

Marmara Gölü'nün Paleocoğrafyası ve Tunç Çağı'ndan Günümüze Jeoarkeolojik Değerlendirmeler, Manisa

The paleogeography of Marmara lake and geoarchaeological interpretations from Bronze Age to present, Manisa

Serdar Vardar*¹

¹*İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü*

Öz: Marmara (Gygian) gölü Batı Anadolu'nun önemli sulak alanlarından biridir. Gölün oluşumu, şekillenmesi, göl seviyesinde ve alanında meydana gelen değişimler tarih öncesinden günümüze çevresinde var olmuş kültürler üzerinde etkili olmuştur. Bu değişimlerin izleri göl çevresindeki alüvyal dolgularda bulunmaktadır. Holosen kıyı çizgisi ve çevre değişimlerinin açıklanması amacıyla göl çevresindeki alüvyal alanlarda sondajlar yapılmıştır. Alınan karotlardan sedimentolojik, element ve mikrofosil analizleri yapılmıştır. Sondajlardan birinde yüzeyden 710 cm aşağıda kalınlığı 8 cm civarında olan volkanik kül katmanı bulunmuştur. Bu katmanın element analizleri sonucunda küllerin Santorini adasında MÖ 1630-1640 yıllarında meydana gelmiş olan Minoan patlamasıyla uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Gölün kuzeyindeki delta gelişiminin değerlendirilmesinde, bu kül katmanı kılavuz bir seviye olarak ele alınmıştır. Gölün kuzeyinde ve doğusunda yapılan sondajlar volkanik patlamanın olduğu dönemde göl alanının günümüzdekinden daha geniş olduğunu ortaya koymuştur. Kuzeydeki delta ve loblarının gelişimi ile GÖ 8000, 6000, 4000-3500, 1000 yıllarına ait olan dört kıyı gerilemesi dönemi belirlenmiştir. GÖ 11000 yıla tarihlenen gölün kuzeyinde ve güneyinde eski göl taraçaları ve kıyı izleri bulunmuştur. Göl alanının doğu kenarının setlenmesi ve kanal sisteminin kurulmasından sonra göl seviyesi büyük ölçüde kontrol edilmiştir. Göl alanının çevresindeki Tunç Çağı ile Lidya yerleşim ve buluntu alanlarının periferik dağılışı ve doku, meydana gelen doğal çevre değişimlerinden etkilendiklerini ortaya koymaktadır. Sondaj çalışmaları ile birçok kurak iklim döneminin yaşandığı ve göl alanının zaman zaman oldukça daraldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Marmara Gölü, Kaymakçı ve Kılcanlar yerleşimleri, Paleocoğrafya, Jeoarkeoloji, Tefra.

Abstract: The Marmara (Gygian) lake is one of the important wetlands of Western Anatolia. The emergence and shaping of the lake, changes at the lake level total surface area of the lake have been influential on the cultures that existed around from prehistoric to present. The most prominent traces of these changes are found in alluvial deposits around the lake. Drillings were carried out in the alluvial areas around the lake in order to explain the natural environmental changes. Sedimentological, element and microfossil analyzes of drilling samples were conducted. On one of the cores, a volcanic ash layer was found ca. 8 cm-thick at 710 cm depth below the surface. The elemental composition of this layer is suggestive of deposition during the Minoan eruption in Santorini during 1630-1640 BC. Regarding delta development in the northern part of the lake, this ash layer was considered as a key horizon for chronostratigraphic approach. Drillings in the north and east of the lake revealed that the surface area of the lake was wider than it is today when the volcanic eruption occurred. With the development of the delta and lobes in the north, three shorelines were determined as 8000, 6000, 4000-3500, 1000 years BP. Old lake

* İletişim yazarı: Serdar Vardar, e-posta: serdarvardar@yahoo.com

Makale Geliş Tarihi: 04.04.2018

Makale Basıma Uygun Tarihi: 15.10.2018

terraces and their traces were found in the north and south of the lake that is dated to 11000 BP (c14). After setting the eastern edge of the lake area and setting up the canal system, the lake level was largely controlled. The peripheral distribution and texture of the Bronze Age and Lydian settlement and finds in the vicinity of the lake area reveal that they were affected by natural environmental changes that have occurred in the lake and its surrounding plains. In addition, for natural environment changes in the lake and its surroundings after Lydia it was benefited from drillings and it has been found that the lake has undergone a lot of arid phases and its area has been narrowed sometimes in the past.

Keywords: Marmara Lake, Kaymakçı and Kılcanlar Settlements, Paleogeography, Geoarchaeology, Tephra.

1. Giriş

Batı Anadolu'nun tektonik sisteminin kontrolünde gelişen grabenler, tabanlarındaki akarsular tarafından şekillendirilen alüvyal düzlükler ve göllerin çevresi geçmişten günümüze çeşitli kültürlerle ev sahipliği yapmış verimli sulak alanlardır. Batı Anadolu'nun büyük tektonik çukurluklarından biri olan Gediz grabeninde bir alüvyon seti ile ortaya çıkan Marmara gölünün çevresi tarih öncesi çağlardan günümüze önemli yerleşimlere (Kaymakçı, Sardeis, Saittai, Lulia Gordos gibi) ev sahipliği yapmıştır (Şekil 2). Gölün oluşması, şekillenmesi, göl seviyesinde ve alanında meydana gelen değişimler tarih öncesinden günümüze çevresinde var olmuş bu gibi yerleşimler ve kültürler üzerinde etkili olmuştur. Holosen boyunca insanların tercih ettiği yerleşme alanları ile çevresinde meydana gelmiş doğal çevre değişimlerinin bu alanlardaki etkilerini paleocoğrafya içinde ele alınan jeoarkeoloji alt disiplini ele almaktadır (Butzer, 1982; Kayan, 1998). Marmara gölü ve çevresindeki Holosen doğal çevre değişimlerinin izleri göl ve çevresindeki alüvyal dolguların sedimanlarında bulunmaktadır. Paleocoğrafya ve jeoarkeoloji disiplinleri alüvyal dolgularda yapılan sondajlarla bu izlere ulaşmakta ve elde edilen verilere dayanan değerlendirmeler yapmaktadır.

Bu çalışmanın konusu, Marmara gölünün su seviyesinde, alanında ve kıyı çizgisinde görülen değişimlerin Tunç Çağı'ndan günümüze çevresinde var olmuş kültürler üzerine etkileridir. Neolitik dönemle başlayan ve günümüzde de devam eden insan-doğal çevre etkileşimleri Holosen'de meydana gelmiştir. Araştırmada gölün Holosen paleocoğrafyasının ortaya konulması ve Holosen'de meydana gelen bu değişimlerin jeoarkeolojik değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Neolitik dönemle ilgili henüz detaylı çalışmalar bulunmadığı için Erken Tunç Çağı'ndan günümüze yapılacak jeoarkeolojik değerlendirmeler daha güvenilir verilere dayanmaktadır. Bu yaklaşımla çalışmanın başlığındaki Tunç Çağı bir başlangıç olarak ele alınmıştır.

Araştırma Batı Anadolu'da Gediz grabeni içinde yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma alanının merkezinde Marmara gölü bulunmaktadır. Çalışma alanı, kuzeybatıda Gölarmara ilçesi, kuzeydoğuda Dibek dağı (1120 m), batıda Kaymakçı yerleşimi ve doğuda Adala mahallesi, güneyde Bintepe platosunun güney kenarı ve güneydoğuda Salihli ilçesi ile sınırlanmıştır (Şekil 1, 2). Göl çevresindeki Salihli ovası ve Gördes çayı delta ovası çalışmanın gerçekleştirildiği düzlüklerdir.

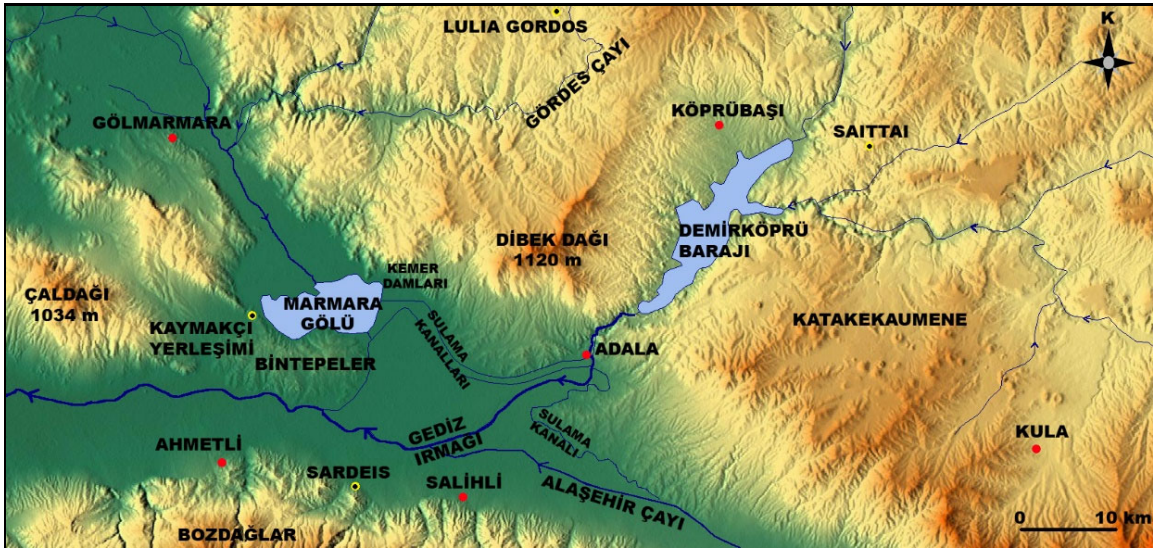
Araştırma alanında ve çevresinde daha önce yapılmış çalışmalar çoğunlukla jeoloji, jeokimya, arkeoloji, arazi kullanımı ve hidroloji disiplinleri üzerinedir. İlk çalışmalar seyyahların gözlemleridir. Seyyahların betimlemelerinde (ör. Texier, 1923) Gygian gölü olarak anılan Marmara gölü çevresinde ve tümülüsleri ile ünlü olan Bintepe platosunda gözlem bilgileri sunulmuştur. Roosevelt (2002, 2009, 2012) ve Akdeniz (2011) arkeoloji, Gülersoy (2013) Marmara gölü çevresinde arazi kullanımı, Hakyemez vd. (2013) Gediz grabeninin paleocoğrafyası ve Besonen vd. (2013) Marmara gölünün paleohidrolojisi konularında çalışmalar yapmışlardır.

Son yıllarda arkeoloji alanında sistematik çalışmalar başlamıştır. Marmara gölü çevresinde Roosevelt tarafından 2007-2015 yılları arasında arkeolojik yüzey araştırması projeleri yapılmıştır. Bu arkeolojik yüzey araştırmaları alandaki en uzun süreli ve en kapsamlı çalışmadır. Önceki projelerle başlatılan çalışmalar 2015 yılından günümüze Kaymakçı yerleşimi (Bintepe) arkeolojik kazıları ile

devam etmektedir. Yeşiladalı vd., (2009) gölün kıyısında 1-2 m derinliğinde örnek olarak göl tabanındaki aktüel çökellerin jeokimyasal değerlendirmelerini yapmışlardır. Son derece sığ olan sondajlara dayanan çalışmada gölün kurak evleri paleocoğrafya yaklaşımı ile ele alınmamıştır. Bu nedenle jeokimyasal özelliklerle kurak evreler tam olarak ilişkilendirilmemiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu ve sınırları



Şekil 2. Marmara gölü ve Gediz ovası

Araştırma alanında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde en çok arkeoloji alanında çalışma yapıldığı buna karşın karotlu sondaj yöntemi ile göl ve çevresinde paleocoğrafya-jeoarkeoloji çalışması yapılmadığı görülmektedir. Yörede çalışan arkeologların giderek daha multidisipliner karakter kazanan projelerinde yanıtı aranan sorular özellikle son yıllarda paleocoğrafya ve jeoarkeoloji üzerinde yoğunlaşmaktadır. Arkeologlar ve antropologların ortamsal arkeoloji yaklaşımı, bu alandaki ilgileri ve projelerle destekleri giderek artmaktadır. Bu eğilimler önemli eski yerleşimlerin bulunduğu göl çevresinde böyle bir çalışmaya ihtiyaç bulunduğu ortaya koymaktadır. Bu nedenle alandaki jeoarkeoloji ve paleocoğrafya özelliklerini ortaya koymak amacıyla bu çalışmanın gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. Bu anlamda araştırmamız karotlu sondajlarla alanda yapılan ilk paleocoğrafya çalışmasıdır.

Marmara gölünün ve çevresinin Holosen'deki doğal çevre değişimlerini ele aldığımız araştırmadaki soru ve tartışmalar altı ana başlık üzerinde yoğunlaşmaktadır.

