

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN (DENİZLİ) HİDROJEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MUHİTTİN KARAMAN**

**DENİZLİ, ARALIK - 2017**

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN (DENİZLİ) HİDROJEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

MUHİTTİN KARAMAN

DENİZLİ, ARALIK - 2017



## KABUL VE ONAY SAYFASI

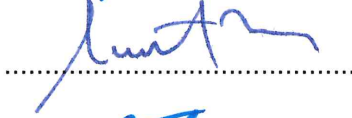
MUHİTTİN KARAMAN tarafından hazırlanan "HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN (DENİZLİ) HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 11.12.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

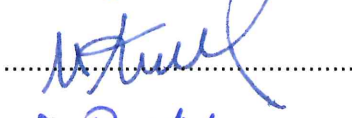
İmza

Danışman  
Yrd.Doç.Dr. Suat TAŞDELEN  
Pamukkale Üniversitesi  
İkinci Danışman  
Prof.Dr. Murat BUDAKOĞLU  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
Üye  
Prof.Dr. Gülcan BOZKAYA  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Doç.Dr. Mustafa KUMRAL  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
Üye  
Doç.Dr. Ali BÜLBÜL  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Yrd.Doç.Dr. M.Selman AYDOĞAN  
Balıkesir Üniversitesi

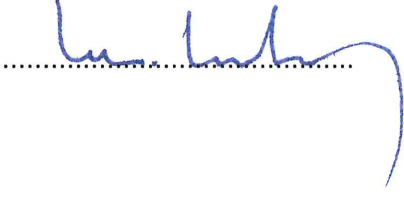












Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..27.12.2017 tarih ve ..51.18... sayılı kararıyla onaylanmıştır..



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması Pamukkale niversitesi tarafından 2008-FBE-023 ve TÜBİTAK tarafından 110Y-255 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**MUHİTTİN KARAMAN**



## ÖZET

### HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN (DENİZLİ) HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

MUHİTTİN KARAMAN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:YRD.DOÇ.DR. SUAT TAŞDELEN)

(EŞ DANIŞMAN:PROF.DR. MURAT BUDAKOĞLU)

DENİZLİ, ARALIK - 2017

Acıgöl; Na-Cl-SO<sub>4</sub> tipinde, tektonik, alkali, mezotrofik-hiperötrofik, mesosalin-hipersalin bir göldür. Yarı kurak iklime sahip göl, meteorolojik olaylardan doğrudan etkilenir. Yağışlı-kurak dönem geçişinde göl hacminin %25'i buharlaşırken göl alanında %55-61 oranında küçülme gerçekleşir. Evaporatif konsantrasyon, evaporitlerin çözünümü ve tekrar çökelişi, göl kimyasını şekillendiren en önemli kimyasal olaylardır. Ayrıca biyo-jeokimyasal olayların etkisinde, karbonat çökelişi ve çözünümü, ikincil karbonat gelişimi, katyon değişimi, silikat bozunumu gibi olaylar gölün jeokimyasını etkiler. Gölde evaporitlerin çözünmesi ve sülfat minerallerinin oksitlenmesi, buna karşın sülfatın sedimanter olarak depolanması arasında dinamik bir denge sülfatın izotopik kompozisyonunu kontrol eder. İklim koşulları, biyojeokimyasal döngüler, suların fiziksel özelliklerindeki değişim ve redoks koşulları, gölü besleyen sular, güncel evaporitleşme sonunda yüzeyde efloresant gelişimi-çözünümü, mineral çökeliş-çözünüm reaksiyonları gölün hidrojeokimyasının farklılaşmasına neden olur. Gölün soğuk dönemdeki evaporatif evrimi, sıcak-ılıman dönemdeki evaporatif evriminden farklıdır. Kimyasal sedimantasyonla birlikte gölü çevreleyen litolojik birimlerin güncel göl sedimanlarının major element jeokimyasını denetlediği gölde düzenli istiflenme bölgelerinde yıllık sedimantasyon hızı 0,029 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir. Gölü çevreleyen sular, meteorik kökenli, evaporitlerin çözüldüğü ve tatlı-bikarbonatlı suların karışımının olduğu sulardır. Gölü besleyen suların beslenimi yağışlarla birlikte kar sularıdır. Sedimanlardaki NTE ve diğer iz element zenginleşmesi, fillosilikatlar başta olmak üzere K-feldispat vd. Al-silikatların kontrolündedir. Hiperspektral uydu görüntüleriyle gölün yağışlı-kurak döngüsünün izlenmesinde Proba-NDWI, tuzluluğunun izlenmesinde ONDLSI indisleri kullanılabilir. Hiperspektral uydu görüntüsünden elde edilen göl suyu spektrumunun kızıl ötesi bölgesinde 700-788nm arasındaki emilimde tuzluluk etkisi belirgindir. Tuzlu göllerin evaporitleşme-çözünme döngüsünün izlenmesinde çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılmalıdır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Tuzlu göller, uzaktan algılama, hidrojeokimya, evaporatif evrim

## **ABSTRACT**

### **HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF HYPERSALINE LAKE ACIGÖL (DENİZLİ) AND EVALUATION USING REMOTE SENSING METHODS**

**PH.D THESIS**

**MUHİTTİN KARAMAN**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:ASSIST.PROF.DR. SUAT TAŞDELEN)  
(CO-SUPERVISOR:PROF.DR. MURAT BUDAKOĞLU)  
DENİZLİ, DECEMBER 2017**

Acıgöl is a Na-Cl-SO<sub>4</sub> type, tectonic, alkaline, mesotrophic-hypereutrophic, mesosaline-hypersaline lake. The lake, which has semi-arid climate, is directly affected by meteorological events. Some 25% of the lake volume evaporates during the transition period between dry and pluvial periods; the lake area also shrinks by 55-61%. Evaporative concentration, dissolution and re-precipitation of evaporite are the most important chemical events that affect the chemistry of the lake. Moreover, under the influence of biogeochemical events, precipitation and dissolution of carbonates, growth of secondary carbonates, cation exchange, and silicate weathering have an impact on the geochemistry of the lake. The dynamic equilibrium between the dissolution of evaporites in the lake and the oxidation of sulphide minerals allowing the deposition of sulfate as sediments controls the isotopic composition of the sulfate component. Climate conditions, biogeochemical cycles, change in the physical properties of the water and redox conditions, water feeding the lake, evolution and dissolution of efflorescence on the lake surface as a result of current evaporation, mineral precipitation and dissolution reactions can all lead to differentiation of the hydro-geochemistry of the lake. Evaporative evolution in the cold period of the lake is different from evaporative evolution in the warm-temperate period. Major element geochemistry is controlled by recent lake sediments, which belong to lithologic units surrounding the lake and are formed by chemical sedimentation having an annual sedimentation rate of 0.029 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>. Water surrounding the lake has a meteoric origin where dissolution of evaporites and a fresh-bicarbonate water mixture are observed. Water feeding the lake is fed by rainfall and snowmelt waters. REE and trace element enrichment in the sediments is controlled by K-feldspar, Al-silicates and, especially, phyllosilicates. Proba-NDWI may be used for observing dry and pluvial cycle of the lake with hyperspectral satellite images, and besides, ONDLSI can be used for tracking salinity. The salinity effect is apparent in the absorption between 700-788nm ranges of the infrared region of the lake water spectrum, which are obtained from hyperspectral satellite images. Multi-temporal satellite images should be used to research evaporation-dissolution cycle of saline lakes.

**KEYWORDS: Saline lakes, remote sensing, hydrogeochemistry,  
evaporative evolution**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xxxvi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xl</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Amaç ve Kapsam.....	1
1.2 İnceleme Alanı .....	2
1.3 Önceki Çalışmalar .....	4
<b>2. GENEL JEOLJİ</b> .....	<b>13</b>
2.1 Bölgesel Jeoloji .....	13
2.2 Havza Jeolojisi .....	13
2.2.1 Allohton Birimler.....	17
2.2.1.1 Tavas Napı .....	17
2.2.1.2 Bodrum Napı.....	18
2.2.1.3 Marmaris Ofiyolit Napı.....	26
2.2.1.4 Gülbahar Napı .....	31
2.2.1.5 Domuzdağ Napı .....	32
2.2.2 Paraotokton Birimler.....	32
2.2.2.1 Üst Paleosen.....	33
2.2.2.2 Eosen Birimler .....	33
2.2.2.3 Oligosen Birimler.....	34
2.2.2.4 Alt Miyosen Birimleri.....	47
2.2.3 Neotokton Örtü Kayaları .....	47
2.2.3.1 Miyosen Birimler .....	47
2.2.3.2 Pliyosen Birimler .....	48
2.2.3.3 Pliyo-Kuvaterner Örtü Birimleri.....	51
2.2.3.4 Kuvaterner Örtü Birimleri.....	51
2.3 Sedimanter İstifin Paleoortam Özellikleri.....	54
2.4 Tektonik.....	55
<b>3. GÜNCEL SEDİMAN JEOKİMYASI VE PETROGRAFİSİ</b> .....	<b>57</b>
3.1 Sediman Örnekleme .....	57
3.2 Sedimanların Jeokimyasal Analiz Yöntemleri ve Ön İşlemler .....	60
3.3 Güncel Sedimanların Majör ve İz Element Jeokimyası .....	63
3.3.1 Güncel Sedimanlarında Majör Elementler .....	64
3.3.1.1 Sedimanlarda Major Oksitlerin Alansal Dağılımı.....	79
3.3.1.2 Güncel Göl Sedimanlarında Sığ Karot Derinliğinde (0-30 cm) Majör Oksitlerin Kümeleme Analizi.....	87
3.3.1.3 Litolojik Birimler .....	87
3.3.1.4 Güncel Sedimanlarında TC, TS .....	95
3.3.1.5 Sedimanlarda Tane Boyu .....	99
3.3.2 Güncel Göl Sedimanlarında İz Elementler .....	101
3.3.2.1 Litolojik Birim ve Güncel Göl Sedimanlarının Farklı Tektonik Ortamlara Göre İz Element İçeriği.....	104

3.3.2.2	Litolojik Birimlere Göre Sedimanlardaki İz Element İçeriği ....	109
3.3.2.3	Litolojik Birimlerde İz Elementlerin Zenginleşme Korelasyonu .....	113
3.3.2.4	Güncel Sediman Yüzeyinde İz Elementlerin Zenginleşme Korelasyonu .....	116
3.3.2.5	İz Elementlerin Alansal Dağılımı .....	118
3.3.3	Nadir Toprak Elementi (NTE-REE) Jeokimyası .....	126
3.3.3.1	Güncel Göl Sedimanlarında ve Litolojik Birimlerde Nadir Toprak Elementleri (NTE-REE).....	126
3.3.3.2	NTE Alansal Dağılımı.....	129
3.3.3.3	NTE Normalizasyonu.....	134
3.3.3.4	Litolojik Birimler ve Sedimanlarda NTE Korelasyonu .....	142
3.3.4	Evaporitleşme .....	142
3.3.4.1	Gölün Güneyinde Göl Sedimanları Yüzeyinde Güncel Evaporitleşme.....	144
3.3.4.2	Gölün Güneyinde Kurak Dönem Sonrası Yağışların Göl Sedimanları Yüzeyindeki Evaporitleşmeye Etkisi.....	148
3.3.4.3	Gölün Güneyinde Evaporitlerin Erimesi Sonucu Sediman Yüzeylerinde Meydana Gelen Majör Oksit Element Değişimi .....	150
3.3.4.4	Gölün Kuzeyinde Göl Kıyı Çizgisindeki Güncel Evaporitleşme.....	152
3.3.4.5	Gölün Batısında Kaynak Suyu Besleniminin Olmadığı Alanda Güncel Evaporitleşme .....	153
3.3.4.6	Acıgöl'de Üretilen Jips ve Tuzların Jeokimyası .....	158
3.3.5	Güncel Sedimanların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri.....	161
3.3.5.1	Sülfat Mineralleri .....	163
3.3.5.2	Karbonat Mineralleri.....	166
3.3.5.3	Halit Mineralleri.....	172
3.3.5.4	Silikat Mineralleri .....	173
3.3.5.5	Eh-pH Denge Diyagramı.....	175
3.3.5.6	Demir Oksit Mineralleri.....	185
3.3.5.7	Demir Sülfid Mineralleri.....	186
3.3.5.8	Göl Sedimanlarının Binoküler Mikroskop İncelemesi .....	188
3.3.5.9	Güncel Sedimanların Petrografik Özellikleri.....	190
3.3.5.10	Güncel Sedimanların SEM Analizleri.....	195
<b>4.</b>	<b>GÜNCEL GÖL SEDİMANLARININ VE LİTOLOJİK BİRİMLERİN İZOTOP JEOKİMYASI .....</b>	<b>203</b>
4.1	<sup>137</sup> Cs ve <sup>210</sup> Pb Aktivitesine Bağlı Sedimantasyon Akümülyasyon Hızı ve Sediman Kronolojisi.....	203
4.2	Sediman ve Litoloji Örneklerinde İnorganik Karbonatların $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analizleri .....	209
4.2.1	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analizleri.....	210
4.2.2	Litolojik Birim ve Sedimanlarda $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analiz Sonaçları.....	211
4.3	Sediman Örneklerindeki Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analizleri.....	218
4.3.1	Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analiz Yöntemi.....	219
4.3.2	Güncel Göl Sedimanlarında Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analiz Sonaçları.....	220
4.3.3	Duraylı Sülfür $\delta^{34}\text{S}$ İzotop Sonaçlarına Göre, Güncel Göl Sedimanlarındaki Sülfatın Kökeni.....	221

<b>5. ACIGÖL HAVZASI İKLİM ÖZELLİKLERİ VE SU BİLANÇOSU .....</b>	<b>225</b>
5.1 Havzanın Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi.....	226
5.2 Acıgöl'de Yağış ve Sıcaklık.....	226
5.3 Acıgöl Havzası'nın Thornthwaite Su Bilançosu .....	228
5.4 Acıgöl Havzasının Su Bilançosu .....	228
5.4.1 Spline Metodu.....	234
5.4.2 Toplam Yağış, ETr ve ETp'nin Alansal Dağılımı .....	234
<b>6. ACIGÖL HAVZASI HİDROJEOLOJİSİ .....</b>	<b>237</b>
6.1 Acıgöl Havzası'nda Yeraltı Suyu Hareketi .....	241
6.2 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri.....	244
6.3 Acıgöl Havzası'ndaki Doğal Sular .....	245
6.3.1 Akarsu ve Dereler (Kocaçay-Değirmendere) .....	246
6.3.2 Doğal Göller ve Göletler.....	248
6.3.3 Kaynaklar ve Çeşmeler .....	249
6.3.4 Sığ ve Derin Kuyular .....	249
6.4 Göl Alanı .....	250
6.5 Göl Su Seviyesi .....	254
6.6 Acıgöl'ün Hacmi .....	257
6.7 Acıgöl'de Güncel Sediman Alanı.....	257
<b>7. HAVZADAKİ DOĞAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI .....</b>	<b>259</b>
7.1 Yöntemler .....	259
7.1.1 Su Kimyası Gözlem İstasyon Ağı: (Fiziksel Ölçüm ve Kimyasal Gözlem İstasyon Noktalarının Belirlenmesi) .....	259
7.1.2 Suların Örneklenmesi .....	260
7.1.3 Suların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Suların Majör Anyon, Katyon ve İz Element Analizi.....	261
7.2 Doğal Suların Fiziksel Özellikleri .....	263
7.2.1 pH.....	263
7.2.2 Sıcaklık (t).....	263
7.2.3 Elektriksel İletkenlik (Ec).....	265
7.2.4 Toplam Çözünmüş Madde (TÇM/TDS) Miktarı.....	266
7.2.5 Çözünmüş Oksijen (ÇO/DO).....	267
7.2.6 Redoks Potansiyeli-Eh (ORP) .....	267
7.3 Doğal Sulara Çözünmüş İyonlar .....	267
7.3.1 Sodyum (Na <sup>+</sup> ): .....	274
7.3.2 Potasyum (K <sup>+</sup> ): .....	274
7.3.3 Magnezyum (Mg <sup>+2</sup> ): .....	275
7.3.4 Kalsiyum (Ca <sup>+2</sup> ):.....	276
7.3.5 Karbonat (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> ) –Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ):.....	277
7.3.6 Klorür (Cl <sup>-</sup> ): .....	277
7.3.7 Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ): .....	279
7.3.8 Florür (F <sup>-</sup> ):.....	280
7.3.9 Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) ve Amonyum (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ):.....	282
7.3.10 Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ): .....	284
7.3.11 Bor (B <sup>+3</sup> ): .....	284
7.3.12 Baryum (Ba <sup>+2</sup> ): .....	285
7.3.13 Bromür (Br <sup>-1</sup> ): .....	285
7.3.14 Lityum (Li <sup>+1</sup> ): .....	285
7.3.15 Stronsiyum (Sr <sup>+2</sup> ):.....	286
7.3.16 SiO <sub>2</sub> :.....	287



7.3.17	Havzadaki yağmur sularında çözülmüş majör iyonlar.....	289
7.4	Mevsimsel İzlenen Suların Fiziksel Özelliklerinin Zamansal Değişimi .....	289
7.5	Mevsimsel İzlenen Suların İyon Bileşiminin Zamansal Değişimi .....	293
7.6	Kaynak ve Sondajların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İlişki Matrisi .....	307
7.7	Suların Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Faktörler.....	311
7.8	Suların Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Diğer Olası Kimyasal Olaylar .....	314
7.8.1	Evaporasyon.....	315
7.8.2	Silikat Bozunumu .....	320
7.8.3	Na-sülfatların Çözünmesi .....	321
7.8.4	Ca/Mg-Na/K İyon-Ters İyon Değişimi.....	323
7.8.4.1	Sürekli izlenen sularda Ca/Mg-Na/K iyon değişimi .....	324
7.8.4.2	Sularda Kloro-alkalin indeksi (CAI).....	330
7.8.5	Ca/Mg Kökeni.....	333
7.8.5.1	Jips Çözünümü .....	335
7.8.5.2	Sürekli izlenen sularda Ca/Mg kaynağı .....	337
7.8.5.3	Karbonat Çözünümü ve Bozunumu .....	342
7.8.5.4	Dedolomitization/dedolomitleşme .....	343
7.8.5.5	Diğer yüzey ve yeraltı sularında Ca/Mg-Na-K iyon değişimi ...	345
7.9	Doğal Suların Doygunluk İndeks Değerleri .....	349
7.9.1	Phreeqc.dat Veritabanına Göre Suların Mineral Doygunlukları ....	349
7.9.2	Llnl.dat Veritabanına Göre Suların Mineral Doygunlukları.....	352
7.10	Kaynak ve Sondaj Sularının Kökeni .....	353
7.11	Suların Hidrojeokimyasal Sınıflaması.....	355
7.11.1	Suların Cluster (Kümeleme) Analizi ile Gruplanması.....	355
7.11.2	Suların Redoks Tipi .....	357
7.11.3	Suların Major İyon Tanımı .....	358
7.11.4	Chadha Jeokimyasal Fasiyes Sınıflaması .....	360
7.11.5	Piper Diyagramı ile Suların Sınıflaması .....	362
7.11.6	Doğal Suların Kullanım Özellikleri.....	370
7.11.6.1	Doğal Suların İçilebilirlik Özellikleri .....	371
7.11.6.2	Doğal Suların Sulamada ve Endüstride Kullanım Özellikleri ...	373
<b>8.</b>	<b>GÖL HİDROJEOKİMYASI.....</b>	<b>383</b>
8.1.1	Göl Su Örnekleri.....	383
8.1.2	Göl Suyu Fiziksel Özellikleri .....	383
8.1.2.1	Ec.....	387
8.1.2.2	Toplam Çözülmüş Madde (TÇM/TDS) Miktarı .....	387
8.1.2.3	Sıcaklık (t).....	388
8.1.2.4	pH.....	392
8.1.2.5	Çözülmüş Oksijen (ÇO/DO).....	395
8.1.2.6	Tuzluluk (Salinity) .....	397
8.1.2.7	Redoks Potansiyeli-Eh (ORP).....	398
8.1.2.8	Bulanıklık (NTU).....	401
8.1.2.9	Gölün Alkalitesi .....	401
8.1.3	Göl'de Çözülmüş İyonlar.....	401
8.1.3.1	Sodyum (Na <sup>+</sup> ): .....	405
8.1.3.2	Potasyum (K <sup>+</sup> ):.....	407
8.1.3.3	Magnezyum (Mg <sup>+2</sup> ):.....	407

8.1.3.4	Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ):	410
8.1.3.5	Klorür ( $\text{Cl}^-$ ):	412
8.1.3.6	Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ):	414
8.1.3.7	Karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ ) –Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):	416
8.1.3.8	Florür ( $\text{F}^-$ ):	417
8.1.3.9	Lityum ( $\text{Li}^{+1}$ ):	419
8.1.3.10	Bor ( $\text{B}^{+3}$ ):	421
8.1.3.11	Stronsiyum ( $\text{Sr}^{+2}$ ):	422
8.1.3.12	Bromür ( $\text{Br}^{-1}$ ):	423
8.1.3.13	Nitrit ( $\text{NO}_2^{-1}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^{-1}$ ) ve Fosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ ):	424
8.1.3.14	Demir ( $\text{Fe}^{+2}$ , $\text{Fe}^{+3}$ ):	425
8.1.4	Gölün Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İlişki Matrisi	425
8.1.5	Göl Suyunda İyon Derişimlerinin Gölün Güneyindeki Sürekli Sulara Göre Zenginleşmesi	428
8.1.6	Göl Su Tipi	431
8.1.6.1	Majör İyon Tanımına Göre Göl Su-Tipi	431
8.1.6.2	Redoks Su-Tipi	431
8.1.6.3	Eugster ve Hardie (1978) Tuzlu Su (Brine-Tipi) Sınıflaması	432
8.1.6.4	Chadha Sınıflaması	434
8.1.6.5	Piper Sınıflaması	436
8.1.6.6	Langelier–Ludwig (1942) Diyagramında Suların Sınıflandırılması	436
8.1.7	Göl Suyu İyonlaşma Gücü ( $I_{\text{göl}}$ )	438
8.1.8	Gölün Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Faktörler	438
8.1.9	Gölün Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Diğer Olası Kimyasal Olaylar	440
8.1.10	Brine Kökeni ve Karakteri	447
8.1.11	Messiniyen Tuzluluk Etkisinin Ca/Mg ve Ca/Sr Diyagramında İzlenmesi	448
8.1.12	Göl Suyunda İyon Derişim Oranları	450
8.1.12.1	$\text{SO}_4/\text{Cl}$ Oranı	450
8.1.12.2	$\text{Na}/\text{Cl}$ Oranı	450
8.1.12.3	$\text{Mg}^{2+} / \text{Ca}^{2+}$ Oranı	453
8.1.12.4	$\text{Ca}^{2+}/\text{HCO}_3^-$ ve $\text{SO}_4^{2-}/\text{Ca}^{2+}$ Oranı	455
8.1.13	Acıgöl'ün Mineral Doygunluğu	455
8.1.13.1	Minerallerin Doygunluğunun Alansal Dağılımı	459
8.1.13.2	$\text{CO}_2$ Doygunluğu	462
8.1.14	Göl Su Kimyasının Zamansal Değişimi	463
<b>9.</b>	<b>ACIGÖL'DE EVAPORATİF TUZLU SU EVRİMİ</b>	<b>466</b>
9.1	Acıgöl'de Evaporasyon	466
9.2	Evaporasyonun İyon Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	467
9.3	Acıgöl'ün Evaporasyon Modeli	472
9.3.1	Phreeqc ile Göl Evaporasyon Modeli	473
9.3.2	Evaporasyonunun Drever (1997) Modeli'nde Değerlendirilmesi	474
9.3.2.1	Örneklenen Dönemdeki Su Sıcaklığında ve $\text{CO}_2$ Kısmi Basıncı ( $10^{-3.5}$ atm) ile Denge Halinde Olması Durumunda Evaporasyon Evrimi	474
9.3.2.2	Örneklerin $35^\circ\text{C}$ 'deki ve $\text{CO}_2$ Kısmi Basıncı ( $10^{-3.5}$ atm) ile Denge Halinde Olması Durumunda Evaporasyon Evrimi	478

9.3.2.3	Örneklenen Dönemdeki Su Sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> Kısmi Basıncı (10 <sup>-3.5</sup> atm) ile Denge Halinde Olmaması Durumunda Evaporasyon Evrimi	487
9.3.3	Gölün Mg-Karbonatlarla Dengeye Olması Durumunda Evaporasyonunda Mg-Karbonat Çökelişi	489
9.3.3.1	Yağışlı Dönemde Örnekleme Sıcaklığında	489
9.3.3.2	Yağışlı Dönemde 35°C Sıcaklığında	491
9.3.3.3	Kurak Dönemde Örnekleme Sıcaklığında	492
9.3.3.4	Kurak Dönemde 35°C Sıcaklığında	494
9.3.3.5	Kış Dönemine Geçişte Gölün 5°C Sıcaklığında	494
9.3.4	Acıgöl'ün Evaporasyonunun Deocampo ve Jones (2014) Modeli'nde Değerlendirilmesi	497
9.3.4.1	Yağışlı Dönemde Örnekleme Sıcaklığında	497
9.3.4.2	Yağışlı Dönemde 35°C Göl Suyu Sıcaklığında	500
9.3.4.3	Kurak Dönemde Örnekleme Sıcaklığında	501
9.3.4.4	Kurak Dönemde 35°C Göl Suyu Sıcaklığında	504
9.3.4.5	Kış Dönemine Geçişte Gölün 5°C Sıcaklığında	506
9.3.4.6	Acıgöl'ün Evaporasyonunun Deocampo ve Jones (2014) Modeli'nde Genel Sonuçları	508
9.4	Gölün Doğal Döngüsünde Evaporasyon Evrimi	514
9.4.1	Gölün Doğal Döngüsünde Evaporasyon Evriminin Drever (1997) Modelinde Değerlendirilmesi	519
9.4.2	Göl, Gölü Besleyen Sular ve İlksel Suların Hidrojeokimyasal Evriminin Spencer Üçgeni'nde Değerlendirilmesi	521
9.5	Yüksek Konsantrasyona Sahip Tuz Havuzlarının Evaporasyonu Sırasındaki Kristalizasyon	525
<b>10.</b>	<b>ACIGÖL VE DİĞER DOĞAL SULARIN İZOTOP JEOKİMYASI</b>	<b>527</b>
10.1	Göl ve Kaynak Sularında Çözünmüş SO <sub>4</sub> İyonundaki δ <sup>34</sup> S ve δ <sup>18</sup> O <sub>VSMOW</sub> (‰) İzotop Analizleri	527
10.1.1	δ <sup>34</sup> S <sub>SO4-VCDT</sub> İzotop Analiz Yöntemi	527
10.1.2	δ <sup>34</sup> S <sub>SO4-VCDT</sub> ve δ <sup>18</sup> O <sub>SO4-VSMOW</sub> (‰) İzotop Sonuçları	528
10.1.3	Göl ve Kaynak Sularında Çözünmüş SO <sub>4</sub> 'ün Kökeni	530
10.2	Acıgöl ve Diğer Doğal Suların <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H Çevresel İzotop Özellikleri	537
10.2.1	Acıgöl'deki Doğal Suların <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H İzotop Özelliklerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesinde Yöntem	538
10.2.2	Acıgöl'deki Doğal Suların Çevresel <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H İzotop Sonuçları	538
10.2.3	Acıgöl'deki Doğal Suların δ <sup>18</sup> O ve δ <sup>2</sup> H İzotop Değerlerinin Mevsimsel Değişimi	538
10.2.4	Acıgöl'deki Doğal Suların <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H - Yükseklik İlişkisi	544
10.2.5	Acıgöl'deki Doğal Suların δ <sup>18</sup> O ve δ <sup>2</sup> H İzotop Değerlerine Göre Kökensel Özellikleri	551
10.2.6	Acıgöl'deki Göl Tuzluluğunun <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H İzotoplarına Etkisi	567
<b>11.</b>	<b>EVAPORASYONUN GÖL ALANINA ETKİLERİ: CHRIS/PROBA HİPERSPEKTRAL UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE GÖL ALANI DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ</b>	<b>576</b>
11.1	Su Kaplı Alanların Belirlenmesinde Normalize Edilmiş Su İndisi (NDWI)	577
11.2	Yöntem ve Materyal	578
11.2.1	Uydu Verisi	578
11.2.2	Yöntem	579

11.2.3	Gürültü Giderme İşlemleri.....	580
11.2.4	Bulut Belirleme İşlemleri.....	582
11.2.5	Atmosferik Düzeltme.....	582
11.2.6	Geometrik Düzeltme.....	583
11.2.7	Görüntü Mozaiklerinin Oluşturulması.....	585
11.2.8	Su Kaplı Alanının Belirlenmesi ve Proba-NDWI.....	585
11.3	Su Kaplı Alanlardaki Mevsimsel Değişim.....	588
11.4	Proba-NDWI Sonuçlarına Göre İklimin Etkileri.....	588
<b>12.</b>	<b>CHRIS/PROBA UYDU GÖRÜNTÜSÜNDE GÖL TUZLULUĞU</b>	<b>592</b>
12.1	CHRIS/Proba Uydu Görüntüsünde Göl Tuzluluğu Belirlemede Yöntemler.....	595
12.1.1	OBRA (Optimal Bant Ratio Analysis/Optimal Bant Oranı Analizi) 598	
12.1.2	ONDLSI (Optimal Normalized Difference Lake Salinity Index; Optimal Normalize Edilmiş Göl Tuzluluk İndeksi).....	599
12.1.3	Gray-Level Dönüşümleri ile Tuzluluk İlişkisi.....	599
12.1.4	Hata Analizi.....	600
12.2	CHRIS/Proba Uydu Görüntüsünde Tuzlu Göl Spektrumu.....	601
12.2.1	Reflektans Optimal Bant Oranı.....	604
12.2.2	Reflektans Normalizasyon İndeksi.....	609
<b>13.</b>	<b>EVAPORİTLEŞME-ÇÖZÜNME DÖNGÜSÜNÜN ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İZLENMESİ</b>	<b>613</b>
13.1	Yöntem ve Materyal.....	614
13.1.1	Uydu Verisi-Landsat 8 OLI/TIRS.....	614
13.1.2	Yöntem.....	614
13.1.3	Radyans Dönüşümü ve Atmosferik Düzeltme.....	615
13.1.4	Güncel Sediman Alanının Belirlenmesi.....	616
13.1.5	Evaporit Mineralleri ve Spektral Kütüphaneleri.....	617
13.1.6	End-Member Sınıflandırması.....	619
13.2	SAM Sınıflandırmasına Göre Göldeki Evaporitlerin Alansal Dağılımları.....	621
13.3	Evaporitleşme-Çözünme Döngüsü.....	625
<b>14.</b>	<b>HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN EVAPORİT KÖKENİ</b>	<b>630</b>
<b>15.</b>	<b>SONUÇLAR</b>	<b>635</b>
15.1	Güncel Göl Sedimanları Majör, İz ve NTE Jeokimyası.....	635
15.2	Güncel Göl Sedimanları Mineralojik ve Petrografik Özellikleri.....	637
15.3	Güncel Göl Sedimanları İzotop Jeokimyası.....	637
15.4	Acıgöl Havzası Hidrojeolojisi ve İklim Özellikleri.....	637
15.5	Havzadaki Doğal Suların Hidrojeokimyası.....	638
15.6	Tuzlu Göl Hidrojeokimyası.....	640
15.7	Acıgöl'de Evaporatif Tuzlu Su Evrimi.....	641
15.8	Acıgöl ve Diğer Suların İzotop Jeokimyası.....	642
15.9	Evaporasyonun Göl Alanına Etkileri: Chris/PROBA Hiperspektral Uydu Görüntüleri ile Göl Alanı Değişimlerinin İncelenmesi.....	643
15.10	Chris/Proba Uydu Görüntüsünden Göl Tuzluluğu.....	644
15.11	Evaporitleşme-Çözünme Döngüsünün Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile İzlenmesi.....	644
<b>16.</b>	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>646</b>
<b>17.</b>	<b>EKLER</b>	<b>673</b>
	EK A Güncel Göl Sedimanları ve Litolojik Birimlerin İz Element İçerikleri	.673

EK B XRD Difraktogramları .....	690
EK C Acıgöl Havzasındaki Doğal Sular Bölümü Ekleri .....	698
EK D Havzadaki Suların Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri .....	741
EK E Yüzey ve Yeraltı Sularının Mineral Doygunluğu.....	758
EK F Acıgöl'ün Major İyon Analiz Sonuçları ve Fiziksel Özellikleri.....	772
EK G Acıgöl'ün Farklı Dönemlerde Hesaplanmış Hidrojeokimyasal Özellikleri.....	779
EK H Tuzlu Göl Hidrojeokimyası Bölümü Ekleri.....	784
EK I Güncel Sediman Jeokimyası ve Petrografisi Bölümü Ekleri.....	793
<b>18. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>798</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

- Şekil 1. 1:** Çalışma Alanı. ....3
- Şekil 2. 1:** Acıgöl Havzası genel jeoloji haritası (Balci (1987); Göktaş ve diğ. (1989); Şenel (1997a, 1997b)'dan güncellenmiştir). ....15
- Şekil 2. 2:** Acıgöl Havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Balci (1987); Göktaş ve diğ. (1989); Şenel (1997a, 1997b)'dan güncellenmiştir). ..16
- Şekil 2. 3:** a) Çaltı-Aşağı Kırılı karayolunun kenarında Yandağ Kireçtaşı'na ait birimlerden görünüm b) Aynı noktada Kayaköy Dolomitine ait birimlerden görünüm c) Yandağ Kireçtaşı birimlerinde yapılan LITO-52 örnekleme noktası d) Kayaköy Dolomiti birimlerinde yapılan LITO-53 örnekleme noktası e) Aynı noktada Kayaköy Dolomiti (TRJk) (LITO-14) ve Yandağ Kireçtaşı'na (LITO-7) ait yamaç molozları f) Gemiş Kasabası'nın güneydoğusunda Yandağ Kireçtaşı (JKya) ve Kayaköy Dolomiti'nin (TRJk) geçişi. ....19
- Şekil 2. 4:** Yandağ Kireçtaşları a) Yandağ'ın genel görünümü b) Gemiş Kasabası'nın doğusundan birimin görünümü c) Akpınar kaynaklarında tabakalı mikritik kireçtaşları d-e-f) Bol çatlaklı pelajik kireçtaşı birimlerin yakın görünümü (Gemiş Kasabası) (LITO-10, LITO-11). 21
- Şekil 2. 5:** Acıgöl'ün güneyinde Yandağ Kireçtaşı eteğindeki Acıgöl fayından bir görünüm. ....21
- Şekil 2. 6:** Yandağ Kireçtaşı formasyonu (JKya) içinde, Yandağ eteklerinde gelişen Kuvaterner yamaç molozları (Qym) ve Acıgöl fayının görünümü (LITO-28 örnekleme noktası). ....22
- Şekil 2. 7:** a) Mikritik kireçtaşı ve rekristalize kalsitler, b) Rekristalize kalsitlerin düz sınırlı mozaik dokusu (Örnek No:LITO-10, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldispat). ....22
- Şekil 2. 8:** Karaböğürtlen formasyonunun Akgöl'ün kuzey batısındaki mostrası a) Formasyon içindeki Kireçtaşı Üyesi ile formasyon dokanağının görünümü b) Formasyon içinde radyolaritler (LITO-15) c) Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda ofiyolitik karmaşıkları d) ofiyolitik karmaşıklarda LITO-56 örnekleme noktası e) Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda Kireçtaşı Üyesi içinde kalan çörtlü kireçtaşı LITO-54 örnekleme noktası. ....23
- Şekil 2. 9:** Ofiyolitik melanj içindeki meta-diyoritlerde, plajiyoklaz ve hornblend mineralleri ile metamorfizma ile ilişkili kuvars, demir oksit, klorit, epidot ve apatit oluşumları (Örnek No: LITO-56, Ap:Apatit, Chl:klorit, Ep:Epidot, Hbl:Hornblend, Pl:Plajiyoklaz, Qtz:Kuvars)...24
- Şekil 2. 10:** a) Poikilitik dokudan, ofitik ve subofitik dokuya değişen dokusal yapı ve piroksen kalıntıları içeren metagabro örneğinde metamorfizma ürünü epidot ve kuvarslar b) Metagabrolarda piroksen granülleri ile birlikte intergranuler dokuda yayılmış kalsik plajiyoklaz kristalleri c) Serpantinlerde olivin kristalleri sınırında ve çatlaklar boyunca örgü dokusunu oluşturan demir oksitler d) Serpantinlerde ince-orta karbonat (dolomit) gelişimi (Örnek No:Lito-2, Atg: Antigorit, Cal:Kalsit, Chr:Krom, Ep:Epidot, Pl:Plajiyoklaz, Qtz:Kuvars). ....25

<b>Şekil 2. 11:</b> Kuvars, K-feldispat, hematit ve klorit içerikli radyolaryalı çört (Örnek No: Lito-15; Chl: Klorit, Hem:Hematit, Kfs:K-Feldispat, Qtz:Kuvars). .....	26
<b>Şekil 2. 12:</b> maris peridotitine ait arazi görüntüleri a,c) Alanköy'ün güney batısında, birimin LITO-38 örneklemesindeki görünümü b) Alanköy'ün güney batısında, birimin LITO-37 örneklemesindeki görünümü d) Alanköy ile Akçaköy arasında yüzeylenen birimin LITO-36 örnekleme noktasında genel arazi görünümü. ....	27
<b>Şekil 2. 13:</b> Serpantinleşmiş ultramafitlerde levhamsı antigorit, piroksen ve olivin kalıntıları (Örnek No:LITO-36, Atg:Antigorit, Chr:Krom, Lz:Lizardit,Opx:Ortopiroksen). ....	28
<b>Şekil 2. 14:</b> Kızılıcağ melanj ve olistostromun arazi görünümüleri a,b) Aşağı Kırılı Köyü'nde LITO-55 örnekleme noktasındaki radyolaritlerin görünümü c,d) Gölcük Köyü'ndeki mostrasında LITO-51 örnekleme noktasındaki ofiyolitlerin görünümü. ....	30
<b>Şekil 2. 15:</b> Radyolarit örneğinde kalsedonik kuvars dolgulu radyolaryaya fosilleri ve karbonat (kalsit) dolgulu çatlaklar (Örnek NO:Lito-55, Cal:Kalsit, Qtz:Kuvars). ....	30
<b>Şekil 2. 16:</b> a,b)Konglomera altında tabakalı kumtaşlarının (LITO-41) görünümü c,d,e)tabakalı kumtaşların görünümü (LITO-40). ....	37
<b>Şekil 2. 17:</b> Avdan üyesi içinde tabakalı kumtaşlarının genel görünümü (LITO-42, LITO-43, LITO-44). ....	37
<b>Şekil 2. 18:</b> a)Çakıltaşlarında kalsit ve kuvars çimentolu çakıltaşlarında tremolit şist parçası, b)Kireçtaşlarında mikrosparitik dokulu kalsitler ve sparitik dolomit kristallenmeleri (Örnek No: LITO-4, Cal:Kalsit, Dol: Dolomit, Op:Opak, Qtz:Kuvars). ....	39
<b>Şekil 2. 19:</b> a)Çakıltaşlarında yönlenme gösteren metamorfik ve demir oksitlemiş volkanik hamur içerisinde feldispatlar içeren porfirik dokulu, volkanik kayaç parçacığı b)İyi boylanmalı kumtaşlarında yarı yuvarlak yarı köşeli, kuvars, K-feldispat , kalsit ve mika mineralleri (Örnek No: LITO-25, Bt:Biyotit, Cal:Kalsit, Kfs:K-feldispat, Ms:Muskovit, Qtz:Kuvars). ....	39
<b>Şekil 2. 20:</b> a) Maymundağ'ının genel görünümü b) Sarıkavak Köyü civarında yüzeylenen kızılımsı Maymundağ üyesi birimleri, (LITO-25) örnekleme noktası c) Maymundağ'ın eteklerinde gelişen alüvyonlar ve alüvyon içinde gelişen tefralar d) Maymundağ eteklerinde havza kenarı yelpazeleri. ....	40
<b>Şekil 2. 21:</b> Hayrettin formasyonuna ait a)Darıcılar Köyü, Çınar Çeşme mevkiindeki kırık ve eklem sistemleri. ....	42
<b>Şekil 2. 22:</b> Feldispatik Litarenit örneğinde karbonat bağlayıcılı orta-iyi boylanmış, yarı köşeli-yarı yuvarlak kuvars ve feldispat taneleri (Örnek No:LITO-1, Bt:Biyotit, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldispat, Ms:Muskovit, Op:Opak, Qtz:Kuvars, Zrn:Zirkon). ....	43
<b>Şekil 2. 23:</b> Örtülü Köyü doğusunda Dazkırı üyesine ait birimler; kalın konglomera yüzeyi ve konglomera altında iyi pekleşmiş kumtaşı (LITO-24 ve LITO-16 örnekleme noktası). ....	44
<b>Şekil 2. 24:</b> Dazkırı-Örtülü yolu üzerinde Toahd-1 biriminden görünüm, LITO-23 örnekleme noktası. ....	45
<b>Şekil 2. 25:</b> Feldispatik litarenit örneğinde ince kristalli (mikritik) karbonat ve yer yer demir oksit çimentolu orta iyi yuvarlaklaşmış K-feldispat ve	

kuvars taneleri (Örnek No:LITO-23, Cal:Kalsit, Kfs:K-feldispat, Ms:Muskovit).....	45
<b>Şekil 2. 26:</b> Çameli formasyonu içinde gelişen alüvyonlarda görülen dere içinde demir oksit-hidroksitli (limonitli) ara yüzeyler, LITO-18 örnekleme noktası. ....	49
<b>Şekil 2. 27:</b> Kızılören üyesi içindeki LITO-19 örnekleme noktası.....	49
<b>Şekil 2. 28:</b> Kızılören Köyü'nden Dazkırı'ya doğru yol boyunca ince bir hat şekilde yüzeylenen birim, LITO-17 örnekleme noktası.....	51
<b>Şekil 2. 29:</b> Marn örneğinde 0,5 mm'ye ulaşan, kalsit dolgulu damarlar (Örnek No:LITO-17, Cal:Kalsit).....	51
<b>Şekil 2. 30:</b> Acıgöl'ün güneyinde Yandağ'ın eteklerinde a) derin vadiler boyunca gelişen yamaç molozları b) devamında gölün içine kadar sokulum. ..	53
<b>Şekil 2. 31:</b> a) Acıgöl'ün güneyinde birikinti konilerinin uzaktan görünümü b)Gölün güneyinde yamaç molozu akıntıları (Mavi renk Yandağ Kireçtaşı ile Acıgöl Grubu arasındaki dokanağı,kırmızı renk fayı temsil eder).....	53
<b>Şekil 2. 32:</b> Acıgöl fayı üzerinde gelişen yelpaze deltaları a)Kilise Sırtı yelpaze deltasının genel görünümü b) Acıgöl fayı üzerinde gelişen yelpaze deltası c) Kilise Sırtı yelpazesinin farklı dönemleri yansıtan loblarının görünümü. ....	54
<b>Şekil 2. 33:</b> a)Acıgöl'ün güneyinde alüvyon çökelleri ve Yandağ'ın görünümü b)gölün güneyinde alüvyon çökelleri ve Maymundağ'ın görünümü...	54
<b>Şekil 3. 1:</b> Göl güncel sedimanında yüzey ve taban örnekleme noktaları.....	58
<b>Şekil 3. 2:</b> Göl güncel sedimanında sığ karot ve sığ kolon örnekleme noktaları...	59
<b>Şekil 3. 3:</b> Göl sedimanlarına uygulanan sıralı işlemler akış diagramı. ....	62
<b>Şekil 3. 4:</b> Acıgöl'deki güncel sedimanlardaki majör oksit ortalamalarının NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985) ile karşılaştırması. ....	73
<b>Şekil 3. 5:</b> Yüzey, sığ karot sedimanları ile litolojik birimlerin majör oksit içeriklerinin değer aralıkları. ....	74
<b>Şekil 3. 6:</b> Güncel göl sedimanlarındaki majör oksitlerin, havzadaki farklı litolojilere göre normalizasyonu.....	75
<b>Şekil 3. 7:</b> Majör oksitlerin (yüzey (n=77), 0-10 cm(n=33), 10-20cm (n=23), 20-30cm (n=11) ortalamalarının) sığ karot derinliğinde % bolluk değişimi. ....	76
<b>Şekil 3. 8:</b> Majör oksitlerin yüzeyden itibaren derine doğru değişiminde yüzey (n=77), 0-10 cm(n=33), 10-20cm (n=23), 20-30cm (n=11) ortalamalarının korelasyon ilişkisi. ....	77
<b>Şekil 3. 9:</b> Göl güncel sedimanının farklı seviyeleri için, a)majör oksitlerin yoğun olduğu alanlar b) CaO dışındaki majör oksitlerin yoğun olduğu alanlar. ....	78
<b>Şekil 3. 10:</b> Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı. ....	80
<b>Şekil 3. 11:</b> Güncel sediman kolonunda ve yüzeyinde majör oksitlerin cluster dendrogramları a)sediman yüzeyi b)0-10 cm c)10-20 cm d)20-30 cm.....	88
<b>Şekil 3. 12:</b> Acıgöl'de farklı litoji örneklerinin lokasyonları. ....	89
<b>Şekil 3. 13:</b> Acıgöl'deki farklı litolojik birimlerdeki majör oksit ortalamalarının karşılaştırması (NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985)). ....	91



<b>Şekil 3. 14:</b> Acıgöl'deki her bir litolojik birimlerdeki majör oksitlerin ve tüm litolojik birimlerdeki ortalamaların NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985) ile karşılaştırması. ....	92
<b>Şekil 3. 15:</b> Güncel sediman ve itolojik birimlerle birlikte majör oksitlerin havzada alansal dağılımı. ....	93
<b>Şekil 3. 16:</b> Göl sedimanları ve litoloji örneklerinde a) %TC, b) %TS değerleri, Göl sedimanlarında derinliğe bağlı c) %TC, d) %TS değerleri. ....	96
<b>Şekil 3. 17:</b> Göl tabanında sürekli su altında kalan sedimanlarda; a) TC-TS, b) TS-CaO, TS-SO <sub>3</sub> , c) TC-CaO, TC-SO <sub>3</sub> ilişkisi, Göl alanında kurak-yaş döngüsünde bulunan sedimanlarda; d)TC-TS ilişkisi, e) TS-CaO, TS-SO <sub>3</sub> ilişkisi, f) TC-CaO, TC-SO <sub>3</sub> ilişkisi. ....	97
<b>Şekil 3. 18:</b> Havzada litolojik birimlerde ve güncel sediman alanı yüzeyinde TC ve TS alansal dağılımı. ....	98
<b>Şekil 3. 19:</b> Göl çökellerinin tane boyu dağılımının belirlenmesinde kullanılan örnek noktaları. ....	99
<b>Şekil 3. 20:</b> Temsili seçilen bazı sediman örneklerinde tane boyu. ....	100
<b>Şekil 3. 21:</b> Farklı tane boylarında majör oksitlerin artış-azalış davranışı. ....	100
<b>Şekil 3. 22:</b> Sığ karot sedimanlarının (0-30cm) litolojik birimlerle karşılaştırmalı iz element içeriği. ....	102
<b>Şekil 3. 23:</b> Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerdeki iz elementlerin farklı ortamlara göre normalizasyonu. ....	106
<b>Şekil 3. 24:</b> NASC, UCC ve PAAS'e göre zenginleşmede kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçların benzerliği. ....	107
<b>Şekil 3. 25:</b> Sedimanların ve diğer litolojik birimlerin NASC ve UCC'e göre zenginleşmeleri arasındaki ilişki. ....	108
<b>Şekil 3. 26:</b> Farklı litolojik birimlerdeki iz elementlerin ortalama değerleri (ppm) (Düz mavi çizgiler; litolojik birimleri, yeşil kesik çizgiler; sedimanların ortalama değerlerini gösterir). ....	110
<b>Şekil 3. 27:</b> Normalizasyon ile güncel göl sedimanlarının iz element içeriklerinin farklı litolojik birimlere göre zenginleşme durumu. ....	111
<b>Şekil 3. 28:</b> a) Güncel sediman sığ kolonunda b)farklı litolojik birimlerde metallerin değer aralıkları, ortalamaları ve referansa(Turekian ve Wedepohl 1961) zenginleşme durumları . ....	112
<b>Şekil 3. 29:</b> Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda a) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> ve Na <sub>2</sub> O b) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -iz element c)V-CrO <sub>3</sub> , MgO, MnO d)K <sub>2</sub> O-NTE zenginleşmesi. ....	114
<b>Şekil 3. 30:</b> Kumtaşlarında a)iz elementlerin NTE'lerle, b)diğer iz elementlerin birlikte c) Na <sub>2</sub> O ile Pr ve Nd zenginleşmesi. ....	115
<b>Şekil 3. 31:</b> Ofiyolitlerde a) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -CaO, TiO <sub>2</sub> ve Na <sub>2</sub> O b) MgO-Ni zenginleşmesi. ....	116
<b>Şekil 3. 32:</b> Güncel göl sedimanlarında Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -majör oksit ve Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -iz element ilişkisi. ....	117
<b>Şekil 3. 33:</b> Güncel göl sedimanlarında Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -NTE ve CaO-Sr, Ag, As ilişkisi. ....	117
<b>Şekil 3. 34:</b> Güncel göl sedimanlarında Na <sub>2</sub> O-Cl ve 10-20 cm sediman derinliğinde Li ile diğer iz elementlerin ilişkisi. ....	117
<b>Şekil 3. 35:</b> Havzada iz elementlerin alansal dağılımı. ....	119
<b>Şekil 3. 36:</b> Güncel göl sedimanlarında $\sum$ REE, $\sum$ LREE(Hafif) ve $\sum$ HREE (Ağır) değer aralığı. ....	127

<b>Şekil 3. 37:</b> Litolojik birimlerde $\sum REE$ , $\sum LREE$ (Hafif) ve $\sum HREE$ (Ağır) değer aralığı.....	127
<b>Şekil 3. 38:</b> Güncel göl sedimanları ve ofiyolitik kompleksteki Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) değer aralığı.....	128
<b>Şekil 3. 39:</b> Litolojik birimlerdeki Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) değer aralığı.....	130
<b>Şekil 3. 40:</b> Litolojik birimlerde NTE, $\sum REE$ alansal dağılım anomalisi. ....	131
<b>Şekil 3. 41:</b> Sığ sediman kolonunun farklı seviyelerinde NTE zenginleşme faktörü (Yüzey;Yüzey/0-10cm oranı, 0-10cm; 0-10cm/10-20cm oranı; 10-20cm; 10-20cm/20-30cm oranı).....	134
<b>Şekil 3. 42:</b> a)Güncel göl sedimanlarındaki NTE'nin litolojik birimlere ve Burdur Gölü'ne göre zenginleşme durumları b)Acıgöl güncel sediman ve Thar Desert sedimanlarındaki $\sum NTE$ içerikleri. ....	136
<b>Şekil 3. 43:</b> Acıgöl güncel sedimanlarının tuzlu playa Thar Desert sedimanlarına göre NTE içeriği ve her iki göl sedimanlarının C1 Kondriti'ne göre normalizasyonu. ....	136
<b>Şekil 3. 44:</b> Güncel sedimanlarının NTE içeriklerinin farklı tektonik ortamlara göre normalizasyonu. ....	138
<b>Şekil 3. 45:</b> Güncel göl sedimanlarında Eu anomalisi (Eu/Eu*) ve (La/Lu)N, (La/Sm)N, (Gd/Yb)N oranları (N: C1 Kondriti'ne göre normalizasyon değerleri). ....	139
<b>Şekil 3. 46:</b> Güncel göl sedimanları ve alüvyon, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda Zr-(Gd/Yb)N ilişkisi. ....	139
<b>Şekil 3. 47:</b> Güncel göl sedimanlarında Eu anomalisi (Eu/Eu*) ve (La/Lu)N, (La/Sm)N, (Gd/Yb)N oranları (N: NASC'a göre normalizasyon değerleri). ....	140
<b>Şekil 3. 48:</b> Acıgöl Havzası'ndaki güncel sedimanlar ve litolojik birimlerdeki Eu/Eu* anomalisi, (La/Yb)N ve (Gd/Yb)N anomalisi.....	141
<b>Şekil 3. 49:</b> Farklı tektonik ortamlar, Acıgöl Havzası'ndaki güncel sedimanlar ve litolojik birimlerdeki toplam NTE. ....	142
<b>Şekil 3. 50:</b> a,b)Güncel göl sedimanları ve c,d) karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda e)kumtaşlarında NTE ile majör oksit ve diğer iz elementlerin korelasyonu. ....	143
<b>Şekil 3. 51:</b> Güncel evaporitleşme ve vejetasyon. ....	145
<b>Şekil 3. 52:</b> Acıgöl'ün güneyinde güncel evaporitleşme bölgesinde jipsli karbonatlı sedimanların yüzeyinde gelişen Halit ve Astrakanit oluşumları (LSS-50 örnekleme noktası). ....	145
<b>Şekil 3. 53:</b> Birikintilerdeki aşırı doymuş tuzlu suların buharlaşmasıyla gelişen kübik tuz kristalleri (LSS-52 örnekleme noktası). ....	146
<b>Şekil 3. 54:</b> Kıyıda tamamen kurumuş sediman yüzeyleri (LSS-51 örnekleme noktası). ....	147
<b>Şekil 3. 55:</b> Kıyı zonunda sediman yüzeyindeki evaporitleşme, anoksik zon gelişimi. ....	147
<b>Şekil 3. 56:</b> Kurak dönemden yağışlı döneme geçişte güncel evaporit alanlarının kaynak ve yağış sularıyla yıkanması. ....	149
<b>Şekil 3. 57:</b> Evaporitleşme döneminde evaporit yüzeylerindeki majör oksit elementlerinin göl kenarı-kıyı arasındaki değişimi. ....	150
<b>Şekil 3. 58:</b> Evaporitleşme döneminde evaporit yüzeylerindeki bazı iz elementlerin göl kenarı-kıyı arasındaki değişimi. ....	151
<b>Şekil 3. 59:</b> Evaporitlerin erimesiyle birlikte değişen majör element içerikleri. .	151

<b>Şekil 3. 60:</b> Evaporitlerin erimesiyle birlikte değişen iz element içerikleri ve Sr-CaO arasındaki ilişki. ....	151
<b>Şekil 3. 61:</b> Gölde üretim havuzlarının kenarındaki meralarda görülen evaporitleşme. ....	152
<b>Şekil 3. 62:</b> Landsat5-TM uydu görüntülerinden geçmiş yıllarda mevsimsel olarak gölün batısındaki su kaplı alan değişimleri a)1972, b)1975 c)1984, d)1999 e)2000 yılı. ....	154
<b>Şekil 3. 63:</b> a) LSS-54 noktasında c) LSS-57 örnekleme noktasında kurumuş evaporitik bölgenin genel görünümü b) LSS-54 d) LSS-59 örnekleme noktasında jips ve halitli yüzeyler e) LSS-58 örnekleme noktasında jips ve halitli yüzeyde kırıntılı ikincil jips gelişimi. ....	155
<b>Şekil 3. 64:</b> Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda majör oksit element değişimi. ....	156
<b>Şekil 3. 65:</b> Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda iz element değişimi. ....	156
<b>Şekil 3. 66:</b> Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda su birikinti etkisinde Li, Ni-Zn davranışı.....	157
<b>Şekil 3. 67:</b> Gölün batısında havuz tabanlarında Ögsteritkapanımlı diskoidal (Rose Tipi) jipsler.....	157
<b>Şekil 3. 68:</b> Gölün batısında havuz tabanlarında çubuksu jipsler. ....	157
<b>Şekil 3. 69:</b> Kıyıda yaygın a) sodyum sülfat (tenardit) oluşumu, b) çubuksu jips kırıntıları. ....	157
<b>Şekil 3. 70:</b> Gölün batısında havuz tabanlarında rose tipi jipslerin XRD diyagramı.....	158
<b>Şekil 3. 71:</b> Gölün kuzeyindeki havuz hendeklerinde görülen jipslerin mineral içeriği (LITO-35 el örneği). ....	158
<b>Şekil 3. 72:</b> a)Acıgöl'de doğal yolla sodyum sülfat ve tuz üretimi b) Tenardit ve Galuber tuzu c) tuz üretim havuzlarında tuzlaşma d, e) insan gücü ve iş makinalarıyla tuz toplanması g) tuz üretim havuzunda örnekleme çalışması. ....	159
<b>Şekil 3. 73:</b> Havuzlarda sodyum sülfat üretimi yapılmasından sonra tabanda kalan tuzlu çamurda Mirabilit/Tenardit oluşumları. ....	159
<b>Şekil 3. 74:</b> Acıgöl'de üretilen sodyum sülfat (tenardit) ve tuz hammaddesinin iz element içeriği (ppm). ....	160
<b>Şekil 3. 75:</b> Acıgöl'de üretilen sodyum sülfat hammaddesinin (tenardit) majör element oranları. ....	160
<b>Şekil 3. 76:</b> a)Acıgöl'de üretilen sodyum tuz hammaddesinin, tuz üretim havuzundaki majör element oranları b)göl çökellerindeki jipslerin majör oksit oranları. ....	160
<b>Şekil 3. 77:</b> Sodyum sülfat hammaddesinin XRD difraktogramı. ....	161
<b>Şekil 3. 78:</b> Tuz üretimiyle elde edilen ürünün XRD difraktogramı. ....	161
<b>Şekil 3. 79:</b> Ca-sülfat minerallerinin göl alanında dağılımı. ....	164
<b>Şekil 3. 80:</b> Sodyum Sülfat minerallerinin göl alanında dağılımı. ....	165
<b>Şekil 3. 81:</b> Karbonat minerallerinin göl alanında dağılımı. ....	166
<b>Şekil 3. 82:</b> Mg-Karbonat minerallerinin göl alanında dağılımı.....	167
<b>Şekil 3. 83:</b> Acıgöl'de farklı dönemlerde göl suyundaki Mg/Ca (mol) oranı. ....	168
<b>Şekil 3. 84:</b> Dinamik göllerde karbonat oluşum modeli Muller ve diğ. (1972)..	169
<b>Şekil 3. 85:</b> Halit mineralinin göl alanında dağılımı. ....	172
<b>Şekil 3. 86:</b> a)Kuvars, b)illit-mika minerallerinin göl alanında dağılımı. ....	174
<b>Şekil 3. 87:</b> Piroksen grubu minerallerin yüzeyde dağılımı. ....	174

<b>Şekil 3. 88:</b> Akçay (2002) ve Krauskopf (1989)'a göre kaynaklar, derin sondajlar, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonu indirgen-yükseltegen özellikleri Eh-pH diyagramı. ....	177
<b>Şekil 3. 89:</b> Becking ve diğ. (1960)'a göre kaynaklar, derin sondajlar, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunun Eh-pH ilişkisine göre karakterizasyonu. ....	178
<b>Şekil 3. 90:</b> Garrels ve Christ (1965)'e göre göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türlerine ait Eh-pH diyagramı. ..	179
<b>Şekil 3. 91:</b> Eh-pH ilişkisine göre Fe-S-O-H sisteminde (Garrels ve Christ 1965; Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türleri. ....	180
<b>Şekil 3. 92:</b> Eh-pH ilişkisine göre Fe-O-H sisteminde (Takeno 2005) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türleri. ....	181
<b>Şekil 3. 93:</b> Eh-pH ilişkisine göre S-O-H sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri. ....	182
<b>Şekil 3. 94:</b> Eh-pH ilişkisine göre Ca-C-O-H-S sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri. ....	183
<b>Şekil 3. 95:</b> Eh-pH ilişkisine göre Cu-S-O-H sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri. ....	184
<b>Şekil 3. 96:</b> Gölün doğusunda kaynakların göle karışmaya başladığı bölgelerde demir oksitlenmeleri. ....	186
<b>Şekil 3. 97:</b> Demir Oksit minerallerinin göl ortamında dağılımı. ....	186
<b>Şekil 3. 98:</b> Otijenik pirit oluşumunda etkin olan döngüler (Berner ve Raiswell 1983). ....	187
<b>Şekil 3. 99:</b> Demir Sülfür ( $Fe_xS_y$ ) minerallerinin göl alanında dağılımı. ....	188
<b>Şekil 3. 100:</b> 125 um altındaki malzemelerde görülen demirli bileşenler. ....	188
<b>Şekil 3. 101:</b> Acıgöl güncel sedimanı mikroskop görüntüleri a)Gölde endojenik diskoidal jipsler b,c,d) K1.0-10, K2.0-10 ve K7.0-10 örneklerinin 1000µm üzerinde kalan dolomit çamuru içinde diskoidal jips oluşumları e) K9.0-10 örneğinin 1000µm üzerinde kalan diskoidal jipsleri, f) K9.0-10 örneğinin 500µm üzerinde kalan diskoidal jipsleri g) Göl kenarında üzeri döküntülü karbonatlar ve çubuksu jipsler (>250 µm), h) döküntülü karbonat ve endojenik jipslerle birlikte ostrakod ve gastrapod fosil kabukları (>500 µm). ....	189
<b>Şekil 3. 102:</b> Karbonat çamuru içinde yarı öz şekilli ve öz şekilsiz jipsler, (Örnek No:K3, 0-10cm,Gp:Jips). ....	190
<b>Şekil 3. 103:</b> Mikritik ve mikrospatik kalsit içeren karbonat çamuru içinde jips ve halit mineralleri (Örnek No:K4, 0-10cm, Gp:Jips, Cal:Kalsit, Hl:Halit). ....	191
<b>Şekil 3. 104:</b> Gölün doğusunda doğru sedimanlarda karbonat mineralleriyle birlikte boyama ve damar dolgusu şeklinde demir oksit gelişimi (Örnek No: K5, 0-10cm, Cal:Kalsit, Gp:Jips,Kfs:K-Feldispat, Pl:Plajiyoklaz)...	191
<b>Şekil 3. 105:</b> Gölün doğusundaki sedimanlarda karbonatlarla birlikte dairesel saçmalar şeklinde görülen demir oksit gelişimi ve artan kırıntılı bileşenler (Örnek No: K7, 0-10 cm, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldispat, Ms:Muskovit, Qtz:Kuvars). ....	192

<b>Şekil 3. 106:</b> K4,0-10cm kolon optik mikroskop görüntüsü. ....	193
<b>Şekil 3. 107:</b> Göl sedimanlarında karbonatlar içinde kil matrisindeki klorit gelişimi (chl:Klorit).....	194
<b>Şekil 3. 108:</b> Gölün doğusundaki sedimanlarda artan kırıntılı bileşenler (Örnek No:G9Ç (LSS-52), Amp: Amfibol, Cal: Kalsit, Chl:Klorit, Gp:Jips, Gln:Glokofan, Hl:Halit, Ms:Muskovit).....	194
<b>Şekil 3. 109:</b> Gölün kuzeyinde K8 örnekleme noktasında a)endojenik karbonatlı malzeme üzerinden alınan SEM görüntüsü ve EDS nokta analizi b,c)karbonatlar üzerinde gelişen ikincil jips oluşumları d)göl sedimanlarında görülen Kalsit kabuklu gastrapot fosili yüzeyinin SEM görüntüsü e-f)fosil kabukları üzerinde oluşan ikincil jips oluşumları.....	196
<b>Şekil 3. 110:</b> Aragonit ve sonrasında halit minerali ile yüzeyleri kaplanmış mikroorganizma (fitoplankton?) kalıntıları.....	196
<b>Şekil 3. 111:</b> Güncel göl sedimanlarında a)yüzeyde gelişen öz şekilsiz Halit kaplamaları b)göl alanında yüzey ve ara seviyelerde öz şekilli-yarı özşekilli kübik halit gelişimi. ....	197
<b>Şekil 3. 112:</b> Göl sedimanlarında birincil jips-anhidrit SEM görüntüsü, X-ray elementel dağılım haritalaması ve spot element analizleri ve yüzeyde yaygın Halit minerali oluşumları.....	198
<b>Şekil 3. 113:</b> Güncel sedimanda prizmatik ve hegzagonal görünümlü jipslerin SEM görüntüsü (1: Jips, 2: Mika 3:Kuars 4:Halit). ....	199
<b>Şekil 3. 114:</b> Jipsler üzerinde gelişen a) silikatlar b) karbonatlı mikroorganizmalar c) küresel karbonatlar (Mikroorganizma?) ve dantel şekilli mikroorganizmalar üzerinde X-ray elementel dağılım haritalaması. ....	200
<b>Şekil 3. 115:</b> Göl sedimanlarında mica grubu minerallerin SEM görüntüsü, X-ray elementel dağılım haritalaması ve spot element analizleri.....	201
<b>Şekil 3. 116:</b> Mikrobial matris örneğine ait SEM görüntüleri a) genel görüntü b,c,d) jips üzerinde gelişen lifimsi ögsterit olası prizmatik globerit gelişimi e) mikrobial matris içinde gelişen mikro canlı kalıntısı f) jips oluşumu, tabuler kristallenme. ....	202
<b>Şekil 4. 1:</b> KRT-1 ve KRT-3 örnekleme noktası. ....	205
<b>Şekil 4. 2:</b> KRT-3 karotu <sup>137</sup> Cs, <sup>210</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb aktivite profili.....	206
<b>Şekil 4. 3:</b> KRT-1 karotu <sup>137</sup> Cs, <sup>210</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb aktivite profili.....	206
<b>Şekil 4. 4:</b> KRT-3 karotu yıllara göre sedimantasyon hızı. ....	208
<b>Şekil 4. 5:</b> KRT-3 karotu yıllara göre derinlik durumu. ....	208
<b>Şekil 4. 6:</b> KRT-3 karotu farklı derinliklerde görülen sedimantasyon hızı. ....	208
<b>Şekil 4. 7:</b> KRT-3 karotunda <sup>210</sup> Pb- <sup>137</sup> Cs ilişkisi. ....	208
<b>Şekil 4. 8:</b> KRT-1 karotunda <sup>210</sup> Pb- <sup>137</sup> Cs ilişkisi. ....	208
<b>Şekil 4. 9:</b> Güncel göl sedimanlarındaki karbonatların gölde $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analiz örnek noktaları. ....	211
<b>Şekil 4. 10:</b> Güncel göl sedimanları ve litoloji örneklerindeki karbonatların $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri. ....	212
<b>Şekil 4. 11:</b> Güncel göl sedimanları ve litoloji örneklerinde karbonatların a) $\delta^{13}\text{C}$ ve b) $\delta^{18}\text{O}$ izotop değer aralıkları. ....	212
<b>Şekil 4. 12:</b> Sediman örneklerinde $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ izotop ilişkisi.....	213
<b>Şekil 4. 13:</b> KRT-3 sondajında derinliğe bağlı olarak İnorganik Karbon ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ ) ve Oksijen ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ ) izotop oranlarının değişimi.....	215

<b>Şekil 4. 14:</b> Farklı ortam koşullarındaki karbonatlarda $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ izotop içeriği (Rollinson 1993) ve Acıgöl'deki litoloji-güncel sediman örneklerinin konumu. ....	216
<b>Şekil 4. 15:</b> Acıgöl'ün batısındaki karbonatlara kıyasla (Alçiçek 2009) güncel sediman alanı $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ ilişkisi. ....	217
<b>Şekil 4. 16:</b> İzotop analizi yapılan örnek noktalarında A-A' kesitinde $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotoplarının değişimi. ....	218
<b>Şekil 4. 17:</b> Acıgöl güncel göl sedimanlarının sülfür izotop ( $\delta^{34}\text{S}$ ) ve %S değerleri. ....	221
<b>Şekil 4. 18:</b> KRT-3 örneğinde derinliğe bağlı olarak sülfür izotopu ve toplam sülfür içeriğinin değişimi. ....	221
<b>Şekil 4. 19:</b> KRT-3 örneğinde a) derinliğe, b) toplam sülfür (Wt%S) oranına bağlı olarak sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotop oranı değişimi, c) 137-Cs ile sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotopları, d) 214-Pb ile sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotopları arasındaki ilişki. ....	222
<b>Şekil 4. 20:</b> a) Göl alanında mevsimsel olarak su altında olan sedimanlarda b) sürekli su altında kalan göl tabanındaki sedimanlarda %S ile $\delta^{34}\text{S}$ arasındaki ilişki. ....	224
<b>Şekil 5. 1:</b> Acıgöl Havzasının su bilançosunun değerlendirilmesinde kullanılan istasyonlar ve Acıgöl Havzası. ....	225
<b>Şekil 5. 2:</b> Çardak DMİ istasyonu verilerine göre yağış eklenik sapma eğrisi. ....	226
<b>Şekil 5. 3:</b> Acıgöl Havzası ve civarındaki istasyonların uzun yıllar aylık ortalamaları. ....	227
<b>Şekil 5. 4:</b> Acıgöl Havzası'ndaki istasyonların yükseklikle yağış arasındaki ilişkileri. ....	227
<b>Şekil 5. 5:</b> Yağışın azalış Sıcaklığın artış trendi. ....	228
<b>Şekil 5. 6:</b> Acıpayam, Afyonkarahisar, Başmakçı, Bekilli DMİ İstasyonları Su Bilançosu. ....	229
<b>Şekil 5. 7:</b> Burdur, Çal, Çardak, Çivril DMİ İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu. ....	230
<b>Şekil 5. 8:</b> Dazkırı, Denizli, Dinar, Eğirdir DMİ İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu. ....	231
<b>Şekil 5. 9:</b> Güney, Ulubey, Uluborlu, Uşak DMİ İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu. ....	232
<b>Şekil 5. 10:</b> Acıgöl'ü çevreleyen DMİ istasyonlarının su bilançosu parametreleri. ....	234
<b>Şekil 5. 11:</b> Su Fazlası ve Su Noksanı değerlerinin Spline yöntemi ile dağılımı. ....	235
<b>Şekil 5. 12:</b> Spline yöntemine göre su bilançosu verilerinin alansal dağılımı. ....	236
<b>Şekil 6. 1:</b> Acıgöl'ün batısında Beylerli Barajı, Beylerli Gölü, Kurugöl, Kanlıca Gölü ve bunları Acıgöl'e bağlayan kanallar, Çardak Kanalı ve Gemiş Kanalı'nın Google Earth üzerinde görünümü. ....	238
<b>Şekil 6. 2:</b> Acıgöl Havzası drenaj alanı (1594 km <sup>2</sup> ). ....	240
<b>Şekil 6. 3:</b> 2011-Eylül döneminde havzada farklı sondajlardaki su seviyesi ölçümleri. ....	242
<b>Şekil 6. 4:</b> Acıgöl Havzası Hidrojeoloji Haritası (Haziran-2013). ....	243
<b>Şekil 6. 5:</b> Havza içinde hidrojeokimyasal değerlendirmesi yapılan doğal sular. ....	247
<b>Şekil 6. 6:</b> Gölün mevsimsel alan değişimi grafiği. ....	251
<b>Şekil 6. 7:</b> Gölün mevsimsel alan değişimi. ....	251
<b>Şekil 6. 8:</b> Göl alanı ile göl seviyesi arasındaki ilişki. ....	252

<b>Şekil 6. 9:</b> Gölün kuzey batısında ekim ayındaki yağışlarla hızla genişleyen göl alanı. ....	252
<b>Şekil 6. 10:</b> 1972-2015 tarihli uydu görüntülerinden belirlenen göl alanı değişimi. ....	253
<b>Şekil 6. 11:</b> Göl derinlik haritası (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011; Taşdelen ve diğ. 2010). ....	254
<b>Şekil 6. 12:</b> Acıgöl Batimetrisi (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011; Taşdelen ve diğ. 2010). ....	254
<b>Şekil 6. 13:</b> a) Gölün dönemsel derinlik değerleri b)İzlenen dönemlerde göl derinliği en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri. ....	255
<b>Şekil 6. 14:</b> Gölde su seviyesinin değişim etkileri a)Kurak dönem başında kıyıda su seviyesi b)kurak dönemde tamamen kuruyan göl kıyıları c,d)yağışlı dönemde göl çanağında suyun rengi e,g)kurak dönemde göl çanağında suyun rengi f)kurak dönemde sığ alanlarda su rengi.....	256
<b>Şekil 6. 15:</b> Farklı göl yüzeyi görünümleri. ....	257
<b>Şekil 6. 16:</b> Göl tabanı 3D görünümü, B-D bakışı ((Taşdelen ve diğ. 2010) ve (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011)'dan güncellenmiştir). ....	258
<b>Şekil 6. 17:</b> Acıgöl'de göl güncel sediman alanı ve yapay havuz alanı. ....	258
<b>Şekil 7. 1:</b> Suların fiziksel özelliklerinin büyüklüklerinin mevsimsel değişimi. ....	264
<b>Şekil 7. 2:</b> Haziran 2013 dönemi suların fiziksel özelliklerinin alansal dağılımı.....	265
<b>Şekil 7. 3:</b> Suların Haziran 2013 döneminde birincil iyon derişim aralıkları. ....	268
<b>Şekil 7. 4:</b> Suların birincil iyon derişim aralıklarının zamansal değişimi.....	269
<b>Şekil 7. 5:</b> 2013 Haziran döneminde suların noktasal anyon-katyon iyon yüzdeleri. ....	270
<b>Şekil 7. 6:</b> Haziran 2013 dönemi iyon dağılımı (Ca, Mg, Na, K, HCO <sub>3</sub> ,Cl, SO <sub>4</sub> , F). ....	271
<b>Şekil 7. 7:</b> Haziran 2013 dönemi iyon dağılımı (NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , B, Ba, Br, Li, Sr). ....	272
<b>Şekil 7. 8:</b> Gölün güneyindeki yeraltı sularında a)yağışlı b)kurak dönemde iyonların ortalama meq/L derişimlerine göre toplam iyonlar içindeki % dağılımları. ....	273
<b>Şekil 7. 9:</b> Gölün güneyindeki yüzey sularında a)yağışlı dönemde Na-Ca-SO <sub>4</sub> tipli sularda b)yağışlı dönemde Mg-Ca-SO <sub>4</sub> tipli sularda c)kurak dönemde Na-Ca-SO <sub>4</sub> tipli sularda d)kurak dönemde Mg-Ca-SO <sub>4</sub> tipli sularda iyonların ortalama meq/L derişimlerine göre toplam iyonlar içindeki % dağılımları. ....	273
<b>Şekil 7. 10:</b> F <sup>-</sup> derişimi ile Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , TÇM ve K arasındaki ilişki.....	282
<b>Şekil 7. 11:</b> Gölü besleyen Kocapınar'da çamaşır yıkayan bölge halkı ve hayvancılık ağıllarının içinde açılan kuyular (Mevlüt Turan Tulumba). ....	283
<b>Şekil 7. 12:</b> Mayıs-2009 ve Haziran-2013 döneminde sulardaki Si derişimleri. ....	287
<b>Şekil 7. 13:</b> Mayıs-2009 döneminde gölün güneyindeki sürekli kaynak, derin sondaj ve Kocaçay'da a) Si ile birlikte Mg zenginleşmesi b)farklı bir Mg kaynağı olarak Mg-HCO <sub>3</sub> ilişkisi c) Redoks potansiyeli ile Si arasındaki ilişki d)Redoks potansiyeli ile Mg arasındaki ilişki.....	288
<b>Şekil 7. 14:</b> Haziran-2013 döneminde havzada Si ile birlikte Mg zenginleşmesi. ....	289
<b>Şekil 7. 15:</b> Akpınar civarında 10.06.2011 dönemindeki yağışın majör element içeriğinin meq/L derişimi ve % oranları. ....	289

<b>Şekil 7. 16:</b> Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yeraltı sularında sıcaklık-pH-Ec-Eh-ÇO ilişkisi. ....	290
<b>Şekil 7. 17:</b> Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yeraltı sularının fiziksel özelliklerinin zamansal değişimi. ....	291
<b>Şekil 7. 18:</b> Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yüzey sularında sıcaklık-pH-Ec-Eh-ÇO ilişkisi. ....	292
<b>Şekil 7. 19:</b> Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen önemli kaynakların fiziksel özelliklerinin mevsimsel değişimindeki ilişkileri. ....	292
<b>Şekil 7. 20:</b> Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yüzey sularının fiziksel özelliklerinin zamansal değişimi. ....	294
<b>Şekil 7. 21:</b> Derin sondajların iyon miktarlarının zamansal değişimi. ....	295
<b>Şekil 7. 22:</b> Sürekli kaynakların iyon miktarlarının zamansal değişimi. ....	296
<b>Şekil 7. 23:</b> E-3 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	298
<b>Şekil 7. 24:</b> S-3 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	299
<b>Şekil 7. 25:</b> S-18 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	300
<b>Şekil 7. 26:</b> S-13 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	300
<b>Şekil 7. 27:</b> Kurak dönemde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	301
<b>Şekil 7. 28:</b> Yağışlı dönemde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	302
<b>Şekil 7. 29:</b> Uzun yıllar yağışlı-kurak dönem döngüsünde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.....	303
<b>Şekil 7. 30:</b> Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Kocapınar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler. ....	304
<b>Şekil 7. 31:</b> Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Körpınar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler. ....	305
<b>Şekil 7. 32:</b> Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Söğütlüpinar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler. ....	306
<b>Şekil 7. 33:</b> Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Gemiş Pınarı'nın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler.....	307
<b>Şekil 7. 34:</b> Uzun yıllar yağışlı-kurak dönem döngüsünde fay boyunca yüzeylenen yüzey sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi. ....	308
<b>Şekil 7. 35:</b> Havzadaki suların Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler. ....	311
<b>Şekil 7. 36:</b> Gölün güneyindeki yeraltı sularının Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler. ....	313
<b>Şekil 7. 37:</b> Gölün etrafındaki suların Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler.....	313
<b>Şekil 7. 38:</b> Mevsimsel izlenen sular. ....	314



<b>Şekil 7. 39:</b> Gölün güneyindeki yeraltı sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) , (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) ve (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ve Cl <sup>-</sup> ) ilişkisi. ....	316
<b>Şekil 7. 40:</b> Gölün güneyindeki yüzey sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) , (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) ve (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ve Cl <sup>-</sup> ) ilişkisi. ....	317
<b>Şekil 7. 41:</b> Gölü besleyen suların dışındaki diğer yüzey sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) , (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) ve (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ve Cl <sup>-</sup> ) ilişkisi. ....	318
<b>Şekil 7. 42:</b> Gölü güneyindeki yeraltı sularının dışında havzadaki diğer yeraltı sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) , (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> ) ve (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ve Cl <sup>-</sup> ) ilişkisi. ....	319
<b>Şekil 7. 43:</b> Gölün güneyindeki sularda Na-sülfatların çözünümünün Na/SO <sub>4</sub> ve Na/Ca oranları a,c) yeraltı b,d) yüzey suları (Simgeler <b>Şekil 7. 39,Şekil 7. 40,Şekil 7. 41,Şekil 7. 42</b> 'deki gibidir). ....	322
<b>Şekil 7. 44:</b> Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında Ca <sub>(meq/L)</sub> /Na <sub>(meq/L)</sub> oranının pH ve Eh ile ilişkisi. ....	325
<b>Şekil 7. 45:</b> Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında Na, Cl, Ca <sub>(meq/L)</sub> derişimleri ile birlikte Ca/Na ve Na/Cl (meq/L) oranlarının redoks koşullarından etkilenmesi. ....	326
<b>Şekil 7. 46:</b> Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında Na-Ca iyon ve Ca-Na ters iyon değişimi ile ilgili oranlar. ....	327
<b>Şekil 7. 47:</b> Acıgöl'de fay boyunca yüzeyleyen yüzey sularında Ca <sub>(meq/L)</sub> /Na <sub>(meq/L)</sub> oranının pH ve Eh ile ilişkisi. ....	328
<b>Şekil 7. 48:</b> Yüzey sularında Eh değerlerine bağlı olarak değişen Ca/Na (meq/L) oranı. ....	328
<b>Şekil 7. 49:</b> Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen kaynak sularında Na-Ca iyon ve Ca-Na ters iyon değişimi ile ilgili oranlar. ....	329
<b>Şekil 7. 50:</b> Fay boyunca yüzeyleyen sularda değişen iyon derişimleri (meq/L), Na/Cl, Ca/Na (meq/L) oranlarına göre Na-Ca iyon değişimi, Ca-Na ters iyon değişimi ve CAI-1, CAI-2 indeksi. ....	331
<b>Şekil 7. 51:</b> Suların kloralkalin indeks (CAI-1) değerleri. ....	332
<b>Şekil 7. 52:</b> Fay boyunca yüzeyleyen yeraltı sularında Na/Cl, Ca/Na (meq/L) oranlarına göre Na-Ca iyon değişimi, Ca-Na ters iyon değişimi ve CAI-1, CAI-2 indeksi. ....	332
<b>Şekil 7. 53:</b> Havzadaki sularda CAI-1 indeks dağılımı. ....	333
<b>Şekil 7. 54:</b> Ca/(Ca + SO <sub>4</sub> ) oranlarına göre havzadaki suların kalsiyum kökeni a)gölün güneyindeki yeraltı suları b) gölün güneyindeki yüzey suları c)diğer yeraltı suları d)diğer yüzey suları (Simgeler <b>Şekil 7. 39,Şekil 7. 40,Şekil 7. 41,Şekil 7. 42</b> 'deki gibidir). ....	336
<b>Şekil 7. 55:</b> (Ca/SO <sub>4</sub> ) oranları a)gölün güneyindeki yeraltı suları b) gölün güneyindeki yüzey suları c)diğer yeraltı suları d)diğer yüzey suları (Simgeler <b>Şekil 7. 39,Şekil 7. 40,Şekil 7. 41,Şekil 7. 42</b> 'deki gibidir). ....	337
<b>Şekil 7. 56:</b> Artan Cl <sup>-</sup> derişimine karşın (Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> ) derişiminde iyon değişiminin değerlendirilmesi a) gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında d)diğer yeraltı sularında. ....	338
<b>Şekil 7. 57:</b> a)Gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında e)diğer yeraltı sularında dolomit	

çözünümü, $(Ca^{+2} + Mg^{+2} - SO_4^{-2})$ ve $(HCO_3^{-})$ , $(Ca^{+2} + Mg^{+2})$ ve $(HCO_3^{-})$ ilişkisi.....	340
<b>Şekil 7. 58:</b> a)gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında e)diğer yeraltı sularında katyon değişiminde serbest kalan katyonların $(Ca^{+2} + Mg^{+2} - SO_4^{-2})$ ve $(Na^{+} - Cl^{-})$ diyagramında değerlendirilmesi.....	341
<b>Şekil 7. 59:</b> a)gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında e)diğer yeraltı sularında katyon değişiminde serbest kalan katyonların $(Ca^{+2} + Mg^{+2} - SO_4^{-2} + 0,5(Na^{+} - Cl^{-}))$ ve $(HCO_3^{-} + CO_3^{-})$ diyagramında değerlendirilmesi.....	341
<b>Şekil 7. 60:</b> Gölün güneyindeki yeraltı sularınca Ca/Mg oranı.....	342
<b>Şekil 7. 61:</b> Gölün güneyindeki yüzey sularınca Ca/Mg oranı.....	343
<b>Şekil 7. 62:</b> Havzadaki diğer yüzey sularında Ca/Mg oranı.....	344
<b>Şekil 7. 63:</b> Havzadaki diğer yeraltı sularında Ca/Mg oranı.....	344
<b>Şekil 7. 64:</b> a)gölün güneyindeki yeraltı sularında b)gölün güneyindeki yüzey sularında c)diğer yeraltı sularında ve d) diğer yüzey sularında dedolomitleşme.....	345
<b>Şekil 7. 65:</b> Havzadaki diğer yüzey sularında Ca-Na iyon değişimi.....	347
<b>Şekil 7. 66:</b> Havzadaki diğer yeraltı sularında Ca-Na iyon değişimi.....	348
<b>Şekil 7. 67:</b> Sularda bazı minerallerin doygunluk indeksi dağılımı.....	350
<b>Şekil 7. 68:</b> LLNL veritabanına göre havzadaki suların Manyezit, manyetit ve muskovit doygunluğu.....	352
<b>Şekil 7. 69:</b> LLNL veritabanına göre havzadaki suların dolomit-dis doygunluğu.....	353
<b>Şekil 7. 70:</b> Suların Kümeleme diyagramı (dendrogramı).....	356
<b>Şekil 7. 71:</b> Havzadaki suların Redoks su-tipleri.....	358
<b>Şekil 7. 72:</b> Havzadaki suların su-tipleri.....	359
<b>Şekil 7. 73:</b> Yağışlı dönem suların Chadha diyagramında sınıflaması.....	361
<b>Şekil 7. 74:</b> Kurak dönem suların Chadha diyagramında sınıflaması.....	362
<b>Şekil 7. 75:</b> Mayıs 2009 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	363
<b>Şekil 7. 76:</b> Haziran 2010 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	364
<b>Şekil 7. 77:</b> Haziran-2011 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	365
<b>Şekil 7. 78:</b> Ekim 2011 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	365
<b>Şekil 7. 79:</b> Haziran 2012 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	367
<b>Şekil 7. 80:</b> Eylül 2012 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	367
<b>Şekil 7. 81:</b> Haziran 2013 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.....	368
<b>Şekil 7. 82:</b> Havzadaki fasiyes değişiminin sadeleştirilmiş görüntüsü.....	369
<b>Şekil 7. 83:</b> Havzadaki suların a) Ekim-2011 b)Haziran-2013 döneminde Schoeller'e göre içilebilirlik diyagramı.....	372
<b>Şekil 7. 84:</b> Doğal suların Toplam Sertlik, Alkalinite, Fransız Sertliği, Kalıcı Sertlik, SAR ve Magnezyum Tehlikesi mevsimsel değişimi.....	374
<b>Şekil 7. 85:</b> Doğal suların Toplam Sertlik, Alkalinite, Fransız Sertliği, Kalıcı Sertlik, SAR ve Magnezyum Tehlikesi dağılım haritası.....	375
<b>Şekil 7. 86:</b> Havzadaki suların Fransız Sertliği histogramı.....	376
<b>Şekil 7. 87:</b> Havzadaki suların sodyum etkisi ile toprağın yapısını bozma ve suyun süzülmesine olan etkisinin EC-SAR Diyagramında (Clark ve Mason 2006; Hanson ve diğ. 1999) değerlendirilmesi.....	377
<b>Şekil 7. 88:</b> Havzadaki suların a) mevsimsel b) Mayıs-2009 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği.....	378

<b>Şekil 7. 89:</b> Havzadaki suların a) Haziran-2010 b) Haziran-2011 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği. ....	379
<b>Şekil 7. 90:</b> Havzadaki suların a) Ekim-2011 b) Haziran-2012 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği. ....	379
<b>Şekil 7. 91:</b> Havzadaki suların a) Eylül-2012 b) Haziran-2013 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği. ....	380
<b>Şekil 7. 92:</b> Havzadaki suların a) mevsimsel b) Mayıs-2009 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.....	380
<b>Şekil 7. 93:</b> Havzadaki suların a) Haziran-2010 b) Haziran-2011 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.....	381
<b>Şekil 7. 94:</b> Havzadaki suların a) Ekim-2011 b) Haziran-2012 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.....	381
<b>Şekil 7. 95:</b> Havzadaki suların a) Eylül-2012 b) Haziran-2013 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.....	382
<b>Şekil 8. 1:</b> Göl yüzeyindeki örnekleme noktaları. ....	384
<b>Şekil 8. 2:</b> Göl örneklemesinde yapılan çalışmalardan görüntüler. ....	385
<b>Şekil 8. 3:</b> Acıgöl'de farklı dönemlerde ölçülen fiziksel parametrelerin değer aralıkları (Sıcaklık:°C, Ec:uS/cm, TDS (TÇM):g/L, Tuzluluk:ppt, Eh:mV, ÇO(DO):mg/L, Bulanıklık:NTU) . ....	386
<b>Şekil 8. 4:</b> Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki TÇM değişimleri.....	388
<b>Şekil 8. 5:</b> TÇM'nin alansal değişimi. ....	389
<b>Şekil 8. 6:</b> Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki sıcaklık değişimleri. ....	390
<b>Şekil 8. 7:</b> Lewis ve William (1983) termal sınıflaması ve Acıgöl'ün durumu. ....	391
<b>Şekil 8. 8:</b> Sıcaklık değerlerinin gölde alansal dağılımı. ....	391
<b>Şekil 8. 9:</b> Evaporasyona bağlı pH değişimi a)havzadaki evaporasyon, b)Acıgöl'de mevsimsel olarak evaporasyon artımı, c)sadece yağışlı dönemlerde evaporasyona, d)sadece kurak dönemlerde evaporasyon etkisinde. ....	393
<b>Şekil 8. 10:</b> pH değerlerinin gölde alansal dağılımı. ....	394
<b>Şekil 8. 11:</b> Acıgöl'de göl yüzeyi-tabanı arasında pH farkı. ....	395
<b>Şekil 8. 12:</b> Acıgöl'de göl yüzeyi-tabanı arasında ÇO farkı.....	395
<b>Şekil 8. 13:</b> a)Yağışlı dönemde oligotrofik-mezotrofik konumdaki Acıgöl'de gölde derinliğe bağlı ÇO ve sıcaklık değişimi b) kurak dönemde hiperötrofik konumdaki Acıgöl'de derinliğe bağlı olası ÇO ve sıcaklık değişimi ((Horne ve Goldman 1994; Michaud 1991; Moore 1987; Wetzel 1975)'den güncellenmiştir). ....	396
<b>Şekil 8. 14:</b> ÇO değerlerinin gölde alansal dağılımı.....	397
<b>Şekil 8. 15:</b> Tuzluluğun alansal değişimi.....	399
<b>Şekil 8. 16:</b> Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki tuzluluk değişimleri. ....	399
<b>Şekil 8. 17:</b> Redoks potansiyelinin alansal değişimi. ....	400
<b>Şekil 8. 18:</b> Gölde mevsimlere bağlı olarak alkalinite değişimi (meq/L).....	401
<b>Şekil 8. 19:</b> Gölde çözülmüş iyonların oransal dağılımı a)mg/L derişiminde b)meq/L derişiminde. ....	402
<b>Şekil 8. 20:</b> Göldeki iz element derişimlerinin (mg/L) box-plot grafiği.....	402
<b>Şekil 8. 21:</b> Göldeki majör iyon derişimlerinin (mg/L) box-plot grafiği.....	403
<b>Şekil 8. 22:</b> Acıgöl'ün bazı dönemlerdeki noktasal anyon-kasyon iyon yüzdeleri. ....	404
<b>Şekil 8. 23:</b> Acıgöl'de ortalama sodyum konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	405
<b>Şekil 8. 24:</b> Göldeki sülfat (Na <sup>+</sup> ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	406

Şekil 8. 25: Acıgöl'de ortalama potasyum konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	407
Şekil 8. 26: Göldeki potasyum ( $K^+$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	408
Şekil 8. 27: Acıgöl'de ortalama magnezyum konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	409
Şekil 8. 28: Göldeki magnezyum ( $Mg^{2+}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	409
Şekil 8. 29: Acıgöl'de ortalama kalsiyum konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	410
Şekil 8. 30: Göldeki magnezyum ( $Ca^{2+}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	411
Şekil 8. 31: Acıgöl'de ortalama klorür konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	412
Şekil 8. 32: Göldeki klorür ( $Cl^-$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	413
Şekil 8. 33: Acıgöl'de ortalama sülfat konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	414
Şekil 8. 34: Göldeki sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	415
Şekil 8. 35: Acıgöl'de ortalama bikarbonat ve karbonat konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	416
Şekil 8. 36: Göldeki bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	417
Şekil 8. 37: Göldeki karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	418
Şekil 8. 38: Acıgöl'de ortalama florür konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	419
Şekil 8. 39: Florürün gölde alansal dağılımı. ....	419
Şekil 8. 40: Acıgöl'de ortalama $Li^+$ konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	420
Şekil 8. 41: Göldeki $Li^+$ konsantrasyonunun alansal dağılımı. ....	420
Şekil 8. 42: Bor ( $B^{+3}$ ) derişiminin gölde alansal dağılımı. ....	421
Şekil 8. 43: Stronsiyumun gölde alansal dağılımı. ....	422
Şekil 8. 44: Acıgöl'de ortalama bromür konsantrasyonunun zamansal değişimi. ....	423
Şekil 8. 45: Bromür derişiminin gölde alansal dağılımı. ....	424
Şekil 8. 46: Gölde farklı dönemlerde demir derişim aralıkları. ....	425
Şekil 8. 47: Gölü besleyen kaynaklara göre göldeki iyon zenginleşmesinde kullanılan su noktaları. ....	428
Şekil 8. 48: Her bir iyon için gölü besleyen sulara göre göldeki iyon zenginleşmesi. ....	429
Şekil 8. 49: Gölün, güneyindeki yüzey ve yeraltı sularına göre zenginleşmesinde suların Eh ve pH etkisi. ....	430
Şekil 8. 50: Acıgöl'ün farklı dönemlerdeki redoks su-tipi. ....	432
Şekil 8. 51: Göl ve gölü besleyen kaynak, derin sondajların Eugster ve Hardie (1978) tuzlu su sınıflama şemasındaki konumları. ....	433
Şekil 8. 52: Göl sularının Chadha (1999) diyagramında sınıflaması. ....	434
Şekil 8. 53: Doğal suların göle karışmalarına kadar geçen süreçte kimyasal fasiyes değişimi. ....	435
Şekil 8. 54: Havzadaki suların ( $Na + K - Mg - Ca$ ) ve ( $Cl + SO_4 - HCO_3 - Si$ ) (Stallard ve Edmond 1981) üçgen diyagramlarındaki konumları. ....	435
Şekil 8. 55: Göl suyunun Piper diyagramındaki konumu. ....	436
Şekil 8. 56: Langelier ve Ludwig (1942) grafiği. ....	437
Şekil 8. 57: Acıgöl'de iyonlaşma gücü zamansal değişimi. ....	438
Şekil 8. 58: Gibbs (1970) diyagramı; göl ve havzadaki suların kimyasını denetleyen temel bileşenler. ....	439
Şekil 8. 59: Gibbs (1970) diyagramı; yağışlı-kurak dönem değişiminde göl ve havzadaki suların kimyasını denetleyen temel bileşenlerin mevsimsel değişimi. ....	441
Şekil 8. 60: Göl kimyasını etkileyen olası olaylara ait diyagramlar. ....	442

<b>Şekil 8. 61:</b> Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde suların değişen redoks koşulları ile birlikte a) iyon derişimlerdeki b)çözünmüş madde miktarındaki değişim c)göl tabanında iletkenlik ile Na/Cl arasındaki ilişki.....	445
<b>Şekil 8. 62:</b> Brine kökeni ve karakteri (Boschetti (2011), Hounslow (1995)'ten güncellemiştir).....	448
<b>Şekil 8. 63:</b> Acıgöl'de TÇM- $mNa^+/mCl^-$ grafiğinde brine kökeninde halit çözünürlüğü etkisi. ....	449
<b>Şekil 8. 64:</b> Ca/Mg-Ca/Sr molar oran grafiğı (Boschetti, De Felice, ve diğ. 2013; Boschetti, Manzi, ve diğ. 2013). ....	449
<b>Şekil 8. 65:</b> Gölde Cl/SO <sub>4</sub> ve SO <sub>4</sub> /Cl oranlarının zamansal değişimi.....	451
<b>Şekil 8. 66:</b> İzlenen dönemlerde a) gölde ve havuzlar birlikte b)sadece gölde Na ve Cl (mol/L) iyon derişiminin artmasına bağılı olarak Halit doygunluğunun artması. ....	452
<b>Şekil 8. 67:</b> Acıgöl'de Na/Cl (molar) oranının a)değer aralıklarının b)ortalamasının zamansal değişimi. ....	453
<b>Şekil 8. 68:</b> İzlenen dönemlerde gölde ortalama Na/Cl oranı ve ortalama Halit doygunluk indeksinin birlikte değişimi. ....	453
<b>Şekil 8. 69:</b> Acıgöl'de Na/Cl (molar) oranı ile Halit Doygunluğu arasındaki ilişki a) Haz-2011 döneminde b)Haz-2011 dönemi dışındaki tüm dönemlerde c)Ekim-2011 döneminde d)Haziran-2013 döneminde. ....	454
<b>Şekil 8. 70:</b> Acıgöl'de Mg/Ca (molar) oranının a) değer aralıklarının b)ortalamasının zamansal değişimi. ....	454
<b>Şekil 8. 71:</b> Pitzer modeline göre gölün mineral doygunluğu. ....	456
<b>Şekil 8. 72:</b> Pitzer modeline göre Ca içerikli mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi. ....	457
<b>Şekil 8. 73:</b> Pitzer modeline göre Mg-karbonat mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi. ....	457
<b>Şekil 8. 74:</b> LLNL modeline göre gölün mineral doygunluğu. ....	458
<b>Şekil 8. 75:</b> LLNL modeline göre Fe(OH) <sub>3</sub> , Gibsit ve Hematit mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi. ....	458
<b>Şekil 8. 76:</b> LLNL modeline göre Hidromanyezit, Manyetit ve Monohidrokalzit mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi. ....	459
<b>Şekil 8. 77:</b> Gölün farklı dönemlerde dolomit doygunluğu. ....	460
<b>Şekil 8. 78:</b> Gölün farklı dönemlerde manyezit doygunluğu. ....	460
<b>Şekil 8. 79:</b> Gölün farklı dönemlerde barit doygunluğu. ....	461
<b>Şekil 8. 80:</b> Ekim 2011 döneminde gölde florit mineralinin doygunluğu. ....	461
<b>Şekil 8. 81:</b> Gölün farklı dönemlerde hematit doygunluğu. ....	461
<b>Şekil 8. 82:</b> Pitzer ve LLNL modellerine göre gölde CO <sub>2</sub> doygunluğu. ....	462
<b>Şekil 8. 83:</b> Acıgöl'ün ortalama majör iyon içeriğı zamansal değişimi (meq/L). ....	464
<b>Şekil 8. 84:</b> Acıgöl'ün molar iyon derişim oranlarının zamansal değişimi.....	465
<b>Şekil 8. 85:</b> Acıgöl'ün Eugster ve Hardie (1978) tuzlu su sınıflama şemasındaki konumlarının zamansal değişimi. ....	465
<b>Şekil 9. 1:</b> TÇM'ye bağılı evaporasyon oranı. ....	467
<b>Şekil 9. 2:</b> Göl ve gölü çevreleyen sularda evaporatif konsantrasyon etkisinde bazı mineral doygunluk indeksleri.....	468
<b>Şekil 9. 3:</b> Gölde evaporatif konsantrasyona bağılı mineral doygunluk değişimi (Cl <sup>-</sup> derişimi-SI-mineral). ....	469
<b>Şekil 9. 4:</b> Evaporatif konsantrasyonla değişen majör iyon derişimleri. ....	470
<b>Şekil 9. 5:</b> Evaporasyonla değişen iz element miktarları. ....	471

<b>Şekil 9. 6:</b> Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde evaporatif konsantrasyon etkisinde iyon miktarlarında değişim (Ca-Mg-Na-K). .....	471
<b>Şekil 9. 7:</b> Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde evaporatif konsantrasyon etkisinde majör iyon miktarlarında değişim (Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Li). .....	472
<b>Şekil 9. 8:</b> Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde molar derişim oranları değişimi. ....	472
<b>Şekil 9. 9:</b> Evaporasyon oranı ve konsantrasyon faktörü değişimi.....	473
<b>Şekil 9. 10:</b> Evaporasyonla birlikte iyonların molar (mol/L) değişimleri (Haziran-2012 C5 Örneği). ....	475
<b>Şekil 9. 11:</b> Evaporasyonla birlikte iyonların molal derişim oranları (Haziran-2012 C5 Örneği). ....	477
<b>Şekil 9. 12:</b> Evaporasyonla birlikte mineral doygunluğu (Haziran-2012 C5 Örneği). ....	478
<b>Şekil 9. 13:</b> Örnekleme sıcaklığında ve 35°C’de Evaporasyonla birlikte iyonların molal derişim oranlarındaki değişim (Haziran-2012 C5 Örneği). ...	482
<b>Şekil 9. 14:</b> Sıcaklığın artmasına bağlı olarak jips ve halit mineraline doygunluğa ulaşmak için gerekli olan evaporatif oranların değişimi. ....	482
<b>Şekil 9. 15:</b> Örnekleme sıcaklığında ve 35°C’de evaporasyonla birlikte iyonların molar (mol/L) değişimleri (Haziran-2012 C5 Örneği). ....	484
<b>Şekil 9. 16:</b> Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncı ile dengenin gözlemlendiği durumda iyonların molal derişim oranları (Haziran-2012 C5 Örneği). ....	487
<b>Şekil 9. 17:</b> Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi. ....	490
<b>Şekil 9. 18:</b> Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişinde iyonların molal derişim oranları. ....	490
<b>Şekil 9. 19:</b> Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla denge olması durumunda evaporasyonunda manyezit çökelişi. ....	491
<b>Şekil 9. 20:</b> 35°C’de Gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi. ....	491
<b>Şekil 9. 21:</b> 35°C’de gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişinde iyonların molal derişim oranları. ....	492
<b>Şekil 9. 22:</b> Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi. ....	493
<b>Şekil 9. 23:</b> Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla denge olması durumunda evaporasyonunda manyezit çökelişi. ....	493
<b>Şekil 9. 24:</b> Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişinde iyonların molal derişim oranları. ....	494
<b>Şekil 9. 25:</b> Gölün kurak dönemde 35°C’de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi. ....	495
<b>Şekil 9. 26:</b> Gölün kurak dönemde 35°C’de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişinde iyonların molal derişim oranları. ....	495
<b>Şekil 9. 27:</b> Gölün soğuk dönemde 5°C’de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi. ....	496
<b>Şekil 9. 28:</b> Yağışlı dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu. ....	498

<b>Şekil 9. 29:</b> Yağışlı Dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltilerdeki mineral derişimleri (mol).....	499
<b>Şekil 9. 30:</b> Yağışlı Dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltilerde her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol). ....	499
<b>Şekil 9. 31:</b> Yağışlı dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu. ....	500
<b>Şekil 9. 32:</b> Yağışlı Dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltilerdeki mineral derişimleri (mol). ....	501
<b>Şekil 9. 33:</b> Yağışlı Dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltilerde her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol). ....	501
<b>Şekil 9. 34:</b> Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.....	502
<b>Şekil 9. 35:</b> Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltilerdeki mineral derişimleri (mol).....	503
<b>Şekil 9. 36:</b> Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltilerde her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol). ....	503
<b>Şekil 9. 37:</b> Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu. ....	504
<b>Şekil 9. 38:</b> Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltilerdeki mineral derişimleri (mol). ....	505
<b>Şekil 9. 39:</b> Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltilerde her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol). ....	505
<b>Şekil 9. 40:</b> Soğuk dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.....	506
<b>Şekil 9. 41:</b> Soğuk dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltilerdeki mineral derişimleri (mol).....	507
<b>Şekil 9. 42:</b> Kurak dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltilerde her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol). ....	508
<b>Şekil 9. 43:</b> Bazı minerallerin çözünürlükleri üzerinde sıcaklığın etkisi (Deocampo ve Jones 2014; Last 1999). ....	509
<b>Şekil 9. 44:</b> Yağışlı ve kurak dönemde gölün evaporasyonunda mineral çökelim sırası. ....	510
<b>Şekil 9. 45:</b> Soğuk dönemde gölün evaporasyonunda mineral çökelim sırası. ....	511
<b>Şekil 9. 46:</b> Gölün doğal evaporasyon evriminde farklı evaporasyon oranları olarak kabul edilen bileşenler.....	516
<b>Şekil 9. 47:</b> Gölün farklı evaporatif oranlarında majör iyon bileşenlerinin değişimi. ....	518
<b>Şekil 9. 48:</b> Gölün doğal evaporatif evriminde mCl <sup>-</sup> derişimine bağlı iyon derişimleri.....	518

<b>Şekil 9. 49:</b> Gölün doğal evaporsiyonunda molal iyon derişim oranlarının değişimi. ....	519
<b>Şekil 9. 50:</b> Gölün doğal evaporasyonunda bazı mineral doygunluklarının değişimi (evaporasyon oranları C4, D4 ve üretim havuzlarına göre üretilmiştir). ....	520
<b>Şekil 9. 51:</b> Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evriminin Drever (1997) modelinde değerlendirilmesi. ....	520
<b>Şekil 9. 52:</b> Göl, gölü besleyen kaynaklar ve ilksel suların kimyasal evrimi. ....	522
<b>Şekil 9. 53:</b> Havzada ilksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan doğal döngüsünün Ca-Spencer Üçgeni'ndeki ( $Ca^{2+}$ - $SO_4^{2-}$ - $HCO_3^-$ sistemindeki) durumu. ....	522
<b>Şekil 9. 54:</b> Havzada ilksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan doğal döngüsünün Mg-Spencer Üçgeni'ndeki ( $Mg^{2+}$ - $SO_4^{2-}$ - $HCO_3^-$ sistemindeki) durumu. ....	524
<b>Şekil 9. 55:</b> İlksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan süreçte Ca/Mg oranı değişimi (meq/L). ....	524
<b>Şekil 9. 56:</b> İlksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan süreçte Mg/Ca, Mg/SO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> /CO <sub>3</sub> oranı değişimi (meq/L). ....	525
<b>Şekil 9. 57:</b> Basitleştirilmiş sodyum sülfat ve tuz üretimi aşaması (havuzların dağılımı semboliktir). ....	525
<b>Şekil 10. 1:</b> Acıgöl'deki sularda çözünmüş sülfattaki sülfür izotop ( $\delta^{34}S_{SO_4}$ ) dağılımı. ....	529
<b>Şekil 10. 2:</b> Acıgöl'deki sularda çözünmüş sülfattaki oksijen izotopu ( $\delta^{18}O_{SO_4}$ ) dağılımı. ....	529
<b>Şekil 10. 3:</b> Mayer (2005) ve Miljevic ve diğ. (2013)'e göre Acıgöl'ü besleyen kaynaklarda çözünmüş sülfat $\delta^{34}S$ - $\delta^{18}O$ değerlerine göre köken tanımı. ....	529
<b>Şekil 10. 4:</b> Mayer (2005) ve Miljevic ve diğ. (2013)'e göre Acıgöl göl suyunda çözünmüş sülfat $\delta^{34}S$ - $\delta^{18}O$ değerlerine göre köken tanımı. ....	531
<b>Şekil 10. 5:</b> Acıgöl'de göl suyu ve kaynaklardaki çözünen sülfatın kaynağı Clark ve Fritz (1997)'e göre. ....	531
<b>Şekil 10. 6:</b> Göl, kaynak ve sondajlarda SO <sub>4</sub> /Cl (mg/L) oranı - $\delta^{34}S$ ilişkisi (Kirste ve diğ. (2003)'ten Acıgöl Havzası'na uyarlanmıştır). ....	533
<b>Şekil 10. 7:</b> Eckardt ve Spiro (1999)'a göre Cl/SO <sub>4(meq/l)</sub> molar derişim oranlarına göre Acıgöl'deki sularda çözünmüş sülfatın kaynağı. ....	534
<b>Şekil 10. 8:</b> Cl/SO <sub>4(meq/l)</sub> molar derişim oranları ve sülfür izotop değerlerinin birlikte kullanılarak Acıgöl'deki sularda çözünmüş sülfatın kaynağı (Eckardt ve Spiro (1999)'dan uyarlanmıştır). ....	534
<b>Şekil 10. 9:</b> [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]-( $^{34}S$ ) ve [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]-( $^{18}O$ ) ilişkisine göre göl (b,d) ve kaynaklardaki (a,c) çözünmüş sülfatın kökeni. ....	536
<b>Şekil 10. 10:</b> (a) Kaynak ve (b) göl sularındaki sülfür ( $^{34}S$ ) ile oksijen izotopları ( $^{18}O$ ) arasındaki ilişki. ....	536
<b>Şekil 10. 11:</b> (a) Tuz ve sülfat üretim havuzlarında (b) kaynak c)göl sularındaki sülfür ( $^{34}S$ ) izotopları ile iletkenlik arasındaki ilişki d)üretim havuzlarında iletkenlikle birlikte Cl/SO <sub>4</sub> oranı değişimi. ....	536
<b>Şekil 10. 12:</b> Doğal oksijen izotop ( $\delta^{18}O$ ) rezarvuarlarına göre (Rollinson 1993) Acıgöl'de göl ve kaynak sularının oksijen ( $\delta^{18}O$ ) izotop durumu. ..	539
<b>Şekil 10. 13:</b> Doğal döteryum ( $\delta^2H$ ) izotopu rezarvuarlarına göre (Rollinson 1993) Acıgöl'de göl ve kaynak sularının döteryum ( $\delta^2H$ ) izotopu durumu. ....	539



<b>Şekil 10. 14:</b> Acıgöl'deki sulara mevsimsel ortalama $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin zamansal değişimi. ....	541
<b>Şekil 10. 15:</b> Acıgöl'deki sulara mevsimsel ortalama $\delta^2\text{H}$ değerlerinin zamansal değişimi. ....	541
<b>Şekil 10. 16:</b> Göldeki bazı kaynaklarda $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde meydana gelen mevsimsel değişim. ....	542
<b>Şekil 10. 17:</b> Göldeki bazı kaynaklarda $\delta^2\text{H}$ izotop değerlerinde meydana gelen mevsimsel değişim. ....	542
<b>Şekil 10. 18:</b> Yırce Pınarı'nın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ izotop oranlarıyla ilişkisi. ....	543
<b>Şekil 10. 19:</b> Kocapınar'ın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ izotop oranlarıyla ilişkisi. ....	544
<b>Şekil 10. 20:</b> Gemiş Pınarı'nın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ izotop oranlarıyla ilişkisi. ....	544
<b>Şekil 10. 21:</b> Haziran 2013 döneminde gölün güneyindeki kaynaklarda yükseklik - $\delta^2\text{H}$ ve yükseklik - $\delta^{18}\text{O}$ ilişkisi. ....	545
<b>Şekil 10. 22:</b> Haziran 2013 döneminde kaynaklarda yükseklik - $\delta^2\text{H}$ ve yükseklik - $\delta^{18}\text{O}$ ilişkisi. ....	548
<b>Şekil 10. 23:</b> Haziran 2013 döneminde en uygun doğru yöntemine göre kaynaklarda yükseklik - $\delta^{18}\text{O}$ ve yükseklik - $\delta^2\text{H}$ ilişkisi. ....	550
<b>Şekil 10. 24:</b> Yükseklik izotop ilişkisi verilerine göre gölün güneyindeki kaynakların genel beslenme alanı yüksekliklerinin (1300-1500m) görünümü (Google Earth üzerinde).....	552
<b>Şekil 10. 25:</b> Acıgöl'deki farklı kaynakların izotop özelliklerinin, fiziko-kimyasal süreçlerin su bileşimi üzerinde etkisi diyagramında (Güleç ve Mutlu 2003; Hoefs 2008, 2009; Rollinson 1993; Taylor 1974) gösterimi. ....	553
<b>Şekil 10. 26:</b> Gölde yağışlı ve kurak dönemde $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ izotop bileşimlerine göre buharlaşma doğrusunun değişimi. ....	554
<b>Şekil 10. 27:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Haziran 2013 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası. ....	556
<b>Şekil 10. 28:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Haziran 2013 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar. ....	556
<b>Şekil 10. 29:</b> Haziran-2013 izotop verilerine göre Acıgöl'ün beslenimi (ölçeksiz). ....	557
<b>Şekil 10. 30:</b> Haziran 2013 döneminde kıyı-göl hattında izotop zenginleşmesi. ....	557
<b>Şekil 10. 31:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Haziran 2012 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası. ....	558
<b>Şekil 10. 32:</b> : $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Haziran 2012 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar. ....	559
<b>Şekil 10. 33:</b> Kurak ortamlarda yeraltı suyu besleniminin izotopik etkileri (Gat 1988). ....	559
<b>Şekil 10. 34:</b> Haziran 2012 izotop verilerine göre Acıgöl'ün beslenimi (ölçeksiz). ....	560
<b>Şekil 10. 35:</b> Haziran 2012 döneminde kıyı-göl hattında izotop zenginleşmesi. ....	560

<b>Şekil 10. 36:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Eylül 2012 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası. ....	561
<b>Şekil 10. 37:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Eylül 2012 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.....	561
<b>Şekil 10. 38:</b> Eylül 2012 döneminde kıyı-göl hattında izotop zenginleşmesi. ....	562
<b>Şekil 10. 39:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Ekim 2011 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası. ....	563
<b>Şekil 10. 40:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde Ekim 2011 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.....	563
<b>Şekil 10. 41:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde gölün güneyindeki kaynak ve sondajların konumunun zamansal değişimi. ....	564
<b>Şekil 10. 42:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde gölün kuzeyindeki kaynak ve sondajların konumunun zamansal değişimi. ....	565
<b>Şekil 10. 43:</b> $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ grafiğinde derin sondajların konumunun zamansal değişimi. ....	565
<b>Şekil 10. 44:</b> Farklı dönemlerde suların beslenme birliktelikleri. ....	566
<b>Şekil 10. 45:</b> Acıgöl'de Haziran-2013 dönemi a) $\delta^{18}\text{O}$ ve b) $\delta^2\text{H}$ dağılımı. ....	568
<b>Şekil 10. 46:</b> Acıgöl'de Haziran-2012 dönemi a) $\delta^{18}\text{O}$ ve b) $\delta^2\text{H}$ dağılımı. ....	569
<b>Şekil 10. 47:</b> Acıgöl'de Eylül-2012 dönemi a) $\delta^{18}\text{O}$ ve b) $\delta^2\text{H}$ dağılımı. ....	570
<b>Şekil 10. 48:</b> Acıgöl'de Ekim-2011 dönemi a) $\delta^{18}\text{O}$ ve b) $\delta^2\text{H}$ dağılımı. ....	571
<b>Şekil 10. 49:</b> Acıgöl'de tuzluluğa bağlı (a,b) ve toplam çözünmüş madde miktarına (c,d) bağlı $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ izotop değişimi. ....	572
<b>Şekil 10. 50:</b> Toplam çözünmüş madde (a), tuzluluk (b) bağlı olarak göl ve kaynaklardaki $^{18}\text{O}$ izotopunun zamansal değişimi. ....	573
<b>Şekil 10. 51:</b> Toplam çözünmüş iyon Cl (a), $\text{SO}_4$ (b), Na (c), Ca (d), Br (e), $\text{HCO}_3$ (f) miktarına bağlı olarak göl ve kaynaklardaki $^{18}\text{O}$ izotopunun zamansal değişimi (devam).....	574
<b>Şekil 10. 52:</b> Farklı tuzlanma olaylarında tuzluluk – $^{18}\text{O}$ izotop değişimi grafiğinde (Gat 2010) Acıgöl'deki göl suyunun durumu.....	575
<b>Şekil 11. 1:</b> CHRIS/Proba Algılama Geometrisi (Cutter 2008; Guanter ve diğ. 2005b).....	578
<b>Şekil 11. 2:</b> Su kaplı alanların belirlenmesinde uygulanan iş adımları. ....	580
<b>Şekil 11. 3:</b> Göl değişimlerinin incelendiği 17.09.2011, 18.06.2012 ve 19.06.2012 tarihli Chris-Proba çerçevelerin farklı açılı (FZA) görüntüleri. ....	581
<b>Şekil 11. 4:</b> Gürültü giderimi işlemi yapılmış görüntü örneği. ....	582
<b>Şekil 11. 5:</b> Atmosferik düzeltme sonrası farklı litolojilerin spektral eğrilerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği test (Pin) noktaları. ....	583
<b>Şekil 11. 6:</b> Atmosferik düzeltme öncesi gürültü etkisi görüntüde farklı litolojilerin radyans eğrileri. ....	584
<b>Şekil 11. 7:</b> Atmosferik düzeltme sonrası gürültü etkisi görüntüde farklı litolojilerin yansıtım eğrileri.....	584
<b>Şekil 11. 8:</b> Geometrik düzeltme öncesi ve sonrası görüntü örneği. ....	584
<b>Şekil 11. 9:</b> 18-19.06.2012 tarihli Chris-Proba verilerinden oluşturulan mozaik görüntüler.RGB: (9, 8, 7). ....	585
<b>Şekil 11. 10:</b> Farklı arazi örtüsü bileşenlerinin CHRIS/Proba uydu görüntüsünden elde edilen spektral kütüphanesi. ....	586
<b>Şekil 11. 11:</b> Eylül 2011 ve Haziran 2012 suyla kaplı alanlar.....	589

<b>Şekil 11. 12:</b> Yağışlı-kurak (Karaman, Uca Avcı, Budakoglu, ve diğ. 2011), kurak-yağışlı dönem geçişlerinde göl alanı değişimi.....	591
<b>Şekil 12. 1:</b> Saf suyun 380-728nm arası dalga boylarındaki absorpsiyon ( $a_w$ : $m^{-1}$ ) katsayısı (Pope ve Fry 1997).....	593
<b>Şekil 12. 2:</b> Saf suyun 300-800 nm arası dalga boylarındaki absorpsiyon ( $a_w$ : $m^{-1}$ ) katsayısı, saçılım katsayısı ( $b$ : $m^{-1}$ ), sıcaklık nedeniyle emilim artımı ( $A_w$ : $m^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) (Buiteveld ve diğ. 1994). ....	593
<b>Şekil 12. 3:</b> Saf suyun tuzluluğa bağlı hiperspektral emilim spektrumu (Sullivan ve diğ. 2006).....	594
<b>Şekil 12. 4:</b> 18.06.2012 tarihli CHRIS/Proba görüntüsü ve göl yüzeyinde tuzluluğun yersel izlendiği gözlem noktaları. ....	596
<b>Şekil 12. 5:</b> CHRIS/Proba Uydu görüntüsünden göl tuzluluğunun belirlenmesinde yöntem. ....	597
<b>Şekil 12. 6:</b> Gray-Level dönüşümleri (Masters ve diğ. 2009). ....	600
<b>Şekil 12. 7:</b> CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumları.....	601
<b>Şekil 12. 8:</b> a)Fitoplanktonların klorofil-a spesifik emilim katsayıları (Bricaud ve diğ. 1995) b)Acıgöl'deki derinliğe bağlı olarak reflektanstaki azalma (Budakoğlu ve diğ. 2014) c)saf su emilim spektrumu ( $a_w$ ) (Pope ve Fry 1997). ....	602
<b>Şekil 12. 9:</b> CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde a)reflektans ve b)absorpsiyon ile tuzluluk arasındaki ilişki. ....	603
<b>Şekil 12. 10:</b> CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde W2 ve W16 bandındaki a)absorpsiyon ve b)reflektans ile tuzluluk arasındaki korelasyon. ...	603
<b>Şekil 12. 11:</b> Göl su kolonundaki bazı temel bileşenlerin göle spektrumunu etkilediği genel bölgeler. ....	604
<b>Şekil 12. 12:</b> CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumlarının doğal logaritmik dönüşümü. ....	604
<b>Şekil 12. 13:</b> CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumlarının üstel fonksiyon dönüşümü. ....	605
<b>Şekil 12. 14:</b> Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranları ile hesaplanmış tuzluluk ile yersel tuzluluk arasındaki ilişki. ....	606
<b>Şekil 12. 15:</b> Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı-tuzluluk korelasyon matrisi. ....	607
<b>Şekil 12. 16:</b> Uydu görüntüsü spektrumlarının gray-Level dönüşümünde optimal bant oranlarıyla elde edilen tuzluluk dağılımı. ....	608
<b>Şekil 12. 17:</b> Normalize edilmiş göl tuzluluk indisi ile hesaplanan tuzluluk- yersel tuzluluk verileri arasındaki ilişki.....	610
<b>Şekil 12. 18:</b> Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal normalize edilmiş tuzluluk indisi-korelasyon matrisi.....	611
<b>Şekil 12. 19:</b> Uydu görüntüsünde normalize edilmiş göl tuzluluk indisi $NDLSI = \frac{[R_{w15} - R_{w3}]}{[R_{w15} + R_{w3}]}$ ile elde edilen tuzluluk dağılımı.....	611
<b>Şekil 13. 1:</b> 08.08.2013 tarihli Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntüsünde doğal renkli bant kombinasyonunda (RGB:432) Acıgöl ve güncel sediman alanı. ....	615
<b>Şekil 13. 2:</b> Evaporitleşme-çözünme döngüsünün belirlenmesinde yöntem. ....	615
<b>Şekil 13. 3:</b> Göl yüzeyindeki farklı arazi örtülerinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası spektral eğrilerindeki değişim. ....	616
<b>Şekil 13. 4:</b> Güncel sediman alanı ve Güncel evaporitleşme bölgesi. ....	617

<b>Şekil 13. 5:</b> Acıgöl’de yağışlı dönemden kurak döneme geçişte farklı tarihli Landsat- 8 OLI görüntülerinde su kaplı alanlarla birlikte (mavi renkli) güncel sediman alanı ve kıyılardaki vejetasyon (kırmızı renkli) (RGB:543).....	618
<b>Şekil 13. 6:</b> Gölde belirlenen evaporit minerallerinin USGS tarafından sağlanan 400-2500 nm aralığındaki (Kokaly ve diğ. 2017) spektral eğrilerinin Landsat-8 OLI bantları ile birlikte görünümü. ....	620
<b>Şekil 13. 7:</b> Gölde belirlenen evaporit minerallerinin USGS tarafından sağlanan 400-2500 nm aralığındaki (Kokaly ve diğ. 2017) spektral eğrilerinin Landsat-8 OLI bantlarına göre yeniden örneklemeyle elde edilen spektral eğrileri.....	620
<b>Şekil 13. 8:</b> Uydu görüntülerindeki piksellerin spektralleri ile evaporitlerin spektrallerinin 2. ve 5. bantlardaki benzerliğinin 2 boyutlu dağılım grafiğinde basitleştirilmiş görünümü. ....	621
<b>Şekil 13. 9:</b> 07.07.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları. ....	622
<b>Şekil 13. 10:</b> 08.08.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.....	623
<b>Şekil 13. 11:</b> 27.10.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.....	624
<b>Şekil 13. 12:</b> 12.11.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.....	625
<b>Şekil 13. 13:</b> SAM=0.10, 0.15, 0.20 değerleri için yağışlı-kurak dönem geçişinde evaporitleşme-çözünme döngüsünü. ....	627
<b>Şekil 13. 14:</b> USGS (Kokaly ve diğ. 2017) Halit minerali ile Tenardit HS450.3B ve GDS146 spektral eğrilerinin benzerliği.....	629
<b>Şekil 14. 1:</b> Acıgöl Havzası’nda açılan derin karotlar.....	631
<b>Şekil 14. 2:</b> Gölde DSİ sondajları ile birlikte Helvacı ve diğ. (2013) tarafından belirlenmiş jips seviyeleri.....	631
<b>Şekil 14. 3:</b> Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından belirlenen, Helvacı ve diğ. (2013)’e göre evaporitik sedimantasyonun kaynağı Kaleboğazi formasyonundaki Triyas Jipsleri ile birlikte, gölün güney ve kuzeyinde muhtemel örtülü jipsli dolomitik karbonatların dağılımının yüzeyde iz düşümü. ....	633
<b>Şekil C. 1:</b> a,b) Değirmendere üzerine baraj yapıldıktan sonra kuruyan eski dere yatağı; c,d) Barajın mansabından görünüm; e,f) Kurugöl Kanalı’nın Acıgöl’e bağlandığı bölge; g,h) Havaalanı civarında bulunan başka direnaj sisteminin Acıgöl’e bağlantısı.....	698
<b>Şekil C. 2:</b> Gemiş çevresindeki yüzeysel akışların Acıgöl’e iletildiği kanallar. ..	699
<b>Şekil C. 3:</b> a)Yukarı Yenice Köyü ve b)Yüreğil civarındaki drenaj kanalları. ...	699
<b>Şekil C. 4:</b> Başmakçın'ın D-KD'sunda açılmış sel kapanları.....	699
<b>Şekil C. 5:</b> Gölün kuzeyinde yağış sularının direne edilmesi için yapılmış menfezler ve direne edilen yerde gelişen vejetasyon. ....	700
<b>Şekil C. 6:</b> Çardak'ın K-KD'sunda açılmış sel önleme hendekleri. ....	700
<b>Şekil C. 7:</b> Gölün güneyinde Yandağ’a kuzeyden bakıldığında, alüvyonla sonlanan derin drenaj akıntılarının biriktirdiği konilerde döküntülerin genel görünümü.....	701
<b>Şekil C. 8:</b> Kocaçay (Değirmendere)’in a,b)Yaka Beldesi’nin güney batısından gölü beslediği Mayıs-2009 yağışlı dönemdeki c,d) Kocaçay’ın göle giriş yaptığı Başmakçı-Akpınar yolunun kenarında Haziran 2012	

kurak dönemdeki görünümü, e) Çiftlik Köyü Çarşak Deresi, f)Yukarı Yenice Köyü.....	702
<b>Şekil C. 9:</b> Doğal Göller ve Göletler. ....	705
<b>Şekil C. 10:</b> Mevsimsel Maymundağı Kaynağı ve göle uzak konumdaki kaynaklar. ....	706
<b>Şekil C. 11:</b> Gölün güneyinde ve gölü besleyen sürekli kaynaklar. ....	707
<b>Şekil C. 12:</b> Gölün güneyinde ve gölü besleyen sürekli kaynaklar-2.....	708
<b>Şekil C. 13:</b> Havza içindeki çeşmeler.....	709
<b>Şekil C. 14:</b> Doğrudan gölü besleyen derin sondajlar. ....	711
<b>Şekil C. 15:</b> Gölden uzak konumda farklı litolojik birimlerdeki derin sondajlar.....	713
<b>Şekil C. 16:</b> Sulama ve kullanım amaçlı sığ sondajlar. ....	714
<b>Şekil C. 17:</b> a)Akpınar kaynağı b)Sarıkavak Çeşme c)Körpınar d)S-18 sondajı e,f) göl suyunun, fiziksel özelliklerinin yerinde ölçülmesi.....	715
<b>Şekil C. 18:</b> Suların arazide örneklenmesi a)kaynaklarda c)derin kuyularda d)sığ kuyularda e,f,g) göl yüzeyinde, arazide laboratuvar çalışması b)Alkim laboratuvarında süzme asitleme vb. işlemler. ....	716
<b>Şekil C. 19:</b> Suların kalsit, aragonit ve dolomit doygunluk indeksleri.....	726
<b>Şekil C. 20:</b> Suların hematit, götit ve Fe(OH) <sub>3</sub> (a) doygunluk indeksleri.....	726
<b>Şekil C. 21:</b> Suların Ca-Montmorillonit, illite, Kaolinit, K-mika, K-feldispat doygunluk indeksleri. ....	727
<b>Şekil C. 22:</b> Suların gipsit doygunluk indeksi. ....	727
<b>Şekil C. 23:</b> Suların barit doygunluk indeksi. ....	728
<b>Şekil C. 24:</b> Suların kuvars ve kalsedon doygunluk indeksleri. ....	728
<b>Şekil C. 25:</b> SiO <sub>2</sub> / (Na+K-Cl) ilişkisin göre suların köken kayacı (5:Katyon Değişimi, 6:Albit Bozunumu, 7:Ferromagnezyen mineraller).....	734
<b>Şekil C. 26:</b> Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca) ilişkisin göre suların köken kayacı (8:Plajiyoklaz bozunumu ihtimali, 9: Plajiyoklaz bozunumu ihtimalsiz).....	735
<b>Şekil C. 27:</b> Na/(Na+Cl) ilişkisin göre suların köken kayacı (10: Halit'ten farklı albit gibi sodyum kaynağı, iyon değ. 11: Halit Çözeltisi, 12: Yumuşama (Ters),13:Analiz hatası, 14:Yağmur). ....	736
<b>Şekil C. 28:</b> Mg/(Ca+Mg) ilişkisin göre suların köken kayacı (15:Dolomit Bozunumu, 16:Kireçtaşı dolomit bozunumu, 17:Dolomit Çözünmesi, kalsit çökelişi). ....	737
<b>Şekil C. 29:</b> Ca/(Ca+SO <sub>4</sub> ) ilişkisin göre suların köken kayacı (20:Jips Çözünmesi, 22:kalsiyum uzaklaşması, iyon değişimi, 23:jipsten farklı karbonat kaynağı). ....	738
<b>Şekil C. 30:</b> TÇM miktarına göre suların köken kayacı (24:karbonat bozunumu, 25:silikat bozunumu).....	739
<b>Şekil C. 31:</b> HCO <sub>3</sub> /Toplam Anyon ilişkisin göre suların köken kayacı (29:Silikat veya karbonat bozunumu, 30:Jips çözünmesi, 31:deniz suyu veya tuzlu su). ....	740
<b>Şekil I. 1:</b> Acıgöl'de göl yüzeyinde göl suyuna uzak alanda sığ kolon (0-7cm) örneklemeinin arazi görünümü (SSS-6 Örnekleme).....	793
<b>Şekil I. 2:</b> Acıgöl'de göl yüzeyinde göl suyuna yakın anaerobik alanda sığ kolon (0-7cm) örneklemeinin arazi görünümü (SSS-7 örnekleme).....	793
<b>Şekil I. 3:</b> Acıgöl'de göl yüzeyinde sığ trenç uygulaması ile sığ kolon örnekleme ve gölde mikro ölçekte görelen istiflenme.....	794
<b>Şekil I. 4:</b> Göl yüzeyinde karot örnekleme a) Gölün doğusunda sığ karot örneği alımı b)gölün güneyinde sığ karot örneği c,d)karot almak için	

	kullanılm malzemeler e,f)karot alınan noktanın karot sonrası görünümü g)karot noktasının GPS ile konumlandırılması h) karot noktasında aynı anda, yüzey sığ kolon örneklemeleleri.....	795
<b>Şekil I. 5:</b>	Sığ karot (0-30 cm) sediman örneklerinin laboratuvar ortamında hazırlanması. ....	796
<b>Şekil I. 6:</b>	Sığ kolon (0-7 cm) sediman örneklerinin laboratuvar ortamında hazırlanması. ....	797

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3. 1:</b> Göl sediman örnekleri.....	57
<b>Tablo 3. 2:</b> Güncel göl sedimanları yüzeyinde majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=77). ....	65
<b>Tablo 3. 3:</b> Göl sedimanlarının 0-10cm seviyesinde majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=33). ....	66
<b>Tablo 3. 4:</b> Göl sedimanlarının 10-20cm seviyesinde majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=23). ....	67
<b>Tablo 3. 5:</b> Göl sedimanlarının 20-30cm seviyesinde majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=11). ....	68
<b>Tablo 3. 6:</b> Kumtaşlarında majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=7). ....	69
<b>Tablo 3. 7:</b> Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalarda majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=11). ....	70
<b>Tablo 3. 8:</b> Ofiyolitik komplektest majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=7). ....	71
<b>Tablo 3. 9:</b> Karbonatlı birimlerde majör, NTE ve diğer iz elementlerin korelasyon matrisi (n=15). ....	72
<b>Tablo 3. 10:</b> Litolojik birimlerdeki majör oksitlerinin istatistiksel değerleri. ....	90
<b>Tablo 3. 11:</b> Güncel sedimanların tane boyu dağılımı. ....	99
<b>Tablo 3. 12:</b> Sedimanlarda Redoks potansiyeli skalası (DeLaune ve Reddy 2005). ....	175
<b>Tablo 3. 13:</b> Göl tabanındaki siyah balçığıdaki pH-Eh değerleri (Haziran 2013). ....	175
<b>Tablo 4. 1:</b> KRT-3 örnekleme noktasının derinliğe bağlı kronolojik özelliği. ....	204
<b>Tablo 4. 2:</b> KRT-3 örnekleme noktasının <sup>137</sup> Cs, <sup>210</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb aktivitesinin derinliğe göre değişim profili. ....	205
<b>Tablo 4. 3:</b> KRT-1 ve KRT-3 karotlarındaki sedimanların su içeriği ve yoğunluğu. ....	209
<b>Tablo 5. 1:</b> İstasyonların Thornthwaite su bilançosu bileşenleri. ....	233
<b>Tablo 5. 2:</b> Havza su bilançosu değerleri. ....	235
<b>Tablo 6. 1:</b> YAS seviyesi ölçülen kuyularda su seviyesi (m). ....	242
<b>Tablo 6. 2:</b> Jeokimyasal değerlendirme yapılan derelerin konumsal özellikleri (A:akarsu, KN:kanal). ....	246
<b>Tablo 6. 3:</b> Havza içinde yer alan doğal göl ve göletlerin konumları. ....	248
<b>Tablo 6. 4:</b> Acıgöl ile karşılaştırma amaçlı incelenen diğer göllerin konumları. ....	248
<b>Tablo 6. 5:</b> 1972-2015 yılları arasında belirlenen göl alanı ve kullanılan uydu görüntüleri. ....	253
<b>Tablo 7. 1:</b> Dönemlere bağlı olarak jeokimyasal değerlendirmeler için Acıgöl Havzası'nda yapılan örnekleme. ....	260
<b>Tablo 7. 2:</b> Haziran 2013 döneminde NH <sub>4</sub> tespit edilen su noktaları. ....	284
<b>Tablo 7. 3:</b> Suların redoks tipi sınıflaması (Aquachem 2012). ....	357
<b>Tablo 8. 1:</b> Gölde hidrojeokimyasal çalışmalar kapsamında her bir dönemdeki örnekleme miktarları. ....	383

<b>Tablo 8. 2:</b> TÇM değerlerine göre göl sınıflaması (Drever 1997). .....	388
<b>Tablo 8. 3:</b> Tuzluluk değerlerine göre göl sınıflama (Hammer 1986). .....	398
<b>Tablo 8. 4:</b> Gölde jeokimyasal değerlendirmede kullanılan iyonlar. ....	401
<b>Tablo 8. 5:</b> Acıgöl'ün zamansal ortalama majör iyon içeriği (meq/L). ....	464
<b>Tablo 9. 1:</b> Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncının 10 <sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda, Molar (mol/L) derişimlere göre). ....	476
<b>Tablo 9. 2:</b> Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncının 10 <sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda). ....	479
<b>Tablo 9. 3:</b> Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi (Örneklerin 35°C sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncının 10 <sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda, Molar (mol/L) derişimlere göre). ....	481
<b>Tablo 9. 4:</b> Örneklerin örnekleme ölçüm sıcaklığı ve 35°C'de evaporasyona uğraması durumunda jips çökeline kadar Ca/S ve Cl/Na molal derişim oranları. ....	483
<b>Tablo 9. 5:</b> Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (35°C'de ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncının 10 <sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda).....	485
<b>Tablo 9. 6:</b> Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi Molal (mol/kg) derişimlere göre (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO <sub>2</sub> kısmi basıncı ile dengenin gözetilmediği durumda). ....	488
<b>Tablo 9. 7:</b> Gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumundaki evaporasyonunda minerallerin çökeli için gerekli olan evaporasyon ile Mg-karbonat çökeli için gerekli Mg/Ca oranları. ....	497
<b>Tablo 9. 8:</b> Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün yağışlı, kurak ve soğuk dönemde farklı su sıcaklığında evaporasyonu sırasında çökelen mineraller, çökeldikleri evaporasyon oranları, çökeltme sonrasında çözeltideki iyon molal derişim oranları. ....	513
<b>Tablo 9. 9</b> Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün yağışlı, kurak ve soğuk dönemde farklı su sıcaklığında evaporasyonu sırasında katı çözeltideki mineral yoğunluğu. ....	515
<b>Tablo 9. 10:</b> Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon faktörü. ....	517
<b>Tablo 9. 11:</b> Gölün farklı epeporatif konsantrasyonlarındaki iyonların molal derişimleri (mol/kg).....	517
<b>Tablo 9. 12:</b> Gölün farklı epeporatif konsantrasyonlarındaki mineral doygunluğu. ....	517
<b>Tablo 9. 13:</b> Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evriminin Drever (1997) modelinde değerlendirilmesinde kimyasal bölümlene düğüm noktalarındaki molal derişimler. ....	520
<b>Tablo 10. 1:</b> Sulardaki <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H çevresel izotoplarının mevsimsel değişimi. ...	540
<b>Tablo 10. 2:</b> İzotop- yükseklik ilişkisinde kullanılan gölün güneyindeki kaynaklar. ....	545
<b>Tablo 10. 3:</b> Haziran 2013 döneminde gölün güneyindeki kaynakların beslenme alanı yükseklikleri. ....	547
<b>Tablo 10. 4:</b> İzotop- yükseklik ilişkisinde kullanılan kaynaklar. ....	547



<b>Tablo 10. 5</b> Haziran 2013 döneminde kaynakların beslenme alanı yükseklikleri. ....	549
<b>Tablo 10. 6:</b> Yükseklik-izotop ilişkisinin en uygun doğru metodu oluşturmak için kullanılan verileri. ....	549
<b>Tablo 10. 7:</b> Haziran 2013 döneminde en uygun doğru yöntemine göre kaynakların beslenme alanı yükseklikleri. ....	551
<b>Tablo 10. 8:</b> Acıgöldeki suların farklı dönemdeki <sup>18</sup> O ve <sup>2</sup> H izotop bileşimleri kullanılarak tanımlanan doğruları. ....	554
<b>Tablo 10. 9:</b> Göldeki yağışlı ve kurak dönemde buharlaşma doğrusuna bağlı olarak ilksel su noktası değerleri. ....	555
<b>Tablo 11. 1:</b> CHRIS/Proba Modlarının genel özellikleri. ....	579
<b>Tablo 11. 2:</b> CHRIS/Proba Mode-2 spektral özellikleri (nm) (Cutter 2008) .....	579
<b>Tablo 11. 3:</b> Spektral değişimin gözlemlendiği farklı test noktaları. ....	583
<b>Tablo 11. 4:</b> Geometrik düzeltmede kullanılan YKN sayıları ve RMS hataları. ....	584
<b>Tablo 11. 5:</b> Test için seçilen her bir arazi örtüsü için farklı bant kombinasyonları ile elde edilen NDWI indekslerindeki değerleri.....	587
<b>Tablo 11. 6:</b> Proba-NDWI indisi görüntülerinde farklı arazi örtüsü sınıflarının değerleri.....	587
<b>Tablo 11. 7:</b> Farklı görüntüleme açılarına sahip görüntülerden hesaplanan göl alanları. ....	588
<b>Tablo 12. 1:</b> Gray-Level dönüşüm spektrumlarında tuzlulukla ilişkili optimal bant oranları, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri .....	609
<b>Tablo 12. 2:</b> Tuzlulukla ilişkili optimal normalize edilmiş göl tuzluluk indeksleri, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri. ....	612
<b>Tablo 13. 1:</b> Acıgöl'deki evaporiteleşme-çözünme döngüsünün değerlendirilmesinde kullanılan Landsat-8 OLI/TIRS görüntü tarihleri. ....	614
<b>Tablo 13. 2:</b> SAM sonucu oluşturulan kural görüntülerindeki değer aralıklarına denk gelen renk kodları. ....	621
<b>Tablo A. 1:</b> Güncel Göl Sedimanları ve Litolojik Birimlerin İz Element İçerikleri. ....	673
<b>Tablo A. 2:</b> Sediman ve Litolojilerde NTE Değerleri. ....	680
<b>Tablo A. 3:</b> Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerin iz element içeriklerinin normalizasyonunda kullanılan farklı tektonik ortamlar ve ortamların element derişimleri (ppm). ....	688
<b>Tablo A. 4:</b> Farklı tektonik ortamların NTE içerikleri (ppm). ....	688
<b>Tablo A. 5:</b> Farklı tektonik ortamların ortalama NTE içerikleri-2 (McLennan ve diğ. 1990). ....	689
<b>Tablo C. 1:</b> Havza içinde yer alan kaynak ve çeşmelerin konumları.....	703
<b>Tablo C. 2:</b> Havza içinde açılmış derin ve sığ sondajların konumları. ....	704
<b>Tablo C. 3:</b> Mayıs 2009 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=21, renklendirme r >0,7). ....	717
<b>Tablo C. 4:</b> Haziran 2010 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=19). ....	718
<b>Tablo C. 5:</b> Haziran 2011 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi(n=11). ....	719
<b>Tablo C. 6:</b> Ekim 2011 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=31). ....	720

<b>Tablo C. 7:</b> Haziran 2012 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=30).....	721
<b>Tablo C. 8:</b> Eylül 2012 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=12).....	722
<b>Tablo C. 9:</b> Haziran 2013 (Göl güneyi) kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=21).....	723
<b>Tablo C. 10:</b> Haziran 2013 (Göl kuzeyi) kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=23).....	724
<b>Tablo C. 11:</b> Phreeqc.dat veritabanına göre suların doygunluk indeksinin hesaplandığı mineraller.....	725
<b>Tablo C. 12:</b> Llnl.dat veritabanına göre suların doygunluk indeksinin hesaplandığı mineraller.....	725
<b>Tablo C. 13:</b> Suların köken kayacı belirleme kriterleri (Hounslow 1995).....	729
<b>Tablo C. 14:</b> Havzadaki kaynak ve sondajların muhtemel köken kayaçları (Hounslow 1995).....	730
<b>Tablo D. 1:</b> Havzadaki suların fiziksel ve kimyasal özellikleri (R.T: Redox Tipi).....	741
<b>Tablo D. 2:</b> Havzadaki suların hesaplanmış kimyasal özellikleri.....	749
<b>Tablo D. 3:</b> Suların Li iz element içerikleri (ppb).....	756
<b>Tablo D. 4:</b> Göl ve Sodyum sülfat üretim Havuzlarında Li iz element içerikleri (ppb).....	757
<b>Tablo E. 1:</b> Acıgöl Havzasında akarsu (A), çeşme (Ç), kaynak (K), derin (DS) ve sığ sondaj (SS) sularının “Phreeqc.dat” veritabanına göre mineral doygunluğu (Dönem Y:Yağışlı, K:Kurak).....	758
<b>Tablo E. 2:</b> Acıgöl Havzasında akarsu (A), çeşme (Ç), kaynak (K), derin (DS) ve sığ sondaj (SS) sularının “Llnl.dat” veritabanına göre mineral doygunluğu (Antigorit:Atg, Manyezit:Mgs, Huntit:Hnt, Alstonit:Alsnt, Dol-dis:Dolomit-disordered, Dolomit-ordered: Dol).....	769
<b>Tablo F. 1:</b> Acıgöl’ün Major İyon Analiz Sonuçları ve Fiziksel Özellikleri.....	772
<b>Tablo G. 1:</b> Acıgöl’ün Hesaplanmış Hidrojeokimyasal Özellikleri.....	779
<b>Tablo H. 1:</b> Haziran 2013 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=16).....	784
<b>Tablo H. 2:</b> Haziran 2012 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=34).....	785
<b>Tablo H. 3:</b> Haziran 2012 göl tabanı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=18).....	786
<b>Tablo H. 4:</b> Eylül 2012 göl fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=16).....	787
<b>Tablo H. 5:</b> Haziran 2011 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=23).....	788
<b>Tablo H. 6:</b> Haziran 2011 göl tabanı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=6).....	789
<b>Tablo H. 7:</b> Ekim 2011 göl fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=11).....	790
<b>Tablo H. 8:</b> Haziran 2010 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=26).....	791
<b>Tablo H. 9:</b> PITZER modeli ile doygunluğu hesaplanan mineraller (*; doygunluk indisi belirlenemeyenler).....	792
<b>Tablo H. 10:</b> LLNL modeli ile doygunluğu hesaplanan mineraller (*; doygunluk indisi belirlenemeyenler).....	792

## ÖNSÖZ

PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu doktora tezi; Acıgöl gibi tuzlu göllerin hidro-jeokimyasal özelliklerinin litoloji-güncel sediman-evaporatif tuzlu göl-doğal sular-iklim ilişkilerini kapsayan disiplinler arası yöntemlerle belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Hipersalin tuzlu göl olan Acıgöl'ün litoloji-güncel sediman-evaporatif tuzlu göl -doğal sular-iklim ilişkilerini tanımlamakla birlikte uzaktan algılama gibi tekniklerle izlenmesinde yöntem oluşturulmasını amaçlamaktadır.

Doktoraya başlamama vesile olan ve tezimin hazırlanmasında danışmanlığımı yapan, tezin yönlendirilmesi konusunda sonsuz katkılarını gördüğüm, tez danışmanı olmasının ötesinde bir ağabey yaklaşımı ile desteğini hep yanımda hissettiğim değerli büyüğüm Yrd.Doç.Dr. Suat TAŞDELEN'e, doktora tez sahamın belirlenmesinde etken olan, her türlü maddi manevi desteğini gördüğüm, tezimle ilgili bilimsel konularda yön gösteren ve çözüm üreten, değerli hocam Doç.Dr. Mustafa KUMRAL'a, tezin yönlendirilmesinde katkılarını gördüğüm eş danışmanım Prof.Dr. Murat BUDAKOĞLU'na, tez çalışmasının yürütülmesi sırasında arazi çalışmalarıyla birlikte hidrojeokimya konularında desteğini esirgemeyen Doç.Dr. Ali BÜLBÜL'e, tezimin proje desteğini sağlayan TÜBİTAK-ARDEB ve PAÜ-BAP nezninde devletime minnettarım. Tezimin değerlendirilmesindeki destek ve önerileriyle yaptıkları katkılarından dolayı başta Prof.Dr. Ömer BOZKAYA olmak üzere, jüri üyeleri Prof.Dr. Gülcan BOZKAYA ve Yrd.Doç.Dr. M.Selman AYDOĞAN'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarıyla birlikte laboratuvarında örneklerin hazırlanması ve analizlerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı Lokman GÜMÜŞ ve Mehmet ÖZDEMİR'e, arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı S.Burak KARABEL, Ahmet DUMAN ve Melda CİVAŞ'a, sağladıkları bilimsel ortam nedeniyle İTÜ Jeoloji Müh. Böl. Başkanı Prof.Dr. Sezai KIRIKOĞLU'na, tezin arazi çalışmalarının yürütülmesi sırasında personel ve farklı lojistik desteğinin yanında, laboratuvar, şantiye vb.alt yapılarını kullanıma açan ALKİM firması ve İşletme Müdürü Mahmut ESER'e, sediman ve kayaç örneklerinin ince kesit ve REE jeokimyasının değerlendirilmesindeki desteklerinden dolayı Dr. Amr Abdelnassar Ali KHALİL'e, tezin farklı aşamalarındaki değişik katkılarından dolayı Yrd.Doç.Dr. Sefer Beran ÇELİK, Kamil PALA, Şaban KARAMAN, Ahmet Metin ÖTELEŞ'e, Yrd.Doç.Dr. Ali KAYA, Dr. Cihan YALÇIN, Arş.Gör. Merve UYGUR, Serpil TAŞLICALI, Fatıma TALAN, Serhat EMRE TAŞLICALI, Eminhan FINDIKLI, Mustafa KAYA, Beril TANÇ, Prof.Dr. Tamer KORALAY ve Doç.Dr. Banu KORALAY'a teşekkür ederim.

Eğitim öğretimimin her aşamasında olduğu gibi doktora tezimin hazırlanması sürecinde de fedakarlıkların en büyüğünü gördüğüm sevgili annem Hafize ve babam Hüseyin KARAMAN'a, doktora eğitimim döneminde sürekli yanımda hissettiğim eşim Filiz Apaydın KARAMAN'a, çalışmalarımın yoğunluğu dolayısıyla kendilerini ihmal edişimi yaşlarından büyük olgunlukla karşılayan biricik evlatlarım Yağmur Hafize ve Talha Eren'e minnettarlığımı sunarım.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Amaç ve Kapsam

Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak tamamlanan bu çalışma Acıgöl Graben Havzası'nın;

- İklim ve hidrojeolojik özelliklerinin,
- Doğal sularının hidrojeokimyasının,
- Tuzlu göl hidrojeokimyasının,
- Tuzlu göl evaporatif su evriminin,
- Güncel sediman jeokimyası ve temel/örtü kaya ilişkisinin,
- Güncel sediman-tuzlu göl suyu etkileşiminin,
- Güncel sediman-doğal suların etkileşiminin,
- Güncel evaporit gelişimi ve döngüsünün,

jeokimya, hidrojeokimya, hidrojeoloji ve uzaktan algılamayı kapsayan disiplinler arası yöntemlerle belirlenmesi ve tanımlanmasını amaçlar. Acıgöl gibi hipersalin gölleri içinde barındıran tektonik havzalarda, temel ve örtü birimler, sedimentasyon ve güncel sediman, evaporatif alkali hipersalin göl, doğal sular ve kurak/yarı kurak iklim koşulları gibi temel havza bileşenlerinin birbiri ile olan ilişkilerinin tanımlanmasını kapsar.

Acıgöl gibi tuzlu göllerin doğal döngüsünde, yağış ve evaporasyon gibi iklim olaylarının etkisinde gelişen hidrojeokimyasal olayların jeokimya, hidrojeokimya yöntemleriyle birlikte uydu tabanlı uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenmesi ve izlenmesinde yeni yöntemler önerir. Hiperspektral ve çok zamanlı uydu görüntüleriyle;

- Hipersalin alkali göllerde evaporasyonun göl alanına etkilerinin belirlenmesi,
- Hipersalin göllerin tuzluluğunun izlenmesi
- Evaporatif tuzlu göllerin yağışlı-kurak, kurak-yağışlı mevsim döngüsünün tanımlanması,

- İklim olaylarının etkisinde evaporitleşme-çözünme döngülerinin tanımlanması,

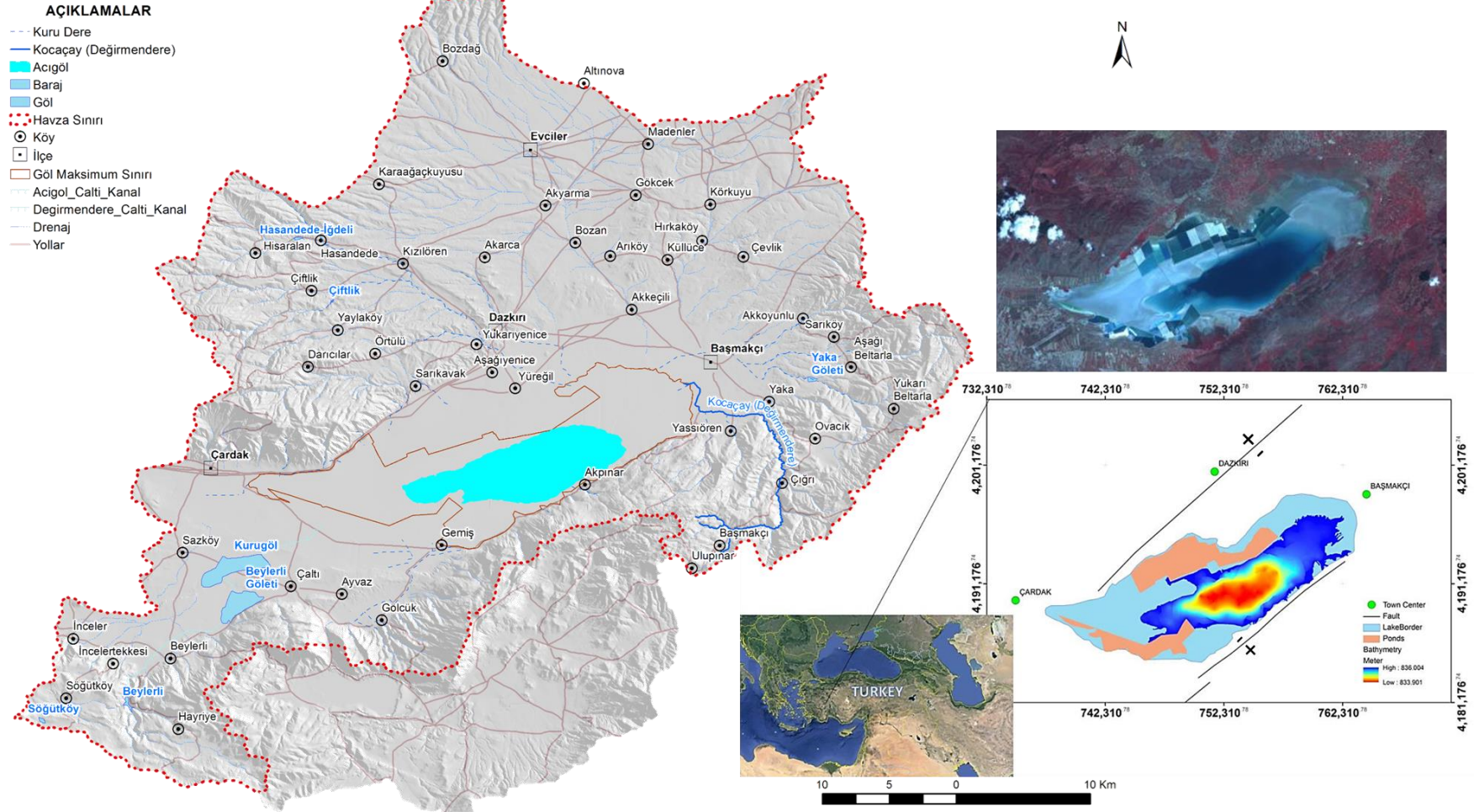
hedeflerinde yeni yöntemlerle birlikte, evaporatif tuzlu göller için uygulama örneği sunar.

## 1.2 İnceleme Alanı

Denizli'nin doğusunda yer alan Acıgöl (**Şekil 1. 1**), KD-GB yönelimli graben sistemi içinde gelişmiş tektonik bir göldür. Gölün geliştiği havza, Denizli-Burdur-Afyon illerinin kesişim noktasında özellikle Başmakçı, Dazkırı ve Çardak ilçeleri sınırları içerisinde, Denizli M-23 ve Isparta M-24 paftalarında yer alır. Göl alanı, Denizli-Afyon otoyolunun güneyinde, Denizli-Çardak Havaalanı'nın doğusunda, M23-a ve M23-b paftaları içinde kalır. Acıgöl Havzası'nın önemli yükseltileri güneyinde Söğüt Dağı'nın biz uzantısı olan Yandağ, kuzeyinde Maymun Dağı'dır. 38° 8'60.00"K- 37°36'25.20"K kuzey enlemleri ve 30°11'9.60"D- 29°32'24.00"D doğu boylamları arasında kalan Acıgöl Havzası'nda gölün kotu 836 m'dir.

Tuz Gölü'nden sonraki en büyük tuzlu göl olan Acıgöl, doğal yolla sodyum sülfat üretiminin gerçekleştirildiği en büyük alkali, playa bir göldür. Gölde sodyum sülfat ile birlikte farklı tuzlar da üretilir. Sodyum sülfat üretiminin geçmişinin 1950'li yıllara dayandığı gölde gerçekleştirilen sodyum sülfat üretiminin yıllık kapasitesi 600 bin tondur. Sodyum sülfat hammaddesi eldesinde güneş malı olarak adlandırılan doğal kurutma yöntemlerinin yanında, endüstriyel yöntemler de kullanılır. Doğal yolla üretim faaliyetleri, göl kıyısına açılmış yapay havuzlarda, sıcaklık/soğuk ve rüzgar etkisinde yoğunluğunun arttırılması, hızlı buharlaştırma ve kristalleştirme şeklinde yürütülür (Gündoğan ve diğ. 1995; Helvacı ve diğ. 2013; Karaman, Uca Avcı, ve diğ. 2010).

Kapalı havza sistemine sahip gölün gideri yoktur. Yarı kurak iklime sahip havzada, yağışlı-kurak dönem geçişlerinde göl alanı önemli ölçüde küçülür. Yaz döneminde artan sıcaklıkların etkisinde yüksek evaporasyonla gölün iyon derişimi iyice artarken, yağışlı dönemlerde yoğun yağışların etkisinde seyrelir (Karaman ve diğ. 2015). Acıgöl, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından B sınıfı "Acıgöl Sulak Alan Koruma Sahası" olarak tanımlanmıştır (Kahraman 2007).



### 1.3 Önceki Çalışmalar

Sunulan çalışmanın öncesinde ve yürütülmesi sırasında Acıgöl Havzası'nın jeolojisi, tektoniği ve oluşumu ile ilgili bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Göl havzasındaki Acıgöl'ün hidrojeokimyası ve biyokimyasal özellikleri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Sunulan çalışmanın bazı sonuçları bilimsel ortamlarda sunulmuş olmasından dolayı Acıgöl ile ilgili bilimsel çalışmalarla birlikte verilmiştir. İnceleme alanı kapsamını doğrudan ilgilendiren önceki çalışmalara tarih sıralamasıyla değinilmiştir.

**Erinç (1967)**, morfolojik delillere bağlı olarak Pleyistosen'de Acıgöl'ün su seviyesi ve hidrolojik bütçesindeki değişimleri belirlemiştir. Yazar tarafından eski göl depolarına göre 34m, eski falezlere göre 30m, birikinti konilerine göre 40-50m Acıgöl'ün alçaldığı belirlenmiştir. Erinç (1967)'e göre Pleyistosen'de Acıgöl'ün günümüze nazaran 35m yükselerek 870m kotuna ulaştığı, Burdur Gölü'ndeki yükselmenin ise Acıgöl'den oldukça yüksek olduğunu, Pleyistosen'de havzadaki fazla suların batıdaki Menderes'e boşaldığı, Pleyistosen'den sonra havzanın tekrar bir iç drenaj sahası haline gelmiştir.

**Göktaş ve diğ. (1989)** Batı Torosların temel jeoloji etüdüleri projesi kapsamında Acıgöl'ün kuzeyinde Çivril-Çardak arasının genel jeolojisi, yapısal jeolojisi ve ekonomik jeolojisini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Sorgunlu formasyonu, Çifteöz formasyonu, Akdağ kireçtaşları ve Homa melanji, Priaboniyen öncesi temel kayalar oluşturur. Çardak-Çivril arasında Başçeşme Köyü ile Baklan arasında yayılıma sahip, transgresif kırıntılarla başlayan, ekolojik resifli gelgit arası ortam tortullaşması özelliğindeki Başçeşme formasyonunu tanımlamışlardır. Yazarlar tarafından Başçeşme formasyonu; Dazlak Üyesi, Transgresif Çakıltası-Kumtaşı Üyesi, Beşparmak Üyesi, Maden Üyesi ve Asar Üyesi olmak üzere beş bölüme ayrılmıştır.

**Göktaş ve diğ. (1989)** aynı zamanda Başçeşme formasyonu ile birlikte Acıgöl grubu içinde Armutalan formasyonu, Çardak formasyonu, Hayrettin formasyonu, Tokça formasyonu ve Bozdağ formasyonu, Hasandede grubu içinde Kızılören formasyonu ve Akarca formasyonunu tanımlamıştır. Yazarlar tarafından bölgenin ekonomik jeolojisinde, Maden Üyesi, Tokça ve Hayrettin formasyonundaki *linyit oluşukları*, M23-a4 paftasında Çambaşı Köyü civarında Hırsızdere *manyezit*

*oluşumları*, Akarca formasyonu gölsel kireçtaşları içinde yataklanmış *sedimenter dolomit oluşumları*, Baklan fay zonu ve Çifteöz formasyonundaki karbonat kayalarda hidrotermal kökenli *oniks mermer* ve Acıgöl'deki doğal sodyum sülfat üretimi detaylandırılmıştır.

**İçözü (1991)** tarafından Acıgöl'ün hidrolojik, hidrojeokimyasal ve bakteriyolojik özellikleri birlikte değerlendirilmiştir. Çalışmada kaynaklarda Na ve SO<sub>4</sub> iyon konsantrasyonlarının yoğun olduğu, kış ve yaz aylarında göl jeokimyasının değiştiği belirlenmiştir. Yazar tarafından yarı kurak iklim kuşağının etkisindeki gölün beslenimi ile ilgili olarak güneydeki sürekli kaynaklar, yağış ve mevsimsel derelerle beslendiği, havzada yeraltı suyu hareketinin göle doğru olduğu, KD ve batıdan gelen yeraltı suları ile de beslendiği belirtilmiştir. Yazar gölü yağışlı dönemde alkali-salin-playa iken, kurak dönemde kuru göl, playa göl, tuz düzlükleri, sabkha olarak tanımlamıştır. Yazar tarafından Başpınar'ın olduğu gölün güneyinde sürekli 12 ve mevsimsel 11 kaynak tespit edilmiş, kaynaklarla birlikte yeraltı sularının değerlendirilmesi için DSİ tarafından bölgede açılmış kuyular incelenmiştir. Yazar kaynaklarda faydan kaynaklı Na ve SO<sub>4</sub> zenginleşmesi olduğunu ve kaynak sıcaklıklarının ılık olması nedeniyle Beylerli Termal ile ilişkisinin incelenmesini önermiştir. Çalışmanın göl sedimanlarıyla ilgili olan kısmında göl tabanında iki karotta sedimanları incelemiş, majör oksitlerde Na ve SO<sub>4</sub> dışında yüksek bolluk oranına sahip majör oksit görülmediği sonucuna ulaşılmıştır. Yazara göre gölde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaCl ve Boron etkileşimi vardır ve göl sedimanlarında sülfat indirgeyen ve yükseltgeyen bakterilerin içinde yer aldığı sülfür döngüsünde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oluşumu gerçekleşir.

**Savascin ve Birsoy (1992) ve Savaşçın (1992)** tarafından Na, SO<sub>4</sub> ve Cl iyonlarınca zengin Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinin karşılaştırmalı jeolojik ve hidrojeokimyasal değerlendirmesi yapılmıştır. Yazarlara göre her üç göl graben sistemlerin alkalin volkanizması ile ilişkilidir. Her üç göl de benzer bileşenlerle (yeraltı suyu, kaynak ve yüzeysel akış) beslenirken, jeolojik ve jeokimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Yazarlara göre çok genç graben gölü olan Acıgöl'de çok geniş alanlarda tuz yataklanması söz konusu değildir ve Paleo-jeotermal kaynaklar, Gölcük volkanizmasının tefra-fonolitlerinin fumarolic-solfataric aktiviteleri ve bu volkanizmanın Keçiborlu civarındaki kükürt yatakları, Pliyosenden sonra Acıgöl'ün reşarj kaynaklarıdır. Yazarlara göre karbonat çökelimi tamamlanmış olup göl suyu Na, SO<sub>4</sub> ve Cl bakımından aşırı doygunudur. Yine yazarlara göre göl taban çamuru aşırı miktarda (%50-60) otijenik *jips* içerir.



**Gündoğan ve diğ. (1995)**, Acıgöllerden sodyum sülfat üretiminin değerlendirildiği çalışmalarında, Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinde doğal ve endüstriyel yolla üretimde *glober tuzu* olarak bilinen *mirabilit* ve susuz sodyum sülfat olarak *tenardit* üretiminin yapıldığını belirterek, her iki farklı üretimin aşamalarını detaylandırmışlardır. Yazarlara göre doğal yolla üretimde, suyun gölden üretim havuzlarına pompalanması, evaporasyon, kristallenme, drenaj, dehidrasyon ve toplama aşamalarıyla gerçekleşir. Isı, yağmur ve rüzgâr üretim sürecini etkileyen en önemli olaylardır.

**Şenel (1997a)**, Denizli M-23 paftasının jeolojisi ile ilgili olarak değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar temel alınarak, farklı çalışmalardaki uyumsuzlukların giderilmesiyle bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ve stratigrafik kesitini hazırlamıştır. Şenel (1997a)'e göre Acıgöl ve çevresinde, allokton Likya napları (Bodrum napı, Marmaris ofiyolit napı, Gülbahar napı ve Domuzdağ napı) ile paraotokton (Geç Paleosen yaşlı Mamatlar formasyonu, Geç Lütésiyen-Priyaboniyen yaşlı Varsakyayla formasyonu, Başçeşme formasyonu, Oligosen yaşlı Acıgöl grubu) ve neotokton kayalar yer alır. Yazara göre paraotokton konumlu birimler Likya napları üzerinde bulunur ve neotokton örtü kayalarını Kuvaterner birimler temsil eder. Bölgede Ören, Mallıdağ ve Akgöl birimleri Bodrum naplarını oluşturur. Marmaris ofiyolit napı; Marmaris peridotiti, Kızılcadağ melanj ve olistostromu, Gülbahar napı; Orhaniye formasyonu, Domuzdağ napı; Dutdere formasyonu ile temsil edildiği yazarın yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarındandır.

**Mutlu ve diğ. (1999)**, Acıgöl'ün su kimyasını ve güncel sediman mineralojisini incelemiştir. Yapılan çalışma ile gölün güney doğusu dışında birçok alanının sadece yılın belli aylarında su altında kalan geçici çamur düzlükleri ile kaplı olduğu, bu çamur düzlüklerinden tuzlu göl suyuyla kaplanmış ve yüzeyinde 2-3 cm kalınlığında tuz evaporitleşmesi olan ıslak çamur alanlarına dereceli olarak geçişin söz konusu olduğu belirlenmiştir. Tuzların, yeraltı sularının gölün merkezindeki sızıntısıyla geliştiği, gölün kuzeyinde baskın olarak kuvars, feldispat, mika ve klorit gibi klastik mineraller, kalsit ve az miktarda jips içerdiği ve dolomit ile kalsitin eşlik ettiğini belirtmiştir. Yazara göre kalsit; a)klastik malzeme taşınımı b)sudan doğrudan çökelmiş veya c)jipsin alterasyonu sonucu gelişmiş olabilir.

Aynı çalışmaya göre gölün batısındaki çamur düzlükleri 5-10 cm boyunda asiküler jips kristalleri bakımından zengindir. Göl içinde jipsler diskoidal (disk yapılı, merceksi) yapıda görülürler. Bu durum alkalın koşullarda çözülmüş organik madde varlığı ile ilişkilendirmiştir. Yazara göre huntit artan evaporit koşullarında aragonitin

alterasyonundan çökmüş olabilir. Ayrıca dolomit doğrudan sudan çökelmiş olabileceği gibi, Ca ve SO<sub>4</sub> iyonlarından arınmış magnezyumca zengin tuzlu suların etkisi altında kalsitin alterasyonundan aşamalı olarak oluşabileceği öne sürülmüştür.

Mutlu ve diğ. (1999)'e göre Acıgöl güncel göl sedimanlarında birincil mineraller Mg-Kalsit ve aragonit, ikincil mineraller dolomit, huntit, manyezittir. Halit ve tenardit minerallerinin gölün tuzlu suyuyla ıslatılmış köpüksü yüzeyli (efflorescence) kabuklar olarak çökelişi tespit edilmiştir. Aşırı tuzlu solüsyonun kristalleşmesiyle mirabilit oluşumlarının varlığına değinilmiştir. Göl sedimanlarında gölün batısında blödit minerali belirlenmiştir.

**Dalay (2002)** tarafından Acıgöl'de ilk kez tespiti yapılan Siyanobakteri *Arthrospira maxima* (*Spirulina maxima*)'nın göldeki yıllık durumunun incelendiği çalışmada, aylık olarak nitel ve nicel planktonik durum incelenmiştir. Yazar tarafından tuzluluğun %117 ve göl suyundaki sodyum sülfatın 92,4 mg/L'ye çıktığı Ağustos-Eylül döneminde kısıtlı sayıda organizma görülmüş ve sadece Nisan ve Ekim aylarında *A. maxima*, dominant tür olarak belirlenmiştir.

**Alçıçek (2009)**, Acıgöl havzasında Geç Miyosen dönemi denizel olmayan manyezit oluşumları ve sedimantasyonunu değerlendirmiştir. Yapılan çalışmaya göre; sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal verilere göre havzanın hidrolojik rejiminde; kısa süreli küçük değişikliklerle beraber, göl seviyesinde önemli büyük yükselmeler, Mg/Ca oranlarındaki periyodik değişimler ve kırıntılı çamur beslenimini içeren büyük değişimler gerçekleşir. Kırıntılı sedimanların kompozisyonu ve göle giren suların kimyası, göl havzasındaki ultramafik-dolomitik kayaların erozyonu ve liçe bağlı olarak gelişen kimyasal ayrışmanın etkisindedir. Mg-karbonat bakımından zengin temel kayalarla etkileşimi olan Mg-karbonatça zengin sular, gölde Mg-karbonatların çökmesine neden olur. Yazara göre kısa süreli göl seviye değişimlerine karşın, gölde su bütçesi sürekli pozitifdir. Bölgenin günümüzdeki iklim koşullarının, Geç-Miyosen'deki Acıgöl Havzası'nın iklim koşullarının anlaşılmasında benzerliği ile destek sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Pekuz (2010)**; tarafından göl havzasında göl su çizgisi ile kıyı çizgisi arasında kalan ve gölün etrafında dağılmış 5 farklı noktada açılan sığ yarmalarda güncel göl tortullarının sedimantolojik ve mineralojik özellikleri tanımlanmıştır. *Mirabilit*, *tenardit*, *blödit*, *jips*, *anhidrit* ve *Halit* evaporit mineralleri ile birlikte *kalsit*, *dolomit*, *aragonit*, *kuvars*, *k-feldispat* ve *simektit* grubu kil minerallerinin varlığını belirtmiştir.

**Bahadır ve diğ. (2010)** su akarları türlerinin (*Acari, Hydrochnida*) dağılımında iklim etkisini, Acıgöl gibi tuzlu ve Karamık gibi tatlı suya sahip göllerde değerlendirmiştir. Tatlı veya tuzlu olmasından bağımsız olarak etken parametre göl suyu olarak belirtilmiştir. Yazarlara göre, iklim değişikliği etkisine giren göllerde azalan su seviyesi su akar türlerinin de sayısını azaltır.

**Özdemir ve Bahadır (2010)** tarafından 1975-2005 yılları arasında Acıgöl Havzası'ndaki arazi kullanımının orman, mera, tarım, su yüzeyi ve göl alanlarının zamansal analizi yapılmıştır. 2005 yılında ormanlık alanlar 50392 ha, mera alanları 29675 ha, tarım arazileri 45663 ha'dır. Göl alanı ve su yüzeyleri genel bir azalma olmakla birlikte, son dönemde artışlar görüldüğü belirtilmiştir.

**Özdemir ve Bahadır (2010)** 1970-2008 yılları arasında Dazkırı ve Çardak meteoroloji istasyonlarına ait günlük iklim verilerini kullanarak sahanın iklim tipi, kuraklık eğilimi, göl seviye değişimlerini ve iklim arasındaki ilişkilerini değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucuna göre 1970'den 2008 yılına kadar göl alanı 2/3 oranında küçülürken, sıcaklık 0,2-0,4°C artmış, yağışlar 27 mm azaldığı belirtilmiştir. Yazara göre kurak dönemler daha etkin olmakla birlikte, havzada nemli ve kurak dönemler birbirini izler. Yazar göldeki evaporit bileşenlerin rüzgârların önemli etkisi nedeniyle doğu yönünde taşındığını belirlemiştir. Yazar çölleşme sürecinde, gölü besleyen kaynakların optimum kullanımı sağlanarak alınacak önemli uygulamalardan biri olduğu sonucuna ulaşmıştır.

**Karaman, Taşdelen, ve diğ. (2010)**, genel olarak Acıgöl'ü besleyen suların hidrojeokimyasının değerlendirildiği çalışmada, gölü çevreleyen bazı yeraltı sularının hidrojeokimyasal değerlendirilmesi de yapılmıştır. Yazarlar tarafından yapılan değerlendirmelerde Akpınar kaynakları Na-SO<sub>4</sub>, Gemiş suları Mg-SO<sub>4</sub>, yeraltı suları Ca-HCO<sub>3</sub> ve Mg-HCO<sub>3</sub>, gölün etrafında Na-Cl veya Ca-SO<sub>4</sub> tipindedir. Gölün güneyindeki kaynaklar göle sürekli olarak Na, Cl, SO<sub>4</sub> girişi sağlar ve tuzluluğa bağlı olarak sularda stronsiyum değeri yüksektir. Yazarlar, Gemiş ve Akpınar Kaynakları Wilcox (1955)'a göre iyi kullanılabilir sularken, sulama suyu olarak kullanılması durumunda tuzluluk tehlikesi oluşturduğunu belirlemişlerdir. Yazarlara göre Çameli Formasyonu ve Yandağ Kireçtaşı birimli olmak üzere sular iki farklı kökene ayrılır ve içilebilirliklerine göre 3.kalite "orta kaliteli içilebilir sular" sınıfında, tuzluluklarına göre "tuzlu, az sodyumlu sular" grubunda yer alırlar.

**Karaman, Uca Avci, ve diğ. (2010)**, çözelti madenciliği faaliyet alanlarındaki zamansal değişimini uzaktan algılama yöntemleri ile incelediği çalışmasında, doğal

yolla üretimin gerçekleştiği yapay havuzların, göl sediman alanındaki gelişimi belirlenmiştir. 1984-2010 yıllarını kapsayan çalışmada, endüstriyel üretimin şekli, bome, sülfat üretim tarihçesi ve gölün üretim potansiyeline değinilmiştir. 1984, 1987, 2000, 2002, 2010 yılları için sırasıyla 2,83, 8,77, 15,4, 33,4 km<sup>2</sup>'lik bir alanda üretim gerçekleştirilmiştir. Güncel sediman alanında artan yapay üretim alanları ile göldeki üretim potansiyeli de artmaktadır.

**Taşdelen ve diğ. (2010)** çözünmüş sülfat bütçesinin belirlendiği çalışmada, göl hacmi ile birlikte çözünmüş iyon miktarından yararlanılmışlardır. İlgili çalışmada Mayıs-2010 dönemini kapsayan çalışmada gölalanı 68 km<sup>2</sup>, göl hacmi 99 milyon m<sup>3</sup>, çözünmüş sülfatın alansal ortalaması 12424 mg/L, gölde çözünmüş toplam sülfat 1,23 milyon ton olarak bulunmuştur.

**Akar (2011)** tarafından Acıgöl ile birlikte aynı enlemde yer alan Urmiye Gölü'nün çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak 1975-2010 yılları arasındaki su seviyesi ve çevrelerindeki arazi kullanım değişimleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Acıgöl'de sodyum sülfat üretimi, Urmiye'de ise şehirleşme gibi beşeri faktörlerin gölleri olumsuz etkilediği, sürdürülebilir havza yönetiminin uygulanmadığı ve yüzeyindeki değişimlerin bu şekilde devam etmesi durumunda göllerin 10 yıl içinde yok olacağı ön görülmüştür.

**Kazancı ve diğ. (2011)**, Acıgöl'ün kuzeyinde Çardak ilçesine yakın, Maymun Dağı eteklerindeki kalüvyon önü depolanma alanlarında 27 cm kalınlığında karasal tefra tabakasını "Çardak Tefrası" olarak adlandırmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Çardak Tefrası, Geç Holosen dönemi Doğu Akdeniz volkanizma patlamasını temsil eder. Coğrafik özellikleri, kalınlık, granülometrik ve jeokimyasal özelliklerine göre *Yali-Nisyros Volkanik Sistemi* Çardak tüflerinin kaynağıdır. Yazar buna dayanak olarak 270 km uzaklıkta bu volkanik sistemden güney-güneybatı kaynaklı rüzgârlar ve batıdaki D-B graben sistemlerinin morfolojisi altında volkanik küller taşınmış olmasını ve Minoan olaylarından farklı olarak, Geç Holosen'de Ege Denizi'ndeki pomza yönünden zengin volkanik patlamaların da olabileceğini göstermiştir.

**Karaman, Budakoğlu, ve diğ. (2011)**, gölün doğal yaşamının korunabilmesi ve sodyum sülfat üretiminden kaynaklı ekonomik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla uzaktan algılama yöntemleri ve CBS kullanılarak Acıgöl'ün rezervinin değerlendirildiği hacim ve alan belirleme çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucuna göre gölde derinlik haritasının çıkarılması amacıyla derinlik ölçümleri gerçekleştirerek,

uydu görüntülerinden çıkarılan kıyı çizgilerinin sınırlarını oluşturduğu alan içinde interpolasyonla derinlik haritası elde edilmiştir. Göldeki maksimum derinlik 2,1m'dir. Derinlik haritasının 3D analizine göre gölün hacmi 101 m<sup>3</sup>, gölalanı 69,5 km<sup>2</sup>'tir.

**Karaman, Uca Avcı, Papila, ve diğ. (2011)**, tuz göl olan Acıgöl'ün flamingoların göç yolu üzerinde doğal yaşam alanı olması nedeniyle ekolojik önemine istinaden, göldeki değişimleri uzaktan algılama yöntemleri ile değerlendirmiştir. Sığ alanlardaki beslenme alanlarının küçülmesinde, endüstriyel etkilerin etkin olduğu belirlenmiş ve endüstriyel faaliyetlerde gölün doğal dengesinin gözetilmesi gerektiği önerilmiştir.

**Akın (2012)**, Beylerli (Denizli-Çardak) ve civarındaki sıcak suların hidrojeokimyasal özellikleri ile Acıgöl grabeninin jeotermal potansiyeli ve jeotermal enerjinin hangi kullanım alanlarının olabileceği konusunda çalışma gerçekleştirmiştir. Bölgedeki kaplıçalarda su sıcaklığı 27,8-38,1°C, sondajlarda 20,2-28,2°C arasında, su tipleri Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> ve Na-Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-Cl'dir. Meteorik kökenli termal suların hazne kaya sıcaklıkları silis jeotermometresi ile 44-94°C, sülfat-su oksijen izotop jeotermometresi ile 81-96°C, karışım modelleri ile 50-140°C olarak belirlenmiştir.

**Menekşe (2012)**, Acıgöl'ün mikrobiyal florası ve biyomineralizasyon üzerindeki mikrobiyal etkilerin tanımlanmasını amaçlayan çalışmada, 16S rDNA PCR ile *Halomonas*, *Idiomarina*, *Virgibacillus* ve *Uncultured bacterium* halofiliklerinin baskın olduğunu belirlemiştir. Ca<sup>2+</sup> ve Mg<sup>2+</sup> konsantrasyonlarının, metabolize olabilen organik substratın ve bakteri türünün biyomineralizasyon sürecinde etkili faktör olduğu belirlenmiştir.

**Helvacı ve diğ. (2013)** tarafından gerçekleştirilen çalışma Acıgöl'ün tektonosedimanter gelişimi ve paleo-ortam gelişimlerinin değerlendirilmesinin 602 m'lik derin karotlarla yapıldığı ilk çalışmadır. Derin karotlarla yapılan ilk çalışmanın sonuçlarına göre; Acıgöl Havzası, merkezden uzak alüvyal fan, akarsu, gölsel çökme, iklim, tektonik ve köken kayaç etkileşiminin kombinasyonunun kontrolünde gelişmiştir. Mevsimsel iklim değişimi, havzanın temel kayası ve topografya, Mg bakımından zengin karbonatların ve Na-sülfat ortamlarının gelişimini kontrol eden temel bileşenlerdir. KD uzanımlı Acıgöl Fayı, havzadaki sedimantasyonu etkiler. Havzadaki karbonat depolanmasını provens, iklim ve tektonik arasındaki etkileşimi kontrol eder.

Helvaci ve diğ. (2013)'e göre Denizli-Kızılyer ve Menteşe köyleri civarındaki evaporit içerikli dolomitik karbonatlar Acıgöl Havzası'ndaki evaporitik sedimantasyonun kökenidir. Triyas evaporitli karbonatları, Alpin orojenizi ile parçalanmış ve bölgeye taşınmıştır. İncelenen derin sondajın ilk 30m'si gölün sıg playa koşulları altında, derinlerde derin koşulların etkin olduğu görülür. Playa özelliğindeki Acıgöl'ün günümüz sedimantasyonu; çözünebilir tuzların çözünmesine neden olan sellenme, farklı tuzların çökelimine neden olan evaporatif konsantrasyon, kaynak boşalımı, rüzgâr ve akarsularla taşınan kırıntılı bileşenler ve organik üretkenlik denetler.

**Sulpizio ve diğ. (2013)'e** göre tefra oluşumunun doğudaki karasal en uç noktasını temsil eden Acıgöl Havzası'ndaki *Minoan Tefra tabakası* yüksek-K kalk-alkalin afinitesi nedeniyle Ege-Yay Volkanizması'ndan kaynaklanmaktadır. Kazancı ve diğ. (2012) tarafından belirlenen Çardak Tefraları'ndan farklı olarak Acıgöl Havzası'nda farklı bir *Minoan Tefra tabakası* bulunur.

**Budakoglu ve diğ. (2014)**, Acıgöl'ün arkeal çeşitliliğini değerlendirmiştir. Acıgöl'ün aşırı tuzlu ortamı, tuz konsantrasyonuna göre % 15'den doygunluğa kadar halofilik mikroorganizmalar verir. Yapılan çalışmaya göre gölün arkeal çeşitliliği, yüksek tuzluluk ve alkalinite koşullarında yaşayan Halobacteriaceae türünün hâkimiyeti altındadır.

**Karayiğit ve diğ. (2014)**; Neojen Acıgöl Havzası'nda kömür gelişiminin ilk kez konu edildiği çalışmalarında; kömür gelişiminin petrolojisi ve mineralojisi ile birlikte kömür oluşumu öncesi ve sonrasında paleoiklim koşullarını incelemişlerdir. 599-627m aralığında kümülatif kalınlığı 10,8m olan kömür damarının mineralojik bileşiminin kuvars, pirit, kil, kalsit ve feldispat minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Derin karotun değerlendirilen 19- 690,1 m aralığında göl istifinde jips, kil, kuvars, kalsit, aragonit, dolomit, feldispat, pirit, halit ile birlikte amfibol/hornblend ve apatit mineralleri tespit edilmiştir. 180m derinliğe kadar jips, 170m'den itibaren daha derinlerde kalsit varlığı ile Helvaci ve diğ. (2013)'te olduğu gibi istifin üst kısımlarının tuzlu ortamda, alt kısımlarının ise tatlı-tuzlu geçişli göl koşullarda çökeldiğini belirlemişlerdir.

Karayiğit ve diğ. (2014)'e göre Geç Miyosen / Erken Pliyosen'de, havzadaki nemli iklim koşullarıyla birlikte gerçekleşen asimetrik çökme, Çardak Linyitleri'nin yarı bitümlü kömür damarları şeklinde oluşmasına neden olmuştur. Turba birikimi gölsel çamur interkalasyonu lehine geçici olarak kesintiye uğramıştır.

**Koralay (2014)**, Acıgöl'ün Kuzey batısında Oligosen Acıgöl Grubu içinde kömür içeren Hayrettin formasyonunda organik karbon ve azot izotopları ile karbonatların tanımlamasını gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre karbonik kayaçların organik karbon değerleri 0,21‰-39,61‰ arasında, hidrojen indeksleri 25-174 mg HC/g'dır. Baskın organik bileşen hümik organik malzemedir (tip-3). Karbonatların bol miktarda bulunduğu Hayrettin formasyonu, karasal malzemenin bol olduğu lagün sahili turba-bataklık ortamında oluşur.

**Uca Avcı ve diğ. (2014)** tarafından endüstriyel üretim yapılan gölde nesne tabanlı sınıflama yöntemi ile gölalanı, sodyum sülfat ve tuz üretim havuzlarının birbirinden ayrımı, gölde derinlik sınıflaması çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmaya göre göldeki su seviyesi gölün çevresel koşulları etkileyen önemli bir parametredir.

**Karaman ve diğ. (2015)**, Acıgöl'de mevsimsel değişimin etkilerinin izlenebilmesi amacıyla hiperspektral uydu görüntülerini kullanılarak yeni su indisi geliştirmişlerdir. Yağışlı ve kurak dönemde algılanmış Chris-Proba uydu görüntüleri üzerinden Acıgöl üzerinde farklı birimlerin (göl, tarla, sediman vb.) sipektal kütüphanesini oluşturularak su kaplı alanların belirlenmesinde W6 (560 nm) & W18 (1015 nm) and W2 (447 nm) & W18 (1015 nm) bantlarını kullanan Proba-NDWI indisini geliştirmişlerdir. Proba-NDWI indisi ile hiperspektral uydu görüntülerinden yapılan analizlerde yağışlı dönemde kurak dönem geçişinde gölü alanın 2-3 katı oranında küçüldüğü, endüstriyel tuz üretimi ile birlikte azalan yağış, artan sıcaklık ve evaporasyon gibi meteorolojik olaylar, gölün su bütçesinde önemli etkiye neden olduğu belirlenmiştir.

**Budakoglu ve diğ. (2015)**, litolojik birimlerle birlikte, göl güncel sedimanlarının yüzey ve sığ karot derinliğinde nadir toprak element jeokimyasını, göldeki sedimantasyon hızı ile birlikte değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; sedimanlarda ooze zon genelde anoksik iken, iyi karışan sığ kolonu nedeni ile sediman yüzeyi oksiktir. Göl sedimanlarına metabazik kayaçlardan, ultramafik kayaçlara değişen kırıntılı bileşen girişi söz konusudur. Göl sedimanlarında hafif nadir toprak elementleri zenginleşmiştir. Gölde kırıntılı malzeme Acıgöl'ün NTE içeriğini kontrol eder.  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  aktiviteleri  $8,08 \pm 5,5$  Bq/kg ve  $0,86 \pm 0,6$  Bq/kg, ortalama sediman birikim hızı  $0,029$  g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir.

## 2. GENEL JEOLJİ

### 2.1 Bölgesel Jeoloji

Güneybatı Anadolu'nun paleo-tektonik temel kayalarını, Mesozoyik- Erken Tersiyer döneminde Kuzey Neotetis havza kapanımını temsil eden Menderes Masifi, Likya napları, Beydağları otoktonu ve Antalya napları oluşturur (Alçıçek 2010; Collins ve Robertson 1997, 1998). Bölgedeki Likya naplarının yerleşimi, Eosen Sonu-Erken Oligosen döneminde gerçekleşmiştir. Acıgöl Grubunu oluşturan molasların oluşumu Oligosen döneminde ve Baklan ve Acıgöl grabenlerinin açılmasını sağlayan KB-GD ve K-G yönlü genleşme tektoniğinin etkin olduğu dönem ise Geç Miyosen'dir. (Poisson ve diğ. 2003).

Kuzey Neotetis kökenli Likya napları, Geç Kretase ve Erken Senozoik döneminde güney doğuya doğru taşınan allokton birimlerden oluşur (Alçıçek 2010; Collins ve Robertson 1999; Robertson ve diğ. 2003). Likya napları, kuzeye bakan Mesozoyik yaşlı rift ve kuzey Neotetisin pasif kenarıdır (Collins ve Robertson 1999). Erken Langiyen'de Beydağları otoktonu üzerine yerleşmiştir (Şenel 2007). Kıta yamacı çökellerinden, okyanus dibi çökelleri ve ofiyolitlere kadar uzanan farklı istifler ve tektonik birimleri kapsayan Likya napları (Erakman ve diğ. 1986; Graciansky 1972; Okay 1989), sığ denizel ortam ve pelajik karbonatlar, ofiyolitik melanaj ve ofiyolitik ve evaporitik birimlerden oluşur. Bunlar okyanus ortamı, ince kumtaşı-kiltaşı ve kireçtaşı ara katmanlı ofiyolitik konglomera ile konglomera, kumtaşı, kiltaşı ve mercekli kireçtaşı ardalanmasından oluşan, paraotokton sedimanter birimlerce uyumsuz bir şekilde örtülür (Alçıçek 2010). Acıgöl ve civarında Likya napları, Bodrum napı, Marmaris ofiyolit napı, Gülbahar napı ve Domuzdağ napı ile temsil edilir (Şenel 1997a).

### 2.2 Havza Jeolojisi

Acıgöl ve civarında alttan üste doğru bölgeye allokton olarak yerleşmiş Likya napları ile paraotokton ve neotokton konumlu birimler yüzeylenir. İnceleme alanında Tavas napı, Bodrum napı, Marmaris ofiyolit napı, Gülbahar napı ve Domuzdağ napı,

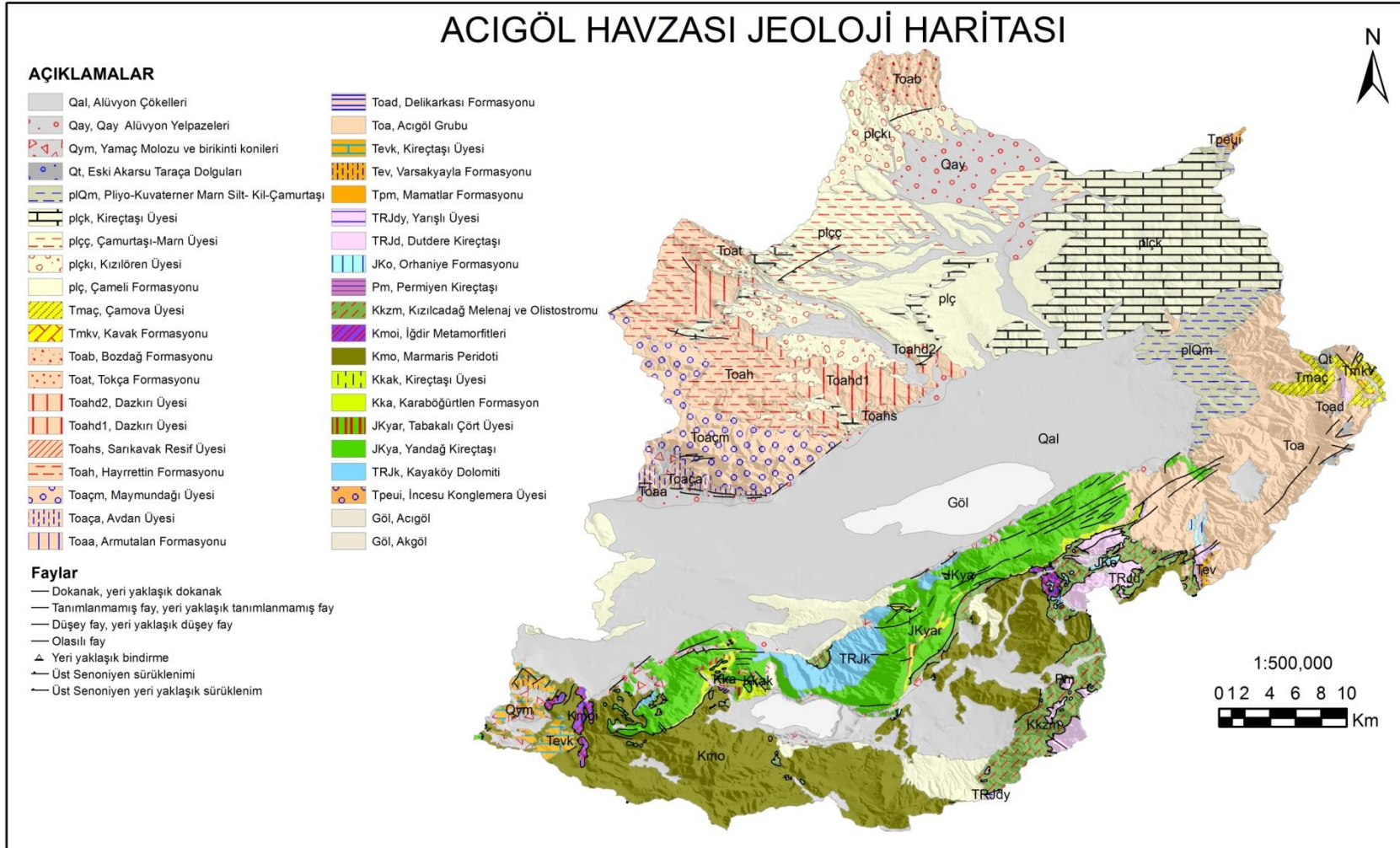


Likya naplarını temsil eder. Paraotokton birimleri, Likya napları üzerinde yer alan Üst Paleosen yaşlı Mamatlar formasyonu, Eosen yaşlı Varsakyayla formasyonu, Oligosen yaşlı Acıgöl grubu ve Alt Miyosen yaşlı Kavak formasyonu, neotokton birimleri ise Tortoniyen yaşlı molas karakterindeki Aksu formasyonu, gölssel Pliyosen ve karasal Kuvaterner örtü birimleri temsil eder (Şenel 1997a, 1997b) (**Şekil 2. 1, Şekil 2. 2**). Havza kuzeyinin temelini Oligosen yaşlı denizel tortul birimler (Acıgöl Grubu), güneyinin temelini allokton Mesozoyik karbonatlı birimler (Jura-Kretase yaşlı Yandağ çörtlü kireçtaşları) ve ofiyolitik melanaj, ofiyolitler oluşturur (Alçıçek 2009; Helvacı ve diğ. 2013; Şenel 1997a; Toker 2008; Toker ve diğ. 2012).

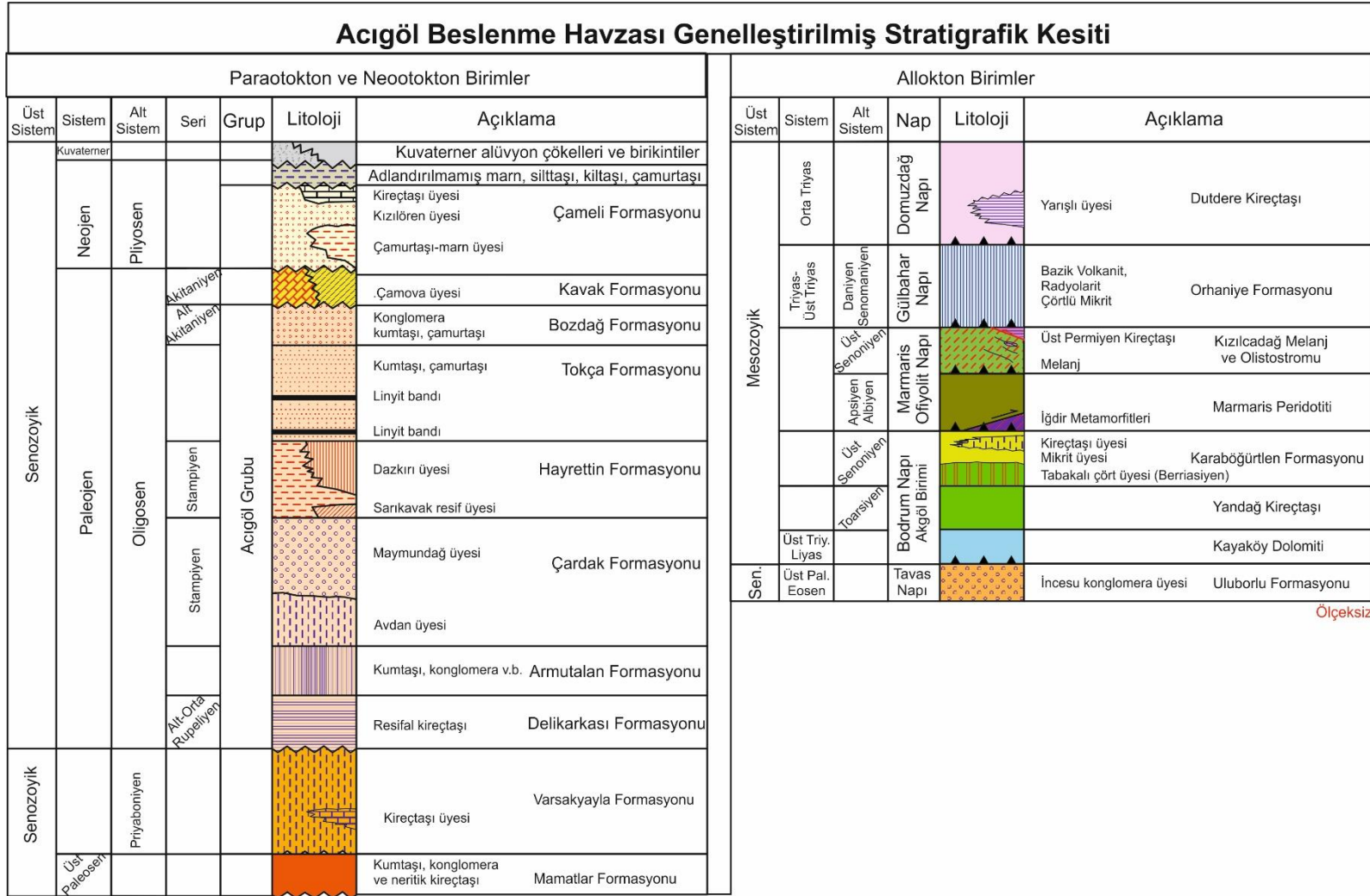
Acıgöl Havzası'nın güney-güney batı kenarlarında, Çameli formasyonu olarak bilinen, altta Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı kilitaşı, marn ve marnlı kireçtaşı, üstte Orta-Geç Pliyosen yaşlı kilitaşı-kumtaşı ve konglomeralar yer alır. Havzanın merkezini Kuvaterner yaşlı gölssel tortullar, havza kenarını yine Kuvaterner yaşlı kaba kırıntılı kolüvyal ve alüvyal tortullar oluşturur. Kuzey kenardaki faylı Oligosen temele yaslanan tortullar kolüvyon konileri ile küçük ölçekli alüvyon yelpazeleri şeklinde depolanırlar. Tortullar içerisinde ince taneli volkanik tüf tabakası vardır. Havzanın güneyinde etek döküntüleri (talus) şeklinde yer alan birikintiler, yamaç tabanlarında, basık tepeli ve yayvan şekilli birikinti konisi oluşturur. Göl içine kadar uzanan koniler kolüvyon yelpaze deltalarını meydana getirmişlerdir. Deltaların görünen kısımları göl seviyesinden 6 m daha yüksektedir (Kazancı ve diğ. 2006; Şenel 1997a; Toker 2008).

Acıgöl Havzası'nın güney doğusunda Değirmendere-Ovacık bölgesinde geniş bir alanda Acıgöl grubuna ait birimler görülür. Acıgöl grubuna ait birimler gölün kuzey-kuzey doğusunda Sarıkavak Köyü, Çardak İlçesi ve Hisaralan Köyü arasında kalan bölgede yüzeylenir. Acıgöl grubunda yer alan Bozdağ ve Tokça formasyonları havzanın en kuzeyinin sınırını oluşturur. Havzanın kuzey doğusunda kilitaşı, marn, konglomera içeren Çameli formasyonu ve killi kireçtaşı birimler içeren Çameli formasyonu-Kireçtaşı üyesi yer alır.

Çameli formasyonu, alüvyal yelpaze ve göl ortamını karakterize eder (Toker 2008). Kuvaterner yaşlı gölssel tortullar, Çameli formasyonunun üzerine ise uyumsuz olarak gelir. Çameli formasyonu, Çambaşı formasyonu olarak da adlandırılan Acıgöl grubunu açısız uyumsuzlukla örtmüştür. Grabenin güneyindeki yükseltilerde, Yandağ çörtlü kireçtaşlarının üzerinde, kireçtaşı çört-ve radyolarit bloklar barındıran Kretase yaşlı Marmaris ofiyolitleri bulunur (Şenel 1997b).



**Şekil 2. 1:** Acigöl Havzası genel jeoloji haritası (Balci (1987); Göктаş ve diğ. (1989); Şenel (1997a, 1997b)'dan güncellenmiştir).



Ölçeksiz

Şekil 2. 2: Acıgöl Havzası geliştirilmiş stratigrafik kesiti (Balci (1987); Göktaş ve diğ. (1989); Şenel (1997a, 1997b)'dan güncellenmiştir).

Çambaşı formasyonu havzanın güneyindeki yüksekliklerde Marmaris ofiyolitlerini uyumsuz olarak kesmiştir. Marmaris ofiyolitleri allokton konumlu kütle olup, Likya naplarından, Marmaris ofiyolit birliği napına aittir. Acıgöl Havzası'nda, Marmaris ofiyolit napı, Bodrum napı üzerinde yer almıştır. Acıgöl'ün güneydoğu kenarındaki Yandağ formasyonu, Geç Senoniyen yaşlı bloklu flişle sonlanır. Yandağ formasyonu Bodrum napı ile aynı yapısal özellikleri gösterir (Şenel 1997b).

## **2.2.1 Allokton Birimler**

Langiyen'de kuzeyden güneye hareketle Beydağları otoktonu üzerine yerleşen Likya napları inceleme alanındaki allokton birimlerdir. Likya napları inceleme alanında Tavas napı, Bodrum napı, Marmaris ofiyolit napı, Gülbahar napı ve Domuzdağ napı ile temsil edilir (Şenel 1997a, 1997b).

### **2.2.1.1 Tavas Napı**

Tavas napı beslenme alanı içinde çok küçük bir alanda temsil edilmiştir. Likya naplarının tabanında yer alan Tavas Napı, Acıgöl Havzası beslenme alanı içinde, Uluborlu formasyonunun İncesu Konglomera üyesi (Tpeui) tarafından temsil edilir. Geç Paleosen-Eosen yaşlı flişle sonlanan Tavas napı, Dogger-Kretase yaşlı pelajik çökelleri kapsar (Şenel 1997b). Birim inceleme alanında Dinar'ın Avdan Köyü civarında mostra vermektedir.

#### **2.2.1.1.1 Uluborlu Formasyonu (Tpeu)**

Uluborlu formasyonu, mikrit, killi-kumlu kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı, kiltası, silttaşı ve konglomeralardan oluşur. Özgül ve diğ. (1991) tarafından isimlendirilen formasyon, Kuruçay üyesi ve İncesu konglomera üyesi olarak iki üyeye ayrılmıştır (Şenel 1997b). Birim Miyosen yaşlı çökeller tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir. Bazı alanlarda bindirme düzlemleri boyunca Bodrum Napı tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Duraysız yamaç havzasını temsil birim Geç Paleosen-Eosen yaşlıdır.

### 2.2.1.1.1. İncesu Konglomera Üyesi (Tpeui)

Konglomeralar olarak karbonat kökenli çakıllar ile daha az oranda radyolarit, çört, bazik volkanit, tuf ve ultrabazik kayalarından türemiş çakıllardan oluşmaktadır. Taneler iyi yuvarlanmıştır. Uluborlu formasyonunun üst düzeyinde bulunan birimin kalınlığı 5-100m arasında değişir (Şenel 1997b).

### 2.2.1.2 Bodrum Napı

İnceleme alanında Akgöl birimi (Bölükbaşı 1987) ile temsil edilen Bodrum napı, yapısal olarak Tavas napı üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Birim aynı zamanda Marmaris ofiyolit napı tarafından tektonik dokanakla üzerlenmektedir. Bu dilim içerisinde başlıca Kayaköy dolomiti, Yandağ formasyonu ve Karaböğürtlen formasyonu yer almaktadır (Şenel 1997b). Bodrum napına ait birimler Acıgöl'ün güneyinde mostra vermektedir.

### 2.2.1.2.1 Kayaköy Dolomiti (TRJK)

Şenel ve diğ. (1989) tarafından adlandırılan birim, 400-700m kalınlığında, kalın dolomit ve koyu gri, siyah renkli dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Sığ karbonat şelf ortamında çökelen birim genelde homojen doku ve tabaka yapısına sahiptir. Yer yer ince tabakalanma ve laminalanma görülür. Oldukça kırıklı çatlaklı yapısı ile arazide kolayca ayırtlanan birim içerisinde ikincil olarak gelişen kalsit dolguları yaygın olarak görülür (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a; Şentürk 2003). Kayaköy Dolomiti'ne ait Akgöl biriminde Bölükbaşı (1987) ve Bilgin ve diğ. (1990) tarafından sık erime boşluklu, bazen dağılgan, kötü kokulu dolomit olarak tanımlanmıştır. Birim masif, kalın yersel orta tabakalıdır. Birimin üst kısmında dolomitik kireçtaşları yer alır (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a). İnceleme alanında Gemiş Beldesi'nin güneydoğusu ve Gölcük'ün güneyinde görülür. Akgöl biriminde alt ilişkisi olmayan birim, üstte Yandağ Kireçtaşı tarafından uyumlu olarak örtülür. Fosil içermeyen birim stratigrafik konumuna göre Orta?-Geç Triyas-Liyas yaşlıdır (Şenel 1997a).

Çaltı-Aşağı Kırılı karayolunun Gölcük yakınlarındaki çakıl ocağı civarında, yol kenarında Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti'ne ait birimlerden örneklemeler yapılmıştır (**Şekil 2. 3**). Kayaköy Dolomiti içinde yapılan LITO-6, LITO-14 ve LITO-53



örnekleme noktasındaki el örneklerinin majör oksit içeriği sırasıyla %0,09 SiO<sub>2</sub>, %0,05 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,02 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,65 MgO, %54,14 CaO ve %0,05 SiO<sub>2</sub>, %0,04 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,01 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,53 MgO, %52,17 CaO ve %0,03 SiO<sub>2</sub>, %0,00 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,01 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,13 MgO, %54,47 CaO'dur. Birim içindeki el örneklerinin majör oksit içeriğinde Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl bulunmamaktadır.



**Şekil 2. 3:** a) Çaltı-Aşağı Kırılı karayolunun kenarında Yandağ Kireçtaşı'na ait birimlerden görünüm b) Aynı noktada Kayaköy Dolomitine ait birimlerden görünüm c) Yandağ Kireçtaşı birimlerinde yapılan LITO-52 örnekleme noktası d) Kayaköy Dolomiti birimlerinde yapılan LITO-53 örnekleme noktası e) Aynı noktada Kayaköy Dolomiti (TRJk) (LITO-14) ve Yandağ Kireçtaşı'na (LITO-7) ait yamaç molozları f) Gemiş Kasabası'nın güneydoğusunda Yandağ Kireçtaşı (JKya) ve Kayaköy Dolomiti'nin (TRJk) geçişi.

### 2.2.1.2.2 Yandağ Kireçtaşı (JKya)

Birim Jura-Kretase yaşlı olup, Acıgöl Havzası'nın güneyinde yer alır. Likya naplarının 5 ana tektonik birliklerinden biri olan, Bodrum napının, Mesozoyik yaşlı Akgöl grubunun üyesidir (Bölükbaşı 1987; Şenel 1997a). Adını yaygın olarak gözlemlendiği Yandağ'dan alır. İnceleme alanında Gemiş, Yassıören, İğdir, Alanköy, Aşağı Kırılı, Hayriye, Beylerli ve Çaltı köyleri arasında kalan geniş alanda mostra vermektedir.

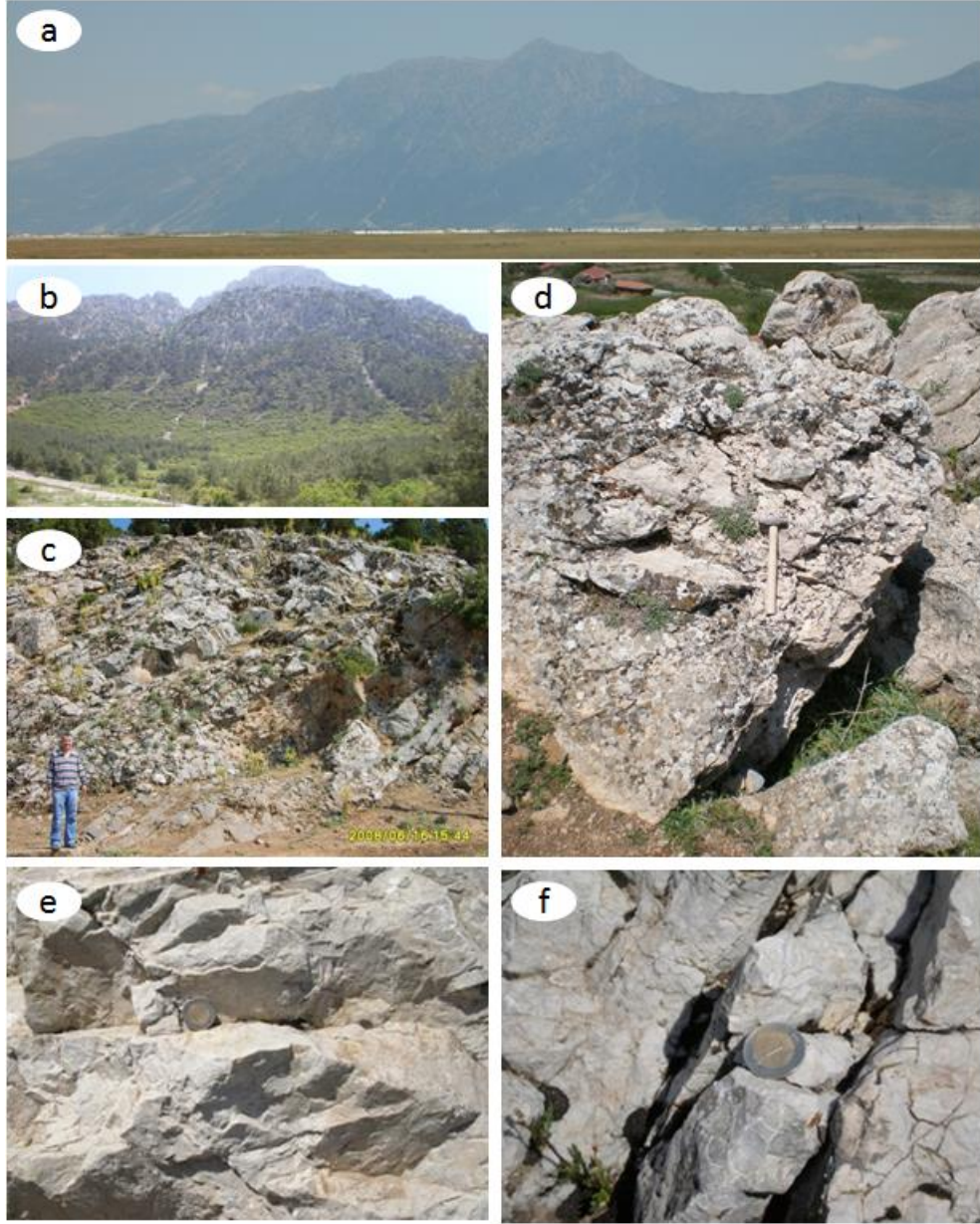
Bilgin ve diğ. (1990) tarafından isimlendirilen bu formasyon, tabanında neritik kireçtaşları, üste doğru çörtlü kireçtaşı, radyolarit-çört ve mikritik kireçtaşları ile temsil edilir. Yandağ kireçtaşları altta az kristalize, az fosil izli, orta tabakalı, bol çatlaklı ve çatlaklar kalsit dolguludur. Üste doğru kalın tabakalı olup; masif bir görünüm sunar. Yandağ kireçtaşlarının orta kısımlarında açık renkli kısımlar oolitik, koyu renkli kesimleri ise mikritik yapıdadır. Daha üste tabakalar incelererek çört-yumru ve bantları şeklinde gözlenir. Yandağ kireçtaşlarında, eklem ve çatlakların tamamıyla kalsit dolgusundan oluştuğu üst kısımlara doğru, kireçtaşı oranı iyice azalmakta ve tamamıyla radyolarit ve çörtlere geçer. Üste doğru çörtlü kireçtaşları ile devam ederek mikritik kireçtaşlarına geçer (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a).

Birimin üst seviyelerinde Çört üyesi olarak tanımlanan kızıl renkli tabakalı çörtler yanal düşey geçişli olarak görülmektedir. Çörtler üzerinde ise Mikrit üyesi olarak tanımlanan ve Karaböğürtlen formasyonuna dahil edilen kırmızı renkli mikritik kireçtaşları bulunmaktadır (Bilgin ve diğ. 1990; Şentürk 2003).

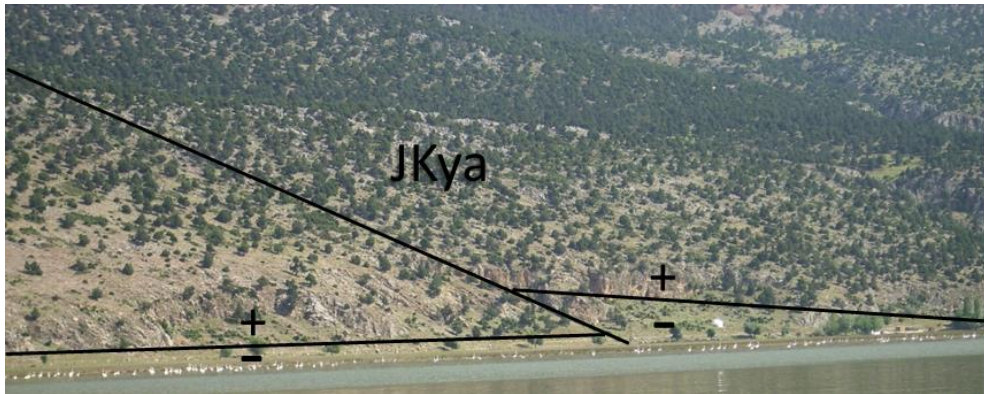
Formasyonun tanımlandığı Kayaköy civarında tabanında *ammonitico rosso* fasiyesine karşılık gelen kısım, bol brakriyopod ve yersel ammonit izli kireçtaşları içermektedir. 450m kalınlığa sahip olan Yandağ Kireçtaşı, üzerinde bulunan Karaböğürtlen formasyonu ile olası uyumsuz, altında bulunan Kayaköy Dolomiti ile ise uyumlu bir ilişkidir. Yandağ'ın eteklerinde, birim içinde faylarla sınırlanmış alanlarda Kuvaterner yaşlı yamaç molozları birimi örtmektedir (**Şekil 2. 4, Şekil 2. 5**). Formasyon Sarp (1976) tarafından yapılan fosil tanımlamalarına göre Geç Liyas (Toarsiyen)-Konyasiyen yaşlıdır (Şenel 1997a).

Yandağ formasyonunun litolojik özelliklerine göre çökme ortamı, Dogger-Senomaniyen aralığında denizin sığ olduğu, Senomaniyen başında derinleşmenin başladığı, Meastrihtiyen'de ise denizin tamamen derinleşerek pelajik ortama geçtiği dönemleri temsil etmektedir (Bilgin ve diğ. 1990). İnceleme alanı içinde Gemiş (LITO-10, LITO11), Akpınar (LITO-3, LITO-22, LITO-28), Akgöl (LITO-57, LITO-58) ve Çaltı (LITO-7,LITO-52) civarında el örnekleri alınmıştır. Alınan el örneklerinin ortalama majör oksit değerleri %55,76 CaO, %0,48 MgO içerir. Birimdeki el örneklerinin ortalama LOI değeri %43,71'dir. Birimden alınan el örneklerinin majör oksit ve iz element değerleri EKLER kısmında detaylandırılmıştır. Akgöl civarındaki örnekler rekristalize kireçtaşlarıdır.Gemiş yakınındaki kireçtaşlarından alınan el örneği dolomitik matriks ve yoğun miktarda karbonat çamuru (mikrit) ile birlikte %70'den daha fazla kalsit içerir. Az miktarda K-feldispat gözlenmiştir (**Şekil 2. 6, Şekil 2. 7**).



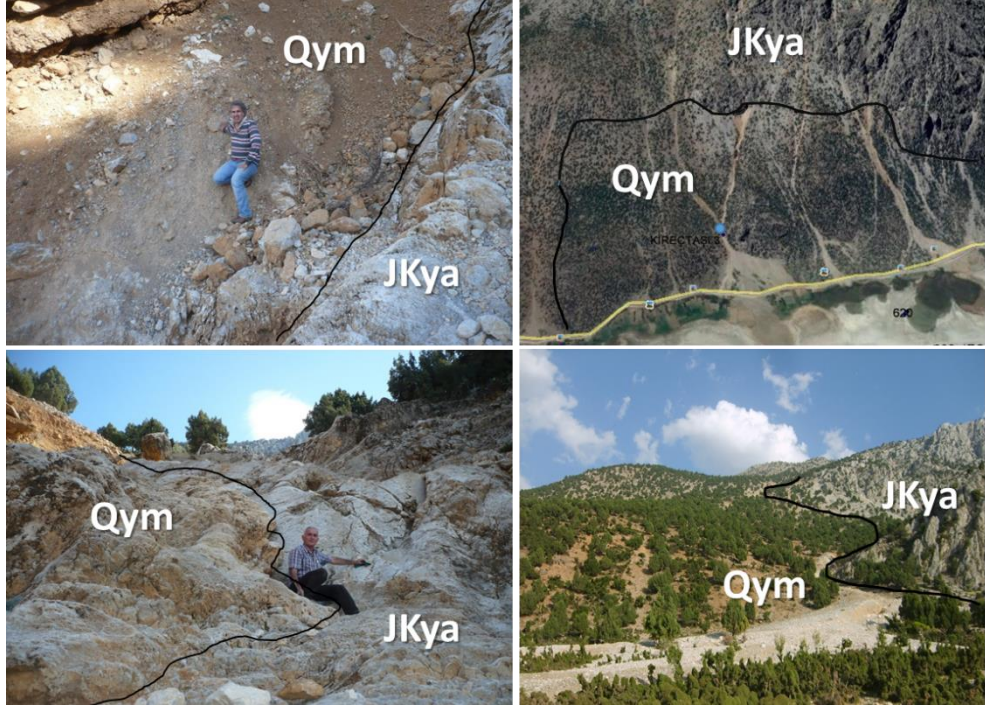


**Şekil 2. 4:** Yandağ Kireçtaşları a) Yandağ'ın genel görünümü b) Gemiş Kasabası'nın doğusundan birimin görünümü c) Akpınar kaynaklarında tabakalı mikritik kireçtaşları d-e-f) Bol çatlaklı pelajik kireçtaşı birimlerin yakın görünümü (Gemiş Kasabası) (LITO-10, LITO-11).

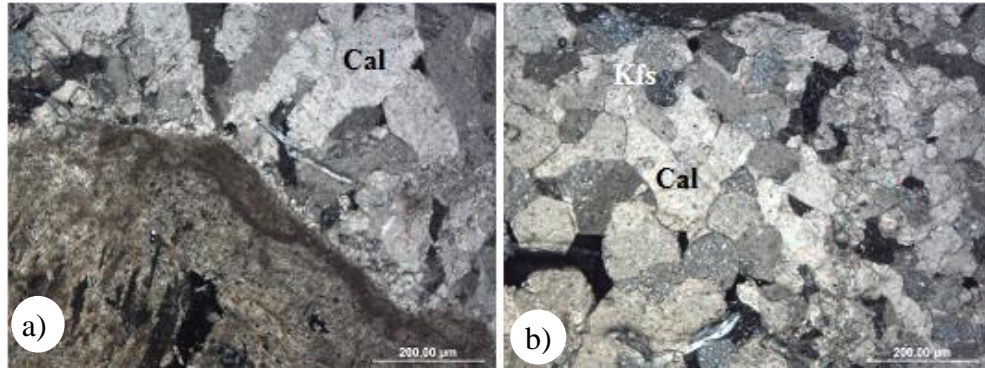


**Şekil 2. 5:** Acıgöl'ün güneyinde Yandağ Kireçtaşı eteğindeki Acıgöl fayından bir görünüm.





**Şekil 2. 6:** Yandağ Kireçtaşı formasyonu (JKya) içinde, Yandağ eteklerinde gelişen Kuvaterner yamaç molozları (Qym) ve Acıgöl fayının görünümü (LITO-28 örnekleme noktası).



**Şekil 2. 7:** a) Mikritik kireçtaşı ve rekristalize kalsitler, b) Rekristalize kalsitlerin düz sınırlı mozaik dokusu (Örnek No:LITO-10, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldispat).

#### 2.2.1.2.2.1. Tabakalı Çört Üyesi (JKyar)

Berriasiyen (Erken Kretase) yaşlı üye, ince-orta tabakalı, kızıl, mor ve mavimsi renklere radyolarit, çört ve şeyllerle temsil edilir (Şenel 1997b).

#### 2.2.1.2.3 Karaböğürtlen Formasyon (Kka)

İnceleme alanında Acıgöl'ün güneyinde doğu-batı uzanımlı bir hat boyunca gözlenen bu birim ilk kez Phillipson (1915) tarafından adlandırılmıştır. Birim başlıca

ince orta kalın tabakalı kumtaşı, kiltası ve silttaşlarından oluşur. Birim içerisinde bazı alanlarda serpantin, bazik volkanit ve kireçtaşı blokları yer alır. Kumlu-kireçtaşı, mikrit, çörtlü mikrit ve marn gibi seviyelerde yanal ve düşey yönde geçişler gözlenir (Şenel 1997a) (Şekil 2. 8).



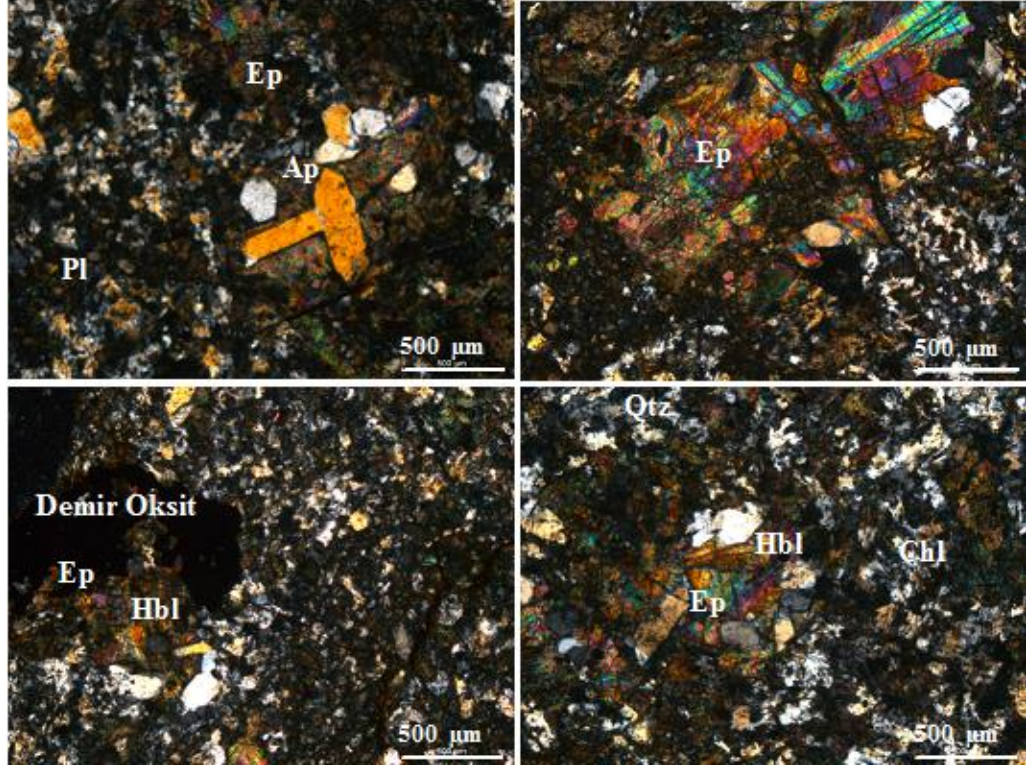
**Şekil 2. 8:** Karaböğürtlen formasyonunun Akgöl'ün kuzey batısındaki mostrası a) Formasyon içindeki Kireçtaşı Üyesi ile formasyon dokanağının görünümü b) Formasyon içinde radyolaritler (LITO-15) c) Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda ofiyolitik karmaşıkları d) ofiyolitik karmaşıklarda LITO-56 örnekleme noktası e) Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda Kireçtaşı Üyesi içinde kalan çörtlü kireçtaşı LITO-54 örnekleme noktası.

Bu çalışmada da benzer litolojiler için aynı ismin kullanılması uygun görülmüştür. Duraysız havza ortamında çökelen ve fosil olarak fakir olan formasyon, Akgöl birimindeki kireçtaşlarındaki fosil içeriğine göre Sarp (1976) tarafından (Tanımlayan; J. Sigal) Geç Senoniyen kabul edilmiştir. Üst ilişkisi tektonik olan birimin tabanındaki Akgöl birimi ile uyumludur (Şenel 1997a).

İnceleme alanında Acıgöl'ün güneyinde İğdir Köyü kuzeydoğusunda ve Aşağıkırılı Köyü civarında yaygın olarak mostra verir. İnceleme kapsamında örneklemler Aşağıkırılı Köyü'nün kuzey doğusundan yapılmıştır. Birim içinde LITO-2, LITO-15, LITO-54 ve LITO-56 el örnekleri alınmış ve LITO-2, LITO-15 ve LITO-56 el örneklerinin ince kesit değerlendirmesi yapılmıştır. LITO-56 el örneği, ofiyolitik



melanj içindeki meta-diyorit olup, içinde kuvars, plajiyoklaz, demir oksit, klorit, epidot, apatit, hornblend gibi mineraller içerir. Plajiyoklazlar çok az olmakla birlikte kısmen epidotlaşmıştır. Örnek granüler dokuya sahiptir (**Şekil 2. 9**).



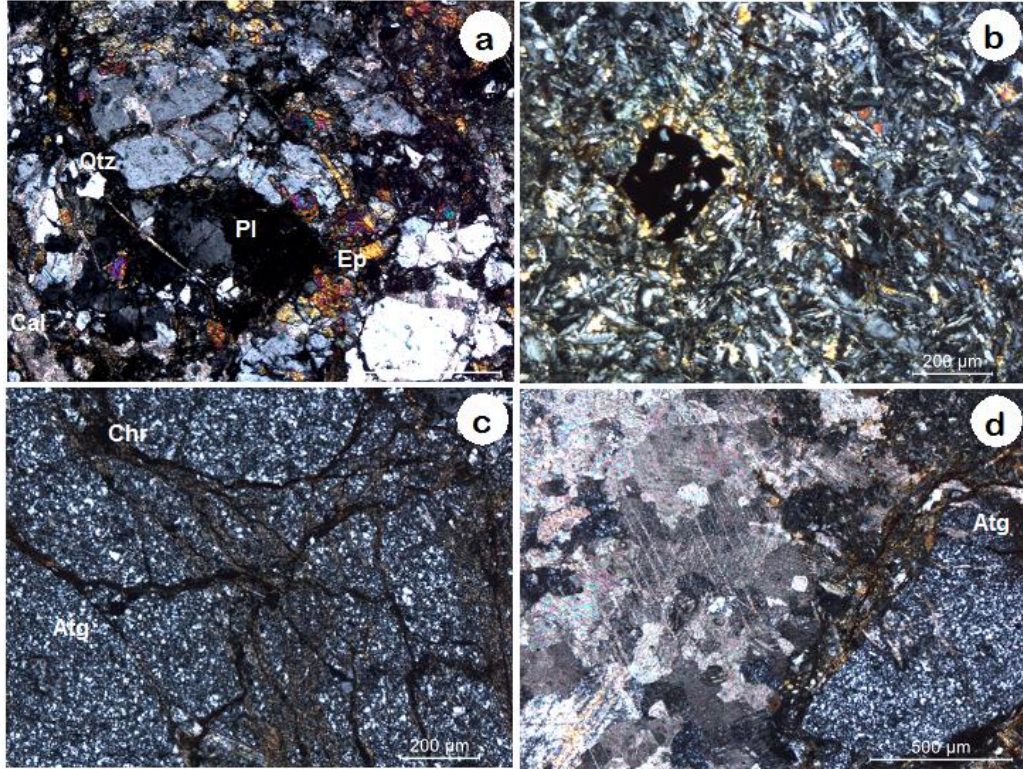
**Şekil 2. 9:** Ofiyolitik melanj içindeki meta-diyoritlerde, plajiyoklaz ve hornblend mineralleri ile metamorfizma ile ilişkili kuvars, demir oksit, klorit, epidot ve apatit oluşumları (Örnek No: LITO-56, Ap:Apatit, Chl:klorit, Ep:Epidot, Hbl:Hornblend, Pl:Plajiyoklaz, Qtz:Kuvars).

LITO-2 el örneği metagabro ve metabazalt ilişkili serpantinittir. El örneğinde koyu yeşilimsi gri renkli, tanelenmesi ortadan iyiye değişen, kristal şekli kısmen öz şekilli (hipidiyomorf) ve poikilitik dokudan, ofitik ve subofitik dokuya değişen bir dokusal yapıya sahiptir. Piroksen kalıntıları, kuvars ve opak minerallerle birlikte tremolit-aktinolit ve plajiyoklazlar temel bileşenleridir. Andezin ve labradoritle temsil edilen plajiyoklazların kristal şekli subidiyomorftan ksenomorfa değişir. Plajiyoklazlarda kısmen sosuritleşme (Serisit ve Epidot), kalsitleşme ve kaolenleşme görülür (**Şekil 2. 10, a**). Küçük piroksen granülleri ile birlikte intergranuler dokuda yayılmış kalsik plajiyoklaz parçaları içerir (**Şekil 2. 10, b**).

Yeşil, yeşilimsi gri ve siyahın farklı tonlarında renge sahip ve ince tanelenmiştir. Serpantinitle farklı miktarlarda kalsit ve pikotit mineraliyle birlikte bulunur. Olivin ve piroksenden sonra karbonat psödomorfu, bunların peridotit ve dünitlerden türediklerini gösterir. Serpantin renksiz antigorit mineraliyle temsil edilir. Kırmızı renkli demir oksitler orijinal olivin kristalleri sınırında ve çatlaklar boyunca

yoğunlaşmış olup örgü dokusunu oluştururlar (*Serpantinit*) (**Şekil 2. 10**, c). Kayaç içinde demirle boyanmış renksiz antigoritle çevrili, ince-orta granüllü karbonatlar gelişmiştir (**Şekil 2. 10**, d).

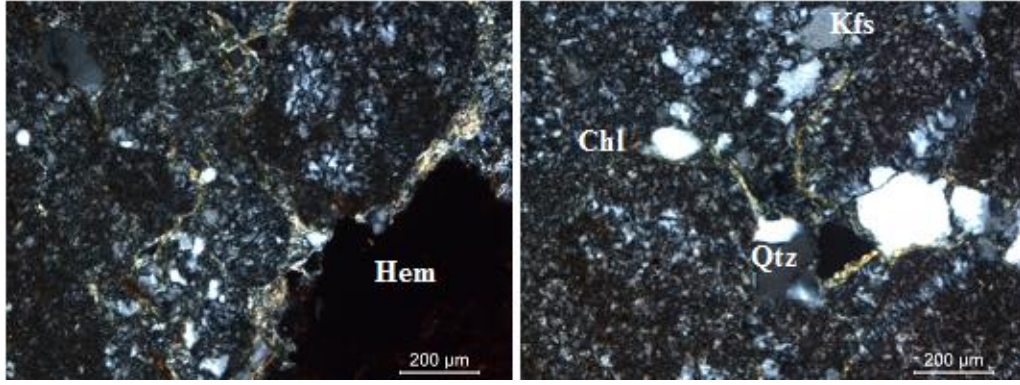
LITO-15 radyolaritik çört el örneği, kuvars, k-feldispat, hematit ve klorit minerallerini içerir. Kuvars taneleri monokristalen ve polikristalen yapıda yarı şekilli-yuvarlaklaşmış, doğrusal sönme gösterir. Demir oksitle çimentolanmış hematit ve klorit içeren kayaç, magmatik ve litoklastik sedimanterler içerir (**Şekil 2. 11**).



