

**Acıgöl Havza Dolgusu 601 m'lik Sondaj Karotunun
Jeokronolojisi (GB Anadolu, Türkiye)**

Program Kodu: 2504

Proje No: 114Y723

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. M. Cihat ALÇİÇEK

Araştırmacı(lar):
Prof. Dr. Cahit HELVACI
Prof. Dr. Hülya ALÇİÇEK

Mayıs 2017
DENİZLİ

Önsöz

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Fransa Ulusal Araştırma Merkezi CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) arasında Uluslararası İkili İşbirliği kapsamında (2504) desteklenen (ÇAYDAG114Y723) “Acıgöl havza dolgusu 601 m’lik sondaj karotunun jeokronolojisi” konulu çalışmada, paleomanyetizma ve kozmojenik izotop radyoaktivitesine dayalı tarihlendirme gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de bir göl istifinden alınmış en uzun karot boyunca gerçekleştirilen jeokronolojik uygulama olması ile ilksel nitelik taşır. Bölgede mevcut jeolojik verilerle birlikte yeni farklı yöntemlerin çapraz denetimi gözetilerek gerçekleştirilen çalışma sonuçları birbirini desteklediği görülmüştür. Uygulanan jeokronolojik yöntemler 601 m derinliğindeki gölsel birimin depolanma süreçlerine yaklaşımlar getirmiştir. Sonuçlar benzer jeodinamik yerleşimlerdeki başka havza dolgusu istifleri için bir referans niteliği taşır. Uluslararası bilimsel makaleler olarak hazırlanmakta olan bulguların bir kısmı aşağıda belirtilen uluslararası bildiriler olarak sunulmuştur:

- Demory F. Perrin M. Alçiçek M.C. Lebatard A-E. Nomade S. Adrieu-Ponel V. Morteza D. Rochette P. Helvacı C. 2016. Preliminary results on a promising long paleoclimatic archive for the Near East: the lacustrine sequence of Acıgöl (Anatolia, Turkey). EGU General Assembly, April 17-22, Vienna.
- Andrieu-Ponel V. Demory F. Perrin M. Alçiçek M.C. Lebatard A-E. Nomade S. Djamali M. Rochette P. Helvacı C. 2016. The long climatic sequence of Acıgöl Lake, NW Turkey: first chronological and palynological results. 25th RST, October 24-28, Caen, France.
- Andrieu-Ponel V. Rochette P. Lebatard A-E. Boulbes N. Mayda S. Moigne A-M. Vialet A. Alçiçek M.C. 2017. The Acıgöl Lake near Denizli, Turkey: a window on the environment of the Kocabaş hominin at 1.2 Ma. 7th ESHE, September 21-23, Leiden, Netherlands.
- Andrieu-Ponel V. Rochette P. Vialet A. Rambeau C. Alçiçek H. Boulbes N. Demory F. Helvacı C. Lebatard A-E. Mayda S. Henri M. Moigne A-M. Perrin M. Ponel P. Nomade S. Alçiçek M.C. 2017. Non Pollen Palynomorphs and pollen of the long lacustrine sequence of Acıgöl (Anatolia, Turkey): preliminary results. VIIth NPP, June 12-14, Liverpool, UK.
- Rambeau C. Alçiçek M.C. Andrieu-Ponel V. Demory F. Alçiçek H. Helvacı C. Lebatard A-E. Rochette P. Perrin M. Nomade S. 2017. Sedimentary history of Lake Acıgöl (SW Turkey): potential for a new long-term Quaternary palaeoclimatic record in Anatolia. 33rd International Association of Sedimentologists (IMS2015) October 10-12, Toulouse, France

ALKİM Alkali Kimya A.Ş. Genel Müdürü Sayın Hüseyin ÜNLÜ nezdinde, Şirket Yönetim Kurulu’na böylesi önemli bir bilimsel çalışmanın gerçekleştirilmesi için kaçınılmaz derecede önemli olan bu karotun araştırılması için verdikleri izin ve sağladıkları olanaklardan dolayı proje ekibi olarak şükranlarımızı sunarız. Ayrıca ALKİM AŞ. Dazkırı Müessese Müdürü Sayın Ünal ARIK ve Müdür Yardımcısı Sayın Mahmut ESER’e çalışma boyunca gösterdikleri sıcak ilgileri ve sağladıkları olanaklar için teşekkürü bir borç biliriz. Çalışma süresince Dr. François Demory, Dr. Valerie Andrieu-Ponel (*Centre Européen de Recherche et d’Enseignement des Géosciences de l’Environnement*), Dr. Claire RAMBEAU ve Stephen SKUKAN (*University of Freiburg*) bilgi ve deneyimlerini paylaşarak katkı sağlamışlardır.

Prof. Dr. M. Cihat ALÇİÇEK

İçindekiler	Sayfa
Önsöz	i
Şekiller listesi	iii
Tablolar listesi	v
Özet	vi
Abstract	vii
1. Giriş	1
2. Jeolojik Konum	2
3. Jeokronolojik Çalışmalar	6
3.1. Paleomanyetizma ölçümleri	6
3.2. TCN (<i>Terrestrial Cosmogenic Nucleid</i>): $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ gömülme yaşı ölçümleri	10
3.2.1. Örnekleme ve kimyasal işlemler	11
3.2.2. Sedimentolojik çalışmalar	15
3.2.3. Eski ortam çalışmaları	16
4. Tartışma	20
4.1. Otojenik $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ tayini	25
4.2. Kayaç manyetizması ve paleomanyetik tarihlendirme	26
5. Sonuçlar	30
Kaynaklar	31

Şekiller listesi

Sayfa

- Şekil 2.1** (a) Doğu Akdeniz bölgesi ana tektonik hatları (Bozkurt 2003, Glover ve Robertson 1998'dan basitleştirilerek hazırlanmıştır), (b) Acıgöl'ün konumunu gösteren, GB Anadolu'nun ana tektonik yapıları ve sedimanter havzalarını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Konak 2002, Turan 2002, Şenel 2002, Konak ve Şenel 2002'den bütünlendirilerek hazırlanmıştır). 2
- Şekil 2.2.** Acıgöl ve çevresinin jeoloji haritası (Şenel 1997a, b). Çalışılan 601 m'lik sondaj karotun alındığı lokasyon Yüreğil köyünün 2 km güneyinde yıldız ile işaretlidir. 3
- Şekil 3.1.** Paleomanyetik örnekleme ve ölçüm aşamaları; 1) Güncel ve güncel yakın radyasyon düzeyi ile kalibrasyon amacı ile kuru mevsimde kazı çukurlarından örnekleme, 2) Doğrudan çalışma konusu edilen 601 m'lik sondaj karotundan yapılan örneklemeyle ilişkin bir görüntü, 3) Paleomanyetik yönelimin yerinde ölçümü için karot boyuca alınan ve laboratuvarda küp ve silindir şeklinde biçimlendirilmiş örneklerin CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) *Europôle de l'Arbois* laboratuvarlarında bulunan paleomanyetik ölçüm cihazı ve düzeneğin görünümü. 8
- Şekil 3.2.** TCN ve paleomanyetizma tarihlendirme yöntemlerinin uygulanabildiği yıl aralığı ve diğer yöntemlerle karşılaştırması. 10
- Şekil 3.3.** Hızlandırılmış Kütle Spektrometresi (*AMS, Accelerator Mass Spectrometry*) analiz laboratuvarları. CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) bünyesinde bulunan ASTER (*Accélérateur pour les Sciences de la Terre, Environnement et Risques*) olanağı, Aix-en-Provence, Fransa. 12
- Şekil 3.4.** Acıgöl havzası 601 m'lik sondaj karotunun tümü ve yakın görünüşü (karotun alındığı lokasyon için Şekil 2.2'ye bakınız). Güncel manyetik ve radyasyon kalibrasyonu için güncel göl düzeyinde açılan örnekleme çukurları. Benzer örnekleme kayık kullanarak aktif göl tabanından çamur örneği alınarak desteklenmiştir. 13
- Şekil 3.5.** Laboratuvarda fiziko-kimyasal örnek hazırlanışı ve HCl ile dekarbonizasyon süreci. 14
- Şekil 3.6.** Acıgöl havzası 601 m'lik karot boyunca ana litolojik birimlerin karşılaştırılması. 15
- Şekil 3.7.** Ağaç toplulukları polen diyagramı. Değerler, algler, iri kalıntılar ve polen olmayan palinomorflar (*NPP; Non-Pollen Palynomorphs*) hariç polen toplamının yüzdesidir. 16
- Şekil 3.8.** Ağaç toplulukları polen diyagramı. Değerler; algler, iri kalıntılar ve polen olmayan palinomorflar (*NPP, Non-Pollen Palynomorphs*) hariç polen toplamının yüzdesidir. 18
- Şekil 3.9.** Alg topluluklarına ait sonuçları: algae, microremains ve fungi spores. Değerler tortul yoğunluğu/gram cinsindedir. Renkler gün ışığında: coprophilous fungi spores. 18
- Şekil 3.10.** İlk beş örnek, Akdeniz *Pinus* türlerinin baskın olduğu 514,7nci metrede, stepik ve/veya halophytik herbaceae türünün yüksek oranda varlığını gösterir. *Pinus* daima baskındır. İki tür *Pinus* yaygındır: küçük (*Pinus sylvestris* t.) ve büyük (*Mediterranean Pinus*). Ayrıca daha ender olarak *P. halepensis* t. Ayrıca *Abies*, *Cedrus* ve *Picea* varlığı da gözlenmektedir. Bu taxa meşe ormanı ağaç örtüsü (yaprak döken ve dökmeyen *Quercus*, *Prunus*, *Corylus* ve *Acer*) ile birlikte bulunur ve bu türler sulak ortam ormanlarında yaşarlar (iki tip *Alnu*: *A. glutinosa* t. ve *A. viridis* t.). Açık ve az çok kurak ortam baskın bitki toplulukları: *Chenopodiaceae*, *Atriplex*, *various Compositae*, *Calystegia*, *Convolvulus*, *Linum*, *Plantago*. Sulak bitkilerin yokluğu ve *Lemna* varlığı sığ su depolanam ortamını gösterir. 514,7nci 19

metrede bulunan örnek, oksitli ortamlar için tanıtman alg türü olan *Botryococcus* yoğunluğu, göl tabanının yüzeylemesi veya çok düşük göl düzeyini gösterir. Özellikle *herbaceae* türündeki taxonomik çeşitlilik oldukça yüksektir (68 vascular bitki taxa). Exotik veya üçüncül kalıntılar bulunmamıştır. Oristik topluluklar modern Akdeniz=ora toplulukları ile tipiktir. *Cerealia* olarak adlandırılan *Poaceae* grupları büyük delik ve kalın halkalı büyük tanelerdir ve özellikle 571 m derinlikteki tüm örneklerde görülürler. Bunlar tahıllar için dağılım merkezi olarak bilinen Anadolu ve orta Doğu bölgeleri olarak günümüzde ekilen *Cerealia* türünün atası ile ilişkili olmalıdır. 571 metrede ör: *Sporormiella*, *Podospora*, *Delitschia* ve *Valsaria variospora* gibi çeşitli *coprophilous* mantar sporları da bulunmaktadır.

- Şekil 4.2.** Acıgöl karotu boyunca 5 adet kırıntılı örneğin $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranının zamansal gelişimi. 25
- Şekil 4.3.** Manyetik duyarlılık verileri: Solda, log10 olarak sunulan veri tefradan türemiş güçlü sinyali belirtir. Sağdaki çizgisel gösterimde 470. m'deki tefra düzeyi hariçtir. Burada volkanik sinyalden arındırılmış manyetik duyarlılık değişimini gösteren kırıntılı gelimine karşın karbonat üretimini gösterilmiştir. Düzleştirilmiş eğride ortalama veriler hariç tutulmuştur. 26
- Şekil 4.4.** Paleomanyetik yönelim ve referans manyetik polaritelerin (GTS2012) belirlenmesi ve jeomanyetik polariteler ile standart polarite kronları ile deneştirilmesi. 27
- Şekil 4.5.** Paleomanyetik polarite ölçüm çalışmaları ile edinilen yaş modeli. İstifin üst kesimleri için doğruluk göreceli artmakla beraber istifin alt kesimleri için göreceli olarak daha azdır. Model Olduvai kronu olsun veya olmasın paleomanyetik korelasyonlardan çıkarılmıştır. 28
- Şekil 4.6.** Acıgöl havzasında ALKİM A.Ş. tarafından alınan Helvacı vd. (2010) ve Helvacı vd. (2013) tarafından mineralojisi çalışılan sondaj logları (B-3 bu projede çalışma konusu edilen 601 m'lik sondaj karotudur). Sağdaki stratigrafik istif Alçıçek vd. (2013) tarafından karada yüzeyleyen gölsel birimler için belirlenen en eski yaş bulgusunu (3.4 My) gösterir (Van den Hoek Ostende 2015). Acıgöl karotu tüm göl istifini kesmemektedir ve dolayısı ile toplam göl kalınlığına erişmemektedir. Dolayısı ile karada tektonik ile yüzeylemiş olan aynı gölsel biriminden, yani paleontolojik yöntemlerle belirlenen 3.4 My'dan daha gençtir. Acıgöl havzası tortul dolgusundan alınan 601 m'lik sondaj karotu boyunca alınan 126 adet paleomanyetizma, 5 adet kozmojenik izotop ve bunlara ilave olarak kalibrasyon amacı ile kullanılan 7 adet güncel yüzey örneklerinin farklı yöntemler kullanılarak ölçümleri ve bu ölçümlerin çapraz kontrolü gerçekleştirilmiştir. Kozmojenik izotop ve paleomanyetizma çalışmalarında bu duruma uygun olarak en eski yaş bulgusu olarak 1.945-1.78 My aralığı belirlenmiştir.

Tablolar listesi	Sayfa
Tablo 3.1. Ömeklenen 601 m'lik karot sandıklarına metrik değerler.	7
Tablo 3.2. Paleomanyetizma ve manyetik susseptibilite çalışmasına ait ölçüm değerleri.	9
Tablo 3.3. Acıgöl havzası güncel radyasyon miktarı için alınan yüzey örneklerine dair bilgiler.	11
Tablo 3.4. Paleomanyetizma örneklerinden artan kalıntılardan polen örnek düzeyleri.	17
Tablo 4.1. Acıgöl havzası 601 m uzunluğundaki sondaj karotu boyunca alınan kozmojenik izotop, paleomanyetizma, manyetik duyarlılık ve polen örneklerinin listesi	21

Özet

Acıgöl havzası, 2009 yılında ALKİM A.Ş. tarafından karotlu sondajla 601 m. kesilmiştir. Türkiye’de alınmış en uzun gölssel karot olup, uzun bir zaman aralığını simgelemektedir. Paleomanyetizma ve kozmojenik izotop yöntemleri bu kalınlıktaki depolanmaya karşılık gelen zamanı belirleme kapasitesine sahiptir. Bu amaçla karot boyunca paleomanyetizma ölçümleri için 126, kozmojenik izotoplar için 5 ve kalibrasyon için 7 adet örnek CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) bünyesindeki CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d’Enseignement des Géosciences de l’Environnement*) laboratuvarlarında ölçülmüştür.

Gömülme tarihlenmesi için alınan 5 örneğin sonuçları; 601.07 m’de 2.0 ± 0.26 My, 495.30 m’de 1.9 ± 0.23 My, 385.77 m’de 1.00 ± 0.18 My, 188.58 m’de 0.9 ± 0.16 My olarak ölçülmüştür. 119.33 m’den alınan beşinci örnek kirlilik nedeniyle sonuç vermemiştir. Gömülme yaşları ile uyumlu olarak karot boyunca 126 adet paleomanyetizma ölçümü ile Brunhes, Matuyama, Jaramillo ve Olduvai alt-kronları belirlenebilmiştir. Uygulanan farklı jeokronolojik yöntemler birbirini desteklemektedir. Sonuçlar havza gelişim süreçleri ile birlikte sedimantasyon oranı ve iklimsel değişimlerin tarihlenmesine dair bölgesel kullanılabilir niteliktedir. Gölssel istifin tarihlendirilmesi, karot üzerinde yapılacak paleoiklim, biyostratigrafi, jeokimya ve mineraloji gibi başka çalışmalar için kullanışlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Paleomanyetizma, kozmojenik izotop, Acıgöl, Kuvaterner, GB Anadolu

Abstract

The Acıgöl basin has been drilled for 601 m by the ALKIM Company during 2009. This is the longest core which has ever taken in a lacustrine setting throughout Turkey, therefore supposed to be representative of a long time interval. The methods of palaeomagnetism and TCN (*Terrestrial Cosmogenic Nuclides*) are suitable to date such a thick succession. For this aim 126 samples have been taken for paleomagnetism, 5 samples for cosmonuclides and 7 for modern calibrations. The samples have been analysed in the CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) laboratory facilities of the CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*).

The five samples for burial dating were resulted in 2.0 ± 0.26 Ma at 601.07 m, 1.9 ± 0.23 Ma at 495.30 m, 1.00 ± 0.18 Ma at 385.77 m and 0.9 ± 0.16 My at 188.58 m. The fifth sample is barren due to contamination. The burial dating is compatible with the measurements of 126 samples taken for palaeomagnetism which are implying Brunhes, Matuyama, Jaramillo and Olduvai sub-chrons. Along the core different geochronological methods have been endorsed each other. Consequently the results are useful to date processes of the basin development, sedimentation rate and climatic changes. Dating of such a long lacustrine sequence will be of use for further palaeoclimatic, biostratigraphic, geochemical and mineralogical studies.

