



**OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
KOMİSYONU**

**KB ANADOLU'DAKİ SÜNNET GÖLÜ  
GÖLSEL ARŞİVİNİN SEDİMANTOLOJİK,  
JEOKİMYASAL VE PALEOEKOLOJİK  
ARAÇLARLA PALEOİKLİMSEL AÇIDAN  
İNCELENMESİ**

**Nisan 2011**

**T.C.**  
**ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU BAŞKANLIĞI**

<b>Bilim Alanı</b>	<b>Proje No</b>
<b>Jeoloji Mühendisliği</b>	200915009
<b>PROJENİN ADI</b>	
KB Anadolu'daki Sünnet Gölü Gölsel Arşivinin Sedimentolojik, Jeokimyasal ve Paleokolojik Araçlarla Paleoklimsel Açından İncelenmesi	
<b>PROJE YÖNETİCİSİ</b>	<b>BİRİMİ</b>
Prof. Dr. Faruk Ocakoğlu /Jeoloji Mühendisliği Bölümü	
<b>PROJE ÇALIŞANLARI</b>	
Prof. Dr. Cemal TUNOĞLU/ Hacettepe Üniv. Jeoloji Müh. Bölümü, ANKARA	
Prof. Dr. Emel Oybak DÖNMEZ/ Hacettepe Üniv. Biyoloji Bölümü, ANKARA	
Doç. Dr. Aydın AKBULUT/ Gazi Üniv. Biyoloji Bölümü, ANKARA	
Doç. Dr. İsmail Ömer YILMAZ/ ODTÜ, Jeoloji Müh. Bölümü, ANKARA	
Araş. Gör. Sanem AÇIKALIN/ ESOGÜ, Jeoloji Müh. Bölümü, ESKİŞEHİR	
Jeo. Müh. Celal ERAYIK/ ESOGÜ, Jeoloji Müh. Bölümü, ESKİŞEHİR	
Jeo. Müh. Osman KIR/ ESOGÜ, Jeoloji Müh. Bölümü, ESKİŞEHİR	
<b>Başlama Tarihi</b> :	3 Nisan 2009
<b>Bitiş Tarihi</b> :	3 Nisan 2011
	<b>Proje Desteği</b> : 147.430 TL

EK-I

<b>PROJE DESTEĞİ</b>	: 147.430 TL
<b>HARCANAN MİKTAR</b>	: 136.755 TL
<b>EK DESTEK</b>	: -

<b>PROJE KAPSAMINDA ALINAN CİHAZ VE DEMİRBAŞLAR:</b>			
<b>No</b>	<b>Adı</b>	<b>Markası</b>	<b>Yeri</b>
	Dizüstü bilgisayar		Jeoloji Müh. Bölümü
	Yumuşak sediman örnekleyici		Jeoloji Müh. Bölümü
	Eckman Kepçe		Jeoloji Müh. Bölümü
	Modüler yüzer platform		Jeoloji Müh. Bölümü
	Şişme bot ve motor		Jeoloji Müh. Bölümü
	Yatay soğutucu		Jeoloji Müh. Bölümü
	Setaltı buzdolabı		Jeoloji Müh. Bölümü
	Echosounder		Jeoloji Müh. Bölümü
	DGPS		Jeoloji Müh. Bölümü

## ÖZET

Bu projede KB Anadolu'da Bolu ile Göynük arasında bulunan ve bir heyelan set gölü olan Sünnet Göl'ü farklı yaklaşımlar kullanılarak incelenmiştir. Öncelikle alanın dijital topografik ve batimetrik haritaları hazırlanmış; arazi gözlemleri vasıtasıyla gölü oluşturan heyelanlar ve göl kenarı taraçaları haritalanmıştır. Daha sonra gölün farklı derinliklerinden 4 adet karot alınmıştır. Çalışmaların yoğunlaştırıldığı SK-2 karotu üzerinden 2 cm aralıklı alınan 68 örnek sedimantolojik, kimyasal, mineralojik, izotopik ve biyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgularla son 250 yıllık dönemin iklim değişimlerini gösteren bir yerel şablon çıkartılmış; bu, standart küresel bulgularla karşılaştırılmıştır.

Yapılan sedimantolojik gözlemler sonucunda, tabanı 1760 yılına kadar uzanan SK-2 karotu farklı iklim ve göl seviyesinin değişimini gösteren beş döneme (1760-1800, 1800-1860, 1860-1910, 1910-1990, 1990-2009) ayrılmıştır. Tanımlanan 1760-1800 aralığında artan <sup>18</sup>O değerleri ve yüksek Pinus/toplam ağaç poleni oranı gözlenmektedir. 1800-1860 aralığında ise göl seviyesi en yüksek konumunda kalmış; yüzeysel ayrışmanın etkinliği (Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O/TiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O) kendini toprak ayrışma süreçlerinde göstermiş ve bununla birlikte tuzluluk göstergeleri (Mg/Ca ve Sr/Ca) dönemin başında ve sonunda belirgin şekilde azalmıştır. 1860-1910 aralığı kısmen düşük su düzeyleri ve *Hantzschia amphioxys* diatom formunda %20-50 arasında bolluk salınımlarıyla temsil olunur. 1910-1990 aralığı ise daha düşük su düzeyleri ve anoksik (V/Al ve Zn/Al) koşulların azalması ile belirgindir. 1990-2009 aralığında su düzeyi yeniden yükselmiş, V/Al ve Zn/Al grafiklerinde anoksik koşulların artışı, Mg/Ca ve Sr/Ca grafiklerinde tuzluluk koşullarının azalışı ve planktik diatom formunda bolluk artışı izlenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler Güneş lekeleri sayısı ile Sünnet Gölü kaydının yüksek bir uyum içinde olduğunu göstermektedir. Düşük Güneş lekeli dönemler Sünnet Gölü kaydında yüksek yağışlı ve genellikle daha az sıcak dönemlere karşılık gelmektedir.

### **Anahtar Kelimeler:**

Paleolimnoloji, paleoiklim, gölsel arşiv, KB Anadolu, duraylı izotop, polen, diatom.



## SUMMARY

In this project the lake Sünnet which is a landslide dammed lake between Bolu and Göynük at the NW Anatolia is examined by different methods. Primarily, digital elevation models and bathymetry maps were prepared; landslides that originated the lake and lake margin terraces were mapped. Afterwards, 4 cores were collected from different depths of the lake. Sedimentological, geochemical, mineralogical, isotopic and biological analyses were performed on 68 samples which were collected at each 2 cm interval in the SK-2 core. On the basis of the findings, a local climate change template for the last 250 years was prepared and it was compared with the global data.

The SK-2 core whose base goes back to 1760 AD is divided into 5 distinct periods which show different climate and lake levels (1760-1800, 1800-1860, 1860-1910, 1910-1990, 1990-2009). Increased  $^{18}\text{O}$  concentration and high Pinus/total tree pollen rate is observed in 1760-1800 AD interval. In the period 1800-1860 AD, lake level stayed on highest position, degree of the surface alteration ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$  and  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ) is reflected on the soil decomposition processes, and at the same time salinity indicators (Mg/Ca and Sr/Ca) remarkably decreased at the beginning and the end of the period. The 1860-1910 AD period is characterised by partially low water level and the oscillation of the abundance *Hantzschia amphioxys* diatom form between % 20 and 50. 1910-1990 AD period is marked by lower water levels and less anoxic (V/Al ve Zn/Al) conditions. During the 1990-2009 AD period, water level rised again, increasing anoxic conditions on V/Al ve Zn/Al charts, decreasing salinity on Mg/Ca and Sr/Ca graphs and the abundance of planktic diatom form is observed.

On the basis of the assessments it is noteworthy that, Sunspot number are very compatible with the Sünnet Lake record. Lower Sunspot periods generally correspond to more rainy and lower temperature periods in the Sünnet Lake record.

### **Keywords:**

Paleolimnology, paleoclimatology, lacustrine archives, NW Anatolia, stable isotopes, pollen, diatom.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ .....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Paleolimnoloji .....	1
1.1.1. Karotlardan Gelen Kayıtlar .....	2
1.1.2. Mostralardan Gelen Sedimantolojik Kayıtlar .....	2
1.1.3. Eski Kıyı Çizgisinden Gelen Jeomorfolojik Kayıtlar .....	2
1.1.4. Sismik Çalışmalardan Gelen Jeofiziksel Kayıtlar .....	3
1.2. Heyelan Göllerinde Paleolimnoloji .....	3
1.3. Türkiye’de Paleolimnoloji .....	4
<b>2. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEM .....</b>	<b>8</b>
2.1. Çalışma Alanı .....	8
2.2. Önceki Çalışmalar .....	111
2.3 Yöntem .....	144
2.4. Çalışmada Yararlanılan Ekipmanlar .....	15
2.4.1. Lıvinstone Corer .....	15
2.4.2. Hydrostar 4300 Echosounder .....	18
2.4.3. Hemisphere A100 Dgps .....	20
2.4.4. Eckman Kepçe .....	22
2.4.5. Mercury Motor Ve Yamax Bot .....	23
2.4.6. Modüler Yüzer Platform .....	25

## İÇİNDEKİLER (devam)

2.4.7. Kimyasal Analiz .....	26
2.4.8. Tane Boyu Analizi.....	27
2.4.9. <sup>14</sup> C Yaşlandırması.....	28
2.4.10. <sup>13</sup> C Ve <sup>18</sup> O İzotop Analizleri .....	29
2.4.11. X-Işını Kırınım Analizleri .....	30
<b>3. ARAZİ ÇALIŞMALARI VE DİĞER BULGULAR .....</b>	<b>32</b>
3.1. Heyelan Üzerindeki Çalışmalar .....	32
3.2. Göl Üzerindeki Çalışmalar.....	39
3.2.1 Göl Batimetrisi .....	39
3.2.2. Göl Tabanı Sedimanları.....	42
3.2.3. Göl Hidrolojisi.....	46
3.3. Havza Morfolojisi .....	48
3.4. Gölde Biriken Sediman Miktarına Yaklaşımlar Ve Gölün Dolması .....	52
3.5. Karotlar Üzerindeki Çalışmalar .....	55
3.5.1. Karotların Tanımlanması Ve Ortamsal Değerlendirmesi.....	56
3.5.1.1. SK-1 Karotu.....	56
3.5.1.2. SK-2 Karotu.....	58
3.5.1.3. SK-3 Karotu.....	61
3.5.1.4. SK-4 Karotu.....	63
3.5.1.5. Karotların Korelasyonu.....	63
3.5.2. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	66
3.5.2.1. Eski İklim Ve Göl Seviyesi Göstergeleri.....	67
3.5.2.2. Tuzluluk Ve Alkalinite Göstergeleri.....	69
3.5.2.3. Kırıntılı Malzeme Getirimi Göstergeleri .....	71

**İÇİNDEKİLER (devam)**

3.5.2.4. İndirgen Koşul Göstergeleri.....	73
3.5.2.5. Organik Üretkenlik Göstergeleri .....	75
3.5.3. SK-2 Karotunun İzotop Analiz Sonuçları .....	76
3.5.4. SK-2 Karotunda Palinoloji Çalışmaları.....	78
3.5.5. SK-1 ve SK-2 Karotunda Diatom Çalışmaları .....	92
3.5.5. SK-2 Karotunda X-Işını Kırınımı Çalışması.....	101
<b>4. TARTIŞMALAR .....</b>	<b>103</b>
4.1. Bulguların Bütünleşik Değerlendirilmesi .....	103
4.2. Sünnet Gölü Kaydının Yerel Ve Küresel Ölçekli Kayıtlarla Karşılaştırması....	104
<b>5. SONUÇLAR .....</b>	<b>108</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ .....</b>	<b>111</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>11818</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sünnet Gölü yer bulduru haritası.....	8
2.2 KB Anadolu'nun jeomorfolojik öğeleri ve yükseklik haritası.....	9
2.3 Sünnet Gölü havzasının yükselti haritası üzerine yerleştirilmiş jeoloji haritası (MTA arşivinden alınmıştır).....	10
2.4 Proje çalışmasında izlenen yöntem basamakları.....	14
2.5 Livinstone corer yardımıyla karot alımı.....	15
2.6 Karotiyeri oluşturan beş ana parça (Açıklama için metin içine bakınız).....	16
2.7 a) Sudan henüz çıkarılmış karotiyer. b) Karotun çıkarılmasından önce temizlik c) Alınan karot.....	18
2.8 Batimetri belirlemede kullanılan cihazlar; a) Echosounder verici/alıcısı ile DGPS, b) Derinlik verilerinin anında kaydı, c) Echosounder gövdesi.....	19
2.9 Hemisphere DGPS sistemiyle yapılan uygulamalar. a) Echosounder derinlik verilerinin kaydederken, b) Karada ayrıntılı sayısal arazi modeli elde edilmesi için..	21
2.10 Eckman kepçe ile dip çamuru örnekleme. a) Çelik halat b) kepçe indirilirken c) kepçe dip çamuru ile dolu halde.....	22
2.11 Mercury motor ve Yamax marka şişme bot.....	24
2.12 Karot alımında kullanılan, sert plastik küplerden yapılmış platform. a) Birleştirme işleminden bir görünüm, b) Küpleri birleştiren beyaz renkli vidalarının takılması, c) çalışmaya hazır platform.....	25
2.13 Hidrometre analizi ölçümleri. a) Analizlerin gerçekleştirildiği ortamdan bir görünüm, b) Analizde kullanılan karıştırıcı, c) hidrometre ölçümlerinden görünüm.....	27

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.14 Analizlerin yapıldığı Rigaku D/Max 220 model ünite.....	31
3.1 a) Sünnet Gölü'nü oluşturan heyelanların havza içerisindeki yeri, b) yakın plan üç boyutlu görünümü.....	32
3.2 Sünnet gölü heyelanlarının içinde geliştiği Jura-Kretase yaşlı karbonat istifini.....	33
3.3 Sarıkaya Tepe(Vadinin batı yakası) heyelanı.....	33
3.4 a) Sarıkaya Tepe (Vadinin batı yakası) heyelanı ile oluşmuş molozun içyapısı, b) Moloz sırtı.....	34
3.5 İnceburun Sırtı (Vadinin doğu yakası) heyelanı ve iç yapısı.....	35
3.6 İnceburun Sırtı heyelanının üstünü oluşturan platform ve kayma cephesi.....	36
3.7 Sarıkaya Tepe (vadinin batı yakası) heyelanının üç boyutlu modeli (Batıya bakış). Kırmızı alan ve ok işareti, heyelan alanı ve hareketin yönünü gösterir.....	37
3.8 İnceburun Sırtı (vadinin doğu yakası) heyelanının üç boyutlu modeli (Doğuya bakış). Kırmızı renkteki heyelan alanı arazi gözlemlerine dayanarak belirlenmiştir. Yeşil renkli alan kaya kaymasının nihai konumunu gösterir.....	38
3.9 Sünnet gölünün batimetrisi.....	40
3.10 Sünnet gölü tabanının eğim haritası ve kesit doğrultuları.....	41
3.11 Şekil 3.10'da A-A <sup>I</sup> Kesiti.....	41
3.12 Şekil 3.10'da B-B <sup>I</sup> Kesiti.....	41
3.13 Sünnet gölünden alınan grab örneklerinin dağılımı.....	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.14 Göl tabanındaki kil bolluğunun dağılım haritası.....	44
3.15 Göl tabanındaki silt+kum bolluğunun dağılım haritası.....	44
3.16 Sünnet gölü drenaj havzası. Kırmızıçizgi havza sınırını gösterir.....	46
3.17 Dsi ölçümüne göre birikim ve süzülme miktarı.....	47
3.18 Sünnet gölüne açılan vadilerde korunmuş flüviyal-kolüvyal taraçalar. Rakamlar gözlem yapılan lokasyonları göstermektedir.....	48
3.19 Gölbaşı vadisinin KD kenarında korunmuş taraçalar.....	49
3.20 Gölbaşı vadisi taraçalarından birinin kolüvyal içyapısı.....	49
3.21 Karaköy vadisinin KD kenarında korunmuş taraçalar. Şekil 3.3.1’de 8 nolu lokasyon civarı.....	50
3.22 Karaköy vadisi taraçasını oluşturan yaşlı gölsel çökeller ve içindeki gastropodlar.....	51
3.23 Sünnet gölünden alınan bazı dijital topografik profillerle gölde biriken sediman kalınlığının tahmin edilmesi.....	52
3.24 Sünnet gölünün oluşumundan önceki topografya.....	53
3.25 Gölün oluşumunu gösteren şematik çizim.....	54
3.26 Sünnet Gölü havzasından alınan karotların konumları.....	55
3.27 SK-1 karotunda göl su seviyesi ve ilişkili iklim değişimleri.....	57

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.28 SK-2 karotunda göl su seviye değişimleri ve ilişkili iklimsel yerleşim. 1783 <sup>14</sup> C analizinden gelen yaş sonucunu gösterir.....	60
3.29 SK-3 nolu karotun litolojik içeriği ve görünümü.....	62
3.30 SK-4 karotunda göl su seviyesi ve ilişkili iklim değişimleri.....	64
3.31 Sünnet Gölü'nden alınan karotların a) Konumu b) Korelasyonu (açıklama için metne, lejant için Şekil 3.27, Şekil 3.28, Şekil 3.29 ve Şekil 3.30' a bakınız).....	65
3.32 Sedimanter istiflerin kimyasal bileşimleri üzerinde oluşan muhtemel yörüngesel kontroller (Milankovitch döngüsü) (Rachold and Brumsack, 2001).....	66
3.33 SK-2 karotu üzerinde Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / K <sub>2</sub> O, MgO/(MgO+CaO), Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O/TiO <sub>2</sub> ve Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O oranlarının değişimi.....	68
3.34 SK-2 karotu üzerinde Mg/Ca, MgO/CaO, Sr/Ca ve Rb/K oranlarının değişimi.....	70
3.35 SK-2 karotu üzerinde CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Sr/Ba ve Zr/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> grafiklerinin gösterimi.....	72
3.36 SK-2 karotu üzerinde Co/Al, Ni/Al, V/Al, Zn/Al ve Mn değerlerinin değişimi.....	74
3.37 SK-2 karotu üzerinde Ba/Al ve P/Al değerlerinin değişimi.....	75
3.38 SK-2 karotu boyunca <sup>18</sup> O ve <sup>13</sup> C oranının değişimi (kırmızı çizgiler iki dönemli hareketli ortalamayı yansıtır).....	77



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.39 Plastik boru içinde Sünnet Gölü karot örneği.....	80
3.40 Sünnet Gölü çevresinde yayılış gösteren karaçam ( <i>Pinus nigra</i> ) ormanı.....	84
3.41 Sünnet Gölü'nün sığ kuzey kesiminde bulunan söğüt ağaçları ( <i>Salix alba</i> ) (ok ile işaretli).....	82
3.42 Çalışma alanı çevresinde yaygın tarım alanları. Tarım yapılan araziler sarı ile işaretlenmiş alanlardır.....	83
3.43 Sünnet Köyü yakınında tarım etkinlikleri için açılmış düz bir yamaç tepesi.....	84
3.44 Sünnet Gölü, SK2 profili, fosil polen analizi sonuçlarına dayalı yüzde polen diyagramı.....	86
3.45 Gölün çeşitli kesimlerinde grap örneklerindeki <i>Pinus</i> polen ve diğer bitki tiplerinin polen yüzdeleri.....	89
3.46 SK-1 karotu boyunca farklı bolluk değerlerinde teşhis edilen bazı diatomların değişimi .....	95
3.47 SK-2 karotu boyunca farklı bolluk değerlerinde teşhis edilen bazı diatomların değişimi .....	96
3.48 SK-2 karotu boyunca bazı minerallerinin yarı nicel bolluklarının değişimi (Kırmızı çizgiler hareketli ortalama grafiğini gösterir).....	102
4.1 Sünnet Gölü kaydının, Nar Gölü 180 değişimleriyle (Jones et al., 2006), yeniden düzenlenmiş Küresel Sıcaklık Değişimleriyle (Loehle, 2007 ve Özdemir, 2004'ün yeniden yorumlanması ile hazırlanmıştır.) ve yıllık Güneş lekeleri sayısının (Vaquero, 2007) karşılaştırılması.....	107

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Farklı derinliklerde göl dip çamuru fasiyes kuşakları.....	43
3.2 Sünnet Gölü kepçe örneklerinin konumu ve tane boyu dağılımı.....	45
3.3 Değerlendirmeye alınan bazı diyatom türlerinin bolluk sınıflandırmaları.....	92

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Paleolimnoloji

Paleolimnoloji Eski Yunanca'da (*paleon*: eski, *limne*: göl, *logos*: bilim) eski göl bilimi anlamına gelmektedir (<http://en.wikipedia.org/wiki/Paleolimnology>). Paleolimnoloji limnoloji ve paleoekolojiyle ilgili bir alt bilim dalıdır. Paleolimnolojik çalışmalar, iç sulardan (göller ve akarsular) yararlanarak eski ekolojik değişimin belirlenmesini amaçlar. Bu değişimler özellikle iklimsel, insan etkileri ve alan içindeki biyolojik yaşam döngüsü süreçleriyle ilgilidir.

Paleolimnolojik çalışmaların temelini, karotları oluşturan sedimanların; fiziksel, kimyasal ve mineralojik analiziyle birlikte değişik biyolojik kayıtların (polen, diatom, ostakod, vb.) incelenmesi oluşturmaktadır.

Paleolimnolojik çalışmaların temelini tanımlamak için tek başına uygun kelime "arşiv" terimidir. Arşiv terimi tarihsel kaydı ve bu kaydın nerede biriktiğini işaret eder. İçerik ve birikim yeri tarihsel kaydı aydınlatır. Bu bilgiler birikim içindeki bazı göstergelerin artıp-azalması ve duraylılıklarıyla elde edilir. Göllerde incelenen parametrelerin çeşitliliği, göle dışarıdan gelen ve gölden bazı güçlü değişkenler tarafından belirlenir. Gölün birbirini takip eden hikâyesi; iklim, su havzasının ana kaya bileşimi, tektonik ve volkanik aktivite, bitki örtüsü, sudaki yaşam ve insani aktivite tarafından belirlenir. Bu değişimlerin kaydedilmesi, ilgili faktörlerin karşılıklı yüksek etkileşimiyle gerçekleşir; örneğin havzadaki bitki örtüsü insanlar tarafından etkilenebilir. Bu çeşitlilik içindeki değişim hikâyesi genellikle tipiktir. Bu değişim paleolimnoloji araçları kullanılarak aydınlatılmaya çalışılır (Cohen, 2003).

Paleolimnologlar göllerin birikim kayıtlarını örnekleyecek geniş bir araç takımına sahiptir. Bu araçlar farklı paleolimnolojik problem tiplerinin çözümleri için kuvvetli araçlardır. Araştırmacılar bu araçlardan hangisinin zahmete değecek, hangisinin güçlü veya zayıf olduğunu değerlendirirler ve seçerler (Cohen, 2003). Bu araç takımlarında önemli olanlarından bazıları aşağıda verilmiştir.

### **1.1.1. Karotlardan Gelen Kayıtlar**

Karotlar, görsel kayıt verilerini elde etmenin yaygın yöntemidir. Karotların incelenmesi alınan lokasyon hakkında bilgiler sağlamaya yardımcı olur. Alınan tek bir karot gölün tümünü temsil edemez. Ancak farklı yerlerden alınan birkaç karot göl tabanını temsil edebilir. Karotun çapı, aynı zamanda herhangi bir stratigrafik seviyede kullanılabilir örnek miktarı üzerinde sınırlama getirir. Güncel göllerde, karotlar yalnızca fiziksel örneklerin elde edilmesinin pratik yoludur. Yine de, karot örnekleri eski göllerin yorumlanmasında önemli rol oynar. Bilim adamları gölde seçtikleri noktalar için örnekler (karotlar) elde ederler. Değişken durumlar altında etkinlik ve maliyetin değişiminden dolayı, yalnız tek karot tipi tesis etmek tüm durumlar için uygun değildir. Sonuç olarak, farklı karot türleri (gravity corer, box corer, vibro corer, livingstone corer) ihtiyaca göre geliştirilebilirler (Cohen, 2003). Bu tez çalışmasında kullanılan karotlar livingstone corer kullanılarak alınmıştır.

### **1.1.2. Mostralardan Gelen Sedimantolojik Kayıtlar**

Mostra incelemeleri eski göl kayıtlarının elde edilmesinde diğer bir yaygın yöntemdir. Mostralar karotlara göre daha fazla örnek almayı mümkün kılar. Çoğunlukla iki boyutta, bazen de üç boyutta sediman birikimlerinde kayıtlı değişimlerin yorumlanmasına izin verir. Mostra incelemeleri eski göl tabanlarının ya da mevcut göl kenarlarının çeşitli nedenlerle açığa çıkması ile mümkün olur. Mostra yüzeysel bozunmaya maruz kalmışsa ya da buna ek olarak diyajenetik ve pedojenetik süreçler geçirmişse, bu etkiler kayıt içeriğinde önemli değişimlere sebep olabilir (Cohen, 2003).

### **1.1.3. Eski Kıyı Çizgisinden Gelen Jeomorfolojik Kayıtlar**

Teraslar yaygın olarak gölün yüzeyinde veya yakınında aşınma ve çökme süreçleriyle oluşurlar (Cohen,2003). Bunlar dalga etkinliğinin en güçlü olduğu, kıyı alanları üzerinde gelişir (Adams ve Wesnousky, 1998). Göl seviyesi düştüğünde, bu teraslar açığa çıkar. Teraslar arasındaki yükseklik farkını ölçmek suretiyle seviye farklılıkları ortaya çıkarılabilir. Daha ender olarak mevcut göl seviyesi altında da eski

sahil şeritleri bulunabilir. Bunlar batimetrik profillerin analizi veya sonar görüntüleri yoluyla belirlenerek seviye değişimleri konusunda fikir elde edilebilir.

Bu teraslar, oluşumları sırasında oldukça yanal devamlı ilksel yatay yüzeylerin nerelere kadar uzandıkları konusunda bilgiler taşırlar. Bu kıyı çizgileri daha sonraki tektonik etkinlik tarafından deforme edilmediğinde onların yükseklikleri eski göl için hidrolojik değişkenlerinin hesaplanmasında bir aracı olur. Ek olarak başka yolla yaşlandırılmamış veya yaşlandırılmayan göl seviyelerinin yaşlarının tahmininde de ayrıca kullanılabilir (Sack, 1995; Avouac ve diğ., 1996). İkincil tektonik etkinlik tarafından deforme olmuş eski kıyı çizgisi alanlarında, kıyı çizgileri yerin mantosunun viskozite özellikleri ve buzul erimesini takip eden izostatik ferahlama tarihçesi hakkında da bilgi sağlayabilmektedir (Clark et al.,1994).

#### **1.1.4. Sismik Çalışmalardan Gelen Jeofiziksel Kayıtlar**

Sismik yansıma profillerinden de paleolimnolojik veriler sağlanabilir. Sismik yansıma profilleri yardımıyla iki farklı sediman türü arasındaki farklılık görülebilir. Bu iki sediman paketi arasındaki alandan gelen yansıma farkı, içerikleri farklı iki ayrı sediman paketi oluşumunu gösterebilir. Böylece sediman geometrilerini ve kalınlık değişimlerini sismik profiller boyunca izlemek mümkün olur. Sismik yansıma profillerinin uygulamaları pahalılık nedeniyle sınırlı olmasına karşın, bu veriler karot, mostra ve üç boyuttaki geometrik sediman verilerini tamamlayıcı bilgiler sunar (Cohen, 2003).

#### **1.2. Heyelan Göllerinde Paleolimnoloji**

Toprak kayması seti şeklinde oluşan göller dağlık arazilerdedir. Buna rağmen diğer göller gibi geniş ve oldukça derin olabilirler. Tipik olarak kısa ömürlü (<10<sup>3</sup> yıl) olmalarına rağmen paleolimnoloji için önemlidirler. Heyelan set gölleri ağaç dalı şekilli göller oluştururlar. Setin arkasındaki vadiyi dolduran nehir, vadinin morfolojisini yansıtır. Bu göller eğimli yüzeyden aşağı ani ve hızlı bir hareketle, dayanıksız ve duraysız malzemenin vadiyi kapatması sonucu oluşurlar. Dağlık alanlarda yüksek

engebe ve yüksek sediman getirimi söz konusu olduğundan gölü besleyen nehirler set gölünü doldurur. Çoğu heyelan set gölü yalnızca birkaç yüzyıldan birkaç bin yıla kadarlık ömre sahiptir ve bir kaç gün içinde suyunun boşalıp yok olduğu bilinmektedir (Hutchinson, 1957; Meybeck, 1995). Schuster (1993, 1995), dünyada 187 heyelan set gölünü kapsayan incelemesinde bunların yaklaşık %55'inin oluşumundan bir hafta sonra yıkıldığına, kalan büyük bölümün ise bir yıl içinde yok olduğuna dikkat çekmektedir. Oluşan heyelan set göllerinin ömrü heyelan setini oluşturan malzemeye doğrudan ilişkilidir. Schuster (1993, 1995)' e göre iri kaya parçalarından ya da kohesif kil boylu materyalden oluşan heyelan seti, yüksek geçirgen ve dayanıklı olmayan sete göre daha uzun ömürlüdür.

Belli bir dönemi temsil eden heyelan set gölleri, paleolimnoloji açısından önemli göl tiplerinden birisidir. Yüksek sedimantasyon hızları nedeniyle kısa zamanda kalın bir sediman birikimi söz konusu olduğundan, belli bir zaman diliminin yüksek hassasiyetli bir şekilde incelenmesi heyelan set göllerinde mümkün olur. Ancak bu tür göllerin derinliği ve kalınlığı nedeniyle yaşlı seviyelere ulaşılamama riski mevcuttur.

### **1.3. Türkiye'de Paleolimnoloji**

Küresel ölçekte okyanus tabanları ve kutup buzullarından gelen izotopik göstergeler, Kuvaterner boyunca farklı genlikler gösteren bir dizi küresel iklim değişikliğinin mevcudiyetini ortaya koymaktadır (Mannion, 2002; Mayewsky et al., 2004).

Tüm dünyada çalışmalarla, araştırmacılar yaşanan bu küresel iklim değişimlerini dünyanın farklı bölgelerinde inceleye gelmişlerdir. Bu değişimleri farklı kayıtlarda incelemeye başlayan araştırmacılar, elde ettikleri iklimsel desenlerin, global ölçekteki değişimler içerisindeki yerini bulmayı denemişlerdir. Araştırmacıların vurgusu, küresel ölçekli değişimlerin dünyanın farklı bölgelerinde aynı şekilde izlenip izlenmediği üzerinedir. Bu çerçevede, yeryüzünün birçok bölgesinde olduğu gibi Türkiye'de de birçok çalışmalar yapılmıştır.

Bunlardan 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 Geç Buzul Maksimumu’nun bugünkünden daha soğuk ve kurak olduğu saptanmıştır.

Mudie et al (2002) Marmara Denizinden alınan beş karotta polen stratigrafisi çalışmaları vasıtasıyla, benzer şekilde Würm Pleniglaniyalı’ndan (33,6 bin yıl=by) Geç Holosen’e beş polen zonu ayırtlamış, step-orman indeksini kullanarak incelenen zaman diliminin en kurak döneminin Geç Buzul Maksimumu olduğunu belirlemiştir. Denizel arşivde ‘Younger Dryas’ın kayıtlandığını, ancak bölgenin insan yerleşimine maruz kaldığı 4600 by günümüzden öncekinden başlayan dönemin palinolojik izlerinin mevcut olmadığını belirtmişlerdir.

Büyük Menderes Deltası açıklarında Ergin vd. (2007)’nin gerçekleştirdiği çalışmalar deniz tabanında güncel sedimanların yanı sıra kalıntı sedimanların da varlığını ortaya çıkarmıştır. Kil mineralojisi kayıtlarının karotlar boyunca değişimi, son buzul dönemi ile Erken Holosen’de iklimin kısmen soğukken günümüze doğru giderek ılımanlaştığını belirlemiştir.

Batı Anadolu’daki göllerin farklı veri takımlarıyla incelenmesi 1990’larda başlamıştır. Bu çalışmalar genellikle Konya kapalı havzasında, Van Gölü’nde ve Marmara Denizi çevresindeki tatlı su göllerinde yoğunlaşmıştır. Roberts et al (1999) Geç Kuvaterner sedimanlarında (gölsel ve alüvyon kayıtlar) polen, diyatom ve izotop incelenmesi yaparak Geç Buzul Maksimumu zamanında bölgede büyük bir gölün varlığını belirlemiş, bunu 17-13 by arasında kurak bir iklimin izlediğini ileri sürmüştür. Kuzucuoğlu vd. (2001) yine Konya ovasının 150 by’ a uzanan genç çökellerinde <sup>14</sup>C ve U-Th yaşlandırmalarıyla güçlendirdikleri, mineralojik göstergeleri kullandıkları iklimsel çalışmalar yapmışlardır. Reeds 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 by'dan önce 2 izotopik pik (kurak evre) mevcuttur.

Kashima (2002, 2003) ve Leng et al (2001) Konya Kapalı havzasında diyatomeleleri kullanarak iklimsel değişimleri araştırmışlardır. Kashima (2002) sondajlara ek olarak göl kıyısı teraslar ve alüvyal çökellerin diyatome içeriğini kullanarak 20-17 by ve 13 by civarında olmak üzere iki zamanda iki yüksek göl su seviyesi (bugünkünden 15 metre kadar yukarıda) belirlemiştir.

Leng et al (2001), Konya havzasındaki Pınarbaşı gölü karotlarında diyatome silikadan ve otiyenik kalsitten oksijen izotoplarını, iklimsel ilişkileri çerçevesinde incelemişlerdir.

Leroy et al (2002) Manyas gölünden alınan 4300 yıl geriye uzanan 11 metrelik gölsel kayıttaki M.Ö. 460'daki Erdek depremine karřılık gelebilecek karıřık sedimanlara rastlamıř; yüzeyden 964 cm altta Marmara denizi seviyesindeki ani dūřmelerle iliřkili dūřey fasiyes geçiřlerini gözlemiřtir.

Kazancı vd. (2004) Manyas ve Ulubat gölleleriyle güney Marmara şelfinden alınan karotlardan bölgedeki aşınma hızlarına ilişkin ayrıntılı sonuçlara ulaşmıştır. Bulguları son yüzyıla kadar 0,22-0,29 cm yıl<sup>-1</sup> mertebesinde aşınma hızlarının son yüzyılda ikiye katlandığını, bunun dünya savaşları ve uygun olmayan arazi kullanımıyla ilişkili olduğunu göstermiştir.

Kazancı et al (2005) Ulubat ve Manyas göllerindeki karotların incelenmesiyle 7000–5000 ka arasındaki kurak Klimatik 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 et al (2006) Ulubat gölünden alınan karot örneklerindeki dūřey Bor dağılımını inceleyerek buradaki biri küçük, diğeri keskin anomaliyi sırasıyla Susurluk havzasındaki açık Bor ocağı işletmeciliğinin başlangıcıyla ve Borat cevherinin akarsu sisteminde aşındırılıp yüzeye çıkarılmasıyla ilişkilendirmişlerdir.



Roberts et al (2001) tarafından ayrıntılı paleoiklimsel çalışmaların yürütüldüğü bir başka gölalanı Eski Acıgöldür. Araştırmaya göre 16 ka geriye giden gölssel kayıt içinde litolojik ve floral değişimler mevcuttur.

## 2. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı

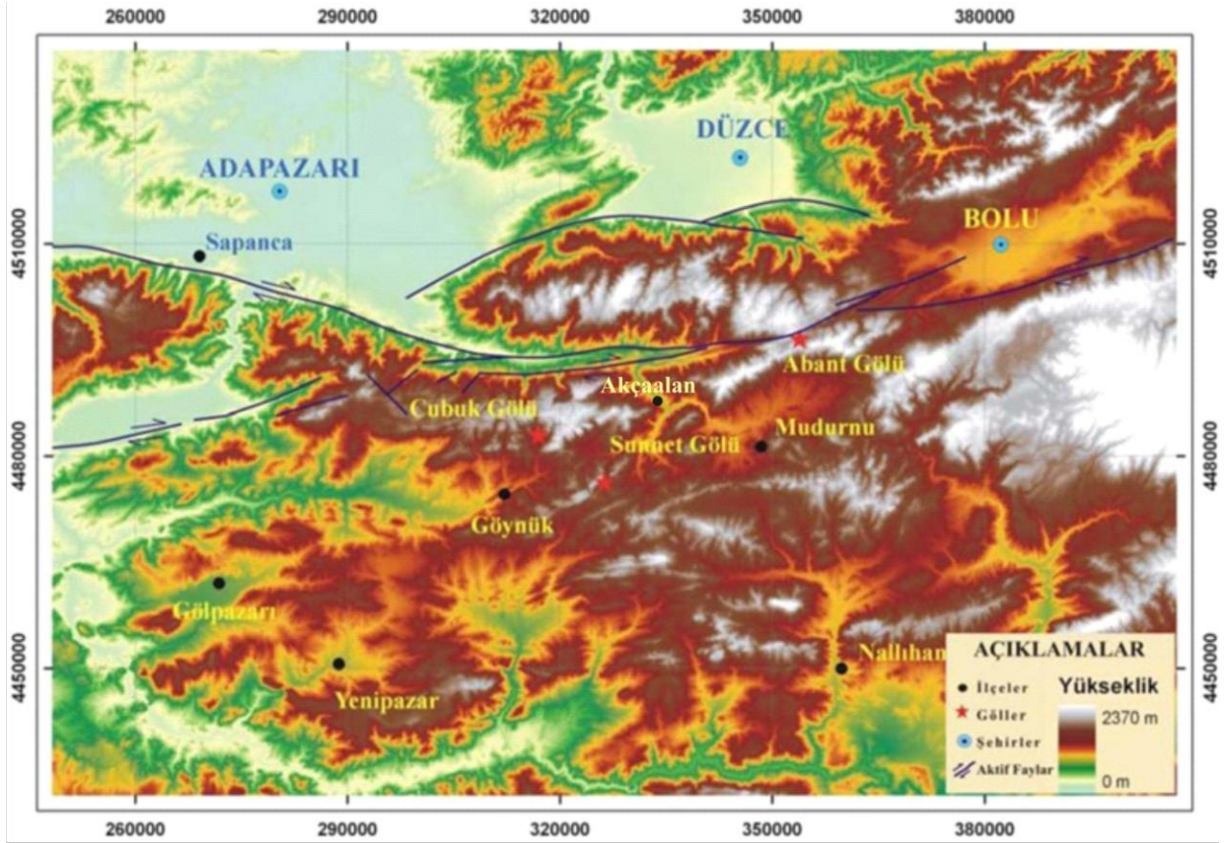
Proje alanı KB Anadolu'da Göynük ile Bolu arasındaki bir çöküntüde bulunan heyelan kökenli bir set gölü olan Sünnet Gölü'dür (Abdüsselamoğlu,1959).



Şekil 2.1: Sünnet Gölü yer bulduru haritası.

Sünnet gölü Bolu'ya 85, Mudurnu'ya 28 ve Göynük'e 20 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bölgenin sarp ve bol yağış alması heyelan riskini sürekli kılmaktadır (Şekil 2.2). Eskişehir ile Bolu'nun batısındaki Yedigöller'e kadar büyük heyelanları ve bunlarla ilişkili gölleri içeren bu bölgede MTA'nın bazı incelemeleri ve doğa gözlemleri olmasına karşın, bölge ayrıntılı bir şekilde incelenmemiştir (Duman

vd.,2005). Araştırmacılar Göynük ve doğuda bulunan Akçaalan arasında çok sayıda küçük ve aktif olmayan heyelanları haritalamışlardır. Projenin gerçekleştirildiği alanda limnoloji çalışmaları sınırlıdır.

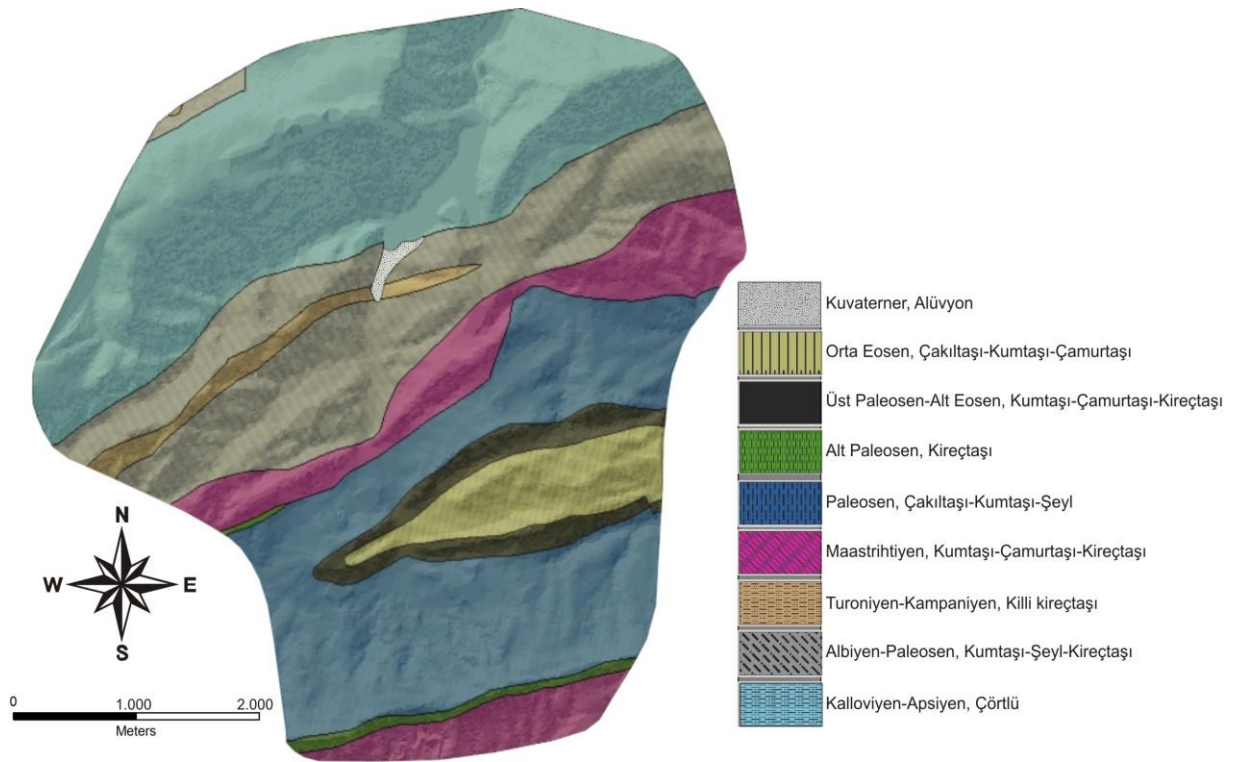


Şekil 2.2: KB Anadolu'nun jeomorfolojik öğeleri ve yükseklik haritası.

Projeye konu olan Sunnet gölü deniz seviyesinden 1030 m yükseklikte bulunmaktadır (Şekil 2.2). Sunnet gölünün toplam drenaj alanı 12,567 km<sup>2</sup>'dir. Çalışma yapılan 2009 Temmuz ayında gölün en derin kısmı 15 m civarında bulunmaktadır.

Sunnet gölü havzası altta, Kalloviyen-Apsiyen yaşlı çörtlü kireçtaşları ile başlar ve Albiyen-Paleosen yaşlı kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ardalanmasıyla devam eder. Bu çökellerin üzerine ise Turoniyen-Kampaniyen yaşlı killi kireçtaşı ve Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı kireçtaşı ardalanması gelir. Bu istif Paleosen çakıltaşı, kumtaşı,

şeyl ar dalanması ve Alt Paleosen kireçtaşı izler. Üst Paleosen-Alt Eosen kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ar dalanması ve Orta Eosen çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı bu istiflerin üzerinde bulunur. En üstte gölle ilişkili olarak gelişen Holosen yaşlı alüvyonlar bulunur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Sunnet Gölü havzasının yükselti haritası üzerine yerleştirilmiş jeoloji haritası (MTA arşivinden alınmıştır).

## 2.2. Önceki Çalışmalar

Sünnet Gölü, üzerinde az sayıda çalışma yapılmış bir alandır. Bölgedeki çalışmalar genellikle Abant ve Yedigöller çevresinde yoğunlaştırmışlardır. Son birkaç yıldan beri Sünnet Gölü üzerinde de araştırmalar yürütülmeye başlanmıştır.

Sünnet Gölü üzerine yapılan en eski çalışma Abdüsselamoğlu (1959)'nun Almacıkdağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi adlı çalışmasıdır. Araştırmacı günümüzde birçok çalışmada referans alınan çalışmasının “Göller” başlıklı bölümünde Sünnet Gölü hakkında bilgiler vermiştir. Araştırmacının verdiği bilgiye göre göl, Göynüğün 14,5 kilometre doğusunda Gölderesine ismini veren yanderede Alt Kretase kalkerleri içinde yer alır. Yamaçları gayet dik olan derenin bilhassa batı yamaçlarından kopan kalker blok ve molozlar vadiyi tıkamış ve gölün oluşumuna sebep olmuştur. Baraj malzemesinin kopma sathı belli olup kısmen ağaçlanmıştır. Ona göre, Doğu yamaç da moloz akıntısı olmuş ise de heyelan gelişmemiştir. Gölün derinliği o zaman bilinmemekle beraber genişliği 100 metre kadardır. Uzunluğu yağış miktarına göre değişir. Sed, altından daimi olarak su kaçarır. Araştırmaya göre göl gayet tipik baraj gölü örneğidir (Abdüsselamoğlu, 1959).

Göl üzerindeki diğer bir çalışma da Hoşgören ve Ekinci (2004)'nin “Heyelan Göllerine Tipik Bir Örnek: Sünnet Gölü” başlıklı çalışmasıdır. Araştırmacılar makalede Abdüsselamoğlu (1959)'nu temel almışlardır. Çalışmada yapılan gözlemler sonucu Sünnet Gölü havzasının jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri hakkında bilgiler sunulmuş ve gölün oluşumu hakkında yorum yapılmıştır. Hoşgören ve Ekinci (2004)'ye göre, Sünnet Gölü tipik bir heyelen set gölüdür. Alt Kretase kalkerlerinden oluşan Sarıkaya Tepe'nin (1450 metre) kuzeydoğu, Göldağ Tepe'nin (1442 metre) ise güneybatı yamaçlarında meydana gelen heyelanların (Sünnet Gölü Heyelanları) oluşturdukları bir heyelan setinin, dar ve derin Gök Dere vadisini tıkaması sonucunda teşekkül etmiştir. Karaçam ormanı içinde bulunan ve heyelan setinin üzerinde modern bir konaklama tesisinin yer aldığı göl, bu özellikleriyle turizm potansiyeline sahip bir göldür.

Son yıllarda Sünnet Gölü'nde yapılan çalışmaların artması sonucu biyolojik ve jeolojik alanlarda çalışmalar da yapılmaktadır. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyoloji

bölümünde, 2008 yılında yüksek lisans tez çalışması yapan Muharrem Balcı, Sünnet Gölü'nün ekolojik değişimleri ve ostrakod faunasını incelemiştir. Balcı (2008) çalışmasında, Sünnet Gölü'nün habitat özelliklerini, çevre kalitesini ve dört kıyı istasyonunda ostrakod popülasyonunu Mayıs 2005 – Ekim 2007 tarihleri arasında incelemiştir. Göl yüzeyinden tabana her metreden alınan su örneklerinin yanı sıra sediment örnekleme de yapılmıştır. Balcı (2008), Spearman korelasyon analizi yardımıyla tür sayısı ile iletkenlik arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda, elde edilen çevresel değişkenler arasında turbidite hariç anlamlı bir farklılık bulunmadığı tesbit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, altısı kozmopolitan özellik gösteren dokuz canlı ostrakot türü (*Candona neglecta*, *Ilyocypris bradyi*, *Ilyocypris getica*, *Ilyocypris inermis*, *Limnocythere inopinata*, *Physocypria kraepelini*, *Stenocypria fischeri*, *Pseudocandona cf. eremita* ve *Pseudocandona albicans*) belirtilmiştir. Çalışma süresince gölde bulunan ostrakoda sayısının gerek birey ve gerekse de tür bazında Bolu'daki diğer göllere göre çok az olduğu gözlemlenmiştir. Göl'ün su kalitesi, su seviyesindeki 14 metreden 8 metreye varan değişiklikten dolayı dinamik bir tavır sergilemektedir (Balcı 2008). Balcı (2008)'e göre bulgular Sünnet gölünün mezotrofik bir karakter taşıdığını göstermektedir. Fiziksel değişiklikler yalnızca gölün ekolojik karakterini değiştirmez; aynı zamanda biyolojik çeşitliliğine de etki eder.

Sünnet Gölünde yapılan diğer bir biyoloji çalışması ise 2009 yılında Aziz Deveci (İzzet Baysal Üniversitesi, Biyoloji Bölümü) tarafından yapılmıştır. Araştırma, 2009 yılında yayınladığı yüksek lisans tezi çalışmasında, Sünnet Gölü zooplanktonu ve çevresel değişkenlerin belirlenmesi üzerinde durmuştur. Deveci (2009) çalışmasında, Sünnet Gölü zooplankton faunası ve çevre kalitesi, 6 farklı istasyondan elde edilen biyolojik ve fizikokimyasal değişkenler kullanılarak Mayıs 2005 ve Aralık 2006 arasında incelenmiştir. Gölün 4 farklı litoralinden ve 2 farklı derin kısımlarından aylık olarak su örnekleri toplanmıştır. pH, çözülmüş oksijen, yüzde çözünürlük, tuzluluk, elektriksel iletkenlik ve sıcaklık gibi fiziksel değişkenler, arazide örnekleme yapılırken ölçülmüştür. Deveci (2009)'ye göre, Sünnet Gölünde 23 rotifer (*Anuraeopsis fissa*, *Ascomorpha ovalis*, *Asplanchna periodonta*, *Brachionus angularis*, *Cephalodella catellina*, *C. gibba*, *Colurella adriatica*, *Euclanis dilatata*, *Filinia longiseta*, *F. terminalis*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Lecane (M.) Closterocerca*, *L. lunaris*, *L.*

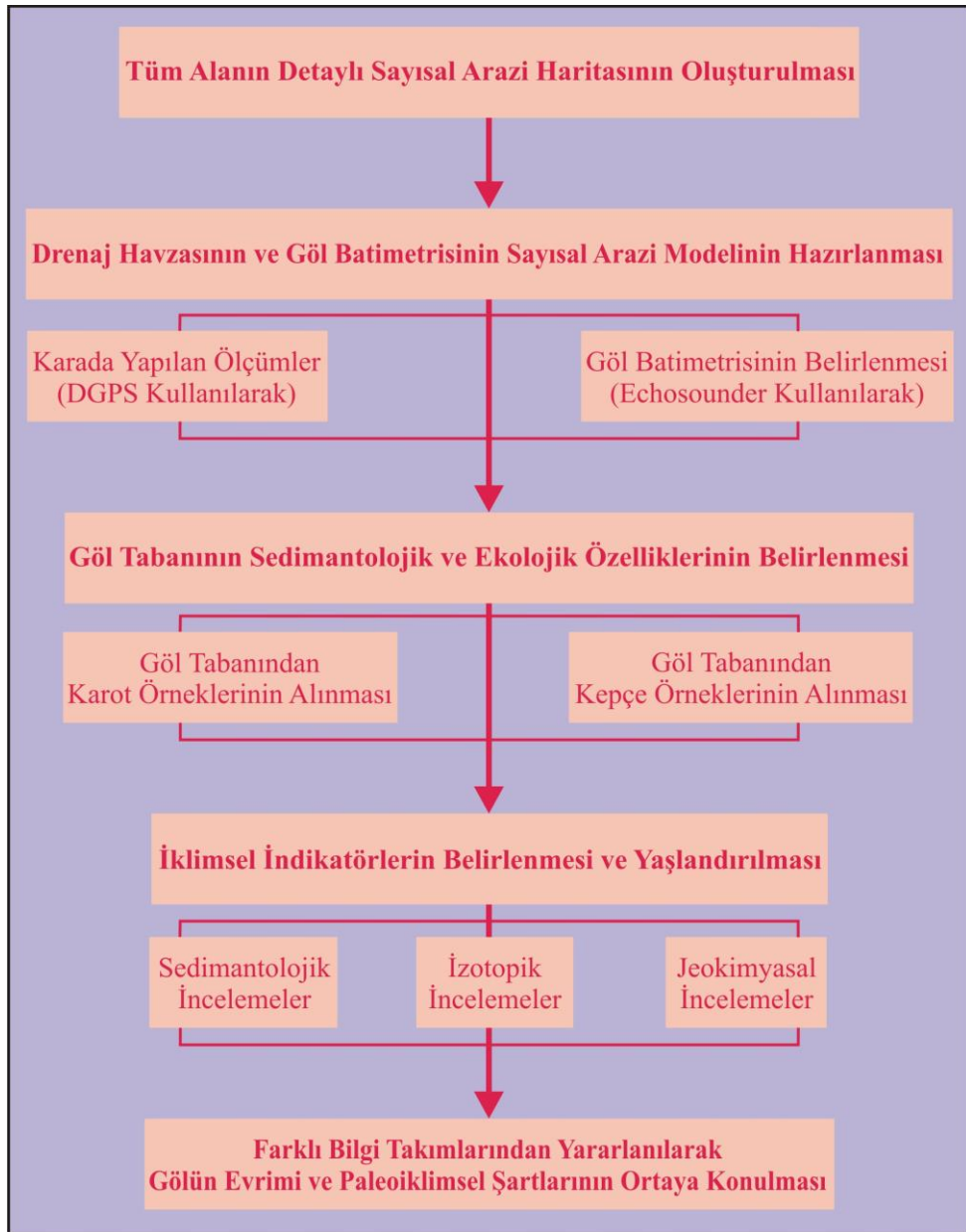
*luna*, *Notholca acuminata*, *N. squamula*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. major*, *P. remata*, *Pompholyx complanata*, *Trichocerca (D.) similis*, *T. weberi*), 3 kladoser (*Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*) türü ve 2 kopepod (*Thermocyclops*, *Cyclops*) cinsi tanımlanmıştır. Zooplankton türleri arasında rotiferler baskındır. Seçilmiş çevresel değişkenler ile zooplankton türlerinin dağılımı CCA (canonical correspondence analysis=standart uyum analizi) kullanılarak değerlendirilmiştir. CCA sonuçlarına göre, toplam değişkenin % 41' i açıklanmıştır ve model anlamlıdır ( $P < 0.005$ ).

Bölgedeki bir başka incelemede Külköylüoğlu vd. (2010), Sünnet Gölü'nde su seviyesi değişimleri ve ostrakoda tür kompozisyonu arasındaki limnoekolojik ilişkileri incelemişlerdir. Külköylüoğlu vd. (2010) , Sünnet Gölündeki ostrakotların ekolojik özellikleri Mayıs 2005-Eylül 2007 tarihleri arasında izlenmiştir. Dokuz adet canlı, beş adet subfossil ostracoda türü teşhis edilmiştir. Külköylüoğlu vd. (2010)'ne göre, türlerin varlığı ve kompozisyonu yıl içinde görülen 7-13 m'lik su çekilmesiyle yakından ilgilidir. Suyun çekilmesi, Ostrakoda tür kompozisyonuyla birlikte gölün fizikokimyasal özelliklerinin değişmesinde önemli bir rol oynar ( $P < 0,01$ ). Tür sayısı tuzluluk değişimleriyle uyumludur. Sünnet Gölü'nde bulunan çoğu ostrakoda türü geniş su çekilmelerine toleranslıdır. Kurak aylarda gölden tavuk çiftliklerine ve tarımsal alanlara suyun alınmasıyla göldeki değişimler insan etkisiyle artırılmaktadır. Bu tip aktiviteler, gölün su kalitesindeki ve tür kompozisyonundaki mevsimsel değişikliği etkilemektedir (Külcöylüoğlu vd., 2010).



### 2.3 Yöntem

Proje öncesinde yapılan ön hazırlıkların ardından, izlenecek yöntem bir şema haline getirilmiş ve çalışmalar bu basamaklara uygun gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.4). Sünnet gölü ile ilgili çalışmalara, drenaj havzasının 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından yararlanılarak sayısal arazi modelinin hazırlanmasıyla başlamıştır.



Şekil 2.4: Proje süresince izlenen yöntem basamakları.



Proje alanındaki heyelanların arazi incelemelerinden sonra, alanın eski topografyası (heyelan öncesi durumu) sayısal olarak modellenmiştir.

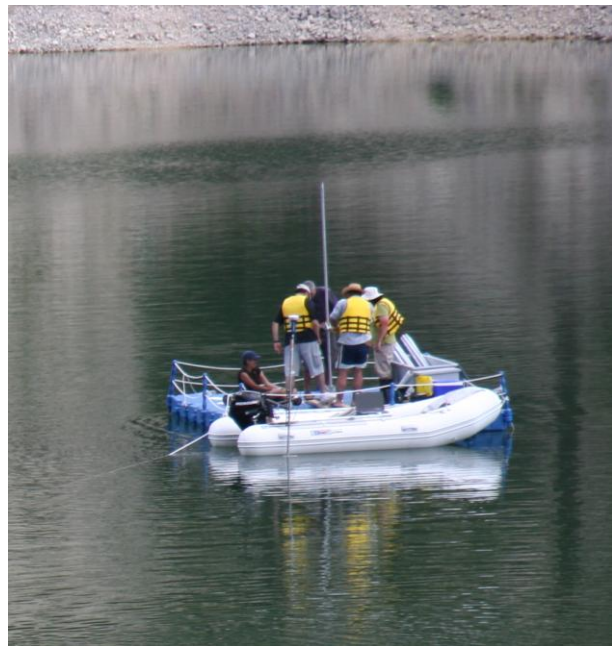
Çalışmaların yapılacağı gölün detaylı batimetrisi, özellikleri daha sonra verilen bir echosounder ile belirlenmiştir. Bunun ardından göl tabanından alınacak kepçe örnekleri ve karotlar için uygun yerler belirlenmiştir. Gölün güncel sedimantolojik ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi için kepçe örnekleri alınmıştır. Göl evriminin kayıtladığı göl sedimanlarından karotlar alınmış ve alınan karotlar arazide sedimantolojik açıdan loglanmış ve farklı laboratuvar analizleri için yüksek hassasiyetli olarak ayrılmıştır.

Hazırlanan örnekler sedimantolojik, jeokimyasal ve izotopik analizler için laboratuvarlarda gerekli işlemlerden geçirilmiştir. Elde edilen veri takımlarından yararlanılarak yorumlamalar ve tartışmalar yapılmış, gölün evrimi ve paleoklimsel şartları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

## 2.4. Çalışmada Yararlanılan Ekipmanlar

### 2.4.1. Livinstone Corer

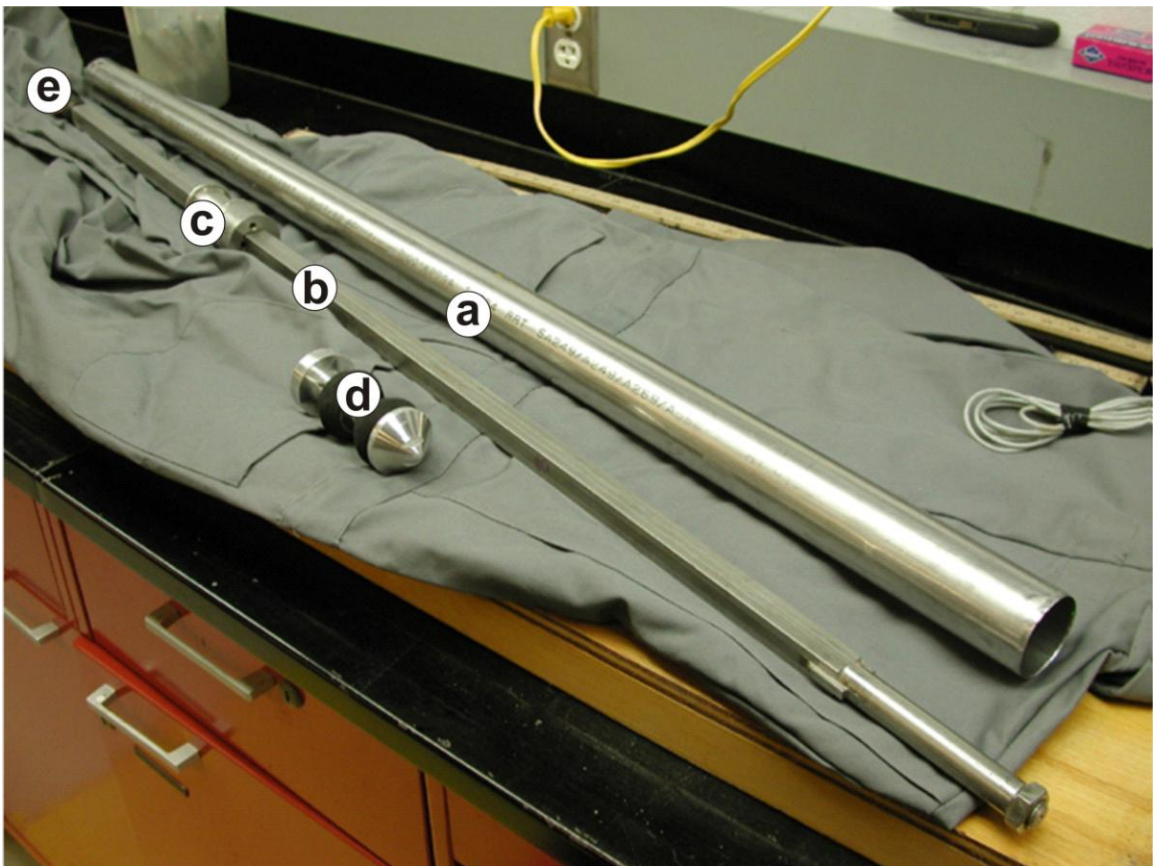
Göl çalışmalarında önemli yere sahip olan kayıtlara ulaşmada ön önemli araçlardan biri göl tabanından alınan karotlardır. Zira karotlar üzerinde yapılacak incelemeler ve örneklemelemlerden gelen bilgiler doğrultusunda, göl arşivinin çıkarılması mümkün olmaktadır. Çalışmalarda incelenen karotların alınmasında, bazı yumuşak zemin şartlarına uygun



Şekil 2.5: Livinstone corer yardımıyla karot alımı.

karotiyerler kullanılır. Bunlar çalışılan ortama, duruma ve ihtiyaca göre çeşitli değişiklikler yapılarak geliştirilebilirler. Livingstone corer, Gravity corer, box corer, multicorer, piston corer, vibrocorer ve dondurulmuş örnekleme bu şekilde geliştirilmiş bazı karotiyerlerdir. Sünnet gölü tabanından karot alma işlemi için Livingstone corer (yumuşak zemin karotiyeri) kullanılmıştır (Şekil 2.5).

