

TC
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

VAN GÖLÜ GÜNCEL ÇÖKELLERİNİN PALEOLİMNOLOJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ayşegül Feray GÖKDERE
DANIŞMAN: Prof.Dr. Sefer ÖRÇEN

VAN-2007

TC
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

VAN GÖLÜ GÜNCEL ÇÖKELLERİNİN PALEOLİMNOLOJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ayşegül Feray GÖKDERE

VAN-2007

KABUL ve ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof.Dr.Sefer ÖRÇEN danışmanlığında Ayşegül Feray GÖKDERE tarafından sunulan “Van Gölü Güncel Çökellerinin Paleolimnolojisi” isimli bu çalışma “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” ve “Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi”nin ilgili hükümleri gereğince 18/01/2007 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr.Sefer ÖRÇEN

İmza:

Üye: Yrd.Doç.Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU

İmza:

Üye: Yrd.Doç.Dr. Türker YAKUPOĞLU

İmza:

Fen bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 26/01/2007 tarih ve 2007/2-VIII sayılı kararı ile onaylanmıştır.

ÖZET

VAN GÖLÜ GÜNCEL ÇÖKELLERİNİN PALEOLİMNOLOJİSİ

GÖKDERE, Ayşegül Feray
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof.Dr. Sefer ÖRÇEN
Ocak 2007, 56 sayfa

Van Gölü hacmi bakımından (607 km^3) dünyanın dördüncü büyük kapalı gölü ve yüzey alanı bakımından (3570 km^2) dünyanın en büyük sodalı gölüdür ve maksimum derinliği yaklaşık 457 m dir. Doğu Anadolu yüksek platosunda yer alır. Van Gölü tektonik olarak aktif bir bölgededir ve aktif volkanlarla çevrilidir. Van Gölü, Kuzey Atlantik ve Sibiryaya Yüksek Basınç, Orta Enlem-Subtropikal sistemlerinin kesiştiği yerde bulunduğu için iklime çok duyarlı bir noktadadır. Van gölü, karasal olarak uzun bir geçmişi simgelemektedir, gölsel çökeller yıllık laminalanma (varv) göstermektedirler ve bu varvların buzul-buzularası döngülerin anlaşılmasında büyük önemi vardır.

Bu çalışma, Van Gölü'nden alınan gölsel çökeller üzerinde, gölün güncel paleolimnolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yüksek lisans tezi olarak yürütülmüştür. Bu amaç doğrultusunda Van Gölü'den 15 adet kısa sondaj alınmış ve bu sondajlar üzerinde paleolimnolojik amaçlı incelemeler yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda Van Gölü'nün farklı kısımlarındaki sedimantasyon oranı hesaplanmış ve yaş aralıkları ortaya konmuştur. Buna göre sığ kesimlerdeki sedimantasyon oranı derin kısımlara göre daha fazladır. Holosen içindeki volkanik kül seviyeleri belirlenmiş ve su içeriklerinden yola çıkarak son 100 yılda göl su seviyesinin sabit olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Holosen, Karot, Paleolimnoloji, Van Gölü

ABSTRACT

PALEOLIMNOLOGY OF LAKE VAN RECENT SEDİMENTS

GÖKDERE, Ayşegül Feray
Msc, Geological Engineering Science
Supervisor : Prof.Dr. Sefer ÖRÇEN
January 2007, 56 pages

Lake Van is by volume the world's fourth largest hydrological closed lake (607km^3) and by area the world's largest soda lake (3570km^2) and the maximum depth is about 457 m. It is situated on a high plateau in eastern Anatolia. Lake Van is located in an active tectonical area and it is surrounded with active volcanoes. It is situated cross of North Atlantic, Siberian High Pressure and Mid –Latitude Subtropical High Pressure systems it is very sensitive about climate change. Lake Van recover long continental records covering several glacial-interglacial cycles from annually laminated lacustrine sediments.

The aim of this study is determining the recent paleolimnological properties of Lake Van sediments for MSc thesis. In this respect we covered 15 short cores from Lake Van and on this cores we do some analysis on paleolimnology.

As a result methods enabled us to obtain information about the age of the Holocene sedimentation. The data suggest different sedimentation rate throughout the lake. Dense sedimentation is mainly concentrated at the river mouths where the bulk of the material enters into the lake, whereas the sedimentation rate is slow in the deeper part of the lake. We can also determine ash layers in Holocene ages and we can say from the water content data lake level is not stable for last 100 years.

Key words: Core, Holocene, Paleolimnology, Van Gölü

ÖNSÖZ

Paleolimnolojik çalışmaların temelini göller oluşturur. Paleolimnolojinin esas hedefi geçmişte meydana gelmiş iklimsel, tektonik, su seviyesi değişimleri, atmosfer etkileşimleri ile ilgili bilgi edinebilmektir. Bu tez çalışması çalışma alanından alınan kısa sondajlar üzerinde Van Gölü'nün güncel paleolimnolojisi hakkında bilgi edinilmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmalar süresince yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü Öğretim Üyesi Yrd.Doç.Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU'na, EAWAG Enstitüsü Sedimantoloji Bölümü, Bölüm Başkanı Dr. Michael STURM'a, EAWAG Enstitüsü İçme Suları Bölüm Başkanı öğretim üyesi Dr. Rolf KIPFER'e, ve Eawag Enstitüsünün Öğretim Üyeleri Dr. Thomas KULBE'ye, Dr. Alex BLASS'a, Dr. Yama TOMONAGA'ya, Dr. Nora FREDERICH'e, Dr. David LIVINGSTONE'a, bölümümüz tüm akademik ve idari personeline ve her fırsatta desteğini ve sevgisini hissettiren Annem Hediye GÖKDERE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayşegül Feray Gökdere

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
ŞİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı	1
1.2.1. İklim ve bitki örtüsü	3
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	7
3.1. Materyal	7
3.2. Yöntem	8
3.2.1. Karot kesme işlemi	8
3.2.2. Karotların fotoğraflanması ve tanımlanması	9
3.2.3. Manyetik duyarlılık analizi	9
3.2.4. Örnekleme	10
3.2.5. Dondurarak kurutma	11
3.2.6. Su içeriğinin hesaplanması	12
3.2.7. Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ analizi	12
4. BULGULAR	14
4.1. Van Gölü Havzasının Jeolojisi ve Stratigrafisi	14
4.2. Havzanın Tektoniği	20
4.3. Havzanın Volkanizması	21
4.4. Van Gölü'nün Oluşumu	22
4.5. Van Gölü'nün Özellikleri	22
4.5.1. Göl tabanının morfolojik yapısı	23
4.5.2. Göl suyu kimyası	24
4.5.3. Van Gölü su seviyesi değişimleri ve insanlar üzerine etkisi	24
4.6. Laboratuvar Çalışmaları	25
4.6.1. Litolojik tanımlamalar	25
4.6.1.1. Van 04-2v numaralı karot	26
4.6.1.2. Van04-4v numaralı karot	27
4.6.1.3. Van04-5v numaralı karot	28
4.6.1.4. Van04-6v numaralı karot	29
4.6.1.5. Van04-7v numaralı karot	29
4.6.1.6. Van04-8v numaralı karot	30
4.6.1.7. Van04-10v numaralı karot	31
4.6.1.8. Van05-1 numaralı karot	32

4.6.1.9. Van05-3 numaralı karot	33
4.6.1.10. Van05-4 numaralı karot	34
4.6.1.11. Van05-5 numaralı karot	35
4.6.1.12. Van06-1 numaralı karot	35
4.6.1.13. Van06-2 numaralı karot	36
4.6.1.14. Van06-3 numaralı karot	37
4.6.2. Manyetik duyarlılık	38
4.6.3. Su içeriği	42
4.6.4. Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ analizi	43
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	51
KAYNAKLAR	53
ÖZ GEÇMİŞ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa	
Şekil 1.1	Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2	Mevsimplere göre ortalama yağış miktarı	3
Şekil 3.1	Karot kesme makinesi	8
Şekil 3.2	Karotların fotoğraflanması	9
Şekil 3.3	MS2EI Yüzey Tarama Sensörü	10
Şekil 3.4	Örneklerin ağırlıklarının hesaplanması	11
Şekil 3.5	Kurutma işlemi	12
Şekil 3.6	Gama detektörü	13
Şekil 4.1	Van Gölü Havzası'nın Holosen öncesi genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	14
Şekil 4.2	Van Gölü Havzasının 1:500 000 ölçekli jeoloji haritası	19
Şekil 4.3	Yaklaşık 2.5 milyon yıl önce Muş-Van birleşik havzası ve Günümüzde Muş ve Van havzaları	22
Şekil 4.4	Göl su seviyesi değişimleri	25
Şekil 4.5	Van 04-2v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	26
Şekil 4.6	Van 04-2v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	26
Şekil 4.7	Van 04-4v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	27
Şekil 4.8	Van 04-4v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	27
Şekil 4.9	Van 04-5v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	28
Şekil 4.10	Van 04-5v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	28
Şekil 4.11	Van 04-6v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	29
Şekil 4.12	Van 04-6v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	29
Şekil 4.13	Van 04-7v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	30
Şekil 4.14	Van 04-7v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	30
Şekil 4.15	Van 04-8v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	31
Şekil 4.16	Van 04-8v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	31
Şekil 4.17	Van 04-10v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	32
Şekil 4.18	Van 05-1 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	32
Şekil 4.19	Van 05-1 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	33
Şekil 4.20	Van 05-3 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	33
Şekil 4.21	Van 05-3 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	33
Şekil 4.22	Van 05-4 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	34
Şekil 4.23	Van 05-5 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	35
Şekil 4.24	Van 06-1 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	36
Şekil 4.25	Van 06-1 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	36
Şekil 4.26	Van 06-2 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	36
Şekil 4.27	Van 06-2 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	36
Şekil 4.28	Van 06-3 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı	37
Şekil 4.29	Van 06-3 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı	37
Şekil 4.30	Alınan karotların konumları	38
Şekil 4.31	Manyetik duyarlılık analiz sonuçları	39

Şekil 4.32	Manyetik duyarlılık eğrilerinin korelasyonu	41
Şekil 4.33	Sedimanların su içerikleri	42
Şekil 4.34	Van04-2v numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	43
Şekil 4.35	Van04-2v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	44
Şekil 4.36	Van04-5v numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	45
Şekil 4.37	Van04-5v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	45
Şekil 4.38	Van04-6v numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	46
Şekil 4.39	Van04-6v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	46
Şekil 4.40	Van04-7v numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	47
Şekil 4.41	Van04-7v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	47
Şekil 4.42	Van04-9v numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	48
Şekil 4.43	Van04-9v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	48
Şekil 4.44	Van05-1 numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	49
Şekil 4.45	Van04-5v karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	49
Şekil 4.46	Van05-3 numaralı karotun Cs ¹³⁷ -Pb ²¹⁰ grafiği	50
Şekil 4.47	Van05-3 karotundaki Pb ²¹⁰ yaşlandırılması	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 Van Gölü havzasında elde edilen sıcaklık değerleri	4
Çizelge 3.1 Karot konumları, su derinlikleri ve uzunlukları	7
Çizelge 4.1. Van 04-2v numaralı karotun litolojik tanımlaması	26
Çizelge 4.2. Van 04-4v numaralı karotun litolojik tanımlaması	27
Çizelge 4.3. Van 04-5v numaralı karotun litolojik tanımlaması	28
Çizelge 4.4. Van 04-6v numaralı karotun litolojik tanımlaması	29
Çizelge 4.5. Van 04-7v numaralı karotun litolojik tanımlaması	30
Çizelge 4.6. Van 04-8v numaralı karotun litolojik tanımlaması	31
Çizelge 4.7. Van 04-10v numaralı karotun litolojik tanımlaması	32
Çizelge 4.8. Van 05-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması	33
Çizelge 4.9. Van 05-3 numaralı karotun litolojik tanımlaması	34
Çizelge 4.10. Van 05-4 numaralı karotun litolojik tanımlaması	34
Çizelge 4.11. Van 05-5 numaralı karotun litolojik tanımlaması	35
Çizelge 4.12. Van 06-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması	36
Çizelge 4.13. Van 06-2 numaralı karotun litolojik tanımlaması	37
Çizelge 4.14. Van 06-3 numaralı karotun litolojik tanımlaması	37

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Ca	Kalsiyum
Cs	Sezyum
keV	Kiloelektron Volt
Mg	Magnezyum
Pb	Kurşun
XRD	X-Ray Difraksiyonu

Kısaltmalar

DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
MTA	Maden Teknik Arama

1. GİRİŞ

Bu bölümde, çalışmanın amacı ve önemi, çalışılan alanının iklim ve bitki örtüsünden bahsedilerek çalışma alanı ile ilgili genel bilgiler sunulmuştur.

1.1.Çalışmanın Amacı ve Önemi

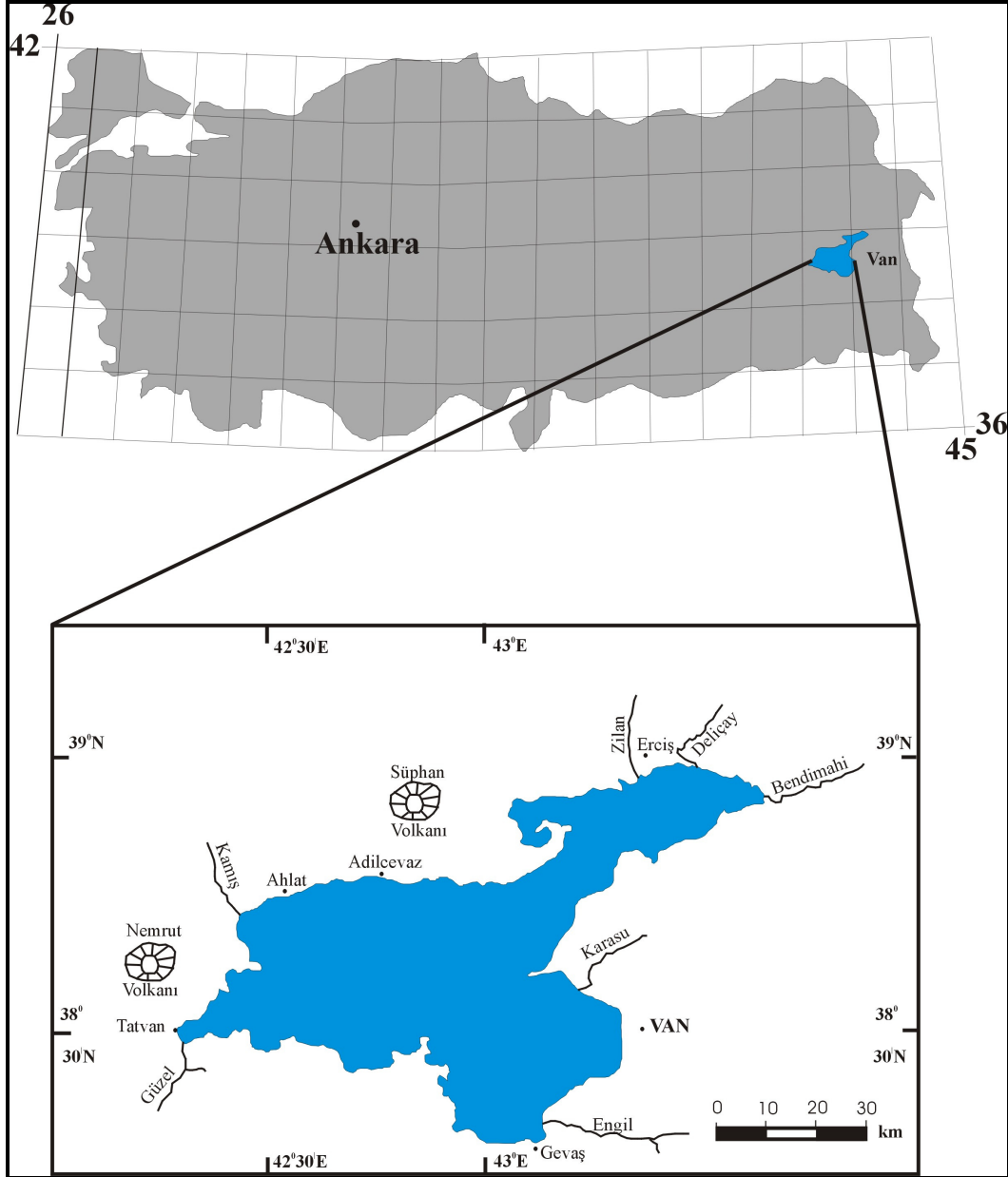
Paleolimnoloji, göl çökelleri kayıtlarından yola çıkarak, eski göl ortamlarında geçmişte olmuş iklimsel, tektonik, su seviyesi oynamaları ve sedimantasyon hızı gibi değişikliklerin belirlenmesi bilimidir. Bu bağlamda kapalı havzalarda yer alan ve görel olarak kalınca göl çökelleri ile karakterize edilen derin göl ortamları, iklimsel ve paleoortamsal değişikliklerin saptanmasına yönelik çalışmalarda oldukça önemli bir yer tutar. Karasal olarak uzun bir geçmişi simgelemesi ve göl çökellerinin yıllık laminalanma (varv) göstermesi nedeniyle Van Gölü, paleolimnolojik çalışmalar için karakteristik bir örnek teşkil etmektedir. Bu noktadan hareket ederek, çalışma alanından 15 adet kısa karot (core) alınmış ve bu karotlar çalışmanın amacına uygun olarak paleolimnolojik olarak incelenmişlerdir. Bu incelemeler Van Gölü'nde daha önceden yapılan ve paleolimnolojik çalışmalarında içeren (Degens ve ark. (1984), Landmann ve ark. (1996a), Wick ve ark. (2003)) sonuçları ile de karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar ile Van Gölü güncel çökellerinin paleolimnolojik özellikleri hakkında yorumlara gidilmesi amaçlanmıştır.