Key words: Paleomagnetism, cosmonucleide, Acıgöl, Quaternary, SW Anatolia

1. Giriş

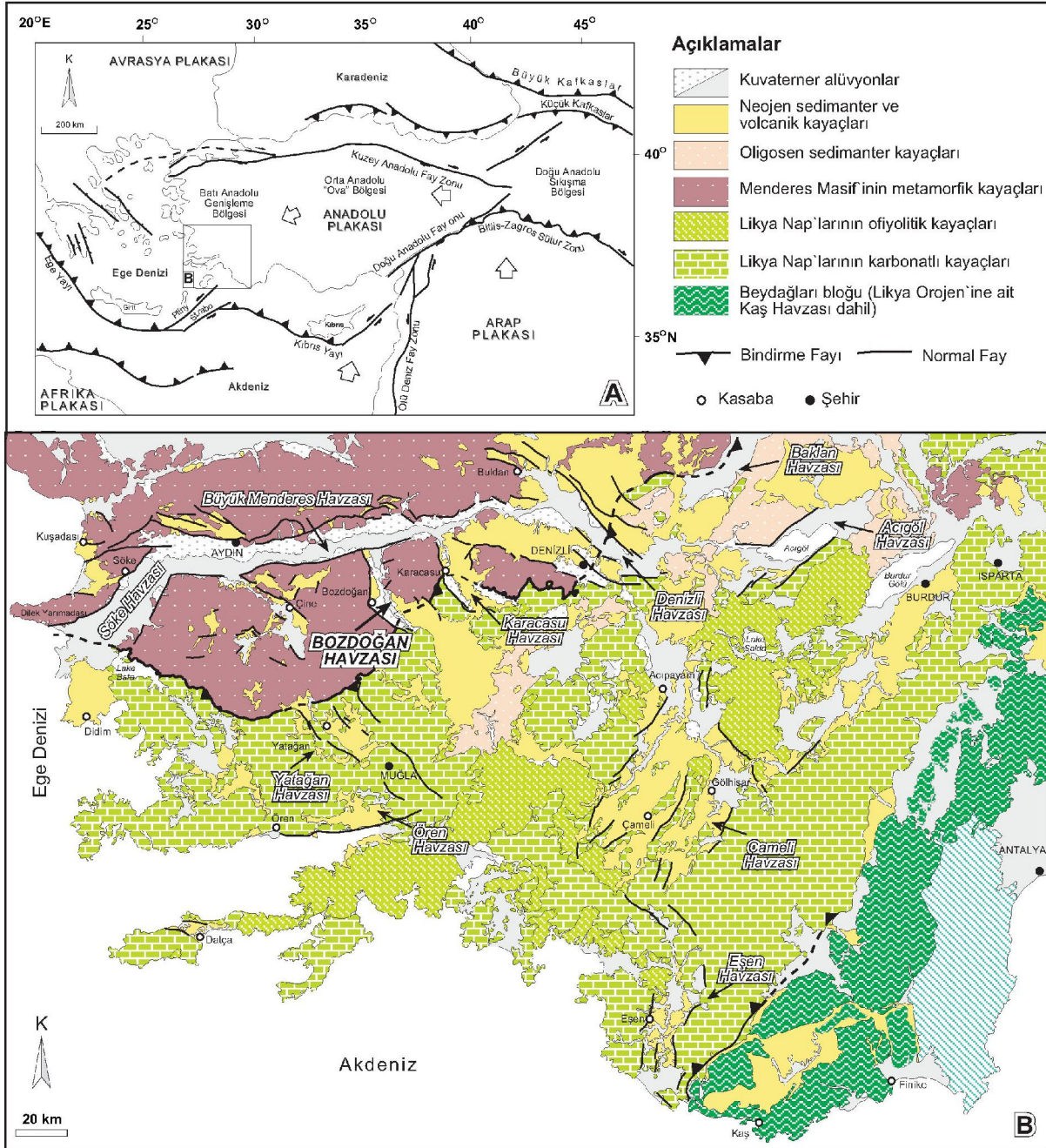
Acıgöl havzası 2009 yılında ALKİM A.Ş. tarafından karotlu sondajla 601 metre kesilmiştir. Proje ekibinin karot üzerinde mineralojik ve jeokimyasal çalışmalarının yanı sıra (Helvacı vd. 2010, Helvacı vd. 2013) Acıgöl havza dolgusunun depolanma ve paleoklimsel özellikleri ile birlikte bölgesel ölçekte havza gelişim mekanizması çalışmaları bulunmaktadır (Alçıçek 2009, Alçıçek vd. 2011, Alçıçek vd. 2013a). Bu çalışmalarda tortul birimler tarihlendirilmediği için jeolojik olayların zamanlaması sorun olarak kalmıştır. Bu projede uluslararası çok disiplinli bir çalışma ekibi ile Türkiye’de ilk kez bir göl istifinden alınmış 601 m uzunluktaki sondaj karotu jeokronolojik yöntemlerle tarihlendirilmektedir. Uluslararası işbirliği kapsamındaki çalışmada Fransız araştırmacılar laboratuvar olanağı ile bilgi paylaşımı sağlamış, Türkiye’den bir bursiyer öğrenci çalışmalar konusunda deneyim kazanmıştır.

Proje ekibinin bir kısmı önceki yıllarda yine bir TÜBİTAK-CNRS ikili işbirliği ile (TÜBİTAK-ÇAYDAG110Y335; Alçıçek vd. 2013b) Denizli havzası Kuvaterner tortullarına uyguladıkları paleomanyetizma ve TCN (*Terrestrial Cosmogenic Nuclides*) çalışmaları başarılı sonuçlar vermiştir (Lebatard vd. 2014a,b). Bu tarihlendirme yöntemleri birkaç milyon yıllık zaman kapasitesinde olup 601 m uzunluklu bir karota uygulanabilir niteliktedirler. Uygulanan farklı iki yöntemin çapraz kontrolle birbirini test ederek desteklemesi gözetilerek güvenilirlik üst düzeye taşınmıştır. Acıgöl havzasında edinilen tarihlendirme sonuçları, Denizli havzasında edinilen sonuçları desteklemektedir. Böylece test edilen yaşlar yerel ve bölgesel ölçekte kullanılabilir referans zaman-stratigrafi niteliği kazanmıştır.

Proje konusu edilen 601 m’lik sondaj karotu, Türkiye’de ilk kez bir gölsel istiftten alınmış en uzun karottur. Acıgöl havzası tortul dolgusunun tarihlendirmesine dair daha önce yapılmış bir çalışma bulunmaz. Bu projede Türkiye’de alınmış en uzun göl karotu manyetostatigrafi ve $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$ kozmojenik izotop radyoaktivitesine dayalı tarihlendirmeler yapılmıştır. Sonuçlar aynı zamanda uzun süreli havza gelişim süreçlerinin tarihlendirilmesi, sedimantasyon hızı ve havza çökme hızına dair kullanılabilir bilgiler vererek; bölgesel ölçekte referans zaman-stratigrafi kesit niteliği taşır. Sonuçlar ayrıca aynı karot üzerinde yürütülecek paleoklimsel, biyostratigrafik, jeokimyasal ve mineralojik çalışmaları da destekleyecek ve bu çalışmalar için kullanışlı olacaktır. Çalışma sonuçları özellikle Akdeniz kuşağında yer alan diğer eş-yaşlı havzalar için bilinenlere yeni bilgilerin eklenmesi ile bu coğrafya kuşağının gelişiminin daha ayrıntılı anlaşılması için yararlı olacaktır. Sonuçların uluslararası yayınlanma potansiyeli bulunmaktadır ve yayın çalışmaları sürdürülmektedir. İlk bulgular uluslararası ortamda duyurularak yaygın kullanılabilir potansiyeli gösterilmiştir (Demory vd. 2016, Andrieu-Ponel 2016, Andrieu-Ponel 2017a,b, Rambeau vd. 2017).

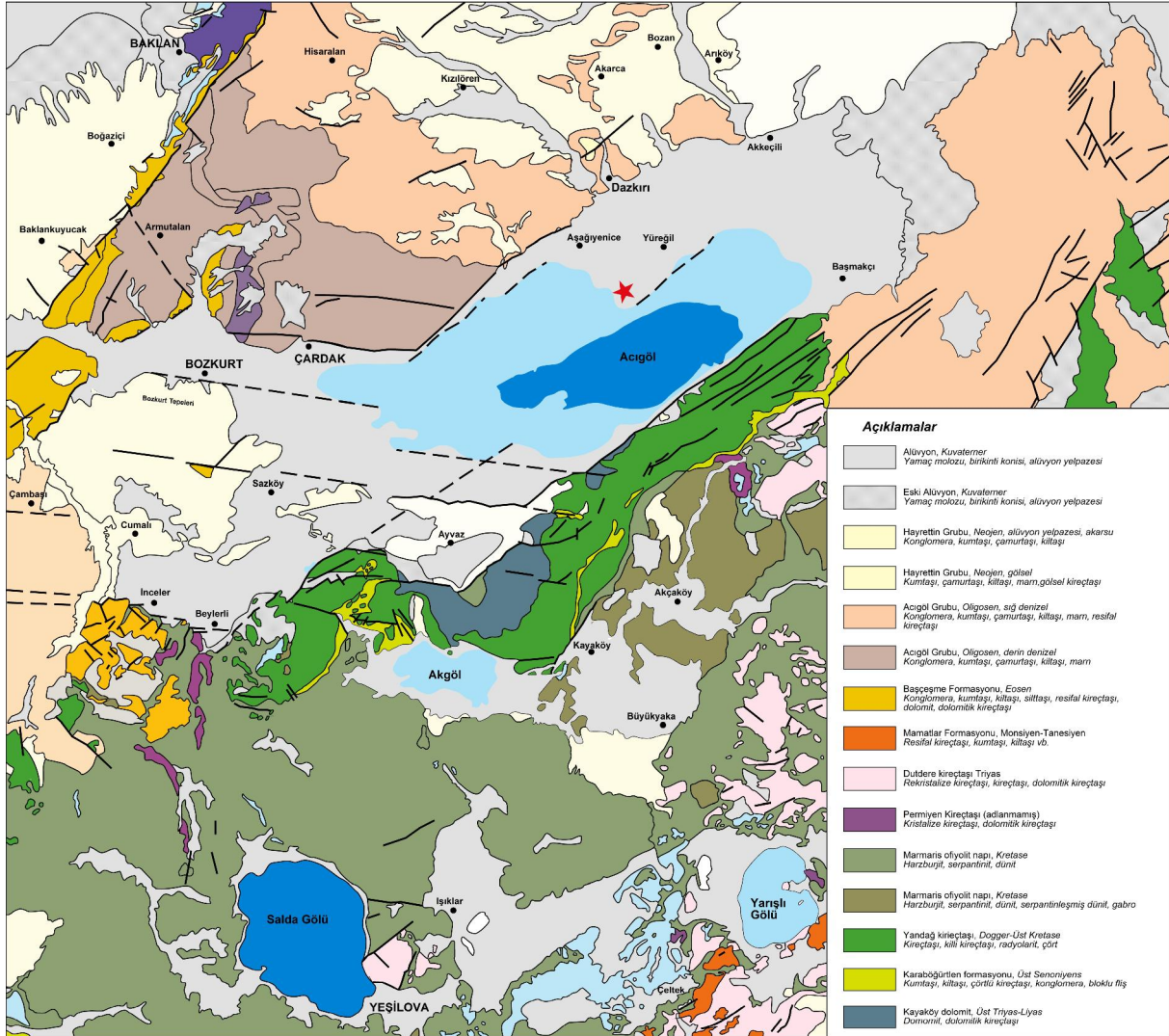
2. Jeolojik Konum

GB Anadolu bölgesi, Menderes Masifi ve Likya Toroslari olarak iki ana tektonostratigrafik birimden oluşur (Şekil 2.1). Acıgöl havzası başlıca Jura-Kretase karbotları, Kretase ofiyolitleri ve Oligosen denizel birimlerden oluşan Likya Toroslari üzerine yerleşir (Özgül ve Arpat 1973, Collins ve Robertson 1999, Okay vd. 2001, Sözbilir 2005).



Şekil 2.1 (a) Doğu Akdeniz bölgesi ana tektonik hatları (Şengör vd. 1985, Bozkurt 2003, Glover ve Robertson 1998'dan basitleştirilerek hazırlanmıştır), (b) Acıgöl'ün konumunu gösteren, GB Anadolu'nun ana tektonik yapıları ve sedimanter havzalarını gösteren basitleştirilmiş jeolojik harita (Konak 2002, Turan 2002, Şenel 2002, Konak ve Şenel 2002'den bütünlendirilerek hazırlanmıştır).

Acıgöl havzası, çevresindeki Baklan, Dinar ve Burdur havzaları gibi Likya Toroslari üzerinde bulunan karasal depolanma alanidir (Şekil 2.2). KD-GB uzanımlı Acıgöl havzası, batıda Maymundağ, doğuda Acıgöl fayı ile sınırlıdır. Sismik olarak aktif olan bu fayların denetlediği havza içinde sığ ve tuzlu sulu evaporitik bir göl bulunur. Acıgöl, göller bölgesinde yüzölçümü 154 km² olan, birkaç metre derinlikte, en uzun yeri 25, eni 8 km, denizden yüksekliği 836 m olan bir göldür. Günümüzde batıdaki Baklan, doğudaki Burdur ve kuzeyde Dinar grabenleri ile bağlantılı olmayan, akarsulardan izole bir “kalıntı evaporitik çöküntü” alanıdır. Göreceli az yağışlı ortamda, küçük akarsularla beslenen Acıgöl’ün dışa akışı (ayağı) bulunmaz. Daha yüksek (854 m) bulunan Burdur Gölü sularının, iki havza arasında Triyas-Jura yaşlı evaporit içeren temel kayalardan ve bölgedeki ofiyolitlerden gelen sodyum sülfatlı çözeltilerden dolayı yüksek düzeyde tuzluluk değeri taşır. Yaz ve kış aylarında göl düzeyinde önemli değişimler olur (İzbırak 1996).



Şekil 2.2. Acıgöl ve çevresinin jeoloji haritası (Şenel 1997a, b). Çalışılan 601 m'lik sondaj karotun alındığı yer Yüreğil köyünün 2 km güneyinde kırmızı yıldız ile işaretlidir.

Havza doğusundaki temel; Kampaniyen’de yerleşen allokton ofiyolit, ofiyolitik melanj ve Mesozoyik karbonatlarından; batısında ise Oligosen yaşlı denizel tortul birimlerden oluşur. Havzayı batıdan sınırlayan Maymundağ fayı bölgedeki Paleojen ve Neojen yaşlı birimlerini keser ve belirgin bir morfoloji sunar. Fay boyunca yapı malzemesi ocaklarında fay düzlemi ortaya çıkmaktadır. Havzayı doğudan sınırlayan Acıgöl fayı, Mesozoyik–Kuvaterner istiflerini keserek yaklaşık 200 m yükseklikte fay düzlemi ve morfolojik özellikleri ile bilirdir (Göktaş vd. 1989). Havza doğusunda 2033 m’ye erişen yükselen blok boyunca daha fazla çökmene olduğu doğu kenar fayına yastır. Acıgöl fayı burada 15 km uzunluğunda sürekli. Havzayı batıdan sınırlayan Maymundağı fayı ise daha az belirgin ve 6 km’lik bir sürekliliğe sahiptir ve fayın yükselen bloğundaki Maymundağı 1689 m yüksekliğe erişmektedir.

Göktaş vd. (1989), Acıgöl havzası Neojen dolgusunu litostratigrafik olarak Hasandede Grubu olarak alüvyal-flüvyal Kızılören ve gölsey Akarca formasyonlarına ayırmıştır. Akarca formasyonu içerdiği *Helicopsis (Helicopsis) cereoflova praecursor* türüne göre Alt Pliyosen yastır. Şenel (1997a) bu birimi, çevre havzalarla deneştirerek, güneyde Çameli yöresindeki tortul birimlere benzerliği nedeniyle Çameli formasyonu olarak adlandırılmıştır. Price ve Scott (1994) bu birimleri Acıgöl formasyonu olarak adlandırmıştır. Bölgedeki Neojen birimler eğimli ve göreceli daha genç (Kuvaterner) birimlerle örtülüdür. Neojen birimleri, havzanın güney–güneybatı kenarlarında yüzeylemiş olup alt düzeyleri konglomeralara ve kumtaşlarından kurulu akarsu, üst düzeyleri ise kumtaşı, kiltası, marn ve killi kireçtaşlarından kurulu gölsey birimlerden kuruludur. Havza kenarlarında gölsey birimler tekrar akarsu birimleri ile üzerlenir. Dolgunun Kuvaterner bölümü, havza merkezinde gölsey tortullar, havza kenarında ise kolüvyal ve alüvyal tortullardan kuruludur. Grabenin doğu kenarındaki talus birikimleri seyrek olarak yamaçların taban kesimlerinde, basık tepeli ve yayvan şekilli birikinti konileri oluşturur.

Doğrudan bölgenin tektonik gelişimine dair bir çalışma olmamasına karşın Acıgöl havzası kenar fay düzlemlerinin kinematik ölçümleri çok evreli gelişimi işaret eder (Koçyiğit 2016). Acıgöl fayı, son yerleşim yaşı erken-orta Miyosen olan Likya naplarının temel birimleri ile birlikte Kuvaterner birimlerini keser. Sismik kayıtlar Acıgöl havza kenar faylarının aktif olduğu gösterir (Şaroğlu vd. 1992). Bu tektonik etkinlik, fay önünde biriken genç tortulların faylarla kesilmesi ve fay önüne biriken tutturulmamış tortulların depolanma mimarisindeki değişimlere yansır. Angelier vd. (1981) ve Price ve Scott (1994) Acıgöl havzasının KB–GD yönlü bir gerilme sonucu oluştuğunu belirtirler. Alçiçek vd. (2013) Acıgöl havzasının, doğu ve batıdaki Baklan ve Burdur havzaları ile birlikte, Dinar Fay Zonu’nun geç Miyosen sırasındaki transfer faylı hareketi ile çökmeye başladığını kinematik verilerle belgelemişlerdir. Bölgede KD-GB uzanımlı transfer faylar bölgedeki hidrotermal dolaşım ve volkanizmayı da denetlemektedir (Kaymakçı 2006, Alçiçek vd. 2013).

Erinç (1967) Acıgöl'ün Kuvaterner dönemi içinde, en yüksek seviyesini aşarak Büyük Menderes Nehri'ne açılmış olduğunu belirtir. Havza doğusunda mevsimlik dereler göle ulaşırken, batıda ise eski bir göl ayağı (gidegen) vardır. Dazkırı 2 km doğusunda, 836 m yüksekliğindeki Acıgöl yüzeyinden 34 m daha yüksekte eski bir göl taraçası kıyı tortulları içinde ufak boylu *Helix*'ler ve çeşitli gastropodlar bulunur. Havzanın her tarafında bir falez şeklinde izlenebilen bu karbonatlı taraçalar göl hidrolik bilançosunun değişikliğe uğramış olduğunu göstermektedir.

Acıgöl'ün günümüzdeki özellikleri İçöz ve Çalapkulu (1993), Mutlu vd. (1999) ve Helvacı vd. (2004) tarafından jeokimyasal, mineralojik yönlerini çalışılmıştır. Buna göre Acıgöl başlangıçta kapalı bir su havzası niteliğinde olup, yağışlı aylarda 100 km², (max: 156 km²) kurak aylarda ise 35 km² alan kaplar. Yağmur suları ve gölün güneyini sınırlayan Acıgöl fay hattı boyunca yüzeye çıkan Na⁺ ve SO₄⁼ iyonlarınca zengin kaynakların sularıyla beslenir. Göl suyunda bulunan Na⁺, SO₄⁼ ve Cl⁻ iyonları baskı olup göl tabanındaki sedimanlarda Na⁺, SO₄⁼ ve Cl⁻ dışında başka iz element veya bileşiğin özel bir değişim göstermediği ortaya çıkarılmıştır. Na⁺ ve SO₄⁼ iyonlarınca zengin kaynak sularının beslediği Acıgöl, tabanında bulunan sedimanlardaki CaSO₄'ın yeraltı suları ile çözünüp, göle ulaşmasıyla tuz oranı gittikçe artmaktadır. Ortamda bulunan an-aerobik ve aerobik kükürt bakterilerinin yardımı ile oluşumu güncel olarak süren sodyum sülfat (Na₂SO₄) kış aylarında kristalize olarak göl suyundan ayrılmaktadır.

