

Çubuk Gölü'nde (Göynük, KB Anadolu) Paleoklimatolojik Çalışmalar

Osman Kır

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık, 2010

Paleoclimatological Studies of çubuk lake in (Göyük, NW Anatolia)

Osman Kır

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Geological Engineering

December, 2010

Çubuk Gölü'nde (Göynük, KB Anadolu) Paleoklimatolojik Çalışmalar

Osman Kır

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Genel Jeoloji Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Faruk OCAKOĞLU

Aralık, 2010

ONAY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Osman KIR'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Çubuk Gölü'nde (Göynük, KB Anadolu) Paleoklimatolojik Çalışmalar” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Faruk OCAKOĞLU

İkinci Danışman : _____

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Prof. Dr. Faruk OCAKOĞLU

Üye: Prof. Dr. Selahattin KADİR

Üye: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Üye: Prof. Dr. Cemal TUNOĞLU

Üye: Prof. Dr. Halim MUTLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışma, KB Anadolu'da Göynük civarındaki Çubuk Gölü'nün orta kesiminden alınan bir karot ile göl kıyısında açılan bir derin hendek üzerinde yapılan gözlem ve analizlerle geçmiş dönemlere ait iklimsel değişimlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bunun için öncelikle karot ve hendekte gözlenen sedimanlar ortamsal özellikleri açısından ayrıntılı bir şekilde incelenmiş, örneklenmiş ve radyokarbon analizleri ile belirli seviyelerden yaşlandırılmışlardır. Ek olarak karottan alınan örnekler üzerinde major ve minör element analizleri, $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizleri ve ostrakod analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sedimantolojik incelemeler, incelenen en alt seviyeleri günümüzden 1500 yıl geriye giden göl kaydında göl su seviyesinin bugünkünden daha yüksek olduğu 3 dönemin varlığını (M.S. 1700-1600, M.S. 1440-1250, M.S. 1030-900) göstermektedir. Bu dönemler boyunca duraylı izotop eğrileri, yüksek yıllık yağışı anlatan negatif değerler sergilemektedir. Bunlara ek olarak göl suyunun oksidasyon, kırıntılı getirimi ve tuzluluk koşullarını yansıtan kimyasal göstergelerde de yağışlı/daha az yağışlı dönemler arasında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. İncelenen göl tarihi boyunca en çeşitli ve bol ostrakod tür yayılımı da M.S. 750-900 yılları arasında yağışın bol olduğu dönemde izlenmiştir.

Çubuk Gölü yerel kaydı Orta Anadolu'daki bölgesel ve genel olarak Kuzey Yarıküre'deki küresel kayıtlarla önemli benzerlik taşımaktadır. Bölgesel izotopik karşılaştırmalar, M.S. 900-1100 döneminin Anadolu'da ılık ve yağışlı geçtiğini göstermektedir. Küresel şablona uygun olarak Çubuk arşivinde M.S. 800-900 dönemi (Ortaçağ Sıcak Dönemi Maksimumu) genel olarak sıcak ve kurak, 1600'lü yıllar (Küçük Buzul Çağı Maksimumu) ise soğuk ve kurak olarak gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler:

Paleoiklim, Çubuk Gölü, gölsel arşiv, KB Anadolu, duraylı izotoplar, ostrakod

SUMMARY

The aim of this study is to determine the climate variation in past times by observations and analysis of a lake bottom core and a lake side trench from the Çubuk Lake in vicinity of the Göynük, NW Anatolia. Firstly, sediments from core and trench were investigated in detail in terms of environmental properties, sampled and dated from certain levels with radiocarbon dating. Furthermore, a variety of analysis including major-minor elements, $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ stable isotopes and ostracoda were performed on samples from the core.

Sedimentological investigations of the lake archive which was dated back 1500 BP age at the bottom, showed that the lake level witnessed 3 periods with higher lake levels than today (1700-1600 AD, 1440-1250 AD, 1030-900 AD). The isotopic curves also display negative values indicating high annual precipitation rates in these periods. Additionally, meaningful excursions at indicators of oxidation, detrital input and salinity conditions of lake water while high/low precipitation periods were also observed. Through the investigated period of the lake history, diverse and abundant ostracoda distribution were found at 750-900 AD where the precipitation rate was assumed high.

Çubuk Lake local record presents significant similarities to previous Central Anatolia and Northern Hemisphere global records. Regional isotopic correlations show that the period 900-1100 AD was warmer and wetter in Central Anatolia. In accordance with the global patterns, Medieval Warm Period Maximum at about 800-900 AD, the climate was hot and dry, and Little Ice Age Maximum at the 1600's was cold and dry in the Çubuk record.

Key words:

Paleoclimate, Çubuk Lake, lacustrine archive, NW Anatolia, stable isotopes, ostracoda

TEŞEKKÜRLER

Gerek lisans gerekse lisansüstü derslerimde ve özellikle tez çalışmalarım da bana danışmanlık ve gerektiğinde arkadaşlık ederek beni yönlendiren ve her türlü olanakları sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Faruk Ocakoğlu' na (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi) ve yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini bir an bile esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca bilgi ve destekleriyle her zaman yanımda olan ve tezimin jeokimya ile ilgili bölümlerinde çok yardımını gördüğüm Araş. Gör. Sanem Açıkalın' a (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi) ve proje sürecinde bilgi ve deneyimlerinden büyük yarar sağladığım ve tezimin ilgili kısımlarında elde ettikleri sonuçlardan yararlandığım Prof Dr. Cemal Tunoğlu'na (Hacettepe Üniversitesi), Prof. Dr. Emel Oybak Dönmez'e (Hacettepe Üniversitesi), Doç. Dr. İsmail Ömer Yılmaz'a (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) ve son olarak tane boyu analizi yöntemi konusunda yardımını esirgemeyen Araş. Gör. Hasan Savaş' a (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım.

Daimi arkadaşlarım İsmail Gümüş, Celal Erayık, Önder Yönlü ve Ersel Göz'e tez süresince bana gösterdikleri sabır ve yardımlar için içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışma "Çubuk Gölü'nün (Bolu, KB Anadolu) Sedimantolojik, Jeokimyasal ve Paleokolojik Araçlarla Paleoiklimsel İncelemesi" başlıklı TÜBİTAK Araştırma Projesi, (No: 09Y353) tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜRLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Heyelan Set Gölleri ve Oluşumları.....	1
1.1.1. Heyelan setlerinin yaşı hakkında.....	4
1.2. Paleolimnoloji.....	5
1.2.1 Paleolimnolojik çalışmalar.....	5
1.2.1.1. Karot alımı.....	7
1.2.1.2. Göl kaydının yaşlandırılması.....	7
1.2.1.3. Jeofiziksel yöntemlerle göl çalışmaları.....	8
1.2.1.4. Paleolimnolojide zaman ve olay çözümlemesi.....	9
1.2.1.5. Bölgesel ve küresel değişimlerin hassas göstergesi olarak göl çökelleri.....	10
1.3. Türkiye’deki Paleolimnoloji Çalışmaları.....	12
2. MATERYAL ve YÖNTEM	16
2.1. Limnoloji Araştırmalarında Kullanılan Ekipmanlar.....	16
2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	17
2.2.1. Tane boyu analizi.....	17
2.2.2. ¹⁴ C (Radyokarbon) yaşlandırması.....	18
2.2.3. 4A ve 4B grubu kimyasal analiz.....	19
2.2.4. ¹³ C ve ¹⁸ O izotop analizleri.....	19

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.2.5. Ostrakod analizleri.....	20
2.3. GPR Çalışmaları.....	20
3. ÇUBUK GÖLÜNDE PALEOLİMNOLOJİK ÇALIŞMALAR.....	23
3.1. Çalışma Alanın Konumu.....	23
3.2. Göl Drenaj Havzasının Morfolojik Özellikleri.....	25
3.2.1. Gölü oluşturan kütle hareketi üzerinde çalışmalar.....	26
3.3. Göl Batimetrisi.....	30
3.4. Çubuk Gölünde Biriken Sediman Kalınlığı ve Gölün Yaşına Yaklaşım.....	32
3.5. Dip Çökellerinin Özellikleri.....	34
3.6. CK-1 Karotu Üzerinde İncelemeler.....	35
3.6.1. Litolojik tanım.....	36
3.6.2. Karotun yaşlandırılması.....	39
3.6.3. Kimyasal analizler.....	40
3.6.4. İzotopik analizler.....	44
3.6.5. Ostrakod Çalışmaları.....	46
3.7. CK-2 Hendeği Üzerinde İncelemeler.....	49
3.7.1. Litolojik tanım.....	49
3.7.2. Hendek sedimanlarının yaşlandırılması ve CK-1 karotu ile korelasyonu.....	52
3.7.3. Çubuk gölü kıyısında GPR çalışmaları.....	54
4. TARTIŞMALAR.....	56
4.1. Çeşitli Göstergelerin Karşılaştırmalı Analizi.....	56
4.2. Bölgesel ve Küresel Paleoklimsel Şablonlarla Karşılaştırma.....	60

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5. SONUÇLAR.....	65
6. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	67
7. EKLER.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.1 Kanal ve havza sistemlerinde heyelan kütle hareketleri.....	1
1.2.1 Göllerdeki sedimanter arşivini kontrol eden faktörlerin basitleştirilmiş Şeması.....	6
1.2.2. Sediman birikimi ve sürekliliği arasındaki ilişki.....	10
2.2.1 Hidrometre deneyinden bir görünüm.....	17
2.3.1 Mala GPR anten ve kontrol üniteleri.....	21
3.1.1 Çubuk gölü yer bulduru haritası.....	23
3.1.2 Çubuk gölü drenaj havzasının jeolojisi.....	24
3.2.1 Çubuk gölü ve drenaj alanının 3 boyutlu altlığı.....	25
3.2.2 Erenler Tepesi boyunca gelişen heyelan (Batı'ya Bakış).....	26
3.2.3 Dikmen Tepesi boyunca gelişen kütle hareketinin görünümü.....	27
3.2.4 Çubuk Gölü ve drenaj havzasının 3-boyutlu görünümü.....	28
3.2.5 Heyelanın topuk bölgesinden bir enine jeolojik kesit ve kayaçların arazi görünümleri.....	29
3.3.1 A) Çubuk Gölü batimetrisi, B) Göl tabanı eğim haritası.....	31
3.4.1 Şimşir Deresi civarında topoğrafik profiller ve biriken sediman kalınlığının hesaplanması.....	33
3.5.1 Çubuk Gölü'nden alınan grab örneklerinin konumu ve tane boyu dağılımı.....	34
3.6.1 Çubuk Gölü'nden alınan CK-1 karotunun genel görünümü ve litolojik içeriği.....	37
3.6.2 Çubuk Gölü'nden alınan CK-1 karotunun genel görünümü ve litolojik içeriği (devam).....	38
3.6.3 CK-1 karotunun yaş modeli.....	39
3.6.4 Çubuk Gölü karotu boyunca (Mg/Ca, Sr/Ca, Na/Al, Na/K, Ba, Zn, P/Al) değerlerinin değişimi.....	41
3.6.5 Çubuk Gölü karotu boyunca (Zr, Rb, Ba/Al, Ca/Al, Co/Al, V/Al, Ni/Al) değerlerinin değişimi.....	43
3.6.6 CK-1 karotunda $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ konsantrasyonlarının ilişkisi.....	44
3.6.7 CK-1 karotu boyunca $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin değişimi.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
3.6.8	CK-1 karotu boyunca ostrakod topluluğu ile başka bazı sucul organizma kalıntılarının dağılımı.....	48
3.7.1	CH-2 hendek duvarından görüntüler.....	49
3.7.2	CK-2 hendeğinin litolojik özellikleri.....	51
3.7.3	Çubuk gölü ve arşivi ile su üstü delta fanı arasındaki ilişki.....	53
3.7.4	Çubuk gölü'nden alınan GPR profilleri (profil yerleri için Şekil 16'ya bakınız.) A: Soğukpınar deresine paralel profil (Profil 1), B: Soğukpınar deresine dik profili (Profil 2).....	55
4.1.1	CK-1 karotu ve CH-2 hendeğinde göl su seviyesi salınımları ve deneştirilmesi.....	59
4.1.2	CK-1 karotunda izotopik verilerin mevcut literatür ile karşılaştırılması.....	62
4.1.3	CK-1 karotunda ¹⁸ O değerlerinin bölgesel sıcaklık anomalileriyle karşılaştırılması.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.1 Dünyada büyük heyelanlar ve morfometrik parametreleri.....	2
3.5.1 Çubuk Gölü grab ve karot örneklerinin konumu ve granülometrik dağılımı (%).....	35
3.6.1 Çubuk Karotu radyokarbon (^{14}C) analizi sonuçları.....	40
3.7.1 Çubuk Hendeği radyokarbon (^{14}C) analizi sonuçları.....	52

1. GİRİŞ

1.1. Heyelan Set Gölleri ve Oluşumları

Heyelanlar karmaşık jeomorfolojik yapılardır. Bu sistemleri belirleyen ana faktörler, eğimli iki tabaka arasındaki yüzey ve kanal ya da vadi sistemleridir (Korup O., 2002). Bu sistemler genellikle dağlık ve yüksek eğime sahip bölgelerde, tektonik (depremler, yüksek yamaç eğimi, rölyef vb) ve iklimsel (yağış ve kar erimesi) süreçlerle kontrol edilirler. Bu süreçlere göre bir heyelanın oluşumu, kanal ve havza özelliklerine bağlı olarak Şekil 1.1 deki gibidir.



Şekil 1.1.1. Kanal ve havza sistemlerinde heyelan kütle hareketleri (Korup, 2002).

Yeryüzünde heyelan setleriyle ve set gölleriyle ilgili ilk sınıflama çalışmaları 1930'ların başlarında Heim (1932) tarafından özellikle Himalayalar, Çin ve Japonya'da yapılmıştır. Bu çalışmalarda kanal ve havza boyunca topografik eğimi dikkate alınmıştır. Daha sonraki incelemelerde heyelanların hacimsel özellikleri ve doğal setler hakkında sınıflandırma ile devam etmiştir (Costa and Schuster 1988). Heyelan set gölleriyle ilgili çalışmalar yine aynı araştırmacılar tarafından dünya çevresinde 463 gölde yapılan çalışmaların yayınlamalarıyla yaygınlaşmıştır. Günümüze kadar yapılan

kapsamlı çalışmalara rağmen çok değişkenli jeomorfolojik karakteristikler gösteren bu heyelanların bazıları, oldukça geniş ve büyük olduklarından oluşum özelliklerinin ortaya çıkarılması da bu bağlamda zorlaşmıştır. Örneğin Mason (1929), Pakistan'da yaptığı çalışmalarda tetikleyici mekanizması büyük bir deprem olan set yüksekliği 200-300 m olan Raikhot heyelanını incelemiş ve heyelan setinin yıkılması durumunda İndus nehri vasıtasıyla çamur ve molozun 65 km havza boyunca yayılabileceği hakkında bir takım modeller geliştirmiştir.

Çizelge 1.1.1. Dünyada büyük heyelanlar ve morfometrik parametreleri (Korup, 2002).

Nehir (lokasyon)	Ülke	Yaşı	Heyelanın hacmi (Mm ³)	Heyelan tipi	Litoloji	Tetikleyicisi
<i>Bairaman Nehri</i>	Papua Yeni Gine	1985	180	Moloz	Kireçtaşı	Deprem (7.1 R)
<i>Rio de las Conchas</i>	Arjantin	6.6-5.5 ka	>60	Kaya düşmesi	Kireçtaşı	Deprem (>5 R)
<i>İndus Nehri</i>	Pakistan	?	>1500	Moloz	Magmatik, metamorfik	?
<i>Indus Nehri</i>	Pakistan	?	>300	Debriz	Magmatik	?
<i>Saltoro Nehri</i>	Pakistan	?	600	Debriz	p, m	?
<i>Bartang/Murgab Nehri</i>	Tajikistan	1911	2500-4800	Kaya kay./ Moloz	?	Deprem
<i>Green Lake</i>	Y. Zellanda	13-12 ka	27 000	Kaya kayması	Kireçtaşı, gnays	Deprem (7.5 R)
<i>Waikaretaheke Nehri</i>	Y. Zellanda	2.2 ka	2200	Çığ	Kireçtaşı, çamurtaşı	Deprem?
<i>Rio Grande</i>	A.B.D	>43.2	?	Düşme?	Bazalt	Deprem?
<i>Rio Grande</i>	A.B.D	>7.5 ka	?	Düşme?	Bazalt	Deprem?

Nehir (lokasyon)	Ülke	Yaşı	Heyelanın hacmi (Mm ³)	Heyelan tipi	Litoloji	Tetikleyicisi
<i>Birahi Ganga</i>	Hindistan	1893	150-200	?	Karbonatlar	Yağmur
<i>Poerua Nehri</i>	Y. Zelandada	1999	10-15	Çığ	Şist	?
<i>Rio Grande</i>	A.B.D	12.4 ka	?	Düşme	Bazalt	Deprem?
<i>Yigongzangbu Nehri</i>	Tibet/Çin	1902	510	Kompleks	?	Yağmur
<i>Yigongzangbu Nehri</i>	Tibet/Çin	2000	300	Kompleks	?	Kar erimesi

Dünyadaki yaklaşık 390 heyelan setinde yapılan çalışmalarda heyelanların tetikleyici mekanizması olarak güçlü sağnak/kar erimesi gibi iklimsel parametrelerin yanında, depremler (Schuster, 1993) ve volkanik tetikleyiciler (Umbal and Rodolfo, 1996; Melekestsev, et al., 1999) ya da antropojenik aktiviteler belirlenmiştir (Asanza, et al., 1992). Diğer taraftan heyelan göllerinin oluşabilirliği kütle hareketlerinin türüne göre önemli ölçüde değişmektedir. Heyelanları, kaya kayması ya da düşmeler flüviyal sistemleri bloke eden en önemli (%50) ajanlardır. Çamurlu debriz akışı ve heyelanlar da oldukça önemli (sırasıyla %25 ve %19). Hassas kil yapıları boyunca hareketler sonucu göl oluşumu daha enderdir (%6) (Schuster, 1993). Çizelge 1.1' de dünyadaki en önemli heyelanlar bir takım özellikleri ile birlikte gösterilmiştir.

Heyelanları tetikleyen mekanizma hakkında, Schuster et al., (1998)' un çalışmaları mevcuttur. Araştırmacı setlerin oluşumunu 4 grupta ele almıştır. Bunlar; 1) sismik yoğunluk (güçlü sarsıntılar), 2) yüksek eğim ve topografya, 3) litoloji ve yağış, 4) toprak nemi ve yeraltı su tablasının konumudur. Fakat Ford and Peulvast (1995) tarafından geliştirilen ve kurak/yarı kurak bölge olan Tibet dağlarında büyük ölçekli drenaj sistemlerini bloke eden kütle hareketlerinin özel olarak herhangi bir iklimsel koşul gerekmediğini belirten çalışmalar da mevcuttur. Ek olarak lokal, özellikle geniş

ölçekte kümelenen heyelanların, birbirleri tarafından etkilendikleri bilinmektedir (Anderson, et al., 2000).

1.1.1. Heyelan Setlerinin Yaşı Hakkında

Bir vadi boyunca gelişen heyelan setlerinin ömrü birkaç günden on binlerce yıla kadar değişebilir. Çoğu heyelanların oluşumundan kısa bir zaman sonra set üzerinde sızıntılar meydana gelir ve bir zaman sonra arkasındaki suyun basıncına dayanamayarak yıkılır. Schuster (1993, 1995), dünyada 187 heyelan set gölünde yapılan çalışmada bunların yaklaşık %55'inin oluşumundan bir hafta sonra yıkıldığına, kalan büyük bölümün ise bir yıl içinde yok olduğuna dikkat çekmektedir. Ayrıca dünya üzerinde oluşumuna ve yok oluşuna şahit olunan bir takım heyelanlar da mevcuttur. Örneğin 1835'te Kırgızistan'da Tegermach nehri üzerinde moloz ve kaya düşüşüyle meydana gelmiş ve Yashingul gölünü oluşturan heyelan 1966'da yıkılmıştır (Pushkarenko and Nikitin, 1988).

Heyelan setleri oluşum yaşı ve ömürleri özellikle heyelanı oluşturan materyal bileşimine bağlıdır. Schuster (1993, 1995)'e göre iri kaya parçalarından ya da kohesif kil boylu materyalden oluşan heyelan settinin, yüksek geçirgen ve stabil olmayan setten daha uzun ömürlü olduğunu belirtmiştir.

Heyelan setlerinin ömürleriyle ilgili çalışmalar kuşkusuz o bölgedeki canlı hayatını da doğrudan etkilemektedir. Örneğin ani ve güçlü bir sarsıntı ya da afet sayılabilecek güçlü yağışlarda Papua Yeni Gine'de Bairaman Nehri (Çizelge 1.1) üzerinde 200 m yüksekliğindeki settin vereceği tepki King et al., (1987, 1989) tarafından araştırılmıştır. Arazi çalışmalarının yanı sıra kullanılan bir takım simülasyonların da yardımıyla settin yıkılması durumunda Bairaman nehrinde suyun 80 m yükseleceği ve 39 km boyunca hareket edebileceği öngörülmüştür. Genel olarak heyelan setleri üzerinde yapılan çalışmalar bir settin ne zaman ve hangi tür etmenler altında yıkılacağına dair kesin sonuçları hiçbir zaman veremezler. Özellikle iklimler konusundaki ciddi çalışmalara rağmen günümüzde sıkça karşılaştığımız ani afetler bu bağlamda kesin sonuca varmayı oldukça zorlaştırmaktadır.

1.2. Paleolimnoloji

Paleolimnoloji, gölsel çökel kayıtlarından yola çıkarak, eski göl ortamlarında geçmişte olmuş iklimsel, tektonik, su seviyesi oynamaları, sedimentasyon hızı ve su kütlesi içinde ve çevredeki canlı yaşamı gibi değişikliklerin belirlenmesi bilimidir. Bu bağlamda kapalı havzalarda yer alan ve görel olarak kalınca gölsel çökeller ile karakterize edilen derin göl ortamları, iklimsel ve paleoortamsal değişikliklerin saptanmasına yönelik çalışmalarda oldukça önemli bir yer tutar. Uzun bir geçmişe sahip olabilmeleri ve yıllık laminalanma (varv) gösterebilmeleri nedeniyle Türkiye’de ve genel olarak Dünya’ daki göller paleolimnolojik çalışmalar için yaygın olarak kullanılmıştır.

Paleolimnoloji çalışmalarında dönemsel laminalar temel alınır. Dönemsel laminaların yanında bu kaydın hangi koşullar altında oluştuğunun da anlaşılmasını sağlar. Paleolimnolojik çalışmalardaki başlıca değişkenleri iklim, su havzasının boyutu, buradaki kayaçların yapısı, tektonik ve volkanik aktivite, bitkiler, sucul organizmalar ve insan aktivitesi oluşturmaktadır. Bu değişkenler oldukça interaktif bir şekilde çalışmaktadır; örneğin gölün beslenmesi ve sedimanla dolması insan aktivitesinden yüksek oranda etkilenmektedir. Bu değişkenler göl tabanı arşivinde direkt olarak kaydedilmektedir. Bu bağlamda paleolimnolojik kayıtlar üç farklı şekilde arşivlenirler (Cohen, 2003). İlk olarak göl suyunda, su ve içindeki bileşimler sınırlı birikim zamanlarında ikamet eder, bu birikim zamanı su içerisindeki ortalama molekül çözünme döngüsüyle ilişkilidir. Göllerdeki uzun ikamet zamanlarında (ki bu zaman dilimi yüzlerce hatta binlerce yıl olabilir) su kendi bünyesinde önemli paleolimnolojik tarihi saklar. İkinci arşiv göl çevresinin jeomorfolojisidir. Bu göl kıyı çizgisi ve su havzası içindeki akarsu aşındırması/kütle hareketleri süreçlerini kapsar. Morfolojik süreçler göl oluşumundan itibaren binlerce yıl devam edebilir. Kuşkusuz paleolimnolojinin de en önemli arşiv kaynağı göl tabanında çökelen sedimandır. Göl tabanı sedimanları genel olarak toprak, kimyasal ve biyojenik sediman, kozmojenik ve volkanik parçalar, göle taşınan fosil, polen ya da geçmişte gölde yaşamış bir takım balık fosilleri yanı sıra her türlü canlı kalıntıları, aerosolden oluşur (Cohen, 2003). Bu gereçler değişik oranda

geçmiş dönemin çevresel özelliklerini yansıtacak şekilde göl tabanında birikirler (Şekil 1.2.1).

Zorlayıcı Değişkenler

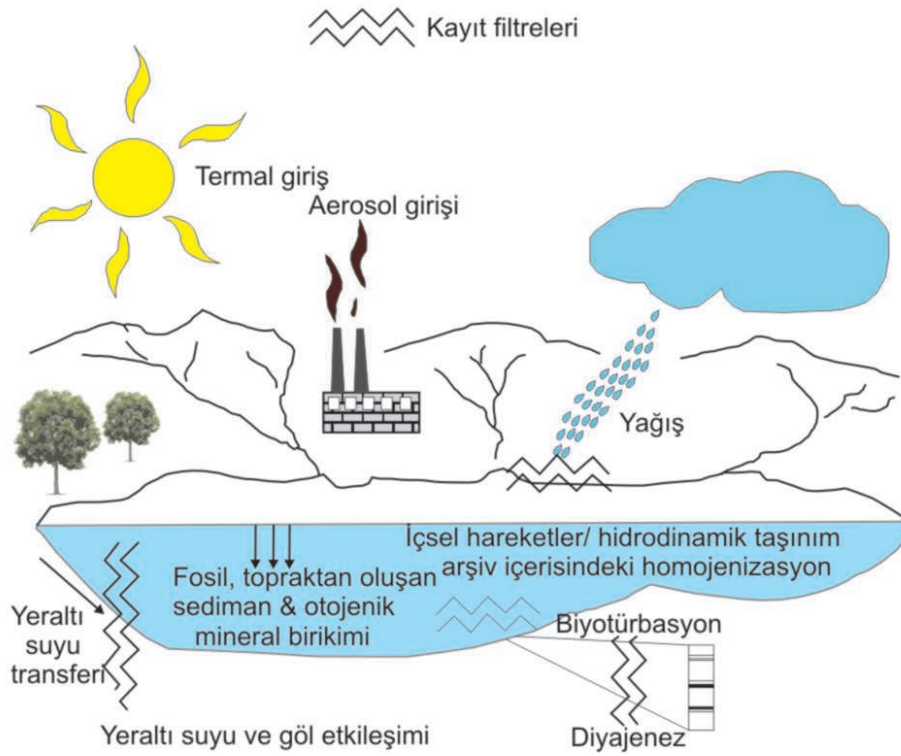
- İklim
- Havza Jeolojisi/
bölgesel bitki örtüsü
- Bölgesel sucul canlılar
- İnsan aktivitesi

Arşiv İçeriği

- Toprak sedimanları
- Kimyasal/ biyojenik sedimanlar
- Kozmojenik/ volkanik sedimanlar
- Dış ve iç kaynaklı fosiller
- Aerosol ve su kirlilikleri

Taban Arşivi

- Sediman birikimi
- Su kütlesi birikimi
- Göl tabanı



Şekil 1.2.1. Göllerdeki sedimaner arşivini kontrol eden faktörlerin basitleştirilmiş şeması (Cohen, 2003).

1.2.1.1. Örnekleme

Güncel göl araştırmalarında temel örnekleme yöntemi karot alımıdır. Karot uzunluğu, devamlılığı sebebiyle kesintisiz paleolimnolojik verilerin sağlanması en önemli araçtır. Göl tabanı yüzeyinde karot örnekleme çalışmanın amacı doğrudusunda gölün farklı kesimlerinden alınır, böylece farklı yerlerden alınan karotlar değişik problemlerin çözümüne ve göl tabanı boyunca korelasyona imkan sağlarlar. Silindirik şekilli örnekleyciler bu çalışmalar için ilk kullanılan sistemlerdir. Örnekleyci alttaki yumuşak sedimane bir taraftan saplanıp diğer taraftan içine alarak kapanır. Daha sonra örnekleyci üzerinde yer alan bir boşluk vasıtasıyla sediman mekanik olarak ayrılır. Göl tabanından sediman örnekleme için gravity, box ve multi corer dan yararlanılır. Bu sistemler yukardan göl tabanına indirilerek içerisine düşey olarak sediman alır ve dışarıdan sediman girişini önler; böylece yüzeyden örnekleyci içerisine herhangi bir geçiş olmaz. Karotiyerin üst kısmında bulunan kapanma mekanizması ile örnek alındıktan sonra hidrostatik basınç sayesinde örnek saklanır. Yakalayıcı diye adlandırılan karotiyerin uç kısmındaki çene, alınan malzemenin geri dökülmesine engel olur. Gravity Corer' lar birkaç metre boyundadırlar. Box corer ise bir takım küçük ayrıntıların ayırtılması ve daha fazla örnek alınabilmesi için gravity corer' ın özel bir hali olarak yeniden tasarlanmıştır. Multi corer ise birden fazla komşu alanda ve genelde sığ (> 1 m.) örnekleme için kullanılır. Son olarak, Livingstone corer özellikle yumuşak sediman örneklemede kullanılan ve su derinliğine bağlı olarak 6-8 m. uzunluğunda karot alabilmek için tasarlanan bir sistemdir.

1.2.1.2 Göl Kaydının Yaşlandırılması

Göl tabanından alınan karotlar yüksek hassasiyetli olarak örnekleyip analizlere tabi tutulurlar. Bunlar ostrakod, polen, diyatome ve bir takım kimyasal ve izotopik analizlerdir. Bu analizlerin yanı sıra karotun uygun kesimlerinden ¹⁴C yaşlandırma teknikleri kullanılarak yaşlandırma yapılır.

Göl kaydının yorumlanması ve yaşlandırılmasında karottan yaşlandırma yapılmasının yanı sıra göl çevresinde asılı haldeki teraslardan da yararlanılır. Teraslar

genellikle birikme ve izleyen erozyon süreçleri neticesinde göl yüzeyi üstünde ve dışında oluşurlar. Bu yapılar özellikle güçlü dalgaların kıyı iç kesimlerine ilerlemesi sayesinde meydana gelir (Adams and Wesnousky, 1998). Göl su seviyesi düştüğü zaman bu yapılar ortaya çıkar. Bu tür ortamlarda yapılan batimetrik profiller ve radar görüntüleri eski kıyı çizgileri gibi daha küçük yükselteleri de yansıtabilir. Bu tür kayıtlar geçmiş dönemde neler olduğuna ya da geçmiş dönemlere ait su seviyesinin nerede olduğuna dair sonuçlar içerirler. Kıyı çizgileri şayet sonradan tektonik aktivitelerle deforme olmazsa, bu yükseklikler eski göller hakkında hidrolojik parametrelerin ve ayrıca eski göl su seviyelerinin anlaşılmasına ışık tutarlar (Sack, 1995; Avouac, et al.,1996).

1.2.1.3. Göl Çalışmalarında Jeofiziksel Yöntemler

Sismik yansıma profilleri de paleolimnolojik kayıt için oldukça önemlidir. Sismik yansımalar neticesinde elde edilen bilgiler karada ve göl üzerinde karot çalışmalarının tamamlayıcısıdır ve sedimanter istifinin 3 boyutlu olarak görüntülenmesini sağlar (Anstey, 1982; Sheriff and Geldart, 1995). Sismik yansıma profilleri aslında farklı tipteki sedimanların farklı akustik özelliklerinin ürünüdür. Bu profiller temel olarak yer altında belli bir seviyede ya da yeryüzünde oluşturulan titreşimlerin yer altında ilerlerken iki tabakayı ayıran ara yüzeyden yansıyıp yeryüzüne geri dönmesi ve belli bir hat boyunca dizilmiş alıcıların bu titreşimleri kaydetmesi ardından da çeşitli veri işleme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi temeline dayanır. Kaynaktan yayılan enerji, (sıkıştırılmış hava, yer altı sarsıntı ekipmanları ya da patlatma yöntemleriyle oluşturulan titreşimler) farklı seviyelerde yansır. Bu yansımalar jeofon ya da hidrofonlarla kaydedilir. Sonuç olarak uygun yazılımlarla işlenen veriler düşey bir kesit boyunca gösterilir.

Sismik profiller yeraltındaki tabakaların geometrilerini iki boyutlu olarak gösterir, dalgaların geri dönüş zamanlarına bağlı olarak tabaka kalınlıkları belirlenir. Sismik verilerin farklı tür litolojilerdeki akustik farklılıkları sayesinde muhtemel litolojiler belirlenir. Bu sismik stratigrafilerden yararlanılarak göreceli çökelme ve tektonik tarihçe ve geçmiş dönemlerdeki göl su seviyesi belirlenir (Cohen, 2003).

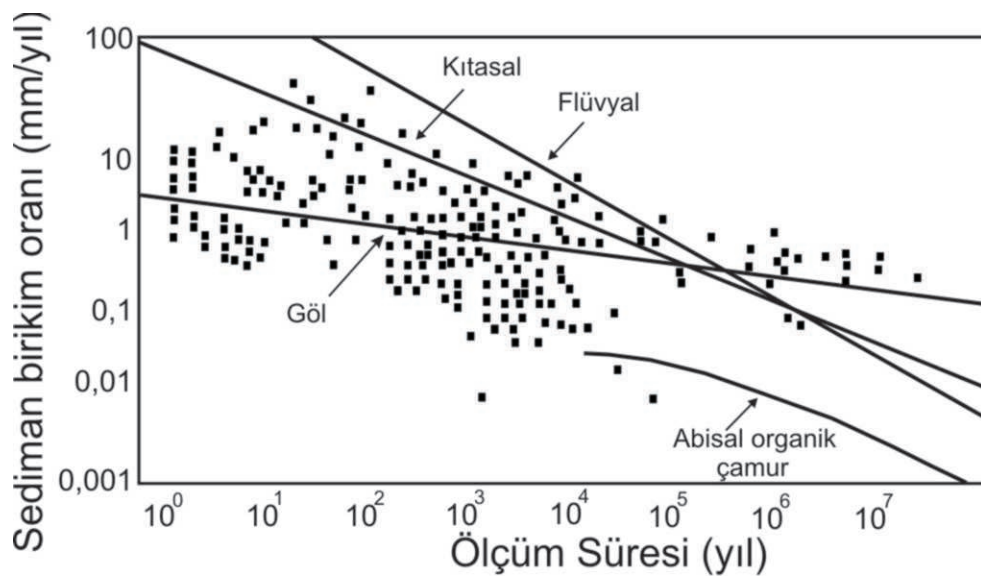
Başka jeofiziksel araçlarla da göl tabanında ya da yeraltındaki sedimanter bir çökelin geometrisi anlaşılabilir. Yan taramalı sonar, göl tabanı çökellerinin akustik özelliklerinin anlaşılması için kullanılabilir (Johnson and Ng'ang'a, 1990). GPR (Ground Penetrating Radar) alan boyunca kesit almak için kullanılabilir (Sten, et al., 1996; Smith and Jol, 1997). Kuyu içi jeofiziksel araçlar özellikle petrol araştırmacılığı endüstrisinde elektriksel iletkenlik gama ışınları ya da sıcaklık gibi parametrelerin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Benzer loglar daha önceden alınan karotların denetirilmesi için de kullanılabilir.

1.2.1.4. Paleolimnolojide Zaman ve Olay Çözümlemesi

Çoğu göl geniş drenaj alanlarıyla çevrilmiştir. Göllere taşınan malzemenin göl tabanında birikmesi ya da akarsuyun drenaj alanı boyunca çevre kayalarındaki çözünür maddeleri taşıyarak göl tabanında çökeltmesi gibi süreçlerden dolayı, göller dünya okyanuslarından farklı niteliklere sahiptirler. Göllerdeki sediman birikimi okyanuslardan daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Örneğin oldukça geniş ve derin olan Baykal gölünde sediman birikimi (0,3-6 mm/yıl) dır (Appleby, et al., 1998). Bu oran aynı özellikteki deniz tabanında birikimden çok daha hızlıdır (Şekil 1.3). Göl tabanı sediman kaydından yaşlandırma yapmak ya da çökelim hızlarını belirlemede çökelim ya da biyotürbasyon gibi ikincil modifikasyonlarda oldukça önemlidir. Gölde biyotürbasyon nedeniyle dip çamurundaki laminalar karışır ve arşivin kaydettiği verilerin hassasiyeti düşer. Bu bağlamda biyotürbasyonun olmadığı anoksik göl tabanları en uygun arşivlerdir. Gerçekten, De Geer (1912)' in çalışmalarından bu yana, jeologlar göl tabanından elde ettikleri yıllık laminalar yardımıyla göl tabanı kaydını yüksek hassasiyetle çözümlemekteyler.

Çoğu gölsel birikim alanında karşılaşılan bir başka sorunda birikimin kesikli olmasından kaynaklanır. Bir stratigrafik kayıt uzun yıllar boyunca zaman skalası içinde zaman boşlukları da ortaya çıkacak şekilde kaydedilir (Barrel, 1917; Ager, 1973). Bu durum Sadler (1981) tarafından birikim alanlarında sediman birikim hızı ile zaman arasındaki negatif korelasyonla gösterilmiştir (Şekil 1.2.2). Bu zaman boşluklarının hepsi birer olayı temsil etmektedir. Kısa dönemli sediman birikimleri hızlı olsa da

jeolojik zamanda aslında oldukça yavaşlardır. Bu çökeltim süreçleri arasındaki ilişki, farklı olayların göstergesidir. Şekil 1.2.2’ de regresyon eğrileri adı verilen eğriler, sediman birikim oranları ve süreklilik arasındaki aritmetik ilişkiyi göstermektedir. Sedimentasyon oranı zamanın bir fonksiyonudur. Regresyon eğrileri ile gösterilen göller ve veri noktaları, sedimentasyon hızları yüksek birikim alanlarından elde edilmiştir.



Şekil 1.2.2. Sediman birikimi ve sürekliliği arasındaki ilişki (Sadler, 1981).

1.2.1.5. Bölgesel ve Küresel değişimlerin Hassas Göstergesi Olarak Göl Çökelleri

Paleolimnolojinin en yaygın uygulaması, atmosfer bileşimindeki hızlı değişimler ve insani etkinlikler sonucu ortaya çıkan iklim değişikliklerinin aydınlatılmasıdır (Cohen, 2003). Bu alandaki çalışmalar, yüksek hassasiyetli, sayıları hızla artan göstergelere dayanmaktadır. Her göl karakteristik kayıtlar oluşturur. Özellikle insani etkinlikler göldeki kimyasal ve biyolojik sistem üzerinde etkilidirler. Modern ve tarihsel veriler bu göl sistemlerinin bölgesel ya da küresel ölçekte insan etkinliklerinden

doğrudan etkilendiğini göstermektedir. Bölgesel ölçekte, paleolimnologlar yangın, ormanların kesimi gibi durumların, iklim değişikliği üzerindeki etkilerini göl sistemlerindeki değişimle göstermektedirler (Hodell, et al., 1995; Curtis, et al., 1998). Birleşik Devletlerde ve Kuzey Avrupa'da 20. yy.' da bölgesel ölçekli yaygın fosil yakıt kullanımından kaynaklanan atmosferik asit oranındaki artış, göl sularının PH'ına doğrudan yansımıştır. Küresel ölçekte fosil yakıtlarının kullanımındaki artış 20. yy da atmosferik CO₂ değerinde keskin bir artışa neden olmuştur (Cohen, 2003). İklim bilimciler bu artışın ciddi iklim değişikliğine neden olacağı konusunda hemfikirdirler. Göller bu iklim değişimini ciddi yönleriyle gösterebilirler; örneğin okyanus suyu sıcaklığının artması ve orta-yüksek enlemlerde buzul şartlarının değişmesi (Hanson, et al., 1992; Assel and Robertson, 1995; D.W. Schidler, et al., 1996), ya da tropik bölgelerdeki su yüzey sıcaklığındaki artış klimatolojik arşivlerde çeşitli şekillerde kayıtlanmaktadır (Plisnier, et al., 1999).

