

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) ÇÖKELLERİNDE
HOLOSEN'DEKİ İKLİM KAYITLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Emine Gül SÜRME LİHİNDİ

Anabilim Dalı : YER SİSTEM BİLİMLERİ

Programı : İKLİM VE DENİZ BİLİMLERİ

OCAK 2009

**HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) ÇÖKELLERİNDE
HOLOSEN'DEKİ İKLİM KAYITLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Müh. Emine Gül SÜRMEHİNDİ
(601051005)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 22 Ocak 2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Naci GÖRÜR
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY (İ.T.Ü.)
Prof. Dr. Mehmet SAKINÇ (İ.T.Ü.)
Prof. Dr. Namık YALÇIN (İ.Ü.)
Prof. Dr. Barış MATER (İ.Ü.)**

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında her türlü desteği sağlayan, her zaman yanımda olan, bilimsel katkı ve eleştirileri ile beni yönlendiren ve en iyi olmam konusunda sürekli teşvik eden, değerli hocam, danışmanım, Prof. Dr. Naci GÖRÜR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İTÜ'ye geldiğim ilk günden itibaren, gerek maddi gerek manevi desteğini esirgemeyen, her zaman bilimsel düşüncelerine başvurduğum ve benim gibi Deniz Jeolojisi'ne ilgi duyanlara, yaptığı çalışmalarla emsal teşkil eden, tez çalışmam sırasında en az danışman hocam kadar emeği olduğunu düşündüğüm, çok değerli hocam Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY'a,

Ostracod türlerin tayini sırasında danışmanlığına başvurduğum, çok kıymetli hocam Prof. Dr. Cemal TUNOĞLU'na,

Tanıdığım günden itibaren bana gerçek bilimin nasıl yapıldığını gösteren ve bu uğurda yılmadan uğraş veren, doğanın bilim dünyasına armağanı olduğunu düşündüğüm A. M. Celal ŞENGÖR'e,

Deniz Jeolojisine başladığım günden itibaren birlikte çalıştığım, gerek laboratuvar çalışmalarında, gerekse de bilimsel çalışmalarımda bana yardımcı olan, hem işine gösterdiği özene, hem de insanıyetine hayran olduğum arkadaşım Araş. Gör. Ümmühan SANCAR'a,

Bu kısa yolculuk sırasında birlikte çalıştığım iş arkadaşlarım Emre DAMCI, Demet BİLTEKİN, Araş. Gör. Sena AKÇER, Araş. Gör. Kadir ERİŞ, Araş. Gör. Umut Barış ÜLGEN, Dursun ACAR ve diğer tüm EMCOL çalışanları ile canım arkadaşım Zümer PABUÇCU'ya,

Çıktığım bu yolda her zaman yanımda olan, bana ışık tutan, her zaman sabretmemi söyleyen, çok nazımı çeken, bana bilimi sevdiren ve benim için dünyanın en büyük bilimadamı olan, babam İbrahim SÜRMEİHİNDİ'ye ve tüm aileme sabırlarından ve desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Bu tez AB 6. Çerçeve Programı kapsamında EMCOL tarafından desteklenmiştir.

Bu tez İbrahim SÜRMEİHİNDİ'ye adanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
Çalışmanın Amacı	2
Önceki Araştırmalar.....	2
2. COĞRAFYA.....	4
2.1. Jeomorfoloji.....	4
2.2. Bitki Örtüsü.....	5
2.3. İklimsel Özellikler.....	6
2.4. Hidrolojik Özellikler.....	7
3. HAZAR GÖLÜ VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ.....	10
3.1. Tektonik Konum.....	10
3.2. Sismotektonik Özellikler.....	11
3.3. Stratigrafi	13
4. HAZAR GÖLÜ'NÜN LİMNOLOJİK ÖZELLİKLERİ	17
5. ÇALIŞMA METODLARI.....	22
5.1. TOC/TIC Analizleri.....	25
5.2. XRF (X-Ray Fluorescence Spectroscopy) Analizi.....	25
5.3. MSCL (Multi Sencore Core Logging) Analizi.....	27
5.4. Mikropaleontolojik Analiz.....	29
5.5. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ Duraylı izotop Analizleri.....	30
6. HAZAR GÖLÜ ANALİZ SONUÇLARI.....	33
6.1. HZWS-1 Litolojik Tanımlaması.....	33
6.2. HZPC-1 Litolojik Tanımlaması.....	35
6.3. TOC/TIC Analiz Sonuçları.....	38
6.4. ^{14}C yaş tayini sonuçları.....	40
6.5. XRF(X-Ray Fluorescence Spectroscopy) Analizi Sonuçları.....	41
6.6. MSCL (Multi Sensor Core Logger) Analizi Sonuçları.....	54
6.6.1. Manyetik Duyarlılık.....	54
6.6.2. P Dalga Hızı.....	58
6.6.3. Porozite ve Yoğunluk.....	58
6.6.4. Elektrik Direnci (Elektriksel Resitivite).....	58
6.7. Ostracod Analizi Sonuçları.....	59
6.7.1. Ostracodların Paleoçevresel ve Paleoiklimsel Çalışmalardaki Yeri.....	59
6.7.2. Ostracod türleri ve tanımlama sonuçları.....	61
6.8. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ Duraylı İzotop Sonuçları.....	65

7. HAZAR GÖLÜ SEVİYE DEĞİŞİMLERİ.....	73
8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	89
EKLER.....	90

ÇİZELGE LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1	Hazar Gölü'nde ölçülen sıcaklık değerlerinin derinlikle değişimi	18
Çizelge 2	HZPC-1 karotuna ait yaş sonuçları.....	41

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1 : Yukarı Fırat Bölümü.....	5
Şekil 2 : Hazar Gölü'ne karışan önemli akarsu ve dereler.....	8
Şekil 3 : Türkiye'nin tektonik rejimi.....	11
Şekil 4 : Doğu Anadolu Fayı ve yan kolların konumu.....	12
Şekil 5 : Hazar Gölü'nün Jeoloji Haritası.....	14
Şekil 6 : Hazar Gölü Havzasının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti.....	15
Şekil 7 : Hazar Gölü Havzası ve ölçüm noktaları.....	17
Şekil 8 : Hazar Gölü Klorofil-A değerleri.....	20
Şekil 9 : Hazar Gölü Batimetri haritası ve karotların lokasyonu.....	24
Şekil 10 : HZWS-1 karotunun litolojik logu.....	34
Şekil 11 : HZPC-1 karotunun litolojik logu.....	37
Şekil 12 : HZWS-1 karotunun CaCO ₃ – Corg analizi grafiği.....	39
Şekil 13 : HZPC-1 karotunun CaCO ₃ – Corg analizi grafiği.....	40
Şekil 14 : Hazar Gölü çökellerinin sedimantasyon hızları.....	41
Şekil 15 : HZWS-1 yüzey karotunun XRF sonuçları.....	43
Şekil 16 : HZPC-1 0-88 cm aralığının XRF sonuçları.....	45
Şekil 17 : HZPC-1 88-181 cm aralığının XRF sonuçları.....	50
Şekil 18 : HZPC-1 181-283 cm aralığının XRF sonuçları.....	51
Şekil 19 : HZPC-1283-381 cm aralığının XRF sonuçları.....	52
Şekil 20 : HZPC-1 381-506,5 cm aralığının XRF sonuçları.....	53
Şekil 21 : HZWS-1 yüzey karotunun MSCL sonuçları.....	56
Şekil 22 : HZPC-1 karotunun MSCL sonuçları.....	57
Şekil 23 : Hazar Gölü ostracod faunasının SEM görüntüleri.....	64
Şekil 24 : Hazar Gölü izotop sonuçları ve TOC/TIC karşılaştırılması.....	71
Şekil 25 : Hazar Gölü'ndeki seviye değişimleri.....	75

ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı, göl sedimentlerinde saklı olduğu düşünülen Geç Holosen dönemine ait paleo iklimsel ve paleo ortamsal koşulları araştırmaktır. Bu amaçla Temmuz 2007 senesinde, Hazar Gölü'nden iki adet sediment karotu alınmıştır. Karotlarda yapılan, duraylı oksijen, karbon izotopu, TOC (Toplam Organik karbon), TIC (Toplam İnorganik karbon) analizleri ve XRF karot tarayıcısı, MSCL aletleriyle tayin edilen jeokimyasal ve fiziksel özelliklerin incelenmesi sonucunda gölün 4000 yıllık süreç içerisinde yüzyıllık periyodlar sunan önemli iklimsel değişimleri sakladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Yapılan jeokimyasal analizlerden XRF yöntemiyle, göle nehir suyu girişinin arttığı yağışlı dönemler, Fe, Ti, K, Si, S gibi silisiklastik elementlerin, kurak dönemler ise Ca, Sr elementlerinin artışıyla temsil olmaktadır. Kütle spektrometre yöntemi kullanılarak yapılan ^{14}C yaşlandırması sonucu bu dönemlerden özellikle, G.Ö. 3100-2900, G.Ö. 820-740 ve G.Ö. 600-400 zaman aralıklarına karşılık gelen yağışlı dönemler, MSCL analizlerinde de özellikle yüksek manyetik duyarlılık değerleriyle öne çıkmaktadır. Bu yağışlı dönemler içerisinde, göle nehir sularının girişiyle, $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri hafiflemekte, TIC ve TOC değerleri azalmaktadır. Kurak dönemlerde, buharlaşma sonucu, göl suyu ^{18}O 'ce zenginleşirken, TIC ve TOC değerleri de artış göstermektedir. Bu değişimlerin global ölçekte gelişmiş iklimsel değişimlerle korele edilmesi sonucu, bu süreçlerden etkilenmiş olabileceği ortaya çıkmıştır. ^{14}C yaşlandırması sonucu bu değişimlerin, Geç Tunç (Bronz) Çağı-Erken Demir Çağı geçişi, Ortaçağ Sıcak Periyodu ve Küçük Buzul Çağı periyodlarından etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

SUMMARY

The aim of this study is to investigate paleoclimatic and paleoenvironmental conditions during Late Holocene period from lake sediments. For this purpose, two sediment cores taken from Lake Hazar, in July 2007. Geochemical and physical property proxy analyses such as stable oxygen and carbon isotopes, TOC, TIC, XRF Core Scanner, MSCL of two sediment cores which were taken from the Lake Hazar indicate that the lake underwent significant centennial scale climatic changes during the last 4000 years. The geochemical analyses with XRF, shows that wetter conditions indicated by increased Fe, Ti, K, Si, S siliclastic elements by river input and arid conditions indicated by increased Ca and Sr elements. Accelerator Mass Spectrometry ^{14}C dating shows that some of these wetter periods especially 3100-2900 yr BP, 820-740 yr BP and 600-400 yr BP, also indicated by high magnetic susceptibility values in MSCL analyses. In wetter conditions, $\delta^{18}\text{O}$ isotope values getting lighter and TIC/TOC values decreased by river input. The arid conditions represented with high $\delta^{18}\text{O}$ and TIC/TOC values by evaporation. These changes may parallel global scale climatic changes as suggested by the correlation of our proxy data with global scale standards. ^{14}C dating shows that some of these changes may correspond to The Late Bronze Age to Early Iron Age transition, Medieval Warm Period and Little Ice Age periods.

1.GİRİŞ

Hazar Gölü, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan bir tatlısu gölüdür. Elazığ il merkezinin 22 km güneydoğusunda bulunan Hazar Gölü'nü kuzeyden Çelemlik-Mastar sıra dağları ve güneyden Hazar Yaylım dağları kuşatmaktadır (Şekil 1). Hazar Gölü, Doğu Anadolu Fay kuşağı boyunca, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanır. Gölün deniz seviyesinden yüksekliği 1248 m olup, 7 km genişlikte ve 22 km uzunluğundadır. Hazar Gölü 82 km² alanı kapsar ve derinliği 200 m'ye ulaşmaktadır.

Hazar Gölü, doğrultu atımlı sol yönlü bir fay kuşağı olan DAF (Doğu Anadolu Fayı) üzerinde oluşmuş bir çek-ayır (pull-apart basin) havzasıdır (Hempton ve diğ., 1983; Dune ve Hempton, 1984; Herece ve Akay, 1992). Bu konu hakkındaki bir başka düşünce de, gölün doğusunda ikiye ayrılan ana fayın göl boyunca güneybatıya doğru hareket etmesiyle oluşan yarı paralel ve mercek biçimli bir çöküntü havzası olduğu düşüncesidir. Negatif çiçek yapısı denilen bu yapı, yine doğrultu atımlı faylanma sonucu oluşur (Aksoy ve diğ., 2007).

Hazar Gölü, gerek Doğu Anadolu Fay (DAF) zonu üzerindeki konumu gerekse de tarihsel çağlar boyunca iklimde gelişen glasiyal ve interglasiyal süreçlerden etkilenerek çeşitli su seviyesi değişimlerine uğramıştır. Ancak bu değişimlerin hangi iklimsel ya da tektonik süreçlerle geliştiği ve değişimlere neden olan bu süreçlerin hangi zaman aralıklarında, ne kadar etkili olduğu konusu henüz yeterince aydınlatılamamıştır.

Göl seviyesi değişimlerini kontrol eden mekanizmaların başında gelen iklim, Yerkürenin 4,6 milyar yıllık jeoloji tarihi boyunca farklı davranışlar sergilemiştir. Bu davranışların temelinde ise, Dünya yörüngesindeki hareketler, Güneş'in uzaya yaydığı enerji miktarı ve atmosfer ile yerküre bileşiminde oluşan değişimler bulunur. Günümüzde bilim adamlarını paleo iklim çalışmalarına iten ana neden çölleşme, ormansızlaşma, kuraklık, sera etkisi, tarımsal alanların kaybı, biyolojik çeşitlilik kaybı

ya da türlerin azalması gibi tehlikelere karşı önlemler almaktır. Eski iklimlere ait bilgiler ise, toprağın, tortuların, deniz ve göllerin diplerindeki çökel kayıtlarında saklıdır.

Bu çalışmada amaçlanan, Hazar Gölü'nden alınan HZWS-1 ve HZPC-1, kısa ve uzun çökel karotlarının sedimentolojik, jeokimyasal, paleontolojik ve izotop analizleri ile bu göl ve çevresindeki bölgede Holosen'de (yaklaşık son 10 bin yıl) oluşmuş iklim ve diğer çevresel değişimleri araştırmaktır. Hazar Gölü'nün böylesi bir çalışmada seçilmesindeki ana neden, hem iklimsel hem de tektonik olarak son derece önemli bir alanda konumlanmış olmasıdır.

Hazar Gölü gerek jeolojik konumu, gerek oluşum şekli bakımından günümüzde olduğu kadar geçmişte de birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu nedenle, Hazar Gölü ve yakın çevresinin morfolojik, jeolojik, tektonik açıdan inceleme çalışmaları çok eskilere dayanır. Bu konudaki en eski yayınlar içerisinden Huntington (1902), Perinçek (1979), Hempton ve diğerleri (1983), Hempton (1984,1985), Dune ve Hempton (1984), Yazgan (1984), Şengör ve diğerleri (1985), Sungurlu ve diğerleri (1985), Bingöl (1986), Muehlberger ve Gordon (1987), Perinçek ve diğerleri (1987), Herece ve Akay (1992), Turan (1993), Gürocak (1993), Kaya (1993) ve yakın zaman içerisinde yayınlanmış olan Çetin ve diğerleri (2003) ile Aksoy ve diğerleri (2007) öne çıkar.

Hazar Gölü'nün ne zaman oluştuğuyla ilgili araştırmaların çoğu, gölün oluşum yaşını DAFK'nın oluşum yaşıyla ilişkilendirilmiştir. Faylanmanın yaşı ise Üst Pliyosen yani günümüzden yaklaşık 3-5 milyon yıl öncesi olarak kabul edilir (Lyberis ve diğ., 1992; Herece ve Akay, 1992; Taran, 1993).

Hazar Gölü'nün derinliği konusunda yapılan çalışmalar çok çeşitli olmakla birlikte, tüm araştırmacıların vardıkları ortak nokta, gölün 200 m yi bulan derinliğe sahip olduğudur. Huntington (1902)'de yaptığı çalışmasında gölün derinliğini 213 m, Karan (1960) 80 m, DSİ (1970) 152 m, Akşiray (1971) 216 m, Chaput (1976) ise yöre halkından edindiği bilgilere göre 300 m olduğunu öne sürmüş ve Biricik (1993) ise 80 m rakamı vermiştir. Daha güncel olan Moreno ve diğerleri (2008) ise yaptıkları sismik çalışmalar neticesinde gölün en derin noktasını 200 m olarak vermiştir.

Hazar Gölü limnolojisi üzerine yapılan yayınlar, Akbay (1996) ve daha çok gölün biyolojik özellikleriyle ilgili olanlar, Şahin ve Baysal (1972), Tokat (1972, 1976), Şen (1988), Telliöglu ve Şen (2001) çalışmalarında toplanmıştır. Hazar Gölü'nün su kalitesiyle ilgili DSI'nin 1993-1996 yılları arasında yaptığı çalışmalar, gölün fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik özelliklerini sunmaktadır (Ünlü ve Uslu, 1999). Bunun yanısıra Cici (1995), Ünlü ve diğerleri (1996) ve Çoban (2007) Hazar Gölü su kalitesiyle ilgili araştırmalarda bulunmuşlardır.

Hazar Gölü'nün su seviyesi değişimleri de öne çıkan ve çeşitli araştırmalara konu olan özelliklerinden biridir. Hazar Gölü'nün Pleistosen'de günümüzdeki seviyesine göre 100 m daha yüksek olan seviyesi, Pleistosen'deki iklimsel periyotlardan etkilenmiş ve su seviyesinde belirli zaman aralıklarında çekilme ve yükselmeler meydana gelmiştir. Tez çalışmamız sırasında da özellikle vurgulanan bu seviye değişimleri çoğu araştırmacı tarafından daha önce konu edilmiştir (Dupre, 1819; Ritter, 1843; Hommaire de Hell, 1854; Wünsch, 1885; Sieger, 1888; Lahn, 1948, 1951; Chaput, 1976; Herece ve Akay, 1992; Tonbul ve Özdemir, 1994; Özdemir, 1994). Bunun dışında göl seviyesi değişimlerini, ayrıntıya fazla inmeden sadece çalışmalarında değinen araştırmalarda bulunmaktadır (Erinç, 1953; İnandık, 1965, 1966, 1967; Akkan, 1972; Biricik,1993).

2. COĞRAFYA

2.1. Jeomorfoloji

Hazar Gölü Yukarı Fırat Bölgesi'nde yer almaktadır. Bu bölge, güneyde Doğanşehir depresyonu ile Kulp meridyeni arasında kalan Güneydoğu Torosların dış etekleri ve doğuda Muş depresyonunun batı kenarından başlayarak, Tezcan havzasının doğu kenarına kadar uzanan bir hattı kapsamaktadır (Erinç, 1953). Bu alan, batısında, Malatya havzasının güneyinde bulunan Beydağı (2544 m) ve Buzdağlar (2612 m.) ile, doğusunda Palu'nun güneyinde kalan Akdağlar (2500 m) arasında kaldığından çevresine göre daha çukurdur. Fırat ve Dicle vadileri arasına düşen bu kesimde, birbirine paralel uzanan, kuzeyden güneye sırasıyla, Çelemlik-Mastar sıra dağları, Hazar-Yaylım sıra dağları, Maden dağları olmak üzere 3 dağlık alan ve bunlar arasına sıkışmış, Hazar Gölü depresyonu ile Behrimaz-Çitli depresyonları yer alır (Erinç, 1953). Hazar Gölü depresyonuna paralel ve Toros istikametine bağlı olarak KD-GB gidişli Uluova, bölgenin daha doğusunda, Elazığ ovası ise bölgenin kuzeyinde konumlanmıştır.

Hazar Gölü havzası, Karaoğlan (2200 m), Hazar (2347 m) ve Mastar (2171 m) dağları gibi yükseltilerle çevrelenmiş olsa da 2000 m'den daha alçak sahalarda bu bölge içerisinde daha geniş bir alan işgal eder (Şekil 1).



Şekil 1 Yukarı Fırat Bölümü

Bu çukurluk kesim, daha yaşlı jeolojik birimlerin olduğu bir bölge olup, birbirine paralel ve sıkışık sıralar halindeki bir dizi küçük antiklinal ve senklinalden oluşan yapı sunmaktadır (Erinç, 1953). Hazar Gölü depresyonu, doğusunda bulunan hafif meyilli, düz tabanlı olgun bir vadi ile Dicle nehrine açılmakta olup, göl suları önceleri bu nehir için bir kaynak vazifesi görmekteydi.

2.2. Bitki Örtüsü

Hazar Gölü çevresinin toprak örtüsünü stepden çöle geçiş alanlarının toprakları olan kırmızı kahverengi topraklar, daha alçak kesimlerde bilhassa birikinti konileri, yelpazeler ve deltalar üzerinde ise, yüksek arazi topraklarının aşınıp taşınmasıyla oluşan kolüvyal topraklar ve alüvyal topraklar ve erozyon şiddetinin yüksek olduğu dik yamaçlarda genç ve toprak içeriği %75'ten fazla taş olan litosolik topraklar yer almaktadır. Hazar Gölü çevresinin doğal bitki örtüsünü ise, sahanın çeşitli yerlerinde rastlanan tek ve küçük topluluklar halindeki ağaçlar dışında, bu ağaç topluluklarının

insan etkisiyle tahribi sonucu gelişen antropojen stepler oluşturmaktadır. Bunların yanısıra soğuğa karşı dayanaklı meşe ormanları ve kuraklığı yansıtan ardıçlar gözlenir.

2.3. İklimsel Özellikleri

Doğu Anadolu iklimi genel anlamda şiddetli kontinental özelliği göstermesinin yanısıra yağış miktarı ve nemlilik derecesi bakımından komşusu olan İran ve İç Anadolu'ya nazaran daha elverişli koşullara sahiptir (Erinç, 1953). Çalışma sahasında içinde olduğu Doğu Anadolu'nun güney ve güneybatısında Akdeniz yağış rejimi etkilidir ve bölge en çok yağışı bahar aylarında alır. Bölgemizde, yaz mevsimi boyunca etkin olan Afrika üzerinden gelen kuru ve stabil özellikteki sıcak, tropikal hava kütlesi kuraklığın bu dönemde artmasına neden olur (Erinç, 1969). Bu sıcak kütle hareketiyle birlikte gelişen etkin hava hareketi, Atlas Okyanusu'nun subtropikal yüksek basınç sahasından Basra Körfezi üzerindeki alçak basınç alanına doğru hareketle kuzey doğrultulu rüzgarlar halindedir. Kış mevsiminde ülkemiz üzerinde etkin olan kutbi hava hareketleri, kuzeybatısından gelen Kuzey Atlantik hava hareketleri ile kuzeydoğusundaki Sibirya, Rusya ve İskandinavya üzerinden gelen hava kütlelerinin tesiri altındadır. Doğu Anadolu'da ise Kuzey Afrika, Güney Balkanlar ve Ortadoğu üzerinden gelen subtropikal hava kütleleri bu dönemde etkindir. Sonuçta, Kutbi karasal (kontinental) ve tropikal hava kütleleri arasındaki bu mücadele bu bölge ikliminde etkin rol oynar (Erinç,1953).

Hazar Gölü ve çevresi, Doğu Anadolu bölgesinin diğer kesimlerine oranla daha az karasal olan Yukarı Fırat bölümünün batı yarısında hüküm süren iklim ile Güneydoğu Anadolu'nun bozulmuş Akdeniz iklimi arasında bir geçiş sahasında yer almakta, bir taraftan ana çizgileriyle kuzeyinde ve güneyinde yer alan bu iklimlerin özelliklerini taşıırken, bir taraftan da kendine özgü iklim şartlarıyla dikkati çekmektedir. Coğrafi konumu daha serin ve daha az kurak, kışları ise, daha yağışlı ve biraz daha soğuktur. Diğer taraftan yağışın yıl içerisindeki dağılışına bakıldığında, en yağışlı mevsimin kış ve ilkbahara rastlaması Akdeniz yağış rejimine benzer bir özellik sergilediğini göstermektedir.

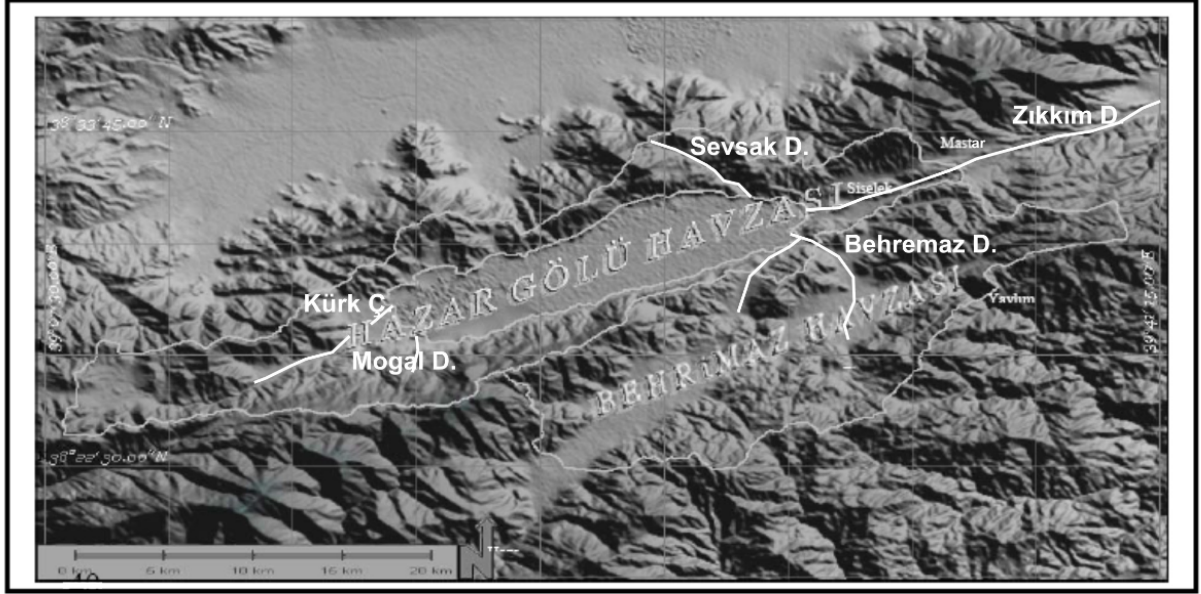
Klimagram yöntemi ile yapılan iklim sınıflamasına göre Hazar Gölü havzası soğuk karasal özellik göstermektedir. Çalışma alanının içerisinde bulunduğu bölgede yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,9 °C ve yıllık ortalama yağış 551,7 mm'dir. Yine aynı alan içerisinde bulunan Sivrice'nin yıllık ortalama sıcaklık değeri 11,8 °C derecedir ve yıllık ortalama yağış değeri 600,7 mm'dir. Havzada ölçülen en düşük sıcaklıklar Ocak ayında, en yüksek sıcaklıklar Temmuz ayında görülmektedir. Havza en fazla yağışı Nisan ayında alırken, en yağışsız geçen ay Ağustos ayıdır (DMİ, 2000).

2.4. Hidrolojik Özellikleri

Hazar Gölü'nün güneyinde bulunan Hazar Dağı'nın andezit ve bazaltlardan oluşuyor olmasından ötürü, oluşan bol çatlaklı ve gözenekli yapısı itibariyle, çok sayıda süreklilik gösteren su kaynaklarının buralarda bulunması tesadüfi değildir. Hazar Dağı'ndan inen akarsuların derine aşındırması sonucu oluşan V şekilli çentik (kertik) vadiler oluşturup yüzeyde derin izler açar ve göle ulaştıkları yerlerde küçük birikinti konileri ile fan-deltalar meydana getirir.

Göle batıdan karışan Kürksuyu, göle gelen en önemli akarsu olup doğudan karışan Zıkkım ile Savsak dereleri de göle önemli miktarda su taşır (Şekil 2). Zıkkım Deresi ve Kürksuyu, havzadaki diğer akarsuların aksine, Doğu Anadolu Fay zonuna karşılık gelen oluğa yerleşmiş subsekant akarsulardır. Yani tektonik yapıya uygun, doğu-batı yönünde akan "boyuna" akarsulardır. Buna karşılık diğer dereler ise, oldukça yakın jeolojik devirlerde meydana gelen epirojenik hareketler sonucu oluşmuş, kuzey-güney yönlü "enine" akarsulardır (Günek ve Yiğit, 1995).

Kürksuyu, batıdan fay hattına yerleşmiş derin bir çentik vadi içerisinde akar. Hazar Dağı eteklerinde yüzeye çıkan birçok fay kaynağının suyunu da alarak, Sivrice kasabası batısında büyük bir delta oluşturup göle karışır. Kürksuyu kış ve özellikle bahar aylarında bölgeye gelen yağışlarla paralellik gösterip yatağında bol su bulundurur ve göle yıllık ortalama $5,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadar su taşır (Şen ve diğ., 2002). Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında ise yaz kuraklığıyla taşıdığı miktar azalsa da bir miktarda olsa göle su taşır.



Şekil 2 Hazar Gölü'ne karışan önemli akarsu ve dereler (Duran ve Günek, 2005)

Zıkkım Deresi, gölün Kuzeydoğusunda yer alan Mastar Dağları'nın güney eteklerinde yüzeye çıkan iki ayrı kaynağın birleşmesiyle oluşur. Göle yıllık ortalama $2,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadar su taşımaktadır. Zıkkım deresi 2 km gibi oldukça kısa bir uzunluğa sahip olmasına rağmen yerleşmiş olduğu, iki taraftan faylı çöküntü alanına getirdiği malzemelerle göle 300-350 m mesafe kala önce birikinti yelpazesi oluşturur, bu mesafeden göle kadarki aralıkta da delta özelliği kazanmaya başlar ve nihayet göl kıyısında Gezin deltasını oluşturarak göle ulaşır.

Sevsak Deresi, Çelemlik Dağları üzerinde geniş bir tepelik alanı oldukça derin bir biçimde kazarak, göle doğru dar ve derin bir vadi şeklinde uzanır. Bu dere, önünde küçük bir yelpaze oluşturduktan sonra, yelpaze malzemeleriyle iç içe olacak biçimde 30-40 m.uzunluğunda deltaik malzemede yer alır. Mart, Nisan gibi yağışlı mevsimlerde fazlalaşan dere suları, yaz aylarında nerdeyse göle hiç malzeme getirmez. Diğer önemsiz derelerde, Sevsak deresinin özelliklerini az-çok yansıtır.

Kavak Deresi, diğer bir adıyla Behrimaz Çayı, Hazar Gölü havzası içinde yer almamasına rağmen sonradan bir kanalla havzaya dahil olmuş ve göle derive olmaya başlamasıyla birlikte, Hazar Dağı'nın güney eteklerinden çıkan kaynak sularıyla gölü

beslemektedir. Bu derenin, DSİ (Devlet Su İşleri) tarafından 1960'da yapılan bir çevirme kanalıyla göle akışının sağlanmasında Hazar Hidroelektrik santrallerinin devreye girmesiyle azalmaya başlayan göl sularını karşılama düşüncesi yatmaktadır. Kavak çayı, yıllık ortalama 3×10^7 m³ kadar suyu göle taşımaktadır. Ekim ayı ortalarında başlayan su taşıma, Şubat ayı sonuna kadar artarak devam eder ve Mart ayı başlarından itibaren alçalmaya başlar, Temmuz başlarında tamamen etkisini kaybeder. Özellikle sulamada kullanılmasına bağlı olarak Ağustos ve Eylül aylarında çevirme kanalı tamamen kuru kalır (Günek ve Yiğit, 1995).

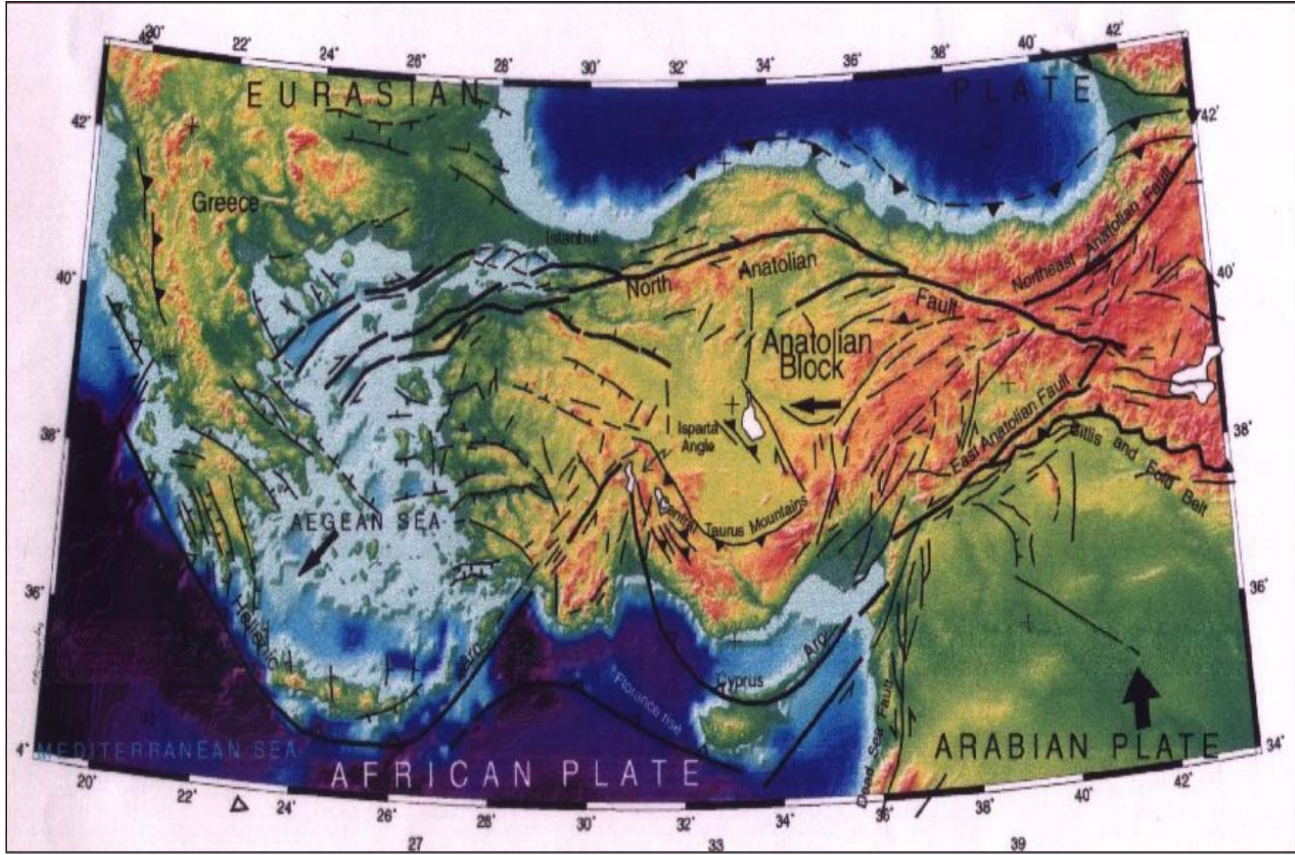
3. HAZAR GÖLÜ VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

3.1. Tektonik Konum

Hazar Gölü sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF) üzerinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Fayı (DAF) Orta Miyosen'den günümüze aktivitesini sürdüren Türkiye neotektoniğinin ana elemanlarından bir olma özelliğindedir. Bilindiği gibi Orta Miyosen'nin Serravaliyen döneminde Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışması sonucu Bitlis Okyanusu'nun (Güney Tetis) kapanması ile neotektonik dönem başlamıştır (Şengör ve diğ., 1985). Bu dönemde Doğu Anadolu Bölgesi, kıtacı sıkışma rejimi neticesinde deformasyon sonucu yükselmiştir. Sıkışmanın etkisiyle Anadolu levhacığı iki yanal atımlı fay boyunca batıya doğru kaçmaya başlamıştır (escape tectonics). Bu faylardan biri 1200 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu fayı (KAF), diğeri ise Doğu Anadolu Fayı (DAF)'tır (Şekil 3). Anadolu levhası KAF hattı boyunca yılda 2,5 cm hızla hareket ederken, DAF boyunca 1 cm hızla hareket etmektedir. Neotektonik rejim içerisinde yanal hareketler en fazla Pliyosen döneminde etkin hale gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ., 1986; Şaroğlu ve Yılmaz, 1987; Ercan ve diğ., 1990; Koçyiğit ve diğ., 2001; Aksoy ve diğ., 2007). Neotektonik dönemin farklılık sunan yapıları arasında, üzerlenmiş havzalar, Kuvaterner çek-ayır (pull-apart) havzalar, eşyaşlı doğrultu atımlı faylar ve faylanma kaynaklı sığ odaklı depremler, K-G gidişli kısa normal faylar, açılma çatlakları ile genç volkan ve volkan dizileri bulunur (Koçyiğit, 2002).

