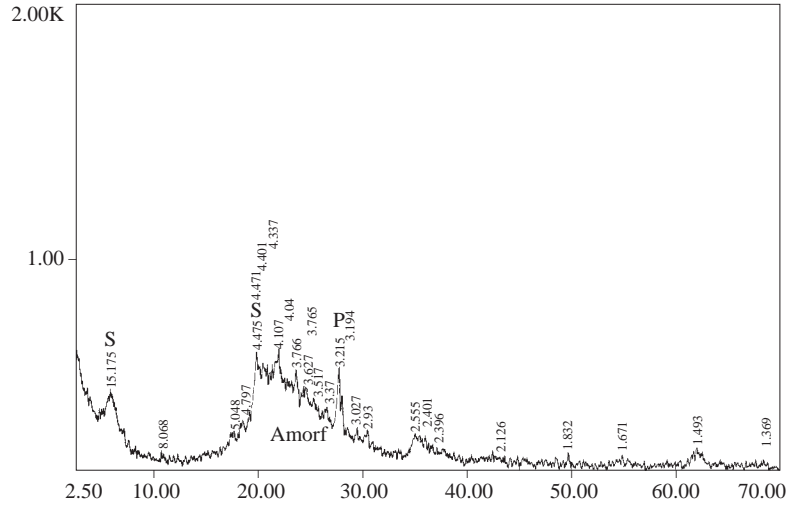
### Kimyasal Kompozisyonlar

AD ve ÇD'nin kimyasal kompozisyonları, ticari ham diyatomit sınır değerleri (Özbey ve Atamer, 1987) ile birlikte Tablo 2' de verilmiştir. Görüldüğü gibi AD, 2. analizdeki MgO dışında sınır değerlere uygun özellik göstermektedir. ÇD, 1. analizde silika ve alümina, 2. analizde silika, alümina, CaO, MgO ve K<sub>2</sub>O dışında kalan bileşenler bakımından sınır değerlere uygunluk göstermektedir. Öte yandan,

diyatomitin bir doğal puzolan olduğu yukarıda belirtilmişti. N sınıfı bir puzolan olan diyatomitin, portland çimentolu betonlarda bir mineral katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> toplamının en az % 70 ve kızdırma kaybının en çok % 10 olması gerekmektedir (ASTM C618, 1991). SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> toplamının AD için 1. analizde % 92.27, 2. analizde % 92.49, ÇD için 1. analizde % 91.20, 2. analizde % 89.95 olduğu, kızdırma kaybının ise sırası ile AD'nde % 5.84 ve % 4.24, ÇD'nde ise % 5.71 ve % 5.54 olarak tespit edildiği Tablo 2'den görülmektedir. Görüldüğü gibi, her iki diyatomit de bu iki özellik bakımından standarda uygunluk göstermektedir.

### Mineralojik Bileşimler

Her iki ham diyatomit numunesinin mineralojik bileşimleri, XRD analizi yapılarak belirlenmiştir. AD'nin XRD analizi Şekil 1'de, ÇD'nin XRD analizi de Şekil 2'de gösterilmiştir. Diyatomit numunelerinin içinde bulunan mineraller, XRD analizinde elde edilen pikler değerlendirilerek tespit edilmiştir.



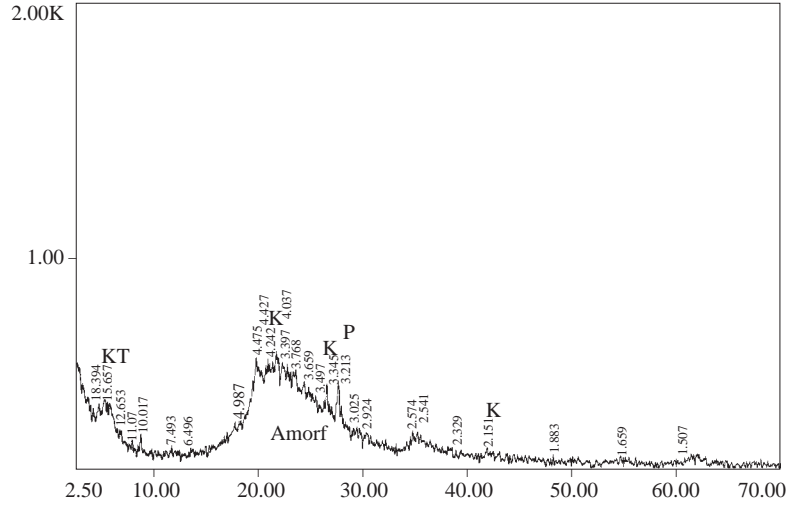
Şekil 1. AD Numunesinden Alınan X-Işın Kırınım Profiline Görünüşü S:Smektit(dioktahedral), P: Plajiolklas

Buna göre, her iki diyatomitte de hakim olan faz amorf silikadır. Ayrıca plajiolklas ve bir kil minerali olan smektit, iki kristal faz olarak az miktarda bulunmaktadır. Her iki XRD analizinde görüldüğü gibi, diyatomitlerin gösterdiği grafik eğrisi, amorf silikamın(SiO<sub>2</sub>) grafik eğrisine oldukça benzer bir yapı göstermektedir. Dolayısıyla diyatomitlerin esas olarak amorf silikadan oluştuğu belirlenmiştir.