Livingstone yumuşak sediman örnekleyici tamamen insan gücüne dayalı çalışan bir karotiyer sistemidir. Temel mantığı tıbbi şırıngalara benzeyen bu sistemin; karotiyer kısmı çelikten, diğer parçaları ise hafifliği sağlamak için alüminyumdan imal edilmiştir. Karotiyer sistemi beş ana parçadan oluşur. Bunlar; karotiyer, tijler, baskı kolları, tutucu çeneler (karot sistemini su üzerinde tutmak ve aşağı güvenli indirmek için) ve çelik halattır.



Şekil 2.6: Karotiyeri oluşturan beş ana parça (Açıklama için metin içine bakınız).

Karotiyer sisteminin numune alan karotiyer kısmı ise beş ana kısımdan oluşur: asıl hazneyi oluşturan çelik silindir (Şekil 2.6'da a), kare şeklindeki çubuk (Şekil 2.6'da b), çubuğun silindir içindeki hareketini ve bağlantısı sağlayan başlık (Şekil 2.6'da c), silindir içerisine malzeme alımını sağlayan piston (Şekil 2.6'da d) ve bu sistemin çalışmasını ve tijlerle bağlantısını sağlayan bağlayıcı ara parça (Şekil 2.6'da e).

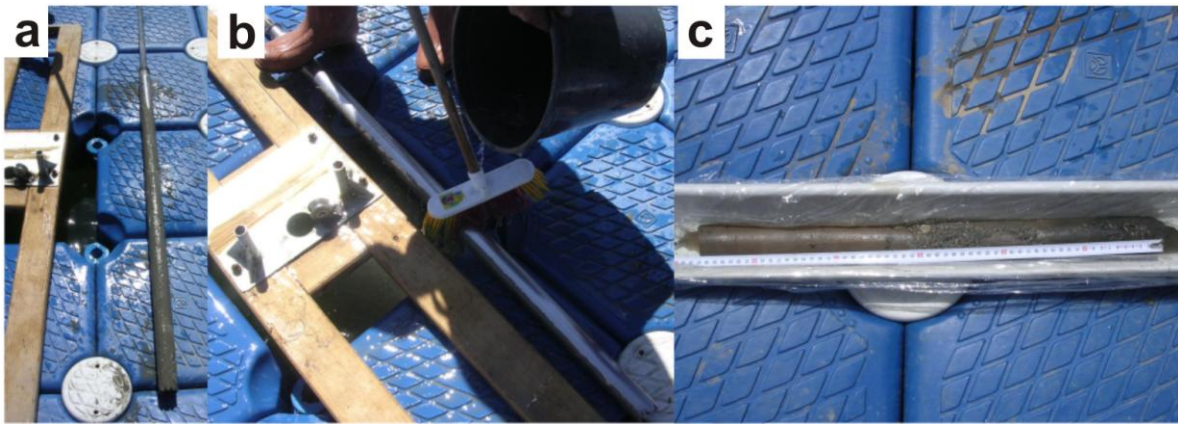
Karotiyer sistemi üç kişilik bir ekip tarafından rahatça kullanılabilir. Karot düzeneği hazırlandıktan sonra, tutucu çenelerin içerisinden geçirilerek suya indirilir. Birinci tij bağlantısı yapıldıktan sonra, iki kişi tarafından yavaş ve dik bir konumda karotiyer aşağı indirilirken, üçüncü kişi karotiyer üzerinden gelen çelik kabloyu gergin bir şekilde tutmalıdır. Bunun nedeni karotiyer ucundaki pistonun açılmasını engellemek ve karotiyerin tabana dik bir şekilde ulaşmasını sağlamaktır. Diğer tijler de sırayla monte edilerek karotiyer tabana ulaştırılır. Bu sırada tijlerin bağlantısını yapan 2 kişi karotiyerin tabana dik ulaştığını kontrol etmelidir.

Karotiyerin tabana ulaşmasından sonra yüzeyden itibaren alınacak ilk örnek için karotiyerin kilit sistemi açılır ve içerisindeki kare çubuk yukarı çekilip kilitlenir. Bunun ardından baskı uygulamak için gerekli kollar yardımıyla karot tabana saplanır. Bu sırada çelik teldeki gerginlik yine kontrol altında tutulmalıdır. Eğer ilk örnekten daha aşağı kısımlar için karot alımı yapılacak ise, karotiyerin kilit sistemi açılmadan, karotiyer ilk alınan numune miktarı kadar tabana saplanıp daha sonra kilidi açılır ve örnek alma işlemi yapılır.

Alınan karot numunesi yavaş ve dikkatli bir şekilde yukarıya doğru çekilir. Bu işlem tijler sırası ile sökülerek devam edilir. Tij sökülmesi sırasında karotiyere yapılacak bir darbeye, karotiyer içerisinde bulunan karotun kaybedilme olasılığı vardır. Karotiyerin dışarı çıkarılması esnasında da çelik halatın gerginliği hep korunmalıdır.

Karotiyer dışarı çıkarıldıktan sonra üzerindeki çamur artıkları temizlenir, numune temiz bir naylon filmle kaplanır, uygun çaptaki PVC borular içerisine yerleştirilir ve saklama kutularında muhafaza edilir (Şekil 2.7). bu tez çalışmasında alınan karotların çapı 6 santimetredir.

Uzun süren karot alımı çalışmalarımızda; sondaj yapılan ortamdan, su seviyesinin yüksekliğinden, alanın şiddetli rüzgâr almasından, karotiyerde yaşanan bazı teknik arızalardan dolayı bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu olumsuz şartlar içerisinde daha uzun karot almasını engelleyen en büyük etken su derinliğinin fazla (~13 metre) olmasıydı. Mevsimsel nedenlerden dolayı oluşan bu etki karotiyer ve tijlerde esneme ve bükülmelere neden olmuş ve istenilen derinliğe inilmesini zorlaştırmıştır. Bunun dışındaki diğer zorluklar ekibin ortak çalışması ve pratikliği yardımıyla aşılmıştır.



Şekil 2.7: a) Sudan henüz çıkarılmış karotiyer. b) Karotun çıkarılmasından önce temizlik. c) Alınan karot.

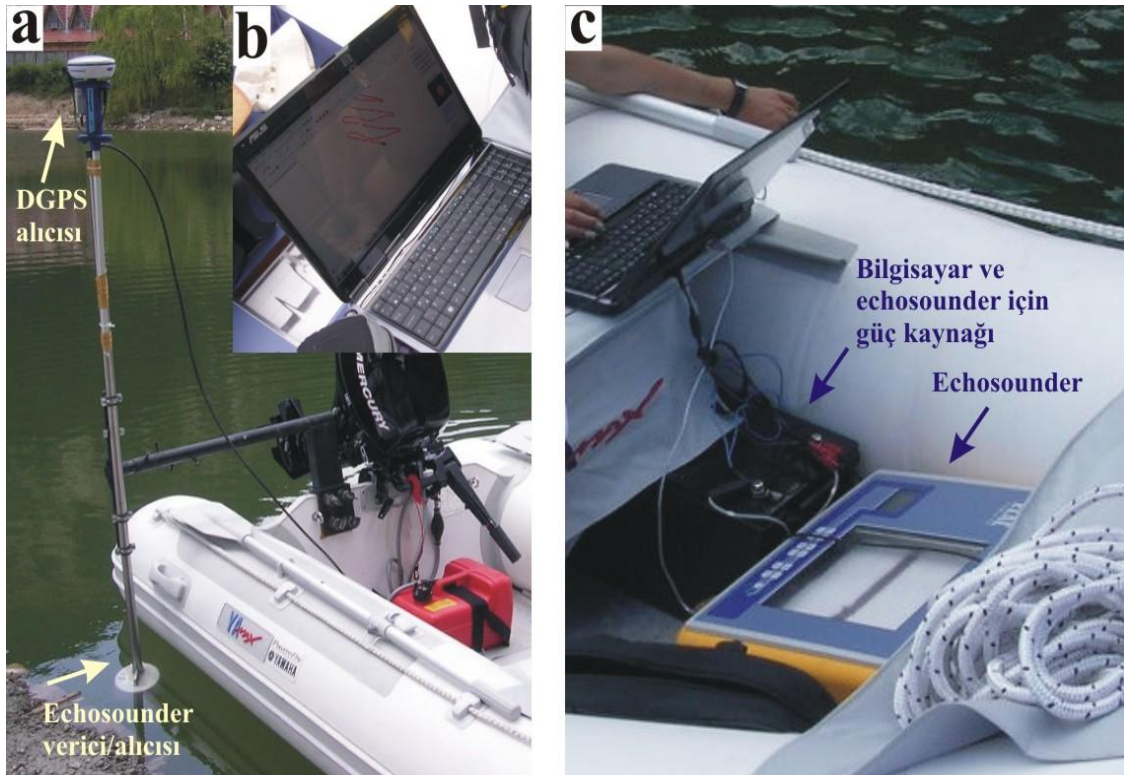
#### 2.4.2. Hydrostar 4300 Echosounder

Göl tabanını tanımamızdaki en önemli araçlardan biri olan Hydrostar 4300 marka echosounder, küçük platform ve botlar üzerine kurularak ölçümler yapmak için uygun bir araçtır (Şekil 2.8). Taşınması ve kullanılması kolay olan echosounder, hafif ağırlıkta önyüzü cam bir metal kutu içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2.8'de c). Bu metal kutu su, toz ve diğer dış etkenlerden koruma görevini görür. Echosounderın sinyal gönderici ve alıcı ucu, çalışma ekibi tarafından tasarlanan bir kol ile bota monte edilmiştir (Şekil 2.8'de a).

Hydrostar 4300 masaüstü ve taşınabilir bilgisayara seri port ile bağlanmakta ve beraberinde gelen yazılımlardan yararlanılarak hassas ölçümler yapabilmektedir. Echosounder 200 kHz tek frekanslı bir alıcı ile 80 m. su derinliğine kadar çalışmaktadır. Derinlik çözünürlüğü 1 santimetredir. Ölçümlerindeki hata payı ise kullanım



kılavuzunda % +/- 0,25 olarak verilmiştir. Buna göre 10 metre civarındaki su derinliklerinde ölçüm hatası 2,5 santimetre mertebesindedir. Echosounder, Hemisphere A100 marka DGPS ile uyumlu olarak çalışabilmesi sayesinde alınan derinlik verileri gerçek koordinatlarına yerleştirilmiştir.



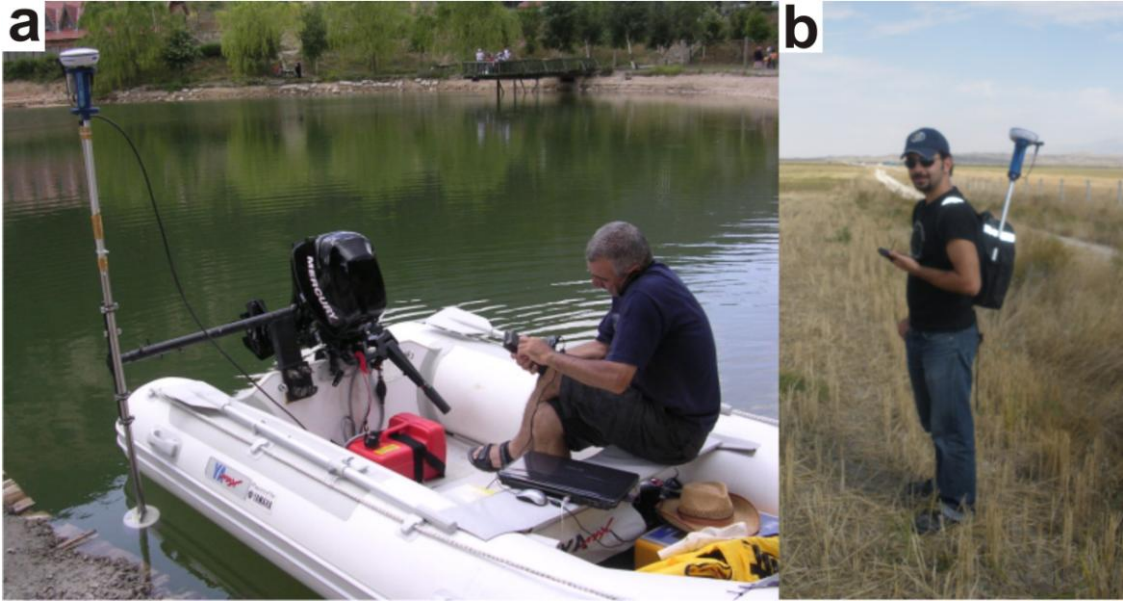
Şekil 2.8: Batimetri belirlenmede kullanılan cihazlar; a) Echosounder verici/alıcısı ile DGPS, b) Derinlik verilerinin anında kaydı, c) Echosounder gövdesi.

Hydrostar 4300'ün bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi sucul bitkilerin ve sazlıkların bulunduğu ortamlarda, verici ucun gönderdiği sinyallerin tabana ulaşmadan bitkilere çarparak geri dönmesidir. Bu durumda sinyaller tabana ulaşmadığı için, gösterilen ölçümlerde yanlışlıklar meydana gelmektedir. Bu sorunu engellemenin yolu olarak bazen verici ucun daha derine gönderilerek ölçüm yapılması denenmiştir.

### 2.4.3. Hemisphere A100 Dgps

Proje süresince tüm kara ve su üzerindeki konum tayinlerinde Hemisphere A100 model DGPS kullanılmıştır (Şekil 2.9). Jeodezik GPS özelliğine sahip Hemisphere A100 DGPS seti, küçük değişiklikler ile farklı ihtiyaçlara cevap verebilmektedir. Uygulamaya göre jalonda, yelekte, sırt çantasında veya diğer farklı aletlerle uyumlu olarak kullanılabilen setin veri işleme birimi olan bilgisayar ister PDA (Personal Digital Assistant - taşınabilir küçük cep bilgisayarı) tipi bir cep telefonu, ister arazi şartlarına dayanıklı bir bilgisayar isterse de dizüstü bilgisayar olabilmektedir. Çalışmalar sırasında sistem karada PDA tipi bir cep bilgisayarı ile, su üzerinde ise dizüstü bilgisayarla bağlantılı kullanılmıştır. Bağlantılar bluetooth ve seri portlar yardımıyla gerçekleştirilebilir.

Zaman zaman, farklı alanlarda, farklı ölçüm hassasiyetlerini gerektiren ölçümler yapılması gerektiğinde sistem, metre altı hatta santimetre altı veriler toplayabilmektedir. Böylelikle sistem yapılacak uygulamaya göre düzenlenerek yüksek kaliteli veriler elde edilebilmektedir. Önceden yapılan bir kaç adımlık ayar sonrasında veri toplamaya çok basit bir şekilde Aç-Kapa düğmesinin açılması ile başlanabilir.



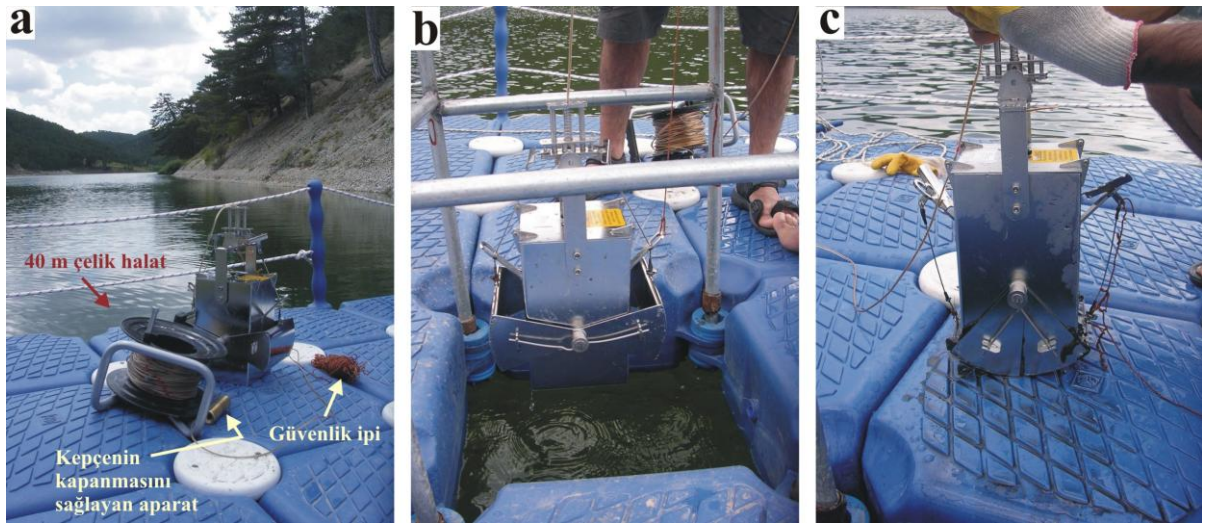
Şekil 2.9: Hemisphere DGPS sistemiyle yapılan uygulamalar. a) Echosounder derinlik verilerini kaydederken, b) Karada ayrıntılı sayısal arazi modeli elde edilmesi için.

Çalışma sırasında sabit bir istasyon kurma zorunluluğu yoktur. Kullanılan yazılımlar sayesinde altlık olarak, raster veya vektör veriler kullanılabilir. Kullanılan yazılımlar katman mantığıyla çalışmaktadır. Çalışma sırasında toplanan veriler otomatik veya istenilen aralıklarla kaydedilebilmektedir. Yazılımlar, ülkemizde kullanılan tüm koordinat sistemlerini desteklemektedir. Cihaz, 14 saate kadar bekleme süresinin yanı sıra araca monte edilebilme özelliğiyle, geniş alanlarda hızlı çalışma imkânı sunar.

DGPS sisteminin bu avantajları yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi sistemin ağaçlık alanlarda sinyali süratle kaybetmesi ve veri toplayamamasıdır. Bununla birlikte oluşturulan çalışma dosyası içerisine kaydedilen verilerin artmasıyla, kullanılan el bilgisayarında büyük ölçüde yavaşlama da gözlemlenmiştir. Cihazın bluetooth bağlantısıyla zaman zaman problemler yaşanmıştır. Çalışmaların bazı evrelerinde sistem ilk çalıştırıldığında uzun süre uydu bağlantısının sağlanamadığı da görülmüştür.

#### 2.4.4. Eckman Kepçe

Limnolojik çalışmalarda güncel göl tabanı sediman örneklemelerinde kullanılan aletlerden biri Eckman kepçedir (Şekil 2.10). Bu sistem basit bir kapan sisteminden yararlanılarak tasarlanmıştır.



Şekil 2.10: Eckman kepçe ile dip çamuru örnekleme. a) Çelik halat b) kepçe indirilirken c) kepçe dip çamuru ile dolu halde.

Eckman kepçe seti yumuşak zeminli göl tabanı ortamlarında kullanılır. Diğer kepçelere göre hafiftir. Kepçede, yanlara açılan ve üst kısımdaki kancaya takılan bir yay sistemi bulunur. Kepçe kurulduktan sonra, makara sistemi yardımıyla göl tabanına doğru indirilir. Tabana 30-40 cm mesafedeyken serbest bırakılarak tabana dik bir şekilde oturması sağlanır. Bu aşamadaki en önemli adım kepçenin tabana dik bir şekilde oturduğundan emin olmaktır. Aksi takdirde kapan sistemi kapandığında içerisine malzeme almayacaktır. Bu işlemin ardından kepçe setinin tabana gönderilmesini sağlayan çelik tel yeteri miktarda gerginleştirilir. Bu gerginlik kapan sisteminin kapanmasını sağlayacak olan mesajcının (tel içinden geçen bir çelik bilezik) kapana sağlıklı bir şekilde ulaşmasını sağlamak içindir. Gerginlik sağlanması aynı zamanda kepçenin tabana oturup oturmadığı hakkında da bize bilgi verir. Tel gergin duruma getirildikten sonra mesajcı tel üzerinden kapan sistemine doğru fırlatılır. Kapan



sisteminin üzerindeki mekanizmanın harekete geçirilmesinin ardından, yayların boş konuma geçmesiyle kapan kapanmış olur. Kepçe sisteminin makara yardımıyla yukarı çekilmesinden sonra hazne üzerindeki kapaklar açılır ve içerisindeki su boşaltılır. Ardından bir kaşık yardımıyla istenilen miktar örnek alınarak örnek saklama dolabında muhafaza edilir.

Kepçe setinin kolay kullanımına rağmen, ortamdan doğan bazı şartlar örnek alımında başarısızlıklara neden olabilir. Bu zorluklardan ikisi göl tabanındaki bloklu malzeme ve göl tabanının eğimli olmasıdır. Tabanda iri malzemenin mevcudiyeti hem kapan sisteminin tabana dik bir şekilde oturmasına hem de kepçe sisteminin sağlıklı bir şekilde kapanmamasına neden olur. Bunların yanı sıra göl tabanında yetişen bitkiler ve sazlıklar da kepçe sistemi için büyük sorun oluşturmaktadır. Bu bitkiler yine kepçe sisteminin tabana oturmasını ve sistemin sağlıklı bir şekilde kapanmasını engelleyebilmektedir. Bu yüzden batimetri haritası çıkarıldıktan sonra yapılacak gözlemlerle örnek noktaları uygun yerlerden seçilmelidir.

#### **2.4.5. Mercury Motor Ve Yamax Bot**

Çalışmalar sırasında göl üzerindeki hareketin sağlanmasında en önemli araçlar Mercury motor ve Yamaha marka şişme bottur (Şekil 2.11). Bunlar göl batimetrisinin çıkarılmasında, göl üzerindeki ulaşımda ve platformu hareket ettirmede en çok kullanılan araçlardır.

Mercury 9.9 motor; 38 kg ağırlığında, 2 silindirli, 209 cc. motor hacminde, ileri/boş/geri vites seçeneğine sahiptir. Benzinle çalışan motor, dıştan takılabilir ve bir sicimin hızla çekilmesi vasıtasıyla el ile ateşleme yapılır. Kısa şasi modeli sayesinde sığ kıyılara girmeye imkân vermektedir. Fakat sığ kesimlerdeki sucul bitkilerin pervaneye dolaşmasından dolayı, kıyılara yaklaşırken kürekle ilerleme yolu seçilmiştir.

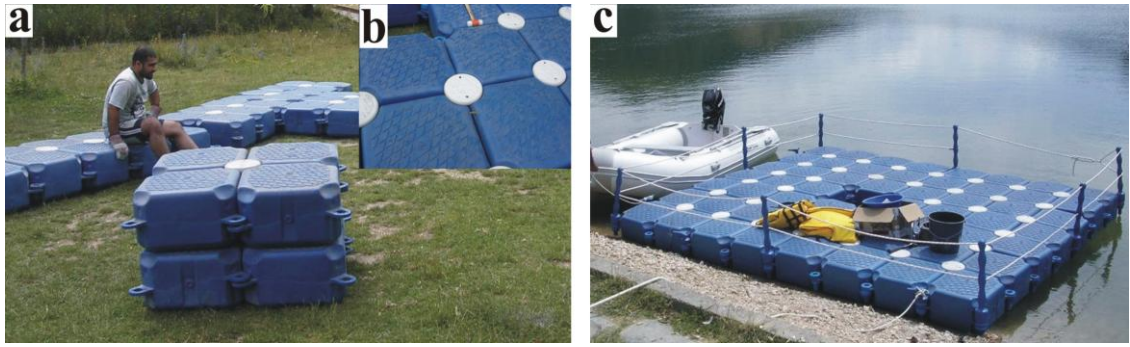


Şekil 2.11: Mercury motor ve Yamax marka şişme bot.

Yamax şişme bot 380x174 cm ölçülerinde, katlanabilir alüminyum tabanlı, 88 kg ağırlığında ve 6 kişi kapasiteye sahiptir. Kolay kurulabilir ve pratik olmasının yanında, memnun edici bir manevra kabiliyetine de sahiptir. Ultraviyole ışınlar, ısıya ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Birbirinden bağımsız şişirilebilen ve havası indirilebilen hava tüpleri sayesinde emniyetli ve sağlamdır. Botun kurulması ve ayak pompası ile şişirilmesi yaklaşık 20-30 dakika kadar bir süre almaktadır.

### 2.4.6. Modüler Yüzer Platform

Göl üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda platform olarak 16 metrekarelik toplam alana sahip olan modüler yüzer platform kullanılmıştır (Şekil 2.12). Kepçe örneklemelerinde ve en önemlisi de karot alımı sırasında kullanılan platformun hareketi, kullanılan motor ve bot yardımı ile sağlanmıştır. Çalışma süresince platformun sabit kalması için 2 adet demir atılmış ve karaya da 50 metrelik bir halatla bağlantı yapılmıştır.



Şekil 2.12: Karot alımında kullanılan, sert plastik küplerden yapılmış platform. a) Birleştirme işleminden bir görünüm, b) Küpleri birleştiren beyaz renkli vidalarının takılması, c) çalışmaya hazır platform.

Modüler yüzer platform, uzun yıllardır birçok ülkede kullanılmaktadır. Çevre ve kıyı kanunlarına tam uyumuyla, gerek endüstriyel gerekse askeri amaçlı, hatta tatil köyleri ve otellerde marina, sal ve iskele, özel kullanım deniz taşıt parkları için, deniz üzerinde helikopter pisti olarak, balık çiftliklerinde ve çeşitli su sporlarında taşıyıcı yüzey olarak birçok alanda kullanılmaktadır (<http://www.merdenizcilik.com>). 50 x 50 x 50 boyutlarında, yüksek yoğunluklu polietilen malzemeden imal edilmiş küplerden oluşur. Hızlı kurulumu ve hızlı sökülebilmesi önemli bir avantajdır. 50 metrekare (200 adet) platformun 2 kişi tarafından montajı en fazla 2 saat, sökülmesi ise 1 saat alır. Kaldırma gücünün yüksek oluşu çalışma alanı olarak sağladığı diğer bir avantajdır. Bir parça 7 kg ağırlığında olup, 4 parça ile 1metrekare alan oluşturulmaktadır. Bir parça 100 kg/m<sup>2</sup> ve bir metrekarelik dört parça ise 400 kg/m<sup>2</sup> güvenli taşıma kapasitesine

sahiptir. Sistemin çift kat kurulması halinde taşıma kapasitesi ikiye katlanıp 800 kg olmaktadır. Dayanıklılığı ve birçok şekillendirme olanağı çalışmalarda büyük kolaylık sağlamaktadır. Modüller birbirlerine eklenerek özel tasarlanmış kilitleme sistemi ile kilitlenir (Şekil 2.12’de b). Kilitleme sistemi kendiliğinden açılmayacak şekilde tasarlanmıştır. Buna karşın özel anahtarı sayesinde kolayca sökülüp tekrar monte edilebilir. Pratik kilitleme sistemi sayesinde su üzerinde sökülüp, takılabilir. Eğer istenirse üzerleri her türlü malzeme ile kaplanabilir. Taşınması ve depolanması kolaydır. Zarar verecek köşe ve çıkıntı bulunmaz. Yapılan testlerde doğada çözünürlüğünün olmadığı belirtilmiştir.

#### **2.4.7. Kimyasal Analiz**

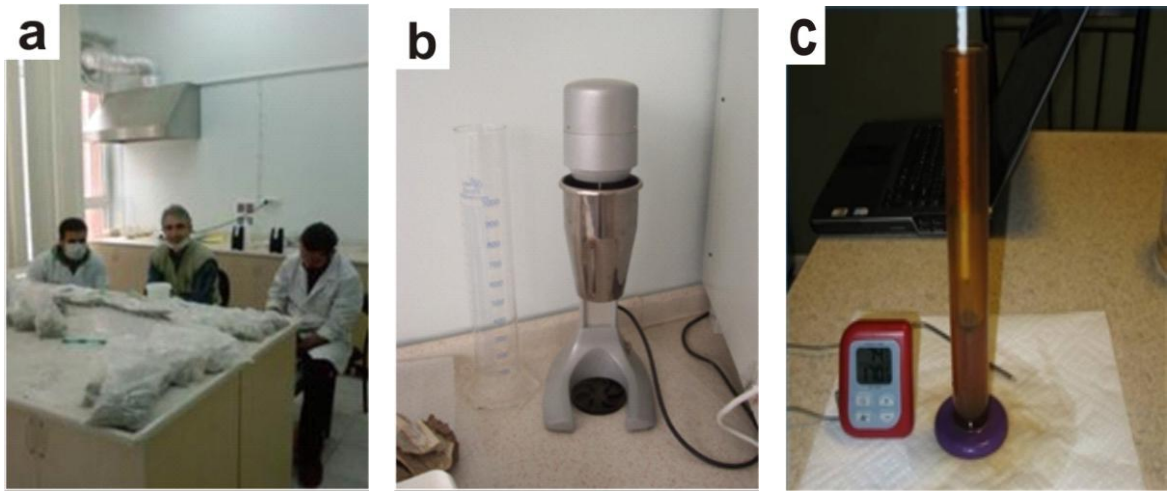
Göl tabanından alınan SK-2 numaralı karot üzerinde 2 santimetre aralıklı örnekleme yapılarak, 68 adet örnek alınmıştır. Proje süresince alınan sediman örneklerinin kimyasal analizleri ACME Laboratuvarlarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir.

Analizler için 10 gram miktarındaki örnek, 180 mikron tane boyuna getirilmiş ve 60 °C’de kurutulmuştur. 4A ve 4B grubu kimyasal analizleri ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrofotometri) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Teknik, 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 şeklidir. 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 detektör 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 çözeltiliye alınarak çözelti ICP-MS ya da doğrudan Lazer Aşındırma ICP-MS teknikleri ile ölçülebilirler.

#### 2.4.8. Tane Boyu Analizi

Göl tabanından alınan kepçe örnekleri üzerinde yapılan tane boyu analizi ile tabandaki fasiyes dağılımı incelenmiştir. Tane boyu dağılımı analizi ESOGÜ Jeoloji Mühendisliği, Sedimantoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Analiz hidrometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.13).

Hidrometre ölçümüne başlanılmadan önce, ölçümde kullanılacak ayrıştırıcı sıvı hazırlanmalıdır. Bu ayrıştırıcının hazırlanmasında önce, 40 gram hekza metafosfat 15 gram saf su ile on dakika karıştırıcıda çalkalanmıştır. Hazırlanan karışım 1000 mililitrelik mezür içerisine aktarılmış ve üzerine 1000 mililitre seviyesine kadar gelecek şekilde saf su eklenmiştir. Bu karışım homojen bir hale getirilecek şekilde ayrıştırıcı hazırlanmış olur.



Şekil 2.13: Hidrometre analizi ölçümleri. a) Analizlerin gerçekleştirildiği ortamdaki bir görünüm, b) Analizde kullanılan karıştırıcı, c) Hidrometre ölçümlerinden bir görünüm.

Normal şartlar altında test, kuru halde 0,075 milimetrelilik elekten geçen örnek ile yapılmaktadır. Ancak göl tabanından alınan numuneler suya doygun halde oldukları için, numuneler önce kurutulmuş fakat yüksek orandaki kil içeriği nedeniyle analiz için

yeterince ayrıştırılamamıştır. Bundan dolayı her numunenin nem içeriği hesaplanmış ve kuru ağırlıkları 50 gram olacak şekilde tartılmıştır.

Tartılan numuneler ile 100 mililitre ayrıştırıcı ve bir miktar saf su karıştırıcıda on beş dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım 1000 mililitrelik mezüre konularak, mezür 1000 mililitreye kadar saf su ile doldurulmuştur. Mezürdeki karışım homojen hale getirildikten sonra; 15 saniye, 30 saniye, 1, 2, 5, 10, 20, 60, 120, 240 dakikalardaki hidrometre okumaları kaydedilir. Kaydedilen ölçümler Microsoft Excel de hazırlanan bir formülle kum, silt ve kil yüzdelere dönüştürülür.

#### 2.4.9. <sup>14</sup>C Yaşlandırması

Göl tabanından alınan bir karot örneğinin üst, orta ve en alt kısımlarının yaşlarının belirlenmesi için alınan kömürleşmiş bitki parçaları The University of Georgia, Center for Applied Isotope Studies Laboratuvarına (A.B.D.) gönderilmiştir.

Gönderilen örnekler için izlenen yöntem göre; bitki örnekleri 1 saat boyunca %5 HCl ile 80 °C’de ısıtılmış daha sonra yıkanmıştır. Fiberglas filtreler üzerindeki tuzun örnekten uzaklaştırılmasının ardından, örnekler sulandırılmış NaOH ile hümik asit kirlenmelerinden arındırılmıştır. Daha sonra sulandırılmış HCl ile tekrar yıkanan ve 60 °C’de kurutulan örnekler, hazırlanan kuvars tüplere aktarılmış ve 900 °C’ de yakılmıştır.

Yakma işleminden çıkan CO<sub>2</sub>’in dondurularak diğer reaksiyonlardan ayrılmasının ardından, Vogel ve diğerleri (1984)’inde önerilen yöntem göre katalitik olarak grafitte dönüştürülmüştür. Grafit <sup>13</sup>C/ <sup>14</sup>C değeri CAIS 0,5 MeV kütle spektrometresiyle ölçülüp, örnek değerleri oksalik asit ile karşılaştırılmıştır. <sup>13</sup>C/ <sup>12</sup>C değeri ayrı ayrı duraylı izotop oranı spektrometresi ile ölçülmüş ve δ<sup>13</sup>C şeklinde ‰ 0,01 hassasiyet ile ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak laboratuvar uzmanları sonuçları düzeltilmiş takvim yılı olarak da hesaplamışlardır.

#### 2.4.10. $^{13}\text{C}$ Ve $^{18}\text{O}$ İzotop Analizleri

Sünnet gölü tabanından alınan SK-2 karotu örneklerinde, C ve O izotop analizleri yaptırılmıştır. Analizler ISO Analytical Laboratuvarlarında (İngiltere) gerçekleştirilmiştir.

İzotop analiz yöntemi şu adımlarla gerçekleşmiştir: örnek, temiz bir tüp içine yerleştirilip ağırlığı tartılır ve daha sonra 24 saat boyunca ısıtılarak nemden tamamen uzaklaştırılır. Öncelikle kuru bölmeli kaplar içine tüpler yerleştirilir, daha sonra tüplere izotopik analizlere göre hazırlanan, %99,995 helyum ve 0,5 ml fosforik asit enjekte edilerek çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra 24 saat boyunca oda sıcaklığında asit içinde bekletilen örnek 2 saat boyunca  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bütün karbonatların  $\text{CO}_2$ 'ye dönüşmesi için ısıtılır.

Örnekten ayrılan  $\text{CO}_2$  daha sonra CF-IRMS (Akışkan- İzotop Değer Kütle Spektrometresi) ile analiz edilir. İki uçlu iğne şekilli sistemin bir ucu örnek üzerine asit enjekte ederken diğeri de çıkan  $\text{CO}_2$ 'yi emer. Daha sonra elde edilen  $\text{CO}_2$  gaz kromatografına alınarak bir takım pikler elde edilir ve iyonize edilmiş iyon kaynağına aktarılır. Farklı gaz türleri manyetik alanda birbirlerinden ayrılır ve Faraday kap kolektörü 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 Ulusal Atom Enerjisi Kurumu tarafından kalibre edilmiştir.



#### 2.4.11. X-Işını Kırınım Analizleri

Sünnet gölü tabanından alınan SK-2 karotu örneklerinin mineralojik bileşimini belirlemek üzere, X-ışını kırınımı analizleri yaptırılmıştır. Analizler Anadolu Üniversitesi, Malzeme Mühendisliği Laboratuvarlarında, Rigaku D/Max 220 model bir cihazda gerçekleştirilmiştir.

X-Işını Kırınım yöntemi (XRD), her bir kristalin fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalin faz için bu kırınım profilleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımlar. X-Işını Kırınım analiz metodu, analiz sırasında örneği tahrip etmez ve çok az miktardaki örneklerin dahi (sıvı, toz, kristal ve ince film halindeki) analizlerinin yapılmasını sağlar. X-Işını Kırınım cihazıyla kayaçların, kristalin malzemelerin, ince filmlerin ve polimerlerin nitel ve nicel incelemeleri yapılabilir (<http://www.centallab.metu.edu.tr/?q=node/61>).

Cihaz bakır hedefli X-ışını tüpüne ve tüpteki ani sıcaklık değişimlerini kontrol eden su soğutucusuna sahiptir. Cihazda, monokromatize X-ışını elde edilmesini sağlayan, yüksek çözünürlükte Grafit Monokromatör kullanılmaktadır. Ultima IV XRD cihazında bulunan çapraz ışın optik mekanizması (CBO), yeni bir ayar ve düzenleme yapılmaksızın, odak ya da paralel ışın geometrisinde çalışabilme imkânı sağlar. Rutin olarak kullanılan "Bragg-Brentano odak ışın geometrisi" yöntemi ile iyi kristallenmiş ve düzgün yüzeyli örneklerden oldukça güçlü kırınım bantları elde edilmesine karşın; yüzeyi pürüzlü, zayıf kristallenmiş örneklerin ve özellikle ince filmlerin faz tanımlamalarında "Paralel odak ışın geometrisi" kullanılmaktadır. Ayrıca değişik kalınlıklardaki ince filmlerden, standart  $\Theta/2\Theta$  ( $2\Theta=3-90^\circ$  aralığında) tarama yöntemiyle genellikle zayıf bir sinyal alınmasına karşın,  $2\Theta$  tarama yöntemi ve sabit bir tarama açısı (GID-minimum  $0,5^\circ$ ) ile, daha güçlü bir sinyal elde edilebilir. Bu teknikle, ince film ve polikristalin örneklerde hassas ölçümler yapılabilmektedir. Toz örneklerin ya da ince filmlerin X-ışını kırınım deseni elde edildikten sonra yapılan kalitatif analizlerde, ICDD kartlarında bulunan yaklaşık 200000 civarında madde ile karşılaştırma yapılarak fazlar belirlenmektedir (<http://www.centallab.metu.edu.tr/?q=node/61>).



Analize gönderilen malzeme havanda toz haline getirilip, plastik kaplarda muhafaza edilmiştir. Toz halde laboratuara iletilen örnek miktarı, kalitatif analizler için yaklaşık 20 gr. civarındadır.

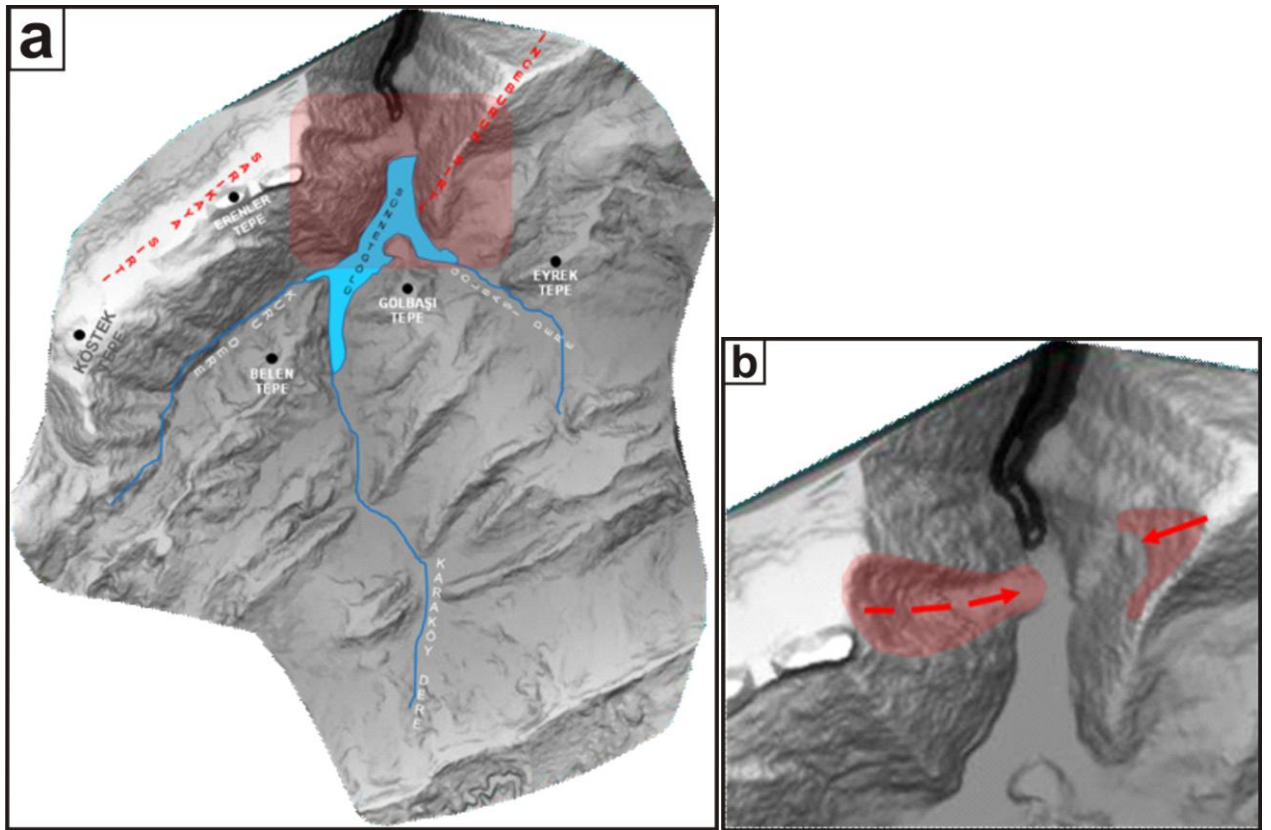


Şekil 2.14: Analizlerin yapıldığı Rigaku D/Max 220 model ünite.

### 3. ARAZİ ÇALIŞMALARI VE DİĞER BULGULAR

#### 3.1. Heyelan Üzerindeki Çalışmalar

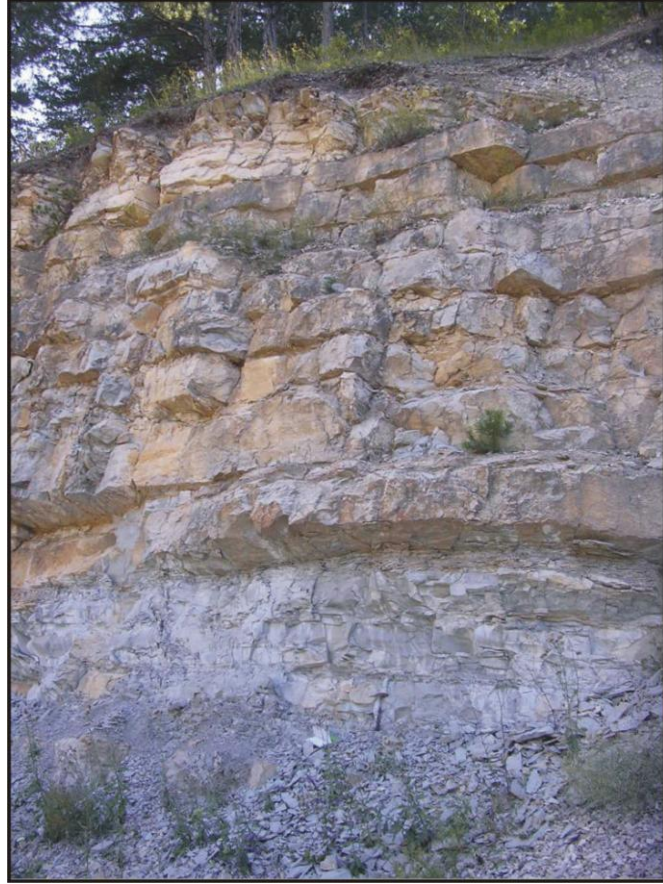
Sünnet gölünün heyelan sonucu oluşmuş bir set gölü olduğu önceki çalışmalarda (Abdusselamoğlu, 1959; Hoşgören ve Ekinci, 2004) belirtilmiş olmasına rağmen, bu heyelanın tanımı, alansal yayılımı, oluşum şekli, heyelanda yer değiştiren malzeme miktarı ve heyelanın yaşı ile ilgili ayrıntılı incelemeler yapılmamıştır.



Şekil 3.1: a) Sünnet Gölü'nü oluşturan heyelanların havza içerisindeki yeri, b) yakın plan üç boyutlu görünümü.

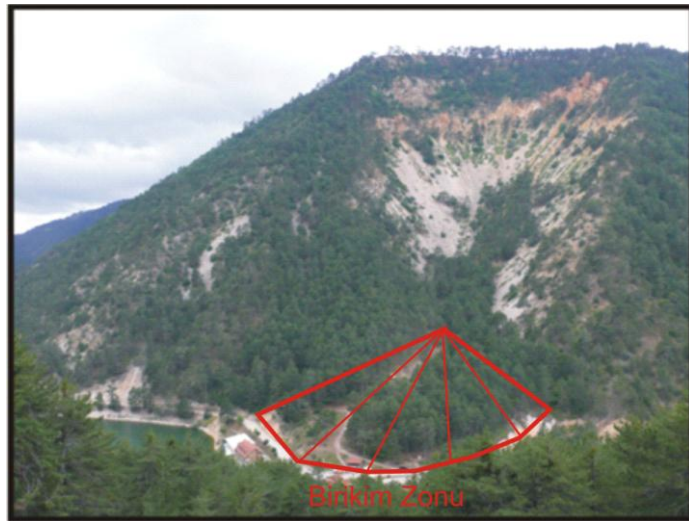
Yapılan arazi gözlemlerinde gölün oluşumunda etkili olan iki heyelan belirlenmiştir. Heyelanlardan birincisi Sarıkaya Tepe'nin kuzey doğusunda, diğeri ise birinci heyelanın karşısında İnceburun Sırtı'nın kuzey batısında bulunmaktadır (Şekil 3. 1).

Heyelanlar, alt kesimleri marn/kiltaşı, üst kesimleri de kireçtaşı/marn ardalanmasından ibaret Jura-Erken Kretase istifinde gelişmiştir. Heyelanlar civarında istifin konumu K20D/40KB'dir. Marn ve kireçtaşı tabakaları kalın (>1 m) ve ara seviyeler şeklindeki kiltaşı tabakaları incedir (<15-20cm) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Sünnet gölü heyelanlarının içinde geliştiği Jura-Kretase yaşlı karbonat istif.

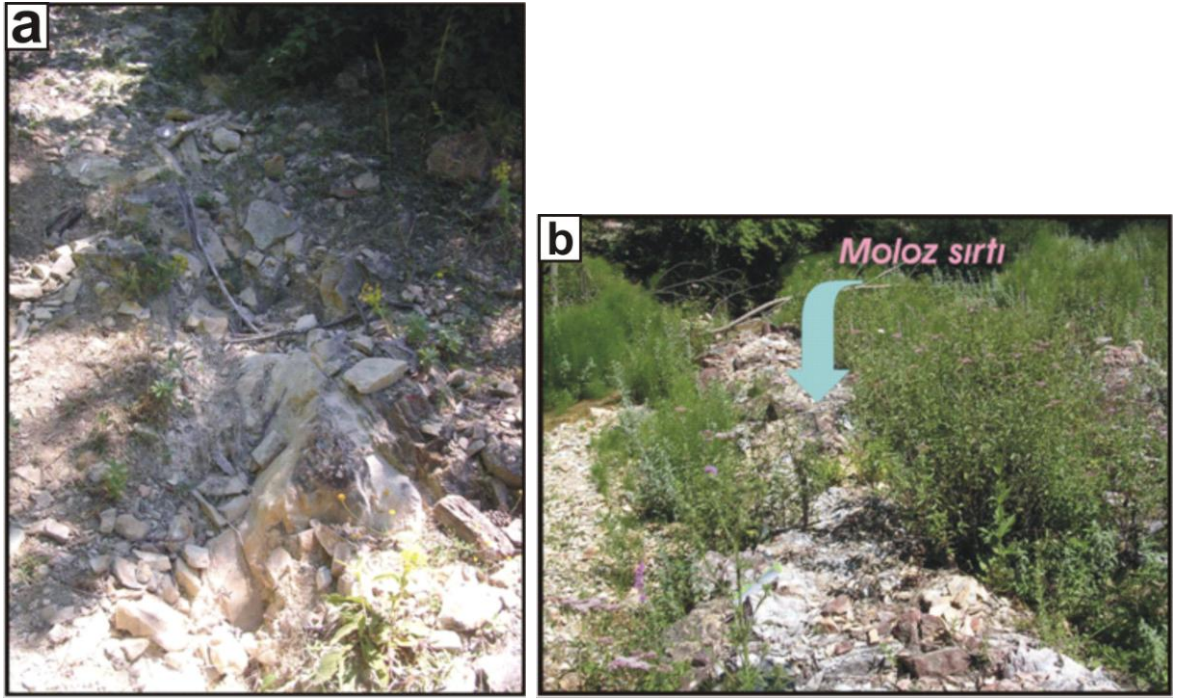
Sarıkaya Tepe'nin kuzey doğusunda oluşan heyelanda yapılan gözlemler, bu heyelanın bir moloz akması şeklinde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.3). Heyelanın morfolojisi ters bir koni şekline benzemektedir. En üstte heyelanın genişliği 300 metre iken, 700 metrelik kod farkından sonra, aşağı doğru genişlik azalmaktadır. Heyelan alanı üzerinde yer yer eğilmenmiş, canlı çam ağaçları bulunmaktadır.



Şekil 3.3: Sarıkaya Tepe (Vadinin batı yakası) heyelanı.



Heyelan ile gelen malzemenin birikim alanında daha az eğimli bir yelpaze meydana gelmiştir (Şekil 3.3). Üzeri çam ağaçlarıyla kaplanmış alan, kolivyonla örtülüdür. Vadi tabanındaki yol yarmasında heyelanın içyapısı az çok görülebilmektedir. Yarma



Şekil 3.4: a) Sarıkaya Tepe (Vadinin batı yakası) heyelanı ile oluşmuş molozun içyapısı, b) Moloz sırtı.

içerisinde yer yer 1 metreden büyük blokların ince çakıllı matris içinde yüzer durumda olduğu görülür. Birikim zonundan mansapa doğru ilerledikçe metrik kalınlıklarda ve farklı tane boylarında matrisler içerisinde yüzen bloklara rastlanmıştır (Şekil 3.4.a). Daha uzak (birkaç yüz metre) mansap bölgelerinde heyelana ait bir iz yoktur. Bu da heyelanın yol açtığı moloz akışının, iri tane boylarının ve taneler arası sürtünmeden kaynaklanan yüksek iç direnç etkisiyle kısa mesafede enerjisini kaybedip, hareketini sonlandırdığını göstermektedir (Şekil 3.4.b).

İnceburun Sırtı'nın kuzey batısında yer alan ikinci heyelan, diğeri ile aynı litoloji ve konumda bulunan Jura – Erken Kretase yaşlı kireçtaşları içerisinde oluşmuş bir kaya kaymasıdır. Buradaki hareketin kütleli olduğunu gösteren iki kanıt bulunmaktadır.

Bunlardan ilki yol yapımı için açılan yarmada  $20^0$  eğimlenmiş şekilde bulunan karbonat istifidir (Şekil 3.5). Bu istif kayma düzleminin gerisinde yatay bir şekilde bulunmaktadır. Bu yarmada hareket eden kütlelerin kalın ( $>1$  m) kireçtaşları ile ardalanmış ince marn/kiltaşı tabakalarından oluştuğu gözlenmektedir (Şekil 3.5). İkinci kanıt ise kütle hareketinin gerçekleştiği yamacın üst tarafında görülen, Jura – Erken Kretase yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu platformdur. Bu platformdan bakıldığında kütle hareketinin vadi içerisine doğru olduğu net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.6). Hem bu platform, hem de kayma yüzeyi iri kireçtaşı bloklarından oluşan kalın bir kolüvyonla ve yüksek çam ağaçlarıyla kaplıdır.

Heyelanların oluşum sırasına ait veri toplamak, yoğun bitki örtüsü ve Doğa Otel tesislerinin inşası sırasında topografyanın ciddi ölçüde tahrip edilmesi yüzünden oldukça zordur. İki heyelanın vadiyi tıkadığı kesimdeki durum; önce İnceburun Sırtı'ndaki kaya kaymasının meydana geldiğini, sonra Sarıkaya Tepe'nin kuzeyindeki debrizin hareket ederek vadiyi tıkadığını göstermektedir. Birincil hareketin Sarıkaya Tepe'nin kuzeyinden geldiği düşünürse; İnceburun Sırtı'ndaki kaya kaymasının daha yüksek kotlarda olması gerekirdi. Bu veriler yardımıyla ilk hareketin İnceburun Sırtı'nda oluştuğu söylenebilir.



Şekil 3.5: İnceburun Sırtı (Vadinin doğu yakası) heyelanı ve iç yapısı.

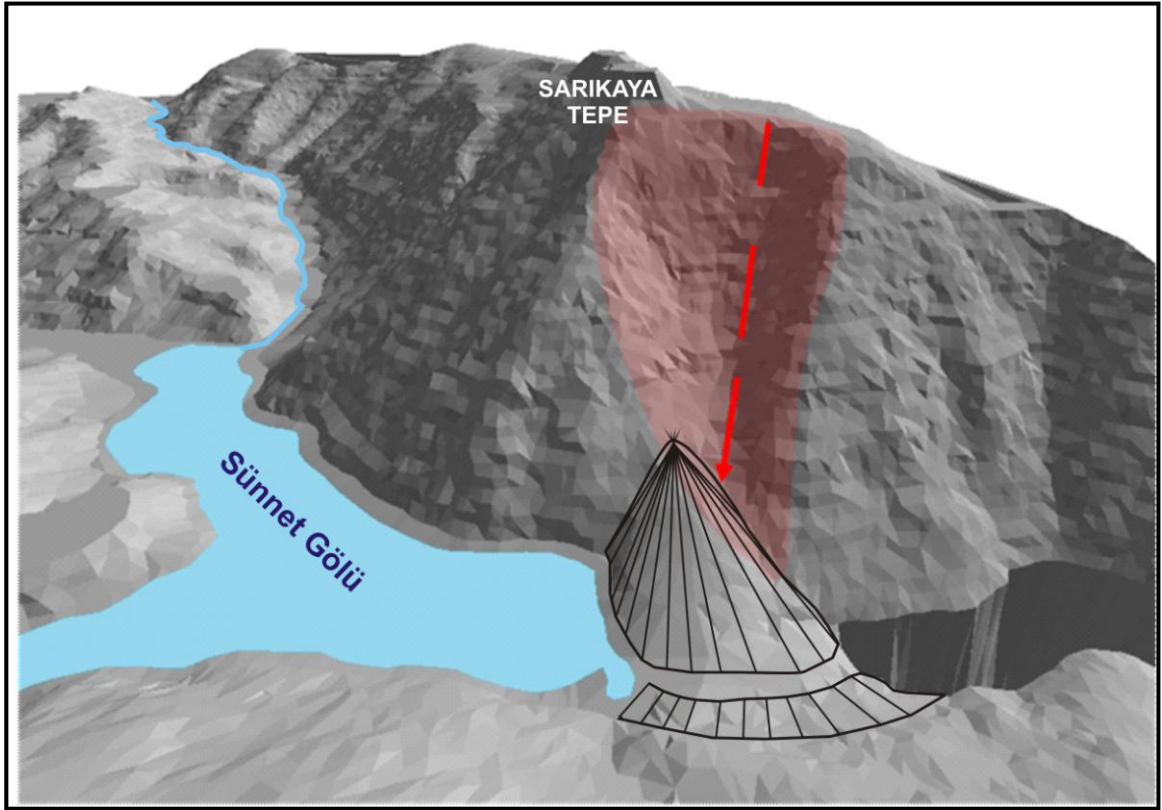


Şekil 3.6: İnceburun Sırtı heyelanının üstünü oluşturan platform ve kayma cephesi.

Vadiyi dolduran heyelanların hacmi hakkında ArcGIS programı kullanılarak bazı hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplarda heyelanın oluşumundan önceki topografya ile heyelan sonrası topografya arasındaki fark alınarak yer değiştiren malzemenin miktarı hakkında bir yaklaşımda bulunulmuştur.

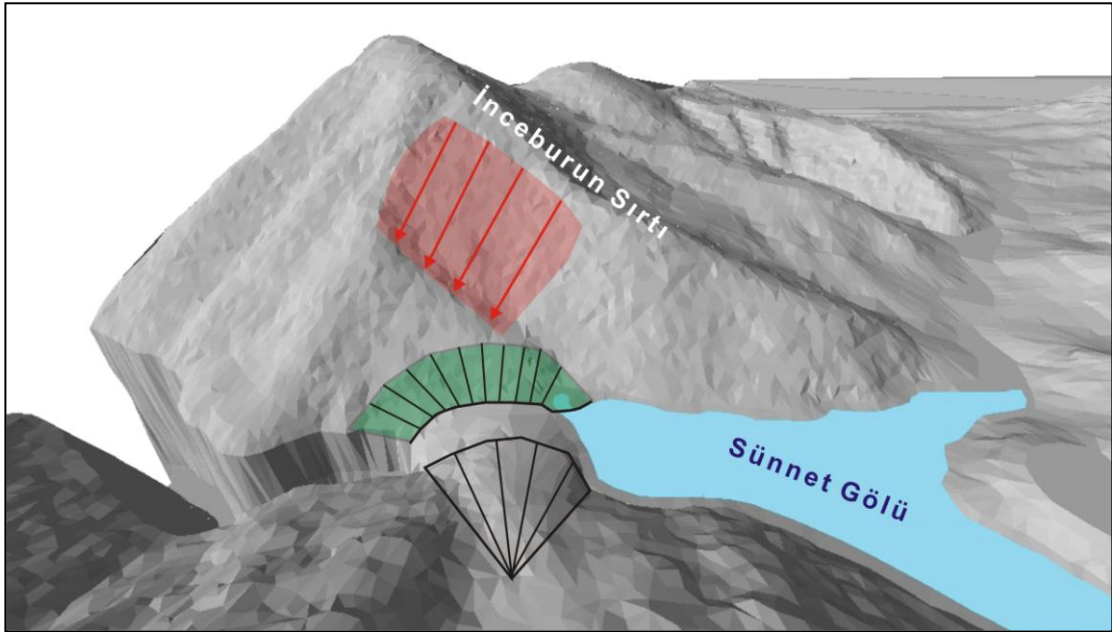
Bu yöntemle göre Sarıkaya Tepe (vadinin batı yakası) heyelanı yüzünden vadiyi dolduran malzemenin yaklaşık  $12.000.000 \text{ m}^3$  hacminde olduğu hesaplanmıştır (Şekil 3.7). Heyelanın hacmine bakılarak, küçük boyutlu bir heyelan olduğu söylenilebilir.





Şekil 3.7: Sarıkaya Tepe (vadinin batı yakası) heyelanının üç boyutlu modeli (Batıya bakış). Kırmızı alan ve ok işareti, heyelan alanı ve hareketin yönünü gösterir.

Sarıkaya Tepe için uygulanan hesaplama yöntemi, vadinin doğu tarafında bulunan İnceburun Sırtı içinde uygulanmak istenmiştir (Şekil 3.8). Fakat bu alandaki kayma 1/25000 ölçekli haritalarda çok detaylı bir şekilde ayrılamamaktadır. Heyelanın olduğu kısım üzerinde DGPS çalışması yapmak ağaçlar yüzünden neredeyse imkânsızdır. Sonuç olarak elimizde bulunan veriler bu alandaki kütle kaymasının hacmini hesaplamak için yetersizdir, ancak niteliksel olarak bunun Sarıkaya Tepe heyelanından daha küçük olduğu söylenebilir.



Şekil 3.8: İnceburun Sirtı (vadinin doğu yakası) heyelanının üç boyutlu modeli (Doğuya bakış). Kırmızı renkteki heyelan alanı arazi gözlemlerine dayanarak belirlenmiştir. Yeşil renkli alan kaya kaymasının nihai konumunu gösterir.

Bu heyelanların olasılıkla çok kısa zaman aralığıyla oluşmasını sağlayan tetikleyicinin şiddetli bir deprem olması güçlü bir ihtimaldir. Gerçekten gölün kuş uçuşu 30-40 kilometre kuzey doğusunda Kuzey Anadolu Fay Zonunun Mudurnu segmenti bulunmaktadır. Tetiklenme için bir başka olasılıkta çok güçlü bir yağış dönemi olabilir.