DAF Karlıova üçlü eklem noktasından başlar ve Bingöl, Palu, Hazar Gölü, Pötürge, Sincik, Narlı, Türkoğlu yörelerinden geçerek İskenderun körfezine kadar uzanan geniş bir alanda konumlanır. Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusunda uzanan bu kuşak yaklaşık 700 km uzunluğunda olup, ortalama 30 km genişliktedir (Arpat ve Şaroğlu, Koçyiğit ve diğ., 2003, Aksoy ve diğ., 2007). Bu kuşak içerisinde çok sayıda paralel veya yarı paralel sol yanal atımlı faylar bulunur (Şekil 4). Bu faylarda sıçrama (stepover),

ayrılma, bükülme (bending) ve yön değiştirmelere rastlanır. Ayrıca bu yapılar arasında dere ötelenmelerini, fay yamaçlarını, dönmüş (rotated) fay vadi ve sırtlarını, asılı vadileri (hanging valleys), heyelanları, su kaynaklarını ve yanal atımlı havzaları (strike-slip basins) görmek mümkündür (Çetin ve diğ., 2003). Bunlardan biri de, kuşkusuz, Elazığ yöresinde konumlanan Hazar Gölü (çek-ayır) havzasıdır.



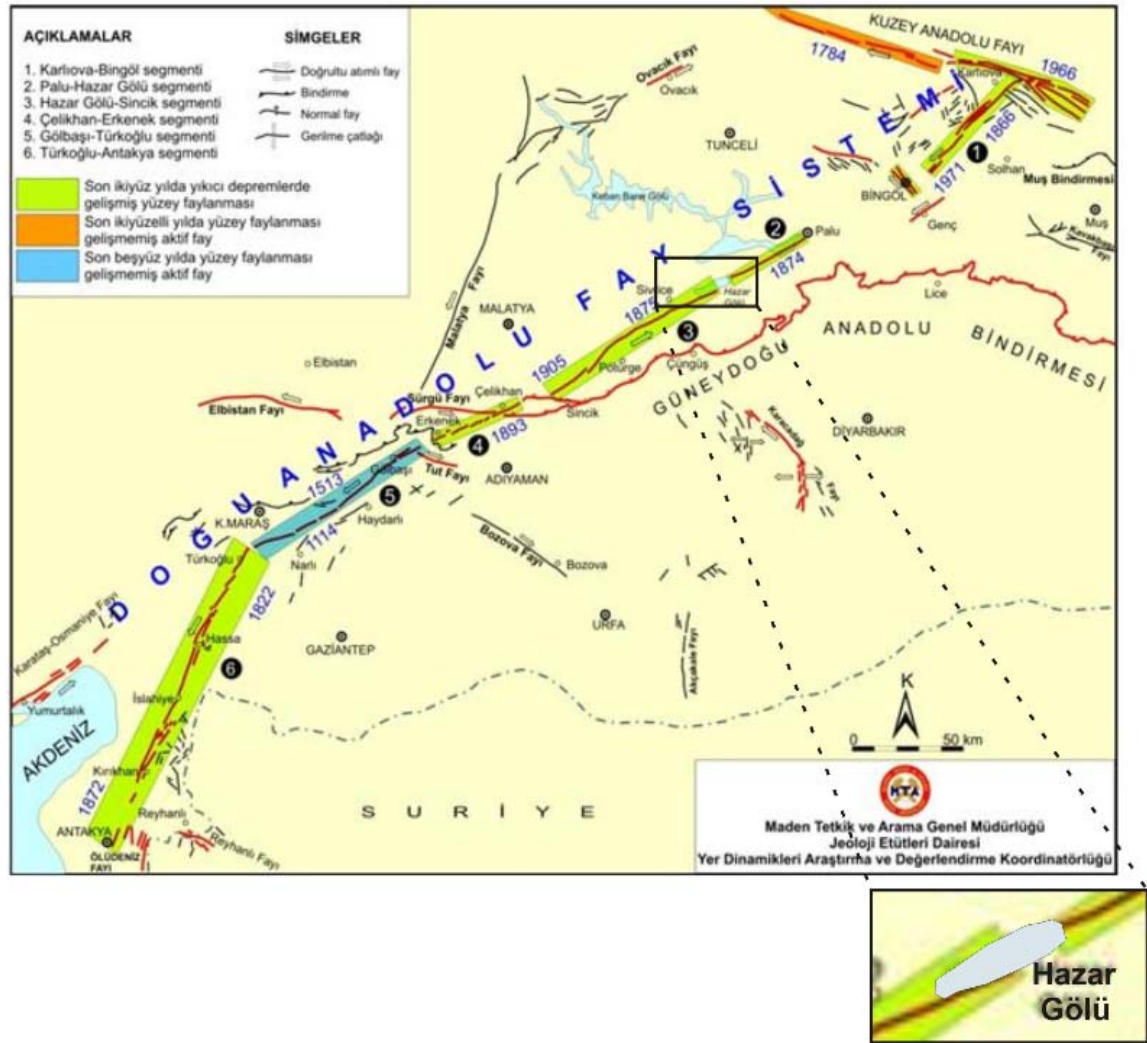
Şekil 3 Türkiye'nin tektonik rejimi (Kandilli Rasathanesi, 2000)

3.2. Sismotektonik Özellikler

Hazar Gölü havzası yanal atımlı bir fay havzasıdır. Bu havza Hazar Gölü ve yakın çevresinde birçok çalışması olan Hempton ve Dunne'e (1984) göre tipik bir çek-ayır havzasıdır ve DAF'ın, Hazar Gölü'nün kuzeydoğu ucunda sola sıçraması (left-stepover) sonucu oluşmuştur. Bu yorum ulusal ve uluslararası bilim çevrelerince yaygın bir kabul görmüştür (Şengör ve diğ., 1985; Şaroğlu ve diğ., 1992; Çetin ve diğ., 2003). Fakat günümüzde bazı çalışmacıların yorumları, Hazar Gölü'nün bir çek-ayır havzası

olmadığı ve DAF kuşağında negatif bir çiçek yapısı (negative flower structure) olarak geliştiği yönündedir (Ercan ve diğ., 1997).

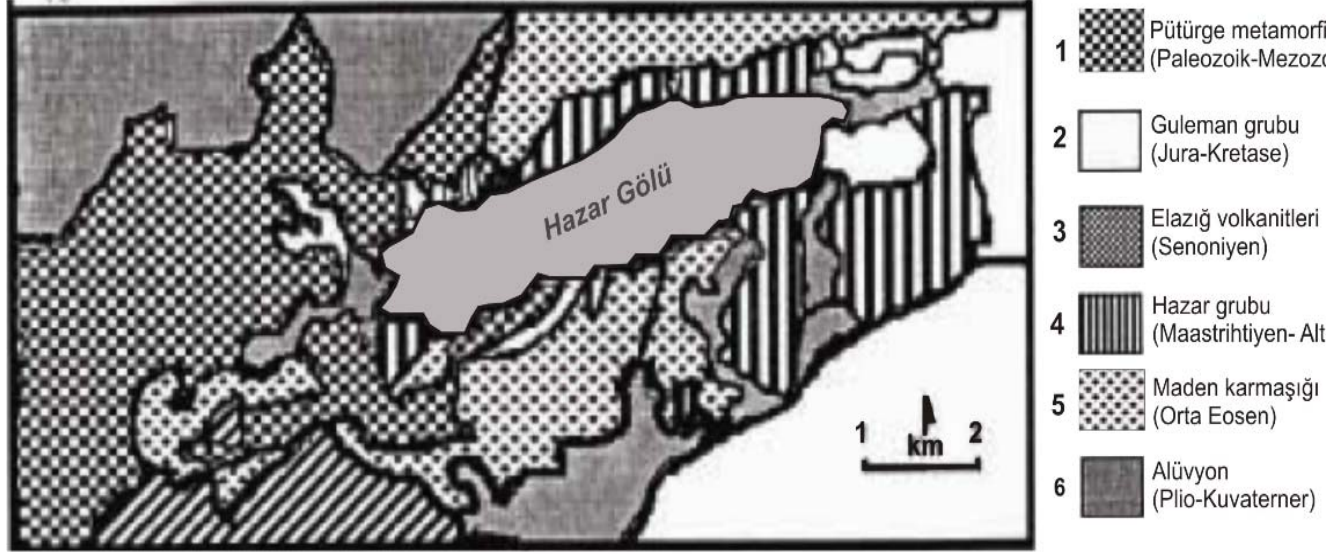
Hazar Gölü havzası ve çevresinde DAF oldukça geniş bir zon oluşturur (75 km) ve karmaşık fay kuşaklarından meydana gelir. Kuzeyden güneye doğru bu fay kuşakları; Baskil, Elazığ, Uluova, Sivrice, Adıyaman ve Lice-Çermik olup, Hazar Gölü Sivrice fay kuşağı içerisinde yer alır. Bu kuşak 2-6 km genişlik ve 180 km uzunluğuyla Palu-Yarpuzlu arasında yer alır. Bu kuşak içerisinde Gezin-Sivrice, Kartaldere-Gölordı ve Uslu-Karaçalı fay takımları bulunur (Şekil 4). Bu faylar doğrultu atım bileşeninin yanında önemli oranda da normal atım bileşenine sahiptir. Gelişen düşey hareketler, fay kuşağı içerisinde yarı paralel ve mercek biçimli çöküntülerin oluşumuna neden olur ki, Hazar Gölü’de bu türde gelişen çöküntünün bir sonucu oluşmuştur.



Hazar Gölü ve çevresi sismik yönden son derece aktif bir zondur. Göl ve yakın çevresinde çeşitli araştırmacıların yaptıkları aletsel mikro sismik ölçümlerden çıkan sonuca göre, bu yörede ortalama günde büyüklüğü 3'ten küçük 5 depremin olduğu ortaya konmuştur (Çetin ve diğ., 2003). Bunun yanında aynı bölgede yapılan paleosismik çalışmalar ve tarihsel kayıtlar, bu yörede 7'den büyük depremlerin olduğunu da açıkça göstermiştir (Ergin ve diğ., 1967; Ambraseys, 1989; Ambrassey ve Finkel, 1995; Ambrassey ve Jackson, 1998). Hazar Gölü, Palu ve Bingöl yörelerinde olan 1874, 1875 ve 1971 depremleri bunların en fazla bilinenleridir. 1874 Mayıs ayında büyüklüğü Ms=7.1 olan deprem Hazar Gölü ve yakın çevresini ciddi bir şekilde etkilemiş ve gölün güney kenarı 1-2 m yükselmiştir. Bu yükselme olayı neticesinde Hazar Gölü suyunu Dicle nehrine boşaltan kanal askıda kalmış ve göl suyunun nehre akışı durmuştur. Bu olay göl seviyesinin yükselerek yakın çevredeki yerleşim alanlarını basmasına neden olmuştur (Kilise Adası). Büyüklüğü Ms=6.7 olan 1875 depremi sırasında da güney kenar, dolayısıyla Dicle bağlantı kanalı 2 m daha yükselmiş ve bugünkü konumunu almıştır. Bingöl depremi (Ms=6.8), 1971 yılında Bingöl ve yakın çevresini etkilemiş ve büyük oranda can ve mal kaybına neden olmuştur (Ambrasseys 1989; Ambrasseys ve Jackson, 1998).

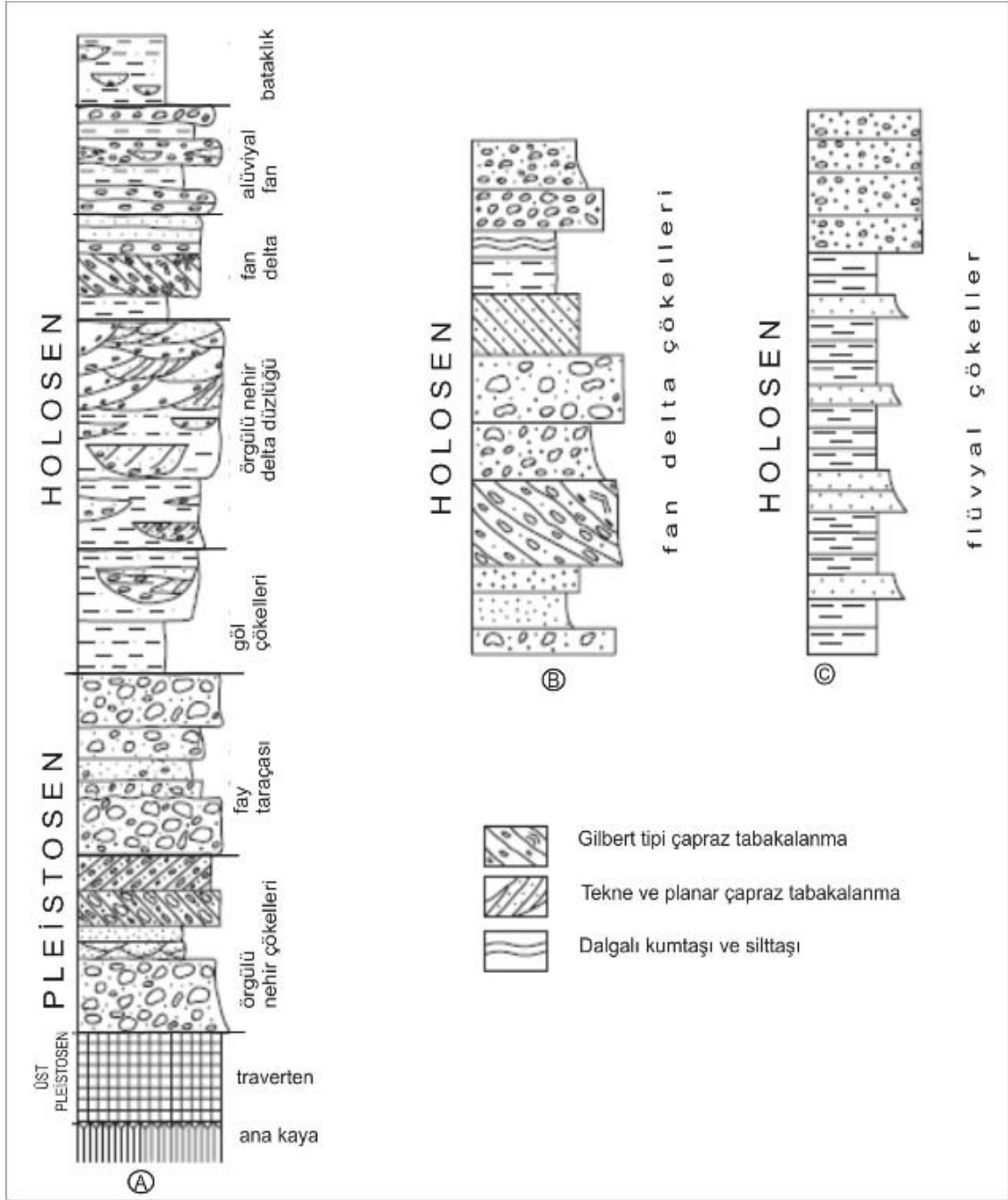
3.3. Stratigrafi

Hazar Gölü çevresinde yaşı Paleozoik'den Güncel'e kadar değişen kaya grupları yüzeylemiştir. Paleozoik-Eosen yaşlı kayalar Hazar Gölü havza dolgusunun temelini oluşturur. Bu temel kayalar başlıca; Paleozoik-Mezozoik yaşlı Pütürge Metamorfikleri, Jura-Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri, Senoniyen yaşlı Elazığ volkanitleri, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar grubu ve Orta Eosen yaşlı Maden karmaşığı birimlerinden oluşmaktadır (Hempton 1985; Sungurlu ve diğ., 1985; Herece ve Akay, 1992; Aksoy, 1993; Tatar ve diğ., 1995; Çelik, 2003 ve Aksoy ve diğ., 2007).



Şekil 5 Hazar Gölü'nün Jeoloji Haritası (Tatar ve diğ., 1995)

Plio-Kuvaterner çökelleri Hazar Gölü havzasının dolgusunu meydana getirir. Bu çökeller traverten, akarsu, alüvyal yelpaze ve göl çökellerinden oluşur. Göl çökelleri dışındaki çökellerin herbiri, çimentolanma ve yaş durumuna göre eski ve yeni çökeller şeklinde kendi içlerinde de bölümlendirilir (Çetin ve diğ., 2003; Aksoy ve diğ., 2007). Hazar Gölü'nün doğusunda yaygın olarak yüzeylenen bu çökellerin stratigrafik sütunda sıralanışını incelersek, en altta travertenleri görürüz. Travertenler temel kayaları açılı bir uyumsuzlukla örterken, faylara paralel olacak şekilde yüzeylenir. Laminalı ve gözeneklidirler. Travertenlerin üzerinde ise eski akarsu çökelleri bulunur (Şekil 5). Bu çökeller de bazen temel kayalarını açılı bir uyumsuzlukla örter ve gri renkli, kötü tabakalıdır. Kötü-orta boylanmalı, yuvarlak-yarı yuvarlak çakıl ve bloklardan oluşmuştur. Çakıllar temele ait metamorfik, volkanik ve sedimenter kayalardan türemiştir. Bu kaba klastikler içerisinde kum mercceklerine ve çapraz tabakalara rastlanır.



Şekil 6 A) Hazar Gölü Havzasının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti; B) Hazar Gölü'nün GB köşesindeki fan delta çökellerinin ölçülmüş stratigrafik kesiti; C) Kürk suyu içerisindeki flüvyal çökellerin ölçülmüş stratigrafik kesiti (Aksoy ve diğ., 2007)

Eski akarsu çökelleri, üste doğru uyumsuz olarak eski alüvyal yelpaze çökellerine geçer (Şekil 6). Eski alüvyal yelpaze çökellerinin kalınlığı yelpazeden yelpazeye değişir ve tabakasız ya da çok kötü tabakalıdır. Genellikle kırmızı renkli, kaba çakıl ve

çakıltaşlarından oluşmuştur. Çakıllar temel kayalardan türemiş olup, kötü boylanmalı, köşeli-yarı köşelidir. Bu birim içerisinde yer yer toprak oluşumuna da rastlanmıştır. Eski alüvyal yelpaze çökellerinin günümüzden yaklaşık 14-15.000 bin sene önce olduğu saptanmıştır (Çetin ve diğ., 2003). Buna göre bu çökeller Üst Pleistosen yaşlıdır ve alttaki eski akarsu çökelleri Alt-Orta Pleistosen yaşlı olmalıdır.

Modern akarsu çökelleri ve alüviyal yelpazeler güncel akarsu ve dere yatakları ile bunların ağızlarında bulunur. Litolojik açıdan eskilerine benzerken, içerisinde toprak gelişimlerine rastlanır. Modern akarsu ve alüviyal yelpaze çökelleri yanal olarak Hazar Gölü içerisindeki göl çökellerine geçer ve gölle birlikte kıyı kesimlerinde yelpaze-delta (fandelta) ve bataklık çökelleri oluşur. Yelpaze-delta çökelleri, tipik delta platformu, deltaönü ve delta tabanı fasiyesleriyle kolayca ayırt edilir. Bu çökeller gölün güney kenar fayı boyunca yaygın olarak bulunur ve göl çökelleri üzerine ilerler.

4. HAZAR GÖLÜ'NÜN LİMNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hazar Gölü 1993-1996 yılları arasında DSI tarafından yapılan çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri bakımından incelenmiş ve birçok limnolojik özellikleri ortaya konmuştur. Bunun dışında da yine gölün limnolojisi ile ilgili az sayıda da olsa çalışmalar bulunmaktadır (Akbaş,1996; Çoban, 2007). Hazar Gölü havzası ve çalışmalarda kullanılan ölçüm noktaları Şekil 7'de gösterilmiştir.

Hazar Gölü'nü fiziksel özellikleri bakımından değerlendirmek gerekirse, su sıcaklığı yönünden en düşük değerini 3,8 °C ile Şubat ayında alırken, gölde ölçülmüş en yüksek sıcaklık değeri 28,5 °C ile Temmuz ayındadır.. Hazar Gölü'nde ölçülen sıcaklık değerlerinin zamana bağlı değişimi EK-1'de verilmiştir.



Şekil 7 Hazar Gölü Havzası ve ölçüm noktaları (Şen ve Koçer, 2003)

Rezervuar ve göllerde sıcaklığın derinlikle değişimi genellikle yaz aylarında olur. Göllerde bu değişim sonucunda termal tabakalaşma meydana gelebilir. Göllerde üstteki sirkülasyon bölgesine epilimnion, en alttaki durağan bölgeye ise hipolimnion bölgesi denir (Wetzel, 1976). Bu iki bölge arasında sıcaklığın derinlikle birlikte hızla değiştiği ince tabakaya ise termoklin tabakası denir. Hazar Gölü'nde özellikle yaz aylarında ölçülmüş sıcaklık değerlerine bakıldığında, derinlikle birlikte tabakalaşma gözle görülür bir şekilde farkedilmektedir. Çizelge-1'de Hazar Gölü'nde Haziran ayı içerisinde, sıcaklık değerlerinde derinlikle birlikte büyük değişimler olduğu gözlenirken, termoklin tabakasının 10-15 m arasında konumlandığı düşünülmektedir. Mart ve Nisan aylarında mevsimsel olarak göl karışım halinde olup, derinlikle fazla bir değişim gözlenmemiştir (Çoban, 2007).

istasyonlar	Derinlik(m)	Mart	Mayıs	Haziran	Aralık
Sivrice	0,5	5,4	16,6	20,9	10,0
	5	6,0	14,4	20,7	9,2
	10	-	14,0	14,4	8,0
	15	5,8	9,8	10,6	6,0
	20	5,6	7,9	8,6	-
Göl ortası	0,5	5,4	16,5	21,8	10,2
	5	5,4	15,5	21,5	8,8
	10	5,4	11,6	17,2	7,0
	15	5,4	9,0	10,4	6,2
	20	5,2	7,8	8,0	5,0
DSİ	0,5	6,2	16,6	-	9,8
	5	5,8	12,7	20,0	8,6
	10	-	11,8	16,4	7,4
	15	6,0	10,0	14,4	6,0
	20	-	-	10,0	-

Çizelge-1. Hazar Gölü'nde ölçülen sıcaklık değerlerinin derinlikle değişimi (Çoban,2007)

Hazar Gölü suları pH değerleri bakımından bazik karakterlidir. Bu durum göl havzasının jeolojik yapısından kaynaklanıyor olabilir. Gölde yapılan son ölçümlere göre pH değerleri en düşük 8,75 ile Mart ayında ve en yüksek 9,10 ile Aralık ayında ölçülmüştür (DSİ, 1996; Çoban, 2007). Gölde, DSİ'nin 1993-1996 seneleri arasında yaptığı çalışmada bulunan pH değerleri ile günümüzdeki değerler karşılaştırılırsa, fazla bir değişim olmadığı görülecektir (EK-1).

Göllerde yüzey sularında canlı yaşamını devam ettirmek için gerekli olan Oksijenin sudaki çözünürlüğü, sıcaklık ve tuzluluk arttıkça azalır. Dolayısıyla Hazar Gölü'nde Çözünmüş Oksijen miktarı Temmuz-Eylül gibi sıcak aylarda en düşük değerlerini almaktadır. Göldeki Çözünmüş Oksijen değerleri 8,1-13,2 mg/l arasında değişmektedir.

Bir gölün ışık geçirgenliği özelliği yani secchi-disk derinliği, o gölün beslenme seviyesinin ortaya konmasında kullanılan bir özelliktir. Secchi-disk derinliği, 20 cm çapında, beyaz, ağırlıklı bir diskin, su içerisinde görünürlüğünü kaybettiği derinliktir (Wetzel ve Likens, 1991). Göllerin beslenme seviyesi bir diğer adıyla göllerin ötrofik seviyesi, sudaki secchi-disk derinliğine göre sınıflandırılır. Secchi-disk derinliği 4 m'den büyük olan göller, suları berrak, besleyici madde üretimi düşük olan göllerdir (Thoman ve Müller, 1987). Bu tür göller Oligotrofik göl olarak tanımlanmaktadır. Derinlik 2-4 m arasında olan göller Mezotrofik ve 2m'den küçük olan göller ise Ötrofik göller olarak tanımlanmaktadır. Hazar Gölü'nün ışık geçirgenliği önceki yıllarda çok ayrıntılı çalışılmamakla birlikte genellikle 2-4,9 m arasında değişen değerleri ve mavi-yeşil rengiyle bu sınıflama içerisinde Mezotrofik göller içerisinde yer almaktadır. Gerçekten de son yıllarda gölde yapılan araştırmalar neticesinde de gölde bugüne kadar rastlanmayan bazı yeni mavi-yeşil alg türlerinin ortaya çıkması gölün mezotrofik seviyede olduğunu kanıtlar niteliktedir (Çoban,2007).

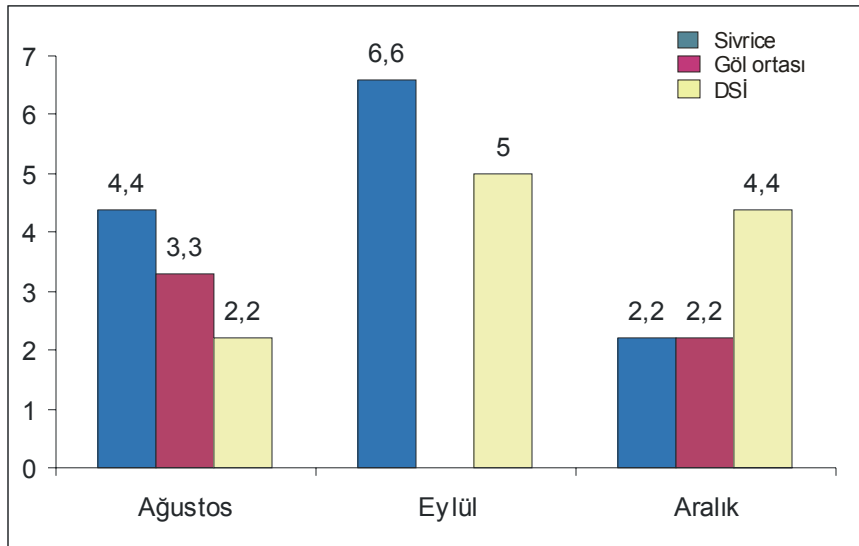
Hazar Gölü'nde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri oldukça yüksek düzeyde olup, genel olarak 1547-3150 μ mhos/cm aralığında değerlere sahiptir. EC değerlerinin bu kadar yüksek oluşu, Hazar Gölü'nün tuz içeriği bakımından çok zengin olduğunu gösterir. Özellikle Ağustos, Eylül, Ekim aylarındaki yüksek sıcaklığa bağlı olarak, artan buharlaşma sonucu su içindeki mineral maddelerin derişimleri de artar. Ekim ayından itibaren yağışların artmasıyla EC değerleride düşük değerler almaya başlar. Gölde yapılan en son çalışmalarda ölçülen en yüksek elektriksel iletkenlik değerinin 2430 μ mhos/cm ile Ekim ayında, en düşük EC değerinin 2150 μ mhos/cm ile Mart ayında olduğu belirtilmiştir (Çoban, 2007).

Göllerde Alkalinite, sudaki karbonat sistemin ne kadar tampon vazifesi gördüğünün bir ölçüsüdür. Alkalinite aynı zamanda asit nötralize etme kapasitesi olarakta bilinir (Wetzel, 1975). Çoğu tatlısuların alkalinite özelliği hidroksitler, bikarbonatlar ve

karbonatların varlığıyla öğrenilir ve CO_2 - HCO_3^- - CO_3^{2-} dengedeki sistem, tatlısulardaki esas tampon mekanizmasıdır. Hazar Gölü'nde toplam alkalinite değerleri 229-862 mg CaCO_3/l arasında değişmekte olup, bu değerler göl sularının sodalı olduğunun bir kanıtıdır. Göldeki alkalinite değerleri son yıllarda giderek artmıştır (EK-1).

Sertlik, su kütlelerinin niteliğinin yani kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan bir ölçüdür. Bir suyun sertliği kalsiyum ve magnezyum tuzları içeriğiyle kontrol edilir ve bunlarda büyük ölçüde bikarbonat ve karbonatlarla, sülfat, klorit ve diğer mineral asitlerinin anyonlarıyla birleştirilir. Hazar Gölü sularının sertlik değerleri 28-54 Fr aralığında değişen, sert diyebileceğimiz sulardır. Göl suyunun bu kadar sert özellikte olmasında Ca (kalsiyum) tuzlarının fazla olmasının etkisi vardır (EK-1).

Göllerde Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$) maddesi, birincil üretimin göstergesi sayılabilecek bir parametredir. Göller sahip oldukları klorofil-a miktarına göre sınıflandırılır (Thoman ve Müller, 1987). Bir gölde klorofil-a miktarı 4 $\mu\text{g/l}$ iken oligotrofik özellikte, 4-10 $\mu\text{g/l}$ arasında iken mezotrofik ve 10 $\mu\text{g/l}$ 'den büyük değerlere sahip olduğunda ise ötrofik özellikte göl olduğu söylenir. Hazar Gölü'nün klorofil-a değerleri incelenirse oligotrofik-mezotrofik arasında yer aldığı görülür (Şekil 8).



Şekil 8 Hazar Gölü Klorofil-A değerleri ($\mu\text{g/l}$) (Çoban,2007)

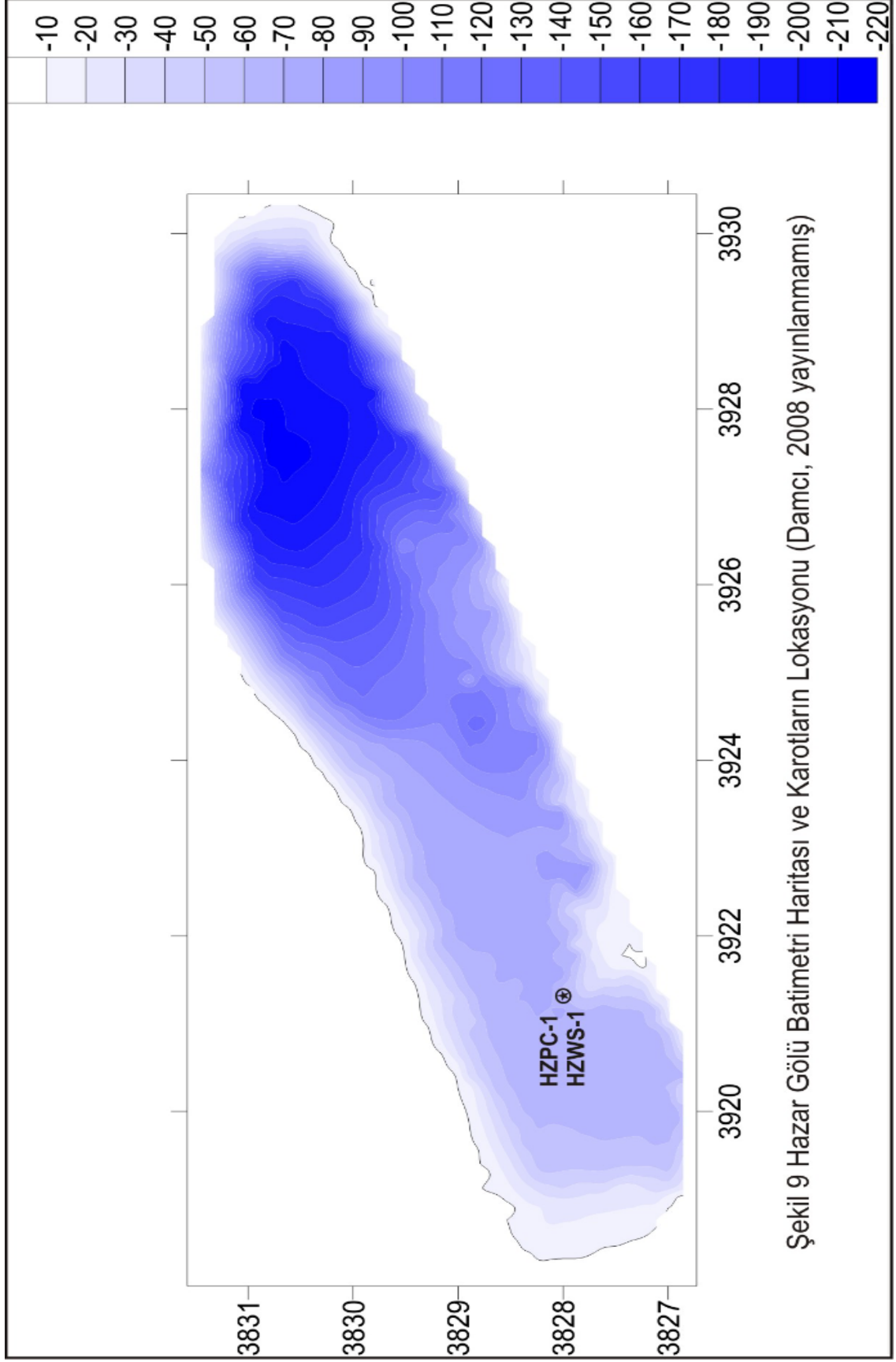
Hazar Gölü dip faunasının 6 hayvan grubu ve bunlara ait 14 tür tarafından temsil edildiği önceki çalışmalarda tespit edilmiştir (Şahin ve Baysal,1972). Bu grubu Diptera, Oligochaeta, Ostracoda, Isopoda, Pulmonata ve Turbellaria'lar oluşturur. Hazar Gölü litoral bölgesini çoğunlukla diatom ve az da olsa mavi-yeşil algler oluşturur (Şen, 1988). Hazar Gölü, sularında yaşayan bentik organizma dağılımı açısından zengin durumdadır. Hazar Gölü'nde fitoplankton toplulukları zooplanktonlara göre daha az görülür (Akbay, 1996). Hazar Gölü'nde tespit edilen fitoplankton grupları Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta, Phaeophyta, Xantophyta ve Euglenophyta'dır. Göldeki en yaygın fitoplankton grubunu Bacillariophyta oluşturur (Akbay, 1996). Göldeki zooplankton gruplarını ise Rotifera (Rotatoria), Copepoda, Cladocera, Ciliata'ya ait organizmalar oluşturur. En yaygın zooplankton grubunu Rotatorialar oluşturur (Tokat, 1976).