Diğer taraftan buzullarda atmosferik değişimden etkilenen hassas bölgelerdir. Overpeck et al., (1997), göl çökelleri, ağaç halkaları, buz karotları gibi kayıtlarda bu değişimin kanıtlarını göstermişlerdir. Bu çalışmalar 19. yy sonunda ve 20. yy' da, önceleri bilinmeyen hassas iklim değişimlerini kutup bölgelerindeki kayıtlarla deneştirmiştir.

Özetle;

- Yüksek çözünürlükteki göl çökelleri paleolimnolojik yaklaşımlar için oldukça önemlidir.
- Paleolimnolojik veri kaynaklarını, göl suyunun kendisi, göl tabanından alınacak sediman karotu, göl çevresinin morfolojik yapıları oluşturur. Bu farklı kaynakların birlikte kullanılması ile sonuçlar daha etkin ve kullanışlı olabilmektedir.
- Yer tarihinin iklimsel geçmişi paleolimnolojik yaklaşımlar kullanılarak çözülebilir. Kısa dönemli paleolimnolojik veriler öte yandan göllerdeki yönetim amaçlı ve insani etkinliğin zaman ve oranının belirlenmesi ve ekolojinin anlaşılması gibi konulara ışık tutabilir.

1.3. Türkiye'deki Paleolimnoloji Çalışmaları

1980'li yıllar boyunca iki büyük arşivden (okyanus tabanları ve kutup buzulları) gelen izotopik göstergeler, en azından Kuvaterner boyunca farklı genlikte bir dizi küresel iklim değişiminin mevcudiyetini kesinlikle göstermiştir (Mannion, 2002; Mayewsky, et al., 2004).

Buna paralel olarak Anadolu'nun da içinde yer aldığı Doğu Akdeniz civarındaki iklimsel arşivlerin daha yoğun bir şekilde incelenmeye başladığı gözükmektedir. Örneğin Adriyatik bölgesindeki Palinolojik kayıtları inceleyen Zonneveld (1996) 18 ka'lık denizel kayıtlarla Geç Buzul Maksimumu'nda (GBM, 18-13,2 binyıl) soğuk ve kurak bir iklimin varlığını belirlemiştir; Bolling-Allerod'a (13,2-11 binyıl) karşılık gelen bir sıcaklık artışı 'Younger Dryas' iklimsel soğumanın kayıtlarından sonra Holosen başından beri ılık ve nemli bir iklimin yaşandığını belirtmiştir. Robinson, et al. (2006) Levant ve Doğu Akdeniz bölgesindeki çeşitli arşivlerdeki (mağaralardan göllere ve denizlere) incelemelere dayanarak Kutup buzulu kayıtlarında belirlenen Kuzey Yarıküre iklimsel salınımlarının Doğu Akdeniz'de de kayıtlandığını, örneğin GBM' in bugünkünden daha soğuk ve kurak olduğunu saptamıştır. Mudie et al (2002) Marmara Denizinden alınan beş karotta polen stratigrafisi çalışmaları vasıtasıyla benzer şekilde Würm Pleniglaniyalı'ndan (33,6 bin yıl) Geç Holosen'e beş polen zonu ayırtlamış, step-orman indeksini kullanarak incelenen zaman diliminin en kurak döneminin GBM olduğunu, denizel arşivde 'Younger Dryas'ın kayıtlandığını, ancak bölgenin insan yerleşimine maruz kaldığı günümüzden 4600 yıl önce başlayan dönemin palinolojik izlerinin mevcut olmadığını belirtmişlerdir.

Büyük Menderes Deltası açıklarında Ergin vd. (2007)'nin gerçekleştirdiği çalışmalar deniz tabanında güncel sedimanların yanı sıra relict sedimanların da varlığını ortaya çıkarmış; kil mineralojisi kayıtlarının karotlar boyunca değişimi, son buzul dönemi ile Erken Holosen'de iklimin kısmen soğukken günümüze doğru giderek ılımanlaştığını belirlemiştir. Batı Anadolu göllerinin, iklimsel değişimlerin anlaşılması amacıyla 1990'lı yılların sonlarından bu yana farklı indikatörler kullanarak etkin bir şekilde incelendiği gözlenmektedir. Çalışmaların çoğunlukla Konya kapalı havzasında,

Van Gölü'nde ve Marmara Denizi civarında bazı tatlı su göllerinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Roberts, et al (1999) Geç Kuvaterner sedimanlarında (gölsel ve alüvyon kayıtlar) polen, diyatom ve izotop incelenmesi yaparak GBM zamanında bölgede büyük bir gölün varlığını belirlemiş, bunu 17-13 bin yıl arasında kurak bir iklimin izlediğini ileri sürmüştür. Kuzucuoğlu vd. (2001) yine Konya ovasının 150 bin yıla uzanan genç çökellerinde ^{14}C ve U-Th yaşlandırmalarıyla güçlendirdikleri, mineralojik indikatörleri kullandıkları iklimsel çalışmalar yapmışlardır. Bulgulara göre, göl evrimi boyunca göl kaplama alanı ile göl suyu tuzluluğunda büyük salınımlar mevcuttur. Bölgede 150-117 bin yıl zamanında turbalık ve tatlı su alanları genişlemiş, 66 bin yıla kadar kuraklık giderek artmış, 66-30 bin yıl zamanında göl tamamen kuruyarak bir hiyatüs olmuştur. 27 ka civarında iklim yeniden ılımanlaşmış, GBM (25-20,5 bin yıl) alanın merkezi kesiminde tatlısu/acısu ardalaşmasıyla geçmiştir. Araştırmalara göre 20,5 bin yıldan bu yana güçlü evaporitik koşullar devam etmekte, merkezi kısımda playa gölleri, kenarlarda kumul alanları mevcudiyetini korumaktadır. Reed et al. (1999)'ın Konya havzasındaki Pınarbaşı ve Süleymanhacılar göllerinde gerçekleştirdiği iklimsel çalışmalarda diyatomelerden elde edilen duraylı izotoplar kullanılmıştır. Tuzluluğa ve göl su seviyesine hassas olan bu organizmalardan elde edilen izotopik verilere göre 23 ka'dan önce 2 izotopik pik (kurak evre) mevcuttur. Pleyistosen sonunda bir nemli dönemden sonra insan etkisi ile birlikte iklimden kaynaklanan güncel kurak evrenin faunal/izotopik kayıtları belirlenmiştir.

Konya kapalı havzasında, Kashima (2002, 2003) ve Leng, et al (2001) da diyatomeleri kullanarak iklimsel değişimleri araştırmışlardır. Kashima (2002) sondajlara ek olarak göl kıyısı terasların ve alüvyal çökellerin diyatome içeriğini kullanarak 20-17 bin yıl ve 13 bin yıl civarında olmak üzere iki zamanda iki yüksek göl su seviyesi (bugünkünden 15m kadar yukarıda) belirlemiştir. Yazar ayrıca Holosen'deki ardıl göl su seviyesi düşümlerine paralel olarak bir dizi alüvyal yelpazenin (7000- 5500 yıl, 2500-2000 yıl, 4300 yıl, 3000 yılda) oluştuğunu belirtmiştir. Kashima (2003), 38 güncel Anadolu gölünden elde ettiği diyatome veri tabanı ışığında Konya havzasının eski çökellerinde diyatomelerle tuzluluk değişimlerini belirlemiştir. İncelenen üç karotta 10-20 bin yıl periyotlu birçok osilasyon gözlemlenmiş; yüksek tuzlu seviyelerin buzullar

arası dönemlerle, düşük tuzlu seviyeleri de buzul dönemleriyle ilişkilendirmiştir. İncelemelerinde Holosen'de 6 bin yıla tekabül eden bir tuzluluk piki özellikle dikkat çekicidir.

Leng, et al (2001), Konya havzasındaki Pınarbaşı gölü karotlarında diatom silikadan ve otijenik kalsitten oksijen izotoplarını, iklimsel ilişkileri çerçevesinde incelemişlerdir. Buna göre 30-35 bin yıl ile 58 bin yılda maksimum yaz sıcaklıkları mevcutken (kurak dönemler) arada düşük yaz sıcaklıklarıyla temsil olunan bir dönemin varlığı ileri sürülmüştür. Karabıyıkoglu vd. (1999), Konya havzasında sedimantolojik indikatörlerin iklimsel açıdan değerlendirilmesinin bir örneğini sunmuştur. Aralarında Manyas ve Ulubat göllerinin bulunduğu bazı sucul alanlar palinolojik açıdan incelenmiş, ilginç iklimsel, tarihsel, jeomorfolojik bulgulara ulaşılmıştır. Örneğin Leroy, et al (2002) Manyas gölünden alınan 4300 yıl geriye uzanan 11 metrelik gölsel kayıta M.Ö. 460'daki Erdek depremine karşılık gelebilecek karışık sedimanlara rastlamış; yüzeyden 9,64 m altta Marmara denizi seviyesindeki ani düşmelerle ilişkili düşey fasiyes geçişlerini gözlemiştir. Kazancı, vd. (2005) Ulubat ve Manyas göllerindeki karotların incelenmesine dayandırdığı sonuçlarında 7000–5000 yıl arasındaki kurak iklimsel Optimum'dan sonra biner yıllık aralarla kurak ve ılıman dönemlerin gözlendiğini; bu dönemlerin son iki bin yılda daha da daralarak son yüz yılda 65 yıla indiğini belirtmiştir. Kazancı vd. (2006) Ulubat gölünden alınan karot örneklerindeki düşey Bor dağılımını inceleyerek buradaki biri küçük, diğeri keskin anomaliyi sırasıyla Susurluk havzasındaki açık Bor ocağı işletmeciliğinin başlangıcıyla ve Borat cevherinin akarsu sistemiyle aşındırılıp yüzeye çıkarılmasıyla ilişkilendirmiştir. Karotta belli seviyelerin yaşlandırılmasıyla farklı dönemler için aşındırma hızları elde etmek mümkün olmuş, Marmara bölgesindeki akarsu kazınmasının büyük ölçüde son 75 ka' da gerçekleştiği ileri sürülmüştür. Kazancı vd. (2004) Manyas ve Ulubat gölleriyle güney Marmara şelfinden alınan karotlardan bölgedeki aşınma hızlarına ilişkin ayrıntılı sonuçlara ulaşmıştır. Bulguları son yüzyıla kadar 0,22-0,29 cm/ yıl mertebesinde aşınma hızlarının son yüzyılda ikiye katlandığı, bunun dünya savaşları ve uygun olmayan arazi kullanımıyla ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Yine KB Anadolu'da İznik Gölü'nde Franz et al (2006)'nın yaptığı

Çalışma son 50 yılı temsil eden 35 cm' lik karot üzerinde gerçekleştirilmiştir. Karotlarda gözlenen sedimantolojik ve jeokimyasal indikatörler yanlış arazi kullanımıyla artan erozyonu ve havza kökenli metal/organik kirliliğin kanıtlarını oluşturmaktadır. Orta Anadolu Krater gllerinden Eski Acıgöl, Roberts et al (2001) tarafından ayrıntılı paleoklimsel çalışmaların yürütüldüğü bir başka gsel alandır. Araştırmaya göre 16 binyıl geriye giden gsel kayıt içinde litolojik ve floral değişimler mevcuttur. 6500 yıl önce gl su seviyesi düşmeye başlamış, ağaç polenlerinin sayısı artmıştır. 4500-4000 yıl önce vejetasyon üzerinde ilk insan etkinliği izlenmeye başlanmıştır. Holosen'in ikinci yarısında diyatome bulgularına göre tatlı ve tuzlu su ortamlarının zaman içinde ar dalanması gerçekleşmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Limnoloji Araştırmalarda Kullanılan Ekipmanlar

Göllerin limnolojik parametrelerinin (fiziksel, kimyasal, biyolojik) belirlenmesi amacıyla güncel limnoloji çalışmalarında aşağıda adı geçen ekipmanlar kullanılmaktadır.

Livingstone Karotiyer; paleolimnoloji araştırmalarında özellikle geçmiş dönemlerde göl tabanında biriken kayıtlara ulaşmada en önemli araçtır. Bu karotlar dan yararlanılarak göl çökellerindeki; bir takım fiziksel, kimyasal ya da biyolojik sonuçlar dan itibaren göl kaydının çıkarılması mümkün olmaktadır. Bu amaçla yumuşak göl tabanı boyunca karot alımı için Livingstone karotiyer sistemi kullanılmıştır.

Ekman yumuşak zemin örnekleyicisi; Limnoloji çalışmalarında güncel göl tabanı sedimanlarını örneklemede kullanılan araçlardan bir diğeridir. Ekman kepçe yumuşak göl tabanı ortamlarında kullanılır.

Çalışmada topografik modellemeler için, Hemisphere A100 model DGPS kullanılmıştır. Jeodezik GPS özelliğine sahip bu cihaz, küçük değişiklikler ile farklı ihtiyaçlara cevap verebilmektedir. Uygulamaya göre jalonda, yelekte, sırt çantasında veya araç üzerine monte ile de çalışılmıştır. Cihaz Bluetooth bağlantısı ile PDA tipi bir el bilgisayarı tarafından yönlendirilmektedir. Arazi çalışmalarında sistem karada el bilgisayarı, su üzerinde ise dizüstü bilgisayarla bağlantılı şekilde kullanılmıştır.

Göl batimetri ve taban eğim haritaları için Hydrosatar 4300 marka echosounder, şişme bir bot vasıtasıyla DGPS ile birlikte kullanılmıştır. Echosounder 200 kHz tek frekanslı bir alıcı ile 80 m. su derinliğine kadar 1 cm düşey çözünürlükte veri elde edilebilmektedir. Echosounder, DGPS ile uyumlu olarak çalışabilmesi sayesinde alınan derinlik verilerine X ve Y koordinatları da eklenmiştir.

Göldeki çalışmalarda kullanılmak üzere 50 cm genişliğindeki küplerden 48 tanesi bağlantı yerlerinden birleştirilerek 16 m² lik bir yüzer platform elde edilmiştir.

Grab örneklemelelerinde ve en önemlisi de karot alımı sırasında kullanılan platformun hareketi, kullanılan motor ve bot yardımı ile sağlanmıştır.

Göl üzerindeki çalışmalarda Mercury motor ve Yamaha marka şişme bot kullanılmıştır. Özellikle Göl batimetrisinin çıkarılmasında, göl üzerindeki ulaşımda ve platformu su üstünde istenilen bir noktaya hareket ettirmede kullanılmıştır.

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.2.1. Tane Boyu Analizi

Bu çalışmada tane boyu analizleri, göl tabanından alınan kepçe örneklerinden yapılmıştır. Analizler ESOGU jeoloji Müh. Bölümü Sedimentolojik Araştırmalar Birimi olanaklarıyla gerçekleştirilmiştir. Tane boyu analizlerinde özellikle hidrometre deneyi kullanılmıştır. 200 mesh lik elek altında kalan malzemeden yapılan hidrometri deneyi göl tabanı çökellerinde de ince, yer yer kaba silt ve kil boylu malzemece baskınlığından dolayı kullanılmıştır.



Hidrometre deneyi için, öncelikle ayrıştırıcı hazırlanmıştır. Ayrıştırıcı olarak 40 gr. sodyum hekza metafosfat önce 15 gr. safsu ile 10 dakika boyunca karıştırıcıda çalkalanmış daha sonra elde edilen karışım 1000 ml.' lik mezür içerisinde konularak 1000 ml ye kadar üzerine saf su eklenmiş ve homojen olana kadar tekrar çalkalanmıştır. Hidrometre deneyi normal şartlarda kuru halde 0.075 mm' lik (200 mesh ASTM) elekten geçen malzeme ile yapılmaktadır. Fakat bu bağlamda çalışmada bir takım güçlüklerle karşılaşmıştır.

Şekil 2.2.1. Hidrometre deneyinden bir görünüm

Göl tabanından alınan kepçe örnekleri suya doygun olarak alındığı için malzeme önce kurutulmuş fakat yüksek oranda plastisite nedeni ile deney için yeterince ayrıştırılamamıştır. Bunun yerine önce nem yüzdesi her bir örnek için hesaplanmış daha sonra ıslak haldeki numunenin kuru ağırlığı 50 gr olacak şekilde yeniden tartılmıştır. Numune ile 100 ml. lik ayrıştırıcı ve bir miktar saf su yeniden karıştırıcı yardımı ile ortalama 15 dakika tekrar karıştırılmıştır.

Daha sonraki aşamada, elde edilen karışım 1000 ml.'lik mezür içerisine dökülmüş ve üzerine yeniden 1000 ml.'ye kadar saf su eklemiştir. Birkaç dakikalık el ile çalkalama işleminin ardından bir adet hidrometre yardımı ile deney başlatılmıştır. Sırasıyla 15 sn, 30 sn, 1-2-5-10-20-60-120-240. dakikalarda ölçümler kaydedilmiştir (Şekil 2.2.1). Ardından daha önce excell de hazırlanmış bir makro yardımı ile çamur örneklerinin silt ve kil yüzdeleri hesaplanmıştır.

2.2.2. ¹⁴C (Radyokarbon) Yaşlandırması

Çubuk Gölü karotundan alınan sediman ve kömürleşmiş bitki örnekleri yaş analizi için The University of Georgia, Center for Applied Isotope Studies' e gönderilmiştir. Radyo-karbon için numune hazırlanmasında örnekler 1 saat boyunca %5 HCl ile 80° de ısıtılıp daha sonra yıkanır sonra fiberglas filtreler üzerinde tuz örnekten uzaklaştırılır ve sulandırılmış NaOH ile hümitik asit kirlenmelerinden arındırılır. Daha sonra sulandırılmış HCl ile tekrar yıkanıp ve 60 °C de kurutulur. Hazırlanan örnekler kuvars tüplere aktarılıp ve 900 °C' de yakılır.

Çıkan CO₂ dondurularak diğer reaksiyonlardan ayırt edilip ve Vogel ve diğerleri (1984) metoduna göre katalitik olarak grafitte dönüştürülür. Grafit ¹³C/ ¹⁴C değeri CAIS 0.5 MeV kütle spektrometresiyle ölçülür. Örnek değerleri Oksalik asit ile karşılaştırılmıştır. ¹³C/ ¹²C değeri ayrı ayrı duraylı izotop oranı spektrometresi ile ölçülüp ve δ¹³C şeklinde ‰ 0,01 hassasiyet ile ifade edilmiştir. Burada verilecek yaşlar laboratuardan gelen ¹⁴C BP yaşlarıdır.

2.2.3. 4A ve 4B Grubu Kimyasal Analiz

Çubuk Gölü karotu boyunca 2 cm hassasiyetle alınan 75 örnekten Acme Laboratuvarlarında (Kanada) kimyasal analizler yaptırılmıştır. Analizler için 10 gr'lık malzeme 180 mikron (80 mesh ASTM) tane boyuna indirgenmiş ve 60 °C'e kadar kurutulmuştur.

4A ve 4B grubu kimyasal analizleri, ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrofotometre) tekniğiyle yapılmıştır. Bu yöntem katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, ucuz, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz tekniğidir. Teknik elektromanyetik indüksiyonla 10,000 °K sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından örneğin iyonize edilmesi; iyonize elementlerin kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılması ve element derişimlerinin elektron çoklayıcı bir dedektör tarafından ölçülmesi aşamalarını içerir. Örnekteki tüm elementlerin derişimleri 1 ile 2 dakika arasında değişen oldukça kısa bir sürede ölçülür. ICP-MS ölçüm tekniğinde sıvı örnekler Çözelti ICP-MS, katı örnekler ise çözeltiye alınarak çözelti ICP-MS ya da doğrudan lazer aşındırma ICP-MS teknikleri ile ölçülebilirler.

2.2.4. ¹³C ve ¹⁸O İzotop Analizleri

Çubuk Gölü karotu (CK)'ndan alınan ve 2 cm hassasiyetli 75 örneğin C ve O izotop analizleri ISO Analytical laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Analiz için önce örnek, temiz bir tüp içine yerleştirilip ve ağırlığı tartılır daha sonra 24 saat boyunca ısıtılarak nemden tamamen uzaklaştırılır. Öncelikle kuru bölmeli kaplar içine tüpler yerleştirilir, daha sonra tüpler izotopik analizlere göre hazırlanan %99,995 helyum ve 0,5 ml fosforik asit enjektinde edilerek çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra 24 saat boyunca oda sıcaklığında asit içinde bekletilen örnek 2 saat boyunca 65 °C de bütün karbonatların CO₂ ye dönüşmesi için ısıtılır. Örnekten ayrılan CO₂ daha sonra CF-IRMS (Akışkan- İzotop Değer Kütle Spektrometresi) ile analiz edilir. İki uçlu iğne şekilli sistemin bir ucundaki örnek üzerine asit enjektinde ederken bir diğeri de çıkan CO₂'i emer. Daha sonra elde edilen CO₂ gaz kromatografına alınarak bir takım pikler elde edilir ve iyonize edilmiş iyon kaynağına aktarılır. Farklı gaz türleri manyetik alanda

birbirlerinden ayrılır ve Faraday kap kollektörü kullanılarak eş zamanlı olarak ölçüm yapılır.

Referans standartları ve kontrol için IA-R022 (Iso-Analytical working standard calcium carbonate, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -28.63 \text{ ‰}$ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} = -22.69 \text{ ‰}$). IA-R022, NBS-18 (carbonatite, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -5.01 \text{ ‰}$ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} = -23.2 \text{ ‰}$) ve NBS-19 (limestone, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = +1.95 \text{ ‰}$ and $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} = -2.2 \text{ ‰}$) analiz sırasında kontrol için kullanılır. NBS-18 ve NBS-19 değerleri Ulusal Atom Enerji Kurumu tarafından kalibre edilmiştir.

2.2.5. Ostrakod Analizleri

Çalışma kapsamında ostrakod türleri Prof Dr. Cemal Tunoğlu (Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü) tarafında belirlenmiştir.

Çubuk Gölü'nün farklı derinliklerinden alınan toplam 16 kepçe örneği ile CK-1 karotu ostrakodlar açısından incelenmiştir. Kepçe örnekleri yaklaşık 20-30 gr arasında alınmış ve sert plastik kaplara konulmuştur. 300 cm kalınlığındaki CK-1 karotu 4 cm' de bir örneklenerek toplam 76 örnek alınmıştır. Bu örnekler üzerinde laboratuvar ortamında aşağıdaki teknikle ostrakodlar ayrılarak binokülerde incelenmiştir.

Alınan örnekler % 4'lük formaline alınarak fiske edilmiş, takiben laboratuvarında % 1'lik H_2O_2 'de 24 saat tutulduktan sonra 2,5; 2; 1; 0,25; 0,16; 0,09 mm' lik eleklerde basınçlı su ile yıkanıp temizlenmiştir. Bu işlem sonrasında örnekler % 70 alkol içine alınmış ve ayıklanmaya hazır hale getirilmiştir. Tür tayini için, yüksek büyütme binokülerdeki incelemelerden faydalanılmıştır.

2.3. GPR Çalışmaları

Çubuk Gölü taraçalarının sığ derinlikteki geometrisini belirlemek üzere Mayıs 2010'da GPR (Ground Penetrating Radar) çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda 200 Mhz' lik bir antene sahip MALA v.2.0 marka bir GPR cihazı kullanılmıştır.

Yer radarı yöntemi oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Başlıca yüzeye yakın stratigrafik istifin ortaya çıkarılmasında (Davis and Annan, 1989), yüzeye yakın jeolojik birimlerin belirlenmesinde (Koralay vd., 2007), fay ve kırık gibi süreksizliklerin

haritalanmasında (Grandjean and Gaury, 1999; Green et al., 2003; Kadioğlu, 2008), karstik boşluklarının aranmasında (Kadioğlu vd., 2006), yeraltısuyu seviyesinin belirlenmesinde (Harrari, 1996; Dannowski and Yaramancı, 1999; Aspron and Aigner, 1999), yüzeye yakın sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol et al., 2000) kullanılmaktadır. Bununla birlikte, arkeolojik çalışmalarda tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntıların bulunmasında (Sambuelli, et al., 1999; Daniels, 2000; Kadioğlu vd., 2008), metalik cisim arama çalışmalarında, yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının belirlenmesinde (Kadioğlu and Daniels, 2008), gibi alanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 2.3.1. Mala GPR anten ve kontrol üniteleri.

Yer radarı (GPR) yöntemi, jeofizikte yüzeye yakın araştırmalar için kullanılan yüksek frekanslı bir EM yöntemidir. Bir yer radarı sistemi, verici ve alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtcıdan oluşmaktadır (Şekil 2.3.1). Verici anten bir kaç nanosaniye (ns) frekanslı EM dalga üretir. Yer içinde ilerleyen bu dalgalar herhangi bir cisim veya süreksizlik ile karşılaştıklarında yansıma ve/veya saçılmaya uğrarlar. Aynı veya farklı zamanlarda yukarı doğru ilerleyen yansımış/saçılmış dalgalar yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtcı yardımı

ile zamanın fonksiyonu olarak kayıt edilirler. Buna “radar izi” veya yer radarında “EM dalga alanı” adı verilir ve zaman birimi nanosaniyedir (Kurt vd., 2009). Veri toplama işlemi bir profil üzerinde veya amaca göre belirli aralıklarla paralel konuşlandırılmış profiller üzerinde belirli ölçüm aralıkları ile gerçekleştirilir. Her ölçüm noktasındaki

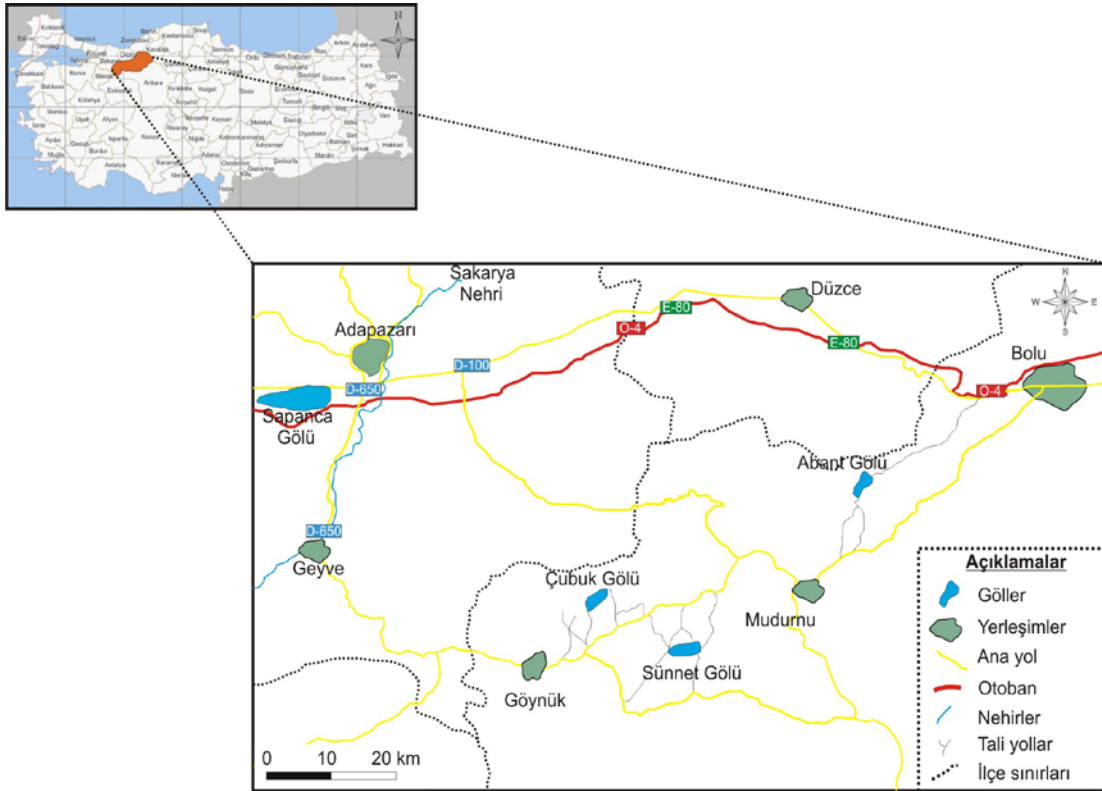
izler yan yana getirilerek “radargram” adı verilen iki boyutlu (2B) radar kesitleri elde edilir (Annan, 2000; Daniels, 1989; Kadioğlu ve Kadioğlu, 2006).

Çalışmalarımızda bu amaçla sonraki aşamada ham veriler Reflex w yazılımı yardımıyla işlenmiş ve çalışmanın niteliğine uygun profiller elde edilmiştir.

3. ÇUBUK GÖLÜNDE PALEOLİMNOLOJİK ÇALIŞMALAR

3.1. Çalışma Alanının Konumu ve Jeolojisi

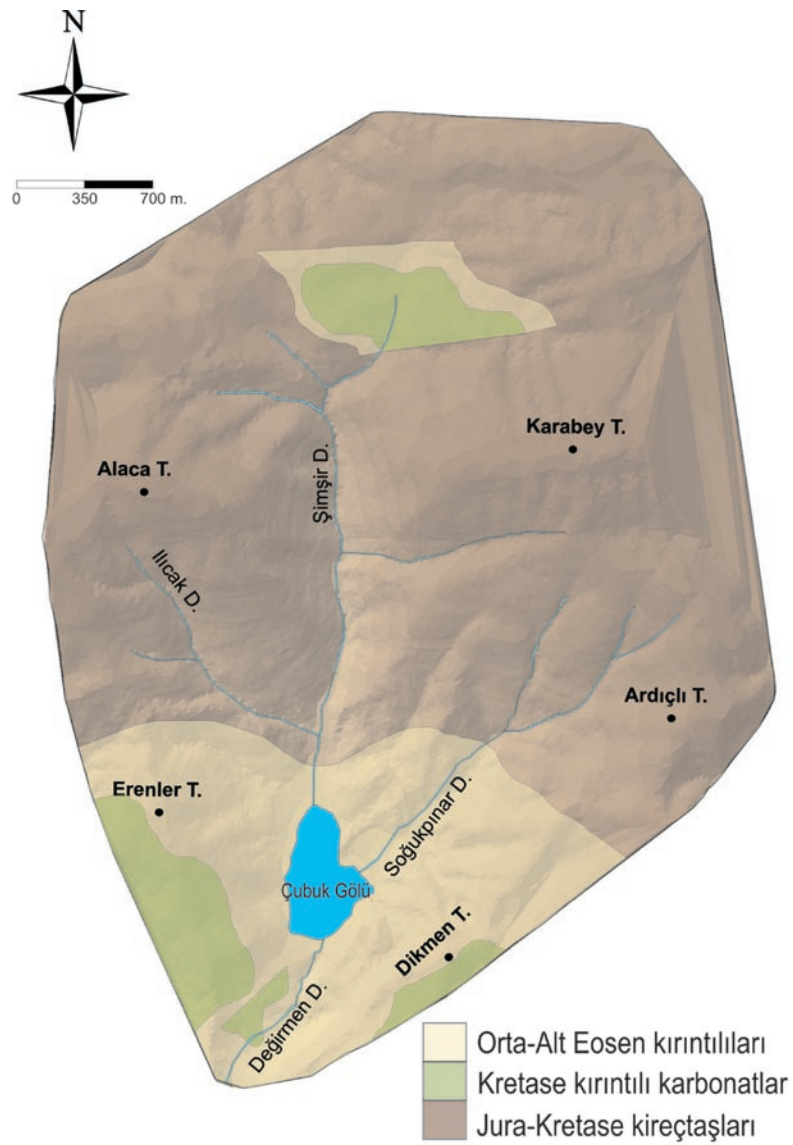
Bu tez çalışması Bolu ili Mudurnu ilçesinin 30 km KB'sında yer alan Göynük ilçesinin yaklaşık 15 km kuzeyindeki Çubuk Gölü'nde (K 40° 28' 55" ve D 30° 50' 04") yapılmıştır (Şekil 3.1.1). Abdusselamoğlu (1959)' tarafından bir heyelan set gölü olarak tanımlanan Çubuk Gölü şimdiye kadar ayrıntılı olarak çalışılmamıştır. Göle ulaşım Göynük- Mudurnu kara yolunun 5. km' sinden Kuzey' e uzanan 6 km' lik bir asfalt yol ile sağlanmaktadır. Gölün deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1025 m' dir.



Şekil 3.1.1. Çubuk gölü yer bulduru haritası.

Çubuk Gölü havzasının jeolojisi Şekil 3.1.2' de 3-boyutlu arazi modeli üzerine giydirilerek gösterilmiştir. Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları genellikle kalın tabakalı, masif

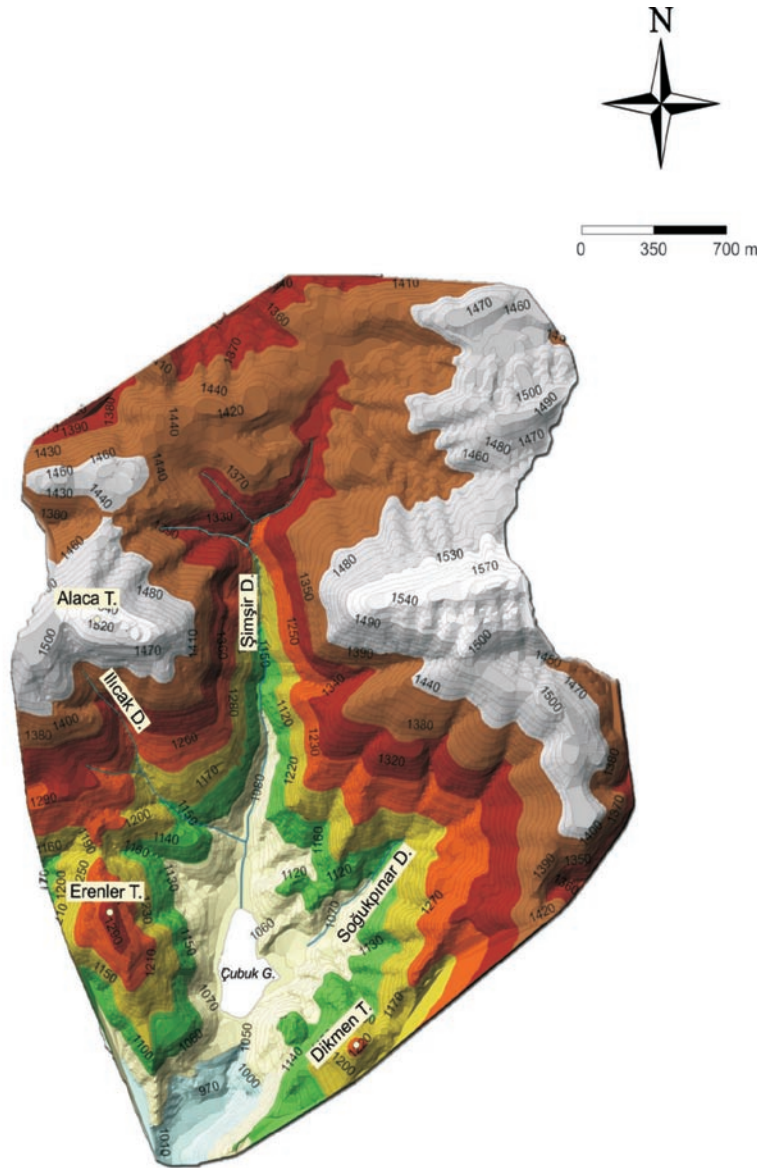
yapıdadır ve gölün kuzeyinde yaygın olarak görülmektedir. Bu birimler Güney’ de Erenler tepesine kadarda uzanır. Erenler Tepe ve Dikmen Tepe boyunca Kretase yaşlı kırıntılı karbonatlar ile tabakalı marınların ardalanması mostra vermektedir. Bunlar dm kalınlığında pembemsi kireçtaşı/killi kireçtaşı ile aradalananan kalın çamurtaşlarından yapıldırlar. Havzada stratigrafik olarak en üstte kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan Eosen çökelleri görülür. Bunlar Karabey Tepe’nin KB kesimlerinde sınırlı alanlarda yayılım gösterirler.



Şekil 3.1.2. Çubuk Gölü drenaj havzasının jeolojisi. (Jeolojik bilgiler MTA arşivinden alınmıştır)

3.2. Göl Drenaj Havzasının Morfolojik Özellikleri

1/25.000 ölçekli H25-b1 ve G25-c4 paftaları içinde kalan Çubuk Gölü'nün drenaj havzası topografyası ArcGIS yazılımı kullanılarak koordinatlandırılmış ve sayısallaştırılmıştır (Şekil 3.2.1). Bu harita yardımıyla göl çevresi morfolojisinin daha hassas bir şekilde anlaşılması için 3 boyutlu modeller oluşturulmuştur. Çubuk gölü

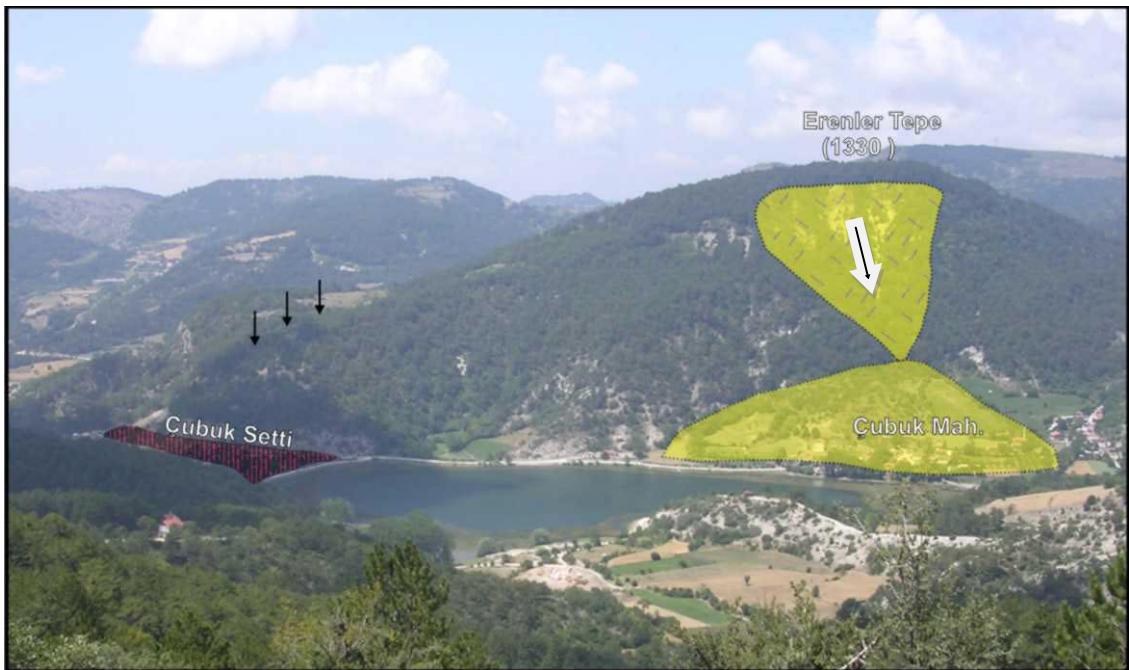


Kuzey' den Şimşir deresi ve KD' da Soğukpınar deresi tarafından aktif olarak beslenmektedir. Göl, drenaj havzası ile birlikte yaklaşık 12 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Göl su seviyesi; mevsimler yağışlar ve sıcaklıklarla ilişkili olarak değişim göstermesine rağmen ortalama derinliği 6 m. ve hacimsel olarak 397500 m³'lük bir su kütlesi ile yaklaşık olarak 159.571 m² lik bir alana sahiptir (Şekil 3.2.1).

