

Nevşehir - Acıgöl maarının tortul dolgusundaki (Kuvaterner) fasiyeslerin gelişimine jeotermal süreçlerin etkileri

The effects of geothermal processes on fades development in sedimentary fill of Quaternary Nevşehir - Acıgöl maar lake, Central Anatolia, Turkey

Nizamettin KAZANCI Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara
Ali İhsan GEVREK Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi, 06535 Ankara

Öz

Nevşehir - Acıgöl Maarı Kuvaterner yaşlı bir volkanik çıkış merkezi olup, içinde sonradan oluşan gölün kıvrıntılı, organik ve kimyasal tortullardan kurulu dolgusu vardır. Gölsel dolgunun asıl litolojisi, maar yan duvarlarından beslenen tüftik kıvrıntılıdır. Ayrıca turba ve bitkili çamurtaşları, kuruma breşleri, bakteri kökenli kireçtaşları değişik seviyeler halinde tüftikler içine yerleşmişlerdir. Dolgu istifinin en üstünde sıcak su çıkışlarına bağlı traverten bulunur. C14 yaşlandırmasına göre turbalar yaklaşık 2000 yaşındadır ve kalori değerleri 2300 kCal/kg'den yüksektir. Genç turbaların linyitle mukayese edilebilecek kalori değerini kazanmasında jeotermal süreçlerin rolü olmuştur. Kuruma breşleri ve kireçtaşlarının çamurtaşları içinde tekrarlanan tabakaları, göl su seviyesinin sık sık önemli değişimler gösterdiğini ortaya koyarlar. Gölsel depolanmadaki bu iklim kontrolü, jeotermal faaliyetle birlikte etkili olmuş ve farklı fasiyeslerin (tüftik, turba, breş, kireçtaşı, traverten) oluşumuna imkan hazırlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Nevşehir - Acıgöl maarı, yüksek kalorili turba, piroklastikler.

Abstract

The Nevşehir - Acıgöl maar is one of the eruption centers of Quaternary volcanism in central Anatolia. The Maar - lake fill contains clastic, chemical and organic deposits, including high - calorific peats formed in late Holocene. The main (host) sediments of the infill are tuffaceous sandy mudstones. The other accessory fades, controlled mainly by climate, are peats and plant - bearing mudstones, brecciated mudstones, limestones and also travertines originated by thermal waters at the top of the succession. According to the C14 dating of the peats, they formed ca. 2000 yrs BP; their calorific values are 2300 to 3165 kCal/kg. These values are very high, considering the youngness of the peats. It is thought that the lake was primarily dependent on climate; and deposition was further controlled by the hydrothermal system. The associated heat flow played an important role in sedimentation by creating a micro - climatic niche, where late - Quaternary (cold regional climate) vegetation could flourish and form substantial peat deposits. The heat flow through the groundwater and clastic sediments was crucial to the high maturation of the peat deposits.

Key Words: Nevşehir - Acıgöl maar, high calorific peats, pyroclastics.

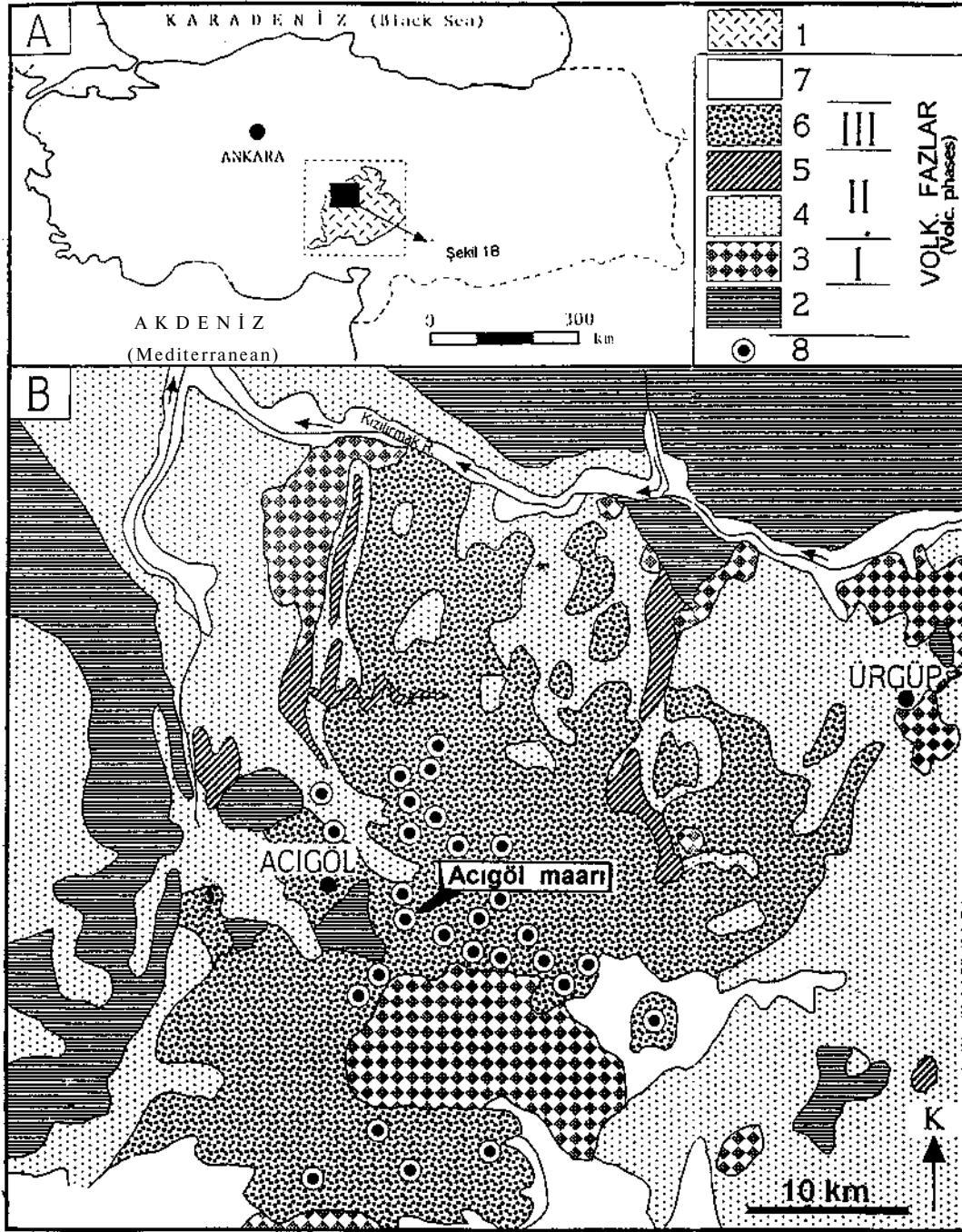
GİRİŞ

Maar gölü su toplama bölgesi genelde tek tip kayacaktan yapılmış, göreceli olarak sınırlı büyüklükte bir depolanma alanıdır. Göl yüzeyi ve drenaj alanının küçükliğinden dolayı, iklimin depolanma üzerindeki etkisi diğer tip göllere göre daha belirgindir. Özellikle maar duvarlarının korunduğu kapalı göllerde acı veya tuzlu suların varlığı bunu ortaya koyar. Dolayısıyla maar göllerinde kimyasal tortullar mutlaka bulunurlar (Last ve de Decker, 1990; Last, 1992). Dışarıdan mevsimlik veya daimi su girişi olduğunda, maar gölü kenarında kıvrıntılı tortul prizmaları, örneğin deltalar oluşabilir (Williams, 1992). Bazı durumlarda, çevresi ile uyumlu olmayan, göle özgü makro- ve mikro organizma topluluğu gelişmektedir (Ambert, 1989; Bahrig, 1989; Brugal ve diğ., 1990).

Maar göllerinin tortul fasiyesleri, drenaj alanının darlığı ve kaynak kayanın tek tip oluşu nedeniyle çok çeşitli değildir. Ancak inceleme konusu edilen Acıgöl maar gölünde durum bunun tersidir ve farklı fasiyesler

üst üste ve yan yana gelişebilmiştir. Dolgunun toplam kalınlığı bilinmemekte ve yalnızca üstteki 6 m lik kısımında gözlem yapılabilmektedir. Bu kesimde göl kenarı kıvrıntıları, ince ve kaba taneli tüftik tortullar, breşik çamurtaşları (kuruma breşleri) kireçtaşları, turba ve bitkili çamurtaşları ve traverten ayrı fasiyesler olarak seçilmektedir. Gölsel istifin asıl oluşturucu, yerli litolojisi tüftik kıvrıntılılar olup diğerleri bu evsahibi tortullar içine değişik seviyeler halinde yerleşmiştir. İstifin ilginç fasiyesi turbalardır. Geç Holosen yaşlı (C14 metoduна göre 2010 + 80 ile 1810 + 65 yıl) bu fasiyesin kalori değerleri 2301 ile 3165 kCal / kg arasındadır. Turbaların kalori değerleri yaşlan ile mukayese edildiğinde aşırı yüksek ve hatta linyit türü kömürlere yakın olduğu görülmektedir (Bouska, 1981). Bu durum turbalaşmaya başka faktörlerin de katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Acıgöl maarındaki dolgunun oluşumunu etkileyen süreçler Kazancı ve diğ. (1995) de özetlenerek verilmiştir. Bu makalenin amacı önceki çalışmayı genişlet-



Şekil 1. A) Kapadokya Bölgesi ve çalışma yerinin bulduru haritası (kesik çizgili kare içindeki siyah dörtgen) B) Acıgöl civarının jeolojik haritası (Ercan, 1987 ve Pasquare ve diğ., 1988'den değiştirilerek alınmıştır). Simgeler: 1- tç Anadolu Senozoyik volkanikleri, 2- Miyosen öncesi kayalar, 3- Eski lav akmaları, 4- İgnimbitler, 5- Yeni lav akmaları, 6- Piroklastik tortullar, 7- Güncel alüvyon tortullar, 8- Maar ve diğer Kuaterner volkanik merkezler. Volk. fazlar: I- Üst Miyosen, II- Pliyosen, İÜ- Kuaterner.