5. ÇALIŞMA METODLARI

Hazar Gölü (Elazığ) çökel karotları, 2007 Temmuz ayında karada trenç kazılarıyla başlayan bir aylık bir arazi çalışması süresini kapsamaktadır. Bu çalışmalar içerisinde, gölde yapılan sığ sismik çalışmalar ve yine gölde platform üzerinden sediment karotu alma çalışmalarını kapsar. Bu çalışma sırasında, Hazar Gölü'nden, gravite ve piston karotiyerler kullanılarak çeşitli derinliklerden uzun ve kısa olmak üzere 12 adet sediment karotu alınmıştır. Bizim çalışmamızda kullanılan karotlar gölün 72 m derinliğinden; 39° 21' 510' boylam ve 38° 28' 319' enleminden alınmış olup 1,19 cm lik kısa (yüzey) ve 5,06 cm lik uzun karotlardır (Şekil 9).

Bu çalışmamıza temel oluşturan, HZWS-1 yüzey ve HZPC-1 uzun karotlarının sedimentolojik, jeokimyasal analizleri ile çökellerin fiziksel ve kimyasal özellikleri İTÜ-EMCOL (Doğu Akdeniz Oşinografi ve Limnoloji Merkezi) laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Karotların, XRF karot tarayıcı (ITRAX Core Scanner) kullanılarak elementer analizleri yapılmış ve sayısal X-ışını radyografisi çıkartılmıştır. Çok sensörlü karot loglayıcı (MSCL:GEOTEK Multi Sencor Core Logger) ile göl çökellerinin porotize, yoğunluk, manyetik geçirgenlik, elektrik direnci, P-dalga hızı gibi fiziksel özellikleri ortaya konmuştur. Walkey-Blake Metodu ve gasometrik-volumetrik yöntemi kullanılarak yapılan TIC/TOC (Total Inorganic Carbon- Total Organic Carbon) analizleri ile geçmişten günümüze, göldeki organik üretim ve karbonat çökeli hakkında fikir sahibi olunmuştur. Çalışmamızın kilit noktasını oluşturan izotop analizleri periyodik seviyelerden seçilen ostracod kavkuları üzerinde, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ duraylı izotop analizlerini kapsamaktadır. Her iki karot boyunca belirli seviyelerde ayıklanan ostrakodların mikroskop altında tür tayini Hacettepe Üniversitesi'nde yapılmıştır. Ayıklanan belirli türdeki ostracodların oksijen ve karbon duraylı izotop analizleri, Arizona Üniversitesi'nde yaptırılmıştır. Son olarak karotların yaşlandırılması için seçilmiş 4 seviyedeki bitki kökleri, AMS (Accelerated Mass Spectrometre) kütle

spektrometre cihazı kullanılarak Woods Hole Oşinografi Enstitüsü'nde yaptırılmıştır. Bu yöntemlerle ilgili bilgiler aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 9 Hazar Gölü Batimetri Haritası ve Karotların Lokasyonu (Damcı, 2008 yayınlanmamış)

5.1. TOC/TIC Analizleri

TIC (Total Inorganic Carbon), bu çalışmada gasometrik-volumetrik yöntem kullanılarak tayin edilmiştir (Loring ve Rantala, 1992). Bu analizi saf CaCO_3 'ten 0.02, 0.04, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3 gr tartılır ve standart eğri elde edilir. 2 gr örnek kurutulur ve havanda toz boyutuna gelinceye kadar dövülür. Dövülen örnekler 0.5 gr tartılır ve 250ml lik cam beher içerisine konulur. Şişe içerisine 10ml HCL çözeltisi küçük bir şişe ile konulur ve örnek ile çözeltinin karışması önlenir. Beherin ağzı tıkaç ile hava alması önlenecek şekilde kapatıldıktan sonra örnek ve HCL çözeltisinin reaksiyona geçmesi için şişe iyice çalkalanır. Bu reaksiyon sonucunda açığa çıkan CO_2 cam tüpte renkli sıvının gösterdiği seviye değişimi ile ölçülür.

TOC (Total Organic Carbon), Walkey-Blake metoduyla tayin edilmiştir. Bu yöntem, örneğin potasyum dikromat ile yakılmasının ardından demir alüminyum sülfat dikromat ile titre edilmesini kapsar (Gaudette et al. 1974; Loring and Rantala,1992). 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 gr lık glikoz standartları oluşturmak üzere tartılır. Corg içeriği standart eğrisi ve bir seyreltme faktörü kullanılarak hesap edilir. 0.5 gr kurutulmuş ve havanda dövülerek toz haline getirilmiş örnek 500ml lik beher içerisine konulur, 10ml 1N dikromat çözeltisi bir pipet yardımıyla eklenir ve dikkatlice karıştırılır. 20ml konsantre H_2SO_4 ilave edilir ve 1 dakika boyunca karıştırılır.karıştırma işlemi 20-30 dakika devam eder sonrasında örnek 200ml destile su ile seyreltilir. 10 ml konsantre H_3PO_4 , 0.2 gr NaF ve 1ml difenil-amin indikatörü ilave edilir. Örnek daha sonra 0.4 N $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2.6\text{H}_2\text{O}$ solüsyonu ile tekrar titre edilir. Titrasyonun bittiği dönüm noktasında çözeltinin rengi yeşil renk olur.

5.2. XRF (X-Ray Fluorescence Spectroscopy) Analizi

ITRAX karot tarayıcısı, karot boyunca rastlanan birbirinden farklı tabakaların, jeokimyasal olarak tanımlanması çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir analiz cihazıdır (Rothwell ve Rack., 2006). Bu yöntemle karot numunesine zarar vermeden, sediment içerisindeki element konsantrasyonları ortaya çıkarılmaktadır (Röhl ve Abrams, 2000). Aynı zamanda karotun fotoğrafı çekilir ve radyografi görüntüleri elde edilir. HZWS-1 ve HZPC-1 karotları, 0,2 mm sıklıkla taranarak elementlerin çökel

içerisindeki rölatif değişimleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen elementel sonuçlar, kısmen kantitatif olup, birimi cps (counts per second) olarak ifade edilmektedir (Jahn ve diğ., 2003).

Göl ve denizlerin jeolojik zaman süresince geçirdiği diyajenetik süreçleri, üretkenliklerini (verimlilik), bu tür ortamlarda çökelen sedimanın kökeni ve bu göl ve denizleri çevreleyen karasal ortamlardaki eski çevre koşullarındaki değişiklikleri çeşitli proksiler kullanılarak XRF yöntemiyle öğrenmek mümkündür. Killer iklim indikatörü ve taşınma mekanizması proksisidir. Karada oluştuktan sonra, deniz ve göl sedimanları içerisine taşındıkları takdirde, bu sedimanların çeşitli yöntemlerle analizi sonucu karada süregelen iklim koşulları ve akıntı sistemi hakkında bilgi verir. Ti (Titanyum), kırıntılı karasal girdideki oransal değişiklikleri görülebilmek açısından önemli bir proksi olduğu çeşitli çalışmalarda ispatlanmıştır (Sorrel, 2006). Ti, göl ya da deniz havzasına, nehirler vasıtasıyla taşınan kırıntılı sedimentler içerisinde bol miktarda bulunur. Ti, kil ve silt parçalarındaki Fe-Ti oksitler içerisinde zenginleşen bir element olup, ağır mineraller içerisinde konsantre olur. Ti, göl ve deniz sedimentlerinde karasal kökene sahip olup, gölün üretkenliğinden ve erken diyajenetik proseslerden etkilenmez. Dolayısıyla göl ya da denize gelen kırıntılı girdinin bileşimindeki çeşitliliği görmek açısından yine proksi olarak Ti seçilir. XRF analizleri sonucu, Ti artış yada azalma gösterdiği seviyeler, iklimsel olarak önemli bilgiler verir. Ti miktarının arttığı seviyelerde, karasal malzeme gelişinin arttığı yağışlı ve daha serin dönemler beklememiz gerekir. Ti miktarındaki azalma ise çoğunlukla sıcak ve kurak dönemleri yansıtmaktadır. Si (Silisyum) elementide yine sedimentin asıl kökeni hakkında bilgi vermesi açısından jeokimyasal çalışmalarda önemli bir proksi vazifesi görür. Si miktarının arttığı seviyelerde, yağışlı ve serin dönemler olduğunu söylememiz daha doğru olacaktır. Ca (Kalsiyum), karbonat içeriğini gösteren bir elementtir. Ca'un çok yüksek ya da çok düşük değer aldığı seviyeler, kavkı bakımından zengin ve karasal kuvarsça zengin tabakaları birbirinden ayırır (Rothwell ve diğ., 2006). Ca, kalsiyum karbonatın ve göldeki üretkenliğin bir göstergesidir ve sıcak iklimsel dönemlerde soğuk dönemlere nazaran sediman içerisinde daha çok çökeler. K (Potasyum), kil mineralleri içerisinde bolca bulunan, özellikle sediman içerisinde illit mineralinin varlığını kanıtlayan bir elementtir. İllit minerali ise havzaya nehir girişinin olduğunun göstergesidir. İllitin bol bulunduğu

seviyeler, göle kırıntı girişinin yoğun olduğu daha serin ve yağışlı dönemleri temsil eder.

Fe elementi de yine kırıntılı girdiyi işaret eden bir element olup, Ti ile benzer salınımlar gösterir. Her iki elementede, göl ya da denizi çevreleyen karasal ortamdaki kil ya da volkanik kayaların tozlarının rüzgar sonucu taşınmasıyla karot sedimanları içerisinde bolca rastlanır (Cheshire ve diğ., 2005). Yani yine soğuk ve yağışlı iklimsel dönemlerde çökeller içerisinde daha fazla Fe görmemiz gerekir. Fe aynı zamanda redoks değişikliklerine de son derece duyarlı bir element olması magnetik özelliğinden kaynaklanmaktadır. Ti ise redoksa duyarlı bir element değildir (Peterson ve diğ., 2000).

5. 3. MSCL (Multi Sencore Core Logging) Analizi

MSCL, çok sensörlü bir alet olup, sedimentin manyetik geçirgenlik, yoğunluk, porozite, P-dalga hızı, elektriksel resistivite gibi fiziksel özelliklerini, sedimente zarar vermeden ölçmektedir. Hem bütün karotta hem de yarım (ikiye bölünmüş) karotlarda uygulanabilen bir yöntemdir (Sorrel, 2006). MSCL yönteminde, karot numune istenilen çözünürlükte taranabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan karotlar, 5 mm'lik ölçüm aralığında çalışılmıştır. Elde edilen ham sonuçlar, daha sonra kalibrasyon özdeşliği bilinen değişik konsantrasyonlardaki tuzlu su çözeltileri ile kalibre edilmiştir. Sonuçların yorumlama çalışmaları sırasında, parametreler arasındaki ilişkilerde gözönünde bulundurulmuştur. Buna göre, manyetik geçirgenlik ve yoğunluk parametrelerinin aynı ortam koşulları altında, birbirine benzeyen davranışları dikkat çekmektedir. Hemen hemen aynı ya da çok yakın seviyelerde birlikte artış ve azalma eğrileri gösterirler. Elektriksel resistivite, porozite ve P-dalga hızı grafikleri de yine bazı seviyelerde benzer şekilde davranış sergilerler ve her üçüde manyetik geçirgenlik ve yoğunluk grafiklerine göre ters orantılı davranış gösterirler.

Manyetik geçirgenlik yada diğer bir adıyla magnetik duyarlılık, sediment malzemenin mineral içeriği ile ilişkilidir. Göl sedimentlerinde manyetik duyarlılık, magnetit, pirotit, hematit, olivin, biotit, pirit ya da Fe-Ti oksitler gibi ferromagnetik minerallerin tane boyu dağılımı ve konsantrasyonuyla kontrol edilir (Thomson ve diğ., 1975; Verosub ve Roberts 1995; Nowaczyk, 2001). Manyetik alana maruz kaldığında mineral içerisinde

hangi elementlerin magnetize olabilme özelliğinin olduğu da bu yöntemle ortaya çıkar. Magnetize olabilecek malzeme bakımından zengin olan sedimentlerde, magnetik geçirgenlik büyük sinyaller verirken, bünyesinde bu tür ferromagnetik mineraller yerine diamagnetik mineraller bulunan sedimentlerde düşük ya da negatif sinyaller vermektedir. Örneğin, içerisinde bol miktarda Fe elementi bulunan pirit, magnetit gibi minerallerde ya da mikalı malzemede magnetik geçirgenlik değerleri yüksektir. Buna karşın, organik maddece zengin ya da biyojenik materyal içerikli (silisli, karbonatlı, kavkılı), kuvars, feldspat, kalsiyum karbonat oranı yüksek malzemede düşük değerler çıkar (Sorrel, 2006; Robinson, 1993).

Göl ve deniz sedimentleri içerisindeki magnetik topluluklar, havzadaki erozyon (nehir ya da moloz girdisi) kaynaklı parçalardan, in-situ (yerinde gelişen) çözümler ve magnetik taşıyıcıların otojenezi sonucu meydana gelirler (Berner, 1980; Snowball, 1993; Williamson ve diğ., 1998). Manyetik duyarlılık, havzaya kırıntılı malzeme girişinin olduğu dönemlerde hareketlenir ve yüksek değerler verir. Bu yüksek değerler göldeki hidrolojik aktivitenin de yüksek olduğunu gösterir. Tam tersi olduğu dönemlerde ise gölün hidrolojik aktivitesi düşüktür (Arnaud ve diğ., 2005). Yağışlı iklim dönemlerinde kırıntı girdisi göstergesi Fe ve Ti, fiziksel aşınma sonucu göl ve deniz sedimentlerinde artar ve bu durum manyetik geçirgenlik grafiklerindeki artış pikleriyle takip edilir. Kurak iklim dönemlerinde göl ve denizlerin besleyici özellikleri yüksek olup, biyojenik malzeme üretimindeki artış, nehir vasıtasıyla gelen kırıntı girdisindeki azalma, sediment karotlarındaki düşük manyetik geçirgenlik değerleriyle takip edilir (Cheshire, 2005). Manyetik geçirgenlik mineral bileşimine bağlı olarak, demirli pirit, sülfütlü malzemelerde yüksek çıkabilir. Ayrıca manyetik geçirgenlik killi malzemede yüksek, kumlu ve daha kaba boyuttaki malzemede düşük bulunur.

P Dalgası hızı, sediment karotlarının sismik ve stratigrafik korelasyonunu ortaya koyan bir parametre olma özelliğindedir. Sediment içerisindeki malzemenin tane boylarının çeşitliliği ve dağılımının belirlenmesinde, kum, silt aratabakalarının ortaya konmasında kullanılan bir parametredir (Rothwell, 2006). P dalga hızı sedimentin artan porozitesiyle birlikte artış gösterir. Bu nedenle, kırıntılı, kavkılı malzemede yüksek P dalga hızları elde edilir. P dalgası hızı, kumlu seviyelerde, ağır mineralli ya da çok sert

olan seviyelerde yüksek olabilir. Poroziteli, çatlaklı veya yumuşak malzemeyse düşük değerler verebilir.

Elektrik direnci malzemenin tane boyuyla ilişkilidir. Sediment malzemenin tane boyu ve yuvarlaklığı azaldıkça elektriksel direnç azalmaktadır (Jackson ve Lovell, 2003). Bunun dışında, elektrik direnci profilleri, gözenek suyu tuzluluğunda gelişebilecek değişikliklere karşı son derece duyarlıdır. Genellikle, tuzlulukla artışıyla ilişkili olarak azalma gösterir. Karotların üst seviyelerinde gözenek suyu miktarı daha yüksek olacağından elektriksel direnç değerleri de daha yüksek görülebilir.

Karotta, MSCL tekniğiyle yoğunluğun elde edilmesi sonucu, sedimentin porozitesi ve su içeriği hakkında bilgi edinmek mümkündür (Rothwell, 2006). Sediment yoğunluğu, tane boyundaki ve paketlenmedeki değişikliklere göre şekillenir. Porozite ile yoğunluk birbiriyle ters orantılı olan iki parametredir. Öte yandan P dalgası hızı ile yoğunluk doğru orantılıdır. Eğer malzeme iyi ve sıkı paketlenmiş ise, böyle malzemede porozite düşük, tam tersi yoğunluk yüksek çıkar. Sediment yoğunlukları sıcak iklim dönemlerinde soğuk dönemlere nazaran daha düşüktür (Cheshire, 2005) .

Elektriksel resistivite, sediment malzemenin tane boyuna, dokusal özelliklerine göre değişir. Karbonatça fakir, kil oranı yüksek, porozitesi (gözeneklilik) yüksek, dokusal özelliği yumuşak olan sedimentlerde elektriksel resistivite değerleri düşüktür. Bunun aksine, yüksek karbonatlı, düşük kil içerikli, porozitesi düşük, sert dokulu sedimentlerde, elektriksel resistivite değerleri yüksektir. Bu özellikleri barındıran sediment malzeme aralığının yoğunluk değerleride yüksektir (Röhl ve Abrams, 2000).

5.4. Mikropaleontolojik Analiz

Hazar Gölü'nden alınan HZWS-1 ve HZPC-1 karotlarında 5'er cm aralıklarla örneklenen çamur numuneler, yaklaşık 24 saat suda bekletildikten sonra tazyikli su ile yıkanmış ve 45 µm'luk elekten geçirilmiştir. Her bir örnek, etüvde 50°C'de kurutma işleminin ardından örnek şişelerine alınmıştır. Şişelenen örnekler içerisinde çalışmanın temelini oluşturan ostracod faunası üstten aydınlatmalı binoküler mikroskop altında iğne ile tek tek ayıklanmıştır. Her seviyeden ayıklanan ostracod kavkılar tekrardan plastik numune kapları içerisine alınarak %1'lik hidrojen peroksit ilave edilmesinin

ardından örneklerin kirlilik derecesine göre 30-45 dakika arası süreyle çözünmesi için oda ısısında bekletilmiştir. Bu süreçten sonra numune kapları içerisindeki ostracodlar, yine 45 µm'luk elek üzerine dökülerek, arıtılmış suyla çok iyi bir şekilde yıkanmıştır. Daha sonra ostracod türler üzerine bir önceki işlemin etkisinden kurtulmak için az miktarda ethanol gezdirilmiştir. Bu işlemten sonra, ostracodlar plastik numune kapları içerisine alınarak, etüvde 50°C'de en az 4 saat olmak üzere kurumaları için bekletilmiştir. Tüm temizleme işlemlerinin ardından ostracod türler tanımlama çalışmaları için mikro fosil slaytlar içerisine yerleştirilmiştir.

Hazar Gölü'ne ait ostrakod faunası tespiti ve türlerin SEM mikroskop görüntüleri Hacettepe Üniversitesi Paleontoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Ostracod türlerin tayinleri ve taksonomik/sistematik yerleri yine aynı üniversiteden Prof. Dr. Cemal TUNOĞLU tarafından yapılmıştır.

5.5. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ Duraylı izotop Analizleri

Duraylı oksijen ve karbon izotop analizleri Arizona Üniversitesi İzotop Jeokimyası labuatuarlarında kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, fosil kavkılar fosforik asit içerisinde çözülür ve açığa çıkan CO₂ gazı analiz edilir. Duraylı izotop analizine gönderilmek üzere, tüm seviyelerde ağırlıklı olarak görülmesi, ortalama 1mm uzunluğa sahip olması ve besinini göl suyundan alıyor olması sebebiyle *Candona neglecta* Sars seçilmiştir. Her seviyeden 20-30 adet kadar ayıklanan bu türün, daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için en temiz ve kırksız olanları tercih edilmiştir.

Fosil kavkılarının izotopik bileşimleri, karbonat VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite) standarda karşı per mil ‰ içerisinde VSMOW (Vienna Standart Ortalama Deniz Suyu) ile ilişkilendirilir ve bu yüzden de δ ile gösterilir ve aşağıdaki şekilde formülize edilir.

$$\delta^{18}\text{O} (\text{‰}) = \left[\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{örnek}} - \left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{standart}} \right] / \left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{standart}} \times 10^3 \quad \text{ve}$$

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = \left[\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{örnek}} - \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standart}} \right] / \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_{\text{standart}} \times 10^3$$

İzotop parçalanması ya da bir elemente ait izotopların ayrılması, izotop ağırlığına ve aktivitesine bağlı olarak gelişir. Parçalanma proseslerini, evaporasyon ya da yağış gibi faz değişimleri, karbonat oluşumu ya da redoks gibi kimyasal reaksiyonlar ve fotosentez, tüketim ya da ayrışma gibi biyolojik alışveriş olaylarıyla yönetir (Wetzel, 2001). Evaporasyon (buharlaştırma) sonucu göller zenginleşir, etkili yağış sonucu ise bileşimi seyrelir. Göllerin, Yağış/ Buharlaştırma (P/E) oranında gelişen bu değişiklikler ostracod kabukları analiz edildiği takdirde ortaya konmuş ve dolayısıyla da gölün paleohidrolojisi hakkında fikir sahibi olunur (Hodell ve diğ.,1991,1995).

Sedimenter karbonatlardaki duraylı oksijen ve karbon izotop çalışmaları ilk olarak Urey (1947) tarafından başlamış ve ardından Emiliani (1955), Epstein (1951,1953) ve McCrea (1950) bu çalışmalara öncülük etmiştir. Denizel olmayan sedimenter karbonat çalışmaları su kolonunda oluşan karbonat ya da biyojenik kabuk malzemeleri üzerindeki çalışmalarla devam etmiştir (Fritz ve diğ., 1974,1975; Stuiver ve diğ., 1968,1970).

Dengeli bir çökeltmenin olduğunu varsayarsak, karbonatlara ait ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) oranı, içerisinde çökdikleri suyun izotopik bileşimini ve sıcaklığını yansıtır. Göllerin izotopik bileşimi; çökeltmenin izotopik bileşimine, drenaj havzasının hidrolojisine, yağış/buharlaştırma oranına ve su kütlelerinin konaklama süresine (residence time) bağlı olarak değişir (Kelts ve Talbot, 1990). Göl ve deniz suları, yüksek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ değerlerine sahiptir ve bu durum düşük P/E (yağış/buharlaştırma) oranlarının göstergesidir. Yağmursuları ve bu suların oluşturduğu yüzey ve yeraltısuları düşük $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ değerine sahiptir.

Biyojenik kalsite ait oksijen izotop bileşimi su sıcaklığının ve tuzluluğun bir fonksiyonu olarak değişir (Epstein ve diğ., 1953; Erez ve Luz, 1983). Bir göle ait $\delta^{18}\text{O}$ değerlerini, ilerleyen evaporasyon, yağmur suları ya da tatlısu girdisiyle göl tuzluluğunda meydana gelen değişiklikler kontrol eder. Göl suyu sıcaklığında meydana gelen azalma, ostracod kavkının $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde düşüşe yol açarken tuzlulukta meydana gelen artış, $\delta^{18}\text{O}$ değerinde de artış meydana getirir (Chivas ve diğ., 1986). Nemli iklim bölgelerindeki kısa konaklama süresine sahip sular hariç, göl sularının $\delta^{18}\text{O}$ değeri, aynı zamanda olduğu meteorik yağışlarla aynı değere sahiptir.

Evaporasyon sonucu ^{16}O ortamdan uzaklaşır. Ortamdan uzaklaşan ^{16}O miktarı, yüzey rüzgar hızına, nisbi neme, sıcaklığa bağlı olarak değişir (Ito, 2001).

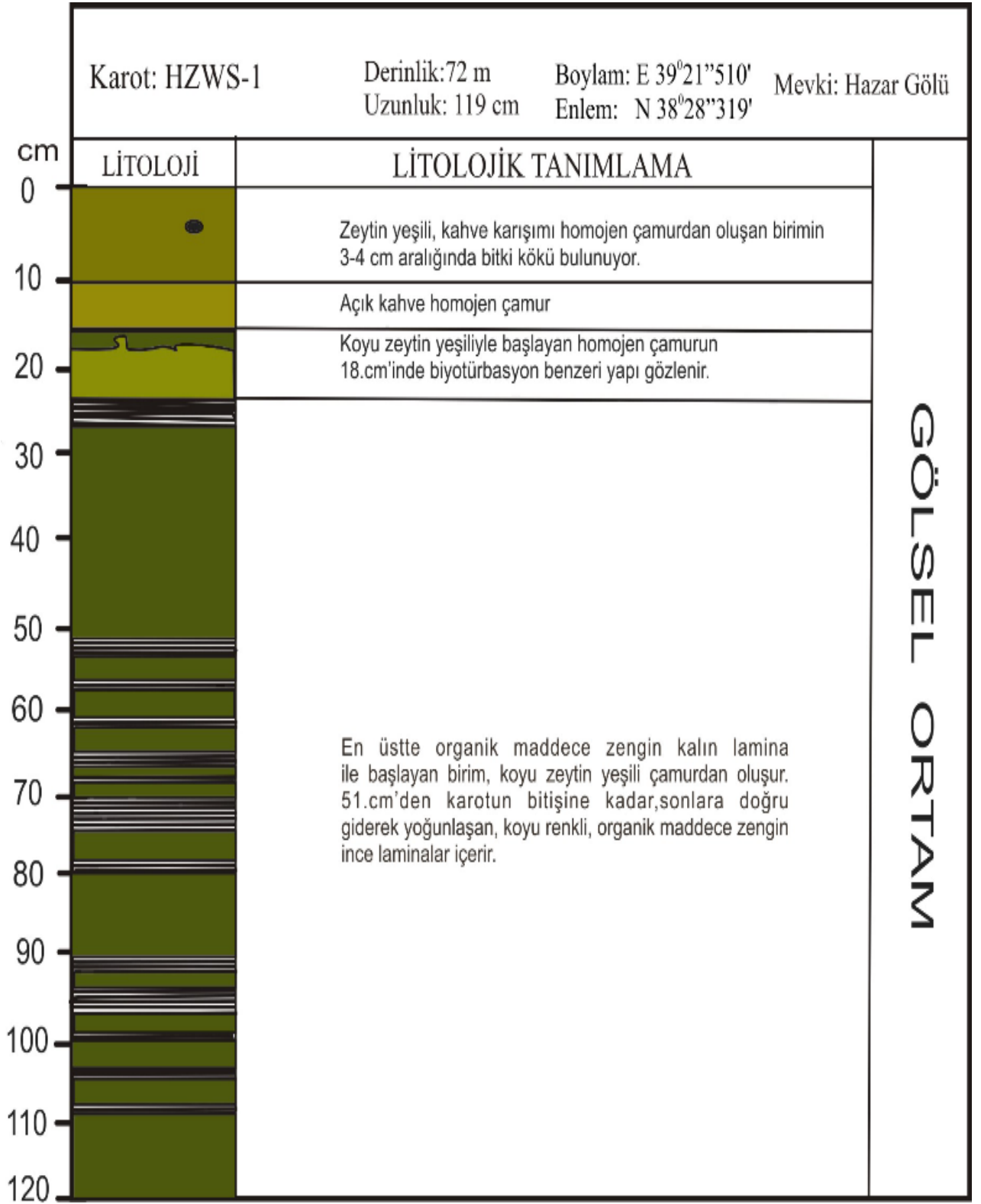
$\delta^{13}\text{C}$, besleyici madde (nutrient) dinamiği ve organik üretkenlik tarafından kontrol edilen göl ve deniz içerisindeki prosesler üzerine yapılan paleo-üretim çalışmalarında kullanılır (Zhan ve diğ., 1996; Mc Corkle ve diğ., 1998; Wefer ve diğ., 1999, Mackensen ve diğ., 2000). $\delta^{13}\text{C}$ değerlerindeki değişimler yüzey suyunun üretkenliğini oransal ya da miktarsal olarak ortaya koyar ve göl dibindeki anoksik ortam koşulları hakkında bilgi verir (Mckenzie 1982, 1985; Hollander ve McKenzie, 1991; Schelske ve Hodell, 1991; Hollander ve diğ., 1992).

Karbonatlar içerisindeki $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı, sıcaklıkta gelişen değişimlerden azda olsa etkilenir fakat daha çok karbonat çökeli içerisindeki toplam çözülmüş inorganik karbonun (TDIC) izotopik bileşiminde meydana gelen değişikliklerle şekillenir. Toplam çözülmüş inorganik karbona (TDIC) ait $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı, atmosferdeki CO_2 gazı bileşiminde meydana gelen değişikliklerle, fotosentez oranıyla, organik madde çürüme miktarıyla, bakteri prosesiyle (sülfat indirgenmesi ve metanojenez) ve karbonatların çözülmesiyle ortama gelen girdiler tarafından kontrol edilir (Mc Kenzie, 1985; Kelts ve Talbot, 1990). Göldeki üretkenliğin göstergesi olan fotosentez sırasında bitkiler ^{12}C hafif izotopunu kullanmayı tercih etmeleri arta kalan suda TDIC ^{13}C 'nin zenginleşmesine neden olur. Bir süre sonra organik maddenin çürümesi sonucu ise biyojenik CO_2 serbest hale geçer ve bu durumda ^{12}C 'ce zengin CO_2 'in dip sularında zenginleşir. Sonuçta TDIC'in $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı düşer. İnorganik karbon kaynaklarından atmosferik $\delta^{13}\text{C}$ değeri ortalama -7 ‰, nehir vasıtasıyla gelen $\delta^{13}\text{C}$ değeri yaklaşık -8 ‰ ve daha düşük değerlerdedir (Keith ve Weber, 1963).

6. HAZAR GÖLÜ ANALİZ SONUÇLARI

6.1. HZWS-1 Litolojik Tanımlaması

Tanımlaması yapılan HZWS-1 karotu, Hazar Gölü'nden 72 m su derinliğinden, 39° 21" 510' boylam ve 38° 28" 319' enleminden alınan bir yüzey karotudur. Bu karot, 119 cm uzunluğunda ve tek parçadan oluşmuştur. Karot, genel olarak yer yer ince ve kalın laminasyonlu, rengi açık zeytin yeşilinden, koyu zeytin yeşiline değişen çamurdan oluşmaktadır (Şekil 10). Karotun 0-10 cm aralığını zeytin yeşili, kahve karışımı homojen çamur malzemesi oluşturur. Bu birimin 3-4 cm aralığında bitki kökü bulunmaktadır. 10-15 cm aralığında homojen çamurun rengi açık kahverengiye dönüşmektedir. 15-24 cm aralığında renk giderek koyulaşır ve önce koyu zeytin yeşili, açık yeşil renk alır. Bu birimin 18.5. cm'inde biyotürbasyon benzeri izler gözlenmektedir. Karotun 24-110.5 cm aralığında genel olarak koyu zeytin yeşili renkteki killi çamur hakimdir. Bu birimin 24 ile 27,2 cm aralığındaki 3,2 cm lik kesiminde, organik maddece zengin, kalın lamina keskin bir dokanakla başlar ve sonlanır. Bu geniş aralık içerisinde, karotun 51.cm'inden başlayarak ara ara yüzeylenen, koyu renkli, organik maddece zengin, ince laminalar karotun son bulunduğu seviyeye kadar devam eder. Bu özellikteki laminalar, yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla 61.2-62.2, 64.3-65.2 , 66.3-67.1, 70-74 , 78-79, 91-92.9, 93.8-94.3, 94.7-96.7, 102.5-103.5 ve son olarak 108-108.7 seviyelerinde gözlenmektedir. Bu koyu renkli bandın sonlanmasıyla zeytin yeşili killi homojen çamur karot betimlemesinin yapıldığı karotun sonu olan 110.5.cm'e kadar devam eder. Karot tanımlaması 110.5 cm'de sona erer.

