

Acıgöl Grabeni Kuzeyindeki Pliyo-Kuvaterner Yaşlı Karasal Çökellerin Fasiyes Özellikleri ve Bölgenin Paleoortamsal Gelişimi, GB-Türkiye

Ezher TAGLIASACCHI*1 , Fuzuli YAĞMURLU² 

¹Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20070, Denizli, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

(Alınış / Received: 21.09.2018, Kabul / Accepted: 07.08.2019, Online Yayınlanma / Published Online: 30.08.2019)

Anahtar Kelimeler

Litofasiyes,
Karasal tortullar,
Pliyo-Kuvaterner,
Acıgöl Grabeni,
GB-Türkiye

Özet: Denizli'nin 65 km kuzeydoğusundaki Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı karasal çökellerin sedimentolojik özellikleri ve bu çökellerin tektono-sedimanter gelişimi bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır. Çalışma alanında yüzlek veren bu tortullar, Acıgöl Grabeni'nin kuzeyinde Oligosen yaşlı molas karakterindeki kaba kırıntılı tortulları uyumsuz bir şekilde üzerlemektedir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı bu karasal sedimanlar, kahverengimsi kırmızı renkli, kaba kırıntılı çakıtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ara katkılarından oluşan alüvyal yelpaze çökelleri, sarımsı kahverenkli çakıllı kumtaşı ve su altı kayma-oturma yapılarının belirgin olarak gözlemlendiği kilttaşı-silttaşından oluşan delta çökelleri ve beyazımsı gri renkli killi kireçtaşları, marn ve travertenlerden oluşan gösel çökellerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, 8 litofasiyes birimi tanımlanmıştır. Çalışma alanının güney kesiminde Acıgöl grabeni'ni sınırlayan KD-GB gidişli düşey atımlı Maymundağı Fayı "Çardak Fayı", GB- Anadolu'daki Neotektonik dönemi yansıtan en belirgin yapısal unsurlardan biridir. Bu ana faya paralel sentetik ve antitetik faylar sonucu yüzeye ulaşan termal sular, beyaz, masif ve sıkı dokulu, yer yer kırıklı ve çatlaklı traverten oluşumuna neden olmuştur. Ayrıca, bölgede en genç çökeller olarak yüzlek veren alüvyal yelpazelerin yanıl ve düşey yöndeki gelişimi, grabeni sınırlayan genç faylar tarafından günümüze dek denetlenmektedir.

The Facies Properties of Plio-Quaternary Terrestrial Sediments in North of the Acıgöl Graben and Palaeoenvironmental Evolution of the Region, SW-Turkey

Keywords

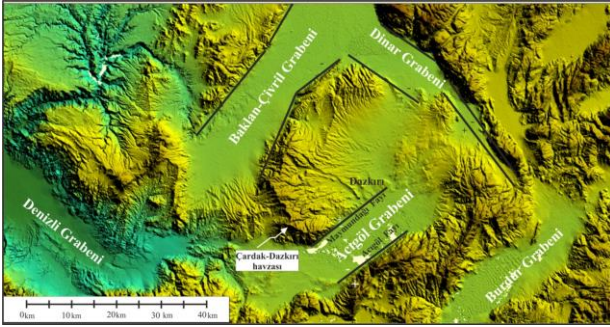
Lithofacies,
Terrestrial deposits,
Plio-Quaternary,
Acıgöl Graben,
SW-Turkey

Abstract: The sedimentological properties and tectono-sedimentary evolution of Pliocene and Quaternary continental deposits which is located at 65km's northeastern of Denizli, constitute the subject of this study. These sediments were disconformably overlies on Oligocene molasse deposits located on the north of Acıgöl graben. These terrestrial sediments deposited during the Pliyo-Quaternary period consist of brownish, claret coloured, coarse detrital conglomerates, sandstones and mudstones intercalated of aluvial fan deposits, yellowish brown coloured pebbly sandstones, claystones-siltstones with slump structures of deltaic deposits and whitish grey coloured clayey limestones, marls and travertines of lacustrine deposits. In this study, 8 lithofacies units have been described and interpreted. Maymundağı fault "Çardak fault" which is NE-SW trending fault in the south of the study area presents vertical displacement and this fault is one of the significant structural components representing Neotectonic period of the SW Anatolia. The white, massive and compact, locally cracked and fractured travertines were precipitated depending on the thermal water which is up to the surface from syntetic and antitetik faults of the Maymundağı fault. Moreover, the young faults occurring parallel to main fault which bounded graben cut off ancient Quaternary alluvial fan and lateral and vertical developing of the new fans controlled by them till nowadays.

*İlgili yazar: egulbas@pau.edu.tr

1. Giriş

Batı Anadolu, Neotektonik dönem boyunca farklı doğrultularda gelişmiş horst ve graben sistemlerinden oluşmaktadır (Şekil 1). Acıgöl grabeni de bu sistemlerinden biri olup, Denizli-Afyon il sınırında, yaklaşık 45 km uzunluğunda ve 14 km genişliğinde KD-GB uzanımlı bir grabendir (Şekil 1). Havza KB'da Maymundağı fayı, GD'da Acıgöl fayları ile sınırlıdır. Bölgenin genişleme rejimine bağlı oluşan çöküntü sistemlerinden biri olan bu KD-GB gidişli Acıgöl grabeni, belirgin jeomorfolojik yapısı ve Na₂SO₄'ca zengin gölüyle birçok araştırmacının ilgi odağını oluşturmaktadır [1, 2]. Grabenin GD'sundaki Acıgöl fayı, Likya naplarına ait kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının sınırını oluşturarak belirgin bir morfoloji ile göze çarpmaktadır. Buna karşılık, grabenin KB'sındaki Maymundağı fayı, Paleojen ve Neojen birimlerini kesmekte ancak Acıgöl fayı kadar belirgin bir yüzeylenme sunmamaktadır. Grabenin KB'sındaki Maymundağı 1689m (Domuz T.) ve GD'sundaki Yandağ'ın yükseltisi 2033m'dir. Graben havzasını sınırlayan Maymundağı yükseltisi Oligosen yaşlı Çardak formasyonu ile temsil edilmektedir. Bu birim, başlıca kumtaşı ve çamurtaşı ara düzeyleri içeren çakıltaşlarından oluşmaktadır. Grabenin GD'daki yükselim alanlarında ise bölgeye Kampaniyen'de yerleşen allokton konumlu ofiyolit, ofiyolit karmaşığı ve Mesozoyik karbonatları yüzeylemektedir. Bölgede yapılan jeomorfolojik veriler ışığında, graben havzasının GD kenarı boyunca, KB kenarına oranla daha yüksek bir sübsidansın olduğu belirtilmiştir [3].



Şekil 1. KD-GB uzanımlı Acıgöl grabeni ve onu sınırlayan Acıgöl fayı ve Maymundağı fayının uydu görüntüsü. Grabene paralel gelişen Burdur ve Baklan-Çivril grabenleri ve bu grabenleri kesen Denizli ve Dinar grabenleri

Acıgöl grabeni ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan çalışmalar, genellikle gölün hidrolojisi, grabenin tektonik yapısı ve kuzeyindeki birimlerin tektono-sedimanter özelliklerini içermektedir [1-6].

Göktaş vd. [4] bölgede yaptıkları çalışmada, çalışma alanı içinde yer alan gölsel karakterdeki Pliyosen yaşlı birime, Hasandede grubu ismini vermişlerdir. Bunun yanısıra, Acıgöl grabeninin kuzeyinde yüzeyleyen ve litoloji benzerliğinden dolayı karasal bu birim, Çameli formasyonu olarak adlandırılmış [7] ve bu formasyon, Kızılören üyesi, Çamurtaşı-marn

üyesi ve Kireçtaşı üyesi olarak üçe ayrılmıştır (Şenel, 1997).

Sözbilir [8] çalışmasında, Likya napları tarafından bağlantıları kesilen Kale-Tavas, Denizli ve Çardak-Dazkırı havzalarını ayrıntılı olarak incelemiştir.

Alçıçek vd. [9] Çameli havzasında yapmış olduğu çalışmada, havzanın Geç Miyosen'de KD-GB uzanımında bir graben olarak açılmaya başladığını ve Erken-Orta Pliyosen'de büyük bir faylanma ile havzanın ikiye ayrıldığından söz etmişlerdir. Gölsel tortullarla karakterize edilen Çameli Havzası'ndan elde edilen memeli bulguları, Orta-Geç Pliyosen yaşlarını vermiştir. Çameli formasyonu olarak adlandırılan bu birim, alttan üste doğru; sırasıyla alüvyon yelpazesi, akarsu ve gölsel depolanma sistemlerini temsil eden, Derindere üyesi, Kumafşarı üyesi ve Değne üyesi olarak ayrılmışlardır. Ayrıca havzanın gelişimi ve depolanma ortamlarındaki değişiklikler, bu çalışmada detaylı olarak incelenmiştir.