Figure 1. Location of the Cappadocia district (dashed frame) and the study area (black square) in the Cenozoic volcanics at the central Anatolia. B) Geological map of the Acıgöl area (modified from Ercan, 1987 and Pasquare et al, 1988). 1- Cenozoic volcanics in Central Anatolia, 2- Pre - Miocene rocks, 3- Older lava flows, 4- Ignimbrites, 5- Younger lava flows, 6- Pyroclastic deposits, 7- Recent alluvial deposits, 8- Maar and Quaternary volcano centers. Volcanic phases: I- Upper Miocene, II- Pliocene, III- Quaternary.

NEVŞEHİR - ACIGÖL MAARI

mektir. Bunun için istifte tortul fasiyes ayırımına gidilmiş, önceki araştırmada bulunmayan birçok yeni analiz yapılmıştır. Elde edilen bulgularla jeotermal faaliyetin fasiyes çeşitlenmesine etkileri ve bilhassa turbaların yüksek kalorili oluşlarına katkıları tartışılmaktadır.

BÖLGESEL JEOLJİ

Acıgöl maarı İç Anadolu'da Kapadokya olarak adlandırılan bölgede yer alan Kuvaterner yaşlı pek çok volkanik çıkış merkezlerinden biridir (Şekil 1). Bu bölge Senozoyik volkanik istifinin en iyi korunduğu ve yüzeylendiği yerdir. Volkanizma Miyosen'den Holosen'e kadar başlıca üç temel fazda aralı olarak meydana gelmiş, farklı çıkış merkezlerinden yayılan volkanik malzeme geniş alanları örtmüştür.

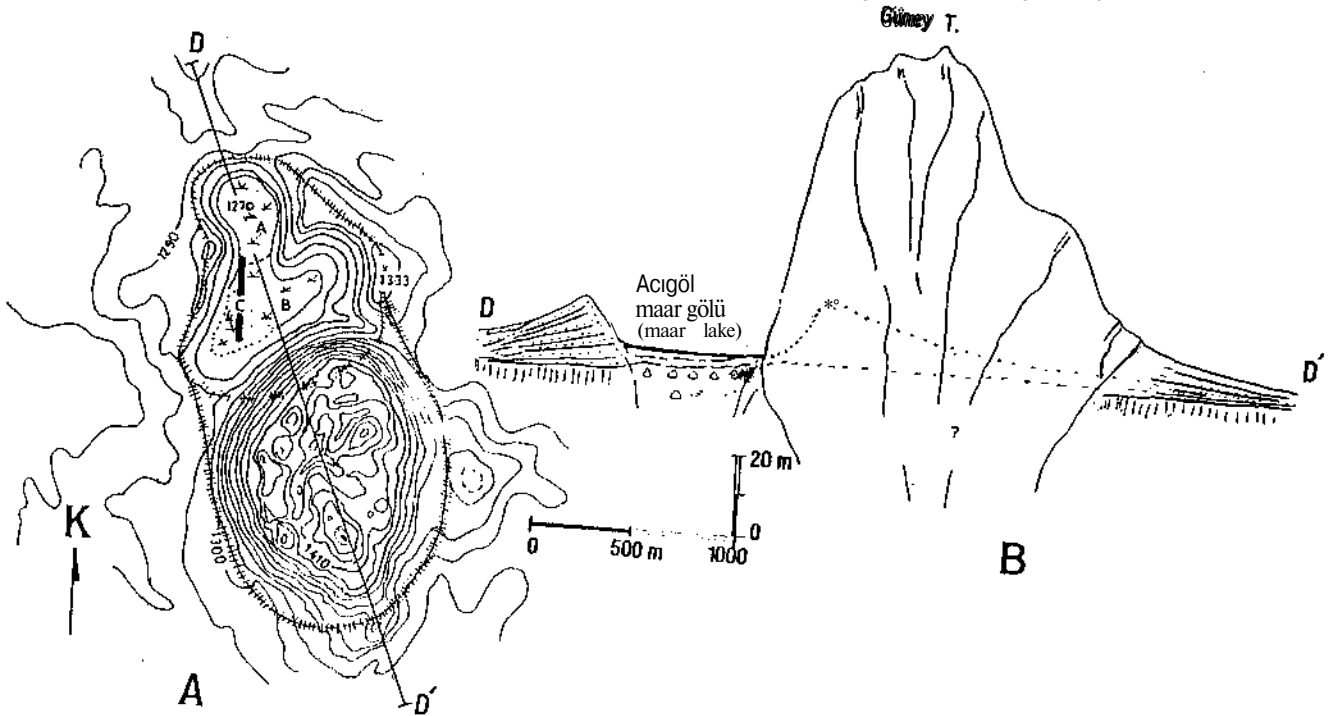
İç Anadolu ve Kapadokya yöresinin volkanik istifi ve bunları doğuran tektonizma önceki pek çok araştırmada ele alınmıştır (Sassano, 1964; Pasquare, 1968; Innocenti ve diğ., 1975; Batum, 1978; Ercan, 1984; Pasquare ve diğ., 1988; Ercan ve diğ., 1991; Toprak, 1994; Aydar ve diğ., 1994). Batum (1978) yörede ilk kez 11 formasyon ayırarak volkanik stratigrafi kurmuş ve daha önce savunulan görüşlerin tersine, 2 ve 3 volkanik çıkış merkezi değil, yörede üç temel fazda pek çok volkanik merkezin faaliyetle olduğunu vurgulamıştır.

Farklı araştırmacıların elde ettiği radyometrik yaş verileri (Batum, 1975; Innocenti ve diğ., 1975; Yeğingik 1984; Besang ve diğ., 1985) Batum (1978)'un yorumlarını desteklemektedir, acıgöl maarı son volkanik fazda, Pleyistosen'de (0.7 m.y.) oluşmuştur ve buradaki piroklastikler, Batum (1978)'un volkanik stratigrafisindeki 8. formasyon olan "Beyaz Tüfler"e dahildir.

Acıgöl maanın yakın civarında pek çok püskürmeli ve patlamalı çıkış merkezi yer alır (Şekil 1). Yaklaşık 300 km²lik bir alanda maar, tüf halkası, tüf konisi, lav domu şeklindeki merkezler içice ve yan yana bulunurlar (Şekil 1, 3, 4). Bunların tümüne yakını Kuvaterner (3. volkanik evre)'de oluşmuştur. Bu yakın oluşum ve toplu bulunuş yöresinin büyük bir çöküntü kalderası (down - sag caldera) olarak yorumlanmasına yol açmıştır (Nevşehir kalderası: Öngür, 1978; Yıldırım ve Özgür, 1979, 1981; Ekingen, 1982; Tokgöz ve Bilginer, 1982; Ercan ve diğ., 1991; Gevrek ve Kazancı, 1994). Acıgöl maarı bu olası kaldera içinde bulunmaktadır.

Acıgöl Maarı

Acıgöl maanın bugünkü biçimi eliptik olup, orijinal uzun eksenini 2200 m'dir. Güney yansı sonradan büyük bir riyolit domu ile işgal edilmiş ve maar çukurluğu büyük ölçüde daralmıştır (Şekil 2). Maar



Şekil 2. A) Acıgöl maanın topoğrafik haritası. Maar çeperi tırtıklı çizgi ile belirtilmiştir. Maanın güney kısmı riyolit domu ile kaplanmış olup maar gölü kuzeyde A ve B sektörleri halindedir. Buradaki düz kalın çizgi gölü boşaltan drenaj kanalını temsil eder. B) A'daki D - D' hattı boyunca alınmış jeolojik kesiti.

Figure 2. A) Topographic map of the Acıgöl maar, whose southern part is occupied by a large rhyolitic intrusion. The maar's rim is shown by the jagged line. The maar lake is divided as A and B sector in the north. B) Cross-section corresponds to transect D - D' in A.

duvarlarının maar göl tabanından yüksekliği 62 m, bölgede oluşturduğu huni biçimli röliyef 40 m kadardır. Duvarların göl içine eğimi halen 120 - 200 arasında olmakla birlikte orijinal eğimin çok daha fazla olduğu sanılmaktadır. Maarın içi 0.96 km², tortulları ile birlikte kapladığı olan 4.5 km²'dir. Maar duvarlarının eğimi, maar yarıçapı ve oluşturucu piroklastik tortullarının tane özellikleri dikkate alınarak, maarın orijinal çukurluğunun 350 m - 450 m arasında olduğu tahmin edilmiştir. Buna göre en az 300 m lik bir kısmı sonradan dolarak kapanmıştır.

Maarın güney yarısını kaplayan riyolit sokulumu topoğrafik olarak önemli bir yükselti teşkil eder (Şekil 3B). Yaklaşık 0.3 m.y. önce yerleşmiştir ve Batum (1978) un stratigrafisinde 9. birim olan "Riyolitik Dom ve Lav Akmaları" na dahildir. Maar oluşumu ise daha eski olup 0.7 my önce gerçekleşmiştir (Besang ve diğ., 1977; Innocenti ve diğ., 1975).

