



## Gediz Grabeninin Kuvaterner Jeolojisi ve Evrimi

### *Quaternary Geology and Evolution of the Gediz Graben*

H. Yavuz HAKYEMEZ<sup>1</sup>, Fikret GÖKTAŞ<sup>2</sup>, Tefik ERKAL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520 Ankara

(e-posta: yavuzhakyemez@yahoo.com)

<sup>2</sup>MTA Ege Bölge Müdürlüğü, Bornova, İzmir

<sup>3</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Afyonkarahisar

### ÖZ

Batı Anadolu'nun en genç ve önemli yapısal elemanlarından biri olan Gediz Grabeni havzası, Kuvaterner döneminde dikkat çekici jeolojik ve jeomorfolojik aşamaları olan bir evrim geçirmiştir. Kuvaterner başından bu yana akmış olan eski ve yeni Gediz nehirleri ile değişik boyutlardaki göller, K-G genişleme rejimi içinde gelişen tektonik denetimli bir havza evrimi sürecinde çökellerini dolgulamıştır.

Bu çalışmada Gediz havzasının erken ve geç Kuvaterner sırasında sinsedimanter tektonizmaya değişen karakteristikleri çökel fasiyesleri ve ortamsal özellikleri tanıtılmakta, nehrin denizle buluşma serüveninin Kuvaterner sonlarında, olasılıkla Holosen ortalarında gerçekleştiği vurgulanmakta ve havzanın Kuvaterner boyunca geçirdiği jeolojik-jeomorfolojik evrim yorumlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Batı Anadolu, Gediz Nehri, Gediz Grabeni, Kuvaterner, paleocoğrafya, tektonik denetim.

### ABSTRACT

*The Gediz Graben basin, one of the youngest and important structural elements of the Western Anatolia, has an evolutionary history with markedly geologic and geomorphologic phases during the Quaternary. The old and actual Gediz River, running since the beginning of the Quaternary, and various sized lake have deposited their sediments during a tectonic-controlled basin evolution processes developed in N-S extension regime.*

*In this study, sedimentary facies, environmental properties and characteristics of the Gediz basin changed by synsedimentary tectonics during the early and late Quaternary are explained. Also it is emphasized that the joining adventure of the river with the sea was probably lived in the middle of the Holocene, and the geologic and geomorphologic evolution of the river in the Quaternary is interpreted.*

**Key words:** Gediz Graben, Gediz River, paleogeography, Quaternary, tectonic control, Western Anatolia,

## GİRİŞ

Batı Anadolu'nun D-B uzanımlı grabenlerinden biri olan Gediz Grabeni'nin oluşumunu denetleyen tektonizmayı, havzanın çökel dolgusunun stratigrafisi ve sedimantolojik özellikleri ile bölgenin jeomorfolojik karakteristiklerini ele alan çok sayıda jeolojik ve jeomorfolojik (Erinç, 1954, 1955, 1978; Arpat ve Bingöl, 1969; Eisma, 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Erol, 1982; Ozaner ve Bozbay, 1982; Kozan, 1982; Bircan ve diğ., 1983; Aksu ve Piper, 1983/1984; Aksu ve diğ. 1987,1990; Şengör, 1987; Yağmurlu, 1987; Roberts, 1988; İztan ve Yazman, 1990; Paton, 1992; Cohen ve diğ., 1995; Dart ve diğ., 1995; Ediger ve diğ., 1996; Emre, 1996 a,b; Seyitoğlu ve Scott, 1996; Yusufoglu, 1996; Gürsoy ve diğ., 1998; Koçyiğit ve diğ., 1999; Seyitoğlu ve diğ., 2000; Yılmaz, 2000; Yılmaz ve diğ., 2000; Sözbilir, 2001, 2002; Seyitoğlu ve diğ., 2002; Bozkurt ve Sözbilir, 2004; Emre ve diğ., 2005; Kazancı ve diğ., 2009, 2011, 2012) ve paleocoğrafik verileri de kullanan arkeolojik (Çilingiroğlu, 2009) araştırma yapılmıştır. Çok iyi yüzlekler veren çökel dolgusu havza oluşumu ve yerçekilleri gelişiminin anlaşılmasında son derece zengin gözlem olanakları sunmaktadır.

Batı Anadolu'nun en önemli akarsularından biri olan Gediz Nehri'nin içinde aktığı Gediz havzası, ülkemizde en çok çalışılan alanlardan birisi olmuştur. Ancak bütün bu çalışmalarda nehrin ve içinde aktığı havzanın oluşumu ve havza çökellerinin gelişim öyküsünün yeterince anlatıldığı söylenemez. Bu çalışma söz konusu boşluğu kısmen kapatmayı amaçlamaktadır.

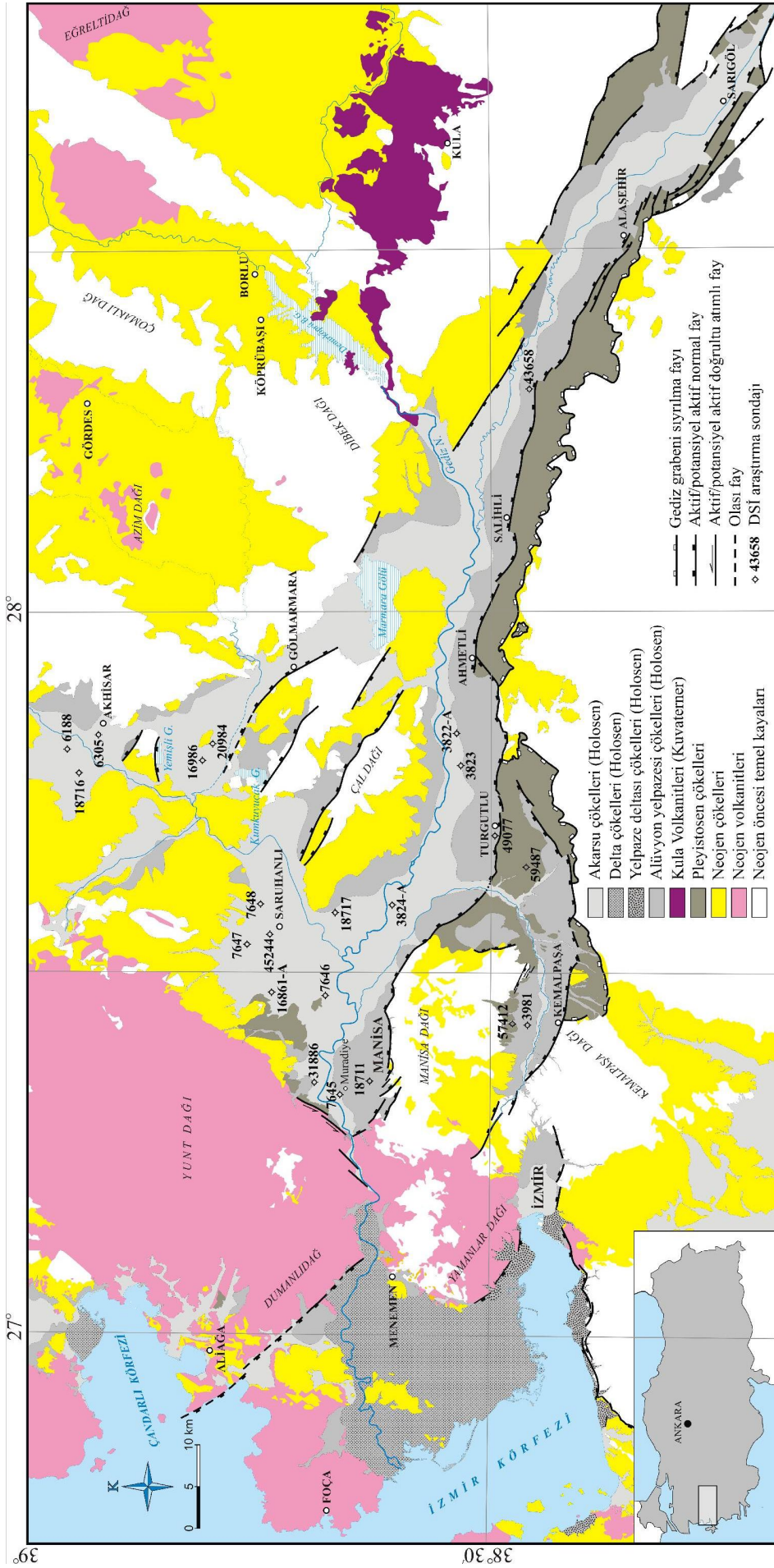
Burada Gediz Nehri'nin geç Kuvaterner boyunca geçirdiği jeolojik ve paleocoğrafik evrim sergilenirken, Gediz Grabeni içinde erken Kuvaterner'den itibaren akmış olan eski Gediz Nehri ve onunla yanal ilişkili aluviyal sistemlerin oluşturduğu çökellerin jeolojisi, fasiyes özellikleri ve istiflenme düzenine de kısaca değinilecektir (Şekil 1).

## GEDİZ GRABENİ VE PLEYİSTOSEN ÇÖKELİMİ

Gediz Nehri'nin jeolojisini ve evrimini ele almadan önce Gediz Nehri'nin ne zaman oluşmaya ve çökel dolgulamaya başladığı sorusuna yanıt aramak gerekir.

Gediz Grabeni'nin içinde bulunduğu bölge Neojen ve Kuvaterner boyunca dolgulanma, tektonik ve jeomorfoloji bakımından karmaşık bir evrim geçirmiştir. Batı Anadolu'da Orta Miyosen'den itibaren açılmış olan fay denetimli Neojen havzalarının genel uzanımı KD-GB'dir. Bu graben havzalarında Orta Miyosen süresince çökelmiş olan dolgular, kuzeyde Kütahya-Uşak dolayında genellikle fluvial, deltayık ve gölsel ortamları, güneyde Aydın-Denizli-Muğla yörelerinde ise başlıca gölsel ortamı karakterize ederler (Kaya, 1980; Leflef, 1980; Yılmaz, 2000). Bir başka deyişle, bu dönemde fluvial sistemler pek çok yerde kabaca kuzeyden güneye doğru gelişmiş ve göller ise güneyde yer almış ve zaman zaman kuzeye ilerlemiştir. Orta Miyosen'den Pliyosen'e kadar ulaşan yaşlara sahip dolgular içeren ve özellikle Gediz Grabeni'nin kuzeyinde belirgin olan bu KD-GB uzanımlı graben havzalarının, K-G genişlemeyle ortaya çıkan D-B ve KB-GD uzanımlı grabenler ile kökensel ilişkileri yoktur.

Gediz Grabeni'nin bugünkü KB-GD uzanımlı biçimlenişi, Batı Anadolu'nun K-G doğrultulu genişlemesiyle birlikte Kuvaterner başından itibaren gelişmeye başlamıştır. Grabendeki erken dönem çökelinin yaşını veren mikromemeli faunası geç Villaniyen-erken Bihariyen'i karakterize etmektedir (Sarica, 2000). Ancak daha önce Geç Pliyosen içinde ele alınan Villaniyen katının ve erken Bihariyen'in, Kuvaterner başlangıcının ICS tarafından 2,59 milyon yıl öncesine indirilmesi nedeniyle erken Kuvaterner'e taşınma zorunluluğu doğmuştur (Kazancı, 2009; Mascarelli, 2009; ICS, 2013). Büyük Menderes Grabeni'ndekilerle aynı fasiyeslere



Şekil 1: İnceleme alanının jeoloji haritası ve incelenen DSI kuyularının konumları (MTA, 2002 ve Göktaş, 2012'den yararlanılarak hazırlanmıştır).

sahip olan ve bu nedenle bu iki grabenin neredeyse bir ayna görünümüne sahip olmasını sağlayan bu çökellerin oluşturduğu istifin orta kesiminden de Büyük Menderes Grabeni'nde geç Pleyistosen (Toringiyen) yaşı elde edilmiştir (Ünay ve diğ., 1995; Ünay ve Bruijn, 1998; Ünay ve Göktaş, 1999; Göktaş ve Hakyemez, 2000; Sarıca, 2000). Gediz Grabeni'nin açılmasıyla ilişkili olan Kuvaterner yaşlı alüviyal ve fluviyal çökeller, özellikle grabenin aktif olan güney kenarı boyunca kesintisiz yüzlekler verir.

