



Antalya Neojen havzasındaki tefra ara tabakalı denizel kırıntılıların nannofosillere dayanan kronostratigrafisi

Nannofossil-based chronostratigraphy of the tephra-interbedded marine clastics in Neogene Antalya basin

Enis Kemal SAGULAR, Hakan ÇOBAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260 ISPARTA

Geliş (received) : 24 Şubat (February) 2009

Kabul (accepted) : 20 Haziran (June) 2009

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya havzası Eskiköy ve Nalbantlar yöresinde, Isparta-Antalya karayolu üzerinde yüzeylenen tefra ara tabakalı Neojen denizel kırıntılılarının, nannofosil verilerine dayanan bir kronostratigrafik istifi tartışılmıştır. Noktasal incelemeler ve bir ölçülü stratigrafik kesit boyunca derlenen çamurtaşı ve tefra kayaç örneklerinde, nannofosil preparatları ve ince kesitler yardımıyla çökelimle eşyaşlı ve taşınmış nannofosiller ayırtlanmıştır. Geç Oligosen-Erken Miyosen, Geç Tanesiyan-Eosen ve Geç Kretase-Daniyen yaşlı çok sayıda taşınmış nannofosil içeren tefra ara tabakalı çamurtaşı seviyelerinde, çökelimle eşyaşlı nannofosillerin geç Erken Pliyosen yaşını veren NN15 - Reticulofenestra pseudoumbilica zonunu temsil ettikleri belirlenmiştir. Tefra ara tabakalı istifin çökelim yaşı, aynı zamanda çökelimle eş zamanlı olarak tüf katkısı sağlayan volkanik püskürmenin zamanını belirlemede önemli bir başvuru kaynağıdır. Mineralojik ve kimyasal analiz sonuçları, tefra seviyelerinin trakitik bileşimli bir volkanizmanın ürünleri olduğunu göstermektedir. Bu gözlemlerle uyumlu olarak, çalışma alanına en yakın volkanizma merkezi, Isparta batısındaki patlamalı Gölcük maarıdır. Çalışmada incelenen tefra düzeylerine ait kayaçların, mineralojik ve kimyasal bileşimleri, trakitik bileşimli Gölcük volkanit ve piroklastikleri ile oldukça güçlü bir benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak, denizel kırıntılılar içerisinde bulunan tefra ara tabakalarının, büyük olasılıkla bölgede oluşan geç Erken Pliyosen denizel çökelimi sırasında (4.0-3.5 m.y.) patlayan Gölcük maar volkanizmasının ürünleri olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antalya havzası, biyostratigrafi, denizel kırıntılılar, kronostratigrafi, nannofosil, Pliyosen, tefra.

ABSTRACT

In this study, based on the nannofossil records, a chronostratigraphic succession of the Neogene marine clastics alternated with volcanic tuff (tephra) levels on the Isparta-Antalya road (east of Eskiköy and Nalbantlar district, Antalya basin) were discussed. Re-worked and syndimentary nannofossils were defined by smear-slides and thin-sections of mudstone and tephra samples collected from investigation spots and a measured stratigraphical section. Mudstones levels interbedded with tephtras include many re-worked nannofossils representing the ages of Late Oligocene-Early Miocene, Late Thanetian-Eocene and Late Cretaceous-Danian. The syndimentary nannofossil records, found in these mudstone levels, represent the NN15 – Reticulofenestra pseudoumbilica zone, which corresponds to late Early Pliocene age. The sedimentation age of the succession interbedded with tephra levels also supplies a significant

reference point for the time-period of the explosive activity producing the fall deposits being contemporaneous with the sedimentation. The results of mineral phases and total-rock chemical analysis suggest that the tephra levels are the products of a trachytic volcanism in composition. Accordingly, the nearest eruptive volcanic centre to the study area is explosive Gölcük maar volcano protruding at the west of Isparta city. Mineralogical and chemical compositions of the tephra levels show a strong compositional analogous with those of Gölcük trachytic volcanites and its pyroclastics. As a result, the tephra levels appear likely to be the products of Gölcük maar volcano exploded during the Early Pliocene marine sedimentation between 4.0-3.5 M.a.

Keywords: Antalya basin, biostratigraphy, marine clastics, chronostratigraphy, nannofossil, Pliocene, tephra.

GİRİŞ

Çalışma alanı, coğrafik olarak Batı Torosların güneyinde, Antalya-Isparta karayolu üzerindeki Kargı tüneline yakın yaklaşık 3 km güneyde bulunan Ortaköy-Nalbantlar yöresinde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma, Isparta Açısı'nın güneyinde, Antalya Neojen havzasında yüzeyleyen Alt Pliyosen denizel kırıntılılarının (Karpuzçay Formasyonu) içerdiği nannofosil kayıtlarıyla doğrudan ve bu birim içerisinde bulunan tefra ara tabakalarının dolaylı olarak kronostratigrafik çözümlemesine ilişkin yeni bulguları kapsamaktadır. Bu bağlamda, çalışma alanında tefra ara tabakalarının eşlik ettiği çamurtaşlarında tanımlanan çökelimle eşyaşlı nannofosil toplulukları ve nannoplankton zonları kullanılarak, denizel kırıntılıların çökelim zamanı ve ortamlarına ilişkin sonuçların yanı sıra piroklastiklerin püskürme zamanı ve bölgedeki olası kaynağına ilişkin dolaylı kronostratigrafik yorumlar da irdelenmektedir. Çalışma, Doğu Akdeniz jeolojisinde dünyaca önemli bir bilimsel ilgi alanı olan Isparta Açısı'nın orta-güney bölümünde oluşan Neojen çökelimine ilişkin soruları aydınlatacak yeni stratigrafik bulguların yanı sıra bölgedeki yapısal gelişmelere bağlı olarak gelişen volkanik etkinliklere ilişkin yeni bulgular da içermektedir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular ve sonuçlara karşın, bu çalışmanın sonuçlarının bölgenin stratigrafik ve yapısal gelişimi bakımından yeni bir tartışma yaratması amaçlanmıştır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE YÖRESEL JEOLJİ

Altınlı (1943), Bizon vd. (1974), Poisson (1977), Poisson vd. (1983), Akay ve Uysal (1985), Akay

vd. (1985) yöredeki kayaç istiflerini stratigrafik ve/veya tektonik bakımdan ayrıntılı olarak tanımlayan araştırmacılardan bazılarıdır. Denizel Miyosen ve Pliyosen serilerinde, nannofosillere dayanan stratigrafik çözümlemelere ilk kez Varol (1982) ile Akay vd. (1985) tarafından başvurulduğu görülmektedir. Akay vd. (1985) tarafından Antalya Üst Miyosen-Pliyosen havzası olarak adlandırılan ve Aksu Çayı'nın güney kesiminde yer alan tortul birimler, çakıltaşı ve kumtaşlarından oluşan Eskiköy Formasyonu, Gebiz Kireçtaşı, kireçli kilitaşı – kumtaşından oluşan Yenimahalle Formasyonu ve tüflü kumtaşı-çakıltaşıdan oluşan Alakilise Formasyonunu kapsayan bir istif içerisinde tanımlanmaktadır. Ayrıca aynı çalışmanın biyostratigrafik bulgularına dayanılarak, bu istifsel gelişimin Geç Messiniyen'de başlayıp Geç Pliyosen'de tamamlandığı öne sürülmektedir. Çalışmada Antalya, Köprü ve Manavgat havzalarında Erken Miyosen'den Geç Pliyosen'e kadar devamlılık gösterdiği öne sürülen bir çökelim istife dayanak olarak gösterilen ve NN1-NN16 aralığında dağılım gösteren nannofosil zonlarının tanımlanmasında eksik biyostratigrafik verilerin bulunduğu, Tokar ve Akay (1987) tarafından tartışmaya açılmıştır. Bu tartışmaya karşın, zaman içerisinde bu biyostratigrafik bulgularla uyumlu hale getirilmiş bir çok çalışmada (Şenel, 1995; Flecker vd., 1995 ve 1998; Glover ve Robertson, 1998a; Flecker vd., 2003; Karabıyıköğlü vd., 2003a ve 2003b) aynı veriler, stratigrafik dayanak olarak kullanılmaya devam edilmiştir. İslamoğlu (2001-2002), İslamoğlu ve Taner (2003a, 2003b ve 2003c), tüm Antalya havzasını kapsayan ayrıntılı çalışmalarında ayırtladıkları mollusk (gastropod ve pelesipod) türlerinin stratigrafik düzeylerini tanımlamada, genellikle yukarıda verilen önce-

ki veya eş zamanlı çalışmalarda belirlenen bazı resifal fauna, bentik/planktik foraminifer ve nanoplankton türlerine de atıfta bulunmaktadır. Yörede nannofosillere dayanan stratigrafik çalışmalarda ilk olarak Varol (1982) tarafından NN15 zonu varlığı belirlenmiştir. Daha sonra Poisson vd. (2003) tarafından da çalışma alanının daha doğusunda yer alan Gebiz yöresinde ve daha güneydeki Yenimahalle yöresinde bulunan denizel karbonatlar ve ince kırıntılı kayaç serilerinde Erken Pliyosen içerisinde farklı düzeylere karşılık gelen nannofosil zonları (NN12-NN15) ayrılanmıştır.

Çalışma alanının batısında, Isparta Açısı'nın batı kanadında yer alan Mesozoyik yaşlı allokton temel kayaç birimleri (naplar) bulunmaktadır. Akay vd. (1985) ve Şenel (1995)'in çalışmalarında, Triyas yaşlı tortul kayaçlardan oluşan Alakırçay Napı, ofiyolitli karışık (Antalya Napları) ve Mesozoyik kireçtaşlarından (Beydağları görel otoktonu) oluşan bu allokton temel üzerine Neojen ve Kuvaterner çökellerinin geldiği belirtilmektedir. İnceleme alanının doğu kesiminde Neojen yaşlı denizel kırıntılılar (Karpuzçay Formasyonu) ve çapraz tabakalı denizel çakıltaşı/kumtaşı çökelileri (Aksu Formasyonu) yer almaktadır (Şekil 1-4). Sahanın orta kesimlerinde (Aksu vadisi boyunca) kuzey-güney doğrultulu olarak uzanan Kuvaterner yaşlı eski (taraça), yeni akarsu alüvyon ve yamaç yelpaze çökelileri ise allokton temel kayaçları ile Neojen yaşlı genç serilerin sınırını örtmektedir (bkz. Şekil 1, Şekil 3a ve 3c).

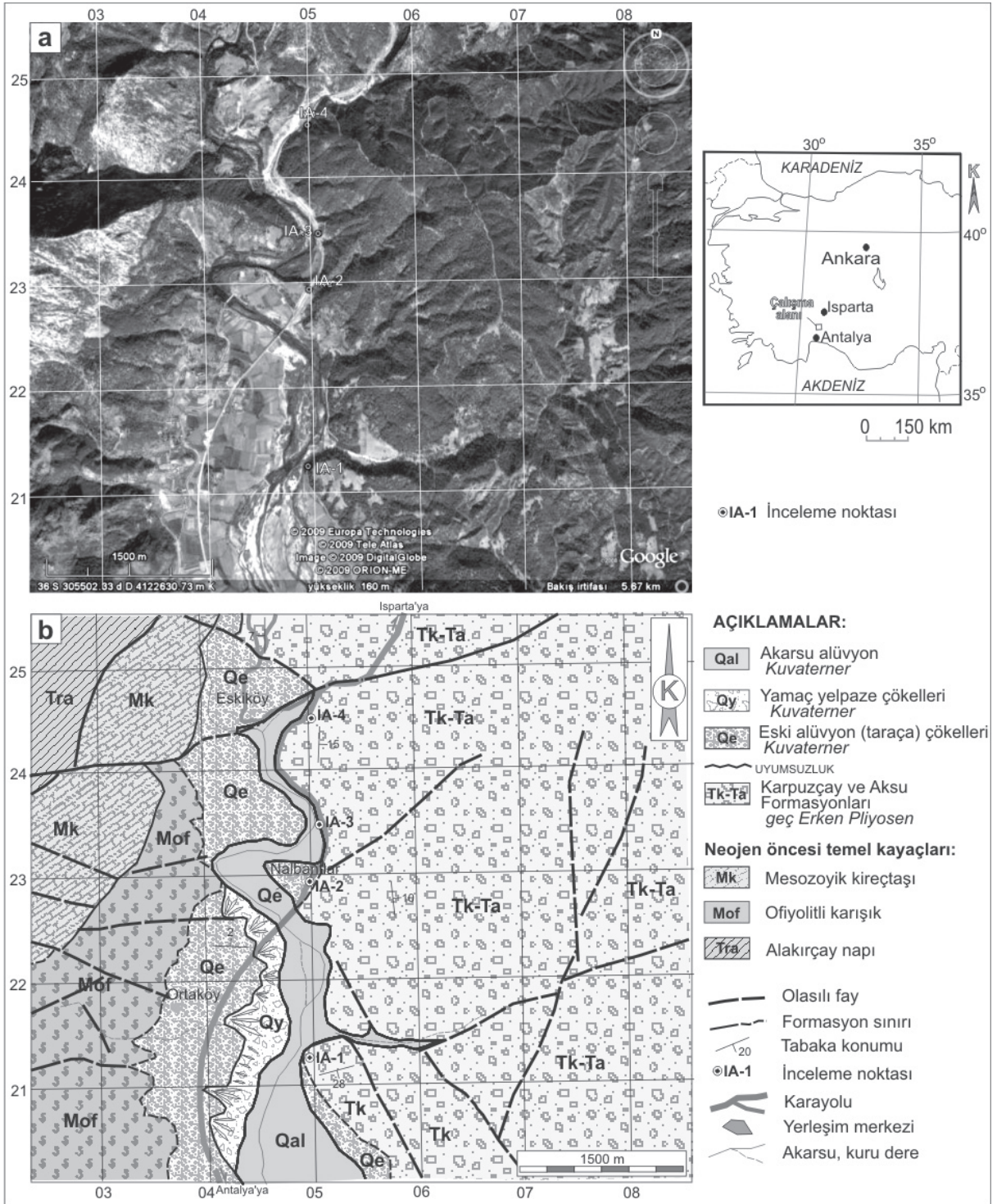
Çalışma alanını da kapsayan bazı çalışmalarda (Akay vd., 1985; Şenel, 1995) Neojen tortulları içerisinde rastlanan bazı tuf seviyelerinden söz edilmektedir. Akay vd. (1985), bu tuf katkılarında Alakilise yöresinde yüzeylenen Üst Pliyosen tortulları (Alakilise Formasyonu) içerisinde bulunan birkaç metre kalınlıktaki volkanik tuf tabakası; yer tanımlı yapmayan Şenel (1995) ise Karpuzçay Formasyonunun üst seviyelerindeki tuf ara katkıları olarak söz etmektedir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan tuf (tefra) ara katkı çamurtaşları ise, Ortaköy'ün kuzeyinde ve Eskiköy ve Nabantlar mahallelerinin doğusunda bulunmaktadır (bkz. Şekil 1, Şekil 3c ve Şekil 4). Aksu Çayı boyunca uzanan Isparta-Antalya karayolu kenarındaki yol yarmasında yüzeylenen tüflü seviyeler, denizel çamurtaşı/marnla-