Şekil 3.2.1. Çubuk Gölü ve drenaj alanının 3 boyutlu topografik haritası.

3.2.1. Gölü Oluşturan Kütle Hareketi Üzerinde Çalışmalar

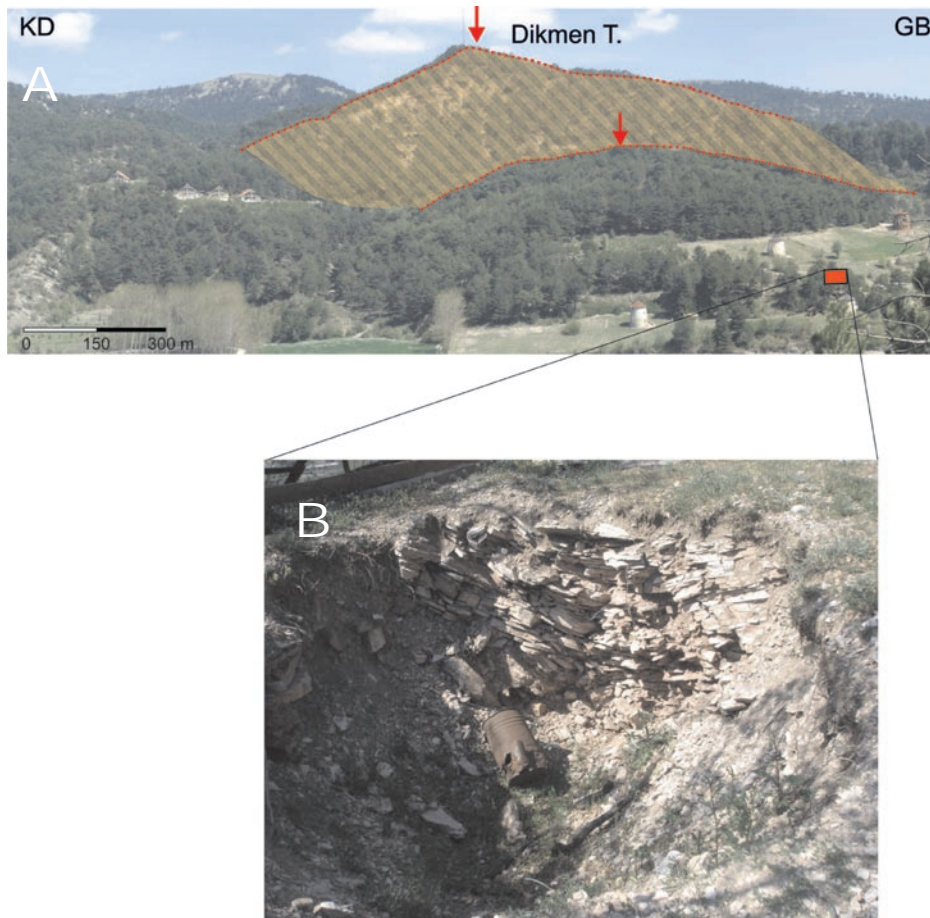
Çubuk Gölü'nün oluşumuna neden olan kütle hareketi morfolojik olarak çok belirgin değildir. Göl seddinin kökenini araştırmak üzere, setin batı ve doğu'sunda ayrıntılı bir takım gözlemler yapılmıştır. İlk olarak batıda Erenler Tepesi boyunca bir kütle hareketinin varlığı bir dil şeklinde 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritada ve 3 boyutlu sayısal arazi modelinde dikkat çekmektedir (Şekil 3.2.1). Morfolojik gözlemler Erenler Tepesinden GD' ya vadi içine doğru bir kütle hareketinin ilerlemiş olabileceğini göstermektedir. Tepe güneyindeki huni şekilli morfoloji ve Çubuk mahallesindeki yelpaze şekilli yığışım bu yorumu desteklemektedir (Şekil 3.2.2).



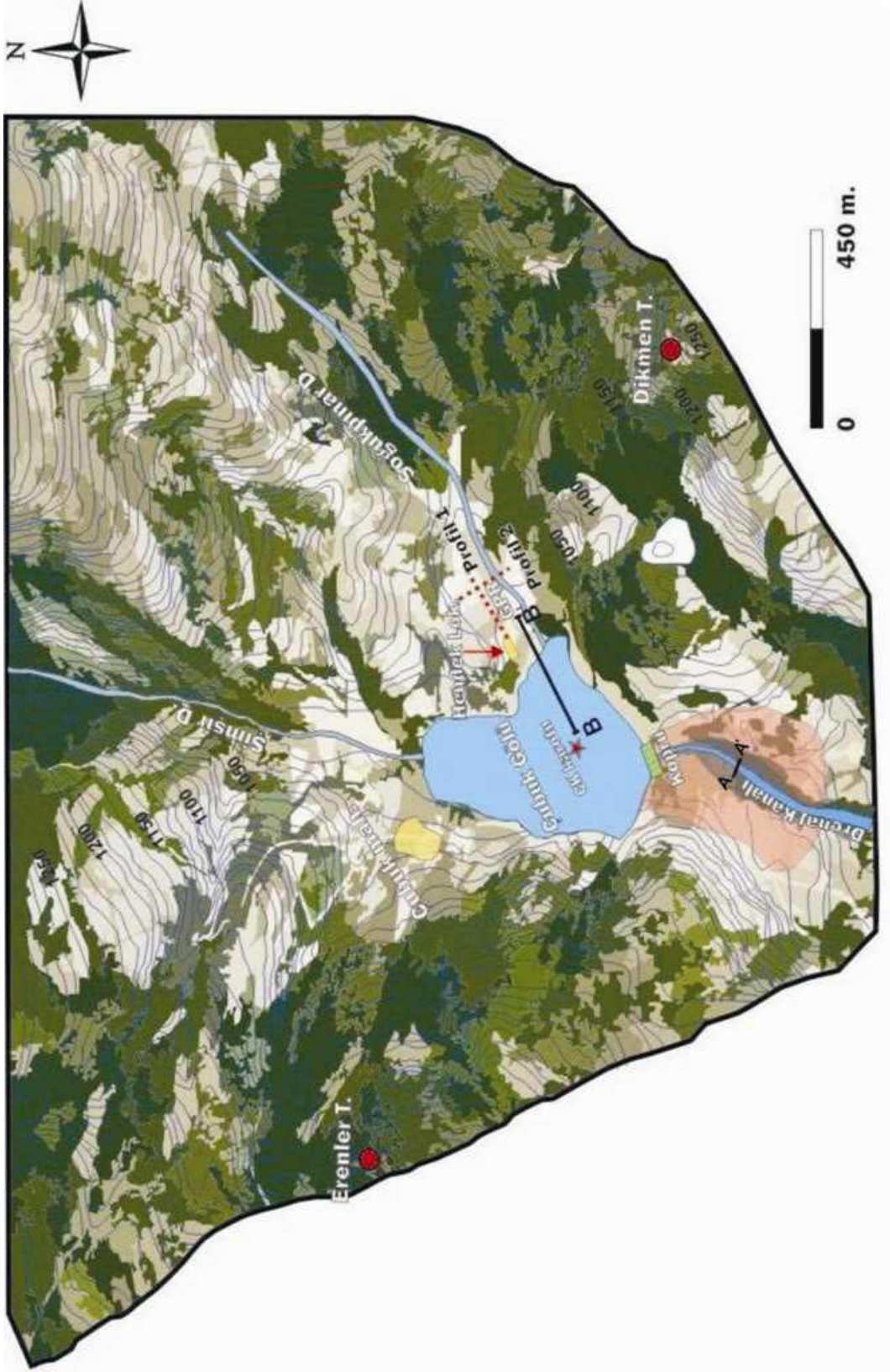
Şekil 3.2.2. Erenler Tepesi boyunca gelişen heyelan (Batı'ya Bakış; ok kütle hareketinin yönünü göstermektedir).

Ancak set bölgesinin batısında, setde yol açabilecek bir kütle hareketine ilişkin morfoloji arazide gözlenmemiştir. Bu yüzden setin kökeni hakkındaki incelemeler gölün Doğu'sunda yer alan Dikmen Tepesine kaydırılmıştır (Şekil 3.2.3).

Gölün KD' sunda Soğukpınar deresi vadisinde 1100 m ile 1040 m kotlarında marn tabakalarında Güney' e doğru artan bir eğimlenme dikkat çekicidir. Bu değişim Dikmen Tepe GD' suna kurulmuş olan rüzgar değirmenlerinin olduğu kısımda daha net görülmektedir (Şekil 3.2.3b). Bu durum gölün doğusunda Dikmen tepesi boyunca büyükçe (~ 200 m) bir kaymadan kaynaklanıyor olabilir. Gerçekten sayılsal arazi modelinde Dikmen T.' den KD' ya doğru uzanan 1 km kadar uzunlukta bir çizgisellik mevcuttur (Şekil 3.2.1). Dikmen T.' ye uzaktan batıdan bakışta da, tepenin zirvesinin verev bir şekilde B' ya sürüklendiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.2.3a). Kayma hareketinin Dikmen tepesi yamaçlarında genel olarak KB doğrultulu başladığı ve set bölgesinde batıya doğru devam ederek Şimşir dereyi tıkadığı ve Çubuk Gölü'nün oluşumuna neden olduğu söylenebilir.

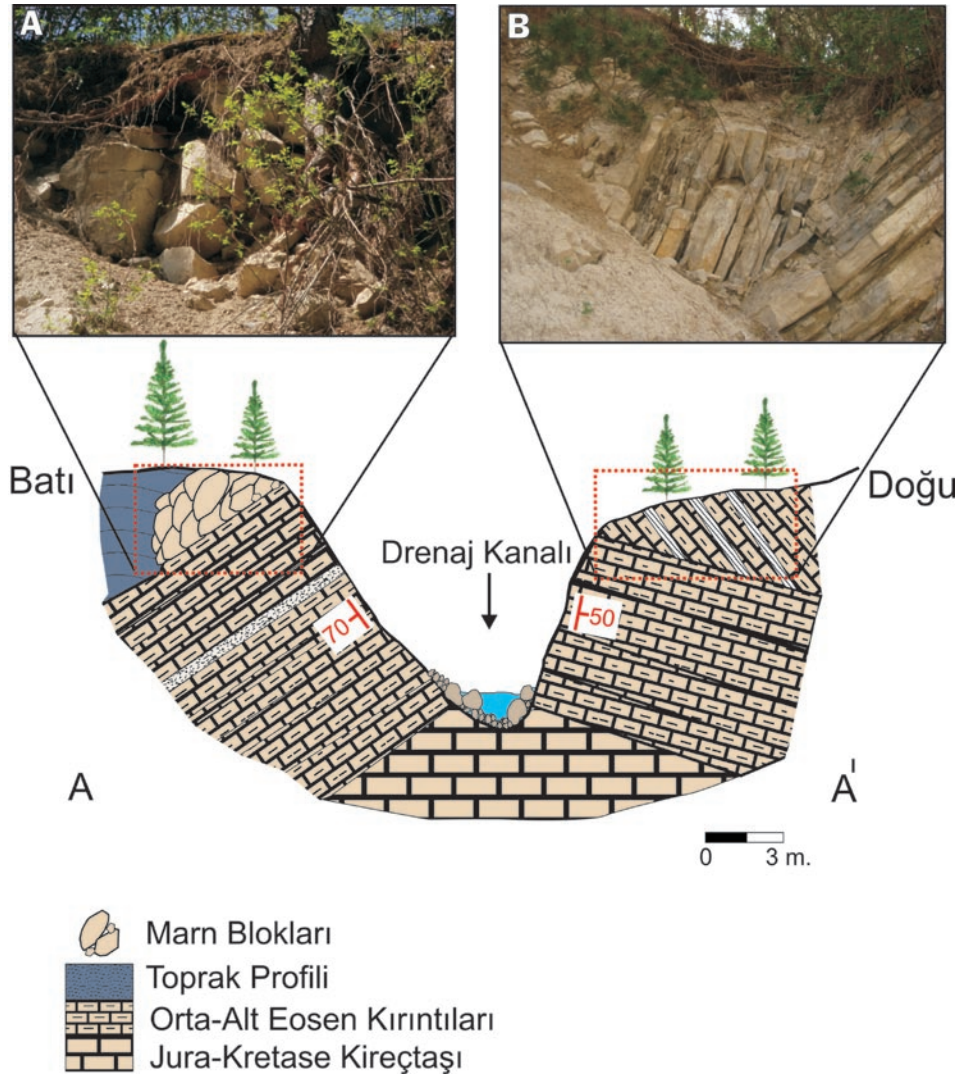


Şekil 3.2.3. a) Dikmen Tepe'ye batıdan bakış. b) Kütle hareketinin topuk bölgesinde hafifçe eğdiği tabakalar.



Şekil 3.2.4. Çubuk Gölü ve drenaj havzasının 3-boyutlu görünümü.

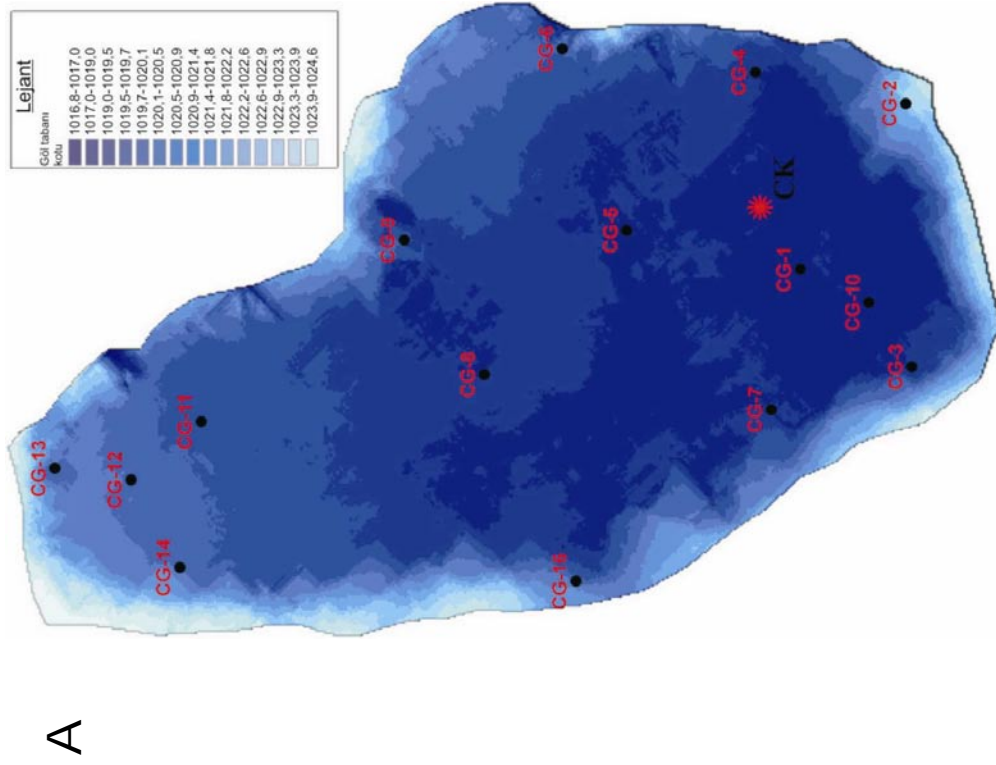
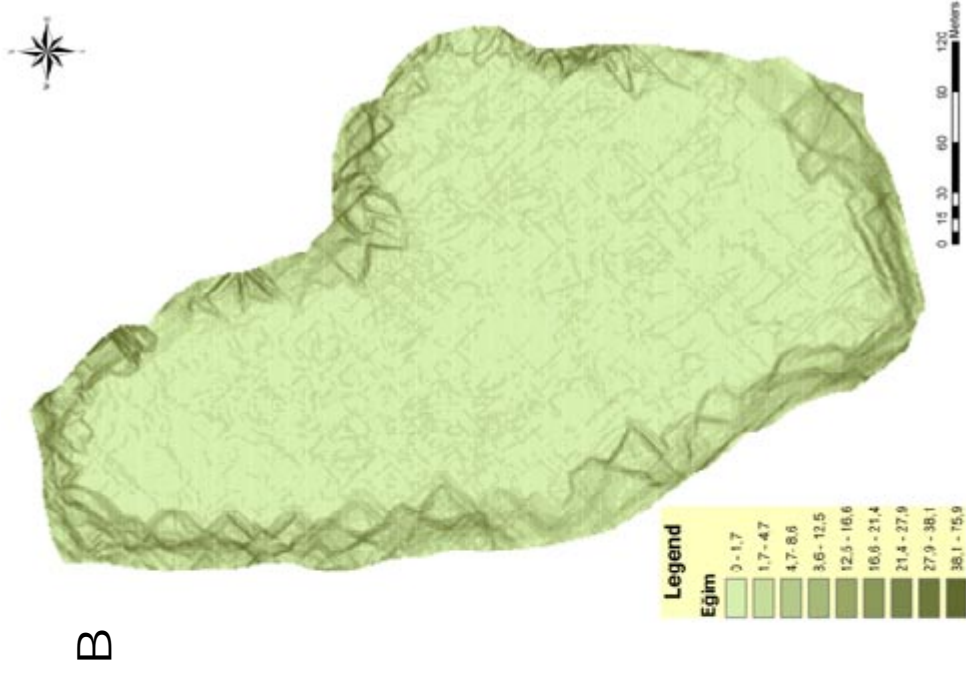
Set bölgesinde setdi halen deşen akarsu vadisinde yapılan gözlemler (Şekil 3.2.4' te A-A' kesiti) heyelanın topuk bölgesindeki duruma açıklık getirmektedir. Burada vadinin doğusunda 50° eğimli tabakaların vadi batısında 70° ' ye kadar yeniden eğim kazandığı görülmektedir (Şekil 3.2.5 A, B). Yüzeyleme koşulları kötü olmakla birlikte topuk bölgesindeki kayaların fazla kırılmadan konum değiştirmiş olması kütle hareketinin daha çok bir kaya kayması şeklinde geliştiğini göstermektedir.



Şekil 3.2.5. Heyelanın topuk bölgesinden bir enine jeolojik kesit (altta) ve kayaların arazi görünüşleri (A ve B).

3.3. Göl Batimetrisi

Göl batimetrisi hareket halindeki bir bot üzerine yerleştirilmiş ELAC hydrostar 4300 marka *echo sounder* ve eş zamanlı çalışan Hemisphere marka bir metre-altı DGPS vasıtasıyla belirlenmiştir. Gölün derin kesimlerinde veriler genel olarak sağlıklı iken, sığ (<3 m) kesimlerindeki yaygın sucul bitkiler *echo sounder*'ın sağlıklı çalışmasını ciddi ölçüde engellemiştir. Çok daha sığ (<1.5 m) alanlarda bol bulunan sucul bitkiler motorun pervanesine takıldığından buralarda motorla gezinmek, dolayısıyla derinlik verisi toplamak mümkün olmamıştır. Mayıs 2010 başında göl su kotu 1025 m. iken ortaya çıkarılan batimetri Şekil 3.3.1 A' da verilmiştir. Buna göre gölü kuzeyden besleyen Şimşir dere ile ve KD' dan besleyen Soğukpınar dere ağzında çok belirgin olmayan iki delta mevcuttur. Göl tabanı oldukça düz ve yapısız bir şekilde 1018 m. kotlarında uzanır. Göl batimetrisine ek olarak gölün eğim haritası da çıkarılmıştır (Şekil 3.3.1B). Eğim haritasında, gölün kenar kısımlarında eğimin genellikle yüksek olduğu, gölün orta kısımlarına doğru ise tabanın neredeyse yatay olduğu görülmektedir (Şekil 3.3.1 B). Deltaların sualtı bölümlerindeki eğim 60° ile 20° arasında değişir.



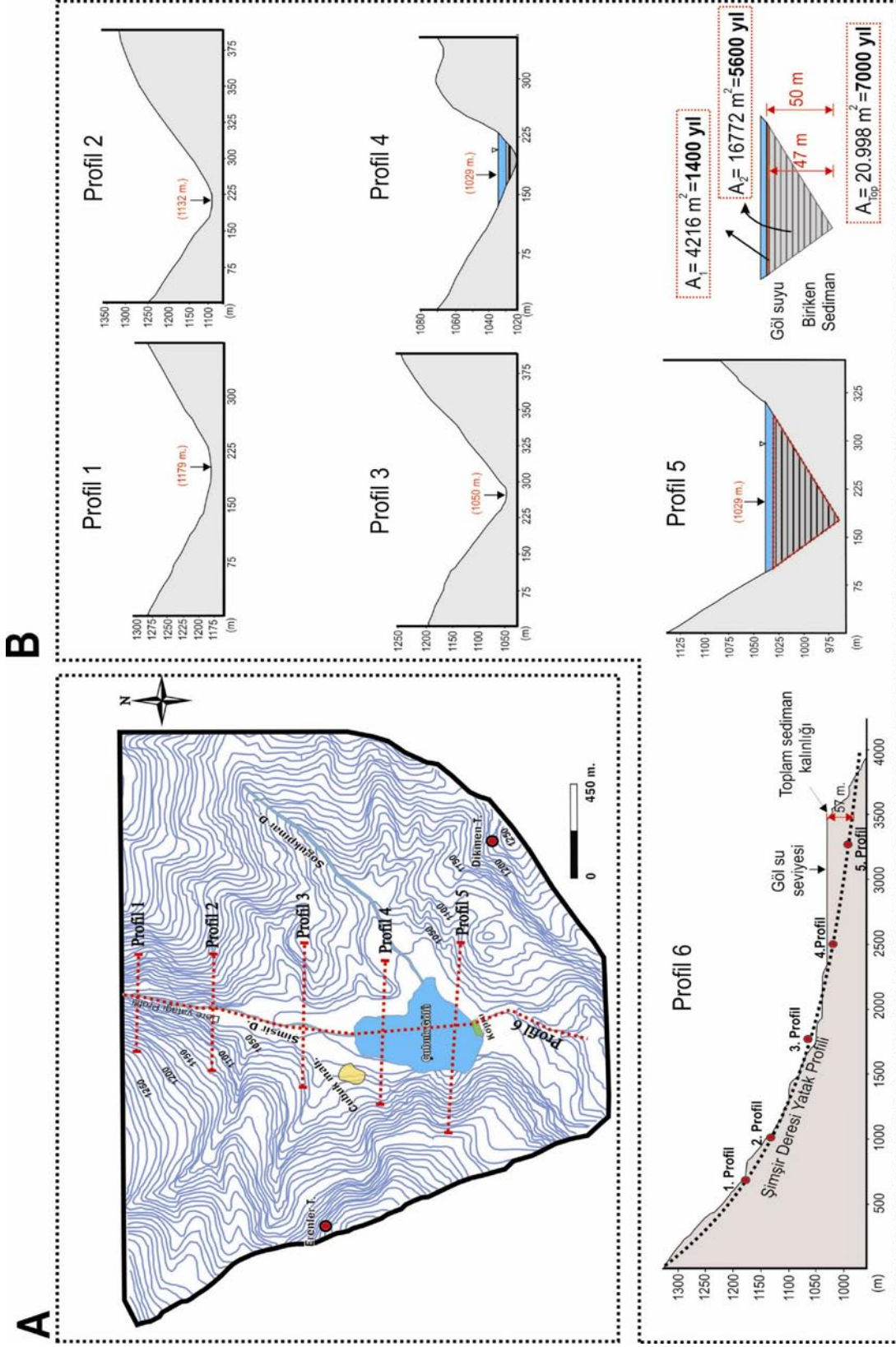
Şekil 3.3.1. A) Çubuk Gölü batimetrisi, B) Göl tabanı eğim haritası.

3.4. Çubuk Gölünde Biriken Sediman Kalınlığı ve Gölün Yaşına Yaklaşım

Çubuk Gölü'nde biriken toplam sediman miktarının belirlenmesi gölün oluşum yaşına ilişkin bazı dolaylı yaklaşımların yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yüzden dijital altlıklardan Şimşir Dere boyunca D-B doğrultulu bir dizi profil alınmıştır (Şekil 3.4.1A). Sırasıyla kuzeyden güneye doğru 1,2,3,4,5 profilleri ölçekli bir şekilde Şimşir Dere vadisinin enine profillerini 300 m. aralıklarla yansıtmaktadır. Özellikle 4 ve 5 numaralı profillerden vadi kenarlarının eski topoğrafyası çıkarılmış böylelikle göl tabanında biriken toplam sediman kalınlığını belirlemek mümkün olmuştur (Şekil 3.4.1B). Buna göre birikim Profilde 4 bölgesinde başlamış, Profil 5' de ise vadi içinde 50 m. maksimum kalınlığa ulaşmıştır.

Gölde biriken sediman kalınlığını belirlemek D-B doğrultulu profillere ek olarak Şimşir deresi boyunca yaklaşık K-G doğrultulu 4 km uzunluğunda yatak profili de değerlendirilmiştir (Şekil 3.4.1 B). Bu profile göre su kütlesi ile birlikte toplam sediman kalınlığının yaklaşık 57 m. olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4.1B). Profilin ilk 7 m.' si su kütlesi olduğuna göre Çubuk Gölü'nde toplam 50 m. lik bir sediman kalınlığından söz etmek mümkündür. Bu sonuç Profil 5' te elde edilen sonuca neredeyse eşittir.

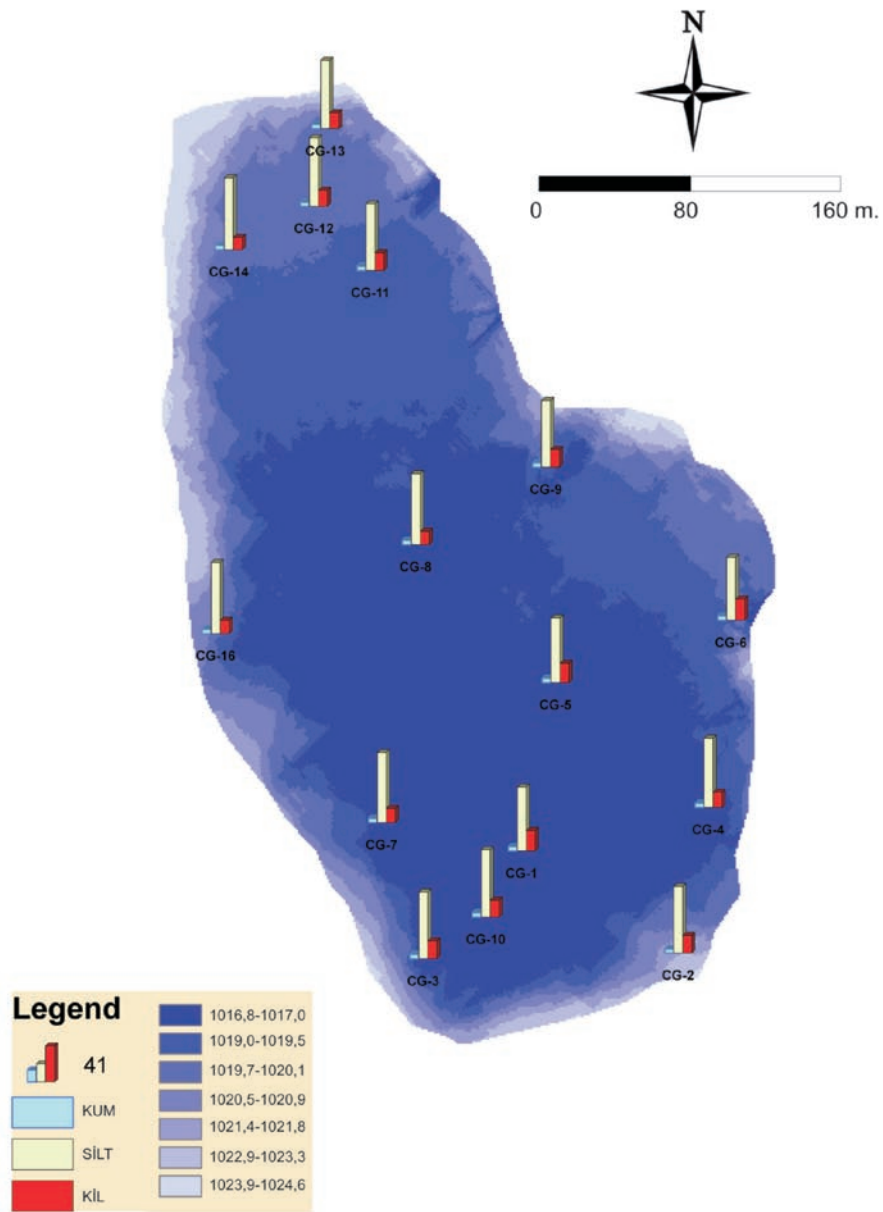
Sediman kalınlığından dolgunun yaşına geçişte CK-1 karotunun tabanından gelen yaş (1400 yıl) kullanılmış ve sedimantasyonun sabit hızla geliştiği kabul edilmiştir. Buna göre göl içinde eşit hacimde sediman eşit zamanda birikmiş olmalıdır. Üstten itibaren ilk 3 m' lik kesim (kesit alanı 4216 m²) 1400 yılda biriktiğine göre, 3 m'nin altında kalan alan (16.772 m²) 5600 yılda birikmiştir. Sonuç olarak gölün oluşumu günümüzden 7.000 yıl önceye kadar uzamaktadır.



Şekil 3.4.1.1. Şimşir Deresi civarında topografik profiller ve biriken sediman kalınlığının hesaplanması.

3.5. Dip Çökellerinin Özellikleri

Göl tabanında halen birikmekte olan sedimanların tane boyu dağılımını ve bazı güncel organizma içeriklerini belirlemek üzere Eckman kepçe ile 16 adet örnek alınmıştır (Şekil 3.5.1). Örnekleme güncel ortamın karakterizasyonu için kepçenin en üst 3-4 cm'sinden yapılmıştır. Örneklerin tamamına yakını derin göl ile delta önü alanlara düşmektedir.



Şekil 3.5.1 Çubuk Gölü'nden alınan grab örneklerinin konumu ve tane boyu dağılımı.

Yüzey örneklerinin tane boyu dağılımı Çizelge 3.5.1’ de sunulmuştur. Buna göre derin göl çökellerinde baskın olarak silt ve daha az miktarda kil mevcuttur. Delta önüne yaklaşıldıkça örneklerdeki silt miktarlarında az da olsa bir artış izlenmektedir.

Çizelge 3.5.1. Çubuk Gölü grab ve karot örneklerinin konumu ve granülometrik dağılımı (%).

Örnek No	X	Y	Kum	Silt	Kil
CG-1	2629434	4967728	5	68	27
CG-2	2629519	4967674	5	75	20
CG-3	2629384	4967671	5	75	20
CG-4	2629535	4967751	5	78	17
CG-5	2629454	4967817	5	67	28
CG-6	2629547	4967850	5	71	24
CG-7	2629362	4967743	5	79	16
CG-8	2629380	4967890	5	80	15
CG-9	2629449	4967931	5	75	20
CG-10	2629417	4967693	5	70	25
CG-11	2629356	4968035	5	75	20
CG-12	2629326	4968071	5	77	18
CG-13	2629332	4968110	5	77	18
CG-14	2629281	4968046	5	81	14
CG-15	2629303	4968960	5	77	18
CG-16	2629274	4967843	5	80	15

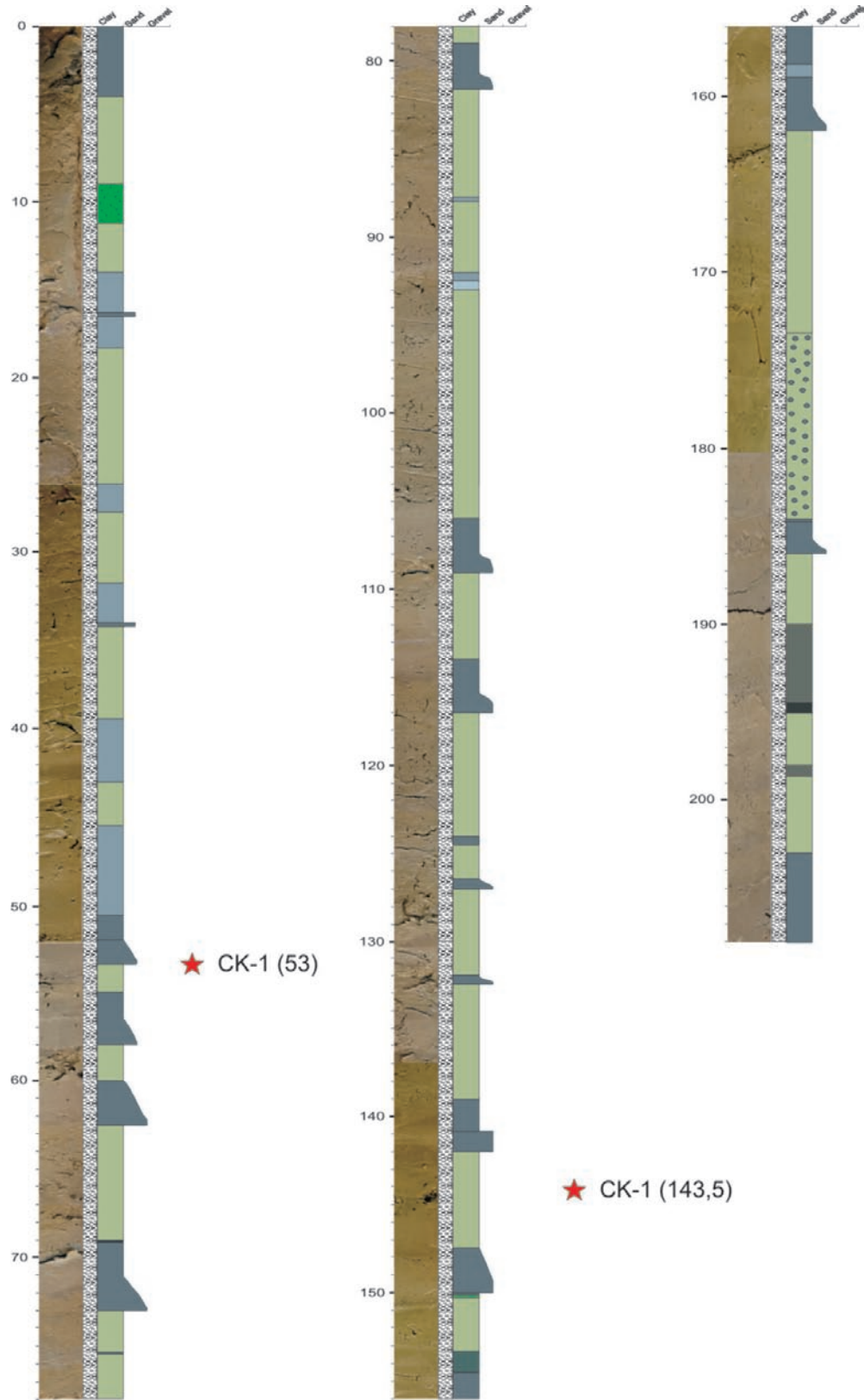
3.6. CK-1 Karotu Üzerinde İncelemeler

2009 yılı Temmuz ayında gölün sedde yakın güney kesiminden 1 adet karot örneği alınmıştır (Şekil 3.3.1A). Karotun genel görünüşü ve ayrıntılı litolojik özellikleri ile yapılan örneklemeler Ek-1’de sunulmuştur.