**Şekil 2. 10:** a) Poikilitik dokudan, ofitik ve subofitik dokuya değişen dokusal yapı ve piroksen kalıntıları içeren metagabro örneğinde metamorfizma ürünü epidot ve kuvarslar b)Metagabrolarda piroksen granülleri ile birlikte intergranuler dokuda yayılmış kalsik plajiyoklaz kristalleri c) Serpentinitlerde olivin kristalleri sınırında ve çatlaklar boyunca örgü dokusunu oluşturan demir oksitler d) Serpentinitlerde ince-orta karbonat (dolomit) gelişimi (Örnek No:Lito-2, Atg: Antigorit, Cal:Kalsit, Chr:Krom, Ep:Epidot, Pl:Plajiyoklaz, Qtz:Kuvars).

Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda formasyon içindeki radyolaritlerden alınan, LITO-15 örnekleme noktasındaki el örneğinin majör oksit içeriği %84,1 SiO<sub>2</sub>, %4,88 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2,92 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,58 MgO, %2,52 CaO, %0,27 Na<sub>2</sub>O, %1,3 K<sub>2</sub>O, %0,2 TiO<sub>2</sub>, %0,24 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,14 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Ofiyolitik karmaşıklardaki LITO-56 örnekleme noktasındaki el örneğinin majör oksit içeriği %62,4 SiO<sub>2</sub>, %10,73 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %10,59 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,25 MgO, %6,61 CaO, %1,46 Na<sub>2</sub>O, %0,06 K<sub>2</sub>O, %1,01 TiO<sub>2</sub>, %0,13 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,28 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Birimden alınan el örneklerini detaylı jeokimyasal analiz sonuçları EKLER bölümünde verilmiştir.





**Şekil 2. 11:** Kuvars, K-feldispat, hematit ve klorit içerikli radyolaryalı çört (Örnek No: Lito-15; Chl: Klorit, Hem:Hematit, Kfs:K-Feldispat, Qtz:Kuvars).

### 2.2.1.2.3.1. Kireçtaşı Üyesi (Kkak)

Karaböğürtlen formasyonundaki ince orta kalın tabakalı yer yer çörtlü mikritik kireçtaşı ve kalsitürbiditler, (Şenel 1997a) tarafından Kireçtaşı üyesi olarak tanımlanmıştır. Mikritik kireçtaşları, tabakalı çört üyesi üzerinde bulunurlar. Mikritik kireçtaşları tabanında kalsitürbiditler yer alır. Kalsitürbiditler üzerinde, üste doğru killi kireçtaşı ve marnlara geçişli, ince-orta-kalın tabakalı mikritik kireçtaşı gözlenir (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a). Formasyonun Aşağı Kırılı Köyü'nün doğusunda, Kireçtaşı Üyesi içinde kalan LITO-54 örnekleme noktasından alınan çörtlü kireçtaşı el örneğinin majör oksit içeriği %67,59 SiO<sub>2</sub>, %2,27 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,14 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,73 MgO, %17,03 CaO, %0,15 Na<sub>2</sub>O, %0,54 K<sub>2</sub>O, %0,11 TiO<sub>2</sub>, %0,05 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,06 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir.

### 2.2.1.3 Marmaris Ofiyolit Napı

Yapısal olarak Bodrum napının üzerinde, Gülbahar ve Domuzdağ naplarının altında bulunan Marmaris ofiyolit napı, Marmaris peridotiti ve Kızılcadağ melanj ve olistostromu ile temsil edilir. Marmaris peridotiti içinde tektonik dilimler halinde İğdir metamorfite bulunur (Şenel 1997b).

#### 2.2.1.3.1 Marmaris Peridotiti (Kmo)

Çalışma alanında Marmaris ofiyolitlerini temsil eden birimlerden (Şekil 2. 12). Sarp (1976) tarafından detaylı şekilde çalışılan peridotitler Çapan (1980)

tarafından adlandırılmıştır (Şenel 1997a). Şenel ve diğ. (1989) tarafından Marmaris-Yeşilova ofiyolitleri başlıkları altında incelenmiştir (Şentürk 2003).

Marmaris peridotiti ultramafik kayalardan oluşur. Ultramafik kayalar yer yer serpantinleşmiştir. Serpantinleşmenin daha ileri olduğu peridotitlerde hakim kaya türü harzburjit olup, yer yer harzburjitlerle ardalanan ve kamalanan dünitler de izlenir. Yeşil renkli olivin kristalleri ve gümüş gri renkli piroksen kristalleri görülür. Parlak renkli kristaller serpantinleşmenin olduğu kısımlarda mat görünümlüdürler. Kayaç yüzeyindeki piroksenler lizarditleşmiştir. Gabro, diyabaz, piroksenit vb. kaya türlerinin görüldüğü birimde, tektonizma ortamlarında serpantinitleer yoğundur (Şenel 1997a).

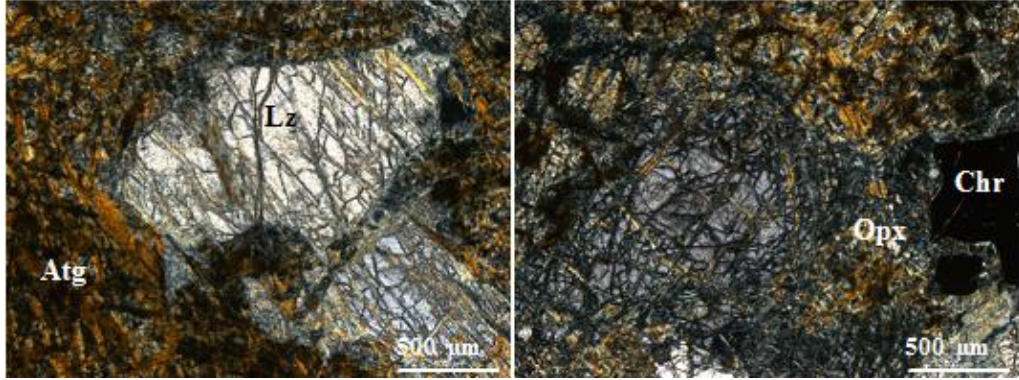


**Şekil 2. 12:** maris peridotitine ait arazi görüntüleri a,c) Alanköy'ün güney batısında, birimin LITO-38 örneklemesindeki görünümü b) Alanköy'ün güney batısında, birimin LITO-37 örneklemesindeki görünümü d) Alanköy ile Akçaköy arasında yüzeylenen birimin LITO-36 örnekleme noktasında genel arazi görünümü.

Dünitlerde, serpantinleşmenin olmadığı taze kısımlar açık yeşil, serpantinleşme arttıkça renk koyulaşır. Derinlere doğru serpantinleşme azalmakta, dayklarda ve tektonik hatlarda yoğunlaşır. Harzburjitler, olivin, ortopiroksen ve az miktarda kromitten oluşur. Talklaşma tektoniğın etkili olduğu kesimlerde yaygındır. Olivinlere kıyasla ortopiroksenler daha az serpantinleşmiştir. Ortopiroksenler tektonik alanlarda tremolit ve aktinolit'e dönüşürler (Bilgin ve diğ. 1990; Şentürk 2003). Kalınlığı 1000m'ye kadar ulaşan birimin alt ve üst ilişkisi tektoniktir. Thuizat ve diğ. (1981)

tarafından K-Ar yaş tayini ile birimin yaşı 114 milyon bulunmuştur. Yaş tayinine göre birim Apsiyen-Albiyen yaşlıdır (Şenel 1997a).

Birim içindeki LITO-36 el örnekleme serpantinittir. Bu el örneği, olivin ve ortopiroksen kalıntıları ile birlikte serpantin ve kromit içerir. Serpantinler örgülü dokulu lizardit ( $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ ) ve antigorit ( $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ ) mineralleri ile temsil edilir (**Şekil 2. 13**). Birimin, Alanköy'ün kuzey doğusunda, Alanköy ile Akçaköy arasında yüzeylenen kısımdan alınan LITO-36 kodlu el örneğinin majör oksit içeriği, %40,01  $SiO_2$ , %0,26  $Al_2O_3$ , %8,84  $Fe_2O_3$ , %35,15  $MgO$ , %0,23  $CaO$ , %0,18  $MnO$ , %0,41  $Cr_2O_3$ 'dir. Yine aynı birim içerisinde, Alanköy'ün güney batısında mostradan alınan LITO-37 ve LITO-38 kodlu el örneğinin majör oksit içeriği sırasıyla %39,27  $SiO_2$ , %0,18  $Al_2O_3$ , %8,22  $Fe_2O_3$ , %37,05  $MgO$ , %0,11  $CaO$ , %0,11  $MnO$ , %0,29  $Cr_2O_3$  ve %39,72  $SiO_2$ , %0,19  $Al_2O_3$ , %7,91  $Fe_2O_3$ , %36,27  $MgO$ , %0,17  $CaO$ , %0,12  $MnO$ , %0,34  $Cr_2O_3$ 'dir. Birim içindeki tüm örneklerin majör oksit içeriğinde  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_3$  ve Cl değerleri %0,0'dır.



**Şekil 2. 13:** Serpantinleşmiş ultramafitlerde levhamsı antigorit, piroksen ve olivin kalıntıları (Örnek No:LITO-36, Atg:Antigorit, Chr:Krom, Lz:Lizardit,Opx:Ortopiroksen).

### 2.2.1.3.1.1. İğdir Metamorfileri (Kmoi)

İğdir Metamorfileri ilk olarak Bilgin ve diğ. (1990) tarafından adlandırılmıştır. Marmaris peridotiti tabanında kısmen içinde tektonik dilimler şeklinde gözlenen bu litostratigrafik birimler yer yer kendi içinde de tektonik dilimler şeklinde gözlenmektedir. Yeşilimsi, kırmızımsı vb. renklere amfibolit, amfibol gnays, amfibol-şist, kuvarsit, metabazalt, metaçört, bantlı mermer ve mermerlerden oluşur. Adını İğdir Köyü'nden alan birimin İğdir Köyü'nde kalınlığı 500m civarındadır. Volkanosedimanter kayaçların metamorfizmasıyla oluşan birimin alt ve üst ilişkisi tektoniktir (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a). Birim inceleme alanında İğdir Köyü'nün doğusu ve

İncelertekkesi Köyü civarında görülür. İğdir Köyü civarındaki metamorfitleerin stratigrafisini tabandan tavana doğru; metakümülatlar, amfibol gnays, amfibol şist, kuvarsit, bantlı mermer, pillow lavlar, radyolarit çamurtaşı ve tektonik ilişkili peridotitler oluşturur (Bilgin ve diğ. 1990; Şentürk 2003).

İğdir Köyü civarındaki metamorfitleerin tabanındaki amfibolitli kesim kümülatların alt kesiminde bulunan klinopiroksenitlerin metamorfizmasıyla oluşmuştur. Metamorfizma sadece volkano-sedimanter kayalar değil kümülatları da etkilemiştir (Şentürk 2003). İğdir Metamorfitleeri'nin alt üst ilişkisi tektoniktir (Şenel 1997a).

### **2.2.1.3.2 Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm)**

Çalışma alanında Marmaris ofiyolitlerini temsil eden birimlerdenir. Melanj, inceleme alanında Acıgöl'ün güneyinde Gölcük Köyü civarında ve Alanköy'ün kuzey doğusunda, Aşağıkırılı Köyü civarında, İğdir Köyü'nü doğusunda Elden ve Ulupınar köylerinde görülür (Poisson 1977; Sarp 1976; Şenel 1997a; Şentürk 2003) (**Şekil 2. 14**).

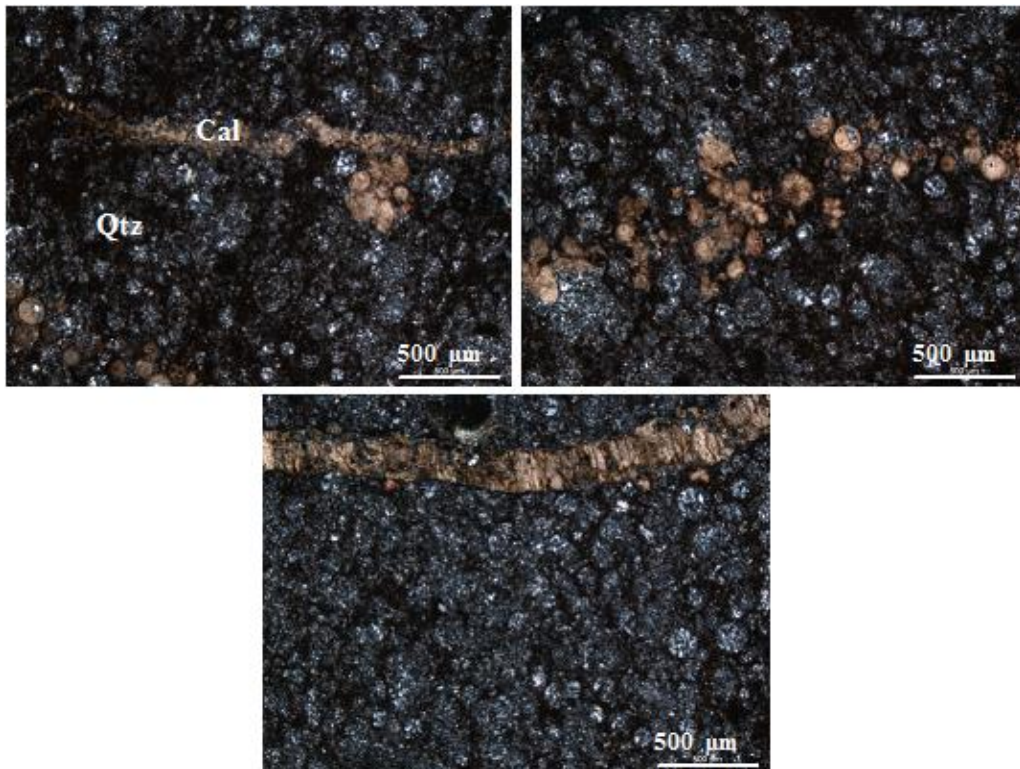
Serpantin, serpantinleşmiş harzburjit, dünit vb. kaya türlerinden oluşan birim, ofiyolitli melanj ve olistostromla temsil edilir. Bloklar radyolarit, çört, dolomit, neritik ve pelajik kireçtaşı, diyabaz, serpantin, peridotit, gabro, bazik volkanittir. Egemen olarak bloklar ofiyolittir. Melanj içerisinde Gülbahar ve Domuzdağ Napına ait bileşenler görülür. Melanj içinde Permiyen yaşlı, kalın tabakalı rekristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı blokları yer alır. Bu bloklar Permiyen Kireçtaşı (Pm) olarak ayrıca tanımlanmıştır. Alt ve üst ilişkisi tektonik olan melanj, Marmaris peridotiti üzerine bindirmiş, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları birim üzerine bindirmiştir. Likya naplarını temsil eden birim Üst Senoniyen yaşlıdır (Poisson 1977; Sarp 1976; Şenel 1997a; Şentürk 2003).

Naplaşmanın en yoğun olduğu dönemde tektonik dilimler halinde birimlerin karışmasıyla oluşan melanj, Üst Senoniyen'de napların ofiyolit üzerine bindirmesi sırasında oluşmaya başlamış ve Üst Senoniyen sonunda oluşumu tamamlanmıştır (Şentürk 2003). Birim içinde alınan LITO-55 radyolarit el örneğinin ince kesit incelemesi yapılmıştır. Kayaç içindeki kalsedonik kuvarslar sferülitik doku sunar (**Şekil 2. 15**).





**Şekil 2. 14:** Kızılcaadağ melanj ve olistostromunun arazi görünüşleri a,b) Aşağı Kırılı Köyü'nde LITO-55 örnekleme noktasındaki radyolaritlerin görünümü c,d) Gölcük Köyü'ndeki mostrasında LITO-51 örnekleme noktasındaki ofiyolitlerin görünümü.



**Şekil 2. 15:** Radyolarit örneğinde kalsedonik kuvars dolgulu radyolaryaya fosilleri ve karbonat (kalsit) dolgulu çatlaklar (Örnek NO:Lito-55, Cal:Kalsit, Qtz:Kuvars).

Birimin Aşağı Kırılı Köyü'ndeki mostrasından alınan LITO-55 kodlu radyolarit el örneğinin majör oksit içeriği, %77,8 SiO<sub>2</sub>, %8,41 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,85 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,59 MgO, %0,72 CaO, %0,57 Na<sub>2</sub>O, %3,24 K<sub>2</sub>O, %0,39 TiO<sub>2</sub>, %0,13 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,11 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Birimin Gölcük Köyü'ndeki mostrasından alınan LITO-51 kodlu ofiyolit el örneğinin majör oksit içeriği, %37,91 SiO<sub>2</sub>, %0,7 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %8,25 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %36,96 MgO, %0,29 CaO, %0,01 K<sub>2</sub>O, %0,01 TiO<sub>2</sub>, %0,12 MnO ve %0,35 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'dir. Örneğin majör oksit içeriğinde %Na<sub>2</sub>O, %SO<sub>3</sub> ve %Cl değerleri %0,0'dır.

#### **2.2.1.3.2.1. Permiyen Kireçtaşı (Pm)**

Kalın tabakalı rekrystalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan birim, bol kırık ve çatlaklı yapısı ve koyu rengi ile karakteristiktir.

#### **2.2.1.4 Gülbahar Napı**

İnceleme alanında Turunç birimi ile temsil edilen Gülbahar napı, yapısal olarak Marmaris ofiyolit napı üzerinde, Domuzdağ napı altında bulunur. Turunç birimi başlıca Orluca formasyonu, Orhaniye formasyonu, Karaböğürtlen ve Karanasıflar formasyonundan oluşur. İnceleme alanında ise bu birime ait sadece Jura-Kretase yaşlı Orhaniye formasyonu mostra vermektedir (Şenel 1997b).

#### **2.2.1.4.1 Orhaniye Formasyonu (JKo)**

Orhaniye formasyonu, bazik volkanit, radyolarit ve çört ara düzeyli çörtlü mikritlerden oluşur. Orhaniye Formasyonu, Turunç biriminden Karaböğürtlen ve Karanasıflar formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir (Meşhur ve diğ. 1989; Şenel 1997a; Şenel ve diğ. 1989).

Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından, altta oolitik orta katmanlı kireçtaşı, üstte pelajik kireçtaşı, çört, radyolarit ve türbiditik kireçtaşı olarak tanımlanan birim, Meşhur ve diğ. (1989) tarafından adlandırılmıştır (Şentürk 2003). İnceleme alanında Ulupınar, Başmakçı ve Elden köylerinin kuzeyinde ve Çığrı Köyü civarında görülen birim, pelajik kireçtaşları, çört, radyolarit ve türbiditik kireçtaşları içeriğiyle Gülbahar napını temsil eder (Poisson 1977; Şentürk 2003).

Birim, Jura-Kretase (Şenel ve diğ. 1989), Üst Triyas-Daniyen? (Poisson 1977) ve Triyas-Senomaniyen (Yalçınkaya ve diğ. 1986) olarak yaşlandırılmıştır.

### **2.2.1.5 Domuzdağ Napı**

İnceleme alanında Dutdere Kireçtaşı ile temsil edilen Gülbahar napı, Likya naplarının en üst birimidir (Şenel 1997b).

#### **2.2.1.5.1 Dutdere Kireçtaşı (TRJd)**

Tanımlandığı yerde birim orta-kalın tabakalı, yersel masif, yer yer megalodontlu, algi rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin üst yüzeyini, gri krem renkli orta kalın tabakalı kireçtaşları oluşturur. Bunun üzerinde de ammonitica-rosso fasiyesi yumrulu kireçtaşı yer alır. Ammonitica-rosso fasiyesi kırmızı pembe renklidir. Sığ karbonat şelfi ortamında çökelen birimin, inceleme alanında üst ilişkisi gözlenmezken, alt ilişkisi tektoniktir. *Megalodon* sp. içeren birim Orta-Triyas yaşlıdır (Ersoy 1989, 1990; Şenel 1997a; Şenel ve diğ. 1989). İnceleme alanında Ulupınar Köyü'nün kuzeyi, Başmakçı Köyü'nün kuzeybatısı ve Çığrı Köyü'nün güneyinde görülür. Birim inceleme alanında Çığrı civarında Acıgöl grubu ile yanyana görülür.

##### **2.2.1.5.1.1. Yarışlı Üyesi (TRJdy)**

Dutdere Kireçtaşı içinde kırmızımsı pembemsi kireçtaşlı *ammonitico-rosso* fasiyesini temsil eden örneklerin bulunduğu birimdir. Pembe-kırmızı rengi ile arazide kolayca ayırt edilebilen birim, yer yer çörtlü, ammonitli ve yumrulu kireçtaşlarından oluşur.

### **2.2.2 Paraotokton Birimler**

İnceleme alanında paraotokton birimler, Üst Paleosen yaşlı Mamatlar formasyonu, Eosen yaşlı Varsakyayla formasyonu, Oligosen yaşlı Acıgöl grubu ve Alt Miyosen yaşlı Kavak formasyonudur (Şenel 1997a).

### **2.2.2.1 Üst Paleosen**

İnceleme alanında algli kireçtaşıdan oluşan, Geç Paleosen yaşlı Mamatlar formasyonu (Tpm) yüzeyleir (Şenel 1997a).

#### **2.2.2.1.1 Mamatlar Formasyonu (Tpm)**

Algli kireçtaşlarından oluşan formasyon, sarımsı, kahve ve bej renkli, masif ve kalın tabakalıdır. Polijenik konglomera ve kumtaşı formasyonun tabanını oluşturur. Varsakyayla formasyonu tarafından açısız uyumsuz olarak örtülen formasyon, Likya napları üzerinde açısız uyumsuz olarak bulunur. Sığ şelf ortamında çökelen birim, Geç Paleosen yaşlıdır (Şenel 1997b).

### **2.2.2.2 Eosen Birimler**

İnceleme alanında Eosen dönemine ait birimler, Varsakyayla formasyonu (Tev) ve Kireçtaşı üyesi (Tevk) ile temsil edilmektedir.

#### **2.2.2.2.1 Varsakyayla Formasyonu (Tev)**

Formasyon çalışma alanı içinde, Acıgöl'ün güneybatısında İnceler Köyü'nün güneyinde ve Söğüt Köyü etrafında görülür. . Mamatlar formasyonu üzerinde açısız uyumsuzlukla bulunan formasyon, kırıntılı kayalar ve kireçtaşlarından oluşmuş, kalınlığı en fazla 770m'dir (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a).

Formasyonun tabanında 2-4m kalınlığında ofiyolit kökenli, yer yer siltli, kumlu yüzeyler içeren konglomeralar bulunur. Konglomera üzerinde Kireçtaşı üyesi yer alır. Kireçtaşı üyesinin üstünde, kumtaşı, silttaşı ve kilttaşı yer alır. Bunlar kireçtaşı, kumlu killi kireçtaşı, konglomera ara düzeylidir. Formasyonun üst ilişkisi inceleme alanında gözlenmez (Şenel 1997a).

Şelf ortamında çökelen formasyon, makro fosil içeriğine göre Lütésiyen?-Priyaboniyen yaşlıdır (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a).

### **2.2.2.2.1.1. Kireçtaşı Üyesi (Tevk)**

Ofiyolit kırıntılı kireçtaşlarının yer aldığı üye, bol miktarda mercan, alg, nummulit içerir. Tabanında ofiyolit kökenli konglomeralar görülen üye, altta kırıntılar ve killi kireçtaşları ile başlar. Üste doğru kırıntılara geçen formasyonda, kumlu-killi kireçtaşı artar (Şenel 1997a).

### **2.2.2.3 Oligosen Birimler**

İnceleme alanının Oligosen birimleri M23 paftasında kalan kısmında Acıgöl grubuna ait Armutalan formasyonu, Çardak formasyonu, Hayrettin formasyonu, Tokça formasyonu, Bozdağ formasyonu, M24 paftasında kalan kısmında ise Delikarkası formasyonu şeklindedir.

#### **2.2.2.3.1 Acıgöl Grubu (Toa)**

Acıgöl'ün beslenme alanı içinde, gölün kuzeyinde Armutalan, Çardak, Hayrettin, Tokça ve Bozdağ formasyonları, doğusunda Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından tanımlanan Delikarkası formasyonundan oluşan grubun isimlendirilmesi Göktaş ve diğ. (1989) diğerleri tarafından yapılmıştır (Şenel 1997a). Acıgöl Grubu, inceleme alanının M24 paftasında kalan kısmında, Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından tanımlanan Ardıçlı formasyonuna karşılık gelir (Şenel 1997b). Masif ve kalın tabakalı çakıl-kumtaşı ve masif çamur taşından meydana gelen grup, Acıgöl Havzası'nın sedimantasyon sekansının Oligosen dönemini temsil eder (Koralay 2014). Acıgöl'ün batısında Çambaşı Köyü civarında görülen grup Bilgin ve diğ. (1990) tarafından Çambaşı formasyonu olarak tanımlanmıştır (Şenel 1997a).

Gölün batısında, içerdiği çakıl ve blokların kökeni ofiyolit, nadiren radyolarit, çört ve kireçtaşı olan konglomeralar Çambaşı formasyonunun (Acıgöl Grubu) tabanını oluşturur. Yüze doğru kumtaşı ve çakıllı çamur taşlarının, aralarda da yer yer kumtaşlarının görüldüğü konglomeranın kalınlığı yaklaşık olarak 400m'dir. Üstte kumtaşı ve çakıltaşının görüldüğü konglomeranın rengi gri, bej, yeşil, sarımsı kahve ve kırmızıdır (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a).

### **2.2.2.3.1.1. Delikarkası Formasyonu (Toad)**

Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından isimlendirilen formasyon, orta-kalın tabakalı bol nummulitli kireçtaşlarından oluşur. Acıgöl gurubu içine yanal yönde kamalanan formasyon, sığ shelf ortamında çökelmiştir. Fosil içeriğine göre birim Erken Oligosen (Erken-Orta Rupeliyen) yaşlıdır (Akkiraz ve diğ. 2007; Şenel 1997b).

### **2.2.2.3.1.2. Armutalan Formasyonu (Toaa)**

Acıgöl Grubunun en altında bulunan formasyon, kökeni ofiyolit olan, 300 m kalınlığa sahip konglomera ve çamur taşlarından meydana gelir. Formasyon adını Bozkurt'un kuzeyindeki Armutalan Köyü'nden alır. İnceleme alanında Çardak'ın kuzeyinde yüzeyleyir. Eosen birimlerden Başçeşme formasyonu üzerine uyumsuz, Delikarkası formasyonu üzerine uyumlu yerleşen birim, Çardak formasyonunun tabanını oluşturan Karanlık üyesi tarafından uyumlu bir şekilde örtülür. İnceleme alanı içinde Başçeşme formasyonu birimleri mostra vermemektedir. Kumtaşı mercekli konglomera ile yanal yönde süreksiz kumtaşlarından meydana gelen birim içinde ince tabakalı, laminalı çamurtaşı yüzeyleri de gözlenir. Konglomera kötü, yersel orta boylanmalı ve çapraz tabakalanmalı, kumtaşı masif veya yersel çapraz tabakalanmalı, laminalı çamurtaşı ise ince tabakalıdır. Delta ortamında çökelen formasyon Erken Oligosen yaşlıdır (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a).

Düzenli dizilmiş ofiyolit kökenli çamurtaşı ve çakıllar delta seti kompleksini oluşturur (Koralay 2014). Çardak şehir merkezine çok yakın konumdaki konglomeralardan el örnekleme yapılmıştır (LITO-45, LITO-46).

### **2.2.2.3.1.3. Çardak formasyonu (Toaç)**

Acıgöl'ün kuzey ve kuzey batısında yer alır. Erken-Orta Oligosen (Stampiyen) yaşlı birim, üstte Hayrettin formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişli ve altta Armutalan formasyonu ile uyumludur. Kalınlığı 2000m ve molas karakterindedir. Genellikle iyi boylanmış ve pekleşmiş çakıllar ve kumtaşı, çamurtaşı bileşenli (Koralay 2014) konglomeralardan oluşan birim, Karanlık, Kirazlı, Avdan ve Maymundağ Üyesi olarak 4 birime ayrılır ayrılır (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a). İnceleme alanında Avdan üyesi ve Maymundağ üyesi bulunur. Çardak formasyonunda görülen

*Sphenolithus predistentus* ve *Sphenolithus distentus* nanoplankton biyozonları ile kıyı ve sığ şelf ortamında çökelmiştir (İslamoğlu ve diğ. 2006).

### 2.2.2.3.1.3.1. Avdan Üyesi (Toaça)

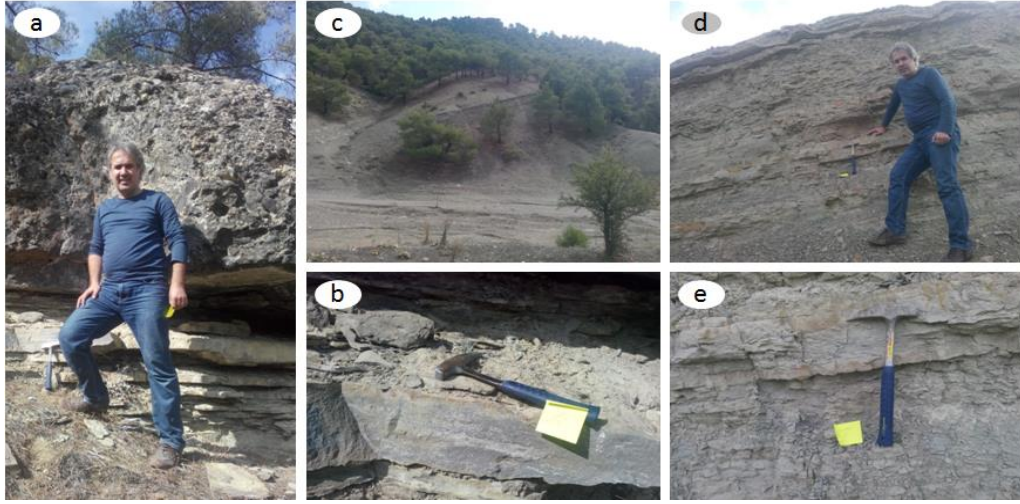
Yanal yönde Kirazlı üyesi ile geçişli olan birimin kalınlığı yaklaşık olarak 550m'dir. Konglomera ara düzeyli çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşur (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a). Göktaş ve diğ. (1989) tarafından Çardak formasyonunun bir birimi olarak tanımlanırken, Toker (2008) tarafından Acıgöl Grubuna ait Avdan formasyonu (Toaav) olarak tanımlanmıştır.

Çamurtaşı ve kumtaşının egemen olduğu istif, değişen oranlarda yeniden çökeltilmiş çakıltaşı ara düzeylerini kapsar. Birim adını Çardak'ın kuzeyindeki Avdan Köyü'nden alır. En fazla kalınlığa Avdan Köyü'nün kuzeyindeki Aşağıalan mevkiinde ulaşır. Birim dağılım olarak Çardak'ın kuzeyinden itibaren başlayarak, Avdan ve Mecidiye köylerine kadar uzanır. İnceleme alanı içinde, Çardak'ın kuzeyinde Maymun Dağ'ın yamaçlarında yüzeyleir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a).

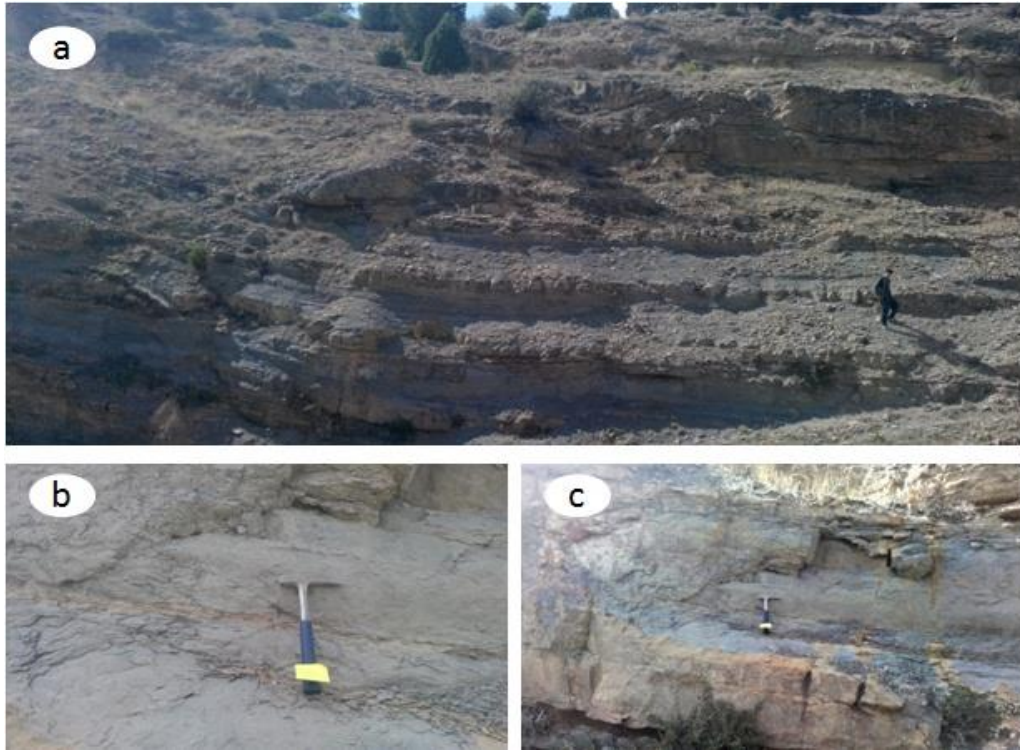
Üzerindeki Maymundağ üyesi ile arasında sedimanter kökenli açıl uyumsuzluk ilişkisi vardır. Kirazlı üyesi ile yanal ve düşey geçişlidir. Fosil içeriği Kirazlı üyesi ile benzer olan birim Stampiyen (Alt-Orta Oligosen) yaşlıdır (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a).

Birim içinde Çardak ilçesinin kuzeyinde mesire alanında kumtaşı (LITO-40), Çardak'ın kuzeyinde kumtaşı (LITO-42, LITO-43, LITO-44) ve konglomeralardan (LITO-41) el örneği alınmıştır (**Şekil 2. 16**, **Şekil 2. 17**). Birimde örnekleme yapılan LITO-40 noktasında tabakalı kumtaşı örneğinin majör oksit içeriği %23,04 SiO<sub>2</sub>, %6,85 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,65 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %7,42 MgO, %27,9 CaO, %0,27 Na<sub>2</sub>O, %1,18 K<sub>2</sub>O, %0,36 TiO<sub>2</sub>, %0,08 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,04 MnO, %0,07 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir. LITO-41 noktasında kumtaşı örneğinin majör oksit içeriği %12,83 SiO<sub>2</sub>, %3,12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2,41 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %5,32 MgO, %38,91 CaO, %0,2 Na<sub>2</sub>O, %0,46 K<sub>2</sub>O, %0,2 TiO<sub>2</sub>, %0,04 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,04 MnO, %0,02 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Çardak İlçesi'nin kuzeyinde Armutalan formasyonu içindeki LITO-42 örnekleme noktasındaki kumtaşı el örneğinin majör oksit içeriği %14,95 SiO<sub>2</sub>, %3,96 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2,36 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %7,1 MgO, %38,41 CaO, %0,22 Na<sub>2</sub>O, %0,68 K<sub>2</sub>O, %0,25 TiO<sub>2</sub>, %0,05 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,04 MnO, %0,04 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir.





**Şekil 2. 16:** a,b)Konglomera altında tabakalı kumtaşlarının (LITO-41) görünümü c,d,e)tabakalı kumtaşların görünümü (LITO-40).



**Şekil 2. 17:** Avdan üyesi içinde tabakalı kumtaşlarının genel görünümü (LITO-42, LITO-43, LITO-44).

### 2.2.2.3.1.3.2.Maymundağ Üyesi (Toaçm)

Adını Çardak'ın kuzeyindeki Maymun Dağ'dan alan birim Göktaş ve diğ. (1989) tarafından tanımlanmıştır. Çardak Deltası'nın tavan setini oluşturan birim, kalınlığı 1500m'yi bulan konglomeralardan oluşur (Göktaş ve diğ. 1989).



Göktaş ve diğ. (1989)'e göre birim çakıltaşı ve kumtaşı fasiyeslerini içerir. Çakıltaşı fasiyesinde paketlenme genellikle matriks desteklidir. Tane destekli matriksler çakıl kapsamının çok yükseldiği kesimlerde görülür. Kalklitit olan matriks, hacimce %50'nin üzerinde karadan türeme karbonat kaya kırıntıları ve kuvars, kuvarsit, mika-kuvars ve şist gibi kaya kırıntıları içerir. Çakıllar ekseriyetle (%80 civarında) karbonat kökenlidir. Karbonat kökenli çakıllar, kısmen ya da tamamen dolomitleşmiş biyosparit ve dolosparit çakılları, kısmen veya tamamen ankerit ve sideritleşmiş dolosparit çakılları, duman renkli kristalize kireçtaşları ile pelajik mikrit çakılları, beyaz renkli mermer çakıllarından oluşur (Göktaş ve diğ. 1989).

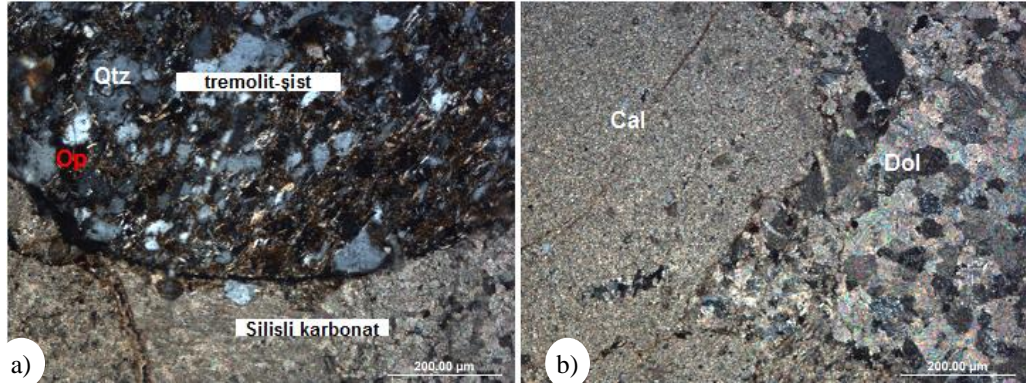
Konglomeralar, taneleri bazen blok boyutuna ulaşan, çakılları yuvarlak ve küt köşeli, orta-kötü boylanmalı, genelde az belirgin kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, kirli sarı ve mavimsi renklidir. Acıgöl'ün kuzeyinde Maymun Dağı'ndan başlayarak, Mecidiye Köyü'nü içine alacak şekilde Beşparmak Dağı'na kadar olan alanda yüzeylenir. Ayrıca inceleme alanında Sarıkavak Köyü'nün doğusunda da mostralıdır. Altında bulunan Kirazlı ve Avdan üyesi ile düşük açılı uyumsuz, üzerinde bulunan Hayrettin formasyonu ile yanall ve düşey geçişlidir. Fosil olarak çok fakir olan birimde, üst kısımlardaki kumtaşı fasiyesi içerisinde *Nummulites intermedius* (d'ARCHIAC) içerdiğinden yaşı Stampiyen (Alt-orta Oligosen)'dir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a).

Konglomeralar içinde karbonatça aşırı doymuş meteorik sulara bağlı, yer yer kalsit oluşumları görülmüştür. Maymundağ Üyesi içinde ALKİM açık işletme sahasına yakın noktalarda (LITO-4) ve Sarıkavak Köyü'nün doğusunda (LITO-25) olmak üzere iki farklı noktada el örnekleme yapılmıştır (**Şekil 2. 18, Şekil 2. 19**).

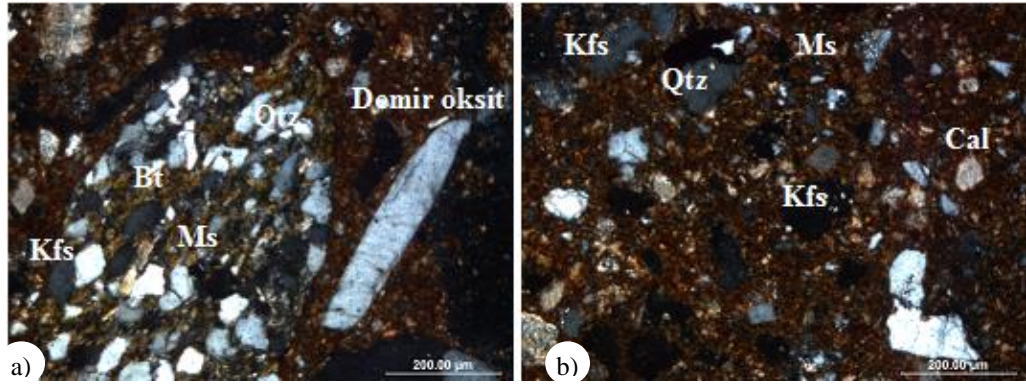
Çakıltaşları içerisinde tremolit şist olarak tanımlanan metamorfik kayaç parçacıkları gözlenmiştir. Mikroskop altında alterasyonun tamamlanmadığı bölgelerde renksiz tremolitler arasındaki Piroksen gibi birincil mineral kalıntıları ile belirlenir. Bu kayaç orta-iyi taneli, küçük çubuksu tremolit kristal demetlerini içerir. Tremolit kristalleriyle birlikte opak mineraller de görülür. Opak mineraller genel yapraklanmaya paralel olarak kümelenmiştir. Kayaç kalsit ve dolomit içerir.

LITO-4 el örneğinin majör oksit içeriği, %3,4 SiO<sub>2</sub>, %1,11 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,61 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %4,87 MgO, %55,94 CaO, %0,0 Na<sub>2</sub>O, %0,3 K<sub>2</sub>O, %0,05 TiO<sub>2</sub>, %0,02 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,03 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir. LITO-25 el örneği, kırmızımsı kahverengi renge sahiptir. Önemli miktarda kuvars ve K-feldispat içeren kayaç, biotit, muskovit

mineralleri ile birlikte demir oksit matrikse sahiptir. Matriks içinde küçük kuvars ve feldispat taneleri görülür. Matriks demir oksitle boyanmış kalsittir (**Şekil 2. 19**).



**Şekil 2. 18:** a)Çakıltaşlarında kalsit ve kuvars çimentolu çakıltaşlarında tremolit şist parçası, b)Kireçtaşlarında mikrosparitik dokulu kalsitler ve sparitik dolomit kristallenmeleri (Örnek No: LITO-4, Cal:Kalsit, Dol: Dolomit, Op:Opak, Qtz:Kuvars).

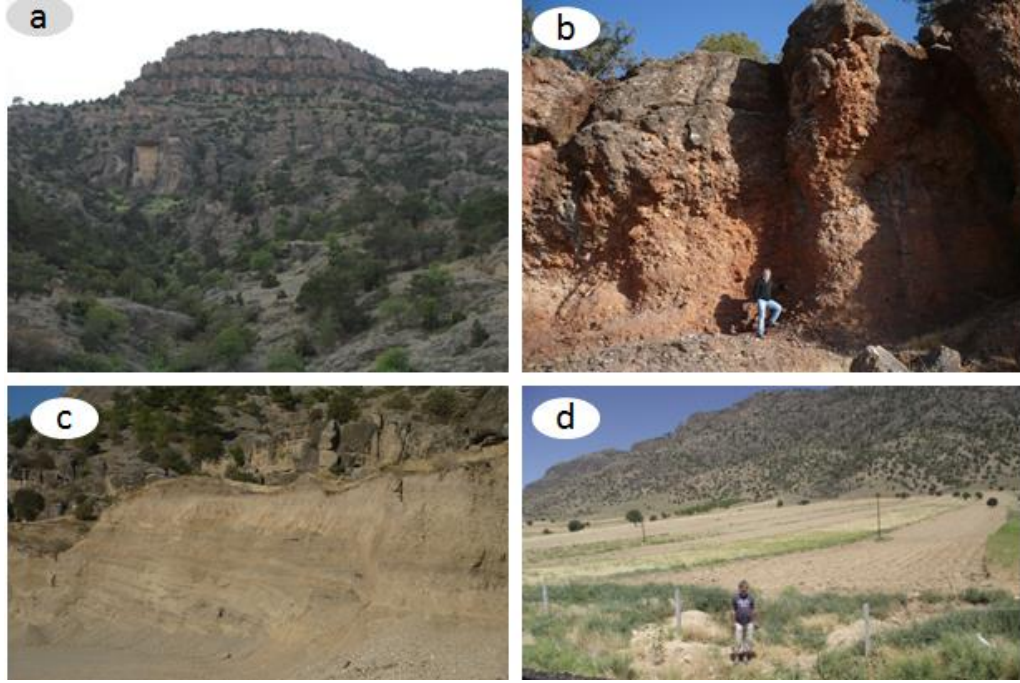


**Şekil 2. 19:** a)Çakıltaşlarında yönlenme gösteren metamorfik ve demir oksitleşmiş volkanik hamur içerisinde feldispatlar içeren porfirik dokulu, volkanik kayaç parçacığı b)lyi boylanmalı kumtaşlarında yarı yuvarlak yarı köşeli, kuvars, K-feldispat , kalsit ve mika mineralleri (Örnek No: LITO-25, Bt:Biyotit, Cal:Kalsit, Kfs:K-feldispat, Ms:Muskovit, Qtz:Kuvars).

Üye içinde konglomeranın taneleri arasındaki çimentoyu temsil eden LITO-25 el örneğinin majör oksit içeriği, %42,02 SiO<sub>2</sub>, %11,33 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %5,72 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,44 MgO, %19,92 CaO, %0,42 Na<sub>2</sub>O, %1,43 K<sub>2</sub>O, %0,56 TiO<sub>2</sub>, %0,47 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,07 MnO ve %0,01 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,0 SO<sub>3</sub>, %0,0 Cl'dir.

Maymun Dağı eteğindeki alüvyon birimlerde tefra ara yüzeyleri gözlenir (**Şekil 2. 20**). Biyotitçe zengin tefralar, kimyasal içeriğine göre dasit ve riyolittir. Jeokimyasal özelliklerine göre, yakın civarda genç volkanik olmaması dikkate alındığında kökeni Ege Denizi'ndeki volkanizmalardır (Kazancı ve diğ. 2011). Kimyasal özelliklerinin aksine, formasyon yaşı ve istif kalınlığına göre kökeni, Doğu Akdeniz geç Holosen volkanizmalarıdır (Kazancı ve diğ. 2011).

Tefraların ara yüzeylerinin olduğu alüvyonlardan alınan LITO-29 el örneğinin majör oksit içeriği, , %9,93 SiO<sub>2</sub>, %2,49 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,46 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %10,4 MgO, %36 CaO, %0,11 Na<sub>2</sub>O, %0,39 K<sub>2</sub>O, %0,03 TiO<sub>2</sub>, %0,05 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,04 MnO, %0,01 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve SO<sub>3</sub>, Cl'dir.



**Şekil 2. 20:** a) Maymundağı'nın genel görünümü b) Sarıkavak Köyü civarında yüzeylenen kızılımsı Maymundağ üyesi birimleri, (LITO-25) örnekleme noktası c) Maymundağ'ın eteklerinde gelişen alüvyonlar ve alüvyon içinde gelişen tefralar d) Maymundağ eteklerinde havza kenarı yelpazeleri.

#### 2.2.2.3.1.4. Avdan Formasyonu (Toaav)

Çardak formasyonunun Avdan üyesi (Göktaş ve diğ. 1989) olan birim, Toker (2008) tarafından Avdan formasyonu olarak tanımlanmıştır. Formasyon Çardak'ın kuzeyinden başlayarak Avdan Köyü'nü içine alacak şekilde Mecidiye Köyü'nün güneyine kadar yüzeylenir (Toker 2008).

Formasyon, orta-kalın tabakalı, yersel ince tabakalı, ara seviyelerinde konglomeralar bulunan çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşur. Maksimum çakıl boyutunun yer yer 30cm kadar ulaştığı formasyonda, yer yer kanal dolgularından oluşan iyi pekleşmiş, kötü boylanmalı, ofiyolit ve kireçtaşı kökenli parçalarından oluşmuş konglomeralar yer alır. Kömürleşmiş bitki kırıntılı şeyler içeren Kumtaşı seviyelerinde biyoturbasyon izleri görülür. Marnlı seviyeler, gri, mavimsi gri renkte ve

tabakalanma oldukça belirgindir. Sığ denizel ortamda depolanan konglomeranın çakılları oldukça iyi yuvarlaklaşmıştır (Toker 2008).

Avdan formasyonunun üst kesimlerine doğru içerisinde, yer yer Likya naplarına ait serpantinitle görüldüğü konglomera seviyesinde önemli derecede bir artış görülür. Konglomeraların içeriğini oluşturan malzemelerin kaynağı, bazalt, bozunmuş serpantinitle ve kireçtaşlarıdır. Konglomeraların bazalt ve serpentinitle malzeme içermesi, Likya naplarının bu bölgeye daha önce gelip yerleştiğini gösterir (Toker 2008).

#### **2.2.2.3.1.5. Hayrettin Formasyonu (Toah)**

Adını Hayrettin Köyü'nden alan, KB'den GB'ye doğru, Lagün-Gelgit düzlüğü, ekolojik resif ve kumsal çökelimden, şelf geçiş kuşağı ve şelf çökeline değişen tortul istiftir (Göktaş ve diğ. 1989).

Formasyon, konglomera ve yersel linyitli çamurtaşı ara seviyeli kumtaşlarından oluşmuştur (**Şekil 2. 21**). Birim ince-orta tabakalı, yer yer masif, açık kahve, kirli sarı, bej gri, bordo renkli, laminalı, yer yer çapraz tabakalı, biyoturbasyon izlidir. Tabanında linyit bulunan birim yer yer makro fosilli ve bentik foraminiferlidir. Formasyon, ekolojik resif olarak Sarıkavak Resif üyesi ve şelf çökelleri olarak Dazkırı üyesi şeklinde ikiye ayrılmıştır. Formasyon fasiyesleri, ince-orta kumtaşı fasiyesi, orta-kaba kumtaşı fasiyesi, çakıltaşı fasiyesi, çamurtaşı-çok ince kumtaşı fasiyesidir (Göktaş ve diğ. 1989).

Formasyonun büyük bölümünü ince-orta kumtaşı fasiyesi oluşturur. İnce-orta kumtaşı fasiyesinde karasal karbonat kökenli kalklitit kumtaşları yaygın, litik arenitler azınlıktadır. Orta-kaba kumtaşı fasiyesli, Sarıkavak Resifi altındaki istif içinde bazı düzeylerde yaygın olarak jips kristalleri ve Ostrea lapaları görülür. Çakıltaşı fasiyesi yanal süreksiz ara düzeylerdir. Çakıllar genellikle karbonat kökenli, yer yer kuvars ve kuvarsit şeklinde olup, kalkşist, bazik ve çört çakılları nadirdir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a; Toker 2008).

Çamurtaşı-çok ince kumtaşı fasiyesine ait, Sarıkavak Resif üyesi altındaki lagüner çamurtaşlarında lagün kıyısı bataklıklarında oluşmuş ekonomik kömür oluşumları görülür. Sarıkavak Resif üyesi ve Dazkırı üyesi dışında kalan ince-orta kumtaşı fasiyesinden derlenen fosil içeriğine göre formasyonun yaşı Orta-Üst



Oligosen'dir. Dazkırı'nın kuzeyinden başlayarak Reşadiye Köyü'ne (Uşak) kadar uzanır. En fazla kalınlığı Dazkırı civarında 1500 m'dir. Sığ şelf-kıyı ve yersel kıyı gerisi ortamında çökelen formasyon, alttan Çardak formasyonu ile yan ve düşey geçişli, üstte Tokça formasyonu ile uyumludur (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a; Toker 2008).

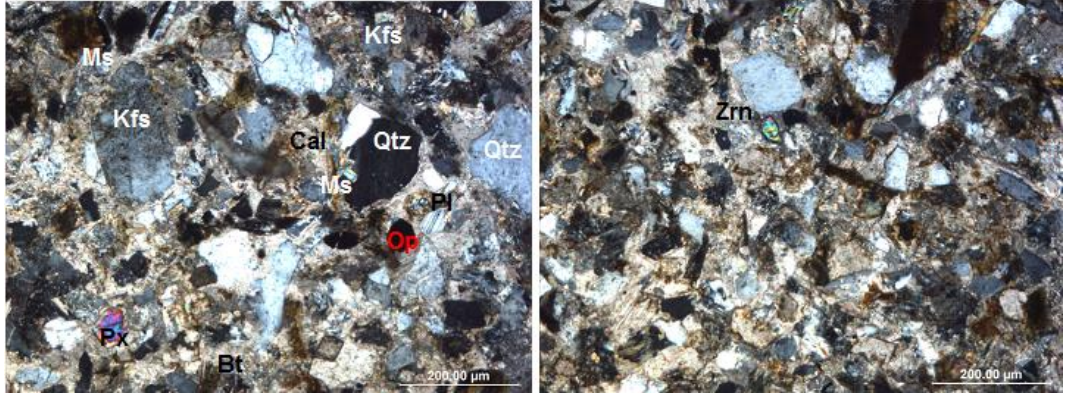


**Şekil 2. 21:** Hayrettin formasyonuna ait a) Darıcılar Köyü, Çınar Çeşme mevkindeki kırık ve eklem sistemleri.

Formasyonun karbonatlı kayaçları, bol karasal malzeme içerikli oksijence yetersiz suboksik turba bataklıklarında depolanmıştır (Koralay 2014). Darıcılar Köyü Çınar Çeşme mevkinde formasyona ait kristalize kireçtaşı, dolomit katkılı, masif, kırılma rengi bej olan ve 2-3m kalınlıklı masif birimin tabakalanması K70B/KD20, çatlakları K35D/KB76'dir. Formasyon içinde Sarıkavak Köyü girişinde, yol kenarından iyi pekleşmiş kumtaşından (LITO-1) ve Darıcılar Köyü girişinden konglomera birimlerinden (LITO-21) el örnekleri alınmıştır.

LITO-1 el örneğinin ince kesiti incelenmiştir. Orta-iri taneli beyazımsı gri renkli karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçtır. Kayaç kuvars ve karbonat yoğunluklu olmakla birlikte, piroksen kalıntıları, K-feldispat, muskovit, biyotit, plajiyoklaz ve klorit içerir. Kayaç içerisinde opak mineraller ile birlikte volkanik kayaç parçacıkları yer alır. Bu parçalar içerisinde zirkon minerali tespit edilmiştir. Kuvarsla birlikte ana bileşen olan karbonatlar, yarı öz şekilli kristal yapıda, bazen polisentetik ikizlenmeli, renksiz, ince-orta tane boylu bir doku sergilerler. Kuvarslar, gerilme, basınç etkisinin belirtisi olan salınımlı sönme gösteren, düzensiz ksenomorf bir yapıya sahiptir (**Şekil 2. 22**). Feldispatik litarenit olarak tanımlanan (Folk 1980) LITO-1 el örneğinin majör oksit içeriği, %34,89 SiO<sub>2</sub>, %8,71 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %4,77 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,92 MgO, %23,99 CaO, %1,0

Na<sub>2</sub>O, %1,85 K<sub>2</sub>O, %0,72 TiO<sub>2</sub>, %0,36 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,11 MnO ve %0,03 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,0 SO<sub>3</sub>, %0,0 Cl'dir.



**Şekil 2. 22:** Feldspatik Litarenit örneğinde karbonat bağlayıcılı orta-iyi boylanmış, yarı köşeli-yarı yuvarlak kuvars ve feldspat taneleri (Örnek No:LITO-1, Bt:Biyotit, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldspat, Ms:Muskovit, Op:Opak, Qtz:Kuars, Zrn:Zirkon).

#### 2.2.2.3.1.5.1.Sarıkavak Resif Üyesi (Toahs)

Adını Sarıkavak Köyü'nden alan birim, hermatipik Mercan kolonilerinden oluşan ekolojik resiftir. Hayrettin formasyonunun alt kesiminde kalın tabakalı, bol mercan ve makro kavkılı, mavimsi gri, gri, sarımsı gri, bol mercanlı resifal kireçtaşından oluşur. Linyitlerin üzerinde yaklaşık 5 metre kalınlığa ve yanıl olarak da 6 km devamlılığa sahiptir. İçerdiği Mercan faunası ve Mollusk türlerine göre Oligosen yaşlı olan üye stratigrafik olarak alt ve üst ilişkileri uyumludur. Sarıkavak Köyü'nün doğusunda Denizli- Afyon yoluna yakın bölgelerde yüzeylenir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a). Formasyonun tabanındaki ekolojik resiftir (Koralay 2014).

#### 2.2.2.3.1.5.2.Dazkırı Üyesi (Toahd)

Hayrettin formasyonunun şelfe geçiş kuşağını oluşturan ve üste doğru kalın çakıltaşı düzeyleri kapsayan ince kırıntılı istifdir. Hayrettin formasyonu içinde yanıl ve düşey yönde kamalanarak kaybolan birimin kalınlığı yaklaşık 1300m'dir. Kalın konglomera ara düzeyli kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşmuştur (**Şekil 2. 23**). Çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesi, çamurtaşı fasiyesi, çakıltaşı fasiyesi, Lepidocyclina'lı kalkarenit fasiyesi ve çok ince kumlu kireçtaşı fasiyeslerini içerir (Göktaş ve diğ. 1989).



**Şekil 2. 23:** Örtülü Köyü doğusunda Dazkırı üyesine ait birimler; kalın konglomera yüzeyi ve konglomera altında iyi pekleşmiş kumtaşı (LITO-24 ve LITO-16 örnekleme noktası).

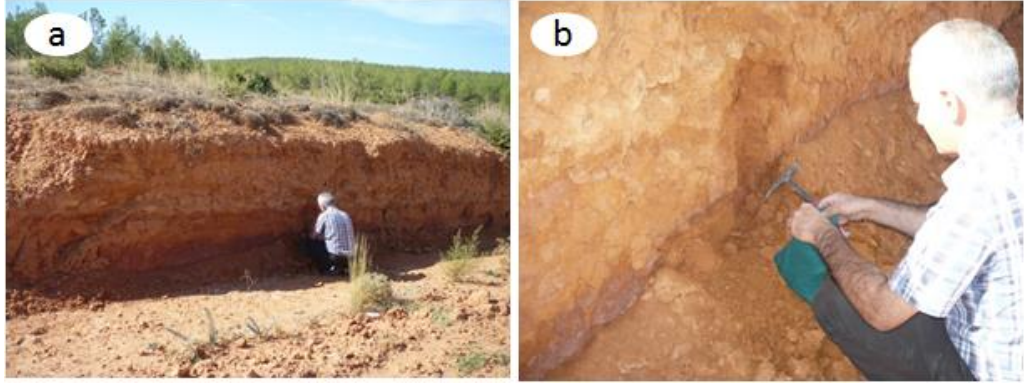
Dazkırı üyesinin başlıca fasiyesi çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesidir. Çamurtaşı fasiyesi, çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesi içindeki ara düzeyler olup, killi siltaşı mikrofasiyesindedir. 7-9m kalınlığa sahip Çakıltaşı fasiyesi Dazkırı üyesinin üst kısımlarında görülür. Matriks oranının çakıla göre çok düşük olduğu fasiyeste, matriks karbonat çimentolu ve kalklitittir. Nadir olarak çakılcık serpantinli kaba kumtaşı matriksi görülür. Çakıllar, mikrit, sparit, kristalize kireçtaşı, ankeritleşmiş dolomit, biyosparit gibi karbonat kökenlidir. Kuvars, kuvarsit, kuvars arenit, sublitanit, muskovit-biyotit kuvars şist, kalk kuvars şist çakılları görülmekle birlikte, diyabaz ve çört çakılları enderdir. Dazkırı üyesinin üst düzeyinde *Lepidocyclina*'lı kalkarenitler görülür.

Çamurtaşı arakatlı çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesinin bulunduğu alt kesim "Toahd1" (**Şekil 2. 24**), kalın çakıltaşı ara düzeyli çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesinin bulunduğu stratigrafideki üst kesim "Toahd2" olarak haritalanmıştır. Çok ince kumtaşı-ince kumtaşı fasiyesi ve *Lepidocyclina*'lı kalkarenit fasiyesinden toplanan mikrofosil içeriğine göre Dazkırı üyesi, Şattiyen (Üst Oligosen) yaşlıdır. Dazkırı'nın batısında Yukarı Yenice, Örtülü, Yaylaköy, Çiftlik, Hisaralan ve Hasandede köyleri arasındaki bölgede yüzeyletir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a).

Örtülü Köyü'nün güney batısında formasyona ait şistli birimlerde, (35S 744929,59D, 4196348,82K) doğrultu ve eğimi K33B/KD15 olan tabakalanma ve K70B/90 ve DB/55G çatlak gelişimi gözlenmiştir. Konglomera ara yüzleri bulunan dolomitik kireçtaşları (35S 744358,73D; 4196363,57K) 60-70 cm kalınlıklı, doğrultu ve eğimi K37D/GD36 olan tabakalanmaya sahiptir. Şelf geçiş zonu ve depolanma ortamıdır (Koralay 2014). Toahd2 içinde kalan alanda Dazkırı'nın kuzeyinde piknik alanında görülen mostrasında (LITO-8), Toahd1 içinde kalan kısmında Yukarı Yenice

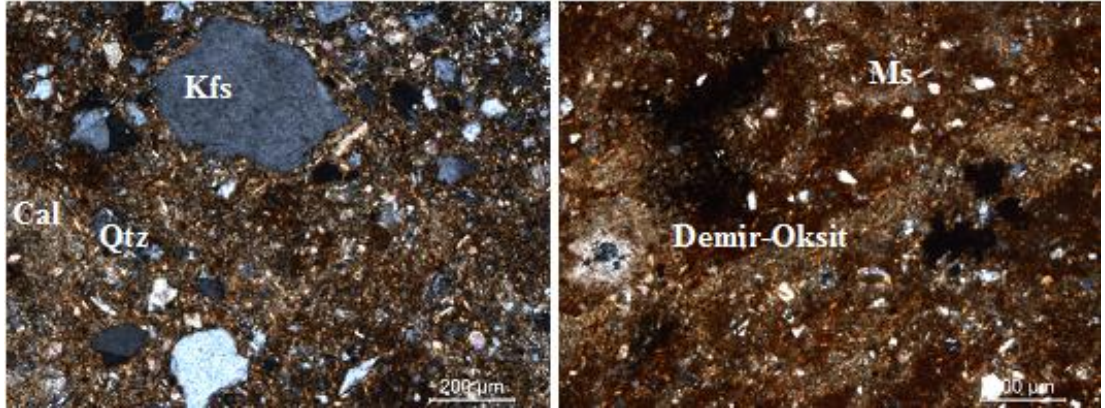


Köyü civarında (LITO-20, LITO-26), Dazkırı-Örtülü arasında (LITO-23), Örtülü Köyü civarında (LITO-16,LITO-24) el örnekleri alınmıştır.



**Şekil 2. 24:** Dazkırı-Örtülü yolu üzerinde Toahd-1 biriminden görünüm, LITO-23 örnekleme noktası.

LITO-23 el örneğinin ince kesti incelenmiştir. Feldispatik litarenit olan kayaç, kırmızı ve kahverengimsi gri renklidir. Önemli miktarda kuvars ve feldispat içeren kayaç içerisinde kalsit, muskovit, biotit, demir oksit ve opak minerallerle birlikte küçük kuvars ve feldispat taneleri içeren matrikse sahiptir. Matriks oranı %-20-40 arasında değişen kayaçta, mikro-pertitle temsil edilen K-feldispat miktarı %5-10 arasındadır. Yarı köşeli, yarı yuvarlak taneli kuvars %35-40 civarındadır. Kötü boylanmayış ve derecelenmesizdir. Matriksi kalsit olan birimde matriks yer yer demir oksitle kirlenmiştir (**Şekil 2. 25**).



**Şekil 2. 25:** Feldispatik litarenit örneğinde ince kristalli (mikritik) karbonat ve yer yer demir oksit çimentolu orta iyi yuvarlaklaşmış K-feldispat ve kuvars taneleri (Örnek No:LITO-23, Cal:Kalsit, Kfs:K-feldispat, Ms:Muskovit).

Birim içerisinde Lito-8 örnekleme noktası, %65,81 SiO<sub>2</sub>, %6,42 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,81 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2,11 MgO,%12,36 CaO, %0,39 Na<sub>2</sub>O, %1,66 K<sub>2</sub>O, %0,29 TiO<sub>2</sub>, %0,07 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,02 MnO ve %0,0 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Lito-23 örnekleme noktası %19,55 SiO<sub>2</sub>, 5,84 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,63 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,03 MgO,% 36,96 CaO, %0,46 Na<sub>2</sub>O, %0,68 K<sub>2</sub>O, %0,37 TiO<sub>2</sub>, %0,11 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,06 MnO, %0,01 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir. Lito-26 örnekleme



noktası %29,28 SiO<sub>2</sub>, 8,47 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,41 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3,23 MgO, % 28,86 CaO, %0,58 Na<sub>2</sub>O, %1,11 K<sub>2</sub>O, %0,49 TiO<sub>2</sub>, %0,13 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,04 MnO, %0,01 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir.

#### **2.2.2.3.1.6. Tokça Formasyonu (Toat)**

Adını Çivril İlçesi'ne bağlı Tokça Köyü'nden alan formasyon, Göktaş ve diğ. (1989) tarafından adlandırılmıştır. Alt kısımda, üste doğru incelen kumtaşları, üst kısımda kuvarsarenit ara düzeyli çamurtaşı hakimdir. Kaba ve çok kaba kumtaşı, çakıltaşı-ufak çakıltaşı, çok ince-ince kumtaşı, çamurtaşı, çamurtaşı, mikritik kireçtaşı ve kuvarsarenit birimlerinden oluşur. Çamurtaşı içerisinde kömür oluşumları görülür. Üstte bulunan çamur taşları içinde çakıl düzeyleri gözlenmez. İstifin alt kesimi ekonomik linyit yataklarına sahiptir (Göktaş ve diğ. 1989; Toker 2008). Tokça formasyonunun alt kısmında bulunan yanal süreksiz resifal kireçtaşı seviyeli birim, Üçtepeler Resif üyesi olarak tanımlanmıştır. Resif üyesinde, çok ince kumtaşları ile resifal kireçtaşları hakimdir. Alttaki Hayrettin formasyonu ve üstte Bozdağ formasyonu ile uyumludur. Tokça formasyonu Üst Oligosen yaşlıdır (Göktaş ve diğ. 1989; Toker 2008).

#### **2.2.2.3.1.7. Bozdağ Formasyonu (Toab)**

Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmasından oluşan birim adını Çivril İlçesi Bozdağ Köyü'nden alır (Göktaş ve diğ. 1989). Göktaş ve diğ. (1989) tarafından tanımlanan birim, ufak çakıltaşı, çok ince-ince kumtaşı, çamurtaşı, Onkoidal istiftaşı fasiyesinden oluşur. Çakıllar çoğunlukla karbonat kökenlidir. Birim içinde dolomit kökenli çakılların hakim olduğu düzeyler de görülür. Dolomit dışındaki karbonatlar kristalize kireçtaşı çakıllarıdır (Göktaş ve diğ. 1989; Toker 2008).

Kuvars, kuvarsarenit ve kuvars şist çakılları, karbonat çakıllarına göre daha nadirdir. Karasal sistemlerin girdiği kıyı ortamında çökelen birim, altta bulunan Tokça formasyonu ile uyumlu üstte Çameli formasyonu ile uyumsuzdur. Onkoidli istiftaşı fasiyesinde belirlenen mavi-yeşil alg dışında fosil barındırmayan birim, stratigrafik konuma göre, Üst Oligosen ?-Alt Akitaniyen yaşlıdır (Göktaş ve diğ. 1989; Toker 2008).

#### **2.2.2.4 Alt Miyosen Birimleri**

Alt Miyosen, inceleme alanında Akitaniyen yaşlı Kavak formasyonu tarafından temsil edilir (Şenel 1997b).

##### **2.2.2.4.1 Kavak Formasyonu (Tmkv)**

Kumlu kireçtaşı karakterinde olan formasyon, *Lepidocyclina* ve *Pecten*'li kireçtaşlarından oluşur. Sığ şelf ortamında çökelen formasyonun üst ilişkisi uyumsuzdur. Akitaniyen yaşlı formasyon Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından Atabey formasyonuna dâhil edilmiştir (Şenel 1997b).

#### **2.2.3 Neotokton Örtü Kayaları**

İnceleme alanında neotokton birimler; Tortoniyen yaşlı Aksu formasyonu, Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu ve Kuvaterner yaşlı karasal tortullardır (Şenel 1997a, 1997b).

##### **2.2.3.1 Miyosen Birimler**

Miyosen birimleri, inceleme alanında Tortoniyen yaşlı Aksu formasyonunun Çamova üyesi temsil eder (Şenel 1997b).

###### **2.2.3.1.1 Aksu Formasyonu (Tma)**

Kalın konglomeralardan oluşan formasyon, masif kalın yerel olarak orta tabakalı, yer yer kötü ancak genelde orta-iyi boylanmaları, nadiren köşeli genellikle yuvarlak çakıllı ve kısmen blokludur. Birim içinde kumtaşı, silttaşı, marn düzeyleri görülür. Sığ şelf ortamında çökelen birim, molas karakterindedir. Alt ilişkisi uyumsuz olan formasyonun yaşı Şenel ve diğ. (1992) tarafından (Serravaiyen ?) Tortoniyen olarak belirlenmiştir (Şenel 1997b). İnceleme alanında formasyon, Çamova üyesi tarafından temsil edilir. Poisson (1977) tarafından adlandırılan formasyon, Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından Gökdere formasyonu olarak tanımlanmıştır.

### 2.2.3.1.1.1. Çamova Üyesi (Tmaç)

Karsal karakterde kumtaşı, çamurtaşı ve marnlardan oluşan birim yanal yönde konglomeralara geçer. Yalçinkaya ve diğ. (1986) tarafından adlandırılan üye, en fazla 600m kalınlığındadır (Şenel 1997b).

### 2.2.3.2 Pliyosen Birimler

Pliyosen birimler, inceleme alanında Çameli formasyonu tarafından temsil edilir (Şenel 1997a, 1997b).

#### 2.2.3.2.1 Çameli Formasyonu (plç)

İlk olarak Erakman ve diğ. (1982) tarafından adlandırılan formasyon, kiltası, marn, kumtaşı, konglomera vb. gibi kırıntılı olarak tanımlanmıştır. Formasyon Acıgöl'ün kuzeyinde Göktaş ve diğ. (1989) tarafından dört üyeye ayrılmıştır. Bunlar; Kızılören üyesi, Konglomera üyesi, Çamurtaşı-marn üyesi ve Kireçtaşı üyesidir. Birim alüvyon yelpaze çökelleri olan konglomera, kumtaşı, çamur taşları ve gölsel çökellerle temsil edilir. Gölsel çökeller, ince-orta-kalın tabakalı kiltası, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve az oranda kumtaşı, konglomera, traverten vb. kayalar içerir. Bununla birlikte formasyon içinde yer yer killi kireçtaşı ve/veya manyezitli dolomit seviyeleri gözlenir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997b).

Gölün güneyinde birim, alüvyon yelpazeleri olan konglomera, kumtaşı, çamur taşları ve gölsel çökellerle temsil edilir. Gölsel karakterli çökeller kumtaşı, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve konglomeraları kapsar (Bilgin ve diğ. 1990; Şenel 1997a).

Genellikle gölsel bir ortamda çökelmiş yer yer göle açılan yelpaze deltalarının da bulunduğu çökel istiflerinden oluşan bu formasyon *Helicopsis (Helicopsis) cereoflove praecursor* gastropod içeriğinden dolayı Pliyosen yaşlıdır (Şenel 1997a; Toker 2008). Çameli formasyonu, altta yer alan Aksu formasyonu ve üstüne gelen Kuvaterner çökelleri ile uyumsuzdur (Şenel 1997a; Toker 2008). Çameli'nin güneyinde Elmalıyurt civarında tabanındaki kömürlere yakın yüzeylerde *Hipparion* sp. bulunduğundan Geç Miyosen'de başladığı belirlenmiştir (Şenel 1997a). Birim içinde

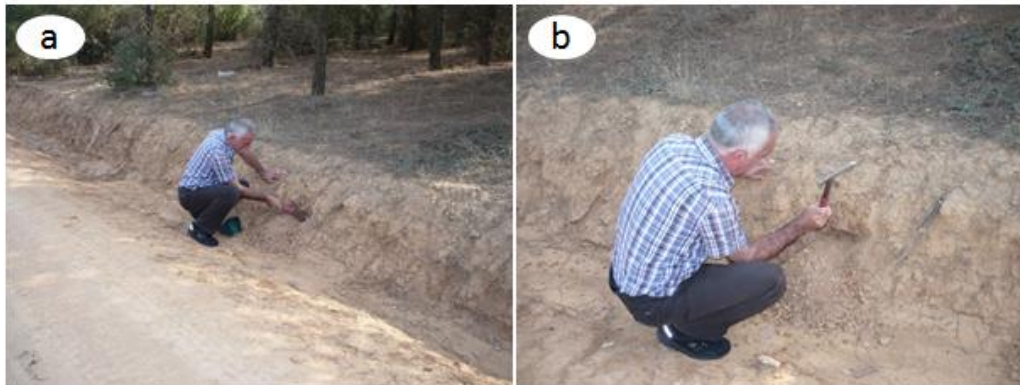
Kızılören Köyü civarında (LITO-27), Gemiş Beldesi'nin güneybatısında (LITO-39) ve Dazkırı'nın kuzeyinde piknik alanına yakın noktada (LITO-18) el örnekleri alınmıştır (**Şekil 2. 26**).



**Şekil 2. 26:** Çameli formasyonu içinde gelişen alüvyonlarda görülen dere içinde demir oksitli (limonitli) ara yüzeyler, LITO-18 örnekleme noktası.

#### 2.2.3.2.1.1. Kızılören Üyesi (plçkı)

Yanal yönde görsel çökellere geçişli olan birim, Çameli formasyonunun tabanında yer alır ve kalınlığı 400m'ye ulaşır (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a). Yer yer çamurtaşı düzeylerini kapsayan birim, kumtaşı ve tane destekli, yuvarlak çakıllı nadiren küt çakıllı konglomeralardan meydana gelir (Göktaş ve diğ. 1989; Şenel 1997a). Üye içerisinde Çiftlik Köyü'nün kuzey doğusunda LITO-19 örnekleme noktasında el örneği alınmıştır (**Şekil 2. 27**).



**Şekil 2. 27:** Kızılören üyesi içindeki LITO-19 örnekleme noktası.

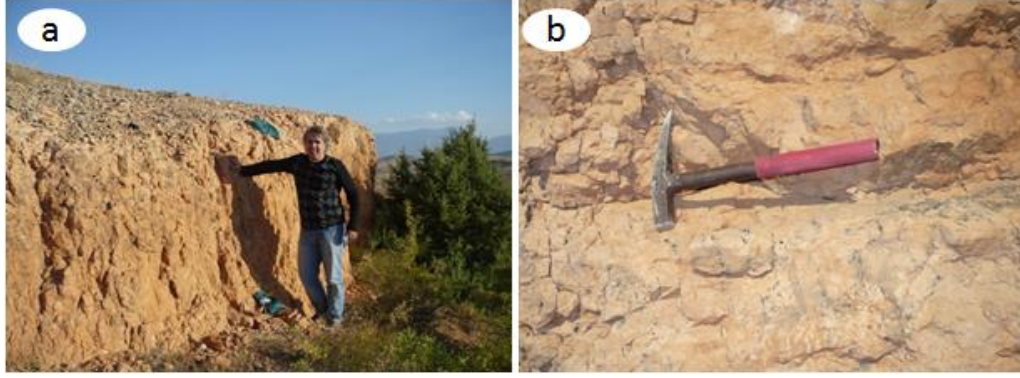
Şenel (1997a) tarafından bu üye Kızılören üyesine dahil edilmiştir. Üye masif ya da orta-kalın, yersel ince bazen çapraz tabakalıdır. Kızıl, mor, sarımsı kahve gibi renklerde görülür. Üye içerisinde kalın tabakalı konglomera, çakıllı kumtaşı ve kumtaşlarından oluşan, matriksi çamurlu ince kumtaşı olan transgresif kalıntı çökelleri bulunur (Göktaş ve diğ. 1989; Toker 2008).

#### **2.2.3.2.1.2. Çamurtaşı-Marn Üyesi (plçç)**

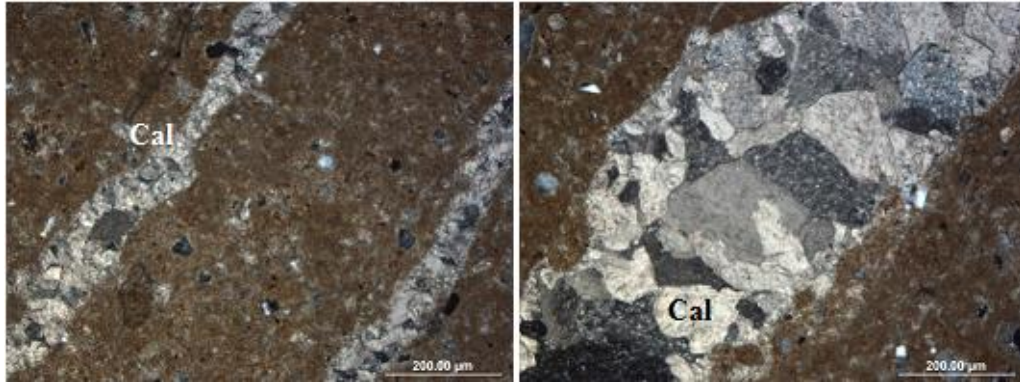
Üye, yer yer killi kireçtaşı ara düzeyli, ince-orta-kalın tabakalı çamurtaşı ve marnlarla temsil edilir. Yersel kumtaşı ve çakıllı seviyeleri kapsayan üye, ince kavkılı ve gastropodlu, kırmızı, beyaz, kirli sarı, bej, krem, yeşil, gri renklerde (Şenel 1997a). İnceleme alanı içerisinde Kızılören Köyü'nün kuzeyi ve Hasandede Köyü'nün doğusunda yüzeylenir. Kızılören Köyü'nden Dazkırı'ya doğru yol boyunca ince bir hat şeklinde yüzeylenmiştir (**Şekil 2. 28**). Silisifiye olmuş kireçtaşı özelliğindeki, karbonatlı çamurtaşı (mikrit) el örneğinin ince kesitinde, örnek %75 oranında ince taneli matriks içerir. Demir oksitle boyanmış kil matriksi ile birlikte silt boyutlu kuvars taneleri (~ 5 %) içerir. Kayaç çatlakları içinde lifsi kalsit oluşumları gelişmiştir (**Şekil 2. 29**). Kızılören Köyü'nün güneyinde LITO-17 örnekleme noktasında birimin majör oksit içeriği, %14,2. SiO<sub>2</sub>, %5,14 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2,21 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1,33 MgO, %42,59 CaO, %0,21 Na<sub>2</sub>O, %0,72 K<sub>2</sub>O, %0,28 TiO<sub>2</sub>, %0,03 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, %0,02 MnO, %0,01 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,0 SO<sub>3</sub>, Cl'dir.

#### **2.2.3.2.1.3. Kireçtaşı Üyesi (plçk)**

Killi kireçtaşı, traverten ve tufalarla temsil edilen birim Çameli formasyonunun en üst seviyesini oluşturur. Bej, gri renkli, ince-orta tabakalı, flora yığışlı ve boşluklu traverten birimleri, Sarıkavak Köyü'nden itibaren Örtülü köyüne kadar bir boğaz şeklinde uzanır. . Küçük çakıllı düzeyli killi kireçtaşları bazen beyaz marnlarla ardalanır. Silis içeriği nedeniyle serttirler. Küçük ve beyaz kavkılı, gastropod izli ve ostrakod faunalıdır (Şenel 1997a). Üye içerisinde, Sarıkavak Köyü'nün kuzeyinde (LITO-5) ve Örtülü Köyü civarındaki mermer ocağından (LITO-12) el örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktasında birimin majör oksit içeriği, %1,69 SiO<sub>2</sub>, %0,55 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,88 MgO, %53,19 CaO, %0,05 Na<sub>2</sub>O, %0,06 K<sub>2</sub>O, %0,03 TiO<sub>2</sub>, %0,03 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve %0,0 MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir.



**Şekil 2. 28:** Kızılören Köyü'nden Dazkırı'ya doğru yol boyunca ince bir hat şeklinde yüzeylenen birim, LITO-17 örnekleme noktası.



**Şekil 2. 29:** Marn örneğinde 0,5 mm'ye ulaşan, kalsit dolgulu damarlar (Örnek No:LITO-17, Cal:Kalsit).

### 2.2.3.3 Pliyo-Kuvaterner Örtü Birimleri

#### 2.2.3.3.1 Adlanmamış Pliyo-Kuvaterner Marn, Siltaşı, Kiltaşı, Çamurtaşı (plQm)

Gevşek tutturulmuş marn, siltaşı, kiltaşı veya çamur taşından oluşan birim, yer yer çakıl içerir (Şenel 1997b).

### 2.2.3.4 Kuvaterner Örtü Birimleri

Gölsel çökeller, alüvyon dolguları, alüvyon yelpazeleri, birikinti konileri ve yamaç molozu kuvaterner örtü birimlerini oluşturur. Kuvaterner yaşlı gölsel tortullar havzanın merkezini, kaba kırıntılı kalüvyal ve alüvyal tortullar havzanın kenarını oluşturur (Şenel 1997a, 1997b; Toker 2008).

#### 2.2.3.4.1 Eski Akarsu Taraça Dolguları (Qt)

Çok az miktarda kum ve çamurlu, gevşek tutturulmuş çakıl ve blok içeren birikintilerdir (Şenel 1997b).

#### 2.2.3.4.2 Yamaç Molozu ve Birikinti Konileri (Qym)

Değişik ölçekte gevşek ve tutturulmuş yamaç molozu ve birikinti konileri ile dağ yamaç ve eteklerinde temsil edilir. Havzanın güneyinde Yandağ'ın teklerinde, blok ve çakıldan oluşan etek döküntüleri şeklinde yer alan birikintiler, yamaç tabanlarında, basık tepeli ve yayvan şekilli birikinti konisi oluşturur (Şenel 1997a; Toker 2008). Yamaç molozu akıntıları gölalanı içine kadar sokulur (**Şekil 2. 30**). Havza içerisinde güneyde Yandağ'ın eteğinde Akpınar-Gemiş köyleri arasında (**Şekil 2. 31**), Beylerli köyünün güneyinde, Alanköy'ün kuzeyinde ve Akgöl civarında görülürken, kuzeyde Çardak'ın kuzeyinde Maymun Dağı sırtlarında görülür.

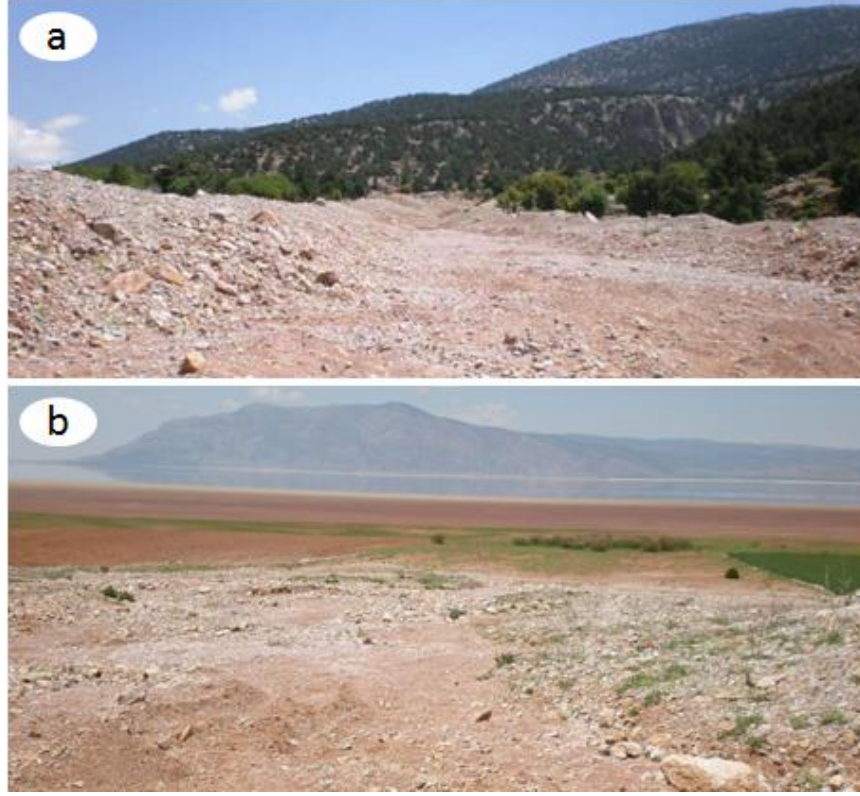
#### 2.2.3.4.3 Qay Alüvyon Yelpazeleri

Blok, çakıl ve çamur birikintilerinden oluşan birim, akarsu ve ova kenarlarında yaygın olarak bulunur. Göl içine kadar uzanan koniler yüksek ön takımları olan kalüvyon yelpaze deltalarını meydana getirmişlerdir. Deltaların görünen kısımları göl seviyesinden 6 m daha yüksektedir (Kazancı ve diğ. 2006). Tabakalanma göstermeyen, kaba kırıntılıdır. Yamaç molozlarını oluşturan bileşenler genellikle Kızılcaadağ ofiyolitik melanjinin serpantinit, gabro, diyabaz ve kireçtaşlarından türemiş ve çamur matriksi içinde yer alan çakıl ve blok boyutundaki kötü boylanmalı tanelerden meydana gelir (Şenel ve diğ. 1989).

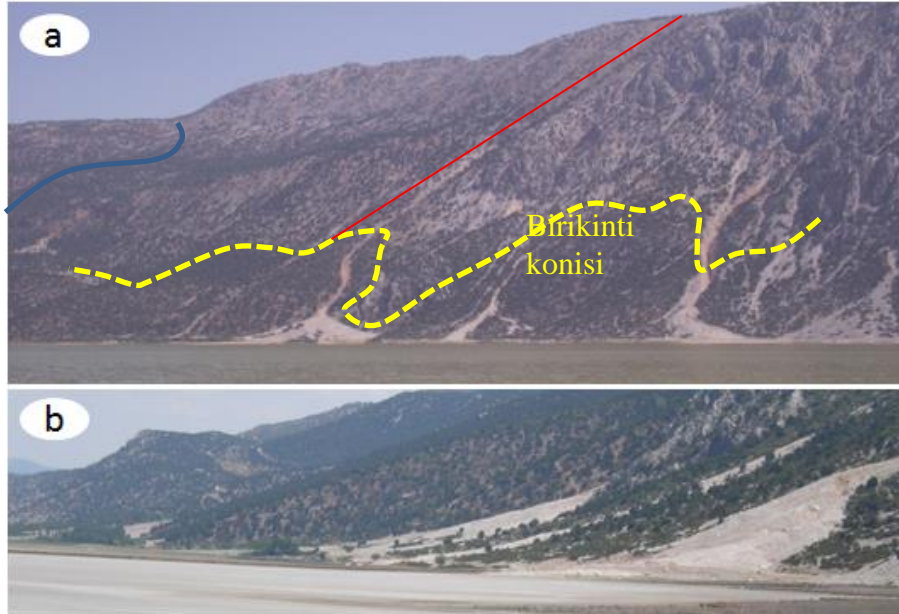
Acıgöl'ün güneyinde fay düzlemi boyunca gelişmiş yelpaze deltaları görünür. Yelpaze deltaları içeriğini oluşturan kaynak kayaların özelliğini yansıtır. En belirgin olarak Akpınar Köyü ve Kilise Sırtı (yerel isim) mevkinde yelpaze deltalarının gelişimi çok belirgindir. Kilise Sırtı mevkinde istifin alt, üst ve ön takımları gözlenir. Akpınar Köyü'nde üst takımı gözlemlenir. Delta yelpazesi kuzey yönünde hafif eğimlidir (**Şekil 2. 32**). Acıgöl'ün güneyinde Acıgöl fayı boyunca yer alan Kilise Sırtı yelpazesine yakın yelpazelerden alınan dolomitik içerikli çakıllardan oluşan el örneğinin (LITO-9) majör



oksit içeriği %3,8 SiO<sub>2</sub>, %1,31 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,39 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %17,3 MgO, %31,46 CaO, %0,07 Na<sub>2</sub>O, %0,13 K<sub>2</sub>O, %0,04 TiO<sub>2</sub>, %0,03 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve %0,01 MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl'dir.



**Şekil 2. 30:** Acıgöl'ün güneyinde Yandağ'ın eteklerinde a) derin vadiler boyunca gelişen yamaç molozları b) devamında gölün içine kadar sokulum.

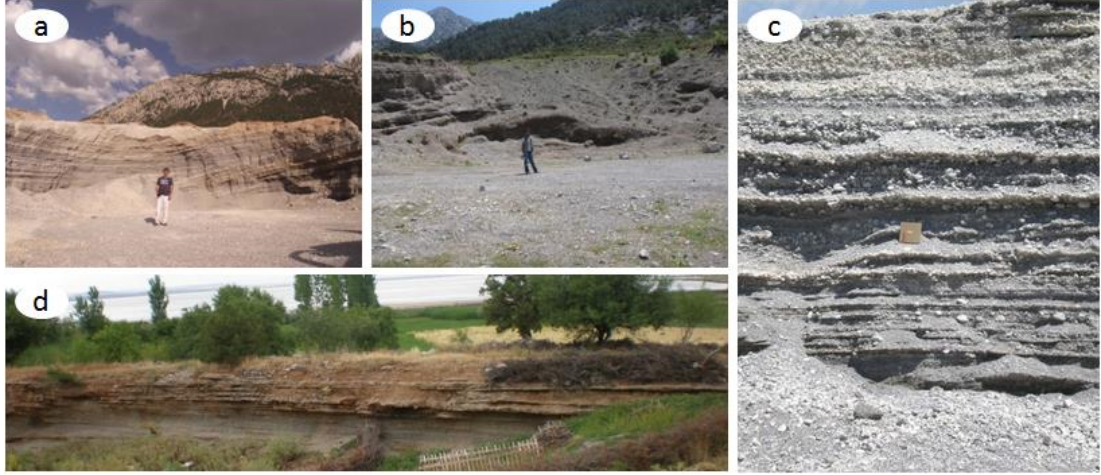


**Şekil 2. 31:** a) Acıgöl'ün güneyinde birikinti konilerinin uzaktan görünümü b)Gölün güneyinde yamaç molozu akıntıları (Mavi renk Yandağ Kireçtaşı ile Acıgöl Grubu arasındaki dokanağı, kırmızı renk fayı temsil eder).



#### 2.2.3.4.4 Alüvyon Çökelleri (Qal)

Acıgöl çevresinde, akarsu yataklarında ve taşkın düzlüklerinde iyi tutturulmamış, kaba kırıntılı çakıl, kum ve silt birikintileridir. Bölgede kalınlığı oldukça fazla olan bu tortullar, göl kıyısına yakın alanlarda ince kum-kil karışımı tortullar biçiminde bulunur (Şenel 1997a) (Şekil 2. 33).



Şekil 2. 32: Acıgöl fayı üzerinde gelişen yelpaze deltaları a)Kilise Sırtı yelpaze deltasının genel görünümü b) Acıgöl fayı üzerinde gelişen yelpaze deltası c) Kilise Sırtı yelpazesinin farklı dönemleri yansıtan loblarının görünümü.



Şekil 2. 33: a) Acıgöl'ün güneyinde alüvyon çökelleri ve Yandağ'ın görünümü b) gölün güneyinde alüvyon çökelleri ve Maymundağ'ın görünümü.

### 2.3 Sedimanter İstifin Paleoortam Özellikleri

Siğ göl olan Acıgöl, günümüzde varlığını gölün kuzeydoğusunda sürdürmektedir (Helvacı ve diğ. 2013; Savascin ve Birsoy 1992). Geç Miyosen'den günümüze sediman çökeli tektonik hareketlilik ve iklim koşullarının etkisinde gelişmiştir (Alçıçek 2009; Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013; Helvacı ve diğ. 2013). Acıgöl Alpin sonrası tektonik genişleme etkisinin altında gelişmiştir (Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013; Karayiğit ve diğ. 2014).

Geç Miyosen'den Kuvaterner'e kadar olan gölün oluşum süreci 3 farklı aşamada gerçekleşmiştir (Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013). Geç Miyosen'de bölgesel ılıman iklimden yarı kurak iklime geçişin etkisi altında alüvyal yelpaze çekellerinin birikimi ile havzanın dolmaya başlaması ilk evreyi oluşturur (Alçıçek 2009; Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013).

Erken Pliyosen'de bölgesel olarak nemli iklimlerin etkisinde, tektonik hareketler nedeniyle havzanın derinleşmesi oluşum süreçlerinin ikincisidir. Karbonat ve çamurtaşı aralanmalarıyla gölsel koşulların hakim olduğu, gölün genişlemesiyle birlikte alüvyal yelpazelerin depolanmaya devam ettiği ve kömür oluşumunun sınırlı olduğu aşamadır (Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013; Helvacı ve diğ. 2013; Karayığit ve diğ. 2014). Pleyistosen döneminde çökmenin tekrar başlaması ve klastik malzemelerin yüzey sularıyla havzanın kuzeyinden göl çökellerinin olduğu daha düşük kottaki alanlara taşınması oluşum sürecinin üçüncü evresidir (Alçıçek, Brogi, ve diğ. 2013; Alçıçek, Mayda, ve diğ. 2013; Karayığit ve diğ. 2014). Pleyistosen ortasına kadar kurak iklim koşullarının etkisi nedeniyle göl seviyesi düşmüş ve göl tuzlanmaya başlamıştır. Pleyistosen sonunda göl sınırları tekrar genişlemiştir (Karayığit ve diğ. 2014; Savascin ve Birsoy 1992).

İlk evre gölün batısında açılan derin karot sondajlarda, derinlere doğru aşırı sellenme ve taşkınların neden olduğu kırıntılı malzemelerin yoğunluğu ile gösterir. Laminalanmış marnlar oluşumun ikinci evresindeki geniş ve derin göl koşullarını, kumtaşı, kiltası ve silttaşı varlığı üçüncü evredeki kırıntılı malzeme taşınımını simgeler (Helvacı ve diğ. 2013; Karayığit ve diğ. 2014). Göl istifinin alt ve orta kısmının aksine üst kısmına doğru jips miktarının artması ve bu ortamda görülen ostrakod türlerinin tuzlu ortamda yaşayabilen türler olması, üst kısımda gelişen çökellerin tuzlu ortamda geliştiğini gösterir. Ayrıca karbonatlarla birlikte üst kısmın aksine orta ve alt kısımlarda jipsin az miktarda veya hiç olmaması bu kısımların tatlı-acı su geçiş ortamları olduğunu gösterir. Bu iki durum değerlendirildiğinde gölün sonradan tuzlandığı söylenebilir (Helvacı ve diğ. 2013; Karayığit ve diğ. 2014).

## 2.4 Tektonik

Acıgöl, sismik olarak aktif, KD-GB uzanımlı, Neojen graben tektoniğinin etkisinde, genişleme ve çökme mekanizmasıyla gelişmiş neotektonik bir graben havzasıdır. Likya orojenezi sırasında nap yerleşiminin en son evresinde, Likya

Torosları'nda gelişen karasal havzaların çökmesiyle oluşmuştur (Alçıçek 2009; Alçıçek 2007; Alçıçek ve diğ. 2006; Collins ve Robertson 1999; Helvacı ve diğ. 2013; Kazancı ve diğ. 2006; Seyitoğlu ve Scott 1996; Toker 2008). Erken-Geç Miyosen'de KB-GD genişleme etkisinde açılma, Erken Pliyosen'de derin bir göl ortamına dönüşme, Geç Pliyosen'de sığlaşma, Erken Pleyistosen' de yeni genişleme ile oluşan K-G gidişli faylarla havza parçalanması ve güncel akarsu sisteminin gelişimi, Likya Torosları karasal havzalarının paleocoğrafik evrimini oluşturur (Alçıçek 2007; Alçıçek ve diğ. 2005; Alçıçek ve diğ. 2006; Çiftçi ve Bozkurt 2010; Helvacı ve diğ. 2013; Ten Veen 2004; Toker 2008).

Poisson ve diğ. (2003)'e göre havzanın tektonik gelişimi; Geç Kretase- Erken Paleosen döneminde Pamfilya havzasının kapanması ve Antalya naplarının yerleşmesi, Eosen ve Erken Oligosen döneminde Likya naplarının yerleşmesi, Oligosen molas havzası oluşumları, KB-GD ve K-G gerilme rejimleri altında Baklan ve Acıgöl grabenlerinin açılmasıdır (Toker ve diğ. 2012).

Acıgöl Havzası KD-GB yönlü faylarla sınırlandırılmıştır. Havzanın kuzeyini Maymundağı-Dazkırı Fayı, güneyini ise Acıgöl fayı sınırlar. Acıgöl fayı Mesozoyik-Kuvaterner birimleri, Maymundağı fayı Paleojen ve Neojen birimleri keser (Helvacı ve diğ. 2013; Kazancı ve diğ. 2006; Şenel 1997a; Temiz ve diğ. 1997; Toker 2008). Temiz ve diğ. (1997)'e göre grabeni güneyden sınırlayan, KD'den GB'ye sırasıyla; 8,5 km, 17 km ve 8,3 km uzunluğundaki eğim atımlı normal faylar 3 segmentten oluşur. Uzunluğu 19,5 km olan Dazkırı fayı, Dazkırı segmentinin batı ucunda Çardak'ın kuzeyinde doğrultusu değişerek D-B doğrultusunu alır. Acıgöl Havzası'nın KB-GD yönlü genişleme tektoniği etkisinde olduğunu gösteren bu faylar, eski bir sol yanal atım bileşenine de sahiptir (Temiz ve diğ. 1997).

Acıgöl'ün güneyinde, Acıgöl fayının fay düzlemini örten kalüvyon malzemelerin Pliyo-Kuvaterner hareketlerden etkilenmiş olması, ilk olarak Erken- Orta Miyosen'den sonra ortaya çıkan bu fayın, Pliyo-Kuvaterner'de yeniden hareketlendiğini ve günümüzde aktif olduğunu gösterir. Pliyo-Kuvaterner fayların kinematik analizleri ve deprem odak mekanizmalarına göre bölgede birbirini kesen KB-GD ve KD-GB doğrultulu iki yönlü fay sistemleri ile iki evreli genişleme söz konusudur (Temiz ve diğ. 1997; Toker 2008).

### 3. GÜNCEL SEDİMAN JEOKİMYASI VE PETROGRAFİSİ

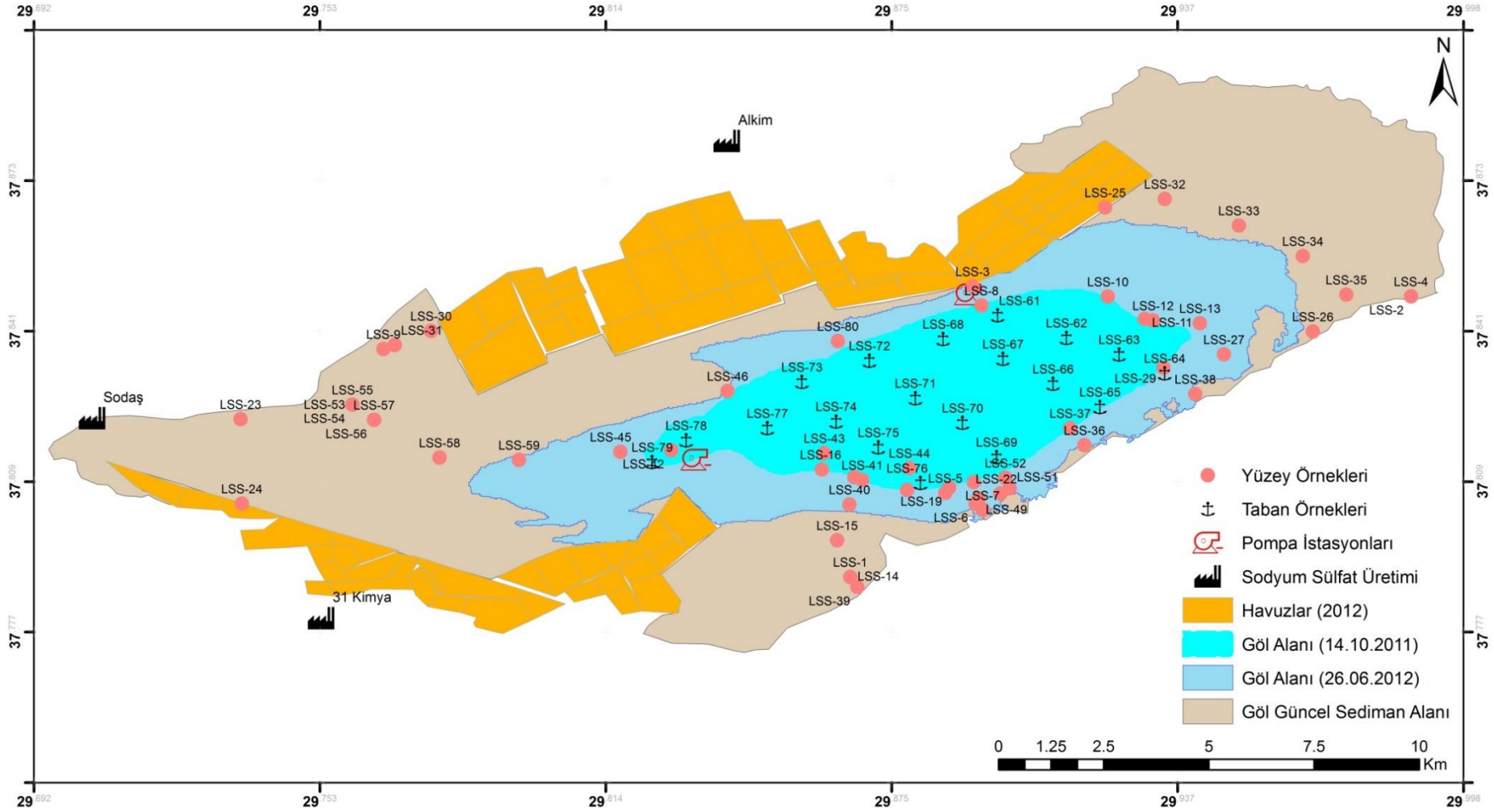
#### 3.1 Sediman Örnekleme

Göl güncel sediman örneklemeleri a) yağışlı ve kurak dönemde sürekli su altında kalan göl çanağında taban ve b) mevsimsel olarak su altında kalan; gölün kurak döneminde göl su alanının en küçük olduğu (Ekim) dönemde, suyun çekildiği, suyla kaplı olmayan alanları kapsar. Sediman örneklemeleri ve jeokimyasal değerlendirmeler yüzey, sığ kolon (0-7cm), sığ karot (0-30cm) ve göl tabanı olmak üzere dört farklı grupta değerlendirilmiştir (**Tablo 3. 1**, **Şekil 3. 1**, **Şekil 3. 2**). Her bir örnekleme grubuna ait yöntem ve arazi görüntüleri EKLER’de verilmiştir. Örnekler herhangi bir çalışma kapsamında göl alanında müdahalenin yapılmadığı ve insan etkisinin olmadığı doğal ortamlardan alınmıştır. Sediman örneklemede EPA-SESDPROC-200-R3 (2014) metodu dikkate alınmıştır.

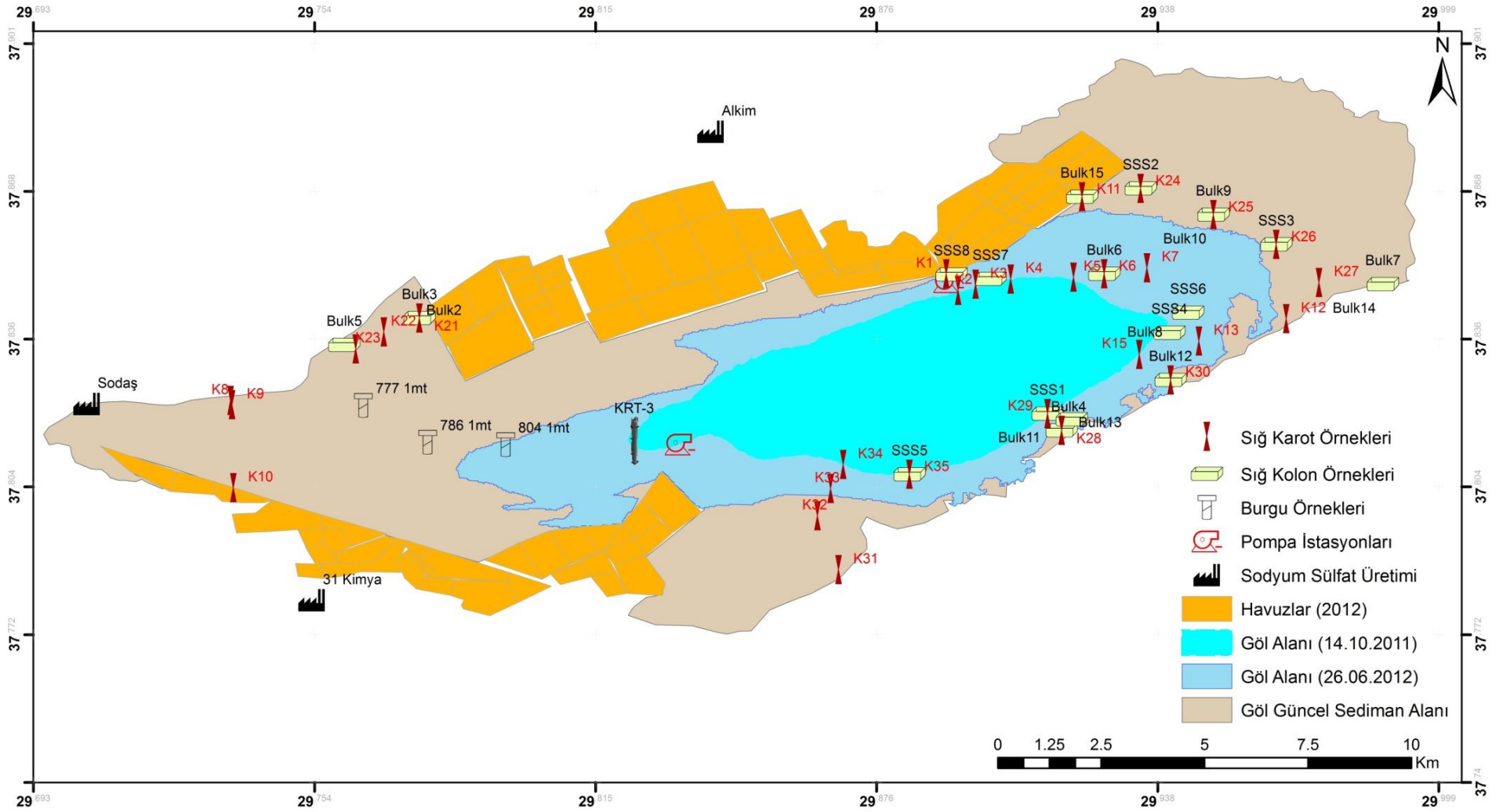
**Tablo 3. 1:** Göl sediman örnekleri.

Örnekleme Türü	Adet	Örnekleme Türü	Adet
Sığ kolon (0-7cm)	23	Sığ karot (0-30cm)	30
Yüzey Sediman (Yüzey, 0-2cm)	60	Göl tabanı	19

**Sığ kolon (0-7cm) örnekleme**; örnekleme yapılan yüzeyin 0 ile 7 cm derinliğindeki çökellerin, derinliğe bağlı olarak jeokimyasal özelliklerindeki değişimlerin ortaya konması amacıyla yapılmıştır. Göl yüzeyinde su olmayan alanlarda kurak veya az nemli ortamlarda gerçekleştirilmiştir. İstiflenmenin korunabildiği örnekler, istiflenmedeki farklılıklara göre 2’şer cm veya 4’er cm aralıklarla jeokimyasal özellik değerlendirmeleri için dilimlenmiş ve “SSS-1 (0-2 cm)”, “SSS-1 (2-4 cm)” vb. şekilde kodlanmıştır. İstiflenmenin korunamadığı örnekler, bulk olarak değerlendirilmiş ve “Bulk-1” vb. gibi kodlanmıştır. Güncel sedimandaki mikro düzeyde istiflenmenin incelenmesi için küçük trençler açılarak sığ kolon örnekleme yapılmıştır. Yapılan detaylı sığ kolon örneklemede her 0,3-0,5 cm kalınlığında aralanmalı istiflenmenin gerçekleştiği görülmüştür. İstifte tuz, karbonat, jips, alg/organik, kil malzeme veya bunların farklı diziliminden oluşan aralanma söz konusudur. Suyun çekildiği kuru/az nemli ortamlarda 7 cm’den sonra tabanda göl suyuna ulaşılır.



Şekil 3. 1: Göl güncel sedimanında yüzey ve taban örneklemeYeri.



Şekil 3. 2: Göl güncel sedimanında sığ karot ve sığ kolon örnekleme noktaları.

**Yüzey sediman örnekleme (Yüzey, 0-2cm);** göl güncel sediman yüzeyindeki bölgesel anomaliler ve anomalilerin kaynaklarının tespiti, gölün yağışlı ve kurak döngüsünde kuruyup tekrar su altında kalan alanların jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, göl suyu ile etkileşimdeki zonun karakteristiğinin tanımlanması, uydu görüntülerinde sedimanlarla ilgili yapılacak değerlendirmelerde eğitim ve kontrol verisini sağlaması, gölün evaporasyonu sonunda sedimanların yüzey jeokimyasasının belirlenmesi vb. amaçlar için yapılan örneklemedir. Göl yüzeyinin 0-2cm aralığında sıyırma/kazıma şeklinde yapılan bir örneklemedir. Göl güncel sediman alanında toplam 60 farklı noktada yüzey örnekleme yapılmıştır. Her bir yüzey örnekleme, örnek numarasına "LSS" etiketi eklenerek "LSS-1" şeklinde kodlanmıştır. Karot (0-30cm) örneklerinin alındığı noktaların her birinde ayrıca yüzey örneği alınarak, karot noktalarında yüzeyin durumunun da tanımlanması hedeflenmiştir.

**Sığ karot (0-30cm) sediman örnekleme** maksimum 50cm boyutunda örneklenebilir PVC borularla, zeminin gevşekliğine göre 10-30cm arasında göl sedimanından karotla dikey örnek alınmasıdır. Göl sediman istifinin her 10cm'deki değişimini belirlemek amacıyla yapılmış örneklemedir. Örneklerden 8 tanesinde 30cm derinliğinde, 23 tanesinde 20 cm derinliğinde, 7 noktada sadece 10cm derinliğinde örnek alınabilmektedir.

**Göl tabanı sediman örnekleme;** sürekli su altında kalan sedimanların jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi amacıyla yapılmış örnekleme çalışmasıdır. Göl çanağında sürekli su altında kalan göl tabanından Van Veen sediman kepçesi ile balçığın altındaki nispeten daha durağan sert zeminden örnekler alınmış, "WV" etiketi eklenerek kodlanmıştır. Ancak jeokimyasal değerlendirmelerde bütün olması ve göl tabanının yüzeyini temsil ettiği için diğer yüzey örneklerinde olduğu gibi "LSS" etiketi ile yeniden kodlanmıştır.

### **3.2 Sedimanların Jeokimyasal Analiz Yöntemleri ve Ön İşlemler**

Göl sedimanlarında yapılan **0-30cm sığ karot örneklerinin** jeokimyasal değerlendirmeleri, 10cm aralıklarla dilimlenmesi ile elde edilen her bir grubun bulk analizi temeline dayandırılmıştır. **Sığ kolon (0-7 cm) sediman örnekleme** ile alınan örneklerin jeokimyasal değerlendirmeleri 0-4, 4-8 cm veya 2'şer cm aralıklı olarak elde edilen dilimlerin bulk analizini temel almıştır.

**Yüzey örnekleri**, 100ml'lik kaplarda örnekleme sırasında bulk haline geldiği için, örnek kabının içinde örnek dikey olarak iki kısma eşitlenerek yarısı analizlerde kullanılmış, geriye kalan kısım şahit olarak bırakılmıştır. Bulk olarak hazırlanan tüm numuneler 26°C'de oda koşullarında 36 saat doğal kurumaya bırakılmıştır. Elementel analizler için kurutulmuş örnekler Retch RS-200 titreşimli diskli öğütücü ile 1 dakika boyunca 1000 rpm dönme hızında 40 µm boyutuna indirgenmiştir. Göl sedimanlarının jeokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi için uygulanan sıralı işlemler **Şekil 3. 3**'te belirtilmiştir.

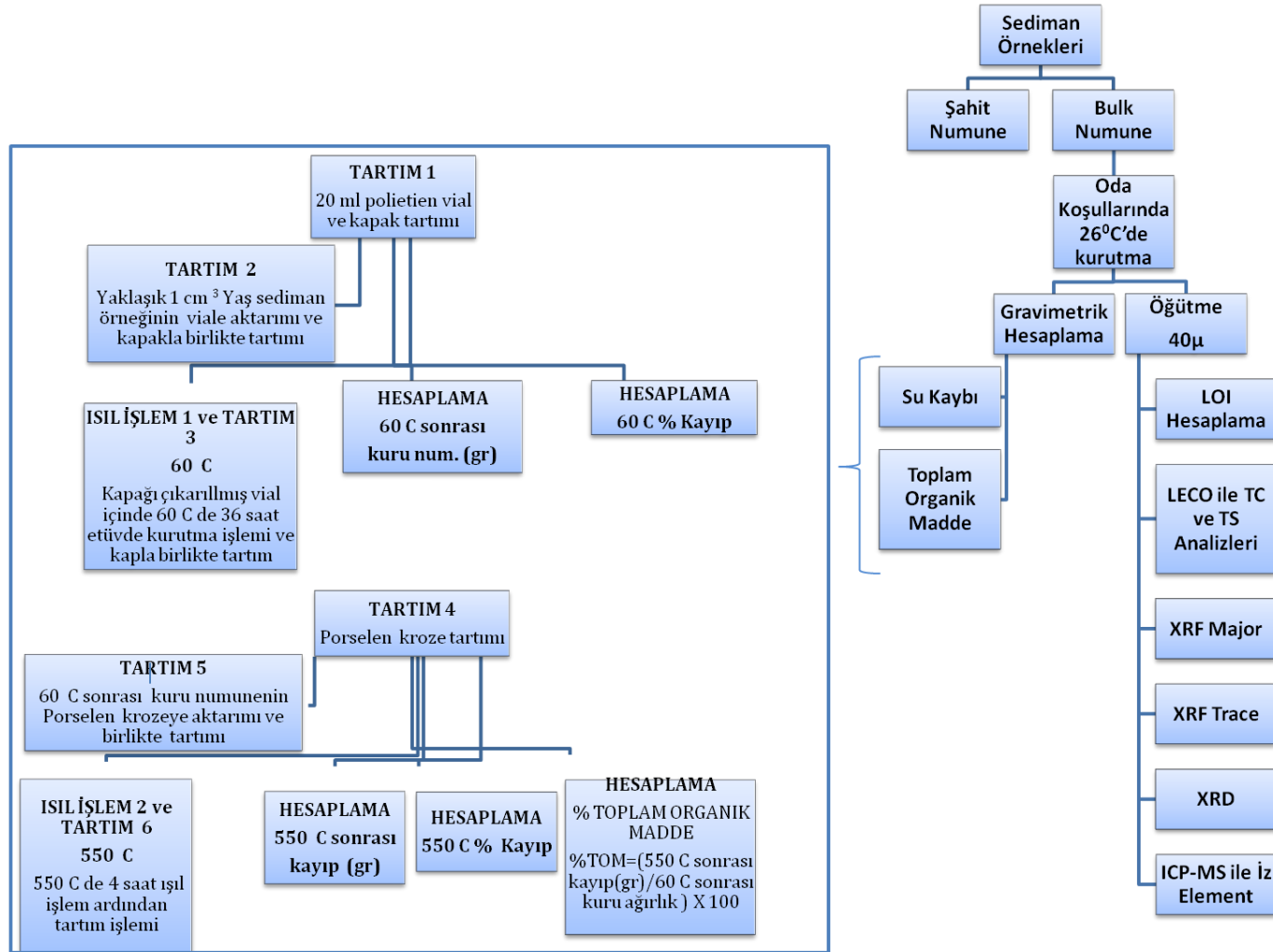
**X-ışınları Difraktometre (XRD) analizleri** İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRD laboratuvarında Bruker D8 Advance markalı cihazda yapılmıştır. XRD analizlerinde CuKα radyasyonu, LynxEye detektörü, 40 mA, 40 KV kullanım şartları ile 0,0090 [°2Th.] adımlaması ile çekim yapılmıştır. Sediman bulk örneklerinin standart 4°-70° arasında XRD çekimi yapılarak difraktogramlar elde edilmiştir. XRD çekimlerinde K-Alpha1 [Å] değeri 1,54060 olarak kullanılmıştır. XRD sonucu elde edilen difraktogramların analizleri İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi'ne lisanslı X'Pert High Score Plus (PANalytical BV) ile yapılmıştır. Difraktogramlardaki minerallerin tanımlanmasında PDF-2 Release 2003 (PANalytical database version number: 2,3) kartları kullanılmıştır.

**Güncel göl sedimanlarının majör oksit ve iz element içerikleri** dalga boyu dağılımlı Bruker S8 Tiger WDXRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence) cihazında belirlenmiştir. Majör oksitler. Örneklerin kızdırma kaybı (LOI-Lost on Ignition) değerleri, örnek bünyesindeki H<sub>2</sub>O ve CO<sub>2</sub> toplamına karşılık geldiği kabul ederek sonuçlar değerlendirilmiştir.

**Göl güncel sedimanlarında toplam karbon (TK), toplam sülfür (TS) analizleri** Leco SC 144-DR cihazı ile yapılmıştır. TK% ve TS% analizlerinde, karbon için %12 karbon içeren kalsiyum karbonat içeren örnek, sülfür için %1,06 S içeren kömür ve %32,91 S içeren ZnS standartları kullanılarak cihaz kalibre edilmiştir.

**Güncel göl sediman örneklerinin taramalı elektron mikroskop analizi** ile morfoloji karakterizasyonu İstanbul Teknik Üniversitesi Ulusal Membran Teknolojileri Araştırma Merkezi (MEM-TEK)'nde, Environmental SEM (E-SEM) FEI Quanta FEG 200 marka elektron mikroskobu ile yüksek vakum altında, altın kaplaması yapılmadan gerçekleştirilmiştir. SEM Görüntüleme ve EDS analizleri Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM) modunda gerçekleştirilmiştir.





Şekil 3. 3: Göl sedimanlarına uygulanan sıralı işlemler akış diagramı.

Ayrıca incelenen bazı numuneler üzerinde X-ray elementel dağılım haritalaması (X-ray Mapping) ve noktasal standartsız kalitatif elementel analizler yapılmıştır (SEM-EDS). EDS ve EDS haritalama analizleri için SEM cihazı üzerinde bulunan AMETEK EDAX markasının Apollo X modeli EDS eklentisi kullanılmıştır. SEM analizleri K4.0-10, K7.0-10, K8.0-10, K9.0-10 karot örneklerinin tüm kesitinde ve mikrobiyal matris oluşum örneklerinde yapılmıştır. Analizlerde 94 SEM görüntüsü, örnekler üzerinde 18 noktasal elementel analiz ve 9 elementel dağılım haritası elde edilmiştir. SEM-EDS ile noktasal analizlerde, elektron demetleri evaporit mineralleri üzerinde 2,5 µm'ye kadar nüfuz edebildiğinden (Buck ve diğ. 2006), taranan yüzeyle birlikte arka plan minerallerinin pikleri de daha düşük miktarlarda görülmüştür.

**Göl güncel sedimanlarındaki iz elementlerin analizi;** yıkama çözeltisi olarak % 1 HNO<sub>3</sub> çözeltisinin kullanıldığı Perkin Elmer Sciex ELAN DRC II cihazında, plazma argon gazınının 16 L/dk. akış hızında gerçekleştirilmiştir. Fe, As, Se, V, Mn ve Cr gibi girişim yapan iz elementlerin konsantrasyonu ICP-MS DRC-e sistemi ile belirlenmiştir. Analiz öncesinde Berghoff Microwave Cihazı ile iki aşamada eritişle numuneler çözelti haline getirilmiştir. Birinci adımda 6 ml HCl (% 37 Merck) + 2 ml HNO<sub>3</sub> (% 65 Merck) + 1 ml HF (% 38-40) asitleri kullanılırken, ikinci adımda ise 6 ml % 5 borik asit çözeltisi ilave edilmiştir.

### **3.3 Güncel Sedimanların Majör ve İz Element Jeokimyası**

Tuzlu göller, içinde buldukları havzanın paleo-iklim özelliklerin belirlenmesinde önemli izleri barındırırlar (Roy ve diğ. 2001). Göl sedimanlarının jeokimyasal özellikleri, beslenme alanlarını ve zamana bağlı olarak gerçekleşen depolanmanın kökenini yansıtır (Jin ve diğ. 2006; Mason ve Moore 1985; Roy ve diğ. 2001; Smykatz-Kloss ve Roy 2010).

Göl çökellerinin jeokimyasal değerlendirilmesi, havzadaki bozunma/ayrışmanın tanımlanması, havzadaki değişime etki eden çevresel etkiler ve paleo-iklimin tanımlanması için önemlidir. Göl sedimanlarının jeokimyasını, ana kayaç özellikleri, ayrışma, taşınma sırasında gelişen olaylar, çökelim ve çökeltme sonrası gerçekleşen olaylar etki eder (Jin ve diğ. 2006; Krishnamurthy ve diğ. 1986; Rose ve diğ. 2004).

Acıgöl güncel göl sedimanlarının majör ve iz element jeokimyası a) yüzey (0-2 cm) b) sığ karot (30cm) ve için detaylandırılmıştır. Güncel sedimanların majör element jeokimyasının değerlendirilmesinde XRF analizi ile belirlenen majör oksit, NTE (Nadir Toprak Elementi) ve diğer iz element jeokimyası için ICMP-MS ile elde edilen iz element verilerinden yararlanılmıştır.

Acıgöl güncel göl sedimanlarının jeokimyasal özelliklerini etkileyen ve göl alanını çevreleyen litolojik birimlerin majör ve iz elementlerini içeren jeokimyasal özellikleri, sedimanlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Güncel göl sedimanlarının yüzey, sığ karot (30cm) derinliğinde majör ve iz elementlerinin birlikte zenginleşmeleri ile birlikte sedimanların litolojik birimlere göre majör ve iz element zenginleşmeleri detaylandırılmıştır. **Tablo 3. 2 - Tablo 3. 9**'da sunulan litolojik birim ve göl sedimanlarındaki iz ve majör elementlerin zenginleşme korelasyon matrisi, ilgili bölümlerde ayrıntılı şekilde verilmiştir.

### 3.3.1 Güncel Sedimanlarında Majör Elementler

Güncel göl sediman yüzeyindeki majör oksitlerin ortalama % oranlarına göre bolluk sıralaması  $CaO > SO_3 > SiO_2 > MgO > Na_2O > Cl > Al_2O_3 > Fe_2O_3 > K_2O > TiO_2 > P_2O_5 > Cr_2O_3 > MnO$  şeklindedir. Yüzeyden itibaren derine inildikçe bolluk oranı %1'in altında olan  $P_2O_5$ ,  $Cr_2O_3$  ve  $MnO$  sıralaması değişkenlik gösterir.

Güncel sediman kolonunda baskın majör oksit  $CaO$ 'dur. 0-10 cm derinliğindeki göl sedimanının majör oksit içeriğinde,  $SO_3$  değerindeki önemli miktardaki azalma nedeniyle % bolluk sıralaması değişir. 0-10 cm aralığındaki göl çökellerinde bolluk sıralaması  $CaO > SiO_2 > MgO > SO_3 > Al_2O_3 > Na_2O > Cl > Fe_2O_3$ , 10-20 cm aralığında,  $CaO > SiO_2 > SO_3 > MgO > Na_2O > Al_2O_3 > Cl > Fe_2O_3$ , 20-30 cm aralığında,  $CaO > SO_3 > SiO_2 > Na_2O > MgO > Cl > Al_2O_3 > Fe_2O_3$  halini alır. Sedimanlardaki ortalama LOI değerleri yüzey ile 30 cm aralığında %26-%29,6 arasında değişen değerlere sahiptir. Sedimenter ortamlarda elementlerin kompozisyonunu kontrol eden olayların irdelenmesinde normalizasyon yaygın kullanılan yöntemdir. Sedimenter ortamların UCC'e kıyasla NASC ve PAAS'a göre normalizasyonu yaygındır. Mermer vb. diğer karbonatlarla birlikte karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar Phanerozoic Kireçtaşı'na göre normalize edilebilir (Condie ve diğ. 1991; Rollinson 1993).













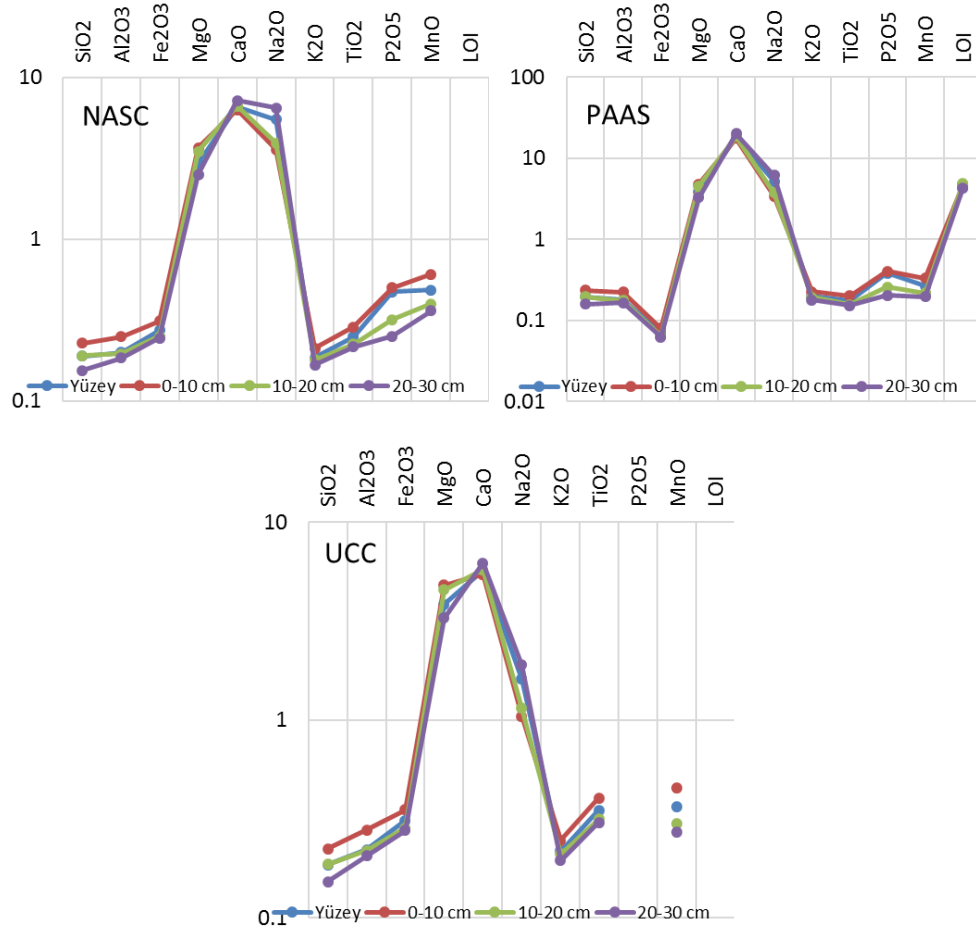




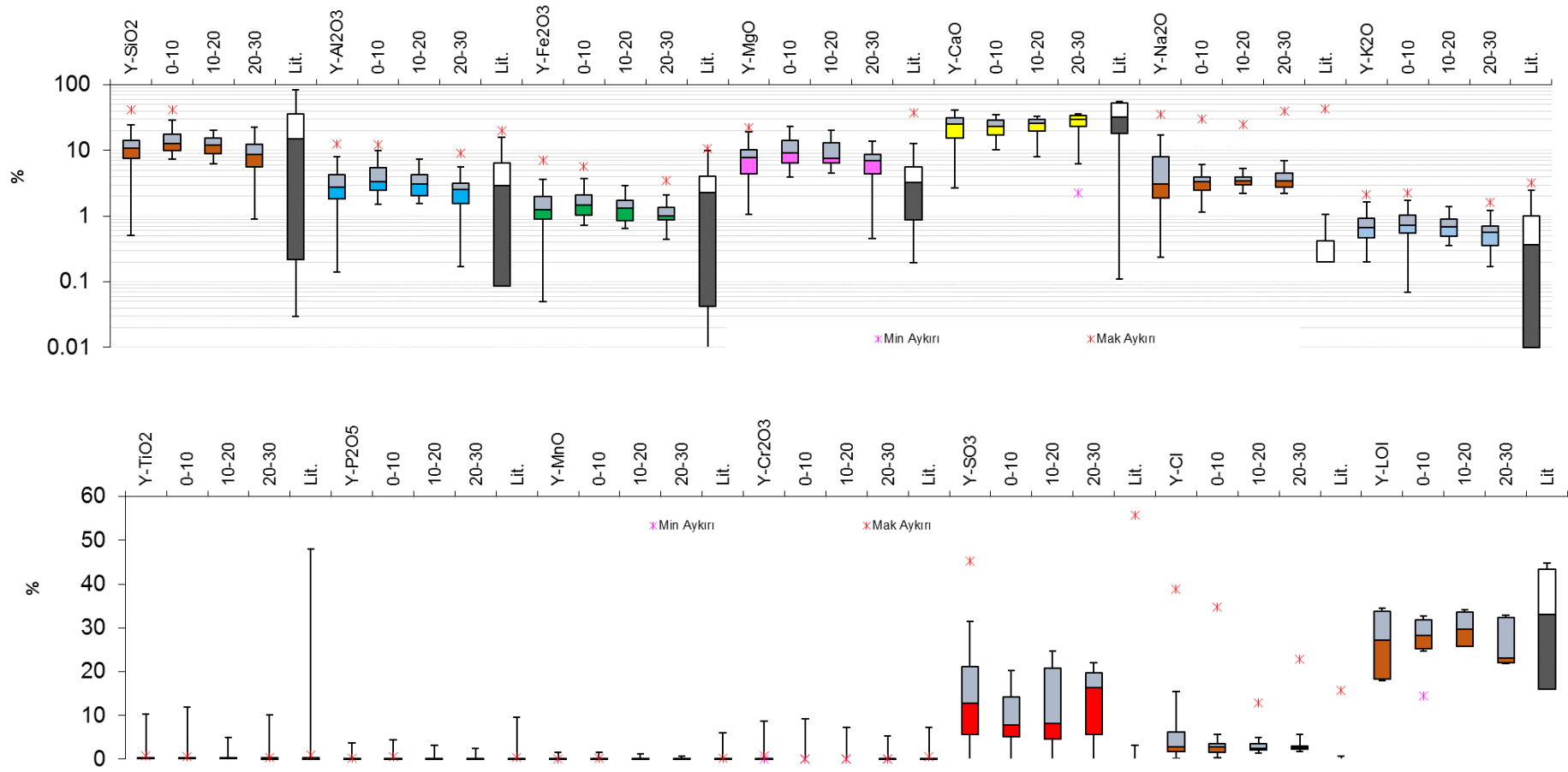


Güncel sedimanlardaki majör oksitlerden MgO, Na<sub>2</sub>O ve CaO oranları kimyasal sedimantasyona bağlı olarak PAAS (Arkean sonrası Avusturalya Şeylleri, Post-Archean Australian Shale), NASC (Kuzey Amerika şeyl bileşimi, North American Shale Composite) ve UCC (Üst kıtasal kabuk, Upper Continental Crust)'ye (Gromet ve diğ. 1984; Taylor ve McLennan 1985) göre oldukça zenginleşirken, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO değerleri oldukça fakirleşmiştir (**Şekil 3. 4**).

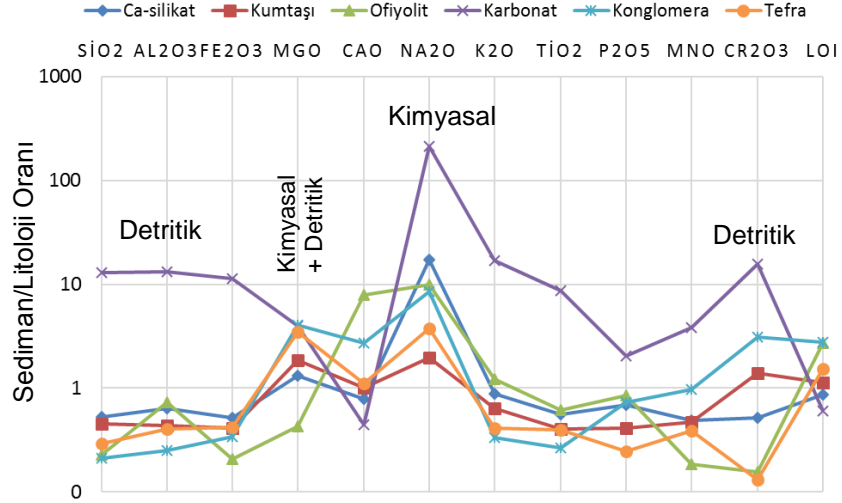
Güncel göl sedimanının yüzeyi ile birlikte, farklı seviyelerine ait majör oksitlerin değer aralıkları, litolojik birimlerle karşılaştırmalı olarak **Şekil 3. 5**'te, havzadaki litolojik birimlere göre normalizasyonu **Şekil 3. 6**'da detaylandırılmıştır. Litolojik birimler birlikte değerlendirildiğinde genel değer aralığına göre güncel sedimanlardaki SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve LOI değerleri, litolojik birimlere göre düşüktür.



**Şekil 3. 4:** Acıgöl'deki güncel sedimanlardaki majör oksit ortalamalarının NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985) ile karşılaştırması.



**Şekil 3. 5:** Yüzey, sığ karot sedimanları ile litolojik birimlerin majör oksit içeriklerinin değer aralıkları.



Şekil 3. 6: Güncel göl sedimanlarındaki majör oksitlerin, havzadaki farklı litolojilere göre normalizasyonu.

Litolojik birimlerdeki özellikle Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti'nin karbonat dışında başka bir bileşen içermemesi nedeniyle LOI ve CaO değerleri oldukça yüksektir. Göl suyundan sürekli olarak  $SO_4$ , Cl, Na ve Mg iyonlarının kimyasal çökelişi ile göl güncel sedimanlarındaki  $SO_3$ , MgO,  $Na_2O$  ve Cl miktarı, litolojik birimlere göre zenginleşir. Sedimanların litolojik birimlere göre görülen  $Na_2O$  zenginleşmesi kimyasal, MgO zenginleşmesi kimyasal + detritik nedenlerledir.

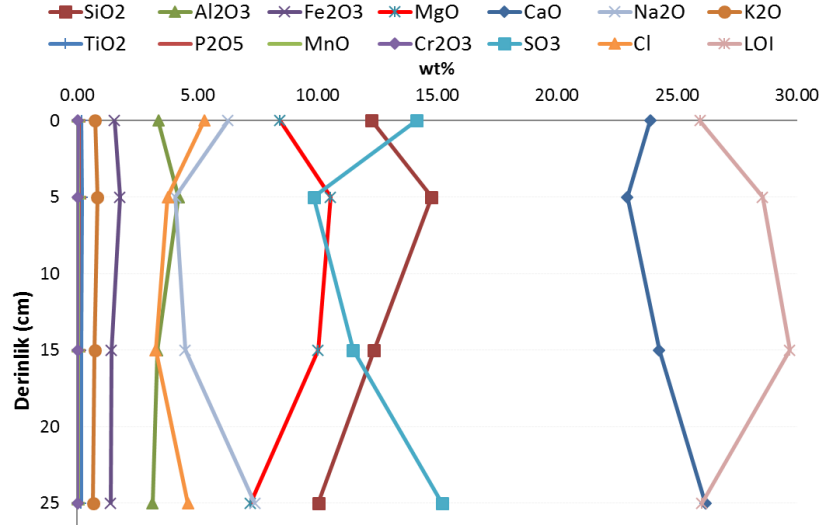
Güncel sedimanların her bir litolojik birime göre zenginleşme durumunu değerlendirmek için güncel sedimanların element içeriği ilgili litolojik birime göre normalizasyonu ile karşılaştırılmıştır. Sedimanlardaki MgO'nun, ofiyolitik kompleks dışındaki tüm birimlere göre zenginleştiği görülür. Güncel göl sedimanlarındaki  $Na_2O$ , tüm birimlere göre oldukça zengindir. Sedimanlardaki CaO, karbonatlı birimler ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalara göre düşükken, diğer birimlere göre yüksektir. Sedimanlardaki  $K_2O$  değerleri, sadece ofiyolitik kompleks ve karbonatlara göre zenginleşmiştir.

Sedimanların karbonatlara göre CaO'in dışında tüm majör oksitleri, kumtaşlarına göre MgO, CaO,  $Na_2O$  ve  $Cr_2O_3$ , ofiyolitik komplekse göre CaO,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ , konglomeralara göre MgO, CaO,  $Na_2O$ , MnO, tefralara göre MgO, CaO,  $Na_2O$  majör oksitleri zenginleşmiş, belirtilen majör elementlerin dışındakiler fakirleşmiştir. Evaporatif tuzlu bir göl olan Acıgöl sedimanlarının, çevresindeki tüm litolojik birimlere göre normalizasyonunda pozitif  $Na_2O$  anomalisi belirgindir.

Göl güncel sediman kolonunun 0-30 cm aralığında yüzeyden derine doğru  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ , MgO,  $TiO_2$ , MnO,  $P_2O_5$  majör oksitlerinin yüksek korelasyon



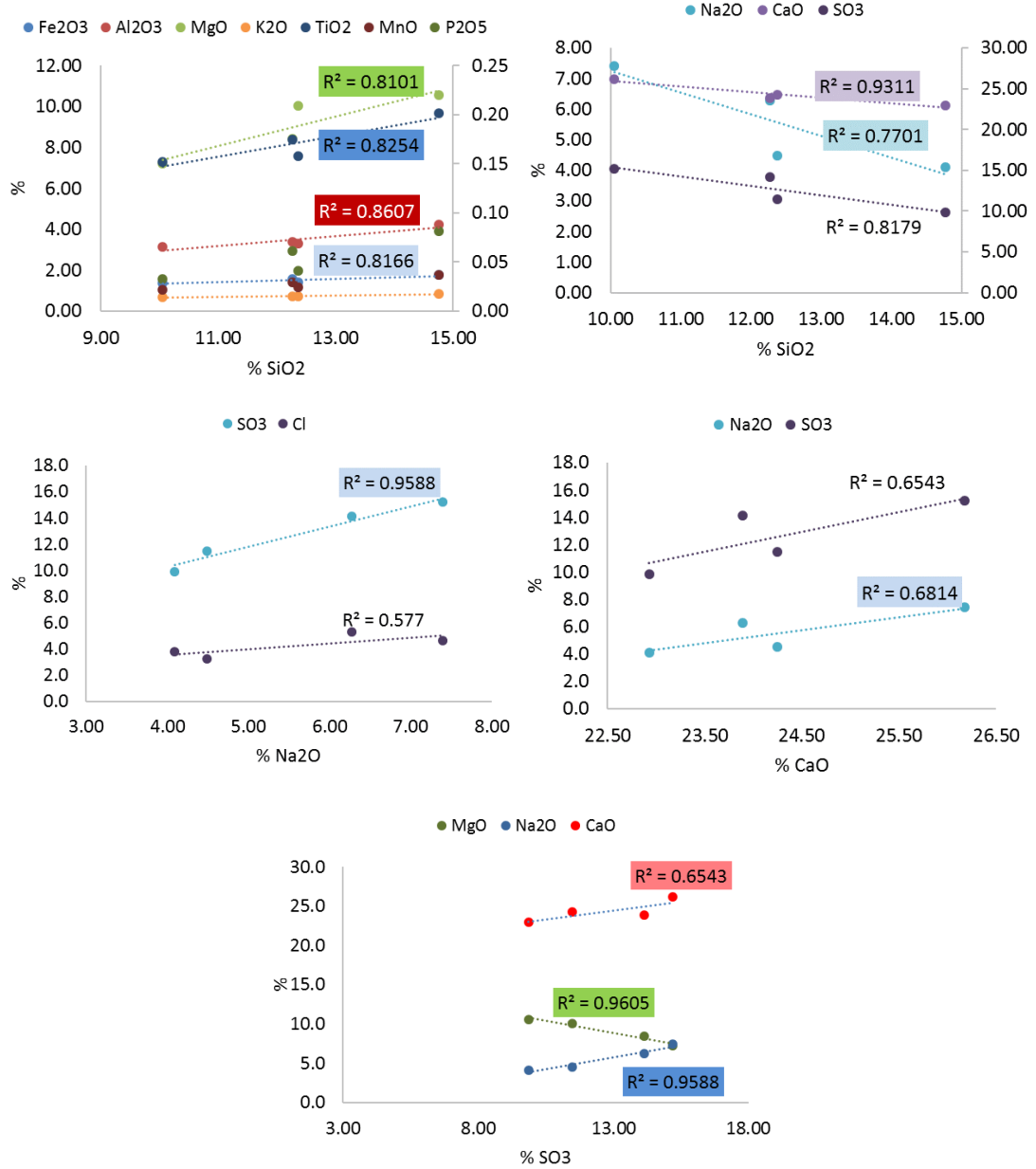
ilişkisinde ( $R^2=0,8-0,92$ ) birlikte azaldığı görülür.  $SiO_2$  derine doğru azalırken,  $CaO$ ,  $SO_3$ ,  $Na_2O$ ,  $Cl$  majör oksit miktarı artar (**Şekil 3. 7**, **Şekil 3. 8**). 0-30 cm derinliğindeki güncel göl sediman kolonunda tenardit/mirabilit, globerit gibi sodyum sülfat minerallerinin kontrolünde  $SO_3$ - $Na_2O$  arasında yüksek korelasyon ilişkisi görülür ( $R^2=0,96$ ).



**Şekil 3. 7:** Majör oksitlerin (yüzey (n=77), 0-10 cm(n=33), 10-20cm (n=23), 20-30cm (n=11) ortalamalarının) siğ karot derinliğinde % bolluk değişimi.

Sediman kolonunda jips, tenardit, globerit gibi sülfat minerallerinin yanında karbonat etkinliği  $SO_3$ - $CaO$  arasında düşük korelasyonlu ilişkiye neden olur.  $NaO$ - $Cl$  arasındaki düşük ilişki göl sedimanlarında halit mineralinin yanında,  $Na$ -sülfat gibi evaporitlerin ve  $Na$  içerikli silikat minerallerinin farklı  $Na$  kaynağı oluşturduğunu gösterir.  $MgO$ 'nun göl sediman kolonundaki değişimi  $Mg$ -karbonat,  $Mg$ -sülfat minerallerinden daha ziyade  $Mg$ -silikatların etkisindedir.

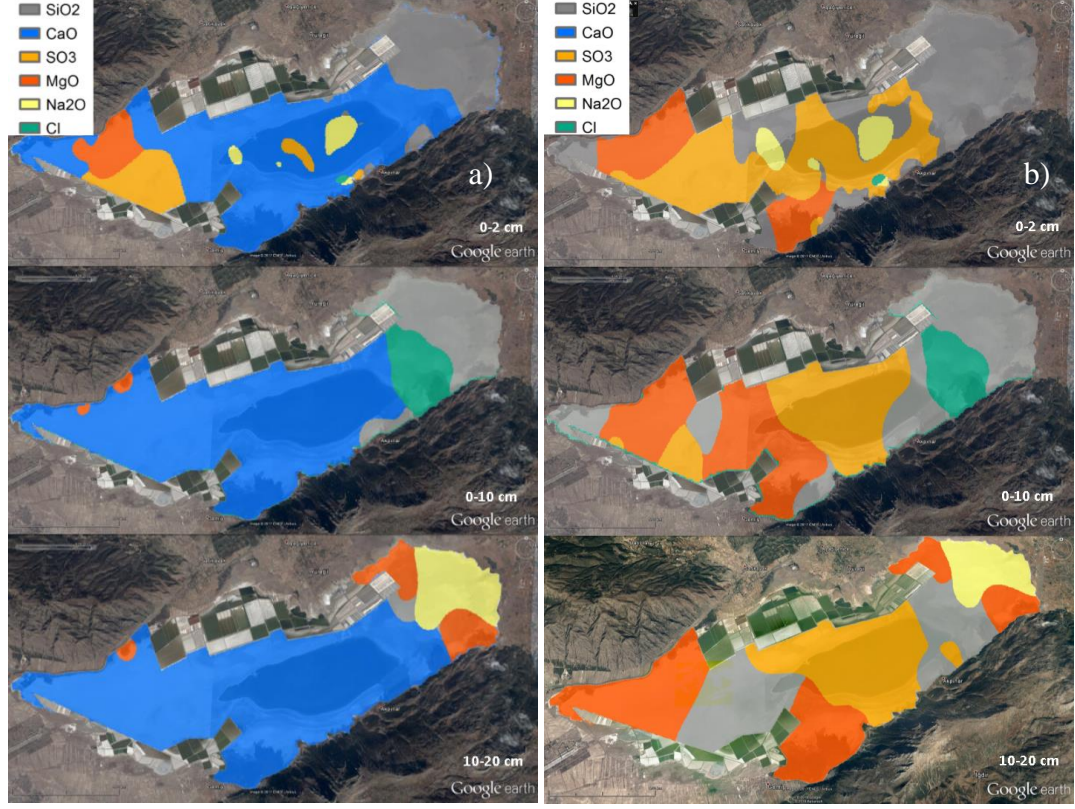
Göl alanında yüzey sedimanlarındaki majör oksitler bolluk miktarına göre haritalandığında gölün doğusunda  $SiO_2$ , batısında  $SO_3$  ve  $MgO$  yüksek değerlere sahiptir. Gölün merkezinden başlayarak batı-doğu hattında sürekli su altında kalan alanlarda  $CaO$  değerlerinin baskın olduğu görülür. Göl çanağı olarak adlandırılan ve gölün en küçük olduğu dönemlerde dahi suyla kaplı olan göl tabanında  $Na_2O$  ve  $SO_3$  majör oksitleri zenginleşir. Gölün güneyinde alüvyon yelpazelerinin göle sokulduğu ve drenaj sisteminin göle kırıntılı malzeme taşıdığı alanlarda  $SiO_2$  değerleri yükselir. Gölün doğusundaki sedimanlarda  $SiO_2$  içeriği yağışlı mevsimde gölü besleyen Kocaçay ve drenaj sistemi ile göl çökel alanına kırıntılı malzeme taşınımının etkisindedir (**Şekil 3. 9**).



**Şekil 3. 8:** Majör oksitlerin yüzeyden itibaren derine doğru değişiminde yüzey (n=77), 0-10 cm(n=33), 10-20cm (n=23), 20-30cm (n=11) ortalamalarının korelasyon ilişkisi.

Yüzeyden derine doğru inildiğinde 0-10 cm aralığında gölün doğusundaki sedimanlarda Cl ve SiO<sub>2</sub> baskın iken, gölün geriye kalan bölümündeki sedimanlarda CaO değerlerinin yüksek olduğu görülür. 0-10 cm derinliğinde drenaj sistemi ile gerçekleşen yüzeysel akışların kırıntılı malzeme taşıyarak göl çökellerindeki SiO<sub>2</sub> değerlerini yükseltmeleri daha belirgin hale gelir. Gölün güneyinde alüvyonların göle sokulum yaptığı bölgelerde SiO<sub>2</sub> değerlerinin yüksek olduğu alanlar genişler. 0-10 cm derinliğinde gölün doğusunda SiO<sub>2</sub> ile CaO zenginleşmesi arasında, mercek şeklinde Cl zenginleşmesi gerçekleşir. 0-10 cm derinliğindeki Cl zenginleşmesi, 10-20 cm derinliğinde etkisini kaybeder. 10-20 cm derinliğinde gölün güneyindeki alüvyonların kontrolünde SiO<sub>2</sub>'nin zenginleştiği alanlar azalmış, bu bölgelerde CaO değerleri

artmıştır. Gölün doğusu, gerek sediman yüzeyinde, gerekse 0-10 cm derinliğinde  $\text{SiO}_2$  için bir zenginleşme bölgesi iken 10-20 cm derinliğinde azalma bölgesi haline gelmiştir. 10-20 cm derinliğinde  $\text{SiO}_2$  değerlerinin azaldığı gölün doğusundaki sedimanlarda,  $\text{MgO}$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  değerleri yükselmiştir (**Şekil 3. 9**).



**Şekil 3. 9:** Göl güncel sedimanının farklı seviyeleri için, a) majör oksitlerin yoğun olduğu alanlar b) CaO dışındaki majör oksitlerin yoğun olduğu alanlar.

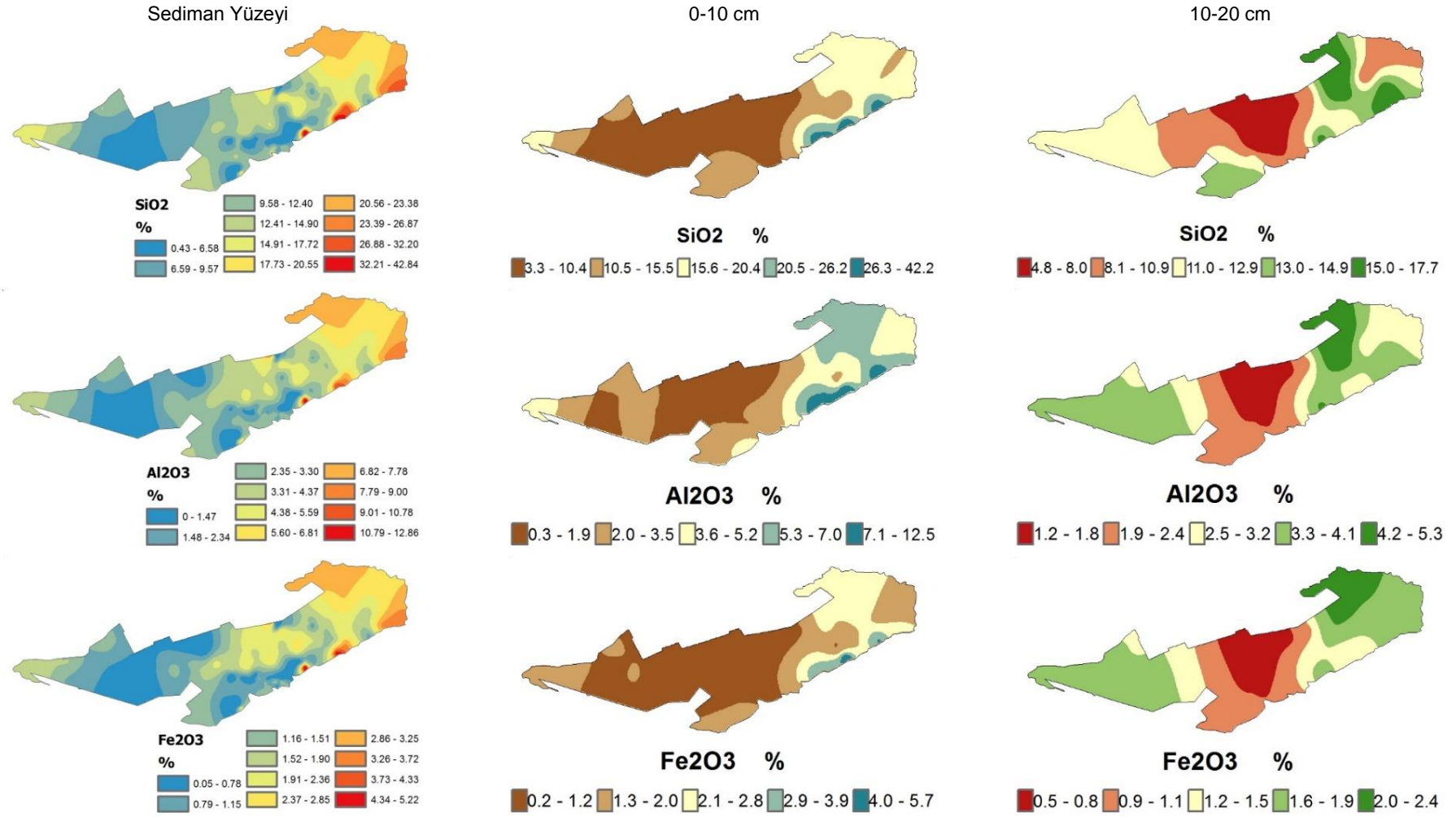
Güncel göl sedimanlarının geniş bir bölümünde CaO majör oksiti hakimdir. CaO değerlerinin yüksek olduğu sedimanlarda, ikinci derecede yüksek olan majör oksitlerin alansal olarak zenginleşme bölgelerinin belirlenmesi için CaO değerleri göz ardı edilerek CBS tabanlı ilave bir raster değerlendirme yapılmıştır. Güncel sediman yüzeyinde CaO değerlerinin yüksek olduğu sedimanlarda, bolluğa göre ikinci sırada gölün merkezinde  $\text{SO}_3$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  değerlerinin yüksek olduğu görülür. Gölün kuzey batı ve güney batısında  $\text{MgO}$ , güneyindeki drenaj sistemlerinin göle sokulduğu kısımlarda  $\text{SiO}_2$  ikinci sırada zenginleşmiştir. 0-10 cm derinliğe inildiğinde  $\text{SO}_3$  gölün merkezinde zenginleşirken, batısında  $\text{MgO}$  ve  $\text{SiO}_2$  geniş bir alana yayılmıştır. Gölün merkezinde CaO'dan sonra  $\text{SO}_3$ , ikinci sırada zenginleşmesini devam ettirmiştir. 10-20 cm derinliğinde gölün kuzey batı ve güney batısında  $\text{MgO}$ , batısında  $\text{SiO}_2$  bolluk sıralamasında ikinci sıradaki majör oksitler olmuşlardır (bkz. **Şekil 3. 9**).

### 3.3.1.1 Sedimanlarda Major Oksitlerin Alansal Dağılımı

**Sediman Yüzeyinde;** Göl güncel sedimanlarındaki majör elementlerin dağılımı, üzerini örttüğü ve gölü çevreleyen litolojik birimlerle ilgilidir. Göl sediman yüzeyinde SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve MnO alansal olarak aynı bölgelerde zenginleşirler (**Şekil 3. 10**). Alansal olarak aynı bölgelerde zenginleşen bu majör oksitlerinin birlikte zenginleşme korelasyon katsayıları (R<sup>2</sup>) 0,86-0,97 arasındadır. Gölün güneyinde derin drenaj sistemlerinin gölün içine alüvyon yelpazesi şeklinde sokulan kırıntılı karasal döküntülerde SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve MnO majör oksitleri, en yüksek değerlere çıkar. Alansal olarak gölün doğu-güney doğusu SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> majör oksitlerinin zenginleşme bölgesidir. Gölün doğusunda zenginleşen Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün SiO<sub>2</sub> ile korelasyonu düşüktür. Gölün doğu ve güney doğusu drenaj sisteminin yanında, yağışlı mevsimlerde gölü besleyen Kocaçay'ın sürekli kırıntılı malzeme taşınması bu bölgede zenginleşmeye neden olur.

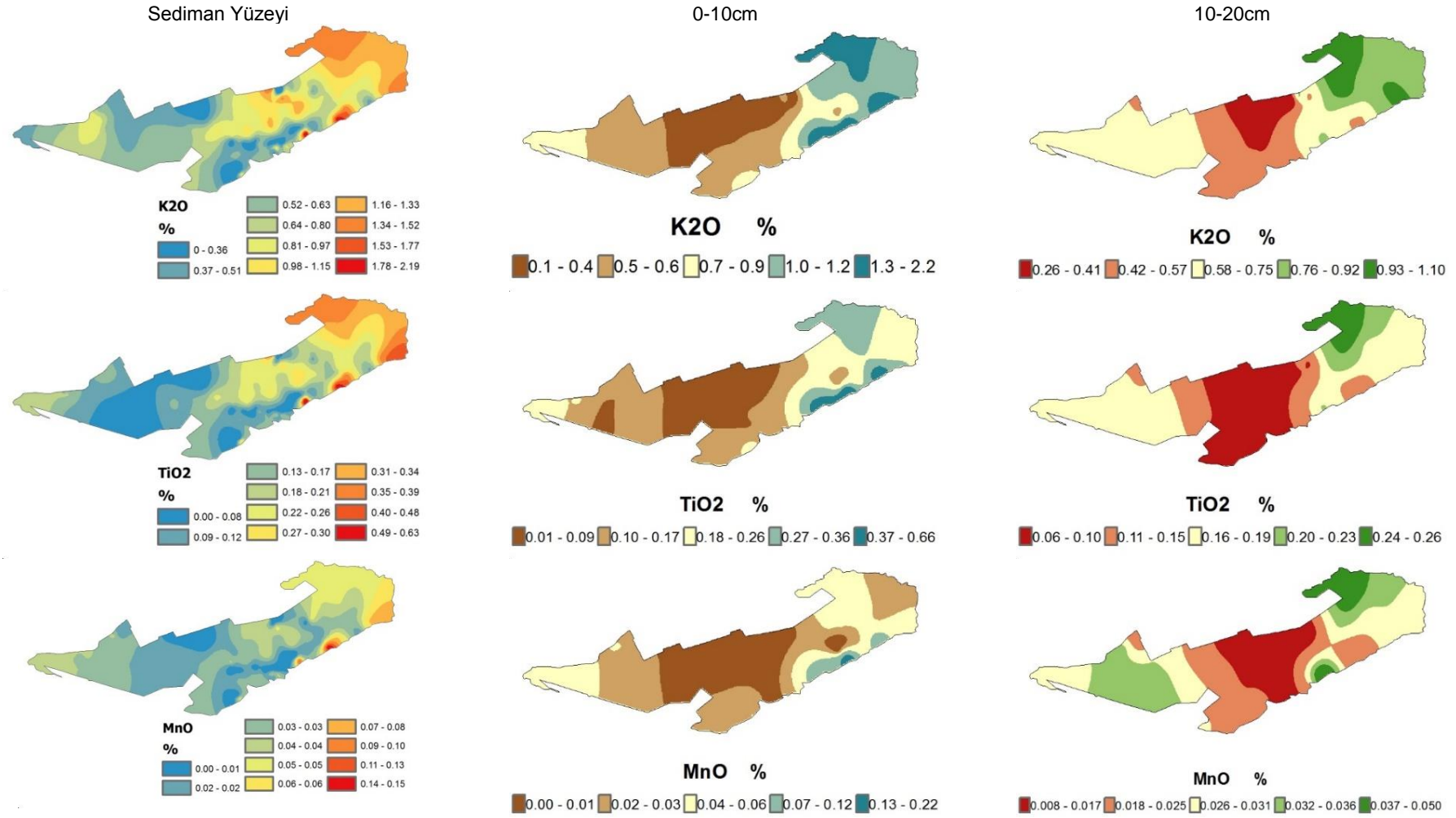
Gölün batısındaki sediman yüzeylerinde SO<sub>3</sub> zenginleşmesi hakimdir. Gölün batısından doğusuna doğru özellikle göl çanağında ve güncel evaporitleşme bölgelerinde SO<sub>3</sub> yüksek değerlere sahiptir. SO<sub>3</sub> zenginleşmesi, yağışlı dönemden kurak döneme geçişte gölün güneyinde suların çekildiği alanlarda en yüksek değerlere ulaşır. Drenaj sisteminin göle giriş yaptığı bölgelerdeki sedimanlarda SO<sub>3</sub> değerlerinin düşük olduğu görülür. Drenaj sisteminin aksine sürekli kaynakların göle ulaştığı bölgelerde, özellikle kurak dönemde göle ulaştıkları alanlarda SO<sub>3</sub> değerleri yükselir (**Şekil 3. 10**).

CaO gölün doğusunun dışında birçok alanda baskın olan majör oksittir. Gölün merkezi öncelikli olmak üzere yağışlı-kurak dönemde sular altında kalan bölgelerde CaO değerleri yüksektir. Gölün güneyinde gölü besleyen sürekli suların göle giriş yaptığı bölgelerdeki sedimanlarda CaO en yüksek değerlerine ulaşır. Benzer anomali gölün kuzeyinde, drenaj sularının yapay kanalla göle aktarıldığı bölgelerde görülür. Na<sub>2</sub>O ve Cl majör oksitleri göl sediman yüzeyinde benzer dağılım anomalisine sahiptir. Göl sedimanlarında Na<sub>2</sub>O ve Cl majör oksitlerinin birlikte zenginleşme korelasyonlarının katsayısı (R<sup>2</sup>) 0,88'dir. Göl çanağında sedimanlar, Na<sub>2</sub>O ve Cl'nin birlikte zenginleştiği, dolayısıyla halit mineralinin çökeldiği bölgedir.

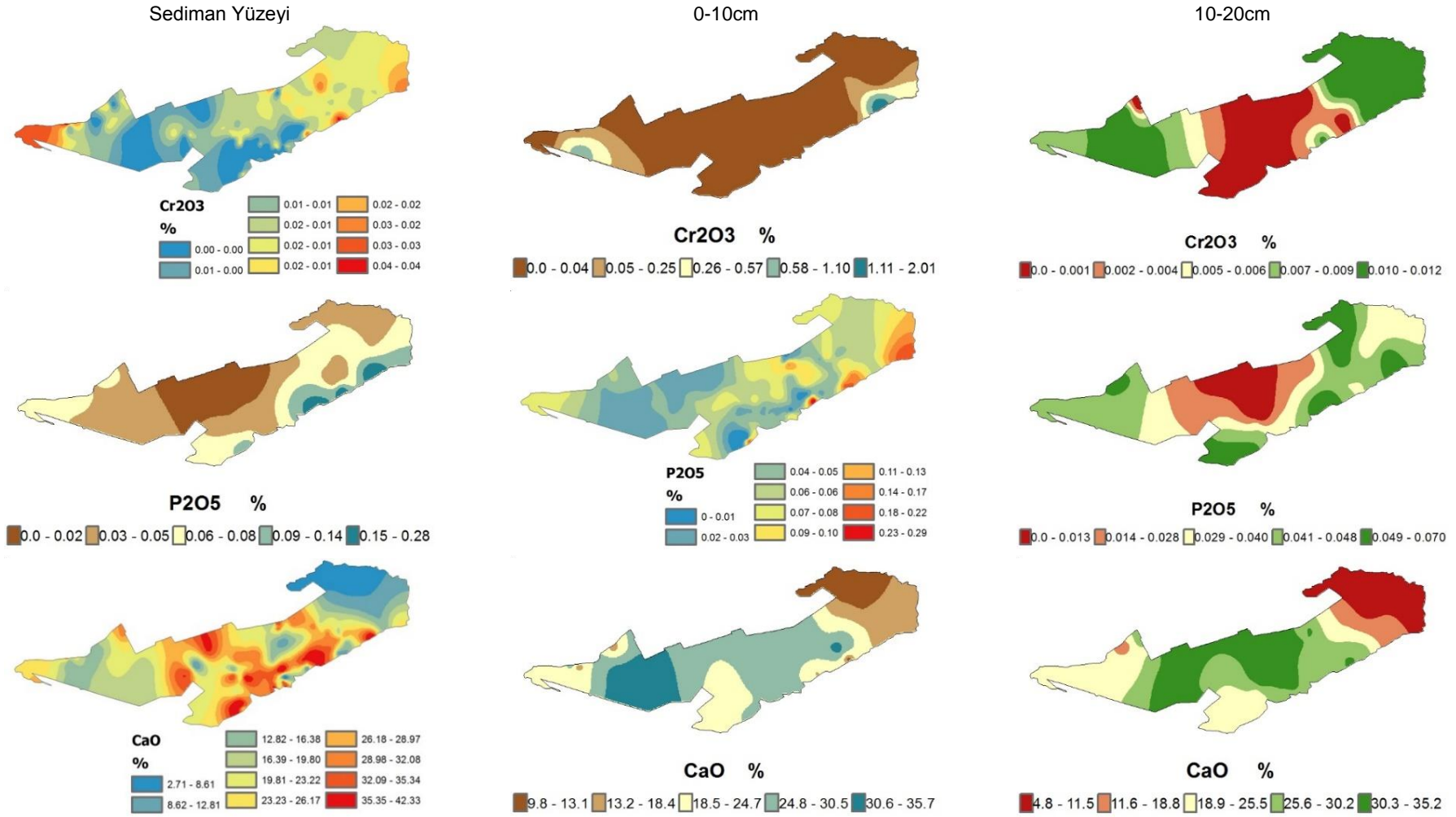


Şekil 3. 10: Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı.



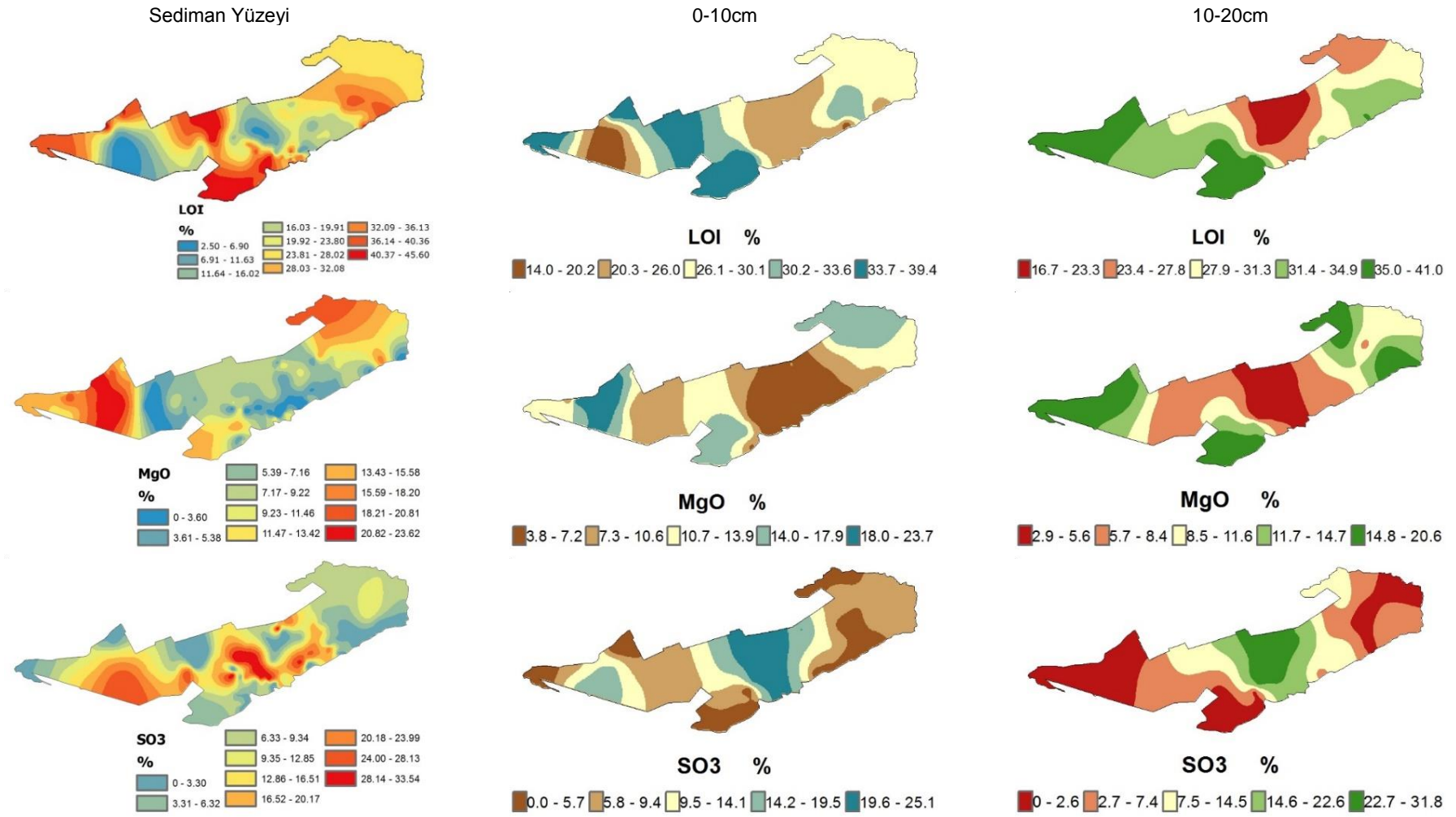


Şekil 3. 10: Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı. (devam)

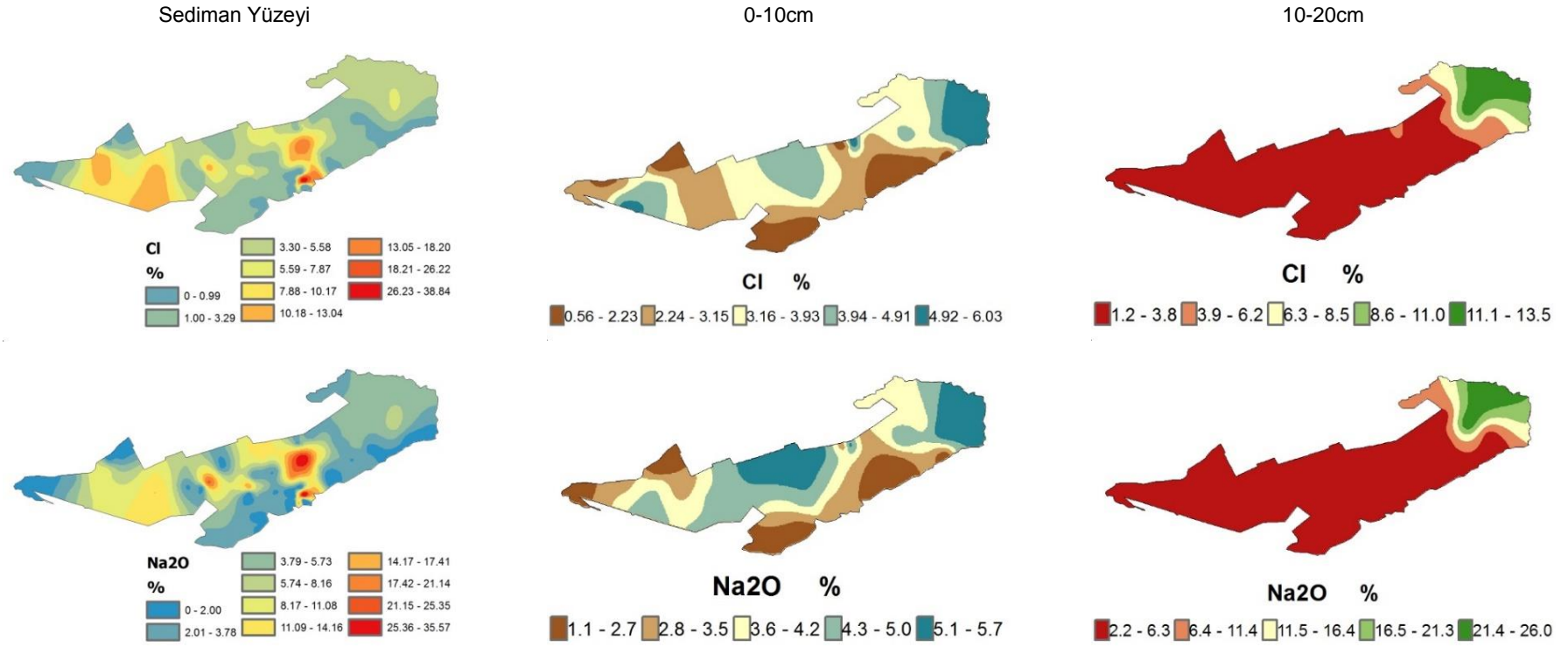


Şekil 3. 10: Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı. (devam)





Şekil 3. 10: Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı. (devam)



Şekil 3. 10: Göl güncel sedimanlarında majör oksitlerin alansal dağılımı. (devam)

Yağışlı-kurak mevsimlerde sürekli su altında kalan göl çanağında Na<sub>2</sub>O ve Cl'nin birlikte zenginleşmesi, kurak dönemlerde göl suyunun yüksek oranlarda evaporasyona maruz kalarak halitin çökmesi için gerekli olan evaporatif konsantrasyona ulaştığını gösterir.

MgO değerleri gölün kuzey batısında Maymun Dağı'na yakın olan kısımlarda huntit, manyezit, dolomit gibi Mg-karbonat minerallerinin etkisinde zenginleşir. Aynı zenginleşme gölün kuzey doğusunda, kuzeyden güneye doğru kademeli azalma şeklinde görülür. Gölün güneybatısında magnezyum bakımından zengin Gemiş Kaynağı'nın göle döküldüğü alanlarda da MgO anomalisi yaygındır (bkz. **Şekil 3. 10**). Bu bölge aynı zamanda ofiyolitik karmaşıklara yakındır.

**Göl güncel sedimanının 0-10 cm derinliğinde;** SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO ve K<sub>2</sub>O majör oksitleri yüzeyde olduğu gibi birlikte zenginleşir (bkz. **Şekil 3. 10**). Bu majör oksitlerin birlikte zenginleşme korelasyon katsayıları (R<sup>2</sup>) 0,89- 0,97 arasındadır. Bu zenginleşmeye düşük korelasyonla P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (R<sup>2</sup>=0,5) eşlik eder. Gölün güney doğusunda drenaj sisteminin göle sokulduğu bölgeler SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> için potansiyel zenginleşme bölgeleridir. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün ayrıca gölün batısında SO<sub>3</sub> zenginleşme bölgesinde ekstrem davranış göstererek anomali verdiği görülür.

SO<sub>3</sub>, göl çanağında ve gölün batısında yüksek değerlerine ulaşır (bkz. **Şekil 3. 10**). 0-10 cm derinliğinde SO<sub>3</sub> değerleri sadece CaO ile belirli bir korelasyon gözlenir (bkz. **Tablo 3. 3**). Sedimanlardaki bu seviyede SO<sub>3</sub> ile Na<sub>2</sub>O arasında korelasyon gelişmemiştir. SO<sub>3</sub> majör oksitinin CaO ve Na<sub>2</sub>O ile korelasyon ilişkisi, 0-10 cm derinliğinde Na-sülfat minerallerinden daha ziyade jips gibi Ca-sülfat minerallerinin yaygın olduğunu gösterir. CaO, gölün doğusu dışında tüm sedimanlarda yaygındır (bkz. **Şekil 3. 10**). Gölün batısında SO<sub>3</sub>'ün yüksek olduğu bölgelerde en yüksek değerlerine ulaşır (%35,7). Göl çanağının da içinde olduğu kısımlarda bolluk oranı %25-31 arasındadır. Gölün güney batısında Gemiş Kaynağı'nın göle giriş yaptığı sediman alanında bolluk oranı %19'a kadar düşer. Başta K<sub>2</sub>O olmak üzere diğer SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile aralarında yüksek negatif korelasyon vardır.

Göl güncel sedimanlarındaki CaO anomalisi, kimyasal sedimantasyonun gölde önemli etkisini ortaya koyar. CaO, SO<sub>3</sub>'ün dışındaki majör oksitlerle negatif korelasyona sahiptir (bkz. **Tablo 3. 2**) MgO anomalisi, sediman yüzeyindeki alansal dağılımını 0-10 cm derinliğinde de korur (bkz. **Şekil 3. 10**). Bu derinlikte MgO, gölün

kuzey batısında Mg-karbonat minerallerinin etkisinde zenginleşir. Gölün güney batısında Gemiş Kaynağı'nın göle döküldüğü alanlarda ve kuzey doğusunda MgO değerleri yüksektir.

NaO ve Cl arasındaki korelasyon katsayısı 0-10 cm derinliğinde ( $R^2$ ) 1'e yakındır. Bu derinlikte güncel sediman alanının güneyinde, güncel evaporitleşme bölgesinde Cl ve Na<sub>2</sub>O düşük, gölün doğusunda ve göl çanağının kuzey kesimlerinde yüksek değerlere sahiptir.

LOI değerleri evaporitlerin zenginleştiği alanlarda en düşük seviyelerindedir. Alansal olarak LOI, SO<sub>3</sub>'ün tam zıttı bir dağılım anomalisi sergiler. Gölün güney batısından kuzey yönünde özellikle karbonat ve Mg-silikatların olduğu bölgelerde LOI değerleri yüksek anomali verir.

**Güncel sedimanların 10-20 cm derinliğinde;** majör oksitlerin alansal zenginleşmesine göre göl alanı iki ayrı zenginleşme bölgesine ayrılır. Gölün merkezi evaporitlerin kontrolünde SO<sub>3</sub> ve CaO zenginleşmesini temsil ederken, gölün doğusu ve batısı evaporit dışındaki bileşenlerin zenginleşme bölgelerini temsil eder (bkz. **Şekil 3. 10**). Evaporit dışındaki bileşenlerin alansal olarak zenginleştiği ortamlarda SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasındaki zenginleşme korelasyon katsayısı 0,76-0,9 arasındadır (bkz. **Tablo 3. 4**). CaO, evaporitlerin kontrolündeki zenginleşmenin yanında yağışlı-kurak dönemde suyla kaplı olan alanların tümünde yaygındır (bkz. **Şekil 3. 10**).

Göl sediman kolonunun 10-20 cm derinliğinde MgO zenginleşmesi, üst seviyelerdeki alansal anomalisini korur. Gerek mevsimsel gerekse sürekli suyla kaplı alanların dışındaki alanlar MgO zenginleşme bölgeleridir. Bu seviyede MgO belirgin olarak SiO<sub>2</sub> ile yüksek korelasyon ilişkilidir. Düşük oranlarda MgO ile TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, MnO, K<sub>2</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> korelasyonu, sedimanlardaki MgO-SiO<sub>2</sub> ilişkisi serpantinler gibi Mg-silikat kökenli kırıntılı malzemenin taşınımını gösterir.

Na<sub>2</sub>O ve Cl zenginleşmesi gölün doğusundaki sedimanlarda görülür. Na<sub>2</sub>O ve Cl değerleri gölün doğusu dışındaki sedimanlarda homojen olarak dağılır. Na<sub>2</sub>O ve Cl'nin 10-20 cm derinliğindeki sedimanlarda alansal olarak zenginleşme korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,96'dır (bkz. **Tablo 3. 4**). LOI değerleri evaporitlerin zenginleştiği göl çanağında en düşük, gölün batısında özellikle Mg-karbonat ve Mg-silikatların olduğu bölgelerde en yüksek değerlere sahiptir (bkz. **Şekil 3. 10**).

**Güncel sedimanın 20-30 cm derinliğinde;** SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> majör oksitlerinin birlikte zenginleşmesi üst seviyelerdeki gibi devam eder. Dolomit gibi Mg-Ca karbonatların etkisinde MgO-CaO arasındaki ilişki artar. Buna karşın MgO ile SiO<sub>2</sub> ve diğer birlikte zenginleşen majör oksitler arasındaki ilişki oldukça düşüktür. Sediman kolonunun bu seviyesinde MgO zenginleşmesi silikatlardan daha çok, karbonatların kontrolündedir. Evaporitlerden jips minerallerinin etkisinde Ca-SO<sub>3</sub> korelasyonu, halit minerallerinin etkisinde Na<sub>2</sub>O-Cl ilişkisi görülür (bkz. **Tablo 3. 5**).

### **3.3.1.2 Güncel Göl Sedimanlarında Sığ Karot Derinliğinde (0-30 cm) Majör Oksitlerin Kümeleme Analizi**

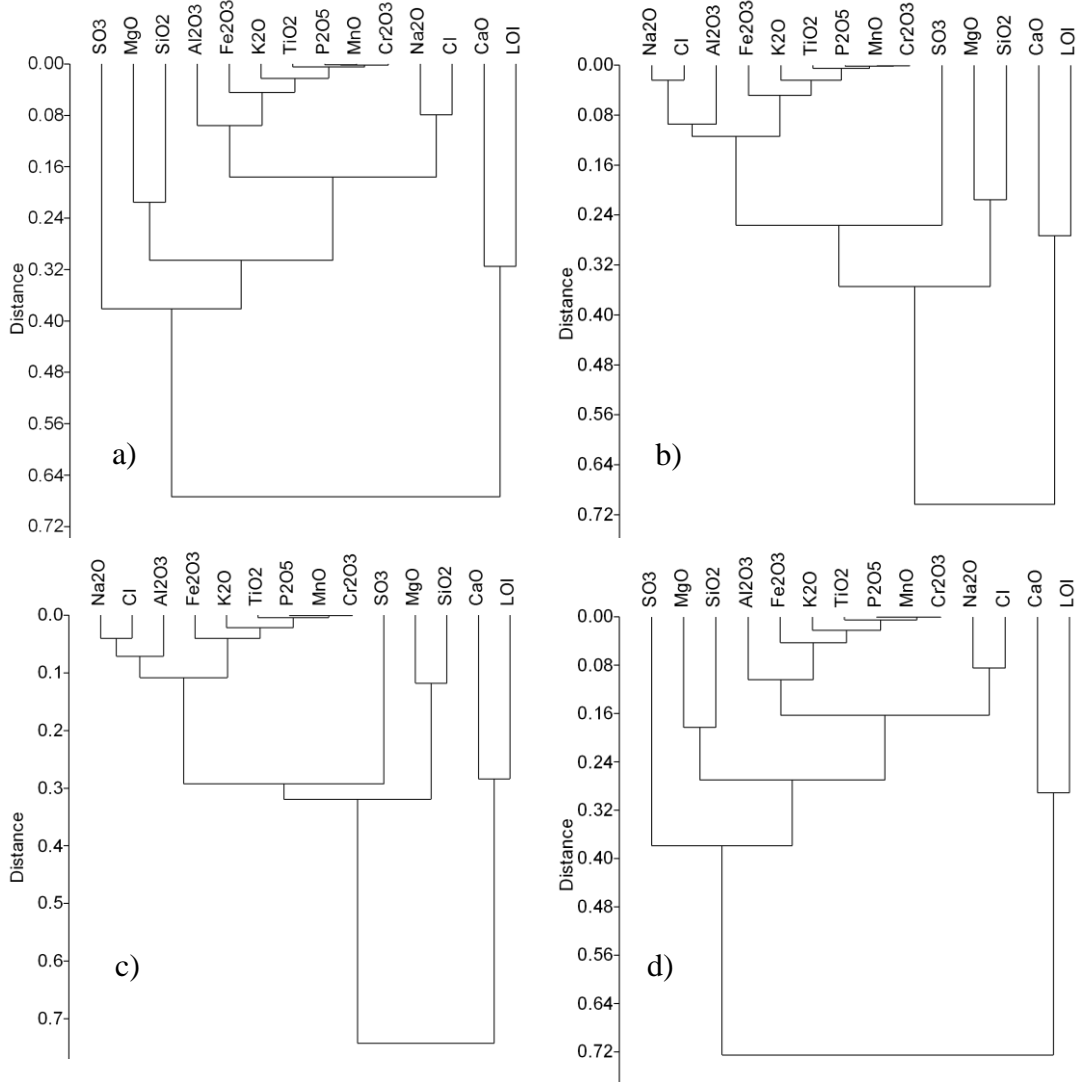
Güncel sediman kolonunda ve yüzeyinde majör oksitlerin jeokimyasal grupları ve birlikte zenginleşmelerine ait cluster dendrogramları PAST (Hammer ve diğ. 2001) yazılımında, UPGMA (Unweighted pair-group average) algoritması ve Gower mesafe indisi kullanılarak üretilmiştir (**Şekil 3. 11**).

Güncel sedimanın tüm seviyelerinde CaO ile LOI aynı cluster içinde yer alır. Sedimanlardaki LOI'nin ana kaynağı Ca-karbonatlardır. Mg ile SiO<sub>2</sub>, yüksek oranda enstatit veya antigorit (serpantinit) gibi Mg-silikatların kontrolünde tüm sığ karot derinliğinde birlikte kümelenir. Biotit gibi mika grubu minerallerin varlığına bağlı Mg-SiO<sub>2</sub> zenginleşmesi, Mg-silikatlara oranla düşüktür. Sığ karot boyunca Na<sub>2</sub>O ile Cl zenginleşmesi halit kontrolünde ayrı bir kümede yer almıştır. Mika grubu mineraller başta olmak üzere diğer silikatların etkisinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hiyerarşik olarak birlikte kümelenirler.

### **3.3.1.3 Litolojik Birimler**

Acıgöl Havzası'nda litolojik birimlerdeki örnekler majör oksit bileşenleri ve petrografik özelliklerine göre **a)karbonatlar b)konglomera c)kumtaşı d)ofiyolit kompleksi e)karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar (Ca-silikat) f)tefra g)evaporit** şeklinde gruplandırılmıştır (**Şekil 3. 12**). Tuz, tenardit (üretim) ve jips örnekleri, litolojik örneklerle karşılaştırma amacıyla evaporitleri temsilen kullanılmıştır. Karbonatlar Yandağ Kireçtaşları, Kayaköy Dolomiti, Çameli formasyonu ve Hayrettin formasyonundan, ofiyolit örnekleri Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu ve Marmaris

Peridotiti'nden alınmıştır. Karbonatlardaki majör oksitlerin bolluk oranları sırasıyla CaO;%47-55, MgO;%0,4-2,1 arasında değişir.



**Şekil 3. 11:** Güncel sediman kolonunda ve yüzeyinde majör oksitlerin cluster dendrogramları a)sediman yüzeyi b)0-10 cm c)10-20 cm d)20-30 cm.

Çameli ve Hayrettin formasyonunda karbonatlar %5'e kadar yükselen oranlarda  $\text{SiO}_2$  içerir. Kumtaşlarında majör oksitlerin bolluk sıralaması  $\text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} > \text{TiO}_2 > \text{Na}_2\text{O}$  şeklindedir. CaO oranının,  $\text{SiO}_2$  oranından fazla olduğu karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalarda majör oksitler % bolluk oranlarına göre  $\text{CaO} > \text{SiO}_2 > \text{MgO} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} > \text{TiO}_2 > \text{Na}_2\text{O}$  şeklinde sıralanır. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalar ile kumtaşları majör oksit içeriklerine göre kıyaslandığında % bolluk olarak CaO ile  $\text{SiO}_2$ , MgO ile  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oranlarının yer değiştirdiği görülür. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç ve kumtaşlarının  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bolluk miktarı eşittir (%4). Havzada en yüksek  $\text{SiO}_2$  ve MgO oranlarının görüldüğü ofiyolit



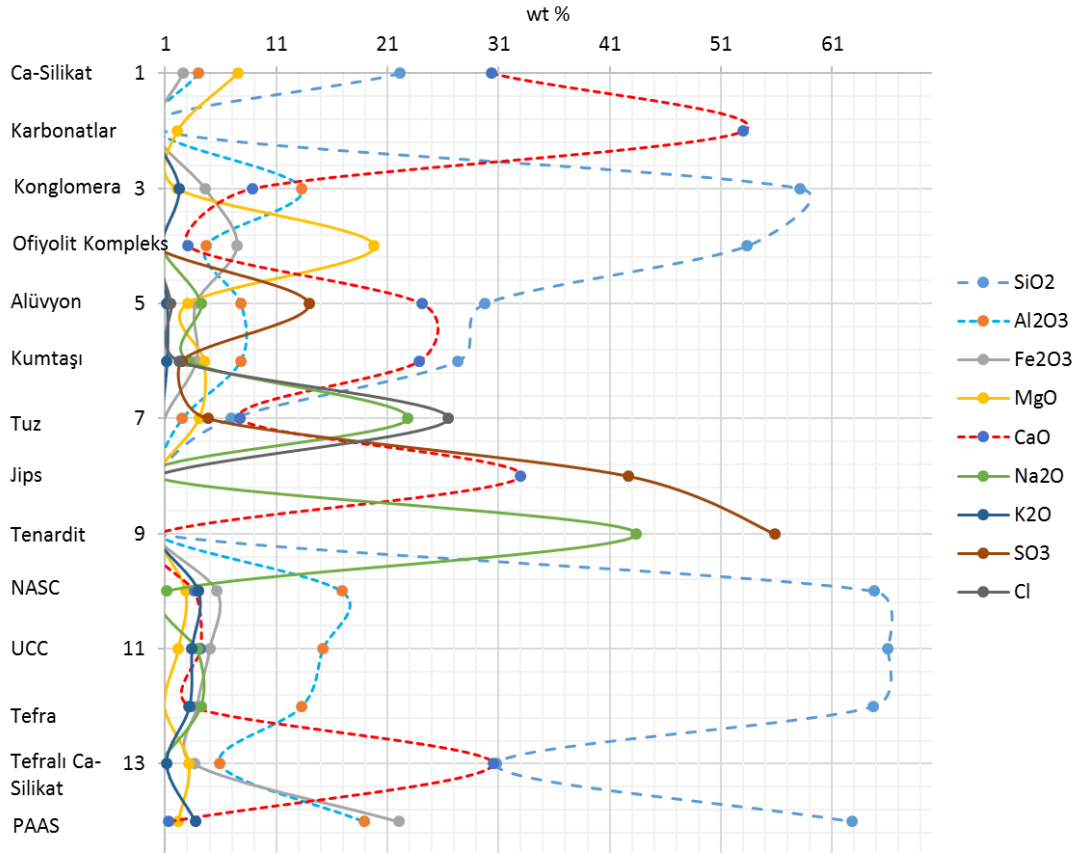


göre zenginleşirken, ofiyolitik kompleks ve tefralarda NASC ve UCC'ye göre fakirleşmiştir. Litolojik birimlerin MgO, ofiyolitik kompleks, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç ve kumtaşında UCC, PAAS ve NASC'a göre zenginleşirken, konglomera, karbonat ve tefralarda fakirleşir (**Şekil 3. 13**).

**Tablo 3. 10:** Litolojik birimlerdeki majör oksitlerinin istatistiksel değerleri.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI
<b>Karbonatlar (n=15)</b>												
<b>Min.</b>	0,1	0,0	0,0	0,4	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		40,1
<b>Mak.</b>	5,4	1,3	0,6	17,3	57,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,0		45,5
<b>Ort.</b>	1,2	0,3	0,2	2,6	52,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		43,0
<b>Var.</b>	2,9	0,2	0,1	19,0	42,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		1,4
<b>Std.S.</b>	1,7	0,4	0,2	4,4	6,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0		1,2
<b>Ofiyolitik Kompleks (n=7)</b>												
<b>Min.</b>	37,9	0,2	2,9	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,9
<b>Mak.</b>	84,1	11,9	10,6	37,1	13,4	2,8	3,2	1,0	0,2	0,3	0,4	14,9
<b>Ort.</b>	55,3	5,3	7,4	17,5	3,4	0,7	0,7	0,3	0,1	0,2	0,2	8,8
<b>Var.</b>	379,2	25,8	8,2	316,8	24,9	1,1	1,5	0,2	0,0	0,0	0,0	35,1
<b>Std.S.</b>	19,5	5,1	2,9	17,8	5,0	1,1	1,2	0,4	0,1	0,1	0,2	5,9
<b>Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar (n=11)</b>												
<b>Min.</b>	14,2	2,3	1,1	0,7	17,0	0,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	10,3
<b>Mak.</b>	67,6	10,6	4,8	15,2	42,6	1,0	1,9	0,7	0,4	0,2	0,1	34,7
<b>Ort.</b>	26,7	5,9	3,1	5,0	29,8	0,4	0,9	0,3	0,1	0,1	0,0	27,4
<b>Var.</b>	238,5	7,2	1,6	15,8	78,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	59,3
<b>Std.S.</b>	15,4	2,7	1,3	4,0	8,8	0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	7,7
<b>Kumtaşları (n=7)</b>												
<b>Min.</b>	9,9	2,5	1,3	1,4	10,0	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	15,9
<b>Mak.</b>	42,0	12,0	5,7	10,4	37,0	17,7	1,9	0,7	0,5	0,1	0,1	39,0
<b>Ort.</b>	27,3	7,8	3,8	4,5	23,8	3,2	1,2	0,4	0,1	0,1	0,0	23,0
<b>Var.</b>	175,1	17,1	3,2	9,7	92,6	41,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	71,1
<b>Std.S.</b>	13,2	4,1	1,8	3,1	9,6	6,4	0,6	0,2	0,2	0,0	0,0	8,4

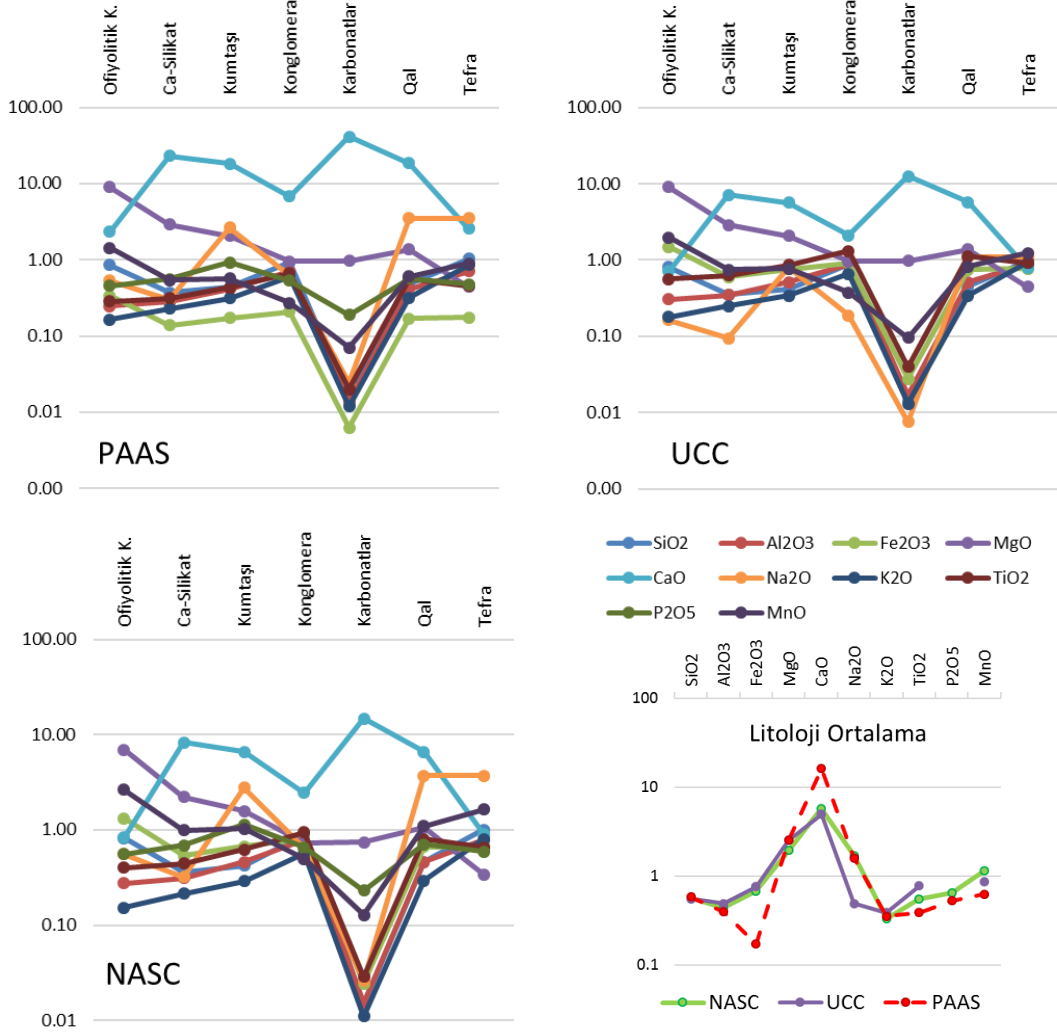
SiO<sub>2</sub> değerleri sadece tefralarda PAAS'a göre zenginleşme görülürken, diğer birimlerde PAAS, UCC ve NASC'a göre fakirleşir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri, ofiyolitik komplekste UCC ve NASC'e göre zenginleşirken, PAAS'a göre oldukça fakirleşmiştir. Diğer litolojik birimler PAAS, UCC ve NASC'a göre Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zenginleşmesinden uzaktır. Na<sub>2</sub>O değerleri, kumtaşı, tefra ve alüvyonlarda referanslara göre zenginleşme gösterir. Alüvyon ve tefralarda Na<sub>2</sub>O, PAAS, NASC ve UCC'ye göre zenginleşirken, kumtaşları PAAS ve NASC'a göre zenginleşmiştir. Kumtaşlarındaki Na<sub>2</sub>O değerleri UCC değerlerine yakındır (Oran:0,81) (**Şekil 3. 14**).



**Şekil 3. 13:** Acıgöl'deki farklı litolojik birimlerdeki majör oksit ortalamalarının karşılaştırması (NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985)).

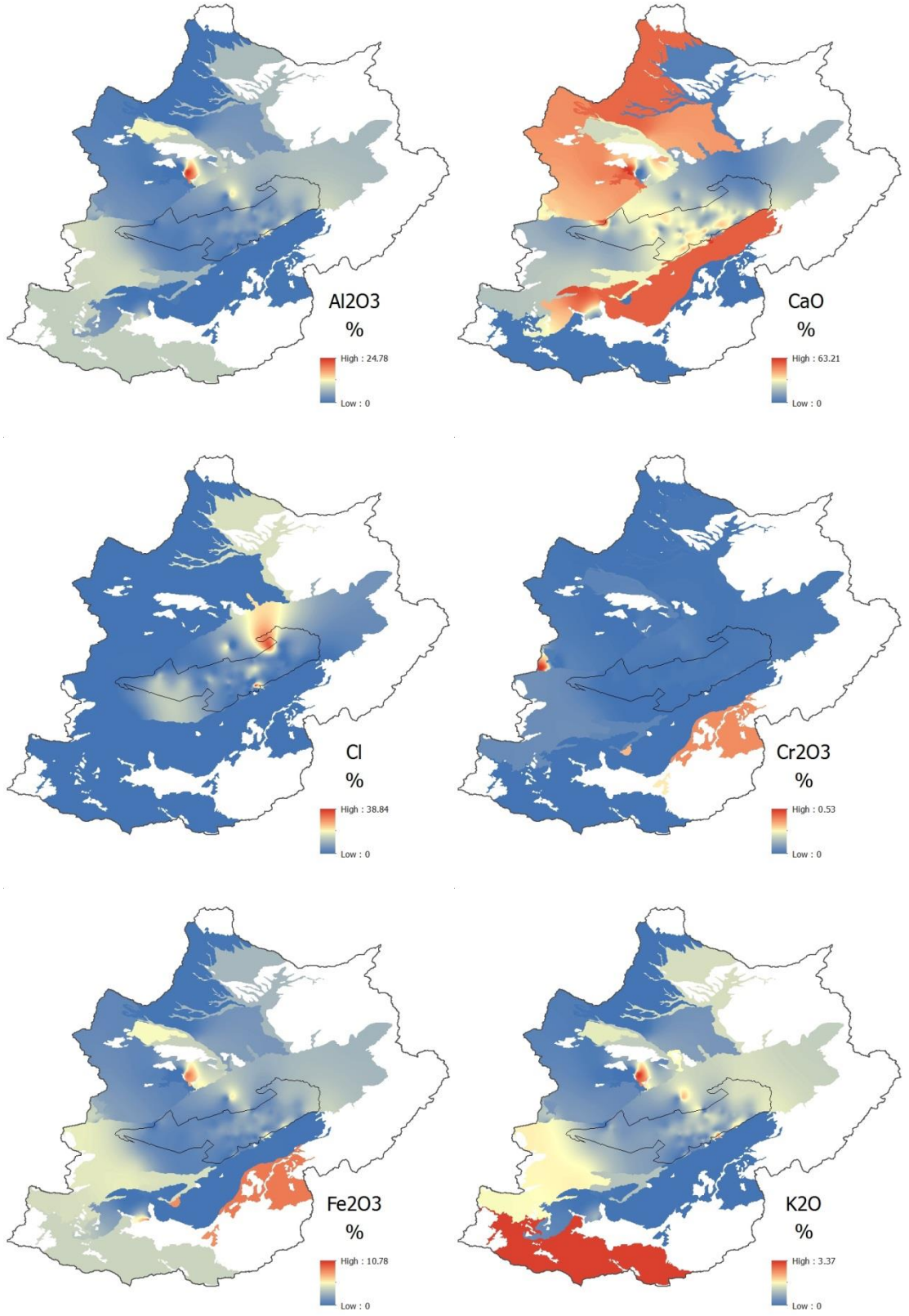
Havzadaki tüm litolojik birimlerin majör oksitlerin genel ortalama değerleri UCC, PAAS ve NASC ile karşılaştırıldığında, güncel göl sedimanlarında olduğu gibi MgO, CaO ve Na<sub>2</sub>O zenginleşirken, diğer majör oksitler fakirleşir (**Şekil 3. 14**). Litolojik birimlerin NASC, PAAS ve UCC'ye göre zenginleşme anomalisi, göl güncel sedimanları ile benzerdir. Bu durum litolojik birimlerin, güncel göl sediman jeokimyasını önemli ölçüde şekillendirdiğini gösterir.

Havzada SO<sub>3</sub> ve Cl, evaporitlerin kontrolündedir. Majör elementlerin alansal dağılımında Karaböğürtlen formasyonundaki ofiyolitik karmaşık (Lito-56), Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle (Lito-36, Lito-37, Lito-38), Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitler (Lito-51) havzada MnO içeren ve yüksek Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> anomalilerinin olduğu birimlerdir. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Marmaris Peridotiti ve Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda görülür. Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle ile Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitler, havzadaki en önemli MgO (%37) kaynağıdır. Göl güncel çökel alanı içinde, kuzey batıda Maymun Dağı'ndan gelen yüzeysel ve yeraltı suyu besleniminin etkin olduğu bölgelerdeki sedimanlarda MgO değerleri yükselir (**Şekil 3. 15**).

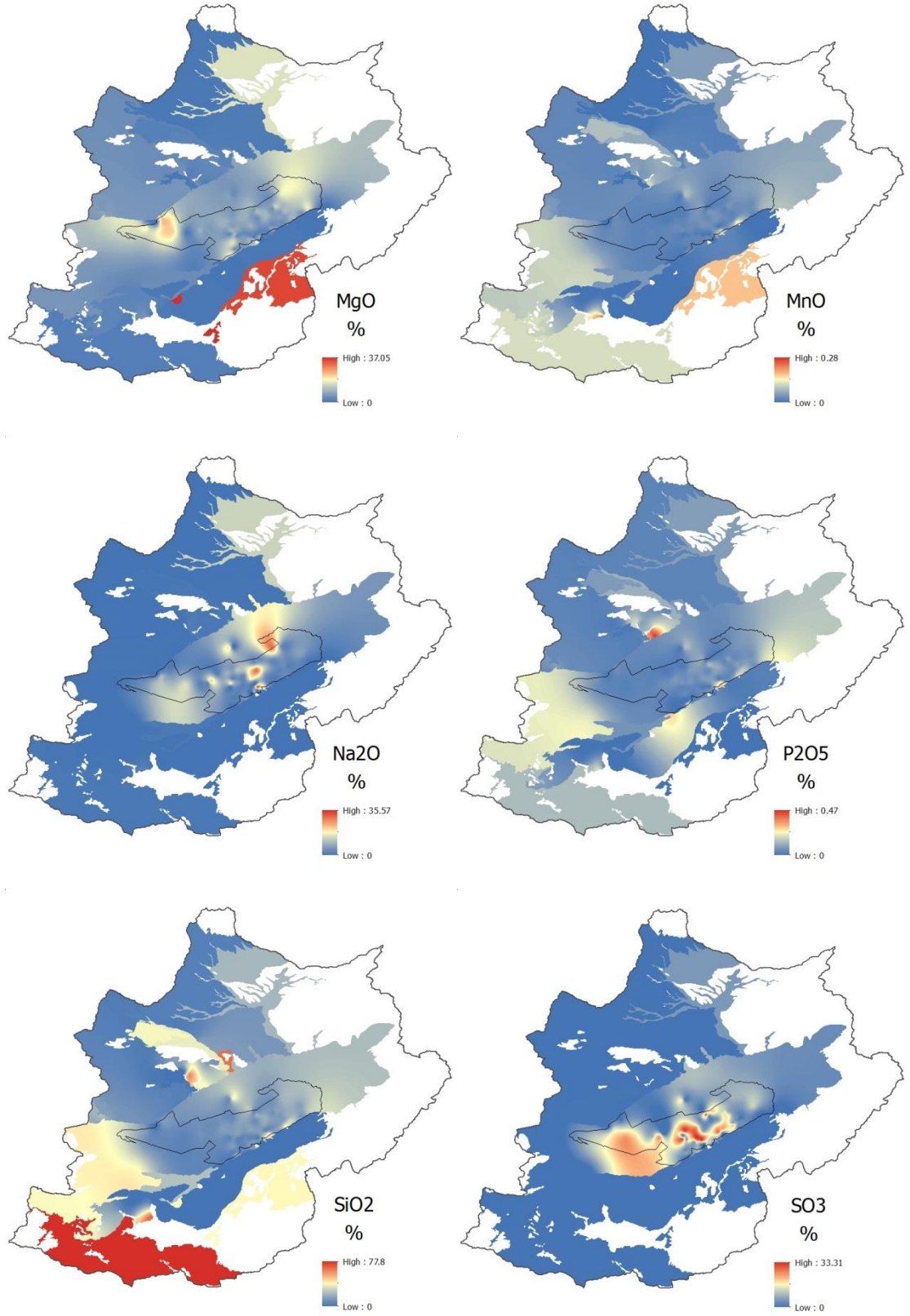


**Şekil 3. 14:** Acıgöl'deki her bir litolojik birimlerdeki majör oksitlerin ve tüm litolojik birimlerdeki ortalamaların NASC, UCC ve PAAS (Taylor ve McLennan 1985) ile karşılaştırması.

Karaböğürtlen formasyonunda radyolarit, ofiyolitik karmaşıklar, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitik karmaşık %62-84 oranında yüksek silis içerirler. SiO<sub>2</sub> oranı yüksek olan diğer birimler, Hayrettin formasyonu ve Çameli formasyonunda Çamurtaşı-Marn Üyesi'dir. Hayrettin formasyonu ve Çardak formasyonundaki birimlerde, özellikle kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> gölün kuzeyinde birlikte zenginleşir. Havzadaki en yüksek K<sub>2</sub>O değerleri sırasıyla, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitik karmaşık, Hayrettin ve Çardak formasyonunda konglomera ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda, Çameli formasyonunda özellikle Kızılören Üyesi'nde kumtaşında görülür (**Şekil 3. 15**). Havzadaki CaO kaynağı, karbonatlar ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlardır. Yüksek CaO değerleri Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti, Çameli formasyonu ve Hayrettin formasyonundadır. Çardak formasyonu ve Hayrettin formasyonunda karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda CaO oranı %17-43 arasındadır.

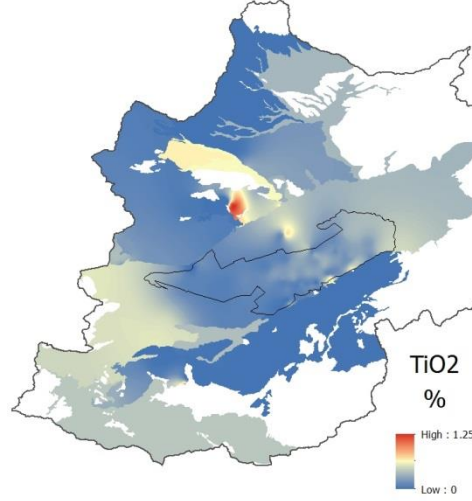


**Şekil 3. 15:** Güncel sediman ve itolojik birimlerle birlikte majör oksitlerin havzada alansal dağılımı.



**Şekil 3. 15** Güncel sediman ve itolojik birimlerle birlikte majör oksitlerin havzada alansal dağılımı (devam).





**Şekil 3. 15** Güncel sediman ve itolojik birimlerle birlikte majör oksitlerin havzada alansal dağılımı (devam).

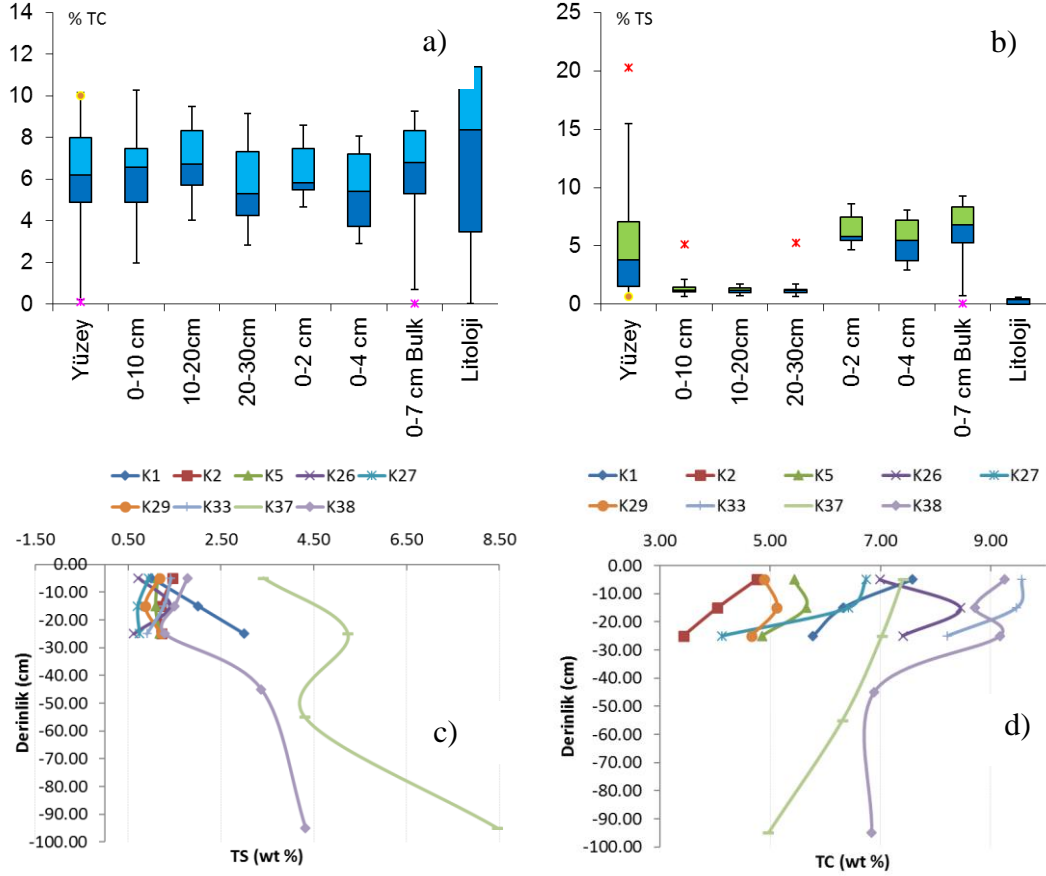
### 3.3.1.4 Güncel Sedimanlarında TC, TS

Güncel göl sedimanlarında TS değerleri %20, TC değerleri %10,3'e kadar yükselir. Ortalama TC değeri %6,4, TS değeri %3,7'dir (n=167). Litolojik birimlerden alınan örneklerde TS'nin yüksek değeri %0,6, TC'nin yüksek değeri %12,8'dir (Ort.:%0,26, n=53) (**Şekil 3. 16**). Litolojik birimler, göl sedimanlarına kıyasla daha yüksek TC ve daha düşük TS içerir. Göl çökellerinde ise TC ve TS değerleri, sırasıyla derine doğru azalma ve artma eğilimindedirler. Derine doğru artan TS anomalisi yine derine doğru artan jips miktarı ile ilintilidir. Göl sedimanlarında TC-TS ilişkisi, yağışlı-kurak dönem değişiminde sürekli su altında kalıp kalmama durumuna göre değişim gösterir. Göl çanağında sürekli su altında kalan göl taban örneklerinde TC-TS ilişkisi korelasyon katsayısı ( $R^2$ )- 0,95'tir.

Yağışlı-kurak dönem döngüsünde sadece yağışlı dönemde su altında kalırken, kurak döneme geçişte buharlaşma etkisinde kuruyarak güncel evaporasyon bölgesini oluşturan sedimanlarda TC-TS ilişkisi düşük korelasyonludur ( $R^2=-0,5$ ). Göl çanağında jips-karbonat varlığı ters ilişkilidir. Yüksek negatif korelasyonlu TC-TS ilişkisi jips-karbonat diyajenezinde birbirine dönüşümünün göl tabanındaki varlığını tanımlar. Aynı zamanda CaO miktarı, endojenik karbonat veya jips kontrolündedir.

Göl tabanında jipsler artarken, karbonatlar azalmakta, jips azalırken karbonat artar. TS-CaO ve TS-SO<sub>3</sub> ilişkisine göre göl tabanında Ca-sülfatlar sedimanlardaki TS'yi şekillendirmekte ve Na-sülfatlar göl tabanında bulunmamaktadır. TS-SO<sub>3</sub>

ilişkisinin korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,95 iken, jips dışında karbonatlar gibi başka CaO kaynağı olduğundan TS-CaO korelasyonu daha düşüktür ( $R^2=0,53$ ). Artan jips nedeniyle ortamda karbonat azaldığından, ortamdaki TC miktarı da azaldığı için negatif TC-SO<sub>3</sub> gelişir. gölde karbonatlara kıyasla jipsin oldukça yoğun olduğunu gösterir (Şekil 3. 17).

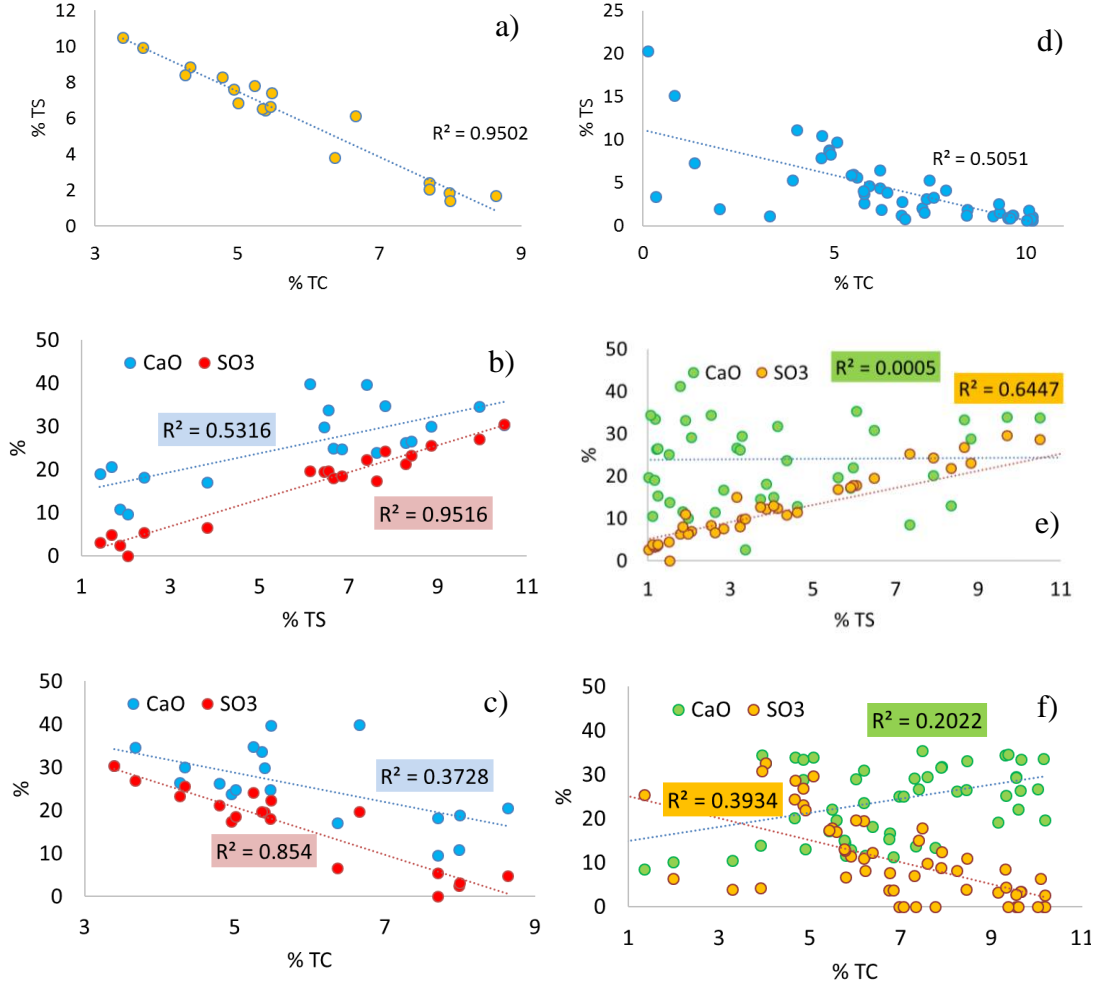


Şekil 3. 16: Göl sedimanları ve litoloji örneklerinde a) %TC, b) %TS değerleri, Göl sedimanlarında derinliğe bağlı c) %TC, d) %TS değerleri.

Ortamdaki jipsin azalması durumunda karbonatlar arttığı için TC miktarı da artmakta ve TC-CaO arasında negatif ilişki meydana gelir. Aynı zamanda göl tabanındaki CaO genelde jips kaynaklı olduğu için TC-CaO ilişkisi negatiftir. TC-CaO ilişkisinin negatif olması Güncel evaporitleşme bölgesinde TS-TC ilişkisinde negatif ilişkideki düşme, karbonat minerallerinin jips ile birlikte globerit, blödit, tenardit gibi sülfatlı mineralleriyle birlikteliğinin etkisindedir (Şekil 3. 17). Jips dışında globerit, blödit gibi Na-sülfatların varlığı nedeniyle TS değeri artarken, CaO sabit kalır. Evaporitleşme bölgesinde karbonat ve jips miktarı genelde sabittir. Gölün yağışlı-kurak döngüsünde bu bölgelerde Na-sülfat minerallerinin etkisinde TS-SO<sub>3</sub> ilişkisi gerçekleşir. Göl tabanının aksine, güncel evaporitleşme bölgesinde endojenik ve diyajenezden daha ziyade karbonatların dışında kırıntılı karbonatların varlığı pozitif

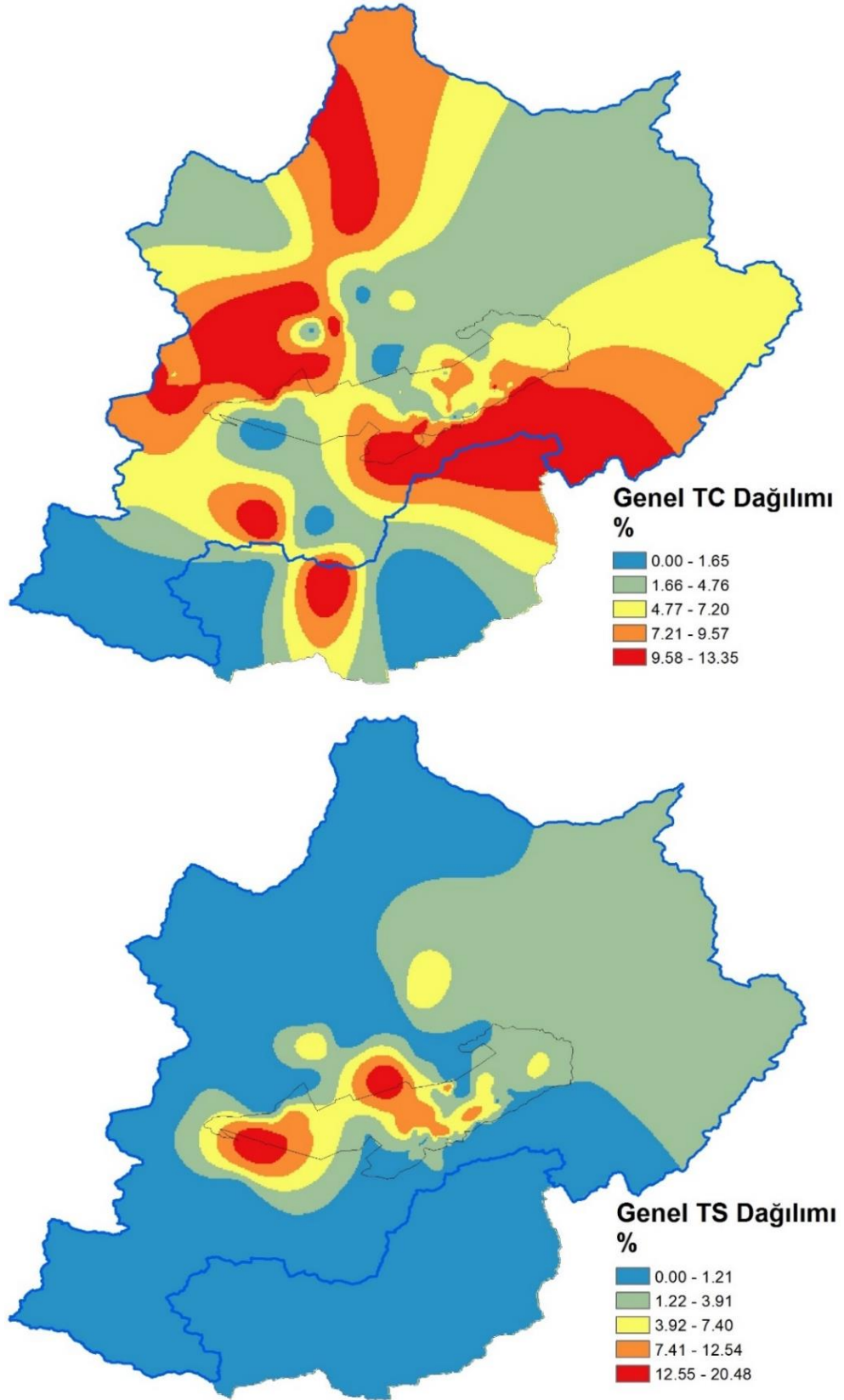


TC-CaO ve düşük negatif korelasyonlu TC-SO<sub>3</sub> ilişkisini geliştirir. Litolojik birimlerde TC-TS ilişkisi yoktur. Litolojik birimler ve sedimanlardaki TC ve TS dağılımı **Şekil 3. 18**'deki gibidir.



**Şekil 3. 17:** Göl tabanında sürekli su altında kalan sedimanlarda; a) TC-TS, b) TS-CaO, TS-SO<sub>3</sub>, c) TC-CaO, TC-SO<sub>3</sub> ilişkisi, Göl alanında kurak-yaş döngüsünde bulunan sedimanlarda; d) TC-TS ilişkisi, e) TS-CaO, TS-SO<sub>3</sub> ilişkisi, f) TC-CaO, TC-SO<sub>3</sub> ilişkisi.

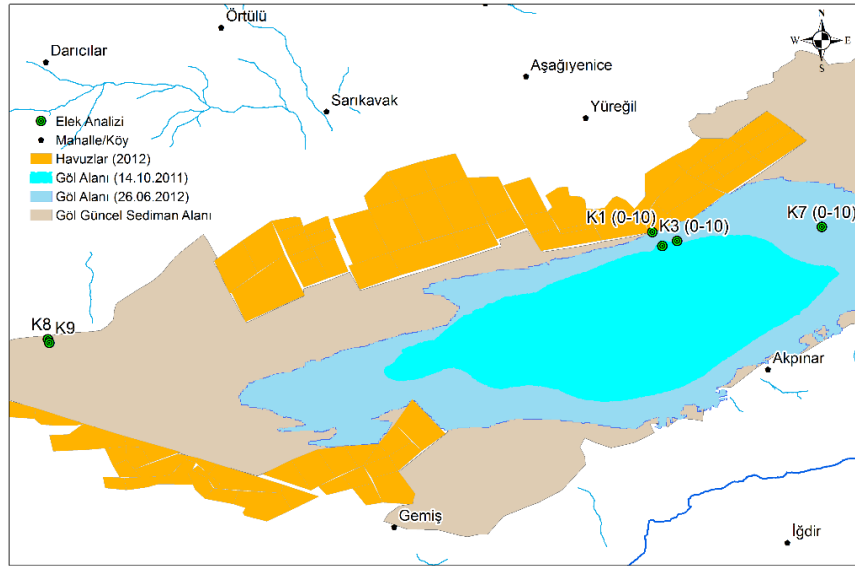
Alansal olarak havzada karbonatlı litolojilerde, özellikle Yandağ Kireçtaşı, Kayaköy Dolomiti, Çameli formasyonu içindeki karbonatlı birimlerde, TC değerleri yüksektir. Güncel sediman alanı içinde SO<sub>3</sub>'ün zenginleştiği bölgelerin dışında, gölün batısında, çanağında ve doğusunda TC değerleri düşüktür. Litolojik birimlerde sülfür oldukça düşük ya da hiç bulunmaz. Ancak kuzeyde göle yakın konumda olan düzlüklerde evaporitlerin uçuşarak depolandığı alanlarda düşük bollukta TS anomalileri görülür. Güncel sediman alanında gölün batısı ve çanağı, TS zenginleşme bölgeleridir (**Şekil 3. 18**).



**Şekil 3. 18:** Havzada litolojik birimlerde ve güncel sediman alanı yüzeyinde TC ve TS alansal dağılımı.

### 3.3.1.5 Sedimanlarda Tane Boyu

Sedimanların tane boyu dağılımı, seri elek sisteminden oluşan elek analizi yöntemi ile göl güncel sediman alanı içinden alınmış 6 örnek ile belirlenmiştir (**Şekil 3. 19**). Tane boyu ölçeğinde birbirinden farklı sırasıyla 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm açıklıklı bir dizi standart elek kullanılmıştır. Örnekler önemli miktarda evaporit içerdiği için evaporitlerin çözünmesi amacıyla yaş eleme yapılmıştır. Udden-Wentworth tane boyu ölçeği ve sınıflandırmasına göre, Acıgöl güncel sedimanları kaba taneli kum boyutu ile çok ince taneli kum boyutu arasında değişen tane boyu dağılımına sahiptir. Güncel sedimanlar farklı tane boylarında kum boyutunda bileşenlerle birlikte farklı oranlarda suda çözünen tuz türlerini de içerir (**Tablo 3. 11**; **Şekil 3. 20**).



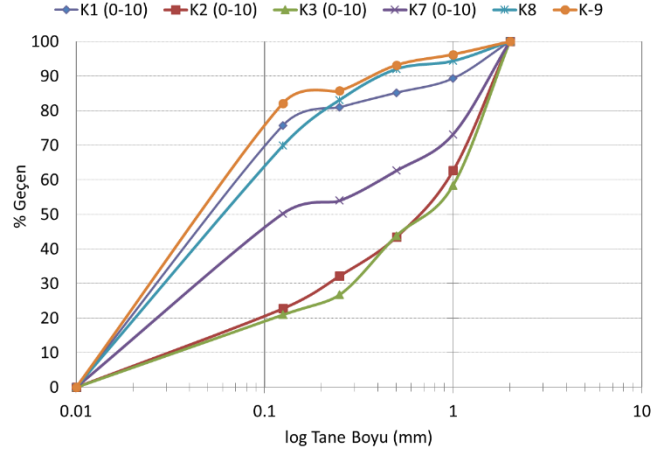
**Şekil 3. 19:** Göl çökellerinin tane boyu dağılımının belirlenmesinde kullanılan örnek noktaları.