rın baskın olduğu bir kırıntılı istif içerisinde yer almaktadır. Üzerine gelen çakıltaşı-kumtaşı biriminin (bkz. Şekil 3b) delta tipi çapraz tabakalanma göstermesi nedeniyle Poisson (1977) tarafından tanımlanan delta çakıltaşları veya Akay vd. (1985) tarafından tanımlanan Eskiköy Formasyonu olduğu varsayıldığında, bu tüfitik seviyelerin her iki çalışmada da çakıltaşı biriminin üzerine geldiği belirtilen Yenimahalle ve/veya Alakilise Formasyonlarına ait olamayacağı anlaşılmaktadır. Bu durum, tefra ara tabakalarının olasılıkla çakıltaşlarının altında bulunan Karpuzçay Formasyonunun üst seviyelerinde bulunduğunu ve denizel çökeltiye katkı sağlayan eşyaşlı bir volkanik etkinliği yansıttığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

MALZEME VE YÖNTEM

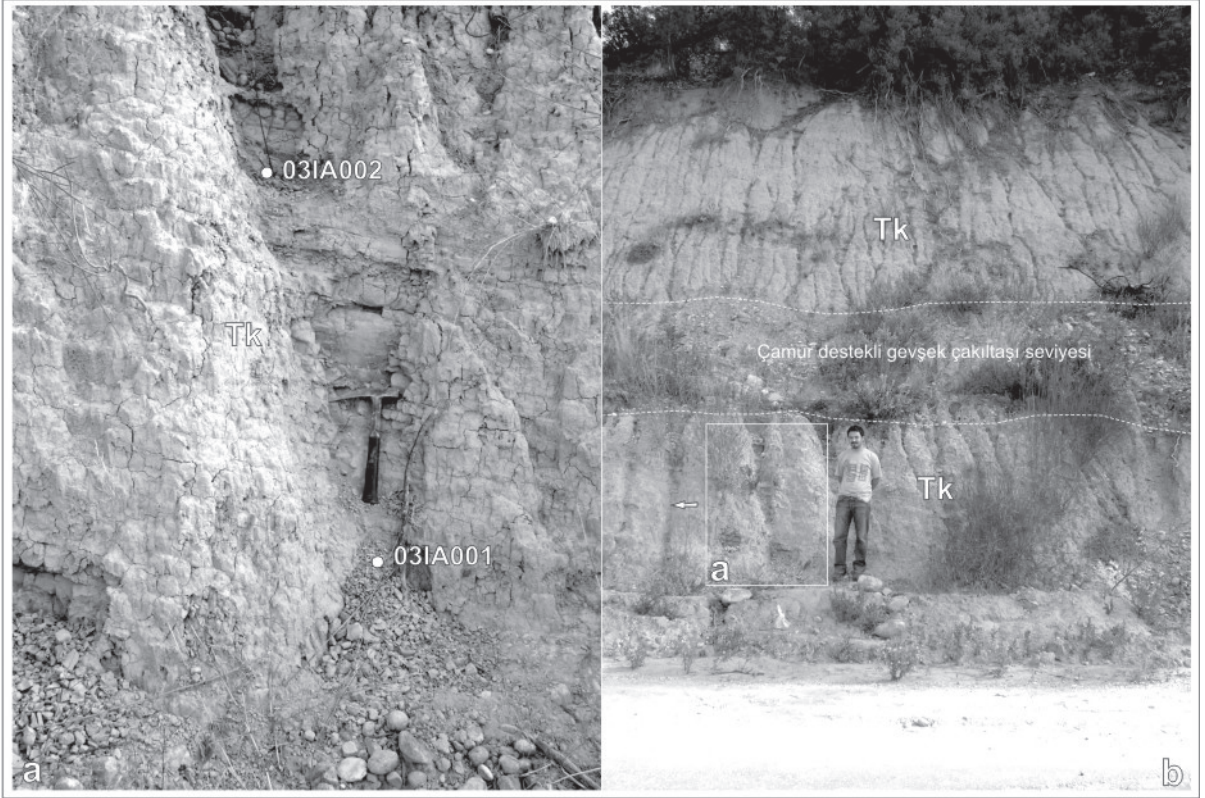
Çalışmada, Antalya-Isparta karayolu ve yakınında 4 noktada yapılan saha gözlemleri (bkz. Şekil 1-4) sırasında 11 ince taneli kayaç (çamurtaşı, kıltaşı vb.) ve 3 adet tuf örneği alınmıştır. İncelenen çamurtaşı örneklerinden 03IA001 ve 03IA002, IA-1 nolu; 03IA003 ise IA-2 no.lu inceleme noktalarına aittir. IA-4 noktasında (bkz. Şekil 1) yaklaşık 10 m kalınlığında bir stratigrafik kesit ölçülmüş ve kesit boyunca 8 çamurtaşı ve 3 tuf örneği alınmıştır (bkz. Şekil 4 ve 5). Çamurtaşı örneklerinde kamera ve bilgisayar destekli polarizan mikroskop kullanılarak yapılan incelemelerde, Martini (1971) tarafından tanımlanan yöntemle hazırlanan nannofosil preparatları kullanılmıştır. Ayrıca 2 adet tuf örneğinin petrografik olarak incelenmesi ve nannofosil kayıtlarının araştırılmasında ise Sagular (2003)'in çalışmasında önerilen teknikle hazırlanan ince kesitlerden yararlanılmış, tuf tanımlamalarında ise Schmid (1981) sınıflamaları ve Sagular (1995)'in düzenlemesi esas alınmıştır. Gerek preparatlarda, gerekse ince kesitlerde ayrılan nannofosil türlerinin tanımlanmasında Perch-Nielsen (1985a, 1985b)'in çalışmaları, biyozon tanımlarında ise Martini ve Worsley (1970) ve Martini (1971)'nin çalışmalarından yararlanılmıştır.

Bu incelemeler sonucunda, kayaçların içerdikleri farklı yaşlardaki nannofosil tür ve toplulukları belirlenmiş, ayrıca tanımlanan türlerin içerisinde buldukları kayaçlarla olan kökensel ilişkileri araştırılmış ve kökensel olarak gruplanan nan-



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafik ve jeolojik özellikleri ve inceleme noktalarını kapsayan yer bulduru haritası (Jeolojik haritası saha gözlemleri ve uydu görüntüleri yardımıyla Akay vd. (1985) ve Şenel (1995)'den uyarlanmıştır): a) Google Earth uydu görüntüsü, b) jeolojik haritası.

Figure 1. Geographical and geological properties of the study area and location map of investigation spots (Geological map verified from Akay et al. (1985) and Şenel (1995) through field observations and satellite images): a) Google Earth satellite image, b) geological map.



Şekil 2. Neojen denizel kırıntılılarının (Tk – Karpuzçay Formasyonu) IA-1 no.lu inceleme noktasındaki saha görünümü ve kayaç örnek yerleri.

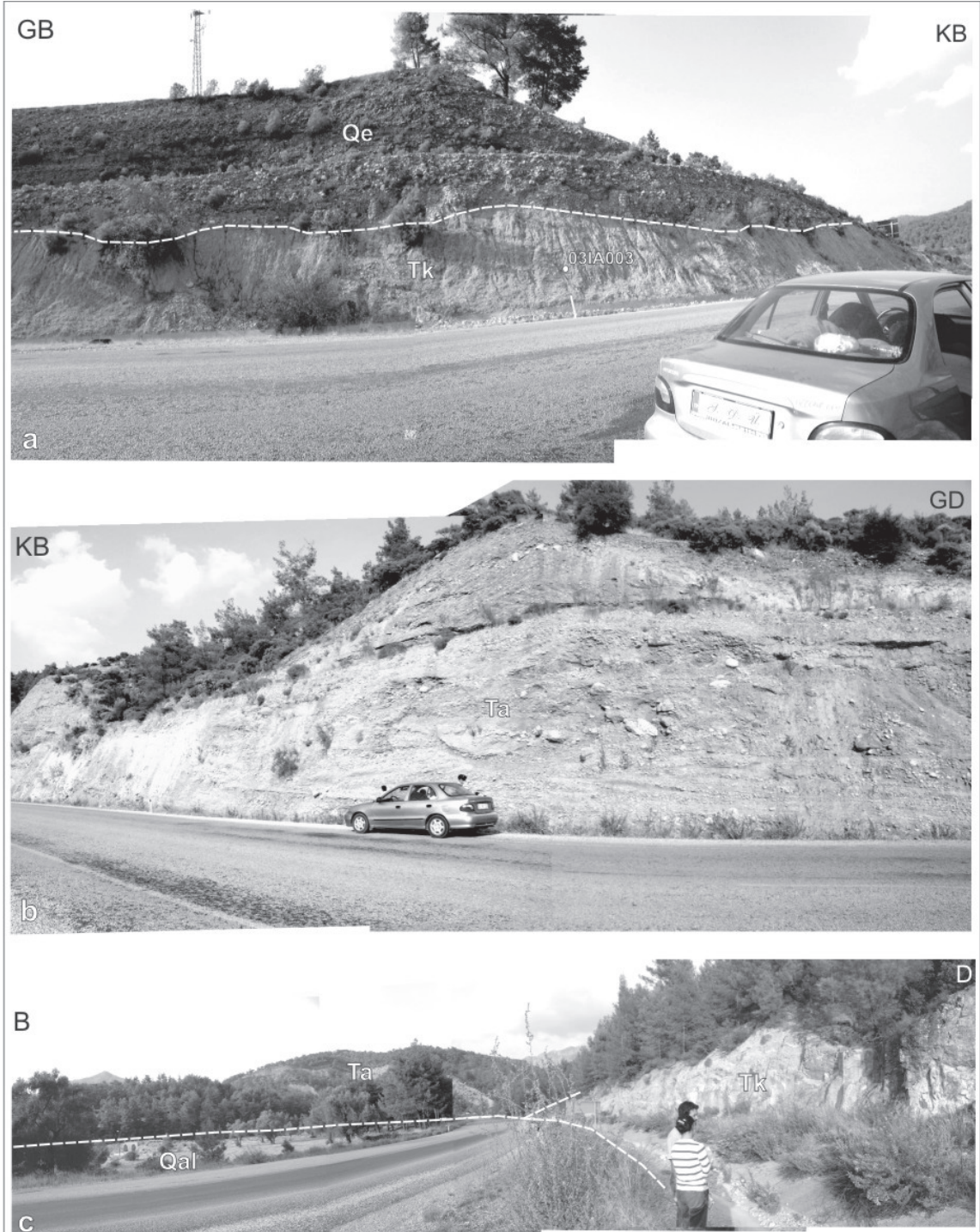
Figure 2. Field view and rock sample locations of the Neogene marine clastics (Tk – Karpuzçay Formasyonu) in the investigation spot numbered IA-1.

nofosil kayıtlarının kayaçlar içerisindeki dağılımları ortaya çıkarılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen tefra ara tabakalarının mineralojik ve kimyasal özellikleri, patlamanın kökeni ve kaynağının belirlenmesi amacıyla, kuzeyde bulunan Gölcük volkanitlerine ait verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada, Alıcı vd. (1998)'nin Gölcük volkanitlerine ait 11 örneğin bileşimlerine ilişkin sonuçları ile inceleme alanından alınan 3 adet tefra örneğine ait ve Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP ve Mikroanaliz Laboratuvarında, Spectro XLAB 2000 PEDXRF spektrometresi cihazı ile yapılan kayaç kimyasal analiz sonuçları kullanılmıştır.