- Marmara gölünün bulunduğu depresyonun oluşum ve gelişimi nasıldır?
- Marmara gölünün alüvyon seti ne zaman oluşmuş ve gelişimi nasıl olmuştur?
- Marmara gölü çökellerinin katmanlarının özellikleri nedir, kalınlığı ne kadardır ve en eski göl sedimanlarının yaşı nedir?
- Gölün kuzeyindeki deltanın gelişimi nasıl olmuştur?
- Marmara gölünün seviye ve alan değişimleri sondajlardan elde edilecek hidroğrafya ve paleoiklim verileri ile birlikte açıklanabilir mi?
- Gölde meydana gelen değişimlerin Tunç Çağı'ndan günümüze çevredeki kültürler (başta Kaymakçı ve Kılcanlar yerleşimleri olmak üzere) üzerine etkileri nelerdir?

Bu soruların yanıtlanabilmesi için ilk olarak gölün içinde bulunduğu çukurluğun ortaya çıkışı ve gelişiminin açıklanması gereklidir. Bu nedenle öncelikle göl çevresinin jeolojik-jeomorfolojik özellikleri ele alınmıştır. Diğer beş sorunun yanıtları ise araştırmanın yöntemi ile ulaşılan bulguların değerlendirilmesi sonucunda ortaya konulacaktır.

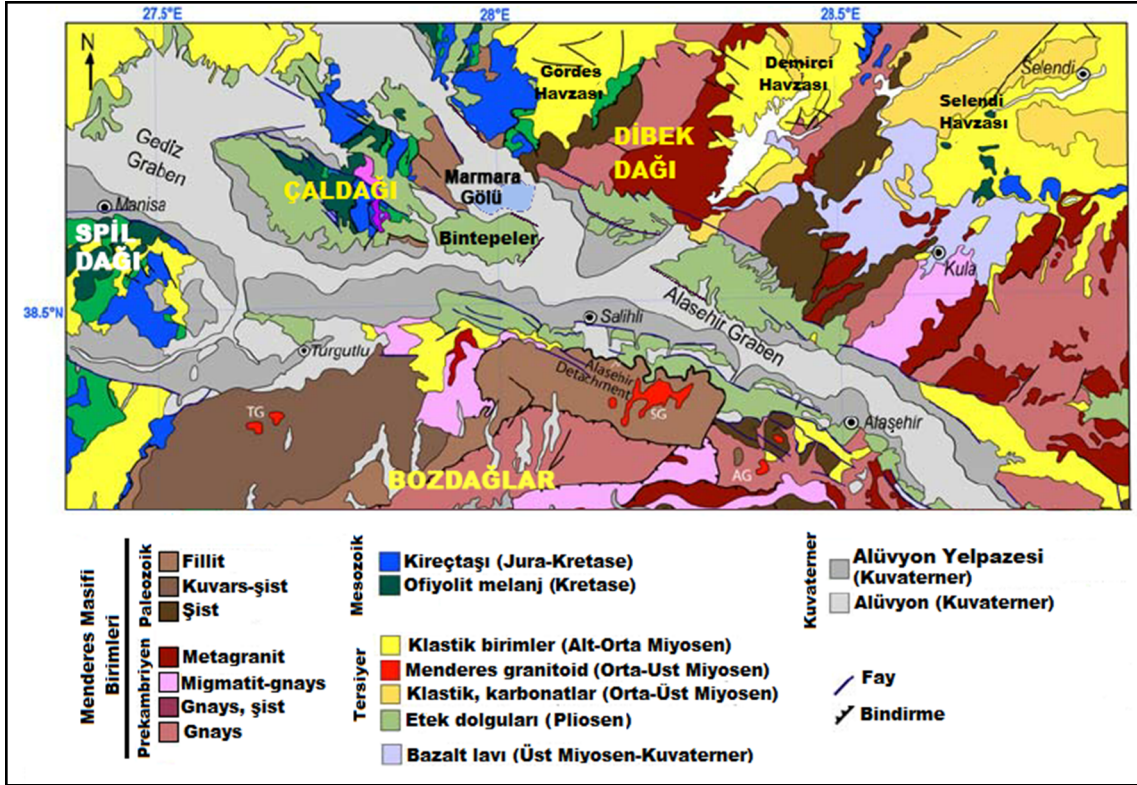
Jeolojik-Jeomorfolojik Çerçeve

Marmara gölü Bozdağlar'ın kuzeyi boyunca uzanan Gediz grabeninin orta bölümünde, Çal ve Dibek dağlarının arasında bulunmaktadır (Şekil 2, 4). Yüksekliği 1034 m ye ulaşan Çal dağı kütlesi KB-GD doğrultulu fayların kontrolünde şekillenmiş (Şekil 3) bir graben ile Dibek dağı (1120 m) kütlesinden ayrılmaktadır (Şekil 3, 4). Marmara gölünün içinde bulunduğu tektonik çukurluk Menderes Masifi kayalardan yapıları bir alanın Neotektonik dönemde şekillenmesiyle oluşmuştur.

Masifin metamorfik kayalarından oluşan Dibek dağının Salihli ovasına bakan eteklerinde boyunca karasal Pliosen (Plio-Kuvaterner) dolguları eğimli bir etek düzlüğü şeklinde bulunmaktadır (Şekil 3, 4). Bu düzlükte yer yer Neojen anakayaya ait tepelerin de yer aldığı az engebeli bir rölyef bulunur (Ceylan, 1999) (Şekil 2, 4). Buradan taşınan malzemenin birikmesi ile bu morfolojik birimin güney kenarı boyunca alüvyon yelpazesi gelişmiş ve şekillenmiştir (Şekil 3, 4). Marmara gölü güneybatısındaki Çaldağı İzmir-Ankara Mesozoik Zonu'nun kayalarından meydana gelmiştir (Şekil 3, 4) (Dilek vd., 2009; Vardar, 2011; Seyitoğlu ve Işık 2015; MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası 2017).

Marmara gölünün güney kenarında bulunan Bintepepler platosunun temeli Menderes Masifi şist-gnays karmaşığına ait kayalardan yapılarıdır (İzdar, 1971; Emre, 1996; Dilek vd. 2009; MTA, 2017). Bintepepler'de bu temel birimlerin üzerinde bir örtü şeklinde ve Dibek dağının güney etekleri boyunca bir kuşak halinde Pliosen dolguları bulunur (Yıldırım vd., 2009) (Şekil 3, 4). Bu geniş gölün batısındaki yüksek kütlenin eteklerinde Gölarmara kasabasına kadar devam etmektedir (Şekil 4). Marmara

gölünün kuzey ve güney kenarı boyunca uzanan Pliosen dolguları ve gerisindeki yamaçlarda Neojen birimleri batı-doğu ve kuzeybatı-güneydoğu yönlü faylarla kesilmiştir (Şekil 3) (Hakyemez vd., 2013). Gediz grabeni orta bölümünde kuzeye doğru Neojen boyunca devam eden tektonik alçalma sırasında bir sedimantasyon alanı olmuş, devam eden alçalma sürecinde bu kez Pliosen dolguları bu alanın etekleri boyunca birikmiştir. Pliosen-Kuvaterner etek dolguları olarak da bilinen bu dolgular Bozdağların'ın kuzey yamaçları eteğinde Tmolos depoları olarak anılmaktadır (Koçman 1989).



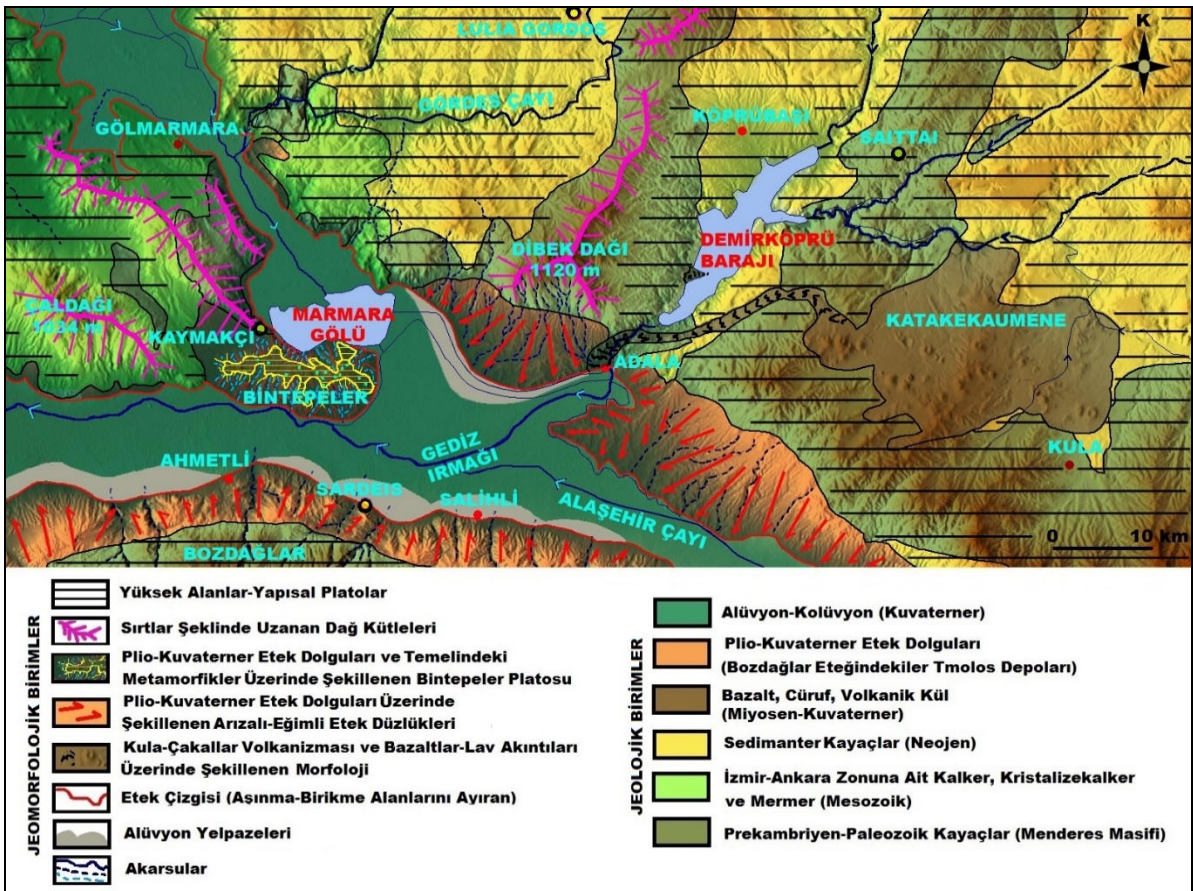
Şekil 3. Marmara gölü ve Gediz ovası çevresinin jeolojik birimleri (Dilek vd. 2009)

Marmara gölü güneybatı kenarındaki Kaymakçı yerleşimi Çaldağı'ndan doğuya doğru uzanan şistlerden yapılmış bir sırt üzerindedir (Şekil 2, 4). Bu sırtın devamında alçak tepelerden ve tümülüslerden oluşan alçak plato karakterinde bir kütle bulunmaktadır. Bu yüzey şekline "Bintepeler platosu" da denilmektedir. Salihli ovasından birkaç yüz metre yükseklikte olan bu alan Erol (1983)'ün D4 olarak ifade ettiği en genç (En Alt Pleistosen) aşınım yüzeyidir (Şekil 4).

Bu durumda Marmara gölünün içinde bulunduğu çukurluk Neojen'de ortaya çıkan gölsel sedimantasyon havzasına ait birimlerin daha da çukurlaşması ile bu kez Pliosen karasal dolgularının biriktiği bir alan olmuştur. Bu graben önce kuzeybatı-güneydoğu fayların kontrolünde şekillenmiş daha sonra bunları kesen daha genç doğu-batı doğrultulu tektonik zonun kontrolünde şekillenmeye devam etmiştir (Şekil 3) (Dilek vd. 2009; Seyitoğlu ve Işık 2015). Oluşan depresyonun Pliosen sonrası çukurlaşmaya devam etmesi ile orta bölümünde Kuvaterner sedimanları depolanmıştır.

Hakyemez vd. (2013) bu çukurluğun Manisa çevresinde Pleistosen'de bulunan genişçe göle yönelen bir akarsuyun sedimanları ile dolduğunu ifade etmektedir. Oysa göl kuzeyinde yaptığımız

sondajlarda, Gediz ve kollarının taşıdığı sedimanları ve özellikle Bazalt çakıllarını içeren dolgulara rastlanmamıştır. Gediz nehrinin taşıdığı bazaltların aşınma ürününü içeren sedimanlarda yapılan sondajların örneklerinde bol miktarda olivin ve manyetit bulunmuştur. Bu minerallere gölün kuzeyinde rastlanmamıştır. Diğer bir deyişle Gediz ırmağının Salihli kuzeyinde kalan bölümünden Marmara gölüne ve oradan Gölmarmara kasabasına doğru akan bir akarsuyu işaret eden hiçbir bulguya rastlanmamıştır. Marmara gölü doğusundaki sediman kompozisyonu göl çanağında ve kuzeyinde bulunamamıştır (Şekil 4, 5). Diğer yandan Tekelioğlu köyünün ve Bintepeleler platosunun doğu kenarındaki sondajlarda kuzeyden göle ulaşan ve gölün güneydoğu kenarına kadar taşınan bol karbonatlı sedimanlar tespit edilmiştir. Bu bilgi kuzeybatıdaki Gölmarmara yerleşiminden güneydoğuya doğru bir akışın var olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim Hakyemez vd. (2013) de Holosen'de böyle bir akışın olduğunu harita üzerinde göstermişlerdir.