Maar oluşturan piroklastik istifin özellikleri taş ve kum ocağı yarmalarında iyi gözlenir. Genel olarak açık renkli, ince taneli, pümsü zengin piroklastiklerle, kahve siyah renkli lapilli tüflerin arkalanmasından oluşmuştur. Tümüyle gevşek ve / veya dağılğan haldedir. Tabaka kalınlıkları 0.2 - 75 cm arasındadır. Piroklastik istifin taban düzeylerinde çapı 1 m'ye ulaşan granit blokları gözlenir. Bunlar muhtemelen patlama sırasında temelden kopartılmışlardır. Maar istifinin içinde yer yer antidün ve küçük ölçekli çapraz tabakalarıyla tipik olan base - surge tortulları gözlenil*. Mineralojik yapı sadedir. Litik ve mineral taneler camsı tanelerden hacimce daha az miktarlarda bulunur. Tüm litofasiyes topluluğu Schimincke ve Fisher (1984) ve Cas ve Wright (1988)'de tanımlanan klasik maar tortullarının benzeridir.

Maar Gölü tortulları maar duvarlarını ve riyolit domunu uyumsuz olarak üstler.

Maar Gölü

Acıgöl maarının gölü (0.21 km²), aşırı sivrisinek ürettiği gerekçesiyle 1972'de 3 m derinliğinde bir drenaj kanalı açılarak boşaltılmıştır. Bu kanal yaklaşık 500 m uzunluklu olup K - G yönlüdür ve gölün güney yarısında bulunur. Halen, gölün kuzey yansında kış ve ilkbahar aylarında küçük su birikintileri oluşur ve kısa sürede kurur. Kalan sürede göl tabanı açıktadır ve hemen hemen düzdür. Eski göl topoğrafik olarak biri kuzeyde (A), diğeri güneyde (B) iki sektöre ayrılmıştır ve güneydeki 20 cm daha yüksektedir (Şekil 3).

Göl kıyısındaki dalga aşındırma teraslarının konumlarına göre, kanal açılmadan önce göl derinliği bazı yıllar 4 m'ye ulaşabilmekte, bazı yıllar ise tümüyle kurumaktaydı. Ortalama 1 m civarında olmuştur. Gölün kış aylarında donduğuna ilişkin kayıt yoktur. Göl



Şekil 3. Acıgöl maarı eski göl tabanı ve maar duvarlarını oluşturan piroklastik tortullar (Şekil 2 A'daki A sektörü). 1- Yüzeylemiş turba, 2- Göl tabanında traverten, 3- Gölün en düşük kotlu çayır kaplı bölgesi, 4- Maar dışında lav domları. Resim kuzey batıya doğru alınmıştır.

Figure 3. Pyroclastic deposits on the maar walls (A sector in Figure 2). 1- Peat, 2- Travertine, 3- Marsh deposits, 4- Lava domes, photo taken from southwest direction.

suyu eskiden beri acı ve / veya az tuzludur (Lahn, 1948; Keller, 1974). Göl adının da buradan kaynaklandığı sanılmaktadır.

Acıgöl maarının gölü, dışarıdan su girişi olmadığı gibi dışarıya su boşalmanın da bulunmadığı kapalı, küçük bir depolanma havzasıdır. Beslenme yalnızca 0.96 km²'lik drenaj alanına düşen yağış ile olur. Göl tabanının rakımı 1270 m'dir. Yan kurak bir iklimin hüküm sürdüğü bu yörede ortalama yağış miktarı 389 mm / yıFdır. Yaz günlerinin ortalama sıcaklığı 29.5°C, kışın ise 10.9°C dir (Met. Bült., 1974). Drenaj alanı çıpahtır ve seyrek otlar dışında bitki örtüsü bulunmaz. Bu nedenle yağışlı dönemlerde fazla miktar tortul maar duvarlarından göl içine aktarılır. Rüzgar erozyonu da önemli ölçülerdedir.

Acıgöl maar gölsel dolgusunun en üst 3 m si turba ocağı yarmalarında, hemen altındaki 3 m de drenaj kanalı duvarlarında incelenebilir. Bu 6 m'den başka yüzeyleme yoktur. İleriki bölümlerde tanıtılacak fasiyesler bu kesimde gözlenir (Şekil 3 - 5).

İNCELEME YÖNTEMİ

Maar gölü dolgusunun saha incelemesi, 1992 yazında, tek tabaka gözlemlerine dayalı kesit ölçümü ve sistematik örnek toplama şeklinde yürütülmüştür. Drenaj kanalı duvarları ve turba ocağı yarmaları uygun kesitler oluşturmakta ve dolguyu 3 boyutlu inceleme imkanı vermektedir (Şekil 3 - 6). Ayrıca RD - 200 EDA radon dedektörü ile tortulların kapsadığı radon gazı ölçümleri

Tablo 1. Acıgöl maar dolgusunun bazı düzeylerinin kimyasal bileşimi. 5/2 ve 5/3 fasiyes 5'in orta ve üst tabakalarını 6/1 ve 6/2 ise fasiyes 6'nın taban ve tavanı temsil eder.

Fasiyes (facies)	ELEMENTLER % (elements %)									ppm		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	Au	As	Hg
Fas.2	31.65	0.30	1.75	0.01	2.90	1.30	0.60	0.40	0.02	-	45	0.1
Fas5/2	54.75	0.55	3.75	0.15	1.70	0.75	0.60	0.50	0.03	-	95	0.1
Fas5/3	23.90	0.80	2.90	0.15	23.75	7.20	0.60	0.50	0.40	-	65	0.1
Fas6/1	21.35	0.70	2.30	0.20	28.45	6.80	0.40	0.45	0.13	-	70	0.1
Fas6/2	24.40	0.50	2.35	0.20	28.00	4.20	0.80	0.40	0.25	-	100	0.1

yapılmış ve sonuçlar önceki yıllarda elde edilenler ile karşılaştırılmıştır. Tortul örnekleri rutin laboratuvar teknikleri ile analiz edilmiştir. İnorganik tortullarda petrografik inceleme, eleme ve hidrometre yöntemleri ile tane boyu analizleri, ağır mineral tanımlamaları, HCl ile CO₂ miktarı tayinleri, major ve minör elementler için kimyasal analizler ve elektron mikroskobu incelemeleri yapılmıştır. Turba örneklerinde ise spor - polen tanımlamaları, organik madde kapsamı (ISO R - 562'ye göre; kükürt için ASTM D. 3177), toplam karbon, kül miktarı (ISO R - 1171'e göre), nem (ISO R - 589'a göre) Au - As - Hg kapsamı ve kalorifik değer analizleri (DİN 51900'a göre) gerçekleştirilmiştir (Tablo 1 - 3).

Gösel istiflerde, özellikle maar gölü tortullarında radon, altın, cıva ve arsenik gibi özel bazı elementlerin aranmasının amacı, göl suyuna zeminden sıcak suların karışıp karışmadığının ortaya koyulması, ısıtıcı sistemin (varsa) niteliğinin açıklanmasıdır. Yüksek radon akifer varlığını temsil eder (Shigeno, 1990). Isınmayı doğuran su döngüsü dokunan (connective) veya dolaşan (convective) tipte olabilmektedir (White, 1973).

Tablo 2. Turba ve bitkili çamurtaşlarının (fasiyes 5) palinolojik kapsamı.

Table 2. Palynological content of peat and plant - bearing mudstones (facies 5).

BİTKİLER (PLANTS)	% (sayıca bolluk) (number of spedes %)
Monogemmites	2
Taxodiceae	11
Pinaceae	2
Gramineae	48
Betulaceae	2
Fagaceae	5
Cyrrillaceae	2
Compositae	2
Nyssaceae	2
Chenopodiaceae	1
Tanınamayan	23

Table L Chemical analyses of the samples taken from Acıgöl maarfacies (512 and 513 belong to middle and upper units of fades 5, 6/1 and 612 belong to upper and bottom units of fades 6).

Göl istifin temel element bileşimi, volkaniklastikler ve bitkili çamurtaşları için olağan sınırlar içindedir (Tablo 2, 3). Hg tüm örneklerde 0.1 ppm civarında, As 45-100 ppm arasındadır. As turbalarda göreceli olarak yüksektir. Örneklerde Au izlenmemiştir (Au için bu çalışmada yararlanılan aletin tanımlama sınırı 0.5 gr / ton).