Çökel istifin en alt kesimi, kırmızı renkli alüvyon yelpazesi çakıltaşları (Q1) ile yerel olarak gölsel kıltaşı ve silttaşı içerikli (Q3), gri renkli fluviyal kumtaşı-silttaşı-çakıltaşı ardalılarından (Q2) meydana gelen, 1000 metreden kalın bir istifle karakterize olur (Şekil 2). Bu istif, havzanın batı ve kuzeybatı kesimlerinde yüzeyleyen ve Göktaş ve Hakyemez (2000) tarafından Büyük Menderes Grabeni'nde tanımlanan "Hıdırbeyli üyesi"nin denetirilebilir eşdeğeri olan, katmanlanması belirsiz veya masif görümlü kıltaşı, silttaşı ve kumtaşı düzeylerinden oluşan gölsel çökellere (Q3), kumtaşı ve silttaşı bileşimli deltaik fasiyesler aracılığıyla yanal yönde geçiş gösterir. Q2 ile simgelenen aksiyal fluviyal sistem, yani eski Gediz Nehri'nin tortullaşma eksenini, sıyrıma fayının Pleyistosen'deki etkinlik sürecinde güneye kaymış ve Q2 istifi Q1 istifinin üzerine aşma yapmıştır. Mikromemeli faunasına göre Gediz ve Büyük Menderes graben dolgularının yaşı, geç Villaniyen'den (erken Pleyistosen) erken Toringiyen'e (geç Pleyistosen) kadar uzanır (Ünay ve diğ., 1995; Ünay, 1997: yayınlanmamış veri hakkında sözlü görüşme; Sarıca, 2000).

Nemli iklimde oluşmuş alüvyon yelpazelerini temsil eden, 300-600 metre arasında değişen kalınlıklardaki, sarımsı kahve renkli, kötü-orta boylanmalı çakıltaşı-egemen istif (Q4), üst yaşı olasılıkla erken Toringiyen'e çıkan Q2 istifini -sıyrıma fayı önünde- uyumsuz

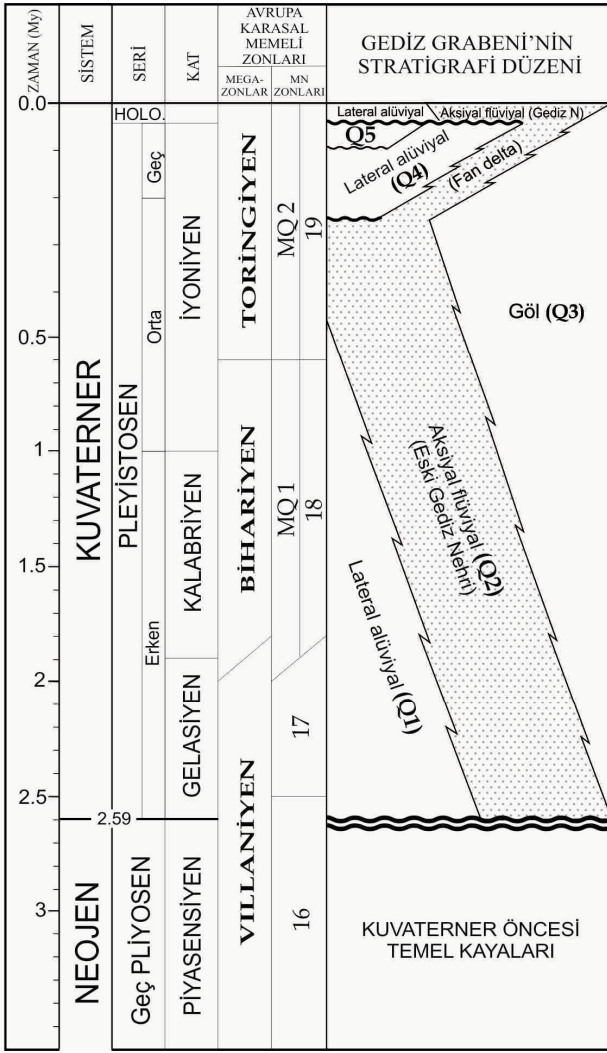
olarak örter. Q4 istifinin havzanın KB'sındaki yelpaze deltası ve deltayik karakterdeki denetirilebilir eşdeğerleri ise, göl alanları üzerine ilerleyerek Q3 çökelinin gerçekleştiği göllerin giderek küçülmesine neden olmuştur. Yani, yanal giriklik ilişkisiyle başlayan fluviyal ve alüviyal tortullaşma, havza tabanını oluşturan tavan bloğunun sürekli güneye eğimlenmesi sonucunda Q2 istifinin Q1 üzerine aşmasıyla sonuçlanmış; Gediz Nehri tortullaşma eksenini de, olasılıkla Q4 örgülü akarsu-egemen alüvyon yelpazesi oluşumunu tetikleyen "supra-detachment" faylanmanın denetiminde tekrar kuzeye kaymıştır.

Bu dolgulanma evresinden sonra, grabenin aktif güney kenarında "supra-detachment" fayların yine havza yönünde göç etmesiyle oluşmuş, moloz akması çakıltaşlarının egemen olduğu, yaklaşık 100 metre kalınlığında ve olasılıkla en geç Toringiyen yaşlı yerel alüvyon yelpazesi çökelleri de (Q5: telescoping fan deposits), yükselen Q4 istifi ve önceki Kuvaterner çökelleri içine kazınmış vadilerin önünde gelişmiştir.

İstiflenmeye ilişkin bu veriler, önceki tüm istifleri kesen en genç ana aktif fayın önünde gelişmiş alüvyon yelpazesi ve akarsu çökellerinin en geç Toringiyen'den sonra çökelmeye başladığını, bir başka deyişle halen gelişimi sürmekte olan bu alüvyon yelpazeleri ve akarsuların Holosen'den itibaren ortaya çıktığını işaret etmektedir.

## **GEDİZ GRABENİNDE GEÇ KUVATERNER İSTIFLERİ**

Stratigrafik düzeni yukarıda genel olarak verilen Pleyistosen yaşlı çökel istiflerinin üzerine, havza içinde Holosen çökelleri dolgulanmıştır. Bu çökeller halen havzayı doldurmaya devam ettiğinden, yalnızca kenar fasiyesleri, bölgesel yükselim nedeniyle havza kenarlarında yan kol



**Şekil 2.** İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Göktaş (2012)'den alınan litostratigrafi düzeni, ICS (2013) kronostratigrafi düzenlemesine göre revize edilmiştir).

**Figure 2.** Generalized stratigraphical section of research area (After Göktaş (2012); revised based on ICS (2013) time scale).

akarsuların kazılarıyla oluşan birkaç metrelik yarımalarda sınırlı yüzeylemeler vermektedir. Bu nedenle DSİ araştırma kuyularının loglarına başvurularak başlıca Holosen çökellerine ve kısmen de Pleyistosen çökellerine ait litolojik bilgiler sağlanmıştır.

Bu kuyularda Pleyistosen ve Holosen yaşlı çökelleri kesin olarak ayırt etmek mümkün olamasa da, çökeltme hızları bakımından Holosen süresince çökeltmesi mümkün olmayan

kalınlıklardaki gösel çökellerin varlığı, istiflerin bir kısmının Üst Pleyistosen'e ait olabileceğini göstermektedir.

Çalışmada havzanın batı kesiminde açılan toplam 22 adet DSİ kuyusunun logları incelenmiş ve litoloji tanımlamaları çökeltme ortamlarını yorumlamak amacıyla değerlendirilmiştir (Şekil 3). Bu kuyular Saruhanlı-Manisa arasında (7647, 7648, 45244, 16861-A, 7646, 31886, 7645, 18711, 18717, 3824-A nolu kuyular), Turgutlu-Alaşehir arasında (3823, 3822-A, 43658 nolu kuyular), Akhisar dolayında (20984, 16986, 6305, 6188, 18716) ve Turgutlu-Kemalpaşa arasında (57412, 3981, 59487, 49077 nolu kuyular) yer almaktadır.

Kuyularda kesilen litoloji toplulukları beş grupta toplanmıştır. Yalnızca 16861-A, 31886, 16986 ve 6305 nolu kuyularda gözlenen ve Kuvaterner tortullaşması öncesi temel kayalarını oluşturan ilk grup, Neojen gösel kireçtaşları ile Mesozoyik yaşlı denizel kireçtaşlarını da kapsar.

Kuyulardaki Kuvaterner çökelleri ise başlıca dört grupta toplanmış ve bunlar 1) alüvyon yelpazesi çökelleri, 2) akarsu çökelleri, 3) gösel çökel arakatlı yelpaze deltası ve delta çökelleri ve 4) gösel çökeller olarak tanımlanmıştır.

İncelenen DSİ kuyu loglarının tanımlamaları aşağıda verilmiştir (Şekil 3):

7647 nolu kuyunun 85 metrelik üst kesiminde olasılıkla kuzeydeki havza kenarında gelişmiş yelpaze deltasına ait olan ve gri renkli küçük çakıl, kum ve siltlerden oluşan çökeller kesilmiştir (Şekil 3A). Alttaki 120 metrelik kesim ise kahvengi, kumlu gösel kilitaşı ve silttaşlarından oluşur.

7648 nolu kuyunun üst 130 metresinde KD'dan Saruhanlı'ya doğru gelişmiş olan deltaya ait bej ve kahverengi kum, çakıl ve siltler geçilmiştir. Alttaki 49 metrelik kesim ise kahve ve gri-mavi renkli, kumlu gösel kilitaşlarından oluşmaktadır.

45244 nolu 158 metrelik kuyuda yalnızca kuzeyden güneydeki göle doğru gelişmiş olan deltaya ait çökeller gözlenir. Bunlar gri renkli killerden oluşan gösel arakatkılar içerir. Delta çökelleri bej-gri renklerde, küçük çakıl ve kumlardan oluşmuştur.

16861-A nolu kuyunun üst 28 metresinde beyaz-gri renkli kum ve siltlerden oluşan akarsu çökelleri yer almaktadır. Daha alttaki 74 metrelik kısım “bej renkli kumlu kil” olarak tanımlanmış ve gösel çökel olarak yorumlanmıştır. Holosen çökellerinin altında Kuvaterner öncesi temeli oluşturan Mesozoyik yaşlı kireçtaşları yer alır.

7646 nolu kuyunun üstten 115 metrelik bölümünde gri renkli çakıl, kum ve kil-silt düzeylerinden oluşan ve akarsu çökelleri olarak yorumlanan litolojiler gözlenmiştir. Sondajın hemen KD’sunda yüzeyleyen flüviyal çökeller içinde, orta Pleyistosen’i gösterdiği bildirilen büyük memeli kalıntıları (*Palaeoloxodon antiquus* Falconer ve Cautley, *Cervus elaphus* Linné, *Equus* sp.) bulunmuştur (Şahinci, 1976). 185. metreye kadar devam eden sondajın alt 70 metrelik bölümünde ise gri renkli, üstte daha fazla kumtaşı düzeyleri içeren ve gösel çökel olarak yorumlanan kıltaşı-egemen bir istif görülür.

31886 nolu kuyunun üst 48 metresi boyunca gri renkli çakıl, kum ve siltlerden oluşan akarsu çökelleri geçilmiştir. Bunun altında, 73 m kalınlığındaki gri renkli gösel kıltaşı-kumtaşı istifi, Kuvaterner öncesi temeli temeli oluşturan beyaz renkli Neojen killi kireçtaşlarına kadar devam eder.

7645 nolu kuyu Manisa alüvyon yelpazesinin üzerinde yer alır ve sondajın üst 88 metresi akarsu çökellerini kesmiştir. Toplam 220 m derinliği olan kuyunun alttaki 132 metresinde ise gösel kum ve killer gözlenmiştir.

18711 nolu kuyuda kesilen istifin üst 70 metresi başlıca kaba çakıltaşlarından meydana gelen alüvyon yelpazesi çökellerinden, altındaki

75 metrelik kesim akarsu kökenli küçük çakıllı kumlar ve siltlerden, en alttaki 45 metrelik istif ise bej renkli gösel kil ve siltlerden oluşmaktadır.