Şekil 4. Marmara gölü çevresinin jeoloji-jeomorfoloji haritası

Gölün kuzeydoğu kenarında devam eden genç tektoniğin kontrolünde yükselen Dibeğ dağı eteğinde Kuvaterner boyunca yükselen Pliosen dolguları aşınma alanı haline gelmiş ve hemen güneyinde buradan aşınarak taşınan malzemenin depolanması ile alüvyon yelpazesi gelişmeye başlamıştır. Pliosen dolgularının üzerine gelen sedimanların en alt katından alınan turbamsı organik örneklerden yapılan (ÖS-2 sondajının 16. metresinden) AMS14C yaşı GÖ 12000 yılı vermektedir (Şekil 6). Bu durumda gölün doğusunda var olan alüvyon setinin kuzey kesiminin kolüvyal kökenli eski bir

yelpazenin devamı olduğu ifade edilebilir. Buna karşın Bintepeleler doğusuna doğru devam eden ova yüzeyine ise Gediz ırmağının eski yatakları ulaşmış ve bu kesime bol bazalt çakılı içeren malzeme taşımıştır (Şekil 5). Setin kuzeydoğusunda bu çakılların bulunmaması sedimantasyon sırasında daha yüksekte kalan bir alan olduğunun işaretidir. Buna göre, gölün doğusundaki setin en az 11000 yıldır var olduğu ifade edilebilir. Yeni çalışmalarımızın sonuçları alındığında bu tarihin daha geriye gitmesi muhtemeldir.

Marmara gölü ortalama derinliği 2-3 m civarında olan, en derin yerlerinde 7 m derinliğe ulaşan, orta bölümü basık elipse benzeyen sığ bir göldür. Gölün aktüel yüzey kodu 75 m olarak kabul edilmektedir (DSİ, 2015). Bu kot kurak ve yağışlı dönemlere göre değişme göstermektedir. Değişim hem yıl içinde hem de uzun yıllar bazında gerçekleşmektedir. Gölün doğusunda Dibek dağı eteğinden güneye Bintepeleler platosuna doğru 1950 sonrası yapılan set ve sulama-kurutma kanalları ile su seviyesi kontrol altına alınmıştır (DSİ, 2015) (Şekil 2, 4, 5). Marmara gölü kurak dönemlerde kurduğu için alanının %80'i geniş bir düzlük halini almaktadır. Gölün batısı ve doğusunda derinliği 7 m'yi bulan iki çukurluk yer almaktadır (Besonen vd., 2013). Gölün kuzeyi delta gelişimine bağlı olarak oldukça sığdır ve kıyıları kıyı bataklıkları ile kaplıdır.

Gölün güney kenarında Pliosen karasal dolguların kenarında aşınmaya bağlı falez benzeri diklikler bulunmaktadır. Gölün güney kenarındaki Şist ve Pliosen dolguları batı-doğu doğrultulu genç bir fayla kesilmiştir (Şekil 3). Gölün batı kenarı Çaldağı kütlelerinin uzantıları ile sınırlıdır. Gölün kuzey kıyıları Pliosen ve Neojen dolgularına gelmekte gerisinde ise Metamorfik temel birimler bulunmaktadır. Kuzeydeki yamaçların güney eteği eğim atımlı fayın kontrolündedir ve Dibek dağı kütleleri ile önemli bir yükselti farkı oluşmaktadır (Şekil 2, 3, 4). Gölün güneyinde ise D4 aşınım yüzeyi olan Bintepeleler platosunu aşındıran ve göle kadar uzanan küçük sel yarıntıları bulunmaktadır (Şekil 2, 4). Gölün kuzeybatı ve doğu kenarı ise doğrudan alüvyal düzlüklerle sınırlanmaktadır (Şekil 2, 4). Göl güneyinde, güneybatısında ve kuzeydoğusunda eski göl taraçalarına ait silik izleri bulunmuştur. Gölün güneybatı kenarında iskele mevki doğusunda ve kuzeydoğu kıyılarındaki burunun kenarında eski taraçaların aşınmayla silikleşmiş izleri saptanmıştır.

Göle ulaşan başlıca akarsu kuzeyindeki deltayı oluşturan Gördes ve kolu olan Kum çayıdır. Gördes çayının ortalama akım değeri yaklaşık 3 m/sn olan akarsu şiddetli yağışların yaşandığı dönemlerde 93 m/sn kadar akım gösterebilmektedir (DSİ, 2015). Gediz ırmağının ortalama akımı 16 m/sn'yi bulurken akım değerleri 160 m/sn'ye kadar yükselebilmektedir (DSİ, 2015). Gölün kuzey kıyısında yamaç selleri etkili olurken alçak güney kıyılarına Bintepeleler platosundan taşınan malzeme oldukça azdır.

Alandaki ayrışma etken ve süreçleri iklim elemanlarının kontrolündedir. Akdeniz iklimin görüldüğü Salihli-Bintepeleler yöresinde sıcaklık değerleri 42,8 ile -12,6 °C arasında değişmektedir (DMİ, 2015). Yıllık toplam yağış değerleri ise 740 mm ile 339,6 mm arasında değişmektedir. Günlük yağış maksimumu ise 72 mm olarak ölçülmüştür (DMİ, 2015). Akdeniz vejetasyon formasyonlarının hâkim olduğu Gediz havzasındaki Marmara gölünün çevresi genellikle tarım alanlarıdır. Gölün kuzeyindeki yamaçlarda bulunan maki alanları, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin baskısına bağlı olarak degradasyonel etkilere uğramaktadır. Dibek dağına doğru meşe ve yer yer kızılçam sahaları yer almaktadır (Günel, 1986). Gölün güneybatısında geniş bir alanda çıplak anakaya yüzeyi vardır. Menderes Masifi kristalin kayaçları üzerinde gelişen asitik kahverengi orman topraklarının egemen olduğu Bintepeleler mevkiinin batısında ise kalker anakayanın etkisi ile yer yer rendzinalar dikkati çekmektedir. Burada, bitki örtüsünün zayıf olduğu yerlerde erozyon belirgindir. Bintepeleler çevresine gully benzeri yarıntıların geliştiği ve zamanla küçük kuru dere yataklarına dönüşen örneklerin bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4).

2. Yöntem

Alüvyal dolguların ve gösel sedimanların katmanları geçmişten günümüze değişen doğal çevrenin (paleocoğrafik ortamların) izlerini taşımaktadır. Bu alanlarda yapılacak karotlu sondajlardan alınacak sediman örneklerinin analizleri birçok paleocoğrafik veriye ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle Marmara gölünün paleocoğrafyasını ve Tunç Çağı'ndan günümüze jeoarkeolojik değerlendirmeleri ele alan araştırmamız karotlu sondajlardan alınan örneklerin sedimantolojik, element, organik madde ve mikrofossil analizlerine dayanarak yapılmıştır. Göl çevresinde 2010 yılında başlatılan sondajlar 2016 ve 2017 yıllarından itibaren Kaymakçı höyük arkeolojik kazı projesi kapsamında devam etmiştir. Marmara gölünün kuzey ve doğu kenarında son iki yıl boyunca 16 adet sondaj gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Bunun yanında 11 adet özel sondaj yerinde takip edilmiştir (Şekil 5). Marmara gölü çevresindeki alüvyal düzlüklerde en uygun sondaj yerleri göl kuzeyindeki Gördes-Kum çayı deltası ve doğu kenarındaki Salihli ovasının kuzey kesimidir (Şekil 2). Marmara gölü kuzeyinde delta alanı ve kuzeyine doğru yapılan 13 sondajın ve 3 özel sondajın verileri kuzey-güney doğrultulu bir kesit üzerinde toplanmıştır (Şekil 5, 6). Bunun yanında gölün doğusundaki kıyıda 12 km doğuya doğru bir hat üzerinde GMD olarak kodlanan 3 adet sondaj yapılmış ve 11 özel sondaj (ös) ile birlikte verileri batı-doğu doğrultulu bir kesitte toplanmıştır (Şekil 5, 7). Bu iki kesitin tercih edilmesinin nedeni Gördes çayı ve Gediz ırmağının gölün şekillenmesi üzerindeki en etkin iki unsur olmalarıdır.



Şekil 5. Marmara gölü sondajları ve Gediz ırmağının eski yatakları

Marmara gölü sondaj örneklerinin analizleri İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi ve Celal Bayar Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarlarda sediman ve tefra örneklerinin (kılavuz seviye olarak kullanılmak üzere) sedimantolojik, element ve mikrofossil analizleri yapılmıştır. Tane boyu, kalsimetre ve hidrometre analizleri spektral tane boyu cihazı ile element analizleri ICP ve AAS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bazı göl katmanlarının organik madde analizi için KJELDAHL cihazı kullanılmıştır. Karotlardaki seramiklerin kil analizleri için XRD ve XRF cihazlarından

yararlanılmıştır. Mikrofosil analizleri için binoküler mikroskoplar kullanılmış, mikrofosiller ile ilgili yüzey ve korazyon özelliklerinin anlaşılması amacıyla SEM analizlerinden yararlanılmıştır. Bu özellikle göl kuzeyindeki delta alanında flüvyal etken ve süreçlerin güçlü olduğunu gösteren verileri ortaya çıkarmıştır. Eldeki sondaj ve analiz verileri ışığında gölün Orta Holosen'den (Tunç Çağı'ndan) günümüzde seviye ve kıyı çizgisi değişmelerini gösteren bir paleocoğrafya haritası hazırlanmıştır. Değerlendirmeler hazırlanan paleocoğrafya kesitleri ve haritalar üzerinde yapılmıştır.

Göl sedimanları ve alüvyon katmanlarında seramik parçaları ve arkeolojik bulgulara rastlanmaktadır. Bunlar Kaymakçı kazısı arkeologlarınca tanımlanmış ve yorumlanmıştır. Gölün çevresindeki Kılcanlar ve Kaymakçı yerleşimlerinin arkeolojik bulguları için CLAS (Central Lydian Archaeological Project) projesinden destek alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Marmara gölünün güneyinde Bintepeler platosu ve kuzeydoğusunda Dibek dağı kütleli bulunduğu için bu yönlerde genişleyebileceği alan ilgili morfolojik birimlerle sınırlanmıştır. Gölün su seviyesinde meydana gelmiş değişmeler bu kesimlerde silikleşmiş eski taraçalar (aktüel göl yüzeyinden 1-2 m yüksek) ile takip edilirken ifade edilen morfolojik özellikler nedeniyle göl alanında büyük bir değişim olamamıştır. Buna karşın kuzey ve doğu kesimlerinde gölün alanı ve kıyı çizgisi Holosen boyunca önemli ölçüde değişmiştir. Göl kuzeyindeki Gördes çayı ve doğusundaki Gediz ırmağı Marmara gölü çevresindeki sedimantasyonu kontrol eden en önemli akarsulardır. Su miktarı dışında sedimantasyona bağlı olarak göl alanını kontrol eden bu iki akarsu gölün kuzey ve doğusundaki alüvyal düzlükleri meydana getirmiştir. Gördes çayının taşıdığı alüvyonlar ile gölün kuzey kenarında bir delta oluşup gelişmiş, göl alanını büyük oranda daraltmış ve eski kıyı çizgisi değişmiştir. Gölün doğu kenarında ise Gediz ırmağının taşıdığı sedimanlar ile alüvyon seti ve taşkın ovası oluşmuştur. Marmara gölünün var olmasını sağlayan ve su seviyesini kontrol eden yegâne etki bu setin ve gerisindeki alüvyal düzlüğün oluşum ve gelişimidir.