Mutlu vd. (1999), Acıgöl'ün Na-Cl- SO₄ içeren kalıcı bir göl olduğunu ve başlıca iki ayrı su kaynağı tarafından beslendiğini belirtirler. Bunlardan birincisi Mg-HCO₃ tipi yer altı suyu ve ikincisi Na-SO₄ tipi kaynak sularıdır. Acıgöl suların kimyasındaki farklılık su döngüsündeki farklı dolaşım yollarını işaret etmektedir. Acıgöl çevresindeki geçici çamur düzlükleri, havza kenarından türeyen kaba kırıntılı malzemelerle birlikte jips, kalsit, dolomit ve huntitlerden kuruludur. Sular tarafından basılmış yerel çamur düzlükleri yer altı artezyen sularından çökelen halit, bloedit, tenardit ve/veya mirabilit kristallenmelerini içerir. Jelsi göl sedimanları içindeki aragonit ve yüksek toplam organik karbon değerlerinin baskınlığı göl içerisindeki bakteriyel aktivitenin önemli bir göstergesidir. Acıgöl havzasındaki sulardan edinilen sıvı-mineral denge hesaplamaları güncel sedimanlarda görülen minerallerin çökelişi ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

3. Jeokronoloji Çalışmaları

Paleomanyetizma ve TCN (*Terrestrial Cosmogenic Nuclides*) yöntemleri ile Acıgöl havza dolgusundan alınmış 601 m uzunluğundaki sondaj karotunun jeokronolojisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Paleomanyetik tarihlendirme yöntemi için her 1" kalınlığında örnek alınmış, TCN yöntemi için ise karot boyunca rastlanan 5 adet kırıntılı düzeyden örnekler alınmıştır. Örnekler Aix Marseille III Üniversitesi laboratuvarlarında hazırlanarak CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) bünyesinde CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) Europôle de l'Arbois laboratuvarında bulunan ASTER (*Accelerator Mass Spectrometry*) üssünde ölçülmüştür.

3.1. Paleomanyetizma ölçümleri

Manyetik kutup terslenmesine göre oluşturulan manyetozonlara dayalı paleomanyetizma ölçümleri için en az 1 cm³ ebatında ufak taneli örneğin elde edilmesi ve ölçülebilmesi esastır. Bunun için çalışma konusu 601 m'lik sondaj karotundan 1" kalınlığında örnekler alınmıştır. Her bir 1" kalınlığındaki karot diskinin yarısı, olası yeni örnek gereksinimi için şahit numune olarak bırakılmıştır. Örnekler sertliklerine bağlı olarak bıçak veya elektrik motoru ile kesilerek ebatlanmıştır. Her bir örnek başına olabildiğince fazla paleomanyetik ölçüm yapılabilmesi amacıyla 22 mm yüksekliğinde silindirler ve 20 mm kenarlı küp bloklar olarak kesilmiştir. Sadece birkaç örnek, kırılğan oldukları için yerinde yönlü blok örnekler şeklinde alınmıştır. Alınan örnekler ölçüm için Fransa'nın Marsilya kentinde bulunan CEREGE laboratuvarlarına getirilmiştir. Sondaj karotu sert olmayan ve çoğunluğu laminalı malzemeden oluştuğu için alınan örneklerin bir kısmı kesme, özellikle demagnetizasyon için 630°C'ye kadar ısıtma sırasında tahrip olmuştur. Dolayısı ile karot boyunca alınan tüm örneklerden toplam 126 adet yönlü örnekten paleomanyetik sinyal alınarak çalışılabilmiştir. 8-10 cc hacimli örnekler birkaç hafta boyunca çevresel manyetik alanın azalması için μ -metal kalkan duvarla çevrelenmiş bir odada dinlenmeye bırakılmıştır. Ardından doğal kalıcı manyetizma (*NRM; Natural Remanent Magnetization*) 10^{-6} A/m ses düzeyine sahip 2G DC Squid Cryogenic Magnetometer ile ölçülmeye başlanmıştır. Başlangıç NRM şiddeti düşük-çok düşük olan örneklerin %20'si 10^{-5} A/m'den daha az iken %50'sinin NRM şiddeti $10^{-5} - 10^{-4}$ aralığında ve %30'unun NRM şiddeti ise 10^{-4} A/m düzeyinde gerçekleşmiştir.

Depolanma anındaki paleomagnetik alan yönelim (NRM) karakteristiklerini ölçmek için aşamalı demagnetizasyon uygulanmıştır. Bu durum depolanma sonrasındaki magnetizasyon bileşenlerini silmeye (formatlamaya) ve cHRM yöneliminin kesin bir şekilde belirlenmesini sağlamıştır. Termal ve dalgalı alan (AF) olmak üzere iki tip demagnetizasyon uygulanmıştır:

Tablo 3.1. Örneklenen 601 m'lik karot sandıklarına metrik değerler.

box SNO	min depth	max depth	max-min	bo x L	photos						
1	0,00	5,00	5,00	4		63	284,30	288,40	4,10	4	
2	5,00	10,40	5,40	4		64	288,40	292,70	4,30	4	
3	10,40	14,30	3,90	4		65	292,70	297,00	4,30	4	
4	14,30	18,30	4,00	4		66	297,00	301,30	4,30	4	
5	18,30	22,80	4,50	4		67	301,30	305,50	4,20	4	
6	22,80	27,00	4,20	4		68	305,50	311,10	5,60	4	
7	27,00	32,00	5,00	4		69	311,10	318,30	7,20	4	
8	32,00	38,00	6,00	4		70	318,30	322,00	3,70	4	
9	38,00	43,90	5,90	4		71	322,00	326,60	4,60	4	
10	43,90	50,30	6,40	4		72	326,60	331,10	4,50	4	
11	50,30	54,50	4,20	4		73	331,10	335,80	4,70	4	AE 7446
12	54,50	59,40	4,90	4		74	335,80	341,00	5,20	4	
13	59,40	63,40	4,00	4		75	341,00	345,00	4,00	4	AE 7445
14	63,40	67,70	4,30	4		76	345,00	348,70	3,70	4	
15	67,70	72,30	4,60	4		77	348,70	354,85	6,15	4	
16	72,30	77,90	5,60	4		78	354,85	359,85	5,00	4	AE 7444
17	77,90	83,00	5,10	4		79	359,85	365,25	5,40	5	AE 7442-7443
18	83,00	87,00	4,00	4		80	365,25	370,35	5,10	5	
19	87,00	92,60	5,60	4		81	370,35	375,25	4,90	5	
20	92,60	98,00	5,40	4		82	375,25	380,45	5,20	5	AE 7439-7441 (B74)
21	98,00	104,00	6,00	4		83	380,45	385,35	4,90	5	
22	104,00	110,00	6,00	4		84	385,35	390,55	5,20	5	AE 7437
23	110,00	114,00	4,00	4		85	390,55	395,70	5,15	5	
24	114,00	119,00	5,00	4		86	395,70	401,50	5,80	5	
25	119,00	123,10	4,10	4		87	401,50	405,40	3,90	5	
26	123,10	127,30	4,20	4		88	405,40	410,30	4,90	5	
27	127,30	131,50	4,20	4		89	410,30	415,40	5,10	5	
28	131,50	136,50	5,00	4		90	415,40	420,20	4,80	5	
29	136,50	141,00	4,50	4		91	420,20	425,20	5,00	5	
30	141,00	145,00	4,00	4	AE 7478	92	425,20	430,10	4,90	5	
31	145,00	150,00	5,00	4	AE 7477	93	430,10	435,30	5,20	5	
32	150,00	155,00	5,00	4	AE 7476	94	435,30	440,20	4,90	5	
33	155,00	161,00	6,00	4		95	440,20	445,00	4,80	5	
34	161,00	165,00	4,00	4	AE 7475	96	445,00	449,90	4,90	5	
35	165,00	168,80	3,80	4		97	449,90	454,90	5,00	5	
36	168,80	172,60	3,80	4	AE 7474	98	454,90	458,80	3,90	5	
37	172,60	176,60	4,00	4		99	458,80	461,60	2,80	5	
38	176,60	180,80	4,20	4	AE 7472-73	100	461,60	467,90	6,30	5	
39	180,80	187,40	6,60	4	AE 7471	101	467,90	472,90	5,00	5	
40	187,40	191,50	4,10	4	AE 7470	102	472,90	478,10	5,20	5	
41	191,50	195,40	3,90	4	AE 7469	103	478,10	483,70	5,60	5	
42	195,40	199,40	4,00	4	AE 7468	104	483,70	489,40	5,70	5	
43	199,40	203,50	4,10	4	AE 7467	105	489,40	493,25	3,85	5	
44	203,50	207,40	3,90	4	AE 7466	106	493,25	499,40	6,15	5	
45	207,40	211,50	4,10	4	AE 7465	107	499,40	507,10	7,70	5	
46	211,50	215,40	3,90	4		108	507,10	512,10	5,00	5	
47	215,40	219,40	4,00	4		109	512,10	517,30	5,20	5	
48	219,40	223,40	4,00	4	AE 7462	110	517,30	521,70	4,40	5	
49	223,40	227,80	4,40	4	AE 7460-61	111	521,70	526,80	5,10	5	
50	227,80	232,00	4,20	4	AE 7456-59	112	526,80	531,70	4,90	5	
51	232,00	236,40	4,40	4	AE 7454-55	113	531,70	537,00	5,30	5	
52	236,40	240,40	4,00	4	AE 7452-53	114	537,00	540,90	3,90	5	
53	240,40	244,50	4,10	4	AE 7451	115	540,90	545,65	4,75	5	
54	244,50	248,10	3,60	4		116	545,65	550,55	4,90	5	
55	248,10	252,30	4,20	4		117	550,55	554,20	3,65	5	
56	252,30	257,10	4,80	4		118	554,20	559,50	5,30	5	
57	257,10	261,50	4,40	4	AE 7450	119	559,50	565,80	6,30	5	
58	261,50	265,90	4,40	4	AE 7448-49	120	565,80	571,30	5,50	5	
59	265,90	270,20	4,30	4	AE 7447	121	571,30	577,60	6,30	5	
60	270,20	275,00	4,80	4		122	577,60	582,20	4,60	5	
61	275,00	279,90	4,90	4		123	582,20	587,80	5,60	5	
62	279,90	284,30	4,40	4		124	587,80	592,70	4,90	5	
						125	592,70	598,20	5,50	5	
						126	598,20	601,20	3,00	5	

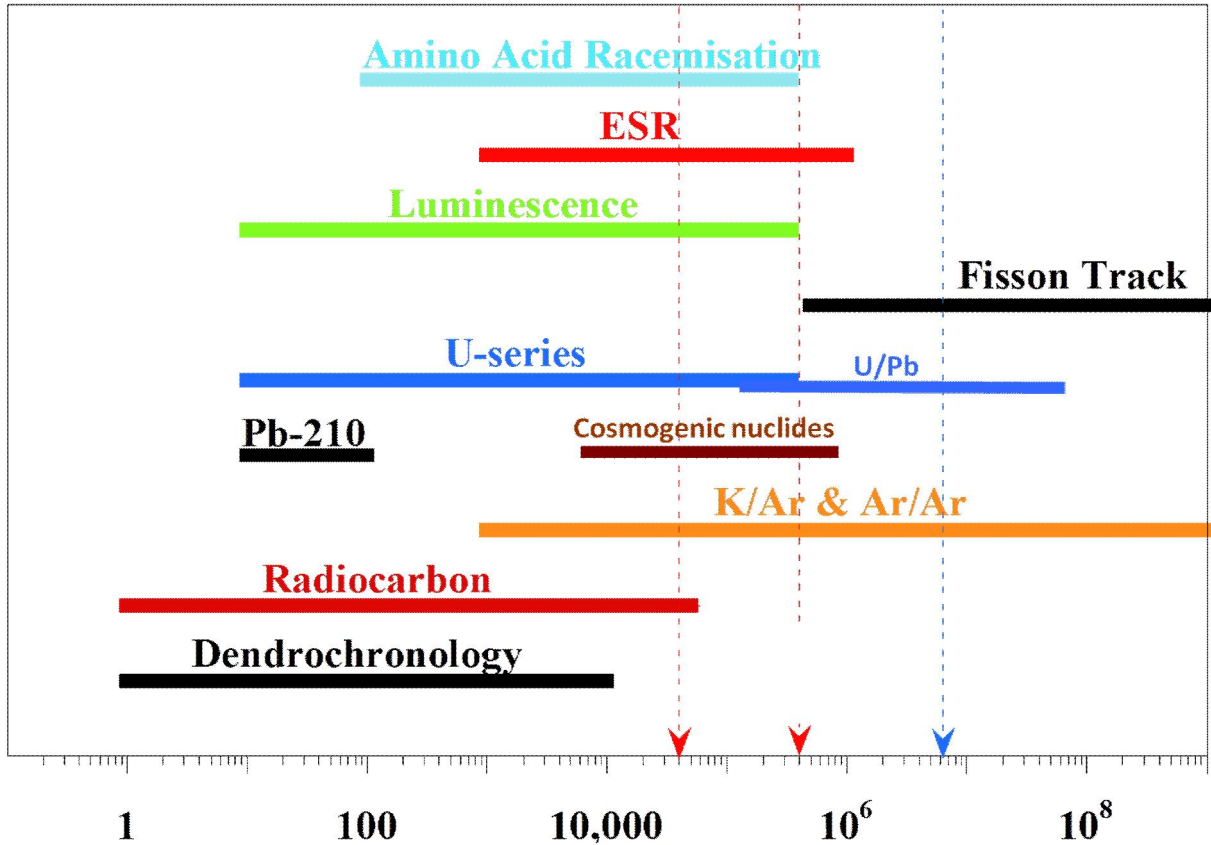
Pilot örnekler (AF için 10, termal için 25) 10-20 aşama boyunca AF demagnetizasyon için 100 mT'ye, termal demagnetizasyon için 630°C kadar bütünüyle demagnetize edilmiştir. AF demagnetizasyonu, termal demagnetizmasından daha etkin olsa da ölçümler sırasında duraylı chRM yönlenmesine genellikle 160-220°C aralığında veya 20-30 mT aralığında ulaşılabilmektedir. Bu nedenle örneklerin demagnetizasyonu için tek bir termal aşama için 160 veya 180°C aralığı seçilmiş, ardından 40 mT'ye kadar AF demagnetizasyon aşaması izlenmiştir. Zira bu değerlerin üstünde manyetik davranışın sıkça hata verdiği bilinmektedir. Çalışma boyunca 10^{-5} A/m üzeri tüm örnekler parazit düzeyine yakın şiddet düzeyine rağmen güvenilir chRM yönelimlerini düzeltmek için ölçülmüştür. Güvenilir chRM yönelimine sahip örnekler (ölçülen örneklerin büyük kısmı) çok belirgin ve yalın polarite dokusu göstermiştir.



Şekil 3.1. Paleomanyetik örnekleme ve ölçüm aşamaları; 1) Güncel ve güncel yakın radyasyon düzeyi ile kalibrasyon amacı ile kuru mevsimde kazı çukurlarından örnekleme, 2) Doğrudan çalışma konusu edilen 601 m'lik sondaj karotundan yapılan örneklemeyle ilgili bir görüntü, 3) Paleomanyetik yönelimin yerinde ölçümü için karot boyuca alınan ve laboratuvarda küp ve silindirik şekilde biçimlendirilmiş örneklerin CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) Europôle de l'Arbois laboratuvarlarında bulunan paleomanyetik ölçüm cihazı ve düzeniğin görünümü.

3.2. TCN (*Terrestrial Cosmogenic Nucleid*): $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ gömülme yaşı ölçümleri

Hızlandırılmış Kütle Spektrometresi (*AMS, Accelerator Mass Spectrometry*) yönteminin ortaya çıkışı ile birlikte ^{14}C , ^{10}Be ve ^{26}Al gibi kozmojenik nükleidlerin ölçülmesi ile ilişkili çeşitli tarihlendirme yöntemlerinin ortaya çıkmasına olanak vermiştir (Bourlès 1992, Granger 2006). Bu yöntemlerden biri, 2000'li yılların başında bulunan ve ikincil kozmik ışın radyasyonundan korunan sediman altında, gömülmeden önce kozmik ışın yaymış silisli mineral içeren katmanlardaki $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ üretim oranındaki katsayı azalışına dayanmaktadır (Granger ve Muzikar 2001). $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ konsantrasyon oranına bağlı bu yöntem, önceden kozmik radyasyona maruz kalmış yüzey veya nesnelerin gömülme sürelerine hesaplamada kullanılır. Yöntem, gömülü paleontolojik veya jeolojik unsurların tarihlendirilmesi gibi, aynı zamanda hayvan ve insan yerleşimlerinin kronolojisinin belirlenmesine olanak verir. Aynı zamanda "gömülme yaşı" olarak bilinen yöntem, silis ve oksijen üzerinde enerjik partiküller türeterek kozmik ışınlarla neden olan nükleer reaksiyonlar nedeniyle, yeryüzünde yüzeyleyen kayaların kuvars (SiO_2) taneleri içindeki 6.61'lik $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ atomic oranına göre biriken ^{26}Al ve ^{10}Be elementlerinin göreceli radyoaktif bozulmalarına dayanır. Bu çalışmada uygulanan TCN ve paleomanyetizma tarihlendirme yöntemlerinin uygulanabildiği yıl aralığı ve diğer tarihleme yöntemleri ile karşılaştırması Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. TCN ve paleomanyetizma tarihlendirme yöntemlerinin uygulanabildiği yıl aralığı ve diğer tarihleme yöntemleri ile karşılaştırması.

Kozmik ışın akışının madde tarafından etkin şekilde azaltılmasından dolayı, günümüzde gömülü olan fakat daha önceden atmosfere açık bir yüzey üzerine birkaç metre kalınlığında sediman depolanması, ^{26}Al ve ^{10}Be üretimini durduran etkili enerjik partikül akışının belirgin şekilde azalmasına neden olur. Sonuç olarak üretim yokluğu ile herbir kozmojenik nükleidin başlangıçta biriken konsantrasyonu herbirinin yarı ömrüne göre radyoaktif olarak azalır (^{26}Al için 0.717 ± 0.017 My, Granger 2006 ve ^{10}Be için 1.387 ± 0.012 My, Korschinek vd. 2010, Chmeleff vd. 2010). Bu yüzden ^{26}Al konsantrasyonu ^{10}Be konsantrasyonundan yaklaşık iki kat daha hızlı azalır ve $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ oranı 1.48 Ma yarılanma ömrü ile belirgin şekilde zamanla giderek hızlanarak azalır. Bu nedenle yöntem 100 bin yıldan yaklaşık 5 My'a kadar gömülü kuvars minerallerini tarihlendirilebilir (Granger ve Muzikar 2001). Gömülme yöntemi teorik olarak AMS'nin ölçebileceği ^{26}Al ve ^{10}Be konsantrasyonunu sağlayacak kimyasal işlem için yeter miktarda kuvars içeren her türlü kaya türüne uygulamak mümkündür.