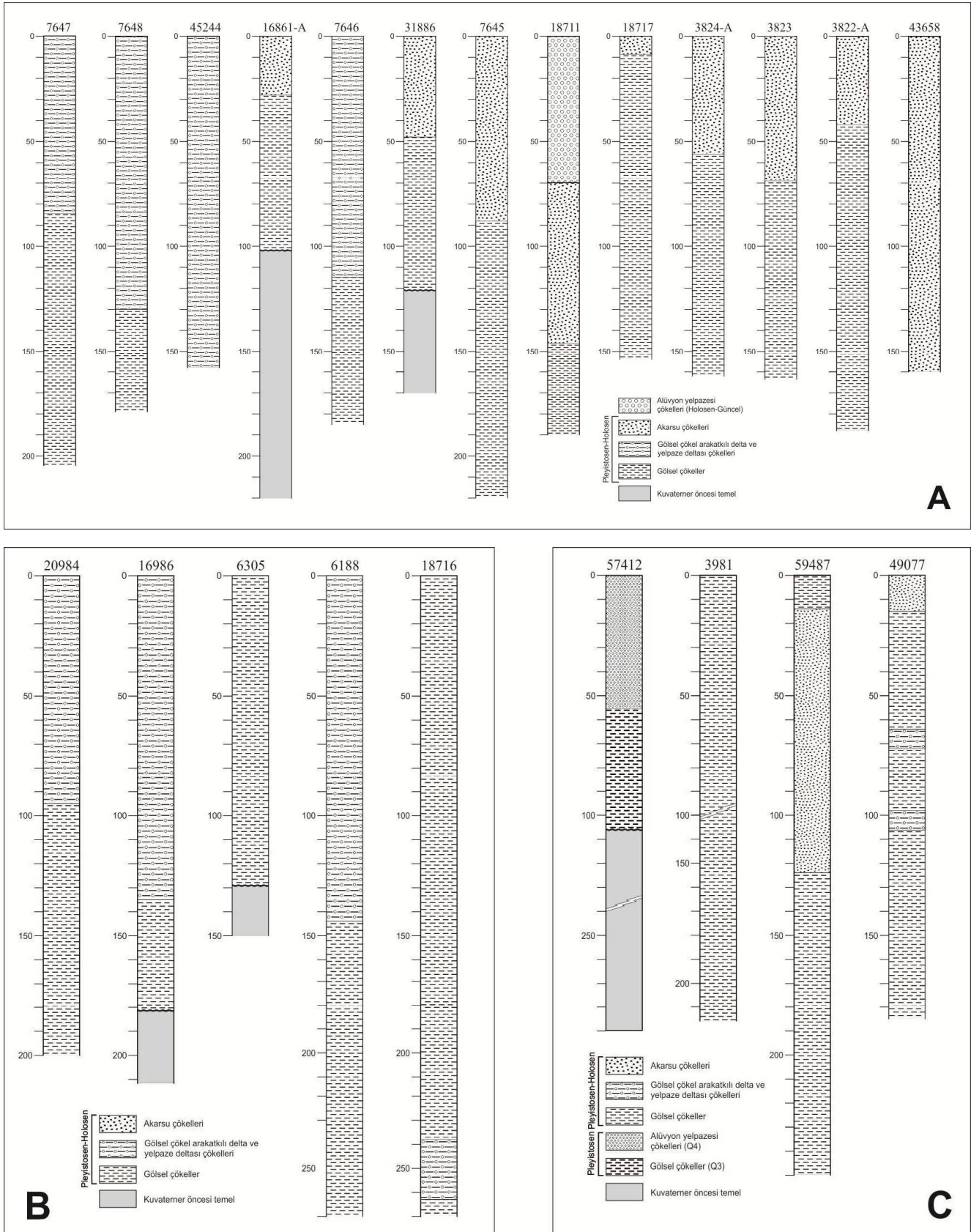
18717 nolu kuyu Çaldağ’ın hemen güneyinde, havza kenarında yer alır ve üstteki bej-kahve renkli çakıl ve kablardan oluşan akarsu çökellerinin yalnızca 9 m kalınlığında kesilmesinin nedeni bu olabilir. Daha alttaki 145 metrelik kesimde ise gri-yeşil-bej renklerdeki gösel killer yer almaktadır.

3824-A nolu kuyunun en üst 56 metrelik kesimi akarsu kökenli olarak yorumlanan gri-yeşil renkli çakıl ve kumlardan oluşur. Bunların altında 54 m kalınlığında, mavi-yeşil-bej renkli gösel killer bulunur. Daha altta, yer yer kum arakatkılı iri çakıllardan oluşan 26 metre kalınlığındaki kesim ise kuzeyde yer alan Çaldağ’dan kaynaklanmış yelpaze deltası veya yan kol akarsuların çökeli olarak yorumlanmıştır. En alttaki 26 metrelik bölüm, gösel olarak yorumlanan yeşil renkli, kumlu killerden ibarettir.

43658 nolu kuyuda tümüyle çakıllı kum ve siltlerden oluşan akarsu çökelleri kesilmiştir.

200 m derinliğinde açılan 20984 nolu kuyunun üstten 95 metrelik kesiminde gösel kil ve silt arakatkılı kaba çakıltaşlarından oluşan yelpaze deltası çökelleri kesilmiştir (Şekil 3B). İstifin alt bölümü ise, çok az kum ve küçük çakıl ince düzeyleri içeren bej renkli gösel killerden oluşmaktadır.

16986 nolu kuyunun üst 135 metresinde kalın kumlu çakıl düzeylerinin yine kalın silt-kil düzeyleriyle araldanmasından oluşan yelpaze deltası-göl çökeli araldanması görülmektedir. Bunun altındaki 45 metrelik çökel istifi ise tümüyle bej renkli, gösel kil ve siltlerden oluşur. Daha altta, olasılıkla Kuvaterner öncesi temele ait olası Mesozoyik yaşlı denizel kireçtaşları gözlenmiştir.



**Şekil 3.** Gediz Nehri havzası batı kesiminde incelenen DSİ kuyularının kayıtları ve yalınlaştırılmış fasiyesleri: A. Saruhanlı-Manisa-Alaşehir arası, B. Akhisar yöresi; C. Turgutlu-Kemalpaşa yöresi.

**Figure 3.** Simplified facies of DSİ well logs investigated in the western part of the Gediz River basin: A. Saruhanlı-Manisa-Alaşehir district, B. Akhisar district; C. Turgutlu-Kemalpaşa district.

6305 nolu kuyuda kesilen istifin tümü kızıl kahverengi gösel killerden oluşmaktadır. Bu killer Mesozoyik yaşlı temel üzerinde yer almaktadır.

6188 nolu kuyunun üstteki 145 metrelik kesimi çakıl, kumlu çakıl ve kil-silt araldanmasından oluşmuş, yelpaze deltası olarak yorumlanan bir istif sunar. Toplam 270 m olan kuyunun bunların altında kalan kesimi yeşil renkli, gösel kumlu silt ve killerden ibarettir.

3823 nolu kuyuda kesilen istifin üst 70 metrelik kısmı akarsu kökenli, küçük çakıllı kumlar ve çakıllardan oluşur. Bunun altındaki 95 metrelik kesim ise gösel ince kum ve siltlerden ibarettir.

3822-A nolu kuyunun üstteki 42 metrelik kesiminde akarsu çakılları bulunur. Altındaki 145 metrelik kesim de başlıca kumlu killerden oluşmaktadır. Genellikle gösel killerin kesildiği 18716 nolu kuyunun 250. metresi dolayında çakıllı yelpaze deltası çökellerine rastlanmıştır.

57412 nolu kuyunun üst 56 metrelik bölümü alüvyon yelpazesi çakıltaşlarından, onun altındaki 40 metrelik kesimi ise gösel killerden oluşmuştur (Şekil 3C). Bunların altında Kuvaterner öncesi temel (Mesozoyik denizel kireçtaşları) temel bulunur.

216 m derinliğindeki 3981 nolu kuyuda çok az çakıl-kum arakatkılı, yeşil renkli gösel killer kesilmiştir.

Erken Kuvaterner çökelleri üzerinde açılmış olan 59487 nolu kuyuda istifin üst 15 metrelik bölümü gösel kıltaşı, sonraki 110 metrelik bölümü akarsu kökenli kumtaşı-silttaşı araldanması ve en alttaki 125 metrelik bölümü gösel killerden oluşur.

49077 nolu kuyunun üzerinde yer aldığı alüvyon yelpazesine ilişkin çökellerin yalnızca 15 metrelik kalınlığı, bu en genç yelpazenin çok yakın bir dönemde dolgulanmaya başladığını

gösterir. Bunun altında yer alan istif başlıca gösel kıltaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır.

Bu kuyu verileri ve güncel fasiyeslerin graben içindeki dağılımı göstermektedir ki, Gediz Nehri havzasının batı kesiminde Holosen istifinin üst kesimi havza kenarlarında yelpaze deltası ve delta çökellerinden oluşurken, havza ortasında akarsu çökelleri yer almaktadır. Ancak havzanın batısındaki kuyularda bu kaba kırıntılıların altında gösel çökeller bulunmakta ve havza kenarlarında bunlar birbirleriyle giriklik göstermektedir. Öte yandan, Saruhanlı'nın KD'sunda, Nuriye köyünün hemen batısındaki boğazın önündeki eski deltanın yüzey morfolojisi ve dağıtım kanalları ağı hava fotoğraflarında açık olarak gözlenmektedir. Bu nedenle Saruhanlı dolayındaki kuyularda ilk kesilen çökeller "deltaik" olarak yorumlanmıştır.

## TARTIŞMA

Aşağıda Gediz havzasının Pleyistosen ve Holosen evrimleri ayrı ayrı tartışılmıştır. Günümüzdeki çökeme sistemlerinin başlangıcı olması ve elde edilebilen verilerin zenginliği nedeniyle Holosen evrimi daha ayrıntılı olarak verilmiştir.

### Pleyistosen

Gediz Grabeni'nin içinde bulunduğu bölge Neojen ve Kuvaterner boyunca dolgulanma, tektonik ve jeomorfolojik bakımdan karmaşık bir evrim geçirmiştir. Batı Anadolu'da erken Miyosen'den itibaren K-G ve KD-GB doğrultulu faylar tarafından açılan ya da sınırlanan Neojen havzalarının genel uzanımı KD-GB'dir. Özgün olarak gösel çökellerin dolgulandığı bu grabenler, K-G genişlemeyi simgeleyen D-B uzanlı grabenlerin açılmasından çok önce oluşmuştur ve onlarla kökensel bağlantıları yoktur (Kaya, 1979; Yılmaz, 2000).





**Şekil 4.** Kemalpaşa Holosen çöküntüsünün kuzey kenarındaki Erken Kuvaterner'e ait mavimsi gri-bej renkli kilaşı ve silttaşlarından oluşan gösel çökeller.

**Figure 4.** Early Quaternary lacustrine deposits composed of bluish gray to beige coloured claystone and siltstone at the northern margin of the Kemalpaşa graben formed in Holocene

Gerek yüzeyde gözlenen fasiyes dağılımı gerekse kuyu loglarından elde edilen veriler, Gediz Grabeni içindeki fluviyal sistemin akış yönünün Kuvaterner başından itibaren KB'ya doğru olduğunu göstermektedir. Güneydeki ana sıyrılma fayının tavan bloğu üzerinde yaygın yüzeylemeleri olan Kuvaterner yaşlı aluviyal ve fluviyal çökeller, Kuvaterner başından itibaren KB-GD doğrultusunda oluşmaya başlamış olan Gediz Grabeni içinde kuzeybatı yönünde akmış olan bir "eski Gediz Nehri" ve bu nehre kuzey ve güneyden kavuşmuş olan alüvyon yelpazelerinin ürünüdür (Şekil 1).

Fluviyal sistemin kuzeybatıya doğru akmış olmasına ilişkin iki önemli kanıt bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Turgutlu'nun güney ve batısında

Q4 çakıltaşları arasında göselsilttaşı arakatkılarının yer alması ve Kemalpaşa çöküntüsünün kuzey kenarında, Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi ile Çobanisa arasında yapımı süren demiryolu yarmalarında Erken Kuvaterner'e ait mavimsi gri-bej renkli kilaşı ve silttaşları ile temsil edilen gösel çökellerin yüzeylemesidir (Göktaş, 2012; Şekil 4). İkinci kanıt ise havzanın doğu kesiminde gerek havza kenarlarında gerekse DSİ araştırma kuyularında yalnızca fluviyal çökeller gözlenirken; havzanın batı-kuzeybatı kenarlarında kalıntıları yüzeyleyen ve Manisa-Saruhanlı-Turgutlu arasındaki ovada açılan DSİ araştırma kuyularının hemen hepsinde kesilen, ayrıca havzanın kuzeybatı kesiminde sadece kesilen

bölümü bile çökme hızları bakımından Holosen süresince çökmesi mümkün olmayan kalınlıklardaki, kapalı bir gölü karakterize eden, yüksek organik geç içerikli, siyahımsı koyu gri silttaşı-kiltaşı istifinin bulunmasıdır. Bu veriler, Manisa-Saruhanlı-Turgutlu arasında ve Kemalpaşa ile Akhisar çöküntülerindeki Holosen göllerinin, Pleyistosen döneminden kalıntı olduklarını gösterir.

Paleocoğrafya haritalarında (Şekil 5) Gediz havzasının Kuvaterner boyunca geçirdiği sedimanter ve jeomorfolojik evrimi sırasıyla gösterilmektedir. Şekil 5a, havzanın geç Pleyistosen'deki evrimini göstermektedir.