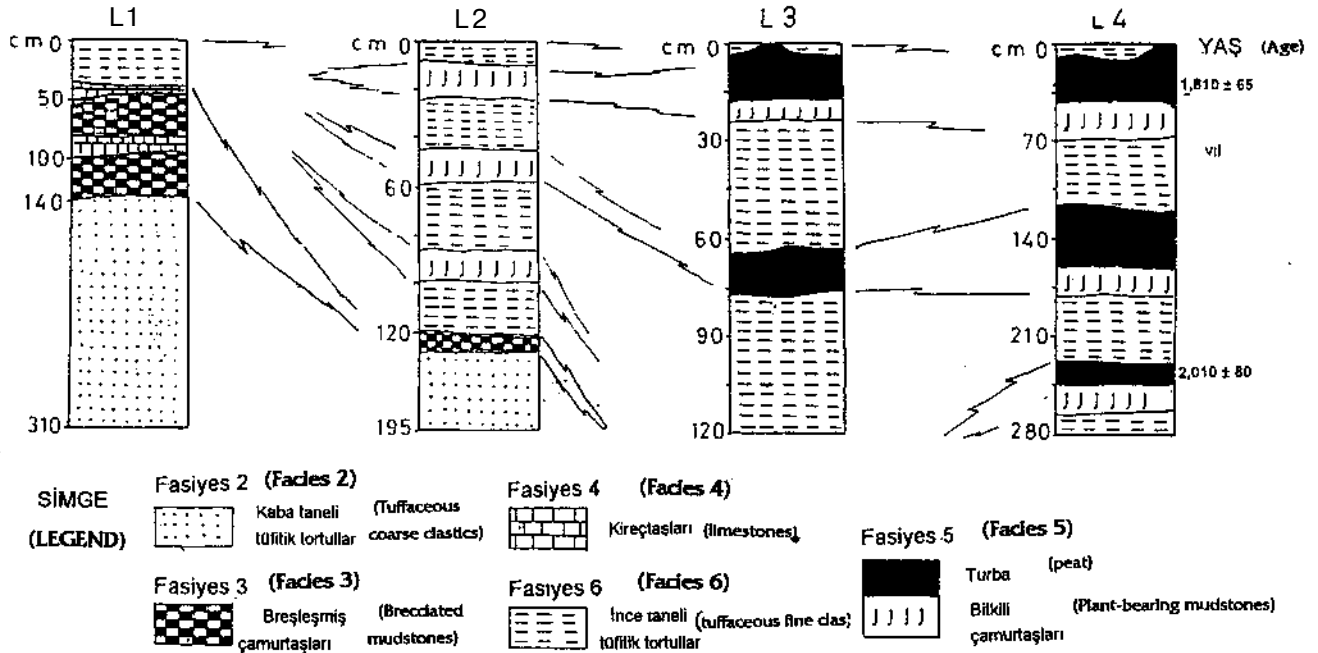
MAAR GÖLÜ DOLGUSU VE FASİYESLERİ

Acıgöl maarı tortul dolgusunun gözlenebilen en üst kesimlerinin saha ve stratigrafik durumu şekil 5'te verilmiştir. Ayırtlanan başlıca fasiyesler şunlardır: Göl kenarı kırıntılıları (fasiyes 1), kaba taneli tüfitik tortullar (fasiyes 2), breşleşmiş çamurtaşları (kuruma breşleri - fasiyes 3), kireçtaşlan (fasiyes 4), turba ve bitkili çamurtaşlan (fasiyes 5), ince taneli tüfitik tortullar (fasiyes 6) ve traverten (fasiyes 7). Stratigrafik olarak en üstteki travertenler (fasiyes 7) hariç, diğer fasiyes tabakaları çoğunlukla birbirleriyle ardalıdır (Şekil 5). Dolgunun toplam kalınlığı bilinmemektedir. Bununla birlikte yüzeylenmiş kısımların da fasiyes 1 ve 2'den oluştuğu sanılmaktadır. Belki maar içinde daha göl doğmamışken, dik maar duvarlarından aşırı miktar malzeme kitle halinde dökülerek (avalanching) orijinal maar çukurluğunu büyük ölçüde (en az 300 m) doldurmuştur. Jeofizik kayıtlarda belirlenen bazı tortul nitelikleri de bu dolma fikrini desteklemektedir (Ekingen, 1982; Tokgöz ve Bilginer, 1982).

Maar gölünün ilk oluşumu ve / veya içinde tortullaşmanın başladığı zamana ait kesin yaş verisi yoktur. Fasiyes 2'nin en alt stratigrafik seviyede bulunan tabakaları bazı tipik olmayan güncel, gösel gastropod ve lamelli kabuklan kapsar. Aynı şekilde fasiyes 5 içindeki spor ve polen dağılımı depolanmanın erken Holozen'den günümüze kadar sürdüğünü göstermektedir (Tablo 2). Bu çalışma kapsamında, fasiyes 5'in (turba ve bitkili çamurtaşları) en alt ve en üst tabakalarından C14 yöntemiyle yaşlandırma yapılmış (Şekil 4, 5) ve 2010 ± 80 ile 1810 ± 65 tarihleri elde edilmiştir. Turbaların radyometrik yaşlan, spor - polen kapsamıyla

Tablo 3. Göl dolgusundaki üç adet turba seviyesinin (fasiyes 5) bileşim özellikleri (Analiz yöntemleri için metne bakınız).

Analizler (analyses)	Orijinal (doğal) örnekler (peat samples) turba düzeyleri			Kurutulmuş örnekler (dried peat samples) turba düzeyleri		
	Alt	Orta	Üst	Alt	Orta	Üst
Nem %	10.00	16.00	9.6	-	-	-
Kül %	26.92	22.50	43.06	29.91	26.79	47.63
Kükürt						
org. - piritik %	0.74	0.76	0.30	0.82	0.90	0.33
külde %	1.03	0.84	0.42	1.15	1.00	0.47
toplam %	1.77	1.60	0.72	1.97	1.90	0.80
Kalorifik değerler						
düşük kCal/kg	3165	2974	2301	3584	3655	2609
yüksek kCal/kg	3414	3230	2485	3793	3845	2749
Element % (elements %)				külsüz örnekler (ash - free samples)		
C	36.83	34.43	27.19	58.39	55.98	57.44
H	3.49	2.96	2.34	5.53	4.81	4.94
N	.	1	1.36	2.62	2.65	2.87
O	20.37	21.72	16.15	32.29	35.32	34.12
S	0.74	0.76	0.30	1.17	1.24	0.63



Şekil 4. Göl istifinin en üst kesimlerinin ölçülü kesitleri. Yerleri için Şekil 5A'ya bakınız.

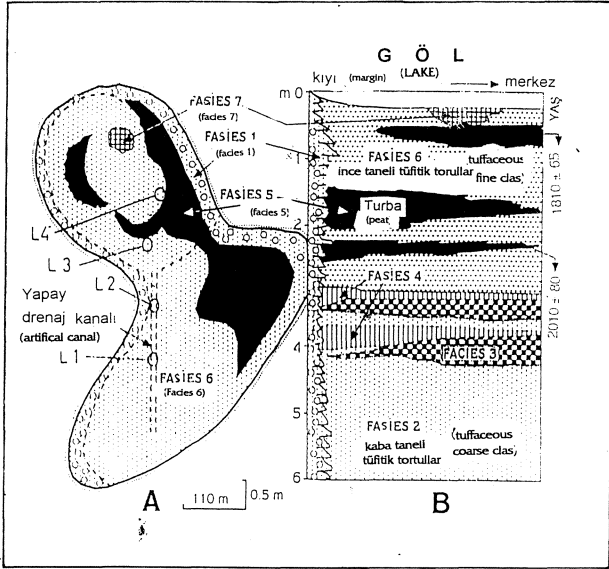
Figure 4. Representative logs of lake -fill succession. See Fig. 5A for location.

(Tablo 2) uyumludur ancak, bunun gösel dolgunun yaşını değil, yalnızca yaşını ortaya koyduğu hatırlanmalıdır.

Fasiyes 1: Göl kenarı kırıntılıları

Kısmen karasal kısmen su içinde depolanmış olan bu kırıntılı tortullar göl kıyası boyunca yerleşmiştir.

Gösel fasiyesleri çevreler ve onlarla yanal geçişlidir (Şekil 5). Bugün bile maar duvarlarının alt etekleri önünde oluşumu devam etmektedir. Boşaltıştan önceki göl su seviyesinin üst düzeyini işaret eden dalga aşındırma platformu veya taraçası oldukça iyi korunmuştur (Şekil 6). Fasiyesin gözlenebilen tortulları 0.2 - 2 m kalınlığa sahip boylamsız kırıntılılardır. Çoğu yer-



Şekil 5. Acigöl maar dolgusunda ayrılan fasiyelerin alan- sal (A) ve stratigrafik (B) dağılışı.

Figure 5. The areal (A) and stratigraphic (B) distribution of main lake sediments.

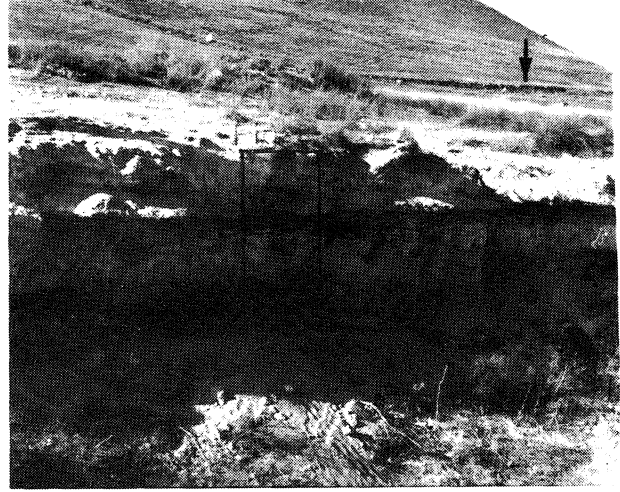
de aşınmış veya üzeri örtülmüştür. Maksimum tane boyu 18 cm olmakla birlikte 6-10 cm çapında taneler yaygındır. Tabakalanma kötü gelişmiştir. Sınırlı sayıda gözlem noktalarında yukarı doğru incelmeye ve açık doku (open - work texture) belirgin özelliklerdir. Bazı yerlerde ise silt - kil boyu taneler arasına gömülmüş çakıllar gözlenir.

Fasiyes kolüvyon veya etek döküntüleri olarak depolanmıştır. Güncel eşdeğerlerinde iyi gözlemlendiği gibi bu oluşuklarda tane dökülmesi ve moloz akması türü gravite etkili tane taşınmaları (avalanches) yaygındır (Selby, 1994). Bir bölüm tane su içine ulaşmış ve fakat bunlar delta oluşturamamıştır.

Gölün güncel topografyası ve göl kıyı tortularının dağılımı, bu fasiyesin göl alanının daralmasında rol oynadığını göstermektedir. Maar duvarlarının yüksek eğimli ve tümüyle gevşek piroklastiklerden yapılı olması, bu fasiyes tortularının sürekli beslenmesini ve gelişmesini sağlamıştır.