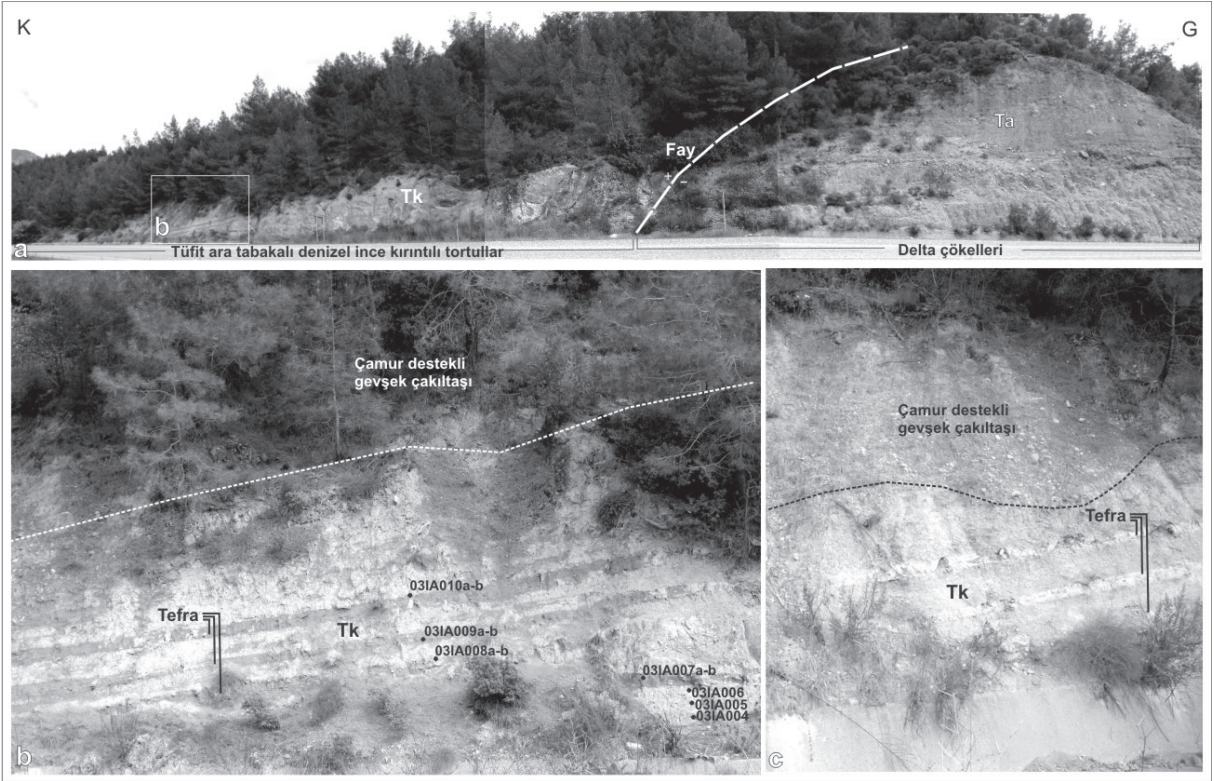
TEFRA ARA KATKILI ÇAMURTAŞI İSTİFİNDEKİ NANNOFOSİL KAYITLARI

Çalışmada, IA-1, IA-2 ve IA-4 inceleme noktalarından alınan 11'i çamurtaşı ve 3'ü tuf olan kayaç örneklerinde, tüflerde ince kesitler ve çamurtaşlarında preparatlar yardımı ile çökelimle eşyaşlı ve taşınmış nannofosil toplulukları ayırtlanmıştır. 03IA008a ve 03IA009b no.lu tuf örneklerinde havza dışından taşınmış (örneğin; *Cyclicargolithus abisectus*, *Cy. floridanus*, *Sphenolithus moriformis* vb.) ve çökelimle eşyaşlı (örneğin; *Coronosphaera mediterranea*, *Discoaster brouweri*, *D. cf. surculus*, *Gephyrocapsa aperta*, *Pseudoemiliana lacunosa*, *Reticulofenestra haqii*, *Re. minutula*, *Re. pseudoubilica*, *Sphenolithus abies*, *Scyphosphaera cf. apsteinii* vb.) çok sayıda nannofosil türüne rastlanmıştır (Şekil 6



Şekil 3. Neojen denizel kırıntılıları (Tk-Ta) ve Kuvaterner karasal tortullarının (Qe) inceleme noktalarındaki görünümü ve örnek yerleri: a) IA-2 nolu inceleme noktasındaki Karpuzçay Formasyonu (Tk) ve Eski alüvyon/ taraça çökelleri (Qe), b) IA-3 noktasındaki Aksu Formasyonunun delta çökelleri, c) IA-4 noktasındaki Karpuzçay (Tk), Aksu (Ta) Formasyonları ve güncel akarsu alüvyon (Qal) çökellerinin genel görünümü.

Figure 3. Views and rock sample locations of the Neogene marine clastics (Tk-Ta) and Quaternary terrestrial sediments (Qe-Qal) in the investigation spots: a) view of the Karpuzçay Formation. (Tk) and the old alluvium/ terrace sediments in the spot IA-2, b) deltaic deposits of the Aksu Formation. in the spot IA-3, c) general view of the Karpuzçay and Aksu Formations. and the recent fluvial deposits in the spot IA-4.

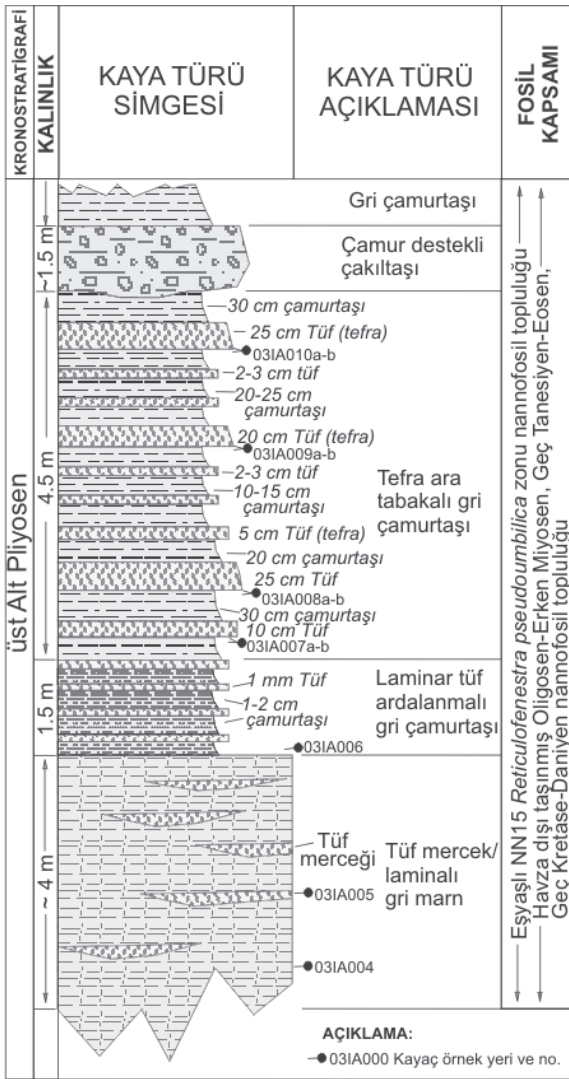


Şekil 4. İnceleme noktası IA-4'de, tefra ara katkılı Neojen denizel kırıntılılarının saha görünüşleri ve örnek yerleri: a) tüf katkılı Karpuzçay Formasyonu (Tk) ve Aksu Formasyonu (Ta) delta çökellerinin dokanak ilişkileri, b) tüf ara tabakalı denizel kırıntılı serinin yağışlı mevsimdeki istifsel görünümü ve alınan kayaç örnek yerleri, c) tüf ara tabakalı serinin kuru mevsimdeki istifsel görünümü.

Figure 4. In the investigation spot IA-4, field view and sample locations of the Neogene marine clastics bearing tephra interbeds: a) boundary relationships of tuff-bearing Karpuzçay Formation and deltaic deposits of Aksu Formation, b) stratigraphical views and gathered rock sample locations of the tuff-interbedded marine clastic succession in the rainy season, c) stratigraphical view of the tuff-interbedded marine clastic succession in dry season.

ve 7). IA-1 ve IA-2 noktalarından alınan 03IA001, 03IA002, 03IA003 no.lu ve olasılıkla stratigrafik olarak tüflü seviyelerin altında yer alan çamurtaşlarında *Amaurolithus* spp. (*A. amplificus*, *A. delicatus*, *A. tricorniculatus*), *Gp. cf. aperta*, *Ps. lacunosa*, *Re. pseudoumbilica*, *Sphenolithus* spp. (*Sp. abies*, *Sp. neoabies*, *Sphenaster metula* vb. Erken Pliyosen türleri saptanmıştır. Bu nannofosil topluluğuna göre bu kayaç istifinin, NN14/NN15 nannofosil zonlarının geçişine karşılık gelen bir dönemde çökelmiş oldukları sonucuna varılmıştır. Buna karşın, tüflü seviyelere ait (alttan üste) 03IA004, 04IA005, 03IA006, 03IA007a, 03IA007c, 03IA008b, 03IA009a ve 03IA010b no.lu çamurtaşı örneklerinde, *Amaurolithus* spp. türleri dışında diğer türler yanında *Coronosphaera mediterranea*, *Discoaster ta-*

malis, *Florisphaera profunda*, *Syracosphaera pulchra*, *Scyphosphaera* spp. *Thoracosphaera cf. tuberosa* vb. Erken Pliyosen türlerinin bulunduğu ve tüflü seviyelerin NN15 nannofosil zonu ile eşleştirilebileceği anlaşılmıştır. Polarizan mikroskop yardımı ile ince kesit ve preparatlarda yapılan incelemelerde, çökelimle eşyaşlı 45, Üst Oligosen-Alt Miyosen kayaçlarından taşınmış 28, Üst Tanesiyen-Eosen kayaçlarından taşınmış 32 ve Geç Kretase-Daniyen kayaçlarından taşınmış 26 nannofosil türü saptanmıştır. Preparatlarda tanımlanan eşyaşlı ve taşınmış nannofosil türlerinden bazıları Şekil 8-9'da, preparat ve ince kesitlerde tanımlanan nannofosil türlerinin kayaç örneklerine göre dağılımları ise Şekil 10-13'te verilmiştir.



Şekil 5. İnceleme noktası IA-4'deki tüf katkılı denizel kıvrıntılı serinin ölçülü stratigrafik kesiti.

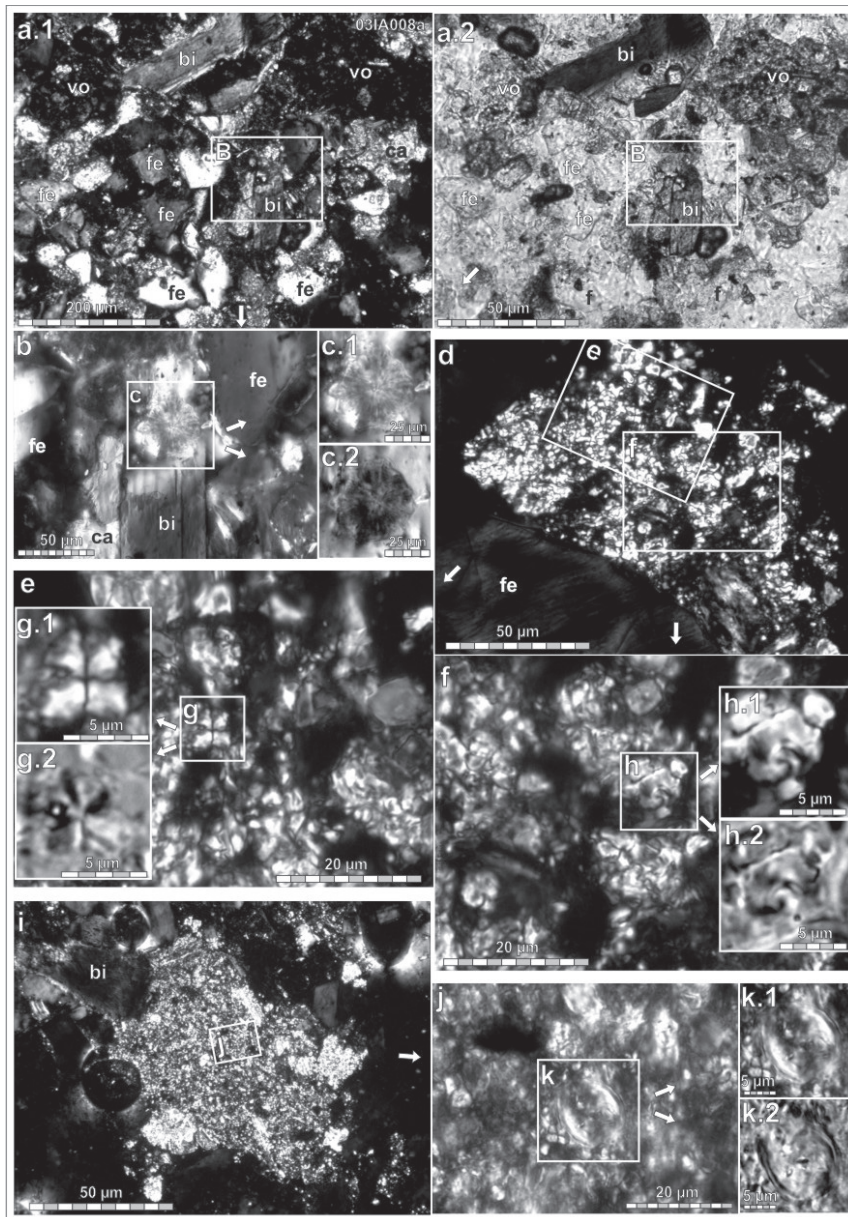
Figure 5. Measured stratigraphic section of the tuff-interbedded marine clastic succession in the investigation spot IA-4.