1.2.Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma Van Gölü'nde yürütülmüştür (Şekil 1.1). Van Gölü, Türkiye'nin doğusunda yer almaktadır. Gölün mevcut su seviyesi deniz seviyesinden yaklaşık 1646 m yüksekliktedir. Yüzeyde kapladığı alan 3522 km² ve hacmi yaklaşık 576 km³ tür ve maksimum derinliği 451 m dir (Wong ve Degens., 1978).

Göle bugünkü adını veren Van şehri, Van Gölü'nün doğusunda 3204 m yüksekliğindeki Erek dağı'nın etekleriyle kıyı arasındaki bölgeye yayılı durumdadır. Van ilçelerinden Erciş, Edremit, Gevaş ve Muradiye, Bitlis ilçelerinden Tatvan, Ahlat ve Adilcevaz yine kıyı şeridinde bulunan önemli yerleşim alanlarıdır. Gölün kuzeyinde

Türkiye'nin Ağrı Dağı'ndan sonraki en yüksek ikinci volkanı Süphan Dağı bulunmaktadır. Batı'da, Nemrut Dağı bulunur. Güneyde ise Artos Dağı, Gevaş ilçesinin yakınında yer almaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

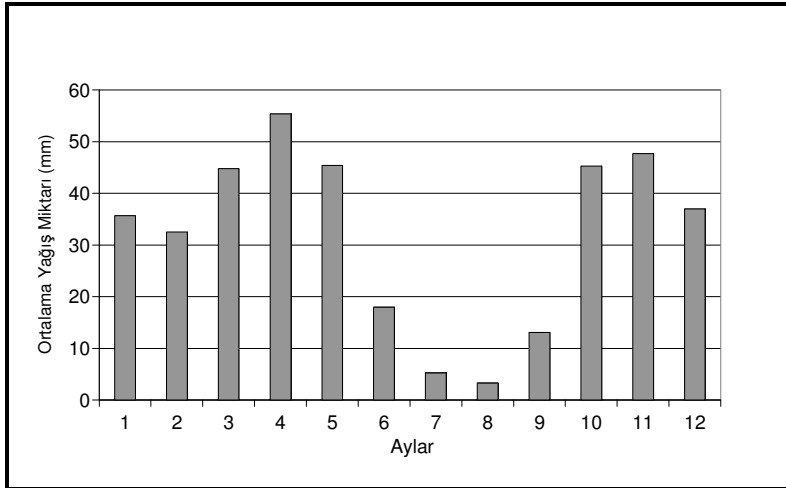
1.3. İklim ve bitki örtüsü

Van ve çevresinde nemli, çok düşük sıcaklıkta olan karasal iklim tipi egemendir. Yağış az, sıcaklık ve buna bağlı olarak buharlaşma düşüktür.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün son 65 yıllık (1938-2002) gözlemlerine göre; ortalama yıllık yağış toplamı: 383.5 mm, en çok yağış ortalaması: 55.4 mm, en az yağış ortalaması: 3.3 mm (Şekil 1.2). Karla örtülü gün ortalaması: 79.9, karla örtülü en çok gün: 138, kar örtüsü ortalama kalınlığı: 64 cm, kar örtüsü en yüksek kalınlığı: 202 cm' dir.

Bölgeye etkiyen hakim rüzgar yönü kuzeydoğudur. Daha az olarak da doğu ve batı rüzgarını almaktadır. Batıdaki kesimde benzer nitelikler izlenmekle birlikte, yağış daha yüksek, yaz-kış, gündüz-gece sıcaklık farkları daha düşüktür.

Havzada sıcaklık ortalamaları enlem derecesi, yükselti ve yöreye göre değişir. Yaz -kış ortalamaları farkı çok yüksektir. Van Gölü havzasında 1938-2002 yılları arasında elde edilen sıcaklık değerleri Çizelge 1.1' de verilmiştir.



Şekil 1.2. Mevsimlere göre ortalama yağış miktarı (DMİ, 2006).

Çizelge 1.1. Van Gölü havzasında elde edilen sıcaklık değerleri (DMİ, 2006).

Van Gölü Havzası	
Yıllık ortalama sıcaklık	9.0 °C
Ortalama yüksek sıcaklık	28.3 °C (Ağustos)
Ortalama düşük sıcaklık	-8.0 °C (Ocak)
0°C altındaki gün sayısı ortalaması	127.4
En yüksek sıcaklık	37.5 °C
En düşük sıcaklık	-28.7 °C

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Van ili ve çevresinde günümüze kadar çok sayıda yüksek lisans, doktora tezi ve bilimsel makale hazırlanmıştır. Bölgenin Kuzey Anadolu fay zonunun uzantısında bulunması, jeolojik ve depremsellik açılarından ilginçliği ve önemi, birçok çalışmanın bölgede yoğunlaşmasına neden olmuştur. Fakat Van Gölü ile ilgili pek fazla çalışma yapılamamış, yapılmış olan bilimsel çalışmalar kısaca aşağıda tanıtılmıştır.

Bölgeyi içine alan ilk çalışma, Arni (1938) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. Bölgede yer alan metamorfiklerin Paleozoyik, ofiyolitlerin Üst Kretase-Paleosen, kireçtaşlarının ise Eosen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Arni' ye göre Van gölü civarında yüzeylenmiş, gevşek tutturulmuş konglomera, kumtaşı ve kıltaşı tabakaları Pleyistosen yaşlıdır.

Ortynski (1944), Van ve civarında yer alan göl çökellerinin Pliyo-Kuvaterner yaşlı olduğunu belirtmektedir. Göl çökellerindeki tabakalarının yataydan farklılıklar göstermesini, orojenik hareketlere bağlamakta ve orojenik hareketlerin Pleistosen' de sona erdiğini ileri sürmektedir.

Ternek (1953), Van ilinin doğusunda paleontolojik amaçlı çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmada, bölgedeki kireçtaşlarını ve mermerlerin Paleozoik, serpantin, kırmızı kireçtaşlarını ve volkanikleride Üst Kretase olarak yaşlandırmıştır. Ternek'e göre bölgede oluşan tektonik hatlar genelde kuzeydoğu-güneybatı doğrultudadır. Basınç gerilmeleri, yaklaşık kuzey-güney doğrultuludur. Bu nedenle yaşlı birimler, güneydeki daha genç birimlerin üzerine bindirmektedir.

Degens ve ark. (1978), araştırmacılar Van Gölünü, jeoloji, jeokimya ve hidrojeoloji tekniklerini kullanarak incelemişlerdir. Van Gölü'nün 16000 yıl önce seviyesinin en yüksek düzeyine ulaştığı ve 10000 yıl önce çekildiğini belirtmektedirler. Araştırmacılar, Van civarında Miyosen sonlarında denizel ortamın yerini karasal ortama bıraktığından söz ederler.

Van Zeist ve Woldering (1978), Van Gölü'nden alınan örnekler üzerinde ilk polen analizini yapmışlardır. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlarla klimatolojik geçmişi ve vejetasyonu yeniden kurgulamışlardır.

Şaroğlu ve Güner (1981), Neojen volkanizmasının, Pliyosen ve Kuvaterner'de en şiddetli dönemine ulaştığını, Van Gölü Havzasının jeolojik ve jeomorfolojik gelişiminde sıkışma tektoniğinin ve volkanik aktivitenin büyük bir önemi olduğunu söylemişlerdir.

Acarlar ve ark. (1991), "Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi" adlı çalışmalarında, bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Araştırmacılar, Üst Pleyistosen oluşuklarını, eski - yeni yelpaze çökelleri, eski - yeni göl çökelleri, eski - yeni akarsu çökelleri, eski - yeni akarsu göl çökelleri ve akarsu çökelleri olmak üzere gruplara ayırarak incelemişlerdir.

Landman ve ark. (1996), Van Gölünde Pleyistosen/Holosen geçişi boyunca iklimle ilgili olarak göl düzeyinde meydana gelen değişikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar aldıkları karotlar üzerinde çeşitli analizler yapmışlar ve bu analiz sonuçlarından yola çıkarak Van Gölü'nün son 20000 yıldaki göl düzeyi değişimlerini açıklamışlardır.

Lemcke ve Sturm (1997), Van Gölü'ndeki alınan karotlar üzerinde $\delta^{18}\text{O}$ analizi ve iz element ölçümlerinden yola çıkarak iklimsel değişikleri yeniden kurgulamışlardır.

Wick ve ark. (2003), Van Gölün'den alınan karotlar üzerinde oksijen izotop analizi, varlırdaki karbonat içeriğinin Mg/Ca oranı, polen ve kömür verilerinden yola çıkarak son 13000 yılda önemli bir iklimsel değişikliğin olduğunu söylemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca insan aktivitesinin ilk izine günümüzden 3800 yıl önce karşılaşıldığına ve verilerden 600 yıl önce bu aktivitenin yoğunlaştığına dikkati çekmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın amacına uygun olarak yürütülen çalışmalar saha ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan materyal ve yöntem alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Materyal

2005 yılında mayıs ve eylül aylarında, 2006 yılında şubat ayında yürütülen saha çalışmaları, tezin amaç ve hedefine yönelik inceleme ve gözlemleri içermektedir. Bu çalışma Van Gölü'nden alınan 15 adet karot üzerinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Karot konumları, su derinlikleri ve karot uzunlukları

Karot No	Konum	Karot uzunluğu (cm)	Su derinliği (m)
Van 04-2v	38°39.939' 042°40.214'	153	375
Van 04-4v	38°35.311' 042°56.703'	176	?
Van 04-5v	38°44.929' 042°39.429'	135	247
Van 04-6v	38°43.017' 042°39.879'	101	145
Van 04-7v	38°40.329' 042°40.124'	141	370
Van 04-8v	38°41.236' 042°41.830'	136	420
Van04-9v	38°35.813' 042°49.665'	185	420
Van 04-10v	38°34.507' 043°05.389'	147	132
Van05-1	38°33.437' 043°10.038'	80	50
Van05-3	38°40.144' 042°54.471'	57	216
Van05-4	38°39.883' 042°45.547'	81.5	448
Van05-5	38°44.160' 042°38.747'	94.5	251
Van06-1	38°22.034' 043°04.254'	80.5	59
Van06-2	38°33.331' 043°07.565'	103	102
Van06-3	38°47.880' 043°10.514'	96	70

3.2.Yöntem

Çalışmanın amacına ve kapsamına uygun olarak karotlar açılmış, tanımlanmış ve fotoğraflanmıştır. Bu işlemler İsviçre Lusern ve Zürih'te bulunan, Federal Su Bilim ve Teknoloji Enstitüsü, Yüzeysel Suları Bölümü'nün (Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Department of Surface Waters) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Karotlar üzerinde manyetik duyarlılık analizi (magnetik susceptibility), örnekleme (sampling), dondurarak kurutma (freeze drying), su içeriği tayini (determining water content) ve son olarak Pb^{210} - Cs^{137} analizi yapılmıştır.

3.2.1. Karot kesme işlemi

Fotoğraflaması ve tanımlaması yapılacak olan karotlar hassas bir şekilde karot kesme makinesinde enine olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Şekil 3.1). İki eşit parçaya ayrılan karotlar, iki adet aynı boyutta metal levha ile birbirinden ayrılmış ve bu levhaların karot üstünden sıyrılması ile karot yüzeyi gözlenmiştir. Bu işlemin ardından boylamasına bölünen karotun yarısı referans kısım olarak streç film ile kaplanmış, numaralandırılıp soğuk hava deposuna bırakılmıştır. Diğer yarısı ise üzerinde çalışılmak üzere kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Karot kesme makinesi.

3.2.2. Karotların fotoğraflanması ve tanımlanması

Analizler için kullanılacak kısım 5 mega piksel çözünürlükte tif formatında oksitlenmeden önce fotoğraflanmıştır (Şekil 3.2). Karotların oksitlenmemiş fotoğraflamaları yapıldıktan sonra 4-6 saat süre ile oksitlenmeleri beklenmiştir. Karotlar oksitlendikten sonra üzerinde litolojik tanımlamaları yapılmıştır.



Şekil 3.2. Karotların fotoğraflanması.

3.2.3. Manyetik duyarlılık analizi

Manyetik duyarlılık analizi “MS2EI Yüzey Tarama Sensor” (MS2EI Surface Scanning Sensor) cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.3). Farklı uzunluklardan oluşan karotların her biri için yapılan bu analizde karotun tümü baz alınmıştır. 18⁰C sıcaklıkta, sensor 0.5 cm aralıklarla karot boyunca değer okumuş ve bu değerler bilgisayara aktarılmıştır. Bu analiz ile volkanik aktivite sonucu püsküren ve göle depolanan

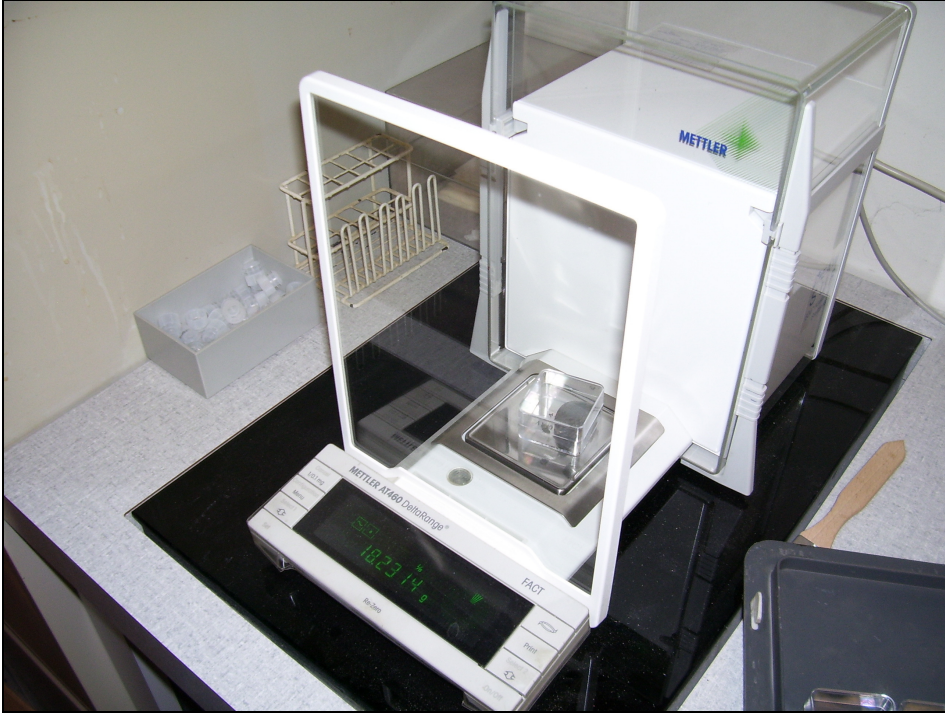
volkanik malzemenin ve ayrıca demir içeriği yüksek olan malzemenin yayılımı belirlenmiştir.



şekil 3.3. MS2EI Yüzey Tarama Sensörü

3.2.4. Örnekleme

Örnekleme için kullanılacak kapların ağırlığı alınmış, karot ismi ve uzunluğuna göre (Van04-2, 0-0.5 cm) isimlendirilmiştir. İkiye bölünen karotun örnekleme için kullanılacak olan yarısı bir gece 4⁰C de bekledikten sonra karotun ilk 10 cm si 0.5 cm aralıklarla örneklenerek plastik kaplara konulmuş ve yaş ağırlığı hesaplanmıştır (şekil 3.4). Bu işlemden sonra örneğin ağırlığı hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Örneklerin ağırlıklarının hesaplanması.

3.2.5. Dondurarak kurutma

Örneklenen ve ağırlığı alınan sedimanlar dondurarak kurutma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.5). Öncelikle örnekler -20°C sıcaklıkta derin dondurucuda 1 gece bekletilmiş ve ardından kurutulmak üzere vakumlu cihazın içerisine konulmuştur. Bu işlem ile sedimanların su içerikleri vakumla çekilmiş ve sedimanın içeriğinde herhangi bir kayıp olmaksızın kurutulmuştur.



Şekil 3.5. Kurutma işlemi.