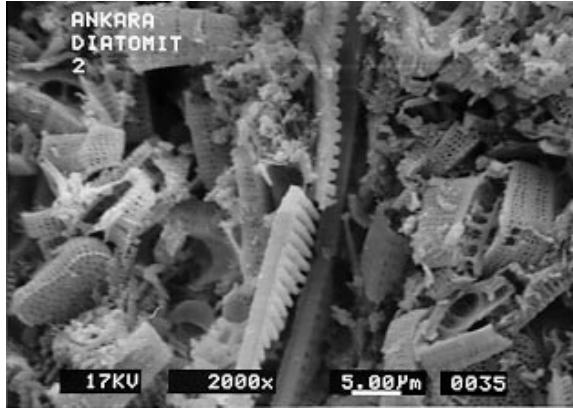
Ayrıca diyatomit içinde illit ve kuvarsın varlığı da saptanmıştır. XRD grafik eğrileri incelendiğinde, AD'nde yaklaşık % 10-15 smektit, % 5-10 plajiolklas, ÇD'nde ise karışık tabakalı kil minerali(smektit+illit), kuvars ve plajiolklas toplamının yaklaşık % 15-20 oranında bulunduğu söylenebilir. AD'nin bileşiminde bulunan kil minerali, iyi kristallenmiş yapıda olup karışık tabakalı kil minerali

içermemektedir. ÇD'ndeki kil minerali ise, tersine iyi kristallenmemiş yapıda ve karışık tabakalı niteliktedir. Kuvars minerali, yalnızca ÇD'nde bulun-

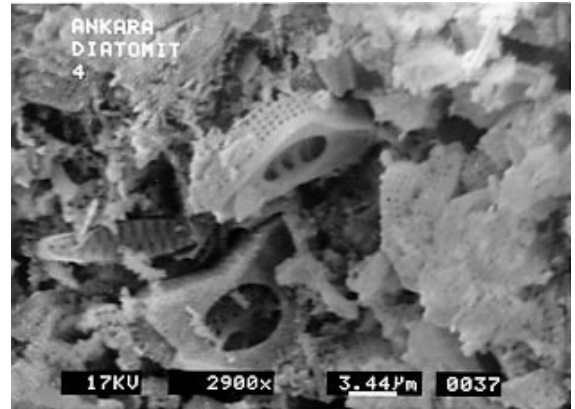
maktadır. Feldspat(plajioklas) miktarının, AD'nde daha fazla olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 2.** ÇD Numunesinden Alınan X-Işını Kırınım Profilinin Görünüşü KT: Karışık Tabakalı Kil, K: Kuvars, P: Plajioklas



**Şekil 3a.** AD Numunesi Mikroyapısının SEM'de Görünümü(2000 X)



**Şekil 3b.** AD Numunesi Mikroyapısının SEM'de Görünümü(2900 X)

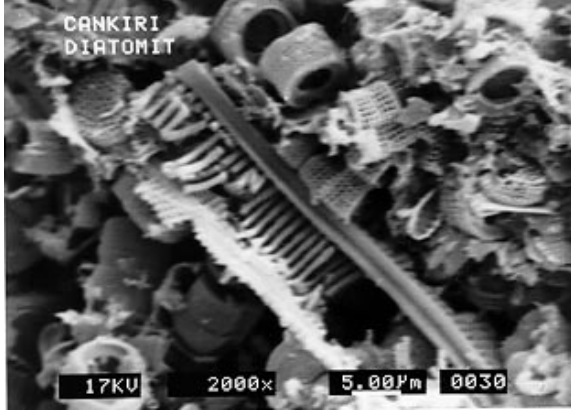
### Mikroskopik Yapılar

Diyatomitlerin mikroskopik yapıları, SEM fotoğrafları üzerinde yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. AD'nin mikroyapısı Şekil 3a ve 3b'de, ÇD'nin mikroyapısı ise Şekil 4a ve 4b'de gösterilmiştir.

Bazı kaynaklara göre, genellikle diyatomitlerin tane irilikleri 2-200 $\mu$ m arasında değişmektedir (Mete, 1985; Özbey ve Atamer, 1987). Numunelerden elde edilen SEM fotoğraflarında, diyatomit-