ÇALIŞMA ALANINDAKİ TEFRALARIN ÖZELLİKLERİ VE OLASI KAYNAĞI

Isparta Açısı'nın iç kesiminde tipik kıta-içi potasik bir volkanizma yüzeylenir (Alıcı vd., 1998; Kumral vd., 2006; Çoban ve Flower, 2006 ve 2007). Bölgeye ofiyolitik nap sistemlerinin yerleşimi sonrası (örneğin Glover ve Robertson, 1998b) yerleşen bu volkanizma iki evrelidir. Topoğrafik olarak Davraz ve Akdağ'ın tepe düzeylerinde, yaklaşık 1600 m yükseklikte bulunan ve herhangi bir volkanik katkı içermeyen Miyosen

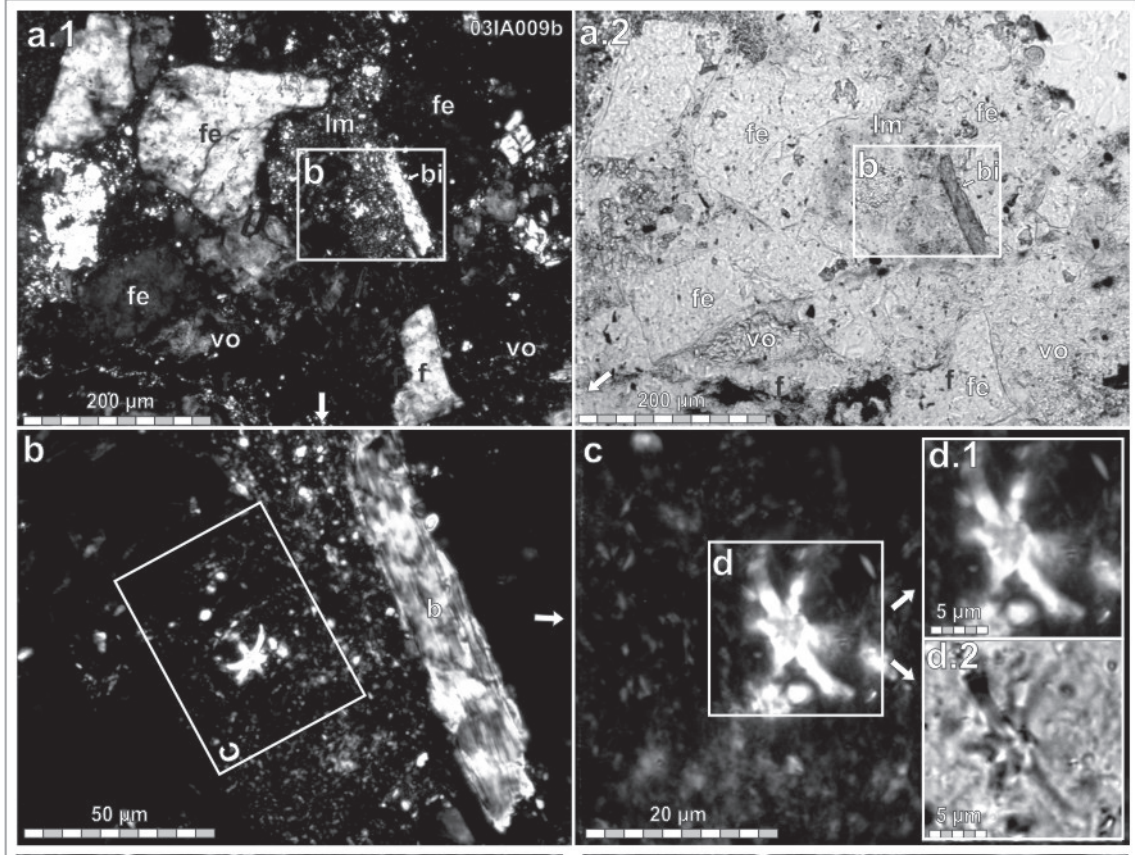
konglomeralarının bulunması, bölgede Miyosen sonrası bir yükselime işaret etmektedir (Çoban vd., 2003). Volkanizmanın ilk evresi bu dönemle ilişkilidir. K-Ar ve Ar-Ar izotopik yaş tayinlerine göre Isparta volkanizmasının ilk ortaya çıkış evresinin 6.2 – 2.2 m.y. aralığına karşılık geldiği belirlenmiştir (Çoban, 2005; Lefevre vd., 1983; Platevoet vd., 2008). Lamprofirik, lamproitik, trakitik, trakiandezitik ve trakibazaltik karakterli olan bu volkanitler, genellikle Isparta, Ağlasun ve Bucak Ovaları gibi çöküntü alanlarının kenarlarında gözlenir. Yaş verilerine göre ikinci evre ise, Isparta'nın batısında bulunan Gölcük maar volkanının patlaması ve bu patlamayla ilişkili dayk, dom ve tefra ürünleri (Alıcı vd., 1998; Platevoet vd., 2008) ile daha yaşlı volkanitleri kesen açılma/genişleme kökenli kırıklar boyunca yerleşen dayk ve domlarla karakterize edilir. Bu evre, yaklaşık 0.6 – 0.024 m.y. arasındaki bir döneme karşılık gelmektedir. İkinci evre volkanitleri trakiandezitik dayklar (Dardere Mahallesi), tefrifonolitik çember dayklar (Gölcük maar kraterinin çevresi) ve trakitik domlar (Gölcük, Pilav Tepe) ile ignimbritik akma birimleri ve piroklastik döküntü birimlerinden oluşmaktadır. Gölcük maar volkanının en son patlama zamanının 24.000 yıl olarak belirlenmiş olmasına karşın (Platevoet vd., 2008), ilk patlama evresinin ne zaman olduğu hala belirgin değildir.

Isparta volkanizması genel olarak trakitik ve trakiandezitik bileşimli bir volkanizmadır ve tüm volkanitlerde klinopiroksen ve mika yaygın olarak bulunur. Amfiboller daha nadir olarak gözlenir (Alıcı vd., 1998; Kumral vd., 2006), feldispatları ise plajiyoklaz ve sanidinler karakterize eder. Patlamalı Gölcük maarının piroklastik ürünleri, Isparta, Ağlasun ve Atabey Ovalarındaki Pliyo-Kuvaterner karasal çökellerinin yanı sıra, Burdur ve Eğirdir Göllerinin kenarlarındaki Kuvaterner yaşlı karasal çökeller içerisinde de gözlenmektedir. Bu geniş yüzlek dağılımı, Pliyo-Kuvaterner döneminde, Gölcük maar volkanına ait şiddetli patlamaların ve patlama ürünü tefra döküntülerinin en az 70 km çaplı bir alana yayıldığı bir göstergesidir. Ancak, yukarıda da belirtildiği gibi, ilk patlamanın ne zaman başladığı konusunda herhangi bir veri yoktur. Bu çalışmada, bu konuya yeni bir yaklaşım getirecek veriler elde edilmiş olup tartışmaya açılmıştır.



Şekil 6. İnceleme noktası IA-4'deki tuf katlı seriden alınan tefra örneğine (no. 03IA008a) ait kesitteki nannofosil tanımlamaları (bi: biyotit, fe: feldspat, vo: volkanik kayaç parçası; PL: polarize ışıkta, NL: normal ışıkta, CL: kontrast ışıkta): a) Tüfün genel görünümü (a.1: PL, a.2: NL), b-c) tüf içerisinde *Bonetia cf. brevis* - Ascidian spikülü (c.1: PL, c.2: NL), d) tüf içerisinde Alt Miyosen kayalarından taşınmış mikritik kireçtaşı kayaç parçası, e-g) taşınmış kayaç parçası içerisindeki *Sphenolithus moriformis* (g.1: PL, g.2: CL), f-h) taşınmış kayaç parçası içerisindeki *Cyclicargolithus abisectus* (h.1: PL, h.2: CL), i) tüf içerisinde bulunan havza içi taşınmış mikritik tane (intraklast), j-k) intraklast tane içerisindeki *Scyphosphaera cf. apsteinii* (k.1: PL, k.2: CL).

Figure 6. Nannofossil determinations in the thin-section of the tephra sample (no. 03IA008a), taken from tuff-interbedded succession in the investigation spot IA-4 (bi: biotite, fe: feldspar, vo: volcanic rock fragment; PL: under polarized light, NL: under normal light, CL: under contrast light): a) General view of the tuff (a.1: PL, a.2: NL) b-c) *Bonetia cf. brevis* – Ascidian spicule in the tuff (c.1: PL, c.2: NL), d) the micritic limestone fragment, reworked from Lower Miocene rocks, in the tuff, e-g) *Sphenolithus moriformis* within a reworked rock fragment (g.1: PL, g.2: CL), f-h) *Cyclicargolithus abisectus* within a reworked rock fragment (h.1: PL, h.2: CL), i) intrabasin-reworked micritic grain (intraclast) found in the tuff, j-k) *Scyphosphaera cf. apsteinii* in the intraclast grain (k.1: PL, k.2: CL).

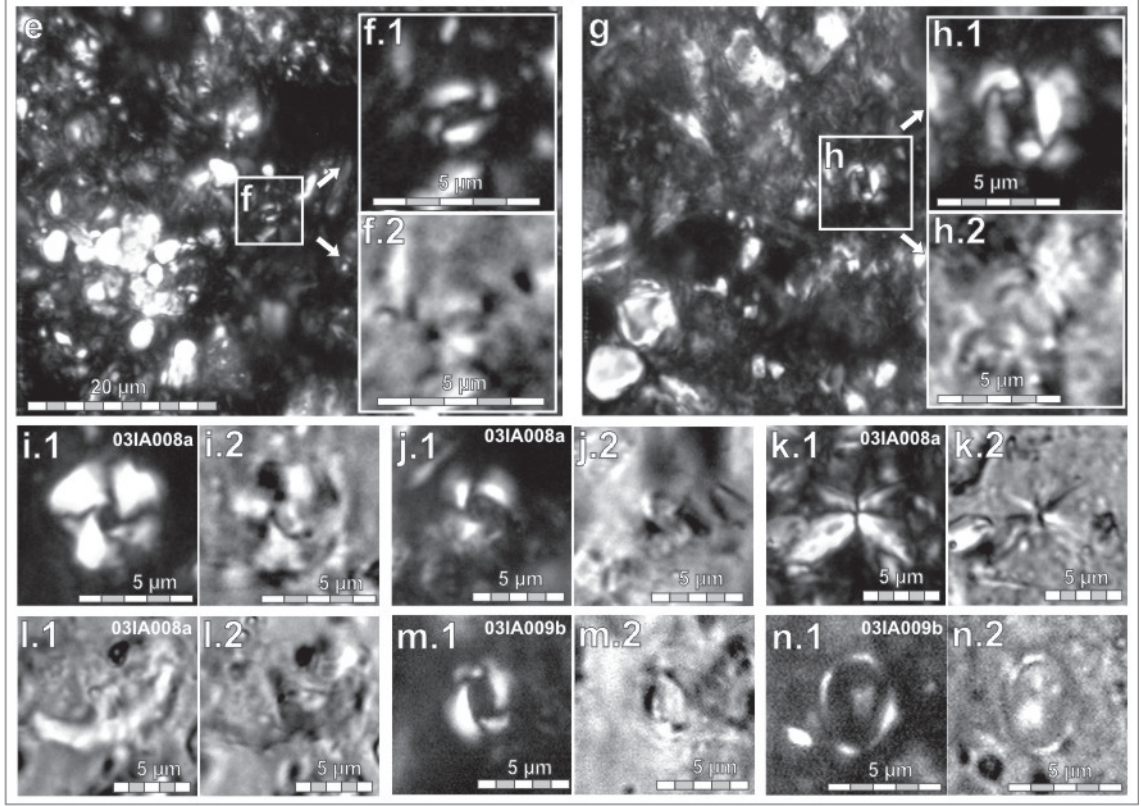


Şekil 7. İnceleme noktası IA-4'deki tuf ara katkılı seriden alınan tefra örneğine (no. 03IA009b) ait ince kesitteki epiklastik matriks içerisinde yapılan nannofosil tanımlamaları (bi: biyotit, fe: feldispat, vo: volkanik kayaç parçası, lm: kireçtaşı parçası; PL: polarize ışıkta, NL: normal ışıkta, CL: kontrast ışıkta): a) tufün genel görünümü (a.1: polarize, a.2: normal ışıkta) b-d) “çökelimle eşyaşlı” *Discoaster cf. brouweri* (d.1: polarize, d.2: kontrast ışıkta).

Figure 7. Nannofossil determinations made in epiclastic matrix of the thin-section of the tephra sample (03IA009b) gathered from the tuff-interbedded succession in the investigation spot IA-4 (bi: biotite, fe: feldspar, vo: volcanic rock fragment, lm: limestone fragment; PL: under polarized light, NL: under normal light, CL: under contrast light): a) general view of the tuff (a.1: PL, a.2: NL) b-d) “syndimentary” *Discoaster cf. brouweri* (d.1: PL, d.2: CL).

Isparta–Antalya yolunun Antalya’ya yaklaşık 50 km ve Isparta’ya 70 km uzaklıktaki Eskiköy-Nalbantlar yöresinde, yaklaşık 10 m kalınlıkta bir stratigrafik kesit içerisinde ölçülen (bkz. Şekil 4 ve 5) çamurtaşı/marn seviyeleri ile ardalanmalı olarak bulunan tefra ara tabakalarının özellikleri ve kaynağına ilişkin önceki çalışmalarda ayrıntılı bir yorum bulunmamaktadır. Çamurtaşları içerisinde lamina ölçeğinde mercekse katı veya 25 cm kalınlıkta ara tabakalar oluşturan tefra düzeylerinden alınan kayaç örneklerinin, genel olarak milimetre boyutunda yoğun magmatik

kristal (klinopiroksen, mika, plajiyoklaz, sanidin, amfibol) içerikli olduğu, demirli-killi matriks ve yer yer karbonat çimento ile tutturulmuş oldukları gözlenmiştir (Şekil 14). Kristallerin tazeliği ve birincil konumlarını koruduklarını gösteren dokusal özelliklere sahip olmalarının yanı sıra, sınırları belirgin, yarı özşekilli/özşekilli olarak gözlenen minerallerde dikkate değer bir bozunmaya da rastlanmamıştır. Bu nedenle, denizel çökelime katılan bu kristallerin çökeltme ortamına eski bir volkanitten aşınıp taşınmasından ziyade havadan düşerek (döküntü ürünleri ola-