### Holosen

Grabenin aktif güney kenarında, ana sıyrılma fayının kuzeyinde yer alan ve Holosen çökelleri ile Pleyistosen çökelleri arasında sınır oluşturan ana aktif fayın taban bloğu üzerinde Erken Kuvaterner fluvial çökellerinin yaygın olarak yüzeylenmesi, olasılıkla Pleistosen sonu-Holosen başlarında Gediz Nehri havzası dolgulanma ekseninin -bir başka deyişle Gediz Nehri yatağının- sıyrılma fayı üzeri fay sisteminin (supra-detachment fault system) havzaya doğru ilerlemesi sonucu olarak kuzeye göç ettiğini göstermektedir.

Kuzeye, yaklaşık bugünkü konumuna kayarak kuzeybatıya akmaya devam eden yeni Gediz Nehri boyunca ve bu nehre kavuşan yan kollar önünde gelişen dolgulanmanın tarihi, Holosen sırasında önemli olayları kapsar. Saptanabilen insan yerleşimleri ve uygarlıkları da nehrin bu evriminden etkilenmiş olmalıdır.

Şekil 5b, Gediz Nehri havzasının Holosen'deki evriminin ilk aşamasını göstermektedir. DSİ araştırma kuyularında, Manisa-Saruhanlı-Turgutlu arasında fluvial kum ve çakıllı kumlar tarafından örtülmüş olan gölsel kil ve siltler kesilirken, grabenin bu alanın doğusunda kalan kesiminde yalnızca kumlu ve çakıllı fluvial çökeller gözlenmektedir (Şekil 2, 3). Bu kayıtlar, Holosen'de kuzeye kaymış yeni

yatağında önceki gibi kuzeybatıya akmaya devam eden Gediz Nehri'nin Holosen başlarında da Manisa-Saruhanlı-Turgutlu arasında yer alan eski bir göle boşalmaya devam ettiğine işaret eder. Havzanın batısındaki irili ufaklı göllerin varlığını dolaylı yönden belgeleyen bir diğer kanıt da, göllerin bulunduğu alanlarda hiçbir antik yerleşimin bulunmaması ve saptanan yerleşimlerin tümünün göl çevrelerinde yer almasıdır. Döneme ilişkin paleocoğrafya haritasında görüldüğü gibi (Şekil 5b), Holosen başlarında bölgedeki yerleşim yerlerinin bir kısmı Kemalpaşa gölü kıyılarında (Ulucak, Yenmiş, Nemrut), bir kısmı da kuzeyde Akhisar-Gölmarmara arasındaki iki küçük göl çevresinde (Kayışlar, Nuriye, Alibeyli, Arpalı II) yer almaktadır (French, 1965, 1969; Meriç, 1993; Çilingiroğlu, 2009). Bugün kurumuş olan ve çökelleri DSİ tarafından açılmış drenaj kanallarında yüzeyleyen Akhisar çevresindeki küçük göller topografik olarak alçak alanlar oluşturur. Holosen başında bu göllerin güneydoğuya akan dereler aracılığıyla birbirleriyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. İki küçük kuzey gölüne giren akarsuların yalnızca birkaç km<sup>2</sup>'lik küçük deltaları varken, güneybatıya yönelimli dar bir vadiden geçerek güneyde yer alan Manisa-Saruhanlı-Turgutlu arasındaki büyük göle (Manisa gölü) kuzeydeki göllerin suyunu boşaltan akarsuyun (bugünkü Kum Çayı'nın atası) önünde, Nuriye Köyü yakınındaki vadi çıkışında büyük bir delta gelişmiştir. Bu deltanın dağıtım kanallarının izleri 1:35.000 ölçekli hava fotoğrafları ve Aster görüntülerinde net olarak seçilebilmektedir (Şekil 6).

Aynı dönemde Gediz Nehri'nin Alaşehir-Turgutlu arasında aktığı ve Turgutlu dolayında Manisa gölüne kavuştuğu düşünülmektedir. Olasılıkla, bugünkü Gördes Çayı ile Gediz Nehri'nin graben dışındaki kesiminin ataları, temel kayaları içine kazınmış birer yan kol olarak eski Gediz Nehri'ne kuzeydoğudan birleşmekteydi. Bunlardan daha güneydoğuda, Salihli'nin kuzeyinde yer alanı, Gediz Grabeni'nin kuzey kenarında, Adala İlçesi'nin 14.5

km kuzeydoğusundaki Divlittepe konisinden yaklaşık 25.000 yıl önce çıkararak Gediz Nehri vadisine yönelen bazalt akıntısının (Divlittepe Volkanitleri: Ercan, 1982 ve 1993) içine kazanmıştır. Günümüzdeki Gediz Nehri'nin akış yukarı kesimini oluşturan bu akarsu vadisinin graben ovasına kavuştuğu yerde bir alüvyon yelpazesi gelişmiştir. Bu dönemde başlıca alüvyon yelpazeleri, grabenin güney kenarındaki aktif normal fay boyunca birleşik yelpazeler oluşturarak gelişmiş, kuzey kenarda ise yelpaze gelişimi görece sınırlı kalmıştır.

Öte yandan Holosen başlarında, Menemen'in doğusunda başlıca Neojen volkanitlerinden meydana gelen KD-GB uzanımlı bir sırt, Manisa gölü ile Ege Denizi arasında bir bariyer konumundaydı. En geç Pleistosen-erken Holosen'de tüm dünya denizlerindeki gibi Akdeniz ve Ege Denizi'nde de deniz düzeyi bugünküne göre yaklaşık 90-130 m daha alçaktı (Shackleton, 1987; Fairbanks, 1989; Colonna ve diğ.,1996; Fleming ve diğ., 1998; Waelbroeck, 2001; Chappell, 2005; Miller, 2005; Caputo, 2007) ve Ege Denizi Menemen batısında bir körfez oluşturmaktaydı. Buradaki körfezin doğu kenarında batı yönünde akan bir akarsuyun önünde oluşan bir yelpaze deltası denize doğru büyümeye başlamış ve bu akarsu yatağını Dumanlı Dağ ile Yamanlar Dağı arasında geriye, doğuya doğru aşındırmaya başlamıştı. Manisa tarafında da gölün batısındaki küçük bir akarsu da yatağını batı yönünde geriye aşındırıyordu. Eş zamanlı olarak, eski İzmir Körfezi'nin güney kenarındaki "İzmir Fayı" (Emre ve diğ., 2005) önünde küçük yelpaze deltaları gelişmekteydi (Şekil 5b).

İkinci evrenin başında, olasılıkla, güneydeki ana sıyrılma fayının tavan bloğunun güneye eğilmesinin artması, kuzeydeki iki küçük sığ gölün sularını güneye akaçlamasına neden olmuştur. Muradiye batısındaki sol yönlü doğrultu atımlı transfer fay zonunun (Emre ve diğ., 2005) etkinleşerek batı kesiminin görece yükselmesiyle, Dumanlı Dağ ile Yamanlar Dağı

arasında Menemen ve Manisa yönlerine akmakta olan iki akarsu yataklarını hızla derinleştirmiş; batıdaki akarsu doğudakini kapmış ve Manisa gölü ile Menemen yelpaze deltası arasında, Gediz Grabeni'nin Ege Denizi'ne bağlantısını sağlayan dar ve derin bir vadi oluşmuştur. Bu vadinin açılması, daha yüksekte yer alan Manisa gölü suyunun (Menemen'de delta gelişimini de tetikleyerek) Ege Denizi'ne boşalması sonucunu doğurmuştur (Şekil 5c). Bu boşalmanın sonucunda, Gediz havzasında fluvial sistem eski göl alanı üzerine de ilerleyerek egemen olmuştur. O dönemin Nif Çayı'nın suları da, Turgutlu güneyinde açılan vadiden geçerek yaklaşık olarak bugün Gediz Nehri'ne kavuştuğu yerden gölün boşalmasıyla taşkın ovasına dönüşen alan üzerinden Gediz Nehri'ne boşalmıştır. Büyük Manisa gölünün bu şekilde ortadan kalkması, havzanın paleocoğrafik evrimindeki en önemli olaydır.

Erinç (1954, 1955) Menemen boğazının açılması ile ilgili olarak çeşitli alternatifler ileri sürmüştür. Erkal ve Hakyemez (1993) ile Hakyemez ve diğ. (1999) ise bunlardan "Manisa gölünün taşması ve akarsu geriye aşındırması sonucunda bariyerin batısındaki akarsuyun kapma olayının" birlikte çalışmasıyla Gediz Nehri'nin deniz ile kavuşmasını sağlamış olabileceğini belirtmişlerdir. Yukarıda anılan Muradiye batısındaki KD-GB doğrultulu transfer fay zonunun batısındaki volkanitler içinde bu faylanma nedeniyle oluşan küçük faylar (Şekil 1) ile gelişmiş eklem sistemi akarsu kapmasıyla sonuçlanan vadi açılımını desteklemiş olmalıdır.

Gediz Nehri'nin denize kavuşmasının sonucunda Menemen yakınındaki yelpaze deltası bir delta ovasına dönüşmüş ve Orta Miyosen yaşlı gölsel çökellerden ("Aliğa kireçtaşı": Kaya, 1979) oluşan (bugün üzerinde Menemen/Maltepe organize sanayi bölgesinin yer aldığı) adatepenin eski hali olan "Maltepe Adası"na kadar yayılmıştır.

Bu dönemin, Doğu Akdeniz bölgesinde kuraklığı tetikleyen ve 8200 yıl öncesine tarihlenen ani iklimsel değişim olayından kısa bir süre sonrasındaki, Kemalpaşa-Ulucak hüyükü yerleşiminin ve olasılıkla bölgedeki tüm yerleşim alanlarının (Yenmiş, Nemrut, Kayışlar, Nuriye, Alibeyli, Arpalı II) (French, 1965, 1969; Meriç, 1993) terk edildiği zamana (yaklaşık 7800-7900 yıl önce: Çilingiroğlu, 2009) karşılık gelebileceği düşünülebilir. Younger Dryas'taki (günümüzden 12800-11500 yıl öncesi; Muscheler ve diğ., 2008) kurak ve sert iklimden sonra Holosen başında aniden başlayan ve 8800-9000 yıl önce henüz deniz düzeyi yükselmekteyken de devam eden görece sıcak ve nemli iklim koşullarında (Friedrich ve diğ., 1999; Alley, 2000) kurulmuş Ulucak yerleşim alanının yaklaşık 1000 yıl sonra terk edilmesinde yalnızca Doğu Akdeniz'deki kuraklık değil, belki de bundan daha önemli olarak bölgedeki göllerin denize akaçlanması da rol oynamış olabilir.

Şekil 5d, bölgedeki göllerin akaçlanmasından sonraki paleocoğrafyayı göstermektedir. Ortaya çıkan manzara, yaklaşık olarak günümüz morfolojisine ve ortamsal konumlarına benzemektedir. Havzadaki göllerin hemen tümü Manisa-Menemen arasındaki açılmış dar vadi üzerinden sularını Ege Denizi'ne boşaltarak kurumuş ve eski Manisa gölü alanında oluşan geniş ovada menderesli akarsu sistemi gelişmiştir. Aynı dönemde aktive olan güneydeki normal fayın önünde gerçekleşen faya doğru eğimlenme nedeniyle kuzey alanlar görece yükselmiş ve bu yükselim de daha çok miktarda çökelin havzaya taşınması sonucunu doğurmuş olmalıdır. Böylece, akaçlama alanının genişliği nedeniyle en fazla çökeli gerci taşıyan bugünkü Gediz Nehri'nin graben dışında kalan kesiminin grabene kavuştuğu noktada, yani Salihli kuzeyindeki Bintepeler alanının doğusunda bir alüvyon yelpazesi gelişimi başlamıştır. Bu yelpaze, Marmara Gölü'ne bugün kuzeybatıdan suyunu boşaltan ve olasılıkla o dönemde Gediz Nehri'ne kavuşan Gördes Çayı'nın (bugün insan eliyle düzenlenmiş bir kanal halinde olan)

Gölmarmara doğusundaki kesiminin önünü tıkayarak Marmara Gölü'nün meydana gelmesine neden olmuştur.