## 3.2. Göl Üzerindeki Çalışmalar

### 3.2.1 Göl Batimetrisi

Sünnet gölü üzerine yapılan birkaç çalışmada (örneğin, Abdusselamoğlu, 1959; Hoşgören ve Ekinçi, 2004) gölün derinliği dışında, ayrıntılı göl batimetrisi hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Göl üzerinde yapılan batimetrik çalışmalar, gölün taban yapısını ve dolma şeklini aydınlatacak ilk bilgiler olmuştur.

Batimetri çalışmaları bot üzerine yerleştirilen Elac Hydrostar 4300 echosounder ve eş zamanlı çalışan Hemisphere A100 DGPS yardımıyla yapılmıştır. Göl üzerinde 1 metrelik aralıklarla birbirine paralel turlar atılarak veri toplanmıştır. Bu turlar gölün enine ve boyuna yapılarak veri toplama aralığı azaltılmıştır. Veri toplamadaki en önemli zorluk, gölün sığ (<3 m) kesimlerinde bulunan sucul bitkilerdir. Bu bitkiler echosounderin gönderdiği sinyalleri engellemekte ve doğru veri alınmasını mümkün kılmamaktadır. Daha sığ (1,5 m) alanlarda bitkiler motorun pervanesine dolanarak su üzerindeki hareket kabiliyetini sınırlandırmıştır.

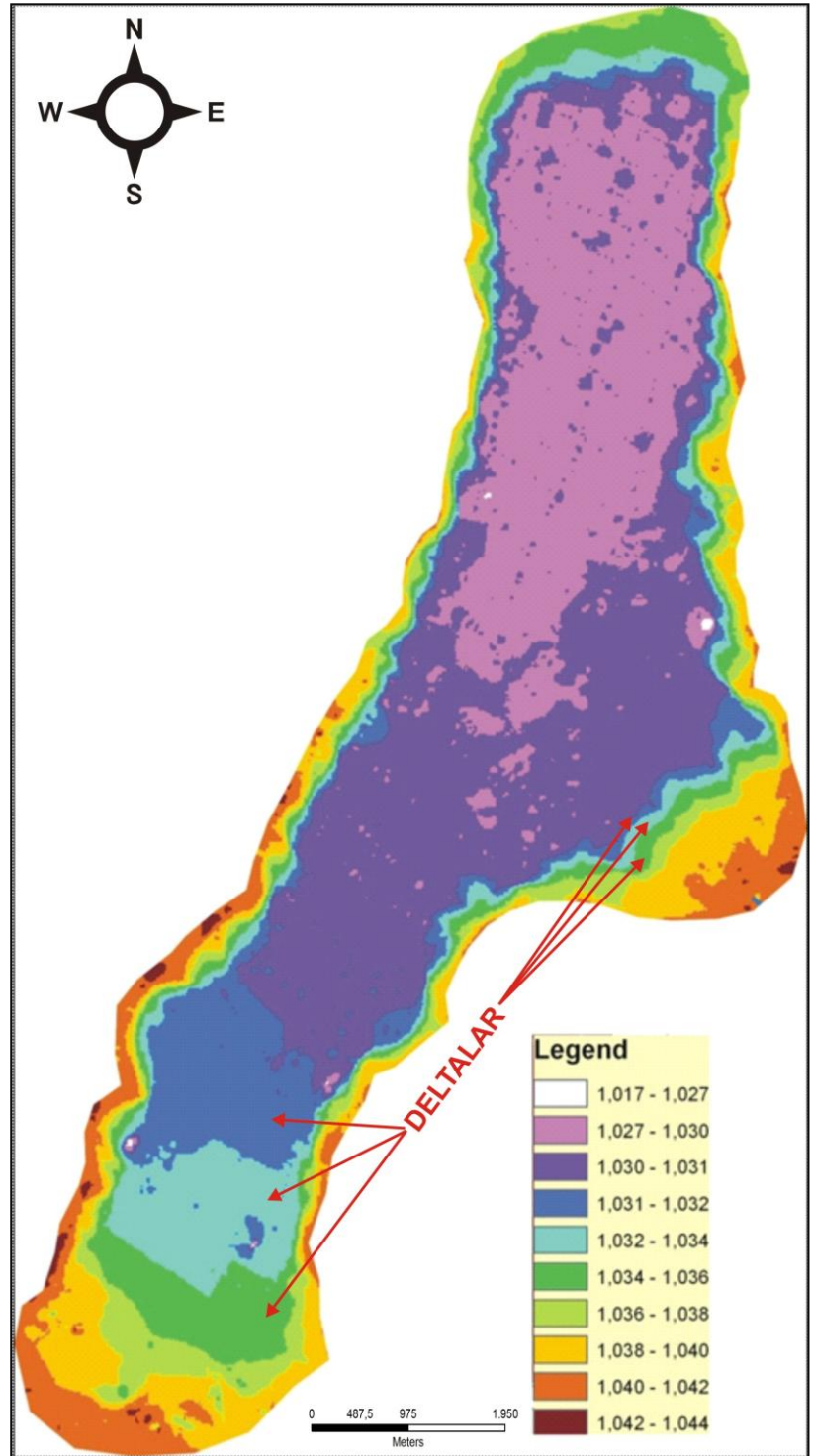
Temmuz 2009 başında göl su kotu 1044 metre iken ortaya çıkarılan batimetri Şekil 3.9' da verilmiştir. Buna göre gölü güney ve güneydoğudan besleyen iki akarsu sistemi ağzında iki belirgin delta mevcuttur.

Güneydeki Karaköy Dere ağzındaki delta 1041 metreden 1031 metre kotuna 250 metre mesafede düşerken; güneydoğudaki Gölbaşı Dere'nin deltasında aynı kot düşümü yaklaşık 65 metrede gerçekleşir.

Göl tabanının eğim haritasında bu durum daha açık gözükmemektedir (Şekil 3.9). Gölün tabanı neredeyse bir tabağa benzemektedir. Göl tabanının yakın geçmişte su üstü olup da kazındığına dair hiçbir kanıt yoktur.

Kenarları sarp ortası düz bir yapıdadır. Karaköy deltasında biri asıl ( $20^\circ$ ) ve diğeri ikincil ( $14^\circ$ ) iki sarplık varken, Gölbaşı deltasında basamak şeklinde bir dizi sualtı delta önü cephesi mevcuttur (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12).

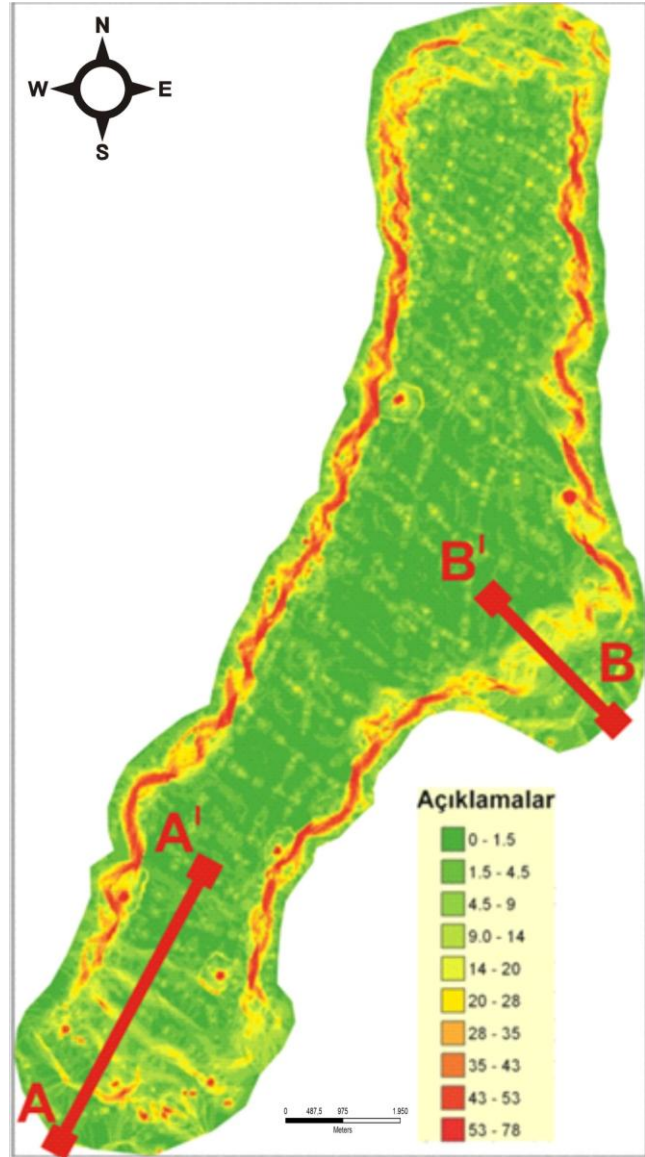
Bu deltalar arasındaki farkı görmek için alınan iki kesitte deltaların şekilleri daha açık görülmektedir. (Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12)



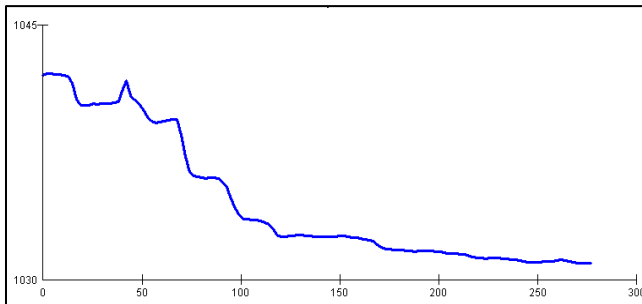
Şekil 3.9: Sünnet gölünün batimetrisi.

Deltalar dışında vadi kenarları boyunca göl tabanının eğimi çoğunlukla 40-50° arasında değişir. Vadi kenarından biraz uzaklaştığında eğim hızla yataylaşır; 1° nin altına iner.

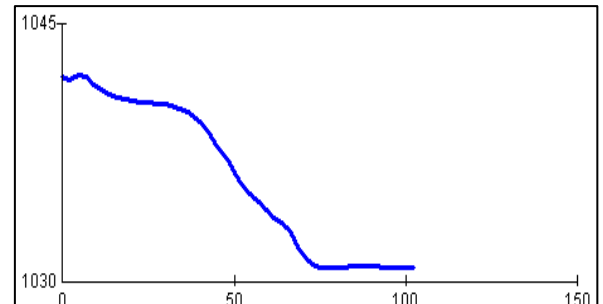
Kuzeydeki heyelan setine komşu alanda göl tabanının eğimi genellikle düşüktür (<30°, çoğunlukla <15°). Bu durum olasılıkla heyelanın moloz akışı karakterinden kaynaklanır.



Şekil 3.10: Sünnet gölü tabanının eğim haritası ve kesit doğrultuları.



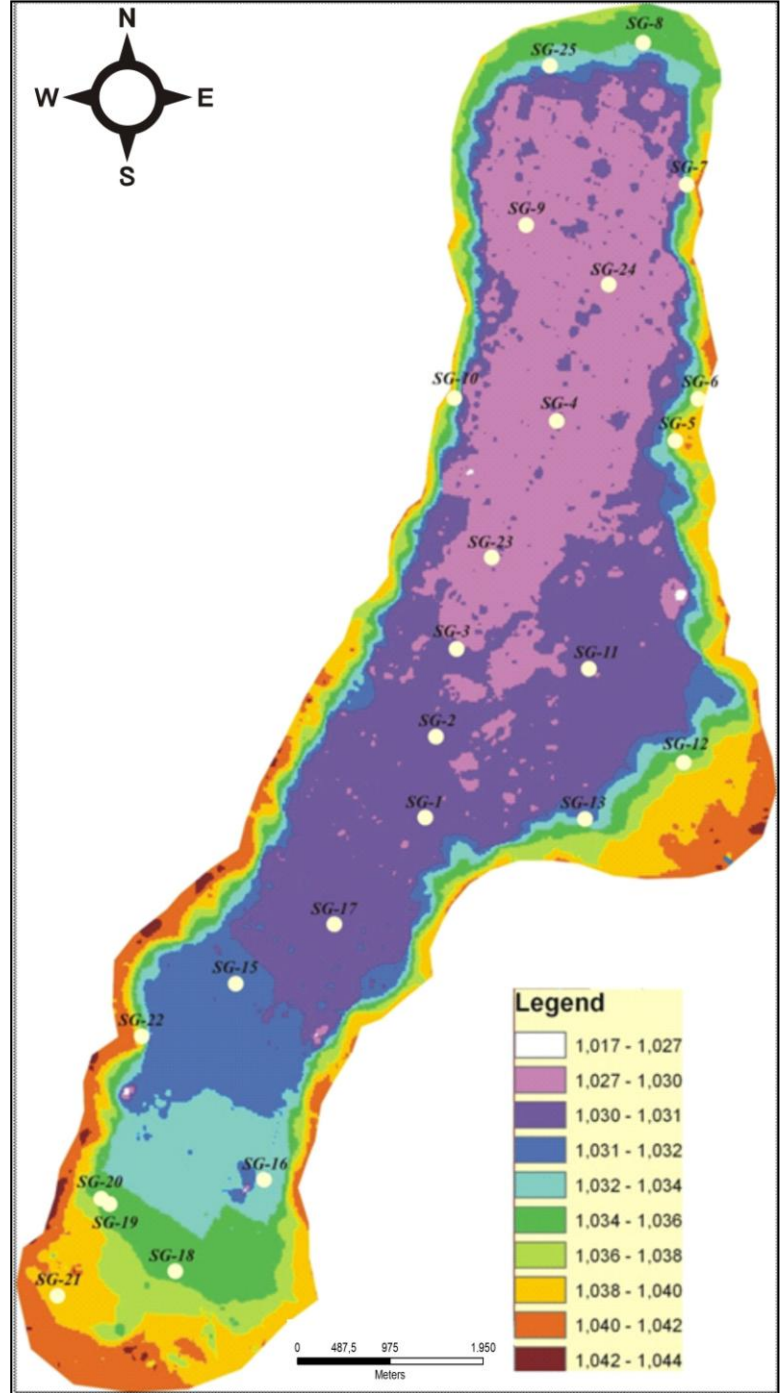
Şekil 3.11: Şekil 3.10'da A-A' Kesiti.



Şekil 3.12: Şekil 3.10'da B-B' Kesiti.

### 3.2.2. Göl Tabanı Sedimanları

Göl tabanında halen birikmekte olan sedimanların tane boyu dağılımını ve bazı güncel fauna içeriklerini belirlemek üzere eckman kepçe ile 25 adet örnek alınmıştır (Şekil 3.13). Örnekleme güncel ortamın karakterizasyonu için kepçenin en üst 3-4 cm'sinden yapılmıştır. Örneklerin tamamına yakını derin göl ile delta önü alanlara düşmektedir. Sarp sualtı vadi kenarı ile halen 2-3 m sualtında bulunan delta üstü alanlardan birkaç istisna dışında hiç örnek alınamamıştır. Bazı denemelerimiz ilkinin sığ kesimlerinde ince sedimanın mevcut olmadığını, ikincide ise zeminin çok sert olması yüzünden kepçenin zemine gömülmediğini göstermiştir.



Şekil 3.13: Sunnet gölünden alınan grab örneklerinin dağılımı.

Yüzey örnekleri, el örneğinde önemli farklılıklar sergiler. Çoğunluğu oluşturan derin gölü (>10 m) temsil eden örnekler her zaman siyah renkli, kötü kokulu çamurdan oluşur. Genellikle en üstte ince milimetrik bir zar şeklinde algal film mevcuttur. Bazen bunların bal peteği şekilleri tipiktir. Özellikle göl kenarına yaklaşıldıkça önemli miktarda kozalak ve dal parçaları da çamura katılır. Güneydeki delta önüne doğru yaklaşıldıkça çamurlar giderek sarılaşır ve litoloji sarı renkli silt\ince kuma dönüşür (Çizelge 3.1). Delta üstü alanlar bol sucul bitki parçalı sarı renkli siltten oluşurken sarp su altı vadi kenarlarında sarı silt içinde çakılların yüzdüğü gözlenmiştir (Çizelge 3.1).

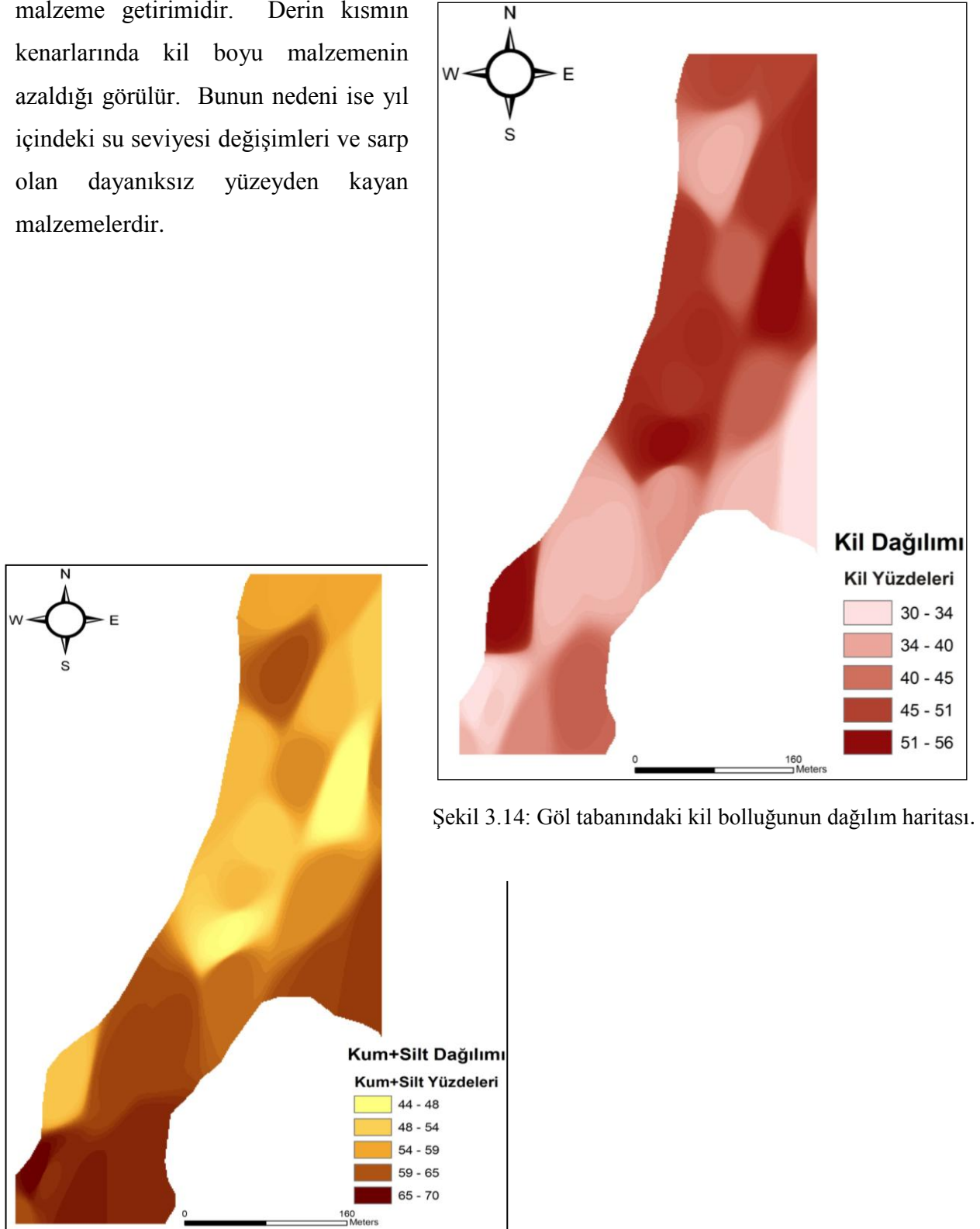
Çizelge 3.1: Farklı derinliklerde göl dip çamuru fasiyes kuşakları.

<b>ORTAM</b>	<b>DERİNLİK</b>	<b>FASİYES</b>
Derin göl	> 8 m.	Siyah/haki organik çamur
Kısmen derin göl (kırıntılı getiriminden uzak)	< 8 m.	Yeşil çamur
Iraksak delta önü	< 8 m.	Sarı çamur
Yakınsak delta önü	<5 m.	Kahverengi çamur, silt
Delta alını (ağız barları)	<5 m.	Gri çamur ve kum
Delta üstü	Su üstü	Kızıl çamur, kum ve çakıl

Yüzey örneklerinin tane boyu dağılımı Çizelge 3.2’de sunulmuştur ve kil ve kum+silt bolluklarının dağılımı Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’de verilmiştir. Buna göre derin göl çökellerinde baskın olarak kil ve önemli miktarda silt mevcuttur. Delta önüne yaklaşıldıkça örneklerdeki silt ve kum miktarlarında artış izlenmektedir.

Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’de çok net şekilde gölün set tarafındaki derin kısmında kil boyulu malzemenin biriktiği, memba tarafındaki dere ağızlarında ise kum ve siltin

biriktiği görünmektedir. Sete yakın kısımda silt ve kum miktarı artarken, kil miktarı azalmaktadır. Bunun nedeni otelin bulunduğu alandaki düzenlemelerden kaynaklanan malzeme getirimidir. Derin kısmın kenarlarında kil boyu malzemenin azaldığı görülür. Bunun nedeni ise yıl içindeki su seviyesi değişimleri ve sarp olan dayanıksız yüzeyden kayan malzemelerdir.



Şekil 3.14: Göl tabanındaki kil bolluğunun dağılım haritası.

Şekil 3.15: Göl tabanındaki silt+kum bolluğunun dağılım haritası.

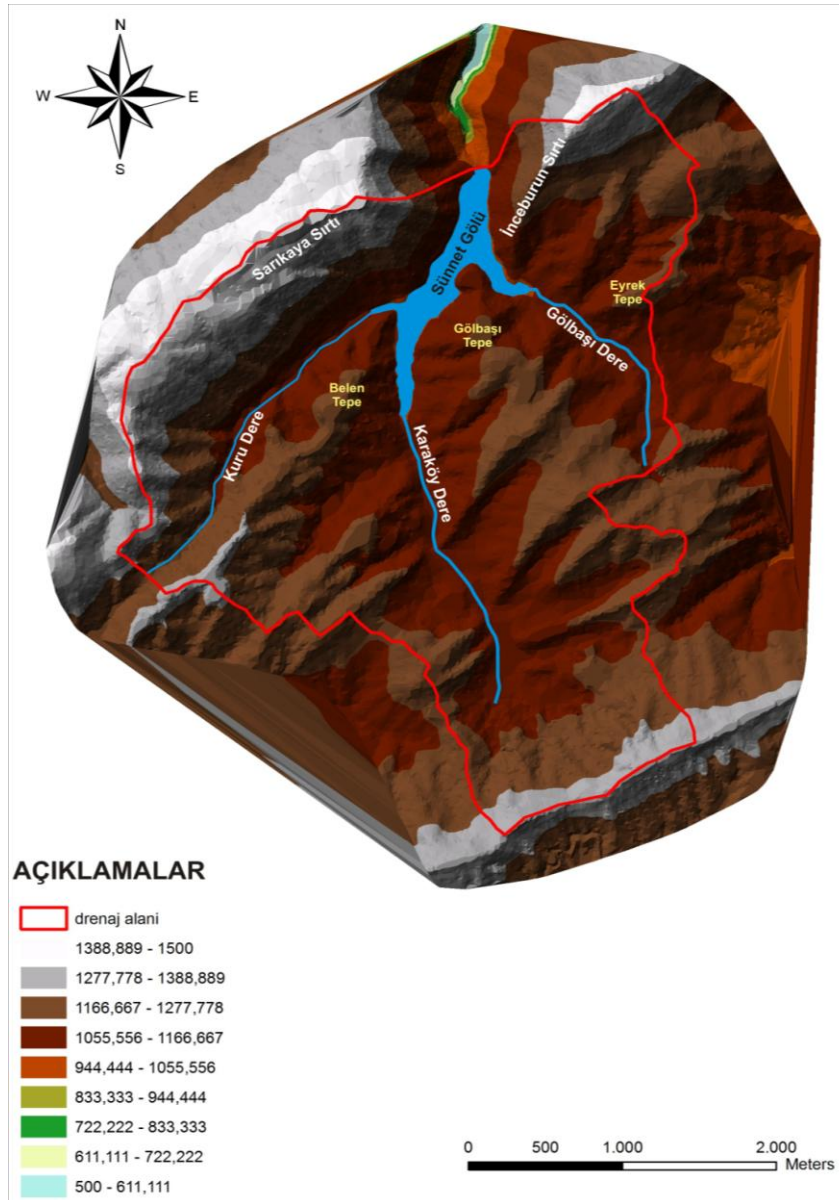
Çizelge 3.2: Sünnet Gölü kepçe örneklerinin konumu ve tane boyu dağılımı.

Örnek No	X	Y	Z	kum	silt	kil
SG-1	326612	4476627	1031	11	44	45
SG-2	326618	4476672	1031	8.15	36.85	55
SG-3	326630	4476722	1031	8	43	49
SG-4	326686	4476851	1031	10	43	47
SG-5	326738	4476840	1031	10	34	56
SG-6	326766	4476864	1036	8	46	46
SG-7	326760	4476985	1033	8	42	50
SG-8	326735	4477066	1035	8	44	48
SG-9	326669	4476962	1030	8	49	43
SG-10	326627	4476865	1036	9	42	49
SG-11	326705	4476711	1031	10	43	47
SG-12	326758	4476658	1038	6	54	30
SG-13	326702	4476626	1035	7	51	42
SG-14	326709	4476564	1042	-	-	-
SG-15	326505	4476532	1031	8	50	42
SG-16	326521	4476422	1033	8	55	47
SG-17	326561	4476566	1031	10	48	42
SG-18	326471	4476370	1035	9	55	46
SG-19	326434	4476408	1036	9	52	39
SG-20	326430	4476411	1038	8	62	30
SG-21	326405	4476356	1041	6	51	43
SG-22	326452	4476503	1032	8	50	52
SG-22A	326452	4476503	1032	7	36	57
SG-23	326650	4476774	1031	7	43	50
SG-24	326716	4476928	1030	8	43	49
SG-25	326682	4477052	1033	8	44	48



### 3.2.3. Göl Hidrolojisi

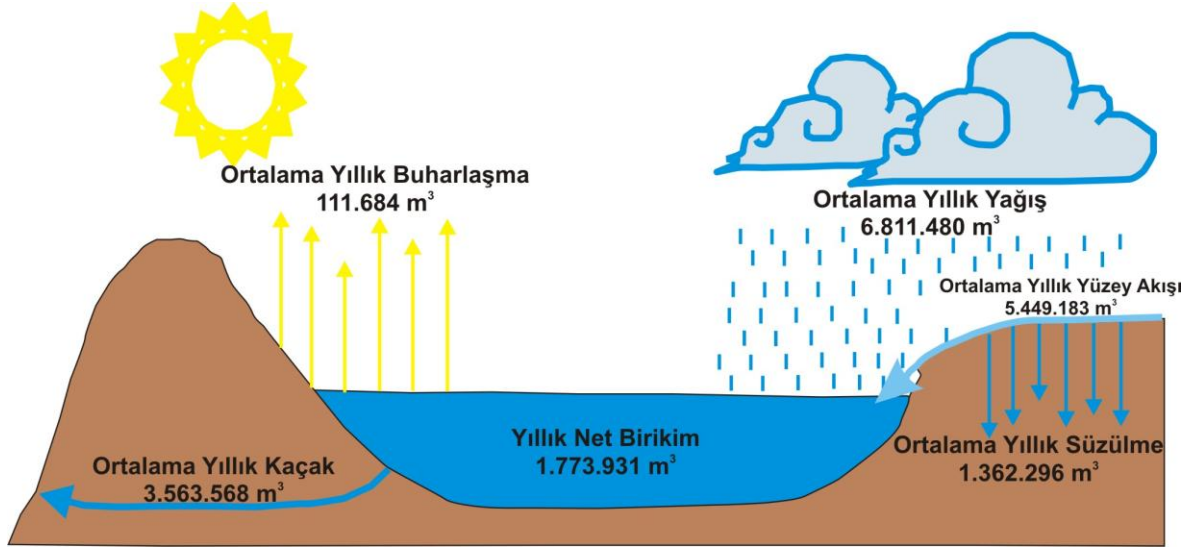
Sünnet gölü deniz seviyesinden 1030 m yüksekte bulunmaktadır. Gölün toplam drenaj alanı 12567 km<sup>2</sup>'dir (Şekil 3.16). Gölü besleyen üç ana dere, Kuru dere, Karaköy dere ve Gölbaşı deredir. Çalışma yapılan 2009 Temmuz ayında gölün en derin kısmı 14-15 m civarında bulunmakta ve aynı zaman dilimi içerisinde yapılan ölçümlerde gölün yüzey alanı ~0,2 km<sup>2</sup> civarındadır. Havzaya düşen ortalama yağış, DSİ Mudurnu Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (1927-2001) 540 mm'dir.



Şekil 3.16: Sünnet gölü drenaj havzası. Kırmızıçizgi havza sınırını gösterir.



Eldeki bu veriler yardımıyla yapılan hesaplamalar sonucu, havzaya düşen yıllık ortalama yağış  $6.811.480 \text{ m}^3$ 'dür. Bu yağışın yaklaşık  $1.362.296 \text{ m}^3$ 'lük miktarı toprağa süzülen miktardır. Dolayısıyla yüzey akışına katılan miktar ortalama  $5.449.183 \text{ m}^3$ 'dür. Göle giren bu su miktarının yanında, havzadan kaçan su miktarı da hesaplanmıştır. Gölün mansabından Bolu Valiliği, Tarım İl Müdürlüğü'nün raporuna göre ortalama  $3.563.568 \text{ m}^3$ 'lük kaçan su vardır. Ayrıca buharlaşma ile yıllık ortalama  $111.684 \text{ m}^3$  miktarında su havzadan uzaklaşır. Giren ve çıkan veriler göz önüne alındığında birikim yıllık net  $1.773.931 \text{ m}^3$  civarındadır (Şekil 3.17).

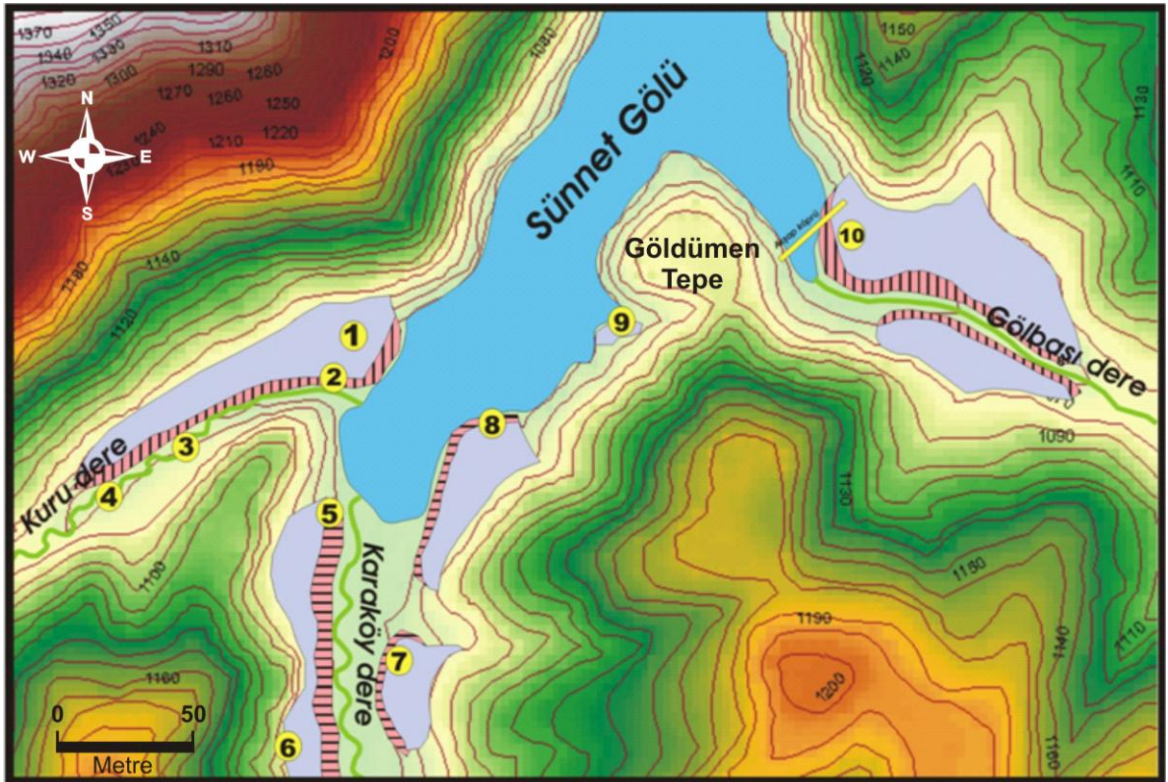


Şekil 3.17: DSİ ölçümüne göre birikim ve süzülme miktarı.

Gölün mevsimsel yağışlardan büyük ölçüde etkilenmesinden dolayı, yaz sonu – sonbahar başında göl en düşük derinlik değerlerine inmektedir. Bazı yıllar gölün mevsimsel derinlik değişimi 5-6 m civarında olmaktadır.

### 3.3. Havza Morfolojisi

Sünnet gölü havzasında yapılan gözlemlerde gölü besleyen derelerin geçtiği vadilerde bir dizi taraça gözlenmiştir (Şekil 3.18). Bu taraçalar gölün güney ve güneydoğusunda bulunmaktadır ve şaşırtıcı bir şekilde bu taraçalar genellikle 1060 metre seviyelerine yerleşmiş durumdadırlar.



Şekil 3.18: Sünnet gölüne açılan vadilerde korunmuş flüviyal-kolüviyal taraçalar. Rakamlar gözlem yapılan lokasyonları göstermektedir.

Güneydoğudaki Gölbaşı vadisi boyunca yer alan taraçalar ahşap köprü civarında ortaya çıkar, genellikle 1060 m kotunda yer alır; buradan memba tarafına doğru 1 km mesafede silikleşene kadar devam eder (Şekil 3.18). Taraça tipik olarak konkav bir üst yüzeye sahiptir (Şekil 3.19). Göldümen tepe doğrusunda vadi ortasına doğru belirgin şekilde eğimli 1060 m taraçası yol ve ev inşaatı nedeniyle yarılmıştır. Mostrada yaşlı

kireçtaşları üzerinde gelişmiş oldukça kalın, grimsi kahve renkli toprağimsi talus gözlenir (Şekil 3.20).



Şekil 3.19: Gölbaşı vadisinin KD kenarında korunmuş taraçalar.

Gölün güneyindeki taraçalar oldukça belirgindir, güneydoğudakilere benzerler. K-G uzanımlı Karaköy vadisinin her iki yanında vadi ortasına doğru eğimli taraça kalıntıları mevcuttur (Şekil 3.18 ve Şekil 3.21). Bunların en iyi korunmuş en kuzey uçta (8 nolu lokasyon civarı) bulunur (Şekil 3.18).

Daha kuzeyde lokasyon 9 civarındaki belli belirsiz düzlük taraça gelişiminin buraya kadar uzandığını kanıtlar. Karaköy vadisinin batı yamaçlarında (5 ve 6 nolu lokasyonlar) taraçaların



Şekil 3.20: Gölbaşı vadisi taraçalarından birinin kolüvyal içyapısı.





Şekil 3.21: Karaköy vadisinin KD kenarında korunmuş taraçalar. Şekil 3.3.1’de 8 nolu lokasyon civarı.

artıkları vadi içine eğimli yüzeyler şeklinde kısmen korunmuştur. Karaköy vadisindeki taraça çökelleri birkaç lokasyonda incelenmiştir. 8 nolu lokasyonda bugünkü göl kotundan 4 m kadar yukarıda gri çamurlar ve içlerinde çok iyi korunmuş gastropodlar bulunur (Şekil 3.22). Daha güneyde 7 nolu lokasyonda taraça üzerine kazılmış 3 m yüksekliğinde bir yarmada kahverengi çamur ile gri kum/silt ar dalanması gözlenir. Son olarak 5 nolu lokasyonda taraça önündeki 4 m yüksekliğindeki bir doğal falezde kahverengi flüviyal kumlar oldukça belirgindir. Herhangi bir sualtı fasiyesi izlenmez.

Güneydeki Kuru dere vadisi halen kazınmaya devam etmekle birlikte Karaköy dere vadisi ile birleştiği alanda yüksek açılı bir ön cephesi bulunmaktadır (Şekil 3.18). Diğer benzerleri gibi bu taraça da 1060 metre kotlarında bulunmaktadır. Kuru dere vadisinin ağzına yakın güney kesimde taraça, sonraki akarsu aşındırması ile büyük ölçüde tahrip olmuştur.

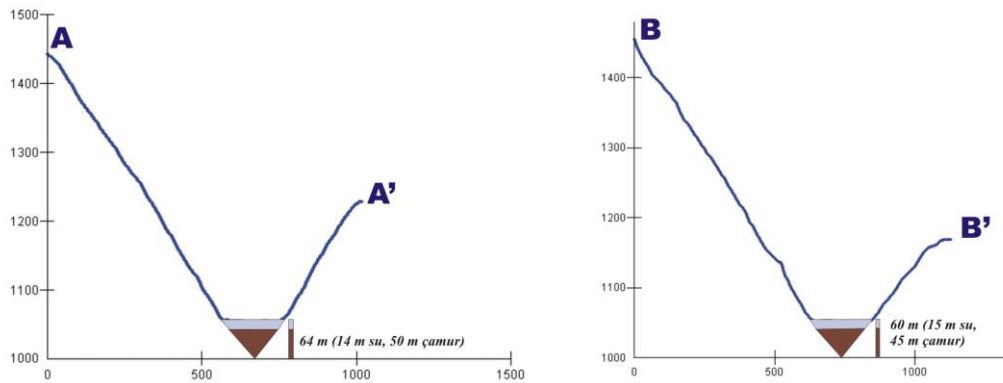
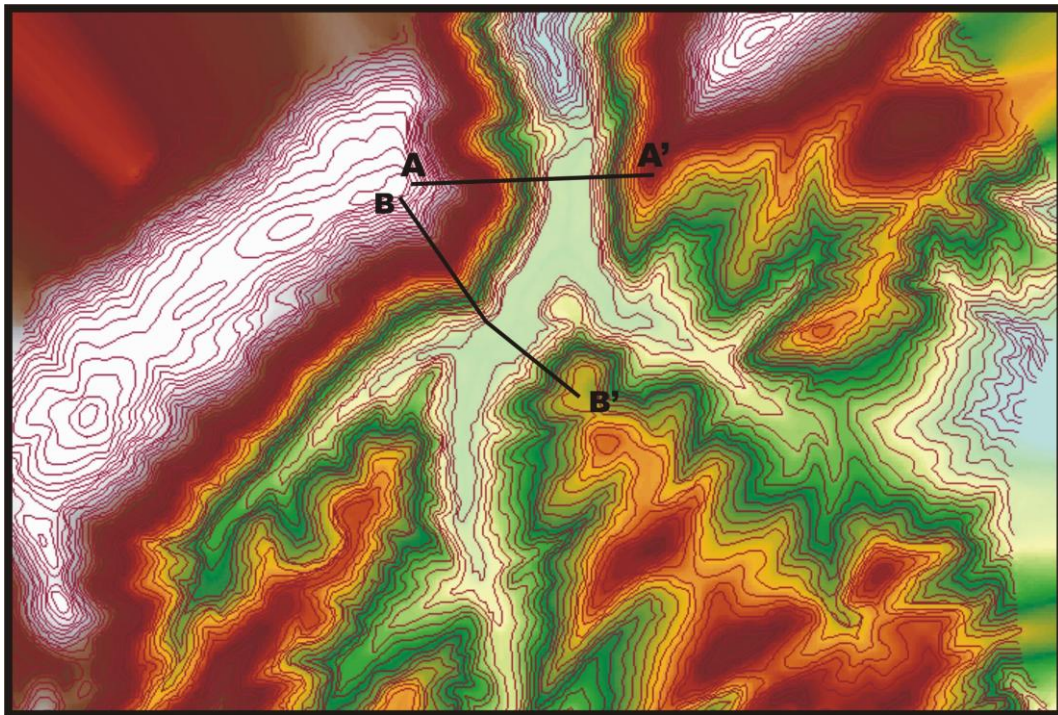
Taraça üst yüzeyi sarplıktan türeyen kireçtaşı kolüvyonları ile kaplıdır. Vadinin güney batısında kazınmaya devam eden dere yatağı menderesli bir görünüm göstermektedir. Menderesli vadi tabanı, çevresindeki taraça yüzeyine göre 10-15 m aşağıda bulunmaktadır. Vadinin taraça çökelleri, kalın gri gölsel çamurun topraklaşmaya uğradığı gözlenmiştir.



Şekil 3.22: Karaköy vadisi taraçasını oluşturan yaşlı gölsel çökeller ve içindeki gastropodlar.

### 3.4. Gölde Biriken Sediman Miktarına Yaklaşımlar Ve Gölün Dolması

Hazırlanan topoğrafik haritalar yardımıyla hazırlanan kesitlerde, eski vadi tabanını dolduran sediman miktarları hakkında bazı kalınlık ölçümleri hesaplanmıştır. Bu amaçla iki topoğrafik profil alınmış, profillerde vadi yamaçlarının gidişine bakılarak vadinin taban kotları belirlenmiştir (Şekil 3.23).

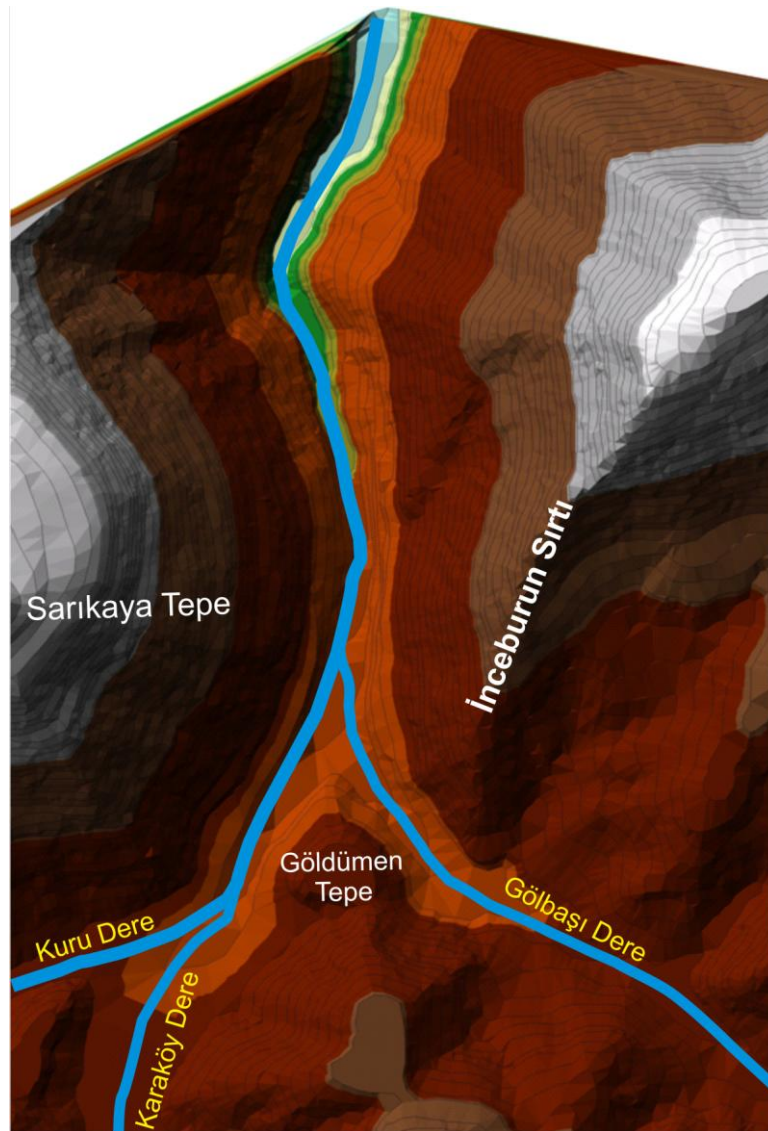


Şekil 3.23: Sünnet gölünden alınan bazı dijital topoğrafik profillerle gölde biriken sediman kalınlığının tahmin edilmesi.



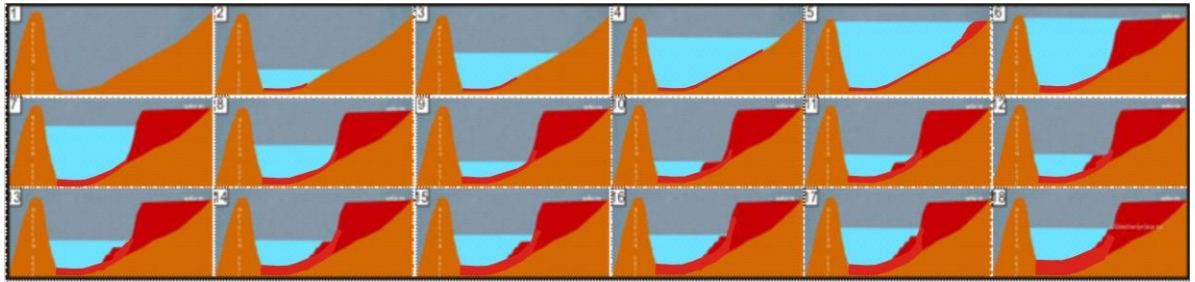
ArcGIS programının yardımıyla alınan kesitlerde eski vadi tabanı oluşturulacak şekilde kesitler yeniden hazırlanmıştır. Gölün güncel kotundan 14-15 metrelik su kolununu çıkardıktan sonra, vadiyi günümüze kadar dolduran malzeme miktarı hakkında bilgi elde edilebilmiştir.

Heyelan üzerindeki çalışmalar ve göl batimetrisinin belirlenmesinin ardından elde edilen veriler yardımıyla, gölün heyelan öncesi hali modellenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.24). Heyelandan önceki topografyanın oluşturulmasında, göl tabanında ve göl



Şekil 3.24: Sunnet gölünün oluşumundan önceki topografya.

çevresindeki gözlemlerden yararlanılmıştır. Güncel topografyada su üstü morfolojide 1060 metre kotlarında yaygın biçimde gözlenen teraslar, gölün eski zamanlarının anlaşılmasında en önemli ipuçlarından biridir. Ayrıca batimetri haritasında gözlenen su altı taraçalarının oluşumu da gölün yükselmesi sırasında su seviyesinin konakladığı kodları göstermektedir. Bu veri setleri incelenerek gölün nasıl bir evrim geçirdiği hakkında fikirler edinilmiştir.



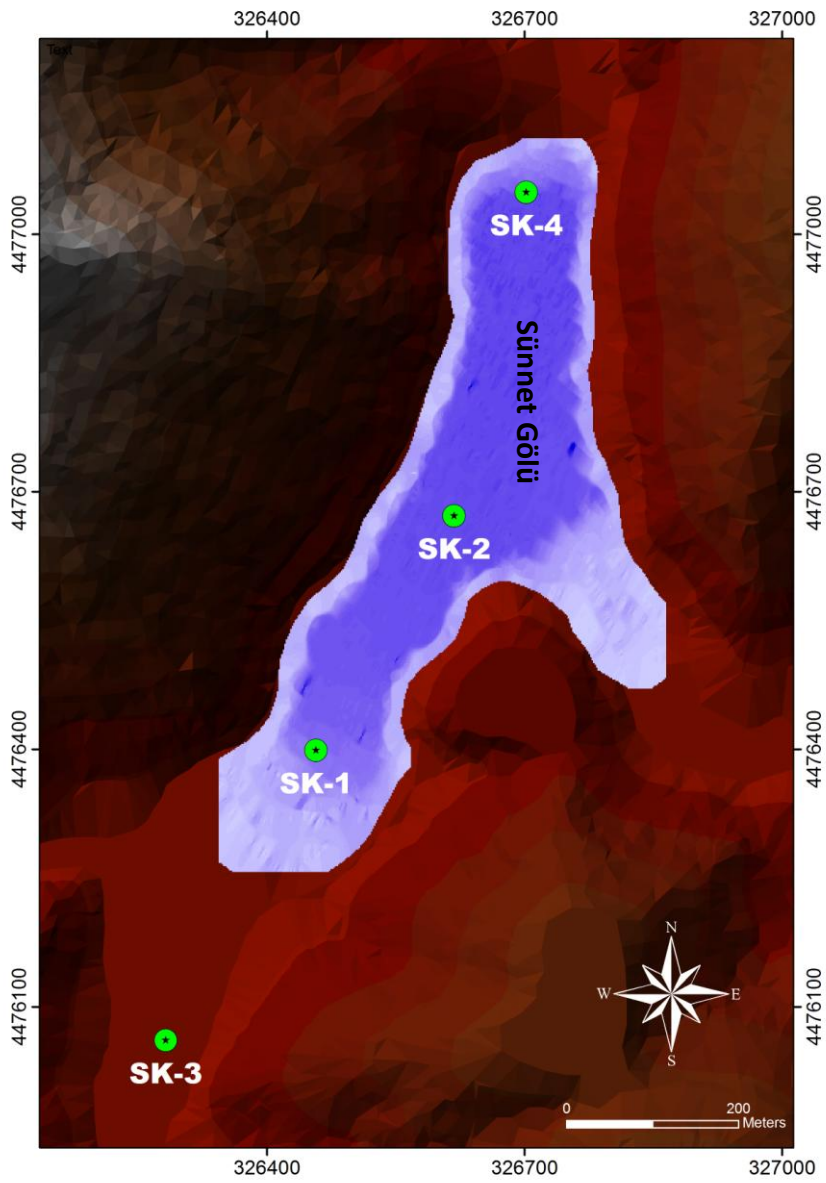
Şekil 3.25: Gölün oluşumunu gösteren şematik çizim.

Vadiyi dolduran heyelanın oluşmasından sonra, meydana gelen setin arkasındaki su seviyesi sürekli yükselmiştir (Şekil 3.25’de 1-6). Bunun nedeni olası yağışlı bir dönem olabilir. Su seviyesi 1060 metrenin üzerine çıkana dek göl seviyesi yükseliminin sürdüğü anlaşılmaktadır. Bu durum 1060 metre kotundaki yaygın taraça gelişimlerinden anlaşılmaktadır. Bu seviyelerde uzun süre konaklayan su seviyesi, ardından oluşan bir kurak dönemle birlikte hızla aşağıya düşmüştür (şekil 3.25’de 7). Bu kurak dönemdeki düşüşten sonra su seviyesi basamaklı bir şekilde yükselmeye başlamıştır. Su seviyesindeki kademeli yükselme, gölün şu anki salınım gösterdiği seviyelere kadar devam etmiştir (Şekil 3.25’de 10-17). Gölün günümüze kadar gelen oluşum safhaları böylece tamamlanmıştır.



### 3.5. Karotlar Üzerindeki Çalışmalar

Bu bölümde Sünnet gölünden alınan SK-1, SK-2 SK-3 ve SK-4 karotları litolojik olarak tanımlanacak ve ortamsal özellikleri tartışılacaktır. Gölün en derin kısmından alınan ve gölün geçmiş kaydını tam olarak temsil ettiği düşünülen SK-2 karotu üzerinde yürütülen multi-disipliner çalışmalarda ayrıntıları ile verilecektir.



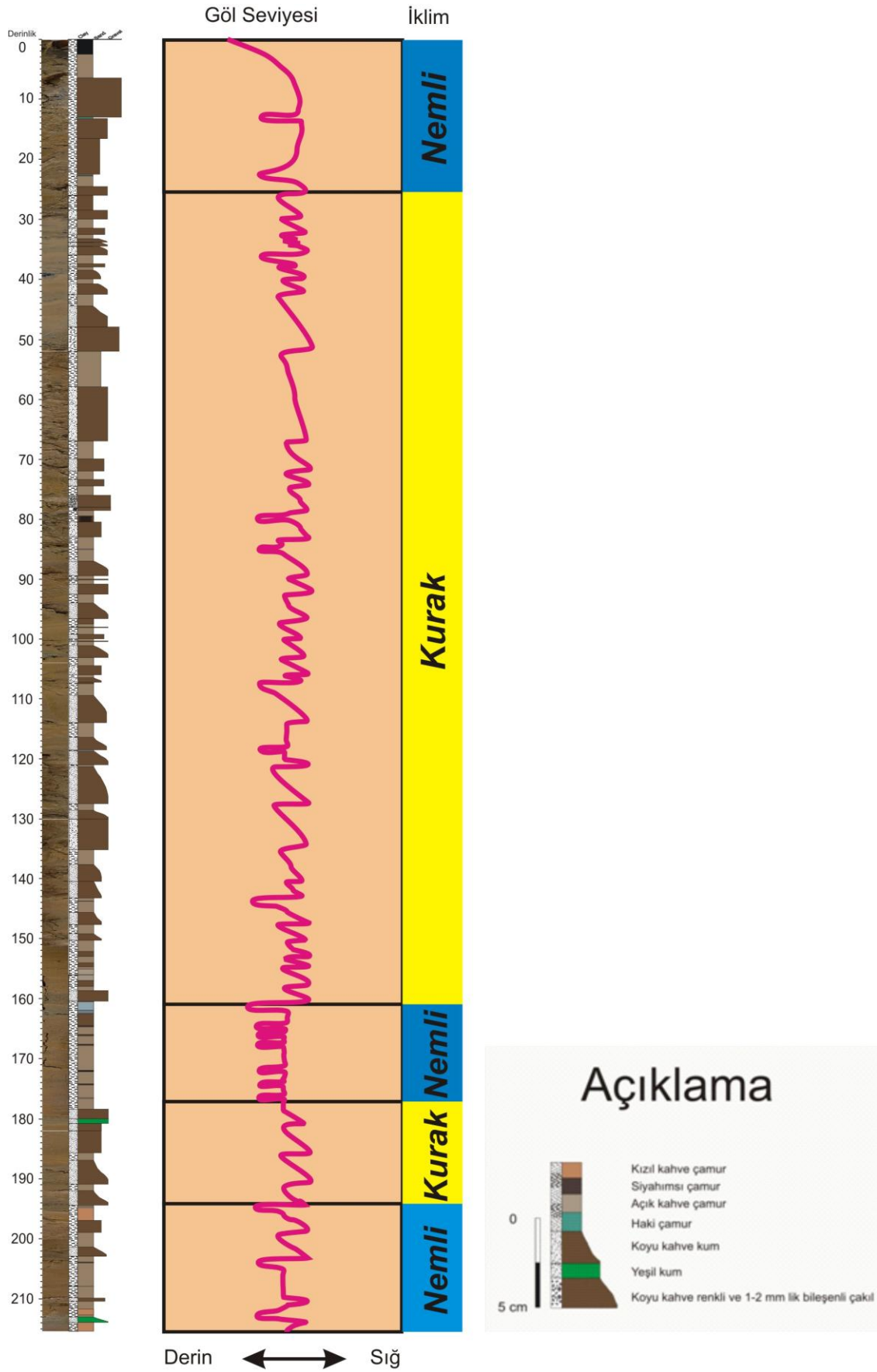
Şekil 3.26: Sünnet Gölü havzasından alınan karotların konumları.

### **3.5.1. Karotların Tanımlanması Ve Ortamsal Değerlendirmesi**

#### **3.5.1.1. SK-1 Karotu**

215 santimetre uzunluğundaki karot yoğun olarak koyu kahve renkli silt/kum ve bunlarla aradalananan kahve renkli çamurlardan oluşmaktadır (Şekil 3.27). Daha az oranda haki, siyahımsı sarı ve siyahımsı kahve renkli çamur laminaları da mevcuttur. Tabaka kalınlıkları çoğunlukla 1-3 santimetredir. Nadiren 6-9 santimetre kalınlığında kum/çakıllı kum seviyelerine de rastlanmaktadır (Şekil 3.27).

Karotun üstten ilk 27 santimetresi içinde 3 adet siyah/haki renkli lamina ile koyu kahverengi kum ve kahverengi çamur aradalanması izlenir. Bu dönemde su seviyesinin 3 kez bugünkü seviye veya üstüne çıktığı tahmin edilmektedir. 27 – 160 santimetreler arasında dereceli koyu kahve kumlarla kahverengi çamurlar ritmik bir şekilde aradalanmaktadır. Bu geniş aralık boyunca su seviyesinin anoksiya seviyesinin altında (< 8 metre) olduğu ileri sürülebilir. Çünkü siyah/haki çamurlar hiç gelişmemiştir. 160 santimetreden itibaren siyahımsı kahverenkli milimetrik laminalarla kahverengi çamurların 7 kez aradalanması izlenir. Bu dönem göl su seviyesinin uzunca bir zaman (yaklaşık 20 yıl) boyunca yüksek seviyelerde seyrettiği bir zamanı temsil etmektedir. Daha altta 15 cm'lik kum/çamur aradalanmasından sonra yeniden 3 adet siyah/haki çamur ile kahverengi çamur ve kum aradalanmasına geçilir. Bu son iki seviye göl su seviyesinin düşük ve kısmen yüksek olduğu iki döneme karşılık gelmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27: SK-1 karotunda göl su seviyesi ve ilişkili iklim değişimleri.

### **3.5.1.2. SK-2 Karotu**

SK-2 karotu gölün en derin yerinden alınması nedeniyle referans karot olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.28). Karotun boyu 189,5 santimetredir. Karot örneği alınıp muhafaza edildikten sonra, inceleme için ikiye bölünmüş ve farklı analizler için 2 santimetre aralıklı örnekleme yapılmıştır. Karotun diğer yarısı yüksek çözünürlükte taranarak dijital ortama aktarılmıştır.

Karot üzerinde yapılan incelemeler ve tanımlamalar detaylı bir şekilde çizilmiş ve karot logu hazırlanmıştır (Şekil 3.28). Arazide yapılan çalışmalar ve tanımlamaların ardından bunlar sayısal ortamda gösterilmiş ve yorumlanmıştır. Bu yorumlamalara göre karotun tanımlanması ve ortam değerlendirmesi yapılmıştır.

SK-2 karotu, kahverenginin farklı tonları ile haki renkli çamurların birbirini izleyen diziliminden oluşmaktadır. Sayısı az olmakla birlikte, karotun üst seviyelerine doğru incelen açık gri renkli silt tabakaları bulunur. Bu silt tabakaları 3 santimetreden 1 santimetreye, değişen kalınlıklardadır ve kalınlık karotun üst kesimlerine doğru azalır.

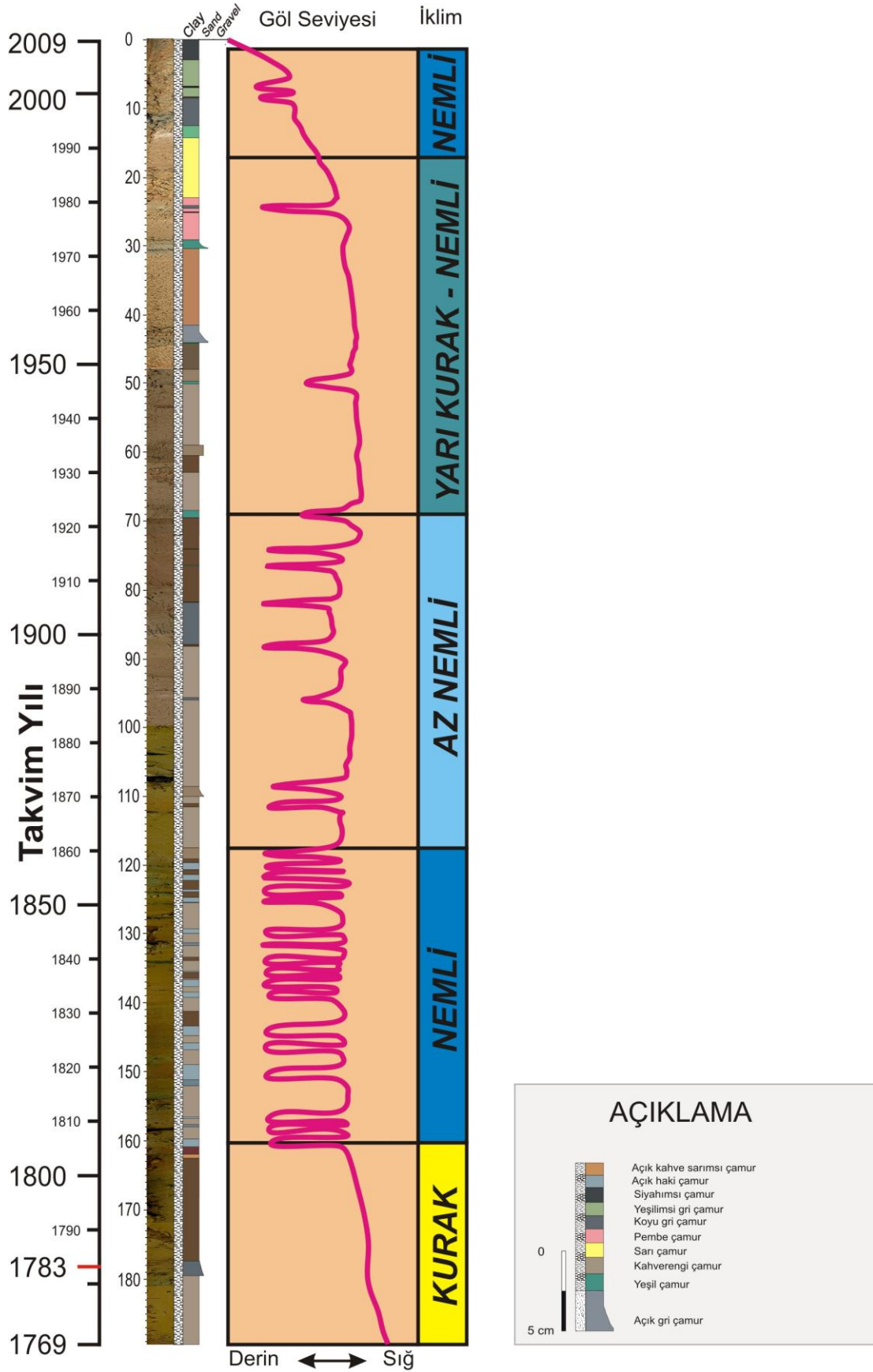
Karot tanımlanması ve ortam yorumlanmasında yardımcı olabilecek bazı seviyeler bulunmaktadır. Haki\siyah laminaların sayısı bunlardan biridir. Bu laminaların sayısına dayanarak ayırtlamalar yapılmıştır. Karotun ilk 14 santimetresinde 3 adet koyu gri siyah lamina ile yeşilimsi gri çamurların ardalandığı gözlenir. Bu seviyenin günümüzdekine benzer bir şekilde, göl su seviyesinin yüksek olduğu bir ortamı temsil ettiği düşünülmektedir.