3.2.6. Su içeriğinin hesaplanması

Malzeme iyice kuruduktan sonra kuru ağırlığı tartılmış ve yaş ağırlığı ile kuru ağırlığı arasındaki farktan sedimanların su içeriği hesaplanmıştır.

3.2.7. Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ analizi

Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ analizi için kurutulan örnekler plastik kaplardan alınarak örselenmiştir. Örselenmiş örnekler analize sokulmak üzere plastik tüplere konulmuş ve ağırlıkları alınmıştır. Örnekler Gama Dedektör cihazına konulmuş ve her bir örnek 24 saat süreyle analiz edilmiştir (Şekil 3.6). Pb²¹⁰ için veriler 46.5 keV, Cs¹³⁷ için veriler 662 keV enerjisinde elde edilmiştir.



Şekil 3.6. Gama detektörü.

4. BULGULAR

4.1. Van Gölü Havzasının Jeolojisi ve Stratigrafisi

Van Gölü Havzası'nın doğusu Yüksekova Karmaşığına ait volkanik kayalar ile ofiyolit bileşenleri ve genç-güncel akarsu ve göl çökellerinden oluşmaktadır. Havzanın batısı ve kuzeyi genç volkanik ve volkanoklastik kayalardan ve güneyi ise Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Stratigrafik olarak bu kayaç grupları yaşlıdan gence doğru sırasıyla tanıtılacaktır (Şekil 4.1).

YAŞ	FORMASYON	AÇIKLAMALAR
Pleistosen	Edremit Travertenleri	Trakitik, bazaltik lav akıntıları ve piroklastikler.
	Nemrut Volkanitleri	
Pliyosen	Beyüzümü Formasyonu	Fosilli kireçtaşı
	Yağlık Bazaltı	Bazaltik lav akıntıları
Oligosen Miyosen	Adilcevaz Kireçtaşı	Çamurtaşı, marn, ve detritik kalsitlerle geçişli kireçtaşları
Oligosen	Van Formasyonu	Kilitaşı, kumtaşı marn
Eosen	Kırkgeçit Formasyonu	Çamurtaşı, marn ardalanmaları
Paleosen	Tekmal Formasyonu Toprakale Formasyonu	Fosilli kireçtaşları
MESOZOYİK KRETASE	Gevaş Ofiyoliti	Serpantiniter Denizel lav akıntıları Ve türbiditiler
	Yüksekova Karmaşığı	Rekriztalize kireçtaşları ve meta kumtaşları
	Hasandağ Grubu	
PALEOZOYİK JURA	Bitlis Metamorfitleri	Mermer, şist, gözlü gnays ve kuvarsit

Şekil 4.1. Van Gölü Havzası'nın Holosen öncesi genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Işık ve Çiftçi 2002'den alınmıştır).

Paleozoyik yaşı olan ve Van Gölü'nün güneybatı ucunda yer alan Bitlis Masifi D-B doğrultusunda 300 km, K-G doğrultusunda ise 60 km olmak üzere 18.000 km²'lik bir alanda yüzeyleir. Masif içersinde değişik bileşimli şist ve gnayslar ile kuvarsit, mermer, amfibolit, meta ofiyolitik kayaçlar ve masife daha erken dönemlerde sokulum yapmış volkanik ve magmatik kayaçlar genel kompozisyonu oluşturmaktadır (Yılmaz., 1978; Yılmaz ve ark., 1981).

Havzanın Mesozoyik yaşı kayaç gruplarına bakıldığında, doğuda çok geniş bir alanda yüzeylenen Yüksekova Karmaşığı'na ait ofiyolitik melanaj bileşenleri ile Paleosen'e kadar çıkan fliş fasiyesinin kırıntılı kayaçları genel olarak Üst Kretase – Paleosen aralığında yaşlandırılmaktadır.

Alt Paleozoyik yaşı Tepedam Metamorfileri genel olarak metadetritik kayaçlardan oluşur ve en tipik mostraları Özalp'ın KD'sunda yer alan Tepedam Köyü dolayında gözlenen bu birimlere ayrıca Kül dere vadisi, Kayış Tepe, Höyük Tepe ve Y.Çavdarlık Köyü güney kesimlerinde yüzleklerine rastlanılmaktadır (Turgut, 1991). Metadetritikle başlayan istif kireçtaşları, kristalize kireçtaşları, mermerler, çört arakatı, diyabaz daykları ile temsil edilir (Işık ve Çiftçi, 2002).

Üst Permian-Jura yaşı Hasandağ Grubu genellikle platform türü çökel kayaçlar ve metamorfik kayaç bloklu sleyt – şeyl'lerden oluşur. Taban ve tavan dokanıkları tektoniktir. Bu grup içinde Üst Permian yaşı rekristalize kireçtaşı ve mermerlerden oluşan düzey altta yer alır. Bunun üzerinde Triyas yaşı ve sleyt, şeyl ve çeşitli metamorfik kayaç bloklarından ve nadiren spilitik matriks içeren bir düzey gelir. En üstte ise Üst Triyas – Jura yaşı, kalın katmanlı platform tipi karbonatlardan oluşan bir düzey gelmektedir (Işık ve Çiftçi, 2002).

Jura yaşı Mordağ Grubu Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da geniş yayılımlar gösterir ve bölgede başlıca metavolkanit, metaofiyolit ve çeşitli metasedimentlerle temsil edilir (Işık ve Çiftçi, 2002).

Üst Kretase yaşı Mehmetalan Grubu da bölgede çok geniş yayılım gösterir. Serpantinleşmiş peridotitler ile katmanlı gabro başlıca bileşenleri oluşturmaktadır. Taban ve tavan ilişkisi tektonik olan bu kayaçlar yer yer Pliyosen – Pleyistosen yaşı karasal kırıntılılar tarafından açılal diskordansla örtülmektedir (Turgut, 1991).

Kampaniyen-Orta Eosen yaşlı Yüksekova Grubu ise genel olarak denizaltı lav akıntıları, gabro, diyabaz, volkano-sedimentler, pelajik sedimanlar, killi – kumlu kireçtaşı ve resifal kireçtaşı gibi çok farklı kökenden gelen kayalar içermekte ve çok geniş bir alanda yüzeylenmektedir (Işık ve Çiftçi, 2002).

Havzanın Senozoyik yaşlı kayaç gruplarını içeren Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı Dağları farklı volkanik ve volkanoklastik ürünler vermişlerdir. Nemrut dolayında bazaltik lav ve piroklastikleri ağırlıklı litolojileri oluştururlar. Bunların yanında genel kompozisyonu yer yer tüfitler ve andezitik kayalar ile bolca ignimbrit oluşturur (Işık ve Çiftçi, 2002).

Süphan Dağı nispeten riolitik bileşimli ürünler vermiştir. Lav ve piroklastik ürünler volkanı her yönden kuşatmakla birlikte eteklerinde bol miktarda pomza gelişmiştir(Işık ve Çiftçi, 2002).

Tendürek neredeyse tamamen bazaltik lav akıntılarında oluşmaktadır. Yer yer skorita oluşumları dışında çok geniş alana yayılan bazaltik lav akıntıları henüz soğumuştur. Tendürek'in M.Ö. 7000 yıllarına kadar aktivitesini sürdürdüğü bilinmektedir. Ağrı dağı ise önce andezitik lav, daha sonra bazaltik lav üretmiştir (Işık ve Çiftçi., 2002).

Havzanın doğusunda Senozoyik'in tabanında Üst Paleosen yaşlı fosilli kireçtaşlarından oluşmakta ve en geniş yayılımını Erçek Gölü kuzey kesimlerinde vermektedir (Işık ve Çiftçi, 2002). Araştırmacılara göre Alt - Orta Eosen yaşlı çökelim genel olarak kireçtaşı - çamurtaşı ile kıltaşı - silttaşı türü litolojilerden oluşmaktadır. Bu birim çok küçük alanlarda yüzeylenmektedir. Orta Eosen - Alt Miyosen döneminde havzanın GD kesimlerinde kumtaşı - çamurtaşı ardalanmalı bir seri çökelmiştir. Üst Eosen - Oligosen yaşlı çökelim genel olarak gabro, serpantin, kuvarsit, kireçtaşı ve çeşitli kayaç bloklarından oluşmaktadır. Bu karmaşık daha çok Van il merkezinin kuzey kesimlerinde geniş yüzlekler vermektedir (Acarlar ve ark., 1991).

Üst Oligosen - Alt Miyosen yaşlı çökelim havzanın doğusunda en geniş yayılıma sahip birimdir ve genel olarak kıltaşı – kumtaşı - çakıltaşı ardalanmasından oluşmakta (Acarlar ve ark., 1991). Araştırmacılara göre Alt Miyosen'de havzanın KB kesimlerinde bol fosilli kireçtaşları çökelmiştir ve bu kireçtaşları Adilcevaş Kireçtaşı olarak adlandırılmakta ve Adilcevaş ilçesi batı-kuzeybatı kesimlerinde ve Erciş dolayında

geniş mostralar vermektedir. Orta Miyosen'de çökelim havzının KB kesimlerinde küçük mostralar vermektedir ve genel olarak polijenik çakıltaşlarından oluşmaktadır. Aynı kesimlerde mostra veren bir diğer birim, Üst Miyosen yaşlı bazaltlardır (Acarlar ve ark.,1991).

Havza Pliyosen'den itibaren karasal – gösel fasiyes koşullarına geçer ve buna uygun akarsu, delta çökelleri oluşmaya başlar. Bu çökeller genel olarak çakıllı ve yer yer bol fosilli kireçtaşı'ndan oluşmaktadır. Aynı dönemden başlayarak havzanın B-KB kesiminde volkanizma faaliyeti olmakta ve Nemrut volkanitleri oluşmaktadır ve bu Orta Pleyistosen'e kadar devam etmiştir. Aynı zaman içinde havzanın doğu kesiminde de bazalt türü kayaçlar ve çakıltaşı oluşmakta, GD kesimlerde ise büyük traverten oluşumları (Edremit Traverteni) gelişmektedir (Işık ve Çiftçi., 2002).

Van Gölü'nün su seviyesinin yükselerek en yüksek düzeye ulaştığını ve 10000 yıl önce tekrar çekildiği belirtilmiştir (Degens ve diğ., 1978). Su seviyesi değişimi sürecinin hemen öncesinde ve sonrasında, bu süreçle bağlantılı olarak meydana gelen çökeller, Üst Pleyistosen yaşını vermektedirler. Bu çökelleri eski göl çökelleri, eski göl-akarsu çökelleri, eski akarsu çökelleri ve eski yelpaze çökelleri olarak sınıflandırılmıştır (Işık ve Çiftçi, 2002).

Eski göl çökelleri tutturulmamış kumlu tabakalar ile çok gevşek ve yumuşak karbonatlı-killi tabakalardan oluşur. Göl su seviyesinin yükselmesi ve düşmesiyle oluşan bu çökeller tutturulmamış kumlu çökel istifler ile gevşek, yumuşak karbonatlı – killi istiflerden oluşurlar.

Eski akarsu çökelleri, pekişmemiş kumlu-çakıllı ve killi-siltli çökellerden oluşur. Bu çökel istiflere karışık ve birbirleri ile yanal girintili olarak da rastlanılır. Bunlar kahverengimsi olup yatay konumludur (Acarlar ve ark., 1991).

Erek Dağın'dan Van Gölü'ne doğru gelişen Eski yelpaze çökellerine, Van Gölü'nün KD kıyılarında gözlenen eski fan delta çökelleri de dahil edilmiştir ve eski göl çökelleri altında yer alan bu çökeller az pekişmiş çakıltaşı ve kumtaşlarından oluşur. Eski yelpaze çökelleri eski göl çökellerinin üzerinde bulunmakta ve az pekişmiş çakıltaşı ve pekişmemiş çakıllı kumlu düzeylerle temsil edilmektedir.

Holosen çökelleri ise güncel olup, yamaç molozları, yelpaze çökelleri, göl-akarsu çökelleri ve akarsu çökellerinden meydana gelmektedirler. Güncel birimler diğer birimlerin üzerini uyumsuz örterler.

Everek Düzlüğü güney sınırı boyunca ve Erek dağı eteklerinde gözlenen Yamaç molozları, yamaçlar boyunca uzanan döküntüleri kapsar ve bu birim pekişmemiş çakıllardan oluşur.

Van şehir merkezi, Everek Düzlüğü, YYÜ kampus alanı ve çevresinde, Haçort-Edremit Düzlüğü arasındaki bölgede, Karasu Deresi Düzlüğü'nde gözlenen göl-akarsu çökelleri, az pekişmiş veya pekişmemiş çakıl, kum, kil, volkanik tüf ve pomza ara katkılarında oluşan göl çökelleridir ve delta, fan delta ve göl kıyısı oluşumlarını kapsar ve genellikle göl kıyısı ortamını gösterir. Göl kenarlarında ve içlerine doğru ise akarsu ortamı ile geçiş gösterirler. İstifin üst seviyelerinde bu ilişki daha net gözlenir. Delta çökelleri ince taneli sedimanlardan, fan delta çökelleri ince kum-silt-kil ve yer yer çakıl kum boyuntundaki malzemelerden oluşur. Göl kıyısı oluşumları, koylar ile kumsal alanlarda ve göl akıntılarına bağlı olarak gelişen geçici lagünler, kıyı bataklıkları ve kıyı gerisi gölcüklerinde çökellerler.

Akarsu çökelleri genel olarak kanal çökelleri ile taşkın ovası çökellerini kapsamaktadır. Kanal çökelleri, kumlu-çakıllı düzeylerden, taşkın ovası çökelleri ise killi-siltli düzeylerden oluşur.

Yelpaze çökelleri, pekişmemiş çakıl, kum ve çamurdan oluşur. Bunlar yer yer blok kütleleride içerirler. Dağlık alanlarda eğimin azalmaya başladığı kesimlerde yelpaze çökellerine rastlanır. Van Gölü Havzasının MTA tarafından yapılan 1:500 000 ölçekli jeoloji haritası şekil 4.2'de sunulmuştur.

4.2. Havzanın Tektoniği

Van Gölü Havzası, Doğu – Güneydoğu Anadolu tektonik rejimi etkisi altındadır. Permo - Triyas döneminde Anadolu Levhası ile Arap Kalkanı arasında yeralan okyanus, Liyas boyunca kalın karbonat serilerinin çökmesini sağlamıştır. Ancak, Paleo-Tetis'in Orta Jura'da kapanması ve levha yakınlaşmalarının devam etmesi nedeniyle Doğu Pontidler'in doğu kesiminde ve Kafkasya'da kabuk kalınlaşması ve Tibet tipi volkanizma başlamıştır. Bu sırada Doğu Pontidler'de Üst Jura – Alt Kretase boyunca karbonat şelf tortuları birikmiş, kara yükselmesi hızlanmış ve resifler arasında türbidit türü çökeller oluşmuştur (Işık ve Çiftçi., 2002).

Üst Kretase'de, Anadolu Levhası ile Arap Kalkanı arasında bulunan Neo-tetis kapanmaya başlamış, bu kapanma nedeniyle doğu - batı uzanımlı bir kenet kuşağı boyunca yaygın ofiyolit bindirmeleri gelişmiştir. Bu kapanma Senoniyen boyunca devam etmiş ve Güneydoğu Anadolu'dan Kıbrıs'a kadar bir ofiyolit kuşağının gelişimine neden olmuştur (Işık ve Çiftçi, 2002). K - G doğrultusundaki sıkışmalar Üst Eosen - Alt Miyosen aralığında da devam etmiş, bu sırada Anatolid platformu yükselmeye ve kısmen aşınmaya başlamıştır. Sıkışmanın devam etmesi nedeniyle, İç Toros Okyanusu ile Maden Havzası kapanmaya başlamış ve bu kapanmaya bağlı olarak Yozgat'tan Kars'a kadar uzanan geniş bir şerit boyunca andezitik volkanizma gelişmiştir (Işık ve Çiftçi, 2002). Alt - Orta Miyosen'de Çüngüş Havzası tümüyle kapanmış ve Bitlis sütür zonu boyunca Arabistan / Avrasya çakışması başlamıştır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) ve bunlarla birlikte Anadolu Levhasının ortaya çıkışı da bu dönemde gerçekleşmiştir. Üst Kretase'de başlayan sıkışmalı tektonik rejim Pliyosen boyunca hakim olmuş ve günümüzde de devam etmektedir. Bu nedenle Türkiye - İran yüksek platosu sürekli sıkışmış ve giderek kalınlaşmış, bir taraftan plato üzerinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı, Tibet tipi yaygın bir volkanizma faaliyete geçmiş; diğer taraftan Arabistan Platformu üzerinde kıvrımlı - bindirmeli, forland kuşağı durumundaki kenar kıvrımları meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz., 1983).

Van Gölü Havzası'nın şekillenmesi de Türkiye'nin genç tektonik evrimi ile yakından ilişkilidir. Sözü edilen K - G yönlü sıkışmalar etkisiyle D - B uzanımlı kıvrımlar ve bindirmeler. K - G doğrultulu normal faylar veya açılma çatlakları. KD -

GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar ve KB - GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar gelişmiştir (Işık ve Çiftçi., 2002).