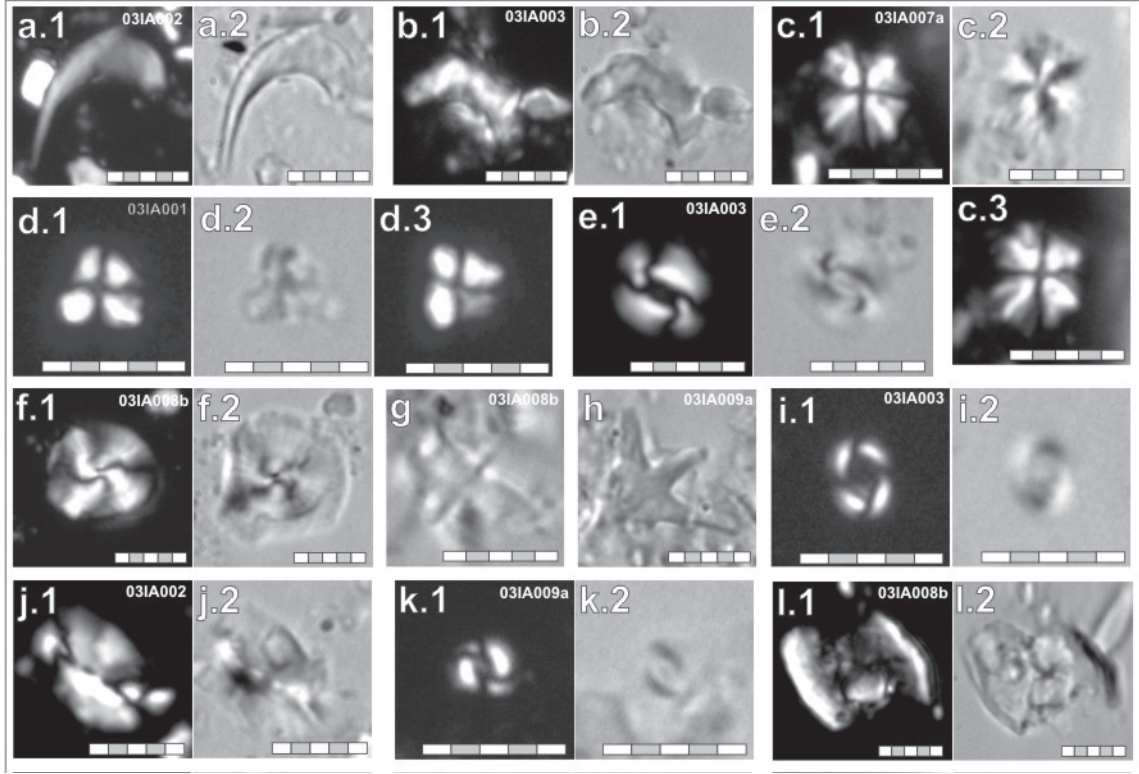


Şekil 7. (devamı) e-f) “çökelimle eşyaşlı” *Gephyrocapsa cf. aperta* (f.1: polarize, f.2: normal ışıkta), g-h) “çökelimle eşyaşlı” *Pseudoemiliana lacunosa* (h.1: polarize, h.2: kontrast ışıkta), i) “taşınmış” *Cyclicargolithus floridanus* (i.1: polarize, i.2: kontrast ışıkta), j) “çökelimle eşyaşlı” *Reticulofenestra haqii* (j.1: polarize, j.2: kontrast ışıkta), k) “çökelimle eşyaşlı” *Sphenolithus abies* (k.1: polarize, k.2: kontrast ışıkta), l) “çökelimle eşyaşlı” *Discoaster cf. surculus* (l.1: polarize, l.2: kontrast ışıkta), m) “çökelimle eşyaşlı” *Reticulofenestra minutula* (m.1: polarize, m.2: kontrast ışıkta), n) “çökelimle eşyaşlı” *Coronosphaera mediterranea* (n.1: polarize, n.2: kontrast ışıkta).

Figure 7. (cont'd.) Nannofossil determinations made in epiclastic matrix of the thin-section of the tephra sample (03IA009b) gathered from the tuff-interbedded succession in the investigation spot IA-4 (bi: biotite, fe: feldspar, vo: volcanic rock fragment, lm: limestone fragment; PL: under polarized light, NL: under normal light, CL: under contrast light): a) general view of the tuff (a.1: PL, a.2: NL) b-d) “syndimentary” *Discoaster cf. brouweri* (d.1: PL, d.2: CL), e-f) “syndimentary” *Gephyrocapsa cf. aperta* (f.1: PL, f.2: NL), g-h) “syndimentary” *Pseudoemiliana lacunosa* (h.1: PL, h.2: CL), i) “reworked” *Cyclicargolithus floridanus* (i.1: PL, i.2: CL), j) “syndimentary” *Reticulofenestra haqii* (j.1: PL, j.2: CL), k) “syndimentary” *Sphenolithus abies* (k.1: PL, k.2: CL), l) “syndimentary” *Discoaster cf. surculus* (l.1: PL, l.2: CL), m) “syndimentary” *Reticulofenestra minutula* (m.1: PL, m.2: CL), n) “syndimentary” *Coronosphaera mediterranea* (n.1: PL, n.2: CL).

rak) geldiklerinin bir kanıtıdır. Volkanik kökenli kristallerin, piroklastik düzeylere göre daha az oranda da olsa, tefra ara tabakalarının alt ve üst dokanaklarında bulunan çamurtaşları seviyelerinde de yaygın olarak çökelimle katılmış oldukları gözlenmektedir. Denizel çamurtaşları içerisindeki 20-25 cm’lik tefra düzeylerine ait kayaçlar;

ince kesitlerde % 25’den az epiklastik malzeme içerdiği gözlemlendiğinden ve Schmid (1981) sınıflamasına göre “tuf/kristal tuf, epiklast miktarı % 10-25 arasında olduğundan Sagular (1995)’in düzenlemesine göre de “epiklastlı tuf” olarak tanımlanabilir. Ayrıca içerdikleri minerallerin modal bileşimine göre de Streckeisen (1978)’in



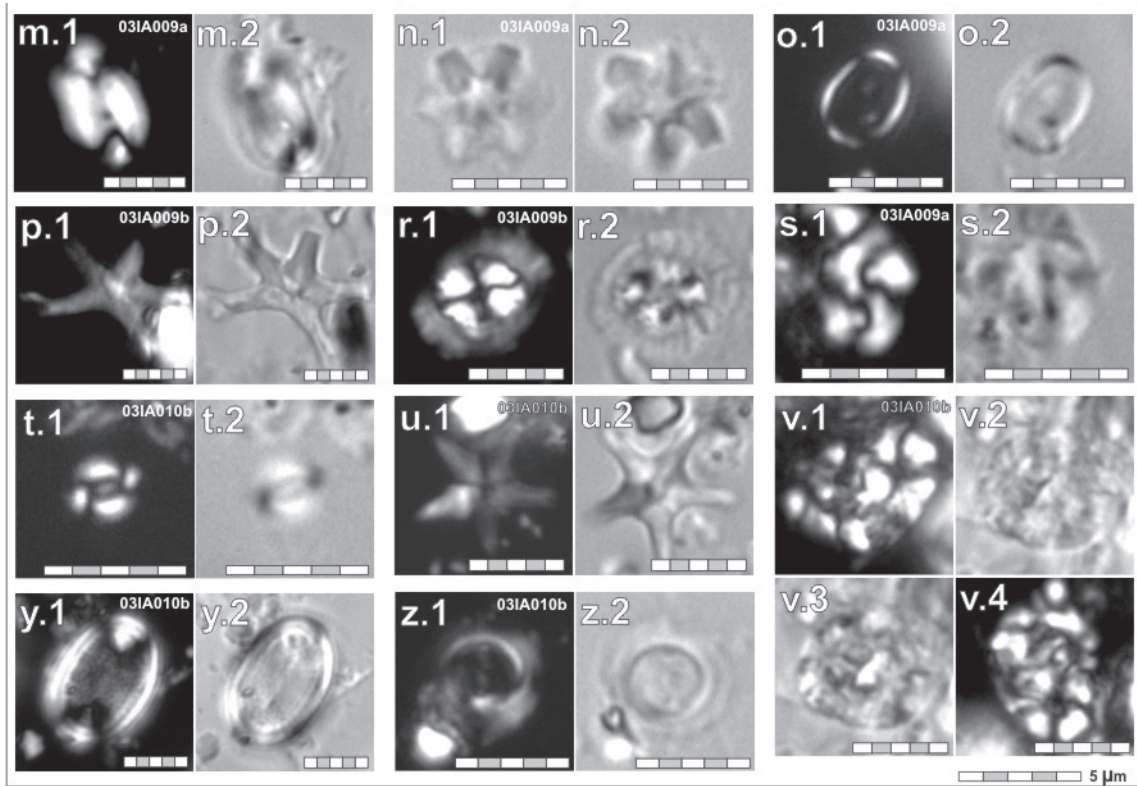
Şekil 8. Tefra ara tabakalı seriye ait çamurtaşı örneklerindeki çökelimle eşyaşlı nanofosiller (görüntülerin sağ üst köşelerinde kayaç örnek numaraları; alttaki çizgisel ölçekler 5 mikron; PL: polarize ışıkta, NL: normal ışıkta, CL: kontrast ışıkta): a) *Amaurolithus cf. tricorniculatus* (a.1: polarize, a.2: normal ışıkta), b) *Am. cf. amplificus* (b.1: PL, b.2: NL), c) *Sphenaster metula* (c.1, c.3: PL, c.2: CL), d) *Sphenolithus neoabies* (d.1, d.3: PL, d.2: NL), e) *Reticulofenestra haqii* (e.1: PL, e.2: CL), f) *Calcidiscus macintyreii* (f.1: PL, f.2: CL), g) *Discoaster cf. tamalis* (NL), h) *Discoaster cf. asymmetricus* (NL), i) *Reticulofenestra minutula* (i.1: PL, i.2: CL), j) *Helicosphaera kamptneri* (j.1: PL, j.2: CL), k) *Gephyrocapsa aperta* (k.1: PL, k.2: CL), l) *Scyphosphaera cf. apsteinii* (l.1: PL, l.2: CL).

Figure 8. Synsedimentary nanofossils in the mudstone samples of the tephra-interbedded succession (numbers of the rock samples in upper-right corners of the images; each linear scales in the lower of all images represents 5 micron; PL: polarized light, NL: normal light, CL: contrast light): a) *Amaurolithus cf. tricorniculatus* (a.1: PL, a.2: NL), b) *Am. cf. amplificus* (b.1: PL, b.2: NL), c) *Sphenaster metula* (c.1, c.3: PL, c.2: CL), d) *Sphenolithus neoabies* (d.1, d.3: PL, d.2: NL), e) *Reticulofenestra haqii* (e.1: PL, e.2: CL), f) *Calcidiscus macintyreii* (f.1: PL, f.2: CL), g) *Discoaster cf. tamalis* (NL), h) *Discoaster cf. asymmetricus* (NL), i) *Reticulofenestra minutula* (i.1: PL, i.2: CL), j) *Helicosphaera kamptneri* (j.1: PL, j.2: CL), k) *Gephyrocapsa aperta* (k.1: PL, k.2: CL), l) *Scyphosphaera cf. apsteinii* (l.1: PL, l.2: CL).

volkanik kayaç sınıflamasındaki “trakitik tüf” tanımına uymaktadır.

Uzaklık söz konusu olduğunda, bölgede bu tüf seviyelerini oluşturabilecek en yakın patlamalı volkanizmanın, çalışma alanına doğrusal olarak 60 km uzaklıkta bulunan Gölcük maarı olduğu görülmektedir. Tefra ara tabakalarına ait kayaçların mineralojik bileşimleri, Gölcük volkanit ve

piroklastikleri ile önemli ölçüde mineralojik ve kimyasal benzerlik göstermektedir (bkz. Şekil 14 ve Şekil 15). Her iki sahaya ait kayaçların mineralojik bileşimlerinde yoğun olarak klinopiroksen ve mika minerallerinin bulunmasının yanı sıra, sanidin ve sodyumlu plajiyoklasların yaygın, amfibollerin az oranda bulunması da bu benzerliği desteklemektedir.

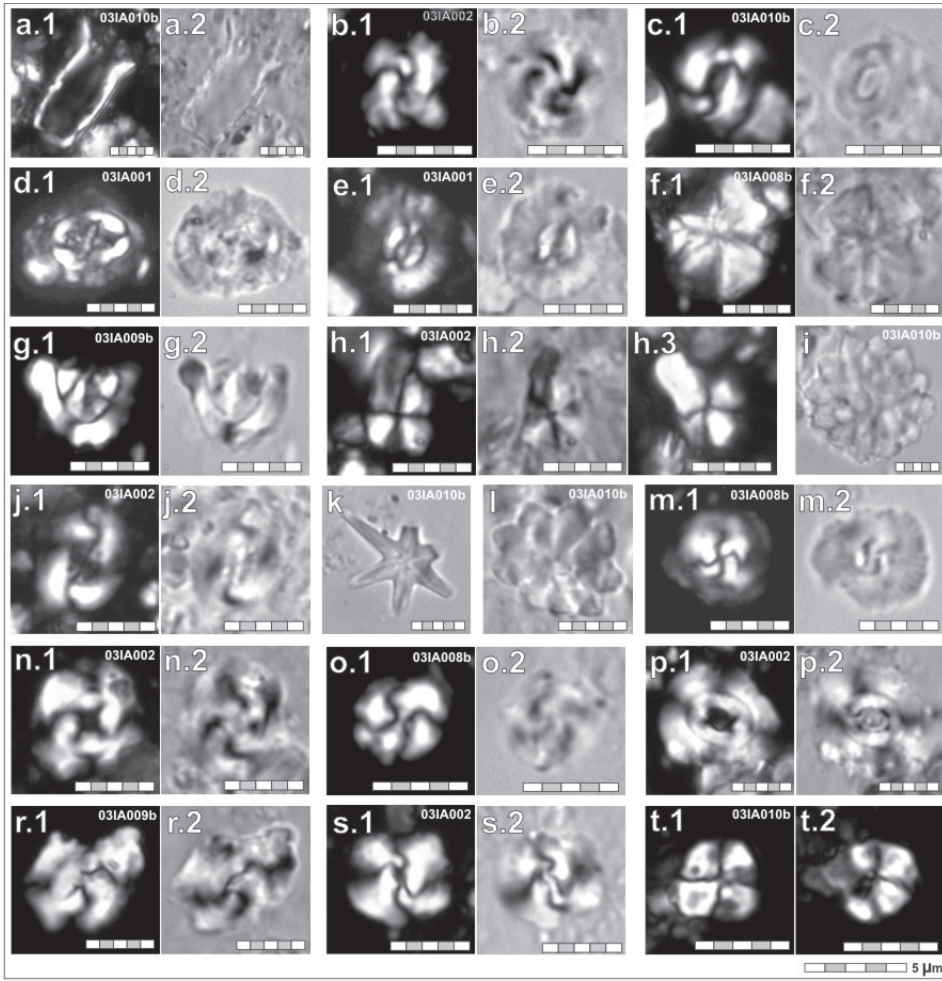


Şekil 8. (devamı) m) *Helicosphaera carteri* (m.1: PL, m.2: CL), n) *Discoaster toralus* (n.1, n.2: NL), o) *Coronosphaera mediterranea* (o.1: PL, o.2: CL), p) *Discoaster pentaradiatus* (p.1: PL, p.2: NL), r) *Coccolithus pelagicus* (r.1: PL, r.2: CL), s) *Dictyococcites antarcticus* (s.1: PL, s.2: CL), t) *Gephyrocapsa aperta* (t.1: PL, t.2: CL), u) *Discoaster cf. asymmetricus* (u.1: PL, u.2: CL), v) *Deutshlandia cf. gaarderae* (v.1, v.4: PL, v.2, v.3: NL), y) *Pontosphaera discopora* (y.1: PL, y.2: CL), z) *Geminithella rotula* (z.1: PL, z.2: CL).