14 santimetreden 68 santimetreye kadar koyu ve açık renkli çamurların ardalanması gözlenir. 24-25 santimetre arasında açık gri renkli çamur ve 25-26 santimetre arasında ince gri seviye bu kahverengi ardalanma içerisinde gözlenmiştir. Bunu takip eden 30 santimetre ve 42 santimetrelerde de açık gri renkli çamurlar gözlenir. Bunların kalınlığı 1 santimetre civarındadır. İnce gri seviye dışındaki diğer 3 silt tabakası su seviyesinin düşük olduğu (olasılıkla <8 metre) bir zaman aralığına karşılık gelmektedir.

68 santimetreden 120 santimetreye kadar olan bölümde az sayıda siyah\haki çamur ve acık kahve renkli çamurların ardalanması izlenir. Bu bölüm göl su seviyesinin bazı dönemlerde günümüz seviyesine ulaşır sonra aşağı düşüş gösterdiği dalgalı bir aralığı yansıtmaktadır.

120 santimetre ile 160 santimetreler arasında 20 kadar haki\kahverengi lamina ardalanması görülür. Haki renkli çamurlar genellikle ince (0,1-1 santimetre) iken, kahverengi çamurlar daha kalındır (1-4 santimetre). Karot üzerindeki bu bölümün, su seviyesinin genellikle bu günkü kadar yüksek olduğu yağışlı bir döneme karşılık geldiği söylenebilir.

Karotun 160 santimetreden tabanına kadar olan kısmında ise, koyu ve açık kahve renkli çamurlarla kendini gösteren aralığın, göl su seviyesinin anoksik koşullara izin vermeyecek ölçüde sığlaştığı bir zaman dilimine karşılık geldiği anlaşılmaktadır. Karotun 180. santimetresinden alınan bir adet  $^{14}\text{C}$  örneği 1783-1796 yıllarını göstermektedir (Şekil 3.28). Bu yaş verisine dayanılarak en alt kurak dönemin Küçük Buz Çağı'na karşılık geldiği düşünülebilir.

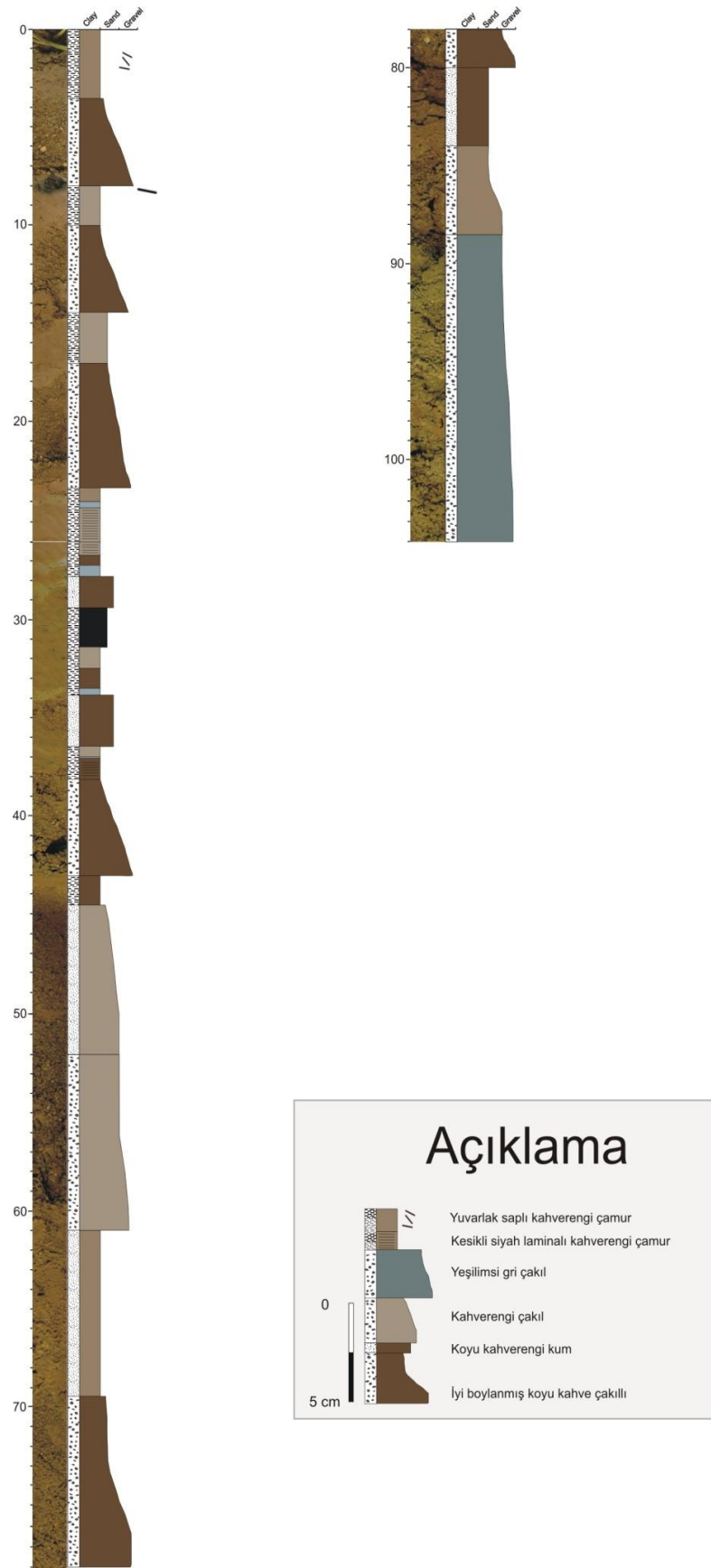


Şekil 3.28: SK-2 karotunda göl su seviye değişimleri ve ilişkili iklimsel yerleşim. 1783 <sup>14</sup>C analizinden gelen yaş sonucunu gösterir.

### **3.5.1.3. SK-3 Karotu**

Karot 104 santimetre uzunluktadır. Açık kahverengi çamurlarla (çoğunlukla 2-3 santimetre) aradalan koyu kahverengi kaba kumlardan oluşmaktadır (Şekil 3.29). Kum seviyeleri keskin tabanlıdır ve normal derecelenme gösterir; kalınlıkları 5-6 cm mertebesindedir. 27-37 santimetreler arasında üç seviye halinde ince (1-2 milimetre) haki çamur tabakası izlenir. Ek olarak bitki kalıntılarınca zengin siyahımsı kahverengi bantlar da mevcuttur. Karotun tabanına doğru kumlu seviyelerin kalınlıkları artar, yer yer çakıllar baskın hale gelir. Bitki parçaları ve gastropod kırıntıları bol bulunur.

Ortamsal açıdan değerlendirildiğinde SK-3 karotu'nun ağız barı fasiyesleriyle (normal derecelenme gösteren kumlar) delta önü çamurlarının aradalanmasından oluştuğu söylenebilir. Haki çamurlar göl su seviyesinin yüksek olduğu dönemlere karşılık gelirken bitki kırıntıları, siyahımsı seviyeler olasılıkla su üstü ortamı ifade etmektedir.



Şekil 3.29: SK-3 nolu karotun litolojik içeriği ve görünümü.



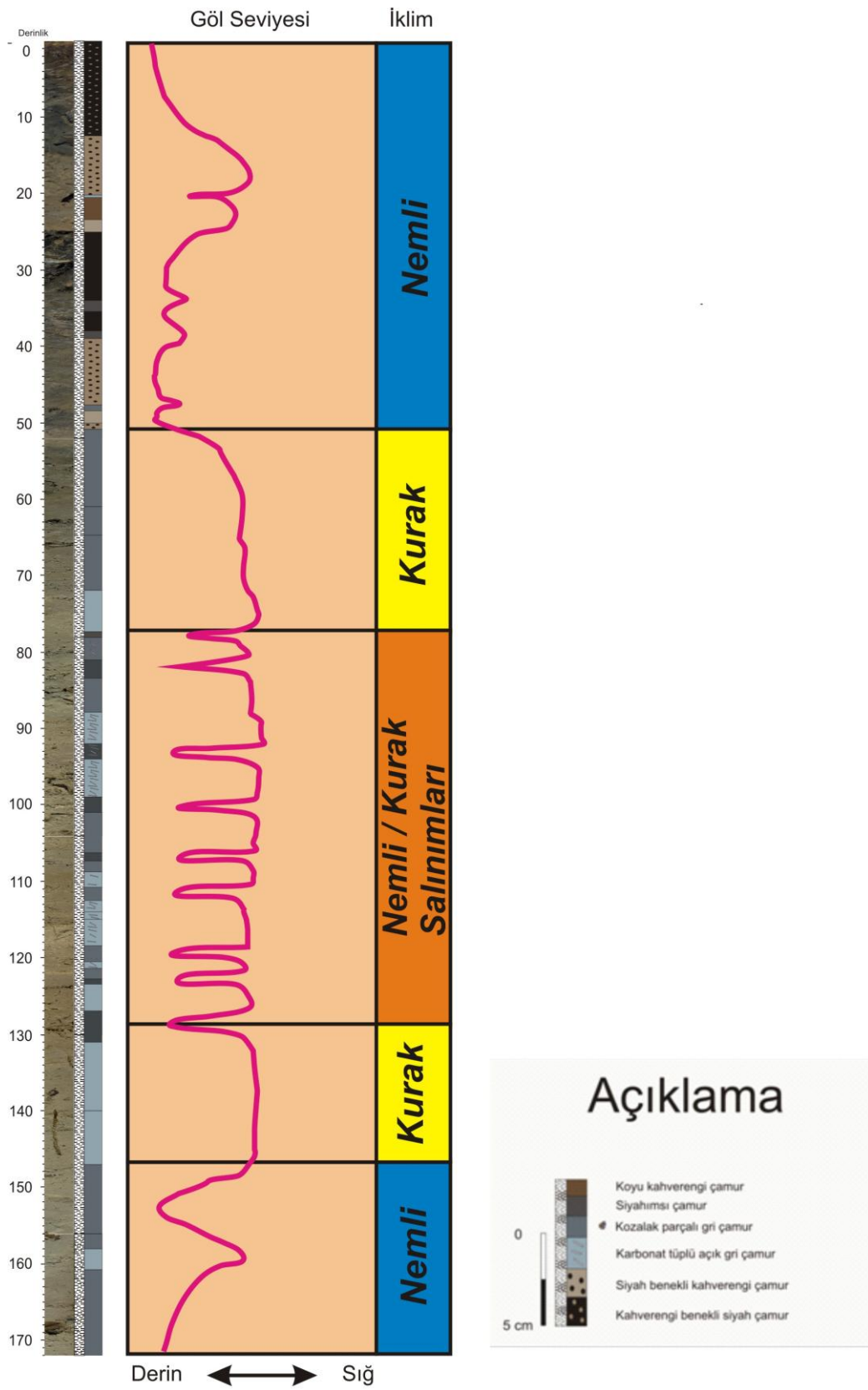
#### **3.5.1.4. SK-4 Karotu**

Karot 172 cm kalınlığında tamamen çamur ve organik kalıntılardan ibarettir, kaba kırıntı görülmemektedir (Şekil 3.30). Karotun üstten ilk 50 cm'si siyah ve koyu kahverengi seviyelerin ardalanmasından oluşur. 34-39 cm'ler arasındaki grimsi siyah çamur seviyeleri içinde bol miktarda beyaz karbonat parçaları mevcuttur. Daha alt seviyelerde açık ve koyu gri çamur seviyelerinin 2-4 cm' de bir ardalanması tipiktir. Her iki seviye içinde de bolca tüp şekilli karbonat algal kırıntılar yer alır. Karot tabanında yatay konumlu bitki sapları ile ostrakodları bolca içeren gri renkli çamur seviyeleri bulunur.

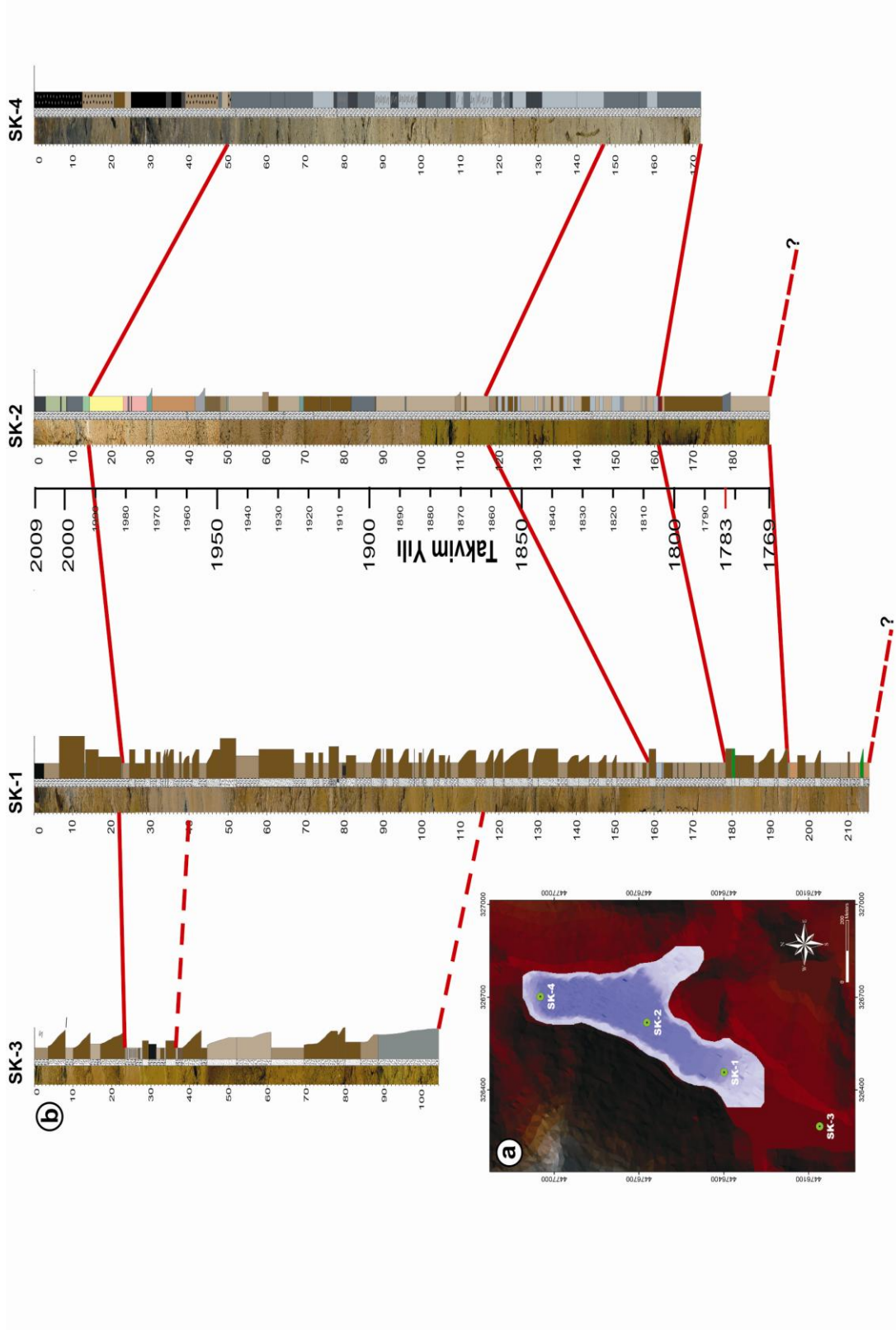
Ortamsal açıdan bakıldığında siyah ve koyu gri laminaların gölün derin dönemlerini, açık gri seviyelerin ise gölün sığ dönemlerine karşılık geldiği düşünülmektedir. Bu fasiyeslerin ardalanması temelinde bir dizi nemli ve kurak dönem ayrılanmıştır (Şekil 3.30). Kurak dönemler baskın olarak açık gri çamurlardan oluşurken yağışlı dönemlerde koyu gri/siyah laminaların kalınlığı ve sayısı daha fazladır.

#### **3.5.1.5. Karotların Korelasyonu**

Gölün içerisinden ve gölün GB kıyısından alınan bu dört karot Şekil 3.31'de gösterilmiştir. Gölün derin kısmından itibaren sırasıyla SK-4, SK-1, SK-2 ve SK-3 karotlar yan yana getirilmiştir. Karotlar üzerinde daha önce yapılan çalışmalara göre, her karot üzerinde görülen kuru ve nemli iklimi gösteren göstergeler yardımıyla karotlar karşılaştırılmıştır (Şekil 3.31). Gölün en derin ikinci kısmından alınan SK-2 karotunun kendinden sonraki diğer karotlarda uyumlu olduğu görülebilir. SK-2 karotundaki iklimsel değişimler diğer SK-2 ve SK-3 karotlarında da gözlenmektedir. Gölün en derin kısmını temsil eden SK-4 karotu 170 santimetrelik derinliği SK-2 karotu ile uyumlu olmasına rağmen karotun daha derine inemeyişi nedeniyle SK-2 karotunun tabanı ile uyumlu olup olmadığı görülememektedir.



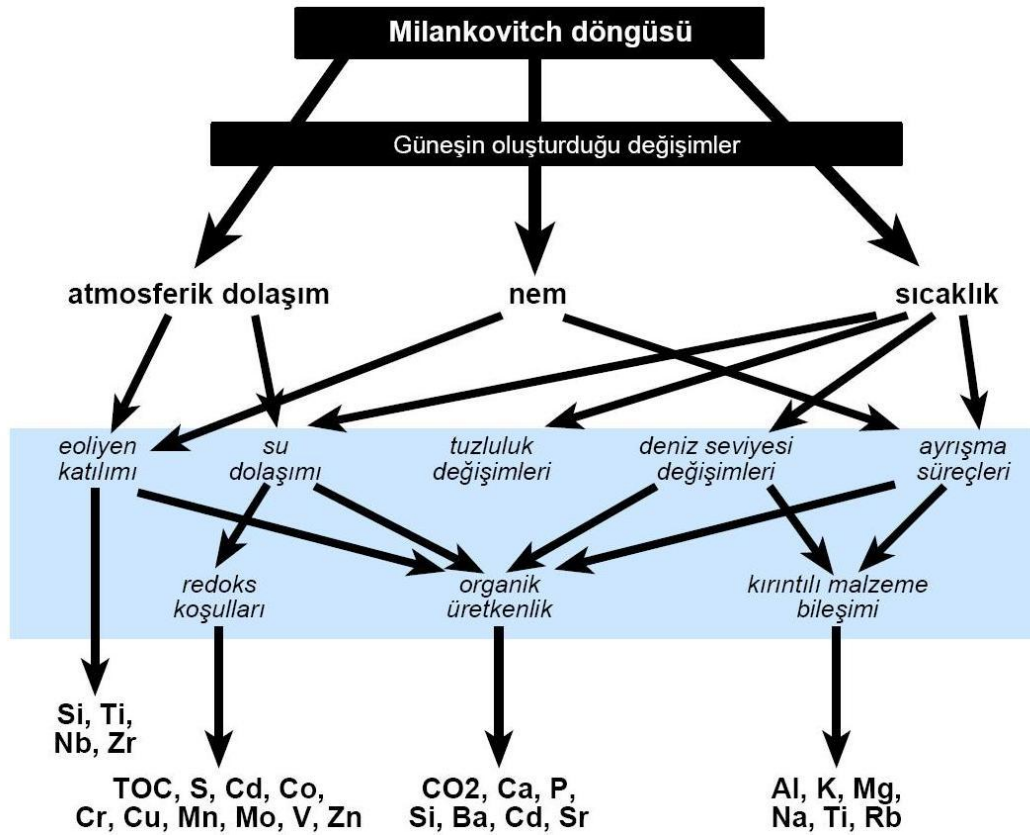
Şekil 3.30: SK-4 karotunda göl su seviyesi ve ilişkili iklim değişimleri.



Şekil 3.31: Sünnet Gölü'nden alınan karotların a) Konumu b) Korelasyonu (açıklama için metne, lejant için Şekil 3.27, Şekil 3.28, Şekil 3.29 ve Şekil 3.30' a bakınız).

### 3.5.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

Sünnet gölünün en derin kısmından alınan SK-2 karotu üzerinde 2 santimetre aralıklı olarak 68 örnek alınmış ve bu örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına göre eski iklim ve göl seviyesi hakkında yorumlamalarda bulunulmaya çalışılmıştır. Şekil 3.32’de gölün eski dönem iklimlerini ortaya çıkarmada kullanılan göstergeler verilmiştir.



Şekil 3.32: Sedimanter istiflerin kimyasal bileşimleri üzerinde oluşan muhtemel yörüngesel kontrollörler (Milankovitch döngüsü) (Rachold and Brumsack, 2001).

### **3.5.2.1. Eski İklim Ve Göl Seviyesi Göstergeleri**

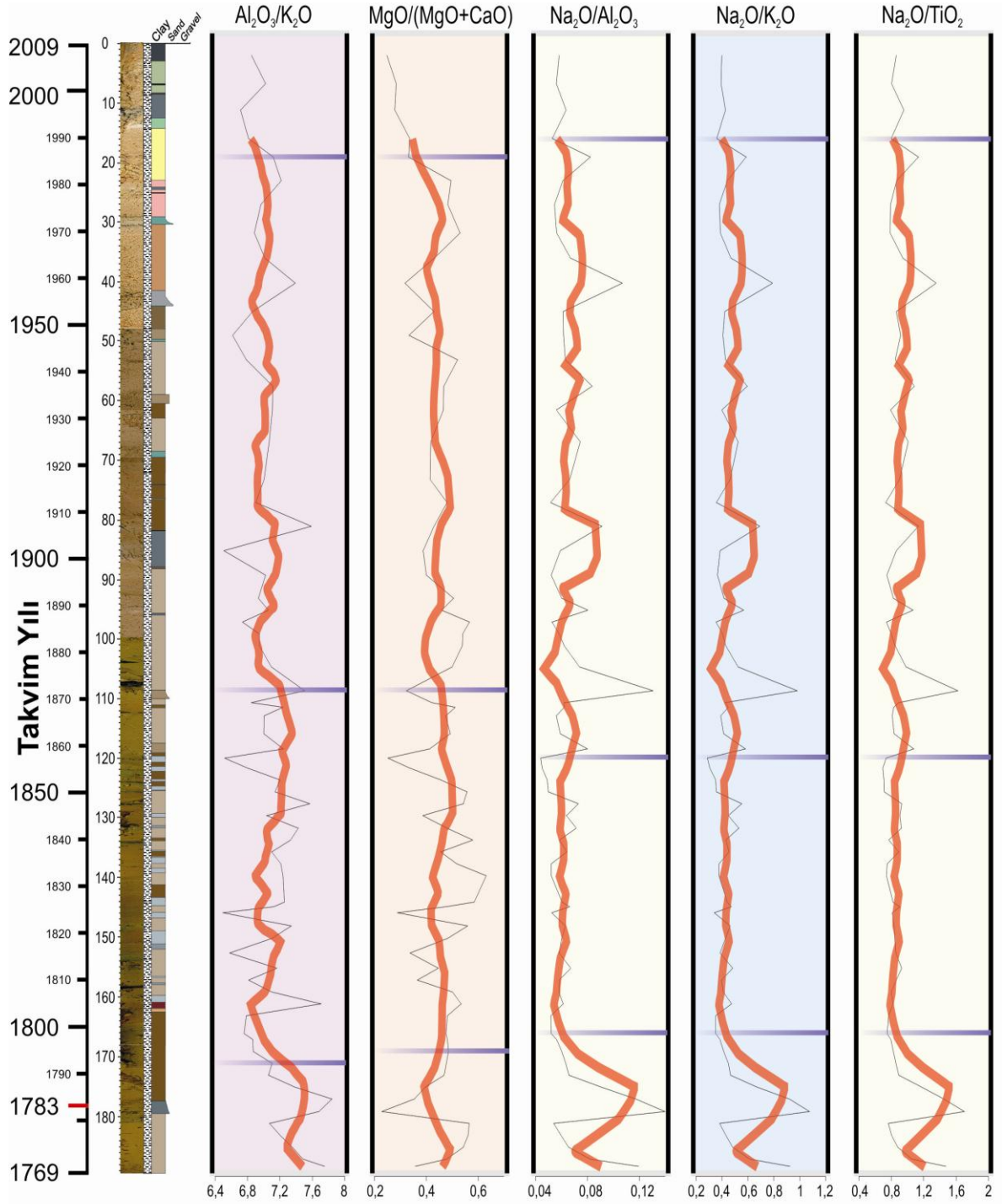
$Al_2O_3 / K_2O$  oranı çoğunlukla eski iklim hakkında bilgiler sağlamaktadır. Aplin (1993) yağışlı bölgelerdeki akarsuların alüminyumca zengin, sodyumca fakir olduğunu belirtmiştir. Potasyum ve kalsiyum miktarları, ılık ve kurak bölgelerde eşit oranda bulunurlar. Bu nedenle, yüksek  $Al_2O_3 / K_2O$  oranı çökeltme oranının yüksek, düşük  $Al_2O_3 / K_2O$  oranı ise çökeltme oranının düşük olduğunu göstermektedir (Alçıçek, 2007).

$Na_2O/Al_2O_3$ ,  $Na_2O/TiO_2$  ve  $Na_2O/K_2O$  oranları düşük olursa yüksek derecede kimyasal ayrışmayı (yağışlı iklim), yüksek değerlerde olursa düşük derecede kimyasal ayrışmayı (kurak iklim) gösterirler (Alçıçek, 2007).

$\delta^{18}O$  ve  $MgO/(MgO+CaO)$  özellikle yağışlı iklimlerde birincil olarak çökelen kalsit, düşük  $\delta^{18}O$  değerine ve düşük  $MgO/(MgO+CaO)$  oranına denk gelmektedir. Bu durum göle tatlı su girişinin olduğunu ve göl suyunun düşük tuzluluğa sahip olduğunu göstermektedir. Yüksek  $\delta^{18}O$  değerleri ise yüksek dolomit miktarı ile yüksek  $MgO/(MgO+CaO)$  oranına karşılık gelmekle birlikte göl suyunun yüksek tuzluluğa sahip olduğunu göstermektedir (Sinha et al. 2006).

$Na_2O/Al_2O_3$ ,  $Na_2O/TiO_2$  ve  $Na_2O/K_2O$  grafikleri birbirine benzer salınımlar gösterirler (Şekil 3.33). 0-20 cm arasında çoğunlukla düşük ve tekdüze değerler izlenir. 20 – 120 santimetreler arasında yüksek değerlerle birlikte dalgalanmalar gözlenir. Kumlu/kırıntılı seviyelerin yüksek değerler sunması (42 santimetre gibi) dikkat çekicidir. 120 – 160 santimetreler arasında ise düşük değerlerle birlikte daha durağan bir grafik görülür. 160 santimetreden sonra artış gösteren değerler 176 santimetre civarlarında aniden en yüksek seviyeye ulaşır.  $Al_2O_3 / K_2O$  açısından karotun tabanı kısmen yüksek değerler içerirken organik çamurca zengin seviyeler (0-15 santimetre arası gibi) genel olarak daha düşük  $Al_2O_3$  oranına sahiptir.  $Al_2O_3 / K_2O$  değerlerinin düşük olduğu karotun üst kesimleri çökeltme oranının düşük olduğu bir aralığı yansıtırken, karotun tabanına doğru yükselen değerler çökeltme oranındaki artışı işaret eder.  $MgO/(MgO+CaO)$  grafiğinde karotun en üst seviyesine karşılık gelen organik çamurlar (0-20 santimetre) düşük değerler sunarken kırıntılı seviyelerde bu oran oldukça

değişkenlik gösterir.  $MgO/(MgO+CaO)$  değerlerinin 0-20 santimetredeki düşük değerleri yağışlı dönemi gösterir. 20-108 santimetre arasında yükselen değerler yağışın



Şekil 3.33: SK-2 karotu üzerinde temel element oranlarının değişimi. İnce siyah çizgi grafiği, kırmızı çizgi ise dördü ortalamaları gösterir.

azalmaya başladığını ifade eder. 108-169 santimetrelerdeki yüksek değerler kurak bir dönemi yansıtmaktadır. 169- santimetreden tabana kadar olan kesimde ise ani bir yağışı dönem ve bunu izleyen kurak dönem olduğu söylenebilir (Şekil 3.33).

### **3.5.2.2. Tuzluluk Ve Alkalinite Göstergeleri**

Bir havzadaki eski göl suyunun tuzluluğu ve alkalinitesi hakkında bilgi sağlayabilmek için Mg/Ca, MgO/CaO, Sr/Ca ve Rb/K gibi elementer oranlar kullanılmaktadır (Alçıçek, 2007).

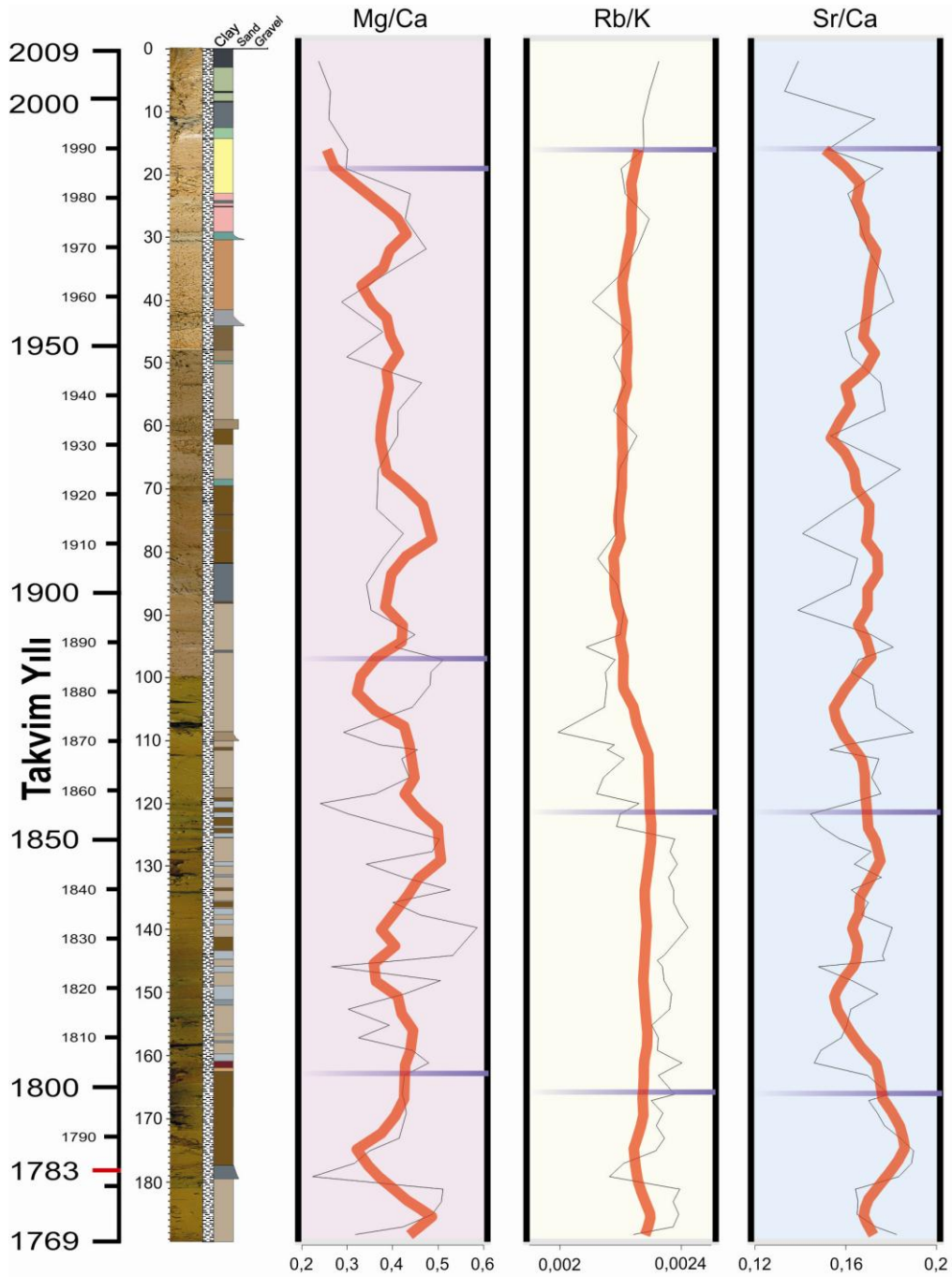
Göl ortamlarında, drenaj alanının hidrolojik rejimindeki değişimlerin sonucunda gölün hacmi değişirken aynı şekilde suyun kimyası da değişmektedir (Hunstman-Mapila et al. 2006). Mg ve Sr elementlerinin kimyası, kapalı havzalarda göl suyunun buharlaşma konsantrasyonu sırasında oluşan paleotuzluluğun bir göstergesidir (Gasse *et al.* 1987). Kalsiyum karbonatın çökelişi suyun Mg/Ca ve Sr/Ca oranlarının artmasıyla birlikte fazlaşır. Bunun sonucu olarak da tuzlulukla bu oranlar pozitif korelasyon gösterirler (Eugster ve Kelts 1983).

Rb/K oranı tuzluluk göstergesi olarak kullanılır. Bu oran, tatlı su ortamında okyanus sularına göre daha fazla miktarda bulunmaktadır. Rb oranı okyanus suyunda 0,12 ppm iken akarsularda 0,0013 ppm'dir (Taylor and McLennan 1985). Ayrışma sonucunda illitteki K, Rb ile yer değiştirir ve Rb/K oranı artar. Bu nedenle Rb/K oranı arttıkça ortamın tuzluluğu da artar. Harriss and Adams (1966), Rb/K oranının kimyasal alterasyon süreçleri sırasında ayrışma ürünlerinde devamlı olarak artış gösterdiğini ileri sürmüştür.

Mg/Ca grafiğinde büyük salınımlar gözlenebilir (Şekil 3.34). Kartoun ilk 20 santimetresinde düşük değerler mevcutken, bu değerler 20 santimetreden sonra yükselmeye başlar. Ani düşüm ve yükselimler göstermesine karşın genel eğilim yükselim yönündedir. 95 – 160 santimetreler arası en yüksek değerlere ulaşan grafik bu kesimde yine ani düşüm ve yükselimlerini korur. 180 santimetre seviyelerinde en düşük değerler gözlenir ve bu anda gözlenen ani düşüm dikkat çekicidir. Sr/Ca ve Rb/K



grafikleri birbirine yakın salınımlar sunarlar. Rb/K grafiğinde 124 santimetre seviyelerine kadar ortalamalarda seyreden değerler bu seviyeden sonra yükselmeye başlar. Sr/Ca grafiğinde ilk 10 santimetre dışında yüksek değerlerde salınımlar gözlenir. 90 santimetreden tabana kadar olan bölümde değerler daha yüksek seviyelerde ve kısa periyotlu salınımlar gösterir. Bu bölümde, 120-160 santimetreler arasında Sr/Ca oranı düşüktür ve daha az salınım gösterir (Şekil 3.34).



Şekil 3.34: SK-2 karotu üzerinde temel element oranlarının değişimi. İnce siyah çizgi grafiği, kırmızı çizgi ise dörtlü ortalamaları gösterir.

### **3.5.2.3. Kırıntılı Malzeme Getirimi Göstergeleri**

Göle gelen kırıntılı malzeme miktarını bulmak için  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  ve  $\text{Sr}/\text{Ba}$  gibi bazı grafikler hazırlanmıştır (Şekil 3.35).

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranı kırıntılı çökellerin egemen olduğu ortamlarda, kuvarşın feldispata göre değişimini;  $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranı ise zirkonun feldispata göre değişimini ifade eder. Her iki oran da esasen kırıntılı katılıma işaret eder ve bu oranlar diyajenetik süreçlerden etkilenirler. Zirkon genellikle silt fraksiyonlarında bulunur ve eoliyen süreçlerinin etkisiyle kuvarşla birlikte taşınır (Pye and Krinsley 1986, Haug et al. 2003). Bu nedenle bu oranlar kurak ortamlardaki eoliyen katılımının işaretçisidirler (Roy et al. 2006).

$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranı karbonat miktarındaki değişimleri gösterir. Bu oranın yüksek olması depolama ortamında karbonat üretiminin fazla olduğunu ve kırıntılı geliminin düşük olduğunu göstermektedir (Rachold and Brumsack 2001).

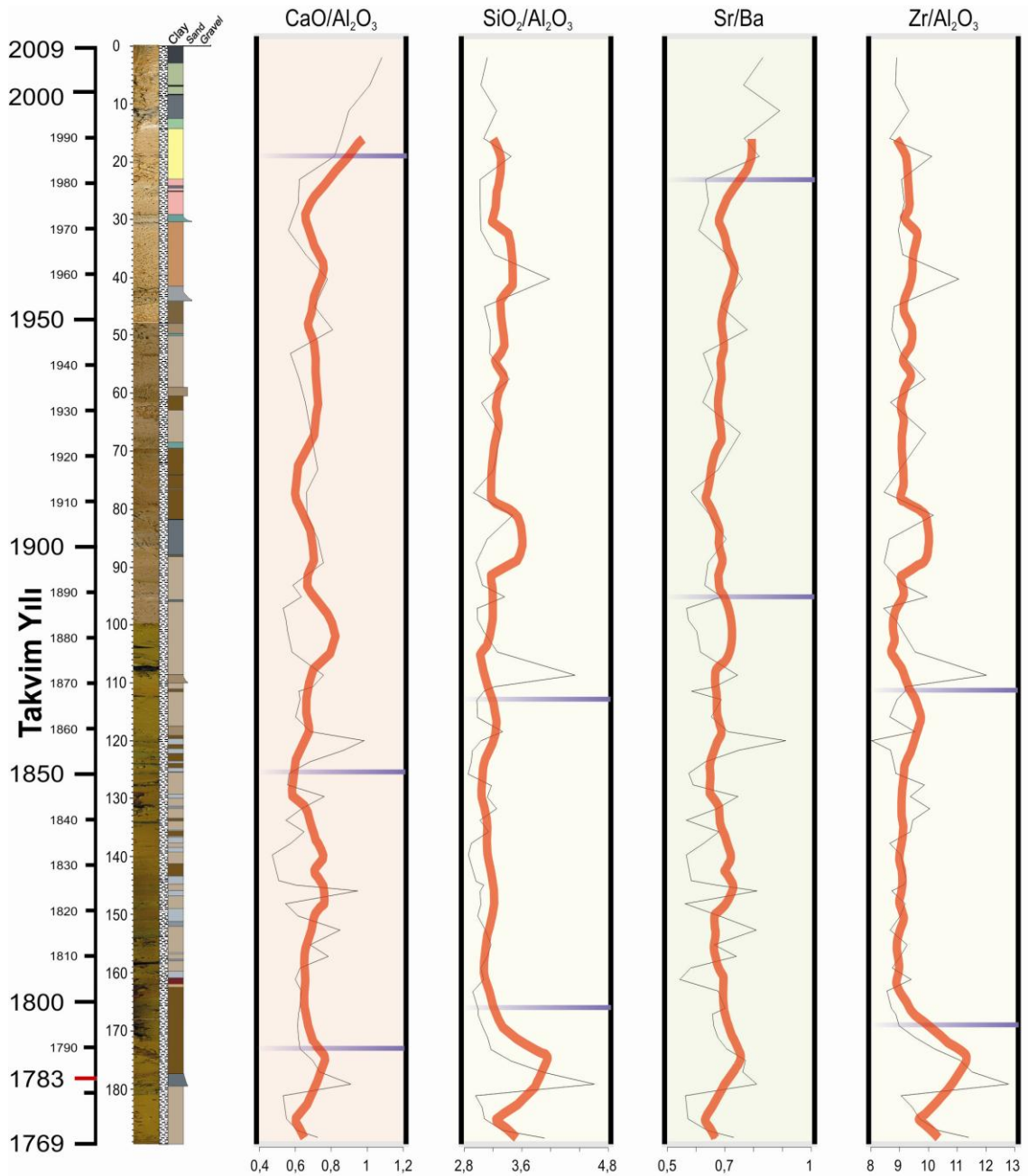
$\text{Sr}/\text{Ba}$  oranında, Ba esasen feldispat, biyotit ve amfibollerde, Sr karbonatlarda bulunduğu için,  $\text{Sr}/\text{Ba}$  oranı karbonatların kırıntılı fraksiyonlarına göre değişimini yansıtır (Roy et al., 2006).

SK-2 karotunda normalize  $\text{SiO}_2$  ve Zr grafiklerinde 120-160 cm arasında organikçe zengin seviye düşük değerlerle ve daha düşük genlikli salınımlarla temsil olunurken kırıntılı seviyeler genel olarak yüksek değerler içerir ve yüksek salınımlar gösterir (Şekil 3.35).

$\text{Sr}/\text{Ba}$  grafiğinde 0-20 santimetre arasında yüksek değerler tipiktir. 25-105 santimetreler arasında düşük değerler gözlenirken, bu seviyeden sonra değerler yükselir ve dalgalanmalar izlenir.

$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  grafiğın 0-20 santimetre arasında giderek azalan yüksek değerlerle başlarken, 25 santimetreden sonra bu değerlerde düşme gözlenir. Bu seviyede başlayan

düşme 120 santimetre civarına kadar devam eder. 120 santimetreden tabana kadar salınımlar göstererek artar. 120-170 santimetreler arasında değerlerin genelde düşük olduğu bir aralık mevcuttur. Burada salınımlar daha belirgindir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35: SK-2 karotu üzerinde temel element oranlarının değişimi. İnce siyah çizgi grafiği, kırmızı çizgi ise dörtlü ortalamaları gösterir.

### **3.5.2.4. İndirgen Koşul Göstergeleri**

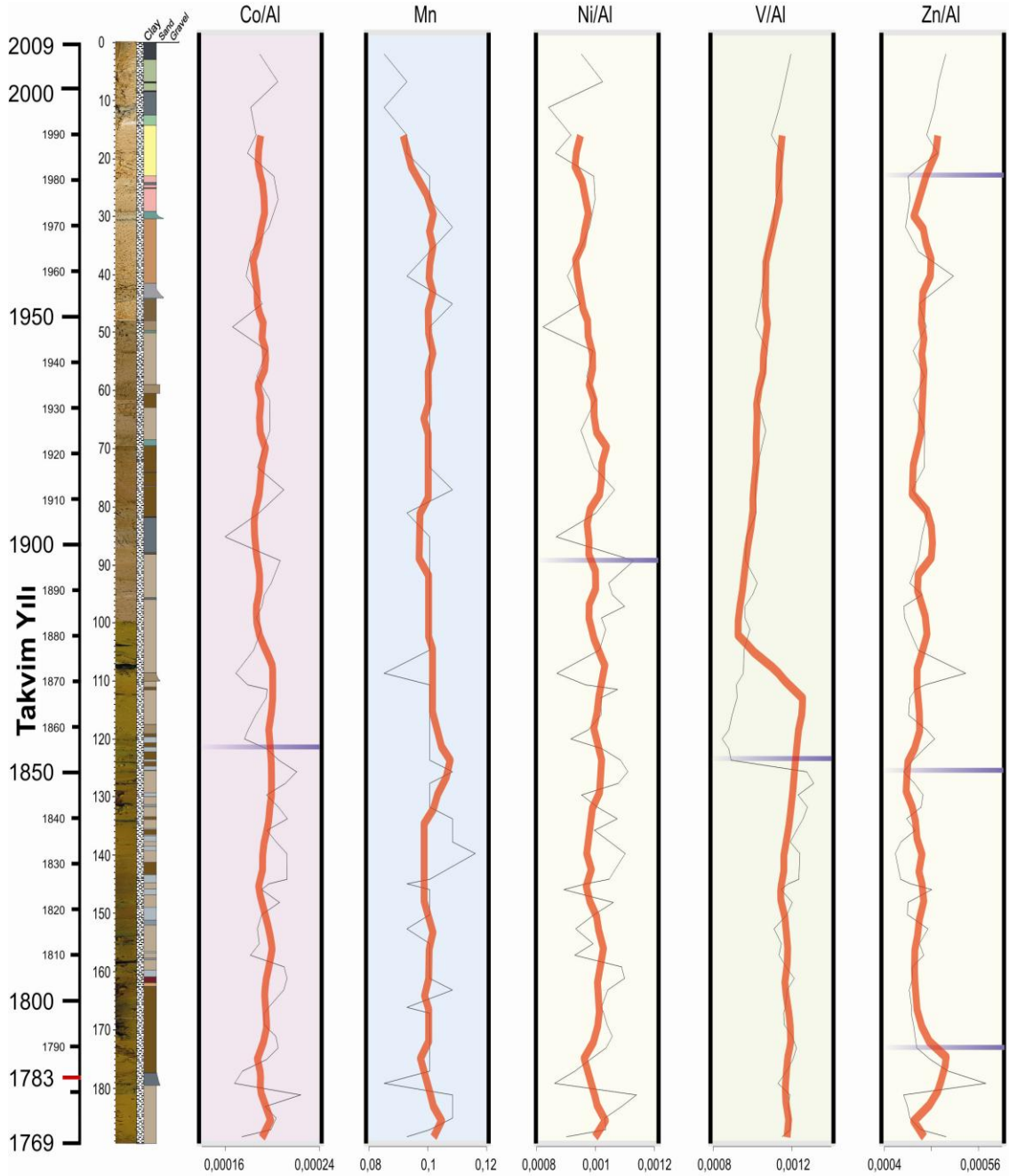
Bir sedimanter istifin depolanması sırasında veya depolandıktan sonra ortamdaki indirgen koşullar, indirgenmeye duyarlı iz elementlerin bollukları (V, Cr, Mn, Ni, Co, vb.) ile açıklanabilmektedir (Rachold and Brumsack 2001). Bu elementlerin miktarı, indirgen koşullarının hakimiyetine bağlı olarak değişmektedir. Bu elementlerin miktarı veya oranları kullanılarak ortaya çıkarılan çeşitli göstergeler paleo-indirgen koşullarının aydınlatılmasını sağlamaktadır (Algeo and Manyard 2004, Piper and Perkins, 2004, Scheffler et al. 2006). Bu element oranlarından bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Co/Al, Ni/Al, V/Al, Zn/Al oranlarının yüksek değerlerde olması depolanma ortamında indirgen koşullarının var olduğunu göstermektedir (Rachold and Brumsack 2001). Co, Ni, V ve Zn gibi anoksik elementler indirgen ortamlardaki sedimanlarda yoğunlaşmaktadırlar (Tribovillard et al. 2006).

Yüksek Mn konsantrasyonu oksik taban suyu koşullarının varlığına işaret eden bir göstergedir (Arthur and Dean 1991, Calvert and Pedersen 1993, 1996, Rachold and Brumsack 2001). Çünkü sediman/su arayüzeyinde meydana gelen indirgen koşullar altında çözülebilir  $Mn^{+2}$  yarıoksik taban suyu içerisindeki sedimanların içine nüfuz eder (Bruland 1983, Landing and Bruland 1980).

SK-2 karotunda, V/Al grafiğinde başlangıçtaki yüksek değerler 120 santimetre civarlarında en düşük seviyesine ulaşır ve burada ani bir yükselim gösterir (Şekil 3.36). Bu yükselimden sonra değerler yüksek seviyelerdeki salınımlarına devam ederler. Zn/Al grafiği ortalama değerlerin altında dalgalanmalar gösterir. 0-20 santimetreler arasında sürekli azalan bir grafik bulunur. 37, 106 ve 176 santimetrelerde ani yükselimler gösterir. Bunlar kumlu seviyelere karşılık gelir. Ni/Al grafiğinde ilk 80 santimetreye kadar olan düşük değerlerdeki salınımlar bu seviyeden sonra yükselir ve yüksek değerlerde dalgalanmalar gösterirler. Mn grafiği ise ilk 30 santimetreye kadar düşük değerlerden yükselen bir grafik sunar. 30 santimetreden sonra sabit kalan değerler verir. 120 santimetreden sonra ani düşüm ve yükselimler gösteren grafik 140 santimetrede en büyük değerine ulaşır. Co/Al grafiği de 120 santimetreye kadar

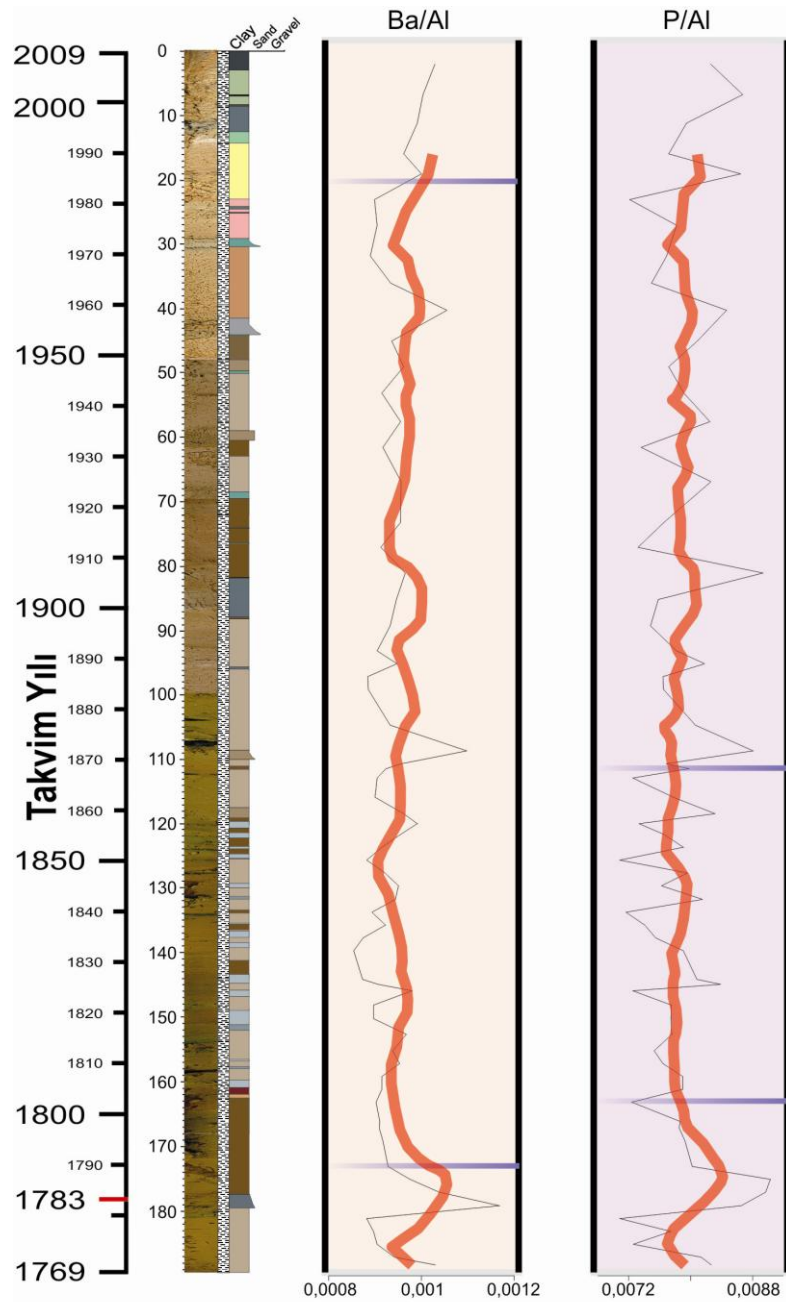
ortalama değerlerde salınırken, 120 santimetreden karotun tabanına kadar olan bölümde yüksek değerlerde salınımlar sergilerler (Şekil 3.36).



Şekil 3.36: SK-2 karotu üzerinde temel element oranlarının değişimi. Ince siyah çizgi grafiği, kırmızı çizgi ise dörtlü ortalamaları gösterir.

### 3.5.2.5. Organik Üretkenlik Göstergeleri

Ba/Al ve P/Al oranlarının yüksek olması depolanma ortamında paleo-üretkenliğin fazla olduğu anlamına gelmektedir (Rachold and Brumsack 2001, Tribovillard et al., 2006). Karot üzerine Ba/Al ve P/Al grafikleri çizilmiştir (Şekil 3.37).



Şekil 3.37: SK-2 karotu üzerinde temel element oranlarının değişimi. İnce siyah çizgi grafiği, kırmızı çizgi ise dörtlü ortalamaları gösterir.

Ba/Al grafiği genellikle ortalama değerlerin altında bir seyir izler. 0-20 santimetreler arasında sürekli artar bir eğilim mevcuttur. 38, 107 ve 177 santimetrelerdeki ani yükselimler rahat şekilde gözlenir. P/Al grafiği ise salınımların genlikleri ile tanımlanır. 110 santimetreye kadar geniş periyotlu olan salınımlar 110-105 santimetreler arasında daha dar periyotlar sunmaya başlar. Karotun en alt kesimlerinde salınımlar yeniden genişler (Şekil 3.37).

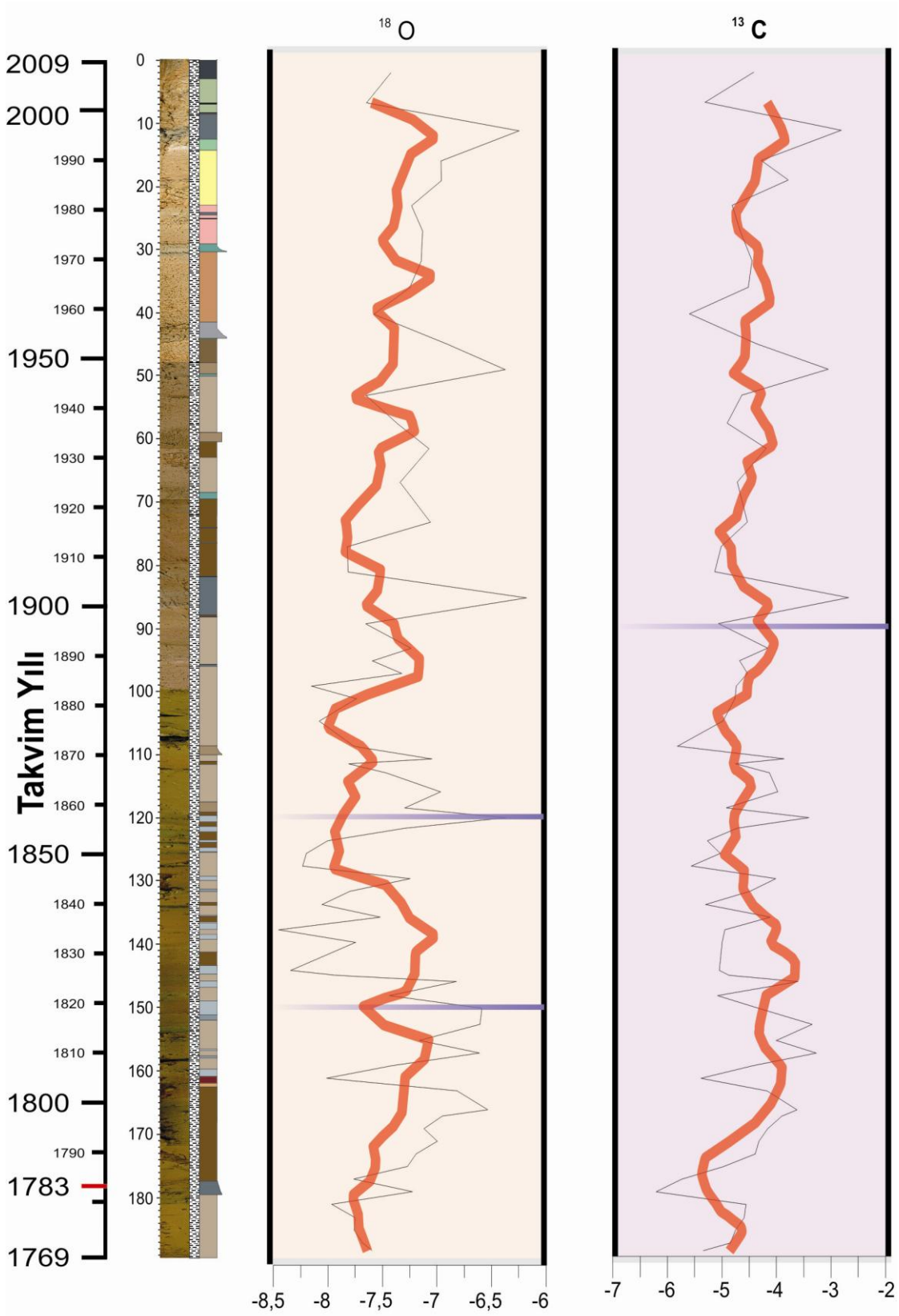
### 3.5.3. SK-2 Karotunun İzotop Analiz Sonuçları

SK-2 karotu üzerinden alınan 68 örneğin  $^{18}\text{O}$  ve  $^{13}\text{C}$  analiz sonuçları elde edilmiştir. Bu verilerden yararlanarak çizilen  $^{18}\text{O}$  ve  $^{13}\text{C}$  grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.38 ve Şekil 3.39). Bu grafikler eski iklim ve göl seviyesi yorumlamalarına katkı sağlayacaktır.

Karotun yanına yerleştirilen grafiklerde de görüldüğü gibi  $^{18}\text{O}$  izotop oranı karot boyunca bazı değişimler göstermektedir. Karotun tabanında 150 – 185 cm. arası görece yüksek  $^{18}\text{O}$  oranları görülürken 120 – 150 cm. arasında  $^{18}\text{O}$  oranlarının giderek azalması dikkat çekicidir. Karotun üst kısımlarına doğru (90 santimetrenin üstü) -6,25 ile -7,75 arasında büyük olmayan değişimler sergiler. Bu değişimlerin karotun alt seviyelerindeki kadar ani şekilde oluşmadığı görülmektedir (Şekil 3.38).

SK-2 karotu üzerindeki  $^{13}\text{C}$  oranı grafiğinde değerler, karotun üst kesimlerinde (0-90 santimetre) -3 ile -5,5 değerleri arasında değişen salınımlar gösterirler. Salınımlar geniş aralıklıdır. 100-150 santimetreler arasında hareketli ortalama grafiğinde daha belirgin olan negatif değerlere doğru hafif bir sapma gözlenir. 150-160 santimetreler arasında görece yüksek  $^{13}\text{C}$  oranlarından sonra karotun tabanında yeniden daha büyük negatif değerlere kayılır (Şekil 3.39).





Şekil 3.38: SK-2 karotu boyunca  $^{18}\text{O}$  ve  $^{13}\text{C}$  oranının değişimi (kırmızı çizgiler iki dönemli hareketli ortalamayı yansıtır).

### 3.5.4. SK-2 Karotunda Palinoloji Çalışmaları

#### 3.5.4.1. Gereç ve Yöntem

##### 3.5.4.1. 1. Fosil polen analizi çalışmaları

Palinolojik çalışmalar için, Sünnet Gölü'nden Livingstone aleti ile alınan ve SK2 olarak adlandırılan karot profili incelenmiştir. Profil daha sonra plastik boru içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.39). Boru üzerine örnekleme noktası ve derinliği gösteren bilgiler yazılmıştır. Mikroorganizmaların etkilerinden korumak üzere örnekler laboratuardaki buzdolabında yaklaşık 2°C'de muhafaza edilmişlerdir.



Şekil 3.39: Plastik boru içinde Sünnet Gölü karot örneği.

Profil yüzeyi bir spatula yardımı ile temizlendikten sonra, plastik şırınga ile 2 cm<sup>3</sup>'lük örnekler alınmıştır. Preparatların hazırlanması için standart HF yöntemi izlenmiştir. Her seviyeden iki preparat hazırlanmıştır. Gömme ortamı olarak gliserin-jelatin kullanılmıştır. Her bir preparattan 250 olmak üzere her seviye için toplam 500 polen sayılmıştır.

Palinomorfaların teşhisleri için Hacettepe Üniversitesi Palinoloji Laboratuvarı'ndaki referans koleksiyonları kullanılmıştır. Bunun yanında, Faegri ve Iversen (1989), Moore ve ark. (1991) ile Punt ve ark. (1976, 1980, 1981, 1984, 1988, 1995)'nin eserlerinden de yararlanılmıştır. Katlanmış polenler ve yıpranmış polenler, tanımlarını sağlayacak kritik özellikleri belirgin olmadığı için teşhis edilememişlerdir. Bunlar “tanınamayan polen” grubu içinde ele alınmışlardır.