Fasiyes 2: Kaba taneli tüftik tortullar

Fasiyes incelenen istifin alt kesimini meydana getirir (Şekil 4). Kesin kalınlığı ölçülememektedir ve muhtemelen dolgunun altta kalan kısma da bu tortulardan kuruludur. Mavimsi gri renkli zayıf tutturulmuş tüftit ve / veya tüftik kumtaşı - çamurtaşı olup yerel oksitlenme sebebiyle sarımsı ve yeşilimsi kesimler meydana gelmiştir. Tek belirgin tortul yapı kalınlıkları 2 - 15 cm arasında değişen paralel tabakalanmadır. Yer yer biyo-



Şekil 6. Göl istifinin drenaj kanalı içindeki, turba içermeyen bölümü. Şekil 4'teki kesit L1'in ölçüm yeri. Ok dalga aşındırma taraçasını (gölün en yüksek su seviyesini) göstermektedir.

Figure 6. Lake fades except peat distributions in the artificial channel, the location of measured section of LL. Arrow indicates high level of lake water.

türbasyon nedeniyle tabaka ara yüzeyleri belirsizleşmiştir. Tabakalarda ekseri normal, seyrekçe ters derecelenme izlenmektedir. Ortalama tane boyu 0.2 mm, maksimum tane boyu ise 2.2 mm olarak ölçülmüştür. Fasiyes tortullarında göl kıyısından merkeze doğru belirgin bir tane boyu incelmeye izlenir. Taneler köşeli - az köşelidir. Fasiyes minerolojik açıdan sadedir. İri tanelerin tümü pümis ve obsidyen parçalarıdır. İnce taneler arasında az oranda feldspat ve kuvars, nadiren biyotit ve hornblende gözlenmiştir.

Fasiyeste CaCO₃ oranı düşey yönde değişme gösterir. Altlarda %6.4 olan bu oran üst kesimlerde %18'e ulaşır. Genel kimyasal bileşimi ise diğer fasiyelerle benzerlidir (Tablo 1).

Fasiyes içindeki lamellibrans kabuk kırıkları bu tortulların sulu ortamda depolandıklarını açık şekilde ortaya koymaktadır. Muhtemelen bu fasiyes havza kenarı tortullarının (fasiyes 1) su içindeki yanıl devamı olarak meydana gelmişlerdir. Yağışlı dönemlerde gravite kontrollü taşınmalarla (avalanches) maar duvarlarından havzaya aktarılan tortulların su içine ulaşmaları, dalgalarla dağıtılarak bu fasiyesi oluşturmuştur. Fasiyesin gelişmesinde dalga etkinliğinin tipik işaretleri, lamellibrans kabuklarının aşırı kırılmış olması ve düzensel tabakaların varlığıdır. Dalga faaliyeti olmasaydı, yalnızca kıyıda veya kıyı yakını kesimlerde pümis parçalarının egemen olduğu aslıttan çökelim görülürdü. Oysa tabakalar göl merkezine doğru uzanmaktadır. Fasiyes içinde kütle taşınmalarının işaretleri olan derece-

lenmeler mevcuttur. Ters derecelenme moloz akmalarına özgüdür. Normal derecelenme gösteren tabakalar da aynı şekilde maar duvarlarından başlayıp su altında devam eden türbülan karakterli moloz akmalarıyla oluşabilmektedir.

Fasiyesin çöklediği göl çok derin değildir, zira dalgalar tabanı etkileyebilmiştir. Zaman içinde göldeki CaCO_3 miktarının arttığı ve %6.4'ten %18'e yükseldiği izlenir. Bu artış göl suyundaki buharlaşma ile yakın ilgilidir ve fasiyesin depolandığı göl üzerinde iklimin tesirli olduğu ortaya koymaktadır.

Fasiye 3: Breşleşmiş çamurtaşları

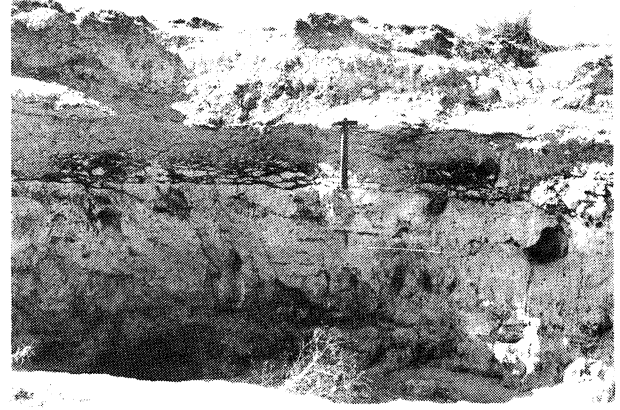
Çamurtaşı breşleri şeklinde de adlandırılabilir. Fasiyes 35 cm ve 45 cm lik üst üste iki seviye halinde, önceki fasiyes 2'nin üst kısımları içine gömülmüş olarak bulunurlar (Şekil 4 - 7). Her iki seviyenin taban dokanıkları ani / kesin geçişlidir (Şekil 6). Yanal uzanımlarda göl içi alana doğru kalınlaşarak giderler. Fasiyesi tanımlayan breşleşme alttaki seviyede çok tipiktir. Taneler çubuksu, yassı, düz biçimli, genellikle orta - ince çakıl boyundadırlar. Seviyenin alt kısımlarında tane boyu daha iri, üstlere doğru incilir (Şekil 7). Üstteki ikinci seviyede breşik doku, güncel alterasyon ve / veya topaklaşma sebebiyle ancak sınırlı alanlarda korunabilmiştir.

Çamurtaşlarının tüfitik karakteri belirgin olup silt - kil boyu volkanik kırıntılılar ile kalsiyum karbonattan yapılmışlardır. Her iki seviyede de CaCO_3 miktarı seviyelerin altından üstlerine doğru artar. Alttakinde bu oran %18'den 33'e, üst seviyede ise %25'den 39'a ulaşmıştır. İlginç olarak breş taneleri matriksten daima daha az oranda CaCO_3 kapsamaktadır. Matriks gözeneklidir. Gözeneklerin bir kısmının biçimlerini ilginç olup, silindirik tüpsü ve düşey yönde daralan tüpler halindedir. Bu tür gözeneklerin kök izleri ve kuruma çatlak dolguları olduğu düşünülmektedir.

Fasiyesin oluşumu, gölün aşırı sığlaşma döneminde, karbonat çökelişi ve biyotürbasyonun eşlik ettiği kuruma olayları ile kontrol edilmiştir. İklim periyodik olarak yağışlı ve kurak hal almış ve iki fasiyes birimi çökelmiştir. Kurak dönemde göle çok az tortul taşınabilmiş, göl tabanı kuruyabilmiştir. Sığ göllerde bu durum olağandır (Eugster ve Hardie, 1978; Eugster, 1986).

Fasiyes 4: Kireçtaşları

Bu fasiyes breşik çamurtaşı seviyeleri ile birlikte gözlenir ve onları üzerleyen 19 cm ile 24 cm kalınlığında iki tabakadan kuruludur (Şekil 5 - 7). Tabaka kalınlıkları yanıl yönde, breşlerin tersine, göl içine incelmektedir. Fasiyes dismikritten yapılmıştır. Yer yer bitki kök faaliyetlerine bağlı olarak mikrobreşleşme



Şekil 7. Şekil 6'da işaretli yerin yakından görünüşü. Fasiyes 3'ün üst tabakası büyük ölçüde topraklaşmaya uğramıştır. Aynı şekilde fasiyes 4'ün üst seviyesi parçalanmıştır. Çekiç 40 cm.

Figure 7. Close review of the narrow in figure 6. The upper unit of fades 3 is obscured by recent pedogenic processes. The upper unit of fades 4 is brecciated. The hammer is 40 cm.

gözlenir. Ayrıca kök kalıpları ve rastgele dağılmış mollusk kavkuları kapsamaktadır. Fasiyesin her iki seviyesinin üst kısımları kalker kabuklarda (kalkret) yaygın olan laminalanma bulundurmaktadır. Bu kesimlerde alveoler doku, yuvarlağımsı taneler ve tane çeperlerini izleyen mikroçatlaklar gözlenir. Tüm bu dokusal özellikler topraklaşmaya giden ileri bir alterasyonu temsil etmektedir.

Elektron mikroskobu incelemeleri karbonat çamurunun mikrosferlerden meydana geldiğini ortaya koymuştur (Şekil 8). Hamurdaki yuvarlağımsı yapıların bir kısmı eşboyutlu ve ideal küre biçimli iken, bir kısmı düzensizdir. Bu tarz oluşumlara travertenlerde (Chafetz ve diğ., 1991), anoksik göl tortullarında (Dickman, 1986) ve tuzlu sulu geçici göllerde (Meyers, 1990) rastlanmış, mikroalglerin ya da bakterilerin ürünü olabileceği belirtilmiştir. İncelediğimiz örneklerde herhangi bir alg izi gözlenmemiş olup, dolayısıyla bu mikrosferlerin bakteriler tarafından meydana getirilmiş olması kuvvetle muhtemeldir. Fasiyesin breşlerle ardalı saha durumu (Şekil 5 - 7), ortamda aşırı sığlaşma ve kuruma evrelerini yüksek göl seviyesinin izlediği, karbonatların bu dönemde çöklediğini belirtmektedir. Yüksek su seviyesine sahip gölde bakteri faaliyeti çökelişi yönlendirebilmiştir.