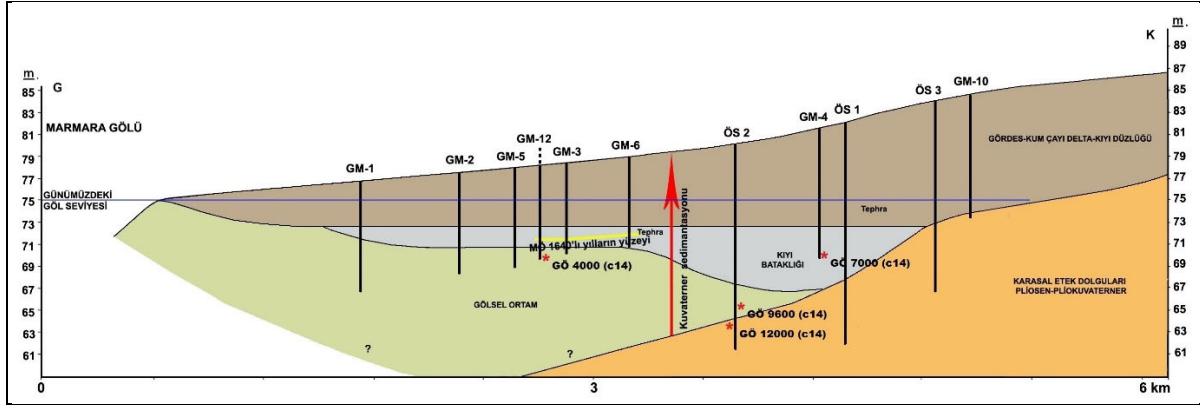
Söz edilen bu iki temel etken sebebiyle, göl ve çevresinde Holosen boyunca meydana gelmiş morfolojik-ortamsal değişmeler, kuzey ve doğusundaki değişimleri ele alan ayrı iki başlık altında ele alınmıştır. Bunlardan ilki Gördes çayı deltası ve alüvyal birimleridir. Delta gelişimi ile ortaya çıkan değişim alüvyal dolgunun farklı ortamları yansıtan birimleri ile değerlendirilmiştir. İkinci başlık gölün doğusundaki alüvyon setinin gelişimi ve alüvyal birimlerdir. Bu başlıkta gölün oluşumu ve gelişimini kontrol eden set ve gerisindeki düzlük değerlendirilmiştir. Marmara gölü çevresindeki Holosen doğal çevre değişimlerinin izlerini saklayan bu alüvyon katmanlarının yansıttıkları ortamların paleocoğrafi önemleri ve içerdikleri özel veriler nedeniyle alt başlıklarla detaylı olarak ele alınması gerekmiştir.

Eldeki verilere göre Gördes çayı delta alanındaki alüvyal dolguların katmanları; Delta-akarsu taşkın sedimanları, kıyı bataklığı, gölsel ortam, Pliosen etek dolguları (Plio-kuvaterner sedimanları) şeklinde dört birime ayrılmıştır. Gölün doğusundaki setin ve gerisindeki alüvyal dolguların katmanları; Gediz taşkın ovası sedimanları, gölsel ortam ve Pliosen etek dolguları (Plio-kuvaterner sedimanları) şeklinde üç birime ayrılabilmiştir.

3.1. Gördes çayı deltasının gelişimi ve alüvyal birimleri

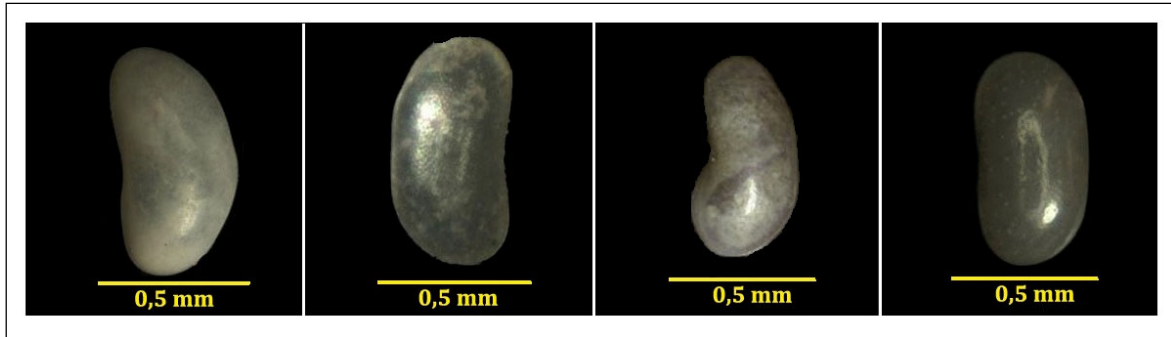
Pliosen etek dolgularına (Plio-Kuvaterner sedimanları) ÖS1, ÖS2, ÖS3 ve GM-10 sondajlarında 8-12 metre derinlikte ulaşılmıştır (Şekil 5, 6). Sel tipi akışlarla biriken Pliosen dolguları kırmızımsı kahverengi sert çamur niteliğindedir. Çamur içinde kaba köşeli unsurlar bulunmaktadır. Dibek dağı yamaçlarının eteklerinde yüzeyde bulunan ve çok daha iri unsurlar içeren Pliosen dolguları delta alanında nispeten daha küçük çakıllar içeren sert bir çamur niteliğindedir. Sel tipi akışlarla etek bölümünde biriken bu dolgular kurak koşullarda meydana gelen epizodik yağışlarla ortaya çıkan yamaç

sellerinin ürünüdür. Bu sellerle gelen çamurlar daha sonra sıcaklık ve şiddetli buharlaşma koşullarına bağlı olarak kırmızımsı renk kazanmışlardır. Bu insanların göl çevresindeki varlığından çok önceleridir. Neolitik'le birlikte insanlar bu eski depolardan malzeme almışlardır. Etek bölümündeki bu dolguların kil kapların yapımında kullanıldığı ve kızılgeren adı ile anıldığı (Vardar 2015) bilinmektedir. Dolgular göl ve çevresinde yüzeyde görünen yerlerden alınarak sıva malzemesi olarak da kullanılmaktadır. ÖS1 ve ÖS3 sondajlarına göre Pliosen dolgularının bu bölümde batı-doğu doğrultulu bir fay ile kesildiği anlaşılmaktadır. Nitekim bu alanın hemen yakınındaki yamaçlarda kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu tektonik çukurluğu oluşturan ve kontrol eden ana fay bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 6. Marmara gölü sondajları ve Gördes çayı deltası alüvyon katmanlarının kesiti

Gölsele ortam dolguları, göl kuzeyindeki delta alanında yapılan sondajlarda, Pliosen temel birimin üzerine gelmektedir (Şekil 5, 6). Geniş bir alana yayılan bu dolgular yer yer 7 m kalınlığa ulaşmaktadır. Dolguların kalınlığı kuzeye doğru azalmaktadır. Gölsele ortam olarak düşünülen bu dolgularda göl ortamını yansıtan bol miktarda *Condon* sp. (Şekil 7) ostracod örneği bulunmaktadır. Gölsele ortam Menderes Masifi'nden aşınan ve taşınan bol mika içermektedir. Göl çamurları açık gri renkte olup, yer yer kalın karbonat tabakaları ve laminaları görülmüştür. Kalış benzeri katmanların yanı sıra kurak dönemde killerin büzülmesi ile oluşan dalgalı bir yüzey de tespit edilmiştir. Muhtemel kuruma dönemlerine suyun çekildiği evrelere karşılık gelen bu katmanlar uygun analizlerle daha detaylı bir şekilde değerlendirildikten sonra bilimsel yorumlarda kullanılacaktır. Nitekim Yeşiladalı ve Yalçın (2009) da gölsele aktüel dolgularda kurak ve sulak evreleri ayırt etmişler ancak paleocoğrafi bir yaklaşımla değerlendirmemişlerdir.



Şekil 7. GM-6 sondaj logunun en alt kesiminden alınan gölsele ortamı temsil eden *Condon* sp. ostracod örnekleri

Kıyı bataklığı dolguları, gölsel sedimanların üzerine gelen bol bitki artığı içeren koyu renkli çamurlardır (Şekil 6). Bunlar çok daha kohesiftir ve bol ostracod içermektedir. GM-12 sondajında yüzeyden yaklaşık 710 cm aşağıda turbamsı bir katmanda kalınlığı 8 cm civarında olan volkanik kül katmanı (tefra) bulunmuştur (Şekil 6). GM-6 ve GM-3 sondajlarında aynı tefra tabakasının 1-2 cm kalınlıkta devam ettiği tespit edilmiştir (Şekil 6). Bu volkanik kül tabakası, dalga etkisi ile taşınmayacak kadar sığ ve hareketsiz su ortamlarının tabanında, genellikle de bataklık alanlarda kolay korunmaktadır. Kara yüzeyinde biriken küller dış etkenlerle aşındırılmakta, hareketli su ortamlarında ise kolay taşınmaktadır. Bu şekilde korunan ve üzeri hızla sedimanla kaplanan kül birimi, kılavuz seviye halinde alüvyal morfoloji çalışmalarında belli bir zamandaki ortamı ve yüzeyi yansıtmaktadır (Öner, 1999). Bu katmanın element analizleri sonucunda tefranın Santorini adasında MÖ 1600-1650 yıllarında meydana gelmiş olan Minoan patlamasıyla uyumlu olduğu anlaşılmıştır (Şekil 8, 9).

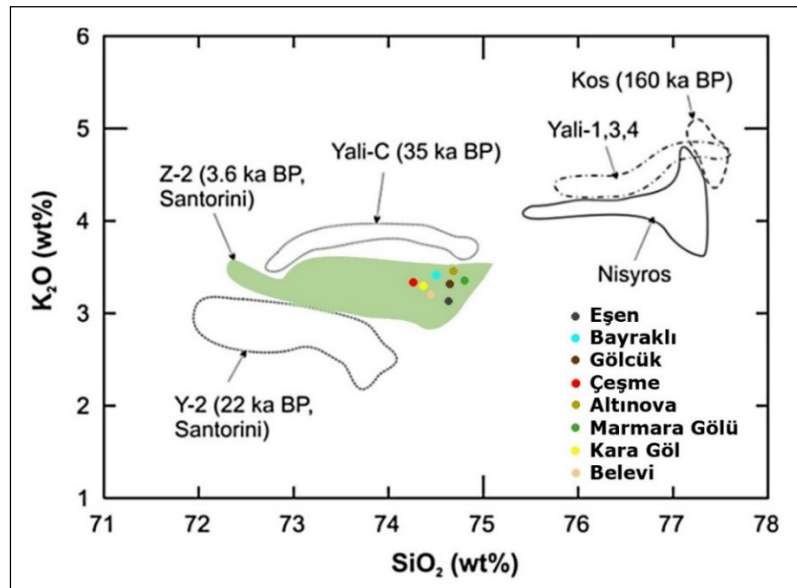
Santorini'nin Minoan patlaması ile ilgili literatürde birçok farklı tarihleme bulunmaktadır. Bunlar MÖ 1600 ile 1650 arasında değişmektedir (Sullivan, 1988, Manning, 1988; Yiğitbaşıoğlu, 2003; Ramsey vd., 2004; Friedrich, 2000, 2013; Friedrich ve vd., 2006; Friedrich ve Heinemeier 2009). Vespa ve diğerleri (2006) son 150.000 yılda meydana gelmiş Santorini patmalarını ele aldıkları çalışmada MÖ 1628 tarihini vermişlerdir. Bunun yanında Erginal ve diğerleri (2009) Saros körfezinde Kavak deltasında pomzalar üzerinde buldukları tefrayı değerlendirirken bu tarihle uyumlu sonuçlara ulaşmışlardır. Bu tarihler dikkate alındığında göl kuzeyindeki delta gelişiminin değerlendirilmesinde bu kül katmanı kronostratigrafik kılavuz bir seviye olarak ele alınmıştır. Gölün kuzeyinde ve doğusunda yapılan sondajlar tephra tabakası ile ilişkilendirildiğinde, volkanik patlamanın olduğu dönemde göl alanının günümüzdekinden daha geniş olduğu ve eski göl tabanının morfolojisi ortaya konmuştur (Şekil 6, 11).

Batı Anadolu'da yapılmış önceki çalışmalarda Bozdağ Gölçük'te (Sullivan, 1988, 1990; Vardar ve Altın 2003) (Şekil 8), Gölhisar gölünde (Burdur) (Eastwood vd., 1998, 1999, 2002), Köyceğiz'de (Muğla) (Sullivan, 1988, 1990), Eşen ovasında Letoon-Patara çevrelerinde (Öner, 1997a, 1997b, 1999, 2013) (Şekil 8) ve İzmir Bayraklı höyüğünde (Öner ve Kayan 2006; Öner, 2013; Kayan ve Öner 2013) (Şekil 8) Santorini'ye ait volkanik küllere göl tortuları içinde rastlanmıştır. Marmara gölü tefra bulguları bu örneklerle eklenen yeni bir yer olmuştur. Ayrıca bazı araştırmacıların sözlü ifadelerinde de Söğüt depresyonu ile Milet'te de (Dunn, 2002) bu küllerin varlığından bahsedilmiştir. Son yıllarda arkeolojik kazı alanlarında da volkanik kül tabakalarına rastlanmıştır. İzmir'in Çeşme ilçesindeki Bağlararası ve Aydın'ın Çine ilçelerindeki arkeolojik kazılarda Santorini külleri bulunmuştur (Düvenci, 2013; Omaç, 2014; Şahoğlu vd., 2014) (Şekil 8). Küllerin göl-bataklık-sığ deniz-lagün gibi ortamlarda birikmesi olağan bir durum iken höyüklerde de bulunmuş olması önemli bir veridir (Vardar ve Öner 2016, 2017; Öner ve Vardar 2018). Kaymakçı yerleşimi kazı alanı da bu yaklaşımla dikkatle araştırılmaktadır.