**Tablo 3. 11:** Güncel sedimanların tane boyu dağılımı.

	>1000 µm	>500 µm	>250 µm	>125 µm	<125µm	Suda Çözünen Tuz
<b>K1 (0-10)</b>	11%	4%	4%	5%	69%	7%
<b>K2 (0-10)</b>	37%	19%	11%	9%	9%	14%
<b>K3 (0-10)</b>	42%	15%	17%	6%	18%	3%
<b>K7 (0-10)</b>	27%	11%	9%	4%	49%	1%
<b>K8</b>	6%	2%	9%	13%	5%	65%
<b>K9</b>	4%	3%	7%	4%	82%	0%

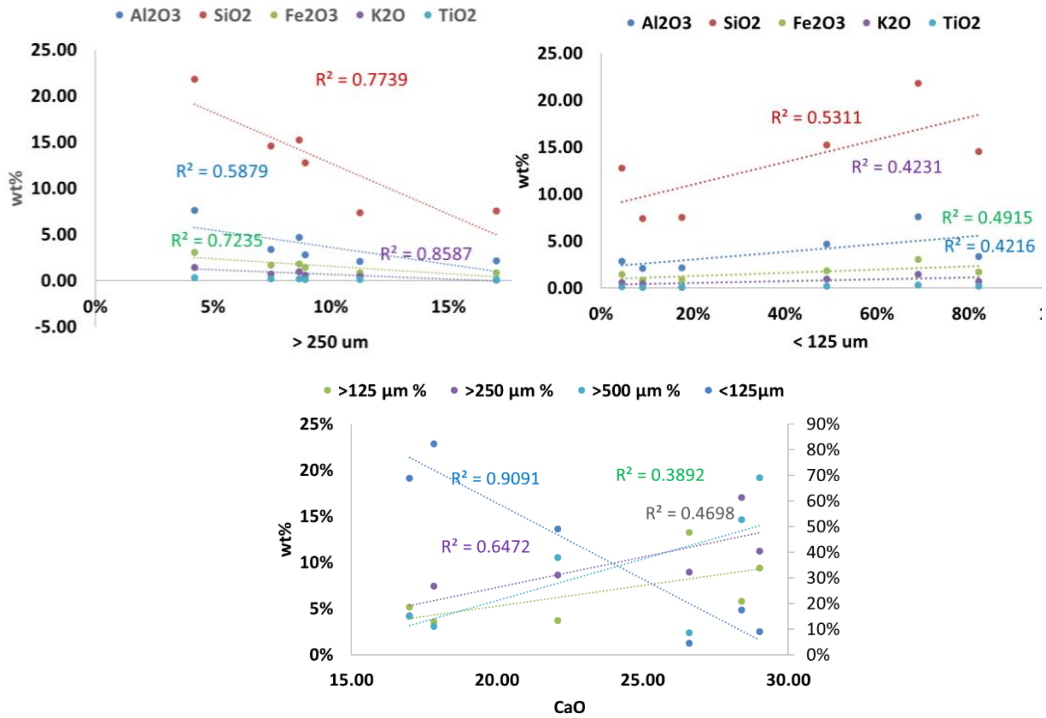
Kaba taneli kum boyutlu sedimanlar göl alanında incelenen bölgelerde (K2, K3 örnekleme noktası) gölün kuzeyindedir. İnce taneli kum boyutlu sedimanlar gölün kuzey batısında, sürekli su girişinin olmadığı ve yağışlı dönemde 10-30cm seviyeli su altında kalan bölgelerdedir (K8). Gölün farklı bölgelerinde farklı tane boylu bileşenlerin

varlığı, gölün uzun yarı kurak-kurak iklim etkisinde kalmasına bağlı olarak mevsimsel yağış, rüzgâr vb. farklı iklim olaylarının etkisinde, beslenme havzası içinden gerçekleşen farklı kökenden taşınımın bir sonucudur.



Şekil 3. 20: Temsili seçilen bazı sediman örneklerinde tane boyu.

Güncel sedimanlarda kaba kum boylarından ince kum boyutuna kadar, alümina silikatların kontrolünde artan tane boyu ile  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$  ve  $TiO_2$  bollukları azalır. Çok ince tane kum, silt ve kil boylarında artan tane boyu ile birlikte  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$  ve  $TiO_2$  bolluklarının arttığı görülür. Sedimanlardaki kaba kum boyutlarından ince kum boyutuna kadar tane boyu artıkça CaO değeri artarken, çok ince tane kum, silt ve kil boylarında CaO oranı azalır (Şekil 3. 21).



Şekil 3. 21: Farklı tane boylarında majör oksitlerin artış-azalış davranışı.

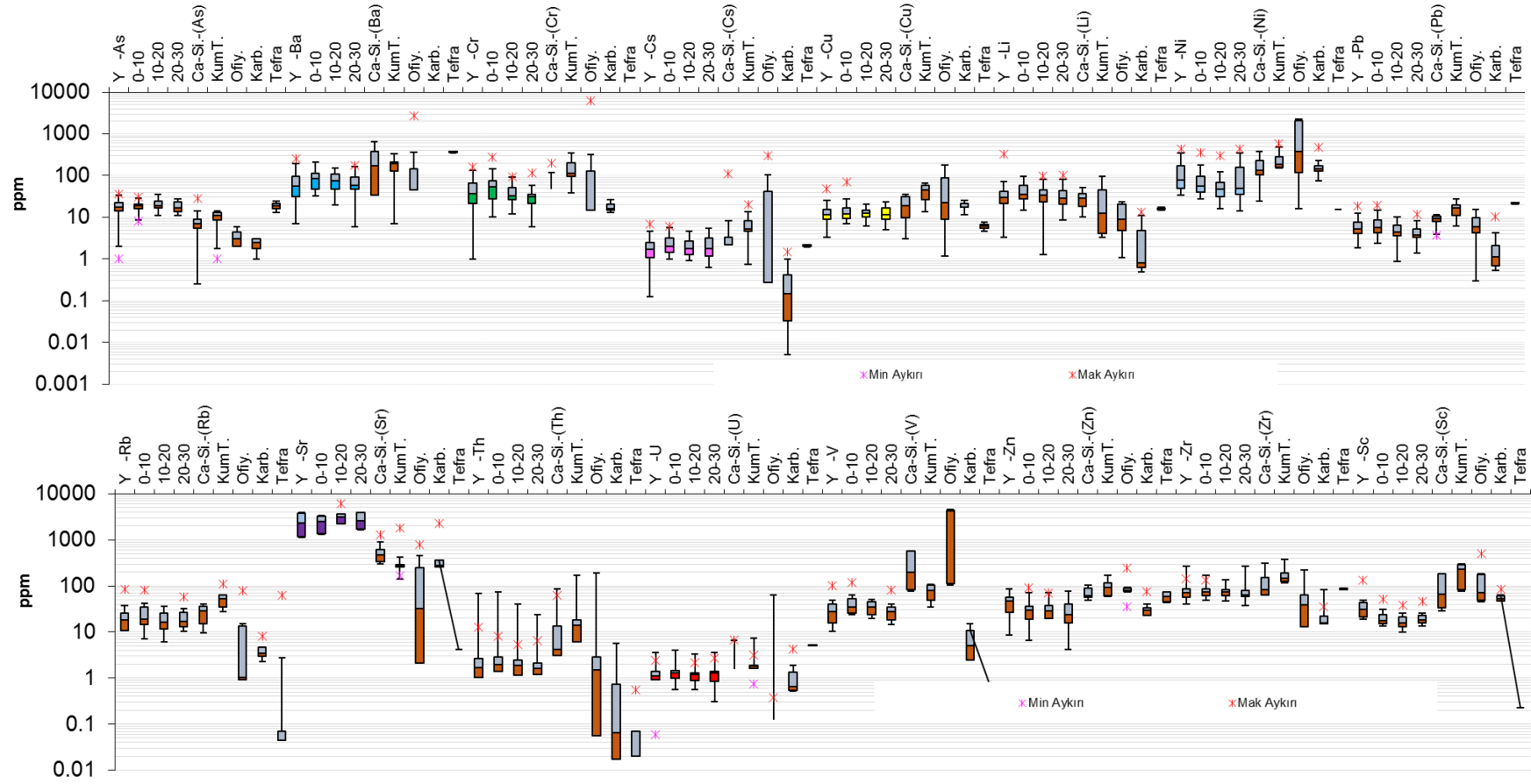
### 3.3.2 Güncel Göl Sedimanlarında İz Elementler

Sedimanlardaki iz elementler, köken kayaç, ayrışma, diyajenez, sedimanlardaki derecelenme ve sedimanların bulunduğu ortamın akuatik jeokimyasından etkilenir. Genelde kilce zengin sedimanlar yüksek oranda iz element içerirler. Sedimanlardaki bazı iz elementler sedimanter orijinin ve ortamdaki jeokimyasal olayların tanımlanmasında kullanılır (Rollinson 1993).

İncelenen iz elementler, büyük iyon çaplı litofil elementler (LILE: Large ion lithophile elements) (Cs, Rb, K, Ba, Pb, Sr, Eu<sup>2+</sup>, Li?), yüksek çekim alanlı elementler (HFSE: High field strength) (nadir toprak elementleri (NTE, REE), Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Ti, Nb, Ta) ve geçiş elementleridir (Ni, Cu, Co, Zn, Mn, V, Cr). Göl sedimanları ve litolojik birimlerin iz element bilgilerinin detayı EKLER'de verilmiştir.

Göl sedimanlarında iz elementler en yüksek (ppm) derişimlerine göre Sr (7212) > Ni (442) > Li (328) > Cr (279) > Ba (249) > Zr (143) > Sc (132) > V (118) > Zn (106,2) > Nb (97) > Rb (86) > Ce (86) > Y (75) > Cu (70 ) şeklinde sıralanır. Ortalama değerlere göre iz elementlerin derişim sıralaması Sr (2639) > Ni (103) > Ba (80,5) > Zr (73) > Cr (52,6) > Zn (40,9) > Li (40,8) > V (37,2)'dir. Litolojik birimlerde ortalama değerlere göre V (603) > Ni (330) > Cr (262) > Ba (257) > Sc (120) > Zr (84) > Zn (64) > Ce (43,5) şeklindeyken, en yüksek değerlere göre iz elementler V (8400) > Cr (6100) > Ba (2734) > Sr (2269) > Ni (2212) > Sc (497) > Cs (298) > Zr (276) > Zn (248) > Ce (241) sıralamasında bulunurlar (**Şekil 3. 22**).

Litolojik birimlerde V, Cr, Cs, Co ve Cu'nun en yüksek değerleri Kızılcadağ Melanj ve Olistostrumu'nun içerisindeki ofiyolitik karmaşığında, Zn; aynı birimdeki meta-diyoritlerde, Ba, Ni; Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle, Sr; Pliyosen Çameli formasyonunun Sarıkavak Köyü civarındaki killi kireçtaşı ve travertenlerde, Sc; Karaböğürtlen formasyonundaki radyolaritlerde, Zr, Li, Ga, Nb, Pb, Rb, Sb; Hayrettin formasyonu, Dazkırı Üyesi'nde Feldispatik Litarenit kumtaşlarında, Th, U, Ce, Y; Hayrettin formasyonundaki iyi pekleşmiş kumtaşlarındadır. Litolojiler bazında incelendiğinde As, Sb, Th, Be, Ga, Li, Nb, Zr; kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda, Co, Cr, Ni, Rb, Cs, Cu, Zn; ofiyolitik kompleks ve kumtaşlarında, Pb; kumtaşlarında, Sr; killi kireçtaşı, kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda, U; kumtaşı ve tefra, V; ofiyolitik kompleks ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda, Sc; radyolarit ve kumtaşlarında, Y, Ba; karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç, kumtaşı ve serpantinitle zenginleşmiştir.



Şekil 3. 22: Sığ karot sedimanlarının (0-30cm) litolojik birimlerle karşılaştırmalı iz element içeriği.

Güncel sedimanın yüzey ve 0-30cm aralığındaki seviyelerinde iz element içerikleri, litolojik birimlerin genelindeki değerlerle karşılaştırılmıştır (bkz. **Şekil 3. 22**). Ortalama değerlere göre sediman kolonunun 0-10 cm seviyesinde, Ba, Cr, Cu, Pb, Rb, V, Zr, 10-20 cm seviyesinde As, 20-30 cm seviyesinde Sr, U, sediman yüzeyinde ise Li, Ni, Th, (U), Zn, Sc zenginleşmiştir.

İz elementlerin ekstrem değerlerine göre sediman yüzeyinde As, Ba, Cs, Li, Rb, Th, Zn, Zr, Sc, 0-10 cm seviyesinde Cr, Cu, Pb, V, 20-30 cm seviyesinde Ni, Sr, U değerleri yüksektir. Sediman kolonunda As, Cs, Cu, Li, Pb, Rb, Th, U, Zr iz element derişimindeki değişim oldukça düşüktür. Tüm kolon boyunca Th ve U değerleri sabittir. As değerleri genel olarak sediman yüzey ve yüzey altında 10-20cm derinliğinde aynı seviyedeysen, 0-10 cm ve 20-30cm derinliğinde azalır. Litolojik birimlerde karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlardaki As değerleri, göl sedimanlarının 0-10 cm ve 20-30cm derinliğindeki As değerlerine yakındır (28 ppm). Sedimanlardaki Ba değerleri, litolojik birimlerdeki Ba değerlerine göre düşüktür. Sedimanlarda Ba'nın ekstrem yüksek değerleri sediman yüzeyinde görülür. Ancak ortalama değerlere göre 0-10cm seviyesinde Ba değerlerinin ortalaması diğer seviyelere göre yüksektir (93,1 ppm).

Yine sedimanların 0-10 cm seviyesinde en yüksek ve en yüksek ortalama Cr değerleri görülür (279 ve 63,5 ppm). Cs'nin ekstrem değerleri sediman yüzeyindedir. Sediman kolonunda ortalama Cs değeri önemli değişim göstermez (2,1–2,4 ppm). Cu değerlerinin ekstrem değerleri sediman kolonunun 0-10cm seviyesindedir. Bu seviyedeki sedimanların ortalama Cu değerleri diğer seviyelere ve yüzeye göre yüksektir.

Sr; konsantrasyonu genelde plajiyoklazların, Ba, Na, Rb ve Cs; feldispat ve sfen (titanit), Fe, Co, Ta, Sc, Cr; ferromagnezyen minerallerin, Hf zirkon, NTE ve Ta konsantrasyonu sfen, geçiş elementlerinden Ni ve Cr konsantrasyonu olivin (Ni) ve klinopiroksen veya spinel (Cr) minerallerinin kontrolündedir. Sc ve Cr, mafik kaynağı gösterirken, Th ve La felsik volkanik kökeni gösterir (Rollinson 1993). Sr ve Ba, çoğunlukla sırasıyla plajiyoklaz ve K-feldispatlarda bulunur (Nyakairu ve Koeberl 2001; Puchelt 1972).

Sr, Ba'dan daha fazla mobil olduğu ve plajiyoklaz, K-feldispatla kıyasla kolay ayrıştığı için plajiyoklazın ayrışmasında Sr konsantrasyonu azalır (Nyakairu ve Koeberl 2001). Ba'nın azalması killerin re-kristalizasyonu ve feldispatların aşamalı bozunumu ile ilgilidir (Nyakairu ve Koeberl 2001). K, Rb ve Cs, genel olarak mika ve



K-feldispatlardadır (Heier ve Billings 1970) Mika ve K-feldispatların alterasyonu, bu elementlerin fraksiyonlarını dominant hale getirir (Nyakairu ve Koeberl 2001). Rb, K'ya kıyasla altere olmuş illitte, tercihli olarak korunur (Garrels ve Christ 1965). As ve Sb, kurak ortam oksidasyon koşullarındaki ayrışma nedeniyle, demir oksitler bakımından zenginleşmiş örneklerde yoğunlaşır (Nyakairu ve Koeberl 2001).

### 3.3.2.1 Litolojik Birim ve Güncel Göl Sedimanlarının Farklı Tektonik Ortamlara Göre İz Element İçeriği

Havzadaki litolojik birimler ve güncel göl sedimanlarının farklı ortamlara göre (**NASC**: Kuzey Amerika şeyl bileşimi (Gromet ve diğ. 1984), **PAAS**: Arkean sonrası Avusturalya Şeylleri (Taylor ve McLennan 1985), **UCC**: Üst kıtasal kabuk (Taylor ve McLennan 1995), **OIB**: Okyanus adası bazaltları (Sun ve McDonough 1989), **MORB**: Okyanus ortası sırt bazaltları Pearce (1983), **Primitive Mantle (PM)**: İlk Manto (Sun ve McDonough 1989), **Kondrit** (Thompson 1982)) iz elementlerindeki zenginleşmenin değerlendirilmesi amacıyla ortalama konsantrasyonları normalize edilmiştir.

Litolojik birimler (Karbonatlarda NTE hariç) ve güncel göl sedimanlarının ortalama iz element içerikleri PM (İlksel Manto)'ya göre zenginleşmiştir. Aynı şekilde havzadaki tüm litolojik birimler ve sedimanlar Kondrit'e göre de oldukça zengindir. MORB'a göre normalizasyonda, kumtaşları, Ca- silikat ve alüvyonlardaki yüksek Th zenginleşmesi belirgindir. MORB'a göre normalizasyonda, sedimanlar, kumtaşı, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç ve alüvyonların paterni benzerdir. Karbonatlar dışında litolojik birimlerin tümü zenginleşirken, sedimanlarda litofil elementlerde ve HFSE elementlerinden Th'da yüksek oranlarda zenginleşme görülür. OIB'e göre litolojik birimler (karbonat dışında) ve sedimanlarda Cs, U ve Pb zenginleşmesi ortaktır. Farklı olarak sedimanlarda Sr anomalisi belirgindir.

PM (İlksel Manto)'ya göre normalizasyonda Cs, Rb, Th, U, La, Pb, Nd, Y zenginleşme gösterirken, Ce, Pr, Zr, Eu, Yb zenginleşme paterninde kısmi azalma, Ba, Nb, P, Ti yüksek miktarda azalma gösterir. Normalizasyon grafiğinde mobil elementler, litolojik birimlere göre farklılık göstermez. Nb, Ce, Sr, Nd, Sm, Zr ve Hf elementlerindeki varyasyonlar daha belirgindir. Normalizasyon paterninde sağa doğru eğimin azaldığı görülür.

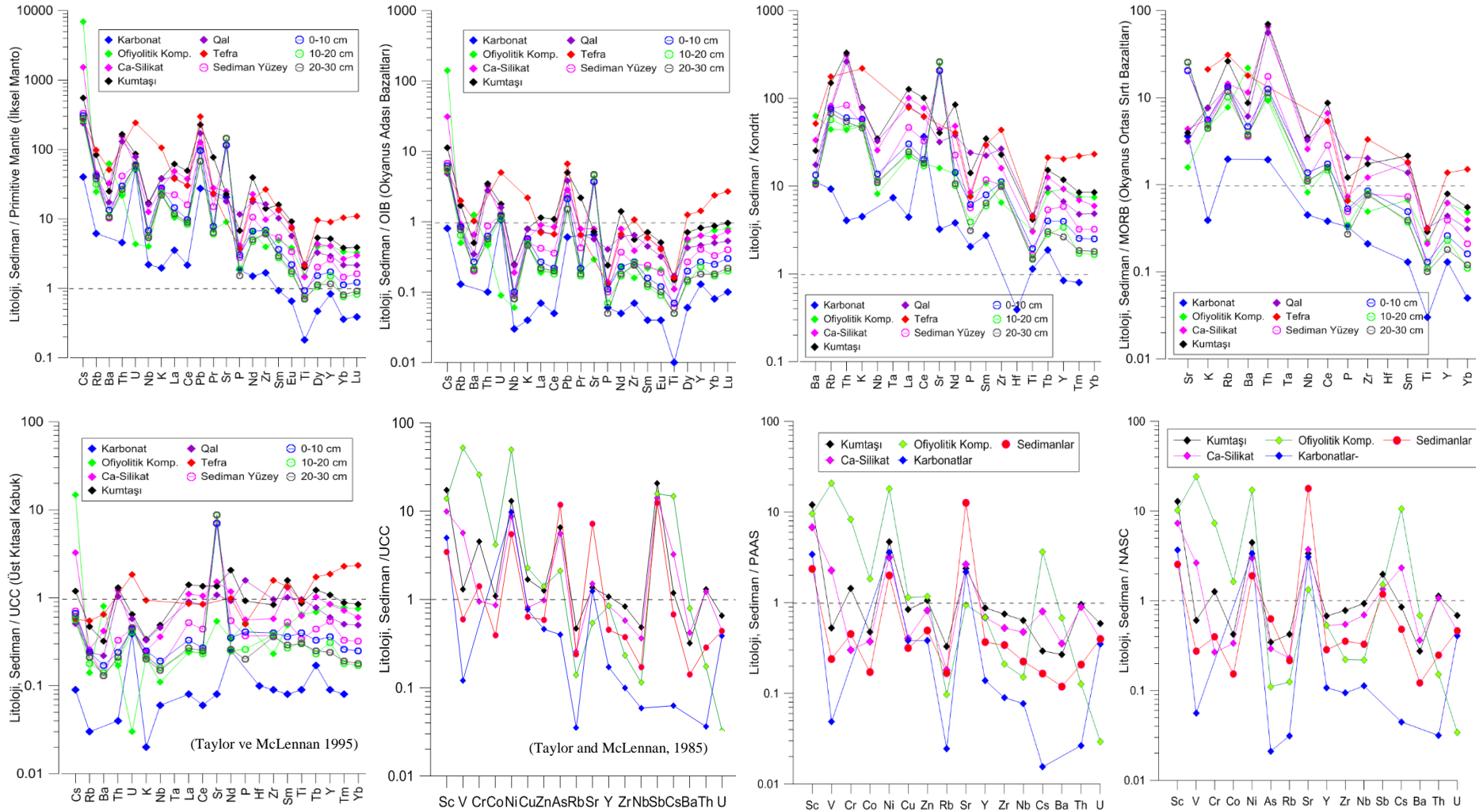
Normalizasyon paterninde bazı litolojik birimler pozitif Th anomalisi ile birlikte, negatif Sr anomalisi ve güçlü negatif Nb anomalisine sahiptir. Bu paterne sahip birimler muhtemelen, kristalize plajiyoklaz içermekle birlikte, yitim zonu (subduction zone) akışkanlarınca taşınmış malzeme içeren magmadan türemiş kayaç bileşenleri içerir (Wilson 1989).

Güncel sedimanlarda, NASC ortalama değerlerine göre Sc, Ni, Sr, Sb, PAAS'a göre Sc, Ni, Sr, UCC'e göre Sc, Cr, Ni, As, Sr, Sb, her üç ortama göre Sc, Ni ve Sr zenginleşir. Havzadaki tüm litolojik birimlerde UCC ve PAAS, NASC ortalama değerlerine göre artan ortak elementler Ni, Sc, Sr (ofiyolitler hariç), azalan ortak elementler Ba, Rb, Zr, U, Nb'dir (**Şekil 3. 23**). Güncel göl sedimanları ve litolojik birimler PAAS, NASC ve UCC'e göre genelde geçiş ve LILE elementleri bakımından zenginleşir. HFSE elementlerinde zenginleşme sadece Th, U ve Sc'da görülür.

**Kumtaşlarında** NASC'a göre Sc, Cr, Ni, Sr, Sb, Th, PAAS'a göre Sc, Cr, Ni, Zn, Sr, UCC'e göre Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Y, Sb, Cs, Th (Rb, Zr, Nb, Ba, U fakirleşirken) zenginleşir. Ortalama değerlere göre artan ortak elementler, **Sc, Cr, Ni, Sr**'dir. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda NASC'a göre Sc, V, Ni, Sr, Sb, Cs, Th, PAAS'a göre Sc, V, Ni, Sr, UCC'e göre Sc, V, Ni, As, Sr, Sb, Cs, Th zenginleşir. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda ortalama değerlere göre artan ortak elementler, **Sc, V, Ni, Sr**'dir.

**Karbonatlarda** NASC, PAAS ve UCC'e göre Sc, Ni, Sr zenginleşirken, ofiyolitlerde NASC'a göre Sc, V, Cr, Co, Ni, Sr, Sb, Cs, PAAS'a göre Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cs, UCC'e göre Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sb, Cs zenginleşir. **Ofiyolitlerde** ortalama değerlere göre artan ortak elementler, **Sc, V, Cr, Co, Ni**'dir (**Şekil 3. 23**). **Tefraların** iz elementlerindeki normalizasyon paterni UCC'ye benzer ve yataya yakındır.

**Sr değerleri**, Sarıkavak Köyü civarında killi kireçtaşı ve travertenler başta olmak üzere, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda, UCC'ye göre zenginleşmiş, Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinler, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitler ve Karaböğürtlen formasyonundaki radyolaritik çörtler, UCC, NASC ve PAAS'a göre oldukça fakirleşmiştir. **Rb değerleri**, Hayrettin formasyonu, Dazkırı Üyesi'nde feldispatik litarenit (LITO-23) UCC, NASC ve PAAS'a göre zenginleşmiştir. Aynı formasyonda Rb değerleri, UCC, NASC ve PAAS ortalama değerlerine yakındır.

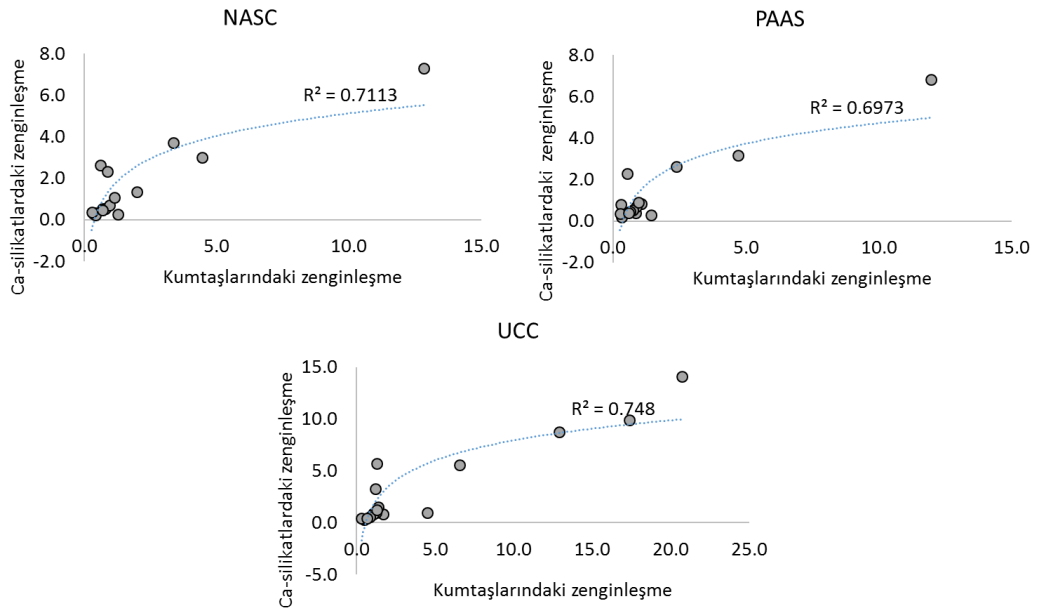


Şekil 3. 23: Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerdeki iz elementlerin farklı ortamlara göre normalizasyonu.

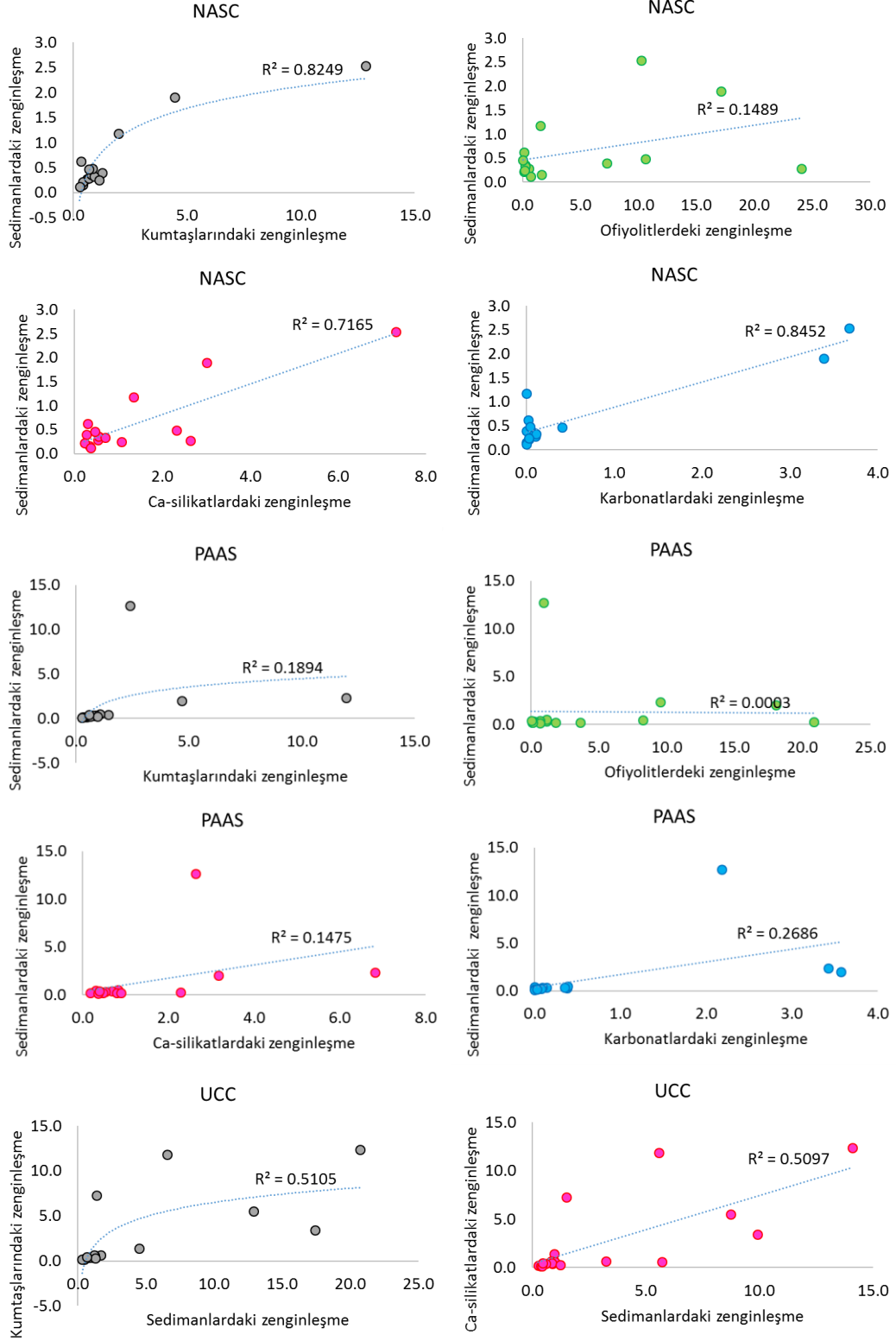
**Ba değerleri**, Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinlerde UCC, PAAS ve NASC ortalama değerlerine göre oldukça zenginleşirken, Çardak formasyonu, Avdan Üyesi ve Hayrettin formasyonundaki kumtaşlarında, UCC, PAAS ve NASC ortalama değerlerine yakındır.

İz elementlerin NASC'a göre zenginleşmelerinde sedimanlar, Sr'daki zenginleşmeler göz ardı edildiğinde kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalara yüksek korelasyon ilişkisi ile benzerlik gösterir. UCC'ye göre zenginleşmede sedimanlardaki zenginleşmenin, kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalara benzerliği düşüktür.

PAAS'a göre zenginleşmede sedimanlar ile kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalar arasında benzerlik görülmez. Havzadaki litolojik birimlerden kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalardaki iz elementlerin, NASC, PAAS ve UCC'ye göre zenginleşmeleri logaritmik benzerdir. NASC ve UCC'ye göre zenginleşmede sedimanların kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalara olan benzerliği, sedimanların, kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç gibi litolojik birimlerden kırıntılı malzeme girişi vb. şekilde önemli ölçüde beslendiğinin göstergesidir (**Şekil 3. 24**, **Şekil 3. 25**).



**Şekil 3. 24:** NASC, UCC ve PAAS'e göre zenginleşmede kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaların benzerliği.



**Şekil 3. 25:** Sedimanların ve diğer litolojik birimlerin NASC ve UCC'e göre zenginleşmeleri arasındaki ilişki.

### 3.3.2.2 Litolojik Birimlere Göre Sedimanlardaki İz Element İçeriği

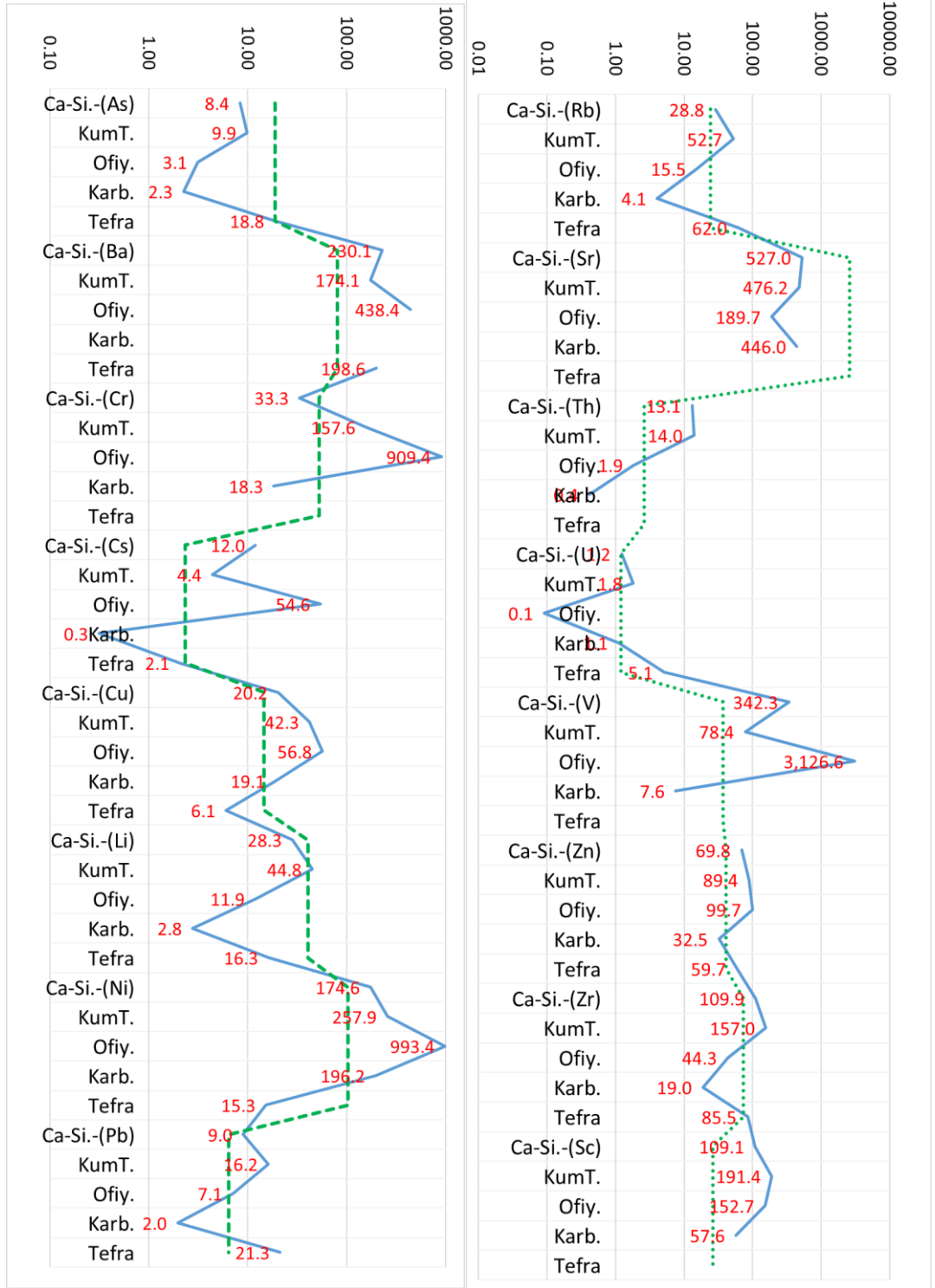
Havzadaki güncel göl sedimanlarının örneklenen litolojik birimlere göre ortalama iz element içerikleri **Şekil 3. 26**'da karşılaştırılmıştır. Tüm litolojik birimlerdeki **Sc** ve **Ba** göl sedimanına göre zenginleşirken, göl sedimanlarındaki **Li** (kumtaşları ile eş değer), **Sr** ve **As** tüm litolojik birimlere göre zenginleşmiştir. Diğer iz elementlerin litolojik birimler ve sedimanlardaki karşılaştırmalı zenginleşme durumları farklılık gösterir. Litolojik birimlerdeki ofiyolitik kompleks; en yüksek ortalama Ba, Cr, Cs, Cu, Ni, V, Zn, kumtaşları; Li, (Rb, U), Th, Zr ve Sc, tefralar; U, Rb ve Pb, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar; Sr, (Th, U) değerlerini barındırır (**Şekil 3. 26**).

Normalizasyon ile güncel göl sedimanlarının iz element içeriklerinin farklı litolojik birimlere göre zenginleşme durumu incelendiğinde, sedimanlarda ofiyolitlere kıyasla Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Sn, Sb, Bi fakirleşirken, tefralara kıyasla Li, Be, Ni, Cu, Zn, Ga, Cs, kumtaşlarına kıyasla As, Sr, Mo, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlara kıyasla Li, Cr, As, Sr, Mo, Cd, U zenginleşmiştir (**Şekil 3. 27**). Sedimanlardaki Li, kumtaşları ile eşdeğerdedir.

Gölü çevreleyen litolojik birimlerde ortalama As değerleri kumtaşı ve Ca-silikatlarda ortalama 8-13 ppm arasında değişirken, Çardak Tefrası'nda 19 ppm'e ulaşır. Havzanın kuzeyindeki bazı kumtaşı/çamurtaşı içeren birimlerde As değeri 38 ppm'e yükselir. Litolojik birimlerin ortalama As değeri, göl çökellerinin ortalama As değerinden (18,9 ppm) düşüktür. As'nin tersine Ba değerleri, göl sedimanına kıyasla litolojik birimlerde artar. Litolojik birimlerde ortalama Ba değerleri 174-438 ppm arasında değişirken, göl sedimanlarında 80 ppm'dir. Litolojik birimlerde en yüksek ortalama Ba değeri ofiyolitik komplekstedir (438,4 ppm) (**Şekil 3. 28**).

**Ba** ortalama değerinin yüksek olduğu ofiyolitik komplekste, Cr değerleri de oldukça yüksektir (909,4 ppm). Havzadaki örneklenen kumtaşlarında ortalama Cr değerleri 157,6 ppm, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 33,3 ppm, göl sedimanlarında 52,6 ppm'dir. Güncel göl sedimanlarındaki Cr değerleri, litolojik birimlerden ofiyolitik kompleks ve kumtaşlarındaki Cr değerlerine göre oldukça düşüktür (**Şekil 3. 28**). **Cs ortalama değerleri** havzada en düşük karbonatlarda (0,3 ppm), en yüksek ofiyolit komplekstedir (54,6 ppm). Güncel göl sedimanlarındaki Cs değerleri, tefra ve karbonatlardan yüksek, kumtaşı, karbonatlı silisiklastik kırıntılı

kayaç ve ofiyolitik kompleksten düşüktür. Tefraların dışındaki litolojik birimlerdeki ortalama Cu değerleri, sedimanlardaki Cu değerlerinden yüksektir.

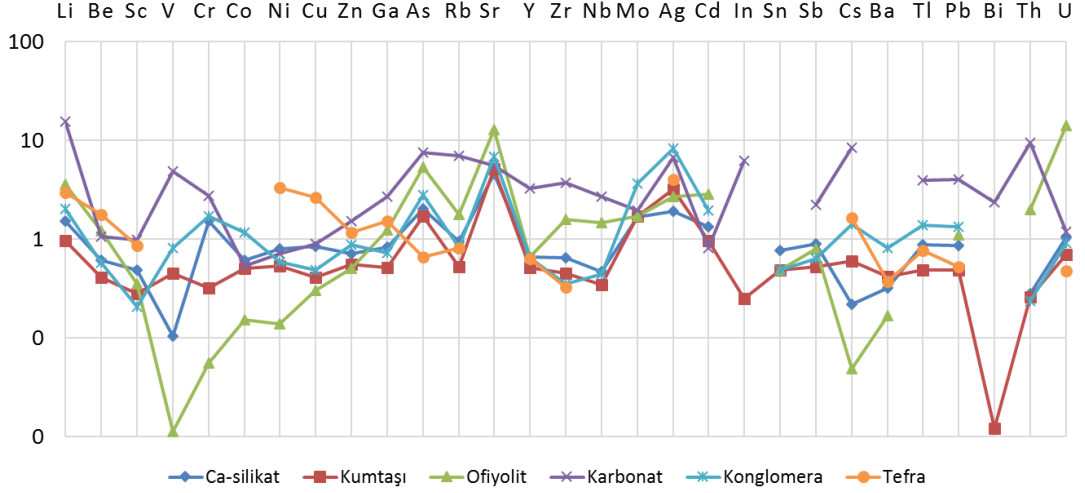


Şekil 3. 26: Farklı litolojik birimlerdeki iz elementlerin ortalama değerleri (ppm) (Düz mavi çizgiler; litolojik birimleri, yeşil kesik çizgiler; sedimanların ortalama değerlerini gösterir.).

**Li derişimi** güncel göl çökellerinde ortalama 40,8 ppm, dağılımı ise 1,3 ile 328 ppm arasında değişir. Sediman yüzeyinde ortalama 42 ppm (Mak:328ppm), 0-10cm



aralığında 43,5 ppm (Mak:94ppm), 10-20 cm'de 37,5 ppm (Mak:98 ppm), 20-30 cm'de 38 ppm (Mak:100 ppm)'dir. Ekstrem değerleri sediman yüzeyindedir. Litolojik birimlerde 0,5-95,2 ppm arasında dağılım gösterirken, ortalaması 46 ppm'dir. Litolojik birimlerin kendi içindeki dağılımlarına bakıldığında en yüksek ortalama kumtaşlarında 44,8 ppm, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 28,3 ppm'dir (**Şekil 3. 28**).

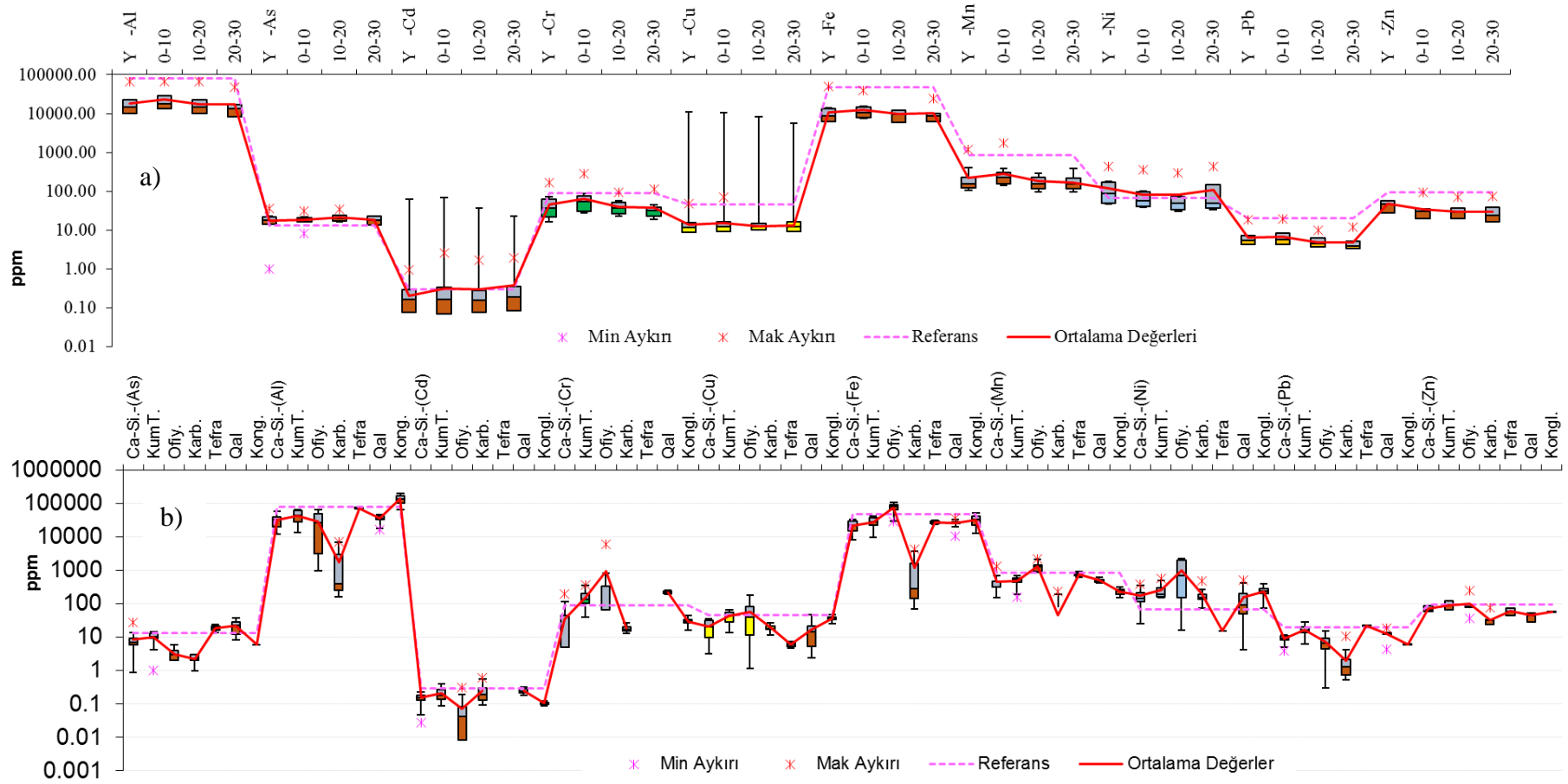


**Şekil 3. 27:** Normalizasyon ile güncel göl sedimanlarının iz element içeriklerinin farklı litolojik birimlere göre zenginleşme durumu.

Ofiyolitik komplekste önemli zenginleşme gösteren Ni (993,4 ppm), kumtaşlarında 257,9 ppm, karbonatlarda 196 ppm, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 174,6 ppm'dir. Litolojik birimlerdeki Ni değerleri tefraların haricinde, güncel göl sedimanlarına (103,4 ppm) kıyasla zengin durumdadır. Havzadaki yüksek Pb değerleri tefralardadır (21,3 ppm).

**Yüksek değerlerdeki Rb**, tefralarda (62 ppm) ve kumtaşlarından (52,7 ppm) alınan örneklerde görülür. Sedimanlardaki Rb (24,3 ppm), ofiyolitik kompleks ve karbonatların dışındaki litolojik birimlere göre fakirleşmiştir. Havzadaki yüksek Sr değerleri göl sedimanlarındadır. Sedimanlardaki ortalama Sr değeri 2638 ppm'dir. Litolojik birimlerde ise yüksek ortalama değerler silikatlı birimler ve karbonatlarda görülür. Sr değerleri karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 527 ppm, kumtaşlarında 476,2 ppm, karbonatlarda 446 ppm'dir (**Şekil 3. 28**).

Havzada **Th** değerleri sedimanlarda 0,1-13,8 ppm, litolojik birimlerde 0-63,3 ppm arasında değişir. Yüksek Th değerleri Hayrettin formasyonundaki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 63,3 ppm, Dazkırı Üyesi'ndeki kumtaşlarında 31,5 ppm'dir. Formasyon ve Dazkırı Üyesi aynı zamanda yüksek derişimde **U** (6,6 ppm ve 3,2 ppm) içerir.



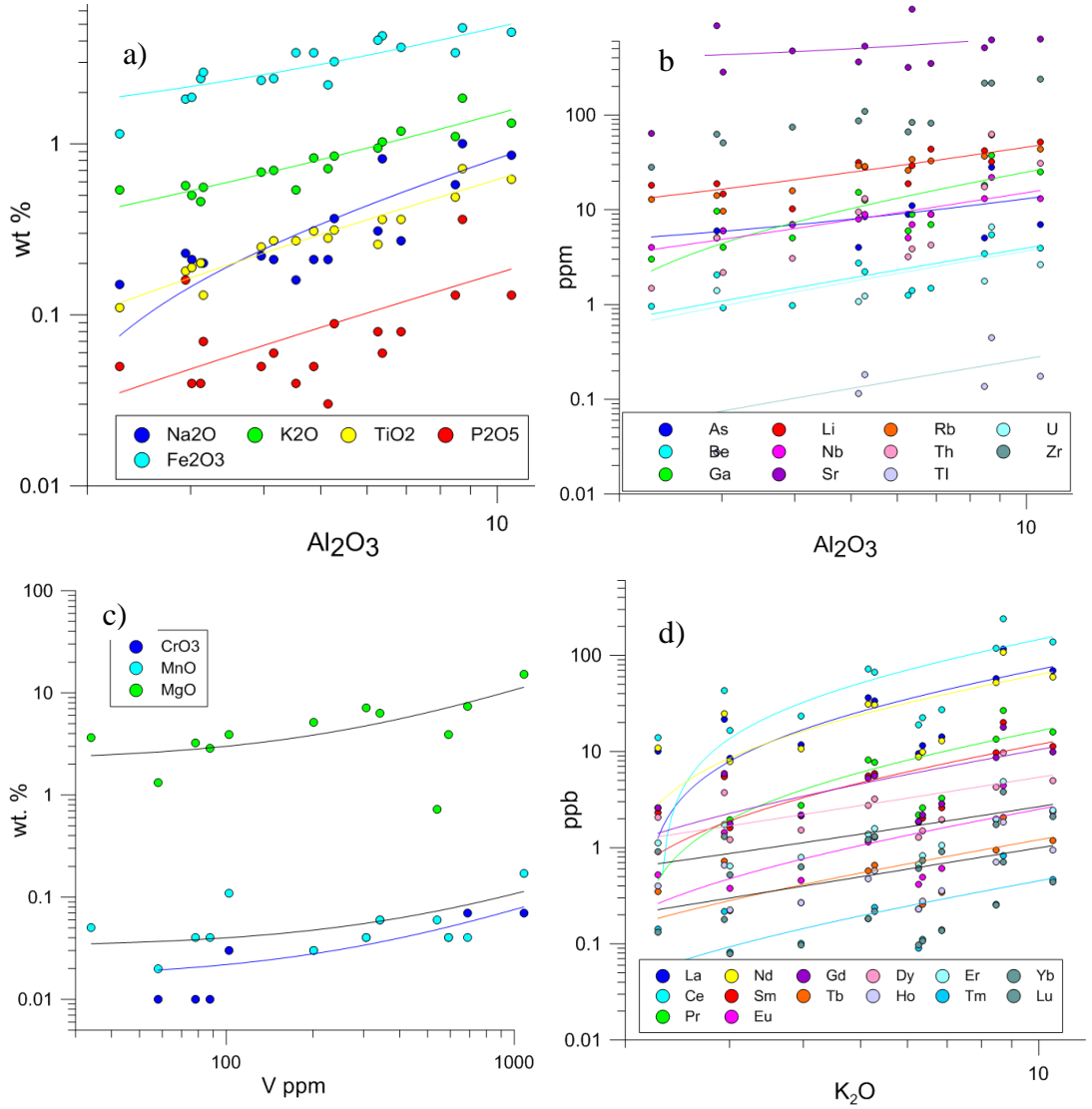
**Şekil 3. 28:** a) Güncel sediman siğ kolonunda b) farklı litolojik birimlerde metallerin değer aralıkları, ortalamaları ve referansa (Turekian ve Wedepohl 1961) zenginleşme durumları .

Havzadaki en yüksek U değerleri Çardak Tefra'larındadır (5,1 ppm). U değerleri litolojik birimlerde 0-6,63 ppm, sedimanlarda 0,9-2,7 ppm arasında dağılım gösterir. Ofiyolitik komplekslerde V, ortalama 3126 ppm (en yüksek 8402 ppm), karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 342 ppm'dir (en yüksek 1078). Çameli formasyonundaki killi karbonatlar 591 ppm, Çardak formasyonu, Avdan Üyesi'ndeki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç niteliğindeki kumtaşları 687-1078 ppm arasında değişen miktarlarda V içerir. Göl çökellerindeki V miktarı litolojik birimlere göre oldukça düşüktür (37,2 ppm) (bkz. **Şekil 3. 28**).

**Zn**, litolojik birimlerde 21,6-248 ppm, sedimanlarda 0-106 ppm (Ort:40,87) arasında değişir. Karbonatların dışındaki litolojik birimlerde, ortalama Zn değerleri birbirine yakındır. Güncel sedimanlardaki Zn değerleri karbonatlara göre zengin, diğer litolojik birimlere göre fakir durumdadır. Zr, litolojik birimlerde kumtaşları (157 ppm) ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda (110 ppm) yüksek değerlere sahiptir. Güncel sedimanlardaki **Zr** (73 ppm), ofiyolit kompleks ve karbonatlara göre zenginleşmiş, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç ve kumtaşlarına göre fakirleşmiştir. Sedimanlardaki **Sc** değerleri, litolojik birimlerdeki Sc değerinden düşüktür. Havzada tefraların dışında diğer litolojik birimler Sc içerir. Litolojik birimlerde Sc değeri 14-498 ppm, sedimanlarda 5-131,7 ppm arasında değişir. Litolojik birimlerde Sc yüksek ortalama değerlere göre kumtaşlarında 191,4 ppm, ofiyolitlerde 152,7 ppm, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 109 ppm'dir.

### **3.3.2.3 Litolojik Birimlerde İz Elementlerin Zenginleşme Korelasyonu**

Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda  $Al_2O_3$  ile birlikte  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $Na_2O$  zenginleşmesi NTE zenginleşmesini beraberinde getirir. Özellikle  $K_2O$  ile NTE arasında yüksek korelasyon görülür. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlardaki kuvars vb. farklı minerallerin varlığı  $SiO_2$ 'ye ikinci bir kaynak oluşturduğundan bu majör oksitlerle  $SiO_2$  korelasyonu oldukça düşüktür. Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda  $Al_2O_3$  ile  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $Na_2O$  zenginleşmesine iz elementlerden As, Be, Cr, Ga, Li, Nb, Rb, Sr, Th, Tl, U, Zr ve NTE eşlik ederken Co, Cs, Mo, V, Sb, Sn diğer iz elementlerle ters zenginleşme anomalisine sahiptir. V,  $Cr_2O_3$ , MgO ve MnO birlikte zenginleşmiştir (**Şekil 3. 29**). Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda feldispatlarla birlikte fillosilikatlar iz element zenginleşmesini kontrol eder.

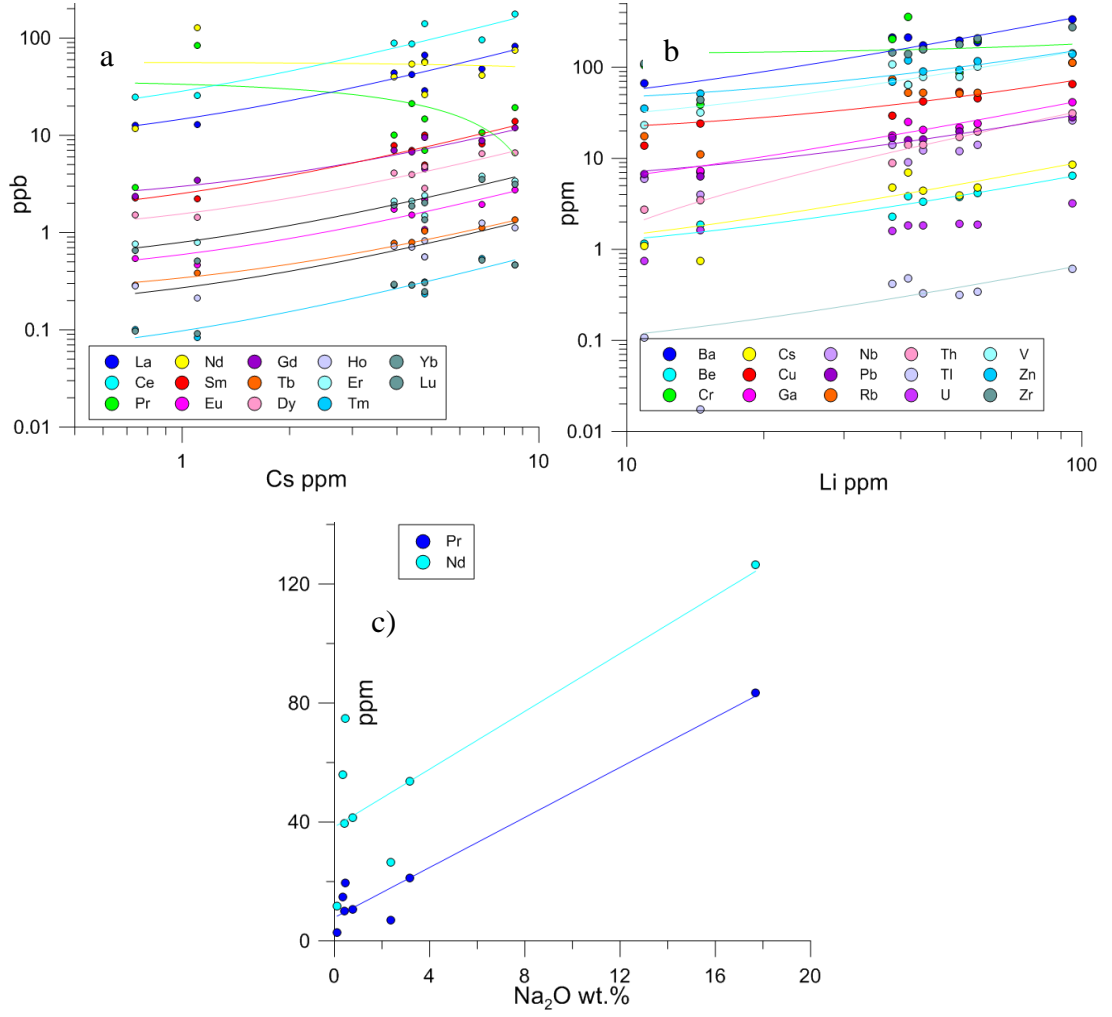


**Şekil 3. 29:** Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalarda a) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O b) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-iz element c)V-CrO<sub>3</sub>, MgO, MnO d)K<sub>2</sub>O-NTE zenginleşmesi.

Kumtaşlarında SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve MnO birlikte zenginleşir. Ayrıca majör oksitlerde MgO, CaO ve Na<sub>2</sub>O, diğer majör oksitlerle negatif ilişkilidir. MgO ve Na<sub>2</sub>O (Pr, Nd hariç) tüm iz elementlerle negatif korelasyonludur. İz elementlerin zenginleşmesinde MnO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> majör oksitleri daha etkindir. NTE'lerden Pr ve Nd diğerlerinden farklı şekilde zenginleşir. Kumtaşlarında Pr ve Nd zenginleşmesi, Na<sub>2</sub>O majör oksitinin kontrolündedir. Pr ve Nd, tüm iz element ve Na<sub>2</sub>O dışındaki majör oksitlerle negatif ilişkilidir.

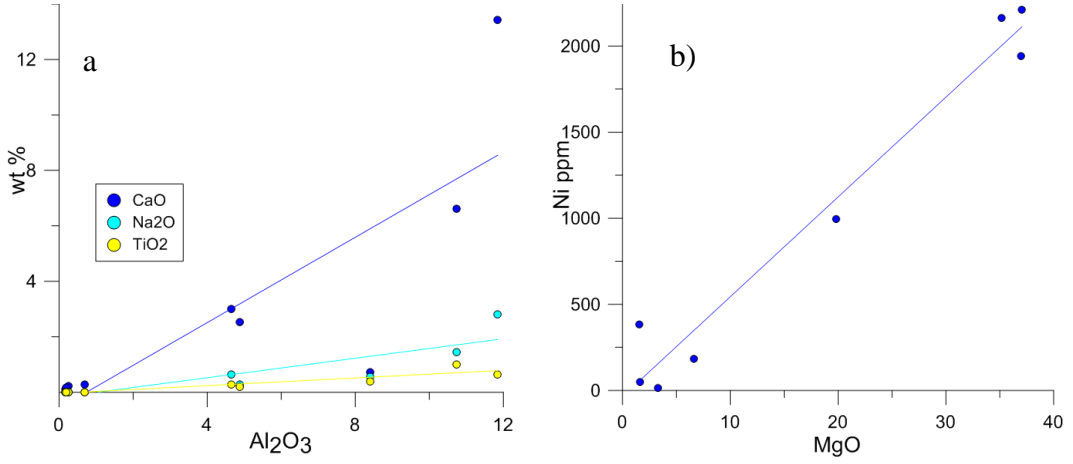
İz elementlerden Li, Ba, Be, Cs, Cu, Ga, Nb, Pb, Rb, Th, Tl, U, V, Zn, Zr birlikte yüksek korelasyonla zenginleşirler. As, biraz daha düşük korelasyonla belirtilen iz elementlere eşlik eder. Aynı şekilde kumtaşlarındaki NTE'lerin belirtilen iz

elementler ile birlikte zenginleşmeleri söz konusudur. Ni, Cr, Cd, Mo, Sb, Sr zenginleşme anomalisi bu iz elementlerden ayrılır (**Şekil 3. 30**).



**Şekil 3. 30:** Kumtaşlarında a) iz elementlerin NTE'lerle, b) diğer iz elementlerin birlikte c) Na<sub>2</sub>O ile Pr ve Nd zenginleşmesi.

Ofiyolitik komplekste majör oksitlerde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile birlikte TiO<sub>2</sub>, CaO ve Na<sub>2</sub>O zenginleşirken P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO bu zenginleşmeye düşük korelasyonla eşlik eder. Kuvars vb. minerallerden gelen SiO<sub>2</sub> nedeniyle bu majör oksitlerin SiO<sub>2</sub> ile korelasyonu düşüktür. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile TiO<sub>2</sub>, CaO ve Na<sub>2</sub>O zenginleşmesinde iz elementlerden Cd, Cu, Ga, Sr, Y ve LREE yer alır. Ofiyolitik kompleksteki K<sub>2</sub>O majör oksiti, Cr, Cs, Nb, Rb, Th'u önemli ölçüde kontrol eder. MgO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ni dışında bütün iz elementlerde negatif korelasyonlu ya da korelasyonu yoktur. Ni ise MgO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Li ile Sc birlikte zenginleşir (**Şekil 3. 31**). Element zenginleşmesinde feldispatlarla birlikte, piroksen ve olivin etkindir.

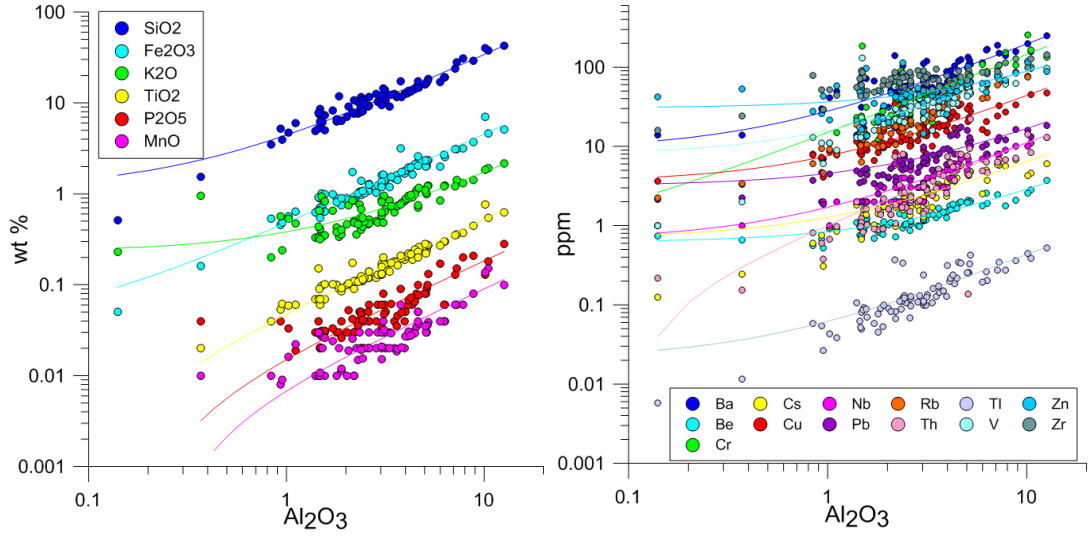


Şekil 3. 31: Ofiyolitlerde a) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO, TiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O b) MgO-Ni zenginleşmesi.

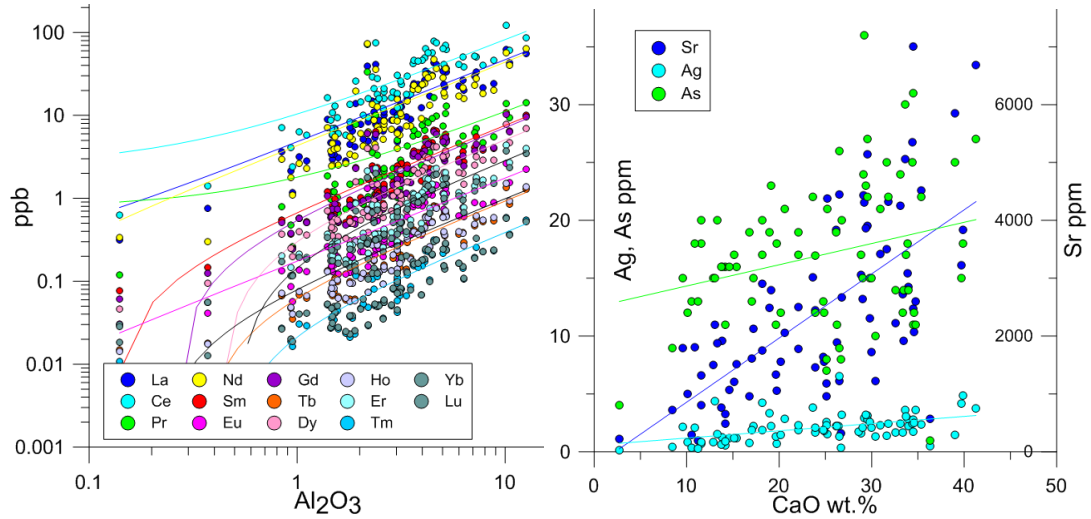
### 3.3.2.4 Güncel Sediman Yüzeyinde İz Elementlerin Zenginleşme Korelasyonu

Güncel göl sedimanlarında CaO, MgO, SO<sub>3</sub> ve Cl ile iz elementler arasında negatif korelasyon ya da korelasyon ilişkisinin görülmemesi, sedimanlardaki iz element zenginleşmesinde karbonatlar ve jips, halit gibi evaporitlerin etkisinin olmadığını gösterir. Göl sedimanlarında SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve MnO birlikte zenginleşirken, CaO ile sadece Sr, As ve Ag iz elementleri birlikte zenginleşir. Halit gibi tuzların etkisinde Na<sub>2</sub>O-Cl yüksek korelasyon ilişkisine sahiptir. Sedimanlardaki NTE ve diğer iz element zenginleşmesi fillosilikatlar başta olmak üzere K-feldispat vb. diğer Al-silikatların kontrolündedir (Şekil 3. 32, Şekil 3. 33).

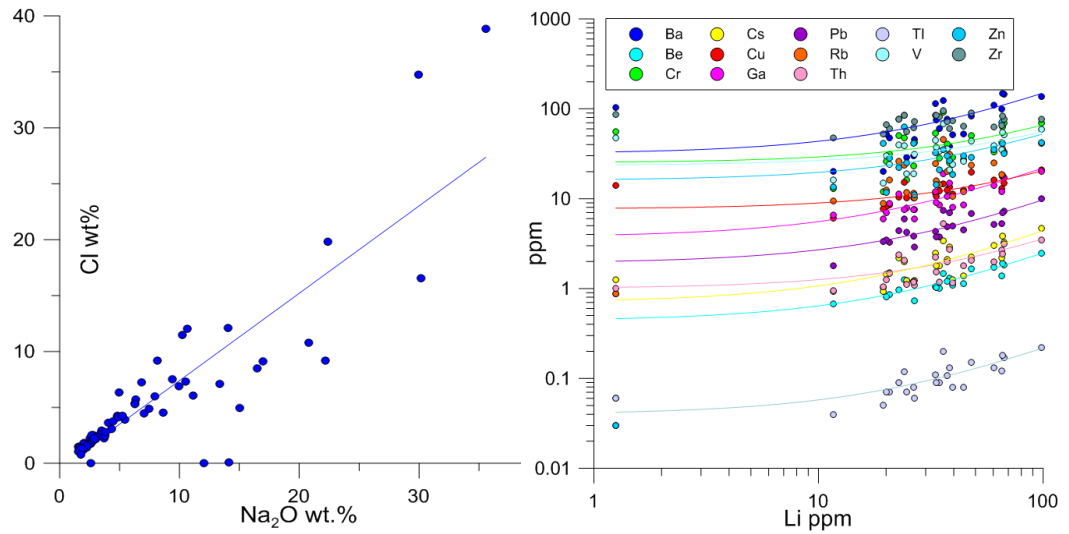
Güncel sediman yüzeyinde Li ile diğer iz elementlerin arasında belirgin bir ilişki görülmezken, yüzeyden derine inildikçe Li ile As, Ba, Be, Cs, Cu, Ga, Nb, Pb, Rb, Th, V, Zr konsantrasyonları birlikte zenginleşme/fakirleşmeye başlar. Sediman kolonunun 10cm derinliğinden sonra, Li ile CaO ve SO<sub>3</sub> negatif ilişkili iken diğer majör elementlerle düşük pozitif ilişkiye sahip olur. Li'nin, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve birlikte zenginleşen majör elementlerle birlikte Cl ve Na<sub>2</sub>O arasındaki ilişkisi, fillosilikatlar başta olmak üzere Al-silikatlarla birlikte halit gibi tuzların göl çökellerinde Li'nin potansiyel zenginleşme kaynakları olduğunu gösterir (Şekil 3. 34). Li'nin Na<sub>2</sub>O ve Cl arasındaki ilişki, evaporatif konsantrasyonun son evresinde Na-K gibi halit mineralleri içinde hapsolme ihtimalinden kaynaklanır.



Şekil 3. 32: Güncel göl sedimanlarında  $Al_2O_3$ -majör oksit ve  $Al_2O_3$ -iz element ilişkisi



Şekil 3. 33: Güncel göl sedimanlarında  $Al_2O_3$ -NTE ve CaO-Sr, Ag, As ilişkisi.



Şekil 3. 34: Güncel göl sedimanlarında  $Na_2O$ -Cl ve 10-20 cm sediman derinliğinde Li ile diğer iz elementlerin ilişkisi.



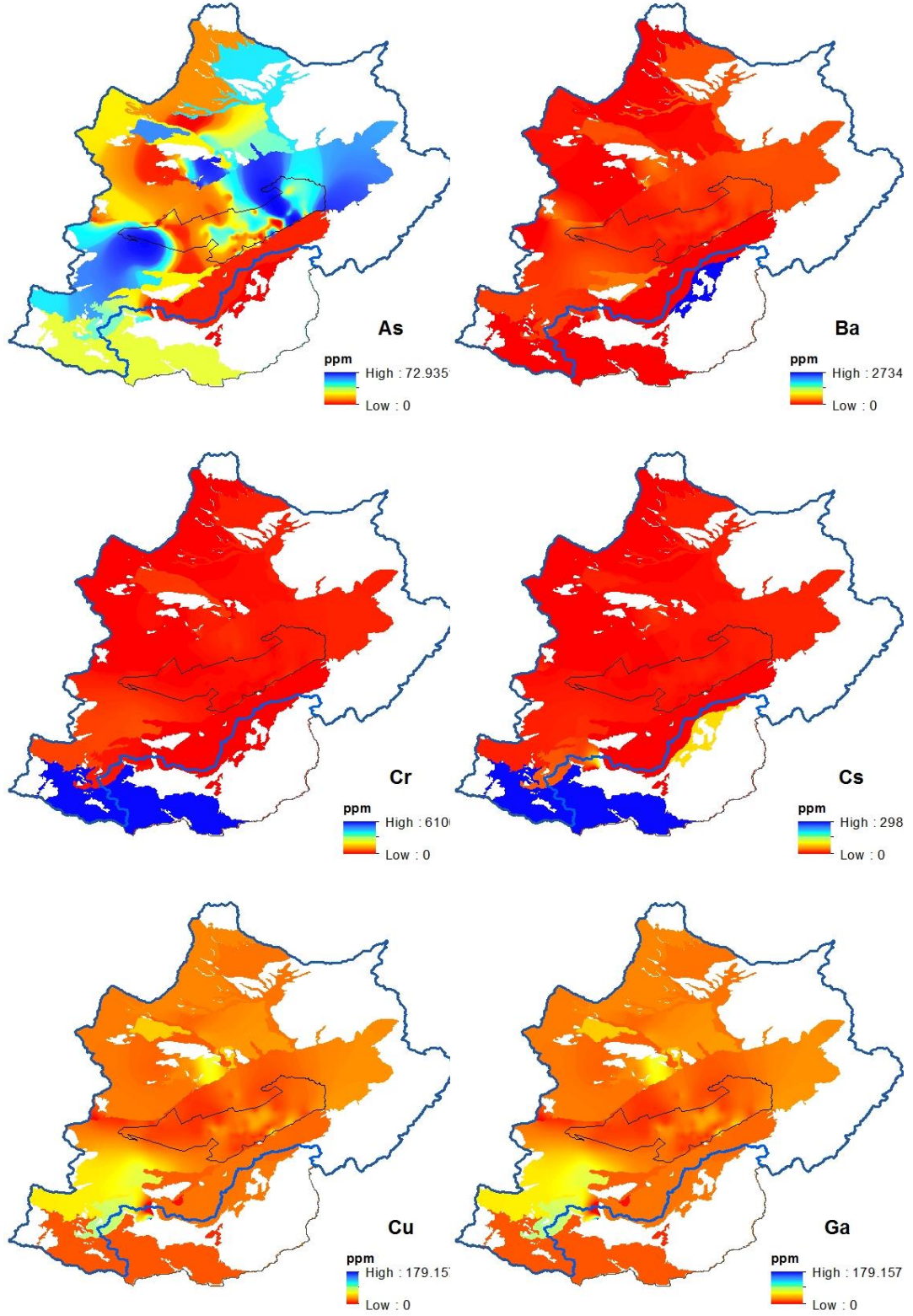
Witherow ve Lyons (2011) evaporatif konsantrasyonun son evresinde Li'nin halit gibi Na-K tuzlarının içinde oluşabileceğini öne sürmüştür. Li ile Na<sub>2</sub>O ve Cl arasında sediman yüzeyinde negatif, 10 cm'den sonraki derinlerde artan pozitif korelasyon ilişkisi görülür. Buna karşın Li, sedimanların her seviyesinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve birlikte zenginleşen majör elementlerle, pozitif korelasyon ilişkisini sürdürür. Li'nin majör elementlerle sediman kolonundaki ilişki anomalisi, yüzeyde Na-K tuzları içinde hapsolmanın neredeyse hiç olmadığı dolayısıyla tuzlarla Li zenginleşmesinin yüzeyde gerçekleşmediğini gösterir. Bunun yanında derine doğru inildikçe tuzlar sedimanlardaki Li varlığına etki etmeye başlar. Ancak bu etki düşüktür. Al-silikatlar ise sediman kolonunun her seviyesinde potansiyel Li kaynağıdır. Göl çökellerinin yüzey ve 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30cm'deki korelasyonları sırasıyla bkz. **Tablo 3. 2, Tablo 3. 3, Tablo 3. 4, Tablo 3. 5**'te detaylandırılmıştır.

### 3.3.2.5 İz Elementlerin Alansal Dağılımı

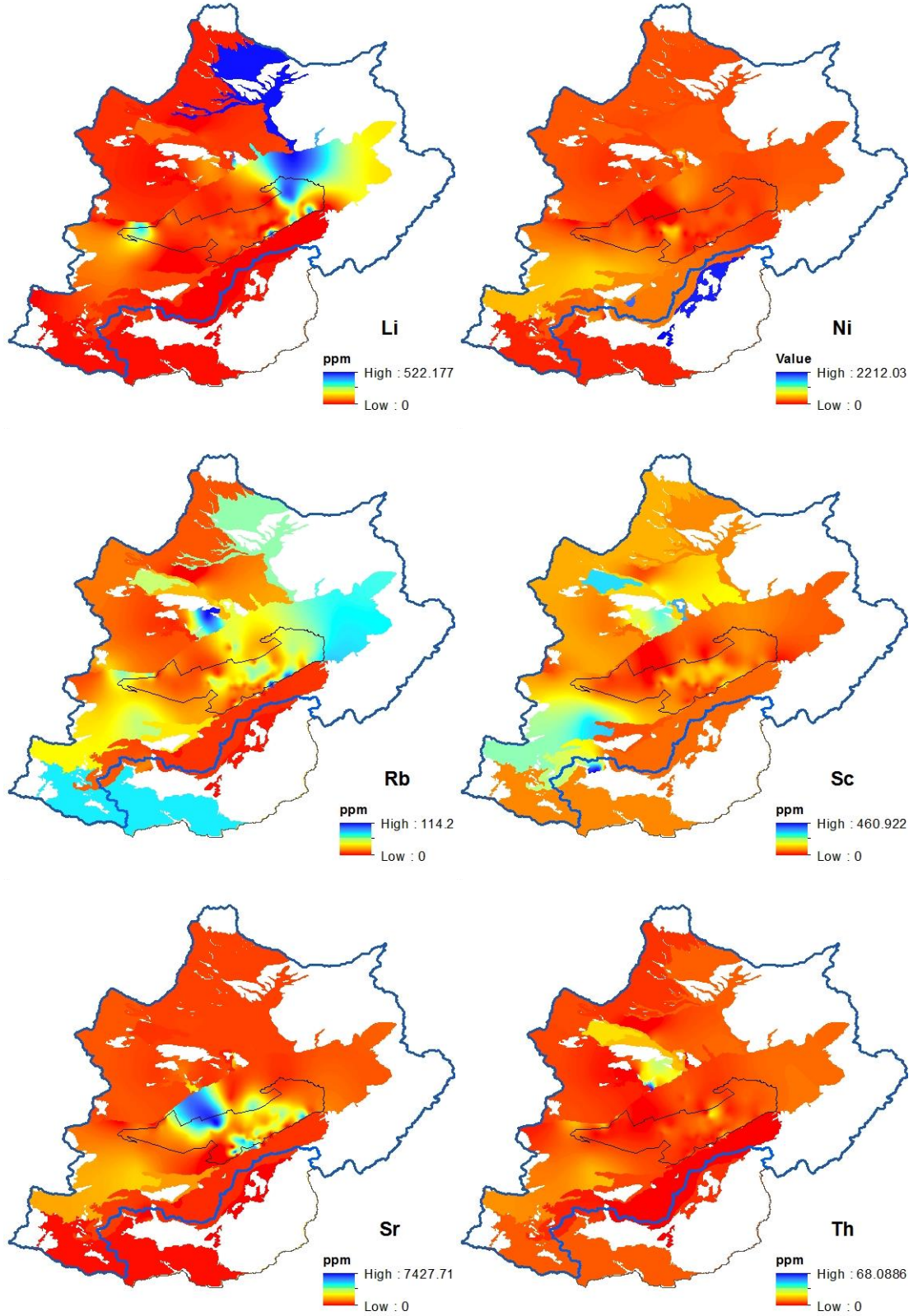
Litolojik birimlerdeki iz elementlerin havza içindeki zenginleşmelerine ait alansal dağılımı, göl sedimanlarını da içine alarak birlikte haritalanmıştır (**Şekil 3. 35**). Havzada yüksek **As** değerleri, kumtaşı, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalarda ve tefralarda görülür. Havzadaki **As** zenginleşmesi gölün kuzeyinde Hayrettin formasyonundadır. Formasyonunun Dazkırı'nın kuzeyindeki (Dazkırı piknik alanı) Dazkırı Üyesi ile Çameli formasyonu arasında kalan alüvyonlarda **As** değeri 38 ppm'e çıkar. Gölün kuzey batısındaki tefralar, gölün batısındaki Hambat Ovası içinde kalan alüvyonlarda **As**'yi zenginleştirmiştir (**Şekil 3. 35**).

Göl güncel çökel alanı içindeki **As** zenginleşme bölgesi gölün güneyindeki derin sondajların gölü beslediği alanlar başta olmak üzere göle su girişlerinin olduğu bölgelerdeki sedimanlardır. Gölü sürekli besleyen Akpınar sularının göl alanına ulaştığı sedimanlardaki **As** değeri, derin sondajların beslediği çökel alanına göre kısmen düşüktür. Göl sediman alanının kuzey batısında, havzanın kuzeyindeki yüzey drenajının göle ulaştığı alanlardaki sedimanlarda **As** değerinin yüksek olduğu görülür. Göl çanağındaki **As** değerleri normal seviyelerdedir.

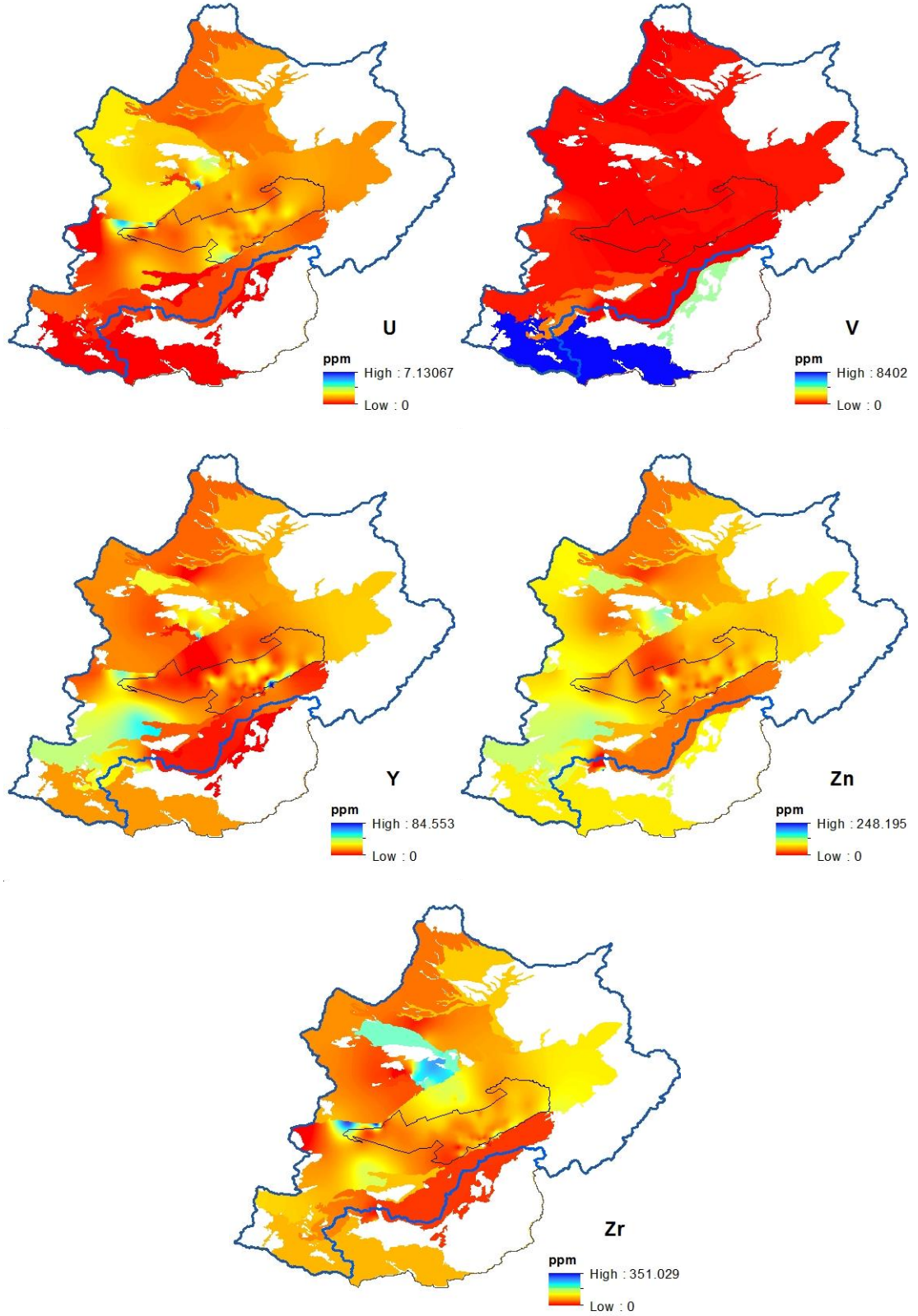
**Ba**, ekstrem değerlerini havzada litolojik birimlerde gösterir. Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle havzadaki ekstrem **Ba** zenginleşmesinin olduğu kayalardır (2734 ppm).



Şekil 3. 35: Havzada iz elementlerin alansal dağılımı.



Şekil 3. 35: Havzada iz elementlerin alansal dağılımı. (devam)



**Şekil 3. 35:** Havzada iz elementlerin alansal dağılımı. (devam)

Havzadaki bir diğer Ba zenginleşmesi karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalar, tefra ve kumtaşlarında görülür. Çardak formasyonu Avdan Üyesi'ndeki karbonatlı



silisiklastik kırıntılı kayaçlarda Ba değeri 660 ppm, Hayrettin formasyonundaki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 560 ppm, tefralarda 367 ppm, Hayrettin formasyonundaki feldispatik litarenitlerde 336 ppm, Gemiş Beldesi'nin güney batısındaki Çameli formasyonundaki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 339 ppm'e yükselir. Göl çökel alanında **Ba ekstrem değerleri**, göl çanağında ve gölü besleyen sürekli suların göle giriş yaptığı alanlarda zenginleşmiştir. Göl çökel alanının kuzey doğusunda, kuzeydeki yüzey drenajın göle ulaştığı aynı zamanda havzanın kuzey doğusundaki alüvyonların drenaj sistemi ile göle malzeme verdiği alanlarda Ba zenginleşir. Bu zenginleşme litolojik birimlerdeki ekstrem zenginleşmeye göre oldukça düşüktür.

**Cr ekstrem değerleri**, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'ndaki ofiyolitik komplekste görülür. Gölün kuzeyinde Çameli formasyonu içindeki kumtaşı/çamur taşlarında (Kızılören Üyesi) ve kumtaşı-çamurtaşı kökenli alüvyonlarda Cr değerleri 200-354 ppm arasında değişir. Hayrettin formasyonu içindeki kumtaşlarında Cr, 198 ppm'dir (bkz **Şekil 3. 35**).

**Cs alansal anomalisi**, havzanın güney batısında ofiyolitik kompleksin olduğu bölgelerde, Marmaris Ofiyolit Napı'ndadır. Cs ekstrem değerleri Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'ndaki ofiyolitik komplekste 298 ppm'dir. Aynı nap içindeki Marmaris Peridotiti'nde 83 ppm'dir. Diğer yüksek değerler Karaböğürtlen formasyonundaki çörtlü kireçtaşı 113 ppm'e yükselir. Kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda Cs konsantrasyonu 8 ppm'i geçmez (bkz **Şekil 3. 35**). Aynı şekilde göl sedimanlarında Cs, 7 ppm'in altındadır. Göl sediman alanında, göl çanağı ve sürekli suların göle giriş yaptığı alanlardaki sedimanlarda Cs değeri, gölün diğer bölgelerine göre yüksektir. Bu bölge aynı zamanda Cs içerikli birimlerin kırıntılı bileşenlerini içeren göl içindeki alüvyonlardır (bkz **Şekil 3. 35**).

Kalkofil element olan **Cu**, kalkopirit ( $CuFeS_2$ ), kovallit ( $CuS$ ), malahit ( $Cu_2CO_3(OH)_2$ ) gibi mineralleri olmakla beraber iz element olarak biyotit gibi mika, piroksen ve amfibollerde bulunur. Felsik kayaçlara kıyasla, bazik kayaları temsil eder (Salminen ve diğ. 2005). Havzadaki litolojik birimlerde Karaböğürtlen formasyonundaki ofiyolitik karmaşık, radyolaritik çört yüksek Cu içeren birimlerdir (76-177 ppm). Göl sedimanlarındaki en yüksek Cu konsantrasyonu 76 ppm'dir. Göl sediman alanında Cu'nun yüksek olduğu bölgeler, havzanın güneyindeki zengin Cu içerikli birimlerin kırıntılı bileşenlerini içeren göl içindeki alüvyonlardır. Aynı zamanda bu bölgeler gölü besleyen sürekli suların göle giriş yaptığı bölgelerdir. Göl sediman alanında göl çanağındaki zenginleşme, gölün kuzeyindeki Cu içerikli alüvyonların göl

alanına kadar uzanmasının etkisindedir. Hayrettin formasyonundaki feldispatik litarenitlerde Cu değeri 65 ppm, gölün batısındaki Hambat Ovası'ndaki alüvyonlarda 64 ppm, Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi'nde biotit, muskovit mineralleri ile birlikte demir oksit matrikse sahip olan ve önemli miktarda kuvars ve K-feldispat içeren kayalarda 54 ppm'dir (bkz **Şekil 3. 35**).

**Li ekstrem değerleri**, göl sedimanlarında görülür (413 ppm). Göl çökel alanındaki Li genelde 200 ppm ve altındadır. Göl çökel alanından Li zenginleşmesi, gölü besleyen sürekli suların göle giriş yaptığı alanlardaki sedimanlardadır. Litolojik birimlerdeki yüksek Li değerleri, Hayrettin formasyonundaki kumtaşı/çamur taşlarında 95 ppm'dir. Çameli formasyonu Kızılören Üyesi ve Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi'ndeki birimler 53-59 ppm Li içerir. Göl alanında ekstrem zenginleşmeler, kuzey doğudaki alüvyonların drenaj sistemi ile göle taşındığı alanlar ve sürekli gölü besleyen suların göle giriş yaptığı ve aynı zamanda alüvyonların göl alanına sokulduğu alanlardaki sedimanlardadır. Litolojik birimlerdeki Li, lepidolit, zinvaldit, sidorofillit vb. mikalardan gelir. Litofil metalik element olan Li, ağırlıklı olarak silikat minerallerinde, tali element olarak K-feldispat, mika, amfibol ve illit gibi kil minerallerinde bulunur (Salminen ve diğ. 2005) (bkz **Şekil 3. 35**).

**Ni ekstrem değerleri**, Marmaris Ofiyolit Napı'ndaki birimlerde, Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle (2212 ppm) ve Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitlerdedir (1943 ppm). Göl sedimanlarında Ni konsantrasyonu 579 ppm'e kadar yükselir. Göl sediman alanının batı ve güney batısı ofiyolitlerin etkisinde önemli Ni zenginleşme alanıdır. Gölün batısındaki Hambat Ovası'ndaki Ni miktarı göl sedimanları ile aynı düzeydedir (511 ppm). Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti'ndeki karbonatlı birimlerde 445-472 ppm arasında değişir. Havzada serpantinitle başta olmak üzere, karbonatlar ve kumtaşlarında önemli miktarda zenginleşir (bkz **Şekil 3. 35**).

**Rb**, havzada litolojik birimlerde Hayrettin formasyonu Dazkırı Üyesi'nde 112 ppm, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'daki ofiyolitik komplekste 78 ppm, tefralarda 64 ppm, göl sedimanlarında 98 ppm'dir. Göl sedimanlarında göl çanağı ile birlikte, gölü besleyen sürekli suların göle giriş yaptığı ve aynı zamanda alüvyonların göl alanına sokulduğu alanlardaki sedimanlarda, Rb değerleri yüksektir. Litolojik birimlerdeki Rb, lepidolit ve zinvaldit başta olmak üzere genelde mikalarla, K-feldispat ve killerce zenginleşir. K-feldispat, mika ve killer potansiyel Rb kaynağıdır (Salminen ve diğ. 2005) (bkz **Şekil 3. 35**).

**Sc'nin** havza içindeki litolojik birimlerdeki ekstrem değerleri, Karaböğürtlen formasyonunda kuvars, K-feldispat, hematit ve klorit minerallerini içeren radyolaritik çörtlerdedir. Sc değerleri Hayrettin formasyonu içindeki konglomeralarda 358 ppm, Çameli formasyonu Kızılören Üyesi'nde 326 ppm, feldispatik litarenitlerde 300 ppm'e kadar çıkar. Aynı bölgede Dazkırı'nın kuzeyinde (Dazkırı piknik alanı), Hayrettin formasyonu ile Çameli formasyonu arasındaki alüvyonlarda 334 ppm'dir. Gölün batısındaki ovada 300 ppm'dir. Göl alanındaki Sc değerleri en yüksek, 218 ppm'dir. Göl sediman alanında göl çanağı ve sürekli suların göle giriş yaptığı alanlardaki yüksek Sc belirgindir. Bu alanlar aynı zamanda alüvyonların gölün içine sokulduğu alanlardır (bkz **Şekil 3. 35**).

Litofil element olan **Sr'nin** kaynağı, kalsit ve dolomit başta olmak üzere jips, K-feldispat, plajiyoklazlardır (Salminen ve diğ. 2005). Sr, havzada ekstrem değerleri göl sedimanlarında 7000 ppm'e kadar zenginleşmiştir. Gölü besleyen sürekli suların göle girdiği alanlardaki sedimanlarda Sr değeri oldukça zenginleşir. Gölün güneyinde Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti'ne yakın alanlarda Sr, en yüksek değerlerine ulaşır. Gölün kuzeyindeki drenaj sisteminin göl alanına girdiği kısımlar da Sr zenginleşmesine maruz kalmıştır. Litolojik birimlerde gölün kuzeyinde Çameli formasyonu Kireçtaşı Üyesi'ndeki killi kireçtaşlarında 2270 ppm, gölün batısındaki Hambat Ovası'ndaki alüvyonlarda 1787 ppm'dir. Gemiş'in güney batısındaki Çameli formasyonuna ait Mg içerikli killi karbonat birimlerinde (dolomit, aragonit, kalsit, kuvars, kil içerikli) 1310 ppm, Hayrettin formasyonu Dazkırı Üyesi'nde 865 ppm'dir. Karaböğürtlen formasyonundaki ofiyolitik melanj içinde Sr değeri 800 ppm'dir. Sr, havzada litolojik birimlerde önemli ölçüde karbonatlarla (kalsit, dolomit) birlikte zenginleşmiştir (bkz **Şekil 3. 35**).

Havzadaki kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar önemli **Th kaynağıdır**. Th, litolojik birimlerde Hayrettin formasyonunda 63 ppm, göl sedimanlarında 22 ppm'e kadar yükselir. Havzada Hayrettin formasyonu önemli Th kaynağı iken, Çameli formasyonu Kızılören Üyesi 20 ppm, Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi 17 ppm, Çardak Tefrası 16,4 ppm Th içerir. Karbonat, ofiyolit ve serpantinler Th içermez (bkz **Şekil 3. 35**).

**U**, litolojik birimlerde 6,6 ppm, göl sedimanlarında 2,3 ppm'e kadar yükselir. Havzada Hayrettin formasyonu (6,6 ppm) ve tefralar (5,2 ppm) önemli U zenginleşmesi olan birimlerdir. Acıgöl fayı boyunca yer alan Kilise Sırtı yelpazesindeki dolomitik çakıllar 4,3 ppm, Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi'ndeki tremolit sistler 2,4 ppm U içerir. Karbonatlarda U, 0,6 ppm'dir. Kızılcadağ Melanj ve



Olistostromu'nda ofiyolitler, Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinler ve Çardak formasyonu Avdan Üyesi'ndeki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar, U içermez. Göl sedimanlarında göl çanağı ile birlikte güneyde Gemiş civarında dolomitik kireçtaşlarına yakın alanlarda U değerleri yüksektir (bkz **Şekil 3. 35**).

V, karbonatlarda oldukça düşüktür (2 ppm). **Yüksek V değerleri**, havzanın güney batısındaki Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu içindeki ofiyolitik karmaşık, Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinler 4300-8400 ppm V içerir. Çardak formasyonu Avdan Üyesi'ndeki kumtaşları, ofiyolitik karmaşıktan sonraki V zenginleşmesi görülen birimlerdir (200-687 ppm). Hayrettin formasyonundaki kumtaşlarında 143 ppm, tefralarda 67 ppm V bulunur. Göl sedimanlarında görülen en yüksek değer 118 ppm'dir. Göl sediman alanında V'nin yüksek olduğu bölgeler, havzanın güneyindeki zengin V içerikli birimlerin kırıntılı bileşenlerini içeren göl içindeki alüvyonlardır (bkz **Şekil 3. 35**).

Litofil metalik element olan Y, kendi mineralleri olmakla birlikte genelde biotit, feldispat, piroksen, garnet ve apatit içinde tali element olarak bulunur (Salminen ve diğ. 2005). Havzada Y'nin yüksek değerleri göl sedimanlarında 75 ppm, Hayrettin formasyonunda 58 ppm, gölün batısındaki Hambat Ovası'ndaki alüvyonlarda 51 ppm, tefralarda 48 ppm, Karaböğürtlen formasyonundaki serpantinlerde 41 ppm'dir. Karbonatlarda ortalama 1 ppm Y bulunurken, Marmaris Peridotiti'ndeki olivin ve ortopiroksen kalıntıları ile birlikte serpantin ve kromit içeren örneklerde 1 ppm'den düşüktür. Göl sedimanlarında göl çanağı ile birlikte güneyde kırıntılı bileşen içeren alanlarda zenginleşmiştir (bkz **Şekil 3. 35**).

**Zn**, litolojik birimlerde Karaböğürtlen formasyonundaki ofiyolitik karmaşıktaki 248 ppm, göl sedimanlarında 115 ppm'dir. Hayrettin formasyonu Dazkırı Üyesi 139 ppm, Çameli formasyonu Kızılören Üyesi 117 ppm Zn içerir. Gölün batısındaki Hambat Ovası'ndaki alüvyonlarda Zn 119 ppm'dir. Göl alanındaki yüksek Zn değerleri gölün farklı bölgelerinde görülmekle birlikte, güneydeki sürekli suların göle giriş yaptığı, aynı zamanda alüvyonların göl alanına sokulduğu bölgeler belirgindir.

**Litofil metalik element olan Zr**, zirkon ( $ZrSiO_4$ ) gibi kendi mineralleri olmakla birlikte rutil ve ilmenit gibi titanyum minerallerinde ve eser miktarda klinopiroksen, amfibol, mika ve garnette bulunur. Felsik volkanik kayaçlar, baziklere göre Zr bakımından zenginleşmiştir. Sedimanter kayaçlardaki Zr zenginleşmesi, zirkon ve sfen gibi ağır mineral içeren döküntülerle ilgilidir (Salminen ve diğ. 2005). Havzada Zr

zenginleşmesi tefra, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç ve kumtaşlarında gerçekleşir.

Güncel göl sedimanlarında Zr, 143 ppm'dir. Tefralarda 300 ppm, Hayrettin formasyonundaki feldispatik litarenitlerde 276 ppm, Dazkırı'nın kuzeyinde (Dazkırı piknik alanı) Hayrettin formasyonu ile Çameli formasyonu arasındaki alüvyonlarda 227 ppm'dir. Karbonatlar (14-24 ppm) ve Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle (13 ppm) havzadaki en düşük Zr içeren birimlerdir. Göl sediman alanında yüksek Zr, sürekli suların göle giriş yaptığı ve aynı zamanda alüvyonların göl alanına sokulduğu bölgelerdedir (bkz **Şekil 3. 35**).

İz elementlerin güncel göl alanında zenginleşmesinde, **gölü besleyen sürekli kaynaklar**, Sr, Li, Cs, As, Ba iz elementlerinin zenginleşmesinde etkindirler. Gölü besleyen sürekli kaynaklar, gölün güneyinde gölün içine kadar sokulan kırıntılı bileşenler içeren alüvyonlara yakın konumdadır. Sr ile birlikte bazı iz elementlerin göl alanının bu kısımlarında yüksek olmasında kaynak, drenaj sistemi ile gölün içine kadar sokulan kırıntılı alüvyon bileşenleridir.

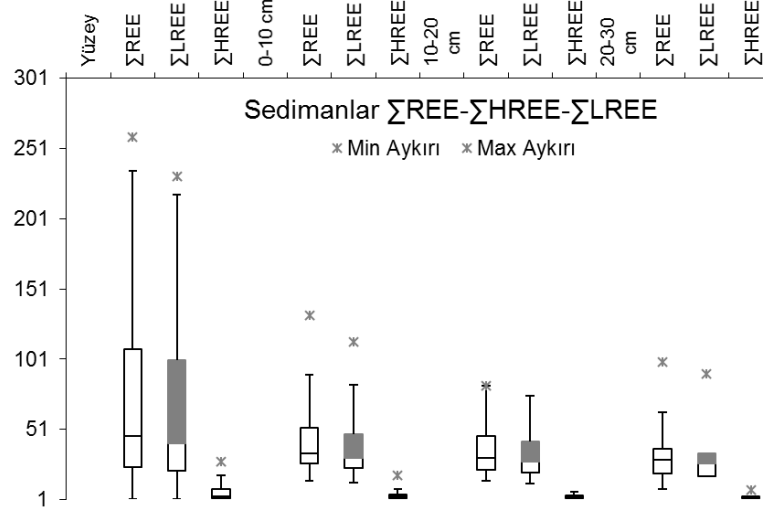
İz elementlerin alansal dağılımı, korelasyon matrisi ile uyumludur. **Ba, Cs, Cu, Nb, Pb, Rb, Sc, V, Y** iz elementleri benzer alansal dağılıma sahipken **Sr** ve **As** birbirine benzer anomalisiyle diğer iz elementlerden farklılık gösterir. **Ni** anomalisi tüm iz elementlerden farklıdır.

### 3.3.3 Nadir Toprak Elementi (NTE-REE) Jeokimyası

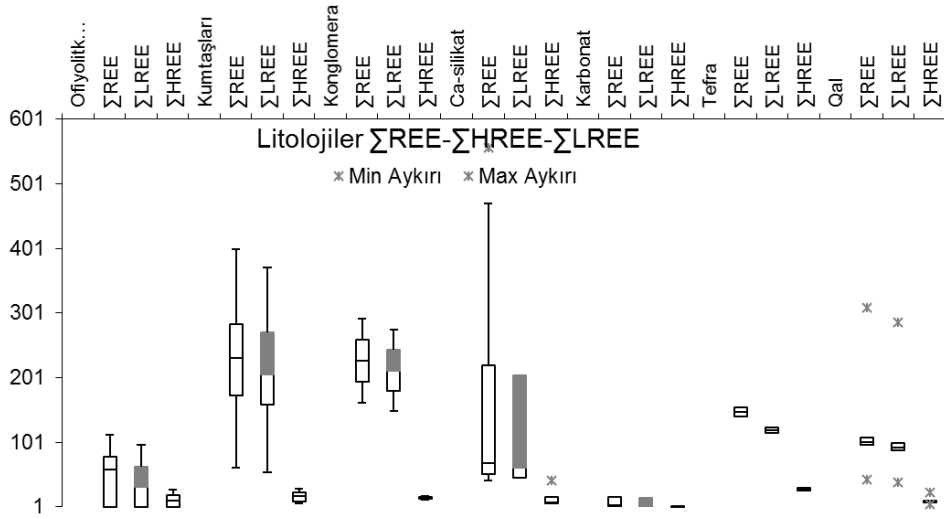
#### 3.3.3.1 Güncel Göl Sedimanlarında ve Litolojik Birimlerde Nadir Toprak Elementleri (NTE-REE)

Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerin NTE içerikleri **Şekil 3. 36, Şekil 3. 37**'de detaylandırılmıştır. Güncel göl sedimanlarında toplam nadir toprak elementi miktarı ( $\Sigma$ REE), hafif nadir toprak elementlerinden ( $\Sigma$ LREE, HNTE) kaynaklanır. Göl sedimanlarında ağır nadir toprak element ( $\Sigma$ HREE, ANTE) miktarı oldukça düşüktür. Yüksek NTE anomalileri yüzeydeki sedimanlardadır. Güncel sediman kolonunda  $\Sigma$ REE miktarı derine doğru azalır (**Şekil 3. 36**). Güncel göl sedimanlarının yüzeyinde toplam nadir toprak elementi miktarı 1,7 ppm ile 259 ppm arasında değişir (Ort.=73 ppm, n=71). Yüzeyde hafif nadir toprak elementi miktarı ( $\Sigma$ LREE) 1,5 ppm-231 ppm

(Ort.=65 ppm) arasında kalırken, ağır nadir toprak elementi miktarı ( $\Sigma$ HREE) ise 30 ppm'i geçmez (Ort.=6,3 ppm).  $\Sigma$ REE, sedimanların 0-10 cm seviyesinde; 14,5-132 ppm (Ort.=45 ppm, n=32), 10-20 cm seviyesinde; 14,3-82 ppm (Ort.=35 ppm, n=23), 20-30 cm seviyesinde 8,7-99 ppm (Ort.=37,4, n=10) arasında değişen konsantrasyona sahiptir (Ort.=22,6 ppm, n=13) (**Şekil 3. 36**).



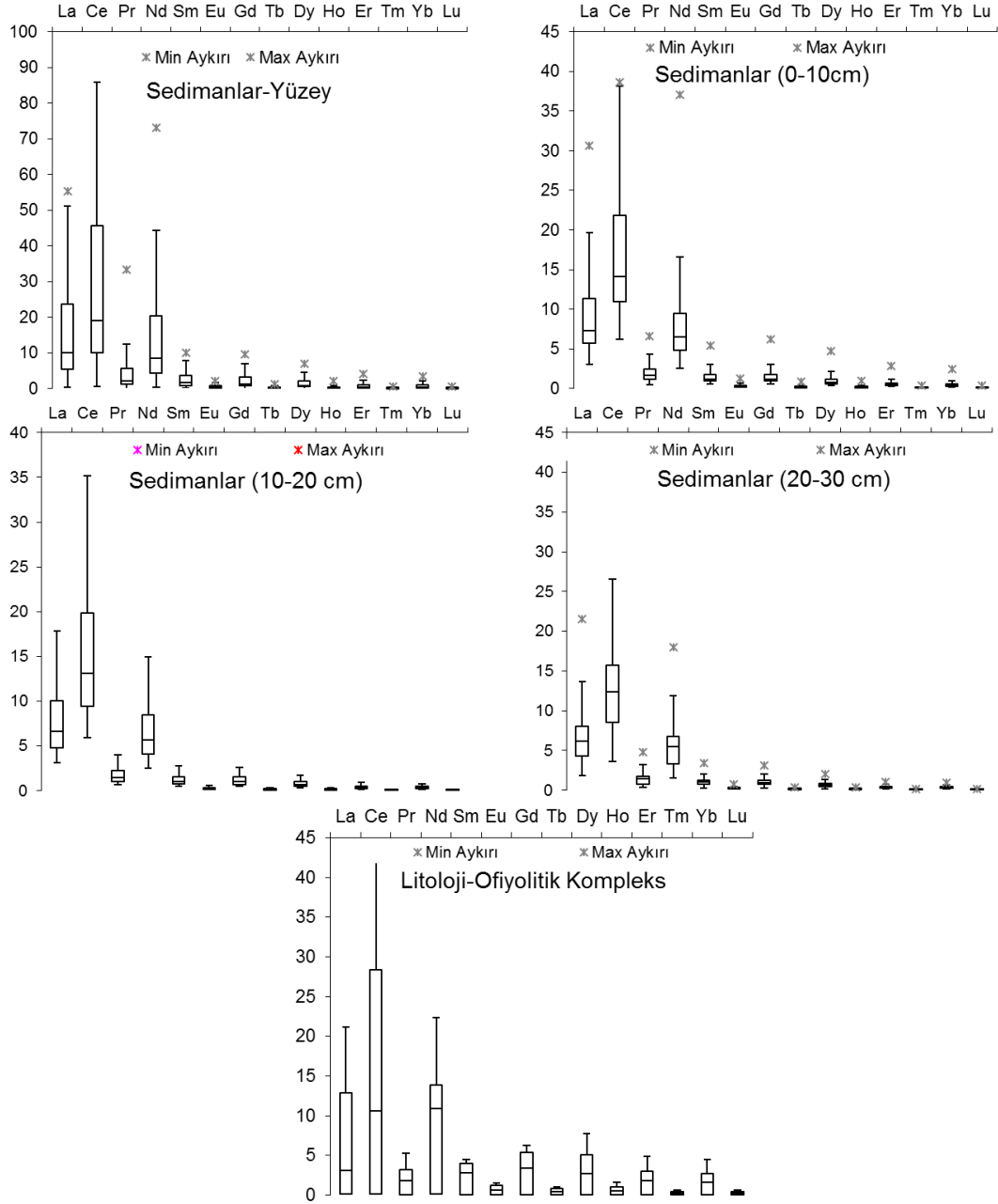
**Şekil 3. 36:** Güncel göl sedimanlarında  $\Sigma$ REE,  $\Sigma$ LREE(Hafif) ve  $\Sigma$ HREE (Ağır) değer aralığı.



**Şekil 3. 37:** Litolojik birimlerde  $\Sigma$ REE,  $\Sigma$ LREE(Hafif) ve  $\Sigma$ HREE (Ağır) değer aralığı.

Litolojik birimlerde NTE, kumtaşları, konglomera ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlı birimlerde zenginleşir. Ofiyolitik kompleks ve karbonatların  $\Sigma$ REE miktarı, kumtaşı ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlara göre düşüktür (**Şekil 3. 37**). Litolojik birimlerde  $\Sigma$ REE miktarı, sedimanlarda olduğu gibi hafif nadir toprak elementlerinden ( $\Sigma$ LREE) kaynaklanır.  $\Sigma$ REE miktarı kumtaşlarında 61-400 ppm (Ort.=230, n=7), karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda 41,5-557 ppm (Ort.=159, n=11) arasındadır. Tefralarda ortalama 148 ppm, alüvyonlarda 127 ppm'dir (43-309

ppm arasında). Havzadaki  $\Sigma$ REE miktarı en düşük birim, karbonatlardır (Mak.=35 ppm).  $\Sigma$ REE miktarının düşük olduğu bir diğer birim ise ofiyolitik komplekstir. Ofiyolitik komplekste  $\Sigma$ REE değeri ortalama 47 ppm, maksimum 113 ppm'dir (**Şekil 3. 37**). Sedimanlardaki  $\Sigma$ REE dolayısıyla  $\Sigma$ LREE miktarı Ce, La ve Nd nadir toprak elementlerinden kaynaklanır. Ortalama Ce, La ve Nd değerleri, sediman kolonunda yüzeyden derine doğru azalır (**Şekil 3. 38**).



**Şekil 3. 38:** Güncel göl sedimanları ve ofiyolitik kompleksteki Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) değer aralığı.

Ce değerleri, yüzeyde; 1-86 ppm (Ort.=28,4 ppm, n=76), 0-10 cm seviyesinde; 6-39 ppm (Ort.=17, n=32), 10-20 cm seviyesinde 6-35 ppm (Ort.=15 ppm, n=23), 20-30 cm seviyesinde 4-42 ppm (Ort.=16, n=10) arasındadır (bkz. **Şekil 3. 38**).

La değerleri, yüzeyde; 0-55 ppm (Ort.=15,5 ppm), 0-10 cm seviyesinde 3-31 ppm (Ort.=10 ppm), 10-20 cm seviyesinde; 3-18 ppm (Ort.=8 ppm), 20-30 cm seviyesinde 2-22 ppm (Ort.=8 ppm) arasında değişir. Nd değerleri, yüzeyde; 0-73 ppm (Ort.=14 ppm), 0-10 cm seviyesinde; 3-37 ppm (Ort.= 9 ppm), 10-20 cm seviyesinde; 3-15 ppm (Ort.= 6 ppm), 20-30 cm seviyesinde; 2- 18 ppm (Ort.=7 ppm) arasında değişir (bkz **Şekil 3. 38**).

Gl ortamlarında redoks koşullarına bağlı olarak Ce, oksidasyon sırasında  $Ce^{3+}$  formundan, çözünür olmayan  $Ce^{4+}$  formuna geçerek, çözünmüş Ce ortamda azalırken, gl sedimanlarında Ce'nin La ve Pr'ye göre konsantrasyonu artar. Tersi durumda da indirgen ortamda  $Ce^{4+}$ ,  $Ce^{3+}$  formuna geçerek sedimanlarda Ce konsantrasyonu azalır (Hannigan ve diğ. 2010). Acıgöl güncel sedimanlarında Ce'nin, La ve Pr'ye göre yüksek konsantrasyonunun olası nedeni Hannigan ve diğ. (2010) tarafından belirtildiği gibi redoks koşullarıdır.

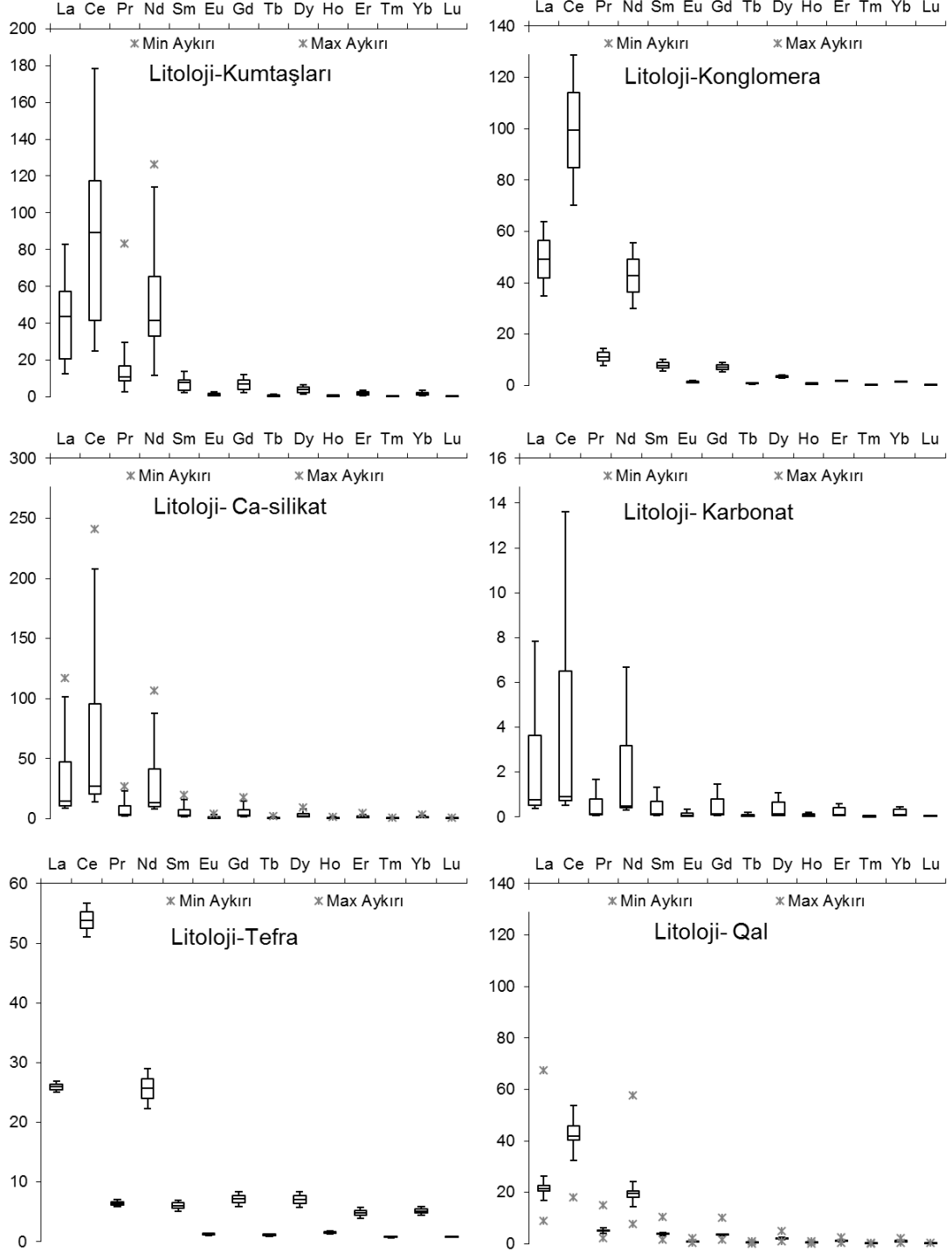
Litolojik birimlerde de sedimanlarda olduğu gibi toplam nadir toprak elementlerini önemli ölçüde Ce, Nd ve La oluşturur. Ce değerleri, kumtaşlarında; 25-178 ppm (Ort.=87 ppm), karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda; 14-241 ppm (Ort.=67 ppm), tefralarda; 51-57 ppm (Ort.=54 ppm), alüvyonlarda; 18-133 ppm (Ort.=54 ppm), ofiyolitlerde; 0-42 ppm (Ort.=16 ppm), karbonatlarda;0,5-14 ppm (4 ppm) arasında dağılım gösterir (**Şekil 3. 39**).

### 3.3.3.2 NTE Alansal Dağılımı

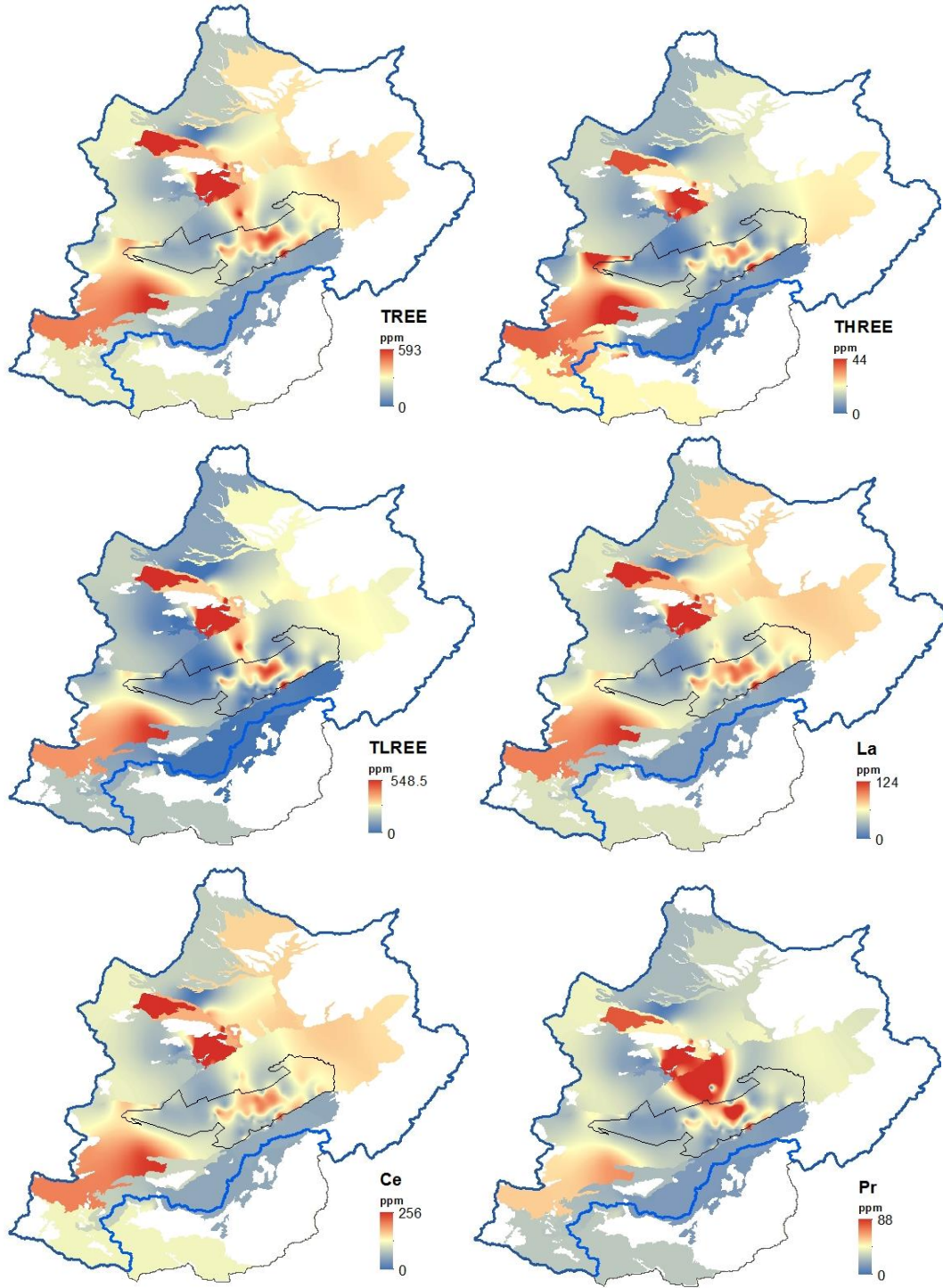
Gl çökel alanında güncel evaporitleşme bölgeleri, NTE bakımından oldukça fakirdir. NTE zenginleşmeleri genelde gl çanağında ve gölün güneyinde drenaj sistemi ile kırıntılı malzemelerinin gölün içine kadar sokulduğu alvyonlardadır. Gölalanı içinde alansal dağılımlarına göre NTE, üç farklı anomali sergiler. Alansal dağılım benzerliklerine göre NTE, a) La, Nd, Sm, Gd, Dy, Er, Yb, b) Ce, Pr, c)Eu, Tb, Ho, Tm, Lu şeklinde gruplanır (**Şekil 3. 40**).

Gl sedimanlarında NTE içinde önemli oranda yüksek konsantrasyona sahip olan Ce, gl sediman alanı içinde alansal dağılımının en düşük değerleri gölün

batısında. Ce anomalisine göre ekstrem değerler gölün güney batısında görülür. Göl çanağı ve gölün güneyinde drenaj sistemi ile malzeme girişinin olduğu alanlarda yine Ce değerleri yüksektir.



**Şekil 3. 39:** Litolojik birimlerdeki Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) değer aralığı.

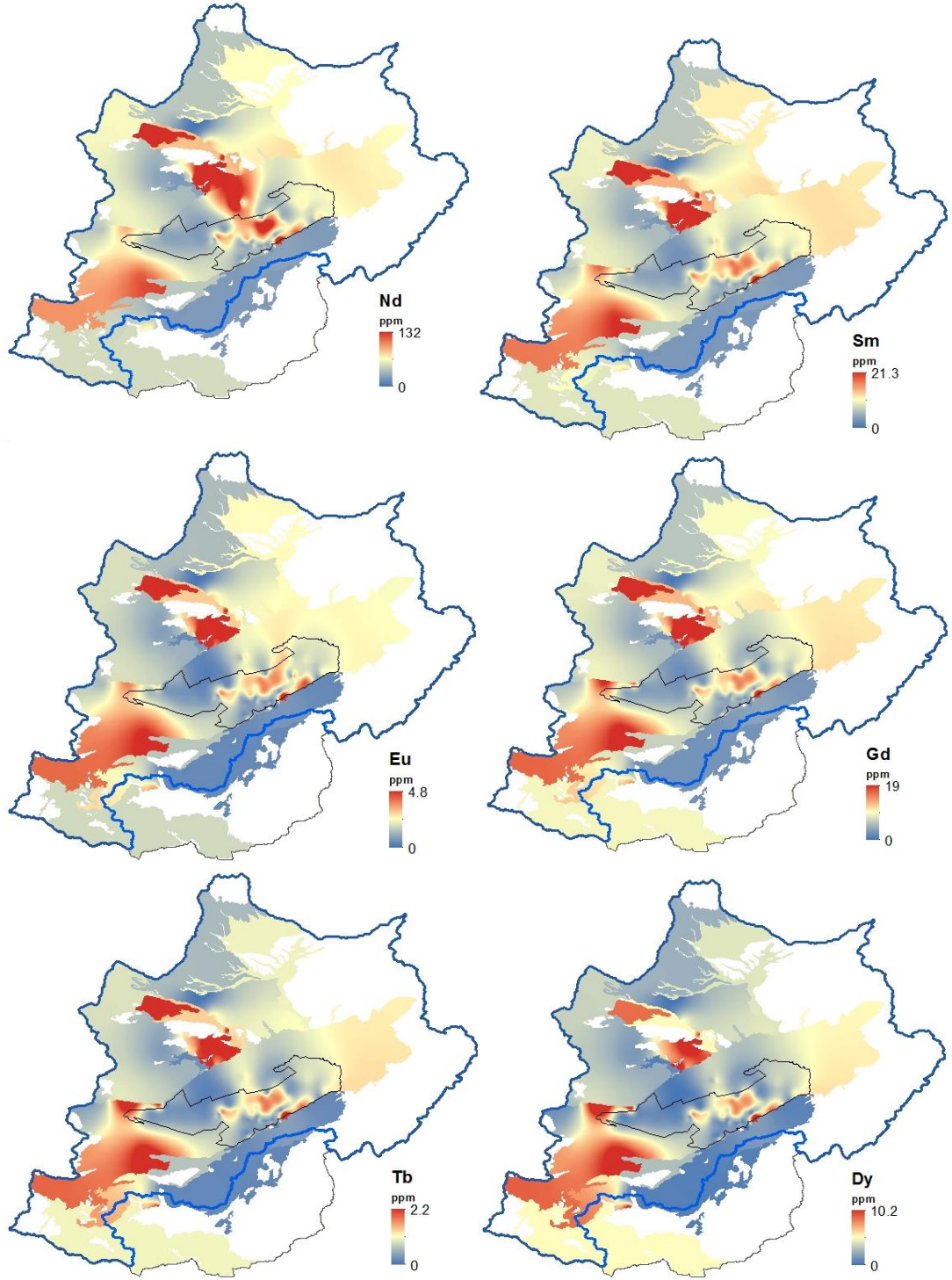


Şekil 3. 40: Litolojik birimlerde NTE,  $\Sigma$ REE alansal dağılım anomalisi.

Göl sedimanlarında konsantrasyonu yüksek bir diğer element olan La'nın ekstrem değerleri, göl çanağında ve gölün güneyinde drenaj sistemi ile malzeme girişinin olduğu alanlardadır. La ve benzer alansal dağılım anomalisine sahip Nd, Sm, Gd, Dy, Er, Yb'yi diğer elementlerden ayıran en önemli anomali farkı, gölün doğusundaki alanlarda görülen zenginleşmeleridir. Eu için göl çanağı ve gölün



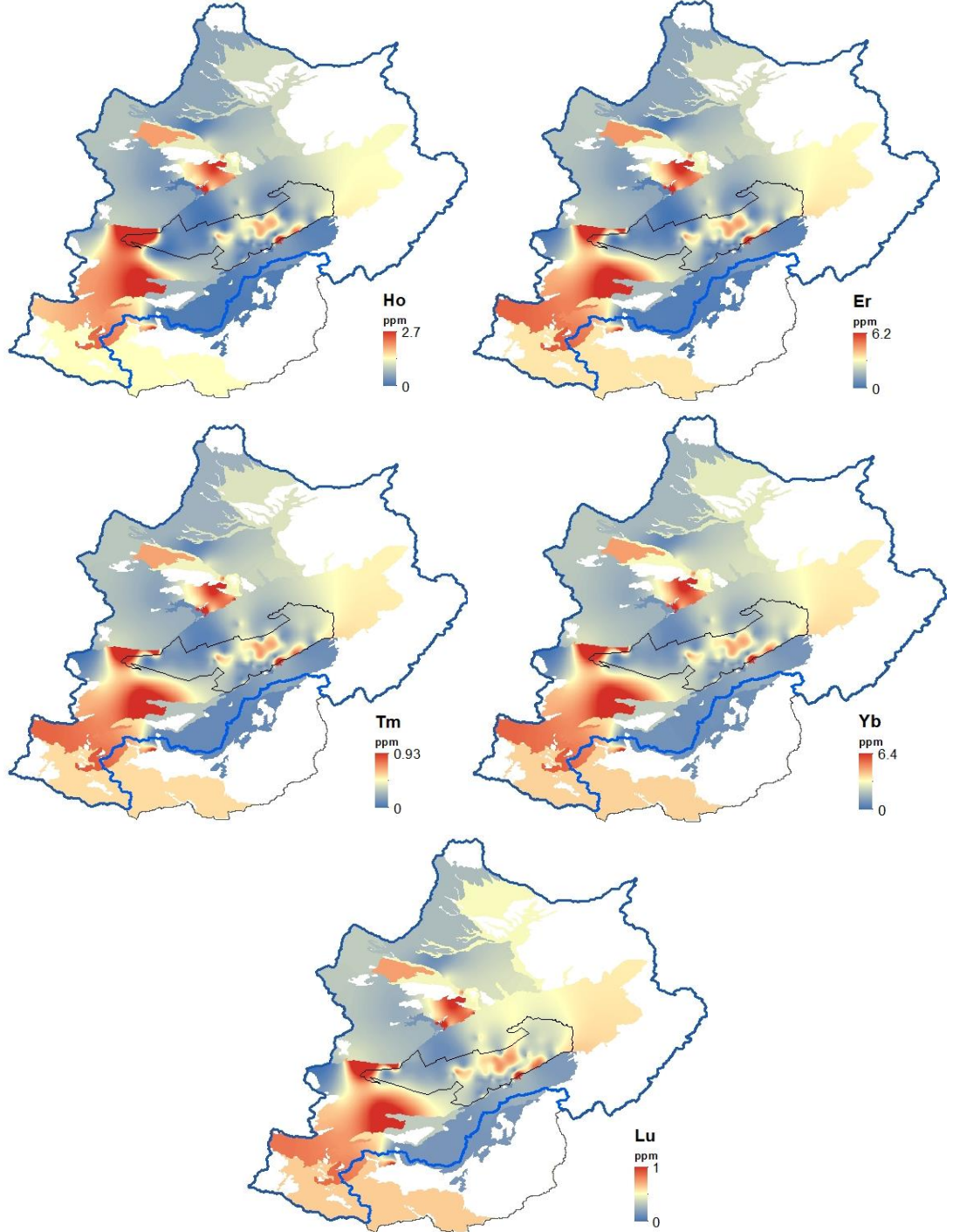
güneyinde drenaj sistemi ile malzeme girişinin olduğu alanlarla birlikte, gölü sürekli besleyen kaynakların göle giriş yaptığı alanlar önemli zenginleşme bölgeleridir.



Şekil 3. 40: Litolojik birimlerde NTE,  $\Sigma$ REE alansal dağılım anomalisi (devam).

Acıgöl Havzası'nda NTE, Hayrettin formasyonundaki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç (557 ppm), kumtaşı (400 ppm) ve Çameli formasyonu içinde özellikle Kızılören Üyesi içindeki kumtaşlarında (310 ppm) zenginleşmiştir. Göl sediman

alanının hemen kuzeyindeki NTE anomalileri, kuzeydeki drenaj sisteminin Hayrettin ve Çameli formasyonu içindeki kırıntılı malzemeyi taşıyarak göl sediman alanına kadar uzanan alüvyonları oluşturduğunu ortaya çıkarır.



Şekil 3. 40: Litolojik birimlerde NTE,  $\Sigma$ REE alansal dağılım anomalisi (devam).

Gölün batısında Hambat Ovası içindeki alüvyon, muhtemelen gölün kuzeyindeki Çardak Tefraları'ndan kaynaklı, 231 ppm NTE içerir. Tefralardaki NTE konsantrasyonu 160-170 ppm arasındadır. Güncel sediman alanında göl çanağındaki

sürekli su altındaki sedimanlar 200 ppm, sediman alanında özellikle gölün güneyinde drenaj sistemi ile taşınan kırıntıların oluşturduğu ve gölün içine kadar sokulan alüvyonlar 258 ppm NTE barındırır. Havza içindeki NTE, hafif nadir toprak elementlerinden kaynaklanır ve havzadaki NTE anomalisini, HNTE (LREE) şekillendirir. Havzadaki ANTE (HREE) anomalisinde, Hayrettin formasyonu ve Çameli formasyonu ile birlikte Çardak Tefraları etkindir (bkz. **Şekil 3. 40**).

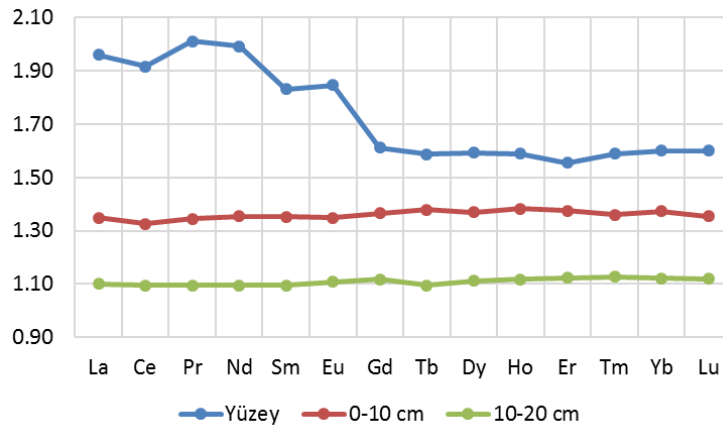
NTE alansal dağılım anomalisinde Pr ve Nd diğerlerinden ayrılır. Gölün kuzeyindeki formasyonlardan göl alanına sokulan alüvyonları Nd ve Pr anomalisi önemli ölçüde yansıtır. Gölün batısındaki NTE zenginleşmesinde Çardak Tefraları'nın etkisi, element bazındaki anomali haritalarında daha belirgindir (bkz. **Şekil 3. 40**).

### 3.3.3.3 NTE Normalizasyonu

Güncel göl sedimanlarındaki NTE zenginleşmesi, havzada bulunan ve büyük oranda göl alanına kırıntılı malzeme bakımından besleyen çevre kayalar ve EKLER'de detayları belirtilen farklı tektonik ortamlara göre karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

#### a) Sediman kolonunda NTE zenginleşme faktörü

Güncel göl sediman kolonunda NTE zenginleşme faktörü ( $EF_{NTE}$ ), basit olarak yüzeydeki NTE konsantrasyonlarının 0-10cm'deki NTE konsantrasyonlarına oranı, 0-10cm seviyesindeki NTE konsantrasyonlarının, 10-20 cm'deki NTE konsantrasyonlarına oranlanması ile değerlendirilmiştir (**Şekil 3. 41**).



**Şekil 3. 41:** Sığ sediman kolonunun farklı seviyelerinde NTE zenginleşme faktörü (Yüzey;Yüzey/0-10cm oranı, 0-10cm; 0-10cm/10-20cm oranı; 10-20cm; 10-20cm/20-30cm oranı).

Göl sediman kolonunun yüzeyindeki ve 0-10cm seviyesindeki NTE zenginleşme faktörü 3'e kadar yükselmesi sıg sediman kolonunda derine doğru azalmayı gösterir. Sediman yüzeyinde HNTE zenginleşme faktörü, ANTE'ye göre yüksektir. Sediman kolonunda derinlere indikçe HNTE ve ANTE zenginleşme faktörü benzer hal alır.

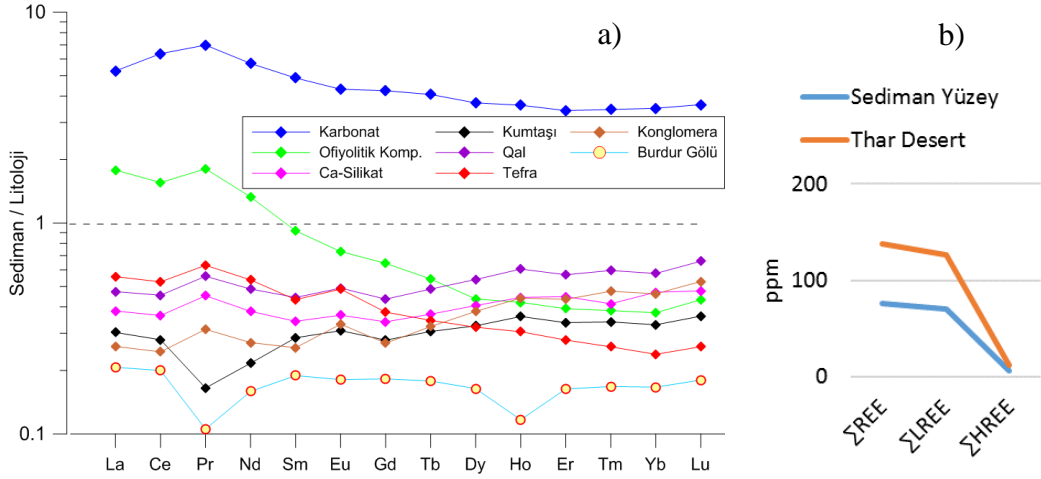
***b) Güncel sedimanların, havzadaki litolojik birimlere, Burdur Gölü sedimanlarına ve alkali-tuzlu playa Thar Desert (Hindistan) sedimanlarına göre normalizasyonu***

Güncel göl sedimanlarının  $\Sigma$ REE miktarı, kumtaşı, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç, konglomera ve tefralara göre fakir durumdayken, karbonatlara göre oldukça zengin durumdadır. Sedimanların hafif nadir toprak elementleri (LREE, HNTE), ofiyolitik komplekse göre zenginleşirken, ağır nadir toprak elementleri (HREE, ANTE) fakirleşmiştir (**Şekil 3. 42**). Göl sedimanlarındaki NTE miktarının litolojik birimlere göre düşük olmasının olası nedeni, kimyasal sedimanter olaylar ve sınırlı miktardaki *biyojenik katkılardır*.

*Acıgöl'deki güncel sedimanların* ortalama NTE değerleri, Burdur Gölü'nün güney batısında Karakent civarından alınan *Burdur Gölü güncel göl sedimanlarına* göre oldukça *fakir* durumdadır. Burdur Gölü'nün bu kısımlarında 335 ppm olan  $\Sigma$ REE değerleri Acıgöl'den yüksektir (**Şekil 3. 42**).

Dünyadaki farklı salin ortamların NTE içeriklerinin karşılaştırılması amacıyla Hindistan'da Acıgöl ile benzer hidrojeokimyasal özelliklere sahip Thar Desert gölünün güncel sedimanlarının NTE içerikleri (Roy ve Smykatz-Kloss 2007), Acıgöl güncel göl sedimanları ile karşılaştırılmıştır. Thar Desert, Hindistan'ın kuzey batısında alkali brine niteliğinde sedimanlarında farklı döküntülü ve evaporit minerallerinin bulunduğu Na-Cl-SO<sub>4</sub> tipinde, tektonik orijinli tuzlu bir göldür (Roy ve Smykatz-Kloss 2007).

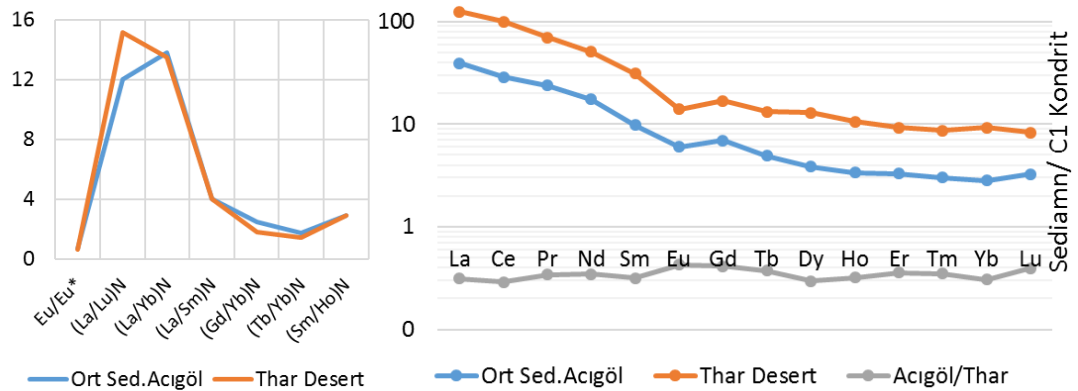
Thar Desert güncel sedimanlarındaki  $\Sigma$ NTE 70-214 ppm arasında değişir (Ort.=137,5).Thar Desert sedimanlarında HNTE'leri, ANTE'ye göre oldukça zenginleşmiştir.  $\Sigma$ HNTE 64-194 ppm (Ort.=126),  $\Sigma$ ANTE ise 6-20 ppm (Ort.=11,3) arasında değişir. Acıgöl güncel sediman yüzeyinde ortalama  $\Sigma$ NTE içeriği (76 ppm) dikkate alındığında, *Acıgöl'ün NTE içeriği, Thar Desert'in yarısı kadardır* (**Şekil 3. 42**).



**Şekil 3. 42:** a)Güncel göl sedimanlarındaki NTE'nin litolojik birimlere ve Burdur Gölü'ne göre zenginleşme durumları b)Acıgöl güncel sediman ve Thar Desert sedimanlarındaki  $\Sigma$ NTE içerikleri.

Her iki göl sedimanları C1 Kondriti'ne göre normalize edildiğinde, HNTE'nin aşırı derecede zenginleşirken, ANTE'nin yataya yakın konum aldığı V şekilli, negatif Eu anomalisine sahip paterne sahiptir. Her iki tuzlu göl sedimanları, benzer normalizasyon paternine sahiptir. Ancak Acıgöl NTE bakımından, Thar Desert'e göre fakir durumdadır (**Şekil 3. 43**).

Roy ve Smykatz-Kloss (2007) tarafından negatif Eu anomali, piroksen, amfibol, garnet ve sfen mineralinin aşırı bolluğu ile ilişkilendirilmiştir. Feldispatlar ve zirkon, monazit ve garnet gibi tali mineraller döküntülü bileşen içeren sedimanlarda NTE miktarına önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Aynı zamanda köken kayanın içeriği, kimyasal ayrışmanın şiddeti, birincil minerallerin dağılımı ve iz element içeriği Thar Desert sedimanlarında farklı NTE paterninin gelişmesine, ayrıca mafik ve ağır minerallerin yoğunluğu, ANTE'nin zenginleşmesine neden olur (Roy ve Smykatz-Kloss 2007).



**Şekil 3. 43:** Acıgöl güncel sedimanlarının tuzlu playa Thar Desert sedimanlarına göre NTE içeriği ve her iki göl sedimanlarının C1 Kondriti'ne göre normalizasyonu.

c) *Güncel sedimanların NTE içeriklerinin farklı tektonik ortamlara göre normalizasyonu*

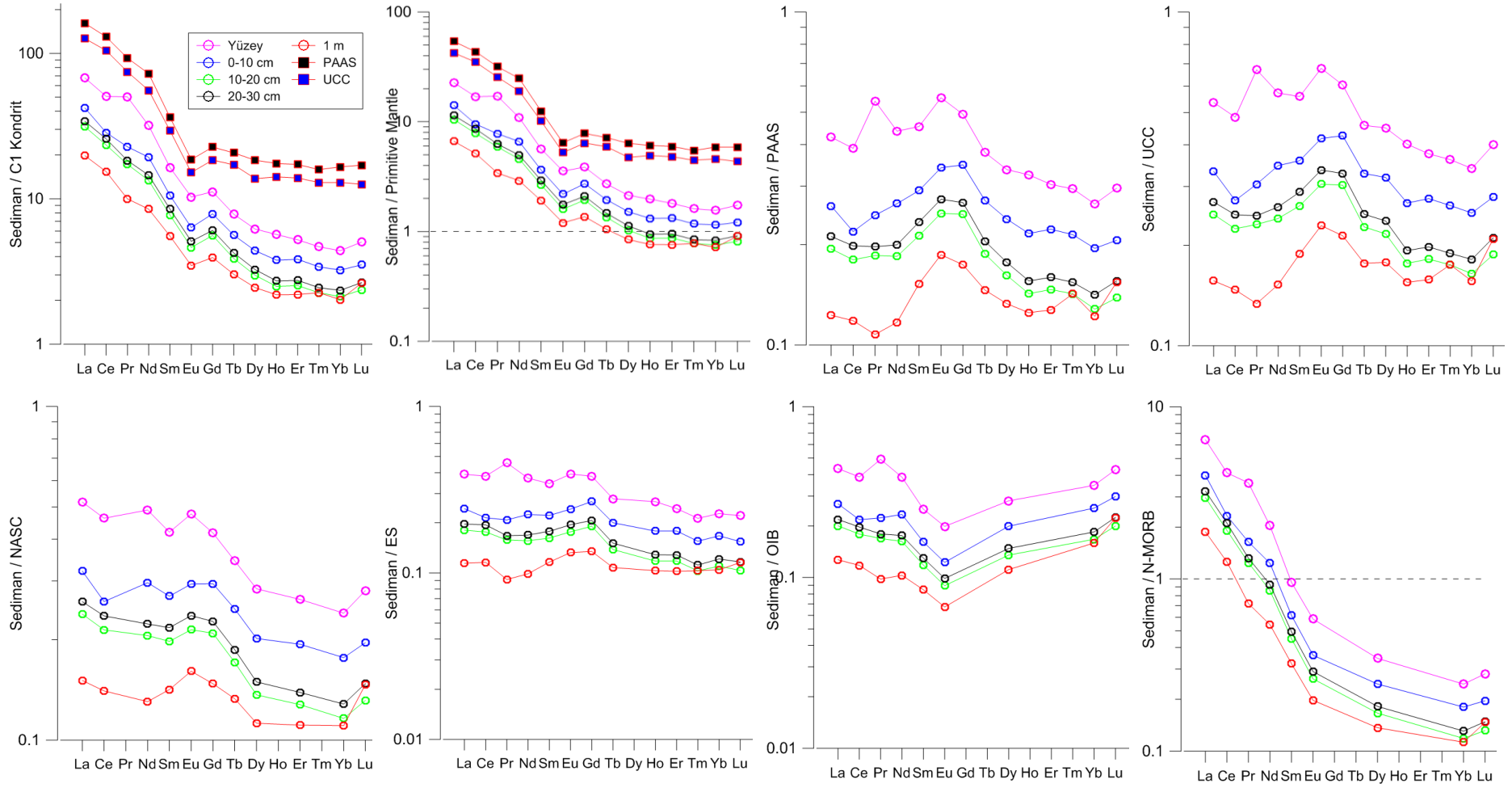
Sedimanların farklı tektonik ortamlara göre normalizasyonunda, *yüzeyden derine inildikçe*, zenginleşmenin *azaldığı* görülür. Sedimanlardaki NTE, PAAS, UCC, NASC, ES ve OIB'e göre oldukça fakirleşmiş durumdadır. Sedimanların C1 Kondrit, ilksel manto (PM) ve N-MORB'a göre zenginleşmeleri farklı paterne sahiptir (**Şekil 3. 44**). Güncel göl sedimanlarının yüzey ve farklı derinlikteki sedimanlarının hafif nadir toprak elementleri (HNTE), C1 Kondriti'ne göre oldukça zenginleşmiştir. C1 Kondriti'ne göre sedimanların ağır nadir toprak elementlerindeki (ANTE) zenginleşme, hafif nadir toprak elementlerine (HNTE) göre oldukça düşüktür. PAAS ve UCC'nin C1 Kondriti'ne göre NTE zenginleşmesi, Acıgöl güncel göl sedimanlarındaki zenginleşmeden daha yüksektir.

Kondrite göre normalizasyonda, ANTE'nin HNTE'ye göre azalması ya da düşük olması, Nyakairu ve Koeberl (2001) tarafından sedimanlarda Zr gibi ağır minerallerin sedimanlarda düşük konsantrasyonda olmasına bağlanmıştır. İlksel mantoya göre sedimanlardaki özellikle HNTE eğimli patern şeklinde zenginleşmişken, ANTE yataya yakın bir paterne sahiptir. ANTE zenginleşmesi, HNTE'ye göre yok ya da düşüktür. Normal okyanus ortası sırt bazaltlarına (N-MORB) göre sedimanlarda HNTE zenginleşmiştir. Acıgöl güncel göl sedimanlarındaki NTE PAAS, UCC, NASC, ES ve OIB'e göre fakirleşmiştir. Acıgöl güncel göl sedimanlarının Avrupa Şeyllerine normalizasyonu yatay bir paterne sahiptir. İlksel Manto (PM), C1 Kondriti ve OIB'e göre normalizasyonda sedimanlardaki Eu anomalisi negatiftir (**Şekil 3. 44**).

Güncel göl sedimanlarında C1 Kondriti'ne göre normalizasyonda Eu anomalisi (Eu/Eu\*) 0,65-0,93 arasında değişir. Özellikle göl yüzeyindeki küçük bir bölgede bu anomali değeri 2,13'e kadar çıkar. (La/Lu)<sub>N</sub> oranı 1,8-21 (Ort.=13), (La/Sm)<sub>N</sub> oranı 2,7-5 (Ort.=4), (Gd/Yb)<sub>N</sub> oranı 1,6-3 (Ort.=2,5) arasında değişir (**Şekil 3. 45**).

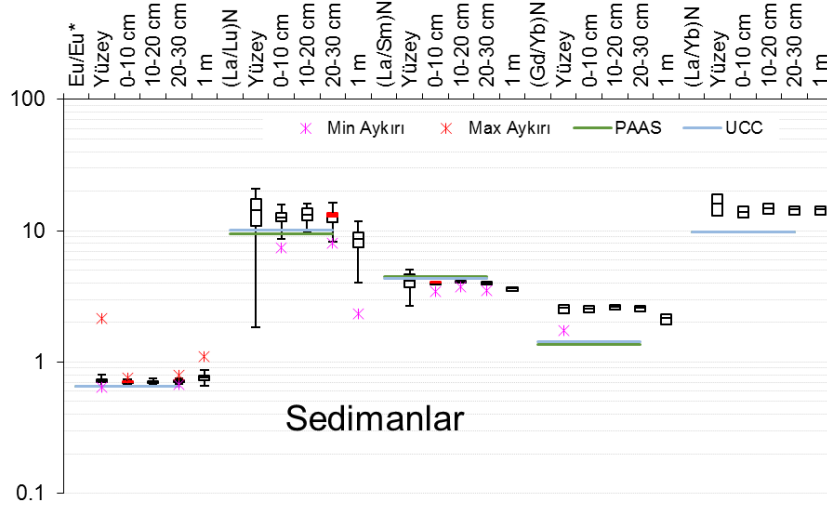
Sedimanlardaki (Gd/Yb)<sub>N</sub> >2 durumu, ANTE (HREE)'deki azalmayı işaret etmekle birlikte, denizel ve volkanik kökenli ANTE (HREE)'nin potansiyel taşıyıcısı olan ağır minerallerden ANTE getiriminin düşük olduğunu gösterir (Honda ve diğ. 2004; Kasper-Zubillaga ve diğ. 2013; McLennan ve diğ. 1993). Acıgöl sedimanları (Gd/Yb)<sub>N</sub> oranına göre ANTE taşıyıcı ağır mineral içeriği düşüktür. Güncel göl sedimanlarında Zr ile (Gd/Yb)<sub>N</sub> korelasyonunun olmayışı, ANTE taşıyıcı zirkon gibi ağır mineral içeriğinin düşük olduğunu gösterir (**Şekil 3. 46**).



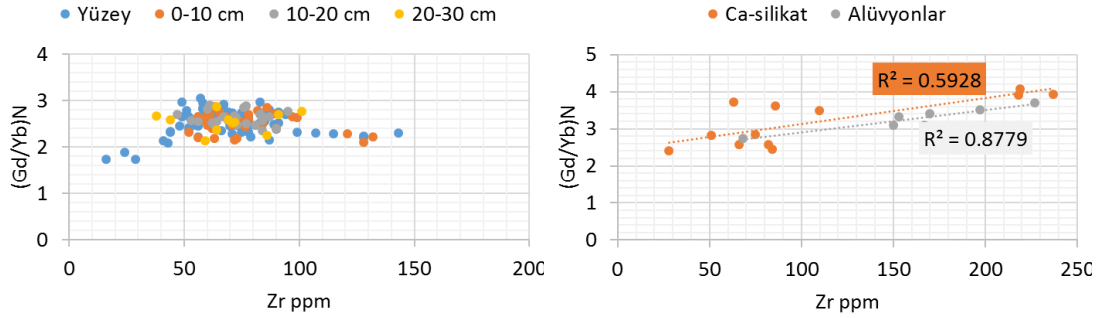


Şekil 3. 44: Güncel sedimanlarının NTE içeriklerinin farklı tektonik ortamlara göre normalizasyonu.





**Şekil 3. 45:** Güncel göl sedimanlarında Eu anomalisi ( $Eu/Eu^*$ ) ve  $(La/Lu)_N$ ,  $(La/Sm)_N$ ,  $(Gd/Yb)_N$  oranları (N: C1 Kondriti'ne göre normalizasyon değerleri).

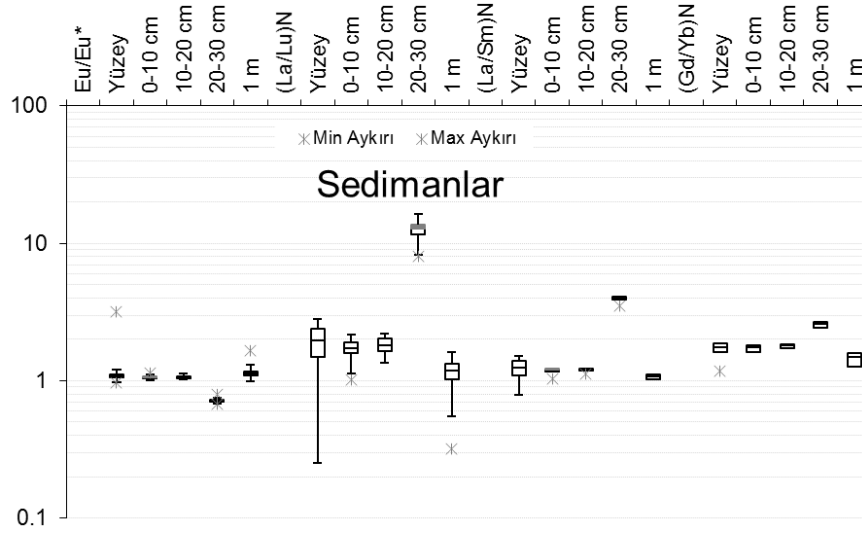


**Şekil 3. 46:** Güncel göl sedimanları ve alüvyon, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda Zr- $(Gd/Yb)_N$  ilişkisi.

C1 Kondriti'ne göre normalizasyonda, PAAS ve UCC'ye kıyasla sedimanlardaki  $Eu/Eu^*$ ,  $(La/Lu)_N$ ,  $(Gd/Yb)_N$ ,  $(La/Yb)_N$  oranları yüksek,  $(La/Sm)_N$  düşüktür. Sedimanların NASC'a göre normalizasyonunda  $Eu/Eu^*$  oranı 0,7-3,2 arasında değişir (Ort.=1,1).  $Eu/Eu^*$  oranı, ekstrem değerler dışında 1,4'ü geçmez (**Şekil 3. 47**).

$Eu/Eu^*$  anomalisinin alansal dağılımında havzanın genelde *negatif anomaliye* sahip olduğu görülür ( $Eu/Eu^* < 1$ ).  $Eu/Eu^*$  anomalisi ile  $\Sigma NTE$  alansal olarak zıt dağılıma sahiptir. Pozitif Eu anomalisi Gemiş civarındaki Yandağ Kireçtaşı, gölün kuzeyinde Örtülü Köyü civarındaki Çameli formasyonu Kireçtaşı Üyesi ve Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitededir.  $(La/Yb)_N$  oranının alansal dağılımında HNTE (LREE) zenginleşmesinin, özellikle havzanın kuzeyindeki Hayrettin formasyonu, Çameli formasyonu Kızılören Üyesi ve yine aynı formasyondaki alüvyonlarda oldukça yüksek olduğu görülür.  $(Gd/Yb)_N$  oranının alansal dağılımında, karbonatlarla birlikte,

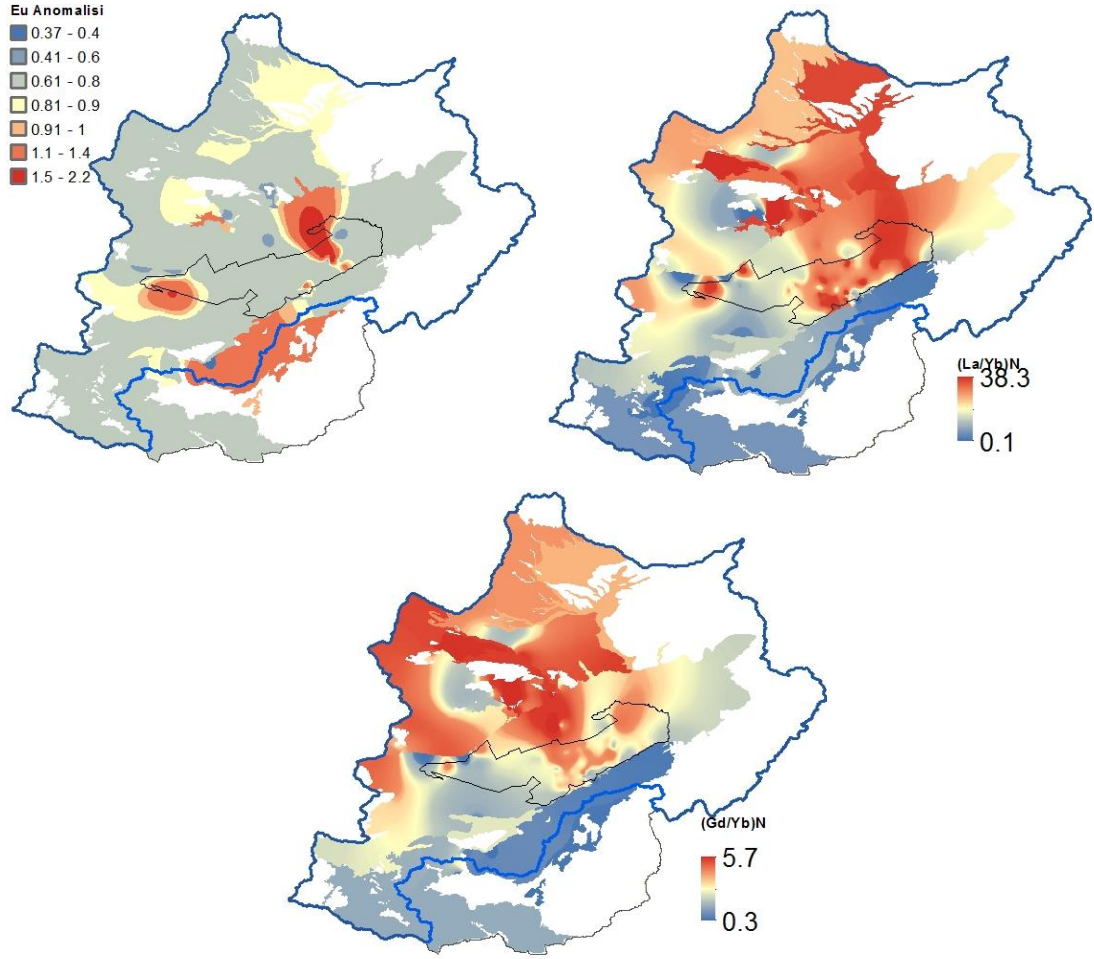
Çardak Tefraları ve Marmaris Peridotü'nün değerlerinin en düşük olduğu görülür (**Şekil 3. 48**).



**Şekil 3. 47:** Güncel göl sedimanlarında Eu anomalisi ( $Eu/Eu^*$ ) ve  $(La/Lu)N$ ,  $(La/Sm)N$ ,  $(Gd/Yb)N$  oranları (N: NASC'a göre normalizasyon değerleri).

Sedimanter kayalarındaki Eu anomalisi, magmatik köken kayalardan miras kalmış olarak yorumlanır (McLennan ve Taylor 1991; Taylor ve McLennan 1985). Sedimanlardaki negatif Eu anomalisi, kırıntılı bileşenlerin köken kayaç ortamındaki Eu anomalisini yansıtır (Bau ve Möller 1992). Bu durum Jarrar ve diğ. (2000) tarafından sedimanter ortamların Eu miktarını düşürecek düzeyde yeteri kadar Eh değerlerine sahip olmamasına bağlanmıştır. Ancak Li ve diğ. (2017) tarafından redoks koşulları NTE jeokimyasını etkileyen önemli olaylardan biri olarak gösterilmiştir. Negatif  $Eu/Eu^*$  değerleri, sedimandan Eu'nun uzaklaştığını ve Eu'nun  $Eu^{2+}$ 'den  $Eu^{3+}$ 'e oksitlendiğini gösterir (Hannigan ve diğ. 2010). Aynı zamanda Eu anomalisi plajiyoklazların varlığı ile ilgilidir (Hannigan ve diğ. 2010; Kasper-Zubillaga ve diğ. 2013).

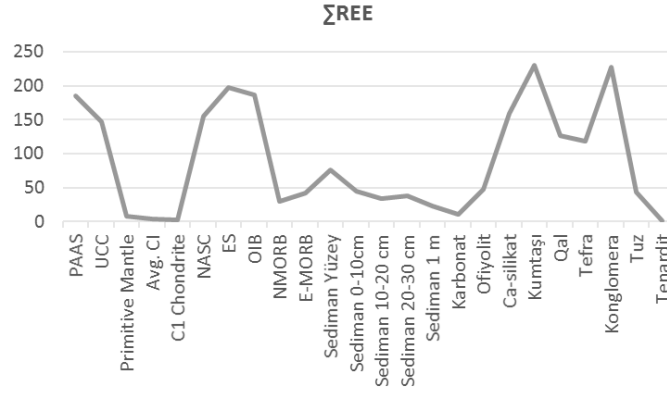
Roy ve Smykatz-Kloss (2007) tarafından negatif Eu anomalisi, piroksen, amfibol, garnet ve sfen mineralinin aşırı bolluğu ile ilişkilendirilmiştir. Kasper-Zubillaga ve diğ. (2013), plaj ve kumul kumlarındaki pozitif Eu anomalisini, kumlardaki artan Plajiyoklaz/K-feldispat oranı ile ilişkilendirmiştir. Plajiyoklaz gibi taşınma sırasında parçalanmayan monomineralik bileşenler içeren, granodiyorit ve andezit kökenli bileşenlerin varlığı da pozitif Eu anomalisine neden olur (Armstrong-Altrin ve diğ. 2012; Kasper-Zubillaga ve diğ. 2013). Ayrıca bataklıklardaki oksitleyici koşullarda götit oluşturan manyetit gibi ayrılmış minerallerde pozitif Eu anomalisi görülür (Ilouga ve diğ. 2013; Kasper-Zubillaga ve diğ. 2013).



**Şekil 3. 48:** Acıgöl Havzası'ndaki güncel sedimanlar ve litolojik birimlerdeki Eu/Eu\* anomalisi, (La/Yb)N ve (Gd/Yb)N anomalisi.

Acıgöl güncel göl sedimanlarındaki Eu anomalisi litolojik birimlerle benzerdir. Dolayısıyla litolojik birimlerin kökenini oluşturduğu kırıntılı malzemeler göl sedimanları içinde yer alır. Aynı zamanda sedimanlarda oksitlenme nedeniyle Eu, uzaklaşır. Gerek litolojik birimler gerekse sedimanlardaki plajiyoklaz varlığının Eu anomalisini etkilemesi söz konusudur.

Kasper-Zubillaga ve diğ. (2013) tarafından Eu anomalisi ile ilişkilendirilen plajiyoklaz/K-feldispat oranına göre, negatif Eu anomalisine sahip göl sedimanlarında K-feldispat miktarının plajiyoklazlara göre daha fazla olduğu söylenebilir. Sedimanlardaki Eu anomalisinin olası bir başka nedeni de feldispatların fraksiyonel kristalleşmesidir. Acıgöl güncel göl sedimanlarındaki toplam NTE, farklı tektonik ortamlara göre oldukça düşükken, ilksel manto ve C1 Kondriti'ne göre oldukça yüksektir. Acıgöl Havzası'ndaki litolojik birimlerden *karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç, kumtaşı, alüvyon, tefra ve konglomeralardaki* toplam NTE, *göl sedimanlarına* göre yine oldukça yüksektir. Tuzlardaki toplam NTE, güncel göl sedimanlarına benzerdir (**Şekil 3. 49**).



**Şekil 3. 49:** Farklı tektonik ortamlar, Acıgöl Havzası'ndaki güncel sedimanlar ve litolojik birimlerdeki toplam NTE.

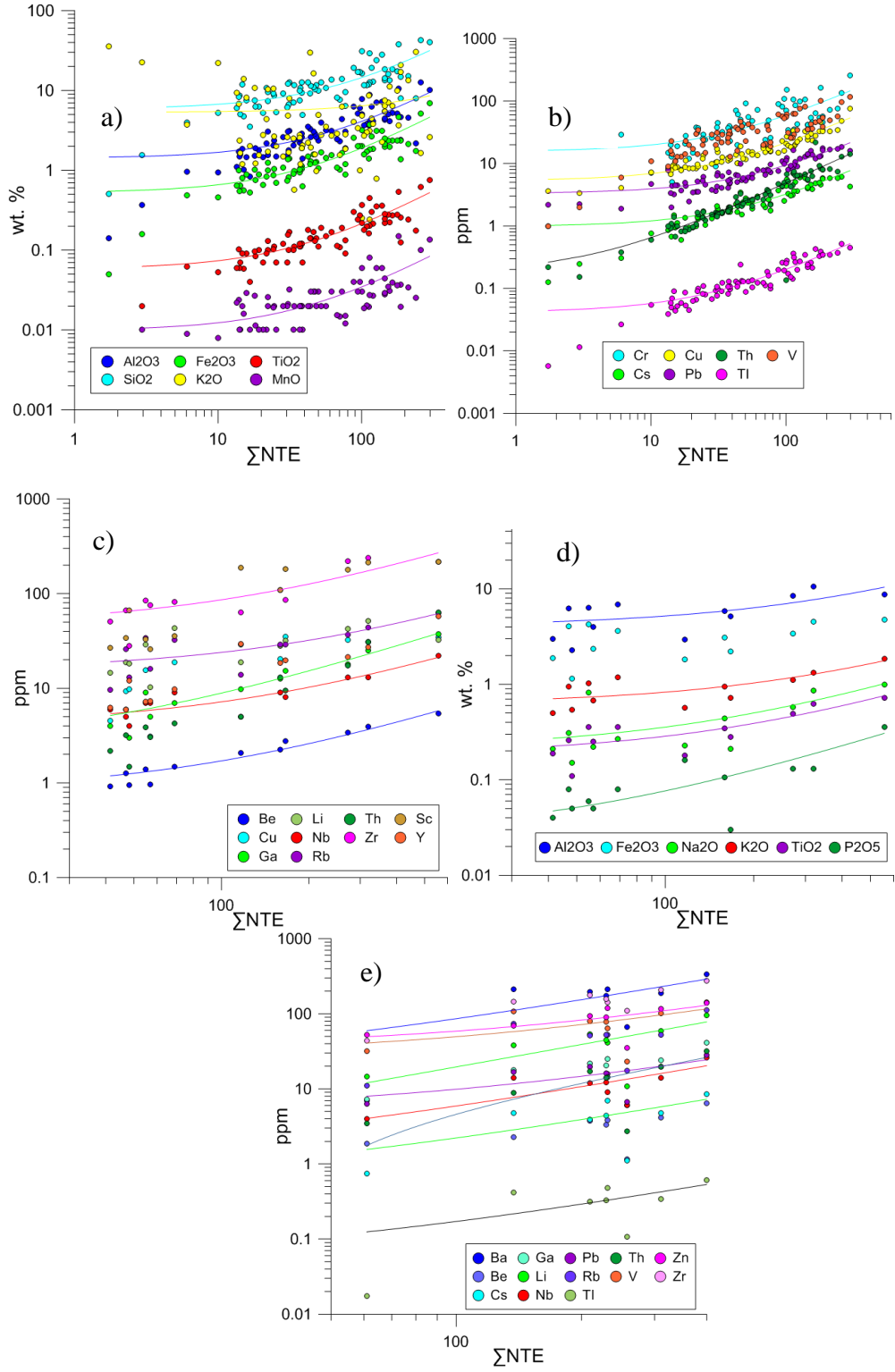
### 3.3.3.4 Litolojik Birimler ve Sedimanlarda NTE Korelasyonu

Güncel göl sedimanları ve farklı litolojik birimlerde NTE ile diğer iz element ve majör oksitlerin korelasyon grafiği **Şekil 3. 50**'deki gibidir.

Sediman yüzeyinde NTE,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $MnO$  ile birlikte zenginleşir. İz elementlerden Cr, Cs, Cu, Pb, Th, Tl ve V, NTE ile göl sedimanlarında çok yüksek korelasyon ilişkisinde birlikte yer alır. Kumtaşlarında NTE ile Zr ve Th çok yüksek korelasyona sahipken Be, Ba, Cs, Ga, Li, Nb, Pb, Rb, Tl ve Zn ile korelasyonu orta değerlerdedir. Kumtaşlarında NTE ile majör elementler arasında belirli bir korelasyon bulunmaz. Ca silikatlarda NTE ile  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $P_2O_5$  majör oksitleri ve Be, Cu, Ga, Li, Nb, Rb, Th, Zr, Sc, Y iz elementleri yüksek korelasyonludur. Acıgöl Havzası'nda NTE, K-feldispat ve kil, mika (biyotit) gibi fillosilikatlar ile zenginleşir. Zirkon gibi ağır mineraller düşük seviyelerde de olsa litolojik birimlerde NTE miktarını artırır.

### 3.3.4 Evaporitleşme

Evaporitler temel olarak doygunluğa ulaşmış çözelti, brine ve tuzlu sulardan çöklerler (Sonnenfeld 1984). Evaporitlerin ortak özelliği suda kolay çözünmeleridir (Goldschmidt 1954). Kayaç oluşturan önemli evaporit tuzları; kloritler, sülfatlar ve genel olarak sulu bileşik oluşturan karbonatlı tuzlardır (kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum karbonat) (Babel ve Schreiber 2014). Jips, anhidrit ve halit, kayaç oluşturu evaportlerin en önemlileridir (Warren 2006). K-Mg tuzları oldukça nadirdirler (Babel ve Schreiber 2014).



Şekil 3. 50: a,b)Güncel göl sedimanları ve c,d) karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalarda e)kumtaşlarında NTE ile majör oksit ve diğer iz elementlerin korelasyonu.

Dolomit ve manyezit evaporitlerle birlikte yoğun olarak bulunmakla birlikte, evaporit minerali olarak kabul edilmezler (Babel ve Schreiber 2014). Tuzlar sadece evaporasyonla çökelme değil, doymun hale gelmiş tuzlu sudaki sıcaklık değişimleri, soğuk mevsimlerde soğuma ve soğuk etkisinde kuruma olaylarıyla da kristalleşerek

oluşurlar (Babel ve Schreiber 2014; Sloss 1969; Strakhov 1962)Tuzlu göllerde sığ ortamlarda, hızlı mineral çökelimini tetikleyen iyon yoğunluğu ve tuzluluk yüksektir (Cornée ve diğ. 1992). Tuzlar; brine/hava ara yüzeyinde, brine kolonunda, tabanda, brine'nın nüfuz ettiği sediman veya organik matriste çökelerler (Logan 1987; Schreiber 1987).

Evaporit ortamlarda, tuzluluğun artmasıyla birlikte evaporit tuzları Usiglio (1849) Dizisi'ne göre depolanır (Logan 1987; Stewart 1963). Usiglio (1849) Dizisi'ne göre çökelim sırası suda çözünürlüğü düşük olanlar minerallerden suda çözünürlüğü yüksek olan minerallere doğru ilerler. Evaporit ortamlarda, evaporasyonun başladığı ilk andan başlayarak evaporasyonun tamamlanmasına kadar olan süreçte Usiglio Dizisi'ndeki kristalizasyon, sırasıyla aşağıdaki gibidir (Babel ve Schreiber 2014);

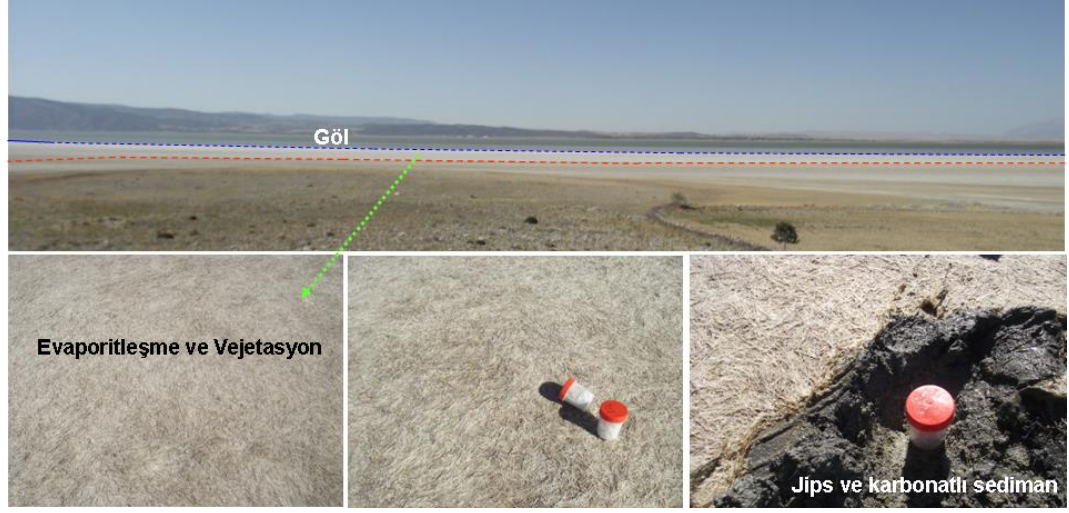
- Tuzluluk artmadan önce, kalsiyum karbonat çökeli mi
- Jips kristallenmesi
- Halit kristallenmesi
- Mg veya Na-Mg sülfatların çökeli mi (K tuzları; silvit, karnalit hariç)
- K-Mg tuzlarının çökeli mi
- Bişofit (bischofite) minerali çökeli mi ile evaporasyonun sonlanması

### **3.3.4.1 Gölün Güneyinde Göl Sedimanları Yüzeyinde Güncel Evaporitleşme**

Gölde yaz aylarında artan sıcaklıklar ve buna bağlı buharlaşmayla birlikte göl alanında küçülmeler görülür. Buharlaşma etkisiyle suyun çekildiği alanlardaki sediman yüzeylerinde evaporitleşme gelişir. Özellikle sıcaklığın ve buharlaşmanın en yoğun ve yağışın en düşük olduğu Ağustos aylarında gölün güneyinde sediman yüzeyleri genellikle beyaz renklidir. Yağışlı dönemde su içinde boyları yer yer 1m olarak görülen tuzcul bitkiler, kurak dönemde suların çekilmesiyle birlikte kurumuş haldedir. Evaporit gelişimi sırasında tuzcul bitkiler sediman yüzeyinde gelişen evaporitlerle örtülür (**Şekil 3. 51**).

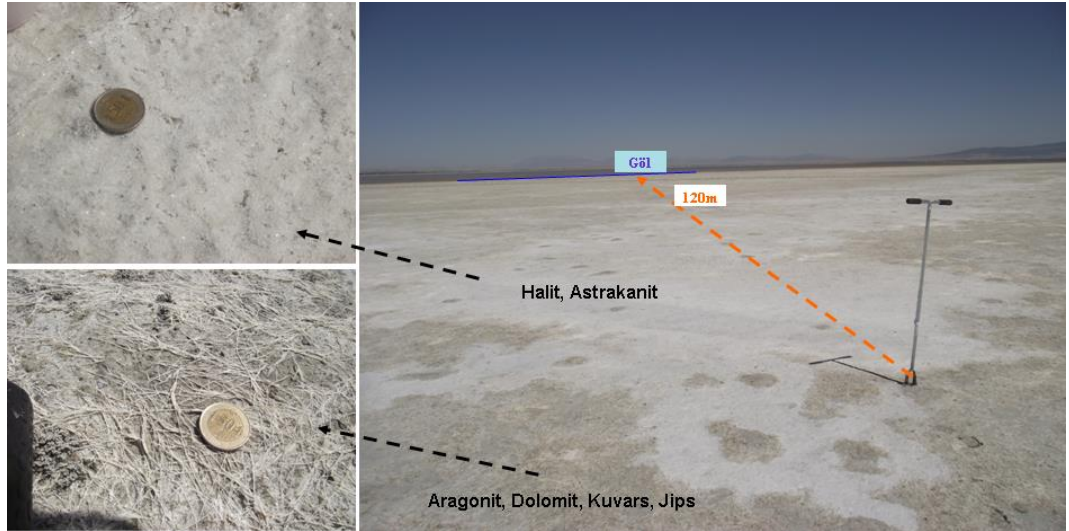
Yüzeyinde göl suyunun çekildiği/buharlaştığı, göl kenarından kıyıya doğru 300m'lik alanda zemin oldukça çamurumsu, yumuşaktır. Yürürken yaklaşık 3-5 cm derinlikte ayak izlerinin olduğu alanda zemin suyu, yüzeye oldukça yakındır. Buharlaşma etkisinde gölün en küçük olduğu Ağustos aylarında göl alanına yakın (0-

300m aralığında), göl suyu-sediman etkileşimin yoğun olduğu sediman yüzeyleri, “**güncel evaporitleşme bölgesi**” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3. 51: Güncel evaporitleşme ve vejetasyon.

Güncel evaporitleşme bölgesinde yoğun olarak *halit* (NaCl) ve *astrakanit* (Blödit) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) mineralleri oluşur. *Halit* ve *astrakanit* oluşumu, içerisinde *jips* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) bulunan yoğunlukla *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ) içeren *dolomit* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) ve *kuvarslı* ( $\text{SiO}_2$ ) güncel sediman yüzeyinde gerçekleşir (Şekil 3. 52).



Şekil 3. 52: Acıgöl'ün güneyinde güncel evaporitleşme bölgesinde jipsli karbonatlı sedimanların yüzeyinde gelişen Halit ve Astrakanit oluşumları (LSS-50 örnekleme noktası).

Güncel evaporitleşme zonunda evaporitler (LSS-50) majör oksit element içeriğinde %25,4  $\text{SO}_3$ , %19,8 Cl, %22,4 NaO, %8,48 CaO, %4,44 MgO, %1,55  $\text{SiO}_2$  sahiptir. Evaporitleşme sırasında göl sularının küçük birikintiler halinde kaldığı birikintideki aşırı doymuş tuzlu suların (brine) buharlaşmasıyla *halit* (NaCl) yoğunluğu



artmakta ve kübik tuz kristalleri gelişir. Birikintilerde gelişen evaporitleşmede *halit* (NaCl), *astrakanit* (Blödit) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) ve jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) mineralleri oluşmuştur.

Küçük tuz birikintilerinin (LSS-52 el örneği) majör oksit içeriğinde %38,8 Cl %35,6 NaO, %9,95  $\text{SO}_3$ , %2,71 CaO ve %2,16 MgO bulunur. Örnekte tespit edilen Sr 224 ppm, Ba 14 ppm, Li 3,31 ppm'dir. Göl kenarından kıyıya doğru yaklaştıkça, sulu ortamdan (güncel evaporitleşme bölgesi) çıkılarak, göl kenar zonuna göre nispeten zeminin susuz ve nemli olduğu kısımlara ulaşılır. Bu bölgelerde zemindeki su seviyesi 1m'den daha derindedir. Kıyıya yaklaştıkça zemin kuru ve serttir. Kaynakların göle sızıntı yaptığı bölgeler dışında çamurluluk söz konusu değildir. Evaporitleşme izi yüzeyde, güncel evaporitleşme bölgesine göre daha nadir görülür (**Şekil 3. 53**).



**Şekil 3. 53:** Birikintilerdeki aşırı doygun tuzlu suların buharlaşmasıyla gelişen kübik tuz kristalleri (LSS-52 örnekleme noktası).

Güncel evaporitleşme bölgelerinde sediman yüzeyleri beyaz renkli iken, kurumuş kıyı kısımlarında gri-beyazımsı gri renklidir. Kurumuş kıyı bölgelerinde (LSS-51 örneği) yüzey sedimanları *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), *halit* (NaCl), *globerit* ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ), *dolomit* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) ve *kuvars* ( $\text{SiO}_2$ ) minerallerini içerir. Kurumuş kıyı bölgelerindeki sedimanların (LSS-51 el örneği) majör oksit içeriğinde %18 CaO, %12  $\text{SO}_3$ , %11 NaO, %9  $\text{SiO}_2$ , %9 MgO ve %7 Cl bulunur. Kıyı zonundaki

kuru alanlarda yüzeyde *halit* ve *globerit* minerali ile birlikte *jips* mineralleri de görülür. Yüzeydeki jips varlığı diğer evaporitlere göre nadirdir (**Şekil 3. 54**).



**Şekil 3. 54:** Kıyıda tamamen kurumuş sediman yüzeyleri (LSS-51 örnekleme noktası).

Kıyıda kuru zonlarda, kaynak sularının ulaştığı kurak yüzeyler çamurlaşmakta, bu çamur alanlara yakın yerler nemli hale gelir. Kaynakların etkisi altındaki bu kısımlarda, yüzeylerde *evaporitleşme* izleri görülürken, aşağıya doğru 2 cm'lik kısımda *anaerobik zon* ve daha altta *karbonatlı* ve *jipsli sedimanlar* yer alır. Bu noktaları temsilen üstteki evaporitleşme (LSS-48), alttaki karbonat ve jipsli sediman LSS-49 el örnekleri ile değerlendirilmiştir (**Şekil 3. 55**).



**Şekil 3. 55:** Kıyı zonunda sediman yüzeyindeki evaporitleşme, anoksik zon gelişimi.

Yüzeydeki evaporitleşmeler (LSS-48) yoğun olarak *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), *halit* ( $\text{NaCl}$ ), *globerit* ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) ve nadir miktarda *kuvars* ( $\text{SiO}_2$ ) ve *jips* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) minerallerini içerir. *Anaerobik zon* altındaki karbonatlı sedimanlar (LSS-49), yoğun olarak *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), nadir olarak *halit* ( $\text{NaCl}$ ), *kuvars* ( $\text{SiO}_2$ ), *jips* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ve *dolomit* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) içerir.

Sığ zonda yüzeyden aşağıya doğru inildikçe evaporit mineralleri azalır. Sıcaklığa bağlı olarak göl alanında buharlaşmanın artması, göl alanının küçülmesine, göl suyunun iyon konsantrasyonunun ve tuzluluğunun artmasına neden olmakta göl *salin* durumdan *hipersalin* duruma geçer. Göl alanının tamamı su altında iken *salin* durumdaki göl suyu buharlaşma etkisinde kıyıda uzaklaşırken, gölün merkezine kadar küçülmesi sürecinde *hipersalinleşmeye* başlar ve en küçük olduğu noktada hipersalin hale gelir. Gölün küçülmesiyle birlikte en başta kıyıda göl suyunun *salin* halinin etkisi ile evaporitleşme sırasında *globerit* ve *halit* mineralleri oluşur. Jips mineralleşmesi oldukça azdır. Göl küçüldükçe *hipersalinlik* arttığından, gölün merkezine doğru yoğun bir şekilde *halit*, *astrakanit* (blödit) ve (*jips*) mineralleri oluşur.

Göldeki iyon konsantrasyonu, evaporitleşme sürecini, Na-sülfat minerallerinin oluşumunu etkiler. Göl *salin* haldeyken gerçekleşen evaporitleşmede kıyılarda *globerit* oluşurken, *hipersalin* halindeyken göl kıyısında *Mg-Na sülfat* oluşumu gerçekleşir ve *astrakanit* (blödit) mineralleri gelişir. Bu durum hipersalin göl suyunun göl tabanındaki *dolomit* gibi magnezyumlu karbonatlarla olan reaksiyonunun sonucu oluşur.

### 3.3.4.2 Gölün Güneyinde Kurak Dönem Sonrası Yağışların Göl Sedimanları Yüzeyindeki Evaporitleşmeye Etkisi

Ağustos aylarında sıcaklık ve buharlaşma etkisi altında kalan göl havzası, özellikle Ekim ayının ortasından itibaren yağışlı periyod etkisine girer. Yağışlarla birlikte gölü besleyen kaynakların debilerinde artışlar gözlenir. Göl havzasında özellikle güney ve kuzeydeki dik drenaj sistemi ile yağışlar hızlı bir şekilde göl alanına ulaşır. Kurak dönemin aksine yağışlar arttıkça, göl seviyesi yükselir. Göl genelde sığ kesimlerinde aynı topografik kota sahip olduğundan, gölalanı içinde suyla kaplı alan artar (**Şekil 3. 56**).

Gerek kaynaklardan gerekse yüzey drenaj alanından göl içine suların yüzey akışı ile taşınmasında, sular evaporitleşmiş alandaki yüzeyleri yıkayarak göl su alanına ulaşır. Göle göre oldukça seyreltik durumdaki kaynak ve yağmur suları göle ulaşana kadar sediman ve yüzeyindeki evaporitleri çözüdüremelerinin etkisinde, iyon konsantrasyonlarını arttırarak ilerler. Kaynak ve yağmur sularının etkisi altındaki evaporitlerden sodyum sülfat mineralleri çözünerek suların bünyesine iyon olarak

karışırlar. Yüzeydeki evaporitlerin erimesinde, yükselen göl seviyesinin evaporit bölgelerini su altında bırakması ve evaporitleri çözündürmesi de etkindir.



**Şekil 3. 56:** Kurak dönemden yağışlı döneme geçişte güncel evaporit alanlarının kaynak ve yağış sularıyla yıkanması.

Yağışlı döneme geçişte güncel evaporitleşme bölgesindeki *Na-sülfat* mineralleri erimiştir. Güncel evaporitleşme bölgesinde kurak dönemde görülen *astrakanit* (Blödit) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) mineralleri yağışlar başladığında alınan örneklerin XRD analizinde görülmemiştir. Evaporit minerallerinden *Ca-sülfat hidrat* ( $\text{Ca}(\text{SO}_4) (\text{H}_2\text{O})_{0,5}$ ) veya *jips* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), *bassanit* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.67\text{H}_2\text{O}$ ) ve az miktarda *halit* ( $\text{NaCl}$ ) mineralli görülür. Evaporit minerali dışında göl sedimanı *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), *dolomit* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) veya *kalsit magnezyen* ( $\text{Mg}_{0,03}\text{Ca}_{0,97}$ ) ( $\text{CO}_3$ ) ve *kuvars* minerallerini içerir (LSS-5, LSS-19, LSS-20 Örnekleri).

Güncel evaporit bölgesiyle kıyı arasında kalan zonda yine evaporit minerallerinden sadece *bassanit* ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.67\text{H}_2\text{O}$ ) görülür. Kurak dönemde görülen *globerit* ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) mineralleri erimiştir. Kıyı zonunda göl sedimanlarında *bassanit* ile birlikte *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), *dolomit* ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) veya *kalsit magnezyen* ( $\text{Mg}_{0,03}\text{Ca}_{0,97}$ ) ( $\text{CO}_3$ ), *ankerit*  $\text{Ca}(\text{Fe}_{+2}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$  *kuvars*, *muskovit* ve *mika* mineralleri bulunur (LSS-6, LSS-7, LSS-22).

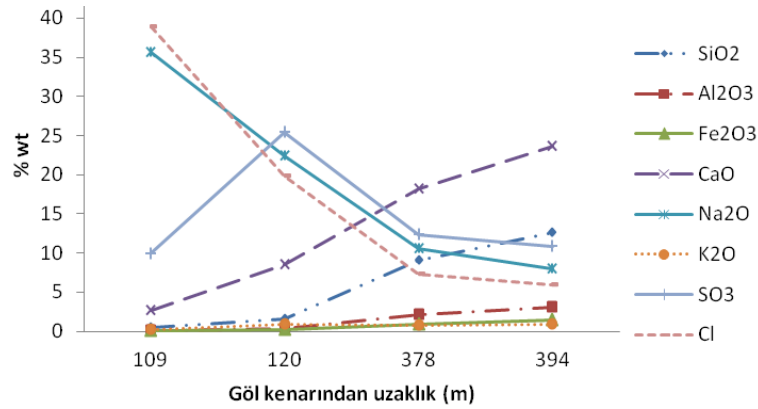
Acıgöl'de kurak dönemde güncel göl sedimanı yüzeyinde gelişen evaporitlerin yağışlı dönemde çözünmesi, evaporitleri çözen suların dolaylı olarak da gölün iyon derişimini artmasına katkı sağlar. Eugster ve Jones (1979), kapalı havza sistemine sahip tuzlu suların konsantrasyonlarını arttıran bileşenlerin, güncel göl sedimanındaki evaporitik efloresant kabukların (efflorescent crust) oluşumu ve çözünümü olabileceğini belirtmiştir. Suların yüzeydeki evaporitik efloresant oluşumları ile



etkileşiminde, suda çözünebilen mineraller öncelikle çözünürken, çözünürlüğü düşük olan silikatlar ve Ca-Mg karbonatlar en son kısmen/belirli oranda çözünürler (Eugster ve Jones 1979).

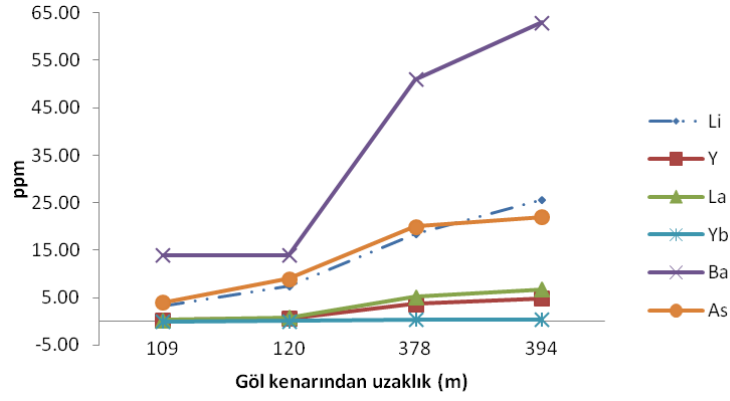
### 3.3.4.3 Gölün Güneyinde Evaporitlerin Erimesi Sonucu Sediman Yüzeylerinde Meydana Gelen Majör Oksit Element Değişimi

Evaporitleşme döneminde göl kenarından kıyıya doğru ilerledikçe majör oksitlerden NaO, Cl ve SO<sub>3</sub>% miktarları azalır. NaO, Cl ve SO<sub>3</sub> majör oksitlerindeki azalma, evaporitleşme etkisinin ve buna bağlı olarak *halit* (NaCl), *globerit* (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.CaSO<sub>4</sub>), *astrakanit* (Blödit) (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.MgSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O) evaporit minerallerinin kıyıya doğru azaldığını gösterir. Kıyıya yaklaştıkça %CaO miktarındaki artış Yandağ Kireçtaşları ve Kayaköy Dolomit birimlerinden kaynaklı karbonat zenginleşmesini gösterir (**Şekil 3. 57**). Güncel evaporitleşme bölgesinden kıyıya doğru ilerledikçe sediman yüzeyinde iz element yoğunluğu artar (**Şekil 3. 58**).

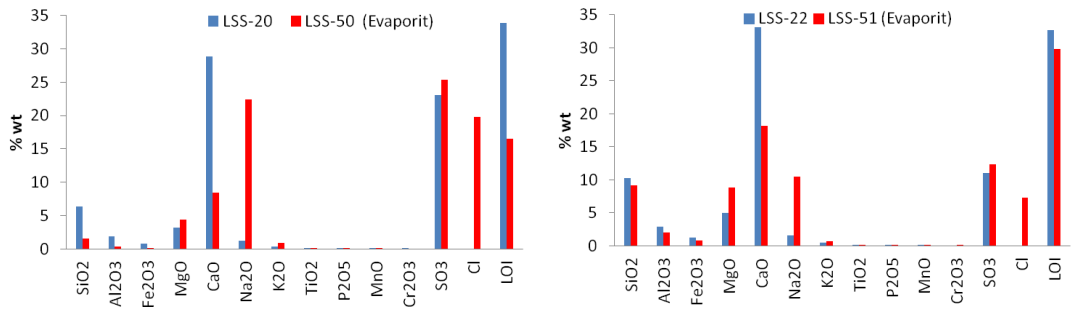


**Şekil 3. 57:** Evaporitleşme döneminde evaporit yüzeylerindeki majör oksit elementlerinin göl kenarı-kıyı arasındaki değişimi.

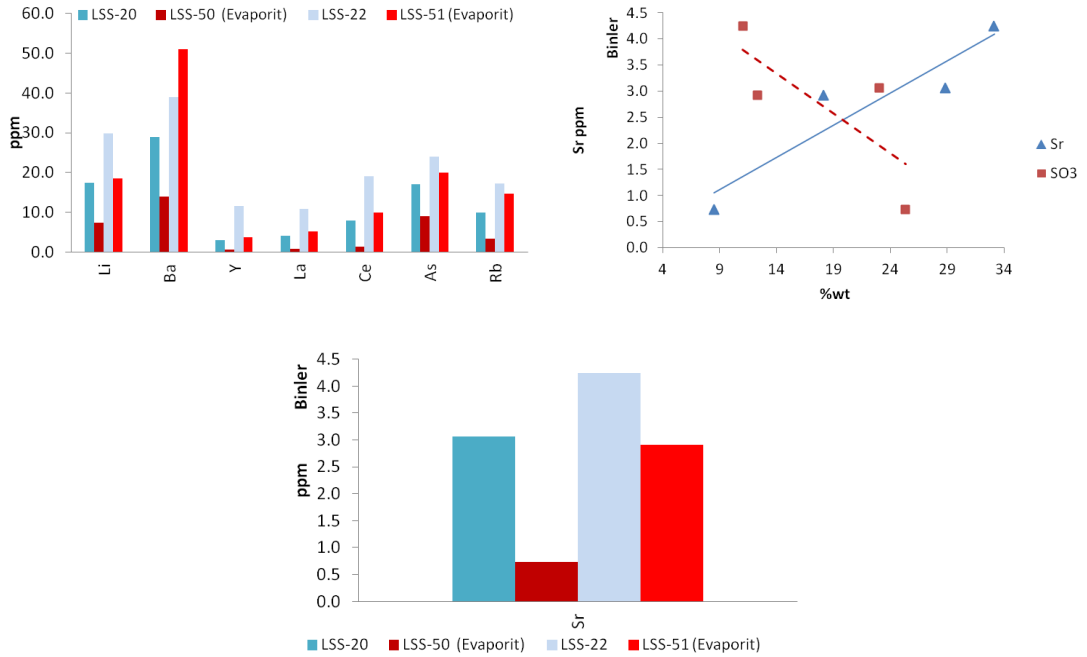
Kurak dönemde yüzeyde *anhidrit*, *bassanit* formunda olan *Ca-sülfat hidrat* mineralleri yağışlı dönemde *jips* formundadır. Sediman yüzeyi altında da *Ca-sülfat* mineralleri *jips* formundadır. Güncel sediman yüzeyindeki evaporitleşme sonucu oluşan tuz ve Na-sülfat mineralleri yağışlarla birlikte erir. Göl sedimanlarında jips yaygın olduğundan evaporitleşme-erime döneminde SO<sub>3</sub> miktarında ciddi değişim gözlenmez. SO<sub>3</sub> miktarında gözlenen düşük miktardaki değişim Na-sülfat minerallerinin çözünmesinden kaynaklanır (**Şekil 3. 59**). Evaporitleşme sürecindeki iz element yoğunluğu çözünme dönemine göre daha azdır. Sedimanlar, yüzeyinde gelişen evaporitlere göre iz element bazında daha zengindir (**Şekil 3. 60**).



Şekil 3. 58: Evaporitleşme döneminde evaporit yüzeylerindeki bazı iz elementlerin göl kenarı-kıyı arasındaki değişimi.



Şekil 3. 59: Evaporitlerin erimesiyle birlikte değişen majör element içerikleri.



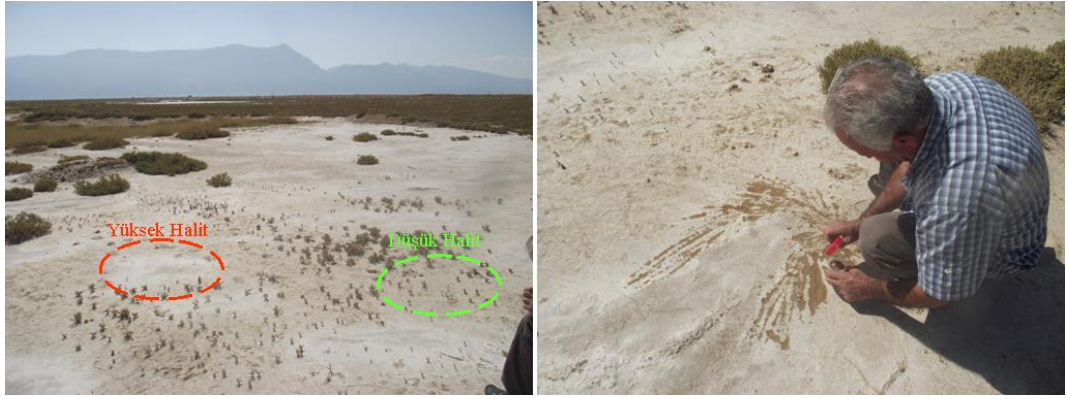
Şekil 3. 60: Evaporitlerin erimesiyle birlikte değişen iz element içerikleri ve Sr-CaO arasındaki ilişki.

Göl sedimanlarında yoğun bir şekilde bulunan Sr elementi, *halit*, *astrakanit* ve *globerit* bulunan evaporitlerde daha azdır. Evaporitleşme ve erime sürecinin değerlendirildiği örneklerde %CaO miktarı arttıkça Sr elementi artmakta, SO<sub>3</sub> miktarı arttıkça Sr azalır. Sr elementinin CaO ve SO<sub>3</sub> majör oksitleri ile olan davranışı,

sedimanlarda Sr kaynağı olarak jips ve karbonat mineralleri olmasında etken durum, Ca elementinin ortamdaki varlığıdır. Aragonit, stronsiyumun kaynaklarından biridir. Diyajenez sırasında aragonit, daha stabil olan kalsite dönüştüğünde stronsiyum suya geçer (Hounslow 1995).

### 3.3.4.4 Gölün Kuzeyinde Göl Kıyısı Çizgisindeki Güncel Evaporitleşme

Gölün kuzeyi doğal ve endüstriyel sodyum sülfat üretimi faaliyet alanıdır. Gölün kuzeyi ve doğusu tarım arazileri ve meralar ile çevrelenmiştir. Gölün kuzeyi Acıgöl Grubu birimlerinden rüzgâr, sel, yüzeysel akış vb. yolla taşınan tortullarla kaplıdır. Göl, kuzeyinde kıyı kenar çizgisine ulaşamaz. Göl su seviyesinin en yüksek ve su kaplı alanının en fazla olduğu dönemde göl suyunun ulaşabildiği kıyı kenar çizgisinde evaporitleşme izleri görülür (**Şekil 3. 61**). Bu evaporit kalıntıları rüzgâr vb. yollarla üretim havuzlarından uçan sodyum sülfat minerallerinin taşınmayla gelişebileceği gibi, bu evaporitlerin yağmur sularıyla eritilmesi ve tekrar evaporitleşmesi şeklinde de gelişmiş olabilir.



**Şekil 3. 61:** Gölde üretim havuzlarının kenarındaki meralarda görülen evaporitleşme.

Gölde üretim havuzlarının kenarındaki meraların da üzerinde bulunduğu tortullar, %34 SiO<sub>2</sub>, %12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %4 MgO, %21 CaO, %2 Na<sub>2</sub>O, %2 K<sub>2</sub>O, %3 SO<sub>3</sub> içerir. Tortullarda *mika* (*Muskovit*), *kuvars* ve *karbonat* (*kalsit*) mineralleri hakimdir. Nadir miktarda *evaporit* (*jips*) ve *klorit* (*Klinoklor*) mineralleri görülür (LITO-31 örneği). Meralar ve mera kenarındaki evaporit birikintilerinde Na<sub>2</sub>O miktarı %8-18, SO<sub>3</sub> miktarı %14-15, Cl miktarı %2-15,7 arasında değişir. *Halit*, *astrakanit*, *jips*, *globerit*, *tenardit* ve *burkeyit* (Na<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>1.51</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>0.49</sub>) mineralleri kurak dönemde tespit edilen evaporitleri minerallerdir. Bu minerallerin dışında silikat minerallerinden *enstatit*



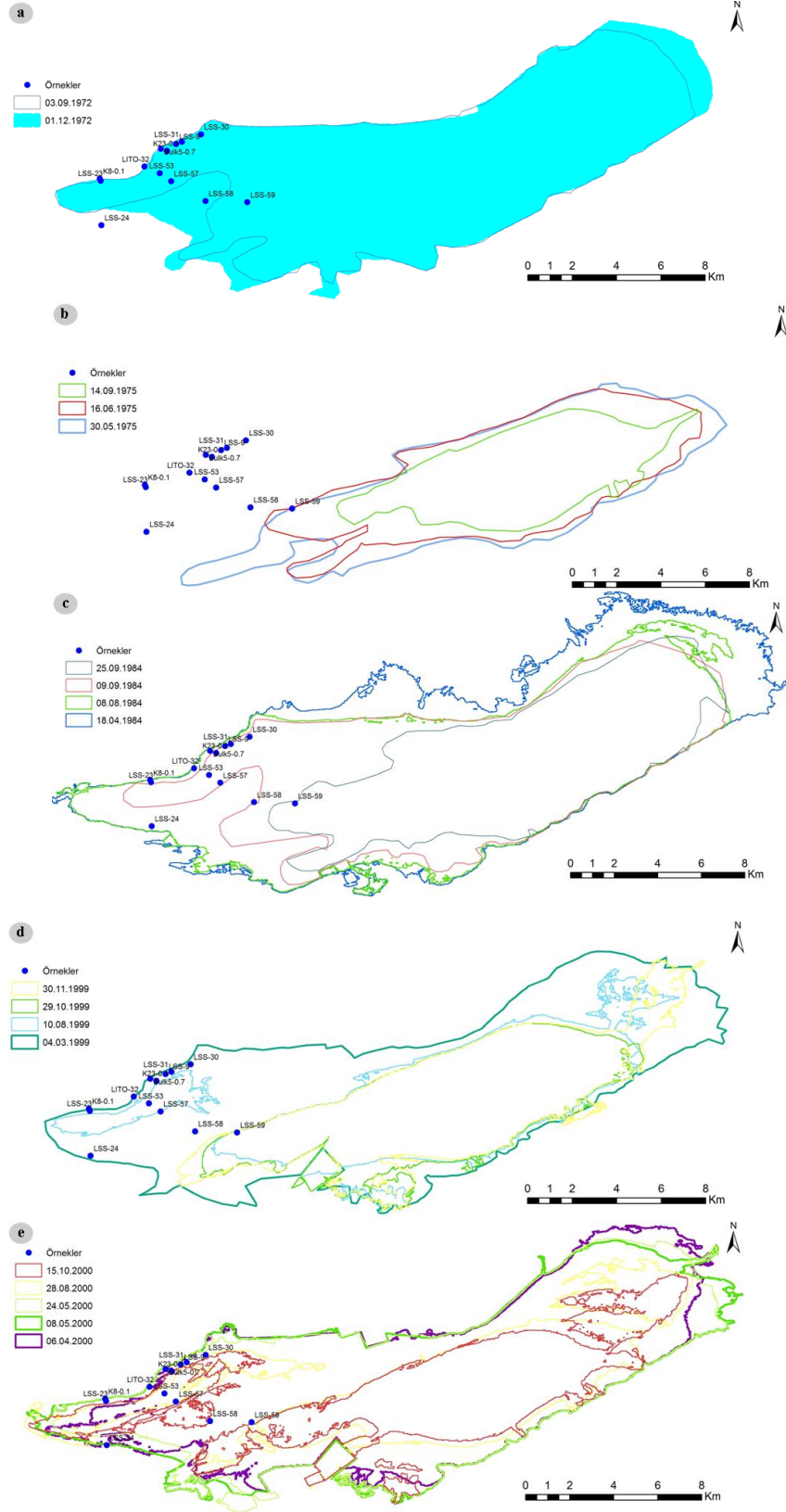
( $Mg_2(Si_2O_6)$ ), mika gurubu minerallerden *muskovit* ve karbonat minerallerinden *kalsit* minerali tespit edilmiştir (LITO-30, LITO-34).

Gölün batısında kıyıda ıslak zeminde (LSS-82) *jips* ve *halit* içeren karbonatlı (*ankerit* ve *kalsit*) güncel göl sedimanları yer alır. Gölün batısında 31 Kimya ve Sodaş Sodyum Sülfat İşletmeleri arasında kalan kıyı bölgesinde Haziran döneminde *Na-sülfat* minerali oluşumları ve *evaporitleşmeler* görülmüştür. Genellikle kıyıda tuzcul bitkilerin hakim olduğu alanda (LSS-83 ve LSS-84) su birikintilerinin kalıntı alanları içinde *Na-sülfat* minerali oluşumları gerçekleşmiştir. Kıyıda görülen evaporit minareleri *tenardit*, *blödit*, *jips* ve *halittir*. Evaporit mineralleri ile birlikte kıyıda dolomit, ankerit, kalsit, kuvars veya kil mineralleri bulunur.

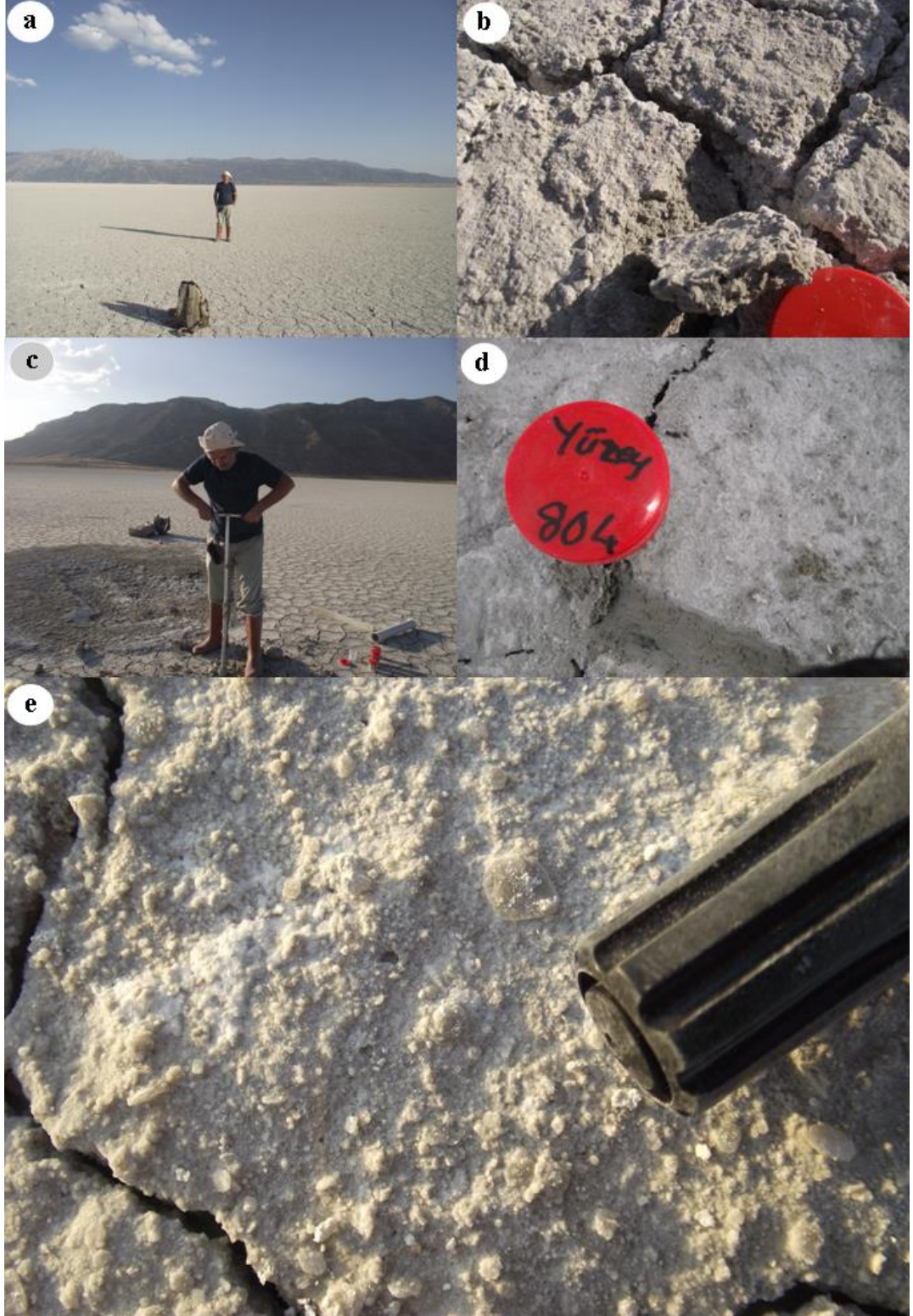
#### **3.3.4.5 Gölün Batısında Kaynak Suyu Besleniminin Olmadığı Alanda Güncel Evaporitleşme**

Kapalı bir göl havzası olan Acıgöl'ün batısı, gölün beslenimini etki edecek sürekli kaynaklar barındırmaz. Gölün kuzeyindeki Maymun Dağ'da yağışlı dönemde drenaj sistemi ile yüzey sularının göle ulaştığı ve yeraltı sularının sızma şeklinde göl kenarında yüzelelendiği sazlıkları barındırır. Kurak dönemde yağışların azalması ve yeraltı su seviyesinin düşmesine bağlı olarak sazlık alanlarda göle su sızıntısı görülmez. Yağışlı dönemdeki su sızıntıları genellikle ana göl alanına ulaşmadan, SODAŞ fabrikası ile sodyum sülfat üretim havuzları arasında kalan elips şekilli alanda sığ birikintiyi oluşturur (**Şekil 3. 62**).

Kurak dönemde tamamen kuruyan bu bölgenin yüzeyi sert kabuk yüzeyi gelişimine sahne olur (**Şekil 3. 63**). Bu bölge kuzeyde Sodaş A.Ş. firması tesisleri, Sodaş A.Ş. üretim havuzları ve 31 Kimya Pompa İstasyonuna kadar olan alanı kapsar. Gölün kuzey kıyısından iç kesimlere doğru yüzey sedimanların majör oksit element içeriğinde değişimler gözlenir (**Şekil 3. 64**). Cl,  $Na_2O$  ve  $SO_3$  değerlerinde önemli artış söz konusudur. Yüzeyde evaporitleşmeye bağlı olarak gelişen sülfat mineralleri *jips*, *globerit* ve *astrakanittir*. Bu bölgede sedimanlarda *evaporit* mineralleri ile birlikte *karbonat* minerallerinden *kalsit*, *aragonit*, *ankerit*, *kalsit magnezyen*, *dolomit*, *huntit* ve *manyezit* bulunur.



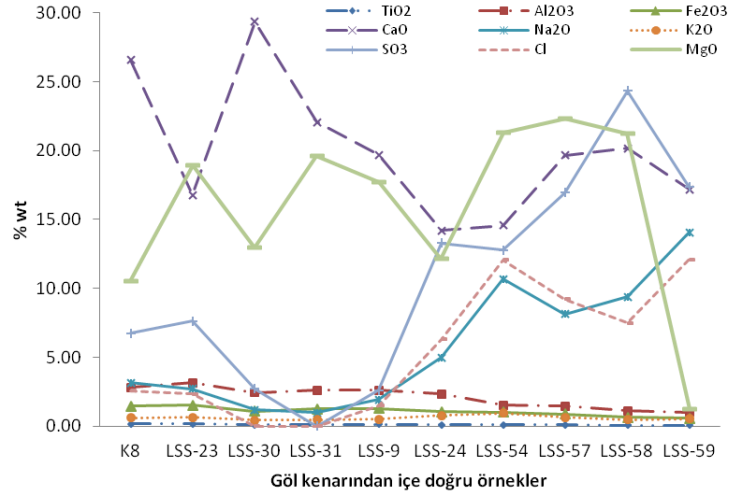
**Şekil 3. 62:** Landsat5-TM uydu görüntülerinden geçmiş yıllarda mevsimsel olarak gölün batısındaki su kaplı alan değişimleri a)1972, b)1975 c)1984, d)1999 e)2000 yılı.



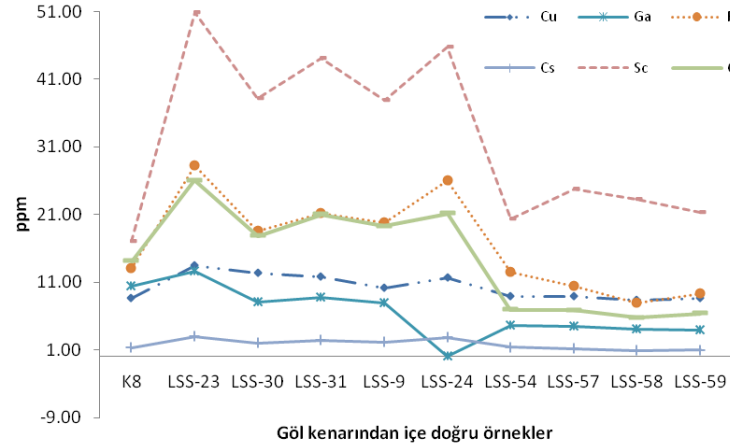
**Şekil 3. 63:** a) LSS-54 noktasında c) LSS-57 örnekleme noktasında kurumuş evaporitik bölgenin genel görünümü b) LSS-54 d) LSS-59 örnekleme noktasında jips ve halitli yüzeyler e) LSS-58 örnekleme noktasında jips ve halitli yüzeyde kırıntılı ikincil jips gelişimi.

Karbonat minerallerinin bulunduğu bu ortamda % MgO miktarı %10-20 arasında değişirken göl su etki alanında ve su altında kalan kısımlarda %3'lere kadar düşer. %CaO içeriği belirli bir artma veya azalma anomalisi göstermez. Kıyıdan içe

doğru ilerledikçe  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  majör oksitlerinin miktarı azalır. Bu alanda evaporitlerle birlikte *mika* (*siderofillit*, *biyotit*), *kuvars* (*kuvars*, *moganit*), *kil* (*dikit*) ve *piroksen* (*diyopsit*) minerali bulunur. Kenardan içe doğru Li, Sc, Rb, Ce, Cu, Ga, Cs iz elementlerinin miktarı azalır (**Şekil 3. 65**). Kuzeyde su birikintisi altında ve göl su alanına yakın kısımlarda Ni ve Zn iz elementleri farklı anomali davranışına sahiptir. Su birikintisinde ve göl suyu etki alanında Ni ve Li artarken, Zn azalır (**Şekil 3. 66**).



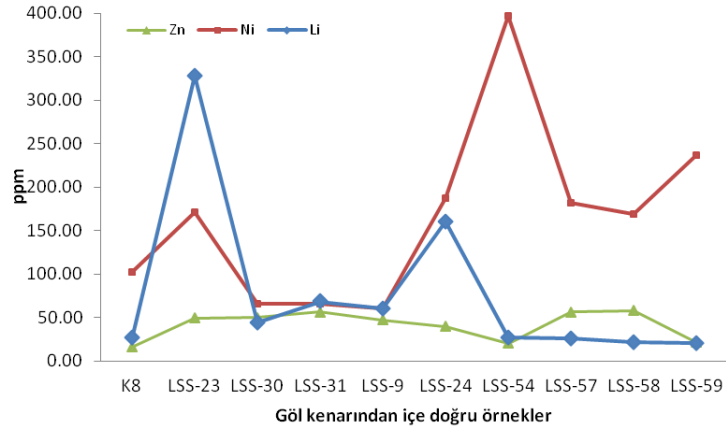
**Şekil 3. 64:** Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda majör oksit element değişimi.



**Şekil 3. 65:** Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda iz element değişimi.

Kıyıda yüzeyde sodyum sülfat oluşumları ve çubuksu jips kırıntıları yaygınca görülebilir. 31 Kimya ve Sodaş A.Ş. işletmeleri arasında kalan havuzların yapılması sırasında, havuz içinde açılan 2-3m derinlikli su tahliye hendeklerinin kenarında *ögsterit* kapanımlı diskoidal ve çubuksu jipsler görülmüştür. Havuz alanında görülen bu oluşum gölün batısındaki sediman alanın yüzeyden itibaren 2-3 m aralığında detritik jipslerin varlığını gösterir. Detritik jipsler %2 oranında kuvars içerir (**Şekil 3. 67, Şekil 3. 68, Şekil 3. 69**).





**Şekil 3. 66:** Gölün kuzeyinden göl içine doğru ilerledikçe yüzey sedimanlarda su birikinti etkisinde Li, Ni-Zn davranışı.

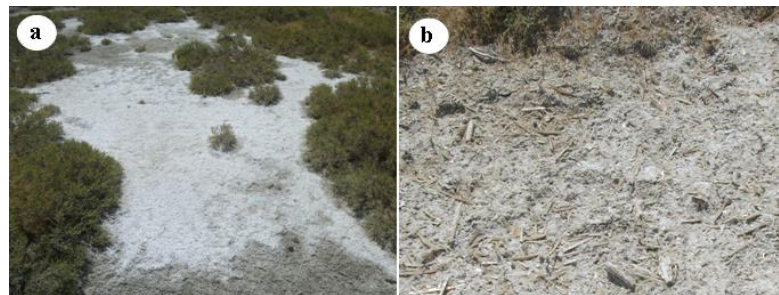


**Şekil 3. 67:** Gölün batısında havuz tabanlarında Ögsteritkapanımlı diskoidal (Rose Tipi) jipsler.

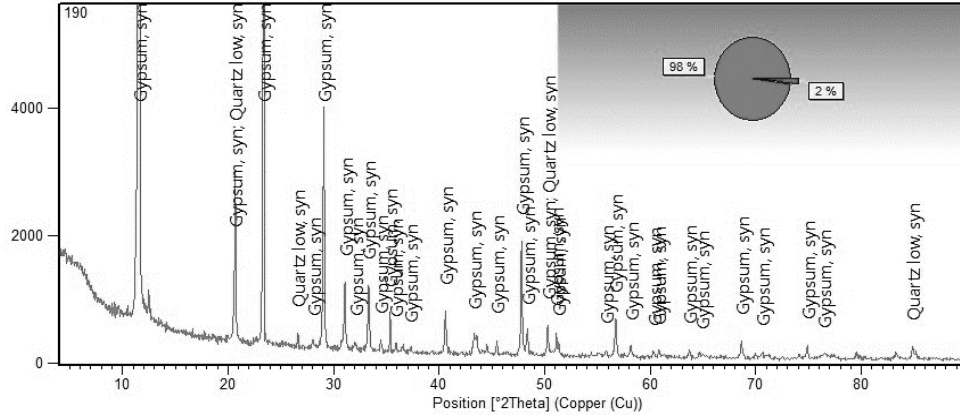
Jips oluşumları ile ilgili olarak, gölün kuzeyindeki havuz hendeklerinde görülen jips örnekleri, batındakilere göre şeffaf renklidir. Batıdaki jipsler duman renkli ve düşük kuvars içeriklidir. Kuzeydeki şeffaf jipslerde XRD analizi ile içeriğinde çok düşük oranlarda (%1) aktinolit minerali belirlenmiştir (**Şekil 3. 70**, **Şekil 3. 71**).



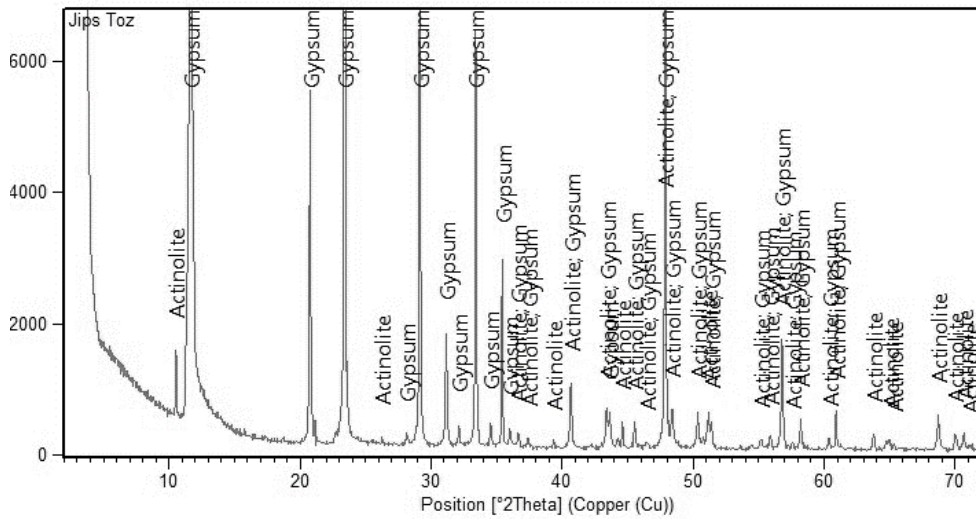
**Şekil 3. 68:** Gölün batısında havuz tabanlarında çubuksu jipsler.



**Şekil 3. 69:** Kıyıda yaygın a) sodyum sülfat (tenardit) oluşumu, b) çubuksu jips kırıntıları.



Şekil 3. 70: Gölün batısında havuz tabanlarında rose tipi jipslerin XRD diyagramı.

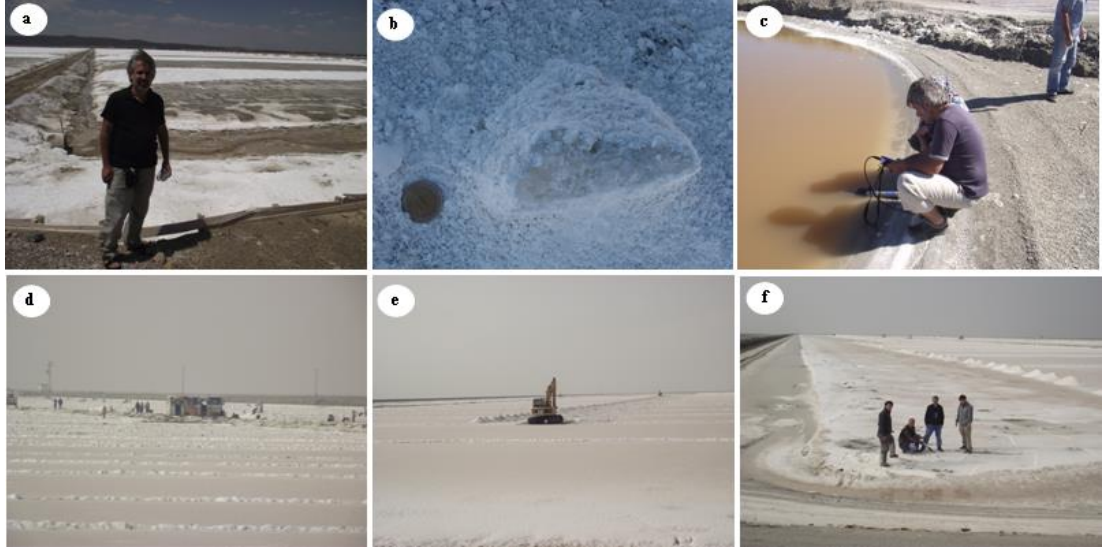


Şekil 3. 71: Gölün kuzeyindeki havuz hendeklerinde görülen jipslerin mineral içeriği (LITO-35 el örneği).

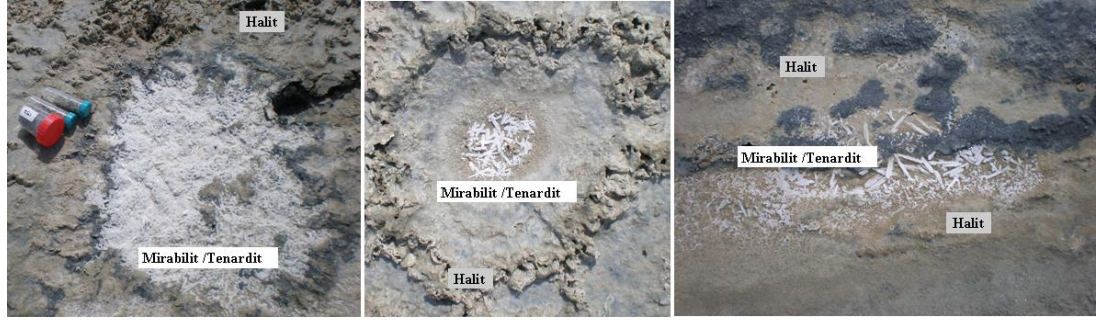
### 3.3.4.6 Acıgöl'de Üretilen Jips ve Tuzların Jeokimyası

Acıgöl'de endüstriyel faaliyetler kapsamında gerçekleştirilen üretimde doğal yolla **güneş malı** olarak tabir edilen **sodyum sülfat** hammaddesi elde edilir. *Doğal yöntemle üretim*, göl kenarına yapılmış üretim havuzlarında rüzgâr-hava sıcaklığına bağlı olarak buharlaştırma-kristallendirme ve çöktürme yöntemleri ile gerçekleştirilir. Sodyum sülfat hammaddesinden sonra bakiye kalan taban çözeltisine yarı doymuş göl suyu ilave edilerek *tuz* üretilir (Şekil 3. 72). Doğal yolla üretimde, sodyum sülfat üretim havuzlarında hammaddenin toplanmasından sonra havuz tabanı tuz içeriği yoğun katılaşmış çözelti ile örtülür. Bu tuz tabakası üzerinde *mirabilit* ve *tenardit* oluşumları görülür. Sıcaklığın artması ile birlikte *mirabilitin* bünyesindeki suyunu kaybetmesiyle *tenardit* oluşumu gerçekleşir (Şekil 3. 73).





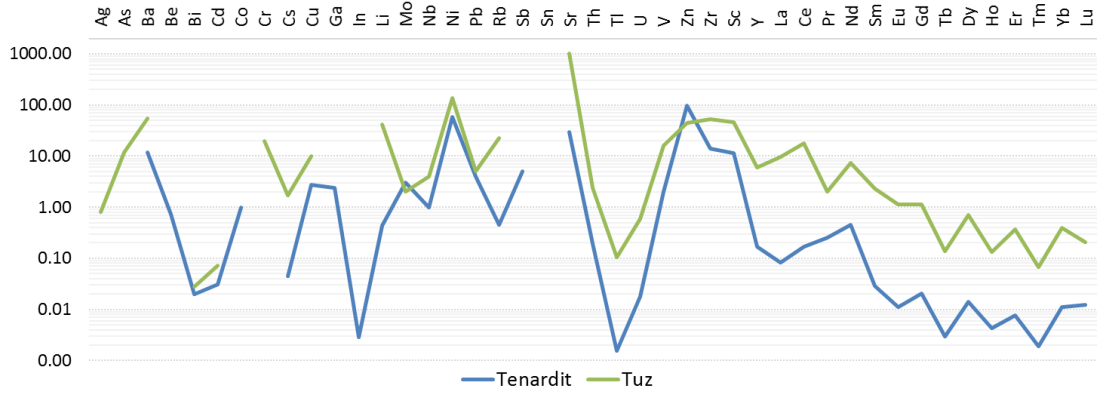
**Şekil 3. 72:** a)Acıgöl'de doğal yolla sodyum sülfat ve tuz üretimi b) Tenardit ve Galuber tuzu c) tuz üretim havuzlarında tuzlaşma d, e) insan gücü ve iş makinalarıyla tuz toplanması g) tuz üretim havuzunda örnekleme çalışması.



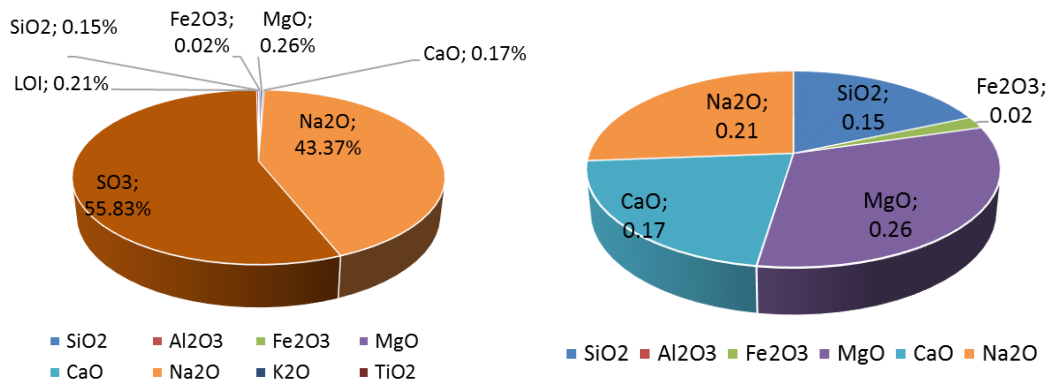
**Şekil 3. 73:** Havuzlarda sodyum sülfat üretimi yapılmasından sonra tabanda kalan tuzlu çamurda Mirabilit/Tenardit oluşumları.

Sodyum sülfat hammaddesi olarak üretim havuzlarında elde edilen ürün *tenardittir*. Sodyum sülfat hammaddesi yoğun olarak  $\text{Na}_2\text{O}$  (%43,4) ve  $\text{SO}_3$  (%55,8) ve çok düşük oranlarda %0,2-0,3 aralığında  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  ve  $\text{SiO}_2$  içeriğine sahiptir. ICP-MS yöntemi ile belirlenen zenginleşen iz elementlerden Ni 59 ppm, Zn 98 ppm, Sr 30 ppm, Sc 11,6 ppm konsantrasyona sahiptir. As içermeyen, sodyum sülfat hammaddesinde Li içeriği oldukça düşüktür (0,44 ppm). Sodyum sülfat üretiminden sonra geriye kalan solüsyondan doğal yolla tuz üretiminde elde edilen ürünün mineral içeriğinde *halit*, *oldhamit* ve *silvit* mineralleri tespit edilmiştir. Tuz örneği yoğun olarak  $\text{Na}_2\text{O}$  (%22,8), Cl (%26,5),  $\text{CaO}$  (%7,7),  $\text{SiO}_2$  (%7),  $\text{SO}_3$  (%4,9) ve  $\text{MgO}$  (%4) içerir. Tuzlarda yüksek miktarda Sr (1002 ppm) bulunur. Ayrıca ICP yöntemi ile belirlenen iz elementlerden Ni (138,5 ppm), Zr (52 ppm), Sc (45,4 ppm), Zn (44,4 ppm), Li (41,2 ppm), Rb (22,3 ppm), Cr (20 ppm), Ce (18 ppm), As (12 ppm) konsantrasyona sahiptir. Jipslerin majör element bileşenlerinde  $\text{SO}_3$  (%43) oranı tenarditten düşüktür. Jipslerdeki  $\text{CaO}$  oranı %33'tür. Jipsler ayrıca 354 ppm Ce, 324 ppm Sr, 20 ppm Zn, 16 ppm Zr içerir (**Şekil 3. 74, Şekil 3. 75, Şekil 3. 76, Şekil 3. 77, Şekil 3. 78**).