Fasiyes 5: Turba ve bitkili çamurtaşları

Bu fasiyes göl dolgusunun üst kesimlerinde bulunur ve ince taneli volkaniklastikler (fasiyes 6) içine yerleşmiştir (Şekil 5, 9). Turba 17 cm, 70 cm ve 45 cm kalın-



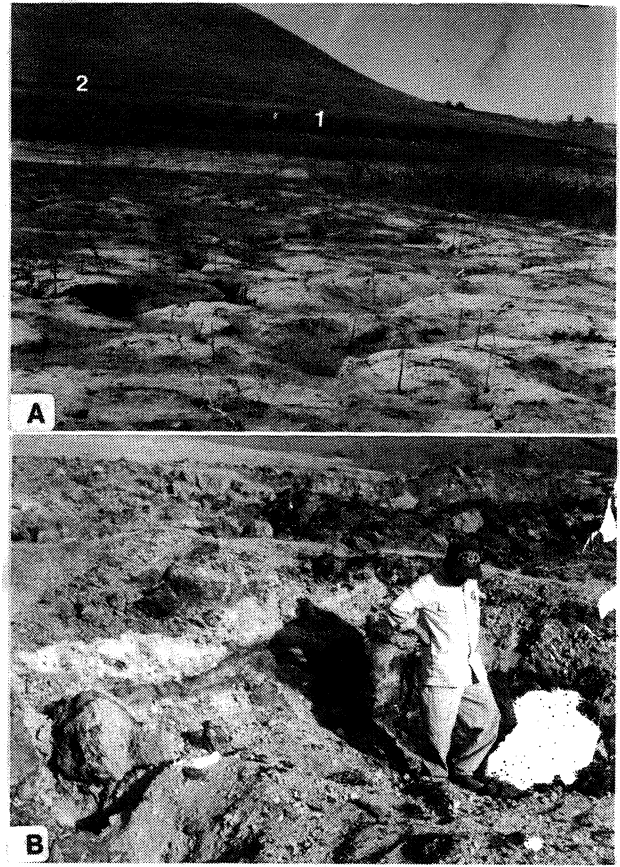
Şekil 8. Kireçtaşlarının (iâsiyes 4) mikroküreciklerinden meydana gelen ve bakteriyal faaliyete yorulan iç yapısı.

Figure 8. Microspheroidal structures of bacterial activity in the faciès 4.

lığında üç seviye halindedir. Bitkili çamurtaşlan ilk turba seviyesinin (17 cm) altında, 40 cm kalınlığında olup, içindeki organik madde - bitki - oranı hacim olarak %18'e yaklaşmaktadır. Çamurtaşlan tüfitik karakterlidir. Kapsadığı bitkilerin dokuları turbalar ile benzer.

Fasiyesin en üstteki seviyesi (45 cm), hem doğal süpürülme hem de hammadde işletmeleri sebebiyle geniş ölçüde yüzeye çıkmıştır (Şekil 9). Bu üstü açılma yüzünden yaz aylarının sıcak günlerinde kendi kendine yanmakta ve beyaz küle dönüşmektedir (Yazarlardan biri - A.İ.G. - tarafından 1992 Ağustosunda yanma sıcaklığı 550°C olarak ölçülmüştür).

Turba seviyeleri gölün doğu kenarlarına yakın bölgelerde en fazla kalınlığa sahiptir. Göl içine doğru nispeten incilir, batı ve güney kesirrtlerde gelişmemiştir (Şekil 4, 5). Alt ve üst turba tabakaları oldukça gevşek ve aşın gözeneklidir. Bitkilerin ince ve ipliksi dokuları vardır ve olasılıkla çayır ve yosun türü organizmalar tarafından oluşturulmuşlardır. Ortadaki seviye ise (70 cm) nispeten pekişmiştir ve bitkiler kaba ipliksi dokudur. İçlerinde Compositae familyasından *Onopordium*



Şekil 9. Acigöl maar dolgusunda yer alan turbaların (fasiyes 5) saha görünüşü. A) En üst turba seviyesi üzerinde rüzgar erozyonu nedeniyle zayıflamış ince taneli tüfitik tortullar (fasiyes 6). Resmin gerisinde yüzeylenmiş turba (1) ve görsel taraça (2) görülüyor. B) Doğal yanma ile üst turbanın küle dönüşmüş durumu. Kişi yanmaya uğramamış orta turba seviyesini açan yarma içindedir.

Figure 9. Areal view of faciès 5. A) The upper unit of fades 6.1) Terrace of lake. 2) The ash part of peat. B) Fired and ash part of upper peat unit. The person stands in the unfired part of peat.

sp. ve *Cirsium* sp. dal ve kök parçaları seçilebilmektedir. Palinolojik incelemeler her üç seviyenin benzer topluluk içerdiğini gösterir ve özellikle *Taxodicea* ile *Graminae* türleri yaygındır (Tablo 2). Bir bölümünün havza dışından aktarılmış olması kuvvetle muhtemeldir, ancak bu topluluk genelde step türü kuru - soğuk iklim şartlarını yansıtmaktadır. Fasiyesin bütün tabakaları bolca küçük boylu *Gastropoda* kavkı ve kavkı parçaları bulundurulur.

Alt ve üst turba seviyelerinin C14 yöntemi ile yaşlandırılması yapılmıştır. Yaşlandırma örnekleri alt* seviyenin alt kısımları ile üst seviyenin üst kısımlarından

seçilmiş olup, altta 2010 ± 80 yıl, üstte 1810 ± 65 yıl bulunmuştur. Sonuçlar bu fasiyesin kabaca 200 yıllık bir zaman diliminde çökeldiğini göstermektedir.

Turbaların laboratuvar incelemeleri, beklenilenden yüksek kalori değerlerine ve çok az kül içeriğine sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 3). Toplam 7 örnekten elde edilen minimum değer 2301 kCal / kg , maksimum ise 3165 kCal / kg 'dir. Orijinal ve kuru örnekler arasındaki kalori farkının azlığı da dikkat çekicidir (Tablo 3). Bu değerler turbalar için oldukça yüksek olup linyit mertebesindedir (Bouska, 1981; Trinkle ve Hower, 1984; Shimoyama, 1984). Fasiyesin element bileşimi ile içerdikleri Au, Ag ve As değerleri de tüfitik tortullara (fasiyes 2 ve 6) yakındır (Tablo 3).

Fasiyes 6: İnce taneli tüfitik tortullar

Fasiyes istifin üst kesimlerinin oluşturan ve geniş yayımlı tortullardır. Turbalar bunların içinde gelişmiştir (Şekil 5B). Hali hazırda göl tabanında yüzeyler. Beyaz renkli, ince taneli volkaniklastikler olup hiç bir pekişme göstermezler. Maksimum tane boyu 12 mikron, ortalama tane boyu ise 2 mikron olarak ölçülmüştür. Paralel laminalanma tek tanıtman tortul yapısıdır. Turba seviyelerine yakın yerlerde deformasyon yapıları izlenir.

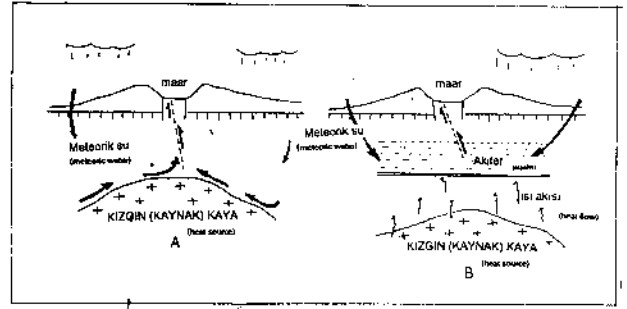
XRD analizleri ve SEM incelemeleri tortulların esas olarak pumis tozlarından meydana geldiğini göstermiştir. Az oranda kuvars, feldspat, kalsit ve jips bulunur. Herhangi bir kil minerali saptanamamıştır. Fasiyesin çok ince taneli tortullardan kurulu olması ve yalnızca paralel laminalanma gözlenmesi, bunların gölde aslıtından çökeldiğini düşündürmektedir. Muhtemelen gevşek maar duvarlarından rüzgar erozyonu ile göle aktarılan malzeme burada çökeltmiştir. Az orandaki kalsit ve jips ise göl seviyesinin çok düştüğü veya tümüyle kurduğu evrelerde oluşmuştur.

Fasiyes 7: Travertenler

Traverten göl istifinin en üstünde yalnızca bir yerde yama şeklinde gözlenir (Şekil 4, 5). Göl tabanında 0.6 m yükseldikte, 5 m çapında az çok konik bir biçime sahiptir ve fasiyes 6'nın tortullarıyla çevrelenmiştir. Parlak beyaz renklidir. Gözenekli ve iplikli bir dokusu vardır. Tüpsü ve yuvarlağımsı olabilen boşlukları küçük boyutludur. Birimin taze yüzeyinde basamakvari yapılar gözlenir. Bunlar ekseri hidrotermal sulan yüzeyden akışı sırasında oluşmaktadır (Julia, 1981). Tortul yarı - katılmıştır. Fasiyes muhtemelen sıcak su çıkışı ile ilgili olup, çok yakın dönemde gölün çekildiği veya tümüyle kurduğu kurak / yarı - kurak iklimde meydana gelmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Acıgöl maan Kapadokya bölgesinin büyük volkanik



Şekil 10. Maar içindeki jeotermal süreçlerin işleyişi (şematik). Dokunan (A) ve Doluşan (B).

Figure 10. The cartoon modelling of geothermal system in the maar. Connective (A) system, convective (B) system.