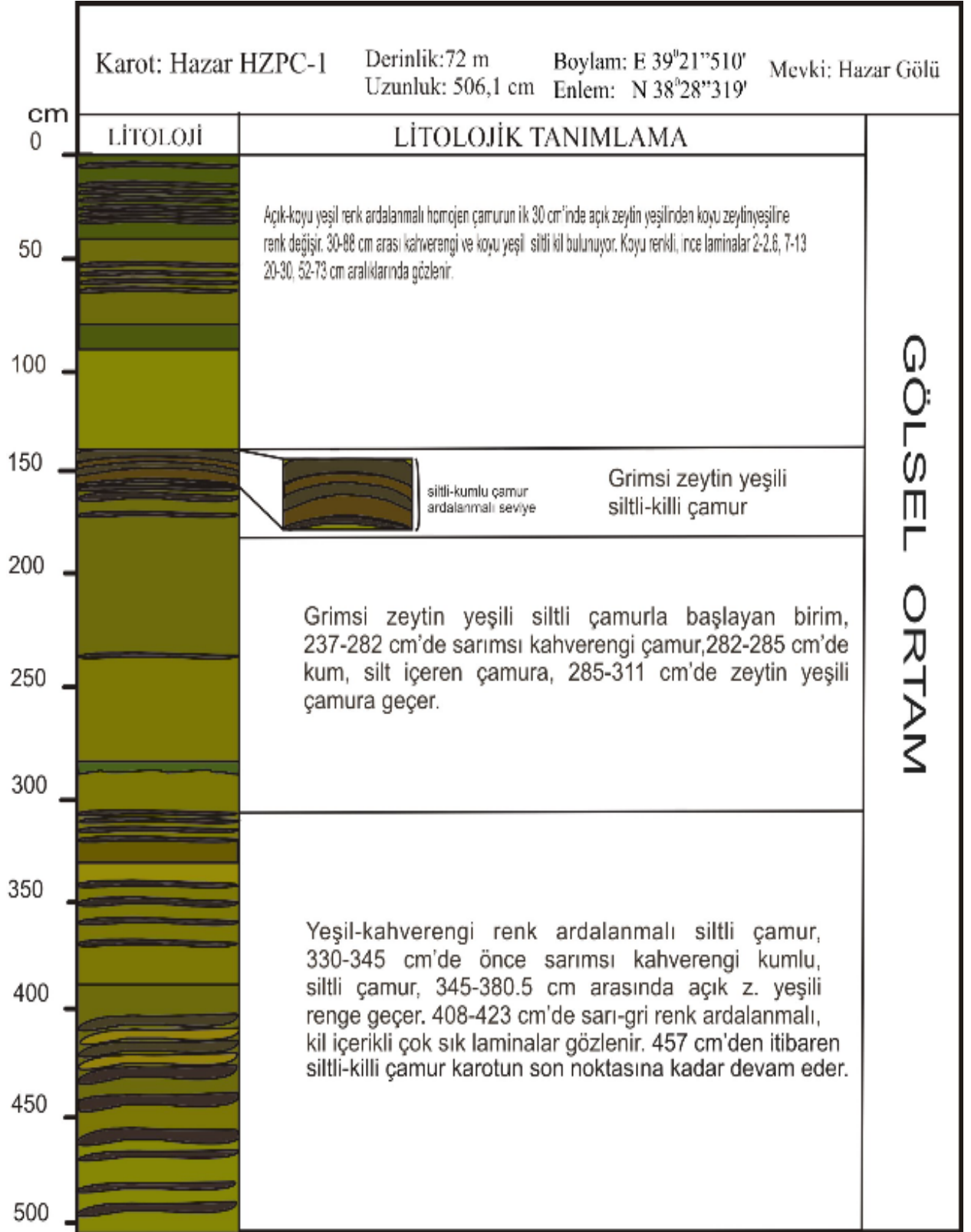


Şekil 10 HZWS-1 karotunun litoloji logu

6.2. HZPC-1 Karotu litolojik tanımlaması

HZPC-1 karotu, yüzey karotuyla birlikte aynı lokasyondan ve derinlikten alınmıştır. Uzunluğu 506,1 cm olan bu karot, XRF ve MSCL aletlerinden geçirilmek üzere, 5 parçaya bölünmüştür. Bu parçalar sırasıyla 88 cm, 91 cm, 102,1 cm, 98 cm, 125,5 cm uzunluklarındadır. Karot boyunca yapılan litolojik tanımlama sonucu, karotun gerek litolojik gerekse de renksel farklılıklardan ötürü, genel olarak 4 ana birimden oluştuğu düşünülmüştür (Şekil 11). 0-140 cm aralığı genel olarak açık-koyu yeşil renk ardalımalı homojen çamurdan oluşmuştur. Bu birimin ilk 30 cm'lik kısmında, açık zeytin yeşilinden koyu zeytin yeşiline doğru renk geçişi gösteren killi çamur hakimdir. Homojen özellikteki bu seviyenin 2-2,6, 7-13, 20-30 cm aralıklarında koyu renkli, ince laminalar gözlenmektedir. 30 cm ile karotun ilk parçasının son bulunduğu 88 cm seviyesine kadarki alanda, bir önceki aralıktan daha farklı bir litoloji gözlenir. Koyu zeytin yeşili renkteki siltli-killi çamur, önce kahverengiye ardından da daha koyu renkli zeytin yeşiline doğru renk geçişi gösterir. 52 ile 73 cm aralığında koyu renkli ince laminalar yüzeyleyir. 88 ile 138 cm aralığında homojen zeytinyeşili çamurun, keskin bir şekilde sonlandığı 138 cm seviyesinin ardından, değişik bir litoloji ve dokuya sahip olan, yaklaşık 15 cm'lik bir seviye gözlenmektedir. Bu seviye tahminen karotun kesilmesi sırasında oluşan bir deformasyonla ilişkili oluşan, aşağıya doğru yay şekilli bir görünüm kazanmıştır. 140 ile 143 cm aralığında, kahverengi, siltli 3 cm'lik bir seviyenin ardından yaklaşık 1 cm kalınlığında daha açık kahverengi renkteki kumlu çamur lamina gelir. Bu ince seviyeler arasındaki geçişler son derece keskindir. Bu aralığın ardından gelen 145,5 ile 147 cm aralığında yine bir öncekiyle aynı şekil ve doku yapısına sahip, kahverengi siltli çamur ve hemen ardından 147 ile 154 cm arasında kumlu lamina yüzeyleyir. Yaklaşık 7 cm kalınlığında bu kumlu bandın bittiği noktada, çok koyu renkli laminalar gözlenmektedir. 154 cm seviyesi, grimsi-zeytin yeşili siltli çamurla başlar ve 237 cm'e kadarki aralıkta, litolojik ya da dokusal herhangi bir farklılık gözlenmemektedir. Homojen seyreden bu aralık içerisinde yine koyu renkli, ince laminalar 155-160, 170 ve 235,6 cm seviyelerinde varlığını göstermektedir. 237 cm seviyesinden itibaren sarımsı kahverengi renkteki killi çamur, 282 cm seviyesine kadar homojen devam eder. 282-285 cm arasındaki çok küçük bir aralıkta petrol yeşili renkteki kum-silt-kil karışımı çamur gözlenmektedir. Bu 3 cm'lik

seviyenin bitimi çok keskin olmakla birlikte, biyotürbasyon benzeri, dalgalı bir yapıyla sonlanır. 285 cm seviyesinden 311 cm'e kadarki kesimde renk ve litoloji bakımından farklılık gösterir ve zeytin yeşili killi çamura dönüşür. 311 cm seviyesinde, 4 cm kalınlığında, koyu renkli, ince laminaların ardından gelen birim 330 cm seviyesine kadar devam eden, kahvemsî, siltli-killi, homojen özellikteki çamurdur. Bu birim 345 cm seviyesine kadarki aralıkta litoloji ve renk değiştirerek, önce sarımsı kahverengi renkteki kumlu-siltli-killi çamura, 380,5 seviyesine doğru litolojik herhangi bir farklılık gözlenmezken, çamurun rengi açık zeytin yeşiline dönüşür. Bu aralık içerisinde de 345, 350, 360, 375 cm aralıklarında ince laminalı, koyu renkli bantlar yüzeyleyir. 380,5 cm seviyesinden sonra, hem litoloji hem de renk değişimi sözkonusu olup, grimsî zeytin yeşiliyle başlayan siltli killi çamur, yumuşak geçişlerle önce sarımsı kahverengiye, ardından da zeytin yeşili renkteki çamura dönüşür. 406-425 cm aralığında sarı-gri renk aralanmalı, kil içerikli, kalınlığı en fazla 1 mm'ye yakın olan çok sık bantlara rastlanır. Bu sık bantlar arasındaki geçişler keskin olmayıp, son derece yumuşaktır. Bu aralık, 425 cm seviyesinde yaklaşık 2 cm kalınlığındaki koyu renkli lamina yapısıyla son bulur. 425 cm seviyesinde, keskin bir dokunakla başlayan koyu zeytin yeşili killi çamurun rengi, ilk 2 cm'den sonra, 436,6 cm'e doğru açık zeytin yeşiline dönüşür. Farklı renklerdeki bu seviyeler arasındaki geçişlerde son derece yumuşaktır. 436,6-457 cm aralığında grimsî zeytin yeşili siltli-killi homojen özellikte çamur hakimdir. 445-451 cm ve 453-457 cm seviyelerinde koyu renkli, birkaç cm'i bulan kalınlıktaki laminalar, kendi içerisinde heterojen yapı gösterir. 457 cm seviyesinden itibaren zeytin yeşili siltli-killi çamur yüzeyleyir. 476,6-486,6 ile 490,6-498,6 cm aralıklarında yaklaşık 8-10 cm kalınlıktaki koyu renkli kalın bantlara rastlanır. Bu bantların başladığı ve bittiği seviyelerdeki geçişler yumuşak ve renk olarak tedricidir. 498,6 cm seviyesinden, karotun bittiği 506,1 seviyesine kadarki kesimde zeytin yeşili, siltli killi homojen çamur hakimdir.

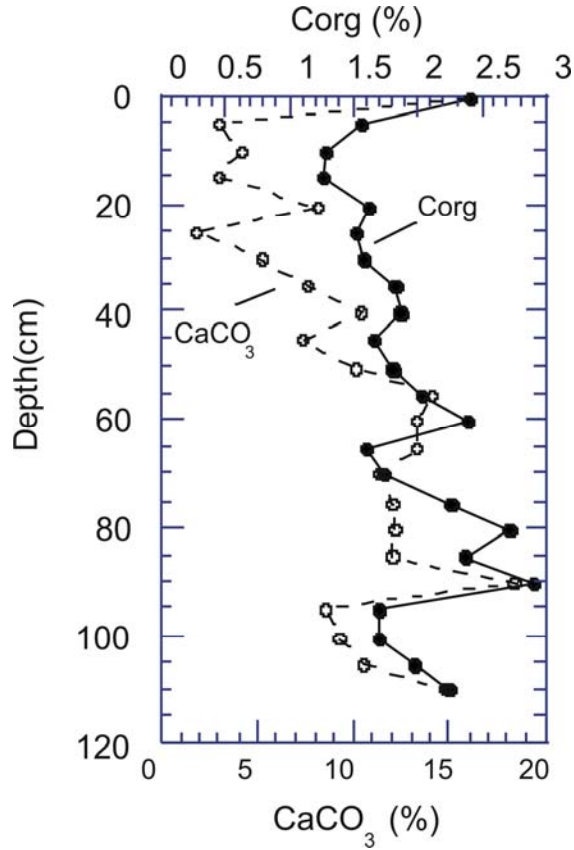


Şekil 11 HZPC-1 karotu litoloji logu

6.3. TOC/TIC Analiz Sonuçları

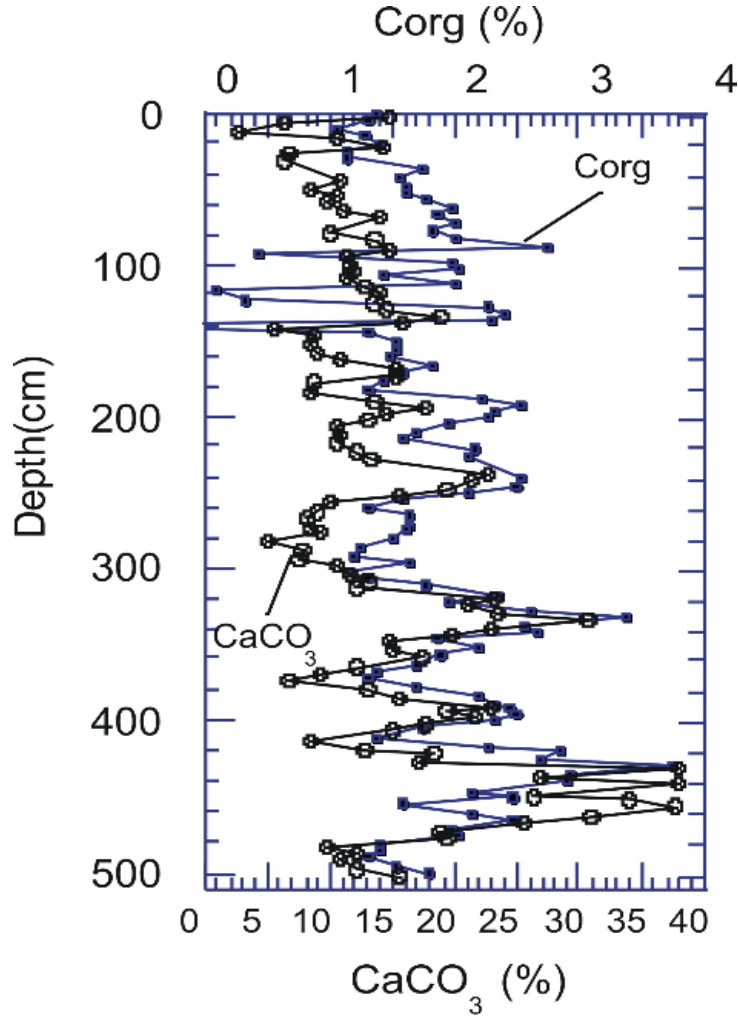
HZWS-1 karotu boyunca, 23 adet numunede toplam karbon ve organik karbon analizleri yapılmıştır. Şekil 12 incelendiğinde, Organik karbon ve toplam karbon profilleri düzensiz bir dağılım gösterir. Her iki profilde maximum değerini 90 cm seviyesinde alır. HZWS-1 karotundaki toplam karbonat (CaCO_3) yüzdesi aralığı 2-20 % arasında değişmektedir. Toplam karbonatın karot boyunca aldığı en yüksek değer 20 % ile 90 cm seviyesindedir. İkinci en yüksek değer ise şekilde görüldüğü gibi, % 14 ile 55 cm seviyesidir. Toplam karbonatın aldığı en düşük değer 2 % ile 25 cm'de bulunmaktadır.

HZWS-1 karotunda yapılan analiz sonucu organik karbonun yüzdesinin 1,3-3 % arasında değiştiği görülmüştür. Organik karbonun karot boyunca aldığı en yüksek değer, 3 % ile 90 cm aralığında, ikinci en yüksek değer ise 2,75 % ile 80 cm seviyesindedir. Organik karbon (C_{org}), en düşük değerini 1,3 % ile 10-15 cm aralığında alır.



Şekil 12 HZWS-1 karotunun CaCO₃ – Corg analizi grafiği

HZPC-1 uzun karotunda 100 numune üzerinde yapılan jeokimyasal analizler sonucu, ortaya çıkan toplam karbon ve organik karbon grafiği şekilde gösterilmiştir (Şekil 13). HZPC-1 karotundaki toplam karbonatın yüzde aralığı 3-38 % arasında değişir. Toplam karbonatın karot boyunca aldığı en yüksek değerini 38 % ile 430, 440 ve yaklaşık 455 cm olmak üzere 3 ayrı aralıkta birden alır. İkinci en yüksek değerini ise, şekilde görüldüğü gibi, 31 % ile 330 cm seviyesinde alırken en düşük değerini, 3 % ile 10 cm seviyesinde alır (Şekil 13). HZPC-1 karotunda organik karbonun yüzde olarak dağılımı 0 ile 3,7 % arasında değişir. Organik karbonun aldığı en yüksek değer, 3,7 % ile 430 cm seviyesindedir. İkinci en yüksek değerini şekilden de anlaşılacağı gibi 3,4 % ile 330 cm de almıştır. Organik karbonun karot boyunca aldığı en düşük değere, 0 % ile 120 ve 140 cm olmak üzere 2 ayrı seviyede rastlanır.



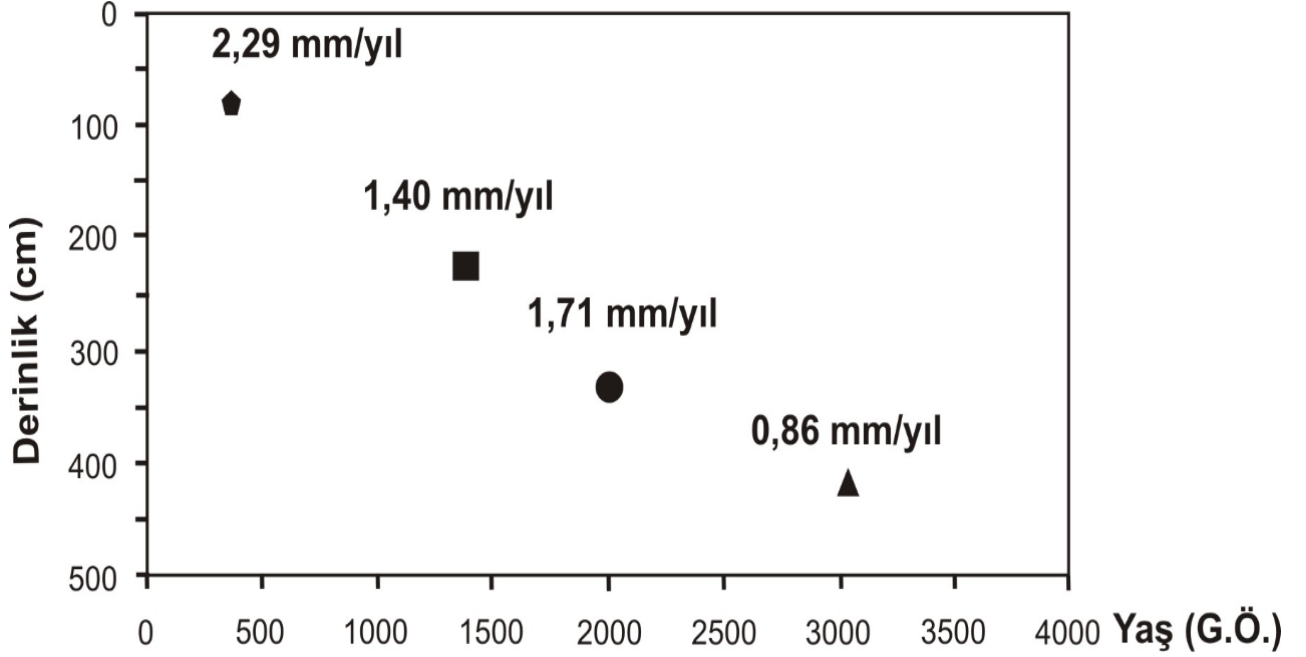
Şekil 13 HZPC-1 karotunun CaCO₃ – Corg analizi grafiği

6.4. ¹⁴C yaş tayini sonuçları

Hazar Gölü çökellerinin yaşlandırma çalışması sırasında, seçilen 4 seviyeden alınan bitki kökü örnekleri kullanılmıştır. ¹⁴C yaş tayinleri AMS (Accelerator Mass Spectrometry) yöntemi ile Woods Hole Oşinografi Enstitüsü'nün NOSAMS laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Elde edilen yaş sonuçlar, ¹³C düzeltmesi ve $\pm 1\sigma$ hata payları hesaplanarak günümüzden önce (G.Ö.) ¹⁴C değerleri bulunmuştur. Bu sonuçlar ve hesaplanan sedimantasyon hızları Çizelge 2 ve Şekil 14'te sunulmuştur.

Karot	Sediment Derinliği (cm)	C ¹⁴ Yaşı (yıl G.Ö.)	Yaşlandırılan Örnek
HZPC-1	82-83	360± 15	Bitki kökü
HZPC-1	225-226	1380± 19	Bitki kökü
HZPC-1	332-333	2005± 55	Bitki kökü
HZPC-1	419,6-420,6	3030± 40	Bitki kökü

Çizelge-2. HZPC-1 karotuna ait yaş sonuçları



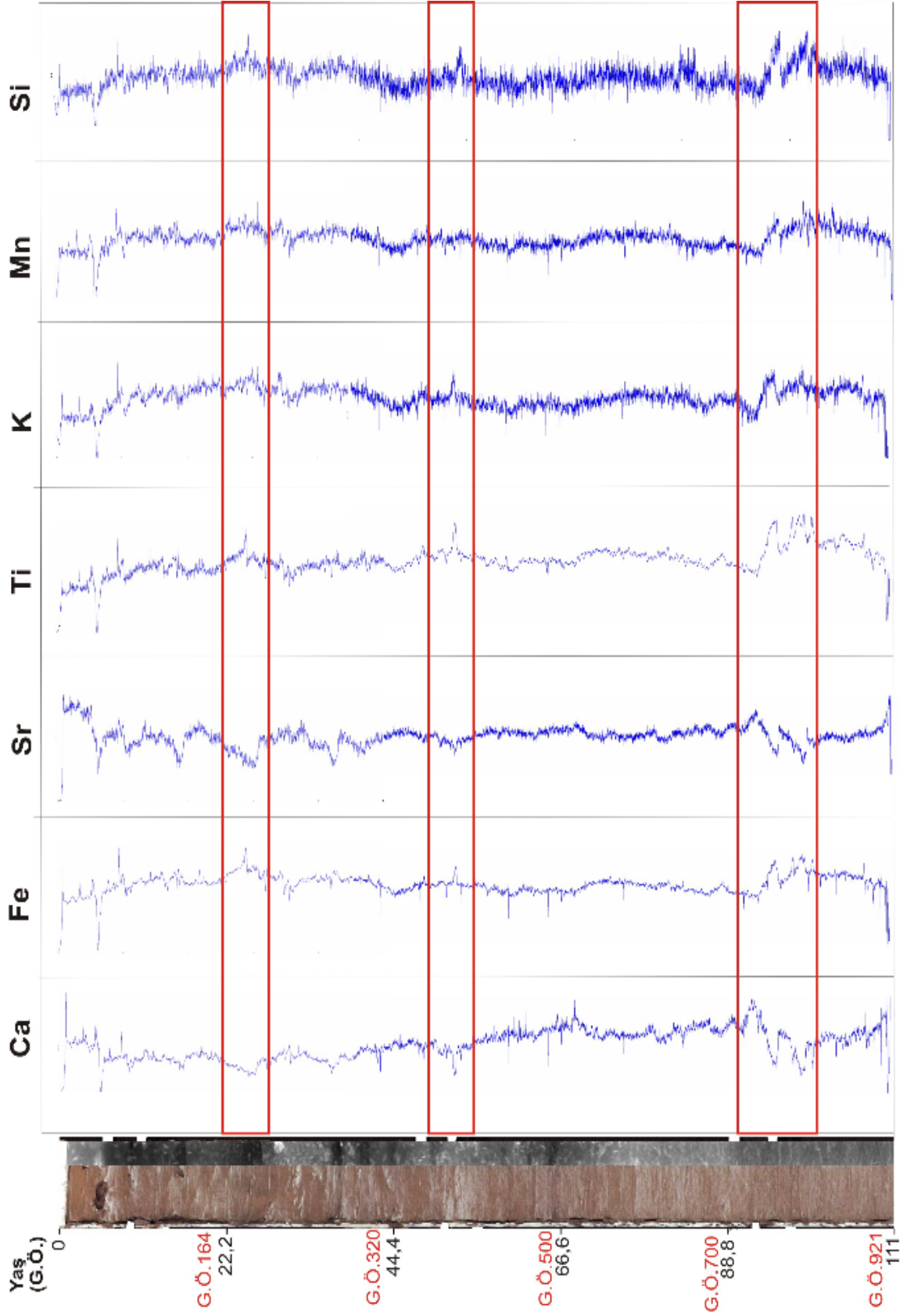
Şekil 14 Sedimantasyon hızları

6.5. XRF(X-Ray Fluorescence Spectroscopy) Analizi Sonuçları

HZWS-1 yüzey karotundaki XRF sonuçları şekilde gösterilmektedir (Şekil 15). Karotun 10.uncu cm' inde tüm elementlerde aynı seviyede görülen azalma piki, çamurun bu seviyede gösterdiği çukurluktan kaynaklandığı için geçersizdir. Karotun aşağı yukarı ilk 20 cm'lik kesiminde elementel dağılım açısından önemli bir değişiklik görülmemektedir. Karotun radyografik resminden de anlaşılacağı gibi, genel olarak tüm karot boyunca Ca ve Sr elementleri, açık renkli birimin olduğu seviyelerde artan bir trend sergilerken, özellikle koyu renkli laminaların konumlandığı seviyelerde azalan

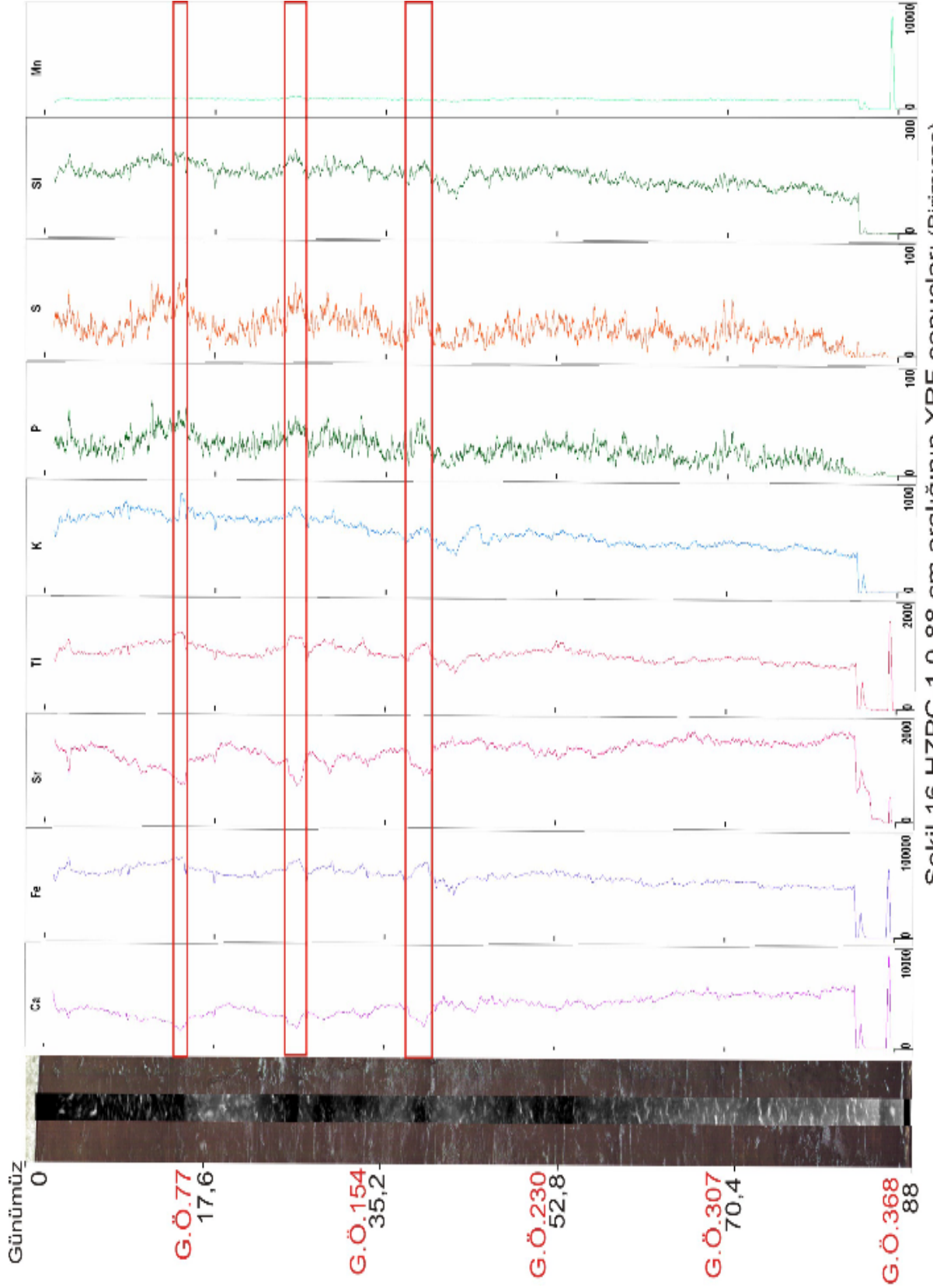
pik değerleri gösterir. Fe, Ti, K, Si gibi kırıntılı malzeme girdisini işaret eden elementlerde aynı seviyelerde Ca ve Sr'a göre azalan trendler gösterirler. Özellikle Fe, koyu renkli laminaların yüzeylendiği seviyelerde önemli artışlar gösterir. Karotun 22-26 cm seviyesinde Ca ve Sr'da görülen azalma pikleri ve Fe, Ti ve azda olsa K'da görülen artış pikleri dikkati çekmektedir (şekil 15). Bu aralığın yağışlı bir dönemi yansıttığı düşünülmektedir. Glden buharlaşmayla ayrılan su miktarının az olması ve nem ve yağışın yüksek olması, Hazar Gölü su seviyesini arttırabilecek olaylardır. Hemen st seyide Ca ve Sr'da çok fazla olmamakla birlikte görülen artış trendi bu yağışlı dönemin sona erdiğini göstermektedir. Karotun 50-52 cm aralığında başta Ti olmak üzere Fe, K, Si gibi silisiklastik girdiyi işaret eden elementler artan pik değerleri verirken, Ca ve Sr'da azalan pik değerleri görülmektedir. Göle gelen karasal malzeme akışının arttığı bu süreç, kısa bir zaman aralığını kapsar. Bu seviyedeki değişimin dönemsel bir olaydan ziyade kısa süreli ve belki de mevsimsel olabilecek nemli ve yağışlı bir dönem olarak bahsetmek belkide çok daha doğru olacaktır.

HZWS-1 karotunda sonlara doğru ilerlerken, oldukça durağan seyreden değerler, 89-98 cm aralığındaki olayla değişir. Özellikle Ti, K ve Fe gibi karotlarda karasal girdinin göstergesi olan elementlerdeki artışı ve Ca ve Sr'un bu seviyede aşırı bir azalma göstermesi bariz bir şekilde görülebilir (şekil 15). Bu seviye, G.. 741-820 yılları arasına denk düşer. HZWS-1 karotundaki bu aralıkta büyük olasılıkla bu soğuk ve yağışlı iklimsel olayın bir sonucu olarak, çalışmamızda yer edinmiştir. Bu 10 cm'lik aralıkta, kırıntı girdisini yansıtan Fe, Ti, K, Si gibi elementlerin, arka arkaya gösterdiği azalma ve artma pikleri, dikkat çekicidir.



Şekil 15 HZWS-1 yüzey karotunun XRF sonuçları

HZPC-1 uzun karotu, 5 parçaya bölünerek çalışılmıştır. Karotun ilk 0-88 cm aralığını temsil eden parçasında yapılan XRF analizi sonuçlarında, 15-15.5, 26-26.5, 38-40 cm seviyelerindeki elementlerin davranışını benzer özellik göstermektedir (Şekil 16). Bu üç seviyenin radyografi görüntülerinden de izlenebileceği gibi koyu renkli lamina seviyelerinde Fe, Ti, K, P ile S elementlerinin artış birlikteliği sözkonusudur. Ca ve Sr, koyu renkli lamina seviyelerinde azalma pikleri gösterir. Bu seviyelerde biyogenik karbonat çökelişi oldukça düşük seviyededir. Bu seviyelerde TOC-TIC grafiklerindeki değişim takip edilecek olursa, ortamın hem organik karbon üretimi bakımından hemde karbonat çökelişi açısından elverişsiz soğuk bir dönem olduğu anlaşılır. Bu sonucu bu seviyelerde Fe, Ti, K gibi göle gelen kırıntı girdisini gösteren elementlerdeki artışta kanıtlamaktadır. Her üç dönemde soğuk ve yağışlı dönemler olmalıdır. Böyle dönemlerde göle nehir vasıtasıyla bol miktarda karasal malzeme gelişi sözkonusu olur. Bir diğer bakış açısında arada kalan iki seviyeyi değerlendirmektir. Yani 16-26 ve 28-38 olmak üzere iki birbirine çok benzeyen seviye sıcak ve ılıman dönemleri yansıtıyordu (Şekil 16). Bu seviyeleri yine TOC-TIC grafiklerinden takip edecek olursak özellikle karbonat çökelişinde meydana gelen artış dikkat çekicidir. Bu artış 20 cm seviyesinde artış pikide göstererek bu seviyelerin biyogenik üretim ve karbonat çökelişi açısından son derece elverişli durumunu da kanıtlar niteliktedir (Şekil 13). XRF sonuçlarında bu sonucu destekler özelliktedir. Öyle ki bu iki seviyede Ca ve Sr elementlerinde uzun süreli pozitif yöndeki artış, Fe, Ti, K'daki durağan gidış bu sonucu desteklemektedir.



Şekil 16 HZPC-1 0-88 cm aralığının XRF sonuçları (Binim:cps)

HZPC-1 karotunun 93 cm uzunluğundaki 2. parçası, 88 cm seviyesinden, 181 cm'e kadar devam eder ve G. Ö. 1062-400 yıllarını kapsamaktadır (Şekil 17). Karotun yaklaşık ilk 50 cm'lik kısmında ani bir değişim gözlenmezken, özellikle 88-117,5 cm aralığında, yani G. Ö. 600-400 yılları arasında Ti, K, Si gibi elementlerin arttığı gözlenmektedir. Bu durumda göle çevre akarsularla gelen kırıntı girdisinin bu dönem içerisinde arttığını göstermektedir. Bu seviyenin altındaki, 117,5-137 cm aralığında Ca ve Sr elementlerinin artışı gözlenmektedir. Bu aralık G.Ö.740-600 yılları arasını kapsamaktadır. Radyografi görüntülerinden de izlenebileceği gibi, açık renkli litolojinin hakim olduğu bu seviye, koyu renkli elementlerce fakirdir. Bu süre içerisinde göle nehir yoluyla kırıntılı malzeme girişi yavaşlamıştır. Ca ve Sr elementlerindeki artıştan da bu seviyenin kavkı oluşması açısından uygun ortam şartlarına sahip olduğu düşünülmektedir. 137-148 cm arasında, ardarda gelen iki koyu laminanın olduğu seviyelerde tüm elementlerde ani artış ve azalmalar görülmektedir. Bu seviye, HZWS-1 karotunda, 89-98 cm arasında görülen seviyenin, uzun karottaki eşleniği olan seviyedir. Aynı iklimsel olayın her iki karotta rastlanan derinlikleri arasındaki farklılık, HZWS-1 karotunun gravite, HZPC-1 karotunun ise piston karotiyerlerle alınması yani kullanılan farklı karot alma tekniklerinden kaynaklanmaktadır. Piston karotta örnek alınması sırasında gelişen vakum etkisi, karotun su yüzeyine çıkarılmasının ardından, piston parçanın, boru içerisinde çıkarılması sırasında etkisini kaybeder ve sediment örnekte bir esneme meydana getirir. Dolayısıyla da aynı seviye her iki karotta farklı derinliklerde görülür. Uzun karottaki bu seviyede, HZWS-1 karotundaki eşlenik seviyesinde olduğu gibi, Ti ve Si başta olmak üzere silisiklastik elementlerde görülen artış, kırıntı girdisindeki ani zenginleşmeyi gösterirken, Ca ve Sr elementleri aynı seviyede azalmaktadır. G. Ö. 820-740 yılları arasında görülen bu olayın, yağışlı bir periyodun sonucu geliştiği düşünülmektedir. Bu seviyede hem TIC hem de TOC, en düşük değerlerini almaktadır (Şekil 13). Bu durumda yine ortam koşullarının karbonat oluşması için elverişsiz, yağışlı dönemler olduğunu göstermektedir. Karotta daha aşağı seviyelere doğru ilerlerken, 163-173 cm seviyesinde 10 cm'lik bir ara seviye dikkat çeker. Yaklaşık G. Ö. 1000-930 seneleri arasını kapsayan bu seviye, Ca ve Sr elementlerinde gözlenen artış, Fe, Ti, az da olsa K'daki azalmayla takip edilebilir. Bu sıcak ve kurak seviyeyi TOC ve TIC grafiklerinden de görmek mümkündür (Şekil 13).