TEFRA ELEMENT ANALİZLERİ														
Örnek yeri	Elementler (%)											Uyumu	Çalışma	Tephra katmanı
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	F			
Eşen	74,32	0,31	13,84	2,09	0	0,29	1,3	4,57	3,28	0	0	Santorini	E.Öner	10
Bayraklı-1 (7)	74,23	0,29	13,97	2,11	0	0,28	1,28	4,55	3,29	0	0	Santorini	İ.Kayan	5
Bayraklı-2a (8 down)	74,48	0,29	13,89	2,12	0	0,28	1,31	4,36	3,27	0	0	Santorini	İ.Kayan	5
Bayraklı-2b (8 top)	69,06	0,41	16,02	3,92	0,06	0,34	1,46	3,96	4,41	0,34	0,02	Ref. ?	İ.Kayan	5
Gölcük-1	74,26	0,31	14,07	2,09	0	0,29	1,35	4,35	3,28	0	0	Santorini	S.Vardar	8
Gölcük-2	74,27	0,29	14,08	2,01	0	0,28	1,37	4,42	3,28	0	0	Santorini	S.Vardar	10
Gölcük-3	74,28	0,29	14,06	2,01	0	0,28	1,38	4,41	3,29	0	0	Santorini	S.Vardar	8
Çeşme-1 ince küller	72,86	0,33	15,05	2,38	0	0,31	1,29	4,39	3,39	0	0	Santorini	S.Vardar	5
Çeşme-1 kaba küller	67,44	0,42	16,87	3,04	0,09	0,41	1,9	4,81	4,56	0,38	0,08	Ref ?	S.Vardar	5
Altınova	73,01	0,31	14,91	2,03	0	0,31	1,39	4,67	3,37	0	0	Santorini	S.Vardar	4
Göl Marmara	73,69	0,26	14,13	2,09	0	0,26	1,39	4,63	3,55	0	0	Santorini	S.Vardar	6
Kara Göl	74,29	0,28	14,03	2,06	0	0,31	1,38	4,38	3,27	0	0	Santorini	S.Vardar	8
Belevi Gölü	74,31	0,29	14,07	2,03	0	0,33	1,36	4,32	3,29	0	0	Santorini	S.Vardar	7

Referans tephra: Santorini													
Örnek yeri	Elementler (%)											Uyumu	Çalışma
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	F		
Santorini	74,92	0,21	12,94	2,09	0	0,3	1,28	4,86	3,4	0	0	Eastwood,Vd.(1999)	
Gölcük	74,29	0,3	14,12	2,12	0	0,3	1,43	4,27	3,17	0	0	Sullivan D. (1988)	

Şekil 8. GM-4 sondajının Tephra örneğinin element analizi ve Batı Anadolu'daki diğer örneklerle karşılaştırılması



Şekil 9. GM-4 sondajının Tephra örneğinin Batı Anadolu'daki diğer örneklerle karşılaştırılması

Kuzyedeki delta ve loblarının gelişimi üzerine yapılan değerlendirmelerde, ÖS-2, GM-4 ve GM-12 sondajlarının örneklerinden yapılan dört C14 yaş verisi kullanılmıştır. ÖS-2 sondajında 14. ve 16. metrelerde üstte GÖ 9600, iki metre altta Plio-Kuvaterner dolgunun üst katmanında ise GÖ 12000 tarihleri alınmıştır (Şekil 6). Eldeki verilere göre gölün kuzey kesiminin yaklaşık 11000 yıldır var olduğu ve gölün ortaya çıktığı dönemde su derinliğinin 20 m'yi aştığı söylenebilir. Bu tarihlerin yanında, GM-4 sondajının 900 cm örneğinden GÖ 7000 tarihi belirlenmiştir (Şekil 6). GM-12 sondajında ise 780 cm derinden alınan turbamsı örnekten GÖ 4000 tarihi elde edilmiştir. Santorini tephraasının bulunduğu 710 cm derinliğindeki katmanında GÖ 3640'lı yıllara isabet ettiği dikkate alındığında üstteki tephra tabakası ile yakın tarihli ve uyumlu olduğu görülür. Bataklık ve gölssel ortam tabakalarının sedimantolojik

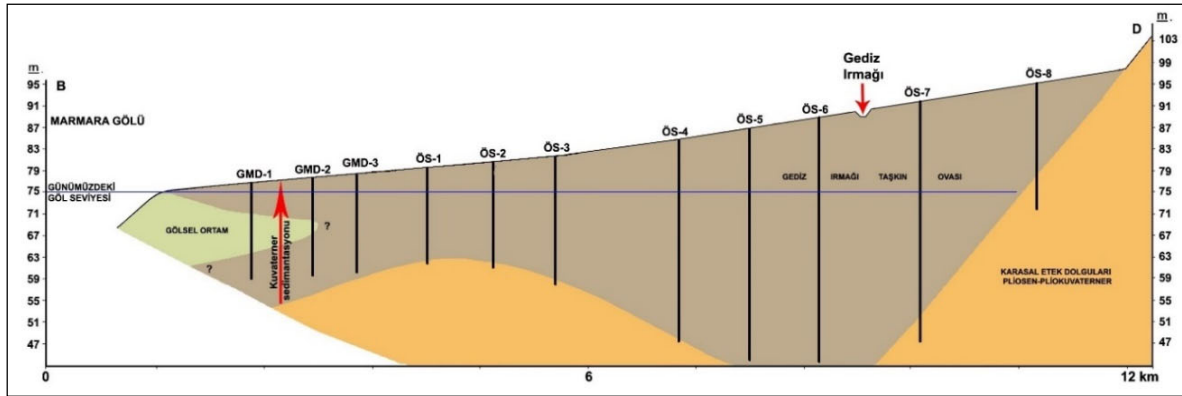
özelliklerine, belirtilen C14 tarihllemelerine ve tefra katmanına göre Marmara gölünün gelişim evrelerini temsil eden günümüzden önce 8000, 7000, 4000-3500 ve 1000 yıllarına ait kıyıları belirlenmiştir (Şekil 11).

Delta-akarsu taşkın sedimanları, delta dolgularının en üst katmanıdır (Şekil 5, 6). Gölün kuzey kıyısının kuzeyden güneye doğru dolarak sığlaşması ve karasal ortamında deltanın güneye doğru ilerlemesini temsil eden sedimanlardır. Karasal kıyı düzlüğündeki sedimanların üst kesimleri top set oluşumu temsil etmektedir. Alın ve taban seti oluşumları ise alttaki gölsel ve kıyı bataklığı dolgularında yer almaktadır. Gördes çayı taşkınları ve yatak değişiklikleri ile göl dolarak kuzey kıyısında genişçe bir delta alanı oluşmuştur. Günümüzde taşınan sedimanlarla gölün dolması halen devam etmektedir. Gördes barajının yapımından sonra taşınan sediman miktarı azalmıştır ancak kuzeyden bu akarsuya eklenen Gördes çayından halen sediman taşınmaktadır. Bugünkü aktüel ağız ve delta gelişiminin olduğu bölüm son 1000 yıl içinde şekillenmiştir. Yakın dönemde 1975 yılı ve sonrası değişimleri ele alan Yücesoy (2013) bu kesimde aktüel gelişimi ortaya koymuştur. Araştırmacı arazi kullanımı bağlamında ele aldığı delta gelişimini göl ekosistemine dair değişimler ışığında değerlendirmiştir. Bu çalışmada gölün 1975 sonrasında yeni delta ağızının hızla geliştiği saptaması yapılmıştır.

Delta sondajlarının sonucunda, deltanın oluşumu öncesi en eski kıyının 8000 yıl önce GM-13 ve GM-4 sondajlarının olduğu kesimde var olduğu belirlenmiştir (Şekil 5, 6). Daha sonra eldeki C14 ve volkanik kül verilerinin ışığında GM-8, GM-3 ve GM-6 hattında günümüzden 7000 öncesinin kıyısı yer almıştır (Şekil 11). GM-5 ve GM-12 hattında ise 4000-3500 önceki kıyının konumu ve hemen gerisindeki bataklık ortam belirlenmiştir (Şekil 6, 11). Bu kıyının gerisindeki bataklığın tabanında volkanik küllerin biriktiği GÖ 3640 yıllarına ait yüzey belirlenmiştir (Şekil 6). Küller 4000-3500 kıyısının konumunu doğrulayan bir kronostratigrafik veri olmuştur. Bunun yanında GM-5 ve GM-12 sondajlarına doğru bir koy gibi kalan 4000-3500 kıyısının önündeki sığlaşan göl tabanının hızla dolduğu ve delta ağız gelişiminin belirgin bir şekilde buraya ilerlediği belirlenmiştir. Bu ilerleme ile günümüzden 1000 yıl önce bu koy ortadan kalkmış ve bu yeni kıyının önünde deltanın günümüzdeki aktüel ağız çıkıntısı gelişmeye başlamıştır (Şekil 11). Bu durumda delta, GÖ 8000-4000 yılları arasında gölün kuzey kıyısının batı kesimine doğru gelişmiştir (Şekil 6). Daha sonra bu oluşan delta lobunun durakladığı ve Gördes çayının muhtemel yatak değişiklikleri ile doğu kesiminde sığ bir koyun var olduğu ve yeni delta lobunun güneydoğu yönünde ilerlediği ve Yücesoy'un (2013) da değindiği gibi günümüzde de ilerlemeye devam ettiği görülmektedir (Şekil 11).

3.2. Gölün doğusundaki alüvyon setinin gelişimi ve alüvyal birimler

Marmara gölü doğusu alüvyon setinin üzerine yapılan yapay set ile sınırlanmıştır. Bu setin güneyindeki gideğeni bir kapak ile kanal sistemine bağlıdır (Şekil 5). Bu setin doğusuna doğru 3 km'lik bir hat boyunca sondajlar yapılmıştır. Bu sondajlar, gölün alüvyon setinin oluşumun açıklanması ve Gediz ırmağı dolguları içindeki Katakakaumene (Kula-Çakallar çevresi) yöresinden taşınan bazalt çakılların tespiti ırmak yatağının kuzeybatıya ne kadar sokulduğu sorunun yanıtlanması için önemlidir. Bu çalışma kapsamındaki ilk 3 sondaj Gediz ırmağının (Şekil 5, 10) GMD-2 sondaj noktasına kadar sokulduğunu göstermiştir. Bazalt çakıllarının minerolojik olarak Adala çevresindeki Geç Plesitosen lav akıntılarına ait bulgularla örtüşmesi bu seti bu dönemden itibaren oluşup belirginleştiğini ortaya koymaktadır. Buna karşın Gediz ırmağı daha kuzeye sokulamamıştır (Şekil 10, 11). Bu kesimde Pliosen etek dolgularının devamı olan geniş az eğimli yer yer tepelik bir etek düzlüğü-birikinti yelpazesi bulunmaktadır. D-B doğrultulu kesitte bu kesimde de bulunan yelpazenin az eğimli bir yüzey ile derine ve güneye doğru devam ettiği anlaşılmaktadır (Şekil 10). Buna karşın batı yönünde ırmağın ne kadar sokulduğu yapılacak yeni sondajlarla anlaşılacaktır. Gölün doğu kıyısındaki sondajlardan alınan veriler alüvyal dolgunun üç ana katmana ayrılmasına imkân vermiştir. Bunlar; Plio-Kuvaterner sedimanları, gölsel ortam ve Gediz taşkın ovası sedimanlarıdır.



Şekil 10. Marmara gölü seti doğusundaki sondajlar ve alüvyal dolguların kesiti

Pliosen etek dolguları (Plio-Kuvaterner sedimanları), Dibek dağı güney etekleri boyunca yüzeyde bulunan bol killi kaba unsurlu kırmızımsı renkli dolgulardır. Bu dolgular bir birikinti yelpazesi şeklinde güneye doğru uzanmaktadır. Sondajlarda bu dolguların alüvyal örtü altında devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 10). B-D doğrultulu kesitte görüldüğü gibi ÖS-3 sondajının doğusuna Adala'ya doğru gidildikçe bu dolgular derinlerdedir (Şekil 5, 10). Bu kesimde daha derin bir tektonik çanak bulunmaktadır ve Pliosen dolgular kesitin batısına göre daha derindedir. Dolayısıyla Dibek dağı güneydoğusu ve Adala güneyindeki kesimde alüvyal örtünün kalınlığı daha fazladır. Bu dolguların devamına Marmara gölü kuzeyinde de rastlandığı daha önce ifade edilmiştir. Buna göre Pliosen etek dolguları Dibek dağı'nın tüm güney eteği boyunca alüvyal dolguların altında uzanış göstermektedir (Şekil 4, 6, 10).