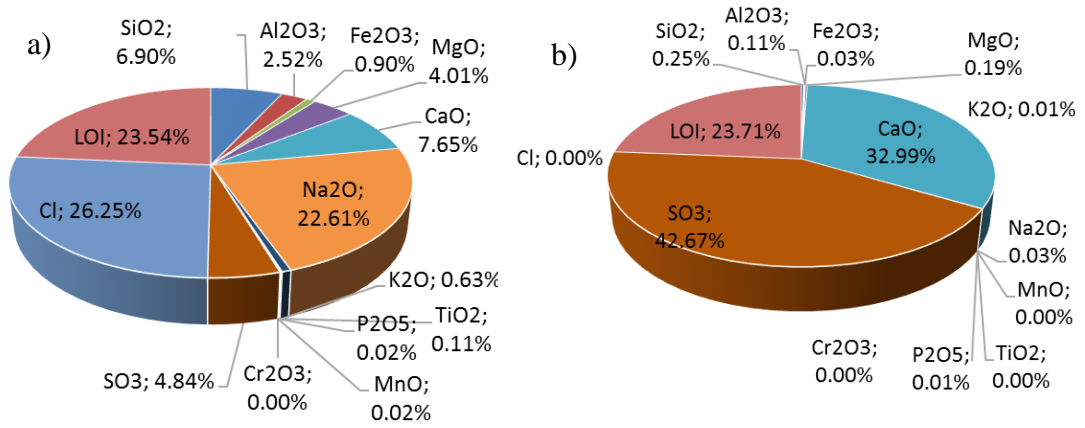




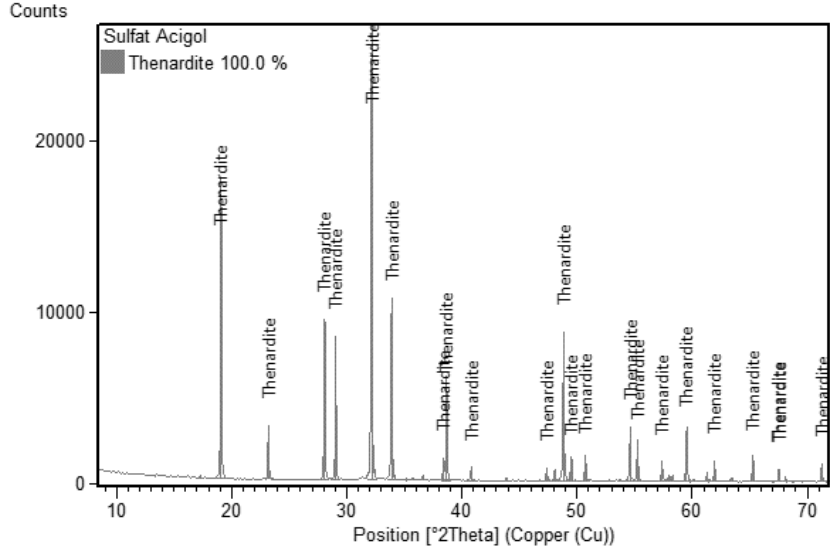
Şekil 3. 74: Acıgöl'de üretilen sodyum sülfat (tenardit) ve tuz hammaddesinin iz element içeriği (ppm).



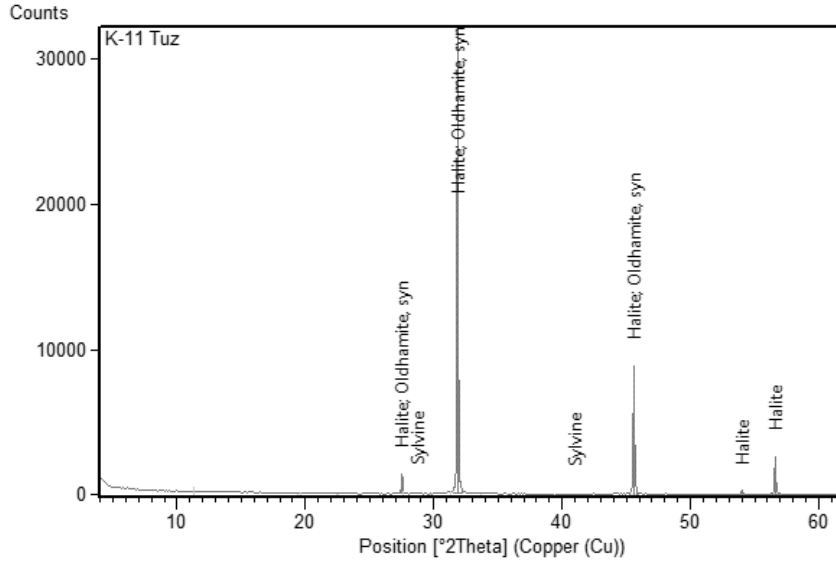
Şekil 3. 75: Acıgöl'de üretilen sodyum sülfat hammaddesinin (tenardit) majör element oranları.



Şekil 3. 76: a) Acıgöl'de üretilen sodyum tuz hammaddesinin, tuz üretim havuzundaki majör element oranları b) göl çökelilerindeki jipslerin majör oksit oranları.



**Şekil 3. 77:** Sodyum sülfat hammadesinin XRD difraktogramı.



**Şekil 3. 78:** Tuz üretimiyle elde edilen ürünün XRD difraktogramı.

### 3.3.5 Güncel Sedimanların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Acıgöl'de güncel göl sedimantasyonunu denetleyen faktörler, *havza morfolojisi, hidrolojisi, göl suyunun kimyasal özelliği, tuzluluk ve jeomikrobiyolojik döngülerdir* (Budakoğlu ve diğ. 2014; Helvacı ve diğ. 2013; İçöz 1991; Mutlu ve diğ. 1999). Güncel göl alanında yaygın olarak görülen magnezyumca zengin karbonat çökeltim ortamları, havza iklimi, beslenme havzası temel kayaç özellikleri ve topografik etkinin kontrolünde gelişir (Helvacı ve diğ. 2013).

Acıgöl gibi playa göllerde mineral gelişimini etkileyen faktörler *sıklıkla gelişen döngüsel sellenme, playa yüzeyinin kuruması, tuzlu yüzey çatlaklarının gelişimi, efflorescence tuz çatlakları, kaynak sularından çökeltim, sediman içi tuz gelişimi, çözelti birikintileri, rüzgârların salamura tuzlu suya etkileri, rüzgâr ve laminalı akım ile periyodik döküntülü malzeme birikimidir* (Helvacı ve diğ. 2013; Last 1984).

Göl sedimanlarında görülen mineraller genellikle **otijenik** (*authigenic*) veya **diyajenetik** (*diagenetic*), **endojenik** (*endogenic*), **döküntülü** (*detrital*) genetik kökene sahiptir (Deping 1992; Helvacı ve diğ. 2013; Last 1990; Last ve Sauchyn 1993). Acıgöl'de görülen döküntü bileşenler *kil, kuvars, feldispat, mika, amfibol, piroksen, serpantin* ve gölü çevreleyen karbonatlı birimlerden erozyon ve drenaj sistemiyle göle taşınmış *karbonat* mineralleridir. Gölde döküntülü karbonat minerali *kalsit* ve *dolomit* (Helvacı ve diğ. 2013). Gölde su kolonundaki inorganik ve biyolojik aktivite sonrası çökelen **endojen mineraller** başta *aragonit* olmak üzere *low* ve *high Mg-Kalsit* mineralleri gibi karbonatlar, çözünebilir *Na-sülfat*, *Ca-sülfat* ve *halit* mineralleridir. Kurak dönemde evaporatif konsantrasyonu çok yüksek olan göl suyunun soğuması ile çökelen *huntit* ve *manyezit* mineralleri endojen minerallerdendir. Göl ortamında depolanmadan sonra *kimyasal* ve *biyolojik* olarak gelişen **otijenik** mineraller *kil mineralleri, oksit mineralleri, demir sülfat- bakır sülfat mineralleridir*. Gölde 110Y255 projesi kapsamında sülfat indirgeyen ve oksitleyen, demir indirgeyen, azot indirgeyen vb. farklı bakteri türleri tanımlanmıştır. Gölde farklı element döngüsünde yer alan bakterilerin varlığı, *otijenik karbonat, sodyum ve kalsiyum sülfat* mineralleri oluşumunun da olduğunu gösterir.

Gölün etrafındaki alüvyon yelpazesi deltaları killi dolomit ara katmanlı kumtaşı ve çamurtaşı içerir. Bu killi dolomit ara katmanı havzayı sınırlayan faylardan itibaren güneye doğru uzanım gösterir (Alçıçek 2009; Helvacı ve diğ. 2013).

Sedimanların laminalı olarak geliştiği, organik madde bakımından zengin, yüzeyinde alg ve siyanobakteri oluşumları gelişmekle birlikte, sediman içinde alg laminalanması gözlenen Palustrine fasiyesinde, Helvacı ve diğ. (2013) tarafından da belirtildiği gibi *biyojenik karbonat* minerali gelişimi söz konusudur. Palustrine fasiyesinde güncel biyolaminalı alg düzlük çökellerinde *manyezit, ankerit, huntit, manesseite* gibi farklı karbonat mineralleri bulunmuştur. Helvacı ve diğ. (2013) bu minerallere ilave olarak *siderit, nahkolit, kutnahorit* mineralleri belirlemişlerdir. Palustrine alanlarda ileri derece evaporitleşme ve buna bağlı olarak göl suyunda Mg/Ca (mol) oranının çok yüksek olması *dolomit* ve *manyezitin* sırayla çökmesine neden olmuştur (Helvacı ve diğ. 2013).

Güncel göl sediman fasiyesinde yaygın görülen **fillosilikat** mineralleri *mika*, *klorit*, *serpantin* ve *kaolinit* grubu minerallerdir. Helvacı ve diğ. (2013) tarafından gölde tanımlanan fillosilikat minerallerinden yaygın olanı *simektit* ve *nontronittir*. Killi dolomit, gölssel manyezit fasiyesi ve dolomitik killi marn, diskoidal jips, jipsarenit ve laminalı çamurtaşı ar dalanması fasiyesi güncel göl sediman fasiyesini oluşturur (Helvacı ve diğ. 2013). Karayığit ve diğ. (2014) tarafından gölün batısında açılan yaklaşık 700m derinlikli kömür arama sondajında *jips*, *kil mineralleri*, *kuvars*, *kalsit*, *dolomit*, *feldispat*, *aragonit*, *pirit*, *halit*, *amfibol* ve *hornblent* mineralleri tespit edilmiştir.

Güncel göl çökel alanında yüzey, kolon ve siğ kolon örneklerinde XRD analizi ile belirlenen mineraller;

**Kabonat Mineralleri;** Ankerit, Aragonit, Kalsit, Kalsit Magnezyen, Dolomit, Huntit, Manyezit, **Halit Mineralleri;** Halit, Potasyumlu Halit, **Sülfat Mineralleri;** Bassanit, Astrakanit, Blödit, Burkeyit, Blödit, Kalsiyum Sülfat Hidrat, Globerit, Jips, Tenardit, Selestin, **Demir Sülfat Mineralleri;** Pirit, Pyrrhotite, **Apatit Grubu Mineraller;** Apatit, Klorapatit, Oksit Mineralleri; Hematit, Manyetit, **Fillosilikatlar;** Mika Grubu (İllit-Mika), Klorit Grubu, Serpantin Grubu (Lizardit), Kaolinit Grubu, Smektit Grubu, **Tektosilikatlar;** Feldispatoitler, Kuvars Grubu (Kuvars), **İnosilikatlar;** Amfibol Grubu (Hornblend), Piroksen Grubu (Diyopsit, Enstatit)'dur.

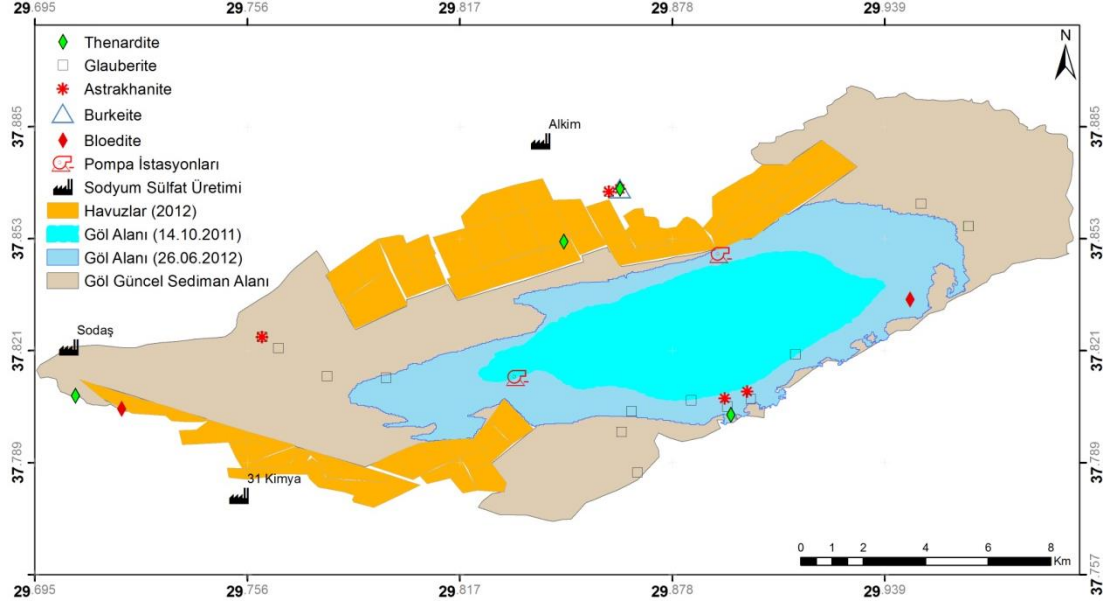
### 3.3.5.1 Sülfat Mineralleri

Göl suyu etki alanında kalan tüm yüzey ve yüzey altı sedimanlarda *Ca-sülfat* ( $CaSO_4$ ) mineralleri görülür (**Şekil 3. 79**). *Jips* ve jipsin farklı formlarındaki *bassanit* ve *Ca-sülfat hidrat* minerallerinin (*CaSO<sub>4</sub> mineralleri*) görülmediği yerler gölün kenar zonlarıdır. Gölün kuzeyinde sadece kıyı kenar hattında görülmezken, gölün güneyinde görülmeyen alanlar daha geniştir. *Döteryumlu jips* formu sediman yüzeylerinde nadir gözlenir. Sediman kolonunda ilk 10cm'den sonra özellikle gölü besleyen kaynakların göle giriş yaptığı bölgelerde görülür. Göl suyu etkisindeki nadir bölgelerde ve gölün kuzey batısında su birikintisinin olduğu alanda, yüzeyde *döteryumlu jips* gelişimi gözlenmiştir.

*Ca-sülfat* ( $CaSO_4$ ) mineralleri bünyelerindeki su miktarı ile ilişkili olarak, gölalanı sedimanlarında farklı dağılım anomalisine sahiptir. *Jips* alansal olarak göl sürekli ya da dönemsel su altında kalan tüm sedimanlarda görülür. *Bassanit* ve *Ca-sülfat hidrat* minerali, gölün yağışlı dönemde su altındayken, kurak dönemde



çok az miktardadır. Na-sülfatça zengin tuzlu çözeltilerin (brine) jipsle temasında, karbonatça zengin suların mirabilit, burkeyit, astrakanit mineralleri ile temasında veya bu minerallerin çökelediği sodyum sülfat içeriği yüksek sularla temasında globerit minerali gelişir (Garrett 2001).



Şekil 3. 80: Sodyum Sülfat minerallerinin göl alanında dağılımı.

Ögsterit gelişimi için ortamda aşırı derecede Cl iyonu bulunmalı (Skarie ve diğ. 1987) ve Na/Ca oranı 4'ten büyük olmalıdır (Vergouwen 1981). Na/Ca<sub>(mol)</sub> oranı gölde mevsime bağlı olarak 25-95 arasında değişirken sülfat üretim havuzlarında 90 ve tuz üretim havuzlarında 562 civarındadır. Cl iyon derişimi 16.000-45.000 ppm arasında değiştiği dikkate alındığında Acıgöl ögsterit ve globerit minerallerinin çökelişi için gerekli jeokimyasal koşullara sahiptir.

Tenardit minerali, yoğun sülfat içeren playa göllerde, yaz mevsimlerinde mirabilit minerallerinin dehidrate olması veya yüzey kabuklarında kapiler evaporasyon sırasında kristallenme ile oluşur. Sülfatça aşırı doymuş tuzlu göl sularından(brine), sıcak yaz mevsimlerinde, evaporitleşmeyle doğrudan kristallenebilir. NaCl bakımından doymuş sularda su sıcaklığının 9°C, sodyum sülfatça zengin tuzlu sularda 32°C'nin üstünde olması durumunda kristallenme gerçekleşir (Garrett 2001).

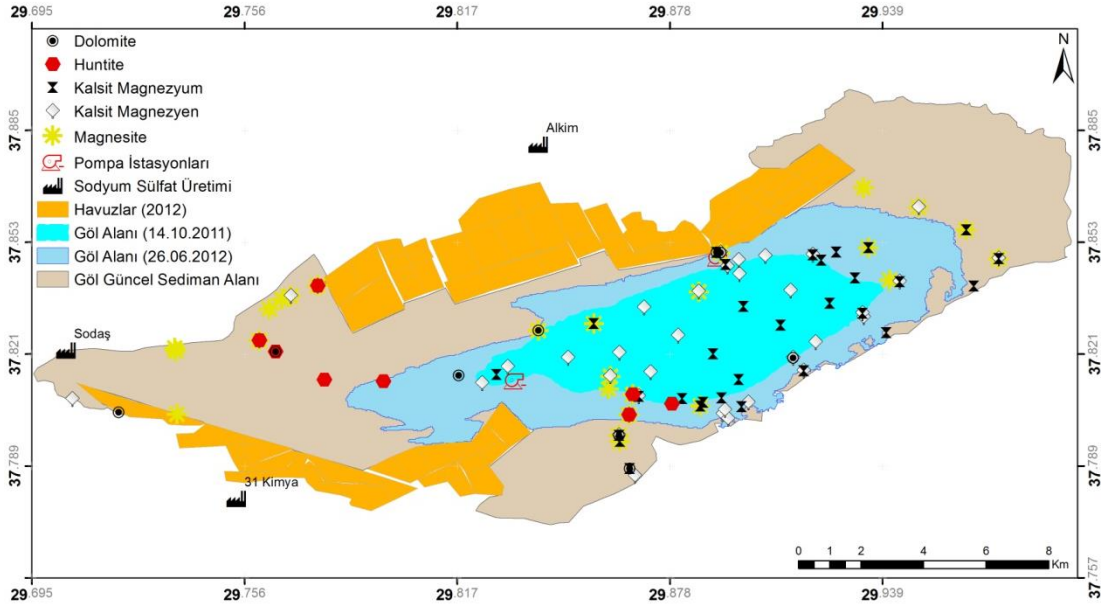
Bölgede doğal yolla sodyum sülfat üretiminde elde edilen mineraller *tenardit* ve *mirabilittir* (*Glober tuzu*). Üretim havuzlarından alınan örnekler analiz sırasında laboratuvar ortamında kurutulduğundan, örneklerin XRD analizlerinde tümü tenardit olarak belirlenmiştir. Acıgöl'de göl sedimanının karbonat ve Mg-karbonatça aynı





gerçekleşir. Gölün güneyinde göl suyunun nadiren ulaştığı kıyıya yakın kısımlarda aragonitler, gölü besleyen ve *aragonit* doygunluk indeksi yüksek olan kaynakların etkisi altında oluşur. Göl ortamında *aragonit* çökelişi Mutlu ve diğ. (1999) tarafından bakteriyel aktivite ile ilişkilendirilmiştir. Göl tabanı, uydu görüntüleri ve örnekleme amaçlı arazi gözlemlerine dayandırıldığında siyah balçık şeklindedir. Bakteri aktivitesinin göstergesi olan anaerobik siyah çamurlar, aragonit içerir. *Kalsit* doğrudan göl suyundan çökelediği gibi, *jips* ve *anhidritin* bakteriyel aktivite etkisinde alterasyonu sonucu da oluşabilir (Mutlu ve diğ. 1999). İçözü (1991) bakteriyolojik değerlendirmede bulunmakla birlikte *kalsit* yoğunluğunu gölde yoğun olarak bulunan gastropod fosili varlığına bağlamıştır.

Mg-Karbonat minerallerinden *huntit* ve *dolomit* göl baseni ve doğusunda bulunmaz. *Huntit* minerali özellikle gölün batı, kuzey batı ve güney batısındaki kurutuzlu çamur düzlüklerinde gelişir. *Manyezit* mineralleri göl baseninin dışında gölün farklı bölgelerinde görülmüştür. Göl suyunun etkisi altında kalan kısımlarda ve göl baseninde yoğun olarak *Mg-kalsit* oluşumu vardır. Gölü besleyen kaynakların göle giriş yaptığı bölgelerde de *Mg-karbonat* minerallerinden sadece *Mg-kalsit* minerali oluşumu gerçekleşir.



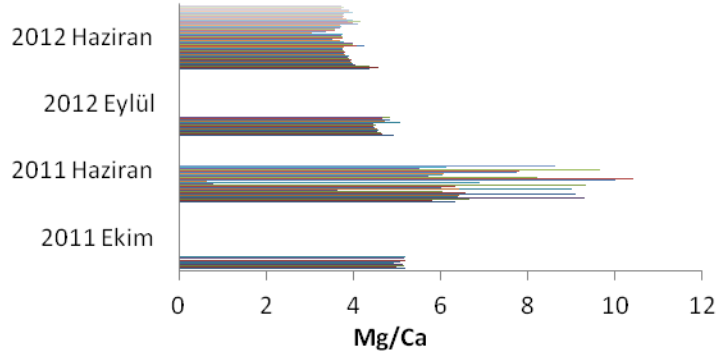
Şekil 3. 82: Mg-Karbonat minerallerinin göl alanında dağılımı.

Diğer kaynaklardan farklı olarak Gemiş kaynaklarının göle ulaştığı, aynı zamanda Kayaköy Dolomiti'nin göle sokulduğu kısımlarda *Mg-kalsit* ile birlikte *dolomit* minerali de görülür. Sürekli su altında kalan göl çanağı **birincil karbonatlar**,

mevsimsel olarak sadece yağışlı dönemde su altında kalan kısımlarda **ikincil karbonatlar** yaygındır.

Göl suyu tüm dönemlerde Mg-karbonatça doygundur ve Mg-karbonat çökelimi gerçekleşir. Gölün yaz aylarında ortalama dolomit doygunluğu ( $SI_{dolomit} > 4$ ) 4'ten büyük iken yağışlı dönemlerde 3 civarındadır. Yine güneyde gölü besleyen birçok kaynağın dolomitçe doygun olması gölde *Mg-karbonat* çökeldiğini gösterir.

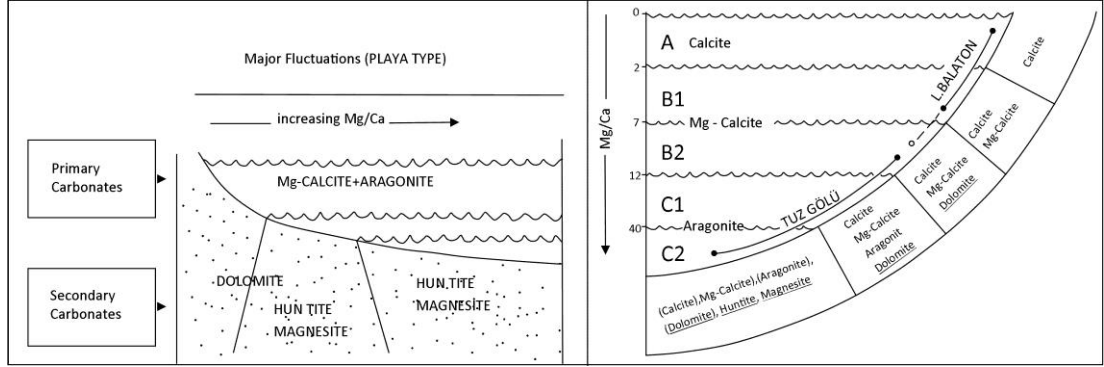
Göl suyu iyon içeriğinde  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranı Eylül-Ekim dönemlerinde ortalama 4,6-5 arasında iken, Haziran döneminde 3,8-4,6 arasındadır. Çalışma kapsamındaki bazı yıllarda Haziran dönemlerinde gölde  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının yüzeyde ortalama 6,3 iken göl tabanında 9-10 olduğu görülmüştür (**Şekil 3. 83**). Eylül-Ekim dönemlerinde göl tabanında bu değer daha yüksek olabilir. Gölde sodyum sülfat üretimi için yapılmış yapay havuzlarda bu oran ( $Mg/Ca_{(mol)}$ ), sodyum sülfat üretim havuzlarında 10 iken tuz üretim havuzlarında 50'dir.



**Şekil 3. 83:** Acıgöl'de farklı dönemlerde göl suyundaki  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranı.

Göl veya deniz çözeltisinin  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranı, birincil ve ikincil inorganik karbonat minerallerinin oluşum ve diyajenezini düzenleyen önemli faktördür (Muller ve diğ. 1972). Muller ve diğ. (1972), güncel göl ortamlarındaki Ca-Mg karbonatların oluşumu ve inorganik diyajenezinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada Acıgöl'de göl suyunda  $Mg/Ca_{(mol)}$  değerini 9-13 olarak belirlemiştir. Muller ve diğ. (1972) ve Irion (1973)'e göre birincil karbonatlar *Mg-kalsit* ve *aragonit*, ikincil karbonatlar *dolomit*, *huntit* ve *manyezit*dir. Mutlu ve diğ. (1999) tarafından yapılan çalışmada da *Manyezit* dışında Muller ve diğ. (1972) ve Irion (1973) tarafından belirtilen, birincil ve ikincil minerallerin varlığı tespit edilmiştir. Muller ve diğ. (1972) tarafından  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranına göre gelişen karbonat çökelim sınıflamasına göre Acıgöl'de *Mg-kalsit* ve *aragonit* çökmesi, günümüzde de gölde  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının yüksek olmasına bağlıdır.

Günümüzde de her yıl yağış rejiminin etkisinde göl hacmindeki büyük değişimler Acıgöl'de inorganik olarak göl ortamında *low Mg-kalsit + high Mg-kalsit + aragonit* çökeline neden olmuştur. Dinamik olan Acıgöl'de *aragonit* ile birlikte *low* ve *high kalsit* minerallerinin bulunmuş olması gölün, Muller ve diğ. (1972) dinamik göl karbonat çökelim şemasına göre (**Şekil 3. 84**) geçmiş dönemlerde veya kurak dönemde göl su kolonu tabanının yüksek  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranına sahip olduğu ortaya çıkar.



**Şekil 3. 84:** Dinamik göllerde karbonat oluşum modeli Muller ve diğ. (1972).

Çalışma kapsamında göl tabanında  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının 9-10 arasında olması ve aynı sezonda göl tabanında bu değerin daha yüksek olabileceği, yine Muller ve diğ. (1972) tarafından 9-13 arasında olan  $Mg/Ca$  değerlerine göre Acıgöl'de *kalsit*, *Mg-kalsit*, *aragonit* ve *dolomit*in gölde çökeldiğini gösterir. *Huntit* ve *manyezitin* gölde çökelmiş olması ile ilgili olarak, Muller ve diğ. (1972) karbonat oluşum modeline göre gölde  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının 40 ve üzerinde olması gerekir. Ancak bu durum Tuz Gölü'nde  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının 40 civarında olduğunda *Huntit* ve *Manyezit* minerali oluşumu görüldüğünden bu sınır baz alınmış ve Tuz Gölü'ne özgü bir durumdur. Acıgöl'de bu ortam ancak tuz üretimi yapay havuzlarında oluşur.

$Mg/Ca_{(mol)}$  oranının artmasına bağlı olarak göllerde Mg-karbonat çökelim sırası ***High Mg-kalsit*→*Dolomit*→*Huntit*→*Manyezit*** şeklindedir. Gölün kimyasal ve fiziksel özellikleri bu sıralamayı değiştirmez. *Dolomit* çökelişi  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının 7-15 arasında olduğu durumlarda gerçekleşir. *Huntit* ve *manyezit* çökelişinin olması için  $Mg/Ca_{(mol)}$  oranının *dolomitleşme* için gerekli olan orandan daha yüksek olması gerekir. Bolluk Gölü'nde dolomitin doğrudan *huntit* ve *manyezite* dönüşümü bu durumu açıklar (Muller ve diğ. 1972).

De Choudens-Sanchez ve Gonzalez (2009)'e göre çözeltinin farklı  $Mg/Ca$  oranına bağlı olarak, *aragonit* veya *aragonit + kalsit* çökelişi fazında olması, çözeltinin

CaCO<sub>3</sub> doygunluğu ve Mg/Ca oranı ile ilişkilidir. Mg/Ca oranının düşük olduğu durumlarda kalsit baskın mineral fazıdır ve aragonit çökelişi çok düşüktür. Mg/Ca oranının artması ile birlikte *aragonit* baskın mineral fazı haline gelir. Artan Mg/Ca oranı ile birlikte, CaCO<sub>3</sub> bakımından ortamın aşırı doygun halde olması ortamda *kalsit* çökelişine neden olur. Yüksek Mg/Ca oranı ile birlikte, CaCO<sub>3</sub> doygunluğunun düşük seviyelerde olması ortamda sadece *aragonit* çökelişine neden olur. Çözeltideki Mg/Ca oranının artması kalsit büyümesini azaltırken, aragonit büyümesi bundan etkilenmez.

Helvaci ve diğ. (2013) güncel göl sedimanlarında kalsit ve dolomitin kaynağının *endojenik* olmakla birlikte döküntü olduğunu belirtmiştir. Döküntülü dolomit, kalsite göre daha yaygındır. Bu durum ana kayada minerallerin birbirine göre oran durumunu veya aynı zamanda dolomite göre kalsitin ayrışma durumunun düşüklüğünden kaynaklanır. Endojenik karbonatlar (dolomit, manyezit, huntit ve kalsit) aşırı doygun göl suyunun Mg/Ca<sub>(mol)</sub> oranının yüksek olmasına bağlı olarak çökelmiştir (Helvaci ve diğ. 2013).

Manyezit çökelişi Kiesl ve diğ. (1990) bazik, ultrabazik magmatik kayalar veya Mg-karbonatça zengin kayalarla liç halinde olan suların Mg bakımından zenginleşmesi ve bu sulara çökmesi ile gerçekleşir (Alçiçek 2009; Kiesl ve diğ. 1990). Gölü besleyen kaynaklarda Mg içeriği 5-159 ppm arasında değişmekte kimi sular Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesindedir.

Mutlu ve diğ. (1999), Acıgöl'de sülfür bakterilerinin varlığının jipsin kalsit, huntit ve manyezit altere olmasıyla etkisini gösterdiğini belirtmiştir. Huntit miktarının artmasıyla birlikte jips miktarının değişmemesi ve dolomit, kalsit miktarında ilişkili bir azalma olması nedeniyle, huntitin kaynaklarından diğer biri de Mutlu ve diğ. (1999) tarafından kalsit ve dolomitin alterasyonu gösterilmiştir. Aragonitin yoğun olarak bulunduğu göl baseninde huntit minerallerinin gelişmemiş olması, yüksek evaporasyon koşullarında huntitin, aragonitin alterasyonu sonucu çökmesi ile ilişkilendirilmiştir. Mutlu ve diğ. (1999) dolomit gelişimini, doğrudan göl suyundan çökelişe ve kalsitin altere olması, aşırı doygun göl suyu ile etkileşiminde, evaporiteleşme sırasına bağlı bir çökeliş dizisine bağlamıştır.

Karbonat, sülfid, fosfat silikat gibi minerallerin otijenik olarak oluşmasında bakteriyel aktivite söz konusudur (Ferris 2000). Hipersalin ortamlarda heterotrofik bakteriler ve siyanobakteriler karbonat çökelişinde etkindirler (Knorre ve Krumbein 2000). Rivadeneyra ve diğ. (2006), katı ve tuzlu sıvı yapay deney ortamında, farklı

Mg/Ca oranı ve farklı iyon konsantrasyonlarında, mineral çökeliminde halofilik bakteri etkisini değerlendirmiştir. Çökelen mineraller ve tuzlu ortamın doymun indisleri karşılaştırıldığında çökelimin, doymunluk indisıyla aynı ilişkide olmadığı tespit edilmiştir. Halofilik bakteri türü, ortamın tuzluluğu ve fiziksel özelliklere bağlı olarak çökelen mineraller, kalsit, aragonit, dolomit, Mg-kalsit, monohidroksit, hidromanyezittir. Halofilik bakteri türüne bağlı olarak farklı karbonat gelişimi, tuzlu ortamlarda bakterilerin karbonat çökeliminde etkin olduğunu ortaya koyar (Rivadeneira ve diğ. 2006).

Acıgöl'de metanojenler ve halofilik bakteriler en yaygın arkea türleridir. Halobacteriaceae familyasından Haladaptatus, Halarchaeum, Halobacterium, Halobiforma, Halonotius, Halorhabdus, Halosimplex ve Haloterrigena türleri Acıgöl'de yaygın olarak bulunmaktadır (Budakoğlu ve diğ. 2014). Budakoglu ve diğ. (2014), gölün arkeal çeşitliliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarda halofiliklerden Halorubrum, Halosimplex, Halorhabdus, Haloterrigena and Natronococcus türlerini gölde tespit etmişlerdir.

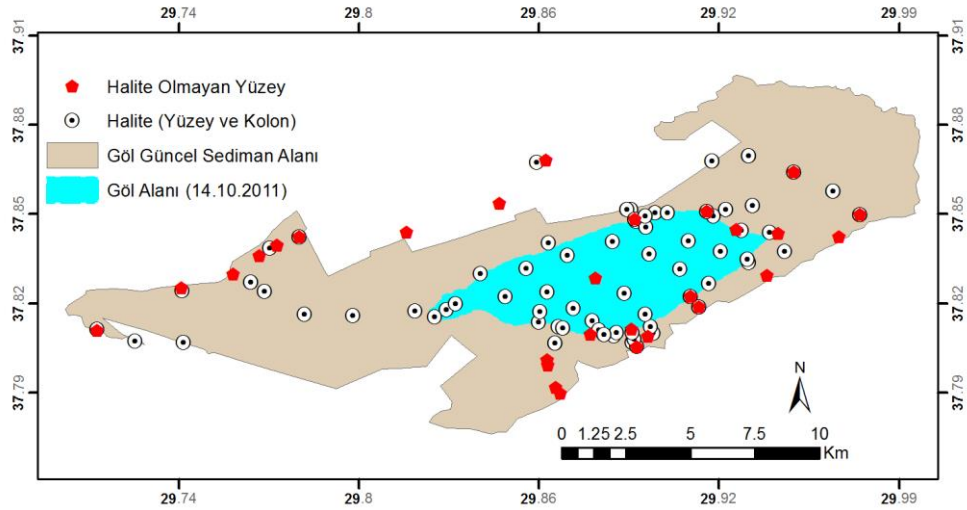
Karbonat oluşumu ile ilgili olarak literatür ve sunulan çalışma sonuçları özetlendiğinde, güncel göl sedimanında *döküntülü kalsit* ve *dolomit* yaygındır. Döküntülü malzeme alüvyon yelpaze deltası sokulumları ve akarsu deltaları ile taşınır. *Döküntülü karbonat* gölün kenarlarında, merkezde ise *endojenik* ve *otijenik* karbonat oluşumu gerçekleşir. Bakteriyolojik aktivite sonucu *jips* ve *anhidritin* alterasyonundan karbonat gelişimi olur. *Mg- karbonat* gelişimi aşırı doymun göl suyu olmak birlikte, bakteriyolojik aktivite sonucu *jipsin* alterasyonu, *dolomit* ve *kalsitin* alterasyonu sonucu gelişmiştir. Muller ve diğ. (1972) ve Irion (1973) tarafından belirtildiği gibi bu çalışma kapsamında da ***birincil karbonatlar*** *Mg-kalsit* ve *aragonit*, ***ikincil karbonatlar*** *dolomit*, *huntit* ve *manyazit* olarak belirlenmiştir.

**Göl kenarlarında kalsit, gölün merkezinde aragonit yoğunluğu;** De Choudens-Sanchez ve Gonzalez (2009) tarafından belirtilen Mg/Ca oranı durumlarına göre, yağışlı dönemde gölde Mg/Ca oranının düşük olması ve kalsit çökeliminin gerçekleşmesi, kalsit çökeliminden sonra artan evaporatif konsantrasyonda özellikle Mg/Ca oranının artması ve aragonit çökeliminin baskın hale gelmesi, göl kenarında kalsit, merkezinde aragonit çökelimine neden olur. Ayrıca yüksek Mg/Ca oranı ile birlikte CaCO<sub>3</sub> doymunluğunun düşük olması aragonit çökelimine neden olmaktadır.

Karbonatların göl sediman istifinde değişimi Karayiğit ve diğ. (2014) ve Helvacı ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmalarda değerlendirilmiştir. Karayiğit ve diğ. (2014), gölün batısında göl istifinde, yüzeyden itibaren derinlere doğru her aşamada dolomit varlığını tespit etmiştir. Kalsit minerali ilk 170m'de çok nadir görülürken, aşağılara doğru önemli bir artış göstermiştir. Sediman kolonunda kalsitin bu davranışı ve ortamda karbonat varlığı, gölün orta ve alt kısımlarının **tatlı-tuzlu su geçiş ortamında** çökelmesini ortaya koyduğu belirtilmiştir.

### 3.3.5.3 Halit Mineralleri

*Halit* minerali göl suyundan endojenik olarak oluşur. Yağışlı mevsimden kurak mevsime geçişte evaporiteleşme ile birlikte *halit* minerali oluşumları görülür (**Şekil 3. 85**). Yüzeyde kuru çamur düzlüklerinde, efflorescence tuz çatlaklarında ve toz halinde oluşan *halit* minerali, yağışlı döneme geçişte su seviyesinin artması ile birlikte çözünerek su bünyesine karışır. Yüzeyden farklı olarak sediman kolonunda da *halit* mineraline rastlanır.



**Şekil 3. 85:** Halit mineralinin göl alanında dağılımı.

*Halit* mineralleri *halit* (NaCl) ve *potasyumlu halit* ( $\text{Na}_{.5037}\text{K}_{.4963}\text{Cl}$ ) olarak görülür. Göl ortamında *halit* görülmeyen yerler genelde, yağışlarla birlikte çözünmenin gerçekleştiği sediman yüzeyleridir. Çözünmenin gerçekleştiği sediman yüzeylerinde her ne kadar *halit* minerali görülmese de sediman kolonunda derine doğru inildikçe *halit* minerali hala mevcuttur. Yağışlı ve kurak dönemde sürekli su altında kalan göl baseninde *halit* minerali yaygındır. Güncel göl sedimanında stratigrafik olarak *halit* minerali *karbonat* ve *jipslerle* araldanma gösterir.

#### 3.3.5.4 Silikat Mineralleri

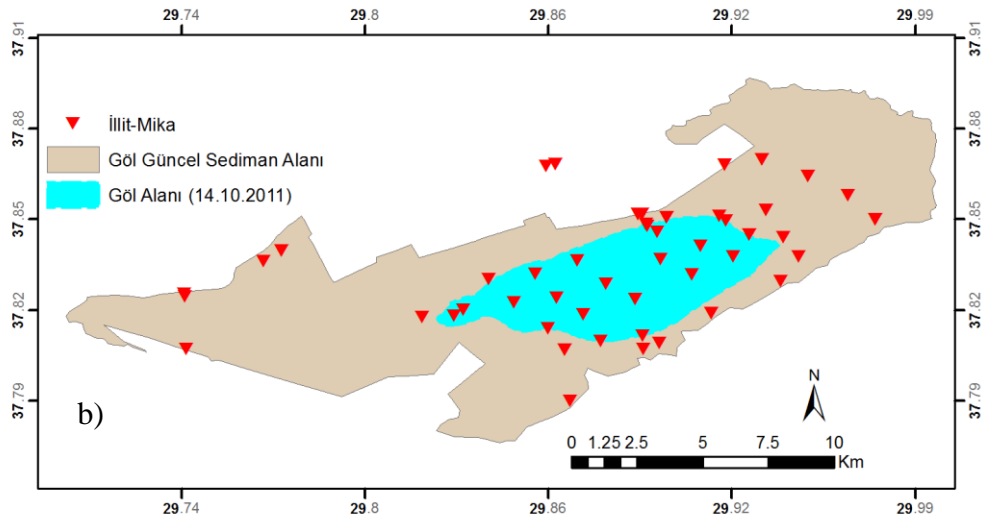
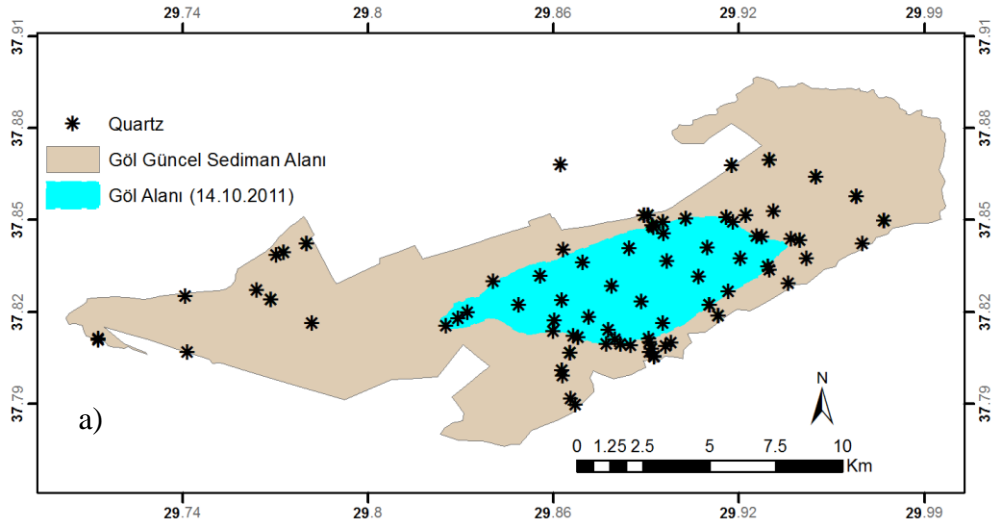
Gölde yaygın olarak görülen *silikat mineralleri* başta *kuvars* grubu olmak üzere, *mika grubu*, *amfibol*, *piroksen*, *klorit grubu*, *serpantin grubu*, *kaolinit grubu*, *feldispatoit grubu* ve *kloritoit* mineralleridir. Gölde *kuvarsla* birlikte *biyotit* ve *muskovit* en geniş alansal dağılıma sahiptir. Gölde görülen *kil mineralleri*, *kaolinit*, *illit*, *dikit*, *klorit* ve *montmorillonittir*. *Klinoklor* minerali göl güncel sedimanlarında görülmemiştir. *Lizardit* minerali gölün güneyinde drenaj sistemiyle Yandağ'ın zirvesinde yer alan birimlerden gelen kırıntılı alanlarda görülür. *Kloritoit* ve *sidorofillit* minerali genellikle göl çanağında, *dikit*, *illit* ve *kaolinit* minerali gölün doğusunda yaygındır. *Piroksenler* göl güncel sedimanından daha ziyade alüvyonların göle sokulduğu ve yüzey drenaj sistemlerinin göle kırıntılı malzeme taşıdığı kısımlarda görülür.

*Kil* mineralleri genellikle *klastik kökenli* olup, taşkın ve sellenme sırasında partikül madde olarak göl depolanma havzasına taşınmıştır (Siavalas ve diğ. 2009). Ultramafik magmatik kayaçlar da killerin kökenini teşkil edebilir (Alçıçek 2009; Karayiğit ve diğ. 2014). Gölü çevreleyen birimlerde ultramafik kayaçların olması ve drenaj sistemi ile göle ulaşan alanlarda bu minerallerin varlığı kökenlerinin detrital olduğunu ortaya koyar (**Şekil 3. 86**, **Şekil 3. 87**).

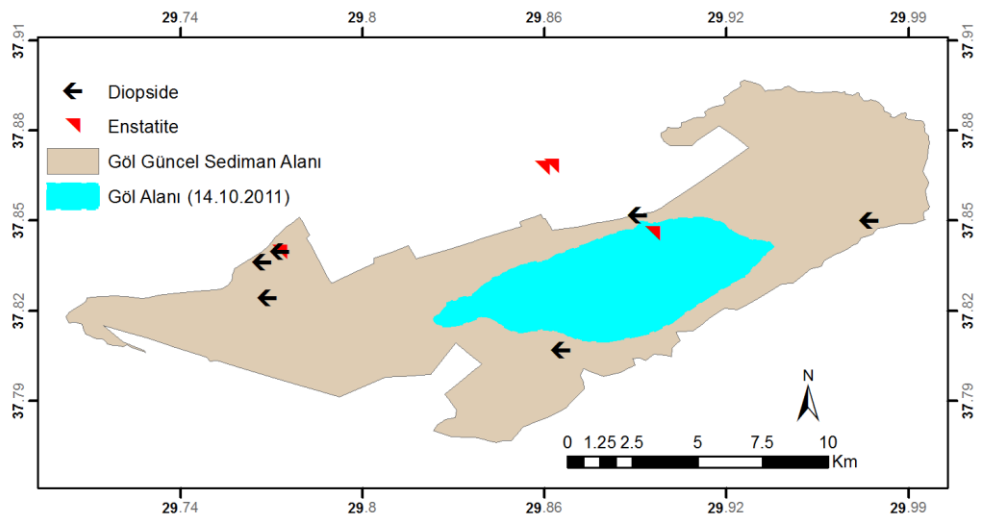
*Kuvars grubu* minerallerinden sedimanlarda yaygın olarak *kuvars* minerali görülür. *Kuvars zenginleşmesi* yağışlı dönemlerde kırıntılı *malzeme taşınımı* ile gölde depolanmıştır. Akarsu depolanma ortamlarında (flüvyal) SiO<sub>2</sub> içeriği, göl kıyı depolanması ve alüvyon yelpazelerine nazaran daha yoğundur (Alcicek 2009).

Göl suyu *kuvars* doygunluğuna sadece bir dönemde (Haziran 2013) Alkim pompa istasyonuna yakın olan noktada ulaşmıştır. Yine aynı dönemde göle ulaşan ve gölü besleyen kaynaklarda *kuvars* doygunluğu gözlenmiştir. Bu durum nadir olarak *çökme* yoluyla da *kuvars* oluşabileceğini ortaya koyar. Karayiğit ve diğ. (2014) ve Helvacı ve diğ. (2013) tarafından ayrı ayrı yapılan çalışmalarda yüzeyden itibaren çalışılan derinlik olan 700m'ye kadar göl sediman istifinde *kuvars* minerali tespit edilmiştir. Yine aynı araştırmacılar tarafından göl istifinde silikat minerallerinin (*kil*, *feldispat*, *amfibol*, *hornblend*) varlığının tespiti, göl istifinin sürekli olarak *detrital malzeme* ile etraftaki ultramafik magmatik kayaçlardan beslendiğini ortaya koyar. Klastik sedimentler, kaynaklarından havza ortamına yüzey sularıyla taşınmışlardır (Alçıçek 2009; Helvacı ve diğ. 2013).





**Şekil 3. 86:** a) Kuvars, b) illit-mika minerallerinin göl alanında dağılımı.



**Şekil 3. 87:** Piroksen grubu minerallerin yüzeyde dağılımı.

Göl istifinde farklı oranlarda görülen kuvars minerali *klastik kökenli veya silikat minerallerinin alterasyonundan* elde edilen çözünmüş silisten de çökelmiş olabilir. Göl kolonunda tespit edilen kuvars mineralleri *sinjenetik* olarak gelişmiştir. Sediman istifinin yaklaşık 400m derinliklerinde silikat bileşenli diatom varlığı söz konusudur. Kuvars yoğunluğu kömürün görüldüğü 599-627m aralığında belli yoğunlukta devam ederken, kömür damarında azalmakta, kömür damarının altında ise önemli miktarda artar. Bu durum depolanma sürecinde *yoğun yağış ve taşkınları* gösterir (Karayiğit ve diğ. 2014). Göl istifinin genelinde detrital kökenli feldispat (Helvacı ve diğ. 2013) minerallerinden andezin ve albit yaygındır (Karayiğit ve diğ. 2014).

### 3.3.5.5 Eh-pH Denge Diyagramı

Göl sedimanlarındaki indirgenme yoğunluğunun miktarını belirlemek için **Tablo 3. 12**'deki Eh skalası kullanılır (DeLaune ve Reddy 2005).

**Tablo 3. 12:** Sedimanlarda Redoks potansiyeli skalası (DeLaune ve Reddy 2005).

Anaerobik						Aerobik			Sediman Durumu	
Çok indirgenmiş	İndirgenmiş			Orta derecede indirgenmiş			Yükseltgenmiş			Redoks koşulları
CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>4+</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub>			Elektron Alıcı
Anaerobik						Aerobik			Mikrobiyal Metabolizma	
-300	-200	-100	0	100	200	300	400	500	600	+700

Acıgöl'de göl su kolonundan farklı olarak, gölde sürekli su altında kalan ve biyotürbilans şeklindeki göl tabanındaki jelimsi siyah balçıkta çoklu fiziksel parametre ölçümleri gerçekleştirilmiştir (**Tablo 3. 13**). Gölün sürekli su altındaki göl tabanındaki sediman yüzeyinin redoks potansiyeli (Haziran döneminde), negatif değerlidir. Acıgöl'de gerek su kolonu gerekse göl tabanındaki siyah balçık redoks (Eh, Orp) değerlerine göre indirgen ortamdır. Redoks skalasına (DeLaune ve Reddy 2005) göre ortamdaki **yükseltgenler- oksidantlar sülfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) ve demirdir (Fe<sup>3+</sup>)**.

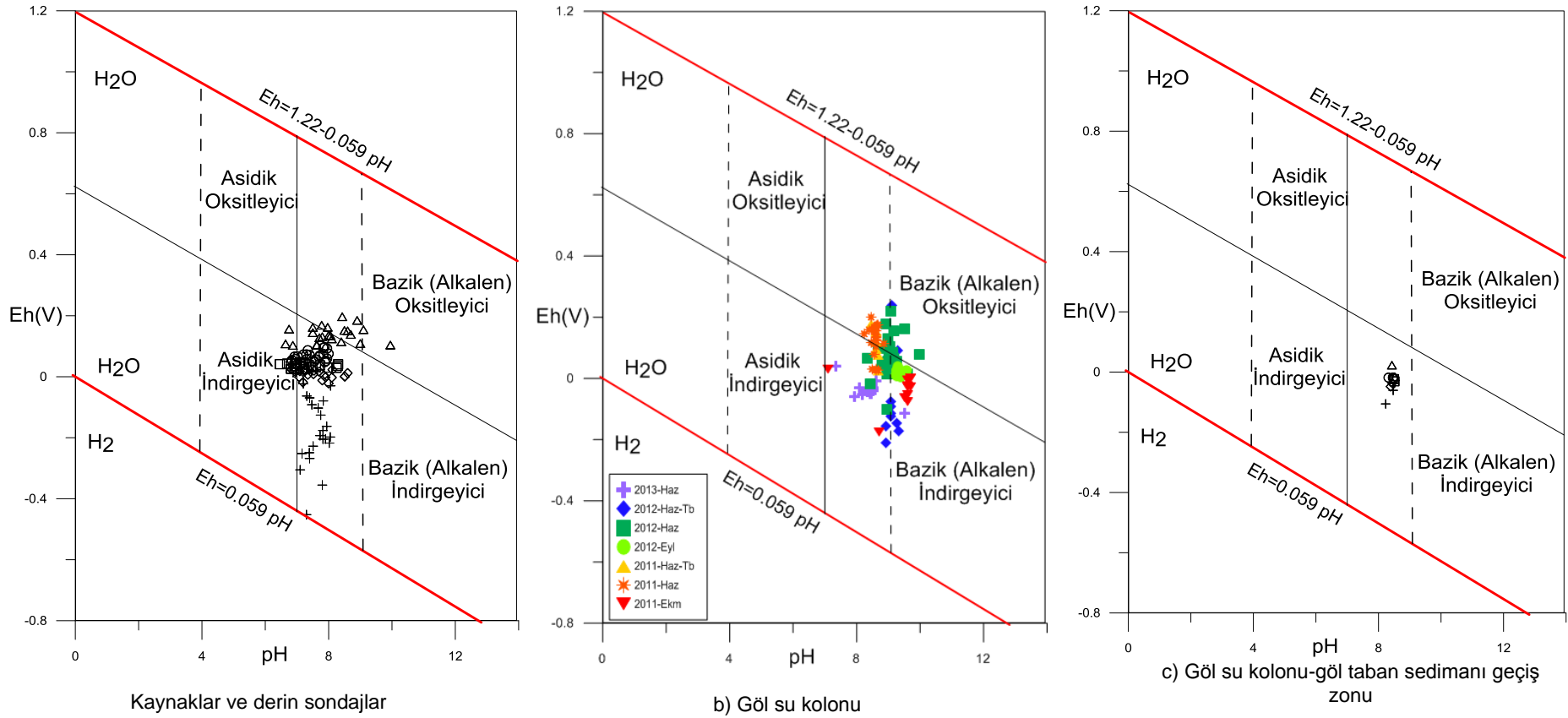
**Tablo 3. 13:** Göl tabanındaki siyah balçıktaki pH-Eh değerleri (Haziran 2013).

	WV1	WV2	WV6	WV7	WV13	WV14	WV15	WV16	WV19	WV20
Do mg/L	1,11	1,12	1,41	1,32	1,03	1,4	1,34	2,6	1,06	2,8
pH	8,47	8,39	8,23	8,44	8,52	8,32	8,46	8,48	8,49	8,51
ORP mV	-60,3	-47,9	-105,3	-36,4	-15,1	-18,1	-18,1	-21,8	-22,8	-30,3

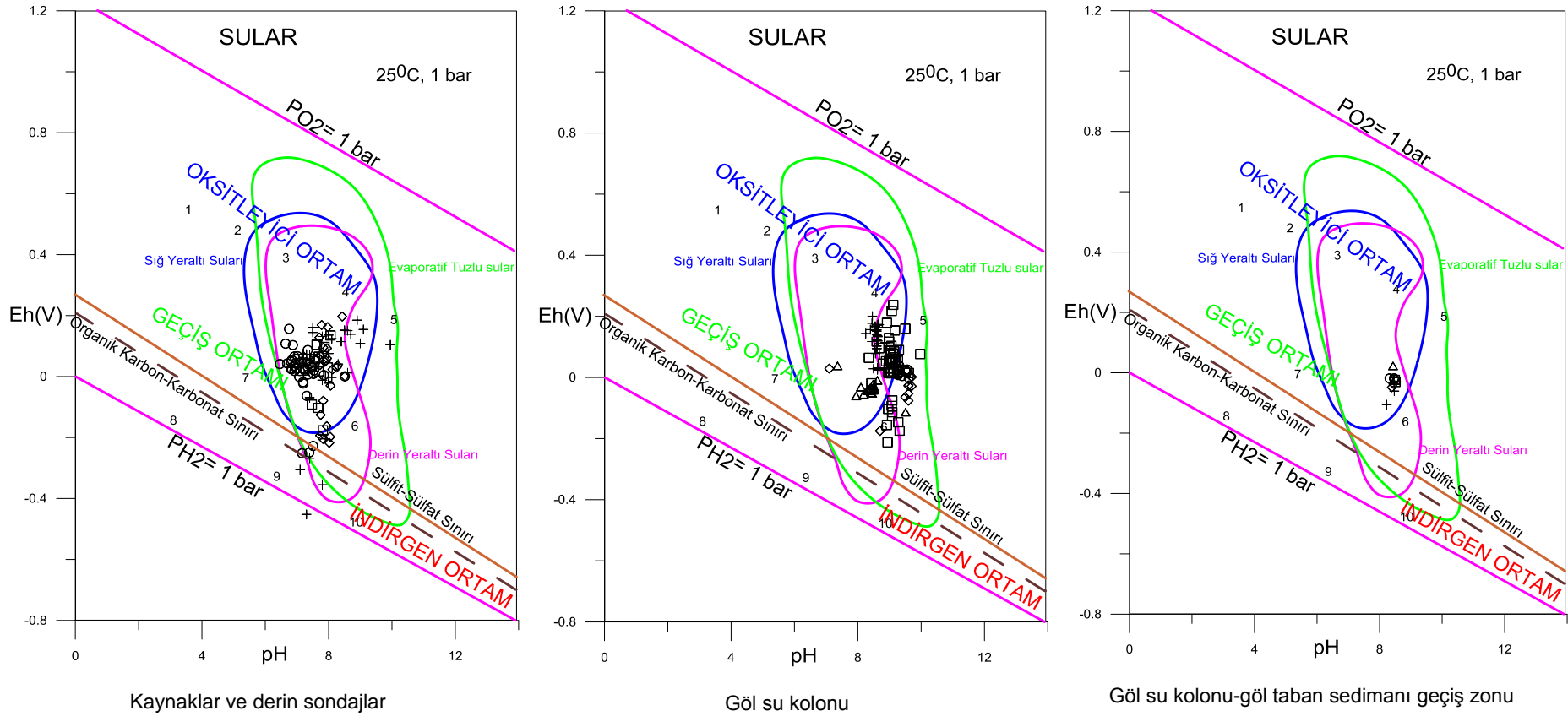
Acıgöl'de göl taban sedimanı-su kolonu geçiş zonunun negatif Eh değerlerine sahip olması Mather (1967)'a göre ortamdaki bakteriyolojik faaliyetleri gösterir. Acıgöl'de doğal sular, sondajlar, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonu arasında ölçülen pH ve Eh değerleri bu ortamdaki Fe, S ve Cu farklı türlerinin belirlenmesi için pH-Eh diyagramlarında incelenmiştir. Akçay (2002) ve Krauskopf (1989) Eh-pH diyagramına göre göl su kolonu- taban sedimanı geçiş zonu bazik indirgeyici ortamdır. Göl su kolonu genellikle zayıf bazik indirgeyici olup nadiren bazı dönemlerde bazik oksitleyicidir. Gölü besleyen kaynaklar zayıf bazik indirgeyici, bir kısmı da zayıf bazik oksitleyicidir. Gölün etrafında gölden uzak kaynaklar bazik oksitleyicidir. Kaynak suları genellikle nötr sulardır. Ancak genelde  $pH > 7$  olduğu için bazik olarak değerlendirilir. Gölün güneyinde gölü beslemek için yapay olarak açılmış derin sondajlar kuvvetli bazik indirgeyicidir. Gerek göl suyu gerekse kaynaklar, derin sondajlara göre daha sık olduğundan veya atmosfer ile etkileşimleri olduğundan indirgenlikleri daha zayıftır. Bu durum Acıgöl'de doğal suların derine indikçe indirgenliklerinin arttığı ve kuvvetli indirgen olduğunu ortaya koyar (**Şekil 3. 88**).

Becking ve diğ. (1960)'e göre suların Eh-pH ilişkisine göre karakterizasyonu yapıldığında göl suları evaporatif tuzlu sular karakterindedir. Havzada ölçümü yapılan kaynaklar ve gölü besleyen kaynaklar sık yer altı suyu karakterindeyken, gölü besleyen önemli kaynaklardan bazıları ve derin sondajlar, derin dolaşımli sular karakterindedir. Kaynaklar genellikle geçiş ortamı karakterindedir. Özellikle gölün güneyindeki derin sondajlar indirgen ortam karakterinde, organik karbon- karbonat sınırı ve sülfid-sülfat sınırının alt kısmında bulunur. Bu ortamlar organik karbonca zengindir. Göl suları oksitli ortam veya geçiş ortamlarıdır. Becking ve diğ. (1960) Eh-pH karakterizasyonu grafiğinde 1:maden suları, 2:yağmur, 3:akarsular, 4:deniz suyu, 5:tuzlu çökeller, 6:yeraltı suyu, 7:bataklık suları, 8:suya doymun topraklar, 9:kapalı deniz sularını gösterir (**Şekil 3. 89**).

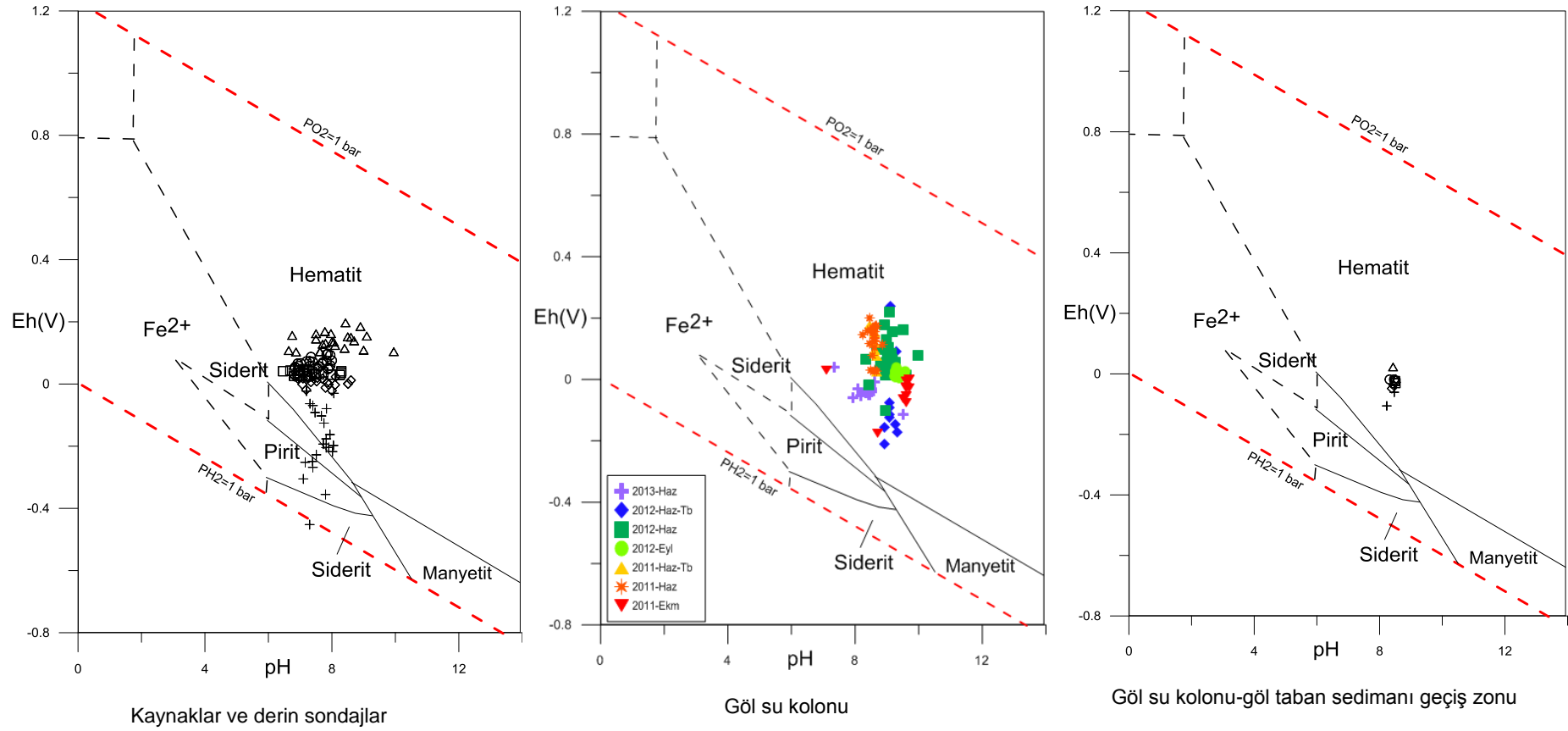
Garrels ve Christ (1965) ve Wagman ve diğ. (1982) tarafından tanımlanan Eh-pH ilişkisine göre demir türleri, göl su kolonunda, kaynaklarda ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunda hematit ( $Fe_2O_3$ ), gölün güneyindeki derin sondajlarda pirit formundadır (**Şekil 3. 90**, **Şekil 3. 91**). Fe-O-H sisteminde (Brookins 2012; Takeno 2005; Wagman ve diğ. 1982) Eh-pH ilişkisine göre göldeki demir türleri, gölü besleyen ve çevredeki kaynaklarda, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunda hematit formunda ( $Fe_2O_3$ ), gölü besleyen derin sondajlarda ve Tahtaköprü Pınarı gibi indirgen ortamlı kaynaklarda  $Fe^{2+}$  formundadır (**Şekil 3. 92**).



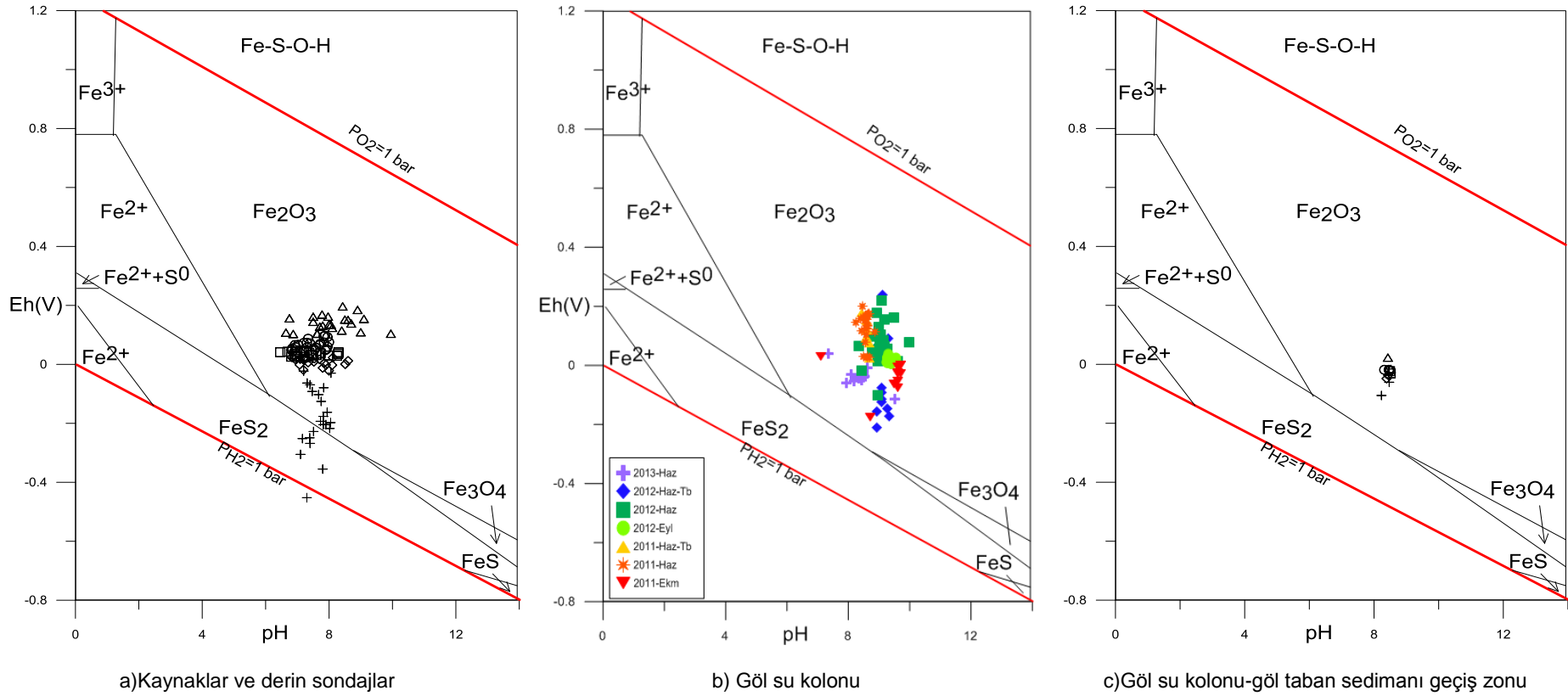
Şekil 3. 88: Akçay (2002) ve Krauskopf (1989)'a göre kaynaklar, derin sondajlar, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonu indirgen-yükseltilen özellikleri Eh-pH diyagramı.



**Şekil 3. 89:** Becking ve diğ. (1960)'a göre kaynaklar, derin sondajlar, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl tabanı sedimanı geçiş zonuun Eh-pH ilişkisine göre karakterizasyonu.

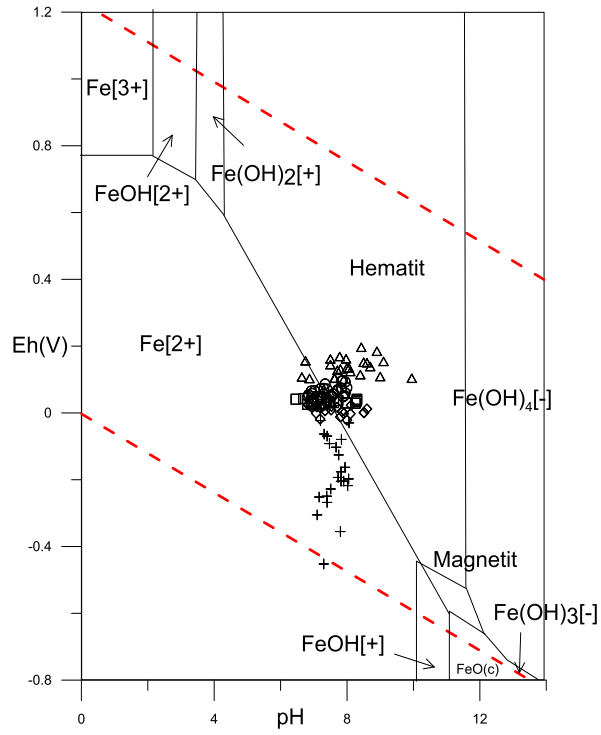


**Şekil 3. 90:** Garrels ve Christ (1965)'e göre göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türlerine ait Eh-pH diyagramı.

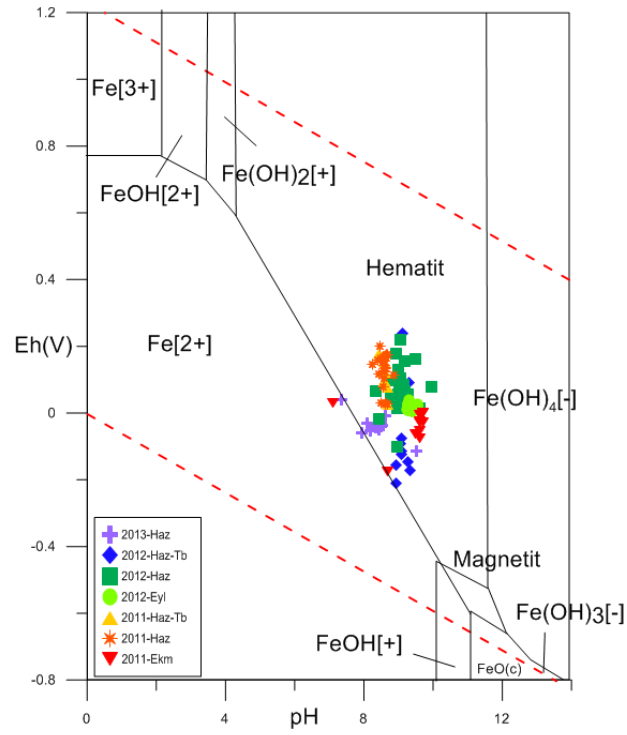


**Şekil 3. 91:** Eh-pH ilişkisine göre Fe-S-O-H sisteminde (Garrels ve Christ 1965; Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türleri.

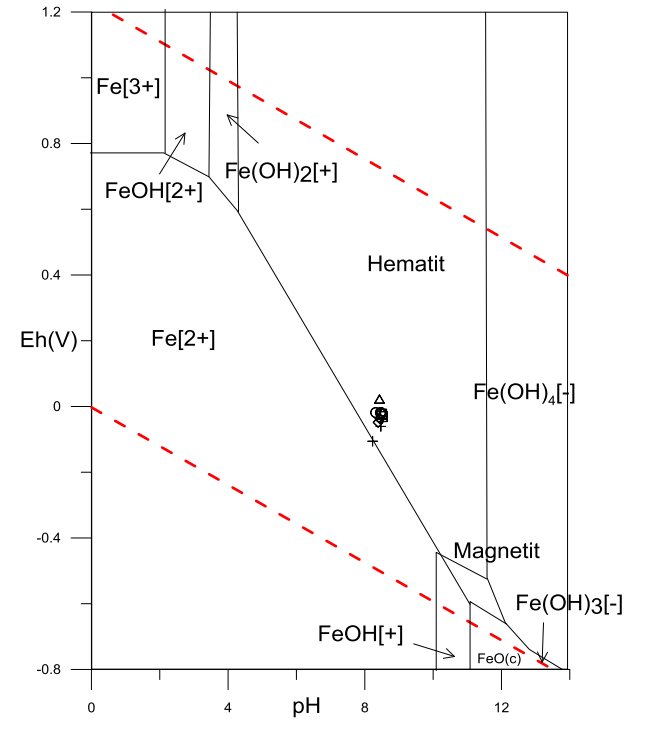




Kaynaklar ve derin sondajlar

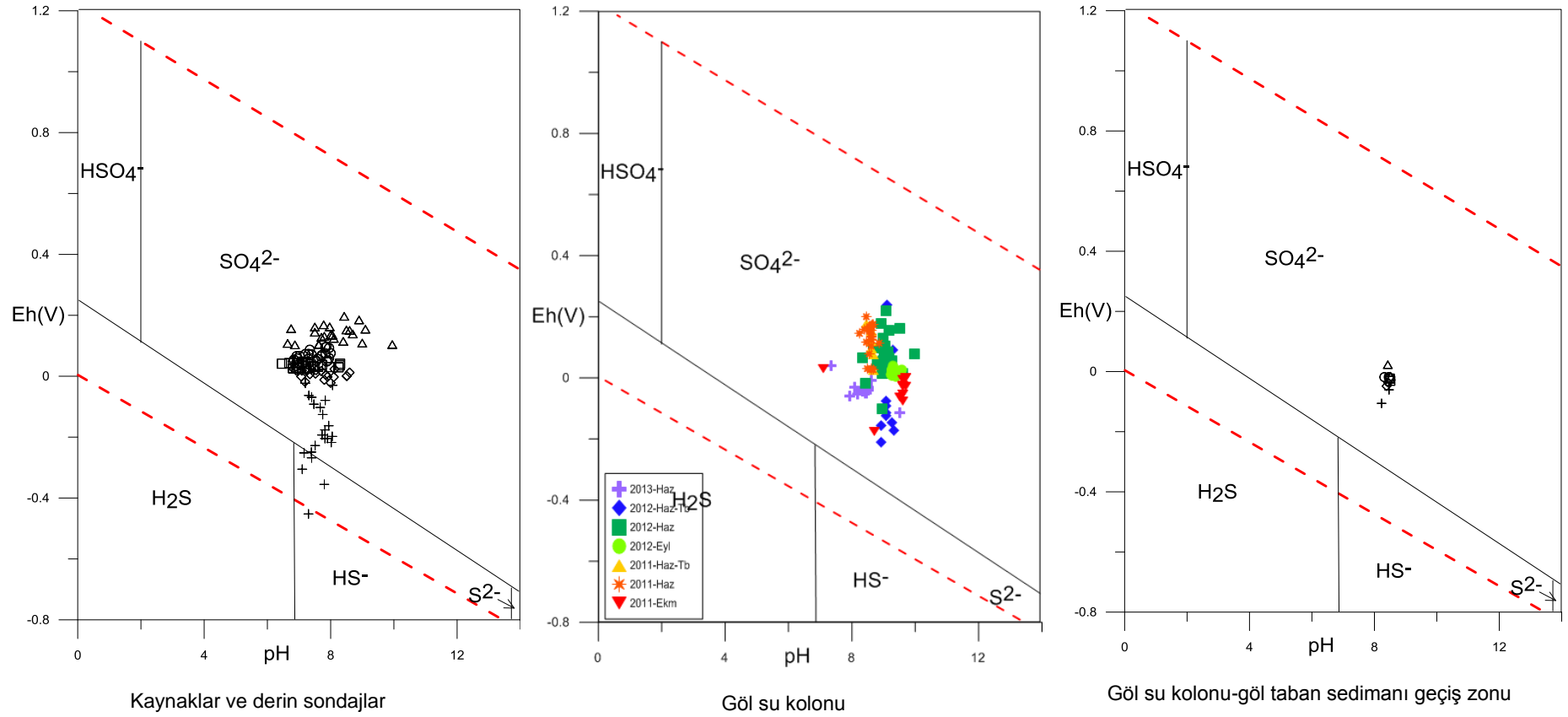


Göl su kolonu

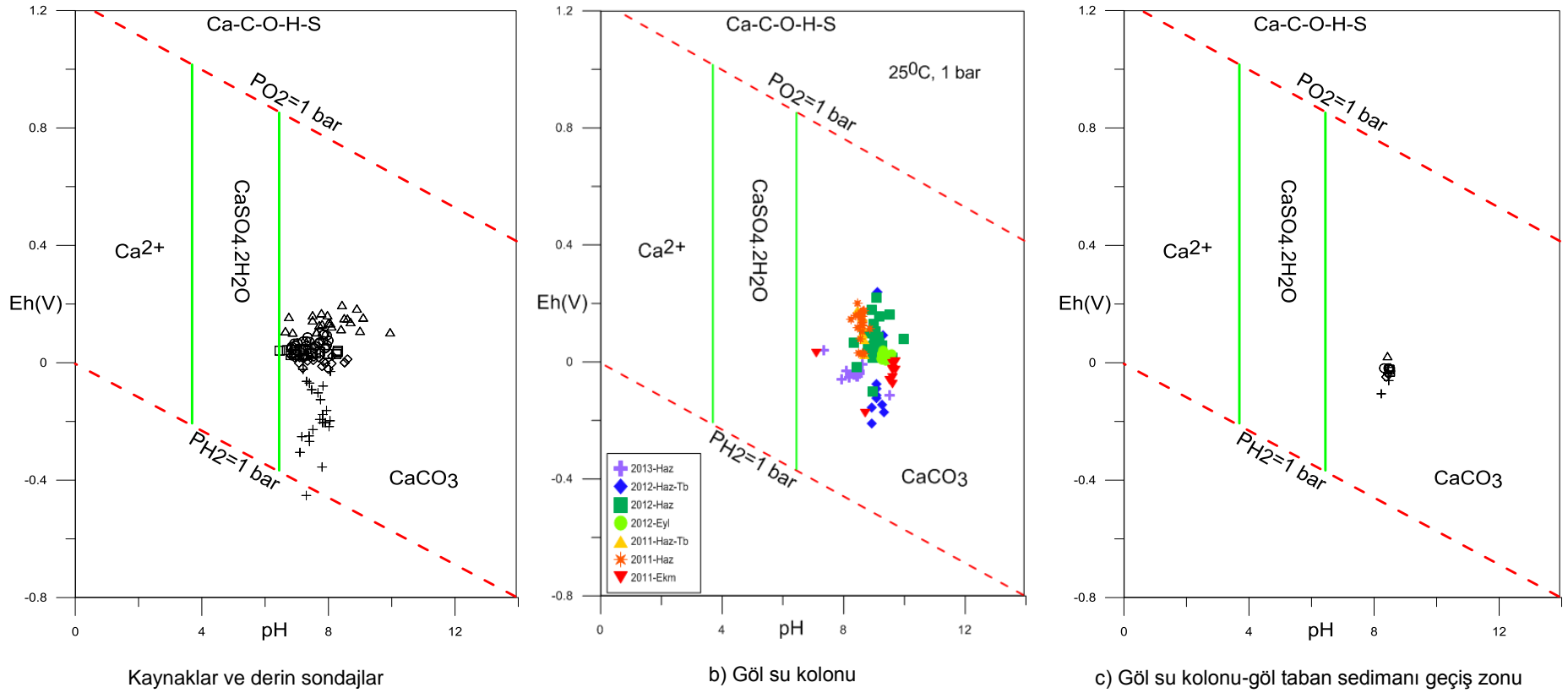


Göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonu

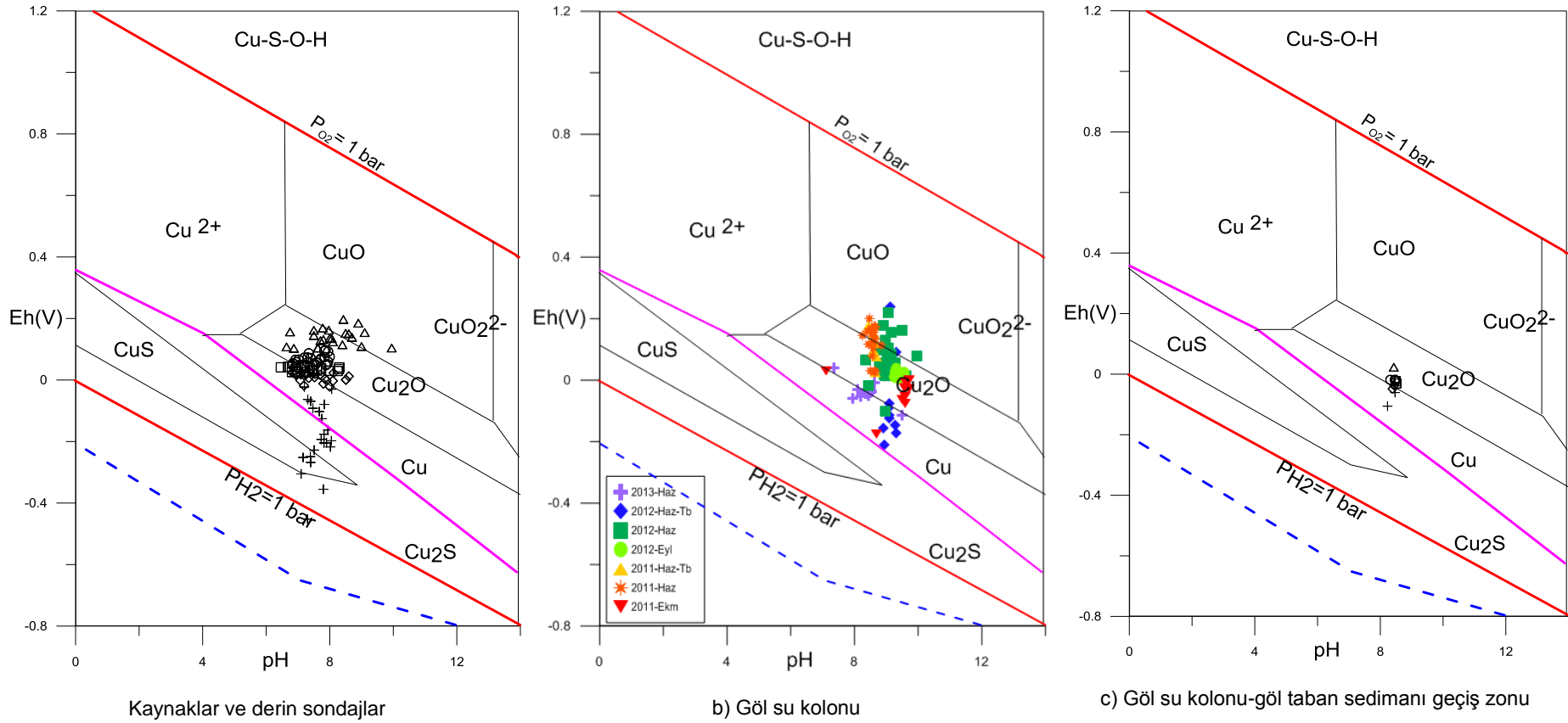
**Şekil 3. 92:** Eh-pH ilişkisine göre Fe-O-H sisteminde (Takeno 2005) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda demir türleri.



**Şekil 3. 93:** Eh-pH ilişkisine göre S-O-H sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri.



**Şekil 3. 94:** Eh-pH ilişkisine göre Ca-C-O-H-S sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl taban çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri.



**Şekil 3. 95:** Eh-pH ilişkisine göre Cu-S-O-H sisteminde (Wagman ve diğ. 1982) göl su kolonu, göl tabanı çamuru, kaynak ve derin sondajlarda sülfür türleri.

S-O-H sisteminde (Brookins 2012; Takeno 2005; Wagman ve diğ. 1982) Eh-pH ilişkisine göre göldeki sülfür türleri, gölü besleyen ve çevredeki kaynaklarda, göl su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunda sülfat ( $SO_4^{2-}$ ), derin sondajlarda hidrojen sülfür ( $HS^-$ ) formundadır (bkz. **Şekil 3. 93**).Ca-C-O-H-S sisteminde (Brookins 2012; Takeno 2005; Wagman ve diğ. 1982) Eh-pH ilişkisine göre göldeki kalsiyum türleri, tüm sularda  $CaCO_3$  formundadır (bkz. **Şekil 3. 94**).

Cu-S-O-H sisteminde (Brookins 2012; Takeno 2005; Wagman ve diğ. 1982) Eh-pH ilişkisine göre göldeki bakır türleri, göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunda Cu,  $Cu_2O$  formundadır. Göl suyu ve gölü besleyen ve havzadaki kaynaklar Cu, CuO,  $Cu_2O$ , gölü besleyen güneydeki derin sondajlar CuS (kovellin) veya  $Cu_2S$  (kalkosit) formundadır (bkz. **Şekil 3. 95**).

Eh-pH ilişkisine göre sistemler birlikte değerlendirildiğinde, göl sedimanlarındaki gözenek suyunu temsil edeceği düşünülen gölün güneyindeki derin sondajların indirgen olması, göl sedimanlarının da indirgen olduğunu gösterir. Göl sedimanlarındaki gözenek suyunun demir formu pirit, sülfür formu  $HS^-$ , kalsiyum formu  $CaCO_3$ , bakır formu CuS (kovellin) veya  $Cu_2S$  (kalkosit)'tir.

### 3.3.5.6 Demir Oksit Mineralleri

Güncel göl sedimanlarında tespit edilen demir oksit mineralleri *manyetit* ( $Fe_3O_4$ ) ve *hematit* ( $Fe_2O_3$ ). Göl sedimanlarında *manyetit* minerali *döküntü kaynaklı* (detrital), *inorganik* veya *bakteriyolojik* kökenli olabilir (Demory ve diğ. 2005; Perez-Gonzalez ve diğ. 2011; Reynolds ve Rosenbaum 2005). *Biyojenik manyetit minerali* gelişiminde, Fe(III) indirgeyen bakteriler (iron reducing), dissimilatory iron-reducing bakteriler (DIRB) ve magnetotactic bakteriler (MB) etkindir (Bazylinski ve diğ. 1988; Bell ve diğ. 1987; Blakemore 1975; Lovley ve diğ. 1987; Nealson ve Saffarini 1994; Sakaguchi ve diğ. 2002; Zhang ve diğ. 1997).

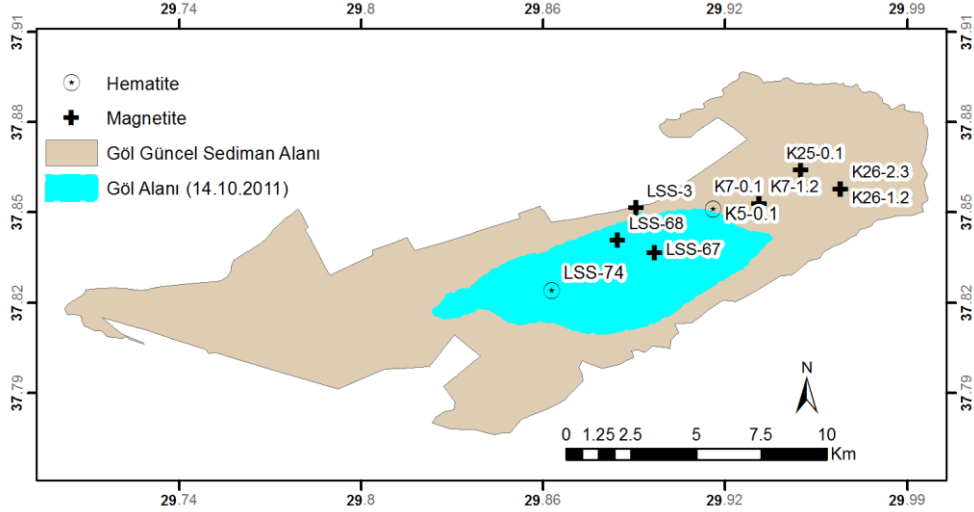
Acıgöl'de Fe(III) indirgeyen ve magnetotactic bakterilerden *Magnetococcus*, *Proteobacteria*, *Geobacter*, *Geobacter sulfurreducens*, *Pelobacter carbinolicus*, *Desulfuromonas acetoxidans* (Sakaguchi ve diğ. 2002; Yan ve diğ. 2012) türüne bu çalışmanın desteklendiği Budakoğlu ve diğ. (2014) projesi kapsamında çok düşük miktarlarda rastlanmıştır. Demir oksit minerallerinden *manyetit* ve *hematit* mineralleri, *Na-sülfatça* zengin kaynakların etkisi altında bulunan özellikle Tahtaköprü Pınarı'ndan gelen suların etkisi altındaki bölgelerde ve *anaerobik zonların* yaygın olduğu

sedimanlarda görülür. Yüzey örneklemesi amacıyla yapılan çalışmalarda özellikle gölün doğusunda, kaynak sularının göle doğru sokulmaya başladığı alanlarda *demirli oksitlenme* izleri gözlemlenmiştir (**Şekil 3. 96**).



**Şekil 3. 96:** Gölün doğusunda kaynakların göle karışmaya başladığı bölgelerde demir oksitlenmeleri.

*Demir oksit mineralleri* tespit edilen güncel sediman örnekleme noktaları göl tabanında ve gölün doğusundaki alanlardır (**Şekil 3. 97**). Özellikle K7.0-10, K7.10-20, K26.10-20, K26.20-30 cm derinlikli karotlarında derine doğru demir oksit mineralleri izlenir. *Manyetit* minerallerinin görüldüğü sedimanların ince kesitlerinde, demir oksit belirgindir.



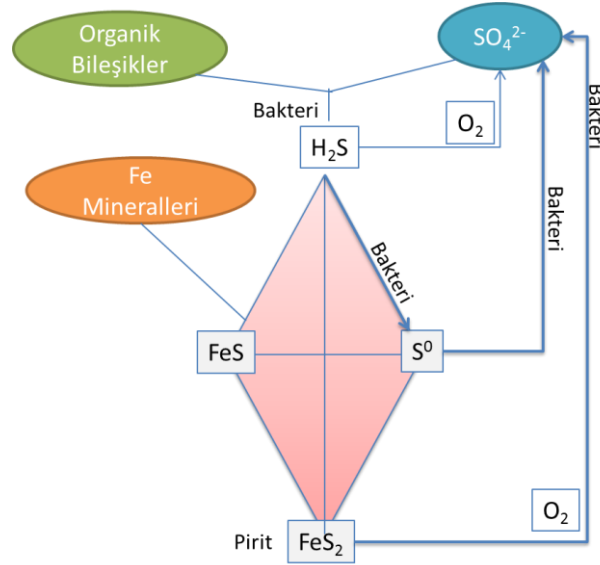
**Şekil 3. 97:** Demir Oksit minerallerinin göl ortamında dağılımı.

### 3.3.5.7 Demir Sülfid Mineralleri

Organik madde bakımından zengin sedimanter kayalarda ve göl sedimanlarında yaygın olarak bulunan pirit, otijenik mineraldir (Berner 1970). Sedimanter ortamlarda pirit oluşumu, birbiriyle ilişkili jeokimyasal süreçleri birbirine

bağlayan önemli bir süreçtir (Wilkin ve Barnes 1996). Ortamda organik madde ile ilişkili otijenik pirit varlığı, anaerobik sülfidik diyajenezin göstergesidir (Berner 1970).

Acıgöl güncel göl sedimanlarında zengin bakteri ve arkea çeşitliliğine sahiptir. Acıgöl güncel göl sedimanlarında bakteri türleri varlığı arkealara göre iki kat daha zengindir. Güncel sığ sedimanları anaerobik ortam olan özellikle ilk 7 cm'den itibaren *sülfat ve Fe(III) indirgeyen arkeal türleri* içerir. Özellikle sülfat ve Fe(III) indirgeyen *organotrofik Archaeoglobaceae* arkea türü sığ sedimanda yüzeyden itibaren ilk 7 cm'de 16 kez zenginleşir. *Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, Chloroflexi, Op8 (Candidate Division), Spirochaetes, Actinobacteria* ve *Cyanobacteria* Acıgöl'de yaygın bakteri türleridir. Acıgöl'de yaygın olarak bulunan *Alkaliphilic cyanobacteria* (Calothrix, Spirulina Acıgöl'de) birincil karbon üreten ve azot fiksasyonu yapan bakterilerdir (Sorokin ve Kuenen 2005). Sülfat indirgeyen bakteri (SRB) türlerinden *Desulfobacca, Desulfobacterium, Desulfobulbus, Desulfococcus, Desulfosalsimonas, Desulfotignum, Desulfovermiculus, Desulfurivibrio, op8* gölde yaygın olarak bulunur (Budakoğlu ve diğ. 2014). Acıgöl'de demir sülfid ve bakır sülfid minerallerinin oluşumu otijenik olarak bahsi geçen bakterilerin yer aldığı döngüde son ürün olarak meydana gelir (**Şekil 3. 98**). Sülfatın indirgenmesi sırasında ortaya çıkan sülfid, silisiklastikler içindeki ferik demir ( $Fe^{3+}$ ) mineralleri ile reaksiyona girmesiyle fromboidal pirit meydana gelir (Berner 1970).

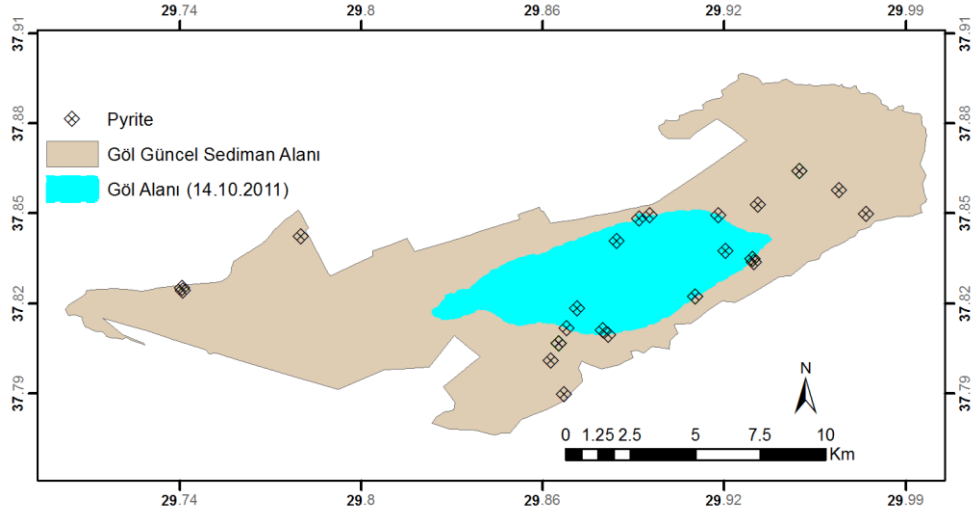


**Şekil 3. 98:** Otijenik pirit oluşumunda etkin olan döngüler (Berner ve Raiswell 1983).

Karayığit ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmadan sediman kolonunun genelinde pirit mineralinin varlığı tespit edilmiştir. Pirit otijenik kökenli olup, fromboidal



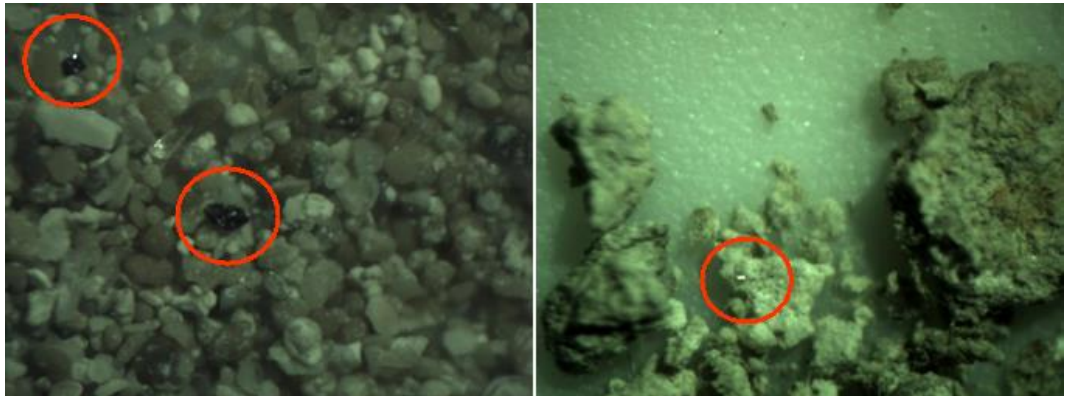
yapılı ile birlikte masif yapılı olanı da görülmüştür. Gölde olası demir sülfid minerali içeren alanlar **Şekil 3. 99**'da gösterilmiştir.



**Şekil 3. 99:** Demir Sülfid ( $Fe_xS_y$ ) minerallerinin göl alanında dağılımı.

### 3.3.5.8 Göl Sedimanlarının Binoküler Mikroskop İncelemesi

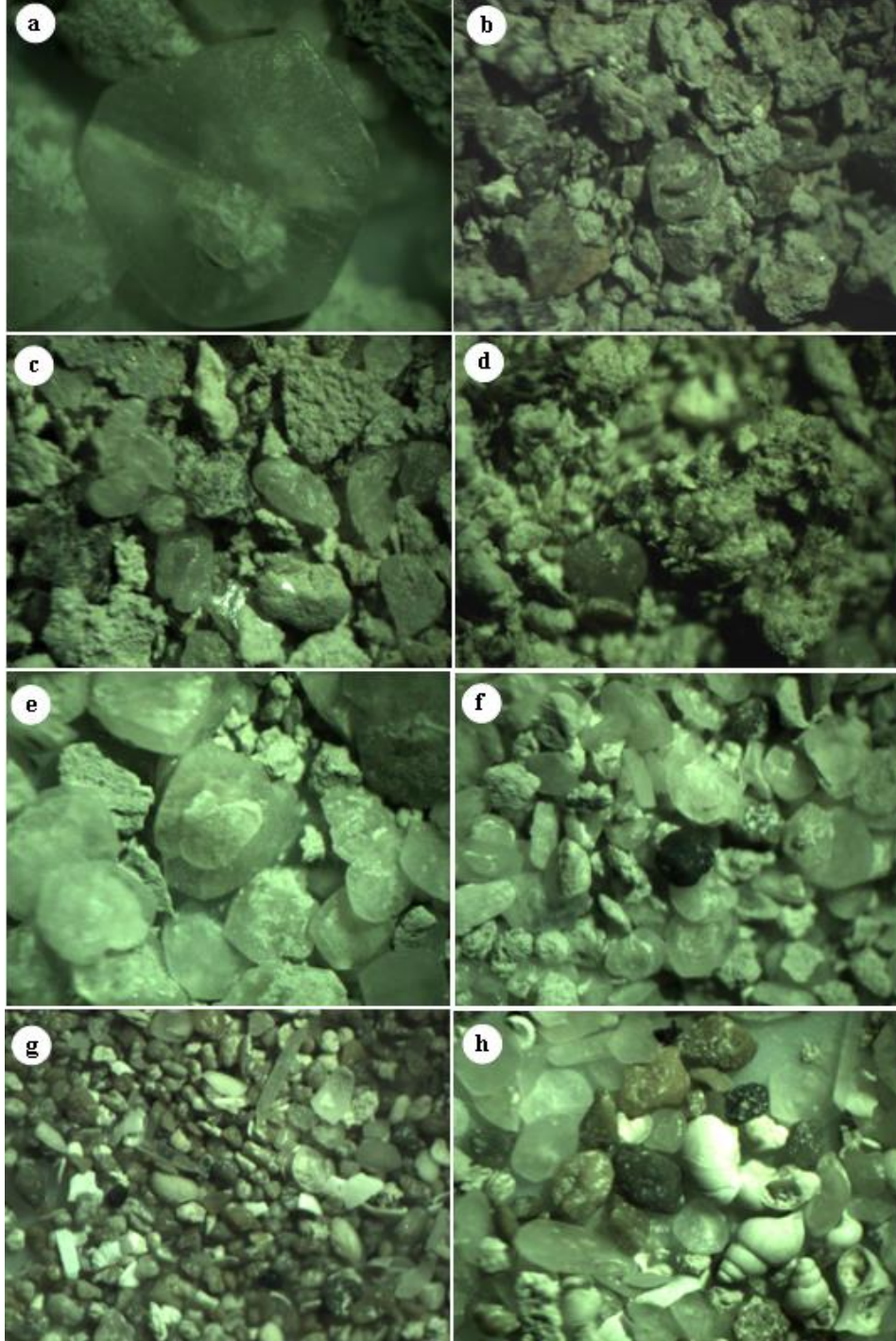
Acıgöl'ün farklı noktalarından alınan sediman örneklerinin elek analizi ile farklı boyutlarda elenmesiyle polarizen mikroskopta tane tanımlamaları yapılmıştır. Göl sedimanlarının 125  $\mu m$  boyunun altındaki örneklerinde pirit, biyotit gibi demirli bileşenler görülmüştür (**Şekil 3. 100**). Bu örnekler çok küçük olduğundan SEM analizi sırasında vakum nedeniyle örnek tablasından uçarak kaybolmuş, SEM görüntüleri alınamamıştır.



**Şekil 3. 100:** 125  $\mu m$  altındaki malzemelerde görülen demirli bileşenler.

Gölde *jipsler*; *kalsit*, *aragonit* ve *Mg-karbonatlar* veya *dolomitik çamur* içinde gelişmiştir. Göl içinde göl suyundan çökme ile oluşan *endojenik jipsler diskoidal*

yapılıdır (Şekil 3. 101-a). Gölün güncel sedimanının göl baseninde kalan K1.0-10, K2.0-10 ve K7.0-10 örneklerinin elekte elenmesi ile 1000µm üzerinde kalan çamurlarda *endojenik karbonatlar* içinde yine *endojen diskoidal jips* oluşumları görülmüştür (Şekil 3. 101-b,c,d).



**Şekil 3. 101:** Acıgöl güncel sedimanı mikroskop görüntüleri a)Gölde endojenik diskoidal jipsler b,c,d) K1.0-10, K2.0-10 ve K7.0-10 örneklerinin 1000µm üzerinde kalan dolomit çamuru içinde diskoidal jips oluşumları e) K9.0-10 örneğinin 1000µm üzerinde kalan diskoidal jipsleri, f) K9.0-10 örneğinin 500µm üzeri kalan diskoidal jipsleri g) Göl kenarında üzeri döküntülü karbonatlar ve çubuksu jipsler (>250 µm), h) döküntülü karbonat ve endojenik jipslerle birlikte ostrakod ve gastropod fosil kabukları (>500 µm).

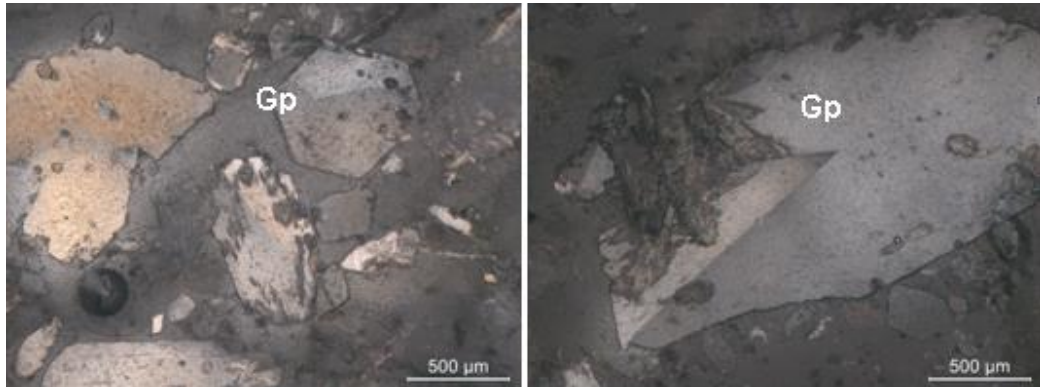
Jips minerallerinin sediman kolonunda yoğun olarak bulunduğu gölün kuzey batısında, *jips* mineralleri *diskoidal* yapıdadır. Eleklerin 125, 250, 500 ve 1000µm bakiye kalıntılarında *diskoidal jipslere* rastlanmıştır. Bu durum endojenik jipslerin mikro ve makro boyutlarda değişen, homojen olmayan bir boylanmaya sahip olduğunu gösterir. Bkz. **Şekil 3. 101-e**; 1000µm üzerindeki diskoidal jips oluşumu **Şekil 3. 101-f**; 500 µm üzerindeki boyuta sahip diskoidal jips oluşumunu gösterir.

Acıgöl'de göl istiflenmesinde görülen ostrakod varlığı ile ilgili olarak *Cyprideis torosa* (Jones) en baskın türdür. *Candona angulata*, *C. sarsi*, *Fabaeformiscandona fabaeformis* and *Ilyocypris* sp. diğer türlerdir (Karayığit ve diğ. 2014).

### 3.3.5.9 Güncel Sedimanların Petrografik Özellikleri

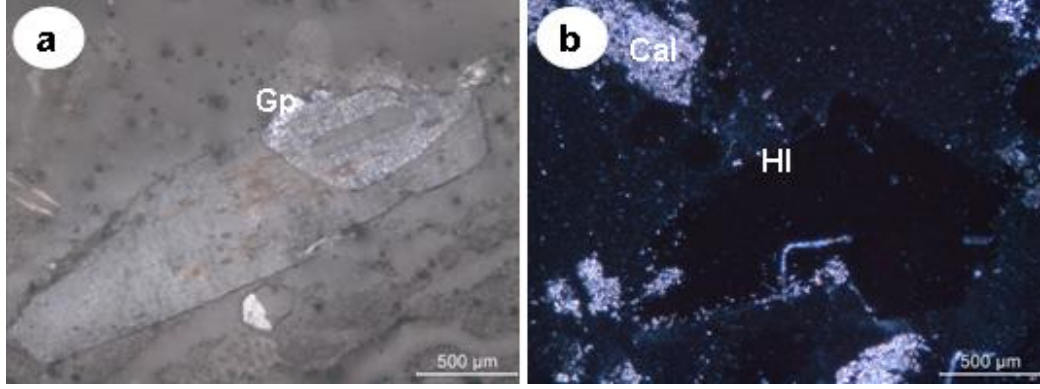
Güncel göl sedimanlarının petrografik değerlendirmeleri ince kesitlerin polarizan mikroskopta değerlendirilmesiyle yapılmıştır. Gölün kuzeyinde Alkim üretim havuzlarının olduğu bölgede göl su sınırından alınan sediman örneklerinde *nodüler anhidritler* kısmen *jipslerin* yerini alır. Sedimanlar yoğun olarak *jips* ve *karbonattan* oluşur. Karbonat çamuru içinde jipsler *yarı öz şekilli* ve *öz şekilsizdir*. Tek yönlü iyi bir dilimlenme gösteren jipsler, renksizdir. Düşük rölyef ve zayıf girişim rengi gösterirler (**Şekil 3. 102**). Karbonat çamuru mikritik ve mikrosparitik kalsit içerir. Karbonat çamuru içinde düşük rölyefe sahip, izotropik *halit* mineralleri görülür (**Şekil 3. 103**).

Gölün kuzeyindeki havuzlardan doğuya doğru göl sınırında ilerledikçe sedimanlarda *demir oksit*, *plajiyoklaz*, *K-feldispat* artar. Demir oksit, karbonat mineralleriyle birlikte boyama ve damar dolgusu şeklinde görülür (**Şekil 3. 104**).

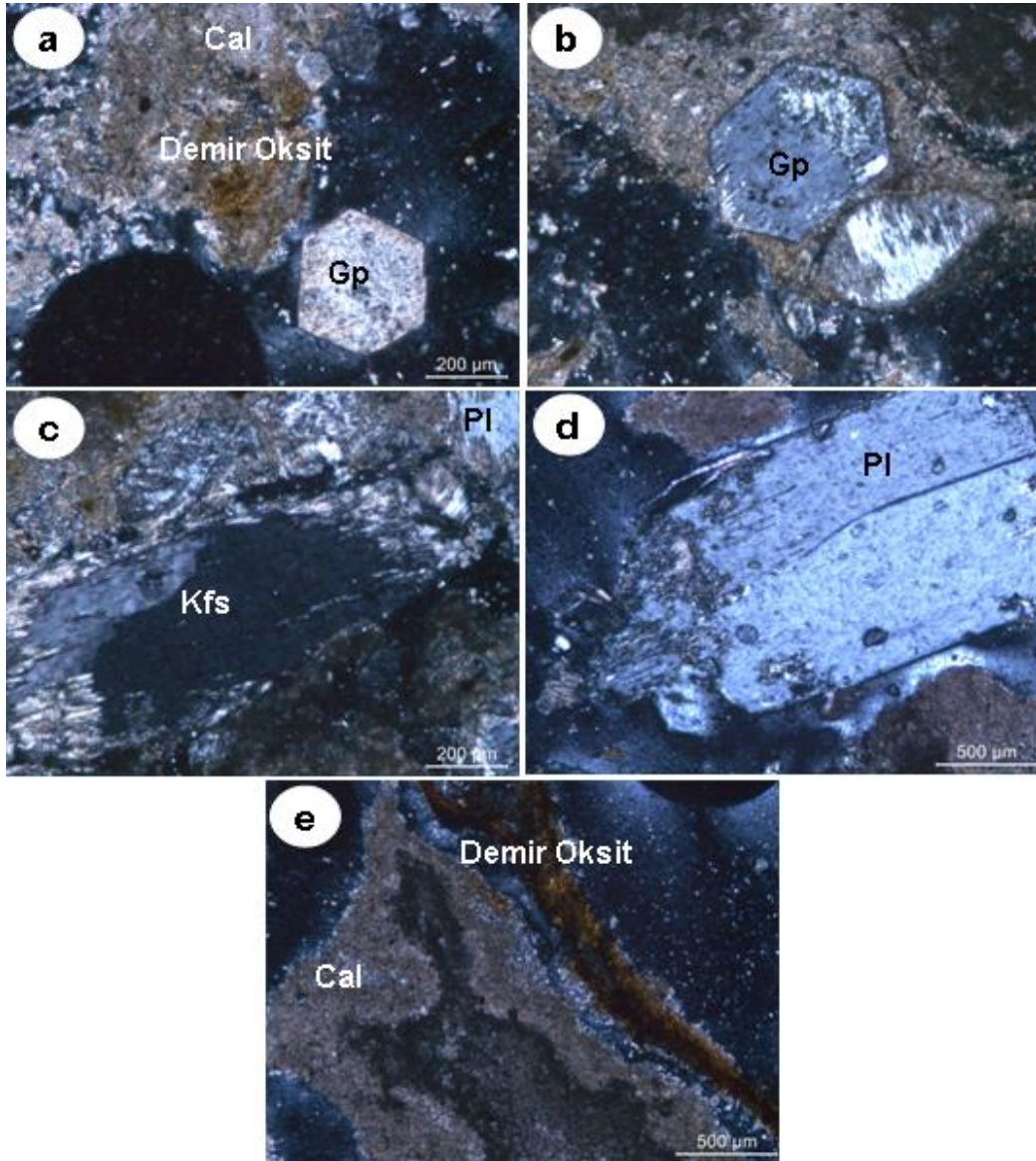


**Şekil 3. 102:** Karbonat çamuru içinde yarı öz şekilli ve öz şekilsiz jipsler, (Örnek No:K3, 0-10cm,Gp:Jips).



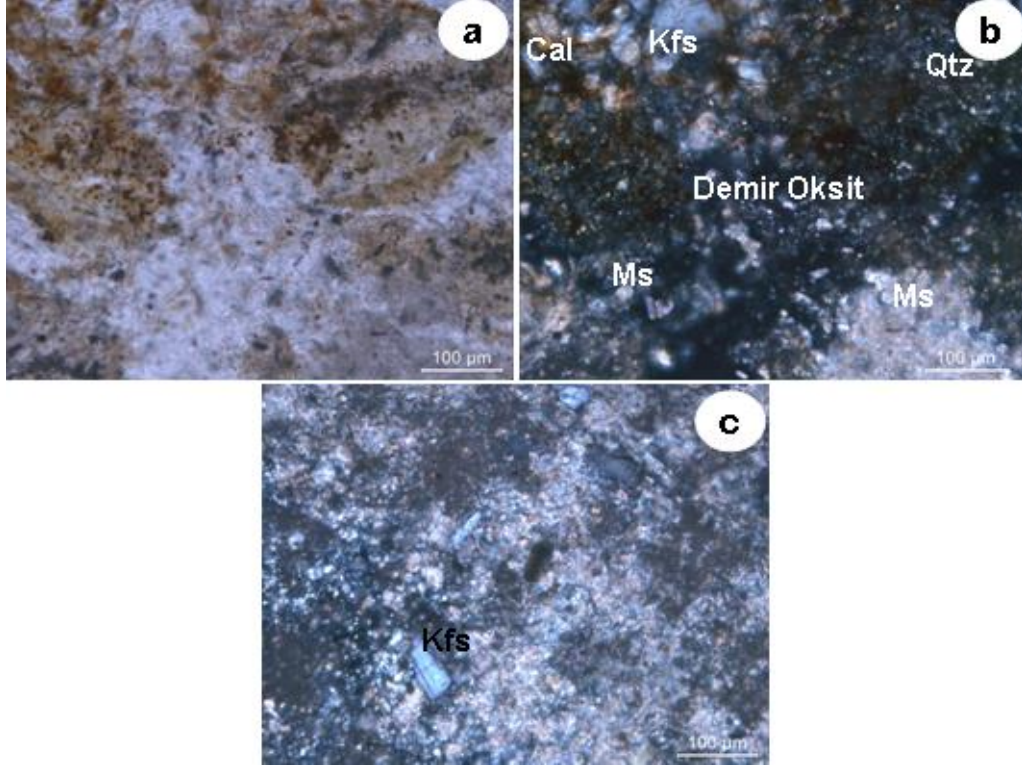


**Şekil 3. 103:** Mikritik ve mikrosparitik kalsit içeren karbonat çamuru içinde jips ve halit mineralleri (Örnek No:K4, 0-10cm, Gp:Jips, Cal:Kalsit, HI:Halit).



**Şekil 3. 104:** Gölün doğusunda doğru sedimanlarda karbonat mineralleriyle birlikte boyama ve damar dolgusu şeklinde demir oksit gelişimi (Örnek No: K5, 0-10cm, Cal:Kalsit, Gp:Jips, Kfs:K-Feldispat, Pl:Plajiyoklaz)

Gölün doğusunda su sınırından uzaklaştıkça *muskovit* minerali de görülmeye başlanır. Demir oksitler karbonatlarla birlikte boyama ve dairesel saçmalar şeklinde görülür. Dairesel saçmalar şeklinde görülen oluşumlar *pedojenik manyetit* veya *fromboidal pirittir*. Jips miktarı daha azken karbonat ile birlikte muskovit daha yoğundur. Öz şekilli olan jipsler içinde anhidrite dönüşüm görülür (**Şekil 3. 105**).



**Şekil 3. 105:** Gölün doğusundaki sedimanlarda karbonatlarla birlikte dairesel saçmalar şeklinde görülen demir oksit gelişimi ve artan kırıntılı bileşenler (Örnek No: K7, 0-10 cm, Cal:Kalsit, Kfs:K-Feldispat, Ms:Muskovit, Qtz:Kuvars)

Güncel göl sedimanı gölün merkezinde stratigrafik olarak çok ince *laminalanmış karbonat* dizeleriyle birlikte *jips* ve *halit* aralanmalarını içerir. Karbonatlar, içerisinde *kloritlerin* geliştiği kil matriksi içerir. Gölün merkezindeki laminalı karbonat, *jips* ve *halit* aralanması, göl su kolonundan inorganik olarak çökmesiyle gelişmiştir. Laminalı sediman kesitinde detritik tanelere ve ritmisiteye rastlanmaz. Kloritli kil matriksinin karbonatlarla birlikte ara düzeyleri oluşturması periyodiktir (**Şekil 3. 106**, **Şekil 3. 107**, **Şekil 3. 108**). Acıgöl'ün merkezindeki stratigrafik istifte, kloritli kil matriksi içeren *laminalanmış karbonat* dizeleriyle birlikte *jips* ve *halit* aralanmaları, gölün yağışlı dönemde su seviyesinin yükselmesi ile birlikte tuzluluğunun azalması ve kurak dönemde azalan göl seviyesi ile birlikte evaporatif konsantrasyonunun arttığı aşırı tuzlu ortam koşullarını periyodik döngüsünü yansıtır.



Dolomitik Çamur  
Halit  
Kalsit  
Halit  
Kalsit + Dolomit  
Halit  
Yassı jips  
Kalsit + Dolomit  
Halit  
Kalsit + Dolomit  
Kırıntılı Jips

Halit + Kalsit  
Klorit

Kırıntılı Jips  
Dolomit  
Halit  
Yassı Jips

Kırıntılı jips  
Klorit  
Kalsit Dolomit, Klorit  
Halit  
Yassı Jips

Kalsit + Dolomit

Halit

Kırıntılı Jips

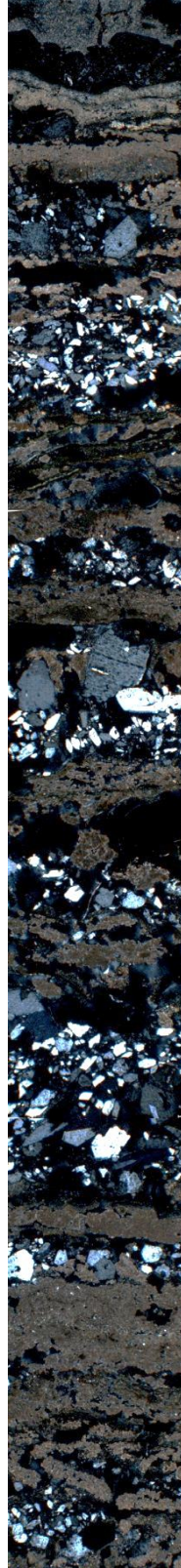
Yassı Jips

Kalsit +Dolomit

Yassı Jips  
Kalsit Dolomit

Halit

Yassı Jips



5cm

Halit  
Yassı Jips

Kırıntılı Jips  
Kalsit Dolomit  
Klorit, Halit  
Kalsit Dolomit

Kırıntılı Jips  
Kalsit Dolomit  
Kırıntılı Jips

Yassı Jips

Tuz  
Kalsit Dolomit  
Halit  
Kırıntılı Jips  
Kalsit Dolomit

Yassı Jips

Kırıntılı Jips

Yassı Jips  
Kırıntılı Jips

Kalsit Dolomit

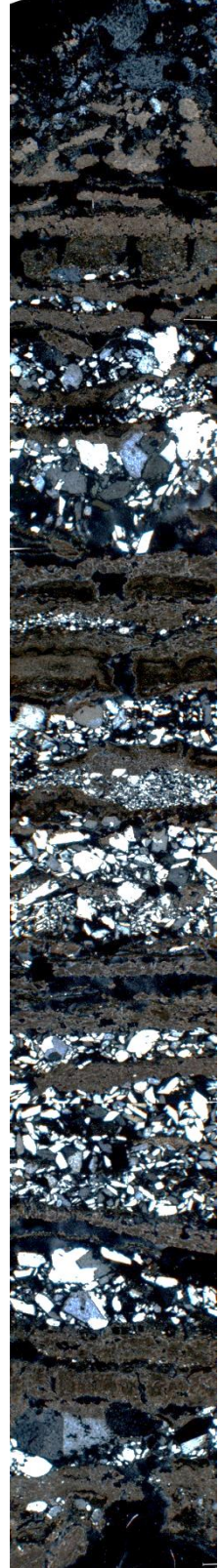
Kırıntılı Jips  
Kalsit Dolomit  
Kırıntılı Jips

Kalsit Dolomit,  
Klorit  
Halit  
Yassı Jips

Kalsit Dolomit

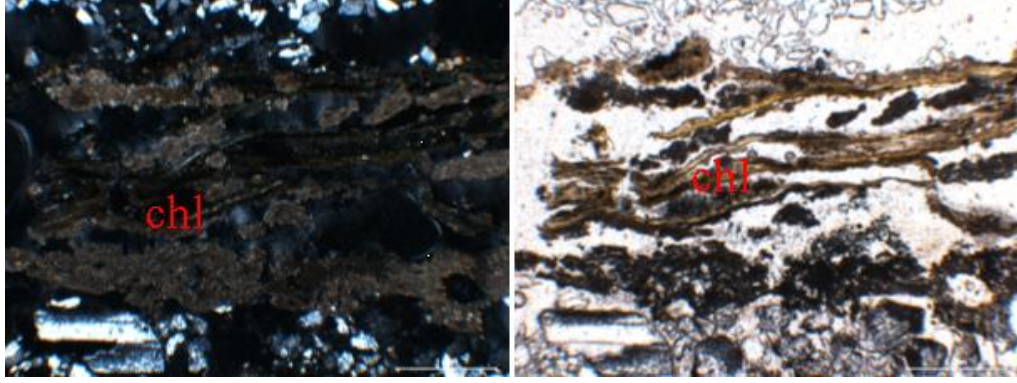
Yassı Jips

Halit

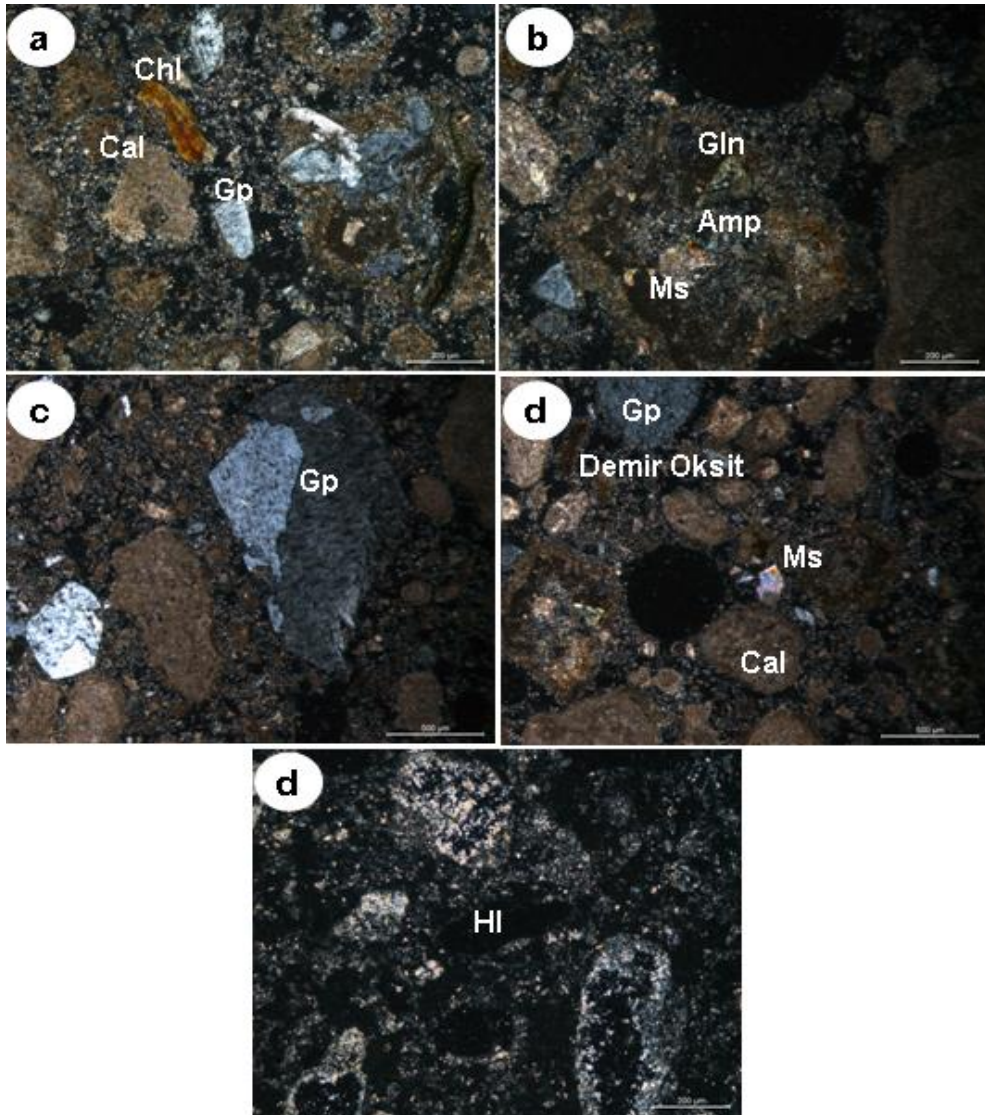


10 cm

Şekil 3. 106: K4,0-10cm kolon optik mikroskop görüntüsü.



**Şekil 3. 107:** Göl sedimanlarında karbonatlar içinde kil matrisindeki klorit gelişimi (chl:Klorit).



**Şekil 3. 108:** Gölün doğusundaki sedimanlarda artan kırıntılı bileşenler (Örnek No:G9Ç (LSS-52), Amp: Amfibol, Cal: Kalsit, Chl:Klorit, Gp:Jips, Gln:Glokofan, Hl:Halit, Ms:Muskovit).

Kloritli kil matriks karbonatlar içinde kılcal sokulum sokulum şekline sahip olması nedeniyle, geçmişteki ani yağışların meydana getirdiği sel etkisinde gelişmiş olabilir. Göl laminalı sedimanındaki bu durum Helvacı ve diğ. (2013) tarafından



düzensiz ani yağışlar sonucu oluşan durumla ilişkilendirilmiştir. Göl sedimanındaki laminalı karbonatlar *high Mg-kalsit* (Kalsit Magnezyen). Mutlu ve diğ. (1999) tarafından laminalı karbonatlardaki dolomitleşme, yüzey göl sedimanlarında diyajenetik dolomit gelişimi olarak değerlendirilmiştir.

### 3.3.5.10 Güncel Sedimanların SEM Analizleri

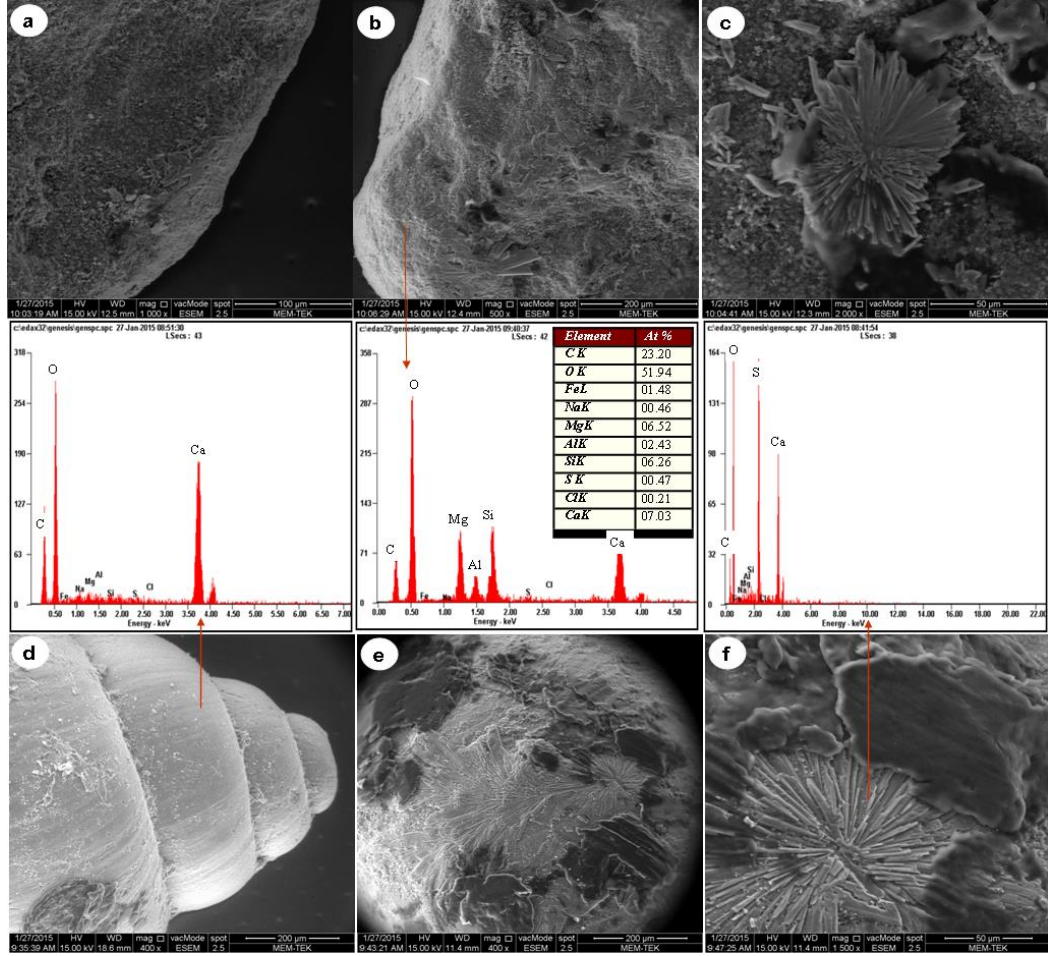
Göl sedimanları taramalı elektron mikroskobu analizleri Environmental SEM (E-SEM) Philips-XL30 SFEG cihazıyla yüksek vakum altında altın kaplaması yapılmadan gerçekleştirilmiştir. Ayrıca incelenen bazı numuneler üzerinde X-ray elementel dağılım haritalaması (X-ray Mapping) ve noktasal standartsız kalitatif elementel analizler yapılmıştır (SEM-EDS). Gölün kuzeyinde kıyı hattı boyunca karbonatça zengin sedimanlar *endojenik dolomit, aragonit, kalsit ve manyezit* içeriklidir. Karbonatlara *kuvars* eşlik eder. Karbonat oluşumları üzerinde *ikincil ışınal jips oluşumları* gelişmiştir. Göl sedimanlarında görülen *gastropod* fosillerinin kabukları *kalsit*. Kalsit kabuklar üzerinde de *ikincil jips* gelişimi yaygındır (**Şekil 3. 109**).

Halit mineralleri gerek evaporitik olarak yüzeyde gelişmiş alanlarda olsun gerekse sığ kolon istiflenmesinin ara katmanlarında olsun *öz şekilli* nadiren *yarı öz şekilli kübik sisteme* sahiptir. Yüzeyde güncel evaporitleşme alanında görülen kübik tuz kristalleri 0,1-0,5cm büyüklüğündedir. Göl ortamında mükemmel kübik sistem varlığı aşırı doymun ortam koşullarını gösterir (Buck ve diğ. 2006).

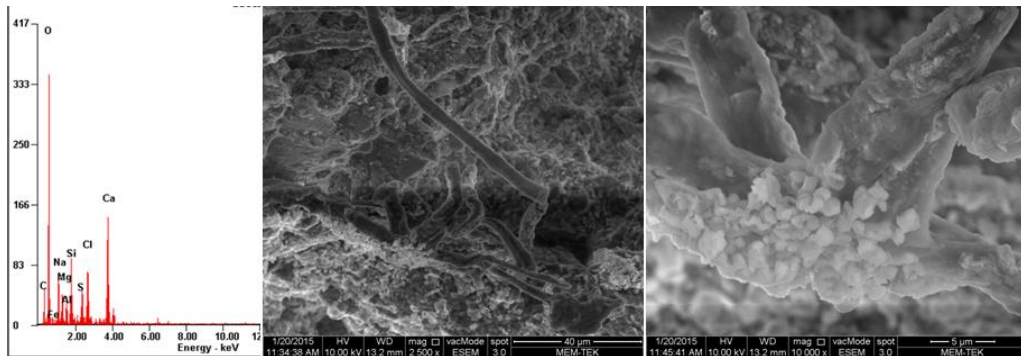
*Halit* mineralleri, gölün kuzey kenarındaki yüzeyde *öz şekilsiz kütle* ve *çimento* şeklinde görülmüştür. Kuzeydeki zonda *özşekilsiz halit* formları, göl ortamına göre ortamın az doymun olduğu sonucuna ulaştırır. Kütle şeklinde *öz şekilsiz halit* mineralleri genellikle siva şeklinde *jipslerin* üzerinde örtü gibidir. Göl sedimanlarında yüzeyleri *aragonitçe* kaplanmış ve üzerinde ikinci katmanda *halit* minerallerinin gelişiminin görüldüğü *fitoplankton* kalıntıları yaygındır. *Öz şekilli halit* mineralleri genellikle ortalama 2µm boyutundadır. *Halit* mineralleri yüzey sedimanlarını çimento şeklinde kapladığı görülmüştür (**Şekil 3. 110, Şekil 3. 111, Şekil 3. 112**).

*Jips* mineralleri farklı derinliklerde ve lokasyonlarda alınan birçok örnekte görülür. *Jips* mineralleri, *halit, silikat* ve *karbonat* mineralleri ile birlikteliği söz konusudur (**Şekil 3. 113**). SEM görüntülerinde tespit edilen Prizmatik (monoklinik) kristal sistemli *jipsler* *öz şekillidir*. *Yarı öz şekilli* ve *öz şekilli hegzagonal* görünümü

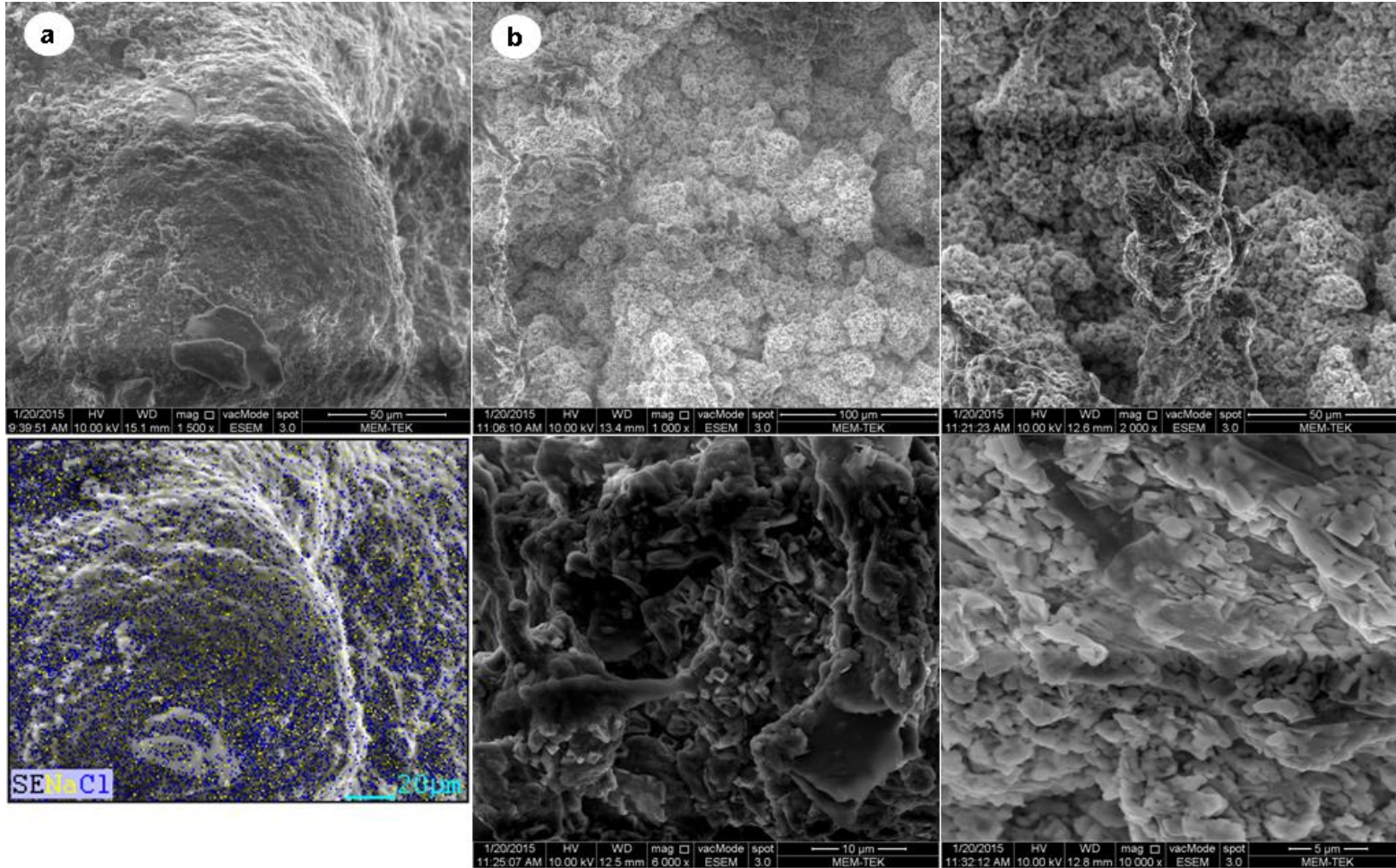
jipsler de yaygındır. Bu jipsler henüz kristallenmesini tamamlayamadığı için bu görünüme sahiptir.



**Şekil 3. 109:** Gölün kuzeyinde K8 örnekleme noktasında a)endojenik karbonatlı malzeme üzerinden alınan SEM görüntüsü ve EDS nokta analizi b,c)karbonatlar üzerinde gelişen ikincil jips oluşumları d)göl sedimanlarında görülen Kalsit kaplıklı gastrapot fosili yüzeyinin SEM görüntüsü e-f)fosil kabukları üzerinde oluşan ikincil jips oluşumları.

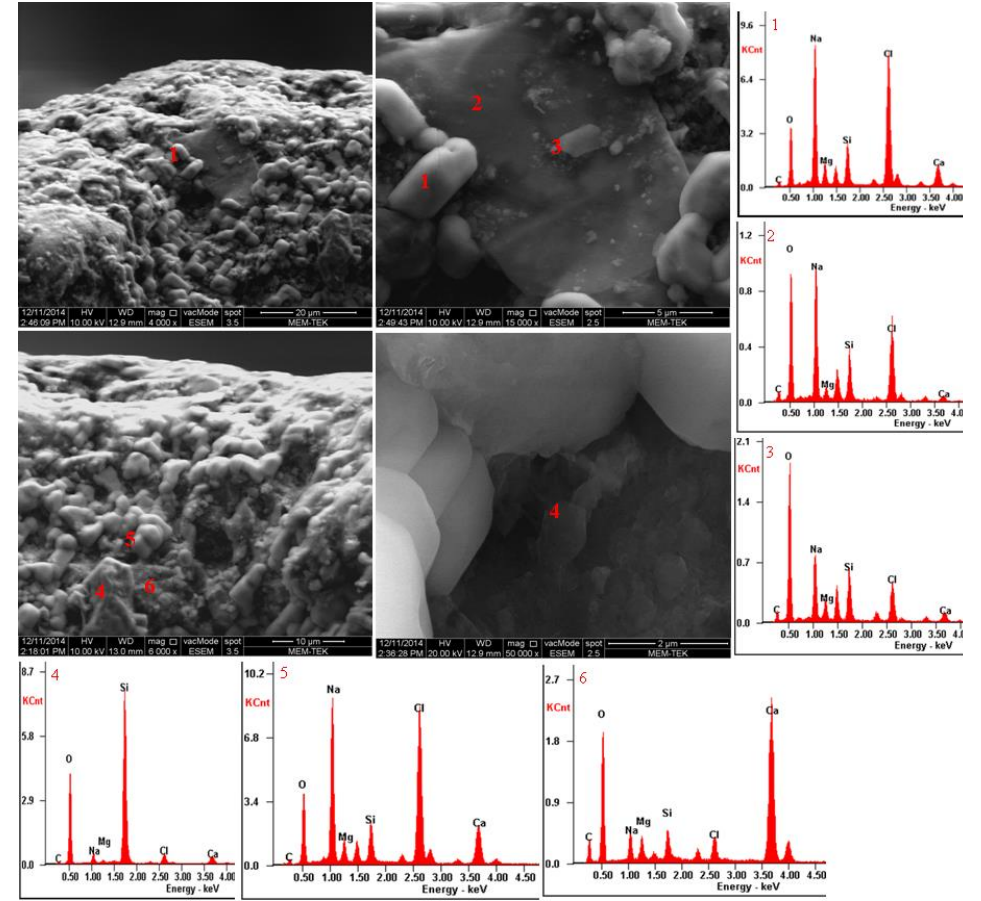
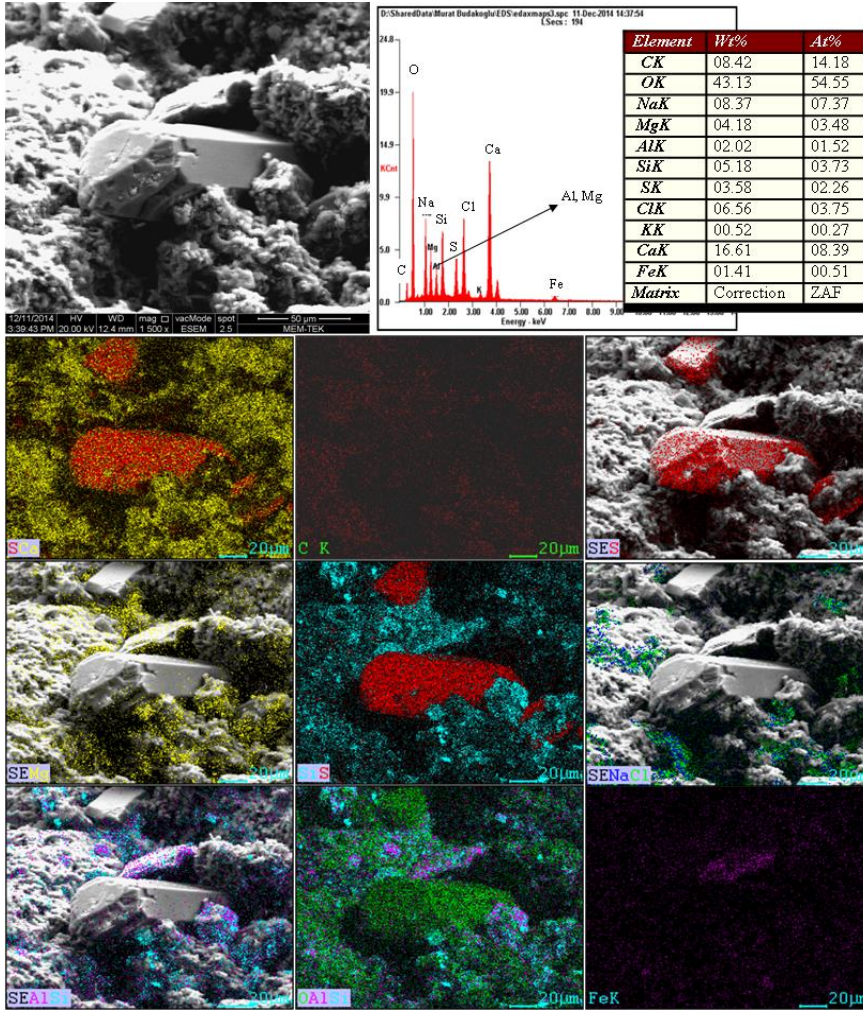


**Şekil 3. 110:** Aragonit ve sonrasında halit minerali ile yüzeyleri kaplanmış mikroorganizma (fitoplankton?) kalıntıları.



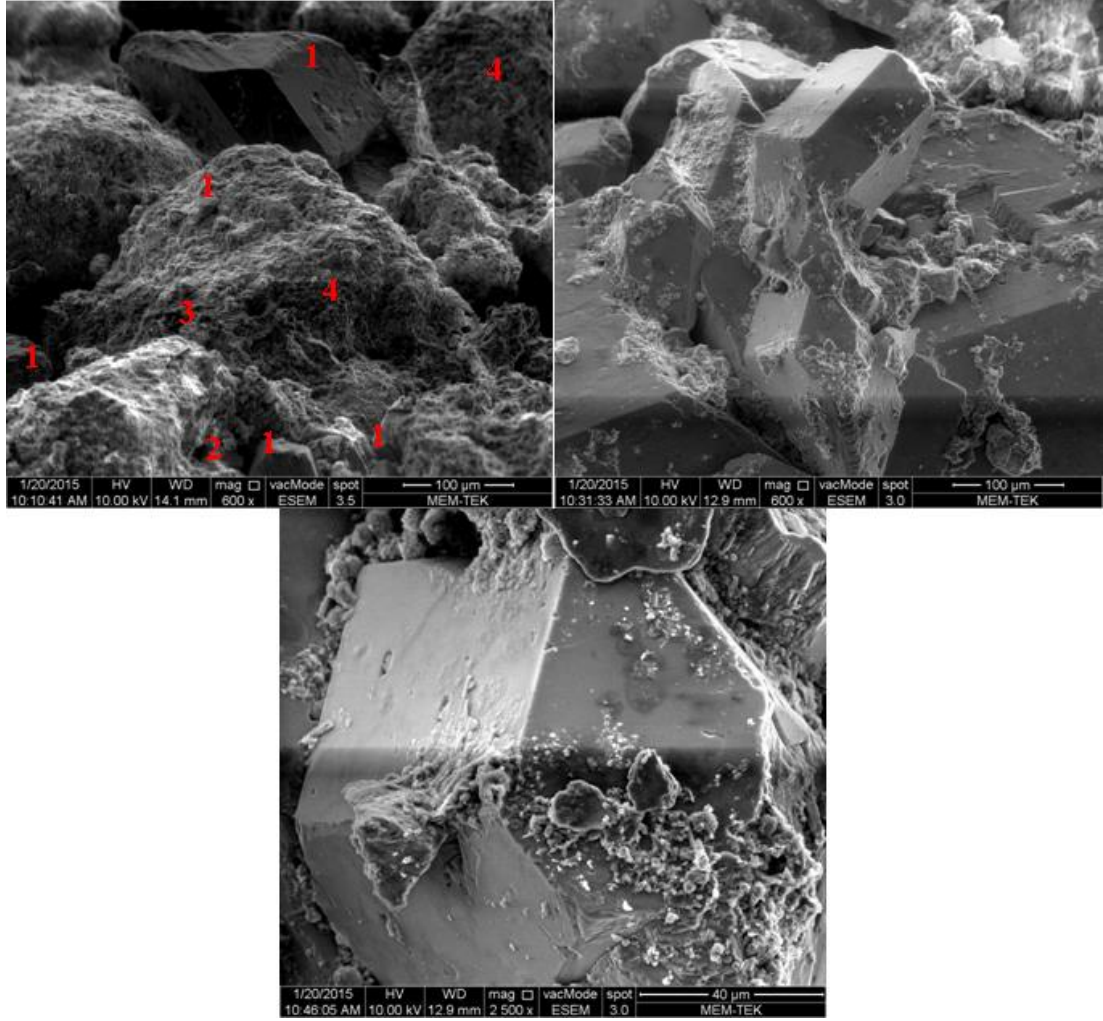
Şekil 3. 111: Güncel göl sedimanlarında a) yüzeyde gelişen öz şekilsiz Halit kaplamaları b) göl alanında yüzey ve ara seviyelerde öz şekilli-yarı özşekilli kübik halit gelişimi.





1,2,5:Halit, 4:Kuvars, 6: Aragonit

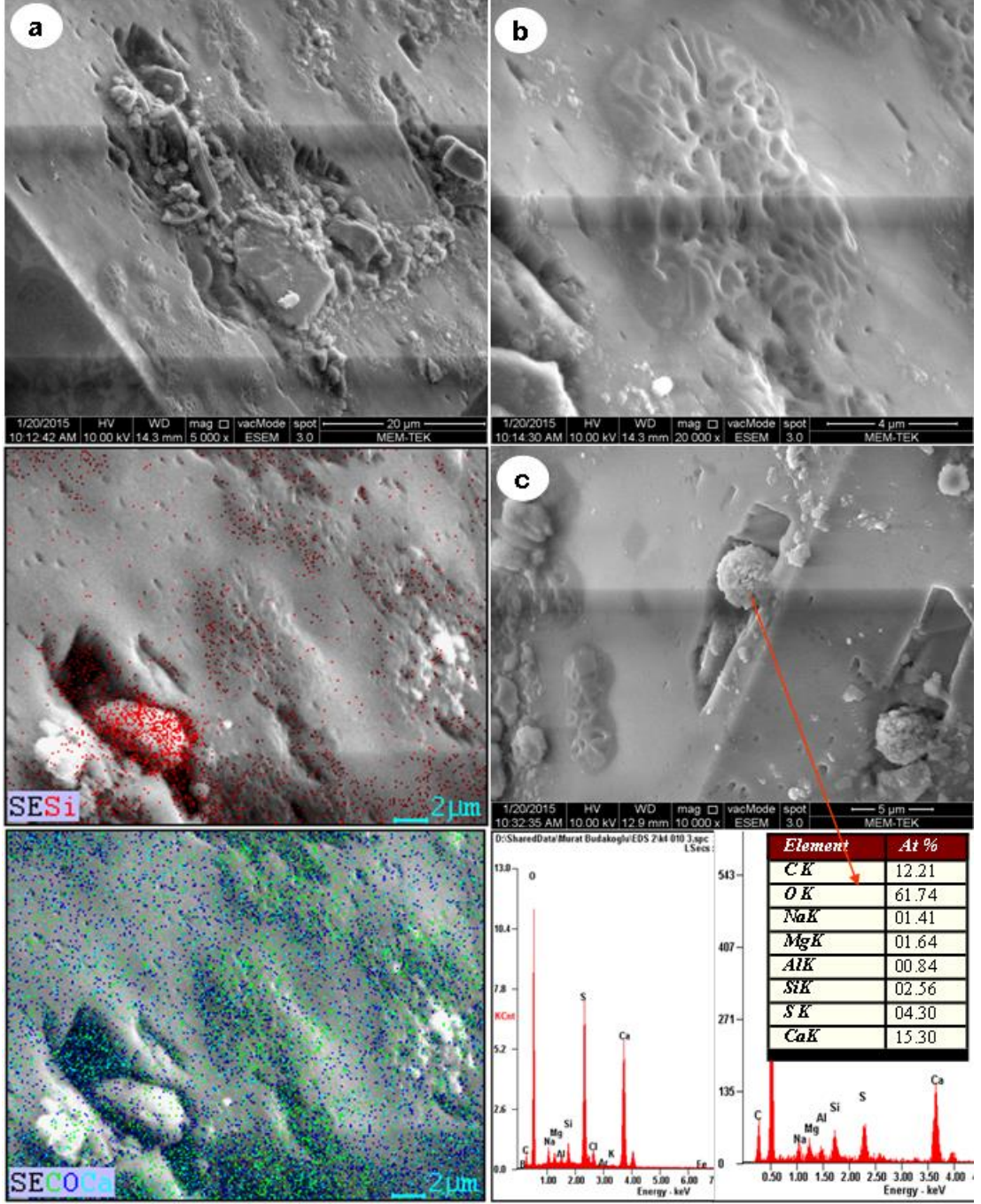
Şekil 3. 112: Göl sedimanlarında birincil jips-anhidrit SEM görüntüsü, X-ray elementel dağılım haritalaması ve spot element analizleri ve yüzeyde yaygın Halit minerali oluşumları.



**Şekil 3. 113:** Güncel sedimanda prizmatik ve hegzagonal görünümlü jipslerin SEM görüntüsü (1: Jips, 2: Mika 3:Kuars 4:Halit).

Jips mineralleri bir arada yer alırlar. Jips minerallerinden sonra gelişen minerallerle ardalanmalı olarak örtülürler. Jipsten sonra gelişen minerallerin jips mineralleri arasındaki boşlukları doldurduğu görülmüştür. Jips minerallerinin yüzeyinde oluşan boşluklarda silis içeriği yoğun silikat mineralleri gelişimi yaygındır. Yine yüzeydeki boşluklarda  $\text{CaCO}_3$  içerikli küresel şekilli karbonat (mikroorganizma?) gelişimi görülür. Jips yüzeylerinde dantel örgülü yapı şeklinde mikro organizmalar görülmüştür. *Örgülü şekilli mikroorganizmalar*  $\text{CaCO}_3$  içeriklidir.  $\text{CaCO}_3$  yoğun olarak alınmasına rağmen, üzerinde Si yansımaları da alınmıştır. Göl sedimanlarında mika grubu mineraller yaygındır. Tespit edilen mika grubu mineraller özşekli olup, monoklinik kafes sistemine sahip hegzagonal kristal sistemi görünümlü, 20  $\mu\text{m}$  boyunda ve çapları ortalama 5-7  $\mu\text{m}$ 'dur. Mika grubu mineraller *aragonit*, *halit* ve *jipslerle* çevrelenmiştir (**Şekil 3. 114**, **Şekil 3. 115**).

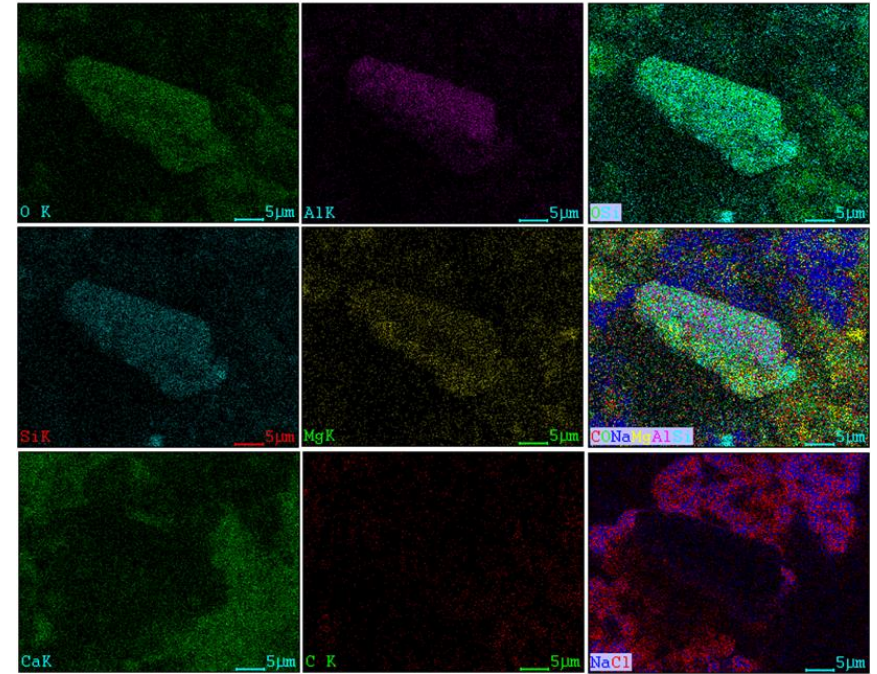
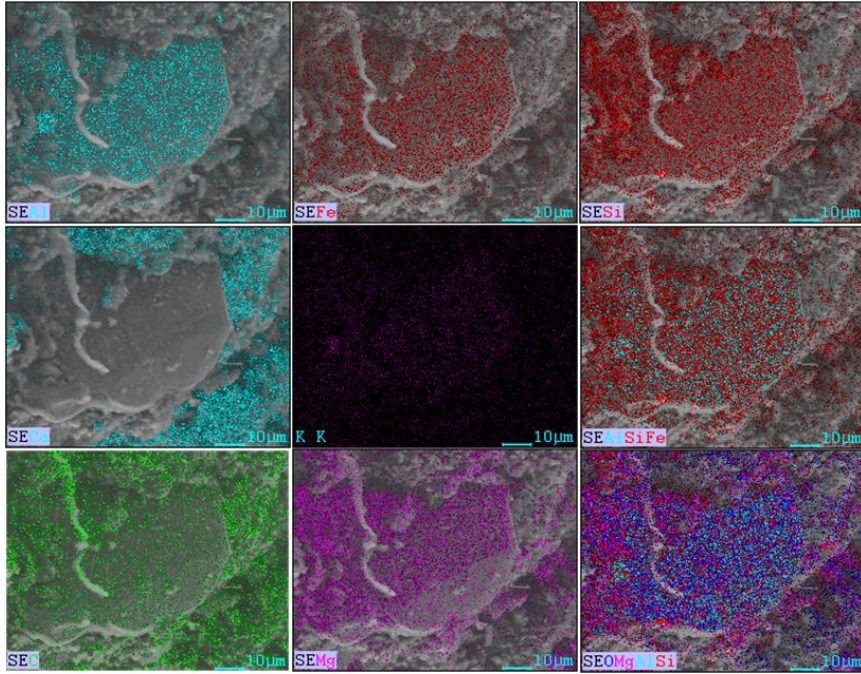
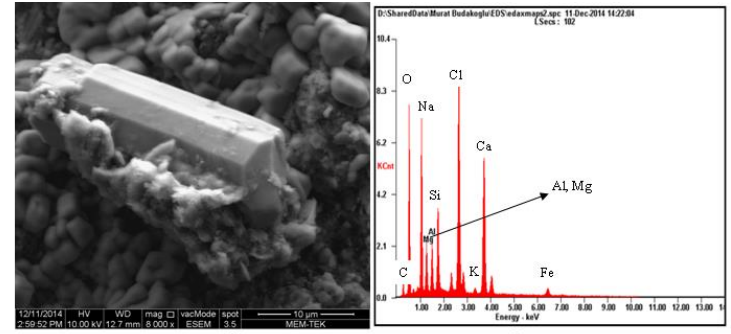
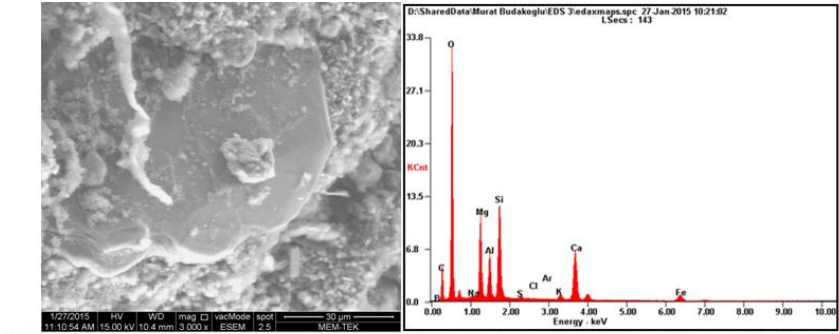




**Şekil 3. 114:** Jipsler üzerinde gelişen a) silikatlar b) karbonatlı mikroorganizmalar c) küresel karbonatlar (Mikroorganizma?) ve dantel şekilli mikroorganizmalar üzerinde X-ray elemental dağılım haritalaması.

Sediman yüzeylerinin *dolomit*, *halit* ve *silisli* minerallerce kaplandığı yüzeylerin bileşiminde Ba elementi bulunan mineraller gözlenmiştir. Ba elementi ile birlikte, S elementinin birleştirilerek elde edildiği X-ray elemental dağılım haritasında Ba ve S örtüşmemiştir. Bu durum mineralin  $BaSO_4$  olmadığını gösterir. Ba, ile birlikte C ve Mg element X-ray dağılımının örtüşmesi göl sedimanlarında Norsethite (?) gibi Ba içerikli mineralin olabileceğini gösterir.

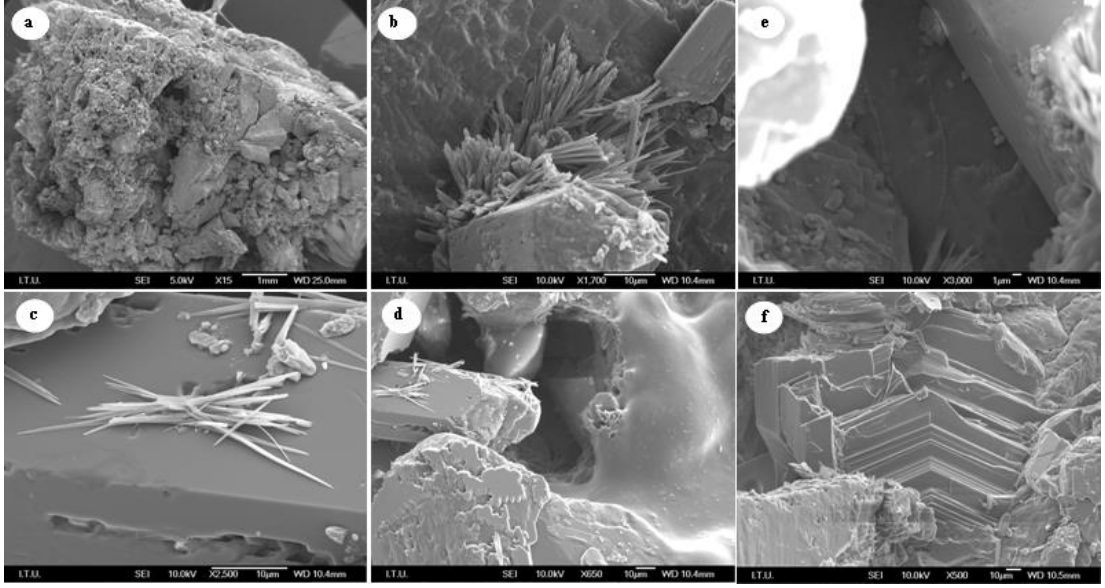




**Şekil 3. 115:** Göl sedimanlarında mica grubu minerallerin SEM görüntüsü, X-ray elementel dağılım haritalaması ve spot element analizleri.



SEM görüntülerinde jips üzerinde lifimsi *ögsterit* ( $\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ ) olası *prizmatik globerit* ( $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ ) gelişimleri yaygındır. *Ögsterit* gelişimi öbekler halinde sıklıkla örneğin birçok kısmında görülür. Jipsler tabuler kristallenme şeklinde zonlu büyüme gösterir (**Şekil 3. 116**)



**Şekil 3. 116:** Mikrobial matris örneğine ait SEM görüntüleri a) genel görüntü b,c,d) jips üzerinde gelişen lifimsi *ögsterit* olası prizmatik globerit gelişimi e) mikrobial matris içinde gelişen mikro canlı kalıntısı f) jips oluşumu, tabuler kristallenme.

## 4. GÜNCEL GÖL SEDİMANLARININ VE LİTOLOJİK BİRİMLERİN İZOTOP JEOKİMYASI

Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerin izotop jeokimyası;

- i) Güncel göl sedimanlarının akümülyasyon hızının (birikim oranı) belirlenmesi amacıyla  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoizotoplarını,
- ii) Evaporitlerin çökeldiği playa göllerin sedimantasyon koşulları ile ilgili arşiv bilgileri içermesi nedeniyle gölün sedimantasyon koşullarının, evaporit ortamlardaki eski suların jeokimyasının belirlenmesinde sülfat minerallerinin önemli bir parametre olması nedeniyle evaporitlerin kökeninin, kayaç-su etkileşimi ve mikrobiyolojik etki altında meydana gelen fraksiyonlaşmanın belirlenmesi amacıyla duraylı sülfür  $\delta^{34}\text{S}$  izotoplarını,
- iii) Karbonatların çökelim sıcaklıkları, gölde birincil ve ikincil karbonat oluşumları, karbonatların kökeni, sedimantasyonun gerçekleştiği havzanın iklim koşulları, gölün hidrolik sisteminin belirlenmesi amacıyla  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  ve  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  analizlerini kapsar.

### 4.1 $^{137}\text{Cs}$ ve $^{210}\text{Pb}$ Aktivitesine Bağlı Sedimantasyon Akümülyasyon Hızı ve Sediman Kronolojisi

Sediman karotlarında jeokronolojik çalışmalarda  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoizotopları ilk olarak Goldberg (1963) ve Krishnas ve diğ. (1971) tarafından kullanılmıştır. Güncel göl sedimanlarının birikimi incelenen zaman aralığında belirli bir düzende gelişmesi durumunda  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoizotopları ile yaşlandırma en uygun yöntemlerdendir (Gharibreza ve diğ. 2013).

Sediman akümülyasyon hızı gölün iki farklı noktasından alınmış 1m derinlikli soğuk zincirde korunmuş ve kurutulmuş karotlarda gama analizleri ile belirlenmiştir. Analizler, Kanada'da Ottawa Üniversitesi LANSET (Laboratory for the Analysis of Natural and Synthetic Environmental Toxins) içinde yer alan Gamma Spectroscopy Laboratuvarı'nda Ortec High Purity Germanium Gama Sepktrometresi (Oak Ridge, TN, USA) ile yapılmıştır. Analizlerde kullanılan GWL120230 detektörü, kobalt-60(CO-

60)'ın 1,33 MeV seviyelerinde 1,92 keV çözünürlüklü ve relatif etkinliği %34,2'dir. Analizlerde referans olarak Uluslararası Atom Enerjisi (IAEA, Viyana, Avusturya)'nden alınmış sertifikalı meteryaller kullanılmıştır.

Her iki karot örneklerinin 0-30 cm aralığı için farklı derinlik aralıklarında (0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 22, 26, 28, 30cm'leri için)  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  and  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesine ait profiller elde edilmiştir. Sedimentasyon hızı ScienTissIME (Barry's Bay, ON, Canada) veri analiz yazılımı ile hesaplanmıştır (**Tablo 4. 1**, **Tablo 4. 2**). Sedimentasyon hızının hesaplanmasında, 1960'lı yıllarda gerçekleştirilen ve en yüksek seviyelere ulaştığı nükleer denemelerdeki  $^{137}\text{Cs}$  değerine göre hesaplanır.

**Tablo 4. 1:** KRT-3 örnekleme noktasının derinliğe bağlı kronolojik özelliği.

Derinlik	Orta Nokta Derinlik	Kümülatif Kuru Kütle	Yıl (CRS)	Yaş (CRS)	Sedimentasyon Hızı
cm	cm	[g/cm <sup>2</sup> ]	[y]	[y]	[g/cm <sup>2</sup> ] / [y]
0	0,25	0	2013,51	0	0,0279
0,5	1,25	0,5834	2000,34	13,1739	0,5738
1,5	2,25	1,768	1998,65	14,8549	0,9283
2,5	3,25	2,9496	1997,53	15,9796	1,2169
3,5	4,25	4,1941	1995,32	18,1893	0,3577
5	5,25	6,0108	1991,64	21,8702	0,8634
7	6,25	8,1619	1989,26	24,2472	0,9554
9	8,25	10,4519	1982,82	30,6848	0,2022
11	10,25	12,9105	1972,55	40,957	0,3293
13	12,25	15,2586	1965,15	48,3552	0,3064
16	14,25	18,7258	1955,84	57,6735	0,5335
20	16,25	23,6869	1935,99	77,5146	0,1317
24	18,25	28,8697	1898,81	114,7	0,2517
27	20,25	33,1354	1848,9	164,61	0,2013
29	21,25	36,0173	1808,98	204,53	0,1761
31	22,25	38,5475	1758,06	255,45	0,1509

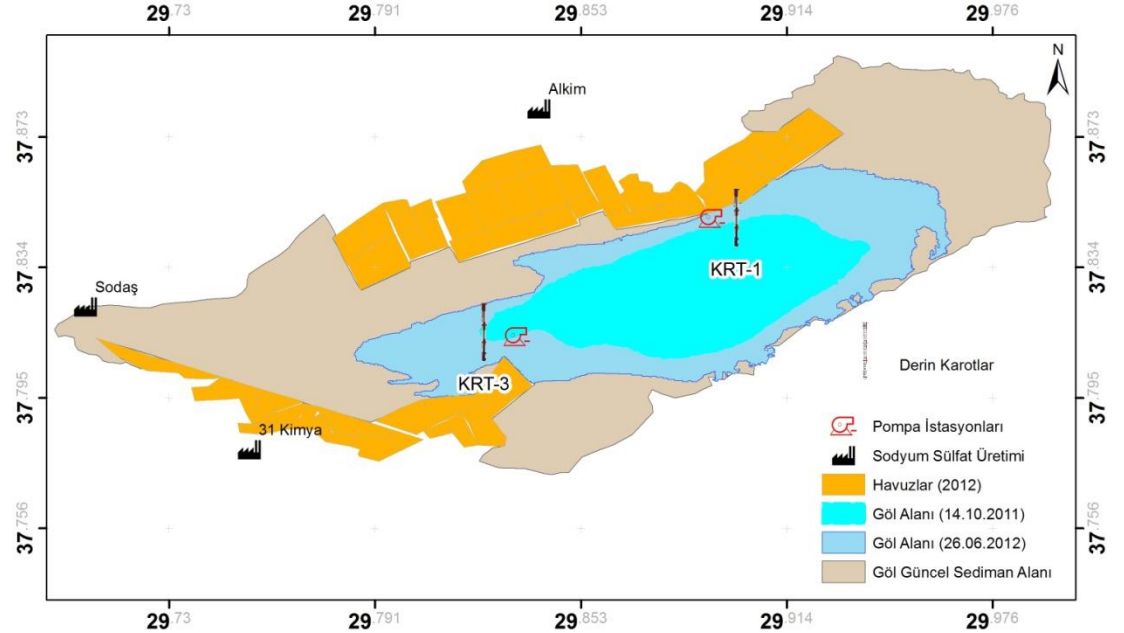
Her iki sediman karotunda sediman birikim oranı  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  metodlarının her ikisi de kullanılarak hesaplanmıştır. Göl sediman alanının kuzeyinde Alkim su çekim pompalarının yakınında KRT-1 karot noktası ve gölün batısında üretim faaliyeti kapsamında insan etkisinin daha az olduğu KRT-3 karot noktası, örnekleme noktası olarak seçilmiştir (**Şekil 4. 1**).

KRT-3 noktasında sediman birikim hızı,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyonükleitlerinin konsantrasyonu ve CRS (Constant Rate of Supply) modeline göre  $^{137}\text{Cs}$  yaşlandırması yapılmıştır (**Şekil 4. 2**). Karot yaşlandırması low background

gamma-ray spektrometresi kullanılarak  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  sipesifik aktivite profillerinin ölçülmesi ile hesaplanmıştır.

**Tablo 4. 2:** KRT-3 örnekleme noktasının  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  aktivitesinin derinliğe göre değişim profili.

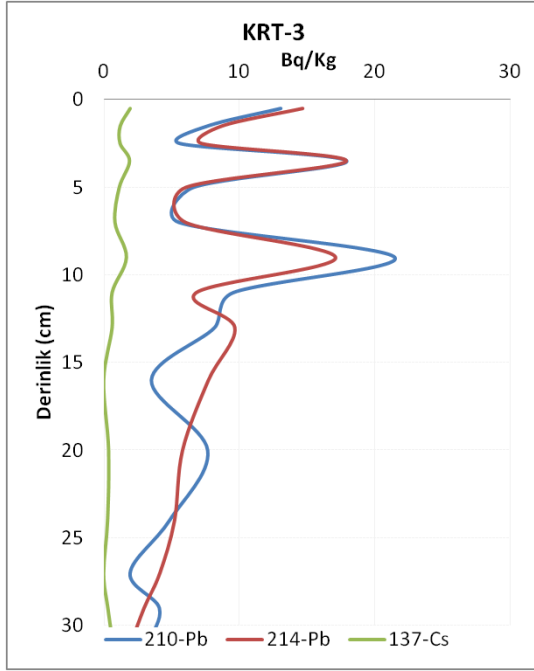
Orta Nokta Derinlik	Kümülatif Kuru Kütle	210-Pb	210-Pb (error)	214-Pb	214-Pb (error)	137-Cs	137-Cs Error
cm	[g/cm <sup>2</sup> ]	[Bq/Kg]	[Bq/Kg]	[Bq/Kg]	[Bq/Kg]	[Bq/Kg]	[Bq/Kg]
0,5	0,5834	13,08	5,97	14,67	1,16	1,97	0,79
1,5	1,768	7,67	5,55	8,7	1,01	1,23	0,74
2,5	2,9496	5,65	5,41	7,23	0,93	1,22	0,73
3,5	4,1941	17,95	5,61	17,88	1,17	1,92	0,78
5	6,0108	6,63	5,29	6,05	0,91	1,16	0,69
7	8,1619	5,56	5,7	6,02	1	0,84	0,74
9	10,4519	21,51	6,63	17,1	1,28	1,69	0,87
11	12,9105	9,59	5,38	6,83	0,98	0,63	0,7
13	15,2586	8,19	5,99	9,66	1,04	0,63	0,73
16	18,7258	3,52	5,22	7,71	0,96	0	0,69
20	23,6869	7,68	5,18	5,8	0,92	0,37	0,71
24	28,8697	4,86	4,86	5,21	0,87	0,29	0,68
27	33,1354	1,95	5,23	4,13	0,9	0	0,68
29	36,0173	4,11	5,14	2,96	0,9	0,31	0,72
31	38,5475	3,31	4,68	2	0,8	0,68	0,65
<b>Toplam (Bq/Kg)</b>		121,26		121,95		12,94	



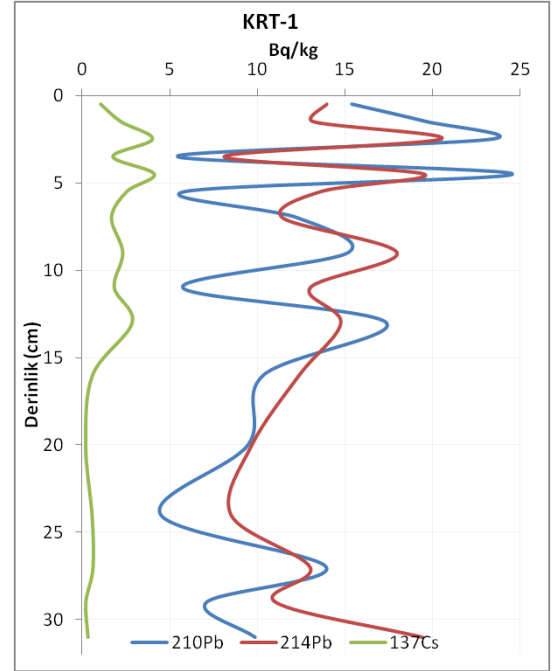
**Şekil 4. 1:** KRT-1 ve KRT-3 örnekleme noktası.

Tuzlu göl suyu etkisinde gelişen evaporit minerali seviyeler, derinlikle birlikte  $^{210}\text{Pb}$  radyoizotop aktivitesine önemli derecede etki eder (Gharibreza ve diğ. 2013).

Na-Sülfat üretim faaliyetleri kapsamında sürekli etki altında kalan KRT-1 örnekleme noktasında  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  and  $^{137}\text{Cs}$  radyonüklitlerin konsantrasyonu belirlenebilmesine rağmen, sediman birikim hızı belirlenememiştir (**Şekil 4. 3**). Alkim pompalarına yakın olan bu nokta gölden su çekilmesi amacıyla yürütülen faaliyetler kapsamında, kanal açılması vb. etkiler nedeniyle sedimanların karıştırılmış olması, sediman birikim hızının hesaplanmasına engel teşkil eder. Üretim faaliyetleri kapsamında buradaki sedimanların karıştırılmış olması  $^{137}\text{Cs}$  değerlerinin değişmesine, yeniden dağılmasına neden olur. Güncel istifin üstündeki genç sedimanlarda  $^{137}\text{Cs}$  piki alınmamasına karşın, devam eden seride görülen pik 1960'lı yıllarda nükleer silah denemeleri ile ilişkili radyolojik nükleer serpentinin neden olduğu etki nedeniyledir. Daha aşağılara inildikçe yaşlı sedimanlarda  $^{137}\text{Cs}$  değerleri aniden sıfırlanır. Sedimanların karışmış olması nedeniyle elde edilen derinliğe bağlı  $^{137}\text{Cs}$  izotop profili, kullanılan modele göre yaşlandırma için tutarlı veri sağlamamaktadır.



**Şekil 4. 2:** KRT-3 karotu  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  aktivite profili.



**Şekil 4. 3:** KRT-1 karotu  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  aktivite profili.

KRT-1 noktasında sedimanların karışmış olması  $^{137}\text{Cs}$  profilinde olduğu gibi  $^{210}\text{Pb}$  (atmosferik=unsupported),  $^{214}\text{Pb}$  (havza=supported) profillerini de etkilemiştir.  $^{210}\text{Pb}$  profili karot boyunca yüzeyde en yüksek ve yaşlı sedimanlara inildikçe azalması ve  $^{214}\text{Pb}$  profilinin karot boyunca derinliğe bağlı olarak nispeten tutarlı olması beklenirken KRT-1 noktasında her iki izotop profilinin beklenildiği gibi olmadığı görülmüştür.  $^{214}\text{Pb}$  profilinin değişkenliği havzaya ait temel seviyelerin (baseline) elde edilmesini imkânsızlaştırmakta ve  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  profillerine yaşlandırma amaçlı

istatistiksel modellerin uygulanmasına engel olur. Bu durum sedimantasyon birikim hızının ve  $^{210}\text{Pb}$  değerlerinin çok düşük olduğu Arktik göllerde karşılaşılan bir durumdur (Muir ve diğ. 1995; Ruhland ve diğ. 2003; Stern ve diğ. 2005).

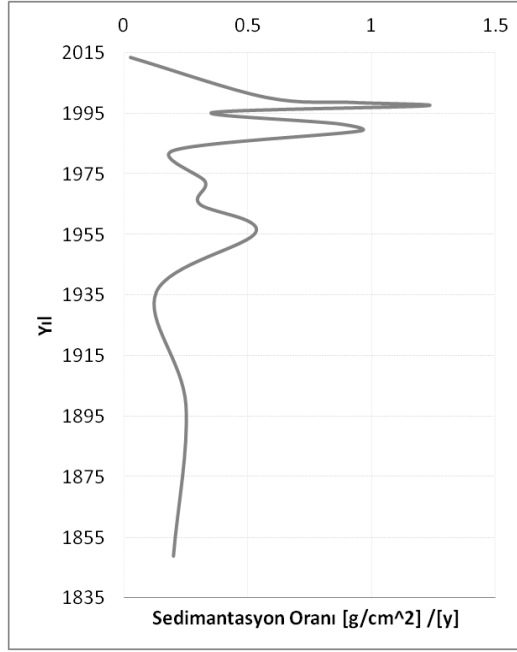
KRT-1 noktasında elde edilen  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  izotop profilleri, bu bölgenin sedimanlarının karıştırılmış olmasından kaynaklanacağı gibi, göl ortamında önemli bir seyreltme etkisinin gerçekleşmesinden de kaynaklanır.  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{214}\text{Pb}$  aktivitesinin benzer olması, **havzadan önemli bir detritik besleniminin depolanmakta olduğunu gösterir**. Yine **kalsiyum, sodyum ve potasyum gibi katyonların göl tabanında çökelişi**  $^{210}\text{Pb}$  ve  $^{214}\text{Pb}$  değerlerinin seyrelmesine sebep olur. KRT-1 civarında görülen bu durumlar göl kenarındaki yapay havuzlarda yürütülen **endüstriyel tuz üretim faaliyetlerinin gölün doğal sediman birikim dinamiklerini etkilediğini** ortaya koyar.

Endüstriyel üretim etkisinden uzak KRT-3 örnekleme noktasına göre gölde sediman birikim hızı **2013 (0,0279 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>)** ve **1936 (0,1317 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>)** yılında en düşük, **1997(1,2169 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>)** yılında en yüksektir. Sedimantasyon hızına bakıldığında 1990'lı yıllar sedimantasyon hızının en yüksek olduğu yıllardır. Örnekleme tarihinden itibaren 20cm derinliğin çökeliş zamanı 77,5 yıldır. 20 cm derinliğin çökelişi için geçen 77,5 yıl ve bu derinliğe kadar olan dönemlerin sedimantasyon hızları dikkate alındığında gölün ortalama yıllık sedimantasyon hızı 0,083 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir. 20 cm'deki sedimanların kronolojik olarak 1936 yılında çökelmiştir. İncelenen 31 cm'lik derinliğin kronolojik olarak yaşı 255,45 yıldır ve 1758 yılına karşılık gelir. 31 cm derinliğin çökelişi için geçen 255,45 yıl ve bu derinliğe kadar olan dönemlerin sedimantasyon hızları dikkate alındığında gölün ortalama yıllık sedimantasyon hızı 0,029 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir.  $^{210}\text{Pb}$  radyoizotopu ile yaşlandırma yönteminin 1850'lili yıllara kadar doğru sonuç verdiği dikkate alındığında, bu yöntemle Acıgöl'de 27 cm'lik derinliğin 1849 yıllarında çökeldiği ortaya çıkar. Bu seviye dikkate alındığında uzun yıllar ortalama sediman birikim hızı 0,042 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir. Derinliğe göre incelendiğinde, yüzeyden itibaren sırasıyla 2,5cm, 7cm derinliklerinde en yüksek sedimantasyon hızı görülmüştür (**Şekil 4. 4, Şekil 4. 5, Şekil 4. 6**).

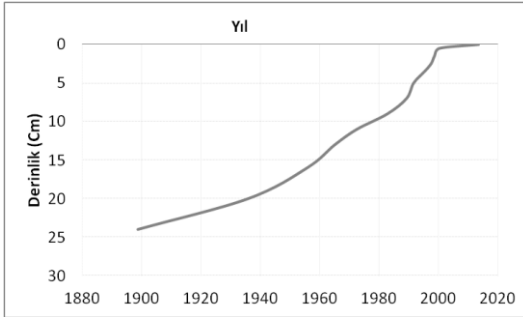
20 cm'lik kısımda ortalama  $^{210}\text{Pb}$  aktivitesi  $9,73 \pm 5,63$  Bq/kg,  $^{214}\text{Pb}$  aktivitesi  $9,79 \pm 1,03$  Bq/kg ve  $^{137}\text{Cs}$  aktivitesi  $1,06 \pm 0,74$  Bq/kg'dir.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  aktivitesi yüzeyden derine doğru azalan bir profile sahip olup, 1982 ve 1995 yıllarında önemli pik hareketine sahiptir. İncelenen her iki karotta  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  aktivite profilleri derine doğru doğrusal ilişki içindedir (**Şekil 4. 7, Şekil 4. 8**). Sedimantasyon hızı için



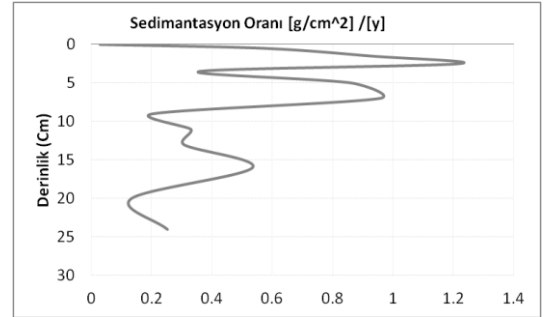
kullanılan karotlarda sedimanların ortalama su içeriği %30 ve %24, yoğunluğu da 3,41'dir (Tablo 4. 3).



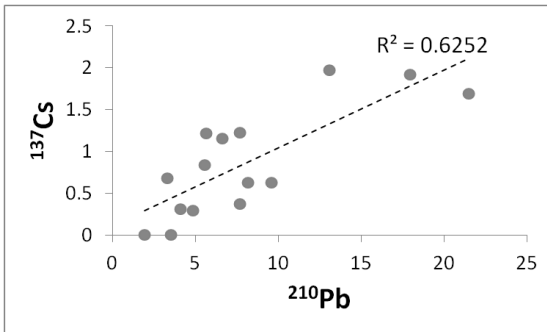
Şekil 4. 4: KRT-3 karotu yıllara göre sedimantasyon hızı.



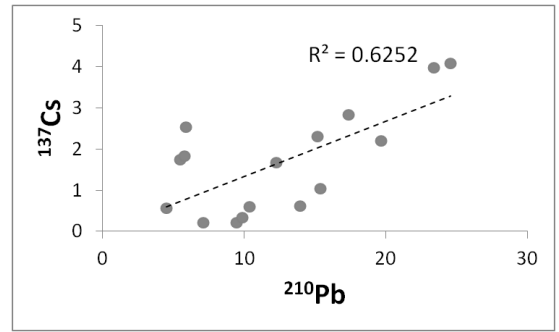
Şekil 4. 5: KRT-3 karotu yıllara göre derinlik durumu.



Şekil 4. 6: KRT-3 karotu farklı derinliklerde görülen sedimantasyon hızı.



Şekil 4. 7: KRT-3 karotunda <sup>210</sup>Pb-<sup>137</sup>Cs ilişkisi.



Şekil 4. 8: KRT-1 karotunda <sup>210</sup>Pb-<sup>137</sup>Cs ilişkisi.

**Tablo 4. 3:** KRT-1 ve KRT-3 karotlarındaki sedimanların su içeriği ve yoğunluğu.

KRT-1			KRT-3	
Derinlik	Su içeriği	Yoğunluk	Derinlik	Su içeriği
0,5	32%	3,490	0	30%
1,5	31%	3,479	1	27%
2,5	32%	3,312	2	27%
3,5	27%	3,391	3	27%
4,5	35%	3,245	4	26%
5,5	36%	3,353	6	25%
7	30%	3,369	8	29%
9	30%	3,431	10	21%
11	34%	3,397	12	27%
13	31%	3,364	14	23%
16	28%	3,378	18	25%
20	28%	3,553	22	18%
24	21%	3,574	26	21%
27	27%	3,403	28	19%
29	31%	3,440	30	19%
31	31%	3,445		
<b>Ort.</b>	<b>30%</b>	<b>3,41</b>	<b>Ort.</b>	<b>24%</b>

## 4.2 Sediman ve Litoloji Örneklerinde İnorganik Karbonatların $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analizleri

Göl sediman alanında **inorganik karbon kaynakları**; i)atmosferik etki altında ana kayadan ayrışıp, yüzey akışı ile drenaj sisteminde göle taşınan **kırıntılı karbonatlarla** temsil edilen (**döküntü**) **allokton karbonatlar**, ii)karbonatça doymun göl suyundan **inorganik** olarak çökelen **endojenik karbonatlar**, gölde depolanmadan sonra **diyajenezle** meydana gelen karbonatlar ve **organizmaların** karbonatlı kabuklarının oluşturduğu **otokton karbonatlardır**. Biyolojik etkenler ve su sıcaklığının değişimi, buharlaşma-yoğunlaşma-çözünme-CO<sub>2</sub> salınımı aşamalarından oluşan fiziksel etkenler, göl suyunun aşırı doymun olmasına ve karbonat çökeliminin gerçekleşmesine neden olur (Chen ve diğ. 2002; Hodell ve diğ. 1998). Fotosentez sırasında algler tarafından CO<sub>2</sub>'nin önemli ölçüde tüketilmesi, ortamın pH'ının yükselmesine, iyon aktivitesi ve ortam doymunluğunun artmasına ve sonuç olarak kalsit çökeline neden olan biyolojik etkendir (Hodell ve diğ. 1998; Kelts ve Hsü 1978; Robbins ve Blackwelder 1992).

Acıgöl'de algler tarafından yoğun fotosentez aktivitesi yürütülür. Gölde yaz aylarında sıcaklığın artması ile görülen alg patlamasının sebep olduğu aşırı miktarda CO<sub>2</sub> tüketimi göl suyunun kalsitçe aşırı doymun olmasına ve kalsit çökeline neden olur. Yüksek sıcaklıkla birlikte azalan çözünürlük göl suyundan atmosfere CO<sub>2</sub>

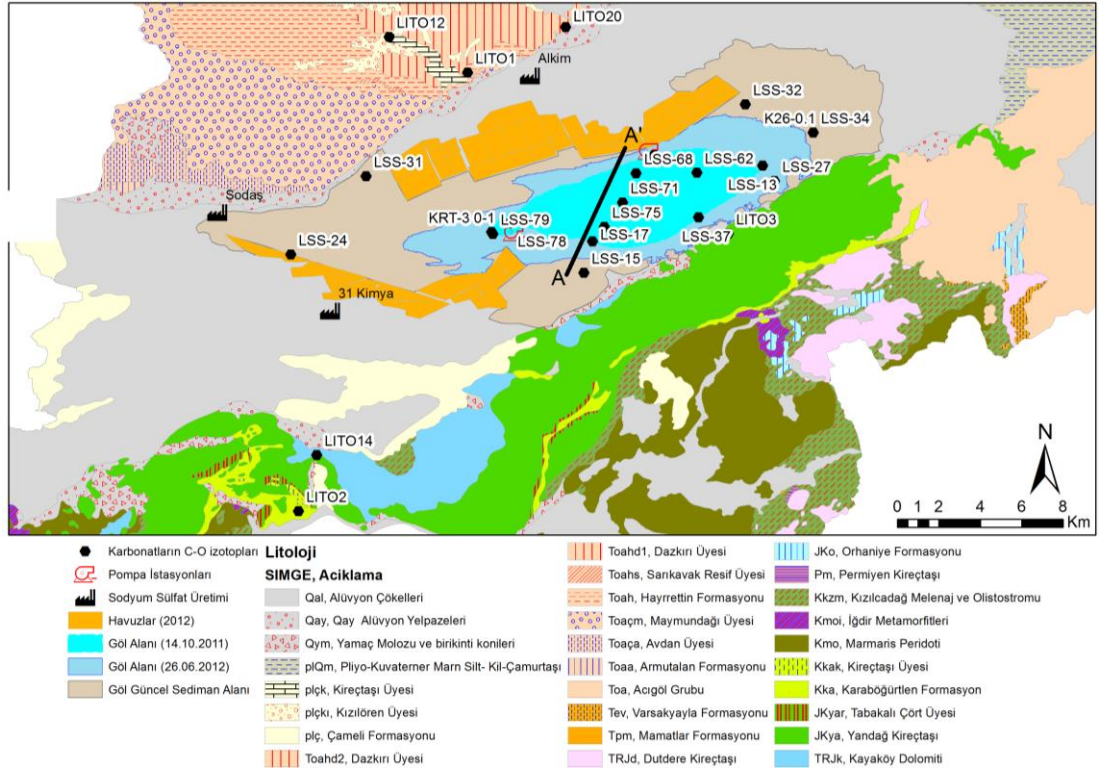
geçişini arttırır (Chen 2000; Hodell ve diğ. 1998; Kelts ve Hsü 1978; Robbins ve Blackwelder 1992; Wigley ve Plummer 1976). Sıcaklık değişiminin etki ettiği fotosentezdeki ve evaporasyondaki önemli değişim, çökelen kalsit miktarını ve kalsitin karbon izotop içeriğini de değiştirir (Chen ve diğ. 2008).

Sıcaklık sonucu göllerde gerçekleşen evaporasyonla  $^{13}\text{C}$  izotop zenginleşmesi gerçekleşir (Stiller ve diğ. 1985). Otijenik karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerine, çökeldiklerindeki karbon izotop fraksiyonlaşması ve göl suyundaki çözünmüş inorganik karbonun (DIC)  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri etki eder (Leng ve Marshall 2004; Talbot 1990). Güncel göl sedimanlarındaki yüksek  $\delta^{13}\text{C}$  değerlerinden, gölün artan ötrofikasyonu, gölde yoğun buharlaşma ve göl suyunun uzun bekleme süresi bilgilerine ulaşılabilir (Zhu ve diğ. 2013). Göl suyu ile izotopik denge koşullarında çökelen karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, kurak dönemlerde pozitif, yağışlı ve soğuk dönemlerde negatif değerlidir (Chen ve diğ. 2008). Sucul bitkilerin fotosentezi, karbon izotoplarının önemli derecede fraksiyonlaşmasına bağlı olarak bitkilik alanların  $^{12}\text{C}$ , göl suyunun ise  $^{13}\text{C}$  izotopunca zenginleşmesine neden olur (Chen ve diğ. 2008).  $\delta^{18}\text{O}$  -  $\delta^{13}\text{C}$  izotop kompozisyonundaki dalgalanmalarla uzun zamana bağlı yağış/buharlaşma oranı, sıcaklık, zamansal fotosentez, yağışların sezonsal davranışı ve miktarı yorumlanabilir (Leng ve diğ. 2006; Spotl ve diğ. 2010).

#### 4.2.1 $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analizleri

Acıgöl karbonatlı güncel göl sedimanları ve bazı karbonatlı litoloji birimlerin  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriğinin belirlenmesi amacıyla, sediman birikim hızının belirlendiği KRT-3 sondajında 13, litolojiye ait 6, gölde sürekli su altındaki sedimanlarda 6, sezonsal olarak su altında kalan sedimanlarda 9, 10cm aralıklı 3 farklı karotta 5 örnekte olmak üzere toplam 39 örnekte inorganik karbon ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ) ve oksijen ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ ) izotop analizleri yapılmıştır (**Şekil 4. 9**).  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinin detayları bu incelemenin desteklediği Budakoğlu ve diğ. (2014) proje raporlarındadır.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  duraylı izotop analizleri Utah Üniversitesi SIRFER (Stable Isotope Ratio Facility for Environmental Research) Çevresel Duraylı İzotop Araştırmaları Merkezi'nde yapılmıştır.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  duraylı izotop oranları, V-PDB (Vienna Pee Dee Belemnite) standardına göre farklılığı per mil (‰) ile ifade edilmiştir. V-PDB standardına göre verilen  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri karşılaştırma amacıyla  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}} = 1,03092 * \delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} + 30,92 \text{ ‰}$  veya  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} = 0,97001 * \delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}} - 29,29$  (Coplen

1995a, 1995b; Coplen ve diğ. 2002) bağıntısı kullanılarak V-SMOW standardına göre değerlendirilmiştir.

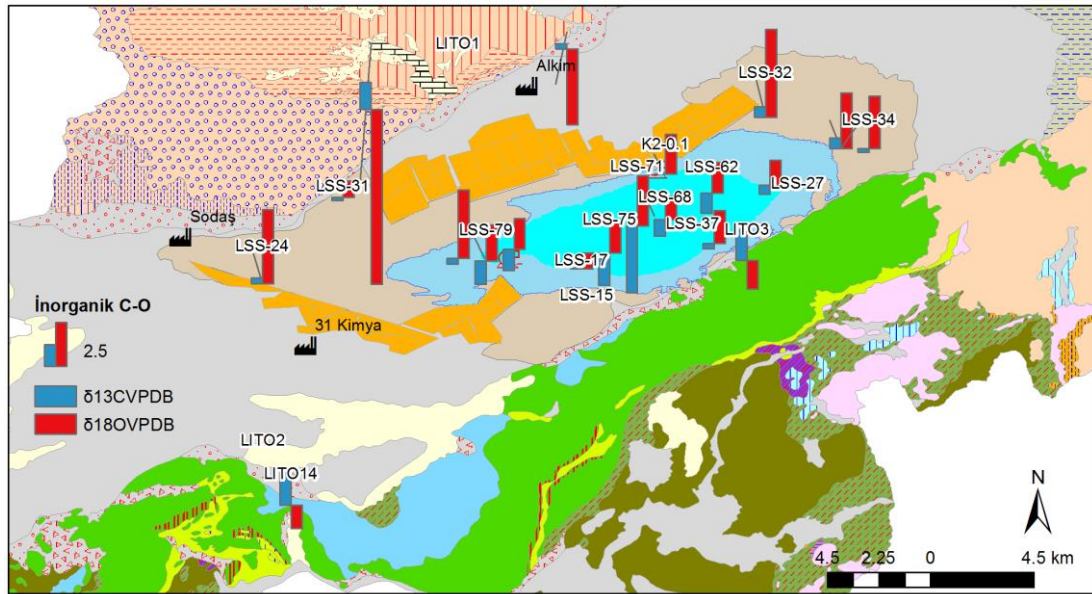


Şekil 4. 9: Güncel göl sedimanlarındaki karbonatların gölde  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop analiz örnek noktaları.

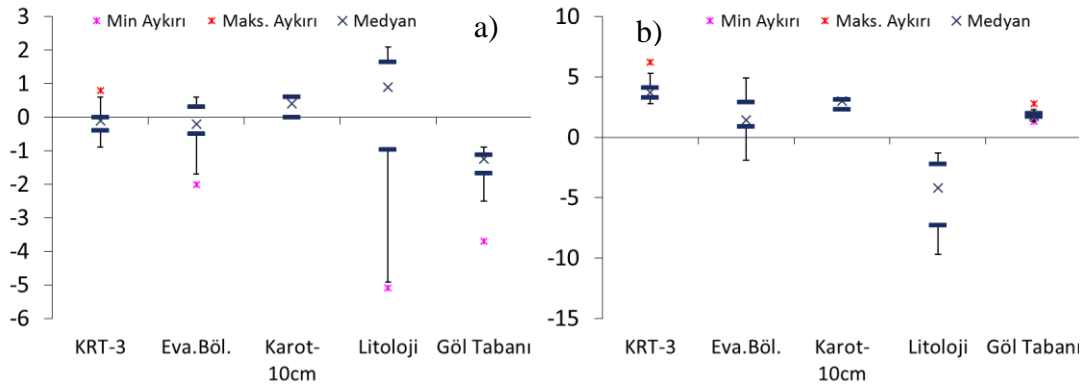
#### 4.2.2 Litolojik Birim ve Sedimanlarda $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ İzotop Analiz Sonuçları

Acıgöl Havzası'nda litolojik birim ve sedimanlarındaki  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  ve  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  duraylı izotop oranları sırasıyla -9,7‰ ile 6,2‰ ve -5,1‰ ile 2,1‰, arasındadır.  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  duraylı izotop oranı KRT-3 karotunda 2,8‰ ile 6,2‰, sürekli su altında kalan göl taban sedimanı örneklerinde 1,3‰ ile 2,8‰, mevsimsel olarak su altında kalan sedimanlarda -1,9 ‰ ile 4,9‰, 10cm aralıklı karot örneğinde 2,2 ‰ ile 3,3‰, litoloji örneklerinde -9,7 ‰ ile -1,3‰ arasında değişir.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  duraylı izotop oranı KRT-3 karotunda -0,9‰ ile 0,8‰, sürekli su altında kalan göl taban sedimanı örneklerinde -3,7‰ ile -0,9‰, sezonsal olarak su altında kalan sedimanlarda -2,0 ‰ ile 0,6‰, 10cm aralıklı karot örneğinde 0,0 ‰ ile 0,6‰, litoloji örneklerinde -5,1 ‰ ile 2,1‰ arasında değerlere sahiptir (Şekil 4. 10, Şekil 4. 11).



Şekil 4. 10: Güncel göl sedimanları ve litoloji örneklerindeki karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri.

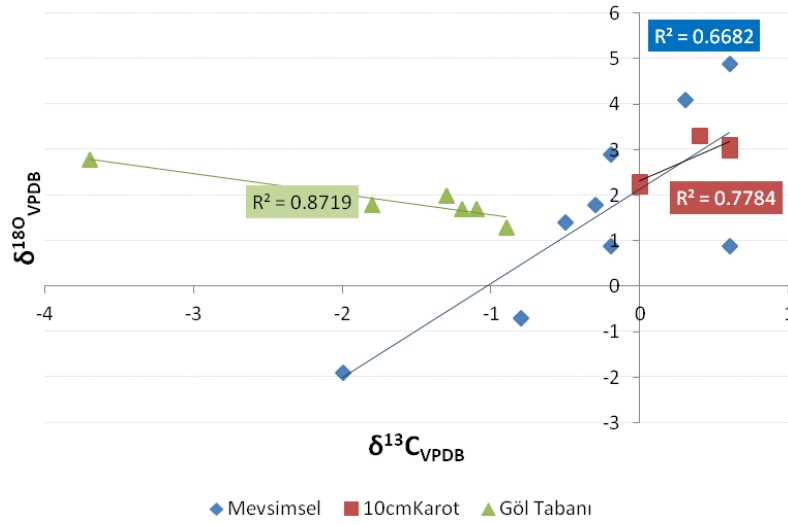


Şekil 4. 11: Güncel göl sedimanları ve litoloji örneklerinde karbonatların a)  $\delta^{13}\text{C}$  ve b)  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değer aralıkları.

Hidrojeolojik olarak kapalı olan havza sistemlerinde karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotopları arasında yüksek, açık olan sistemlerde düşük veya hiç korelasyon görülmez.  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop birlikteliğinin yüksek korelasyonunda karbonatlar, kapalı hidrolojik sistemdeki göl suyundan doğrudan çökelirler (Talbot 1990). Kapalı hidrolojik sisteme sahip karstik olmayan havzalarda oksijen izotopundaki zenginlik,  $\delta^{16}\text{O}$  izotopunun evaporasyonla azalmasıyla ilişkilidir (Leng ve Marshall 2004).

KRT-3 karotu ve litoloji numuneleri dışındaki numuneler, birlikte değerlendirildiğinde  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  ile  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  arasında belirgin bir ilişki bulunmamaktadır ( $R^2=0,15$ ). Acıgöl'de 10cm aralıklı karot, göl tabanı ve mevsimsel olarak sular altında kalan sediman örnekleri farklı atmosferik koşullara maruz kalır. Hidrolojik olarak kapalı olan Acıgöl'ün, farklı örnek gruplarının maruz kaldığı farklı atmosferik ortam koşulları, iklimsel etki, mikrobiyolojik özellik,  $\text{CO}_2$  içeriği gibi etkiler,  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop ilişkisini

etkilemekte ve tüm örneklerin birlikte değerlendirilmesi durumundaki düşük korelasyonu gölün açık sisteme sahip olduğu yorumuna neden olur. Ancak ortam koşulları dikkate alındığında her bir örnek grubu kendi içinde, genele göre farklı ilişki gösterebilir. Mevsimsel olarak göl suyu altında kalan sedimanlarda  $R^2=0,67$  ( $n=14$ ), sürekli su altında kalan göl taban sedimanı örneklerinde  $R^2=0,87$  ( $n=6$ ), 10cm aralıklı karot örneğinde  $R^2=0,78$  ( $n=5$ ) değerinde doğrusal bir ilişki vardır (**Şekil 4. 12**). Örnek gruplarının kendi içinde değerlendirilmesinde elde edilen yüksek ilişki, gölün hidrolojik olarak kapalı sisteme sahip olduğunu doğrular.



**Şekil 4. 12:** Sediman örneklerinde  $\delta^{13}C_{VPDB}$  -  $\delta^{18}O_{VPDB}$  izotop ilişkisi.

Birincil karbonatlar, genellikle göl suyu ile izotopik denge durumunda çökelirler (Talbot 1990; Turner ve diğ. 1983). Göl suyunun  $\delta^{13}C$  izotop içeriği ve sıcaklığı, birincil karbonatların  $\delta^{18}O$  izotopu ve  $\delta^{13}C$  içeriğine etki eder (Fritz ve Fontes 1980; Xu ve diğ. 2006). Birincil karbonatların  $\delta^{18}O$  izotop içeriğindeki farklılıklar, göl suyunun  $\delta^{18}O$  izotop içeriğindeki dalgalanmalardan kaynaklanır (Chen ve diğ. 2008). Sıcak veya soğuk mevsimlerde sıcaklık etkisi ve yağışların miktar etkisi nedeniyle  $\delta^{18}O$  izotopunun artması veya azalması, göl suyundan çökelen karbonatların  $\delta^{18}O$  izotopu içeriğinin pozitif (+) veya negatif (-) olmasına neden olur (Chen ve diğ. 2008).

Özellikle kapalı hidrolojik sisteme sahip göllerde, karbon çökelimi sırasındaki suyun izotop kompozisyonu ve sıcaklık, gölsel karbonatların oksijen izotop içeriğini etkiler. Yağış miktarı ile birlikte, yağmur suyunun kompozisyonu ve yağış-buharlaştırma oranı, yüzeysel akış, suların izotop içeriğini kontrol eder. Otijenik karbonatlarda, sedimanların mineral içeriği de izotopları etkiler (Chen ve diğ. 2008).



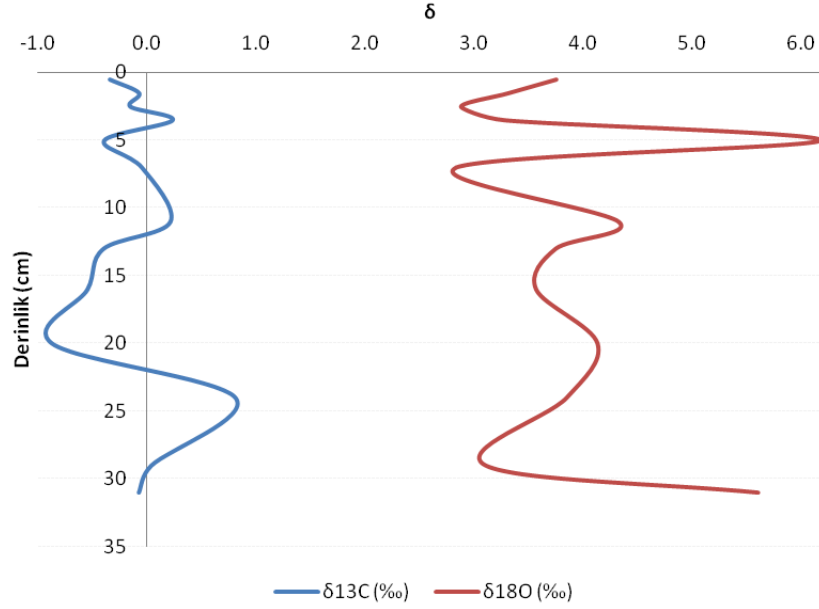
Aynı koşullarda çökelen kalsit ve aragonit karşılaştırıldığında, aragonitin  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu içeriği 0,6 ‰ daha fazladır. Karbonatlarda özellikle kalsitte Mg içeriği %1 arttığında  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu 0,6 ‰ artar. Ortamda dolomit olması  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu içeriğini artırır. Aynı koşullarda çökelen kalsitle karşılaştırıldığında dolomit 6 ‰'e kadar  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu artabilir. Yaz aylarında göl suyunun kalsit ve aragonite doygun olması durumunda göl suyundan otijenik olarak çökelen kalsit ve aragonitin  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu içeriği, göl suyunun ortalama  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu değerlerine ve sıcaklığına yakındır (Henderson ve diğ. 2003; Leng ve diğ. 2006; Tarutani ve diğ. 1969; Tucker ve VP 1990; Valero-Garcés ve diğ. 1999).

Acıgöl'de her bir örnek grubunun karbonatlarının  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriklerinin kendi içinde yüksek korelasyon ilişkisi Acıgöl'de hidrolojik sistemin kapalı havza sistemi olduğunu ve karbonatların doğrudan göl suyundan çökeldiğini ortaya koyar. Göl suyunun  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değeri ortalama Haziran 2013 döneminde ‰ 1,4, Eylül 2012'de ‰ 3,3'tür. Gölü besleyen kaynakların göle giriş yaptığı bölgelerden alınan örneklerin (K13:LSS27 ve G2Ç:LSS-15)  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değeri kaynaklara benzer şekilde negatif ( $< \text{‰ } 0,0$ ) değerlidir. Negatif değerli bu iki örnek çıkarıldığında güncel göl sedimanlarının  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriği ortalama 2,3 ‰'dir. Acıgöl'de göl suyunun  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriği ve sıcaklığı, güncel göl sedimanları karbonatlarının  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriğini kontrol eder. Sedimanların karbonat içeriğinin aragonit ve/veya dolomitçe yoğun olması durumunda pozitif, kalsit yoğun olması durumunda negatif  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriğine sahiptir. Kalsit hakim litoloji örneklerinin negatif  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriği de bu durumu doğrular.  $\delta^{18}\text{O}$  izotoplarınca zengin ortamlar göldeki evaporatif koşulları gösterir.

Gölsel karbonatların düşük  $^{18}\text{O}$  izotopu içeriğine sahip olması nemli-yağışlı iklim özelliklerini, yüksek  $^{18}\text{O}$  izotopu içeriğine sahip olması kurak iklim koşullarını ve aşırı tuzluluğu gösterir. Yine başta kalsit olmak üzere karbonatça zengin fasiyeslerin varlığı düşük tuzluluk ortam ve nispeten yüksek su seviyesi koşullarını, başta jips olmak üzere sülfatça zengin fasiyeslerin varlığı aşırı tuzlu ve düşük göl seviyesi ortam koşullarını yansıtır. Dolomitçe zengin fasiyesler, evaporit koşullarında Mg bakımından zengin çözeltiler ile kalsitlerin dolomitleşmeye uğradığını işaret eder (Sinha ve diğ. 2006).

KRT-3 karotunda  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu, 4-6cm ve 30-32cm aralıklarında  $^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  izotopu 18-22cm ve 22-26 cm aralıklarında ekstrem davranış göstermiştir (**Şekil 4. 13**).  $^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  izotopunda ekstrem davranışlar, CRS yaşlandırmasına göre bu seviyelerin çökeldiği yıllar, 1991 ve 1758 yıllarında, kurak döneme geçildiği, göl su

seviyesinin çok düşük olduğu, karbonatlarca aşırı doymun hale geldiği, aşırı tuzlu olduğunu gösterir. Diğer seviyelerde  $^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$  izotopunda dalgalanmalar görülür ancak hiçbir zaman negatif olmamıştır. Bu durum Acıgöl'ün yarı kurak-kurak iklime sahip olduğunu gösterir.

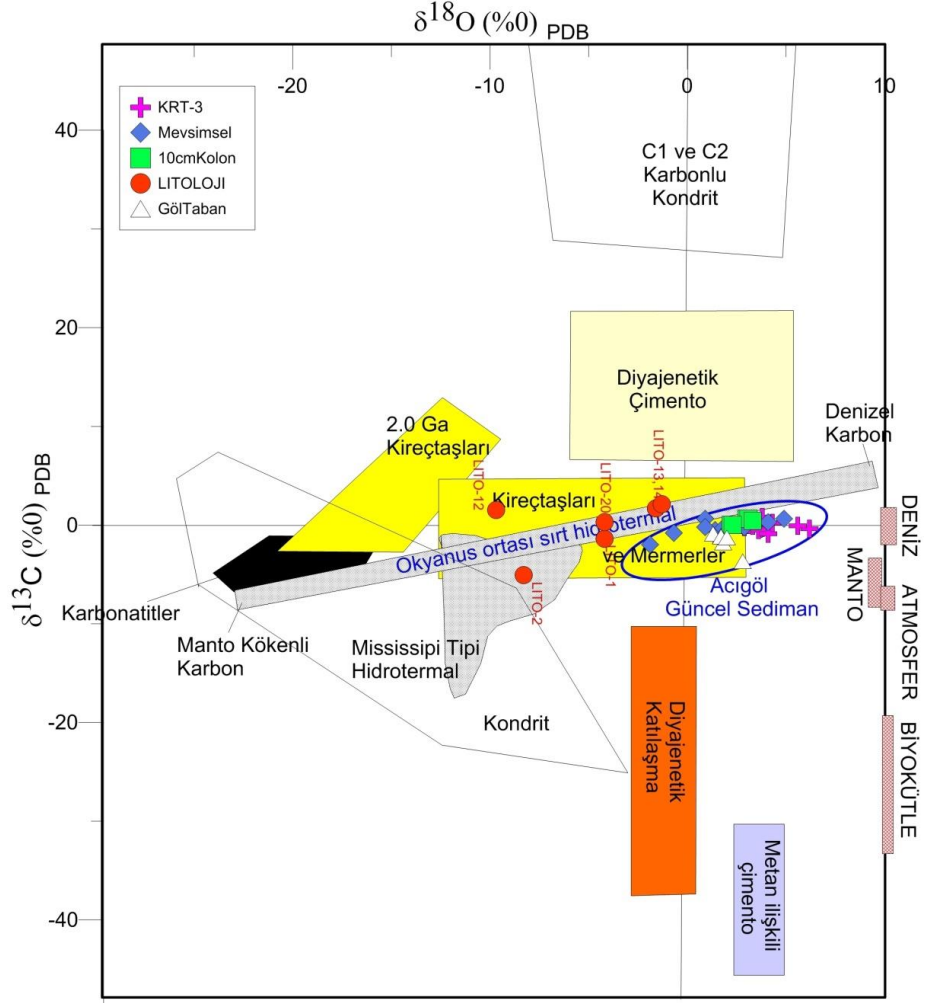


**Şekil 4. 13:** KRT-3 sondajında derinliğe bağlı olarak İnorganik Karbon ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ ) ve Oksijen ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$ ) izotop oranlarının değişimi.

Rollinson (1993) birçok farklı ortamlara ait  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  -  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$  izotop içeriğini tek bir diyagram üzerinde birleştirmiştir. Acıgöl'de VPDB standardına göre elde edilen veriler, Rollinson (1993) tarafından yapılan karbonat ortamlarına ait  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  -  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$  izotop içeriği derleme grafiğinde herhangi bir dönüşüm yapılmadan PDB standardına göre elde edilmiş gibi değerlendirilmiştir. Nitekim Craig (1957) tarafından  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  oranı 0,0112372, Zhang ve Li (1987) tarafından bu oranı 0,011183 ( $\pm 0,1\%$ ) olarak belirlenmiştir. PDB ve VPDB standartlarının  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  oranları arasındaki fark ( $< 0,01\%$ ) ihmal edilebilir olduğundan (Mook ve Rozanski 2000) grafikte bir dönüşüm yapılmamıştır.

Hayrettin formasyonunda Sarıkavak Köyü girişinde alınan LITO-1 karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç örneğinin  $\delta^{13}\text{C}$  değeri negatiftir. Çameli formasyonu, Kireçtaşı Üyesi'nden alınan LITO-12 traverten örneği, Kayaköy Dolomitin'nden alınan dolomitik kireçtaşı olan LITO-3, LITO-14 örneği ve Hayrettin formasyonu Dazkırı Üyesi'nden alınan kalsit-kalsit magnezyen-dolomit minerali içeren LITO-20 örneği kireçtaşı-denizel karbonat özelliğini gösterir. Litoloji örneklerinin baskın karbonat içeriği kalsit olduğundan ve meteorik sulardan çökeldiklerinden  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri

negatiftir. Güncel göl sedimanları evaporasyonla çökdüklerinden  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri pozitifdir (Şekil 4. 14).



Şekil 4. 14: Farklı ortam koşullarındaki karbonatlarda  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}$  izotop içeriği (Rollinson 1993) ve Acıgöl'deki litoloji-güncel sediman örneklerinin konumu.

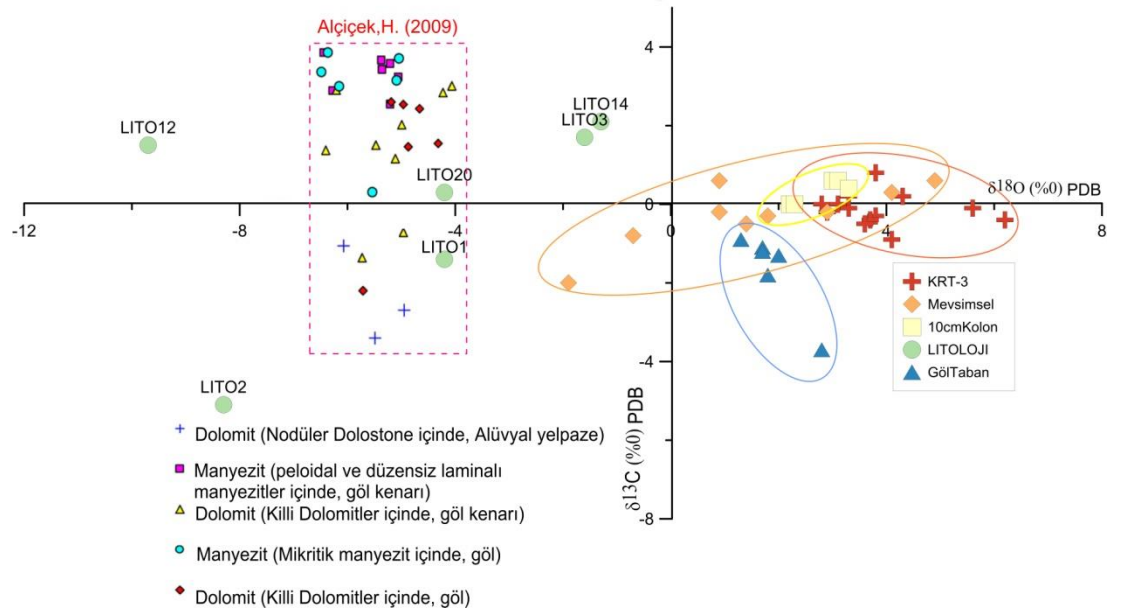
Otijenik karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  içeriği, göl suyunda çözülmüş inorganik karbonun (DIC) karbon izotop içeriği ile bilgi sahibi olunmasında yol göstericidir (Zhu ve diğ. 2013). Atmosferik  $\text{CO}_2$  ( $\delta^{13}\text{C} = -7 \text{‰}$ ) ile izotopik denge koşullarında, göl suyu  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri  $-0,2 \text{‰}$  ile  $+2,2 \text{‰}$  arasında iken, göl suyundan çökelen karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  değeri  $+0,8 \text{‰}$  ile  $+3,2 \text{‰}$  arasında değişir. Bunda etken faktör, kalsitin çökelediği göl suyundaki inorganik çözülmüş karbona (DIC) göre  $1 \text{‰}$  daha fazla  $\delta^{13}\text{C}$  içeriğine sahip olmasıdır (Lamb ve diğ. 2007; Leng ve Marshall 2004). Tuzlu göllerde karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  içeriği  $+5 \text{‰}$ 'e kadar ulaşabilir (Valero-Garcés ve diğ. 1999).

Acıgöl'de göl tabanında karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  içeriği  $-3,7 \text{‰}$  ile  $-0,9 \text{‰}$  arasında değişmekte ortalama  $-1,6 \text{‰}$ 'dir. Karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  içeriğine göre göl suyunun çözülmüş inorganik karbonun (DIC)  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ortalama  $-0,6 \text{‰}$  civarında olması

beklenir. Göl suyunun inorganik çözülmüş karbon (DIC) negatif izotop değerlerinde, gölü besleyen kaynaklardan gelen karbon izotop etkisi, gölün etrafındaki sucul bitkilerin ve metan kokusu olan bataklık alanların etkisi söz konusu olabilir. Acıgöl'de göl tabanındaki karbonatların negatif  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri, göl suyundan etkileşimi ve göl tabanındaki anoksik zondaki anaerobik biyolojik faaliyetleri gösterir.

Hiperötrotfik göl koşulları, bakteri faaliyetleri ve izotopik dengesizlik karbonatların  $^{13}\text{C}$  izotopunun azalmasına neden olur (Hollander ve Smith 2001; Teranes ve Bernasconi 2005; Wu ve diğ. 2004; Zhu ve diğ. 2013). Ayrıca yağışlı dönemde alınan bu taban örneklerin, göl suyu ile izotopik denge koşullarında çökeldiği varsayıldığında negatif değerli olmaları yağışlı dönemde çökeldiklerini de gösterebilir. Göl tabanı dışında sucul bitkilerin hakim olduğu alanlardaki veya bu alanlara yakın örneklerde negatif  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri söz konusudur. Bu örneklerde aynı zamanda siyah balçık söz konusudur. Gölün küçülmesi sırasında göl suyunun çekildiği alanlarda, evaporitleşmenin geliştiği bölgelerde  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri pozitifdir.

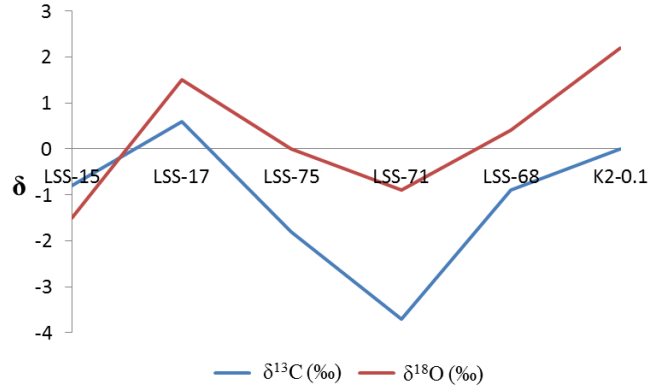
Alçıçek (2009) tarafından gölün batısında göl kenarı, alüvyal yelpaze ve göl depo alanından alınan örneklerin izotop içerikleri ile güncel göl sedimanlarının izotop içerikleri birbirinden farklıdır. Bu fark  $\delta^{18}\text{O}$  izotoplarında daha belirgindir.  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin farklılığına göre güncel sediman alanında etkin meteorolojik olay evaporasyondur (Şekil 4. 15).



Şekil 4. 15: Acıgöl'ün batısındaki karbonatlara kıyasla (Alçıçek 2009) güncel sediman alanı  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  ilişkisi.

Alçıçek (2009)  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  ilişkisi ile gölün açık hidrolik sisteme sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak ilgili çalışma alanı Acıgöl Havzası beslenme alanının dışında kalır. Güncel göl sedimanları  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  izotop ilişkisi meteorolojik parametrelerden etkilenir. Farklı ortamlara ait örnekler kendi aralarında değerlendirildiğinde  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$  izotop ilişkisine gölün kapalı hidrolik sisteme sahip olduğu anlaşılır.

Acıgöl'ün göl ortamı ve güncel evaporasyon alanını içinde kalan bölgelerde bkz.Şekil 4. 9'daki A-A' kesitinde  $\delta^{13}\text{C}$ -  $\delta^{18}\text{O}$  izotopları davranışı benzer anomaliye sahiptir (Şekil 4. 16). Karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$ -  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerleri arasındaki güçlü korelasyon ilişkisi, bu iki izotop bileşenin evaporasyon gibi aynı faktör tarafından etki edildiğini gösterir (Zhu ve diğ. 2013). Acıgöl'de görülen bu durum, evaporasyonun göl üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu ortaya koyar.



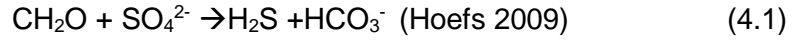
Şekil 4. 16: İzotop analizi yapılan örnek noktalarında A-A' kesitinde  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotoplarının değişimi.

### 4.3 Sediman Örneklerindeki Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analizleri

Evaporasyonun yağıştan fazla olduğu ve bunun sonucunda yoğun çözeltilinin yeraltında evaporit minerali olarak çökelediği playa göller, yüzey koşullarındaki değişime bağlı olarak sedimantasyon koşulları hakkında önemli arşiv bilgileri sunar (Jones ve diğ. 1994; Szykiewicz ve diğ. 2009). Evaporit ortamdaki sülfatın duraylı izotopları, depolanma ortamın jeokimyasal geçmişinin ve jeodinamiklerinin belirlenmesinde kullanılır (Boschetti, Cortecchi, ve diğ. 2011; Boschetti, Toscani, ve diğ. 2011).

Sülfür içeren birçok bileşiğin, sülfür izotop içeriklerinin birbirinden farklı olmasında etken parametre oksidasyon ve indirgenme sırasındaki fraksiyonlaşmadır (Kaplan ve Rittenberg 1964; Pearson Jr ve Coplen 1978; Sakai 1957). Kayaç-su etkileşimi ve mikrobiyolojik etkiler gibi jeokimyasal ve biyokimyasal faaliyetlerin etkisi altında sülfatın dönüşümünde gelişen izotop fraksiyonlaşması, sülfür ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) ve oksijen ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) izotop değerlerinde önemli değişime neden olur. Sülfür ve oksijen izotoplarında değişime neden olan jeo/biyokimyasal faaliyetler, sülfat indirgenmesi veya oksidasyonu, sülfat minerallerinin kristallenmesi ve sedimanlarda sülfat iyonunun emilimidir (Geyh ve diğ. 2000).

Sülfat indirgeyen bakteriler ortamdaki organik maddenin oksitlenmesiyle indirgenmiş sülfid üretirler (4.1). İndirgenmiş ortamda demir olması durumunda, sediman-su kolonu geçişine yakın kısımlarda, anoksik ortamdaki sülfür diyajenezinin son ürünü olarak kabul edilen pirit oluşumu gözlenir. Sediman-su geçiş zonundaki sülfid difüzyonu nedeniyle yüzey sedimanlarında elementel sülfür yaygındır. Bakteriye sülfat indirgeme sonucu pirit gelişiminde, ortamdaki sülfat, organik madde ve reaktif demir miktarı etkindir (Bruchert ve Pratt 1996; Hoefs 2009; Zaback ve Pratt 1992).



#### 4.3.1 Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analiz Yöntemi

Sülfür izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ), 1994 yılına kadar Canyon Diablo demir meteoritindeki nadir sülfid minerali troilite mineraline göre göreceli olarak belirlenirken, 1993 yılında Uluslararası Atom Enerjisi (IAEA) tarafından geliştirilen V-CDT standardı yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hoefs 2009).

Güncel sedimanların sülfür duraylı izotop analizleri Utah Üniversitesi SIRFER (Stable Isotope Ratio Facility for Environmental Research) Çevresel Duraylı İzotop Araştırmaları Merkezi'nde yapılmıştır. Numuneler ve referans numuneler Thermo Finnigan Conflo-II cihazı yoluyla Carlo Erba elementel analiz cihazına bağlı, Thermo Finnigan Delta XL izotop oranı kütle spektrometre cihazı ile analiz edilmiştir.  $\delta^{34}\text{S}$  duraylı izotop oranları, VCDT (Vienna Cañon Diablo Troilite) standardına göre farklılığı per mil (‰) ile ifade edilmiştir. Analizlerde her bir standardın 3 defa tekrar okunmasıyla elde edilen ortalama standart belirsizliği sırasıyla 0,2‰, 0,5‰ ve 0,2‰'dir.

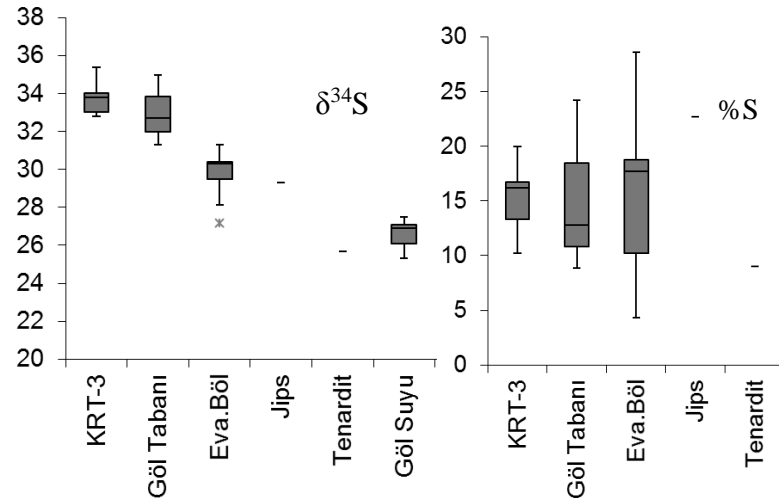


### 4.3.2 Güncel Göl Sedimanlarında Duraylı Sülfür ( $\delta^{34}\text{S}$ ) İzotop Analiz Sonuçları

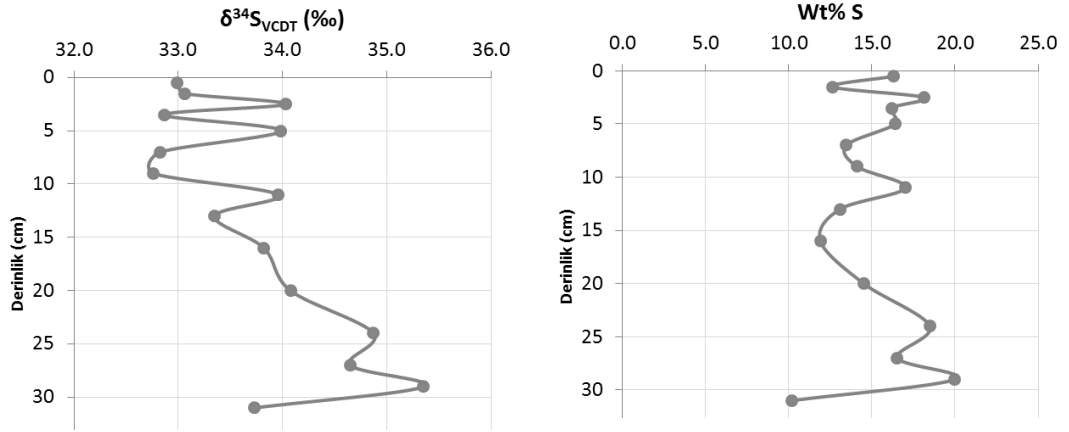
Evaporitik bir ortamın paleo iklim özelliklerinin belirlenmesinde, sülfat moleküllerinin termodinamik duraylılığı ve çözüldüğünde diğer sülfür bileşikleriyle izotopik değişiminin çok düşük olması nedeniyle, jipsler yaygın olarak kullanılır (Chiba ve Sakai 1985; Llyod 1967; Rosen ve Warren 1990; Szyrkiewicz ve diğ. 2009; Torfstein ve diğ. 2008).

Evaporitik bir ortam aynı zamanda playa gölü olan Acıgöl'de iklim, jeokimyasal geçmiş ve jeodinamiklerin belirlenmesi amacıyla yüzey sedimanları, göl tabanı, karot ve sıg karot örneklerinde duraylı sülfür izotopu analizleri yapılmıştır. Güncel göl sediman alanı içinde depolanmış olan sülfatın kökeninin belirlenmesi ve ortamlardaki sülfat zenginleşmesi/fakirleşmesi incelenmiştir. Göl güncel sedimanlarının sülfür izotop analizleri, gölün batısında alınmış KRT-3 kodlu sondajın 60cm derinliğine kadar farklı derinlik seviyelerindeki 15 örnekte, sürekli su altında kalan göl tabanındaki 3 sediman örneklerinde, göl çanağı çevresinde mevsimsel olarak su altında kalan 5 örnekte, 1 jips örneği ve havuzlardan ürün olarak elde edilen 1 ham sodyum sülfat (tenardit) örneğinde yapılmıştır.