Helvacı vd. [10] Acıgöl havzasında yaptıkları sondaj verilerine göre, Acıgöl grabenini denetleyen aktif sentetik ve antitetik faylar sonucunda gölün kademeli olarak kalıcı derin bir göl ortamından geçici sığ playa tipi bir göle geçiş gösterdiğini vurgulamışlardır.

Toker [11,12] Sarıkavak-Dazkırı bölgesinde yaptığı çalışmada, Çameli Formasyonu'nun üst kesimlerinde, tektonik hareketlenmeye bağlı olarak, karbonatça zengin sıcak su çıkışları sonucu çökelen travertenlerin U/Th yöntemine göre orta Pleyistosen döneminde çökeldiğini belirtmiştir. Kuvaterner çökellerinden elde edilen radyometrik yaşlar ve duraylı izotop verileriyle bölgenin paleoklimsel değişimlerine ışık tutulmaya çalışılmıştır [12].

Bu çalışmada, Neotektonik dönemde Acıgöl grabeninin gelişimiyle eş yaşlı olarak çökelen Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu ve onun üzerine gelen Kuvaterner yaşlı karasal çökellerin depolanma süreçleri ayrıntılı olarak incelenmiş, birimlerin lithofasiyes tanımlamaları ve fasiyes ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Buna ek olarak, Pliyo-Kuvaterner yaşlı bu karasal tortullar diğer benzer havzalarla karşılaştırılarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

2. Bölgenin Stratigrafisi

Batı Anadolu'da gelişen Tersiyer havzaları, neotektonik dönemden önce KD-GB uzanımlı bir tek havza olup, günümüzde aynı hat üzerinde birbirleriyle bağlantıları temel yükseltilerle kesilmiştir [5]. Bu havzalar, bölgenin güneybatısında yeralan Kale-Tavas havzası ile hemen doğusunda yeralan Denizli ve Çardak-Dazkırı havzalarıdır ve doğudan batıya doğru gençleşerek çökelmişlerdir [5] (Şekil 2). Paleojen-Neojen yaşlı çökeller, kuzey-

kuzeybatı yönünden bölgeye yerleşen Likya naplarının üzerinde uyumsuz olarak depolanmışlardır. Çalışma alanı içinde bulunan, Çardak- Dazkırı havzası, Acıgöl grabeni'nin kuzeyinde çökelen, erken Oligosen (Rupeliyen) yaşıyla bölgedeki en yaşlı Tersiyer havzası olarak bulunmaktadır [5,13].

Oligosen dönemi, GB Anadolu'da büyük çaplı ofiyolit nap yerleşimlerinin devam ettiği ve bindirme tektoniğine bağlı olarak bölgesel yükselmelerin egemen olarak geliştiği bir zaman aralığını simgeler [14]. Genel olarak, Çardak ve çevresini de içine alan GB-Anadolu bölgesinde yükselen dağ kuşaklarının çoğunlukla güneyinde ve batı bölümlerinde Oligosen döneminde ortaya çıkan havzalarda molas tipinde oldukça kalın ve kaba kırıntılı tortullar depolanmıştır [15,16]. Çardak ve Dazkırı molası olarak tanımlanmış olan kaba kırıntılı bu tortullar, batıda yer alan Kale-Tavas ve Denizli havzalarının devamı olarak düşünülebilir (Şekil 2). Batı Anadolu'da çekme tektoniğine bağlı olarak farklı doğrultularda gelişen normal faylar, bu havzaları birbirinden uzaklaştırarak üç parçaya ayırmıştır. Her bir parça farklı isimler alarak Muğla'dan Dazkırı'ya kadar bir hat boyunca günümüzdeki konumuna sahip olmuştur [17].

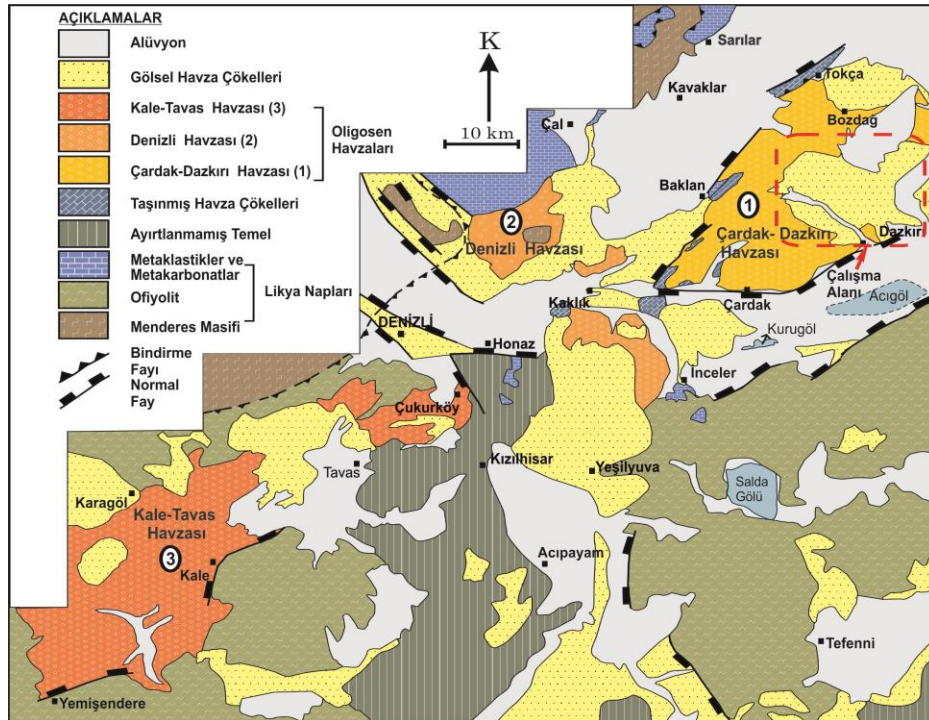
Bölgedeki genişleme rejimi altında birbirleriyle olan ilişkileri tamamen kopmuş olan bu havzalardaki tortullar, genellikle kaba taneli, kalın-çok kalın, yer yer masif bir görünüm sunan, çoğunlukla kireçtaşı ve

ofiyolit parçalarından türemiş, iyi yuvarlaklaşmış, tane destekli çakıltaşlarından oluşmuşlardır.

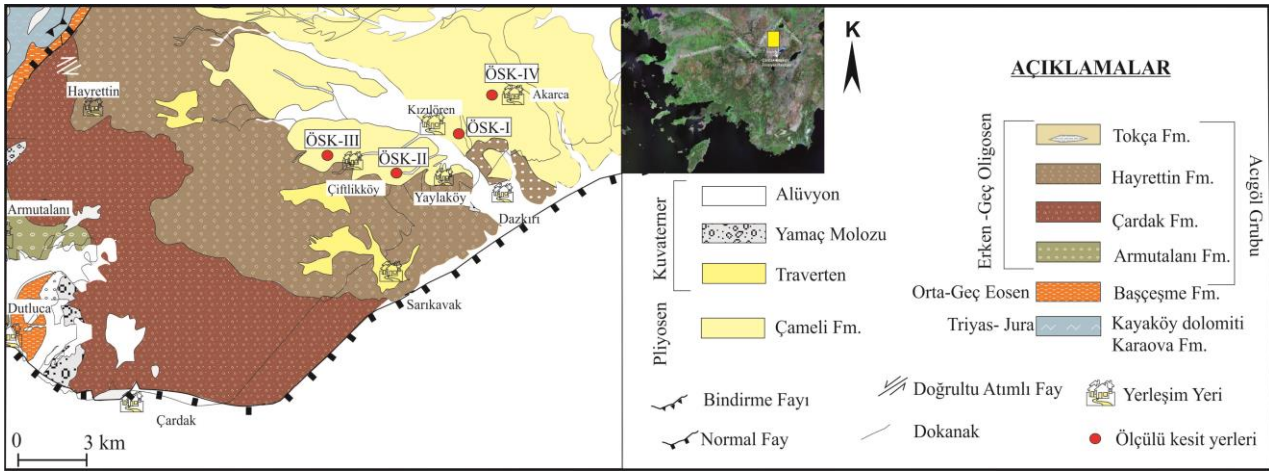
2.1. Paleojen çökelleri

Paleojen yaşlı birimler, çalışma alanı ve çevresinde, Likya naplarının üzerine uyumsuz olarak gelen kalın bir istiften oluşmaktadır (Şekil 2). Likya naplarını oluşturan kaya birimleri, Baklan ilçesinin doğusunda Baklan grabenini sınırlayan, genellikle kahverengimsi sarı, kirli sarı ve yeşilimsi gri renklere metakonglomera, kuvarsit, kuvarsitüst, sist gibi metamorfik kayalardan oluşan Alt Triyas yaşlı Karaova Fm. [18, 19] ile masif, orta-kalın tabakalı, siyahımsı gri, yer yer açık gri renkli dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan Kayaköy Dolomitinden oluşmaktadır [19].