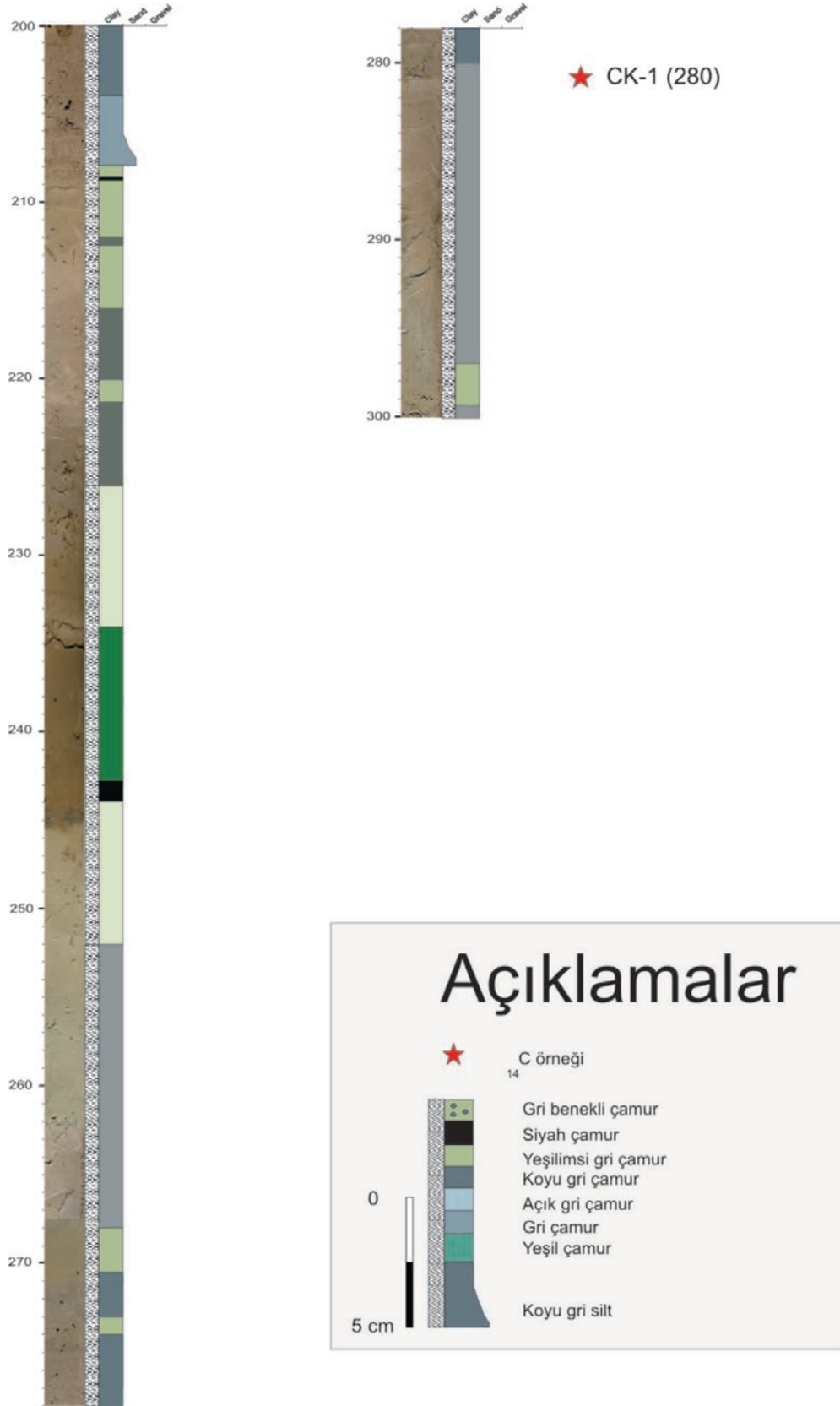
3.6.1. Litolojik Tanım

CK-1 karotunun ilk 4 cm'sinde koyu gri renkli ve bitki parçacıkları içeren çamur seviyesi bulunur. Bunu 53 cm'ye kadar yeşil ve gri renkli çamurların ardalanması izler. Bu kesimde yeşil renkli çamurlar genelde inceyken (4-5 cm) gri çamurlar daha kalındır. Aralarında (16 ve 34 cm) iki adet ince kum seviyesi de izlenir (Şekil 3.6.1). 53-82 cm'ler arasında 4 adet kumlu seviyenin gri/yeşil renkli çamurlarla ardalandıkları görülmektedir. Tabanları keskin, üst sınırları ise dereceli olan kumlu seviyelerin tabanında bitki parçacıkları da yaygındır. Kum seviyelerinin kalınlıkları 1-3 cm mertebesinde dir. 82-106 cm'ler arasındaki 26 cm'lik bölüm yer yer açık renkli ve 0,5 cm kalınlıklı çamurlarla yeşil/gri renkli çamurların ardalanması ile devam eder (Şekil 3.6.1). 106-162 cm' ler arası ise 7 adet kum seviyesiyle devam eder. Karot boyunca sürekli olan yeşil/gri çamurlar, bu kesimden itibaren açık/koyu/yeşil renge dönüşür ve bazı kısımlarında da kömürleşmiş kırıntılar içermeye başlar. Karotun 162-203 cm' leri arası baskın olarak yeşilimsi gri renkli çamurlarla devam etmektedir (Şekil 3.6.1). Bu kesimde 173-184 cm' ler arasında gri benekli yeşilimsi çamur seviyesi ile 194-195 cm' ler arasındaki siyah çamur seviyesi dikkat çekicidir (Şekil 3.6.1). Karotun 250 cm' sinden itibaren kumlu seviyeler tamamen ortadan kalkar (Şekil 3.6.2). Karotta belirgin bir ritmi olmayan açık gri çamur ile koyu gri çamur ardalanması baskınlaşır. Bu kesimde 234-243 cm' ler arasındaki koyu yeşil seviye ile hemen altında 1 cm kalınlığında bir siyah organik seviye dikkat çekicidir. Karotun daha alt seviyelerinde (250-300 cm) grinin farklı tonlarındaki kalın çamurlarla ince yeşil çamurların ardalanması izlenir.

Ortamsal olarak keskin tabanlı silt-kum seviyeleri göl su seviyesinin düşük olduğunu ya da gölü drene eden kanallar boyunca kum boylu malzemenin içerilere kadar taşındığı dönemlere karşılık gelebilir. Koyu gri laminalar gölün sığ olduğu, dolayısıyla göl kenarındaki sucul bitki kırıntılarından yaygın beslenme dönemlerini, açık gri renkli seviyeler ise daha derin dönemleri yansıtmıştır. Yeşil/koyu/yeşil seviyeler ise gölün en derin olduğu dönemlere karşılık gelebilir. Gerçekten kepe örneklerinin ayrıntılı tayini, bugünkü sığ derinliklerde (<7m) göl tabanında koyu gri çamurların çökeldiğini göstermektedir. Bugün derinlik yeterli olmadığından göl tabanında hiçbir yerde açık/koyu yeşil çamur birikimi gözükmez.



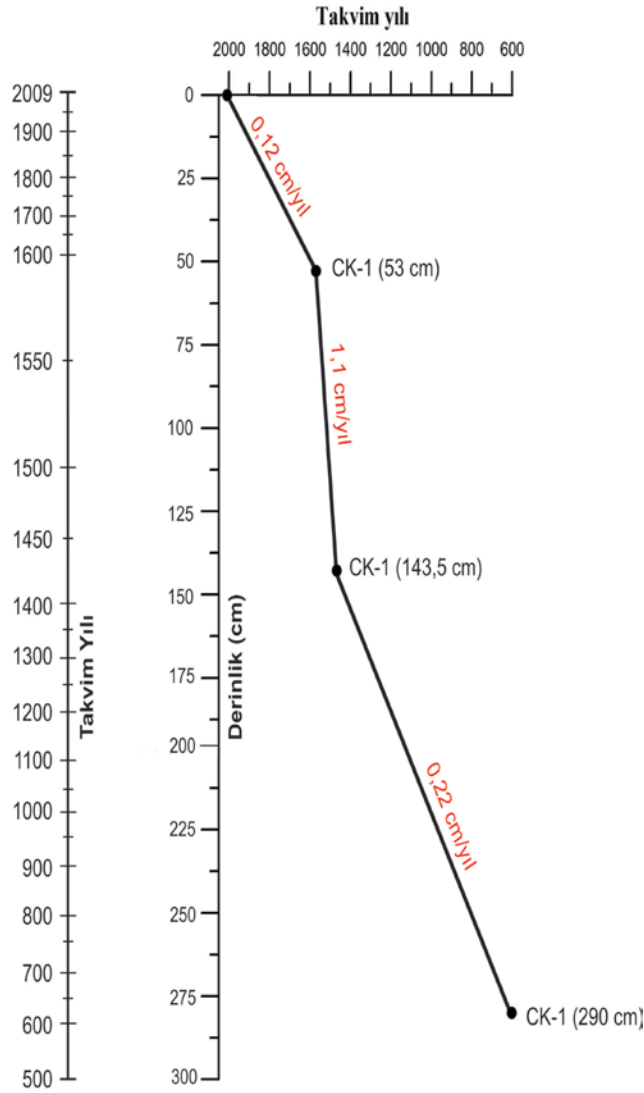
Şekil 3.6.1. Çubuk Gölü'nden alınan CK-1 karotunun genel görünümü ve litolojik içeriği.



Şekil 3.6.2. Çubuk Gölü'nden alınan CK-1 karotunun genel görünümü ve litolojik içeriği (devam).

3.6.2. Karotun Yaşlandırılması

CK-1 Karotu boyunca farklı seviyelerden alınan 2 kömürleşmiş bitki parçası ve bir çamur örneği üzerinde GeoChron laboratuvarlarında (Georgia Üniv., ABD) ^{14}C analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 3.6.1).



Şekil 3.6.3. CK-1 karotunun yaş modeli

bu yaş modeli izleyen bölümlerde değinilecek olan iklimsel ve paleolimnolojik değişimlerin yaşlandırılmasında da kullanılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre karotun göl tabanından 290 cm derininde bulunan seviyeler günümüzden yaklaşık 1400 yıl öncesine (MS 600) tarihlenirken, 143. cm'si MS 1470'e, 53. cm'si ise MS 1570'e tarihlenmektedir. Buna göre karotun çamur baskın alt seviyeleri (350 – 150 cm arası) yaklaşık 900 yılda çökelmiştir. Sedimantasyon hızının yaklaşık 0,22 cm/yıl olarak hesaplandığı bu seviyelerin üzerine gelen, kırıntılı getiriminin arttığı seviyelerde ise sedimantasyon hızı daha yüksektir (1,1 cm/yıl). Karotun çamur baskın en üst kesimlerinde (0-53 cm) sedimantasyon hızının oldukça düşük (0,12 cm/yıl) olduğu anlaşılmaktadır. Sedimantasyon hızındaki bu değişim çizilen yaş modeli grafiğinde de açıkça gözlenmektedir (Şekil 3.6.3). Ayrıca

Çizelge 3.6.1. Çubuk Karotu radyokarbon (^{14}C) analizi sonuçları.

Örnek No	Derinlik (cm)	Malzeme	^{14}C yaşı (yıl)	Takvim yaşı	$\delta^{13}\text{C}$, ‰
CK-1/1	53	Kömür	430±25	1600	-26,8
CK-1/2	143,5	Kömür	530±25	1350	-28,7
CK-1/3	290	Sediman	1400±25	600	-26,2

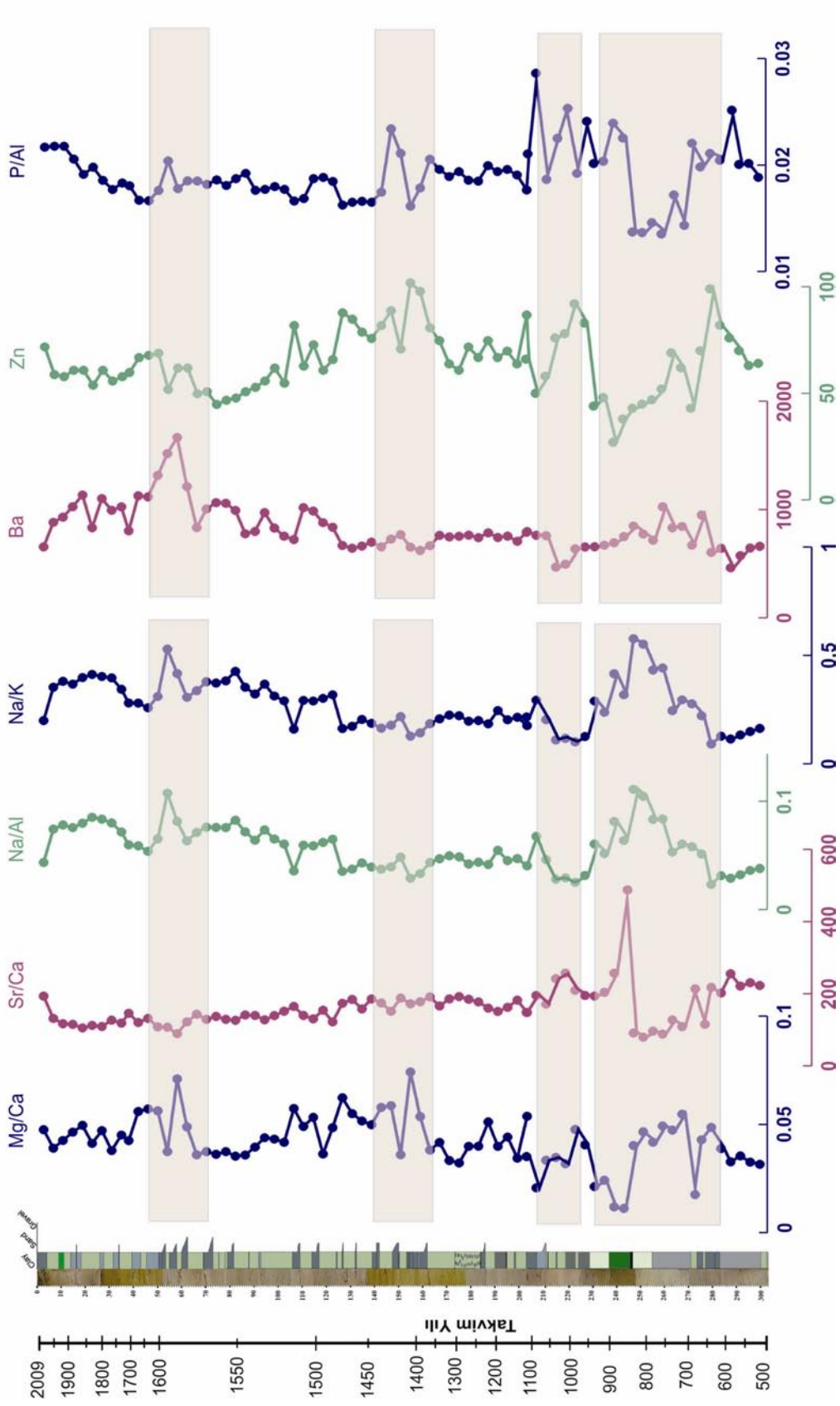
3.6.3. Kimyasal Analizler

Çubuk Gölü'nden alınan CK-1 karotunun çökelişi boyunca göl suyundaki tuzluluk, biyolojik üretkenlik, göl tabanı oksidasyon koşulları ve göle kırıntılı getirimi koşullarındaki değişimlerin incelenmesi için çeşitli majör-minör elementlerin bolluklarından yararlanılmıştır. Göl suyunun tuzluluğundaki değişimlerin incelenmesi için Mg/Ca, Sr/Ca, Na/Al ve Na/K oranları değerlendirilirken; biyolojik üretkenlik Ba, Zn ve P/Al verileri ile irdelenmiştir. Göl tabanında oksidasyon koşullarının anlaşılması için Ni/Al, Co/Al ve V/Al oranları kullanılmıştır. Kırıntılı malzeme getirimindeki değişimler ise Zr, Rb bollukları ile Ba/Al ve Ca/Al oranları ile incelenmiştir (Şekil 3.6.4).

Tuzluluğa işaret eden sinyaller 269, 237, 213, 161 ve 65. cm' lerde ani sapmalar şeklinde dikkat çekicidir. Mg/Ca oranı 269 cm'ye doğru önce aniden azalmakta, daha sonra yeniden artmaktadır. Aynı seviyede suda çözülmüş olan Na' nın karasal katkıya işaret eden Al ve K ile normalize edilmiş değerleri ise artış eğilimi gösterir. 237. cm' ye gelindiğinde ise Mg/Ca oranı aniden düşerken, Sr/Ca aniden artmakta, Na/Al ve Na/K ise en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bunlara ek olarak 213. cm' deki ani artış Na/Al ile Na/K oranlarında oldukça belirginken, Sr/Ca çok belirgin olmamakla birlikte düşme eğilimi gösterir. Bu seviyeden sonra Sr/Ca, karotun en üstüne kadar neredeyse sabit değerler sunar. Mg/Ca oranında 161. cm' de ani bir artış mevcutken bu eğilim diğer sinyallerde çok belirgin değildir. Ancak Mg/Ca oranında bu artışı izleyen hızlı düşüm Na/Al ve Na/K oranlarında ani artış ile temsil edilir (Şekil.3.6.4).

BİYOLOJİK ÜRET. GÖSTERGELERİ

TUZLULUK GÖSTERGELERİ

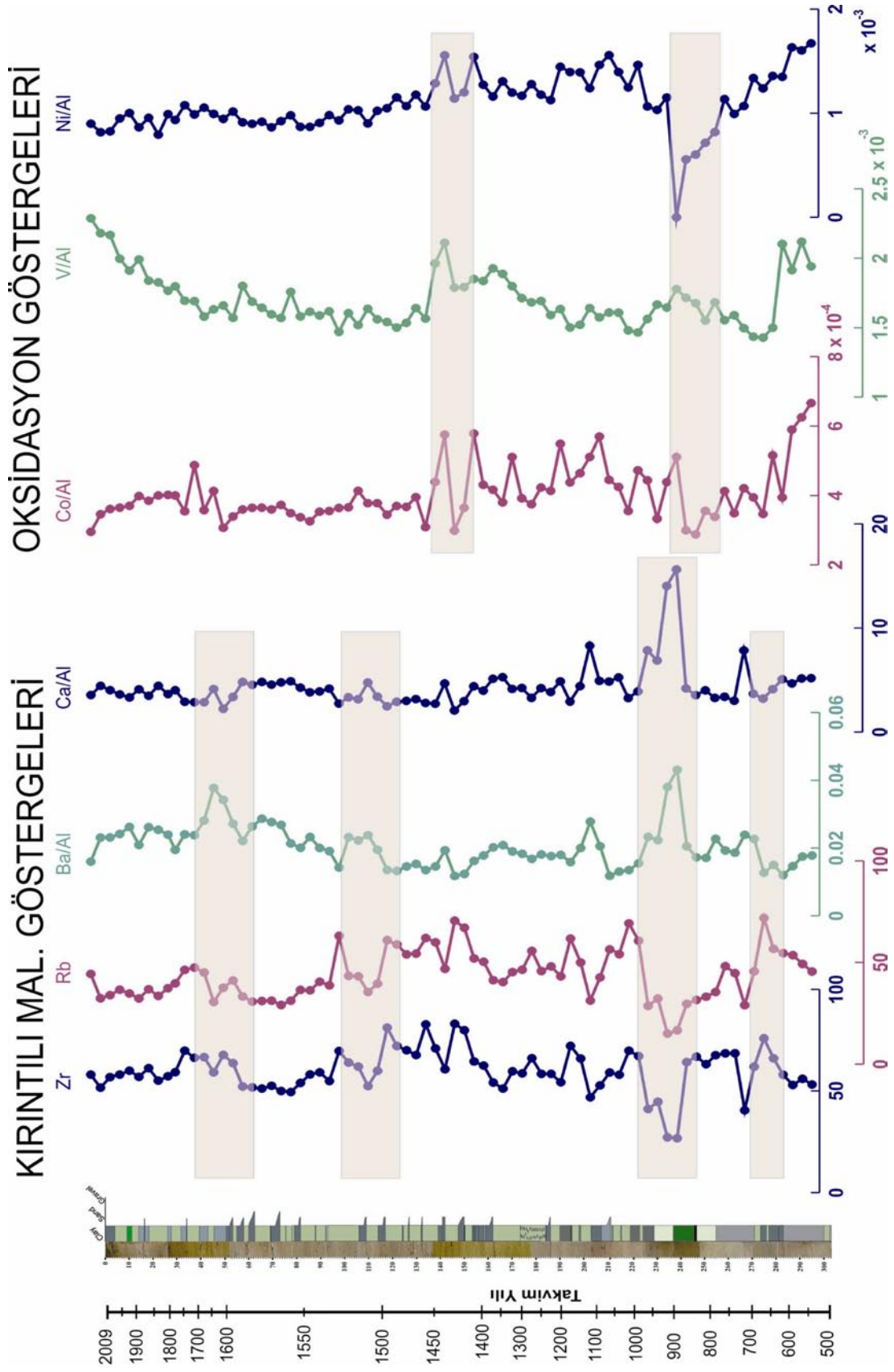


Şekil 3.6.4. Çubuk Gölü karotu boyunca (Mg/Ca, Sr/Ca, Na/Al, Na/K, Ba, Zn, P/Al) değerlerinin değişimi.

Biyolojik üretkenlik açısından incelenen 3 gösterge (Ba, Zn ve P/Al) tuzluluğa ait grafiklerde olduğu gibi birbirlerine çok benzeyen eğilimler sunmazlar (Şekil 3.6.4). Ancak yine de 237. cm' ye doğru Zn ve P/Al eğrilerinde genel bir azalma eğilimi ve 237. cm' den sonra da artış izlenmektedir. Bunun yanında Zn' nin 170 cm civarında başlayan ve 153 cm' de son bulan artışı dikkat çekicidir. Bu artış P/Al ve Ba eğrilerinde düşüş olarak izlenir. Ba eğrisinde ise en dikkat çekici nokta 69. cm' deki artıştır. Bu artış Zn' de silik olarak izlenebilirken, P/Al eğrisinde neredeyse hiç gözlenmez. Eğriler arasındaki bu eğilim farklılıkları sinyallerin tamamen aynı etmenlerden etkilenmediğini, farklı etmenler ile kontrol edildiklerini düşündürmektedir. Fosfor, biyolojik üretkenlikten bağımsız olarak göl ortamına toprak profilinden kırıntılı olarak getirilmiş olabilir. Benzer şekilde Ba veya Zn de ana kayaktan havzaya taşınmış olabilir (Şekil 3.6.4).

Göl tabanı oksidasyon koşulları ise Co/Al ve V/Al ve Ni/Al oranları ile aydınlatılmaya çalışılmıştır (Şekil 3.6.5). Karotun alt seviyelerinde her 3 grafikte de azalma eğilimi oldukça belirgindir. Özellikle Ni/Al ve Co/Al en düşük değerlerine 240 cm civarında ulaşırlar. Bu kesim siyah organik çamurlara karşılık gelmektedir. Bu seviyeden sonra yukarıya doğru çeşitli salınımlar gösteren eğriler 150 cm civarında bir kere daha en düşük değerlerine ulaşırlar. Bu noktadan sonra Ni/Al ve Co/Al neredeyse sabitlenirken, V/Al karotun üst kısımlarına doğru belirgin bir artış sergiler (Şekil 3.6.5).

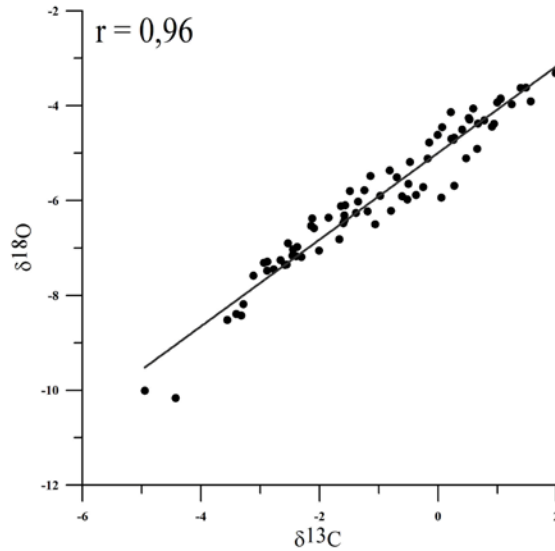
CK-1 karotunda kullanılan son jeokimyasal yaklaşım, göle kırıntılı malzeme getirimi ile ilgilidir. Bu amaçla değerlendirilen Zr, Rb, Ba/Al ve Ca/Al göstergeleri genel olarak benzer eğilimler sergilerler. 277 ve 249 cm' lerde Zr ve Rb' da gözlenen ani düşümler Ba/Al ve Ca/Al oranlarında artış olarak izlenir (Şekil 3.6.5). 237 cm' de ise Zr ve Rb artarken diğer oranlar azalmaktadır. Karotun daha üst seviyelerindeki kumlu litolojilerin yer aldığı kısımda da Zr ve Rb eğrileri birbirlerine benzer eğilimler sergilerken, Ba/Al ve Ca/Al aksi yönde değişim gösterirler. Bu durum Ba/Al eğrisindeki 65. cm' de bulunan artışa karşı Zr ve Rb' deki düşüşlerde de belirgindir. Özellikle Ba/Al oranının Ca/Al ile benzerlik göstermesi ve diğer kırıntılı elementler ile negatif korelasyona sahip olmaları, Ba' nın detritik olarak havzaya getirilmediğini, onun yerine üretkenlik ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir (Şekil 3.6.5).



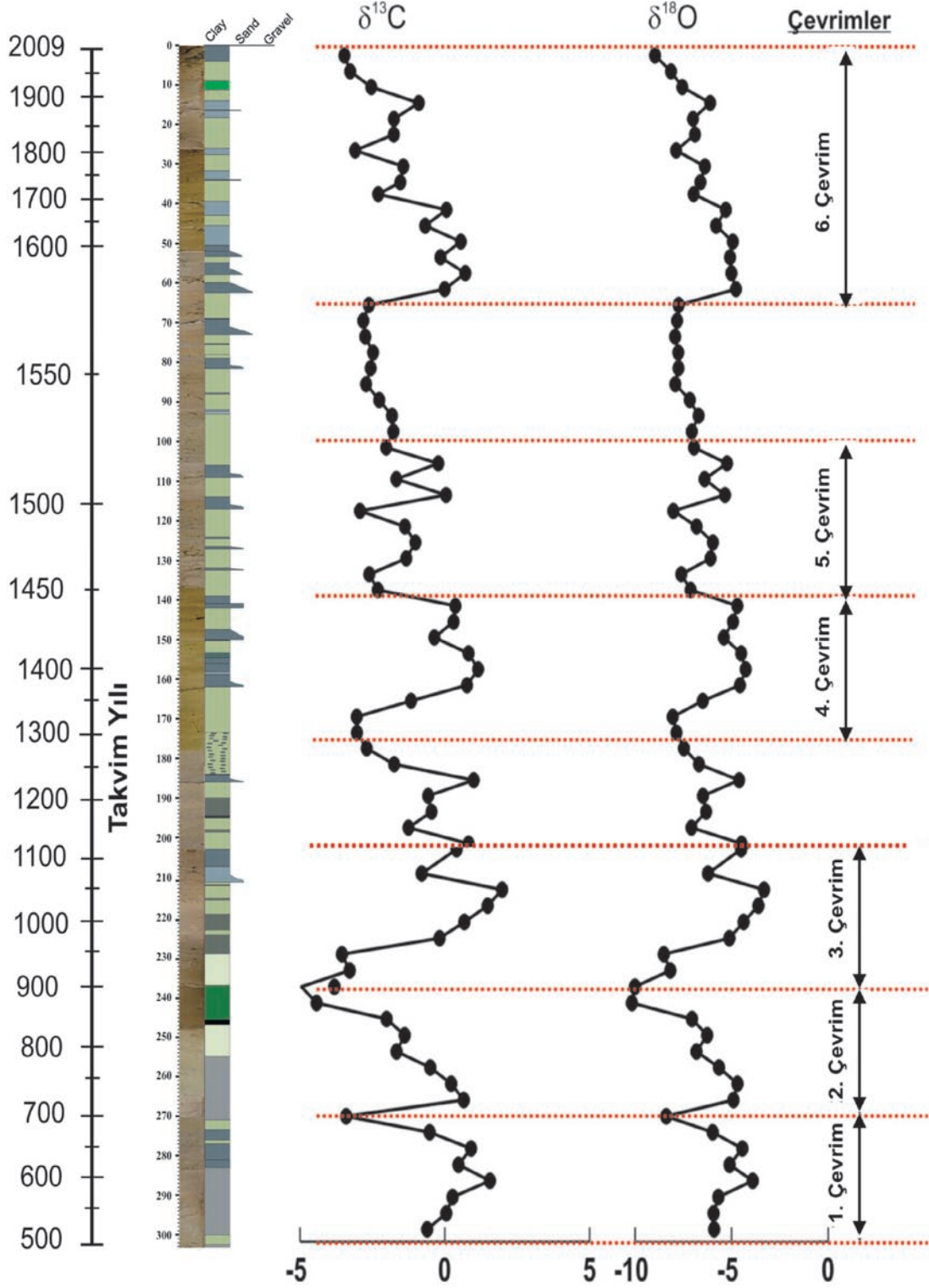
Şekil 3.6.5. Çubuk Gölü karotu boyunca (Zr, Rb, Ba/Al, Ca/Al, Co/Al, V/Al, Ni/Al) değerlerinin değişimi.

3.6.4. İzotopik Analizler

CK-1 karotuna ait $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değişimlerinin karot boyunca sergiledikleri eğilimler birbirlerine oldukça benzerdir. İki veri seti arasındaki bu yüksek korelasyon ($r=0,96$) her iki sinyalin de aynı etmeden etkilendiğine işaret etmektedir (Şekil 3.6.6). Karot boyunca $\delta^{13}\text{C}$ değerleri 1,56 ‰ ile -4,96 ‰ arasında değişirken, $\delta^{18}\text{O}$ -3,31 ‰ ile -10,16 ‰ arasında değerlere sahiptir. Her iki eğride de 6 belirgin çevrim ayırt edilebilir. 1. Çevrim karotun tabanından başlayarak 269. cm’de son bulurken, 2. Çevrim 319 – 287 cm’ ler arasında, 3. Çevrim ise 237 ile 209. cm’ ler arasında gözlenir (Şekil 3.6.7). Karotun bu noktasından sonra, örneklenemeyen kısım nedeniyle 200 ile 170 cm arasındaki çevrimler kimyasal değerlendirmelerde oluşu gibi ayırtlanamamıştır. $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ eğrilerinde açıkça gözlenen 4.,5. ve 6. Çevrimler sırasıyla 170 – 137 cm, 137 – 109 cm ve 65 – 26 cm aralıklarını kat ederler. 109 ile 65 cm’ ler arası ile 26 cm’ den yüzeye kadar olan kısımlarda çevrimler çok belirgin değildir. Kalınlıkları 28 ile 36 cm arasında değişen bu çevrimler olasılıkla astronomik olaylar nedeniyle oluşan devirselliğin bir ifadesidir (Şekil 3.6.7). Çevrimlerin izotopik değişimlerine bakıldığında ortalama olarak yaklaşık 2 permil ve daha fazla bir fark gösterdikleri dikkat çekmektedir.



Şekil 3.6.6. CK-1 karotunda $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ konsantrasyonlarının ilişkisi.



Şekil 3.6.7. CK-1 karotu boyunca $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin değişimi.

3.6.5. Ostrakod Çalışmaları

CK-1 karotunda ostrakod faunası saptanan seviyelerde, beş adeti bilinen ve 2 tanesi ise sp. olarak bırakılmış olan toplam 7 ostrakod türü belirlenmiştir. Oysa yüzey örneklerinde 2 ostrakod türüne rastlanılmıştır. Buradan görülmektedir ki Çubuk Gölü'nün güncel dip çökellerinin ostrakod topluluğu ile stratigrafik ostrakod topluluğu arasında tür sayısında belirgin bir farklılık gözlenmektedir.

Karotun ostrakod popülasyonu açısından en bol seviyesini 244 ile 256. cm' ler arasında yer alan 12 cm' lik bir çökel seviye oluşturur (Şekil 3.6.8). Bu kesim, gerek fert ve gerekse tür bolluğu açısından maximum düzeydedir (*Candona neglecta*, *Candona* sp. 1, *Limnocythere* sp. 1, *Ilyocypris bradyi*, *I. getica*, *Physocypris kraepelini*, *Potamocypris arcuata*). Radyokarbon analiz verilerine göre 143 cm yaklaşık 500 yıl önceye; 280-282 cm de yaklaşık 1400 yıl önceye karşılık gelmektedir. Bu örnekler içinde ise en bol tür ve fert bolluğu 248 cm örneğine aittir. *Ilyocypris* türleri ile *Limnocythere*, *Physocypris* ve *Potamocypris* türleri bu örnekte görülmektedir. Gölün bu stratigrafik seviyesi ayrıca bol miktarda Characidae, Gyrogonite fosil flora kalıntıları ile belirgindir (Şekil 3.6.9). Bazı seviyelerde mikrogastropod kavkalarına (CK-1, 132 cm) ve yine bir örnekte ise balık dişine rastlanmıştır (CK-1, 8 cm).

Ostrakod türlerinin yaşadığı ortamların özelliklerine bakıldığında; *Candona neglecta* nispeten soğuk suları tercih eder. Ancak, 20° C' nin üstünde geçici sıcaklık artışlarına karşı oldukça toleranslıdır. Bu tür kaynaklarda, derelerde, kaynaklarla bağlantılı göller ya da su birikintilerinde oldukça yaygındır. *Candona neglecta* yaz dönemlerinde O₂ içeriği 3 mg/L altına indiği hipoksi ortamlarına bile oldukça toleranslıdır (Meisch, 2000).

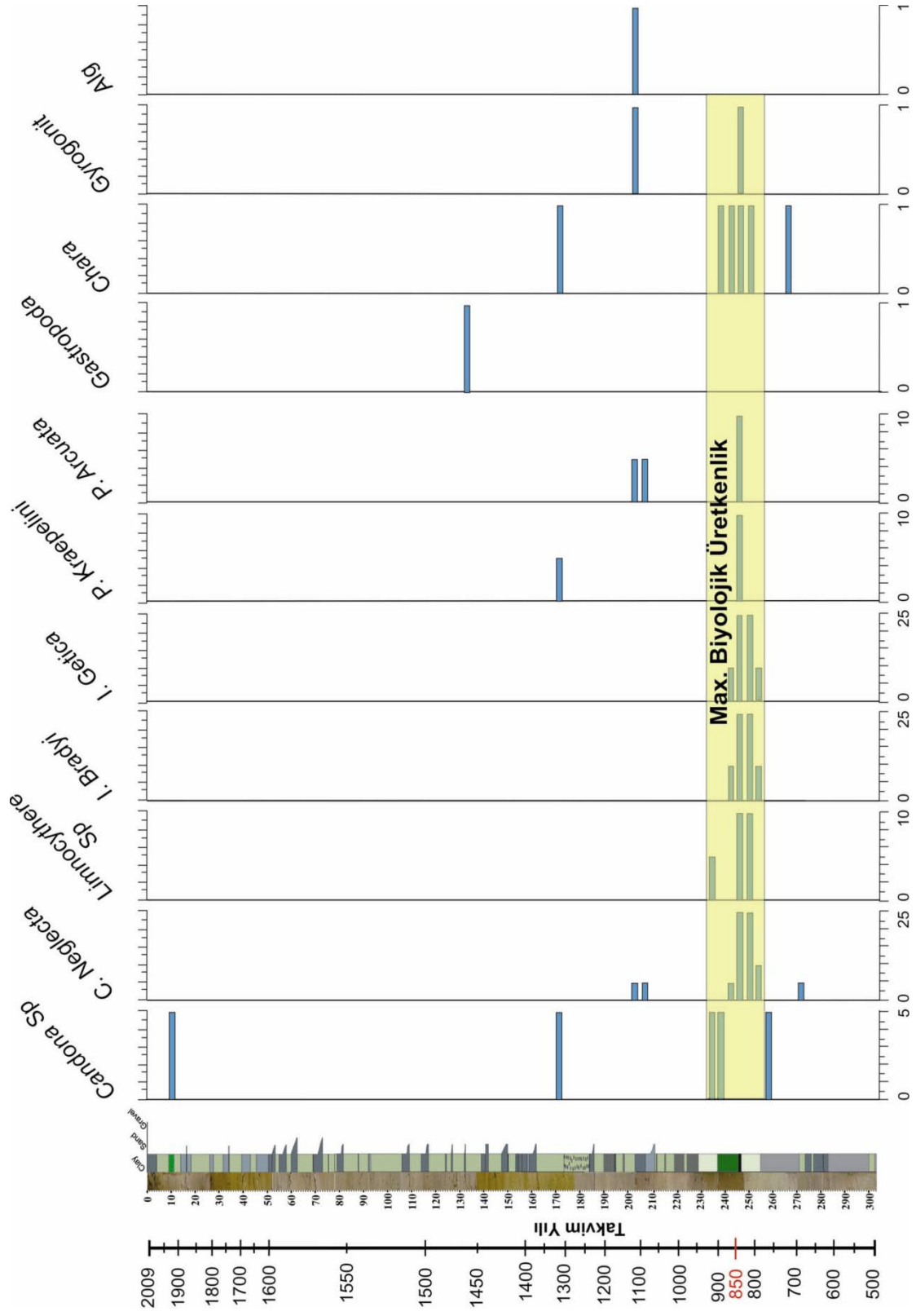
Ilyocypris bradyi, genellikle tatlı su göllerinde, bataklıklarda, nehirlerde ve deniz kıyısı acı su ortamlarında (‰0.3-4.4) yaşarlar. Oligohalin tuzluluk şartlarında ve çamurlu-kumlu su tabanında yaşarlar (Meisch, 2000).

I. getica küçük, sığ su kütlelerinde bulunurlar, hafif tuzluluk artışlarına toleranslıdır. Muhtemelen çok dar bir sıcaklık aralığına dayanabilen (stenotermal) koşullarda 10-15 °C arasında yaşar (Meisch, 2000).

Physocypris kraepelini genellikle balıklı göllerde ve göllerin litoral kıyı zonlarında yaşar. Yaygın olarak Cl içeriği yüksek (1235 mg/l)olan yerlerde tespit edilmiştir. Oligohalin tuzluluk koşullarında (‰2.4), sodalı sularda da saptanmıştır. İrlanda ve Britanya dışında Avrupa ve Asya'da bilinen bir türdür (Meisch, 2000) .

Potamocypris arcuata' nın, ekolojik özellikleri oldukça az bilinir. Mevsimsel yaz göllerinde, hendeklerde ve geçici su birikintilerinde yaşar. Bu tür tamamıyla tatlı su formu olarak bilinir.

Limnocythere, göllerde, bataklıklarda, küçük mevsimlik su birikintilerinde, çamurlu ve kumlu göl tabanlarında yaşar (Meisch, 2000).



Şekil 3.6.8. CK-1 karotu boyunca ostrakod topluluğu ile başka bazı sucul organizma kalıntılarının dağılımı.