Güncel göl sedimanlarında sülfür izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) KRT-3 karot örneğinde 32,8‰ - 35,4‰ arasında (Ort.=33,8, n=15), sürekli su altındaki göl tabanı örneklerinde 31,3‰ - 35‰ (Ort.=33, n=3), göl çanağı çevresinde mevsimsel olarak su altında kalan örneklerde 27,2‰ - 31,3‰ (Ort.=29,8, n=5), yüzeyde iyi kristallenmiş jips el örneğinde 29‰, ham sodyum sülfatta (tenardit) 25,7‰ olarak belirlenmiştir (**Şekil 4. 17**). İzotop değerlerinin detayları bu incelemenin desteklendiği Budakoğlu ve diğ. (2014) proje raporlarındadır. Gölde derinliğe bağlı olarak ilk 20 cm sülfür izotop değerleri aynı anomali içinde seyrederken (32,8‰-34,0‰), 15cm'den sonra (35,7‰)önemli bir artış sergilemiştir. Bu artış 30cm'ye kadar devam etmiş ve daha sonraki seviyelerde aniden düşmüştür(33,7‰). 32 cm'lik karot örneğinde en düşük ve en yüksek sülfür izotop değerleri arasındaki zenginleşme farkı 2,6‰'dir (**Şekil 4. 18**). Güncel göl sedimanlarındaki sülfür izotop değerleri anomali olarak derinliğe bağlı olarak artar. Derinlerde sülfür izotopu bakımından daha zengin evaporitler yer alır. Karot örneğinde toplam sülfür içeriği %10,2-%20 arasında değişir. Karot örneklerinde toplam sülfür miktarı arttıkça, göl sedimanları sülfür izotopu bakımından zenginleşir.  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{214}\text{Pb}$  izotop zenginleşmesinin olması durumunda sedimanlarda  $^{34}\text{S}$  sülfür izotop fakirleşmesi görülür (**Şekil 4. 19**).



Şekil 4. 17: Acıgöl güncel göl sedimanlarının sülfür izotop ( $\delta^{34}\text{S}$ ) ve %S değerleri.



Şekil 4. 18: KRT-3 örneğinde derinliğe bağlı olarak sülfür izotopu ve toplam sülfür içeriğinin değişimi.

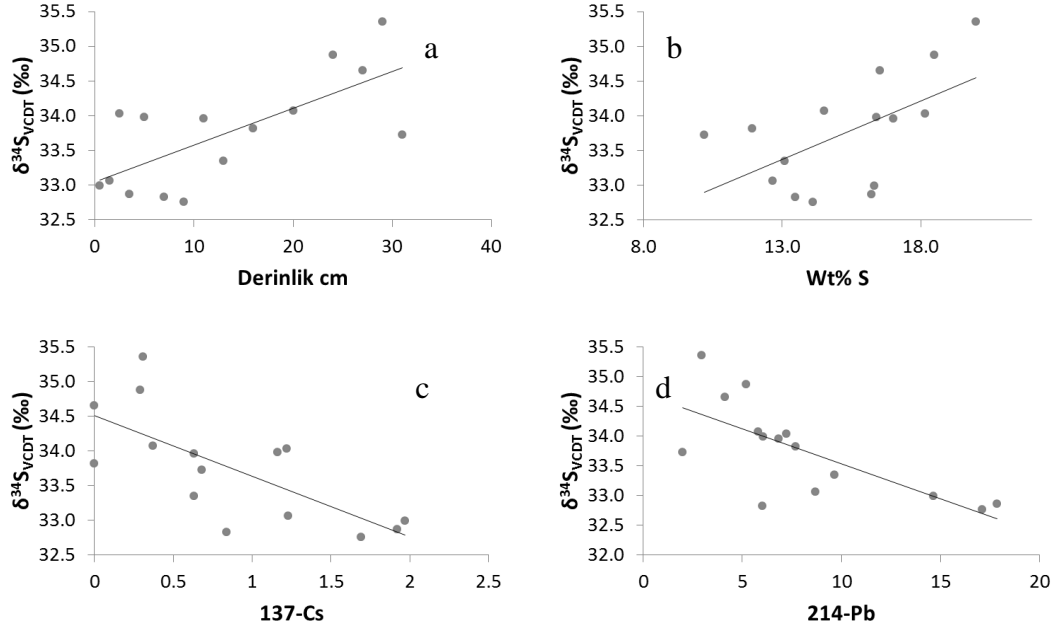
### 4.3.3 Duraylı Sülfür $\delta^{34}\text{S}$ İzotop Sonuçlarına Göre, Güncel Göl Sedimanlarındaki Sülfatın Kökeni

Evaporit alanların çözülmüş sülfatın sülfür izotop değerinin ( $\delta^{34}\text{S}$ ) farklılaşması başlıca 3 temele dayanır (Galamay ve diğ. 2014):

- sülfat çökelimi sırasındaki kristallenme
- sülfatın çözünmesi ve tekrar çökmesi
- bakteriyel faaliyetler sonucu sülfatın indirgenmesi.

Sülfat minerallerinin göl-deniz suyundan jips, anhidrit şeklinde kristallenmesi sürecinde sülfür izotopu ( $^{34}\text{S}$ ) fraksiyonlaşması oldukça düşüktür. Jips gibi evaporit

mineralleri çökdikleri tuzlu çözeltiye göre sülfür izotopu ( $^{34}\text{S}$ ) bakımından zengindirler. Eski depolanmış sülfatın çözünmesinde sülfür izotop ( $^{34}\text{S}$ ) fraksiyonlaşması söz konusu değilken sülfatın tekrar depolanması ileri derecede fraksiyonlaşmaya neden olur (Galamay ve diğ. 2014; Holser ve Kaplan 1966).



**Şekil 4. 19:** KRT-3 örneğinde a) derinliğe, b) toplam sülfür (Wt%S) oranına bağlı olarak sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotop oranı değişimi, c) 137-Cs ile sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotopları, d) 214-Pb ile sülfür ( $^{34}\text{S}$ ) izotopları arasındaki ilişki.

Acıgöl'den alınan evaporit örneklerinin sülfür izotop değerlerinin ( $\delta^{34}\text{S}$ ) diğer evaporit alanlara göre daha yüksek seviyelerde görülmesi, Messinean dönemdeki aşırı tuzlanma krizinin (Messiniyen Tuzluluğu) (Palmer ve diğ. 2004) Acıgöl'de önemli etkiye sahip olduğunu gösterir. Palmer ve diğ. (2004) tarafından Türkiye'deki farklı Senozoyik evaporitlerden yapılan izotop analizlerine göre sülfür izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) ortalama 22,4‰'dir. Onalgiç ve diğ. (2015) tarafından Seyfe Gölü jips örneklerinde en yüksek sülfür izotop değeri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) 21,7‰'dir. Acıgöl'de ortalama sülfür izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) 32,6‰'dir.

Karot örneğinin alındığı yer gölün batısında su girişinin olmadığı, evaporit birikiminin yoğun gözlemlendiği bölgedir. Göl karotunun üst kısmında ilk 20 cm'ye kadar olan kısımda %sülfür miktarı ve sülfür izotop değişiminin ( $\delta^{34}\text{S}$ ) aynı anomalide olması ve değişim miktarının çok olmaması gölün iyi karıştığını gösterir. Ancak 30 cm'ye kadar olan zenginleşme gölün ilgili dönemde aşırı kuraklıklar nedeniyle göl seviyesinin aşırı derecede düştüğü bu dönemde sülfür izotopunca ( $\delta^{34}\text{S}$ ) sedimanların aşırı zenginleştiği görülürken sonraki süreçte 20 cm'ye kadar olan seviyede yavaş

yavaş aşırı kuraklıkların azalması ve göl seviyesinin artması sülfür izotop değerlerinde ( $\delta^{34}\text{S}$ ) düşmeye neden olmuştur. 20cm seviyeden üst kısımların çöktüğü dönem aralığında yarı kurak periyotta sürekli karışım halindedir.

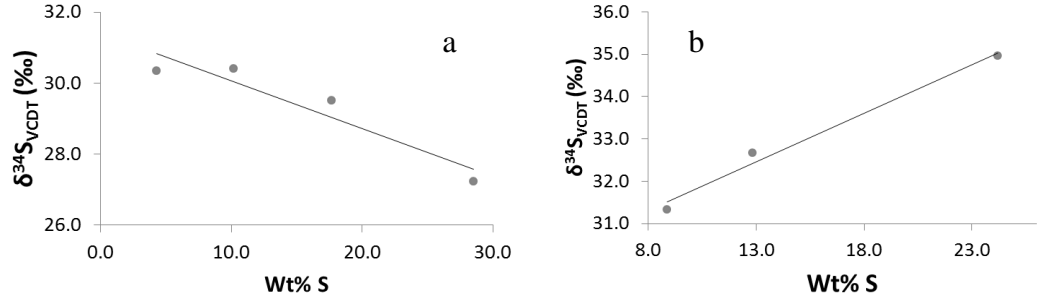
Gölde alınmış KRT-3 örneğindeki sülfat minerali jipstir. İyi kristallenmiş birincil jipslerin izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) 29,3‰'dir. Göl sediman kolonunda yeniden kristallenen jipslerde sülfür izotop ( $\delta^{34}\text{S}$ ) değerleri 35,4‰'e kadar çıkarak zenginleşmiştir. Karot örneğindeki en düşük ve en yüksek değerler arasındaki izotop farklılaşması daha önceden gölde çökelmiş birincil jipsin, göl suyu ile etkileşiminde erimesi ve daha sonra göl suyunun jipse doygun hale gelip gölden ikincil jips çökmesi şeklinde işleyen tekrar depolanmanın, göl sedimanlarında ileri derecede sülfür izotop ( $^{34}\text{S}$ ) zenginleşmesine neden olmuştur.

Karot örneğinde sülfür izotop ( $^{34}\text{S}$ ) zenginleşmesinin bu denli yoğun görülmesi, ortamda sülfatın indirgenmesi ve ortamda sülfat indirgeyen bakterilerin varlığı ile ilişkilendirebilir. Ancak gölün batı kesimi gölün diğer kesimlerine nazaran mevsimsel değişikliklerden mikrobiyal faaliyetten biraz uzaktır. Nitekim XRD analizlerinde elementel Sülfür (S) formu analizlerde karot örneğinde rastlanılmamıştır. Aynı zamanda bakteriyel indirgenmenin olduğu ortamda %sülfür yoğunluğu azalırken sülfür izotop ( $^{34}\text{S}$ ) zenginleşmesinin olması beklenir (Mayer 2005). Ancak karot örneğinde sülfür izotop zenginleşmesi, %sülfür miktarı ile ilişkilidir. Bu durum gölün batısından alınan karot örneğinde bakteriyel sülfat indiriminin etkisinin ihtimalini azaltır.

Ancak gölün yüzeyinde mevsimsel olarak su altında kalan örneklerde, %sülfür miktarı azaldıkça sülfür izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) artar. Bu durum göldeki bu ortamda bakteriyel sülfat indirgenmesinin söz konusu olduğu ortaya koyar. Yine XRD analizi ile mineral içerikleri belirlenmiş bu sedimanlarda elementel sülfüre (S) rastlanılmıştır.

Göl tabanındaki sürekli su altındaki örneklerde %sülfür miktarı ile sülfür izotopları ( $^{34}\text{S}$ ) arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur (**Şekil 4. 20**). Göl tabanında çözülmüş olan jipsin tekrar göl tabanında çökmesi söz konusudur. Ayrıca göl tabanından yapılan örneklerde sedimanların tamamen siyah renkli çamur olması ve çürük yumurta şeklinde kokması göl tabanının anoksik ve organik maddece zengin olduğunu gösterir. Yine göl tabanında mineral içeriğinde Fe-S ve Cu-S minerallerinin varlığı göl tabanında bakteriyel faaliyetlerin yoğunluğunu gösterir.

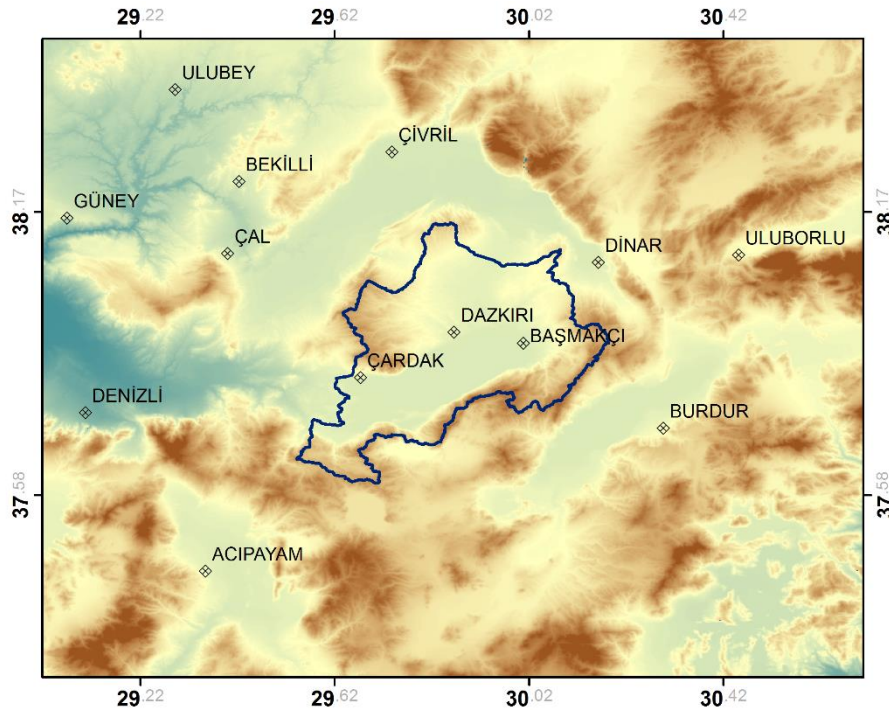
Göl tabanında bazı göl sedimanlarında çözünen jipslerin tekrar çökmesi ile sülfür izotop zenginleşmesi söz konusu olmakla birlikte bakteriyel sülfür indirgenmesi, sülfatın oksitlenmesi, fotosentez, arkea etkisi gibi biyolojik faaliyetlerin de sülfür izotop değerlerinde etkisi söz konusudur.



**Şekil 4. 20:** a)Göl alanında mevsimsel olarak su altında olan sedimanlarda b) sürekli su altında kalan göl tabanındaki sedimanlarda %S ile  $\delta^{34}\text{S}$  arasındaki ilişki.

## 5.ACIGÖL HAVZASI İKLİM ÖZELLİKLERİ VE SU BİLANÇOSU

Acıgöl'ün yağış, sıcaklık, buharlaşma ve bunlara bağlı su bilançosunun değerlendirilmesinde Acıgöl Havzası ve civarında bulunan DMİ istasyonlarının Aylık Toplam Yağış ve Aylık Ortalama Sıcaklık verileri kullanılmıştır. Acıgöl Havzası içerisinde Çardak, Başmakçı ve Dazkırı DMİ istasyonları yer alır. Çardak istasyonu günümüzde faal olup, Başmakçı ve Dazkırı istasyonları kapalı durumdadır. Faal olması, konum ve kot olarak Acıgöl'e çok yakın olması nedeniyle göl ve yakın civarının iklim özelliklerinin belirlenmesinde Çardak istasyonu verilerinden yararlanılmıştır. **1594 km<sup>2</sup>**lik su beslenme alanına sahip havzanın iklim özelliklerinin belirlenmesinde Çardak, Dazkırı ve Başmakçı istasyonları havzayı temsil etmekte yetersiz kalacağından, konum olarak havzaya sınır, komşu havzalarda bulunan istasyonların verileri de bu kapsamda değerlendirilmiştir. Afyonkarahisar, Acıpayam, Bekilli, Burdur, Çal, Çivril, Denizli, Dinar, Eğirdir, Güney, Ulubey, Uluborlu ve Uşak istasyonlarının uzun yıllara ait aylık verileri değerlendirmede kullanılmıştır (**Şekil 5. 1**).

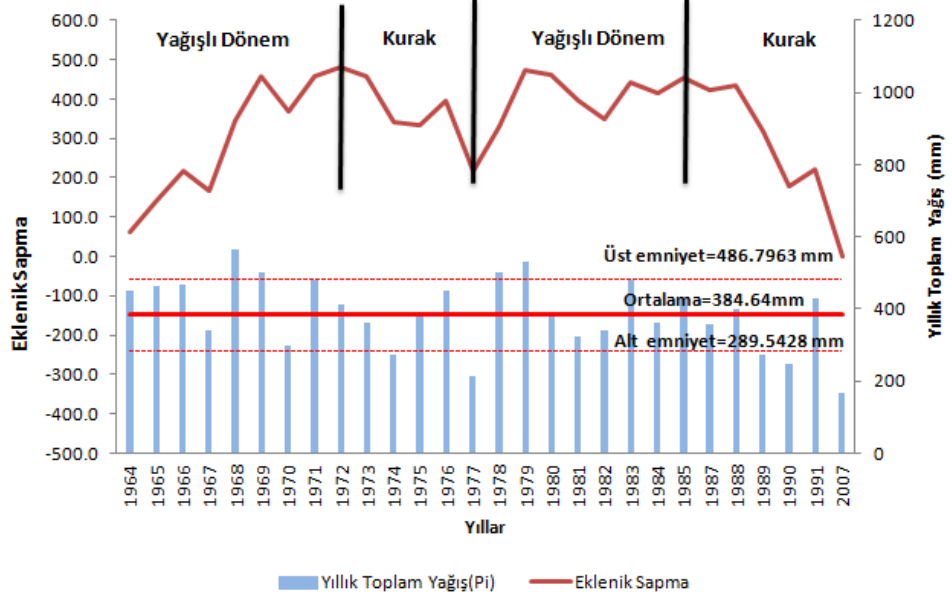


**Şekil 5. 1:** Acıgöl Havzasının su bilançosunun değerlendirilmesinde kullanılan istasyonlar ve Acıgöl Havzası.



## 5.1 Havzanın Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi

Acıgöl Havzası'nın yeraltı suyu seviye değişimleri, akiferin boşalım ve besleniminin yorumlanması ve akifer verimlerinin hesaplanmasında, su bütçesinin belirlenmesi gibi hidrojeolojik çalışmalarda yıllık yağış verilerinin kullanımı söz konusudur. Hidrojeolojik çalışmalar kapsamında incelenen hidrojeolojik bileşenlerin kurak-yağışlı olmak üzere hangi yağış rejiminin etkisinde kaldığının tespiti önemlidir. Acıgöl Havzası'nın yağış verilerinin değerlendirilmesinde, Çardak istasyonu verileri kullanılmıştır. İstasyonun uzun yıllar yağış verileri kullanılarak yıllık yağış miktarının uzun yıllar ortalaması, yıllık yağışlardaki değişkenlik, alt ve üst emniyet miktarları ve eklenik sapma değerleri oluşturulmuştur (Şekil 5. 2).



Şekil 5. 2: Çardak DMI istasyonu verilerine göre yağış eklenik sapma eğrisi.

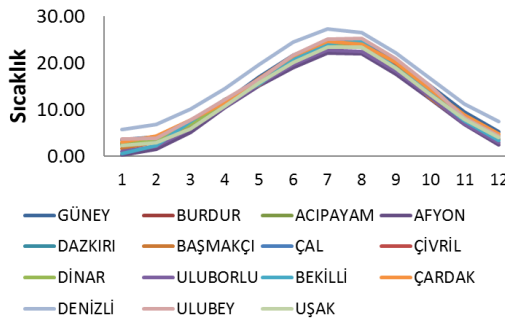
Uzun yıllar toplam yağış ortalaması 384,6 mm'dir. Yağışların standart sapma değerine göre yağışın üst emniyet sınırı 486,8 mm, alt emniyet sınırı 289,5 mm'dir. Yağışların eklenik sapma eğrilerine göre 1964-1972 yılları yağışlı, 1973-1977 yılları kurak, 1978-1985 yılları yağışlı, 1986-1990 yılları kuraktır.

## 5.2 Acıgöl'de Yağış ve Sıcaklık

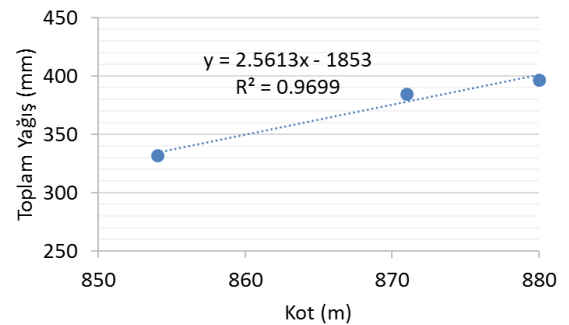
Uzun yıllar ortalama sıcaklık ekstrem verilerine göre Çardak'ta en düşük (-7,95°C) Aralık ayında, en yüksek Haziran (30,7°C) ve Temmuz (30,65°C) aylarında, Başmakçı'da en düşük (16,6°C) Şubat ayında, en yüksek (38,8°C) Temmuz ayında,

Dazkırı'da en düşük (-13,6°C) Ocak ayında ve en yüksek (38°C) Temmuz ayında ölçülmüştür (Akar 2011). Çardak'ta elde edilmiş günlük verilere göre Şubat ayında en düşük sıcaklık 04.02.1991 tarihinde -12,5°C, Ocak ayında 17.01.1974 tarihinde -9,8°C ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık 27 Temmuz 1987'de 30,9°C ölçülmüştür. Acıgöl Havzası ve civarında bulunan istasyonların uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık değerleri birbirine benzerdir (**Şekil 5. 3**). Sıcaklık ortalamasının sıfırın (0°C) altına düşmediği havzada sıcaklık günümüzde artış trendindedir (Akar 2011). İncelenen dönem aralığında yağış azalma trendindedir (**Şekil 5. 4**).

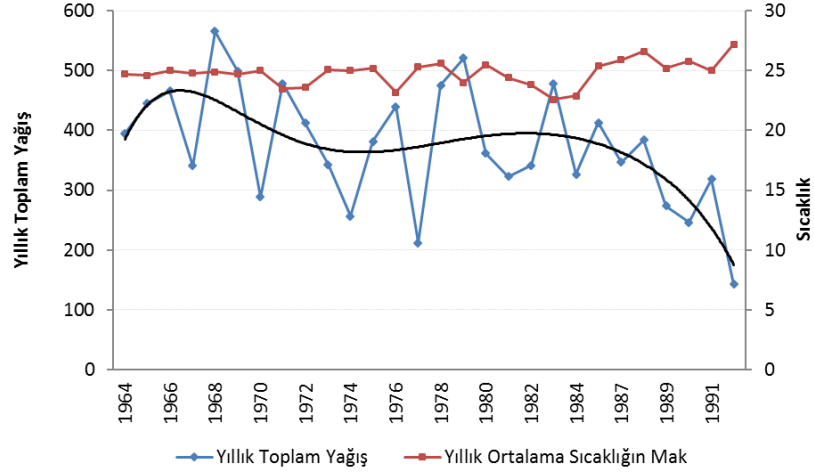
Uzun yıllar toplam yağış ortalamasına göre Çardak'ta yıllık toplam yağış 384,6 mm, Başmakçı'da 332 mm, Dazkırı'da 396,5 mm'dir. Yağışların kurak ve yağışlı dönemdeki durumlarının karşılaştırılması amacıyla Mayıs-Eylül ayları kurak dönem, Ekim-Nisan ayları yağışlı dönem olarak gruplandırılmıştır. Başmakçı'da yıllık toplam yağışın 104,3 mm'lik kısmı kurak, 227,7 mm'lik kısmı yağışlı dönemde gerçekleşmiştir. Dazkırı'da yıllık toplam yağışın 113 mm'lik kısmı kurak dönemde, 283 mm'lik kısmı yağışlı dönemdedir. Acıgöl'e çok yakın konumdaki Çardak'ta kurak dönemde 97 mm, yağışlı dönemde 287,5 mm yağış gerçekleşmiştir. Çardak istasyonu, Başmakçı ve Dazkırı istasyonlarına göre kurak dönemde daha az, yağışlı dönemde daha fazla yağış alır. Acıgöl Havzası içinde bulunan DMİ istasyonlarının yükseklikleri ile toplam yağışları arasında doğrusal ilişki olması havzada orografik yağışın olduğunu gösterir (**Şekil 5. 5**). Kurak dönem yağışları ile yükseklik arasında ilişki yoktur. Yağışlı dönemdeki yağışlar yine havzada yükseklikle ilişkilidir. Ancak istasyon sayısının artırılarak bu ilişkinin tanımlanması gerekmektedir. Havza içindeki istasyonların azlığı nedeniyle, havzanın toplam yağışının belirlenmesinde orografik yağış denkleminde yüksekliklerde istasyon türetilmesi gibi işlemler yapılmamıştır.



**Şekil 5. 3:** Acıgöl Havzası ve civarındaki istasyonların uzun yıllar aylık ortalamaları.



**Şekil 5. 4:** Acıgöl Havzası'ndaki istasyonların yükseklikle yağış arasındaki ilişkileri.



**Şekil 5. 5:** Yağışın azalış Sıcaklığın artış trendi.

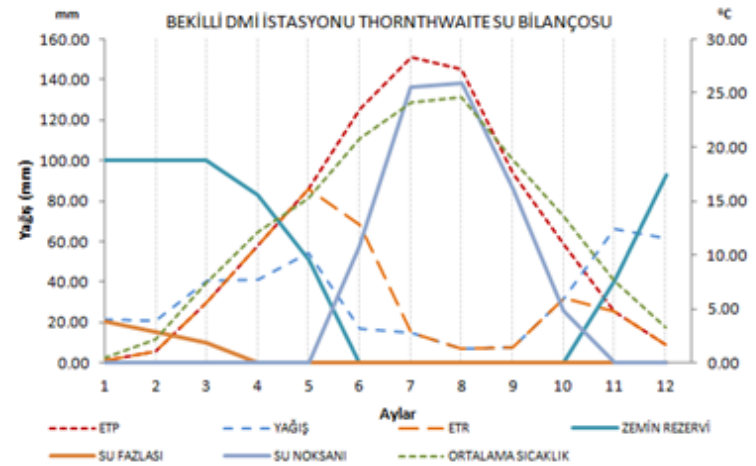
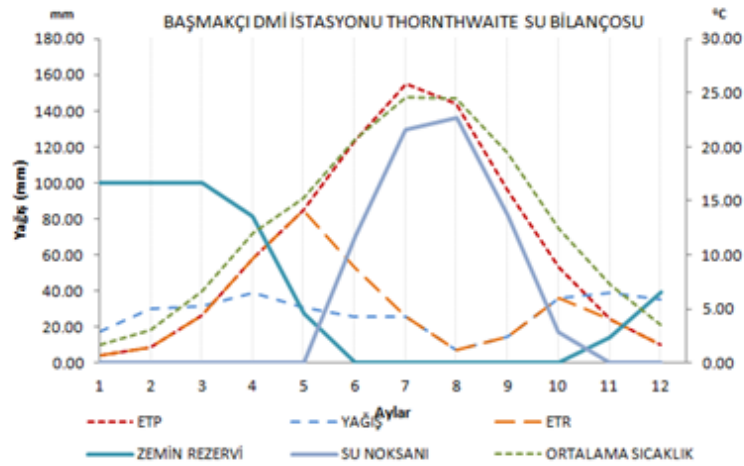
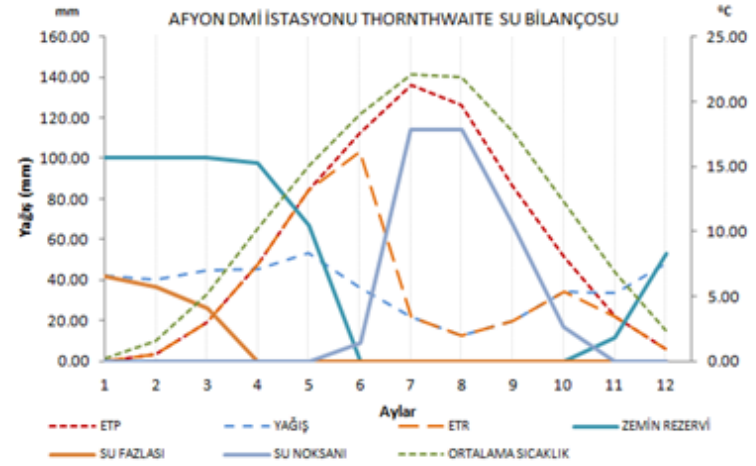
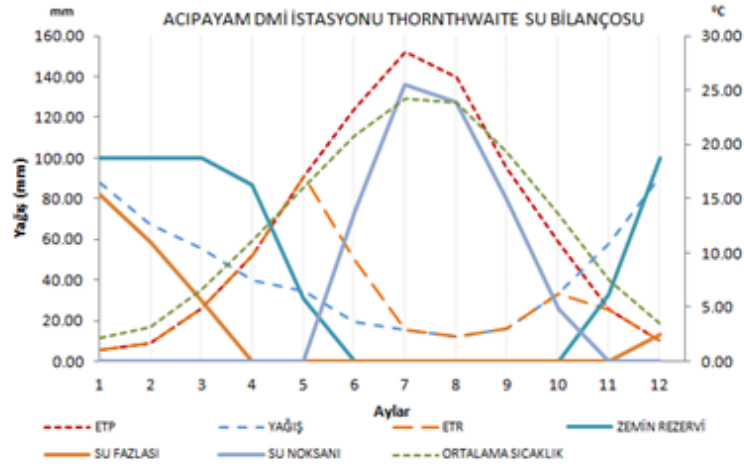
### 5.3 Acıgöl Havzası'nın Thornthwaite Su Bilançosu

Acıgöl Havzası'nın su bilançosu Thornthwaite (1948) yöntemine göre değerlendirilmiştir. Havza içerisinde tüm havzayı temsil edecek yeterli sayıda meteoroloji istasyonu olmadığından, su bilançosu değerlendirilmesinde havzayı çevreleyen istasyonlardan da yararlanılmıştır. Tüm istasyonların potansiyel buharlaşma, gerçek buharlaşma, su noksanı, su fazlası ve yüzeysel akışa geçen su miktarları belirlenmiştir.

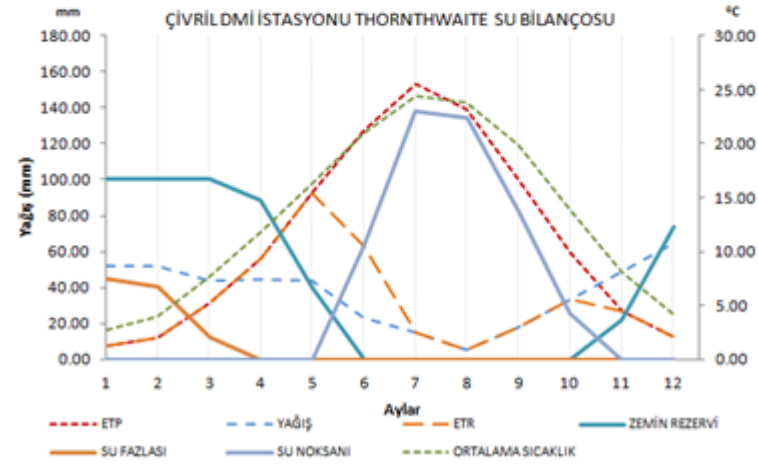
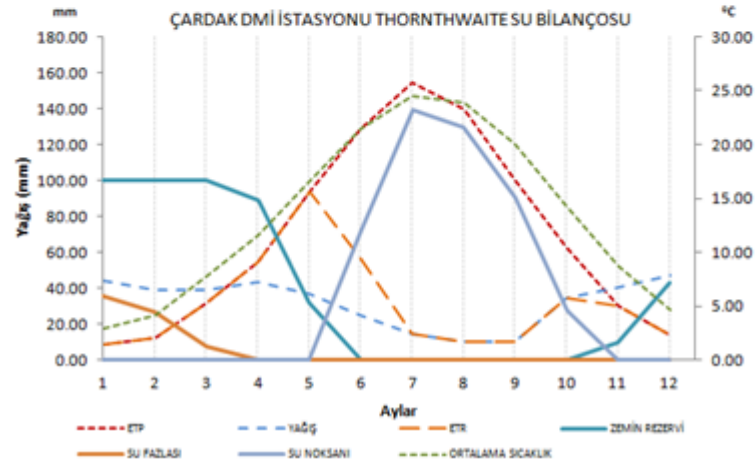
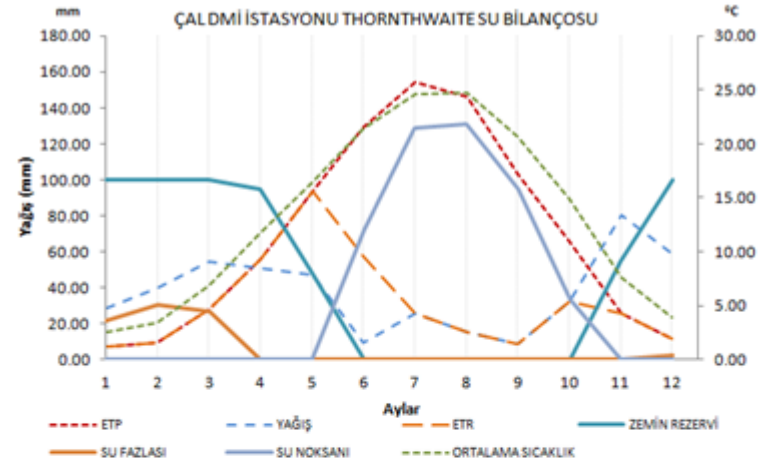
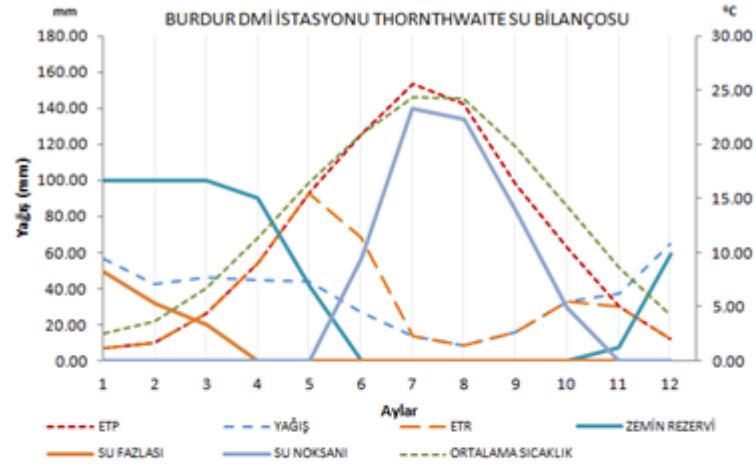
Acıgöl Havzası içinde yer alan Çardak, Başmakçı, Dazkırı ile birlikte havzayı çevreleyen Acıpayam, Afyonkarahisar, Bekilli, Burdur, Çal, Çivril, Denizli, Dinar, Eğirdir, Güney, Ulubey, Uluborlu, Uşak DMİ istasyonları su bilançosundan yararlanılarak havzanın su bilançosu değerlendirilmiştir. Havzanın su bilançosunu değerlendirmede kullanılan her bir istasyonun su bilançosu **Şekil 5. 6**, **Şekil 5. 7**, **Şekil 5. 8**, **Şekil 5. 9**, **Şekil 5. 10** ve **Tablo 5. 1**'de detaylandırılmıştır.

### 5.4 Acıgöl Havzasının Su Bilançosu

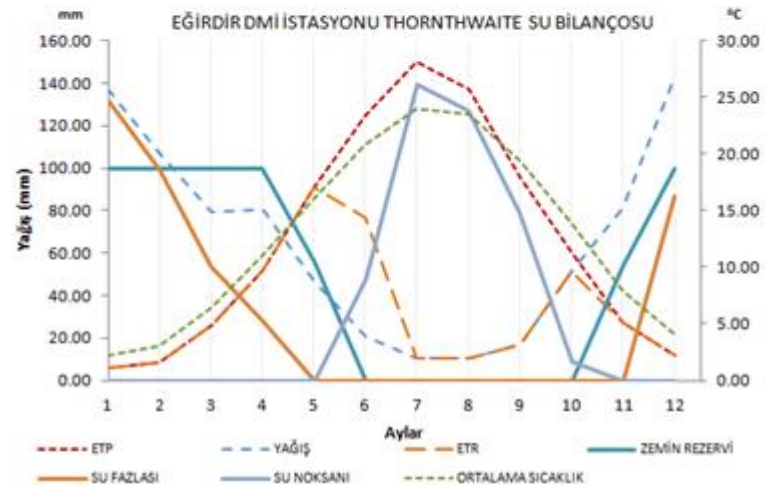
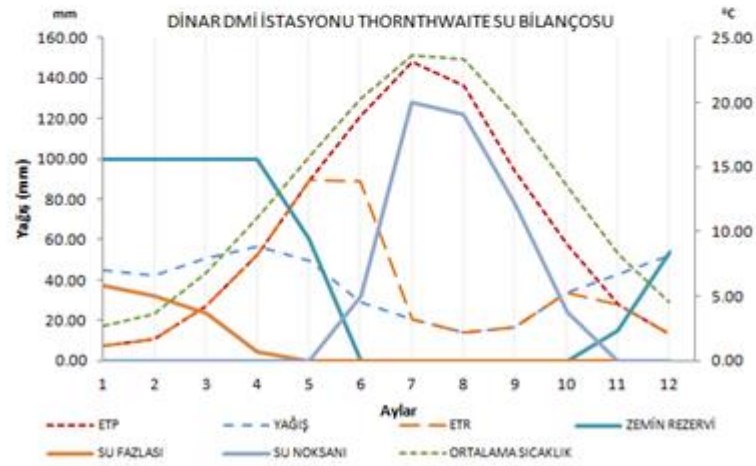
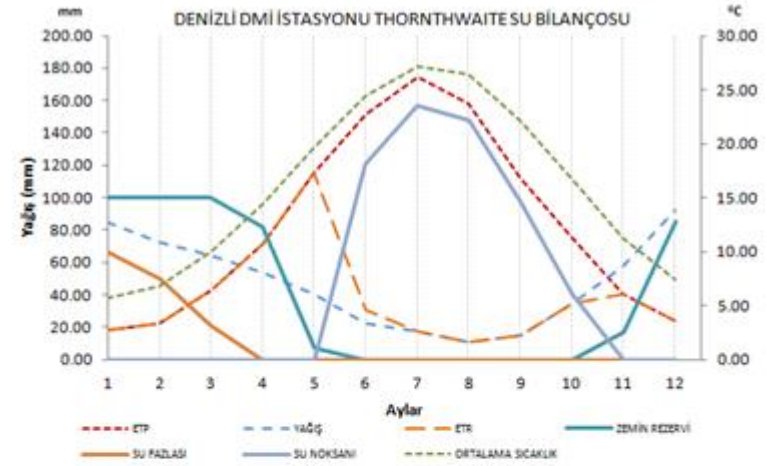
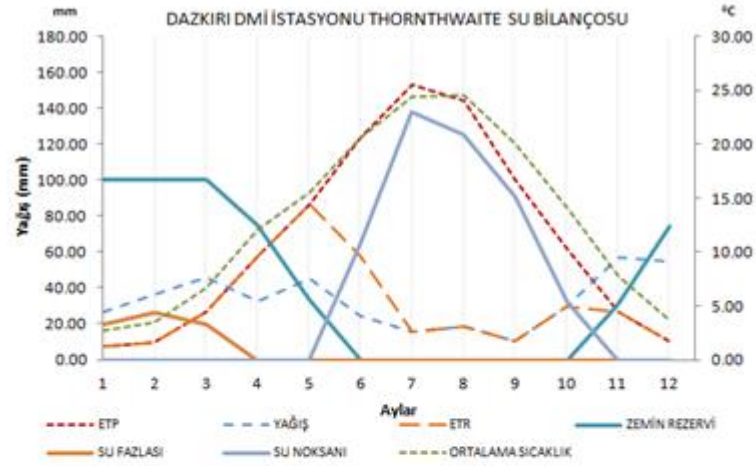
Acıgöl Havzası içinde kalan ve havzayı çevreleyen en yakın istasyonların belirlenen lokal su bilançosu verileri kullanılarak Acıgöl Havzası'nın ortalama su bilançosu oluşturulmuştur. Ortalama su bilançosunun oluşturulmasında *Spline* interpolasyon yöntemleri kullanılmıştır. Her bir yöntem ile ortalama değerlerle birlikte havza içi ve civarındaki alansal trend haritalanmıştır.



Şekil 5. 6: Acipayam, Afyonkarahisar, Başmakçı, Bekilli DMİ İstasyonları Su Bilançosu.

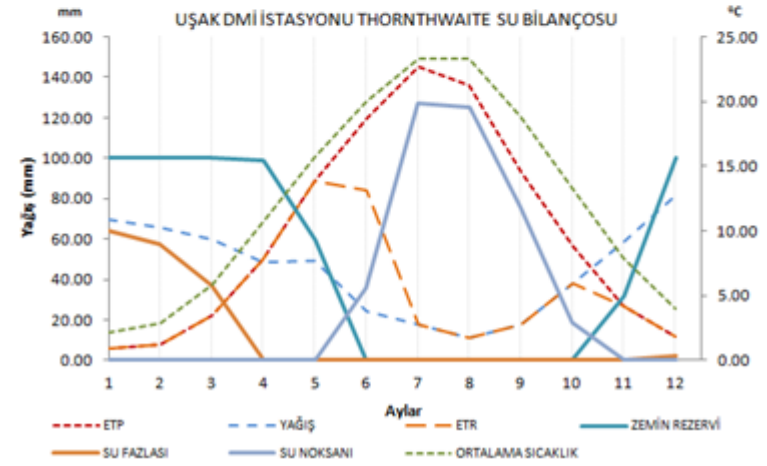
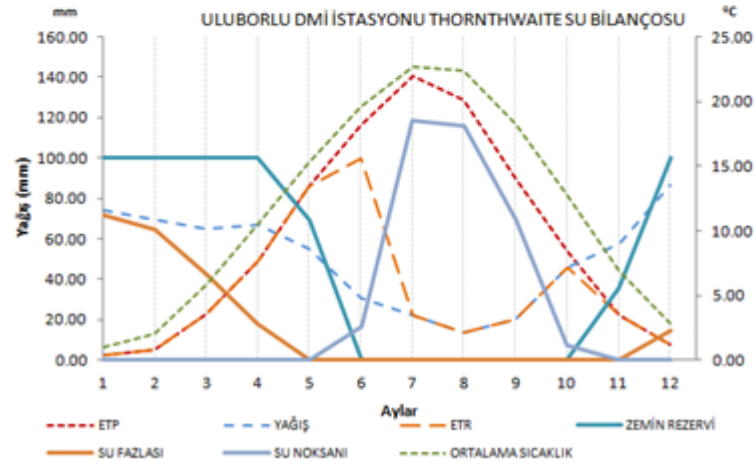
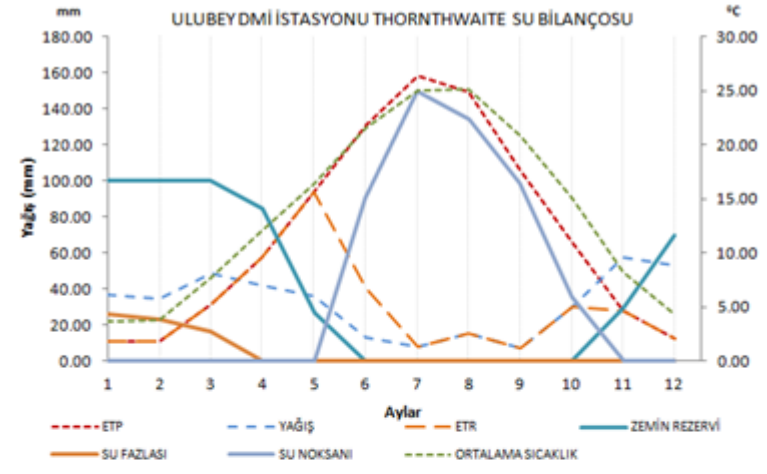
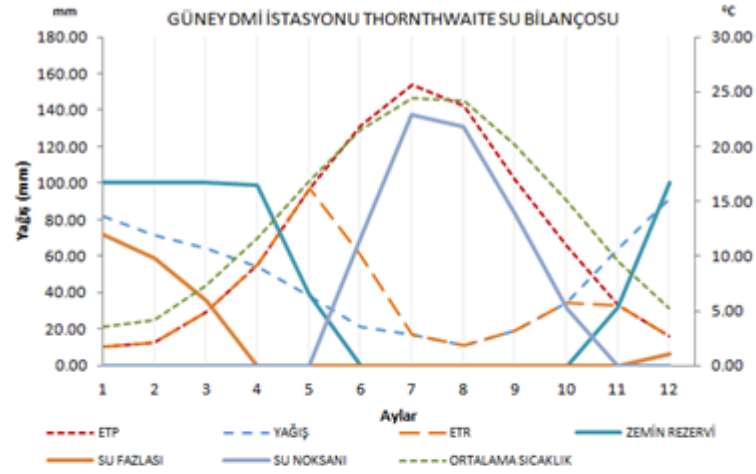


Şekil 5. 7: Burdur, Çal, Çardak, Çivril DMİ İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu.



Şekil 5. 8: Dazkırı, Denizli, Dinar, Eğirdir DMİ İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu.

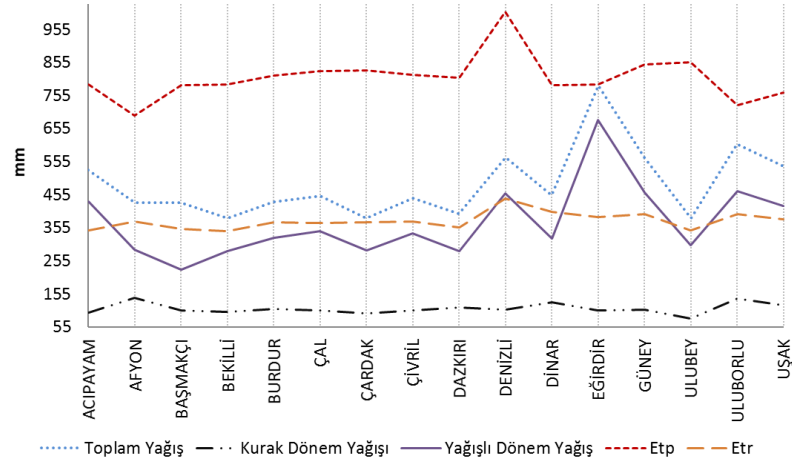




Şekil 5. 9: Güney, Ulubey, Uluborlu, Uşak DMI İstasyonları Thornthwaite Su Bilançosu.

**Tablo 5. 1:** İstasyonların Thornthwaite su bilançosu bileşenleri.

İstasyon Adı	Lat.	Long	Sıcaklık	Toplam Yağış	Kurak Dönem Toplam Yağış	Yağışlı Dönem Toplam Yağış	Etp	ETr	Su fazlası	Su Noksanı	Akışa Geçen Su Miktarı	Kotu
DENİZLİ	37,7536	29,1025	16,01	566,86	107,07	459,79	1007,59	444,32	137,24	563,27	137,24	417
ULUBEY	38,4195	29,2874	13,66	383,09	80,27	302,82	855,06	346,59	66,44	508,48	66,44	734
GÜNEY	38,1545	29,0644	13,65	567,72	106,34	461,38	847,97	395,55	172,37	452,42	172,37	765
ÇİVRİL	38,2909	29,7343	13,14	444,56	105,4	339,16	817,6	373,59	96,91	444,01	96,91	829
BEKİLLİ	38,2304	29,4194	12,54	384,21	100,89	283,32	788,73	345,7	45,75	443,03	45,75	832
ÇAL	38,082	29,3962	13,24	450,82	105,98	344,84	829,27	369,57	81,25	459,7	81,25	844
BAŞMAKÇI	37,897	30,0053	12,58	331,99	104,26	227,73	786,68	351,94	40,47	434,74	40,47	854
DİNAR	38,0637	30,1598	12,73	453,12	129,57	323,55	786,21	402,5	96,72	383,71	96,72	865
ÇARDAK	37,8258	29,6701	13,39	384,64	97,14	287,5	831,37	372,01	69,59	459,36	69,59	871
DAZKIRI	37,9193	29,8627	12,99	396,5	113,3	283,3	808,59	356,48	65,46	452,11	65,46	880
UŞAK	38,6704	29,4067	12,32	541,87	120,23	421,64	763,35	381,01	160,86	382,34	160,86	915
EĞİRDİR	37,8744	30,851	12,7	786,13	105,11	681,01	788,68	387,2	398,92	401,48	398,92	926
ACIPAYAM	37,4274	29,3501	12,67	529,91	97,89	434,53	789,16	346,95	182,96	442,21	182,96	930
BURDUR	37,7219	30,2937	13,09	432,88	108,67	324,21	814,64	371,65	101,71	442,99	101,71	965
AFYON	38,7748	30,5406	11,18	431,13	143,03	288,1	695,22	374,41	103,78	320,81	103,78	1006
ULUBORLU	38,0786	30,449	11,67	608,23	141,45	466,78	724,89	396,86	211,37	328,03	211,37	1051



Şekil 5. 10: Acıgöl'ü çevreleyen DMI istasyonlarının su bilançosu parametreleri.

Acıgöl Havzası'nın içinde kalan Çardak, Başmakçı ve Dazkırı istasyonlarının su bilançosu verilerine göre genel olarak havzada su fazlalığı Ocak, Şubat ve Mart aylarında gözlenir. Haziran ayının ortasından Kasım ayı ortasına kadar havzada su noksanlığı söz konusudur. 100 mm olarak kabul edilen zemin su rezervi Nisan-Haziran aylarında harcanırken, zemin rezervi bir sonraki yılın Şubat ayı başlarında tamamlanır. Kurak dönemden sonra Kasım ayından itibaren yağış Etr'den fazladır.

#### 5.4.1 Spline Metodu

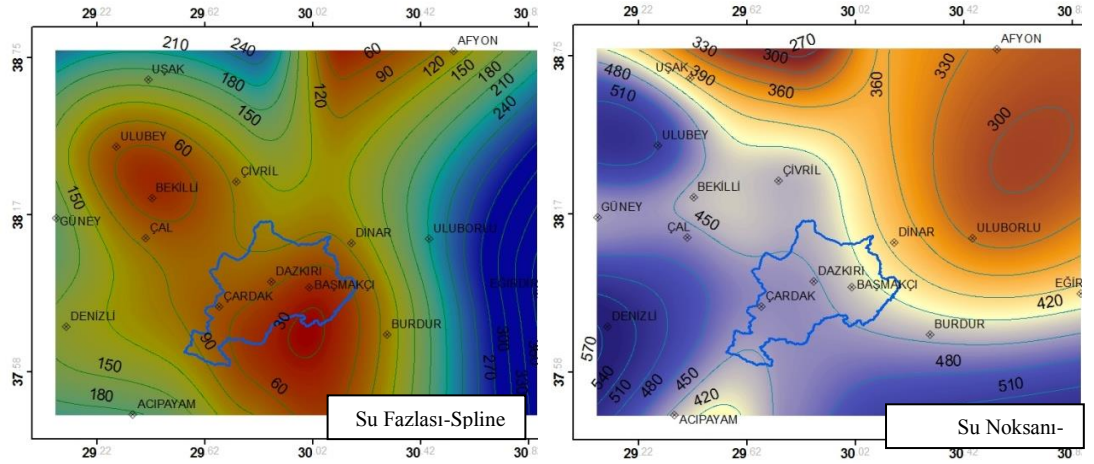
Ortalama yağış verilerinin haritalanması (Hutchinson 1995), yıllık ve aylık yağış trendinin alansal analizinin yapılması (Yavuz ve Erdogan 2012), bölgesel bazda yağışın yüzeysel dağılımının incelenmesi (Bahadır 2011), kapalı havzalarda yeraltı suyu seviyelerinin değişiminin belirlenmesi (Başçiftçi ve diğ. 2013), büyük iklim verilerinin geniş alanlar için dağılımının belirlenmesi (Hancock ve Hutchinson 2006), gibi hidrojeolojik ve meteorolojik uygulamalarda yaygın olarak kullanılır.

#### 5.4.2 Toplam Yağış, ETr ve ETP'nin Alansal Dağılımı

Yağışlı dönemde Eğirdir, Uluborlu, Denizli, Acıpayam, Güney, Uşak bölgeleri havzanın etrafındaki yağışlı bölgelerdir. Acıgöl'ün bulunduğu göl alanı, diğer bölgelere göre yağışlı ve kurak dönemde de düşük yağış seviyelerine sahiptir. Havza ve civarında uzun yıllar ortalama verilerine göre; toplam yağış 786 mm (Eğirdir) ile 332 mm (Başmakçı) arasındadır. Yüksek sıcaklıklar Denizli ve civarında görülürken Afyon ve çevresi daha düşük sıcaklığa sahiptir. İnceleme alanı içerisinde hava sıcaklığı en

düşük Afyon (11 °C), en yüksek Denizli'dedir (16 °C). Yağış, buharlaşma-terleme ile en fazla Denizli ve Dinar'da atmosfere geçer (Etr= 444 mm ve 402 mm). Acıpayam, Ulubey, Bekilli ve Acıgöl'e yakın konumda olan Başmakçı-Dazkırı gerçek buharlaşmanın düşük olduğu yerlerdir. Su noksanı inceleme alanının kuzey doğusunda Afyon, Uluborlu, Uşak ve Dinar civarında daha düşükken batıda Denizli ve Ulubey civarında en yüksek seviyededir.

Su bütçesinde, su fazlalığı nedeniyle yüzeysel akışın meydana gelmesi Eğirdir'de (399 mm) yoğun bir şekilde görülür. Acıgöl Havzası'nı çevreleyen Eğirdir, Uluborlu, Acıpayam, Güney ve Uşak'ta yüzeysel akışlar önemli seviyelerde görülür. Buna karşın Çardak, Dazkırı, Başmakçı ve Bekilli su fazlalığı nedeniyle gerçekleşen yüzeysel akışın en düşük olduğu bölgelerdir (**Şekil 5. 11**, **Şekil 5. 12**).

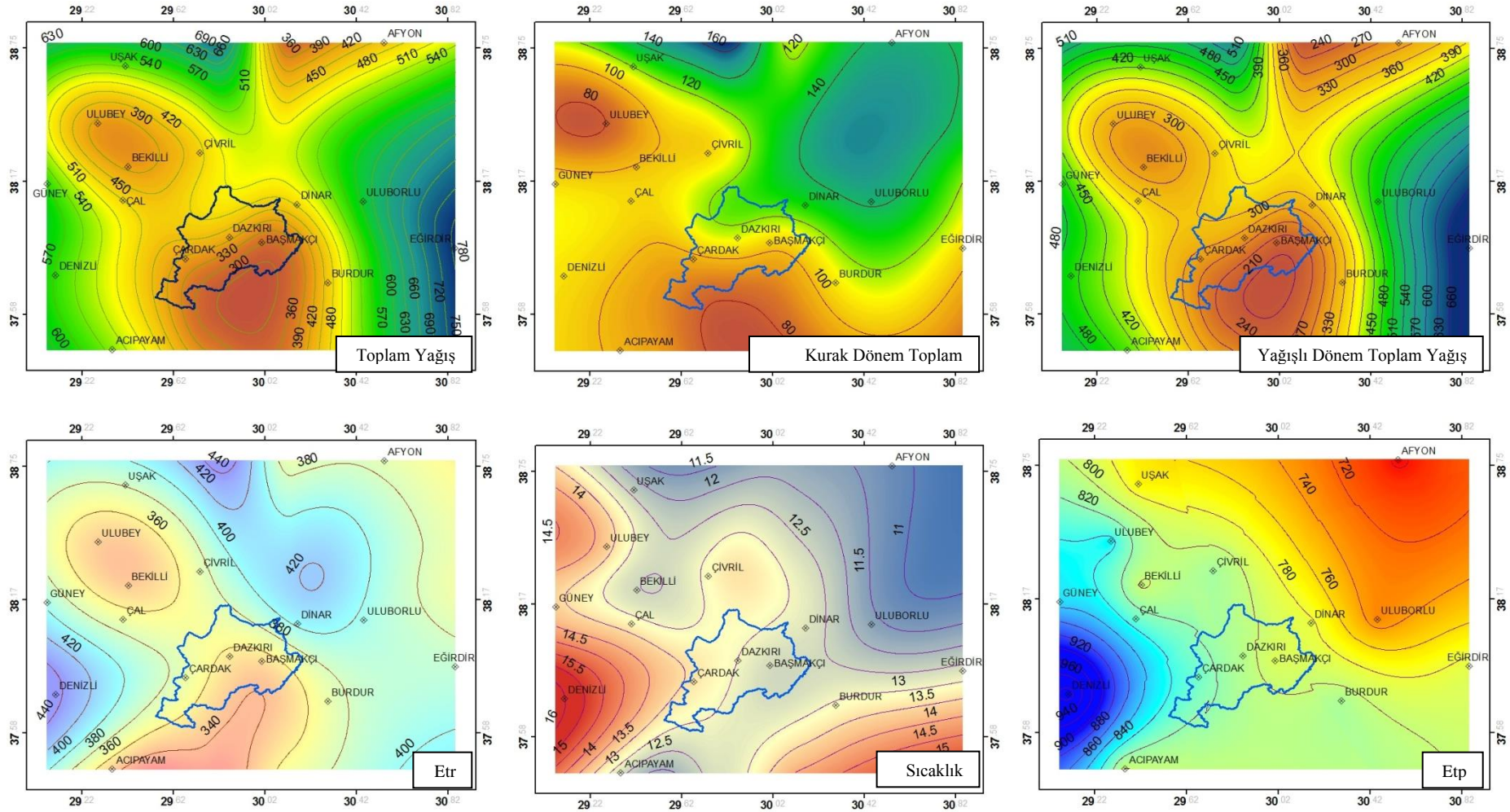


**Şekil 5. 11:** Su Fazlası ve Su Noksanı değerlerinin Spline yöntemi ile dağılımı.

Alansal dağılımının belirlenmesinde kullanılan Spline interpolasyon yöntemiyle elde edilen raster verilerin ortalama değerleri ile havzasının su bilançosu bileşenlerinin Acıgöl'ün beslenme alanındaki değerleri tanımlanmıştır. Spline interpolasyon yöntemine göre Acıgöl'ün beslenme alanına düşen toplam yağış 378,7 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) 807,1 mm, gerçek buharlaşma (Etr) 361,5 mm'dir. Havzada Ocak, Şubat, Mart aylarında gözlenen su fazlalığının neden olduğu akış haline geçiş 63,7 mm'dir. Genellikle Haziran-Eylül aylarında görülen su noksanlığı 445,6 mm'dir (**Tablo 5. 2**).

**Tablo 5. 2:** Havza su bilançosu değerleri.

	Toplam Yağış (mm)	Kurak Dönem Toplam Yağış (mm)	Yağışlı Dönem Toplam Yağış (mm)	Etp (mm)	Etr (mm)	Sıcaklık °C
Spline	378,7	105,6	273,4	807,1	361,5	13



Şekil 5. 12: Spline yöntemine göre su bilançosu verilerinin alansal dağılımı.



## 6. ACIGÖL HAVZASI HİDROJEOLJİSİ

Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeyleyen kaynaklar, yağışlar ve yeraltı suyu gölün beslenimini oluşturur (İçözü 1991; Mutlu ve diğ. 1999). Gölü besleyen ve güneydeki fay düzlemi boyunca yüzeyleyen sürekli kaynaklar, yağış ve yeraltı suyuna kıyasla göle daha fazla miktarlarda su girişi sağlar (İçözü 1991). Kapalı bir havza sistemine sahip olan Acıgöl'de göle su girişini, yağışlar, gölün güneyindeki fay düzlemi boyunca yüzeyleyen sürekli kaynaklar, gölün kuzey ve güneyinde yağışlı dönemlerde gözlemlenen mevsimsel kaynaklar, yağışlı dönemde akışa geçen yüzeysel akışlar, yeraltı suyu ve gölün güney doğusunda sadece yağışlı dönemlerde göle ulaşabilen Kocaçay oluşturur.

Gölün güneybatısında yer alan Değirmendere, daha önceden Beylerli Gölü ve dolaylı olarak Kurugöl ve Acıgöl'ü beslerken, üzerine sulama amaçlı olarak Beylerli Barajı'nın yapılmasıyla, Hambat ovasındaki tarımsal arazilerin sulanmasında kullanılır. Değirmendere'nin üzerine baraj yapımından sonra mansap kısmında kalan ve suyunun Beylerli Gölü'ne ulaştığı dönemdeki eski dere yatağı bu çalışmada Beylerli Kanalı, Kurugöl'ün kurutulması amacıyla Kurugöl ile Acıgöl arasında açılan kurutma kanalı Kurugöl Kanalı diye adlandırılmıştır. Değirmendere Barajı'ndan başlayıp Hambat ovası içine dağılmış yeraltında kapalı sulama kanal sistemi arazide gözlemlenmiştir. Beylerli Barajı'nın dolu savağının doğrudan bağlandığı Beylerli Kanalı, yağışlı dönemde bu bölgedeki yüzey sularını Beylerli Gölü'ne direne eder (**Şekil 6. 1**). Beylerli Kanalı 9 km, Kurugöl Kanalı 9,5 km uzunluğundadır.

Gemiş Beldesi'nin güney-güney batısındaki yüzey akış sularının göle direne olması için tarımsal alanlarda açılan Gemiş Kanalı'nın belirlenen uzunluğu 7 km'dir. Gemiş civarındaki yüzeysel akışlar, yerleşim yerinin batısındaki SODAŞ üretim havuzlarının olduğu bölgede, Acıgöl'e kanal ile ulaşır (**Şekil 6. 1**). Gölün kuzeyindeki dereler yaz mevsiminde genellikle kurudurlar. Çalışılan dönemlerde Çiftlik Köyü yakınlarında Çarşak Deresi, Hisaralan Köyü yakınlarında İğdeli Dere, Yukarı Yenice sulama kanalı ve civarında Harmanyeri Deresi'nde Haziran döneminde su olduğu görülmüştür. Ancak sulama ve yeraltına süzülme nedeniyle bu dereler Acıgöl'e ulaşmamaktadır.





**Şekil 6. 1:** Acigöl'ün batısında Beylerli Barajı, Beylerli Gölü, Kurugöl, Kanlıca Gölü ve bunları Acigöl'e bağlayan kanallar, Çardak Kanalı ve Gemiş Kanalı'nın Google Earth üzerinde görünümü.

Yukarı Yenice'nin kuzeyinde yüzeysel yağışlar, Hisaralan, Hasandede, Kızılören köyleri civarındaki derelerle Yukarı Yenice Köyü'nde birleşerek büyük kanallarla Yüreğil Kasabası'nın doğusunda Acıgöl'e drene olur. Hisaralan Köyü'nün kuzeyinden itibaren başlayan bu drenajın uzunluğu yaklaşık 27,6 km, kot düşümü 419 m'dir.

Gölün güneyinde drenaj sistemiyle yağışlar doğrudan göle ulaşabilirken, gölün kuzeyinde Ankara-Denizli Karayolu yağışların doğrudan göle ulaşmasını engeller. Ankara-Denizli Karayolu'nun Acıgöl kısmındaki farklı bölgelerde, yağış sularının direne edilmesi için büyük menfezler inşa edilmiştir. Gölün güneyinde derin vadili yüzey akışları, göl havzası içinde alüvyonla sonlanan kırıntı akıntılarını oluşturmuştur. Drenaj akıntılarının aşırı miktarda malzeme taşınması, alüvyonların gölün içine kadar sokulmasına ve göl su alanının alüvyonla dolmasına neden olur.

Havzada yüksek eğime sahip güneyde Yandağ ve kuzeyde Maymun Dağı'ndaki dik yamaçlarda yüzey akışları paralel gelişmiştir. Dik olan bu yamaçlarda yüzey akışlarında yan kol gelişimi gözlenmez. Havzada, masif çamurtaşı ve masif-kalın tabakalı çakıl-kumtaşıdan oluşan Acıgöl Grubu içinde yer alan birimlerde yüzey akışı dentritik (ağaçsı) sisteme sahiptir. Havzanın doğusunda Acıgöl Grubu içinde gelişen dentritik sistemle yüzey akışları doğrudan göle ulaşırlar. Bu bölgede eğimin fazla olduğu kısımlarda dentritik sistemin yanında paralel drenaj sisteminin de geliştiği görülür.

Havza içinde yerleşim bölgelerinde sel önleme amaçlı sel kapanları inşa edilmiştir. Başmakçı, Çardak ve Evciler İlçesi, Akyarma, Yaka ve Gölcük Köyü'nde selden korunma amaçlı yapay hendek/kanal drenaj sistemi bulunur. Havzanın drenaj sistemi, yerleşim bölgelerinde sel önleme amaçlı yapılan sel kapanları ve su tutma amaçlı yapılan barajlar nedeniyle doğallığını kısmen yitirmiştir. Havzanın kuzeyindeki kiltası, marn, kumtaşı, konglomera vb. gibi kırıntı içeren Çameli formasyonu içinde yüzey akışları dentritik ve dentritik-paraleldir. Killi kireçtaşının egemen olduğu Kireçtaşı Üyesinde yüzey akışları dentritik sistemle göl alanına ulaşır. Havzanın kuzeybatısındaki Acıgöl Grubuna ait birimlerde gelişen dentritik drenaj sistemi, Çameli formasyonunun çamurtaşı ve kumtaşı içerikli Kızılören Üyesi (plçki) içinde dentritik-paralel drenaj sistemine bağlanarak, yüzeysel akışları göle ulaştırırlar (**Şekil 6. 2**). Havzadaki farklı hidrolojik unsurların detaylı arazi görüntüleri EKLER'de verilmiştir.





Şekil 6. 2: Acıgöl Havzası drenaj alanı (1594 km<sup>2</sup>).

Akarsu sıklık değerine göre (1,29) rölyef özelliklerinin çok yüksek olmadığı Acıgöl Havzası'nda, su kaybı fazla aynı zamanda bitki örtüsü zayıftır (Akar 2011). 4.dereceye kadar çatallanma gözlenen gl havzasında dar ve derin vadiler oluşur (Akar 2011). Drenaj yoğunluğunun 1,21 olduğu Acıgöl Havzası'nda akarsuların su kaybı ortalama değerden yüksek ve havzanın yüzeysel akışı oldukça zayıftır (Akar 2011).

Havzadaki normal yağışlar yüzeysel akışa geçmeden yeraltına süzülerek yeraltı suyunu besler. Gölün kuzeyinde Evciler civarında yağışlar, drenajın uzun olması nedeniyle genellikle göle ulaşmamakta ve yeraltını besler. Yağışın şiddetli olduğu durumlarda özellikle iftlik, Hisaralan ve Hasandede civarında başlayan yüzeysel akışlar, Yukarı Yenice Kyn geçerek Acıgöl'e ulaşır. şiddetli yağışlarda gölün güneyindeki drenaj sistemi yüzey sularını doğrudan göle taşır.

## 6.1 Acıgöl Havzası'nda Yeraltı Suyu Hareketi

Acıgöl Havzası'nda yeraltı suyu eğimi göle doğrudur (İçözü 1991). İçözü (1991) tarafından Acıgöl'de yeraltı suyu eğim yönünün belirlenmesinde yağışlı ve kurak dönem farkı gözetmeksizin farklı yıllarda ve farklı hidrolojik dönemlerde açılan kuyular birlikte değerlendirilmiştir.Acıgöl Havzası'nda DSİ tarafından açılan kuyu sayısı yaklaşık 204'tür. Havzada farklı amaçla çok fazla sayıda sondaj açılmış olması gölün doğal beslenimini olumsuz etkiler. DSİ tarafından açılan kuyuların işletmeye alınmadan önce bir defaya mahsus statik ve dinamik seviye ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Kuyular açıldıktan sonra havzanın tümünde su seviyelerinin eş zamanlı periyodik ölçümü bulunmamaktadır.

Havzadaki sondajların işletimi sulama birliklerine devredildiğinden tümünde eş zamanlı su seviye ölçümleri gerçekleştirilmemiştir. Havzanın farklı bölgelerinde ilgili farklı sulama birliklerindeki bazı sondajlarda yağışlı-kurak dönem seviye ölçümleri yapılmıştır (**Tablo 6. 1**). Çalışma kapsamında seviye ölçümünün yapıldığı sondajların birkaç gün önceden kullanımının durdurulmuş olmasına dikkat edilmiştir.

Tüm kuyularda seviye ölçümü yapılamadığından, havzanın tamamı yerine 2013 yağışlı döneminde yeni ölçüm yapılan (**şekil 6. 3**) sondajların bulunduğu bölgeler için YAS seviye haritası ve yeraltı suyu akım yönü belirlenmiştir. Acıgöl Havzası'nın yeraltı suyu seviye ve akım yönü haritasını üretmek için yeterli sayıda



DSİ sondajı bulursa da eş zamanlı ölçümün gerçekleştirilememesi ve seviye ölçümlerinin sadece açıldığı yılları temsil etmesi ve veri bütünlüğünün oluşmadığı gerekçeleri ile havza için genel seviye haritası ve yeraltı suyu akım yönü haritası türetilmemiştir. Belirli kuyularda seviye ölçümlerinin yapıldığı 2013-Haziran yağışlı dönemine göre havzada yeraltı sularının akım yönü göle doğrudur (**Şekil 6. 4**). 2013-Haziran yağışlı dönem hidrojeoloji haritasına göre havzanın güney ve kuzeyindeki yeraltı suları gölü besler. Gölün güney batısında Çaltı tarafında yüksek debili (93 lt/sn.) sondajlar bulunur ve bu bölgede yeraltı suyu seviyesi 10-12m civarındadır.

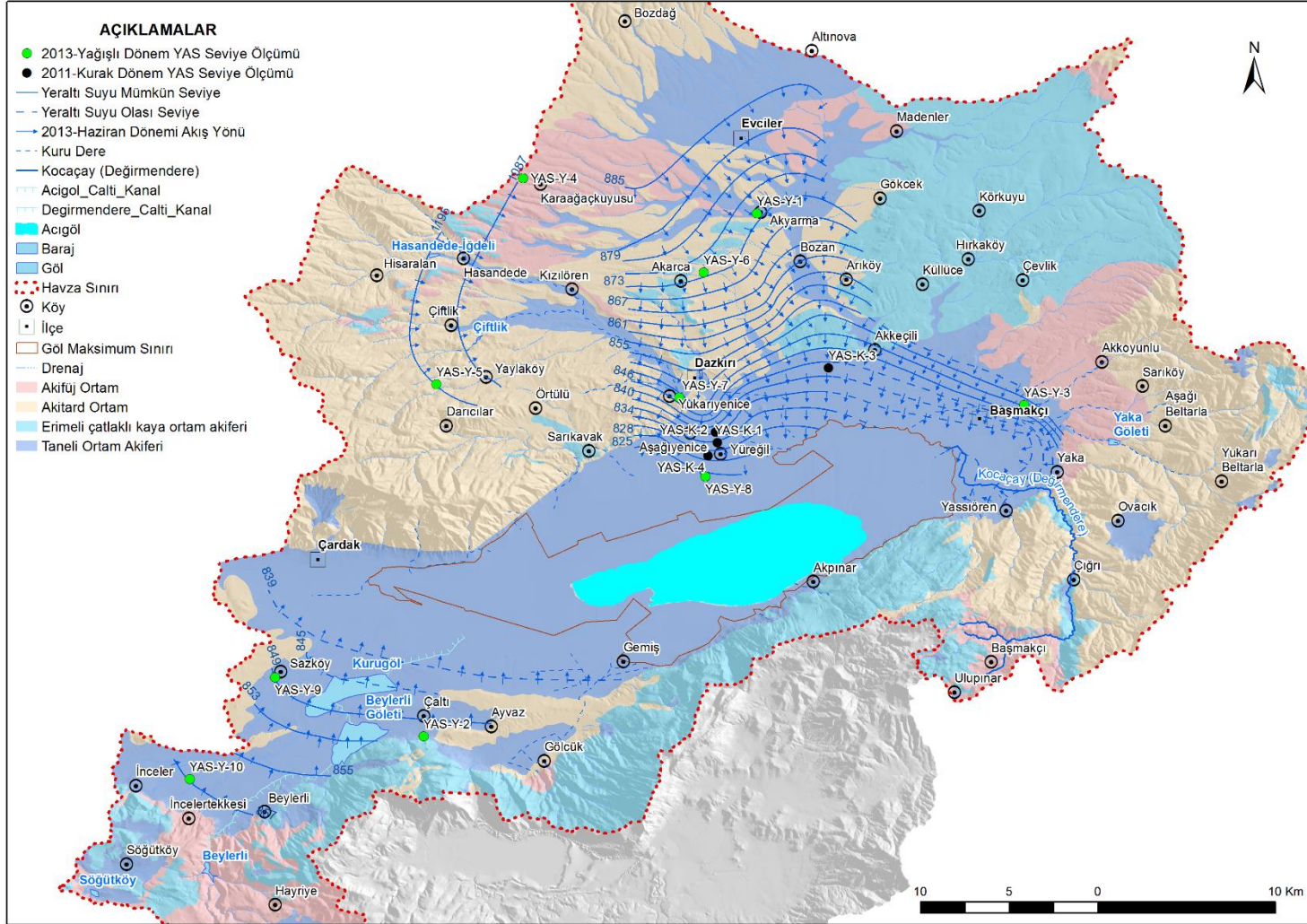
**Tablo 6. 1:** YAS seviyesi ölçülen kuyularda su seviyesi (m).

Kodu	Dönemi	Lat.	Long.	Kuyu-Sondaj	Yerleşim	Statik Seviye	Tarih
YAS-Y-1	Yağışlı	38,00169	29,89264	DSİ-55890	Akarca	60	21.06.2013
YAS-Y-2	Yağışlı	37,736683	29,723688	DSİ-47215	Çaltı	12	23.06.2013
YAS-Y-3	Yağışlı	37,90458	30,02809	DSİ-46084	Başmakçı	28	23.06.2013
YAS-Y-4	Yağışlı	38,01955	29,77412	Karaağaç Tulumbası	Karaağaç	3	20.06.2012
YAS-Y-5	Yağışlı	37,91506	29,73025	Yaylaköy Keson Kuyu	Yaylaköy	5	20.06.2012
YAS-Y-6	Yağışlı	37,971734	29,865659	Akyarma Sondaj	Akyarma	10	21.06.2012
YAS-Y-7	Yağışlı	37,90854	29,85327	Yenice Kuyu	Y.Yenice	5,5	21.06.2013
YAS-Y-8	Yağışlı	37,868313	29,866684	Alkim-Kurutma-Sondaj	Yüreğil	37	17.06.2013
YAS-Y-9	Yağışlı	37,76659	29,64842	Sazköy	Sazköy	17	24.06.2013
YAS-Y-10	Yağışlı	37,7149	29,605189	DSİ-50497	İnceler	30	23.06.2013
YAS-K-1	Kurak	37,88567	29,87265	DSİ-55754	Yüreğil	19,7	12.10.2011
YAS-K-2	Kurak	37,89103	29,87169	DSİ-56419	Yüreğil	22,1	12.10.2011
YAS-K-3	Kurak	37,923476	29,928965	DSİ-53584	Akkeçili	19	12.10.2011
YAS-K-4	Kurak	37,87894	29,86799	İller Bankası Kuyusu (Yüreğil İçme Suyu Kuyusu)	Yüreğil	16	12.10.2011



**Şekil 6. 3:** 2011-Eylül döneminde havzada farklı sondajlardaki su seviyesi ölçümleri.

DSİ tarafından açılan kuyularda en yüksek debi 101 m<sup>3</sup>/sn. ile 1994 yılında Çaltı'da açılmış olan DSİ-47215 kuyusundadır. Aynı kuyuda Haziran-2013 döneminde statik seviye 12m ve debisi 93 lt/sn. ölçülmüştür.





Gölün kuzeyinde drenaj sistemi iyi gelişmiş olmasına rağmen, yağışlar genellikle göle ulaşmadan yeraltına süzülerek akım yönü göle doğru olan yeraltı sularını beslerler. Gölün güneyindeki kireçtaşlarının bol süreksizlik içeren karstik yapıları gölün güneyine düşen normal yağışların yeraltına süzülmesine neden olur. Gölün kuzeyinde açılan bazı derin sondajlarda jipsli birimlerin kesilmiş olması nedeniyle amacı kapsamında kullanılmadığı tespit edilmiştir.

## 6.2 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri

Gölün kuzeyindeki Pliyosen Çameli formasyonunun altında kalan Oligosen Acıgöl Grubu ve güneydeki karstik yapılı ve bol çatlaklı Bodrum Napı birimleri havzadaki temel akiferleri oluşturur. Oligosen Acıgöl Grubu birimlerindeki yeraltı suları gölü beslerler. Güneydeki Bodrum Napı birimlerindeki karstik akiferin yeraltı suyu, göl kenarındaki fay düzlemi boyunca yüzeye çıkmakta ve gölü besler. Havzanın güneyinde kireçtaşı içeren Orhaniye formasyonu, Dutdere Kireçtaşları ve Varsakyayla formasyonu akifer niteliğinde olmasına rağmen gölü doğrudan beslemezler. Havzanın GB'sında Beylerli civarında örtü kayasını Çameli formasyonu (plç) ve hazne kayasını Yandağ Kireçtaşının (TRJk) oluşturduğu jeotermal sistem gelişmiştir. Graben havzasının güneyindeki KD-GB aktif faylar nedeniyle, kabuğun bu bölgede incelmış olması jeotermal sistemin gelişmesine neden olmuştur (Akın 2012).

Havza içerisindeki jeolojik birimler, hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak, Erimeli Çatlaklı Kaya Ortam Akiferi, Taneli Ortam Akiferi, Akitard Ortam ve Akifüj Ortam olarak ayrımlanmış ve havzanın hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır (bkz. **Şekil 6. 4**).

### **a) Erimeli çatlaklı kaya ortam akiferi**

Eklem dolgusunu kalsitin oluşturduğu bol eklem yapılı, sık erime boşluklu dolomitik kireçtaşlarından oluşan Kayaköy Dolomiti ve eklem çatlaklarının tamamen kalsitle dolu olduğu tabanda neritik, üstte doğru çört, mikritik kireçtaşları ile temsil edilen Yandağ Kireçtaşı yüksek derecede ikincil gözeneklilik ve geçirgenliğe sahip olmaları nedeniyle Acıgöl Havzası'nda gölü besleyen iyi bir akifer özelliği sunarlar.

Gölün güneyinde gölü besleyen sürekli kaynaklar erime çatlaklı kaya ortam akiferinden boşalırlar. İnceleme alanında radyolarit ve çört ara düzeyli çörtlü mikritlerden oluşan Orhaniye formasyonu, Varsakyayla formasyonu içindeki ofiyolit

kırıntılı kireçtaşlarının yer aldığı Kireçtaşı Üyesi, rekristalize taşlarından oluşan Dutedere Kireçtaşı, kumlu kireçtaşı karakterindeki Kavak formasyonu, Acıgöl grubundaki mercanlı resifal kireçtaşından oluşan Sarıkavak Resif Üyesi ve bol nummulitli kireçtaşlarından oluşan Delikarkası formasyonu diğer akiferlerdir.

#### ***b) Taneli Ortam Akiferi***

Alüvyon çökelleri, alüvyon yelpazeleri, eski akarsu taraçaları, yamaç molozu ve birikinti konileri havzadaki taneli ortam akiferlerini oluşturur.

#### ***c) Akitard Ortam***

Acıgöl Grubu, bölgedeki en önemli akitard ortamdır. Masif ve kalın tabakalı çakıl-kumtaşı ve masif çamur taşından meydana gelir. Armutalan, Bozdağ formasyonu, Avdan Üyesi, Maymundağı Üyesi, Hayrettin formasyonu ve Dazkırı Üyesi akitard ortamları temsil eder. Çameli formasyonunun kumtaşı ve tane destekli, yuvarlak çakıllı nadiren küt çakıllı konglomeralardan meydana gelen Kızılören üyesi akitard ortamdır. Yer yer bloklu flişle temsil edilen birim, ince orta kalın tabakalı kumtaşı, kiltası ve silttaşlarından meydana gelen Karaböğürtlen formasyonunda akitard ortamdır. Serpantinit, bazik volkanit ve kireçtaşı blokları içeren birim yeraltı suyu barındırabilir.

#### ***d) Akifüj Ortam***

Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu, Marmaris Peridotiti İğdir Metamorfittleri, Pliyo-Kuvaterner Marn Silt- Kil-Çamurtaşı ve Çameli formasyonundaki Çamurtaşı-Marn Üyesi geçirimsiz birimler olarak ayırtlanmıştır.

### **6.3 Acıgöl Havzası'ndaki Doğal Sular**

Evaporitik bir çökel alanına sahip Acıgöl Havzası, sülfat üretiminin yapıldığı aşırı tuzlu bir gölalanı ile birlikte, tuz üretimi veya sanayinin farklı kollarında, hayvancılık veya tarımsal faaliyetlerle geçimini sağlayan önemli miktarda insana yaşama alanı sunar. Doğal kaynaklara bağlı endüstri, tarım, hayvancılık, insani yaşam unsurlarının bir arada mozaik oluşturduğu Acıgöl Havzası'nda, mozaik'in sürdürülebilir olmasındaki ana unsurlardan biri de havzadaki doğal sulardır.

Havza içinde hidrojeokimyasal değerlendirmesi yapılan doğal sular; kaynaklar, derin ve sığ kuyular (sondajlar), akarsu (çay, dere) ve göl suyudur (**Şekil 6. 5**).

### 6.3.1 Akarsu ve Dereler (Kocaçay-Değirmendere)

Kocaçay (Değirmendere); gölün güneyinde Yandağ'daki eriyen karlar ve yağışın kaynağını oluşturduğu, Ulupınar ve Başmakçı Köyü'nden geçerek bu bölgedeki yüzeysel akışın drenaj sistemi ile birleşmesi sonucu su miktarının arttığı ve sadece yağışlı dönemlerde göle ulaşabilen çaydır. Yaka Köyü civarında halk arasında "Kocaçay" olarak anılır. Başmakçı Çat Suyu'ndan başlayarak Acıgöl'e ulaşan Kocaçay'ın uzunluğu 23,6 km ve kot düşümü 781 m'dir. Bu sular birleşerek Çığrı Köyü'nden geçmekte ve Yassıören-Yaka Köyü civarında göle ulaşır. Yaz mevsiminde tarımsal sulama amacıyla kullanılması nedeniyle göle ulaşan kısımda Kocaçay'ın kurduğu görülür. Kocaçay'ın farklı dönemlere ait arazi görüntüleri EKLER'de verilmiştir.

Gölün kuzeyinde Çiftlik Köyü yakınlarında Çarşak Dere ve Hisaralan Köyü yakınlarında İğdeli Dere yağışlı dönemde akar haldedir. Çarşak Dere, Çiftlik Köyü'nde bahçecilik kapsamında sulama amaçlı olarak yararlanılır. İğdeli Dere'nin Hisaralan-Hasandede Köyleri arasında kalan kısmında, üzerinde arazi çalışmalarının yapıldığı 2013 yılında gölet inşaatına başlanmıştır. Yukarı Yenice Köyü'nün kuzeyindeki verimli arazilerin sulanması için oluşturulan kanalın başladığı noktadan da bölgenin kuzeyinde bulunan yeraltı sularını temsil etmesi için örnekleme yapılmıştır. Jeokimyasal değerlendirmesi yapılan derelerin konumsal bilgileri **Tablo 6. 2**'de verilmiştir.

**Tablo 6. 2:** Jeokimyasal değerlendirmesi yapılan derelerin konumsal özellikleri (A:akarsu, KN:kanal).

Kodu	Adı	Yerleşim	İstasyon No	Enlem	Boylam
A-1	BARAJ (Değirmendere)	Beylerli	08	37,67233	29,61544
A-2	ÇİFTLİK DERESİ	Çiftlik	75	37,94585	29,72950
A-3	KOCAÇAY	Yaka	86	37,85781	30,04272
KN-1	YENİCE KANAL	Y.Yenice	66	37,92174	29,84478



### 6.3.2 Doğal Göller ve Göletler

Havza içinde doğal göller sürekli suya sahip Acıgöl ile birlikte Beylerli Gölü ve Çaltı Gölü (Kurugöl) yer alır. İnceler yakınındaki Kanlıca Gölü (Karagöl) havza sınırı üzerinde olmasına rağmen, havza dışında kalır. Değirmendere ve bazı kaynakların beslediği, tatlı su gölü olan Beylerli Gölü zaman zaman kurur. Beylerli Gölü'nün beslenimini sağlayan Değirmendere üzerine inşa edilen Beylerli Barajı'nda su tutulması ile birlikte, Kurugöl ve Beylerli gölleri kurumuştur. Havzadaki göletler, Çardak ilçesindeki Beylerli ve Söğüt göletleri ile Dazkırı ilçesindeki Çiftlik, Hisaralan ve Sarıkavak göletleridir. Göletlerle ilgili görüntüler EKLER'de verilmiştir. 3,25 hm<sup>3</sup> su depolama kapasitesi ile Beylerli Göleti havzadaki en büyük gölettir. Beylerli Göleti, Çardak İlçesi Beylerli Kasabası'nın 3 km güneyinde 2006 yılında Değirmendere'nin üzerine inşa edilen baraj ile gölet halini almıştır. Beylerli Gölet'inde sulama kanallarıyla sular tarımsal amaçlı Hambat Ovası'na dağıtılmaktadır (**Tablo 6. 3**).

Eskiden sularını Acıgöl'e akıtan Çaltı Gölü ile Acıgöl arasında bir tahliye kanalı bulunur. Havza içerisinde Acıgöl, beslenme alanı ve kapladığı alan bakımından en büyük göldür. Suyunun aşırı tuzlu olmasından dolayı havzadaki diğer tatlı göllerden ayrılır. Havza içinde yer alan doğal göl ve göletlerin konumsal özellikleri, Acıgöl ile karşılaştırma amaçlı incelenen diğer göllere **Tablo 6. 4**'te verilmiştir. Çalışma kapsamında Beylerli, Çiftlik ve Söğüt göletlerinden ve karşılaştırma amacıyla havzanın dışında kalan Burdur Gölü ve Akgöl'den su örnekleme yapılmıştır.

**Tablo 6. 3:** Havza içinde yer alan doğal göl ve göletlerin konumları.

Tipi	Adı	Yerleşim	Enlem	Boylam
Göl	Acıgöl	Akpınar	37,82621	29,89704
Göl	Beylerli Gölü	Beylerli	37,73665	29,68581
Göl	Çaltı (Kurugöl)	Çaltı	37,76295	29,69561
Göl	Kanlıca Gölü	İnceler	37,73441	29,61236
Gölet	Çiftlik Göleti	Çiftlik	37,93851	29,75173
Gölet	Hisaralan Göleti	Hisaralan	37,98051	29,72804
Gölet	Sarıkavak Göleti	Sarıkavak	37,88891	29,81145
Gölet	Söğüt Göleti	Söğüt	37,65708	29,55712

**Tablo 6. 4:** Acıgöl ile karşılaştırma amaçlı incelenen diğer göllerin konumları.

Tipi	Adı	Yerleşim	Enlem	Boylam
Göl	Akgöl	Bayındır	37,68358	29,77138
Göl	Burdur Gölü	Karakent	30,07695	37,69862

### 6.3.3 Kaynaklar ve eşmeler

Havzadaki önemli kaynaklar gölün güneyindedir. Gölün kuzeyinde yer alan kaynaklar doğrudan göle ulaşamayan mevsimsel kaynaklardır (bkz. **Şekil 6. 5**). Gölün kuzey sınırında Maymun Dağı'nın eteğinde yağışlı dönemde suyunu gölün kuzeyindeki sahile ulaştıran mevsimsel Maymun Dağı Kaynağı bulunur. Gölün kuzeyinde besledikleri derelerin tarımsal sulamada kullanılması veya yeraltına tekrar dönmeleri ya da üzerine gölet inşaatı nedeniyle göle ulaşamayan, İdris Köyü'ndeki Sazak Kaynağı gibi birçok kaynak da bulunur. Göle yakın konumda olan Yüreğil Kasabası'nın doğusunda Höyük Suyu gibi birçok kaynak, yağışlı dönemde küçük dere haline gelerek gölü besler. Ancak bu kaynakların gölün beslenimine etkisi, gölün güneyindeki sürekli kaynaklar kadar yüksek değildir. Gölün güneyindeki Yandağ'dan yağışlar ve eriyen kar suları ile beslenen, başta Başmakçı Çat Suyu olmak üzere diğer bütün kaynaklar dolaylı olarak gölü besler. Ulupınar ve Başmakçı Çat Suyu gibi bu bölgedeki kaynaklar birleşerek Kocaçay'ı oluştururlar.

Havza içinde yer alan ve jeokimyasal özellikleri değerlendirilen kaynak ve çeşmelerin konumları EKLER'de sunulmuştur. Gölün beslenimine en büyük katkı, başta Akpınar Köyü'ndeki Kocapınar ve Gemiş Kasabası'ndaki Gemiş Pınarı olmak üzere, güneydeki fay düzlemi boyunca sıralanan irili ufaklı sürekli ya da mevsimsel akan kaynaklar tarafından gerçekleşir. Bunlar batıdan doğuya doğru Gemiş Pınarı (Gemiş Köyü), Selvili Pınar, Kilise Pınarı, İkizpınar, Yırce Pınarı, Kocapınar (Akpınar Köyü), Çökek Pınarı, Dağanlı Pınar, Söğütlü Pınar, Kör Pınar, Pınarlı, Tahtaköprü Pınarı (Kuş Gözlem Kulesi)'dir. Gölü çevreleyen farklı formasyonlardan çıkan kaynakların bir kısmı içme ve kullanım amaçlı olarak çeşme haline getirilmiştir. Havzanın güneybatısında Acıgöl'e doğrudan ulaşmayan ancak Beylerli Gölü'nü besleyen sürekli kaynaklar da bulunur. Kaynak ve Çeşmelerle ilgili görüntüler EKLER'de verilmiştir.

### 6.3.4 Sığ ve Derin Kuyular

#### **a) Doğrudan gölü besleyen derin sondajlar;**

Gölün güney ve güneydoğusunda, gölü beslemesi amacıyla gölde sodyum sülfat üretimi yapan firmalar tarafından yapay olarak açılan ve suyunu göle boşaltan, derinlikleri 100-150m arasında değişen sondajlar, yağışlı-kurak dönemde sürekli



olarak gölü besler. Göle yakın derin suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için tespit edilebilen ve fiziksel-kimyasal özellikleri değerlendirilenler, firmalar tarafından yapılan kodlamaları ile E-3, S-3,S-7, S-8, S-13, S-15,S-16, S-17 ve S-18 sondajlarıdır.

**b) Doğrudan gölü beslemeyen derin sondajlar;**

Havza içerisinde Devlet Su İşleri (DSİ), İller Bankası gibi kamu kurumları ve bölgedeki sanayi kuruluşları tarafından açılan ve gölü doğrudan beslemeyen, kullanım, içme ve sulama amaçlı derin sondajlardır. 2012 tarihi itibari ile havza içinde DSİ tarafından açılmış 204 adet derin sondaj yer alır. Farklı formasyonlarda bulunan DSİ sondajlarındaki sular, gölden uzak derin suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için örneklenmiştir. DSİ ve İller Bankası tarafından açılan sondajların bir kısmı yerel sulama kooperatiflerine devredildiğinden, sadece sulama kooperatiflerine ait belirli derin sondajların özelliklerinin değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

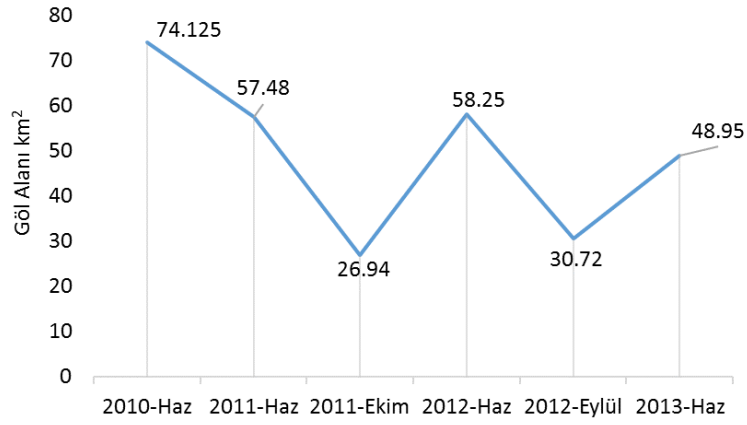
**c) Sulama ve kullanım amaçlı sığ sondajlar;**

Şahıslar tarafından sulama ve kullanım amacıyla açılan sığ sondajlardır. Tulumbarlar ve sığ kuyular da sığ sondajlar içinde değerlendirilmiştir. Havza içinde açılmış ve jeokimyasal değerlendirmesi yapılan derin ve sığ sondajların konumsal özellikleri ve görüntüleri EKLER'de verilmiştir.

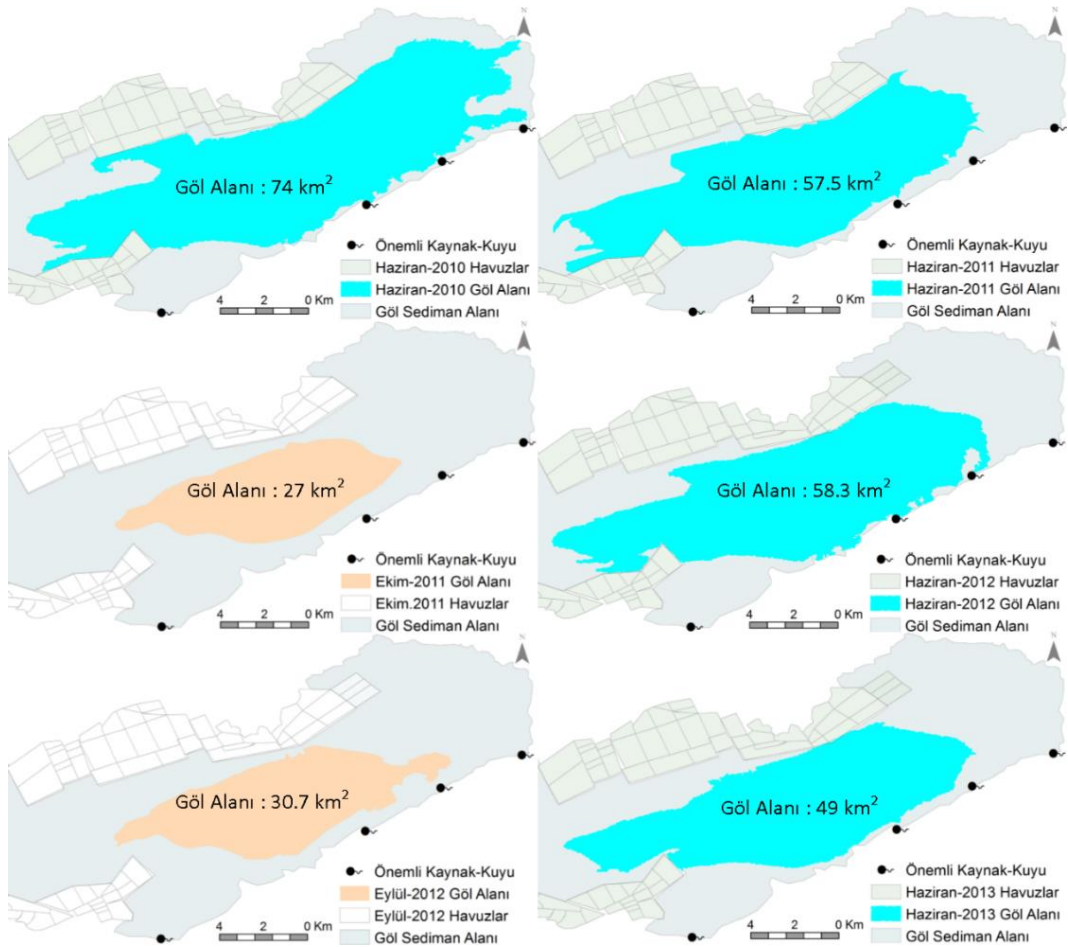
## **6.4 Göl Alanı**

Acıgöl gibi endüstriyel göllerde, üretimin sürdürülebilmesi ve muhtemel rezerv hesabının belirlenebilmesi için göl hacmi ve göl alanının bilinmesi gerekir. Merkezindeki göl çanağının dışında göl taban topoğrafyası oldukça düşük eğimlidir. Taban topoğrafyasının özelliği nedeniyle göl seviyesindeki küçük değişimler, göl alanında önemli alansal değişimlere neden olur.

İncelenen dönemlerde göl alanları arazi örneklemeleriyle eş zamanlı çalışmalarda uydu görüntülerinden belirlenmiştir. Gölalanı incelenen dönemlerde yağışlı dönemde en yüksek 74,1 km<sup>2</sup>, en düşük kurak dönemde 27 km<sup>2</sup>'dir (**Şekil 6. 6, Şekil 6. 7**). Kurak dönemden yağışlı döneme geçişte gölün 2-3 kat alansal olarak büyüdüğü görülür. Kurak dönemde gölün alansal olarak yağışlı döneme göre çok yüksek oranlarda küçülmesinde, sığ alanlarda meydana gelen su çekilmesi etkindir.



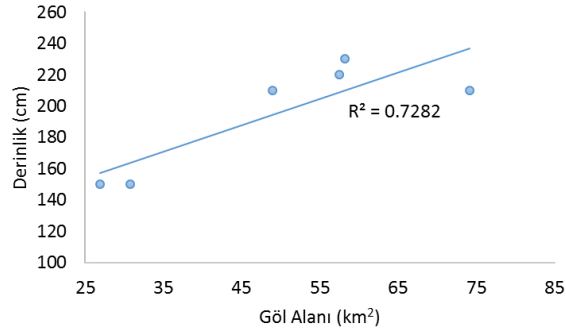
Şekil 6. 6: Gölün mevsimsel alan değişimi grafiği.



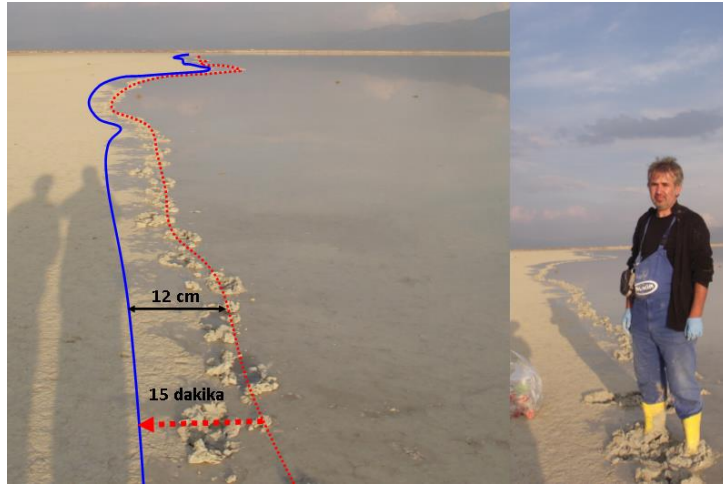
Şekil 6. 7: Gölün mevsimsel alan değişimi.

Göl su seviyesi ile gölalanı arasında yüksek korelasyona sahip doğrusal ilişki vardır. Göl seviyesi ile gölalanı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı 0,73'tür. Göl seviyesindeki artış, göl alanını doğrusal bir ilişkide artırır (Şekil 6. 8). Gölde su alanı en küçük Ekim döneminde, en yüksek Nisan dönemindedir. 1972-2015 yılları arasında göl yağışlı ve kurak dönem geçişlerinde aynı davranışı sergiler.

Yağışlı dönemde göl en geniş alana yayılmış durumdayken, Nisan ayından itibaren Mayıs-Haziran-Temmuz- geçişinde gölalanı azalmaya başlar. Ağustos-Eylül aylarında göl alanının küçülmeye devam eder ve Ekim ayında en küçük olduğu noktaya ulaşır. Ekim ayından itibaren havzada yağışların başlamasıyla göl seviyesi yükselmeye ve bununla ilişkili olarak gölalanı artmaya başlar. Ekim ayındaki yoğun yağışlarda gölün siğ alanları hızla suyla kaplanır (**Şekil 6. 9**). Uydu teknolojilerinin kullanımının başlangıcına denk gelen 1972 yılından günümüze uydu görüntülerinden belirlenen en geniş gölalanı 164,1 km<sup>2</sup>, en küçük 23,1 km<sup>2</sup>'dir (**Şekil 6. 10, Tablo 6. 5**).



**Şekil 6. 8:** Göl alanı ile göl seviyesi arasındaki ilişki.

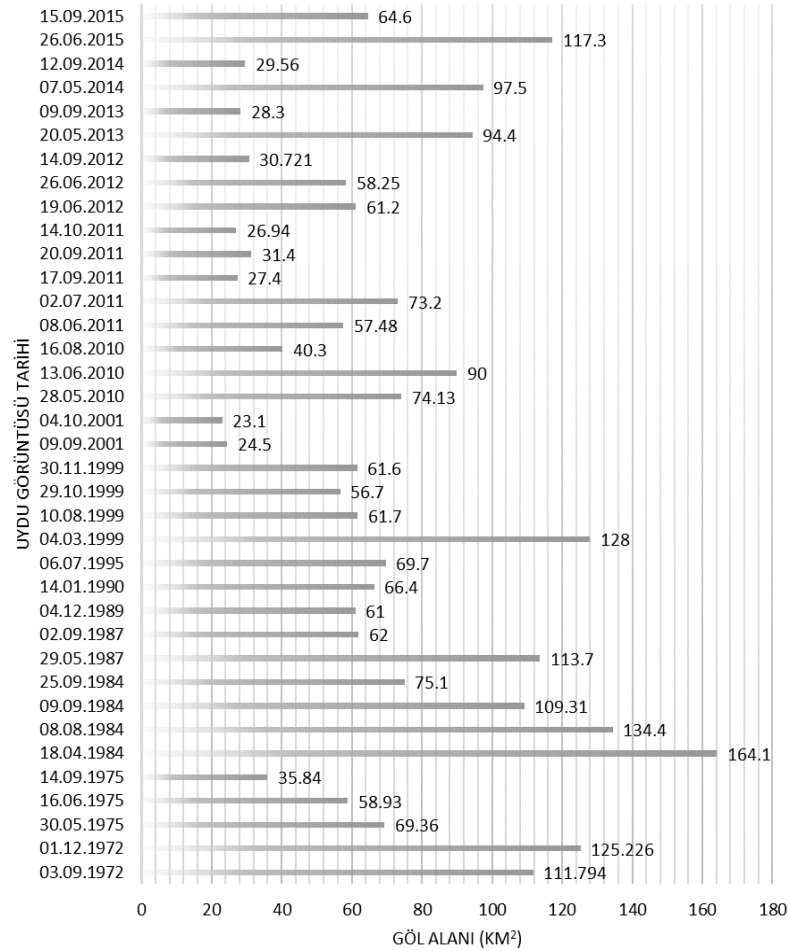


**Şekil 6. 9:** Gölün kuzey batısında ekim ayındaki yağışlarla hızla genişleyen göl alanı.

Nisan yağışlarından sonra havzanın almış olduğu toplam yağışın kontrolünde göl en büyük alana ulaşır. Mayıs aylarında göl yüzeyinde buharlaşmanın artması nedeniyle gölalanı küçülme trendine girmiş olur. Havzada tuz ve sodyum sülfat üretimi amacıyla gerçekleştirilen endüstriyel faaliyetler gölü etkiler. Gölün yüzey, yeraltı ve atmosfer beslenimi göz önüne alındığında havzaya düşen toplam yağışın gölün su durumunu önemli ölçüde etkilediği görülür. Havzaya düşen toplam yağıştaki değişimler gölün su durumunu da etkilemiştir.

**Tablo 6. 5:** 1972-2015 yılları arasında belirlenen göl alanı ve kullanılan uydu görüntüleri.

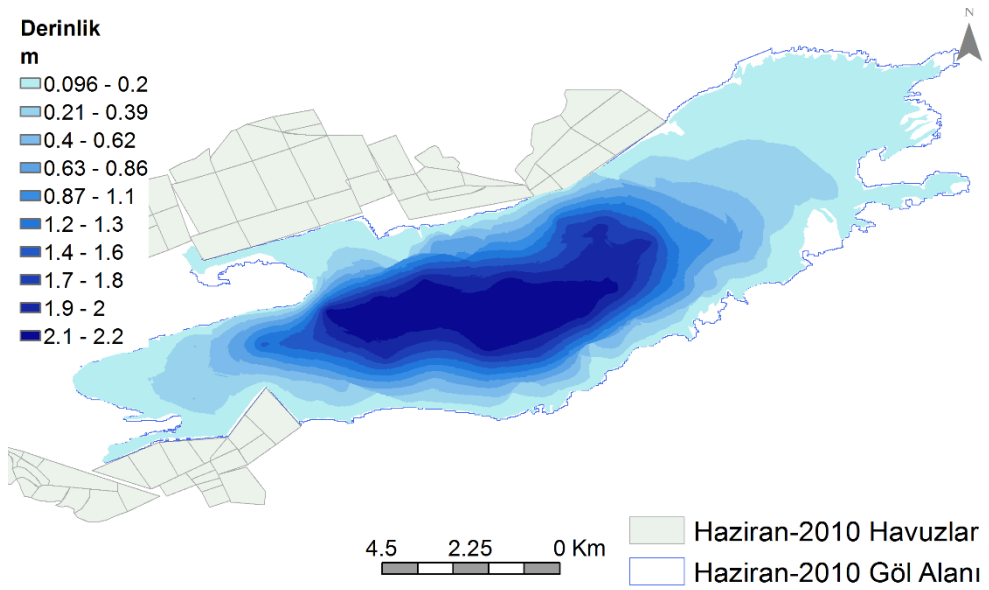
Tarih	Alan (km2)	Görüntü	Tarih	Alan (km2)	Görüntü
03.09.1972	111,79	LM2	04.10.2001	23,10	L5TM
01.12.1972	125,23	LM2	28.05.2010	74,13	L5TM
30.05.1975	69,36	LM2	13.06.2010	90,00	L5TM
16.06.1975	58,93	LM2	16.08.2010	40,30	L5TM
14.09.1975	35,84	LM2	08.06.2011	57,48	ASTER
18.04.1984	164,10	L5TM	02.07.2011	73,20	L5TM
08.08.1984	134,40	L5TM	17.09.2011	27,40	Chris/Proba
09.09.1984	109,31	L5TM	20.09.2011	31,40	L5TM
25.09.1984	75,10	L5TM	14.10.2011	26,94	ASTER
29.05.1987	113,70	L5TM	19.06.2012	61,20	Chris/Proba
02.09.1987	62,00	L5TM	26.06.2012	58,25	Chris/Proba
04.12.1989	61,00	L5TM	14.09.2012	30,72	Chris/Proba
14.01.1990	66,40	L5TM	20.05.2013	94,40	L8 OLI/TIRS
06.07.1995	69,70	L5TM	09.09.2013	28,30	L8 OLI/TIRS
04.03.1999	128,00	L5TM	07.05.2014	97,50	L8 OLI/TIRS
10.08.1999	61,70	L5TM	12.09.2014	29,56	L8 OLI/TIRS
29.10.1999	56,70	L5TM	26.06.2015	117,30	L8 OLI/TIRS
30.11.1999	61,60	L5TM	15.09.2015	64,60	L8 OLI/TIRS
09.09.2001	24,50	L5TM			



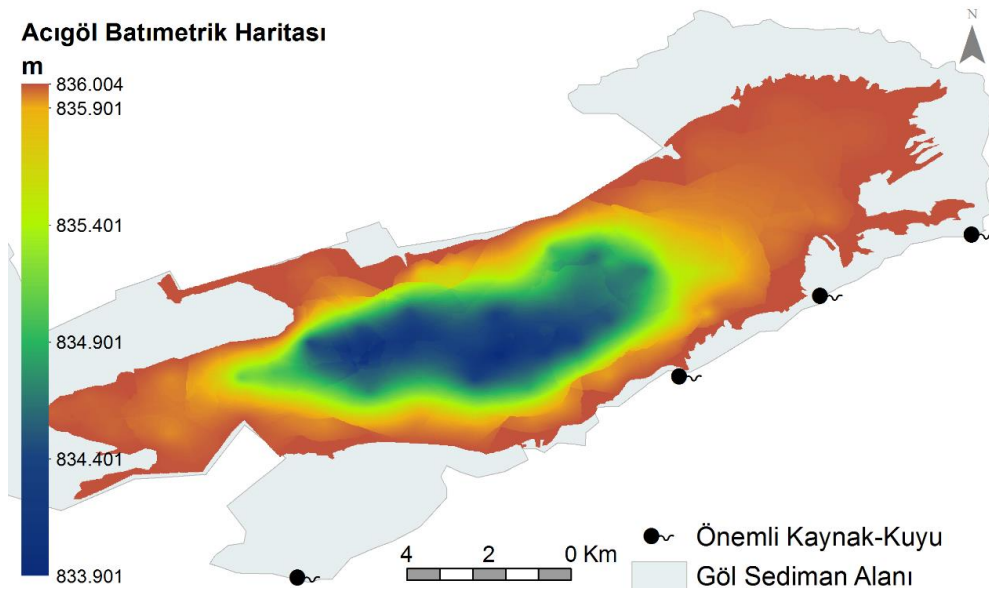
**Şekil 6. 10:** 1972-2015 tarihli uydu görüntülerinden belirlenen göl alanı değişimi.

## 6.5 Göl Su Seviyesi

Göl derinliği, göl su kolonunda farklı biyolojik ve kimyasal olayların gelişimine imkân sağlayan önemli fiziksel özelliklerdendir. Sığ göller su kolonu boyunca homojen özellikteyken, derin göllerde göl yüzeyi ve tabanında farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar gelişebilir. Sığ göllerde su kolonunun tamamı güneş ışığına maruz kalırken, derin göllerde güneş ışığının derinlere ulaşamaması nedeniyle zonlaşma meydana gelir (Michaud 1991). Ortası çanak şeklinde olan gölün taban topografyası homojen olmadığından, gölde su derinliği bölgesel olarak değişir. Göl çanağı derinken, kenarlara doğru sığlaşma meydana gelir (**Şekil 6. 11**, **Şekil 6. 12**).



**Şekil 6. 11:** Göl derinlik haritası (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011; Taşdelen ve diğ. 2010).

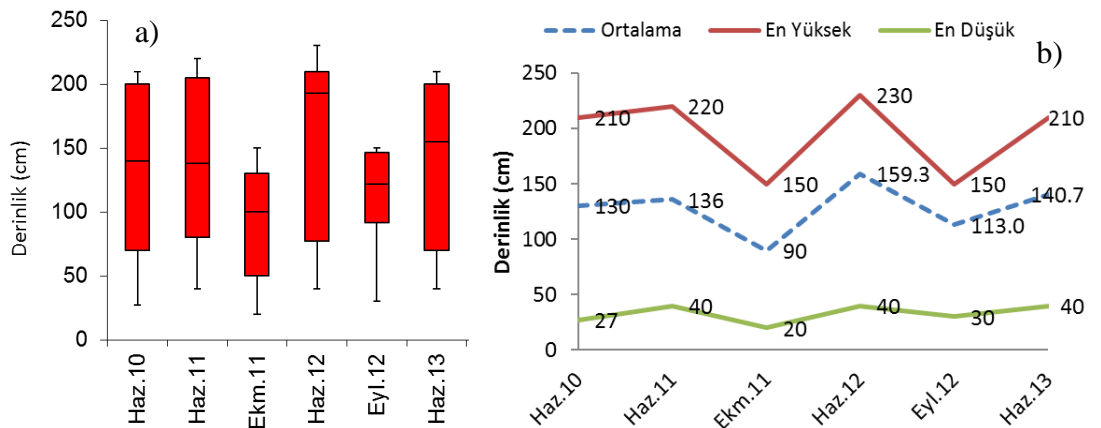


**Şekil 6. 12:** Acıgöl Batımetrisi (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011; Taşdelen ve diğ. 2010).

Göl taban topoğrafyasına bağlı olarak gölde derinlik 20-230 cm arasında değişebilir (**Şekil 6. 13**). Acıgöl'ün ortasında en yüksek derinlik yağışlı mevsimlerde 210-230 cm arasındadır. Yağışlı-kurak dönem geçişinde gölün derin kısmında 50-70 cm arasında su seviye değişimleri meydana gelir. Ortalama değerlerdeki seviye değişimleri 46-70 cm arasındadır. Göl çanağının sığ noktasında ölçülen derinlik yağışlı dönemde 40 cm, kurak dönemde 20 cm'dir. Yağışlı dönemde göl tabanının yataya yakın topoğrafyası nedeniyle geniş bir alan su altında kalmasına rağmen, göl çanağının dışındaki alanlarda derinlik 5-10 cm'yi geçmez.

Göl seviyesindeki mevsimsel değişim gözle görülür etkilere neden olur. Su seviyesinin azalmasıyla kıyı bölgeler iyice sığlaşır. Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte, yataya yakın taban topoğrafyası nedeniyle taban düzlüklerinin geniş bir kısmında su bulunmaz . Yağışlı dönemde yüksek su seviyesine sahip gölde su rengi yeşil iken, kurak dönemde sararmaya başlar. Gölün çanağına göre su seviyesinin düşük olduğu kıyı kesimlerde göl tabanı görülebilirken, kurak döneme geçişte bulanıklığın arttığı ve taban görünümünün azaldığı görülür (**Şekil 6. 14**).

Yağışlı dönemde gölün görünümü derin bölgelerde yeşil renkli iken sığ bölgelerde taban rengindedir (**Şekil 6. 15-a,b**). Özellikle derin kısımlarda anoksik bölgelerin olduğu alanlarda, tabanda bölgesel dağılım gösteren organik içerikli siyah renkli balçıklar görülür. Güneyde, kaynakların göle giriş yaptığı sahil bölgesinde tuzcul bitkiler bulunur (**Şekil 6. 15-c**). Özellikle 2012'den itibaren gölün güneyinde sığ zonda genişliği 20 m'yi bulan vejetasyonlaşma gözlenmiştir (**Şekil 6. 15-d**).



**Şekil 6. 13:** a) Gölün dönemsel derinlik değerleri b) İzlenen dönemlerde göl derinliği en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri.





**Şekil 6. 14:** Gölde su seviyesinin değişim etkileri a)Kurak dönem başında kıyıda su seviyesi b)kurak dönemde tamamen kuruyan göl kıyıları c,d)yağışlı dönemde göl çanağında suyun rengi e,g)kurak dönemde göl çanağında suyun rengi f)kurak dönemde siğ alanlarda su rengi.



(a) Yağışlı dönemde derin bölgelerde yüzey görünümü (d= 200 cm.)



(b) Yağışlı dönemde sığ bölgelerde yüzey görünümü (d= 40 cm.)



(c) Güney sahildeki bitkisel alan



(d) Güneydeki sığ bölgede gözlenen tuzcul bitki zonu

Şekil 6. 15: Farklı göl yüzeyi görünümleri.

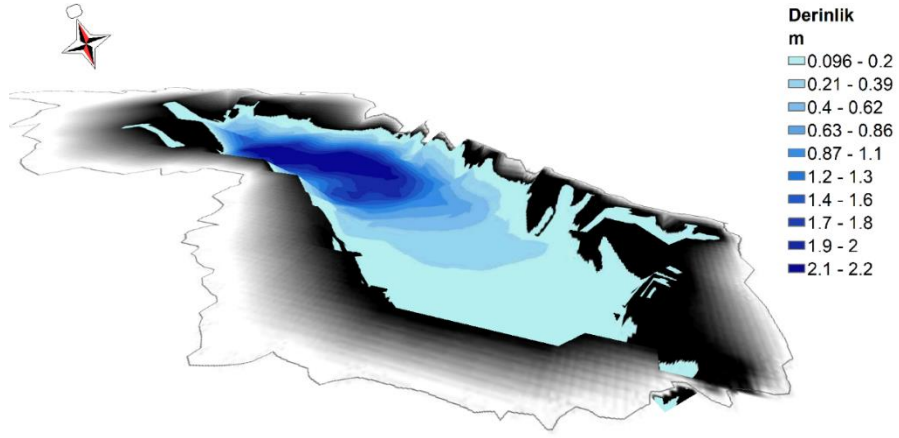
## 6.6 Acıgöl'ün Hacmi

Acıgöl'de Taşdelen ve diğ. (2010) ve Karaman, Budakoğlu, ve diğ. (2011) tarafından 2010 yılı yağışlı dönem verileri kullanılarak yapılan rezerv çalışmalarında göl hacmi 99,1 Milyon m<sup>3</sup> ve 101 Milyon m<sup>3</sup> bulunmuştur. Gölün 3 boyutlu görünümü (3D) Şekil 6. 16'daki gibidir.

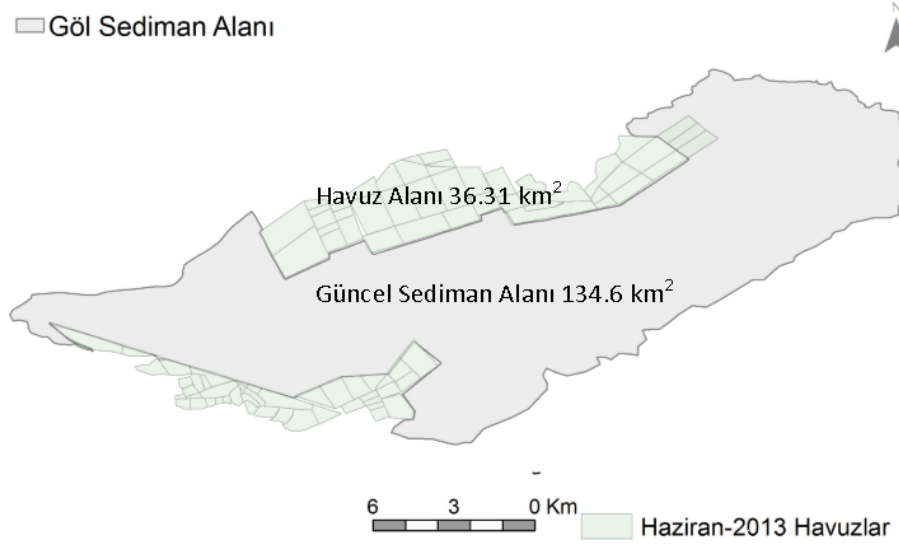
## 6.7 Acıgöl'de Güncel Sediman Alanı

Gölde doğal yolla sodyum sülfat ve tuz üretiminin gerçekleştirilmesi amacıyla gölün kuzey ve batısında güncel sediman alanı içinde yapay havuzlar inşa edilmiştir. Üretimin başladığı yıllardan günümüze havuz alanı sürekli genişlerken, buna karşın güncel sediman alanı azalır. Yapay havuzların göl alanına inşa edilmesinden önce yağışlı dönemde göl alanının en büyük dağılıma ulaştığı sınırlar "güncel sediman alanı" olarak tanımlanmıştır. Gölün belirlenen güncel sediman alanı 171 km<sup>2</sup> iken, yapılan havuzlarla bu alan günümüzde 134,6 km<sup>2</sup>'ye küçülmüştür. 2012 Haziran

döneminde göl havzasında yapılmış yapay üretim havuzlarının toplam alanı 36,3 km<sup>2</sup>'dir (Şekil 6. 17).



Şekil 6. 16: Göl tabanı 3D görünümü, B-D bakışı ((Taşdelen ve diğ. 2010) ve (Karaman, Budakoğlu, ve diğ. 2011)'dan güncellenmiştir).



Şekil 6. 17: Acıgöl'de göl güncel sediman alanı ve yapay havuz alanı.

## 7. HAVZADAKİ DOĞAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI

Bu bölümde Acıgöl Havzası'ndaki doğal suların fiziksel ve kimyasal özellikleri, kökeni, içme ve kullanım özellikleri, havza içindeki hareketi sırasında kayalarla etkileşimi ve bu özelliklerin yağışlı-kurak mevsim döngüsünde zamansal değişiminin belirlenmesi amacıyla hidrojeokimyasal değerlendirmeler yapılmıştır.

### 7.1 Yöntemler

Acıgöl Havzası'ndaki suların hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi kapsamında uygulanan yöntemler; su noktalarının tespiti ve gözlem istasyonlarının oluşturulması, suları örnekleme, suların yerinde fiziksel özellik ölçümü, suların yerinde kimyasal analizleri, laboratuvarında majör ve iz elementleri analizleri, analizlere bağlı kimyasal hesaplamaları, kimyasal modelleme ve uyulan standartları içerir.

#### 7.1.1 Su Kimyası Gözlem İstasyon Ağı: (Fiziksel Ölçüm ve Kimyasal Gözlem İstasyon Noktalarının Belirlenmesi)

Havzada göl ve göl dışındaki diğer sular olmak üzere 2 farklı su kimyası gözlem istasyon ağı oluşturulmuştur. Havzadaki jeokimyasal özellikleri değerlendirilecek Acıgöl'ün dışındaki doğal sular; literatür (İçözü 1991; Mutlu ve diğ. 1999), DSİ verileri, sulama birlikleri ile yerel yöneticiler ve halkla doğrudan iletişime geçerek elde edilen bilgiler, doğal su noktası tespiti amaçlı arazi ve ofis ortamındaki CBS çalışmalarından derlenmiştir.

Su kimyası gözlem istasyonu olacak suyun sürekli olup olmadığı ve kullanım amacı gibi bilgiler detaylandırılarak istasyonlar belirlenmiştir. Özellikle kaynakların sürekli bir debisinin olmasına dikkat edilmiş, sızıntı şeklindeki sular gözlem istasyonu ağına dahil edilmemiştir. Göl dışındaki diğer sulardan oluşan su kimyası gözlem istasyonlarına "Acıgöl Havzası'ndaki doğal sular" bölümü altında değinilmiştir.

Yağışlı ve kurak dönem döngüsünde göl alanının önemli miktarda küçülmesi ve tekrar büyümesi, yağışlı ve kurak döneme göre iki farklı su kimyası gözlem istasyon ağının oluşturulmasını zorunlu kılmıştır. Her iki dönemin ortak istasyon noktalarının olmasına dikkat edilmiştir. Su kimyası gözlem ağındaki istasyonlar uydu

görüntülerinin altlık olarak kullanıldığı CBS ortamında belirlenerek, konumsal koordinatları arazi öncesi GPS cihazlarına yüklenmiştir. Arazi çalışmalarında arıza durumuna karşı 2 GPS cihazı kullanılmış, gölde her bir istasyona İTÜ-JAL'a ait tekne ile GPS rota yönlendirmesi yapılarak ulaşılmıştır.

### 7.1.2 Suların Örneklenmesi

Gölü besleyen ve çevreleyen doğal suların, göl su kimyasının belirlenmesi amacıyla göl yüzeyi, kaynak, kuyu ve çeşmelerden su örnekleme yapılmıştır. Yağışlı-kurak dönem döngüsünde göl ve gölü besleyen kaynakların kimyasal özelliklerindeki değişim 2009-2013 yılları arasında irdelenmiştir. Yağışlı dönem için genellikle Mayıs sonu, kurak dönem için Eylül ayları tercih edilmiştir (**Tablo 7. 1**). Göl yüzeyi ve diğer sulardaki örnekleme görüntüleri EKLER'de gösterilmiştir.

**Tablo 7. 1:** Dönemlere bağlı olarak jeokimyasal değerlendirmeler için Acıgöl Havzası'nda yapılan örnekleme.

Yıl	Ay	Sezon	Kaynak-sondaj örnekleme
2009	Haziran	Yağışlı	21
2010	Haziran	Yağışlı	19
2011	Haziran	Yağışlı	11
2011	Ekim	Kurak	30
2012	Haziran	Yağışlı	30
2012	Eylül	Kurak	12
2013	Haziran	Yağışlı	42

Hidrojeokimyasal değerlendirmeler için su örnekleri yüksek yoğunluklu polipropilen şişelere alınmış, laboratuvarda yapılacak jeokimyasal analiz türüne göre, arazide yerinde yapılması gereken süzme, asitleme vb. işlemler çalışma sahası içinde bulunan ALKİM'in laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Arazide 0,45 µm PES (Polyethersulfone) filtre ile süzülen sular, ultra saf nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ilavesi yapılmış ve pH değerleri 2'nin altına indirilmiştir. Örneklenen sular, analizlerin başlanmasına kadar soğuk zincirde (+4°C) korunmuştur. Gölde sular derinden numune alma cihazı ile örnekleştir. Örneklemeler rüzgâr hızı düşük ve dalgasız günlerde göl yüzeyinin 30 cm derinliğinden yapılmıştır. Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki jeokimyasal farklılıkların belirlenmesi amacıyla yüzeyle birlikte göl tabanından da eş zamanlı su örnekleri alınmıştır. Örneklemeler EPA SESDPROC-201-R3: "Yüzey Sularının Örneklenmesi", EPA SESDPROC-301-R3: "Yeraltı Sularının Örneklenmesi" yönergelerine göre yapılmıştır. Göl çalışmaları USGS tarafından hazırlanan "Göl izleme saha el kitabı" (Nevers ve Whitman 2010) ve Uluslararası Tuzlu Göl Araştırma

Topluluğu (ISSLR) tarafından hazırlanan “Tuz Gölü Çalışmaları için Yöntemler Klavuzu” (Coleman ve Timms 2009)’ ndan yararlanılmıştır.

### **7.1.3 Suların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Suların Majör Anyon, Katyon ve İz Element Analizi**

**Havzadaki suların fiziksel parametrelerinin yerinde ölçülmesinde** DKK-TOA WQC-24P (Japonya) ve YSI-556 (ABD) çoklu parametre cihazları kullanılmıştır. Suların yerinde ölçülen fiziksel parametreleri pH, sıcaklık (t), çözülmüş oksijen (ÇO/DO), elektriksel iletkenlik (Ec), toplam çözülmüş madde (TÇM/TDS) miktarı, indirgenme-yükseltgenme potansiyeli (Eh), tuzluluk (s) ve özgül ağırlık (gt)’tır.

**Gölde fiziksel ölçümler** tekne üzerinden yapılmıştır. Gölde örnekleme istasyonlarındaki fiziksel ölçümlerin aynı derinlikten olması için özel olarak geliştirilen düzenek tekne üzerine monte edilmiştir. Göl yüzeyi ve diğer sulardaki fiziksel ölçüm görüntüleri EKLER’de gösterilmiştir.

**Suların majör anyon, katyon ve iz element içerikleri** İTÜ Jeokimya Araştırma Laboratuvarı (JAL)’nda analiz edilmiştir. Göl ve kaynak sularının majör anyon analizi için Dionex ICS-1100 İyon Kromatografisi kullanılmıştır. Perkin Elmer Analyst-700 Atomik Absorpsiyon Cihazı ile su numunelerinde majör katyonlardan Na, K, Ca ve Mg elementlerinin kantitatif analizleri yapılmıştır. Su örneklerinin iz ve nadir toprak elementleri Perkin Elmer ICP-MS DRC-e ELAN-6000 cihazı ile belirlenmiştir.

**Suların anyon analizi**, AS9-HC analitik kolunu ile birlikte IonPAC AG9-HC koruma kolunu kullanıldığı ICS-1100 iyon kromatografi cihazında, U.S. EPA 300.1 ve 317.0 metoduna göre yapılmıştır. Analizlere başlamadan önce su örneklerinin filtrelenmiş olmasına dikkat edilmiştir. 9 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> elüent sıvısı ile hazırlanan mobil fazın kullanıldığı AS9-HC (4x250 mm) analitik kolunu ile göl ve kaynak sularında anyon analizinde 7 anyon (Floride, Chloride, Nitrite, Bromide, Nitrate, Sulfate, Phospate) içeren karışık standart kullanılmış ve analiz 25 dakikada tamamlanacak şekilde programlanmıştır.

**Sularda azot bileşiklerinden amonyum (NH<sub>4</sub>) analizi** için WTW Photolab S-6 spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Sularda NH<sub>4</sub> 14739 test kodlu ölçüm aralığı NH<sub>4</sub> için 0,01-2,58 mg/L, NH<sub>4</sub>-N için 0,01-2 mg/L olan WTW kitleri ile analiz edilmiştir. Analizlerde “indephenol blue” kolorimetri metodu uygulanmıştır. **Suların majör**



**katyon analizi** Perkin Elmer Lumina Lambaları kullanılarak Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) ile gerçekleştirilmiştir. **Suların iz element ve NTE analizinde** EPA 6020A:1998 metodu uygulanmış ve iz element derişimleri ppb olarak elde edilmiştir. Göl ve kaynak numunelerinde girişim yapan Fe, As, Se, V, Mn ve Cr elementlerinin analizi için DRC sistemi ile birlikte Neubauer ve Wolf (2004) tarafından geliştirilen metod kullanılmıştır. Örneklenen doğal suların **karbonat türlerinin miktarı** ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) arazide yerinde nötralleşme titrasyonlarıyla belirlenmiştir.

**Suların hidrojeokimyasal özelliklerinin** AquaChem (v.2011) yazılımı ortamında değerlendirilmesi nedeniyle ilgili hesaplamalar yine aynı yazılım aracılığıyla yapılmıştır. Suların hesaplanan hidrojeokimyasal parametreleri; su tipi, toplam anyon, toplam katyon, toplam iyon, elektronötralite (%), toplam çözünmüş madde (HTÇM), alkanite, toplam sertlik, artık sodyum karbonat (RSC), sodyum absorpsiyon oranı (SAR), magnezyum tehlikesi (MT), Langelier doyma indeksi (LSI)'dir. Parametrelerin hesaplanmasında Şahinci (1991) ve Freeze ve Cherry (1979) tarafından belirtilen bağıntılar kullanılmıştır.

**Suların iyonlaşma gücü, iyon etkinliği ve mineral doymuluk değerleri,** AquaChem (v.2012) yazılımında, arka plandaki PHREEQC (v.3) (Parkhurst ve Appelo 1999) akuatik ortam modelleme modülü ile modellenmiştir. Tuzlu suların iyonlaşma gücü, derişik sulara göre daha yüksektir. İyonlaşma gücü deniz suyu için 0,7 mol iken, diğer tatlı suların iyonlaşma güçleri 0,003-0,01 arasında değişebilir (Bölükbaş 2013; Bülbül 2009; Şahinci 1991; Tarcan 2004). Hesaplamalarda Freeze ve Cherry (1979); Helgeson ve diğ. (1981); Şahinci (1991); Tarcan (2004) tarafından detaylandırılan bağıntılardan yararlanılmıştır. İyonlaşma gücü  $I > 0,5$  olan sularda Davies bağıntısı,  $I < 0,5$  olan sularda Debye-Hückel bağıntısı kullanılmıştır (Tarcan 2004).

Gibbs serbest enerjisi, sıcaklık ve tepkime denge sabiti arasındaki ilişkinin temelini oluşturduğu doymuluk indeksine (Appelo ve Postma 1993; Freeze ve Cherry 1979; Şahinci 1991; Tarcan 2004) göre suların farklı minerallere doymulukları değerlendirilmiştir. Her bir mineral için hesaplanan doymuluk indeksi (SI);  $SI = 0$ : su örneği ilgili minerale doymun,  $SI < 0$ : su ilgili minerali çözündürme eğiliminde,  $SI > 0$ : su örneği ilgili mineral bakımından aşırı doymun ve suda ilgili mineral çökeltme eğilimindedir (Appelo ve Postma 1993; Şahinci 1991; Tarcan 2004).

**Havzadaki suların içme suyu uygunluğu,** Türk Standartları Enstitüsü (TS-266) (TS-266 2005) tarafından belirlenen sınır değerlerine göre yapılmıştır.

## 7.2 Doğal Suların Fiziksel Özellikleri

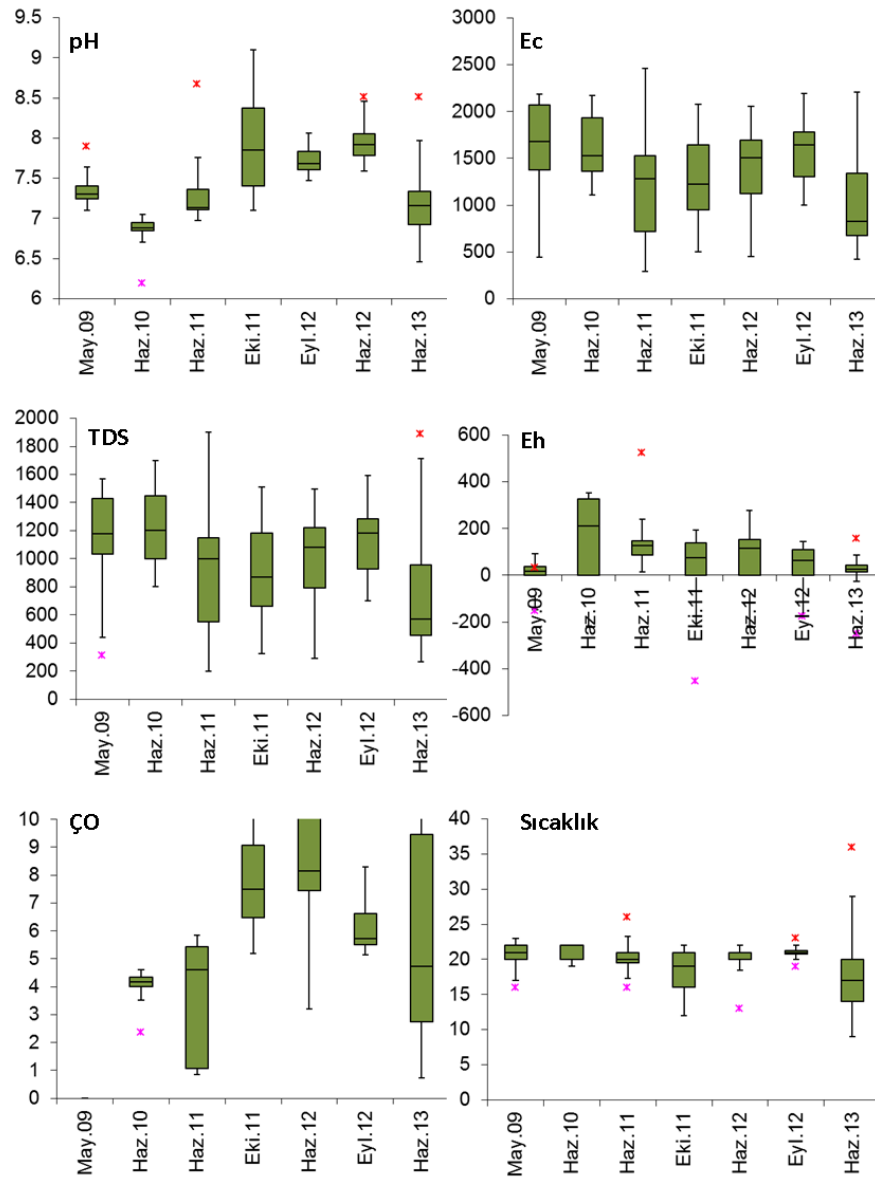
Havzadaki suların asidik-bazik özellikleri ve buna bağlı olarak sularda gelişmiş olabilecek hidrojeokimyasal olayların yorumlanması, bünyesinde çözünmüş haldeki toplam iyon derişimleri, çözünmüş tuzların toplamı, alkalinite özelliği, çözünmüş oksijen içeriği, indirgenmiş veya yükseltgenmiş ortam olma özellikleri, yerinde ölçülen fiziksel özellikleri ile belirlenmiştir. Suların izlendiği tüm dönemlerde yerinde ölçülen fiziksel parametrelerin her bir dönem içinde değişim aralıkları incelenmiştir (**Şekil 7. 1**). Tüm suların örneklendiği dönemde fiziksel özelliklerin havza içindeki alansal değişimleri, bölgesel zenginleşme veya azalmanın olası nedenlerinin belirlenmesi için “fiziksel özellik dağılım haritası” hazırlanmıştır (**Şekil 7. 2**).

### 7.2.1 pH

Havzadaki sularda uzun dönem pH değerleri, 6,2-9,1 arasında değişir. Haziran-2010 ve Haziran-2013 döneminde 34 adet su örneğinde pH, 7'nin altındadır. En yüksek pH değerleri Ekim-2011 döneminde ölçülmüştür (**Şekil 7. 1**). Havzadaki sularda pH değerleri uzun yıllar olarak sinüzoidal anomaliye sahiptir. En yüksek pH değeri Yenkuyu (9,1), Çığrı (9), Darıcılar Çınar Çeşme'de (8,7), en düşük değerler Kilise (6,2), Gemiş Kaynak (6,4) ve Beylerli Gölü Kaynağı'ndadır (6,5). pH dağılım haritasına göre asidik sular, Hayrettin formasyonunda yüzeylenir. Gölü besleyen güneydeki sürekli kaynaklar nötr veya bazik karakterlidir (**Şekil 7. 2**).

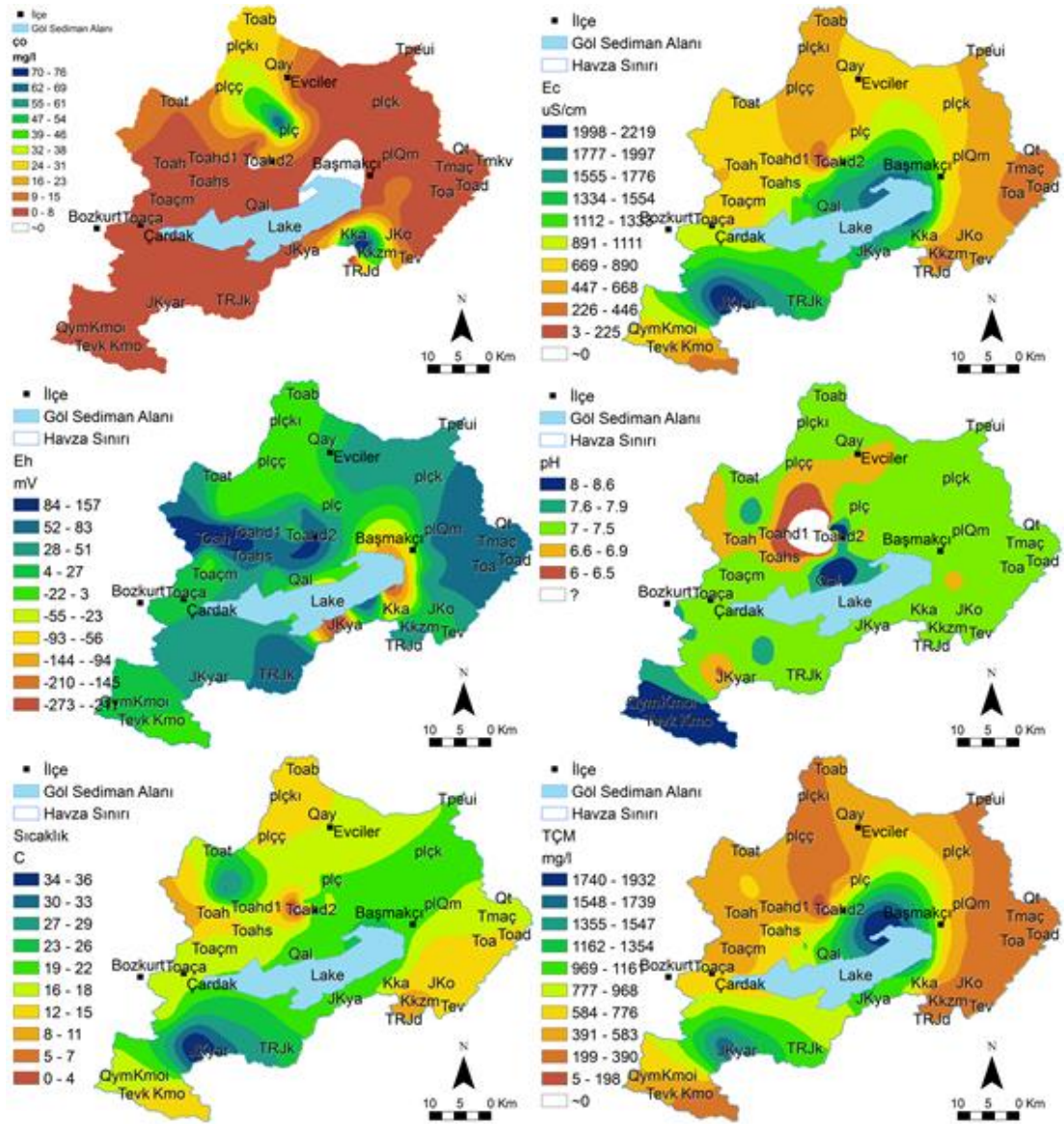
### 7.2.2 Sıcaklık (t)

Havzadaki sularda uzun dönem sıcaklık değerleri 9 - 36°C arasında değişir (n=158, Ort.=19,2). Beylerli Gölü Kaynağı (36) ve Çaltı'da (29) en yüksek, Çukuryayla (Ulupınar), Çatalçeşme (İdris Köyü), Çatsuyu (Başmakçı Köyü) ve Ulupınar en soğuk sulardır (9-11°C). Gölün güneyindeki sürekli kaynaklarda sıcaklık 16-26°C arasındadır (n=95, Ort.=20,8). Gölün güneyinde ortalama 18,3°C (n=22), kuzeyinde 16,3°C'dir (n=19). Kurak ve yağışlı dönemlerde suların sıcaklıklarında belirgin bir değişim anomalisi gelişmez (**Şekil 7. 1**). Özellikle gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajların sıcaklıklarında, derin dolaşımli sular olması nedeniyle, mevsime bağlı değişim görülmemiştir.



**Şekil 7. 1:** Suların fiziksel özelliklerinin büyüklüklerinin mevsimsel değişimi.

Aynı dönemde ölçülen ve havzadaki en sıcak suyu temsil eden Beylerli Gölü Kaynağı, yeraltı suyu hareketi ile en yakınındaki Çaltı DSI-47215 derin sondajının sıcaklığını etkiler. Suların sıcaklık dağılım haritasına göre (**Şekil 7. 2**) yüksek kotlardaki sular soğuk sulardır. Sıcak sular grabenin çöken kısmında yüzeylenir. Beylerli'den grabenin içine doğru yüksek sıcaklık-düşüm anomalisi belirgindir. Gölün güneyindeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen sularda sıcaklığın ilk beslenme noktalarına göre artımında fayın derin kısımlarında jeotermal gradyan ile olan etkileşimleri etken olabilir. Havzanın kuzeyinde Çiftlik Deresi sıcaklık olarak yüksek kotta olmasına rağmen önemli farklılık gösterir.



Şekil 7. 2: Haziran 2013 dönemi suların fiziksel özelliklerinin alansal dağılımı.

### 7.2.3 Elektriksel İletkenlik (Ec)

Havzadaki sularda uzun dönem elektriksel iletkenlik (Ec) değerleri 420-2460  $\mu\text{S/cm}$  arasında değişir (n=159, Ort.=1354) (bkz.Şekil 7. 1). Ec değeri en düşük Ulupınar, en yüksek Beylerli Gölü Kaynağı, gölün güneyindeki Kaynak-2 ve derin sondajlardır. Gölün güneyindeki kaynak ve sondajların EC değerleri 1110-2190  $\mu\text{S/cm}$  arasında değişirken, ortalama 1646  $\mu\text{S/cm}$ 'dir (n=95).

Gölün güneyinde Gemiş Kaynağı en düşük (1110), S-18 derin sondajı (2190) ve Tahtaköprü Pınarı (2160) en yüksek iletkenliğe sahiptir. Gölün güneyinde, batıdan doğuya doğru ilerledikçe suların Ec değerleri artar. Havzadaki sularda Ec değerleri

uzun yıllar olarak sinüzoidal anomaliye sahiptir. Son periyotta Eylül 2012 dönemi Ec değerinin en yüksek olduğu dönemdir. Mevsimsel olarak izlenen gölün güneyindeki derin sondaj ve sürekli kaynaklarda yağışlı-kurak mevsim döngüsünde Ec değerlerinde değişim anomalisi görülmez.

Suların dolaşım derinliğine ve süresine bağlı olarak Ec değerleri artar. Sıcaklıklarının mevsimsel değişimden etkilenmediği de göz önüne alındığında gölün güneyinde derin sondaj ve kaynaklar, derin dolaşımli sulardır. Ec değerlerinin alansal dağılım haritasına göre, göl sediman alanını çevreleyen sularda iletkenlik değerleri en yüksekken, gölün etrafından uzaklaştıkça ve yükseklerle çıktıkça Ec değerleri düşer (bkz. **Şekil 7. 2**). Suların Ec değerleri, sıcaklık ve iyon derişimi ile doğru orantılı ilişkili olarak birlikte artar veya azalır (Şahinci 1991).

#### **7.2.4 Toplam Çözünmüş Madde (TÇM/TDS) Miktarı**

Havzadaki suların TÇM değerleri 200 – 1900 mg/l arasında değişir (n=159, Ort.=980). Elektriksel iletkenliğin bir fonksiyonu olan TÇM, havzadaki sularda benzer özellik gösterir. En düşük iletkenlik Ulupınar (200), en yüksek gölün güneyindeki Kaynak-2 (1900), S-15 (1700), Beylerli Gölü Kaynağı (1605) ve Höyük Suyu'ndadır (1887). Havzanın kuzeyindeki kaynaklarda ortalama 701 mg/l (n=19), güneyindeki kaynaklarda 806 mg/l'dir (n=22). Gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajlarda TÇM değeri, 793-1700 mg/l arasındadır (n=94, Ort.=1196). Gölün güneyindeki derin sondajlarda ortalama TÇM 1440 mg/l, kaynaklarda 1093 mg/l'dir (n=66).

Gölü besleyen önemli kaynaklardan Kocapınar'da (Akpınar) TÇM, ortalama 957 mg/l'dir. EC değerlerinde olduğu gibi, Havzadaki sularda TÇM değerleri uzun yıllar olarak sinüzoidal anomaliye sahiptir. Eylül-2012 dönemi son periyotta TÇM değerinin en yüksek olduğu dönemdir. Mevsimsel olarak izlenen gölün güneyindeki sularda yağışlı-kurak mevsim döngüsünde TÇM değerlerinde değişim anomalisi görülmez.

TÇM değerlerinin alansal dağılım haritasına göre, gölün etrafındaki sular en yüksek TÇM değerlerine sahiptir. Gölden uzaklaştıkça ve yükseklerle çıktıkça TÇM değerleri azalır. Gölün güney batısındaki Beylerli Kaynağı, kuzey doğusundaki Höyük Suyu yüksek TÇM bölgeleridir. TÇM değerlerine göre havzadaki sulardan Ulupınar Kaynak, Çatsuyu (Başmakçı), Hayriye Başpınar, Kocaçay, Domuz Gölcüğü, Çukuryayla, Ulupınar, İğdir, Çığrı, Yenkuyu, Akarca, Çatalçeşme, Sazak Kaynağı,

“**bozulmamış tatlı sular**”dır. UTAH sınıflamasına göre sular “**bozulmamış veya içme suyu**”, Şahinci (1991) sınıflamasına göre “**tatlı veya hafif tuzlu**” sulardır.

### 7.2.5 Çözünmüş Oksijen (ÇO/DO)

Havzadaki sularda çözünmüş oksijen değerleri 0,7 – 85 mg/l arasında değişir (n=138, Ort.=9,5). Çözünmüş oksijen derişimi en düşük Beylerli Gölü Kaynağı, en yüksek Deliktaş Sulama, Darıcılar Çınar Çeşme ve Çatsuyu’ndadır (Başmakçı). Çözünmüş oksijen değerleri mevsimsel olarak havzada sinüzoidal bir anomaliye sahiptir. Mevsimsel olarak Haziran-2012 döneminde ÇO, en yüksek değere sahiptir. ÇO değerinin alansal dağılım haritasına göre yüksek ÇO değerine sahip sular, havzanın güney ve kuzeyindeki yüksek alanlarda yüzeyleir.

### 7.2.6 Redoks Potansiyeli-Eh (ORP)

Havzadaki indirgen veya yükseltgen ortamların belirlenmesi amacıyla sularda Eh (mV) ölçümleri yapılmıştır. Havzadaki sularda Eh değerleri -355 ile +199 mV arasında değişir. Kocaçay, gölün güneyindeki derin sondajlar (E3-S18), Tahtaköprü Pınarı ve Yırce Pınarı, Ulupınar, Ardıçlı Pınar, Akarca Sondajı, Özdemirci Acısu, Mevlüt Turan Tulumbası sürekli indirgenmiş ortamlardır.

Mevsimsel olarak izlenen gölün güneyindeki kaynakların Mayıs-2009 döneminde indirgenmiş olduğu görülmüştür. Gemiş Pınarı, Çökek Pınarı, İkizpınar ve Kocapınar Ekim-2011 döneminde indirgenmiş durumdadır. Haziran-2010 döneminde havzadaki suların Eh’ında en yüksek pozitif değerler görülmüştür (bkz.Şekil 7. 1). Oksidasyon indirgeme potansiyelinin (ORP) alansal dağılım haritasına göre gölü çevreleyen ortamlar indirgenmiştir (bkz. Şekil 7. 2). Suların redoks potansiyeli, “Güncel Sedimanların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri” bölümünde, “Eh-pH Denge Diyagramı” altında detaylandırılmıştır.

## 7.3 Doğal Sularda Çözünmüş İyonlar

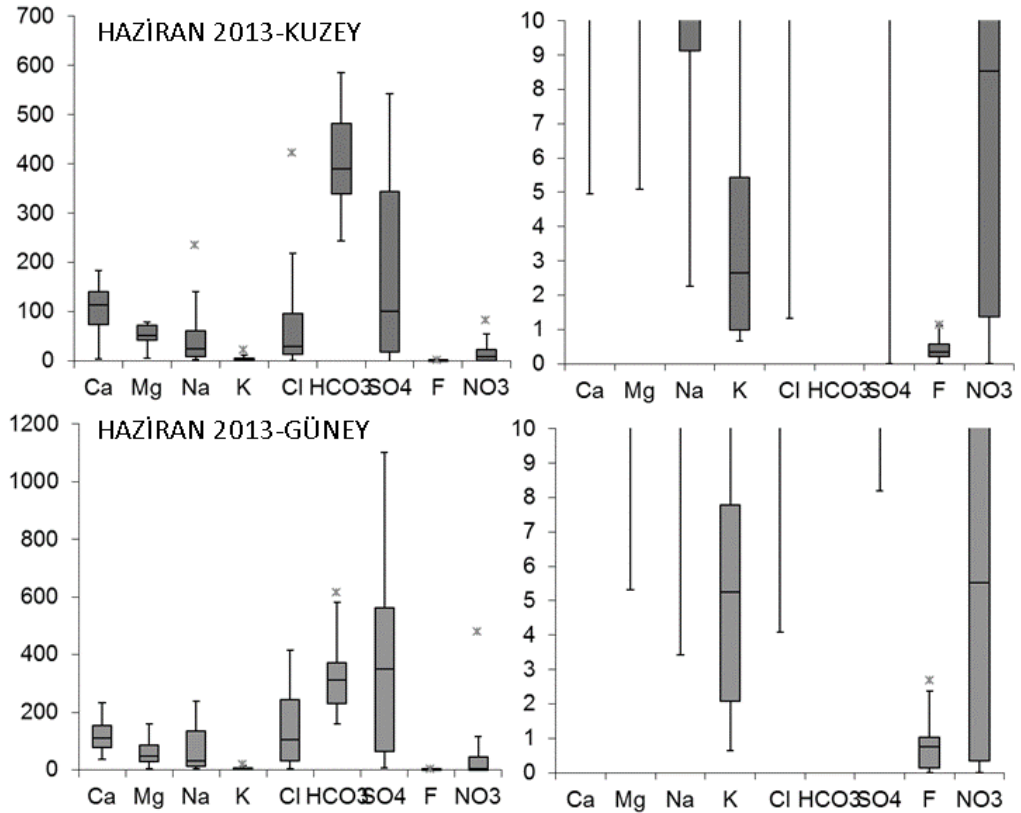
Doğal sulardaki majör iyonlar, anyonlar ve katyonlar olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde belirlenen anyonlar; Florür (F<sup>-1</sup>), Klorür (Cl<sup>-1</sup>),



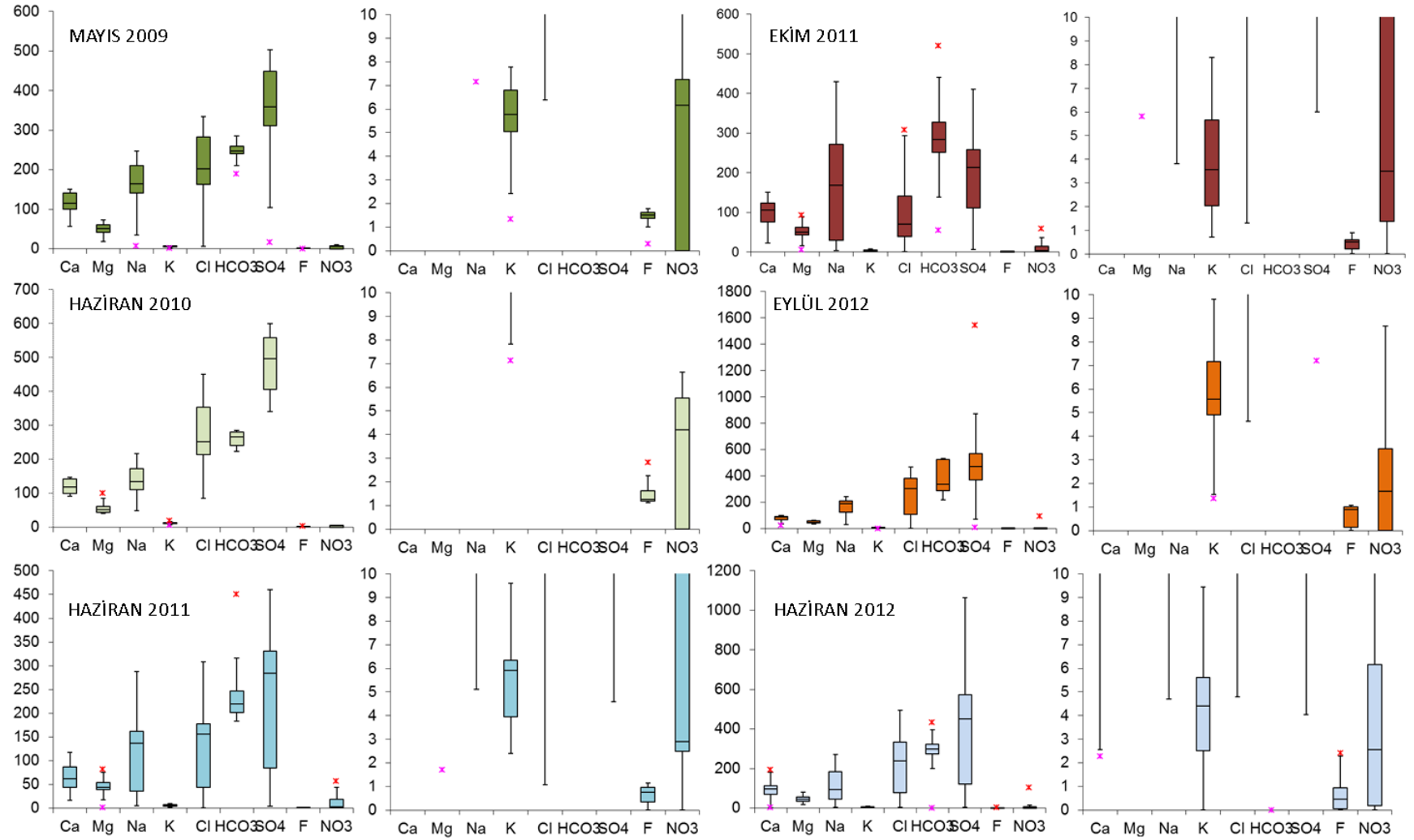
Nitrit ( $\text{NO}_2^{-1}$ ), Bromür ( $\text{Br}^{-1}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^{-1}$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), Karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ ) ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^{-1}$ ) ve kationlar; Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Potasyum ( $\text{K}^{+1}$ ), Sodyum ( $\text{Na}^{+1}$ ), Baryum ( $\text{Ba}^{+2}$ )'dır.  $\text{SiO}_2$  bileşeni sadece iki dönemde ve ikincil iyon olmasına rağmen havzada evaporitik çökellerle etkileşim halde olan sularda daha çok görülen  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Li}^{+1}$  tüm dönemlerde analiz edilmiştir.

Havzadaki doğal suların çözünmüş birincil iyon derişim aralıklarının zamansal ve havzanın kuzey ve güneyine göre mekânsal değişimi incelenmiştir (**Şekil 7. 3**, **Şekil 7. 4**). Suların iyon, toplam iyon ve benzer özelliklerinin ortaya konması için genel kimyasal (**Şekil 7. 5**) ve iyon dağılım haritaları hazırlanmıştır (**Şekil 7. 6**, **Şekil 7. 7**). Havzadaki suların birincil (majör) iyon içerikleri EKLER'de detaylı olarak belirtilmiştir.

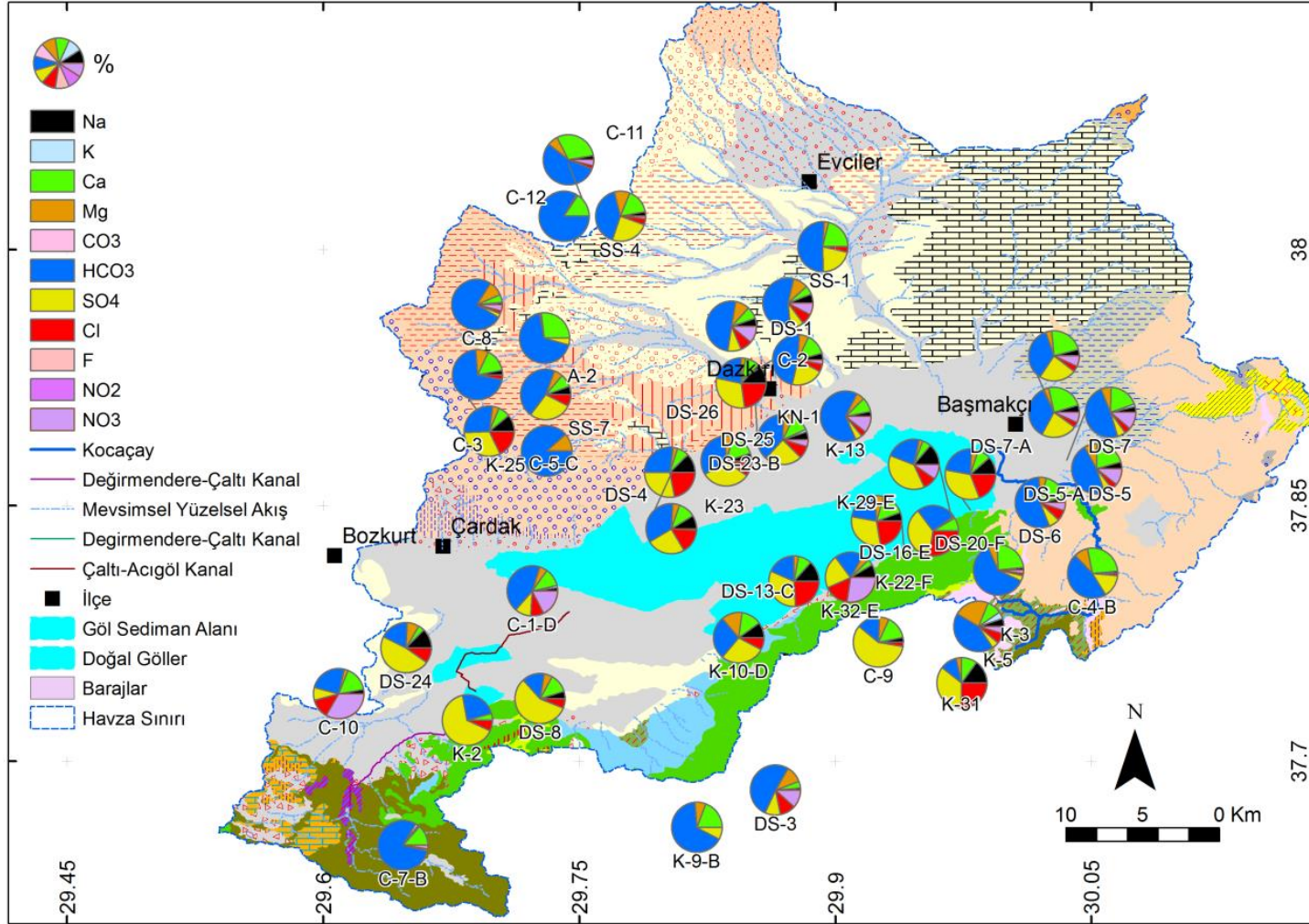
Gölün güneyinde sürekli gölü besleyen kaynaklarla birlikte, gölü beslemesi için açılmış derin sondajlar, göle önemli ölçüde iyon girişi sağlarlar. Gölün güneyindeki yeraltı sularında *yağışlı ve kurak dönemde* kationlar;  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$ , anyonlar;  $\text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{HCO}_3$  şeklinde bolluğa sahiptir (**Şekil 7. 8**).



**Şekil 7. 3:** Suların Haziran 2013 döneminde birincil iyon derişim aralıkları.

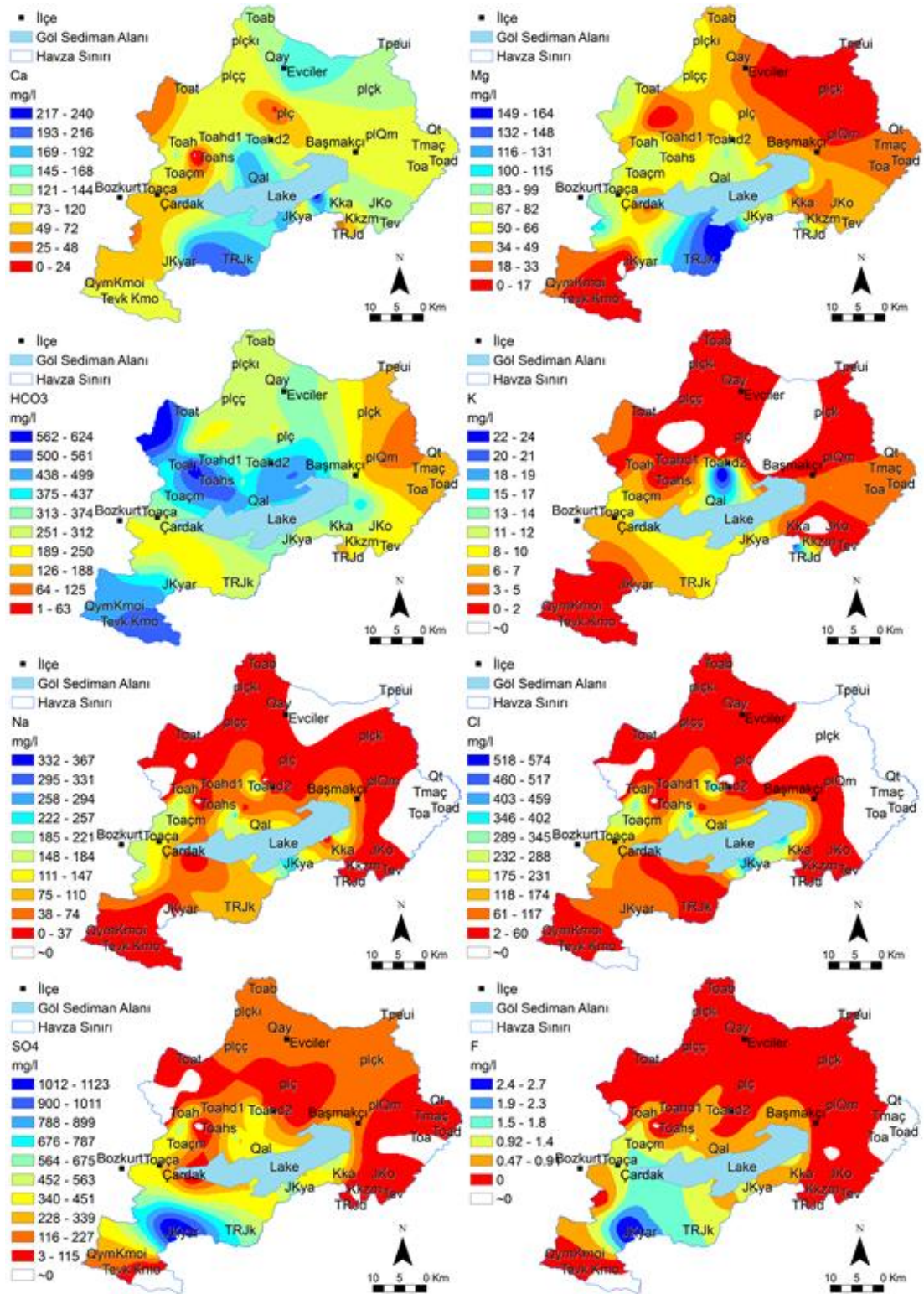


Şekil 7. 4: Suların birincil iyon derişim aralıklarının zamansal değişimi.

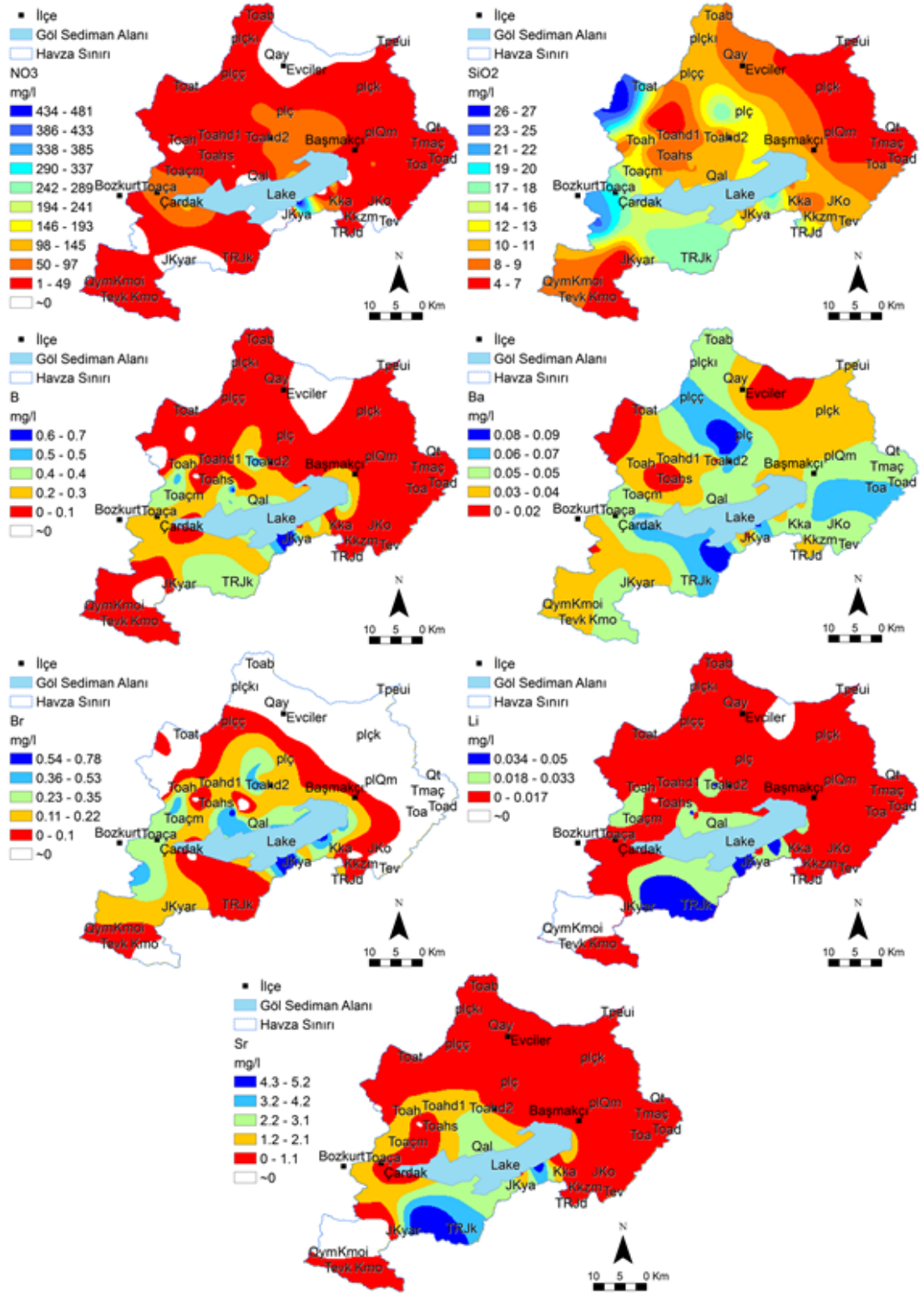


Şekil 7. 5: 2013 Haziran döneminde suların noktasal anyon-katyon iyon yüzdeleri.



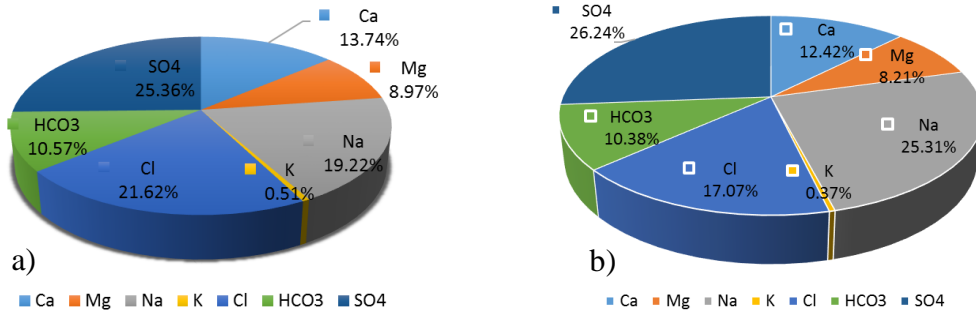


Şekil 7. 6: Haziran 2013 dönemi iyon dağılımı (Ca, Mg, Na, K, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, F).

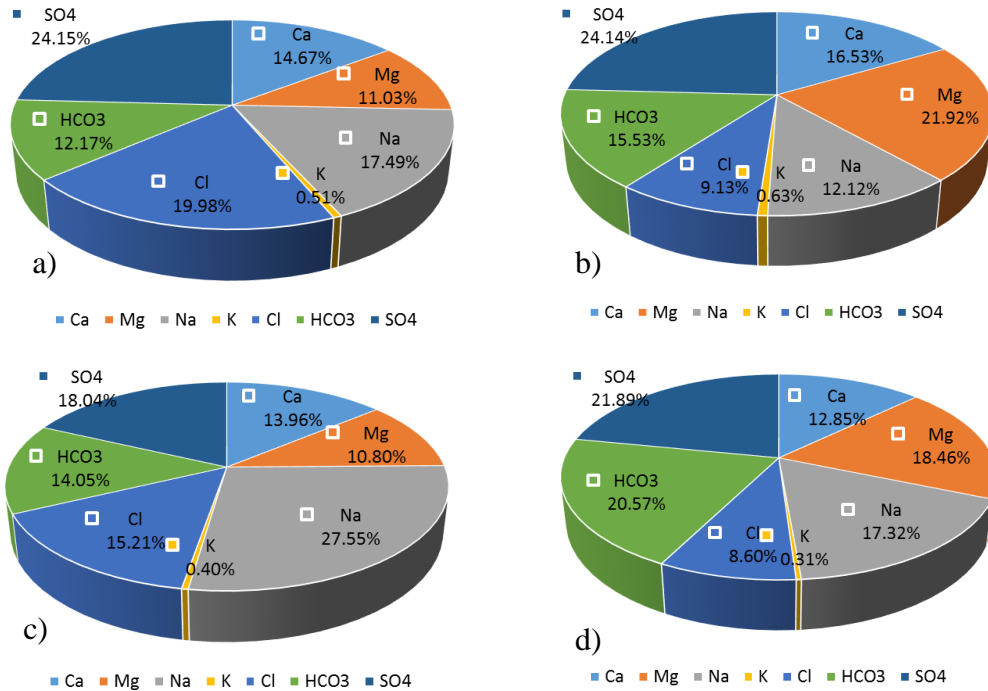


Şekil 7. 7: Haziran 2013 dönemi iyon dağılımı (NO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, B, Ba, Br, Li, Sr).

Gölün güneyindeki yağışlı-kurak dönemde yeraltı suları ve yüzey sularında katyonlar; Na>Ca>Mg, anyonlar; SO<sub>4</sub>>Cl> HCO<sub>3</sub>, Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki yüzey sularında anyonlar SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub>>Cl, katyonlar Mg>Na>Ca şeklinde sıralanır (Şekil 7. 8, Şekil 7. 9). Yağışlı dönemde Na-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki yüzey sularında katyonlar; Na>Ca>Mg, anyonlar; SO<sub>4</sub>>Cl>HCO<sub>3</sub>, Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki yüzey sularında katyonlar; Mg>Ca>Na, anyonlar; SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub>>Cl şeklinde bolluk sıralamasına sahiptir. Kurak dönemde Na-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki yüzey sularında katyonlar; Na>Ca>Mg, anyonlar; SO<sub>4</sub>>Cl>HCO<sub>3</sub>, Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki yüzey sularında katyonlar; Mg>Na>Ca, anyonlar; SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub>>Cl şeklinde sıralanır (Şekil 7. 9).



Şekil 7. 8: Gölün güneyindeki yeraltı sularında a) yağışlı b) kurak dönemde iyonların ortalama meq/L derişimlerine göre toplam iyonlar içindeki % dağılımları.



Şekil 7. 9: Gölün güneyindeki yüzey sularında a) yağışlı dönemde Na-Ca-SO<sub>4</sub> tipli sularda b) yağışlı dönemde Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipli sularda c) kurak dönemde Na-Ca-SO<sub>4</sub> tipli sularda d) kurak dönemde Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipli sularda iyonların ortalama meq/L derişimlerine göre toplam iyonlar içindeki % dağılımları.



### 7.3.1 Sodyum (Na<sup>+</sup>):

Havzadaki sulara uzun dönem Na içeriği 2,27 – 430 mg/L (n=165, Ort.=126) arasında değişir. Sodyum derişimi, yağışlı dönem örneklerinde, 2,27 - 287 mg/L (n=123, Ort.=110), kurak dönem örneklerinde 3,8 - 430 mg/L (n=42, Ort.=172) aralığındadır. TS-266 içme suyu standardına göre, Yüreğil Beldesi civarındaki derin sulara ve gölün güneyinde gölü beslemesi için açılan derin sondajlarda sodyum için 200 mg/L olan eşik değer aşılr. Kurak dönemde gölün güneyinde gölü besleyen kaynakların da sodyum derişimi sınır değerinin üzerindedir. Havzanın kuzeyindeki sulara sodyum ortalama iyon derişimi 56 mg/L (n=20), güneyindeki sulara 76 mg/L'dir (n=22). Derin sulara sodyum ortalama iyon derişimi 163 mg/L, kaynaklarda 138 mg/L, sığ sondajlarda 64 mg/L, çeşmelerde 17 mg/L, dere/akarsulara 6 mg/L'dir. Havzada suyun derinliği arttıkça Na<sup>+</sup> iyon derişimi artar. Yüzey sularında Na<sup>+</sup> iyon derişimi daha düşüktür. Gölü besleyen önemli kaynaklardan Kocapınar (Akpınar) ve Gemiş Pınarı'nın ortalama sodyum konsantrasyonu sırasıyla 152 mg/L ve 94 mg/L'dir.

Havzadaki suların iyon dağılım haritasına göre, yağışlı ve kurak dönemde Na<sup>+</sup> iyonu bakımından zengin sular, göl çökel alanının çevresindeki sulardır. Göl çökel istifindeki evaporit ve tuz mineralleri ile olan etkileşim Na<sup>+</sup> iyonlarının yeraltı sularına karışmasına neden olur. Havzanın kuzeyinde kil ve muhtemelen albit gibi feldispat minerali içeren birimlerde açılan derin sondajlarda da Na<sup>+</sup> iyonu derişimi yüksektir.

### 7.3.2 Potasyum (K<sup>+</sup>):

Havzadaki sulara uzun dönem K<sup>+</sup> iyonu derişimi 1 – 22 mg/L (n=165, Ort.=5,7) arasındadır. K<sup>+</sup> derişimi, kurak dönem örneklerinde 1 – 10 mg/L (n=42, Ort.=4,5) aralığında, yağışlı dönemde ortalama 6 mg/L'dir. Havzanın güneyinde en yüksek K<sup>+</sup> iyon derişimi 18,3 mg/L (n=22, Ort.=5,4), kuzeyinde 22 mg/L (n=20, Ort.=4)'dir. Derin sulara potasyum ortalama iyon derişimi 7 mg/L, sığ sondajlarda 2 mg/L, kaynaklarda 6 mg/L, çeşmelerde 3 mg/L, dere/akarsulara 1 mg/L'dir.

Yeraltı sularındaki potasyumun kaynağı, potasyum içrikli minerallerin bozunması, duraylı potasyum minerallerinin oluşması (illit) ve iyon değişimidir (Şahinci 1991). Potasyum kaynağı olan minerallerin suya potasyum verme eğilimi biyotit > muskovit > nefelin > feldispat şeklindedir (Şahinci 1991). Göl çökelleri majör oksit içeriği olarak bazı bölgelerde % 2,8'e kadar çıkan oranlarda K<sub>2</sub>O içermesi ve

mika grubu veya illit gibi minerallerin varlığı, çökel alanına yakın sulardaki potasyum kaynağını gösterir.

Göl sediman alanının dışında, Acıgöl Grubu'ndaki formasyonlardan alınan örneklerin ince kesitinde K-feldispat, muskovit (mika) varlığı ve bu örneklerin XRF analizlerindeki ~%1 K<sub>2</sub>O oranları, suların K<sup>+</sup> kaynağını gösterir. Ayrıca Maymundağı eteklerinde Kazancı ve diğ. (2011) tarafından biyotitçe zengin, kimyasal içeriğine göre dasit ve riyolit olarak tanımlanan tefralar, potasyum kaynağını oluşturur. Kil içeriği fazla olan Çameli formasyonundaki suların K<sup>+</sup> iyon derişim değerleri, Acıgöl grubundaki sulara göre daha düşüktür. Havzanın güneyinde yüksek potasyum iyonu içeriğine sahip Çukuryayla (Ulupınar) kaynağının yüzeyletiği Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu, potasyum içeriği en yüksek suların yüzeyletiği birimdir. Aynı birimden Aşağı Kırılı'da alınan örneklerde %3,24 K<sub>2</sub>O majör oksit içeriği belirlenmiştir.

### 7.3.3 Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>):

Havzadaki sulara uzun dönem magnezyum iyon derişimi 1,7 – 159 mg/L (n=165, Ort.=50,7) arasında değişir. Magnezyum derişimi, yağışlı dönem örneklerinde, 1,7 – 159 mg/L (n=123, Ort.=50,7), kurak dönem örneklerinde 5,8 – 92,5 mg/L (n=42, Ort.=50,8) aralığındadır. Havzanın güneyinde en yüksek ve ortalama magnezyum iyon derişimleri sırasıyla 159 mg/L ve 58 mg/L (n=22), kuzeyinde 79,3 mg/L ve 50,6 mg/L'dir (n=20). Derin sulara magnezyum ortalama iyon derişimi 54 mg/L, siğ sondajlarda 41 mg/L, kaynaklarda 52 mg/L, çeşmelerde 45 mg/L, dere/akarsularda 32 mg/L'dir. Gölü besleyen önemli kaynaklardan Kocapınar (Akpınar) ve Gemiş Pınarı'nın ortalama magnezyum konsantrasyonu sırasıyla 44 mg/L ve 76 mg/L'dir. Havzanın genelinde dolomitik karbonatlı birimler ve magnezyumlu bileşik içeren birimlerin varlığı nedeniyle sulara derinliğe bağlı anomali değişimi görülmemiştir.

Dolomit, evaporit, magmatik kayaç mineralleri (olivin, biyotit, hornblend, ojit) ve metamorfik kayaç mineralleri (serpantin, talk, diyopsit, tremolit) yeraltı sularının magnezyum kaynağıdır (Davraz ve Özdemir 2014; Şahinci 1991). Havza içerisinde farklı litolojik birimlerden alınan kayaç örneklerinde MgO içeriği yüksek olan birimler Alanköy ve Gölcük Köyü çevresindeki Marmaris Peridotiti (Kmo) ve Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm)'dur. Marmaris Peridotiti içinden alınan serpantin örneklerinin MgO majör oksit içeriği %37,05, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'ndan alınan ofiyolit örneklerinin MgO oranı %36,96'dır. Çameli formasyonunun Gemiş civarındaki

manyezit içerikli örnekleri %3,93, Çardak formasyonu Avdan Üyesi kumtaşı örnekleri %7,42, Acıgöl fayı boyunca yer alan Kilise Sırtı yelpazesine yakın yelpazelerden Kayaköy Dolomiti döküntülerinden alınan dolomitik çakıllar %17,3 ve Gölcük Köyü'nün güneyindeki Kayaköy Dolomiti %1,1 MgO içerir. Dolomitik karbonatlı seviyeler içeren birimler başta olmak üzere, MgO majör oksit içeriği yüksek volkanik/metamorfik kökenli birimler, havzadaki suların magnezyum kaynağını oluşturur.

#### 7.3.4 Kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>):

Havzadaki sulara uzun dönem kalsiyum iyon derişimi 2,3– 233 mg/L (n=165, Ort.=101) arasında değişir. Hayriye Başınar Çeşmesi, Darıcılar Çınar Çeşme ve Beylerli Barajı, uzun dönemler içinde kalsiyum iyon derişimin en düşük olduğu, İğdir Köyü Çeşmesi, Kanlıca Göleti Çeşmesi, Pınarlı, Beylerli Termal ve Ulupınar Kaynak ise en yüksek olduğu sulardır. Kocapınar ve Gemiş Pınarı'nın ortalama kalsiyum konsantrasyonu sırasıyla 90 mg/L ve 93 mg/L'dir. Kalsiyum iyon derişimi, kurak dönemde 22 – 150 mg/L (n=42, Ort.=90,7) aralığında, yağışlı dönemde ortalama 104 mg/L (n=123)'dir. Havzanın güneyinde en yüksek ve ortalama kalsiyum iyon derişimleri sırasıyla 233 mg/L ve 121 mg/L (n=22), kuzeyinde 183 mg/L ve 104 mg/L'dir (n=20). Derin sulara kalsiyum ortalama iyon derişimi 117 mg/L, sığ sondajlarda 82 mg/L, kaynaklarda 100 mg/L, çeşmelerde 80 mg/L, dere/akarsularda 57 mg/L'dir.

Kalsit, aragonit, dolomit, anhidrit, jips, magmatik ve metamorfik kaya mineralleri olan apatit, volastonit, flüorit, amfibol ve piroksen grupları ile bazı feldispatların bozunumundan ortaya çıkan kalsiyum iyonları, yeraltı sularında kalsiyum kökenidir (Şahinci 1991).

Havzadaki suların iyon dağılım haritasına göre, gölün güneyi, Sarıkavak Köyü civarı, Çığrı Köyü ve Evciler İlçesi civarı kalsiyum bakımından zengin sular içerir. Havza içinde litolojik birimlerde en yüksek CaO majör oksit içeriği (%55-56) Yandağ Kireçtaşı ve Kayaköy Dolomiti'ndedir. Bu litolojik birimlerde hakim mineral kalsit ve kalsitle birlikte dolomittir. Çameli formasyonu %42-55,6, Çardak ilçesinin kuzeybatısında Çardak formasyonu %33-39 arasında değişen oranlarda CaO majör oksit içerir. Havzanın güneyinde, Alanköy ve Gölcük Köyü çevresindeki Marmaris Peridotiti (Kmo) ve Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm) en düşük CaO içeriğine sahiptir (%0,11-0,29). Havza içinde göl çökelleri de dahil olmak üzere yaygın karbonat

mineralleri kalsit, aragonit, dolomit, manyezit, huntit ve ankerittir. Göl çökel alanında sülfat minerallerinden jips, anhidrit vb. Ca içeren sülfat mineralleri de oldukça yoğundur. Gölü çevreleyen litolojik birimlerde apatit, epidot, hornblend, Ca-feldispat (anortit?), piroksen içeren ofiyolitik melanj özelliğindeki Karaböğürtlen formasyonu, amfibolit içerikli İğdir Metamorfitleri yağışlarla etkileşime bağlı olarak kalsiyum kökeni olabilecek birimlerdir.

### 7.3.5 Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) –Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):

Havza içerisindeki suların pH değerleri 6-9,1 arasında değiştiğinden sularda çözülmüş egemen karbonat türleri bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ve karbonattır ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Gölü çevreleyen litolojik birimlerde baskın anyon bikarbonattır ( $\text{HCO}_3^-$ ). Sularda  $\text{CO}_3^{2-}$  egemenliği, sadece 3 noktada görülür. Havza içerisinde pH değerinin 8,2'den büyük olduğu Acıgöl Sulak Alan, Hayriye Başpınar ve Beylerli Barajı, bikarbonat ile birlikte karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) iyonu da içerir. Havzadaki sularda  $\text{HCO}_3^-$  iyonu, birimlerdeki kalsit, aragonit gibi minerallerin  $\text{CO}_2$  bakımından doygun sularla etkileşimi, buna bağlı olarak kalsit-aragonit gibi karbonatların çözünmesi ile artar.

Havzada bikarbonat değerleri tüm dönemlerde 55 – 616 mg/L (n=165, Ort.=303) arasında değişir. Kurak dönemde 55 - 535 mg/L (n=42, Ort.=323), yağışlı dönemde 159 – 616 mg/L (n=121, Ort.=301)'dir. Havzanın güneyinde ortalama bikarbonat iyon derişimi 308 mg/L (n=22), kuzeyinde 413 mg/L (n=20)'dir. Derin sularda bikarbonat ortalama iyon derişimi 312 mg/L, sığ sondajlarda 343 mg/L, kaynaklarda 281 mg/L, çeşmelerde 355 mg/L, dere/akarsularda 297 mg/L'dir. Bikarbonat derişimi en yüksek Alanköy, en düşük Yüreğil civarındaki tarım arazilerinde açılan sığ sondajlardadır (55 mg/L). Ulupınar ve Çukuryayla (Ulupınar) bikarbonat değeri oldukça düşük olan sulardandır (158 mg/L). Havzada en yüksek bikarbonat içerikli sular Hayrettin formasyonunda yüzeyleir. Hayrettin formasyonu dışında, havzadaki diğer karbonatlı birimlere kıyasla Çameli formasyonu ve Yandağ Kireçtaşı birimleri ile etkileşimde olan sular bikarbonat iyonu bakımından zenginleşir.

### 7.3.6 Klorür ( $\text{Cl}^-$ ):

Havzadaki sularda klorür iyon derişimi 1– 494 mg/L (n=165, Ort.=173) arasında değişir. Kurak dönem örneklerinde 1,3 - 467 mg/L (n=42, Ort.=145)

aralığında, yağışlı dönemde ortalama 183 mg/L (n=123)'dir. Derin sularda klorür ortalama iyon derişimi 228 mg/L, sığ sondajlarda 41 mg/L, kaynaklarda 193 mg/L, çeşmelerde 28 mg/L, dere/akarsularda 6 mg/L'dir. Havzanın güneyinde en yüksek ve ortalama klorür iyon derişimleri sırasıyla 416 mg/L ve 146 mg/L (n=22), kuzeyinde 423 mg/L ve 91 mg/L'dir (n=20). En yüksek klorür derişimi S-18 derin sondajında, en düşük klorür derişimi Domuz Gölcüğü ve Çiftlik Deresi'nde görülür.

Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeylenen kaynak ve derin sondajların göl çökellerindeki tuzlarla etkileşimi nedeniyle klorür iyon derişimlerinin ortalaması yüksektir. Gölü besleyen önemli kaynaklardan Kocapınar ve Gemiş Pınarı'nın klorür ortalama değerleri sırasıyla 172 ve 95 mg/L'dir. Güneydeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen derin sondajların uzun dönem klorür ortalama derişimi 339 mg/L (n=28), yağışlı dönem ortalaması 343 mg/L (n=22), kurak dönem ortalaması 323 mg/L (n=6)'dir. Güneydeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen kaynakların uzun dönem klorür ortalama derişimi 213 mg/L (n=67), yağışlı dönem ortalaması 227 mg/L (n=47), kurak dönem ortalaması 181 mg/L (n=19)'dir. Klorür derişimi daha yüksek olan derin sondajlar, kaynaklara kıyasla tuzlarla daha fazla etkileşim halindedir.

Havzadaki suların iyon dağılım haritasına göre, klorür <sup>iyon</sup> derişimi genel olarak göl çökel alanı etrafındaki sularda daha yüksek değere sahiptir. Gölün kuzeyinde Sazak Kaynak, Maymundağı Kaynak, Yenice Kuyu ve Sarıkavak DSI-37490 sondajında bölgesel anomaliye sahiptir. TS-266 içme suyu standardında belirtilen 30 mg/L eşik değeri gölü çevreleyen sularda aşılır.

Tüm tuzları (Ca, Mg, Na, K, Sr, Ba ile yaptığı tuzlar) suda çözünen klorür iyonları, doğal sularda redoks tepkimelerine girmez ve çözünürlüğünün yüksek olmasının etkisiyle buharlaşma ve donma dışında çökelmez. Litolojik olarak asidik kayalarda, bazik kayalara oranla daha fazla bulunur. Magmatik kayalarda önemli klorür kaynağı feldispatoid, sodalit ( $\text{Na}_8(\text{Cl}_2(\text{Al}(\text{SiO}_4)_6)$ ) ve klorapatit ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)\text{Cl}$ ). Bunların yanında amfibol, mika, hornblend gibi mineraller ile çözelti halindeki volkanik camların (obsidiyen) hidroksit iyonlarının yerini klorür alması durumunda ortamda klorür zenginleşmesi olur. Ancak bu ortamlardan doğal sulara taşınan klorür iyonu yoğunluk olarak önemsizdir. Şistlerde çok az miktarda klorür bulunur. Klorür iyonunun asıl kaynağı evaporitlerdir. Klorür iyonunun yaygın olarak kökeni Halit minerali, tuzlu sular, termal sular ve deniz dalga serpintisidir (Freeze ve Cherry 1979; Hounslow 1995; Şahinci 1991).

Göl civarındaki suların klorür iyonu zenginliği, göl çökelleri ile olan etkileşimi ve tuzların çözünmesinden kaynaklanır. Gölün kuzeyinde klorür derişimi yüksek olan

sular Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi'nde yüzeyleir. Birimdeki şist kırıntıları, ofiyolitik kayaçların metamorfizması sonucu gelişen tremolit şistler, aynı zamanda birimin Acıgöl tarafındaki, kimyasal içeriğine göre dasit ve riyolit olan tefraların bulunduğu alüvyonlarında %0,01 Cl içeriği gölün kuzeyindeki klor kaynağını açıklar. Kayaç ve çökellerin mineral analizlerin klorapatit gözlenmiş olması, litojilerdeki potansiyel başka bir klorür kaynağını işaret eder.

### 7.3.7 Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):

Göl çökel alanını çevreleyen sularda baskın anyon sülfattır. Sülfat iyonunun yüksek olduğu ekstrem noktalar dışında yüksek sülfat derişimi gölün güneyindeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen kaynaklar ve derin sondajlardadır. En yüksek sülfat derişimleri sırasıyla S-18 derin sondajı (1508 mg/L), Beylerli Gölü Kaynağı (1102 mg/L), Beylerli Termal (1065 mg/L), DSI-47215 (Çaltı, 881 mg/L)'dir. En düşük sülfat derişimi ise Hayriye Başpınar Çeşmesi'nde (4 mg/L) görülür. Havza içinde Çınar Çeşme (Darıcılar) ve Çatalçeşme (İdris Köyü), sülfat iyonu içermez.

Havzadaki sularda sülfat iyon derişimi 0 – 1544 mg/L (n=165, Ort.=331) arasında değişir. Kurak dönem örneklerinde 6 - 1544 mg/L (n=42, Ort.=280), yağışlı dönemde 0-1102 mg/L arasında değişir (n=123, Ort.=348). Derin sularda sülfat ortalama iyon derişimi 430 mg/L, sığ sondajlarda 125 mg/L, kaynaklarda 360 mg/L, çeşmelerde 85 mg/L, dere/akarsularda 14 mg/L'dir. Havzanın güneyinde en yüksek ve ortalama sülfat iyon derişimleri sırasıyla 1102 mg/L ve 367 mg/L (n=22), kuzeyinde 542 mg/L ve 180 mg/L'dir (n=20).

Güneydeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen derin sondajların uzun dönem sülfat ortalama derişimi 560 mg/L (n=28), yağışlı dönem ortalaması 543 mg/L (n=22), kurak dönem ortalaması 623 mg/L (n=6)'dir. Aynı lokasyondaki kaynakların uzun dönem sülfat ortalama derişimi 379 mg/L (n=67), yağışlı dönem ortalaması 405 mg/L (n=47), kurak dönem ortalaması 317 mg/L (n=19)'dir. Kaynak ve derin sondajların sülfat derişimine göre, kaynaklara kıyasla derin sondajlar evaporitlerle daha fazla etkileşim halindedir.

TS-266 içme suyu standardına göre havzadaki suların geneli sınır değerinin üstündedir. Hayriye, Söğüt, Çığrı, Hisaralan, Çukuryayla (Ulupınar), Çatsuyu (Başmakçı Köyü) ve Darıcılar'daki sular sülfat bakımından içilebilir sulardır. Ayrıca Çiftlik Deresi, Beylerli Barajı ve Kocaçay'da sınır değerinin altında sülfat içerir.



Göl çökel alanını çevreleyen sularda yüksek sülfatın kaynağı evaporitlerdeki sülfat minerallerinin (jips, anhidrit, globerit) çözünmesidir. Gölün batısındaki Sazköy, Çaltı ve Gemişi'ine alan ovadaki sülfatlı sular, bu bölgede göl çökel istifinde jipsli ara seviyelerin olduğunu gösterir. Gölün kuzeyinde Sarıkavak Köyü ve Yüreğil Beldesi civarında açılan derin sondajlarda sülfat değerlerinin yüksek olması, göl çökel istifindeki jipsli seviyelerin alansal olarak Sarıkavak Köyü'ne kadar yayılmasındandır.

Litolojik birimlerdeki İğdir Köyü Çeşmesi, Ulupınar Kaynağı ve Sazak Kaynağı, göl çökel alanı dışındaki sülfat görülen sulardır. Gölün güneyinde Acıgöl'den konum olarak 3,7 km uzak ve yükselti olarak 510-750m daha yüksek kotta bulunan İğdir, Ulupınar ve Alanköy üçgeninde sülfat içeren sular bulunur. Bu köylerin hemen yakınındaki Çukuryayla (Ulupınar), Dereköy ve Başmakçı Köyü'nde suların sülfat derişimi oldukça düşüktür. Düşük sülfat içerikli suların bulunduğu Çukuryayla (Ulupınar), Dereköy ve Başmakçı, yüksek sülfatlı suların yüzeleendiği İğdir, Alanköy ve Ulupınar için sülfat beslenme alanının sınırını oluşturur. Litolojik birimlerde yüksek sülfatlı suların Nisan-2017 dönemindeki analizlerinde, Haziran-2013 döneminde görülen yüksek sülfat derişimleri düşmüştür. Nisan-2017 döneminde güneydeki sularda sülfat derişimi 21 mg/l civarındadır.

Haziran-2013 dönemindeki sonuçlara göre İğdir ve Ulupınar'daki sular tüm havzadaki sular gibi jipse doymun olmamakla birlikte, jips doymunluk indeksleri değerleri genele göre yüksektir ( $SI_{Jips} = -0,5$  ve  $SI_{Jips} = -0,78$ ). Nisan-2017 dönemindeki analizlerde jips doymunluğunun oldukça düşük olduğu görülür ( $SI_{Jips} = -2,8$ ). Haziran-2013 sonuçlarına göre gölün güneyindeki litolojik birimlerdeki İğdir, Ulupınar ve Alanköy üçgeninde suların, beslenme alanındaki jipsli evaporitik kayalarla etkileşimi ile sülfatlı hale gelmesi güçlü ihtimaldir.

### 7.3.8 Florür (F<sup>-</sup>):

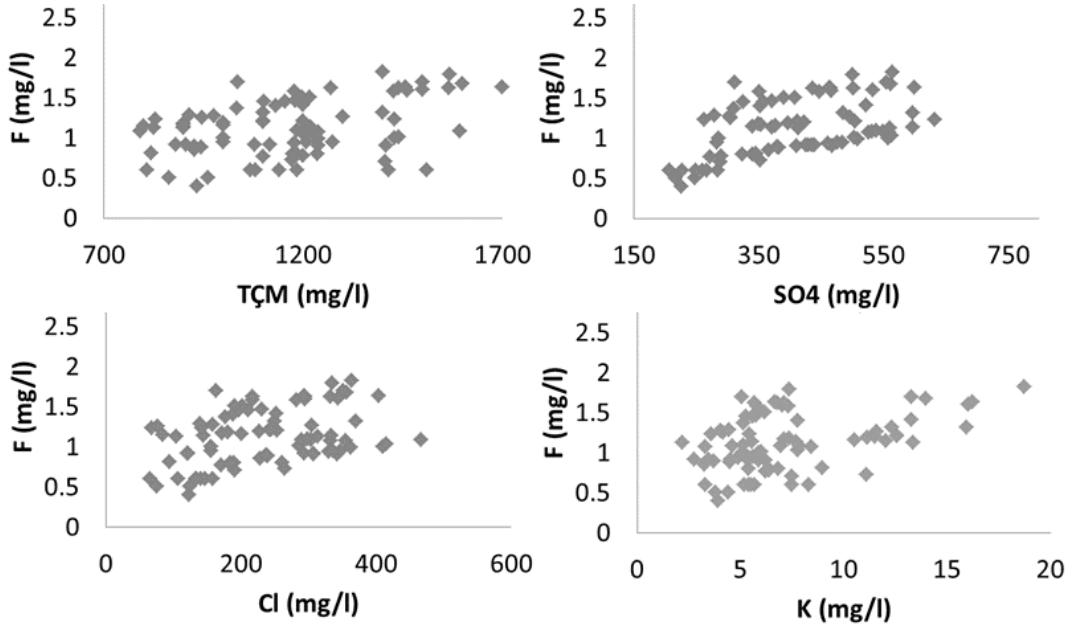
Kimyasal ve biyolojik kökene bağılı olarak karbonatlı kayalarda flüorit veya apatite rastlanabilir. Florür; apatit, mika, amfibol gibi minerallerin bünyesinde bulunan O<sup>=</sup>, OH<sup>-</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının yerini alabilir. Florun önemli cevher minerali florit (CaF<sub>2</sub>) ve topazdır (Al<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>(F,OH)<sub>2</sub>). Florun sudaki miktarı, toplam tuz miktarından daha ziyade kimyasal yapı ile ilintilidir. Ayrıca evaporasyon florür oranının değışmesine neden olur. Florun devamlı çökmesi nedeniyle göllerdeki tuz miktarı arttıkça florür azalır (Şahinci, 1991).

Toplam çözünmüş tuz miktarı 0,1-10 mg/L olan sularda flor çökmesi çok hızlı olduğundan flor miktarı oldukça düşer. Çökme sırasında flüorit mineralleri oluşabileceği gibi, apatit mineralleri tarafından soğrulma da gerçekleşebilir. Genç tektonik bölgelerde yüzeylenen termal sularda flor miktarı yüksektir. Hidrotermal sıvılar, magmatik, metamorfik veya tortul kayalardaki floru bünyesine alır. Hidrotermal çökellerde en çok florit minerali görülür (Şahinci 1991).

Florür iyon derişimi kurak dönem örneklerinde 0 – 1 mg/L (n=42, Ort.=0,5) aralığında, yağışlı dönemde ortalama 0,9 mg/L (n=123)'dir. Derin sularda florür ortalama iyon derişimi 0,8 mg/L, sığ sondajlarda 0,3 mg/L, kaynaklarda 0,9 mg/L, çeşmelerde 0,3 mg/L, dere/akarsularda 0,2 mg/L'dir. Havzanın güneyinde en yüksek ve ortalama klorür iyon derişimleri sırasıyla 2,7 mg/L ve 0,8 mg/L (n=22), kuzeyinde 1,1 mg/L ve 0,4 mg/L'dir (n=20). En yüksek florür derişimi S-18 derin sondajı, Beylerli Gölü Kaynağı ve Beylerli Termal suyunda, en düşük florür derişimi Hayriye Başpınar'da görülür. Gölün güneyindeki derin sondajlarda ve kaynaklarda florür derişimi ortalama 1 mg/L'dir.

Gölün güney batısında ve gölü çevreleyen sularda florür zenginleşmesinin diğer birimlerdeki sulara kıyasla daha fazla olduğu görülür. Havzada iyon dağılım haritasına göre, florürün kaynağı Beylerli civarındaki termal sulardır. Beylerli Gölü güneyindeki termal kaynakta florür iyon derişimi 2,7 mg/L'dir. Göl kenarındaki bu kaynak Beylerli Gölü'nü doğrudan besler. Beylerli Gölü yakınındaki DSI-47215 (Çaltı) derin sondajı 1,8 mg/L, Acıgöl Sulak Alan çeşmesi 1,7 mg/L florür içerir. Florür iyonunun alansal dağılımı Beylerli Gölü Kaynağı, Beyleri Gölü, Çaltı ve Çardak doğrultusunda azalan bir anomali gösterir. Havzanın güney ve batısında yeraltı suyu akışı da florür anomalisine benzer hareket sergiler. Beylerli termal alanında yeraltı suları flor bakımından zenginleşir ve Beylerli Gölü Kaynağı, Beyleri Gölü, Çaltı ve Çardak doğrultusunda hareket eder. Havzanın güney batısında yeraltı suyu hareket yönünü florürün azalan anomalisi de göstermiştir.

Gölün güneyindeki sularda florür zenginleşmesi evaporitlerin çözünmesi ile ilgilidir. Florapatit gibi florlu mineral içeren evaporit ortamlarda jips ve mirabilit gibi evaporitlerin çözünmesi, ortamdaki sularda florür (F<sup>-</sup>) derişiminin ve Ec ve TÇM'nin artmasına neden olur (Li ve diğ. 2015).Gölün güneyindeki derin sondaj ve kaynakların flor içeriği, TÇM ile doğrudan ilişkilidir. F<sup>-</sup> derişimi yüksek olan sular Na-SO<sub>4</sub>, Na-Cl, Ca-SO<sub>4</sub> ve Mg-SO<sub>4</sub> tipindedir. Sularda Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> arttıkça F<sup>-</sup> artar (**Şekil 7. 10**). Ortamdaki jips ve halit gibi evaporitlerin çözünmesi sulardaki florürü artırır. Sulardaki Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> derişimi ile F<sup>-</sup> arasındaki ilişki, evaporitlerin bünyesinde F<sup>-</sup> varlığını ve Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> bakımından zengin suların florür içeren mineralleri çözdüğünü gösterir.



Şekil 7. 10: F<sup>-</sup> derişimi ile Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, TÇM ve K arasındaki ilişki.

Göl çökel alanının dışında kalan alanlarda florür zenginleşmesi su-kayaç etkileşimi ile açıklanabilir. Havzada su-kayaç etkileşimine bağlı olarak sularda florür zenginleşir. Uzun süreli su-kayaç etkileşimi florit, apatit, hornblend gibi flor içerikli minerallerden florürün (F<sup>-</sup>) ayrılmasına neden olur (Li ve diğ. 2015). Çözünürlüğü çok düşük olmasına rağmen doğal koşullarda florit çok hızlı çözünür (Li ve diğ. 2015). Havzanın güneyinde Karaböğürtlen formasyonu apatit, hornblend gibi mineraller içerir. Yeraltı veya yağmur sularının bu kayaçlarla etkileşimi bünyelerindeki florür iyonunun derişiminin artmasına neden olabilir.

### 7.3.9 Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ve Amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>):

Tüm nitrat türlerinin temel kaynağı atmosferik nitrojen gazıdır. İndirgen ortamlarda denitrifikasyon ile anaerobik koşullarda nitrat ve nitrit bileşikleri organizmalar tarafından redükte edilerek elementer azota dönüştürülür. pH'ın oldukça önemli olduğu bu döngüde amonyum ancak H<sub>2</sub>S veya CH<sub>4</sub> içeren aşırı indirgenmiş sularda oluşur (Hounslow 1995). Doğal suların genelinde görülen NO<sub>3</sub>'ün derişiminin 10 mg/L'nin üzerinde olması durumunda gübre, lağım ve tarımsal ekim vb. işlemlerden kirlenmeye işaret eder (Hounslow 1995).

Havza içinde geniş tarım arazileri bulunur. Tarım arazileri içinde kalan sular yüksek oranlarda NO<sub>3</sub> içerir. Havzada 10 mg/L'nin üzerinde NO<sub>3</sub> içeren sular (suların %25,4'ü), genelde tarım arazileri içinde kalır. Havzanın batısında tarım faaliyetlerinin

fazla olduğu Kanlıca Gölü Çeşmesi en yüksek  $\text{NO}_3$  (480 mg/L) içeren sudur. Havzada  $\text{NO}_3$  değeri yüksek diğer bir su ise gölün güneyindeki Yırce Pınarı'dır (447 mg/L). Acıgöl ile Hambat Ovası'nın sınırındaki Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi'nde 100 mg/L  $\text{NO}_3$  tespit edilmiştir. Akpınar ve Gemiş Köyü'nde yerel halk çamaşırlarını özellikle koyun yünlerini sürekli akar halde olan kaynaklarda yıkarlar. Çamaşır yıkamasının olduğu dönemlerde bu kaynaklarda (**Şekil 7. 11**)  $\text{NO}_3$  derişimi çok yüksek değerlere ulaşırken, genelde ortalama 3,3 mg/L  $\text{NO}_3$  bulunur. Gölün güneyindeki (E3..S18) derin sondajlarda  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  bulunmaz.

Havza içinde  $\text{NO}_2$  sadece 5 noktada görülmüştür. Bu noktalar Kocapınar (Akpınar), Kocaçay, Dereköy ve Yüreğil'in doğusundaki çiftliklere yakın sulardır (Mevlüt Turan Tulumba) (**Şekil 7. 11**). Kocapınar'da sadece Mayıs-2009 döneminde  $\text{NO}_2$  tespit edilmiştir. Yeraltı sularında 3 mg/L'den fazla olan nitratın kökeni antropojenik etki ile ilişkilendirilir (Burkart ve Kolpin 1993; Chen ve diğ. 2016). Havzada izlenen suların %52,2'sinin nitrat derişimi 3 mg/L'den yüksektir.



**Şekil 7. 11:** Gölü besleyen Kocapınar'da çamaşır yıkayan bölge halkı ve hayvancılık ağıllarının içinde açılan kuyular (Mevlüt Turan Tulumba).

Gölün güneyindeki derin sondajlarda azot bileşiklerinden  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ 'nin tespit edilememesi genelde indirgen ortam olan bu sularda ( $Eh < 0$ ), azot bileşiklerinin denitrifikasyon ile amonyum ( $\text{NH}_4$ ) formunda olduğunu gösterir. Havza içinde Haziran 2013 döneminde örnekleme yapılan tüm sularda ( $n=38$ )  $\text{NH}_4$  analizi yapılmıştır. Örneklenen tüm sularda sadece 7 noktada  $\text{NH}_4$  tespit edilmiştir.  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  azot bileşiklerinin bulunmadığı, gölün güneyindeki derin sondajlarda 0,29-0,38 mg/L  $\text{NH}_4$  belirlenmiştir (**Tablo 7. 2**).

TS-266'da suların içme suyu olarak kullanılabilmesinde  $\text{NO}_2$ , belirlenen 5 suda eşik değeri aşar. Yine azot bileşiklerinden  $\text{NH}_4$  belirlenen sular içme suyu standardındaki eşik değerini aşar.  $\text{NO}_3$  içeriğine göre, Deliktaş Sulama (Sarıkavak),

Dazkırı İçme Suyu, Sarıkavak, Akkeçili, Hisaralan, Akarca, Yassıören, Dereköy, Yaka, Yukarı Yenice ve Alanköy'deki sularda TS-266 içme suyu sınır değerini aşar. Gölün çevresinde Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi, Kanlıca Gölü Çeşmesi, Höyük Suyu, Yırce Pınarı noktasal olarak NO<sub>3</sub> eşik değerini (25 mg/L) aşan sulardır.

**Tablo 7. 2:** Haziran 2013 döneminde NH<sub>4</sub> tespit edilen su noktaları.

Su Noktası	NH <sub>4</sub> Derişimi (mg/L)	Su Noktası	NH <sub>4</sub> Derişimi (mg/L)
S3	0,2	ÇİFTLİK DERESİ	0,05
S7	0,18	PINARLI	0,07
S13	0,29	YAYLAKOY KESON KUYU	0,04
S18	0,38		

### 7.3.10 Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>):

Ortofosfat, metafosfat ve organik fosfat olmak üzere 3 farklı formda bulunabilir. İnorganik olarak fosfat kaynağı apatit grubu mineraller (florapatit) gibi fosfat mineralleridir. Organik olarak canlı veya çürüyen bitki ve hayvan artıkları da olabilir(WRC 2015). İyon Kromatografi analizlerinde havzada izlenen sularda PO<sub>4</sub> sadece 0,2 mg/L derişiminde Gemiş Kaynağı'nda Haziran-2013 döneminde görülmüştür.

### 7.3.11 Bor (B<sup>+3</sup>):

Asidik ve metalik olmayan B'un, sıcaklığın yükselmesi ile çözünürlüğü artar. Hidrotermal ortamlarda hızlı hareket ederken, kalsiyum ve magnezyum etkisinde çökeldiği süperjen ortamlarda yavaş hareket eder. Magmatik ve metamorfik kayalarda bor, bor silikatları (muskovit, paragonit) veya iz element olarak bulunur. Fillosilikatlarda, özellikle muskovit, paragonit, serisit, illit, montmoryonit ve serpantinlerde oldukça zenginleşir. Piroksenlerde alüminyum artışına bağlı olarak artar. Feldispatların serisitleşmesi, plajiyoklazlarda B'un artmasına neden olur. Sodali göllerde B derişimi, çok fazla iken CaCl<sub>2</sub> türündeki göllerde oldukça düşüktür. Sülfatlarla birlikte B çökmesi gerçekleşebilir (Şahinci 1991).

Havzada bor değerleri, 0-0,6 mg/L arasında değişir (n=42, Ort.=0,15). En yüksek B değerleri, Ulupınar Kaynak, S-3 sondajı, Sarıkavak, İdris (Sazak Kaynağı), Gemiş ve Yenice Köyü havzada B derişiminin yüksek olduğu bölgelerdir. Darıcılar, Beylerli Gölü Kaynağı ve Çiftlik Deresi'nde bor derişimi düşüktür. İyon dağılım

haritasına göre bor, havzada evaporitlerin olduğu ortamlarda zenginleşir. Havzadaki sulara B derişimi, TS-266 içme suyu standardında belirtilen eşik değerin (1 mg/L) altındadır.

### 7.3.12 Baryum (Ba<sup>+2</sup>):

Baryumun temel kaynağı barit mineralidir (BaSO<sub>4</sub>). K-feldispatlarda önemli miktarda baryum bulunur ve baryumun BaSO<sub>4</sub> şeklinde çökmesi genellikle killerde ve feldispatlarda olur. Apatit ve kalsit baryum içerir. Mineraller, baryum içeriklerine göre biyotit > amfibol > piroksen şeklinde sıralanır. Yüksek baryum derişimi genelde sülfatın çok düşük olduğu tuzlu sulara (brine) da görülür (Hounslow 1995; Şahinci 1991). Acıgöl Havzası'nda gorkak, kumtaşı ve serpantinler önemli konsantrasyonda Ba içerirler. Baryum havzadaki sulara oldukça düşük derişime sahiptir. Havzadaki birkaç su dışında suların geneli çok düşük miktarlarda da olsa baryum içerir. Sulara uzun dönem baryum içeriği 0-1,6 mg/L arasında değişir (n=143, Ort.=0,03). TS-266 standardına göre suların tümünde baryum, sınır değerinin (0,3 mg/l) altındadır.

### 7.3.13 Bromür (Br<sup>-1</sup>):

Halojen elementlerden biri olan bromürün yüksek iyon derişim değerleri, havzada gölün güneyindeki derin sondajlarda görülür. En yüksek Br derişimi S-18 sondajında 0,85 mg/L'dir. Havzada uzun dönem Br derişimi 0-0,85 mg/L arasında değişir (n=144). Gölün güneyindeki derin sondajlarda Br ortalama derişimi, 0,35 mg/L (n=21), kaynaklarda 0,2 mg/'dir (n=51). Haziran 2013 döneminde, havzanın güneyindeki sulara ortalama 0,22 mg/L (n=22), havzanın kuzeyinde 0,16 mg/L'dir. Havzada tarım faaliyetlerinin yürütüldüğü alanlardaki sulara da bromür görülür. Havzadaki sulara Br ile Cl arasında doğrusal yüksek ilişki vardır. Aynı ilişki Na ve Li ile de görülür. Bu ilişki havzada Br'ün tuzlarla birlikte zenginleştiğini gösterir.

### 7.3.14 Lityum (Li<sup>+1</sup>):

Lityum, granit pegmatitlerde, evaporitler ve tuzlu sulara (brine) boldur. Tektonik veya magmatik olarak aktif alanlardaki tuzlu göllerde ve bazı granitlerin son magmatik evrelerinde zenginleşme eğilimindedir. Lityum, pegmatitlerde, florür, klorür,



fosfat ve manganez ile bileşikler oluşturur. Magmatik kristalizasyonun son evresinde klinopiroksen ve mika gibi minerallerde  $\text{Li}^+$  ile  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  iyon çaplarının benzerliği nedeniyle katyon değişimine uğrarlar. Kayaların bozunumunda  $\text{Li}^+$  şeklinde suya geçen lityum, ortamdaki uzaklaşır ve killer tarafından soğrulur. Buharlaştırma ve tuzlanma sırasında lityum derişimi, sudaki toplam tuz miktarı ile orantılıdır. Birçok lityum tuzunun, doğal tuzlu sularda (brine) çözünürlükleri yüksektir. Playa (örneğin Clayton Playa) çökellerindeki killer tarafından absorbe edilmiş olmasına rağmen lityum, tuzlu suda (brine) kalma eğilimindedirler. Ekonomik lityum yatağı oluşumu tuz gölleri (süperjen) ve pegmatit-pnömatolite (hipojen) bağlıdır (Hounslow 1995; Kharaka ve Mariner 1989; Shaw ve Sturchio 1992; Şahinci 1991; Warren 2010).

Havzadaki sularda uzun dönem lityum iyon derişimi 0-0,17 mg/L arasında değişir. En yüksek lityum derişimi Gemiş Pınarı'ndadır. Hayriye Başpınar,  $\text{Li}^+$  iyonu içermez. İyon dağılım haritasına göre lityumun yüksek olduğu sular, göl sediman alanı içinde ve çevresindeki evaporitlerle ilintili sulardır. İğdir, İdris Köyü (Sazak Kaynak) ve Yenice civarındaki sularda lityum anomalileri görülmüştür. Gölün güneyindeki sularda daha yüksek olmakla birlikte, havza genelindeki sularda lityum (Li) ile bromür (Br), boron (B), stronsiyum (Sr) arasında doğrusal yüksek bir ilişki vardır. Li, litolojik birimlerde mika gibi fillosilikatlarda, güncel göl sedimanlarında ise halit gibi tuzlarda ve fillosilikat bileşenli (mika) kırıntılarda zenginleşir.

### 7.3.15 Stronsiyum ( $\text{Sr}^{+2}$ ):

$\text{Sr}^{+2}$  havzada Mayıs-2009 ve Haziran-2013 dönemlerinde analiz edilebilmiştir. Mayıs-2009 döneminde genelde gölün güneyindeki suların kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Mayıs-2009 döneminde  $\text{Sr}^{+2}$  derişimi ortalama 1,2 mg/dir (n=20). Haziran-2013 döneminde gölün güneyindeki sularda 1,9 mg/L (n=7), havzanın genelinde ortalama 1,2 mg/L'dir (n=42).  $\text{Sr}^{+2}$  değerleri İğdir, gölün güneyindeki sular, Çaltı, Sarıkavak, Sazköy, İdris Köyü, Ulupınar civarında 1 mg/L üstündedir. Havzadaki en düşük değerler Darıcılar, Çukuryayla (Ulupınar), Beylerli ve Hayriye civarındadır. Sularda  $\text{Sr}^{+2}$  havzada karbonatlar başta olmak üzere, özellikle göl sedimanlarında karbonatlarla ve jips gibi Ca-sülfatlı bileşenlerle zenginleşir.

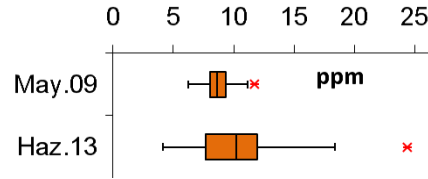
Ulupınar, İğdir ve Alanköy arasında kalan bölgedeki sularda  $\text{Sr}^{+2}$  değerleri anomali gösterir. Benzer anomali bu bölgede sülfat iyonları için de gözlenmiştir. Sülfat

iyonları ile birlikte Sr iyonlarındaki bu anomali ortamda jips, anhidrit vb. sülfat içerikli minerallerle birlikte  $Sr^{+2}$  olduğunu gösterir.

### 7.3.16 SiO<sub>2</sub>:

Düşük sıcaklıklı sulara silis kaynağı, silikat minerallerinin bozunumudur (Hounslow 1995). Sulara HCO<sub>3</sub> ve SiO<sub>2</sub> derişimi kullanılarak ortamdaki kayaç bozunmasının tipi belirlenebilir (Hounslow 1995).

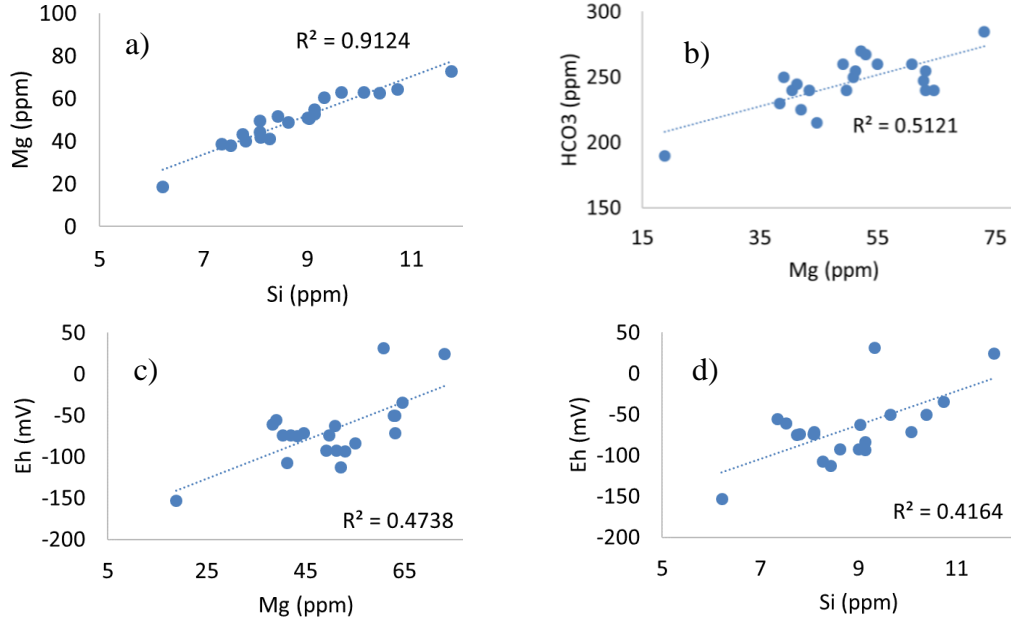
Mayıs-2009 ve Haziran 2013 döneminde havzada SiO<sub>2</sub> değerleri 4- 24,4 mg/L arasında değişir (n=66, Ort.=10 ppm) (**Şekil 7. 12**). Havzadaki yüksek silis içerikli sular Çameli formasyonunda bulunur. Tokça formasyonu ve Çardak formasyonundaki sularda silis içerikleri yüksektir. Gölün güneyindeki derin sondajlarda ortalama 9 mg/L (n=9), kaynaklarda 10 mg/L (n=18) silis bulunur. En yüksek silis içeren sular Hisaralan Çeşmesi ve Sazköy derin sondajdır.



**Şekil 7. 12:** Mayıs-2009 ve Haziran-2013 döneminde sulardaki Si derişimleri.

Mayıs-2009 döneminde Başmakçı İlçesi- Gemiş Kasabası hattında kalan ve gölün güneyinde gölü besleyen sürekli kaynak ve derin sondajlarla birlikte Kocaçay'da Si analizi yapılmıştır. Kocaçay, sürekli kaynak ve derin sondajların Si içeriği yüksek korelasyonla ( $R^2=0,9$ ) Mg ile birlikte zenginleşir (**Şekil 7. 13**). Sulara Si-Mg zenginleşmesi ve Si ile diğer iyonlar arasında korelasyon olmaması, antigorit (serpantin grubu) minerali veya enstatit gibi piroksen mineral ile etkileşimin suların Si ve Mg içeriğini şekillendirdiğini gösterir.

Gölün güneyinde yüzeylenen Karaböğürtlen formasyonu (Kka) ve Marmaris Peridotiti'nde (Kmo) serpantiniter antigorit minerali ile temsil edilir. Serpantiniter dışında Mg-karbonatların suların olası Mg kaynağı olması, Mg ile HCO<sub>3</sub> iyonları arasındaki ilişki ile kendini gösterir. Gölün güneyindeki sulara Si-Mg ve Mg-HCO<sub>3</sub> ilişkisi, silisin (Si) tamamının Mg ile birlikte zenginleştiğini ve serpantiniter dışında Mg-karbonatların oluşturduğu farklı bir Mg kaynağının varlığına işaret eder.

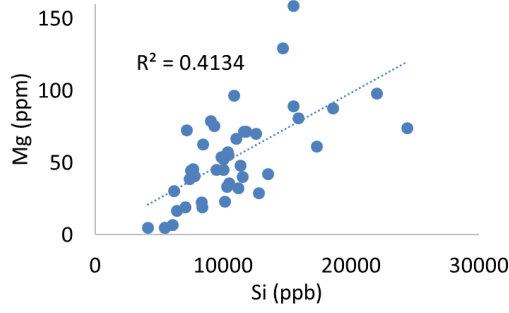


**Şekil 7. 13:** Mayıs-2009 döneminde gölün güneyindeki sürekli kaynak, derin sondaj ve Kocaçay'da a) Si ile birlikte Mg zenginleşmesi b) farklı bir Mg kaynağı olarak Mg-HCO<sub>3</sub> ilişkisi c) Redoks potansiyeli ile Si arasındaki ilişki d) Redoks potansiyeli ile Mg arasındaki ilişki.

Gölün güneyindeki suların kimyasal bileşimindeki iyonların birlikte zenginleşme ilişkileri, suların ilk konumlarından başlayarak yüzeyleneceye kadar içinden geçtikleri ortamların arasında, Mg-karbonatlı birimlerle birlikte suların Mg ve Si bakımından zenginleşmesini sağlayan serpantinit içeren Karaböğürtlen formasyonu (Kka), Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm), Marmaris Peridotiti (Kmo) gibi birimler de yer alır. Ancak suların bu birimlerde kalma süreleri Si içeriklerinin az olmalarından dolayı (Mg-Si içeren minerallerle karbonatlı minerallerin çözünürlüklerinin farklı olmasının etkisi de olabilir), Mg-karbonatlı birimler kadar uzun değildir.

Aynı dönemde suların Si ve Mg içeriklerinin, redoks koşullarından etkilendiği ve indirgen ortamlarda Mg ve Si'nin kaynağını oluşturan minerallerin suda çözünürlüklerinin dolayısıyla Mg ve Si derişiminin azaldığı görülür.

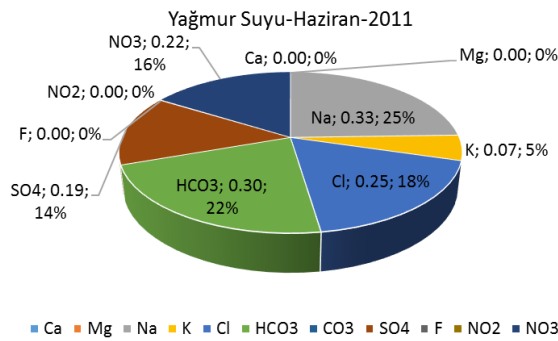
Havzanın tümünde yüzey ve yeraltı suyu örneklemelerinin gerçekleştirildiği Haziran-2013 döneminde, Si-Mg ilişkisi gölün güneyindeki kaynaklarda olduğu gibi yüksek korelasyon ilişkisine sahip değildir (**Şekil 7. 14**). Havzanın genelinde Si-Mg arasındaki düşük korelasyon, suların serpantinit-oliv-piroksen minerallerinin yanında kuvars gibi farklı Si kaynağı ile de etkileşimde olduklarını gösterir.



Şekil 7. 14: Haziran-2013 döneminde havzada Si ile birlikte Mg zenginleşmesi.

### 7.3.17 Havzadaki yağmur sularında çözülmüş majör iyonlar

Havzada özellikle göle yakın konumda Akpınar civarındaki yağışların majör element içeriği 10.06.2011 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Yağışlar çözülmüş Ca ve Mg iyonları içermez. Yağıştaki meq/L biriminde derişim ve % bolluklarında majör elementler  $Na > HCO_3 > Cl > NO_3 > SO_4 > K$  şeklinde sıralanırlar (Şekil 7. 15). Yağışlardaki çözülmüş majör iyonların toplam derişimi 60,4 mg/L,  $HCO_3$ ;18,3 mg/L,  $NO_3$ ;13,6 mg/L, Na;7,7 mg/L,  $SO_4$ ;9,3mg/L, Cl;8,7 mg/L'dir. Atmosferdeki farklı kökenli etkilerin yanında Acıgöl'den doğal yolla sodyum sülfat ve tuz üretimi sırasında rüzgar vb. etkilerle atmosfere karışan evaporit partiküllerinin yağış sırasında çözünmesi Na, Cl ve  $SO_4$  kaynağı olabilir.



Şekil 7. 15: Akpınar civarında 10.06.2011 dönemindeki yağışın majör element içeriğinin meq/L derişimi ve % oranları.

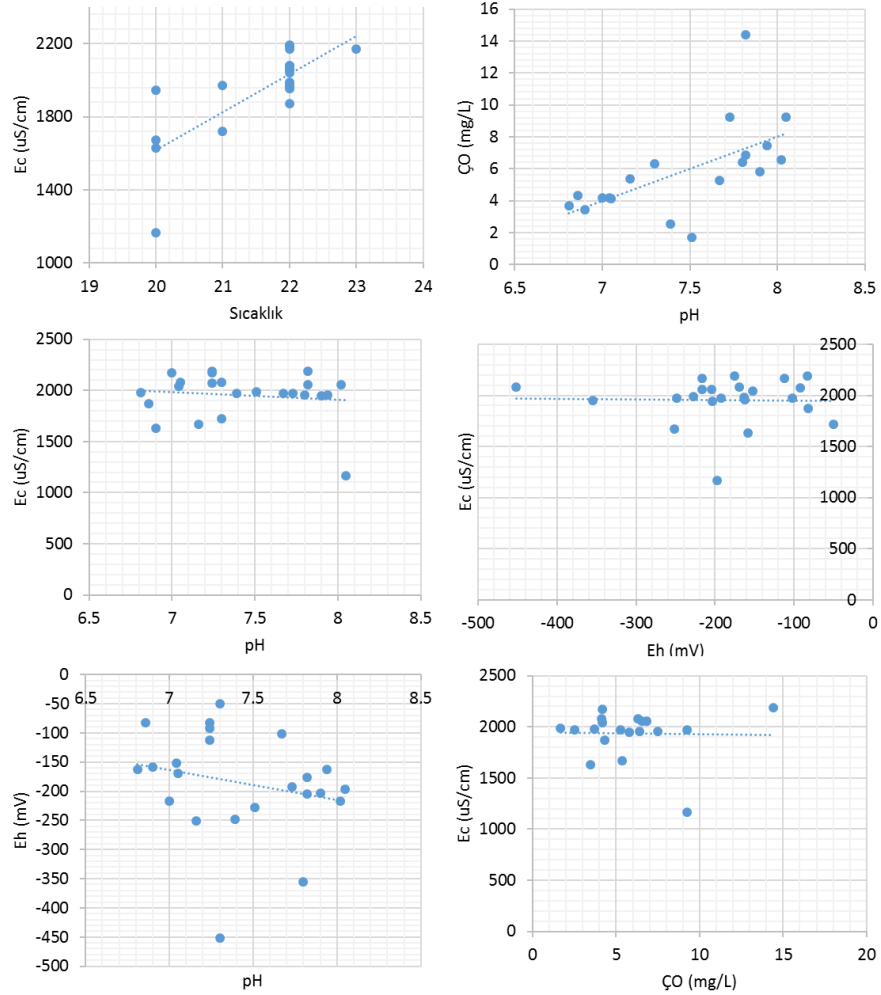
## 7.4 Mevsimsel İzlenen Suların Fiziksel Özelliklerinin Zamansal Değişimi

Acıgöl Sulak Alan, Darıcılar Çınar Çeşme, E-3, S-3, S-7, S-8, S-13, S-15, S-16, S-17, S-18, Çökek Pınarı, Dağanlı Pınar, Gemiş Kaynak, Gemiş Pınarı, Kilise,

Kocapınar, Körpınar, Pınarlı, Söğütlü Pınar, Yırce Pınarı ve Tahtaköprü Pınarı, fiziksel özellikleri ve iyon bileşimindeki zamansal değişimin incelenmesi için gözlemlenmiş sulardır. Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen sular yüzey ve yeraltı suları olarak üzere iki ayrı kısımda değerlendirilmiştir.