Van Gölü'nde 1900 yılından bu yana magnitüdü 5.0 ve üzerinde olan 30 adet deprem meydana gelmiştir. En son magnitüdü 5 üzerinde olan deprem 2000 yılının kasım ayının 15'inde meydana gelmiştir. Bu deprem gölde olmasına karşın yerleşim birimlerinde de ciddi derecede hissedilmiştir.

4.3. Havzanın Volkanizması

Doğu Anadolu'nun volkanizması Arap ve Avrasya plakalarının çarpışmalarıyla yakından ilişkilidir (Dewey ve ark. 1986). Volkanik aktiviteler Geç Miyosen/Pliyosen'de başlamıştır (Yılmaz ve ark. 1998).

Üst Miyosen – Pliyosen döneminde Doğu Anadolu'nun şekillenmesinde büyük öneme sahip kıta-kıta çarpışması sonucunda meydana gelen volkanik faaliyetler ile Aladağ ve Pirreşit Dağı oluşmuştur. Van Gölü'nün kuzeyinde yer alan Aladağların ürettiği volkanik malzemeler Çaldıran ve Muradiye' kadar geniş bir yayılım sunar. Pirreşit Dağı Van Gölünün Kuzeydoğusunda yer almaktadır ve D-B yönlü bir uzanım göstermektedir. Pirreşit, Dasit ve Andezit türünde ürettiği volkanik malzemeleri yine Çaldıran ve Muradiye çevresinde görmek mümkündür.

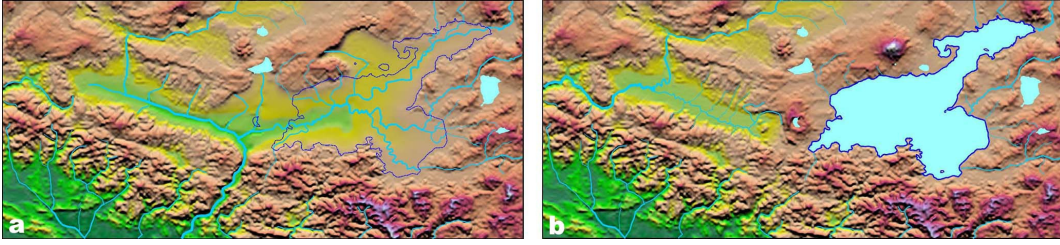
Pliyosen'de Etrüsk Dağı faaliyete geçmiş ve Van Gölü'nün kuzeyindeki bölgeye andezit, tüf, bazalt türünde volkanik malzeme yığılmıştır. Erciş ve Muradiye bu volkanik kayaçların yaygın olarak görüldüğü alanlardır.

Havza Kuvaterner boyunca oluşan volkanik merkez durumundadır. Bu merkezi Ararat günümüzdeki adıyla Ağrı Dağı (5137 m), Tendürek Dağı (3533) ve Van Gölü'ne yakınlığıyla Süphan Dağı (4058 m) ve Nemrut Dağı (3050 m) oluşturmuştur (Yılmaz ve ark. 1998). Araştırmacılar, Ağrı Volkanı'nın subalkali, Süphan Volkanı'nın ortaç (mildly) subalkali, Nemrut Volkanı'nın ortaç alkali, Tendürek volkanının ise alkali olduğundan bahsetmiştir. Nemrut Volkanı bu grup içinde Van Gölü'nün kuzey kenarında kuzey-güney yönlü en büyük üyeyi temsil eder. Bu stratovolkan bir kaldera ve kaldera gölünden oluşur. Farklı püskürmeler bu volkanik merkezde 1-2 milyondan

beridir devam etmektedir. Yapılan araştırmalar son volkanik aktivitenin 1441’de ve muhtemelen 1597 yılında meydana geldiği yönündedir.

4.4. Van Gölü’nün Oluşumu

Bilimsel çalışmalara göre, yaklaşık 2.5 milyon yıl önce bölge kıvrımlanmasına bağlı olarak bugünkü Muş Ovası ile Van Gölü bir arada olacak şekilde, yöre kapalı havza niteliği kazanmıştır (şekil-4.3a). İlk olarak yaklaşık 2 milyon yıl önce volkanik aktivite sergilemeye başlayan Nemrut yanardağının, günümüzden yaklaşık 790 bin yıl önce yaptığı püskürme sonucu oluşan lavları ve diğer akış ürünleri (ignimbiritler) Bitlis çayı vadisini doldurmaya ve aynı zamanda Muş havzasını Van havzasından ayırmaya başlamış, sonra da her iki havza ayrı ayrı kapalı duruma gelmişlerdir. Van havzası kapalı havza durumunu sürekli olarak korumuş ve sonuçta bugünkü Van Gölü’nü (şekil-4.3b) oluşturmuştur (Köse. 2002).



şekil 4.3. Yaklaşık 2.5 milyon yıl önce Muş-Van birleşik havzası ve Günümüzde Muş ve Van havzaları a. birleşik durumdayken, b. ayrılmış durumdayken (Köse, 2002).

Nemrut Volkanı. bugün uykuda olmakla birlikte aktif bir yanardağdır. Son 10 bin yılda en az 20 kez (kabaca bir ortalamaıyla 500 yılda bir) püskürdüğü bilinmektedir ve en son, çok yakın bir geçmişte, 1441 yılında patlayarak kuzey yamaçlarından lav akıtmıştır. Araştırmalar, göl suyunun günümüzden en fazla 100.000 yıl önce birikmeye başlamış olabileceğini önermektedir (Köse 2002).

4.5. Van Gölü’nün Özellikleri

Van Gölü yeryüzündeki en büyük soda gölüdür ve kapalı göller arasında hacim bakımından dördüncü sırayı alır. Gölün özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

4.5.1. Göl tabanının morfolojik yapısı

Göl tabanında geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar göl içerisinde birçok yapı olduğunu ortaya koymaktadır. Doğu kıta sahanlığının 100 m ile 200 m arasındaki derinliğindeki büyük ve düz uzantıları, karst benzeri bir topografya olarak tanımlanmıştır. (Wong ve ark., 1978). Araştırmacılar ayrıca bu topoğrafyayı, yatay tabakalanmış alüvyon düzlükleri ve yelpazeleri çökellerinin, çökel yüklü akıntılarla kanal şeklinde aşındırılması sonucunda oluşturduğunu söylemişlerdir.

Gölün en son alçalma devirlerinde, yani 7500-4500 yıl önce karst benzeri topoğrafyayı oluşturan süreçlerin günümüzde de etkin olduğunu söyleyen araştırmacılar, o zaman buharlaşma hızının en yüksek seviyede olduğunu ve gölsel şelfin büyük bir kısmının açığa çıkmış olduğunu savunmuşlardır. Bendimahı - Deliçay - Zilan, Engil ve Karasu - Morali akarsu sistemlerinin 7500-4500 yıl önce aşındırmaları yeniden hızlanarak göl su seviyesi yükseldiğinde su altında kalacak iyi gelişmiş akarsu vadileri bırakacak duruma gelmiştir (Kempe ve Degens., 1978).

Van Gölü yapılan batimetrik araştırmalarda üç fizyografik bölgeye ayrılmıştır. Bunlar; kıta sahanlığı, yamaç ve basendir (Wong ve Degens., 1978). Kıyı ötesinde gölsel kıta sahanlığı bulunduğunu söyleyen araştırmacılar, kuzey, güney ve batıya doğru gölsel kıta sahanlığının az gelişmiş ve dar olduğunu söylemişlerdir. Buna karşın, gölün doğu kısmının yarısını kıta sahanlığı olarak sınıflandırmışlardır. Kuzeydoğuyu sığ derinliği ile (ortalama 20 m) Erciş körfezi, geri kalan alanıda sualtı akıntı vadilerinin keşiştiği Erciş ve Doğu yelpazeleri kaplar.

Gölün her üç fizyografik bölgesinde de çökellerin üstteki 30-60 metrelik kısmında birbirine benzeyen özellikler ortaya çıkar. En üst tabaka sadece 2-5 m kalınlıkta olup, kısmen istiflenmiş ve gölün en yakın zamanlardaki çökellerini temsil eder. Daha alt seviyeye geçince 6-10 m kalınlıkta, Nemrut ve Süphan Volkanlarının aktivitesi ile tüflü seviyeleri gösterir. En alt seviyede sığ kısımlarda aşınmalı diskordans ve basen bölgesinde doğrudan kalın ve uyumlu çökel istiflere rastlanır (Degens ve Kurtman., 1978).

Van Gölü'nü tabanın altındaki daha derin istifler 600 m derinliğe kadar sürekli sismik kesitlerle inceleyen araştırmacılar, Tatvan ve Deveboynu basenlerinde az rastlanan iyi istiflenmiş ardalımlara rastlamışlardır (Wong ve Finckh., 1978).

Araştırmacılar iyi istiflenmiş kısımların, gölün seviyesi aşağı yukarı sabit olduğu normal sedimantasyon zamanlarında türbidit akıntıları yada çökel birikmesi sonucu olduğunu söylemişlerdir. Diğer taraftan karmaşık tabakaların, göl seviyesindeki ani değişikliklerin neden olduğu yüzeysel yada sualtı çökel duraysızlığı ve bunun sonucu olan kaymaların olduşturduğu yığılma çökellerini (slump deposits) temsil ettiği yönünde yorum yapmışlardır.

Gölün doğu kıta sahanlığında yelpaze delta kompleksidir (Degens ve Kurtman., 1978). Araştırmacılar sismik kayıtlarla gözlenebilen yapısal özellikleri, Tatvan basenini çevreleyen faylar, kuzey ve güney sınırsal fayların göle doğru iyi oluşmuş kıvrımlar olarak belirtmişlerdir. Kıvrımlanmanın kuzey-güney yönlü bir sıkıştırmayı gösterdiğine işaret ederler.

4.5.2. Göl suyu kimyası

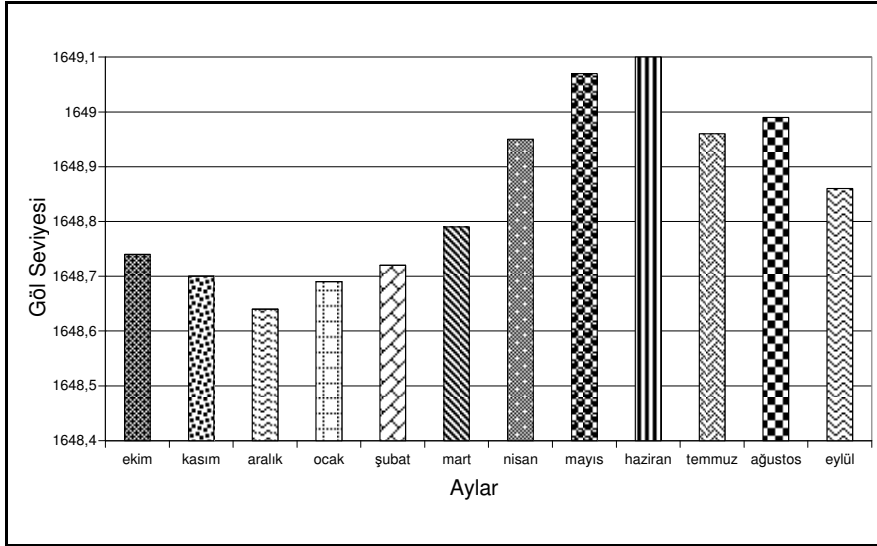
Göl suyu yüksek alkalın özellikte olup pH'I 9.8, tuzluluk binde 22 oranında ve kalsiyum oranı düşüktür (Kempe ve diğer. 1991). Kalsiyum iyonunun büyük kısmı bahar mevsiminde eriyen kar sularıyla göle taşınır. Gölün kapalı bir havza olması ve dışa akışının olmaması nedeniyle tuzluluğu artmaktadır. Göl suyunun yüksek alkalın özellikte olmasının başlıca nedeni bir katyon olan Na'un, Klorür ile dengelenmesinin yanında karbonat ve bikarbonata neredeyse eşdeğer miktarda bulunmasıdır. Yüksek pH ise göl suyunun reaksiyonunun alkalın gibi tampon solüsyon görevi görmesinden ileri gelir. Bazı Volkanik birimlerden aşınan malzemenin göle taşınması gölün sodalı olmasına yol açar ve göl bu nedenle oldukça yüksek karbonat içerir (Thiel ve ark., 1997).

4.5.3. Van Gölü su seviyesi değişimleri ve insanlar üzerine etkisi

Geçmişte göl düzeyinin günümüzden yaklaşık 90 m yukarıda olduğu kıyıda verilerden ortaya çıkmaktadır (Schweizer., 1975). Gölün günümüzden 11000 yıl önce, Younger Dryas boyunca şiddetli bir hızla günümüzdeki seviyesinden 300 m aşağı düşüğü bilinmektedir (Lemcke ve Sturm., 1997). Günümüzden 3 bin yıl önce ise

kuraklık yaşanmış ve bu dönem boyunca göl düzeyi günümüzdeki seviyesinden 80 m daha aşağıya düşmüştür (Lemcke., 1996).

Dışa akışı olmayan ve kapalı bir havza durumunda olan Van Gölü, 1650 metre kotunda yer almaktadır. Van gölü klimatolojik değişimlere duyarlıdır. Devlet Su İşleri tarafından kayda alınan son 38 yıllık verilere göre göl en yüksek su seviyesini, su yılına göre Nisan aylarında vermiştir (Şekil 4.4). Göl son 10 yılda çevredeki yer birimlerini etkileyecek şekilde 2 m yükselmiştir (Kadıoğlu ve ark., 1997). Göl düzeyi 1655 metreye erişmiş ve Belediyelerce 1995 yılında afet bölgesi ilan edilmesine rağmen, bölgedeki kentleşme devamlı olarak yükselmiştir (Kılınçaslan., 2000). Bu durum en büyük altyapı ve çevre problemi olmuştur.



Şekil 4.4. Göl su seviyesi değişimleri (DSİ-2006).

4.6. Laboratuvar Çalışmaları

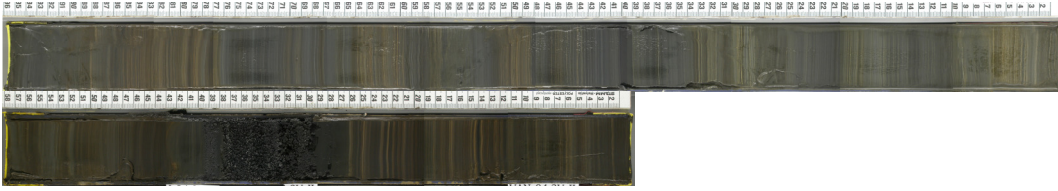
Laboratuvar çalışmaları ve bulgular aşağıdaki şekildedir.

4.6.1. Litolojik tanımlamalar

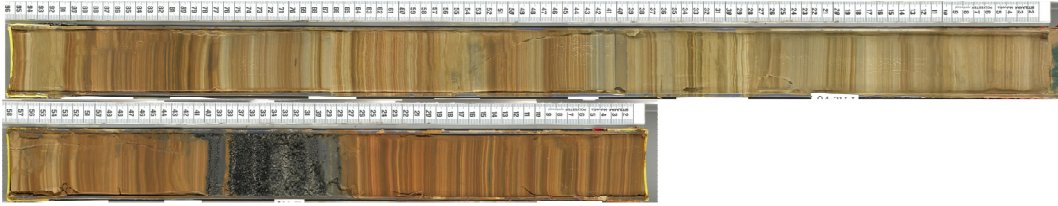
Litolojik tanımlamalar karotların tamamen fiziksel görüntüleri üzerinden yapılmıştır. Bu tanımlamalara göre volkanik kül seviyeleri, varırlar, kil seviyeleri ve karbonat seviyeleri ayırt edilmiştir.

4.6.1.1. Van 04-2v numaralı karot

Gölün, Ahlat güney sırtı olarak tanımlanan noktasından 375 metre derinliğinden 38°39.939'N/042°.40.214'E koordinatından ve 154 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.5), oksitlenmiş (Şekil 4.6) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.1).