Figure 8. (cont'd.) m) *Helicosphaera carteri* (m.1: PL, m.2: CL), n) *Discoaster toralus* (n.1, n.2: NL), o) *Coronosphaera mediterranea* (o.1: PL, o.2: CL), p) *Discoaster pentaradiatus* (p.1: PL, p.2: NL), r) *Coccolithus pelagicus* (r.1: PL, r.2: CL), s) *Dictyococcites antarcticus* (s.1: PL, s.2: CL), t) *Gephyrocapsa aperta* (t.1: PL, t.2: CL), u) *Discoaster cf. asymmetricus* (u.1: PL, u.2: CL), v) *Deutshlandia cf. gaarderae* (v.1, v.4: PL, v.2, v.3: NL), y) *Pontosphaera discopora* (y.1: PL, y.2: CL), z) *Geminithella rotula* (z.1: PL, z.2: CL).

Şekil 15'de Antalya yolu üzerindeki tefra seviyelerinden alınan 3 örneğin (03IA008a, 03IA009b, 03IA010a) ana oksit ve bazı iz element değerleri verilmiş ve Gölcük volkanitlerinden alınmış 11 adet kayaç örneğinin ortalama, minimum ve maksimum değerleri ile karşılaştırılmıştır (Alıcı vd., 1998). Bu şekilde açıkça görüleceği gibi, mineralojik bileşimlerine benzer şekilde, kayaç kimyasal analizleri de Gölcük trakitik-trakiandezitik bileşimli volkanitleri ve Antalya yolu üzerindeki tefra seviyelerinin kuvvetli benzer bir jeokimyaya, dolayısıyla benzer bir kökensel ilişkiye sahip olduklarını göstermektedir. Tüflerdeki yüksek CaO (8.9-12.23 % ağırlık) bileşimle-

ri dışında, tüm ana oksitler ve seçili iz elementler Gölcük trakitik volkanitlerinin ortalama bileşimleri ile uyumlu görünmektedir. Örneğin, Gölcük volkanitleri şošonitik alkalın karakterli olup K₂O/Na₂O değerleri yaklaşık 1'e eşittir. Bu oran tüflerde de 0.8 ile 1 arasında değişmekte olup, şošonitik karakterle uyumludur. Ayrıca yüksek Ba (> 1000 ppm), Sr (> 1000 ppm), Zr (> 400 ppm), La (> 150 ppm) ve Nb (> 35 ppm) element oranları oldukça karakteristiktir. Tüflerin yüksek CaO içerikleri ise, içerisindeki karbonat kökenli taneler ve matriksi oluşturan karbonat bağlayıcıdan (modal olarak % 5-10) kaynaklanmaktadır.



Şekil 9. Tefra ara tabakalı çamurtaşı örneklerindeki çökelimleşmiş (A-C) ve taşınmış (D-T) nanofosiller (görüntülerin sağ üst köşelerinde kayaç örnek numaraları; alttaki çizgisel ölçekler 5 mikron; PL: polarize ışıkta, NL: normal ışıkta, CL: kontrast ışıkta): a) *Scyphosphaera pulcherrima* (a.1: PL, a.2: NL), b) *Pseudoemiliana lacunosa* (b.1: PL, b.2: CL), c) *Reticulofenestra pseudoumbilica* (c.1: PL, c.2: CL), d) *Cruciplacolithus primus* (d.1: PL, d.2: CL), e) *Neobiscutum parvulum* (e.1: PL, e.2: CL), f) *Rhomboaster cuspis* (f.1: PL, f.2: NL), g) *Arkhangelskiella cymbiformis* (g.1: PL, g.2: NL), h) *Sphenolithus annarhopous* (h.1, h.3: PL, h.2: CL), i) *Discoaster salisburgensis* (NL), j) *Dictyococcites daviesii* (j.1: PL, j.2: CL), k) *Discoaster lodoensis* (NL), l) *Discoaster mohleri* (NL), m) *Toweius gammation* (m.1: PL, m.2: CL), n) *Dictyococcites heslandii* (n.1: PL, n.2: CL), o) *Criboecentrum reticulatum* (o.1: PL, o.2: CL), p) *Reticulofenestra gelida* (p.1: PL, p.2: CL), r) *Dictyococcites bisectus* (r.1: PL, r.2: CL), s) *Dictyococcites scrippsae* (s.1: PL, s.2: CL), t) *Sphenolithus moriformis* (t.1, t.2: PL).

Figure 9. Syndeposited (A-C) and reworked (D-T) nanofossils in the mudstone samples of the tephra-interbedded succession (numbers of the rock samples in upper-right corners of the images; each linear scales in the lower of all images represents 5 micron; PL: polarized light, NL: normal light, CL: contrast light): a) *Scyphosphaera pulcherrima* (a.1: PL, a.2: NL), b) *Pseudoemiliana lacunosa* (b.1: PL, b.2: CL), c) *Reticulofenestra pseudoumbilica* (c.1: PL, c.2: CL), d) *Cruciplacolithus primus* (d.1: PL, d.2: CL), e) *Neobiscutum parvulum* (e.1: PL, e.2: CL), f) *Rhomboaster cuspis* (f.1: PL, f.2: NL), g) *Arkhangelskiella cymbiformis* (g.1: PL, g.2: NL), h) *Sphenolithus annarhopous* (h.1, h.3: PL, h.2: CL), i) *Discoaster salisburgensis* (NL), j) *Dictyococcites daviesii* (j.1: PL, j.2: CL), k) *Discoaster lodoensis* (NL), l) *Discoaster mohleri* (NL), m) *Toweius gammation* (m.1: PL, m.2: CL), n) *Dictyococcites heslandii* (n.1: PL, n.2: CL), o) *Criboecentrum reticulatum* (o.1: PL, o.2: NL), p) *Reticulofenestra gelida* (p.1: PL, p.2: CL), r) *Dictyococcites bisectus* (r.1: PL, r.2: CL), s) *Dictyococcites scrippsae* (s.1: PL, s.2: CL), t) *Sphenolithus moriformis* (t.1, t.2: PL).

KAYAÇ ÖRNEK NO.	03IA001	03IA002	03IA003	03IA004	03IA005	03IA006	03IA007a	03IA007c	03IA008a	03IA008b	03IA009a	03IA009b	03IA010b
ÇÖKELİMLE EŞYAŞLI NANNOFOSİLLER (Erken/Orta Pliyosen Toplulukları)													
<i>Amaurolithus amplificus</i> (Bukry & Percival)		#	#										
<i>Amaurolithus delicatus</i> Gartner & Bukry		#											
<i>Amaurolithus tricorniculatus</i> (Gartner)		#											
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (Murray & Blackman)		#		#						#			
<i>Calcidiscus macintyreii</i> (Bukry & Bramlette)		#	#			#				#	#	o	#
<i>Caneosphaera halldalii</i> Kamptner				#									
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich)	#	#	#	#	#		#	#		#	#	o	#
<i>Coronosphaera mediterranea</i> (Lohmann)											#	o	#
<i>Deutschlandia cf. gaarderae</i> Perch-Nielsen													#
<i>Dictyococcites antarcticus</i> Haq	#	#								#	#		
<i>Dictyococcites productus</i> (Kamptner)	#	#	#	#	#	#	#	#		#	#	o	#
<i>Discoaster cf. asymmetricus</i> Gartner		#								#		o	
<i>Discoaster cf. brouweri</i> Tan											#		#
* <i>Discoaster pentaradiatus</i> (Tan)	#											o	#
* <i>Discoaster surculus</i> Martini & Bramlette									o			o	
* <i>Discoaster tamalis</i> Kamptner										#			
* <i>Discoaster toralus</i> Ellis, Lohmann & Wray											#	o	
<i>Discoaster variabilis</i> Martini & Bramlette													#
<i>Florisphaera profunda</i> Okada & Honjo		#									#		
<i>Geminolithella rotula</i> (Kamptner)							#					o	#
<i>Gephyrocapsa cf. aperta</i> Kamptner	#	#	#	#	#		#	#	o	#		o	#
<i>Helicosphaera carteri</i> (Wallich)	#	#	#		#					#	#	o	#
<i>Helicosphaera kamptneri</i> Hay & Mohler		#											#
<i>Holodiscolithus macroporus</i> (Deflandre)					#						#		#
<i>Pontosphaera discopora</i> Schiller													#
<i>Pontosphaera japonica</i> (Takayama)											#		
<i>Pontosphaera multipora</i> (Kamptner)												o	
* <i>Pseudoemiliana lacunosa lacunosa</i> (Kamptner)	#	#	#	#						#	#	o	#
* <i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	#	#	#	#	#	#	#			#	#	o	#
* <i>Reticulofenestra minuta</i> (Roth)	#	#	#										
* <i>Reticulofenestra minutula</i> (Roth)	#	#	#					#				o	#
* <i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> (Gartner)	#	#	#		#		#		o	#	#	o	#
<i>Rhabdosphaera claviger</i> Murray & Blackman										#			#
<i>Scyphosphaera apsteinii</i> Lohmann										#			
<i>Scyphosphaera cf. aranta</i> Kamptner									o				
<i>Scyphosphaera conica</i> Kamptner											#		
<i>Scyphosphaera pulcherrima</i> Deflandre													#
* <i>Sphenaster metula</i> Backman	#	#					#		o	#	#	o	#
* <i>Sphenolithus abies</i> Deflandre	#	#	#				#		o	#	#	o	#
* <i>Sphenolithus neobabies</i> Bukry & Bramlette	#	#	#	#		#		#		#	#		#
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann										#			#
<i>Umbilicosphaera jafarii</i> Müller							#						
<i>Umbilicosphaera sibogae sibogae</i> (Weber-van Bosse)		#	#								#		
<i>Umbilicosphaera sibogae foliosa</i> (Kamptner)	#												
<i>Thoracosphaera cf. tuberosa</i> Kamptner				#		#		#		#		o	#
BIYOZONLAR		NN14			NN15								

(*) Stratigrafik düzey/zon belirleyici türler, (#) preparatlarda saptanan türler, (o) ince-kesitlerde saptanan türler

Şekil 10. Tefra katkılı seriye ait çamurtaşı ve tuf örneklerindeki çökeltimle eşyaşlı nannofosil tür dağılımları ve biyozonları.

Figure 10. Distributions and biozones of the syndimentary nannofossil specimens in the mudstone and tuff samples of the tephra-interbedded succession.

KAYAÇ ÖRNEK NO.	03/A001	03/A002	03/A003	03/A004	03/A005	03/A006	03/A007a	03/A007c	03/A008a	03/A008b	03/A009a	03/A009b	03/A010b
HAVZA DIŞINDAN TAŞINMIŞ GEÇ OLİGOSEN-ERKEN MİYOSEN TOPLULUKLARI													
<i>Bicolumnus ovatus</i> Wei & Wise	#												
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich)	#	#	#		#	#	#			#	#		#
* <i>Coccolithus miopelagicus</i> Bukry	#	#	#		#	#	#	#	o				
<i>Criboecentrum reticulatum</i> (Gartner & Smith)			#							#			
<i>Cyclicargolithus abisectus</i> (Müller)	#	#	#			#	#		o	#	#		#
<i>Cyclicargolithus floridanus</i> (Roth & Hay)	#	#	#		#	#	#		o	#	#		#
* <i>Dictyococcites bisectus</i> (Hay, Mohler & Wade)	#	#	#	#		#	#	#		#	#	o	#
<i>Dictyococcites hesslandii</i> (Haq)	#	#	#							#		o	#
<i>Dictyococcites perplexus</i> Burns	#	#	#		#		#			#	#		
<i>Discoaster deflandrei</i> Bramlette & Riedel	#						#						
<i>Discoaster cf. obtusus</i> Gartner	#						#						
<i>Helicosphaera euphratis</i> Haq	#	#									#		
<i>Helicosphaera intermedia</i> Martini											#		
<i>Pyrocyclus hermosus</i> Roth & Hay	#	#			#								
<i>Pyrocyclus inversus</i> Roth & Hay		#											#
<i>Reticulofenestra gelida</i> (Geitzenauer)	#	#	#		#						#		#
* <i>Reticulofenestra haqii</i> Backman	#	#	#			#	#			#	#	o	#
<i>Reticulofenestra lockeri</i> Müller								#					
* <i>Reticulofenestra minuta</i> (Roth)	#	#	#		#	#	#			#			#
<i>Reticulofenestra stavensis</i> (Levin & Joerger)											#		#
* <i>Sphenolithus belemnus</i> Bramlette & Wilcoxon	#	#						#			#		#
<i>Sphenolithus conicus</i> Bukry	#	#			#		#						#
* <i>Sphenolithus dissimilis</i> Bukry & Percival	#	#				#	#	#		#	#		
* <i>Sphenolithus heteromorphus</i> Deflandre									o				
<i>Sphenolithus moriformis</i> Bramlette & Wilcoxon	#	#	#		#	#	#	#		#	#		#
<i>Thoracosphaera cf. heimii</i> (Lohmann)	#	#	#				#		o		#		#
* <i>Triquetrorhabdulus carinatus</i> Martini	#	#	#								#		
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> Deflandre													#
BİYOZONLAR	NP25-NN5												

(*) Stratigrafik düzey/zon belirleyici türler, (#) preparatlarda saptanan türler, (o) ince-kesitlerde saptanan türler

Şekil 11. Tefra katkılı seriye ait çamurtaşı ve tuf örneklerinde, havza dışından taşınmış Geç Oligosen-Erken Miyosen nannofosil türlerinin dağılımları ve olası biyozonları.