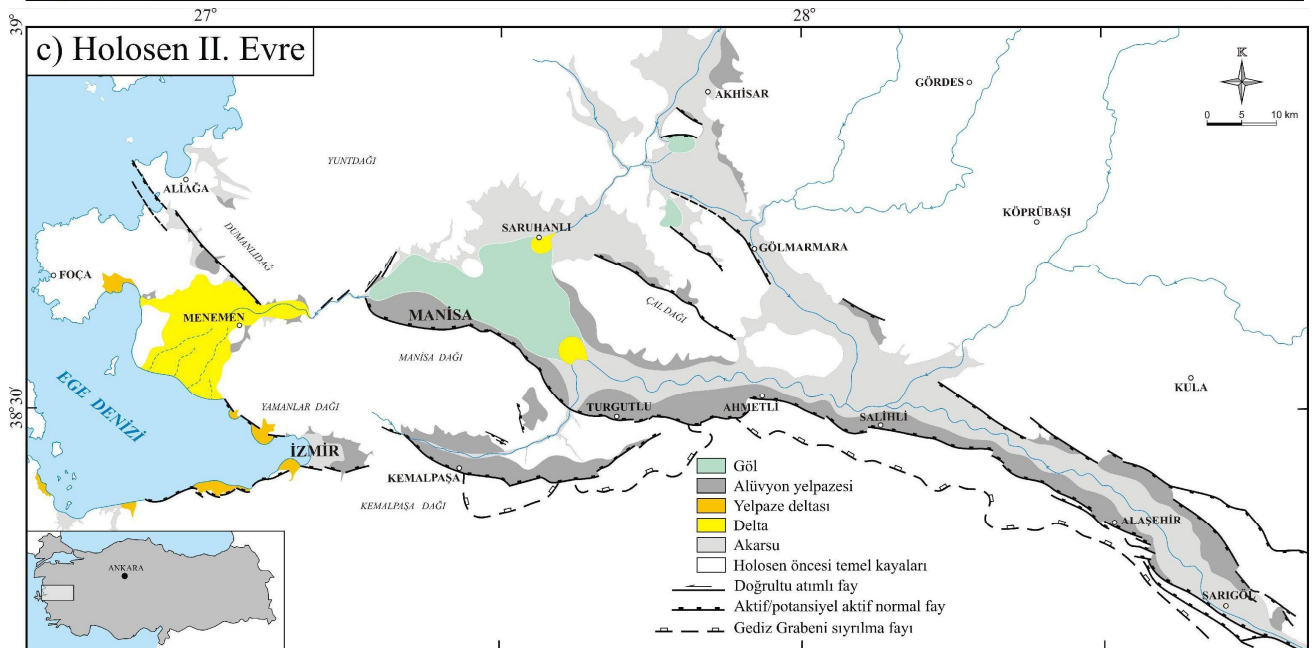
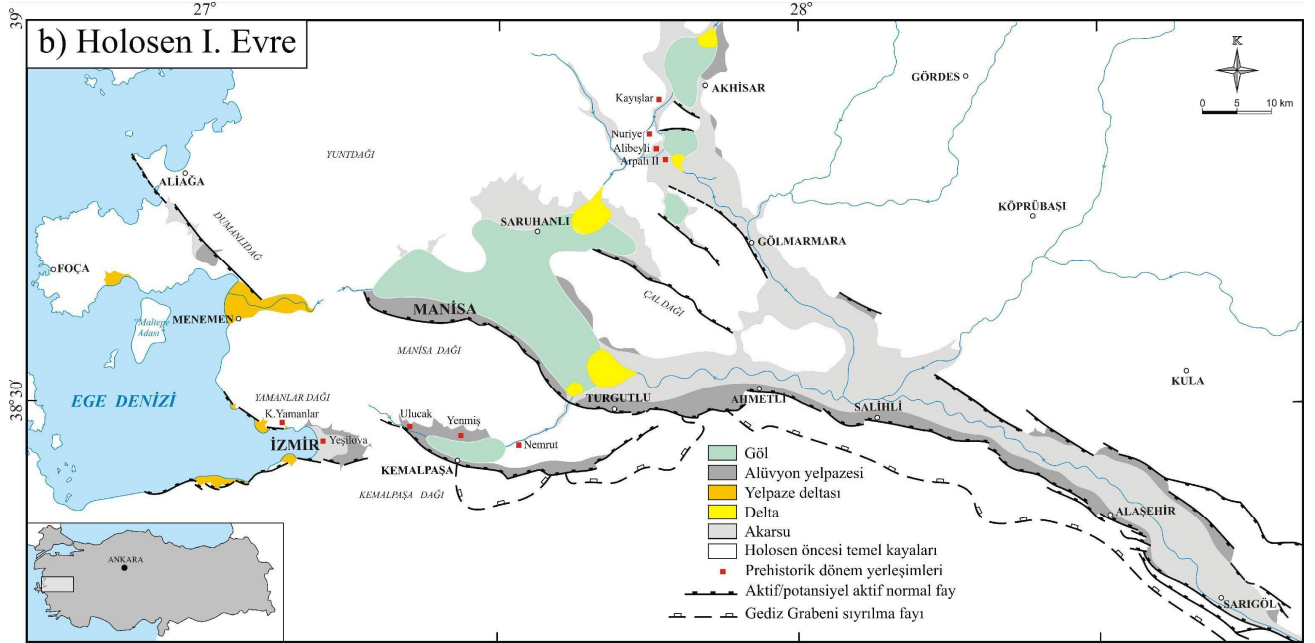
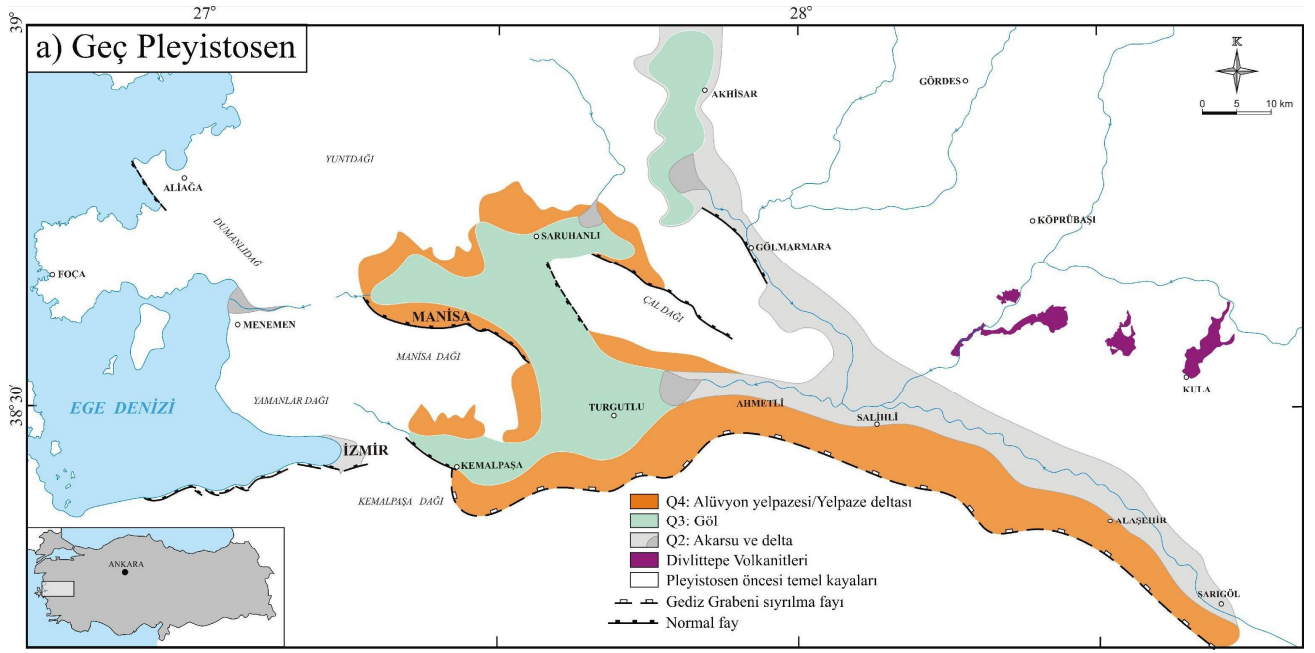
Kuzey alanlardaki yükselimin bir sonucu da, Gediz Nehri'nin batı kesiminde akış rejiminin değişmesidir. Salihli-Alaşehir arasında bu fluvial sistemin doğu parçası (Alaşehir Çayı) menderesli karakterini değiştirmemekle birlikte, Gediz Nehri'nin graben içinde kalan batı kesimi giderek var olan taşkın ovasına gömülerek bir örgülü akarsuya dönüşmüştür. Bu nedenle, söz konusu yükselimin Gediz Grabeni'nin batı kesimine sınırlı kalmış veya batıda daha etkin olmuş olabileceği ileri sürülebilir.

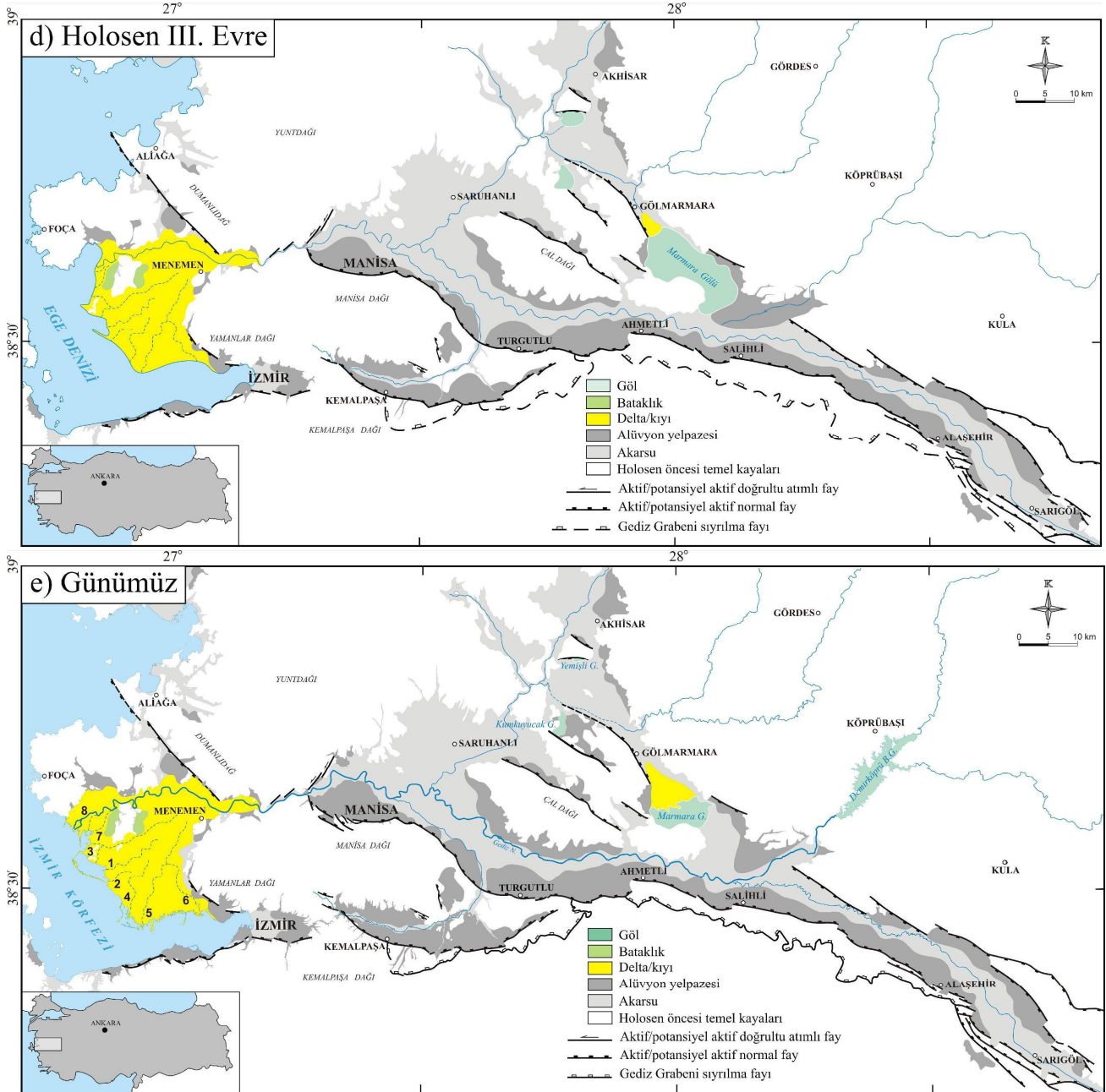
Günümüzde Gediz Nehri örgülü ile menderesli tip arası geçiş özellikleri gösteren, ancak örgülü karakteri ağır basan bir akarsudur (Şekil 5e). Yatağını önceki taşkın ovası içine 5 metre kadar kazımıştır. Alaşehir Çayı'nın insan yapısı kanallara yönltilmesi öncesindeki doğal yatağı ise menderesli karakterini kısmen kaybetmiş ve güneyden havza ortasına doğru büyüyen alüvyon yelpazeleri tarafından oldukça kuzeye itilmiştir.