Polen yüzdeleri hesaplanırken, toplam polen (TP) için sadece ağaç, çalı ve otsu bitkilerin (kara bitkilerinin) polen miktarları esas alınmıştır. Sucul bitkileri ile tanınamayan bitkilerin polenlerinin ve sporlu bitkilerin sporlarının yüzdeleri bağımsız olarak hesaplanmıştır. Polen diyagramının çiziminde C2 yazılımı kullanılmıştır.

#### **3.5.4.1. 2. Yüzey örneklerinde modern polen analiz çalışmaları**

Yüzey örneklerinde modern polenlerin incelenmesi için, Sünnet Gölü grap örneklerinden yararlanılmıştır. Bu örneklerin alındıkları noktalar göz önünde bulundurularak, gölün farklı kesimlerindeki yüzey sedimentlerinden polen preparatları, HF yöntemi izlenerek hazırlanmıştır. Her nokta için 2 cm<sup>3</sup>'lük örnekler alınmıştır ve ikişer preparat hazırlanmıştır. Preparatlarda, günümüzde çevrede baskın olan bitkinin polenlerinin, diğer bitki tiplerinin polenleri içindeki yüzdeleri belirlenmiştir.

#### **3.5.4.2. Geçmişteki Bitki Örtüsü**

Bolu bölgesinin geçmiş bitki örtüsü ile ilgili ilk çalışmaları Beug (1967) ile Bottema ve ark. (1993/1994) gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, bölgenin batısında yer alan Abant Gölü (1300 m) ile bölgenin kuzeyinde uzanan, Abant Gölü'nden yaklaşık 70 km uzaklıkta bulunan Yeniçağa Gölü (976 m) havzalarını palaeopalinolojik açıdan incelemişlerdir. Çalışmaları, bölgenin batı ve kuzey kesimlerinin Geç Kuaterner bitki örtüsü tarihine ışık tutmuştur.

Son Buzul Çağı'nda, günümüzden yaklaşık 12,000–10,000 yıl önce (Yeniçağa – günümüzden önce GÖ 12,330±90, Abant – GÖ 10,320±90) bölgede, soğuk ve kurak iklimin etkisi altında step bitki örtüsü gelişmiştir. Bu durum, Anadolu'nun diğer bazı bölgelerinde de (örneğin, güney batı Anadolu'da - van Zeist ve ark. 1975; Bottema ve

Woldring 1984 ve doğu Anadolu'da Van Havzası'nda - Wick *et al.* 2003) kaydedilmiştir. Bolu'nun batı kesiminde, otsu bitkiler *Artemisia* ile *Chenopodiaceae* ve *Asteraceae* üyeleri, bitki örtüsünün baskın elemanları olarak yayılış göstermişlerdir. Seyrek olan ağaç örtüsünün temel ögesi *Betula* (huş ağacı) olmuştur. *Betula* ağaçlarına, *Juniperus* (ardıç) ve *Hippophae* gibi açık alanları tercih eden çalılar eşlik etmiştir.

Holosen başında (Yeniçağa – GÖ 10,180±120, Abant GÖ 9880±110) iklimin ılıman hale gelmesiyle ağaç yetiştirme sınırı daha yüksek kesimlere doğru yayılmış, orman gelişmeye başlamıştır. Önce *Acer* (akçaağaç), *Betula*'nın yerini almış, hemen sonra *Abies* (gökmar) baskın hale gelmiştir. Ormanda *Fagus* (kayın) da belli bir yer edinmiştir.

Günümüzden 7000–4000 yıl önce, havzalarda *Pinus* (çam) ağaçlarının baskın olduğu orman örtüsü yayılmıştır. Orman örtüsüne *Quercus* (meşe), *Carpinus* (gürgen), *Alnus* (kızılağaç) gibi ağaçlar da katılmıştır.

3880±60 yıllından itibaren, Bolu bölgesinin kuzey ve batı kesiminde, *Pinus* bitki örtüsünün en baskın elemanı olmaya devam etmiştir. Bununla birlikte, her iki havzanın polen diyagramlarındaki ilgili zonlarda, (ilk) antropojenik göstergeler de (indikatörler) yer almaktadır. Bunlar arasında tahıl polenleri ile birlikte *Plantago lanceolata* ve diğer *Plantago* türleri, *Polygonum aviculare*-tip, *Sangisorba minor/Poterium* ve *Rumex* gibi açık ya da otlama nedeni ile açılmış alanlarda yayılan bitkilerin polenleri sayılabilir (Bottema ve Woldring 1990; Bottema ve ark. 1993/1994).

### **3.5.4.3. Günümüz Florası ve Bitki Örtüsü**

Çalışma alanımız Sünnet Gölü'nün yer aldığı Bolu bölgesi, flora açısından zengindir ve büyük ölçüde ormanlarla kaplıdır. Bölgenin çeşitli kesimlerinin florası ve bitki örtüsü (vejetasyonu) bazı araştırmacılar için sürekli ilgi odağı olmuştur (örneğin, Akman ve Ketenoğlu 1978, 1979; Akman ve Yurdakulol 1981; Ekim ve İlarlan 1982; Akman ve İlarlan 1983; Ketenoğlu 1983, Türker Uçar ve Güner 2003, İkinci ve Güner 2007). Seçmen ve Leblebici (1997), Türkiye sulak alanlarının bitkilerini inceledikleri çalışmalarında, Sünnet Gölü'nde bulunan bazı bitkileri de incelemişlerdir. Sünnet Gölü ve yakın çevresinin florası ile ilgili detaylı çalışmaları Nursel İkinci (Abant İzzet Baysal Üniversitesi) sürdürmektedir (sözlü görüşme).

Bolu, bitki coğrafyası açısından, esasen, Kuzey Anadolu Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesi'nin Öksin Alt Bölgesi'nde yer almaktadır (Atalay 1983). Bölgenin alçak kesimlerinde, genel olarak, yaprağını döken ağaçlar ve çalılar, yüksek kesimlerinde ise ibre-yapraklı ormanlar baskın durumdadır. Bitki örtüsünün tahrip edilmediği alanlarda, iklim ile bitki örtüsü arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bu alanlarda iklimik bitki örtüsü kuşakları uzanır. Nemli ve ılıman kesimlerde, ışık isteği fazla olmayan, nem isteği fazla ya da orta derecede olan meşe [*Quercus robur* L. ssp. *robur*, *Q. petraea* (Matt.) Liebl. ssp. *iberica* (Steven ex M. Bieb.) Krassiln. ], kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), gürgen (*Carpinus orientalis* Miller, *C. betulus* L.), kestane (*Castanea sativa* Miller.) ve kızılgağaçlardan (*Alnus glutinosa* Miller.) oluşan ormanlar yer alır. Yüksek kesimlerde, özellikle 1000 m'den sonra, soğuk-nemli ya da yarı-nemli koşullarda gelişen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve göknar [*Abies nordmanniana* (Steven) Spach ssp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode & Cullen] ağaçlarının bulunduğu iğne yapraklı ağaçların baskın olduğu ormanlar uzanır. Orman sınırının üzerinde, genellikle 2000 m'nin üzerinde sub-alpin ve alpin çayırlar bulunur. Bu çayırlar, özellikle çalışma alanının doğusunda uzanan Aladağlar'da (2499 m) çok yaygındırlar. Organik madde yönünden zengin ve asidik toprakların hâkim olduğu bu alanlarda Avrupa-Sibirya kökenli nemcil bitkiler bulunur.

Aladağlar'ın kuzey yamaçları nemli okyanus iklimi etkisi altındadırlar ve göknarın baskın olduğu ormanlar ile kaplıdırlar. Aladağlar'ın güney yamaçlarında ise yarı-karasal iklim ve farklı bir flora yapısı görülür (Akman ve ark. 1983).

Sünnet Gölü ve yakın çevresi, yağışın daha az olduğu, dolayısı ile daha kurak ve sıcak olan, yarı-karasal iklimin hüküm sürdüğü yamaçlarda yer almaktadır. Buna bağlı olarak, çalışma alanında karaçam *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe baskın durumdadır (Şekil 3.40). Seçmen ve Leblebici (1997), Sünnet Gölü'nün içinde yetişen şu türleri teşhis etmişlerdir: *Alisma lanceolata* With. (mızraksı yapraklı susunirotu), *Potamogeton berchtoldii* Fieber (susümbülü), *P. gramineus* L. (değişken yapraklı susümbülü) ve *P. luceus* L. (parlak susümbülü). Araştırmacılar, gölün kenarlarında ve su seviyesinin az olduğu kesimlerde yetişen aşağıdaki türleri kaydetmişlerdir: *Eleocharis palustis* (L.) Roemer & Schultes (bataklık sivirisazı), *Epilobium hirsutum* L., *Galium rivale* (Sm.) Griseb. (çay yoğurtotu), *Lycopus europaeus* L. (Avrupa kurtayağı), *Mentha longifolia* (L.) Hudson ssp. *longifolia* (uzun



yapraklı nane), *M. X piperita* L. (İngiliz nanesi), *Sium sisarum* L. var. *lancifolium* (Bieb) Thell (su kerevizi), *Typha shuttleworthii* W. Koch & Sonder (su kamışı) ve *Veronica anagallis-aquatica* ssp. *lysimachioides* (Boiss.) M. A. Fischer. Gölün kuzeyinde, su seviyesinin az olduğu yerlerde söğüt ağaçları (*Salix alba* L.) bulunmaktadır (Ali A.Dönmez-Hacettepe Üniversitesi-ile sözlü görüşme) (Şekil 3.41).



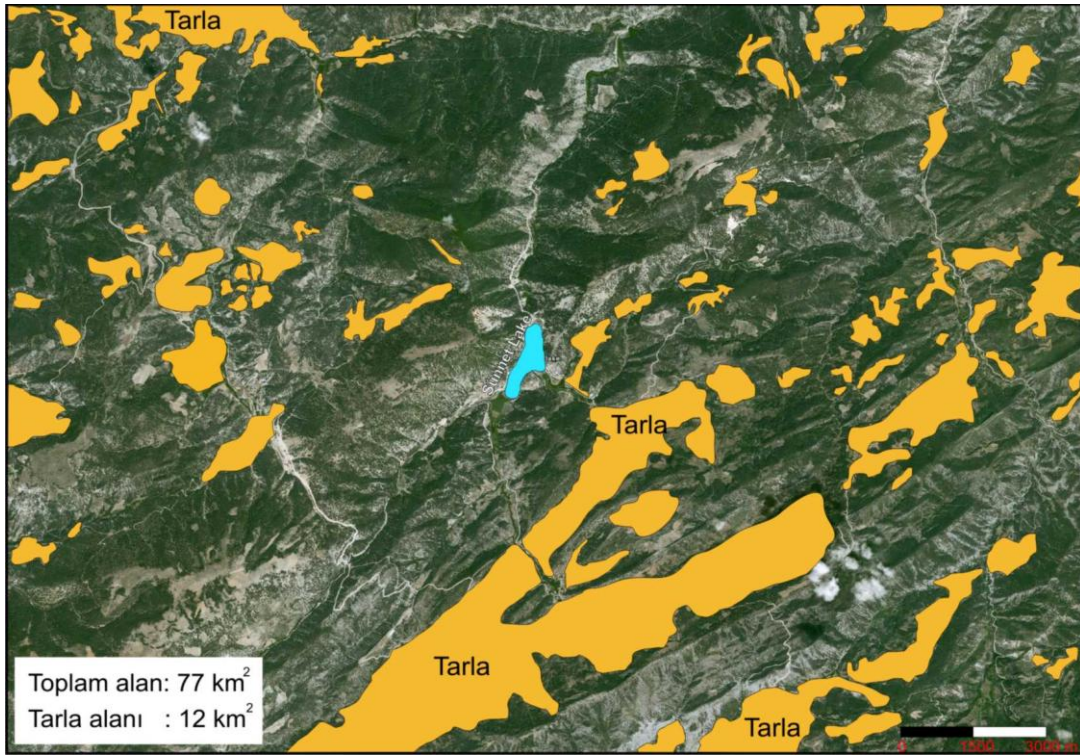
Şekil 3.40: Sunnet Gölü çevresinde yayılış gösteren karaçam (*Pinus nigra*) ormanı.



Şekil 3.41: Sunnet Gölü'nün sığ kuzey kesiminde bulunan söğüt ağaçları (*Salix alba*) (ok ile işaretli).

Bolu bölgesinin ekonomisi esasen tarım ve ormancılığa dayalıdır ve nüfusun %80'i tarımla ilgilenmektedir (www.boluziraatodasi.org.tr). Buna bağlı olarak, bölgede yer yer zirai alanlar görülmektedir. Kuzeyde, Düzce ve Akçokoca'da fındık bahçeleri yaygındır (Ünal 2008). Bölgenin daha iç kesimlerinde, eğimin daha az olduğu yamaçlarda patates ve ekin tarlaları, Seben civarında elma, şeftali başta olmak üzere meyve bahçeleri uzanmaktadır. Meraların yanı sıra, ormanların ve yolların kenarlarında da otlatma etkinlikleri görülmektedir.

Sünnet Gölü'nün olduğu alanda otel, piknik ve turizm etkinlikleri son yıllarda yörenin habitatlarını doğrudan etkilemektedir. Kurak aylarda tavuk çiftliklerine ve tarımsal alanlara suyun alınmasıyla goldeki değişimler insan etkisiyle artırılmaktadır ve bu durum gölün su kalitesi ile tur kompozisyonundaki mevsimsel değişikliği etkilemektedir (Külköylüoğlu ve ark. 2010).



Şekil 3.42: Çalışma alanı çevresinde yaygın tarım alanları. Tarım yapılan araziler sarı ile işaretlenmiş alanlardır.



Çalışma alanının çevresinde tarım alanları yaygındır (Şekil 3.42). Alanının güneydoğu kesiminde yer alan Sünnet Köyü'nün yerlileri, bina yapımı ve tarım etkinlikleri için, yamaçların düz kesimlerindeki doğal bitki örtüsünü tahrip etmektedirler (Şekil 3.43).



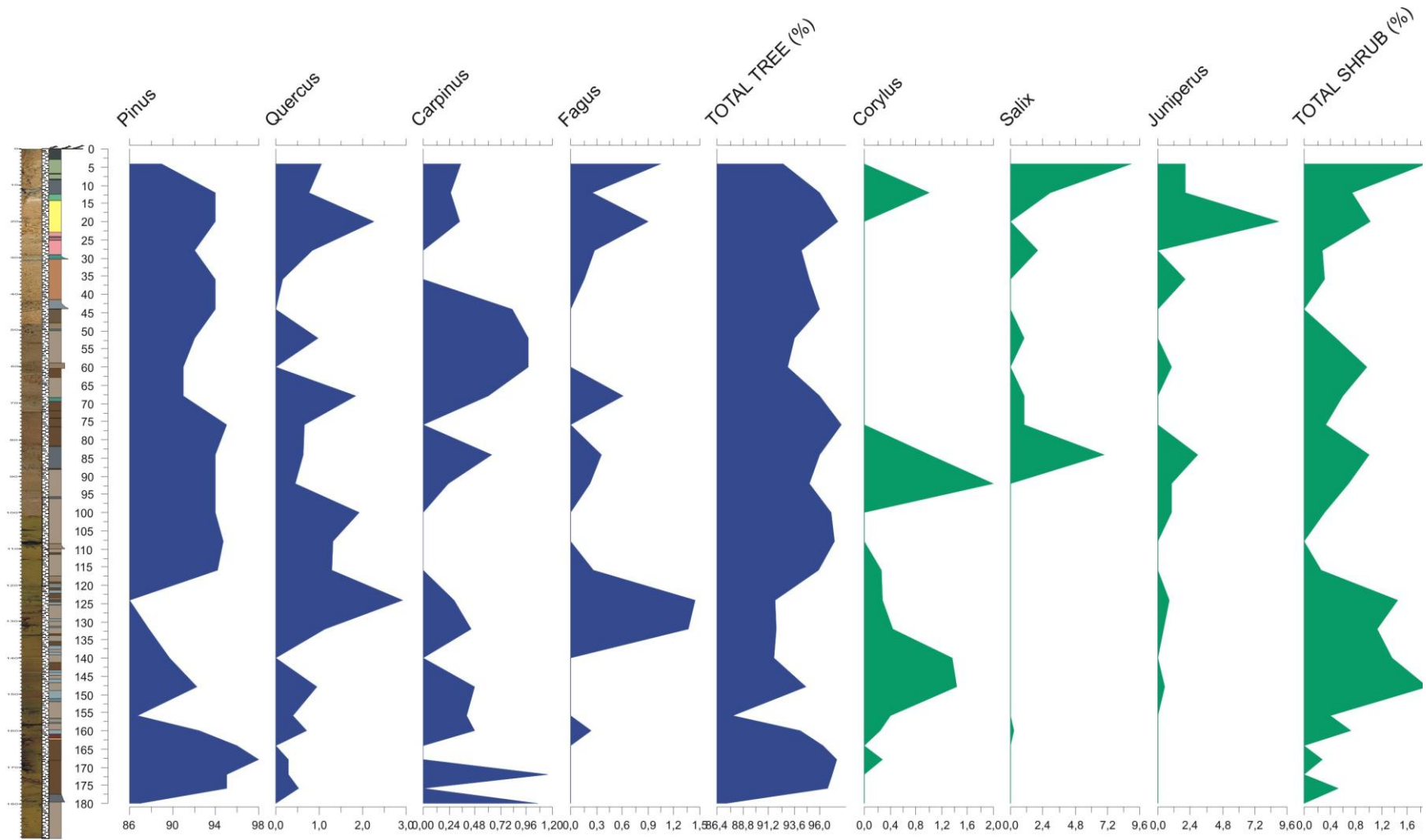
Şekil 3.43: Sünnet Köyü yakınında tarım etkinlikleri için açılmış düz bir yamaç tepesi.

#### **3.5.4.4. Bulgular ve Değerlendirme**

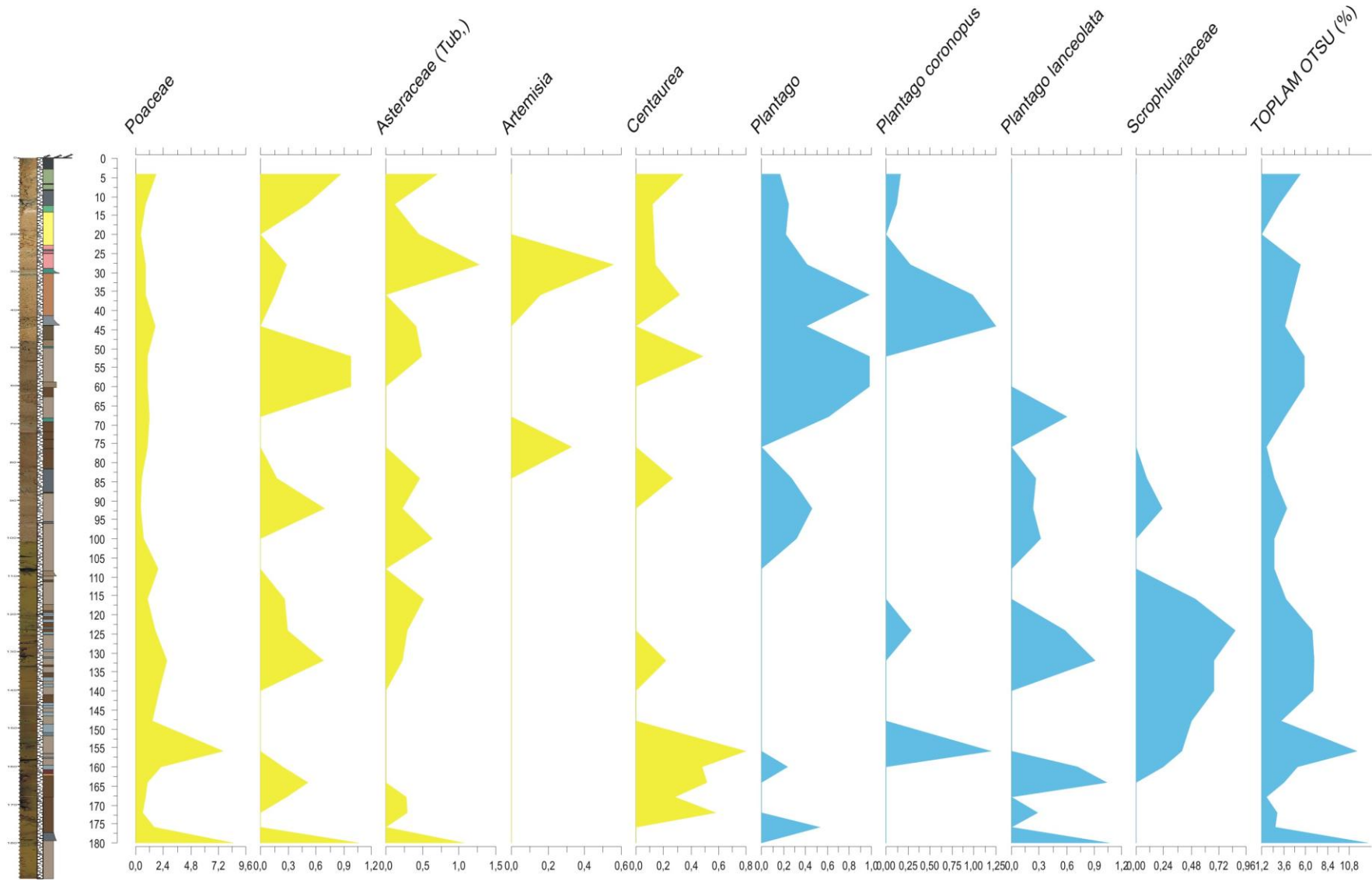
Sünnet Gölü, SK2 profili, fosil polen analizi sonuçlarına dayalı yüzde polen diyagramı Şekil 3.44'de yer almaktadır. Polen-spor yüzde değerleri ise EK-7'de sunulmuştur. Şekil 3.45'de gölün çeşitli kesimlerinde grap örneklerindeki *Pinus* polen ve diğer bitki tiplerinin polen yüzdeleri verilmektedir. Fosil polen diyagramında temel öğelerin (ağaçların, çalılarının ve otsularının) polen yüzdeleri çok belirgin değişimler göstermemektedir. Bu nedenle, diyagram zonlara ayrılmamıştır ve bütün halde değerlendirilmiştir (Şekil 3.44).

Diyagramda *Pinus* polenleri baskın durumdadır. *Pinus* polen yüzdesi % 86 ile 98 arasında değişmektedir. Diğer ağaç polenlerinin yüzdesi (% 0,09–2,91) düşüktür. Toplam ağaç polenlerinin yüzdesi ise % 87,2 ile %98 arasındadır. Bu durum, çam polen yüzdesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Grap örneklerinde de modern *Pinus* polen değerleri, diğer bitkilerin polenlerinininkinden daha yüksektir (% 55–87) (Şekil 3.45).

Fosil polen diyagramında, ağaç tipleri arasında ayrıca *Abies* (göknar), *Fagus* (kayın), *Betula* (huş ağacı), *Quercus* (meşe), *Carpinus* (gürgen), *Alnus* (kızılağaç) , *Ulmus* (karaağaç), *Tilia* (ıhlamur), *Juglans* (ceviz) ve *Populus* (kavak) yer almaktadır. Bunların polen yüzdeleri azdır [*Abies* % 0.17-2.05, *Quercus* % 0.16-2.91, *Carpinus* % 0.23-1.16, *Fagus* % 0.25-1.45, *Alnus* % 0.09-0.61, *Betula* % 0.09-0.52, *Ulmus* % 0.48, *Tilia* % 0.32, *Juglans* % 0.22 ve *Populus* % 0.09]. Bu ağaçların çoğunluğu, genellikle, yüksek ya da orta derecede yüksek, nemli yerlerde yayılış göstermektedirler. Polen yüzdelerinin düşük olması, bu ağaçların çoğunlukla, yarı-karasal iklim etkisinde kalan çalışma alanının dışında, Bolu'nun nemli kuzey-doğu kesimlerinde yayılış göstermeleri ile bağlantılı olmalıdır. *Abies*, *Fagus* ve *Betula*, bölgenin dağlık kesimlerinin kuzeye bakan yamaçlarından, *Quercus*, *Carpinus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Tilia* ve *Juglans* polenleri ise güneye bakan daha aşağı kesimlerden araştırma havzasına ulaşmış olmalıdırlar.



Şekil 3.44: Sünnet Gölü, SK2 profili, fosil polen analizi sonuçlarına dayalı yüzde polen diyagramı.



Şekil 3.44 (devam) : Sünnet Gölü, SK2 profili, fosil polen analizi sonuçlarına dayalı yüzde polen diyagramı.

Gözlemlerimize göre, *Populus* günümüzde havzanın insan etkinlikleri ile açılmış kesimlerinde (yerleşim yerlerinin ve sebze-meyve bahçelerinin kenarlarında) yetiştirilmektedir. Bu gelenek geçmişte de uygulanmış olabilir.

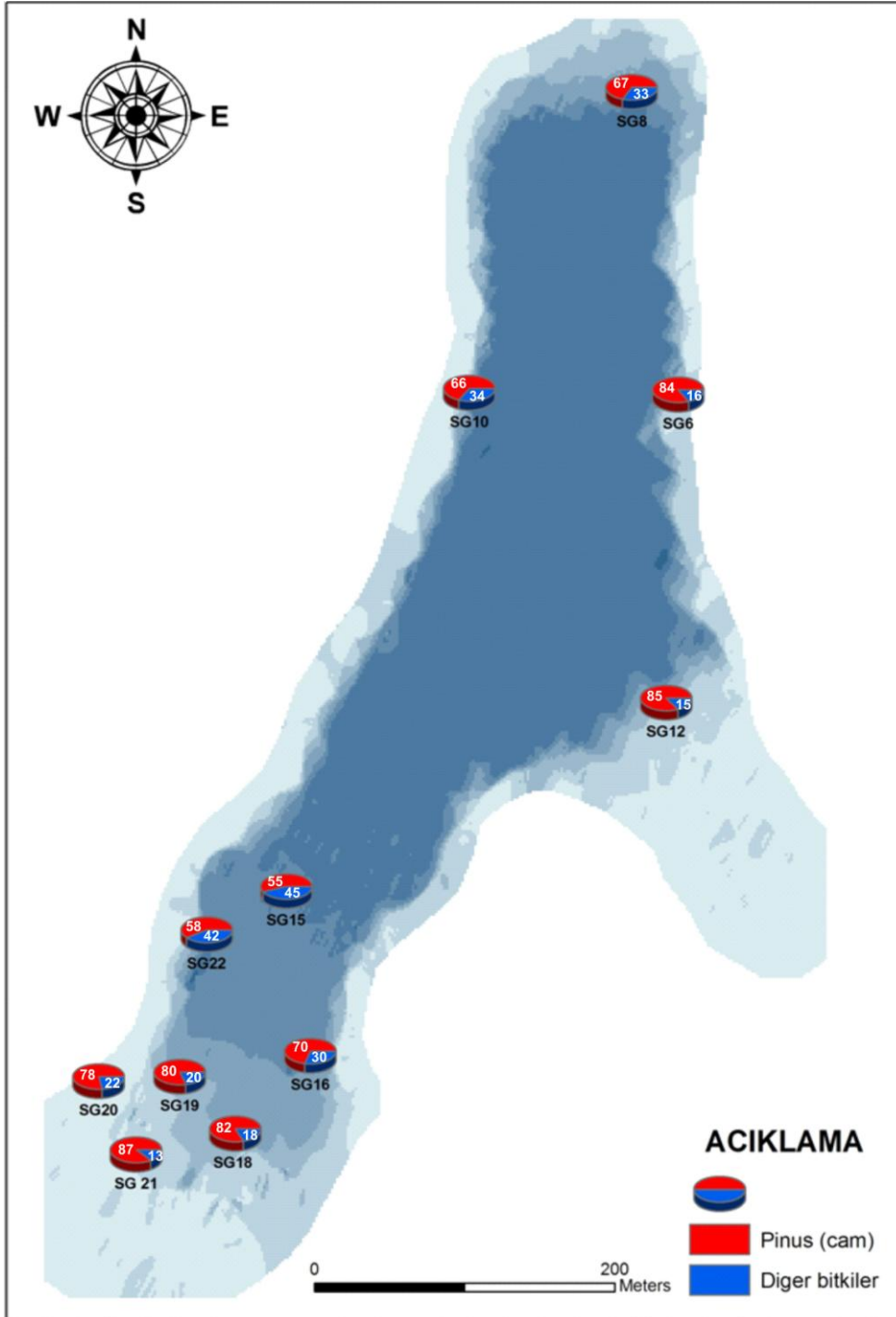
Çalı grubunda yer alan bitkilerin polen yüzdeleri düşüktür ve % 0.26 ile 1.92 arasında değişmektedir. Bunların bitkilere göre dağılımı şu şekildedir: *Corylus* (findık ağacı): % 0.09-1.44, *Salix* (söğüt): % 0.24-1.57, *Juniperus* (ardıç) % 0.23-1.02, *Myricaria*: % 0.22-0.24 ve *Lonicera* (hanımeli % 0.29). *Corylus* (findık) polenleri kuzeydeki daha nemli kesimlerden ve/ya da plantasyon alanlarından havzaya ulaşmış olmalıdır. *Salix* böceklerle tozlaşan bir bitkidir ve rüzgârla tozlaşan *Pinus* bireylerinden daha az polen üretmektedir. Gölün sığ kesimlerinde yayılış göstermekle birlikte, *Salix* polen yüzdesinin düşük olması, hem tozlaşma mekanizmasından hem de *Pinus* polenlerinin bolluğundan kaynaklanmaktadır. Çalı formundaki *Lonicera* (hanımeli) ve *Myricaria* polenleri için de aynı durum söz konusudur. Göl çevresindeki yamaçlarda yer yer *Lonicera etrusca* Santi bireyleri yer almaktadır (Ali A. Dönmez ile sözlü görüşme). *Lonicera* da böceklerle tozlaşmaktadır. *Juniperus* (ardıç) polenleri çalışma alanında, bitki örtüsünün açılmış olduğu kesimlerden polen arşivine katılmış olmalıdır.

Toplam otsu bitki polen yüzdesi (% 1.68–12.76), çalıların polen yüzdesinden daha fazladır. Polenleri en belirgin olanlar Poaceae (buğdaygil) üyeleridir. Bunların polen yüzdesi 8.51'e ulaşmaktadır. Poaceae'nin bazı üyeleri sulak alanların sığ kesimlerini, bazıları karasal alanlarda açık yerleri işgal etmektedirler. Sünnet Gölü Poaceae polenleri her iki tip kesimden de polen arşivine katılmış olabilirler.

Diyagramda, tahıl polenlerinin yüzdesi 1.06'ya kadar ulaşmaktadır. Tahıl polenleri profil boyunca yer yer görülmektedirler ve tarla tarımı etkinliklerine işaret etmektedirler. Fossil polen diyagramı, bu etkinliklerin geçmişten günümüze kadar sürdüğüne işaret etmektedir.

Günümüzde, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllar ile mısır, Bolu bölgesinde yetiştirilen tarım ürünlerinin başında gelmektedirler ([www.boluziraatodasi.org.tr](http://www.boluziraatodasi.org.tr)). Sünnet Gölü çevresinde tarım etkinlikleri yoğun olarak halen gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.42). Sünnet

Gölü polen profili boyunca, açık alanların bitkilerinin polenleri de yer yer kendilerini göstermektedirler. Bunlar arasında *Artemisia*, *Centaurea*, *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Rumex* ve *Polygonum* sayılabilir. Diyagramda yer alan diğer otsu bitkilerin çoğunluğu doğrudan ışık



Şekil 3.45: Gölün çeşitli kesimlerinde grap örneklerindeki *Pinus* polen ve diğer bitki tiplerinin polen yüzdeleri.

alan yerleri tercih etmektedirler ve açılmış alanlar ile ilgili ipuçları sunmaktadırlar.

Sucul bitkilerin polenleri sınırlı miktardadır (% 0.17-0.29) ve yerel olarak göldeki bitki örtüsünü yansıtmaktadırlar. Analiz sırasında *Callitriche*, *Elatine*, *Elodea* ve *Potamogeton* polenleri kaydedilmiştir. *Potamogeton* gölde günümüzde de varlığını sürdürmektedir. Sporlar çevredeki tohumuz bitkiler ile ilgili bilgiler sağlamaktadırlar. Bunlar *Anthoceros*, Filicales, *Ophioglossum* ve trilet spor üreten diğer tohumuz bitkilere aittir. Spor yüzdesi 0.14 ile 0.40 arasında değişmektedir.

### **3.5.4.5. Sonuç**

Sünnet Gölü polen diyagramında *Pinus* polenlerinin baskın olması, Bolu'nun güney batı kesiminde, yaklaşık 200 yıl öncesinden günümüze kadar çam ağaçlarının bitki örtüsünün ana elemanları olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, tahıl polenleri ile birlikte açık alanları tercih eden diğer otsuların polenlerinin varlığı, insan etkinlikleri ile geçmişte ormanın yer yer açıldığını göstermektedir. Bu bulgular, Beug (1967) ile Bottema ve ark. (1993/1994)'nın ortaya koyduğu, Abant ve Yeniçağa gölleri polen diyagramlarının en üst zonlarının özellikleri ile genel olarak benzerlikler göstermektedir. Ancak, Sünnet Gölü polen diyagramını, Abant ve Yeniçağa polen diyagramlarının üst zonları ile doğrudan karşılaştırmak olanaksızdır. Abant polen diyagramının en üst zonu (3e) GÖ 880±60 yılına, Yeniçağa polen profilinin üst kısmı ise yaklaşık olarak GÖ 2800 yılına tarihlendirilmiştir. Sünnet Gölü polen profilinin tabanı ise çok daha genç bir döneme karşılık gelmektedir (1800'li yıllar). Çalışma alanımızın kuzeyinde kalan Abant ve Yeniçağa havzalarında *Pinus*'un baskın hale gelmesini, Beug iklimin yaklaşık MÖ 2400 yıllarında daha kurak ve ılıman hale gelmesine bağlı olabileceğini belirtmiştir. Bottema ve ark. ise bu durumun insan etkisi ile yaprağını döken ağaçların azalması sonucu ortaya çıkabileceğini dile getirmişlerdir. Son yıllarda gerçekleştirilen palaeoekolojik çalışmalar (örneğin, Van Gölü'nde gerçekleştirilen jeokimyasal ve izotop analizleri - Wick *et al.* 2003 - ile İsrail'deki Soreq Mağarası'ndan elde edilen izotop analizleri - Bar-Matthews *et al.* 1997) GÖ 4000'den sonra iklimin bölgesel ölçekte daha kurak hale geldiği görüşünü desteklemiştir. Sünnet Gölü çevresinde karaçam ağaçlarının baskın oluşu ise hem iklimsel hemde topografik koşullar ile ilişkilendirilebilir. Çalışma alanı güneyde, yarı-karasal iklimin hüküm sürdüğü bir bölgede yer almaktadır. Karaçam (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) genellikle yarı-kurak koşullarda yayılış göstermektedir (Richardson 1998). Günümüzde çalışma alanı ve çevresinde insan baskısı yoğun olmakla birlikte, topografyanın engebeli oluşu, insan baskısını yer yer sınırlandırmaktadır. Çam ağaçları bölgenin eğimli yamaçlarında halen varlıklarını sürdürebilmektedirler. Mevcut Sünnet Gölü polen diyagramı, çam ormanının, Bolu'nun güney



batısında, en azından 1800'li yıllardan günümüze kadar baskın olmaya devam ettiğini göstermektedir.

Bu proje çalışmasında diğer bilim dallarından gelen veriler, Sünnet Gölü profilinde 120-160 cm arasına karşılık gelen kısmın yağışın ve göl seviyesinin arttığı bir dönemi yansıttığını göstermiştir. Ancak, palaeopalinolojik çalışma ile elde edilen polen diyagramında bu derinliklerde belirgin değişimler görülmemektedir. Yarı-kurak koşulları tercih eden *Pinus* ağacının polen yüzdesi Sünnet Gölü profili boyunca hep yüksek seyretmektedir ve % 86 ile 98 arasında değişmektedir. Yağışlı dönemi yansıtan derinliklerde de *Pinus* polen yüzdesinde belirgin bir azalma görülmemektedir.

İlgili derinliklerde, nemi tercih eden *Corylus* polen yüzdesinde bir miktar artış tespit edilmiştir (% 1.44'e kadar ulaşmaktadır). Ancak, neme daha çok ihtiyaç gösteren bitkilerin polenlerinin (örneğin, *Abies*, *Carpinus*, *Fagus* ve *Alnus* gibi) yüzdeleri halen düşük seyretmektedir.

Otsular içinde sadece Poaceae polenleri 156 cm'de % 7,63 kadar ulaşan bir artış göstermektedirler. 180 cm'de miktarları % 8,51 ulaşarak, daha da artmaktadır. Dolayısı ile Poaceae polenlerinde 120-160 cm arasındaki artış iklim değişimi ile ilgili doğrudan kanıt sağlayamamaktadır. Poaceae polen yüzdelerinde görülen değişimler yerel koşullardaki değişimlerle ilişkilendirilebilirler.

Sonuç olarak, ekolojik tolerans sınırları geniş olan *Pinus* ağaçları, Bolu bölgesinin güney batısında, yaklaşık 200 yıl öncesinden günümüze kadar bitki örtüsünün baskın elemanları olmaya devam etmişlerdir.

### 3.5.5. SK-1 ve SK-2 Karotlarında Diatom Çalışmaları

Sünnet Gölü'nden alınan SK-1 karotunda 107 takson, SK-2 karotunda ise 109 takson teşhis edilmiştir. Her iki karot için yapılan değerlendirmelerde baskın türlerin ortak olduğu görülmektedir. SK-1 karotunda baskın olan türler *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella ocellata*, *Amphora lybrica*, *Gomphonema angustatum*, *Hantzschia amphioxys*, *Amphora ovalis*, *Cymbella affinis*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia arcus* sırasıyla ön plana çıkmaktadır. SK-2 karotunda ise *Cyclotella bodanica*, *Hantzschia amphioxys*, *Cyclotella ocellata*, *Amphora ovalis*, *Eunotia arcus*, *Gyrosigma acuminatum*, *Aulacoseria granulata*, *Cymbella menenghiana* ve *Navicula* sp. ön plana çıkan türlerdir. Bu taksonların baskınlıkları farklı derinliklere göre değişmektedir. Ancak özellikle *Cyclotella bodanica* her iki karotta da bol ve yaygın bulunan bir türdür.

Sünnet Gölü'nde iki ayrı karotta diatomlar ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda tespiti yapılan tüm türlerin grafikleri verilmemiştir. Teşhisleri yapılan tüm türlerin listeleri ilgili Ekler'de verilmektedir. Grafik çizimleri yapılan türler, sayım sonuçlarına göre çok bol, bol, az ve çok az şeklinde sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Değerlendirmeye alınan bazı diatom türlerinin bolluk sınıflandırmaları

	<b>Takson</b>	<b>Çok Bol</b>	<b>Bol</b>	<b>Az</b>	<b>Çok Az</b>
<b>SK-1</b>	<i>Cyclotella bodanica</i>	*			
	<i>Cyclotella ocellata</i>		*		
	<i>Amphora lybrica</i>		*		
	<i>Gomphonema angustatum</i>		*		
	<i>Hantzschia amphioxys</i>			*	
	<i>Amphora ovalis</i>			*	
	<i>Cymbella affinis</i>			*	
	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			*	
	<i>Eunotia arcus</i>				*
<b>SK-2</b>	<i>Cyclotella bodanica</i>	*			
	<i>Hantzschia amphioxys</i>	*			
	<i>Cyclotella ocellata</i>			*	
	<i>Amphora ovalis</i>			*	
	<i>Eunotia arcus</i>				*
	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			*	
	<i>Aulacoseria granulata</i>				*
	<i>Cymbella menenghiana</i>				*
	<i>Navicula</i> sp.			*	

SK-1 karotunda *Cyclotella* cinsine bağı 4 ayrı takson teşhis edilmiştir. Bunlardan *Cyclotella bodanica* tüm diatomlar içerisinde yoğunluk bakımından en baskın tür olarak belirlenmiştir. Diğer tür olan *Cyclotella ocellata* özellikle üst seviyelerde yüksek bollukta belirlenmiştir. Bu cinse bağı *Cyclotella* sp. ve *Cyclotella menenghiana* ise SK-1 karotunda oldukça az birey ile temsil edilmiştir (Şekil 3.46).

*Cyclotella ocellata* SK-1 karotunda ilk 16 cm derinlikteki sayımlarda en baskın tür olmuştur. *C. bodanica* ise 28 cm derinlikte baskın olmaya başlamıştır. 40 cm derinlikte *C. ocellata* tekrar baskın olmuştur. *C. ocellata*'nın bu derinlikten 72 cm derinliğe kadar baskınlığı devam etmiştir. Bununla birlikte bu derinlikler arasında *Amphora lybrica*'nın da zaman zaman bolluğunun arttırdığı gözlenmiştir. *C. bodanica* 92-176 cm arasında tekrar baskın organizma olmuştur. Bu aralıkta zaman zaman başka bazı türler ön plana çıksa da *C. bodanica*'nın yoğunluğu oldukça yüksektir. SK-1'in 176 cm'den sonraki bazı derinliklerde (188 cm, 204 cm ve 212 cm) hiçbir tür bulunamamıştır. Buna karşın 192 cm, 196 cm ve 200 cm derinliklerde bir ya da iki birey ile temsil edilen tek tür *Hantzschia amphioxys* olmuştur. Söz konusu derinliklerde *Hantzschia amphioxys* dışında başka bir türe rastlanılamamış olmasından dolayı % 100'lük bir temsiliyet oranına sahip olduğu görüntüsü bulunmaktadır.

Grafiğı çizilen diğer türlerden *Cymbella affinis* ve *Amphora ovalis* günümüze yakın derinliklerde biraz daha yoğun bulunurken geçmişe doğru yoğunluklarının azaldığı gözlenmektedir. Buna karşın *Eunotia arcus* ve *Hantzschia amphioxys*'un geçmiş dönemlerde biraz daha fazla birey ile temsil edildikleri belirlenmiştir.

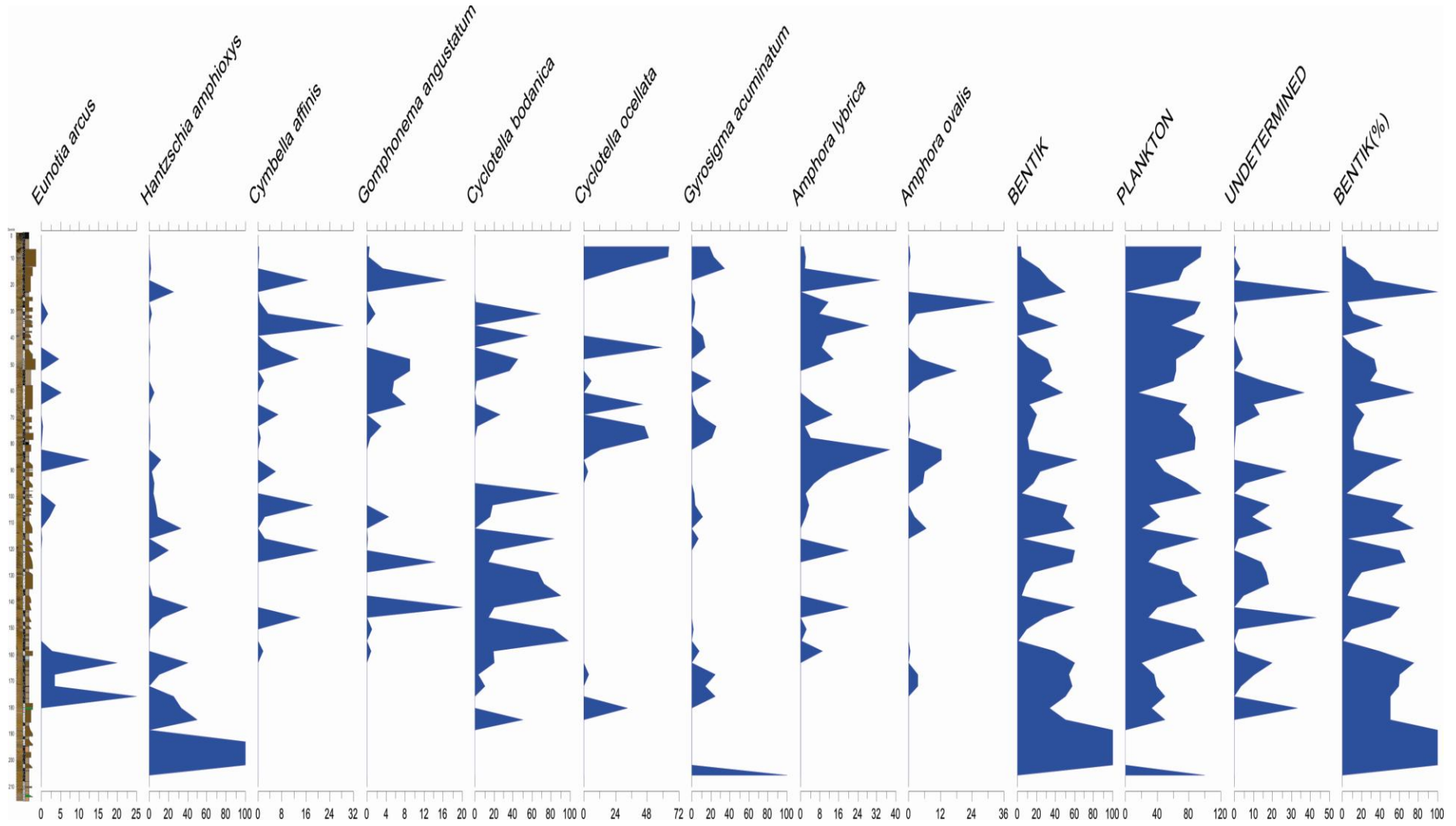
SK-2 karotunda diatom türleri açısından yine *Cyclotella* türlerinin baskınlığı söz konusudur. SK-1 karotunda olduğu gibi ilk 16 cm'de *Cyclotella ocellata*'nın baskınlığı dikkati çekmektedir. *C. bodanica*'nın yoğunluğu 24 cm'den itibaren artmakta ve 40 cm. derinlikte tıpkı SK-1'de olduğu gibi *C. ocellata* tekrar baskın duruma geçmektedir. *C. bodanica* 76 cm derinlikte % 85'lik oranda temsil edilmektedir. Bundan sonraki derinliklerde ise bu türün baskınlığında kısmi olarak bir azalma görülmektedir (Şekil 3.47).

*Hantzschia amphioxys*, *C. bodanica* ile birlikte bol ve baskın bulunan bir tür olmuştur. Bu tür 24 cm'den itibaren değişik oranlarda ve hemen tüm derinliklerde tespit edilmiştir. Özellikle alt kesimlere doğru bu türün yoğunluk ve mevcudiyetinde bir artış dikkati çekmektedir.

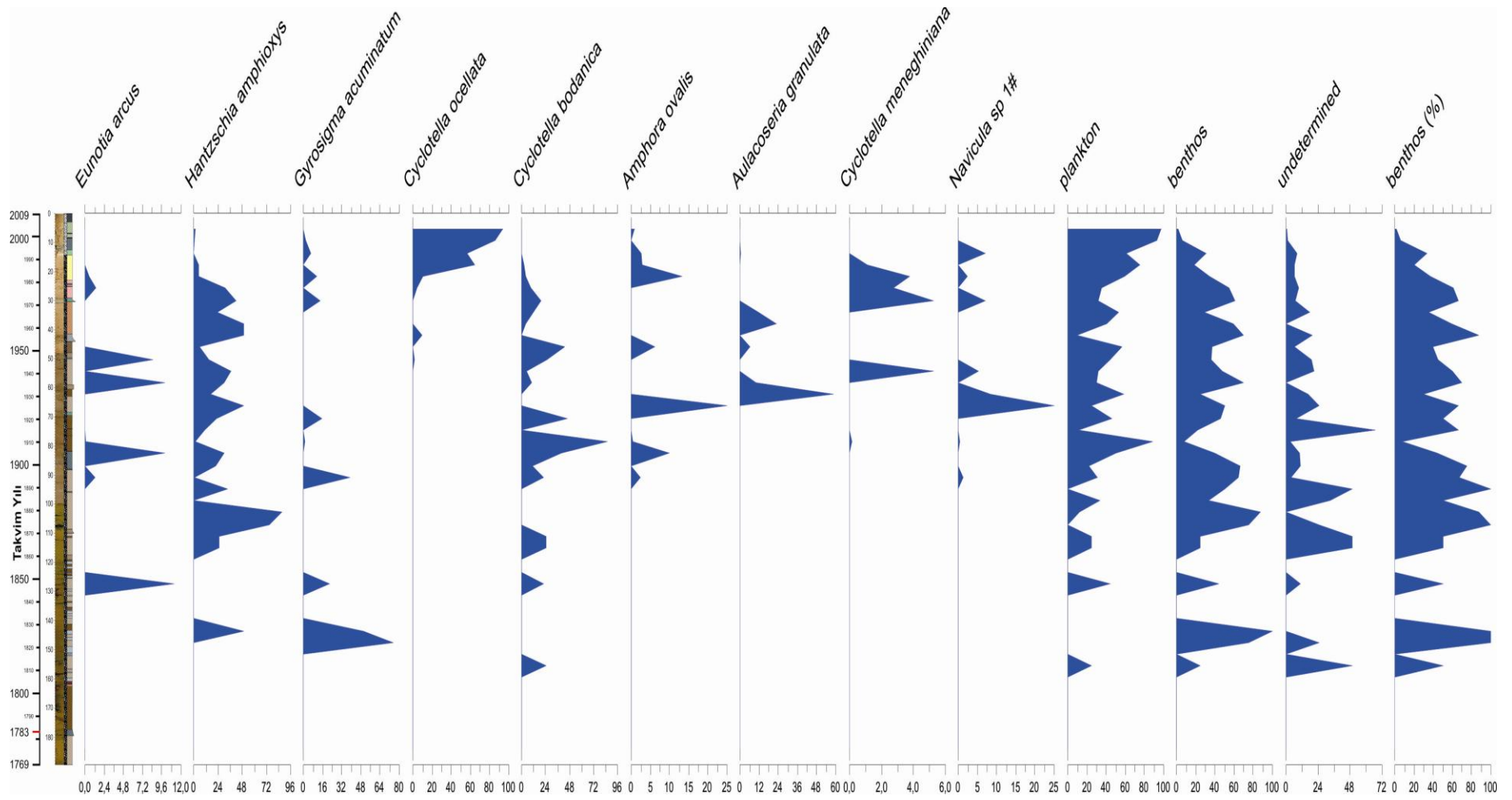
SK-2 karotunda grafik çizimleri verilen diğer türlerden *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia arcus*, *Amphora ovalis*, *Aulacoseria granulata*, *Cyclotella menenghiana* ve *Navicula* sp.

taksonları değişik derinliklerde belirgin artışlar göstermelerine karşın genellikle düşük yoğunluklarda ve üst kotlarda belirlenmiştir.

SK-2 karotunda diatom dağılımı ve yoğunluğunun alttaki kesitlere doğru gidildikçe azaldığı görülmektedir. Bu azalmanın yanı sıra 116-120 cm, 128-136 cm, 148 cm, 156-180 cm. derinliklerinde hiçbir diatom örneğine rastlanılamamıştır.



Şekil 3.46. SK-1 karotu boyunca farklı bolluk değerlerinde teşhis edilen bazı diatomların değişimi



Şekil 3.47. SK-2 karotu boyunca farklı bolluk değerlerinde teşhis edilen bazı diatomların değişimi.

Bazı diatom grupları, istenilen morfolojik kayıt ve görüntünün elde edilememesinden dolayı cins düzeyinde teşhis edilebilmişlerdir. Bundan dolayı bu taksonomik gruplara ilişkin teşhis edilemeyenler başlığı altında ayrı grafikler çizilmiştir. Bu cinslerin SK-1 karotundaki baskınlık durumlarına bakıldığında *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. ve *Cyclotella* sp. taksonları ön plandadır.

Diatomlar yaşam ortamları açısından serbest yaşayan ya da bağlı formlar olmak üzere iki büyük habitatı kullanmaktadırlar. Sünnet Gölü SK-1 ve SK-2 karotlarındaki plankton/bentik diatom oranına bakıldığında planktonik formlar ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte üst seviyelerde planktonik formlar baskın iken derinlere doğru bentik türlerin daha baskın oldukları görülmektedir.

### **Tartışma**

Sünnet Gölü'nün her iki karotundaki sedimanlardan alınan diatomlar, derinliğe bağlı olarak belirgin bir değişim göstermektedir. Bu değişimin temel faktörleri arasında suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri önemli rol oynamaktadır. Yoğunluk bakımından ön plana çıkan türler şunlardır; *Cyclotella ocellata*, *Cyclotella bodanica*, *Gyrosigma acuminatum*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia biceps*, *Diploneis elliptica*, *Amphora lybrica*.

Alınan karotlarda, yüzeye yakın seviyelerde görülen türlerin önemli bir kısmı alt seviyelerdeki örneklerde de bulunabilmektedir. Ancak türlerin yoğunluklarında derinliğe göre dalgalanmaların olduğu net olarak izlenebilmektedir.

Yoğunluk bakımından iki tür diğerlerine göre ön plana çıkmaktadır. Bunlar Thalassiosiraceae familyasına bağlı *Cyclotella ocellata* ve *Cyclotella bodanica* türleridir. Bu türlerin yüzeyden itibaren birbirlerine karşı olan baskınlıkları derinliğe göre değişmektedir. Aynı derinliklerde, türlerden birinin bolluğu artarken diğeri azalmaktadır. Her iki karotta da (SK-1 ve SK-2) bu durum benzer bir profil sunmaktadır. Örneğin SK-1'de 16 cm'e kadar *Cyclotella ocellata* baskın durumda iken *Cyclotella bodanica* bu derinliğe kadar hiç görülmemiştir. Aynı durum SK-2'de de görülmektedir. *Cyclotella ocellata*'nın baskınlığı 16 cm derinliğe kadar % 56-94 arasında değişmektedir. *Cyclotella bodanica* ise, aynı karotta % 0,1-2,2 oranında bulunmuştur.



Söz konusu iki tür arasındaki baskınlık ilişkisi SK-1’de ardışık baskınlık biçiminde alt seviyelere kadar devam etmiştir. Her iki karotta baskın türler açısından yoğunluk ve dağılım profilleri arasındaki benzerlik dikkat çekicidir.

*Cyclotella ocellata* ve *C. bodanica* taksonları yalnızca Sünnet Gölü’nden değil ülkemizin diğer sulakalanlarından da bildirilmiştir. *C. ocellata* Türkiye’de çok geniş bir yayılışa sahiptir (Akbulut, 1999). Bu tür, göllerin litoral ve akıntılı ortamlarında oldukça fazla bulunmaktadır (Czarnecki and Blinn, 1978; Krammer and Lange-Bertalot, 1991a). Foged (1982) bu türün oligohaline, alkalifil bir tür olduğunu bildirmiştir. *C. bodanica* ise Tortum gölü, Sapanca gölü ve Yeşilirmak nehrinden kayıt olarak bildirilmiştir (Akbulut, 1999). *C. bodanica* Cox (1996)'a göre oligotrofik temiz sularda bulunmaktadır. Foged (1981)'de bu türün, oligohaline ve nötr pH'lı ortamlarda bulunduğunu belirtmektedir.

*Gyrosigma acuminatum*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia biceps* ve *Diploneis elliptica* türleri her iki karotta da derinlik arttıkça farklı bolluklarda ön plana çıkan türler olmuşlardır.

*Aulacoseira* ekolojik olarak tatlısuları tercih eden ve su sıcaklığının fazla olduğu dönemlerde önemli artışlar gösteren bir taksondur. *Aulacoseira* ülkemizin özellikle durgun özellikteki tatlısularında yaygın olarak bulunan bir türdür (Akbulut 1999). Bu cinse bağlı türler ilkbahar sonu, yaz ve sonbahar aylarında planktonda oldukça yüksek yoğunluklara ulaşabilmektedir. SK-2 karotunda bu türün % 58’lik baskınlığı dikkat çekicidir. Bu dönemlerdeki artışlarının temelinde sıcaklık ve artan besin maddesi birikimi etkili olmaktadır. *Aulacoseira*’ya ait türler geçmiş dönemlere ait bilgilerin elde edilmesinde ve ekolojik izleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Battarbee 1986, Charles *et al.* 1994, Stoermer and Smol 2001). Bu cins ile ilgili olarak, en az 45 milyon yıl öncesine uzanan güçlü fosil kayıtlar bulunmaktadır (Khursevich 1995, Krebs 1994) ve üçüncü zamana ait göl çökellerinde de yaygındırlar (Haworth and Sabater 1993, Khursevich, 1995). *Aulocaseria granulata*’nın bu dönemdeki artışı, 1930’lu yıllardaki Sünnet gölünün sıcaklık ve besin maddesi bakımından zengin bir dönem geçirdiği izlenimi vermektedir.

Yine bu raporun kimyasal analizler bölümünde belirtilmiş olan verilere göre, 0-20 cm aralıklarında yağışlı bir dönem olduğu ve 108-169 cm aralıklarında yağışın azaldığı ve kurak bir döneme girildiği anlaşılmaktadır. Her iki dönemdeki diatom sonuçlarına bakıldığında 0-20 cm aralıklarında özellikle *Cyclotella ocellata*’nın baskın olduğu ve

diğer diatom türlerinin de bol miktarda temsil edildikleri görülmektedir. Oysaki SK-2 diatom analiz sonuçlarında 108 cm'den sonra en son analizi yapılan 180 cm kadar diatomların yoğunluğunda keskin bir düşüş görülmektedir. 108 cm'den sonraki bir çok derinlik analizinde hiçbir diatom tespit edilememiştir. Diatomlar özellikle besin maddesi miktarı ve su miktarına bağlı olarak gelişimlerini sürdürmekte ve belli bir yoğunluğa ulaşabilmektedirler. Kuraklık ve göl suyu seviyelerindeki önemli değişimler diatomların yoğunluklarını da olumsuz etkilemektedir. Nitekim kimyasal analiz sonuçlarına göre yağışın azaldığı ve kurak olarak nitelendirilen dönemler ile diatom türleri ve yoğunlukları arasında önemli bir korelasyon bulunmaktadır. 0-20 cm aralıklarındaki yağışlı dönemlerde diatom yoğunluğu fazla bulunurken 108 cm'den itibaren başlayan kurak dönemde diatomlar ya çok az sayıda temsil edilmiş ya da hiç bulunamamışlardır.

Tuzluluk tatlısu diatom türleri için sınırlayıcı bir faktördür. Bu raporun kimyasal analiz kısmında karotlardaki tuzluluk sonuçları yorumlanmış ve derinliğe bağlı olarak değişimleri belirtilmiştir. Buna göre 95-160 cm aralıklarında tuzluluk oranının en yüksek düzeylere ulaştığı belirtilmektedir. Bu dönemlerdeki kuraklık göl su seviyesini azaltmış ve buna bağlı olarak tuzluluk oranlarını yükselmiş olabilir. Bu artış, tatlısu diatom türleri açısından istenmeyen bir durumdur. Tuzluluğa toleransı olmayan bir çok türün gelişimi bu ortamlarda sınırlandırılmaktadır. SK-2 karotunda özellikle 116 cm'den sonra bir çok kesitte diatom türünün bulunamamış olması tuzluluk değerindeki bu artıştan kaynaklanmış olabilir.