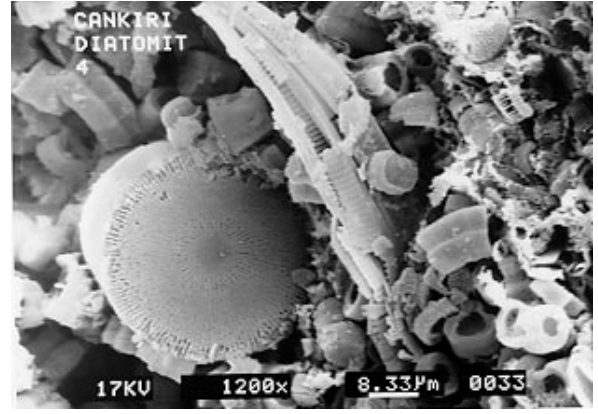
lerin tane iriliklerinin 5-50 $\mu$ m arasında ve genellikle 10 $\mu$ m'den daha küçük olduğu görülmektedir. Diyatomit taneciklerinin şekillerinde çok çeşitlilik gözlenmektedir. Bunlar arasında boru, uzun balık, süzgeç, tarak(diş fırçası) ve yuvarlak şekiller sayılabilir. Genellikle AD'nin süzgeç, ÇD'nin boru şeklinde olduğu söylenebilir. Diyatomit, yüksek gözenekliliğe sahip bir mineraldir (Cummins, 1960). SEM fotoğrafları, diyatomitlerin yüksek gözenekli yapıda olduğunu göstermektedir. Yapılan inceleme

sonucunda, her bir diyatomit taneciğinde yüzlerce gözenek bulunduğu ve delik çaplarının da  $0.5\mu\text{m}$ 'den



**Şekil 4a.** ÇD Numunesi Mikroyapısının SEM'de Görünümü(2000 X)

çok daha küçük olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4b.** ÇD Numunesi Mikroyapısının SEM'de Görünümü(1200 X)

## Sonuç

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre, Ankara ve Çankırı yöresi diyatomitlerinin amorf yapıda, nem ve su emme değerlerinin yüksek, özgül ağırlıklarının  $2.0 \text{ g/cm}^3$ 'den küçük, yüksek gözenekli mikroyapıya sahip saf bir malzeme olduğu belirlenmiştir. Fiziksel özellikler yönünden, her iki diyatomit de ticari diyatomit niteliği

taşımaktadır. Kimyasal kompozisyon açısından ise, yalnız AD'nin filtrasyon malzemesi olarak kullanılabilceği söylenebilir. Diğer taraftan her iki diyatomit de, portland çimentolu betonlarda puzolanik malzeme olarak kullanılabilir. Kütahya yöresi diyatomitleri ile benzer özellikler gösterdiğinden dolayı izole tuğla yapımında ve yüksek gözenekli mikroyapıda olması nedeniyle de yapılarda yalıtım malzemesi olarak kullanılabilceği söylenebilir.

## Kaynaklar

Açıklık, N., "Dünyada ve Türkiye'de Diyatomit", MTA. Genel Müdürlüğü, Ankara, 1991.

Albayrak, H. F., "Beton Cep Kitabı", DSİ. Genel Müdürlüğü, Ankara, 1988.

Aruntaş, H. Y., "Diyatomit, Özellikleri, Kullanım Alanları ve İnşaat Sektöründeki Yeri", Çimento ve Beton Dünyası, 1, 4, 27-32, 1996.

Aruntaş, H. Y., Tokyay, M., "Katkılı Çimento Üretiminde Diyatomitin Puzolanik Malzeme Olarak Kullanılabilirliği," Çimento ve Beton Dünyası, 1, 4, 33-41, 1996.

ASTM C618-91, Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete.

Bates, R. L., Jackson, J. A., "Glossary of Geology", American Geological Institute, Virginia, 1980.

Brady, G. S., Clauser, H. R., "Materials Handbook", Mc Graw-Hill, 1991.

Cummins, A. B., "Diatomite", Industrial Minerals and Rocks(Nonmetallics other than fuels), Third Edition, The Am. Inst. of Mining and Metallurgical Engineers, New York, 1960.

"Diatomite", Industrial Minerals, May 1987.

Lea, F. M., "The Chemistry of Cement and Concrete", Edward Arnold Ltd., London, 1956.

Mete, Z., "Bazı Batı Anadolu Diyatomit Yataklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Kullanım Alanlarının Araştırılması", Ege Ü. Doçentlik Tezi, İzmir, 1982.

Mete, Z., "Kütahya Alayunt Yöresi Diyatomit Yataklarının İzole Tuğla Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması," Seramik Teknik Kongresi, Ankara, 253-263, 1985.

Neu, E. L., Alciatore, A. F. "Diatomite", " Encyclopedia of Chemical Technology", 7, 603-613, 1977.

Neville, A. M., "Properties of Concrete," Longman Scientific&Technical, New York, 1981.

Özbey, G., Atamer, N., “Kizelgur(Diatomit) Hakkında Bazı Bilgiler”, 10. Türkiye Madencilik Bilimsel Teknik Kongresi, Ankara, 493-502, 1987.

Tonak, T., Atay, Y., Ertürk, F., “Diatomit Atıklarının Çimento Endüstrisinde Kullanılabilirliği ve Sağladığı Tasarruflar”, TÇMB Çimento Bülteni,

28, 1-10, 1991.

TS 9773, “Diyatomit-Isı Yalıtımında Kullanılan”, TSE, 1993.

Uygun, A., “Diyatomit, Jeolojisi ve Yararlanma Olanakları”, Madencilik, 15, 31-38, 1976.