Tablo 3.3. Acıgöl havzası güncel radyasyon miktarı için alınan yüzey örneklerine dair bilgiler.

sample	gps			depth/surface cm	erreur/prof cm	sedim							
	precision	alt											
ALC-15-1	T1	37°52'29.4"	29°54'36.6"		20	argile							point utm forage
ALC-15-2	T3	37°51'55.8"	29°55'19.9"	2	845 ~215m SW / T2	26,75	2,25	argile	gypse				41 95.000
ALC-15-3	T4	37°51'53.4"	29°55'25.0"	3	847 125 mS/T2	24	1	argile	gypse				7 57.300
ALC-15-4	T5	37°52'05.1"	29°55'27.0"	2	845 ~120 N / T2	30,5	1	argile	gypse	~trié pdt broyage			
ALC-15-5	T6	37°52'03.1"	29°55'33.6"	2	846 ~160 m NE / T2	19,5	1,5	argile					
ALC-15-6	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	10,5	1,5	argile			utm	07 57 175	41 95 036
ALC-15-7	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	22,5	1,5	argile	gypse	~trié pdt broyage T2			35°51'59.5" 29°55'24.9" +/- 2 m
ALC-15-8	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	29,5	1,5	argile	gypse				alt 844 m
ALC-15-9	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	39,5	1,5	argile	gypse	~trié pdt broyage			
ALC-15-10	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	50,5	1,5	charcoal?	gypse (peu)				
ALC-15-11	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	60,5	1,5	charcoal?					
ALC-15-12	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	70,5	1,5	argile					
ALC-15-13	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	80,5	1,5	argile					
ALC-15-14	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	90,3	1,8	argile					
ALC-15-15	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	99,5	1,0	argile					
ALC-15-16	T2	35°51'59.5"	29°55'24.9"	2	844 ~120 m /forage	109,5	1,5	argile					
					845,4								

3.2.1. Örnekleme ve kimyasal işlemler: Kozmojenik nükleidlerin kimyasal ayrıştırılması genellikle arındırılmış 40 gr'lık örneğe uygulanır. Arındırılmış kuvars elde etmek için, örnekler öncelikle kırıcı makinede parçalanır ve 1mm – 250 µm aralık boyutunda uygun materyal elde edinceye kadar elenir. Bu miktar toplanan sediman veya kaya tipine bağlı olarak değişebilir. Eğer örnek kuvarsa zengin ise kabaca 150 gr. yeterli olacaktır, eğer değilse örneğin ince taneli gösel tabakalarla ardalanmış ve karbonatca zengin konglomera olması durumunda en fazla 1mm-250 µm boyut yeterlidir. Daha sonra ise kuvars dışındaki mineraller 2/3 HCl – 1/3

H_2SiF_6 (hexafluorosilicic acid) asit karışımı ile çözülür. Bunun için dekarbonat örnekleri içeren kaplar ve asidik karışım orbital bir karıştırıcı ile 24 saat karıştırılır ve istenen saf kuvars miktarına erişinceye kadar asidik karışım her gün yenilenir. Bu aşamada istenen asit miktarı örnek tipine bağlıdır. Özellikle kuvars çakılları ile çalışırken asidik karışımın sadece bir kerelik yenilenmesi gereklidir. Yüksek miktarda karbonatlaşmış Acıgöl örneklerinde, yenileme işlemi her beş örnek için beş haftadan fazla sürmüştür. Bu işlemlerin ardından istenen saf kuvars hidroflorik asit içinde herbiri yaklaşık %10'luk örneği çözecek şekilde üç aşamalı çözme işlemi boyunca, in-situ üretim (atmosferik) etkenlerle olanlar hariç tutulursa, çalışılan örnekler kozmojenik nükleiden arındırılmış olur. Örnekler uzun işlemler sonucu hazırlanan fenakitten (Merchel vd. 2008) oluşan $\sim 100 \mu l$ ve $3 \cdot 10^{-3} g/g$ 9Be taşıyan solüsyon eklendikten sonra yaklaşık 40 gr'lık kirlenmemiş kuvars HF içinde çözülür. Bu işlemler iyon değişim reçineleri üzerinde sabitlendikten sonra nihayet Be ve Al yakalanmış olur. Son olarak her iki elementin hidraksitleri sabit ortam şartlarında ayrıca çökteltilir ve dört saat boyunca $800^\circ C$ 'de oksitlenir. Sonuç olarak ortaya çıkan BeO ve Al_2O_3 Aix-en-Provence'da (Fransa) bulunan Hızlandırılmış Kütle Spektrometresi (AMS, Accelerator Mass Spectrometry) üssünde göreceli $^{10}Be/^9Be$ ve $^{26}Al/^{27}Al$ izotoplarının ölçümü için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Hızlandırılmış Kütle Spektrometresi (AMS, Accelerator Mass Spectrometry) analiz laboratuvarları. CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement) bünyesinde bulunan ASTER (Accélérateur pour les Sciences de la Terre, Environnement et Risques) olanağı, Aix-En Provence, Fransa.

Kozmojenik izotop tarihlendirme yöntemi kuvars tanesi içeren düzeylere uygulanabilir. Karot boyunca sadece 5 düzeyde bulunabilen kırıntılı malzeme paleomanyetizma ölçümlerini test etmek için yeterli sayıda olmuştur. Yer yüzeyine yakın kozmik radyasyona sahip olarak yüzeyleyen kayalarda bulunan kuvars minerali parçalarından türeyen ^{10}Be ve ^{26}Al miktarının ölçülmesine dayalı yöntem, paleomanyetik verileri test edilerek desteklemektedir. Özellikle gömülü zaman-yüzeylerinin tarihlendirilmesinde kullanılan ve örneğin depolanma kesikliği olan yüzeylerin ne kadar zaman atmosfere açık kaldıkları belirlenebilir.



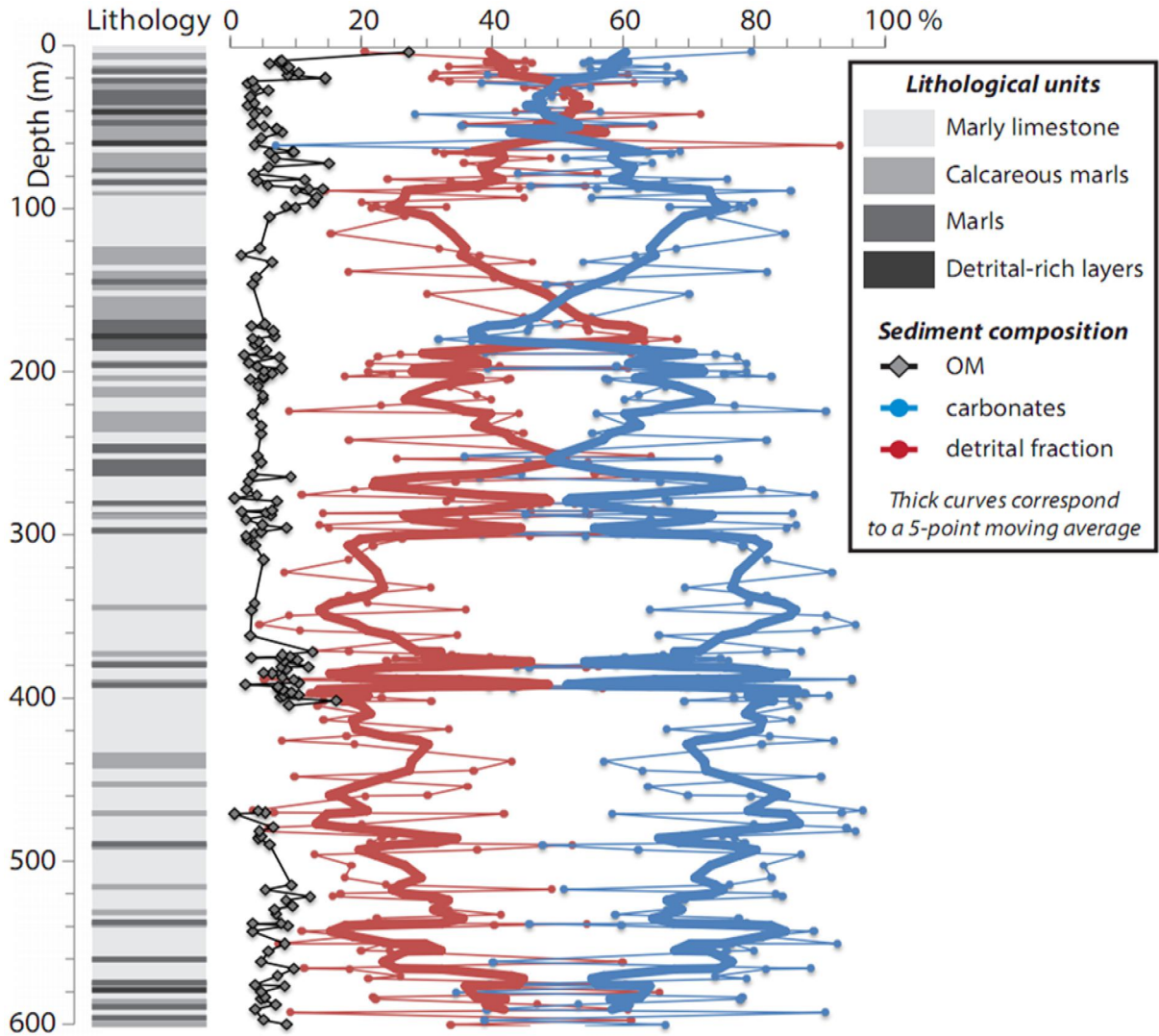
Şekil 3.4. Acıgöl havzası 601 m'lik sondaj karotunun tümü ve yakın görünüşü (karotun alındığı lokasyon için Şekil 2.2'ye bakınız). Güncel manyetik ve radyasyon kalibrasyonu için güncel göl düzeyinde açılan örnekleme çukurları. Ayrıca aktif göl tabanından kayık vasıtası ile çamur örnekleri alınarak güncel kalibrasyon çalışmaları desteklenmiştir.

^{10}Be konsantrasyonu $(2.79 \pm 0.03)10^{-11}$ uygulanarak $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ SRM 4325 NIST standartları ile normalize edilir ve yuvarlama hatası ile birlikte 07KNSTD değerine eşittir. Ölçülen $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ oranı *round-robin* uygulaması ile (Merchel ve Bremser 2004, 2005) ve $(7.17 \pm 0.17)10^5$ ^{26}Al yarı ömrü ile $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}=(7.401 \pm 0.064)$ (Granger 2006) 10^{-12} ASTER yerli SM-AI-11 standardına kalibredir. Örneklerdeki doğal ^{27}Al konsantrasyonu ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*) ile ölçülür. AMS ölçümleri sırasında $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ oranları dış kaynaklı %0,5'lik hata payı ve yiten kimyasal ölçümler dikkate alınır. Kimyasal olarak işlenmiş uzun zamanlı ölçümler ^{10}Be için $(3.0 \pm 1.5).10^{-15}$ ve ^{26}Al için ise $(2.2 \pm 2.0).10^{-15}$ olarak belirlenir (Arnold vd. 2010). ^{10}Be için $4.49 \text{ at.g}^{-1}.\text{yr}^{-1}$ SLHL üretim oranı yüzeysel üretim tanımı için Stone (2000) terminolojisi kullanılır. ASTER üssünde kullanılan SM-AI-11/07KNSTD standard için $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ üretim oranı 6.61 ± 0.50 'dir. Belirsizlikler Nishiizumi vd. (1989) güncelleme oranından türetilmiş ve tüm hesap ve modellerde kullanılmıştır. Aynı kuvars örneğinde iki kozmojenik nükleid için edinilen konsantrasyonlar yüzeyleme, aşınma ve gömülme kayıtlarını sağlar. Uygulanan işlemler her bir örneğe özel $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ oranını hesaplamaya ve gömülmenin yaşını belirlemeye olanak verir. Oran ve yaş ile ilişkili ve 1σ olarak belirtilen belirsizlikler önceden ertelenmiş ve tanımlanmış belirsizliklerin çoğalmasından kaynaklanmıştır.



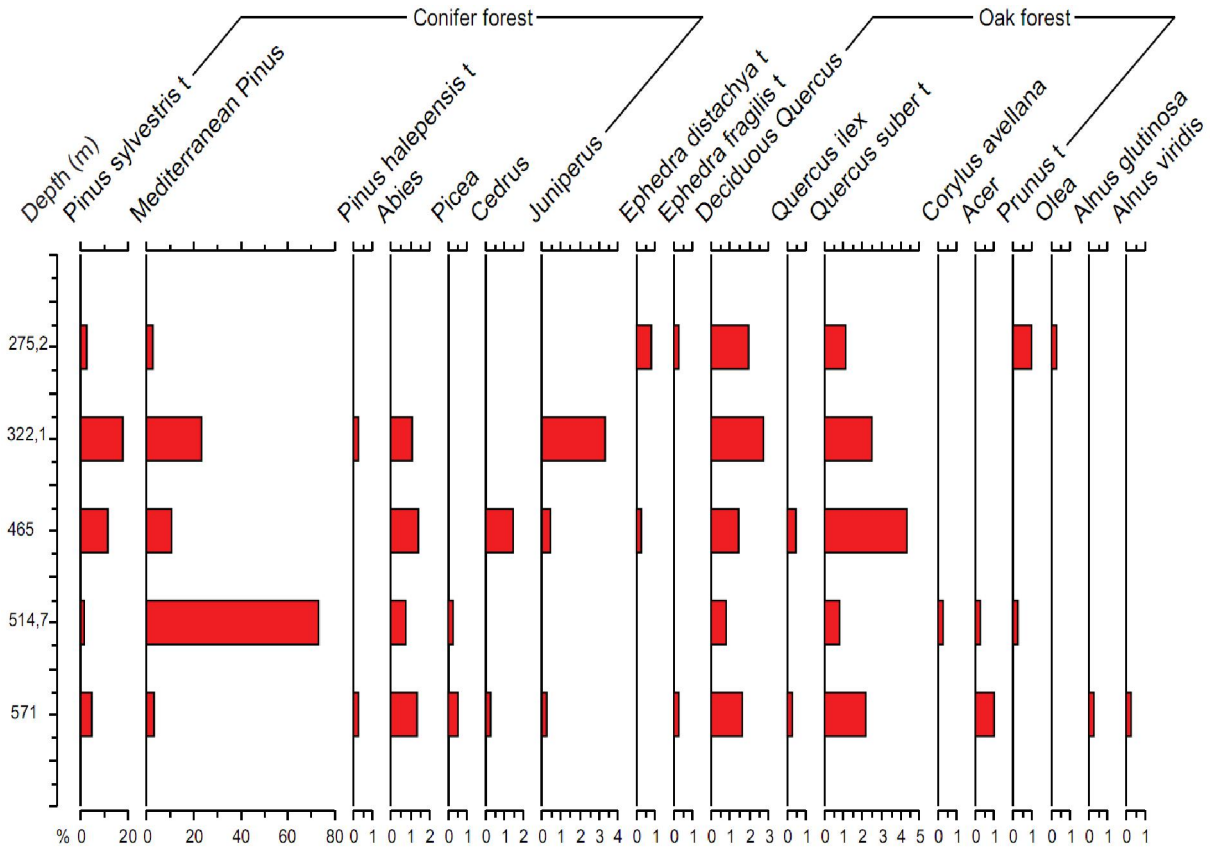
Şekil 3.5. Laboratuvarda fiziko-kimyasal örnek hazırlanışı ve HCl ile dekarbonizasyon süreci.

3.2.2. Sedimantolojik çalışmalar: Acıgöl karotu tektonik ve iklimsel etkenler denetimindedir. Bu bakımdan karot boyunca bu etkenleri saptamak ve Acıgöl'ün geçmişteki ortamsal ve iklimsel kayıtlarını belirlemek önem taşır. Göreceli uzun bir zamana karışıklık gelen 601 m'lik karot boyunca sürekli ve yüksek çözünürlüklü yerel iklim değişimleri, özellikle kurak ve yağışlı buzul ve buzul arası dönem belirteçleri bulunabilir. Bu dönemlerin kaydını barındıran az sayıda kıtasal arşiv bulunur. Global oksijen izotop kayıtlara göre 2 My yaklaşık 35-40 buzul ve buzul arası dönemlerine karşılık gelmektedir. Karbonat ve kırıntılı fraksiyonu için (HCl ile çözünebilir) 207, organik madde içeriği için 158 örnek çalışılmıştır. Buna ek olarak 27 ince kesit ve 10 XRD örneği sedimanter fasiyeslerin belirlemesini sağlamıştır. Sedimantolojik çalışmalar Acıgöl'ün değişik oranlarda kırıntılı (kil, silt ve ince kum) ve yerinde çökelmiş karbonatlar ile birlikte başlıca gösel marnlardan oluştuğunu göstermiştir. İstifin karbonat ve kırıntılı içeriği farklı zamanlarda oldukça değişkendir. Benzer şekilde organik madde içeriği göl tabanında oksidasyonla ilişkili olarak oldukça değişkendir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Acıgöl havzası 601 m'lik karot boyunca ana litolojik birimlerin karşılaştırılması.