Şekil 4.5. Van 04-2v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



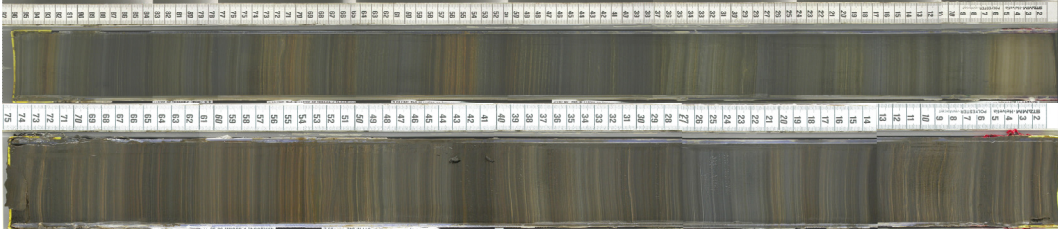
Şekil 4.6. Van 04-2v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.1. Van 04-2v numaralı karotun litolojik tanımlaması

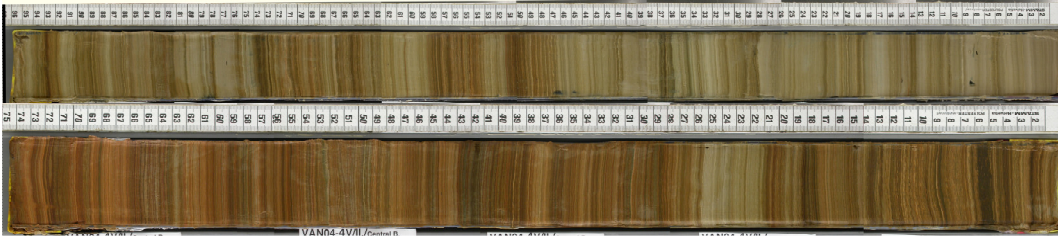
Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-0.8	varv
0.8-0.9	karbonat
0.9-3.4	varv
3.4-3.5	karbonat
3.5-17	varv
17-18	yeşil kil
18-24.9	varv
24.9-28	slamp yapısı
28-28.4	karbonat
28.4-28.5	yeşil kil
28.5-29	karbonat
29-40	açık yeşil, kahverengi, gri-açık gri kil
40-41	gri kil
41-52.5	açık yeşil, kahverengi, gri-açık gri kil
52.5-53.5	gri kil
53.5-95	varv
95-123	kahverengi, açık yeşil kil
123-133.6	kül seviyesi
133.6-134	kahverengi kil
134 -135.8	kül seviyesi
135.8-154	açık yeşil, kahverengi, gri-açık gri kil

4.6.1.2. Van04-4v numaralı karot

Gölün, merkez havzası doğu yamacı olarak tanımlanan noktastan 38°.35.311'N/042°.56.703'E koordinatından ve 176 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.7), oksitlenmiş (Şekil 4.8) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4.7. Van 04-4v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



Şekil 4.8. Van 04-4v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.2. Van 04-4v numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-9	Yeşil, gri-açık gri kil
9-9.1	karbonat
9.1-10	açık yeşil kil
10-19.7	varv
19.7-19.9	karbonat
19.9-26.6	varv
26.6-27.9	açık gri kil
27.9-46.5	kahverengi, yeşil-açık yeşil, gri-açık gri kil
46.5-72.6	varv
72.6-74	kahverengi açık yeşil kil
74-81.3	kahverengi, yeşil-açık yeşil kil
81.3-92.8	varv
92.8-93	kahverengi kil
93-98	varv
98-98.8	kahverengi kil
98.8-114	kahverengi, yeşil-açık yeşil kil
114-118.3	varv
118.3-176	kahverengi baskın, yeşil ve gri kil

4.6.1.3. Van04-5v numaralı karot

Gölün, Ahlat havzası olarak tanımlanan noktasından 38°.44.929'N/042°.39.429'E koordinatından 247 m derinlikten ve 128 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.9), oksitlenmiş (Şekil 4.10) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.3).



Şekil 4.9. Van 04-5v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



Şekil 4.10. Van 04-5v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.3. Van 04-5v numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-10	varv
10-17.2	gri kil
17.2-31	varv
31-41	gri kil
41-48	varv
48-50.6	gri kil
50.6-54.3	varv
54.3-55.4	gri kil
55.4-58.4	varv
58.4-64.5	gri kil
64.5-66.7	karbonat, yeşil kil
66.7-70	gri kil
70-77.6	varv
77.6-95	gri kil
95-124.5	volkanik malzeme karışmış kil
124.5-128	gri kil

4.6.1.4. Van04-6v numaralı karot

Gölün, Ahlat kuzey sırtı olarak tanımlanan noktasından 38°.43.017'N/042°.39.879'E koordinatından 145 m derinlikten ve 101 cm uzunluğunda alınan karotun oksitlenmemiş (Şekil 4.11), oksitlenmiş (Şekil 4.12) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.4).



Şekil 4.11. Van 04-6v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



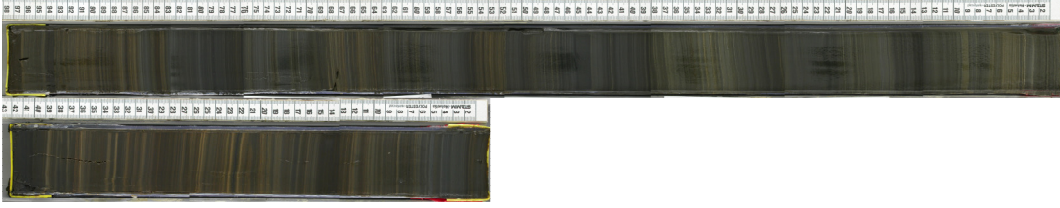
Şekil 4.12. Van 04-6v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.4. Van 04-6v numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-8.4	açık gri kil
8.4-9.3	yeşil, açık gri kil
9.3-12	açık gri kil
12-17	varv
17-21.3	açık gri kil
21.3-60.5	varv
60.5-67	kahverengi, gri-açık gri, yeşil kil
67-73.2	varv
73.2-101	kahverengi kil bantlı varv

4.6.1.5. Van04-7v numaralı karot

Gölün, Ahlat güney sırtı olarak tanımlanan noktasından 38°.40.329'N/042°.40.124'E koordinatından 370 m derinlikten ve 130 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.13), oksitlenmiş (Şekil 4.14) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.5).



Şekil 4.13. Van 04-7v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



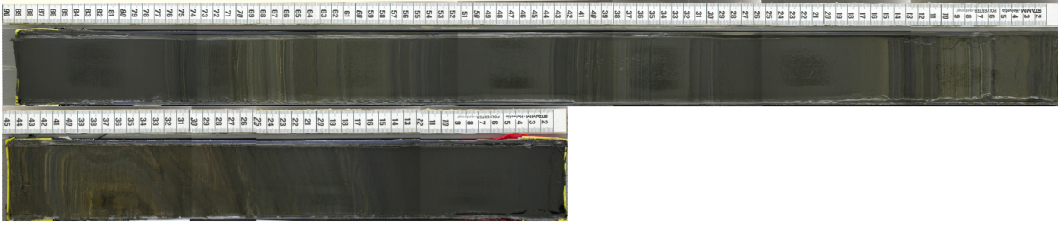
Şekil 4.14. Van 04-7v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.5. Van 04-7v numaralı karotun litolojik tanımlaması

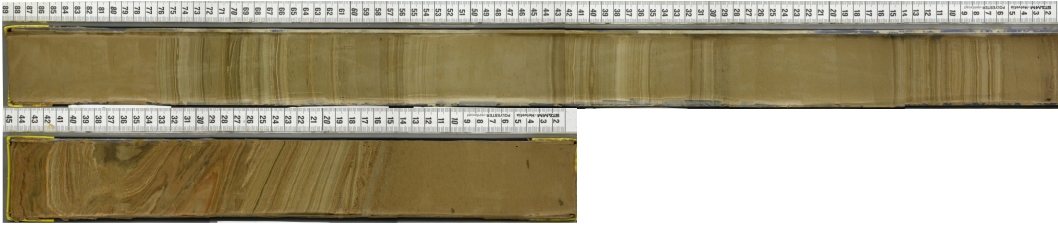
Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-43.4	varv
43.4-44.8	gri kil
44.8-68	varv
68-70	kahverengi, yeşil kil
70-83.8	varv
83.8-84	kahverengi kil
84-88.2	kahverengi, yeşil, gri kil
88.2-102	varv
102-102.9	açık kahverengi kil
102.9-110.4	varv
110.4-113.4	kahverengi, yeşil kil
113.4-115.2	varv
115.2-115.8	açık kahverengi kil
115.8-130	varv

4.6.1.6. Van04-8v numaralı karot

Gölün, Ahlat ikincil havza olarak tanımlanan noktasından 38°.41.236'N/042°.41.830'E koordinatından 420 m derinlikten ve 136 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.15), oksitlenmiş (Şekil 4.16) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.6).



Şekil 4.15. Van 04-8v numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



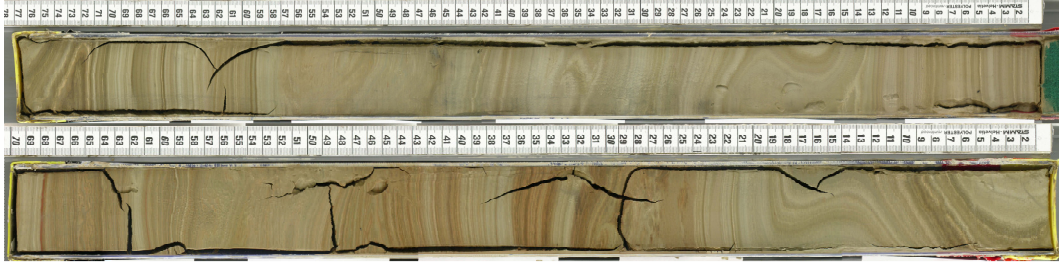
Şekil 4.16. Van 04-8v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.6. Van 04-8v numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-5.8	açık yeşil kil
5.8-14.8	varv
14.8-29.7	açık yeşil kil
29.7-31.5	varv
31.5-34.8	açık yeşil kil
34.8-43.4	varv
43.4-52.9	açık yeşil kil
52.9-76	varv
76-104	açık yeşil kil
104-113	varv

4.6.1.7. Van04-10v numaralı karot

Gölün, Van havzası olarak tanımlanan noktasından 38°.34.507'N/043°.05.389'E koordinatından 132 m derinlikten ve 147 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmiş (Şekil 4.17) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.7).



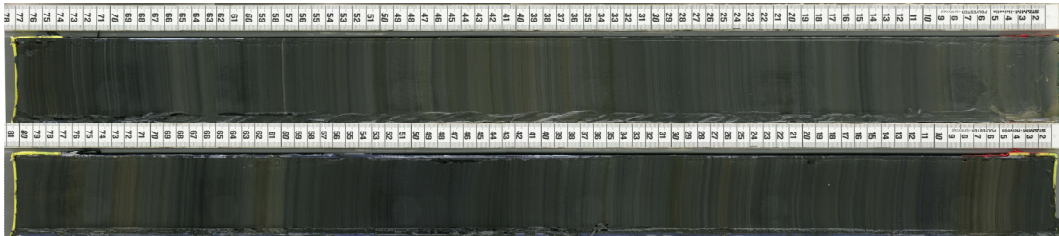
Şekil 4.17. Van 04-10v numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.7. Van 04-10v numaralı karotun litolojik tanımlaması

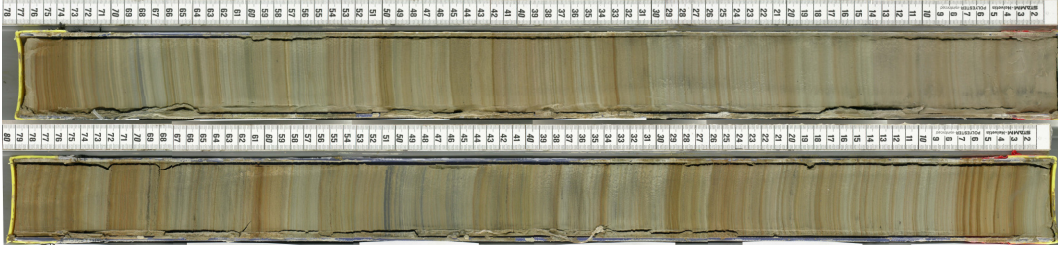
Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-13	varv
13-26	slamp yapısı
26-32.8	varv
32.8-38	slamp yapısı
38-41	varv
41-57.3	slamp yapısı
57.3-71.2	varv
71.2-98	slamp yapısı
98-100.6	varv
100.6-103	açık kahverengi. gri kil
103-109	slamp yapısı
109-122	varv
122-135	slamp yapısı
135-147	varv

4.6.1.8. Van05-1 numaralı karot

Gölün, Van havzası olarak tanımlanan noktasından 38°.33.437'N/43°.10.038'E koordinatından 50 m derinlikten ve 160 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.18), oksitlenmiş (Şekil 4.19) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.8).



Şekil 4.18. Van 05-1 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



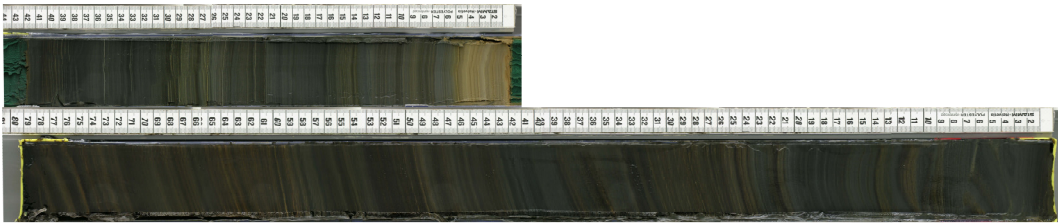
Şekil 4.19. Van 05-1 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.8. Van 05-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması

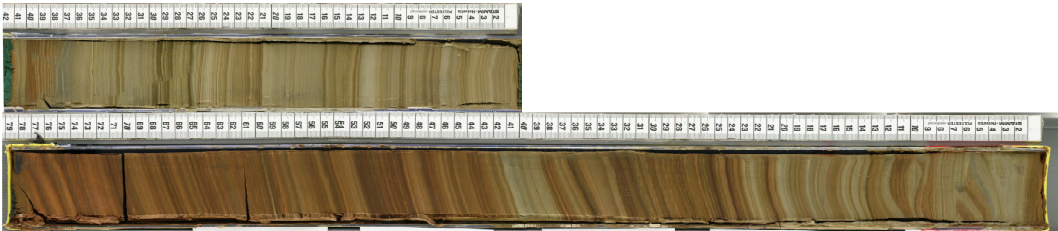
Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-43.5	açık kahverengi, gri-açık gri, yeşil kil
43.5-45	açık yeşil kil
45-160	varv

4.6.1.9. Van05-3 numaralı karot

Gölün merkez kuzeydoğu havzası olarak tanımlanan noktadan 38°.40.144'N/42°.54.471'E koordinatından 216 m derinlikten ve 136.5 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.20), oksitlenmiş (Şekil 4.21) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.9).



Şekil 4.20. Van 05-3 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



Şekil 4.21. Van 05-3 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.9. Van 05-3 numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-11	varv
11-12.7	açık gri kil
12.7-28	varv
28-34.2	muhtemelen fayla kesilmiş varv
34.2-44	varv
44-67	slamp yapısı
67-136.5	varv

4.6.1.10. Van05-4 numaralı karot

Gölün, merkez kuzey havzası olarak tanımlanan noktasından 38°.39.883'N/42°.45.547'E koordinatından 448 m derinlikten ve 196.5 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmiş (Şekil 4.22) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlamaya ilişkin açıklamalar verilmiştir (Çizelge 4.10).



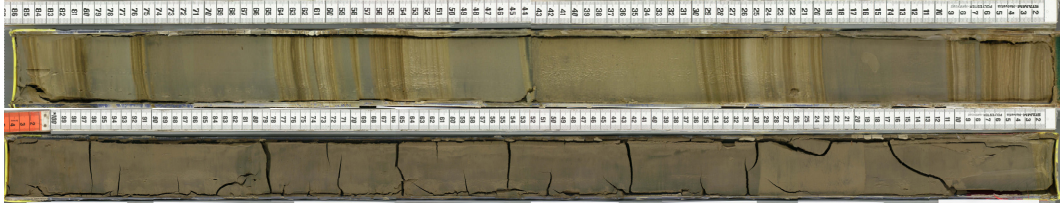
Şekil 4.22. Van 05-4 numaralı karot oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.10. Van 05-3 numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-8	varv
8-10.7	açık yeşil kil
10.7-45.5	varv
45.5-49.4	açık yeşil kil
49.4-49.7	volkanik kül seviyesi
49.7- 74	varv
74-83	slamp yapısı
83-112	varv
112-119	yeşil, kahverengi kil
119-127	varv
172-130	açık kahverengi kil
130-150.5	varv
150.5-154.4	açık kahverengi kil
154.4-199.5	kahverengi-açık kahverengi, yeşil kil

4.6.1.11. Van05-5 numaralı karot

Gölün, Ahlat havzası olarak tanımlanan noktasından 38°.44.160'N/42°.38.747'E koordinatından 251 m derinlikten ve 199.5 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmiş (Şekil 4.23) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.11).