Çalışma alanında Likya naplarının üzerine uyumsuz olarak, çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşan, orta-geç Eosen yaşlı Başçeşme Formasyonu gelmektedir [4,20]. Acıgöl Grubuna ait bu Oligosen tortulları, Acıgöl'ün kuzey kesiminde yüzlek vermekte ve molas karakterinde kalın katmanlı çakıltaşı-kumtaşı ve çamurtaşı bileşenlerinden oluşmaktadır [21] (Şekil 3). Acıgöl grubu, alttan üste doğru; Armutalanı, Çardak, Hayrettin, Tokça ve Bozdağ olmak üzere beş formasyona ayrılmıştır [4]. Eosen yaşlı Başçeşme formasyonu ve üzerine uyumsuz olarak gelen Oligosen yaşlı Acıgöl grubu, genellikle karasal ve yer yer sığ denizel ortamlarda depolanmış çökellerdir. Bu çökellerin üzerine, Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir [4].



Şekil 2. GB Anadolu'daki Oligosen havzalarını gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası ve Pliyosen yaşlı gölsel tortullardan oluşan çalışma alanı ([5,6,7]'den değiştirilerek hazırlanmıştır)



Şekil 3. Çardak-Dazkırı Havzasında yer alan litostratigrafik birimlerin jeolojik haritası ve ölçülü stratigrafik kesitlerin lokasyon yerleri ([7]'den değiştirilerek hazırlanmıştır)

SİSTEM	SERİ	GRUP	FM.	ÜYE	(m)	LİTOLOJİ	TANIMLAMA
KUVATERNER	HOLOSEN				25	Odl. Oym. Simgesi	Alüvyon
	PLEYİSTOSEN						Yamaç molozu
NEOJEN	PLİYOSEN	Çameli			650	Plç	Gösel kumtaşı, silttaşı, killi kireçtaşı, mam
							Kırmızımsı-kahverengimsi konglomera-kumtaşı ardalanması
	OLİGOSEN	Tokça			2000	Toaç	<i>Laevigatosporites haurdi</i> , <i>Pityosporites microalatus</i> , <i>Pityosporites labdacus</i> , <i>Inaperturopollenites sp.</i>
							<i>Textulariidae</i> , <i>Rotalidae</i> , <i>Milolidae</i>
							Kömür mercekli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı
							Ince-orta tabakalı, konglomera, kumtaşı-çamurtaşı, biyoturbasyon yapıları yaygın
		Hayrettin			1500	Toaç	<i>Rotalia sp.</i> , <i>Nannulites sp.</i> , <i>Operculina sp.</i> , <i>Nodosaria sp.</i> , <i>Lenticulina sp.</i>
Çardak			1500	Toaç	İyi yuvarlaklaşmış, matris destekli, kalın tabakalı, konglomera		
					Gri, yeşilimsi gri tübiditik kumtaşı-çamurtaşı		
Armutalanı			300	Toaç	Sarımsı gri, ince tabakalı kumtaşı-çamurtaşı, biyoturbasyon yapıları yaygın		
					Yeşil, grimsi beyaz, matris destekli çapraz tabakalı, konglomera-çamurtaşı ardalanmalı kumtaşı mercekli		
EOSEN	Başçeşme			800	Teb	<i>Dicoccolina sp.</i> , <i>Nannulites sp.</i> , <i>Amphistegina sp.</i> , <i>Oncholoculina sp.</i> , <i>Rotalia sp.</i> , <i>Milolidae</i> , <i>Algae</i> , <i>Dalmanella</i>	
						Sarımsı gri, kumtaşı-çamurtaşı ardalanması yer yer çakıltaşı mercekli	
						<i>Milolidae</i> , <i>Textularia sp.</i> , <i>Algae</i>	
TRİYAS-JURA	Kayaköy			600		Kırmızımsı, konglomera-kumtaşı ardalanması	
						Orta-kalın tabakalı, koyu gri, siyahımsı gri, dolomitik kireçtaşı	
						Kahverengimsi sarı, siyahımsı gri, yeşilimsi gri, renkli metaçakıltaşı, kuvarsi ve şistler	

Şekil 4. Çalışma alanının genelştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (7'den değiştirilerek hazırlanmıştır)

2.2. Neojen çökelleri

2.2.1. Pliyosen birimleri (Çameli formasyonu)

Dazkırı ilçesinin kuzey ve kuzey batısında, ayrıca Baklan Graben havzasında Paleojen tortul istifinin üzerine, genellikle ince ve kaba kırıntılılardan oluşan Çameli Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir [22]. Bu formasyon, Denizli'nin güneyindeki Çameli ilçesinde gözlenen gösel karakterdeki ince kırıntılılar için de kullanılmıştır [9]. Bu formasyon, Acıgöl grabeninin güney kesiminde geniş bir alanda yayılım göstermesine rağmen grabenin kuzey kesiminde sadece Dazkırı, Kızılören ve Akarca köylerinde tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 3). Formasyonu oluşturan tortullar, kahverengimsi sarı, beyazımsı sarı renkte olup, egemen olarak çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 4). Çalışma alanındaki kalınlığı toplam 1000m'ye ulaşmaktadır.

2.2.2. Kuvaterner birimleri

Çalışma alanı ve çevresinde, Kuvaterner birimleri, killi kireçtaşı ve traverten/tufa gibi karasal karbonatlardan, dolgu tortullarından ve genç alüvyal yelpazelerden oluşmaktadır (Şekil 4). Yapılan önceki çalışmalarda traverten, tufa gibi karasal karbonatların çökme yaşı, stratigrafik konumundan dolayı Pliyosen yaşı Çameli formasyonuna dahil edilmiştir [7]. Ancak traverten ve tufa çökelleri üzerinde yapılan ayrıntılı sedimantolojik çalışmalar sonucunda Acıgöl Grabeni kuzeyinde (Sarıkavak köyü) yer alan karasal karbonatların orta-geç Pliyosen yaşında olduğu bulunmuştur [23]. Bu bölgede yüzeyleyen karasal karbonatlar, yer yer hidrotermal çıkışların olduğu traverten çökelleri ve graben kenarına doğru akış yönüne sahip dere yatakları boyunca ortam sıcaklığında çökelen, bol gözenekli, organik maddece zengin tufa oluşumlarıdır [23].

Kuvaterner (Holosen) çökelleri, Acıgöl Graben'inin KB'sında alüvyal yelpazeleri olarak yüzlek verirken, GD kenarında kolüvyon konileri şeklinde belirgin bir morfoloji sunmaktadır [6,8,10].

Grabenin kuzey kenarında yüzlek veren alüvyal yelpazeler, Maymundağı'nın Acıgöl'e bakan yamaç tabanlarında çok sayıda birbirine girik şeklinde gözlenmektedirler. Alüvyon yelpazeleri kuzeydeki Oligosen yaşlı Çardak Formasyonu'na ait ofiyolitik kayalardan türemiş çakıltaşlarından beslenmiştir.

Son yıllarda, Çardak- Dazkırı arasındaki yol yapım çalışmaları sırasında bazı alüvyon yelpazeleri kazılmış ve böylece iç yapıları ortaya çıkmıştır. Birbiri ile yanal yönde girişim yapan yelpazelerin boyları 20 ile 40m arasında değişir. Çardak ilçe merkezine yakın bazı yelpazelerin kazı yüzeylerinde açık renkli volkanik kül ara düzeyleri görülmektedir.

3. Bulgular

İnceleme alanında gözlenen Pliyo-Kuvaterner yaşlı tortulların litofasiyes özellikleri, fasiyes birlikleri ve çökme koşulları ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu amaçla, depolanma ortamlarını iyi karakterize eden, tortul çökellerinin net bir şekilde gözlemlendiği lokasyonlardan ölçülü stratigrafik kesitler alınmıştır (Şekiller 6 ve 7). Arazide yapılan, ayrıntılı sedimentolojik çalışmalar ve elde edilen ölçülü stratigrafik kesitler sonucunda, çalışma alanındaki Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerin litofasiyesleri belirlenerek depolanma süreçleri ve ortamları hakkında önemli ipuçları elde edilmiştir. Bu çalışmada yapılan fasiyes tanımlamaları Miall'in çalışması [24] temel alınarak hazırlanmıştır.