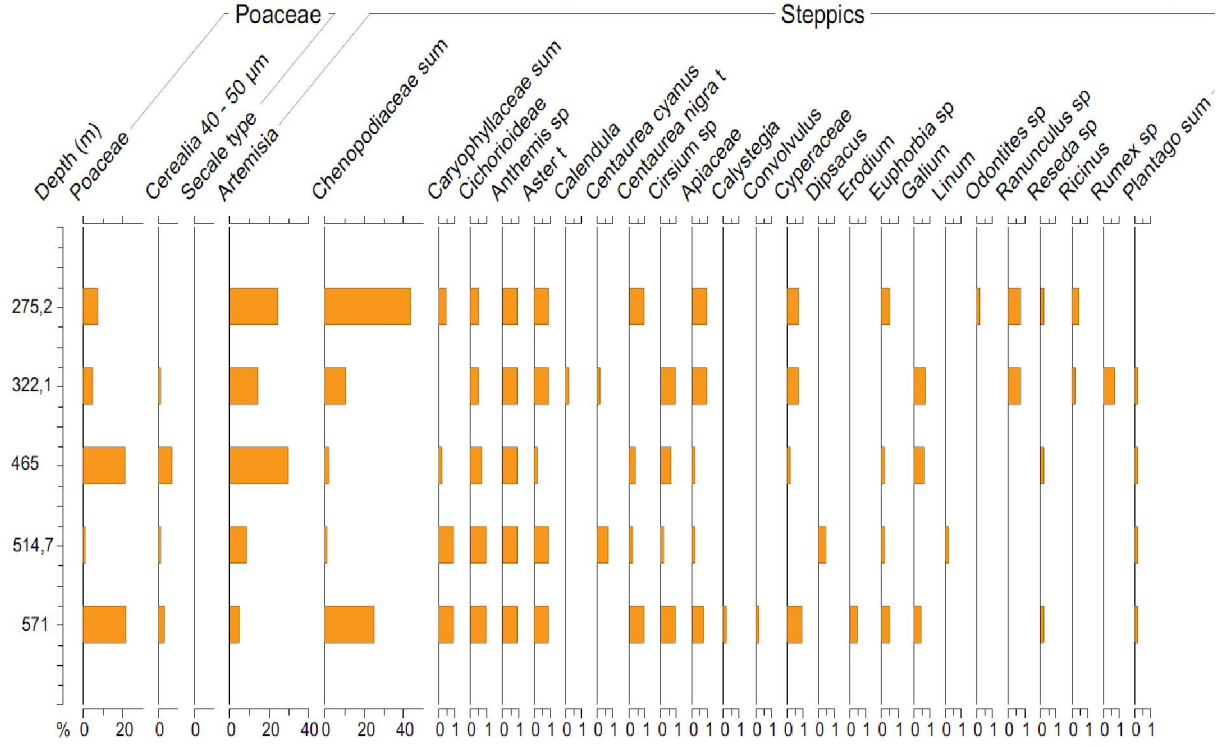
3.2.3. Eski ortam çalışmaları: Projede öngörülmeleyen ancak, paleomanyetizma örneklerinin 1” küp boyutuna getirilmesi sırasında artan malzeme içinde bulunan pollen toplulukları proje sonuçlarını güçlendirmesi için çalışılmıştır. Ostrakod, gastropod ve bivalv gibi fosil kavkaları içeren evaporit-silisiklastik ardışım, uzun süreli paleoiklimsel kayıt için büyük bir potansiyel taşır (Şekil 3.7-10). İlk sel sporlar ile birlikte pollen ve polen olmayan palynomorflar (*NPP Non-Pollen Palynomorphs*) karotun 571-275,2 m’leri arasında, Akdeniz *Pinus* türünün baskın olduğunu göstermiştir. Karotun 514,7 m’si hariç, yüksek stepik ve/veya halophytic herbaceae özelliği gösterir. Aynı zamanda *Abies*, *Cedrus* ve *Picea* varlığı belgelenmiştir. Bu taxon meşe orman örtüsü (yaprak dökken ve dökmeyen *Quercus*, *Prunus*, *Corylus* ve *Acer*) ve sulak orman (iki tip *Alnus*: *A. glutinosa* t. ve *A. viridis* t.) özelliği sunar. *Herbaceae* arasında, açık/az çok kurak ortam baskın bitki toplulukları bulunur (ör: *Chenopodiaceae*, *Atriplex*, çeşitli *Campositae*, *Calystegia*, *Convolvulus*, *Linum*, *Plantago*). Karotun derin kesimlerinde (571 m) örneğin *Sporormiella*, *Podospora*, *Delitsthia* ve *Valsaria* variospora gibi çeşitli coprophilous fungi spor türleri yaygındır. Bu mantarların varlığı eski göl çevresinde iri boyutlu etcil-otcul memelilerin yaşamakta olduğunu gösterir. Proje yürütücüsü, erken Pleyistosen’de Acıgöl çevresinde bu gibi iri memeli topluluklarının (*Equus hydruntinus*) varlığına dair fosil kanıtlarını belgelemiştir (Alçıçek vd. 2013a, Demirel ve Mayda 2014).



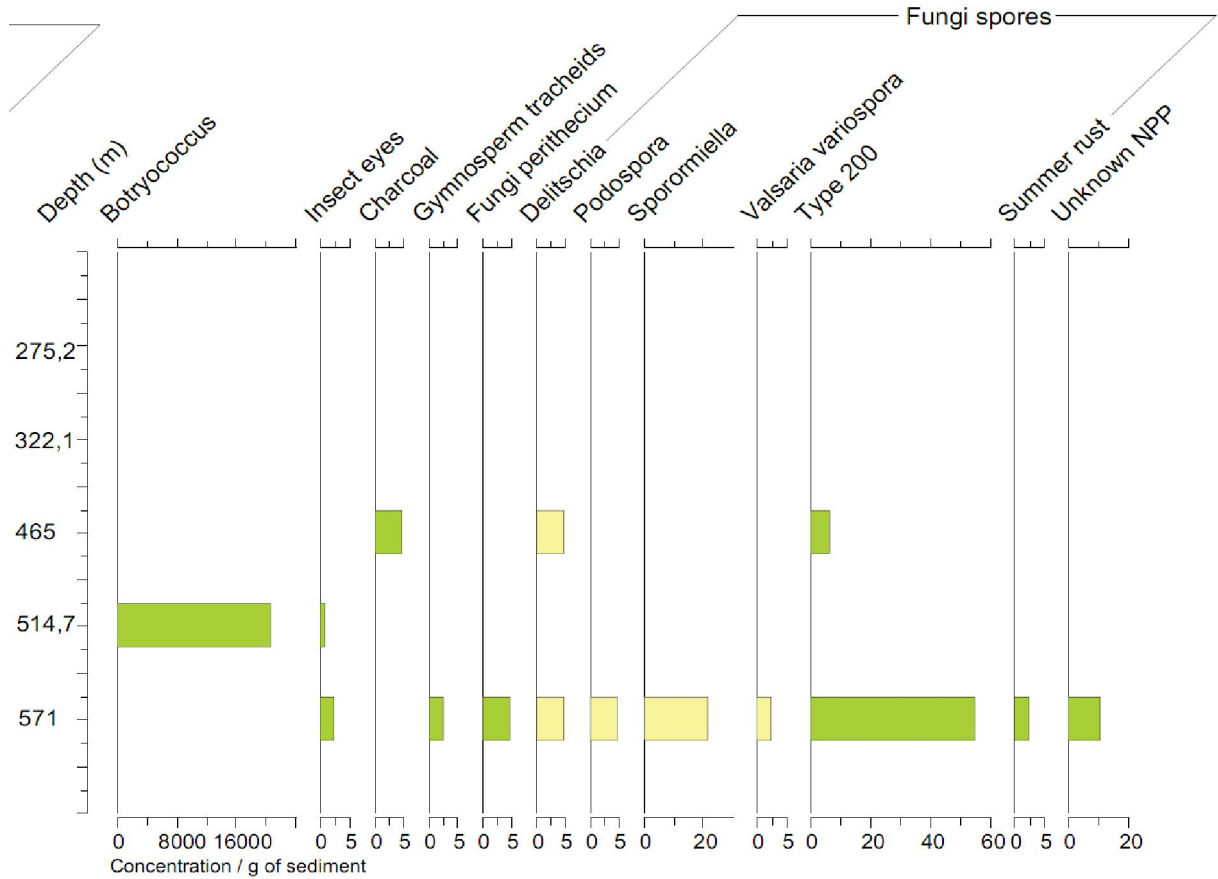
Şekil 3.7. Ağaç toplulukları pollen diyagramı. Değerler, algler, iri kalıntılar ve polen olmayan palynomorflar (*NPP*; *Non-Pollen Palynomorphs*) hariç pollen toplamının yüzdesidir.

Tablo 3.4. Paleomanyetizma örneklerinden artan kalıntılardan polen örnek düzeyleri.

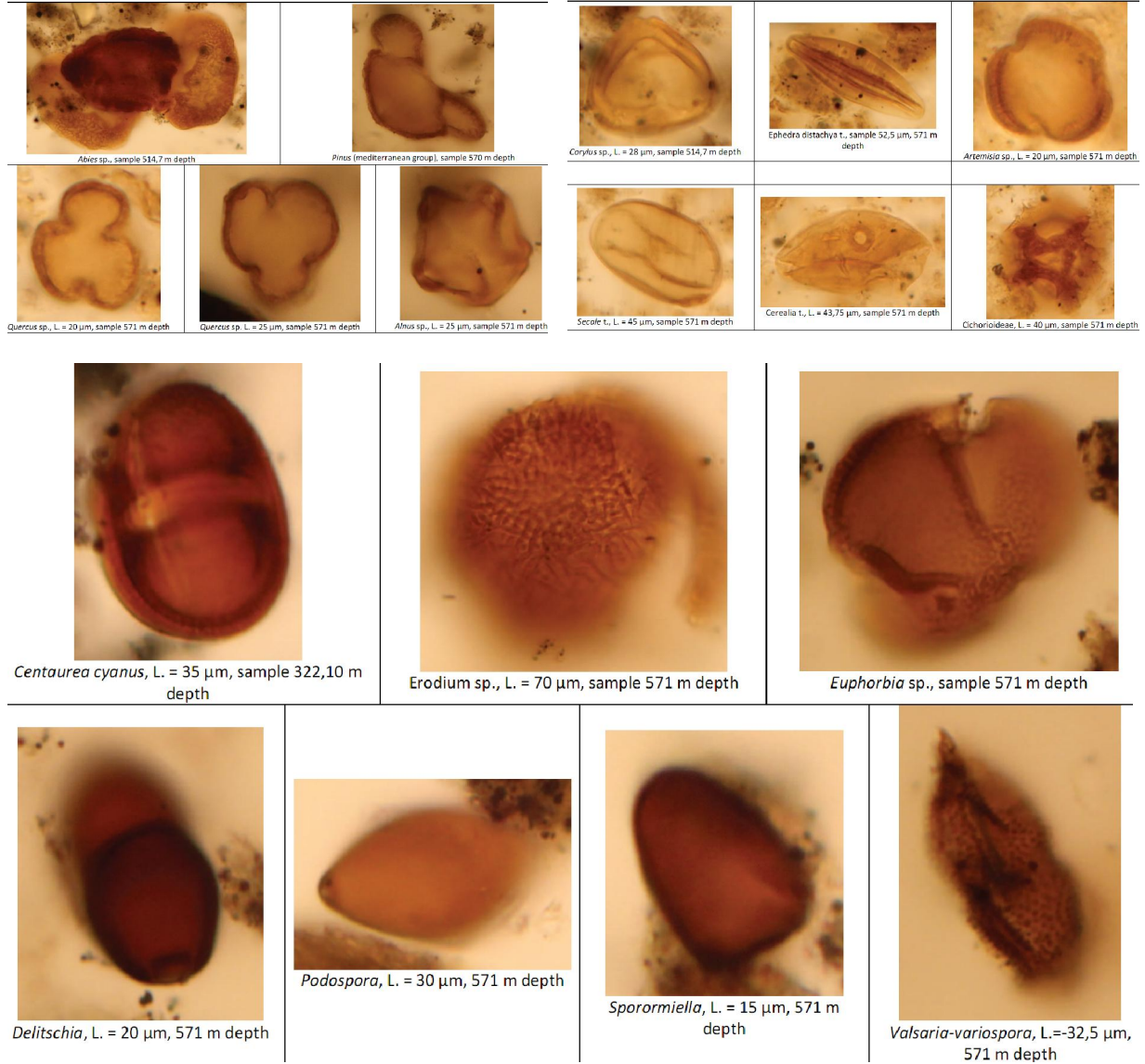
Polen	Ech Depth		Ech Depth		Ech Depth		Ech Depth		Ech Depth		Ech Depth
							B101 301,37				
			B30 485,44				B103 299,30				
P-Be	A1 601,07		AB1 484,4		B65 393,64	x	B102 299,20	P	A80 224,90		B173 151,70
	B0 599,30		B31 483,18		A44 391,85		B104 297,10		B137 224,55	P	A96 151,30
	A2 598,16		A25 481,04		B66 391,82		A63 297,04		B138 223,10		B175 149,87
	B1 597,35		B32 479,05		B67 389,40		B105 294,85		B139 221,08		B176 147,56
	A3 592,46		B33 476,71		B68 387,41		A64 293,02	x	P13 220,00	x	B177 145,40
	B2 592,36	x	A26 476,57	P-Be	A45 385,77		B106 292,90		B140 219,82		A97 145,32
P	A4 587,63		B34 474,45		B69 383,93		B107 290,85		A81 219,73	x	B178 144,20
	B3 587,46		B35 472,50		B70 381,92		A65 289,40	x	B141 217,80		B179 141,25
	B4 584,46	T x	A27 470,45	x	B71 380,32		B108 287,30	P	A82 215,93		A98 141,13
x	A5 582,18	x	B36 470,40		A46 380,27		B109 285,17	x	B142 215,85		B180 140,00
	B5 580,78		B37 468,40		B72 378,33		AB2 284,77	x	B143 213,72		A99 137,35
	A6 577,30	P	A28 465,15		B73 376,35		A66 284,64		A83 213,15	x	B181 137,10
	B6 576,77		B38 463,72	P	A47 375,67	x	B110 282,10	x	B144 211,70	P	B182 134,75
	B7 571,93		B39 461,60		B74 374,42		A67 280,17	x	B145 209,72	x	B183 132,00
P	A7 571,23		A29 459,06		B75 372,40	x	B111 280,08		A84 207,83		A100 131,75
	B8 570,88		B40 458,80		A48 370,30		B112 277,60	x	B146 207,70		B184 129,90
	A8 565,61	P	A30 456,14		B76 368,28	P	A68 275,20	x	B147 205,73		A101 127,60
	B9 561,80		B41 454,75		A49 365,22		B113 273,70		A85 203,90		B185 125,65
P	A9 559,33		A31 453,55		B77 363,04		B114 271,10	x	B148 203,71		B186 123,50
	B11 559,05		B43 451,76		B78 361,00		A69 270,47		B149 201,68		A102 123,45
	B10 554,46		B42 450,00		A50 359,80		B115 268,95	x	A86 200,20	x	B187 120,43
	A10 554,30		A32 447,42		B79 357,97		P11 268,80	x	B150 199,70	P-Be	A103 119,33
	B12 552,57		B44 445,50		B80 356,88		B116 266,85	x	B151 197,79		B188 115,13
	A11 550,10	P x	A33 443,60	x	B81 355,20	P	A70 266,18		A87 195,76		A104 114,15
	B13 548,00		B45 443,34	P	A51 353,95	x	B117 263,50	x	B152 195,74		B189 112,10
P	A12 545,58		B46 440,58		B82 352,37		A71 261,84		B153 193,78		A105 110,85
	B15 545,07		A34 437,85		B83 349,60	x	B118 261,80		B154 192,30	x	B190 110,70
	B14 541,07		B47 435,50		A52 348,70	x	B120 259,15		A88 192,00	x	B191 104,20
P	A13 540,82		A35 433,00		B84 346,53	x	B119 257,45	x	B155 189,93		A106 104,11
	B15B 540,80		B48 431,00		A53 345,05		AB3 257,40	Be	A89 188,58		B192 102,00
	A14 538,40		B49 429,97		B85 342,88		A72 257,38	x	B156 187,70	P	A107 98,58
	A15 534,38		P10 429,50		B86 341,25	x	B121 254,38	x	B157 185,78		B193 97,50
	B16 532,44		A36 427,40	P	A54 341,20	x	B122 253,02	x	B158 184,65		B194 94,93
	A16 529,10		B50 425,40	x	B87 339,24		A73 252,74		P14 184,50	x	B195 91,90
	B17 526,95		B51 424,50		A55 335,90	x	B123 250,40		B159 182,20	x	B196 86,80
	B18 525,25		A37 422,80		B88 333,58	x	B124 248,50	P	A90 182,10		B197 81,35
	A17 523,63		B52 422,80		B89 331,50		A74 248,42	x	B160 180,20		B198 73,15
	B19 521,70	Water	B53 420,45		A56 331,30	x	B125 246,65	x	B161 178,20	x	B199 71,00
P	A18 519,28		A38 418,35		B90 329,50	P	A75 245,60		A91 176,68	x	B200 65,00
	B20 517,87		B54 418,30		A57 327,10	x	B126 244,55	x	B162 176,09		B201 63,60
	B21 516,38		B55 415,91	x	B91 327,00	x	B127 242,15	x	B163 174,11		B202 61,60
P	A19 514,73		B57 414,38		B92 324,50		A76 240,60	x	B164 172,08	P	B203 55,90
Be	B22 512,72	P	A39 412,72		B93 322,17		B128 240,55	x	B165 170,00		B204 52,25
	B23 509,50		B56 412,60	P	A58 322,07	x	P12 239,00		A92 169,66		B205 49,90
	A20 509,46		B58 410,30		B94 320,00		B129 238,86	x	B166 168,10		B206 42,15
	B24 507,23	P	A40 408,82		B95 318,68		B130 236,90	x	B167 166,20	x	B207 34,00
	B25 505,90		B59 408,80		A59 318,33		A77 236,76		A93 165,24	x	B208 30,00
P	A21 502,12		B60 406,70		B96 316,70		B131 234,85		B168 163,30	x	B209 25,10
	B26 499,40	x	A41 404,10	P	A60 314,20		B132 233,21	P	B169 161,50	x	B210 21,50
	B27 497,12		B61 404,00		B97 310,57		B133 232,16		A94 161,08	x	B211 17,00
	A22 495,30		B62 402,00		B98 308,20		A78 232,12	x	B170 159,50		B212 11,85



Şekil 3.8. Ağaç toplulukları polen diyagramı. Değerler; algler, iri kalıntılar ve polen olmayan palinomorflar (NPP, Non-Pollen Palynomorphs) hariç polen toplamının yüzdesidir.



Şekil 3.9. Alg topluluklarına ait sonuçlar: algae, microremains ve fungi spores. Değerler tortul yoğunluğu/gram cinsindedir. Renkler gün ışığında: coprophilous fungi spores.



Şekil 3.10. İlk beş örnek, Akdeniz *Pinus* türlerinin baskın olduğu 514,7 m'de, stepik ve/veya halophytik herbaceae türünün yüksek oranda varlığını gösterir. *Pinus* daima baskındır. İki tür *Pinus* yaygındır: küçük (*Pinus sylvestris* t.) ve büyük (*Mediterranean Pinus*). Ayrıca daha ender olarak *P. halepensis* t. Ayrıca daha *Abies*, *Cedrus* ve *Picea* varlığı da gözlenmektedir. Bu taxa meşe ormanı ağaç örtüsü (yaprak döken ve dökmeyen *Quercus*, *Prunus*, *Corylus* ve *Acer*) ile birlikte bulunur ve bu türler sulak ortam ormanlarında yaşarlar (iki tip *Alnus*: *A. glutinosa* t. ve *A. viridis* t.). Açık ve az çok kurak ortam baskın bitki toplulukları: *Chenopodiaceae*, *Atriplex*, various *Compositae*, *Calystegia*, *Convolvulus*, *Linum*, *Plantago*. Sulak bitkilerin yokluğu ve *Lemna* varlığı sığ su depolanam ortamını gösterir. 514,7 m'de bulunan örnek, oksitli ortamlar için tanıtman alg türü olan *Botryococcus* yoğunluğu, göl tabanının yüzeylemesi veya çok düşük göl düzeyini gösterir. Özellikle *herbaceae* türündeki taxonomik çeşitlilik oldukça yüksektir (68 vascular bitki taxa). Exotik veya üçüncül kalıntılar bulunmamıştır. Oristik topluluklar modern Akdeniz=ora toplulukları ile tipiktir. *Cerealia* olarak adlandırılan *Poaceae* grupları büyük delik ve kalın halkalı büyük tanelerdir ve özellikle 571 m derinlikteki tüm örneklerde görülürler. Bunlar tahıllar için başlıca dağılım merkezi olarak bilinen Anadolu ve Orta Doğu bölgeleri olarak günümüzde ekimi süren *Cerealia* türünün atası ile ilişkili olmalıdır. Karotun 571 m'sinde ör: *Sporormiella*, *Podospora*, *Delitschia* ve *Valsaria variospora* gibi çeşitli *coprophilous* mantar sporları da yaygın olarak bulunmaktadır.