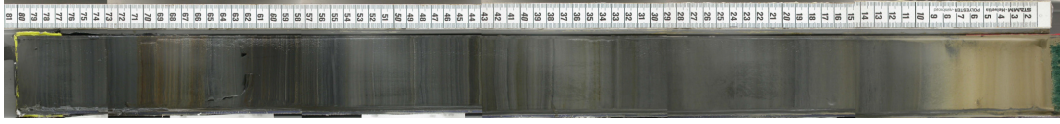
Şekil 4.23 Van 05-5 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.11. Van 05-3 numaralı karotun litolojik tanımlaması

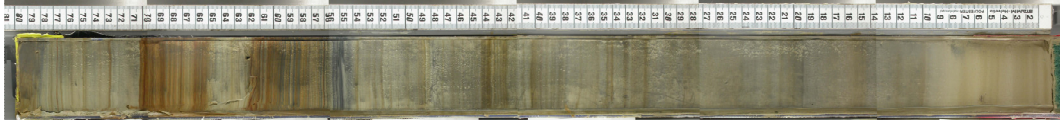
Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0 - 9	varv
9 -19.4	gri kil
19.4 - 29.5	varv
29.5 - 50	gri kil
50-56.4	varv
56.4 - 57.6	gri kil
57.6-58	varv
58-59.7	gri kil
75-76	varv
76-80.2	gri kil
80.2-85	varv
85-199.5	gri kil

4.6.1.12. Van06-1 numaralı karot

Gölün, Gevaş havzası olarak tanımlanan noktasından 38°22.034'N/043°.04.254'E koordinatından 59 m derinlikten ve 80.5 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.24) ve oksitlenmiş (Şekil 4.25) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlamaya ilişkin açıklamalar verilmiştir (Çizelge 4.12).



Şekil 4.24 Van 06-1 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.



Şekil 4.25. Van 06-1 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.12. Van 06-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-31.4	gri-açık gri kil
31.4-48.4	kahverengi-gri kil
48.4-48.5	karbonat
48.5-53.6	gri-açık gri ve kahverengi kil
53.6-70.3	varv
70.3-77.8	gri-açık gri ve kahverengi kil
77.8-80	slamp yapısı

4.6.1.13. Van06-2 numaralı karot

Gölün, Van Havzası kuzey kesmi olarak tanımlanan noktasından 38°.33.331'N/043°.07.565'E koordinatından 102 m derinlikten ve 103 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.26), oksitlenmiş (Şekil 4.27) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.13).



Şekil 4.26. Van 06-2 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.



Şekil 4.27. Van 06-2 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.13. Van 06-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-94	varv
94-95	gri kil
95-95.8	varv
95.8-102	gri kil

4.6.1.14. Van06-3 numaralı karot

Gölün, Erciş Havzası olarak tanımlanan noktasından 38°47.880'N/043°.10.514'E koordinatından 70 m derinlikten ve 96 cm uzunluğunda alınan karot oksitlenmemiş (Şekil 4.28) ve oksitlenmiş (Şekil 4.29) olarak fotoğraflanmıştır ve tanımlaması oksitlenmiş hali üzerinden yapılmıştır (Çizelge 4.14).



Şekil 4.28. Van 06-3 numaralı karotun oksitlenmemiş fotoğrafı.

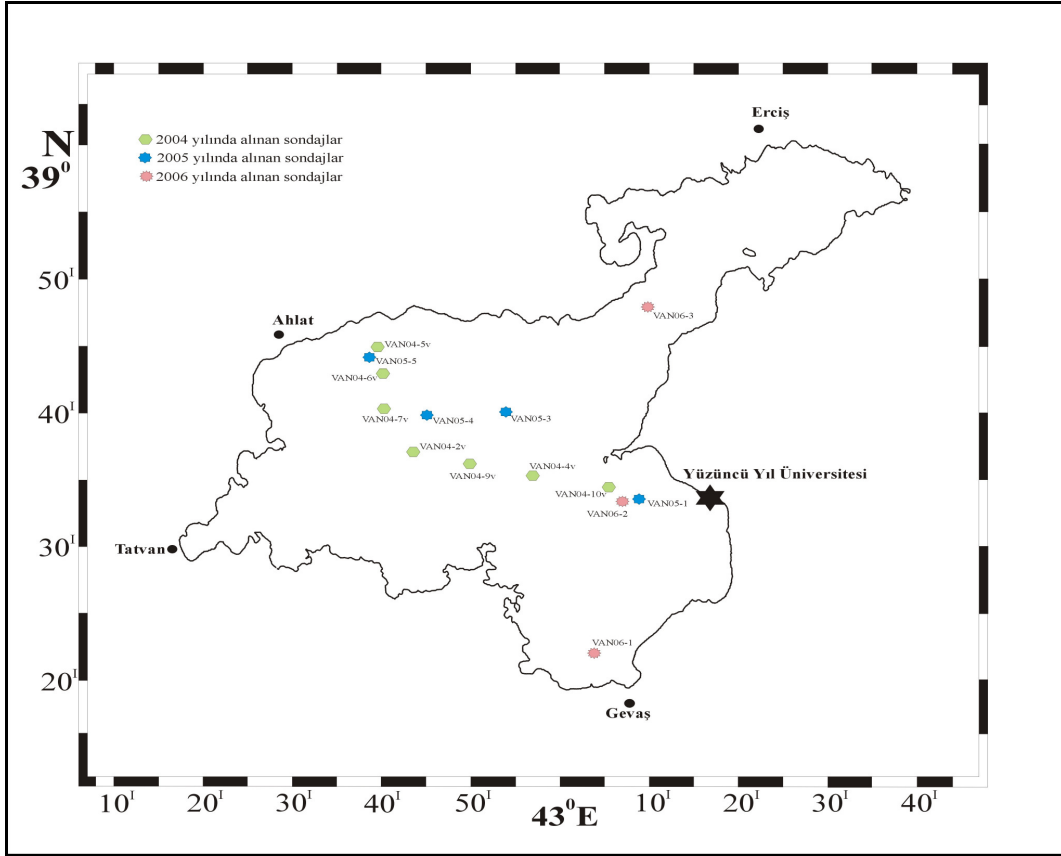


Şekil 4.29. Van 06-3 numaralı karotun oksitlenmiş fotoğrafı.

Çizelge 4.14. Van 06-1 numaralı karotun litolojik tanımlaması

Uzunluk (cm)	Litolojik tanımlama
0-43.4	varv
43.4-48	gri kil
48-96	varv

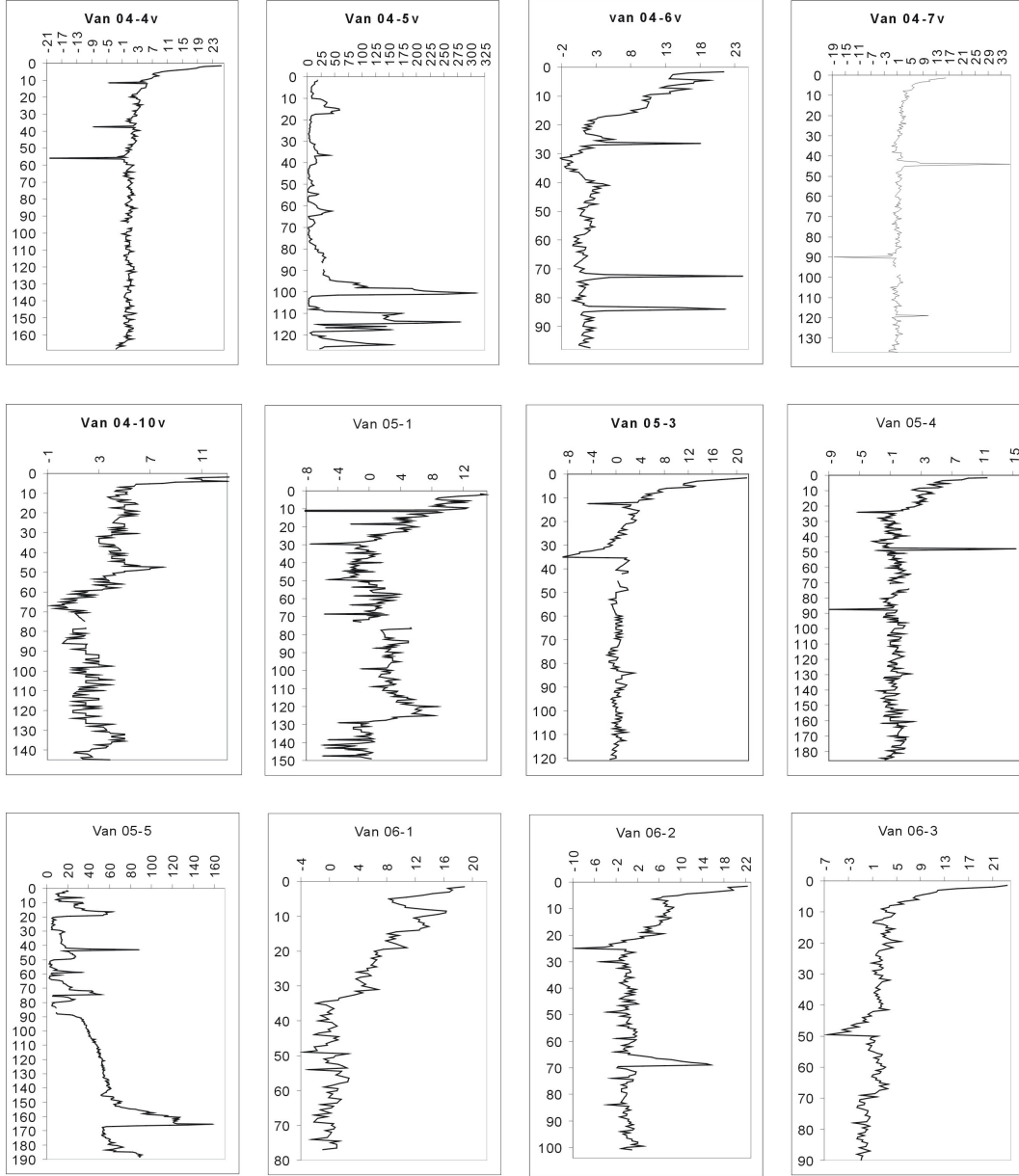
Litolojik tanımlamaları yapılan karotlar Van Gölü haritasına işlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Alınan karotların konumları.

4.6.2. Manyetik duyarlılık

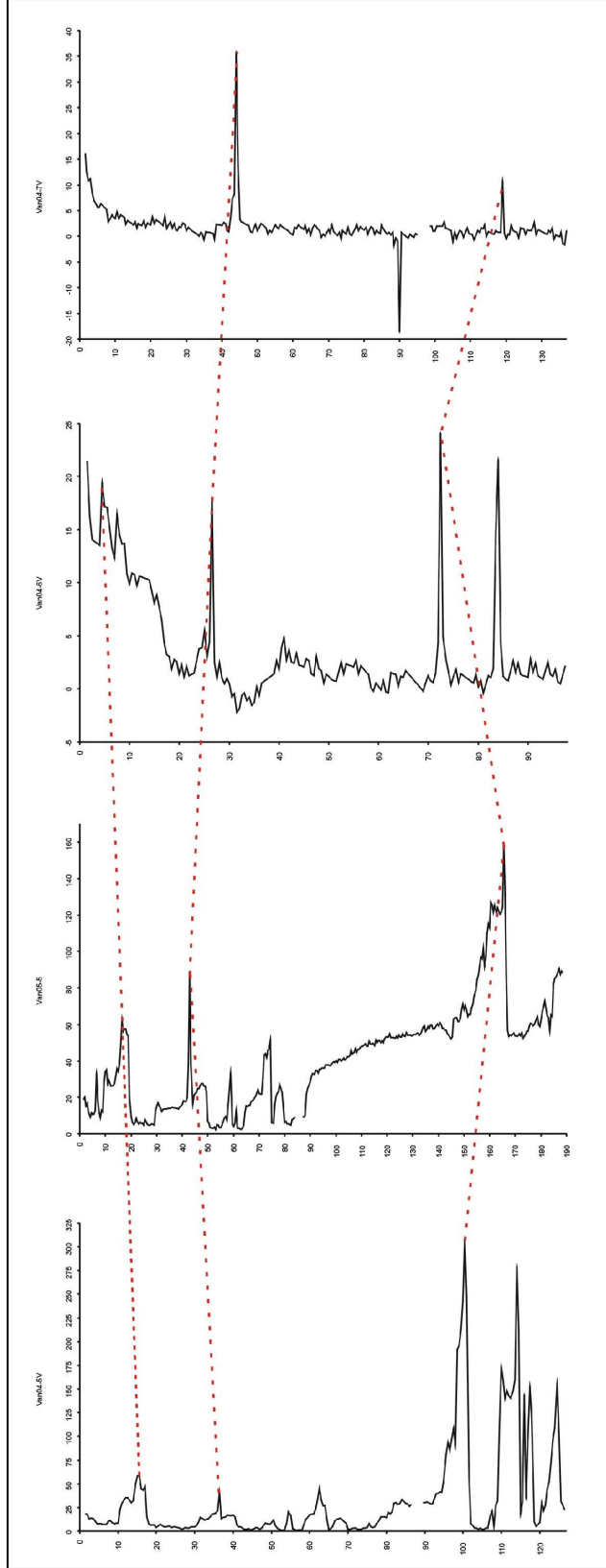
Manyetik duyarlılık malzeme içinde gözlenen minerallerin manyetikliği ile ilgili bir özelliktir. Havzada bulunan yanardağların aktiviteleri özellikle Van Gölü'nün batısında yer alan Holosen süresince aktivitesini sürdürmüş ve en son 1441 yılında volkanik aktivitesini göstermiş olan Nemrut'un püskürmesi sonucu göle volkanik malzeme girişi yoğun olmuştur. Van Gölü'nden alınan 12 adet karot üzerinde yapılan manyetik duyarlılık analizi sonucunda volkanik malzemenin çökeldiği seviyeler gösterilmiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Manyetik duyarlılık analiz sonuçları.

Manyetik duyarlılık analiz sonuçlarına göre eksi (-) ve artı (+) değer veren seviyeler tespit edilmiştir. Analiz eksi değerlerin gözleendiği seviyeler için karbonat seviyelerini, artı (+) değerlerin gözleendiği seviyeler için volkanik kül seviyelerini vermiştir. Van04-4v kodlu karota göre yani gölün merkez havzası olarak tanımlanan kısmın doğu yamacında volkanik malzemeye rastlanmamıştır. Buna benzer olarak

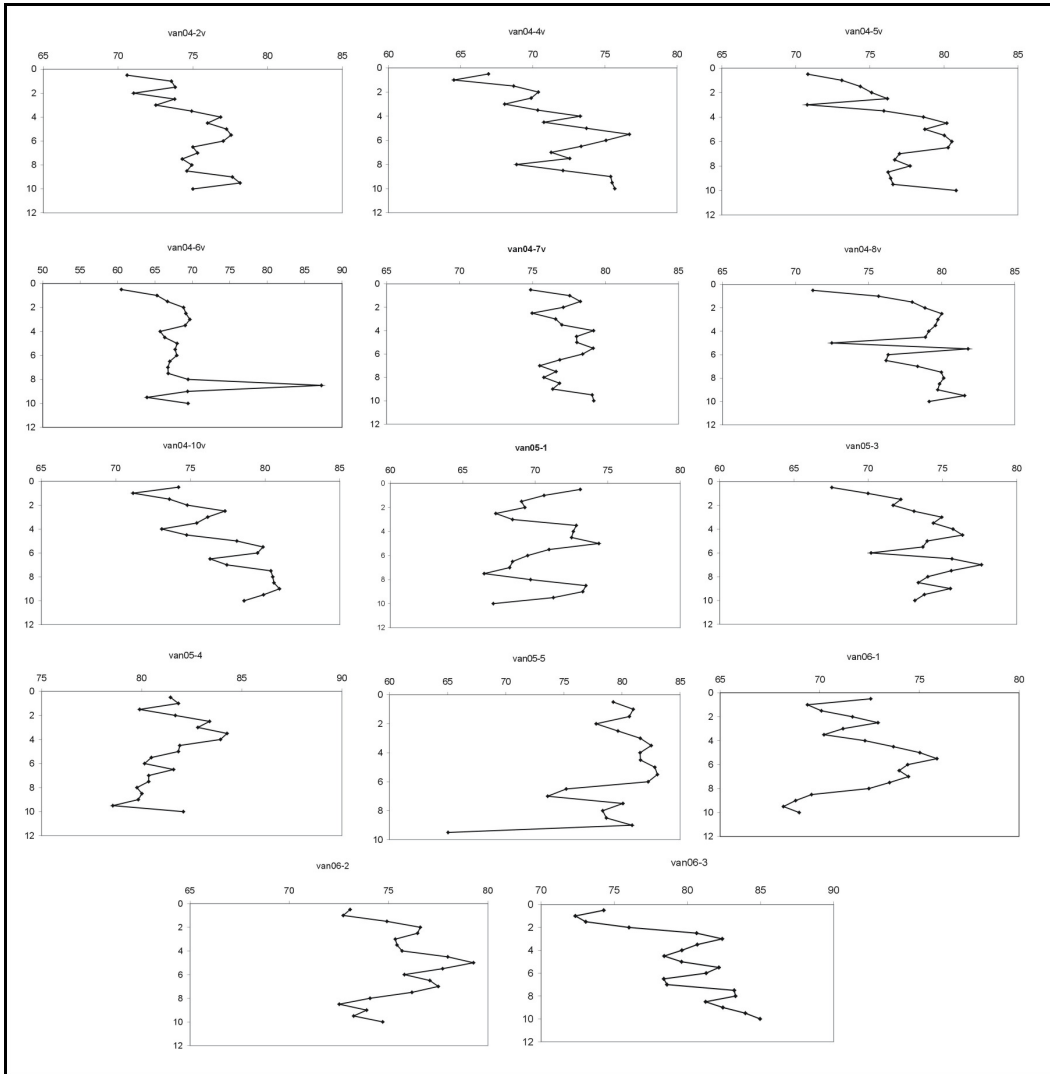
Van04-10v (van baseni), Van06-2 ve Van 05-1 (Van Havzası kuzey kesmi), Van06-1 (Gevaş havzası), Van 06-3 (Erciş Havzası) nolu karotlarda da benzer durum gözlenmiştir. Daha önce koordinatları ve harita üzerinde konumları gösterilen karotlarda eksi (-) değer veren karbonat seviyeleri gözlenmiştir. Buna karşın Van04-5v ve Van05-5 (Ahlat ana havza), Van04-6v (Ahlat kuzey sırtı) ve Van04-7v (Ahlat güney sırtı) numaralı karotlarda manyetikliği nispeten yüksek değer veren volkanik seviyeler tespit edilmiştir. Bu bağlamda bu karotların (soldan sağa doğuru; Van04-5V, Van05-5, Van04-6v, Van04-7v) manyetik duyarlılık eğrileri korele edilmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Manyetik duyarlılık eğrilerinin korelasyonu.