3.1. Pliyosen tortullarının litofasiyes özellikleri

Matriks destekli çakıltaşı fasiyesi (F-1): Sarımsı kahverengi renkli yer yer kiremit kırmızısı renğinde, çoğunlukla matriks (hamur) destekli bağlayıcıya sahiptir. Fasiyes içerisindeki çakıllar, genellikle ofiyolitik kayaç parçalarından ve kireçtaşlarından türemişlerdir. Çakıllar, orta-kötü yuvarlaklaşmış ve sıkı tutturulmuşlardır. Tane boyları maksimum 40cm blok boyutuna varan bloklar içermektedir. Aşınmalı bir tabana sahip bu çakıltaşları içinde herhangi bir katmanlanma ve iç yapı gözlenmemektedir (Şekil 6a). Biyoturbasyon izlerine ve fosil bulgularına bu fasiyes içinde rastlanılmamıştır. Çakıltaşlarında kırmızımsı rengin egemen olması, hiçbir fosil bulgularına ve biyoturbasyon izlerine rastlanılmaması, bu çökellerin karasal bir ortam ürünü olduğuna işaret etmektedir. Çakıltaşları içinde boylanmanın kötü olması, çakıltaşı-kumtaşı oranının 1'den büyük olması ve çakıltaşlarının aşınmalı (erozif) bir tabana sahip olmaları ortamın enerjisinden kaynaklanmaktadır. Fasiyesin karmaşık bir yapı sunması ve herhangi bir sedimenter yapı sunmaması, birimin kütleli hareketlere bağlı olarak hızlı bir şekilde, kaynağa

yakın bir yerde depolanan moloz akma çökelleri olduğunu göstermektedir.

Çapraz tabakalanmalı kumtaşı fasiyesi(F-2): Bu fasiyes, egemen olarak sarımsı kahverengi, kırmızımsı renkli, tane destekli kumtaşları ve ince çakıltaşlarından oluşmaktadır. Birim, hemen hemen yatay konumlu veya çok düşük açılı (~6°), çapraz katmanlanmalıdır. Kızılören Köyünde tipik olarak gözlenen bu fasiyes, altta bulunan kırmızı renkli çakıltaşlarının yanal devamı şeklinde gözlenmektedir. İnce-orta tabakalı kumtaşları, çapraz katmanlanmalı, orta- kötü boylanmalı ve iyi tutturulmamıştır (Şekil 6a). Çapraz katmanlı bu kumtaşları genellikle aşınmalı bir tabana sahiptir. Kumtaşları içinde herhangi bir fosil bulgusuna ve canlı izine rastlanılmamıştır. Kumtaşları ile ardalanmalı olarak bulunan çakıltaşları genellikle orta-iyi boylanmalı, iyi yuvarlaklaşmış ve iyi tutturulmuştur. Kumtaşı-çakıltaşı oranı 1'den küçüktür. Çakıltaşları içinde de çok fazla belirgin olmayan küçük çapraz katmanlanmalar gözlenmektedir. Bu fasiyeye ait tortullarda kırmızı renk en önemli ayırtmanlardan biridir ve bu fasiyeye ait birimlerin karasal ortamda çökmiş olduğunu göstermektedir. Ayrıca kumtaşlarında yaygın olarak görülen çapraz katmanlanma, enerjinin çok düşük olmadığına işaret etmekte ve bu çapraz tabakalı kumtaşı birimi, alüvyal yelpazenin ortaç kesimini yansıtmaktadır.

Paralel laminasyonlu çakıllı kumtaşı fasiyesi (F-3): Bu fasiyes, açık kahverengimsi renkte, çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Kumtaşları, paralel laminasyonlu olup, içlerinde mm boyutunu geçmeyen çakıl mercikleri belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 6b). Çakıltaşları, iyi yuvarlaklaşmış, orta-kötü boylanmalı ve bol kırıklı çatlaklıdır. Çakıllar, karbonat çimentolu ince kumtaşlarından oluşan matriksle tutturulmuşlardır. Çakıltaşları, kireçtaşı ve ofiyolitik kaya kırıntılarında türemişlerdir. Çakılların tane boyu, birkaç mm'den başlayıp 10cm'ye kadar değişmektedir. Çakıllarda herhangi bir iç yapı gelişmemiştir. Bu fasiyeye ait tortulların, yüksek yoğunluklu akışın egemen olduğu bir ortamda çökmiş olma olasılığı yüksektir. Ancak çakıllı kumtaşlarında gözlenen paralel laminasyon yapısı, akışın ara ara belli bir hızda sabitlenerek devam ettiğini göstermektedir. Fasiyeye ait çökeller, transgresif bir aşmayla havza kenarlarında depolanmış, kalıntı çökelleri (lag deposit) olarak düşünülebilir. Delta üstü (düzlüğü) tortulları genellikle temiz kumlardan oluşur ancak kanallarda gecikme çökeli tortulları bulunabilir. Fasiyeste görülen bu çakıllar da, kanallarda bulunan tortullara işaret etmektedir.

Deformasyon yapıllı kumtaşı-çamurtaşı fasiyesi (F-4): Bu fasiyeye ait çamurtaşları, gri, mavimsi gri renkte, ince- orta tabakalıdır. Çamurtaşları içinde deformasyon yapıları belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 6b). Siltaşları, sarımsı kahverengi renkte,

ince-çok ince tabakalıdır. Silttaşı içinde kayma-oturma yapıları oldukça belirgindir. Silttaşı-çamurtaşı fasiyesinin üzerine açık kahverenkli, hemen hemen yatay konumlu, ince-orta tabakalı, normal derecelenmeli, amalgasyon izleri belirgin, yer yer mercek şeklinde çakıllı seviyelerin görüldüğü, kırıklı çatlaklı kumtaşları gelmektedir. Herhangi bir fosil içeriğine rastlanılmayan bu deformasyon yapıları (oturma-kayma) ince taneli tortulların, delta önü (prodelta) ortamını yansıttığı düşünülmektedir. Silttaşı-çamurtaşı birimlerinde görülen kayma-oturma yapısı, ortamın yamaç duraysızlığı nedeniyle su içi kütle hareketleri sonucunda gelişmiştir.

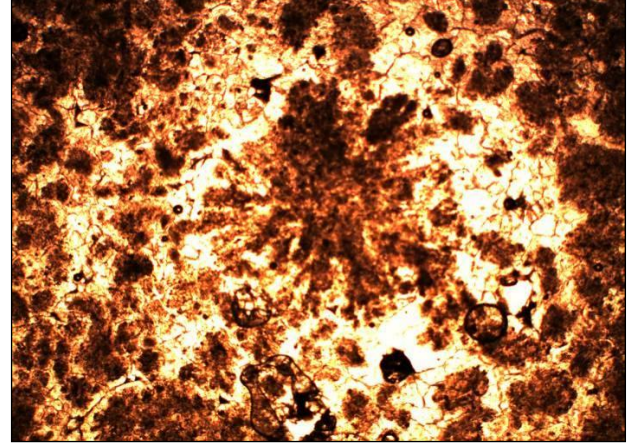
Biyoturbasyonlu kiltası-marn fasiyesi (F-5): Yanal yönde yüzlerce metre devamlılığı olan paralel laminanlanmalı beyaz renkli killi karbonat ve marnlardan oluşan bu birim, yapısal deformasyon nedeniyle yer yer bol kırıklı olarak göze çarpmaktadır. Marnlar genellikle az tutturulmuş ve dağılgandır. Kiltaları içinde paralel tabakalanma ve yer yer biyoturbasyon izlerine rastlamak mümkündür. Havzanın ortalarına doğru karbonat miktarında bir artış görülmektedir. Bu fasiyeye ait tortullar, asılı halde bulunan, akıntı enerjisinin oldukça düşük olduğu bir göl ortamının çökelleri olduğu düşünülmektedir.

3.2. Kuvaterner tortullarının litofasiyes özellikleri

Laminallı traverten (F-6): Bu fasiyes, beyazımsı bej, sarımsı gri renkli, paralel laminallı, masif görümlü travertenden oluşmaktadır. Araziye belirgin bir görünüm sunan bu birimin ölçülü stratigrafik kesitlerde yaklaşık 10 metre görünür kalınlığa sahiptir. Travertenlerde açılma tektoniği sonucu faylara bağlı olarak gelişen kırık ve çatlak sistemleri mevcuttur. Kalsit dolguları oldukça yaygındır ve iç yapısız, organik maddece zengin çamurtaşı seviyeleri (F-9) görülmektedir. Faylara bağlı olarak sıcak su çıkışları sonucu oluşmuş bu traverten fasiyesi, gölsel kırıntılılarla (F-5) yanall geçişlidir. Travertenlerin kalınlıkları, traverten seviyesini ve oluşumlarını denetleyen bu faylardan uzaklaştıkça azalmakta ve gölsel marn, killi kireçtaşı birimine geçiş göstermektedir. Buna ek olarak, sadece lokal olarak Sarıkavak Köyü'nde yüzlek veren tufa çökelleri, karbonatça zengin, ortam sıcaklığında, akarsular boyunca taşınan, stromatolit, fitoklast, briyofit ve makrofitlerin yoğun olarak gözlemlendiği karasal karbonatlar olarak bulunmaktadır [11]. Ancak bu çalışmada, incelenen lokasyonlarda sadece traverten çökelleri görülmüştür ve herhangi bir tufa oluşumuna rastlanılmadığı için tufa lithofasiyesleri belirlenememiştir.