Gölsel ortam sedimanları, koyu renklidir ve bol *Condonia* sp. içermektedir (Şekil 7). Sedimanların büyük bölümü oksijensiz ortamı işaret eden bitüm kokusuna sahiptir. Gölün doğu kıyısında gölsel ortam sedimanlarının doğuya pek sokulmadığı, bugünkü doğu kıyı setinin 500 m kadar doğusuna kadar ilerlediği anlaşılmıştır (Şekil 5, 10). GMD-1 ve GMD-2'de rastlanan gölsel ortam sedimanları GMD-3'te bulunmamaktadır. Bununla birlikte, Gediz ırmağı eski yataklarının GMD-2 sondajına kadar sokulduğu belirlenmiştir. GMD 1-2-3 sondajlarının her üçünde de eski yatak sedimanlarına ulaşılmıştır (Şekil 5, 6, 10). Buna göre gölün doğusundaki kesimde Gediz ırmağının taşıdığı alüvyal malzeme ve birikinti yelpazesi dolguları nedeniyle gölsel ortamın hiçbir zaman var olmadığı anlaşılır.

Gediz ırmağı taşkın ovası sedimanları, Gediz ırmağının Demirköprü barajından çıktığı kesimdeki Adala'dan başlayarak tüm Salihli ovasına yayılmaktadır (Şekil 5, 10). Günümüzdeki hava görüntüleri incelendiğinde ırmağa ait birçok eski terk edilmiş yatak ve üzeri düzlenmiş silik yatak izleri bulunmaktadır (Şekil 5). İnşa edilen sulama kanal sistemi ve ıslah edilen yeni yatak doğal drenaj dokusunu bozmuştur. Buna rağmen GMD 1-2-3 sondajlarında eski akarsu yataklarına rastlanmıştır. Gediz ırmağının eski yatak dolguları çok daha detaylı yeni sondajların yapılması ile aydınlatılabilir. Gediz ırmağı Adala vadisini geçerken vadi tabanındaki bazaltlara gömülmüş ve buradan aşındırarak taşıdığı bazalt çakıllarını GMD-2 sondaj noktasına kadar taşımıştır (Şekil 5). Bu çakıllar ve içerdiği olivin mineralleri Gediz ırmağı sedimanların Salihli ovasındaki dağılışının belirlenmesinde adeta bir parmak izi gibidir. Jeomorfolojik bir gösterge niteliğindedir. Sondajlar Gediz ırmağı yataklarının ve eski taşkınlarının geçmişte Bentepe platosunun doğu kenarına kadar ulaştığını ortaya koymuştur (Şekil 5). Bu durumda alüvyon setti Gediz taşkınları ile şekillenmiştir. Doğu kıyıların güneyinde bu set

gelişirken kuzeyinde ise Dibek dağının etek dolguları doğal bir set oluşturmaktadır (Şekil 4, 5). Taşkınların gölün aktüel sahasına ulaşıp ulaşmadığı bu alanda yapılacak yeni sondajlarla çok daha net olarak cevaplanabilecektir. Eldeki verilere göre Gediz sedimanları Kuvaterner boyunca hiçbir evrede günümüzdeki göl alanının kuzeybatısına ulaşmamıştır.

3.3. Marmara gölünün çevresindeki yerleşimler üzerine jeoarkeolojik değerlendirmeler

Göl kenarları tarih öncesi yerleşimler için paleocoğrafya ve jeoarkeoloji açısından ideal alanlar olmuştur (Weiner, 2010). Bu alanlardan biri olan Marmara gölünün C14 tarihlerine göre son 11000 yıldır var olduğunu anlaşılmaktadır (Şekil 6). Marmara gölünün çevresindeki Tunç Çağı ile Lidya yerleşim ve buluntu alanlarının periferik dağılışı ve dokusu, bunların göl ile çevresindeki ovada meydana gelen doğal çevre değişmelerinden etkilendiklerini ortaya koymaktadır. Göl ve çevresinin Lidya sonrası doğal çevre değişmeleri için de yine sondaj verilerinden yararlanılmış, gölün birçok kurak evre geçirdiği ve alanının zaman zaman oldukça daraldığı hatta tamamen kuruduğu tespit edilmiştir. Marmara gölünde Yeşiladalı ve Yalçın (2009) tarafından yapılan çalışmada kuraklıkla ilgili verilerden söz edilmiştir. Araştırmacılar 140 cm derinliğindeki sondaj ile sığ ve aktüel sediman ile çalışmışlardır. Ancak bu karotun 9300 yıllık bir dönemi karakterize ettiğini belirtmişlerdir. Oysa göl dolgularında yaptığımız sondajlar aynı döneme ait sediman kalınlığının 14 m'ye ulaştığını göstermiştir. Gölün 7500-9000 yıl önceki organik madde miktarının daha çok olduğunu da bu sondaja dayandırmışlar ve 2000 yıl önce (Roma ?) önemli bir kurak fazdan çıkıldığını belirtmişlerdir (Yeşiladalı ve Yalçın 2009). Bu çalışmada ilgili verileri doğrulayan sonuçlara henüz ulaşılmamıştır. Ancak bu yöndeki veri beklentisini karşılayacak ve dönemleri ayıracak detaylı bir çalışma göl dolgularındaki laminalar üzerine yapılmakta ve ekibimizce devam etmektedir.

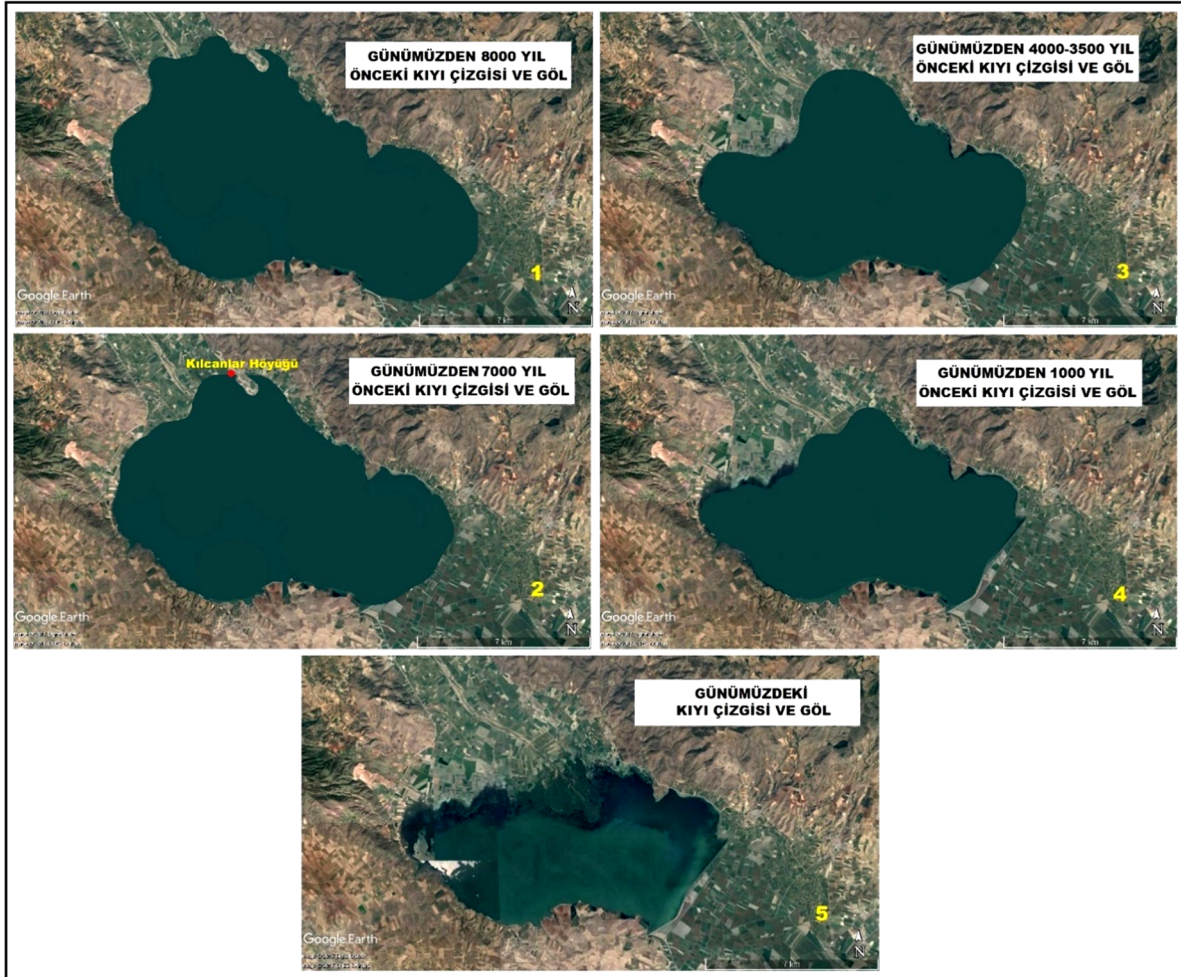
Roosevelt (2002, 2009, 2012) gölün çevresindeki tümülüslerin, gölün kuzeyinde ve güneyinde bir hat halinde uzandığını belirlemiştir. Lidya yerleşimleri ve buluntu alanları göl kıyıları yakınında veya gölün çevresindedir (Şekil 5). Nitekim bu arkeolojik çalışmalarla da saptanmıştır (Roosevelt 2002). Akdeniz (2011), gölün kuzeyinde delta alanı kenarındaki Kılcanlar höyüğü buluntularından söz etmiş ve tarih öncesinden İlk Demir Çağı'na göl çevresindeki yerleşimlerin dağılışı vermiştir. Höyüğün en eski buluntuları İlk ve Orta Tunç Çağı'na tarihlenmiştir (Akdeniz, 2011; Mimaroglu, 2013). Bu durumda höyük GÖ 7000 kıyısının kenarında var olmuştur (Şekil 11). Bu kıyı kuşağının yaşı sondajlardan yapılan tarihlemelere ve arkeolojik bulgulara göre Tunç Çağı ile uyumludur. Nitekim Kılcanlar höyüğünün gölün GÖ 7000 kıyısının hemen bitişiğinde yer aldığı arkeolojik olarak da saptanmıştır (Akdeniz, 2011). Göl çevresindeki bu gibi eski yerleşimleri doğal çevre değişmeleri ile ilişkilendirmek için sondajlara dayanan jeoarkeolojik yorumların yeni çalışmalarla detaylandırılması gerekmektedir. Tunç Çağı yerleşimlerinin sulak alanlarda ve yakın çevresinde yoğunlaşması Batı Anadolu grabenlerinde görülen bir özelliktir (Vardar ve Sarıöz 2006; Vardar, 2015). Bu yaklaşımla göl çevresinin kronostratigrafisini daha iyi verebilmek için sonraki çalışmalarda göl sedimanlarından elde edilen verilere dayanan bir cetvel oluşturulacak ve muhtemel hidrografik-klimatolojik değişimler belirlenecektir. Göl kuzeyindeki delta dolgularının göl ortamı temsil edenlerinden yapılan ilk değerlendirmelerimizde Saruhanoğulları Beyliği ve Osmanlı İmparatorluğu dönemlerinde de benzer değişmelerin yaşandığı ve yakın tarihlerde yaşanmaya devam ettiği belirlenmiştir. Bu konuların sondaj çalışmaları ile detaylı olarak araştırılmasına devam edilmektedir.

3.4. Marmara Gölünün Holosen gelişim evreleri ve tartışma

Marmara gölünün Holosen gelişim evrelerini açıklayabilmek için öncelikle içinde bulunduğu çanağın oluşum ve şekillenmesini anlamak gereklidir. Bu göl çevresinin ilk tartışma konusudur.

Marmara gölünün bulunduğu depresyonun oluşum ve gelişimi jeologların yaptığı çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda graben tabanındaki çukurlukların Pliosen'den itibaren belirginleştiği belirtilmektedirler. Gediz grabeni içinde Marmara gölü çevresinde yaptığımız çalışmalarda da bu sonuca ulaşılmıştır. Göl ve çevresine ait tartışmaların merkezinde grabende göllerin olduğu dönemler bulunmaktadır. Jeologlar ve fiziki coğrafyacıardan oluşan bir ekip Gediz grabeni içinde Kuvaterner başlarında göllerin var olduğunu (Manisa-Akhisar Erken Kuvaterner gölü gibi) belirtmekte, grabenin kapma ile dış drenaja açıldığı ve bu göllerin ortadan kalktığını savunmaktadırlar (Hakyemez vd. 2013). Alanda yaptığımız çalışmalarda ne Marmara gölü çevresinde ne de Manisa ovasında bunu doğrulayan sedimantolojik verilere ulaşılmamıştır. Aksine, sedimantasyonun tektoniğin kontrolünde Gediz depresyonunun derinleşmeye devam ettiği dönemle eş zamanlı geliştiği anlaşılmıştır.