Figure 11. Distributions and probable biozones of the Late Oligocene-Early Miocene nannofossil specimens in the mudstone and tuff samples of the tephra-interbedded succession.

NANNOFOSİL BULGULARINA GÖRE TÜFLERİN KRONOSTRATİGRAFİK YORUMU

Tuf ara katkılı marnların içerdikleri nannofosil topluluklarının, geç Erken Pliosen stratigrafik düzeyine karşılık gelen NN15 – *Reticulofenestra pseudumbilica* zonunu temsil ettikleri belirlenmiştir. Manyetostratigrafi çalışmaları sonucunda; bu zonun alt sınırını belirleyen *Amaurolithus* spp. (*A. delicatus*, *A. tricorniculatus*) türlerinin son görünümü için Rio vd. (1990a) Orta Akdeniz’de 4.1 m.y., Rio vd. (1990b) Batı Akdeniz’de 4.13 m.y. sonuçlarını elde etmiştir. Zonun üst sınırını oluşturan *Re. pseudumbilica* türünün son görünümü için ise, Manivit (1989) Afrika’nın kuzeybatısındaki derin deniz sondajlarında 3.4 m.y. düzeyini belirlerken, Rio

vd. (1990a) Orta Akdeniz’de 3.6 m.y. ve Rio vd. (1990b) ise Batı Akdeniz’de 3.5-3.6 m.y. düzeylerini belirlemişlerdir.

10 m’lik bir istif içerisinde ara tabakalar halinde bulunan kristal-tüflerin, en alt ve en üst seviyelerindeki çamurtaşlarından elde edilen nannofosil bulgularına göre, istifin 4.0-3.5 m.y. aralığındaki bir dönemde çökeldiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu stratigrafik düzey, olasılıkla Gölcük maar volkanının ilk patlama evrelerinin belirlenmesinde bir bulgu olarak görülebilir. Başka bir ifadeyle, Gölcük maar kraterinin, büyük bir olasılıkla Isparta bölgesinde görülen volkanizmanın ilk evrelerinde de (6.2 – 2.2 m.y. arasında) aktif olduğuna işaret etmektedir. Pliosen döneminde, trakitik volkanizmanın (4.6 m.y.) çıkışıyla birlikte,

KAYAÇ ÖRNEK NO.	03/A001	03/A002	03/A003	03/A004	03/A005	03/A006	03/A007a	03/A007c	03/A008a	03/A008b	03/A009a	03/A009b	03/A010b
HAVZA DIŞINDAN TAŞINMIŞ NANNOFOSSİLLER (2) (Geç Tanesiyen-Eosen Toplulukları)													
<i>Chiasmolithus consuetus</i> (Bramlette & Sullivan)						#							
* <i>Chiasmolithus solitus</i> (Bramlette & Sullivan)	#												
<i>Chiasmolithus titus</i> Gartner	#												
<i>Clausiococcus fenestratus</i> (Deflandre & Fert)			#										#
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich)	#	#	#	#			#	#		#			#
<i>Cruciplacolithus subrotundus</i> Perch-Nielsen	#	#											
<i>Dictyococcites daviesii</i> (Hay)		#											
<i>Dictyococcites scrippsae</i> Bukry & Percival		#									#		#
<i>Discoaster barbadiensis</i> Tan							#	#					#
<i>Discoaster binodosus</i> Martini													#
<i>Discoaster gemmeus</i> Stradner	#	#				#							
* <i>Discoaster kueperi</i> Stradner		#					#			#			
* <i>Discoaster lodoensis</i> Bramlette & Riedel		#						#					#
* <i>Discoaster mohleri</i> Bukry & Percival		#	#				#			#			
<i>Discoaster multiradiatus</i> Bramlette & Riedel									o				
<i>Discoaster saipanensis</i> Bramlette & Riedel										#			
<i>Discoaster salisburgensis</i> Stradner													#
<i>Ericsonia cava</i> (Hay & Mohler)		#								#	#		
<i>Ericsonia formosa</i> (Kamptner)	#	#	#				#				#	o	#
<i>Ericsonia ovalis</i> Black	#	#	#		#	#	#			#			#
* <i>Fasciculithus tympaniformis</i> Hay & Mohler											#		
<i>Lanternithus minutus</i> Stradner	#		#		#	#		#		#	#		#
<i>Reticulofenestra dictyoda</i> (Deflandre)										#	#		
<i>Sphenolithus annarhopus</i> Bukry & Bramlette		#											
<i>Sphenolithus editus</i> Perch-Nielsen	#												
<i>Sphenolithus moriformis</i> Bramlette & Wilcoxon	#	#	#			#	#	#	o	#	#	o	#
<i>Sphenolithus obtusus</i> Bukry		#	#										
<i>Sphenolithus primus</i> Perch-Nielsen		#											
<i>Sphenolithus radians</i> Deflandre	#	#									#		#
<i>Toweius crassus</i> (Bramlette & Sullivan)			#					#					
<i>Toweius gammation</i> (Bramlette & Sullivan)	#									#			#
<i>Zygrhablithus bijugatus</i> Deflandre	#	#	#			#	#	#			#		#
BİYOZONLAR	NP8-NP15												

(*) Stratigrafik düzey/zon belirleyici türler, (#) preparatlarda saptanan türler, (o) ince-kesitlerde saptanan türler

Şekil 12. Tüf katkılı seriye ait çamurtaşı ve tüf örneklerinde, havza dışından taşınmış Geç Tanesiyen-Eosen nannofosil türlerinin dağılımları ve olası biyozonları.

Figure 12. Distributions and probable biozones of the Late Thanetian-Eocene nannofossil specimens in the mudstone and tuff samples of the tephra-interbedded succession.

büyük bir olasılıkla Gölcük patlamalı volkanizması da etkin olmuş ve Gölcük kraterinin epiferal kesimlerindeki trakitik-trakiandezitik volkanik lav çıkışlarıyla eş-zamanlı olarak ilk aktif (patlamalı) dönemini yaşamıştır. Bu volkanın en aktif döneminin ise, Pleistosen-Kuvaterner aralığında olduğu bilinmektedir (Çoban, 2005; Platevoet vd., 2008).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Antalya havzası içerisinde daha önceki çalışmalarda saptanan, ancak yeri, çökelim zamanı ve kaynağı hakkında kesin yorum

yapılamayan Neojen denizel kırıntılıları içerisindeki tüflü seriler incelenmiştir. Eskiköy ve Nalbantlar yerleşimleri doğusunda, Isparta-Antalya karayolu üzerinde belirlenen tefra (trakitik tüf) aralanmalı çamurtaşlarının kronostratigrafisi, nannofosillere dayanan biyostratigrafik bulgulara göre yeniden düzenlenmiştir. Tefra ara tabakalı denizel çamurtaşlarına ait 10 m'lik istifin, geç Erken Pliyosen dönemini (4.0-3.5 m.y.) temsil eden NN15 – *Reticulofenestra pseudumbilica* zonunu içerdiği saptanmıştır. Bu sonuçla geç Erken Pliyosen'de gerçekleşen bir püskürmenin ürünü olan ve gerek trakitik bileşimdeki benzerlikleri, gerekse yöredeki en yakın patla-

KAYAÇ ÖRNEK NO.	03IA001	03IA002	03IA003	03IA004	03IA005	03IA006	03IA007a	03IA007c	03IA008a	03IA008b	03IA009a	03IA009b	03IA010b
HAVZA DIŞINDAN TAŞINMIŞ NANNOFOSİLLER (3) (Geç Kretase-Daniyen Topluluklar)													
<i>Acuturris scotus</i> (Risatti)													#
* <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i> Vekshina													#
<i>Cribrosphaerella ehrenbergii</i> (Arkhangelsky)			#							#			
<i>Cribrosphaerella venata</i> (Stover)	#												
<i>Cruciplacolithus edwardsii</i> Romein		#											
* <i>Cruciplacolithus primus</i> Perch-Nielsen	#												
<i>Cyclagelosphaera deflandrei</i> (Manivit)			#										
<i>Cyclagelosphaera reinhardtii</i> (Perch-Nielsen)		#					#						
<i>Cylindralithus cf. asymmetricus</i> Bukry													
<i>Eiffelolithus cf. gorkae</i> Reinhardt		#											
<i>Ellipsogelosphaera cf. brittanica</i> (Stradner)													#
* <i>Futyania cf. petalosa</i> Varol			#		#								
* <i>Lithraphidites cf. quadratus</i> Bramlette & Martini										#			
<i>Lucianorhabdus cayeuxii</i> Deflandre	#												
* <i>Markalius inversus</i> (Deflandre)	#		#										
<i>Micula decussata</i> Vekshina		#	#		#			#			#		
<i>Micula staurophora</i> (Gardet)										#			
* <i>Neobiscutum parvulum</i> (Romein)	#												
<i>Octolithus multiplus</i> (Perch-Nielsen)			#										
<i>Prinsius martinii</i> (Perch-Nielsen)	#												
<i>Prinsius tenuiculum</i> (Okada & Thierstein)		#											
<i>Rhomboaster cusps</i> Bramlette & Sullivan			#							#			
<i>Stradneria crenulata</i> (Bramlette & Martini)											#		
<i>Thoracosphaera operculata</i> Stradner	#												
<i>Thoracosphaera saxea</i> Stradner			#							#			
<i>Watznaueria barnesae</i> Black	#		#		#		#	#					#
BIYOZONLAR	CC25-NP1												

(*) Stratigrafik düzey/zon belirleyici türler, (#) preparatlarda saptanan türler, (o) ince-kesitlerde saptanan türler

Şekil 13. Tüf katkılı seriye ait çamurtaşı ve tüf örneklerinde, havza dışından taŐınmiŐ Geç Kretase-Daniyen nannofosil türlerinin daŐılımları ve olası biyozonları.

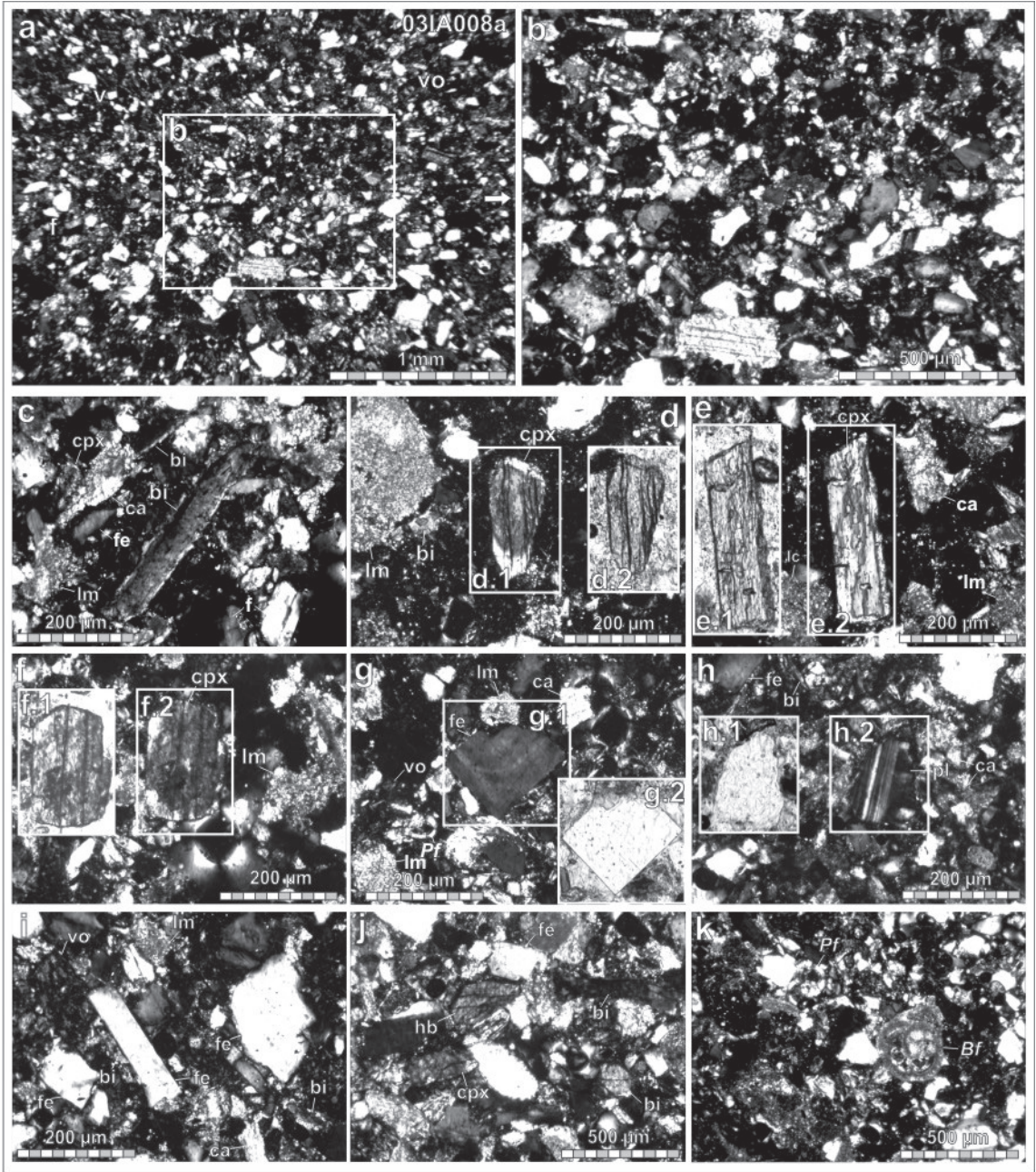
Figure 13. Distributions and probable biozones of the Late Cretaceous-Danian nannofossil specimens in the mudstone and tuff samples of the tephra-interbedded succession.

malı volkanik çıkış merkezi olması nedeniyle bu tüflerin, Isparta yöresindeki Gölcük maar volkanından kaynaklanma olasılığının yüksek olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca, Gölcük maarının ilk patlama evresinin, daha önce bilinenin (2.2 m.y. sonrası) aksine, trakitik fazın ortaya çıktığı 4.6 m.y.'dan kısa bir süre sonra baŐladıĐına işaret etmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel AraŐtırma Projeleri Koordinasyon Biriminin 1257-M-06 no.lu projesi kapsamında kısmen desteklenmektedir. Yazarlar, bu çalıŐmaya ait

tefra örneklerinin kayaç kimyasal analizlerini yaparak önemli bir katkıda bulunan Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Yusuf Kaan KadioĐlu'na, ayrıca yazının geliŐtirilmesindeki katkılarından dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Muhittin Görmüş'e, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Yavuz Okan'a ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümünden Mustafa Karabıyıkdoğlu'na teŐekkür ederler.