### a) Yeraltı suları

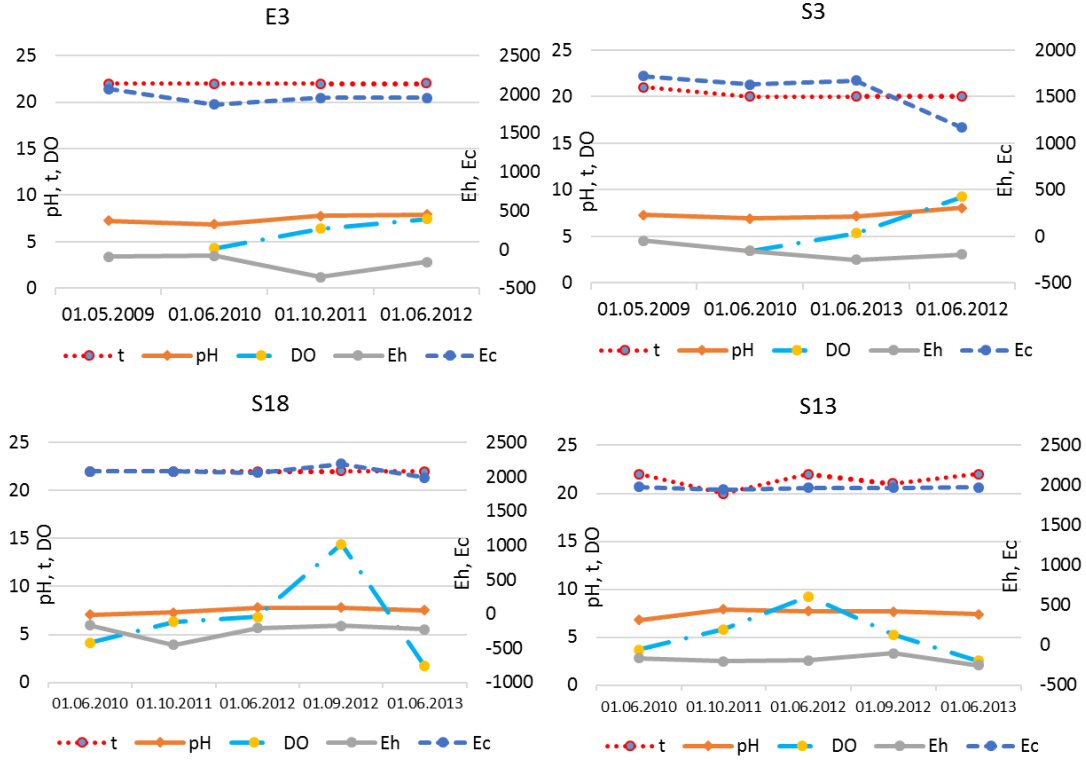
Fay boyunca yüzeylenen yeraltı sularının toplam çözünmüş madde miktarı, ortamın redoks koşulları ve asidik durumundan etkilenmez. Yeraltı sularında sıcaklıkla birlikte çözünmüş madde miktarı değişir. Aynı zamanda sular asitlikten alkaliliğe geçtiğinde çözünmüş oksijen miktarları artar (**Şekil 7. 16**).



**Şekil 7. 16:** Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yeraltı sularında sıcaklık-pH-Ec-Eh-ÇO ilişkisi.

Asidik yeraltı sularının ÇO içeriği düşüktür. 20-23 °C arasındaki yeraltı sularının sıcaklıkları, fayın derin kısımlarında jeotermal gradyan ile olan etkileşimleri nedeniyle mevsimsel iklim değişiminden etkilenmez. TÇM ve Ec değerlerinin

mevsimsel olarak önemli değişim anomalisi sergilemediği yeraltı suları, tüm mevsimlerde indirgenmiş ortama sahiptir (**Şekil 7. 17**).

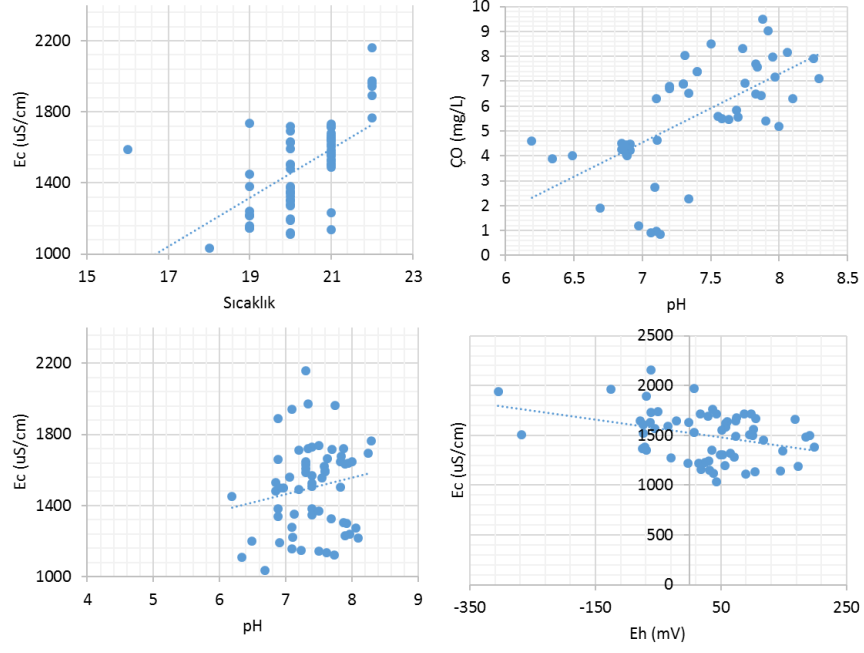


**Şekil 7. 17:** Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yeraltı sularının fiziksel özelliklerinin zamansal değişimi.

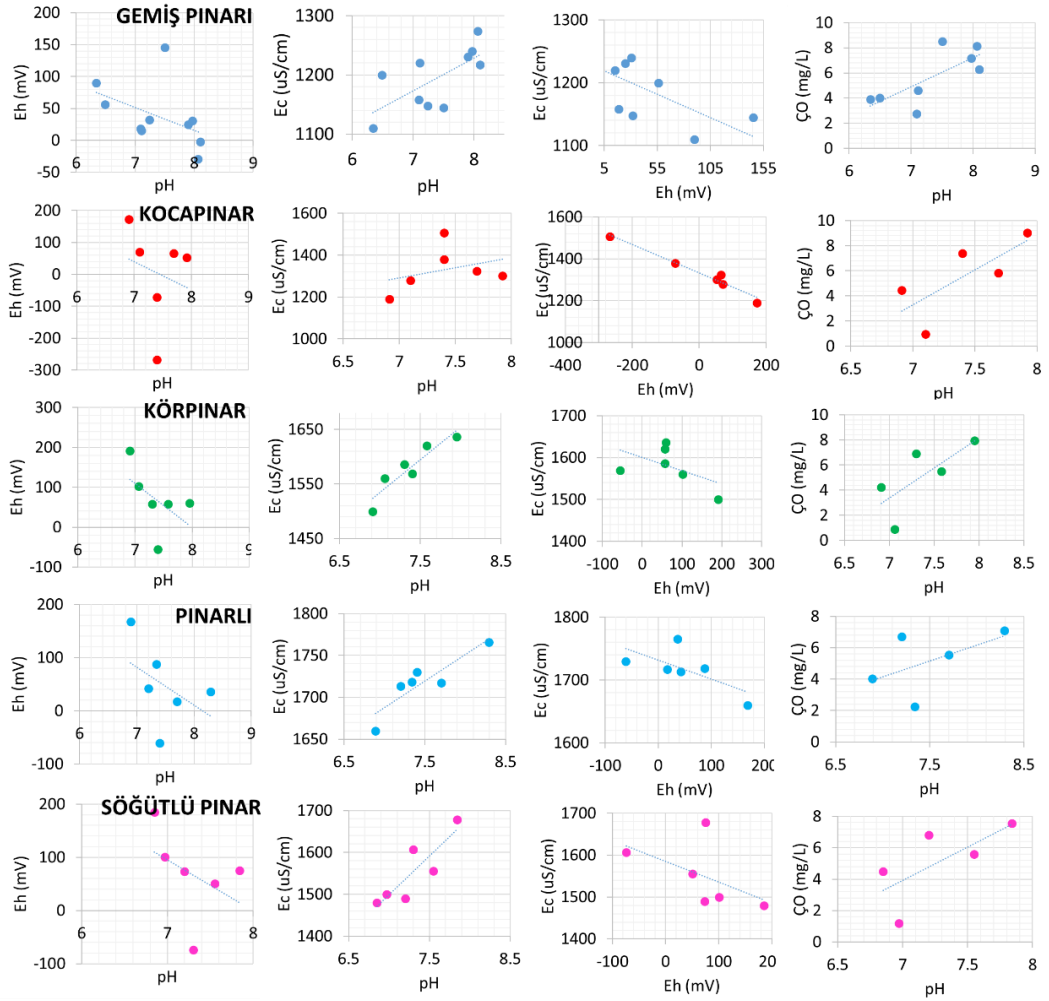
### a) Yüzey suları

Fay boyunca yüzeylenen yüzey sularının iletkenliği ve toplam çözünmüş madde miktarını, ortamın redoks koşulları ve sıcaklığı etkiler. Sıcaklığın artmasıyla sulara çözünen madde miktarı artar. Suların tümünde ortamın alkaliliğinin çözünmüş madde miktarına etki ettiği söylenemez. Ancak kaynak bazında incelendiğinde dönemsel olarak pH değişimiyle birlikte çözünmüş madde miktarının da değiştiği görülür. İndirgenmiş redoks koşullarına sahip sulara çözünmüş madde miktarı artarken, ortamın Eh miktarı arttıkça, sular yükseltgenmiş hale geldikçe çözünmüş madde miktarı azalır. Çözünmüş oksijen miktarı yüksek olan sular aynı zamanda alkaliliği yüksek olan sulardır. Asidik suların çözünmüş oksijen miktarı düşüktür (**Şekil 7. 18**). Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen Gemiş Pınarı, Kocapınar, Körpınar, Pınarlı, Söğütlü Pınar gibi önemli yüzey sularının fiziksel özelliklerinin mevsimsel değişimindeki ilişki, kaynak bazında ayrıca değerlendirilmiştir (**Şekil 7. 19**).





Şekil 7. 18: Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yüzey sularında sıcaklık-pH-Ec-Eh-ÇO ilişkisi.



Şekil 7. 19: Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen önemli kaynakların fiziksel özelliklerinin mevsimsel değişimindeki ilişkileri.

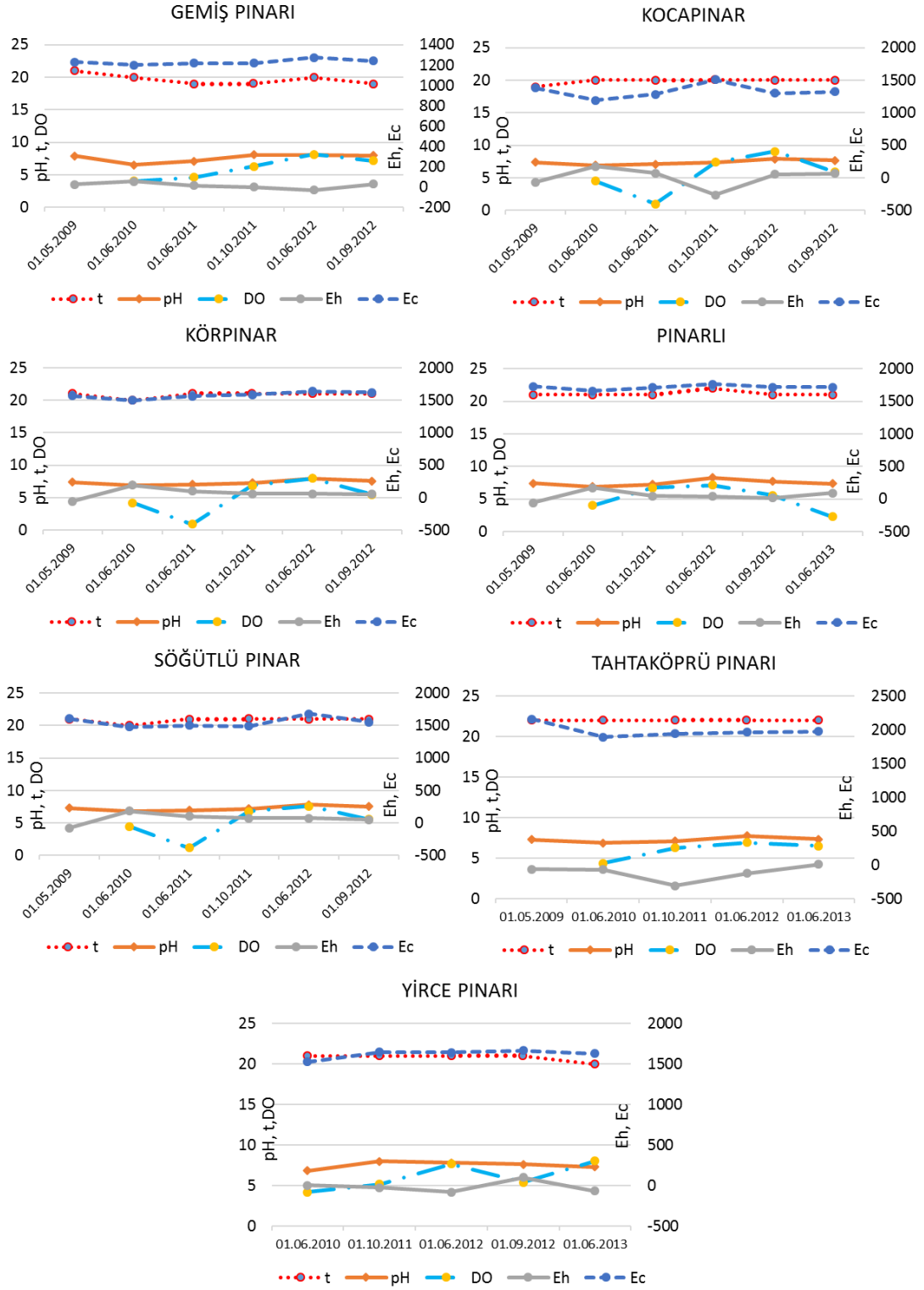
Kaynakların mevsimsel olarak redoks koşulları ve alkaliliklerinin değişmesi çözülmüş iyon miktarlarının değişmesine neden olur. Kaynakların çözülmüş iyon içerikleri alkali olduğu dönemlerde yükselirken, asidik olduğu dönemlerde azalır. Kaynakların redoks koşullarının indirgenmiş olduğu dönemlerde çözülmüş iyon miktarı artarken, yükseltgenmiş olduğu dönemlerde azalır. Suların redoks potansiyelleri azaldıkça, çözülmüş iyon miktarları artar. Ayrıca redoks potansiyellerinin düşmesi durumunda sular alkali olma eğilimindedirler. Redoks potansiyeli yüksek sular, asidik sulardır. İndirgenmiş redoks koşullarında sular alkali durumdayken, yükseltgenmiş redoks koşullarında asidiktir (bkz. **Şekil 7. 19**).

Fay boyunca yüzeylenen suların iletkenliği ve çözülmüş madde miktarı mevsimsel ekstrem değişim göstermez. Körpınar, Söğütlü Pınar, Pınarlı çözülmüş madde miktarı yağışlı dönemden kurak döneme geçildiğinde ihmal edilebilir miktarda azalır. Kaynaklar birbirine göre farklı sıcaklığa sahip olsalar da, suların sıcaklığındaki mevsimsel değişim 1 °C'yi geçmez (**Şekil 7. 20**).

## **7.5 Mevsimsel İzlenen Suların İyon Bileşiminin Zamansal Değişimi**

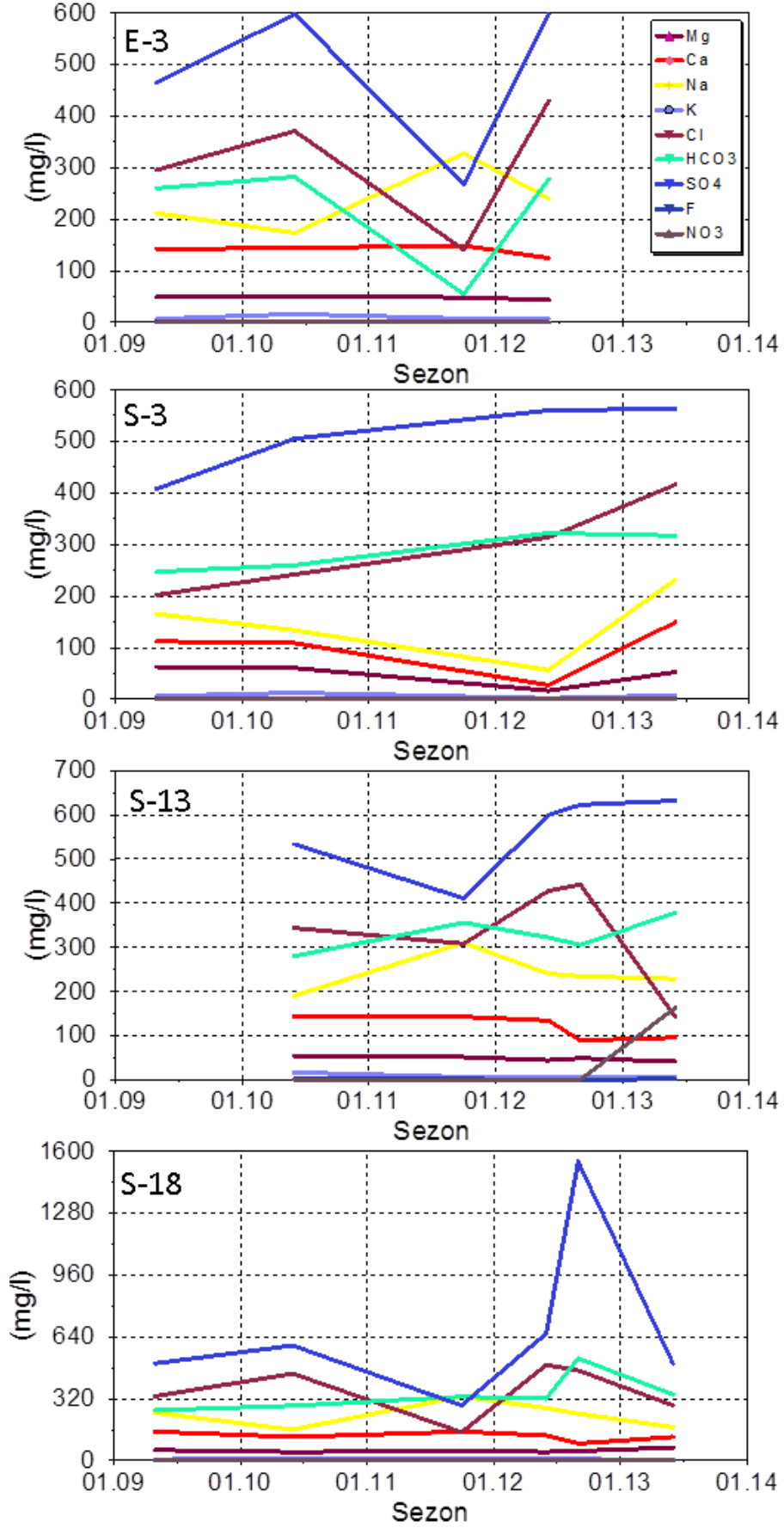
Sürekli izlenen suların kimyasal bileşenlerine göre derin sondajlarda, anyonlarda SO<sub>4</sub> ve Cl, benzer anomaliye sahiptir. Ekim-2011 döneminde derin sondajlarda SO<sub>4</sub> ve Cl derişimi önemli bir azalma gösterir. SO<sub>4</sub> ve Cl derişimi sondajlarda yağışlı dönemde artmış, kurak dönemde azalmıştır. Katyonlarda Ca ve Mg anomalisi benzerlik gösterir. Ancak derin sondajlar Mg ve K derişimi kurak ve yağışlı dönemde çok büyük değişim anomalisi sergilemez. Bazı yeraltı sularında Na ile Ca mevsimsel değişim anomalisinin benzer olduğu görülür. Bununla birlikte Na, Cl ve SO<sub>4</sub>'a karşı ters anomali sergilemiş, Cl ve SO<sub>4</sub> artarken azalmıştır. Ekim-2011 dönemi Na derişiminin en yüksek olduğu dönem olmuştur (**Şekil 7. 21**).

Kaynaklarda sülfat ve bikarbonat derişimi, yüksek olan anyonlardır. Cl ve SO<sub>4</sub> derişimi benzer anomaliye sahiptir. Cl ve SO<sub>4</sub> derişiminin arttığı dönemlerde Na derişimi azalır. Mg derişim anomalisi bazı kaynaklarda Ca ile birliktelik gösterir. Kaynaklarda genelde K derişimi belirgin değişim anomalisi göstermez. Yağışlı dönemlerde Cl ve SO<sub>4</sub> derişiminin arttığı, buna karşın Na derişiminin azaldığı görülür (**Şekil 7. 22**).

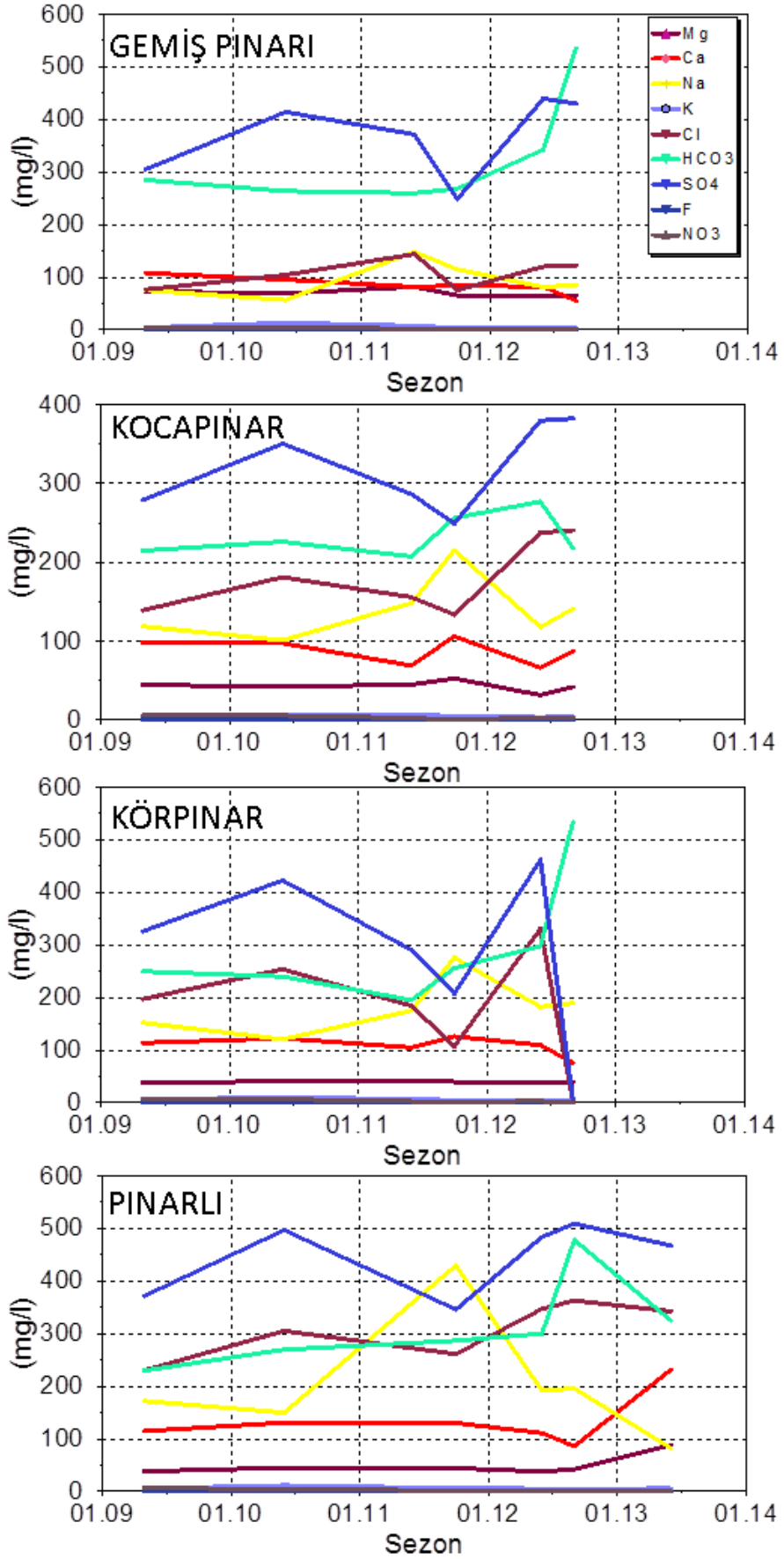


**Şekil 7. 20:** Fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel izlenen yüzey sularının fiziksel özelliklerinin zamansal değişimi.

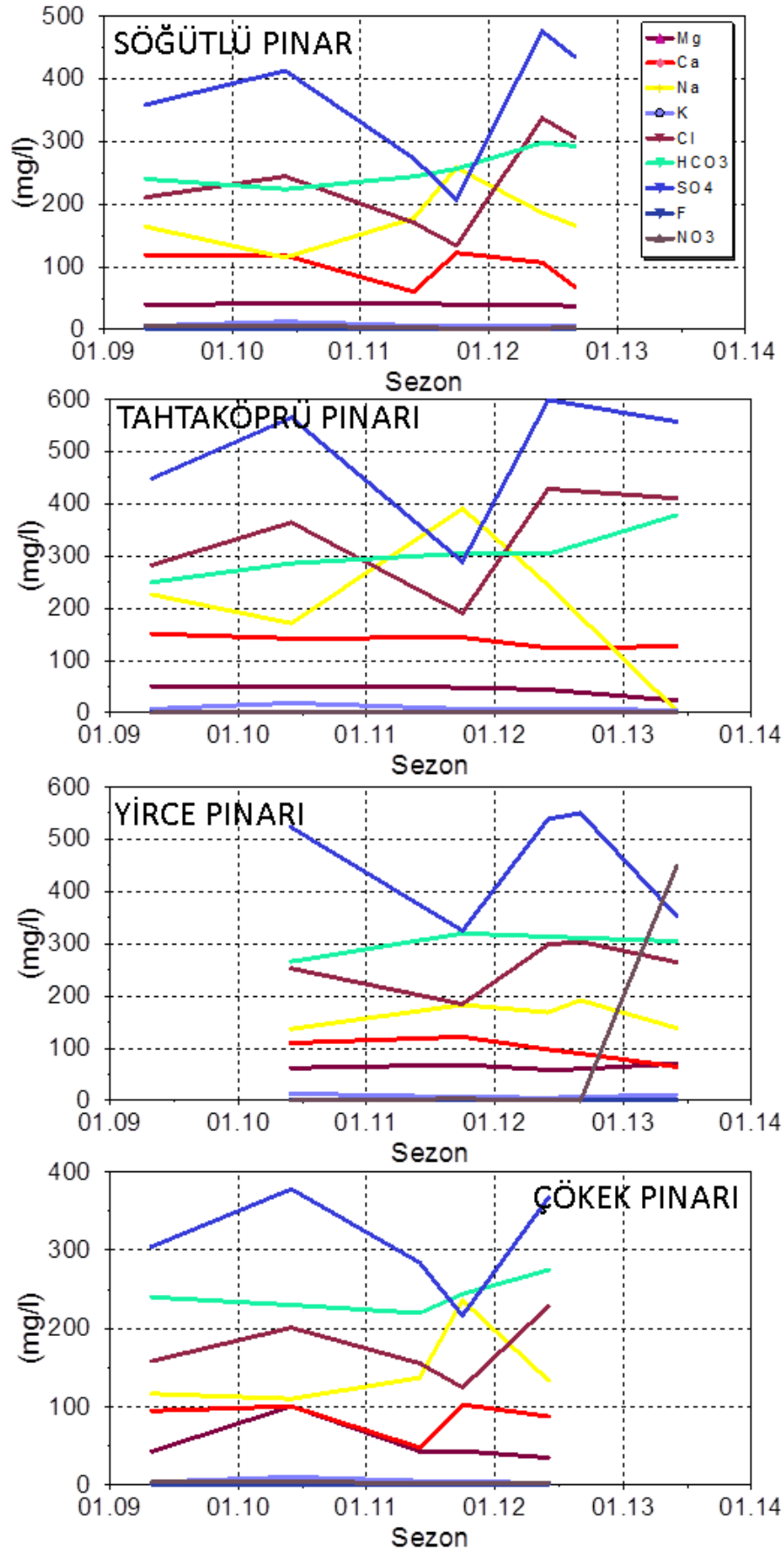
Mevsimsel izlenen gölün güneyindeki kaynaklarda ve derin sularda, yağışlı dönemde Cl ve SO<sub>4</sub> derişimi artarken Na derişimi azalması, kurak dönemde Cl ve SO<sub>4</sub> derişimi azalırken Na derişimi artması, sularda mevsime bağlı olarak sodyum kaynağının derişimini gösterir.



Şekil 7. 21: Derin sondajların iyon miktarlarının zamansal değişimi.



Şekil 7. 22: Sürekli kaynakların iyon miktarlarının zamansal değişimi.

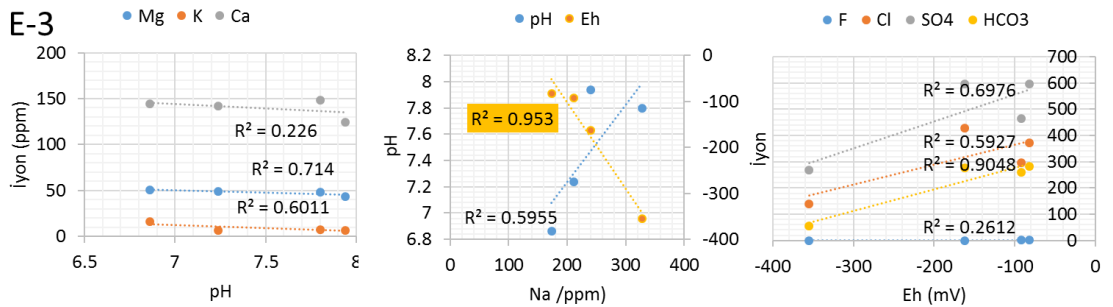


Şekil 7. 22: Sürekli kaynakların iyon miktarlarının zamansal değişimi (devam).



Göl sediman istifinde periyodik kalsit, jips ve halit araldanmasında karbonat içinde klorit bileşenli kil matriks bulunur. Gölün güneyindeki sularda kristalizasyon ve çözünme olayları döngü halindedir. Sodyum kaynağı, yağışlı dönemde halit tuzlarının erimesi iken, kurak dönemde silikat minerallerin bozunmasıdır. Yağışlı dönemde tuzlar ve jipsler erirken suda Cl ve SO<sub>4</sub> artmakta, tuzun çözünümünden serbest kalan Na, silikatlardan tarafından absorbe edilmekte/ters-iyon değişimine uğramakta ve suda derişimi azalmaktadır. Kurak dönemdeyse artan evaporatif konsantrasyon nedeniyle suların jips ve halit doygunluğu artmakta, aynı zamanda suların evaporitleri çözmesi oldukça azalmakta, buna bağılı olarak Cl ve SO<sub>4</sub> ile birlikte Na miktarı azalmaktadır. Devamında yağışlı dönemde silikatlar tarafından absorbe edilen Na'nın, kurak dönemde silikatların bozunumu veya iyon değişimi gibi olaylar nedeniyle derişimi suda artmaktadır.

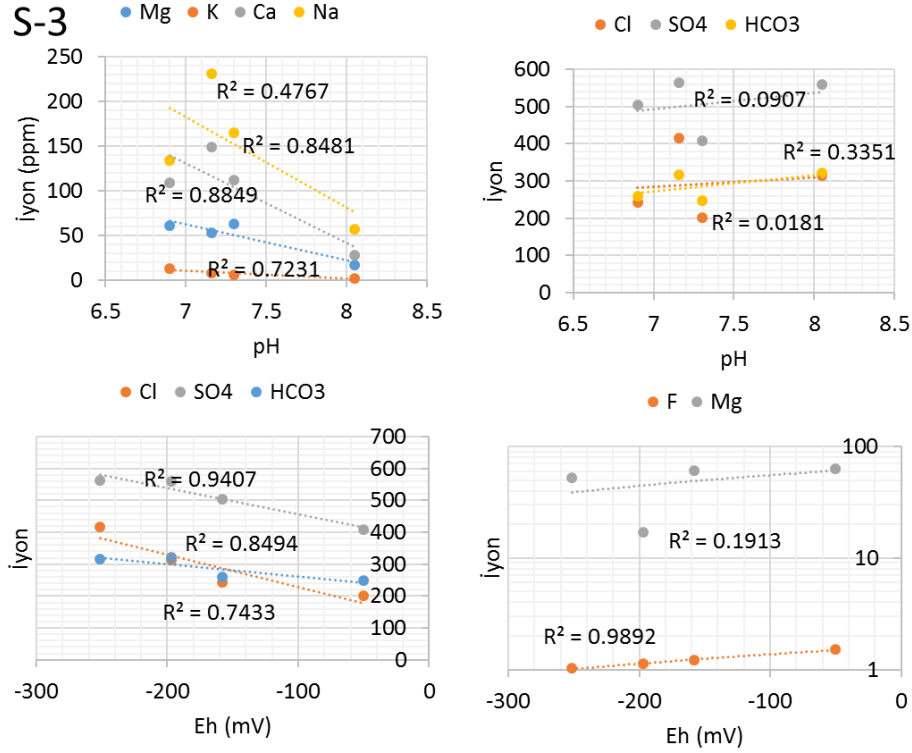
**E-3 sondajı yeraltı suyunda;** pH ile birlikte çözünmüş anyon miktarında ihmal edilebilir değişim gerçekleşse de önemli değişim katyonlarda meydana gelir. Sular alkaliliğe geçtikçe çözünmüş Na miktarı artarken, Ca, Mg ve K miktarı azalır. Suların pH ile çözünen anyonları da negatif ilişkilidir. Ortamın redoks koşulları ise çözünmüş Na ve anyonları önemli ölçüde etkiler. Anyonlara kıyasla diğer katyonlara (Na dışındaki) etkisi düşüktür. Derin sularda ortam indirgen oldukça (ORP değeri negatif yönde değıştikçe) çözünmüş anyon miktarı azalır, Na miktarı artar. Ters durumda ortam yükseltgenmeye başladığında çözünmüş anyon miktarları artarken, Na miktarı azalır. Yeraltı sularında Na, pH ile pozitif, Eh ile negatif ilişkilidir. Na dışında iyonlar pH ile negatif, Eh ile pozitif ilişkilidir. Yeraltı sularında alkaliliğin arttığı aşırı indirgenmiş ortamlar Na iyon derişiminin en yüksek olduğu ortamlardır (**Şekil 7. 23**).



**Şekil 7. 23:** E-3 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

**S-3 yeraltı suyunda;** ortamın asidik durumu anyonlarda sadece HCO<sub>3</sub> üzerinde etkili iken, katyonları önemli ölçüde etkiler. Yeraltı suları alkalilik arttıkça çözünmüş katyon miktarı azalır. Asidik koşullarda çözünmüş katyon miktarı önemli ölçüde yükselir. HCO<sub>3</sub> ise alkali koşullarda yükselmiştir. Ortamın redoks koşulları

anyonları önemli ölçüde etkilerken, katyonlara (Mg hariç) etkisi söz konusu değildir. Yüksek indirgenmiş yeraltı suyunda Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> miktarı artarken, F ve Mg miktarı azalır. Bu bölgedeki redoks koşullarının Na katyonu üzerinde bir etkisi yoktur (**Şekil 7. 24**).

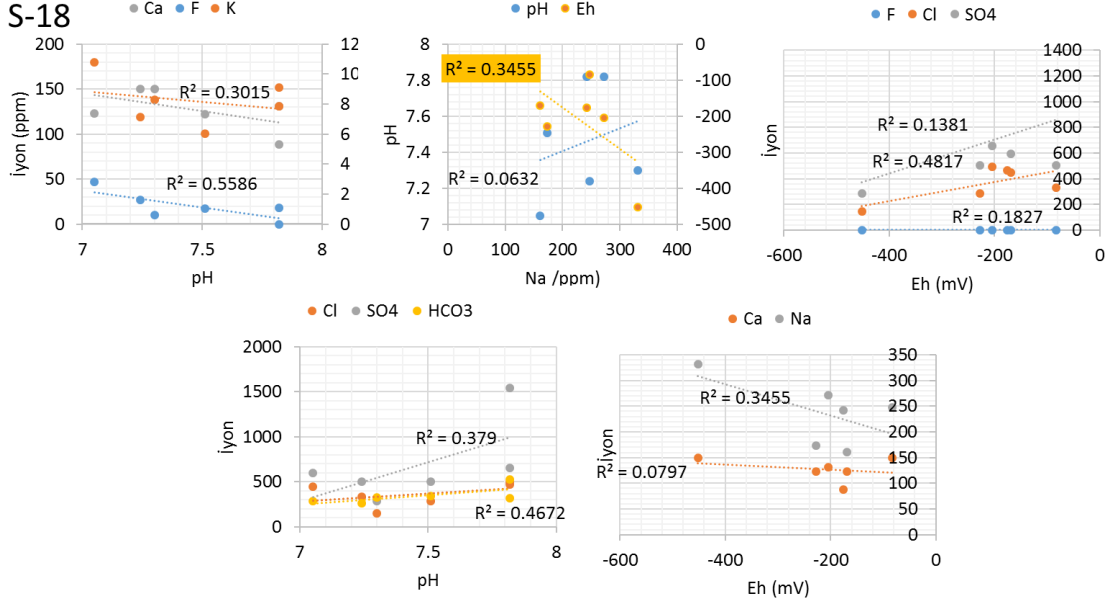


**Şekil 7. 24:** S-3 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

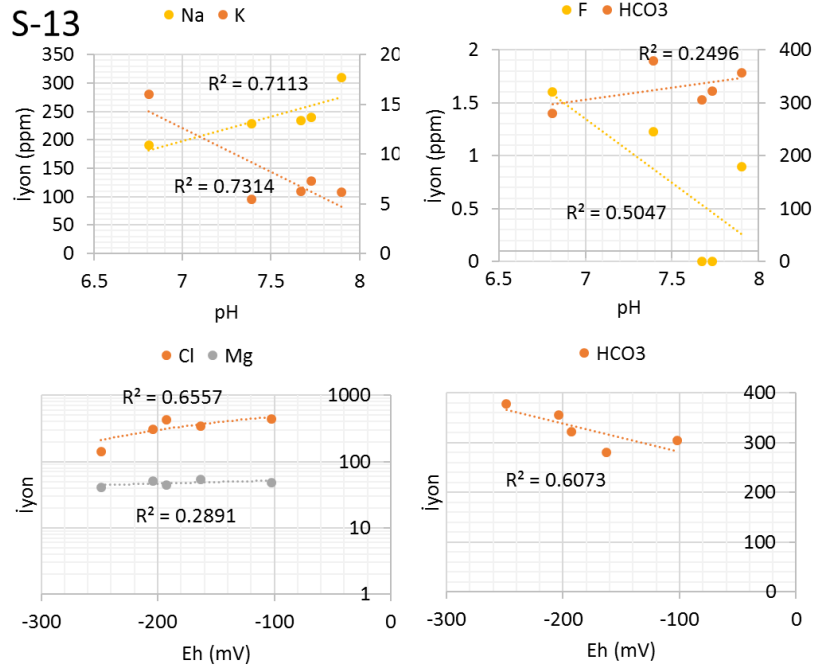
**S-18 Sondajı yeraltı suyunda;** alkaliliğe geçtikçe anyonların (F<sup>-</sup> dışındaki) derişimleri artar. Buna karşın katyonların (Mg ve Na hariç) derişimleri azalır. Artan alkalilik sodyum miktarını da düşük oranlarda artırır. Ortamın redoks koşulları çözülmüş Na ile Cl ve SO<sub>4</sub> anyon derişimlerini etkiler. Ortam indirgen oldukça (ORP değeri negatif yönde değıştikçe) Cl ve SO<sub>4</sub> çözülmüş anyon miktarı azalır, Na miktarı artar (**Şekil 7. 25**).

**S-13 Sondajı yeraltı suyunda;** Na ve HCO<sub>3</sub> iyon derişimleri alkali koşullarda artarken, K ve F derişimleri azalır. Ortamın redoks koşulları Cl, HCO<sub>3</sub> ve Mg iyon derişimlerini etkiler. Aşırı indirgenmiş ortam koşullarında HCO<sub>3</sub> miktarı önemli ölçüde artarken, Cl ve Mg miktarı artar (**Şekil 7. 26**). Her bir yeraltı suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri dönemsel bakıldığında ortamın asitliği ve redoks koşulları, anyon ve katyonların çözünlüğünü önemli ölçüde etkiler. Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yer alan derin sularda, gölün güneyindeki farklı litolojik birimlerin gerek drenajla kırıntılı taşınım ya da alüvyon şeklinde gölün içine sokulmaları nedeniyle,

gölün güneyinde batı-doğu hattında istiflenmede bölgesel kısmi farklılıklar meydana gelmektedir. İstiflenmedeki bölgesel farklılıklar değişen Eh, pH koşullarında farklı reaksiyonların gelişmesine neden olmaktadır. Litolojik istiflenmenin yanında jeomikrobiyolojik döngüler ve bu döngülerin ürünlerindeki değişim farklı jeokimyasal olayların gelişmesinde etkili olabilir.



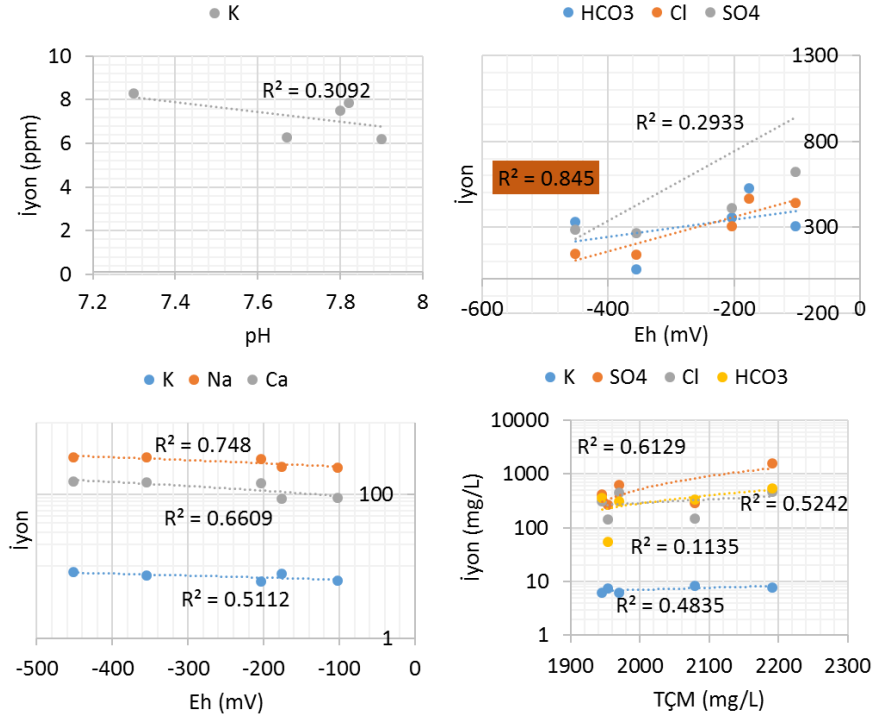
Şekil 7. 25: S-18 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.



Şekil 7. 26: S-13 derin sondajının mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

**İzlenen kurak dönemlerde;** yeraltı sularında asidik/alkalilik farklılığı düşük oranda K<sup>+</sup> iyon derişimini farklılaşmasına neden olmuştur. Yeraltı sularının

anyonlarındaki farklılığının nedeni ortamın redoks koşullarıdır. Aşırı indirgenmiş yeraltı sularında anyon derişimi azalırken, katyon derişimi artmıştır (Mg hariç) (**Şekil 7. 27**). Kurak dönemde yeraltı sularının TÇM'lerinin farklı olmasında anyon miktarlarındaki farklılık etkili olmuştur.

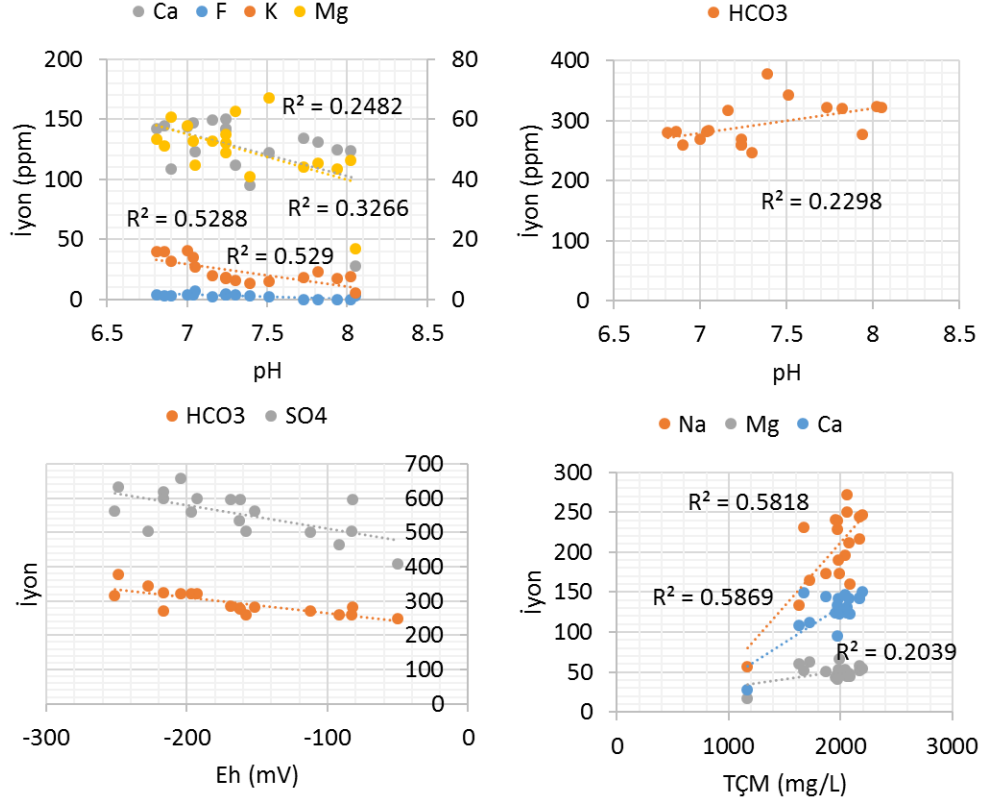


**Şekil 7. 27:** Kurak dönemde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

**İzlenen yağışlı dönemlerde;** yeraltı sularının katyon miktarlarındaki farklılıkta suların pH farkının etkili olduğu görülmüştür. Asidik sularda çözülmüş katyon miktarı artarken, alkali sularda katyon derişimi azalmıştır. Yeraltı sularının anyon miktarlarındaki farklılıkta ortamın asidik/alkali koşullarının etkisi önemsizdir. Suların anyon derişimlerine alkaliliğin olumlu etkisi düşüktür. Yeraltı sularının anyonlarındaki farklılığın asıl nedeni ortamın redoks koşullarıdır. Aşırı indirgenmiş sular anyon bakımından zenginleşirken, ORP değerleri yükseldikçe anyon derişimleri azalmıştır. Yağışlı dönemde yeraltı sularının TÇM'lerinin farklı olmasında, katyonlar etkili olmuştur (**Şekil 7. 28**).

**Yağışlı ve kurak dönemde,** yeraltı sularının anyon derişimlerinin birbirinden farklı olmasında ortamlarının redoks koşulları etkili olmuştur. Aynı zamanda redoks koşulları yağışlı-kurak dönem döngüsünde anyon derişimine tamamen zıt etki eder. Kurak dönemde aşırı indirgenmiş ortamlarda anyon derişimi azalırken, yağışlı dönemde artmıştır. Suların pH'ı, sadece yağışlı dönemde yeraltı sularının birbirine kıyasla katyon miktarlarının farklılaşmasında etkili olmuştur.

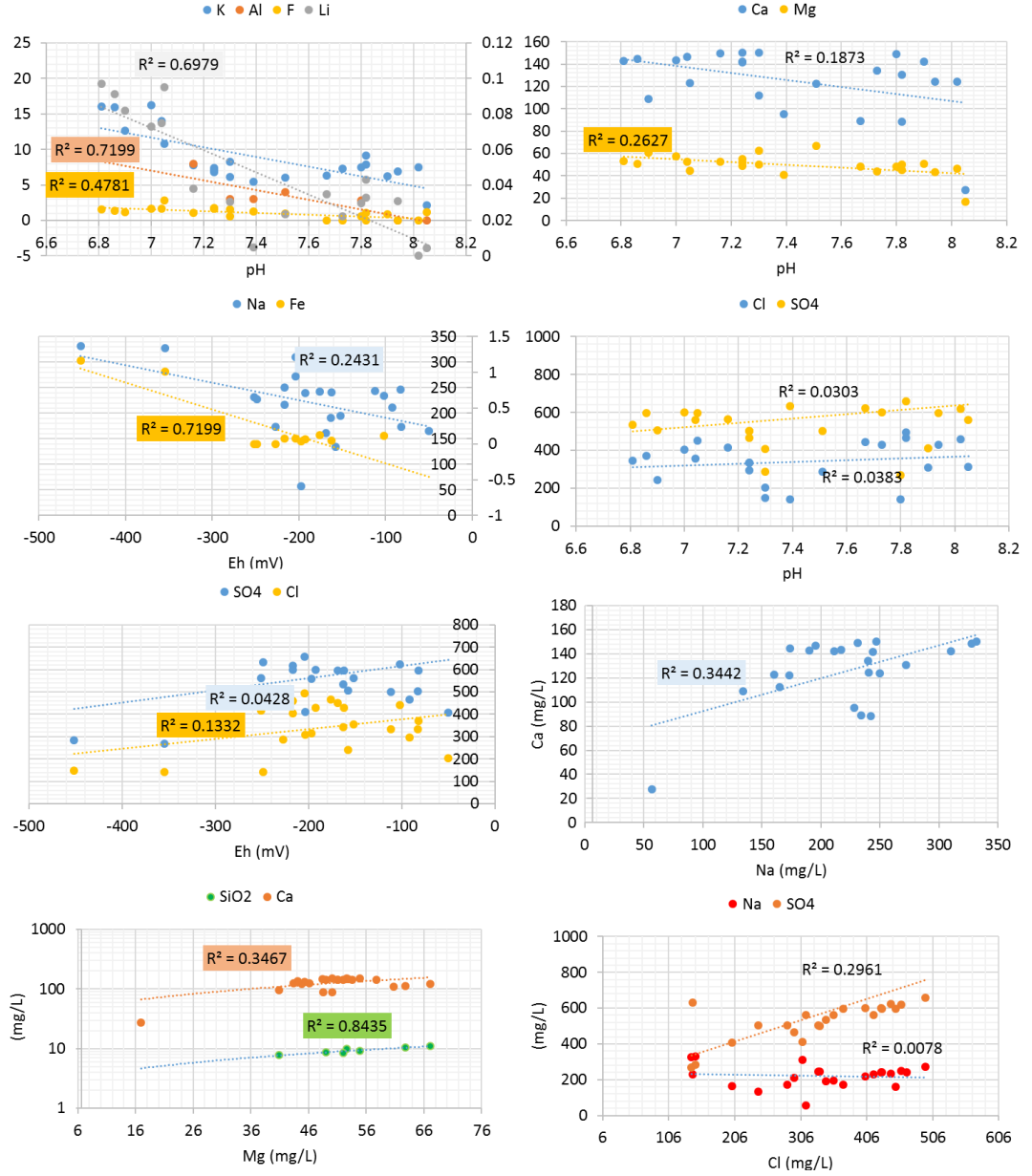
**Yağışlı ve kurak birlikte değerlendirildiğinde**, alkali yeraltı sularında mikalar başta olmak üzere fillosilikatların çözünürlüğünün daha az olduğu ve suya daha az miktarda iyon verdiği görülür. Yeraltı sularının alkaliliği azaldıkça fillosilikatların çözünürlüğü artmakta ve sulara daha çok iyon vermektedir. Mg-Ca ve Mg-Si ilişkisine göre gölü çevreleyen dolomitik kireçtaşları başta olmak üzere volkanik kökenli birimler (Marmaris Peridotiti'ndeki serpantinitle ile Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu'nda ofiyolitler) yeraltı sularının Mg kaynağını oluşturur.



**Şekil 7. 28:** Yağışlı dönemde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

Yeraltı sularında Ca-Na arasındaki önemli ilişkide önemli faktör globerit çözünümlü ile birlikte Na-Ca iyon değişimidir. Na-Cl arasındaki ilişki tuzların çözünümlü tanımlamakla birlikte yeraltı sularında bu ilişkinin korelasyonu düşüktür. Na-Cl'ye göre yüksek Na-Ca ilişkisi, sulardaki sodyumun birden fazla kaynağa sahip olduğunu, halit yanında globerit çözünümlü ve Na-Ca iyon değişiminin de yeraltı sularına Na sağladığını gösterir. Ayrıca Na-Ca ilişkisi, Cl-SO<sub>4</sub> ilişkisi de dikkate alındığında tuzlarla birlikte globerit başta olmak üzere diğer evaporitlerin çözüldüğünün göstergesidir. Evaporitlerin çökelim-çözünümlü sırası dikkate alındığında tuzlarla birlikte, Ca-sülfatlara kıyasla, Na-sülfatlar öncelikli çözünümlü (tenardit-globerit-jips).

Yeraltı sularının redoks koşulları Na, Cl ve SO<sub>4</sub> anyonlarını etkiler. Na iyonunun arttığı redoks koşullarında Cl ve SO<sub>4</sub> iyon derişimleri azalır. Tersine Na iyonunun azaldığı redoks koşullarında Cl ve SO<sub>4</sub> iyon derişimleri artar (**Şekil 7. 29**).

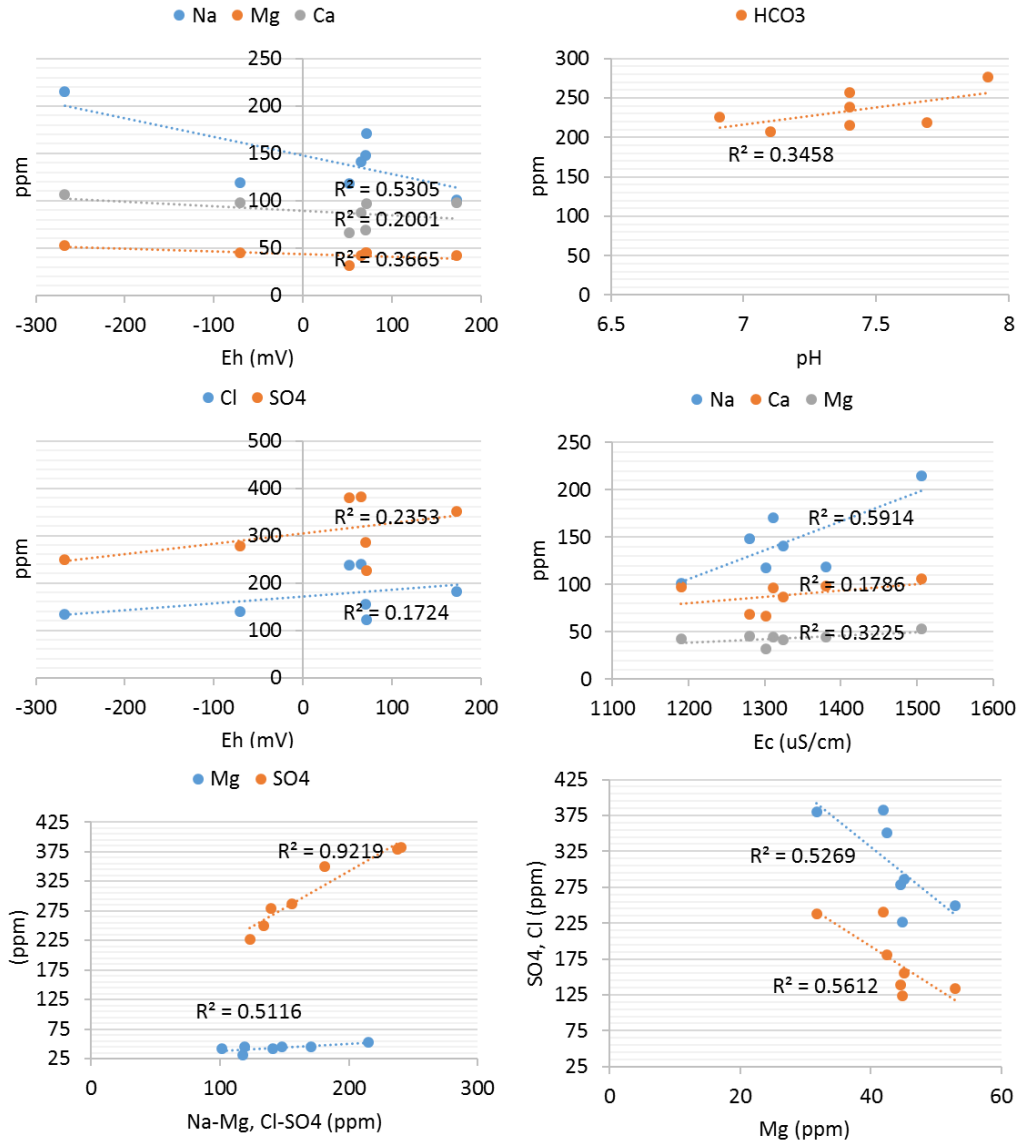


**Şekil 7. 29:** Uzun yıllar yağışlı-kurak dönem döngüsünde yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

**Kocapınar;** fay boyunca yüzeylenen ve mevsimsel olarak jeokimyasal özellikleri izlenen sürekli kaynaklardan en önemlisi ve mevsimsel değişimin izlenmesinde suları en iyi temsil eden kaynaktır. Kocapınar'da mevsimsel redoks koşullarındaki değişim Na<sup>+</sup> iyonu başta olmak üzere Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> katyon ve Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> anyon iyon derişimlerini etkiler. İndirgenmiş olduğu dönemlerde Kocapınar'da Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> iyon derişimleri artarken, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> iyon derişimleri düşük oranlarda



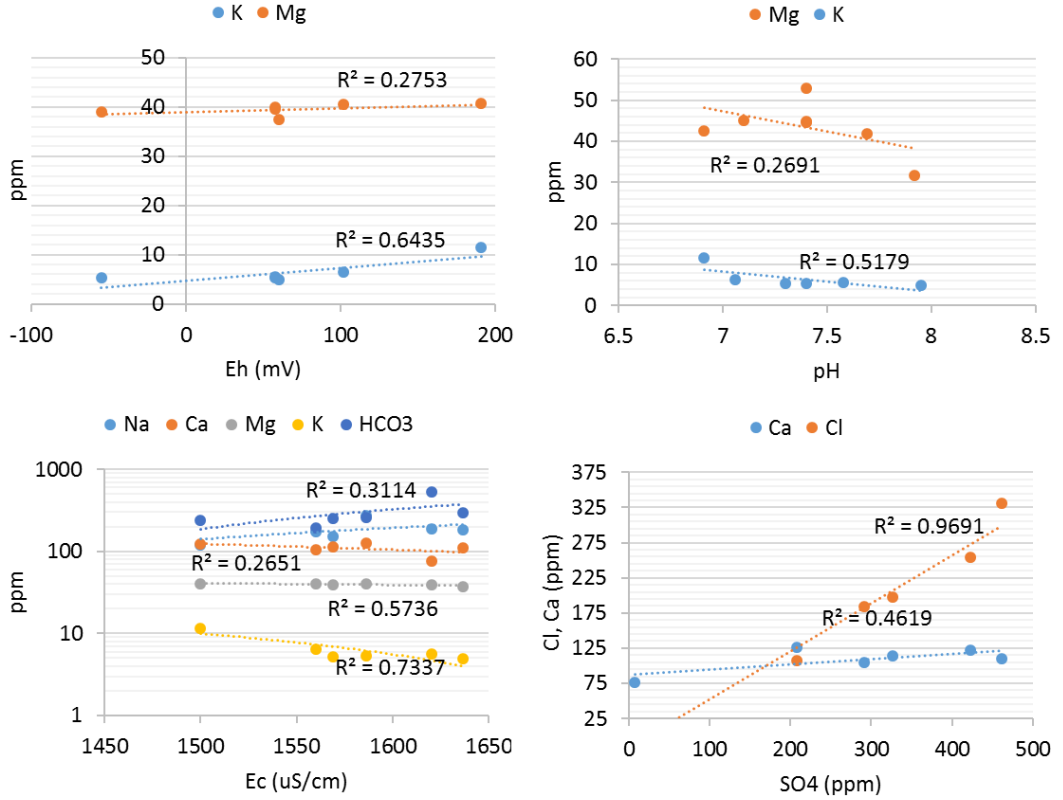
azalır (**Şekil 7. 30**). Asidik olduğu dönemlere kıyasla alkali olduğu dönemlerde  $\text{HCO}_3^-$  derişimi artar. Kocapınar'ın toplam çözünmüş madde miktarındaki mevsimsel değişim katyonlardaki değişimden kaynaklanır. Anyon ve katyon derişimlerinin Redoks koşullarındaki farklı davranışı nedeniyle, anyonlarla katyonlarla ters korelasyona sahiptir. Değişen dönemlerde anyonlarda  $\text{Cl-SO}_4$ , katyonlarda  $\text{Na-Mg}$  benzer değişim anomalisine sahiptir. Kocapınar'daki  $\text{Na-Mg}$  ilişkisi iyon değişiminde  $\text{Na}$  ile  $\text{Mg}$ 'nin birlikte hareket etmesi olasıdır. Aynı zamanda blödit gibi  $\text{Na-Mg-sülfatların}$  çözünmü de söz konusudur.



**Şekil 7. 30:** Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Kocapınar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler.

**Körpınar;** dönemsel olarak pH ve redoks koşullarının değişmesi  $\text{K}^+$  ve  $\text{Mg}^{2+}$  iyon derişimlerini etkiler. Kaynağın asidik ve yükseltgenmiş olduğu dönemlerde  $\text{K}^+$  ve  $\text{Mg}^{2+}$  iyon derişimleri artarken, alkali indirgenmiş olması durumunda azalır. Dönemsel

olarak toplam çözünmüş madde miktarındaki artışta  $\text{Na}^+$  ve  $\text{HCO}_3^-$  iyonları etkindir. Kaynağın tuz ile birlikte jipsi çözüldürmesi nedeniyle,  $\text{SO}_4\text{-Cl}$  ve  $\text{SO}_4\text{-Ca}$  ilişkisi gelişir (Şekil 7. 31).

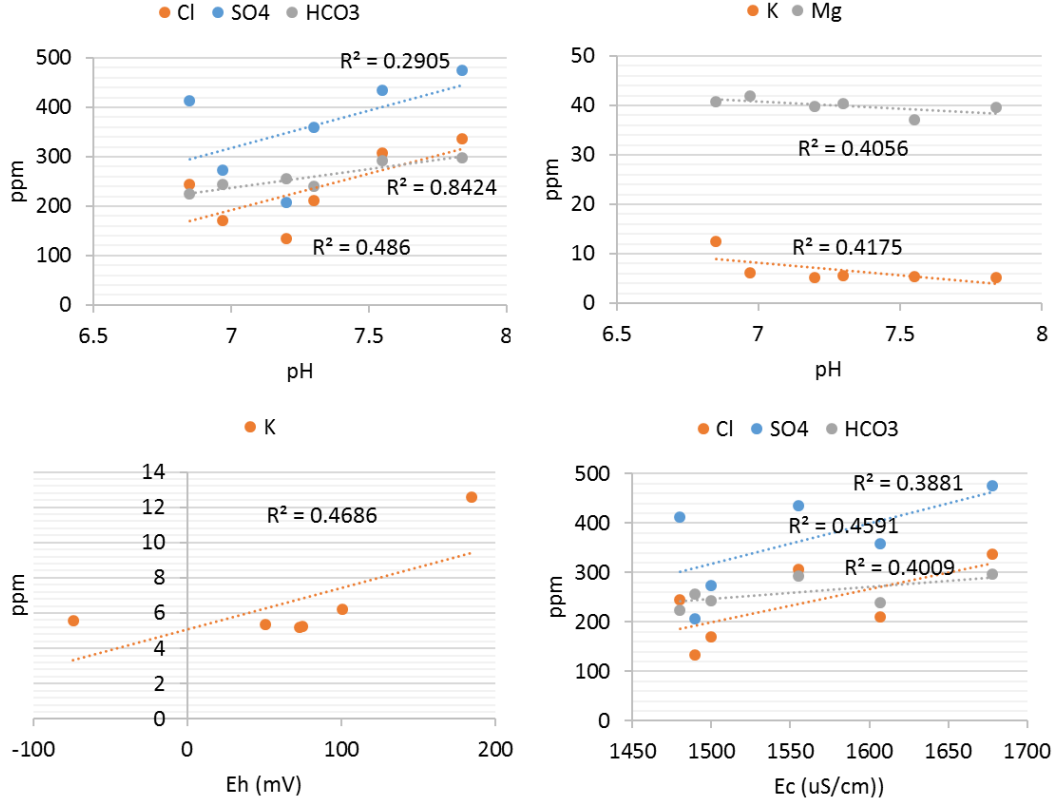


Şekil 7. 31: Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Körpınar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler.

**Söğütlü Pınar'da;** dönemsel olarak pH değişimi anyon ve katyonlarda farklı etkilere neden olur. Asidik koşullarda katyon derişimi artarken anyon derişimi azalır. Alkali olduğu dönemlerde katyon derişimi azalırken, anyon derişimi artar. Dönemsel olarak redoks koşullarının değişmesi düşük miktarda  $\text{Na}^+$  ve önemli miktarda  $\text{K}^+$  iyon derişimlerinde etkili olmuştur. Dönemsel olarak toplam çözünmüş madde miktarının değişmesinde çözünmüş anyonların çözünme miktarı etkili olmuştur (Şekil 7. 32).

**Gemiş Pınarı;** gölün güney batısındaki Mg içerikli sürekli suları temsil eden ve gölün besleniminde Kocapınar gibi önemi olan bir kaynaktır. Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen Na-SO<sub>4</sub> tipindeki diğer sulara nazaran, redoks koşullarının değişiminde gelişen iyon davranışı farklıdır. Gemiş Pınarı'nda dönemsel olarak redoks koşullarının değişmesi,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  iyon derişimlerinin değişmesine neden olur. Gemiş Pınarı'nın indirgenmiş olduğu dönemlerde  $\text{Na}^+$  derişimi düşük oranlarda artarken,  $\text{K}^+$  iyon derişimi azalır. Gemiş Pınarı'nın asidik olduğu dönemlerde  $\text{K}^+$  ve  $\text{Mg}^{2+}$  iyon derişimi artarken, alkali olduğu dönemlerde azalır. Asidik olduğu

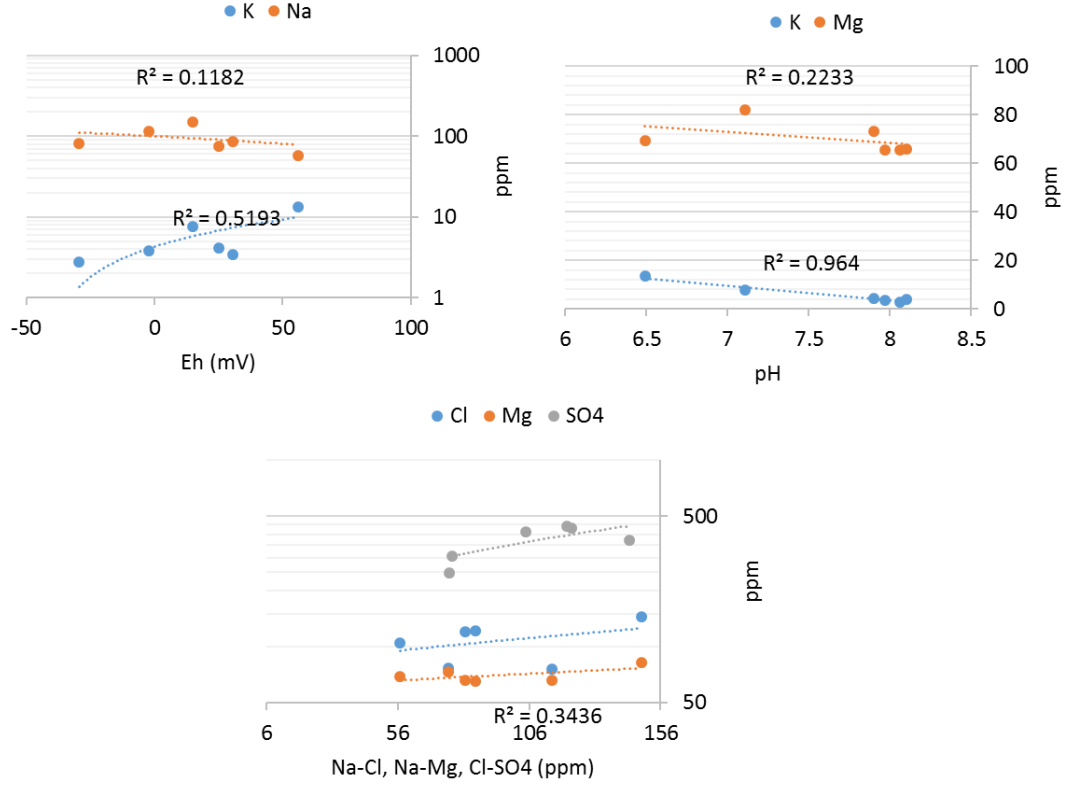
dönemlerde  $K^+$  ve  $Mg^{2+}$  iyonlarının artması, mika gibi fillosilikatlar, K-feldispat ve serpantinlerle etkileşiminden kaynaklanır. Aynı zamanda tuz ile birlikte jipsi çözündürmesi nedeniyle,  $SO_4$ -Cl ve Na-Cl ilişkisi gelişir. Na-Mg ilişkisi iyon değişiminin etkisinde olabileceği gibi, blödit gibi Na-Mg-sülfatların çözünümünü de söz konusu olabilir (**Şekil 7. 33**).



**Şekil 7. 32:** Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli suların Söğütüpınar'ın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler.

**Yağışlı ve kurak birlikte değerlendirildiğinde;** fay boyunca yüzeylenen yüzey sularının redoks koşulları Na, Fe, Sr ve  $SiO_2$  derişimlerini etkiler. Suların redoks potansiyelinin düşmesiyle Na ve Fe derişimi artarken, Sr ve  $SiO_2$  derişimi azalır. Asidik suların fillosilikatların çözünürlüğü artmakta ve suya daha çok iyon vermektedir. Fillosilikatların asidik suların etkisinde çözünmesiyle sulara Li girişi olur. Fillosilikat kökenli Li girişi suların kendini pH-K ve pH-Li ilişkisinde gösterir. Aynı zamanda suların K-Li, K-F ve K- $SiO_2$  ilişkisine göre mikalar başta olmak üzere fillosilikatların çözünümü sulara F ve Li sağlar (**Şekil 7. 34**). Suların genelde toplam çözünmüş madde miktarlarının artmasında en önemli etken faktör halit ve jips gibi evaporitlerin çözünmesidir. Suların Sr önemli ölçüde  $Ca^{2+}$  iyonu birlikte zenginleşmekte, karbonat ve jipsler suları Sr bakımından beslemektedir. Enstatit

( $Mg_2Si_2O_6$ ), diyopsit ( $MgCaSi_2O_6$ ) gibi piroksen veya serpantinlerin çözünümünün etkisinde sularda Si-Ca ve Si-Mg ilişkisi gelişir (**Şekil 7. 34**).

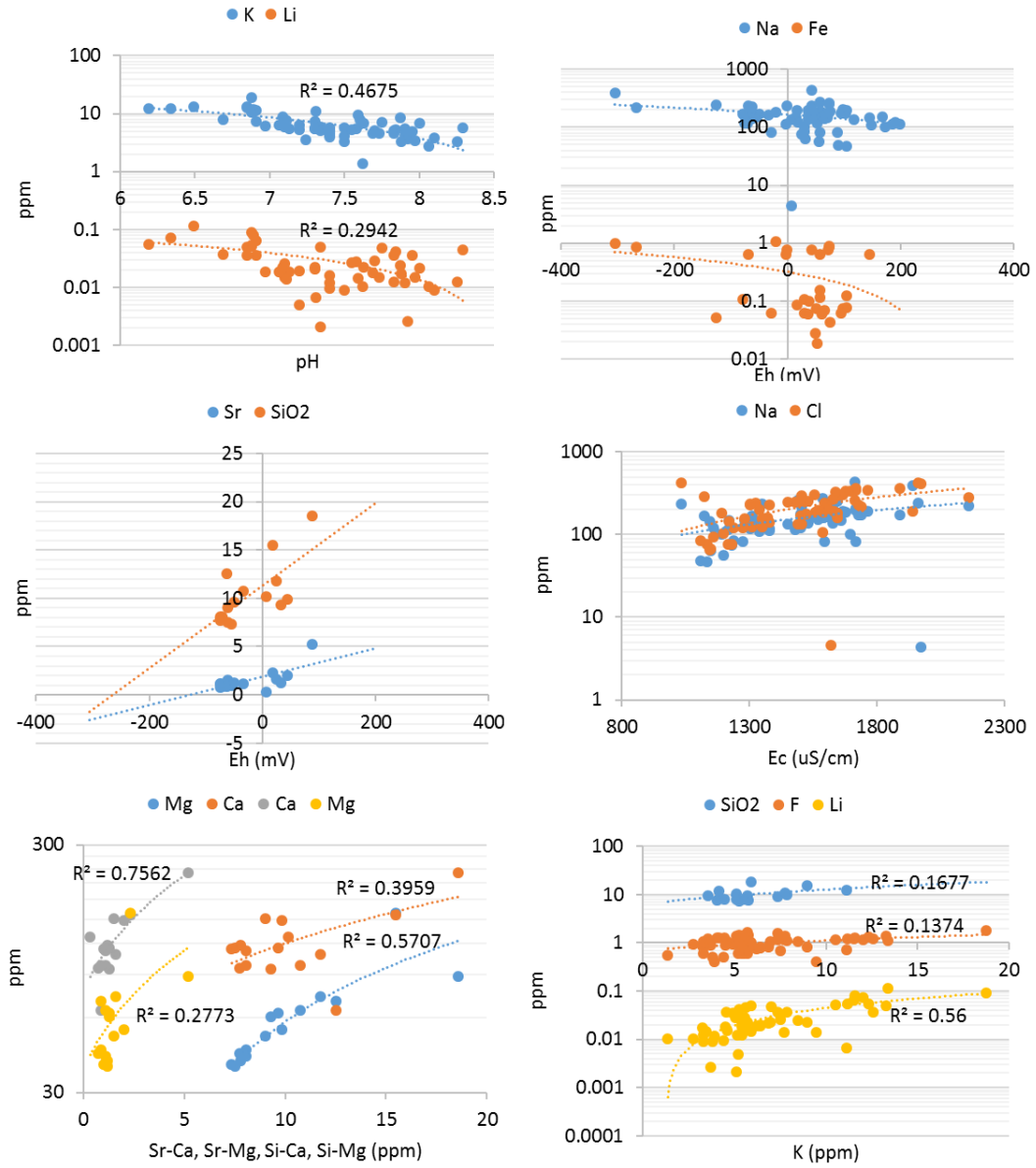


**Şekil 7. 33:** Gölün güneyinde fay boyunca yüzeylenen sürekli sulardan Gemiş Pınarı'nın mevsimsel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimindeki ilişkiler.

## 7.6 Kaynak ve Sondajların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İlişki Matrisi

Havzadaki suların kimyasal içeriğini oluşturan çözülmüş iyonların ve fiziksel özelliklerinin birbiri ile olan ilişkisi ve bu ilişkiye neden olan olası hidrojeokimyasal olayların tanımlanması için, suların çözülmüş iyonlarının ve fiziksel özelliklerin kendi aralarındaki ilişkiyi belirleyen korelasyon matrisleri Mayıs 2009, Haziran 2010, Haziran 2011, Ekim 2011, Haziran 2012, Eylül 2012 ve Haziran 2013 dönemleri için ayrı ayrı oluşturulmuştur. İlgili korelasyon matrisi tabloları EKLER'de sunulmuştur.

**Mayıs 2009 döneminde**, suların sıcaklıkları ile birlikte Ca, Na, K, Cl,  $HCO_3$ ,  $SO_4$ , F ve Sr iyonlarının derişimi artmıştır. Sıcaklığın artmasına bağlı olarak sularda Si ve  $NO_3$  derişimi azalmıştır. Sulardaki Ca, Na, K, Cl,  $SO_4$ , F iyon derişimleri TÇM miktarının artmasında etkin rol oynamıştır. Ca ile Na, K, Cl,  $SO_4$ , F arasında yüksek ilişki vardır. Bu ilişki ortamdaki feldispat, amfibol, evaporit varlığı ile ilintilidir.



**Şekil 7. 34:** Uzun yıllar yağışlı-kurak dönem döngüsünde fay boyunca yüzeylenen yüzeysularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ilişkisi.

Mg ile  $\text{HCO}_3$  arasındaki yüksek ilişki dolomit, Mg ile Si arasındaki yüksek ilişki özellikle olivin ve/veya piroksen grubu minerallerin çözünümü, Na ile K, Cl,  $\text{SO}_4$  ve F arasındaki yüksek ilişki, evaporitlerin çözünümü ve/veya feldispatla etkileşimin olabileceğini gösterir. Evaporitlerin çözünümü ile florürün artması nedeniyle  $\text{SO}_4$  ile F arasındaki ilişki yüksektir.

**Haziran 2010 döneminde**, suların sıcaklıkları ile birlikte Ca, Na, Cl,  $\text{SO}_4$ , F ve Sr iyonlarının derişimi önemli ölçüde artar. K, Ba, Li ve  $\text{HCO}_3$ 'ün artışı, belirtilen elementlerden daha düşüktür. Sıcaklıkla Mg çözünürlüğü azalır. Eh'sinin arttığı ortamlarda, Na,  $\text{HCO}_3$  ve  $\text{SO}_4$  derişimi buna bağlı olarak çözülmüş madde miktarı azalmıştır. Eh ile sulardaki  $\text{CO}$  ve  $\text{NO}_3$  miktarı birlikte artar ve azalır. Sulardaki Ca,

Na, Cl, SO<sub>4</sub>, F ve HCO<sub>3</sub>, çözülmüş madde miktarını kontrol eden öncelikli elementlerdir. Sularda Ca ile Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, F arasındaki ve Na ile Cl, SO<sub>4</sub> arasında yüksek ilişki vardır. Ca ile HCO<sub>3</sub>, Sr ve Mg arasındaki ilişki daha düşüktür. Ca ve Na'nın farklı elementlerle birlikte bulunma özelliği, sulardaki su kimyasını şekillendirmede evaporitlerin karbonatlara kıyasla daha etkin olduğunu gösterir. Dolomit veya olivin ve/veya piroksen grubu minerallerle etkileşimi nedeniyle Mg ile HCO<sub>3</sub> ve Mg ile Si arasındaki ilişki yüksektir. Sularda evaporitlerin çözünümüne bağlı olarak SO<sub>4</sub> artışı ile birlikte F artar.

**Haziran 2011 döneminde**, suların sıcaklıkları ile birlikte Cl, F ve Li iyonlarının derişimi önemli ölçüde artmıştır. Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub> artışı, belirtilen elementlerden daha düşüktür. Sıcaklıkla NO<sub>3</sub> ve Ba azalır. Sularda ortamın Eh değeri ile Ba, NO<sub>3</sub> ve ÇO arasında yüksek ilişki vardır. Suların Eh değerleri arttıkça, iyon derişimleri azalır. Bu dönemde TÇM'nin şekillenmesinde SO<sub>4</sub>, Cl ve K'nın etkisi fazladır. Ca ile Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, Li artışı, Na ile K, Cl, SO<sub>4</sub>, F artışı ve buna karşın Ca ile Mg, HCO<sub>3</sub> ilişkisinin düşük olması, evaporitlerin karbonatlarla birlikte ancak karbonatlara kıyasla daha baskın olarak suların kimyasını etkilediği gösterir. Evaporitlerin çözünmesiyle birlikte sularda SO<sub>4</sub>, F ve Li artar. Li, sularda Ca, K, Cl, SO<sub>4</sub> ve F ile birlikte zenginleşir.

**Ekim 2011 döneminde**, önceki dönemlerden farklı olarak gölün güneyindeki suların yanında havzadaki farklı birimlerden de örnekleme yapılmıştır. Örneklemenin evaporit etkisinden uzakta olan sularda da yapılmış olması nedeniyle bu dönemde, evaporit çözünümünün genel ilişki matrisindeki etkisinin önceki dönemlerdeki gibi yüksek olmadığı görülür. Sularda sıcaklığın artması, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, As, Li derişiminin artmasına neden olur. Sıcaklık artışıyla birlikte Ca, Mg ve F derişimlerindeki artış seviyesi düşüktür. Sularda Eh artışı ile Ba, NO<sub>3</sub> ve HCO<sub>3</sub> artarken Ca, Mg, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, As, Br, Li azalır. Eh artışı ile K, As ve Li azalması arasındaki ilişki çok yüksek seviyelerdedir. TÇM'nin artmasında, Na, K, Cl ve SO<sub>4</sub> önemlidir. Ca ve Na ile diğer elementlerin arasındaki ilişki düşüktür. Kalsiyumun (Ca) arttığı sularda Ba ve NO<sub>3</sub>'ün azaldığı görülür. Sodyumun (Na) arttığı sularda Li zenginleşir. K ile Br, As, F, SO<sub>4</sub> ve Cl arasında, Mg ile K, Cl, SO<sub>4</sub>, F ve Br arasında yüksek korelasyon ilişkisi vardır. Cl ile Br, SO<sub>4</sub> ve F artışı tuzların ve sülfat minerallerinin çözüldüğünü gösterir.

**Haziran 2012 döneminde**, ortamın redoks potansiyeli başta Cl, SO<sub>4</sub>, Na ve F olmak üzere elementlerin çözünürlüğünü etkilemiştir. TÇM ile Na, Cl, SO<sub>4</sub>, F, As, Br arasında, Cl ile SO<sub>4</sub>, As ve Br arasında yüksek ilişki vardır. Tuz ve sülfat minerallerinin çözünmesiyle sularda As ve Br miktarı artar. Na ile Cl arasındaki ilişkiye karşın, Ca ve Mg elementlerinin diğer elementlerle olan ortalama ilişkisi, tuz çözünmesinin



baskın olmakla birlikte sularda sülfat mineralleri, karbonatlar ve feldispatlarla etkileşimi, iyon değişimi söz konusudur.

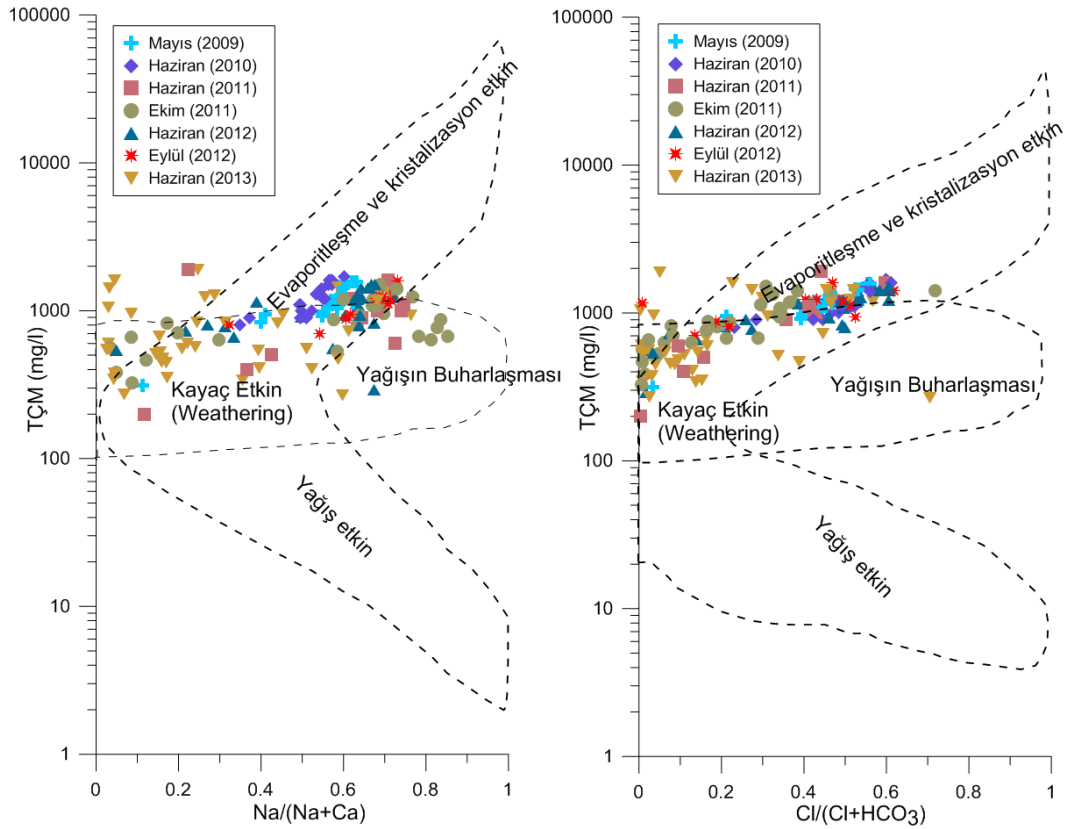
**Eylül 2012 döneminde;** gölün güneyindeki suların kurak dönem değerlendirilmesi yapılmıştır. Kurak dönemde gölün güneyindeki sularda, aynı yağışlı dönemde olduğu gibi Eh ile NO<sub>3</sub> ve Ba arasında pozitif, Eh ile Ca, Mg, Na, K, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, F, As, Br ve Li arasında negatif ilişki vardır. Eh ile Na, Cl, SO<sub>4</sub>, As, Li, Br arasındaki yüksek negatif ilişki, Eh değerlerinin düşük olduğu indirgenmiş ortamlarda tuz ve sülfat çözünürlüğünün yüksek olduğunun belirtisidir. Kurak dönemde Na, Cl, SO<sub>4</sub>, TÇM'nin artmasında etkindir. Aynı zamanda sularda TÇM ile F, As, Li ve Br arasında yüksek korelasyon vardır. Na ile Cl, SO<sub>4</sub>, F, As, Br ve Li arasındaki ilişki, tuzların çözünmesini ve buna bağlı olarak F, As, Br, Li'nin zenginleştiğini gösterir. SO<sub>4</sub> ile As arasındaki ilişki, As geliminin sülfat minerallerinden olduğunu belirtir. Na ile Cl, SO<sub>4</sub> arasında yüksek ilişki varken Ca ve Mg ile diğer elementlerin düşük ilişkide olması, baskın olan tuz çözünmesi, iyon değişimi gibi olayların var olduğunu gösterir. Jips ve tuz çözünümünün fazla olduğu sularda NO<sub>3</sub> derişimi az veya hiç yoktur.

**Haziran 2013 döneminde,** gölün çevresindeki evaporit etkisindeki sularla birlikte evaporit etkisinden uzakta olan sularda da örnekleme yapılmıştır. Karbonat ve evaporit ortamındaki suların birlikte değerlendirildiğinde iyonlar arasında önemli bir ilişki belirlenemediğinden, karbonat + silikatların hakim olduğu suların yoğunlaştığı gölün kuzeyi ve evaporit + karbonatların hakim olduğu gölün güneyi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Havzanın güneyinde ilk kez bu dönemde Eh ile NO<sub>3</sub> arasındaki ilişki negatif olmuştur. Ba ve Si dışındaki tüm elementlerde Eh ile negatif ilişki vardır. Cl, HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub>, TÇM'nin yükselmesinde etkindir. Ca ile Na, Cl, SO<sub>4</sub>, B, Br, Li ve Sr arasında yüksek ilişki vardır. SO<sub>4</sub> ile F arasında yüksek ilişki, sülfat minerallerinin çözünümü ile florür zenginleşmesini, Cl ile SO<sub>4</sub>, B, Br, Li ve Sr arasındaki yüksek ilişki tuzların ve sülfat minerallerinin çözünümü ile bu elementlerde zenginleşme olduğunu gösterir. B ve Br'nin Cl ile arasındaki ilişki, SO<sub>4</sub> ile olan ilişkilerinden daha büyüktür. B, Br'nin Cl ve SO<sub>4</sub> ile olan ilişkileri, bu elementlerin zenginleşmesinde tuzların çözünümünün sülfatların çözünümünden daha çok etkin olduğunu ortaya koyar. Gölün kuzeyinde Eh değerlerine bağlı iyon çözünürlüğü değişkendir. Kuzeydeki indirgenmiş ortam Özdemirci civarındadır. Sarıkavak ve Yüreğil civarındaki sular nedeniyle suların kimyasını şekillendiren olaylar çeşitlilik gösterir. Sulardaki Mg ile Si ilişkisi ile Marmaris Peridotiti gibi olivin, serpantin içeren birimlerle suların etkileşimi ile sularda Si ile birlikte Mg zenginleşmesinin gerçekleştiği görülür. Havzanın genelinin örneklendiği dönemdeki sularda Mg-Si ilişkisinin düşük

korelasyonlu olması serpantin, olivin dışında dolomit gibi başka bir kaynağın sulara Mg'un zenginleşmesine etki ettiğini gösterir.

## 7.7 Suların Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Faktörler

Havzadaki suların kimyasal kompozisyonunu kontrol eden temel etmenler Gibbs (1970) diyagramında değerlendirilmiştir. Suların mg/L birimindeki majör (Na, Ca, Cl, HCO<sub>3</sub>) iyon derişimlerinin Na/(Na+Ca) ve Cl/(Cl+HCO<sub>3</sub>) oranlarının, logaritmik ölçekteki Toplam Çözünmüş Madde (TÇM) değerlerine göre değişimi anyon ve katyon olmak üzere iki ayrı grafikte incelenmiştir (**Şekil 7. 35**). Yüzey suları için geliştirilmiş olan Gibbs diyagramının, yeraltı sularının kimyasal kompozisyonunu kontrol eden bileşenlerin belirlenmesi çalışmalarında da kullanımı yaygındır (Marghade ve diğ. 2012; Nguyen ve diğ. 2015).



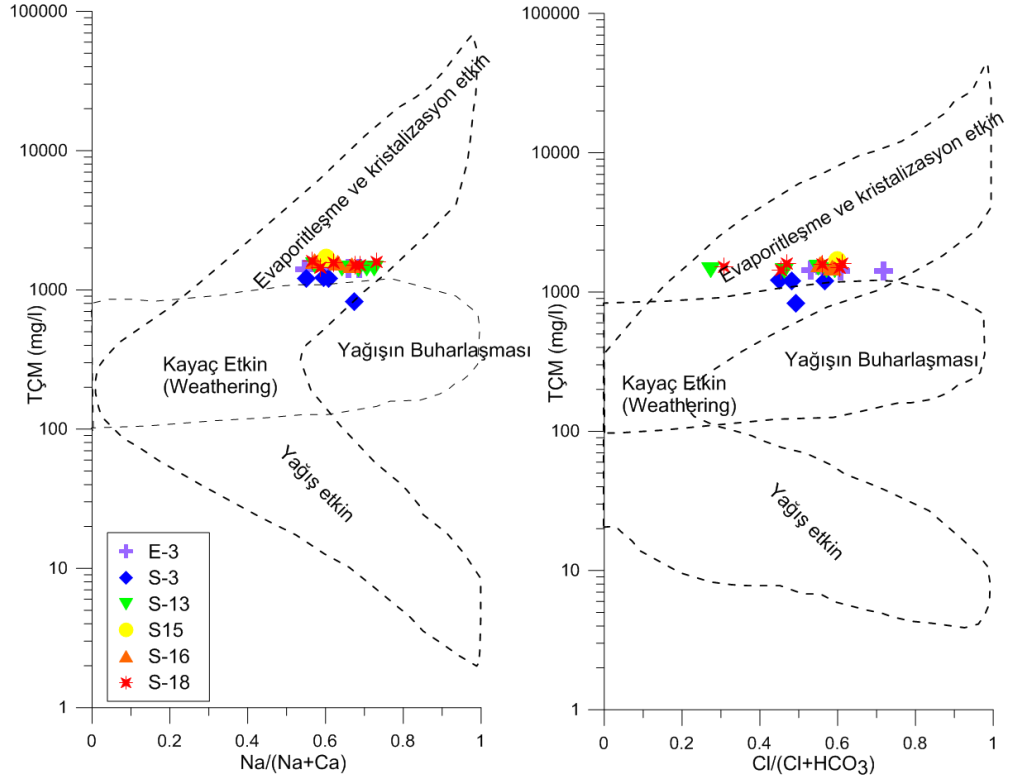
**Şekil 7. 35:** Havzadaki suların Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler.

Gibbs (1970)'e göre, yüzey sularının kimyasal kompozisyonunu kontrol eden temel bileşenler, a) evaporitleşme ve kristalizasyon, b) kayaçların bozunumu (rock weathering), c) çökeltme (precipitation)'dir. Jeolojik formasyon, su-kayaç etkileşimi ve

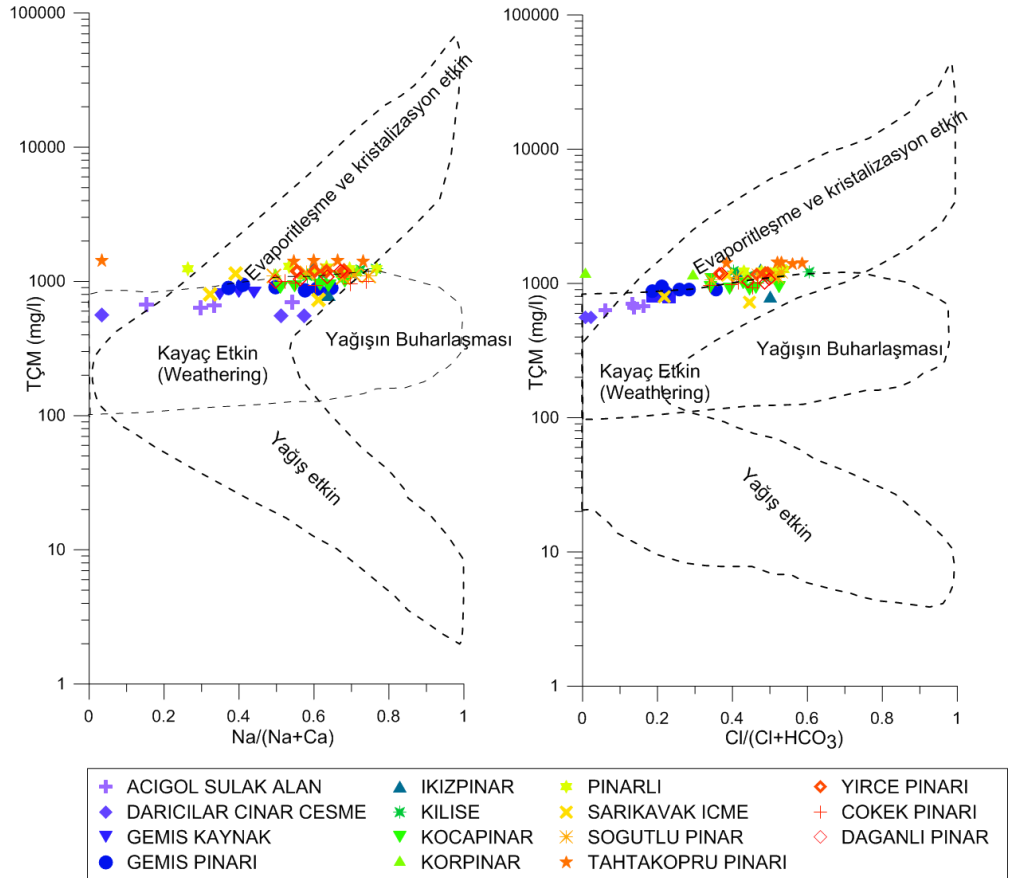
iyonların relatif mobilite özellikleri suların jeokimyasına etki eder (Varol ve Davraz 2014; Yousef ve diğ. 2009). Akifer sistemi içerisindeki kayaç-su etkileşimi (çözünme ve çökelme), iyon değişimi, indirgenme ve yükseltgenme gibi jeokimyasal olaylar, suların majör iyon içeriklerini dolayısıyla toplam çözünmüş madde miktarını kontrol eder (Varol ve Davraz 2014).

Nguyen ve diğ. (2015) tarafından güncellenen Gibbs (1970) diyagramında, havzadaki suların kimyasında genel olarak kayaç etkindir. Ancak, gölün güneyindeki fay düzlemi boyunca dizilen kaynak ve sondajların kimyasında döneme bağlı olarak kayaç etkinliğinin yanında evaporitleşme ve kristalizasyon da etkindir. Özellikle gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yer alan Tahtaköprü Pınarı, Kocapınar Kilise, Körpınar, Pınarlı, Söğütlü Pınar, Söğütlük, Yırce Pınarı ile S-13, S-16, S-17 ve S-18 sondajlarının kimyasal özelliğinde tüm dönemlerde kökensel olarak evaporitleşme ve kristalizasyon daha baskındır. Gölün kuzeyindeki Sarıkavak civarında sülfatın dominant olduğu sularda yine etken olaylar evaporitleşme ve kristalizasyondur. Dereköy, Çukuryayla Ulupınar, Çatsuyu, Gemiş Kaynağı kayaç etkinliğinin hakim olduğu sulara örnektir.

Gibbs diyagramında Varol ve Davraz (2014) tarafından  $Na/(Na+Ca)$  oranının 0,5-1 aralığı, yağışın buharlaşmasının etkin olduğu sular olarak güncellenmiştir.  $Na/(Na+Ca)$  oranına göre havzadaki Ulupınar Kaynak, Hayriye Başpınar, Akkeçili civarındaki derin sondajlar, Sazköy derin sondajı, Dazkırı Kaynak ve Yüreğil civarındaki tarım arazilerindeki sığ sular,  $Cl/(Cl+HCO_3)$  oranına göre Ulupınar Kaynak, yağışın buharlaşmasının etkin olduğu sulardır. Gölün güneyindeki fay boyunca yüzeylenen derin sondajlarda (yeraltı suyu) evaporitleşme ve kristalizasyon etkindir. Mevsimsel olarak yeraltı sularının çözünmüş madde miktarında önemli bir değişim meydana gelmediği için tüm dönemlerde yeraltı suyunda etkin olaydır (**Şekil 7. 36**). Havzada mevsimsel olarak izlenen sularda, Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi ve Darıcılar Çınar Çeşme, kayaç bozunumunun etkin olduğu sulardır. Bunun dışında sürekli izlenen sulardan gölün güneyindeki Sarıkavak İçme Suyu'nda dönemsel olarak kayaç bozunumu etkinen, bazı dönemlerde de evaporitleşme ve kristalizasyon etkin olmaktadır. Sarıkavak'taki diğer sularda etken olay evaporitleşme ve kristalizasyondur. Gölün güneyindeki sürekli sularda evaporitleşme ve kristalizasyon daha baskın olmakla birlikte, kayaç bozunumunun etkisi de söz konudur. Bu sular, iki olayın sınırında yer alır. Tahtaköprü Pınarı, gölün güneyindeki yeraltı sularına benzer niteliktedir ve etken olaylar evaporitleşme ve kristalizasyondur (**Şekil 7. 37**).



**Şekil 7. 36:** Gölün güneyindeki yeraltı sularının Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler.



**Şekil 7. 37:** Gölün etrafındaki suların Gibbs (1970), Nguyen ve diğ. (2015) ve Varol ve Davraz (2014)'ten güncelleme) diyagramında kimyasını kontrol eden etmenler.



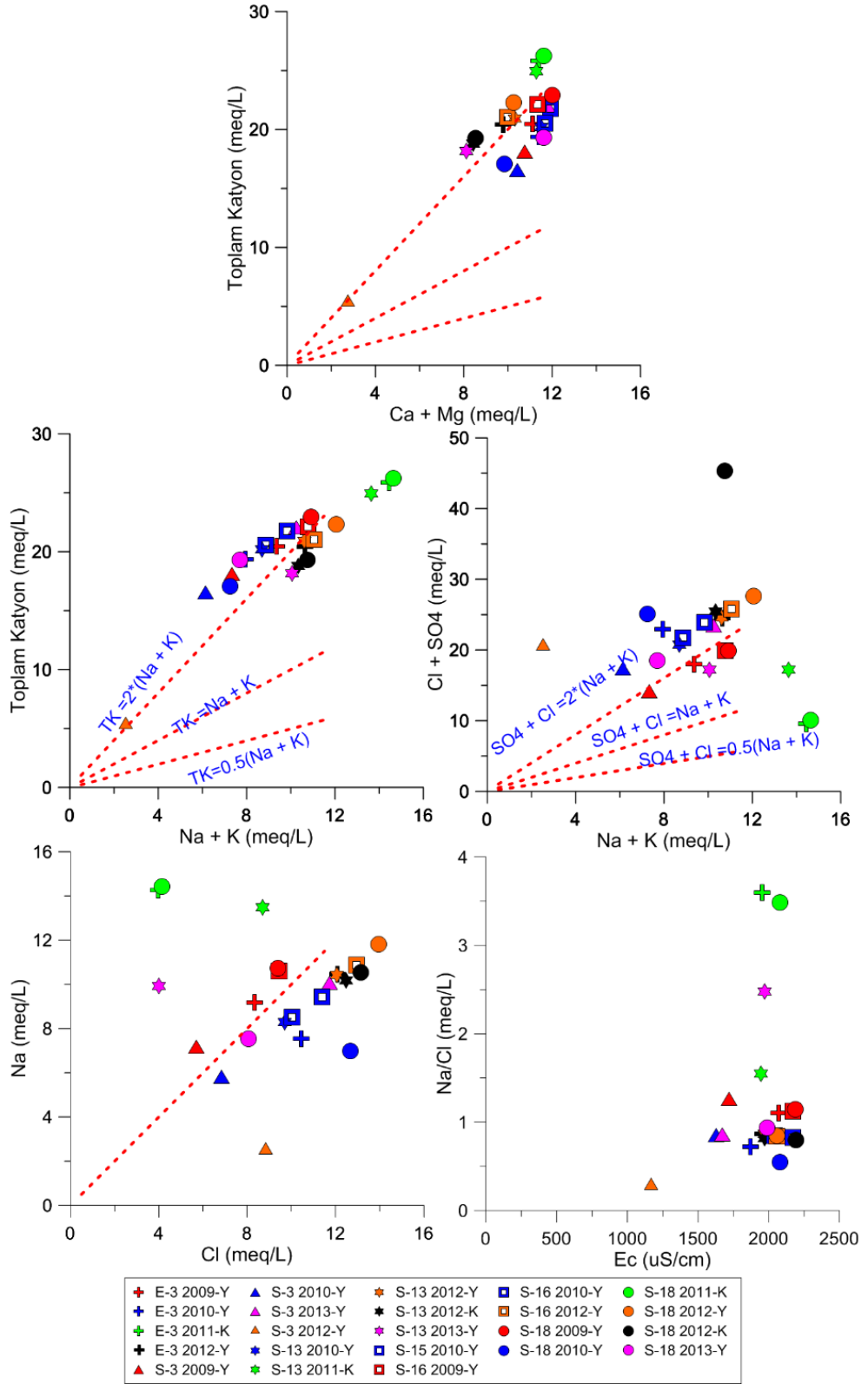
### 7.8.1 Evaporasyon

Evaporasyon sulardaki tüm türlerin derişiminin artmasına neden olur (Kumar ve diğ. 2009). Evaporasyonun baskın olduğu ortamda, hiçbir mineral türünün çökemediği kabul edildiği bir koşulda ortamdaki  $Na^+/Cl^-$  molar derişim oranı sürekli sabit kalır (Jankowski ve Acworth 1997; Kumar ve diğ. 2009). Bu koşuldan hareketle sulara  $E_c$  ve  $(Na/Cl)$  X-Y dağılım grafiği, evaporasyonun miktarının belirlenmesinde önemlidir (Kumar ve diğ. 2009). Sulara  $Na^+/Cl^-$  oranı = 1 olması durumunda halit çözünmesi,  $Na^+/Cl^-$  oranı > 1 ise silikat bozunması sodyumun kaynağını oluşturur (Kumar ve diğ. 2009; Meybeck 1987; Stallard ve Edmond 1983).

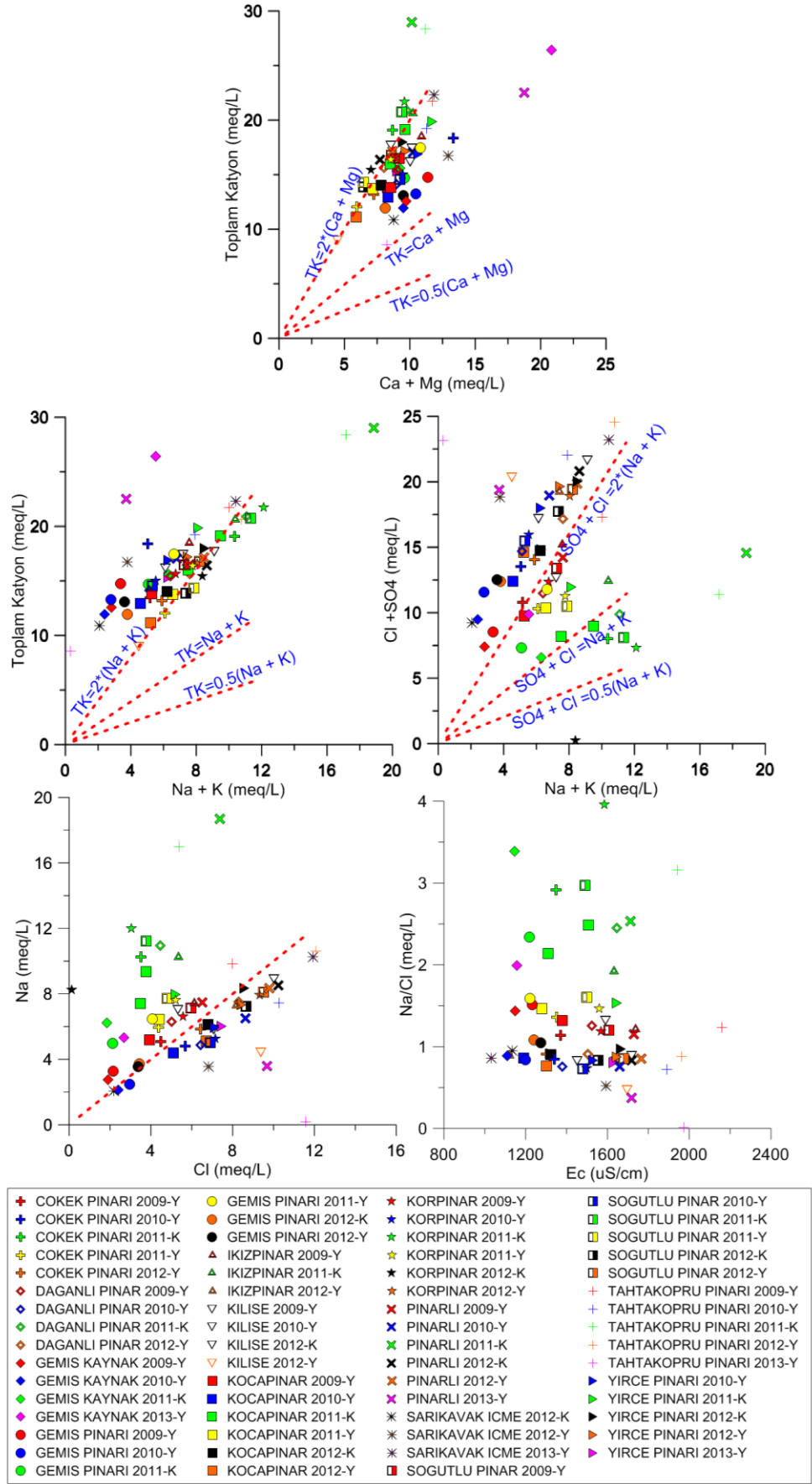
Gölün güneyindeki yeraltı sularında değişen  $E_c$  ile birlikte  $Na/Cl$  oranının artan trende sahip olması, evaporasyonun suların kimyasını kontrol eden önemli jeokimyasal olaylardan biri olduğunu gösterir. Buna karşın gölün güneyindeki fay boyunca yüzeyleyen yüzey sularında artan  $E_c$  değeri ile birlikte  $Na/Cl$  oranı düşük eğimde azalır. Gölün güneyinde yeraltı sularına kıyasla yüzey sularında, evaporasyonun yanında su kimyasını kontrol eden farklı jeokimyasal olaylar gerçekleşir. Aynı durum havzadaki diğer yüzey suları için de söz konusudur. Havzada gölü besleyen kaynakların dışındaki sulara artan çözünmüş madde miktarı ile birlikte  $Na/Cl$  oranı azalır. Gölün güneyindeki yeraltı sularında olduğu gibi, kuzeyindeki yeraltı sularının da evaporitlerle etkileşimi nedeniyle evaporasyon önemli bir olay iken, litolojik birimlerdeki yeraltı sularında evaporasyon önemli olmaktan çıkar (**Şekil 7. 39, Şekil 7. 40, Şekil 7. 41, Şekil 7. 42**).

Evaporasyonun etkin olduğu koşullarda  $Na/Cl$  oranının sabit kalması beklenir (Kumar ve diğ. 2009). Genelde yüzey sularında iletkenlik arttıkça,  $Na^+/Cl^-$  oranı azalma trendi içindedir. Havzadaki yüzey sularında evaporasyon, suların jeokimyasını kontrol eden birincil olay değildir. Yeraltı sularında ise göl çökel alanı ile etkileşim belirleyici bir unsurdur. Gölün çevresindeki yeraltı sularında artan iletkenlikle birlikte  $Na/Cl$  oranı artarken, litolojik birimlerde ise azalma trendindedir. Yeraltı sularındaki  $E_c$ - $Na/Cl$  davranışına göre gölü çevreleyen yeraltı sularında evaporasyon etkin iken, litolojik birimlerde etkin değildir . Havzadaki sulara  $Na^+/Cl^-$  molar derişim oranı 0,02-63,12 arasında değişir. Mevsimsel izlenen gölün güneyindeki sulara, mevsime bağlı olarak sodyum kaynağı değişir. Sodyum kaynağı, yağışlı dönemde halit tuzlarının çözünmesi iken, kurak dönemde silikat minerallerin bozunmasıdır (**Şekil 7. 39, Şekil 7. 40, Şekil 7. 41, Şekil 7. 42**).

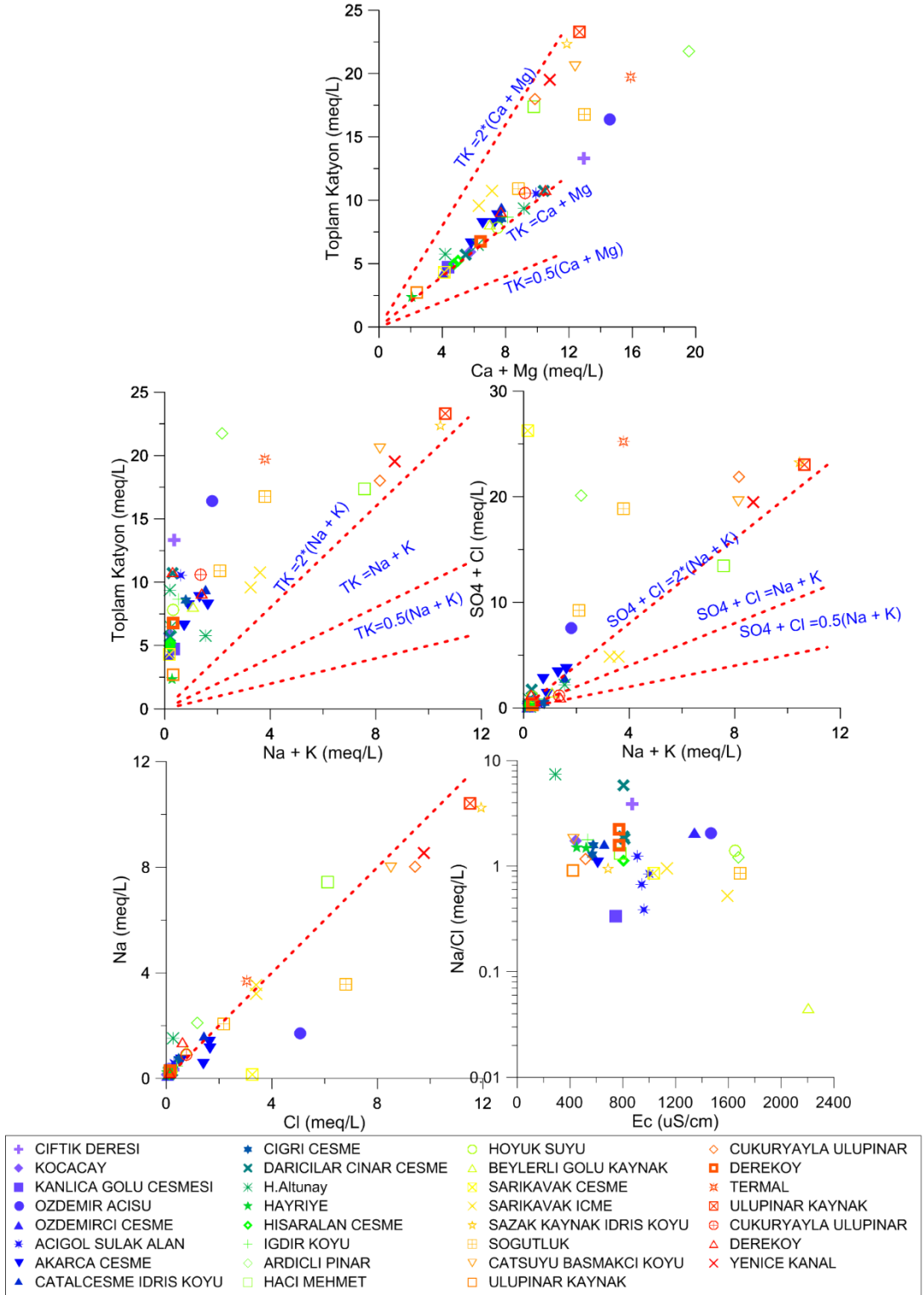




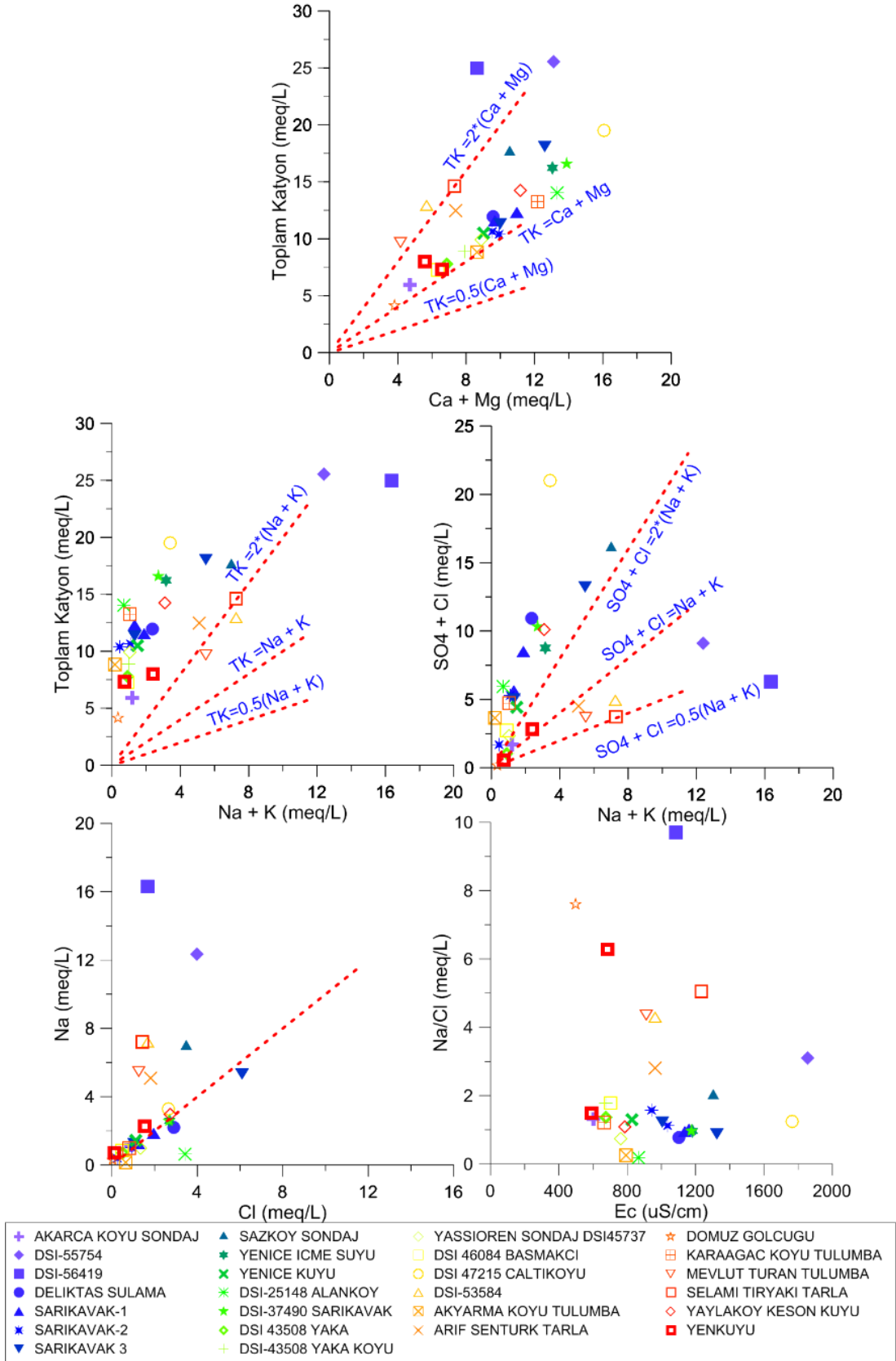
Şekil 7. 39: Gölün güneyindeki yeraltı sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>), (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve Cl<sup>-</sup>) ilişkisi.



Şekil 7. 40: Gölün güneyindeki yüzey sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>), (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ve Cl<sup>-</sup>) ilişkisi.



Şekil 7. 41: Gölü besleyen suların dışındaki diğer yüzey sularında Na/Cl oranı ve Ec-Na/Cl, Toplam Katyon ve  $(Na^+ + K^+)$ ,  $(Na^+ + K^+)$  ve  $(SO_4^{2-}$  ve  $Cl^-)$  ilişkisi.



Şekil 7. 42: Gölü güneyindeki yeraltı sularının dışında havzadaki diğer yeraltı sularında Na/Cl oranı ve  $E_c$ -Na/Cl, Toplam Katyon ve  $(Na^+ + K^+)$ ,  $(Na^+ + K^+)$  ve  $(SO_4^{2-}$  ve  $Cl^-)$  ilişkisi.

Gölün güneyindeki yeraltı sularında Ekim-2011 döneminde Na-Cl diyagramında 1:1 eğrisinin üstünde kümelenir. Yeraltı sularında özellikle, Ekim-2011 döneminde silikatların bozunumu/katyon değişimi ile daha çok Na girişi olurken, diğer dönemlerde Na girişinde halitlerin çözünümü etkindir. Bazı yeraltı sularının dönemsel olarak Na-Cl diyagramında 1:1 eğrisinin altında yer aldığı görülür. Bu sularda dönemsel olarak katyon değişimi nedeni ile Na miktarı azalır (bkz. **Şekil 7. 39**).

Gölün güneyindeki yeraltı sularında olduğu gibi yüzey suları da Ekim-2011 döneminde Na-Cl diyagramında 1:1 eğrisinin üstünde kümelenir. Diğer dönemlerde sular 1:1 eğrisi boyunca kümelenirken, bazı yeraltı sularının 1:1 eğrisinin altında kümelendiği görülür. Gölün güneyindeki yüzey sularında halitlerin çözünümü temel Na kaynağı iken, değişen koşulların etkisinde dönemsel olarak silikatların bozunumu/katyon değişiminden de önemli Na girişi olur. Yine değişen koşulların etkisinde dönemsel olarak ters katyon değişimi nedeni ile Na miktarı azalır (bkz. **Şekil 7. 40**).

Gölün kuzeyinde Akkeçili ve Yüreğil'de yeraltı suları 1:1 eğrisinin üstünde kümelenirken özellikle Sarıkavak, Yenice civarındaki yeraltı suları, Na-Cl diyagramında 1:1 eğrisi boyunca kümelenir. Yüreğil'de bazı bölgelerde de yeraltı suları 1:1 eğrisi boyunca kümelenmiştir. Gölden uzaktaki yeraltı sularında Na kaynağı silikatların bozunumudur. Bu suların dışında Acıgöl Sulak Alan, Sarıkavak, Yenice, Çaltı derin sularında halit gibi minerallerin çözünmesi sodyum girdisini oluşturur.

Bunun yanında Çiftlik Deresi, Kocaçay, Özdemirci Acısu, Çatal Çeşme, Çığrı, Darıcılar, Hayriye Başpınar, İğdir, Sazköy, Söğüt, Çatsuyu, Dereköy gibi gölden uzak kaynaklarda silikatların bozunumu Na kaynağıdır.

### **7.8.2 Silikat Bozunumu**

(Cl<sup>-</sup>) ve (Na<sup>+</sup>) X-Y dağılım grafiğinde (1:1) eşitliğinin üstünde kalan sularda iyon değişimi baskındır ve sodyumdaki yüksek değerler, iyon değişiminin bir belirtisidir (Kumar ve diğ. 2006; Varol ve Davraz 2014). (1:1) eşitliğinin üstünde kalan (Na/Cl > 1) sularda Na kaynağı, silikatların bozunması reaksiyonunda serbest kalan sodyumdur (Kumar ve diğ. 2009; Meybeck 1987). Suların (1:1) eşitliğinin etrafında kümelenmesi (Na/Cl = 1), halit gibi tuz minerallerinin çözünmesi sodyum kaynağını oluşturur (Kumar ve diğ. 2009).

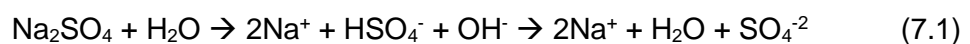
Gölün güneyindeki yeraltı sularında Toplam Katyon / (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) oranı 1,8-2,7 (n=2,1, Ort.=24), yüzey sularında 1,5-6 (Ort.=3, n=65) arasında değişir. Havzadaki diğer yüzey sularında 2,1-46,3 (Ort.=14, n=42), yeraltı sularında 1,5-47,5 (Ort.=8,5, n=30) arasında değişen daha büyük oranlara sahiptir. Litolojik birimlere kıyasla, göl kenarındaki yüzey ve yeraltı sularında Na+K, toplam katyonun yarısını oluşturur. Litolojik birimlerde Na +K toplamı, toplam katyonlara göre oldukça düşer. Ca + Mg toplamı, katyon toplamında etkindir. Akkeçili, Başmakçı, Yüreğil civarındaki bazı yeraltı suları ile sığ suların TK=2 (Na+K) doğrusu boyunca konumlandığı görülür (bkz. **Şekil 7. 39, Şekil 7. 40, Şekil 7. 41,Şekil 7. 42)**

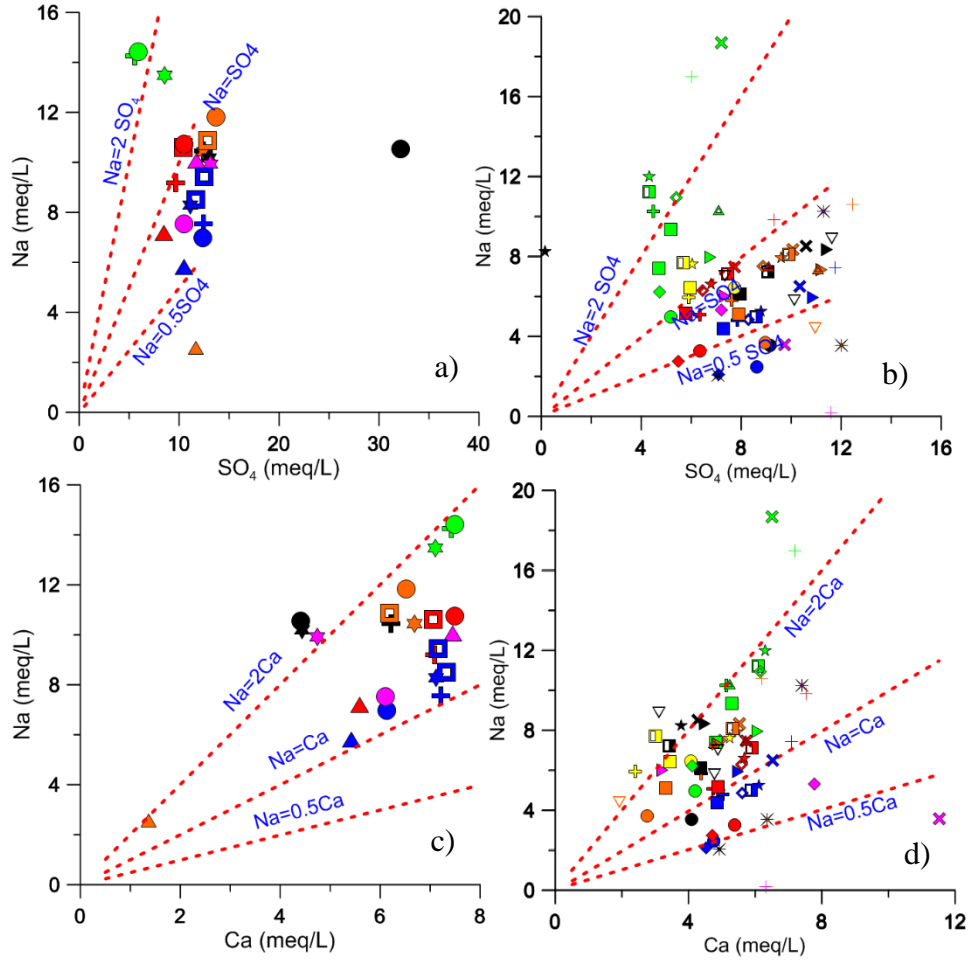
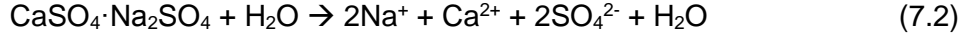
(Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve Cl<sup>-</sup>) X-Y dağılım grafiğinde benzer Na kökenli sular, birlikte iyon artışına sahiptirler. Gölün güneyindeki sürekli kaynaklarda, Ekim-2011 döneminin diğer dönemlerden ayrıldığı görülür. Yeraltı sularının, yüzey sularında olduğu gibi Ekim-2011 döneminde Na + K iyon derişiminin, katyon değişimi ile arttığı ve suların (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve Cl<sup>-</sup>) dağılım diyagramında, 1:1 (SO<sub>4</sub> +Cl=Na +K) ve 1:2 (SO<sub>4</sub> + Cl= 0,5 (Na +K)) doğrusu etrafında kümelendiği görülür. Diğer dönemlerde gölün güneyindeki yüzey ve yeraltı suları 2:1 (SO<sub>4</sub> + Cl= 2 (Na +K)) doğrusu etrafında kümelenmiştir (bkz. **Şekil 7. 39, Şekil 7. 40, Şekil 7. 41,Şekil 7. 42)**

(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) ve Toplam Katyon X-Y dağılım grafiğinde silikatların bozunmasından gelen düşük miktardaki Ca veya Mg iyonlarına sahip sular TK=2\*(Ca + Mg) doğrusu üzerinde doğrusal olarak dizilmiştir. Toplam Katyon ve (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) X-Y dağılım grafiğinde, örneklerin (TK=Na+K) eşitlik çizgisinin üstünde kalması, katyonların baskın olarak silikat bozunumu veya tuzlardan sağlandığını gösterir (Stallard ve Edmond 1983; Varol ve Davraz 2014). Havzadaki sulara silikat bozunumundan Na, Ca ve Mg iyon girişi olur.

### 7.8.3 Na-sülfatların Çözünmesi

Acıgöl'de globerit ve tenardit önemli Na-sülfat minerallerindedir. Göl sedimanlarındaki Na-sülfat minerallerinin çözünümü ile sulara Na ve SO<sub>4</sub> girdisi, Na/SO<sub>4</sub> ve Ca/Na oranları ile değerlendirilmiştir (**Şekil 7. 43**). Na-sülfat minerallerinin çözünümü reaksiyonları (7.1) ve (7.2)'de değinilmiştir. Na-sülfat minerallerinin çözünümünün stokiyometri denkleminde globerit çözünümünde Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> (meq/L) = 1 ve Na<sup>+</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (meq/L) = 0,5, tenardit çözünümünde Na<sup>+</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (meq/L) = 1'dir.





**Şekil 7. 43:** Gölün güneyindeki sulara Na-sülfatların çözünümünün Na/SO<sub>4</sub> ve Na/Ca oranları a,c) yeraltı b,d) yüzey suları (Simgeler **Şekil 7. 39**,**Şekil 7. 40**,**Şekil 7. 41**,**Şekil 7. 42**'deki gibidir).

Acıgöl güncel göl sedimanlarının yüzeyden itibaren ilk 15 m'de evaporitik seride Na-sülfat mineralleri yaygındır (Helvacı ve diğ. 2013). Havzadaki tenardit ve globerit çözünümünden kaynaklanan Na girişi, sadece gölün güneyindeki kaynaklar için değerlendirilmiştir. Na<sup>+</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dağılım diyagramında yeraltı sularının Mayıs-2009 döneminde Na=SO<sub>4</sub> eğrisi, Ekim-2011 döneminde ise Na=2\*SO<sub>4</sub> eğrisi üzerinde yer alır. Diğer dönemlerde Na=0,5SO<sub>4</sub> eğrisi ile Na=SO<sub>4</sub> eğrisi arasında kümelenir. Yüzey suları Mayıs-2009, Ekim-2011 ve Haziran 2011 dönemlerinde ise Na=2\*SO<sub>4</sub> ile Na=SO<sub>4</sub> eğrileri arasında konumlanır. Yüzey suları diğer dönemlerde Na=0,5SO<sub>4</sub> eğrisi ile Na=SO<sub>4</sub> eğrisi arasında dağılır.

Ca<sup>2+</sup> ve Na<sup>+</sup> dağılım diyagramında, yüzey sularında Ekim-2011 ve Haziran 2011 dönemlerinde Na=2Ca eğrisi etrafında, yeraltı sularının ise yine Ekim-2011 döneminde Na=2Ca eğrisi boyunca kümelenir.



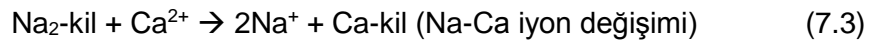
Yüzey ve yeraltı sularının Na<sup>+</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dağılım grafiğinde Na=2\*SO<sub>4</sub> ile Na=SO<sub>4</sub> ve Ca<sup>2+</sup> ve Na<sup>+</sup> dağılım diyagramında Na=2Ca eğrisi etrafında kümelenen Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde, globerit ve tenardit gibi Na-sülfat minerallerinin çözünümünün dışında fazla Na girdisi Na-sülfat çözünümü ile birlikte iyon değişimi veya silikatların bozunumundan kaynaklanmaktadır. Özellikle Na=SO<sub>4</sub> doğrusu üzerinde yer alan sularda katyon değişimi ile Na girdisi söz konusudur.

#### 7.8.4 Ca/Mg-Na/K İyon-Ters İyon Değişimi

Ca-Na arasındaki iyon değişiminin belirlenmesinde Ca<sub>(meq/L)</sub>/Na<sub>(meq/L)</sub> oranlarından yararlanılabilir. Ca<sub>(meq/L)</sub>/Na<sub>(meq/L)</sub> oranının azalan değerleri; sudaki Ca<sup>2+</sup> iyonlarını, killerdeki Na<sup>+</sup> ile değişime girdiğini, Ca<sub>(meq/L)</sub>/Na<sub>(meq/L)</sub> oranının artan değerleri; sulardaki Na<sup>+</sup> iyonunun killerdeki Ca<sup>2+</sup> iyonu ile değişime girdiğini gösterir (Li ve diğ. 2010; Luo ve diğ. 2008; Sun ve diğ. 2007).

Değiştirilebilir-Na içeren killerdeki (Na-montmorillonit) Na ile sudaki Ca<sup>2+</sup> iyonu arasındaki “**iyon değişimi**” sonucunda, suda Na<sup>+</sup> iyon değişimi Cl<sup>-</sup> iyon değişimine kıyasla oldukça artar. İyon değişimi sonucunda sudaki Ca<sup>2+</sup> iyonunun büyük bir kısmı jipslerden gelir. Na-Ca iyon değişimi sonucunda suda meq/L derişiminde Ca<sup>2+</sup>/(Ca<sup>2+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)>0,5 ve Na<sup>+</sup>/(Na<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>)>0,5 olarak gerçekleşir (Hounslow 1995).

Değiştirilebilir-Ca içeren kille (Ca-montmorillonit) birlikte sudaki Na<sup>+</sup> iyon değişiminin kil değişim dengesi konsantrasyonundan daha yüksek olması durumunda, “**ters iyon değişimi**” gerçekleşir. Değiştirilebilir-Ca içeren killerdeki (Ca-montmorillonit) Ca ile sudaki Na<sup>+</sup> iyonu arasındaki “**ters iyon değişimi**” sonucunda, kalsiyum serbest kalırken sudaki Na<sup>+</sup> iyon değişimi azalır. Ca-Na ters iyon değişimi sonucunda sularda meq/l derişiminde Na/Cl < 1 koşulları gerçekleşir (Hounslow 1995). İyon değişimi ve ters iyon değişimine ilişkin reaksiyonlar (7.3) ve (7.4) bağlantılarında belirtilmiştir.



(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) X-Y dağılım diyagramında suların 1:1 eğrisi üzerinde toplanması kalsit, dolomit ve jipslerin çözünümünün baskın reaksiyonlar olduğunu gösterir (Kumar ve diğ. 2009; Kumar ve diğ. 2006). İyon değişimi olması durumunda sular SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarında, ters iyon değişimi olması durumunda

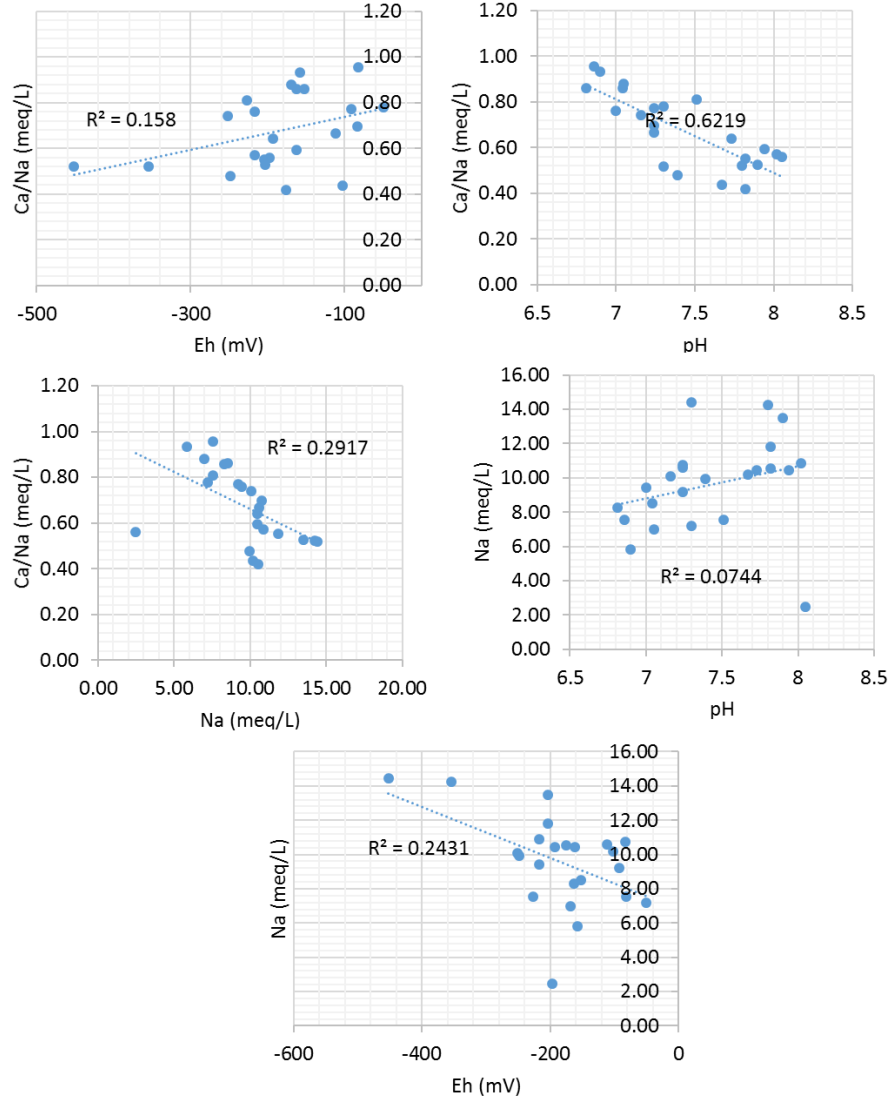
$Ca^{+2} + Mg^{+2}$  iyonlarında artış gerçekleşir (Kumar ve diğ. 2009). Aynı zamanda diyagramda ( $Ca^{+2} + Mg^{+2} = SO_4^{-2} + HCO_3^{-}$ ) koşullarının sağlanması, bu iyonların karbonat ve silikatların bozunumundan geldiğini gösterir (Datta ve Tyagi 1996; Kumar ve diğ. 2006; Rajmohan ve Elango 2004). Suların ( $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ) bölgesinde toplanması durumunda, hidrojeokimyasal olaylarda karbonat bozunumu, ( $SO_4^{-2} - HCO_3^{-}$ ) bölgesinde toplanması durumunda silikat bozunumu etkindir (Kumar ve diğ. 2009; Kumar ve diğ. 2006; Varol ve Davraz 2014).

#### 7.8.4.1 Sürekli izlenen sularda Ca/Mg-Na/K iyon değişimi

Acıgöl'de  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranı; sürekli izlenen asidik yeraltı sularında artarken, alkali yeraltı sularında azalır. Aynı şekilde düşük etkili de olsa, yükseltgenmiş sularda  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranı artarken, indirgenmiş yeraltı sularında azalır. Aşırı alkali ve yüksek indirgenmiş sularda  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranı en düşükken, yükseltgenmiş asidik yeraltı sularında  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranı en yüksektir.

Aşırı alkali ve yüksek indirgenmiş yeraltı sularında; sudaki  $Ca^{2+}$  iyonları, killerdeki  $Na^{+}$  iyonları ile değişime girer. Düşük alkali/asidik ve düşük indirgenmiş/yükseltgenmiş yeraltı sularında; sudaki  $Na^{+}$  iyonları, killerdeki  $Ca^{2+}$  iyonu ile iyon değişimini gerçekleştirir. Yeraltı sularında  $Na^{+}$  iyon derişimi arttıkça,  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranı azalır. Yeraltı sularında yüksek  $Na^{+}$  iyonunun kaynağı, sudaki  $Ca^{2+}$  iyonlarının killerdeki  $Na^{+}$  ile değişimidir. Yeraltı sularında  $Na^{+}$  iyon derişimi yüksek olan sular, indirgenmiş alkali sulardır (**Şekil 7. 44**).

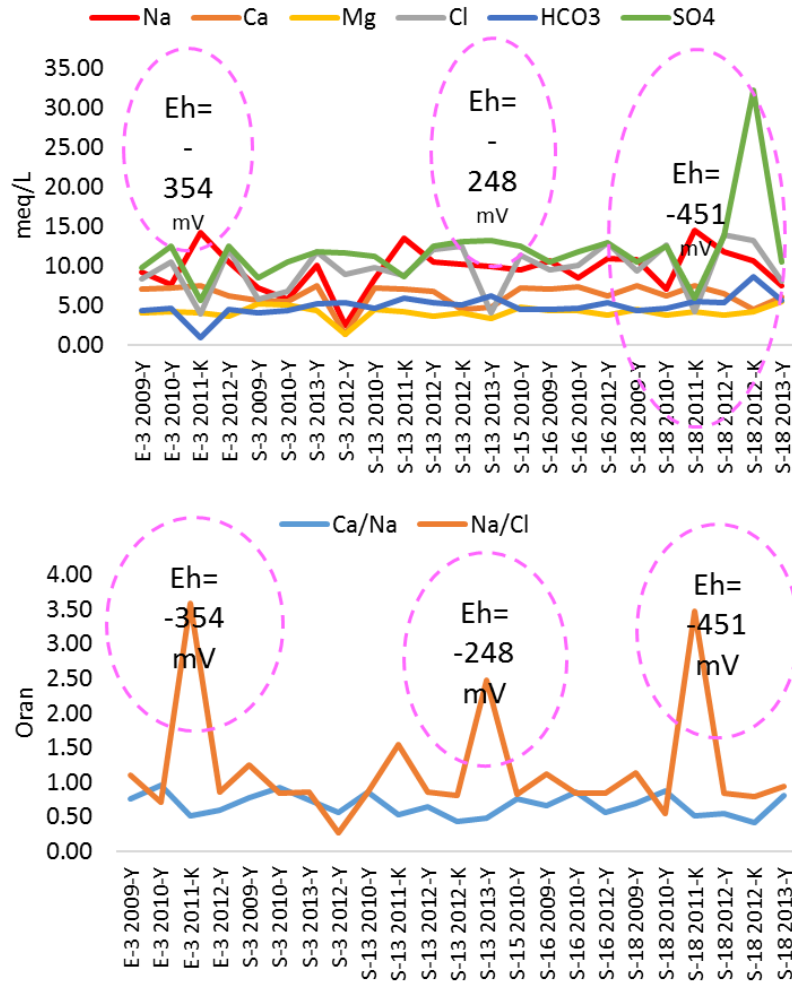
Aşırı indirgenmiş sularda diğer katyonlara kıyasla  $Na^{+}$  iyon derişiminin oldukça yükseldiği görülür. Aynı zamanda bu sularda  $Cl^{-}$  iyon derişimi oldukça düştüğü için  $Na/Cl$  (meq/L) oranı da oldukça yüksektir (**Şekil 7. 45**). İyon değişiminin gerçekleştiği aşırı indirgenmiş bu ortamlar biyojeokimyasal olayların etkisinde organik maddenin tüketilmesiyle anaerobik koşulların hakim olduğu ortamlardır. Sürekli izlenen yeraltı sularında Ekim-2011 döneminde "Na-Ca iyon değişimi" belirgindir. Ca-Na ters iyon değişimi ise 2010 ve 2012 yağışlı dönemde sırasıyla S-18 ve S-3 derin sondajlarında belirgindir. Yeraltı sularında uzun dönem bakıldığında mevsimsel olarak organik madde ve redoks koşullarına bağlı olarak iyon ve ters iyon değişimi gerçekleşebilmektedir (**Şekil 7. 46**).



**Şekil 7. 44:** Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranının pH ve Eh ile ilişkisi.

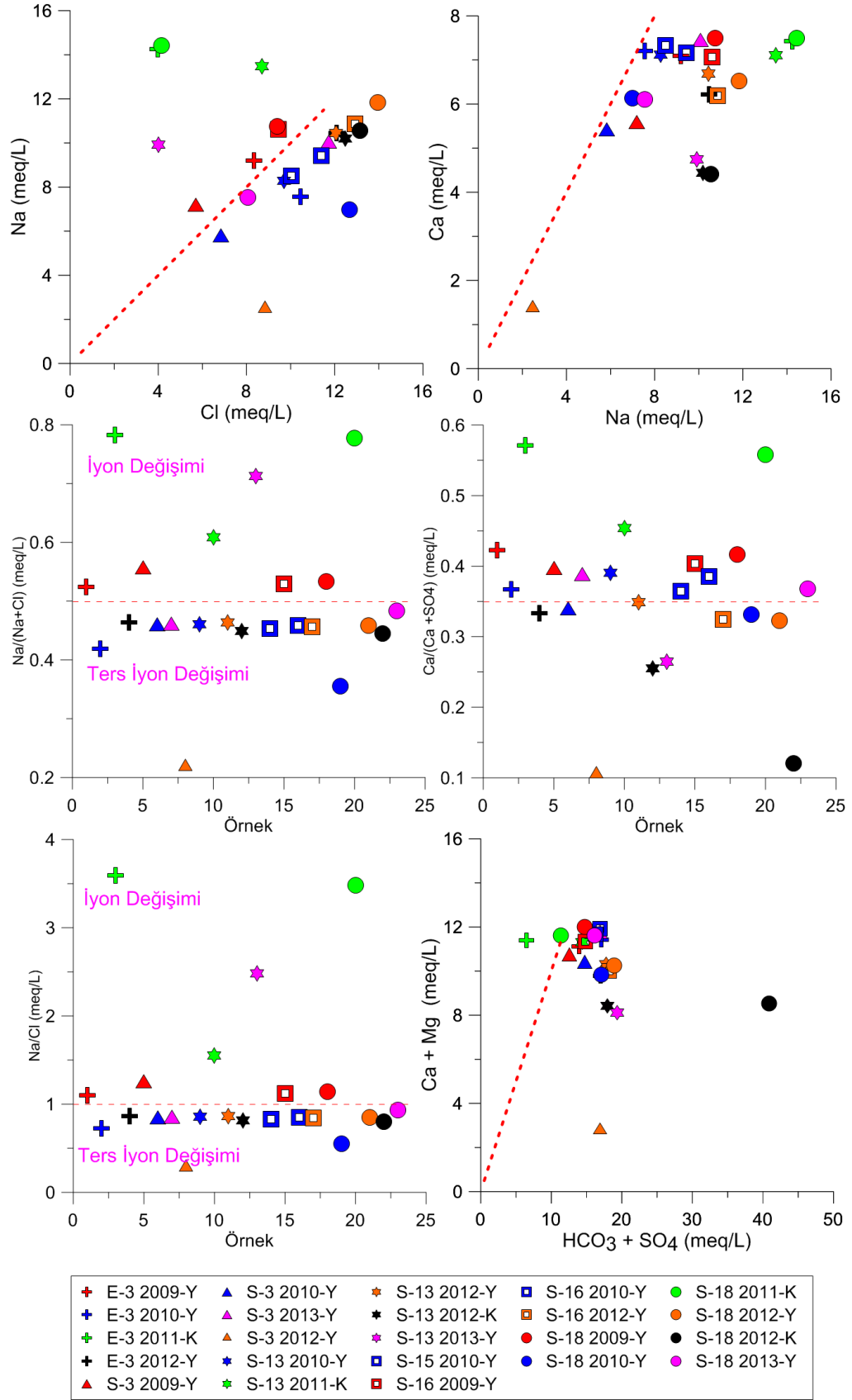
Majör indirgeyici olan organik maddeler sulara duraysız/yarı duraylıdır. Aerobik solunum ile tüm oksijenin tüketilmesinden sonra, Eh değerlerinin ani düşmesiyle ve  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$  ve  $SO_4^{2-}$  indirgenerek anaerobik solunuma geçilir (Langmuir 1997).

Havzadaki yeraltı sularında organik bileşen ve biyojeokimyasal olaylara bağlı olarak değişen redoks ortam koşullarının etkisinde dönemlere göre değişen “**Na-Ca iyon değişimi**” ve “**Ca-Na ters iyon değişimi**” gerçekleşir. Aşırı alkali ve yüksek indirgenmiş yeraltı sularında; kil-su arasında “**Na-Ca iyon değişimi**”, düşük alkali/asidik ve düşük indirgenmiş/yükseltgenmiş yeraltı sularında; kil-su arasında “**Ca-Na ters iyon değişimi**” gerçekleşir. Yeraltı suları albit ve Ca, Na, Mg-montmorillonit bakımından doygunur.

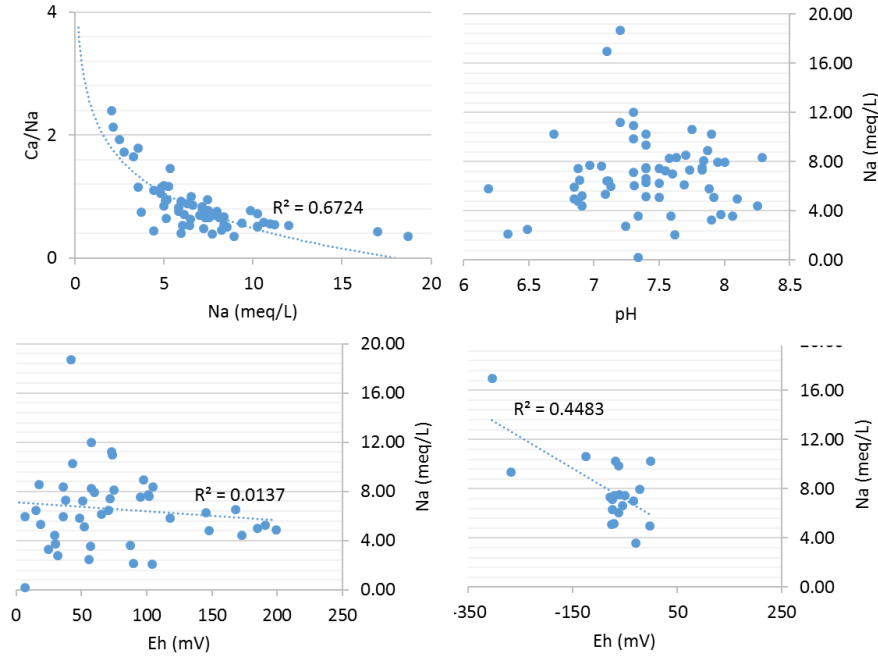


**Şekil 7. 45:** Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında Na, Cl, Ca(meq/L) derişimleri ile birlikte Ca/Na ve Na/Cl (meq/L) oranlarının redoks koşullarından etkilenmesi.

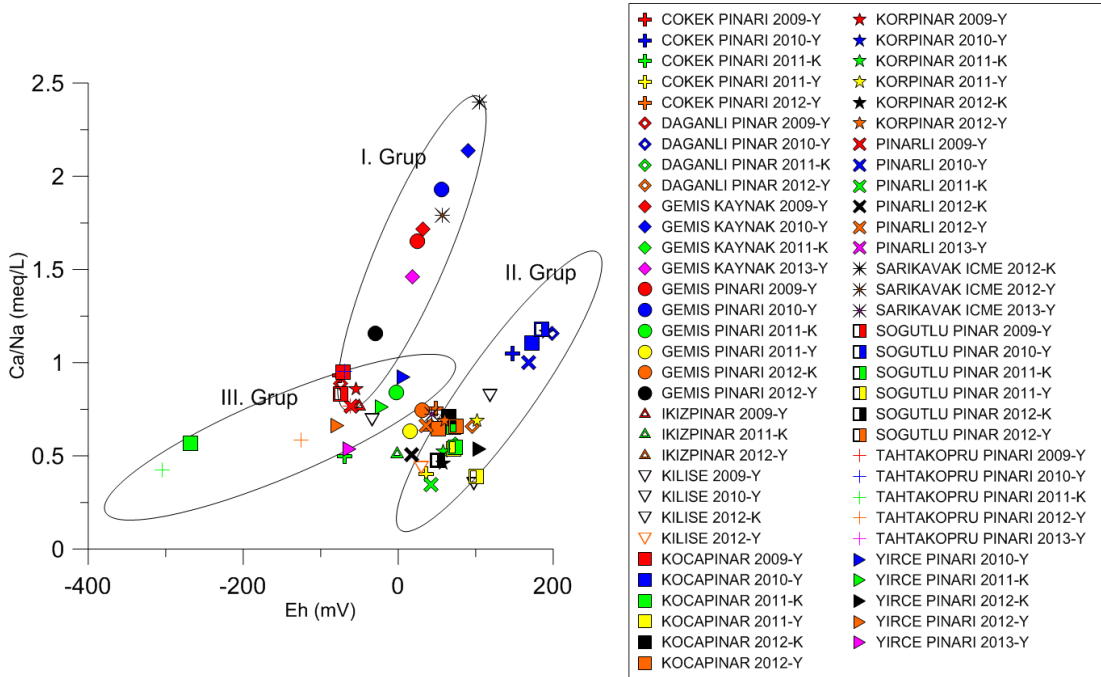
Gölün güneyinde sürekli izlenen yüzey sularında  $\text{Na}^+$  iyon derişimi arttıkça,  $\text{Ca}_{(\text{meq/L})}/\text{Na}_{(\text{meq/L})}$  oranı azalır. Yüzey sularında yüksek  $\text{Na}^+$  iyonunun kaynağı, sudaki  $\text{Ca}^{2+}$  iyonlarının killerdeki  $\text{Na}^+$  ile değişimidir. Yüzey sularının asitlik durumunun  $\text{Na}^+$  iyon derişimi üzerinde etkisi görülmezken, düşük redoks potansiyeli(indirgenmiş), sularda  $\text{Na}^+$  iyon derişimini artırır (**Şekil 7. 47**). Mevsimsel izlenen yüzey sularında Eh-Ca/Na (meq/L) ilişkisinde, yüzey sularının 3 farklı şekilde gruplandığı görülür (**Şekil 7. 48**). I. grup; Gemiş ile birlikte Sarıkavak civarındaki  $\text{Mg}^{2+}$  iyonu yüksek yükseltgenmiş olan sular, II. grup; fay boyunca yüzeylenen Na-sülfat tipindeki yükseltgenmiş sular, III. grup ise yine fay boyunca yüzeylenen Na-sülfat tipindeki indirgenmiş sulardır. I. ve II. grupta sulardaki Ca/Na oranı çok yüksek, III. grupta ise düşüktür. Ortamın indirgenmeye başlamasıyla Na-sülfat tipindeki sularda  $\text{Na}^+$  iyon derişimi artar. Suların mevsimsel olarak  $\text{Na}^+$  iyon derişimlerinin değişiminde, suların değişen redoks koşulları etkindir (**Şekil 7. 48**).



**Şekil 7. 46:** Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen yeraltı sularında Na-Ca iyon ve Ca-Na ters iyon değişimi ile ilgili oranlar.



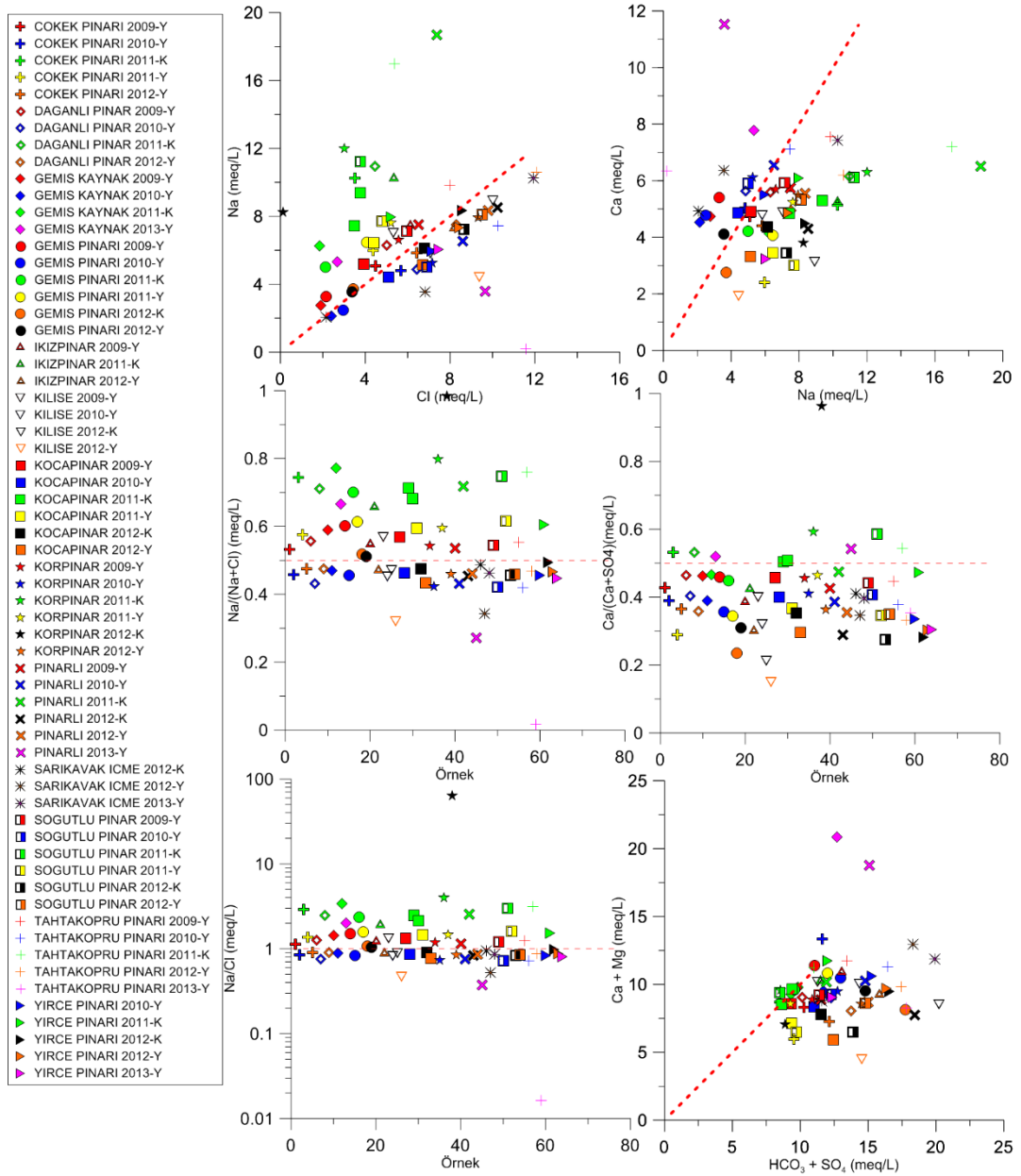
Şekil 7. 47: Acıgöl'de fay boyunca yüzeylenen yüzey sularında  $Ca_{(meq/L)}/Na_{(meq/L)}$  oranının pH ve Eh ile ilişkisi.



Şekil 7. 48: Yüzey sularında Eh değerlerine bağlı olarak değişen  $Ca/Na$  (meq/L) oranı.

Kocapınar, Körpınar, Pınarlı, Söğütlü Pınar, Çökek Pınarı ve Tahtaköprü Pınarı gibi gölün güneyindeki sürekli kaynaklarda Ekim-2011 döneminde  $Na/Cl$  (meq/L) (Ort.=2,7, n=12) ve  $Na/SO_4$  (meq/L) (Ort.=2, n=12) oranlarının oldukça yükseldiği, dolayısıyla  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyonlarına karşı,  $Na^+$  iyon derişiminin oldukça arttığı görülür. Buna karşın sürekli kaynaklarda Haziran-2010 ve Haziran-2012 dönemlerinde artan  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyon derişimlerine karşı,  $Na^+$  iyon derişiminin oldukça

azaldığı görülmüştür. Değişen redoks koşullarının etkisinde Ekim-2011 döneminde sudaki  $Ca^{2+}$  iyonlarının kilerdeki  $Na^+$  ile değişime girmesiyle kil-su arasında “**Na-Ca iyon değişimi**”, Haziran-2010 ve Haziran-2012 dönemlerinde ise sulardaki  $Na^+$  iyonunun kilerdeki  $Ca^{2+}$  iyonu ile değişime girmesiyle de kil-su arasında “**Ca-Na ters iyon değişimi**” gerçekleşmiştir (Şekil 7. 49, Şekil 7. 50). Fay boyunca yüzeylenen tüm kaynaklarda iyon değişiminin gerçekleştiği söylenemez. İyon değişimi; organik maddenin etkin olduğu, biyokimyasal faaliyetlerin gerçekleştiği ve mevsimsel olarak değişen redoks koşullarına sahip yüzey sularında daha olasıdır.



Şekil 7. 49: Gölün güneyinde fay hattındaki sürekli izlenen kaynak sularında Na-Ca iyon ve Ca-Na ters iyon değişimi ile ilgili oranlar.



( $\text{SO}_4^{-2} + \text{HCO}_3^-$ ) ve ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) dağılım diyagramına (Kumar ve diğ. 2009) göre baskın reaksiyonlar sadece karbonat ve jips çözünümü değildir. Ca-Na iyon değişimi olan sular, ( $\text{SO}_4^{-2} + \text{HCO}_3^-$ ) kısmında toplanmıştır. Özellik Ekim-2011 döneminde Na-Ca ters iyon değişiminin olduğu sular, 1:1 eğrisi boyunca kümelenmiştir. Cerling ve diğ. (1989); Fisher ve Mullican (1997); Kumar ve diğ. (2009); (Kumar ve diğ. 2006)'a göre yüzey sularının ( $\text{SO}_4^{-2} + \text{HCO}_3^-$ ) kısmında toplanması Ca-Na iyon değişimi, ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) kısmında toplanması Na-Ca ters iyon değişimi nedeniyledir (bkz. **Şekil 7. 49**).

#### 7.8.4.2 Sularda Kloro-alkalin indeksi (CAI)

(Schoeller 1965, 1977) tarafından, yeraltı suları ile suların içinden geçtiği veya hapsediği ortamlarla arasındaki iyon değişiminin belirlenmesi için geliştirilen Kloro-alkalin indeksi (CAI) kullanılmıştır (7.5) (7.6).

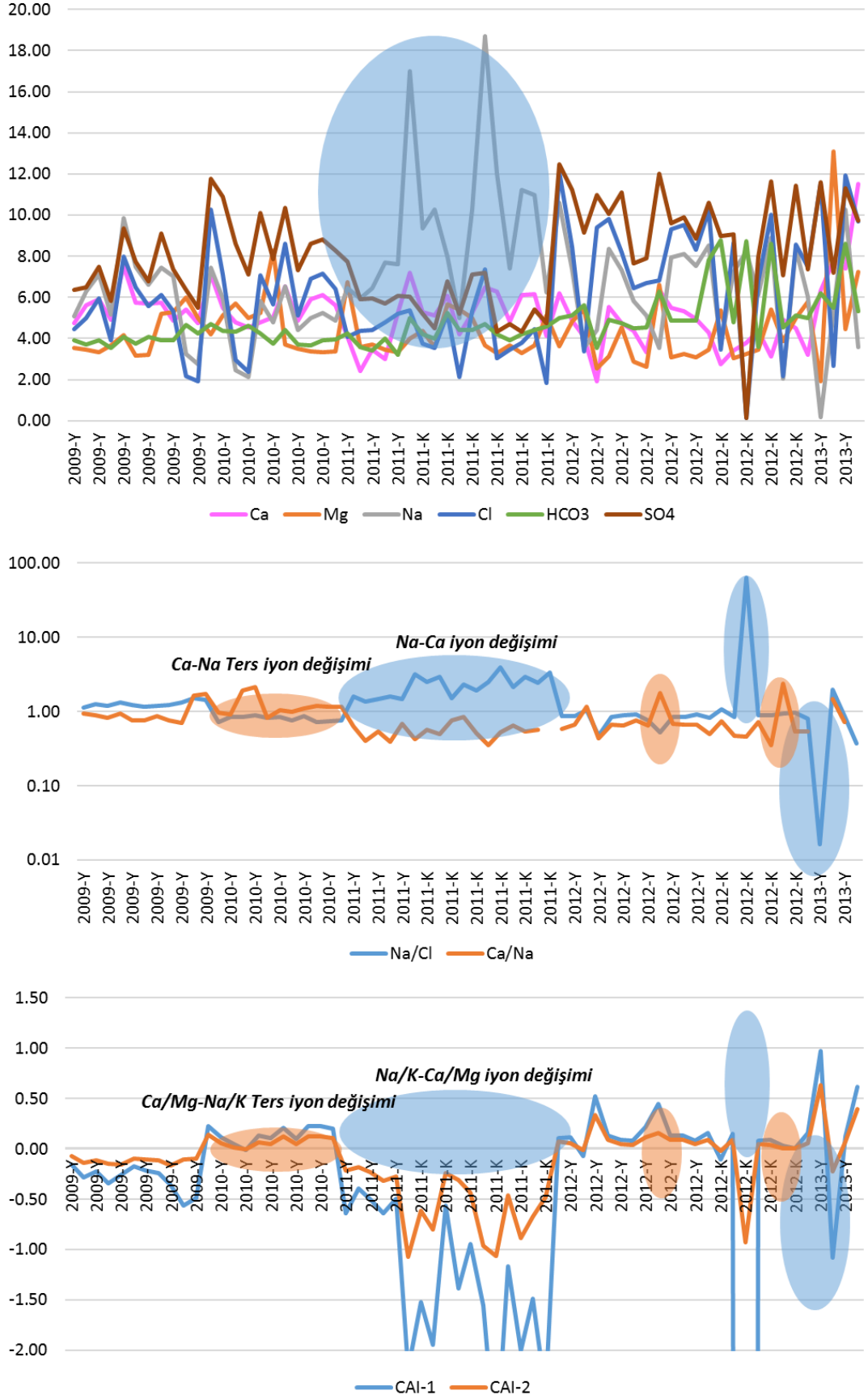
$$\text{CAI-1} = [\text{Cl}^- - (\text{Na}^+ + \text{K}^+)] / \text{Cl}^- \text{ (meq/l)} \quad (7.5)$$

$$\text{CAI-2} = [\text{Cl}^- - (\text{Na}^+ + \text{K}^+)] / (\text{SO}_4^{-2} + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{NO}_3^-) \text{ (meq/l)} \quad (7.6)$$

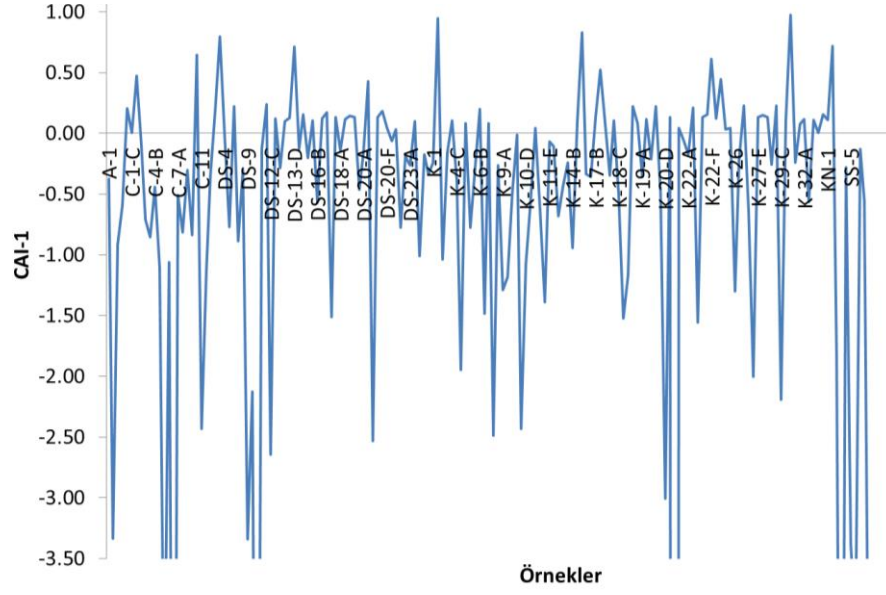
CAI-1 indeksinin pozitif olması, sudaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ 'nın, kayaçtaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile değişim yaptığını ve doğrudan baz-değişim reaksiyonunu, negatif olması durumunda dolaylı baz-değişim reaksiyonunu, sudaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile kayaçtaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ 'nın değişim yaptığını gösterir (Al-Ahmadi 2013). CAI > 0 ise baz-değişim reaksiyonu ve klor-alkali dengesi, CAI < 0 ise katyon-anyon değişim reaksiyonu ve klor-alkali dengesizliğini gösterir (Gupta ve diğ. 2009).

CAI-1 değerleri -63,2 ile 0,97 arasında değişir (**Şekil 7. 51**, **Şekil 7. 52**). Havdaki suların %60'ı negatif, %40'u pozitif CAI değerine sahiptir. CAI-1 değerlerine göre havzada dolaylı baz değişim ve katyon-anyon değişimi reaksiyonları gelişir. Genellikle klor-alkali dengesizliğini vardır. Değişen redoks koşullarının etkisinde gölün güneyindeki yeraltı sularında CAI > 0 ve CAI < 0 dönemseller olarak koşulları gerçekleşir.

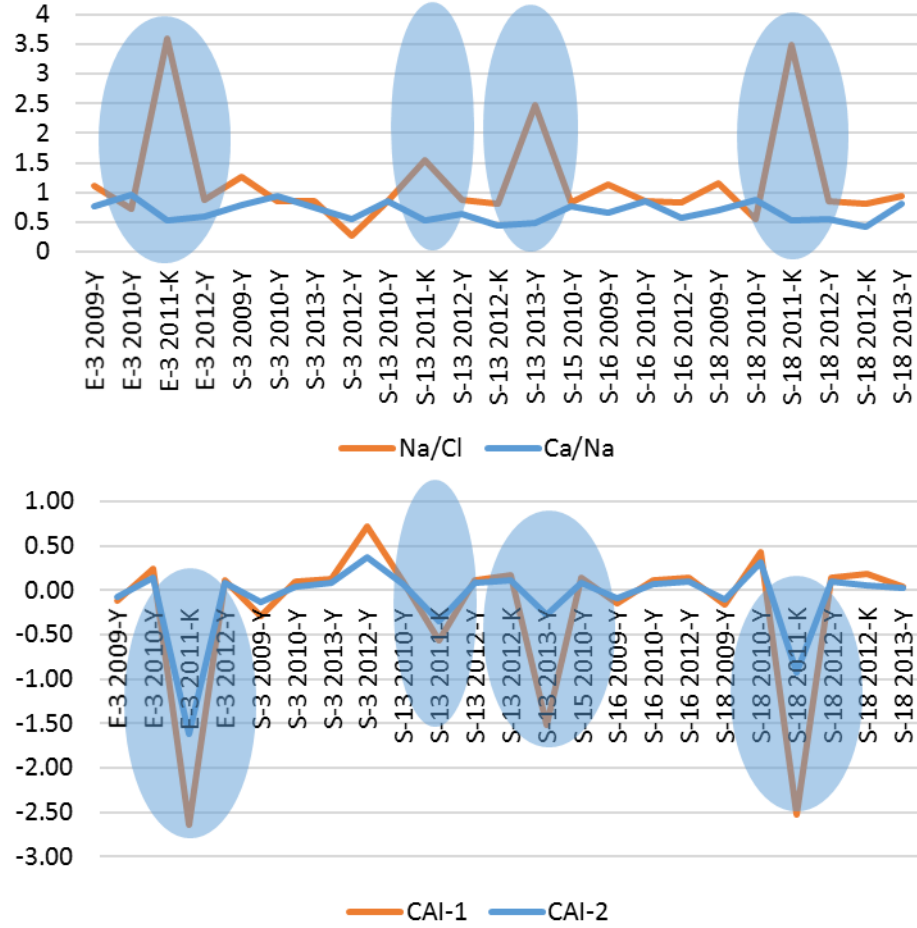
CAI değerinin en yüksek pozitif olduğu yer Tahtaköprü Pınarı, en düşük negatif olduğu yer Na-HCO<sub>3</sub> tipindeki Körpınar, Ca-HCO<sub>3</sub> tipindeki Domuzgölcüğü'dür. Acıgöl Sulak Alan, Kanlıca Gölü Çeşmesi, Alanköy, Yassören, Deliktaş Sulama, Beylerli Gölü Kaynağı, Akyarma Tulumba, gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajlar, Ulupınar CAI > 0 olan sulardır.



**şekil 7. 50:** Fay boyunca yzeylenen sularda değişen iyon derişimleri (meq/L), Na/Cl, Ca/Na (meq/L) oranlarına gşe Na-Ca iyon değişimi, Ca-Na ters iyon değişimi ve CAI-1, CAI-2 indeksi.



Şekil 7. 51: Suların kloralkalin indeks (CAI-1) değerleri



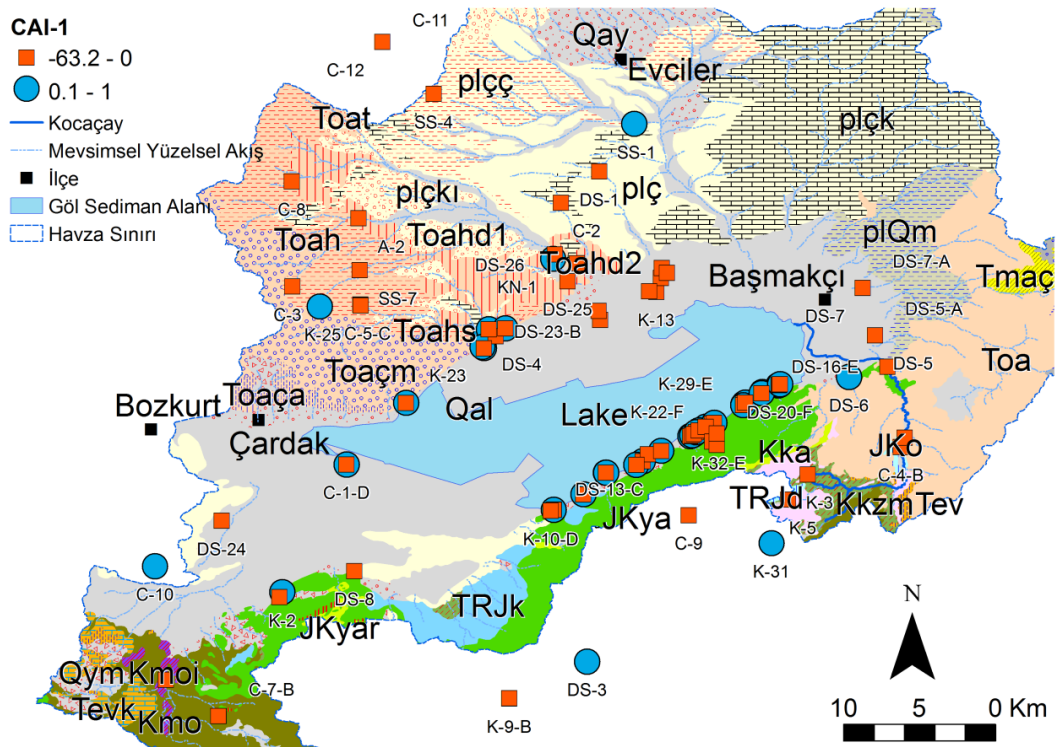
Şekil 7. 52: Fay boyunca yüzeylenen yeraltı sularında Na/Cl, Ca/N a (meq/L) oranlarına göre Na-Ca iyon değişimi, Ca-N a ters iyon değişimi ve CAI-1, CAI-2 indeksi.

Gölün güneyindeki sular zaman zaman CAI < 0 durumunda da olmuştur. Gölün güneyinde olmasına rağmen Gemiş Kaynağı ve Gemiş Pınarı CAI<0

durumundadır. CAI değeri pozitif olan sular genellikle gölün etrafında kümelenmiştir (Şekil 7. 53).

Özellikle mevsimsel döngüde gölün güneyindeki sürekli suların değişen koşullara göre, doğrudan ve dolaylı baz değişimlerine maruz kaldığı görülür. Gölün güneyindeki sürekli sularda bir dönemde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ , kayadaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile değişim yaparken, değişen ortam koşullarında bir sonraki dönemde sudaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile kayadaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  değişim yapmaktadır.

Gölün etrafında olmamasına rağmen Ulupınar Kaynağı, Çatal Çeşme (İdris) ve Alanköy civarında ki sular, CAI değeri pozitif sulardır. Bu ortamlarda sudaki  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ , kayadaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile değişim yapar (Şekil 7. 53). Mevsimsel olarak izlenen Acıgöl Sulak Alan, Darıcılar Çınar Çeşme, Hayriye Başpınar, Gemiş Pınarı ve Gemiş Kaynağı, Yırce Pınarı, Kilise sürekli olarak CAI pozisyonunu korur.



Şekil 7. 53: Havzadaki sularda CAI-1 indeks dağılımı.

### 7.8.5 Ca/Mg Kökeni

Karbonatların bozunumu ve çözünümü başta olmak üzere, jips gibi evaporitler, silikatların bozunumu, silikatlarla ters iyon değişimi sulardaki başlıca  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{Mg}^{2+}$

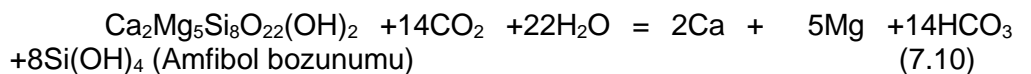
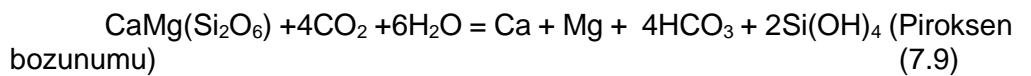
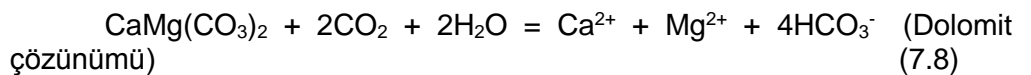
iyonlarının kaynağıdır (Datta ve Tyagi 1996; Kumar ve diğ. 2009; Kumar ve diğ. 2006; Rajmohan ve diğ. 2014).

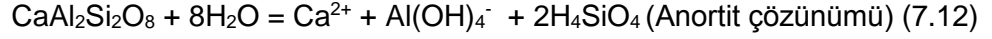
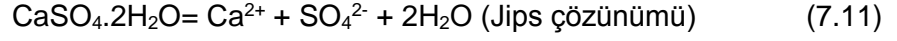
Sularda Ca/Mg kaynağının belirlenmesinde, Ca/Mg oranı,  $Ca^{+2}/SO_4^{-2}$  oranı,  $(SO_4^{-2} + HCO_3^-)$  ve  $(Ca^{+2} + Mg^{+2})$ ,  $Cl^-$  ve  $(Ca^{+2} + Mg^{+2})$ ,  $(HCO_3^- + CO_3^{2-})$  ve  $(Ca^{+2} + Mg^{+2})$ ,  $(Ca^{+2} + Mg^{+2} - SO_4^{-2})$  ve  $(Na^+ - Cl^-)$ ,  $(Ca^{+2} + Mg^{+2} - SO_4^{-2})$  ve  $HCO_3^-$ , dağılım diyagramlarının kullanımı yaygındır (Datta ve Tyagi 1996; Kumar ve diğ. 2009; Kumar ve diğ. 2006; Mayo ve Loucks 1995; Rajmohan ve Elango 2004; Sami 1992).

$Ca^{2+}/Mg^{2+}=1$  olduğu sularda dolomit, 1-2 arasında değişen durumlarda kalsitin çözünümü sudaki iyon derişimini etkiler (Mayo ve Loucks 1995). Temel olarak doğal sularda,  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı silikat minerallerinin çözünümü nedeniyle 2'ye kadar çıkabilir (Katz ve diğ. 1998; Nayak ve Sahood 2011) (Lakshmanan ve diğ. 2003; Varol ve Davraz 2014).  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı  $> 2$  olan sularda, silikat minerallerin çözünümü sulara kalsiyum ve magnezyum sağlar (Kumar ve diğ. 2009). Beslenim alanındaki karbonat minerali varlığı ve silikat bozunumu, sularda karbonatların ve bikarbonat derişiminin artmasına neden olur (Lakshmanan ve diğ. 2003; Varol ve Davraz 2014).  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı  $< 1$  olan sularda kalsit bozunumu, ortama kalsiyum sağlar (Kumar ve diğ. 2009).

Karstik akifer ortamlarında kalsit ve dolomitin çözünümü (7.7), (7.8) yüzey ve yeraltı sularına Ca ve Mg girişine neden olur. Dolomitin çözünümünün stokiometri denkleminde,  $(Ca + Mg)$  ve  $(HCO_3^-)$  toplamda eşit yüklere sahip olduğundan  $(4=4)$   $(Ca^{+2} + Mg^{+2})/HCO_3^-$  oranı 1:1'e eşittir. Aynı zamanda  $Mg^{+2}/HCO_3^-$  oranı =0,5'tir (Wu ve diğ. 2009).

Yüksek  $(Ca^{+2} + Mg^{+2})/HCO_3^-$  oranı kation derişimi, jips veya meteorik köken gibi farklı Ca ve Mg kaynağını işaret eder.  $(Ca^{+2} + Mg^{+2})/HCO_3^-$  oranının 0,5 civarında olması karbonatların çözünümü ile birlikte piroksen ve amfibol gibi tali minerallerin bozunumunun (7.9), (7.10) Ca ve Mg'nin kökeni olduğunu gösterir (Sami 1992).





Jipsle etkileşimi olan karstik akifer kökenli sulara, jips çözünümünden (7.11) önemli miktarda  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  girişi olur. Sularda ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) ve ( $\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) yüksek korelasyonu dolomitlerle birlikte jipsli kayaların çözünümünün etkisini gösterir. Jipslerin çözünümü ile  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  eşit molar derişimde suya girdiğinden, sulardaki  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{Mg}^{2+}$  toplamından  $\text{SO}_4^{2-}$  çıkarılarak, dolomitin çözünümünden gelen  $\text{Ca}^{2+}$  elde edilir. Bu durumda  $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{Mg}^{2+}$ 'nin dolomitlerin çözünümünden gelmesi durumunda ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$ ) / ( $\text{HCO}_3^-$ ) oranı 1:1'e eşit olur (Wu ve diğ. 2009).

( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) dağılım diyagramında evaporitlerden gelen Ca ve tuzlardan gelen Na elimine edilerek, Ca ve Mg'nin evaporit dışı litojenik kökeninin ya da hidrojeokimyasal olayın belirlenmesi yapılır (Sami, 1992). Killerle gerçekleştirilen katyon değışiminde 2 adet Na iyonu kil tarafından absorbe edilirken, 1 adet Ca veya Mg iyonu serbest kalır. ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) dağılım diyagramında 2:1 eğrisi katyon değışiminden serbest kalan Ca ve Mg miktarını verir (Sami 1992).

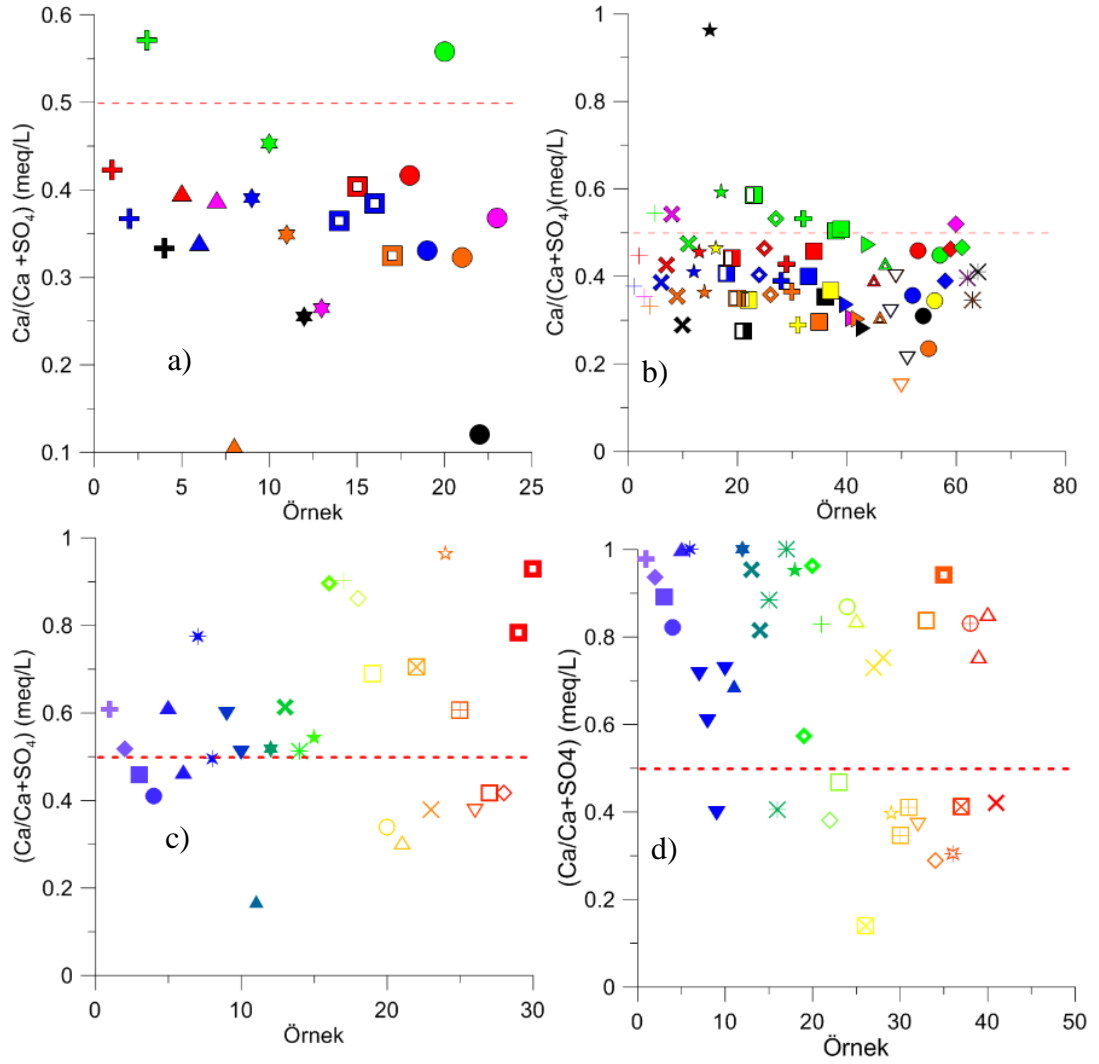
( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{SO}_4^{2-} + 0,5 (\text{Na}^+ - \text{Cl}^-)$ ) ve ( $\text{HCO}_3^-$ ) dağılım diyagramında katyon değışiminden kaynaklanan Ca ve Mg; ( $0,5 * (\text{Na}^+ - \text{Cl}^-)$ ) ile elimine edilerek, litojenik Ca ve Mg değılendirilir (Sami, 1992). Silikatların ayrışmasında ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} - \text{SO}_4^{2-} + 0,5 (\text{Na}^+ - \text{Cl}^-)$ ) / ( $\text{HCO}_3^-$ ) oranı 1:2 şeklindedir (Sami 1992).

### 7.8.5.1 Jips Çözünümü

$\text{Ca}^{2+} / (\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$  meq/l oranının 0,5 ve ( $\text{Ca}^{2+} / \text{SO}_4^{2-}$ ) =1 olduğu durumlarda, kalsiyum jipslerden gelir. Sularda  $\text{Ca}^{2+} / (\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}) > 0,5$  ve ( $\text{Ca}^{2+} / \text{SO}_4^{2-}) > 1$  olması durumu; silikatlar ve karbonatlar gibi jipsten farklı bir kalsiyum kaynağının varlığı,  $\text{Ca}^{2+} / (\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}) < 0,5$  ve ( $\text{Ca}^{2+} / \text{SO}_4^{2-}) < 1$  durumu; iyon değışimi veya kalsit çökelimi reaksiyonlarının geliştiğini gösterir (Hounslow 1995).

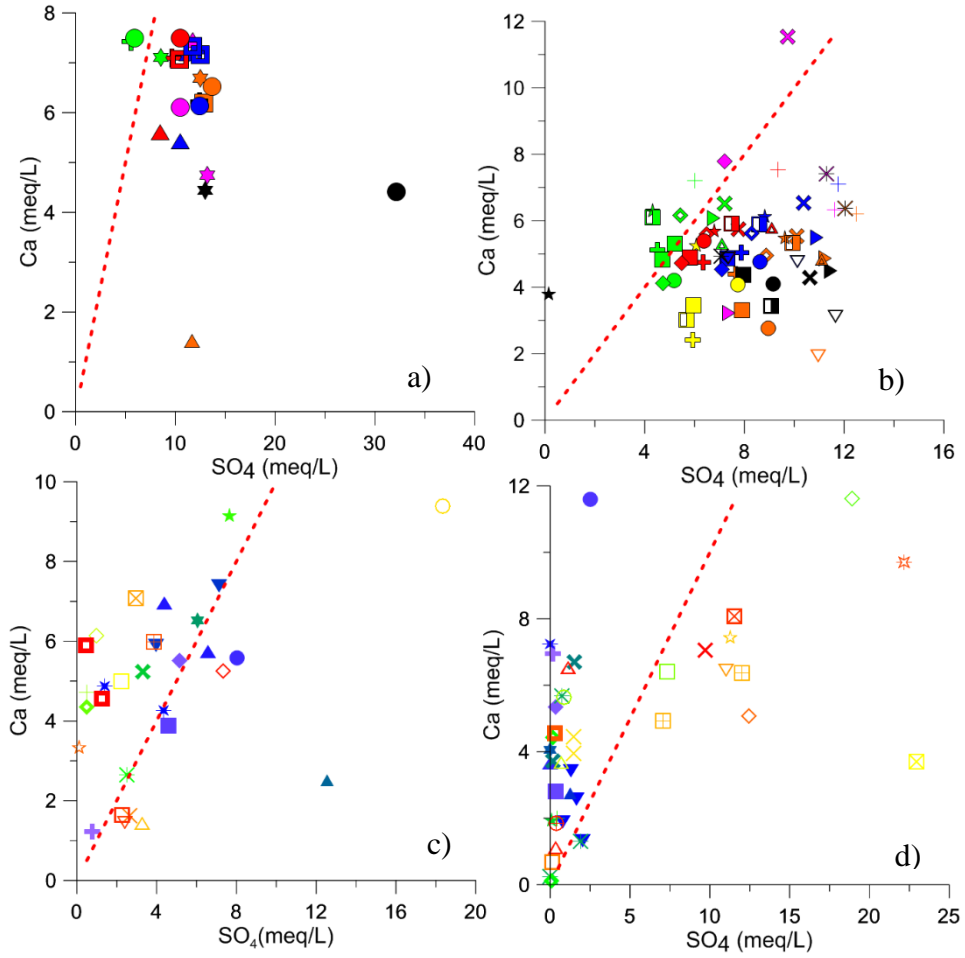
Gölün güneyindeki sulara jipslerin çözünümü ile birlikte, iyon değışimi ve kalsit çökelimi kalsiyum miktarını etkiler. Gölün kuzeyindeki yeraltı sularında jips çözünümü ile birlikte karbonat veya silikat kökenli kalsiyum, yüksek miktarda bulunur. Gölün çevresindeki sular dışında jips çözünümü, sulara kalsiyum girişi sağlamaz. Havzadaki diğ er yüzey sularında silikatlar (anortit, Ca-montmorillonit vb.) ve

karbonatlar önemli ölçüde kalsiyum girdisi sağlarken, iyon değişiminin ya da kalsit çökelinin olduğu sularda kalsiyum miktarı azalır.  $Ca^{+2} / (Ca^{+2} + SO_4^{-2})$  ilişkisine göre gölü çevreleyen suların kalsiyumunda jips çözünümü ile birlikte, kalsit çökeli veya iyon değişimi etkinken, litolojik birimlerde karbonatlar ve silikat kökenli kalsiyum etkindir (Şekil 7. 54, Şekil 7. 55).  $Ca^{+2}$  ve  $SO_4^{-2}$  dağılım diyagramında 1:1 eğrisi boyunca konumlanan sularda jips çözünümü nedeniyle sulara  $Ca^{+2}$  ve  $SO_4^{-2}$  girişi olur.



**Şekil 7. 54:**  $Ca/(Ca + SO_4)$  oranlarına göre havzadaki suların kalsiyum kökeni a)gölün güneyindeki yeraltı suları b) gölün güneyindeki yüzey suları c)diğer yeraltı suları d)diğer yüzey suları (Simgeler Şekil 7. 39,Şekil 7. 40,Şekil 7. 41,Şekil 7. 42'deki gibidir).





**Şekil 7. 55:** (Ca/SO<sub>4</sub>) oranları a)gölün güneyindeki yeraltı suları b) gölün güneyindeki yüzey suları c)diğer yeraltı suları d)diğer yüzey suları (Simgeler **Şekil 7. 39,Şekil 7. 40,Şekil 7. 41,Şekil 7. 42'**deki gibidir).

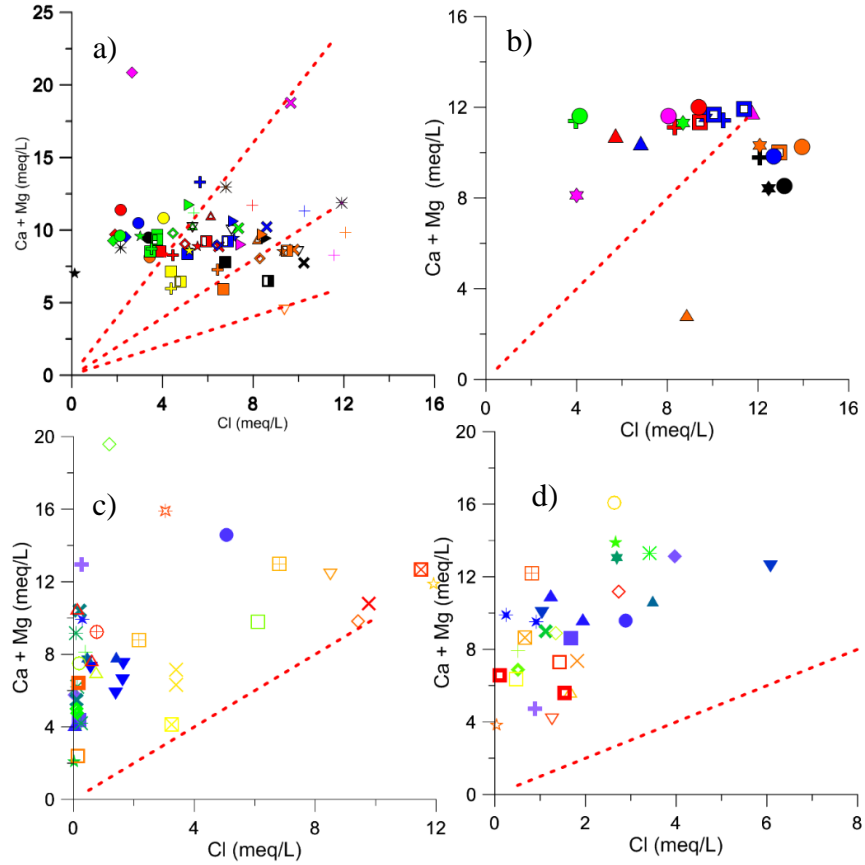
Ca<sup>2+</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> dağılım diyagramında 1:1 eğrisinin altında kalan sularda kalsit çökelişi veya iyon değişimi nedeniyle Ca miktarı azalırken, Ca<sup>2+</sup>/SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> oranının 0,2'ye kadar düşmesi; globerit vb. Na-sülfatların erimesi gibi jipslerden farklı sülfat kaynağı sulardaki sülfatları arttırmaktadır.

### 7.8.5.2 Sürekli izlenen sularda Ca/Mg kaynağı

Yüzey ve yeraltı sularında, jips çözünümüyle gelen sülfatın yanında diğer Na-sülfatların (globerit, tenardit) çözünmesi ve Ca-Na iyon değişimi nedeniyle Ca-SO<sub>4</sub> grafiğinde sular, 1:1 eğrisinin altında kümelenmektedir. Buna karşın Ekim-2011 döneminde Na-Ca ters iyon değişiminin olduğu sular Ca-SO<sub>4</sub> grafiğinde 1:1 eğrisi boyunca veya kısmen üzerinde kümelenirler. Aynı zamanda yüzey ve yeraltı suları, silikatların bozunumunun etkisi, Ca-Na iyon değişimi nedeniyle (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) dağılım diyagramında (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) kısmında toplanır.

Yüzey ve yeraltı sularında  $\text{Cl}^-$  iyon değişimine bağlı olarak  $(\text{Ca}+\text{Mg})$  derişimi değişmez ve artan klorür derişiminde sabit olduğu görülür. Artan tuzlulukta  $(\text{Ca}+\text{Mg})$  derişiminin sabit kalması, killer veya bozunmuş kayaçlarla olan Na-Ca ters iyon derişiminin Ca-Mg kaynağı olduğunu gösterir (Kumar ve diğ. 2009).

Gölün güneyindeki yüzey ve yeraltı sularında artan  $\text{Cl}^-$  derişiminde,  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$  iyon derişimlerinin sabit kalması, killer veya bozunmuş kayaçlarla olan Na-Ca ters iyon derişiminin etkisindedir. Gölün batı ve kuzeyindeki yeraltı sularında ise evaporitlerin çözünümü nedeniyle artan  $\text{Cl}^-$  derişiminde,  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$  iyon derişimlerinin arttığı görülür. Diğer yeraltı sularında karbonatlar ve silikat kaynaklı  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$ 'nin daha fazla olması nedeniyle, bir ilişki görülmez (Şekil 7. 56).



Şekil 7. 56: Artan  $\text{Cl}^-$  derişimine karşın  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$  derişiminde iyon derişiminin değerlendirilmesi a) gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında d)diğer yeraltı sularında.

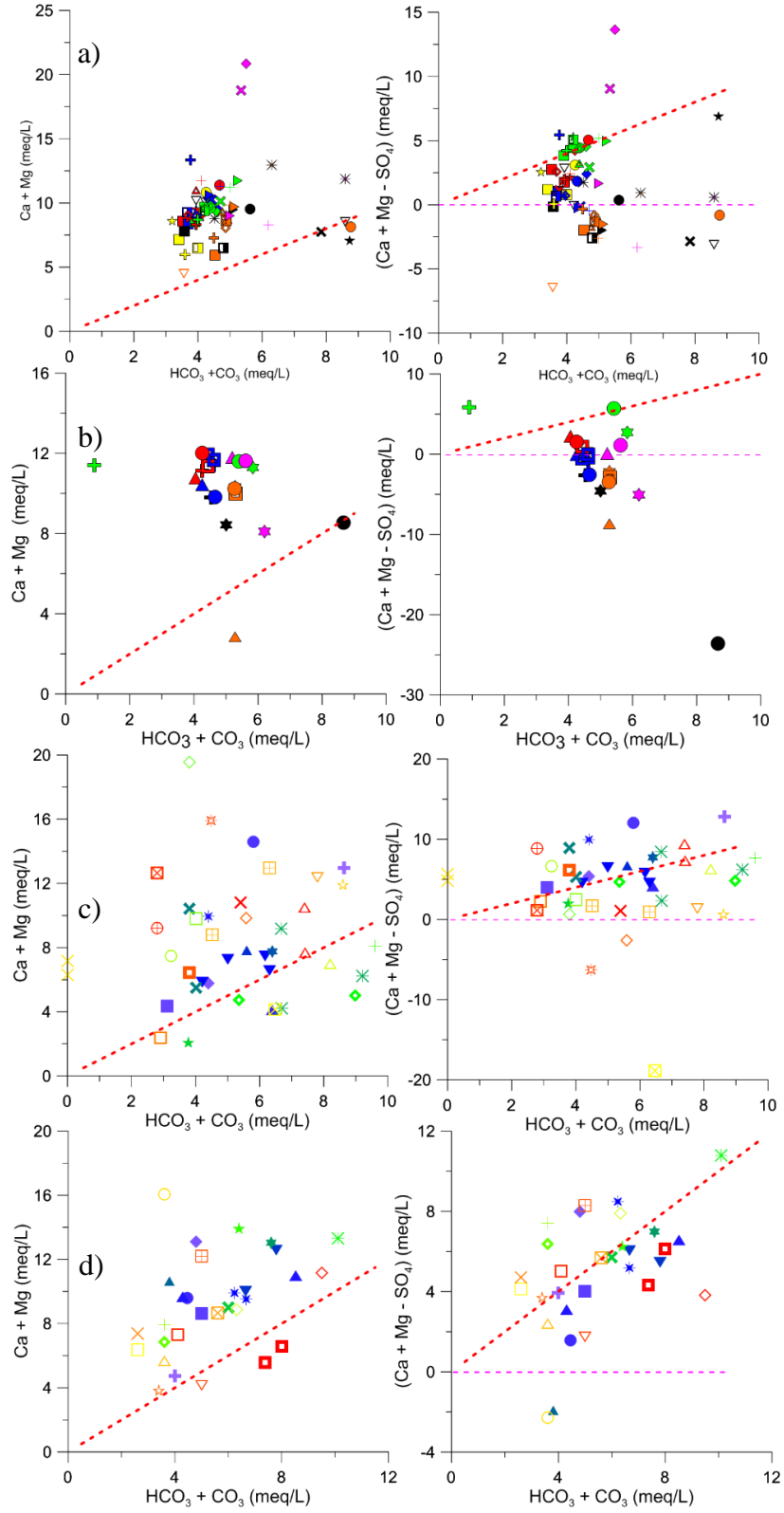
Acıgöl'ün güneyindeki yüzey sularında  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})/\text{HCO}_3^-$  oranı 0,8-3,8, yeraltı sularında 0,5-12,7 arasında değişir. Bu yüksek oranlara göre ters iyon derişimi ve jips çözünümü baskın olmakla birlikte, karbonatların çözünümü, serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol gibi tali minerallerin bozunumu sulara Ca ve Mg sağlar.

( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ ) ve ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) dağılım diyagramında, genelde bütün suların ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) kısmında toplanması; karbonatların dışında farklı Ca ve Mg kaynağının varlığı nedeniyledir. İyon ve ters iyon değişimi olan sularının tümünün aynı bölgede toplanması, ters iyon değişimi başta olmak üzere jips çözünümü ve anortit, Ca-montmorillonit vb. silikatların çözünümü gibi farklı kaynakların olduğunu gösterir. Havzada farklı birimlerde önemli miktarda serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol varlığı sulara Ca-Mg kaynağı oluşturur. Aynı zamanda jips gibi evaporitlerin çözünümü de karbonatlardan farklı kalsiyum kaynağıdır.

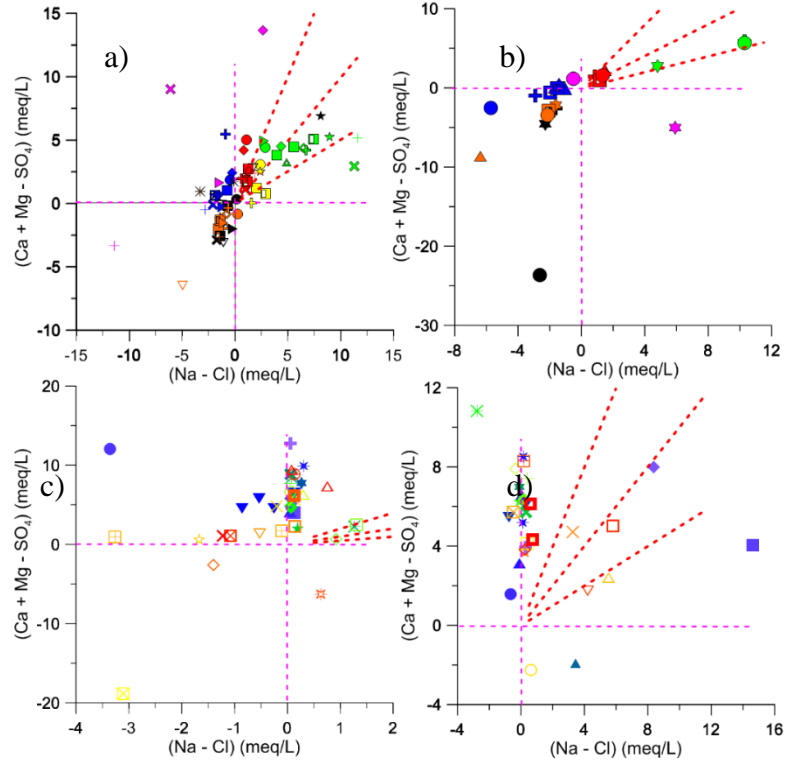
( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ ) ve ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) X-Y dağılım diyagramında (1:1) eşitliğinin altında kalan Söğüt, Hayriye Başpınar, Darıcılar Çınar Çeşme, Hisaralan Çeşme, Höyük Suyu, Yenikuyu ve Eylül 2012 döneminde gölün güneyindeki bazı sularda alkanite fazlalığı, (Na + K) ile dengelenir. (1:1) eşitliğinin üstünde kalan sularda ise kalsiyum ve magnezyumdaki fraksiyonlaşma, karbonat olmayan bir kaynaktan sağlanmakta ve  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  gibi anyonlarla dengelenir (Varol ve Davraz 2014).

Sulardaki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  toplamından  $\text{SO}_4^{2-}$  çıkarılarak, sadece dolomitin çözünümünden gelen  $\text{Ca}^{+2}$  elde edilmiştir. Jipslerin çözünümünden gelen  $\text{Ca}^{2+}$  elimine edilerek dolomitlerin çözünümünden gelen  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ , ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{2-}$ ) / ( $\text{HCO}_3^-$ ) (Wu ve diğ. 2009) dağılım diyagramında incelenmiştir. Gölün güneyindeki yüzey ve yeraltı sularının Haziran-2012 ve Eylül-2012 döneminde jipslerden önemli miktarda Ca girişi nedeniyle sulardaki ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{2-}$ ) toplamı negatiftir. Mayıs-2009 ve Ekim-2011 dönemlerinde sular dolomitlerin çözünümü etkisinde 1:1 eğrisi boyunca, Haziran-2010 ve Haziran-2011 dönemlerinde karbonatların çözünümünün yanında serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol gibi tali minerallerin bozunumu etkisiyle sulara Ca ve Mg girişi nedeniyle 1:1 eğrisinin altında dağılmıştır (**Şekil 7. 57**).

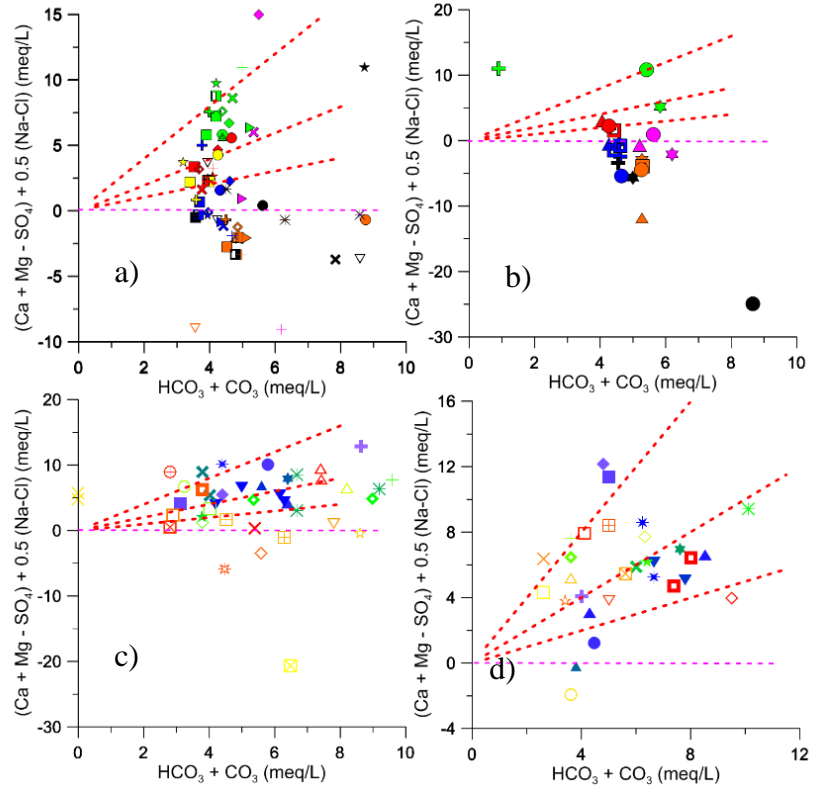
Gölün güneyinde sürekli izlenen sular dışında havzada Çaltı, Sazköy derin suları ile Beylerli Termal'de Ca'nın önemli kaynağı jipslerin çözünümüdür. Diğer kaynaklarda ise dolomit gibi karbonatlar başta olmak üzere, silikatlar, serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol Ca ve Mg girişini sağlar. ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{2-}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) dağılım diyagramında (Sami, 1992) evaporitlerden gelen Ca ve tuzlardan gelen Na elimine edildiğinde, katyon değişiminden serbest kalan Ca ve Mg; 2:1 eğrisi üzerinde, Na ise 1:2 eğrisi üzerinde konumlanmıştır. Evaporitlerden önemli miktarda Na ve Ca gelen sular, diyagramlarda negatif alanlarda toplanmıştır (**Şekil 7. 58, Şekil 7. 59**).



**Şekil 7. 57:** a)Gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında e)diğer yeraltı sularında dolomit çözünümü,  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2})$  ve  $(\text{HCO}_3^-)$ ,  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$  ve  $(\text{HCO}_3^-)$  ilişkisi.



**Şekil 7. 58:** a)gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında d)diğer yeraltı sularında katyon değişiminde serbest kalan katyonların ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) diyagramında değerlendirilmesi.



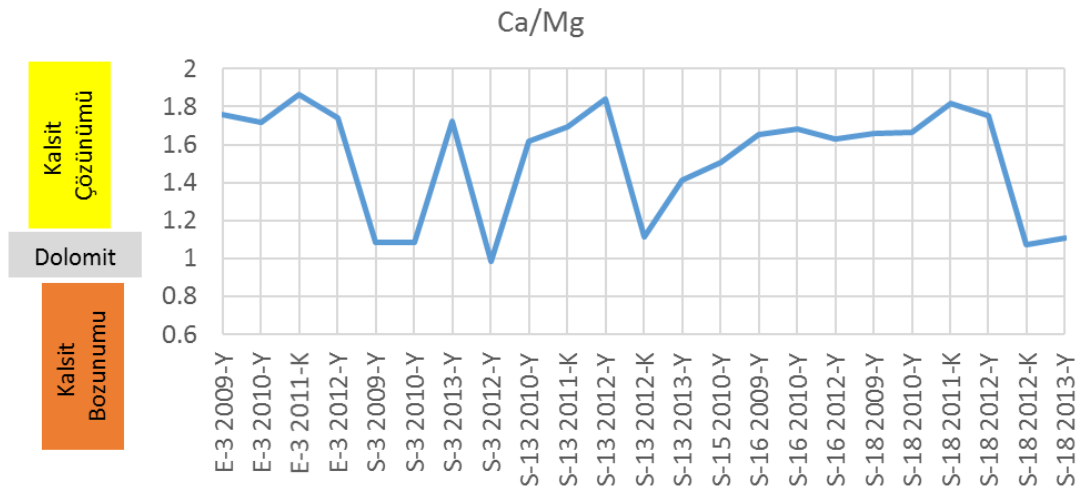
**Şekil 7. 59:** a)gölün güneyindeki yüzey sularında b)gölün güneyindeki yeraltı sularında c)diğer yüzey sularında d)diğer yeraltı sularında katyon değişiminde serbest kalan katyonların ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2} + 0,5(\text{Na}^+ - \text{Cl}^-)$ ) ve ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$ ) diyagramında değerlendirilmesi.

Gölün güneyinde Haziran-2012 ve Eylül-2012 döneminde Na ve Ca'nın önemli kaynağı jips ve halit gibi evaporitlerin çözünümü iken, Mayıs-2009, Haziran-2011 ve Ekim-2011 dönemlerinde evaporit çözünümünün yanında katyon değişimi sulara Na-Ca-Mg girdisine neden olur.

### 7.8.5.3 Karbonat Çözünümü ve Bozunumu

Havzadaki suların karbonat bozunumu ve çözünümü,  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı ile değerlendirilmiştir. Gölü çevreleyen birimlerde baskın anyon, katyon sırasıyla  $HCO_3^-$  ve  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 'dir. Havzadaki sulara  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  molar derişim oranı 0 – 13,8 arasında değişir. En yüksek değer Çiftlik Deresi, Yenikuyu ve Beylerli Gölü Kaynağı, en düşük değerler Hayriye ve Darıcılar Çınar Çeşme'dedir.  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı 1 ve altında olan sular, kalsit bozunumunun olduğu sulardır. Bu sular  $Mg-SO_4$  ve  $Mg-HCO_3$  fasiyesindedir.  $Ca-SO_4$ ,  $Ca-HCO_3$ ,  $Na-Cl$  ve  $Na-SO_4$  tipinde olan sulara  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı 1'den büyüktür.

$Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı  $\approx 1$  olan sular, genelde gölün güneyindeki sulardır. Gölün güneyindeki yeraltı ve yüzey sularının dönemsel olarak bu eşitliği sağladığı ve sulara dolomit kökenli katyon girişi gerçekleşir. Söğütlü Pınar, Kocapınar, Yirce Pınarı, Kilise, Gemiş Pınarı ve Gemiş Kaynağı suların izlendiği süreçte bazı dönemlerde dolomit çözünmesi etkisinde kalmıştır (**Şekil 7. 60, Şekil 7. 61**).

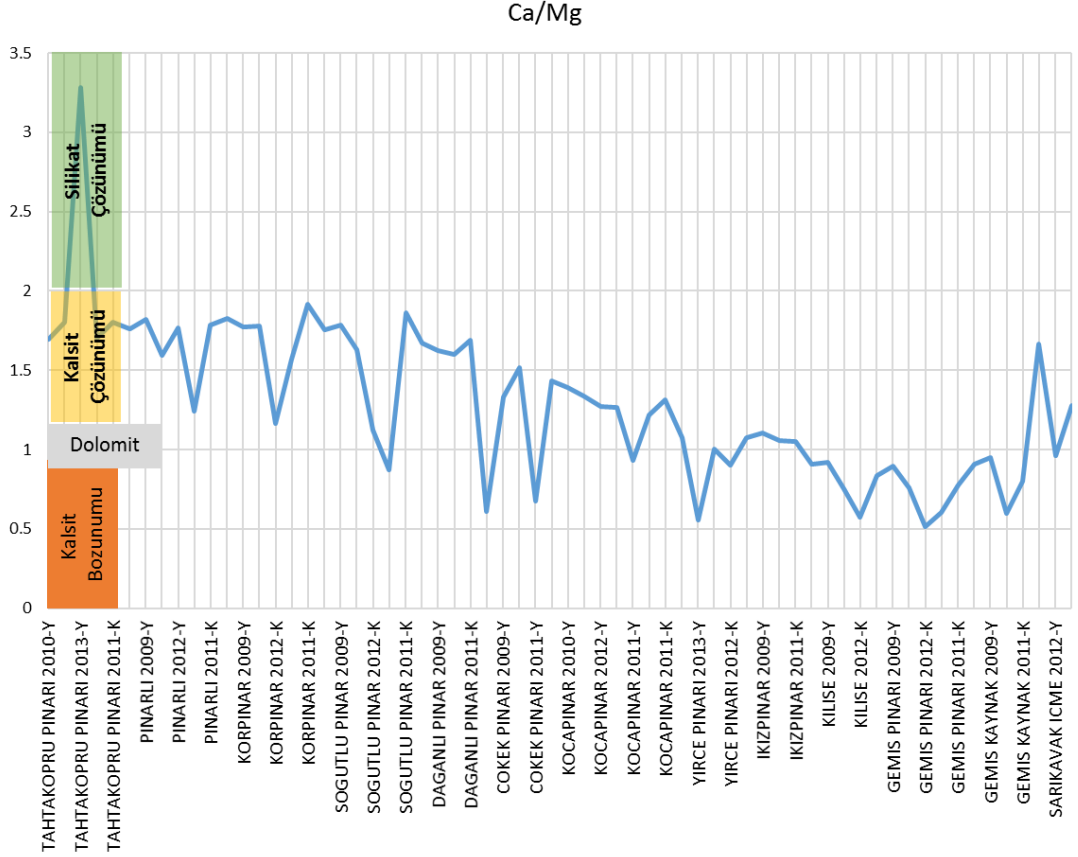


**Şekil 7. 60:** Gölün güneyindeki yeraltı sularınca Ca/Mg oranı.

Gölün güneyindeki yeraltı sularında  $1,8 > Ca^{2+}/Mg^{2+} > 1$  olduğundan, Ca ve Mg kökeninde dolomit çözünmesi ile birlikte, kalsit çözünümü etkin olaydır. Kaynaklarda ise kalsit ve dolomit çözünümü ile birlikte kalsit bozunumu da gerçekleşir. Havzada

dolomit çözünmesinin gerçekleştiği diğer sular Sazak Köyü, Sarıkavak, Höyük Suyu ve bazı dönemlerde Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi'dir (**Şekil 7. 62**).

$Ca^{2+}/Mg^{2+}$  oranı > 2 olan suların en iyi örneği, Beylerli Gölü Kaynağı, Yenikuyu ve Çiftlik Deresi'dir (**Şekil 7. 62**). Akyarma, Başmakçı, Yaka, Yassören ve Sarıkavak'taki bazı derin sondajlar, Çatsuyu, Çıgırı silikat minerallerinin çözünümünden etkilenir (**Şekil 7. 63**).

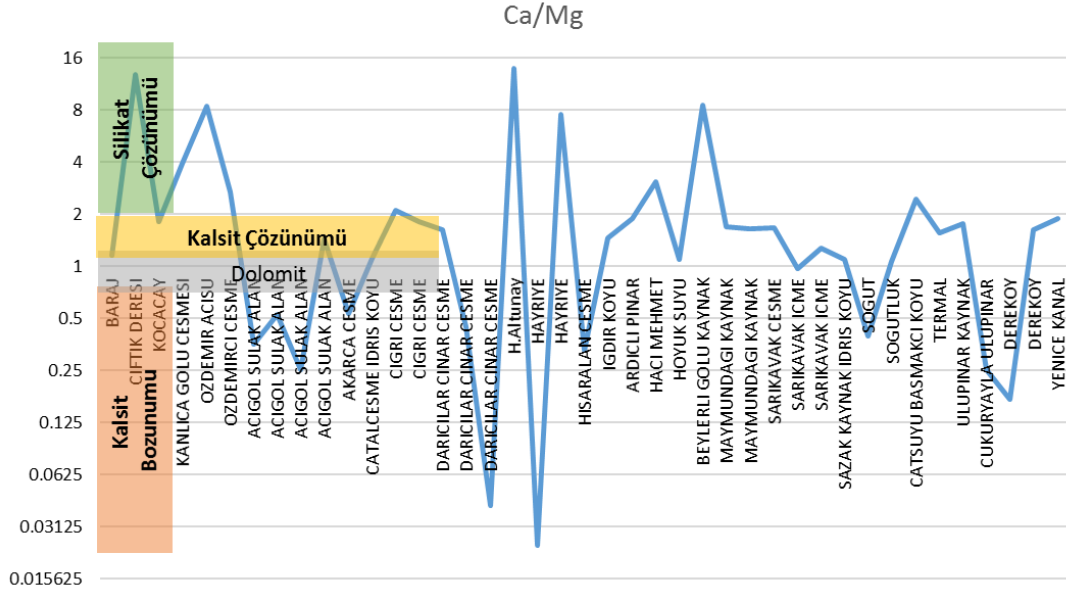


**Şekil 7. 61:** Gölün güneyindeki yüzey sularınca Ca/Mg oranı.

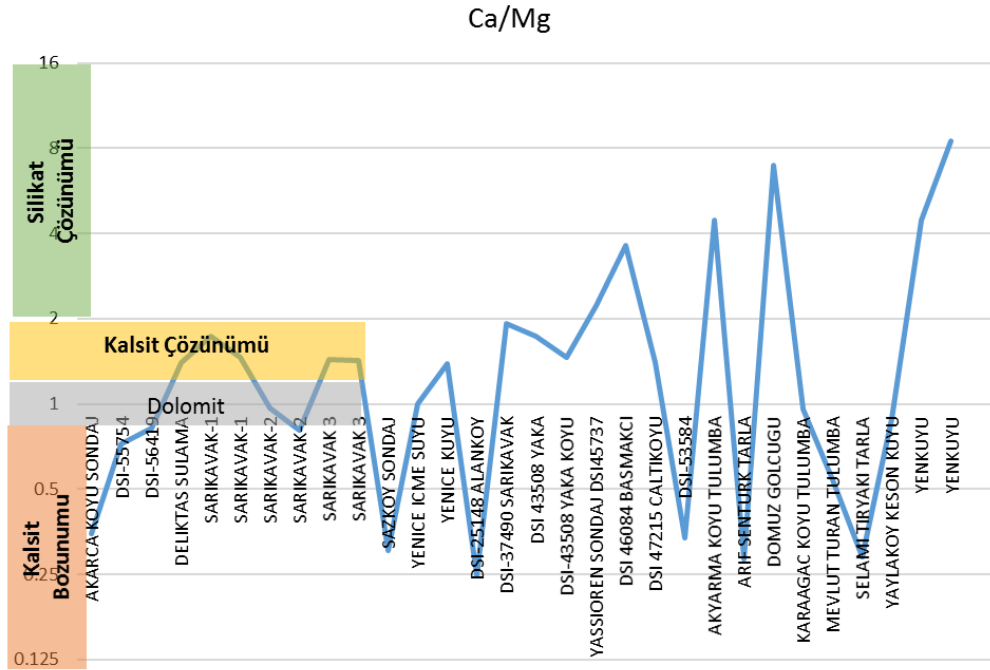
#### 7.8.5.4 Dedolomitization/dedolomitleşme

Karstik yeraltı sularının hakim olduğu ortamlarda su kimyasını etkileyen jeokimyasal olaylar; karbonat ve evaporitlerin çözünümü, dedolomitleşme, iyon değişimi, karışım vb. olaylardır (Cowell ve Ford 1980; Force ve diğ. 1986; Hanshaw ve Back 1979; Plummer ve diğ. 1990; Zang ve diğ. 2015). Karbonatların çözünümünde, kalsit ve dolomitin eş zamanlı çözünüm denklemi (7.13)'teki gibi gerçekleşir (Zang ve diğ. 2015).



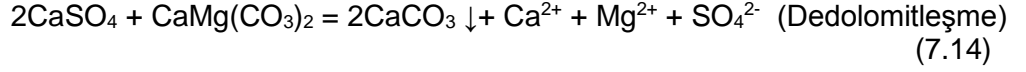
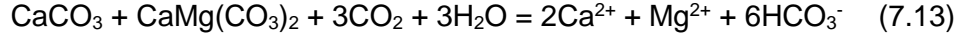


Şekil 7. 62: Havzadaki diğer yüzey sularında Ca/Mg oranı.

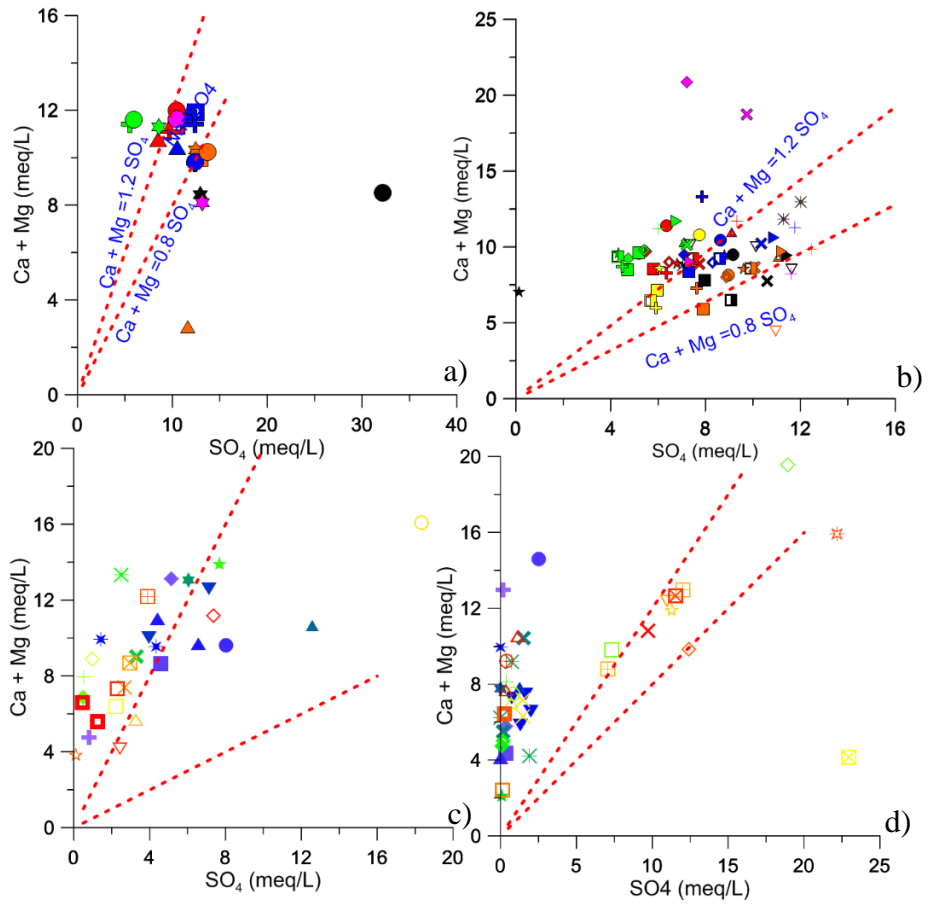


Şekil 7. 63: Havzadaki diğer yeraltı sularında Ca/Mg oranı.

Sularda jipslerin çözünümünde  $Ca^{2+}$  iyon derişimi arttığı için, ortak iyon etkisi nedeniyle sularda kalsit çökelimi gerçekleşir ve sularda  $HCO_3^-$  iyon derişimi azaldığından dolomit çözünmeye başlar. Eş zamanlı gerçekleşen jips çözünmesi, kalsit çökelimi ve dolomit çözünmesi olayları dedolomitleşme olarak tanımlanmıştır (7.14) (Back ve diğ. 1983; Bischoff ve diğ. 1994; Zang ve diğ. 2015). Dedolomitleşme ile birlikte kalsit çökelimi ve sularda  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + SO_4^{2-}$  iyon derişimi artarken,  $HCO_3^-$  iyon derişimi korunur (Zang ve diğ. 2015).



Dedolomitleşmenin gerçekleşmesi durumunda sularda  $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/\text{SO}_4^{2-}$  oranı 0,8-1,2 arasında değişir (Hounslow 1995). Gölün batı ve kuzeyinde Sazköy, Sarıkavak ve Çaltı civarındaki yeraltı sularıyla beraber, gölün güneyindeki yeraltı sularında Mayıs-2009 ve Haziran-2010 dönemlerinde, kaynaklarda özellikle yağışlı dönemlerde jips çözünmesinin etkin olduğu dönemlerde bazı sularda dedolomitleşme gerçekleşmesi olasıdır (**Şekil 7. 64**).



**Şekil 7. 64:** a)gölün güneyindeki yeraltı sularında b)gölün güneyindeki yüzey sularında c)diğer yeraltı sularında ve d) diğer yüzey sularında dedolomitleşme.