4.6.3. Su içeriği

Su içeriği her karot için hesaplandı ve grafiklere döküldü (Şekil 4.33). Karotların ilk 10 cm'lik kısmındaki verilere göre; su içerikleri yaklaşık % 65 ile % 85 arasında değişmektedir. Derinlikle su içeriğinin azaldığı Van 05-1, Van 05-5, Van06-1 numaralı karotlar dışında diğer karotlarda derinlikle artış görülmüştür.

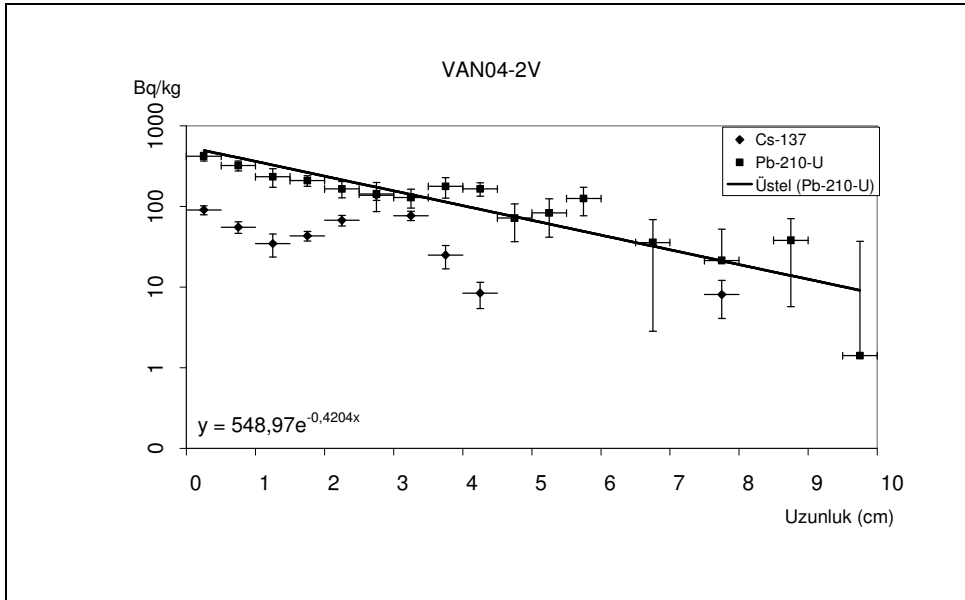


Şekil 4.33. Sedimanların su içerikleri.

4.6.4. Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ analizi

Pb²¹⁰ analizi sonuçlarına göre gölün farklı kısımlarındaki farklı sedimantasyon oranları hesaplanmıştır. Pb²¹⁰, un yarılanma ömrü 22.3 yıla karşılık geldiğinden Van04-2v karotundaki regresyon eğrisinin üstel fonksiyonundan (Şekil 4.34) yani;

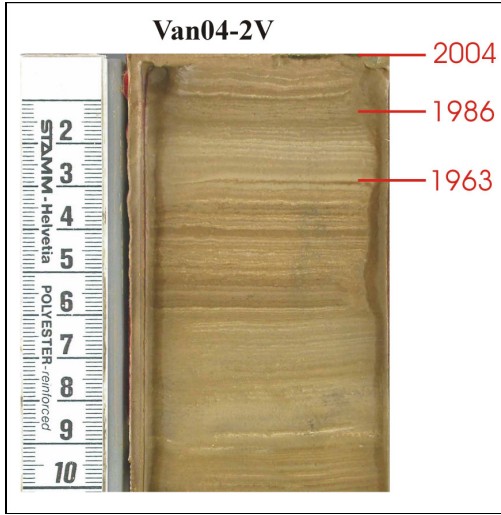
- (1) $y = f(x) \rightarrow y = 548.97e^{-0.4204x}$ fonksiyonundan ($-0.4204 \approx -0.420$)
- (2) $1-Pb210/HWZ = -0.031$ (sabit)
- (3) (1)/(2) 'den \rightarrow Sedimantasyon oranı=0.07 cm/y bulunmuştur.



Şekil 4.34. Van04-2v numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

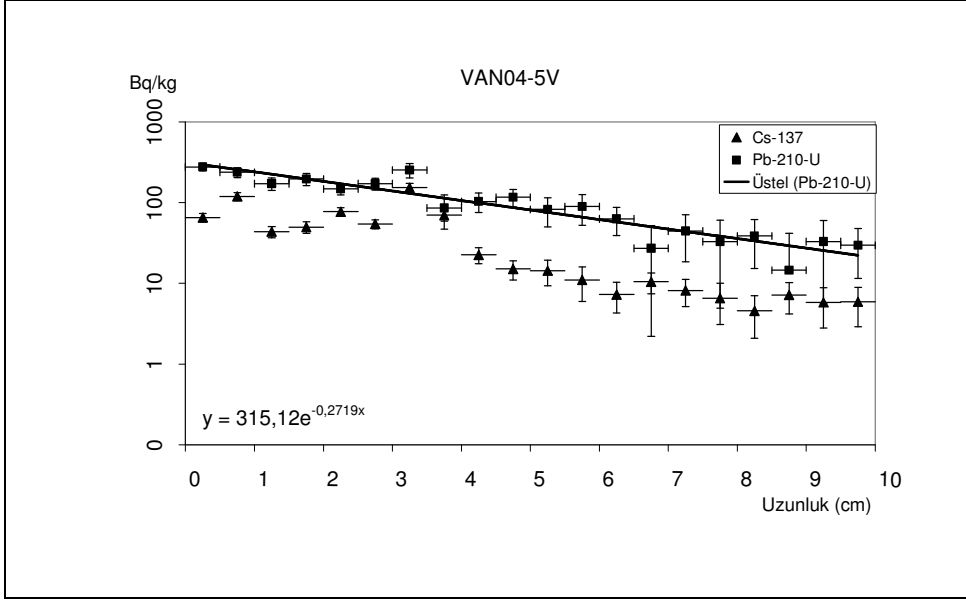
Buna göre yılda 0.07 cm depolanmanın olduğu yerde, 10 cm yaklaşık olarak 70 yıllık depolanmaya işaret etmiştir (Bkz. Şekil 4.30). Cs¹³⁷ radyonükleitinin analiz sonucunda verdiği yüksek miktarlara bakarak 0-0.5 cm arasında 1986 Çernobil nükleer kazası ve 2.5-3 cm arasında ise 1963 atom bombası denemesi ile atmosfere yayılan ve daha sonra yağışlarla yeryüzüne inen radyoaktif miktarı saptanmıştır. Pb²¹⁰ analizine göre bu verilere 2004 yılından (karotun alındığı tarih) geriye yılda 0.07 cm gidilerek; 1986 yılı 1.26 cm de, 1963 yılı 2.87 cm de elde edilmiştir. Yine aynı işlemleri izleyerek diğer karotlar için sedimantasyon oranı hesaplanmıştır ve Cs¹³⁷ radyonükleitinin

yaayılımı belirlenmiştir. Buna göre karotlar üzerinde ilgili kesimlerinde bu yıllar gösterilmiştir (Şekil 4.35)

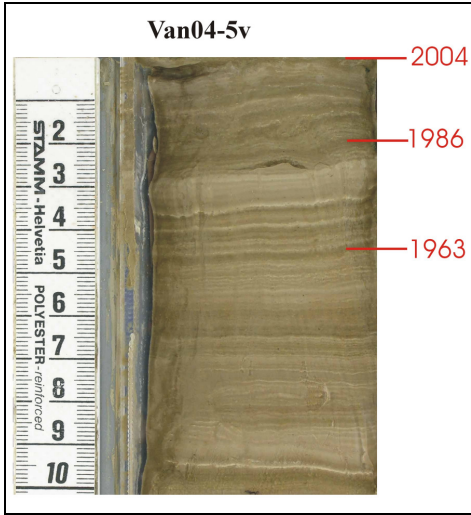


Şekil 4.35. Van04-2v karotundaki Pb^{210} yaşlandırılması.

Van 04-5v karotunda sedimantasyon oranı 0.11 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.36). Cs^{137} radyonükleitine göre 1986 yılı 0.5-1 cm ve 1963 yılı 3.25 cm arasında; Pb^{210} analizine göre 1986 yılı 1.98 cm de ve 1963 yılı ise 4.51 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.37). Van04-5v karotundaki Pb^{210} yaşlandırılması sonucu şekil 4.37 de verilmiştir.

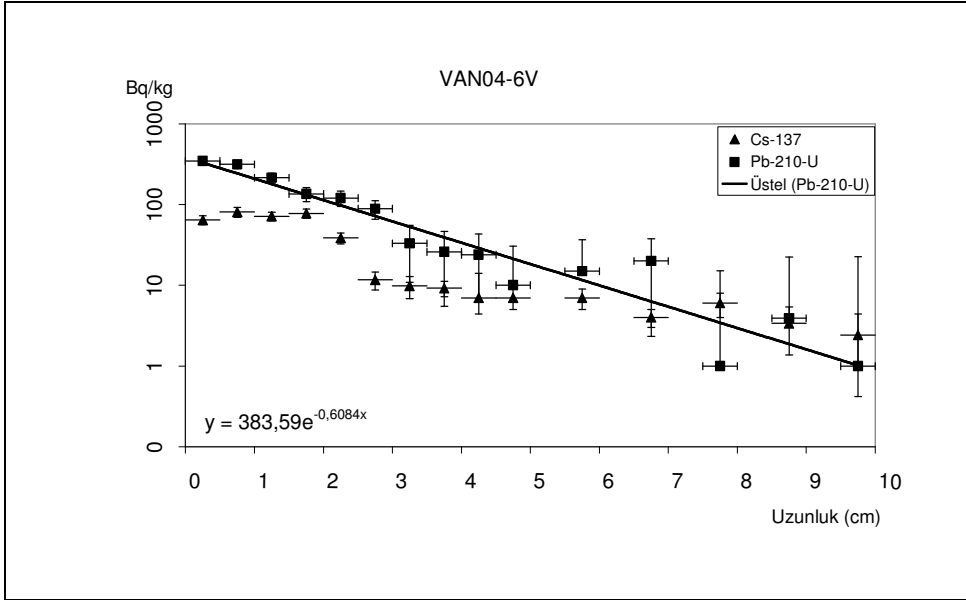


Şekil 4.36. Van04-5v numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

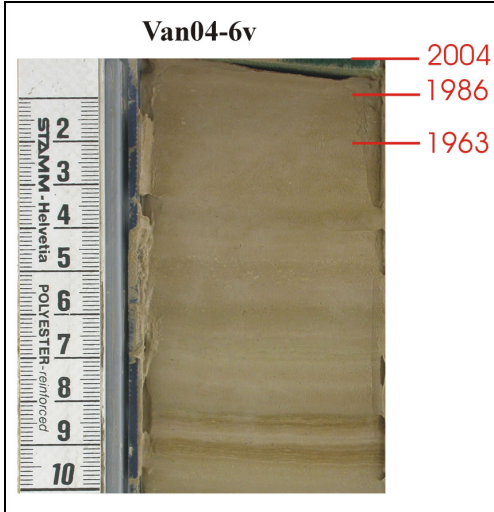


Şekil 4.37. Van04-5v karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması.

Van 04-6v karotunda sedimantasyon oranı 0.05 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.38). Cs¹³⁷ radyonükleitine göre 1986 yılı 0.5-1 cm ve 1963 yılı 1.5-2 cm arasında; Pb²¹⁰ analizine göre 1986 yılı 0.9 cm de ve 1963 yılı ise 2.05 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.39).

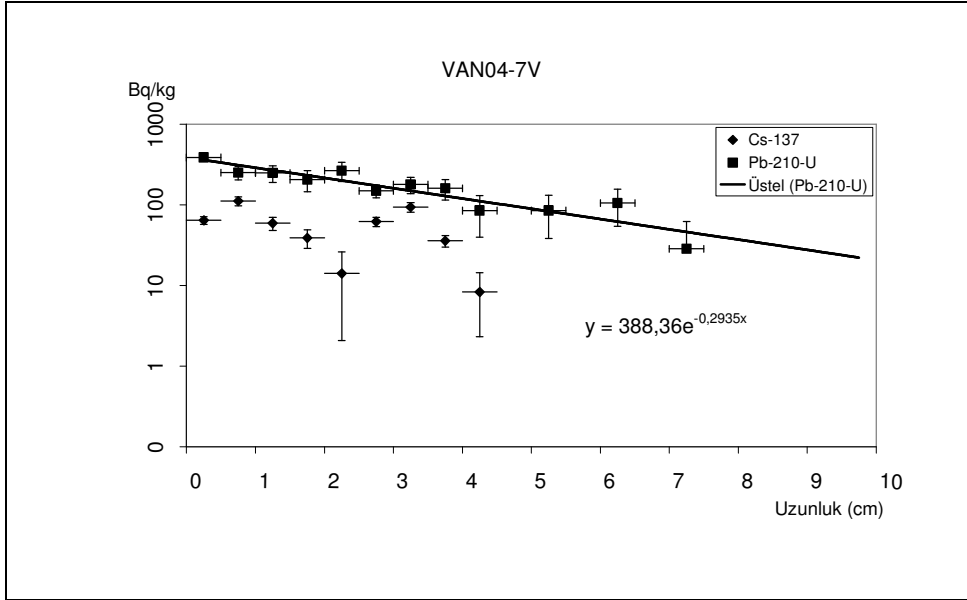


Şekil 4.38. Van04-6v numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

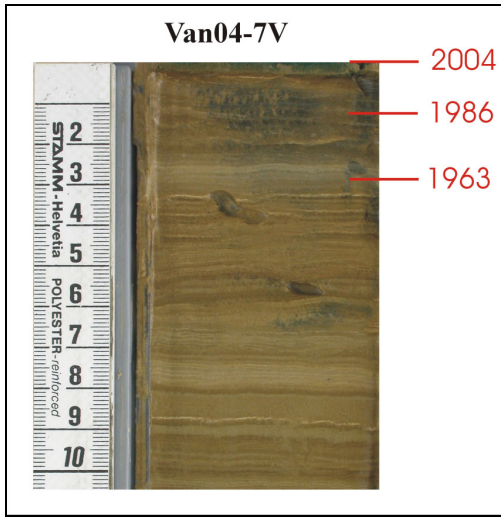


Şekil 4.39. Van04-6v karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması

Van 04-7v karotunda sedimantasyon oranı 0.07 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.40). Cs¹³⁷ radyonükleitine göre 1986 yılı 0.5-1 cm ve 1963 yılı 3-3.5 cm arasında; Pb²¹⁰ analizine göre 1986 yılı 1.26 cm de ve 1963 yılı ise 2.87 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.41).