Şekil 14. İnceleme noktası IA-4'deki tuf ara katlı seriden alınan tefra örneğine (no. 03IA008a) ait ince kesitteki mineralojik tanımlamalar (bi: biyotit, cpx: klinopiroksen, fe: feldispat, hb: hornblend, pl: plajiyoklas, vo: volkanik kayaç parçası, ca: kalsit çimento, lm: kireçtaşı parçası, Bf: bentik foraminifer, Pf: planktik foraminifer; tüm görüntüler polarize ışıkta): a-b) laminalı tufün genel görünümü, c) biyotit (ortada), d-f) klinopiroksen (diyopsit?), g) K-feldispat, h) plajiyoklas, i) K-feldispat (Sanidin?), j) biyotit, hornblend ve klinopiroksen, k) tuf içerisindeki bentik ve planktik foraminifer kavkuları.

Figure 14. Mineralogical determinations in the thin-section of the tephra sample (no. 03IA008a) taken from tuff-interbedded succession in the investigation spot IA-4 (bi: biotite, cpx: clinopyroxene, fe: feldspar, hb: hornblende, pl: plagioclase, vo: volcanic rock fragment, ca: calcite cement, lm: limestone fragment, Bf: benthic foraminifer, Pf: Planktic foraminifer; all images under polarised light): a-b) general view of the laminated tuff, c) biotite (in the centre), d-f) clinopyroxene (diopsite?), g) K-feldspar, h) plagioclase, i) K-feldspar (sanidine?), j) biotite, hornblende and clinopyroxene, k) benthic and planktic foraminifera tests in the tuff.

Isparta-Antalya Yolu Tefra Düzeylerine Ait Kayaçlarda Kimyasal Analiz Değerleri				Gölcük Volkanitlerinin Piroklastik Kayaçlarında Kim. Analiz Değerleri			
Örnek no.	03IA008a	03IA009b	03IA010a	Ortalama	En az	En fazla	
Örnek sayısı	1	1	1	11	11	11	
Ana oksitler	SiO ₂ (%)	59,82	58,31	57,62	58,30	51,52	67,98
	TiO ₂ (%)	0,35	0,40	0,40	0,57	0,29	0,76
	Al ₂ O ₃ (%)	15,08	14,53	13,81	16,78	16,03	17,34
	Fe ₂ O ₃ (%)	4,10	4,40	4,00	4,37	1,86	6,35
	MnO (%)	0,09	0,10	0,09	0,09	0,02	0,12
	MgO (%)	1,91	2,41	2,80	1,93	0,53	3,80
	CaO (%)	8,92	10,48	12,23	4,74	1,59	8,03
	Na ₂ O (%)	4,89	4,16	3,60	4,81	4,07	5,35
	K ₂ O (%)	3,80	3,50	3,80	5,25	4,97	5,84
	P ₂ O ₅ (%)	0,34	0,36	0,30	0,40	0,08	0,79
İz elementler	Ba (ppm)	2361,00	2171,00	1923,00	2687,00	1617,00	4020,00
	Sr (ppm)	2535,00	2329,00	2042,00	3789,00	1933,00	5684,00
	Rb (ppm)	93,70	87,80	82,30	133,00	106,00	177,00
	Zr (ppm)	378,00	449,00	343,00	443,00	401,00	495,00
	Y (ppm)	18,40	20,80	15,20	21,00	14,00	27,00
	Nb (ppm)	44,60	50,60	36,50	45,00	35,00	54,00
	Th (ppm)	40,10	38,80	32,80	95,30	66,00	125,00
	La (ppm)	121,00	125,00	105,00	201,00	166,00	261,00
	Ce (ppm)	202,00	215,00	170,00	356,00	295,00	434,00

Şekil 15. Antalya yolu üzerindeki tefra düzeylerinin ana oksit ve bazı iz element içerikleri ile Gölcük volkanitlerinin kimyasal bileşimlerinin karşılaştırması (Gölcük volkanitlerine ait 11 örneğin bileşimleri Alıcı vd., 1998'den alınmıştır).

Figure 15. Correlation between major oxide and some rare elements of the tephra levels on the Isparta-Antalya road and chemical composition of the Gölcük volcanites (Compositions of the 11 samples were taken from Alıcı vd., 1998).

KAYNAKLAR

- Akay, E. ve Uysal, S., 1985. Orta Torosların batısındaki (Antalya) Neojen çökellerinin stratigrafisi, sedimantolojisi ve yapısal jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No. 2147, Ankara (yayımlanmamış).
- Akay, E., Uysal, S., Poisson, A., Cravatte, J. ve Müller, C., 1985. Antalya Neojen Havzasının stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 28, 105–119.

- Alıcı, P., Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G., and Gündoğdu, M.N., 1998. Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölcük area (Isparta, SW Turkey): genesis of enriched alkaline magmas. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 423-446
- Altınlı, E., 1943. Antalya bölgesinin jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No. 858-59, Ankara (yayımlanmamış).
- Bizon, G., Biju-Duval B., Letouzey, J., Monod, O., Poisson, A., Özer, B., and Öztümer,

- E., 1974. Nouvelles precisious stratigraphiques concernant les bassins tertiaires du sud de la Turquie (Antalya, Mut., Adana): *Revue de l'IFP*, 29 (3), 305-325
- Çoban, H., 2005. New geochronologic, geochemical and isotopic constraints on the evolution of Plio-Quaternary alkaline volcanism from Isparta district, SW Turkey. Kadir Has University, International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Aegean Region, İstanbul, Abstracts, p. 253.
- Çoban, H., and Flower, M.F.J., 2006. Mineral phase compositions in silica-undersaturated leucite lamproites from the Bucak area, Isparta, SW Turkey. *Lithos*, 89, 275-299.
- Çoban, H., and Flower, M.F.J., 2007. Late Pliocene lamproites from Bucak, Isparta (southwestern Turkey): implications for mantle wedge evolution during Africa-Anatolian plate convergence. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29, 160-176.
- Çoban, H., Yılmaz, K., Caran, Ş. ve Görmüş, M., 2003. Isparta bölgesinde Miyosen sonrası tektonizma, volkanizma ve sedimentasyon. *Mersin Üniversitesi, 10. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Özetler*, s 2.
- Flecker, R., Robertson, A.H.F., Poisson, A., and Müller, C., 1995. Facies and tectonic significance of two contrasting Miocene Basins in south coastal Turkey. *Terra Nova*, 7 (2), 221-232.
- Flecker, R., Ellam, R.M., Müller, C., Poisson, A., Robertson, A.H.F., and Turner, J., 1998. Application of Sr isotope stratigraphy and sedimentary analysis to the origin and evolution of the Neogene basins in the Isparta Angle, southern Turkey. *Tectonophysics*, 298, 83- 101.
- Flecker, R., Poisson, A., and Robertson, A.H.F., 2003. Facies and palaeogeographic evidence for the Miocene evolution of the Isparta Angle in its regional eastern Mediterranean context. *Sedimentary Geology*, 173, 277-314
- Glover, P.G., and Robertson, A.H.F., 1998a. Role of regional extension and uplift in the Plio-Pleistocene evolution of the Aksu Basin, SW Turkey. *Journal of Geological Society of London*, 155, 365-387.
- Glover, C., and Robertson, A.H.F., 1998b. Neotectonic intersection of the Aegean and Cyprus tectonic arcs: extensional and strike-slip faulting in the Isparta Angle, SW Turkey. *Tectonophysics*, 298, 103-132.
- İslamoğlu, Y., 2001-2002. Antalya Miyosen havzasının mollusk faunası ile stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 123-124, 27-59.
- İslamoğlu, Y. ve Taner, G., 2003a. Antalya ve Kasaba havzalarındaki Miyosen yaşlı mollusk faunasının paleocoğrafik ve paleoekolojik özellikleri (Batı-Orta Toroslar, GB Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 126, 11-42.
- İslamoğlu, Y. ve Taner, G., 2003b. Antalya Miyosen havzasının Bivalvia faunası (Batı-Orta Toroslar, GB Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 127, 1-28.
- İslamoğlu, Y. ve Taner, G., 2003c. Antalya Miyosen havzasının Gastropoda faunası (Batı-Orta Toroslar, GB Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 127, 29-66.
- Karabıyıköğlü, M., Çiner, A., A., Deynoux, M., Monod, O., Manatchal, G., and Tuzcu, S., 2003a. Tectonosedimentary evolution of the Miocene Antalya basin, Western Taurids, Turkey. *General Directorate of Mineral Research and Exploration Report*.
- Karabıyıköğlü, M., Tuzcu, S., Çiner, A., Deynoux, M., Örçen, S., and Hakyemez, A., 2003b. Facies and environmental setting of the Miocene coral reefs in the late-orogenic fill of the Antalya Basin, western Taurides, Turkey: implications for tectonic control and sea-level changes. *Sedimentary Geology*, 173, 345-371
- Kumral, M., Çoban, H., Gediklioğlu, A., and Kılınç, A., 2006. Petrology and geochemistry of augite trachytes and porphyritic trachytes from the Gölcük volca-

- nic region, Isparta, SW Turkey: a case study. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 707-716.
- Lefevre, C., Bellon, H., and Poisson, A., 1983. Présence de leucitites dans le volcanisme Pliocène de la région d'Isparta (Taurides occidentales, Turquie). **Comptes Rendus** de l'Académie des Sciences, 297, 367-372.
- Manivit, H., 1989. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Leg 108 sediments. *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 108, 35-69.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci A. (Ed.), *Proceedings of the 2nd Planktonic Conference, Roma, 1970*, pp. 739-785.
- Martini, E., and Worsley, T., 1970. Standard Neogene calcareous nannoplankton zonation. *Nature*, 225, 289-290.
- Perch-Nielsen, K., 1985a. Mesozoic calcareous nannofossils. Pp. 329-426. In: H.M. Bolli, J.B. Saunders, K. Perch-Nielsen (eds.), *Plankton Stratigraphy* (Cambridge Earth Science Series), Cambridge University Press, Cambridge.
- Perch-Nielsen, K., 1985b. Cenozoic calcareous nannofossils. Pp. 427-554. In: H.M. Bolli, J.B. Saunders, K. Perch-Nielsen (eds.), *Plankton Stratigraphy* (Cambridge Earth Science Series), Cambridge University Press, Cambridge.
- Platevoet, B., Scaillet, S., Guillou, H., Blamart, D., Nomade, S., Massault, M., Poisson, A., Elitok, Ö., Özgür, N., Yagmurlu, F., and Yılmaz, K., 2008. Pleistocene eruptive chronology of the Gölcük volcano, Isparta Angle, Turkey. *Quaternaire*, 19, 147-156.
- Poisson, A., 1977, *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): These d'Etat Univ, Paris-Sud (Orsay)*.
- Poisson, A., Akay, E., Cravatte, J., Müller, C., and Uysal, Ş., 1983, *Données nouvelles sur la chronologie de mise en place des nappes d'Antalya au centre de L'angle d'Isparta (Taurus occidental, Turquie): Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences, Paris, 296, 923-926.
- Poisson, A., Wernli, R., Sagular, E.K., and Temiz, H., 2003. New data concerning the age of the Aksu Thrust in the south of the Aksu valley, Isparta Angle (SW Turkey): consequences for the Antalya Basin and the Eastern Mediterranean. *Geological Journal*, 38, 311-327.
- Rio, D., Raffi, I., and Villa, G., 1990a. Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean. *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 107, pp. 513-533.
- Rio, D., Sprovieri, R., and Channel, J., 1990b. Pliocene-Early Pleistocene chronostratigraphy and the Tyrrhenian deep-sea record from Site 653. *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 107, pp. 705-714.
- Sagular, E.K., 1995. *Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Bolu-Ilgaz kesimindeki Üst Kretase-Alt Tersiyer denizel birimlerinin stratigrafik karşılaştırılmalı incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (yayımlanmamış)*.
- Sagular, E.K., 2003. Nannofossil verilerinin stratigrafik yaş ve ortamsal tanımlamalarda kullanımına ilişkin yeni bir inceleme yöntemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (Özel Sayı)*, 7(2), 25-36.
- Schmid, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments, recommendations of the IUGS Subcommission on the systematics of the igneous rocks. *Geological Society of America*, 9, 41-43.
- Streckeisen, A., 1978. IUGS Subcommission on the systematics of igneous rocks. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. *Recommendations and suggestions. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Stuttgart, Abhandlungen*, 134, 1-14.

- Şenel, M., 1995. 1/100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları No.11, Isparta - K11 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Toker, V. ve Akay, E., 1987. Tartışma ve yanıt: Antalya Neojen havzasının stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 30 (2), 87-88.
- Varol, O., 1982. Calcareous nannofossils from the Antalya Basin, Turkey. Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie, 4, 244-256.