Marmara Gölü, kuzeybatıdan gölü besleyen akarsuyun (bugünkü yapay kanal) Kum Çayı tarafından kapılması sonucunda küçülmüştür. Kuzeydeki yükselim nedeniyle günümüzün Gediz Nehri yatağı, Salihli kuzeyinde grabene girdiği noktadan itibaren kuzeybatıda Marmara Gölü'ne ve güneybatıda Gediz Nehri taşkın ovasına açılan mevcut alüvyon yelpazesi-yelpaze deltası kompleksi içine kazınmıştır.

Ancak günümüzden 3800-3100 yıl öncesine ait Miken uygarlığına ait çok sayıda yerleşim merkezini barındıran Menemen ovasında (Bilen, 2008), kesin olan tek bulgu, bu dönemde hemen hemen deniz kıyısında bulunan bir antik yerleşim yerinin Menemen'in 10 km kadar batısında yer alan, Ege Denizi'ne yaklaşık 8,5 km uzaklıktaki Maltepe Beldesi dolayında olduğudur<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Bu yöredeki kazılar emekli Prof. Dr. Armağan Erkanal (HÜ) başkanlığında yapılmış olup, konuyla ilgili yayımlar için <http://arkeo.hacettepe.edu.tr/tr/prof-dr-armagan-erkanal> web adresine başvurulması önerilir.





**Şekil 5.** Geç Pleistosen-Holosen sırasında Gediz Nehri havzasındaki en genç çökel dolgusu fasiyeslerinin dağılımını gösteren paleocoğrafya haritaları. a) Geç Pleyistosen dönemi, b) Holosen ilk evresi, c) Holosen ikinci evresi, d) Holosen üçüncü evresi, e) Günümüz (Rakamlar Gediz deltası üzerindeki dağıtım kanallarının göç sırasını göstermektedir).

**Figure 5.** Palaeogeographic maps showing the distribution of sedimentary facies in the Gediz River Basin during the Late Pleistocene and Holocene. A) Late Pleistocene, b) Holocene first phase, c) Holocene second phase, d) Holocene third phase, e) Present (Numbers indicate the order of formation or shifting of delta distributaries on the Gediz delta).



**Şekil 6.** Nuriye Köyü yakınında kuzeyden Manisa gölüne açılan Holosen deltasının dağıtım kanalları. Köy Saruhanlı'nın 11 km DKD'sundadır.

**Figure 6.** *Distributaries of the Holocene delta at the northern margin of the Manisa Lake near Nuriye village, located at 11 km ENE of Saruhanlı town.*

Bölgede, İzmir'in batısındaki Karaburun denizel havzasında, Aksu ve diğ. (1987) tarafından, sığ sismik deniz tabanı profillerinden çıkarsanan yorumlanmış dolgulanma sekansları ile sapropel düzeyi ve izotopik kat sınırı verilerinin karşılaştırılmasına dayanılarak hesaplanan tektonik çökme hızı 1000 yılda 1 m olarak belirlenmiştir. Eğer bu tektonik çökme hızı bölgesel yükselme hızına eşitse, o zaman günümüzde eski menderesli akarsu taşkın ovası içine 5 m kadar kazınmış olan Gediz Nehri'nin yatağını kazımaya başlaması, Kazancı ve diğ. (2009, 2011)'nin Büyük Menderes'in drenaj alanının genişlemesi

ve graben batısındaki körfezin dolmaya başlamasına ait tarihe ilişkin düşündükleri gibi, yaklaşık 5000 yıl öncesine veya daha sonrasına tarihlendirilebilir. Ancak bu çıkarsama, *şimdilik*, spekülatif bir düşünceden öteye geçememektedir.

## SONUÇLAR

Gediz Grabeni, asıl olarak Kuvaterner tektonizması ile şekillenmiştir ve Kuvaterner tektonizması ile bu tektonizma denetiminde gelişmiş çökelin en iyi izlendiği yerdir. Bir başka deyişle, Gediz Nehri'nin jeolojik evrimi, Gediz Grabeni'nin Kuvaterner'deki tektonizma denetimli dolgulanmasını temsil eder. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda ana başlıklar halinde verilmiştir.

- 1- Gediz Grabeni Kuvaterner başında alüvyon yelpazesi, örgülü akarsu ve batıda bu sistemlerin suyunu boşalttığı bir göl ile işgal edilmiştir.
- 2- Grabenin batı kesiminde geniş alanlar kaplayan göl bugünkü Manisa, Saruhanlı, Turgutlu, Akhisar, Kemalpaşa ovalarını örtmekte olup Çaldağ ile Spil Dağı ve göle uzanan yarımada durumunda idi. Göl başlangıçta doğu yönünde Ahmetli'ye ulaşmaktaydı. KB yönünde akan eski Gediz Nehri ile kuzeyden göle kavuşan eski Kum Çayı'nın deltaları oluşmuş, göl kenarında yer yer yelpaze deltaları gelişmiştir.
- 3- En geç Pleyistosen-erken Holosen'de Ege Denizi-Akdeniz'in deniz düzeyi bugünküne göre yaklaşık 90-130 m daha alçaktı ve Menemen'in doğusunda batıya akan ve Manisa gölünün batısında doğuya akan birer akarsu bulunuyordu. Düşük deniz düzeyi ve tektonik etkinlik bu akarsulardan özellikle batıda olanının geriye aşındırmasını hızlandırmış ve kaynak tarafının Manisa gölüne yaklaşmasını sağlamıştır.

5- Olasılıkla Holosen başlarında Manisa gölü Menemen tarafındaki akarsu tarafından kapılmış ve birbiriyle bağlantılı Manisa ve Kemalpaşa göllerinin suları Ege Denizi'ne boşalmıştır. Bölgedeki antik Ulucak yerleşimin yaklaşık 9000 yıl önce terk edilmesinde bu olayın rolü olabilir. Menemen deltasının önemli bir bölümü kapılan gölün suları tarafından inşa edilmiş olmalıdır. Suyu boşalan göl alanı menderesli ırmak çökeline sahne olmuştur.

6- Menemen boğazının açılmasının ardından, orta-geç Holosen'de, deniz düzeyinin de yükselmesi ile (Lambeck, 1995; Lambeck ve Purcell, 2005 ) Gediz Nehri günümüzdeki drenajını kazanmıştır. Bu dönemde güneydeki aktif faya doğru eğimlenme nedeniyle kuzey alanlar görece yükselmiş ve bu daha çok çökelin havzaya taşınması sonucunu doğurmuştur. Böylece, bugünkü Gediz Nehri'nin graben dışında kalan kesiminin grabene kavuştuğu noktada bir alüvyon yelpazesi oluşmuştur. Bu yelpaze, olasılıkla o dönemde Gediz Nehri'ne kavuşan Gördes Çayı'nın Gölarmara doğusundaki kesiminin önünü tıkararak Marmara Gölü'nün meydana gelmesine neden olmuştur. Menemen deltasında ise, olasılıkla 5000 yıl önce yatağına 5 metre kadar gömülen Gediz Nehri'nin henüz bugünkü genişliğine kavuşmamış delta düzlüğü alanı, Geç Tunç dönemi Miken krallığından başlayarak bugüne değin çeşitli uygarlıklara yaşam alanı oluşturmuştur.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar, makaleyi kaleme alma konusundaki ısrarlı teşvikleri ve yön verici eleştirileri için Prof. Dr. Nizamettin Kazancı'ya (AÜ), eleştirilerinden ötürü Prof. Dr. Halil Gürsoy'a (CÜ) ve kuyu loglarının teminindeki yardımları için Jeoloji Y. Müh. Aytaç İşci (DSİ), Jeoloji Y. Müh. Alim Murathan (DSİ) ve Jeoloji Y. Müh. İhsan Boz'a teşekkür ederler.

## EXTENDED SUMMARY

*The Gediz River basin, in which an important river of the Western Anatolia runs, is one of the most studied areas in Turkey. Unfortunately, it cannot be said enough to have been described the history of formation of the river, the basin in which it has run and the the development of basin fill. This paper aims to address this lack.*

*In this paper, while the geologic and paleogeographic evolution of the Gediz River during the Quaternary is explained the geology, it will be briefly described the facies characteristics and stratigraphic arrangement of the deposits of the Gediz River, which has run since the beginning of the early Quaternary in the Gediz Graben, and alluvial systems interfingering with the river (Figure 1).*

*The fault-controlled Neogene basins became to open in the Middle Miocene have a NE-SW direction. Sediments deposited in these basins during the Middle Miocene characterize fluvial, deltaic and lacustrine environments around Kütahya and Uşak in the north whereas the lacustrine environments in the vicinities of Aydın, Denizli and Muğla. In other words, the streams running roughly from the north to south discharged the lakes in the south. There is not a genetic relationship between these grabens and the other E-W and NW-SE trending ones occurred by N-W extension.*

*The NW-SE trending shape of the Gediz Graben has begun to develop from the beginning of Quaternary as a result of N-S extension of the Western Anatolia. The micromammalian fauna in the lowest part of the graben-fill characterizes the late Villanian-early Biharian (Sarica, 2000). The upper part of the Villanian and the lower part of the Biharian stages, which were considered*



in the latest Late Pliocene in the papers cited above, are in the Quaternary period today (ICS, 2013). A late Pleistocene (Toringian) fauna was determined in the middle part of the succession exposed in the Büyük Menderes Graben which has the same facies with the one in the Gediz Graben, so that the successions in both grabens have mirror images (Ünay et al., 1995; Ünay and Bruijn, 1998; Ünay and Göktaş, 1999; Göktaş and Hakyemez, 2000; Sarıca, 2000). The Quaternary alluvial and fluvial deposits related with the opening of the Gediz Graben have continuous outcrops along the active southern margin of graben.

The lower part of this sedimentary succession is characterized by a sequence thicker than 1000 meters composed of reddish alluvial fan conglomerates (Q1) interfingering with gray coloured fluvial sandstone, siltstone and conglomerate alternation (Q2), including lacustrine claystone and siltstone (Q3) in part (Figure 2). This succession laterally passes into lacustrine deposits in the western part of the graben through the deltaic facies. Because the depositional axis of the fluvial system, i.e. the old Gediz River, shifted toward the active detachment fault in the Pleistocene Q2 sequence overlapped the Q1 sequence. The northward back-shifting of the depositional axis of Gediz River was probably occurred in the control of supra-detachment faults triggered the formation of Q4 braided-stream dominated alluvial fans. The age of Q1, Q2 and Q3 deposits ranges from late Villanian (early Pleistocene) up to early Toringian (late Pleistocene) based on micromammalian fossils (Ünay, et al., 1995; Ünay, 1997: personal communication on unpublished data; Sarıca, 2000). A succession 300-600 meters thick and mainly composed of yellowish brown conglomerates deposited in humid alluvial fans (Q4)

unconformably overlies the Q2 sequence, which its latest deposition time is probably early Toringian, in front of the detachment fault. Lateral equivalents of Q4 sequence, which was depositing in fan delta and delta environments in northwest of the basin, prograded over the lacustrine areas and caused to decrease the lake areas in which the Q3 sequence was depositing.

Subsequent to this depositional phase, local telescoping alluvial fan sediments (Q5), which were mainly composed of nearly 100 meters thick debris flow conglomerates in probably late Toringian age and deposited as a result of basinward shifting of the supra-detachment faults developed on the detachment fault located along the active southern margin of the graben, were accumulated in front of the valley scoured into the uplifted Q4 sequence and older Quaternary sediments.

The data of stratification show that alluvial fan and fluvial sediments deposited in front of the youngest main supradetachment fault offset all the older successions were deposited after the late Toringian. In other words, the recent alluvial fans and the recent Gediz River have occurred since the beginning of the Holocene.