Biyomikritik traverten (F-7): Traverten birimi içinde, mikritik dokuya sahip, peloidal görümlü, algal oluşuklar gözlenmektedir (Şekil 5). Peloidal görünüme mikritik malzemenin suyunu kaybedip

kuruması ve topaklanması sebep olmaktadır. Boşluklar sparikalsit dolguludur. Boşlukların kenarından merkeze doğru sparikalsit kristallerinin boyu irileşmektedir. Alglerin oluşturduğu boşluklar yoğun şekilde görülmektedir. Bazı alglerin içyapıları da sparitle doldurulmuştur. Mikritik malzemenin esas kökeni alglerdir. Parçalanmış organik madde kalıntıları yersel olarak görülmektedir. İncelenen traverten örnekleri, (25)'ye göre algal biomikrit, (26)'e göre tanetaşı olarak adlandırılabilir. Oluşum ortamı olarak bu sıkı dokulu traverten fasiyesi için, göl kenar seviyelerindeki faylara bağlı olarak gelişen su çıkışları sonucu oluştuğu söylenebilir.



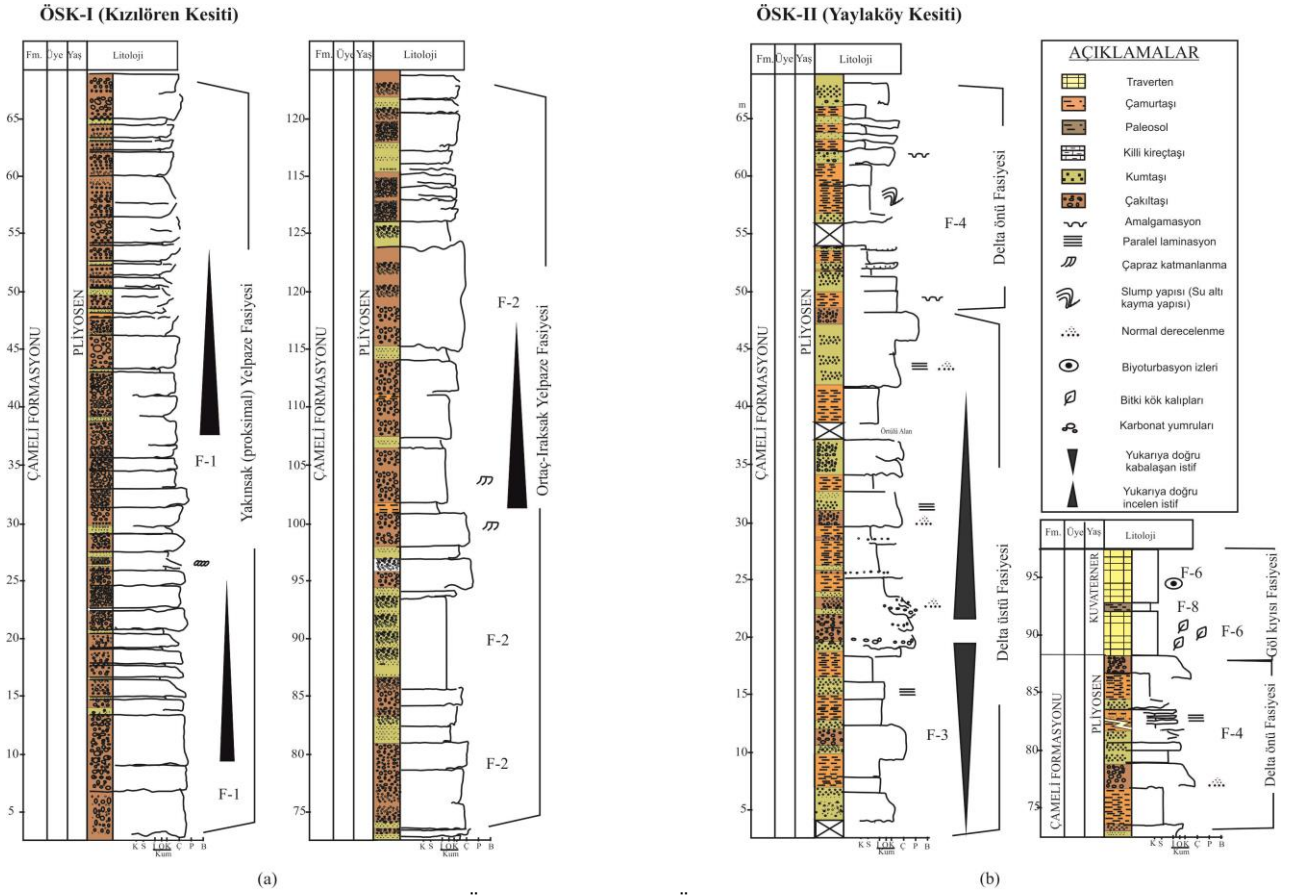
Şekil 5. Biyomikritik traverten fasiyesine ait ince kesit örneği. Alglerin traverten içindeki mikritik dokusu

Paleosol (F-8): Bu fasiyes, kahverengimsi gri renkli, organik maddece zengin, yaklaşık 60cm kalınlığında çamurtaşlarından oluşmaktadır. Laminallı traverten fasiyesinin (F-6) üst kesimlerinde görülmektedir. Paleosol seviyeleri, traverten çökelinin durduğu veya çeşitli sebeplerle (sıcak su gelimindeki azalma veya iklimsel değişimler) duraksadığı dönemlerde, çevreden gelen silt, kil gibi kırıntılıların depolanması sonucu oluşur.

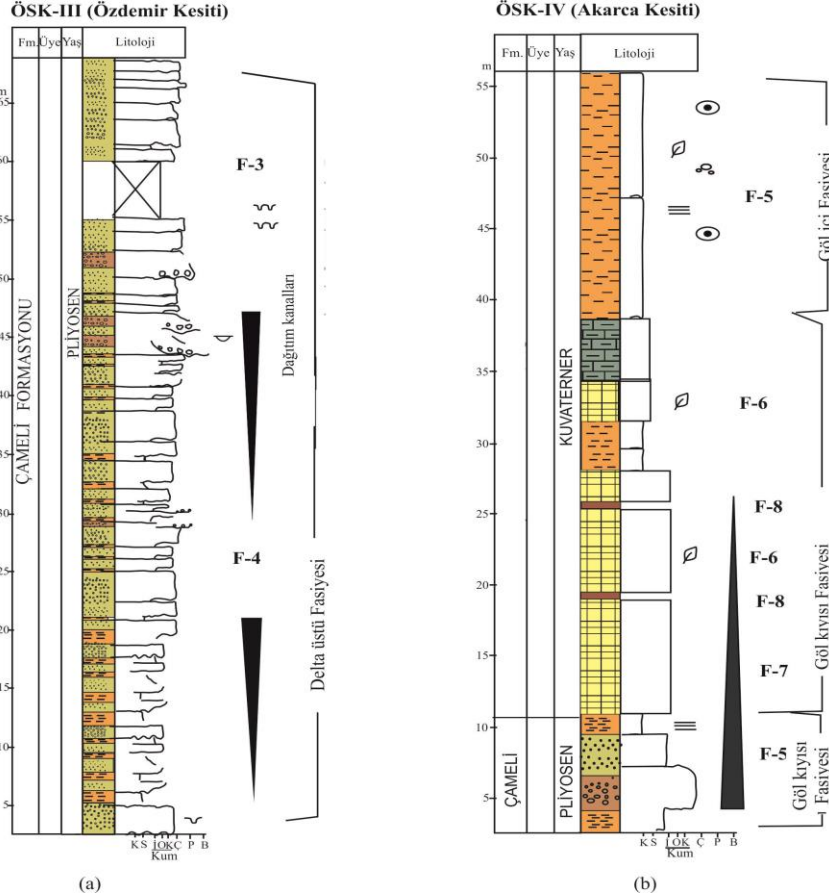
3.3. Fasiyes birlikleri

3.3.1. Alüvyal yelpaze çökelleri

Çameli formasyonunun taban kesimlerinde gözlenen ve egemen olarak çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı araldanmasından oluşan bu tortullar, matriks destekli çakıltası fasiyesi (F-1) ve çapraz tabakalanmalı kumtaşı fasiyesinde (F-2) görülmektedirler (Şekiller 6 ve 7) (Tablo 1). Kırmızımsı, kahverengi renkte yüzeyleyen kaba kırıntılı bu çökeller, Kızılören Köyü ve çevresinde tipik olarak gözlenmektedir. Kızılören üyesinde yer alan alüvyal yelpaze çökelleri, yelpazenin yakınsak ve ortağ kesimlerini karakterize eden tortul yapılar sunmaktadır (ÖSK-I) (Şekil 6a). Beyaz renkli, killi kireçtaşı gibi gölsel çökeller, kırmızı rengin egemen olduğu ve herhangi bir canlı izine rastlanmayan alüvyal yelpaze tortullarıyla yanall yönde geçiş göstermektedir.