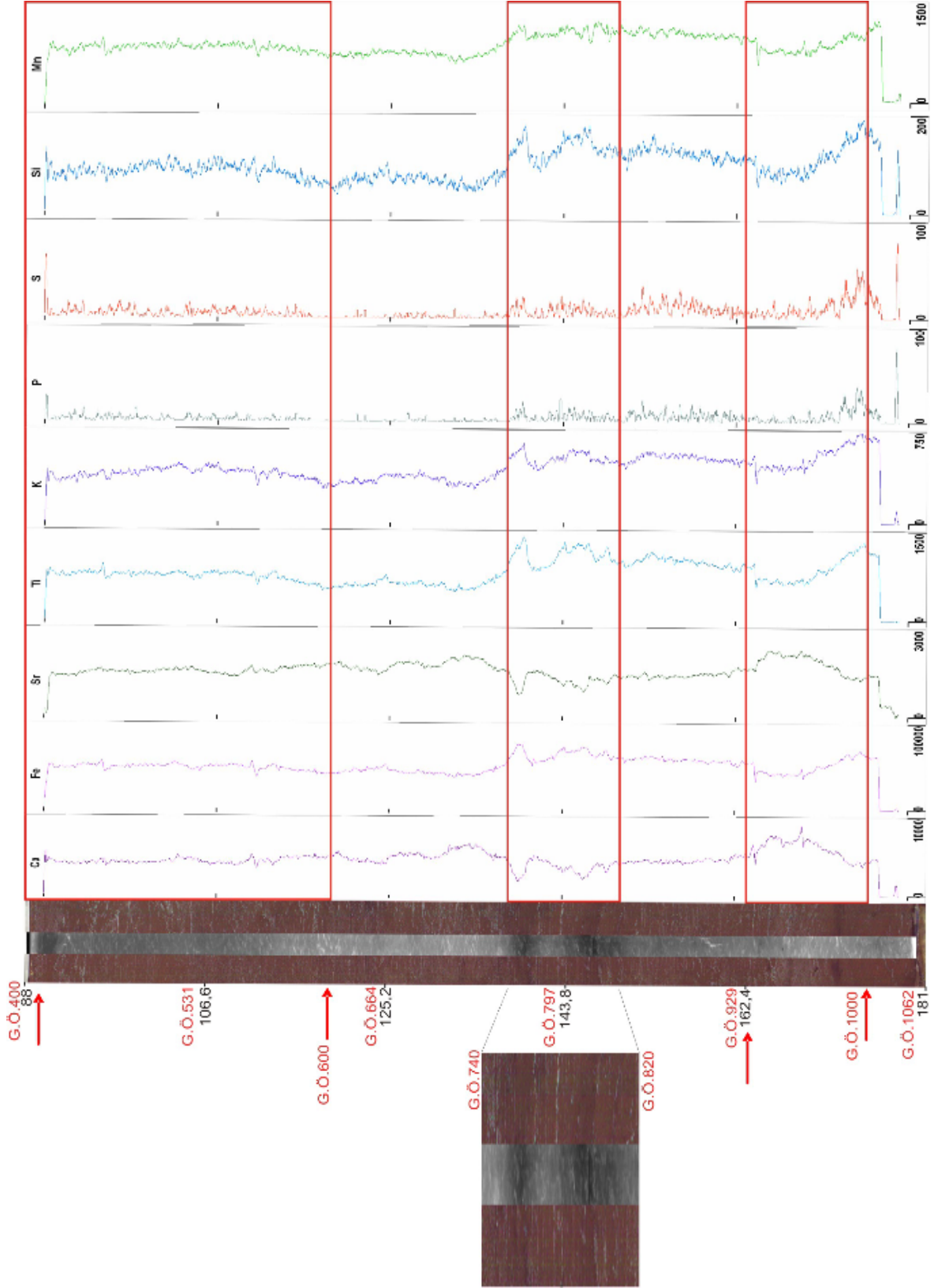
Bu seviyede her iki parametreninde gösterdiği artış sıcak dönemin göstergesidir. Karotun 93 cm uzunluğundaki bu 2. parçasını bir bütün olarak değerlendirmek gerekirse, genel olarak Ca, Sr ve Fe, Ti, K gibi elementlerin oluşturduğu iki element grubunun davranışlarının belli bir periyotta geliştiği görülmektedir. Bu periyodlar, yaklaşık 100 ile 250 yıllık döngüler şeklinde gelişmiştir.

HZPC-1 karotunun 102 cm'lik 3. parçası 181-283 cm aralığını kapsamaktadır (Şekil 18). G. Ö. 1062-1687 zaman aralığını kapsayan bu parça içerisinde iki önemli aralık bulunmaktadır. Bunlar, G. Ö. 1555-1403 ile G. Ö. 1209-1062 zaman aralıklarındaki Ca ve Sr elementlerindeki artışlarla öne çıkan, yaklaşık 150 yıllık iki kurak dönemi işaret etmektedir. Bu dönemler arasında da G. Ö. 1403-1209 yılları arasında, yaklaşık 200 yıllık bir periyod bulunmakta olup, Mn, Si, S ve K gibi elementlerin artışı sözkonusudur. Bu durumda bize bu seneler arasında göle gelen kırıntı malzeme girişinin arttığını göstermektedir. Bahsettiğimiz iki kurak aralıktan birincisinin, G. Ö. 1209-1062 yılları arasında geliştiği düşünülmektedir (Şekil 18). Özellikle Sr, bu seviye içerisinde sürekli artarken, Ca'daki artış G.Ö. 1147-1062 aralığında kesintiye uğrayarak azalma göstermektedir. Karotun ortalarına doğru ilerlerken, G. Ö. 1555-1403 yılları arasında ikinci seviye bulunmaktadır. Ca, Sr elementleri bu dönemin başlamasıyla birlikte artmaya başlar ve ortalara doğru giderek bu artış devam eder. Bu nedenle de, sıcak iklimsel koşulların seviyenin ortalarına doğru giderek arttığı ve hatta kurak şartların hakim olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda Fe, Ti gibi elementlerde azalma gözlenmektedir. Bu 23 cm'lik geniş aralık içerisinde 238,5-242 cm seviyesinde yine muhtemelen çamur yüzeyindeki pürüzlülüğün yolaçtığı bir düzensizlik mevcuttur. Bu aralıkta Sr ve Ca en yüksek değerlerini alırken, Fe ve Ti en düşük değerlerini almıştır. Bu durumu TIC ve TOC grafiklerinden de görebiliriz. 240 cm seviyesinde hem TIC hem de TOC değerleri pik değerler almıştır (Şekil 13). Bu dönem içerisinde göle kırıntı girdisi yok denecek kadar az düzeydedir. Tüm bu veriler, yaklaşık 25 cm'lik aralıkta sıcak ve ılıman bir sürecin egemen olduğunu gösterir. 242 cm'den karotun 3. parçasının son bulunduğu 283 seviyesine kadarki aralıkta Ca ve Sr elementlerinde giderek azalmaya başlar. Bu durumda, bu seviyeler arasında sıcaklıkların bir önceki döneme göre azaldığını gösterir.

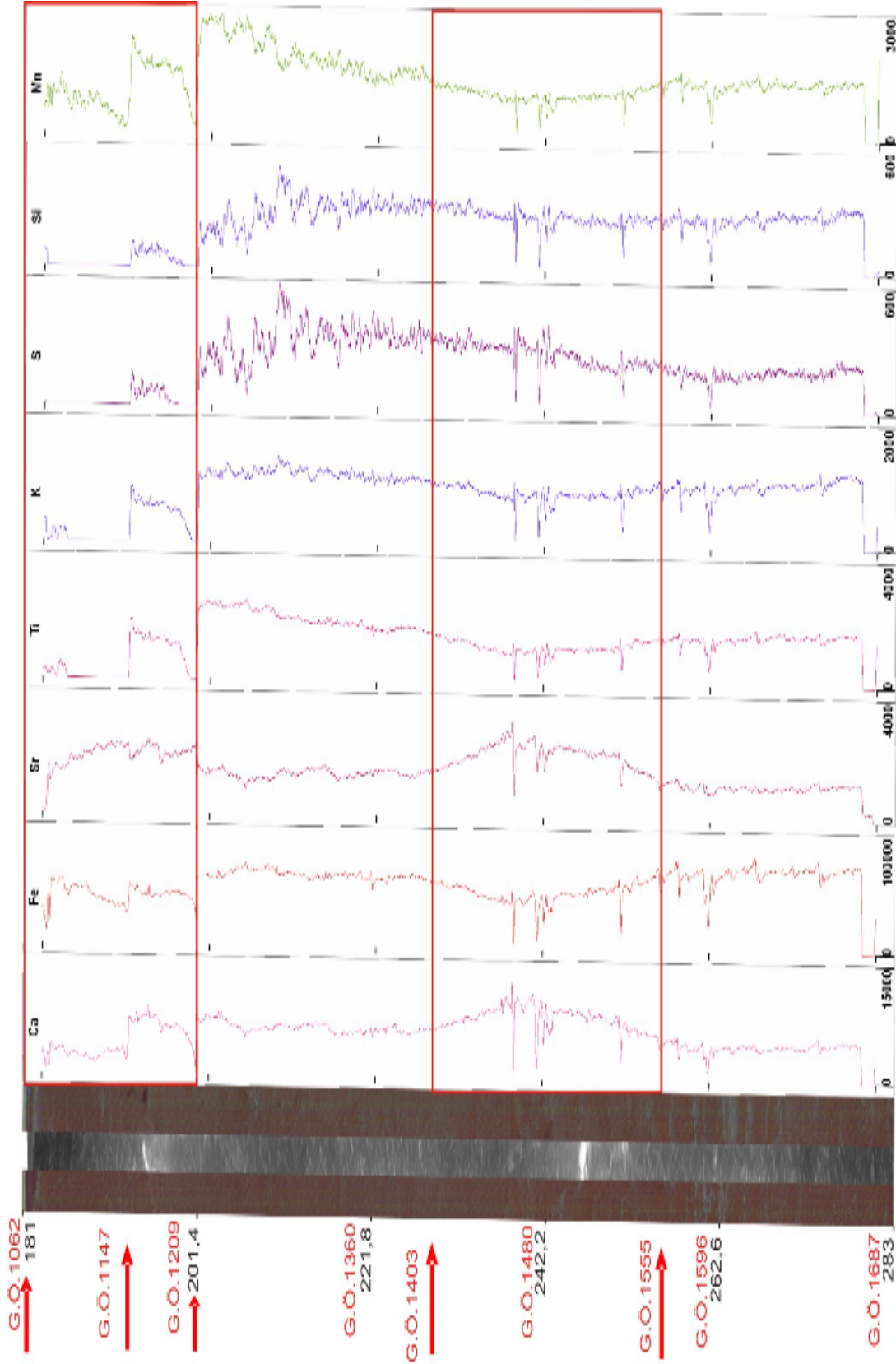
HZPC-1 karotunun 4. parçası, 98 cm uzunluğunda olup, 283-381 cm aralığını kapsamaktadır. Bu seviyeler, G. Ö. 1687-2570 zaman aralığını göstermektedir (Şekil 19). 283 cm ile 310 cm aralığında elementlerin davranışı bakımından son derece hareketsiz bir dönemdir. 311 cm seviyesinden itibaren Fe, Mn, Ti, K gibi kırıntılı girdiyi temsil eden elementlerde, karot boyunca ilerlerken göze çarpan azalmalar ve yine aynı aralıkta, Ca ve Sr gibi açık renkli litolojilerde artan eğriler sunan iki elementte artış gözlenmektedir. Bu değişimler TIC/TOC grafiklerinden de takip edilebilir (Şekil 13). G. Ö. 2005-1900 seneleri arasına karşılık gelen bu aralık, sıcak ve kurak bir dönemi yansıtıyor olabilir. Her iki elementteki bu artış yaklaşık 333 cm seviyesine kadar devam eder ve bu seviyede en yüksek değerlerini alır. Dolayısıyla aynı zamanda bu sıcak dönemin en yoğun olduğu seviyedir. Bu seviyeden itibaren Fe, Ti, K, P, Si ve S elementlerindeki artan trendler gözlenmektedir. Karasal girdideki bu artış 350 cm seviyesine kadar devam eder ve bu seviyede en yüksek değerini alır. Bu aralıkta soğuk ve yağışlı bir iklimsel periyoda denk gelir. 350 cm seviyesindeki Ca ve Sr'da rastlanan düşük piklerde bu durumu destekler. 350 cm'den sonra Ti, Fe elementlerinde azda olsa görülen azalmalar 360 cm seviyesinden 381 cm seviyesine kadar devam eder. 375 cm seviyesinde rastlanan koyu renkli laminalı aralıkta, Fe, Ti, K, P, Si ve S elementleri en yüksek değerlerini alırken, Sr ve Ca en düşük değerlerini alır. Bu dönemde göle gelen karasal girdi miktarındaki artış muhtemelen soğuk ve yağışlı bir dönemin sonucu olarak karşımıza çıkmıştır.

HZPC-1 karotunun 5. parçasının uzunluğu 125,5 cm olup, 381-506,5 cm aralığını kapsayan, uzun karotun son parçasıdır (Şekil 20). Karotun 388-392 cm aralığında elementler çok kısa süreli bir değişim sunar. Radyografi görüntüsünde daha belirgin farkedilen açık tondaki bu seviyede Ca ve özellikle Sr'de artış, silisiklastik elementler, Fe, Ti, K, Mn ve Si azalma gösterir. Bu aralıkta göl havzasının daha az yağış aldığı, sıcak bir periyoda denk geldiği düşünülmektedir. Bu aralığın sonlanmasıyla birlikte, tüm elementlerde tersine bir işleyiş başlar. 408-423 cm aralığında gelişen bu olayda Ca ve Sr elementleri seviye içerisinde ilerlerken özellikle sonlara doğru sürekli bir azalma gösterir. Koyu renkli, çok sık lamina aralanmalarına rastladığımız bu seviyede Fe, Ti, K başta olmak üzere tüm kırıntı girdisi göstergesi olan elementlerde sürekli artış sözkonusudur. Bu seviyeler arasında laminaların çok sık ve devamlı olmasından ötürü

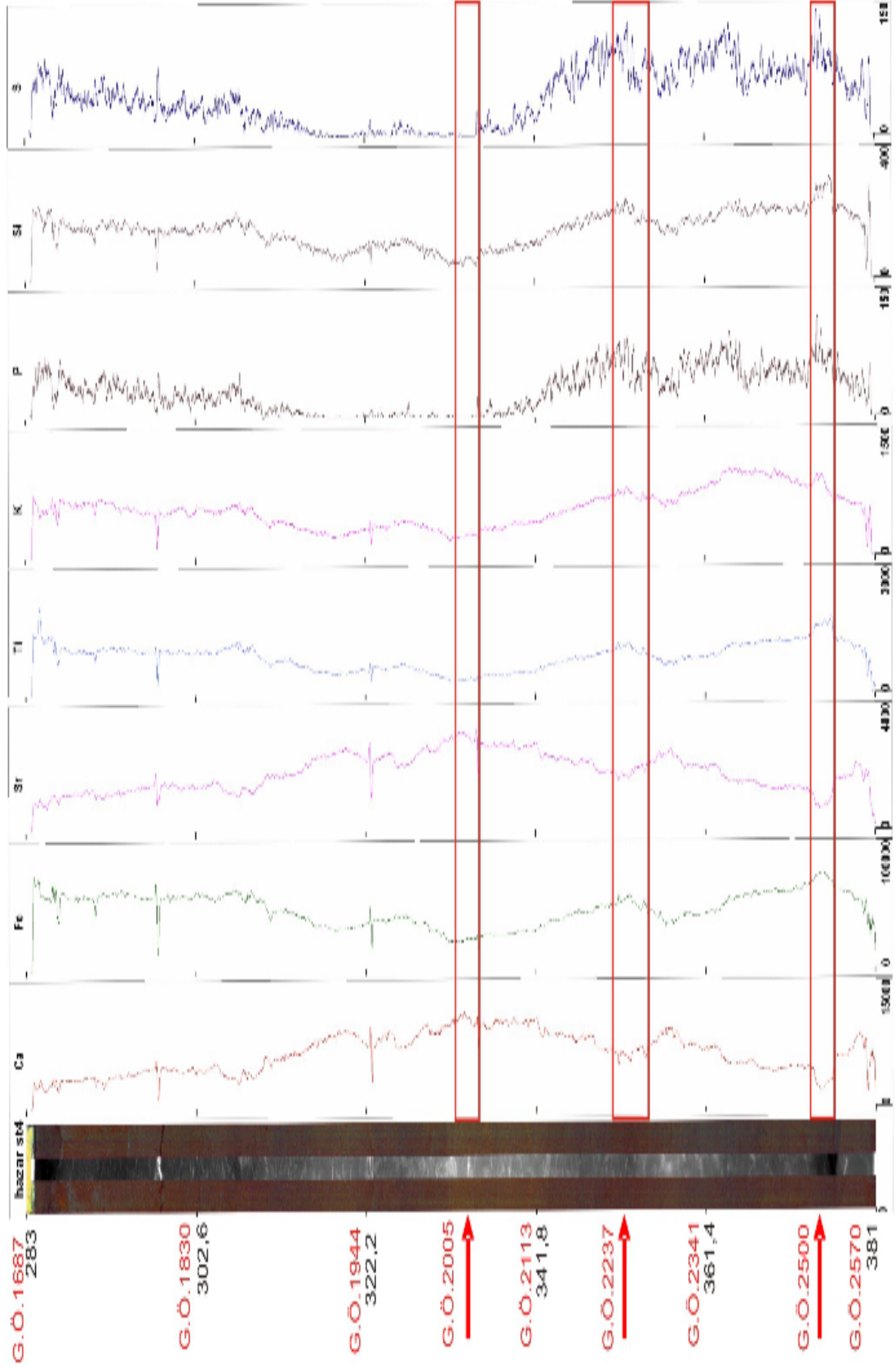
tüm elementler son derece salınımlıdır. G.Ö.2900-3050 seneleri arasına rastlayan, yaklaşık 150 senelik bu aralıkta bölgede soğuk ve şiddetli yağışların olduğu bir iklimsel periyod hüküm sürmüştür. Nehir vasıtasıyla göle taşınan kırıntılı malzeme miktarı son derece yüksektir. 423-466 cm aralığında ise daha ılıman bir sürece geçilmiştir. Muhtemelen bu dönemde yağışlar azda olsa etkisini yitirmiş ancak sıcaklıklar artmıştır. Bu seviyelerde görülen Ca pikleri karot boyunca aldığı en yüksek değerleri gösterir. Fe, Ti, K gibi elementlerdeki azalmada nehir girdisinin bu süre içerisinde azaldığını göstermektedir. 466 cm seviyesinden itibaren radyografi görüntülerinde daha iyi gözlemlenen koyu renkli lamina seviyeleri içerisinde Fe, Ti gibi elementlerde artış gözlenmektedir. Karotun son bulunduğu seviyeye kadarki aralıkta, koyu renkli laminalarında sonlara doğru giderek yoğunlaşmasına paralel olarak, Fe,Ti elementleri genel olarak artmaktadır.



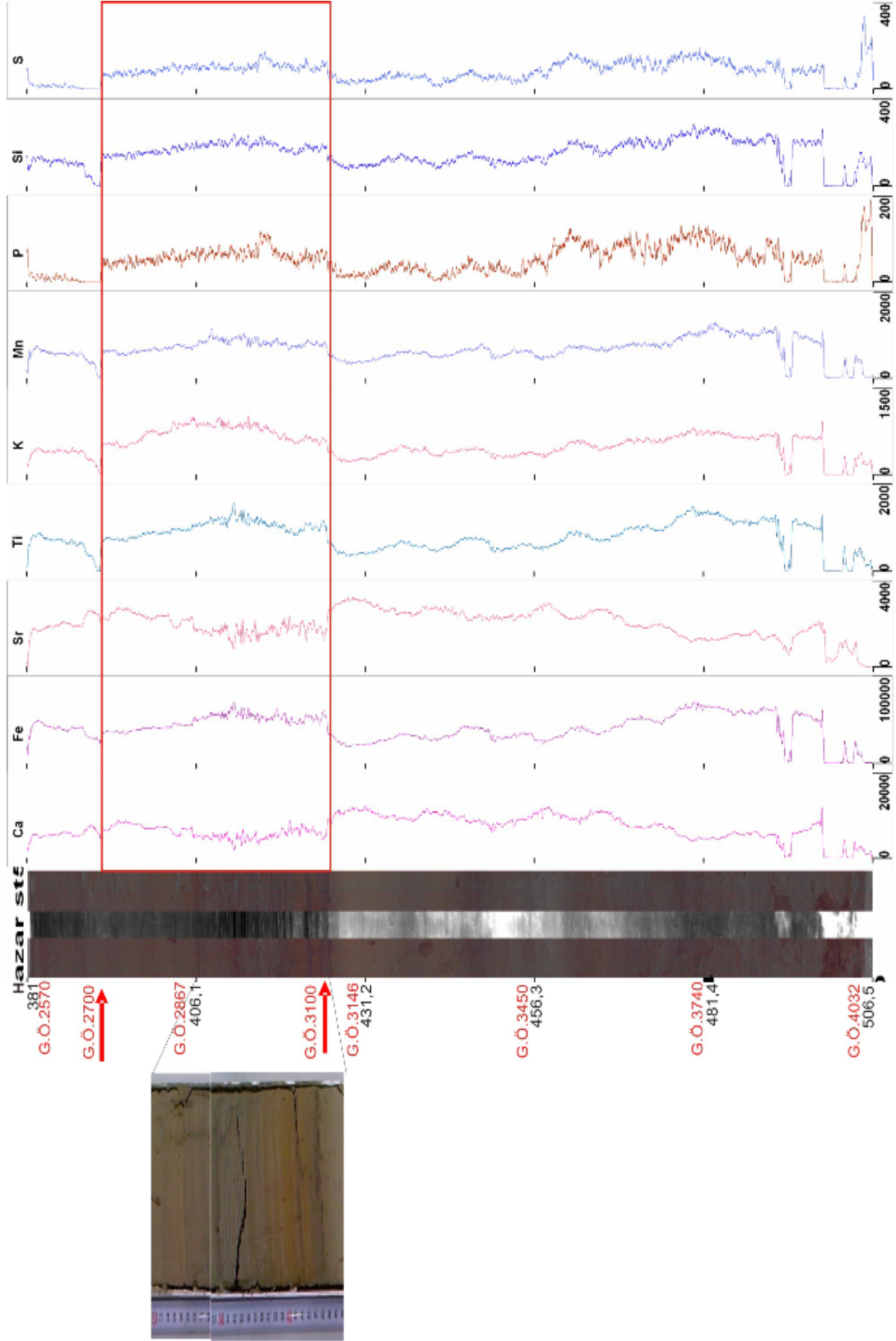
Şekil 17 HZPC-1 88-181 cm aralığının XRF sonuçları (Birim:cps)



Şekil 18 HZPC-1 181-283 cm aralığının XRF sonuçları (Birim:cps)



Şekil 19 HZPC-1 283-381 cm aralığının XRF sonuçları (Birim:cps)



Şekil 20 HZPC-1 381-506,5 cm aralığının XRF sonuçları (Birim:cps)

6.6. MSCL (GEOTEK-Multi Sensor Core Logger) Analizi Sonuçları

6.6.1. Manyetik Duyarlılık

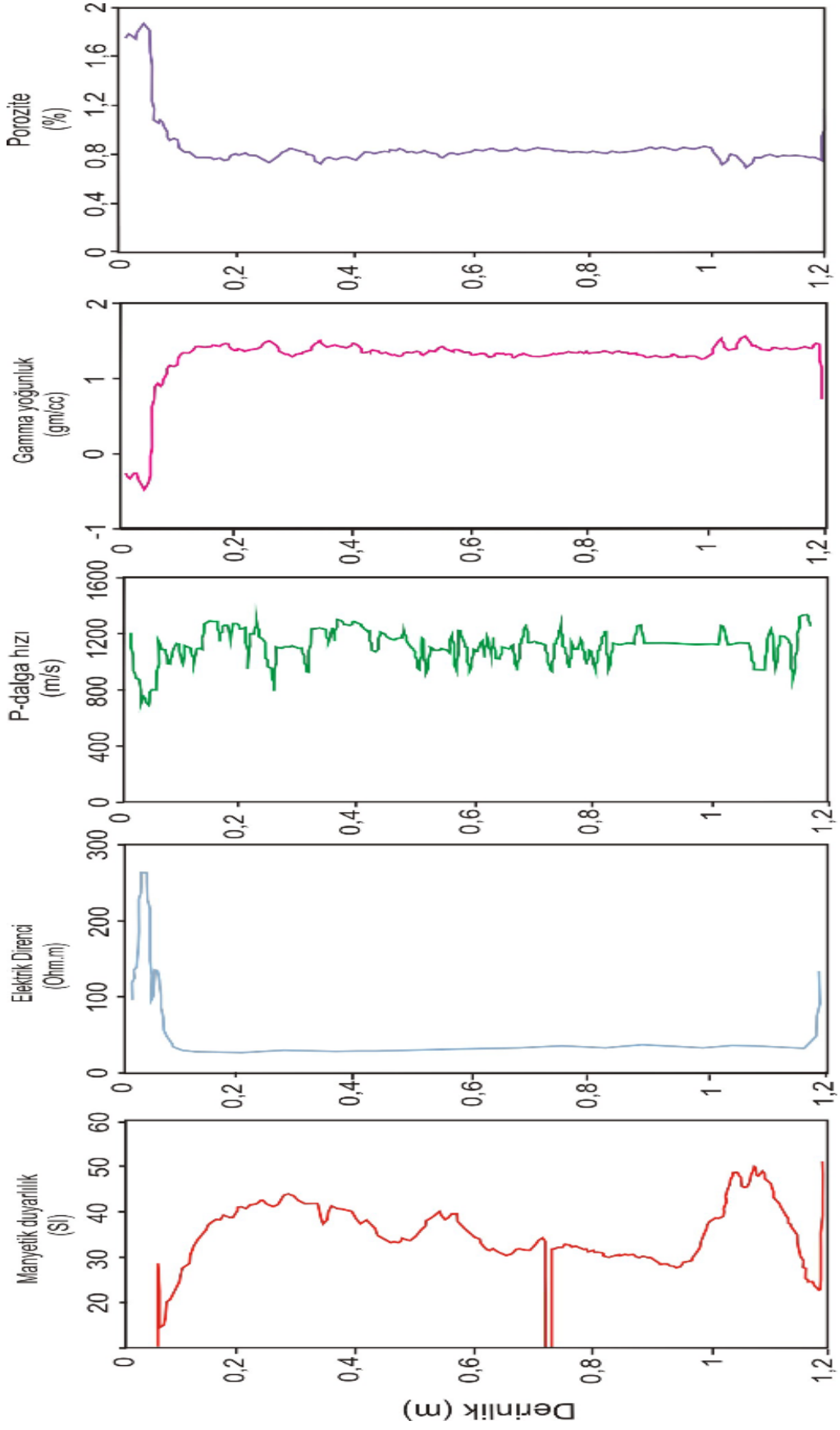
HZWS-1 karotuna ait manyetik geçirgenlik değerleri incelenecek olursa, kırıntı girdisinin göstergesi olan Fe, Ti, K, Si gibi silisiklastik elementlerin artış gösterdiği seviyelerde arttığı çok net bir şekilde görülebilir (Şekil 21). Özellikle 26, 50-52 ve 90-105 cm seviyelerindeki artışlar ilk göze çarpan artışlardır. Bu seviyelerden en sonuncusu yaklaşık 90 cm seviyesinden başlar ve geniş bir artış aralığı sunarak 100 ile 105 cm aralığında en yüksek değerini alır. Bu seviye diğer analiz sonuçlarıyla da örtüşen soğuk ve yağışlı iklimsel bir periyodu temsil etmektedir. Bu seviyede göl havzasına gelen yağışların artmasıyla birlikte, göle gelen kırıntılı malzeme akışı en yüksek düzeylere ulaşır. Bu seviyelerde göldeki organik madde üretiminde ve CaCO₃ çökeliminde ciddi azalmalar gelişir. Bu aralık yaklaşık 100 cm seviyesinde yaptığı pikten itibaren karot sonlarına doğru giderek azalmaktadır.

HZPC-1 uzun karotunun manyetik geçirgenlik grafiği incelendiğinde değer aralığının kısa karota nazaran biraz daha genişlediğini görürüz (Şekil 22). Manyetik geçirgenlik, karot boyunca aldığı en yüksek değeri 312. cm'de gösterirken, en düşük değerini 468.cm'de alır. HZPC-1 karotunun ilk iki parçasıyla, HZWS-1 karotu korale edildiğinde, kısa karotta 100-105 cm arasında karşımıza çıkan yüksek değerler, uzun karotta, daha derinde yani XRF sonuçlarında olduğu gibi 139 cm seviyesinde karşımıza çıkar.

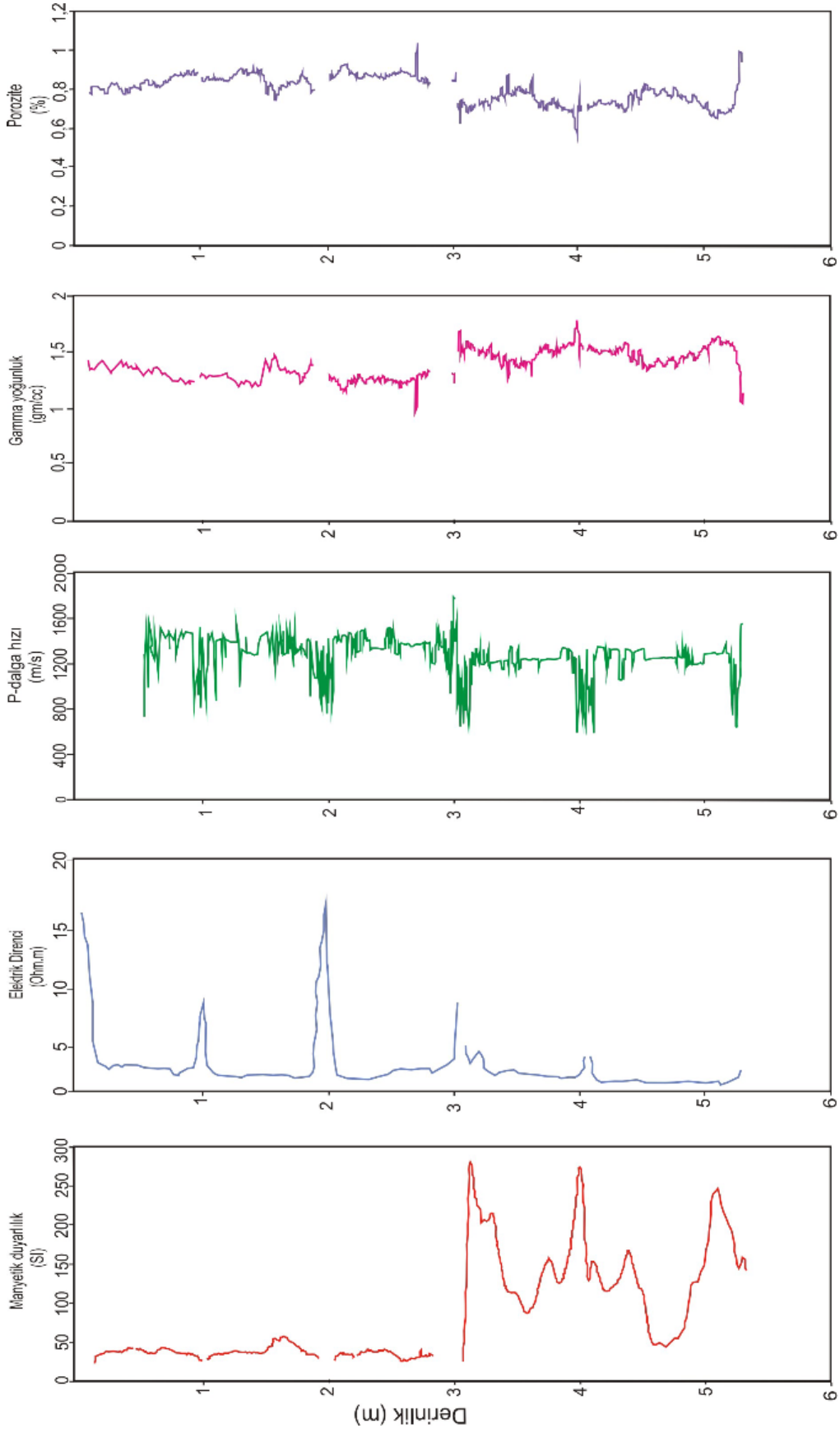
HZPC-1 karotunun 4. parçasının ilk seviyeleri magnetik geçirgenlik değerlerinin azalan değerleriyle başlar. Bu azalış, yaklaşık 335 cm seviyesine kadar devam eder.

HZPC-1 karotunun 5. parçasında özellikle 408-423 cm seviyelerinde, yüksek magnetik geçirgenlik değerleri görülmektedir. Bu yüksek değerler yine bu seviye için daha önce XRF sonuçlarında söylendiği gibi soğuk ve yağışlı iklimsel bir dönemi yansıtmaktadır. Bu dönem içerisinde gölün hidrolojik aktivitesi yüksektir (Arnaud ve diğ., 2005). Bu soğuk ve yağışlı dönem başlamadan önce yine düşük magnetik geçirgenlik değerlerinin yer aldığı sıcak ve nispeten daha az yağışlı bir dönem hüküm sürmekteydi.

Genel olarak HZPC-1 karotunun tümünü değerlendirmek gerekirse, ilk 3 parçasındaki değerler daha düşük seviyededir. Daha sonrasında gelişen yüksek magnetik geçirgenlik değerleri daha çok karotun 4. parçasından itibaren başlar. Yaklaşık 310 cm seviyesinden başlayarak 5. parçanın sonuna kadar magnetik geçirgenlik değerleri artan bir trend sunar. G. Ö. 1800 senesinin öncesinde manyetik geçirgenlik değerlerinin bu kadar yüksek olması başlıca iki nedenden kaynaklanıyor olabilir. Bunlardan ilki antropojenik bir etkinin sonucu gelişmiş olabileceğidir. G. Ö. 1800 yılının öncesinde yöre halkının geçimlerini sağlamak amacıyla tarımcılık, hayvancılık ve madencilikle uğraşılıyor olması, göle bu dönemde ve öncesinde mıknaıslanma özelliği yüksek, ferromagnetik minerallerin girişini hızlandırmış olabilir. Bu durumda manyetik duyarlılık değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur. Bir diğer olasılık ise, bu dönemde yine yöre halkının tarımcılık, hayvancılıkla uğraşılıyor olması ya da bitki örtüsünü, özellikle de ağaçları çeşitli nedenlerle tahrip etmiş olması, toprak erozyonunu hızlandırmış ve göl havzasının yakınlarındaki bir mostrada, üzeri örtülü bulunan, magnetize olabilecek minerallerce (Fe, Ti v.b.) zengin bir kayacın, zamanla üzerinin aşınarak yüzeylenmesine ve göle yağmur sularıyla birlikte bu kayaçtan aşınan kırıntı malzemenin girmesine neden olmuş olabilir.



Şekil 21 HZWS-1 Karotunun MSCL sonuçları



Şekil 22 HZPC-1 Karotunun MSCL sonuçları

6. 6.2. P Dalgası Hızı

HZWS-1 karotunda P-dalgası hızı genel olarak aynı değerlerde seyretmektedir (Şekil 21). Bol kırıntılı ve kavkılı seviyelerde yüksek değerlerde görmemiz gereken P dalga hızı , HZWS-1 yüzey karotunda ani değişimler göstermemiştir. Bunun sebebi muhtemelen karotun su içeriğinin fazla olması ve malzemenin sıkı paketlenmiş olmasıdır. Özellikle manyetik duyarlılık parametresinin de yüksek değerlerde seyrettiği, göle kırıntılı malzeme girişinin olduğu 100-105 cm aralığında, P dalga hızında çok fazla olmasa da hareketlenmeler kaydedilmiştir. HZPC-1 uzun karotunda ise P-dalgası hızı, en yüksek değerini 305.cm'de alırken, en düşük değerini 408.cm'de alır. Bu seviyelerde uzun karotun parçalarının başlangıcı ve bitimine denk geldiği için yanıltıcıdır (Şekil 22). Yüksek manyetik geçirgenlik değerleriyle temsil olan 408-423 cm seviyelerinde kaydadeğer bir artış göstermemiştir. Bu durum malzemenin dokusal olarak yumuşak olmasıyla ve yine sıkı paketlenmiş olmasıyla ilgilidir.