Holocene sediments have been deposited on the Pleistocene sequences in the basin. Because they continue to fill the basin, only their marginal facies expose in a few meters high tributary stream incisions occurred as a result of uplift at the margins. So, the lithological data about Holocene sediments and partly about Pleistocene deposits has been obtained from DSİ (State Hydraulic Works) research well logs. Logs of 22 wells drilled in the western part of the basin were investigated, and lithologic descriptions on the logs were evaluated to

*interpret their depositional environments (Figure 3).*

*Based on the evaluation of well logs and the distribution of recent sedimentary facies in the graben, it is understood that the upper part of the Holocene sequence is composed of alluvial fan and fan delta deposits along the basin margins whereas the fluvial sediments are dominated in the centre of basin. However lacustrine sediments are drilled under the coarse grained deposits in the western part of basin and they are interfingered at the margins. On the other hand, the surface morphology and network of distributaries of an ancient delta, which is located in the front of the stream strait just at the western side of Nuriye village in the northwest of Saruhanlı, are clearly visible on the aerial photos. Thus, the first drilled deposits in the wells around Saruhanlı are interpreted as deltaic sediments.*

*Both distribution of facies pattern on the field and well log data show that the flow direction of fluvial system has been to the northwest since the beginning of Quaternary. The Quaternary alluvial and fluvial deposits widely exposed on the hanging wall of the detachment fault in the south are the products of “older Gediz River” run to NW and the alluvial fans reached the river from north and south in the NW-SE trending Gediz Graben since the early Quaternary (Figure 1).*

*Two evidences indicate the northeastward flowing of the fluvial system. One of them is the existence of lacustrine siltstone interlayers in Q4 conglomerates in the south and west of Turgutlu and exposing of lacustrine deposits composed of claystone and siltstone alternation at the northern margin of the Kemalpaşa Holocene basin (Göktaş, 2012; Figure 4). Other one is that existence of siltstone-claystone succession*

*with high organic material content representing the sedimentation in a closed lake observed in all wells drilled on the plain surrounding by Manisa, Saruhanlı and Turgutlu cities and exposed western and northwestern margins of the basin, whereas the fluvial sediments drilled in the wells and exposed at the margins of the basin in the eastern part of the graben. Because even the drilled upper part of this succession has an impossible thickness to be deposited during the Holocene, if considering the sedimentation rate, the lower part of it must be deposited during the Pleistocene. These data show that the lakes between the Manisa, Saruhanlı and Turgutlu, and in the Kemalpaşa and Akhisar basins are remnants of Pleistocene paleo-lakes.*

*The sedimentary and geomorphological evolution of the Gediz basin during the Quaternary are shown on the paleogeographic maps as five phases (Figure 5). Figure 5a show the evolution of the basin during the late Pleistocene.*

*Extensive exposures of early Quaternary deposits on the foot wall of the main active boundary fault between Pleistocene and Holocene deposits located in the north of detachment fault show that the depositional axis of the Gediz River basin, or in other words the bed of Gediz River, shifted to north as a result of the basinward progradation of supra-detachment fault system.*

*The history of deposition developed along the new Gediz River shifted to its actual course in the north and in front of its tributaries has been covered a series of important events during the Holocene. Antique human settlements and civilizations in the region could be affected by this evolution.*

Figure 5b shows the first phase of the evolution of Gediz River basin in the Holocene. Lacustrine clays and silts overlain by fluvial sands and pebbly sands were recorded in the DSI wells in the area between Manisa, Saruhanlı and Turgutlu, whereas only the sandy and pebbly fluvial deposits were observed to the eastern side of this area in the graben (Figure 2, 3). These records indicate that the Gediz River was still continuing to discharge into an ancient lake between Manisa, Saruhanlı and Turgutlu in the beginning of Holocene. Another evidence indirectly supported the existence of large and small lakes in the western part of the basin is that the absence of antique settlements in the ancient lake areas but all they built around these lakes. As shown on the paleogeographic map, some of antique settlements are situated at the margins of Kemalpaşa Lake and some other ones are located around two small lakes between Akhisar and Gölarmara (French, 1965, 1969; Meriç, 1993; Çilingiroğlu, 2009). The small lakes around Akhisar form low areas today and their deposits expose in DSI drainage channels. It is thought that they were connected to each other by the streams run to the southeast in the early Holocene. While the streams feeding two small northern lakes formed a few km<sup>2</sup> small deltas, a big delta was developed in southwestern end of a NE-SW directed narrow valley of a stream, ancestor of recent Kum Stream, discharged the waters of the small lakes into the Manisa Lake in the NE of Saruhanlı. The distributary channels of this delta are clearly visible on aerial photos and Aster images (Figure 6).

During this phase, the Gediz River was running between Alaşehir and Turgutlu and discharging into the Manisa Lake. It is strongly possible that the ancestors of present Gördes Stream and some recent parts out of

the graben of Gediz River were jointed the ancient Gediz River from northeast as tributaries along the incised valleys in the basement rocks. One of them located in north of Salihli was incised in a basalt flow erupted from the Divlittepe cone, 14.5 km NE of Adala town in the northern margin of the Gediz Graben, about 25.000 years ago (Divlittepe volcanics: Ercan, 1982, 1993). An alluvial fan was developed in the reaching point to the graben plain of this stream, which forms the upstream part of actual Gediz River. During this time interval, the alluvial fans were developed forming coalescing fans along the southern active fault whereas along the northern margin the fan development was more limited.

On the other hand, a NW-SE trending ridge composed of volcanic rocks in the east of Menemen at the beginning of Holocene was forming a barrier between the Manisa Lake and Aegean Sea. The sea level of Mediterranean and Aegean Sea was 90 to 130 meters lower than present sea level in during the latest late Pleistocene and early Holocene as like as all the seas on the world Shackleton, 1987; Fairbanks, 1989; Colonna et al., 1996; Fleming et al., 1998; Waelbroeck, 2001; Chappell, 2005; Miller, 2005; Caputo, 2007). There was a bay of the Aegean Sea to the west of Menemen and a fan delta in front of a small stream running to the west began to prograde towards the sea at the eastern end of this bay. Contemporaneously, small fan deltas were developing in front of the İzmir Fault (Emre et al., 2005) along the southern margin of the İzmir Bay (Figure 5b).

At the beginning of second phase, because of a possible increase in southward tilting of the hanging wall of detachment fault, waters of two northern small lakes flowed into the southern areas. Two streams

between the Dumanlı and Yamanlar mountains running to Manisa and Menemen directions deepened their valleys rapidly as a result of relative uplift of western side of the left-lateral transfer fault zone in the west of Muradiye (Emre et al., 2005) by activation the fault. Consequently, western stream captured the eastern one and a narrow valley connecting the Gediz Graben with the Aegean Sea occurred between the Manisa Lake and the Menemen fan delta. Opening of the valley resulted in draining of the water body of the Manisa Lake and triggering the delta development in the Menemen area (Figure 5c) whereupon the fluvial system dominated in the Gediz basin by prograding over the older Manisa Lake area. Additionally, the ancient Nif Stream flowed into the Gediz River running through the valley incised in the south of Turgutlu and crossed the flood-plain area, remnant of the Manisa Lake. The extinguishment of the big Manisa Lake is the most important event in the paleogeographical evolution of the basin.

Erinç (1954, 1955) proposed various alternatives for the incising of Menemen valley. Erkal and Hakyemez (1993) and Hakyemez et al. (1999) remarked that the reaching of the Gediz River to the Aegean Sea was provided by co-working of “flooding of the Manisa Lake and capturing of western stream by back-erosion of streams”. The valley incision was probably supported by the minor faults and joint system in the volcanic rocks created as a result of the transfer fault zone in the west of Muradiye (Figure 1).

After the Gediz River reached to the sea the fan delta near Menemen changed into a deltaic plain and spread out to “Maltepe Island” which is an inselberg today on which an organized industrial zone is established.

This phase may be correlated with the leaving time of nearly all the antique settlements (French, 1965, 1969; Meriç, 1993) in the region (dated 7800-7900 BP: Çilingiroğlu, 2009) after the abrupt climatic change event triggered the dryness in the Eastern Mediterranean region dated 8200 BP. Not only the dryness in the Eastern Mediterranean, but more importantly that the drainage of the lakes in the region could played a role in abandonment of the Ulucak antique settlement 1000 years after its establishment in 8800-9000 BP during warm and humid climate and rising sea level conditions (Friedrich et al., 1999; Alley, 2000) suddenly began in the beginning of the Holocene after the arid and hard climate of Younger Dryas (12800-11500 BP: Muscheler et al., 2008).

Figure 5d shows the paleogeography after the lakes were drained. The landscape resembles very much the present morphology and environmental configuration. Much of the lakes in the basin dried by discharging their waters through the Menemen valley into the Aegean Sea, and a meandering river developed on the wide plain, the remnant of ancient Manisa Lake area. In the same phase, because of tilting of the hanging wall of the activated southern fault towards the fault northern areas uplifted relatively and consequently larger amount of sediment were transported into the basin. Thus, because the part of Gediz River out of the graben transported maximum amount of sediments as a result of its wide drainage area, an alluvial fan began to develop at the point it reaches the graben in the east of the Bintepe area located at the north of Salihli. This fan caused to create of the Marmara Lake by plugging the part in the east of Göl marmara of the Gördes Stream (this part is in the form of a human-made channel today), which was

a tributary of the Gediz River at that time but it is discharging into the Marmara Lake at the present.

The uplift of northern areas also caused a change in the flow regime of Gediz River. The western part of the Gediz River within the graben changed into a braided river by incising the flood plain in time whereas the eastern part of the fluvial system (Alaşehir Stream) did not change its meandering character between Salihli and Alaşehir. So, it is arguable that the uplift could be restricted to the western part of the Gediz Graben or it could be more effective in the west.

In present, the Gediz River is an anatomizing river that its braided character is more predominant (Figure 5e). Its bed was incised 5 meters deep in older flood plain. The natural channel of the Alaşehir Stream lost its meandering character partially and it was pushed to the northern margin of the basin by southern alluvial fans developed towards the basin before the water of the Alaşehir Stream transferred to the artificial channels.

The Marmara Lake has become smaller as a result of capturing of the stream feeding the lake from northwest (it is an artificial channel today) by the Kum Stream to the northwest direction. Because of uplift in the northern margin of the graben, the bed of the present Gediz River was incised in the existed alluvial fan-fan delta complex, which is adjacent with the Marmara Lake at the northwest and flood plain of the Gediz River at the southeast, as from its reaching point to the graben to the north of Salihli town.

Although five shorelines were observed on the Menemen deltaic plain (Erkal ve Hakyemez, 1993; Hakyemez et al., 1999) it has been not found any precise data on the

progradation of the various lobes of deltaic plain when and where. The only data we sure that is an antique Mycenaean settlement very close the shoreline was located around Maltepe village 8.5 km away from the Aegean Sea on the Menemen plain covering lots of settlements of Mycenaean civilization prevailed 3800-3100 BP.

The rate of tectonic subsidence was calculated as about 1 m per year at the Karaburun basin to the west of İzmir by Aksu et al. (1987). If it is considered to equal to the regional uplift rate, the Gediz River may have started to cut down its former meandering flood plain approximately 5000 years ago or later as in the discussions of Kazancı et al. (2009, 2011) about the times of enlarging of the drainage area of the Büyük Menderes River and initiation of filling of the estuarine in the west of the Büyük Menderes Graben. Unfortunately, this inference can not be an argument more than a speculative opinion for now.

The Gediz Graben was briefly configured by Quaternary tectonics and it is the best-observed area of the Quaternary tectonics and the deposition controlled by it. In other words, the geological evolution of the Gediz River represents the fault-controlled deposition in the Gediz Graben during the Quaternary.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Aksu, A.E., Piper, D.J.W., 1983/1984. Progradation of the late Quaternary Gediz delta, Turkey. *Marine Geology*, 54,1-25.
- Aksu, A.E., Piper, D.J.W., Konuk, T., 1987. Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, Western Turkey. *Marine Geology*, 76, 89-104.