Şekil 6. Çalışma alanında yer alan Kızılören (ÖSK-I) ve Yaylaköy (ÖSK-II) mevkieinden alınan Pliyosen ve Kuvaterner çökellerine ait ölçülü stratigrafik kesitler (Kesit yerleri için Şekil 3'e bakınız)



Şekil 7. Çalışma alanında yer alan Özdemir (ÖSK-III) ve Akarca (ÖSK-IV) lokasyonlarından alınan Pliyosen ve Kuvaterner çökellerine ait ölçülü stratigrafik kesitler (Kesit yerleri için Şekil 3'e bakınız)

3.3.2. Delta çökelleri

Pliyosen yaşlı kahverengimsi kırmızı renkli çakıltaşı-kumtaşlarının üzerine gelen delta çökelleri, paralel laminasyonlu çakıltaşı-kumtaşı fasiyesi (F-3) ve deformasyon yapılı çamurtaşı-kumtaşı fasiyesinden (F-4) oluşmaktadır (Şekiller 6 ve 7) (Tablo 1). Gri renkli, sarımsı gri renkli bu ince taneli kırıntılılar, özellikle Çiftlikköy ve Sarıkavak Köylerinde tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 8b). Bu çökeller, su altı kayma-oturma yapılarının görüldüğü ince taneli kırıntılılar ile kalıntı çökelleri olarak tanımlanan çakıllı kumtaşları ile temsil edilmektedir (ÖSK-II) (Şekil 8b). Delta çökelleri, Çameli formasyonunun Kızılören üyesi içinde görülen alüvyal yelpaze çökellerinin devamı şeklinde yorumlanabilir. Killi kireçtaşı, marn ve travertenler ile temsil edilen göl çökelleri, delta çökellerinin üzerine gelmektedir (Şekil 8c-d).

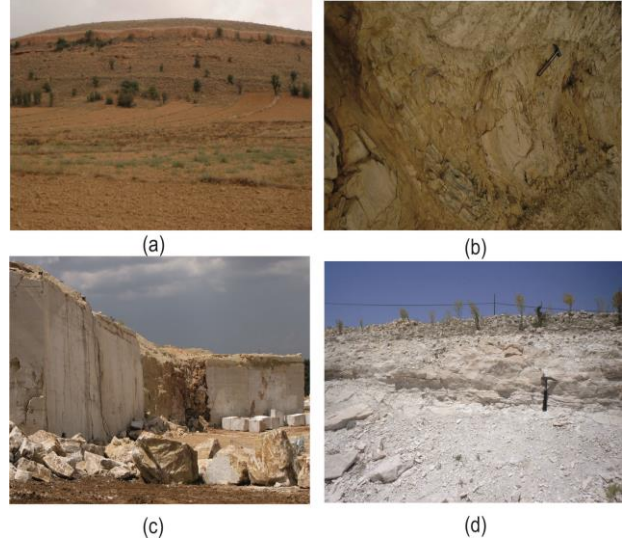
Delta çökellerinin, delta üstü ve delta önü çökelleri olarak iki alt ortamlarda depolanmış olduğu söylenebilir. Delta üstü tortulları, özellikle Sarıkavak Köyü ve çevresinde tipik olarak gözlenmekte olup genellikle paralel laminasyonlu çakıllı kumtaşlarından oluşmaktadır (ÖSK-II). Bu kumtaşları üzerine gelen traverten çökelleri, altında bulunan diğer birimlerin katmanlanma yapısını bozmuştur. Delta önü çökelleri, yerçekimine veya tektonik hareketlenmeye bağlı olarak gelişen kayma-oturma deformasyon yapılarının görüldüğü silttaşı-çamurtaşı tortulları, özellikle Çiftlikköy Köyü'nün doğusunda, Yaylaköy kesitinde belirgin olarak gözlenmektedir (ÖSK-II) (Şekil 6).

3.3.3. Göl çökelleri

Çameli formasyonu içinde gözlenen karbonatça zengin göl çökelleri, biyoturbasyonlu kilttaşı-marn fasiyesi (F-5), Laminallı traverten (F-6), Biyomikritik traverten (F-7) ve Paleosol (F-8) fasiyeslerinden oluşmaktadır (ÖSK-IV) (Şekiller 6 ve 7) (Tablo 1). Karbonat çökellerinin egemen olarak bulunduğu bu tortullar, özellikle Akarca ve Sarıkavak Köylerinde tipik olarak görülmektedir (Şekil 8d). Göl çökelleri; bej renkli, sıkı dokulu masif traverten fasiyesi ve beyaz renkli kilttaşı-marn fasiyesi olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Beyaz renk dağılımının baskın olarak görüldüğü marnlı seviyeler, Akarca Köyü ve çevresinde yoğun olarak gözlenmektedir. Bundan dolayı, Akarca Köyü ve çevresi, Pliyosen dönemindeki göl havzasının orta kesimlerine denk geldiğini söylemek mümkündür. Traverten fasiyesi, Hayrettinköy Köyü'nün doğusunda ve Sarıkavak Köyü'nde yüzlek vermektedir [6,11]. Traverten fasiyesine ait tortullar, kalıntı çökelleriyle beraber Hayrettin formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Göl tortullarını; göl kıyısı çökelleri ve göl içi çökeller olarak ikiye ayırmak mümkündür. Buna göre göl

kıyısı (kenar) çökelleri, çalışma alanı içerisinde Hayrettinköy Köyü'nün doğusunda ve Sarıkavak Köyü'nde belirgin olarak gözlenmektedir. Sıkı dokulu traverten çökellerinden oluşan bu birim, kirli beyaz, sarımsı gri ve bej renkli, bitki kök ve kalıpları içeren, paralel laminasyonlu belirgin ve masif görünümlüdür (ÖSK-IV). Göl içi çökelleri ise, beyaz renkli kilttaşı-marnlardan oluşmakta ve özellikle Akarca ve Özdemirci Köyü'nün güneyinde tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 8d). Akarca Köyü ve çevresinde yoğun olarak gözlenen bu tortullar, göl çökeli koşullarının denetiminde depolanmıştır.



Şekil 8. Çalışma alanında farklı depolanma ortamlarında çökelişmiş tortulların arazideki görünüşleri. (a) Kızılören köyü civarında gözlenen kahverengimsi kırmızı renkli karasal çökeller, (b) Çiftlikköyü mevkinde gözlenen sulatı kayma yapılarının gözlemlendiği siltli-killi birim, (c) Çiftlikköyü kuzeyinde gözlenen sıcak su çıkışlı traverten oluşumları, (d) Akarca ve Özdemir köyleri arasında gözlenen beyaz renkli marn, killi kireçtaşı birimi

Tablo 1. Çalışma alanında gözlenen Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerin fasiyesleri ve fasiyes ilişkileri

Fasiyes	Açıklamalar	Depolanma Sistemi
Matriks destekli çakıltaşı fasiyesi (F-1)	Moloz akma çökelleri	Alüvyal Yelpaze
Çapraz tabakalanmalı kumtaşı fasiyesi (F-2)	Ortaç yelpaze çökelleri	
Paralel laminasyonlu çakıllı kumtaşı fasiyesi (F-3)	Delta üstü çökelleri	Delta
Deformasyon yapılı kilttaşı-çamurtaşı fasiyesi (F-4)	Delta önü (prodelta) çökelleri	
Biyoturbasyonlu kilttaşı-marn fasiyesi (F-5)	Göl içi	Göl
Laminallı traverten (F-6)	Göl kıyısı çökelleri	
Biyomikritik traverten (F-7)		
Paleosol (F-8)	Göl kıyısı	

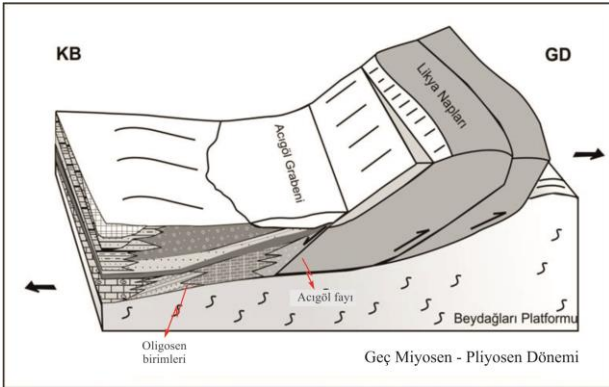
4. Tartışma ve Sonuçlar

4.1. Tektono-sedimanter evrimi

4.1.1. Geç Miyosen-Pliyosen dönemi

Acıgöl Grabeni, Güneybatı Anadolu'nun günümüzdeki konumunu almasında etkili olan sıkışma ve genişleme rejimine bağlı, tektonik hareketler sonucu gelişmiş yarı simetrik bir grabendir (Şekil 11). Geç Miyosen süresince Neotektonik dönem, önceki sıkışmaların aksine bir genişleme rejimiyle açıklanmaktadır [27-33]. Batı Anadolu'da Oligosen Dönemindeki karasallaşmayla beraber gelişen sıkışma yerini günümüzdeki KD-GB grabenlerin oluşumuna neden olan KB-GD yönündeki genişleme tektoniğine bırakmıştır (Şekil 9). Bu genişleme süreci günümüze kadar sürmüştür (Şekil 11).