4. Tartışma

Acıgöl havzası tortul dolgusu, 2009 yılında bölgede sodyum-sülfat üreten ALKİM A.Ş. tarafından, 601 m'lik bir karotlu sondaj ile kesilmiştir. Bu karot ALKİM A.Ş. davetiyle Prof. Dr. Cahit Helvacı başkanlığında, Prof. Dr. M.Cihat Alçıçek, Prof. Dr. Ünsal Gemici ve Y.Doç. Dr. İbrahim Gündoğan tarafından sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal yönden incelenmiş (Helvacı vd. 2010) ve sonuçları yayınlanmıştır (Helvacı vd. 2013). Bu çalışmaların yanı sıra Acıgöl tortul dolgusunun sedimanter ve paleoklimsel özelliklerine dair ilk kapsamlı çalışmalar proje araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir (Alçıçek 2009). Bölgesel ölçekte havza gelişim mekanizması ile birlikte yüzeylemiş havza birimlerinin depolanma özellikleri ve stratigrafisi proje yürütücüsü tarafından çalışılmıştır (Alçıçek vd. 2011, Alçıçek vd. 2013a). Ancak tüm bu çalışmalarda yaş sorunu hep gündemde kalmıştır.

Proje ekibinin bir kısmı önceki yıllarda, yine bir TÜBİTAK-CNRS işbirliği ile (TÜBİTAK-ÇAYDAG110Y335; Alçıçek vd. 2013b), Acıgöl batında yer alan Denizli havzası Kuvaterner tortullarına uyguladıkları benzer tarihlendirme çalışmaları oldukça başarılı sonuçlar vermiştir (Lebatard vd. 2014a,b). Proje ekibinin kurduğu işbirliği ile uyguladıkları yöntemler, Acıgöl havzasından alınan 601 m'lik sondaj karotuna uygulanabilir nitelikte bulunmuştur. Uygulanan yöntemler birkaç milyon yıl geriye gidebilecek kapasiteye sahip olduğu için 601 m uzunluktaki bir malzemeye uygulanabilecek en etkili yöntemdir. Dolayısı ile bu kadar uzun bir sondaj karotu ile zamanda olabildiğince geri gidebilme olanağından ötürü söz konusu karot çalışma konusu edilmiştir. Her iki yöntemin bir birini çapraz-kontrolü ve test ederek desteklemesi çalışmanın önemli başarılarından biridir. Acıgöl havzası tortul dolgusunun tarihlendirmesi daha önceden yapılmamıştır. Bu bakımdan Acıgöl havzasında gerçekleştirilecek uluslararası çok disiplinli bir çalışma grubu ile arazi ve laboratuarda modern teknolojilerin kullanılması ile kesin yaş verisi sağlanabilmiştir.

Söz konusu sondaj karotunu tarihlendirmek amacı ile manyetostratigrafi ve kozmik radyasyon çalışmalarına yönelik 1" kalınlığında toplam 114 adet paleomanyetizma örneği alınmıştır. Ayrıca karot boyunca rastlanan sadece beş adet kaba taneli düzey kozmojenik izotop tarihlendirmesi amacıyla örneklenmiştir. Proje önerisi kapsamında olmamasına rağmen, örnek hazırlaması sırasında arta kalan döküntü malzemeler içinde bulunan polen toplulukları 601 m'lik karot boyunca sedimanter istifin paleo-ortamsal gelişiminin belirlenmesi için çalışılmıştır. Örnekler Fransa Aix Marseille Üniversitesi ve CNRS'e (*Centre National de la Recherche Scientifique*) bağlı CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) laboratuvarlarında paleomanyetizma ve kozmojenik izotop radyoaktivitesi yöntemleri ile tarihlendirilmiştir.

Tablo 4.1. Acıgöl havzası 601 m uzunluğundaki sondaj karotu boyunca alınan kozmojenik izotop, paleomanyetizma, manyetik duyarlılık ve polen örneklerinin listesi

Ech	Depth	OUT	poudre	PMAG	Suscep	10Be	Polen	Ar	Lames minces	Strati	remarks
A1	601,07			x	x	1.8.2014	13.5.2016				12/07/2016 - 2
B0	599,30						12.7.2016				
A2	598,16			x	x						
B1	597,35										
A3	592,46			x	x						
B2	592,36										
A4	587,63			x	x		13.5.2016				
B3	587,46										
B4	584,46										
A5	582,18	x		x							
B5	580,78										
A6	577,30			x							
B6	576,77										
B7	571,93										
A7	571,23			x	x		14.1.2016				
B8	570,88										
A8	565,51			x							
B9	561,80										
A9	559,33			x	x		13.5.2016				
B11	559,05										
B10	554,46						12.7.2016				12/07/2016 - 2
A10	554,30			x	x						
B12	552,57										
A11	550,10			x	x						
B13	548,00										
A12	545,58			x	x		13.5.2016				
B15	545,07										
B14	541,07										
A13	540,82				x		5.4.2016				
B15B	540,80										
A14	538,40			x	x						
A15	534,38			x	x						
B16	532,44						12.7.2016				12/07/2016 - 1
A16	529,10			x	x						
B17	526,95										
B18	525,25										
A17	523,63			x	x						
B19	521,70										top box
A18	519,28			x	x		13.5.2016				
B20	517,87										
B21	516,38										
A19	514,73			x	x		14.1.2016				
B22	512,72										
B23	509,50						12.7.2016				12/07/2016 - 2
A20	509,46			x	x						
B24	507,23										
B25	505,90										
A21	502,12			x	x		5.4.2016				
B26	499,40										
B27	497,12										
A22	495,30			x	x	1.8.2014					
B28	493,47										
A23	492,40			x	x						
B29	489,55						12.7.2016				
A24	487,70			x	x						
B30	485,44										
AB1	484,40										
B31	483,18										
A25	481,04			x	x						
B32	479,05						12.7.2016				12/07/2016 - 2
B33	476,71										
A26	476,57	x		x	x						
B34	474,45										
B35	472,50										
A27	470,45	x		x	x		26.10.2015				tephra
B36	470,40	x					14.1.2016				tephra whole
B37	468,40										
A28	465,15			x	x		14.1.2016				
B38	463,72										
B39	461,60										
A29	459,06			x	x						
B40	458,80						12.7.2016				
A30	456,14			x	x		13.5.2016				
B41	454,75										
A31	453,55			x	x						
B43	451,76										
B42	450,00										
A32	447,42			x	x						
B44	445,50										

Tablo 4.1. devam

A33	443,60	x			x	x		5.4.2016				
B45	443,34											
B46	440,58											
A34	437,85				x	x						
B47	435,50							12.7.2016		12/07/2016 - 2		shells
A35	433,00				x							
B48	431,00											
B49	429,97											
P10	429,50				x							
A36	427,40				x	x						
B50	425,40							12.7.2016		12/07/2016 - 1		
B51	424,50											
A37	422,80				x	x						
B52	422,80											
B53	420,45											
A38	418,35				x	x						
B54	418,30											
B55	415,91											
B57	414,38											
A39	412,72				x	x		13.5.2016				
B56	412,60							12.7.2016		12/07/2016 - 1		
B58	410,30											
A40	408,82				x	x		5.4.2016				pbl orientation
B59	408,80											
B60	406,70											
A41	404,10	x			x	x						pbl orientation
B61	404,00											
B62	402,00							12.7.2016		12/07/2016 - 1		
A42	401,36	x			x	x						
B63	400,55											399.77(from top) or 400.55 (base)
B64	398,50											398.5 (from top) or 397.7 (base)
A43	395,90				x	x						NO
B65	393,64											
A44	391,85				x	x						
B66	391,82											
B67	389,40											
B68	387,41											
A45	385,77				x	x		1.8.2014	13.5.2016			
B69	383,93											
B70	381,92							12.7.2016		12/07/2016 - 2		box upper m destroyed
B71	380,32	x										mud
A46	380,27				x	x						prof juin non correct
B72	378,33											full of water....
B73	376,35											
A47	375,67				x	x		14.1.2016				distroyed, mud
B74	374,42											
B75	372,40											2 lower m = mud
A48	370,30					x						
B76	368,28											
A49	365,25				x	x						
B77	363,04											
B78	361,00							12.7.2016				
A50	359,80				x	x						mud (nov-15)
B79	357,97											1m lower and upper = mud
B80	356,88											
B81	355,20	x										mud
A51	353,95				x	x		13.5.2016				
B82	352,37											
B83	349,60											
A52	348,70				x	x						
B84	346,53											
A53	345,05				x	x						
B85	342,88											
B86	341,25											
A54	341,20				x	x		5.4.2016				
B87	339,24	x										1rst U-channel box
A55	335,90				x	x						
B88	333,58											
B89	331,50											
A56	331,30				x	x						
B90	329,50							12.7.2016		12/07/2016 - 2		
A57	327,10				x	x						
B91	327,00	x										
B92	324,50											
B93	322,17											
A58	322,07					x		14.1.2016				
B94	320,00											320 (from top) 319.8 (base)
B95	318,68											
A59	318,33					x						
B96	316,70											

Tablo 4.1. devam

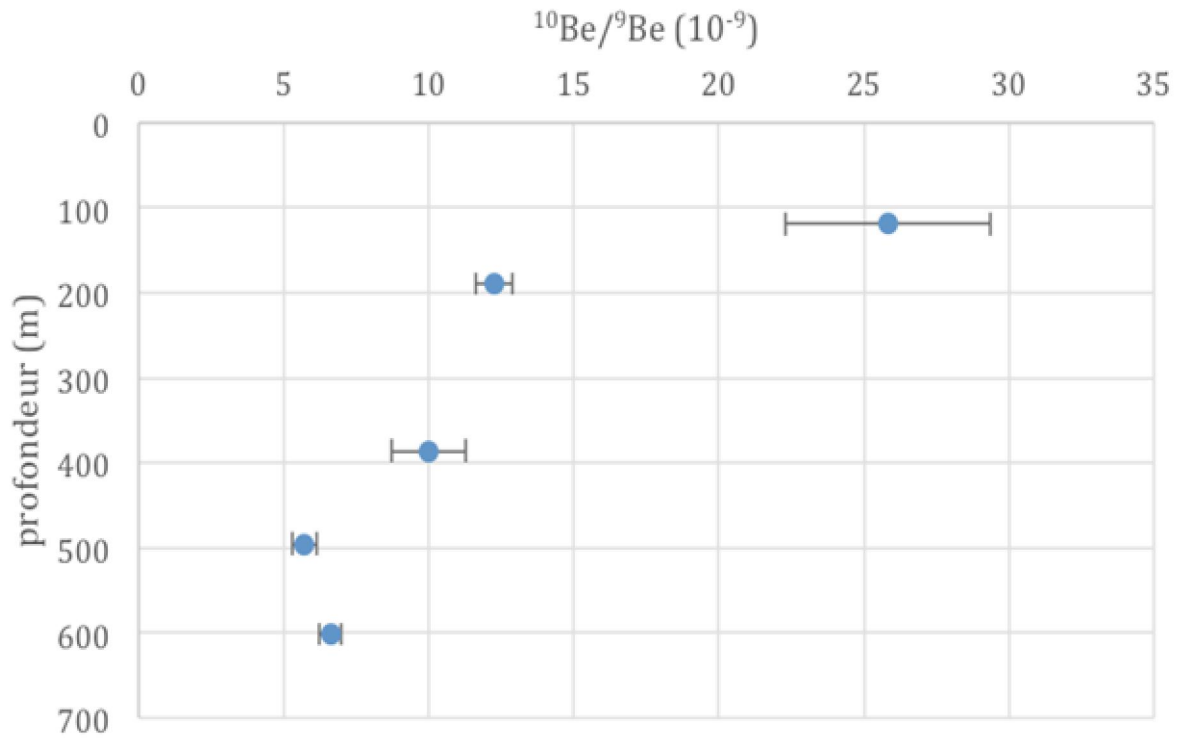
A60	314,20				x	13.5.2016			
B97	310,57								
B98	308,20								
B99	305,60					12.7.2016			
A61	305,58				x	x			
B100	303,20								
A62	301,58					x			
B101	301,37								
B103	299,30								
B102	299,20		x						
B104	297,10								
A63	297,04					x			
B105	294,85								
A64	293,02				x	x			(292.85 from top)
B106	292,90						12.7.2016		
B107	290,85								
A65	289,40				x	x			NO
B108	287,30								
B109	285,17								
AB2	284,77								
A66	284,64				x	x			
B110	282,10		x						
A67	280,17				x	x			
B111	280,08		x						
B112	277,60								
A68	275,20				x	x	14.1.2016		NO
B113	273,70								
B114	271,10								
A69	270,47				x	x			
B115	268,95								
P11	268,80				x				
B116	266,85								
A70	266,18				x	x	13.5.2016		
B117	263,50		x						box=mud
A71	261,84				x	x			
B118	261,80		x						
B120	259,15		x						
B119	257,45		x						
AB3	257,40								
A72	257,38				x	x			
B121	254,38		x						
B122	253,02		x						
A73	252,74					x			
B123	250,40		x						
B124	248,50		x						
A74	248,42				x	x			
B125	246,65		x						
A75	245,60				x	x	5.4.2016		
B126	244,55		x						
B127	242,15		x						
A76	240,60				x	x			
B128	240,55								attention bord
P12	239,00		x		x				
B129	238,86								
B130	236,90								
A77	236,76				x	x			
B131	234,85								
B132	233,21								
B133	232,16								attention manque 70 cm de core
A78	232,12					x			
B134	229,90		x						
B135	228,00		x						
A79	227,92				x	x			
B136	225,00								passée greseuse
A80	224,90				x	x	5.4.2016		passée greseuse
B137	224,55								passée greseuse
B138	223,10							12/07/2016 - 1	
B139	221,08								
P13	220,00		x		x				
B140	219,82								
A81	219,73					x			
B141	217,80		x						
A82	215,93				x	x	13.5.2016		
B142	215,85		x						
B143	213,72		x						
A83	213,15				x	x			
B144	211,70		x						sandeous
B145	209,72		x						
A84	207,83				x	x			
B146	207,70		x						

Tablo 4.1. devam

B147	205,73		x							
A85	203,90			x	x					
B148	203,71		x							
B149	201,68									
A86	200,20	x		x	x					
B150	199,70		x							
B151	197,79		x							
A87	195,76			x	x					
B152	195,74		x							
B153	193,78								sandeous	
B154	192,30									
A88	192,00			x	x					
B155	189,93		x							
A89	188,58			x	x	1.8.2014				
B156	187,70		x							
B157	185,78		x							
B158	184,65		x							
P14	184,50			x						
B159	182,20									
A90	182,10			x	x	14.1.2016				
B160	180,20		x							
B161	178,20		x						mudy	
A91	176,68				x					
B162	176,09		x							
B163	174,11		x						mudy	
B164	172,08		x						mudy	
B165	170,00		x							
A92	169,66			x	x					
B166	168,10		x							
B167	166,20		x							
A93	165,24				x					
B168	163,30									
B169	161,50					13.5.2016				
A94	161,08			x	x					
B170	159,50		x							
B171	157,70		x						box=loc ~	
B172	155,60		x							
A95	155,20				x					
B174	153,50								(2 1rst m = 1.5 m; 3 last m = 2.5 m)	
B173	151,50								+/-0.25	
A96	151,30			x	x	5.4.2016			+/-0.20	
B175	149,87								145-146 ok; 146-149 3m=2m; 149-150 ok	
B176	147,56								147.1 - 148.1	
B177	145,40		x							
A97	145,32			x	x					
B178	144,20		x							
B179	141,25									
A98	141,13			x						
B180	140,00								+/-0.1	
A99	137,35			x						
B181	137,10		x							
B182	134,75					13.5.2016				
B183	132,50		x						+/-0.5	
A100	131,75			x	x					
B184	129,90									
A101	127,60			x						
B185	125,65									
B186	123,50									
A102	123,45			x						
B187	120,43		x							
A103	119,33			x	x	1.8.2014 14.1.2016				
B188	115,13								2 last m = 3 m	
A104	114,15			x						
B189	112,10									
A105	110,85			x	x					
B190	110,70		x							
B191	104,20		x						104-107=1.5m; 107-110 =2.5 m	
A106	104,11			x	x					
B192	102,25								98-101=1.5m; 101-104=2.5m; +/-0.25	
A107	98,58			x	x	13.5.2016				
B193	97,50								92.6-95=1.20m; 95-98=2.80m	
B194	94,93									
B195	91,90		x						87-92=3.4m	
B196	86,80		x							
B197	81,35									
B198	73,15								73.15-73.30	
B199	71,00		x							
B200	65,00		x							
B201	63,60									
B202	61,60					13.5.2016				
B203	55,90									
B204	52,25									
B205	49,90									
B206	42,15								41-43.9 = 1.80m; 42.15-43.15	
B207	34,00		x							
B208	30,00		x							
B209	25,10		x							
B210	21,50		x							
B211	17,00		x							
B212	11,85									
B213	9,20									
B214	2,90		x							

4.1. Otojenik $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ tayini

Acıgöl karotunun 100 ve 200 metre civarında altı noktada güncel ve kuru göl tabanı ve 10-50 cm derinlikte açılan kazı çukurlarından örnekler alınmıştır. Kil boyu örnekler başlangıçtaki bölgesel otojenik $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranını hesaplamada kullanılmıştır. Bunun için klasik radyoaktivite eşitliği olan $N=N_0e^{-\lambda t}$ kullanılmıştır (N otojenik $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranı, t zaman, λ radyoaktif bozunma sabiti). Bu güncel örnekler, karot boyunca 601, 495, 386, 189 ve 119 m derinliklerden alınan 5 adet örnekle birlikte değerlendirilerek ilk kez atmosferik ^{10}Be kullanarak kesin tarihlendirme sağlamıştır. Kimyasal işlemde geçirilen bu örneklerin ^{10}Be konsantrasyonu SMA ASTER ile ölçülmüş ve ^9Be konsantrasyonu AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) ile belirlenmiştir. 10 adet örneğin $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranı olasılıkla yüksek jips içeriği nedeniyle yüksek dağılım gösterir (Şekil 4.2). Bu dağılım istatistik işlemleri zorlaştırır ve bu yüzden başlangıç NO oranının elde edilmesini engeller.