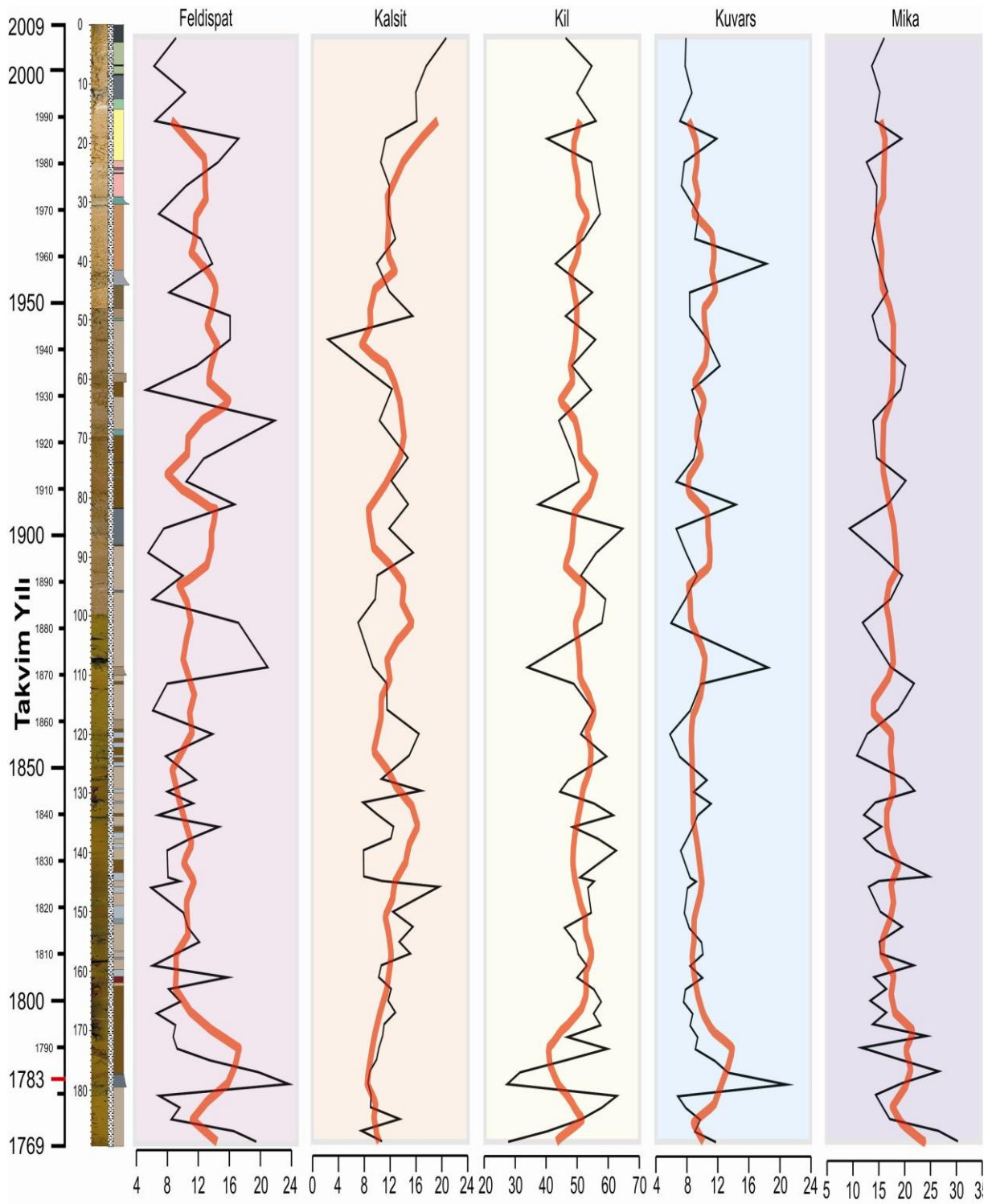
Diatom türleri göl ve akarsularda çok değişik habitatlarda yaşamaktadırlar. Göllerde buldukları habitatlar çoğunlukla serbest yüzen formlar olarak tanımlanan fitoplankton halinde olmasına karşın akarsularda akıntının olumsuz etkisinden dolayı serbest formlar yaşam ortamı bulamamakta ve çoğunlukla bağlı formlar halinde görülmektedirler. Ancak göllerde de bağlı (bentik) formları görmek mümkündür. Bentik habitatları tercih eden diatomlar, ışığın girdiği derinliğe kadar yayılış gösterirler. Göllerde bu zon, çoğunlukla su yüzeyinden dip kısma kadar olan 10 m derinliğindeki su kütesinin bulunduğu littoral bölge olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgede ışık çok fazla olduğundan dolayı diatom türleri bitkiler, taşlar ve sedimana bağlı olarak yaşamlarını sürdürebilirler. Diatomlar içinde serbest (planktonik) ve bağlı (bentik) yaşam alanlarını tercih eden tür

kompozisyonları farklıdır. Bu kapsamda teşhis edilen türlerin bentik ve planktonik olup olmamaları buldukları habitatlar hakkında da yorum yapılmasına olanak vermektedir. SK-1 ve SK-2 karotları incelendiğinde bentik ve planktonik diatomların baskınlık durumlarına göre gölün fiziksel koşulları hakkında değerlendirmeler yapmak mümkün olabilmektedir. Diatomlar açısından, Sünnet gölündeki baskın yaşam formları değişkenlik göstermekle birlikte planktonik türler çoğunluktadır. Ancak bu baskınlık durumu bazı derinliklerde bentik formların lehine dönebilmektedir. Planktonik/bentik diatom türlerinin baskınlık durumlarındaki değişim, göl su seviyesinin değişimi ile yakından ilişkilidir. Eğer göl su seviyesi düşmüş ise, derinlik azalacak ve güneş ışınları dip kısımlara daha fazla ulaşacağı için bentik türlerin daha fazla oranda gelişimi için uygun ortam oluşabilecektir. Bu rapor kapsamında verilen kimyasal analiz sonuçlarında 0 -20 cm'in yağışlı dönem olduğu, 20-108 cm aralığında yağışın azalmaya başladığı ve 108-169 cm aralıklarında ise kurak bir dönemin var olduğu ve göl su seviyesinin düşük olduğu vurgulanmıştır. Bu dönemlerdeki planktonik/bentik ilişkisi incelendiğinde özellikle 0-112 cm aralığında planktonik diatom türlerinin bentik formlara oranla baskın oldukları görülmektedir. Çünkü bu dönemlerde göl su seviyesi yüksek olduğu için planktonik formların görülmesi beklenen bir durumdur. 112-180 cm. derinlik aralığında ise bentik türlerin planktonik formlara oranla daha baskındır. Bu dönemde göl su seviyelerinin düşmüş olması ve aynı dönemlerde bentik diatomların baskınlığı kimyasal ve biyolojik parametreler arasındaki uyumu göstermesi açısından önemlidir.

### 3.5.5. SK-2 Karotunda X-Işını Kırınımı Çalışması

ASTM kartotekslerinden yararlanılarak tanımlanan minerallerin yarı nicel yüzdeleri, pik şiddetlerinden itibaren yanıt oranları da göz önünde tutularak, Gündoğdu (1982)'nin çalışması ışığında hesaplanmıştır. Gündoğdu (1982) çalışmasında dolomit (104) yansımasını referans alarak, dolomit, kalsit, aragonit, klinoptilolit, analsim, kuvars, feldispat, opal, biyotit ve kil mineralleri için yanıt oranlarını saptamıştır. Bu yanıt oranlarıyla hesaplanan yarı nicel yüzdelerin grafikleri Şekil 3.43'de gösterilmiştir.

Grafiklerde dikkat çekici bir eğilim gözlenmemiştir. Kaynak bölgeden geldiği düşünülen kuvars ve feldispat yüzdelerinin birbirine yakın eğilimler gösterdiği görülmektedir. Her iki mineralin bağıl bolluğu da 170-110 santimetreler arasında düşük ve az salınan değerler sergilerken 110 santimetrenin üstünde salınımlar artar. Karot boyunca mika değerlerinde neredeyse gözle görülür bir anomali gözlenmemektedir. Karotun tabanında % 25 değerlerinden %20 civarında inen mika değeri, karotun üst kesimlerine kadar gözle görülür bir değişiklik sunmamıştır. Kil değerleri de mika mineralleri gibi sadece karotun tabanında bir değişiklik göstermiş ve daha sonra karotun üst seviyelerine kadar gözle görülür bir eğilim göstermemiştir. Kil mineralleri karotun tabanında en düşük değerlere sahipken 165. santimetreden yukarıya kadar olan bölümde çok uzun periyotlu salınımlar göstermeden devam etmiştir.



Şekil 3.48: SK-2 karotu boyunca bazı minerallerinin yarı nicel bolluklarının değişimi (Kırmızı çizgiler hareketli ortalama grafiğini gösterir).

## 4. TARTIŞMALAR

### 4.1. Bulguların Bütünleşik Değerlendirilmesi

Sünnet Gölü tabanında biriken çökellerin ortamsal yorumu göl su seviyesinin 1760'dan bu yana sistematik bazı değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna göre;

1760-1800 yılları arası, düşük göl seviyesi-düşük yıllık ortalama yağış,

1800-1860 yılları arası en yüksek göl seviyesi-yüksek yıllık ortalama yağış,

1860-1910 yılları arası kısmen yüksek göl seviyesi-kısmen yüksek yıllık ortalama yağış,

1910-1990 yılları arası düşük göl seviyesi-düşük ortalama yağış,

1990-2009 yılları arası kısmen yüksek göl seviyesi- kısmen yüksek yıllık yağışa karşılık gelmektedir.

En alttaki düşük göl seviyesi (1760-1800 yılları arası)  $^{18}\text{O}$  izotop kaydında giderek artan oranlarla (yani giderek artan yıllık ortalama yağışla) temsil olunmaktadır. Aynı dönemi temsil eden polen spektralarında Pinus/toplam ağaç oranı yüksekken (%94-98), toplam çalı ve toplam otsu oranları düşük değerlerde seyrederek başka deyişle görece düşük yıllık yağış oranları sığ köklere sahip otsu ve toplam çalı polenleri oranında dikkat çekici azalmaya yol açmış durumdadır.

1800-1860 yılları arasındaki yağışlı dönem  $^{18}\text{O}$  izotopik sinyallerinde yirmi yıllık bir gecikme ile 1820'den itibaren kendini göstermektedir. Ancak öncesinde kısa süreli (5 yıl) bir yağışlı dönem (1802-1807) mevcuttur. 1820-1860 arasında  $^{18}\text{O}$  değerleri genel olarak -8,25 ile -7,5 mertebesinde oldukça düşük oranlarda seyrederek  $^{13}\text{C}$  oranlarının eğilimi  $^{18}\text{O}$ 'inkine benzerdir. Bu dönem yüzeysel ayrışmanın etkinliğini gösteren  $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$  ve  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  grafiklerinde tekdüze ve düşük oranlarla temsil olunmaktadır. Hâlbuki bu dönemin hemen altında ve üstünde elementel oranlar dikkat çekici ölçüde yüksektir. Başka deyişle yüksek yağış (ve olasılıkla yüksek sıcaklıklar) kendini toprak ayrışma süreçlerinde göstermiş benzemektedir. Tuzluluk göstergeleri (Mg/Ca ve Sr/Ca) ise 1800-1860 döneminin başında ve sonunda ilgili

oranlarının belirgin bir şekilde düştüğünü gösterir. Bu düşüş ortalama yıllık yağıştaki artışa; dolayısıyla göl su seviyesi yükselmesine karşılık gelir.

1860-1910 yılları arasındaki kısmen yağışlı dönemin ilk 15-20 yılı daha büyük  $^{18}\text{O}$  ile temsil edilirken izleyen 30 yıl küçük  $^{18}\text{O}$  değerleriyle kendini göstermektedir. Yani bu zamanda su seviyesi kısmen yüksek bir seviyede olmalıdır. Diatom içeriği açısından grafikler incelendiğinde, 1870'den başlayarak 1910 yılını da içine alan görece yağışlı dönem (düşük göl seviyesi)'de *Hantzschia amphioxys* formunda %20-50 arasında salınımlarla temsil olunur.

1910-1990 yılları aralığındaki düşük yıllık ortalama yağış -7 civarında  $^{18}\text{O}$  oranına sahiptir.  $^{18}\text{O}$  değerlerinin hareketli ortalaması bu dönem boyuca -7,75 in altına düşmemiştir. 1800'lü yılların sonu ile 1900'lü yılların başında en düşük seviyelerde olan V/Al ve Zn/Al grafikleri de ortamdaki anoksik koşulların azaldığını göstererek, düşük yıllık yağış ve göl seviyesine işaret eder.

1990-2009 yılları arası, karot üzerinde 2-3 örnekle temsil olunmakla birlikte, dikkat çekici ölçüde düşük  $^{18}\text{O}$  değerlerine sahiptir. Düşük  $^{18}\text{O}$  değerleri göl su seviyesinin kısmen yüksek olduğu bir zaman dilimine işaret eder. Bu dönemde V/Al ve Zn/Al grafiklerindeki anoksik ortamın artışını gösteren yükselimler su seviyesinin yükselimiyle paralellik göstermektedir. 1990 yılından sonra azalan Mg/Ca ve Sr/Ca grafiklerindeki tuzluluk oranı, göl su seviyesindeki artışı destekler niteliktedir. Diatom içeriği açısından 1990-2009 yılları arasındaki görece yağışlı dönem *Cyclotella ocellata* formunun giderek artan oranlarıyla çakışmaktadır.

#### **4.2. Sünnet Gölü Kaydının Yerel Ve Küresel Ölçekli Kayıtlarla Karşılaştırması**

Sünnet Gölü yerel iklim kaydı, yerel ve küresel ölçekli başka bazı iklimsel kayıtlar/belirleyiciler ile de karşılaştırılmasına çalışılmıştır. Bunlardan başlıcaları ortalama Güneş lekeleri sayısı ve küresel sıcaklık değişimleridir. Güneş lekeleri, Güneş yüzeyinde ki artan enerji etkinliğinin bir tür yansımasıdır ve 11 yıllık düzenli periyotlara sahiptir. Literatürdeki önceki değerlendirmeler Güneş lekeleri sayısı ile

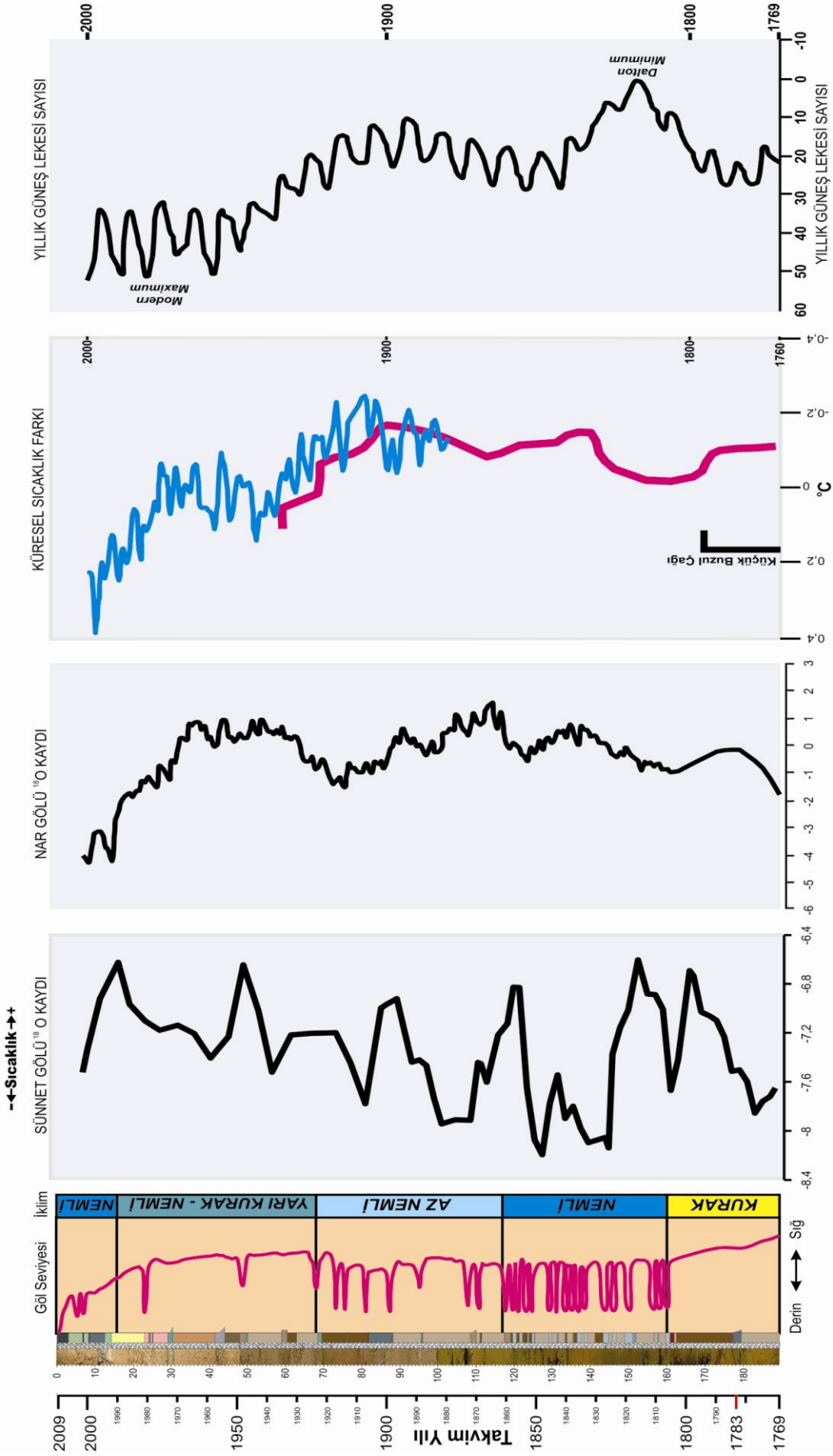


yağış arasında doğrudan bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir. Örneğin Erinç (1953) İstanbul çevresi için 1860-1948 yılları arası için yaptığı değerlendirmelerde güneş lekeleri sayısının çokluğu ile kuraklık arasında bir ilişki belirlemiştir. Benzer şekilde Selvaraj (2009)'da Güneş lekeleri ile kuraklık arasındaki benzer ilişkiden söz etmiştir. Buna karşı olarak Calbet (2001) Güneş lekelerinin artmasından 3 yıl sonra şiddetli yağışların gözlendiğini de belirtmiştir.

Son 250 yıllık kaydı incelediğimizde, 1800-1840 yılları arasında Dalton Minimumu olarak adlandırılan bir dönemden sonra 1840-1910 arasında önce hafif artıp sonra azalan, 1910-1950 arasında giderek artan ve 1950'den bu yana da uzun yıllar ortalaması görece sabit kalan güneş lekesi sayıları gözlenmiştir. 1840'lardan bu yana 11 yıllık ardıl periyotlarda gözlenen leke sayısının genel olarak arttığı da söylenebilir. Şekil 3.44, Dalton minimasının Sünnet kaydında yüksek göl su seviyesi (yüksek yıllık yağış) olarak açıkça izlendiğini göstermektedir. Bu dönemin erken aşamasında  $^{18}\text{O}$  izotopları pozitive kaydından hava sıcaklıkları genel olarak daha yüksek seyretmiş olmalıdır. Dönemin üst bölümü  $^{18}\text{O}$  izotoplarındaki negatife kayma yüzünden daha soğuk geçmiş olmalıdır. Bu sıcaklık eğilimleri tarafından oluşturulan küresel Loehle (2007) ve Özdemir (2004) tarafından oluşturulan küresel sıcaklık değişimleriyle oldukça uyumlu gözükmektedir (Şekil 3.44). Dalton minimasını izleyen 1840-1910 dönemi, Güneş lekeleri sayısındaki ciddi artışla temsil olunurken Sünnet yerel kaydında göl su seviyesinin öncelerine göre daha düşük olduğu bir dönemle deneştirilebilir.  $^{18}\text{O}$  değerlerinin daha az negatif oluşu bu dönemde genelde sıcaklığın daha yüksek olduğunu kanıtlar. Küresel sıcaklık kayıtları bu dönemde özellikle 1900'dan itibaren sıcaklıkların giderek yükseldiğini göstermektedir (Şekil 3.44).

Güneş lekeleri sayısının hızlı arttığı ve maksimuma ulaştığı 1920-2000 dönemi Sünnet kaydında göl su seviyesinin bu güne göre oldukça düşük olduğu daha az yağışlı bir zamana karşılık gelir.  $^{18}\text{O}$  kaydı, önceki yüksek sıcaklıklar söz konusudur. Gerçekten küresel sıcaklık grafiğinde bu dönem boyunca  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  civarında bir artış izlenebilmektedir.

Sünnet Gölü ile Orta Anadolu'daki bir krater gölü olan Nar Gölü'nün 18O izotop kaydının karşılaştırılmasına da çalışılmıştır (Şekil 3.43). Ancak Sünnet kaydındaki örnek sıklığının çok az olması iyi bir denetirmeye izin vermemektedir. Yine de 1860'a kadar olan dönemde Sünnet'te az çok belirgin olan 18O eğilimlerinin çok kaba bir şekilde ve bir zaman kayması ile Nar Gölü'nde izlendiği söylenebilir. Sünnet 1870'den başlayan giderek daha pozitif 18O'ye kayma eğilimi Nar Gölü'nde hiç gözükmemektedir. Bu durum iki gölde egemen olan iklimin oldukça farklı olduğu şeklinde değerlendirilebilir. İki gölün 18O değerlerinin farklılık da dikkat çekicidir (Şekil 3.43) Sünnet kaydında 18O değerleri -6,8 ile -8,4 arasında yer alırken Nar Gölü kaydında 18O değerleri 1 ile -2 arasında değişmektedir. Bu ise Sünnet Gölü'nde daha yüksek yıllık yağışın büyük bir kısmının süzülme olarak gölü terk etmesiyle ve Nar Gölü'nde iklimin daha kurak olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.1: Sünnet Gölü kaydının, Nar Gölü 180 değerleriyle (Jones et al., 2006), yeniden düzenlenmiş Küresel Sıcaklık Değişimleriyle (Loehle, 2007 ve Özdemir, 2004'ün yeniden yorumlanması ile hazırlanmıştır.) ve yıllık Güneş lekeleri sayısının (Vaquero, 2007) karşılaştırılması.

## 5. SONUÇLAR

Sünnet Gölü havzasında gerçekleştirilen incelemeler ve alınan karotlar üzerindeki çok disiplinli çalışmalarla aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Sünnet Gölü'nün oluşumunda iki heyelan etkili olmuştur. İnceburun Sırtı'nın kuzey batısındaki heyelan kaya kayması şeklindedir ve önce gerçekleşmiştir. Sarıkaya Tepe'nin kuzey batısında gerçekleşen ve hacmi yaklaşık 12.000.000 m<sup>3</sup> olan moloz akması ilkinden hemen sonra gerçekleşmiş olmalıdır. Vadiyi tıkayarak gölü oluşturan asıl heyelan Sarıkaya Tepe'nin kuzeybatısındaki bu heyelandır.

2. Sünnet Gölü'nün taban eğimi delta alanları dışında vadi kenarları boyunca çoğunlukla 40-50° arasında değişir. Vadi kenarından biraz uzaklaşıldığında eğim ani bir şekilde 0-1,5° aralığına düşer. Buna göre göl tabanı yatay bir batimetriye sahiptir.

3. Sünnet Gölü tabanından alınan 25 adet kepçe örneği yardımıyla göl tabanındaki fasiyes kuşakları belirlenmiştir. Buna göre; 8 metreden derin bölgelerde görülen siyah/haki organik çamur derin göl ortamını, 8 metreden sığ bölgelerde görülen yeşil çamur kısmen derin göl (kırıntılı getiriminden uzak) ortamını, 8 metreden sığ bölgelerde görülen sarı çamur iraksak delta önü ortamını, 5 metreden sığ bölgelerde görülen kahverengi çamur ve silt yakınsak delta önü ortamını, 5 metreden sığ bölgelerde görülen gri çamur ve kum delta alını (ağız barları) ortamını ve su üstü bölgelerde görülen kızıl çamur, kum ve çakıl delta üstü ortamı gösteren fasiyesleri temsil eder.

4. Sünnet Gölü'nün hidrolojik bilançosu göle giren ve gölden kaçan su miktarları arasında, önemli göl seviyesi değişimlerine yol açacak farklılıklar olduğunu göstermektedir. Ancak bu farklılıkların tatlı su baskınlığı nedeniyle göl suyu kimyasını yansıttığı şüphelidir.

5. Sünnet Gölü tabanında biriken çökellerin ortamsal yorumu göl su seviyesinin 1760'dan bu yana sistematik bazı değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna

göre 5 dönem tanımlanmıştır. Bunlar; 1760-1800, 1800-1860, 1860-1910, 1910-1990 ve 1990-2009 yılları aralığında incelenmiştir.

6. 1760-1800 yılları arası  $^{18}\text{O}$  izotop kaydında giderek artan oranlarla (yani giderek artan yıllık ortalama yağışla) temsil olunmaktadır. Aynı dönemi temsil eden polen spektralarında Pinus/toplam ağaç oranı yüksekken (%94-98), toplam çalı ve toplam otsu oranları düşük değerlerde seyrederek, bu duruma göre iklim düşük yağışlı bir dönemi gösterir.

7. 1800-1860 yılları arasındaki yağışlı dönem  $^{18}\text{O}$  izotopik sinyallerinde yirmi yıllık bir gecikme ile 1820'den itibaren kendini göstermektedir. Bu dönem yüzeysel ayrışmanın etkinliğini gösteren  $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$  ve  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  grafiklerinde tekdüze ve düşük oranlarla temsil olunmaktadır. Bu da yüksek yağışın (ve olasılıkla yüksek sıcaklıklar) kendini toprak ayrışma süreçlerinde gösterdiğini gösterir. Tuzluluk göstergeleri (Mg/Ca ve Sr/Ca) ise 1800-1860 döneminin başında ve sonunda ilgili oranlarının belirgin bir şekilde düştüğünü gösterir. Bu düşüş ortalama yıllık yağıştaki artışa; dolayısıyla göl su seviyesi yükselmesine karşılık gelir.

8. 1860-1910 yılları arasındaki kısmen yağışlı ve kısmen yüksel göl seviyesi, dönemin ilk 15-20 yılında daha büyük  $^{18}\text{O}$  ile temsil edilirken izleyen 30 yıl içerisinde küçük  $^{18}\text{O}$  değerleriyle kendini gösterir. *Hantzschia amphioxys* diatom formu %20-50 arasında salınımlarla, 1870-1910 yıllarını içine alan görece yağışlı dönemle (düşük göl seviyesi) kendini gösterir.

9. 1910-1990 yılları aralığındaki düşük yıllık ortalama yağış -7 civarında  $^{18}\text{O}$  oranına sahiptir ve bu oranlar -7,75'in altına dönem boyunca düşmemiştir. 1900'lerin başında V/Al ve Zn/Al grafikleri ortamdaki anoksik koşulların azaldığını göstererek, düşük yıllık yağış ve göl seviyesine işaret eder.

10. 1990-2009 yılları arası, karot üzerinde 2-3 örnekle temsil olunur ve düşük  $^{18}\text{O}$  değerleri göl su seviyesinin kısmen yüksek olduğu bir zaman dilimine işaret eder. Dönem boyunca V/Al ve Zn/Al grafiklerindeki anoksik ortamın artışını gösteren

yükselimler su seviyesinin yükselimiyle paralellik göstermektedir. 1990 yılından sonra azalan Mg/Ca ve Sr/Ca grafiklerindeki tuzluluk oranı, göl su seviyesindeki artışı destekler niteliktedir. 1990-2009 yılları arasındaki görece yağışlı dönem *Cyclotella ocellata* formunun giderek artan oranlarıyla örtüşmektedir.

11. Sünnet Gölü kaydı, göl su seviyesi ile  $^{18}\text{O}$  değişimlerinin Güneş lekeleri sayısı ile yakın ilişkili olduğunu göstermektedir. 1800-1840 arasındaki Dalton miniması Sünnet Göl seviyesinin en yüksek olduğu zamana karşılık gelirken 1910-2000 arasındaki yüksek sayıda Güneş lekeli dönem düşük göl su seviyesi ile karakterize edilmektedir.  $^{18}\text{O}$  kaydıyla karşılaştırıldığında Güneş lekeleri sayısı yüksek dönemlerin genel olarak daha sıcak ve kurak olduğu da söylenebilir.

12. Sünnet gölü ile Nar Gölü'nün (Nevşehir)  $^{18}\text{O}$  kayıtları karşılaştırıldığında, aralarında konsantrasyon ve genel eğilimler arasında büyük farklılıklar izlenmiştir. Bu durum her iki gölün hidrolojik ve iklimsel farklılıkları ile ilişkilendirilmiştir.

## 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.
- Akbulut, A., 1999, Türkiye Tatlısu Algleri, In Demirsoy, Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası", 3. Baskı, Bölüm 19, sf. 513-637, Ankara.
- Akbulut, A., 2002, Türkiye Tatlısu Algleri, *In Demirsoy, Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası* sf. 422-545, Beşinci Baskı, Ankara.
- Alçıçek, H., 2007, Denizli Havzası (Sarayköy-Buldan Bölgesi, Gb Türkiye) Neojen Çökellerinin Sedimantolojik İncelemesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Algeo, T.J. and Maynard, J.B. 2004. Trace-element behavior and redox facies in core shales of Upper Pennsylvanian Kansas-type cyclothems. *Chemical Geology*, T206,T 289– 318.
- Aplin, A.C. and Macquaker, J.H.S., 1993, C-S-Fe geochemistry of some modern and ancient anoxic marine muds and mudstones, *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 344, 89~100.
- Arthur, M.A. and Dean, W.E. 1991. A holistic geochemical approach to cyclomania: examples from Cretaceous pelagic limestone sequences. In: *Cycles and Events in Stratigraphy*. Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A. (eds.), Springer, pp. 126-166. Berlin.
- 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.
- Balcı, M.,2008, Sünnet Gölü (Bolu, Turkey) Ekolojik Değişimleri Ve Ostrakod (Crustacea) Faunası, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Battarbee, R. W. 1986. Diatom Analysis. In: *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology* (B. E. Berglund, ed.). J. Wiley and Sons, London. pp. 527-571.



### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Bruland, K.W. 1983. Trace elements in sea-water, In: Chemical Oceanography. Riley, J.P. and Chester, R. (eds.), Academic Press, 8, 157-220, London.
- Calbet, A. 2001. Mesozooplankton grazing effect on primary production: A global comparative analysis in marine ecosystems. *Limnol. Oceanogr.* 46: 1824–1830.
- Calvert, S.E. and Pedersen, T.F. 1993. Geochemistry of Recent oxic and anoxic marine sediments implications for the geological record. *Marine Geology*, 113, 67-88.
- Charles, D. F., Smol, J. P., & Engstrom, D. R. 1994. Paleolimnological Approaches to Biological Monitoring. In: *Biological Monitoring of Aquatic Systems* (Loeb, S. L. & Spacie, A., eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida, p.233-293.
- Clark, J.A., Hendriks, M., Timmerman, T.J., Struck, C., and Hilverda, K.J., 1994, Glacial isostatic deformation of the Great Lakes region. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 106:19-31.
- Cohen, A. S., 2003. Paleolimnology: The History and Evolution of Lake System. Cary, NC, USA: Oxford University Press, Incorporated, 2003.
- Cox, E.J., 1996, Identification of Freshwater Diatoms From Live Material, Chapman and Hall, 158 pp., London.
- Czernecki, D. B. and Blinn, D. W., 1978, Diatoms of Colorado River, J. Cramer, 181 p. Germany.
- Deveci, A., 2009, Sünnet Gölü Zooplanktonu Ve Bazı Çevresel Değişkenlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duman, T., Emre, Ö., Çan, T., Nefeslioğlu, H.A., Keçer, M., Doğan, A., Durmaz, S., Ateş, Ş., 2005. 1/500 000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası: Zonguldak Paftası. MTA Özel Yayın Serisi-4, 24 s.
- 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.
- Eriñç, S. 1953, Doğu Anadolu Coğrafyası, İst. Üniv. Edebiyat Fak. Coğ. Enst. Yay. No: 15, İstanbul

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Eugster, H.P. and Kelts, K. 1983. Lacustrine chemical sediments, In: Chemical Sediments and Geomorphology. Goudie, A.S. and Pye K. (eds.). Academic Press, pp. 321-368, London.
- Foged, N., 1981, Diatoms in Alaska, J. Cramer, 310 p., Germany.
- Foged, N., 1982, Diatoms in Bornholm, Denmark, J. Cramer, 174 p., Germany.
- Gasse, F., Fontes, J.C., Plaziat, J.C., Carbonel, P., Kaczmarska, I., De Decker, P., Soulié Marsche, I., Callot, Y. and Depeuble, P.A. 1987. Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from north Sahara. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 60, 1-46.
- Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi: Doktora tezi, H.Ü. Fen Bil. Enst., 386 s., Beytepe, Ankara. (yayımlanmamış).
- Hanawalt, J. D. and Rinn, H. W., *Ind. Eng. Chem. Anal.* 8, 244 (1936); Hanawalt, J. D., *Advances in X-Ray Analysis* 20, 63-73 (1976).
- Harris, N.B. 2000. Evolution of the Congo rift basin, West Africa: an inorganic geochemical record in lacustrine shales. *Basin Research*, 12, 425-445.
- Haug, G.H., Gunther, D., Peterson, I.C., Sigman, D.M., Highen, K.A. and Aeschlimann, B. 2003. Climate and the collapse of Maya Civilization. *Science*, 299, 1731-1735.
- Hoşgören, M.Y. ve Ekinci, D., 2004. Heyelan seti göllerine tipik bir örnek: Sünnet gölü. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Dergisi*, 12, s. 1-11.
- Haworth, E. & Sabater, S. 1993. A new Miocene *Aulacoseira* species in diatomite from the ancient lake in La Cerdanya (NE Spain). In: *Progress in Diatom Studies: contributions to taxonomy, ecology, and nomenclature* (Sims, P. A., ed.). pp. 227-242. Nova Hedwigia 106.
- Huntsman-Mapila, P., Ringrose, S., Mackay, A.W., Downey, W.S., Modisi, M., Coetzee, S.H., Tiercelin, J.-J., Kampunzu, A.B. and Vanderpost, C. 2006. Use of the geochemical and biological sedimentary record in establishing palaeoenvironments and climate change in the Lake Ngami basin, NW Botswana. *Quaternary International*, 148, 51-64.
- Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on limnology v.1. Geography, Physics and Chemistry. Wiley. 1015pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 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.
- 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.
- 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., 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. *Catena* 57: 277-308. ISSN: 0341-8162 1.035.
- 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.
- Khursevich, G. K. 1995. Evolution of freshwater centric diatoms within the Euroasian continent. In: *Proceedings of the Thirteenth International Diatom Symposium*, Maratea, Italy. (Marino, D. & Montresor, M., eds.), Biopress, Bristol, p. 507-520.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991, *Susswasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae*, Gustav Fischer Verlag, 576 pp., Stuttgart.
- Krebs, W. N. 1994. The biochronology of freshwater planktonic diatom communities in western North America. In: *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium*,
- 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.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Külköylüoğlu, O., Dügel, M., Balcı, M., Deveci, A., Avuka, D., Kılıç, M., 2010. Limnoecological relationships between water level fluctuations and Ostracoda (Crustacea) species composition in Lake Sünnet (Bolu, Turkey). *Turk J Zool* 34 (2010), TÜBİTAK doi:10.3906/zoo-0904-17, (baskıda).
- Landing, W.M. and Bruland, K.W., 1980. Manganese in the North Pacific. *Earth Planet. Sci. Lett.*, T49T, 45–56.
- 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.
- 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
- Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlen, W., Maasch, K., Meeker, L.D., eyerson, E., Gasse, F., van Kreveland,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.
- Meybeck M. 1995. Global distribution of lakes. In: Lerman A. (ed) *Physics and Chemistry of Lakes*. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg GmbH and Co. KG.
- 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.
- Özdemir, M.A., Bozyurt, O., 2004. Son 5000 yıllık dönemde meydana gelen sıcaklık salınımları ile güneş lekeleri arasındaki ilişkiler, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , 2004; 6(1):87-102
- Piper, D.Z. and Perkins, R.B. 2004. A modern vs. Permian black shale—the hydrography, primary productivity, and water-column chemistry of deposition, *Chemical Geology*, 206, 177–197.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Pye, K. and Krinsley, D.H. 1986. Diagenetic carbonate and evaporite minerals in Rotliegend aeolian sandstones of the southern North Sea: their nature and relationship to secondary porosity. *Clay Mineralogy*, 21, 443-457.
- Rachold, V. and Brumsack, H.-J. 2001. Tinorganic geochemistry of Albian sediments from the Lower Saxony Basin NW Germany: palaeoenvironmental constraints and orbital cycles. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 174, 121-143.
- Reed, Brian F.; Arunachalam, Selvam and Thomas, Bob. Removal of lead and Cadmium from aqueous waste streams using Granular activated carbon (GAC) columns. *Environmental Progress*, February 1994, vol. 13, no. 1, p. 60- 64.
- 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.
- 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.
- 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.
- Roy, P.D., Smykatz-Kloss, and Sinha, R. 2006. Late Holocene geochemical history inferred from Sambhar and Didwana playa sediments, Thar Desert, India: Comparison and synthesis. *Quaternary International*, 144, 84-98.
- 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
- San Francisco, California, 1990. (Kociolek, J. P., ed.). *Memoirs of the California Academy of Sciences*, Number 17, San Francisco. p. 485-499.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Scheffler, K., Dieter, B. and Schwark, L. 2006. Analysis of late Palaeozoic glacial to post-glacial sedimentary successions in South Africa by geochemical proxies- Response to climate evolution and sedimentary environment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 184-203.
- Schuster, R.L. 1993. Landslide dams – a worldwide phenomenon. Proceedings Annual Symposium of The Japanese Landslide Society, Kansai Branch, 27 April, Osaka, 1–23.
- Schuster, R.L. 1995: Landslide dams – a worldwide phenomenon. *Journal of the Japanese Landslide Society* 31(4), 38–49 (in Japanese).
- Selvaraj, Samuel R.; Muthuchami, A.; Nancharaiah, M., 2009. Influence of sunspot activity on the annual rainfall of Tamil Nadu, India, *Indian Journal of Physics*, vol. 83, issue 9, pp. 1251-1258
- Sinha, R., Smykatz-Kloss, W., Stüben, D., Harrison, S.P., Berner, Z. and Kramar, U., 2006. Late Quaternary palaeoclimatic reconstruction from the lacustrine sediments of the Sambhar playa core, Thar Desert margin, India, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 233, 252-270.
- Spaulding, S., and Edlund, M. (2008). *Aulacoseira*. In *Diatoms of the United States*. Retrieved March 09, 2011,
- Stoermer, E. F. & Smol, J., eds. 2001. *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge. 482 pp.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M. 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*, Blackwell, Malden, Mass.
- Tribovillard, N., Algeo, T.J., Lyons, T. and Riboulleau, A. Trace metals as paleoredox and paleoproductivity proxies: An update. *Chemical Geology*, 232, 12-32.
- Vaquero, J. M., 2007. Historical Sunspot Observations: A Review, *Adv.SpaceRes.*40:929-941
- 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.

## **EKLER**

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

Ek.2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.

Ek.3. SK-3 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi

Ek.4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi

Ek.5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları.

Ek.6. Sünnet Gölü İzotop Analiz Sonuçları

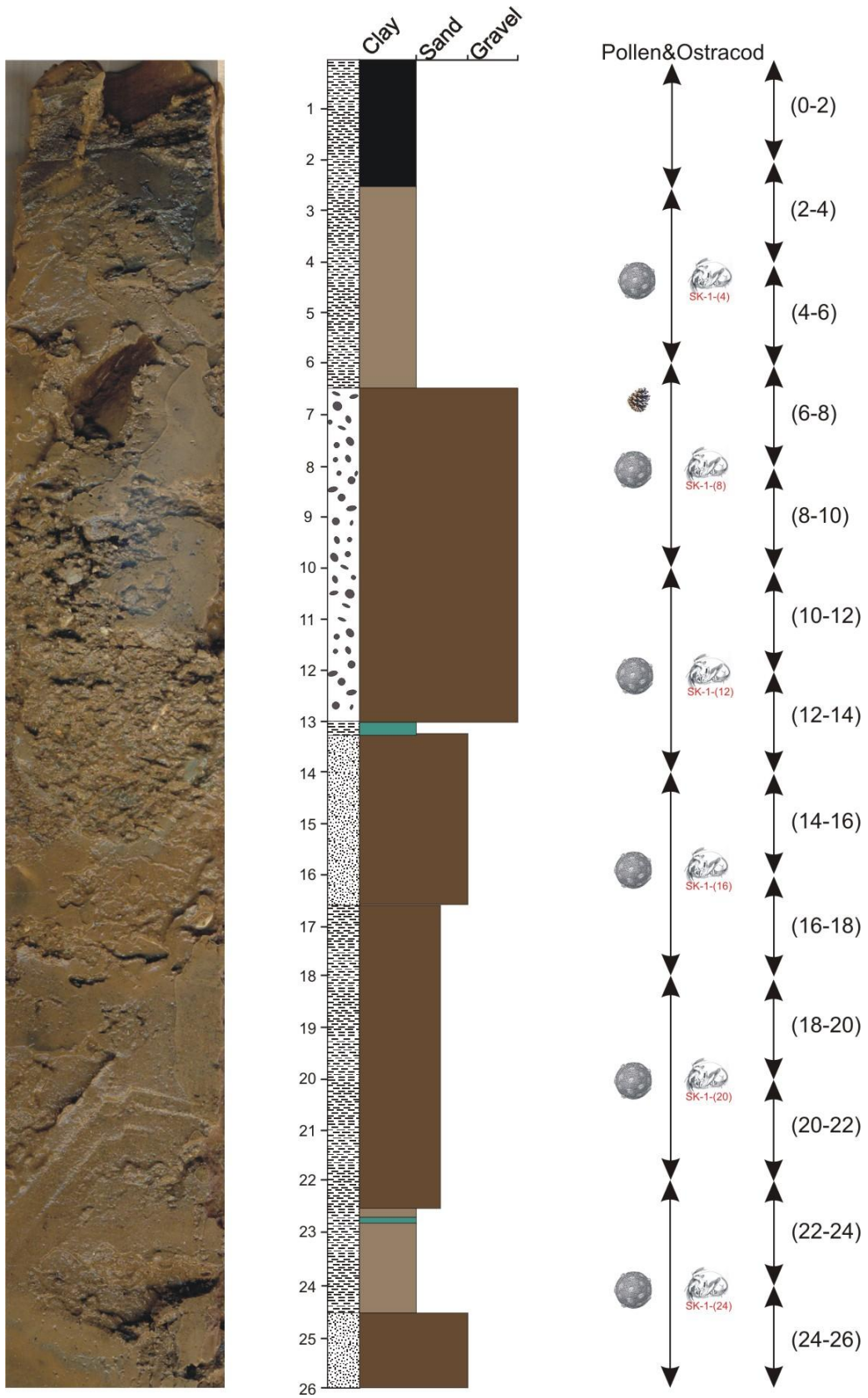
Ek. 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları

Ek. 8. Sünnet Gölü SK-1 Karotu Diatom Analiz Sonuçları

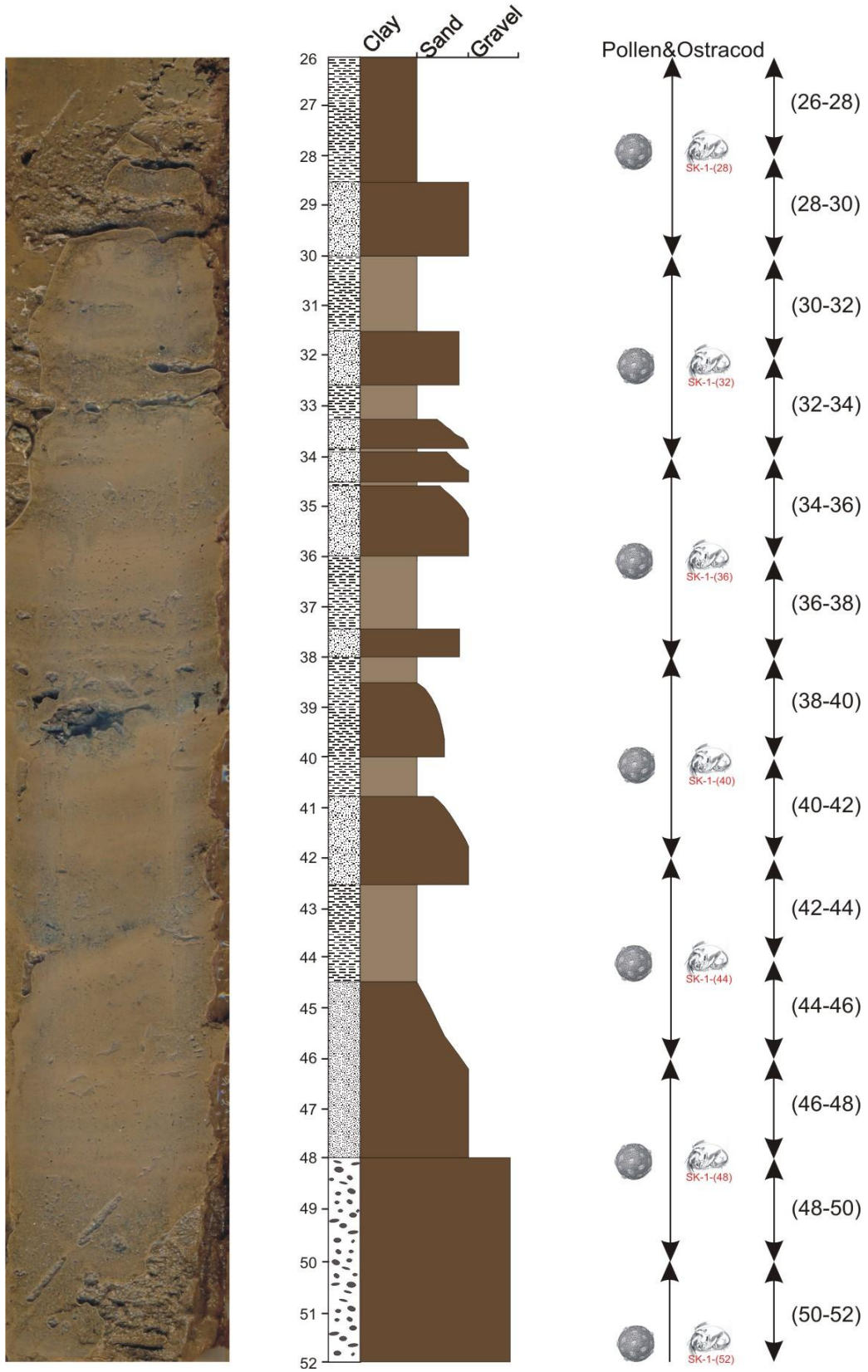
Ek. 9. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Diatom Analiz Sonuçları



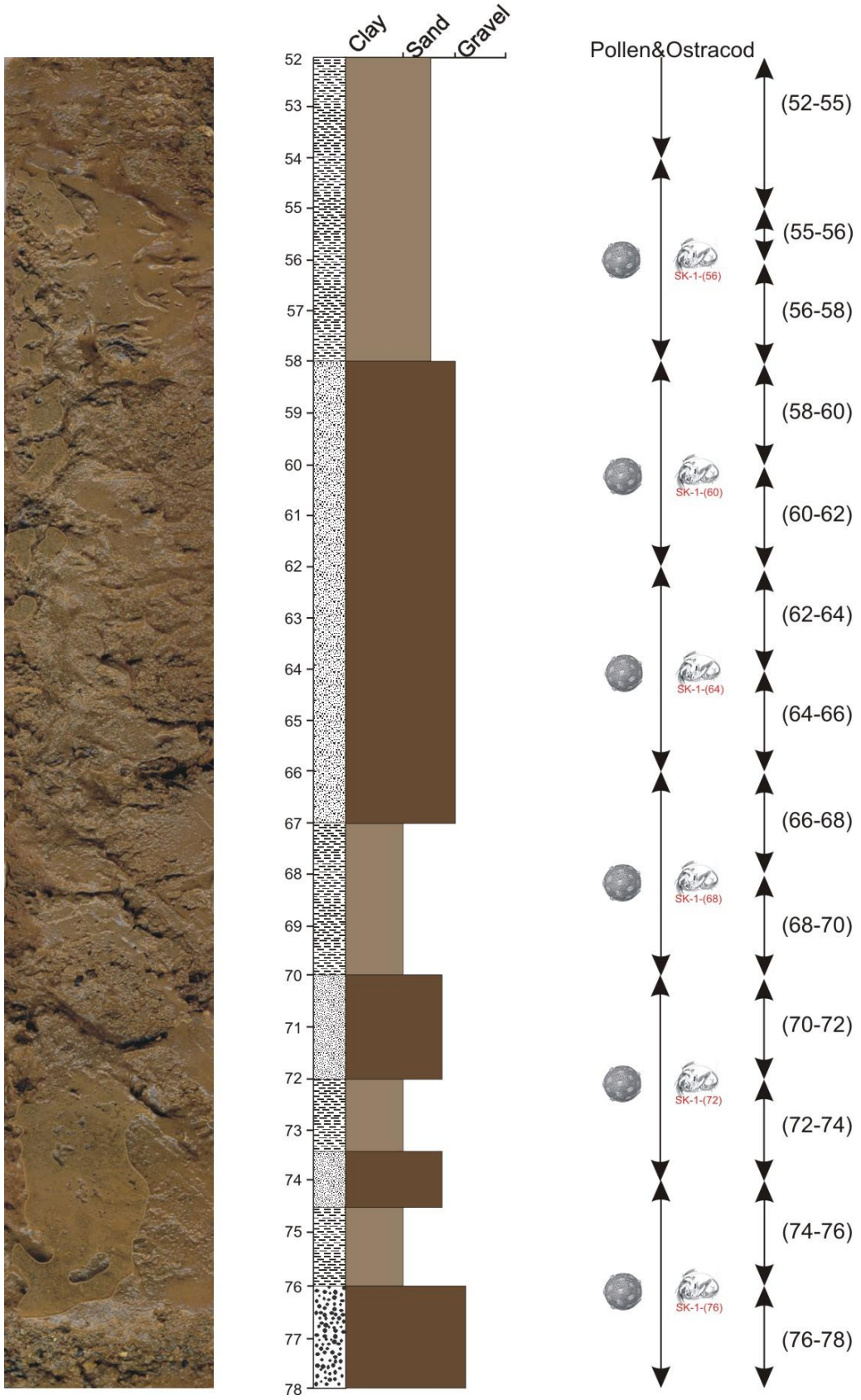
EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örnekleme.



EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

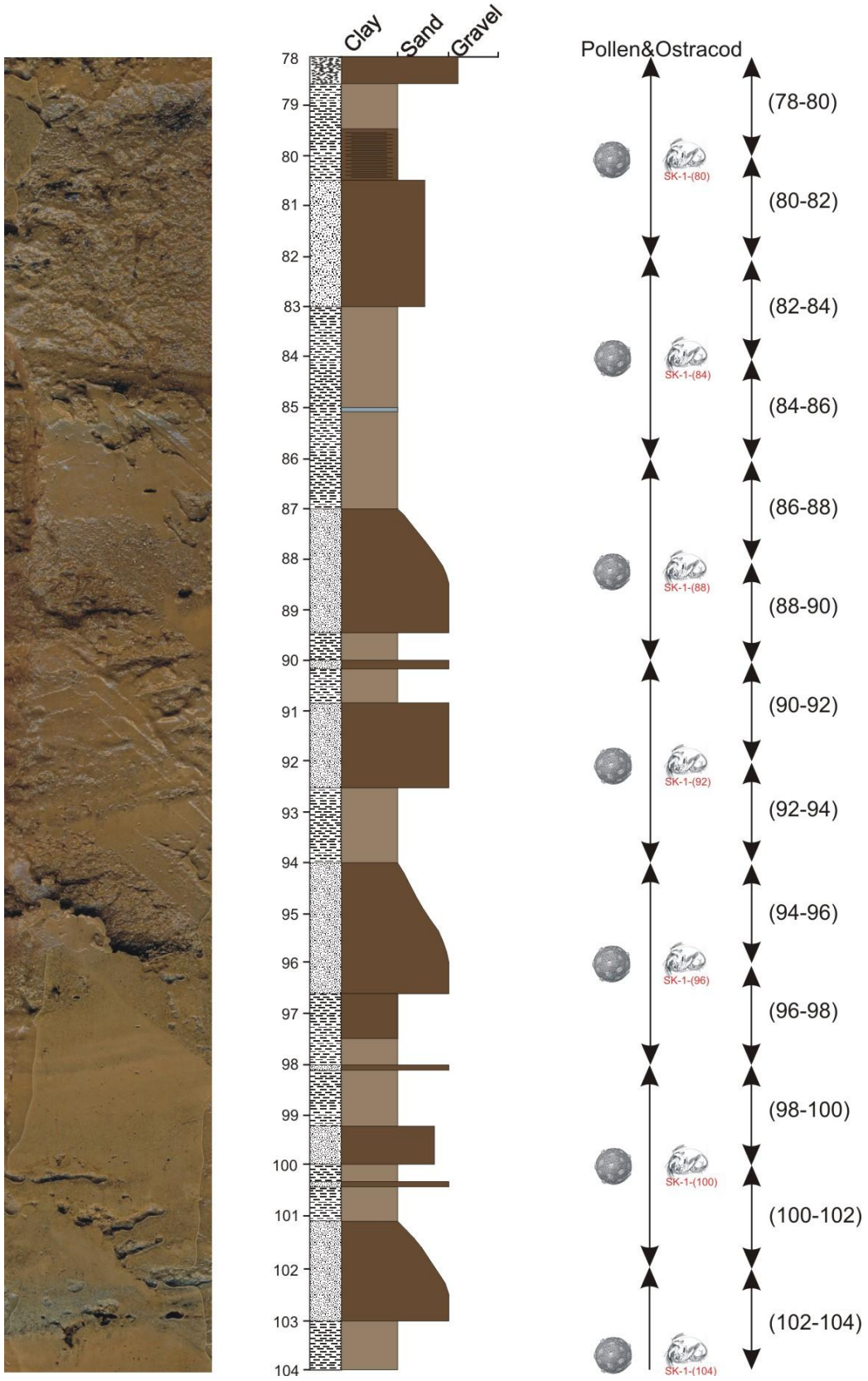


EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

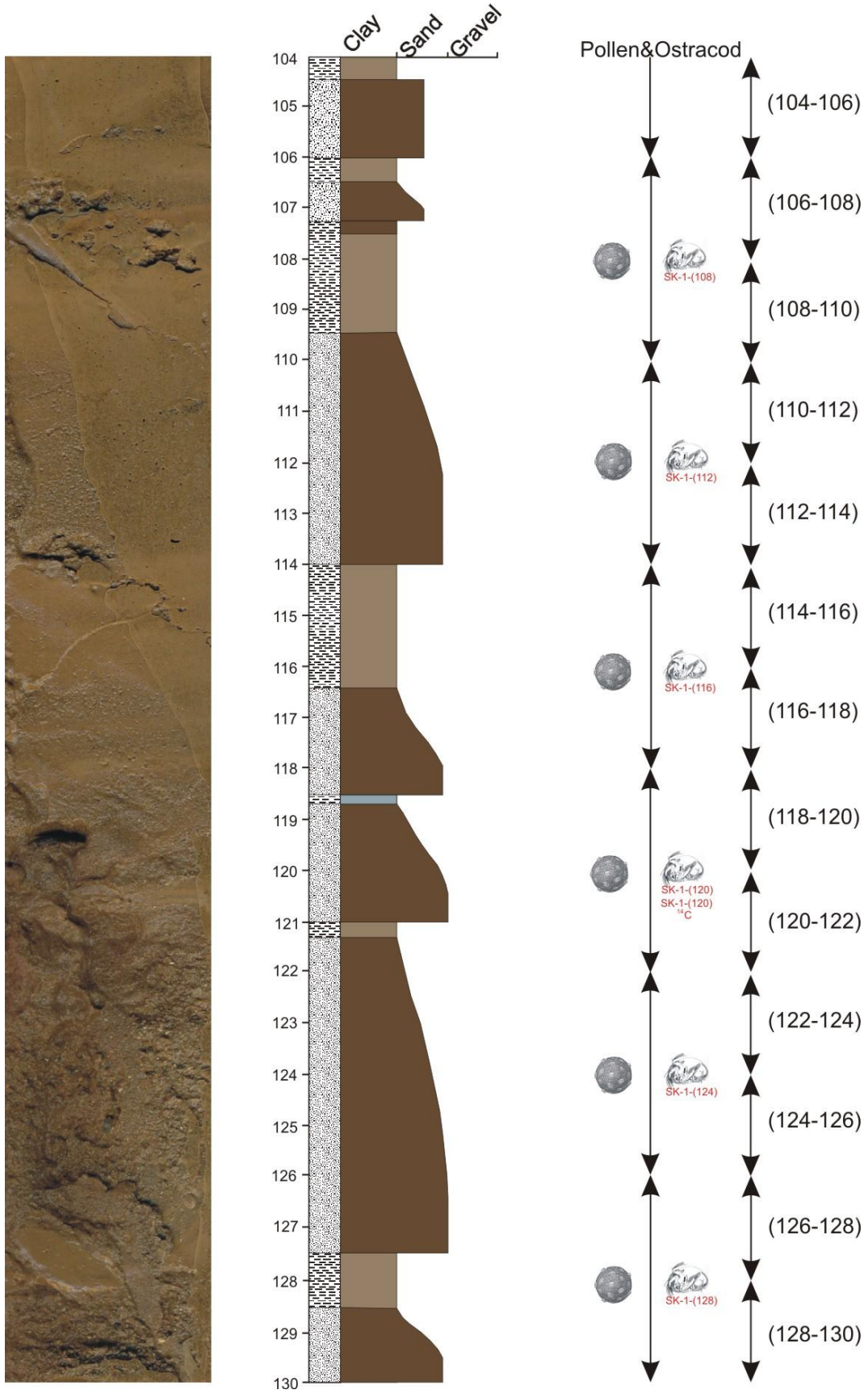




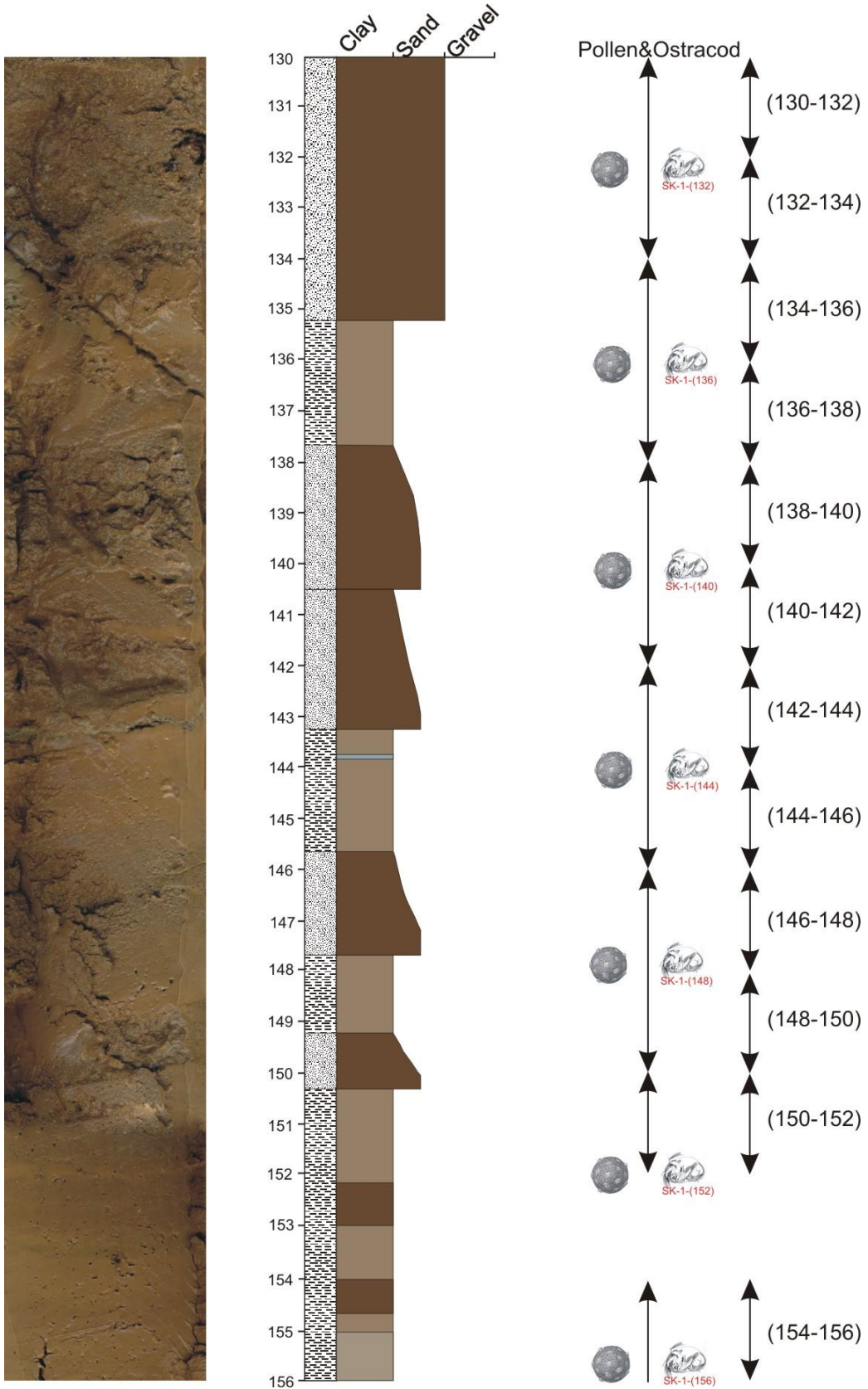
EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