Çalışma alanında bu dönemi yansıtan en belirgin yapısal unsurlar, Acıgöl Grabenini sınırlayan KD-GB gidişli düşey atımlı "Maymundağı Fayı (Çardak Fayı)" ile grabenin güneyindeki sol yönlü bir bileşene sahip "Acıgöl Fayı"dır (Şekil 9). Erken Tortoniyen'de GD yönünde çökerek Acıgöl çöküntüsünü oluşturan bu faylar, basamak faylar oluşturarak günümüze kadar etkinliğini sürdürmüştür. Acıgöl Fayı'nın gelişimiyle yarı graben özelliği kazanan Acıgöl grabeni, daha sonra gelişen Maymundağı Fayı ile grabenin kuzey kenarını da hareketlendirmiştir.



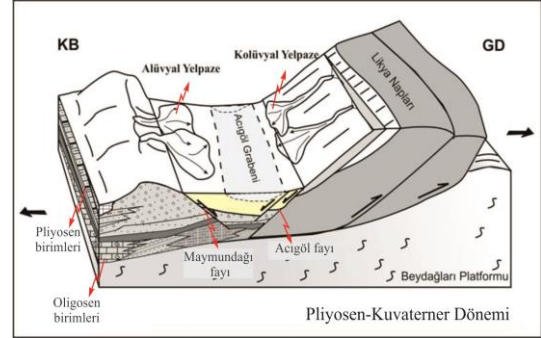
Şekil 9. Çalışma alanında Geç Miyosen-Pliyosen dönemi ve bu dönemdeki çökellerini gösteren blok diyagram. Bu dönemde Acıgöl grabenini oluşturan KB-GD yönünde bir açılma rejimi başlamış ve grabenin güney kenarını faylandırmıştır

4.1.2. Pliyosen-Kuvaterner Dönemi

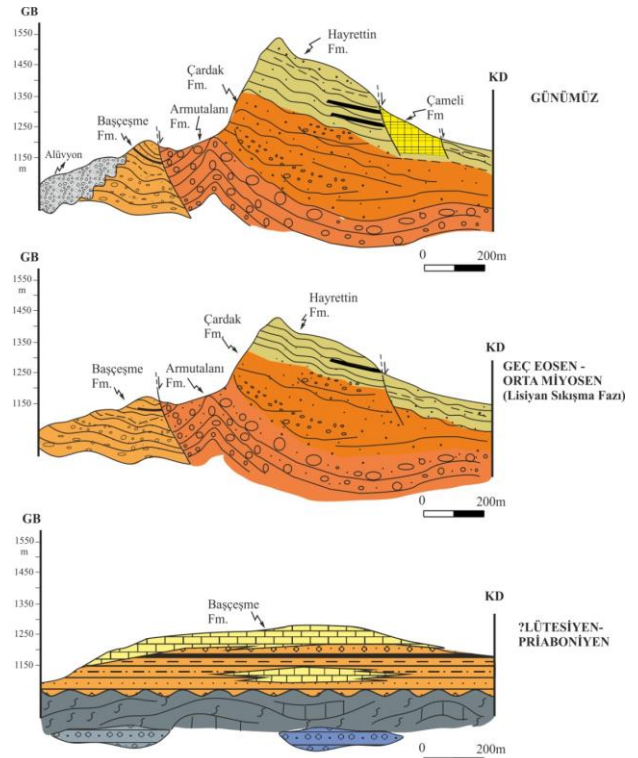
Pliyosen dönemindeki bölgesel genişleme tektoniğine bağlı olarak oluşan traverten çökellerinde orta ölçekte normal faylanmalar gözlenmekte ve bu da travertenlerde bol kırıklı çatlaklı bir görünüm sunmaktadır. Maymundağı Fayı boyunca ve bu faya paralel ve dik olarak gelişen fay sistemlerine bağlı olarak yüzeye doğru hareket eden termal sular, beyaz, bej renkli, bol kırıklı ve çatlaklı, yer yer paleosol seviyelerinin yoğun olarak gözlemlendiği travertenleri çöktürmüşlerdir. Sarıkavak Köyü kuzeyinde görülen bu traverten çökelleri, Sarıkavak

Köyü'nde, Acıgöl çöküntüsüne doğru boşalan akarsuların etrafında biriktirdiği gözenekli, kahverengimsi akarsu tufa çökellerine geçiş göstermektedir. Benzer traverten oluşumları, çalışma alanının kuzey batısında yer alan Hayrettin Köyü'nün doğusunda da görülmektedir [11].

Bu dönem boyunca açılma tektoniğine bağlı olarak gelişen yarı asimmetrik Acıgöl Grabeni'nin orta kesimleri NaSO_4 'ca zengin sularla dolmaya başlamış, sığ-pıyla tipi göl olarak günümüze kadar varlığını devam ettirmiştir [1,2,6,10] (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma alanının günümüzdeki modeline benzer Pliyosen-Kuvaterner dönemi gösteren blok diyagram



Şekil 11. Çalışma alanı ve çevresindeki Paleojen ve Neojen birimlerin Eosen'den günümüze tektono-sedimanter gelişimi

Bununla beraber, Kuvaterner döneminde Acıgöl graben havzasının güney kenarındaki aktif tektonik hareketlenmeye bağlı olarak kolüvyal yelpazeler gelişmiştir [2,6,10] (Şekil 10). Gölün suyunun giderek çekilmesinden dolayı Yandağ Kireçtaşlarının eteklerinde Acıgöl Fayının önünde, gölsel killi

kireçtaşı- silttaşı- kıltaşı araldanması görülmektedir. Grabenin kuzey kenarında gelişen alüvyal yelpazeler, Maymundağı konglomeralarının üzerini yer yer kapatarak belirgin bir morfoloji sunmaktadırlar. (Şekil 10). Acıgöl graben havzasının güney kesimi, kuzey kesimine nazaran daha aktiftir ve daha dik bir topografya sunmaktadır [6,10]. Kolüvyal yelpazelerin varlığı da bu savı desteklemektedir [2,6].

Acıgöl Grabeni gibi benzer oluşumlar, özellikle Batı Anadolu'da oldukça belirgin tektonik çöküntüler olarak yer almaktadırlar [1,2,3,5,6]. Acıgöl Grabeni gibi KD-GB uzanımlı komşu grabenler olan Burdur ve Baklan grabenlerin Pliyosen çökelleri, benzer depolanma sistemleriyle temsil edilmektedir [34]. Bu tortullar, Neotektonik dönem ile başlayan genişleme rejimi sonucunda, alüvyal yelpazeden, delta depolanma sistemine ve göl ortamına geçiş gösteren karasal çökeltme sistemleri içinde oluşmuşlardır [34].

Bununla beraber, Batı Anadolu'da özellikle Denizli Havzası gibi, Neojen döneminde açılma tektoniğine bağlı olarak gelişen havzalarda, kırık ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkan, karbonatça zengin termal suların göl ortamlarını doldurmaya başlamasıyla bölgede kalın geniş yayımlı traverten istiflerinin oluşmasına neden olmuştur [33,34].

Doğu Akdeniz coğrafyası içinde yer alan bazı Pliyosen havzaları da benzer depolanma sistemleri içinde oluşmuşlardır [35]. Orta İtalya'da Geç Miyosen dönemindeki açılma tektoniği sonucu KB-GD yönünde gelişen Valdelsa Havzası'nın Pliyosen dönemi, alüvyal yelpaze ortamından delta ortamına ve delta çökellerinden şelf ortamına doğru geçiş gösteren karasal ve denizel birimlerle karakterize edilmektedir [35]. Orta İtalya'da travertenleriyle ünlü Siena Havzası'nın Pliyosen dönemi denizel birimlerle karakterize edilirken Kuvaterner dönemi karasal kırıntılılar ve travertenler ile temsil edilmektedir [36,37]. Travertenlerin oluşumunda havzayı sınırlayan Rapolano Fayı'nın rolü oldukça önemlidir ve faya bağlı olarak çıkan kalsiyum karbonatça zengin termal suların bir göl veya havuz içinde çökeltilmeleriyle kalın traverten istifleri gözlenmektedir [37,38].

Bu çalışma, Acıgöl Grabeni'nin kuzeyindeki Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerin ayrıntılı sedimentolojik incelemesinden oluşmaktadır. Elde edilen veriler ışığında toplam 8 litofasiyes birimi tanımlanmıştır. Bu lithofasiyes birimleri, alüvyal yelpaze, delta ve göl olmak üzere 3 farklı depolanma sistemi içinde karakterize edilmektedirler.