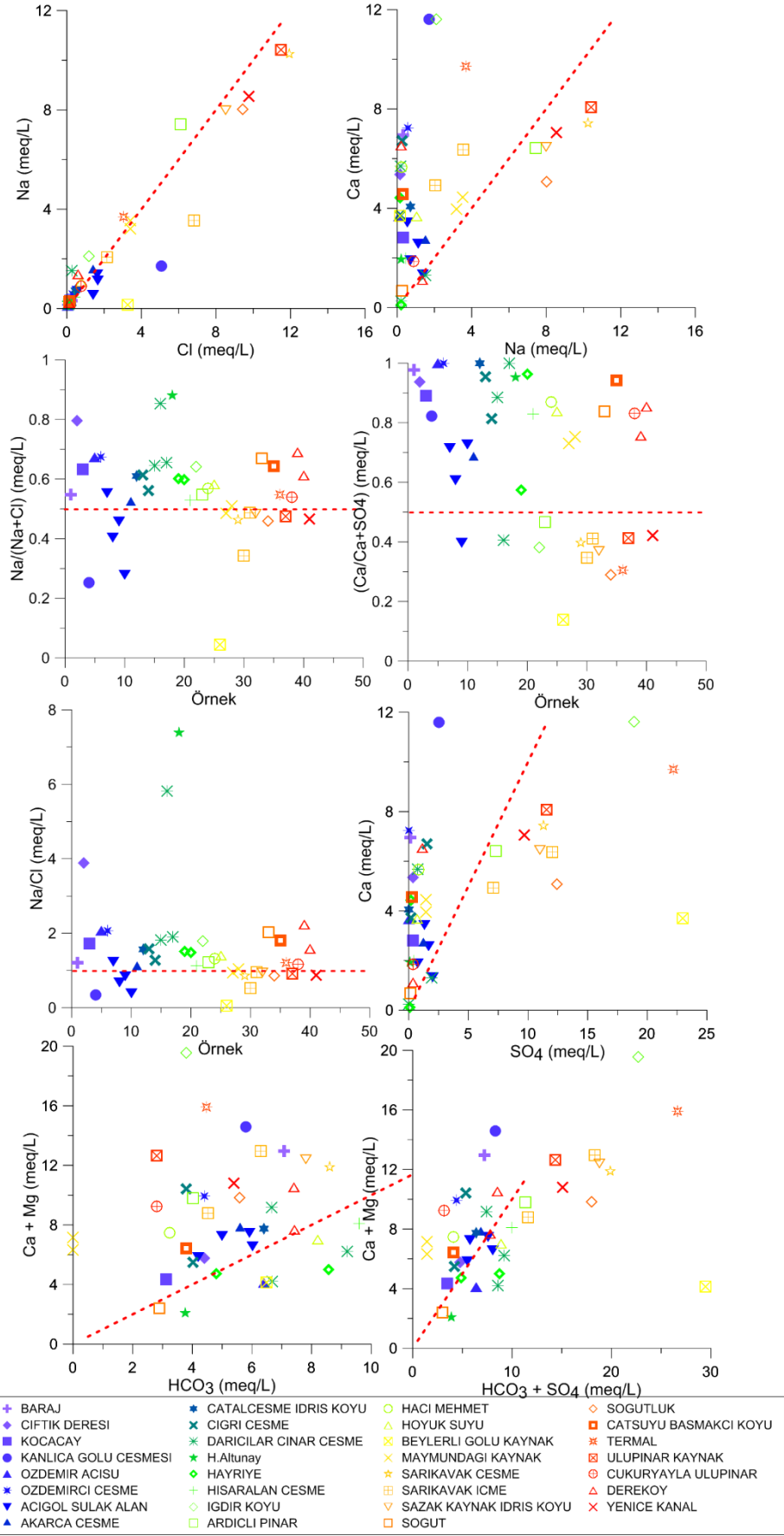
### 7.8.5.5 Diğer yüzey ve yeraltı sularında Ca/Mg-Na-K iyon değişimi

Havzada gölün kuzey ve batısında karbonat ve jipslerin çözünümü etkinken, diğer litolojik birimlerde karbonat ve silikatların bozunması etkindir. Litolojik birimlerde

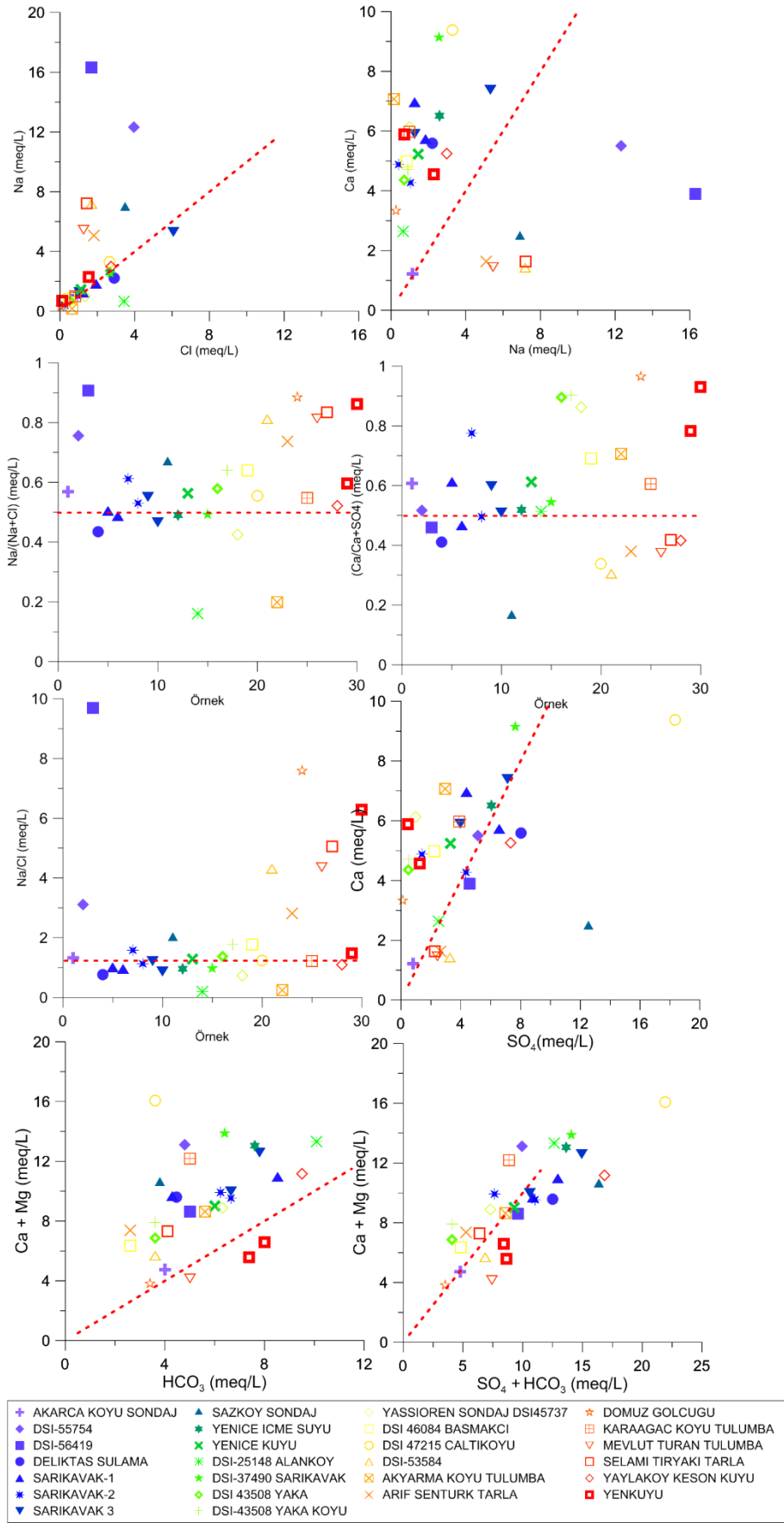
Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyon derişimleri oldukça düşük olduğundan, (Cl<sup>-</sup>) ve (Na<sup>+</sup>) dağılım diyagramında 1:1 eğrisinin başlangıcında toplanırlar. Aynı sular, yüksek Ca<sup>2+</sup> ve oldukça düşük Na<sup>+</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> iyon derişimleri nedeniyle (Ca<sup>2+</sup>) ve (Na<sup>+</sup>) dağılım ve (Ca<sup>2+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) dağılım diyagramında, (0:1) eksenini boyunca konumlanır. Darıcılar Çınar Çeşme, Dereköy, Ulupınar, Söğüt, Çatsuyu, Hacı Mehmet Suyu, Hisaralan Çeşmesi, Hayriye Başpınar, Çıgırı Çeşme, Çiftlik Deresi, Kocaçay, Beylerli Göleti, Özdemirci Çeşmesi'nde Na-Ca iyon değişimi nedeniyle  $Ca^{2+}/(Ca^{2+} + SO_4^{2-}) > 0,5$  ve  $Na^+/(Na^+ + Cl^-) > 0,5$  koşulları gerçekleşir. Kanlıca Gölü Çeşmesi, Acıgöl Sulak alan, Beylerli Gölü Kaynağı Ca-Na ters iyon değişimi söz konusudur (**Şekil 7. 65, Şekil 7. 66**).

(Ca + Mg) ve (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dağılım diyagramına göre karbonatların dışında farklı birimlerde serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol, anortit, Ca-montmorillonit vb. silikatların çözünümü sulara Ca-Mg kaynağı oluşturur. Yeraltı sularında karbonat ve jips çözünümü suları etkilediğinden (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dağılım grafiğinde sular 1:1 eğrisi boyunca kümelenir. Ancak bu durum gölün etrafındaki yeraltı suları için söz konusudur. Litolojik birimlerdeki yeraltı sularında karbonatların ve silikatların bozunumu suların iyonlarını şekillendirmektedir (**Şekil 7. 65, Şekil 7. 66**).

Havzadaki suların (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>) tarafında olmasına göre havzadaki baskın hidrojeokimyasal olay, karbonatların bozunumudur. Aynı zamanda Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup>'daki fazlalık, iyon değişimi gibi diğer hidrojeokimyasal olaylardan kaynaklanmış olabilir (Varol ve Davraz 2014). (1:1) eşitliğinin altında kalan sularda, çözülmüş tuzların kaynağında birincil etken silikat bozunumudur (Fisher ve Mullican 1997; Varol ve Davraz 2014). Bu sularda iyon değişimi nedeniyle Na derişiminin azalmasına ve HCO<sub>3</sub> miktarının artmasına neden olur. K-feldispat ve Na-feldispat minerallerinin bozunumu, suya Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> iyonlarının geçmesini sağlar (Varol ve Davraz 2014). Aynı zamanda diyagramda (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> = SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) koşullarının sağlanması, bu iyonların karbonat ve silikatların bozunumundan geldiğini gösterir (Datta ve Tyagi 1996; Kumar ve diğ. 2006; Rajmohan ve Elango 2004).



**Şekil 7. 65:** Havzadaki diğer yüzey sularında Ca-Na iyon değişimi.



Şekil 7. 66: Havzadaki diğer yeraltı sularında Ca-Na iyon değişimi.

## 7.9 Doğal Suların Doygunluk İndeks Değerleri

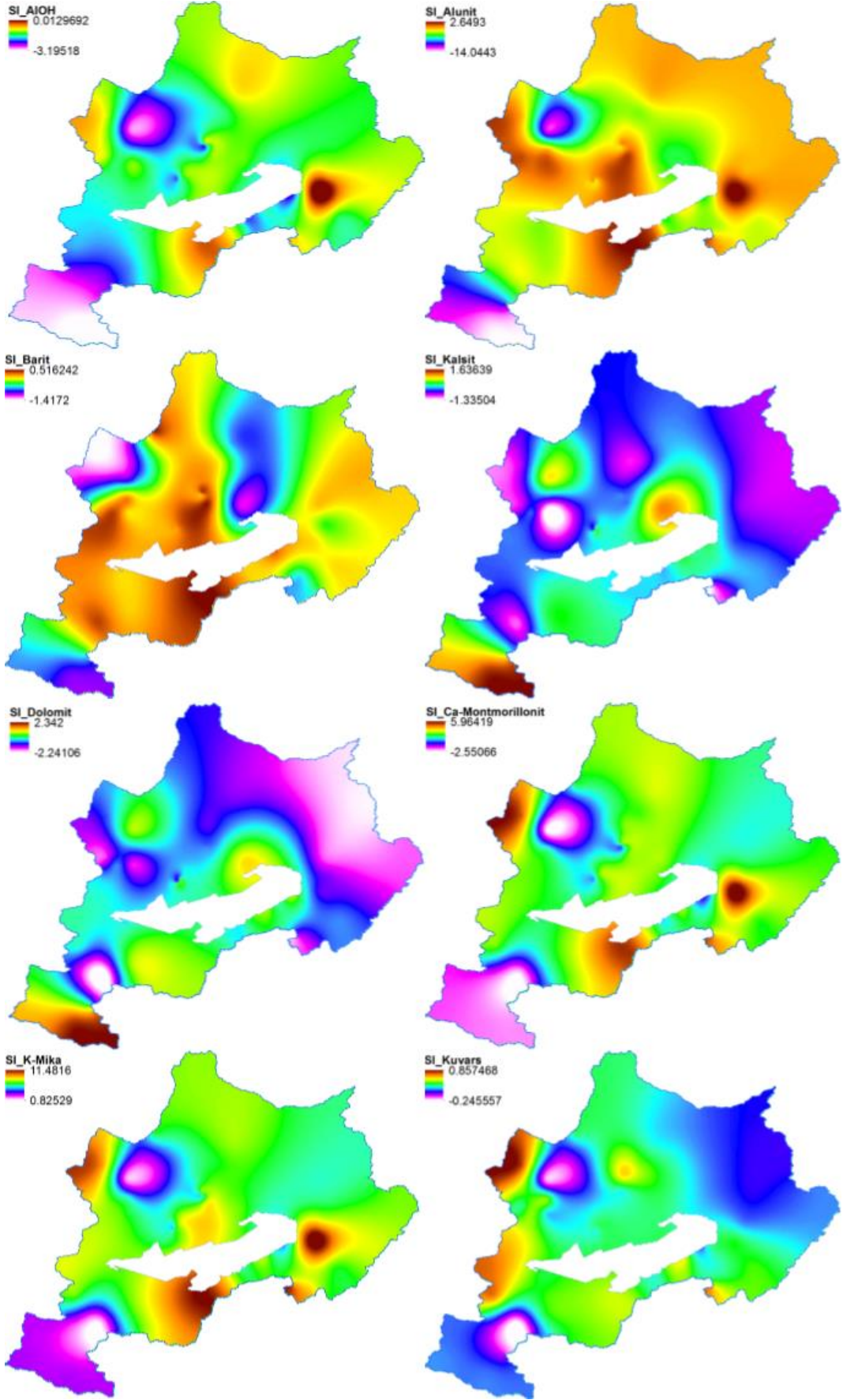
Havzadaki kaynak, sığ-derin sondaj, çeşme ve akarsuların doygunluğu phreeqc (phreeqc.dat) (Parkhurst ve diğ. 1980) ve lnl (lnl.dat) (Bethke 1996; Parkhurst ve Appelo 1999) göre ayrı ayrı incelenmiştir. Phreeqc ve LLNL veritabanına göre doygunluğu incelenen mineral ve bileşikler EKLER'de belirtilmiştir. Her iki veritabanında ortak olan mineral doygunluklarında, Phreeqc veritabanı kullanılarak belirlenen değerler kullanılmıştır.

### 7.9.1 Phreeqc.dat Veritabanına Göre Suların Mineral Doygunlukları

Havzadaki sulara genellikle dolomit, kalsit, aragonit, barit, hematit, gibsit, götit, Ca-montmorillonit, illit, K-mika, kaolinit ve kuvars çökelme eğiliminde olan minerallerdir. Albit, anhidrit, anortit, klorit, krizotil, CO<sub>2</sub>, florit, jips, H<sub>2(g)</sub>, H<sub>2O (g)</sub>, halit, hasmanite, jarosit, manganit, O<sub>2(g)</sub>, pirokroit, pirolusit, rodokrosit, sepiyolit, Al(OH)<sub>3(a)</sub>, SiO<sub>2(a)</sub>, simitsonit, sfalerit, viterit, villemite mineral ve bileşikleri çözünme eğilimindedir. Alunit, K-feldispat, kalsedon, talk, siderit, Fe(OH)<sub>3(a)</sub> havzanın farklı sularında çözünme veya çökelme eğiliminde olabildiği görülmüştür. Havzadaki suların mineral doygunluk indeksleri ve doygunluk indeks haritaları EKLER'de belirtilmiştir.

Karbonat mineralleri doygunluk indeksi gölü çevreleyen zonda doygunluk seviyesindedir (**Şekil 7. 67**). Yandağ Kireçtaşı, Kayaköy Dolomiti, Varsakyayla formasyonu Kireçtaşı Üyesi, Çameli formasyonu Kızılören ve Kireçtaşı Üyesi'ndeki birimlerde yüzeylenen kaynaklar karbonat minerallerine doygun/aşırı doygundur. Acıgöl Grubuna ait birimlerdeki sular karbonat bakımından doygun olmayan sulardır.

Kalsit, aragonit ve dolomit doygunluğu en yüksek havzanın güneyinde Akpınar Köyü'nün üstündeki Yenikuyu'dadır. Gölü besleyen havzadaki en önemli kaynak olan Kocapınar (Akpınar) karbonat mineralleri doygunluğu 0'a yakın olması durumu nedeniyle genelde denge durumundadır. Ancak Kocapınar yüksek değerlerde götit ve hematit doygunluk indeksine sahiptir. Gemiş Pınarı kalsit ve aragonit doygunluk indeksi denge konumundayken, dolomit, hematit ve götit doygunluk indeks değerleri yüksektir ve bu minerallere aşırı doygundur (SI > 0). K-mika, Ca-montmorillonit, illit, kaolinit gibsit ve Al(OH) mineral ve bileşikleri doygunluk indeksi havzada benzer anomaliye sahiptir.



Şekil 7. 67: Sularda bazı minerallerin doygunluk indeksi dağılımı.



Karaböğürtlen formasyonu, Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu ve kıltaşı içeren birimler ve bu birimlerin kırıntılarını içeren alüvyonlardaki sular, Al(OH) içerikli minerallere doymun olan sulardır. Kalsit, aragonit, dolomit minerallerince doymun olan sular aynı zamanda hematit, götit ve Fe(OH)<sub>3(a)</sub> mineral ve bileşimine de doymundur. K-mika, Ca-montmorillonit, illit ve kaolinit minerallerinin birlikte çökelme eğiliminde olan sularda götit, hematit ve Fe(OH)<sub>3(a)</sub> bileşikleri çökelmez.

Aynı şekilde K-mika, Ca-montmorillonit, illit ve kaolinit minerallerinin doymun olduğu sularda karbonat mineralleri çökelimi Çiftlik Deresi'nde olduğu gibi nadirdir. Gibsit çökeliminin olduğu sularda, illit, k-mika, kaolinit, Ca-montmorillonit, alunit minerali doymunluğu söz konusu iken, götit, hematit ve karbonat minerali çökelimi gözlenmemiştir.

Havzanın güneyindeki Değirmendere Barajı'ndaki sular sadece götit ve hematit minerallerine doymundur. Talk mineraline doymun olan sular havzada nadirdir. Gemiş, Çaltı, Sazköy ve Hayriye arasındaki sularda görülür. K-feldispat doymunluğu, Gemiş, Hisaralan, Yassıören ve Çukuryayla (Ulupınar) civarında görülmüştür. Beylerli Gölü Kaynağı ve Çiftlik Deresi haricinde havzadaki sular kuvars mineraline doymundur.

Havzanın tümünde göl dışındaki sular jips ve anhidrit minerallerine doymun değilken, en yüksek SI (Anhidrit) ve SI (Jips) değerleri Çaltı DSİ-47215 sondajı, Beylerli Termal ve İğdir Köyü'nde görülür. Yine jips ve anhidrit doymunluk değerlerinin genele göre havzada yüksek olduğu sular, gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajlardır. Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeylenen kaynak ve derin sondajların jipsli birimlerle etkileşimi jips mineraline doymun olmalarını sağlayacak düzeyde değildir.

Havzanın kuzeyinde ise Sarıkavak Köyü civarındaki derin sondajlar jips ve anhidrit minerallerine doymun olmasa da, jips ve anhidrit doymunluk indeks değerleri gölün güneyindeki kaynak ve sondajlara eş değerdedir. Bu durum gölün güneyinde olduğu gibi kuzey sınırında açılan derin sondajların da göl tabanındaki jipslerle etkileşimde olması söz konusudur. Su kimyası sürekli izlenen gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajların mineral doymunluk indekslerinde yağışlı-kurak dönem değişimine bağlı bir anomali gözlenmemiştir.

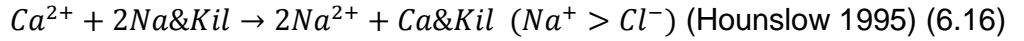
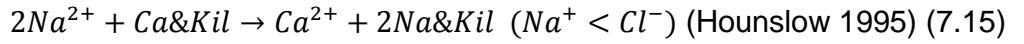




Suların Hounslow (1995)'e göre köken kayacı belirleme kriterleri ve tüm doğal suların muhtemel köken kayaçları EKLER'de tablo halinde ve harita üzerinde sunulmuştur.

Silis ( $\text{SiO}_2$ ) ve Halit kökenli olmayan sodyum ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ) içeriğine göre; Hayrettin formasyonunda Hisaralan Çeşmesi, Orhaniye formasyonundaki Çığırı Çeşmesi, Marmaris Peridotiti'ndeki Dereköy artezyeni ve Akyarma sularının kökeni ferromagnezyen minerallerdir. Sularda köken olarak Albit bozunumu Hayrettin formasyonunda Darıcılar Çınar Çeşmesi, Çameli formasyonunda Akarca Çeşmesi ve Marmaris Peridotiti'nde Hayriye Çeşmesi'nde görülür. Diğer sularda köken katyon değişimidir.

Havzadaki sularda plajiyoklaz bozunumunun köken kayaç olma durumu  $(\text{Na}+\text{K}-\text{Cl})/(\text{Na}+\text{K}-\text{Cl}+\text{Ca})$  oranı ile değerlendirilmiştir. Havzadaki suların geneli plajiyoklaz bozunumu ihtimali olmayan sulardır. Sodyum ( $\text{Na}^+$ ) ve klorür ( $\text{Cl}^-$ ) içeriklerine göre; Gemiş Pınarı dışında göl sediman alanına yakın sularda sodyuma kıyasla klorür fazlalığı ( $\text{Na}^+ < \text{Cl}^-$ ), gölü çevreleyen formasyonlarda genelde bu durum tersine olup sodyum ( $\text{Na}^+ > \text{Cl}^-$ ) fazlalığı görülür.  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  ilişkisine göre göle yakın konumdaki sular "tuzlu su", formasyonların içindeki sular ise Halit'ten farklı Albit gibi sodyum kaynağına sahip ya da iyon değişiminin olabileceği sulardır (7.15), (7.16).



Kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ve magnezyum ( $\text{Mg}^{2+}$ ) içeriklerine göre; Çameli formasyonu (plç), Hayrettin formasyonu (Toah) ve Orhaniye formasyonunda (JKo) dolomit çözünmesi, kalsit çökelimi ( $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ ), Yandağ Kireçtaşı (JKya) ve Acıgöl Grubu'nda (Toa) kireçtaşı dolomit bozunumu suların kökenidir ( $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+}$ ).  $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$  olan sularda yaygın olarak kabul edilen iki durum gelişir (Hounslow 1995) TÇM'nin 500mg/L'den daha fazla olduğu durumda deniz suyu intrüzyonu, daha düşük olması durumunda ultramafik veya mafik kayaçlardan ferromagnezyen mineralleri çözünmüştür. Dolomit çözünmesinin olduğu ortamda  $\text{Mg}^{2+} / \text{Ca}^{2+}$  en yüksek değerlere ulaşır (Hounslow 1995; Meisler ve Becher 1967).  $\text{Mg}^{2+} / \text{Ca}^{2+} = 1$  olduğu durumda sulardan  $\text{Ca}^{2+}$  uzaklaşmıştır (Hounslow 1995).

Kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ve sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) içeriklerine göre; havzadaki kaynaklarda pirit oksidasyonu gelişmemektedir. Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca gölü besleyen sürekli kaynaklarda jips çözünmesi ( $\text{Ca}^{2+} = \text{SO}_4^{2-}$ ) kalsiyum ve sülfat zenginleşmesine

neden olur. Sarıkavak Resif Üyesi (Toahs), Yandağ Kireçtaşı (JKya) ve gölün batısındaki karbonatlı sedimanlardaki sularda, kalsit çökelişi ile ortamda kalsiyum azalması ( $Ca^{2+} < SO_4^{2-}$ ) hakimdir. Bunlar dışında havzanın genelindeki sularda ( $Ca^{2+} > SO_4^{2-}$ ) olduğundan, bu sularda jipsten faklı karbonat kaynağı, kalsit, dolomit veya silikatlar köken kayayı oluşturur.

Toplam çözünmüş madde (TÇM) içeriklerine göre, gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeyleyen kaynaklar ve sondajlar, gölün batısında Sazköy, kuzeyinde Sarıkavak ve Dazkırı civarındaki suların kimyasal kökenleri, tuzlu sular veya karbonat bozunumu (weathering)'dir. Gölün kuzeyinde genelde Acıgöl Grubu (Toa) içinde kalan formasyonlarda, gölün güneyinde Orhaniye formasyonu (JKo) gibi içerisinde çört bulunan ve Marmaris ofiyolit napı içinde yer alan kaynakların kimyasal kökeni, silikat bozunumu (weathering)'dir.  $HCO_3^-$ /Toplam anyon oranına göre; Beylerli Gölü kenarındaki kaynağın kökeni jips çözünmesi iken, Marmaris Peridotiti, Dazkırı Üyesi'ndeki sular ve Akyarma sularında silikat veya karbonat bozunumu kökendir. Gölü besleyen önemli kaynaklardan Akpınar Köyü'ndeki Kocapınar, karbonat bozunumu, katyon değişimi, jips çözünmesi ve kalsit çökelişinin olduğu, tuzlu sudur.

## 7.11 Suların Hidrojeokimyasal Sınıflaması

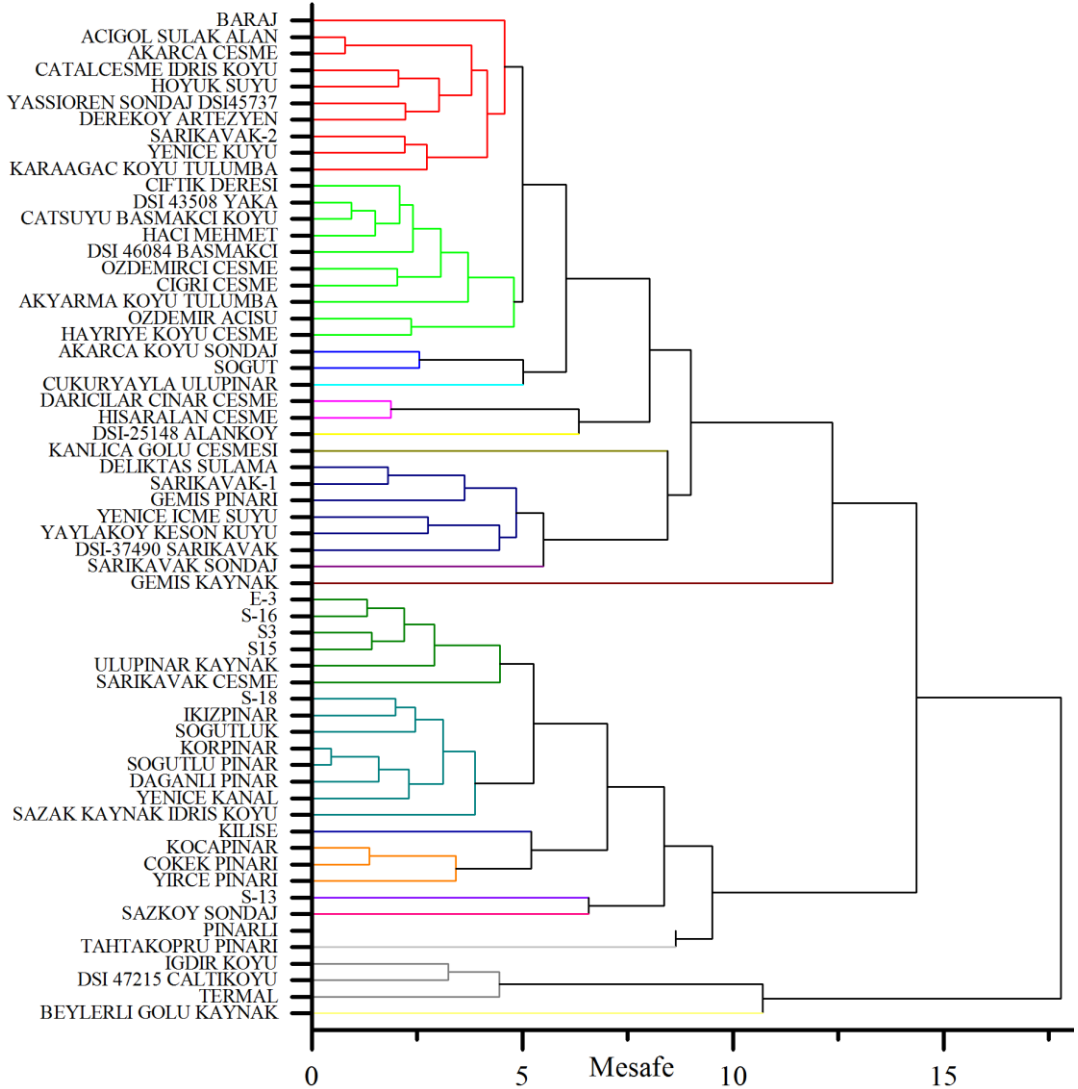
Havzadaki sular, kökenleri, birbirine benzerlikleri, beslenme ortamları ve baskın iyon derişimlerinin belirlenmesi, farklı beslenme ortamlarına sahip olanların karşılaştırılması, içme ve kullanma amacına uygunluklarının jeokimyasal yönden değerlendirilmesi amacıyla farklı yöntemler kullanılarak sınıflandırılmıştır.

### 7.11.1 Suların Cluster (Kümeleme) Analizi ile Gruplanması

Havzadaki suların birbiri ile olan benzerliklerine göre gruplanması amacıyla, suların yağışlı dönem kimyasal analiz sonuçları (Ca, Mg, Na, K, Cl,  $SO_4$ ,  $HCO_3$ , F), kullanılarak hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır (**Şekil 7. 70**). Kümelemede yöntem olarak grup ortalaması seçilmiştir. Kümeleme analizine göre Beylerli bölgesindeki termal sistemin, Çaltı'daki suları da etkilediği görülür. Sular başlangıçta "**doğrudan termal bölge etkisinde olan**" ve "**doğrudan termal bölge etkisinde olmayan**" olmak üzere ikiye bölümlenir. Çaltı, Beylerli Gölü Kaynağı ve Termal

Suları, termal bölge etkisinde olan suları temsil eder. Belirtilen kaynakların dışındaki sular ise termal etkisinde olmayan sulardır.

**Termal bölge etkisinde olmayan sular**, belirgin bir şekilde “**Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintili**” olan ve “**Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintili olmayan**” sular şeklinde kümelenme göstermiştir. Gölün güneyindeki derin sondajlar ve kaynaklar, Sazköy, Yenice Kanalı, Sarıkavak Çeşme ve Yüreğil derin sondajları Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintilidir. Tahtaköprü Pınarı başta olmak üzere, Pınarlı, Sazköy Sondajı ve S-3 sondajı bu küme içinde olmasına rağmen farklı segmentte yer almışlardır. Gölün güneyinde olmasına rağmen Gemiş bölgesindeki sular ve Acıgöl Sulak Alan bu kümede yer almaz.



Şekil 7. 70: Suların Kümeleme diyagramı (dendrogramı).

“**Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintili olmayan**” sular; her ne kadar Acıgöl’ün kimyası ile ilintili olmasalar da havzanın kenarındaki evaporitlerin etkisinin

görüldüğü, konum olarak evaporitlere yakın olan dolaylı ilintili sular da bu kümeye dahildir. Havzada göl çökel alanı ile doğrudan ilintili olmayan karbonatlı, killi, plajiyoklazlı litolojik birimlerdeki sularla temsil edilir. Gölün güneyinde olmasına ve göl çökel alanına yakın olmasına rağmen, Gemiş Kaynağı bu segmentin en farklı davranışa sahip suyudur. Sarıkavak bölgesindeki fay üzerinde açılmış bir çok derin sondaj, Gemiş Pınarı, Yenice İçme Suyu, Kanlıca Gölü Çeşmesi dolaylı ilintili suları temsil eder. Bu sularda evaporitik etki ile birlikte farklı jeokimyasal olayların da etkisi söz konusudur.

### 7.11.2 Suların Redoks Tipi

Suların redoks kategorileri ve her bir kategorinin özellikleri **Tablo 7. 3**'te verilmiştir. Havzada sular, genellikle oksitlenmiş (A-B) veya redoks çatışması (X) tipindedir (**Şekil 7. 71**). Redoks su tipi olarak yüksek indirgenmiş su özelliği sadece bir kurak dönemde (Ekim 2011) gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeyleyen kaynaklarda görülmüştür. Bu ekstrem dönemin dışında diğer dönemlerde, gölün güneyinde ve gölü besleyen kaynaklardan Tahtaköprü, Yırce Pınarı ve Pınarlı hem indirgenmiş hem de oksitlenmiş ortamı (redoks çatışması-X) temsil ederken diğer kaynaklar oksitlenmiştir (A-B).

**Tablo 7. 3:** Suların redoks tipi sınıflaması (Aquachem 2012).

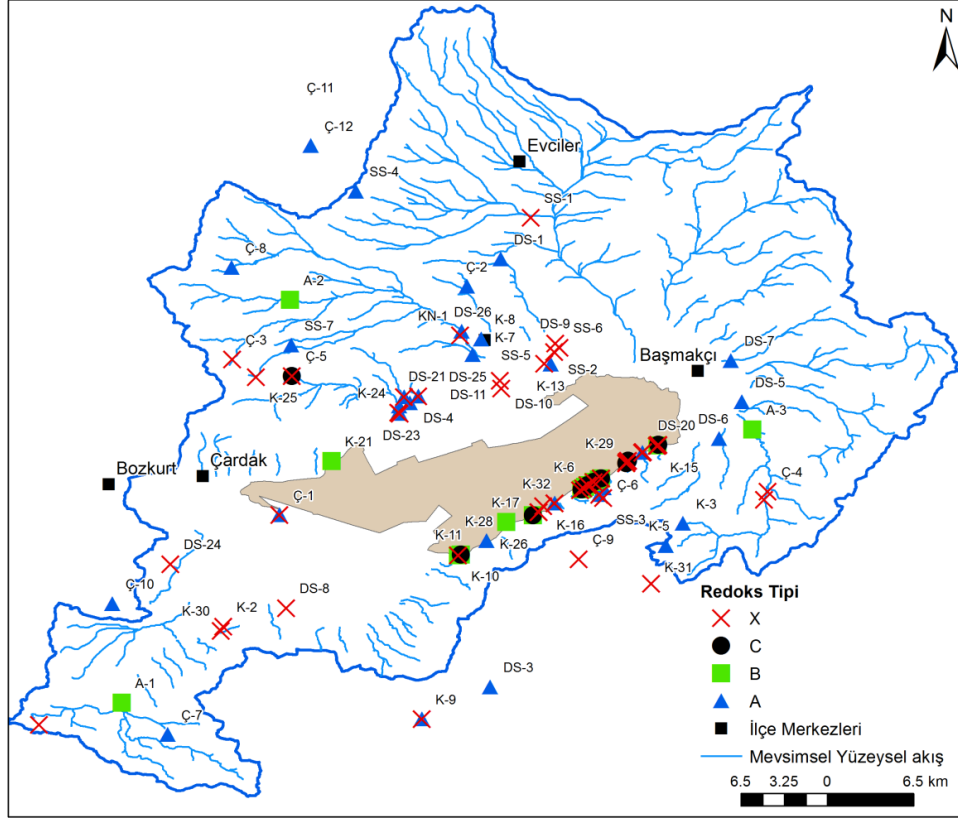
Redox Tipi	Açıklama	Ortamda bileşenler
A	Oksitlenmiş (Yüksek)	Oksijen, nitrat ve sülfat içerir, demir içermez
B	Oksitlenmiş (Düşük)	Nitrat, sülfat içerir, oksijen ve demir içermez
C	İndirgenmiş (Yüksek)	Sülfat ve demir içerir, oksijen ve nitrat içermez
D	İndirgenmiş (Düşük)	Demir içerirken, hidrojen sülfid veya metan içerebilir Ancak oksijen veya nitrat içermez sülfat birkaç derece indirgenebilir
X	Redoks çatışması	Hidrojen sülfid (Yüksek indirgenmiş) ve oksijen (yüksek oksitlenmiş) bir arada bulunabilir

Gölün besleniminde büyük öneme sahip Kocapınar ve Gemiş Pınarı genellikle oksitlenmiş redoks su tipindedir (A-B). Redoks çatışması (X) gölün güneyindeki birkaç kaynak (Tahtaköprü, Yırce Pınarı ve Pınarlı) ile birlikte genellikle göl çökel alanında kalan derin sondajlarda görülür. Gölün güneyinde gölü besleyen derin sondajlar (E-3..S-18) ileri derece indirgenmişken, aynı zamanda ileri derecede oksitlenmiştir (X).

Gölün batısında Sazköy, Çaltı ve doğu/kuzey doğusunda Akkeçili, Yüreğil ve Sarıkavak civarındaki bazı derin sondajlarda redoks çatışması (X) gelişmiştir.



Yüreğil'deki tarım arazileri içinde yer alan sığ sondajlarda da redoks çatışması gerçekleşmesi göl çökel alanıyla ilintili bölgelerde redoks çatışması su tipinin hakim olduğunu gösterir. Suların örneklediği her bir dönemdeki redoks tipleri EKLER'de detaylandırılmıştır.



Şekil 7. 71: Havzadaki suların Redoks su-tipleri.

### 7.11.3 Suların Major İyon Tanımı

Majör iyon tanımına göre su tipleri, meq/l olarak belirlenen her bir iyon konsantrasyonunun su örneğindeki % meq çevrilmesi ve tüm örnekte su örneğinden konsantrasyon olarak %10meq üzerinde kalan katyon ve anyonların büyükten küçüğe sıralamasından elde edilmiştir. Havzadaki sularda görülen su tipleri Na-Cl, Na-SO<sub>4</sub>, Na-HCO<sub>3</sub>, Mg-SO<sub>4</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub>, Ca-SO<sub>4</sub>, Ca-HCO<sub>3</sub>, Ca-Cl, Ca-NO<sub>3</sub>'dir. Havzada baskın su tipi HCO<sub>3</sub>'lü veya SO<sub>4</sub>'lü sulardır. Yaygın su tipi Na-SO<sub>4</sub>, Ca-HCO<sub>3</sub> ve Mg-HCO<sub>3</sub>'tür (Şekil 7. 72). Yağışlı – kurak dönem döngüsünde sular Mg-HCO<sub>3</sub> tipinden Ca-HCO<sub>3</sub> tipine geçer. HCO<sub>3</sub>'lü sular, göl sediman alanını çevreleyen kireçtaşı/dolomitik kireçtaşı birimlerdedir. Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeylenen ve gölü besleyen sürekli kaynaklar ve bu kaynaklarla aynı hat üzerinde yer alan derin sondajların (E-3..S-18) su tipi Na-SO<sub>4</sub>'tür.



Dönemde bu sulardan bazılarında su tipinin Ca-SO<sub>4</sub> olduğu görülmüştür. Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki sular, gölün kuzeyinde ve güneyinde göl çökel alanını sınırlayan faylar arasında kalan kaynak ve sondajlardır. Havzada, gölü besleyen derin sondajlar, Çaltı, Sarıkavak ve Yüreğil civarındaki derin sondajların dışında kalan derin sondajlar HCO<sub>3</sub> içerikli sulardır. Faylar boyunca yüzeyleyen suların SO<sub>4</sub> anyonunun baskın olmasındaki en önemli etken göl tabanındaki jips gibi evaporitlerle bu suların etkileşimi ve jipsin çözünmesidir. Göl alanının çok uzağında olmasına rağmen İğdir Köyü Çeşmesi, Ulupınar Kaynağı ve Sazak Kaynağı (İdris Köyü) sırasıyla Ca-SO<sub>4</sub> ve Na-SO<sub>4</sub> tipindedir. Bu kaynakların SO<sub>4</sub> niteliğini kazanmasında etkili faktör, beslenme alanındaki muhtemel evaporitlerdir. Göl alanından uzakta SO<sub>4</sub> tipinde suların varlığı, göl çökel alanının dışında ilgili kaynakların beslenme alanlarında sülfat içerikli (jips vb.) evaporitik kayaların varlığını ortaya koyar. Mg-SO<sub>4</sub> tipindeki suların en iyi örneği Gemiş Pınarı ve Sazköy derin sondajıdır. Acıgöl'ün batısındaki çökel alanında kalan Sazköy, Çaltı ve Gemiş üçgeninde suların SO<sub>4</sub> tipinde olması bu alandaki göl istifinde jipsli evaporitlerin varlığını gösterir.

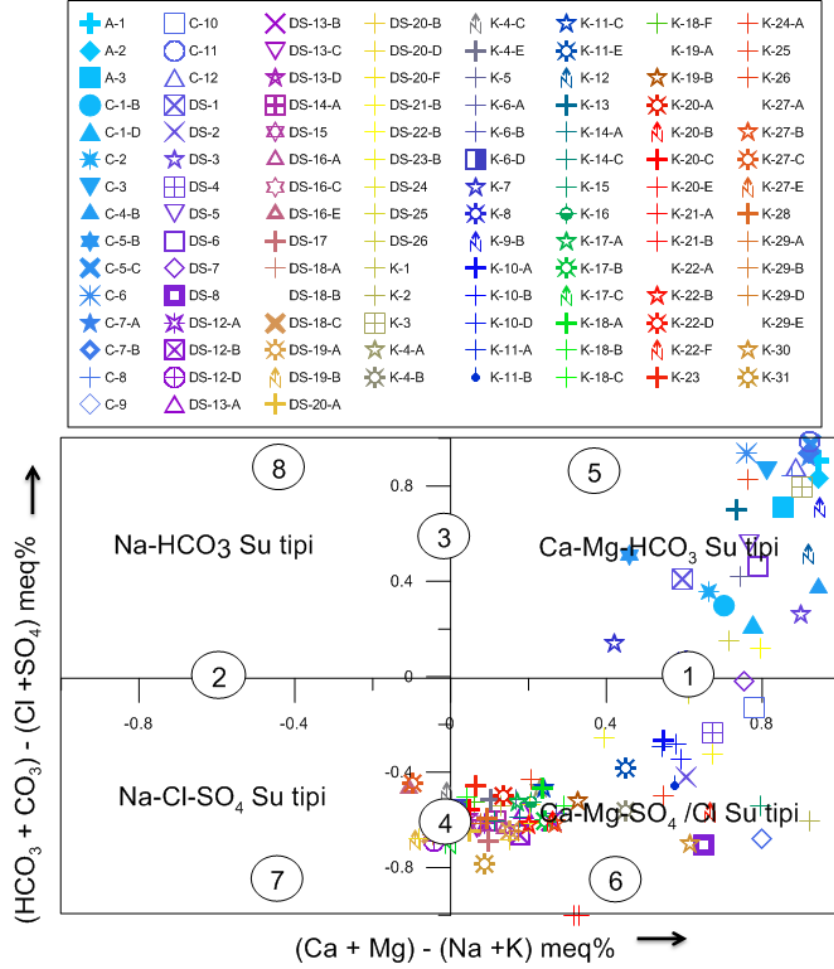
Na-Cl tipinde sular çok yaygın olmayıp, gölün güneyindeki S-18 sondajı ile temsil edilir. Ancak bu tipteki suların farklı dönemlerde Na-SO<sub>4</sub> tipinde olduğu görülmüştür. Göl kenarındaki Na-SO<sub>4</sub> tipindeki suların Cl iyon derişiminin yüksek olması, jipsli seviyelerin arasındaki tuzlu seviyelerle suların etkileşimi nedeniyledir. Havza alanının dışında olmasına rağmen örnekleme yapılan Kanlıca Gölü Çeşmesi Ca-HCO<sub>3</sub> tipinde olması beklenirken nitrat kirliliği nedeniyle Ca-NO<sub>3</sub> tipindedir.

Su tiplerinin havzadaki genel dağılımına göre, göl çökelme havzası içinde SO<sub>4</sub>'lü sular, çevre birimlerde HCO<sub>3</sub>'lü tipli sular yaygındır. Çevre birimlerdeki kalsit veya dolomitik kireçtaşları ile suların etkileşimi, su tipi olarak HCO<sub>3</sub>'ün baskın olmasına neden olur. Havzadaki suların su tipleri detaylı olarak EKLER'de verilmiştir. Havza içinde göl çökel alanında jips ve tuz mineralleri, göl çökel alanını çevreleyen birimlerde kalsit-aragonit çözünmesi yaygın gelişen reaksiyonlardır.

#### **7.11.4 Chadha Jeokimyasal Fasiyes Sınıflaması**

Chadha (1999) diyagramı, yağışlı ve kurak dönemdeki doğal suların sınıflaması için kullanılmıştır (**Şekil 7. 73, Şekil 7. 74**). Suların meq/l birimindeki anyon ve katyon derişimlerinin, toplam anyon (meq/l) ve toplam katyon (meq/l) derişimine oranı girdi verileri oluşturur. Chadha sınıflaması, sulardaki alkali toprak elementler

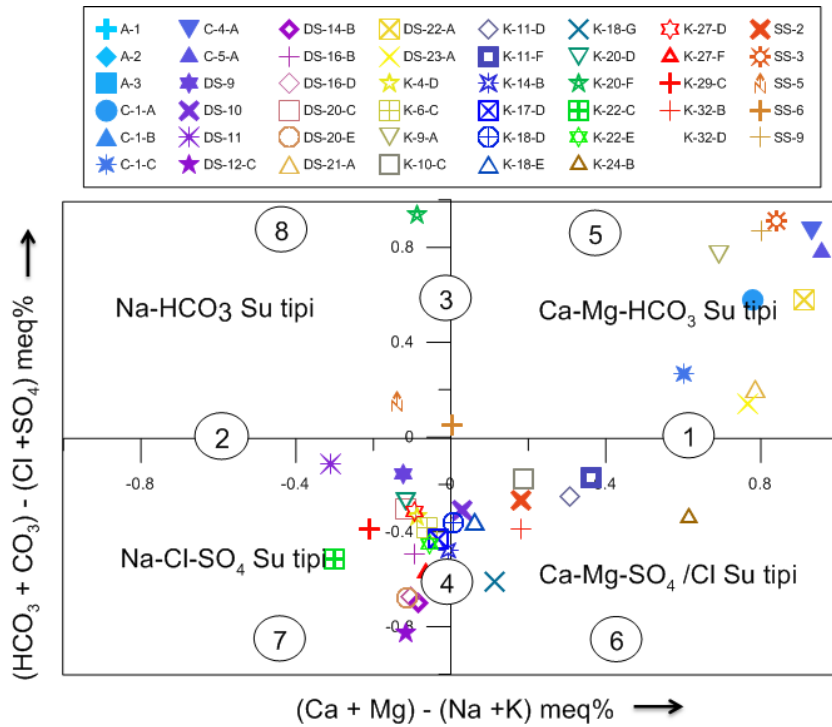
(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) ve alkali metaller (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) arasındaki farkın X eksenini, zayıf asidik (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve güçlü asidi anyonlar (Cl<sup>-</sup> +SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) arasındaki farkın Y eksenini oluşturduğu ve 8 parçadan meydana gelen diyagrama dayanır (Chadha 1999; Varol ve Davraz 2014).



Şekil 7. 73: Yağışlı dönem suların Chadha diyagramında sınıflaması.

Bu parçalarda 1:alkali topraklar, alkali metalden fazla, 2:alkali metal, alkali topraktan fazla, 3:zayıf asidik anyon, güçlü asidik anyondan fazla, 4:güçlü asidik anyon, zayıf asidik anyondan fazla, 5:alkali toprak ve zayıf asidik anyonlar, alkali metal ve güçlü asidik anyonlardan fazla (geçici sertlik), 6:alkali toprak, alkali metalden fazla ve güçlü asidik anyonlar, zayıf asidik anyonlardan fazla (kalıcı sertlik), 7:alkali metal, alkali topraktan fazla ve güçlü asidik anyon, zayıf asidik anyondan fazla (tuzluluk problemi), 8:alkali metal, alkali topraktan fazla ve zayıf asidik anyon, güçlü asidik anyondan fazla (artık sodyum karbonat, köpürme problemi) temsil eder (Kumar ve diğ. 2009).

Yağışlı dönemde sular, (6) Ca-Mg-SO<sub>4</sub>/Cl ve (5) Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> bölgesinde dağılım göstermiştir. 5 ve 6. bölgedeki dağılım oranına göre daha düşük miktarda 7. bölgede de sular bulunur. Yağışlı dönemde Na-HCO<sub>3</sub> (8) sınıfında su yer almaz. Alkali topraklar (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>), alkali metallere göre (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) yağışlı dönemde daha fazla zenginleşir. Kuvvetli asidikler, zayıf asidiklere göre daha fazla zenginleşmiştir. Kurak dönemde sular, (7) Na-Cl-SO<sub>4</sub> ve (5) Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> bölgesinde gruplanmıştır. Na-HCO<sub>3</sub> ve Ca-Mg-SO<sub>4</sub>/Cl sınıfında çok az su yer alır. Göl etrafında alkali metaller ve kuvvetli asidikler daha fazlayken, gölü çevreleyen birimlere gittikçe alkali topraklar ve zayıf asidikler zenginleşir. (7) grubunda yoğunlaşan suların tarımda kullanılması durumunda tuzluluk problemi oluşabilir.

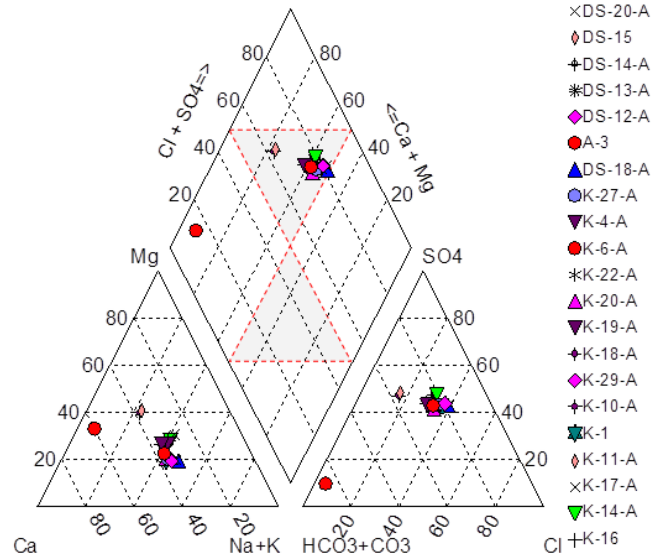


Şekil 7. 74: Kurak dönem suların Chadha diyagramında sınıflaması.

### 7.11.5 Piper Diyagramı ile Suların Sınıflaması

Piper (1944) üçgen diyagramında suların alkali toprak element (1) – alkali element (2) ve zayıf asit kökleri (3)- güçlü asit köklerinin (4) birbirine göre durumları, karbonat sertliği (5), karbonat olmayan sertliği (6), karbonat olmayan alkalinitesi (7)ve karbonat alkalilerinin (8) %50'den fazla olma durumları ve iyonlarının derişiminin %50'yi geçmeme (9) durumlarına göre sınıflandırılmıştır.

Gölün güneyindeki gölü besleyen sürekli kaynak ve derin sondajlarla birlikte Kocaçay'ın incelendiği **Mayıs-2009 döneminde sular**da, alkali toprak elementler, alkali elementlerden fazladır ( $Ca+Mg > Na+K$ ) (1). Kocaçay dışındaki gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajlarda güçlü asit kökleri, zayıf asit köklerine kıyasla daha yüksek derişime sahiptir ( $SO_4+Cl > HCO_3+CO_3$ ) (4). Gölün güneyindeki sular, iyonlarının hiçbirinin derişiminin %50'yi geçmediği karışık sulardır. Gemiş Pınarı gölün güneyindeki diğer sulara kıyasla, ( $Ca+Mg$ ) içeriği daha fazla, ( $Cl+SO_4$ ) içeriği daha düşüktür. Kocaçay ise ( $HCO_3+CO_3$ ) derişiminin, ( $SO_4+Cl$ ) derişiminden (3) ve karbonat sertliğinin, %50'den fazla olduğu sudur (5). Kocaçay  $Ca-Mg-HCO_3$  fasiyesindedir. Gölün güneyindeki sulara  $SO_4$  derişimi,  $Cl$  ve  $CO_3+HCO_3$  derişiminden daha yüksektir. Gölün güneyindeki kaynak ve sondajlar  $Na-Ca-Mg-SO_4-Cl-HCO_3$  ( $Na-SO_4$ ), Gemiş Pınarı  $Mg-Ca-Na-SO_4-HCO_3-Cl$  ( $Mg-SO_4$ ) fasiyesindedir (**Şekil 7. 75**).

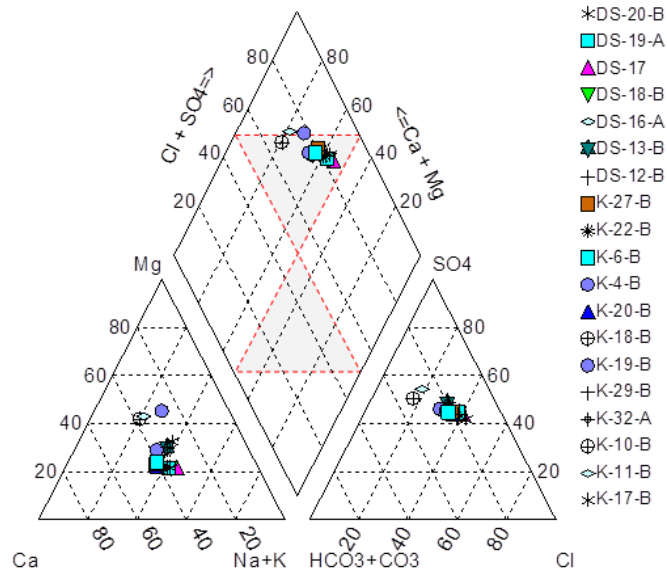


**Şekil 7. 75:** Mayıs 2009 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

**Haziran-2010 döneminde;** gölün güneyindeki sürekli kaynak ve derin sondajlar izlenmiştir. Bu dönemde sulara, alkali toprak elementler alkali elementlerden ( $Ca+Mg > Na+K$ ) (1) ve güçlü asit kökleri, zayıf asit köklerinden daha yüksek derişime sahiptir ( $SO_4+Cl > HCO_3+CO_3$ ) (4). Gemiş Kaynak ve Gemiş Pınarı'nda  $Mg$  ve  $HCO_3$  değerleri, diğer sulara kıyasla daha yüksek  $Cl$  değeri daha düşüktür. Çökek Pınarı ise  $Mg$  içeriği, Gemiş Pınarı ve Gemiş Kaynağı gibi, diğer sulara kıyasla daha fazladır. Gemiş Pınarı, Gemiş Kaynağı ve Çökek Pınarı  $Mg-SO_4$  fasiyesindedir. Gemiş Pınarı ve Çökek Pınarı, karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular (6) niteliğinde, diğer sular ise iyonlarının hiçbirinin %50'yi geçmeyen karışık sular (9) niteliğindedir (**Şekil 7. 76**). Gemiş Kaynak, Gemiş Pınarı ve Çökek

Pınarı Mg-Ca-Na-SO<sub>4</sub>-Cl-HCO<sub>3</sub> (Mg-SO<sub>4</sub>), Kocapınar, Dağanlı Pınar, Söğütlü Pınar, Körpınar ve Pınarlı Ca-Na-Mg-SO<sub>4</sub>-Cl-HCO<sub>3</sub> (Ca-SO<sub>4</sub>), derin sondajlar, Yırce Pınarı ve Tahtaköprü Pınarı Na-Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-Cl-HCO<sub>3</sub> (Na-SO<sub>4</sub>) fasiyesindedir (**Şekil 7. 76**).

**Haziran-2011 döneminde;** gölün güneyindeki sürekli kaynak ve derin sondajlarla birlikte Dazkırı İlçesi'ndeki kaynaklarda izlenmiştir. H.Altunay, Yenkuyu ve Dazkırı bölgesindeki sulara zayıf asit kökleri, güçlü asit köklerinden daha fazla (HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub> > SO<sub>4</sub>+Cl) (3) ve karbonat sertliği %50'den fazladır (5). Gölün güneyindeki kaynaklarda ise Söğütlü Pınar ve S-17 derin sondajının asit köklerinde tersi durum söz konusudur (SO<sub>4</sub>+Cl > HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>)(4). Gölün güneyindeki sulardan Söğütlü Pınar ve S-17 derin sondajının Na derişimi daha yüksektir. Söğütlü Pınar ve S-17 derin sondajı, karbonat olmayan alkalinitesi %50'den fazladır (7). Bu sulara NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, güçlü asitler ve alkaliler egemendir (Şahinci 1991). Söğütlü Pınar ve S-17 derin sondajında (Ca+Mg) < (Na+K) (2) iken, diğer tüm sulara (Ca+Mg) > (Na+K) (1) durumu vardır.



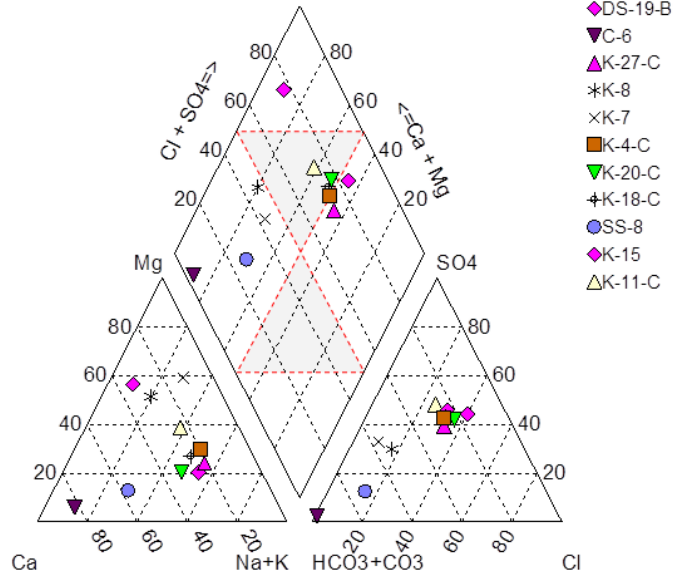
**Şekil 7. 76:** Haziran 2010 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

Gölün güneyinde Yassıören'e yakın konumda olan Kaynak-2'nin karbonat olmayan sertliği %50'den fazladır (6). Bu tür sulara CaSO<sub>4</sub>, Mg-SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> egemendir (Şahinci 1991). Diğer sular hiçbir iyon derişimi %50'den fazla olmayan karışık sulardır. H.Altunay ve Yenkuyu'da su tipi Ca-HCO<sub>3</sub>, Dazkırı bölgesi Mg-HCO<sub>3</sub>, Gemiş Pınarı ve Kaynak-2 Mg-SO<sub>4</sub>, diğer sular Na-SO<sub>4</sub>'tür (**Şekil 7. 77**).

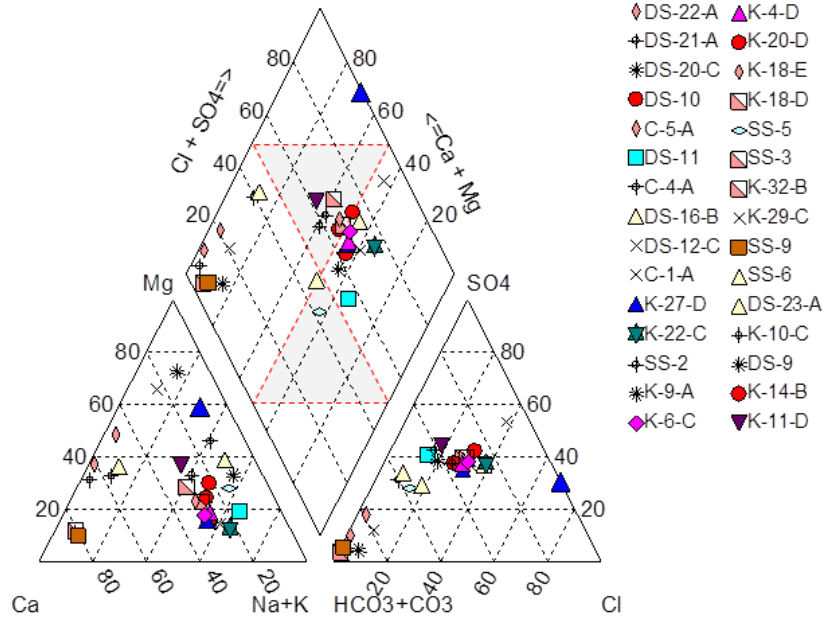
**Ekim-2011 döneminde;** diğer dönemlerden farklı olarak gölün güneyindeki kaynaklarla birlikte gölü çevreleyen diğer alanlardaki suların hidrojeokimyasal özellikleri de incelenmiştir (**Şekil 7. 78**). Acıgöl Sulak Alan, Sarıkavak bölgesindeki



sondajlar, Darıcılar, Dereköy, Çığırlı bölgesi ile Yenıkuyu, Domuz Gölçüğü, Gemiş Pınarı, Gemiş Kaynağı ve Yırce Pınarı'nda alkali toprak elementler, alkali elementlerden daha fazladır ( $Ca+Mg > Na+K$ ) (1).



Şekil 7. 77: Haziran-2011 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.



Şekil 7. 78: Ekim 2011 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

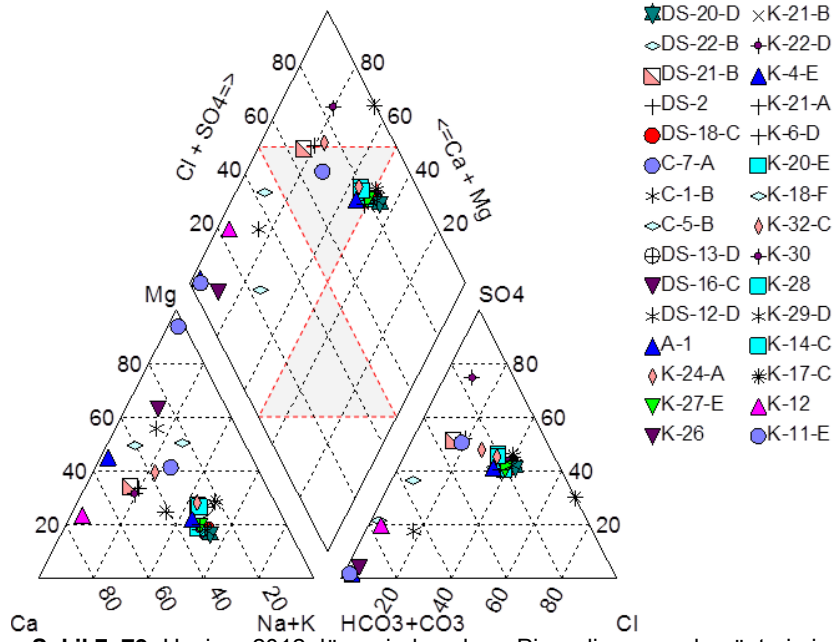
Acıgöl Sulak Alan, Sarıkavak bölgesindeki sondajlar, Darıcılar, Dereköy, Yenıkuyu, Çığırlı bölgesi ve Domuz Gölçüğü'nde zayıf asit kökleri, kuvvetli asit köklerinden fazladır (3). Yüreğil civarındaki DSİ-55754 ve DSİ-56419 sondajları sırasıyla  $Na-SO_4$  ve  $Na-HCO_3$  tipinde ve karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazla olan sulardır (7). Akkeçili'deki DSİ-53584 sondajı,  $Na-Mg-Ca-HCO_3-SO_4-Cl$  ( $Na-HCO_3$ ) fasiyesinde ve karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazladır (7). Akkeçili ve

Yüreğil arasındaki bu bölgenin etrafında sular genelde Ca-HCO<sub>3</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub> tipindedir. Ca-HCO<sub>3</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesinde olan suların, iyon değişimi ile Na-HCO<sub>3</sub> fasiyesine geçişi söz konusudur.

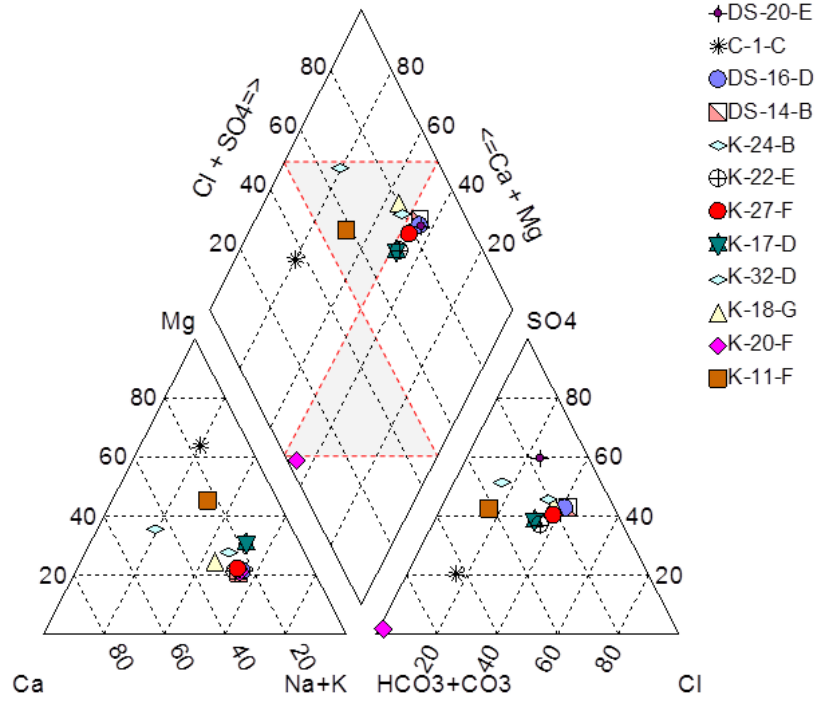
Piper diyagramında Yüreğil civarındaki DSİ-56419 sondajı ile Akkeçili'deki DSİ-53584 sondajı benzer özelliktedir. Akkeçili ile Yüreğil arasındaki kalan sığ sondajların su tipinin (Na-Mg-Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Cl) Na-HCO<sub>3</sub> olması göz önüne alındığında, Akkeçili-Yüreğil arası benzer litolojik özelliğe sahip ya da buradaki sular aynı beslenme alanına sahiptir. Havzada Na-HCO<sub>3</sub> fasiyesinde sular sadece Yüreğil-Akkeçili arasında bulunur. Ekstrem davranış olarak gölün güney doğusunda Körpınar'ın da fasiyesi Na-HCO<sub>3</sub>'tür. Gölün güneyindeki sondaj ve kaynaklar Gemiş Pınarı haricinde Na-SO<sub>4</sub> fasiyesindedir. Çığırı, Darıcılar, Sarıkavak gibi karbonatlı birimlerde yüzeyleyen sular Ca-HCO<sub>3</sub>, dolomitli karbonat ortamında yüzeyleyen Acıgöl Sulak Alan ve Dereköy gibi sular Mg-HCO<sub>3</sub> tipindedir.

**Haziran-2012 döneminde;** Acıgöl Sulak Alan, Hacı Mehmet Suyu, Darıcılar, Hayriye, Söğüt, Beylerli Barajı'nda zayıf asit kökleri, güçlü asit köklerinden daha fazla (HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub> > SO<sub>4</sub>+Cl) (3). Sarıkavak, Gemiş Pınarı, Beylerli Termal, Maymundağı Kaynağı ve gölün güneyindeki tüm suların asit köklerinde tersi durum söz konusudur (SO<sub>4</sub>+Cl > HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>)(4). Gölün güneyindeki sular, Na-SO<sub>4</sub> ve NaCl, Sarıkavak suları ve Beylerli Termal Ca-SO<sub>4</sub>, Gemiş Pınarı Mg-SO<sub>4</sub>, Hayriye Başpınar, Söğüt, Acıgöl Sulak Alan, Darıcılar Çınar Çeşme ve Beylerli Barajı Mg-HCO<sub>3</sub>, Hacı Mehmet suyu Ca-HCO<sub>3</sub> fasiyesindedir. Acıgöl Sulak Alan, Darıcılar, Söğüt, Beylerli Barajı ve Hayriye Başpınar, karbonat sertliği %50'den fazla, Sarıkavak ve Beylerli Termal karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sulardır. Gölün güneyindeki tüm sular, iyonlarının hiçbirini %50'yi geçmeyen karışık sulardır (**Şekil 7. 79**).

**Eylül 2012 döneminde;** sadece gölün güneyindeki sular değerlendirilmiştir. İncelenen sulardan sadece Acıgöl Sulak Alan ve Körpınar'da zayıf asit kökleri, kuvvetli asit köklerinden fazladır (3). Bu sularda su tipi sırasıyla Mg-HCO<sub>3</sub> ve Na-HCO<sub>3</sub>'tür. Acıgöl Sulak Alan, Sarıkavak İçme ve Gemiş Pınarı'nda alkali toprak elementler, alkali elementlerden fazladır (1). Körpınar'ın, bu dönemde karbonat alkalileri %50'den (8), Acıgöl Sulak Alan'ın karbonat sertliği %50'den fazladır. İyonlarının hiçbirini %50'yi geçmeyen karışık su niteliğindeki Gemiş Pınarı, Sarıkavak İçme, Kocapınar ve Yirce Pınarı sırasıyla Mg-SO<sub>4</sub>, Ca-SO<sub>4</sub>, Na-SO<sub>4</sub> fasiyesindedir. Diğer sular Pınarlı, Söğütlü Pınar, Kilise ve derin sondajlar Na-SO<sub>4</sub> tipinde ve karbonat olmayan alkalitesi %50'den fazladır (7) (**Şekil 7. 80**).



Şekil 7. 79: Haziran 2012 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

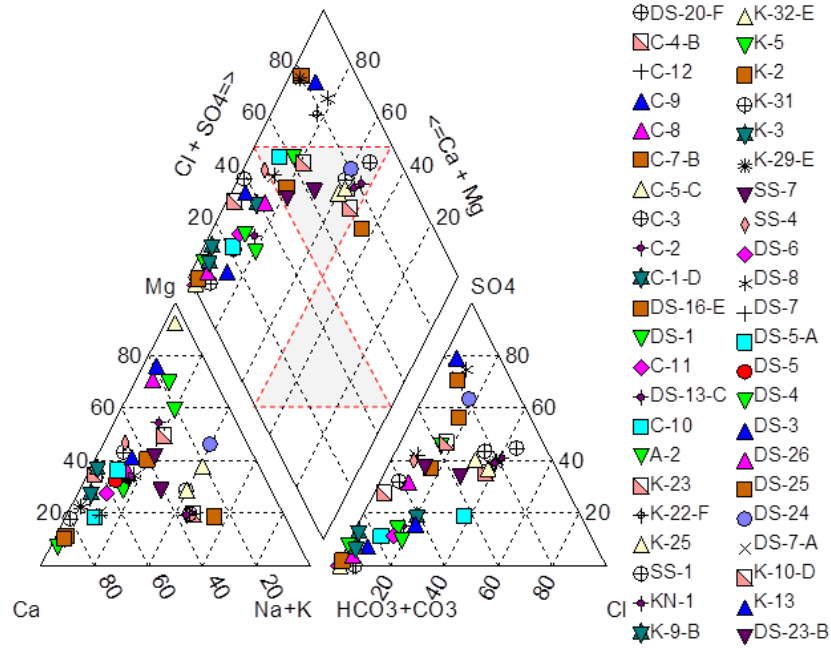


Şekil 7. 80: Eylül 2012 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

**Haziran 2013 döneminde;** havzadaki suların geneli izlenmiştir (Şekil 7. 81)

Haziran 2013 döneminde Yirce Pınarı, Sarıkavak Çeşme, Yenice Kanal, Sazak Kaynağı (İdris Köyü), Ulupınar ve gölün güneyindeki derin sondajlar (2) dışındaki tüm sularda alkali toprak elementler, alkali elementlerden fazladır (1). Sazak Kaynağı, Yenice Kanal, Sarıkavak Çeşme, Ulupınar, Beylerli Gölü Kaynağı, Çaltı, Sazköy, gölün güneyindeki Gemiş Kaynağı, Yirce Pınarı, Tahtaköprü Pınarı, Pınarlı gibi kaynak ve derin sondajların güçlü asit kökleri, zayıf asit köklerinden fazla olduğundan (4) gelişen fasiyesler, Ca-SO<sub>4</sub>, Na-SO<sub>4</sub>, Mg-SO<sub>4</sub> ve NaCl'dir.

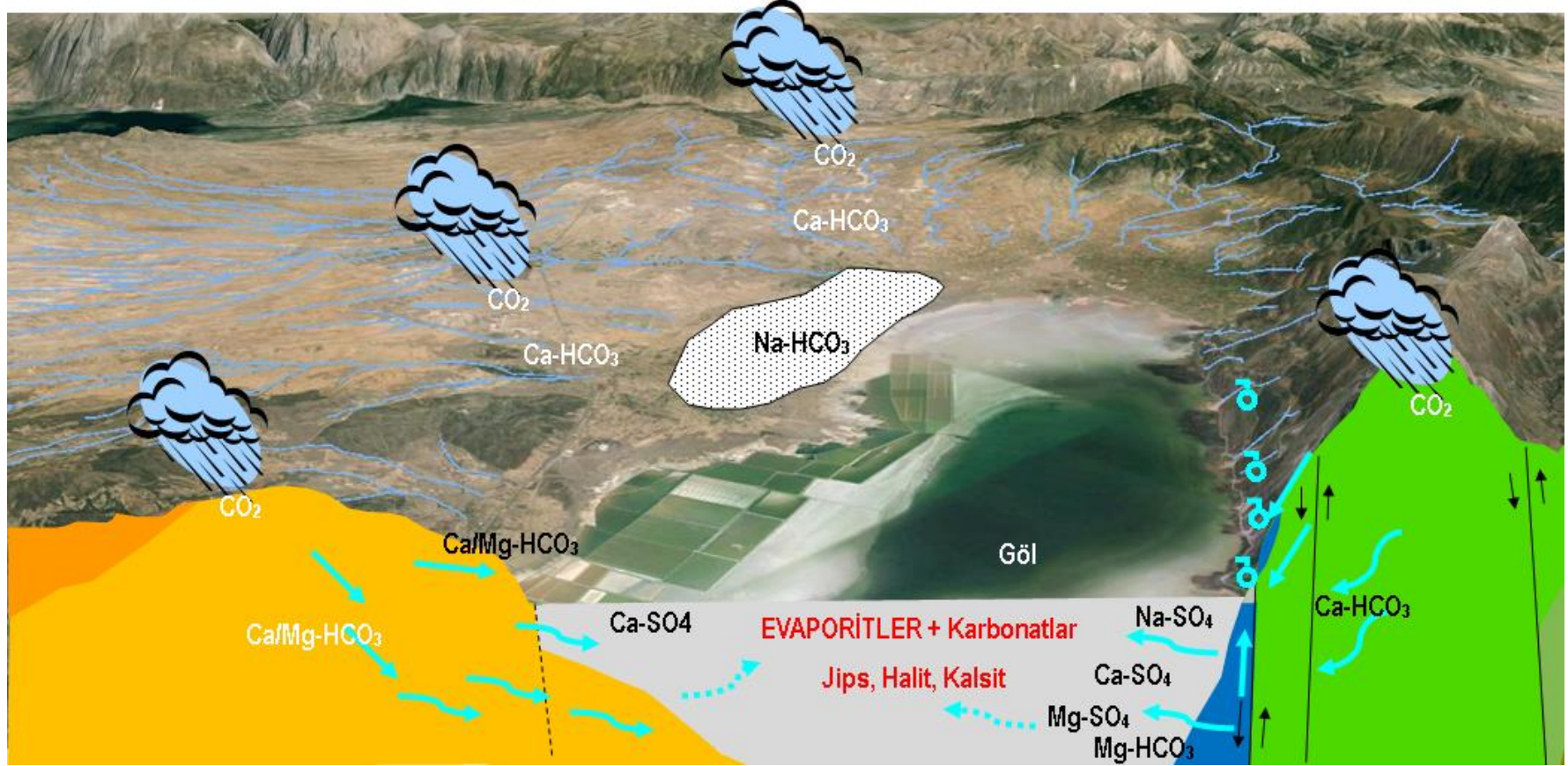
Beylerli Gölü Kaynağı, Tahtaköprü Pınarı, Çaltı, İğdir ve Pınarlı'nın karbonat olmayan sertliği %50'den fazladır ve bu sulara  $\text{CaSO}_4$  egemendir. S-13 sondajı  $\text{Na-SO}_4$  tipinde, karbonat olmayan alkalitesi %50'den yüksektir. Gölü sediman alanına yakın yerlerdeki (Sarıkavak, Akpınar, Yenice, Gemiş, Yüreğil) sular, Sazköy, Ulupınar Kaynağı, İğdir, Kanlıca Gölü, iyonlarının hiçbirini %50'yi geçmeyen karışık sulardır (9). Belirtilen suların dışında göl sediman alanından uzak veya yüksek kotlarda, karbonatlı birimlerde yüzeyleyen suların geneli  $\text{Mg-HCO}_3$  ve  $\text{Ca-HCO}_3$  fasiyesinde, karbonat sertliği %50'den fazladır (5).



Şekil 7. 81: Haziran 2013 döneminde suların Piper diagramında gösterimi.

**Genel değerlendirme olarak;** gölün güneyindeki sular, başlangıçta yağış sularının veya Yandağ'ın zirvesinden eriyen kar sularının, güneydeki karstik Yandağ Kireçtaşı birimindeki çatlaklı sistemi içinde derinlere doğru süzülmesi sırasında  $\text{Ca-HCO}_3$  formundadır. Çatlak sistemi ile Acıgöl fayına ulaşan suların fay düzlemlerinden tekrar yüzeye çıkmaları ya da yanal süzülme ile çökel istifindeki minerallerle etkileşimi sırasında iyon değişimine/fasiyes değişimine uğrayarak  $\text{Ca-SO}_4$  şeklini alırlar. Ortamda  $\text{Ca-SO}_4$  tipinde su gelişirken, çökel istifinde ortamında kalsit çökeli mi meydana gelir. Sulardaki  $\text{SO}_4$  derişimi > Ca derişimi halini alır.

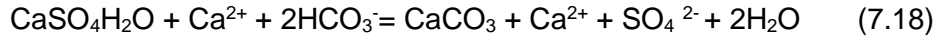
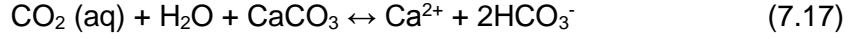
Dolomitli karbonatların (Kayaköy Dolomiti) içinden geçerek  $\text{Mg-HCO}_3$  formuna sahip olan sular, Gemiş civarında  $\text{Mg-SO}_4$  şeklini alır. Çökel istifinde ortamında kalsit ve/veya dolomit çökeli mi meydana gelir (Şekil 7. 82).  $\text{Mg/Ca-HCO}_3$  suların jipslerle etkileşimi "**dedolomitization/dedolomitleşme (dolomitleşmenin bozulması)**" olayının gerçekleşmesine neden olur.



Şekil 7. 82: Havzadaki fasiyes değişiminin sadeleştirilmiş görüntüsü.



Back ve diğ. (1983)'e göre dedolomitleşme kalsit çözünümü, dolomit çözünümü, jips çözünümü ve kalsit çökelişi olaylarının eş zamanlı gelişmesidir (Hounslow 1995). Buna bağlı gelişen reaksiyonlar (7.17), (7.18), (7.19) gibidir.



Akkeçili ve Yüreğil arasındaki bölgenin etrafında sular genelde Ca-HCO<sub>3</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub> tipinde olmasına karşın; Ca-HCO<sub>3</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesinde olan suların, iyon değişimi ile Na-HCO<sub>3</sub> fasiyesine geçişi söz konusudur. Bölgede iyon değişimi killerin yüzeyinde adsorbe edilmiş Na iyonunun, sudaki Ca iyonu ile değişimi veya plajiyoklazların (Na-feldispat) suyla etkileşiminde bozunuma uğraması sırasında sudaki Ca iyonu ile plajiyoklazdaki Na iyonu değişimi de gerçekleşmiş olabilir.

Akkeçili ile Yüreğil arasındaki kalan sular, piper diyagramı sınıflamasında 7. Bölgede, karbonat olmayan alkalinitesi %50'den fazla olan suları temsil eder. (Şahinci 1991) deniz veya çok acı suların bu sınıfta yer alabileceğini belirtmiştir. Foster (1950)'ye göre Na-HCO<sub>3</sub> tipindeki sular, tatlı suların, daha önceden deniz suyu veya deniz suyundan ayrılan bir bölgedeki sodyum bakımından zengin aşırı tuzlu (brine) çözeltinin çökeldiği bir ortamın içinden geçmesi durumunda oluşabilir. Aşırı tuzlu (brine) çözeltinin çökeldiği ortamın içindeki Na iyonu sedimana karışır. Ca-HCO<sub>3</sub> tipindeki sular, bu sediman ortamlarından geçerken sudaki Ca iyonu ile sedimandaki Na iyonu değişerek suların fasiyesinin Na-HCO<sub>3</sub> olmasına neden olur (bkz.Şekil 7. 82). Foster (1950)'in teorisine göre Acıgöl'de, göl alanının daha geniş olduğu dönemlerde yoğun haldeki (brine) göl suyunun bu bölgelerde sokulum yapmış olması ya da Akkeçili, Yüreğil arasındaki bölgede, yağışlı-kurak döngüde göl alanının büyüme ve küçülmesi sırasındaki sediman yüzeyinde oluşan tenardit gibi (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gibi evaporitlerin zamanla çökel istifinin aralarında kalmaları ve bu ortamdan Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> tipindeki suların geçmesi ve bu süreçteki iyon değişimi ile Na-HCO<sub>3</sub> tipi sular gelişiyor olabilir olur (bkz.Şekil 7. 82).

### 7.11.6 Doğal Suların Kullanım Özellikleri

Yeraltı sularının kimyasının belirlenmesi, suların amacına uygun kullanılması konusundaki tercihlerde önemli yol göstericidir. Acıgöl Havzası'ndaki yerleşimler, tarım arazileri ve yeni gelişen sanayi kuruluşlarının varlığı da dikkate alındığında,

suların kullanımında doğru tercihler yapılmalıdır. Acıgöl Havzası içindeki suların kullanım uygunlukları, içilebilirlik, sulama ve endüstri amaçlı olarak değerlendirilmiştir.

#### 7.11.6.1 Doğal Suların İçilebilirlik Özellikleri

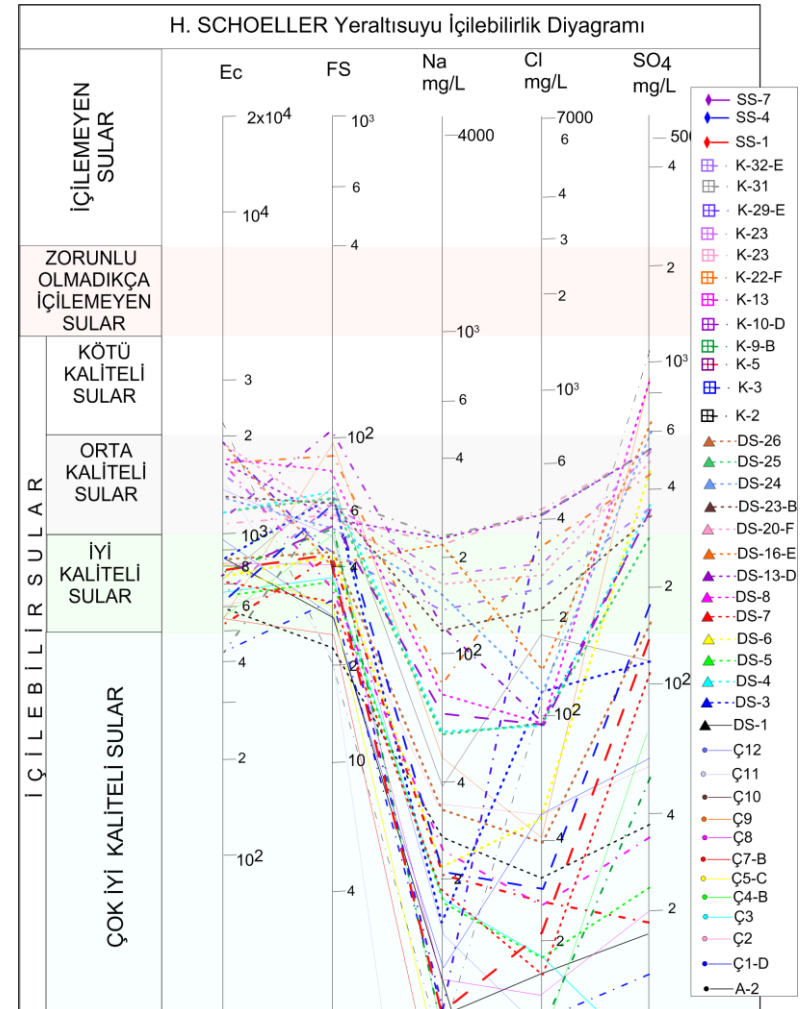
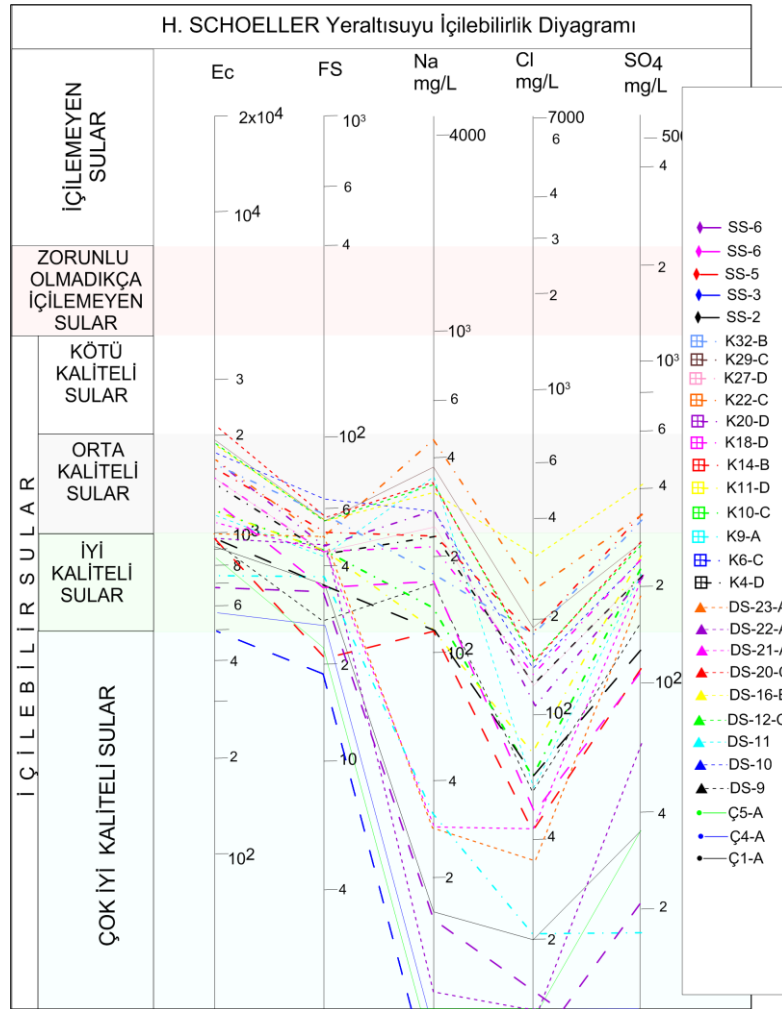
Havzadaki suların içilebilirlik niteliği Schoeller'in içilebilirlik diyagramında değerlendirilmiştir (**Şekil 7. 83**). Havzadaki sular "**İyi Kaliteli Sular**" ve "**Orta Kaliteli Sular**" sınıfında yer alırlar. Havzadaki sulardan farklı içilebilirlik özelliği sergileyen Kocaçay, Hayriye Başpınar, Çatsuyu (Başmakçı) ve Ulupınar "**Çok İyi Kaliteli Sular**" dır.

Havzanın güneybatısındaki Beylerli Gölü Kaynağı, Yassıören yakınındaki Kaynak-2, gölün güneyindeki derin sondajlar (E3-S18) ve Tahtaköprü Pınarı içme suyu olarak "**Kötü Kaliteli Sular**" niteliğindedir. Konum olarak diğer sondajlardan ayrılan ve gölün güney batısında yer alan S-3 derin sondajının içme suyu kalitesi, diğer sondajlara göre bir derece daha iyidir (**Orta Kaliteli Su**).

Göl çökel alanının etrafında yüzeyleyen ve gölü besleyen sürekli kaynaklar "**Orta Kaliteli Sular**" ve "**Kötü Kaliteli Sular**" sınıfındadır. "**Orta Kaliteli Sular**" sınıfında, gölün güneyinde gölü besleyen kaynaklar başta olmak üzere, Acıgöl Sulak Alan, Gemiş Kaynak, Gemiş Pınarı, Özdemirci Acı Su, Özdemirci Çeşmesi, Yüreğil ve Sarıkavak civarındaki sular bulunur. Yenice Köyü'nde güneye, göl havzasına ilerledikçe suların içme suyu kalitesi azalır. Yenice İçme Suyu, "**Orta Kaliteli Sular**" sınıfında iken, verimli tarımın yapıldığı köyün kuzeyindeki alanlarda açılan sondajlar (DS-26:Yenice Kuyu) "**İyi Kaliteli Su**" sınıfına geçiş yapar.

Göl sediman alanından uzaklaştıkça suların içme suyu kalitesi artar. "**İyi Kaliteli Sular**", göl sediman alanından uzaktaki birimlerde yüzeyleyir. Acıgöl Grubu, Çameli formasyonu, Orhaniye formasyonu, Dutdere Kireçtaşı ve Marmaris Peridotiti(?)'ndeki birimlerde "**İyi Kaliteli Su**" niteliğinde bir çok su yüzeyleyir. "**İyi Kaliteli Su**" sınıfında; havzanın kuzeyindeki Akarca, İdris, Karaağaç, Dereköy, Darıcılar, Akyarma ve Çiftlik köyleri civarındaki sular, ve havzanın güneyindeki, Çığırı, Yaka, Başmakçı, Yassıören, İğdir, Çukuryayla ve Alanköy civarındaki sular ile Yenikuyu yer alır. Havzada yüksekliğe bağlı içme suyu kalitesi gelişimi söz konusudur. "**Çok İyi Kaliteli Sular**" havzanın güneyindeki yüksek kota sahip alanlarda yüzeylemiştir. İçme suyu kalitesinde aynı zamanda göl sediman alanıyla etkileşim ve dolaşım (etkileşim) süresi de etkindir.





Şekil 7. 83: Havzadaki suların a) Ekim-2011 b) Haziran-2013 döneminde Schoeller'e göre içilebilirlik diyagramı.

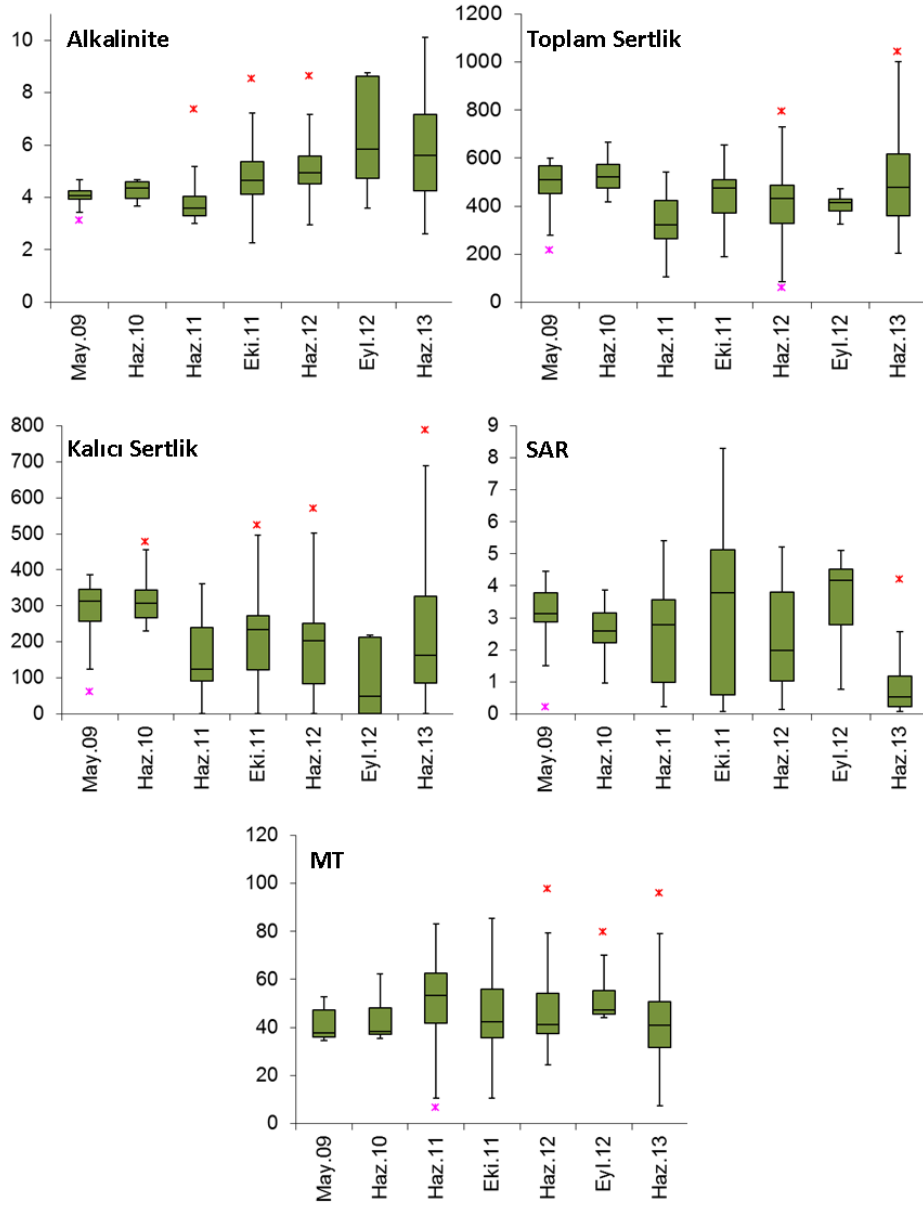
### 7.11.6.2 Doğal Suların Sulamada ve Endüstride Kullanım Özellikleri

Acıgöl Havzası, batısında Hambat Ovası, doğusunda Başmakçı Ovası ve kuzeyinde Evciler Ovası'nı içine alır. Havza içinde Başmakçı İlçesi, Yüreğil, Akkeçili, Gemiş, ve Yukarı Yenice Köyü'nde, sulu tarım faaliyetleri kapsamında yoğun sulama yapılır. Sulama kooperatifleri denetiminde yapılan sulu tarımda kullanılan suların niteliğinin belirlenmesiyle, tarım arazilerinde sulama suyu etkisiyle toprak yapısının bozulması gibi kalıcı sorunlara karşı önlemler alınabilir. Suların farklı amaçlarla kullanımında yönlendirici nitelikleri sırasıyla verilmiştir. Doğal suların Toplam Sertlik, Alkalinite, Fransız Sertliği, Kalıcı Sertlik, SAR ve Magnezyum Tehlikesi gibi kullanım özelliklerini belirleyen parametrelerin mevsimsel değişiminin değer aralıkları **Şekil 7. 84**'te ve alansal dağılım haritası **Şekil 7. 85**'te gösterilmiştir.

#### 7.11.6.2.1 Suların Sertliği

Toplam Sertlik, suların içinde çözülmüş Ca ve Mg bileşiklerinin (bikarbonatlar, sülfatlar, klorürler, ve nitratlar) oluşturduğu sertliktir (Şahinci 1991). Havzadaki suların toplam sertliği 59 – 1044 mg/l CaCO<sub>3</sub> arasında değişir (n=165, Ort.=460). Yağışlı dönemlerde suların toplam sertliği, 59-1043 mg/l (n=124, Ort.=468), kurak dönemlerde 190-656 (n=42, Ort.=435) mg/l CaCO<sub>3</sub> arasındadır. Gölün güneyindeki derin sondaj ve kaynakların toplam sertlikleri ortalama 470 mg/l CaCO<sub>3</sub>'tür. Havzanın güneyindeki suların sertliği ortalama 542 mg/l CaCO<sub>3</sub>, kuzeyindeki suların 469 mg/l CaCO<sub>3</sub>'tür. Sertliği en yüksek sular Gemiş Kaynağı ve İğdir Çeşmesi'dir (**Şekil 7. 85**).

Suların toplam sertliğinin alansal haritasına göre, göl sediman alanını çevreleyen alanlardaki sular yüksek sertliğe sahiptir. Acıgöl Grubu (Toa) ve Çameli formasyonu (plç) toplam sertliği 533 mg/l CaCO<sub>3</sub>'den daha az sertliğe sahip suları barındırır. Toplam sertlik mevsimsel olarak Haziran-2011 döneminde en düşük değere sahiptir. Havzadaki suların Fransız Sertliği genellikle 40-60 arasında (n=90) yoğunlaşmıştır. Şahinci (1991) tarafından yapılan suların Fransız Sertliği sınıflandırmasına göre sular genellikle "**Sert Sular**" ve "**Çok Sert Sular**" sınıfındadır (**Şekil 7. 86**). Alansal dağılım haritasına göre havzanın geneli "**Sert Sular**" sınıfında olmakla birlikte "**Çok Sert Sular**" gölün etrafında yoğunlaşmıştır.



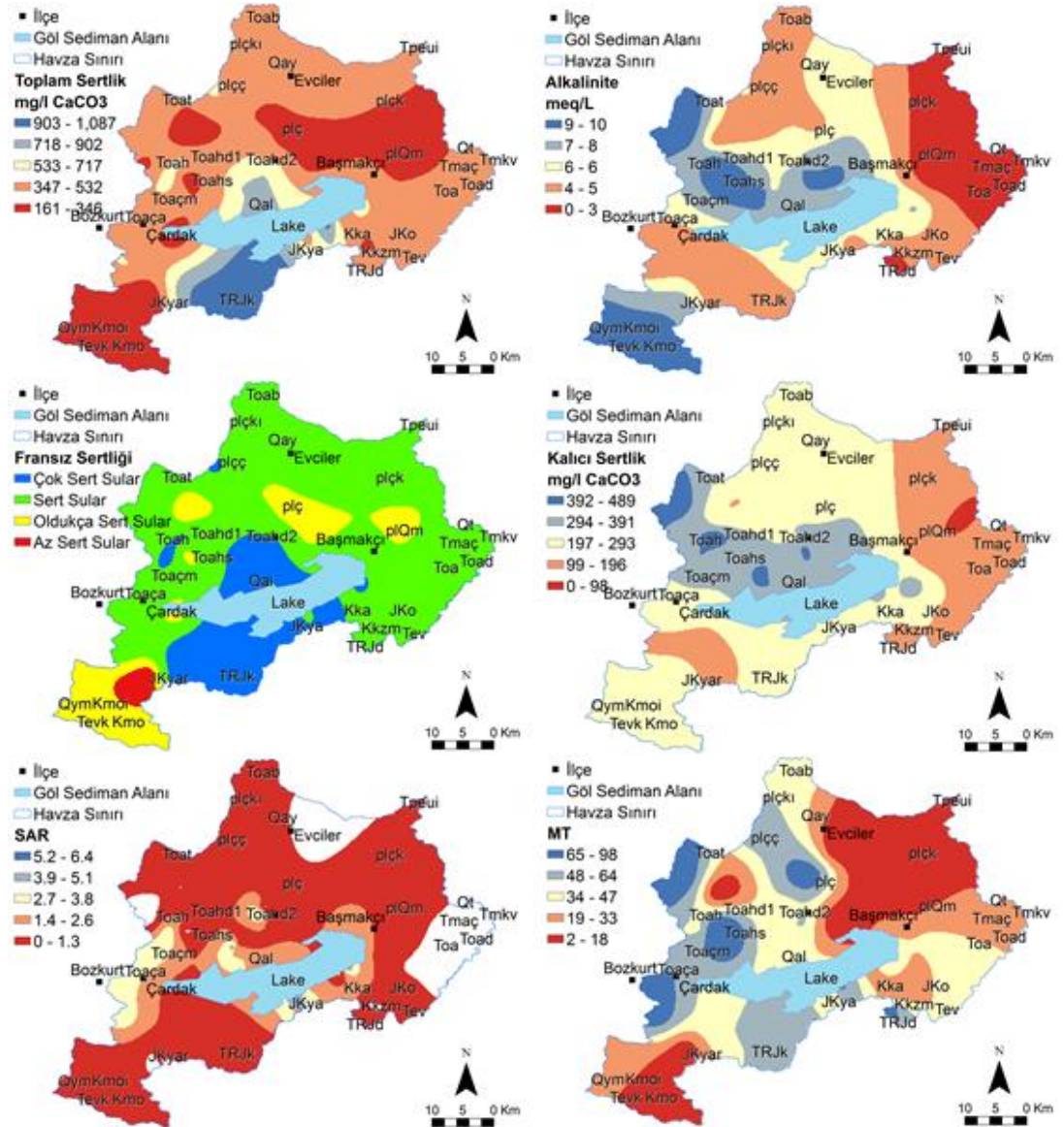
**Şekil 7. 84:** Doğal suların Toplam Sertlik, Alkalinite, Fransız Sertliği, Kalıcı Sertlik, SAR ve Magnezyum Tehlikesi mevsimsel değişimi.

### 7.11.6.2.1 Alkalinite

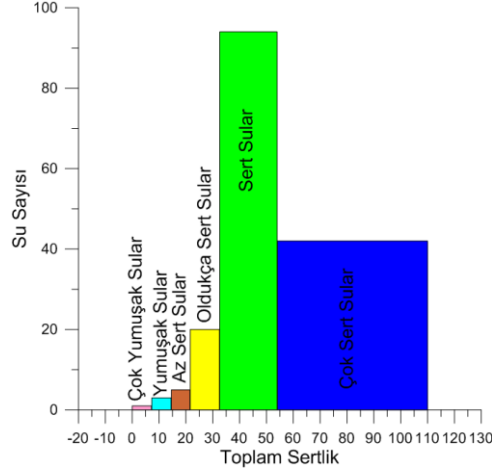
Havzadaki suların hesaplanmış alkalinite değerleri 0,9 – 10,1 meq/l (45 – 505 mg/l CaCO<sub>3</sub>) arasında değişir (n=163, Ort.=5). Alkalinite değerlerinin alansal dağılım haritasına göre, gölün kuzeyindeki Hayrettin formasyonu ve güneyindeki Varsakyayla formasyonunda, alkalinite değeri havzada en yüksek olan pH değişimine dirençli sular yüzeylenir (Alkalinite > 7 meq/l). Çameli formasyonu ve Yandağ Kireçtaşı'nda yüzeylenen suların alkalinite değerleri ortalama 5-6 meq/l seviyesindedir. Havzadaki

sularda uzun yıllar alkalinite değişimi sinüzoidal anomali gösterir. Eylül-2012 dönemi, sularda alkalinite değerinin en yüksek olduğu dönemdir.

Alkalinite değerlerinin sinüzoidal hareketinin son evrelerinde, yüksek ve düşük alkalinite değerleri arasındaki açıklık artar. Genel olarak doğal sularda alkaliniteyi oluşturan karbonat türleri (çözünmüş CO<sub>2</sub> bikarbonat, karbonat) aynı zamanda doğal suların pH'ını etki eder (Hounslow 1995). Suların içindeki çözünmüş Ca ve Mg iyonlarının HCO<sub>3</sub> ile yaptığı bileşiklerinin oluşturduğu "Karbonat Sertliği-Geçici Sertlik", alkaliniteye eşittir (Hounslow 1995; Şahinci 1991).



Şekil 7. 85: Doğal suların Toplam Sertlik, Alkalinite, Fransız Sertliği, Kalıcı Sertlik, SAR ve Magnezyum Tehlikesi dağılım haritası.



Şekil 7. 86: Havzadaki suların Fransız Sertliği histogramı.

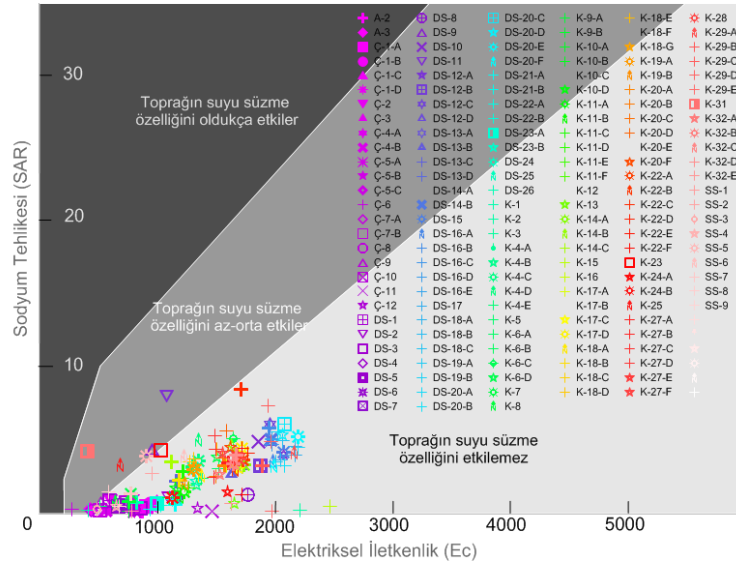
### 7.11.6.2.2 Suların Karbonat Olmayan (Kalıcı) Sertliği

Suların içindeki çözülmüş Ca ve Mg iyonlarının  $\text{HCO}_3$  ile oluşturduğu bileşiklerinden farklı tuzlardan ileri gelen sertliktir (Tarcan 2004). Havzadaki sularda, geçici sertliğin toplam sertliği oluşturduğu sularda, kalıcı sertlik 0'dır. Havzadaki sularda, Höyük Suyu, Söğüt, Yenkuyu, Mevlüt Turan Tulumbası, Beylerli Gölü Kaynağı, Özdemirci Acısu, Beylerli Barajı, Darıcılar Çınar Çeşme, Hayriye Başpınar ve Hisaralan Çeşmesi'nin toplam sertliği, Ca ve Mg iyonlarının  $\text{HCO}_3$  ile oluşturduğu bileşiklerinden gelir. Havzada kalıcı sertlik 0 – 788 mg/l  $\text{CaCO}_3$  arasında değişir (n=165, Ort.=221). Gölün güneyinde en yüksek kalıcı sertlik Gemiş Kaynağı, Pınarlı ve E-3 sondajındadır. Alansal dağılım haritasına göre kalıcı sertlik Acıgöl Grubu'nda 294 mg/l  $\text{CaCO}_3$ 'den daha fazlayken, Çameli formasyonunda 197-293 mg/l  $\text{CaCO}_3$  arasındadır.

### 7.11.6.2.3 Sodyum (SAR) Tehlikesi

Havzadaki suların SAR değerleri 0,07 ile 8,3 arasında değişir (n=165). İzlenen yıllarda en yüksek ve geniş aralıklı SAR değerleri Ekim-2011 döneminde görülmüştür. SAR değerlerinin en düşük olduğu dönem Haziran-2013'tür. SAR değerlerinin alansal dağılım haritasında, gölün güneyindeki sular yüksek SAR değerine sahiptir. Havzanın batısında da yüksek SAR anomalileri gözlenir. Gölün güneyindeki yüzeyleyen ve gölü besleyen sürekli kaynaklarda, batıda Gemiş'ten doğuya doğru Başmakçı yönüne gidildikçe (Gemiş Pınarı-Tahtaköprü Pınarı) SAR değerleri ve %Na değerleri artar.

Havzadaki suların SAR değerleri 10'dan küçük olduğu için, SAR değerlerine göre (Şahinci 1991) “**Çok İyi Özellikte Sulama Suları**” sınıfındadır. EC-SAR diyagramında sular, “**toprağın suyu süzme/geçirme özelliğini az-orta etkiler**” ve “**toprağın suyu süzme/geçirme özelliğini etkilemez**” niteliğindedir. Çatsuyu, Pınarlı (Haziran-2010), Sazak Kaynak (İdris Köyü), Ulupınar, DSİ-53584 (Akkeçili), DSİ-56419 (Yüreğil) toprağın suyu süzme özelliğini az-orta etkiler. Belirtilen sular dışındaki tüm sular, tarım arazilerinde toprağın suyu süzme/geçirme özelliğini etkilemez (**Şekil 7. 87**).



**Şekil 7. 87:** Havzadaki suların sodyum etkisi ile toprağın yapısını bozma ve suyun süzülmesine olan etkisinin EC-SAR Diyagramında (Clark ve Mason 2006; Hanson ve diğ. 1999) değerlendirilmesi.

#### 7.11.6.2.4 Magnezyum Tehlikesi (MT)

Szabolcs ve Darab (1964)'e göre havzadaki sulara hesaplanan magnezyum tehlikesi değerleri 6,7 – 97,6 arasında değişir. Havzanın güneyinde 10,6 – 80,1, güneyinde 7,3 – 96 arasında dağılım gösterir. Gölün güneyinde gölü besleyen kaynak ve derin sondajlarda MT değerleri 23,4 – 66 arasında, ortalama 43,9'dur (n=94). Alansal dağılım haritasına göre magnezyum tehlikesi yüksek sular havzanın güneyinde Dutsdere Kireçtaşı, Kayaköy Dolomiti ve Yandağ Kireçtaşı, kuzeyinde Acıgöl Grubu ve Çameli formasyonunun belirli birimlerindedir. Bu birimlerin dışındaki sular, MT değerlerine göre sulamaya elverişlidir. Mevsimsel olarak izlenen MT değerleri Haziran-2011 döneminde havzada en yüksek değerlere ulaşmıştır. Diğer parametrelerde olduğu gibi MT değerleri uzun yıllar değişimi, sinüzoidal anomali içindedir. Gölün güneyindeki yüzeylenen ve gölü besleyen sürekli kaynaklarda,



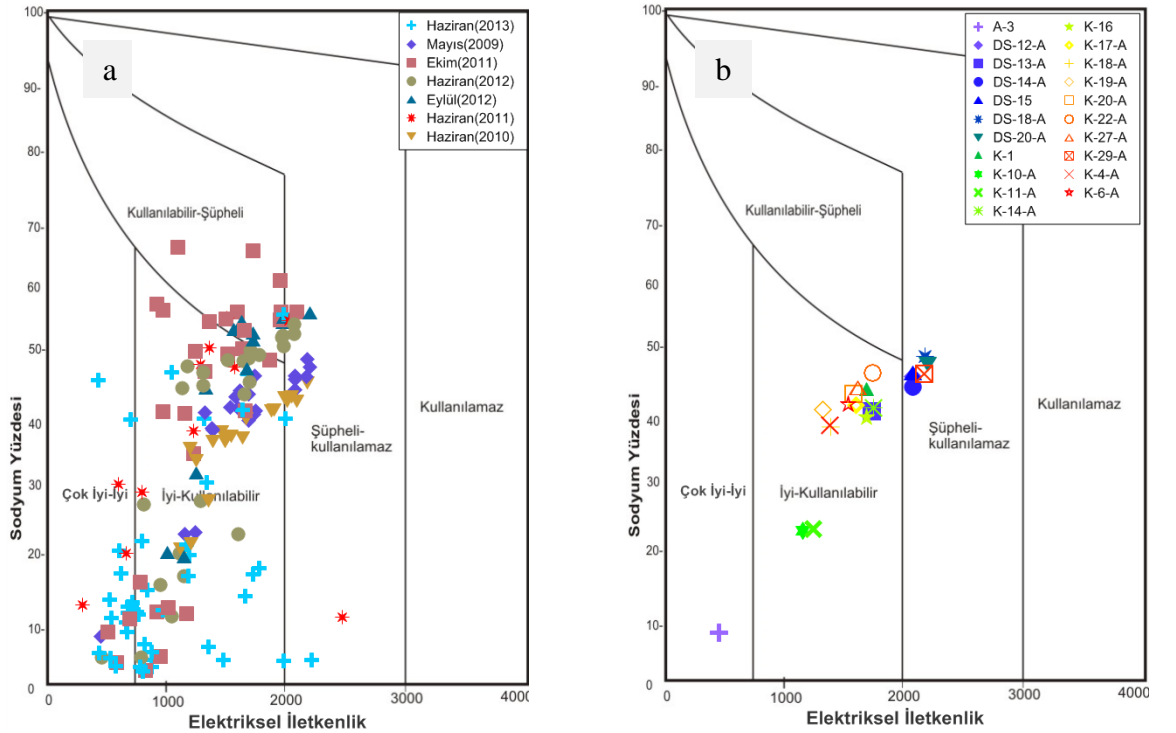
batıda Gemiş'ten doğuya doğru Başmakçı yönüne gidildikçe (Gemiş Pınarı-Tahtaköprü Pınarı) MT değerleri azalır.

#### 7.11.6.2.5 Wilcox Diyagramı

Havzadaki sular yoğun olarak “**Çok İyi-İyi**” ve “**İyi Kullanılabilir**” sınıfında yer alır (Şekil 7. 88, Şekil 7. 89, Şekil 7. 90, Şekil 7. 91). Mevsimsel bazı suların “**Kullanılabilir Şüpheli**” ve “**Şüpheli Kullanılamaz**” sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

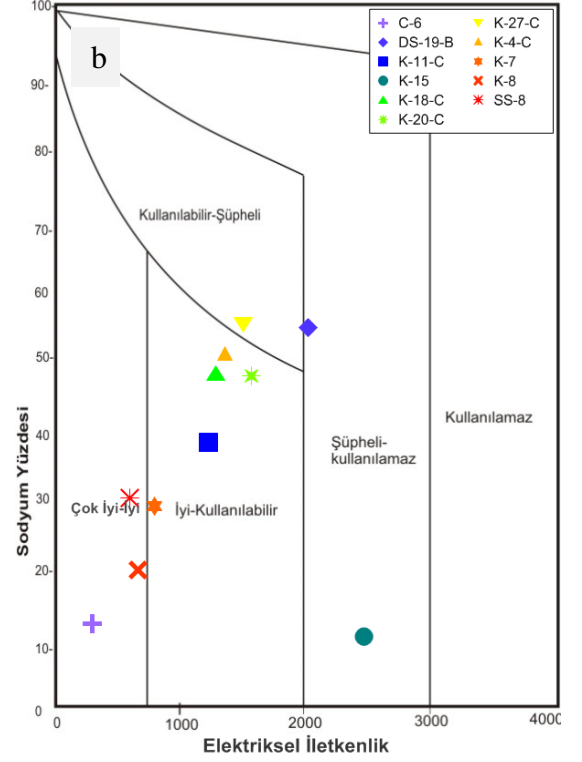
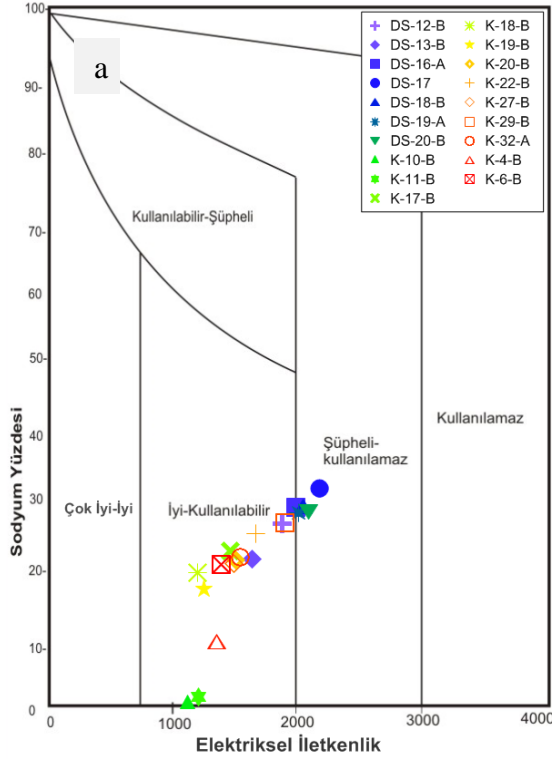
#### 7.11.6.2.6 ABD Tuzluluk Diyagramı

Uzun yıllar Ec ve %Na değerlerine göre havzadaki sular, mevsimsel olarak “**C3-S1**” (tuzlu ve az sodyumlu) sınıfında yoğunlaşmış, nadiren “**C2-S1**” (orta tuzlu ve az sodyumlu sular) ve “**C3-S2**” (tuzlu sular ve orta sodyumlu sular) sınıflarına da dağılmıştır (Şekil 7. 92, Şekil 7. 93, Şekil 7. 94, Şekil 7. 95). Sulama suyu sınıflamasına göre havzada tarımsal faaliyetlerde tuza ve sodyuma karşı dayanıklı bitkiler tercih edilmelidir. Mevsimsel olarak izlenen tüm kaynak ve sondajlar “**C3-S1**” ve “**C3-S2**” sınıfında yer alır.

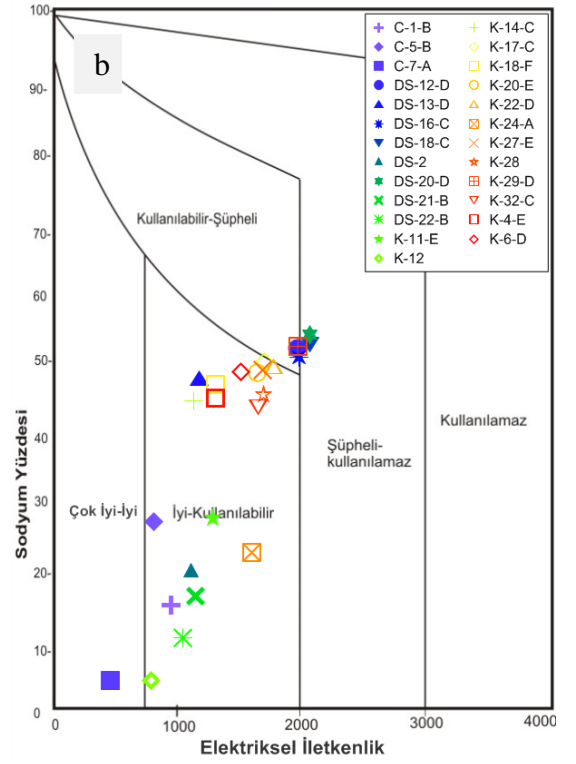
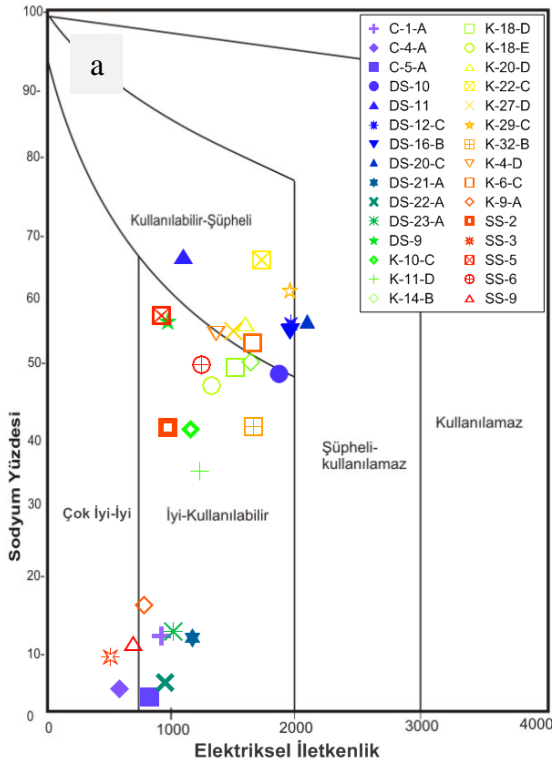


Şekil 7. 88: Havzadaki suların a) mevsimsel b) Mayıs-2009 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği.

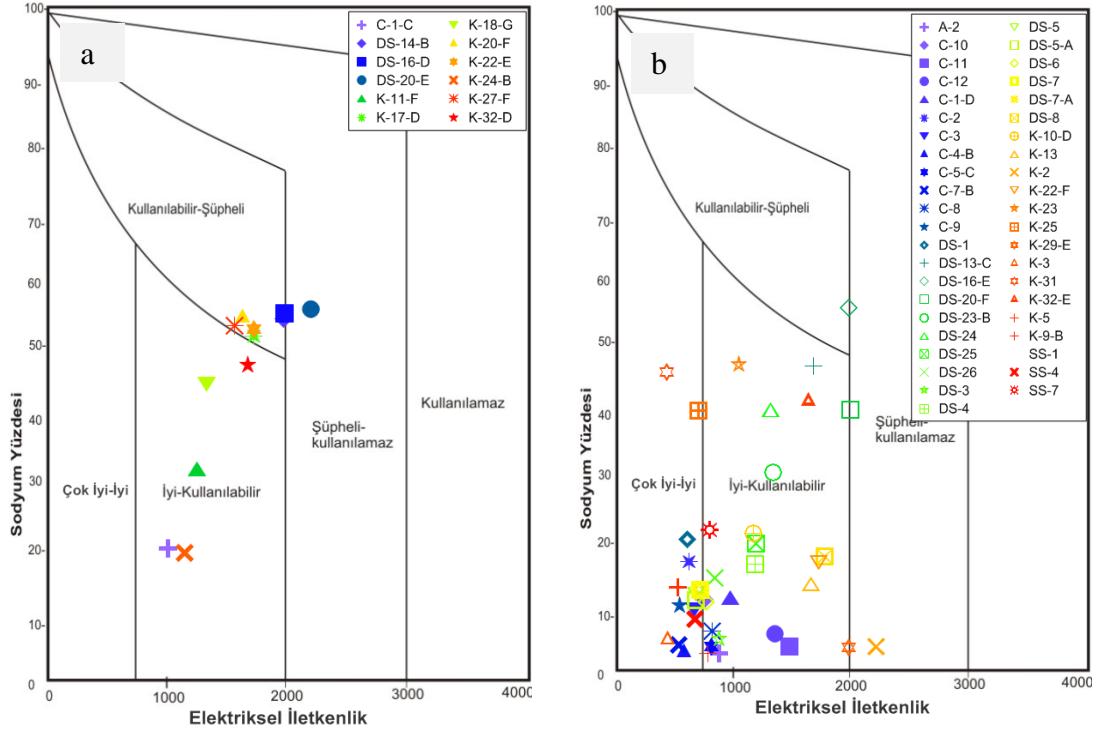




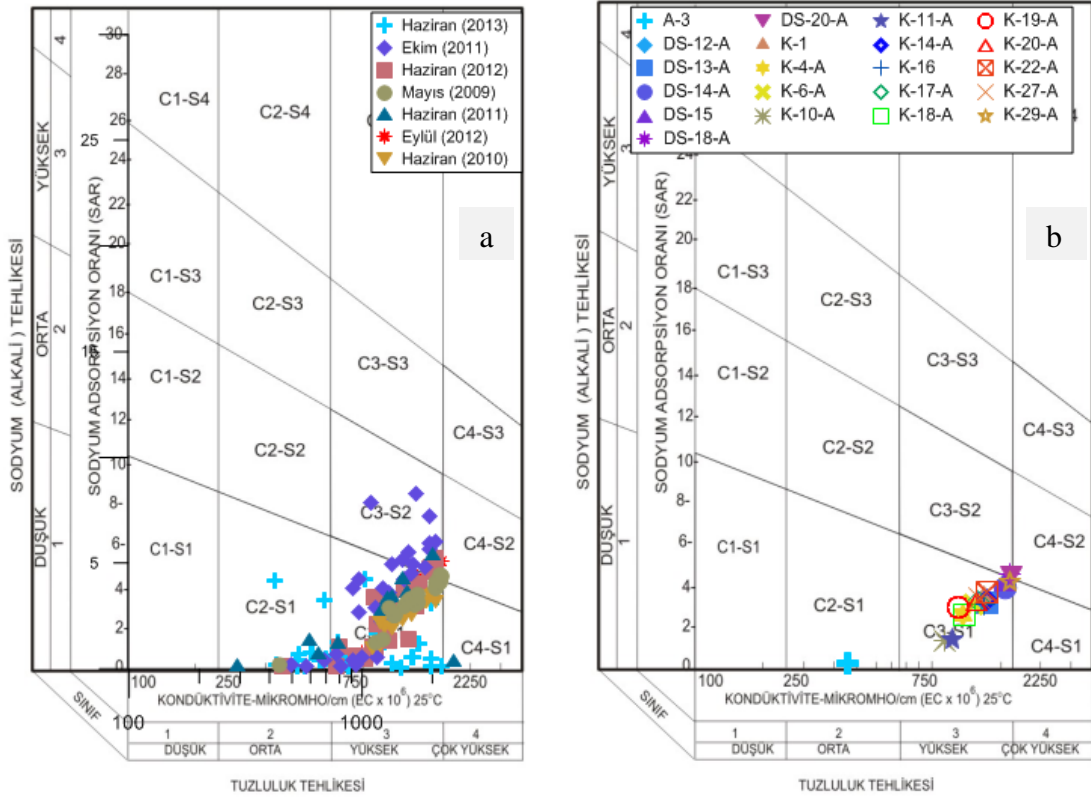
Şekil 7. 89: Havzadaki suların a) Haziran-2010 b) Haziran-2011 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği.



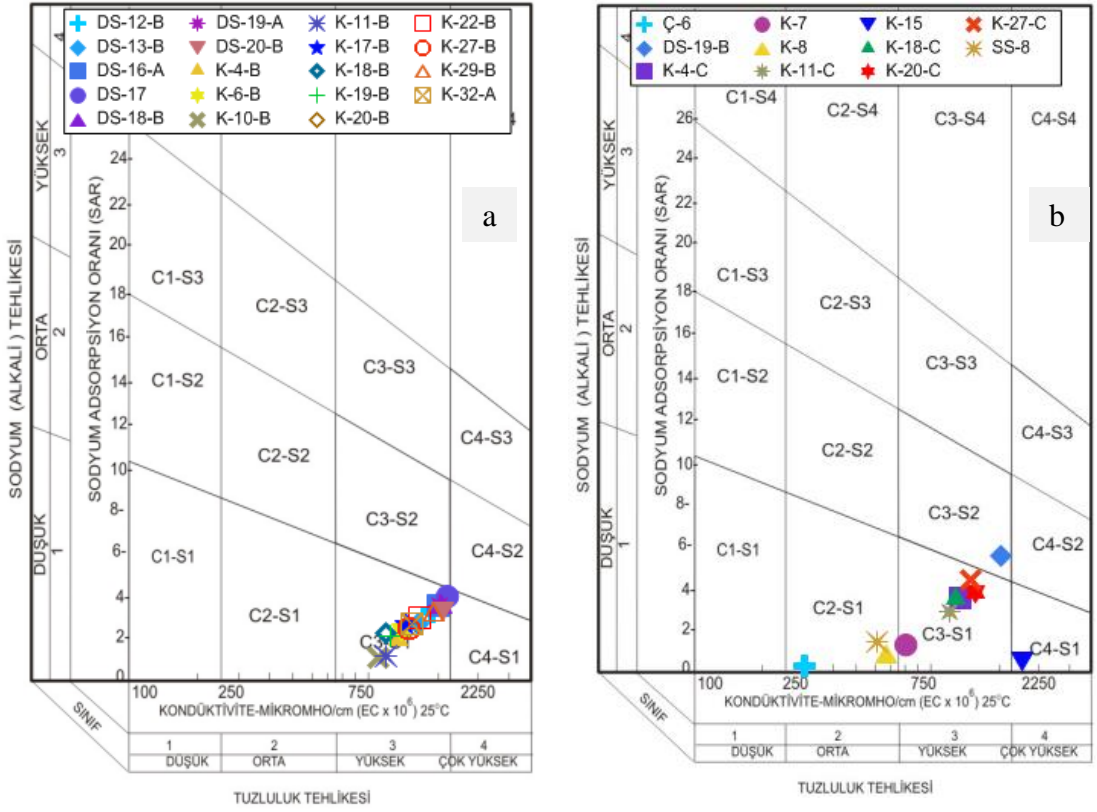
Şekil 7. 90: Havzadaki suların a) Ekim-2011 b) Haziran-2012 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği.



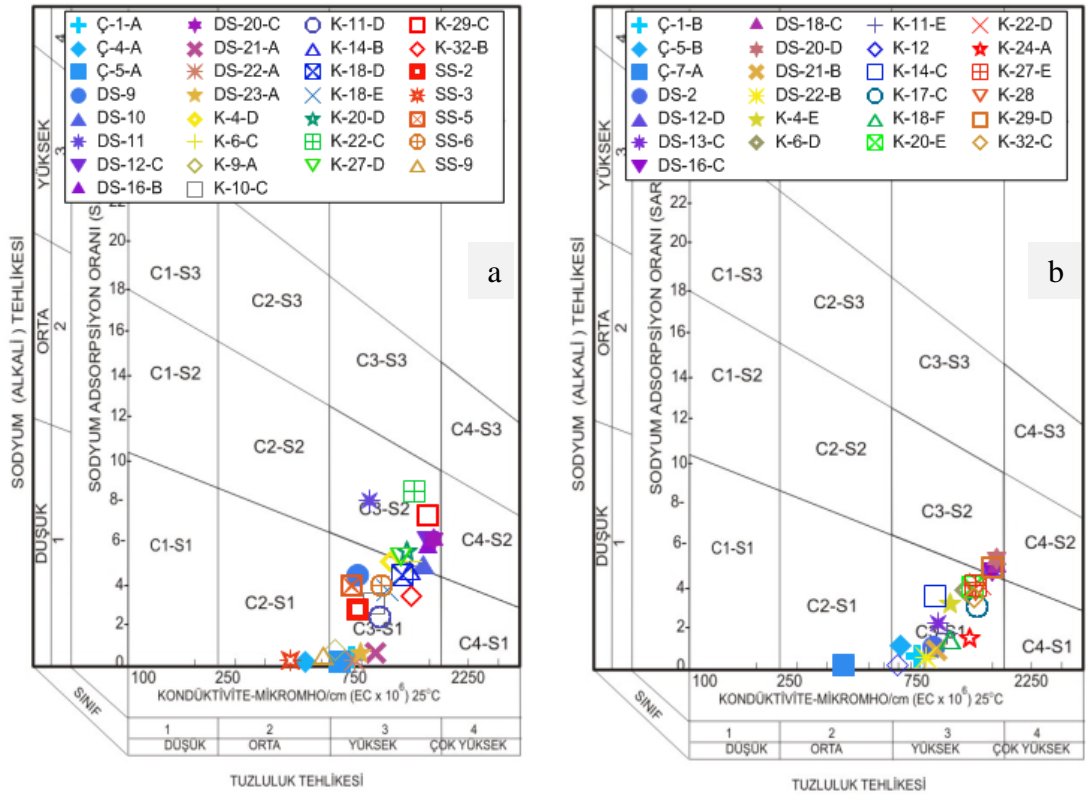
Şekil 7. 91: Havzadaki suların a) Eylül-2012 b) Haziran-2013 dönemi sulama suyu kullanılabilirliği.



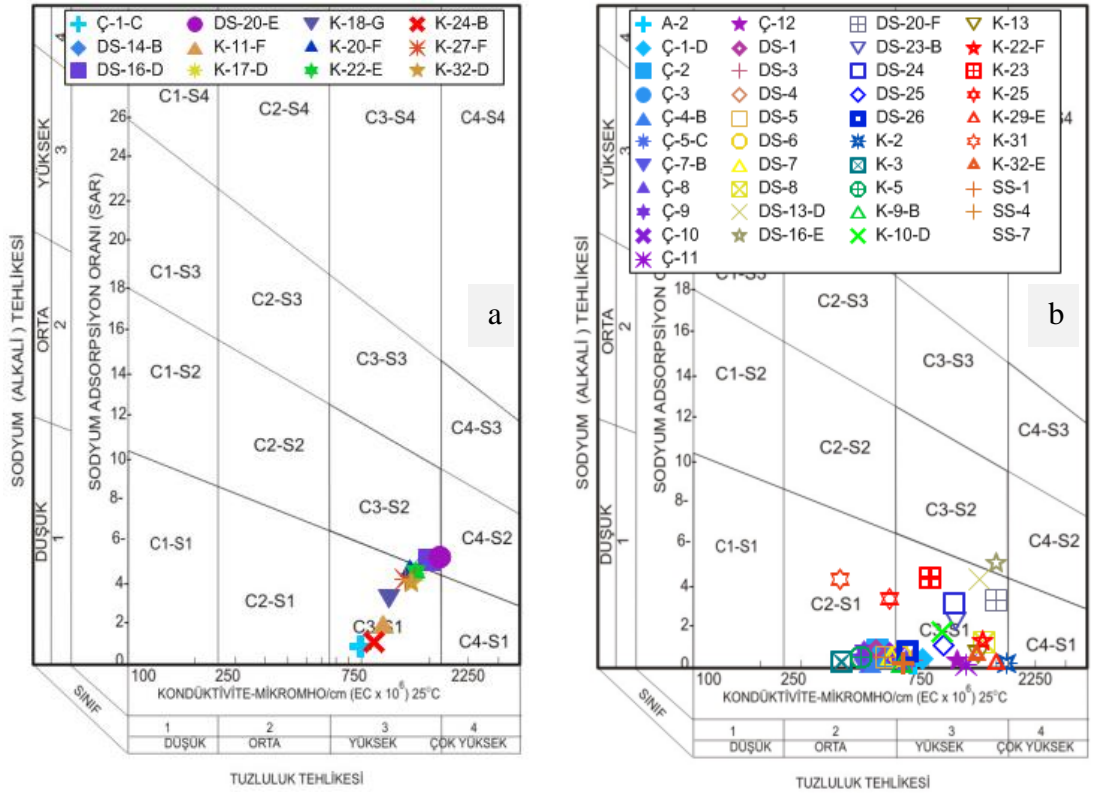
Şekil 7. 92: Havzadaki suların a) mevsimsel b) Mayıs-2009 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.



**Şekil 7.93:** Havzadaki suların a) Haziran-2010 b) Haziran-2011 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.



**Şekil 7.94:** Havzadaki suların a) Ekim-2011 b) Haziran-2012 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.



**Şekil 7. 95:** Havzadaki suların a) Eylül-2012 b) Haziran-2013 dönemi ABD Tuzluluk diyagramında sulama suyu kullanılabilirliği.

## 8. GÖL HİDROJEOKİMYASI

### 8.1.1 Göl Su Örnekleri

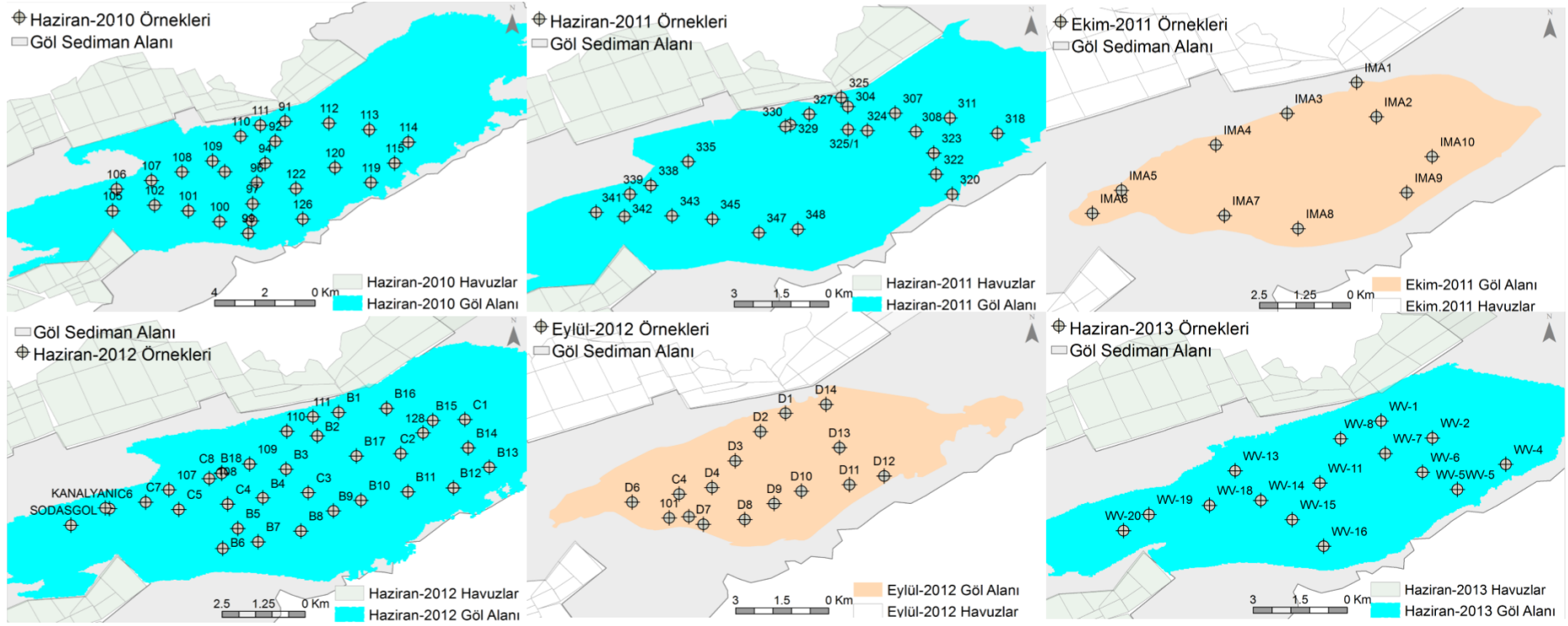
Gölde su örnekleme "Doğal Sular" kısmında değerlendirilmiştir. 2010-2013 yılları arasında yağışlı ve kurak dönemde gölün hidrojeokimyasal özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Her bir dönemde gölün hidrojeokimyasal özelliklerini tanımlamak için gölü temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır (**Tablo 8. 1, Şekil 8. 1**). Kurak dönemlerde göl seviyesi düştüğünden göl taban örnekleme yapılamamıştır. Yağışlı dönemde Haziran-2011 ve Haziran-2012 dönemlerinde göl yüzeyi ile birlikte, göl tabanından da örnekleme yapılmıştır. Örneklemeyle eş zamanlı gölün fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla çoklu fiziksel özellik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Suların örnekleme sürecinden, analizine kadar olan süreçte EPA 440/4-91-002 (USEPA 1999) ve EPA 841-B-07-004 (USEPA 2007) metodları uygulanmıştır (**Şekil 8. 2**). Her örnekleme döneminde meteorolojik koşullar bir gün öncesinden izlenmeye başlanmıştır.

**Tablo 8. 1:** Gölde hidrojeokimyasal çalışmalar kapsamında her bir dönemdeki örnekleme miktarları.

Yıl	Ay	Sezon	Örnek	Yıl	Ay	Sezon	Örnek
2010	Haziran	Yağışlı	26	2012	Haziran	Yağışlı	52
2011	Haziran	Yağışlı	29	2012	Eylül	Kurak	16
2011	Ekim	Kurak	11	2013	Haziran	Yağışlı	21

### 8.1.2 Göl Suyu Fiziksel Özellikleri

Gölün fiziksel özelliklerinin tanımlayan sıcaklık, iletkenlik, TÇM (TDS), tuzluluk, Eh, ÇO (DO) ve bulanıklık değerlerinin mevsimsel değişimi izlenmiştir (**Şekil 8. 3**). Gölde gelişen kimyasal ve biyolojik olayların tanımlanmasında yardımcı olarak kullanılan parametreler, aynı zamanda gölün farklı özelliklere göre sınıf tanımının yapılmasında da kullanılmıştır. Fiziksel özelliklerin birbiri ile olan ilişkileri ve gölü nasıl etkiledikleri irdelenmiştir. **Şekil 8. 3**'te değer aralıkları verilen göl fiziksel özelliklerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi yapılmıştır.



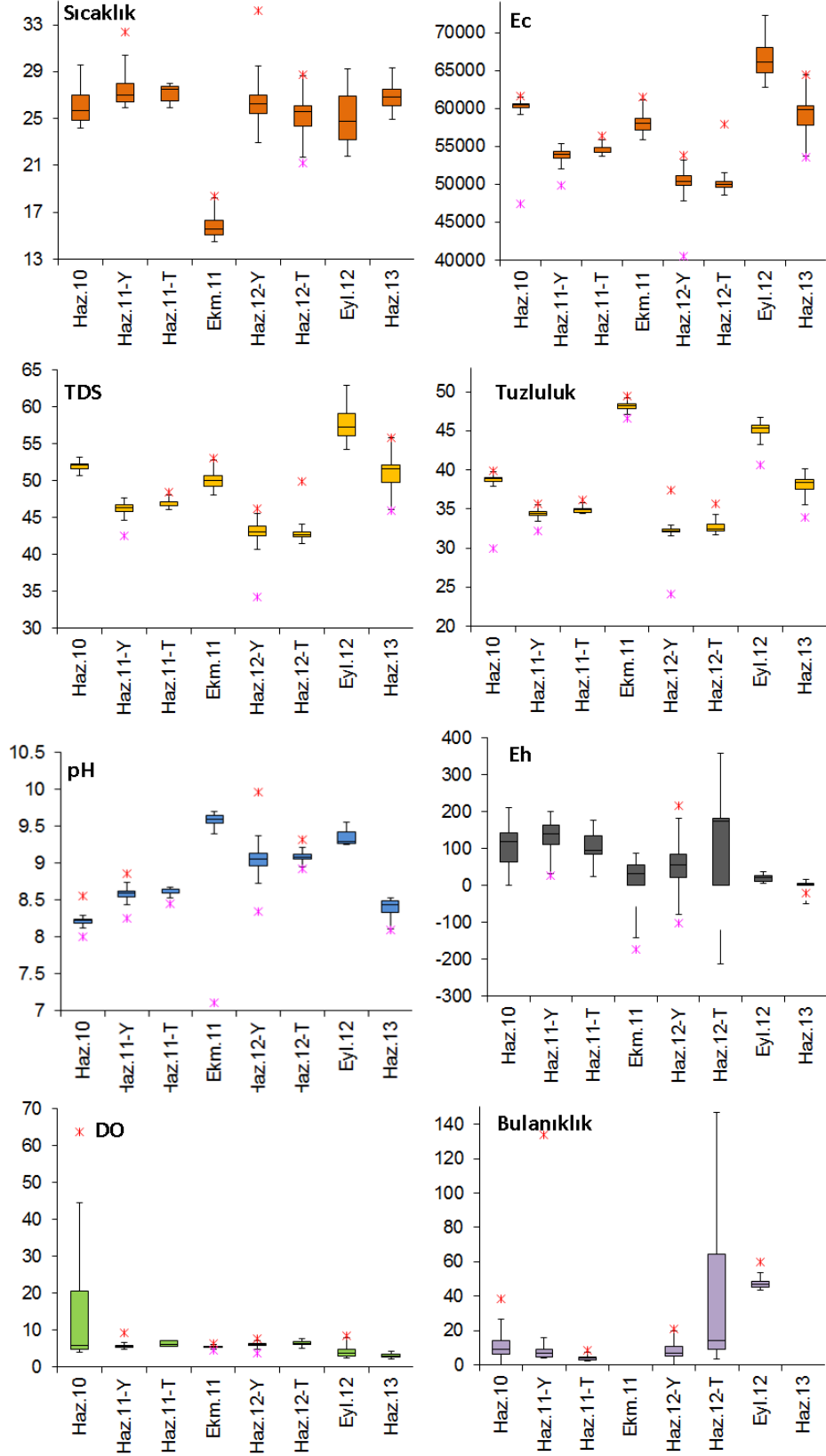
Şekil 8. 1: Göl yüzeyindeki örnekleme noktaları.





Şekil 8. 2: Göl örneklemesinde yapılan çalışmalardan görüntüler.





**Şekil 8. 3:** Acıgöl'de farklı dönemlerde ölçülen fiziksel parametrelerin değer aralıkları (Sıcaklık:°C, Ec:uS/cm, TDS (TÇM):g/L, Tuzluluk:ppt, Eh:mV, ÇO(DO):mg/L, Bulanıklık:NTU) .

### 8.1.2.1 Ec

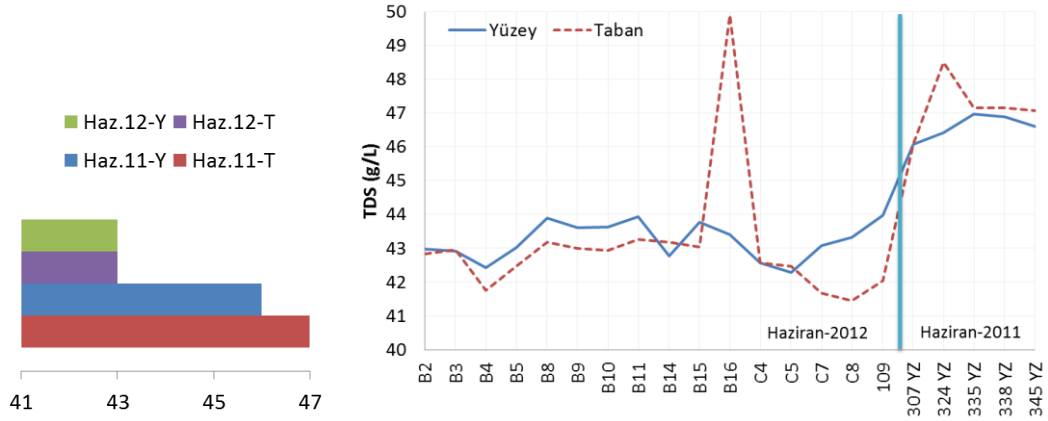
Acıgöl'ün iletkenlik değerleri 40529  $\mu\text{S/cm}$  ile 72313  $\mu\text{S/cm}$  arasında değişir. Gölün ortalama iletkenlik değerleri yağışlı dönemde (50324  $\mu\text{S/cm}$ ) düşerken kurak dönemde özellikle Eylül aylarında en yüksek seviyelerine ulaşır (Ort.=66300  $\mu\text{S/cm}$ ). Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte, ortalama iletkenlikte meydana gelen değişim 5000-16000  $\mu\text{S/cm}$  arasındadır (bkz. **Şekil 8. 3**). Yağışlı-kurak dönem geçişinde iletkenlik değerlerindeki en büyük değişim 2012 yılında gerçekleşmiştir (16000  $\mu\text{S/cm}$ ). Gölün yakın olduğu Ege Denizi iletkenliği ile karşılaştırıldığında eş değer oldukları görülür. Ege Denizi (Pamucak Sahili, Selçuk, İzmir) Ec değeri 58800  $\mu\text{S/cm}$ 'dir (Somay ve diğ. 2008). Göl Ec değerleri, Atlantik Okyanusu (43000  $\mu\text{S/cm}$ ) ile Great Salt Lake (158000  $\mu\text{S/cm}$ ) (Michaud 1991; WOW 2004) değerleri arasında kalır.

### 8.1.2.2 Toplam Çözünmüş Madde (TÇM/TDS) Miktarı

Göl suyu TÇM değerleri, Ec değerinden dönüştürülmüştür. TÇM değerlerinin dönüşümünde Mylon (U.S.) 442 Doğal Sular Standart Eğrisi ve eğriden belirlenen  $TÇM=0,4896 \times Ec^{1,0515}$  eğri denklemi kullanılmıştır.

Göl yüzeyinde ölçülen ortalama TÇM değerleri örneklenen her yılda, yağışlı-kurak dönem geçişinde artar. Uzun dönem ortalama TÇM değerleri 43-57,5 g/L arasında değişir. Ölçülmüş en düşük ve en yüksek TÇM değeri sırasıyla 34,3 ve 63 g/L'dir. Gölde mevsimsel ortalama TÇM değeri sinüzoidal dalga hareketine sahiptir. Eylül-2012 döneminde göldeki su hacminin azalmasına bağlı olarak çözünmüş madde en yüksek değerlerine ulaşmıştır (57,5 g/L).

Gölde yüzeyle birlikte taban ölçümlerinin yapıldığı Haziran-2011 ve Haziran-2012 döneminde ortalama TÇM değerleri sırasıyla 47 ve 43 g/L'dir. Haziran-2011 döneminde ortalama 1 g/L artış görülürken, Haziran-2012 döneminde değişim görülmemiştir. Haziran-2012 döneminde ekstrem örnek noktaları nedeniyle göl yüzeyi ile tabanı arasındaki ortalama değerlerde herhangi bir değişim gözükme de örnek bazında incelendiğinde, çözünmüş madde miktarında ortalama 0,5 g/L bir azalma söz konusudur. Haziran-2011 döneminde ise tersi bir durum gelişmiş, göl yüzeyinden tabana inildikçe TÇM artmıştır (**Şekil 8. 4**).



Şekil 8. 4: Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki TÇM değişimleri.

Göl TÇM değerleri, Atlantik Okyanusu (35 g/L) ile Great Salt Lake (230 g/L) (Michaud 1991; WOW 2004) değerleri arasında kalır. Göl TÇM değerlerine göre “*brine göl*” özelliğindedir (Tablo 8. 2).

Tablo 8. 2: TÇM değerlerine göre göl sınıflaması (Drever 1997).

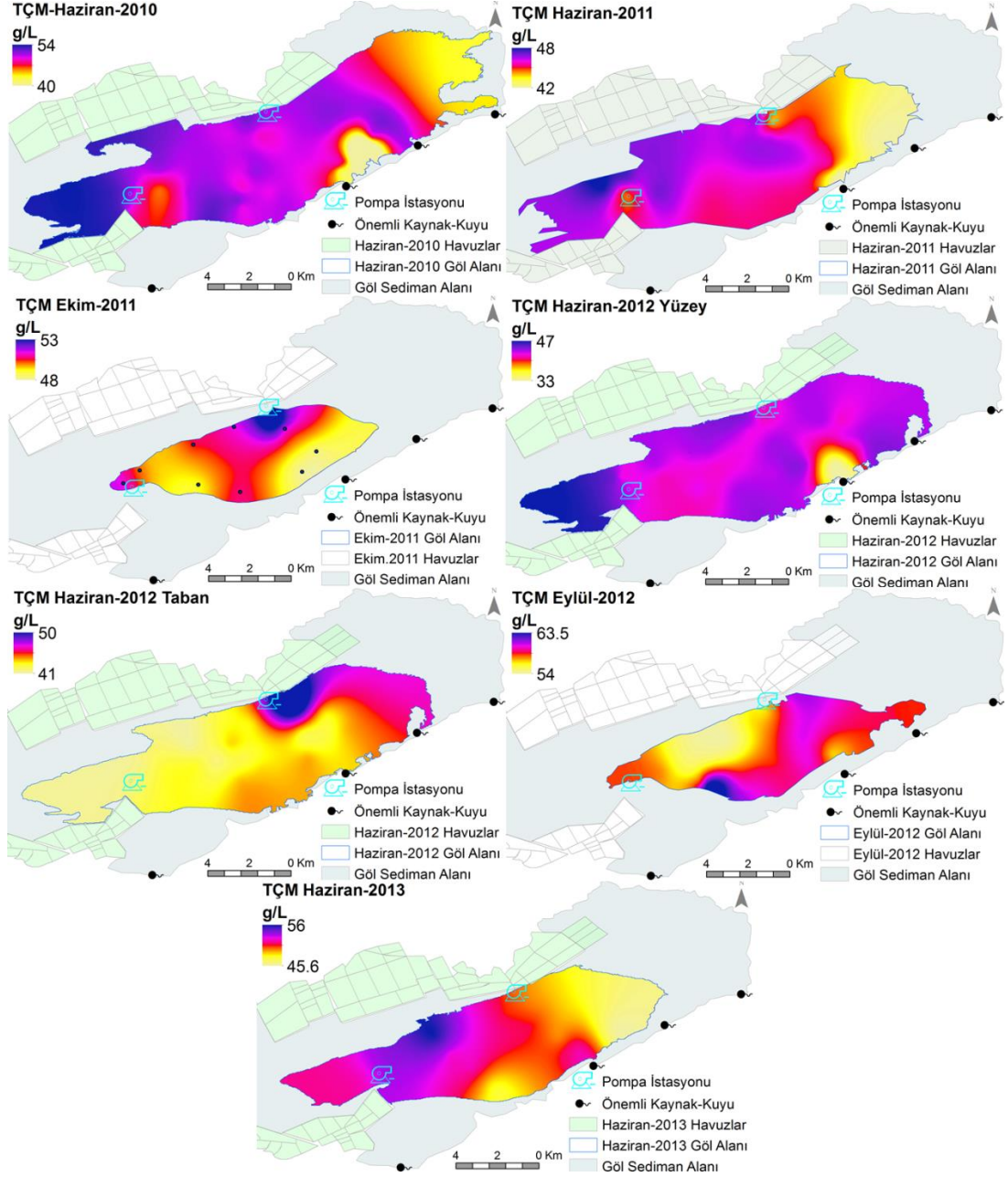
0-1.000 mg/L	Tatlı Sular (Fresh water)
1.000-20.000 mg/L	Acı Sular (Brackish)
20.000-35.000 mg/L=Deniz suyu	Tuzlu Sular (Saline)
> 35.000 mg/L	Brine (çözelti)

Gölde TÇM'nin alansal olarak değişimi, gölü besleyen kaynakların, gölü beslemesi için gölün güneyinde açılan derin sondajların ve yağışlı dönemde göle yüzey akışı ile gelen suların etkisindedir. Kaynakların göle karıştığı bölgelerde TÇM düşüktür. Gölün güneyindeki Akpınar kaynakları ile Gemiş Kaynağı'nın etkisi tüm dönemlerde görülür. Haziran-2012 döneminde göl tabanı ile yüzeyi arasında tuzluluğun alansal dağılımı büyük farklılık gösterir. Göl tabanında sodyum sülfat üretimi için su çekilen Alkim pompalarında TÇM değerleri oldukça yükselir. Haziran-2013 döneminde yüzey akışı ile göle ulaşan yağmur sularının gölü seyrelttiği bölgelerde TÇM, diğer bölgelere göre oldukça düşer (Şekil 8. 5).

### 8.1.2.3 Sıcaklık (t)

1999-2005 yılları arasındaki EİEİ (2005) verilerine göre Acıgöl'de göl suyu sıcaklığı hava sıcaklığından her zaman fazladır. Göl suyu kurak mevsimde en yüksek sıcaklık değerlerine ulaşır. Gölün kış – yaz mevsimi döngüsündeki sıcaklığı -1°C (Aralık ayında) ile +41 °C (Temmuz ayında) arasında değişir. Göllerde yüksek sıcaklığa bağlı olarak kimyasal ve biyolojik aktivite artar (Horne ve Goldman 1994;

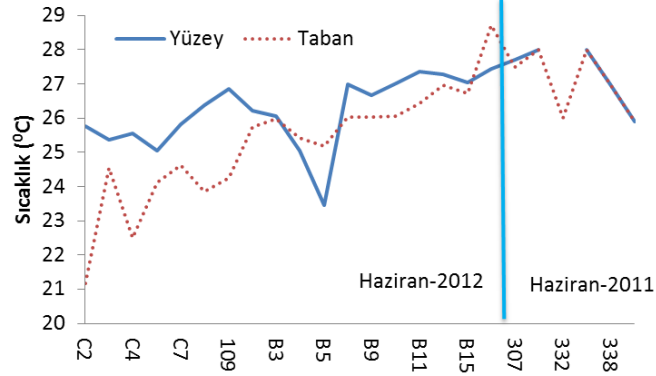
Michaud 1991; Moore 1987). Acıgöl'de su sıcaklığının kurak dönemde çok daha yüksek olduğu dikkate alındığında, gölde kimyasal ve biyolojik aktiviteler bu mevsimlerde daha yoğundur.



Şekil 8. 5: TÇM'nin alansal değişimi.

2010 yılından itibaren yağışlı ve kurak dönem izlemesinde ölçülen göl suyu sıcaklığı 14,5 – 34,2 °C aralığındadır. Göl suyu yağışlı mevsim sonlarında ortalama en yüksek 27,5 °C, kurak mevsim sonlarında ortalama en düşük 16 °C'dir. Örnekleme dönemlerinin her biri tek tek değerlendirildiğinde göl yüzeyinde ölçülen sıcaklık farkı Haziran-2012 döneminde en yüksek (11,5 °C), Ekim-2011 döneminde en düşük

değere (2,1 °C) ulaşmıştır. Göl yüzeyinden tabana inildikçe, güneş ışığı etkisi azaldığından, sıcaklık 0,3 – 4,6 °C, ortalamada 1,4 °C azalır (**Şekil 8. 6**).

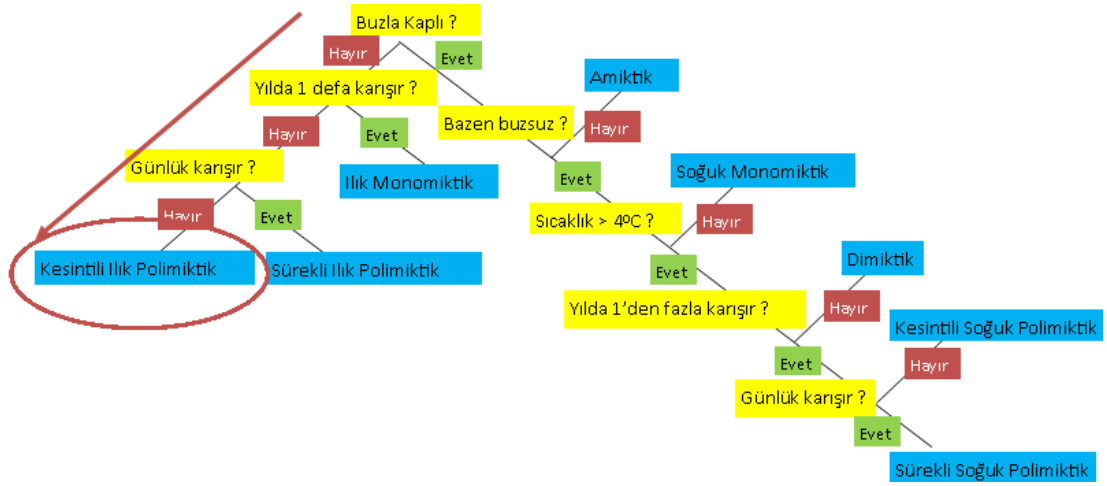


**Şekil 8. 6:** Göl yüzeyi ve tabanı arasındaki sıcaklık değişimleri.

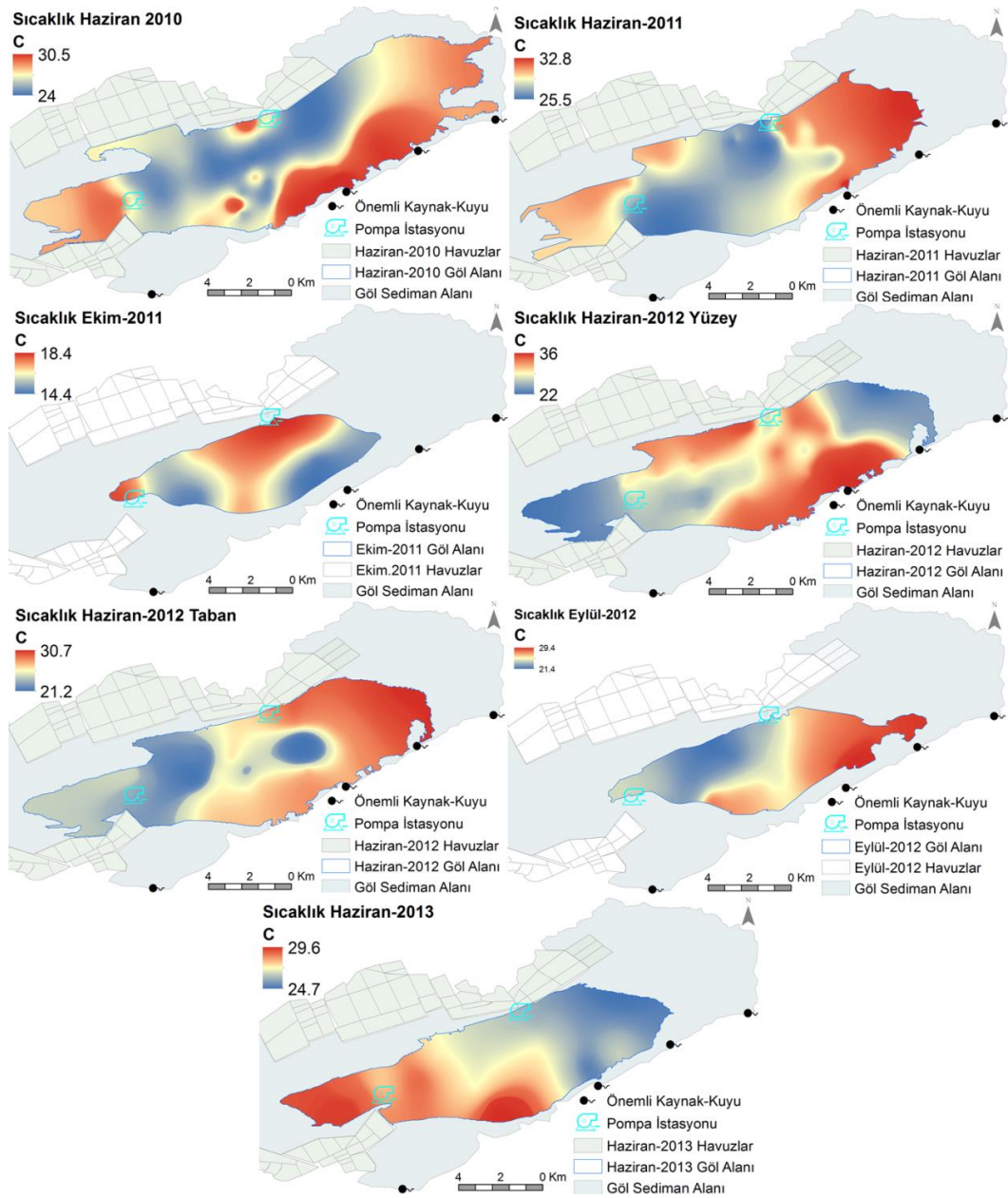
Yağışlı dönem sonunda muhtemelen yaz döneminde de göl yüzeyi ile tabanı arasındaki sıcaklık farkı, Acıgöl'de çok düşük seviyeli termal tabakalaşmanın gelişmesine neden olur. Muhtemelen havaların soğumasına bağlı olarak göl suyunun da soğuduğu kış aylarında göldeki termal tabakalaşma ortadan kalkar. Nitekim, sıcak mevsimlerde güneşin etkisiyle daha çok ısınan göl yüzeyleri, tabana kıyasla daha çok ısınmakta ve termal tabakalaşma gelişir (Horne ve Goldman 1994; Michaud 1991; Moore 1987). Kış aylarında atmosfer sıcaklığının düşmesinin etkisinde göl yüzey sıcaklığının düşmesi ve göl taban sıcaklığı ile eşit sıcaklığa gelmesi nedeniyle göllerde yaz mevsiminde gelişen termal tabakalaşma yok olur (Horne ve Goldman 1994; Michaud 1991; Moore 1987).

Göllerde sıcaklığı etkileyen bir başka faktörde suyun bulanıklığıdır. Gölde bulanıklık arttıkça, yüzeyde partiküller güneşten gelen ışığı suya göre daha çok absorbe ederek, ısıyı etrafındaki suya iletir ve suyun sıcaklığının artmasına neden olur (EPA 2012b). Lewis ve William (1983) termal sınıflama hiyerarşisine göre Acıgöl; a) EİEİ (2005) göl gözlem verilerine göre göl kenarının dışında buzlanma gerçekleşmemesi, b) çok sığ göl olması (2,3m) c) rüzgârla kolayca boca (turnover) edilmesi d) bütün mevsimler boyu derin tabakası yeterli miktarda oksijen alması nedeniyle "**polimiktik göl**" özelliğindedir (**Şekil 8. 7**).

Acıgöl'ün sıcaklığını havzadaki atmosferik sıcaklıkla birlikte gölü besleyen suların sıcaklığı da etkiler (**Şekil 8. 8**). Akpınar bölgesi kaynaklar genelde ortalama 20 °C'dir. Ekim-2011 döneminde göl suyunun ortalama sıcaklığı 16 °C olmasına karşın gölü besleyen kaynaklar olağan ortalama sıcaklıklarındadır.



Şekil 8. 7: Lewis ve William (1983) termal sınıflaması ve Acıgöl'ün durumu.



Şekil 8. 8: Sıcaklık değerlerinin gölde alansal dağılımı.



Gölde sıcaklık çok düşük olduğu Ekim-2011 döneminde, kaynakların olağan sıcaklığında olması, göl suyu sıcaklığını kontrol eden ana faktörün atmosferik koşullar olduğunu gösterir. Gölün sıg kesimleri, güneş ışığının göl tabanına kadar ulaşması nedeniyle, daha çok ısınmakta ve su sıcaklığı artar. Yoğun yağışlı dönemlerde yağmur sularının yüzeysel akışla göle girdiği durumlarda göl su sıcaklığı düşer.

#### 8.1.2.4 pH

Tuzlu göllerde evaporasyon, pH değerlerinde farklılıklara neden olur. Evaporasyon sonunda tuzlu ortamda pH değerinin azalması beklenir. Evaporasyona başlayan tuzlu suda pH, karbonat çökelinin gerçekleştiği noktada kısmi bir artış gösterdikten sonra, halit çökelinin başladığı noktada aniden düşer ve bu düşüşü evaporasyon sonuna kadar devam ettirir (Babel ve Schreiber 2014; Brantley ve diğ. 1984).

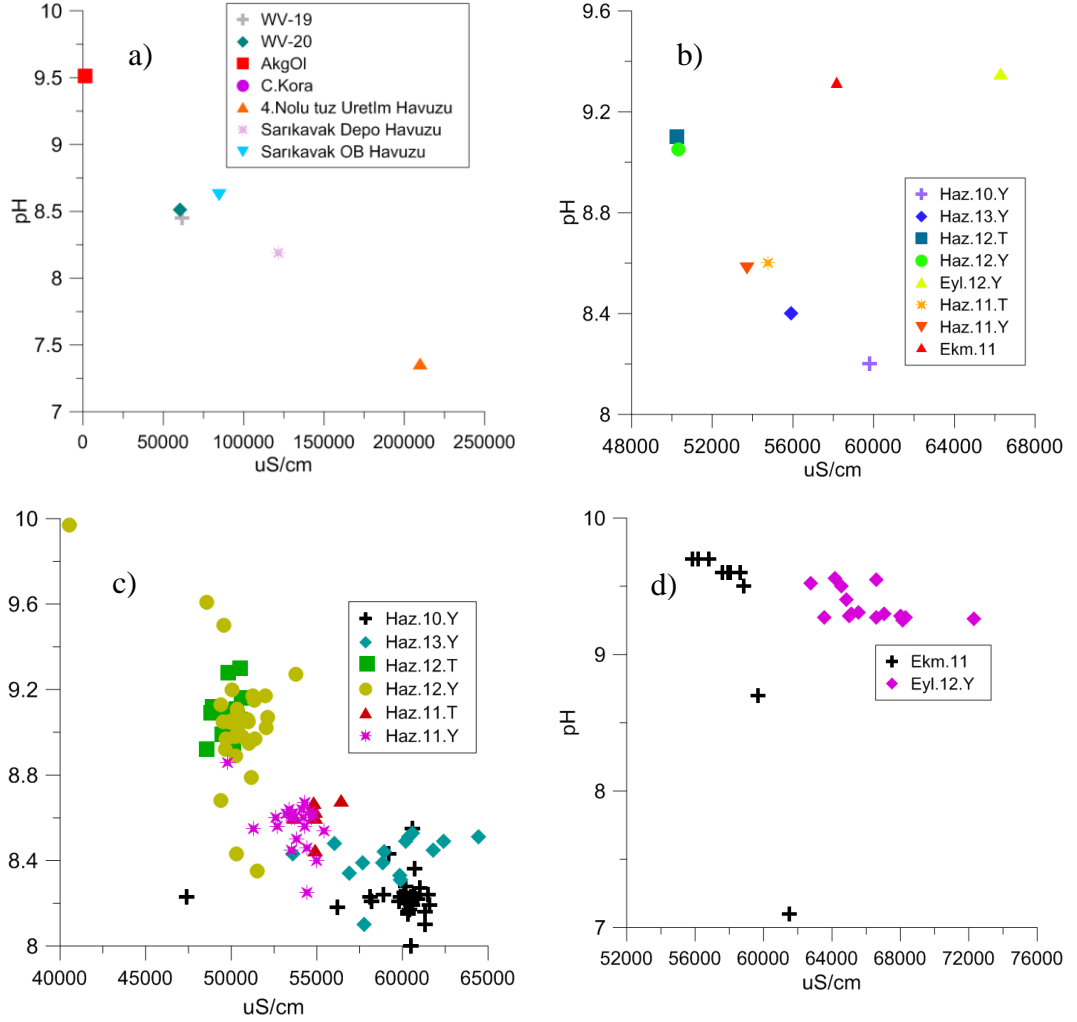
Acıgöl'de evaporasyon miktarına göre pH değişimi; havzada, gölde yağışlı-kurak dönemlerle birlikte, gölde sadece yağışlı dönemlerde, gölde sadece kurak dönemlerde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sülfat üretiminin gerçekleştirildiği havuzlar göl suyunun evaporasyon durumunu yansıtırlar. Acıgöl'e yakın konumdaki tuzluluğu düşük Akgöl ile birlikte tuzluluğu yüksek sülfat üretim havuzları, havzadaki evaporasyonun pH üzerindeki etkisi değerlendirmek için birlikte kullanıldığında, sularda iletkenlik arttıkça pH miktarının azaldığı görülür (**Şekil 8. 9-a**).

Göldeki evaporasyon değişiminin pH üzerindeki etkisi, kurak dönemler yağışlı dönemlerden farklı davranış sergilerler (**Şekil 8. 9-b**). Acıgöl'de yağışlı-kurak dönem arasındaki biyolojik faaliyet (klorofil, fotosentez vb.) ve kimyasal aktivite yoğunluğundaki büyük fark bunda etkendir. Yağışlı ve kurak dönem evaporasyon-pH ilişkisini belirlemede ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yağışlı ve kurak dönemlerde evaporasyon arttıkça, pH değerleri azalır (**Şekil 8. 9-c**). Yağışlı dönemde evaporasyona bağlı pH düşümü çok hızlı iken, kurak dönemde belirli bir evaporasyon seviyesinden sonra pH düşümü yavaştır (**Şekil 8. 9-d**).

pH değerleri, Acıgöl'de tüm dönemlerde **alkalin koşulların** gerçekleştiğini gösterir. Gölde pH değerleri, 8-10 arasında değişir. Göl suyundan farklı olarak, göle göre daha fazla evaporasyona uğramış tuz üretim havuzlarında 7,4'e kadar düşer. Acıgöl'de evaporasyon pH değerlerini düşürmekle birlikte, gölün kurak dönemlerde ileri derecede fitoplankton artışı ve ötrofikasyona uğraması (Budakoğlu ve diğ. 2014)



nedeniyle pH değerleri yükselir. Haziran dönemlerindeki pH farklılıklarında gölün ötrofik durumu, fitoplankton sayısı etkili olmakla birlikte, yağış farklılığı da pH değerlerinde farklılığa neden olur.

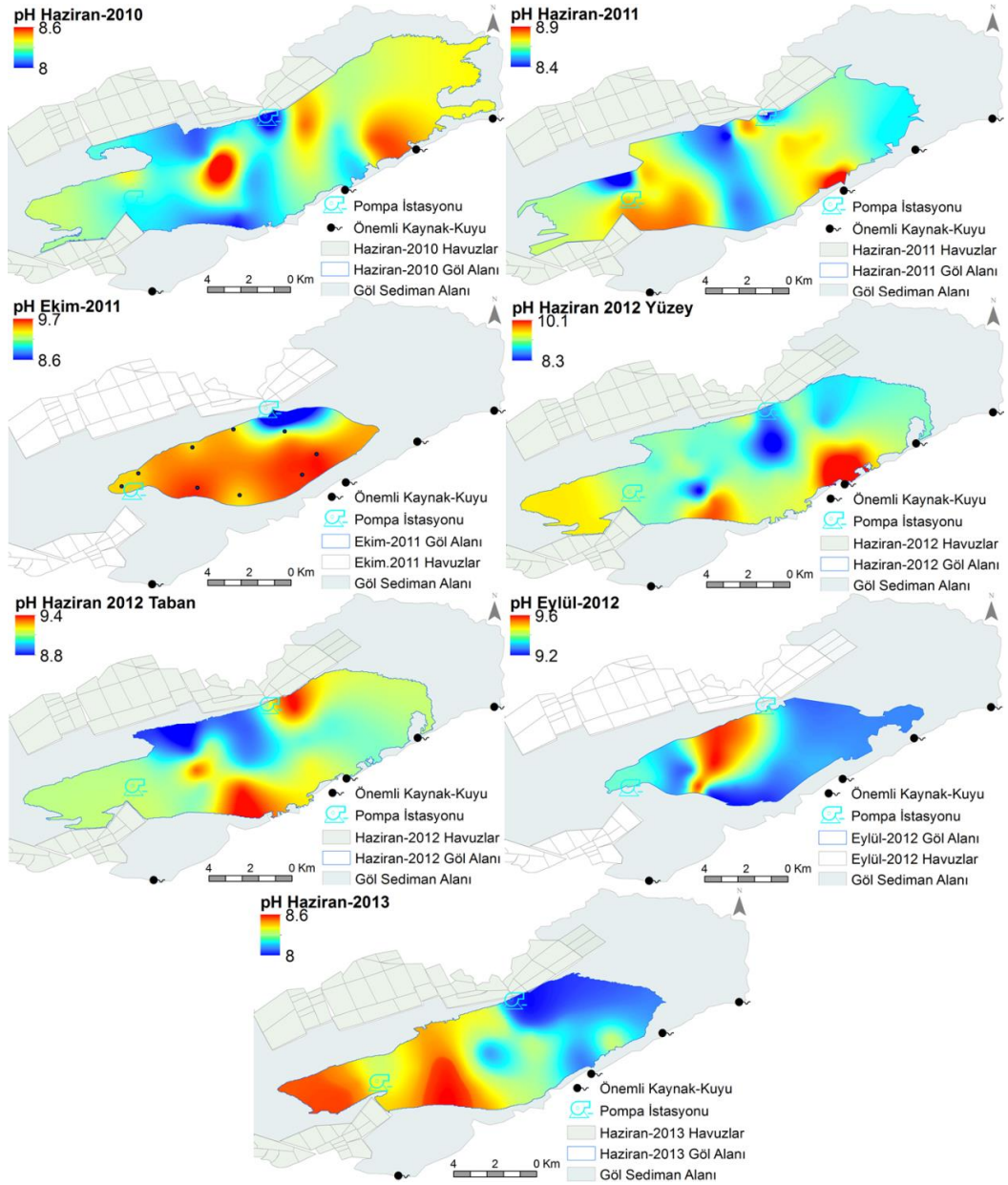


**Şekil 8. 9:** Evaporasyona bağlı pH değişimi a)havzadaki evaporasyon, b)Acıgöl'de mevsimsel olarak evaporasyon artımı, c)sadece yağışlı dönemlerde evaporasyona, d)sadece kurak dönemlerde evaporasyon etkisinde.

Göldeki pH değerleri çok geniş aralıkta olmadığından alansal dağılımında görülen anomali farklılığı da düşük değer aralığında anomali gösterir (Şekil 8. 10). Yağışlı dönem sonlarında gölü besleyen suların göle giriş yaptığı bölgelerde pH anomalileri yüksekken, gölün diğer bölgelerinde düşüktür. Suların göle giriş yaptığı bölgelerde göl suyu seyreltiği için evaporasyon düşük olduğundan pH değerleri yüksektir. Gölün su girişi dışındaki bölgeleri evaporasyonla yoğunluk artışına bağlı olarak pH değerleri düşer. Ekim döneminde ötrofik durumda olması nedeniyle homojen pH dağılımına sahip gölde, Alkim pompalarında su çekiminden kaynaklı karışım nedeniyle pH değerleri düşer. Göldeki pH değerlerinin bölgesel farklılaşmasında, gölde yoğun halde bulunan bakteri faaliyetleri, fitoplankton ve alg

yoğunluğu (Budakoğlu ve diğ. 2014) etkili olabilir. CO<sub>2</sub> konsantrasyon farklılığı, yağmur ve karbonat formundaki çökellerle etkileşim pH değerlerinde farklılığa neden olabilir (Bialkowski 2006; EPA 2012a; Utah State University 2013).

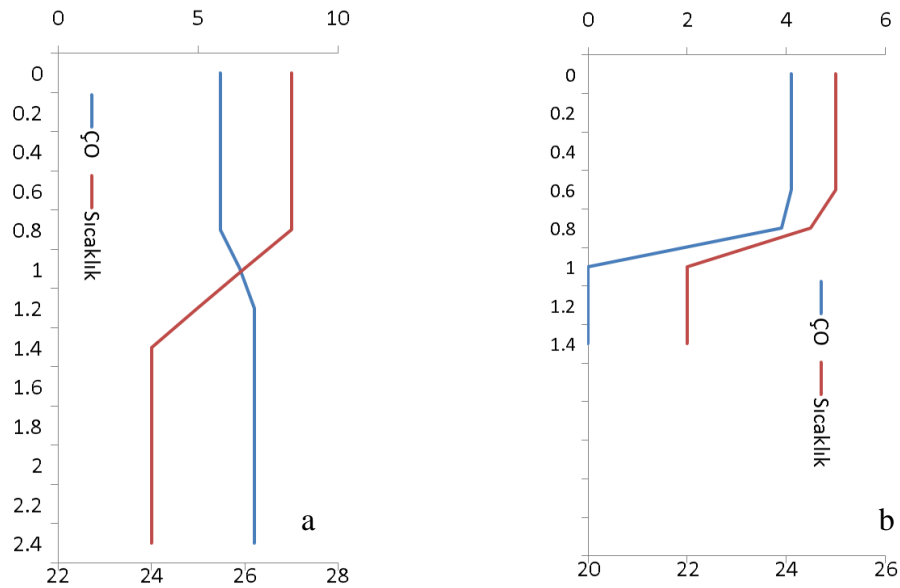
Gölde yüzey ile taban arasında pH değişimi oldukça düşüktür (**Şekil 8. 11**). Göl tabanındaki pH değerleri daha yüksek olmakla birlikte yüzey ile taban arasındaki değişim 0,01-0,66 arasındadır. Yüzeyde pH değerlerinin düşük olması, tabana göre evaporasyonun daha yüksek olmasından kaynaklanır. Aynı zamanda göl tabanındaki pH'nın artmasının olası bir başka nedeni, tabandaki alg fazlalığı ve alglerin fotosentez sırasında hidrojen kullanmalarıdır. Alg ve bitkilerin fotosentez sırasında hidrojen kullanmaları, ortamın pH'nının artmasına neden olur (WSDoE 1991).



Şekil 8. 10: pH değerlerinin gölde alansal dağılımı.



Yağışlı- kurak dönem arasındaki ÇO farklılığı, yağışlı ve kurak dönemde göl yüzeyi ile göl tabanı arasındaki ÇO farklılığı gölün ötrofik durumu ile ilgilidir. Yağışlı dönemde **mezotrofik** konumda olan göl, kurak dönemde **hiperötrofik** hale geçer. Kurak dönemde gölde ötrofikasyonun artması bir anlamda fitoplankton, alg ve organik madde artımı (Budakoğlu ve diğ. 2014), yağışlı dönemden daha az ÇO içermesinin bir başka nedenidir. Göl tabanında oksijenin alg ve fitoplankton tarafından tüketilmesi nedeniyle ortam anoksik hale gelir. Kurak dönemde göl tabanındaki anoksik siyah çamurda ölçülen ÇO değeri 0 mg/L'ye yakındır. Yağışlı dönemde oligotrofik göldeki fitoplankton miktarı, kurak döneme göre düşük olduğundan, güneş ışığı göl tabanına kadar ulaşabilir. Göl tabanında yüzeye göre kısmi fitoplankton fazlalığı, tabanda ÇO miktarının ve pH değerlerinin yüzeye göre artmasına neden olur (**Şekil 8. 13**). Oligotrofik göllerde, güneş ışığının derine penetrasyonu nedeniyle, derine doğru alg miktarı artar ve ayrışma ile daha az oksijen tüketilir (Horne ve Goldman 1994; Michaud 1991; Moore 1987). Alg ve fitoplanktonların fotosentezi sonucu ÇO, ürün olarak suda artar (Watt 2000).

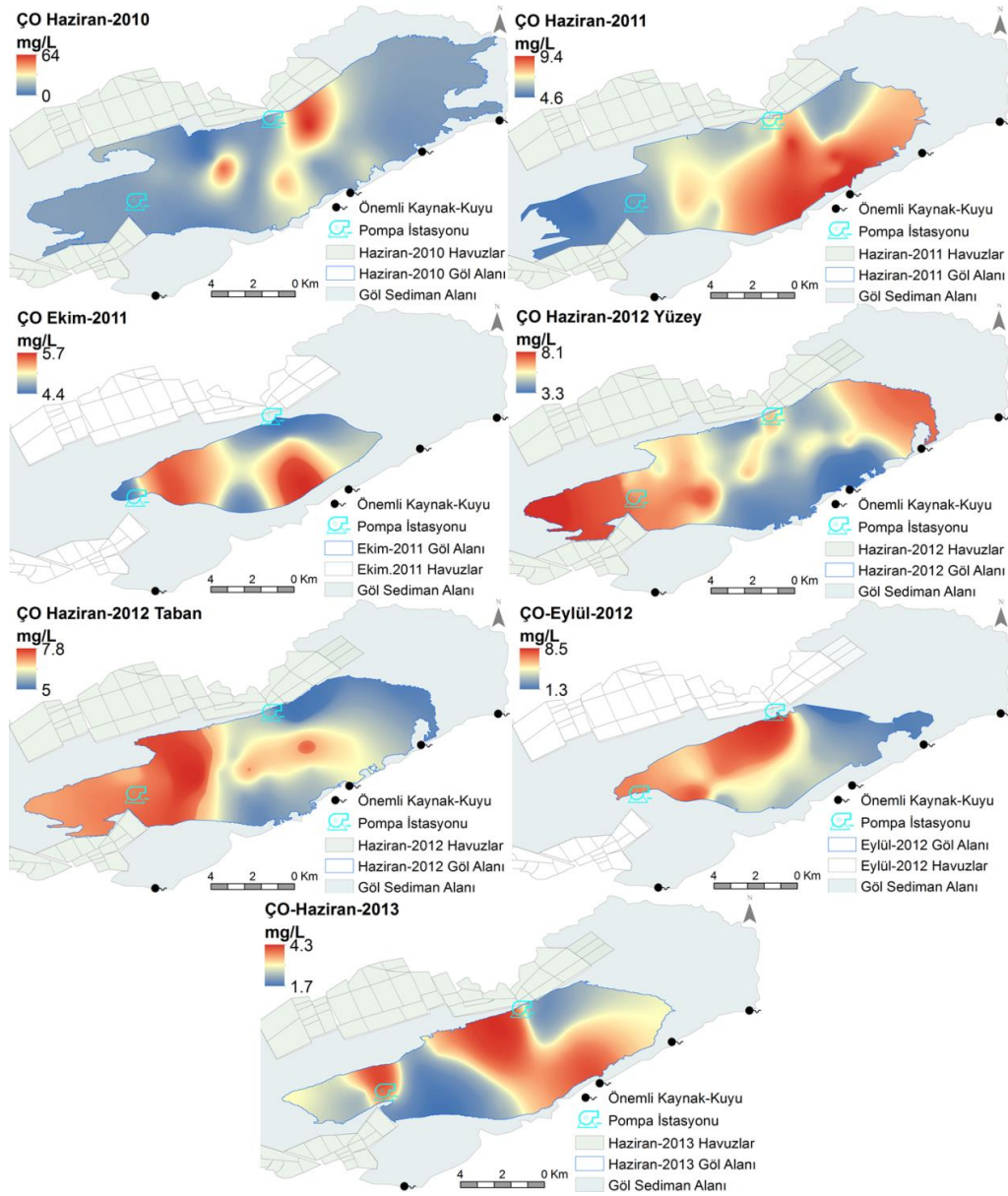


**Şekil 8. 13:** a) Yağışlı dönemde oligotrofik-mezotrofik konumdaki Acıgöl'de gölde derinliğe bağlı ÇO ve sıcaklık değişimi b) kurak dönemde hiperötrofik konumdaki Acıgöl'de derinliğe bağlı olası ÇO ve sıcaklık değişimi ((Horne ve Goldman 1994; Michaud 1991; Moore 1987; Wetzel 1975)'den güncellenmiştir).

Göldeki ÇO değerlerinin alansal dağılımı, sıcaklık alansal dağılımı ile zıt anomaliye sahiptir. Sıcaklığın arttığı bölgelerde ÇO düşük, sıcaklığın düştüğü bölgelerde ÇO yüksek anomaliye sahiptir (**Şekil 8. 14**). ÇO ile sıcaklık arasındaki alansal anomalideki zıt şekildeki yüksek benzerlik, ÇO değerlerinin şekillenmesinde sıcaklık koşullarının daha etkin olduğunu gösterir.

### 8.1.2.6 Tuzluluk (Salinity)

Su veya çözeltilde çözülmüş tuz miktarının göstergesi olan tuzluluk, suların tuzluluk derecesinin tanımlanmasında kullanılır (Babel ve Schreiber 2014). Birimi ppt (parts per thousand) veya ‰'dir (Gamsjäger ve diğ. 2008; IOC ve diğ. 2010). Tuzluluk genellikle yoğunluk, Ec, spesifik gravite, optik kırılma indisi (optical refractive index) değerlerinden hesaplanır (Babel ve Schreiber 2014). Tuzluluk değerleri ölçüm sıcaklığındaki Ec değerlerinden çoklu ölçüm cihazları tarafından ölçüm sırasında hesaplanarak belirlenir (YSI 2016).



Şekil 8. 14: ÇÖ değerlerinin gölde alansal dağılımı.

Tuzluluk değerleri kullanılan çoklu parametre lum cihazları ile yerinde belirlenmiştir. Gölde uzun dönem tuzluluk değerleri 24,1 – 49,4 ppt arasındadır. Tuzluluk değerleri yağışlı dönemden kurak döneme geçişte artarak, dönem ortalamaları 32 – 48,1 ppt arasında değişim gösterir. Ekim-2011 dönemi izlenen dönemlerde tuzluluk değerinin en yüksek (Ort.=48,1, n=11), Haziran-2012 dönemi en düşük olduğu dönemlerdir.

Deniz suyunun tuzluluğu 35 ppt olduğu göz önüne alındığında, Acıgöl'n tuzluluğu, yağışlı dönemde deniz suyuna benzerken, kurak dönemde deniz suyundan daha tuzlu hale gelir. Hammer (1986) sınıflamasına göre gl yağışlı dönemde "mesosalin", kurak dönemde "hipersalin" zelliktedir (**Tablo 8. 3**).

**Tablo 8. 3:** Tuzluluk değerlerine göre gl sınıflama (Hammer 1986).

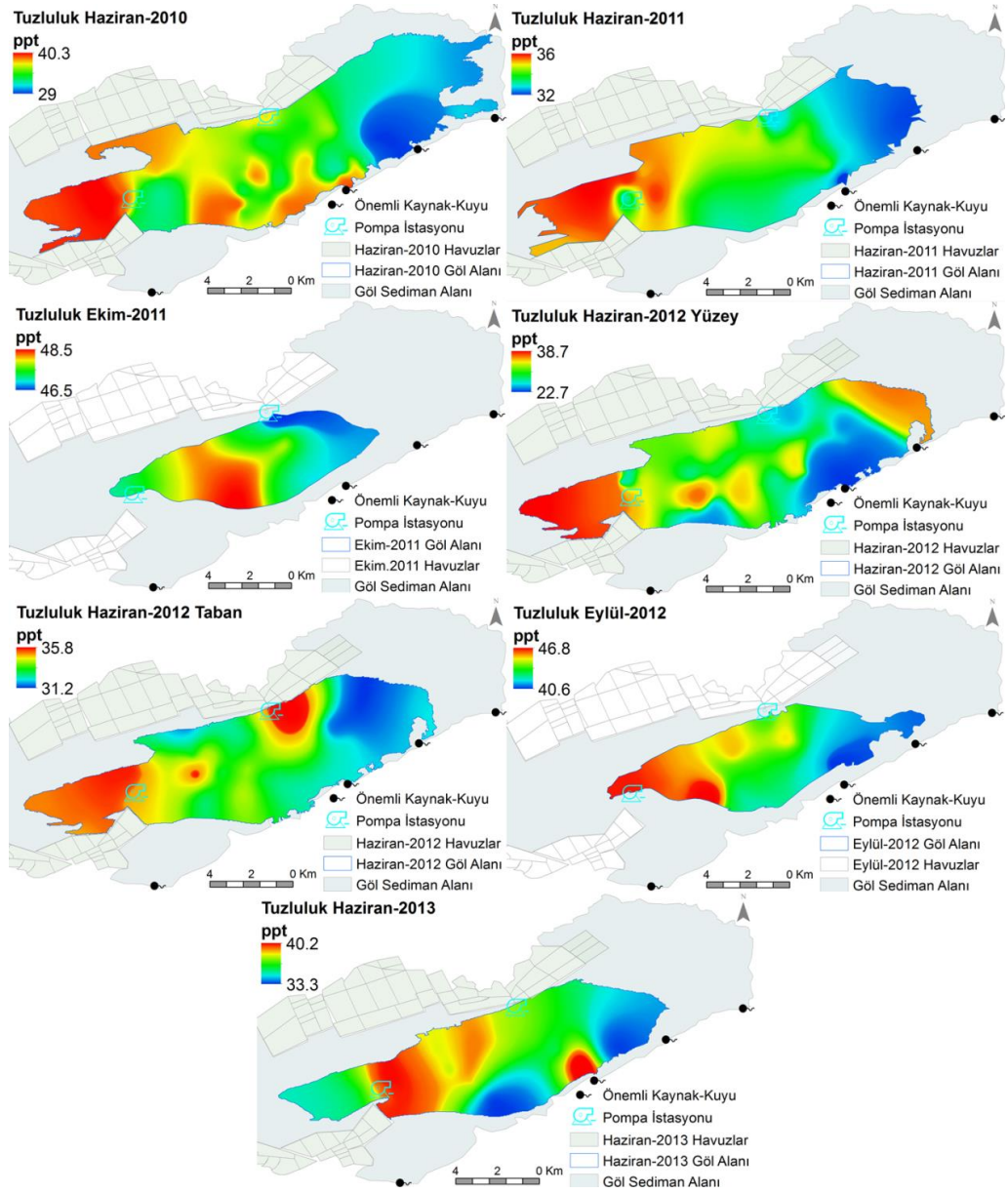
0,5-3‰ (0,5-3 gr/L)	Subsalin
3-20‰ (3-20 gr/L)	Hiposalin
20-50‰ (20-50 gr/L)	Mesosalin
>50‰ (> 50 gr/L)	Hipersalin

Gl yüzeyi ile tabanı arasındaki tuzluluk değişimi 4 ppt'ye kadar çıkar. Gölde tuzluluğunun alansal değişimi, TM'de olduğu gibi gölü besleyen kaynakların, gölün güneyinde gölü beslemesi için açılan derin sondajların ve yağışlı dönemde göle yüzey akışı ile gelen suların etkisindedir (**şekil 8. 15**). Kaynaklar ve sondaj suları göle karıştığı bölgelerin tuzluluğunu azaltır. Gl tabanında sodyum sülfat üretimi için su çekilen Alkim pompalarında tuzluluk değerleri oldukça yükselir. Ancak kurak dönemde (Ekim-2011) gölden su çekilmesi durumunda, pompa istasyonlarının olduğu bölgelerin tuzluluğu düşerek, kaynakların göle giriş yaptığı bölgelerdeki değerlere eş değer hale gelir. Gölde yüzeyle birlikte taban ölümlerinin yapıldığı Haziran-2011 ve Haziran-2012 dönemlerinde tuzluluk değerlerinin genelde derinliğe bağlı olarak artma eğilimindedir (**şekil 8. 16**). Haziran-2012 döneminde gl tabanı ile yüzeyi arasında tuzluluğun alansal dağılımı kısmen farklılık gösterir. Haziran-2013 döneminde yüzey akışı ile göle ulaşan yağmur sularının gölü seyrelttiği bölgelerde tuzluluk diğer bölgelere göre oldukça düşer (4-10 ppt).

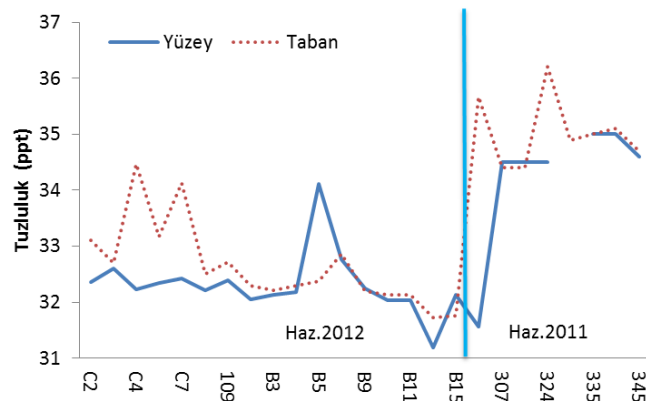
### 8.1.2.7 Redoks Potansiyeli-Eh (ORP)

Acıgöl'de yağışlı ve kurak dönemde, ORP değerleri -211,8 ile +238 arasında değişir. İzlenen dönemlerden Haziran-2010 (yüzey), Haziran-2011 (taban ve yüzey) ve Eylül-2012 (yüzey) dönemlerinde gölde negatif ORP değerleri görülmemiştir.





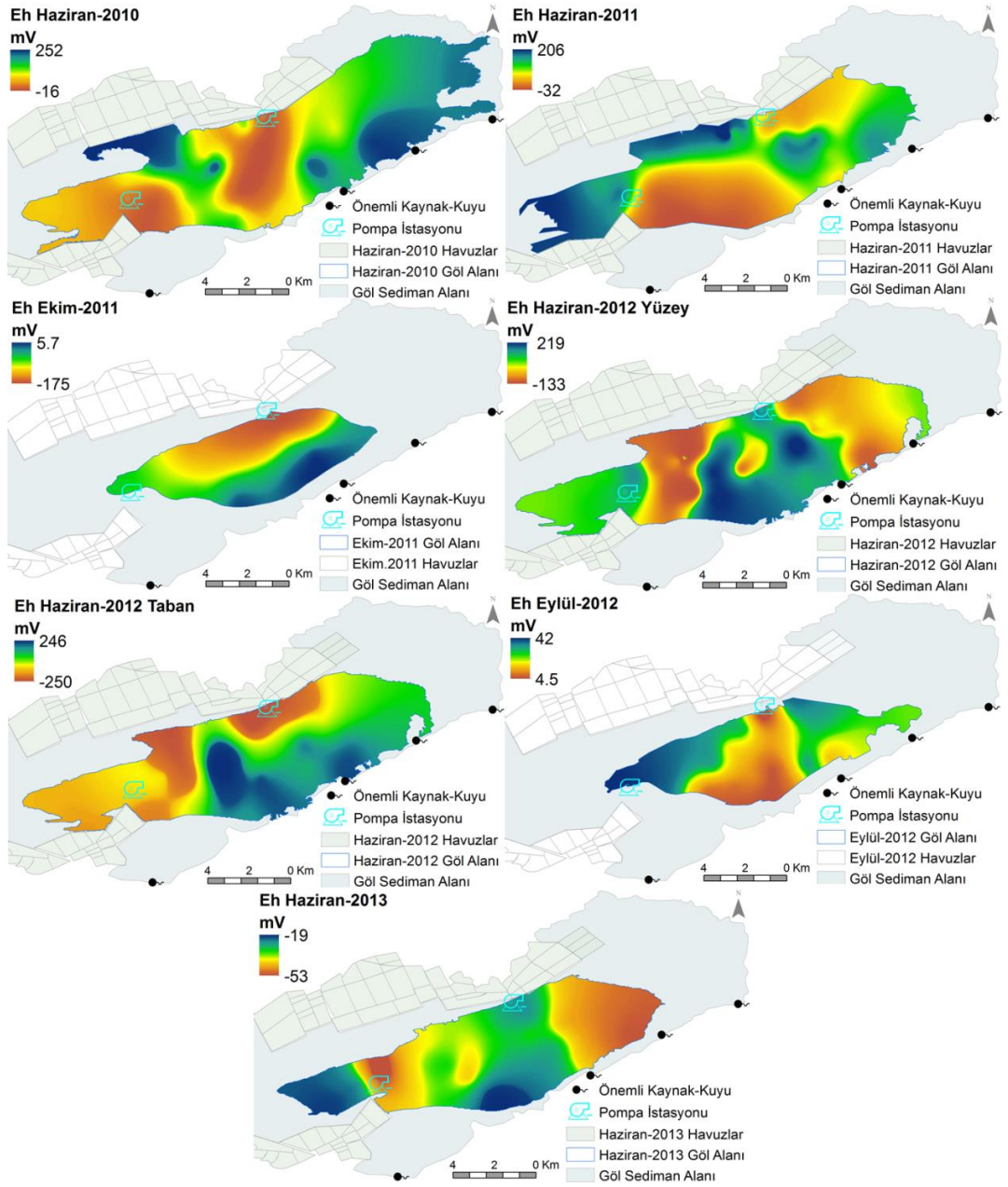
Şekil 8. 15: Tuzluluğun alansal değişimi.



Şekil 8. 16: Göl yüzeýi ve tabanı arasındaki tuzluluk deęiřimleri.



Ekim- 2011 ve Haziran-2013 dönemlerinde gölün bir çok bölgesinde negatif ORP değerleri ölçülmüş olması nedeniyle indirgen durumdadır. Haziran-2012 döneminde gölün yüzeyinde sadece birkaç noktada göl indirgen durumdayken, gölün tabanında indirgen alanlar oldukça fazladır. Gölde ORP değerlerinin alansal dağılımında gölün beslenimini sağlayan suların etkisi önemlidir. Gölü besleyen suların göle giriş yaptığı bölgelerde ORP değerleri yükselir (**Şekil 8. 17**). Gölün redoks potansiyeli, “Güncel Sedimanların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri” bölümünde, “Eh-pH Denge Diyagramı” altında detaylandırılmıştır.



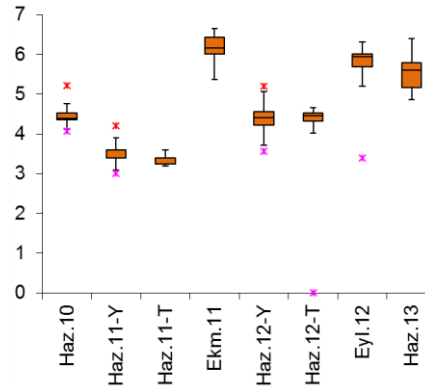
**Şekil 8. 17:** Redoks potansiyelinin alansal değişimi.

### 8.1.2.8 Bulanıklık (NTU)

Göl bulanıklık değerleri 0-628 NTU arasında değişir. Bulanıklık ekstrem davranışları kurak dönemde ve göl tabanında görülür. Gölde bulanıklık ekstrem davranış dışında en fazla 38 NTU'dur.

### 8.1.2.9 Gölün Alkalinitesi

Acıgöl'ün alkalinite değerleri 3-6,6 meq/L arasında değişir. Gölde genellikle yağışlı dönemde alkalinite düşükken, kurak dönemde alkalitenin arttığı görülür. Göl su kolonunda alkalinite homojen değildir. Göl yüzey ile göl tabanı arasında alkalinite farkı gelişir. Göl tabanındaki alkalinite, göl yüzeyine göre daha düşüktür (**Şekil 8. 18**).



Şekil 8. 18: Gölde mevsimlere bağlı olarak alkalinite değişimi (meq/L).

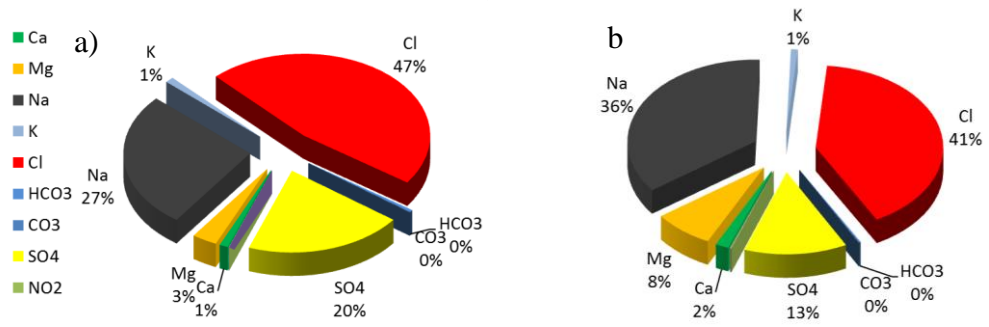
### 8.1.3 Göl'de Çözünmüş İyonlar

Göl jeokimyası, gölde çözülmüş majör (**Tablo 8. 4**) ve iz elementlere göre iki ayrı grupta değerlendirilmiştir. Bazı iz elementler, derişimlerinin 1 mg/L'den fazla olması nedeniyle majör elementlerle birlikte kullanılmıştır.

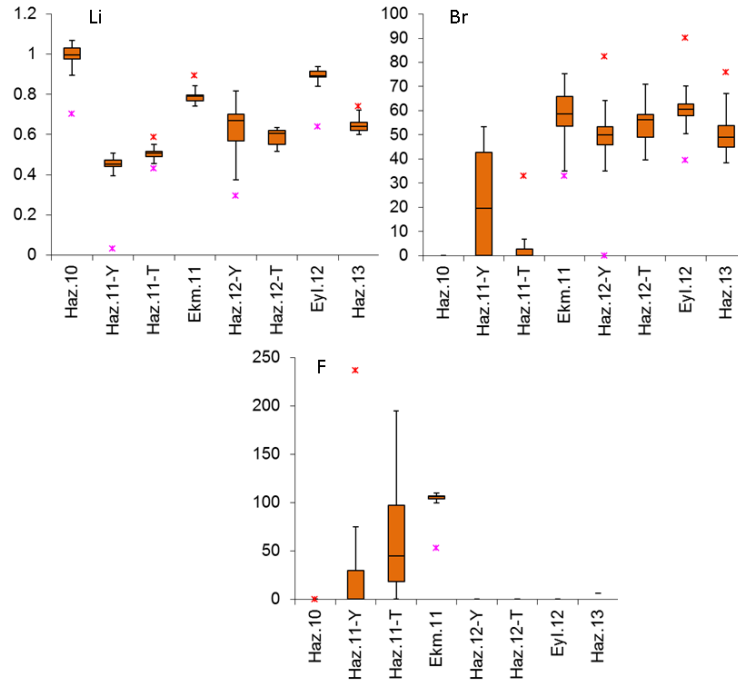
Tablo 8. 4: Gölde jeokimyasal değerlendirmede kullanılan iyonlar.

Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^{-1}$ )	Klorür ( $\text{Cl}^{-1}$ )	Baryum ( $\text{Ba}^{+2}$ )	Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ )
Bromür ( $\text{Br}^{-1}$ )	Nitrat ( $\text{NO}_3^{-1}$ )	Bor ( $\text{B}^{+3}$ )	Potasyum ( $\text{K}^{+1}$ )
Florür ( $\text{F}^{-1}$ )	Nitrit ( $\text{NO}_2^{-1}$ )	Demir ( $\text{Fe}^{+2}$ )	Silisyum ( $\text{Si}^{+4}$ )
Fosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ )	Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ )	Sodyum ( $\text{Na}^{+1}$ )
Karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ )		Lityum ( $\text{Li}^{+2}$ )	Stronsiyum ( $\text{Sr}^{+2}$ )

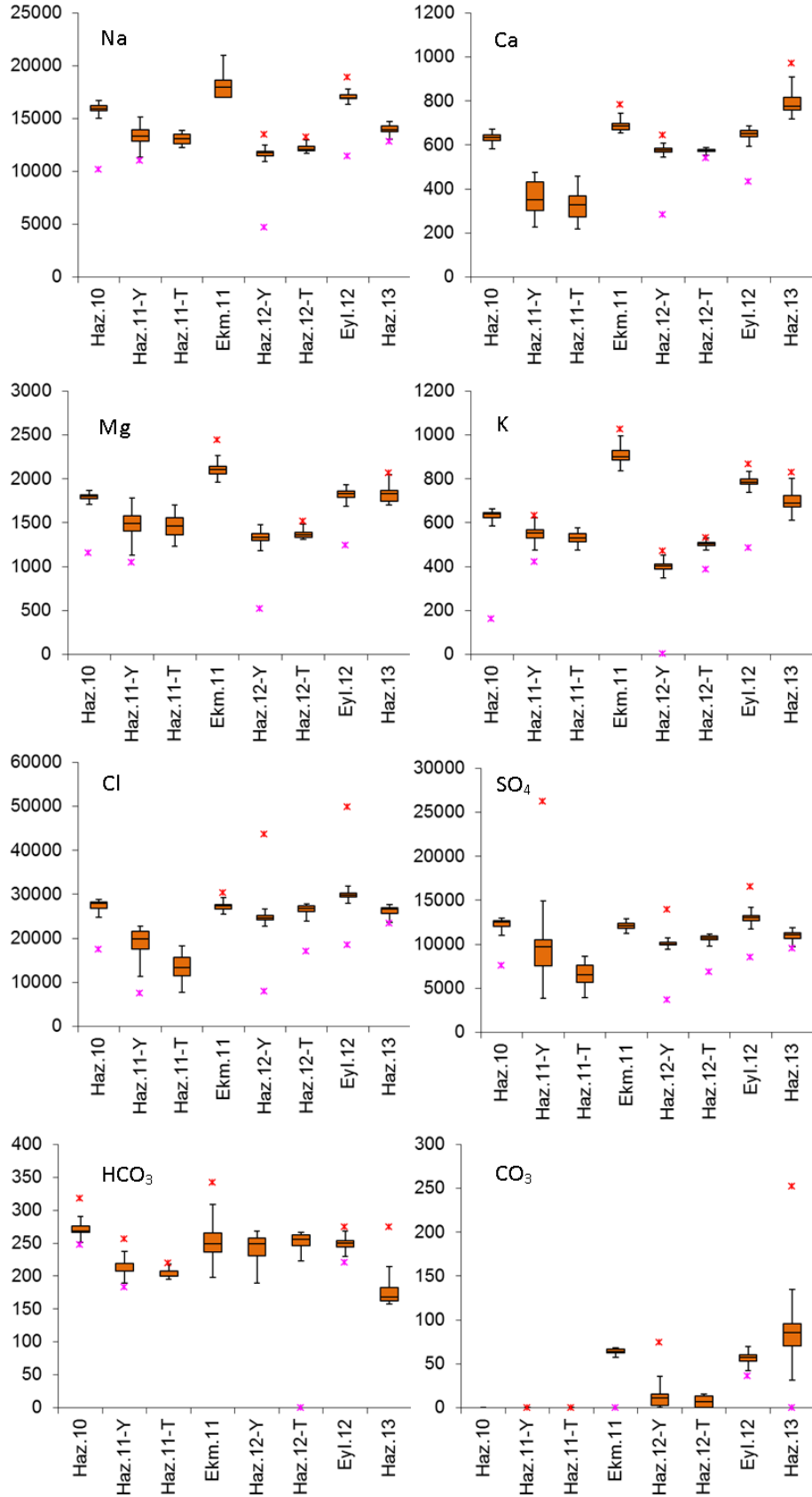
Gölde oransal olarak çözülmüş toplam iyonun %10'unun üzerinde derişime sahip anyonlar yoğunluk sırasına göre  $Cl^{-1} > Na^{+1} > SO_4^{-2}$ 'dir. Göldeki  $Cl^{-1}$  derişimi, toplam çözülmüş iyonların yaklaşık olarak yarısını oluşturur (**Şekil 8. 19**). Katyonlarda alkali metaller ( $Na^{+1}$ ,  $K^{+1}$ ,  $Li^{+2}$ ), toprak alkali metallere ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Ba^{+2}$ ,  $Sr^{+2}$ ) oldukça fazladır. Zayıf asit köklerin ( $HCO_3^{-1}$ ,  $CO_3^{-2}$ ) toplamı, %1'in altında iken güçlü asit kökleri, çözülmüş toplam iyonun yarısından fazlasını oluşturur. Gölde izlenen dönemlerde gölün farklı noktalarının iyon içeriği oransal olarak birbirine benzerdir. Gölde derişimi 1 mg/L'den fazla olan iz elementlerle birlikte majör element derişimlerinin zamansal değişimi sırasıyla **Şekil 8. 20**'de verilmiştir. Gölün jeokimyasını oluşturan iyonların farklı dönemlerdeki oransal dağılımının ortaya konması için genel kimyasal (**Şekil 8. 21**) ve iyon dağılım haritaları (**Şekil 8. 22**) hazırlanmıştır.



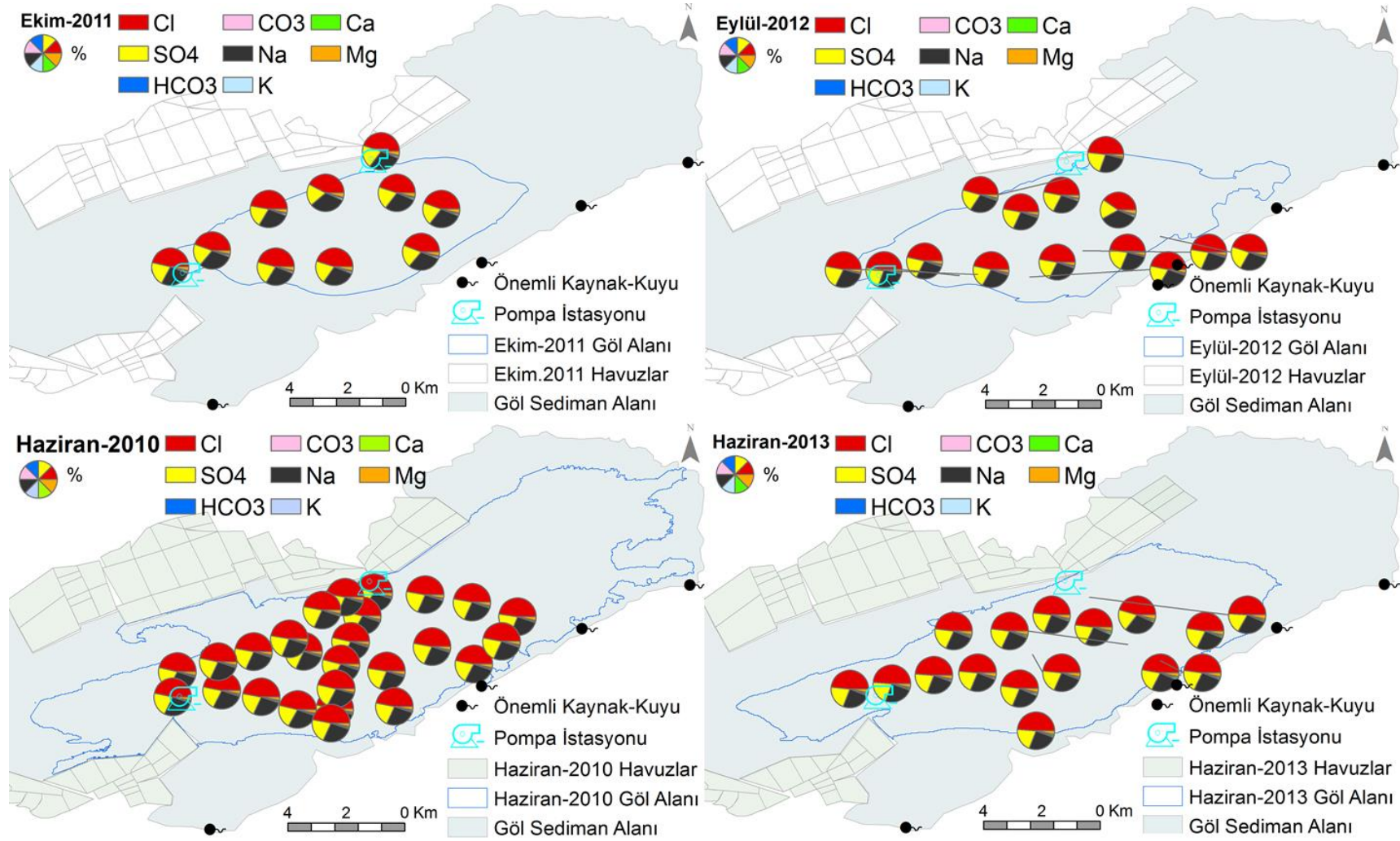
**Şekil 8. 19:** Gölde çözülmüş iyonların oransal dağılımı a)mg/L derişiminde b)meq/L derişiminde.



**Şekil 8. 20:** Göldeki iz element derişimlerinin (mg/L) box-plot grafiği.



Şekil 8. 21: Göldeki majör iyon derişimlerinin (mg/L) box-plot grafiği.



Şekil 8. 22: Acıgöl'ün bazı dönemlerdeki noktasal anyon-katyon iyon yüzdeleri.

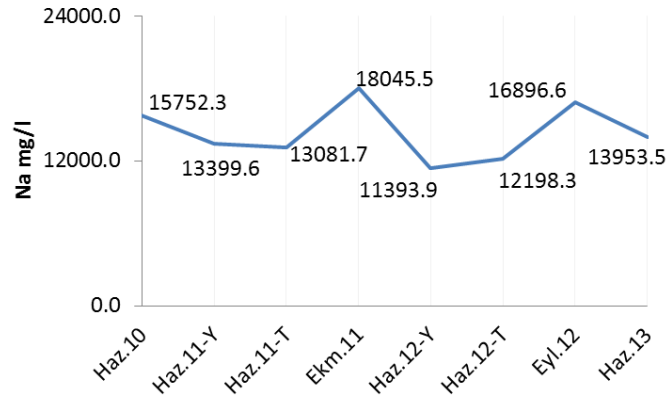


Acıgöl'ün kimyasını oluşturan iyon içerikleri EKLER'de detaylı olarak belirtilmiştir. Gölün farklı hidrolojik dönemlerindeki kimyasal haritasına göre, gölün geneli oransal olarak benzer iyon derişimine sahiptir. Gölün farklı noktalarındaki iyonların oransal değişimi oldukça düşüktür. Göl genel kimyasal haritasına göre tüm örnek noktalarında sırasıyla Cl, Na, SO<sub>4</sub> iyonları baskındır (bkz.Şekil 8. 22).

### 8.1.3.1 Sodyum (Na<sup>+</sup>):

Gölde iyon derişimi en yüksek olan katyondur. Göldeki en düşük ve en yüksek Na miktarı sırasıyla 4700 ve 21000 mg/L'dir. Gölde uzun dönem ortalama sodyum içeriği 11394 mg/L ile 18046 mg/L arasında değişir (Şekil 8. 23). Göl tabanı ile yüzeyi arasındaki sodyum farkı 300-800 mg/L arasında değişir. Evaporatif konsantrasyon etkisinde kurak dönemde sodyum zenginleşmesi görülür. Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte sodyum zenginleşmesi ortalama 4900-5500 mg/L, oransal olarak %42'dir.

Göldeki en düşük ve en yüksek sodyum derişimi Haziran-2010'da; 10180 ve 16740 mg/L, Haziran-2011'de; 11020 ve 1510 mg/L, Ekim-2011'de; 17000 ve 21000 mg/L, Haziran-2012'de; 4700 ve 13500 mg/L, Eylül-2012'de; 11440 ve 18900 mg/L, Haziran-2013'te; 12822 ve 14700 mg/L'dir.

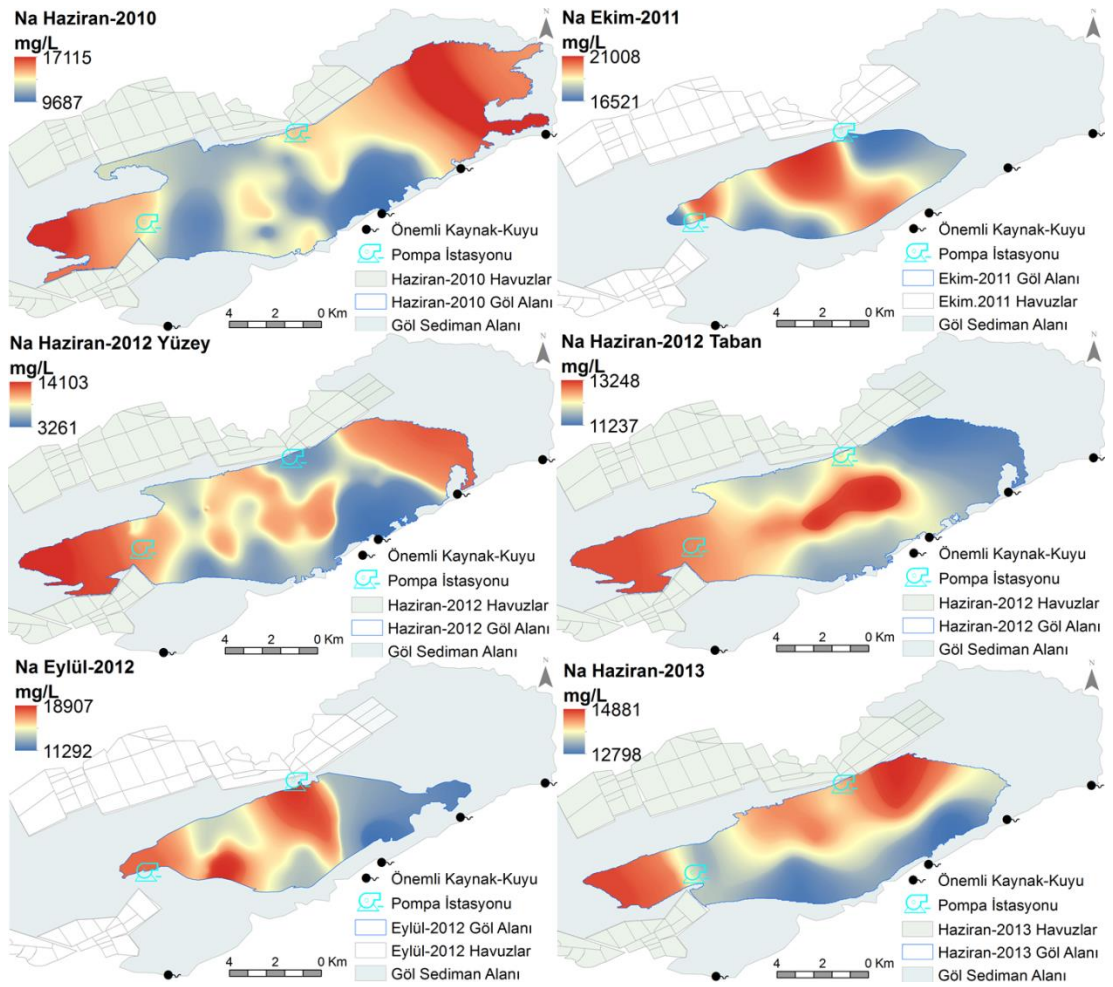


Şekil 8. 23: Acıgöl'de ortalama sodyum konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Gölde alansal olarak sodyum iyonu dağılımı homojen değildir. Su besleniminin olmadığı alanlarda sodyum en yüksek değerlerine ulaşır. Sodyum derişimini seyrelten su girişleri; a)gölün güneyinde Gemiş Kaynakları, Akpınar kaynakları ve S-18 vd. derin sondajlarla beslenim b) şiddetli ani yağışlarda gölün güneyindeki derin vadi şeklinde şekillenen ve gölün içine kadar uzanan drenaj sistemi ile beslenim c)gölün

kuzeyindeki drenaj sisteminin göle giriş noktası olan Yüreğil civarındaki derin drenaj kanalı ile beslenimdir. Her bir beslenim, göle giriş yaptığı bölgede gölün iyon derişimi olarak seyrelmesine neden olur. Drenaj sistemi ile beslenim sadece yüzeysel akışa geçen şiddetli ani veya sürekli yağış dönemlerinde gerçekleşir.

Göldeki iyon derişimlerini azaltan bir diğer faktör gölde pompajla su çekimidir. Su pompaj istasyonlarının çevresinde iyon derişimlerinin önemli ölçüde seyreltiği görülür. Göle su girişinin olduğu alanlarda suyun yoğunluğu azaldığı için, gölden su çekimi sırasında seyrelmiş suların pompa istasyonlarına hareket ettiği görülür (**Şekil 8. 24**).



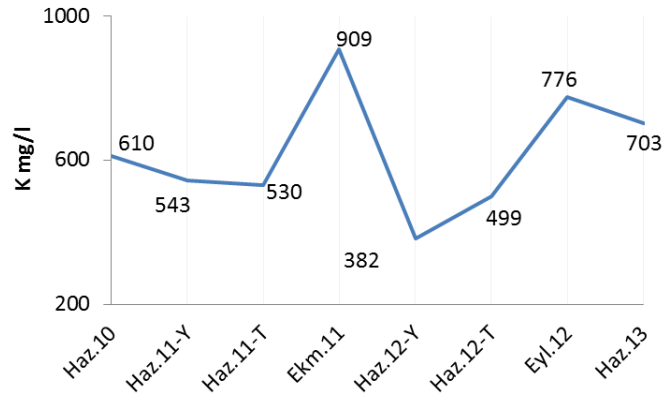
**Şekil 8. 24:** Göldeki sülfat (Na<sup>+</sup>) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

Göldeki sodyumun en önemli kaynağı halit çözünmesidir. Ayrıca göl sedimanındaki andezin ve albit gibi feldispatların varlığı gölün sodyumuna kaynak teşkil eder. Gölde kil minerallerinden olası Na-montmorillonit ve nahkolit (NaHCO<sub>3</sub>) varlığı bir diğer sodyum kaynağıdır.



### 8.1.3.2 Potasyum (K<sup>+</sup>):

Potasyum gölde derişimi en düşük olan katyondur. Uzun dönem ortalama potasyum miktarı 382 mg/L ile 909 mg/L arasında değişir. Gölde potasyum derişiminin 1027 mg/L'ye kadar çıktığı görülür. Göl tabanı ile yüzeyi arasında potasyum derişimi farklıdır. Yağışlı dönemde potasyum derişimi düşerken kurak dönemde evaporatif konsantrasyon etkisinde zenginleşir. Ekim-2011 döneminde en yüksek seviyelerine ulaşmıştır. Gölde yağışlı ve kurak dönem potasyum derişim farkı yaklaşık 370 mg/L'dir. Göl yağışlı dönemden kurak döneme geçişte potasyum bakımından 2 kat (%100) zenginleşir (**Şekil 8. 25**)



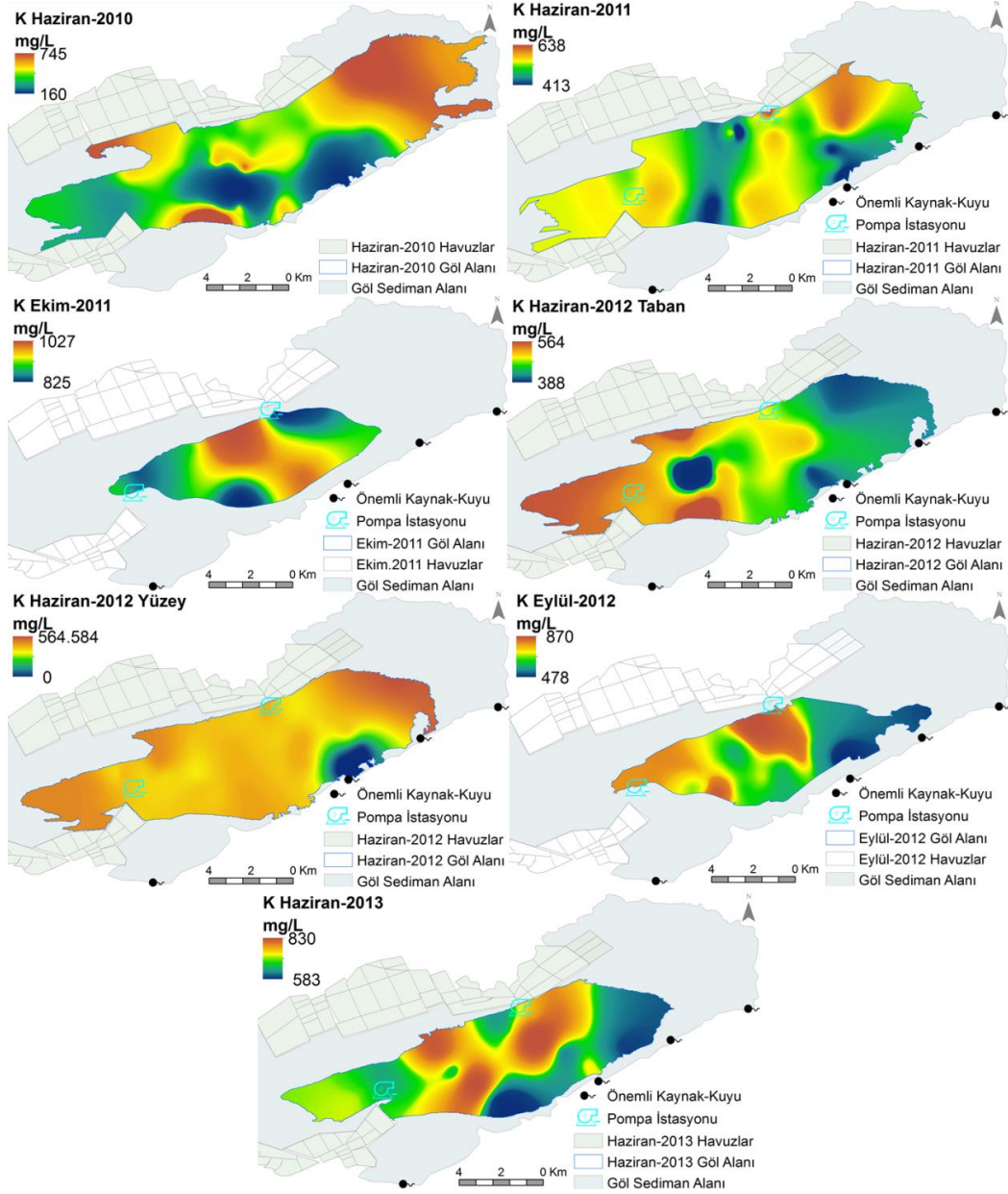
**Şekil 8. 25:** Acıgöl'de ortalama potasyum konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Gölde tüm dönemlerde potasyum alansal dağılımı farklı anomaliye sahiptir. Göl tabanı ile yüzeyi arasında alansal dağılım anomalisi farklıdır. Tüm dönemlerde gölün güneyindeki su girişlerinin potasyum miktarını seyrelttiği görülür. Göl çökelleri majör oksit içeriği olarak bazı bölgelerde % 2,8'e kadar çıkan oranlarda K<sub>2</sub>O içermesi ve mika grubu veya illit gibi minerallerin varlığı, göldeki potasyum kaynağını gösterir.

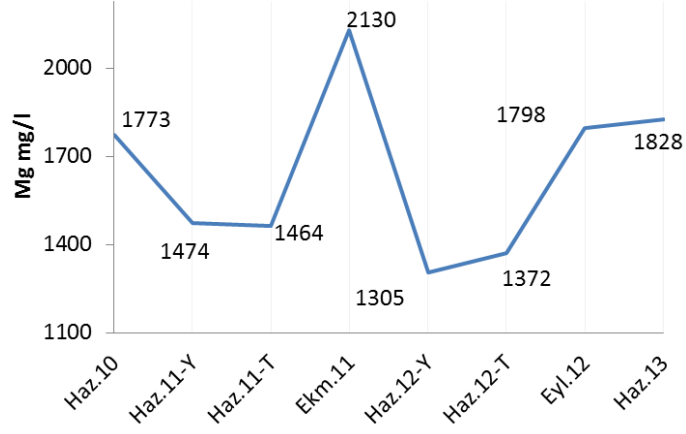
### 8.1.3.3 Magnezyum (Mg<sup>+2</sup>):

Gölde sodyumdan sonra yoğun olarak magnezyum katyonu bulunur. Zenginleştiği dönemde göldeki konsantrasyonu 2443 mg/L'ye kadar çıkar. Gölde seyrelmenin olduğu alanlarda 520 mg/L'ye kadar düşer. Gölde bölgesel olarak en düşük değerlerin görüldüğü dönemlerde göl genelinde ortalama 1305 mg/L'lik bir yoğunluğa sahiptir. Göl tabanı ile yüzeyi arasındaki magnezyum ortalama farkı oldukça düşüktür (10-65 mg/L). Gölde evaporatif konsantrasyonla birlikte magnezyum miktarı artar. Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte magnezyum zenginleşme

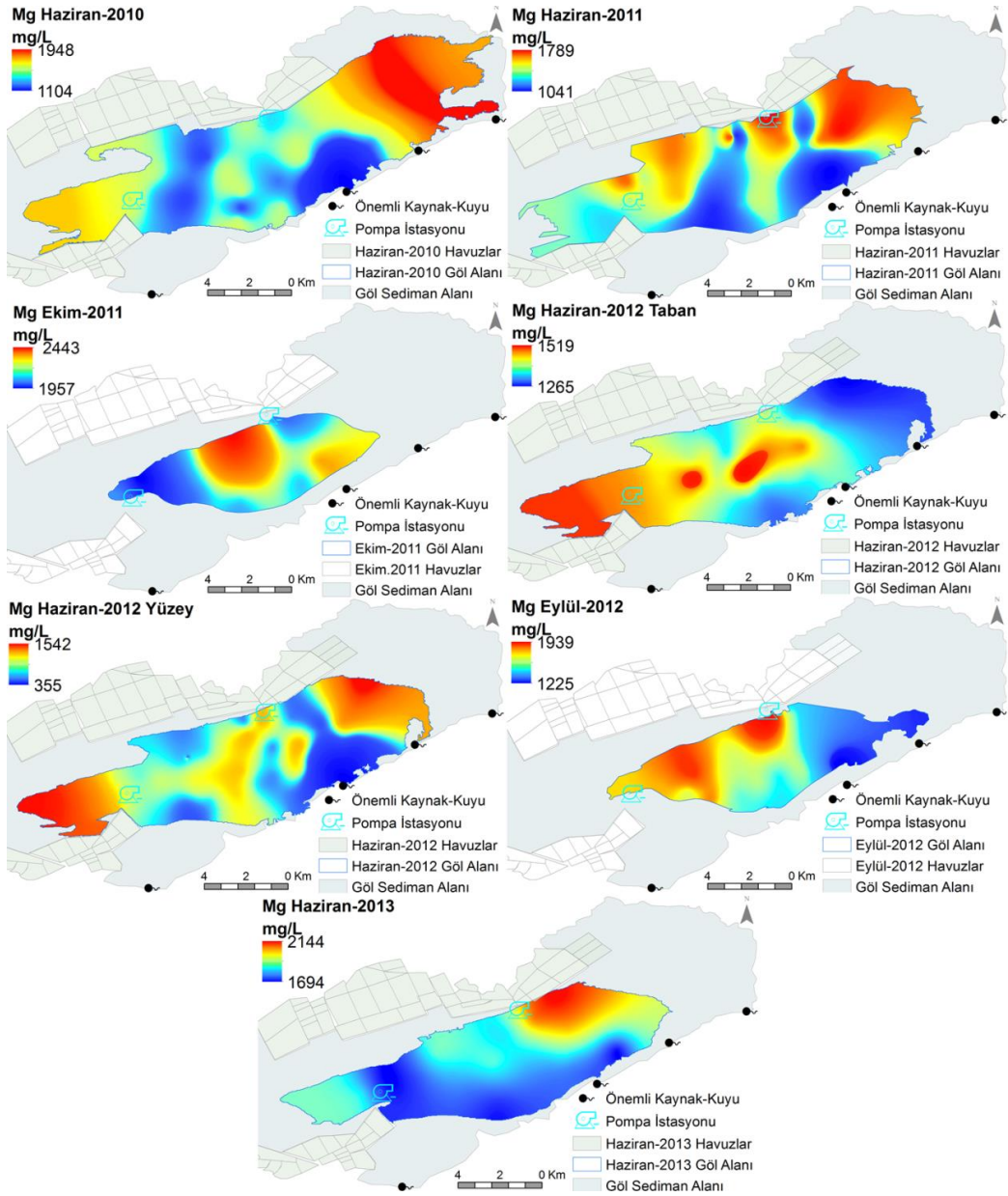
oranı %38-44, miktarı 500-700 mg/L arasındadır. Uzun dönem magnezyum ortalaması Ekim-2011 döneminde en yüksek (2130 mg/L), Haziran-2012 döneminde en düşüktür (1305 mg/L) (Şekil 8. 27). Gölde magnezyumun alansal dağılımını göle su girişlerinin kontrolündedir. Göle su girişi olan bölgelerde magnezyum miktarının seyreltiği görülür (Şekil 8. 28).