çıkış merkezlerinden biridir. Boyutları ile püsküren ürünlerinin oranına göre de "büyük boyutlu maarlar" grubuna girer (Gevrek ve Kazancı, 1994). Maar gölü tortullarının da en iyi geliştiği yerdir. Civarda bol olan sıcak su kaynakları ve Acıgöl içinde oluşan traverten, yörenin jeotermal bakımdan aktif olduğunun açık işaretleridir. Bu nedenle, maardaki gösel depolanma bir yandan iklim ve havza geometrisi, diğer yandan jeotermal olaylarla etkilenmiş ve kendine özgü bir istif oluşturmuştur. Acıgöl maanının tortul dolgusu başlıca iki özelliğe sahiptir. Birisi sınırlı depolanma alanında fasiyes çeşitliliği göstermesi, öteki çok genç turbaların yüksek kalorili oluşudur. Bu özelliklerin ortaya çıkmasında jeotermal aktivitenin rol oynadığı düşünülmektedir.

a) Acıgöl maardaki jeotermal etkinlik

Acıgöl maanında travertenlerin varlığına rağmen, tarafımızdan yapılan radon gazı ölçümleri ve jeofizik incelemeler (Ekingen, 1982; Tokgöz ve Bilginer, 1982), derinlerde sıcak su doygunluk zonu veya bir akifer varlığı göstermemiştir. Bu durum maardaki ısı akısının dokunan sistem (connective system) de olduğunu belirtmektedir. Dokunan sistem (connective system) de yağış suyu / meteorik su, volkaniklastik kayaların fazlaca gözenekli oluşlarının da yardımıyla derinlere sızar. Kızgın kayalarla temasa gelir, ısınır ve sıcak su kaynağı olarak yeryüzüne döner (Şekil 10A). Bu sistemdeki su döngüsü iklim değişimlerine karşı doluşan sistemden (convective system) çok daha duyarlıdır (White, 1973). Isı akısının doluşan sistemde (convective system) olması durumunda, kızgın kayaktan gelen ısı akısı önce akiferi ısıtır, sonra bu akiferden sıcak su kaynakları beslenir (Şekil 10B). Fasiyes analizlerine göre Acıgöl maanından sürekli bir sıcak su çıkışı yoktur. Kurak iklim dönemlerinde yok olan ancak yağışlı dönemlerde yeniden oluşan sıcak sular göle girmektedir. Bu girişin gölün su bütçesinde değil ama su kimyasında

değişikliklere yol açtığı ve devrinsel karbonat çökelimini sağladığı istiftten anlaşılmaktadır. Kurak iklim dönemlerine yağış azlığı nedeniyle göl seviyesi düşmüştür. Bu sırada yeraltından gelen olası ısı akısı sıcak - kurak dönemlerde buharlaşmayı ve gölün kurumasını daha da hızlandırmış olmalıdır. Buna karşılık soğuk - kurak dönemde ise bu ısı akısı maar içinde düşük su seviyeli, göreceli ılık bir göl ortamı yaratacaktır. Böylece yerel olarak aşın bitki gelişmesi olmuş, bundan doğan organik yığılma daha sonra hızlı şekilde turbalaşmamıştır. Isı akısının kömürleşme üzerine olumlu etkisi iyi bilinen bir özelliktir (Bouska, 1981).

b) Acıgöl maarında gölsel depolanma

Gölsel istif yedi fasiyesten oluşur. Genelde karbonatlar (fasiyes 4 ve 7) ile organik tortullar (fasiyes 5), uygun ortam koşullarında kırıntılıların içine yerleşmiş veya kırıntılılarla ardalı hale gelmiştir. Bunların yerleşimi maar duvarlarından kırıntılı aktarılmasının kesildiği zamanlara karşılık gelir. Göle tortul taşınmasını hem yağışlı iklim hem de maann yüksek röliyefi kontrol etmiştir. Hale hazırda maar içi duvarlarının eğimi 12 - 200, yüksekliği 60 m'den fazladır. Başlangıç zamanlarında bu değerlerin 35 - 400 ile 300 - 350 m dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Depolanmalı maar gölü maksimum 1100 m çapında, 0.21 km² yüzölçümlü küçük bir havza olup (orijinal maar 2200 m) suyu zaman zaman tümüyle kuruyabilmiştir. Depolanma tarihi boyunca gölün genelde sığ kaldığı, fasiyelerin fosil kapsamı ve kaba taneli kıyı tortullarından (fasiyes 1) anlaşılmaktadır.

Olası depolanma tarihçesi özetle şu sırayı izlemiştir:

1) Mevcut yerşeklinin boyut ve röliyefinden anlaşıldığına göre önce büyük bir freatomagmatik patlamayla, derinliği 350 m'ye ulaşan maar meydana geldi. Maar oluşumunu izleyen, duvarlarından büyük miktar malzeme maar çukurluğuna aktarıldı ve orayı doldurdu. Bu dönemde henüz göl yoktu. Olasılıkla maar çukurluğunun %75 den fazla bir kısmı bu ilk evrede, karasal şartlardaki kütle taşınmalarıyla (tane dökülmeleri ve çekim akmalanyla) dolduruldu.

2) Maar duvarlarının eğimi azaldıkça, buralardan çukurluğa aktarılan malzeme de azaldı. Bu azalışa paralel olarak Holosen ve öncesindeki yağışlı iklim dönemlerinde maar çukurluğunda su birikerek göl meydana geldi. Gölü oluşturan dönemin yağış sulan, duvarlardan göl içine malzeme aktarılmasını yeniden başlattı. Su seviyesinin yükseldiği dönemlerde karbonatlar (fasiyes 4), düştüğü ve kurduğu dönemlerde kuruma breşleri (fasiyes 3) oluşmuştur. Kapalı göllerde kuruma ve buna bağlı olan sedimanter breş oluşumları olağan özelliklerdir (Last, 1992). Acıgöl'de çökelen kar-

bonatların olağan gölsel karbonatlardan farkı vardır. Dismikrit dokulu bu karbonatlar, mikrobiyal kökenin işareti olan mikrokürelerden yapılmıştır (Şekil 8). Mikrobiyal olaylar (bakteri ve / veya alg faaliyetleri) göllerde her zaman az çok bulunur, fakat karbonat çökeltebilecek yoğunluğa özel durumlarda erişebilirler (Tucker ve diğ., 1990). Acıgöl maar gölünde hidrotermal süreçler bakteriyal faaliyeti hızlandırmış veya hiç olmazsa başlatmış olabilir. Kireçtaşlarının fosil kapsamı ve dokusal özellikleri karbonat çökelimini yüksek su seviyesinde ve bunu oluşturan yağışlı iklim dönemlerinde gerçekleştiğini gösterir. İstifte kireçtaşları ile kuruma breşleri tekrarlandığına göre (Şekil 5) kurak ve yağışlı iklim dönemleri birbirini izlemiştir. Yağışlı dönemin yalnız göl su bütçesini değil, yeraltı sıcak suyunu da etkilemiş olabileceğine yukarıda değinilmişti. Bu sonuçlar birbirine eklenirse, göldeki mikrobiyolojik faaliyetin sıcak su girişi sonucu yoğunlaştığı söylenebilir.

3) Dolgu istifinin en üst 3 m'lik bölümü, ince taneli volkaniklastikler (fasiyes 6) ve bunlar içine yerleşmiş, aynı zamanda onlarla yanal geçişli turba ve bitkili çamurtaşlan (fasiyes 5) içermektedir (Şekil 5). Turbalar yerinde oluşmuştur. Bunları meydana getiren bitkilerde hiç bir taşınma izi yoktur. Bitki tipi ve spor - polen özelliklerine göre, gölün çekili dönemlerinde, göl tabanı çoğunlukla ot türü bitkiler, daha az oranda kamış ve köklü bitkiler ile kaplanmıştır. Bu sırada iklim kuru ve soğuktur. Turbaların içinde bulunan spor ve polenlerin (Tablo 2) büyük kısmı maar dışından aktarılmıştır ve bu topluluk çevrede soğuk ve kuru iklimin hüküm sürdüğünü belirtir. Çevrede az bitkili soğuk ve kurak iklim hüküm sürerken, maar içinde kalın turba seviyeleri oluşturacak kadar yoğun bitki gelişmesi bir tersliktir. Buradaki jeotermal süreçlerin maar içinde, korunaklı, özel bir bitki gelişim alanı oluşturduğu anlaşılmaktadır. Maar gölü zaman zaman maar duvarlarından aktarılan ince taneli kırıntılı malzemenin aslıtından çökelebildiği (fasiyes 6), nispeten derin su kütlesi haline dönüşmüştür. Bu sırada (yüksek su seviyesi) turba malzemesi, bitkili bataklık, tümüyle örtülmüştür. Gömülme, hem su seviyesi, hem de aslıtından çökeltme tortul ile sağlanmıştır. Fasiyes 5 ile fasiyes 6'nın tabakalan birbiriyle ardalı halde olduğuna göre, oluşumlan sağlayan soğuk- kuru ve yağışlı iklim dönemleri en az üç kez birbirini izlemiştir.

4) Turbalann her üç seviyesinden beşer örnek analiz edilmiş ve beş örneğin ortalaması o seviyenin değeri olarak Tablo 3'de verilmiştir. Buradaki dikkat çeken durum, turbaların genç yaşlarına rağmen (alt turba seviyesi 2010 + 80 yıl, üst seviye 1810 + 65 yıl) sahip oldukları yüksek kalori değerleridir. Kaldı ki hemen yok denecek kadar az gömülmüşlerdir (Şekil 5). Bunun yanında turba seviyeleri göreceli olarak kalın (40 cm, 70 cm, 17 cm) ve oluşturu bitki çeşidi az sayıdadır.

Tüm bu özellikler bir arada ele alınınca, yoğun bitki gelişmesine tesir eden jeotermal süreçlerin hızlı turbalaşmaya da sebep olduğu anlaşılmaktadır. Birikmiş bitkisel malzemenin üzerine ince tanelilerce örtüldükten sonra bunlar içine yayılan ısı homojen bir turbalaşmaya yol açmıştır. Üst üste gelen üç seviyede de turbalaşmanın aynı derecede bulunuşu (Tablo 3) bu konuda önemli bir ipucudur ve bu yorumu destekler. Görsel istifin en üstündeki, yeni oluşmuş travertenlerin varlığı dikkate alınarak bu süreçlerin hali hazırda da devam ettiği söylenebilir.