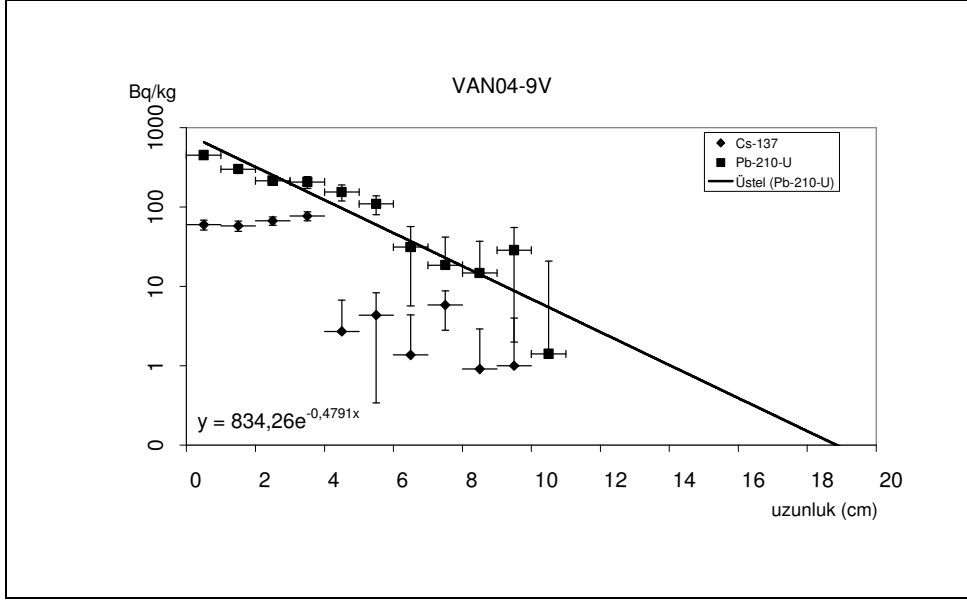


Şekil 4.40. Van04-7v numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

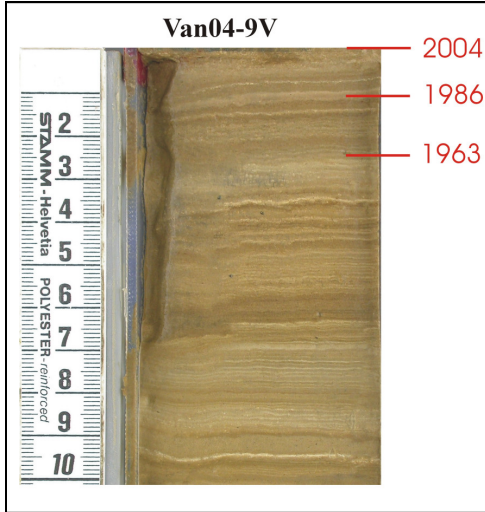


Şekil 4.41. Van04-7v karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması.

Van 04-9v karotunda sedimantasyon oranı 0.07 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.42). Cs¹³⁷ radyonükleitine göre 1986 yılı 0.5-1 cm ve 1963 yılı 3.5-4 cm arasında; Pb²¹⁰ analizine göre 1986 yılı 1.08 cm de ve 1963 yılı ise 2.46 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.43).

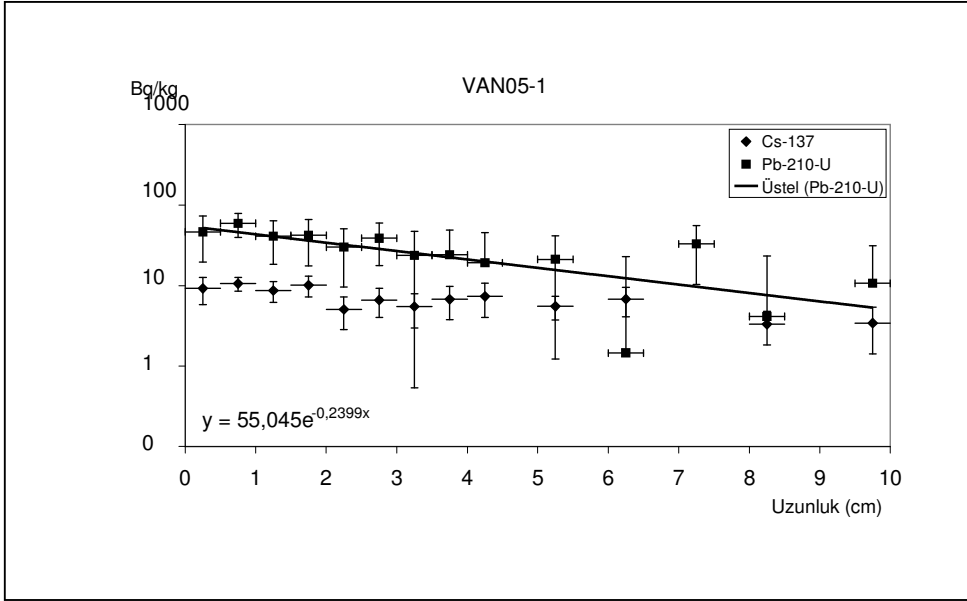


Şekil 4.42. Van04-9v numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

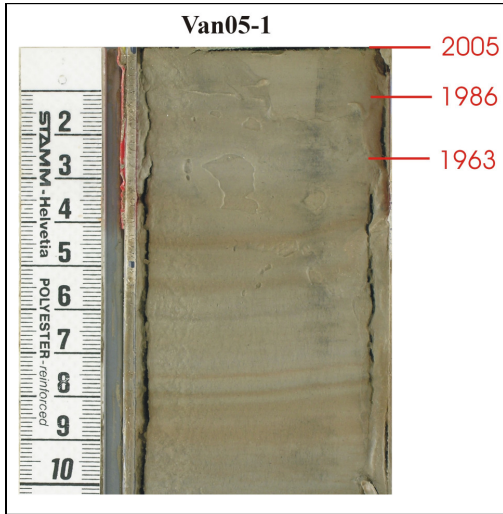


Şekil 4.43. Van04-9v karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması.

Van 05-1 karotunda sedimantasyon oranı 0.07 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.44). Cs¹³⁷ radyonükleitine göre 1986 yılı 0.5-1 cm ve 1963 yılı 1.5-2 cm arasında; Pb²¹⁰ analizine göre 1986 yılı 1.14 cm de ve 1963 yılı ise 2.52 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.45).

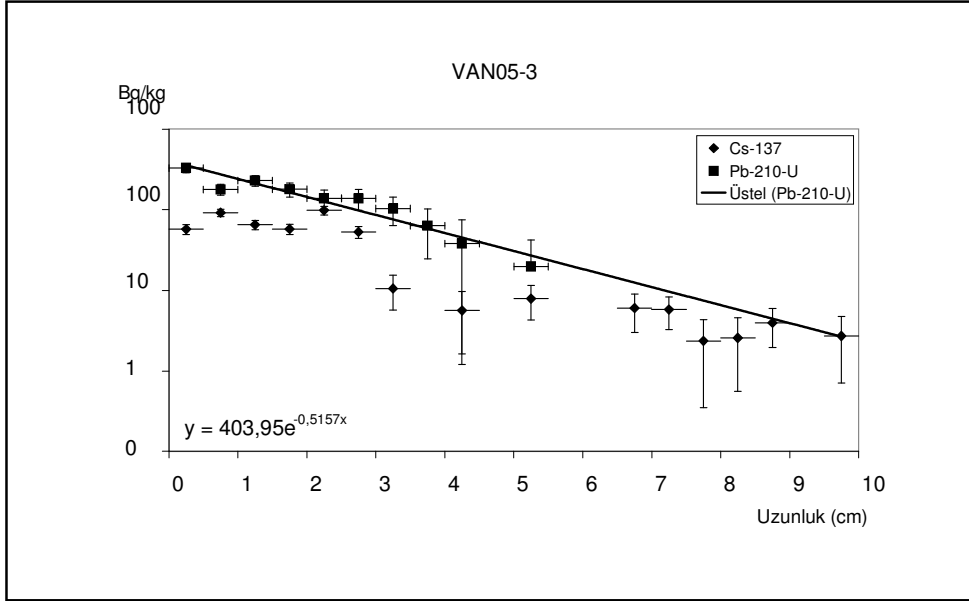


Şekil 4.44 Van05-1 numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.

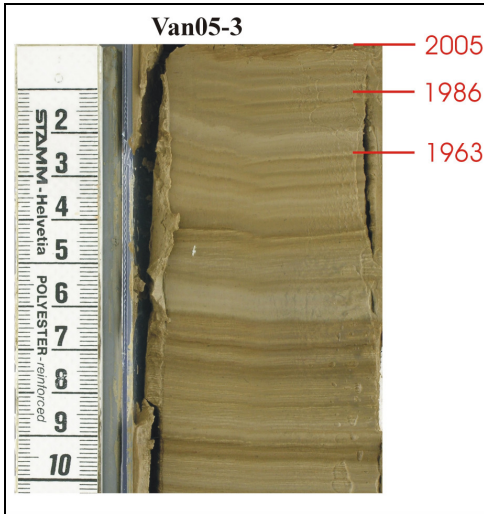


Şekil 4.45. Van04-5v karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması.

Van 05-3 karotunda sedimantasyon oranı 0.06 cm/y şeklinde elde edilmiştir (Şekil 4.46). Cs¹³⁷ radyonükleitine göre 1986 yılı 1.5-2 cm ve 1963 yılı 2-2.5 cm arasında; Pb²¹⁰ analizine göre 1986 yılı 1.08 cm de ve 1963 yılı ise 2.46 cm de gözlenmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.46. Van05-3 numaralı karotun Cs¹³⁷-Pb²¹⁰ grafiği.



Şekil 4.47. Van05-3 karotundaki Pb²¹⁰ yaşlandırılması

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada Van Gölü'nden alınan 15 adet kısa karot üzerinde paleolimnolojik amaçlı analizler yapılmış ve Van Gölü'nün Holosen yaşlı özellikleri incelenmiştir.

Alınan 15 adet karot üzerinde litolojik tanımlama, manyetik duyarlılık, su içeriği, Cs137-Pb210 analizleri yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar ve tartışmalar gündeme gelmiştir.

İnceleme alanından alınan karotlar açılmış, litolojik tanımlamaları yapılmış ve fotoğraflanmıştır. Litolojik tanımlamalar sonucunda varv çökelimi, kahverengi, yeşil-açık yeşil ve gri-açık gri kil çökelimi ve farklı kalınlıklardan oluşan volkanik kül seviyeleri ayrırtlanmıştır. Landman ve ark. (1996) yılında yaptıkları çalışmada litolojik olarak kül seviyelerini tanımlamışlar ve mineralojik analizlerle bu seviyeleri korele etmişlerdir. Mineralojik analizlerin (XRD) korelasyonda büyük yeri olduğu tartışılmazdır ve bu çalışmanın ayrıca mineralojik olarak desteklenmesi gerektiğinin kaçınılmaz olduğunu düşündürmektedir. Manyetik duyarlılık analizi ile sediman içeriğindeki minerallerin manyetikliği ölçülmüştür. Buna göre yüksek değerler veren seviyelerin, volkanik malzemeli seviyeler olduğu söylenebilir. Wick ve ark. (2003) çalışmalarında kıyaslandığında aynı verilerin Mg/Ca oranıyla ve polen analiziyle kıyaslandığı görülmüştür. Yine manyetik duyarlılık analizinin mineralojik verilerle kıyaslanmaya ihtiyacı olduğu açıkça görülmüştür. Su içeriği için yapılan analizlerde karotların büyük kısmında su içeriğinin derine doğru arttığı gözlenmektedir. Bu veriler su içeriğinin geçtiğimiz 100 yıl içersinde durağan olmadığı ve göl su seviyesinin hareketli olduğunu düşündürmektedir. Landman ve ark. (1996), Degens ve ark. (1978), çalışmalarında su içeriğini hesaplamışlar, buna göre günümüzden 12800-10700 yıl ve 3400-2800 yıl önce kuvvetli bir buharlaşma olduğunu ve tuzluluğun arttığını, günümüzden 14600-12800 yıl ve 10600-9000 yıl öncesinde ise su seviyesinde yükselme olduğunu ifade etmişlerdir. Pb²¹⁰-Cs¹³⁷ analizinden elde edilen yaş aralıklarına göre Van Gölü'nün sedimantasyon hızının gölün her yerinde aynı olmadığı görülmüştür. Yılda 0,06 cm çökelimin görüldüğü yerler yaklaşık gölün 200 m derinliğindeki kısımlardır. Buna rağmen göreceli olarak sığ kısımlardaki çökelim yılda yaklaşık 0,11 cm olmaktadır. Sedimantasyondaki hızı etkileyen aynı zamanda göle açılan akarsulardır. Akarsu boyunca sürüklenen malzemenin büyük kısmı süspansiyon yada asılı halde göle

taşınır ve orada çökler. Cs^{137} verileri, Pb^{210} değerlerini destekler niteliktedir. Cs^{137} radyonükleiti yaklaşık olarak 50-150 Bq/kg değerleri arasında gözlenmiştir. Grafiklerde sayısal olarak 2 noktada pik yapan Cs^{137} radyonükleiti 1986 Çernobil nükleer santralinde meydana gelen kaza ve 1963 yılındaki atom bombasını destekler niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, E., Elibol, E., Erkal., T., Gedik, İ., Güner, E., Hakyemez, Y., Şen, A.M., Oğuz, M.F., Umut, M., 1991. *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi*. MTA Genel Müd. Jeoloji Etüt Dairesi Yayını, Rapor No: 9469, 94 s. (yayınlanmamış).
- Arni, P., 1938. **Van vilayetinin jeolojisi hakkında rapor**. MTA Genel Müd.. No: 883.
- Degens, E.T., Kutman, F., 1978. *The geology of lake Van*. MTA Genel Müd.. No: 169. 158s.
- Dewey, J. F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., and Sengor, A.M.C., Shortening of continental lithosphere; the neotectonics of eastern Anatolia, a young collision zone." (edited by Coward, M. P., et al.). *Geological Society Special Publications (19)*: 3-36, 1986.
- Işık, A., Çiftçi, Y., 2002. Van Gölü Havzasının Jeolojik Özellikleri. *Doğu Anadolu Jeoloji Çalıştayı*, 02-06 Eylül, Van.
- Kadioğlu, M., Şen, Z., Batur, E., 1997. The Greatest soda-water in the world and how influenced by climatic change. *Geophysicae (15)*:1489-1497.
- Kempe, S., Kazmierczak, J., Landman, G., Konuk, T., Reimer, A., Lipp, A., 1991. Largest known microbialites discovered in Lake Van, Turkey. *Nature (349)*: 605-608.
- Kempe, S., Degens, E.T., 1978. Lake Van varve record: The past 10420 years. *The Geology of Lake Van*. (Editors Degens E.T., Kurtman, F.), The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara, 50-56.
- Köse, O., 2002. Van Gölü'nün Oluşumu. *Doğu Anadolu Jeoloji Çalıştayı*, 02-06 Eylül, Van.
- Landmann, G., Reimer, A., Kempe, S., 1996. Climatically induced lake level changes at Lake Van, Turkey, during the Pleistocene/Holocene transition. *Global Biogeochemical Cycles, 10 (4)*: 797-808.

- Lemcke, G., Sturm, M., $\delta^{18}\text{O}$ and Trace Element Measurements as Proxy for the Reconstruction of Climate Changes at Lake Van (Turkey): Preliminary Results. *NATO ASI Series (149)*: 653-676.
- Ortynski, I., 1944. *Geological Report on Trip to Van Area*. MTA Genel. Müd.. No: 1519. Ankara.
- Şaroğlu, F., Güner, Y., 1981. Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, (24)*: 39-50.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1983. Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi (1)*.
- Ternek. Z.. 1953. Van gölü güneydoğu bölgesinin jeolojisi. *Tür. Jeol.Kur. Bült.. 4 (2)*:1-27.
- Thiel, V., Jenisch, A., Landmann, G., Reimer, A., Michaelis, W., 1997. Unusual distributions of long chain alkenones and tetrahymanol from the highly alkaline Lake Van, Turkey, *Geochimica et Cosmochimica (61)*: 2053-2064.
- Üçme Ltd. Şti.. 1984. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Genel Yerleşme Planı çalışmaları*. Jeoteknik hizmetler raporu. Ankara. 27s.
- Van Zeist, W., Woldring, H., 1978. A pollen profile From Lake Van In: *The Geology of Lake Van*. (Editors Degens E.T., Kurtman, F.), The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara, 115-123.
- Wick, L., Lemcke, G., Sturm, M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene (13)*: 665-675.
- Wong, H.K., Degens, E.T., 1978. The Bathymetry of Lake Van, Eastern Turkey. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors Degens E.T., Kurtman, F.), The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara, 6-11.
- Yılmaz, Y., 1978, Gevaş (Van) Dolayında Bitlis Masifi/Ofiyolit ilişkisi, **Türkiye 4. Petrol Kongresi Bildirileri**.

Yılmaz, Y., Yıldırım, D., Işık, H., 1981, Gevaş (Van) ofiyoliti ve sinkinematik bir makaslama zonu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* (24), 37-45.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül Feray Gökdere, 1982 yılında Van'da doğdu. İlk orta, lise öğrenimini Van'da tamamladıktan sonra, 2000 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde öğrenime başladı. 2004 yılında mezun oldu. Aynı yıl içerisinde Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Genel Jeoloji Bilim Dalında Yüksek Lisans programına başladı. 2005 yılı aralık ayında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