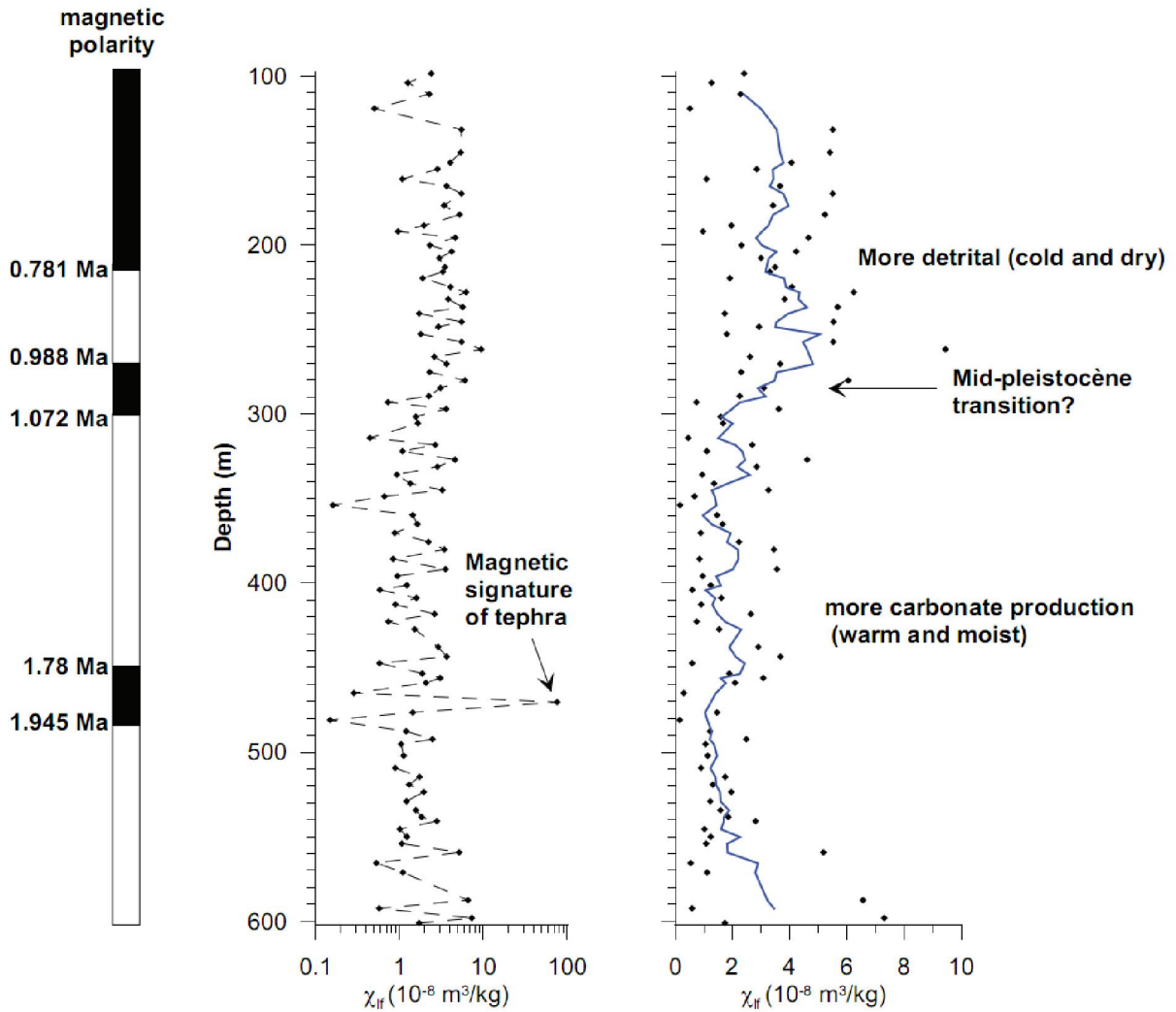


Şekil 4.2. Acıgöl karotu boyunca 5 adet kırıntılı örneğin $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranının zamansal gelişimi.

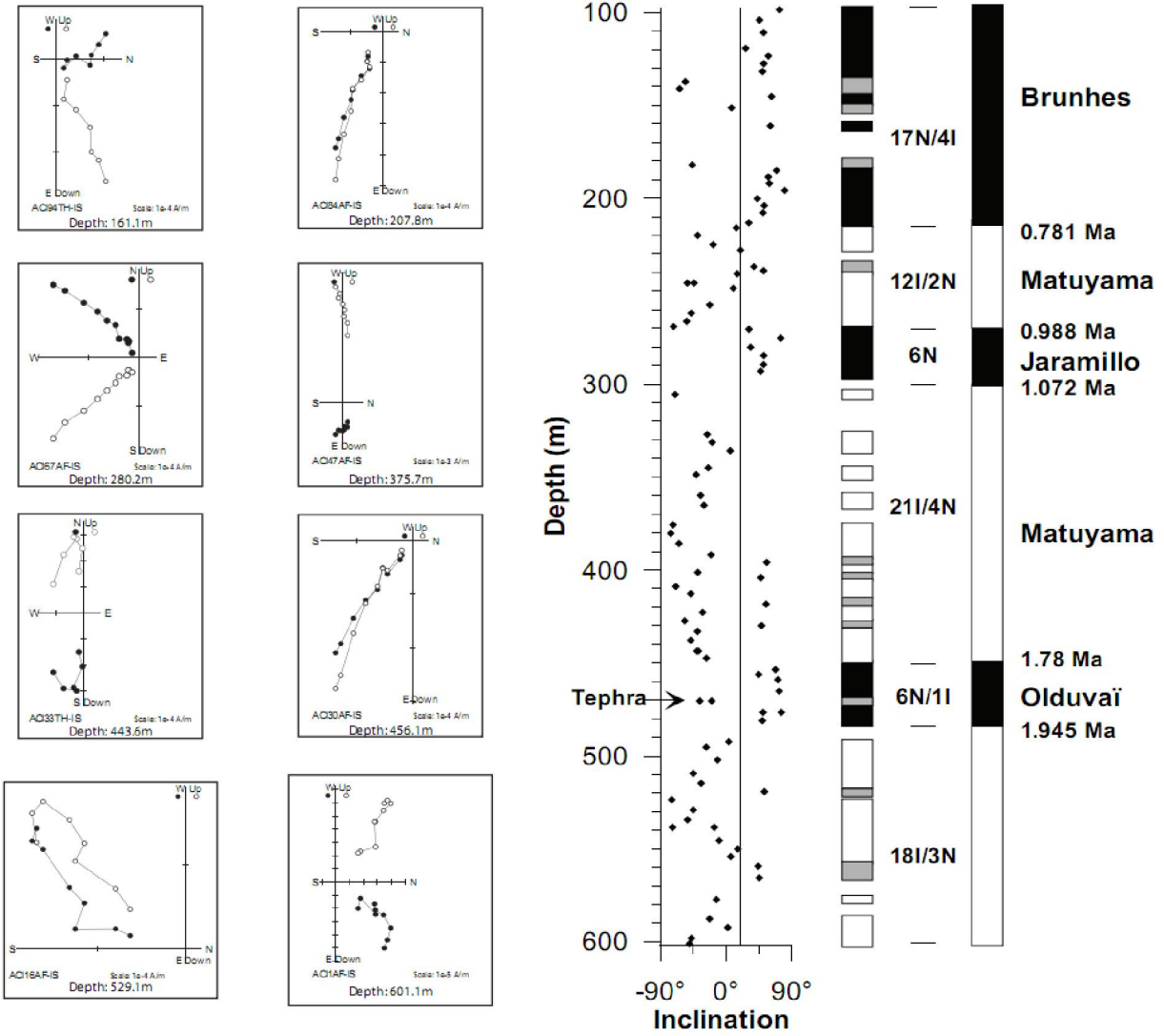
Karot boyunca en derin ilk 4 örneğin $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranı derinlikle artar. Bu artış miktarı ile atmosferik ^{10}Be kronometre olarak kullanılabilir. Benzer durum Çad'daki Bol sondajı (Novello vd. 2015) ve Pannonian havzasında (Sujan vd. 2016) gösterilmiştir. Karot boyunca en sığ örneğin $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranı modern değerlere çok yakındır. Bu durum sondaj sırasında yüzeye yakın örnekler için tipik olan bir kirlilik ile ilişkili olabilir. Seriyi tamamlamak için bölgesel başlangıç otonom $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranını kurgulamak amacı ile önceki örneklerden farklı olarak, doğrudan güncel göl tabanından ve güncel göl kıyısından 7 adet yeni yüzey örneği alınmıştır. Bu örneklerin analizi modern örneklerle $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ oranına çok yakınlık gösterdiği belirlenmiştir.

4.2. Kayaç manyetizması ve paleomanyetik tarihlendirme

Acıgöl karotunun paleomantetizma çalışması için manyetik sinyal değerleri manyetik duyarlılık ile ölçülmüştür (Şekil 4.3). CEREGE üssünde MFK1 model manyetik duyarlılık ölçer cihaz kullanarak 99 adet örneğin zayıf alan manyetik duyarlılık ölçümünü içeren kayaç manyetizması çalışması ile ilksel bir yaklaşım getirilmiştir (Şekil 4.4). Aynı zamanda özelliği duyarlılık olarak bilinen normalize edilmiş manyetik kütle duyarlılık sonuçları, manyetik mineralizasyon oluşurken önemli paleoklimsel değişimlerin gerçekleştiğini göstermektedir. Karotun tabanı ile tavanı arasında düşük manyetik duyarlılık yükseğe doğru açık bir geçiş olduğu gözlenir. Manyetik duyarlılık kırıntılı gelimi ile ilişkili olduğu düşünülürse, bu geçiş daha soğuk ve kurak şartlarda kırıntılı artışı, daha yağışlı ve daha sıcak koşullarda ise daha yüksek karbonat üretiminin bilindiği orta Pleyistosen geçişine karşılık geldiği düşünülebilir. Oluşturulan yağ modeline uyumlu olarak, bu geçiş bir milyon yıl olarak belirlenmiştir.

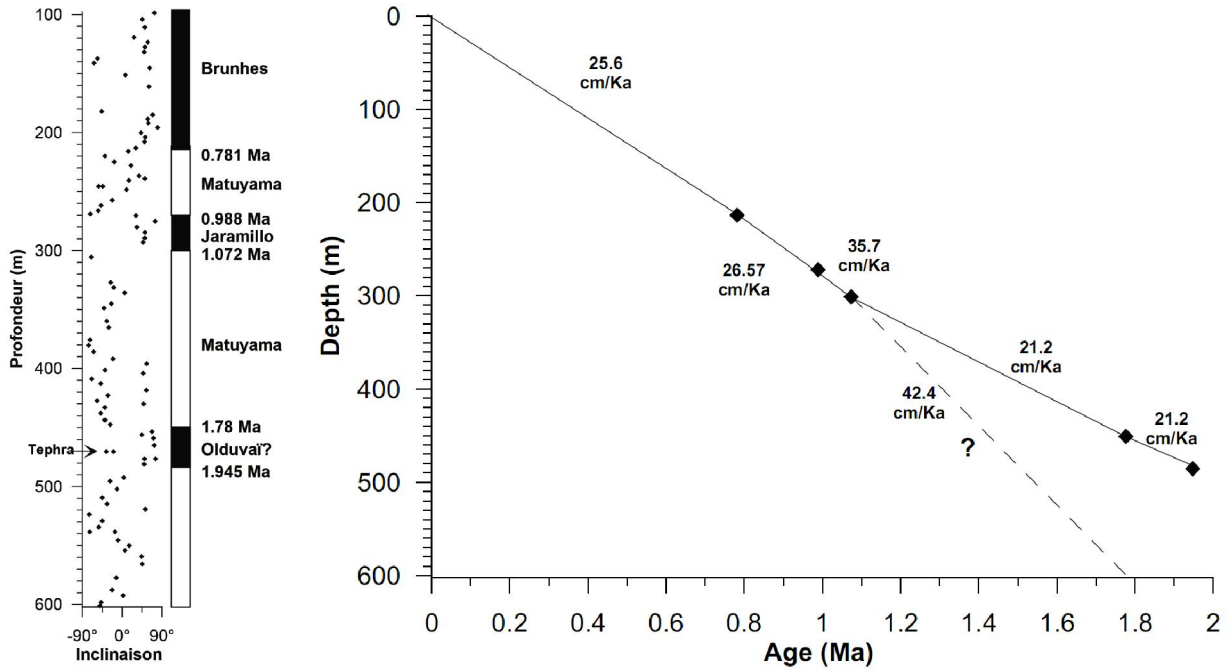


Şekil 4.3. Manyetik duyarlılık verileri: Solda, log10 olarak sunulan veri tefradan türemiş güçlü sinyali belirtir. Sağdaki çizgisel gösterimde 470. m'deki tefra düzeyi hariçtir. Burada volkanik sinyalden arındırılmış manyetik duyarlılık değişimini gösteren kırıntılı gelimine karşın karbonat üretimi gösterilmiştir. Düzleştirilmiş eğride ortalama veriler hariç tutulmuştur.



Şekil 4.4. Paleomanyetik yönelim ve referans manyetik polaritelerin (GTS2012) belirlenmesi ve jeomanyetik polariteler ile standart polarite kronları ile deneştirilmesi.

CEREGE üssünde süperiletken magnetometre SRM760R (2G versiyon) ile 114 örneğin paleomanyetizma ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bunlardan 103 tanesi (96 tanesi manyetik alan ve 7 tanesi ısı ile demagnetize olmuş) paleomanyetik yönelim karakteristiklerinin belirlenmesi ve paleomanyetik ölçeğin kurulmasına olanak vermiştir. Paleomanyetik çalışma sırasında 60 örneğe J.R. Bachelo tarafından geliştirilen derece planı uygulanmıştır. Brunhes/Matuyama ve Jaramillo manyetostratigrafi ölçeği (Lourens vd. 2004) referans alınarak karşılaştırılmıştır. Değerler düşük bir olasılıkla Olduvai zaman çizgisine karşılık gelmektedir (Şekil 4.5). Buna göre, paleomanyetik kayıta Olduvai'nin varlığı veya yokluğuna bağlı olarak iki yaş modeli önerilebilir. Olduvai'yi gösteren düşük sedimantasyon hızı, oldukça yüksek doğruluk oranı ile Gasse vd. (2015) tarafından önerilen Yammouneh Gölü (Lübnan) yöntemi esas alınarak, karbonatlı bir göl istifi için hesaplanan sedimantasyon oranı ile uyumludur. Acıgöl istifinden edinilen yaşlar Yammouneh Gölü'nde olduğu gibi, uzun süreli havza çökme hızı ile ilişkili sedimantasyon oranı ve dolayısı ile havza gelişiminin anlaşılması için önemlidir.

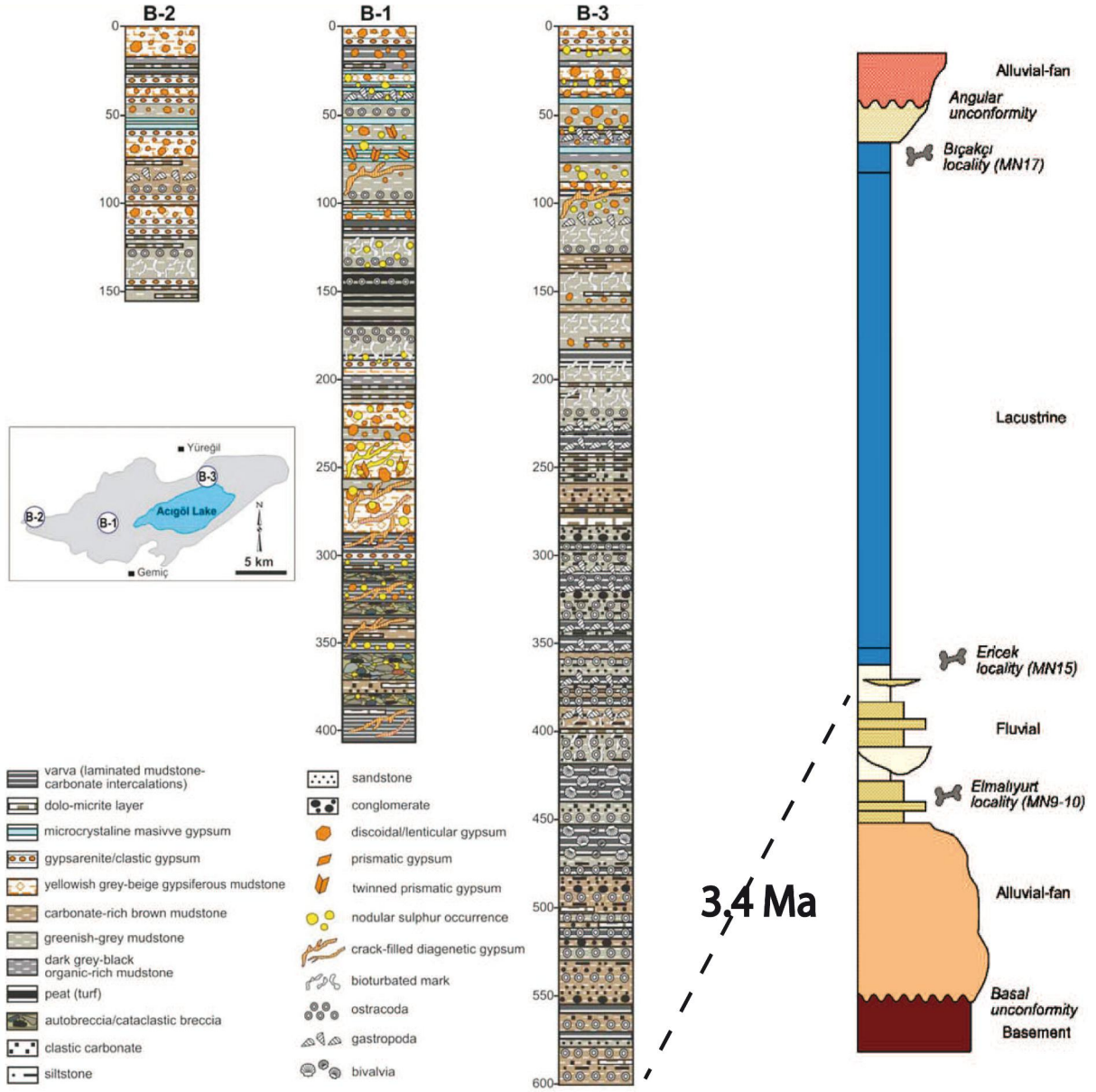


Şekil 4.5. Paleomanyetik polarite ölçüm çalışmaları ile edinilen yaş modeli. İstifin üst kesimleri için doğruluk göreceli artmakla beraber istifin alt kesimleri için göreceli olarak daha azdır. Buna göre istif boyunca edinilen en erken yaş 1.945-1.78 My aralığına karşılık gelir. Model Olduvai kronu olsun veya olmasın paleomanyetik korelasyonlardan çıkarılmıştır.

Gömülme yaşı; 601.07 m'de 2.0 ± 0.26 My, 495.30 m'de 1.9 ± 0.23 My, 385.77 m'de 1.00 ± 0.18 My ve 188.58 m'de 0.9 ± 0.16 My olarak ölçülmüştür. 119.33 m'den alınan örnek kirlilik nedeniyle sonuç vermemiştir. 126 adet paleomanyetizma sonucu gömülme yaşları ile uyumlu olarak karot boyunca Brunhes, Matuyama, Jaramillo ve Olduvai paleomanyetik alt-kronlarına karşılık gelmiştir. GB Anadolu'daki gölsel istifler için bilinen en eski yaş 3.4 My olmasından dolayı (Van den Hoek Ostende 2015) Acıgöl istifinin bu yaştan daha genç olması gerekmektedir. Zira Acıgöl karotu gölsel istifin tabanına ulaşmaz. İlk paleomanyetik ölçümler birçok ters polarite göstermektedir. İstifin 2/3'ü, tabanı şu ana dek yapılan ölçümlere göre en azından 1,7 My veya daha fazla olmak üzere 0,78 My'dan daha yaşlıdır (Brunhes/Matuyama geçisi). Bu çalışmada yapılan ölçümlerde Jaramillo alt-kronu (1,07-0,98 My) ve Olduvai alt-kronu (1.94-1,78 My) yüksek çözünürlükte kaydedilmiştir. Bu dönemlerin kaydını barındıran az sayıda kıtasal arşiv bulunur. Dolayısı ile tektonik ve iklimsel işaretler arasındaki ayırım ve karasal ekosistemin küresel Pleistosen iklimsel geçişine verdiği tepki tarihçesi uyumludur. Şekil 4.5'te verilen yaş modeli ile Acıgöl karotunun en eski yaş bulgusu olarak Olduvai alt-kronu yerel ve bölgesel kullanılabilir bir referans niteliğine sahip olacaktır (Şekil 4.6).