6. 6. 3. Porozite ve Yoğunluk

HZWS-1 karotunun yoğunluk grafiği incelendiğinde, en yüksek değerini 100 cm seviyesinde alır (Şekil 21). Bu aralık, manyetik geçirgenliğinde en yüksek değerini aldığı aralıktır. HZPC-1 karotunda, yoğunluk en yüksek değerini yaklaşık 410 cm seviyesinde, en düşük değerini 273 cm aralığında alır (Şekil 22). Porozite ile yoğunluk arasındaki ters orantılı durum, porozitenin en yüksek değerini 273 cm'de, en düşük değerini ise 410 cm seviyesinde almasıyla da doğrulanmış olur.

6. 6. 4. Elektrik Direnci (Elektriksel Resitivite)

Elektrik direnci HZWS-1 karotunda genel olarak pek değişim göstermez (Şekil 21). Bu durum, yüzey karotunun su içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir. HZPC-1 karotunda ise, elektrik direnci değerleri karotta aşağıya doğru ilerledikçe azalmaktadır. Bu durumun sebebi de yine karotun sonlarına doğru azalan su içeriğiyle ilgili olabilir. Elektriksel resitivite, uzun karotta en yüksek değerini 200 cm seviyesinde alır (Şekil 22). Fakat bu sonuç, karot parçalarının başlangıç ve bitim noktalarına denk geldiğinden yanıltıcıdır. Manyetik duyarlılığın en yüksek değerini aldığı 312 cm seviyesinde hafifte olsa hareketlenmiş ve artış göstermiştir.

6.7. Ostracod Analizi Sonuçları

6. 7. 1. Ostracodların Paleoçevresel ve Paleoiklimsel Çalışmalardaki Yeri

Ostracodlar çoğu deniz ve göl ortamında bulunabilen, ortalama 0,5-1 mm uzunluğa sahip küçük kabuklulardır. Bunlar, düşük Magnezyum kalsitli sağ ve sol kapak olarak isimlendirilen iki ayrı kabuğa sahiptirler (Griffiths ve Holmes, 2000). Ostracodlar her türlü sulu ortama yerleşmede ve adapte olmada son derece başarılıdır. Ordovisyen'den günümüze kadarki jeolojik zaman süresince varlığını sürdürüyor olması, fosil kayıtların incelenmesine imkan sağlarken, günümüzde yaşayan modern türlerde, günümüzde hüküm süren iklim ve çevre koşulları hakkında bilgi vermektedir. Denizel olmayan ortamlarda yaşayan olgun (erişkin) ostracodlar, 0,5 ile 2,5 mm uzunluğunda bulunabilirler. Bu ortamlar su birikintisi, gölcük gibi geçici sular ya da göl gibi sürekli sular olup, bunların dışındaki hertürlü sulu ortamda da bolca bulunurlar. Kaynak pınarlarda, çay ve nehirlerde, bataklık ortamlarında ve çeşitli suni su birikintileri içerisinde bulunmalarının yanısıra, yosun ve yeraltı habitatı içerisine de kolayca adapte olabilir. Üremeleri seksüel bir biçimde ya da aseksüel (parthenogenetik) yolla meydana gelir. Ostracodlar yumurtalarını yaşadıkları kabuk içerisinde muhafaza edebilir, göl ya da deniz dibindeki sediment yüzeyine bırakabilir ya da ailesinden ayrı olarak yaşamını sürdürdüğü organik kırıntıların yüzeyine yapışmış olarakta karşımıza çıkabilir. Ostracodlar, birbirinden farklı tüy dökme (moult) ya da iki deri dökme (instar) prosesi geçirmektedir ve canlı en fazla büyümeyi de bu dönem içerisinde gösterir (Baltanás ve diğ., 2000; Smith ve Martens, 2000). Bu dönem ya da diğer bir deyişle dış kabuğun dökülmesi (ecdysis) prosesi, canlının yaşam döngüsü içerisinde 8 kez meydana gelirken, herbir geçiş sırasında aralıksız instar dönemleri de bu larva dönemleri boyunca devam eder. Çoğu Ostracod, olgunluk dönemine erişmeden önce, büyümeleri sırasında 8 kez tüylerini döker. Tatlı sularda yaşayan ostracodların yaşam döngüleri, 3 hafta gibi kısa süreli ya da 3-4 yıl arasında değişmektedir (Meisch, 2000).

Ostracodlar, su derinliğine ve derinlikle ilişkili, suyun bulanıklılığına (türbiditesine), çözülmüş oksijen seviyesine, besleyici madde elverişliliğine, pH ve su sıcaklığı gibi parametrelere karşı duyarlıdır. Özellikle tuzluluk, sıcaklık, alt tabakada meydana gelen değişiklikler, ostracod türlerinin dağılımını etkilemektedir. Herbir tür, tuzluluk koşullarıyla çok ciddi bir şekilde sınırlanmış olup, tuzluluk değişimlerini tolere

edemeyen Stenohalin türde Ostracodlar mevcuttur. Bunların yanısıra tuzluluk koşullarının değişimine daha az duyarlılık gösteren Örohalin türdeki ostracodlarda vardır. Sonuçta, günümüzde bulunan modern türlerin ekolojiksel toleranslarının ortaya konması halinde, fosil topluluklarında meydana gelen değişimler, değişen çevre koşulları hakkında bilgi verir.

Kuvaterner döneminde ostracodlara dair yapılan en faydalı ve önem taşıyan yaklaşım, Son Buzul (Glasiyal) döneminden Holosen'e kadarki zaman aralığında, göl ortamlarındaki stratigrafiksel değişimlerini incelemek olmuştur. Bu noktada karşılaşılan önemli iklimsel değişiklikler, bir ostracod topluluğunun diğeriyle yer değiştirmesinden, başka bir deyişle, ostracod dağılımında meydana gelen değişikliklerden yola çıkarak ortaya çıkarılır. Sonuçta iklimsel zonlar ya da su kütlelerinin Kuvaterner boyunca gösterdiği değişimler ortaya konmuş olur.

Yarı kurak ya da fazla yağışlı olmayan bölgeler ile düşük enlemliler bölgeler içerisinde bulunan göller, iklimsel değişikliklere karşı son derece duyarlıdır (Griffiths ve Holmes, 2000). Göller içinde bulunduğu bölge ikliminin yağış, buharlaşma ya da hava sıcaklığında oluşturduğu değişikliklere tuzluluk, su sıcaklığı ya da çözünmüş bileşiminde oluşan değişikliklerle karşılık verir.

Ostracod kabuk kimyasının Kuvaterner döneme ait Paleolimnoloji çalışmalarında kullanılmasına günümüzde yaygın olarak rastlanmaktadır (Stuiver, 1970). Bu çalışmalar sırasında ostracodların iz element kimyası ya da duraylı izotop kayıtlarından faydalanarak paleoçevresel yorumlamalar yapılır (Chivas ve diğ., 1993; Curtis ve Hodell, 1993; Palacios-Fest, 1993, Xia, 1997). Her iki metodta çok sayıda göl sedimentlerinde kullanılan metodlar olup, 3 tip gölde başvurulur. Bunlar kapalı, tuzlu ve tarihsel çağlar boyunca ya da bir sürede olsa sığ olan kıtasal göller, kıyı gölleri ile büyük derin buzul tatlısu gölleridir.

Ostracod kabukları tuzluluk ve P/E (yağış/buharlaşma) oranının jeokimyasal kayıtlarını saklar. Bu nedenle eski döneme ait P/E oranı hakkında bilgi verir.

Ostracodların duraylı izotop analizlerinin detaylı bir biçimde yorumlanması sonucunda, modern göllerdeki kabuk izotop ve su izotop bileşimi arasındaki ilişkiler yorumlanarak ortaya konmuştur (Grafenstein ve diğ., 1999b). Kalsit ostracod kabuklarında, karbon ve

oksijen duraylı izotop analizleri, eski çevresel değişimlerin ortaya konması çalışmalarında kullanılmaktadır (Lister, 1988; Chivas ve diğ., 1993).

Paleolimnoloji çalışmalarında kullanılan ostracodlar, göl kayıtlarının yeniden oluştuşmasında başvurulan multidisipliner yaklaşımın sadece bir elementidir. Göl tuzluluğunun ve çözünen kimyasının evrimi, genellikle iklim tarafından kontrol edilen hidrolojide meydana gelen değişikliklerin bir sonucudur. Kapalı havzalarda göl seviyesi, tuzluluk ve su kimyasındaki değişiklikler, havzaya su girişi, evaporasyon ve havzadaki çökelme arasındaki dengenin bir fonksiyonudur. Anahtar vazifesi görebilecek ostracod türlerinin tercih ettiği çözünen kimyası bilinirse, bu türleri içeren gölün hidrolojik yapılanmasına izin verir ve eski iklimsel değişimlere ait bölgesel bileşenleri tekrar oluşturabilir (Forester, 1986).

Bir bölgenin ortalama sıcaklıklarında meydana gelen değişiklikler o bölgede bulunan ostracod faunasını da etkiler ve bu yüzden bazı türlerin özellikle tercih ettiği, türlere özel sıcaklık aralıkları mevcuttur (Forester, 1987). Bu nedenle göl sedimentlerindeki ostracodların faunal ve jeokimyasal olarak çalışılması eski göl koşulları hakkında bilgiler verir. Ostracodlar gölün tuzluluğu, çözünmüş bileşimi, önemli anyon değişiklerinden etkilenir. Bu canlının kavkısı çok kısa zaman aralıklarını içinde barındırdığı ve artış göstermediği için su içerisindeki anlık değişimleri yansıtır.

6.7.2. Ostracod türleri ve tanımlama sonuçları

Hazar Gölü çökel örnekleri içerisinde Candonidae ve Limnocytheridae olmak üzere iki farklı familyaya ait toplam 6 farklı ostracod türü tespit edilmiştir. Bu türlerden biri bilinen, iki tanesi isimlendirilememiş ve diğer üçü ise Hazar Gölü için endemik oldukları düşünölen türlerdir. Bunlar; *Candona neglecta* Sars, *Fabaeformiscandona anatolia* n.sp., *Fabaeformiscandona hazarensis* n.sp., *Fabaeformiscandona turcica* n.sp., ile *Limnocythere* sp.1 ve *Limnocythere* sp.2 taksonlarıdır. Yeni türler ve diğerleri sistematik olarak tanımlanmışlardır. Hazar Gölü çökellerinde karşılaşılan ostracod topluluğu tatlısu karakterine sahip olup, özellikle *Candona neglecta* ile *Limnocythere* türleri gerek ölkemizdeki limnik ortamlarda gerekse de Avrupa, Asya, Ortadoğu hatta

Uzakdoğu ülkelerinde, doğal ve yapay su alanlarında, limnik koşullar altında yaşama imkanı bulmaktadır.

***Candona neglecta* Sars , 1887**

Candona neglecta Sars, Holarctik ekozon (Kuzey yarımküreyi kapsayan habitat) içerisinde bulunan, kavkı yüzeyi üzerinde tiberkül (ince yumrucuk) ve spinoller (dikencik ya da iğnecik) bulunduran bir tatlısu ostracod türüdür. Taklit niteliğindeki ince yüzey yapıları tiberkül ve spinoller, gözenek kanalı vazifesi görür. Günümüzden çok daha önceleri yapılan betimlemelerde *Candona neglecta* yüzeyinin pürüzsüz olduğuna dikkat çekilmiştir (Sars 1887, 1925, Müller 1900, Kaufmann 1900). Lindner (1923) kabuk üzerindeki minik tiberkül ve spinollere ilk kez Üst Swabia döneminde Almanya'daki *neglecta* türlerinde rastlamıştır ve Petkovski (1969) ile Meisch (2000) 'de daha sonra yaptıkları çalışmalarla bu durumu desteklemiştir. *Candona neglecta* kabukları genellikle beyaz, inci gibi parlak bir görünümündedir. Organik maddece zengin göl, havuz, akarsu, çay gibi sulu ortamların tabanındaki oyuk ve çukurluklarda, yeraltısularında yaşarlar. Geçici sulu ortamlarda yumurta, larv ve yetişkin türleri kuruma olayına karşı dayanıklılık gösterir. Bunun yanısıra, göllerde sığ litoral zon ve profundal zonun çok derin yerlerine yerleşebilir (Bhatia ve Singh,1971; Diebel ve Pietrzeniuk, 1975; Danielopol ve diğ., 1993, Meisch, 2000). *Candona neglecta* türleri genellikle soğuk suları tercih ederler ve 5-8 °C arası sıcaklıkta oluşurken, 20 °C den fazla geçici sıcaklık artışlarına da adapte olabilir (Holmes 1996, Meisch 2000). Bu nedenle çoğu sulu ortamlarda rahatlıkla yaşamlarını sürdürebilirler. *Candona neglecta* yazın göllerde gelişen hipoksik koşullara karşı (oksijenin azalması) adapte olabilir. Tuzluluk koşullarının değişimine karşı toleranslı bir tür olma özelliğinde olup hafif tuzlu içsularda ve denizlerde, tuzluluk sınırınının 0,5-16 ‰ aralığında bol bulunur. Yaşamlarını sürdürdükleri sular durağan (hareketsiz) ya da çok hızlı sular olabilir. Kalsiyum içeriği bakımından 0-72 mg Ca/l ve daha üst değerlerdeki sulara kolaylıkla adapte olabilirken, pH değişimlerine karşıda dayanıklıdır (Hiller 1972, Hartmann ve Hiller 1977). Tatlı sularda, hafif tuzlu iç kesimlerde ve holarctik alandaki marginal denizsuyu ortamında da yaşamını sürdürebilir. *Candona neglecta* türleri, bir yıl içerisinde iki kez nesil üreten sürekli bir form olma özelliğindedir.

***Fabaeformiscandona* Kristić, 1972**

Fabaeformiscandona kavkısı yanal pozisyonuna doğru, değişik yükseklik/uzunluk oranı ile uzamıştır. Kavkı yüksekliğinin en yüksek değeri bazı türlerde, kavkı uzunluğunun yarısına kadar ulaşabilir. Erkek türlerin kabuğu, dişi türlere nazaran hem daha uzundur, hemde şekil olarak daha farklıdır. Arka kenarı, gözle görülür bir şekilde, yanal tarafına doğru dönmüştür. Karın kenarı dikkat çekici bir şekilde konkavdır. Dişilerin büyüklüğü 0,88-1,20 mm arasında iken, erkek türlerde 1,00-1,30 arasında değişir. Rengi inci kadar parlak ve beyazdır. Ekolojik olarak, genellikle çamurlu ve bataklık tarzındaki geçici su alanlarını tercih ederler. Göllerde çok sığ zonlarda bulunur ki bu zonlar yaz aylarında kurur. Bazen azda olsa litoral zonun derinliklerinde de rastlanır. Drenaj hendeklerinde, nehir vasıtasıyla göle giriş kanallarında, gölcüklerde, açık arazi ve ormanlık alanlardaki geçici havuzlarda bulunur. Ayrıca akarsu ya da bir nehrin ölü kollarında bulunabilir. Türler, maksimum 8,1 % lik tuzluluk sınırına kadarki tuzluluk artışlarına karşı toleranslıdır (Vesper, 1975). Soğuk suları tercih ederler (mesothermophilic). Göllerin türbülanslı litoral alanlarında daha çok bulunur ve bazende akıcı sular içerisinde yer alır (oligorheophilic). Kalsiyum içeriği 0-72 mg Ca/L ve daha üst değerlerde iken bolluk gösterir ve genel olarak yüksek Ca içerikli suları tercih ederler (titanoeuropyplastic). Tuzluluk içeriği 5-18 ‰ arasındaki sularda daha yaygın bulunurlar (mesohalophilic). Suların pH'ında meydana gelebilecek geniş ölçekli değişikliklere karşı toleranslıdır (europyplastic). Olgun türlerine kış ya da bahar mevsimlerinde özellikle en fazla Nisan-Mayıs aylarında çok rastlanır ancak nadiren de olsa Haziran ayı sonlarında da bulunabilir (Nüchterlein, 1969). Holarctik ekozon içerisinde geniş yayılım gösterir.



(1)



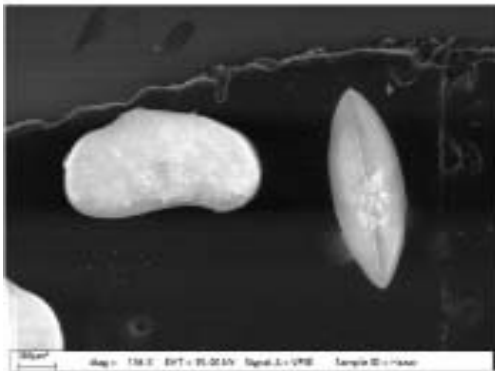
(2)



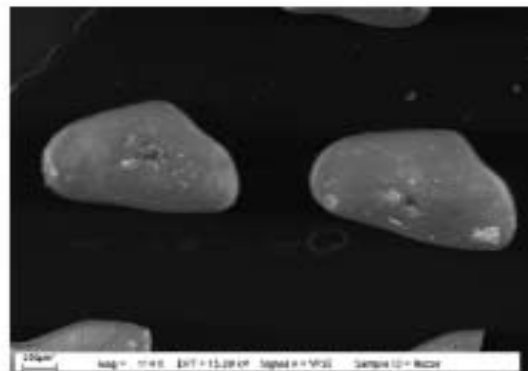
(3)



(4)



(5)



(6)

200µm[®] ETH=15.00kV

Signal A=VPSE

Sample ID=Hazar

- (1) *Candona neglecta* SARS (90X)
- (2) *Fabaeformiscandona hazarensis* n.sp. (130X)
- (3) *Limnocythere* sp.1 (237X)
- (4) *Limnocythere* sp.2 (223X)
- (5) *Fabaeformiscandona anatolia* n.sp. (136X)
- (6) *Fabaeformiscandona turcica* n.sp. (114X)

Şekil 23 Hazar Gölü ostracod faunasının SEM görüntüleri

Limnocythere s. Brady, 1867

Kabuk yanal görünümüne doğru uzamıştır ve kavkı yüzeyinde iyi gelişmiş tiberküller mevcuttur. Kavkının sırt kenarı, öndeki bitişine doğru eğim kazanır ve kavkının ön tarafı gaga şeklindedir. Kavkı rengi, beyazımsı griden sarımsıya doğru çeşitli olurken, kabuğu ince ve saydamdır. Erkek türler faunal alanlarda nadiren karşımıza çıkmaktadır ve gölün alkalinitesindeki artışlara bağlı artışlar gösterebilir. Dişi türler 0,50-0,70 mm, erkek türler 0,62-0,82 mm arasında yer alır.

Ekolojik olarak geniş aralıklı çevresel koşullara karşı toleranslıdırlar. Küçük ya da büyük su alanlarında, göl, gölcük, bataklık, yavaş akan dere, çay ve nehirlerde bulunur. Göllerde çamur yada kum içerikli alt tabaka sedimentleri içerisinde ve bu yüzeyin hemen altındaki çatlaklı habitat içerisinde de rastlanır. Hafif tuzlu göl ve benzeri iç sularla, deniz ortamında, hafif acımsı sularda karşılaşılabılır. Çok fazla alkalın sularda yaşamlarını sürdürebilirler ki bu koşullar altında (klorit konsantrasyonu 2160 mg/L ve asit bağlayıcı kapasitesi 142,8'e kadar ulaşan sular) yaşayan başka bir tür ostracod yoktur. Göllerin litoral zonu içerisinde rahatlıkla görülebilir. Sıcak, zayıf kalsiyum içerikli, 5-18 ‰ tuzluluktaki suları tercih ederler. Durağan suların yanısıra akıcı sular içerisinde de rastlanabilir. Hem yetişkin hem de juvenil türler yıl boyunca oluşabilir (Sywula 1977; Jungwirth 1979). Faunal alanda yetişkenlerin en yoğun olduğu zamanlar Mayıs-Eylül ayları arasındadır. Tatlısu türleri, Nisan-Mayıs aylarında oluşur, Ekim-Kasım aylarında giderek azalır. Holarctik ekozon içerisinde dağılım göstermektedir.

6.8. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ Duraylı İzotop Sonuçları

Hazar Gölü'ne ait $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ izotop sonuçları ve TIC/TOC sonuçları birlikte korele edilerek değerlendirilmesi yapılmıştır (Şekil 24). Bu 4 parametre bazı seviyelerde birlikte hareket ederken, bazısında ise birbirinin tam tersi davranışlar sergilerler.

HZPC-1 karotunun en alt seviyesi günümüzden önce (G.Ö.) 3968 senesine kadar gitmektedir. Orta Tunç Çağı'ndan günümüze kadar ki bu süreçte, Yukarı Fırat Bölgesinde meydana gelen iklimsel değişimleri görmemiz mümkün olmuştur. G.Ö. 3968 senesinden bugüne kadar ki aralıkta, $\delta^{18}\text{O}$ izotop gradyanında karot boyunca görülen

değişim 2,47 ‰ (2,75-5,22 ‰) olup, sahip olduğu en yüksek değerini G.Ö.600 senesinde, en düşük değerini G.Ö. 1400 senesinde alır. $\delta^{18}\text{O}$ izotop gradyanı, G.Ö. 3968 senesinden günümüze kadar ki süreç içerisinde azalan bir trend sunar. Ostracod kavkılarında ait $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin ise karot boyunca gösterdiği değişim 8,01 ‰ (-8,21- (-0,20) ‰) ile bir hayli fazla olup, en yüksek değerini G.Ö. 1305 senesinde, en düşük değerini ise G.Ö. 3345 senesinde almıştır. Karotun en alt seviyesinden yukarıya doğru $\delta^{13}\text{C}$ izotop gradyanının izlediği trende dikkat edilirse günümüze doğru ağırlaşan bir trend sergilemektedir. Bu durum gölün jeolojik zaman içerisinde çeşitli faktörlerinde etkisiyle ötrifikasyon derecesinin giderek arttığının kanıtıdır. $\delta^{18}\text{O}$, TOC, TIC parametrelerinin karotun tümündeki değişimlerine bakıldığında genellikle aynı zaman aralıklarında benzer davranışlar sergilerken, $\delta^{13}\text{C}$ bazı seviyelerde bu üçünden belirgin farklılıklar gösterir.

Hazar Gölü'nde G.Ö. 3968-3700 yılları arasında tüm değerler hafifleşerek başlamaktadır. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinde bu türde meydana gelen azalmalara birçok neden etki etmiş olabilir. Bu yıllar arasında iklimsel olarak soğuk ve yağışlı bir dönemin varlığı, göle izotopik değeri düşük olan nehirsuyu akışını artırır ve sonuçta hem $\delta^{18}\text{O}$ hem de $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerleri düşmesine neden olur. Nehir girdisiyle artan göl seviyesi ve azalan tuzluluk değerleri beraberinde $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde azalmalara neden olur. Hafifleşen $\delta^{13}\text{C}$ değerleri de yine nehir vasıtasıyla gelen ^{12}C 'ce zengin suların ^{13}C değerlerini seyreltmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bir diğer sebepte yüzey sularında organik madde üretiminin artması ve sonrasında dip sularında ^{12}C 'ce zengin organik maddenin bozulması sonucu ostracod kavkısında hafif izotop zenginleşmesinin olması ihtimalidir (Mischke, 2001). Bunun yanında nehir vasıtasıyla göle kırıntılı malzeme girişinin artması bu dönemde tüm parametrelerdeki azalmanın bir diğer sebebidir. TOC ve TIC'deki düşük değerler bu durumun bir diğer kanıtıdır. Bu dönemde karbonat çökelişi giderek düşmektedir. Ayrıca, göle kırıntılı malzemelerin girmesi, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerini düşürür (Wang ve diğ., 2002). Bu süre içerisinde gölden buharlaşmayla ayrılan su miktarı da fazla olmadığından, göl seviyesi yüksektir.

Karot boyunca yukarıya doğru ilerlerken, G.Ö.3700-3500 yılları arasında $\delta^{18}\text{O}$, TIC ve TOC değerleri ağırlaşmaya başlamıştır. Bu dönem içerisinde TIC maksimum değerlerinden birisini (38 %) almıştır. CaCO_3 içerisindeki karbonu veren bu parametrenin bu kadar yüksek değerlere çıkması, ortam koşullarının CaCO_3 çökmesi için elverişli,

sıcak ılıman koşullara sahip olduğunu göstermektedir. TOC'deki artış organik madde miktarının artışı göstermektedir. Nehir akışının nispeten azalmış olması $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin ağırlaşmasına neden olmuştur. Aynı zaman zarfı içerisinde $\delta^{13}\text{C}$ değerleri hiç değişmemiştir.

G.Ö. 3500-3345 seneleri arasındaki kısa süre içerisinde, $\delta^{18}\text{O}$ ve TOC değerlerinde hafiflemeler dikkati çekmektedir ki bu azalmaların kaynağında yine soğuk ve yağışlı bir iklimsel sürecin varlığı bulunur. Havzaya gelen yağışların artmasıyla, E/P oranı düşmüş ve göl suları yükselmeye başlamıştır. Bu kısa süreli ve çok şiddetli olmayan nemli dönemde TIC değerleri artışı sürdürürken, $\delta^{13}\text{C}$, G.Ö. 3345 yılında karot derinliği boyunca aldığı en düşük değerini (-8,21 ‰) almıştır. Bu durum nehir yoluyla göl havzasına gelen ^{12}C 'ce zengin suların $\delta^{13}\text{C}$ değerlerini seyreltmesiyle ilgili olabilir.

G.Ö. 3345-2900 yılları arasında $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin tekrardan düşüşe geçmesi, bölgede yeniden soğuk ve yağışlı iklimsel dönemin hakim olduğunu gösterir. Bu dönemde göl suyu artan yağışlarla birlikte ^{16}O 'ca zenginleşmiştir. Bununla birlikte, evaporasyon azalmış ve göl seviyesi bu dönemde yükselmiştir. $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde bu dönemde ani bir zenginleşme olduğu gözlenmektedir. Bu artışla, $\delta^{13}\text{C}$, bu zaman aralığının sonunda en yüksek değerlerinden birini almıştır. Göl seviyesinin yüksek olduğu bu dönemde $\delta^{13}\text{C}$ 'deki yüksek değerler, atmosferik CO_2 ile izotopik olarak dengeli durumundan kaynaklanıyor olabilir. Aynı zamanda yüzey sularında artan birincil üretim sonucu alglerin ortamdan ^{12}C yi alması, yüzey sularında ^{13}C zenginleşmesine neden olur (Mischke, 2001). TIC ve TOC en yüksek değerlerini (38 %) 3245 senesinde alırken, TIC son derece ani artma ve azalmalar gösterir. TOC, göl içerisindeki birincil üretimle orantılıdır ve göldeki artan ötrofikasyon seviyesiyle artış gösterir (Schelske ve Hodell, 1991; Hodell ve diğ., 1998; Mullins 1998). En yüksek değerlerini aldıktan sonra, G.Ö. 2900 senesine doğru bu yüksek TIC ve TOC değerlerinde azalmalar söz konusu olur. TIC karot boyunca aldığı en düşük değerlerinden birisini (8,30 %) 2900 senesinde almıştır.

G.Ö. 2900-2600 yılları arasında, $\delta^{18}\text{O}$, TOC ve TIC değerlerindeki zenginleşme dikkati çekmektedir. Bu dönemdeki iklimsel şartların bir önceki döneme nazaran daha sıcak olduğu düşünülmektedir. Artan evaporasyon sonucu göl suyunun buharlaşması ve

tuzlulukta meydana gelen artış bu seviyede $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin zenginleşmesine neden olmuştur. Hem CaCO_3 , hem de organik madde oluşması açısından göl suyu sıcaklığı uygun şartlara sahiptir. $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinde görülen hafifleme, yüzey sularında artan birincil üretim sonucu oluşan organik maddenin bir süre sonra dip sularında bozuşması sonucu, ortamda ^{12}C zenginleşmesi ve ostracod kavkılarının bünyesine girmesinden kaynaklanmaktadır.

G.Ö.2600-2400 yılları arasında $\delta^{18}\text{O}$ değerleri soğuk ve yağışlı bir döneme girilmesiyle birlikte hafiflemeye başlamıştır. Aynı zamanda TIC ve TOC değerleride düşmektedir. Yağışların artması sonucu göl seviyesinin yükselmiştir. $\delta^{13}\text{C}$ değerindeki zenginleşme ise göl suyu seviyesinin artmasıyla konaklama süresi artan su, inorganik karbonun nehir sularına oranla ^{13}C 'ce daha zengin olan atmosferik CO_2 ile izotop alışverişine izin verir (Mischke, 2001).

G.Ö. 2400-1955 yılları arasında $\delta^{13}\text{C}$ ile TIC, TOC arasındaki simetrik ilişki dikkati çeker. $\delta^{13}\text{C}$ 'deki azalmalar, gösterdiği hafif salınımlarla devam ederken aynı zamanda TIC ve TOC gösterdikleri ufak salınımlarda dahi tam bir birliktelik içerisinde artmaya devam ederler. $\delta^{13}\text{C}$ değerlerindeki hafifleme, artan birincil üretimle ortamdaki ^{12}C 'nin dip sularında bozuşması ve ostracod kavkılarının tarafından kullanılmasından kaynaklanıyor olabilir. $\delta^{18}\text{O}$ eğrisine bakacak olursak aynı zaman zarfı içerisinde hafifde olsa önce bir artış arkasından gelen sakin bir dönemi yansıtmaktadır. $\delta^{18}\text{O}$ 'in sahip olduğu bu değerler sıcak ve ılıman özellikteki bir iklimsel sürecin izlerini yansıtmaktadır. Bu dönem, göldeki E/P oranındaki değişimin çok az olduğu bir dönemdir ve bu dönemin sonunda, bölgesel yağışların artmasıyla $\delta^{18}\text{O}$ değerleri hafiflemiştir.

G.Ö. 1955-1750 yılları arasında $\delta^{18}\text{O}$, TIC ve TOC'de ani ve şiddetli bir azalma meydana gelmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ bu zaman aralığının bitimi olan G.Ö. 1750 yılında karot boyunca sahip olduğu en düşük değerlerinden birini (2,97‰) alır. Soğuk ve yağışlı bu iklimsel dönemde, gölde azalan evaporasyon ve artan yağışlar sonucu göl suyu tuzluluğunun düşmesi, oksijen izotop değerlerinin ani bir şekilde azalmasına yol açmıştır. Artan göl seviyesiyle birlikte, göl suyunun konaklama süreside düşmüştür. $\delta^{13}\text{C}$ 'deki zenginleşmenin atmosferle, sudaki toplam çözülmüş inorganik karbon arasında gelişen izotop alışverişinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Mischke ve Wünnemann, 2006).

G.Ö. 1750-1600 yılları arasında çok kısa süreli olsa tüm parametrelerde artış birlikteliği görülmektedir. 150 senelik bu zaman zarfı içerisinde sıcaklıkların artmasıyla birlikte evaporasyonun artması, göl seviyesinin alçalmasına ve $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerindeki zenginleşmesine neden olmuştur.

G.Ö. 1600-1350 zaman aralığı, hem $\delta^{18}\text{O}$ hem de $\delta^{13}\text{C}$ açısından oldukça salınımlı artma ve azalmaların gözlemlendiği bir aralıktır. $\delta^{18}\text{O}$ değerlerindeki salınımlar kısa süreli yağışlı ve kurak dönemlerin yaşandığını gösterir. Gölün E/P oranında, bu süre içerisinde hızlı değişimler meydana gelir. $\delta^{18}\text{O}$ değerleri artma ve azalma salınımlarıyla yukarıya doğru devam ederken G.Ö.1400 senesinde en düşük değerini (2,75‰) almıştır. Yağışların en şiddetli olduğu bu seviyede göl suyunun konaklama süresi azalmış ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop değeri en düşük değerini bu süre içerisinde almıştır.

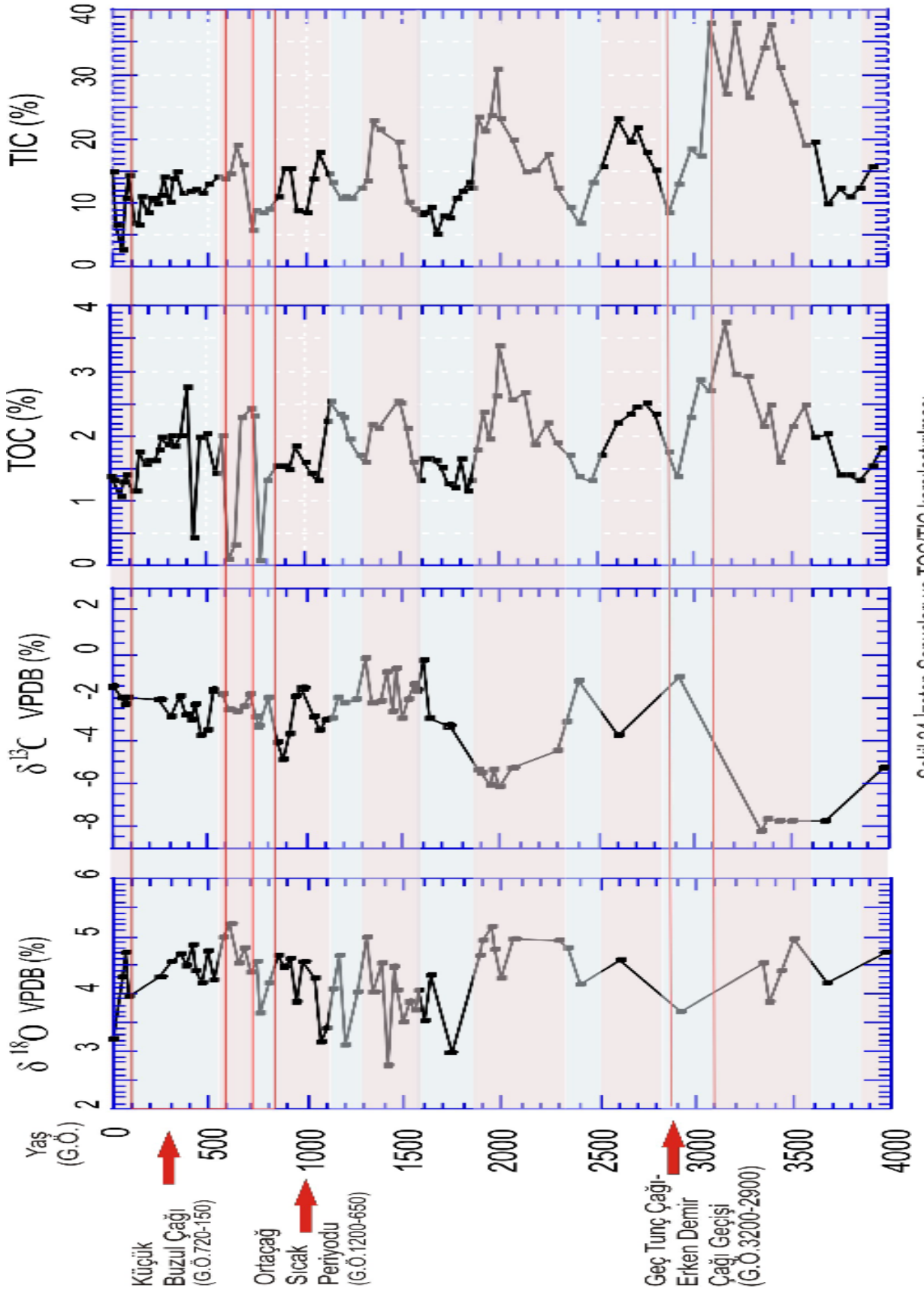
G.Ö. 1350-1300 seneleri arasında $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin birlikte zenginleştikleri görülür. G.Ö.1300 seviyesinde, $\delta^{18}\text{O}$ karot boyunca gösterdiği en yüksek ikinci değeri, $\delta^{13}\text{C}$ ise karot boyunca sahip olduğu en yüksek değerini (-0,20‰) almıştır. Bu durumda, evaporasyonun bu dönemde arttığını ve göl seviyesinin düştüğünü gösterir. $\delta^{18}\text{O}$ değerinin, G.Ö.1400 senesinde en düşük değerini aldıktan yaklaşık 100 sene kadar sonra, G.Ö.1300 senesinde bu kadar yüksek bir değer alması, kısa süre içerisinde iklimde çok ani gelişen bir ısınmayı yansıtmaktadır.