- Aksu, A.E., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M., Piper, D.J.W., 1990. Quaternary tectonic and sedimentary history of Eastern Aegean Sea shelf area (Doğu Ege Denizi şelf alanının Kuvaterner'deki tektoniği ve tortul tarihçesi). *Jeofizik*, 4, 3-35.
- Alley, R.B., 2000. The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary Science Reviews*, 19, 213-226.
- Arpat, E. ve Bingöl, E., 1969. Ege bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler. *MTA Dergisi*, 73, 1-9.
- Bilen, U., 2008. Anadolu'da Miken Buluntu Merkezleri. Yüksek Lisans Tezi, 354 s., Adnan Menderes Üniv. Sosyal Bil. Enst. Arkeoloji A.B.D., Aydın (yayımlanmamış).
- Bircan, A., Bozbay, E., Gökdeniz, S., Kozan, A.T. ve Ögdüm, F., 1983. Gediz graben sisteminin yeni veriler ışığında yorumu. 37. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 21-25 Şubat 1983, Ankara, Bildiri Özetleri, 82.
- Bozkurt, E. ve Sözbilir, H., 2004. Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey. *Geological Magazine*, 141 (1), 63-79.
- Caputo, R., 2007. Sea-level curves: Perplexities of an end-user in morphotectonic applications. *Global and Planetary Change* 57, 417-423.
- Chappell, J.M., 2005, Sea Level Change, Quaternary. In: *Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments*, (Ed. Vivien Gornitz), 893-898.
- Cohen, H. A., Dart, C. J., Akyüz, H. S. ve Barka, A., 1995. Syn-rift sedimentation and structural development of Gediz and Büyük Menderes graben, western Turkey. *Journal of Geological Society*, London, 152, 629-638.
- Colonna, M., Casanova, C. Dullo, W-C. ve Camoin, G., 1996. Sea-Level Changes and  $\delta^{18}\text{O}$  Record for the Past 34,000 yr from Mayotte Reef, Indian Ocean. *Quaternary Research*, 46, 335-339.
- Çilingiroğlu, Ç., 2009. Central-West Anatolia at the End of 7th and Beginning of 6th Millennium BCE in the Light of Pottery from Ulucak (İzmir), PhD Thesis, Eberhard-Karls-University Tübingen, 537 pp.
- Danukolova, G. ve Lefort, J. F., 2009. The contribution of malacology in dating the Pleistocene submarine levels of the English Channel. *Journal of the Geological Society*, 166 (5), 873-878.
- Dart, C., Cohen, H.A., Akyüz, H.S. ve Barka, A., 1995. Basinward migration of rift-border faults: Implications for facies distributions and preservation potential. *Geology*, 23 (1), 69-72.
- Dewey, J. F. ve Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions; complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 90, 84-92.
- Ediger, V.Ş., Batı, Z. ve Yazman, M., 1996. Paleopalynology of possible hydrocarbon source rocks of the Alaşehir-Turgutlu area in the Gediz graben (Western Anatolia). *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 8(1), 94-112.
- Eisma, D., 1978. Stream deposition and erosion by the Eastern shore of the Aegean. In: *The Environmental History of the Near and Middle East since the last ice age*. (Ed.: W.C.Brice), London, New York, San Francisco, 67-81.
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F., 2005. İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri. *MTA Raporu No: 10754*, Ankara (yayımlanmamış).
- Emre, T., 1996a. Gediz grabenin jeolojisi ve tektoniği. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 5, 171-186.
- Emre, T., 1996b. Gediz grabenin tektonik evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 39 (2), 1-18,

- Ercan, T., 1982. Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi, *İst. Yerbil. Derg.*, 3, 77-124.
- Ercan, T., 1993. Kula volkanitlerinin jeokimyasal, radyometrik ve izotopik verilerinin yorumu (Manisa-Batı Anadolu). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36(1), 113-129.
- Erinç, S., 1954. Orta Ege Bölgesi'nin Jeomorfolojisi. MTA Raporu No: 2217, Ankara (yayımlanmamış).
- Erinç, S., 1955. Gediz ve Küçük Menderes deltalarının morfolojisi. 9. Coğrafya Meslek Haftası (22-29 Aralık 1954) Tebliğler ve Konferanslar. *Türk Coğ. Kur. Yay. No.2*, 33-66, İstanbul.
- Erinç, S., 1978. Changes in the physical environment in Turkey since the end of last glacial. In: *The Environmental History of the Near and Middle East since the last ice age.* (Ed.: W.C.Brice), London, New York, San Francisco, 87-110.
- Erkal, T. ve Hakyemez, H.Y., 1993. Gediz Nehri Deltasının Kuvaterner jeoloji ve jeomorfolojisi. *Türkiye Kuvaterneri Workshop Bildiri Özleri*, 17-19 Kasım 1993, İstanbul, 32-33.
- Erol, O., 1982. Batı Anadolu genç tektoniğinin jeomorfolojik sonuçları. *Türkiye Jeol. Kur. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli*, Ankara, 15-21.
- Fairbanks, R.G., 1989. A 17.000 year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342, 637-642.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwart, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K. ve Channel, J., 1998. Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 163 (1-4), 327-342.
- French, D., 1965. Early pottery sites from Western Anatolia. *Bulletin of the Institute of Archaeology*, 5,15-24.
- French, D., 1969. Prehistoric sites in Northwest Anatolia, 2. part - The Balıkesir and Akhisar/Manisa areas. *Anatolian Studies*, 19, 41-98.
- Friedrich, M., Kromer, B., Spurk, M., Hofmann, J. ve Kaiser, K.F., 1999. Paleo-environment and radiocarbon calibration as derived from Late Glacial/Early Holocene tree-ring chronologies. *Quaternary International*, 61, 27-39.
- Göktaş, F. ve Hakyemez, H.Y., 2000. Late Pliocene-Pleistocene stratigraphy of the Büyük Menderes graben fill, western Turkey. *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region (IESCA-2000)*, 25-29 Eylül 2000, İzmir, Abstracts, 73.
- Göktaş, F., 2012. Kemalpaşa-Torbalı (İzmir) havzası ile yakın çevresindeki Neojen-Kuvaterner tortullaşması ve magmatizmasının jeolojik etüdü. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11575* (yayımlanmamış).
- Gürsoy, H., Temiz, H. ve Tatar, O., 1998. Gediz grabeni güney kenarında güncel deformasyon verileri. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 1. Toplantısı, Makaleler*, 103-112, İTÜ Maden Fakültesi, 8-9 Aralık 1997.
- Hakyemez, H.Y., Erkal, T., Göktaş, F., 1999. Late Quaternary evolution of the Gediz and Büyük Menderes grabens, Western Anatolia, Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 18, 549-554.
- ICS, 2013. International Stratigraphic Chart, International Commission on Stratigraphy. <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>, 10 Mart 2013.
- İztan, H. ve Yazman, M., 1990. Geology and hydrocarbon potential of the Alaşehir (Manisa) area, Western Turkey. *IESCA, Int. Earth Sci.*

- Congr. on Aegean Regions, 1-6 October, 1990, İzmir, Proc., 1, 327-338.
- Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 22, 35-58.
- Kazancı, N., 2009. Neojen-Kuvaterner sınırının değişmesi ve beklenen gelişmeler. Türkiye Jeol. Bült., 52 (3), 367-373.
- Kazancı, N., DüNDAR, S., Alçıçek, M.C. ve Gürbüz, A., 2009. Quaternary deposits of the Büyük Menderes Graben in Western Anatolia, Turkey: Implications for river capture and the longest Holocene estuary in the Aegean Sea. Marine Geology, 264, 165-176.
- Kazancı, N., Gürbüz, A. ve Boyraz, S., 2011. Büyük Menderes Nehri'nin Jeolojisi ve Evrimi. Türkiye Jeol. Bült., 54 (1-2), 25-55.
- Kazancı, N., Boyraz, S., Özkul, M., Alçıçek, M.C. ve Kadioğlu, Y.K., 2012. Late Holocene terrestrial tephra record at western Anatolia, Turkey: Possible evidence of an explosive eruption outside Santorini in the eastern Mediterranean. Global and Planetary Change, 80, 36-50.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. ve Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in Western Turkey. Journal of the Geological Society, London, 156, 605-616.
- Kozan, A.T., 1982. Salihli güneyinde Bozdağlar üzerindeki asılı vadilerin morfojenezi ve Gediz-Küçük Menderes grabenleşmesi ile ilişkisi. 36. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 22-26 Şubat 1982, Ankara, Bildiri Özetleri, 108-109.
- Lambeck, K., 1995. Late Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and southwestern Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions. Geophys. J. Int., 122, 1022-1044.
- Lambeck, K. ve Purcell, A., 2005. Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. Quaternary Science Reviews, 24, 1969-1988.
- Leflef, D., 1980. Muratdağı güneyi Neojen havzasının çökel ortamları ve paleocoğrafik evrimi. MTA Raporu No: 6812, Ankara (yayımlanmamış).
- Mascarelli, A.L., 2009. Quaternary geologists win timescale vote. Nature, 459(4), 624.
- Meriç, M., 1993. Pre-Bronze age settlements of West-Central Anatolia. Anatolica. 19, 143-150.
- MTA, 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası İzmir Paftası. MTA yayını, Ankara.
- Miller, K.G., 2005. Sea level change, last 250 million years. In: Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments, (Ed. Vivien Gornitz), 879-887.
- Miller, K.G., Kominz, M.A., Browning, J.V., Wright, J.D., Mountain, G.S., Katz, M.E., Sugarman, P.J., Cramer, B.S., Christie-Blick, N., ve Pekar, S.F., 2005. The Phanerozoic record of global sea-level change. Science, 310, 1293-1298.
- Muscheler, R., Kromer, B., Björck, S., Svensson, A., Friedrich, M., Kaiser, K F. ve Southon, J., 2008. Tree rings and ice cores reveal <sup>14</sup>C calibration uncertainties during the Younger Dryas. Nature Geoscience, 4, 263-267.
- Ozener, S. ve Bozbay, E., 1982. Kula dolaylarının morfojenezi, genç tektoniği ve Gediz-Alaşehir grabeni ile ilişkisi. 36. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 22-26 Şubat 1982, Ankara, Bildiri Özetleri, 110-111.
- Paton, S., 1992. Active normal faulting drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey. Journal of the Geological Society, London, 149, 1031-1044.
- Roberts, S.C., 1988. Active Normal Faulting in Central Greece and Western Turkey. Unpubl. Ph.D. Thesis, University of Cambridge.
- Sarıca, N., 2000. The Plio-Pleistocene age of Büyük Menderes and Gediz grabens and their



- significance on N-S extensional tectonics in West Anatolia: mammalian evidence from the continental deposits. *Geological Journal*, 35, 1-24.
- Shackleton, N. J., 1987. Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quaternary Science Reviews*, 6, 183-190.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B. C., 1996. The age of Alaşehir graben (west Turkey) and its tectonic implications. *Geological Journal*, 31, 1-11.
- Seyitoğlu, G., Çemen, İ. ve Tekeli, O., 2000. Extensional folding in the Alaşehir (Gediz graben, western Turkey). *Journal of the Geological Society, London*, 157, 1097-1100.
- Seyitoğlu, G., Tekeli, O., Çemen, İ., Şen, Ş. ve Işık, V., 2002. The role of the flexural rotation/Rolling hinge model in the tectonic evolution of the Alaşehir graben, western Turkey. *Geological Magazine*, 139, 15-26.
- Sözbilir, H., 2001. Extensional tectonics and the geometry of related macroscopic structures: field evidence from the Gediz detachment, Western Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 10, 51-67.
- Sözbilir, H., 2002. Geometry and origin of folding in the Neogene sediments of the Gediz Graben, western Anatolia, Turkey, *Geodinamica Acta*, 15, 277-288.
- Şahinci, A., 1976. Manisa yöresi Gediz alüvyonları hakkında bazı incelemeler: Ege Üniv. Fen Fak. İlmî Rap. Ser., 233, 11 s.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting; Examples from western Turkey. In: *Continental Extensional Tectonics*. (Eds. M. P. Coward, J. F. Dewey and P. L. Hancock), *Geol. Soc. Pub.*, 28, 575-589.
- Temiz, H., Gürsoy, H. ve Tatar, O. 1998. Kinematics of late Pliocene-Quaternary normal faulting in the southeastern end of the Gediz graben, western Anatolia, Turkey, *International Geology Review*, 40, 638-646.
- Ünay, E., Göktaş, F., Hakyemez, H.Y., Avşar, M., Şan, Ö., 1995. Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarındaki çökellerin Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) faunasına dayalı olarak yaşlandırılması. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 38 (2), 75-80.
- Ünay, E. ve De Bruijn, H., 1998. Plio-Pleistocene rodents and lagomorphs from Anatolia. *Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO*, 60, 431-465.
- Ünay, E. ve Göktaş, F., 1999. Söke çevresi (Aydın) geç Erken Miyosen ve Kuvaterner yaşlı küçük memelileri: ön sonuçlar. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42(2), 99-113.
- Ünay, E., Göktaş, F., Hakyemez, H.Y., Avşar, M., Şan, Ö., 1995. Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarındaki çökellerin Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) faunasına dayalı olarak yaşlandırılması. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 38(2), 75-80.
- Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J.C., McManus, J.F., Lambeck, K., Balbona, E. ve Labracherie, M., 2002. Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records. *Quaternary Science Reviews*, 21, 295-305.
- Yağmurlu, F., 1987. Salihli güneyinde üste doğru kabalaşan Neojen yaşlı alüvyonel yelpaze çökelleri ve Gediz Grabeni'nin tektonosedimanter gelişimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 33-40.
- Yılmaz, Y., 2000. Ege Bölgesinin aktif tektoniği. *Batı Anadolu'nun deprenselliği Sempozyumu (BADSEM 2000)*, 24-27 Mayıs 2000, İzmir, *Bildiriler*, 3-14.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş. ve Elmas, A., 2000. When did the western

Anatolian grabens begin to develop?, In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. ve Piper, J.A.D. (eds), Tectonic and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Journal of the Geological Society, London, Special Publications 173, 131-162.

Yusufođlu H., 1996. Northern margin of the Gediz Graben: age and evolution, west Turkey, Turkish J. Earth Sci., 5, 11-23.

---

Makale Geliş Tarihi : 25 Nisan 2013

Kabul Tarihi : 29 Mayıs 2013

*Received : 25 April 2013*

*Accepted : 29 May 2013*