3.7. CH-2 Hendeği Üzerinde İncelemeler

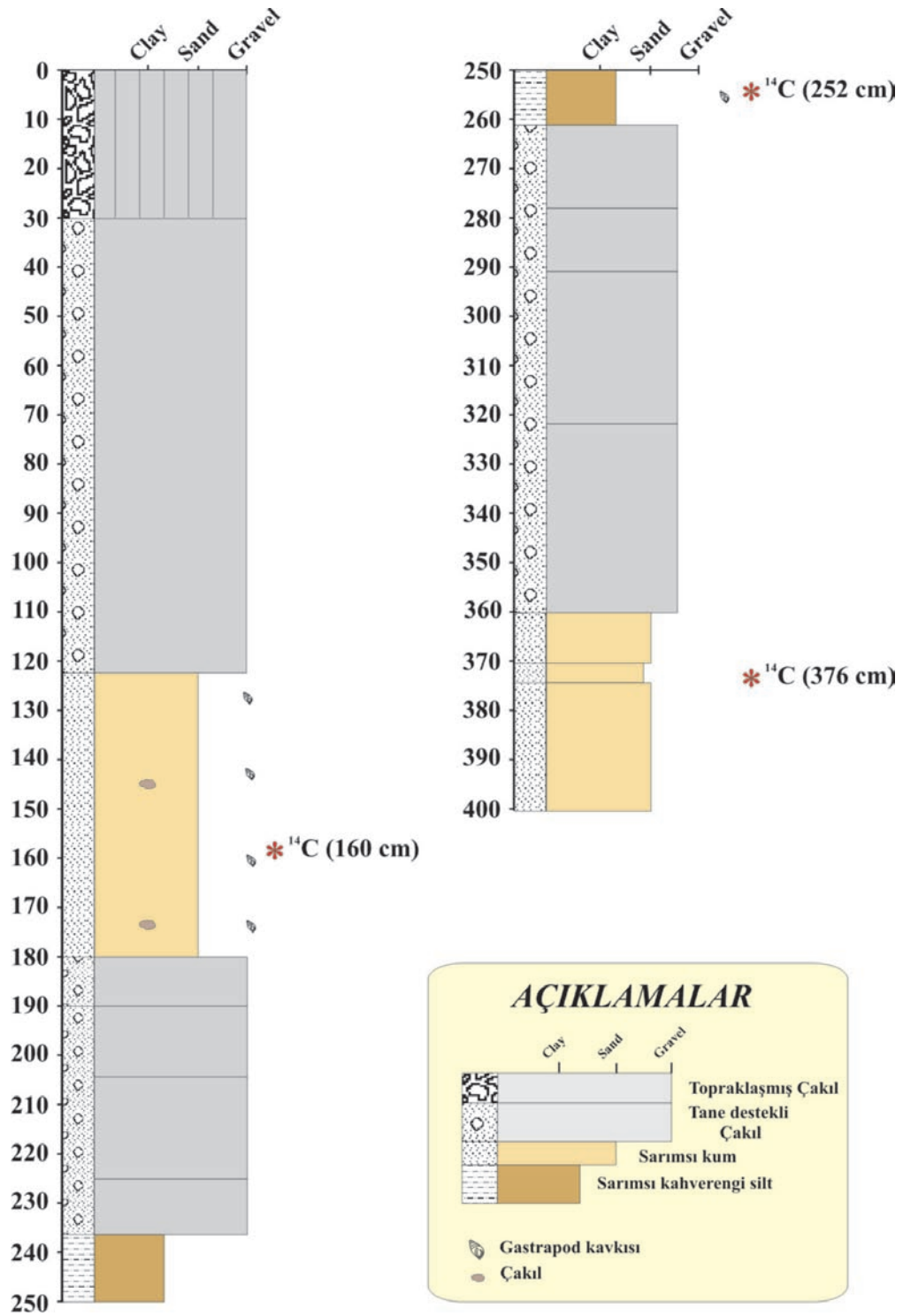
3.7.1. Litolojik Tanım

Çubuk Gölü KD kıyısının 75 m kara içinde, Soğukpınar deresi deltası üzerinde bir hendek çalışması yapılmıştır (Şekil 3.2.4). Hendeğin üstten, ilk 120 cm'si köşeli monojenik çakıllarla temsil edilmekte, 120-180 cm' ler arasında sarımsı renkli, yer yer gastropod içeren ince kum-silt bulunmaktadır (Şekil 3.7.1 A, 3.7.2). Daha altta genel olarak tane destekli 50 cm kalınlığında çakıl paketi bulunur (Şekil 3.7.2). Bu çakıl seviyesinin altında ise 30 cm kalınlığında bol bitki kırıntılı silt boylu masif bir birim yer almaktadır (Şekil 3.7.1 B). Aşağıya doğru ise 100 cm kalınlığında yine tane destekli bir çakıl paketi devam etmektedir (Şekil 3.7.1 C). En altta 360-380 cm' ler arasında önce kaba kumlardan ince kumlara, ardından tekrar kaba kumlara geçilerek hendeğin tabanına ulaşılmıştır (Şekil 3.7.2).



Şekil 3.7.1. CH-2 hendek duvarından görüntüler (A,B ve C).

İstifin özellikle 235-260 cm' leri arasındaki sarımsı siltler göl su seviyesinin günümüz konumundan en az 75 m daha içeriye ilerlediğini ve o noktada en az 3 m. kadar bir derinliğe sahip olabileceğini göstermektedir. Ayrıca 360-400 cm' ler arasındaki kaba ve ince taneli kum aralanması göl su seviyesinin bu dönem itibariyle yükselip alçalmasına işaret etmektedir (Şekil 3.7.1). Benzer şekilde 120-180 cm' ler arasındaki kumlu seviyeler delta alını fasiyelerine ifade eder; bu yüzden ayrı bir göl su seviyesi yükselimine karşılık gelmektedirler. Aralardaki çakıllar ise göl su seviyesinin sabit kaldığı ya da düştüğü dönemlere karşılık gelen su üstü alüvyal fasiyeleridir. Fakat günümüz göl morfolojisinde gölün, set bölgesinde insan eliyle açılan bir kanal yardımıyla drenajı yüzünden göl su seviyesinin şu anki konumundan pek fazla yükselmesi mümkün değildir.



Şekil 3.7.2. CK-2 hendeğinin litolojik özellikleri.

3.7.2. Hendeğin Sedimanlarının Yaşlandırılması ve CK-1 Karotu ile Korelasyonu

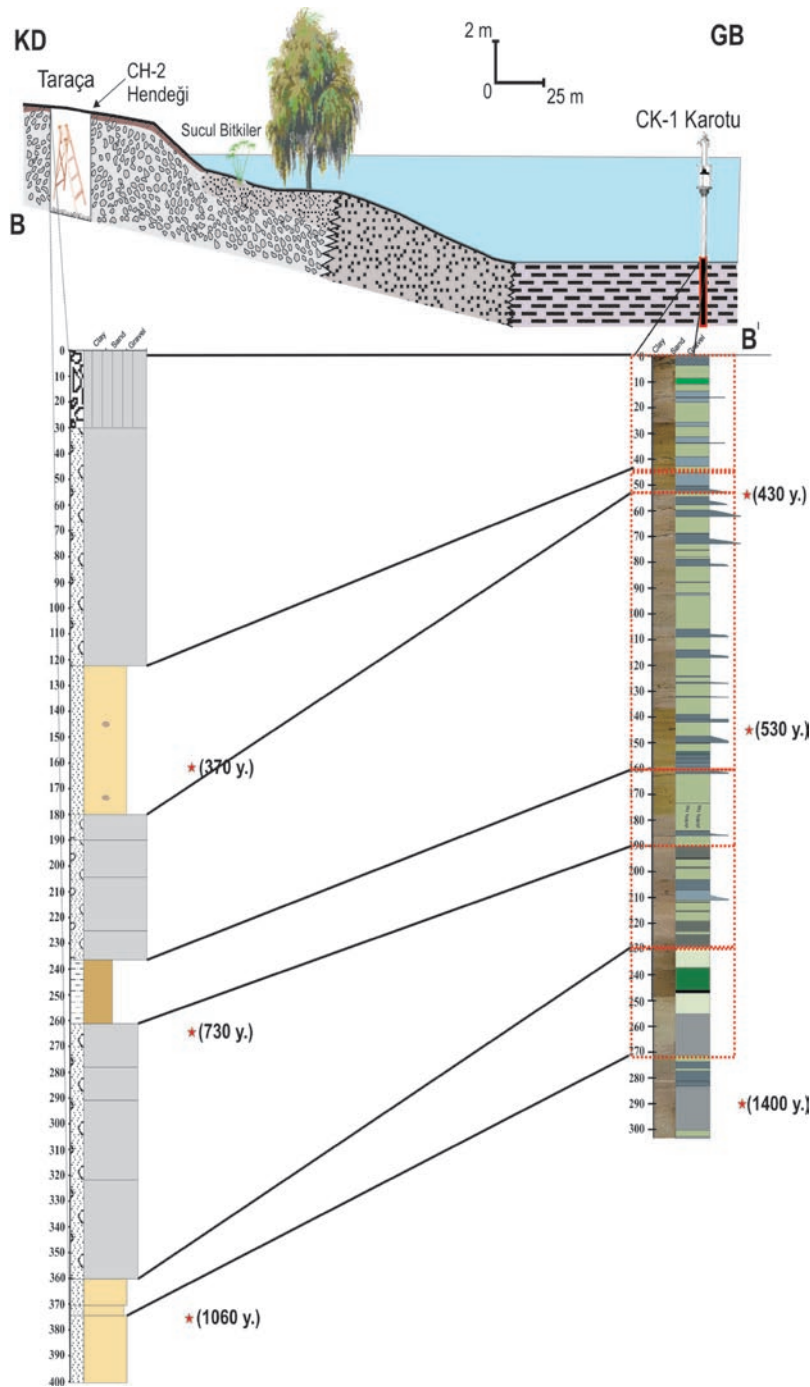
CH-2 hendeğinin farklı seviyelerinden alınan 3 kömürleşmiş bitki örneği üzerinde GeoChron laboratuvarlarında (Georgia Üniv., ABD) ^{14}C analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 3.7.1). Analiz sonuçlarına göre hendeğin 376. cm' si günümüzden 1060 yıl öncesine tarihlenirken, 252. cm' si 730 yıl ve 160. cm' si ise günümüzden 370 yıl öncesine karşılık gelmektedir.

Çizelge 3.7.1. Çubuk Hendeği radyokarbon (^{14}C) analizi sonuçları.

Örnek No	Malzeme	^{14}C yaşı, BP yıl	Takvim yaşı	$\delta^{13}\text{C}$, ‰
CH-2/ 160	Kömürleşmiş bitki	370±25	1639	-24,4
CH-2/ 252	Kömürleşmiş bitki	730±25	1279	-25,5
CH2/ 376	Kömürleşmiş bitki	1060±25	949	-23,7

Hendeğin açıldığı Soğukpınar deltası civarında güncel kıyı fasiyeslerinin dağılımı Şekil 3.7.2' de gösterilmiştir. Su üstü tane destekli çakıl fasiyesi göl kıyı çizgisine kadar izlenirken, delta önü yer yer çakıllı, üzerinde sucul bitki gelişiminin olduğu kumlu bir fasiyes ile temsil olunur. Birkaç 10 m. su içine doğru dereceli olarak sarı siltlere ve daha derinlerde gri çamurlara geçilir (Şekil 3.7.2).

CH-2 hendek çalışmasından elde edilen yaş sonuçları ile CK-1 karotu karşılaştırılmıştır (Şekil 3.7.3). Buna göre Soğukpınar deresi deltası üzerinde ortalama 1000 yılda 370 cm. çakıllı/ kumlu birikim yine aynı sürede göl tabanında 300 cm' lik bir çamur çökeline karşılık gelmektedir. Diğer bir değişle Çubuk Gölü' nde su üstü ve göl tabanı çökelim hızlarının yaklaşık aynı olduğu görülmektedir. İlk logun ortamsal



Şekil 3.7.3. Çubuk gölü ve arşivi ile su üstü delta fanı arasındaki ilişki.

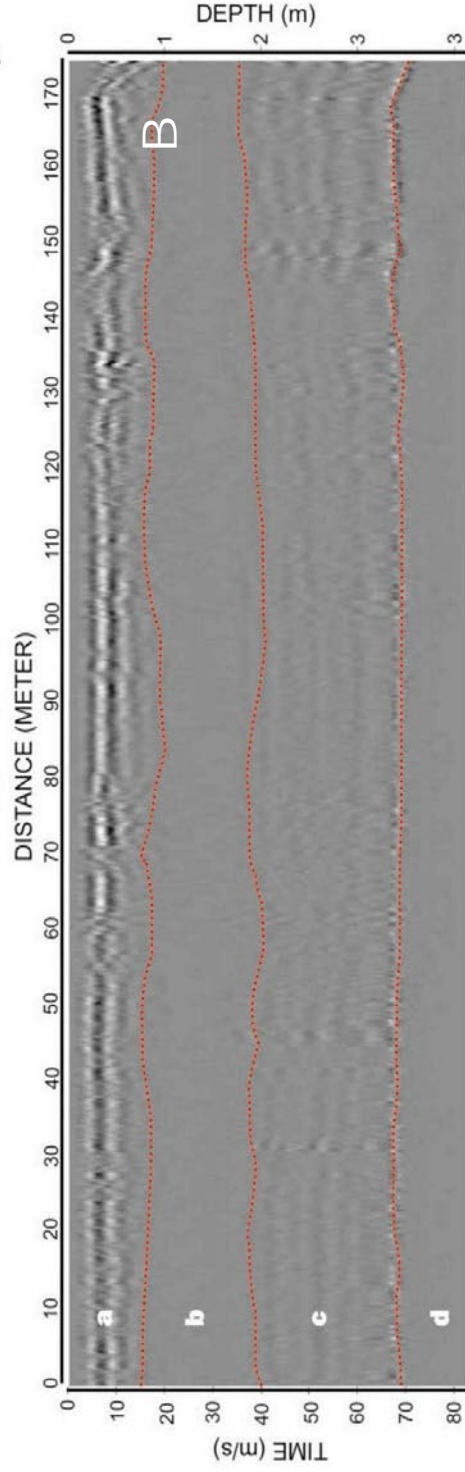
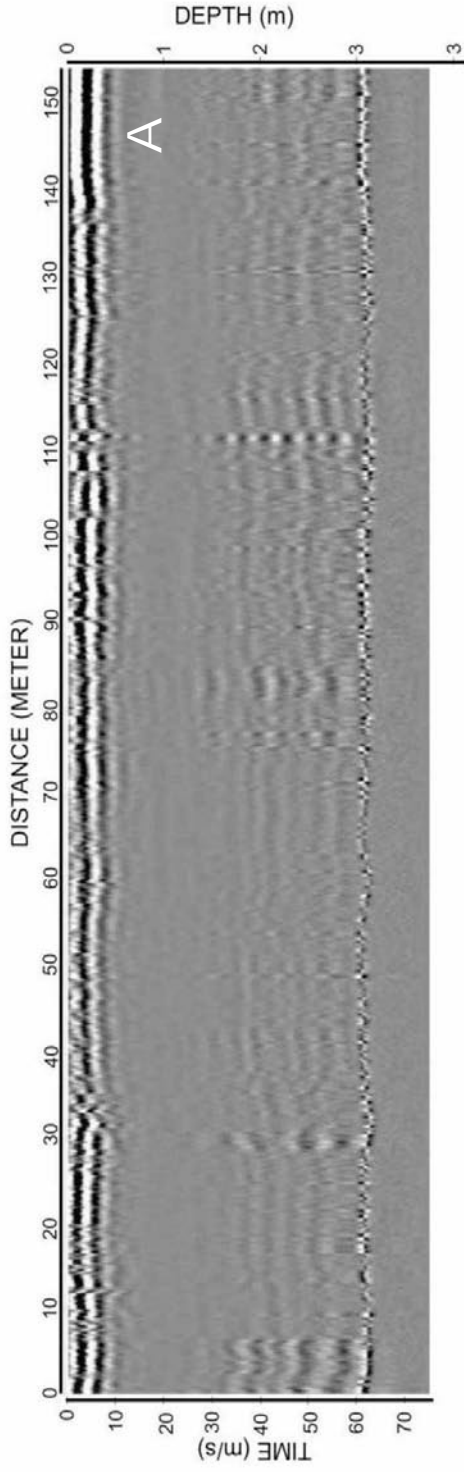
Bu durum genel olarak beklenen bir manzardır; çünkü yüksek göl seviyelerinde gölün merkezi kesiminde daha çok yeşil çamurlar çökelmektedir.

açıdan korelasyonun da sedimanter fasiyeler kullanılmıştır. Buna göre CH-2 hendeğinin kumlu/siltli ara seviyeleri (alttan üstte 400-360 cm, 260-238 cm ve 180-123 cm) genel olarak delta önünün sığ su derinliklerine karşılık gelmektedir ve aralarındaki alüvyal çakıllı fasiyelere göre daha yüksek göl su seviyelerini temsil eder. Yaş temelinde korelasyon bu seviyelerin CK-1 karotunda çoğunlukla açık/koyu yeşil çamur baskın seviyelere karşılık geldiğini göstermektedir.

3.7.3. Çubuk Gölü kıyısında GPR çalışmaları

Çubuk Gölü taraçasının derindeki geometrisini anlamak ve CH-2 hendeğinin ortamsal yorumuyla ilişkilendirmek için GPR (Ground Penetrating Radar) çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3.2.4).

GPR çalışmaları genel olarak Soğukpınar deresinde Şekil (3.7.4 A) ve Şimşir deresi vadisinde Şekil (3.7.4 B) sırasıyla K-G ve D-B doğrultulu profiller şeklinde gerçekleştirilmiştir. 3-4 m kadar derine nüfuz eden her iki profilde de yatay konumlu seviyelerin tekdüze uzandıkları anlaşılmaktadır. Soğukpınar deresine dik profilde (a) seviyesi olasılıkla Şekil (3.7.3)' deki CH-2 karotunda 1-120. cm' ler arasındaki çakıllı seviyeye; (b) seviyesi 120-180.cm' ler arasındaki kumlara ve (c) seviyesi de CH-2 hendeğindeki en alt kırıntılı seviyeyi (260-400 cm) temsil etmektedir Şekil (3.7.4 B). Soğukpınar deresine paralel Profil' de benzer bir stratigrafi izlenir (Şekil 3.7.4.A). Burada yüksek açılı deltayik çakılların izlenmemesi ilginçtir. Bu durum göl seviye salınımlarının küçük olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 3.7.4. Çubuk Gölü'nden alınan GPR profilleri (profil yerleri için Şekil 3.2.4'e bakınız.) **A:** Soğukpınar deresine paralel profil (Profil 1), **B:** Soğukpınar deresine dik profili (Profil 2).

4. TARTIŞMALAR

4.1. Çeşitli Göstergelerin Karşılaştırmalı Analizi

Sedimantolojik analizler, 1500 yıllık karot kaydı içerisinde göl su seviyesinin bugünkünden daha yüksek olduğu 3 dönemin varlığını göstermektedir (Şekil 4.1.1). Bunlar gençten yaşlıya; M.S. 1700-1600, M.S. 1400-1250 ve M.S. 1030-900 yılları arasına karşılık gelmektedir.

İzotopik kayıtlarda M.S. 1700-1600 yılları arasındaki yağışlı dönem kendini sedimantolojik gözlemlerde olduğu gibi açıkça göstermektedir (Şekil 4.1.2). Bu dönem boyunca ^{13}C ve ^{18}O oranları daha negatif değerlerle temsil olunur. Ayrıca izotop eğrilerinde M.S. 1575-1600'lerden başlayarak günümüze kadar genel anlamda sürekli bir negatif eğilim görülmektedir. Ek olarak her iki eğride de 1800'lerdeki en düşük değerlerden sonra önce hafif bir yükselim son yüzyıl da ise yeniden düşüş dikkat çekicidir (Şekil 4.1.2).

M.S. 1400-1250 arasındaki yüksek göl su seviyesinin izotop sinyallerine daha iyi yansımaktadır (Şekil 4.1.2). Ayrıca Şekil 3.6.7' ye bakıldığında "4. Çevrim" olarak nitelendirilen bölümün bu döneme karşılık gelmesi oldukça muhtemeldir. Bu dönemde her iki izotopik sinyalde (^{13}C , ^{18}O) hızlıca daha negatif değerlere doğru kaymakta ve dönem sonunda yeniden daha pozitif değerlere ulaşmaktadır.

M.S. 1030-900 dönemini kapsayan kayıta ^{13}C ve ^{18}O izotoplarında belirgin bir şekilde yansımıştır. 270 cm' deki (M.S. 780) ince yeşil çamur seviyesinden itibaren 225 cm kadar nemli bir dönemin varlığından söz etmek mümkündür. Bu dönemde ise her iki izotopik sinyal de neredeyse maksimum negatiflik sergilemektedir (Şekil 4.1.2).

Kimyasal analiz sonuçları da ana hatları ile yukarıdaki tabloyu desteklemektedir. M.S.1600-1700 arasında başlayıp daha sonra kısmen devam eden yüksek su düzeyi kendisini aynı dönemde oksidasyon koşullarını anlatan V/Al grafiğinde ortaya koymaktadır. Bu dönem başından itibaren bu oran giderek artmıştır. Benzer şekilde kırıntılı getirimi açısından bakıldığında Zr ve Rb konsantrasyonlarında 1570-1700

yılları arasında (65-35 cm) gözlenen artışlar yüksek göl su seviyesiyle, dolayısıyla daha yüksek yıllık ortalama yağış miktarıyla açıklanabilir (Şekil 3.6.5).

Tuzluluk açısından bakıldığında, özellikle Na/Al ve Na/K grafiklerinde 50 cm civarında (M.S. 1650) bir minimumdan sonra konsantrasyonun 1800'lere kadar hafifçe arttığı ve sonra ilk başta sabit kalıp daha sonra kesitin en üstünde yeniden azaldığı anlaşılmaktadır (Şekil 3.6.4). Bu durum dönemin başlangıcında göl su seviyesi yüksek iken düşük evaporasyon ve yüksek yağış nedeniyle bu konsantrasyonların düşük seyretmesi ve göl seviyesinin azaldığı 1800'lerden itibaren artması şeklinde yorumlanabilir (Şekil 4.1.1).

M.S. 1250-1400 yıllarını kapsayan yüksek göl su seviyesi dönemi izotopik kayıtlarla 4. çevrim olarak Şekil 3.6.7' de açıkça izlenebilmekteydi. Kimyasal proksiler de genel olarak bu dönem boyunca daha yüksek yağış miktarını desteklemektedir. Zr ve Rb grafikleri bu dönemin başından itibaren belirgin bir yükselim göstermekte ancak kırıntılı seviyelerde zikzaklar oluşturmaktadır. Biyolojik üretkenliği gösteren Zn grafiğinde dönemin başından itibaren belirgin bir yükselim gözükmemekte, dönemin ortasında bir pik oluşmaktadır (Şekil 3.6.5). Bu döneme ilişkin tuzluluk ve oksidasyon koşulları göstergelerinde dikkat çekici eğilimler mevcut değildir; olasılıkla kırıntılı seviyeler yüzünden yüksek ve düşük değerlerin ardalanması gözlenir.

Kırıntılı getirimine işaret eden Zr ve Rb grafiklerinde bu dönem genel olarak yüksek konsantrasyonlarla temsil olunur (Şekil 3.6.5). Dönemin sonuna doğru Rb' da dereceli, Zr' da ise keskin bir düşüş gözlenir. Başka deyişle bu dönem boyunca yüksek yıllık ortalama yağışlar nedeniyle sediman getirimi yüksektir. Oksidasyon koşullarını açıklayan Co/Al ve V/Al grafikleri az çok paralellik sunar; dönemin ortasına doğru konsantrasyonlar azalır; sonunda ise belirgin bir artış gözlenir (Şekil 3.6.5). Bu durum dönem ortasındaki yüksek göl su seviyesi dolayısıyla düşük oksidasyon potansiyeli ile açıklanabilir. Tuzluluk göstergelerinden Na/Al ve Na/K, dönemin ortasına kadar iyice azalır ve dönemin sonunda bir pik yapar (Şekil 3.6.4). Kısmi bir kayma ile bu durum Sr konsantrasyonu için de geçerlidir. Başka deyişle, iklim dönemin ortasında iyice yağışlı hale gelirken, dönemin sonuna doğru yıllık buharlaşma oranları oldukça yükselmiş olmalıdır. Bu dönem içinde göl su seviyesinin artışına bağlı olarak biyolojik üretkenlik

göstergeleri de değişmiştir. Zn ve P/Al grafikleri benzer şekilde dönemin başından ortasına kadar genel bir artış eğilimi gösterir; yeşil kil seviyelerinde düşük değerler sunar ve dönemin sonuna doğru en düşük konsantrasyonlara ulaşır (Şekil 3.6.4).

Karot boyunca belirlenen ostrakod türleri ile diğer bazı organizmaların varlıkları da yukarıda özetlenen yağışlı ve kurak dönemlerle genel bir uyum sunmaktadır (Şekil 3.6.8). M.S. 950'de zirveye ulaşan yağışlı dönem (240-260 cm' ler arası) kendini çeşitli ostrakod türlerinin varlığı ile göstermektedir. Ostrakod türleri genellikle 250 cm' de (M.S. 900) yoğunlaşmaktadır. Chara fosillerinin de aynı aralıkta zenginleştiği gözlenir (Şekil 3.6.9). Bu yoğunlaşma izotopik pikten 50 yıl kadar önce gerçekleşmiştir. *Candona* sp1 ve *P. kraepelini* türleri 170. cm' de de (Şekil 3.6.8) görülmektedir ki bu dönem M.S. 1280' de başlayan yağışlı döneme karşılık gelir (Şekil 4.1.1).

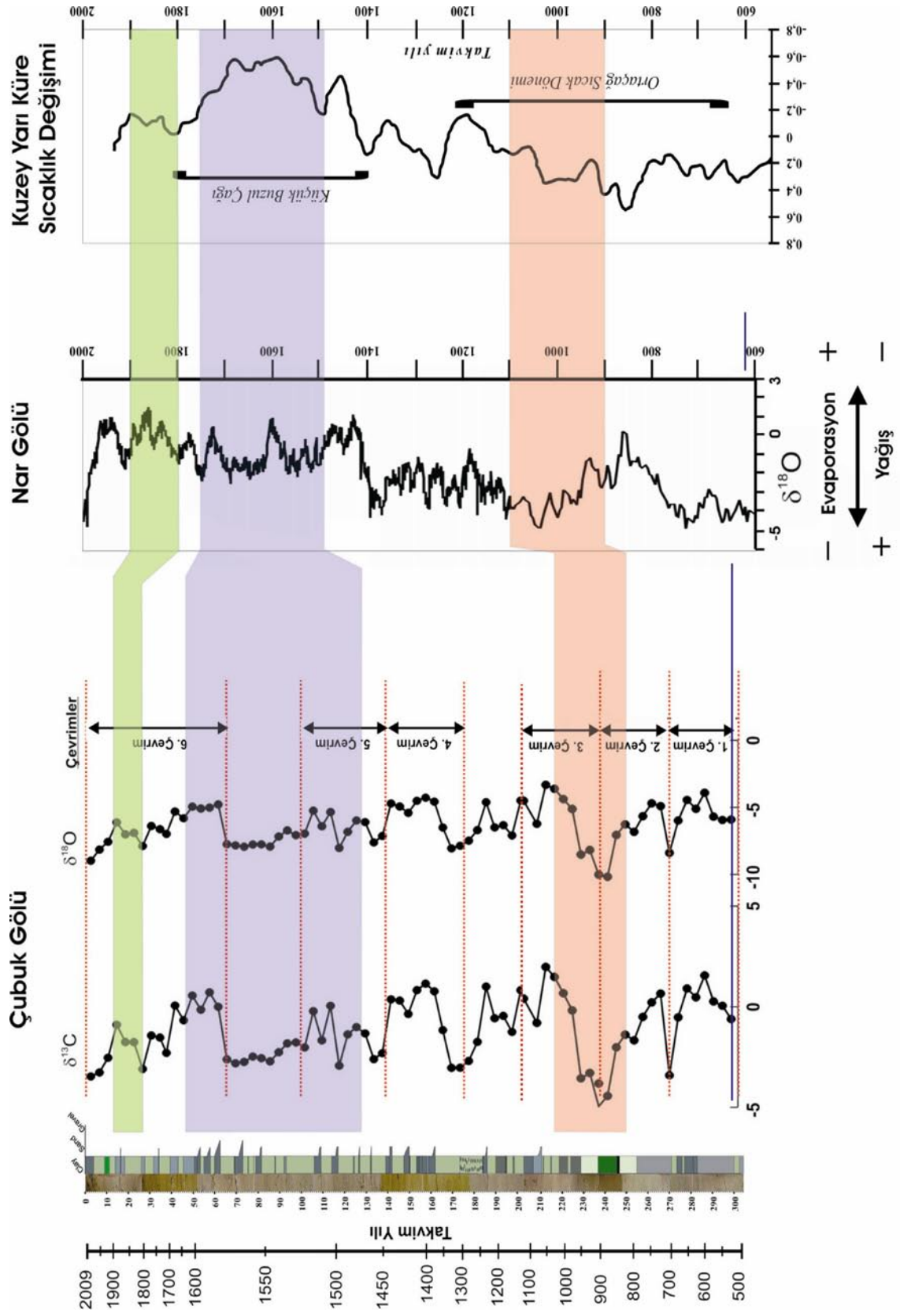
4.2. Bölgesel ve Küresel Paleoiklimsel Şablonlarla Karşılaştırma

Göl suyu izotopik konsantrasyonunda ki değişim, çoğunlukla yıllık ortalama sıcaklık değişimi nedeni ile yağışlardaki izotop konsantrasyonundaki farklılıktan doğrudan etkilenmektedir. Ayrıca CK-1 karotunda olduğu gibi izotopik ölçümlerin tüm karbonatlardan yani göl tabanı çamurlarından yapılmış olması bu değerlerde ki artış ve azalışın ortamdaki ortalama sıcaklık değişimine karşılık gelmektedir. CK-1 karotunun izotopik verileri bu nedenle Loehle (2007)'nin bu grafiğiyle karşılaştırılmıştır (Şekil 4.1.2). Loehle (2007), farklı bölgelerdeki değişik iklim arşivlerinden yararlanarak Kuzey Yarıküre'nin son 2000 yıllık sıcaklık değişim grafiğini oluşturmuştur. Bu çalışmada kullanılan arşivlerden bazıları GRIP sondajından ^{18}O sıcaklığı, Conroy gölü polenleri, Chesapeake koyu Mg/Ca oranı, Sargossa ve Karayip denizi ^{18}O değerleri Güney Afrika'daki mağara sarkıt ve diktleridir.

Çubuk Gölü karotunda ^{14}C yöntemi ile günümüzden 1500 yıl önceye yaşlandırılan (MS 500) karot "Ortaçağ Sıcak Dönemi"ni de (OSD) içermektedir (Şekil 4.1.2). Ortalama sıcaklığın günümüzden yaklaşık $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ yüksek olduğu bu dönem karotta negatif sapmalar gösteren $\delta^{18}\text{O}$ eğrisi ile temsil edilir. $\delta^{18}\text{O}$ değerlerindeki bu negatifleşme eğilimi sıcaklık artışına işaret etmektedir (Şekil 4.1.2). Ayrıca benzer eğilim Jones (2006)'nin Nar Gölü'nden elde ettiği izotopik verilerle de uyumaktadır. OSD boyunca yaşanan en hızlı ısınma ise yaklaşık MS 800'de başlamakta ve MS 900 civarında en yüksek noktaya ulaşmaktadır. Bu dönem itibariyle Çubuk gölü ve Nar gölünde $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde artış gözlenmiş dolayısıyla yağışın azalması ve buharlaşmanın artmasıyla göl su seviyesinde ciddi bir düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüş daha öncede bahsedildiği gibi CK-1 karotunun 250-270. cm'lerine karşılık gelmektedir.

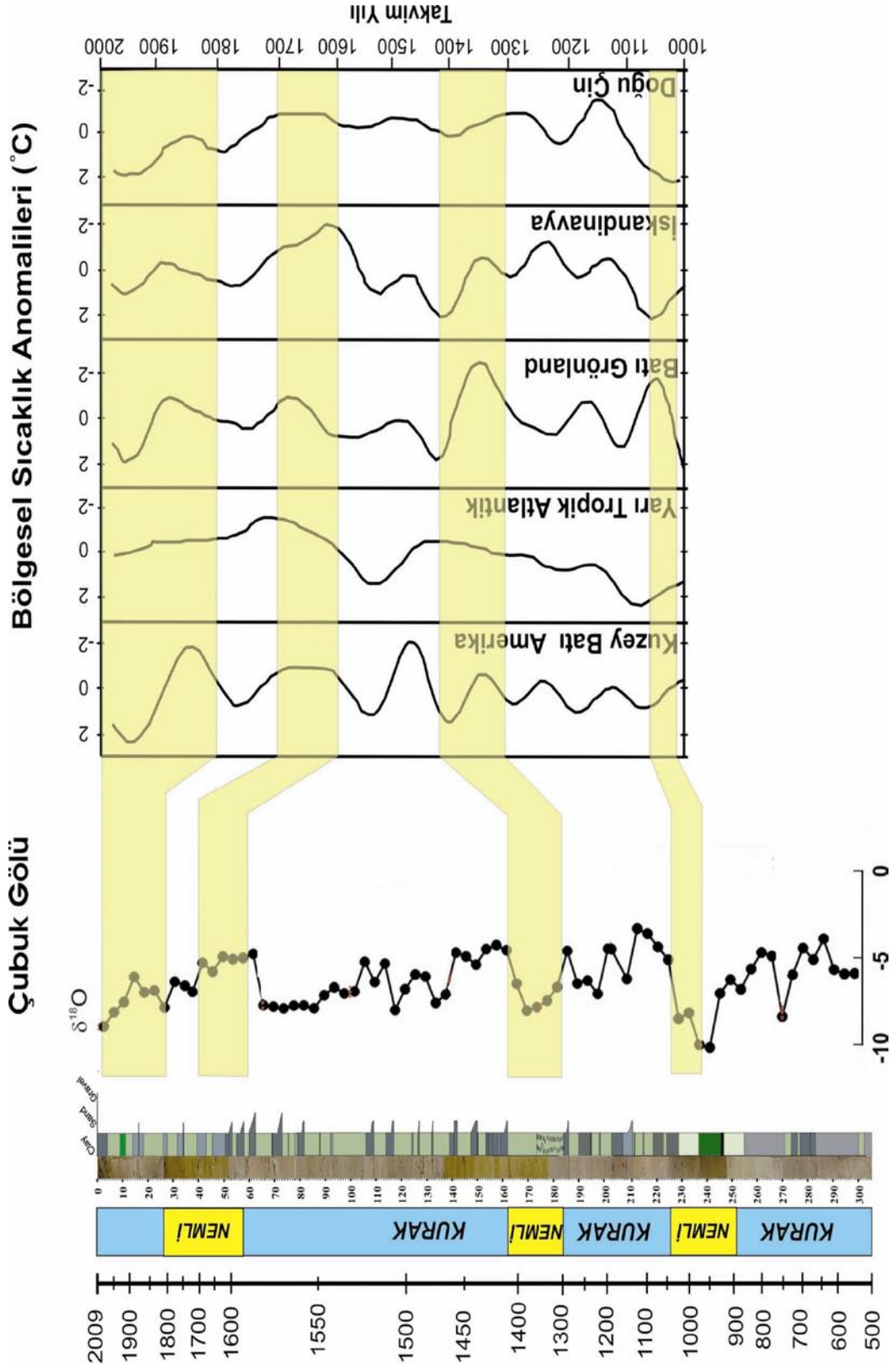
CK-1 karotunun 205. cm'si yaş modeli ve Loehle (2007) ile karşılaştırmalar ile M.S. 1200 yıllarına yaşlandırılmıştır. İzotopik verilerde artışın izlendiği bu seviyede göl su seviyesinde de yeni bir düşüş gerçekleşmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ eğrisinde 169. cm'den başlayan artış (soğuma) ise Küçük Buzul Çağı'nın başlangıcına işaret eder. Üretkenliğin ve detritik malzeme getiriminin de arttığı bu seviyelerde tuzluluk azalmaktadır. K.B.Ç.'nin en soğuk olduğu dönem MS 1600 civarına tarihlenmektedir. Ortalama sıcaklığın günümüzden $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ düşük olduğu bu zaman zarfında karotun 125 ile 50 cm aralığı

ökelmiştir. $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin aniden yükseldiği ve bir süre yüksek değerlerde sabit kaldığı bu dönemde ubuk Gölü'nde kırıntılı malzeme getiriminin ve üretkenliğin arttığı (artan Zr, Rb, Ba, Zn; azalan Ba/Al ve Ca/Al), tuzluluğun ise azaldığı ifade edilebilir (şekil 4.1.2).



Şekil 4.1.2. CK-1 karotunda izotopik verilerin mevcut literatür ile karşılaştırılması.

CK-1 karotundan elde edilen yerel iklimsel şablonlar, Kuzey Yarı Küre'nin farklı enlemlerinden üretilen başka yerel anomalilerle de karşılaştırılmıştır (Şekil 4.1.3). Karotun 225-250 cm'leri arasında karşılık gelen nemli dönem kendisini KB Amerika, yarı tropik Atlantik, Batı Grönland, İskandinavya ve Doğu Çin' de genel olarak yüksek sıcaklıklarla göstermektedir. Özellikle Grönland' ta M.S. 1000 yıllarında maksimum sıcaklıklar söz konusu iken Çubuk gölü kaydında en yüksek su seviyesi, dolayısıyla yüksek yağışlar belirlenmiştir (Şekil 4.1.3). Benzer eğilim M.S. 1300-1400 de de görülmektedir (Şekil 4.1.3). Bu dönemde Grönland, İskandinavya ve KB Amerika kayıtları 3-4 °C'lik sıcaklık artışları gösterirken Çubuk kaydında $\delta^{18}\text{O}$ negatife kaymakta sıcaklık artmaktadır. M.S. 1600-1700 arası Çubuk Gölü kaydında yüksek $\delta^{18}\text{O}$ konsantrasyonlarıyla, dolayısıyla düşük göl seviyesi ile tipiktir. Aynı dönemde bütün kuzey yarı küre kayıtlarında oldukça düşük sıcaklıklar gözlenmektedir (Şekil 4.1.3). Son olarak M.S. 1800-2000 arasında önce giderek artan ve sonra azalan $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 1900'lü yılların başına kadar sıcaklığın giderek azaldığını ve sonrada günümüze kadar arttığını gösterirken Batı Grönland, İskandinavya, Doğu Çin ve KB Amerika kayıtlarında aynı eğilim açıkça izlenebilmektedir.



Şekil 4.1.3. CK-1 karotunda ^{18}O değerlerinin bölgesel sıcaklık anomalileriyle karşılaştırılması. (http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/determining_climate_record.html)

5. SONUÇLAR

Çubuk Gölü'nün (Göynük, KB Anadolu) drenaj havzası üzerindeki morfolojik incelemelere ek olarak göl içinden alınan bir karot ve göl kenarında açılan bir hendek üzerindeki çok-disiplinli çalışmalar aşağıdaki sonuçları ortaya çıkarmıştır.

1. Çubuk Gölü'nün oluşumu gölün doğusundaki Dikmen Tepesi boyunca 200 m'lik mesafede gelişen kütle hareketinin Şimşir deresini kapatması suretiyle gerçekleşmiştir. Heyelanın büyük olması ve civarda topoğrafyanın çok sarp olmaması eski bir güçlü depremin tetikleyici olabileceğine işaret etmektedir.
2. Gölde biriken toplam sediman kalınlığı, vadi boyunca bir takım profillerle belirlenmiştir. Buna göre gölde biriken maksimum sediman 50 m dir. Karotlardan elde edilen yaş verilerinin ekstrapolasyonuna göre Çubuk gölünün günümüzden yaklaşık 7.000 yıl önce Erken Holosen'de oluştuğu sonucuna varılmıştır.
3. CK-1 karotunda yapılan sedimantolojik analizler göl su seviyesinin günümüzden daha yüksek olduğu 3 dönemin varlığına işaret etmektedir. Bunlar M.S. 1700-1600, M.S. 1400-1250 ve M.S 1030-900 yılları arasına karşılık gelmektedir.
4. CK-1 karotu boyunca yapılan izotopik ve kimyasal analiz sonuçları M.S. 1600-1700 yılları arası hariç, diğer dönemlerin $\delta^{18}\text{O}$ sinyallerinde negatifliğin artması, oksidasyon koşullarının sertleşmesi ve kırıntılı getirimindeki artış ile temsil edildiğini göstermektedir. Başka değişle göstergeler bu dönemlerde göl su seviyesinin yüksek olduğunu, dolayısıyla bölgede iklimin daha nemli ve yağışlı olduğunu göstermektedir.