G.Ö.1300-1200 seneleri arasında $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde yine ani bir fakirleşme görülmektedir. Bu kısa süreli ancak keskin bir şekilde gelişen $\delta^{18}\text{O}$ değerindeki hafifleme, şiddetli yağışların bir sonucu olarak karşımıza çıkmıştır. Nehir yoluyla göle hafif izotopça zengin suların girmesi sonucu, G.Ö. 1100 senesinde her iki izotop değerinin birlikte hafiflediği gözlenmektedir. Bu seviyede yine yağışlı bir dönemin hüküm sürdüğü düşünülürken, TIC’de bu seviyede düşük değerlerdedir. G.Ö.1000 senesinde ise $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin birlikte arttığı görülmektedir. Bu da bize yine bu zaman zarfı içerisinde evaporasyonun arttığını ve göl seviyesinin düştüğünü gösterir.

G.Ö.1100 senesinden itibaren, G.Ö.950 ve G.Ö. 820 senelerindeki kısa süreli azalmalar hariç tutulursa genel olarak $\delta^{18}\text{O}$ zenginleşmesinin olduğu bir sürece girilmiştir. Bu süreç $\delta^{18}\text{O}$ ’ın G.Ö.600 senesinde en yüksek değerini (5,22 ‰) aldığı seviyeye kadar süreklilik gösterir. G.Ö. 1100-600 seneleri, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin bir artış birlikteliği

yakaladığı seviyeler olmasına rağmen, G.Ö. 820-741 yılları arasında başta $\delta^{18}\text{O}$ olmak üzere tüm parametrelerde bir hafifleme sözkonusudur. TOC, bu seviyede karot boyunca sahip olduğu en düşük değerindedir. Bu kısa zaman zarfı içerisinde yağışlı bir dönemin varlığı sözkonusudur. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, göle nehir yoluyla hafif izotoplarca zengin olan suların gelmesiyle hafiflemiştir. G.Ö.600 senesinde $\delta^{18}\text{O}$ en yüksek değerini aldığı sırada $\delta^{13}\text{C}$ 'ünde ufakta olsa artış gösterdiği görülür. Bu seviyede TOC değerinin artış göstermesi, TIC'deki dengeli durum, ortam koşullarının sıcak ve kurak olduğunu gösterir. Göldeki yüksek buharlaşma ve düşük yağışlar, göl seviyesinin çekilmesine neden olmuştur.

G.Ö.600 senesinden itibaren $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde çok kısa zaman aralığında hafifleme ve zenginleşmeler gelişmiştir. Genel olarak 400 senesine kadar ki trend hafifleme eğilimi göstermektedir. Bu zamanlar arasında, yine nehir girdisinin olduğu yağışlı bir dönemin varlığından söz edebiliriz ki bu da yine hem $\delta^{18}\text{O}$ hem de $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinde görülen fakirleşmeden anlaşılabilir. G.Ö.400 senesinden itibaren, $\delta^{18}\text{O}$ değerleri ani bir fakirleşme göstermeye başlar. TIC ve TOC değerleri de bu seviyeden sonra ^{18}O fakirleşmesiyle uyumlu bir şekilde azalma göstermektedir. Tüm bu veriler G.Ö. 400-100 seneleri arasında hüküm süren yağışlı bir iklimsel sürecin sonuçları olmalıdır. Bu süre içerisinde $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde çok fazla bir değişim görülmemiştir. Bu durum yine nehirlere oranla daha yüksek ^{13}C değerlerine sahip olan atmosferik CO_2 ile gölsuyuna ait çözülmüş inorganik karbonun izotopik olarak dengede olduğunu yansıtır olabilir. Bununla birlikte $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde son yıllarda görülen artışın sebebi, artan antropojenik etkinin bir sonucu olmalıdır. Birincil üretimde günümüzde görülen bu derece yüksek değerler, Hazar Gölü'nün trofik seviyesinin geçtiğimiz yıllar süresince değiştiğini göstermektedir (McFadden ve diğ., 2004).



Şekil 24 İzotop Sonuçları ve TOC/TIC karşılaştırılması

Dünya üzerinde, son 4000 yıllık süreçte etkili olmuş bazı iklimsel süreçlerin, Hazar Gölü çökellerinde bazı sonuçlarının olabileceği düşünülmektedir (Şekil 24). İleride bölgenin daha ayrıntılı çalışılması halinde, özellikle $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinin davranışında, glasiyal ve interglasiyal süreçlerden ya da lokal değişimlerden hangisinin daha etkili olduğu kesinlik kazanabilir.

7. HAZAR GÖLÜ SEVİYE DEĞİŞİMLERİ

Dünyada birçok göl havzasında olduğu gibi, Türkiye'deki göllerde günümüzde olduğu kadar Pleistosen'deki iklimsel periyotlardan etkilenmiş ve su seviyesinde belirli zaman aralıklarında çekilme ve yükselmeler meydana gelmiştir. Bu göl seviyesinde meydana gelen yükselme ve alçalma hareketleri ve oluştukları dönemler günümüzde çeşitli yöntemler kullanılarak öğrenilebilmektedir. Hazar Gölü'nünde Pleistosen'de günümüzdeki seviyesine göre 100 m daha yukarıda olduğu bilinmektedir (Akkan, 1972). Erinç (1953), Lahn (1948, 1951), İnandık (1965) ve Chaput (1976) gibi araştırmacılar bu iddiayı, göl kenarında gördükleri farklı seviyelerdeki taraçalarla doğrulamıştır. Gerçektende, Pleistosen'den günümüze kadarki süreçte, Hazar Gölü kenarında iklimsel değişikliklerin yol açtığı seviye ve hacim oynamaları sonucu oluşmuş farklı seviyelerdeki göl taraçalarına rastlanır. Bunlar ait oldukları zaman aralığına göre üç gruba ayrılmışlardır (Tonbul ve Yiğit, 1995). Bu taraçalardan 1250, 1251, 1253, 1258 m yükseklikte bulunanların içlerinde bulunan yalı taşı oluşumları, üst yüzeylerindeki kireç kabukları ve iyi tutturulmamış, gevşek yapı itibariyle Holosen dönemine ait oldukları düşünülmektedir. 1270 ve 1280 m'lerdeki taraçalar Üst Pleistosen'deki Würm glasiyal dönemine ve en üstteki 1300, 1315, 1325, 1330 ve 1360 m taraçalarının ise Alt-Orta Pleistosen'deki Riss Buzullaşma dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Herece ve Akay, 1992). En üst seviyedeki taraçalar, DAF hattının etkinlikleriyle, oluştukları seviyelerden daha yüksekte ve deformasyona uğramış bir şekilde bulunurlar. Taraçalar içlerinde gözlemlenen yalıtaşı, kireç kabukları gibi malzemelerle sıcak ve kurak iklim periyodlarını koyu renkli silt, ince ve kaba kum, ufak çakıllarla gevşek yapılarıyla soğuk ve yağışlı dönemi yansıttığı düşünülmektedir (Tonbul ve Yiğit, 1995). Gölün güneybatısında konumlanmış olan 1315 ve 1325-1330 metrelerdeki taraça seviyeleri, Hazar Gölü kapalı bir havza iken ve günümüz iklimine göre çok daha nemli iklimsel dönemde oluştukları düşünülmektedir (Erinç, 1953).

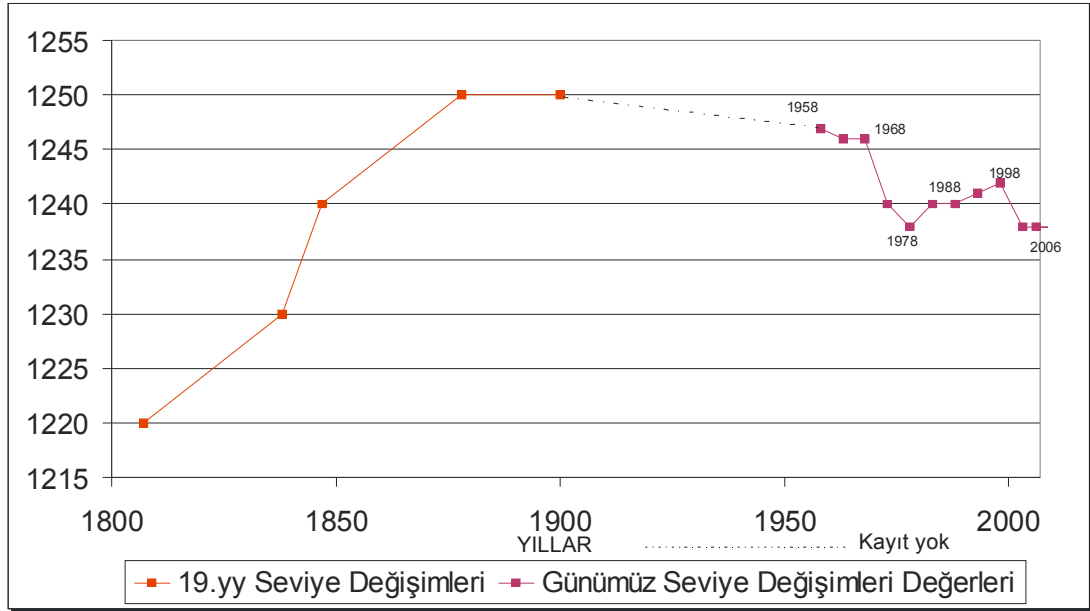
Hazar Gölünün bugünkü sahip olduğu seviyeden yaklaşık 60 m yükseğe çıkarak (1300 m'ler) depresyon tabanının doğu ve batı kesimlerinde en yüksek seviyesine kavuşmuştur (Tonbul ve Yiğit, 1955). Bu yüksekliğe eriştikten sonra KB'sındaki Kazgediği eşliğinden Uluova'ya, doğusundaki Çitli Ovasına taşmıştır. Eski taşkın ovalarının yamaçlarında 1300 metrelere karşılık gelen seviyelerin bulunması bu durumu kanıtlar niteliktedir. Üst Pleistosen sonlarına doğru Çitli ovasının dış drenaja açılmasıyla da Hazar Gölünün bugünkü seviyesine yakın sınırlara çekilmiştir (Tonbul ve Yiğit, 1995).

Hazar Gölü'ndeki seviye oynamaları hakkında, bugüne kadar tutulan kayıtlar en fazla 11. yüzyıla kadarki süreç hakkında bilgi vermektedir. Gölün güney kıyısındaki Kilise Adasının 11.yy dönemindeki varlığı ve ada üzerinde 50-60 haneli bir yerleşmenin bulunması, İnciciyan (1804), Saint-Martin (1819) ve Ardıçoğlu gibi araştırmacıların çalışmalarında konu edilmiştir. Böylesi bir yerleşmenin varlığında ancak göl seviyesinin bugünkü seviyesinden 20-30 m daha aşağıda olması halinde mümkündür. Bu ada üzerindeki yerleşimin 19.yy başlarına kadar mevcudiyetini sürdürdüğü gerek Evliya Çelebi (1640-1680), Polonyalı Simeon (1608-1619) gibi gezginlerin seyahatnamelerinden, gereksede Otter (1748), İnciciyan (1804) ve Dupre (1819) gibi araştırmacıların çalışmalarıyla da doğrulanmaktadır (Tonbul ve Yiğit, 1995). Gölün 19.yy başlamasıyla birlikte 1220 m'lerde olan seviyesi, 1795 yılında yükselmeye başladığı Osmanlı Devleti yönetimi sırasında tutulan 218 numaralı Şer'iyye Sicili kayıtlarından da anlaşılmaktadır. Göl seviyesinin yaklaşık G.Ö. 215 yıl önce başlayan bu yükselme, 1830 yılında yöre halkına olumsuz şartlar oluşturacak boyutlara gelmiştir (Tonbul ve Yiğit, 1995). Kilise Adası sakinleride köylerinin bu olumsuz koşulların devam etmesi sonucu terk etmişlerdir (Hommaire de Hell, 1848).

Doğu Anadolu göllerinde gelişen seviye değişiklikleriyle ilgili yapılan incelemelerde ise, gölün seviyesinin 1840 senesinden sonra yükseldiği kesinlik kazanmıştır. Hatta 1840-1850 senesindeki seviye yükselmelerine iklimsel değişikliklerin yolaçtığı öne sürülmüştür (Sieger, 1888).

Hazar Gölü'nde dünden bugüne gelişen seviye değişikliklerinin yukarıda özetlediğimiz şekilde karşımıza çıkması çok farklı nedenlere bağlanmaktadır (Şekil 25). Bunlar genel

olarak, Pleistosen dönemindeki glasiyal ve interglasiyal süreçler ile Holosen boyunca gelişen ısınma ve soğuma dönemlerini de içine alacak şekilde gelişen iklimsel değişimlerin yolaçtığı seviye oynamaları, Hazar Gölü'nün altından geçmekte olan ve bugün hala aktif olan DAF hattı hareketlerinin neden olduğu seviye değişiklikleri ve son 50 yıllık süreçte göl sularından faydalanmak üzere açılan HES I-II santralleri ile, insan etkisinin de gündeme getirdiği seviye oynamaları olup, gölün doğal dengesinde ve ekosisteminde kötü sonuçlar oluşturabilecek bir kuraklığın gelecekte oluşabileceğini göstermektedir.



Şekil 25 Hazar Gölü'ndeki seviye değişimleri (Tonbul ve Yiğit, 1995; Çoban, 2007)

Hazar Gölü tektonik oluşumlu bir çek-ayır havzası olduğundan, tarihsel çağlar boyunca zaman zaman büyük depremlere maruz kalmıştır. Bu depremlerden, 995, 1789, 1866, 1874, 1875 senelerinde olanların büyüklüğü 6.7-7.8 (Ms) arasında değişir ve bölgede ciddi hasarlara yol açmışlardır (Çetin ve diğ., 2003). Sivrice-Palu arasında meydana gelen 7.1 (Ms) büyüklüğündeki 1874 depremi, Hazar Gölü'nün güney ve güneydoğusunun 2 m yükselmesine yol açarak, gölün Dicle'ye akan kanalının yükselerek gölsuyunun boşalmasına izin vermemiştir. Toplamda 4 m'lik bu yükselmeler, Dicle'yle bağlantısı kesilen gölün sularının yükselmesine yol açmıştır.

Büyüküğü 6.8 (Ms) olan 1875 depreminde yine aynı şekilde göl sularını 2m yükselmesi sonucu çevre ilçeleri su basmıştır (Çetin ve diğ., 2003).

1874-1875 depremlerinin, göl sularının Dicle'ye akışını engellemesi sonucu gelişen su seviyesi değişiminin kesin miktarı bilinmemekle birlikte, göl sularının bu depremlerden sonra su seviyesinin aşırı yükselmesi sonucu göl içerisindeki Kilise Adası'nın sular altında kaldığı ve yöre halkının bu tarihten itibaren köylerini terkettiğı çeşitli araştırmacılar tarafından iddia edilmiştir. Halbuki, baştada belirttiğimiz gibi su seviyesi yükselmeleri ve köylerin terkedilmeye başlanması, bu depremlerden çok daha öncesine dayandığı kayıtlarla da teyit edilmiştir.

G.Ö.125 ve G.Ö.126 senelerine denk düşen bu depremlerin meydana geldiği esnada göl suları zaten yükselmekteydi. Bu durum $\delta^{18}\text{O}$ izotop gradyantının bu seneler arasında gösterdiği negatif yöndeki ilerleyişiyle de kesinlik kazanmıştır (Şekil 24). Hafif izotop zenginleşmesinin olduğu bu dönem yağışlı bir döneme denk gelmektedir.

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda, Hazar Gölü'nün 72 m derinliğinden alınan HZPC-1 ve HZWS-1 sediment karotlarında sedimentolojik, jeokimyasal ve paleontolojik analizler yapılarak, havzanın son 4000 yıllık süreç içerisindeki paleo ortam koşulları incelenmiştir. Ayrıca ilk kez, ostracod kavkılarında yapılan $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ duraylı izotop analizleri ile göl seviyesi değişimleri, paleo sıcaklık ve paleo iklimsel koşullar yorumlanmaya çalışılmıştır.

HZPC-1 ve HZWS-1 karotlarında yapılan XRF analizi sonucunda, çökellerin 4000 yıllık jeolojik zaman içerisinde gösterdikleri davranışlar ortaya konmuştur. Bu süreç içerisinde her iki karotta, Fe, Ti, K, S, Si gibi silisiklastik elementlerin artışı, yağışlı ve nispeten daha düşük su sıcaklıklarını, Ca ve Sr elementlerinin artışı ise kurak ya da nispeten daha ılıman, koşulların varlığını yansıtmaktadır. Bu iki element grubu arasındaki artış ve azalma ilişkisi de son derece uyumludur. Her iki karotta da Fe, Ti gibi elementler, litolojiyle de uyumlu bir şekilde koyu renkli lamina birimleri içerisinde artış gösterirken, Sr, Ca elementleri açık renkteki litolojilerde göze çarpar. Bölgede gelişen lokal iklimsel olaylar sonucu, gölün E/P dengesinde meydana gelen değişimleri elementlerin gösterdikleri salınımlarda izlemek mümkün olmuştur. Gerçekten de, her iki karotta saptanan bazı seviyeler, hem bölgesel ölçekteki değişimlerden hem de global ölçekteki iklimsel anomalilerden etkilenmiştir.

$\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop sonuçları, TOC/TIC sonuçlarıyla korele edildiğinde, birçok seviyede gösterdikleri davranışların benzerliği dikkat çekicidir. $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinin 4000 yıllık süreç içerisinde giderek artış göstermesi gölün trofik seviyesinin günümüze kadarki değişimini yansıtmıştır. Bu değerler gölün ötrifikasyon derecesinin giderek arttığını gösterir. Global ölçekteki iklimsel olaylarla, Hazar Gölü'ne ait izotop sonuçları karşılaştırıldığında ise bazı senelerdeki lokal değişimler gözönüne alınmazsa, genel olarak uyumlu bir ilişkiye sahiptirler. Bu sonuçta bize, bugün olduğu gibi geçmişte de ülkemiz göllerinin buzul ve buzularası süreçlerden etkilendiğini gösterir.

HZPC-1 karotunda, özellikle G. Ö. 1800 senesi öncesinde ve sonrasında manyetik geçirgenlik değerlerinin çok önemli bir değişim gösterdiği görülmektedir. G. Ö. 1800 yılından günümüze kadarki süreç içerisinde daha düşük değerlerde seyreden manyetik geçirgenlik değerleri, G. Ö. 1800 ile G. Ö. 4000 yılları arasında daha yüksek bir değer aralığını yansıtmaktadır. Bu önemli değişimin altında yatan nedenler arasında iklimin yanısıra, antropojenik etkiden de bahsetmek mümkündür. G. Ö. 1800 yılı ve öncesinde, Hazar Gölü ve yakın çevresinde yaşayan toplulukların, geçimlerini sağlamak amacıyla uğraştıkları tarımcılık, hayvancılık ve madencilik çalışmalarının, göle kolay manyetize olabilen elementler içeren (Fe, Ti v.b.) malzemelerin girişini hızlandırmış olabilir.

Hazar Gölü'ne ait ostracod faunasının değerlendirilmesiyle, özellikle bu göl için endemik oldukları düşünülen iki tür olan, *Fabaeformiscandona anatolia* n.sp., ve *Fabaeformiscandona turcica* n.sp., G. Ö. 3350 yılından günümüze kadarki süreç içerisinde hemen hemen hiç rastlanmamıştır. Bu iki türün, G. Ö. 3350 yılından itibaren karotlarda görülmemesinin sebebi, gölün fiziksel ve kimyasal şartlarında gelişen değişimlerden (sıcaklık, tuzluluk, ışık geçirgenliği v.b.) etkilenmiş olabilecekleridir. Ekolojik olarak daha çok bataklık tarzındaki geçici su alanlarını tercih eden bu familya grubunun bu ani yokoluşu, G. Ö. 3350 senesi ve sonrasında, göl seviyesindeki artışla bağlantılı olabilir.

Hazar Gölü çökellerinden elde edilen tüm analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sonucu, bu glasiyal ve interglasiyal süreçlerden bazıları öne çıkmaktadır. Alttan üste doğru, G.Ö.3050-2900, G.Ö.820-740 ve G.Ö. 600-100 seneleri arasında $\delta^{18}\text{O}$, TOC, TIC değerlerindeki düşüş, XRF grafiklerinde, Fe, Ti, K, Si gibi silisiklastik elementlerde görülen artış pikleri ve MSCL sonuçlarındaki yüksek manyetik geçirgenlik değerleri yağışlı ve nispeten serin olan iklimsel şartları işaret etmektedir. Bu dönemlerde dünya üzerinde sırasıyla Geç Tunç Çağı-Erken Demir Çağı geçişi (G.Ö. 3200-2900), Ortaçağ Sıcak Periyodu (G.Ö. 1200-600) içerisindeki kısa süreli soğuk dönem ve Küçük Buzul Çağı (G.Ö. 720-150) gibi yağışın bol olduğu ve serin dönemler hüküm sürmekteydi. Hazar Gölü'nde rastlanan bu üç seviyedeki değişimlerin, bu glasiyal dönemlerin bir sonucu olarak karşımıza çıktığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ambraseys, N.N.**, 1989. Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophysical Journal* 96, 311–331.
- Ambraseys, N.N.**, Jackson, J.A., 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophysical Journal International* 133, 390–406.
- Akbay, N.**, 1996. Hazar Gölü (Elazığ) Limnolojisi , D.S.İ. Genel Müdürlüğü
- Akkan, E.**, 1972. Elazığ ve Keban Barajı Çevresinde Coğrafya Araştırmaları, A.Ü:DTCF Coğr. Arşt. Derg. Sayı: 5-6, syf. 175-214, Ankara.
- Aksoy, E.**, İnceöz, M., Koçyiğit, A., 2007, Lake Hazar Basin: a negative flower structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Türkiye. *Journal of Turkish Earth Science*.
- Akşıray, F.** 1971. Hazar Gölü'nün Değişik Şartları Hakkında Bilgiler, Tübitak III.Bilim Kongresi.
- Altınlı İ E.**, 1966 Geology of the Eastern and Southeastern Anatolia (Part II) no 66 p. 35-75.
- Andreasyan, H.D.**, 1964. Polonyalı Simeon'un Seyahatnâmesi (1608-1619), İ. Ü. Edb.Fak.yay.No:1073, syf.97. İstanbul.
- Ardıçoğlu, N.**, 1964. Harput Tarihi, s. 49-50, İstanbul
- Arpat E.**,1971 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi; Ölü Deniz fay sisteminin Karhova ilçesi ile Hazar Gölü arasındaki bölümü (ön rapor): *M.T.A. Rep.* (unpublished), Ankara.
- Arpat, E., Şaroğlu, F.**, 1972. Dogu Anadolu fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler (Some observations and thoughts on the East Anatolian fault). *Bulletin of the Mineral Research and Exploratory Institute of Turkey* 73, 44– 50.
- Ateş , R., Bayülke, N.**, 1977. 26 Mart 1977 Palu (Elazığ) depremi [The March 26, 1977 Palu (Elazığ) earthquake]. İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Aras tırma Enstitüsü (unpublished report).
- Baltanás A., Namitko, T. and Danielopol, D.L.** 2000. Biogeography and disparity within the genus *Cryptocandona* (Crustacea, Ostracoda). *Vie et Milieu* 50: 297-310.
- Berner, R.**, 1980. Early Diagenesis-A Theoretical Approach. Princeton Series in Geochemistry, New Jersey: Princeton University Press, N.J., 241 pp., Princeton.
- Bhatia, S.B., Singh, D.**, 1971. Ecology and distribution of some recent ostracodes of the Vale of Kashmir, India. *Micropalaeontology* 17, pp. 214–220.
- Bingöl, A.F.**, 1984, Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: O. Takeli ve M.C. Göncüoğlu, ed., *Geology of the Taurus Belt*, 209-217, Ankara.
- Biricik, A.S.**1993, Hazar (Gölcük) Depresyonu (Elazığ); *Türk Coğr. Derg.* Sayı 28, İstanbul.
- Biricik, A.S.**,1994, Gölbaşı depresyonu. *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 53-81.

- Cheshire, H., Thurow, J., Nederbragt A.J.,** 2005. Late Quaternary climate change record from two long sediment cores from Guaymas Basin, Gulf of California. *Journal of Quaternary Science* Volume 20, Issue 5 , Pages 457 – 469.
- Chivas, A.R., De Deckker, P., Shelley, J.M.G.,** 1986. Magnesium content of non-marine ostracods: a new palaeosalinometer and palaeothermometer. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 54: 43-61
- Chaput, E.,** 1976, Türkiye’de Jeolojik ve Jeomorfojenik Tetkik Seyahatları, (Çev: A. Tanoğlu), İstanbul Üniversitesi Yayını No:324, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Neşriyatı No:11, İstanbul.
- Chivas A. R., De Deckker P., Cali J. A., Chapman A., Kiss E. and Shelley J. M. G.** 1993. Coupled stable isotope and trace element measurements of lacustrine carbonates as paleoclimatic indicators. In, Swart P. K., Lohmann K. C., McKenzie J., and Savin S. (eds.), *Climate change in continental isotopic records. American Geophysical Union Geophysical Monograph*, 78, 113-121.
- Cici, M.,** 1995, Hazar Gölü Su Kalitesi, I.Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu Bildiriler, Sivrice Kaymakamlığı Yayınları, Yayın No:2, 23-26, Sivrice.
- Curtis J. H. and Hodell D. A.** 1993. An isotopic and trace element study of ostracods from Lake Miragoane, Haiti: 10, 500 year record of paeosalinity and paleotemperature changes in the Caribbean . In, Swart P. K., Lohmann K. C., McKenzie J., and Savin S. (eds.), *Climate change in the continental isotopic records. American Geophysical Union Geophysical Monograph*, 78, 113-121.
- Çetin H., Güneyli H.,Mayer L.,** 2003 Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, *Turkey Tectonophysics*, v. 374, iss. 3-4, p. 163-197.
- Çetin H., Güneyli H.,Mayer L.,** 2003 Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, *Turkey Tectonophysics*, v. 374, iss. 3-4, p. 163-197.
- Çetindağ , B.,** 1985. Palu– Kovacılar (Elazığ) dolayının hidrojeoloji incelemesi (Hydrogeological investigation of Palu– Kovancılar (Elazığ) area). MSc Thesis (unpublished). Fırat University, Elazığ, p. 117.
- Çoban F.,** 2007, Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması, Y. L. Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çukurçayır, F. ve Arabacı, H.,** 2000. Elazığ İklimi (Climate of Elazığ), DMİ yayınları
- Damcı, E.** 2008. Hazar Gölü sığ sismik hat verileri, EMCOL raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul (yayınlanmamış).
- Danielopol, D.L., Handl, M., Yin, Y.,** 1993. Benthic ostracods in the prealpine deep lake Mondsee: notes on the origin and distribution. In: McKenzie, K.G., Jones, P.J. (eds.), 1993: *Ostracoda in the Earth and Life Sciences. Proceedings of the 11th International Symposium on Ostracoda, Warnambool, Victoria, Australia. A.A. Balkema, Rotterdam*, pp. 465–480
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F., Şengör, A.M.C.,** 1986. Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone. In: Coward.
- Diebel, K., Pietrzeniuk, E.,** 1975. Mittel- und jungpleistozäne Ostracodenfaunen des Raums Potsdam—Brandenburg—Rathenow in stratigraphischer und ökologischer Sicht. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* 3, 1197–1233.

- DSİ**, 1960. Elazığ Uluova, Hazar Gölü'ne Ait Sulama Suyu Tahlil Raporu, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 6 - 603 .
- DSİ**,1970, Uluova ve Elazığ Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu.
- Dunne, L.A., Hempton, M.R.**, 1984. Strike-slip basin sedimentation at Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains). In: Tekeli, O., Goncuoglu, M.C. (Eds.), Geology of the Taurus Belt.Mineral Research and Exploratory Institute of Turkey, Ankara, pp. 229–235.
- Dunne L. A. ; Hempton M. R.**, 1984, Deltaic sedimentation in the Lake Hazar pull-apart basin, south-eastern Turkey Sedimentology (Sedimentology) ISSN 0037-0746 , vol. 31, n°3, pp. 401-412 (2 p.)
- Duprè A.**, 1819 Voyage en Perse, fait dans les années 1807, 1808 et 1809 en traversant l'Anatolie et Mésopotamie. cilt 1, s.57. Paris.
- Duran, C., Günek, H.**, 2005. Hazar Gölü Havzası Arazi Kullanımındaki Değişikliklerin Belirlenmesi (1956-2004) F.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Elazığ.
- Ercan, A.**, 1979. Dogu Anadolu Fayı üzerinde küçük deprem çalışmaları (A microearthquake study on the East Anatolian Fault). Yeryuvarı ve İnsan 4 (1), 21–30.
- Erman O., Tellioglu A., Orhan O., Çitil C., Özkan M.**, 2006 Water Mites (Hydrachnidia: Acari) Fauna of Hazar Lake and Behremaz Stream (Elazığ) and their Seasonal Distribution Science and Eng. J of Fırat Univ. 18 (1), 1-10,
- Ergin K., Güçlü U., Uz Z.**, 1967 A catalog of earthquakes for Turkey and surrounding area (11 A.D. to 1964 A.D.) Tech. Univ. İstanbul, Faculty of Mm. Eng., İstanbul.
- Erinç S.**,1953, Doğu Anadolu Coğrafyası, İ.Ü.Coğr.Enst.Yay.,No:15, İstanbul
- Erol,O., Akkan,E., Elibüyük,M., Doğu,A.E.**, 1987. Aşağı Fırat Bölgesi'nde Bugünkü ve Kuvaterner'deki Doğal Çevre Koşulları, Aşağı Fırat Projesi 1978-1979 Çalışmaları,s.1-13,ODTÜ,A.F.P.Yay.seri:I, No:3, Ankara.
- Evliya Çelebi Seyahatnâmesi**, 1314, cilt. 3, s.218.
- Forester, R. M.**, 1986. Determination of the dissolved anion composition of ancient lakes from fossil ostracodes. Geology 14, 796-798.
- Forester, R. M.**, 1987. Late Quaternary paleoclimate records from Lacustrine ostracodes. In, Ruddiman, W.F. and Wright, H. E. (eds.), North America and adjacent oceans during the last deglaciation. Geological Society of America, Geology of North America, K-3, 261-276.
- Fritz, P., Drimmie, R.J. and Render, F.W.**, 1974. Stable isotope content of a major prairie aquifer in Central Manitoba, Canada. In: Isotope Techniques in Groundwater Hydrology, Vol. I. IAEA, Vienna, pp. 379-398.
- Fritz, P., Cherry, J.A., Weyer, K.U., and Sklash, M.G.**, 1975. Runoff analyses using environmental isotopes and major ions. IN Proceedings of a Symposium on the Interpretation of Environmental Isotope and Hydrochemical and Data in Groundwater Hydrology, Vienna, Austria, 1975. International Atomic Energy Agency
- Griffiths, H. I., Holmes, J.A.**, 2000. Non-marine ostracods and Quaternary palaeoenvironments. Technical Guide 8, Quaternary Research Association, London. 188pp.
- Günek, H., Yiğit, A.**, 1995. Hazar Gölü Havzasının Hidrografik Özellikleri, 1. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Sayıfa: 91-103, Elazığ

- Gürocak Z.**, 1993. Sivrice (Elazığ) çevresinin jeolojisi. Y.L. Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst, Elazığ.
- Hartmann, G., Hiller, D.**, 1977. Beitrag zur Kenntnis der ostracoden fauna des Harzes und seines nördlichen Vorlandes (unter besonderer Berücksichtigung der Männchen von *Candona candida*). 125 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Goslar, pp. 99-116
- Hass, H.C. and Kaminski, M.A.**, 1997. Micropaleontology and Paleoceanology of the North Atlantic.-Grzybowski Foundation Special Publication,5,199-216.
- Hempton, M.R.**, 1980. Structure and morphology of the East Anatolian Transform Fault Zone near Lake Hazar. Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs 12, 445.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F.**, 1981. Structure and tectonics of the Lake Hazar pull-apart basin, SE Turkey. Transactions, American Geophysical Union, EOS 62, 1033.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F.**, 1983. Earthquake-induced deformational structures in young lacustrine sediments, East Anatolian fault, southeast Turkey. Tectonophysics 98, T7– T14.
- Hempton, M.R., Dunne, L.A.**, 1984. Sedimentation in pull-apart basins: active examples in Eastern Turkey. Journal of Geology 92, 513–530.
- Hempton, M.R., Dewey, J.F., Saroglu, F.**, 1981. The East Anatolian transform fault: along strike variations in geometry and behavior. Transactions, American Geophysical Union, EOS 62, 393.
- Hempton, M.R., Dunne, L.A., Dewey, J.F.**, 1983. Sedimentation in an active strike-slip basin, southeastern Turkey. Journal of Geology 91, 401– 412.
- Hempton, M.R.**, 1985 Structure and Deformation History of the Bitlis Suture Zone near Lake Hazar south-eastern Turkey Geol. Soc. Ame. Bull., 96, 233-243
- Hempton, M.R., Savcı, G.**, 1982 Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri TJK Bülteni, C. 25, 143 - 150
- Hempton, M.R.**, 1984 Results of detailed mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains), Geology of Taurus Belts, 229-235
- Herece, E., Akay, E.**, 1992, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri, 361-372.
- Hiller, D.**,1972. Untersuchungen zur Biologie und zur Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hamburg. Archiv für Hydrobiologie 40, 4, pp. 400-497.
- Hodell, D. A., J.H. Curtis, G.A. Jones, A. Higuera-Gundy, M. Brenner, M.W. Binford, and K.T. Dorsey**, 1991. Reconstruction of Caribbean climate change over the past 10,500 years, Nature, 352, 790-793.
- Hodell, D.A., J.H. Curtis, and M. Brenner**, 1995. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization, Nature, 375, 391-394.
- Hollander, D.J., Mckenzie, J.A., Kenneth,J.H.**, (1993): Carbon isotope evidence for unusual plankton blooms and fluctuation of surface water C O₂ in “Strangelove Ocean” after terminal Cretaceous event. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology., 104, 229-237.
- Hollander, D.J., McKenzie, J.A.**, 1991. CO₂ control on carbon isotope fractionation during aqueous photosynthesis: a paleo-pCO₂ barometer. Geology 19:929-932.
- Hommaire de Hell.**, X.1854 Voyage en Turquie et en Perse, exécuté en 1846, 1847 et 1848. cilt I. s.433, Paris.
- Huntington, E.**, 1924 Civilization and Climate, Yale University Press, New Haven.