601 m'lik istifin alt yarısı daha çok karbonatlıdır, bu durum uzun süreli iklimsel koşullardaki genel değişimi veya tektonik, dolgulanma tarihçesi gibi etkenlerle göl seviyesindeki zamansal değişime bağlı olabilir. Acıgöl karotu boyunca karbonatlı veya karasal taneli sedimanlarca baskın olan, düzenli veya yüksek dönemsel değişimler daha çok iklimsel etkinliğe karşılık

gelmektedir. Bu değişimler buzul-buzul arası döngülerin sıklığı ile ilişkilidir. Kireçtaşları daha çok buzul arası dönemlerle ilişkili iken, karasal kırıntılılar soğuk ve kurak buzul dönemlerde göl düzeyindeki düşüş ve artan erozyonla ilişkilidirler.



5. Sonuçlar

GB Anadolu'da yer alan Acıgöl havzasında faaliyet gösteren ALKİM A.Ş. tarafından 2009 yılında 601 m. uzunluğunda bir karotlu sondaj alınmıştır. Bu karot Türkiye'de şimdiye dek alınmış en uzun gölssel karot olma özelliği ile göreceli uzun bir zamana karşılık gelmektedir. Paleomanyetizma ve kozmojenik izotop yöntemleri 601 m. kalınlığındaki istife karşılık gelen zamanı tarihlendirme kapasitesine sahiptir. Bu amaçla 601 m derinliğe erişen karot boyunca elde edilen sedimanter istifin paleomanyetizma yöntemi ile tarihlendirme ölçümleri için 126 adet, kozmojenik izotoplarla tarihlendirme ölçümleri için 5 adet örnek alınmıştır. Bunlara ilave olarak çalışma bölgesinin güncel radyasyon miktarı ve manyetik anomalisini belirleyerek kalibrasyon yapabilmek amacı ile 7 adet güncel yüzey örnekleri CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) bünyesinde bulunan CEREGE (*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*) laboratuvarlarında ölçülmüştür.

Yapılan çalışmalar, gömülme tarihlenmesi için alınan 5 örneğin; 601.07 m'de 2.0 ± 0.26 My, 495.30 m'de 1.9 ± 0.23 My, 385.77 m'de 1.00 ± 0.18 My, 188.58 m'de 0.9 ± 0.16 My olduğunu göstermiştir. Ancak 119.33 m'den alınan beşinci örnek kirlilik nedeniyle sonuç vermemiştir. Gömülme yaşları ile uyumlu olarak karot boyunca 126 adet paleomanyetizma ölçümü ile Brunhes, Matuyama, Jaramillo ve Olduvai alt-kronları belirlenebilmiştir. Uygulanan farklı jeokronolojik yöntemlerin birbirini desteklediğini görülmüştür. Edinilen sonuçlar havza gelişim süreçleri ile birlikte sedimantasyon oranı ve iklimsel değişimlerin tarihlenmesine dair bölgesel kullanılabilir niteliktedir. Bu çalışmada uygulanan farklı yöntemlerle edinilen yaşlar, karot üzerinde ileride yapılacak olası paleoiklim, biyostratigrafi, jeokimya ve mineraloji gibi başka çalışmalar için de yararlı olacaktır.

Kaynaklar

- Alçiçek M.C. 2011. Güneybatı Anadolu'nun Pliyosen-Kuvaterner dönemindeki iklimsel gelişimi için Acıgöl, Baklan ve Dinar grabenlerinin dolguları ile buralardaki gösel tortullar ve eski toprakların (paleosol) karşılaştırmalı incelenmesi: İklim-tortul ilişkileri için durum araştırması. TÜBİTAK Kariyer Projesi (ÇAYDAG-105Y280), 302 sayfa.
- Alçiçek M.C. Brogi A. Capezzuoli E. Liotta D. Meccheri M. 2013a. Superimposed basin formation during Neogene–Quaternary extension in SW-Anatolia (Turkey): Insights from the kinematics of the Dinar fault zone. *Tectonophysics* 608, 713-727
- Alçiçek M.C. 2013b. Paleobiogeography and geochronology of the quaternary deposits from the Denizli Basin. TUBITAK-CNRS (ÇAYDAG-110Y335), 114 pp
- Alçiçek M.C. Mayda S. Titov V.V. 2013c. Lower Pleistocene stratigraphy of the Burdur Basin of SW Anatolia. *Comptes Rendus Palevol* 12, 1-11
- Alçiçek H. 2009. Late Miocene nonmarine sedimentation and formation of magnesites in the Acıgöl Basin, southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology* 219, 115-135.
- Andrieu-Ponel V. Demory F. Perrin M. Alçiçek M.C. Lebatard A-E. Nomade S. Djamali M. Rochette P. Helvacı C. 2016. The long climatic sequence of Acıgöl Lake, NW Turkey: first chronological and palynological results. 25th RST (Reunion des Sciences de la Terre), 24-28 Octobre 2016, Caen, France.
- Andrieu-Ponel V. Rochette P. Lebatard A-E. Boulbes N. Mayda S. Moigne A-M. Vialet A. Alçiçek M.C. 2017. The Acıgöl Lake near Denizli, Turkey: a window on the environment of the Kocabaş hominin at 1.2 Ma. 7th ESHE, September 21-23, Leiden, Netherlands.
- Andrieu-Ponel V. Rochette P. Vialet A. Rambeau C. Alçiçek H. Boulbes N. Demory F. Helvacı C. Lebatard A-E. Mayda S. Henri M. Moigne A-M. Perrin M. Ponel P. Nomade S. Alçiçek M.C. 2017. Non Pollen Palynomorphs and pollen of the long lacustrine sequence of Acıgöl (Anatolia, Turkey): preliminary results. VIIth NPP, June 12-14, Liverpool, UK.
- Angelier J. Dumont J.F. Karamanderesi İ.H. Poisson A. Şimşek Ş. Uysal Ş. 1981. Analyses of fault mechanism and expansion of southwestern Anatolia since Late Miocene. *Tectonophysics* 75, T1–T9.
- Arnold M. Merchel S. Bourlès D.L. Braucher R. Benedetti L. Finkel R.C. Aumaitre G. Gottvang A. Klein M. 2010. The French accelerator mass spectrometry facility ASTER: Improved performance and developments. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B* 268, 1954–1959.
- Bourlès D.L. 1992 - Beryllium isotopes in the Earth's Environment, in: *Encyclopedia of Earth System Science*, Academic Press, Vol. 1, 337–352.
- Bozkurt, E. 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey, *Geodin. Acta* 16, 61-81
- Chmeleff J. Von Blanckenburg F. Kossert K. Jakob D. 2010 - Determination of the ¹⁰Be half-life by multicollector ICP-MS and liquid scintillation counting. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B* 268(2), 192–199.
- Collins A.S. Robertson A.H.F. 1999. Evolution of the Lycian Allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin. *Geological Journal* 34, 107–138.
- Demirel A. Mayda S. 2014. An Early Pleistocene Fauna from Burdur Basin of SW Anatolia. *Russian Journal of Theriology*, 13 (2) p.1-9
- Demory F. Perrin M. Alçiçek M.C. Lebatard A-E. Nomade S. Andrieu-Ponel V. Morteza D. Rochette P. Helvacı C. 2016. Preliminary results on a promising long paleoclimatic archive for the Near East: the lacustrine sequence of Acıgöl (Anatolia, Turkey). EGU General Assembly, 17-22 April 2016, Vienna
- Erinç S. 1967. Acıgöl'ün Pleistosen'deki seviyesi hakkında. *İÜ Coğrafya Enst*, 16, 140–143

- Gasse F. Vidal L. Van Campo E. Demory F. Develle A-L. Tachikawa K. Elias A. Bard E. Garcia M. Sonzogni C. Thouveny N. 2015. Hydroclimatic changes in northern Levant over the past 400,000 years. *Quaternary Science Reviews* 111, 1-8
- Glover C.P. Robertson A.H.F. 1998. Neotectonic intersection of the Aegean and Cyprus tectonic arcs: extensional and strike-slip faulting in the Isparta Angle, SW Turkey. *Tectonophysics* 298, 103-132.
- Göktaş F. Çakmakoğlu A. Tarı E. Sütçü Y.F. Sarıkaya H. 1989. The geology of the Çivril-Çardak area. Scientific Report No.8701, General Directorate of the Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA), Ankara.
- Granger D.E. 2006 - A review of burial dating methods using ^{26}Al and ^{10}Be ., In L.L. Siame, D.L. Bourlès, E.T. Brown (eds.), In situ-produced cosmogenic nuclides and fuantification of geological processes. *Geological Society of America, Spec. Publ*, 415, 1–16.
- Granger D.E. Muzikar P.F. 2001. Dating sediment burial with in situ-produced cosmogenic nuclides: theory, techniques, and limitations. *Earth Planet. Sc. Lett.* 188, 269–281.
- Helvacı C. Alçiçek M.C. Gündoğan İ. Gemici Ü. 2013. Tectonosedimentary development and palaeoenvironmental changes in the Acıgöl shallow-perennial playa-lake basin, SW Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 22, 173-190
- Helvacı C. Gündoğan İ. Gemici Ü. Alçiçek M.C. 2010. Acıgöl (Denizli) havzasının jeolojik hidrojeolojik, mineralojik evrimi ve Na-Sülfat potansiyeli. DEU-ALKİM ortak projesi. 304 p.
- Helvacı C. Mordoğan H. Çolak M. Gündoğan İ. 2004. Presence and distribution of lithium in borate deposits and some recent lake waters of west-central Turkey. *International Geology Review* 46, 177–190.
- İçöz T. Çalapkulu, F. 1993. Acıgöl'ün (Denizli) jeokimyasal özellikleri ve sodyum sülfat oluşumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* 8, 221–230.
- İzbrak R. 1996. Türkiye I-II, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Öğretmen Kitapları Dizisi: 196, Cilt I, İstanbul, sf. 39.
- Kaymakçı N. 2006. Kinematic development and paleostress analysis of the Denizli Basin (Western Turkish): implications of spatial variation of relative paleostress magnitudes and orientations. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 207–222.
- Koçyiğit A. 2016. Acıgöl grabeninin (Denizli) duraksamalı evrimi, GB Türkiye. ATAG-20 (Aktif Tektonik Araştırma Grubu) 13-15 Ekim, Denizli.
- Konak N. 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, İzmir paftası. MTA basımı.
- Konak N. Şenel M. 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Denizli paftası. MTA
- Korschinek G. Bergmaier A. Faestermann T. Gerstmann U.C. Knie K. Rugel G. Wallner A. Dillmann I. Dollinger G. Lierse von Gostomski Ch. Kossert K. Maiti M. Poutivtsev M. Remmert A. 2010. A new value for the ^{10}Be half-life by Heavy-Ion Elastic Recoil detection and liquid scintillation counting. *Nucl. Instrum. Methods B.* 268, 187–191.
- Lebatard A.-E. Alçiçek M.C. Rochette P. Khatib S. Vialet A. Boulbes N. Bourlès D.L. Demory F. Guipert G. Mayda S. Titov V.V. Vidal L. de Lumley H. 2014. Dating the Homo erectus bearing travertine from Kocabaş (Denizli, Turkey) at at least 1.1 Ma. *Earth and Planetary Science Letters* 390, 8-18
- Lebatard A.-E. Bourlès D.L. Alçiçek M.C. 2014. Datation des travertins de Kocabaş par la méthode des nucléides cosmogéniques $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ (Dating of the Kocabaş travertines with the $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ cosmogenic nuclide method). *Anthropologie* 118, 34-43
- Lourens L. Hilgen F. Shackleton N.J. Laskar J. Wilson J. 2004. Appendix 2. Orbital tuning calibrations and conversions for the Neogene Period. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. (Eds.), *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press, Cambridge UK, pp. 469–471

- Merchel S. Braucher R. Benedetti L. Grauby O. Bourles D. L. 2008. Dating carbonate rocks with in-situ produced cosmogenic ^{10}Be : Why it often fails. *Quat Geochronology* 3, 299-307
- Merchel S. Bremser W. 2004. First international ^{26}Al interlaboratory comparison – Part I. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 223–224, 393-400
- Merchel S. Bremser W. 2005. First international ^{26}Al interlaboratory comparison – Part II. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 239, 217-226
- Mutlu H. Kadir S. Akbulut A. 1999. Mineralogy and water chemistry of the lake Acigöl, Denizli, Turkey. *Carbonates and Evaporites* 14, 191-199.
- Nishiizumi K. Winterer E.L. Kohl C.P. Klein J. Middleton R. Lal D. Arnold J.R. 1989. Cosmic ray production rates of ^{10}Be and ^{26}Al in quartz from glacially polished rocks. *Journal of Geophysical Research*, 94, 17907–17915.
- Novello A. Lebatard A.-E. Moussa A. Barboni D. Sylvestre F. Bourlès D.L. Paillès C. Buchet G. Decarreau A. Düringer P. Ghienne J.-F. Maley J. Mazur J.-C. Roquin C. Schuster M. Vignaud P. 2015. Diatom, phytolith, and pollen records from a $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ dated lacustrine succession in the Chad basin: Insight on the Miocene-Pliocene paleoenvironmental changes in Central Africa. *Palaeogeogr, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 430, 85-103
- Okay I.A. Tansel I. Tüysüz O. 2001. Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Tertiary sedimentary record of western Turkey. *Geological Magazine* 138, 117-142.
- Özgül N. Arpat E. 1973. Structural units of the Taurus orogenic belt and their continuation in neighboring regions. *Bulletin Geological Society Greece* 10, 156-164.
- Price S.P. Scott B. 1994. Fault–block rotations at the edge of a zone of continental extension: southwest Turkey. *Journal of Structural Geology* 16 (3), 381–392.
- Rambeau C. Alçiçek M.C. Andrieu-Ponel V. Demory F. Alçiçek H. Helvacı C. Lebatard A.-E. Rochette P. Perrin M. Nomade S. 2017. Sedimentary history of Lake Acigöl (SW Turkey): potential for a new long-term Quaternary palaeoclimatic record in Anatolia. *33rd International Association of Sedimentologists (IMS2015) October 10-12, Toulouse, France*
- Sözbilir H. 2005. Oligo-Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian mollase basin, SW Turkey. *Geodinamica Acta* 18, 255-282.
- Stone J. O. 2000 - Air pressure and cosmogenic isotope production. *Journal of Geophysical Research*, 105, 23753–23759.
- Šujan M. Braucher R. Kováč M. Bourlès D.L. Rybár S. Guillou V. Hudáčková N. 2016. Application of the authigenic $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ dating method to Late Miocene–Pliocene Sequences in the northern Danube Basin: Confirmation of heterochronous evolution of sedimentary environments. *Global & Planetary Change* 137, 35-53.
- Şaroğlu F. Emre Ö. Kuşçu İ. 1992. Türkiye diri fay haritası, ölçek 1:2.000.000, MTA basımı
- Şenel M. 1997. 1:100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Denizli J9 paftası. MTA basımı 18s.
- Şenel M. 1997. 1:100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Denizli K9 paftası. MTA basımı 17s.
- Şenel M. 2002. 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Konya paftası. MTA basımı.
- Şengör A.M.C. Görür N. Şaroğlu F. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle K.T. Christie-Blick N. (Eds.), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, vol. 37, pp. 227-264.
- Turan N. 2002. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Ankara paftası. MTA basımı.
- Van den Hoek Ostende L.W. Gardner J.D. van Bennekom L. Alçiçek M.C. Murray A.M. Wesselingh F.P. Alçiçek H. Tesakov A.S. 2015. Ericek, a new Pliocene vertebrate locality from the Çameli Basin (SW Anatolia, Turkey). *Palaeobiodivers Palaeoenviro* 95, 305-320

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. MEHMET CİHAT ALÇIÇEK
Proje No:	114Y723
Proje Başlığı:	Acıgöl Havza Dolgusu 601 m'lik Sondaj Karotunun Jeokronolojisi (Gb Anadolu, Türkiye)
Proje Türü:	Uluslararası
Proje Süresi:	18
Araştırmacılar:	HÜLYA ALÇIÇEK, CAHİT HELVACI
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	PAMUKKALE Ü. MÜHENDİSLİK F. JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/08/2015 - 15/05/2017
Onaylanan Bütçe:	80725.0
Harcanan Bütçe:	61375.0
Öz:	<p>Acıgöl havzası, 2009 yılında ALKİM A.Ş. tarafından karotlu sondajla 601 m. kesilmiştir. Türkiye'de alınmış en uzun görsel karot olma özelliği ile uzun bir zaman aralığını simgeler. Paleomanyetizma ve kozmojenik izotop yöntemleri bu kalınlıktaki depolanmaya karşılık gelen zamanı belirleme kapasitesine sahiptir. Bu amaçla karot boyunca paleomanyetizma ölçümleri için 126, kozmojenik izotoplar için 5 ve kalibrasyon için 7 adet örnek CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) bünyesindeki CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement) laboratuvarlarında ölçülmüştür. Gömülme yaşlandırması için alınan 5 örneğin sonuçları; 601.07 m'de 2.0±0.26 My, 495.30 m'de 1.9±0.23 My, 385.77 m'de 1.00±0.18 My, 188.58 m'de 0.9±0.16 My olarak ölçülmüştür. 119.33 m'den alınan beşinci örnek kirlilik nedeniyle sonuç vermemiştir. Gömülme yaşları ile uyumlu olarak karot boyunca 126 adet Paleomanyetizma ölçümü ile Brunhes, Matuyama, Jaramillo ve Olduvai alt-kronları belirlenebilmiştir. Uygulanan farklı jeokronolojik yöntemlerin birbirini desteklediğini görülmüştür. Sonuçlar havza gelişim süreçleri ile birlikte sedimantasyon oranı ve iklimsel değişimlerin tarihlenmesine dair bölgesel kullanılabilir niteliktedir. Görsel istifin tarihlenmesi, karot üzerinde yapılacak paleoiklim, biyostratigrafi, jeokimya ve mineraloji gibi başka çalışmalar için kullanışlı olacaktır.</p>
Anahtar Kelimeler:	Paleomanyetizma, kozmojenik izotop, Acıgöl, Kuvaterner, GB Anadolu
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır
Projeden Yapılan Yayınlar:	1- The long climatic sequence of Acıgöl Lake, NW Turkey: first chronological and palynological results (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum), 2- Preliminary results on a promising long paleoclimatic archive for the Near East: the lacustrine sequence of Acıgöl (Anatolia, Turkey) (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),