5. CK-1 karotunda ki ostrakod analizleri, özellikle M.S. 825 yılı civarında bir çok ostrakod türünün bolca bulunduğunu, bunlara Chara, Gyrogonit ve Alg gibi başka organizmalarında eşlik ettiğini göstermektedir. Bu seviye özellikle biyolojik üretkenlik göstergelerinden P/Al oranının yüksek Zn oranının ise düşük olduğu, ayrıca tuzluluk göstergelerinden Mg/Ca, Sr/Ca oranının düşük ve Na/Al, Na/K oranlarının ise yüksek olduğu tuzluluğun az olduğu döneme karşılık gelmektedir.
6. Çubuk Gölü'nden elde edilen yerel iklim değişimleri kaydının Orta Anadolu'daki Nar Gölü (Nevşehir) kaydı ile önemli benzerlikleri olduğu söylenebilir. Her iki kayıta da M.S. 900-1100 arasında $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde yüksek negatiflik dönemin Anadolu'da ılık ve yağışlı olduğunu göstermektedir.
7. Çubuk Gölü yerel iklim değişikliği kaydı küresel ölçekli 'Ortaçağ Sıcak Dönemi' ve 'Küçük Buzul Çağı' verilerini de içermektedir. Anadolu'da bu dönemler M.S. 800-900 arasında yağışların azaldığı ve evaporasyonun arttığı (Ortaçağ Sıcak Dönemi Maksimumu) daha pozitif $\delta^{18}\text{O}$ değerleriyle ve M.S. 1600'lü yıllarda yine yağışların bu sefer soğuk iklim koşulları nedeni ile azaldığı (Küçük Buzul Çağı Minimumu) izotopik verilerden anlaşılmaktadır.
8. CK-1 karotundan elde edilen yerel iklimsel şablonlar, Kuzey Yarı Küre'nin farklı enlemlerinden üretilen başka yerel anomalilerle de karşılaştırılmıştır. Karotun 225-250 cm'leri arasına karşılık gelen nemli dönem kendisini KB Amerika, yarı tropik Atlantik, Batı Grönland, İskandinavya ve Doğu Çin' de genel olarak yüksek sıcaklıklarla göstermektedir.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdüsselamoğlu, M.Ş., 1959. Almacıkdağı ile Mudurnu ve Göynük Civarının Jeolojisi. İst. Üniv. Fen Fak. Monografileri (Tabii İlimler Kısmı), sayı: 14, 94s.
- Adams, K.D. and Wesnousky, G.S., 1998, Shoreline processes and the age of the Lake Lahontan highstand in the Jessup embayment, Nevada. *Geo. Soc. Amer. Bull.* 110:1318-1332.
- Ager, D.V., 1973, *The Nature of the Stratigraphic Record*. J. Wiley and Sons, New York.
- Asanza, G.P., Yepes, H., Schuster, R.L. and Ribadeneira, S. 1992: Landslide blockage of the Pisque River, northern Ecuador. In Bell, D.H., editor, *Landslides. Glissements de terrain. Proceedings of the Sixth International Symposium* 10–14 February 1992. Christchurch, 1229–34.
- Anderson, S.A., Williams, J.L. and Greenwell, S. 2000: Sentinel Landslide, dam breach, and road reconstruction Zion National Park, Utah. In Bromhead, E., Dixon, N. and Ibsen, M.L., editors, *Landslides in research, theory and practice. Proceedings 8th International Symposium on Landslides* 26–30 June, Cardiff, 57–64.
- Annan, A.P., 2000. Ground penetrating radar workshop notes. Sensors and Software Inc., Canada.
- Anstey, N.A., 1982, *Simple Seismics*. International Human Resources Development Corporation, Boston.
- Appleby, P.G., Flower, R.J., Mackay, A.W., and Rose, N.L., 1998, Paleolimnological assessment of recent enviromental change in Lake Baikal: sediment chronology. *Jour. Paleolim.* 20:119-133.
- Aspiron, U., and Aigner, T., 1999. Towards realistic aquifer models: Three dimensional georadar surveys of Quaternary gravel deltas (Singen Basin, SW Germany). *Sedimentary Geology*, 129, 281-297.
- Assel, R. and Robertson, D.M., 1995, Changes in winter air temeratures near Lake Michigan, 1851-1993, as determined from regional lake ice records. *Limnol.Oceanogr.* 40:165-176.
- Avouach, J.P., Dobremez, J.F., and Bourjot, L., 1996, Paleoclimatic interpretation of a topographic profile across Middle Holocene regressive shorelines of Longmu Co (Western Tibet). *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.* 120:93-104.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Avouach, J.P., Dobremez, J.F., and Bourjot, L., 1996, Paleoclimatic interpretation of a topographic profile across Middle Holocene regressive shorelines of Longmu Co (Western Tibet). *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.* 120:93-104.

Barrell, J., 1917, Rhythms and the measurement of geological time. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 28:745-904.

Changryol, K., Daniels, J. J., Guy, E., Radzevicius, S. J., and Holt, J., 2000. Residual hydrocarbons in a water-saturated medium: A detection strategy using ground penetrating radar. *Environmental Geosciences*, 7, 4, 169-176.

Cohen, Andrew S. 2003. *Paleolimnology: The History and Evolution of Lake System*. Cary, NC, USA: Oxford University Press, Incorporated, 2003.

Costa, J.E. and Schuster, R.L. 1988: The formation and failure of natural dams. *Geological Society of America Bulletin* 100, 1054–68.

Curtis, J.H., Brenner, M., Hodell, D.A., Balsler, R.A., Islebe, G.A., and Hooghiemstra, H., 1998, A multi-proxy study of Holocene environmental change in the Maya lowlands of Peten, Guatemala. *Jour. Paleolim.* 19:139-159.

Daniels, J.J., 1989. Fundamentals of ground penetrating radar. Symposium on the Application of Geophysics to Environmental and Engineering Problems (SAGEEP'89), Proceedings of the Environmental and Engineering Geophysical Society, Englewood, Colorado, pp.62-142.

Daniels, J.J., 2000. Ground penetrating radar for imaging archeological objects in the subsurface. Proceedings of the New Millennium International Forum on Consideration of Cultural Property, Kongju, Korea, pp.247-265.

Dannowski, G., and Yaramancı, U., 1999. Estimation of water content and porosity using combined radar and geoelectric measurements. *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 4, 71-85.

Davis, J.L., and Annan, A.P., 1989. Groundpenetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 37, 531-551.

De Geer, G., 1912, A geochronology of the last 12,000 years. *XI Int. Geol. Congr. Stockholm*

(1910), *Compte Rendu* 1:241-254.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Ergin, M., Kadir, S., Keskin, Ş. Turhan-Akyuz, N., Yaşar, D., 2007. Late Quaternary climate and sea-level changes recorded in sediment composition off the Büyük Menderes River delta (eastern Aegean Sea, Turkey) *Quaternary International*, 167–168, 162–176.
- Faegri K. & Iversen J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*, (IV Edition by K. Faegri, P. E. Kaland & K. Krzywinski). John Wiley and Sons, Chichester.
- Fort, M. and Peulvast, J.P. 1995: Catastrophic mass-movements and morphogenesis in the peri-Tibetan ranges: examples from West Kunlun, East Pamir and Ladakh. In Slaymaker, O., editor, *Steepland geomorphology*. Chichester: Wiley, 171–98.
- Franz, S.O., Schwark, L., Brüchmann, C., Scharf, B., Klingel, R., Van Alstine, J.D., Çagatay, N., Ülgen, U.B., 2006. Results from a Multidisciplinary Sedimentary Pilot Study of Tectonic Lake Iznik (NW Turkey) – Geochemistry and Paleolimnology of the Recent Past. *Journal of Paleolimnology*, 35, 4, 715-736.
- Grandjean, G., and Gourry, J.C., 1999. GPR data processing for 3D fracturemapping in a marble quarry (Thassos, Greece). *Journal of Applied Geophysics*, 36, 19– 30.
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H., and Baldwin, J., 2003. Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit. *Tectonophysics*, 368, 7–23.
- Hanson, P.H., Hanson, C.S., and Yoo, B.H., 1992, Recent Great Lakes ice trends. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 73:577-584.
- Harrari, Z., 1996. Ground penetrating radar (GPR) for imaging stratigraphic features and groundwater in sand dunes. *Journal of Applied Geophysics*, 36, 43-52.
- Heim, A. 1932: Bergsturz und Menschenleben. *Beiblatt zur Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich* 20, 217 pp.
- Hodell, D.A., Curtis, J.J., and Brenner, M., 1995, Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature* 375:391-394.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Johnson, T.C. and Ng'ang'a, P., 1990, Reflections on a rift lake. In Kartz, B.J. (ed.), *Lacustrine Basin Exploration: Case Studies and Modern Analogues*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 50:113-135.
- Jones, M.D., Roberts, C.N., Leng, M.J., Türkeş, M., 2006. A high-resolution late Holocene lake isotope record from Turkey and links to North Atlantic and monsoon climate, *Geology*; May 2006; v. 34; no. 5; p. 361–364.
- Kadioğlu, S. ve Kadioğlu, Y. K., 2006. Yer radarı yöntemi ile bir mermer sahasındaki kırıkların, sağlam ve bozuk alanların belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(1-2), 127-135.
- Kadioğlu, S., 2008. Photographing layer thicknesses and discontinuities in a marble quarry with 3D GPR visualization. *Journal of Applied Geophysics*, 64(3), 109-114.
- Kadioğlu, S., and Daniels, J. J, 2008. 3D visualization of integrated ground penetrating radar data and EM-61 data to determine buried objects and their characteristics. *Journal of Geophysics and Engineering*, 5, 448-456.
- Kadioğlu, S., Kadioğlu, Y.K., and Akyol, A.A., 2008 Geoarcheological research of the mid-Age Ilyasbey Complex buildings with ground penetrating radar in Miletus, Aydın, Western Anatolia, Turkey. Donald Harrington Symposium on the Geology of the Aegean, 28–30 April 2008, University of Texas at Austin, Jackson School of Geosciences, USA, B C Burchfiel 2008 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2, published online.
- Karabiyikoğlu, M., Kuzucuoğlu, C., Fontugne, M., Kaiser, B., Mouralis, D., 1999. Facies and depositional sequences of the Late Pleistocene Göçü shoreline system, Konya basin, Central Anatolia: Implications for reconstructing lake-level changes. *Quaternary Science Reviews* , 8, 4-5, 593-609.
- Kashima, K., 2002. Environmental and climatic changes during the last 20,000 years at Lake Tuz, central Turkey. *Catena* 48 (2002) 3– 20.
- Kashima, K., 2003. The quantitative reconstruction of salinity changes using diatom assemblages in inland saline lakes in the central part of Turkey during the Late Quaternary. *Quaternary International*, 105, 13–19.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kazancı, N., Leroy, S., İleri, Ö., Emre, Ö., Kibar, M., Öncel, S., 2004. Late Holocene erosion in NW Anatolia from sediments of Lake Manyas, Lake Ulubat and the southern shelf of the Marmara Sea, Turkey. *57*, 277–308.
- Kazancı N., Leroy, S.A.G., Öncel, S., İleri, Ö., Alçıçek, M.C., Uysal, F., 2005. Görsel verilerle KB Anadolu'nun Geç Holosen'deki iklimi. Türkiye Kuvaterner Simpozyumu (TURQUA V), İTÜ Yerbilimleri Enstitüsü, 2-5 Haziran 2005, Bildiri özleri Kitabı, s. 304.
- Kazancı, N., Toprak, O., Leroy, S.A.G., Öncel, S., İleri, Ö., Emre, Ö., Costa, P., Erturac, K., McGee, E., 2006. Boron content of Lake Ulubat sediment: A key to interpret the morphological history of NW Anatolia, Turkey, *Applied Geochemistry* 21, 134–151.
- King, J., Loveday, I. and Schuster, R.L. 1987: Failure of a massive earthquake-induced landslide dam in Papua New Guinea. *Earthquakes and Volcanoes* 19, 40–47.
 ——— 1989: The 1985 Bairaman landslide dam and resulting debris flow, Papua New Guinea. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 22, 257–70.
- Koralay, T., Kadioğlu, S., and Kadioğlu, Y. K., 2007. A New Approximation in determination of zonation boundaries of ignimbrite by ground penetrating radar: Kayseri, Central Anatolia, Turkey.
- Korup, O., 2002 Recent research on landslide dams-a literature review with special attention to New Zealand. *Progr. Phys. Geog.* 26:260-235
- Kurt, B., Kadioğlu S., Ekincioğlu E., 2009. Yer radarı yöntemi ile gömülü boruların konum, büyüklük ve fiziksel özellikleri ile belirlenmesi: Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, Yerbilimleri, 30(1), 45-57.
- Kuzucuoğlu, C., Bertaux, J, Fontugne, M., Karabıyıkoglu, M., Mouralis, D., Orth, P., 2001. Late Pleistocene In Central Anatolia. Climatic Changes Reconstruction Based On Sediment Records From The Konya Basin. Kuvaterner Çalıştayı III (21-22 Mayıs 2001), İTÜ, İstanbul. P. 122-130.
- Leng, M., Barker, P., Greenwood, P., Roberts, N., Reed, J., 2001. Oxygen isotope analysis of diatom silica and authigenic calcite from Lake Pinarbasi, Turkey. *Journal of Paleolimnology* 25: 343–349.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Leroy, S., Kazancı, N., İleri, Ö. Kibar, M., Emre, Ö., McGee, E., Griths, H.I, 2002. Abrupt environmental changes within a late Holocene lacustrine sequence south of the Marmara Sea (Lake Manyas, N-WTurkey) :possible links with seismic events. *Marine Geology* 190, 531-552.
- Loehle, C., 2007. A 2000-year global temperature reconstruction based on non-treering proxies. *Energy & Environment* 18(7-8): 1049-1058.
- Mannion, A.M., 2002. Natural environmental change. ISBN 0-415-13932-5
- Mason, K. 1929: Indus floods and Shyok glaciers. *Himalayan Journal* 1, 10–29.
- Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlen, W., Maasch, K., Meeker, L.D., eyerson, E., Gasse, F., van Krevelde, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J.L., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider R.R., Steig, E.J., 2004. Holocene climate variability, *Quaternary Research* 62, 243– 255.
- Meisch, C., 2000, Freshwater Ostracoda of western and Central Europe, Spektrum Akademischer verlag, Heidelberg-Berlin, 522 p.
- Melekestsev, I.V., Dirksen, O.V. and Girina, O.A. 1999: A giant landslide-explosion cirque and a debris avalanche at Bakening Volcano, Kamchatka. *Volcanology and Seismology* 20, 265–79.
- Moore P. D., Webb J. A. & Collinson M. E. 1991. Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Mudie, P.J., Rochon, A., Aksu, A.E., 2002. Pollen stratigraphy of Late Quaternary cores from Marmara Sea: land-sea correlation and paleoclimatic history. *Marine Geology*, 190, 233-260.
- Overpeck, J., Hughen, K., Hardy, D., Bradley, R., Case, R., Douglas, M., Finner, B., Gajewski, K., Jacoby, G., Jennings, A., Lamoureux, S., Lasca, A., MacDonald, G., Moore, J., Retelle, M., Smith, S., Wolfe, A., and Zielinski, G., 1997, Arctic environmental change of the last four centuries. *Science* 278:1251-1256.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Plisnier, P.D., Chitamwebwa, D., Mwape, L., Tshibungu, K., Langenberg, V., and Coenen, E., 1999. Limnological annual cycle inferred from physical-chemical fluctuations at three stations of Lake Tanganyika. *Hydrobiologia* 407:45-58.
- Punt W., Janssen C. R., Reitsma Tj. & Clarke G. C. S. 1976. The Northwest European Pollen Flora, I. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W. & Clarke G. C. S. 1980. The Northwest European Pollen Flora, II. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W. & Clarke G. C. S. 1981. The Northwest European Pollen Flora, III. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W. & Clarke G. C. S. 1984. The Northwest European Pollen Flora, IV. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S. & Clarke G. C. S. 1988. The Northwest European Pollen Flora, V. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S., Clarke G. C. S. & Hoen P. P. 1995. The Northwest European Pollen Flora, VII. Elsevier, Amsterdam.
- Pushkarenko, V.P. and Nikitin, A.M. 1988: Experience in the regional investigation of the state of mountain lake dams in central Asia and the character of breach mudflow formation. In Kozlovskii, E.A., editor, *Landslides and mudflows*. Moscow, UNEP/UNESCO, 359-62.
- Reed, J.M., Roberts, N., Leng, M.J., 1999. An evaluation of the diatom response to Late Quaternary environmental change in two lakes in the Konya Basin, Turkey, by comparison with stable isotope data. *Quaternary Science Reviews*, 18, 631-646.
- Roberts, N., Black, S., Boyer, P., Eastwood, W.J., Leng, M., Parish, M., Reed, J., Yigitbasoglu, H., 1999. Chronology and stratigraphy of Late Quaternary sediments in Konya Basin, Turkey: results from the KOPAL project. *Quat. Sci. Rev.* 18, 611 -630.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Roberts N., Reed, J.M., Leng, M.J., Kuzucuoglu, C., Fontugne, M., Bertaux, J., Woldring, H., Bottema, S., Black, S., Hunt, E., Karabiyikoglu, M., 2001. The tempo of Holocene climatic change in the eastern Mediterranean region: new high-resolution crater-lake sediment data from central Turkey. *Holocene*, 11, 6, 721-736.
- Robinson, S.A., Black, S., Sellwood, B.W., Valdes, P.J., 2006. A review of palaeoclimates and palaeoenvironments in the Levant and Eastern Mediterranean from 25,000 to 5000 years BP: setting the environmental background for the evolution of human civilisation. *Quaternary Science Reviews*, 25, 1517–1541.
- Sack, D., 1995, The shoreline preservation index as a relative-age dating tool for Late Pleistocene shorelines: an example from the Bonneville Basin, U.S.A. *Earth Surf. Proc. Landforms* 20:363-377
- Sadler, P.M., 1981, Sediment accumulation rates and the completeness of stratigraphic sections. *Jour. Geology* 89:569-584.
- Sambuelli, L., Socco, L.V., and Brecciaroli, L., 1999. Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on a Roman site (Victimulae, Salussola, Biella). *Journal Applied Geophysics*, 41,189–204.
- Schindler, D.W., Bayley, S.E., Parker, B.R., Beaty, K.G., Cruikshank, D.R., Fee, E.J., Schindler, E.U., and Stainton, M.P., 1996, The effect of climatic warming on the properties of boreal lakes and streams at the Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario. *Limnol. Oceanogr.* 41:1004-1017.
- Schuster, R.L. and Costa, J.E. 1986a: A perspective on landslide dams. *American Society of Civil Engineers Geotechnical Special Publication* 3, 1–20.
- 1986b: Effects of landslide damming on hydroelectric projects. *Proceedings 5th International Association of Engineering Geology Congress*, Buenos Aires 1986, 1295–307.
- Schuster, R.L. 1993: Landslide dams – a worldwide phenomenon. *Proceedings Annual Symposium of The Japanese Landslide Society, Kansai Branch*, 27 April, Osaka, 1–23.
- 1995: Landslide dams – a worldwide phenomenon. *Journal of the Japanese Landslide Society* 31(4), 38–49 (in Japanese).

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Schuster, R.L., Wieczorek, G.F. and Hope, II, D.G. 1998: Landslide dams in Santa Cruz County, California, resulting from the earthquake. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1551-C, 51–70.
- Sheriff, R.E. and Geldart, L.P., 1995, *Exploration Seismology*. Cambridge University Press, Cambridge
- Smith, D. and Jol, H.M., 1997, Radar structure of a Gilbert-type delta, Peyto Lake, Banff National Park, Canada. *Sediment. Geol.* 113:195-209.
- Sten, E., Thybo, H., and Neo-Nygaard, N., 1996, Resistivity and georadar mapping of lacustrine and glaciofluvial sediments in the Late-Glacial to Post-Glacial Store Amose basin, Denmark. *Bull. Geo. Soc. Denmark* 43:87-98.
- Umbal, J.V. and Rodolfo, K.S. 1996: The 1991 lahars of southwestern Mount Pinatubo, Philipines, and evolution of the lahar-dammed Mapanuepe Lake. In Newhall, C.G. and Punongbayan, R.S., editors, *Fire and mud: eruptions and lahars of Mount Pinatubo, Philippines*. Seattle: University of Washington Press, 951–70.
- Vogel, J. S., Southon, J. R., Nelson, D. E. & Brown, T. A. (1984) Performance of catalytically condensed carbon for use in accelerator mass spectrometry. *Nuclear Instruments and Methods B5*: 289–293.
- Zonneveld, A.A.F., 1996. Palaeoclimatic reconstruction of the last deglaciation (18-8 ka B.P.) in the Adriatic Sea region; a land-sea correlation based on palynological evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 122, 1-4, 89-106.
- http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/ia/determining_climate_record.html

Çubuk Gölü'nde (Göynük, KB Anadolu)
Paleoklimatolojik Çalışmalar

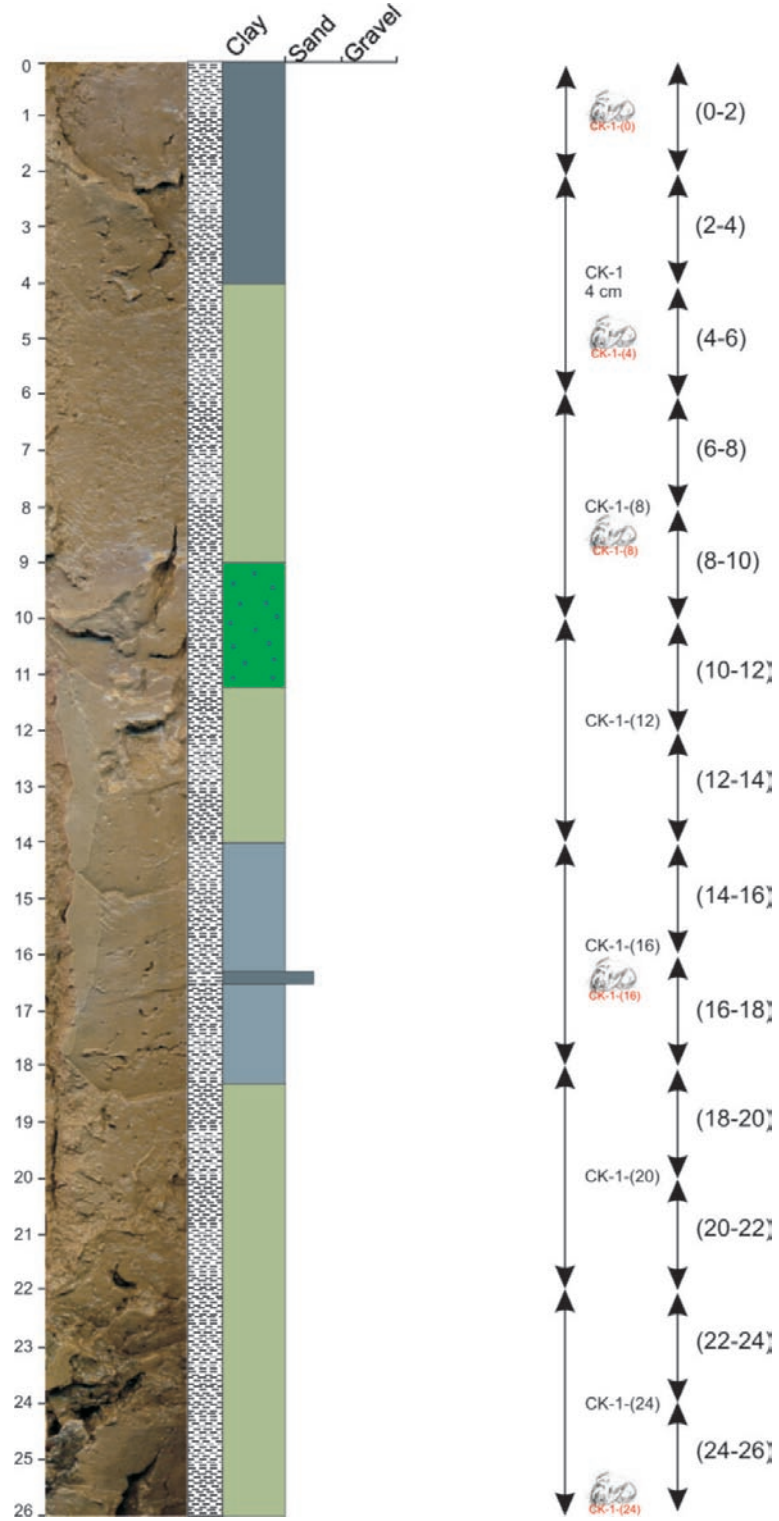
7. EKLER

Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.

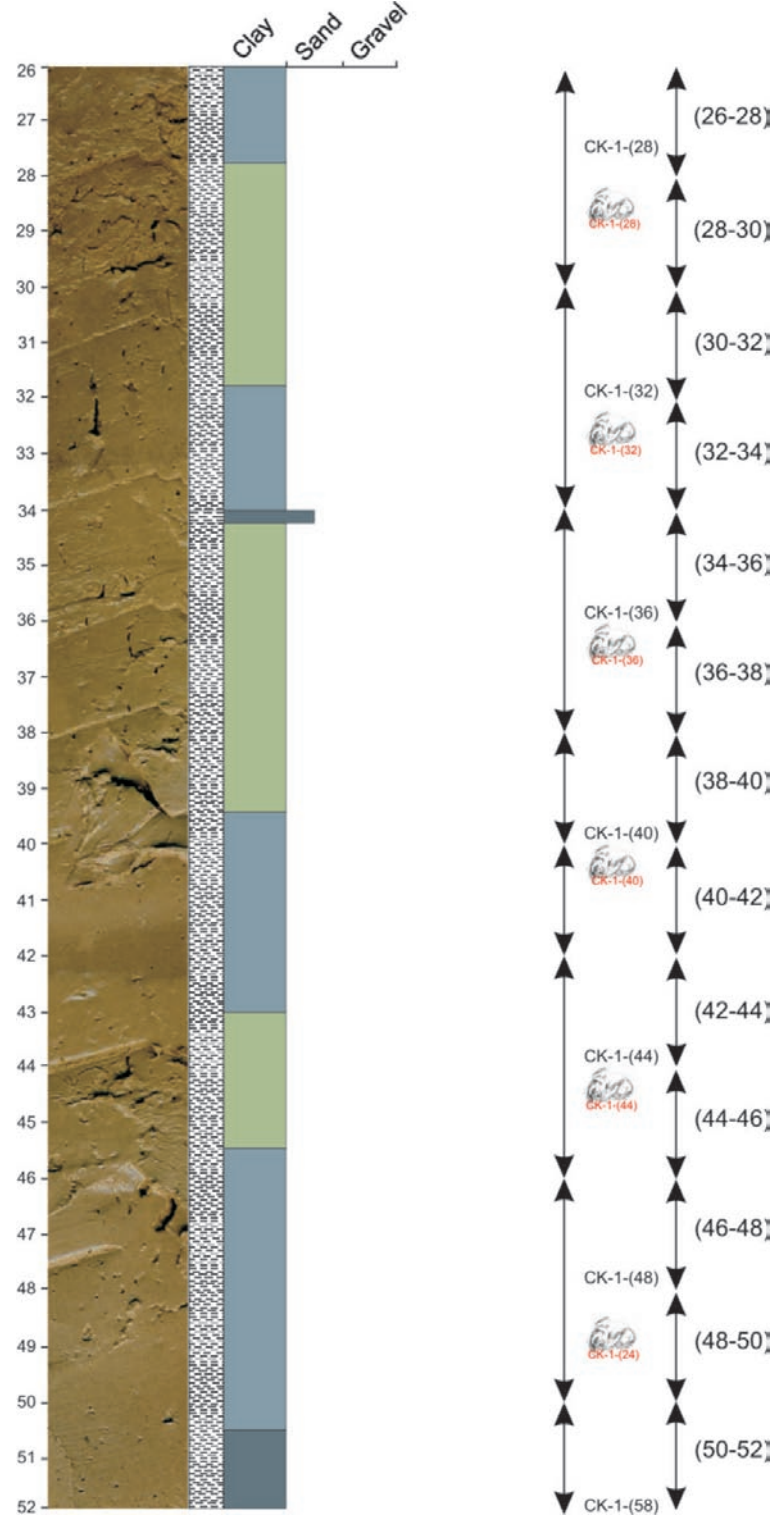
Ek.2. CK-1 Karotu İzotop Analiz Sonuçları.

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları.

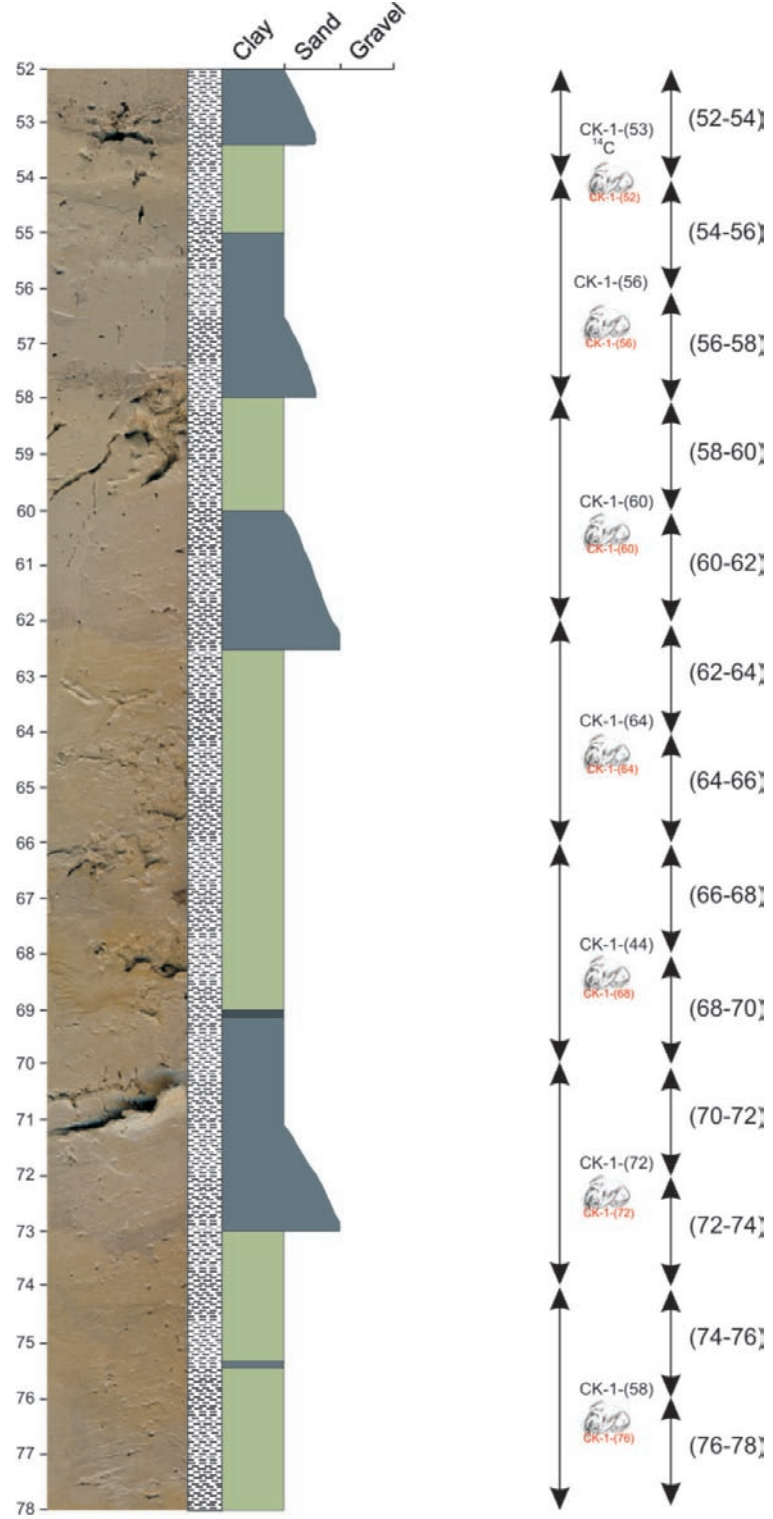
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



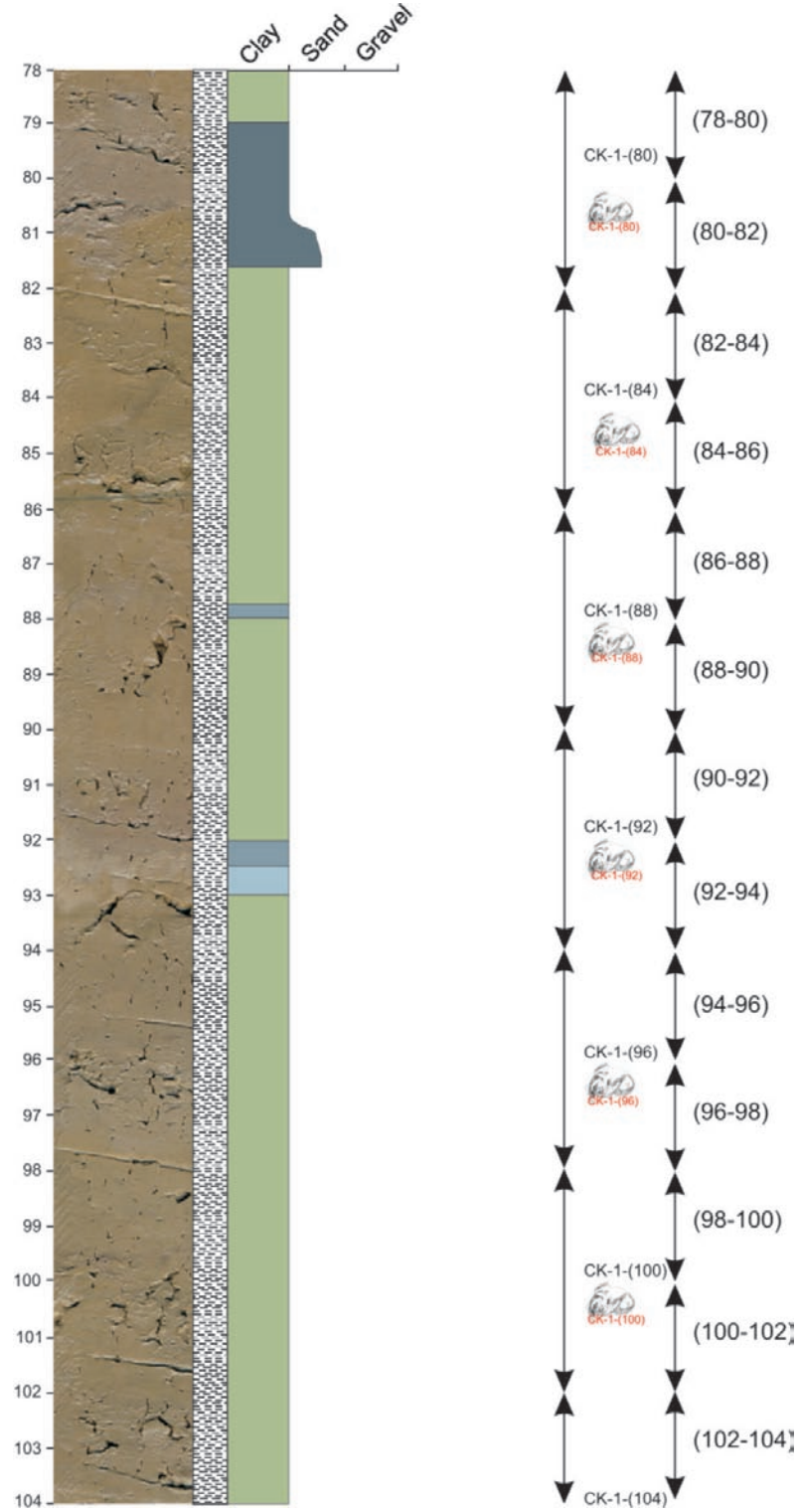
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



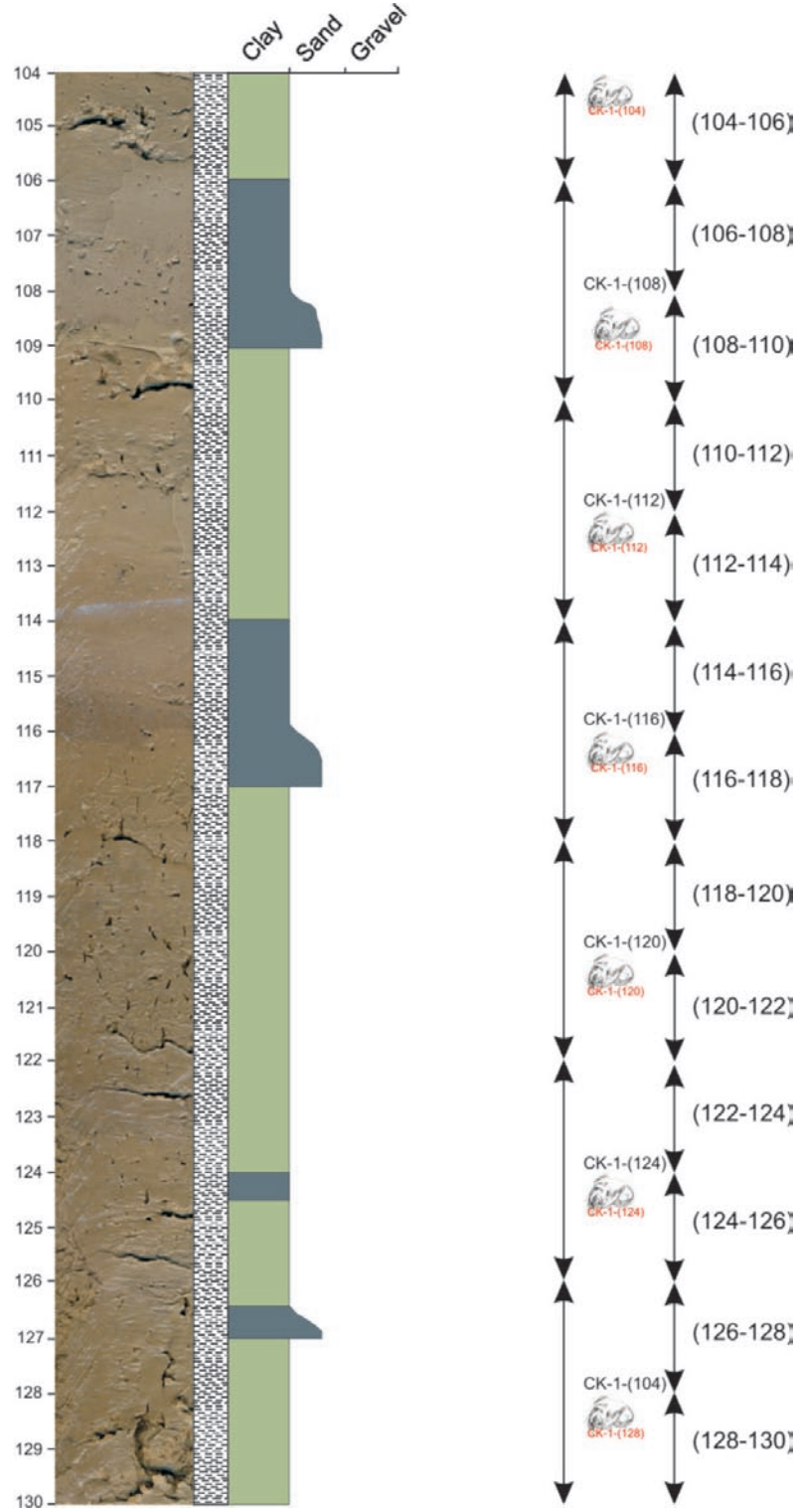
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