Bölgede aktif tektonik hareketlenmenin varlığı, grabeni sınırlayan ana fayın (Maymundağı Fayı) sentetik ve antitetik faylarına bağlı olarak karbonatça zengin sular, kırık ve çatlaklardan yüzeye çıkarak Çameli formasyonunun üst kesimlerinde görülen traverten ve tufa gibi Kuvaterner yaşlı karasal

karbonatları oluşturmuşlardır. Bu çalışmada yer alan travertenler üzerine yapılacak ayrıntılı sedimentolojik ve palinolojik çalışmalar, bölgenin geniş kapsamlı paleoiklimsel ve paleovejetasyonel gelişimine ışık tutacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ezher Toker'in Doktora çalışma konusuyla başlayan ve ilerleyen zamanlarda Kuvaterner yaşlı karasal karbonat çökellerinin ayrıntılı çalışmalarıyla devam eden araştırmaların bir kısmını içermektedir. Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP, Proje No: 2014HZL010) ile desteklenen bu çalışmanın makale aşamasında değerlendirmelerini yapan, görüş ve önerilerini yapıcı bir şekilde sunan tüm hakemlere katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Mutlu, H., Kadir, S., Akbulut, A. 1999. Minerology and Water chemistry of the Lake Acıgöl, Denizli, Turkey. Carbonates and Evaporites 14 (2) 191-199.
- [2] Koçyiğit, A. 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. Geodinamica Acta 18, 167-208.
- [3] Price, S, P., Scott, B. 1994. Fault-block rotations at the edge of a zone of continental extension, southwest Turkey. Journal of Structural Geology, 16, 381-392.
- [4] Göktaş, F., Çakmakoğlu, A., Tan, E., Sütçü, Y.F., Sarıkaya, H. 1989. Çivril-Çardak Arasının Jeolojisi. MTA Rap. No: 8701, 109s., Ankara.
- [5] Sözbilir, H. 2005. Oligocene-Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey. Geodinamica Acta 18, 255-282.
- [6] Toker, E. 2009. Acıgöl-Çardak (Denizli) Grabeninin Kuzeyindeki Tersiyer Çökellerinin Tektono-Sedimanter Gelişiminin İncelenmesi, Doktora Tezi, 242, Isparta.
- [7] Şenel, M. 1997. Denizli-J9, 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritası ve Açıklamalı Kitapçığı. MTA Yayınları, 18s., Ankara.
- [8] Sözbilir H. 2002. Revised stratigraphy and facies analysis of the Palaeocene-Eocene supra-allochthonous sediments and their tectonic significance (Denizli, SW Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences 11, 1-27.
- [9] Alçiçek, M.C., Kazancı, N., Özkul, M., Şen Ş. 2004. Çameli (Denizli) Neojen havzasının tortul

- dolgusu ve jeolojik evrimi. MTA Dergisi, 128, 109-123.
- [10] Helvacı, C., Alçiçek, M. C., Gündoğan, İ., Gemici, Ü. 2013. Tectonosedimentary development and palaeoenvironmental changes in the Acıgöl shallow-perennial playa-lake basin, SW-Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 22, 285-291.
- [11] Toker, E. 2015. Preliminary Results of the Quaternary Sarıkavak Tufa Deposits as Palaeoenvironmental and Palaeoclimatic Indicators (Denizli-SW Turkey). 31st IAS Meeting of Sedimentologists, 22-25 June, Krakow, Poland.
- [12] Tagliasacchi (Toker) E., Kayseri-Özer, M.S. 2018. Palaeoclimate Changes in the Afyon Province, SW-Turkey, During the Middle-Late Pleistocene: Signals From Calcareous Tufa Pollen and Stable Isotope Records. Alpine and Mediterranean Quaternary, Vol. 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14 June 2018), 161 - 164.
- [13] Akkiraz, M. S., Akgün, F. 2005. Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak-Tokça basin, southwest Anatolia: paleoecological implications. Geobios-Lyon 38: 283-299.
- [14] Koçyiğit, A. 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişimi. T.J.K. Bült., 27,1-15.
- [15] Miall, A.D. 1978. Tectonic Setting and Syndepositional Deformation of Molasse and Other Nonmarine-Paralic Sedimentary Basins, Canadian J.Earth Science, 15, 1613-1632.
- [16] Yağmurlu, F., Bozcu, M., Şentürk, M. 2005. Burdur-Fethiye arasındaki bölgede Burdur fayının sismotektonik özelliklerinin araştırılması. TÜBİTAK Raporu, 80s., Isparta.
- [17] Sözbilir, H. 1997. Stratigraphy and Sedimentology of The Tertiary Sequences in The Northeastern Denizli Province (Southwest Turkey), Doktora Tezi, 195s., İzmir.
- [18] Philipson, A. 1915. Reisen und Forshuhgen in Westlichen Kleinasien. Pett. H.,167.
- [19] Şenel, M., Akdeniz, N., Öztürk, E.M., Özdemir, T., Kadıncık, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M., Örçen, S. 1994. Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi, MTA Rap. 9761, 121 s., Ankara.
- [20] Akkiraz, M.S., Akgün, F., Örçen, S., Bruch, A. A., Mosbrugger, V. 2006. Stratigraphic and Palaeoenvironmental Significance of Bartonian-Priabonian (Middle-Late Eocene) Microfossils from the Başçeşme Formation, Denizli Province, Western Anatolia. Turkish Journal of Earth Science, 15, 155-180.
- [21] Şahbaz, A., Görmüş, S. 1992. Çardak (Denizli) Kuzeyindeki Eosen-Oligosen Yaşlı Konglomeraların Stratigrafik ve Sedimentolojik İncelemesi. Türkiye 9. Petrol Kongresi ve Sergisi, 62-74s., Ankara.
- [22] Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M.A., Alkan, H., Öztaş, Y., Akpınar, M. 1982. Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Elmalı-Kalkan Arasında Kalan Alanın Jeolojisi. Türkiye Altıncı Petr. Kong. Tebl. Nisan, 23-31, Ankara.
- [23] Toker, E. 2017. Quaternary fluvials tufas of Sarıkavak area, southwestern Turkey: Facies and depositional systems. Quaternary International, Nonmarine Carbonates, Special Issue, 437, 37-50.
- [24] Miall, A.D. 1984. Principles of Sedimentary Basin Analysis, University of Toronto, Department of Geology, Toronto, M5s 1a1, 490p., Canada.
- [25] Folk, R.L., 1962. Spectral Subdivision of Limestone Types. (Ham, W.E., -eds.). Classification of Carbonate Rocks. Am. Ass. Petrol. Geologist Mem. 1, 62-84.
- [26] Dunham, R.J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. (Ham, W.E., -eds.). Classification of Carbonate Rocks. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.1, 108-121, Ulsa.
- [27] Seyitoğlu, G., Scott, B.C., Rundle, C.C. 1992. Timing of Cenozoic extensional tectonics in west Turkey. Journal of the Geological Society, London, 149, 533-538.
- [28] Şengör, A.M.C. 1982. Ege'nin tektonik evrimini yöneten etkenler. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, s.59-72.
- [29] Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1983. Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi,1.
- [30] Gürer, Ö.F., Sarıca-Filoreau, N., Özburan, M., Sangu, E., Doğan, B. 2009. Progressive development of the Büyük Menderes Graben based on new data, western Turkey. Geol Mag 146: 652-673.
- [31] Gürer, Ö.F., Yılmaz, Y. 2002. Geology of Ören and surrounding areas, SW Anatolia. Turkish Journal of Earth Science. vol 11, 1-13.
- [32] Price, S. P., Scott, B., 1991. Pliocene Burdur Basin, SW-Turkey: tectonics, seismicity and sedimentation. Journal of the Geological Society, London, Vol. 148, 1991, pp. 345-354,
- [33] Toker, E., Kayseri-Özer, M.S., Özkul, M., Kele, S. 2015. Depositional system and palaeoclimatic interpretations of Middle to Late Pleistocene travertines: Kocabaş, Denizli, south-west Turkey. Sedimentology, 62, 5, 1360-1383.

- [34] Özkul, M., Kele, S., Gökgöz, A., Shen, C., Jones, B., Baykara, M.O., Fòrizz, I., Németh, T., Chang, Y. and Alçiçek, M.C., 2013. Comparison of the Quaternary travertine sites in the Denizli extensional basin on their depositional and geochemical data. *Sed. Geol.*, 294, 179–204.
- [35] Benvenuti, M., Degli Innocenti, D., 2001. The Pliocene Deposits in the Central Eastern Valdelsa Basin (Florence, Italy) Revised Through Facies Analysis and unconformity-Bounded Stratigraphic units. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. Vol. 107, 2, 265-286.
- [36] Guo, L., Riding, R. 1998. Hot-spring travertine facies and sequences, Late Pleistocene Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology* 45, 163–180.
- [37] Brogi, A., Capezzuoli, E. 2009. Travertine deposition and faulting: the fault-related travertine fissure-ridges at Terme S. Giovanni, Terme, Italy. *International Journal of Earth Sciences* 98, 931–947.
- [38] Brogi, A., Capezzuoli, E., Aqué, R., Branca, M. Voltaggio, M. 2010. Studying travertines for neotectonics investigations: Middle-Late Pleistocene syn-tectonic travertine deposition at Serre di Rapolano (Northern Apennines, Italy). *Int. J. Earth Sci.*, 99, 1383–1398.