Acıgöl maarından elde edilen sonuçlar maar gölündeki depolanma şartlarının olağan göllerden bir hayli farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Ankara Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından desteklenen 91.05.01.01 nolu proje kapsamında, pek çok kurum ve kişinin katkılarıyla gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Laboratuvarlarında R. Narin'in desteğiyle, yaş tayinleri W. Nemeç'in aracılığı ile Trondheim Laboratoriet for Radiologisk Datering (Norway)'de S. Gulliksen tarafından yapıldı. Saha ve laboratuvar çalışmaları Ö. İleri ve L. Karadenizli'nin yardımlarıyla gerçekleştirildi. Makaledeki fikirlerin olgunlaştırılmasında, Kazancı ve diğ. (1995)'i yayımlandığı dergi için inceleyen W. Nemeç (Norveç), L. Cabrera (İspanya) ve M.W. Last (A.B.D.)'in eleştirilerinden büyük ölçüde yararlandı. B. Varol karbonat fasiyeslerin tanımı ve yorumunu yaptı. Yazarlar tüm katkılar için şükran ve minnet borçludurlar.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ambert, P., 1989, Les maar languedociens. Leur contribution a revolution morphologique Quaternaire. Bull. Assoc. Geogr. Fr. 66, 379 - 385.
- Aydar, E., Gündoğdu, N., Bayhan, H. ve Gourgaud, A., 1994, Kapadokya Bölgesinin Kuvaterner yaşlı volkanizmasının volkanik - yapısal ve petrolojik incelenmesi. Doğa Yerbilimleri Dergisi cilt 3, sayı 1, 25 - 42, TÜBİTAK.
- Bahrig, B., 1989, Stable isotope composition of siderite as an indicator of the paleoenvironmental history of oil shale lakes. Paleogeog. Palaeoclimatol., Palaeoecol., 70, 39-141.
- Batum, I., 1975, Petrographische und geochemische in den vulkangebieten Göllüdağ und Acıgöl (Zentralanatolien, Türkei): Doktora tezi, Albert Ludwigs Üniv. Freiburg, Almanya, 102 s.
- Batum, I., 1978, Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerin jeolojisi ve petrografisi. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Derg. 4, 50 - 69.
- Besang, C., Ehardt, F.J., Harre, W., Kreuser, H. and Muller,

P., 1977, Radiometrische alterbestimmungen an Neogenen eruptivegesteinen der Türkei. Geol. Jahrb., B - 25, 3-36.

- Bouska, V., 1981, Geochemistry of Coal In: Series of Coal Sciences and Technology, 1, Elsevier Pub., 284 pp. Amsterdam.
- Brugal, J.P., Ambert, P., Bandet, Y., Leroy, S., Roiron, P., Sue, J.P. et Vernety, J.L., 1990, Mammiferes et vegetaux du maar Pliocene final de Nogoret (Escandorgue: Herault, France). Geobios. 23, 231 - 247.
- Cas, R.A.F. and Wright, J.V., 1988, Volcanic Succession; Modern and Ancient. Unwin Hyman Pub., 528 pp., London.
- Chafetz, H.S., Rush, P.F. and Utech, M.N., 1991, Microenvironmental controls on mineralogy and habit of CaCO₃ precipitates: an example from an active travertine system. Sedimentology 38, 107 - 126.
- Dickman, M., 1985, Seasonal succession and microlamina formation in a meromictic lake displaying varved sediments. Sedimentology 32, 109 - 118.
- Ekingen, A., 1982, Nevşehir kalderasında jeofizik prospeksiyon sonuçları: Türkiye Jeoloji Kurultayı 1982 Bildiri Özetleri Kitabı 82.
- Ercan, T., 1987, Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizması. MTA Derg. 107, 119-140.
- Ercan, T. ve Yıldırım, T., 1988, Maar volkanizmasının özellikleri ve Anadolu'dan örnekler. Akdeniz Üniv. İsparta Müh. Fak. Derg., 4, 36 - 52.
- Ercan, T., Akbaşlı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Ölmez, M. ve Can, B., 1991, Acıgöl (Nevşehir) yöresindeki Senozoyik yaşlı volkanik kayaların petrolojisi. MTA Derg. 113, 31 - 44.
- Eugster, H.P., 1986, Lake Magadi, Kenya: a model for rift valley hydrochemistry and sedimentation? In: Sedimentation in African Rifts (Eds. L.E. Frostick et al.), Geol. Soc. Spec. Pub., 25, 177 -189.
- Eugster, H.P. and Hardie, L.A., 1978, Saline lakes. In: Lakes: Chemistry Geology, Physics (Ed. A. Lerman), 237 - 284.
- Fisher, R.V. and Schimincke, H.U., 1984, Pyroclastic Rocks. Springer Verlag, 448 pp., Berlin.
- Gevrek, A.I. ve Kazancı, N., 1994, Material - rich and - poor maars with examples from central Anatolia, Turkey. International Volcanology Congress, IAVCEI, Abstracts, Ankara.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F. and Villari, L., 1975, The Neogene calc - alkaline volcanism of central Anatolia: geochronological da-

NEVŞEHİR - ACIGÖL MAARI

- ta on Kayseri - Niğde area. *Geol. Mag.*, 112, 349 - 360.
- Julia, R., 1983, Traverten: In: Carbonate Depositional Environments. (Eds. P.A. Scholle, Don G., Bebout and C.H. Moore). AAPG Tulsa Meni. 33, 64 - 72.
- Kazancı, N., Gevrek, A.İ. ve Varol, B., 1995, Facies changes and high calorific peat formation in a Quaternary maar lake, central Anatolia, Turkey: the possible role of geothermal processes in a closed lacustrine basin. *Sedimentary Geol.* 94, 225 - 266.
- Keller, J., 1974, Quaternary maar volcanism near Karapınar in central Anatolia. *Bull. Volcanology*, 38, 378 - 396.
- Lahn, E., 1948, Contribution a l'etude geologique et geomorphologique des lacs de la Turquie. *Miner. Res. Explor. Ins. Publ. Turkey, Series B*, no 12, 117 pp. Ankara.
- Last, W.M., 1992, Petrology of modern carbonate hardgrounds from East Basin Lake, a saline maar lake, southern Australia. *Sediment. Geol.*, 81, 215 - 229.
- Last, W.M. and De Deckker, P., 1990, Modern and Holocene carbonate sedimentology of two saline volcanic maar lakes, southern Australia. *Sedimentology*, 37, 967 - 981.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 1974, Türkiye Meteoroloji Bülteni. No 448 - 1974, Başkanlık Basımevi, Ankara.
- Meyers, P.A., 1990, Impact of late Quaternary fluctuation in water level on the accumulation of sedimentary organic matter in Walker Lake, Nevada. *Palaeogeogr., Palaeoecol., Palaeoclimat.*, 78, 229 - 240.
- Öngür, T., 1978, Nevşehir kalderası: TJK 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 43.
- Pasquare, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of central Anatolia. *Atti Accad. Naz. Lincei, Mem. Series*, 9, 53 - 209.
- Pasquare, G., Polli, S., Vezzoli, L. and Zanchi, A., 1988, Continental arc volcanism tectonic setting in central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 146, 217 - 230.
- Sassano, G., 1964, Acıgöl (Nevşehir) bölgesi Kuvaterner volkanizması MTA Derg. 63, 16-21.
- Selby, M.J., 1994, Hillslope sediment transport and deposition. In: *Sediment Transport and Depositional Processes* (Ed. by K. Pye), 61-83, Blackwell Pub. London.
- Shigeno, H., 1990, Application of geochemistry in geothermal field development of Japan. UNIT AR /UNDP Geothermal Programme, Technical Guide, 5, 183 s.
- Shimoyama, T., 1984, Sulphur concentration in the Japanese Palaeogene coal. In: *Sedimentology of Coal and Coal-bearing Sequences* (Eds. R.A. Rahmani and R.M. Flores), Intern. Assoc. Sedimentol. Spec. Pub. 7, 361 - 374.
- Tokgöz, T. ve Bilginer, Ö., 1982, Acıgöl (Nevşehir) kalderası rezistivite etüdü. MTA Rap., 7154 (yayınlanmamış)- Ankara.
- Toprak, V., 1994, Central Kızılırmak Fault Zone: Northern Margin of central Anatolia Volcanics. *Journal of Earth Sciences* vol, 3, no, 1, 29 - 38, the Scientific and Technical Research Council of Turkey, Ankara.
- Trinkle, E.J. and Hower, J.C., 1984, Petrography of the middle Pennsylvanian Upper Eikhorn no. 3 coal of eastern Kentucky. In: *Sedimentology of Coal and Coal-bearing Sequences* (Eds. R.A. Rahmani and R.M. Flores), Intern. Assoc. Sedimentol. Spec. Pub. no 7, 349 - 360.
- Tucker, M.E., Wright, W.P. and Dickson, J.A.D., 1990, Carbonate Sedimentology. Blackwell Pub., 482 pp, London.
- White, D.E., 1973, Characteristics of geochemical resources. In: *Geothermal Energy* (Eds. P.G. Kruger and C. Otte), Stanford Univ. 95 - 128, California.
- White, J.D.L., 1992, Pliocene subaqueous fans and Gilbert-type deltas in maar crater lake, Hopi Buttes, Navajo Nation (Arizona), U.S.A., *Sedimentology*, 39, 931 - 946.
- Yeğingil, Z., 1984, Fizyon izleriyle tarihlendirme yönteminin obsidiyenlere uygulanması: TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri 5. Tebliğler Kitabı, 94 - 100.
- Yıldırım, T. ve Özgür, R., 1981, Acıgöl Kalderası. *Jeomorf. Derg.* 10, 59 - 70.

Makalenin geliş tarihi: 25.10.1995.

Makalenin yayma kabul tarihi: 15.02.1996.

Received October 25, 1995.

Accepted February 15, 1996.