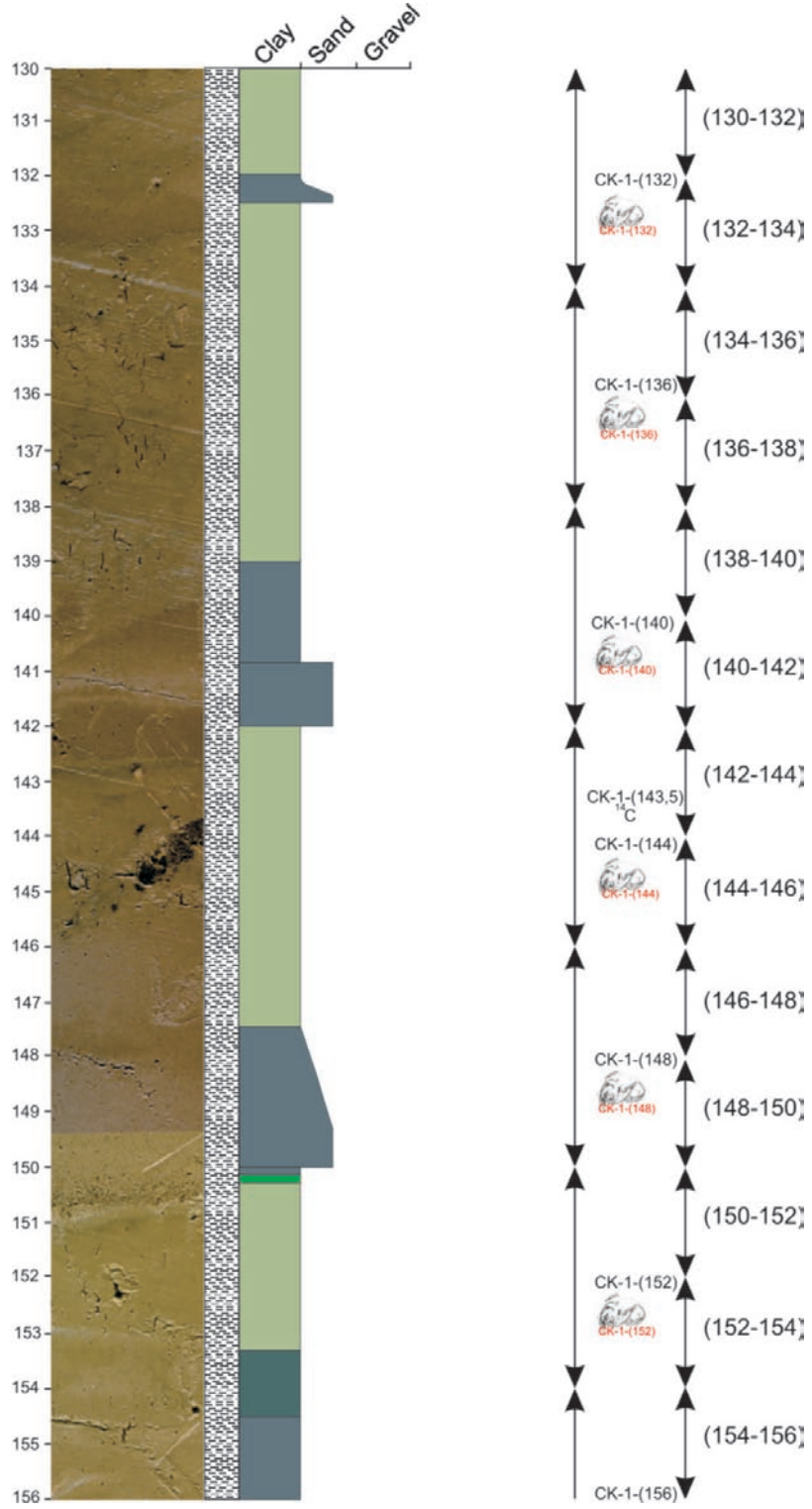
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



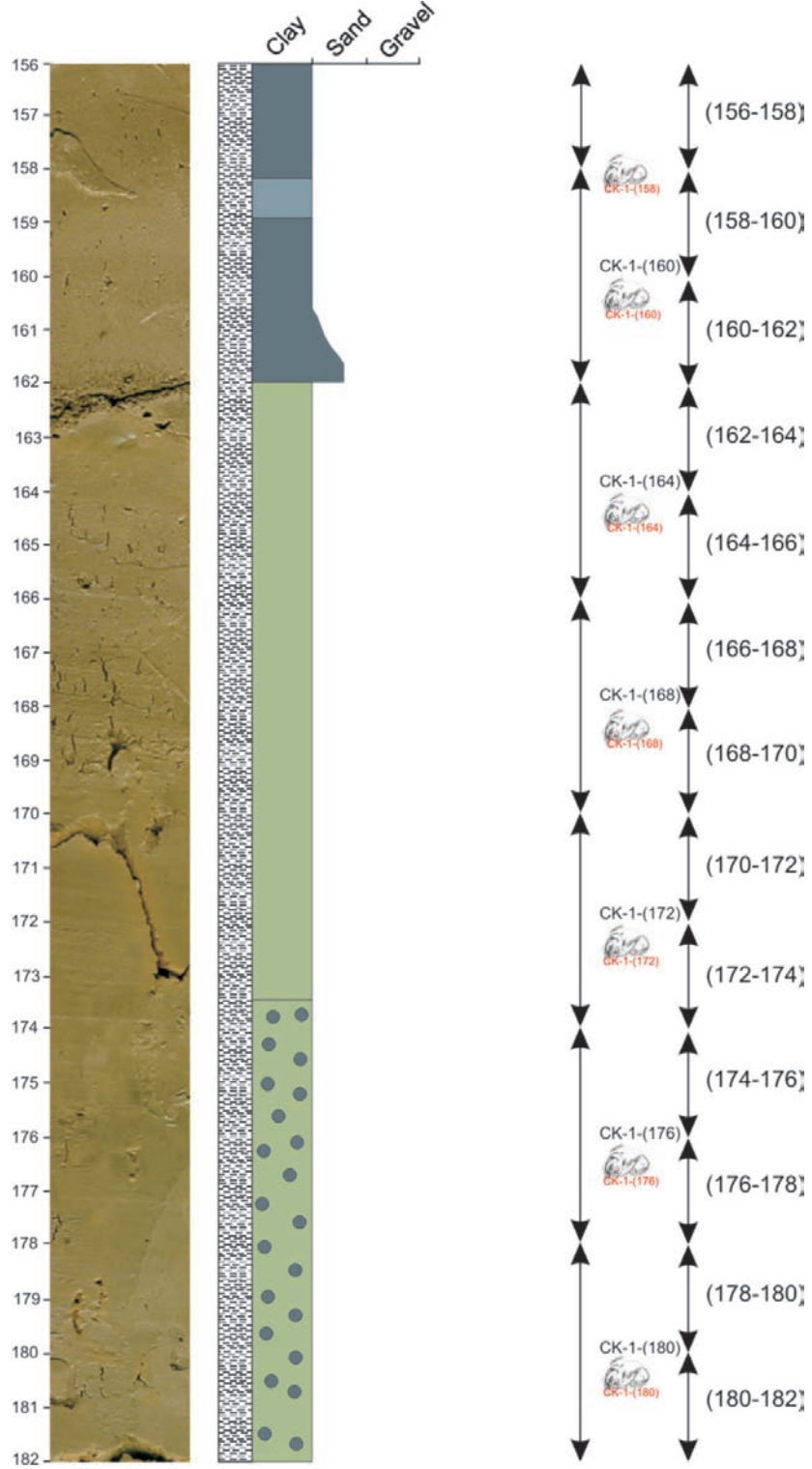
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



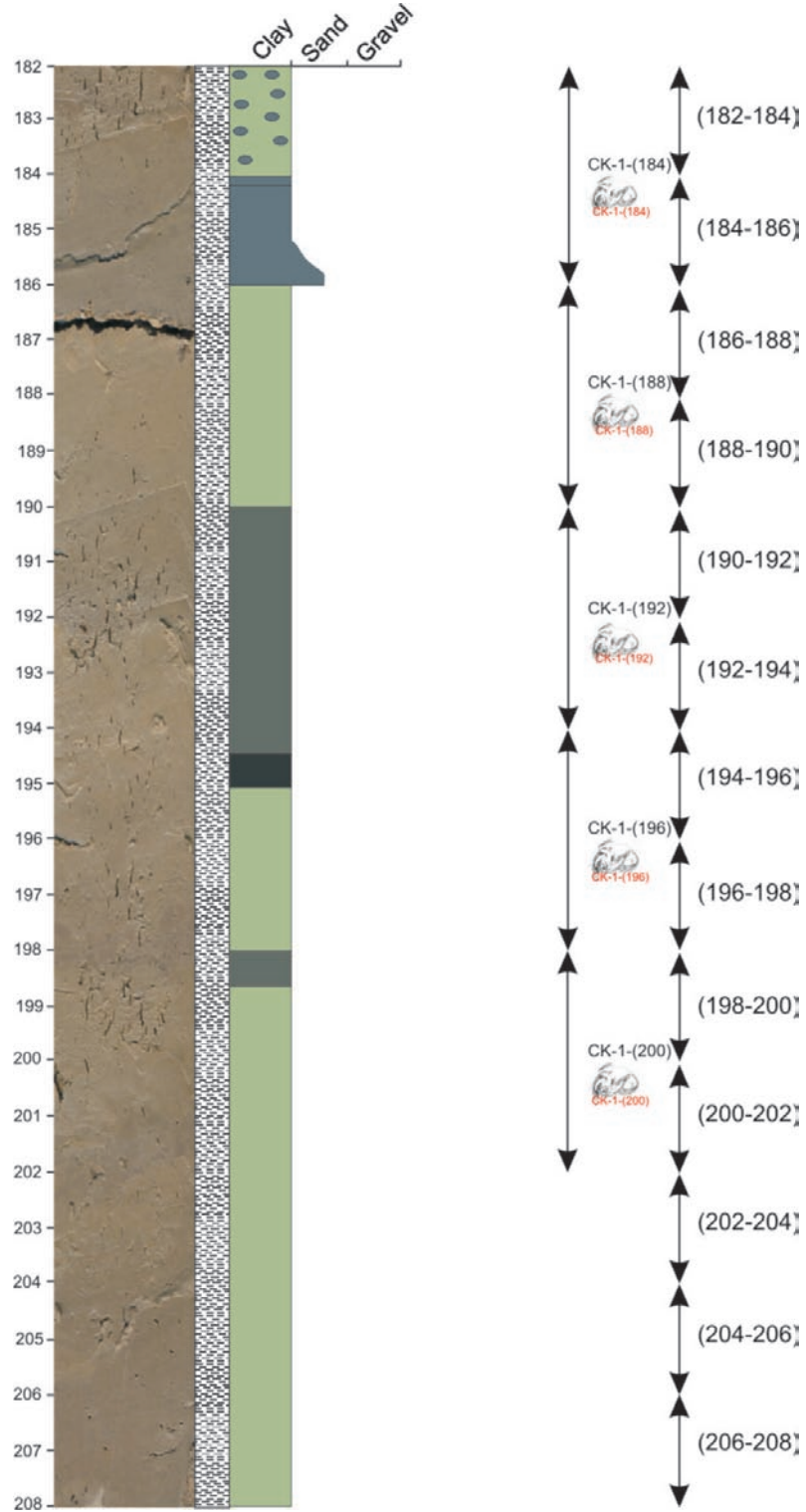
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



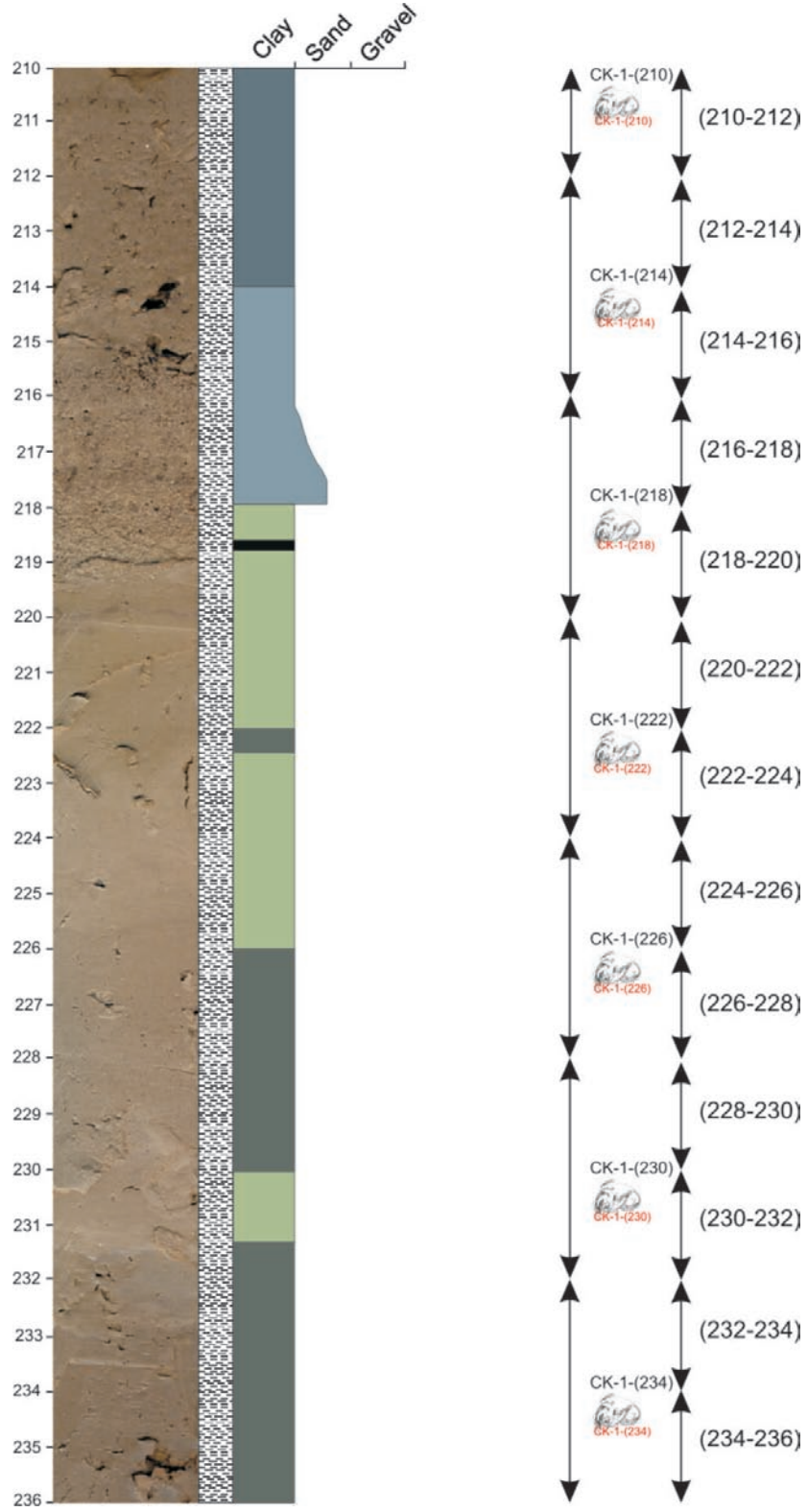
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



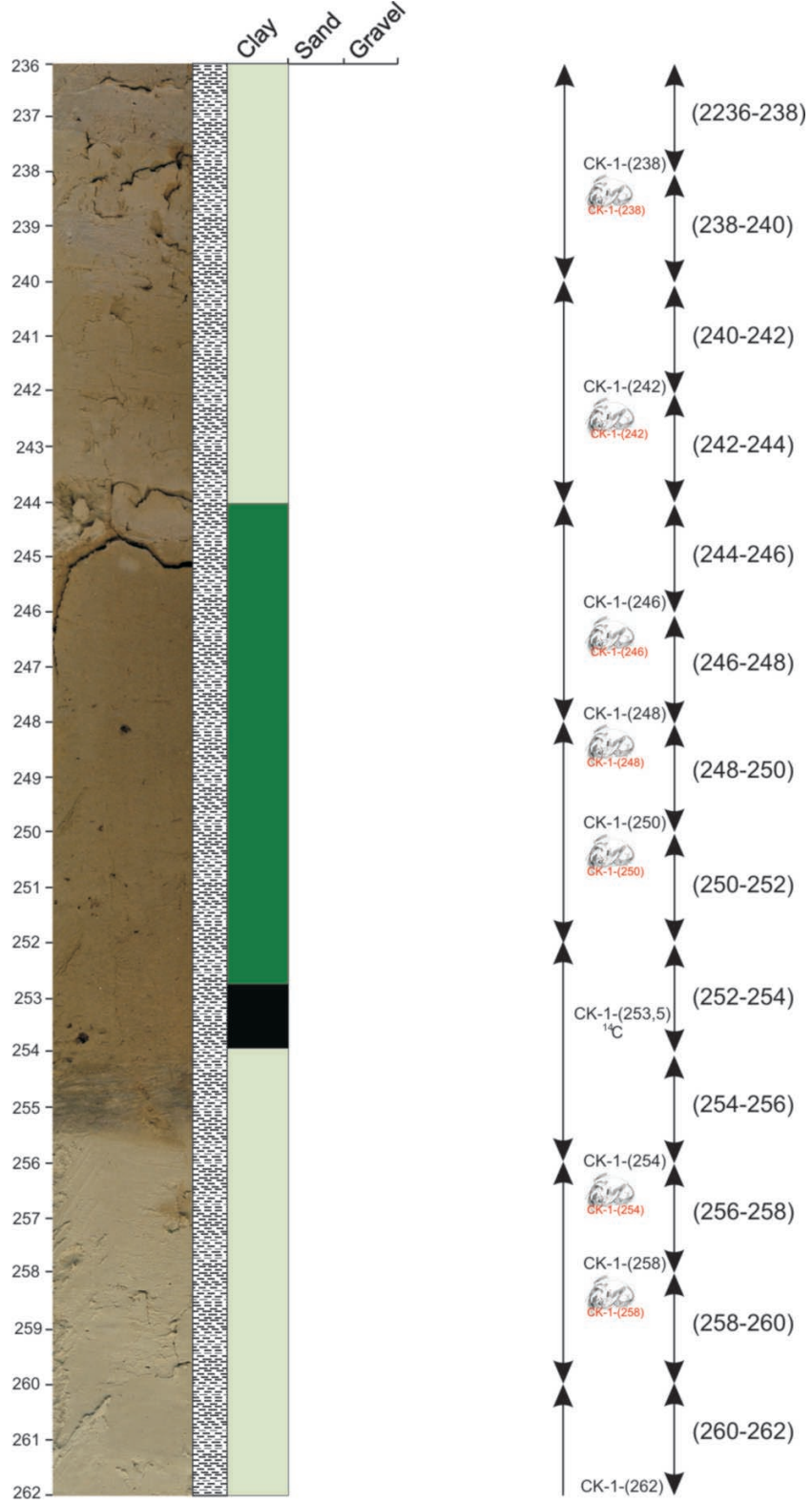
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



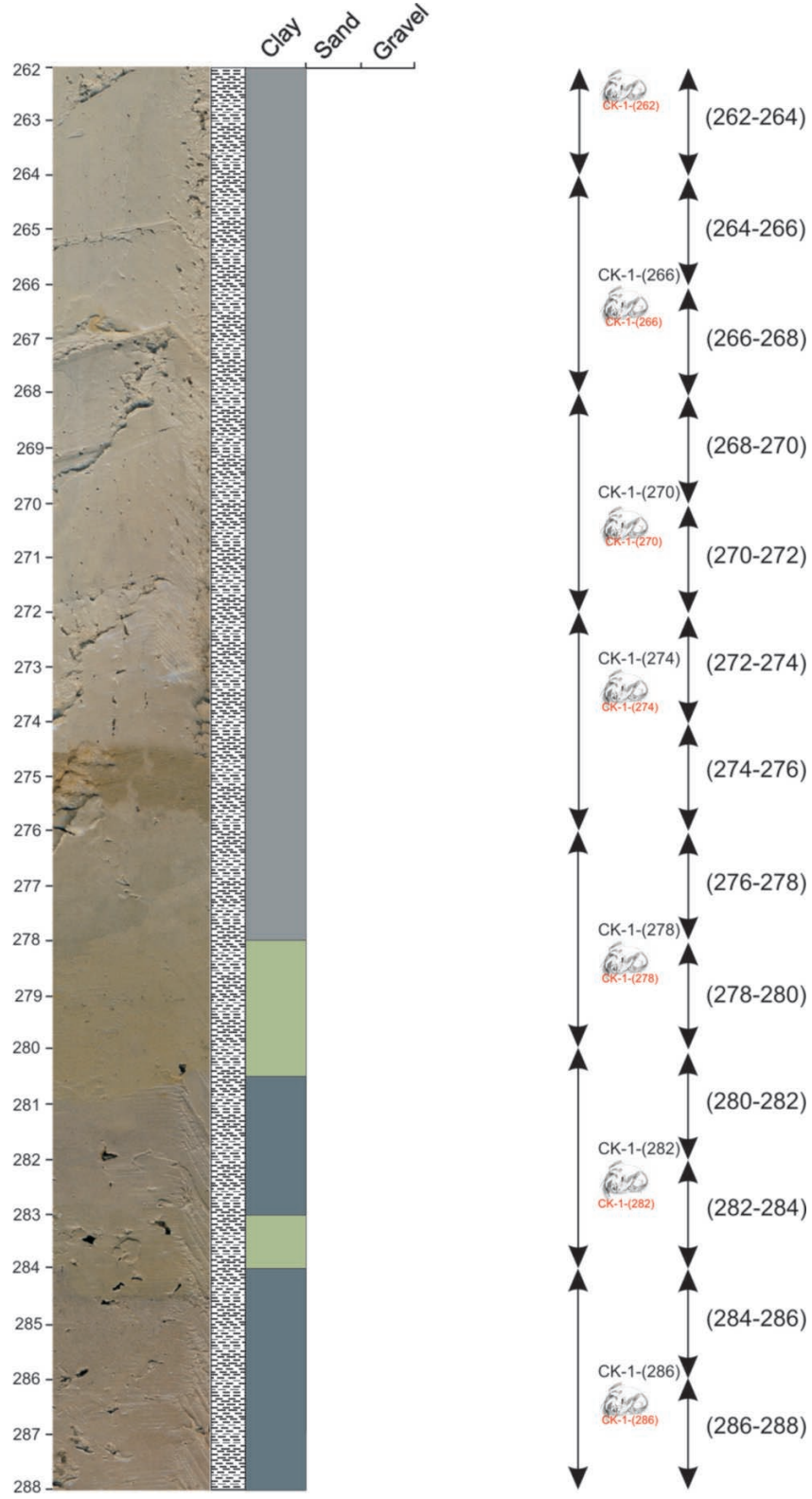
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



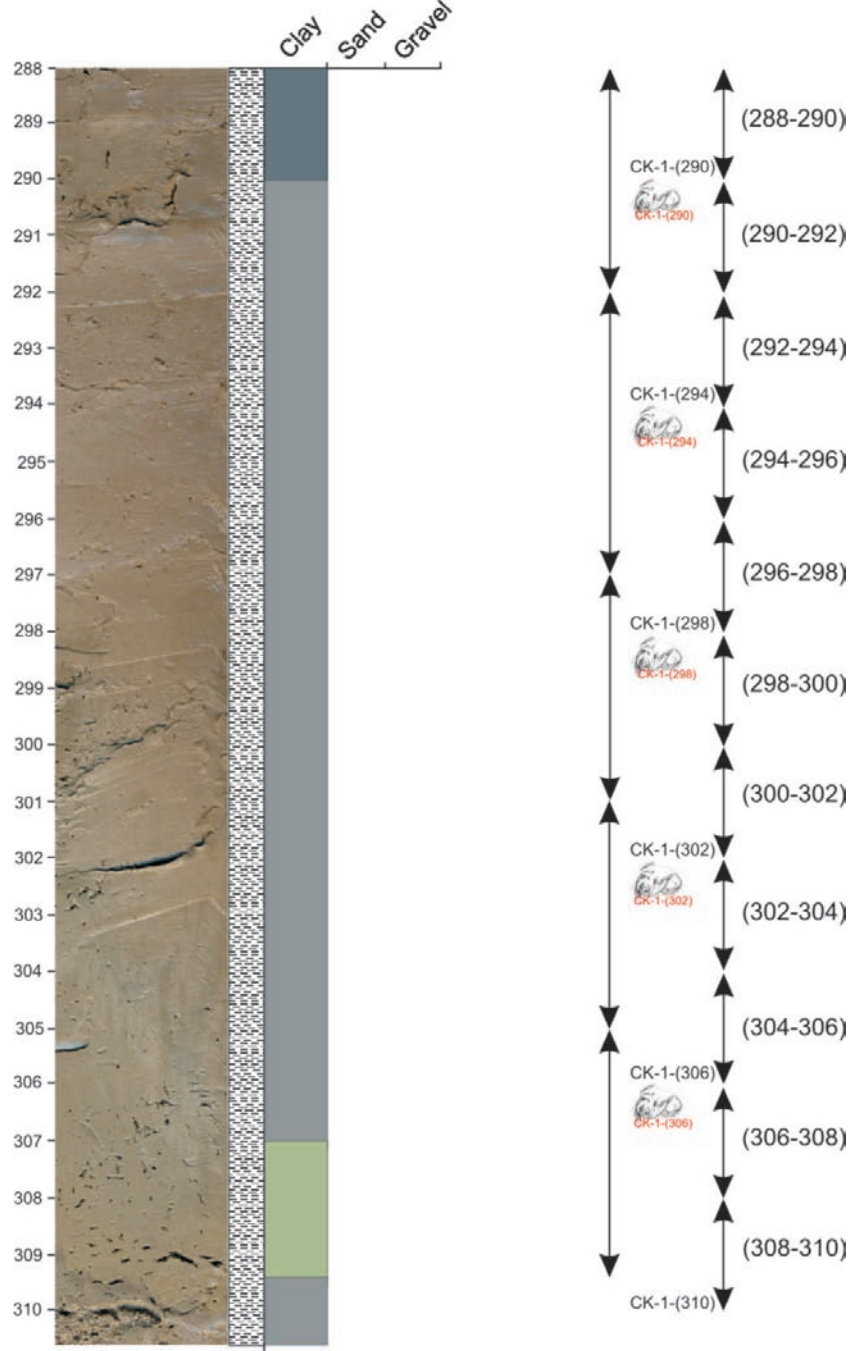
Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



Ek.1. CK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



Ek.2. CK-1 Karotu İzotop Analiz Sonuçları.

Örnek Aralığı	Örnek Numarası	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ sonucu (‰)	Ortalama $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ sonucu (‰)	Ortalama $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ (‰)
1	CK-(0-4)	-3,32		-8,42	
2	CK-(4-8)	-3,12		-7,58	
3	CK-(8-12)	-2,38		-6,98	
4	CK-(12-16)	-0,70		-5,51	
5	CK-(16-20)	-1,48		-6,24	
"	"	-1,67	-1,58	-6,58	-6,41
6	CK-(20-24)	-1,58		-6,31	
7	CK-(24-28)	-2,94		-7,31	
8	CK-(28-32)	-1,24		-5,78	
9	CK-(32-36)	-1,35		-6,02	
10	CK-(36-38)	-2,13		-6,40	
"	"	-2,13	-2,13	-6,36	-6,38
11	CK-(40-42)	0,27		-4,68	
12	CK-(44-46)	-0,48		-5,19	
13	CK-(48-50)	0,78		-4,31	
14	CK-(52-54)	0,07		-4,45	
15	CK-(56-58)	0,95		-4,24	
"	"	0,94	0,95	-4,52	-4,38
16	CK-(60-62)	0,22		-4,13	
17	CK-(64-66)	-2,46		-7,16	
18	CK-(68-70)	-2,66		-7,26	
19	CK-(72-74)	-2,58		-7,36	
20	CK-(76-78)	-2,32		-7,20	
"	"	-2,30	-2,31	-7,18	-7,19
21	CK-(80-82)	-2,39		-7,17	
22	CK-(84-86)	-2,56		-7,35	
23	CK-(88-90)	-2,09		-6,58	
24	CK-(92-84)	-1,64		-6,11	
25	CK-(96-98)	-1,64		-6,45	

Ek.2. CK-1 Karotu İzotop Analiz Sonuçları.

Örnek Aralığı	Örnek Numarası	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ sonucu (‰)	Ortalama $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ sonucu (‰)	Ortalama $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ (‰)
"	"	-1,56	-1,60	-6,51	-6,48
26	CK-(100-102)	-1,85		-6,36	
27	CK-(104-106)	-0,01		-4,61	
28	CK-(108-110)	-1,49		-5,80	
29	CK-(112-114)	0,26		-4,72	
30	CK-(116-118)	-2,76		-7,41	
"	"	-2,79	-2,77	-7,49	-7,45
31	CK-(120-122)	-1,19		-6,23	
32	CK-(124-126)	-0,82		-5,36	
33	CK-(128-130)	-1,14		-5,49	
34	CK-(132-134)	-2,45		-7,03	
35	CK-(136-138)	-2,16		-6,61	
"	"	-2,13	-2,14	-6,45	-6,53
36	CK-(140-142)	0,59		-4,06	
37	CK-(144-146)	0,53		-4,29	
38	CK-(148-150)	-0,15		-4,78	
39	CK-(152-154)	1,06		-3,86	
40	CK-(156-158)	1,48		-3,59	
"	"	1,31	1,39	-3,66	-3,62
41	CK-(160-162)	1,00		-3,93	
42	CK-(164-166)	-0,97		-5,90	
43	CK-(168-170)	-2,89		-7,48	
44	CK-(172-174)	-2,88		-7,29	
45	CK-(176-178)	-2,50		-6,84	
"	"	-2,56	-2,53	-6,96	-6,90
46	CK-(180-182)	-1,57		-6,10	
47	CK-(184-186)	1,24		-3,97	
48	CK-(188-190)	-0,37		-5,88	
49	CK-(192-194)	-0,25		-5,72	
50	CK-(196-198)	-1,19		-6,58	

Ek.2. CK-1 Karotu İzotop Analiz Sonuçları.

Örnek		$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$	Ortalama	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$	Ortalama
		sonucu	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$	sonucu	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$
Aralığı	Numarası	(‰)	(‰)	(‰)	(‰)
"	"	-0,93	-1,06	-6,43	-6,50
51	CK-(200-202)	1,06		-3,85	
52	CK-(204-206)	0,52		-4,26	
53	CK-(208-210)	0,41		-4,51	
54	CK-(212-214)	-0,79		-6,22	
55	CK-(216-218)	1,89		-3,39	
"	"	2,08	1,98	-3,24	-3,31
56	CK-(220-222)	1,48		-3,62	
57	CK-(224-226)	0,68		-4,38	
58	CK-(228-230)	-0,18		-5,12	
59	CK-(232-234)	-3,55		-8,52	
60	CK-(236-238)	-3,21		-8,07	
"	"	-3,36	-3,29	-8,30	-8,18
61	CK-(240-242)	-4,95		-10,01	
62	CK-(244-246)	-4,43		-10,17	
63	CK-(248-250)	-2,01		-7,06	
64	CK-(252-254)	-1,39		-6,26	
65	CK-(256-258)	-1,69		-6,88	
"	"	-1,64	-1,67	-6,76	-6,82
66	CK-(260-262)	-0,50		-5,65	
67	CK-(264-266)	0,22		-4,70	
68	CK-(268-270)	0,66		-4,91	
69	CK-(272-274)	-3,40		-8,39	
70	CK-(276-278)	-0,51		-6,01	
"	"	-0,53	-0,52	-5,95	-5,98
71	CK-(280-282)	0,91		-4,44	
72	CK-(284-286)	0,47		-5,11	
73	CK-(288-290)	1,56		-3,91	
74	CK-(292-294)	0,27		-5,69	

Ek.2. CK-1 Karotu İzotop Analiz Sonuçları.

Örnek		$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ sonucu	Ortalama $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ sonucu	Ortalama $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$
Aralığı	Numarası	(‰)	(‰)	(‰)	(‰)
75	CK-(296-298)	0,00		-5,85	
"	"	0,11	0,05	-6,03	-5,94
76	CK-(298-300)	-0,61		-5,91	

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PPM
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
CK-(0-4)	40,2	7,21	2,63	1,08	19,	0,21	1,03	0,33	0,19	0,07	0,006	35	8	27,4	99,8	621	<1	11,5
CK-(4-8)	36,1	6,80	2,44	1,03	22,	0,35	0,93	0,28	0,18	0,07	0,005	30	7	28,8	99,8	847	<1	12,7
CK-(8-12)	38,0	7,18	2,59	1,08	21,	0,39	0,96	0,29	0,19	0,07	0,006	32	8	27,3	99,8	896	2	14,0
CK-(12-16)	40,0	7,61	2,68	1,13	20,	0,40	1,02	0,30	0,19	0,08	0,006	39	9	25,5	99,8	992	1	15,0
CK-(16-20)	41,7	7,76	2,70	1,13	19,	0,43	1,01	0,30	0,18	0,08	0,006	42	9	25,0	99,7	109	1	15,5
CK-(20-24)	37,9	7,07	2,54	1,05	21,	0,42	0,95	0,28	0,17	0,07	0,006	33	8	27,4	99,8	797	<1	15,2
CK-(24-28)	40,8	7,56	2,69	1,10	19,	0,44	1,02	0,30	0,17	0,08	0,006	39	9	25,7	99,7	106	2	15,7
CK-(28-32)	36,3	7,00	2,50	1,03	23,	0,39	0,92	0,28	0,15	0,07	0,005	30	8	27,7	99,8	959	1	15,1
CK-(32-36)	39,7	7,66	2,65	1,11	21,	0,38	1,04	0,31	0,17	0,09	0,006	41	9	25,5	99,8	991	1	16,6
CK-(36-38)	38,3	7,32	2,56	1,10	22,	0,30	1,02	0,30	0,16	0,08	0,006	37	8	26,4	99,8	769	2	15,8
CK-(40-42)	43,8	8,42	2,82	1,22	18,	0,34	1,16	0,35	0,17	0,11	0,007	49	10	22,9	99,7	109	<1	16,1
CK-(44-46)	43,6	8,44	2,81	1,23	18,	0,31	1,15	0,33	0,17	0,09	0,006	45	10	23,3	99,7	108	1	22,2
CK-(48-50)	43,5	8,44	2,83	1,21	18,	0,38	1,16	0,34	0,18	0,13	0,008	48	9	23,3	99,7	128	1	16,3
CK-(52-54)	37,3	7,27	2,39	0,98	22,	0,55	0,96	0,27	0,18	0,15	0,006	39	8	27,0	99,7	148	1	16,2
CK-(56-58)	49,1	8,82	2,95	1,25	14,	0,50	1,12	0,34	0,19	0,11	0,008	45	10	20,5	99,7	163	1	14,6
CK-(60-62)	40,5	8,02	2,76	1,17	20,	0,35	1,08	0,31	0,18	0,11	0,006	44	9	24,8	99,7	117	2	14,7
CK-(64-66)	36,2	6,69	2,39	1,01	24,	0,33	0,92	0,27	0,15	0,08	0,005	33	8	27,4	99,8	799	3	13,0
CK-(68-70)	37,2	6,81	2,43	1,01	23,	0,36	0,89	0,27	0,15	0,08	0,006	33	8	27,2	99,8	971	2	13,4
CK-(72-74)	36,4	6,65	2,37	1,01	24,	0,35	0,88	0,26	0,15	0,07	0,007	33	8	27,4	99,8	102	2	13,1

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	SiO ₂	A ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Ca	Na ₂	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PPM
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
CK-(76-78)	37,2	6,85	2,45	1,02	23,	0,36	0,88	0,27	0,15	0,08	0,005	32	8	27,0	99,8	102	<1	13,3
CK-(80-82)	37,1	6,61	2,33	0,97	23,	0,38	0,83	0,26	0,15	0,08	0,004	33	7	27,2	99,8	957	1	13,3
CK-(84-86)	36,8	6,43	2,40	0,98	23,	0,32	0,85	0,25	0,15	0,08	0,004	34	7	27,8	99,8	741	<1	12,1
CK-(88-90)	38,0	7,03	2,52	1,04	22,	0,31	0,91	0,28	0,15	0,08	0,005	33	8	26,8	99,8	762	2	12,8
CK-(92-94)	40,0	7,46	2,70	1,10	21,	0,38	0,97	0,29	0,16	0,08	0,005	35	8	25,1	99,8	937	1	13,1
CK-(96-98)	38,9	7,35	2,65	1,09	21,	0,33	1,00	0,29	0,16	0,08	0,004	36	8	26,3	99,8	794	2	14,0
CK-(100-102)	38,8	6,99	2,59	1,07	22,	0,29	0,95	0,28	0,15	0,08	0,005	37	8	26,6	99,8	720	<1	13,4
CK-(104-106)	41,8	8,95	3,04	1,25	18,	0,21	1,32	0,35	0,18	0,10	0,007	45	10	24,1	99,8	688	2	17,6
CK-(108-110)	41,9	7,85	2,78	1,14	19,	0,32	1,04	0,31	0,16	0,09	0,006	44	9	24,3	99,8	983	1	15,5
CK-(112-114)	42,1	7,93	2,93	1,18	18,	0,32	1,05	0,31	0,18	0,09	0,006	44	9	24,8	99,8	952	2	17,7
CK-(116-118)	37,2	6,57	2,40	0,99	23,	0,28	0,88	0,26	0,15	0,08	0,004	32	7	27,4	99,8	844	<1	13,4
CK-(120-122)	42,5	7,60	2,79	1,11	19,	0,34	1,01	0,30	0,17	0,09	0,006	42	8	24,4	99,8	801	2	15,5
CK-(124-126)	47,1	8,66	2,83	1,19	16,	0,20	1,23	0,37	0,17	0,10	0,006	49	9	21,8	99,8	633	2	16,1
CK-(128-130)	43,4	8,52	2,82	1,21	18,	0,21	1,21	0,35	0,17	0,09	0,006	53	9	23,1	99,8	608	2	17,0
CK-(132-134)	44,8	7,97	2,70	1,09	18,	0,23	1,10	0,34	0,16	0,09	0,006	46	9	23,3	99,8	627	2	15,8
CK-(136-138)	42,8	8,02	2,70	1,12	19,	0,21	1,11	0,32	0,16	0,08	0,006	51	9	24,1	99,8	663	1	17,1
CK-(140-142)	44,0	8,52	2,84	1,23	18,	0,21	1,28	0,37	0,18	0,13	0,009	49	9	22,9	99,8	621	1	14,2
CK-(144-146)	42,9	8,78	3,11	1,25	18,	0,23	1,28	0,35	0,25	0,11	0,007	61	10	23,5	99,8	692	2	20,8
CK-(148-150)	35,3	7,02	2,50	1,03	24,	0,23	1,03	0,29	0,18	0,15	0,006	59	8	27,3	99,8	732	1	21,8
CK-(152-154)	46,4	9,74	3,20	1,34	15,	0,18	1,46	0,41	0,19	0,13	0,008	60	11	21,5	99,8	618	2	15,7