- Ito, E.**, 2001. Application of stable isotope techniques to inorganic and biogenic carbonates. W.M. Last & J.P. Smol (eds.) Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 2. Physical and Geochemical Methods. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands. pp. 351-371.
- İnandık H.**, 1965 Türkiye Gölleri. İ.Ü.Yay. No:1155, Coğr. Enst. Yay. No: 44.
- İnciciyan, L.**, 1804- Coğrafya (ermenice) cilt 1, s. 240, Viyana.
- İnceöz, M., İnce, S.C.**, 1998. Doğu Anadolu fay zonunun (DAFZ) Palu çevresinde yapısal ve morfotektonik özellikleri (Structural and morphotectonic features of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) around Palu). Proceedings of the 2nd Meeting of Active Tectonics Research Group. İstanbul Technical University, İstanbul, Turkey, pp. 98–110.
- İnandık H.**, 1965 Türkiye Gölleri. İ.Ü.Yay. No:1155, Coğr. Enst. Yay. No: 44.
- Jackson, P., Lovell, M.**, 2003. Electrical resistivity of marine sediments-core measurements. New Ways of Looking At Sediment Cores and Core Data Programme and Abstracts. An International Conference and Wokshop. Southampton, United Kingdom. pp. 16-17.
- Jahn, B., Donner, B., Müller, P. J., Röhl, U., Schneider, R., Wefer, G.**, 2003, Pleistocene variations in dust input and marine productivity in the northern Benguela Current: Evidence of evolution of global glacial-interglacial cycles, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 193(3-4), 515-533.
- Jümgwirth, M.**, 1979. *Limnocythere inopinata* (Baird) (Cytheridae, Ostracoda): its distribution pattern and relation to the superficial sediments of Neusiedlersee. In, Löffler, H., (eds.), Neusiedlersee: the limnology of a shallow lake in Central Europe (Monographiae Biologicae No. 37). The Hague, Dr. W. Junk, pp. 385-388.
- Kaya A.**, 1993. Gezin-Maden (Elazığ) çevresinde jeolojik araştırmalar. Y.L. Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst, Elazığ.
- Kaufmann, A.**, 1900. Cyprididen und Darwinuliden der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie 8, pp.209-423.
- Keith, M.L., Weber, J.N.**, 1963. Carbon-Isotope Composition and the Origin of Calcareous Coal Balls Science: 1080 DOI: 10.1126/ Science.140.3571. pp. 1080
- Kelts, K., Talbot, M.R.**, 1990. Lacustrine carbonates as geochemical archives of environmental change and biotic-abiotic interactions. In: M.M.Tilzer and C.Serruya (Eds.), Large Lakes: Ecological Structure and Function, Springer-Verlag, p.288-315
- Kerey, İ.E., Türkmen, İ.**, 1991. Sedimentological aspects of Palu Formation (Pliocene–Quaternary), the east of Elazığ , Turkey. Geological Bulletin of Turkey 34, 21– 26.
- Koçer, M.A.T.**, 2001 “Hazar Gölü’ne Boşalan Akarsuların Göle Taşıdığı Organik Madde, Bitki Besin Elementleri ve Katı Madde Miktarlarının Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi.Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı.
- Kunç, Ş. Çukur, A. Akkılıç, M.E.**, 1987 The Chemical Analysis of potable waters in Elazığ. The Journal of Fırat University, 2 (2) : 25-31
- Lahn E.**, 1948 Bazı Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında bir etüt MTA Yay., B 12 Ankara
- Lind, O.T.**, 1979. Handbook of Common Methods in Limnology. The C.V. Mosby Company, London. 199pp.

- Lister, G. S.**, 1988. Stable isotopes from lacustrine ostracoda as tracers for continental palaeoenvironments. In: De Deckker, P., Colin, J.-P., Peypouquet, J.-P. (Eds.), *Ostracoda in the Earth Sciences*. Elsevier, Amsterdam, pp. 201-218.
- Lyberis, N.T., Yurur, T., Chorowicz, J., Kasapoglu, E., Gundogdu, N.**, 1992. The East Anatolian fault: an oblique collisional belt. *Tectonophysics* 204, 1–15.
- Mann, P., Hempton, M.R., Bradley, D.C., Burke, K.**, 1983. Development of pull-apart basins. *Journal of Geology* 91, 529–554.
- McCorkle, D.C., Heggie, D.T. e Veeh, H.H.**, 1998. Glacial and Holocene stable isotope distributions in the southeastern Indian Oceanography and Paleoceanography, 13(1), 20-34.
- McFadden, B.J., Higgins, P.**, 2004. Ancient ecology of 15-million-year-old browsing mammals within C3 plant communities from Panama. *Oecologia*.140 pp. 169–182
- McKenzie, J.A.**, 1982. Carbon 13 cycle in Lake Greifen: A model for restricted ocean basins, In S. O. Schlanger and M. B. Cita (eds.), *Nature and origin of cretaceous carbon-rich facies*.Academic. p. 197-207.
- McKenzie, J.A.**, 1985. Carbon isotopes and productivity in the lacustrine and marine environment. In W. Stumm (ed.), *Chemical processes in lakes*. Wiley-Interscience.
- Minder, L.**, 1922. Ueber biogene p. 99-118.
- McKenzie, D.P.**, 1976. The East Anatolian fault: a major structure in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters* 29, 189–193.
- Meisch C.**, 2000. *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*.- In J. Schwoerbel and P. Zwick, editors: *Suesswasserfauna von Mitteleuropa 8/3*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin. 522 pp.
- Mischke, S., Schudack, M.E.**, 2001. Sub-Recent Ostracoda from Bosten Lake, NW China. *Journal of Micropalaeontology* 20, pp.12.
- Mischke, S., Wünnemann, B.**, 2006. The Holocene salinity history of Bosten Lake (Xinjiang, China) inferred from ostracod species assemblages and shell chemistry: Possible palaeoclimatic implications. *Quaternary International*, Volumes 154-155, pp.100-112.
- Moreno D.G., Hubert-Ferrari A., Moernaut J., Van D.M., Damcı E., Batist M.**, 2008. The Hazar pull-apart along the east Anatolian fault: Structure and active deformation. *Geoph. Res. Abstracts*, 10, 01808.
- Muehlberger, W.B., Gordon, M.B.**, 1987. Observations on the complexity of the East Anatolian fault, Turkey. *Journal of Structural Geology* 9 (7), 899–903.
- Mullins, H.T.**, 1998. Environmental change controls of lacustrine carbonate, Cayug Lake, New York. *Geology* 26. pp.443-446.
- Müller, G.W.**,1900. Deutschlands Süßwasser Ostracoden, *Zoologica*,Stuttgart. pp.12-30
- Nüchterlein, H.**, 1969. Süßwasserostracoden aus Franken. Ein Beitrag zur Systematik und Ökologie der Ostracoda. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 54, pp. 223–287.
- Otter, M.**, 1748. *Voyage en Turquie et en Perse*. (2 cilt) Paris.
- Özkan Ç.**, 2006 Hazar Lake Sunken City Frankfurter elektronische Rundschau zur Altertumskunde 2 S. 31-35

- Özmen H., Külahcı F., Çukurovalı A., Doğru M.** 2004 Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey) *Chemosphere* 55 401-408
- Palacios-Fest M. R., Cohen A. S., Ruiz J. And Blank, B.,** 1993. Comparative paleoclimatic interpretations from nonmarine ostracodes using faunal assemblages, trace elements shell chemistry and stable isotope data. In: P. K. Swart, K. C. Lohmann J. A. McKenzie and S. Savin (Eds.) *Climatic change in Continental Isotopic Records*. American Geophysical Union Geophysical Monograph, 78, pp. 179-190.
- Perinçek D., ve Çelikdemir, M.E.,** 1979, Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkânları: TPAO Raporu, 1361 (yayımlanmamış).
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H.,**1987, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler. Türkiye 7. Petrol Kongresi, Bildiriler.
- Perry, C. A., Hsu, K.J,** 2000. Geophysical, archaeological and historical evidence support a solar-output model for climate change. *PNAS* 97, 23,12437.
- Pınar N., Lahn E.,** 1952 Türkiye depremleri izahlı kataloğu. Bayındırlık Bak. Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınl., seri 6, sayı 36.
- Ritter C.,** 1843 *Die Erdkunde von Asien* cilt 10, s.104-107, Berlin.
- Rothwell, R.G., Rack, F.R.,** 2006. New techniques in sediment core analysis. in: Rothwell, R.G. (Ed.). *Geological Society Special Publication*, 267. Geological Society: London, UK. ISBN 1-86239-210-2. 266 pp
- Röhl, U., Abrams, L.J.,** 2000. high-resolution, downhole and non-destructive core measurements from Sites 999 and 1001 in the Caribbean Sea: application to the Late Paleocene Thermal Maximum. *Proc. ODP Sci. Results* 165, 191-203.
- Sağiroğlu, A. & Çetindağ, B.,** 1995. "Hazar Gölü'nün Kürk ve Mogal Derelerinden Kaynaklanan Şiltlenmesi." I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu Bildiriler Kitabı,Sivrice Kaymakamlığı Yayınları Yayın No:2, s,33-41.
- Saint, Martin, J.,** 1819. *Mémoire Historique et Géographique sur l' Arménie*: cilt 1. s. 64, 196, 442, Paris.
- Saraçoğlu, H.,** 1956. Doğu Anadolu, Türkiye Coğrafyası Üzerine Etütler. Cilt 1. Maarif Basımevi. İstanbul
- Sars, G.O.,** 1887. Nye Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Invertebratfauna 4:Ostracoda Mediterranea (Sydeuropæiske Ostracoder). *Archiv for Mathematik og Naturvidenskab* 12, pp.173-324. (In Norwegian).
- Sars, G.O.,** 1925. An Account of the Crustacea of Norway with short descriptions and figures of all the species. 9: *Ostracoda*, pp.73-208.
- Schelske, C. L., Hodell, D. A.,** 1991. Recent changes in productivity and climate of Lake Ontario detected by isotopic analysis of sediments. *Limnology and Oceanography*. 36 pp.961-975.
- Sieger R.,** 1888,"Die Schwankungen der hocharmenischen Seen seit 1800 im Vergleich mit einigen verwandten Erscheinungen" *Mitt. Geogr. Gesel.* Bd.31, sf.95-115,159-181, 390-426, Vienna.
- Smith R. J., Martens K.,** 2000. The ontogeny of *Eucypris virens* (Cyprididae, Ostracoda). *Hydrobiologia*, 419, 31 - 63.

- Snowball, I.F.**, 1993. Mineral magnetic properties of Holocene lake sediments and soils from the Karsa valley, Lappland, Sweden, and their relevance to palaeoenvironmental reconstruction. *Terra Nova*, 5, 258-270.
- Sorrel, P.**, 2006. The Aral Sea: A Palaeoclimate archive. Doctoral thesis. Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Deutschland Laboratoire PEPS, UMR 5125, Université Claude Bernard – Lyon 1, France
- Stuiver M.** 1970. Oxygen and carbon isotope ratios of freshwater carbonates as climatic indicators. *Journal of Geophysical Research*, 75, 247-257.
- Sywula, T.**, 1976. New species of Ostracoda (Crustacea) from subterranean waters of Poland. *Bulletin Academic Science Pol.*, 24. pp. 271-278.
- Şahin Y., Baysal A.**, 1972 Hazar Gölü Dip Faunası ve Yayılışları. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Hidrobiyoloji Araş. Ens. Yayınları, 9, 1-33.
- Şaroğlu, F.**, 1985. Geological and structural evolution of East Anatolian during Neotectonic period. PhD Thesis. İstanbul University, İstanbul. 240 pp.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö ., Boray, A.**, 1987. Türkiyenin diri fayları ve deprensellikleri (Active faults of Turkey and their seismicity). MTA Report no. 8174 (unpublished), Ankara, p. 394.
- Şaroğlu, F., Emre,Ö ., Kuşçu, I.**, 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey. *Annales Tectonicae*, 99–125 (Special Issue-Supplement to Volume VI).
- Şaroğlu F., Emre E. , Kuşçu İ.**, 1992b The East Anatolian Fault zone of Turkey, *Annal.Tecn.*, 6, 99-125
- Şen, B. & Topkaya, B.**, 1993. “Elazığ İli Çevresindeki Göllerin Kirlilik Düzeyleri.” II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sempozyumu. Türk-Alman Kültür İşleri Yayın Kurulu Yayın Dizisi No:3, Ankara, s,70-75.
- Şen, B. &Topkaya, B.**, 1997. Lake Hazar. In: Conservation and Management of Lakes,Reservoirs and Wetlands in Turkey. International Lake Environment Committee (ILEC). Publication (Japan), 163-188.
- Şen, B., Alp, M.T., Özrenk, F., Ercan, Y. & Yıldırım, V.**, 1999. “A Study on the Amounts of Plant Nutrients and Organic Matter Carried into Lake Hazar (Elazığ-Türkiye).”*Fresenius Environmental Bulletin* 8: 272-279.
- Şen, B., Koçer, M. A.T. & Alp M.T.**, 2002. “Hazar Gölü’ne Boşalan Akarsuların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 241-248.
- Şen B.**, 1988 Hazar Gölü (Elazığ) Alg florası ve Mevsimsel değişimleri üzerine gözlemler kısım 1. Litoral Bölge IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Cilt 3, s: 289-298, Sivas,
- Sungurlu, O., Perinc ek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H.**, 1985. Elazığ – Hazar–Palu alanının jeolojisi (Geology of the Elazığ –Hazar– Palu area) *Turkish Petroleum*, Ankara, p. 189.
- Taymaz, T., Eyidogan, H., Jackson, J.**, 1991. Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophysical Journal International* 106, 537–550.
- Tatar, Y., Turan, M., Aksoy, E.**, 1995. Hazar Gölü'nün Oluşumu ve Jeolojik Özellikleri. 1. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Sivrice Kaymakamlığı Yayınları, Yayın No: 2, s: 1-15.

- Tıktık, Ö.**, 1995. Hazar Gölü ve Çevresi. 1. Hazar gölü ve Çevresi Sempozyumu. Sivrice Kaymakamlığı Yayınları, Yayın No:2, 105 – 110.
- Telliöglü A., Şen D.**, 2002 Hazar Gölü (Elazığ) Rotifer Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2002 E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (1-2): 205 – 207
- Telliöglü A., Şen D.**, 2001 Hazar Gölü (Elazığ) Copepoda ve Cladocera Faunasının Mevsimsel Dağılımı G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 21, Sayı 2 7-18
- Tıktık Ö.**, 1995 Hazar Gölü ve Çevresi. 1. Hazar gölü ve Çevresi Sempozyumu. Sivrice Kaymakamlığı Yayınları, Yayın No:2, 105 – 110.
- Tokat M.**, 1972 Hazar (Gölcük) Gölünün Copepoda ve Cladocera Türleri, İst.Üniv. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş.Enst. Yayınları, S.10. 12.
- Tokat M.**, 1976 Hazar (Gölcük) Gölünün Rotatorları ve Yayılışları, İst. Üniv. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş. Enst. Yayınları.1- 12
- Tonbul, S., Yiğit, A.**, 1995. Pleyistosen'den Günümüze Hazar Gölü'ndeki Seviye Değişimleri ve Hatunköy Kapması,1.Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Syf. 41-69, Elazığ.
- Turan, M.**, 1993, Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. A.Suat Erk Jeoloji Sim.(2-5 Eylül 1991), Bildirileri, s. 193-204.
- Ünlü, A., Uslu, G., Emiroğlu, M.E, Şekerdağ, N.**, 1996, Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması, II. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Sivrice Kaymakamlığı, Sivrice.
- Ünlü, A. ve Uslu, G.**, 1999, Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Ekoloji Dergisi, 32, 7-13.
- Varol M.**, 2004, Hazar Gölü'ne dökülen Behrimaz Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri Fırat üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Sayfa:109
- Vesper, B.**,1975. Ein Beitrag zur Ostracoden-fauna Schleswig-Holsteins. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 72, pp. 97–108.
- Von Grafenstein, U., Erlenkeuser, H. and Trimborn, P.**, 1999. Oxygen and carbon isotopes in modern fresh-water ostracods valves: assensing vital offsets and autoecological effects of interest for paleoclimatic studies. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 148, 133-152.
- Wang, R.L., Scarpitta, S.C., Zhang, S.C. and Zheng, M.P.**, 2002, Later Pleistocene/Holocene climate conditions of Qinghai–Xizang Plateau (Tibet) based on carbon and oxygen stable isotopes of Zabuye Lake sediments. Earth and Planetary Science Letters 203, 461–77.
- Wefer, G., Berger, W.H., Fischer, G., Bijma J.**, 1999. Clues to Ocean History: A Brief Overview of Proxies. In: G. Fischer and G. Wefer (Eds) Use of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp 1-68.
- Wetzel R. G.**, 1976. Limnology Lake and River Ecosystems. Academic Press 32. London.
- Wetzel, R. G.** 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press, San Diego. 1006 pp.
- Williamson, D., Jackson, M. J., Banerjee, S. K., Marvin, J., Merdaci, O., Thouveny, N., Decobert, M., Gibert-Massault, E., Massault, M., Mazaudier D.**,

and Taieb M., 1999. Magnetic signatures of hydrological change in a tropical maar-lake (Lake Massoko, Tanzania): Preliminary results *Physics and Chemistry of the Earth, Part A: Solid Earth and Geodesy*, Volume 24, Issue 9, Pages 799-803.

Wünsch J., 1885. "Die Quelle des Westlichen Tigrisarmes und der See Gölldschik", *Mitt.der.k.k.Geogr.Gesel. Bd.28,s.1-21,Wien*.

Xia, J., Ito, E. and Engstrom, D.R., 1997. Holocene climate reconstructions from tandem trace-element and stable-isotope composition of ostracodes from tandem trace-element and stable isotope composition of ostracodes from Coldwater Lake, North Dakota, USA. *Journal of Paleolimnology* 17, 85-100.

Zhang, J.W., B.M. Cregg., 1996. Variation in stable carbon isotope discrimination among and within exotic conifer species grown in eastern Nebraska. USA. *For. Ecol. and Management* 83:181-187.

1301, 1302, 1305 ve 1307 Tarihli Mamuretül-Aziz Salnameleri.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine Gül Sürmelihindi
Doğum Yeri : Gaziantep
Doğum Tarihi : 17 Ekim 1980
Lise : (1995-1998) Gaziantep Özel Güney Fırat Koleji
Lisans : (2001-2005) İstanbul Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü
Yüksek Lisans : (2006-2008) İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü
İklim ve Deniz Bilimleri
Çalıştığı Kurum : (2006-2008) İTÜ-EMCOL, Araştırma Görevlisi

EKLER

EK-1 Hazar Gölü'nde yapılmış analizler (DSİ, 1996 ve Çoban, 2007'den derlenerek hazırlanmıştır)

Parametre		pH				Sıcaklık				Çözünmüş Oksijen			
yıllar	Aylar	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası
1993	Şubat	8,6	8,4	8,5	-	5,4	3,8	4,5	-	13,2	12,6	12,4	-
	Mayıs	8,3	8,2	8,2	-	9,2	8,8	8,9	-	10,1	10,4	10,2	-
	Temmuz	8,5	8,4	8,8	-	23	22,7	25,1	-	10,3	10,1	8,3	-
	Eylül	8,4	8,4	8,3	-	20,8	21,5	20,4	-	9,5	11,6	8,1	-
	Aralık	8,3	8,3	8,4	-	9,2	9	7,8	-	11,1	10,9	1,8	-
1994	Şubat	8,4	8,3	8,9	-	4,1	4,9	6,5	-	12,6	13	12,6	-
	Mayıs	8,3	8,4	8,7	-	8,5	8,3	11	-	10,9	10,7	11	-
	Temmuz	8,7	8,6	8,7	-	25,7	23,6	25,9	-	10,2	10,4	9,5	-
	Eylül	8,3	8,4	8,4	-	21,8	23,1	23,6	-	9,8	10,2	9,5	-
	Aralık	8,3	9	9,1	-	5,5	6,1	7,1	-	10,9	10,4	10,3	-
1995	Şubat	8,4	8,4	8,4	-	5,5	5,7	6,1	-	11,9	12	11,8	-
	Mayıs	8,7	8,8	7,6	-	21,4	21,5	15,9	-	10,2	9,9	9,6	-
	Temmuz	8,5	8,4	8,8	-	24,3	22,6	21,6	-	8,4	9,2	12,3	-
	Eylül	-	-	8,4	-	-	-	23,2	-	-	-	9,9	-
	Aralık	8,8	8,7	8,3	-	10,6	10,4	10,7	-	9,6	9,7	9,8	-
1996	Şubat	8,5	8,3	9	-	8,5	5,4	6	-	10,8	10,6	11,1	-
	Mayıs	8,8	8,3	8,9	-	19,3	13,1	18,3	-	11	11,8	11,8	-
	Temmuz	8,4	8,4	9,6	-	28,5	25	28,3	-	9,3	9,2	9,0	-
	Eylül	8,4	8,3	8,6	-	23,5	23,6	23,6	-	9,9	9,9	9,8	-
	Aralık	8,8	8,4	8,9	-	5,3	-	9,4	-	9,8	9,9	9,7	-
2006	Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mart	-	8,81	8,77	8,8	-	6,2	5,4	5,4	-	9,5	9,7	9,6
	Mayıs	-	9,01	8,98	8,97	-	16,6	16,6	16,5	-	8,9	9,0	9,1
	Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ağustos	-	-	-	-	-	24,8	25,4	25,3	-	-	-	-
	Eylül	-	8,83	8,81	8,8	-	22	21,8	22,2	-	-	-	-
	Aralık	-	9,02	9,02	9,05	-	9,8	10	10,2	-	9,9	10,2	9,9

Parametre		EC ($\mu\text{mhos/cm}$)				AKM (mg/l)				Toplam Alkalinite (mg/l)			
yıllar	Aylar	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası
1993	Şubat	2218	2354	2268	-	16	21	35	-	465	475	473	-
	Mayıs	2012	2178	2197	-	15	22	-	-	415	415	408	-
	Temmuz	2263	2771	2002	-	29	13	15	-	478	483	473	-
	Eylül	2173	2092	2256	-	20	25	36	-	423	420	425	-
	Aralık	3140	3149	2827	-	16	9	37	-	435	438	443	-
1994	Şubat	2926	2410	2355	-	16	15	15	-	425	415	443	-
	Mayıs	2147	2177	1547	-	16	16	18	-	410	410	408	-
	Temmuz	2316	2290	2354	-	34	27	39	-	480	480	475	-
	Eylül	2131	2091	2043	-	38	42	44	-	430	432	428	-
	Aralık	2818	2785	2271	-	5	3	12	-	478	475	483	-
1995	Şubat	2285	2312	2029	-	31	22	12	-	418	420	445	-
	Mayıs	1698	1716	2093	-	44	53	67	-	343	345	370	-
	Temmuz	2200	2211	2128	-	21	22	26	-	365	370	318	-
	Eylül	-	-	2367	-	-	-	18	-	-	-	420	-
	Aralık	2305	2230	2201	-	24	20	24	-	450	450	455	-
1996	Şubat	1993	2449	1893	-	29	25	33	-	560	365	435	-
	Mayıs	2137	2231	2187	-	34	34	35	-	415	229	445	-
	Temmuz	2378	2001	2232	-	31	30	45	-	435	326	415	-
	Eylül	2171	2115	2135	-	39	31	29	-	445	363	412	-
	Aralık	2379	2341	2379	-	23	23	26	-	448	342	458	-
2006	Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mart	-	2,25	2,36	2,35	-	0,25	0,21	0,31	-	-	820	862
	Mayıs	-	2,21	2,21	2,22	-	-	-	-	-	702	719	703
	Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ağustos	-	2,25	2,24	2,26	-	-	-	-	-	680	640	600
	Eylül	-	2,32	2,29	2,31	-	-	-	-	-	591	570	581
	Aralık	-	2,34	2,32	2,38	-	-	-	-	-	661	652	666

Parametre		Sertlik (Fr)				Klorür (mg/l)				Sülfat (mg/l)			
yıllar	Aylar	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası
1993	Şubat	-	-	-	-	372	408	404	-	15	14,6	15,7	-
	Mayıs	-	-	-	-	372	372	360	-	22,9	23,2	24,6	-
	Temmuz	-	-	-	-	379	378	383	-	17,1	16,9	25,5	-
	Eylül	-	-	-	-	415	415	417	-	16,2	15,5	17,5	-
	Aralık	-	-	-	-	454	461	454	-	16,9	17,2	19,1	-
1994	Şubat	-	-	-	-	360	374	372	-	12,6	13,6	13,5	-
	Mayıs	-	-	-	-	365	363	355	-	20,2	19,8	18,8	-
	Temmuz	-	-	-	-	372	358	351	-	14,2	13,4	13,4	-
	Eylül	-	-	-	-	363	363	362	-	17,6	17	18,9	-
	Aralık	-	-	-	-	355	353	355	-	18,4	18,4	19,3	-
1995	Şubat	-	-	-	-	362	371	376	-	21,5	21,2	21	-
	Mayıs	-	-	-	-	358	354	360	-	13,5	13,4	20,9	-
	Temmuz	-	-	-	-	308	305	368	-	15	14,6	19,5	-
	Eylül	-	-	-	-	360	-	369	-	-	-	25,2	-
	Aralık	-	-	-	-	360	358	355	-	23,8	24,1	24,4	-
1996	Şubat	-	-	-	-	229	365	365	-	27,4	26,6	21,8	-
	Mayıs	-	-	28	28	396	228	243	-	19,9	19,7	20	-
	Temmuz	-	-	-	-	398	326	333	-	25,1	23,9	25,1	-
	Eylül	-	-	-	-	369	363	365	-	16,4	17,2	18,4	-
	Aralık	-	-	-	-	351	342	355	-	24,3	23,8	22,6	-
2006	Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mart	-	-	30	32	-	-	385	395	-	-	-	-
	Mayıs	-	46	47,6	46	-	372	-	372	-	-	-	-
	Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ağustos	-	-	48	48	-	402	399	389	-	-	-	-
	Eylül	-	54	51,2	51,2	-	407	411	417	-	-	-	-
	Aralık	-	39,4	42	42	-	402	400	412	-	-	-	-

Parametre		Na ⁺ (mg/l)				K ⁺ (mg/l)				Ca ⁺ (mg/l)			
yıllar	Aylar	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası
1993	Şubat	373,06	412,3	391,6	-	1,33	1,44	1,31	-	16	16	16	-
	Mayıs	343,85	350,8	359,9	-	1,31	1,4	1,65	-	12	12	12	-
	Temmuz	285,2	365	343,3	-	1,22	1,47	1,65	-	10	8	12	-
	Eylül	391,46	396,2	396,2	-	0,75	0,86	0,79	-	16	16	16	-
	Aralık	418,6	430,8	429,6	-	0,88	0,75	0,66	-	12	12	12	-
1994	Şubat	355,9	359,4	363,4	-	1,17	1,15	0,64	-	10	10	12	-
	Mayıs	-	409,6	379,5	-	1,25	1,23	1,19	-	16	14	18	-
	Temmuz	358,11	375,1	372,4	-	1,12	1,08	1,09	-	12	10	14	-
	Eylül	335,34	345,4	339,3	-	1,07	1,05	1,04	-	14	14	12	-
	Aralık	281,52	285,2	120,8	-	1,47	1,31	1,06	-	14	14	14	-
1995	Şubat	339,02	330,1	345	-	1,22	1,15	1,11	-	13	14	16	-
	Mayıs	231,29	224,3	192,7	-	1,31	1,29	1,2	-	12	12	14	-
	Temmuz	405,67	401,6	321,9	-	0,62	0,64	1,22	-	12	12	10	-
	Eylül	-	-	361,1	-	-	-	1,26	-	-	-	12	-
	Aralık	309,35	309,4	301,5	-	1,14	1,09	1,1	-	12	14	12	-
1996	Şubat	371,07	379	326,7	-	1,04	1,22	1,06	-	13	14	16	-
	Mayıs	351,21	339,7	351,2	-	0,98	0,96	0,98	-	12	12	12	-
	Temmuz	368,11	320,9	332,1	-	1,34	0,13	1,3	-	12	12	12	-
	Eylül	300,96	303,5	303	-	1,08	1,1	1,07	-	12	14	14	-
	Aralık	346,36	308,2	307,7	-	0,98	0,91	0,94	-	12	10	12	-
2006	Şubat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mart	-	182,5	157,5	-	-	5,7	6,9	-	-	2,7	2,7	-
	Mayıs	-	107	106	113	-	6,1	5,7	4,9	-	5,2	5,6	4,6
	Temmuz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ağustos	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
	Eylül	-	153,3	150	145,8	-	7,8	8,9	8,1	-	3,4	3,3	3,3
Aralık	-	193,1	196,1	148	-	6,3	6,5	6,8	-	6,3	5,4	5,5	

Parametre		Işık Geçirgenliği (m)			
yıllar	Aylar	Tekevler	DSİ	Sivrice	Göl ortası
1993	Şubat	-	-	-	-
	Mayıs	-	-	-	-
	Temmuz	-	-	-	-
	Eylül	-	-	-	-
	Aralık	-	-	-	-
1994	Şubat	-	-	-	-
	Mayıs	-	-	-	-
	Temmuz	-	-	-	-
	Eylül	-	-	-	-
	Aralık	-	-	-	-
1995	Şubat	-	-	-	-
	Mayıs	-	-	-	-
	Temmuz	-	-	-	-
	Eylül	-	-	-	-
	Aralık	-	-	-	-
1996	Şubat	-	-	-	-
	Mayıs	-	-	2,25	3,35
	Temmuz	-	-	-	-
	Eylül	-	-	-	-
	Aralık	-	-	-	-
2006	Şubat	-	-	-	-
	Mart	-	3,1	3	2,8
	Mayıs	-	3,5	3,5	3,5
	Temmuz	-	-	-	-
	Ağustos	-	3,3	3,1	3,2
	Eylül	-	4,8	4,6	4,9
	Aralık	-	2,1	2,5	2,5

EK-2 HZWS-1 ve HZPC-1 karotları boyunca ostracod faunası ve dağılımı

HZWS-1(cm)	<i>Candona neglecta</i> Sars	<i>Fabaeformiscandona turcica</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona anatolia</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona hazarensis</i> n.sp.	<i>Limnocythere</i> sp.1	<i>Limnocythere</i> sp.2
0-1	*			*	*	
5-6	*			*	*	*
10-11	*			*	*	*
15-16	*			*	*	*
20-21	*			*	*	*
25-26	*			*	*	*
30-31	*			*	*	*
35-36	*			*	*	*
40-41	*					*
45-46	*					*
50-51	*					*
55-56	*			*		*
60-61	*			*	*	*
65-66	*					*
70-71	*				*	*
75-76	*			*	*	*
80-81	*			*	*	*
85-86	*					*
90-91	*			*	*	*
95-96	*			*		*
100-101	*			*	*	*
105-106	*			*	*	*
109-111	*			*	*	*

HZPC-1(cm)	<i>Candona neglecta</i> Sars	<i>Fabaeformiscandona turcica</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona anatolia</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona hazarensis</i> n.sp.	<i>Limnocythere</i> sp.1	<i>Limnocythere</i> sp.2
0-1	*			*	*	
5-6	*			*	*	*
10-11	*			*	*	*
15-16	*			*	*	*
20-21	*			*	*	*
25-26	*			*	*	*
30-31	*			*	*	*
35-36	*			*	*	*
42-43	*					*
47-48	*					*
52-53	*					*
57-58	*			*		*
62-63	*			*	*	*
67-68	*					*
72-73	*				*	*
77-78	*			*	*	*
82-83	*			*	*	*
87-88	*					*
92-93	*			*	*	*
97-98	*			*		*
102-103	*			*	*	*
107-108	*			*	*	*
112-113	*				*	*
117-118	*			*	*	*
122-123	*			*		*
127-128	*			*	*	*
132-133	*			*	*	*
136-137	*			*	*	*
139-140	*				*	*
144-145	*			*	*	*
151-152	*			*	*	*
156-157	*				*	*
161-162	*				*	*
166-167	*			*	*	*
171-172	*			*	*	*
176-177	*			*	*	*
182-183	*			*	*	*
187-188	*				*	*
191-192	*			*	*	*
196-197	*				*	*
200-201	*				*	*

HZPC-1(cm)	<i>Candona neglecta</i> Sars	<i>Fabaeformiscandona turcica</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona anatolia</i> n.sp.	<i>Fabaeformiscandona hazarensis</i> n.sp.	<i>Limnocythere</i> sp.1	<i>Limnocythere</i> sp.2
205-206	*			*	*	
210-211	*			*	*	*
215-216	*			*	*	*
220-221	*			*	*	*
225-226	*			*	*	*
230-231	*			*	*	*
235-236	*			*	*	*
240-241	*			*	*	
245-246	*				*	*
250-251	*				*	*
255-256	*				*	*
260-261	*	*	*	*	*	*
265-266	*		*	*		*
270-271	*				*	*
275-276	*				*	*
280-281	*			*	*	*
286-287	*			*	*	*
291-292	*				*	*
297-298	*			*	*	*
302-303	*			*	*	*
306-307	*			*	*	*
311-312	*				*	*
316-317	*				*	
322-323	*			*	*	*
327-328	*				*	
332-333	*				*	*
337-338	*			*	*	*
342-343	*			*	*	*
347-348	*				*	*
352-353	*				*	*
357-358	*				*	*
362-363	*				*	*
367-368	*				*	*
372-373	*				*	*
377-378	*				*	*
383-384	*			*	*	*
389-390	*			*	*	*
392-393	*			*	*	*
396-397	*				*	*
400-401	*				*	*
405-406	*				*	*

HZPC-1(cm)	<i>Candona neglecta</i> Sars	<i>Fabaeformiscandona turcica</i> n. sp.	<i>Fabaeformiscandona anatolia</i> n. sp.	<i>Fabaeformiscandona hazarensis</i> n. sp.	<i>Limnocythere</i> sp.1	<i>Limnocythere</i> sp.2
410-411	*				*	
415-416	*				*	*
419-420	*				*	*
424-425	*				*	*
430-431	*				*	*
435-436	*				*	*
440-441	*			*	*	*
447-448	*	*	*	*	*	*
450-451	*	*	*	*		*
455-456	*	*	*	*		*
460-461	*	*	*	*		*
465-470	*	*	*	*		*
470-471	*	*	*	*	*	*
475-476	*	*	*	*		*
480-481	*	*	*	*	*	*
485-486	*	*	*	*	*	*
490-491	*	*	*	*	*	*
495-496	*	*	*			*
500-501	*	*			*	