Alandaki diğer bir tartışma alüvyon setinin ve gölün oluşumu ile gelişimi üzerine yoğunlaşmıştır. Marmara gölünün Holosen boyunca değişen kıyısını hem arkeolojik hem de paleocoğrafi verilere göre 4 evrede ele almak mümkün olmuştur (Şekil 11). Bu ayırım C14 verileri ve GÖ 3640 yılına ait Minoan tefra tabakasının kronostratigrafik konumuna göre yapılmıştır. Bu evreler şunlardır;



Şekil 10. Marmara gölünün ve kıyılarının Holosen boyunca değişimi

- 1- Marmara gölünün alüvyon setinin oluşması, gölün ortaya çıkışı ve günümüzden 8000 yıl önceki kıyı çizgisi.
- 2- Marmara gölünün Tunç Çağı kıyısı ve Kılcanlar yerleşimi (GÖ 7000).
- 3- Marmara gölünün Geç Tunç Çağı-Antik dönem kıyıları (GÖ 4000-3500).
- 4- Marmara gölünün Bizans-Saruhanoğlu Beyliği dönemi kıyısı (GÖ 1000).
- 5- Marmara gölünün günümüzdeki kıyısı

Yukarıda belirtilen dönemlerin herbirinin kıyı çizgisinin daha detaylı verilebilmesi ve ara dönemlerin kıyı çizgisi ve doğal çevre değişmelerinin haritalanması için yeni sondaj çalışmalarına ve sondaj loglarının farklı analiz yöntemleri ile değerlendirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bulguların daha önce Hakyemez ve arkadaşlarınca (2013) belirlenen gölün oluşum ve gelişim evrelerden çok farklı olduğu anlaşılmıştır. Hakyemez ve arkadaşları (2013) Holosen evre 1 ve II dönemlerinde var olmadığını ifade etmektedirler. Bunun yanında, Holosen evre 1 olarak niteledikleri dönemde Akhisar'dan Salihli'ye ulaşan bir akarsuyun varlığını savunmaktadırlar (Hakyemez vd. 2013). Araştırmacıların bu savları ancak Salihli ovasına kuzeyden taşınan sedimanların var olup olmadığının belirlenmesi ile açıklanabilir. Yaptığımız sondaj çalışmalarında Gölarmara kasabası çevresindeki karbonatlı birimlerden gölün güneydoğusuna taşınmış sedimanlar tespit edilmemiştir. Yine aynı sondaj çalışmalarımız ve yapılan tarihlemeler alüvyon setinin Holosen'in başlarında (GÖ 11000) var olduğunu göstermektedir. Bu durumda araştırmacıların belirttiği Holosen III evresi tarihi daha eskiye gitmelidir (Hakyemez vd. 2013). Bir diğer bilgi, gölün batı kıyılarındaki sedimanların doğrudan Pliosen dolguları üzerine oturmasıdır. Bu bölümde 25 m'ye varan sondajlarda Pleistosen'e ait sediman bulunmaması gölün bulunduğu alanın bu dönemde çevresinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Nitekim gölün güney kenarını kesen faylar hem göl çukurluğunun güney sınırını belirlemiştir. Bununla beraber sondajlarımız gölün güneyinde görsel çamurlarının doğrudan Pliosen dolguları üzerine geldiğini, sadece gölün güneybatı çanağında ince bir katman halinde Pleistosen sedimanlarının bulunduğunu göstermiştir. Marmara gölündeki sediman kalınlığı göl batısındaki çanakta 25 m'ye ulaştığına göre gölün Geç Pleistosen'de oluşmaya başladığı ifade edilebilir. Diğer bir deyişle Gölarmara depresyonun tabanında Marmara gölünün oluşumu sağlayan setin oluşumu Geç Pleistosen ile birlikte olmuştur.

Marmara gölündeki Hidrografik bilanço iklimin kontrolündedir. Bu durumda gölün seviye ve alan değişimleri büyük ölçüde iklimle ilişkilidir. Göl seviye değişmelerinin ve iklimle ilişkilerinin anlaşılması için en uygun sedimanlar göl tabanından alınanlardır. Bunun yanında göl kenarındaki silikleşmiş taraçalar ve yansıttıkları dönemler önemlidir. Alanda çalışan Besonen 2-3 m derinliğindeki sondaj verilerine ve sismik-radar sonuçlarına dayanarak gölde kurak evreler olduğunu ve sık tekrar ettiğini savunmaktadır (Besonen vd. 2013). Bu çalışma sadece Geç Holosen'i verebilmiştir ve yaptığımız sondajlarda da saptanmıştır. Alandaki diğer bir çalışma aktüel göl sedimanlarında yapılmış 140 cm derinliğindeki sondajlara dayanmaktadır (Yeşiladalı ve Yalçın 2009). Jeokimyasal analizle yapılan çalışmada bu sedimanların 9300 yılı temsil ettiği savunulmuştur. Yaptığımız sondajlarda ancak 14-15 metrelerde günümüzden 11.000 yıl öncesine ulaşılabilmiştir. Bu durumda her iki araştırmanın sonuçları dikkatle değerlendirilmelidir. Nitekim Batı Anadolu grabenlerinde Holosen sedimanlarının ortalama kalınlığının 10-12 m arasında olduğu düşünüldüğünde bu veriler şüphelidir. Buna göre gölde göl sedimanlarının dönemlerinin ve en eski sedimanların yaşlarının belirlenmesinin yanında kurak ve nemli dönemleri yakalayabilecek yeni sondajların yapılması gereklidir. Bu durumu dikkate alarak göl tabanında sondajlara başlanmış ve özellikle polen ve izotop analizlerine yönelik sedimanlar alınmıştır. Bunlar paleoiklim özelliklerinin detaylı olarak saptanmasını hedefleyen yeni çalışmalarda değerlendirilecektir. Ayrıca, göldeki gastropodlar, mollusklar ve özellikle ostracodlar sistematik bir şekilde çalışılacaktır. Böylelikle daha detaylı bir paleocoğrafi rekonstrüksiyon yapmak mümkün olacaktır.

Gölün oluşumu, gelişimi ve görülen seviye-alan değişimleri çevresindeki kültürler üzerinde arazi kullanımı ve yerleşim seçimi açısından etkili olmuştur. Özellikle Kılcanlar höyüğünün gölün kuzey kenarındaki GÖ 7000 yılı kıyısında bulunuyor olması jeoarkeolojik ve paleocoğrafik olarak anlamlıdır. Bu durumda önünde Gördes çayı deltasının geliştiği bir kıyıda 7000 yıl önce göl ortamını kullanan bir Tunç Çağı kültürü yakalanmıştır. Bunun yanında daha net veriler bulunmamakla birlikte arkeologların sözlü olarak ifade ettikleri (Roosevelt 2018) Neolitik olabilecek bulguların gölün güney kenarındaki tabanında yer alması oldukça önemlidir. Buna göre Geç Pleistosen'de oluştuğunu düşündüğümüz gölün günümüzden 9000 yıl önceki güneybatı kıyısı bugünkü kıyıdan 150 m kadar kuzeyde günümüzdeki gölün içindedir. Diğer bir deyişle 11.000 yıl önce oluşan gölün kıyısının Neolitik'te bu buluntu alanında yer aldığı ve güney kenarını sınırlayan Bintepeleler platosu nedeniyle yatay yönde kıyı çizgisinin çok fazla değişmediği ifade edilebilir. Bu değişimde iklimin etkisi önemlidir ancak henüz ortaya konulmamıştır. Bu konunun daha detaylı ele alınması amacıyla gölün güneyindeki Neolitik buluntu alanında sondajların yapılması planlanmıştır. Bu çalışma ile daha güvenilir verilere ulaşmak mümkündür. Eldeki bilgiler, gölü oluşturan alüvyon setinin 11.000-8000 yılları arasında hızla belirginleştiğini ve gerisindeki göl alanının yaklaşık GÖ 8000 yıl önce en geniş alana ulaştığını göstermektedir. Bu veriler, göl gelişiminin Hakyemez ve arkadaşlarının (2013) savduklarından çok farklı olduğunu doğrulamaktadır. Gölün güney kenarındaki sırtlarda bulunan Kaymakçı yerleşimi ise özellikle son 2000 yıldaki değişimlerden etkilenmiştir. Yeşiladalı ve Yalçın (2009) sığ olan sondajlarına dayanan çalışmalarında muhtemelen bu döneme ait verileri sunmuş olmalıdırlar. Bu durumda konu daha önce ifade ettiğimiz gibi daha ayrıntılı ele alınmalıdır.

4. Sonuç

Marmara gölünün Holosen paleocoğrafyası ve doğal çevre değişimlerinin Tunç Çağı'ndan günümüze insanlar üzerindeki etkilerini açıklamaya yönelik multidisipliner bir proje ile yürütülen araştırmanın sonucunda şu sonuçlara ulaşılmıştır.

- Marmara gölü çevresinde yapılan sondajlarda, gölün Gediz ırmağına bağlı olarak oluşan bir alüvyon set gölü olduğu bilgisi tekrar teyit edilmiş ve bu setin kuzey kesiminin eski bir etek dolgununun devamı niteliğindeki birikinti yelpazesinin kontrolünde geliştiği anlaşılmıştır.

- Gölün kuzeyinde gölsel ortam koşulları Holosen başları ile birlikte var olmuştur. Ancak bu çalışmanın ilk bulguları gölün güney kesiminin yaşının kuzey kesime göre çok daha eskilere gittiğini göstermektedir. Gördes çayı deltası sondaj örneklerinin analizleri sonucunda gölün kuzey bölümünün yaşının 11.000 yıldan geriye gitmediği diğer bir ifadeyle, Pleistosen'de var olmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın gölün, güneydeki kesimde Geç Pleistosen'de var olduğu anlaşılmıştır. Bu konuda sondajlara başlanmış ve detaylı analizlere başlanmıştır. Bu yeni çalışma ve bulguları ayrı bir yayında değerlendirilecektir.

- Marmara gölü içindeki gölsel tortular ve çevresindeki alüvyal düzlüklerin dolguları göl alanının ve kıyı çizgisinin son 8000 yıl boyunca değiştiğini ortaya koymuştur (Şekil 11).

- Eldeki bilgilerin ışığında göl doğusundaki alüvyon setinin gelişimine bağlı olarak gölün alanının en geniş olduğu dönemin GÖ. 8000 olduğu ifade edilebilir. 8000 yıldan günümüze Gördes çayı deltasının gelişimine bağlı olarak gölün 4 karakteristik kıyı çizgisi ve o dönemlerdeki alanı kabaca belirlenmiştir. Gölsel katmanlardan birçok kurak ve nemli evrenin var olduğu anlaşılmıştır. Bu evreler çok daha ayrıntılı sondajlarla yeni bir çalışmada ele alınacaktır.

- Göl ve çevresinin günümüzden 7000 yıl önce (Orta Holosen) o zamanki gölün kuzey kenarında Tunç Çağı kültürleri tarafından değerlendirildiği Kılcanlar höyüğü örneği ile aydınlatılmıştır. Kılcanlar yerleşiminin yarımada şeklinde küçük bir çıkıntı üzerinde olduğu doğusunda bir koy bulunduğu belirlenmiştir.

-Göl ve çevresindeki değişmelerin iklimde meydana gelmiş olabilecek salınımlarla uyumlu olup olmadığı sorusu ortaya çıkmış ve buna yönelik sondajlar planlanmıştır. Lidya, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine ait iklim ve benzeri doğal çevre değişmelerinin izlerinin göl sedimanlarında saklı olduğu düşüncesi ile bu dönemlerdeki değişmeleri de ortaya koymaya yönelik çalışmalar ön plana çıkarılmış, gölün güney kıyısında ve gölde sondajlara başlanmıştır. Gölün evrelerini çeşitlendirmek daha sık aralıklarla vermek bu çalışmaların tamamlanması ile mümkün olacaktır.

- Gördes deltası dolgularında bataklık sedimanları içinde GÖ 3600'lü yıllara ait Sanctorini volkanının Minoan patlamasına ait küller bulunmuştur. Bu küller kronostratigrafik bir referans olarak kullanılmış, hem göreceli tarihlleme hem de bulunduğu dönemin eski yüzeyini vermiştir.