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Ca	Na ₂	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PPM
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
CK-(156-158)	40,3	8,79	3,05	1,24	19,	0,19	1,36	0,37	0,19	0,20	0,007	57	10	24,5	99,8	587	1	17,3
CK-(160-162)	33,4	7,21	2,63	1,06	23,	0,21	1,12	0,29	0,18	0,21	0,006	60	8	29,5	99,8	630	1	22,5
CK-(164-166)	37,5	7,57	2,72	1,10	22,	0,24	1,13	0,30	0,18	0,09	0,006	52	8	26,2	99,8	727	<1	17,6
CK-(168-170)	34,9	6,54	2,37	0,97	25,	0,22	0,95	0,26	0,15	0,08	0,005	41	7	28,1	99,8	713	<1	14,7
CK-(172-174)	35,3	6,38	2,32	0,94	25,	0,21	0,92	0,26	0,15	0,08	0,005	45	8	27,8	99,8	718	1	13,1
CK-(176-178)	39,5	7,11	2,52	1,03	22,	0,20	1,00	0,28	0,16	0,09	0,006	46	8	25,7	99,8	728	<1	19,6
CK-(180-182)	37,7	7,14	2,58	1,06	22,	0,21	1,03	0,28	0,16	0,09	0,005	45	8	26,7	99,8	705	<1	15,1
CK-(184-186)	40,1	8,26	2,98	1,23	20,	0,23	1,23	0,32	0,20	0,12	0,007	57	10	24,6	99,8	749	1	16,7
CK-(188-190)	36,9	7,23	2,62	1,07	23,	0,27	1,06	0,28	0,17	0,10	0,007	46	8	26,9	99,8	707	2	16,5
CK-(192-194)	38,7	7,57	2,68	1,13	21,	0,23	1,11	0,30	0,18	0,09	0,006	46	9	25,9	99,8	720	<1	16,9
CK-(196-198)	34,0	6,92	2,39	1,01	25,	0,22	1,00	0,27	0,16	0,09	0,005	54	8	28,3	99,8	672	<1	20,5
CK-(200-202)	39,1	8,89	3,04	1,24	19,	0,24	1,35	0,35	0,19	0,13	0,007	67	10	25,6	99,8	761	<1	21,0
CK-(204-206)	24,7	5,08	1,89	0,80	31,	0,25	0,76	0,20	0,18	0,20	0,005	34	6	33,9	99,8	762	<1	14,0
CK-(208-210)	34,9	6,83	2,40	1,03	25,	0,23	1,01	0,26	0,16	0,10	0,005	54	8	27,5	99,8	758	<1	21,0
CK-(212-214)	31,2	7,37	2,48	1,14	27,	0,15	1,22	0,28	0,21	0,13	0,005	62	8	28,6	99,8	469	1	17,7
CK-(216-218)	29,2	7,03	2,41	1,08	27,	0,15	1,14	0,28	0,22	0,17	0,006	53	8	30,2	99,8	495	1	16,1
CK-(220-222)	36,1	8,76	2,95	1,25	21,	0,16	1,41	0,35	0,21	0,12	0,007	59	10	26,8	99,8	638	2	16,8
CK-(224-226)	33,2	7,84	2,77	1,14	23,	0,18	1,28	0,32	0,23	0,16	0,007	62	9	29,5	99,8	655	1	20,0
CK-(228-230)	26,9	5,22	1,90	0,80	30,	0,23	0,71	0,21	0,13	0,07	0,005	30	6	32,7	99,8	656	1	12,5
CK-(232-234)	29,7	5,56	1,94	0,85	28,	0,21	0,79	0,23	0,14	0,07	0,005	31	6	31,4	99,8	671	1	10,0

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Ca	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PPM
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
CK-(236-238)	19,6	3,38	1,40	0,52	35,	0,20	0,43	0,13	0,10	0,06	0,004	21	4	38,2	99,8	694	<1	8,0
CK-(240-242)	15,7	3,23	1,43	0,52	38,	0,15	0,42	0,13	0,09	0,05	0,003	<20	4	39,9	99,8	751	1	8,9
CK-(244-246)	35,7	7,67	2,97	1,19	24,	0,62	0,96	0,31	0,13	0,07	0,004	23	9	25,8	99,8	849	<1	12,4
CK-(248-250)	38,7	8,29	3,17	1,26	22,	0,63	1,02	0,33	0,14	0,07	0,005	27	10	23,9	99,8	774	1	12,9
CK-(252-254)	37,6	7,76	2,93	1,19	23,	0,47	0,97	0,31	0,14	0,07	0,005	30	9	24,9	99,8	717	<1	14,9
CK-(256-258)	41,2	8,37	3,08	1,24	20,	0,51	1,03	0,33	0,14	0,08	0,006	37	10	23,0	99,8	102	<1	15,3
CK-(260-262)	40,7	7,99	2,83	1,18	20,	0,31	1,13	0,33	0,17	0,12	0,007	49	9	24,5	99,8	832	1	17,8
CK-(264-266)	43,3	8,39	2,85	1,27	19,	0,37	1,12	0,34	0,15	0,08	0,006	45	10	22,8	99,8	844	1	15,8
CK-(268-270)	26,9	5,20	1,83	0,79	30,	0,22	0,71	0,21	0,14	0,07	0,004	30	6	33,0	99,8	671	<1	11,8
CK-(272-274)	38,0	7,75	2,74	1,12	21,	0,29	1,17	0,31	0,19	0,10	0,008	56	9	26,5	99,8	950	<1	16,5
CK-(276-278)	35,2	8,82	2,98	1,26	21,	0,15	1,46	0,36	0,23	0,16	0,008	59	10	27,8	99,8	605	2	16,5
CK-(280-282)	34,6	7,91	2,64	1,16	24,	0,18	1,26	0,31	0,20	0,12	0,007	58	9	26,8	99,8	642	<1	22,0
CK-(284-286)	29,7	7,14	2,44	1,09	27,	0,15	1,17	0,28	0,22	0,15	0,005	52	8	30,0	99,8	463	1	15,2
CK-(288-290)	33,4	7,26	2,43	1,10	25,	0,17	1,14	0,27	0,18	0,10	0,006	64	8	28,1	99,8	574	2	23,1
CK-(292-294)	32,8	6,82	2,36	1,05	26,	0,18	1,08	0,26	0,17	0,11	0,006	59	7	28,4	99,8	645	<1	23,0
CK-(296-298)	32,5	6,87	2,33	1,03	26,	0,19	1,04	0,26	0,16	0,11	0,005	62	7	28,4	99,8	661	<1	24,7

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM
MDL	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,2	0,1	8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3
Sample																		
CK-(0-4)	2,9	8,3	1,8	5,0	44,	2	247,	0,3	5,3	1,4	89	1,0	58,1	23,7	21,4	2,9	8,3	1,8
CK-(4-8)	1,9	7,0	2,0	3,9	32,	2	273,	0,3	4,3	0,9	80	0,9	51,6	21,4	18,9	1,9	7,0	2,0
CK-(8-12)	2,1	7,9	1,6	4,0	34,	2	268,	0,3	4,8	1,0	84	0,6	56,9	24,2	20,8	2,1	7,9	1,6
CK-(12-16)	2,2	7,8	1,8	4,2	36,	1	270,	0,3	4,2	1,1	82	0,7	58,1	27,5	24,0	2,2	7,8	1,8
CK-(16-20)	1,8	8,2	2,0	3,9	34,	1	264,	0,3	4,5	1,1	80	0,9	60,0	26,4	22,8	1,8	8,2	2,0
CK-(20-24)	1,7	8,3	1,8	3,7	32,	2	275,	0,3	4,6	1,0	76	0,6	57,0	23,3	21,0	1,7	8,3	1,8
CK-(24-28)	2,2	8,1	1,7	4,2	36,	1	281,	0,3	5,3	1,0	75	0,7	61,3	29,4	25,1	2,2	8,1	1,7
CK-(28-32)	2,0	7,9	1,6	3,9	33,	1	293,	0,3	4,4	1,1	69	0,7	55,1	23,8	20,9	2,0	7,9	1,6
CK-(32-36)	2,3	8,5	1,6	4,4	37,	2	266,	0,4	4,7	1,1	73	0,7	57,3	28,5	24,3	2,3	8,5	1,6
CK-(36-38)	2,5	8,1	1,6	4,8	39,	1	262,	0,3	4,7	1,1	71	0,9	59,3	26,1	22,9	2,5	8,1	1,6
CK-(40-42)	2,8	9,6	2,1	5,3	46,	1	241,	0,3	6,3	1,1	77	0,9	69,9	33,6	28,6	2,8	9,6	2,1
CK-(44-46)	3,1	9,4	1,7	5,4	47,	2	242,	0,3	5,4	1,1	77	0,8	66,4	31,4	26,7	3,1	9,4	1,7
CK-(48-50)	2,8	9,3	1,9	5,0	45,	1	240,	0,4	5,6	1,0	72	0,9	66,7	35,6	29,3	2,8	9,3	1,9
CK-(52-54)	1,8	8,0	1,7	3,9	30,	<1	344,	0,3	5,1	0,8	64	0,7	59,2	33,9	29,6	1,8	8,0	1,7
CK-(56-58)	2,2	10,4	2,1	4,4	37,	1	255,	0,4	4,9	1,0	79	0,6	67,8	31,4	26,6	2,2	10,4	2,1
CK-(60-62)	2,7	9,1	1,8	4,7	41,	1	252,	0,3	5,4	1,0	68	0,8	63,7	31,9	26,9	2,7	9,1	1,8
CK-(64-66)	1,9	7,6	1,8	4,0	33,	1	282,	0,2	4,2	0,9	65	0,7	52,2	22,7	20,0	1,9	7,6	1,8
CK-(68-70)	1,9	7,3	1,6	3,8	30,	1	275,	0,3	4,5	0,8	62	<0.	51,8	22,7	19,3	1,9	7,3	1,6
CK-(72-74)	1,7	7,7	1,8	3,7	31,	1	286,	0,3	3,7	0,9	59	<0.	51,2	21,5	19,3	1,7	7,7	1,8
CK-(76-78)	1,7	7,1	1,4	3,8	31,	<1	276,	0,3	4,3	0,9	59	0,7	52,6	22,4	19,6	1,7	7,1	1,4
CK-(80-82)	1,6	7,0	1,4	3,3	29,	1	284,	0,2	3,5	0,9	56	0,6	50,0	22,0	19,3	1,6	7,0	1,4

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,2	0,1	8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3
Sample																		
CK-(84-86)	1,9	7,4	1,3	3,6	31,	<1	269,	0,2	3,3	0,8	61	0,6	49,5	20,5	18,6	24,	4,40	17,
CK-(88-90)	2,0	7,7	1,3	3,9	36,	1	259,	0,3	4,0	0,8	60	0,7	54,0	23,7	20,8	27,	4,94	19,
CK-(92-94)	2,4	8,3	1,9	4,4	36,	<1	287,	0,3	4,2	0,9	65	0,7	58,2	24,0	21,0	29,	4,94	20,
CK-(96-98)	2,5	7,6	1,9	4,1	40,	1	274,	0,3	4,7	0,9	63	0,8	59,2	25,9	22,7	29,	5,15	21,
CK-(100-102)	2,4	8,1	1,3	4,1	38,	<1	263,	0,3	4,5	1,0	61	0,8	54,9	23,4	21,0	28,	4,89	19,
CK-(104-106)	3,7	10,5	2,1	6,5	63,	1	209,	0,4	7,3	1,1	71	0,9	69,7	38,9	32,0	39,	7,30	29,
CK-(108-110)	2,8	8,9	1,8	4,9	43,	<1	266,	0,3	4,9	1,0	68	0,9	64,0	28,3	24,2	32,	5,63	24,
CK-(112-114)	2,5	9,6	1,8	4,4	43,	<1	248,	0,4	5,1	0,9	65	0,8	62,0	29,0	25,0	32,	5,95	24,
CK-(116-118)	2,2	7,9	1,6	3,9	35,	1	260,	0,2	3,7	0,8	58	0,6	52,4	22,0	19,5	27,	4,51	18,
CK-(120-122)	2,2	8,4	1,8	4,6	39,	<1	245,	0,3	4,7	0,9	64	1,0	59,9	28,1	24,4	33,	5,95	23,
CK-(124-126)	4,1	10,1	2,1	7,2	61,	1	210,	0,5	6,9	1,4	72	1,1	81,2	39,6	33,3	43,	7,46	29,
CK-(128-130)	3,9	10,3	2,2	6,6	58,	1	235,	0,4	6,0	1,2	69	1,0	72,1	33,3	29,2	38,	6,52	25,
CK-(132-134)	3,3	9,6	1,7	6,3	54,	1	218,	0,3	4,8	1,3	66	0,9	70,1	33,5	28,5	38,	6,36	25,
CK-(136-138)	3,5	9,7	1,8	5,9	54,	1	237,	0,4	5,1	1,4	71	1,1	67,7	30,4	27,0	36,	6,00	25,
CK-(140-142)	3,8	9,9	1,9	7,4	62,	1	221,	0,5	6,6	1,5	72	1,2	82,8	39,1	35,3	47,	7,76	31,
CK-(144-146)	3,4	11,4	1,9	6,3	59,	2	209,	0,4	6,3	1,2	93	1,2	71,0	40,0	32,5	41,	7,46	30,
CK-(148-150)	2,6	8,5	1,3	5,1	46,	1	263,	0,4	5,6	1,0	80	1,1	60,7	37,5	32,0	41,	7,11	29,
CK-(152-154)	4,4	11,1	2,6	7,6	70,	1	187,	0,6	7,6	1,5	94	1,4	83,1	45,7	37,3	45,	8,34	32,

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,2	0,1	8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3
Sample																		
CK-(156-158)	4,1	10,6	2,1	7,6	67,	1	205,	0,5	8,0	1,3	85	1,2	79,9	49,2	40,4	51,	8,97	36,
CK-(160-162)	3,1	8,9	1,6	5,5	52,	1	244,	0,3	6,3	1,1	72	1,1	64,6	44,1	36,5	50,	8,13	32,
CK-(164-166)	3,2	8,8	1,6	5,2	50,	2	241,	0,4	6,2	1,2	75	1,0	62,5	34,4	28,8	36,	6,64	26,
CK-(168-170)	2,7	7,0	1,4	4,5	41,	1	248,	0,3	4,3	1,0	68	1,1	54,2	27,0	23,0	29,	5,25	21,
CK-(172-174)	2,4	6,3	1,2	4,2	40,	1	246,	0,4	4,5	0,9	65	0,8	51,2	24,7	22,0	28,	4,94	20,
CK-(176-178)	2,6	7,8	1,4	5,1	45,	1	225,	0,4	5,2	1,0	69	0,8	59,7	29,0	25,4	31,	5,75	22,
CK-(180-182)	2,7	7,7	2,1	5,3	46,	1	226,	0,3	5,6	1,1	66	1,0	58,7	29,4	25,5	32,	5,96	23,
CK-(184-186)	3,3	9,7	1,5	5,7	55,	2	222,	0,3	6,1	1,1	75	1,4	66,2	39,5	33,0	40,	7,70	29,
CK-(188-190)	2,5	8,2	1,4	4,7	45,	<1	244,	0,3	5,4	1,1	66	1,0	58,5	33,0	27,3	35,	6,39	26,
CK-(192-194)	2,9	8,8	1,5	5,1	48,	1	225,	0,4	5,9	1,0	65	1,0	58,5	32,2	27,3	34,	6,31	25,
CK-(196-198)	2,6	7,0	1,5	4,8	43,	1	243,	0,3	4,6	1,1	61	0,9	54,3	29,9	25,3	32,	5,84	23,
CK-(200-202)	3,6	9,8	2,0	6,7	61,	2	212,	0,5	7,4	1,1	72	1,3	72,2	43,1	36,3	43,	8,13	32,
CK-(204-206)	1,6	5,6	1,3	3,4	31,	<1	315,	0,2	4,2	0,8	45	0,7	46,9	34,4	31,1	39,	6,81	28,
CK-(208-210)	2,4	7,9	1,4	4,6	42,	<1	253,	0,3	4,4	1,0	58	0,9	52,8	26,4	22,8	30,	5,36	22,
CK-(212-214)	3,5	8,4	1,3	5,4	56,	1	234,	0,4	5,8	1,0	64	1,2	59,1	35,0	30,7	37,	6,97	28,
CK-(216-218)	3,3	7,2	1,6	5,5	54,	2	248,	0,4	6,1	1,1	61	1,0	58,0	41,1	32,8	42,	7,42	30,
CK-(220-222)	4,3	9,7	1,5	6,6	69,	1	216,	0,4	8,3	1,2	70	1,3	69,9	44,1	35,9	42,	7,91	31,
CK-(224-226)	3,8	9,1	1,9	6,3	60,	1	226,	0,4	6,1	1,1	62	1,1	67,2	44,0	35,6	46,	7,93	32,
CK-(228-230)	1,9	5,6	1,3	3,0	28,	<1	287,	0,2	3,4	0,9	44	0,6	41,2	18,4	16,3	21,	3,78	15,

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,2	0,1	8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3
Sample																		
CK-(232-234)	1,9	5,9	1,2	3,7	32,	<1	276,	0,3	3,3	1,0	50	0,7	44,7	18,3	16,8	22,	3,97	16,
CK-(236-238)	1,0	3,1	0,8	1,9	15,	<1	331,	<0.1	1,9	0,7	30	0,9	27,2	9,3	8,7	13,	2,14	9,0
CK-(240-242)	1,1	3,5	0,7	2,0	16,	<1	442,	0,2	2,2	0,7	31	<0.5	26,8	9,3	8,8	12,	1,96	7,4
CK-(244-246)	1,8	8,3	1,9	3,9	29,	1	366,	0,2	3,5	1,1	71	0,7	64,2	18,3	16,6	26,	3,84	15,
CK-(248-250)	1,9	8,1	1,7	4,0	31,	<1	325,	0,3	4,3	0,8	75	0,6	66,9	19,3	17,5	27,	4,17	16,
CK-(252-254)	2,1	8,2	1,6	4,1	33,	<1	293,	0,3	4,6	1,1	65	0,7	63,2	20,6	18,6	27,	4,45	18,
CK-(256-258)	2,3	8,8	1,9	4,3	35,	<1	290,	0,3	5,2	1,0	76	0,7	67,6	23,2	21,2	32,	5,13	21,
CK-(260-262)	3,1	9,0	1,6	5,6	48,	1	255,	0,3	6,0	1,3	67	1,1	68,6	32,8	28,0	40,	6,73	28,
CK-(264-266)	2,7	9,7	1,7	5,0	44,	1	260,	0,4	5,4	1,2	72	0,8	68,6	27,3	24,6	35,	5,79	24,
CK-(268-270)	2,0	5,4	0,9	3,3	29,	<1	290,	0,2	3,0	0,8	42	0,6	40,5	16,7	15,5	21,	3,58	14,
CK-(272-274)	2,6	8,2	1,4	5,0	45,	1	233,	0,4	5,2	1,0	60	0,9	62,0	31,2	27,5	37,	6,64	28,
CK-(276-278)	4,9	10,0	1,9	7,0	71,	2	210,	0,4	7,8	1,1	68	1,2	75,9	47,4	38,5	49,	8,49	35,
CK-(280-282)	3,9	9,6	1,6	6,1	56,	1	234,	0,5	6,6	1,2	64	1,1	66,1	36,4	31,6	40,	7,03	29,
CK-(284-286)	3,3	8,3	1,7	5,1	54,	1	247,	0,3	5,5	1,0	81	<0.5	58,0	38,5	31,8	40,	7,29	30,
CK-(288-290)	3,1	8,8	1,4	4,9	53,	1	242,	0,3	5,3	1,1	75	<0.5	53,0	30,6	26,0	34,	6,03	23,
CK-(292-294)	3,5	8,4	1,9	5,2	49,	1	268,	0,3	4,9	1,0	78	<0.5	56,0	31,4	26,1	33,	6,04	23,
CK-(296-298)	3,0	7,7	1,4	4,9	45,	<1	273,	0,4	4,3	1,0	72	<0.5	53,2	29,9	26,4	33,	5,91	23,

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TOT	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,05	0,02	0,05	0,01	0,0	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5
Sample																		
CK-(0-4)	3,67	0,89	3,77	0,57	3,2	0,69	1,93	0,30	1,85	0,28	8,02	0,21	0,4	46,1	15,3	70	29,1	6,3
CK-(4-8)	3,80	0,89	3,91	0,60	3,3	0,65	1,87	0,27	1,77	0,26	8,08	0,15	0,2	55,1	14,6	57	26,1	4,3
CK-(8-12)	4,18	0,99	4,18	0,66	3,5	0,71	2,04	0,31	1,87	0,28	7,35	0,13	0,2	53,6	14,4	56	26,3	3,8
CK-(12-16)	4,83	1,17	4,89	0,76	4,2	0,84	2,31	0,35	2,08	0,33	6,67	0,09	0,2	57,8	16,0	59	33,3	4,1
CK-(16-20)	4,63	1,18	4,89	0,74	3,9	0,79	2,33	0,35	2,13	0,31	6,43	0,09	0,2	60,6	16,5	59	33,5	4,0
CK-(20-24)	4,07	1,02	4,37	0,65	3,8	0,73	2,11	0,31	1,85	0,28	7,68	0,12	0,3	51,6	14,5	52	28,2	3,8
CK-(24-28)	5,29	1,22	5,24	0,80	4,3	0,88	2,51	0,38	2,15	0,34	6,85	0,10	0,2	61,2	16,3	59	34,8	3,8
CK-(28-32)	4,00	0,96	3,98	0,63	3,3	0,72	1,94	0,30	1,74	0,29	7,44	0,12	0,2	52,3	13,3	54	27,1	3,9
CK-(32-36)	4,71	1,12	4,99	0,77	4,2	0,87	2,31	0,36	2,04	0,31	6,60	0,08	0,2	52,2	15,2	56	31,7	4,1
CK-(36-38)	4,36	1,02	4,31	0,67	3,9	0,70	2,20	0,32	1,91	0,30	6,85	0,10	0,3	49,5	14,7	58	30,6	5,5
CK-(40-42)	5,31	1,34	5,98	0,88	5,0	1,00	2,83	0,43	2,51	0,38	5,48	0,06	0,3	58,5	17,7	65	40,8	5,4
CK-(44-46)	5,07	1,25	5,22	0,82	4,5	0,91	2,61	0,38	2,31	0,35	5,42	0,06	0,3	57,2	17,5	66	39,2	5,1
CK-(48-50)	5,90	1,42	6,19	0,92	5,2	1,07	2,88	0,44	2,57	0,40	5,65	0,05	0,3	63,3	19,2	67	40,7	5,8
CK-(52-54)	5,95	1,45	6,28	0,94	5,2	1,01	2,90	0,41	2,44	0,38	7,75	0,07	0,2	58,9	17,3	50	32,5	5,8
CK-(56-58)	5,50	1,36	5,50	0,87	5,0	0,96	2,58	0,40	2,26	0,36	4,69	0,06	0,4	69,2	19,2	60	38,3	5,0
CK-(60-62)	5,20	1,24	5,56	0,85	4,5	0,91	2,64	0,38	2,37	0,36	6,12	0,04	0,2	61,4	17,0	60	36,6	4,7
CK-(64-66)	3,82	0,94	3,85	0,59	3,1	0,65	1,92	0,29	1,69	0,25	7,38	0,08	0,2	46,2	12,5	48	27,0	4,5
CK-(68-70)	3,82	0,95	4,00	0,59	3,4	0,66	1,90	0,27	1,64	0,26	7,32	0,09	0,2	48,8	12,2	49	27,0	4,6
CK-(72-74)	3,82	0,88	3,82	0,59	3,3	0,64	1,72	0,29	1,59	0,27	7,55	0,08	0,1	47,0	12,4	43	26,0	4,3
CK-(76-78)	3,92	0,93	3,82	0,60	3,2	0,67	1,85	0,29	1,71	0,26	7,56	0,11	0,2	47,3	12,1	45	26,9	4,2
CK-(80-82)	3,70	0,93	3,83	0,60	3,1	0,64	1,79	0,28	1,74	0,25	7,62	0,10	0,3	48,9	12,5	46	26,1	4,4

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TOT	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,05	0,02	0,05	0,01	0,0	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5
Sample																		
CK-(84-86)	3,48	0,83	3,54	0,55	3,0	0,66	1,74	0,25	1,60	0,24	7,55	0,12	0,3	44,8	12,4	49	25,3	4,7
CK-(88-90)	3,93	0,96	4,04	0,60	3,5	0,69	2,14	0,31	1,77	0,28	6,96	0,10	0,2	47,4	13,1	51	28,4	5,2
CK-(92-94)	3,99	0,97	4,06	0,63	3,6	0,71	1,93	0,30	1,84	0,27	5,86	0,09	0,2	50,1	13,9	54	29,1	4,8
CK-(96-98)	4,26	1,01	4,16	0,69	3,6	0,73	2,18	0,33	1,87	0,29	6,20	0,09	0,2	49,9	14,0	60	31,1	5,1
CK-(100-102)	3,90	0,94	4,06	0,63	3,4	0,70	1,99	0,29	1,77	0,27	6,48	0,11	0,2	44,4	13,6	53	28,9	5,5
CK-(104-106)	5,84	1,36	6,12	0,95	5,5	1,13	3,14	0,47	2,91	0,44	5,39	0,07	0,3	54,2	19,3	80	43,6	5,0
CK-(108-110)	4,42	1,09	4,52	0,71	4,0	0,85	2,31	0,34	2,02	0,31	5,85	0,07	0,2	51,0	14,5	61	32,5	5,0
CK-(112-114)	4,77	1,19	5,03	0,76	4,4	0,86	2,51	0,37	2,10	0,34	6,16	0,07	0,3	63,6	18,5	71	41,5	6,0
CK-(116-118)	3,65	0,88	3,74	0,57	3,2	0,65	1,95	0,26	1,62	0,25	7,17	0,09	0,3	47,3	13,7	59	30,8	5,8
CK-(120-122)	4,73	1,16	4,89	0,74	3,9	0,82	2,40	0,34	2,10	0,30	6,07	0,09	0,3	56,7	16,4	64	34,7	7,4
CK-(124-126)	5,97	1,39	6,15	0,96	5,4	1,10	3,19	0,46	2,83	0,44	5,06	0,07	0,3	50,6	18,9	86	41,5	6,4
CK-(128-130)	5,02	1,17	5,35	0,83	4,6	0,95	2,78	0,40	2,46	0,38	5,53	0,07	0,2	50,3	17,7	83	46,0	6,2
CK-(132-134)	4,89	1,16	5,21	0,80	4,8	0,97	2,79	0,39	2,28	0,35	5,76	0,08	0,3	48,0	16,7	77	39,7	6,5
CK-(136-138)	4,80	1,10	4,65	0,74	4,0	0,83	2,51	0,33	2,14	0,33	5,79	0,08	0,3	45,3	15,6	74	42,5	5,8
CK-(140-142)	6,02	1,46	6,39	1,01	5,5	1,18	3,36	0,46	2,77	0,43	5,47	0,05	0,2	50,9	18,4	80	40,3	6,5
CK-(144-146)	6,06	1,49	6,19	1,00	5,2	1,14	3,18	0,45	2,77	0,43	5,83	0,06	0,3	54,3	19,7	87	48,0	6,6
CK-(148-150)	5,73	1,41	5,98	0,93	4,7	1,04	2,93	0,41	2,54	0,38	7,19	0,06	0,4	45,9	18,5	69	47,0	6,6
CK-(152-154)	6,76	1,60	7,22	1,14	6,1	1,31	3,66	0,54	3,16	0,50	5,06	0,05	0,3	51,5	20,6	100	44,8	6,4
CK-(156-158)	7,07	1,71	7,56	1,22	6,0	1,39	3,90	0,56	3,20	0,51	6,07	0,05	0,2	54,8	22,5	96	48,1	6,4
CK-(160-162)	6,81	1,60	6,99	1,09	5,8	1,25	3,40	0,46	2,99	0,44	8,45	0,06	0,3	51,6	22,3	79	52,7	7,3
CK-(164-166)	5,43	1,33	5,63	0,88	4,7	0,97	2,71	0,40	2,41	0,37	6,86	0,08	0,2	48,2	17,2	73	40,2	7,0

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TOT	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,05	0,02	0,05	0,01	0,0	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,0	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5
Sample																		
CK-(168-170)	4,10	0,98	4,37	0,68	3,5	0,76	2,03	0,30	1,91	0,29	7,45	0,0	0,2	40,7	13,7	62	33,5	5,2
CK-(172-174)	3,81	0,90	3,75	0,62	3,4	0,72	2,02	0,29	1,82	0,27	7,45	0,0	0,2	38,8	12,9	59	30,7	5,3
CK-(176-178)	4,62	1,03	4,70	0,73	3,9	0,84	2,44	0,34	2,10	0,31	6,55	0,0	0,2	45,1	15,4	70	35,4	5,4
CK-(180-182)	4,94	1,15	4,94	0,77	4,1	0,90	2,58	0,35	2,21	0,34	6,85	0,0	0,2	46,7	15,2	65	36,1	5,5
CK-(184-186)	6,34	1,47	6,53	1,04	5,4	1,14	3,22	0,45	2,67	0,42	6,21	0,0	0,3	55,9	19,1	73	45,4	5,2
CK-(188-190)	5,37	1,26	5,39	0,84	4,3	0,93	2,53	0,35	2,25	0,33	7,19	0,0	0,3	50,5	16,3	65	38,9	5,9
CK-(192-194)	5,03	1,25	5,17	0,83	4,5	0,91	2,67	0,37	2,24	0,34	6,71	0,0	0,2	52,0	16,9	68	39,1	4,9
CK-(196-198)	4,63	1,11	4,78	0,76	4,0	0,87	2,34	0,33	2,05	0,31	7,68	0,0	0,2	45,7	14,9	62	41,9	5,1
CK-(200-202)	6,69	1,57	6,92	1,06	5,8	1,27	3,38	0,49	3,09	0,44	6,63	0,0	0,2	59,6	21,0	85	55,9	5,3
CK-(204-206)	5,57	1,32	5,59	0,87	4,8	0,95	2,63	0,36	2,19	0,34	9,62	0,0	0,3	43,0	16,3	50	29,5	5,8
CK-(208-210)	4,35	1,03	4,51	0,69	3,7	0,74	2,18	0,31	2,04	0,29	7,38	0,0	0,2	45,1	13,7	58	43,7	4,7
CK-(212-214)	5,61	1,30	5,88	0,88	4,7	1,06	2,91	0,42	2,51	0,37	7,46	0,0	0,2	47,4	16,1	76	45,4	5,3
CK-(216-218)	6,11	1,48	6,40	0,99	5,5	1,18	3,22	0,46	2,84	0,42	8,50	0,0	0,2	49,7	19,0	78	43,9	5,7
CK-(220-222)	6,26	1,57	6,92	1,07	5,9	1,27	3,62	0,50	3,01	0,47	7,09	0,0	0,2	50,4	19,4	92	48,7	4,7
CK-(224-226)	6,51	1,57	6,78	1,06	5,8	1,27	3,41	0,48	2,93	0,45	8,61	0,0	0,3	52,3	20,1	83	51,4	5,1
CK-(228-230)	2,93	0,73	3,03	0,48	2,7	0,55	1,54	0,22	1,35	0,20	9,80	0,0	0,1	34,9	9,9	44	24,7	4,1
CK-(232-234)	3,12	0,72	3,14	0,49	2,7	0,55	1,60	0,22	1,36	0,21	8,88	0,0	0,2	38,6	10,7	48	24,6	4,8
CK-(236-238)	1,58	0,41	1,66	0,26	1,3	0,30	0,81	0,11	0,74	0,10	12,02	0,1	0,2	25,9	5,7	27	13,3	4,4
CK-(240-242)	1,60	0,37	1,54	0,25	1,4	0,27	0,81	0,10	0,68	0,11	12,69	0,2	0,2	30,0	5,3	38	11,7	5,2
CK-(244-246)	3,02	0,76	3,11	0,47	2,6	0,56	1,60	0,21	1,44	0,21	6,37	0,0	0,2	46,8	10,5	43	17,2	3,9

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TOT	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PP
MDL	0,05	0,02	0,05	0,01	0,0	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5
Sample																		
CK-(248-250)	3,29	0,87	3,40	0,52	2,8	0,60	1,73	0,23	1,48	0,23	5,68	0,02	<0.1	51,4	11,5	45	19,6	3,1
CK-(252-254)	3,34	0,90	3,58	0,56	3,1	0,64	1,94	0,27	1,66	0,24	6,06	0,03	<0.1	49,3	12,0	47	23,2	3,8
CK-(256-258)	4,03	1,02	4,20	0,63	3,6	0,77	1,95	0,29	1,81	0,28	5,15	0,03	0,2	53,8	13,6	52	27,4	4,2
CK-(260-262)	5,12	1,31	5,58	0,87	4,9	1,00	2,80	0,41	2,51	0,38	6,59	0,04	0,2	51,5	18,0	69	39,2	5,4
CK-(264-266)	4,66	1,20	4,94	0,74	4,3	0,88	2,40	0,36	2,23	0,31	4,94	<0.0	0,3	55,3	15,9	62	32,9	4,6
CK-(268-270)	2,88	0,68	3,05	0,45	2,4	0,53	1,58	0,21	1,35	0,19	10,35	0,08	0,2	31,2	9,4	43	24,5	4,0
CK-(272-274)	5,50	1,34	5,73	0,89	5,0	1,00	2,86	0,40	2,53	0,35	7,47	0,05	0,2	56,6	18,5	70	45,6	3,7
CK-(276-278)	6,85	1,69	7,78	1,18	6,6	1,39	4,04	0,54	3,50	0,51	8,35	0,04	0,2	51,8	21,5	99	48,1	5,1
CK-(280-282)	5,92	1,42	6,53	0,96	5,6	1,13	3,17	0,43	2,68	0,42	7,74	0,03	0,2	47,9	17,7	82	50,2	4,7
CK-(284-286)	5,99	1,40	6,45	0,96	5,2	1,12	3,08	0,45	2,72	0,41	8,95	0,03	0,1	51,6	17,9	76	42,1	5,7
CK-(288-290)	4,88	1,13	5,00	0,75	4,1	0,86	2,56	0,35	2,27	0,35	7,92	0,03	0,2	48,1	14,6	70	49,4	4,8
CK-(292-294)	4,83	1,14	5,09	0,79	4,1	0,88	2,50	0,37	2,28	0,35	7,79	0,03	0,1	44,3	14,5	63	45,7	4,9
CK-(296-298)	4,88	1,11	4,93	0,77	4,0	0,86	2,52	0,33	2,30	0,33	8,15	0,04	0,2	45,2	14,3	64	50,0	4,8

Ek.3. CK-1 Karotu Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Analyte	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PPB	PPM	PPM	PPM	Unit	PP	PPM	PP	PPM	PPB	PPM	PP	PPM
MDL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5	MDL	0,	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5
Sample									Sample								
CK-(0-4)	0,4	0,1	0,2	<0.1	4,3	0,05	0,1	0,5	CK-(76-78)	0,	<0.1	0,2	<0.1	6,0	0,02	0,1	0,6
CK-(4-8)	0,3	<0.1	0,2	0,1	5,4	0,04	<0.1	<0.5	CK-(80-82)	0,	<0.1	0,2	<0.1	4,9	0,02	<0.1	0,6
CK-(8-12)	0,2	<0.1	0,2	<0.1	5,9	0,03	<0.1	0,9	CK-(84-86)	0,	<0.1	0,2	<0.1	4,9	0,02	<0.1	0,8
CK-(12-16)	0,3	<0.1	0,2	<0.1	8,3	0,03	<0.1	1,0	CK-(88-90)	0,	<0.1	0,2	<0.1	4,3	0,02	<0.1	0,9
CK-(16-20)	0,2	<0.1	0,2	<0.1	8,6	0,03	<0.1	<0.5	CK-(92-94)	0,	<0.1	0,2	0,1	5,8	0,02	<0.1	0,8
CK-(20-24)	0,3	<0.1	0,2	<0.1	6,9	0,03	<0.1	0,6	CK-(96-98)	0,	<0.1	0,2	<0.1	5,1	0,02	<0.1	0,6
CK-(24-28)	0,2	<0.1	0,2	0,1	6,3	0,03	0,1	<0.5	CK-(100-102)	0,	<0.1	0,2	<0.1	5,0	0,03	<0.1	0,7
CK-(28-32)	0,2	<0.1	0,2	<0.1	5,9	0,02	<0.1	1,0	CK-(104-106)	0,	<0.1	0,3	<0.1	5,4	0,01	0,1	<0.5
CK-(32-36)	0,2	<0.1	0,2	0,1	5,7	0,02	<0.1	0,5	CK-(108-110)	0,	<0.1	0,2	<0.1	4,3	0,02	0,1	0,6
CK-(36-38)	0,3	0,1	0,2	0,1	11,	0,03	0,1	<0.5	CK-(112-114)	0,	0,1	0,3	0,1	6,6	0,02	0,1	<0.5
CK-(40-42)	0,3	<0.1	0,3	<0.1	10,	0,03	0,1	<0.5	CK-(116-118)	0,	<0.1	0,2	<0.1	5,2	0,03	0,1	0,8
CK-(44-46)	0,3	<0.1	0,3	<0.1	6,9	0,02	0,1	<0.5	CK-(120-122)	0,	<0.1	0,2	<0.1	6,0	0,02	0,1	0,8
CK-(48-50)	0,3	<0.1	0,3	0,1	8,9	0,02	0,2	<0.5	CK-(124-126)	0,	<0.1	0,3	0,1	4,1	0,03	0,1	0,8
CK-(52-54)	0,3	0,1	0,2	<0.1	7,4	0,02	0,1	<0.5	CK-(128-130)	0,	<0.1	0,3	<0.1	3,7	0,02	0,1	0,7
CK-(56-58)	0,2	<0.1	0,2	0,1	10,	0,02	0,1	<0.5	CK-(132-134)	0,	0,1	0,2	0,1	2,6	0,03	0,1	0,8
CK-(60-62)	0,3	<0.1	0,2	<0.1	6,8	0,02	0,1	<0.5	CK-(136-138)	0,	<0.1	0,2	<0.1	3,8	0,02	0,1	0,8
CK-(64-66)	0,2	<0.1	0,2	<0.1	5,0	0,02	<0.1	0,8	CK-(140-142)	0,	<0.1	0,3	0,1	4,3	0,03	0,2	<0.5
CK-(68-70)	0,1	<0.1	0,2	<0.1	6,4	0,02	<0.1	<0.5	CK-(144-146)	0,	<0.1	0,3	0,1	4,8	0,02	0,2	<0.5
CK-(72-74)	0,2	<0.1	0,2	<0.1	5,6	0,02	<0.1	0,6	CK-(148-150)	0,	<0.1	0,2	<0.1	1,9	0,02	0,1	0,5