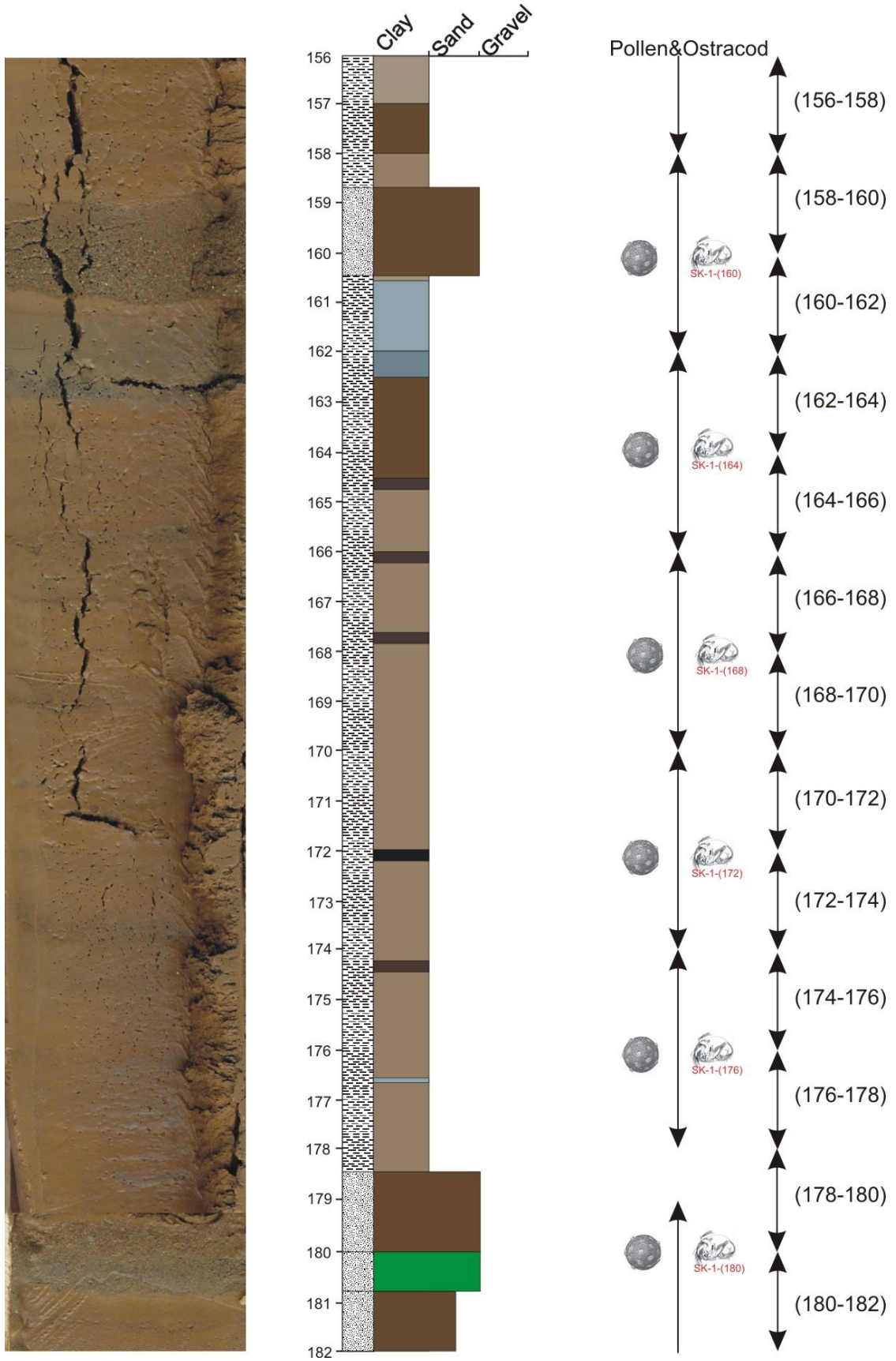


EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



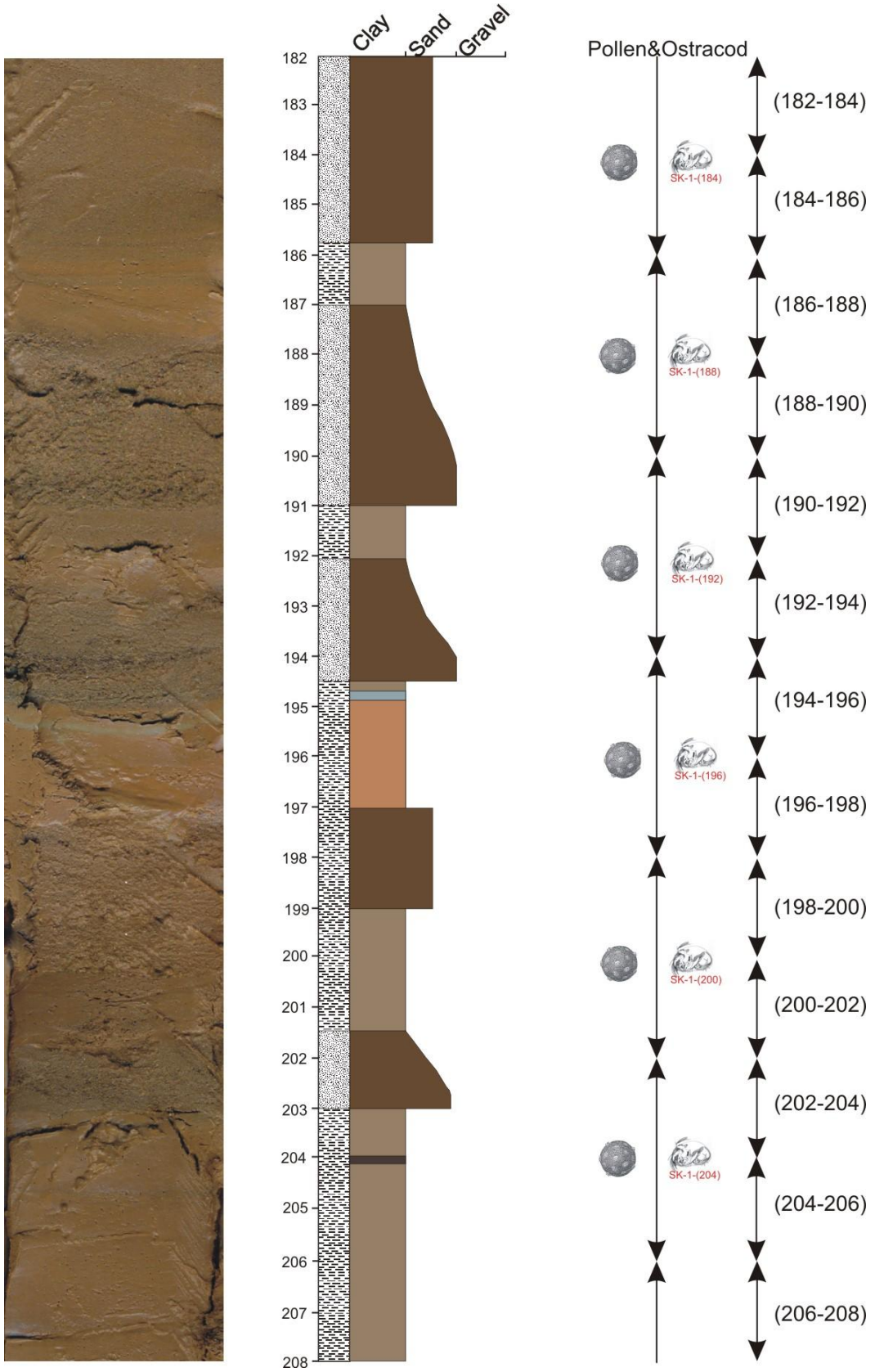


EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

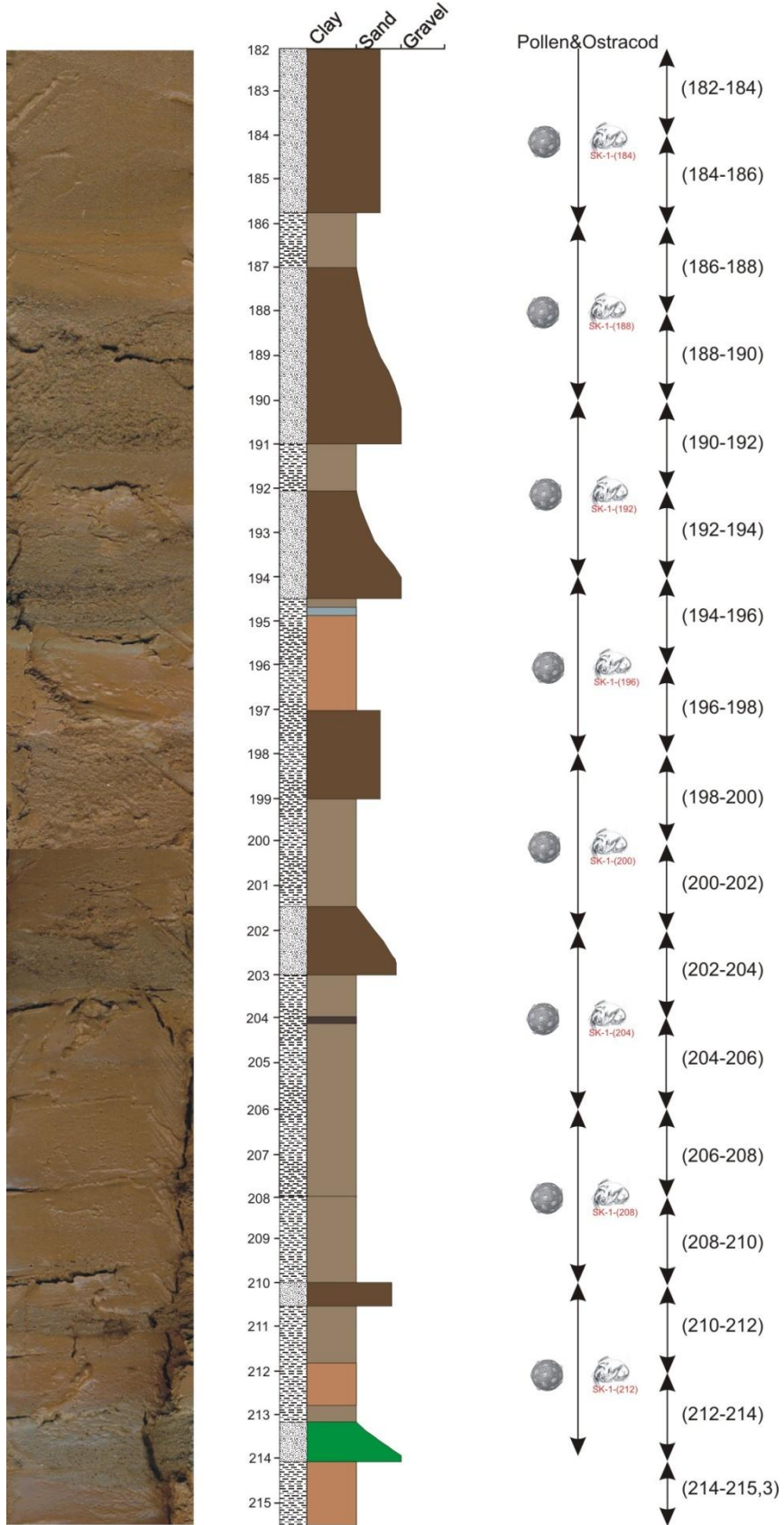




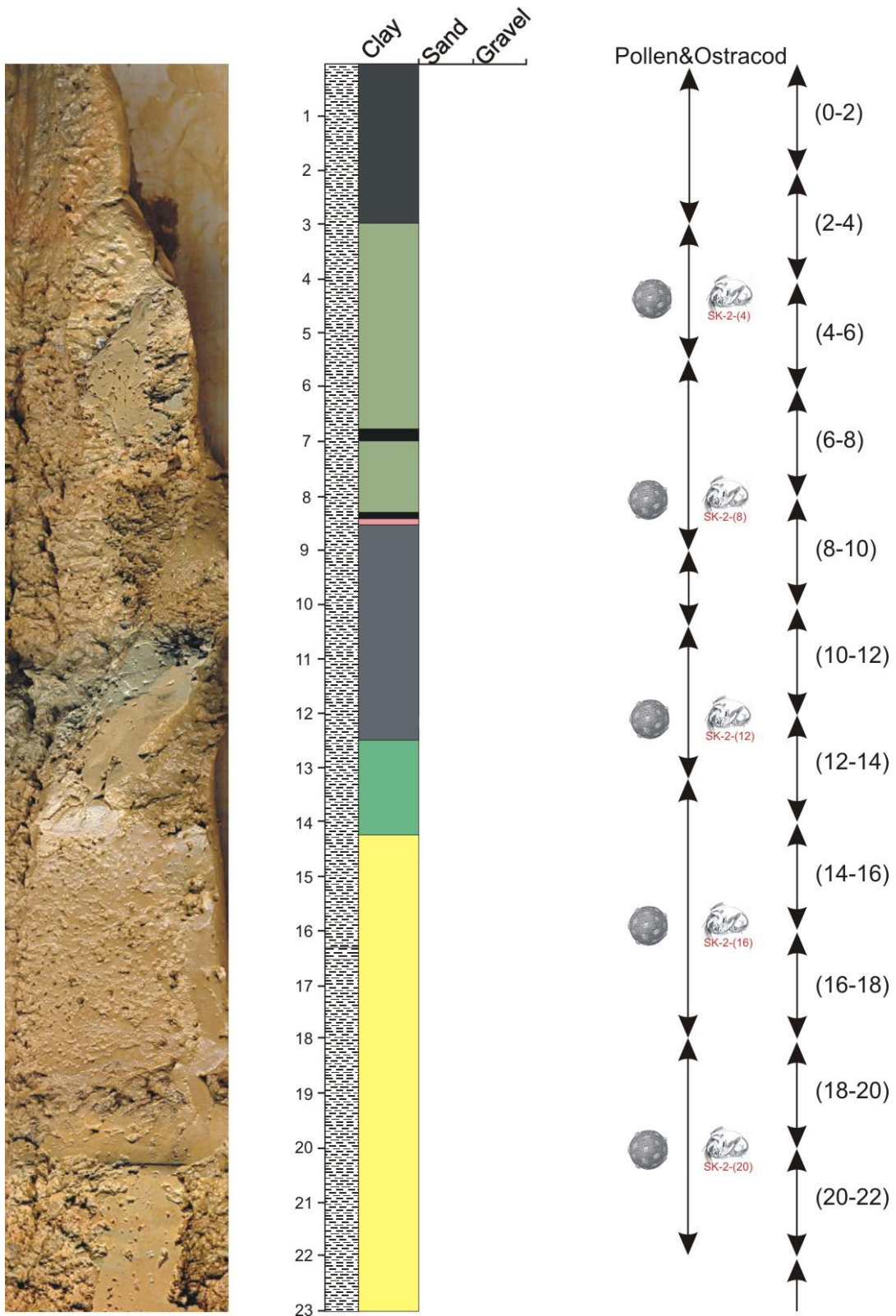
EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



EK 1. SK-1 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

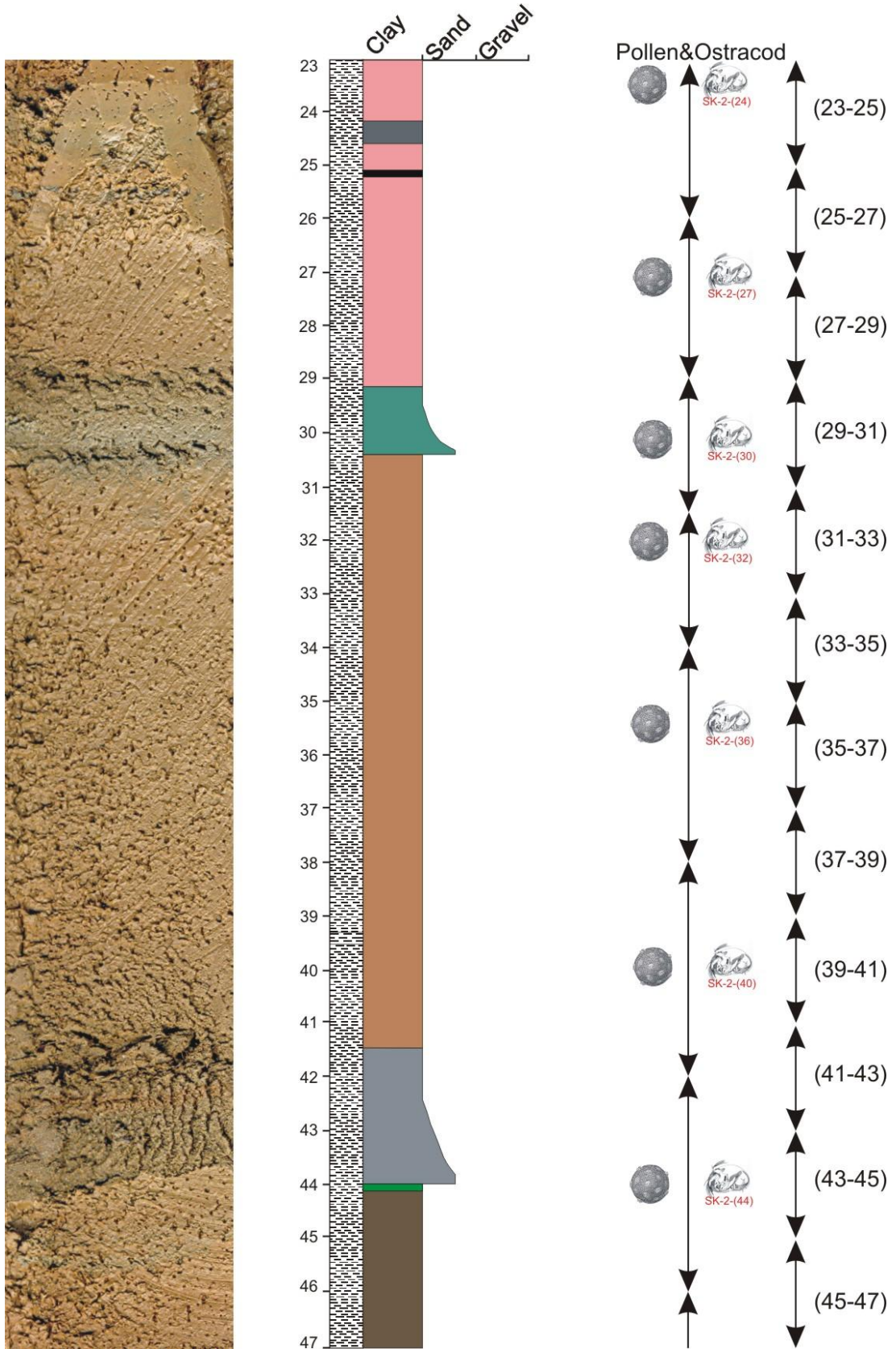


EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.

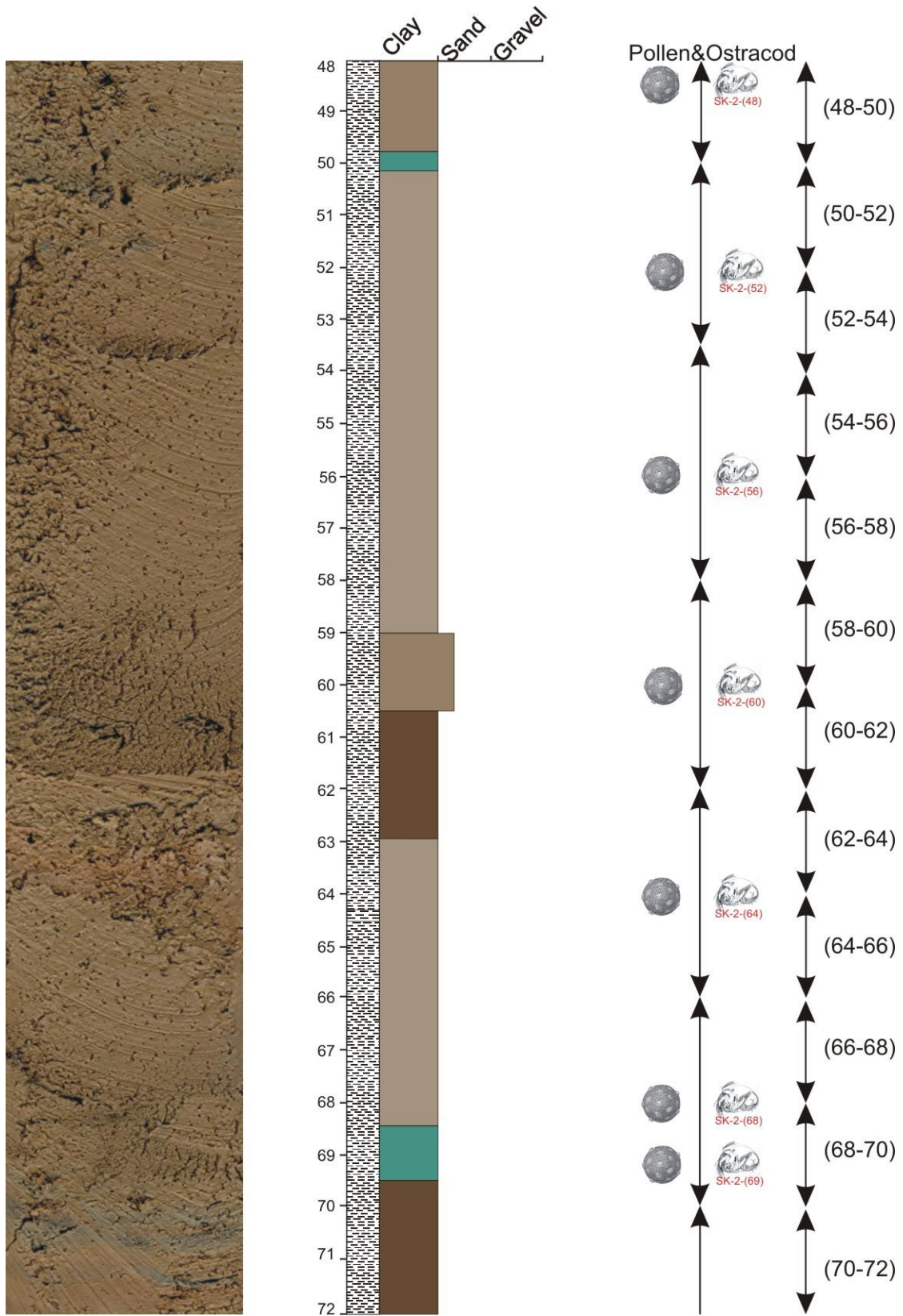




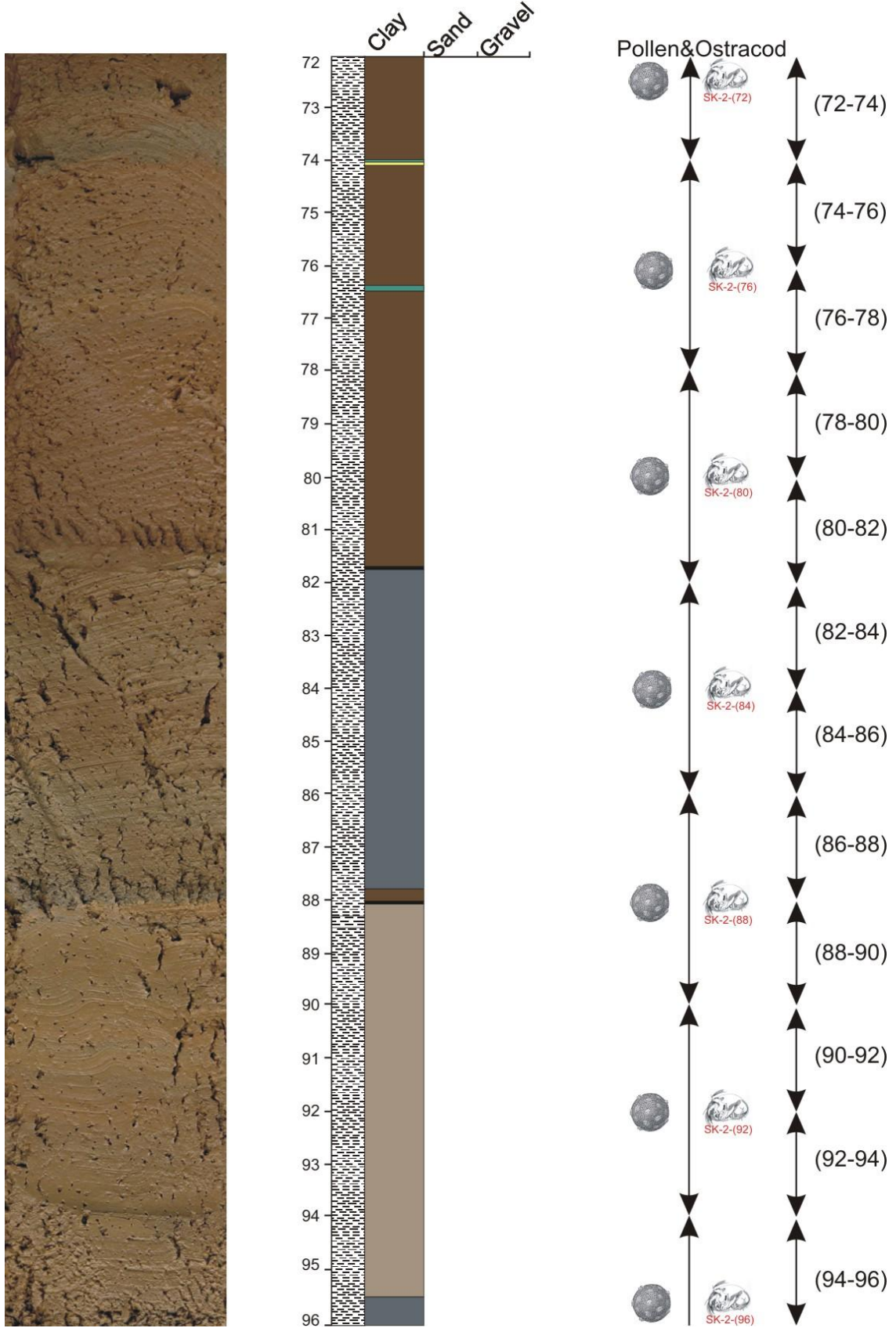
EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

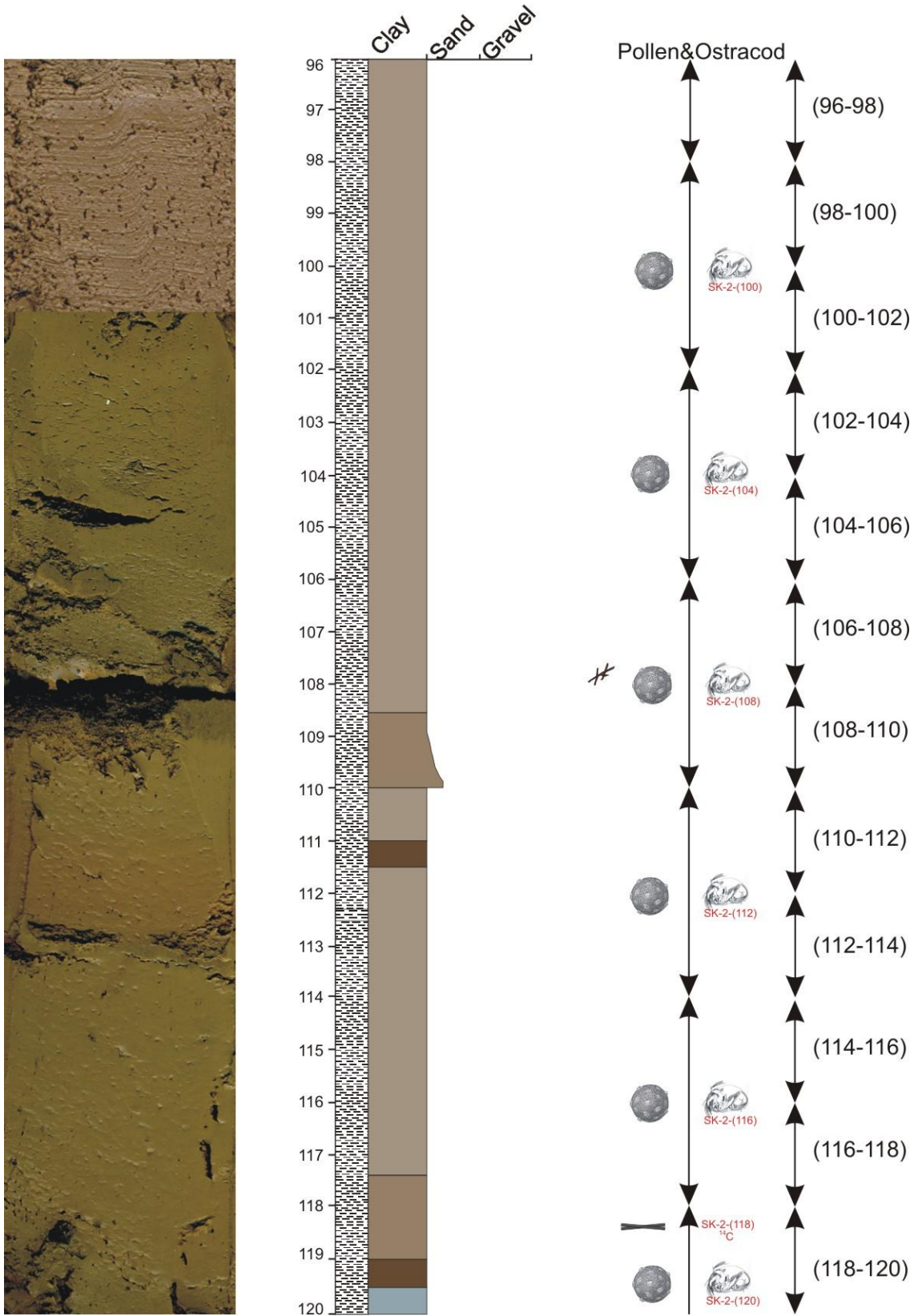


EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



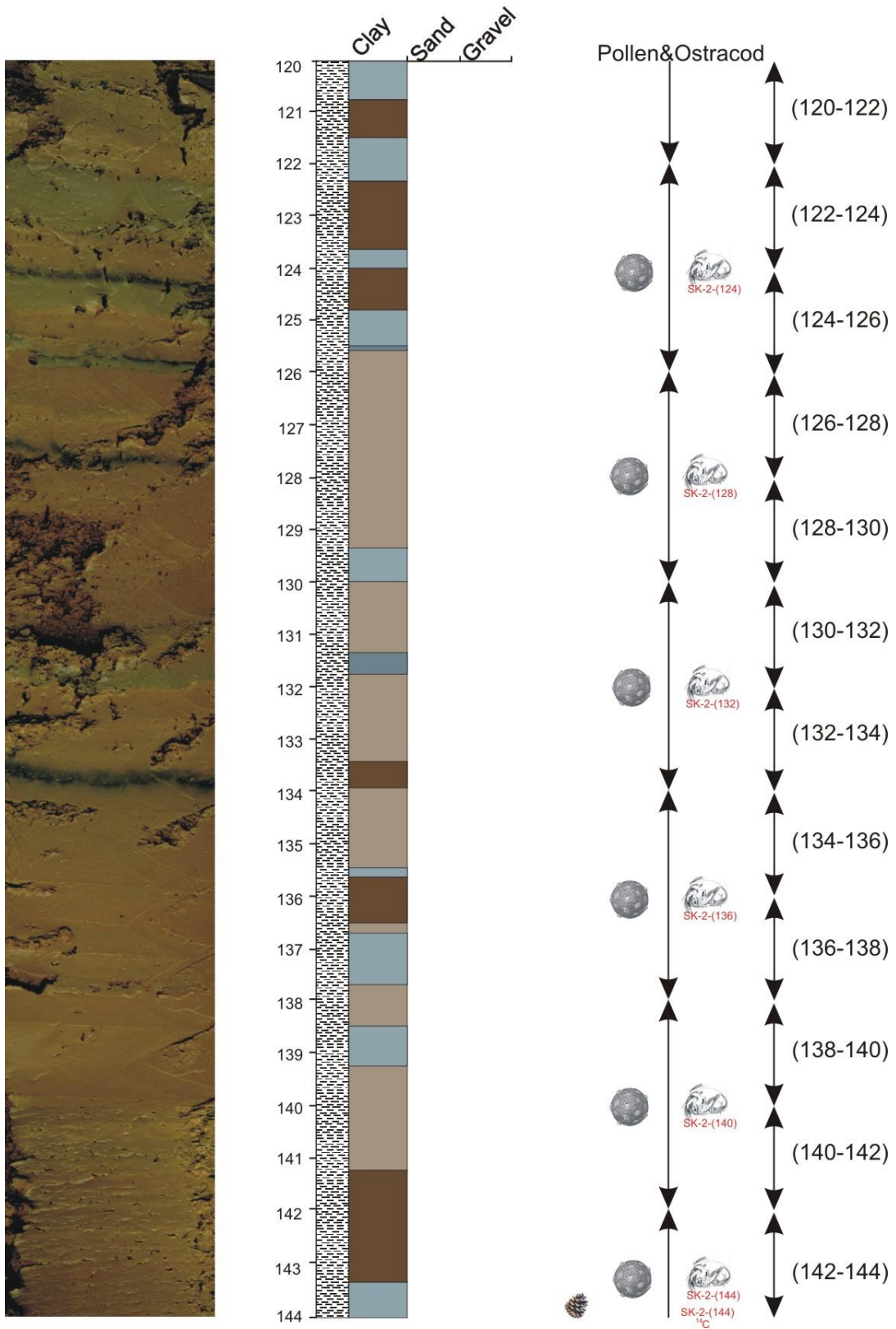


EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

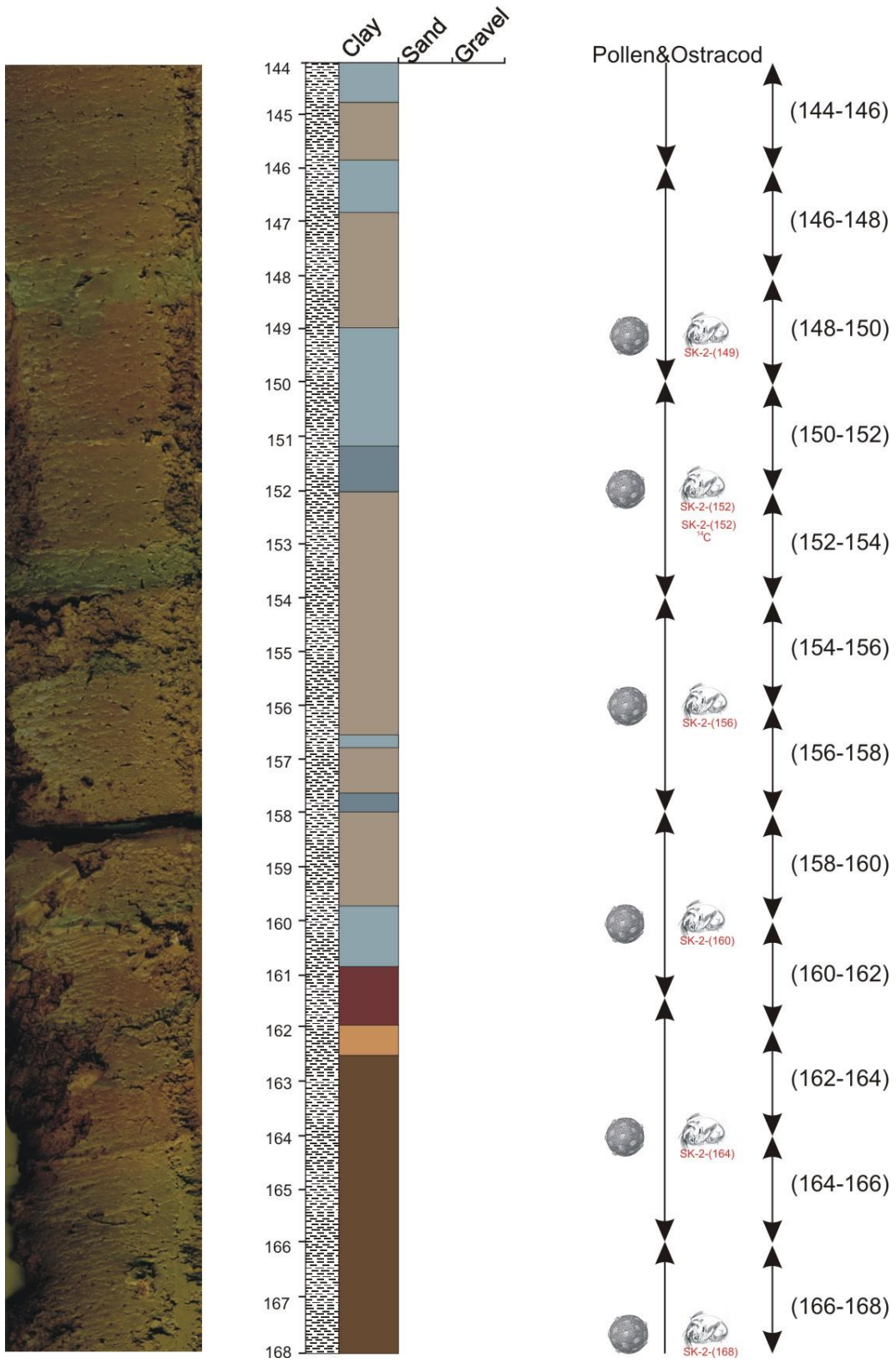




EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



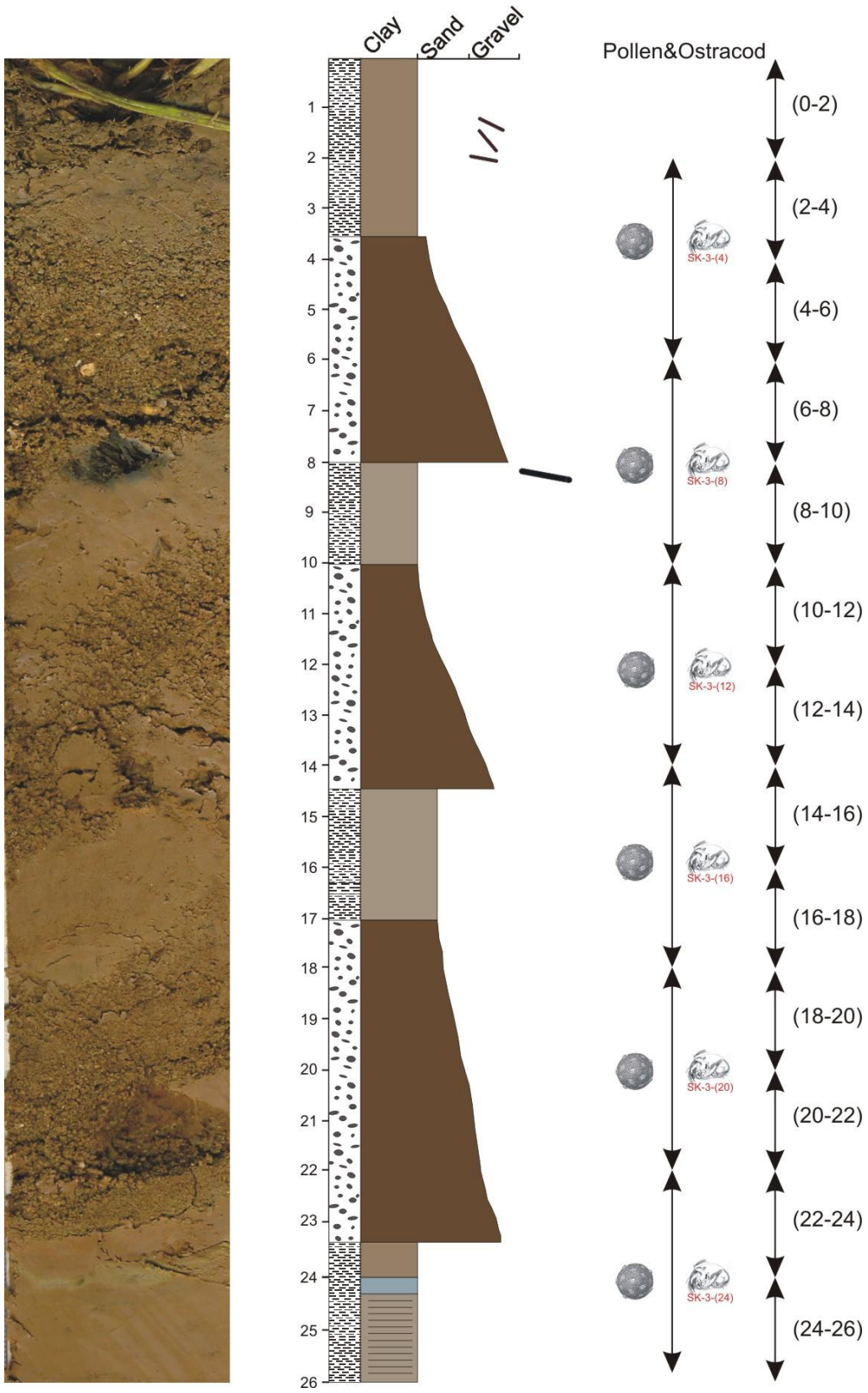
EK 2. SK-2 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



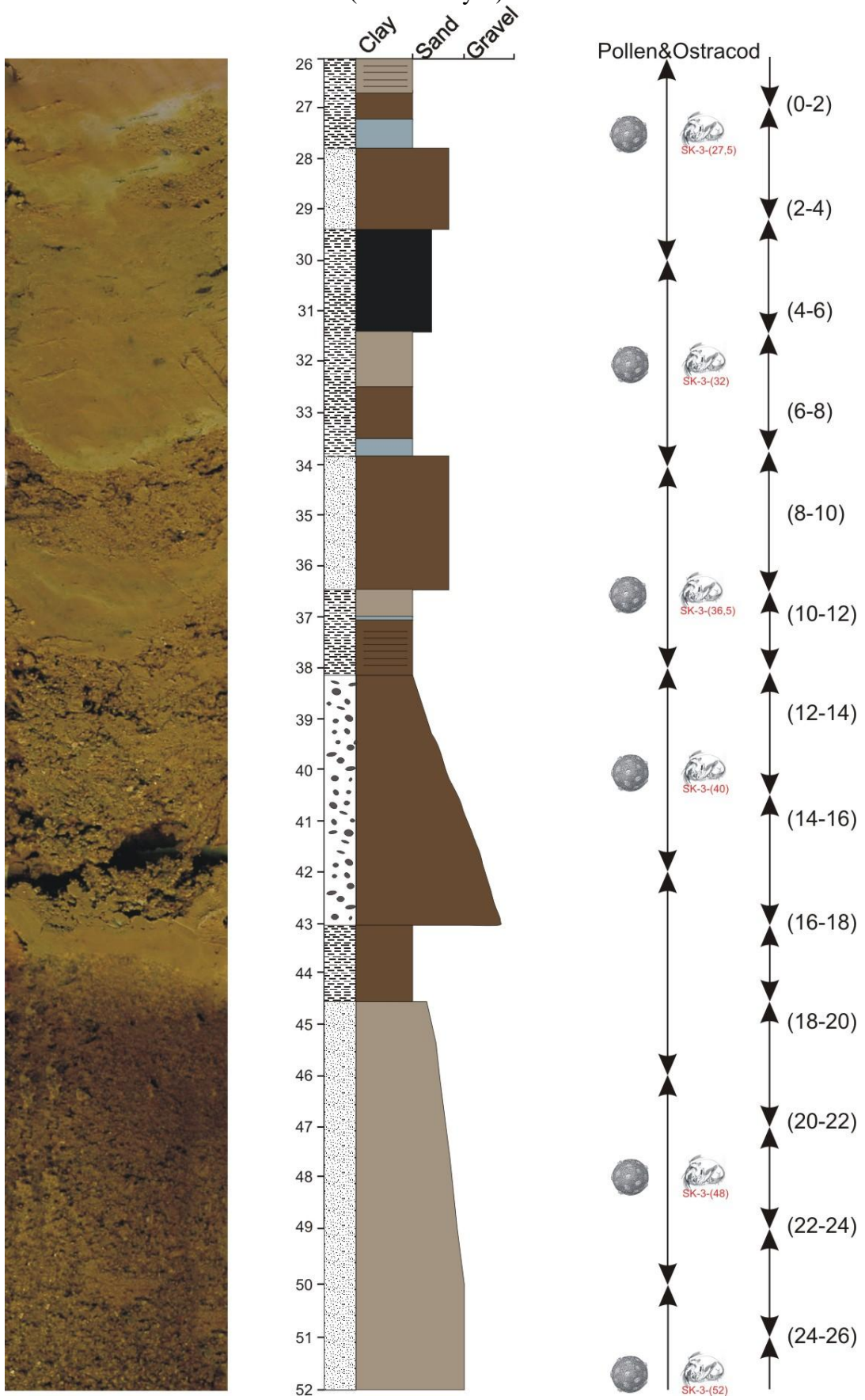




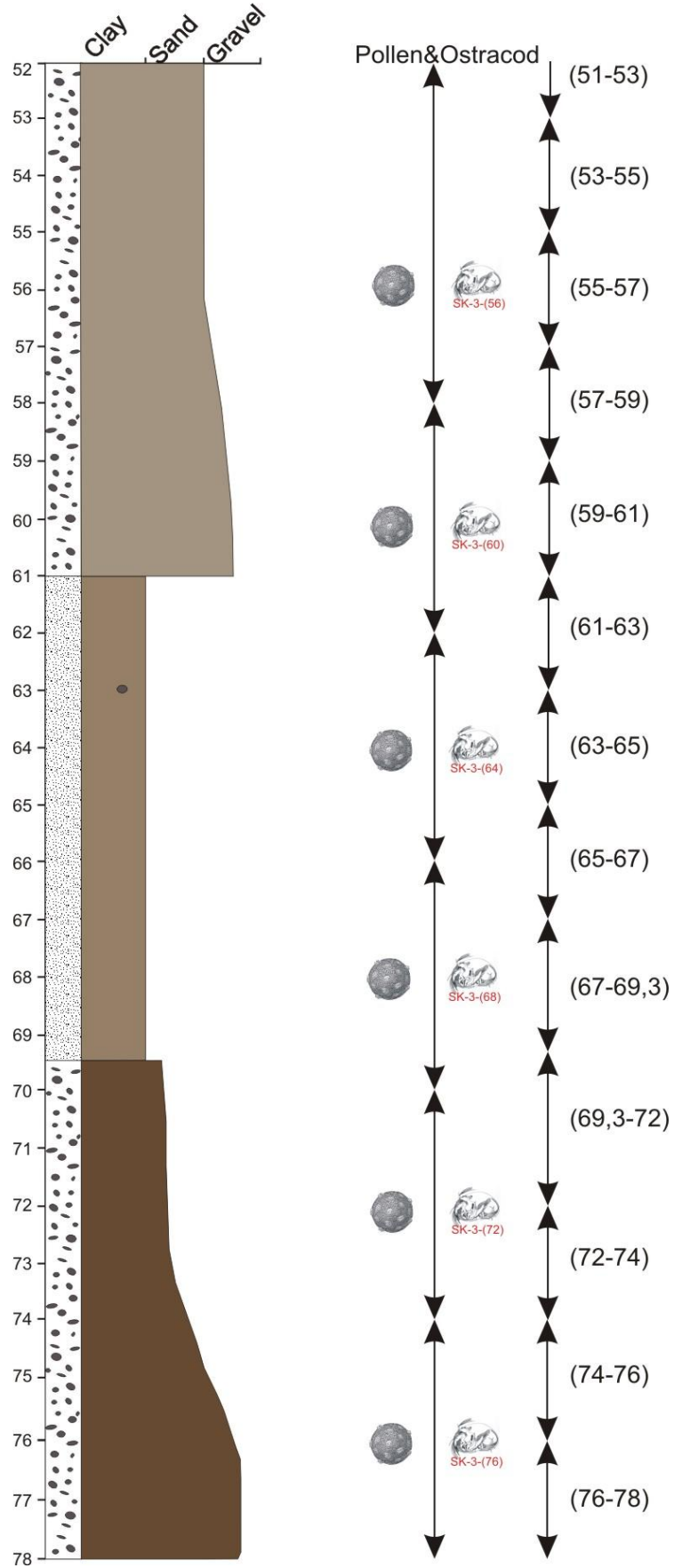
EK 3. SK-3 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi.



EK 3. SK-3 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi  
(devam ediyor).

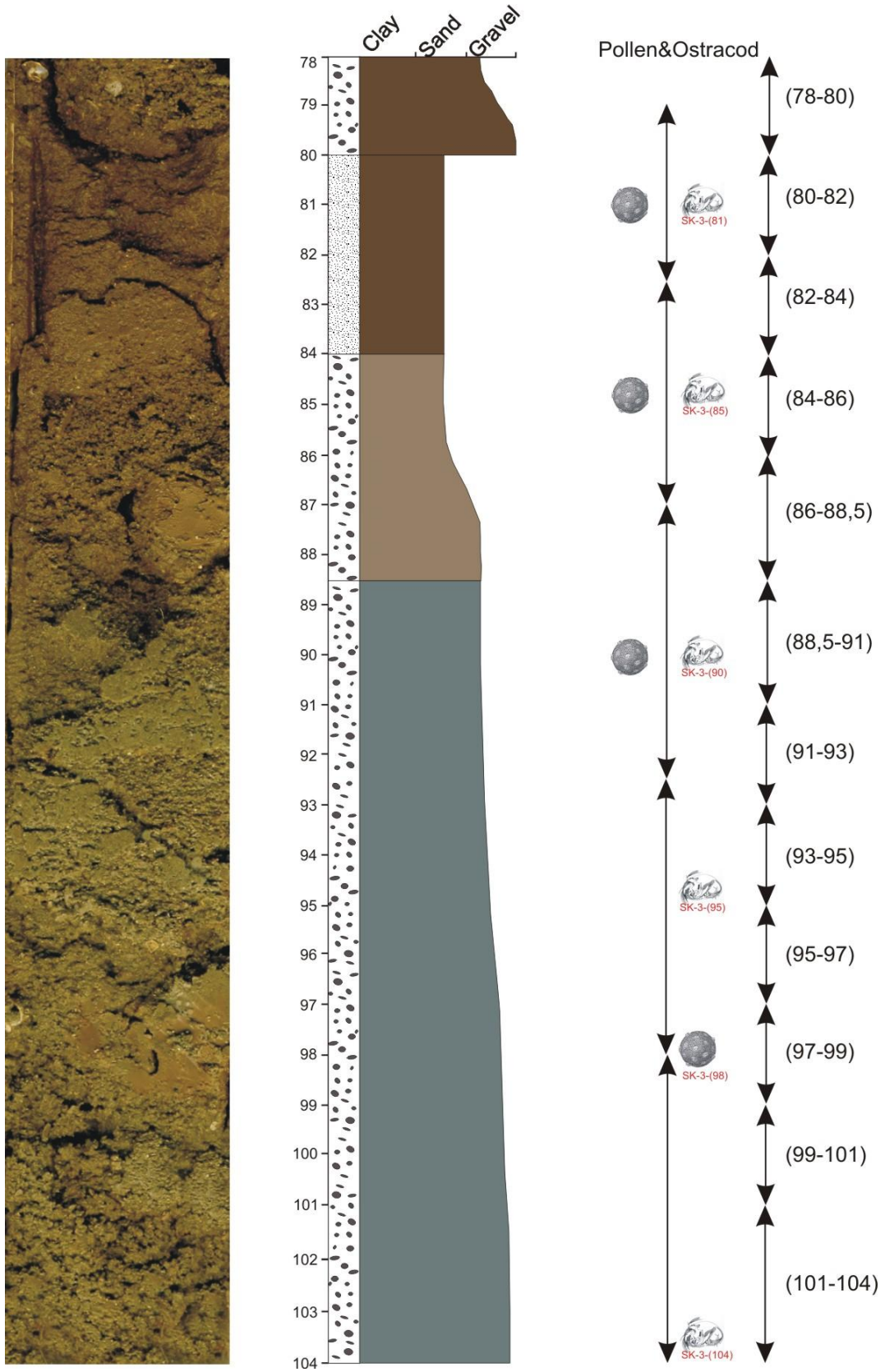


EK 3. SK-3 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

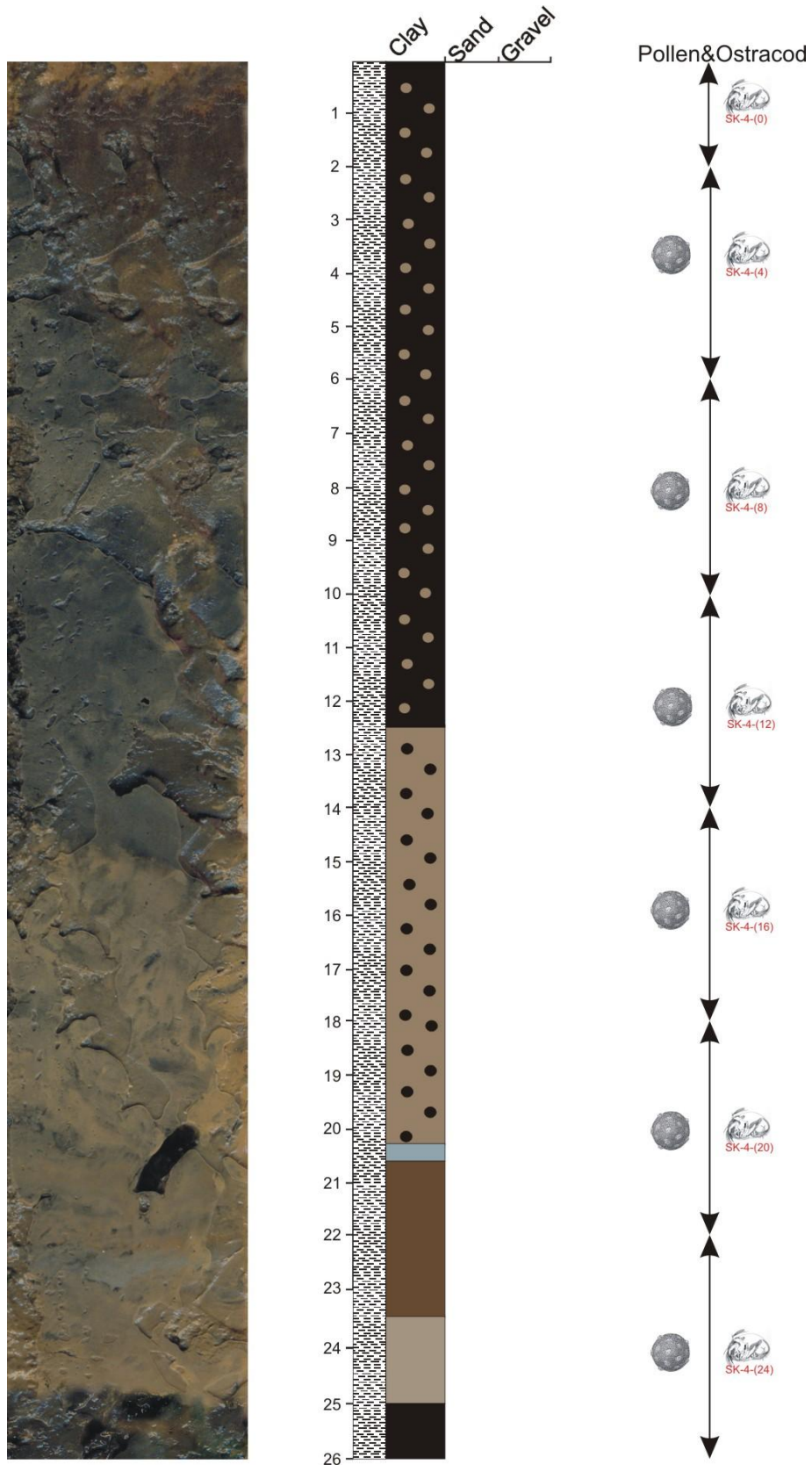




EK 3. SK-3 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



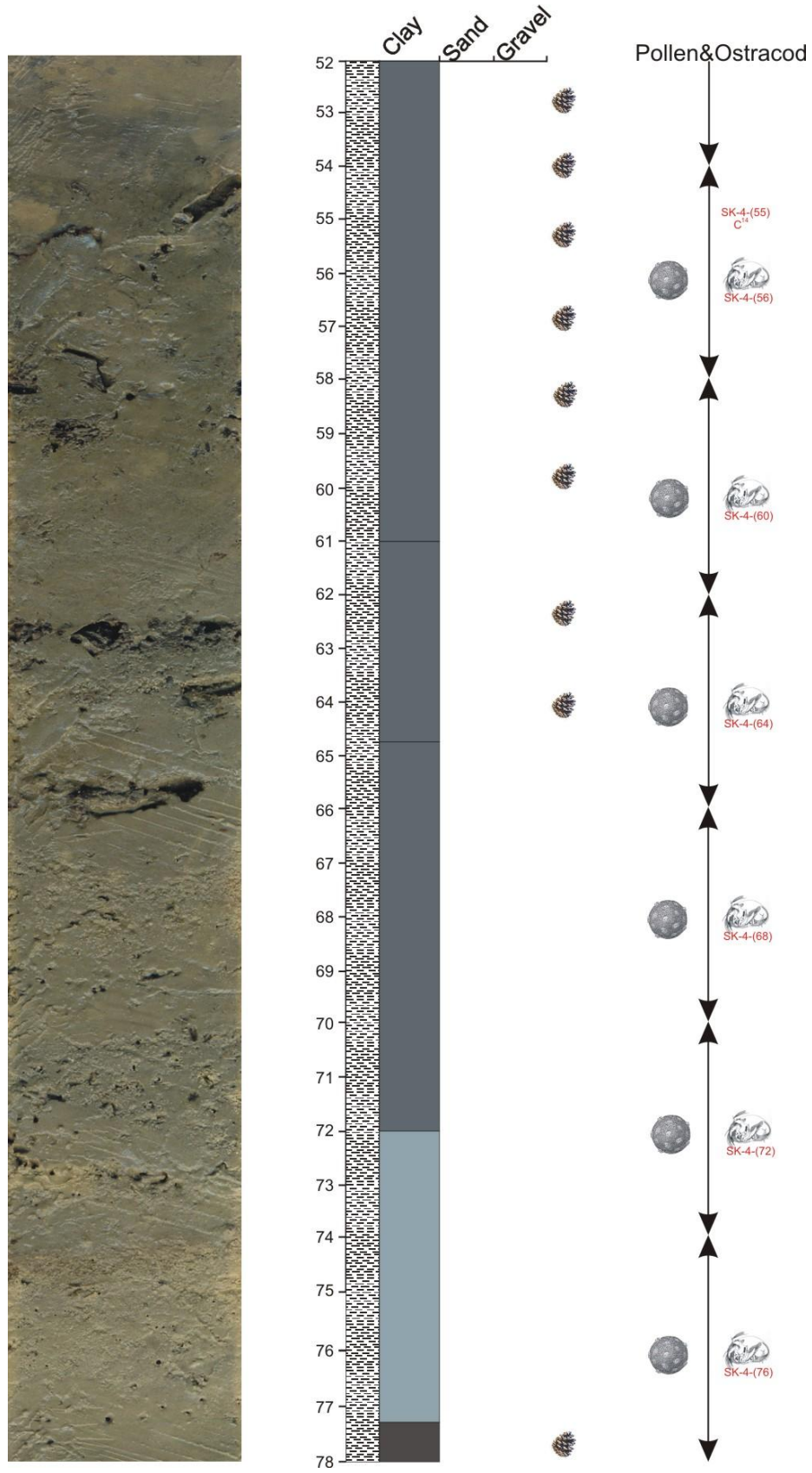
EK 4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi



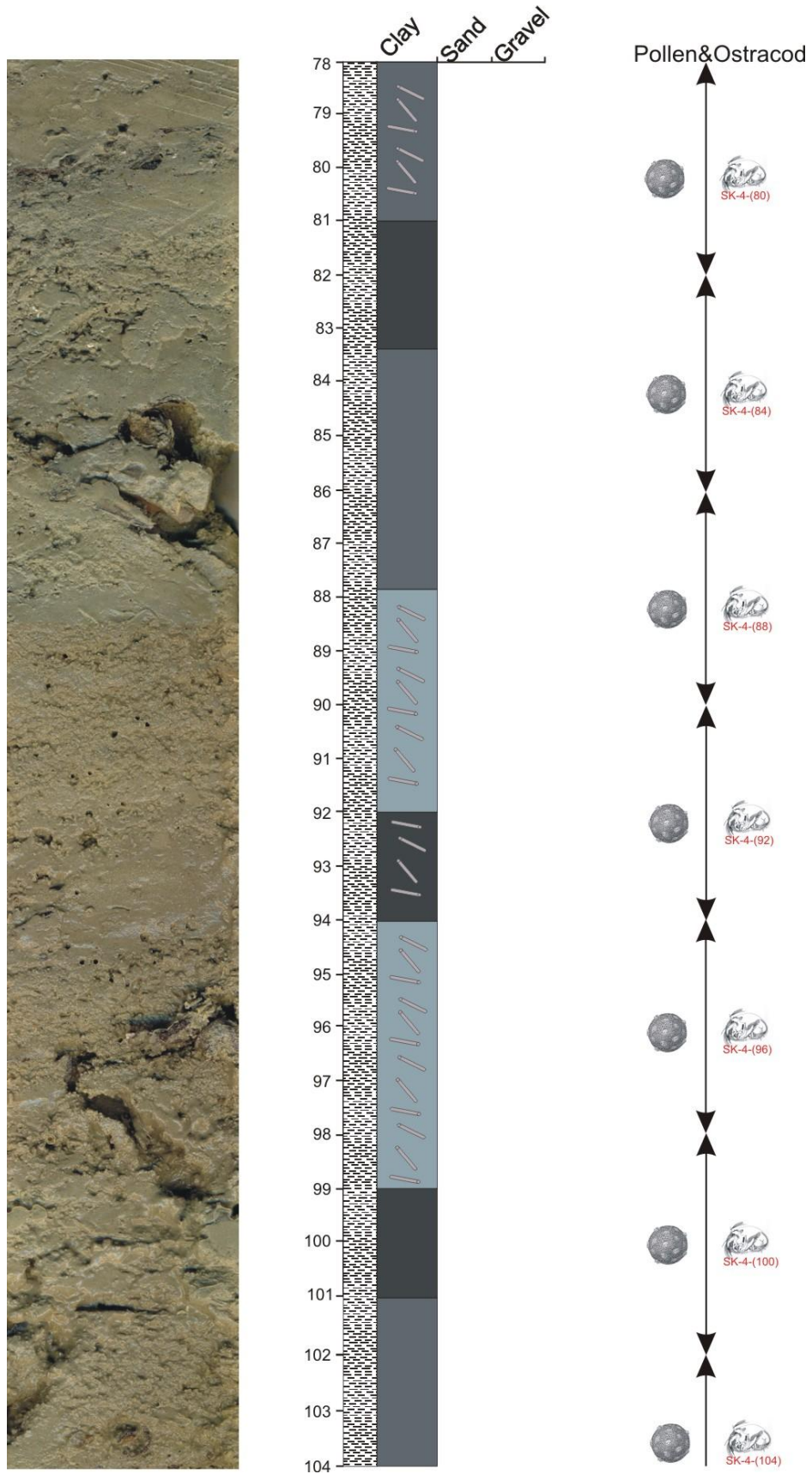




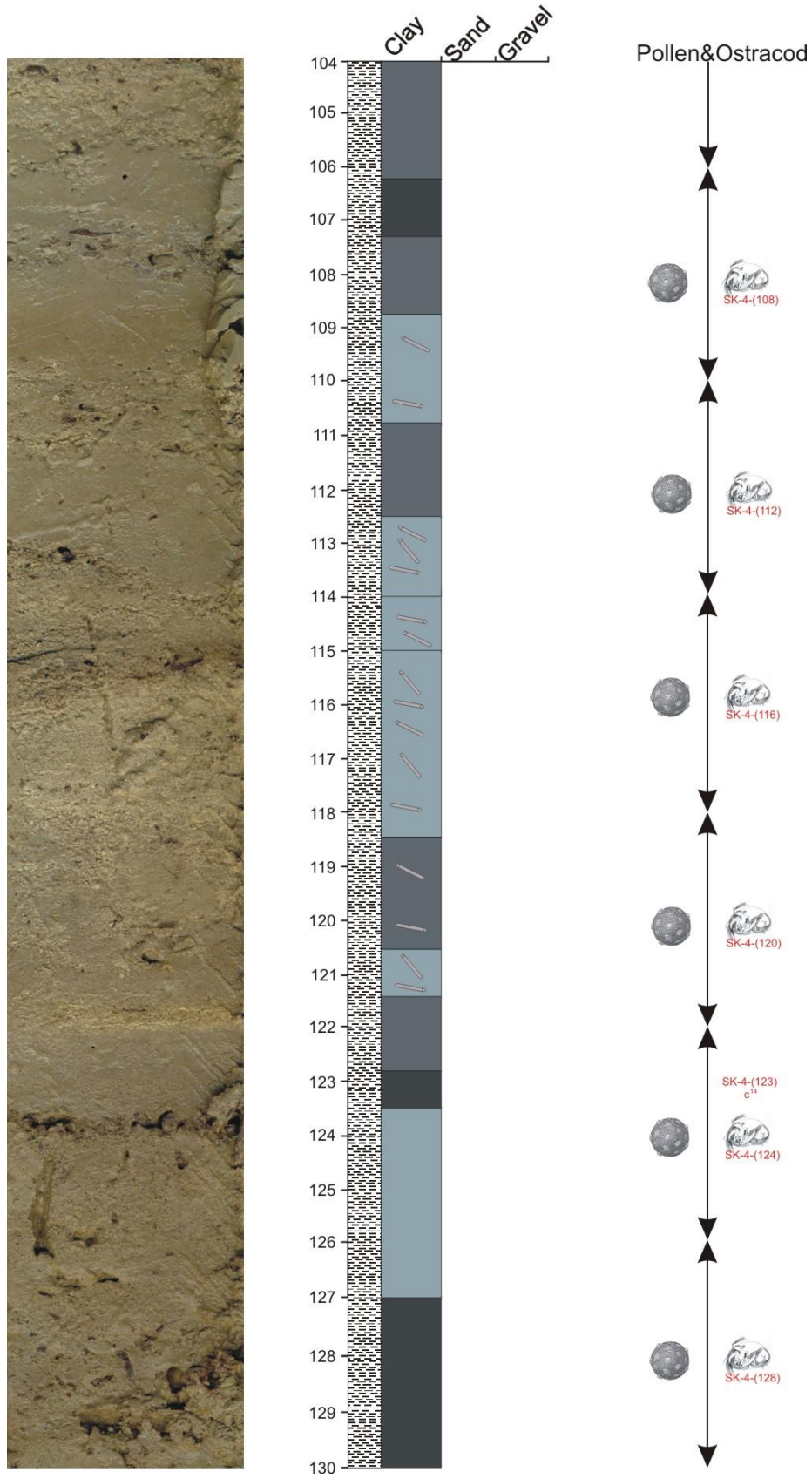
EK 4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).