Marmara gölü çevresinde, Kaymakçı höyüğü projesi kapsamında, daha geniş bir perspektifte multidisipliner bir ekiple süren jeoarkeoloji çalışmalarımızın sonuçlarının bu metindeki sonuçlara önemli katkılar yapacağı açık olduğundan detaylı paleoklimatoloji değerlendirmeleri sonraki yayınlara bırakılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma 2010 yılında başlatılmıştır. Ancak sondaj çalışmalarının büyük bölümü Kaymakçı antik yerleşimi arkeolojik kazı projesi kapsamında son iki yıldır sürdürülmektedir. Bu nedenle destekleri için kazı başkanı Doç. Dr. Christopher H. Roosevelt'e teşekkürlerimi sunuyorum. C14 tarihllemelerinin yapılmasını sağlayan ÇEKÜL Vakfına ve başkanı Prof. Dr. Metin Sözen'e özellikle teşekkür etmek isterim. Yoğun emek ve özveri gerektiren sondajlarda çalışan başta Yüksel Yıldız ve Mustafa Tunç olmak üzere tüm öğrencilerimize teşekkür ederim.

Referanslar

- Akdeniz, E., 2011. Tarih Öncesinden İlk Demir Çağı'na Manisa, Akhisar Belediyesi Kültür Yayınları, Akhisar.
- Besonen, M.R., C.H. Roosevelt, and C. Luke., 2013. "Late Holocene Paleohydrology in Central Western Turkey." Geological Society of America, South-Central Section, 47th Annual Meeting; April, 2013.
- Butzer, K.W., 1982. Archaeology as Human Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ceylan, M.A., 1999. Dibek-Çomaklı Dağı (Manisa) Çevresinin Doğal Ortam Özellikleri ve Dam Yerleşmelerine Etkileri. Doğu Coğrafya Dergisi 10, s.133-168.
- Dilek, Y., Altunkaynak Ş., Öner Z., 2009. Syn-extensional granitoids in the Menderes core complex and the Late Cenozoic extensional tectonics of the Aegean province, Extending a Continent: Architecture, Rheology and Heat Budget, Edition: vol. 321, Chapter: 10, Publisher: Geological Society, Editors: U. Ring and B. Wernicke, pp.197-223., London.
- DMİ., 2015. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü İklim Verileri, Ankara.
- DSİ., 2015. Devlet Su İleri Genel Müdürlüğü Akım Verileri, Ankara.
- Dunn, S. E., 2002. The chronology of the Aegean late bronze age with special reference to the Minoan eruption of Thera, Durham theses, Durham University. Available at Durham E-Theses.
- Düvenci, Y.R., 2013. Bağlararası'nda Santorini Külleri (Çeşme Bağlararası'nda 4600 yıl öncesine ait tarihi kalıntılar)" Bütün Dünya 2000, 16 (185), 55-58.
- Eastwood, W.J., Pearce, N. J. G., Westgate, J. A., Perkins, W. T., 1998. "Recognition of Santorini (Minoan) Tephra in Lake Sediments from Gölhisar Gölü, Southwest Turkey by Laser Ablation ICP-MS," *JAS* 25, 677-687.
- Eastwood, W.J., Pearce, N. J. G., Westgate, J. A., Perkins, W. T., Lamb, H.F., Roberts, N., 1999. "Geochemistry of Santorini tephra in lake sediments from Southwest Turkey", *Global and Planetary Change*, 21, 17-29.
- Eastwood, W. J., Tibby, J., Roberts, N., Birks, H. J. B., Lamb, H. F., 2002. "The environmental impact of the Minoan eruption of Santorini (Thera): statistical analysis of palaeoecological data from Gölhisar, southwest Turkey", *The Holocene*, 12 (4), 431-444.
- Emre, T., 1996. Gediz Grabeni'nin Tektonik Evrimi, Jeoloji Bülteni, Cilt 39, Sayı 2, s.1-18.
- Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Özcan, H., 2009. Optically Stimulated Luminescence to Date Coastal Dunes and a Possible Tsunami Layer on the Kavak Delta (Saras Gulf, NW Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18, 465-474.
- Erol, O., 1983. Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi, Jeomorfoloji Dergisi, No:11, s. 1-22.
- Friedrich W. L., 2000. Fire in the Sea, The Santorini Volcano: Natural History and the Legend of Atlantis. London: Cambridge Univ Press, 258 p
- Friedrich, W. L., Kromer, B., Friedrich, M., Heinemeier, J., Pfeiffer, T., Talamo, S., 2006. "Santorini Eruption Radiocarbon Dated to 1627-1600 B.C.", *Science*, 312, 548.

- Friedrich, W. L., Heinemeier, J., 2009. The Minoan eruption of Santorini radiocarbon dated to 1613 ± 13 BC - geological and stratigraphic considerations. 57-63. Time's Up! Dating the Minoan Eruption of Santorini, Monographs of the Danish Institute at Athens Volume 10, Editor: Hallager, E., Athens: Aarhus University Press.
- Friedrich, W. L., 2013. "The Minoan Eruption of Santorini around 1613 B.C. and its consequences", Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, 9, 37-48.
- Gülersoy, A.E., 2013. Marmara Gölü Yakın Çevresinde Arazi Kullanımı Faaliyetlerinin Zamansal Değişimi (1975-2011) ve Göl Ekosistemine Etkileri. Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 61, s. 31-34.
- Günel, N., 1986. Gediz ve Büyük Menderes Havzaları Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- Hakyemez, Y. H., Göktaş F., Erkal T., 2013. Gediz Grabeninin Kuvaterner Jeolojisi ve Evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 56, Sayı 2, s. 1-26.
- İzdar, E., 1971. Introduction to geology and metamorphism of Menderes Massif of Western Turkey. In Geology and History of Turkey. Ed. By. A.S. Campbell. pp.495-500, Tripoli.
- Kayan, İ., 1998. Yeni yaklaşımlarla Türkiye'nin Plio-Kuaterner paleocoğrafyası. "21. Yüzyıla doğru Türkiye" Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 15-19 Nisan 1996. Ankara. A.Ü. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi 6, Ankara, s. 189-197.
- Kayan, İ., Öner, E., 2013. "Bayraklı Höyüğü (İzmir) Çevresinin Holosen'deki Jeomorfolojik Gelişimi [Holocene Geomorphological Evolution of Coastal Environment Around Bayraklı Mound (İzmir)] (135-158)". *Profesör Doktor Asaf Koçman'a Armağan*. Editör: Öner, E. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Koçman, A., 1989. Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar Yöresi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniv. Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 49, İzmir.
- Manning, S., 1988. "The Bronze Age Eruption of Thera: Absolute Dating, Aegean Chronology and Mediterranean Cultural Interrelations", *Journal of Mediterranean Archaeology*, 1(1), 17-82.
- Manning S W, Ramsey C B, Kutschera W, Higham T, Kromer B, Steier P, Wild E. M., 2006. Chronology for the Aegean Late Bronze Age 1700-1400 B.C.. *Science*, 312: 565-569
- Mimaroglu, M., 2013. Gediz Havzası'nın Son Tunç Çağı Tarihi Coğrafyası, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 149 sayfa, Aydın.
- Omaç, F., 2014. "Çeşme kazısında bugüne kadar bilinmeyen bir volkan patlamasının külleri ortaya çıktı", *Çeşme Aktüel*, 73, 24-27.
- Öner, E., 1997a. "Eşen Çayı Taşkın - Delta Ovasının Jeomorfolojisi ve Antik Patara Limanı", *Ege Coğrafya Dergisi* 9, 89-130.
- Öner, E., 1997b. "Eşen Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Likya Antik Kentleri". A.Ü.Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi 6, 203 – 242.
- Öner, E., 1999. "Letoon ve Çevresinde Paleo-Jeomorfolojik Araştırmalar", *Ege Coğrafya Dergisi* 10, 51-82.
- Öner, E., 2013. Likya'da Paleocoğrafya ve Jeoarkeoloji Araştırmaları. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Öner, E., Kayan, İ., 2006. "İzmir Körfezi Kıyılarında Alüvyon Birikimi ile Karşiyaka ve Bayraklı Kıyıların Şekillenmesi", *Karşiyaka Kültür ve Çevre Sempozyumu, Bildiri Kitabı*, 8 - 22, İzmir.
- Öner, E., Vardar S., 2018. Santorini Tephra Bulguları ve Mikropaleontolojik Analizler Işığında Çeşme Bağlararası (İzmir) Tunç Çağı Jeoarkeolojisi. *Jeomorfoloji Derneği Bülteni*, 2, 21-31.
- Ramsey, C. B., Manning, S. W., Galimberti, M., 2004. "Dating The Volcanic Eruption At Thera", *Radiocarbon*, 46 (1), 325-344.
- Roosevelt, C.H., 2002. "Lydian and Persian Period Site Distribution in Lydia." *Arc haeological Institute of America, Annual Meeting*, Philadelphia, PA.
- Roosevelt, H. C., 2009. *The Archaeology of Lydia: From Gyges to Alexander*, Cambridge University Press, , Newyork.
- Roosevelt, C. H., 2012. "The Central Lydia Archaeological Survey: 2011 Work at Kaymakçı and in the Marmara Lake Basin." "34th International Symposium of Excavations, Surveys and Archaeometry, General Directorate of Cultural Heritage and Museums, Ministry of Culture and Tourism, Republic of Turkey; Turkey, Çorum.
- Roosevelt, C. H., 2018. Sözlü ifade. Salihli, Tekelioğlu.
- Sullivan, D.G., 1988. "The Discovery of Santorini Minoan Tephra in Western Turkey", *Nature*, 333, 552-554. Amsterdam.
- Sullivan, D.G., 1990. "Minoan tephra in lake sediments in Western Turkey, dating the eruption and assessing the atmospheric dispersal of the ash. In Thera and the Aegean World III, *Volume Three: Chronology. Proceedings of the Third International Congress, Santorini, Greece*". Thera Foundation, London, 114–119.
- Şahoğlu V., Büyükkulusoy Ü.Ç., Erbil Y.H., Erkanal H. Tuğcu İ., 2014. 2012 yılı Çeşme –Bağlararası kazıları, *Anatolia* 40, 179-198.
- Texier, C., 1923. *Küçük Asya, Çeviren: Ali Suat*, Cilt II, İstanbul.
- Weiner, S., 2010. *Human Interactions with the Geosphere Microarchaeology, Beyond The Visible Archaeological Record*, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, Cambridge.
- Vardar, S., Altıner, A., 2003. "Gölcük Gölünün (İzmir/Ödemiş) Jeomorfolojisi (Bir Tephra Kronolojisi Örneği)", *CBÜ Sosyal Bilimler*, 1 (2), 93-104.
- Vardar, S., Sarıöz, E., 2006. Torbalı Ovasının Kuzey ve Güney Kesimlerinin Alüvyal Gelişimi ve Doğal Ortam Değişmelerine Etkileri, *Ekoloji Dergisi*, 15, 60, s. 55-64.

- Vardar, S., 2010. Madra Çayı Deltası'nın Holosen Kıyı Paleocoğrafyasının Değerlendirilmesinde Foraminifer ve Ostracod (Crustacea)'ların Bir Ortam Belirleme İndikatörü Olarak Kullanımı. TUCAUM 2010 Sempozyum bildiri kitabı, 263-273.
- Vardar, S., 2011. Kayacık Coğrafyası, Coğrafi Verilerin Koruma ve Planlamada Önemi. 2. Kayacık Tarih ve Kültür Festivali, 12-15 Mayıs, Gördes.
- Vardar, S., 2015. Küçük Menderes Havzası Doğu Bölümünde Paleocoğrafya Araştırmaları, Ödemiş Ovasında Jeoarkeolojik Değerlendirmeler, İzmir Kent Kitaplığı 107, ISBN: 978-975-18-0186-9, İzmir.
- Vardar S., Öner, E., 2016. "Batı ve Güneybatı Anadolu'nun Paleocoğrafyası ve Jeoarkeolojisinde Santorini (Thera) Küllerinin Önemi", A.Ü. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Coğrafi Bilimler Dergisi, Cilt 14, Sayı 1,15-37.
- Vardar S., Öner E., 2017. Batı Anadolu'da Yeni Santorini Tephra Bulguları ve Paleocoğrafya-Jeoarkeoloji Değerlendirmelerindeki Önemi. Türk Coğrafya Kurumu 75. Yılı Uluslararası Sempozyumu, 8-10 Kasım 2017, Ankara.
- Vespa, M., Keller, J. & Gertisser, R., 2006. Interplinian explosive activity of Santorini volcano (Greece) during the past 150,000 years. Journal of Volcanology and Geothermal Research 153, 206–286.
- Yeşiladalı, Ö.B., Yalçın, M.N., 2009. Marmara Gölü Çökel İstifinin Jeokimyasal Özellikleri: Batı Anadolu'nun Geç Kuvaterner Ortamsal Evrimine Katkıları. 62 Türkiye Jeoloji Kurultayı 13-17 Nisan, Bildiri Özetleri Kitabı, MTA-Ankara, s. 296-297.
- Yiğitbaşıoğlu, H., 2003. "Santorini Volkanı ve Minoan Püskürmesinin Türkiye'deki İzleri", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1 (1), 69-74.