EK 4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).

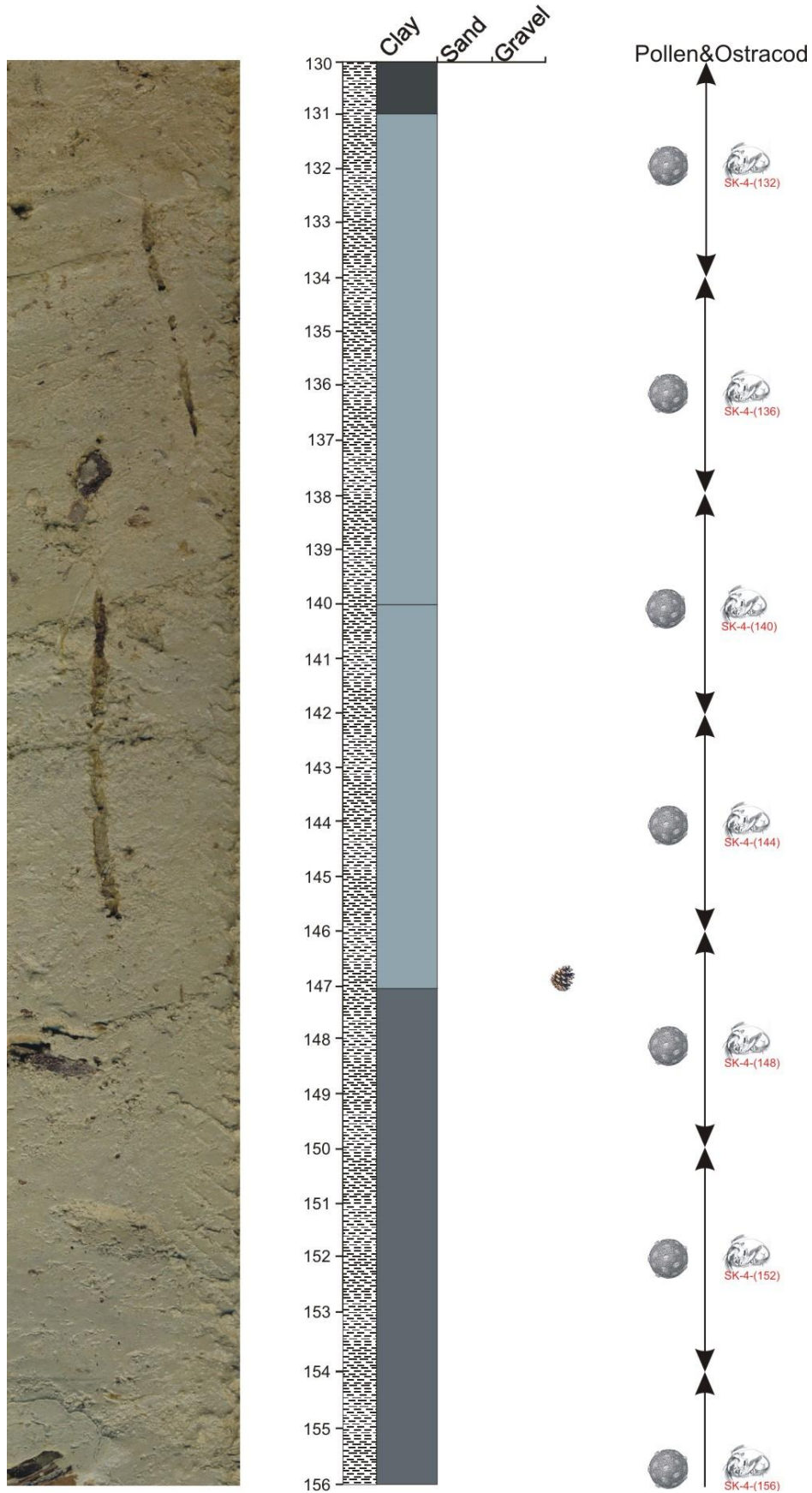


EK 4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).





EK 4. SK-4 karotunun ayrıntılı görünümü, litolojik/dokusal özellikleri ve örneklenmesi (devam ediyor).





## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları

Analyte	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Ca O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PP
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
SK2(0-4)	39,74	12,74	7,17	3,97	13,7	0,74	1,86	0,86	0,13	0,11	0,032	159	17	18,6	99,80	360	<1	28,4
SK2(5.5-8)	39,53	13,06	7,63	4,22	13,2	0,73	1,86	0,91	0,14	0,12	0,034	174	18	18,3	99,80	360	<1	31,5
SK2(10-12.5)	42,98	13,23	6,97	3,74	11,8	0,84	1,97	0,88	0,13	0,11	0,030	146	17	17,0	99,79	360	<1	28,3
SK2(14-18)	41,78	13,62	7,64	4,25	11,6	0,72	2,00	0,90	0,13	0,12	0,034	169	18	17,0	99,80	360	<1	29,9
SK2(18-20)	45,18	13,10	7,17	3,87	10,6	1,08	1,84	0,95	0,14	0,12	0,034	153	18	15,6	99,81	360	1	27,6
SK2(22-24)	43,98	14,58	8,56	4,83	9,06	0,89	2,02	1,03	0,13	0,13	0,041	197	20	14,5	99,79	360	<1	34,6
SK2(26-28)	43,75	14,49	8,50	4,64	8,95	0,79	2,08	1,00	0,14	0,13	0,039	200	20	15,3	99,79	360	<1	35,0
SK2(30.5-33)	44,64	14,73	8,63	4,76	8,27	0,83	2,14	1,06	0,14	0,14	0,041	197	21	14,4	99,79	360	<1	34,2
SK2(35-37)	45,14	14,03	7,98	4,25	9,23	0,94	2,00	1,00	0,13	0,13	0,039	184	19	14,9	99,80	360	<1	30,1
SK2(39-41.5)	49,45	12,42	6,71	3,38	9,67	1,33	1,68	0,98	0,13	0,12	0,041	152	16	13,9	99,83	360	<1	26,0
SK2(44-46)	43,12	14,00	8,23	4,55	9,91	0,86	2,04	1,00	0,14	0,14	0,037	187	20	15,8	99,80	360	2	31,6
SK2(48-50)	43,06	13,63	7,43	3,99	11,0	0,84	2,06	0,92	0,13	0,13	0,032	156	18	16,6	99,81	360	1	26,7
SK2(52-54)	45,19	14,32	8,45	4,62	8,21	0,90	2,11	1,06	0,14	0,13	0,040	198	20	14,6	99,80	360	<1	33,0
SK2(56-59)	47,09	13,73	7,87	4,28	8,55	1,15	1,93	1,06	0,14	0,13	0,041	180	19	13,8	99,80	360	1	30,2
SK2(60.5-62.5)	43,43	14,29	8,49	4,67	9,36	0,80	2,01	1,01	0,13	0,13	0,038	194	20	15,4	99,80	360	<1	33,3
SK2(65-68.5)	45,28	13,71	7,86	4,21	9,43	1,02	1,94	1,01	0,14	0,13	0,039	180	20	15,0	99,80	360	<1	32,0
SK2(72-74.3)	43,97	13,73	7,96	4,40	9,94	0,91	1,96	1,01	0,13	0,13	0,038	181	19	15,6	99,80	360	<1	30,3
SK2(76-78)	42,06	14,36	8,87	4,90	9,52	0,74	2,08	1,01	0,13	0,14	0,041	208	21	15,9	99,79	360	<1	35,5
SK2(80-81.8)	47,17	13,58	7,82	4,15	9,03	1,24	1,79	1,09	0,15	0,12	0,042	179	19	13,6	99,81	360	<1	30,2

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	SiO <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Ca	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PP
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
SK2(84-86)	43,24	13,86	7,76	4,17	10,0	0,82	2,13	0,95	0,13	0,13	0,034	159	19	16,5	99,80	360	2	26,1
SK2(88.2-90)	41,59	14,05	8,32	4,56	10,6	0,73	2,00	0,98	0,13	0,13	0,037	194	20	16,6	99,80	360	1	34,2
SK2(92-94)	44,26	14,49	8,52	4,62	8,48	0,87	2,09	1,05	0,14	0,13	0,040	205	21	15,1	99,79	360	<1	34,0
SK2(94-96)	46,48	13,84	8,01	4,30	8,75	1,11	1,96	1,04	0,14	0,13	0,040	185	19	14,0	99,81	360	<1	31,5
SK2(96-98)	44,14	14,82	8,86	4,91	7,90	0,78	2,20	1,05	0,14	0,13	0,042	209	21	14,8	99,80	360	1	33,4
SK2(110-111)	44,06	13,69	8,00	4,31	9,56	0,85	2,00	0,95	0,13	0,13	0,038	175	19	16,1	99,81	360	<1	28,9
SK2(111-111.5)	43,66	14,19	8,65	4,86	8,80	0,88	1,96	1,06	0,14	0,13	0,039	200	21	15,4	99,80	360	1	32,7
SK2(111.5-114)	43,11	14,50	8,28	4,62	9,07	0,81	2,07	1,00	0,13	0,13	0,038	190	20	16,0	99,79	360	1	33,3
SK2(114-117.5)	43,48	14,56	8,43	4,65	8,77	0,86	2,08	1,03	0,14	0,13	0,040	188	20	15,6	99,79	360	1	31,9
SK2(117.5-119)	45,40	13,62	7,65	4,11	9,32	1,09	1,88	1,01	0,14	0,13	0,037	171	19	15,4	99,81	360	1	28,8
SK2(119-120.5)	40,16	13,23	7,13	3,79	13,0	0,58	2,03	0,79	0,12	0,13	0,029	153	17	18,8	99,81	360	<1	27,5
SK2(120.5-	39,97	13,73	8,06	4,37	11,9	0,62	2,02	0,89	0,13	0,13	0,035	186	19	17,9	99,80	360	<1	31,5
SK2(122.5-	41,51	14,33	8,61	4,77	9,76	0,70	1,99	0,99	0,14	0,13	0,039	202	21	16,8	99,79	360	<1	34,7
SK2(124.5-	42,34	14,85	9,04	5,13	8,41	0,74	2,08	1,04	0,13	0,14	0,043	224	23	15,8	99,78	360	2	38,6
SK2(126.5-	45,14	14,23	8,51	4,69	7,93	1,04	1,88	1,12	0,14	0,13	0,044	206	22	14,9	99,79	360	1	35,4
SK2(128.5-	43,04	13,79	7,80	4,35	10,4	0,88	1,96	0,97	0,13	0,13	0,037	181	20	16,2	99,79	360	2	31,7
SK2(130.5-	45,13	13,89	8,17	4,54	8,81	0,99	1,87	1,07	0,14	0,13	0,041	198	21	15,0	99,79	360	2	33,6
SK2(132.5-	44,26	14,67	9,06	5,13	8,03	0,86	2,00	1,12	0,13	0,14	0,044	223	23	14,3	99,78	360	2	36,8
SK2(134.5-	44,49	14,20	8,23	4,49	9,22	0,91	2,00	1,02	0,13	0,14	0,039	189	21	14,9	99,79	360	2	32,7
SK2(136.5-	43,41	15,00	8,86	4,83	8,63	0,78	2,08	1,04	0,14	0,14	0,041	210	22	14,8	99,78	360	2	35,9

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Ca	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ni	Sc	LOI	Sum	Ba	Be	Co
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PP	PPM	%	%	PP	PPM	PP
MDL	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	20	1	-5,1	0,01	1	1	0,2
Sample																		
SK2(138.5-	43,80	15,35	9,38	5,14	7,23	0,80	2,12	1,08	0,15	0,15	0,045	224	23	14,5	99,78	360	2	38,4
SK2(140.5-	44,49	15,02	8,89	4,92	7,62	0,91	2,07	1,11	0,15	0,13	0,043	213	22	14,4	99,78	360	1	37,6
SK2(143.3-	44,41	14,46	8,26	4,44	8,73	0,96	2,03	1,06	0,15	0,12	0,040	190	21	15,1	99,79	360	1	33,6
SK2(144.6-	40,39	13,38	7,55	4,08	12,6	0,70	2,06	0,86	0,12	0,13	0,034	169	19	17,8	99,80	360	2	30,1
SK2(146.9-149)	44,24	14,61	8,75	4,88	7,96	0,92	1,99	1,10	0,14	0,13	0,043	212	22	15,0	99,79	360	1	35,5
SK2(149-151)	43,62	14,62	8,57	4,66	9,01	0,88	2,06	1,04	0,14	0,13	0,039	197	21	15,0	99,79	360	1	32,9
SK2(151-154)	41,94	13,55	7,55	4,22	11,4	0,79	2,06	0,92	0,13	0,12	0,034	169	19	17,0	99,80	360	1	29,9
SK2(154-156)	44,30	13,97	7,98	4,54	9,52	0,94	1,95	1,01	0,13	0,13	0,039	187	20	15,3	99,80	360	1	31,1
SK2(156-158)	42,93	13,76	7,80	4,25	10,7	0,80	2,02	0,93	0,13	0,13	0,035	177	20	16,2	99,79	360	2	29,4
SK2(158-160)	43,46	14,34	8,44	4,84	8,98	0,83	2,02	1,04	0,14	0,13	0,041	207	21	15,5	99,79	360	2	35,5
SK2(160-162)	44,02	14,34	8,70	4,99	8,58	0,88	1,86	1,07	0,14	0,13	0,042	212	22	15,0	99,79	360	2	35,9
SK2(170-172)	44,44	14,21	8,14	4,50	8,78	0,90	2,00	1,05	0,14	0,13	0,039	189	20	15,4	99,78	360	2	34,0
SK2(172-174)	44,77	14,12	8,20	4,44	8,83	0,93	2,00	1,04	0,14	0,13	0,039	193	20	15,1	99,78	360	2	34,1
SK2(174-176)	46,35	13,44	7,57	3,97	9,35	1,22	1,82	1,04	0,15	0,13	0,039	167	19	14,7	99,80	360	1	30,9
SK2(176-178)	49,45	12,63	6,79	3,56	9,29	1,48	1,61	1,02	0,14	0,13	0,040	151	18	13,6	99,82	360	2	26,0
SK2(178-180)	51,70	11,22	5,66	2,77	10,1	1,57	1,46	0,92	0,12	0,11	0,039	123	14	14,1	99,84	360	1	22,2
SK2(180-182)	43,90	14,85	8,76	4,89	7,89	0,80	2,10	1,05	0,13	0,14	0,042	212	22	15,2	99,78	360	1	39,2
SK2(182-184)	44,52	14,62	8,61	4,86	7,90	0,87	2,03	1,08	0,14	0,14	0,041	204	21	15,0	99,78	360	2	33,4
SK2(184-186)	44,63	14,49	8,35	4,71	7,97	0,95	1,97	1,08	0,13	0,14	0,041	199	21	15,3	99,79	360	2	34,7
SK2(186-188)	46,41	13,92	7,89	4,36	8,49	1,14	1,86	1,08	0,14	0,13	0,041	183	20	14,3	99,80	360	1	32,6
SK2(188-188.5)	49,79	12,72	6,63	3,56	9,22	1,52	1,64	1,03	0,13	0,12	0,039	149	17	13,4	99,82	360	1	26,1

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

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																		
SK2(0-4)	5,4	15,3	2,8	12,6	78,5	2	299,6	0,9	6,8	1,9	155	2,1	113,4	19,3	21,2	42,7	4,98	19,6
SK2(5.5-8)	5,8	15,5	3,0	13,4	77,5	2	275,3	0,9	6,9	2,0	155	2,1	115,6	19,5	20,9	43,4	4,98	19,0
SK2(10-12.5)	6,2	15,0	3,1	13,5	81,3	2	320,8	0,8	8,4	2,0	153	2,1	123,2	21,4	23,2	46,9	5,62	22,2
SK2(14-18)	6,0	16,5	3,2	13,2	82,6	2	276,5	1,0	7,3	1,9	152	2,0	117,9	20,7	21,0	44,0	5,14	21,3
SK2(18-20)	5,2	14,8	3,6	14,3	73,5	2	294,7	0,9	7,6	1,9	153	2,3	132,5	22,7	24,5	50,4	5,89	22,5
SK2(22-24)	6,2	17,4	3,9	15,6	81,2	2	227,8	0,8	8,2	2,0	170	2,2	132,2	22,3	23,3	50,2	5,75	24,5
SK2(26-28)	6,4	17,3	3,3	14,8	86,6	2	231,6	1,0	8,7	2,1	165	2,3	132,7	21,7	23,1	47,6	5,61	23,3
SK2(30.5-33)	6,4	18,3	3,7	15,3	87,5	2	219,3	0,9	8,3	1,8	166	2,2	131,8	21,9	23,0	49,7	5,69	23,5
SK2(35-37)	5,7	16,2	3,5	14,2	79,7	2	254,8	0,9	7,9	1,7	153	2,5	127,8	21,6	22,9	48,0	5,54	23,7
SK2(39-41.5)	4,3	13,9	3,8	13,9	64,2	2	273,8	1,0	7,0	1,7	134	2,5	137,2	21,9	23,6	51,9	5,78	23,0
SK2(44-46)	5,7	16,9	3,0	13,9	82,5	2	247,4	0,9	7,4	1,8	148	2,1	123,3	20,7	21,2	45,5	5,24	20,6
SK2(48-50)	5,7	15,7	3,4	12,6	81,4	2	280,0	0,9	8,3	1,8	141	2,1	119,1	20,1	21,7	45,5	5,12	19,9
SK2(52-54)	5,9	17,7	3,6	15,5	84,9	2	224,8	1,0	7,7	1,9	157	2,7	129,6	21,8	22,6	48,8	5,60	22,3
SK2(56-59)	5,3	15,5	3,8	14,8	76,2	2	236,9	0,9	7,1	1,9	148	2,1	135,9	22,1	24,2	52,5	5,84	23,8
SK2(60.5-62.5)	5,7	16,7	3,2	14,5	82,2	2	224,2	0,9	7,7	1,8	149	2,3	124,2	20,5	21,7	45,7	5,23	21,4
SK2(65-68.5)	6,0	15,5	4,0	15,0	77,3	2	271,1	1,0	7,3	2,0	149	2,2	135,8	22,0	24,0	51,9	5,71	22,7
SK2(72-74.3)	5,5	15,7	3,4	14,1	77,7	2	243,5	0,9	7,5	1,7	143	2,1	123,8	20,3	21,8	47,4	5,21	19,7
SK2(76-78)	6,0	16,9	3,5	13,9	82,5	2	209,7	0,9	7,4	1,7	148	2,1	121,5	19,7	21,0	45,4	5,03	20,2
SK2(80-81.8)	4,8	14,9	3,7	15,5	69,0	2	233,2	1,0	7,0	1,7	141	2,1	138,2	21,9	23,3	51,6	5,63	23,0
SK2(84-86)	5,8	16,5	3,4	13,6	84,6	2	253,8	0,8	8,2	1,9	137	2,0	119,9	19,2	21,2	45,9	5,06	20,7
SK2(88.2-90)	5,7	16,7	3,0	13,5	80,2	2	231,1	0,8	6,8	1,9	138	2,2	118,8	18,8	21,0	44,9	4,99	20,4



## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

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																		
SK2(92-94)	6,0	17,8	3,4	15,0	83,4	2	227,0	1,0	7,5	1,9	151	2,2	132,4	21,2	23,2	49,8	5,55	22,4
SK2(94-96)	5,1	15,8	3,5	14,7	74,2	2	247,4	0,8	7,7	1,9	141	2,2	137,8	21,3	23,8	51,7	5,66	22,3
SK2(96-98)	6,1	17,8	3,3	14,2	87,1	2	204,4	0,9	8,0	2,1	145	2,0	125,2	19,2	21,6	47,8	5,18	20,6
SK2(110-111)	6,0	16,8	3,3	14,4	83,1	2	206,2	1,0	8,0	2,0	145	2,4	131,2	20,9	22,6	49,8	5,43	22,2
SK2(111-111.5)	5,8	17,1	3,4	14,7	81,7	2	217,0	0,9	7,7	1,8	146	2,0	132,3	20,5	23,3	50,4	5,52	21,6
SK2(111.5-114)	5,5	16,3	3,3	14,6	77,1	2	221,3	0,9	7,7	2,0	137	2,3	134,1	20,0	23,0	49,4	5,42	21,4
SK2(114-117.5)	3,9	12,8	3,9	14,4	57,5	2	267,8	1,0	6,9	1,8	116	2,0	143,6	21,2	24,7	54,8	5,90	24,1
SK2(117.5-119)	5,6	15,9	3,5	13,8	79,1	2	239,4	0,9	7,8	1,6	128	2,2	125,9	18,6	21,7	46,5	5,11	21,0
SK2(119-120.5)	5,8	16,5	3,2	14,7	76,7	2	210,5	1,0	7,3	1,7	133	2,3	130,5	20,4	21,9	48,2	5,24	21,1
SK2(120.5-	6,4	17,2	3,2	14,5	83,1	2	247,6	0,9	7,7	1,9	136	2,1	129,2	20,0	22,0	48,5	5,29	22,4
SK2(122.5-	6,2	17,0	3,6	14,3	80,9	2	235,1	0,9	8,0	2,0	133	2,3	126,1	19,3	22,2	48,6	5,19	21,6
SK2(124.5-	4,9	14,9	3,1	13,8	72,4	2	255,6	0,8	7,5	1,7	122	2,1	129,8	19,9	22,0	48,5	5,28	20,9
SK2(126.5-	6,1	15,3	2,8	11,1	83,3	2	328,0	0,6	7,8	1,7	114	2,0	106,3	17,2	19,2	40,4	4,53	18,1
SK2(128.5-	6,3	15,8	2,8	12,7	80,6	2	269,3	0,8	8,0	1,8	123	2,2	119,2	17,8	20,3	43,2	4,71	18,5
SK2(130.5-	5,9	17,2	3,2	14,2	79,0	2	227,3	0,8	7,5	1,7	130	2,2	125,9	18,7	20,8	47,3	5,02	19,8
SK2(132.5-	6,7	17,8	3,6	15,4	89,8	2	206,7	1,0	7,5	1,9	193	2,3	131,7	21,8	22,4	47,3	5,35	21,0
SK2(134.5-	5,6	17,3	3,9	16,4	80,6	2	212,1	1,1	7,6	1,9	190	2,2	140,3	23,4	24,6	52,6	5,90	23,4
SK2(136.5-	5,9	16,9	3,7	14,8	84,9	2	268,4	1,0	7,9	1,9	173	2,0	129,3	21,3	23,3	48,8	5,58	21,2
SK2(138.5-	5,7	17,0	4,0	15,8	80,0	2	242,0	1,0	7,7	2,0	181	2,1	139,5	23,6	25,3	52,9	6,04	24,3
SK2(140.5-	6,6	17,8	3,8	16,3	86,2	2	204,0	1,1	7,4	1,9	188	2,3	138,8	22,5	23,6	50,7	5,76	23,8
SK2(143.3-	6,0	17,7	4,0	15,5	86,2	2	244,8	1,0	7,7	1,8	177	2,3	133,2	21,9	23,4	49,7	5,69	22,9

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

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																		
SK2(144.6-	6,9	19,1	3,9	14,8	90,4	2	225,1	1,1	8,4	1,9	182	2,2	130,0	22,2	22,9	47,5	5,50	21,2
SK2(146.9-149)	6,0	17,5	3,8	15,4	84,6	2	202,4	1,0	7,7	1,7	179	2,3	134,3	21,7	22,9	49,7	5,60	21,4
SK2(149-151)	6,2	17,7	3,7	14,7	88,5	2	245,1	1,0	7,7	1,8	175	2,0	131,9	21,6	23,0	49,0	5,57	21,6
SK2(151-154)	6,2	16,0	3,3	13,4	88,3	2	291,4	0,8	8,3	1,7	153	2,5	117,6	19,8	21,5	44,9	5,14	21,0
SK2(154-156)	5,5	16,1	3,7	14,8	81,5	2	238,7	0,9	7,7	1,8	163	1,9	129,4	21,5	23,0	47,2	5,53	22,5
SK2(156-158)	5,4	16,1	3,3	13,2	85,2	2	266,2	0,9	8,0	1,9	159	2,0	124,1	20,4	21,8	44,9	5,20	21,0
SK2(158-160)	5,9	17,5	3,8	14,5	85,1	2	209,1	1,0	7,3	1,9	171	2,0	125,4	20,3	21,8	45,3	5,23	21,0
SK2(160-162)	6,0	17,5	3,7	15,9	81,1	2	195,8	0,9	7,7	1,7	177	2,3	134,8	22,0	23,0	49,3	5,55	22,6
SK2(170-172)	6,5	17,9	3,5	13,9	90,3	2	243,5	0,9	8,6	1,9	174	2,3	124,3	21,0	21,7	45,9	5,32	21,3
SK2(172-174)	6,6	17,8	3,6	14,3	91,9	2	252,0	0,9	7,7	1,8	171	2,1	125,5	21,5	22,5	46,9	5,42	21,5
SK2(174-176)	6,0	17,4	3,8	14,3	87,7	2	236,4	1,0	8,0	1,8	170	2,2	127,8	21,5	22,6	46,8	5,39	20,7
SK2(176-178)	6,2	18,1	3,8	15,2	88,3	2	237,8	1,0	7,9	1,8	169	2,0	128,4	21,9	23,1	48,7	5,52	21,7
SK2(178-180)	6,0	18,2	3,9	15,7	84,1	3	243,0	1,0	8,0	1,8	174	2,4	135,4	22,0	23,7	49,4	5,70	22,6
SK2(180-182)	6,2	18,0	4,1	16,0	85,1	2	253,9	1,0	8,2	1,8	176	2,2	144,2	22,8	24,8	52,1	5,92	23,4
SK2(182-184)	5,3	16,5	3,9	16,7	76,5	2	277,5	1,0	7,5	1,8	165	2,1	149,4	24,3	25,8	55,3	6,21	25,2
SK2(184-186)	4,1	15,2	3,8	15,5	64,6	2	274,2	0,9	7,3	1,8	151	2,0	145,5	22,8	25,4	54,0	6,08	24,5
SK2(186-188)	3,4	13,7	3,5	13,2	57,3	2	291,9	0,8	6,5	1,8	129	1,7	143,6	19,9	23,6	52,0	5,70	22,7
SK2(188-188.5)	6,1	19,1	3,8	15,9	91,3	2	202,7	1,0	8,1	1,9	180	2,1	134,4	21,2	22,9	50,2	5,48	21,6

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TO	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	0,05	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																		
SK2(0-4)	4,02	0,99	3,67	0,59	3,34	0,66	1,84	0,29	1,80	0,29	3,71	0,11	0,4	64,4	17,7	84	142,4	32,2
SK2(5.5-8)	3,96	1,00	3,49	0,60	3,38	0,65	1,87	0,31	1,87	0,30	3,47	0,09	0,5	64,4	17,7	84	157,0	32,8
SK2(10-12.5)	4,30	1,10	3,95	0,64	3,54	0,71	2,13	0,32	1,99	0,30	3,36	0,03	0,6	64,4	18,5	84	130,6	23,9
SK2(14-18)	4,10	1,00	3,60	0,62	3,35	0,68	2,07	0,29	1,93	0,29	3,19	0,05	0,4	64,4	17,2	84	146,6	25,7
SK2(18-20)	4,60	1,17	4,34	0,70	3,91	0,78	2,29	0,32	1,95	0,31	3,59	0,02	0,5	64,4	15,5	84	132,8	23,8
SK2(22-24)	4,68	1,18	4,27	0,71	4,01	0,79	2,22	0,34	2,12	0,32	2,48	0,02	0,4	64,4	16,6	84	170,1	27,2
SK2(26-28)	4,23	1,15	4,22	0,68	3,90	0,74	2,18	0,34	2,17	0,31	2,47	0,03	0,5	64,4	17,1	84	169,9	25,2
SK2(30.5-33)	4,29	1,15	4,28	0,68	3,86	0,79	2,19	0,34	2,18	0,31	2,36	<0.0	0,5	64,4	17,3	84	169,5	25,1
SK2(35-37)	4,38	1,11	4,27	0,67	3,90	0,74	2,15	0,30	2,23	0,30	2,65	<0.0	0,5	64,4	17,7	84	155,8	23,0
SK2(39-41.5)	4,58	1,21	4,43	0,71	3,78	0,77	2,23	0,33	1,96	0,29	2,94	<0.0	0,5	64,4	15,9	84	131,8	20,1
SK2(44-46)	4,29	1,07	3,97	0,63	3,62	0,72	2,11	0,31	2,01	0,28	2,68	<0.0	0,4	64,4	17,7	84	155,9	23,6
SK2(48-50)	4,08	1,04	3,93	0,64	3,53	0,72	2,02	0,29	2,08	0,29	3,16	0,02	0,4	64,4	18,0	84	131,4	20,8
SK2(52-54)	4,42	1,13	4,40	0,70	3,89	0,77	2,21	0,34	2,15	0,31	2,40	<0.0	0,5	64,4	17,9	84	166,6	22,2
SK2(56-59)	4,65	1,21	4,47	0,71	4,00	0,80	2,27	0,33	2,07	0,32	2,41	<0.0	0,6	64,4	17,1	84	156,4	20,8
SK2(60.5-62.5)	4,15	1,09	4,02	0,66	3,76	0,73	2,07	0,32	2,02	0,29	2,64	<0.0	0,4	64,4	17,1	84	167,7	25,5
SK2(65-68.5)	4,59	1,19	4,38	0,70	3,79	0,81	2,22	0,32	2,19	0,31	2,79	0,02	0,5	64,4	17,7	84	153,0	21,9
SK2(72-74.3)	4,17	1,11	4,03	0,64	3,56	0,76	2,13	0,30	2,01	0,28	3,01	0,03	0,4	64,4	17,1	84	160,5	23,2
SK2(76-78)	4,09	1,04	4,01	0,63	3,37	0,70	2,03	0,32	1,99	0,29	2,85	0,03	0,5	64,4	17,8	84	179,5	25,6
SK2(80-81.8)	4,54	1,22	4,55	0,73	3,92	0,81	2,23	0,34	2,10	0,29	2,46	0,03	0,5	64,4	16,9	84	159,8	23,4
SK2(84-86)	4,10	1,06	3,84	0,64	3,48	0,71	2,00	0,30	1,92	0,29	3,12	0,03	0,5	64,4	18,3	84	140,9	20,7
SK2(88.2-90)	3,93	1,03	3,94	0,63	3,43	0,70	2,02	0,30	1,99	0,29	3,16	0,04	0,5	64,4	21,3	84	186,4	29,3

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TO C	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	0,05	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																		
SK2(92-94)	4,49	1,19	4,24	0,69	3,70	0,77	2,09	0,33	2,11	0,31	2,62	0,03	0,6	64,4	20,5	84	177,7	25,6
SK2(94-96)	4,66	1,21	4,41	0,70	4,00	0,77	2,26	0,35	2,19	0,29	2,62	0,03	0,7	64,4	20,1	84	171,7	25,2
SK2(96-98)	4,08	1,08	4,10	0,65	3,56	0,74	2,09	0,31	2,08	0,30	2,54	<0.0	0,6	64,4	22,1	84	191,2	26,0
SK2(110-111)	4,33	1,12	4,19	0,67	3,87	0,75	2,19	0,32	2,14	0,31	2,59	0,02	0,6	64,4	18,3	84	177,2	23,5
SK2(111-111.5)	4,34	1,18	4,19	0,68	3,84	0,76	2,30	0,34	2,17	0,31	2,52	<0.0	0,6	64,4	18,4	84	176,4	23,5
SK2(111.5-114)	4,33	1,14	4,34	0,69	3,86	0,78	2,16	0,31	2,12	0,30	2,70	0,02	0,6	64,4	18,0	84	167,2	22,9
SK2(114-117.5)	4,81	1,24	4,75	0,72	3,96	0,79	2,24	0,32	2,10	0,30	2,80	<0.0	0,5	64,4	15,4	84	121,7	17,8
SK2(117.5-119)	4,04	1,08	4,12	0,63	3,38	0,72	1,89	0,29	1,93	0,28	2,78	<0.0	0,5	64,4	17,8	84	155,2	24,9
SK2(119-120.5)	4,21	1,13	4,23	0,65	3,79	0,75	2,18	0,33	2,15	0,30	2,68	<0.0	0,4	64,4	17,2	84	179,0	28,3
SK2(120.5-	4,34	1,10	4,12	0,66	3,84	0,72	1,97	0,33	2,19	0,30	2,80	0,02	0,5	64,4	17,9	84	173,4	22,8
SK2(122.5-	4,37	1,09	4,06	0,66	3,61	0,74	2,10	0,32	2,07	0,29	2,79	<0.0	0,5	64,4	18,4	84	174,1	23,6
SK2(124.5-	4,27	1,14	4,13	0,66	3,71	0,73	2,10	0,32	2,06	0,30	3,16	0,02	0,5	64,4	17,7	84	156,0	23,4
SK2(126.5-	3,68	0,92	3,37	0,56	3,10	0,62	1,85	0,26	1,82	0,26	3,87	0,04	0,3	64,4	17,2	84	142,2	21,2
SK2(128.5-	3,82	0,96	3,68	0,59	3,32	0,66	1,92	0,29	1,99	0,27	3,55	0,05	0,3	64,4	17,9	84	164,7	26,5
SK2(130.5-	4,10	1,07	3,93	0,63	3,62	0,73	2,15	0,30	2,06	0,30	3,07	0,04	0,4	64,4	17,0	84	182,6	27,3
SK2(132.5-	4,34	1,07	3,97	0,68	3,74	0,80	2,23	0,34	2,13	0,32	2,55	0,03	0,5	64,4	18,2	84	193,6	29,2
SK2(134.5-	4,68	1,24	4,36	0,73	4,13	0,83	2,42	0,34	2,22	0,33	2,48	0,03	0,4	64,4	17,5	84	179,9	27,2
SK2(136.5-	4,30	1,11	4,03	0,68	3,80	0,76	2,13	0,32	2,06	0,31	2,87	0,02	0,4	64,4	17,1	84	154,3	22,6
SK2(138.5-	4,88	1,18	4,33	0,74	4,29	0,83	2,29	0,34	2,14	0,32	2,80	0,02	0,5	64,4	16,2	84	164,1	27,3
SK2(140.5-	4,69	1,16	4,21	0,72	3,90	0,78	2,43	0,34	2,11	0,33	2,50	0,02	0,5	64,4	17,2	84	184,9	30,4
SK2(143.3-	4,46	1,13	4,25	0,70	3,84	0,76	2,29	0,33	2,02	0,32	2,78	<0.0	0,5	64,4	17,6	84	166,1	27,1

## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TOT/C	TO	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	0,05	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																		
SK2(144.6-	4,40	1,13	3,96	0,68	3,86	0,80	2,23	0,33	2,03	0,32	2,55	<0.0	0,5	64,4	19,2	84	184,7	29,5
SK2(146.9-149)	4,38	1,13	4,14	0,69	3,96	0,80	2,29	0,33	2,18	0,32	2,43	0,02	0,5	64,4	17,4	84	182,0	28,9
SK2(149-151)	4,45	1,11	4,21	0,69	3,93	0,78	2,31	0,33	2,07	0,32	2,71	0,02	0,4	64,4	17,4	84	170,8	26,3
SK2(151-154)	4,02	0,99	3,80	0,61	3,52	0,70	1,96	0,29	1,89	0,29	3,52	0,03	0,5	64,4	17,5	84	148,4	24,2
SK2(154-156)	4,37	1,10	4,00	0,68	3,84	0,76	2,12	0,33	2,01	0,31	2,98	0,03	0,4	64,4	17,1	84	162,7	27,7
SK2(156-158)	4,00	1,02	3,73	0,62	3,47	0,71	2,06	0,31	1,94	0,29	3,31	0,03	0,5	64,4	16,9	84	150,1	24,4
SK2(158-160)	4,06	1,05	3,89	0,64	3,62	0,73	2,11	0,31	2,04	0,31	2,50	0,03	0,6	64,4	16,9	84	183,2	28,7
SK2(160-162)	4,36	1,14	4,08	0,68	3,87	0,78	2,22	0,32	2,03	0,32	2,48	0,02	0,4	64,4	15,9	84	185,0	31,6
SK2(170-172)	4,21	1,04	3,96	0,65	3,64	0,73	2,09	0,31	2,08	0,31	2,65	0,03	0,5	64,4	17,9	84	177,5	26,1
SK2(172-174)	4,19	1,06	3,87	0,66	3,69	0,77	2,11	0,32	2,06	0,31	2,48	<0.0	0,5	64,4	18,5	84	172,4	26,0
SK2(174-176)	4,11	1,08	3,90	0,67	3,92	0,74	2,04	0,31	2,01	0,31	2,63	0,02	0,4	64,4	18,6	84	174,0	28,2
SK2(176-178)	4,31	1,11	4,01	0,68	3,82	0,81	2,18	0,34	2,11	0,31	2,61	<0.0	0,5	64,4	17,5	84	174,3	27,0
SK2(178-180)	4,47	1,17	4,22	0,70	3,96	0,80	2,28	0,35	2,15	0,33	2,58	<0.0	0,5	64,4	18,0	84	176,4	27,7
SK2(180-182)	4,76	1,21	4,36	0,76	4,18	0,84	2,36	0,34	2,20	0,34	2,59	<0.0	0,5	64,4	18,0	84	171,8	27,4
SK2(182-184)	4,88	1,28	4,63	0,76	4,17	0,86	2,30	0,36	2,26	0,34	2,66	<0.0	0,4	64,4	16,3	84	154,9	23,7
SK2(184-186)	4,80	1,26	4,50	0,75	4,14	0,82	2,28	0,36	2,17	0,32	2,03	<0.0	0,5	64,4	14,3	84	137,9	21,8
SK2(186-188)	4,40	1,13	3,97	0,66	3,60	0,70	1,94	0,30	1,89	0,28	2,83	<0.0	0,5	64,4	14,0	84	113,4	19,6
SK2(188-188.5)	4,42	1,12	4,01	0,68	3,91	0,76	2,10	0,33	2,12	0,32	2,27	0,02	0,7	64,4	18,3	84	198,6	29,3

EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Analyte	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM	Unit	PPM	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	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5
Sample									Sample								
SK2(0-4)	0,2	0,3	0,2	<0.1	5,8	0,03	0,1	0,9	SK2(92-	0,2	0,5	0,3	<0.1	2,6	0,02	0,1	0,6
SK2(5.5-8)	0,2	0,3	0,2	<0.1	3,8	0,03	<0.1	1,0	SK2(94-	0,3	0,4	0,3	<0.1	2,0	0,02	0,1	0,6
SK2(10-12.5)	0,2	0,3	0,3	<0.1	3,9	0,03	0,1	0,7	SK2(96-	0,2	0,2	0,3	<0.1	2,7	0,02	0,1	<0.5
SK2(14-18)	0,3	0,2	0,3	<0.1	26,7	0,04	0,1	0,7	SK2(110	0,2	0,2	0,3	<0.1	3,7	0,02	0,1	0,6
SK2(18-20)	0,2	0,2	0,3	<0.1	15,2	0,03	0,1	0,6	SK2(111	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,2	0,02	0,1	0,7
SK2(22-24)	0,2	0,2	0,3	<0.1	9,5	0,03	<0.1	0,7	SK2(111.	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,5	0,02	0,1	0,5
SK2(26-28)	0,2	0,2	0,3	<0.1	8,7	0,02	<0.1	0,7	SK2(114	0,2	0,3	0,2	<0.1	3,0	0,01	<0.1	<0.5
SK2(30.5-33)	0,2	0,2	0,3	<0.1	6,3	0,02	0,1	0,6	SK2(117.	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,8	0,02	<0.1	0,6
SK2(35-37)	0,2	0,3	0,3	<0.1	6,2	0,03	0,1	<0.5	SK2(119	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,6	0,02	<0.1	0,8
SK2(39-41.5)	0,2	0,3	0,2	<0.1	6,6	0,02	<0.1	<0.5	SK2(120.	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,1	0,02	0,1	<0.5
SK2(44-46)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,0	0,02	<0.1	0,5	SK2(122.	0,2	0,2	0,3	<0.1	3,4	0,01	0,1	0,8
SK2(48-50)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,9	0,05	0,1	0,5	SK2(124.	0,2	0,2	0,3	<0.1	3,7	0,02	0,1	0,6
SK2(52-54)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,4	0,02	0,1	0,8	SK2(126.	0,2	0,1	0,3	<0.1	4,0	0,02	0,1	0,6
SK2(56-59)	0,2	0,2	0,2	<0.1	6,3	0,02	<0.1	0,8	SK2(128.	0,2	0,1	0,3	<0.1	4,6	0,02	0,1	0,5
SK2(60.5-62.5)	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,4	0,02	0,1	0,5	SK2(130.	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,6	0,02	<0.1	0,8
SK2(65-68.5)	0,2	0,2	0,2	<0.1	4,8	0,02	<0.1	0,8	SK2(132.	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,6	0,02	<0.1	0,8
SK2(72-74.3)	0,2	0,2	0,2	<0.1	4,4	0,02	<0.1	0,6	SK2(134.	0,2	0,2	0,2	<0.1	3,0	0,01	<0.1	0,8
SK2(76-78)	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,3	0,02	<0.1	0,8	SK2(136.	0,2	0,2	0,3	<0.1	3,4	0,02	0,1	0,7
SK2(80-81.8)	0,1	0,2	0,2	<0.1	3,7	0,02	<0.1	<0.5	SK2(138.	0,2	0,3	0,3	<0.1	16,4	0,02	0,2	<0.5
SK2(84-86)	0,2	0,2	0,3	<0.1	3,7	0,02	0,1	0,7	SK2(140.	0,2	0,3	0,3	<0.1	8,5	0,02	0,1	1,0
SK2(88.2-90)	0,2	0,3	0,3	<0.1	3,2	0,03	0,1	0,7	SK2(143.	0,2	0,3	0,3	<0.1	4,6	0,02	0,4	0,7



## EK 5. Sünnet Gölü Kimyasal Analiz Sonuçları (devam ediyor).

Analyte	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Unit	PPM	PPM	PPM	PPM	PP	PPM	PPM	PPM
MDL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5
Sample								
SK2(144.6-	0,2	0,2	0,3	<0.1	7,4	0,02	0,2	0,7
SK2(146.9-149)	0,2	0,3	0,3	<0.1	5,7	0,02	0,1	1,0
SK2(149-151)	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,7	0,02	<0.1	0,9
SK2(151-154)	0,2	0,2	0,3	<0.1	4,9	0,02	0,1	0,7
SK2(154-156)	0,2	0,3	0,3	<0.1	5,6	0,02	0,1	0,7
SK2(156-158)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,0	0,03	0,1	1,0
SK2(158-160)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,1	0,02	0,1	1,2
SK2(160-162)	0,2	0,2	0,2	<0.1	4,4	0,02	0,1	1,0
SK2(170-172)	0,2	0,3	0,3	<0.1	2,3	0,02	<0.1	1,3
SK2(172-174)	0,3	0,3	0,3	<0.1	6,7	0,02	0,1	1,0
SK2(174-176)	0,3	0,3	0,3	<0.1	7,6	0,02	0,1	1,2
SK2(176-178)	0,2	0,2	0,3	<0.1	5,0	0,02	<0.1	1,0
SK2(178-180)	0,2	0,3	0,3	<0.1	4,6	0,02	<0.1	1,0
SK2(180-182)	0,2	0,3	0,3	<0.1	4,3	0,02	0,1	1,2
SK2(182-184)	0,2	0,3	0,3	<0.1	3,0	0,03	<0.1	0,7
SK2(184-186)	0,2	0,4	0,2	<0.1	2,6	0,01	<0.1	0,8
SK2(186-188)	0,1	0,4	0,2	<0.1	3,1	0,03	<0.1	0,7
SK2(188-188.5)	0,2	0,2	0,3	<0.1	6,4	0,02	<0.1	1,5

## EK 6. Sünnet Gölü İzotop Analiz Sonuçları

Sample Sequence	Sample Number	Result- <sup>13</sup> C <sub>V-PDB</sub> (‰)	Mean- <sup>13</sup> C <sub>V-PDB</sub> (‰)	Result- <sup>18</sup> O <sub>V-PDB</sub> (‰)	Mean- <sup>18</sup> O <sub>V-PDB</sub> (‰)
1	0-4	-4,41		-7,42	
2	5.5-8	-5,31		-7,65	
3	10-12.5	-2,82		-6,25	
4	14-18	-4,28		-6,96	
<b>5</b>	<b>18-20</b>	<b>-3,78</b>		<b>-6,96</b>	
"	"	<b>-3,80</b>	<b>-3,79</b>	<b>-7,04</b>	<b>-7,00</b>
6	22-24	-4,82		-7,23	
7	26-28	-4,66		-7,13	
8	30.5-33	-4,45		-7,15	
9	35-37	-4,51		-7,25	
<b>10</b>	<b>39-41.5</b>	<b>-5,60</b>		<b>-7,58</b>	
"	"	<b>-5,61</b>	<b>-5,60</b>	<b>-7,58</b>	<b>-7,58</b>
11	44-46	-4,36		-6,90	
12	48-50	-3,05		-6,37	
13	52-54	-4,63		-7,65	
14	56-59	-4,90		-7,36	
<b>15</b>	<b>60.5-62.5</b>	<b>-4,19</b>		<b>-7,07</b>	
"	"	<b>-4,29</b>	<b>-4,24</b>	<b>-7,29</b>	<b>-7,18</b>
16	65-68.5	-4,72		-7,34	
17	72-74.3	-4,53		-7,06	
18	76-78	-5,01		-7,82	
19	80-81.8	-5,13		-7,81	
<b>20</b>	<b>84-86</b>	<b>-2,68</b>		<b>-6,18</b>	
"	"	<b>-2,70</b>	<b>-2,69</b>	<b>-6,22</b>	<b>-6,20</b>
21	88.2-90	-5,06		-7,65	
22	92-94	-4,16		-7,24	
23	94-96	-4,68		-7,59	
24	96-98	-4,53		-7,32	
<b>25</b>	<b>98-100</b>	<b>-4,74</b>		<b>-8,15</b>	
"	"	<b>-4,69</b>	<b>-4,71</b>	<b>-7,95</b>	<b>-8,05</b>
26	100-102	-4,76		-7,74	
27	102-107	-4,98		-8,08	
28	107-110	-5,81		-7,76	
29	110-111	-3,86		-7,05	
<b>30</b>	<b>111-111.5</b>	<b>-4,76</b>		<b>-7,81</b>	
"	"	<b>-4,75</b>	<b>-4,75</b>	<b>-7,89</b>	<b>-7,85</b>
31	111.5-114	-4,13		-7,46	
32	114-117.5	-3,98		-6,97	
33	117.5-119	-4,92		-7,30	
34	119-120.5	-3,40		-6,37	
<b>35</b>	<b>120.5-122.5</b>	<b>-4,72</b>		<b>-7,29</b>	
"	"	<b>-4,64</b>	<b>-4,68</b>	<b>-7,41</b>	<b>-7,35</b>
36	122.5-124.5	-5,27		-8,00	

## EK 6. Sünnet Gölü İzotop Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Sample Sequence	Sample Number	Result- <sup>13</sup> C <sub>V-PDB</sub> (‰)	Mean- <sup>13</sup> C <sub>V-PDB</sub> (‰)	Result- <sup>18</sup> O <sub>V-PDB</sub> (‰)	Mean- <sup>18</sup> O <sub>V-PDB</sub> (‰)
37	124.5-126.5	-5,03		-8,20	
38	126.5-128.5	-5,56		-8,23	
39	128.5-130.5	-4,01		-7,25	
<b>40</b>	<b>130.2-132.5</b>	<b>-4,48</b>		<b>-7,80</b>	
"	"	<b>-4,35</b>	<b>-4,42</b>	<b>-7,49</b>	<b>-7,64</b>
41	132.5-134.5	-5,30		-8,06	
42	134.5-136.5	-4,11		-7,52	
43	136.5-138.5	-4,95		-8,45	
44	138.5-140.5	-5,00		-7,75	
<b>45</b>	<b>140.5-143.3</b>	<b>-5,05</b>		<b>-8,34</b>	
"	"	<b>-5,00</b>	<b>-5,02</b>	<b>-8,36</b>	<b>-8,35</b>
46	143.3-144.6	-4,87		-7,93	
47	144.6-146.9	-3,60		-6,82	
48	146.9-149	-5,08		-7,43	
49	149-151	-4,34		-6,59	
<b>50</b>	<b>151-154</b>	<b>-3,35</b>		<b>-6,61</b>	
"	"	<b>-3,42</b>	<b>-3,38</b>	<b>-6,78</b>	<b>-6,69</b>
51	154-156	-4,00		-7,16	
52	156-158	-3,27		-6,61	
53	158-160	-4,44		-7,41	
54	160-162	-5,38		-8,01	
<b>55</b>	<b>162-164</b>	<b>-4,18</b>		<b>-6,82</b>	
"	"	<b>-4,25</b>	<b>-4,21</b>	<b>-7,12</b>	<b>-6,97</b>
56	164-166	-3,62		-6,53	
57	166-168	-3,90		-6,95	
58	168-170	-4,16		-7,12	
59	170-172	-4,32		-7,00	
<b>60</b>	<b>172-174</b>	<b>-4,39</b>		<b>-7,19</b>	
"	"	<b>-4,43</b>	<b>-4,41</b>	<b>-7,56</b>	<b>-7,37</b>
61	174-176	-4,98		-7,27	
62	176-178	-5,74		-7,76	
63	178-180	-6,21		-7,23	
64	180-182	-4,56		-7,97	
<b>65</b>	<b>182-184</b>	<b>-4,59</b>		<b>-7,75</b>	
"	"	<b>-4,51</b>	<b>-4,55</b>	<b>-7,67</b>	<b>-7,71</b>
66	184-186	-4,75		-7,76	
67	186-188	-4,84		-7,68	
68	188-189.5	-5,34		-7,60	



## EK 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Derinlik (cm)	Corylus	Salix	Juniperus	Myricaria	Lonicera	TOTAL SHRUB (%)
4	0	9	2	0	0	1,9
12	1	3	2	0	0	0,75
20	0	0	9	0	0	1,02
28	0	2	0	0	0	0,28
36	0	0	2	0	0	0,32
44	0	0	0	0	0	0
52	0	1	0	0	0	0,49
60	0	0	1	0	0	0,98
68	0	1	0	0	0	0,61
76	0	1	0	0	0	0,33
84	1	7	3	0	0	1,01
92	2	0	1	0	0	0,69
100	0	0	1	0	0	0,32
108	0	0	0	0	0	0
116	0,26	0	0	0	0	0,26
124	0,29	0	0,87	0	0,29	1,45
132	0,45	0	0,45	0,22	0	1,14
140	1,36	0	0	0	0	1,36
148	1,44	0	0,48	0	0	1,92
156	0,4	0	0	0	0	0,4
160	0,24	0,24	0	0,24	0	0,72
164	0	0	0	0	0	0
168	0,28	0	0	0	0	0,28
172	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0,53
180	0	0	0	0	0	0

## EK 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Derinlik (cm)	Poaceae	Tahıllar	Cyperaceae	Apiaceae	Asteraceae (Tub,)	Artemisia	Centaura	Asteraceae (Lig,)	Brassicaceae	Caryophyllaceae	Chenopodiaceae	Comus suecica	Ericaceae	Fabaceae	Medicago sativa	Geranium
4	1,8	0,9	0	0,2	0,7	0	0,4	0,2	0	0	0,4	0,2	0	0,2	0	0
12	0,9	0,5	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0,1	0,3	0	0	0,1	0
20	0,5	0	0	0	0,5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0,9	0,3	0	0,1	1,3	0,6	0,1	0,4	0	0	0,1	0	0	0	0	0,3
36	0,8	0,2	0	0	0	0,2	0,3	0,2	0	0	0,7	0	0	0,2	0	0
44	1,7	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
60	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
68	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	1	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0,6	0,2	0	0,1	0,5	0	0,3	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
92	0,5	0,7	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0	0
100	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
108	2	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	1	0,3	0,8	0	0,5	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
124	1,7	0,3	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0
132	2,8	0,7	0	0,5	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	2,1	0	0	1,4	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0,7	0	0	0
148	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
156	7,6	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	2,2	0,2	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
164	1	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
168	0,9	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	0,6	0	0	0	0,3	0	0,6	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0	0
176	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	8,5	1,1	0	0	1,1	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0



## EK 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Derinlik (cm)	Hypericum	Lamiaceae	Stachys-tip	Teucrium	Linum	Papaver	Plantago	Plantago coronopus	Plantago lanceolata	Plantago major	Polygala	Polygonum aviculare-tip	Ranunculaceae	Thalictrum	Rosaceae
4	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0,3	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0,1	0	0	0	0	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0,2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0,4	1,3	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0,1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0,6	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0,2	0	0	0
92	0,2	0,2	0	0	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0,6	0,3	0	0	0	0	0,6
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,5
140	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0,4	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,7	0	0	0	0,2	0	0
164	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,3	0
176	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0

## EK 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Derinlik (cm)	Filipendula	Rubiaceae	Rumex	Scabiosa	Scrophulariaceae	Urtica	TOPLAM OTSU (%)
4	0	0	0	0	0	0	5,4
12	0	0,3	0	0,1	0	0	3,2
20	0	0	0	0,1	0	0	1,3
28	0,1	0	0,3	0	0	0	5,4
36	0	0	0	0	0	0	4,6
44	0	0	0	0	0	0	3,8
52	0	0	0	0	0	0	5,9
60	0	0	0	1	0	0	5,9
68	0	0,6	0	0	0	0	3,7
76	0	0	0	0	0	0	1,7
84	0	0	0	0	0,1	0,1	2,6
92	0	0,2	0	0	0,2	0,2	3,9
100	0	0	0,3	0	0	0	2,6
108	0	0	0	0	0	0	2,6
116	0	0	0	0	0,5	0	3,9
124	0	0	0	0	0,9	0,3	6,7
132	0	0,5	0	0	0,7	0	6,9
140	0	0	0	0	0,7	0	6,8
148	0,5	0	0	0	0,5	0	3,4
156	0	0	0	0,4	0,4	0	12
160	0	0	0	0	0,2	0	5,1
164	0	0	0	0	0	0	3,7
168	0	0	0	0	0	0	1,7
172	0	0,3	0	0	0	0	2,9
176	0	0	0	0	0	0	2,7
180	0	0	0	0	0	0	13

## EK 7. Sünnet Gölü SK-2 Karotu Polen Analiz Sonuçları (devam ediyor)

Derinlik (cm)	SUCUL BİTKİLER	Callitriche	Elatine	Elodea	Potamogeton	Tanınamayan polen	SPORLU BİTKİLER	Anthoceros	Filicales	Ophioglossum	Trilet spor
4	0	0	0	0	0,2	3,3	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
36	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0,3
44	0	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	6,9	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	4,9	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	3,4	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0,2
100	0	0	0	0	0	3,9	0	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	4,6	0	0	0	0	0
116	0	0	0	0	0	4,2	0	0	0	0	0
124	0	0	0,3	0	0	2,9	0	0	0	0	0,3
132	0	0,2	0	0,2	0	2,1	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	6,8	0	0	0	0	0
148	0	0	0	0	0	3,8	0	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0,4	0	0,4
160	0	0	0	0	0	3,4	0	0	0	0	0
164	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0,5	0	0
168	0	0,3	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0,3
172	0	0	0	0	0	1,7	0	0,3	0	0,3	0
176	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	3,2	0	0	0	0	0

SK-1 derinlik (cm)	<i>Cocconeis placentula</i>	<i>Eucocconeis flexella</i>	<i>Eunotia arcus</i>	<i>Meridion circulare</i>	<i>Nitzschia frustulum</i>	<i>Nitzschia sigmoidae</i>	<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>	<i>Rhoipalodia gibba</i>	<i>Rhoipalodia gibberulla</i>	<i>Denticula kaetzingii</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i>	<i>Fragilaria brevistrata</i>	<i>Caloneis silicula</i>	<i>Caloneis ventricosa</i>	<i>Cymbella affinis</i>
4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3
12	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7
20	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	0.5
28	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.6	0.0	3.4
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	28.6
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.4
44	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9
56	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
68	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	1.0
76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
80	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
84	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	6.1
88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
96	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	3.7	0.0	11.1	18.5
100	0.0	4.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	9.1	0.0	0.0	0.0	2.3
104	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
108	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4
112	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0
116	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
128	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	1.6	0.0
132	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	14.3
144	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.3	0.0
148	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
152	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	1.7
156	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
160	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0
164	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
176	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180	(ÖRNEK YOK)														
184	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
188	(TÜR BULUNAMADI)														
192	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
196	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204	(TÜR BULUNAMADI)														
208	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
212	(TÜR BULUNAMADI)														