Şekil 8. 26: Göldeki potasyum (K<sup>+</sup>) konsantrasyonunun alansal dağılımı.



Şekil 8. 27: Acıgöl'de ortalama magnezyum konsantrasyonunun zamansal değişimi.

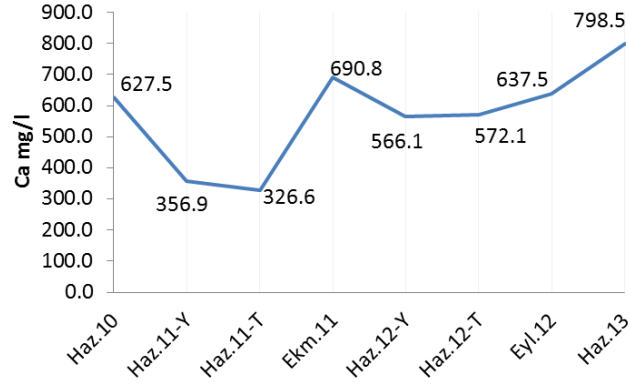


Şekil 8. 28: Göldeki magnezyum ( $Mg^{2+}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

Göl suyundaki magnezyumun kaynağı, göl çökel istifindeki magnezyum karbonatlar başta olmak üzere, gölü besleyen magnezyumlu sulardır. Gölü besleyen önemli kaynaklardan Kocapınar ortalama 42 mg/L, Gemiş Pınarı 93 mg/L magnezyum girişi olur. Gölde sürekli su altında kalan güncel göl çökelleri ortalama %6,6 MgO içerir. Gölde yaygın olarak bulunan magnezyumlu karbonatlar dolomit, huntit, manyezit ve kalsit magnezyendir. Ayrıca göl çökellerinde mika, amfibol, piroksen (diyopsit) gibi mineraller göldeki magnezyuma kaynak teşkil eder.

#### 8.1.3.4 Kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>):

Kalsiyum, göl suyunda oransal olarak sodyum ve magnezyumdan daha düşüktür. Gölde görülen en yüksek kalsiyum konsantrasyonu 972 mg/L'dir. Gölün seyrelen kısımlarında 219 mg/L'ye kadar düştüğü görülür. Uzun dönem ortalama kalsiyum konsantrasyonu 327- 799 mg/L arasındadır (**Şekil 8. 29**). İzlenen dönemlerde diğer iyonlardan farklı olarak sinüzoidal davranış yerine, gölde sürekli artma eğilimindedir. Çok düşük kalsiyum değerlerinin görüldüğü Haziran-2011 dönemi haricinde ortalama konsantrasyon 650 mg/L bandında seyrederek. Göl kolonunda kalsiyum derişimi homojendir. Evaporatif konsantrasyon etkisinde kalsiyum zenginleşmesi diğer iyonlar kadar yüksek değildir (%10).

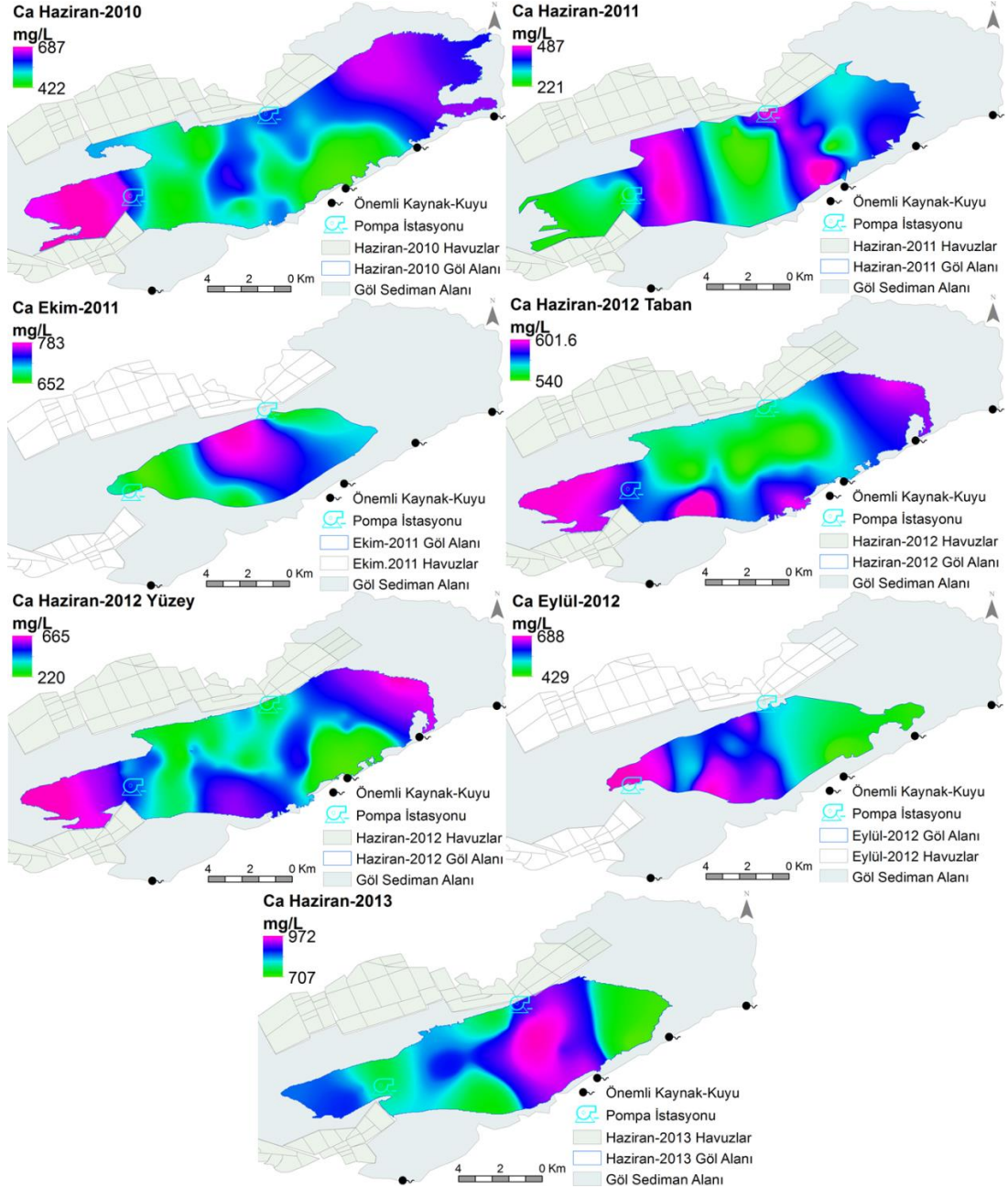


**Şekil 8. 29:** Acıgöl'de ortalama kalsiyum konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Gölde kalsiyumun alansal dağılımını yüzeysel akışlar etki eder (**Şekil 8. 30**). Yüzeysel akışın göle girdiği dönemlerde göle giriş yapılan kısımlar kalsiyum bakımından seyrelir. Gölü besleyen sürekli kaynaklar ve derin sondajların göle giriş yaptığı kısımlarda kalsiyum zenginleşir. Gölün güneyindeki kaynaklardan göle 80-150 mg/l arasında sürekli kalsiyum girişi olur.



Göldeki kalsiyumun en önemli kaynağı göl çökel istifindeki kalsiyumlu evaporitler ve karbonatlardır. Göl çökel istifindeki jips çözünmesi göle önemli miktarda kalsiyum girişini sağlar. Evaporit ve karbonatlara oranla daha az miktarda bulunan plajiyoklaz(anortit), piroksen (diyopsit) ve amfiboller de kalsiyum kaynağıdır. Ayrıca göldeki kalsiyumun bir başka kaynağı, karbonat kökenli ve kalsiyumca zengin sürekli sulardır.



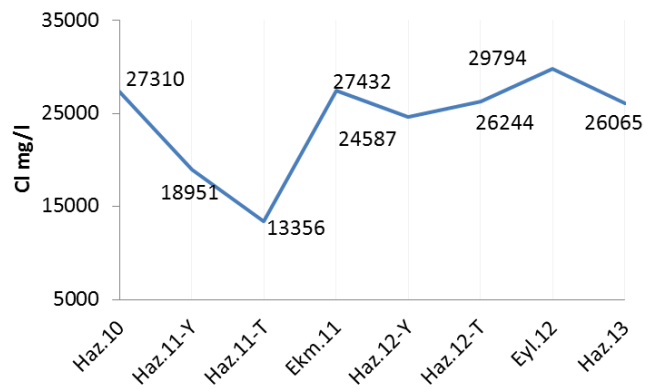
Şekil 8. 30: Göldeki magnezyum ( $Ca^{2+}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

### 8.1.3.5 Klorür (Cl):

Gölde derişimi en yüksek olan iyondur. Kurak dönemlerde iyon derişimi 49837 mg/L'ye kadar çıkar. Yakın bir tarihe kadar gölden sadece tenardit üretiminin gerçekleştirilmesi ve tuz üretimi gölde ikinci planda kalması nedeniyle klorür iyonu gölde sülfata göre zenginleşmiştir. Ancak son yıllarda artan tuz (NaCl ve MgCl<sub>2</sub>) üretimi ile birlikte klorür iyonu önemli hale gelmiştir. Gölde bölgesel anomali olarak klorür derişiminin 7540 mg/l'ye kadar düştüğü dönemlerde dahi ortalama klorür derişimi 18951 mg/L olmuştur.

Göldeki en düşük klorür derişimi Haziran-2010'da; 17451 mg/L, Haziran-2011'de; 7540 mg/L, Ekim-2011'de; 25567 mg/L, Haziran-2012'de; 7954 mg/L, Eylül-2012'de; 18533 mg/L, Haziran-2013'te; 23397 mg/L'dir. En yüksek klorür derişimi ise Haziran-2010'da; 28873 mg/L, Haziran-2011'de; 22700 mg/L, Ekim-2011'de; 30334 mg/L, Haziran-2012'de; 43652 mg/L, Eylül-2012'de; 49837 mg/L, Haziran-2013'te; 27660 mg/L'dir. İzlenen dönemlerde göldeki ortalama klorür derişimleri **Şekil 8. 31**'deki gibidir.

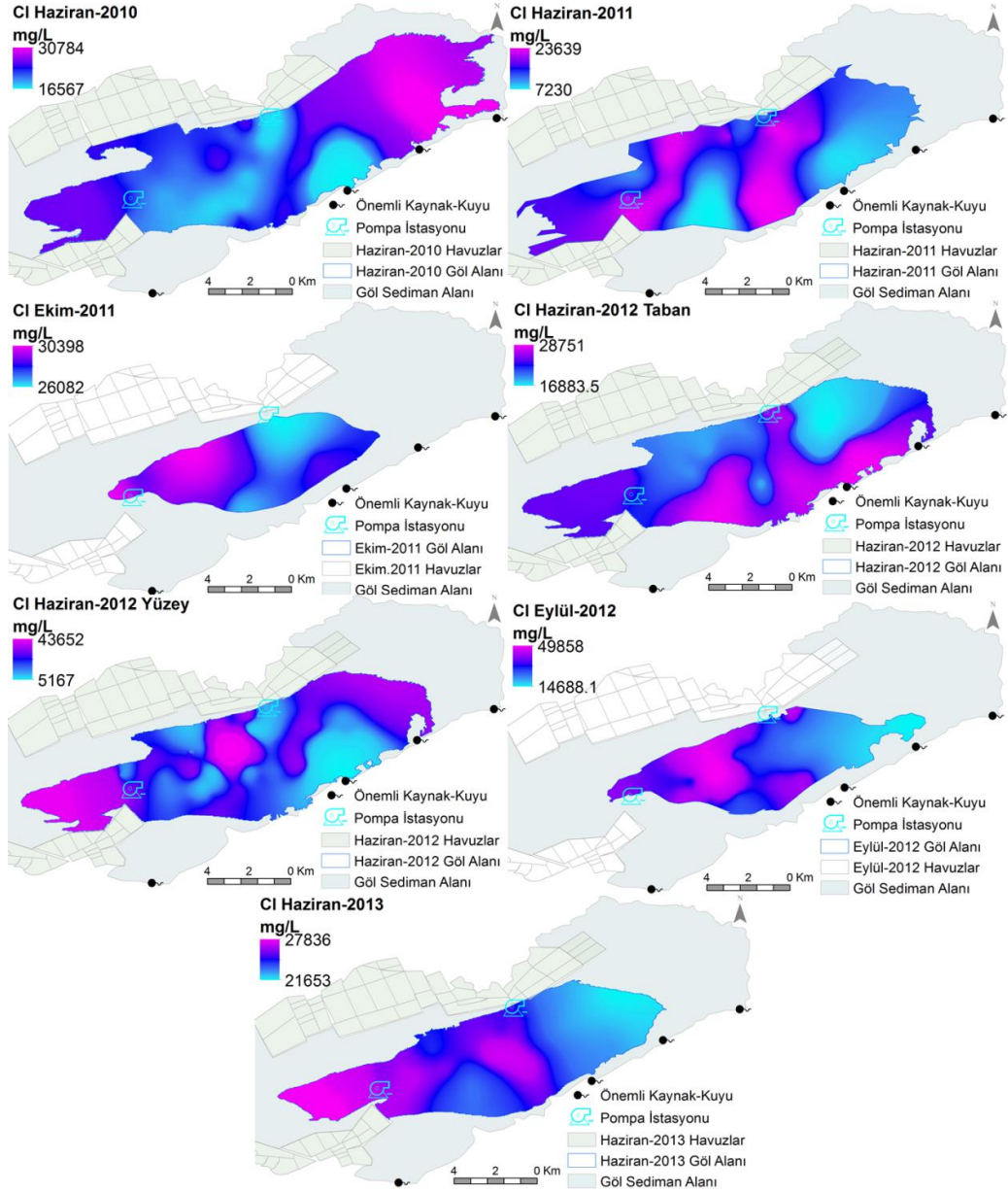
Evaporatif konsantrasyon ile birlikte gölde klorür zenginleşir. Kurak dönemler gölde klorür zenginleşmesinin en yüksek olduğu dönemlerdir. Göl yüzeyindeki klorür derişimi tabana göre 3500-5500 mg/L daha yüksektir. Gölde görülen ortalama klorür derişimi en yüksek Eylül-2012 döneminde 29974 mg/L, en düşük Haziran-2011 döneminde 13356 mg/L'dir.



**Şekil 8. 31:** Acıgöl'de ortalama klorür konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Gölün güneyindeki sürekli kaynaklar ve derin sondajların göle giriş yaptığı bölgelerin klorür iyon derişimi oldukça seyrelir (**Şekil 8. 32**). Gölde klorür derişiminin seyreltiği bir diğer nokta ise pompa istasyonlarının olduğu bölgelerdir. Klorür iyonunun alansal dağılımı gerek yüzeysel akış gerekse kaynak ve derin sulardan

beslenim ile doğrudan etkilenir. Gölde yüzeysel akış yağışlarla birlikte güneydeki derin vadilerin oluşturduğu drenaj sistemi ile gerçekleşir. Gölün kuzeyindeki drenaj sistemi, yağışlı dönemde gölün kuzeyindeki yağışları Yüreğil'in doğusundan göle taşıyarak önemli miktarda su girişini sağlar. Yağışlı dönemlerde kuzeyden gelen su girişi, pompa istasyonunun etrafı ile beraber pompa istasyonunun doğusunda önemli miktarda seyrelmelere neden olur.



Şekil 8. 32: Göldeki klorür (Cl<sup>-</sup>) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

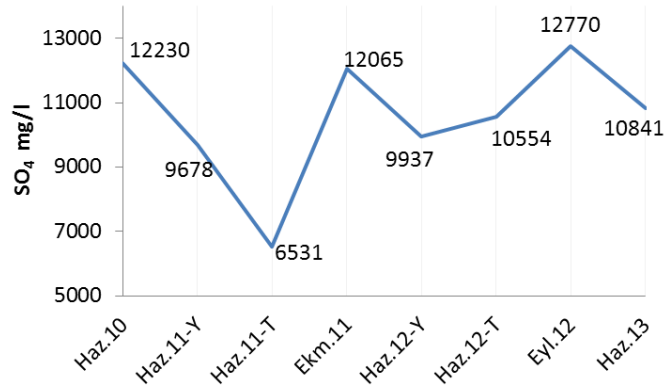
Pompa çevresinde kuzeyden gelen yağışların etkisi dışında görülen seyrelme, gölün güneyindeki seyrelmiş suyun yoğunluğunun gölün diğer bölgelerine kıyasla düşük olması nedeniyle hareketinin hızlı olması ve su çekim pompalarına doğru daha hızlı hareket etmesidir. Göl tabanı ile yüzeyi arasındaki anomali farkı, göle giriş yapan



acı/tatlı suların yoğunluğunun düşük olması nedeniyle göl yüzeyinde hareket etmesidir.

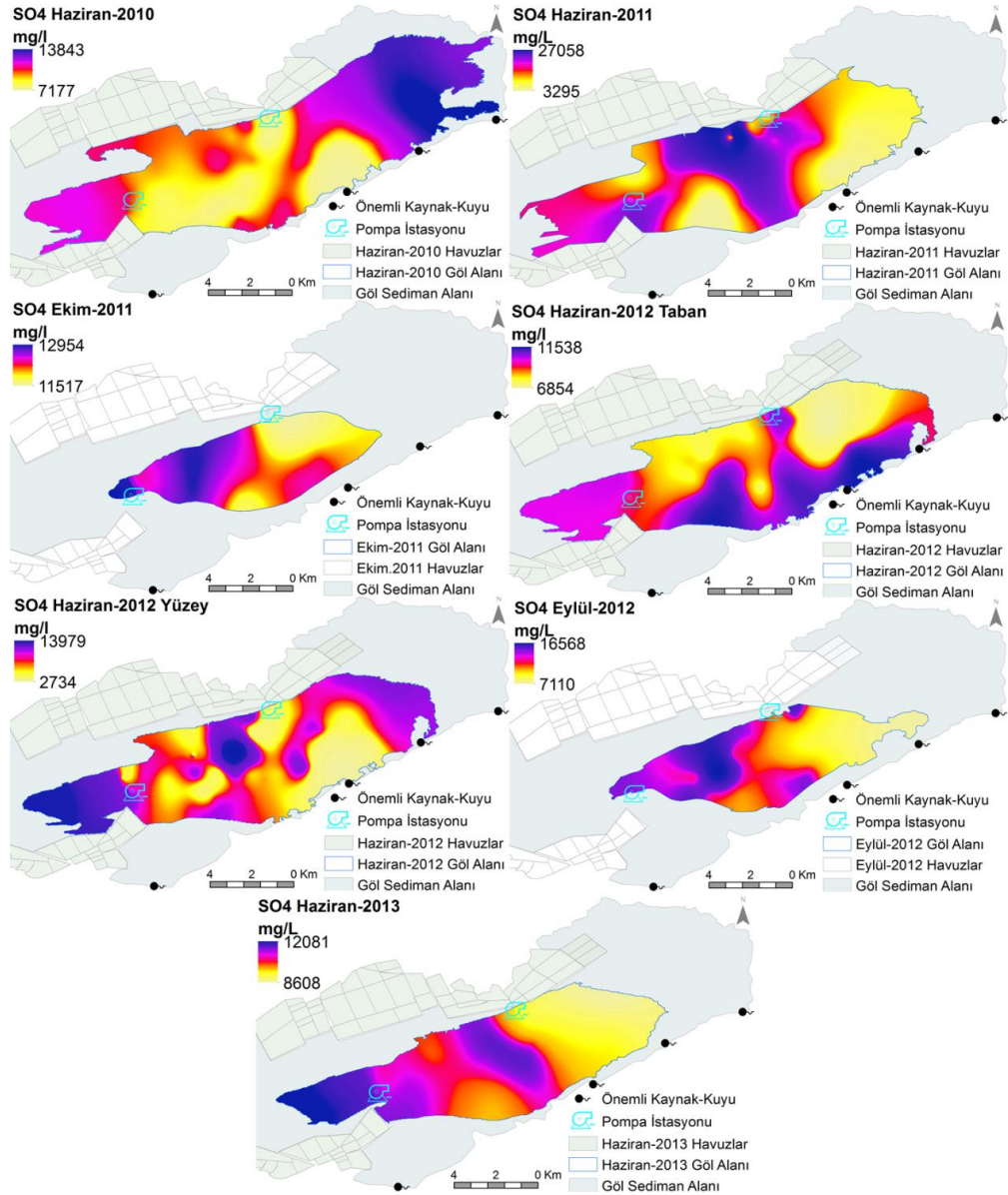
### 8.1.3.6 Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):

Gölden doğal ve endüstriyel yöntemle sodyum sülfat (tenardit) üretimi nedeniyle gölün majör bileşenlerinden sülfat miktarı, gölde izlenen önemli parametrelerdendir. Gölün sülfat iyon derişimi 26271 mg/L'ye kadar çıkar. Gölün alansal olarak farklı bölgelerinde sülfat derişiminin 3713 mg/L'ye kadar düştüğü görülmüştür. Gölün belirli bir kısmında sülfat düşüklüğü gibi anomaliler görölse de aynı dönemde göldeki sülfat iyon derişimi 9937 mg/L'dir. Göldeki en düşük sülfat derişimi Haziran-2010'da; 7590 mg/L, Haziran-2011'de; 3865 mg/L, Ekim-2011'de 11216 mg/L, Haziran-2012'de; 3713 mg/L, Eylül-2012'de; 8506 mg/L, Haziran-2013'te; 9560 mg/L'dir. En yüksek sülfat derişimi ise Haziran-2010'da; 12952 mg/L, Haziran-2011'de; 26271 mg/L, Ekim-2011'de 12867 mg/L, Haziran-2012'de; 13979 mg/L, Eylül-2012'de; 16559 mg/L, Haziran-2013'te; 11894 mg/L'dir. İzlenen dönemlerde göldeki ortalama sülfat derişimleri **Şekil 8. 33**'teki gibidir.



**Şekil 8. 33:** Acıgöl'de ortalama sülfat konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Göl tabanındaki sülfat derişimi, göl yüzeyine göre daha düşüktür. Genellikle kurak dönemlerden yağışlı döneme geçişte sülfat miktarı azalırken, yağışlı dönemden kurak döneme geçişte evaporatif konsantrasyon etkisinde artar. Gölden sodyum sülfat ve tuz üretim faaliyeti kapsamında sürekli su çekilmesi nedeniyle elde edilen anomali gölün doğal seyrini yansıtmaz. Elde edilen zamansal anomali evaporasyonla birlikte, sodyum sülfat üretiminin kontrolünde gelişen anomalidir. Göldeki sülfat iyonun miktarının alansal dağılımını, göle su girişi ve çıkışının önemli şekilde etkilediği görölür (**Şekil 8. 34**).



**Şekil 8. 34:** Göldeki sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

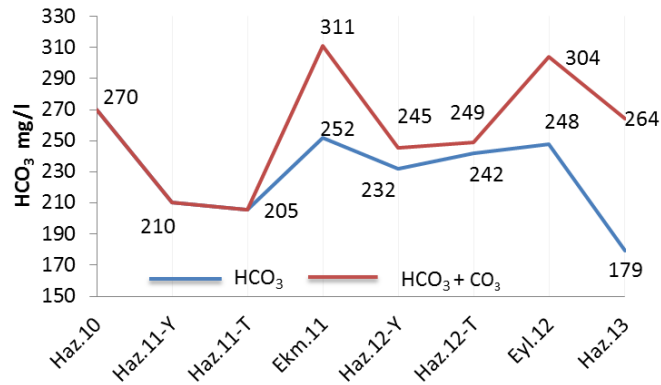
Gölü besleyen sürekli kaynak ve derin sondajlar göle giriş yaptıkları alanlar başta olmak üzere, gölde geniş bir alanın seyrelmesine neden olur. Gölde su pompajı nedeniyle pompa istasyonlarının etrafında sülfat iyon derişimi azalır. Bunun nedeni göle su girişi nedeniyle seyrelen suyun, sülfatça yoğun olan suya göre daha hızlı hareket ediyor olmasıdır. Göl tabanı ile yüzeyi arasındaki alansal anomali farklılığına bakıldığında göle giriş yapan suların göl yüzeyinin aksine göl tabanını seyreltmediği görülür. Gölün güneyinde, göl yüzeyinin seyrelme anomalisine karşın göl tabanının seyrelmeme anomalisi, göle göre oldukça düşük yoğunluğa sahip suların göle giriş yaptığında göl yüzeyinde ilerlediğini gösterir. Gölün kuzey batısındaki seyrelmenin bir nedeni de, endüstriyel yolla sodyum sülfat üretiminden

sonra artan suların tekrar göle geri deşarj edilmesinde bu bölgelerin kullanılıyor olması olabilir.

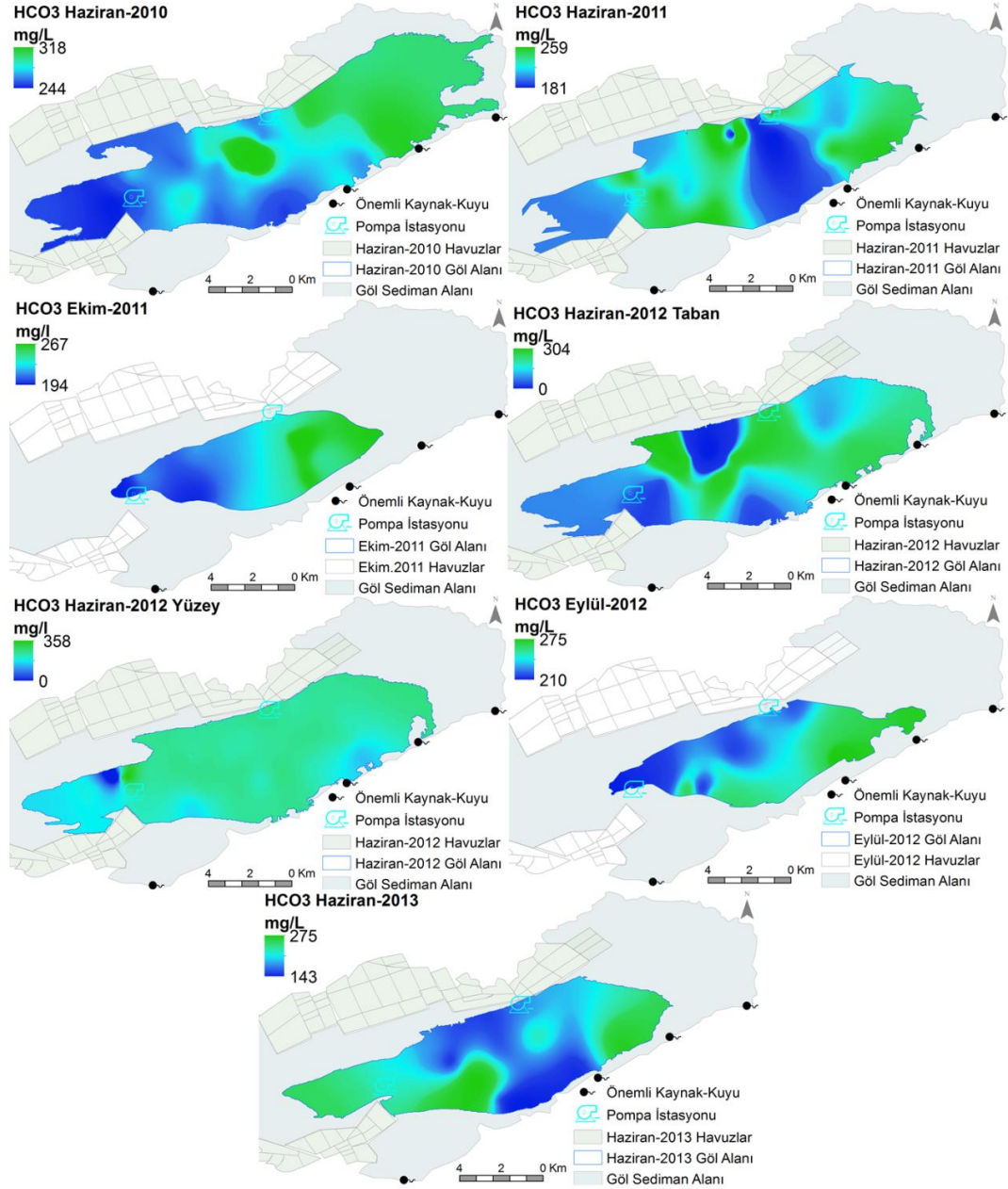
Göldeki sodyum sülfatın temel kaynağı evaporitlerdir. Göl sediman istifinin farklı seviyelerindeki jips ve globerit gibi evaporitler göl suyunun sülfatça zenginleşmesine neden olur. Aynı zamanda kurak dönemde göl yüzeyinde gerçekleşen evaporitleşme ile birlikte gelişen yüzeydeki efloresant evaporitlerin yağmurlarla tekrar eriyerek göle karışması, gölde diğer sülfat kaynağını oluşturur.

### 8.1.3.7 Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) –Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):

Gölde bikarbonat miktarı 342 mg/L, karbonat miktarı 252mg/L'ye kadar çıkabilir. Uzun dönemde ortalama bikarbonat miktarı en düşük Haziran-2011 döneminde 205 mg/L, en yüksek Ekim-2011 döneminde 252 mg/L olarak belirlenmiştir. pH değerlerine bağlı olarak 2010 ve 2011-Haziran dönemlerinde gölde çözülmüş karbonat türü olarak karbonat iyonu bulunmaz. Haziran-2013 dönemi karbonat konsantrasyonunun yüksek olduğu dönemdir (**Şekil 8. 35**). Gölün bikarbonat ve karbonat konsantrasyonu kurak dönemlerde daha yüksektir. Yağışlı-kurak dönem geçişinde bikarbonat + karbonat konsantrasyonu artarken, kurak dönemden yağışlı döneme geçişte azalır. Bikarbonat iyon miktarı göl tabanı ile yüzeyinde ve yağışlı dönem ile kurak dönemde alansal olarak farklı anomali sergiler. Kurak dönemde gölün güneyindeki bikarbonat miktarı gölün kuzeyine göre 60-70 mg/L daha fazladır. Yağışlı dönemde gölün güneyinde su girişinin olduğu kesimlerde bikarbonat konsantrasyonu önemli derecede seyrelir (**Şekil 8. 36**). Gölde karbonat ile bikarbonat birbirinin tam tersi anomali sergilerler (**Şekil 8. 37**). Kurak dönemde gölün kuzeyinde karbonat iyonu miktarı, gölün güneyine göre daha fazladır.



**Şekil 8. 35:** Acıgöl'de ortalama bikarbonat ve karbonat konsantrasyonunun zamansal değişimi.



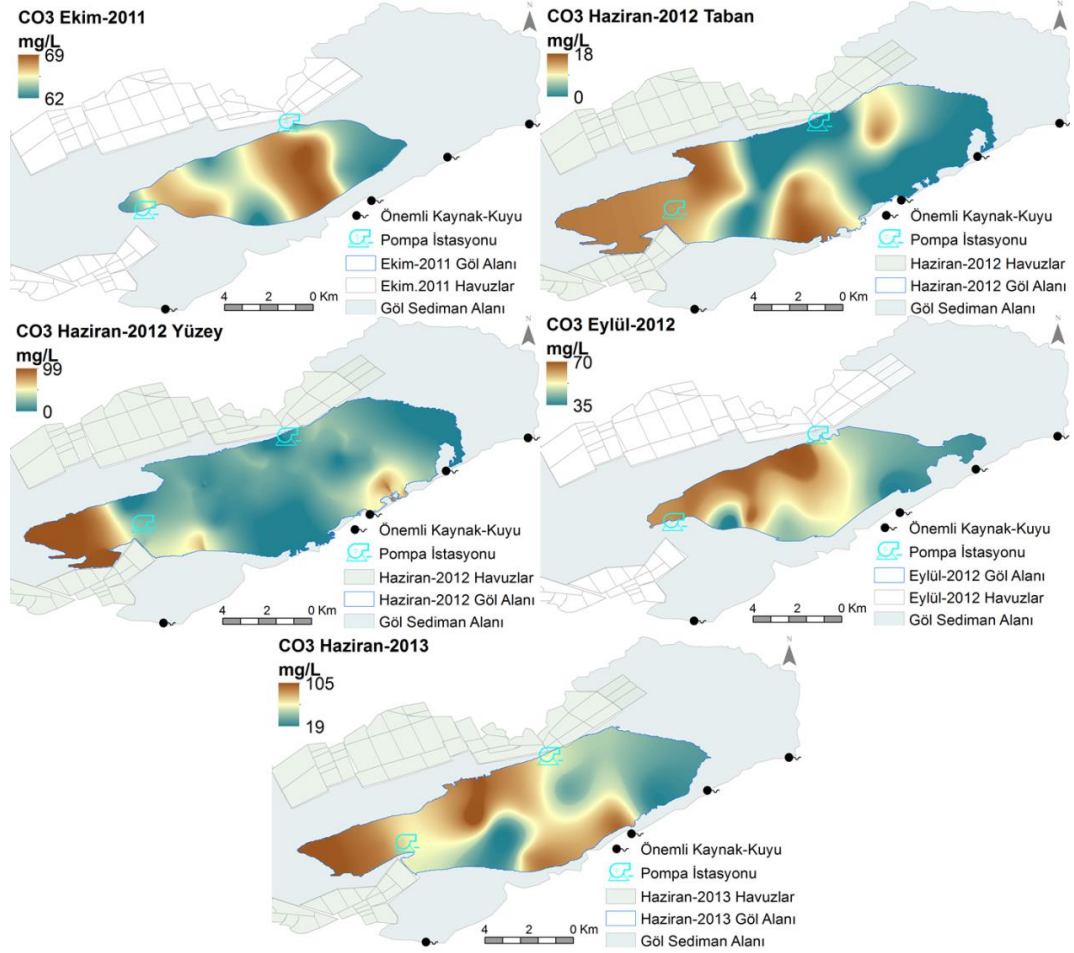
Şekil 8. 36: Göldeki bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

### 8.1.3.8 Florür ( $\text{F}^-$ )

Gölde florür Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde görülmüştür. Haziran-2013 döneminde sadece gölün belirli bir kısmında florür tespit edilmiştir. Gölün doğal evaporasyonunu temsil eden sodyum sülfat ve tuz üretim havuzlarında florür genelde görülmez. Gölde florür değerleri 6 mg/L ile 237 mg/L arasında değişir. Gölde florür varlığı ya da florür olmayışı, gölde çözünme ve çökeltme ile ilişkilidir. Florürlü bileşen içeren evaporitlerin çözünmesi durumunda gölde flor miktarı artarken, tersi durumda



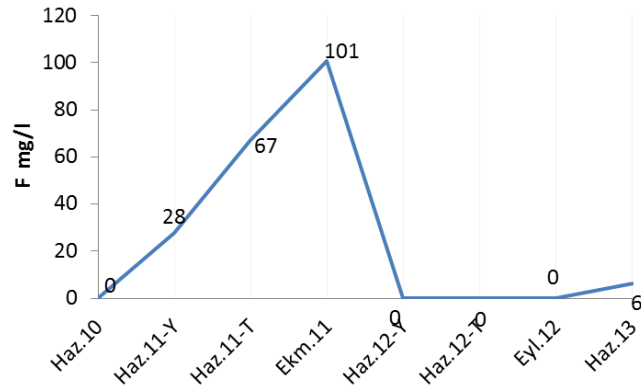
azalır. Nitekim Li ve diğ. (2015)'e göre evaporit ortamlarda flor minerali içeren jips ve mirabilitin çözünmesi ortamdaki florür miktarını artırır. Ayrıca flüorit vb. florür içeren minerallere doymun olan göl suyundan bu minerallerin çökelişi de göldeki florür miktarını azaltır.



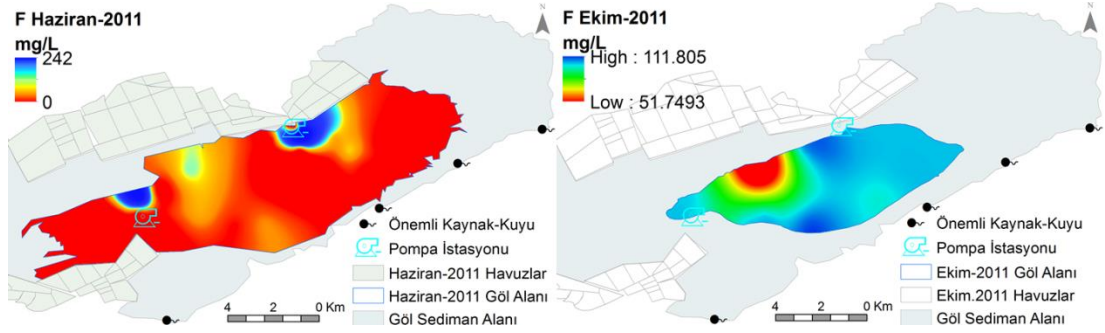
Şekil 8. 37: Göldeki karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) konsantrasyonunun alansal dağılımı.

Haziran-2011 döneminde göl tabanında F ile Mg, Na, K, Cl ve  $SO_4$  arasında pozitif, F ile  $HCO_3$  ve Ca arasında negatif ilişki söz konusudur. Göl tabanında evaporitlerin çözünümü ile birlikte artan flor konsantrasyonu, aynı zamanda kalsit çökelişi ile ortamda Ca ve  $HCO_3$  miktarının azalması nedeniyle Ca ile ters orantılıdır. Kalsit çökelişi nedeniyle ortamda Ca azalması, çökecek florit ( $CaF_2$ ) miktarını azaltır. Ekim-2011 döneminde, F ile Na, K, Cl,  $SO_4$  arasındaki negatif ilişki baskındır. F ile Ca,  $HCO_3$  ve  $CO_3$  arasındaki pozitif ilişki çok düşüktür. Kurak dönemde florun sürekli çökmesi nedeniyle mevcut tuz miktarında florür azalır. Hounslow (1995)'e göre sularda florür azalmasının bir başka nedeni anyon değişimidir. Florürün azalmasında yaygın olan anyon değişimi, kaolinit tarafından adsorpsiyondur. Alkali sularda desorpsiyon olayı nedeniyle florür değeri yüksektir.

Uzun dönem ortalama florür derişimi, florür tespit edilen dönemlerde yağışlı dönemden kurak döneme geçişte yaklaşık 2 katı zenginleşir. Göl tabanında ortalama florür, yüzeye göre daha fazladır (**Şekil 8. 38**). Evaporatif konsantrasyon gölde florürün zenginleşmesine neden olur. Gölde florür miktarı gölün etrafındaki kaynaklara göre de oldukça yüksektir. Florürün göldeki alansal dağılımında yağışlı dönemde gölün kuzeyinde ekstrem anomaliler görülürken, gölü besleyen suların göle giriş yaptığı bölgelerde oldukça düşüktür. Kurak dönemi temsil eden Ekim-2011 dönemindeyse, gölün kuzey batısında bir örnekleme noktasında 51,7 mg/L florür görülmüş, diğer bölgelerdeyse 100-112 mg/L arasında değişmiştir (**Şekil 8. 39**).



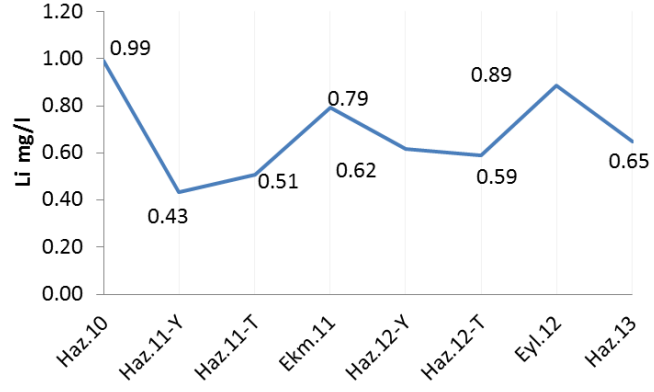
**Şekil 8. 38:** Acigöl'de ortalama florür konsantrasyonunun zamansal değişimi.



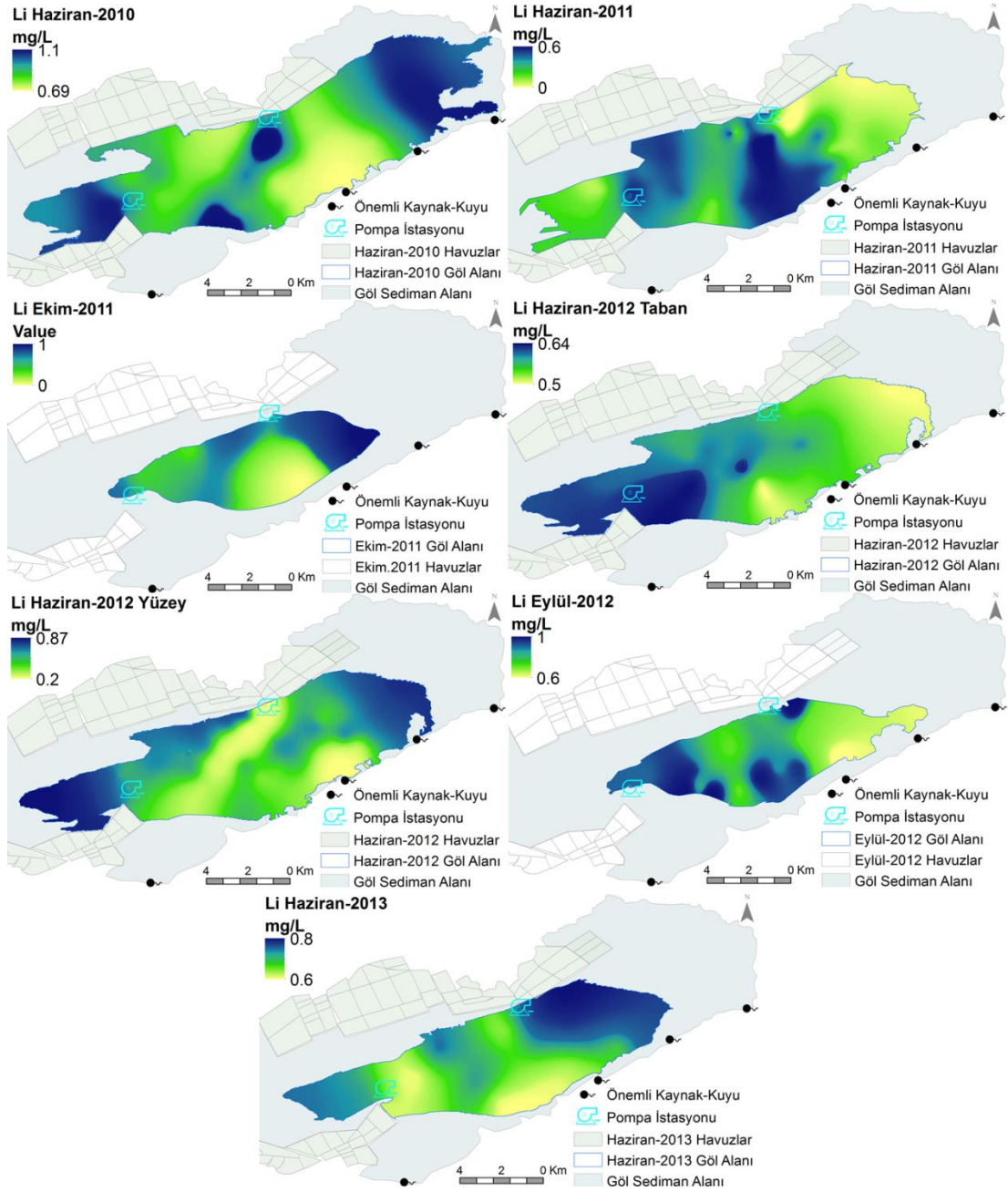
**Şekil 8. 39:** Florürün gölde alansal dağılımı.

### 8.1.3.9 Lityum (Li<sup>+</sup>):

Gölde Li<sup>+</sup> derişimi 1,07 mg/L'ye kadar çıkar. Sülfat üretim havuzlarında 1,9 mg/L, tuz üretim havuzlarında 4 mg/L'dir. Uzun dönem ortalamalarında en düşük 0,4 mg/L, en yüksek 1 mg/L'dir (**Şekil 8. 40, Şekil 8. 41**). Uzun dönemde evaporatif konsantrasyon etkisinde kurak dönemlerde Li<sup>+</sup> konsantrasyonu artar. Kurak dönemdeki artış, yağışlı dönemdeki konsantrasyonun yaklaşık %50'sidir. Li<sup>+</sup>, Acigöl'de evaporasyonla zenginleşir.



Şekil 8. 40: Acıgöl'de ortalama Li<sup>+</sup> konsantrasyonunun zamansal değişimi.



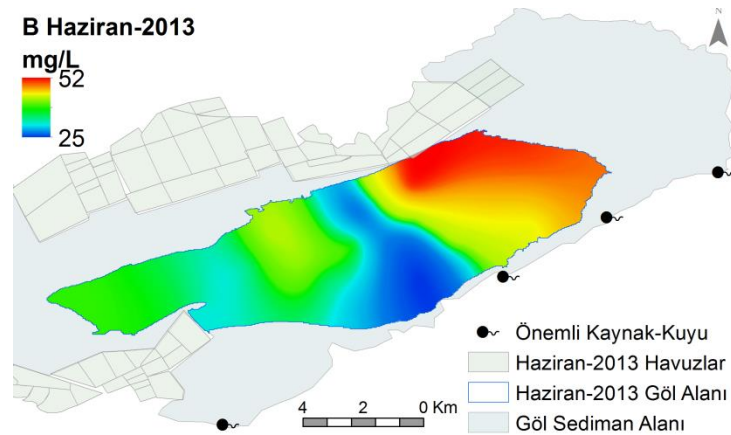
Şekil 8. 41: Göldeki Li<sup>+</sup> konsantrasyonunun alansal dağılımı.



Göldeki  $\text{Li}^+$  konsantrasyonu Haziran-2012 dönemi dışında geniş aralıktaki dağılım göstermez. Haziran-2012 döneminde göl yüzeyinde tespit edilen  $\text{Li}^+$  derişimi 0,3 mg/L ile 0,8 mg/L arasında dağılım gösterir. Gölde alansal dağılımını, yüzeysel akış ve gölü besleyen sürekli kaynak ve derin sondajlar etki eder (bkz. **Şekil 8. 41**). Göle giren suların, giriş yaptığı bölgelerde,  $\text{Li}^+$  derişiminde azalmaların olduğu görülür. Bu bölgeler,  $\text{Li}^+$  derişiminin göldeki en düşük değerlerini temsil eder. Aynı azalma gölden su çeken pompaların olduğu bölgelerde de görülür. Gölde mikalar potansiyel lityum kaynağıdır. Olası başka bir Li kaynağı olarak, Qinghai-Tibet platosundaki tuzlu göllerde Zheng (1997) tarafından Lithiomagnesite ( $\text{Li}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_2$ ) mineralleri belirlenmiştir. Acıgöl'de manyezit mineralleri ve tüm dönemlerde Li-Mg ve bazı dönemlerde Li- $\text{HCO}_3$  arasındaki yüksek ilişki bu ihtimali artırır. Lityum halit minerallerinin ve özellikle evaporatif konsantrasyonun son evresinde Na-K tuzlarının içinde oluşur (Wetherow ve Lyons 2011). Evaporitlerce zengin Acıgöl'de Li ile Cl ve  $\text{SO}_4$  iyon derişimleri arasındaki ilişki sadece Haziran-2010 döneminde göl yüzeyinde ve Haziran-2011 döneminde göl tabanında görülmüştür. Bu ilişkiye göre evaporatif konsantrasyonun son evresinde içinde lityum hapsolan halit gibi tuzların çözünmesi de göle lityum girişi sağlayabilir.

### 8.1.3.10 Bor ( $\text{B}^{+3}$ ):

Bor analizleri sadece Haziran-2013 döneminde analiz edilmiştir. Gölde  $\text{B}^{+3}$  miktarı 28 - 49 mg/L (Ort.=32 mg/L, n=16) arasında değişir. Sodyum sülfat üretim havuzlarında 81 mg/L, tuz üretim havuzlarında 158 mg/L bor bulunur. Gölden havuzlara kadar doğal evaporasyon kontrolünde borun zenginleştiği görülür. Alansal olarak gölün doğusunda borun çok yüksek olduğu görülür (**Şekil 8. 42**).



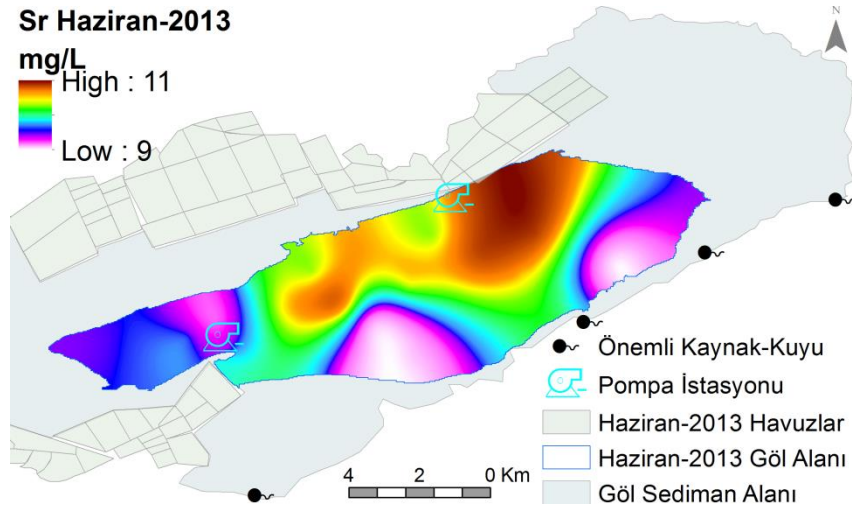
**Şekil 8. 42:** Bor ( $\text{B}^{+3}$ ) derişiminin gölde alansal dağılımı.

Gölün merkezinde ve batısında ortalama 28 mg/L iken, gölün doğusundaki sığ kısımlarda 49 mg/L'ye kadar çıkar. Yırce Pınarı civarındaki su girişinin olduğu kısımlarda  $B^{+3}$  derişimi düşer. Volkanik kayaların bozunumu borun suya geçişini sağlar. Evaporatif konsantrasyon borun tuzlu sularda zenginleşmesini kontrol eder. Ekonomik ortamlarda borat tuzları şeklinde çökeler (Deocampo ve Jones 2014).

### 8.1.3.11 Stronsiyum ( $Sr^{+2}$ ):

Gölde stronsiyum analizleri Haziran-2013 döneminde analiz edilmiştir. Gölde stronsiyum değerleri 9 mg/L ile 10,5 mg/L arasında değişir (Ort.= 9,5, n=16). Göl suyu, gölün güneyindeki kaynaklara göre Sr bakımından oldukça zengindir. Acıgöl'de göl güncel çökellerinin yüzeyinde gelişen tuzlarda (LSS-52 örneği) 224 ppm Sr bulunur. Yüzeydeki tuzların altındaki karbonatlı evaporitler yoğun bir şekilde Sr içerir. Göl güncel çökellerinde evaporitleşme-çözünme döngüsünde sedimanlarda %CaO miktarı arttıkça Sr elementi artmakta, %SO<sub>3</sub> miktarı arttıkça Sr azalır.

Göl suyunda Sr değerleri alansal olarak, gölün güneyinde azalma eğilimindedir. Ancak bu azalma miktarı yaklaşık 2 mg/L'dir. Sr miktarını gölün güneyinde azaltan faktör, göl suyundan daha az çözülmüş madde içeren tatlı-acı suların göle giriş yapmasıdır. Göle giriş yapan sularda yaklaşık 1,9 mg/L miktarında sürekli Sr girişi, gölün güneyindeki Sr seyrelmesinin düşük seviyelerde olmasına neden olur. Gölde Sr derişimini azaltan bir diğer faktör ise, gölde tuz üretim amaçlı pompajdır. Pompaj bölgelerinde suların seyreltiği görülür (**Şekil 8. 43**).

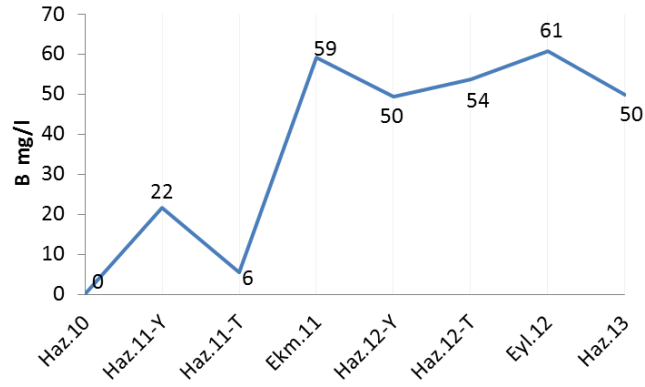


Şekil 8. 43: Stronsiyumun gölde alansal dağılımı.

Stronsiyum ( $Sr^{+2}$ ) kaynağı, stronsiyanit ( $SrCO_3$ ), selestit ( $SrSO_4$ ) ve aragonittir ( $CaCO_3$ ). Aragonitin kalsite diyajenezinde Sr suya geçer (Hounslow 1995). Selestit minerali jipsli kayalarda yaygın olarak bulunur. Oranı çok az olsa bile analizlerde Sr derişiminin artmasına neden olur (Playà ve Rosell 2005). Ortamda kalsiyum iyonlarının olması durumunda kalsit ve anhidrit gibi kalsiyumlu minerallerle birlikte çökeler (Heuel-Fabianek 2014).

### 8.1.3.12 Bromür ( $Br^{-1}$ ):

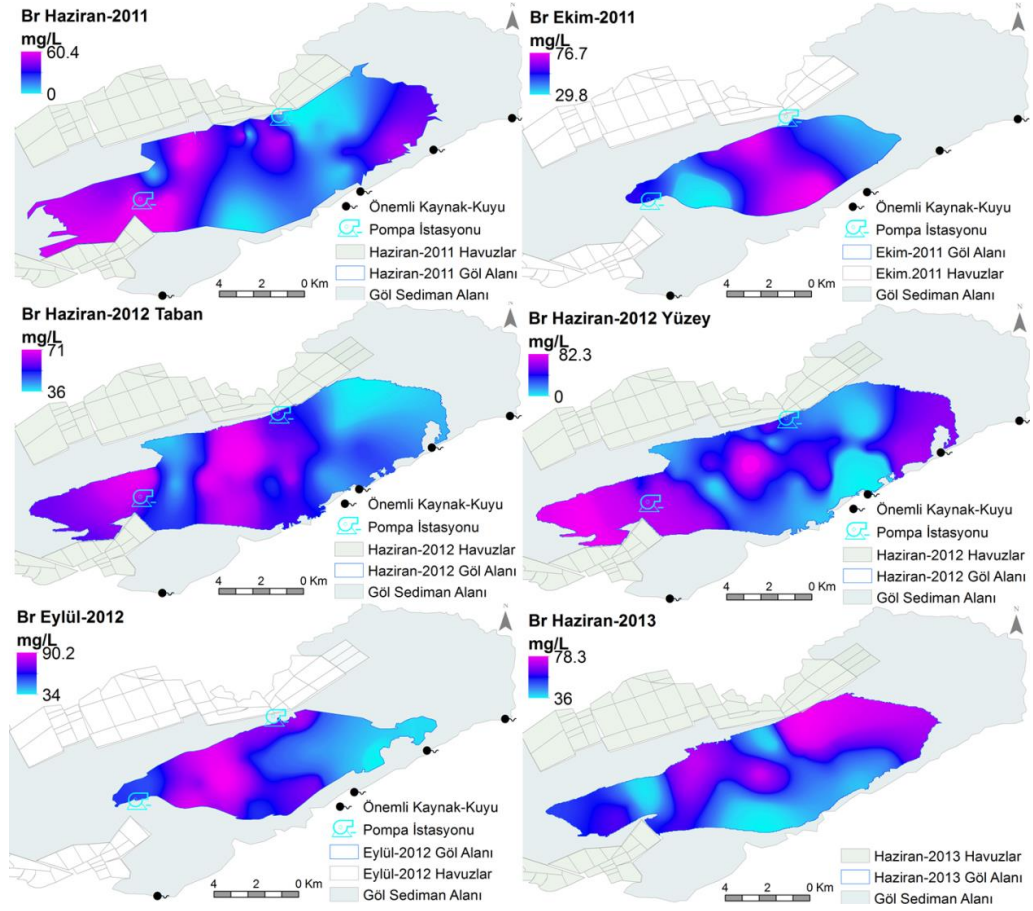
Gölde en yüksek bromür derişimi 90 mg/L'dir. Sülfat üretim havuzları 145 mg/L, tuz üretim havuzlarında 185 mg/L bromür içerir. Uzun dönem ortalamalarında en yüksek 61 mg/L Eylül-2012 döneminde görülmüştür (**Şekil 8. 44**). Uzun dönemde evaporatif konsantrasyon etkisinde kurak dönemlerde bromür konsantrasyonu artar. Gölde kurak dönem ile yağışlı dönem arasında önemli konsantrasyon farkı görülmez. Yağışlı-kurak dönem geçişinde yaklaşık % 14'lük zenginleşme gerçekleşir. Uzun dönemde yağışlı-kurak mevsim döngüsünde sinüzoidal anomaliye sahiptir. Tuzlu gölleri ekonomik kılan bileşenlerden biridir (Deocampo ve Jones 2014).



**Şekil 8. 44:** Acıgöl'de ortalama bromür konsantrasyonunun zamansal değişimi.

Bromür ( $Br$ ),  $CaBr_2$ ,  $NaBr$  gibi bir çok tuzun içinde bulunabilir ve suda çözünürlüğü oldukça yüksektir.  $Br$  tuzlarının çözünürlüğü,  $Cl$  tuzlarından daha fazla olduğu için evaporasyona bağlı tuz çökeliminde, çökeltme sonucu oluşan evaporit  $Cl$  tuzu bakımından zenginleşirken, çökeltmenin olmadığı tuzlu suyun bakiyesinde  $Br$  zenginleşmesi olur. Bromit doğal olarak özellikle kömür olmak üzere fosil yakıtlarda da bulunur. Ayrıca organik şeylerde de bromitin olduğu ortamlardır (VanBriesen 2015).

Alansal dağılım olarak gölün batısı ve merkezi yüksek bromür içerir. Gölün güneyinde gölü besleyen önemli kaynak ve derin suların göle giriş yaptığı bölgeler seyrelerek bromür değerleri düşer. Gölde tuz üretim amaçlı su çekiminde seyrelmiş suların istasyon bölgesine doğru hareketi nedeniyle, su çekilen bölgelerin de bromür bakımından seyreltiği görülür (**Şekil 8. 45**). Gölde özellikle yağışlı dönemlerde Br ile Cl, SO<sub>4</sub> arasında yüksek korelasyon ilişkisinin görülmesi Acıgöl'de Br kaynağının evaporitler olduğunu gösterir.



**Şekil 8. 45:** Bromür derişiminin gölde alansal dağılımı.

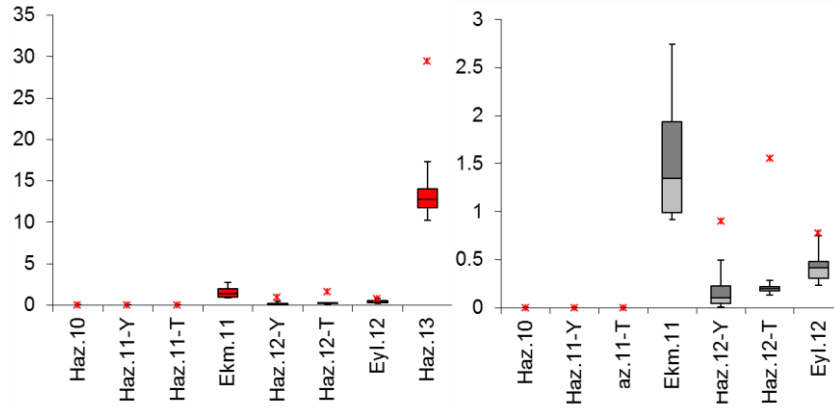
### 8.1.3.13 Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-1</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-1</sup>) ve Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>):

Azot döngüsünün temel bileşenlerinden olan nitrit ve nitrat (Hounslow 1995), iyon kromatografi analizlerine göre gölde bulunmamakta ya da dedeksiyon limitlerinin altındadır. İzlenen tüm dönemlerde sadece Eylül-2012 döneminde bir noktada (D-8) 58,5 mg/L nitrat görülmüştür. İyon kromatografi ile anyon analizlerinde oldukça yoğun halde bulunan klorür ve sülfat nedeniyle, küçük derişimlerdeki nitrit nitrat belirlenememiş olabilir. Gölde nitrit ve nitrat bulunamamasının bir başka nedeni,

genelde indirgen ortam olan gölde ( $E_h < 0$ ), azot bileşiklerinin denitrifikasyon ile amonyum ( $NH_4$ ) formuna geçmiş olma ihtimalidir. Nitekim gölün güneyindeki kaynaklardan Kocapınar'dan ortalama 5 mg/L, Gemiş Kaynağı'ndan ortalama 3 mg/L  $NO_3$  girişi olur. Ayrıca gölde nitrat tespit edilen D-8 örnek noktasına yakın konumda olan güneydeki Yırce Pınarı'ndan 90 mg/L nitrat girişi söz konusudur. İyon kromatografi analizleri ile gölde  $PO_4$  görülmemiştir.

#### 8.1.3.14 Demir ( $Fe^{+2}$ , $Fe^{+3}$ ):

$E_h$ -pH ilişkisine göre göldeki demir türleri, Fe-O-H sisteminde (Brookins 2012; Takeno 2005; Wagman ve diğ. 1982) su kolonu ve göl su kolonu-göl taban sedimanı geçiş zonunda hematit formunda ( $Fe_2O_3$ ), gölü besleyen derin sondajlarda ve Tahtaköprü Pınarı gibi kaynaklarda  $Fe^{+2}$  formundadır. Göldeki demir derişimi 29,4 mg/L'ye kadar çıkar. Gölde yağışlı dönemde ortalama 0,2-0,3 mg/L civarında demir görülürken kurak dönemde 1,6 mg/L'ye çıkar. İzlenen tüm dönemlerin aksine Haziran-2013 döneminde gölün demir olarak ekstrem zenginleşmeye uğradığı (Ort.:13,9 mg/L) görülür (Şekil 8. 46).



Şekil 8. 46: Gölde farklı dönemlerde demir derişim aralıkları.

#### 8.1.4 Gölün Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İlişki Matrisi

Gölün fiziksel özellikleri ve iyon derişimlerinin birbiri ile olan ilişkisi her bir dönem için korelasyon matrisinde değerlendirilmiş ve korelasyon tabloları EKLER'de sunulmuştur. Gölde düşük korelasyonlu pH-sıcaklık ilişkisi, yağışlı ve kurak dönemde fark eder. Yağışlı dönemde sıcaklık ile pH arasındaki ilişki pozitif iken, kurak dönemde negatiftir. Yağışlı dönemde suyun sıcaklığı arttığında pH artmakta, kurak dönemde

ise su sıcaklığı arttığında pH azalır. Kurak dönemde sürekli devam eden sıcaklıklar nedeniyle suda sıcaklığın artması suda çözülme  $[H^+]$  iyonunun moleküler titreşimini arttırması ve dolayısıyla hidrojen bağlarını oluşturma eğiliminin azalması nedeniyle pH artar.

pH ile Ec değerleri arasındaki ilişki göl yüzeyinde evaporatif konsantrasyon etkisinden kaynaklanır. Göl yüzeyinde evaporasyon arttıkça pH değeri düşer. Göl tabanında ise pH'ta evaporasyon etkisi önemsizdir. Bazı dönemlerde pH-Eh arasında ilişki belirgin olarak görülür. Ekim-2011 kurak döneminde pH-Eh birlikte artarken, Haziran-2011 döneminde göl tabanında negatif korelasyon gelişmiştir. Aynı dönemlerde Eh ile  $CO_3$  arasında önemli ilişki görülmüştür. Ekim-2011 döneminde Eh değerleri,  $CO_3$  değerlerinin yüksek olduğu yerlerde artmıştır. Haziran-2012, Eylül-2012 döneminde  $CO_3$  ile Ca, Mg, Na, K, Cl ve  $SO_4$  arasında yüksek pozitif korelasyon vardır. Haziran-2011 döneminde  $CO_3$  ile bahsedilen iyonlar arasında negatif korelasyon söz konusudur. Gölde yağışlı dönemde Ec değerinin artmasıyla Ca, Mg, Na, K, Cl,  $SO_4$ , Li, derişimi artmakta,  $HCO_3$  derişimi azalır.  $CO_3$  ile  $HCO_3$  arasında genelde negatif korelasyon gelişir.

Haziran-2010, Ekim-2011, Eylül-2012, Haziran-2012, Haziran-2013, döneminde yüzeyde Ca ile Fe, K, Sr, Li, Mg, Na, Br, B birlikte zenginleşirken,  $HCO_3$  fakirleşir. Kalsit, dolomit çökmesi ile ortamda  $HCO_3$  azalmakta buna karşın bakiye suda Ca artar. Ca, Fe, K, Na arasındaki ilişki muskovit, ankerit, amfibol gibi minerallerin gölde varlığını gösterir.

Ca ile Cl arasındaki ilişki Haziran-2012, Eylül-2012, Haziran-2010 dönemleri dışında genelde düşüktür. Göl tabanında Ca ile Na negatif korelasyona vardır. Özellikle Haziran-2012 döneminde göl tabanında artan Ca miktarına karşı Mg ve Na miktarında azalma meydana gelmiştir. Gölde dolomit çökmesi durumunda derişim olarak küçük miktarda olan Ca ve  $HCO_3$  miktarının iyice azalmasına neden olur. Gölde aynı zamanda kalsit ve dolomit çöklerken, halit çözünümü gerçekleşir. Ca ile  $SO_4$  arasındaki ilişki jips çözünümünden kaynaklanır. Ancak Haziran-2010, Ekim-2011, Eylül-2012, Haziran-2012 dönemlerinde yüksek ilişki görülmüştür. Ca değerleri  $SO_4$ 'e kıyasla Mg ile daha yüksek korelasyona sahiptir. Gölde Ca jipslerin gelmekle birlikte, önemli Ca kaynağını karbonatlar teşkil eder.

Gölde iyonların birlikte zenginleşmeleri evaporatif konsantrasyon etkisindedir. Mg ile Na arasında tüm dönemlerde yüksek korelasyon ilişkisi görülür. Gölün kurak döneme geçişin göl kenarında suların çekildiği güncel evaporitleşme bölgesinde



dolomitlerle birlikte yoğun olarak blödit ve halit minerali çökeler. Gölde tüm dönemlerde Mg-Na-Cl-SO<sub>4</sub> birlikte zenginleşmesi blödit, halit gibi minerallerin çözünmesi ve dolomitlerce sürekli Mg girdisidir.

Na-Mg-Ca-Cl-SO<sub>4</sub> iyonlarının birlikte zenginleşmesi, çözünürlüğü düşük olan sülfat mineralleri başta olmak üzere halit, jips çözünümünü Mg-karbonatların gölde varlığını ve Mg-karbonatlarca beslenimi gösterir. Na ile K arasındaki korelasyon polihalit kaynaklı olabileceği gibi, mika veya farklı feldispatların birlikteliği kaynaklı da olabilir.

Cl-SO<sub>4</sub> arasındaki pozitif yüksek korelasyon, evaporitlerin çözünümünü halitle birlikte başta tenardit olmak üzere blödit, globerit ve jipslerin çözüldüğünü gösterir. Gölde HCO<sub>3</sub> azalırken Cl ve SO<sub>4</sub> zenginleşmesi karbonat çökeline karşı evaporit çözünümünden kaynaklanır. Bu durum gölde kurak dönemde ve göl tabanında görülür.

Göl çökellerinden belirlenen hematit gibi demir mineralleri ile göldeki mika grubu, ankerit potansiyel demir kaynağını oluşturur. Fe-Ca ve Fe-K-Mg arasındaki ilişki bu minerallerin varlığından kaynaklanır. Ayrıca bazı dönemlerde Fe-SO<sub>4</sub> arasında ilişki gölde pirit gibi demir sülfid minerallerinin varlığını gösterir.

Gölde düşük oranlarda bulunan Bor elementi SO<sub>4</sub> ile negatif, Mg ile pozitif yüksek korelasyon ilişkisine sahiptir. Gölde jips çökmesinden sonra geriye kalan suda sülfat miktarı azalmakta buna karşın Bor miktarı zenginleşir. Tuzlu göllerdeki bor genellikle ikincil ortam olarak tanımlanan tuz havuzları veya tuzlu çamurluklarda (saline mudflats) gelişir. Tuzlu gölde bor yatakları genelde mirabilit gibi soğuk sülfat fazında yoğunlaşır (Zheng ve diğ. 2005). Alkali göllerde baskın bor mineralleri üleksit (NaCaB<sub>5</sub>O<sub>6</sub>(OH)<sub>6</sub>·5H<sub>2</sub>O) veya pinnoyittir (MgB<sub>2</sub>O(OH)<sub>6</sub>) (Zheng ve diğ. 2005). Avustralya'daki gibi bazı tuzlu göllerde evaporasyon, halit çökeli veya çözünümünden daha ziyade absorpsiyon olaylarının Bor izotop farklılıklarına neden olmuştur (Vengosh ve diğ. 1991).

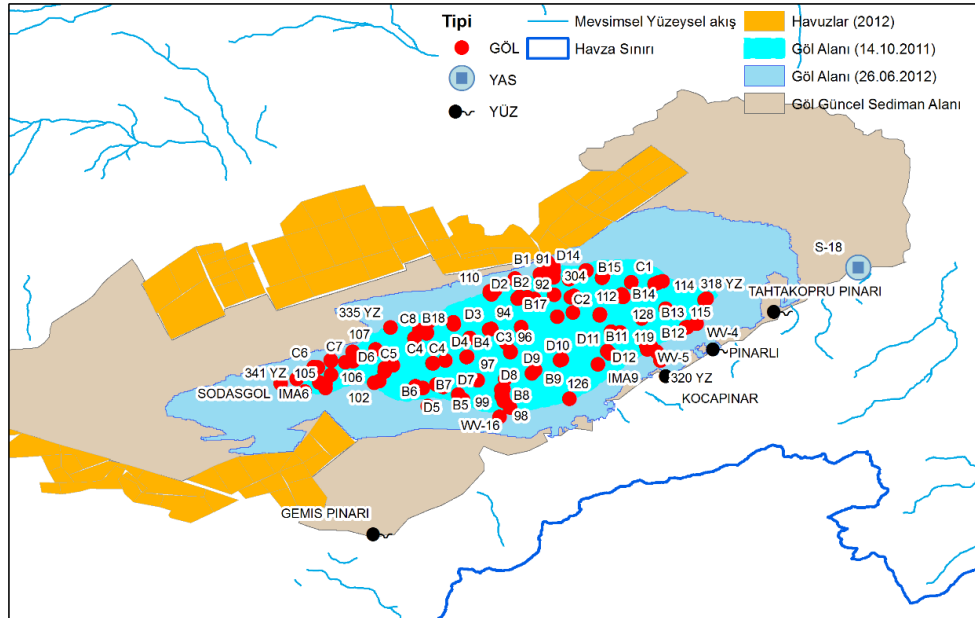
Lü ve diğ. (2013) tarafından Orta Tibet'teki Damxung Co Tuzlu Göl'ünde yapılan çalışmaya göre Borun kaynağı, killere absorpsiyonu veya karbonat killeridir. Acıgöl Havzası'ndaki kaynak sularından sadece gölün güney ve kuzeyindeki fay yüzeyindeki veya faya yakın sularda Bor görülmüştür. Muhtemelen kökeni volkanik olan Bor gölde killerce absorpsiyona uğramış ve eski evaporitlerin çökeli sırasında

evaporit bünyesine geçmiş olabilir. Kurak dönemlerden sonra yoğunlaşan gölde soğuk mevsime geçilmesiyle mirabilit çökelişi ile bor arasında ilişki olasıdır.

Br ile Cl, SO<sub>4</sub> arasında görülen yüksek korelasyon ilişkisine göre, evaporit çözünümü Br zenginleşmesine kaynak oluşturur.

### 8.1.5 Göl Suyunda İyon Derişimlerinin Gölün Güneyindeki Sürekli Sulara Göre Zenginleşmesi

Göl suyunun, gölü besleyen sürekli sulara göre iyon zenginleşmesi; gölün güneyindeki yüzey ve yeraltı sularına göre, izlenen her bir dönem için incelenmiştir. Gölün güneyindeki Na-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki kaynakları temsilen Kocapınar ve indirgenmiş redoks potansiyeline sahip Tahtaköprü Pınarı, Mg-Ca-SO<sub>4</sub> tipindeki kaynakları temsilen Gemiş Pınarı ve yeraltı sularını temsilen S-18 derin sondajı, iyon zenginleşme oranlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Gölü besleyen suların, göle giriş yaptığı alanlarda iyon derişimleri her ne kadar seyrelse de her bir dönemde göl iyon derişimleri için ortalama değerler alınmıştır (**Şekil 8. 47**).

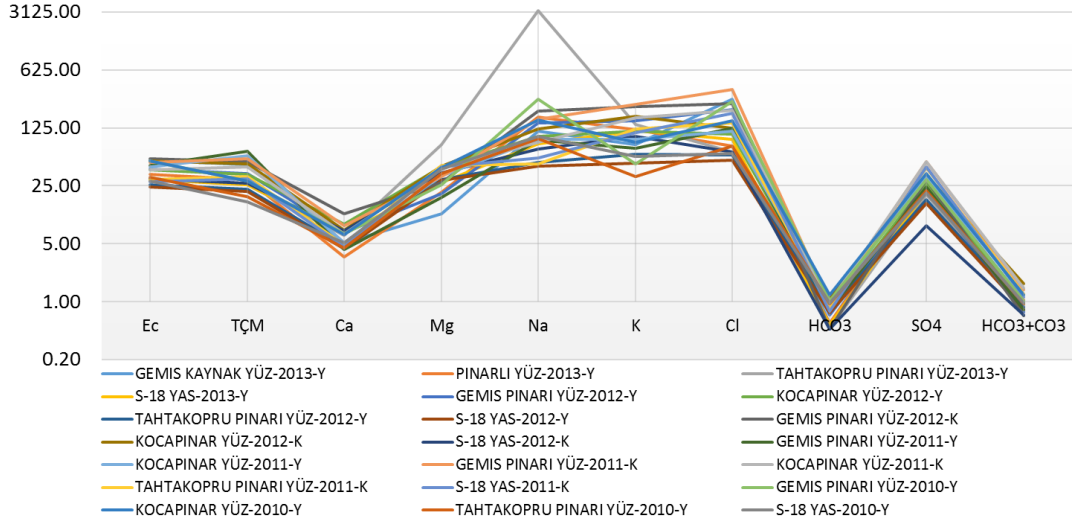


**Şekil 8. 47:** Gölü besleyen kaynaklara göre göldeki iyon zenginleşmesinde kullanılan su noktaları.

Gölü besleyen sulara göre göldeki ortalama iyon zenginleşmeleri sırasıyla katyonlarda; Na (260) >K (111) > Mg (34) > (Ca), anyonlarda; Cl (145) > SO<sub>4</sub> (28) şeklindedir. Göldeki Ec ve TÇM miktarı, güneydeki sürekli sulara göre sırasıyla ortalama 38 ve 35 kat zenginleşmiştir. Kaynak bazında incelendiğinde Ec değerleri

Gemiş Pınarı'na göre 39,5-53,5 (Ort.=47,7), Kocapınar göre 34,5-50,2 (Ort.=42,4), Tahtaköprü Pınarı'na göre 25,6-31,6 (29,3), yeraltı sularına göre 24,4-30,3 (Ort.=28,2) kat daha fazla zenginleşmiştir. Yeraltı suları ve indirgenmiş redoks koşullarına sahip Tahtaköprü Pınarı, diğer sulara göre daha fazla iyon içerdiğinden, gölün bu sulara göre zenginleşme oranları düşüktür (**Şekil 8. 48**).

Gölün, güneyindeki sürekli sulara göre iyonlarındaki önemli zenginleşme evaporatif konsantrasyonun etkisindedir. Evaporatif konsantrasyonla birlikte evaporit çözünümü yine iyon zenginleşmesinde etkindir. Evaporit çözünmesinde özellikle jipslerden eşit oranlarda  $Ca^{2+}$  ve  $SO_4^{2-}$  iyonları suya geçmesine rağmen karbonat ve jips çökelişi nedeniyle, Ca iyon değişiminin oldukça düşük olduğu görülür.



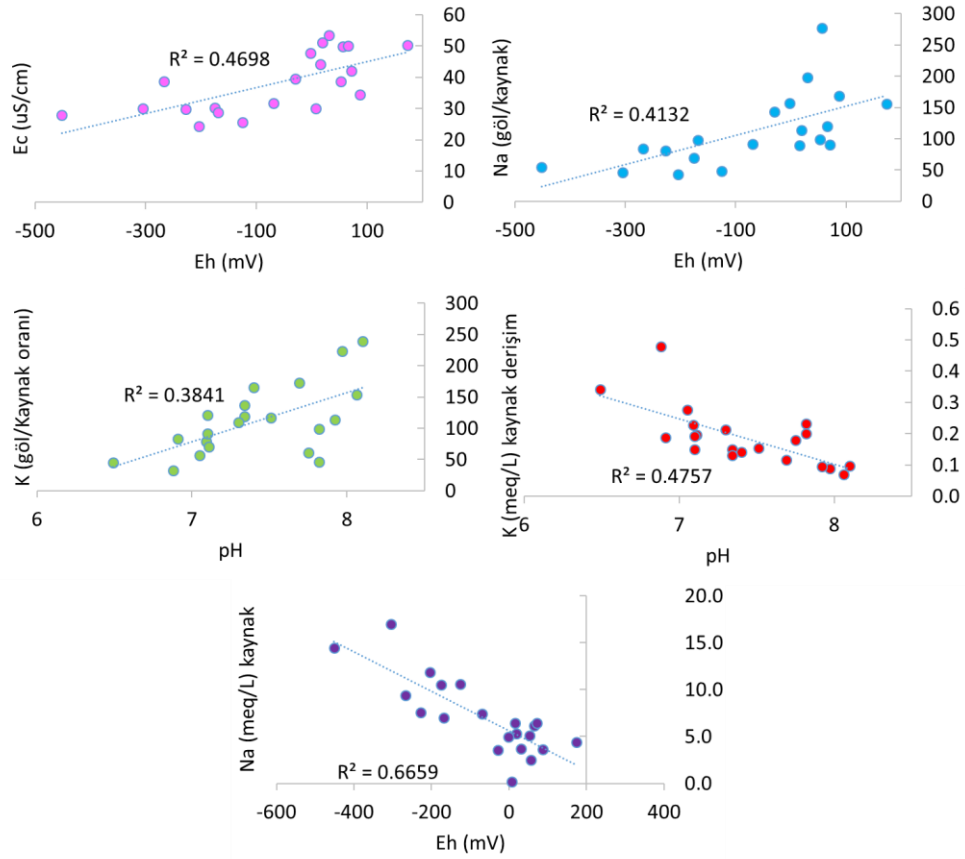
**Şekil 8. 48:** Her bir iyon için gölü besleyen sulara göre göldeki iyon zenginleşmesi.

**Gölün Gemiş Pınarı'na göre** zenginleşmesinin mevsimsel olarak değişimi incelendiğinde; kurak dönemlerdeki zenginleşme yağışlı dönemlere göre daha fazladır. Bu zenginleşme bazı iyonlar için 2-3 katına çıkabilir. Bunun nedeni evaporatif konsantrasyon etkisinde gölün iyon miktarının artması ve buna karşın kaynaklarda çözünmüş iyon miktarının yağışlı döneme göre kurak dönemde daha az olmasıdır.

**Gölün Kocapınar'a göre** iyon zenginleşmesinin mevsimsel olarak değişimi incelendiğinde; kurak dönemlerdeki  $SO_4$ , Cl, Mg, K iyonlarındaki zenginleşmenin yağışlı dönemlere göre yüksek olduğu görülür. Ancak katyon değişiminin etkin olduğu Kocapınar ve çevresindeki sularda, katyon değişiminin gerçekleştiği Ekim-2011 ve Haziran-2011 dönemlerinde Na ve Ca katyonlarındaki zenginleşme farklı gelişir.

Gölün, **güneydeki yeraltı sularına göre** iyon zenginleşmesinin mevsimsel olarak değişimi Kocapınar'a benzerdir. Gölün yeraltı sularına göre  $SO_4$ , Cl, Mg, K iyonlarındaki zenginleşmenin yağışlı dönemlere göre kurak dönemlerde yüksektir. Ancak katyon değişiminin etkin olduğu dönemlerde Na ve Ca katyonlarındaki zenginleşme farklı gelişir. Gölün güneyinde katyon değişiminin gerçekleştiği sularda, gölün kaynaklara göre zenginleşmesinde Na ve Cl ters zenginleşme anomalilerine sahiptir.

Gölün güneyindeki sulara göre Na ve K iyon zenginleşmesini, gölü besleyen sürekli suların Eh ve pH değerleri etkiler. Gölün güneyindeki suların ORP değerleri düştüğünde ve indirgenmeye başladığında, Na iyon derişimleri artmaya başlar. Sular yükseltgendikçe, Na iyon derişimleri azalır. Suların değişen redoks koşullarındaki Na iyonlarındaki değişim, gölün kaynaklara göre olan Na iyon zenginleşmesini de etkiler. Gölün güneyindeki sürekli sulardaki indirgen ya da düşük ORP'li redoks koşullarında, gölün bu sulara göre Na iyon zenginleşme oranları azalır. Buna karşın yüksek ORP'li ortamlara göre gölün Na iyon zenginleşme oranları artar (**Şekil 8. 49**).



**Şekil 8. 49:** Gölün, güneyindeki yüzey ve yeraltı sularına göre zenginleşmesinde suların Eh ve pH etkisi.

### 8.1.6 Göl Su Tipi

Tuzlu göllerin majör anyon içeriği çok değişkenlik gösterirken, majör katyonlardan Na baskınlığı yaygındır. Tuzlu göllerin majör katyon içeriklerinde Ca ve Mg, Na kadar yaygın değildir. Tuzlu göllerde Ca ve Mg baskın olması durumunda Ca-Cl, Mg-Cl-SO<sub>4</sub> su tipleri görülür. Na baskın tuzlu göllerde ise su tipi, Na-Cl-SO<sub>4</sub>, Na-CO<sub>3</sub>-Cl-SO<sub>4</sub>, Na-Mg-Cl-SO<sub>4</sub>, Ca-Mg-Na-Cl şeklinde olabilir (Eugster ve Hardie 1978).

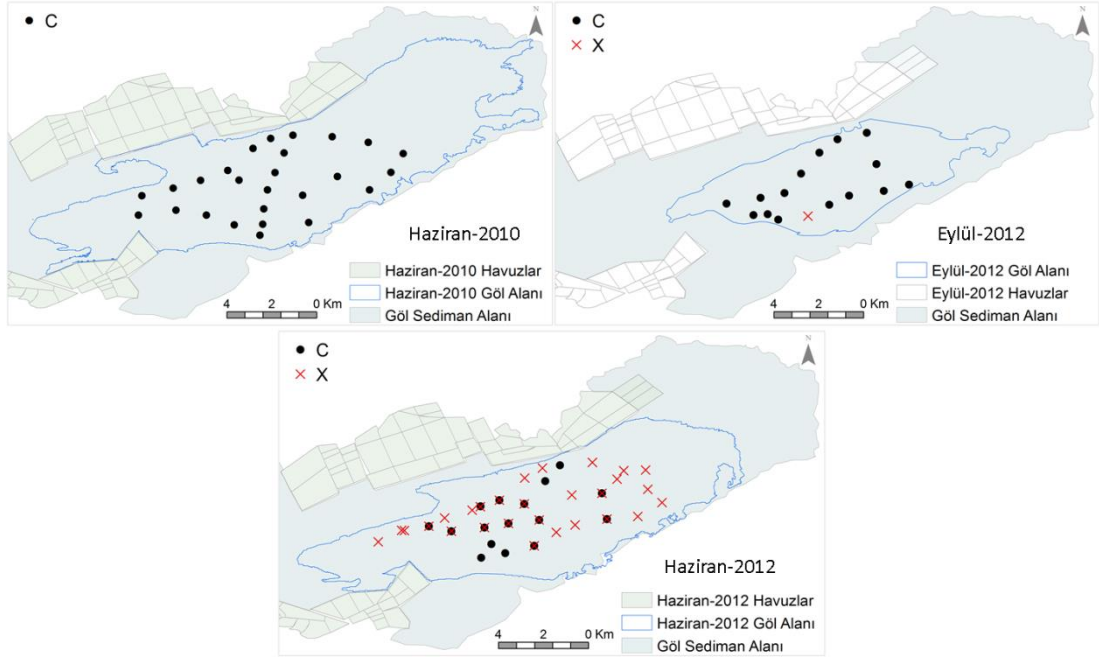
#### 8.1.6.1 Majör İyon Tanımına Göre Göl Su-Tipi

Tuzlu göl olan Acıgöl'ün uzun su tipi Na-Cl-SO<sub>4</sub>, kısa su tipi Na-Cl'dir. Katyonlarda alkali metaller, alkali topraktan fazladır. Katyonların miktarına göre sıralaması  $rNa > rMg > rCa > rK$ , anyonların miktarına göre sıralaması  $rCl > rSO_4 > rHCO_3$  şeklindedir. Anyonlarda Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> derişiminin oldukça yüksek olması nedeniyle, güçlü asidik anyonların baskınlığı söz konusudur.

Gölde bazı taban örneklerinde, su tipi değişmemekle birlikte, katyon sıralaması  $rNa > rMg > rK > rCa$  şeklinde olabilir. Aynı durum sülfat ve tuz üretim havuzlarında da söz konusudur. Evaporasyonun ileri aşamaları temsil eden bu sularda, Ca<sup>+2</sup> derişimi tamamen azalmamakla birlikte K<sup>+</sup> derişiminden daha düşük seviyelere iner. Gölün güneyindeki Akgöl'de, su tipi Mg-Na-Cl'dir. Katyon önem sırası  $rMg > rNa > rCa > rK$ , anyon önem sırası  $rCl > rSO_4 > rHCO_3$  şeklindedir.

#### 8.1.6.2 Redoks Su-Tipi

Göl suyu redoks su tipi "**yüksek indirgenmiş**" (C) veya "**redoks çatışması**" (X) tipindedir. Hidrolojik döneme bağlı olarak suların redoks tipinin yüksek indirgenmiş ile redoks çatışması tipi arasında değiştiği görülür. İzlenen dönemlerde, Ekim-2011, Eylül-2012 ve Haziran-2013 dönemlerinde göl suyu yüksek indirgenmiş, Haziran-2010 ve Haziran-2011 dönemlerinde redoks çatışması tipindedir. Haziran-2012 döneminde gölde yüksek indirgenme ve redoks çatışması birlikte gerçekleşmiştir (**Şekil 8. 50**). Redoks su tipine göre yüksek indirgenmenin olduğu dönemde gölde, sülfat ve demir yoğunken, oksijen ve nitrat yok veya azdır. Redoks çatışmasının olduğu dönemlerde, hidrojen sülfid ile beraber oksijen gölde bir arada bulunabilir.

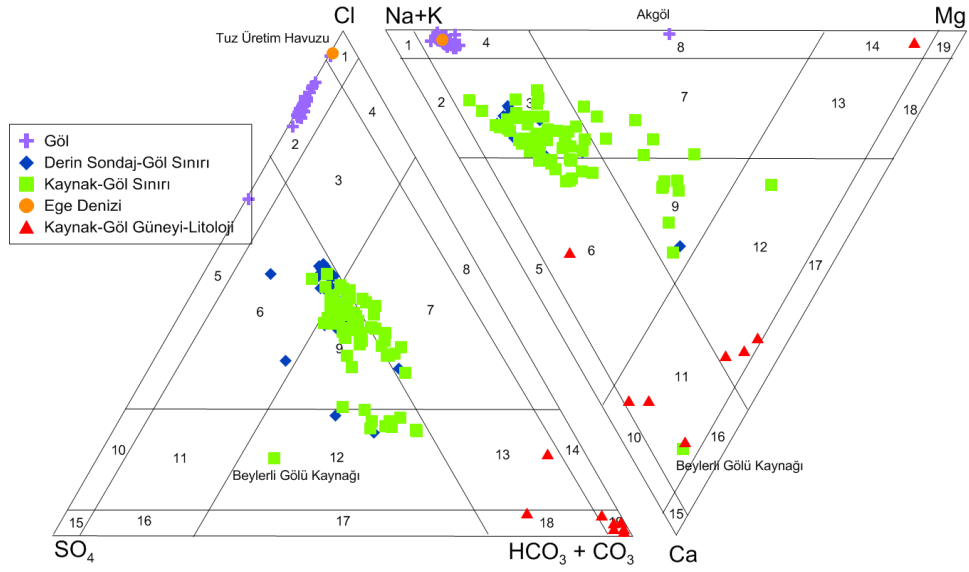


Şekil 8. 50: Acıgöl'ün farklı dönemlerdeki redoks su-tipi.

### 8.1.6.3 Eugster ve Hardie (1978) Tuzlu Su (Brine-Tipi) Sınıflaması

Eugster ve Hardie (1978), tuzlu göllerin majör anyon ve katyon içeriğine göre geliştirdiği tuzlu göl (lake brine type) sınıflaması, Acıgöl'ün aşırı tuzlu sularının kimyasal sınıflaması için kullanılmıştır. Molar derişimde her bir anyon ve katyonun, toplam anyon ve toplam katyon içindeki % miktarları hesaplanarak diyagramda tuzlu göl tipi belirlenmiştir (Şekil 8. 51). Gölü besleyen kaynak ve derin sondajların, göl suyuna göre konumları aynı diyagramda değerlendirilmiştir. Acıgöl'ün belirlenen majör anyon ve katyon içeriğine göre 2-4 (anyon-katyon) brine tipine sahiptir. İçinde yer aldığı brine tipine göre Acıgöl, majör iyonların birbirine olan oranına göre yüksek miktarda Cl ve Na içerir ve brine tipi Na-Cl'dir. Cl ve Na'ya karşı düşük miktarda olsalar da SO<sub>4</sub> ve Mg ile belirtildiğinde Na-(Mg)-Cl-(SO<sub>4</sub>) tipindedir. Tuzlu göl sınıflamasına göre, Acıgöl'de baskın anyon ve katyonlar sırasıyla Cl-(SO<sub>4</sub>) ve Na-(Mg) şeklindedir. SO<sub>4</sub> ve Mg içeriği sırasıyla Cl ve Na içeriği kadar yüksek değildir. Su tipinde parantez iyonun (iyon) düşük orana sahip (< 25% mol) olduğunu gösterir. Acıgöl'ün kenarındaki tuz üretim havuzlarının, anyonları içindeki Cl oranı, Acıgöl'ün Cl oranından daha fazladır. Oransal olarak sülfat üretim havuzları göl suyu ile benzer oranda Cl ve SO<sub>4</sub> içerirler. Katyon oranlarına göre göl suyu ve havuzlar benzer özelliktedir. Acıgöl'ün güneyindeki Akgöl anyon olarak Acıgöl'e benzerken, katyon oranı olarak Na-Mg (8.tip) özelliğine sahiptir. Akgöl'de oransal olarak Na ve Mg miktarı birbirine yakındır.





**Şekil 8. 51:** Göl ve gölü besleyen kaynak, derin sondajların Eugster ve Hardie (1978) tuzlu su sınıflama şemasındaki konumları.

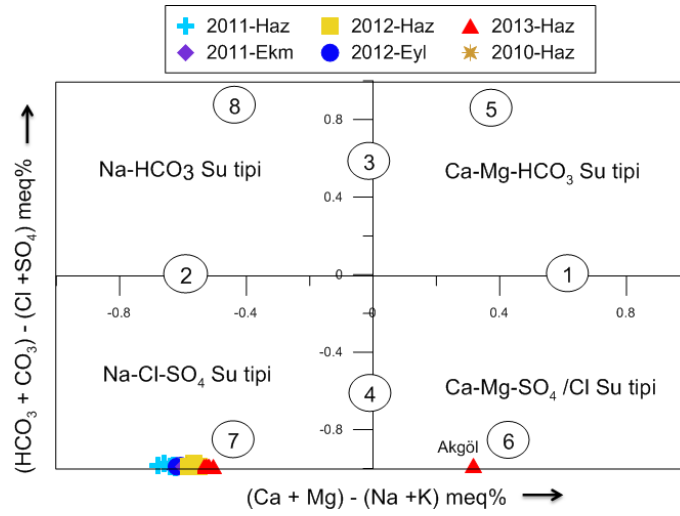
Gölü besleyen kaynaklar tuzlu olmalarından dolayı karşılaştırma amacıyla aynı diyagramda gösterilmiştir. Kaynak ve sondajlar, tuzlu su anyon tipi yoğunluk sırasına göre 9:Cl-SO<sub>4</sub>-CO<sub>3</sub>, 7:Cl-CO<sub>3</sub>-(SO<sub>4</sub>), 6:Cl-SO<sub>4</sub>-(CO<sub>3</sub>) ve 12:SO<sub>4</sub>-CO<sub>3</sub>-(Cl) tipindedir. Kaynak ve sondajların tuzlu katyon tipi yoğunluk sırasına göre 3:Na-(Ca)-(Mg), 7:Na-Mg-(Ca) ve 9:Na-Ca-Mg tipindedir. Gölü besleyen kaynak ve sondajlarda baskın katyon Na iken anyonlar oransal olarak birbirine benzerdir. Beylerli Gölü Kaynağı, yüksek sülfat ve kalsiyum içeriği ile diğer sulardan ayrılır. Gölün güneyinde gölü besleyen kaynakların ilksel özelliklerini temsil eden gölün güneyindeki karbonatlı birimlerde yüzeyleyen kaynaklarda dominant anyon HCO<sub>3</sub>'tür. Katyonlarda Ca genelde baskınken Mg bakımında zengin sular da görülür. Gölün güneyindeki karbonatlı birimlerdeki suların anyon tipi 19:CO<sub>3</sub>, 18: CO<sub>3</sub>-(SO<sub>4</sub>), 13: CO<sub>3</sub>-(SO<sub>4</sub>)-(Cl), katyon tipi 11:Ca-(Mg)-Na, 12:Ca-Mg-(Na), 14:Mg-(Na)'dır.

Gölün beslenimini sağlayan kaynak ve derin sondajların kimyasal içeriğinden, yüksek buharlaşma etkisinde evaporit ve kalsit çökelişi, tuz (NaCl) ve sodyum sülfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) üretiminin etkisinde farklılaşarak kimyasal içeriği şekillenir. Endüstriyel üretim faaliyetleri kapsamında uzun yıllar boyunca göl suyundan sülfatın alınması, sedimanlardaki tuzların çözünmesi ve yoğun jips-kalsit çökelişi ile geri kalan göl suyu sodyum ve klorür bakımından zenginleşmiştir.

Ege Denizi, Somay ve diğ. (2008) tarafından belirlenen iyon analizlerine göre 1-4(anyon-katyon) Na-(Mg)-Cl brine tipindedir. Acıgöl'ün klorür oranı Ege Denizi'nden çok az düşük olmasına rağmen, katyon olarak benzer oranlara sahiptir.

#### 8.1.6.4 Chadha Sınıflaması

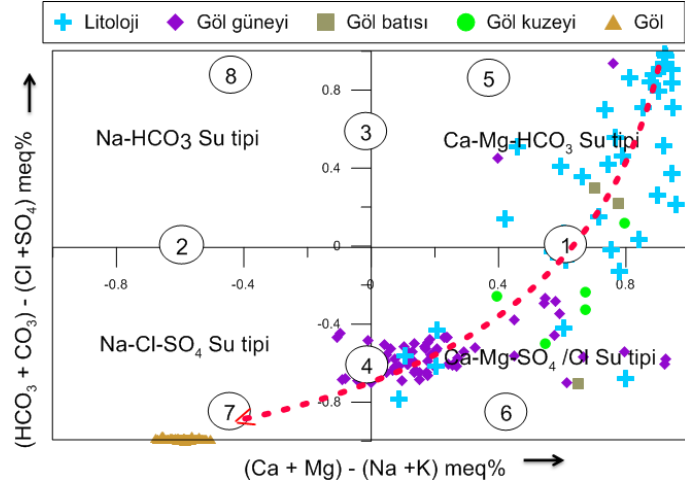
Acıgöl'ün suları, Chadha (1999) diyagramında, izlenen tüm dönemlerde 7. grupta Na-Cl-SO<sub>4</sub> fasiyesindedir (**Şekil 8. 52**). Chadha (1999) diyagramına göre göl suyunda alkali metal (Na + K), alkali topraktan (Ca + Mg) ve güçlü asidik (Cl + SO<sub>4</sub>) anyon, zayıf asidik anyondan (HCO<sub>3</sub> + CO<sub>3</sub>) oldukça fazladır. Acıgöl'e yakın konumdaki Akgöl'ün alkali toprakları alkali metallerinden fazladır. Bu özelliği ile Akgöl, Chadha (1999) diyagramında 6.grupta yer alır.



**Şekil 8. 52:** Göl sularının Chadha (1999) diyagramında sınıflaması.

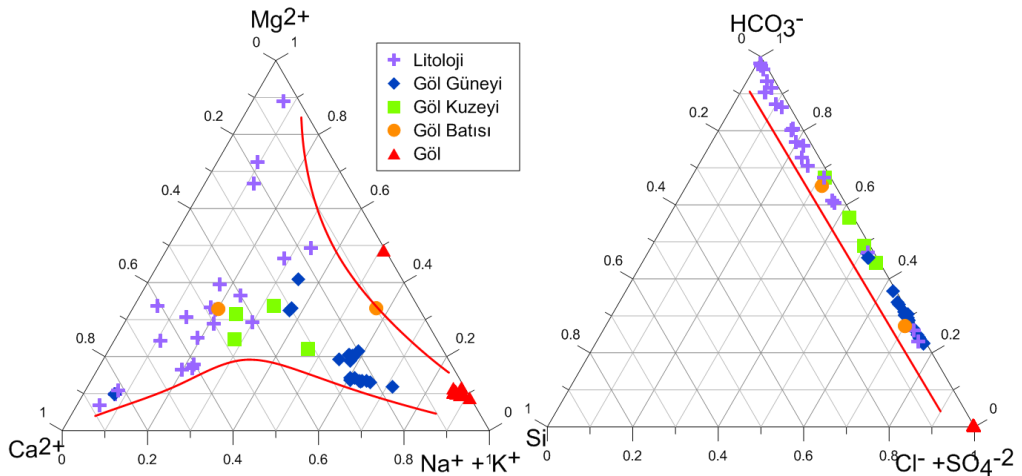
Havzada yağışla beslenen ve farklı litolojilerde kimyasal kompozisyonu şekillenen kaynak sularının, göl havzasında evaporitlerle etkileşimi sonucu aldıkları kimyasal durumları ve karıştıkları göl suyunun Chadha (1999) diyagramında nihai konumları **Şekil 8. 53**'teki gibidir. Doğal sular göle ulaşana kadar olan süreçte, içinde buldukları litolojik birimlerle ve göl sedimanlarındaki evaporitlerle etkileşimleri nedeniyle kimyasal fasiyeslerinde önemli değişimler meydana gelir. Göle uzak konumdaki sular genelde Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesindeyken (5.grup), göl çökel alanına yaklaşmaya başladıkça sular fasiyes değiştirerek Ca-Mg-SO<sub>4</sub>/Cl fasiyesine sahip olur (6. grup). Göl çökel alanına sınır konumda gölün güney ve kuzeyindeki faylara yakın konumdaki sular Na-Cl-SO<sub>4</sub> fasiyesine yaklaşır (4.grup). Kaynaklarla beslenen göl suyu Na-Cl-SO<sub>4</sub> fasiyesindedir (7.grup). Litolojik birimlerden gelerek göle karışan suların nihai kimyasal pozisyonudur. Sularda alkali metallerin miktarında önemli miktarda artış söz konusudur. Göle doğru suların HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> derişimleri, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> derişimine karşı azalırken, aynı azalma Na<sup>+</sup> derişimine karşı Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> derişimlerinde görülür. Bozunuma uğramış karbonatların içinden geçen tatlı suların silis içeriği <20 mg/L ve SiO<sub>2</sub>/HCO<sub>3</sub> molar derişimi 0,02'nin altında olur (Yan ve diğ.

2002). Acıgöl Havzası'ndaki sulara bu oran 0,01-0,9 arasında değişir. Sulara  $\text{SiO}_2/\text{HCO}_3$  oranı yoğunluk olarak 0,01-0,04 arasında dağılım gösterir. Göl suyunda genelde  $\text{SiO}_2$  analizlerde belirlenememiştir.



**Şekil 8. 53:** Doğal suların göle karışmalarına kadar geçen süreçte kimyasal fasiyes değişimi.

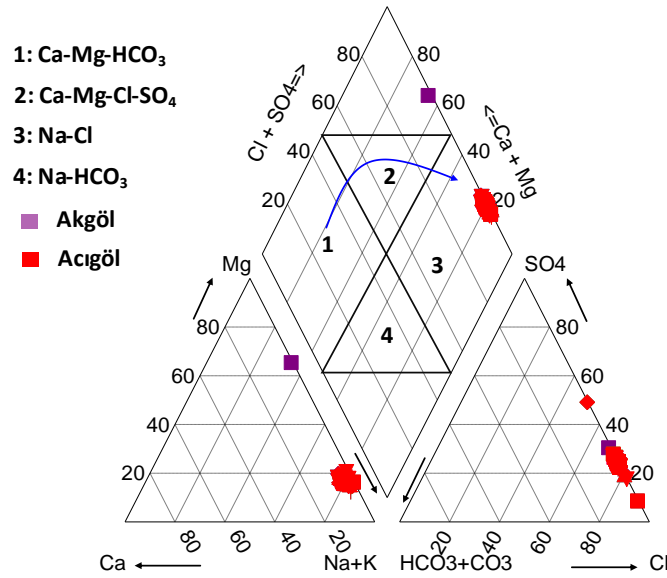
(Na + K – Mg - Ca) ve (Cl + SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> - Si) üçgen diyagramları farklı bozunum rejimlerin tanımlanmasında kullanılır (Stallard ve Edmond 1981). Havzadaki tüm sular (Cl + SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> - Si) üçgen diyagramında Cl + SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> kenarında kümelenmiştir. Litolojik birimlerdeki sular, HCO<sub>3</sub> köşesinde yoğunlaşırken, gölün kenarına yaklaştıkça bu yoğunluk Cl + SO<sub>4</sub> köşesine kaymıştır. (Na + K – Mg - Ca) üçgen diyagramında litoloji birimlerindeki sular Ca-Mg arasında kümelenirken, gölün etrafındaki örneklerde Na miktarı artmış, göl suyunda ise oldukça zenginleşmiştir. (Na + K – Mg - Ca) ve (Cl + SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> - Si) üçgeninde havzadaki suların konumlarına göre, suların kimyasını şekillendiren baskın olay karbonatların bozunumu ve evaporit çözünümüdür (**Şekil 8. 54**).



**Şekil 8. 54:** Havzadaki suların (Na + K – Mg - Ca) ve (Cl + SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub> - Si) (Stallard ve Edmond 1981) üçgen diyagramlarındaki konumları.

### 8.1.6.5 Piper Sınıflaması

Piper diyagramında göl suları tüm dönemlerde Na-Cl sınıfındadır. Gölü çevreleyen litolojik birimlerde sular genellikle Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesindedir. Çevre birimlerden göl suyuna doğru kimyasal kompozisyondaki iyon değişimleri evaporit etkisindedir. Litolojilerden göle doğru suların Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> derişimleri HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>'a, aynı şekilde Na<sup>+</sup> derişimi Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> derişimlerine göre evaporitlerin etkisi nedeniyle artar. Kurak ve yarı kurak iklim özelliği etkisinde evaporasyon gölde iyon konsantrasyonları artmasına neden olur. Göl suyunda Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları baskın hale gelirken, karbonatların çökelişi nedeniyle Ca<sup>+2</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyon derişimi azalır (**Şekil 8. 55**).



**Şekil 8. 55:** Göl suyunun Piper diyagramındaki konumu.

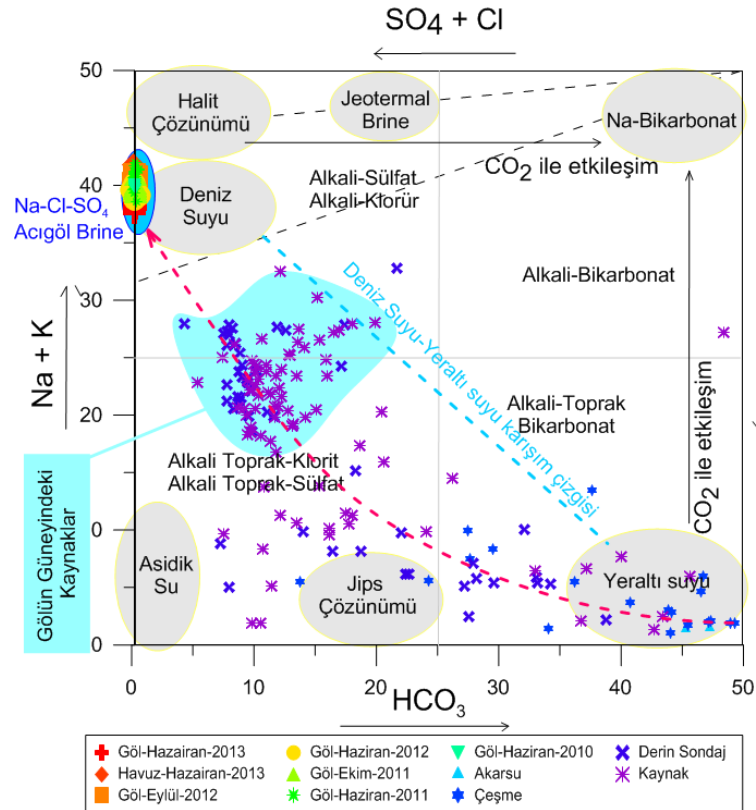
### 8.1.6.6 Langelier–Ludwig (1942) Diyagramında Suların Sınıflandırılması

Majör iyon içeriklerine göre havzadaki sular, Langelier ve Ludwig (1942) diyagramında değerlendirilmiştir (**Şekil 8. 56**). Gölde uzak konumda olan sular yeraltı suları grubu içinde kalmış, Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesindedir. Gölün ilksel suları olan Çıgırı ve Hayriye Çeşmesi, diyagramın sağ alt köşesinde konumlanmıştır. Gölün kuzeyindeki Sarıkavak bölgesindeki sular, Gemiş Pınarı ve Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi, jips çözünümünden etkilenen sulardır. Sularda sülfat belirli oranda

zenginleşirken, klorürdeki zenginleşme sülfatın yarısı kadardır. Bu suların halit tuzları ile etkileşimi gölün güneyindeki sulara kıyasla düşüktür.

Gölün güneyindeki kaynak ve derin sondajlar alkali-alkali toprak bölüm çizgisi arasında konumlanmıştır. Gölün güneyindeki sularda sülfat ve klorürle birlikte Ca ve Na zenginleşmesi gerçekleşir. Suların alkali-alkali toprak bölüm çizgisinde konumlanmaları jips ve halit çözünümünün suların kimyasını eşit oranda etkileyen olaylar olduğunu gösterir. Gölün güneyindeki sular önemli miktarda jips ve haliti çözündürerek bünyesine alır. Na-Ca-SO<sub>4</sub>-Cl iyonları bakımından zengin sürekli kaynaklar, gölün de aynı fasiyeste olmasında önemli etkindir.

Göl suyu önemli ölçüde Na-Cl-SO<sub>4</sub> bakımından zenginleşmekte ve diyagramın halit çözünümü köşesine yakın konumlanır. Gölü besleyen sürekli kaynaklarla birlikte, gölün tabanındaki halit ve sülfat minerallerini çözündürerek bünyesine alması sonucu nihai kimyası şekillenir. Gölün kimyasında etkin jeokimyasal olay halit çözünümüdür. İkincil etken olay sülfat minerallerinin çözünmesidir. Ancak sülfat minerallerinin çözünürlükleri göz önüne alındığında en son çökelenler en başta çözünür. Jips mineralinin yanında tenardit, globerit, blödit ve diğer tuzların çözünerek göle sülfat girişi sağlar. Diyagramda göl suyu deniz suyu kimyasına benzer özelliktedir.

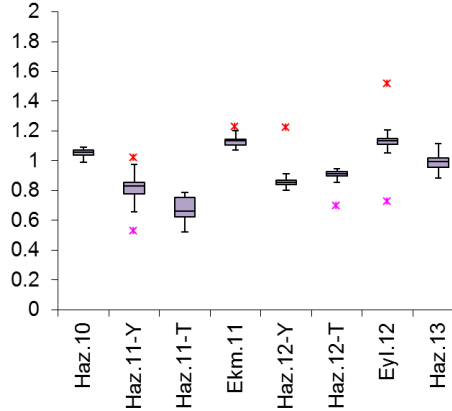


Şekil 8. 56: Langlier ve Ludwig (1942) grafiği.

### 8.1.7 Göl Suyu İyonlaşma Gücü ( $I_{göl}$ )

Deniz suyunun iyonlaşma gücü ortalama 0,7 iken, tuzlu çözeltilerin iyonlaşma gücü 1'den büyüktür (Babel ve Schreiber 2014; Berner 1971). Evaporasyonun başlaması ile deniz suyunun iyonlaşma gücü 1'e yükselirken, evaporasyon sonlandığında bu değer 17,4'e ulaşır (Millero 2009). Great Salt Lake ve Dead Sea'de iyonlaşma gücü sırasıyla 6,4 ve 7,9, İspanya'daki La Playa Gölü'nde 15,52'dir (Millero 2009). Tuzlu suların iyonlaşma güçlerinin, deniz suyu iyonlaşma gücünden büyük olması nedeniyle buharlaşma, mineral çözünürlüğü vb. modellemeleri deniz suyunda farklılık gösterir (Babel ve Schreiber 2014; Berner 1971). İyonlaşma gücü ( $I > 0,72$ ) olması koşulunda tuzlu suların modellenmesinde Pitzer (Pitzer 1995; Pitzer 1973) modeli uygulanır (Babel ve Schreiber 2014).

Acıgöl'de göl suyunda iyonlaşma gücü ( $I_{göl}$ ) 0,52 ile 1,52 arasında değişir (Şekil 8. 57). Havuzlarda; ön buharlaştırma havuzlarında 1,8, sülfat üretim havuzlarında 3,3, tuz üretim havuzlarında 8,2'dir. Zamansal olarak gölde iyonlaşma gücü sinüzoidal anomaliye sahiptir. Kurak dönemlerde, yağışlı dönemlere göre gölde iyonlaşma gücü daha yüksektir. İzlenen dönemlerde en düşük iyonlaşma gücü Haziran-2011 döneminde göl tabanında görülmüştür. Eylül-2012 iyonlaşma gücünün en yüksek olduğu dönemdir ( $I_{göl}=1,52$ ).



Şekil 8. 57: Acıgöl'de iyonlaşma gücü zamansal değişimi.

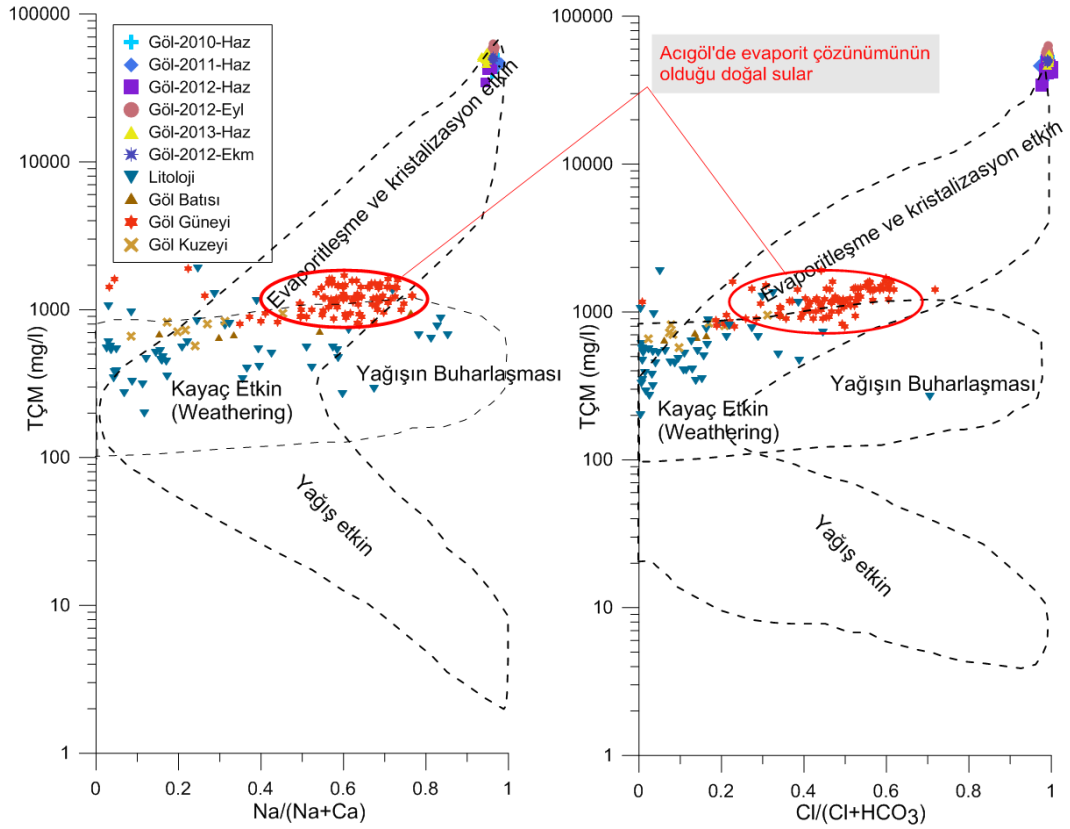
### 8.1.8 Gölün Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Faktörler

Yüzey sularının kimyasını denetleyen temel bileşenlerin belirlenmesinde Gibbs (1970) diyagramının kullanımı yaygındır (Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015; Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015). Havzadaki suların



kimyasını etkileyen temel bileşenlerin belirlenmesi için göl ile havzadaki sular Gibbs (1970) diyagramında birlikte değerlendirilmiştir (**Şekil 8. 58**).

Göl suyu ile diğer suları etkileyen temel mekanizmalar; kayaç bozunumu, yağışın buharlaşması, evaporiteleşme ve kristalizasyondur. Litoloji örneklerinde kayaç etkinken, gölün etrafındaki örnekler kayaç etkinliği ile birlikte düşük evaporiteleşme ve kristalizasyon etkisindedir. Gölün güneyindeki sular kayaç etkisinin azalıp, evaporiteleşme ve kristalizasyon etkinliğinin başladığı suları temsil ederler. Gibbs (1970) diyagramında bu suların olduğu alan “**Acıgöl’de evaporit çözünümünün etkin olduğu doğal sular**” bölgesi olarak tanımlanmıştır. Gölün güneyinde yer alan kaynak ve derin suların  $Na/(Na+Ca)$  oranı ve TÇM değerleri diğer sulara göre genelde daha yüksektir.



**Şekil 8. 58:** Gibbs (1970) diyagramı; göl ve havzadaki suların kimyasını denetleyen temel bileşenler.

İzlenen tüm dönemlerde Acıgöl, diğer sulara kıyasla oldukça yüksek  $Na/(Na+Ca)$  oranına ve TÇM değerlerine sahiptir. Acıgöl’ün Gibbs (1970) diyagramına göre kimyasını kontrol eden tek etken evaporiteleşme ve kristalizasyondur. Yarı kurak/kurak iklime sahip Acıgöl’ün evaporasyon etkisinde, diğer iyonlara kıyasla  $Na^+$  ve  $Cl^-$  iyon derişimlerinin daha çok artmasına bağlı olarak TÇM değeri artar (**Şekil 8. 59**).

### 8.1.9 Gölün Kimyasal Özelliklerini Kontrol Eden Diğer Olası Kimyasal Olaylar

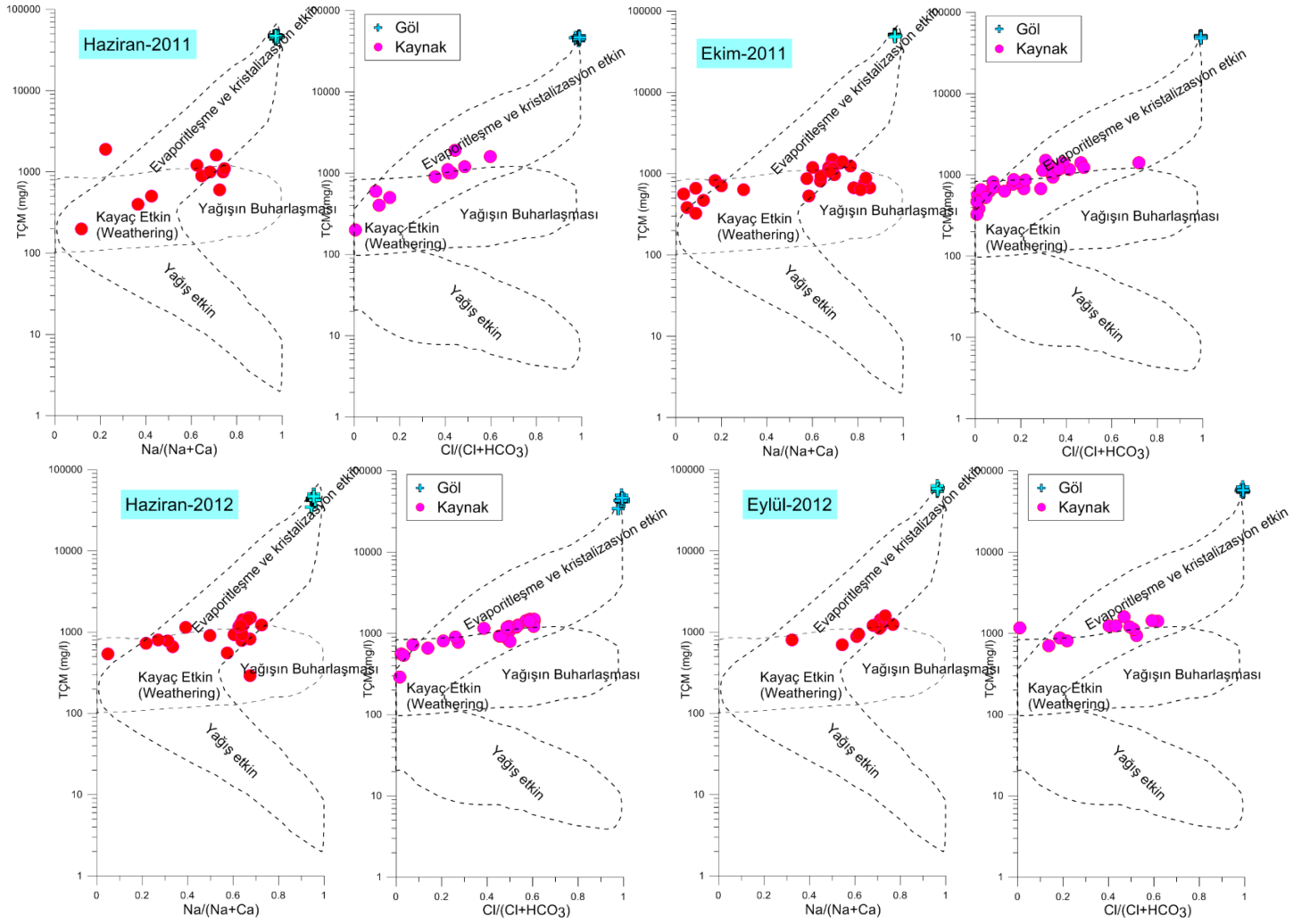
Acıgöl'de göl kimyasını etkileyen olası olaylar iyon derişimlerinin farklı kombinasyonlarına ait X-Y dağılım grafiklerinde değerlendirilmiştir (**Şekil 8. 60**). Acıgöl'de evaporitlerin çözünümü ve tekrar çökelişi, göl kimyasını şekillendiren en önemli kimyasal olaylardır. Gölde Ca-SO<sub>4</sub>, Na-Cl ve Na-SO<sub>4</sub> arasında doğrusal ilişki gelişir. Göl suyu genelde Cl-Na X-Y dağılım grafiğinde 1:1 eğrisi boyunca kümelenirken, değişen dönemlerde 1:1 eğrisinin üzerinde kümelenmesi, özellikle Haziran-2011 ve Ekim-2011 dönemlerinde halit çözünümü dışında gelişen farklı olaylar nedeniyle Na/Cl oranının yükseldiği görülür.

Acıgöl'de evaporasyon etkisi Ec ve (Na/Cl) X-Y dağılım grafiğinde (Jankowski ve Acworth 1997; Kumar ve diğ. 2009) değerlendirildiğinde, artan iletkenlikte Na/Cl oranının sabit kalması tuz çözünümünün sürekli devam ettiğini gösterir. Buna karşın artan Ec ile birlikte Na/Cl oranının azaldığı sularda evaporasyon dışında iyon değişimi ya da silikat bozunumu olasıdır. Haziran-2011 döneminde göl tabanında artan Ec ile birlikte Na/Cl oranlarının azaldığı görülür. Na/Cl oranı, tuz çözünüm oranı 1'e doğru azaldığında Ec artarken, 1'den yükseldikçe Ec azalmaya başlar (**Şekil 8. 60**).

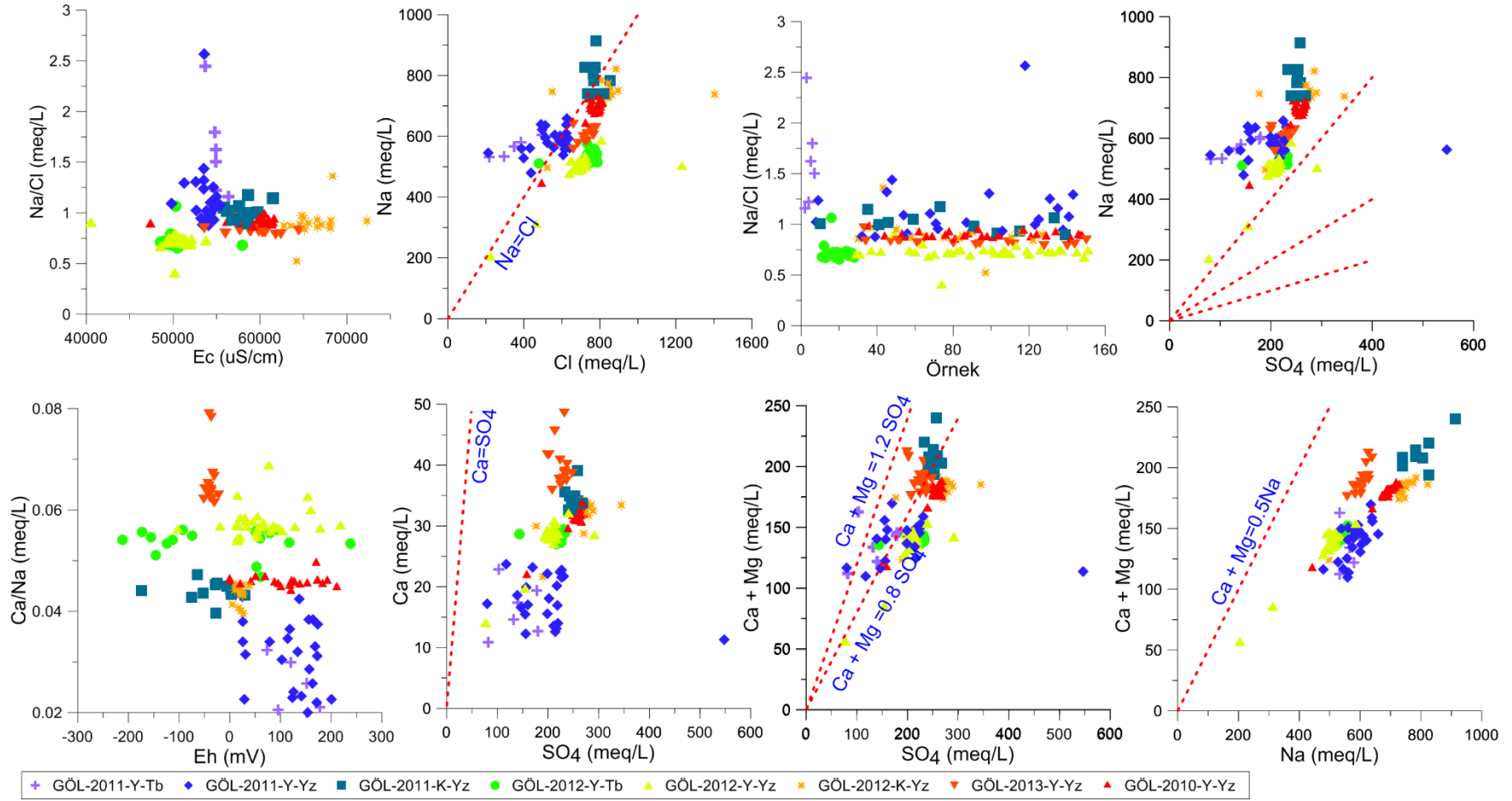
Gölde jips çözünümünden eşit oranlarda Ca ve SO<sub>4</sub> iyonları gelmesi gerekirken (Ca/SO<sub>4</sub>=1), gölde karbonat çökelişi etkisinde Ca iyonlarının oldukça azaldığı ve SO<sub>4</sub>/Ca (meq/L) oranlarının 4,5-48,5 arasında değiştiği görülür. Ca/SO<sub>4</sub> oranı; 0,02-0,22 arasında, Ca/(Ca+SO<sub>4</sub>) oranı 0,02-0,18 arasında gerçekleşir. Gölde tüm dönemlerde  $Ca^{+2} / (Ca^{+2} + SO_4^{-2}) < 0,5$  durumu hakimdir.

Gölde jips çözünmesi ile artan Ca iyon derişimi, ikinci karbonatların gelişimi nedeniyle oldukça azalır. Aynı şekilde Ca-Na iyon derişimi nedeniyle sulardaki Ca iyonlarının Na-kil ya da plajiyoklazlardaki Na iyonu ile derişim geçirdiği bu nedenle Ca iyonlarının oldukça azalması ve buna karşın Na iyonların halit çözünümünden gelen miktarlar dışında oldukça artması olasıdır. Göl sedimanlarında feldispat ve Na-kil varlığı bu ihtimali kuvvetlendirir (**Şekil 8. 60**, **Şekil 8. 61**).

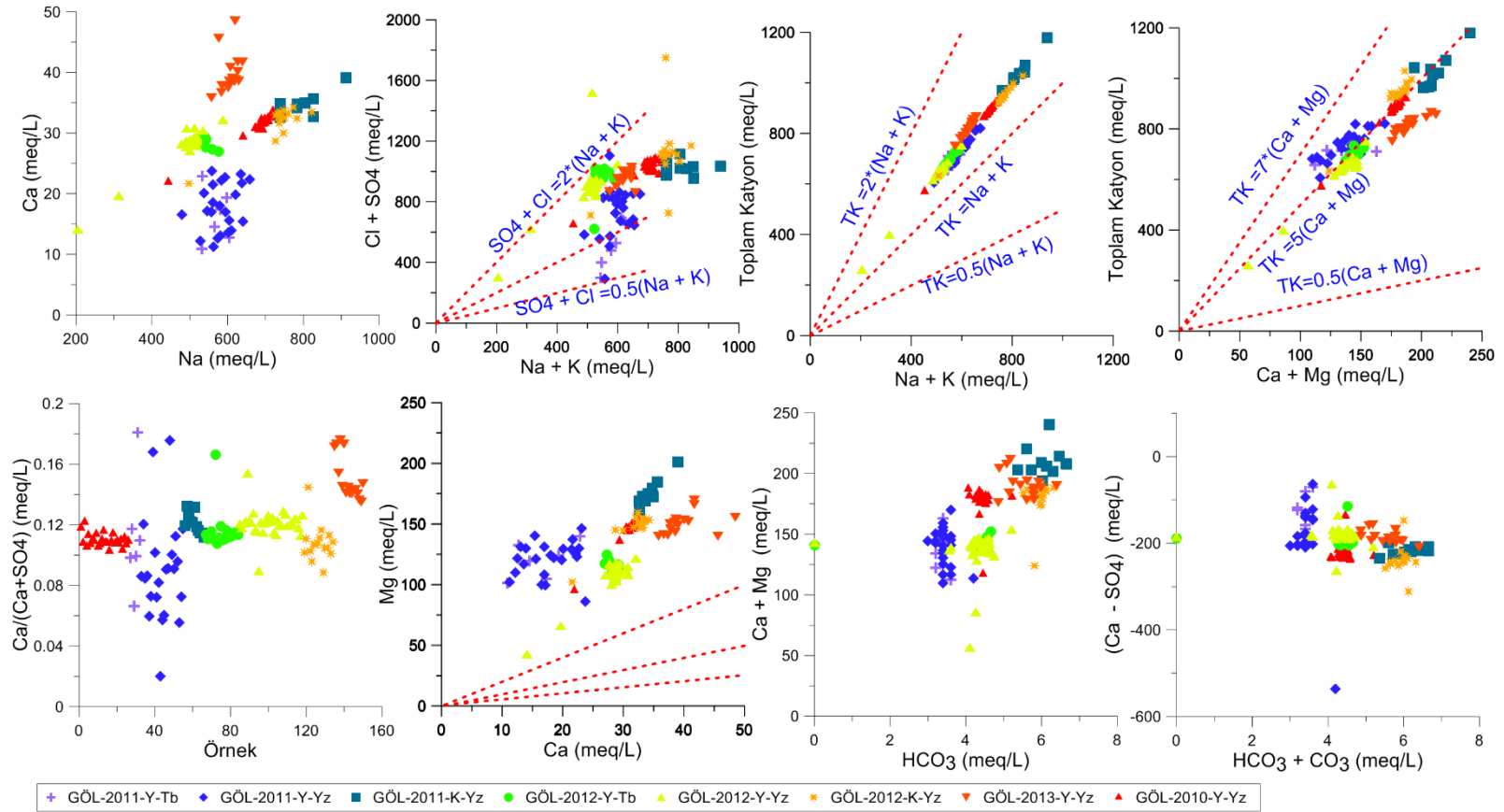
Evaporitlerin göl kimyasına etkisinde halit ve jips ile birlikte, globerit ve tenardit gibi Na-sülfat minerallerinin çözünümü de etkindir. Halit çözünümünde Na ile Cl iyonlarının 1:1 oranında suya karıştığı göz önüne alındığında, sudaki Na (meq/L) derişiminden Cl (meq/L) derişimi çıkarıldığında, halit dışı Na kaynağı belirlenmiş olur.



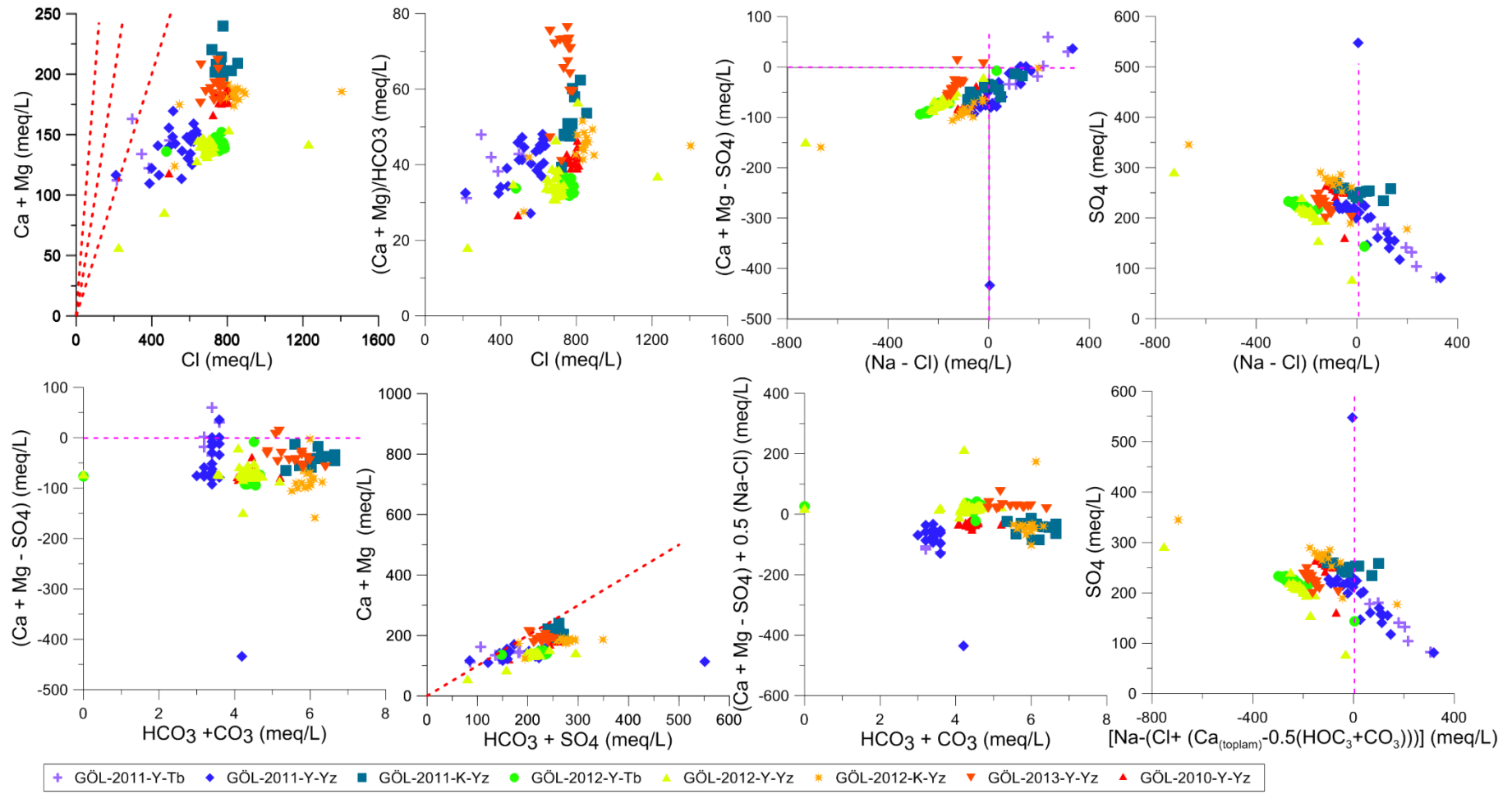
Şekil 8. 59: Gibbs (1970) diyagramı; yağışlı-kurak dönem değişiminde göl ve havzadaki suların kimyasını denetleyen temel bileşenlerin mevsimsel değişimi.



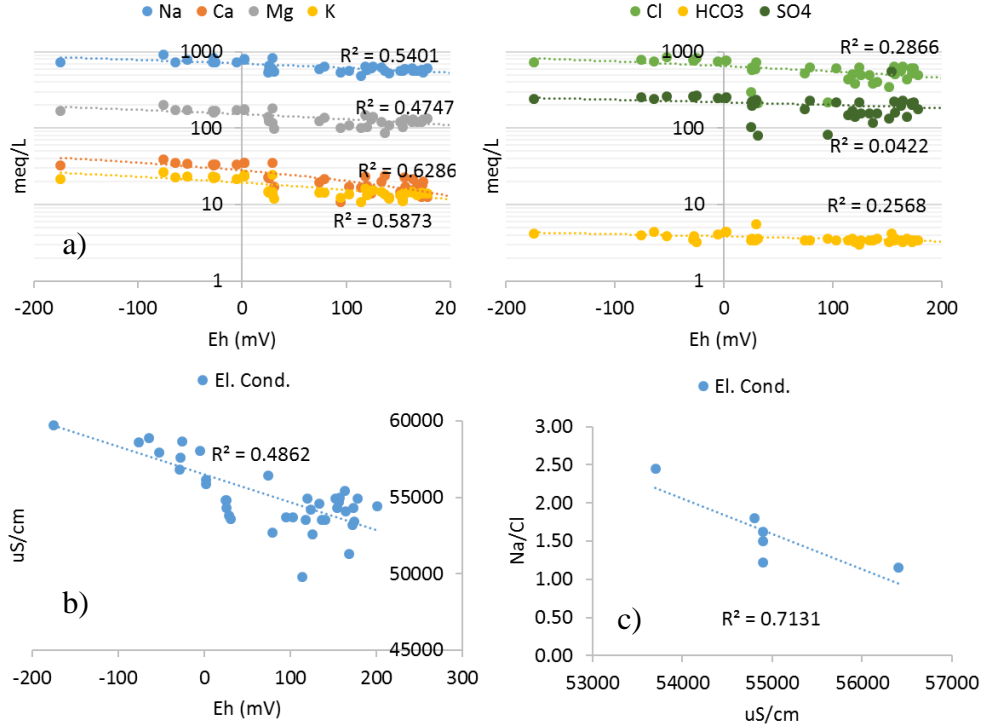
Şekil 8. 60: Göl kimyasını etkileyen olası olaylara ait diyagramlar.



Şekil 8. 60: Göl kimyasını etkileyen olası olaylara ait diyagramlar (devam).



Şekil 8. 60: Göl kimyasını etkileyen olası olaylara ait diyagramlar (devam).



**Şekil 8. 61:** Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde suların değişen redoks koşulları ile birlikte a) iyon derişimlerindeki b)çözünmüş madde miktarındaki değişim c)göl tabanında iletkenlik ile Na/Cl arasındaki ilişki.

Göl suyunda Na/SO<sub>4</sub> oranı 1-6,8 arasında değişirken, ekstrem değerleri dışında (2011 yılı haricinde) 2-3 arasındadır. Göldeki Na (meq/L) derişiminden Cl (meq/L) derişimi çıkarıldığında, sadece 2011 yılında Na-Cl (meq/L) değerleri pozitifdir. Bu dönemde halit çözünümünün yanında, globerit minerallerinin çözünümünden Na girişi söz konusu olabilir. Ancak globerit çözünümünden göl suyuna karışan Na derişimi bu fazlalığı karşılamaz. Dolomit çözünümünde (Ca+Mg)/(HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>)=1 ve Ca/( HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>)=0,5 olduğu ve sudaki (HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>) toplamının karbonat çözünümünden geldiği kabul edildiğinde, Ca(toplam)-0,5(HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>) ile karbonat çözünümünden gelen Ca elimine edilerek, geriye kalan Ca derişiminin tamamının glöberitten geldiği kabul edilebilir. Globerit çözünümünde Na/Ca(meq/L)=1 olduğundan Ca-0,5(HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>)=Ca(globerit)=Na(globerit) olur. Ancak gölde döngü halindeki dolomit çözünümü ve çökeli mi nedeniyle ve sürekli kaynaklardan giren iyon etkisi nedeniyle globerit çözünümünden gelen bu miktarın belirlenmesi karmaşıktır (bkz. **Şekil 8. 60**).

$$\text{Na}(\text{evaporit dışı}) = \text{Na}(\text{toplam}) - [\text{Na}(\text{halit}) + \text{Na}(\text{globerit})] = \text{Na}(\text{toplam}) - [\text{Cl} + (\text{Ca}(\text{toplam}) - 0,5(\text{HCO}_3 + \text{CO}_3))] \quad (\text{NOT; tenarditten gelen Na göz ardı edilmiştir}) \quad (8.1)$$



(8.1)'de Halitten ve Na-sülfatlardan gelen Na, göl suyundaki toplam Na değerinden çıkarıldığında, Haziran-2011 ve Ekim-2011 yıllarında, özellikle göl tabanında evaporit çözünümü dışında, aşırı derecede düşen Ca değerlerine göre Na-Ca iyon değişimi veya silikat bozunumu nedeniyle göle önemli miktarda Na girişi olmuştur. Halit ve tüm evaporit dışı Na ile Cl ve SO<sub>4</sub> derişimleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, halit veya evaporit dışı Na derişimi arttığında, Cl ve SO<sub>4</sub> derişimlerinin azaldığı görülür. Dolayısıyla Haziran-2011 ve Ekim-2011 dönemlerindeki Na fazlalığı, iyon değişimi veya silikat bozunumu etkisindedir.

(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>) X-Y dağılım diyagramında suların 1:1 eğrisi altında kümelenmektedir. Gölde karbonat bozunumu hiçbir dönemde baskın değildir. Gölde jips çözünümünün etkin olması nedeniyle sular (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) kısmında kümelenmiştir. Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde silikat bozunumu ya da iyon değişiminin olduğu sular, 1:1 eğrisi boyunca kümelenmiştir. Aynı şekilde göldeki Ca/Na (meq/L) oranları ortalama 0,04'tür. Azalan Ca/Na (meq/L) oranları göldeki Ca<sup>2+</sup> iyonlarının, killerdeki/plajiyoklaz vb. Na<sup>+</sup> ile değişime girdiğini gösterir (bkz. **Şekil 8. 60**).

Göldeki Na+K (meq/L) derişimi toplam katyonların (TK) %80'ini oluşturur. Göl sularında (Na+K)/TK oranı sulara 0,75-0,84, (Ca+Mg)/TK oranı 0,18-0,25 arasındadır. (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) ve (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve Cl<sup>-</sup>) X-Y dağılım diyagramında Haziran ve Ekim-2011 dönemlerinde göl suyu, diğer dönemlerden farklı jeokimyasal olaylara maruz kalmasında dolayı farklı bölgelerde konumlanır.

Haziran-2011 ve Ekim-2011 dönemleri birlikte değerlendirildiğinde değişen redoks koşullarında gölde çözünmüş madde miktarında değişimler gerçekleşmiştir. ORP değerlerinin düşük olduğu ya da indirgenmiş olduğu sularda çözünmüş madde miktarı artarken, yüksek ORP değerlerinin olduğu sularda azalmaktadır. Değişen redoks koşullarından katyonlar oldukça etkilenirken, anyonlardaki değişim düşüktür (bkz. **Şekil 8. 14**, **Şekil 8. 17**, **Şekil 8. 61**).

Göl Mg/Ca (meq/L) oranı izleyen dönemlerde 3-10,5 arasında değişmiştir. (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>)/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> oranı 18-76 arasında değişir. Bu oranlar gölde karbonatların dışında jips ve Mg-sülfat çözünümü, Ca-montmorillonit, serpantin, piroksen, plajiyoklaz, amfibol gibi tali minerallerin bozunumu ayrıca göle Ca ve Mg girişi sağlar. Gölde 10-48,5 meq/L arasında değişen Ca derişiminin diğer iyonlara göre düşük olması göz önünde bulundurulduğunda sürekli karbonat çökeli mi nedeniyle de (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>)/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri yüksek olabilir.

Dolomitlerin çözünümünden gelen ( $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$ ), jipslerin çözünümünden gelen  $\text{Ca}^{+2}$  elimine edilerek  $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2}) / (\text{HCO}_3^-)$  (Wu ve diğ. 2009) dağılım diyagramında incelendiğinde gölde dolomit çözünümünün etkisinin düşük olduğu görülür. Genelde göl tabanında dolomit çözünümünden  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  girişi görülmektedir. Ancak gölde sürekli devam eden karbonat çökelişi nedeniyle ( $\text{HCO}_3^-$ ) iyonları düşük derişimdedir.

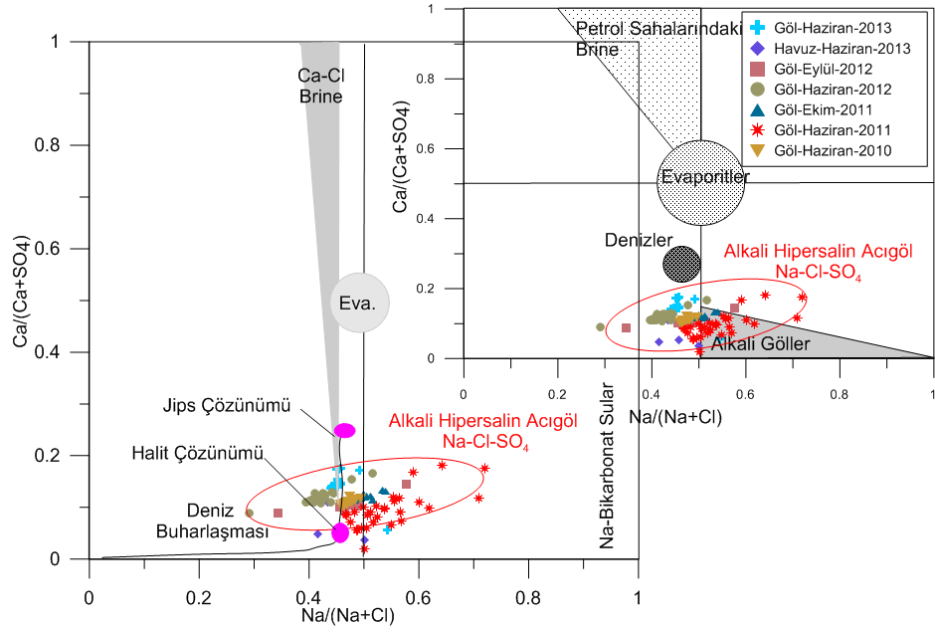
Gölde  $\text{Cl}^-$  ve ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) dağılım diyagramında, artan  $\text{Cl}^-$  derişiminde bazı dönemlerde ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) iyon derişimleri sabit kalırken, bazı dönemlerde artmaktadır. Artan  $\text{Cl}^-$  derişiminde; ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) iyon derişimlerinin sabit kalmasında killer veya bozunmuş kayaçlarla olan Na-Ca ters iyon değışimi, ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ) iyon derişimlerinin artmasında evaporitlerin çözünümü etkindir (bkz. **Şekil 8. 60**). ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) dağılım diyagramında (Sami 1992) evaporitlerden gelen Ca ve tuzlardan gelen Na elimine edildiğinde, Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde ( $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} - \text{SO}_4^{-2}$ ) ve ( $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ ) değerlerinin pozitif olduğu görülür. Haziran-2011 ve Ekim-2011 döneminde katyon değışiminden serbest kalan Ca, Mg ve Na pozitif alanlarda toplanmıştır (bkz. **Şekil 8. 60**).

Acıgöl'de evaporit çözünümü ve çökelişi önemli kimyasal olay olmakla birlikte, suyun değişen fiziksel ve biyolojik özelliklerinin etkisinde farklı biyo-jeokimyasal olaylar gelişir. Evaporitlerde de halit çözünümü gölün majör iyon fasiyesinin Na-Cl olmasına neden olur. Göldeki toplam katyonu şekillendiren  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ , anyonlarda  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  ile dengelenir. Gölde evaporitler dışında, değişen farklı biyo-jeokimyasal olaylar etkisinde, karbonat çökelişi ve çözünümü, ikinci karbonat gelişimi, katyon değışimi, silikat bozunumu gibi olaylar gölün jeokimyasını etkileyen olaylardır. Silikat bozunumu ve iyon değışiminin olduğu dönemlerde göldeki değişen redoks koşulları etkindir.

### 8.1.10 Brine Kökeni ve Karakteri

Evaporitlerin çözünmesi sedimanter havzalarda tuzluluğun temel nedenidir (Hounslow 1995). Hounslow (1995) tarafından geliştirilen brine karakteri tanımlama yöntemi kullanıldığında, Ca-Cl tipi deniz kökenli brine tipine uzak olduğu görülür. Molar derişimlere göre gölün  $\text{Ca}/(\text{Ca} + \text{SO}_4)$  oranı 0,05-0,18 arasında,  $\text{Na}/(\text{Na} + \text{Cl})$  oranı 0,3-0,72 arasında değişir (**Şekil 8. 62**). Göl, Hounslow (1995) brine karakteri tanımlama grafiğinde alkali göller konumundadır. Boschetti (2011) tarafından

güncellenen modelde, Acıgöl alkali göller aralığında kalmakla birlikte, baskın halit çözünümü ile birlikte jips çözünümü etkisinde şekillenen alkali göl karakterindedir.



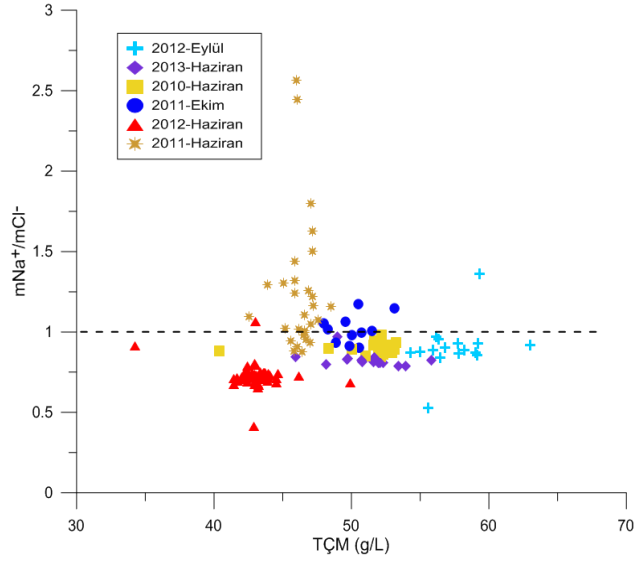
**Şekil 8. 62:** Brine kökeni ve karakteri (Boschetti (2011), Hounslow (1995)'ten güncellemiştir).

Acıgöl'ün brine kökeninde halit çözünürlüğü etkisi  $T\check{C}M-mNa^+/mCl^-$  grafiğinde değerlendirilmiştir. Gölde  $mNa^+ < mCl^-$  olduğu için artan evaporasyonla çözeltinin halit doygunluğuna ulaştığında halit çökeliminden sonra,  $mNa^+$  çözeltide azalırken,  $mCl^-$  artar. Halit çökeliminden sonra iyonların molal derişiminde meydana gelen değişimle, çözeltide  $mNa^+/mCl^-$  oranı azalır.  $T\check{C}M- mNa^+/mCl^-$  grafiğinde, halit çözünme çizgisinin altında kalan kısımda  $mNa^+/mCl^-$  oranı, evaporasyonla halit çökelimi nedeniyle düşmeye başlar.

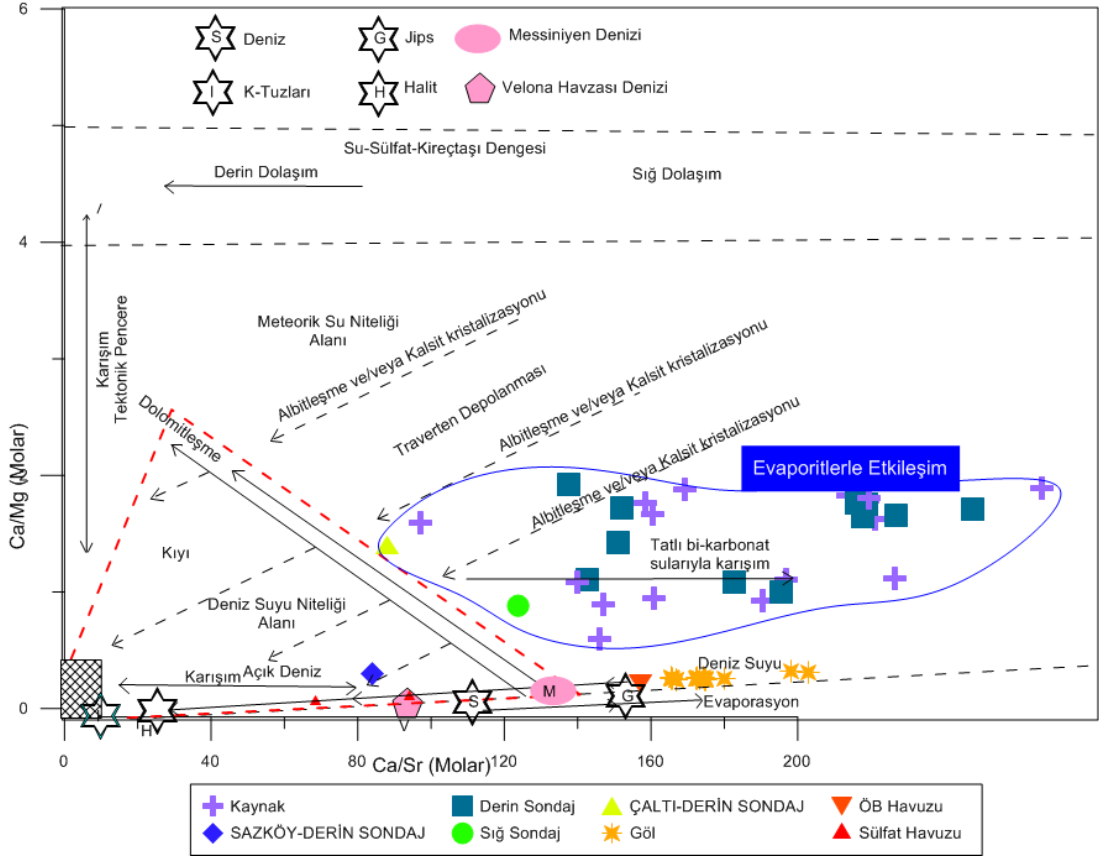
Aynı grafikte halit çözünme çizgisi ve çizginin üstünde  $mNa^+/mCl^-$  oranı halitin çözünümü etkisiyle artar.  $T\check{C}M- mNa^+/mCl^-$  grafiğinde, yağışlı ve kurak dönemde gölün halit çözünme çizgisi etrafında kümелendięi görülür. Acıgöl'de halit çözünümü brine kimyasında önemli bir etkiye sahiptir. Evaporasyon etkisinde halit çökelim etkisi, halit çözünmesine göre oldukça düşüktür (**Şekil 8. 63**).

### 8.1.11 Messiniyen Tuzluluk Etkisinin Ca/Mg ve Ca/Sr Diyagramında İzlenmesi

Sedimanter havzalarda akışkanın kökeninin belirlenmesinde Ca/Mg - Ca/Sr diyagramı kullanılır (**Şekil 8. 64**).



Şekil 8. 63: Acıgöl'de TÇM- $mNa^+/mCl^-$  grafiğinde brine kökeninde halit çözünürlüğü etkisi.



Şekil 8. 64: Ca/Mg-Ca/Sr molar oran grafiği (Boschetti, De Felice, ve diğ. 2013; Boschetti, Manzi, ve diğ. 2013).

Ca/Mg - Ca/Sr diyagramı suların meteorik veya denizel kökenli oluşları, suların karışımı ve sedimanter havzada gömülmeden sonraki farklı diyajenez reaksiyonlarını tanımlar. Messiniyen krizinden sonra Akdeniz ile ilişkili sular diyagramda kırmızı renkli üçgen içinde kalır. Üçgenin dışında kalan sular, evaporitlerin çözündüğü meteorik sulardır (Boschetti, De Felice, ve diğ. 2013; Boschetti, Manzi, ve diğ. 2013).

Acıgöl'de Sr içeriğine sahip sular Ca/Mg - Ca/Sr diyagramında (**Şekil 8. 64**) değerlendirildiğinde havzadaki sulardan Acıgöl'ün batısında Hambat Ovası içindeki Sazköy derin sondajı dışındaki sular, evaporitlerin çözündüğü meteorik kökenlidir. Sular aynı zamanda tatlı bikarbonatlı suların karışımını da simgeler. Acıgöl'ün batısındaki jipsli ara düzeylerin kesildiği Sazköy derin sondajı, Messiniyen Tuzluluğu ile ilintili Akdeniz'den gelen deniz suyundan türeyen su niteliğindedir. Acıgöl'ün güney batısındaki Çaltı derin sondajı da gölün batısındaki jipsli ara seviyelerle kısmi etkileşimi nedeniyle, Messiniyen Tuzluluğu ile ilintili Akdeniz'den gelen deniz suyundan türeyen su niteliği ile meteorik kökenli sular arasında kalır. Messiniyen Denizi, Ca/Mg - Ca/Sr diyagramında kırmızı üçgenin sağ alt köşesinde, deniz suyu buharlaşması çizgisi üzerinde ve üçgenin dolomitleşme kenarındadır. Acıgöl güncel deniz suyu buharlaşma çizgisi üzerinde kalır. İlk olarak göldeki tuzluluğun kaynağı Messiniyen Tuzluluğu, sonrasında da halit ve sülfat çözünümüdür.

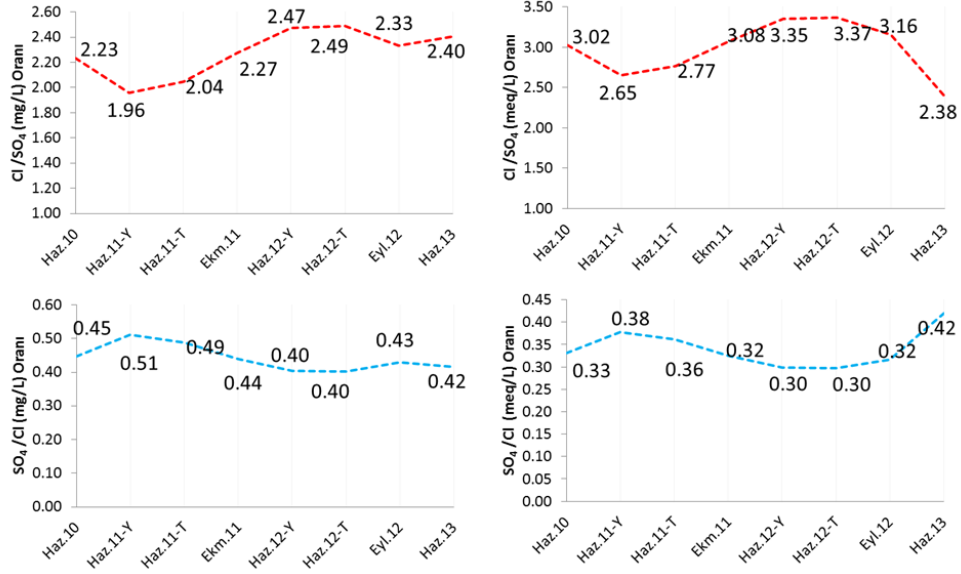
### **8.1.12 Göl Suyunda İyon Derişim Oranları**

#### **8.1.12.1 SO<sub>4</sub>/Cl Oranı**

Klorür ve sülfat iyonu gölün iki ekonomik iyonlarıdır. İzlenen dönemlerde ortalama Cl/SO<sub>4</sub> (meq/L) oranı 2,3'ün üstündedir (**Şekil 8. 65**). Bu oran ortalama 3,35'e kadar çıkar. Gölde görülen en yüksek oran 4,32'tür. Cl/SO<sub>4</sub> (meq/L) oranı tuz üretim havuzlarında 10,9'dur. SO<sub>4</sub>/Cl (meq/L) oranı gölde uzun dönemde ortalama 0,30-0,42 arasında değişir. Deniz suyunda SO<sub>4</sub>/Cl oranı 0,105 (meq/L) (Hounslow 1995) olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Acıgöl'deki SO<sub>4</sub>/Cl oranı deniz suyundan oldukça yüksektir.

#### **8.1.12.2 Na/Cl Oranı**

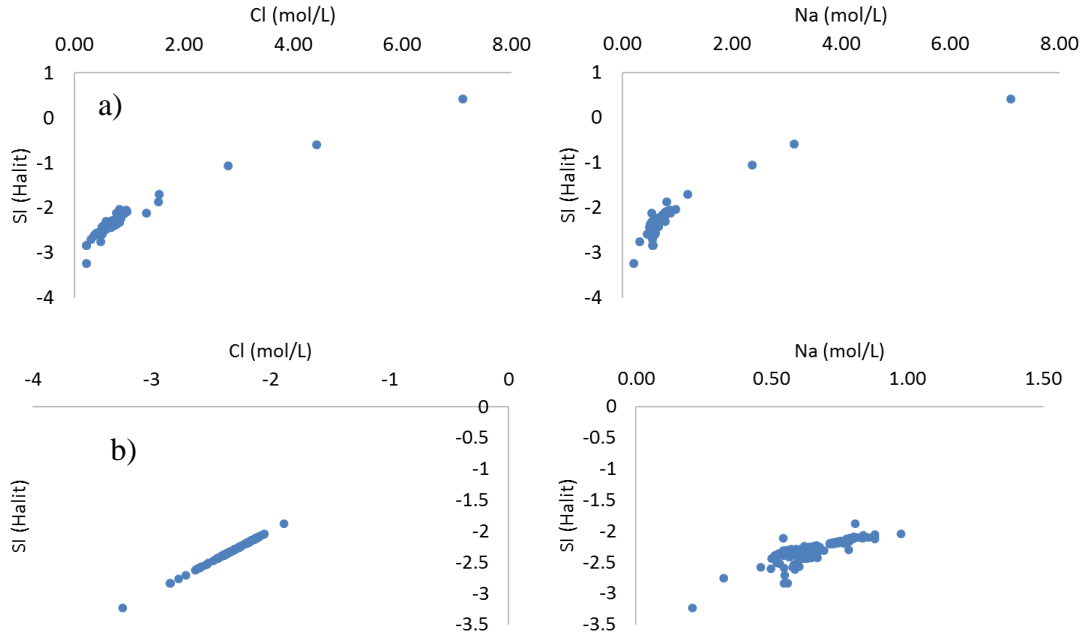
Na/Cl oranı göllerde halit çözünümü veya çökeliminin tanımlanmasında kullanılır (Levy ve diğ. 2017). Halit çökeliminin gerçekleştiği çözeltilerde, halit çökeliminden sonra bakiye çözeltide Na/Cl oranı azalır (Krumgalz ve diğ. 2002). Halit çökeliminde Na:Cl =1 oranında Na ve Cl iyonları çözeltiden uzaklaşır. Çökelme öncesinde Na/Cl <1 olduğundan, çökelmeden sonra geriye kalan çözeltide Na/Cl oranı düşer (Levy ve diğ. 2017).



Şekil 8. 65: Gölde Cl/SO<sub>4</sub> ve SO<sub>4</sub>/Cl oranlarının zamansal değişimi.

Acıgöl çözülmüş iyonların oransal dağılımı oranlarına göre %27 Na, %47 Cl iyonunu içerir. Acıgöl'de artan Na ve Cl (mol/L) derişimlerine bağılı olarak artan Halit minerali doygunluğu, gölde evaporatif konsantrasyonun etkisinde gerçekleşir. Gölde artan Na ve Cl (mol/L) derişimiyle birlikte halit doygunluğa ulaşmazken, tuz üretim havuzlarında doygunluğa ulaştığı görülür (Şekil 8. 66). Gölde Halit doygunluğu ile Cl (mol/L) derişim ilişkisinin korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) 1, Halit doygunluğu ile Na (mol/L) derişimi arasındaki ilişkisinin korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,65'tir. Halit doygunluğu ile Na (mol/L) derişimi arasındaki ilişkinin düşük olması, gölde halit çözünmünden başka tenardit vb. Na-sülfatlı evaporitlerin çözünmü gibi önemli Na girişinin olduğu gösterir. Tenardit dışında, düşük te olsa Na içerikli feldispatlar, Na-kil mineralleri sodyum girişi sağlar.

Acıgöl'ün izlenen yağışlı kurak döngüsünde Na/Cl molar derişim oranı 0,77 ile 2,57 arasında değişir (Şekil 8. 67). Na/Cl oranındaki azalma halit çökeliminden sonraki, Na/Cl oranındaki artma halit çözünmünden sonraki dönemde gerçekleşir. Ancak hiçbir dönemde gölün halite tam doygunluğu görülmez. Sürekli su altında kalan kısımlarda doğrudan göl suyundan halit çökmezken, güncel evaporitleşme bölgesi olarak tanımlanan ve kurak dönemde suların çekildiği alanlarda ileri derecedeki buharlaşma nedeniyle halit çökelişi gerçekleşir. Bu alanlarda halit minerali ile birlikte yoğun bir şekilde blödit, tenardit gibi mineraller de görülür. Kurak dönemde, yağışlı döneme göre çok düşük de olsa gölde halit doygunluk indeksi yükselir.

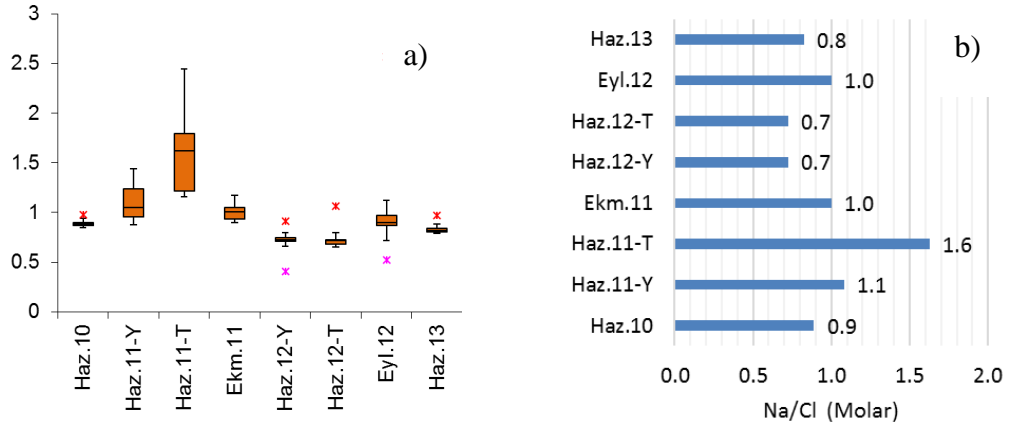


**Şekil 8. 66:** İzlenen dönemlerde a) gölde ve havuzlar birlikte b) sadece gölde Na ve Cl (mol/L) iyon derişiminin artmasına bağılı olarak Halit doygunluğunun artması.

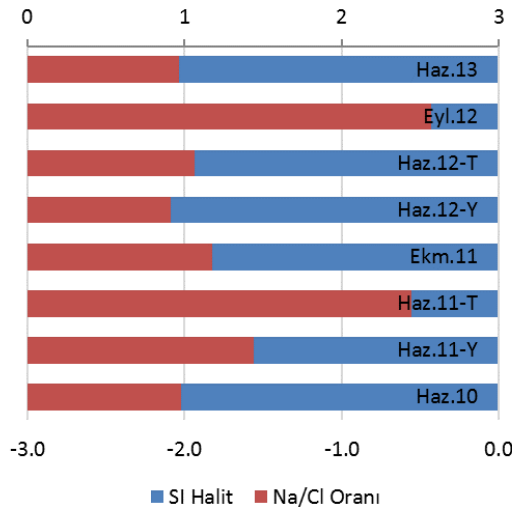
İzlenen dönemlerdeki ortalama halit doygunluğu ve ortalama Na/Cl oranına göre, Acıgöl'de yağışlı dönemden kurak döneme geçişte artan evaporasyonla kurak dönemde halit doygunluk indeksi artar. Her ne kadar kurak dönemde gölde halit doygunluğa ulaşmasa da güncel evaporit bölgesinde önemli miktarda halit, tenardit, blödit çökelmiştir. Halit doygunluk indeksinin yükseldiği kurak dönemden sonraki yağışlı dönemde halit doygunluk indeksi düşer ve Na/Cl oranı azalır. Yağışlı dönemde evaporitleşme bölgesindekiler başta olmak üzere göl sedimanındaki halitlerin çözünümü nedeniyle göle önemli miktarda Na ve Cl girişi olmaya başlar. Halit çözünümü nedeniyle yağışlı dönemden sonraki kurak döneme kadar olan süreçte gölde Na ve Cl zenginleşmesi maksimuma ulaşır ve Na/Cl oranı artar (**Şekil 8. 68**).

Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte evaporatif konsantrasyon etkisinde halit doygunluk indeksi artar ve dolayısıyla Na/Cl oranı artar. Kurak dönemde Na/Cl oranının yağışlı döneme göre artmasının nedeni, Na-sülfat mineralleri ile birlikte halit çözünümünün devam etmesi ve olası katyon değişimleridir. Acıgöl'de göl suyundaki Na/Cl oranını halit doygunluğu denetler. Gölde göl tabanı ile göl yüzey arasındaki Halit doygunluğu ve Na/Cl oranları farklılık gösterir. Göl tabanındaki halit doygunluğu ve Na/Cl oranı, göl yüzeyinden her zaman yüksektir. Göl su kolonu ile tabandaki güncel sediman ara yüzeyindeki halit mineralleri ile etkileşimde halitin çözünümü, göl su kolonunun taban kısımlarında Na ve Cl iyonlarını zenginleştirmektedir.





**Şekil 8. 67:** Acıgöl'de Na/Cl (molar) oranının a)değer aralıklarının b)ortalamasının zamansal değişimi.



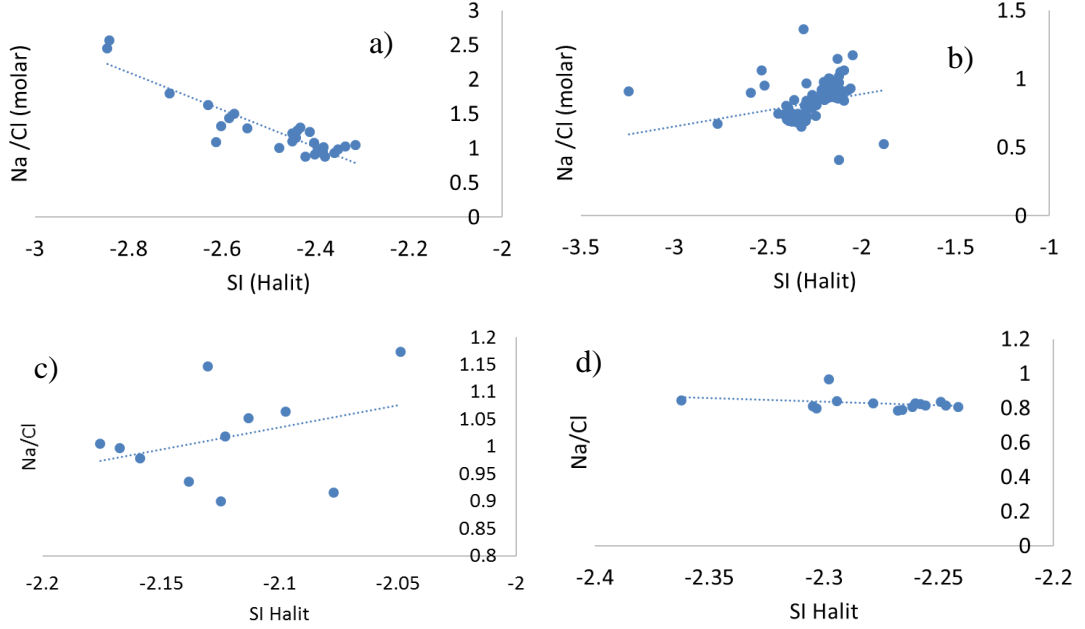
**Şekil 8. 68:** İzlenen dönemlerde gölde ortalama Na/Cl oranı ve ortalama Halit doygunluk indeksinin birlikte değişimi.

Na/Cl oranı, dönem içinde gölde alansal olarak farklılıklar gösterir. Na/Cl oranındaki farklılık göldeki halit doygunluğunun alansal farklılığına neden olur. Özellikle Haziran-2011 döneminde gölde en düşük Na/Cl oranı 0,88 olmasına rağmen, Na/Cl ile Halit doygunluğu arasında azalan ilişki gerçekleşmiştir. Bu dönemde Na/Cl oranının 2,6'ya kadar yükselmiştir. Gölün belirli bölgelerindeki ani oran yükselmeleri, halitin dışında önemli Na kaynağından girişin olduğunu gösterir (**Şekil 8. 69**).

### 8.1.12.3 Mg<sup>2+</sup> / Ca<sup>2+</sup> Oranı

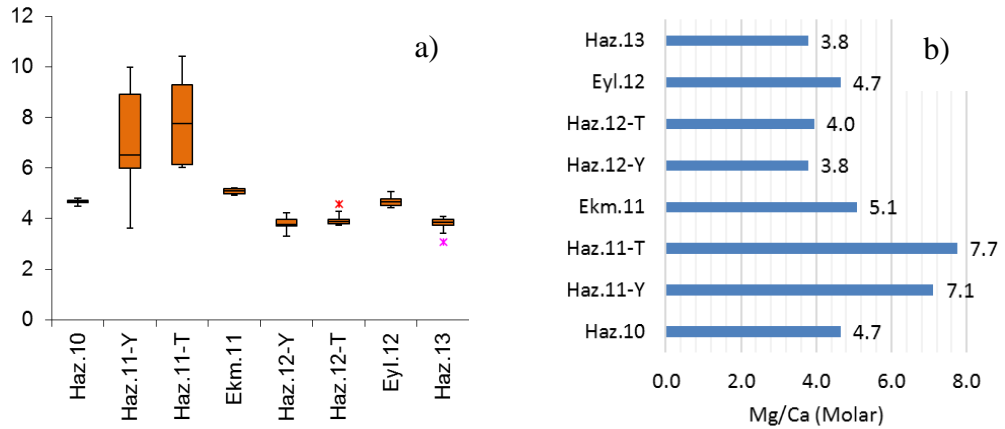
Evaporatif konsantrasyonun etken olduğu kapalı göllerde magnezyum iyonu önemli hale gelir. Göllerde kalsit çökeliminden sonra geriye kalan çözeltilde kalsiyum azaldığı için, Mg/Ca oranı artmaya başlar. Göllerde 7>Mg/Ca>2 arasında Yüksek-

Mg-Kalsit,  $Mg/Ca > 7$  olduğunda dolomit,  $Mg/Ca > 12$  olduğunda aragonit çökelir ve  $Mg/Ca > 40$  durumunda dolomit manyezite veya huntite dönüşür (Deocampo ve Jones 2014).



**Şekil 8. 69:** Acıgöl'de Na/Cl (molar) oranı ile Halit Doygunluğu arasındaki ilişki a) Haz-2011 döneminde b) Haz-2011 dönemi dışındaki tüm dönemlerde c) Ekim-2011 döneminde d) Haziran-2013 döneminde.

Acıgöl'de  $Mg/Ca$  oranı 3-10,4 arasında değişir. İzlenen dönemlerde en yüksek  $Mg/Ca$  oranı Haziran-2011 döneminde görülmüştür. Mevsimsel döngüde kurak dönemdeki  $Mg/Ca$  oranları, yağışlı döneme göre daha yüksektir (**Şekil 8. 70**). Gölde  $Mg/Ca$  değerleri Yüksek-Mg-Kalsit ve dolomit minerallerinin çökelişi için uygun koşulları sağlar. Acıgöl'ün  $Mg/Ca$  oranı, Great Salt Lake'den daha düşüktür ( $Mg/Ca$ ; ~14 (Pedone 2005)).



**Şekil 8. 70:** Acıgöl'de  $Mg/Ca$  (molar) oranının a) değer aralıklarının b) ortalamasının zamansal değişimi.

#### 8.1.12.4 $Ca^{2+}/HCO_3^-$ ve $SO_4^{2-}/Ca^{2+}$ Oranı

Na-Mg-Cl- $SO_4$  tipinde tuzlu göllerin gelişebilmesi için temel koşullar molar derişim oranları  $Ca^{2+}/HCO_3^- > 0,5$  ve  $SO_4^{2-}/Ca^{2+} \geq 1$  olması gerekir (Harrington ve diğ. 2008; Herczeg ve Lyons 1991). Acıgöl'de  $8,84 \leq Ca^{2+}/HCO_3^- \leq 1,34$  ve  $17,55 \leq SO_4^{2-}/Ca^{2+} \leq 4,53$  durumu söz konusudur. Belirtilen iyon oranları koşullarında gölde kalsit çökelişi sırasında  $HCO_3^-$  azalırken,  $Ca^{2+}$  derişimin artması söz konusudur. Jips çökelişi ile gölde  $Ca^{2+}$  derişimi azalır ve gölde kalsiyuma göre oransal olarak daha fazla bulunan  $SO_4^{2-}$  derişimi artar.

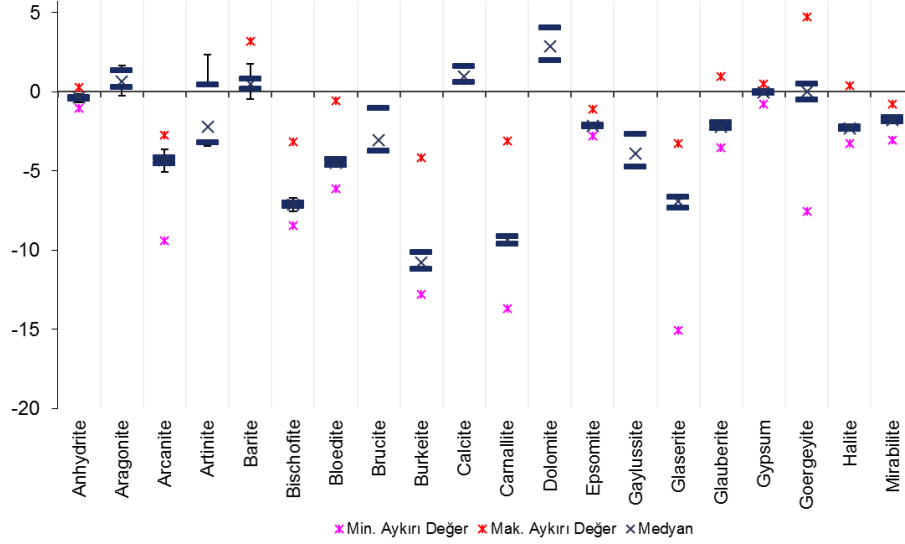
#### 8.1.13 Acıgöl'ün Mineral Doğunluğu

Göl sularının izlenen dönemlerdeki mineral doğunluk durumları Phreeqc yazılımında Pitzer (Parkhurst ve Appelo 2013) veritabanı kullanılarak hesaplanmıştır. Pitzer veritabanında olmayan ancak göl güncel sedimanlarında varlığı belirlenen minerallerle birlikte, göl iyon bileşimi göz önünde bulundurularak olası çökebilecek mineral ve bileşiklerin doğunlukları LLNL (Bethke 1996; Parkhurst ve Appelo 1999) veritabanı ile modellenmiştir. Her iki veritabanında doğunlukları hesaplanan mineraller EKLER'de verilmiştir.

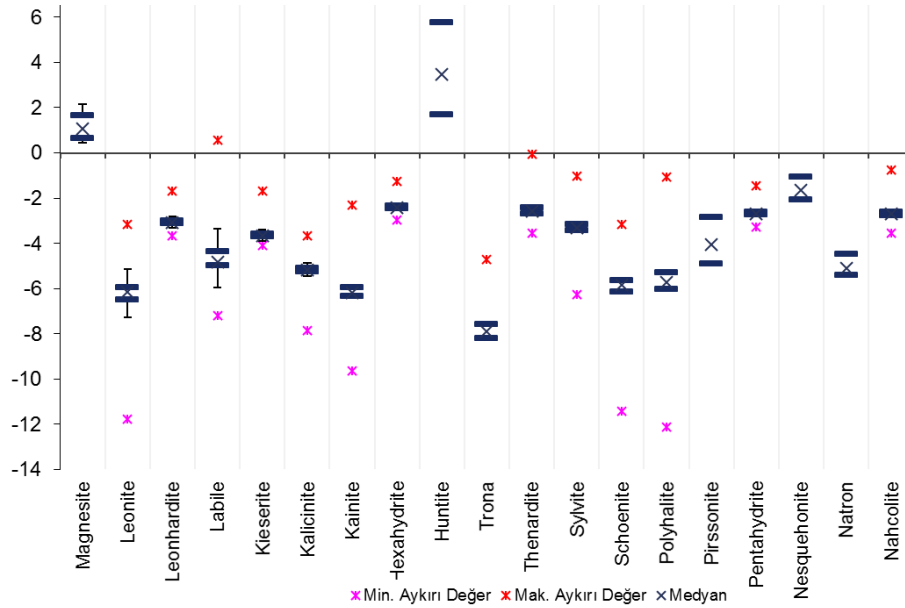
Akermanit, Antofilit, Antigorit, Kalsedon, Krizotil, Diyopsit, Enstatit, Forsterit,  $H_2Sg(g)$ , Talk, Sepiyolit, Almozit, Albit,  $Ba_2Si_3O_8$ ,  $Ba_2SiO_4$ , Flüorapatit, K-Feldispat, Montmorillonit (Ca,K,Mg,Na), Muskovit, Nontronit-Ca minerallerinin, gerekli olan bazı iyonların derişiminin çok düşük olması vb. nedenlerle doğunluk indisi belirlenememiştir. Pitzer modellemesine göre izlenen yağışlı-kurak dönemlerin tümünde göl suyunun, Anhidrit, Arcanite, Bişofit, Blödit, Burkeyit, Karnalit, Selestit, Epsomit, Geylüsit, Glaserit, Globberit, Halit, Heksaahidrit, Kizerit, Kalisinit, Kainit, Labile, Leonit, Leonhardite, Mirabilit, Misenit, Nesquehonite, Natron, Nahcolite, Polihalit, Pirssonite, Pentahidrit, Silvit, Şönit, Trona, Tenardit minerallerine doğun olmadığı görülür. Bunun aksine göl suyu tüm dönemlerde Aragonit, Barit, Kalsit, Dolomit, Manyezit ve Huntit minerallerine doğun/aşırı doğundur (**Şekil 8. 71**).

Gölde Artinit, Jips ve Görgeyit minerallerine doğunluk mevsimsel olarak değişir (**Şekil 8. 72**, **Şekil 8. 73**). Anhidrit, Globberit, ve Selestit mineral doğunluğu sodyum sülfat ve tuz üretim havuzlarında, halit ve Labile mineral doğunluğu sadece tuz üretim havuzlarında görülür. Artinit dışında gölün doğun olduğu diğer minerallere

sodyum sülfat ve tuz üretim havuzları da aşırı doygundur. Gölde kurak dönemlerde Kalsit, Aragonit, Dolomit, Manyezit, Huntit gibi karbonatların doygun indeksleri, yağışlı döneme göre yüksektir (Şekil 8. 72, Şekil 8. 73).



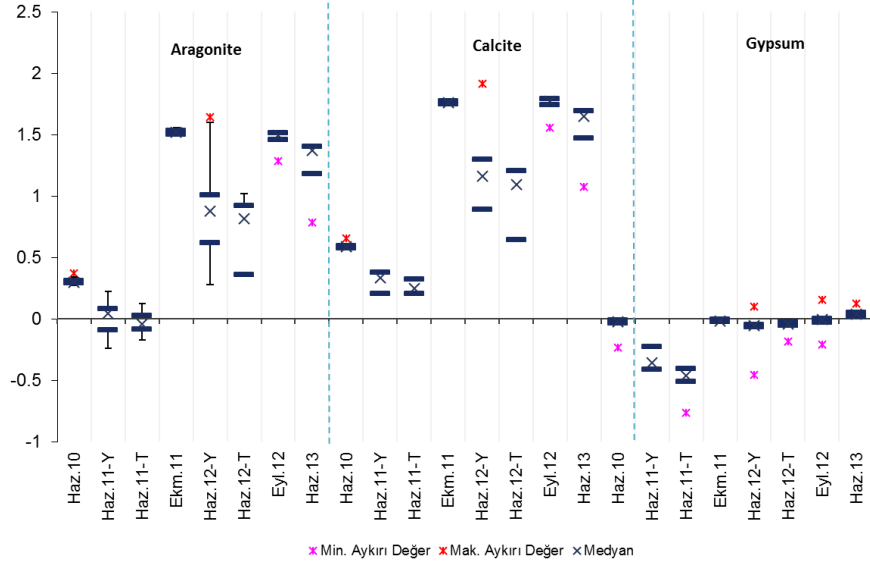
Şekil 8. 71: PITZER modeline göre gölün mineral doygunluğu.



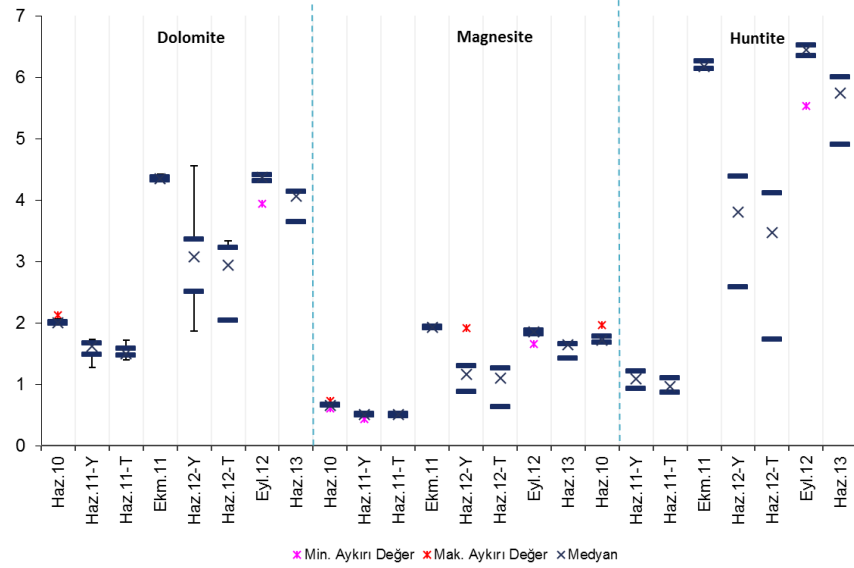
Şekil 8. 71: PITZER modeline göre gölün mineral doygunluğu (devam).

LLNL modellemesinde PITZER veritabanında olmayan minerallerin doygunlukları incelenmiştir. LLNL modeline göre, Antarktisit,  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ ,  $BaBr_2$ ,  $BaCl_2$ ,  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $BaO$ , Bassanite,  $Ca_2Cl_2(OH)_2 \cdot H_2O$ ,  $Ca_4Cl_2(OH)_6 \cdot 13H_2O$ ,  $CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$  (beta), Kloromanyezit,  $Fe(OH)_2$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ , Hidrofililit,  $K_3H(SO_4)_2$ ,  $KMgCl_3$ ,  $KNaCO_3 \cdot 6H_2O$ , Lansfordit, Lime, Mercallite,  $Mg_{1.25}SO_4(OH)_{0.5} \cdot 0.5H_2O$ ,  $Mg_{1.5}SO_4(OH)$ ,  $MgBr_2$ ,  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $MgCl_2 \cdot 4H_2O$ ,  $MgCl_2 \cdot H_2O$ ,  $MgSO_4$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$ ,  $Na_4Ca(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ ,  $Na_3H(SO_4)_2$ , Oksiklorür-Mg, Periklaz, Pikromerit,

Portlandit, Starkeyit, Singenit, Takhidrit, Termonatrit, Trona-K minerallerine izlenen dönemlerde gölün doygun olmadığı görülür (Şekil 8. 74).



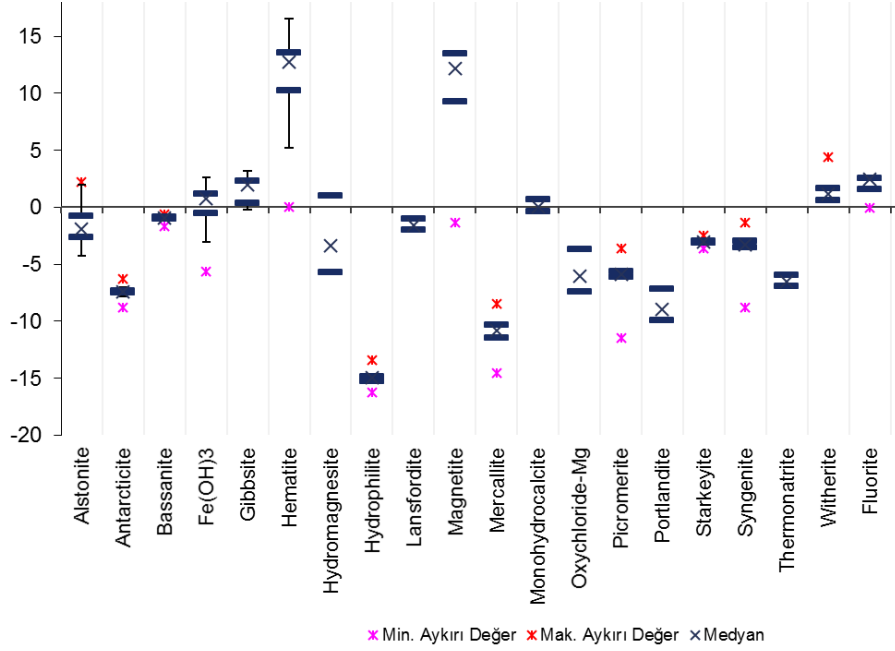
Şekil 8. 72: PITZER modeline göre Ca içerikli mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi.



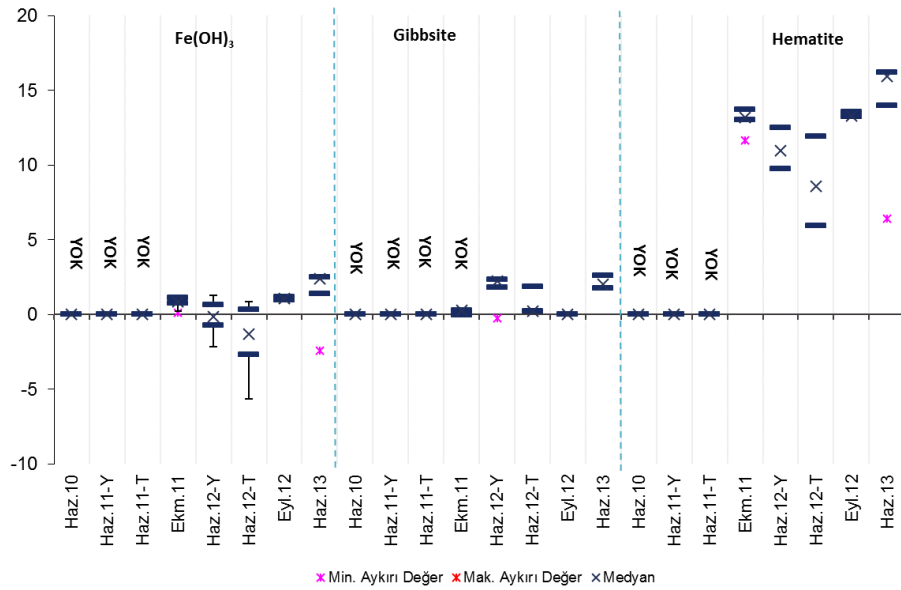
Şekil 8. 73: PITZER modeline göre Mg-karbonat mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi.

Hidromanyezit ve Alstonit mineraline doygunluk sadece evaporatif konsantrasyonun yüksek olduğu kurak mevsimlerde görülür. Viterit mineraline göl tüm dönemde doygundur. Gipsit mineral doygunluğu sadece Haziran-2012 ve Haziran-2013 döneminde görülmüştür. Göl demir minerallerinden Götit minerallerine aşırı doygundur. Fe(OH)<sub>3</sub>, Monohidrokalzit, Hematit ve Manyetit doygunluğu gölde benzer anomaliye sahiptir. Haziran-2010 ve Haziran-2011 için bu minerallerin doygunluğu hesaplanamamıştır. Belirtilen dönemler dışında göl demir minerallerine doygundur (Şekil 8. 75, Şekil 8. 76).

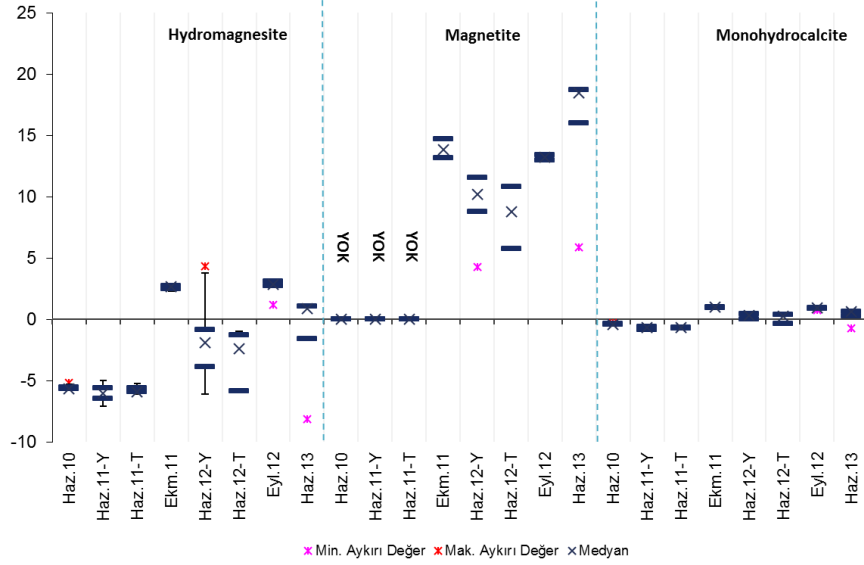
Fluorit minerali doyunluk sadece kurak Ekim-2011 döneminde görülmüştür. Nadir olarak Haziran-2011 döneminde gölün farklı bölgelerinde Fluorit mineral doyunluğu söz konusudur. LLNL modeline göre tuz ve sodyum sülfat havuzlarının  $Fe(OH)_3$  ve Hidromanyezit minerallerine, tuz üretim havuzlarının Monohidrokalzit mineraline doyun olmadığı görülür. Hematit, Gibsit, Manyezit ve Viterit minerallerine üretim havuzları doyundur. Havuzların diğer mineral doyunluk durumu göl ile aynıdır.



Şekil 8. 74: LLNL modeline göre gölün mineral doyunluğu.



Şekil 8. 75: LLNL modeline göre  $Fe(OH)_3$ , Gibsit ve Hematit mineral doyunluklarının mevsimsel değişimi.



Şekil 8. 76: LLNL modeline göre Hidromanyezit, Manyetit ve Monohidrokalzit mineral doygunluklarının mevsimsel değişimi.

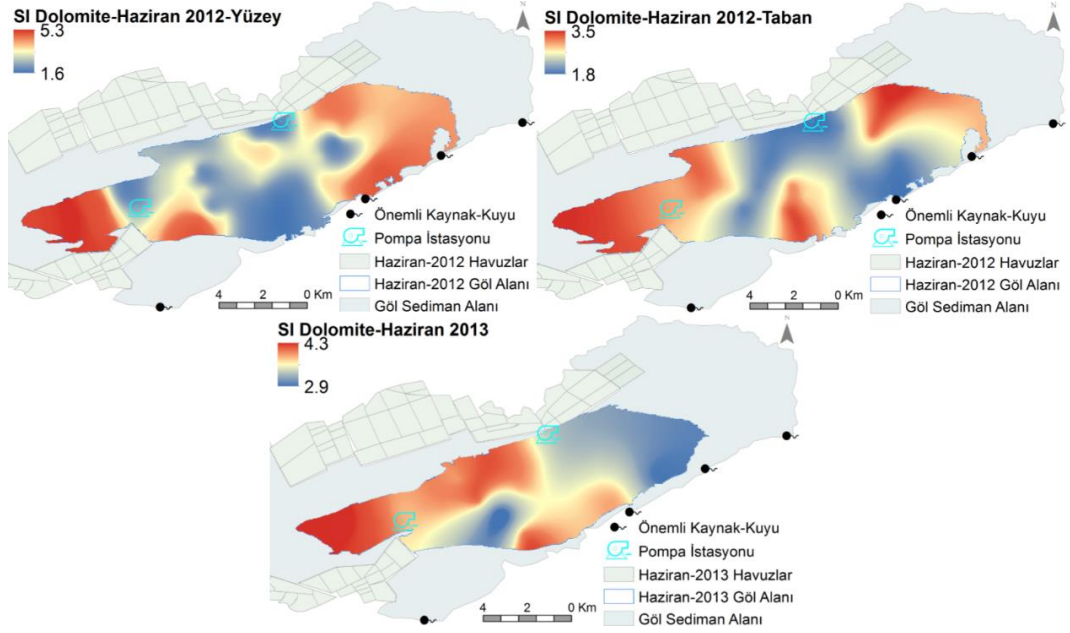
### 8.1.13.1 Minerallerin Doygunluğunun Alansal Dağılımı

Göl izlenen tüm dönemlerde karbonat, Mg-karbonat minerallerine doygundur. Göl tabanı ile yüzeyi arasında karbonat mineral doygunluğu farklı anomaliye sahiptir. Gölün güneyinde gölü besleyen önemli kaynak ve derin sondajların göle giriş yaptığı bölgelerden başlayarak, gölün kuzeyindeki pompaj istasyonuna doğru göl tabanında karbonat minerallerinin doygunluk indisinin düştüğü görülür. Ancak bu hat boyunca meydana gelen seyrelme, karbonat minerallerinin gölde doygun kalmasını etkileyecek düzeyde gerçekleşmez.

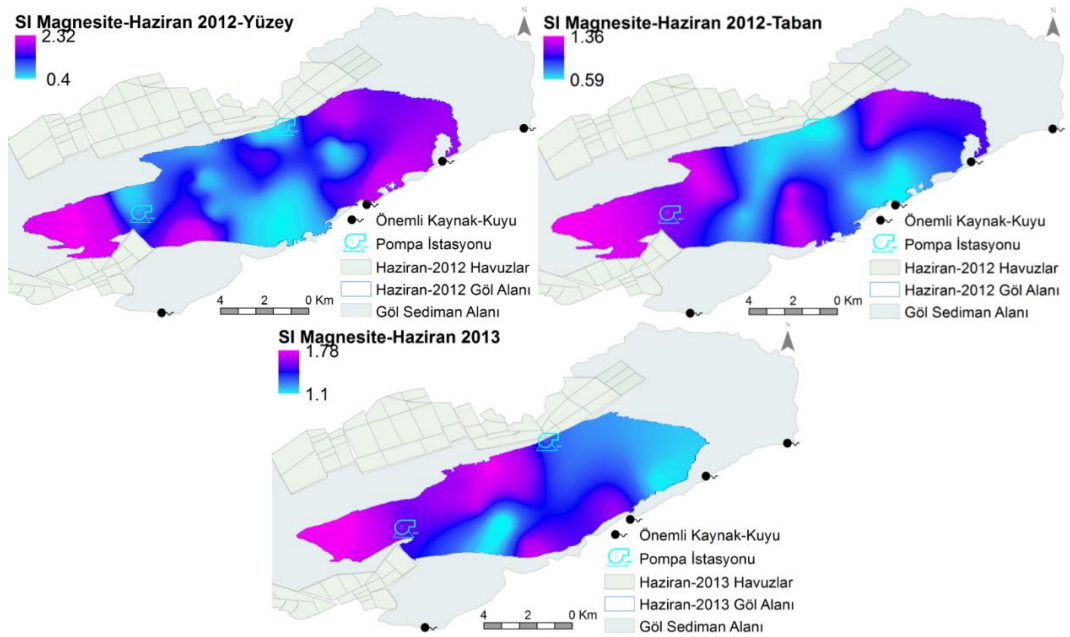
Göl yüzeyi tabandan farklı olarak, gölün güneyinde suların göle giriş yaptığı alanlarda karbonat minerali doygunluğu yükselirken, su girişi olmayan yerlerde nispeten düşüktür. İzlenen dönemdeki yağış, iklim koşulları ve beslenme rejimi vb. durumlara bağlı olarak doygunluğun alansal dağılımında farklılıklar meydana gelir (Şekil 8. 77, Şekil 8. 78, Şekil 8. 79, Şekil 8. 80, Şekil 8. 81 ). Barit doygunluğu göl tabanı ve yüzeyinde mevsimsel anomali farklılığına sahiptir. Gölü besleyen suların göle giriş yaptığı alanlarda göl yüzeyinde barit doygunluğunun önemli ölçüde düştüğü görülür. Aynı alanlarda göl tabanında, yüzeyin aksine barit doygunluğu en yüksek seviyelere ulaşır (Şekil 8. 79). Gölde Fluorit doygunluğunun görüldüğü Ekim-2011 döneminde alansal dağılımda doygunluk farkı çok büyük değildir (Şekil 8. 80). Düşük Fluorit doygunluk değerleri gölün kuzey batısında görülür. Haziran-2011 döneminde göl yüzeyinin belirli bölgelerinde, göl tabanının bir çok bölümünde florüre bağlı Fluorit



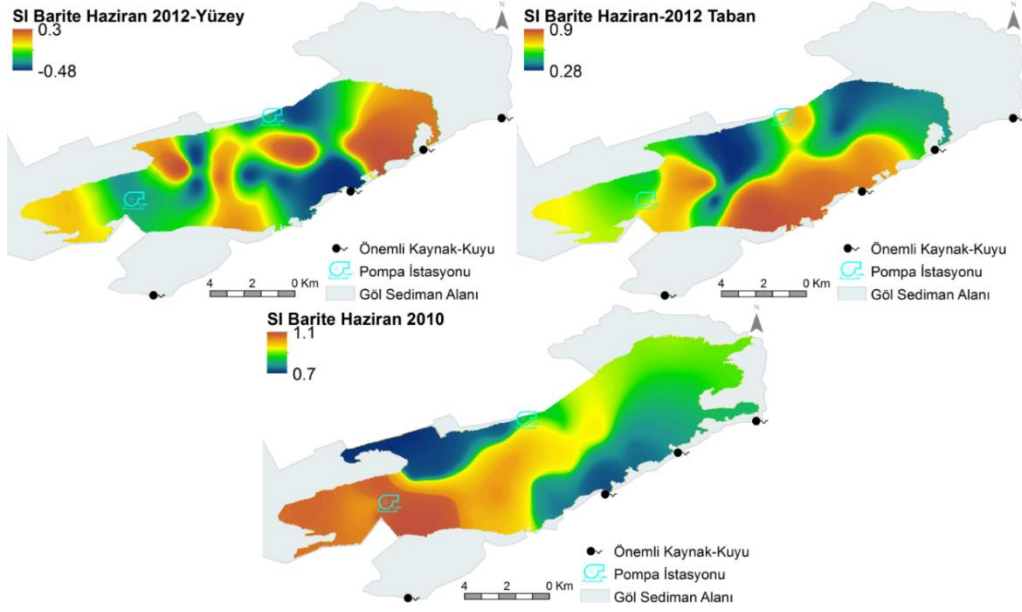
doğunluğu gerçekleşmiştir. Acıgöl demir oksit minerallerine aşırı doğundur. Gölde hematit çökelişi gerçekleşir. Hematit doğunluğu gölü besleyen suların göle giriş yaptığı alanlarda daha yoğundur (Şekil 8. 81). Göl güncel sedimanlarında karbonatlarla birlikte dolgu veya boyama şeklinde demir oksit varlığı yaygındır. Ayrıca gölün güneyindeki sürekli kaynaklardan 0,8 mg/L ve kuvvetli bazik indirgeyici derin sondajlardan 1,8 mg/L'ye varan derişimlerde göle sürekli demir girişi vardır.



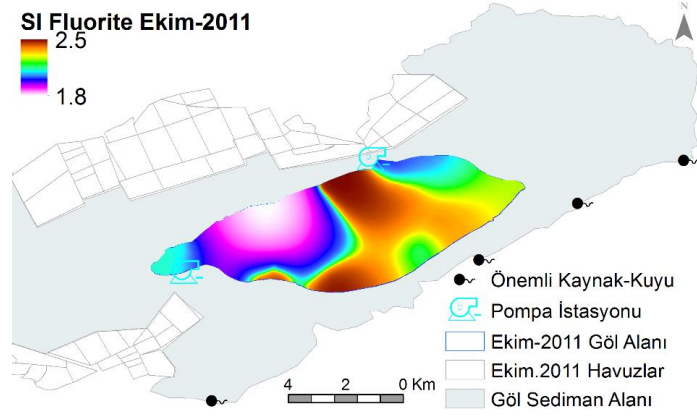
Şekil 8. 77: Gölün farklı dönemlerde dolomit doğunluğu.



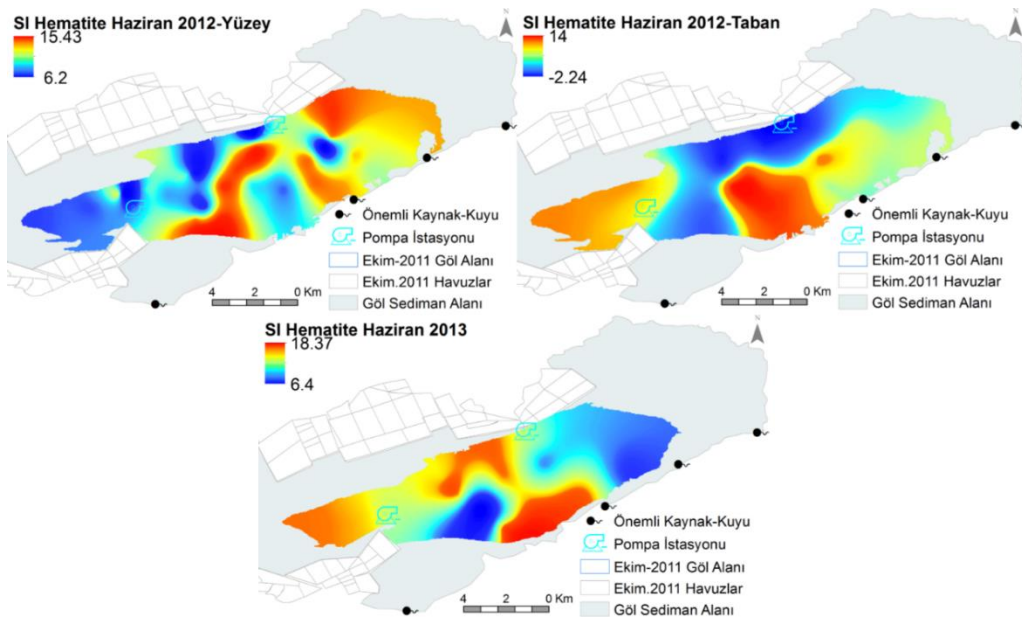
Şekil 8. 78: Gölün farklı dönemlerde manyezit doğunluğu.



Şekil 8. 79: Gölün farklı dönemlerde barit doygunluğu.



Şekil 8. 80: Ekim 2011 döneminde gölde florit mineralinin doygunluğu.

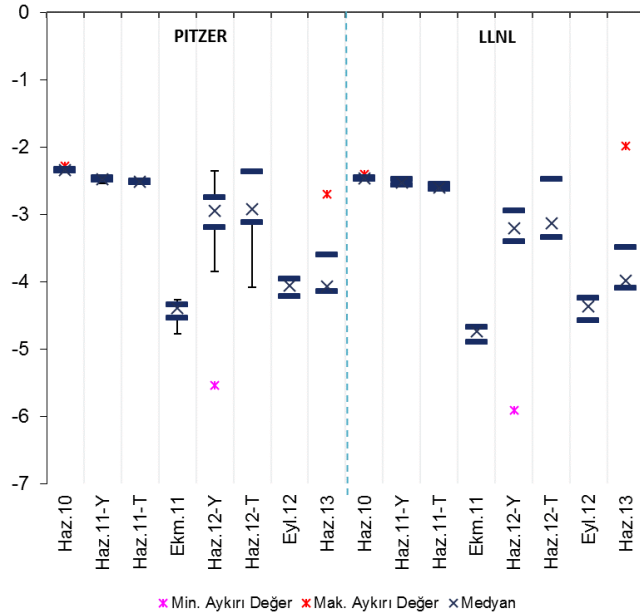


Şekil 8. 81: Gölün farklı dönemlerde hematit doygunluğu.

Gölün güneyinin dışında gölü sınırlayan diğer sularda demir 0,5 mg/L'ye kadar çıkabilir. Gölü sınırlayan sularda demirin varlığı, göl sediman istifile etkileşim halinde olmaları göz önüne alındığında bir demir döngüsünden etkilenmektedirler. Gölün güneyinde dolomitik kireç taşları içinde Domuz Gölcüğü suyunda 1,21 mg/L demir derişimi görülmesi, kaynaklarda ankeritin, demirin kaynaklarından biri olduğunu gösterir.

### 8.1.13.2 CO<sub>2</sub> Doygunluğu

Acıgöl'de P<sub>CO<sub>2</sub></sub> etkinliği CO<sub>2</sub> doygunluğu ile değerlendirilmiş, PITZER ve LLNL modelleri ile ayrı ayrı incelenmiştir (**Şekil 8. 82**). Gölde CO<sub>2</sub> doygunluğu -5,5 ile -2,2 arasında değişir. Gölün sahip olduğu alkalinite değerleri 0,00000316 (10<sup>-5,5</sup>) ile 0,0063 (10<sup>-2,2</sup>) atm arasında değişen kısmi CO<sub>2</sub> basıncı ile dengede olduğu koşullarda gerçekleşmiştir. Her iki modelde de CO<sub>2</sub> doygunluğu benzerdir. Sezonal değişimde kurak dönemde CO<sub>2</sub> doygunluğunun yağışlı döneme göre oldukça düşük olduğu görülür. Göldeki kısmi CO<sub>2</sub> basıncı yağışlı dönemde atmosferdeki P<sub>CO<sub>2</sub></sub> (10<sup>-3,5</sup> atm) değerinden daha yüksek iken, kurak dönemde atmosferden daha düşüktür.



**Şekil 8. 82:** PITZER ve LLNL modellerine göre gölde CO<sub>2</sub> doygunluğu.

Ekstrem pH değerlerine sahip tuzlu göllerde kısmi CO<sub>2</sub> (P<sub>CO<sub>2</sub></sub>) basıncı atmosferden 2-3 kat düşüktür. Ancak mikrobiyal solunumun olduğu ortamlarda kısmi CO<sub>2</sub> (P<sub>CO<sub>2</sub></sub>) basıncı atmosferdeki değer 2-3 katına da çıkabilir. P<sub>CO<sub>2</sub></sub> karbonat minerallerinin çözünümünü kontrol eden en önemli parametredir (Deocampo ve

Jones 2014; Deocampo 2005).  $P_{CO_2}$  etkinliğinin  $CO_2$  doygunluğu ile ilişkisi;  $SI = \log_{10}(P_{CO_2})$ ,  $SI = \log_{10}(\text{fugacity})$ ,  $\text{Fugacity} = \text{basınç} \cdot \phi / 1 \text{ atm.}$  ( $\phi = 1$ ; ideal gazlar için) şeklinde tanımlanır (Parkhurst ve Appelo 2013).

### 8.1.14 Göl Su Kimyasının Zamansal Değişimi

Acıgöl'ün hidrojeokimyasının değerlendirilmesi amaçlı çalışmaların geçmişi 1935 yılına kadar dayanır. İçözü (1991), Mutlu ve diğ. (1999) ve Helvaci ve diğ. (2013) tarafından yapılan geçmiş ve kendi dönemlerindeki güncel hidrojeokimyasal değerlendirmelerle birlikte, günümüz güncel hidrojeokimyasal değerlendirme sonuçlarından zamansal değişim incelenmiştir (**Tablo 8. 5, Şekil 8. 83**).

Gölün zamansal iyon değişiminde 1977 ve 1990 yılları arasında  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  ve  $Mg^{2+}$  iyon derişimlerinde ekstrem derişim yoğunluğu görülmüştür. Bu yıllar arasında kalan ve en yüksek iyon derişiminin görüldüğü 1977 ve 1990 yıllarında yıllık toplam yağış miktarının oldukça düşük olduğu görülür. Çardak civarında uzun yıllar toplam yağış ortalaması 384,64 mm iken, 1977 ve 1990 yıllarında gerçekleşen yıllık toplam yağış sırasıyla 212 ve 246 mm'dir. ***Havzaya düşen toplam yağıştaki yükseklik göldeki su miktarını artırırken iyon derişiminin kısmen seyrelmesine, tersi durumda havzada yağışların azlığı gölde suyun azlığına ve iyon derişiminin zenginleşmesine neden olur.***

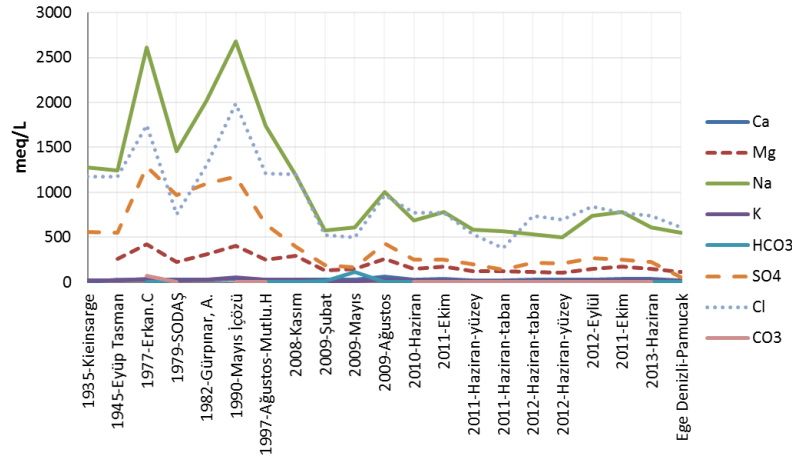
Gölün zamansal iyon değişiminde geçmişten günümüze önemli değişimi  $Na^+$ ,  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyon derişimlerinde görülür. Gölde 1990'lı yıllarda  $Na^+$  ve  $Cl^-$  ve  $SO_4^{2-}$  iyon derişimlerinin (sırasıyla 2680, 1985 ve 1177 meq/L) en yüksek olduğu yıllardır. Ekstrem değerlerin görüldüğü 1990 yılındaki iyon derişimleri, güncel  $Na^+$  ve  $SO_4^{2-}$  derişimine göre 4-5 kat,  $Cl^-$  derişimine göre 3 kat,  $Mg^{2+}$  derişimine göre 2-3 kat zenginleşmiştir.

$Ca^{2+}$ ,  $K^+$  ve alkalinite değerlerinde belirgin bir değişim gerçekleşmemiştir. Gölün etrafındaki karbonatlı birimlerden sürekli aynı oranlarda karbonat bileşenlerinin beslenimi süregelmiştir. Gölde 1935 yıllarında  $rSO_4/rCl$  oranı 0,47 iken günümüzde 0,30'a,  $rSO_4/rCa$  oranı 22'den 6'ya,  $Mg/Ca$  oranı 10,5'ten 5'e düşmüştür. 1935'te günümüz  $rNa/rCl$  oranına sahip gölün, 1980'li yıllarda  $rNa/rCl$  oranının 2'ye ulaştığı ve günümüzde azalma trendi içinde olduğu görülür. Aynı şekilde  $rSO_4/rCl$  oranı 1980'li yıllarda 1,28'e yükselmiştir.  $rNa/rSO_4$ ,  $rK/rMg$ ,  $rNa/rMg$  oranı gölde sabit kalmıştır.  $rNa/rCl$  ve  $rSO_4/rCl$  oranlarındaki 1979 yılında gözlenen ekstrem davranış ve

günümüze kadar devam eden azalma trendi, gölde sodyum sülfat ve tuz üretiminin etkisinde gerçekleşmiştir.

**Tablo 8. 5:** Acıgöl'ün zamansal ortalama majör iyon içeriği (meq/L).

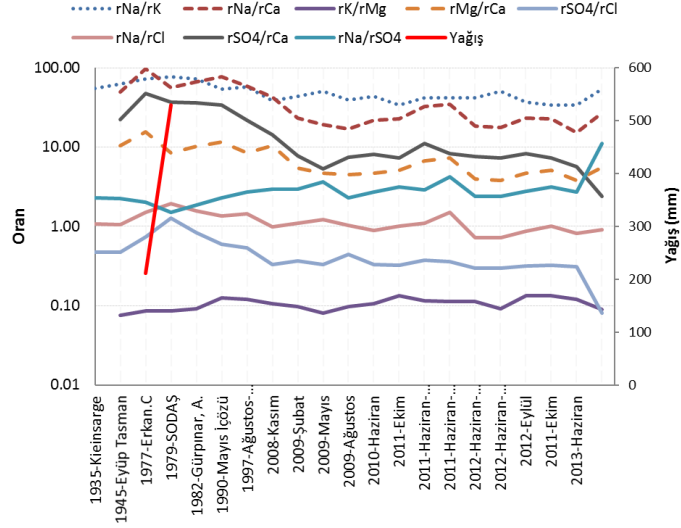
Yılı	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Kaynak
1935-Kieinsarge			1277	23		556	1178	(İçözü 1991)
1945-Eyüp Tasman	25	263	1245	20		554	1176	(İçözü 1991)
1977-Erkan.C	27	420	2613	36	4	1284	1747	(İçözü 1991)
1979-SODAŞ	26	222	1457	19	3	967	758	(İçözü 1991)
1982-Gürpınar, A.	30	309	2021	28		1095	1300	(İçözü 1991)
1990-Mayıs	34	402	2680	50	3	1177	1985	(İçözü 1991)
1997-Ağustos	30	252	1739	30	5	647	1212	(Mutlu ve diğ. 1999)
2008-Kasım	28	290	1191	31	0	399	1201	(Helvaci ve diğ. 2013)
2009-Şubat	25	134	571	13	12	194	524	(Helvaci ve diğ. 2013)
2009-Mayıs	31	146	606	12	115	166	502	(Helvaci ve diğ. 2013)
2009-Ağustos	58	261	1002	25	0	433	970	(Helvaci ve diğ. 2013)
2010-Haziran	31	146	685	16	4	255	770	Bu çalışma
2011-Ekim	34	175	785	23	4	251	774	Bu çalışma
2011-Haziran-yüzey	18	121	583	14	3	202	535	Bu çalışma
2011-Haziran-taban	16	120	569	14	3	136	377	Bu çalışma
2012-Haziran-taban	29	113	531	13	4	220	740	Bu çalışma
2012-Haziran-yüzey	28	107	496	10	4	207	694	Bu çalışma
2012-Eylül	32	148	735	20	4	266	840	Bu çalışma
2011-Ekim	34	175	785	23	4	251	774	Bu çalışma
2013-Haziran	40	150	607	18	3	226	735	Bu çalışma
Ege Denizi-Pamucak	21	114	553	10	3	50	612	(Somay ve diğ. 2008)



**Şekil 8. 83:** Acıgöl'ün ortalama majör iyon içeriği zamansal değişimi (meq/L).

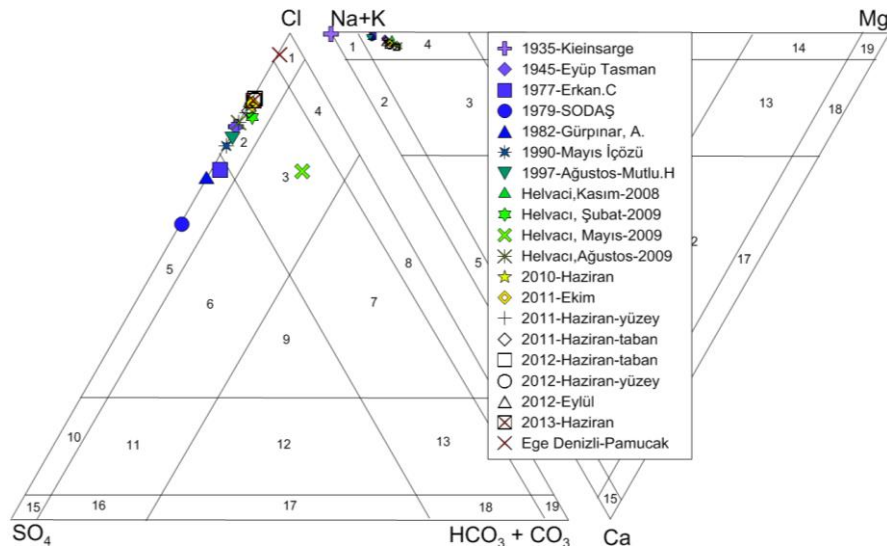
1977 yılında gözlemlenen kuraklık ve yağış düşüklüğü gölde önemli miktarda Na-sülfat minerali çökmesine neden olmuş, 1978 (500 mm) ve 1979 (530 mm) yıllarında gerçekleşen ortalamanın üstündeki yağışlar kurak yılda (1977) göl havzasında çökelen Na-sülfat minerallerini çözerek zenginleşmiş ve rNa/rCl, rSO<sub>4</sub>/rCl

oranları ekstrem davranış göstererek oldukça yükselmiştir (**Şekil 8. 84**). Kurak ve yağışlı yıllarda gerçekleşen iyon oran değişimleri, havzadaki meteorolojik olayların göl kimyasını etkileyen önemli bileşenlerden biri olduğunu gösterir.



**Şekil 8. 84:** Acıgöl'ün molar iyon derişim oranlarının zamansal değişimi.

Gölün zamansal olarak su sınıfındaki değişimi Eugster ve Hardie (1978), tuzlu göllerin majör anyon ve katyon içeriğine göre geliştirdiği tuzlu göl (lake brine type) sınıflamasına göre değerlendirilmiştir. Göl iyon konsantrasyonlarının maksimuma ulaştığı 1977-1980 yıllarında 5. tip (Cl-SO<sub>4</sub>) anyon içeriğine sahipken, ekstrem davranışın görüldüğü dönemler dışında 2. tip Cl-(SO<sub>4</sub>) anyon sınıfında yer almıştır. Gölün uzun dönemde katyon sınıfı sürekli 4.tip Na-(Mg) olmuştur (**Şekil 8. 85**). 1935'ten günümüze gölün kısa su tipi Na-Cl, uzun su tipi Na-(Mg)-Cl-(SO<sub>4</sub>) olmuştur.



**Şekil 8. 85:** Acıgöl'ün Eugster ve Hardie (1978) tuzlu su sınıflama şemasındaki konumlarının zamansal değişimi.



## 9. ACIGÖL'DE EVAPORATİF TUZLU SU EVRİMİ

Hidrolojik döngünün en önemli aşamalarından biri olan evaporasyonun net etkisi, çözültiden saf suyun (H<sub>2</sub>O) uzaklaşması ve buna bağlı olarak çözünmüş iyon derişiminin artmasıdır (Drever 1997). Evaporit havzalarda, doygun olmayan suyun doygun duruma ulaşması ve doygun çözültiden düşük veya yüksek seviyede tuzlu mineral çökeliminin gerçekleştiği süreçler hakimdir (Babel ve Schreiber 2014).

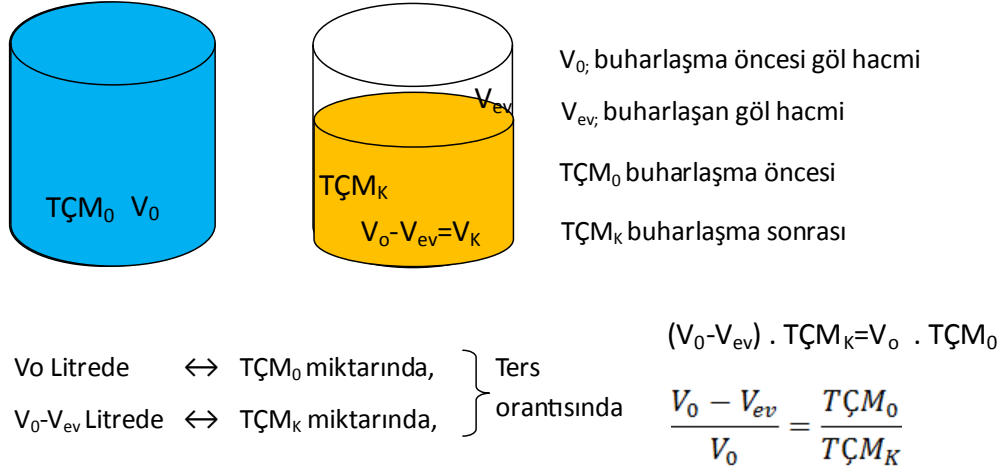
### 9.1 Acıgöl'de Evaporasyon

Evaporasyon ve sülfat üretimi nedeniyle göl hacminin küçülmesi ve bakiye suda TÇM ve çözünmüş tuz miktarının artmasına bağlı olarak kurak dönemlerde Acıgöl'ün tuzluluğu ve TÇM'si iyice artar. Yağışlı ve kurak dönemdeki tuzluluk farkı göldeki evaporasyonun tuzluluğa göre yaklaşık miktarıdır. Evaporasyonun etkisinde yağışlı dönemden kurak döneme geçişte tuzluluk ortalama **12,2 - 13,7 ppt** (gr/kg) artar. Haziran-2012 dönemindeki yağışlı ve kurak dönemdeki TÇM farkı TÇM'ye göre buharlaşma miktarını verir. TÇM'ye göre buharlaşma miktarı ortalama **4 - 14,5 g/L**'dir. Tuzluluk ve TÇM değerleri, Ec değerlerinden sıcaklığa bağlı algoritma ile hesaplandığından, buharlaşma miktarını ifade etmede net bilgi Ec değerinden elde edilir. Yağışlı ve kurak dönemdeki Ec değer farkına göre buharlaşma miktarı yaklaşık **4,400 - 16,000 µS/cm** arasında değişir.

$$V_{erTÇM}=(V_0-V_e)/V_0=1-(TÇM_{ev.öncesi}/TÇM_{ev.sonrası}) \quad (9.1)$$

Logan (1987) tarafından tanımlanan hacim azalma oranı (9.1) şeklindedir. Acıgöl'de yağışlı ve kurak dönem arasındaki TÇM farkı bilindiğinden, Logan (1987) tanımına başlangıç ve buharlaşma sonrası TÇM değerleri eklendiğinde nihai bağıntı;  $V_{erTÇM}=(V_0-V_e)/V_0=1-(TÇM_{ev.öncesi}/TÇM_{ev.sonrası})$  haline gelir. Bu bağıntının çıkarımı **Şekil 9. 1**'de detaylandırılmıştır. 2012 yılında yağışlı ve kurak dönemlerdeki TÇM değerleri dikkate alındığında,  $1-(43 \text{ gL}^{-1} / 57,5 \text{ gL}^{-1})= \% 25,21$  oranında göl suyu buharlaşmıştır.





**Şekil 9. 1:** TÇM'ye bağlı evaporasyon oranı.

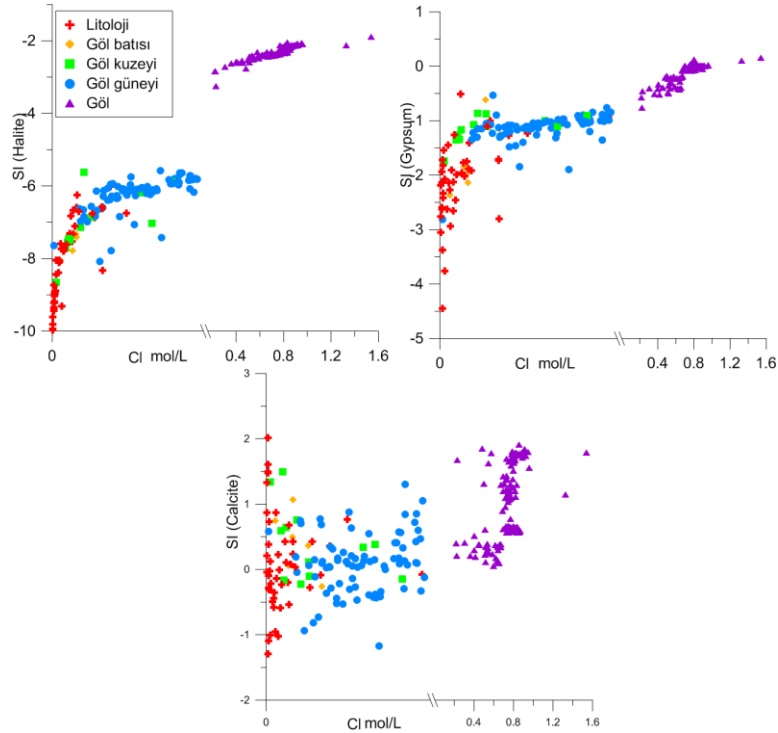
## 9.2 Evaporasyonun İyon Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Gölde evaporasyonla birlikte iyonların miktarı artar. Havzada gerek litolojik birimlerde gerekse göl çökelleri ile etkileşim halinde olan sular, halit ve jips minerallerine doymun değildir. Sularda jips ve halit çözünümü etkisinin belirlenmesinde doymunluk indekslerinden de yararlanılır (Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015; Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015). Acıgöl'de gölü çevreleyen sularda  $Cl^-$  derişimi ile jips ve halit doymunluğu arasında eksponansiyel bir ilişki vardır.  $Cl^-$  derişimi bir anlamda evaporitlerle etkileşim ve buna bağlı evaporit çözünümü arttıkça suların mineral doymunluğu (SI-Jips, SI-halit) artar. Göl çökellerine yaklaştıkça sularda halit ve jips çözünümü önemli bir şekilde etkin hale gelir. Ancak bu çözünüm suların jips ve halite doymun hale gelmesi için yeterli değildir. Gölün etrafındaki ve litolojik birimlerdeki sular genelde kalsite doymundur. Gölün etrafındaki sularda  $HCO_3^-$  ile birlikte, jipslerin çözünümünden gelen  $Ca^{+2}$  iyonları, bu sularda kalsit doymunluğunun artmasına neden olur. Gölde ise, evaporatif konsantrasyon suların mineral doymunluklarının eksponansiyel bir şekilde artmasına neden olur (**Şekil 9. 2, Şekil 9. 3**).

Litolojik birimlerdeki sular, gölün etrafındaki sular ve göl suyu üçlüsünün kimyasal fasiyesinin şekillenmesinde, başlangıçta  $Ca-Mg-HCO_3$  fasiyesindeki suların göle yaklaştıkça, evaporit çözünmesiyle bazı karbonatlara doymun hale gelmesi ve suların karbonat çökeli ile  $Ca-Mg-SO_4$  fasiyesine geçmesi, gölde evaporasyon etkisinde karbonat çökeli ve evaporatif konsantrasyonla bazı evaporitlere doymun hale gelme ve  $Na-Cl$  fasiyesine geçme olayları hakimdir.

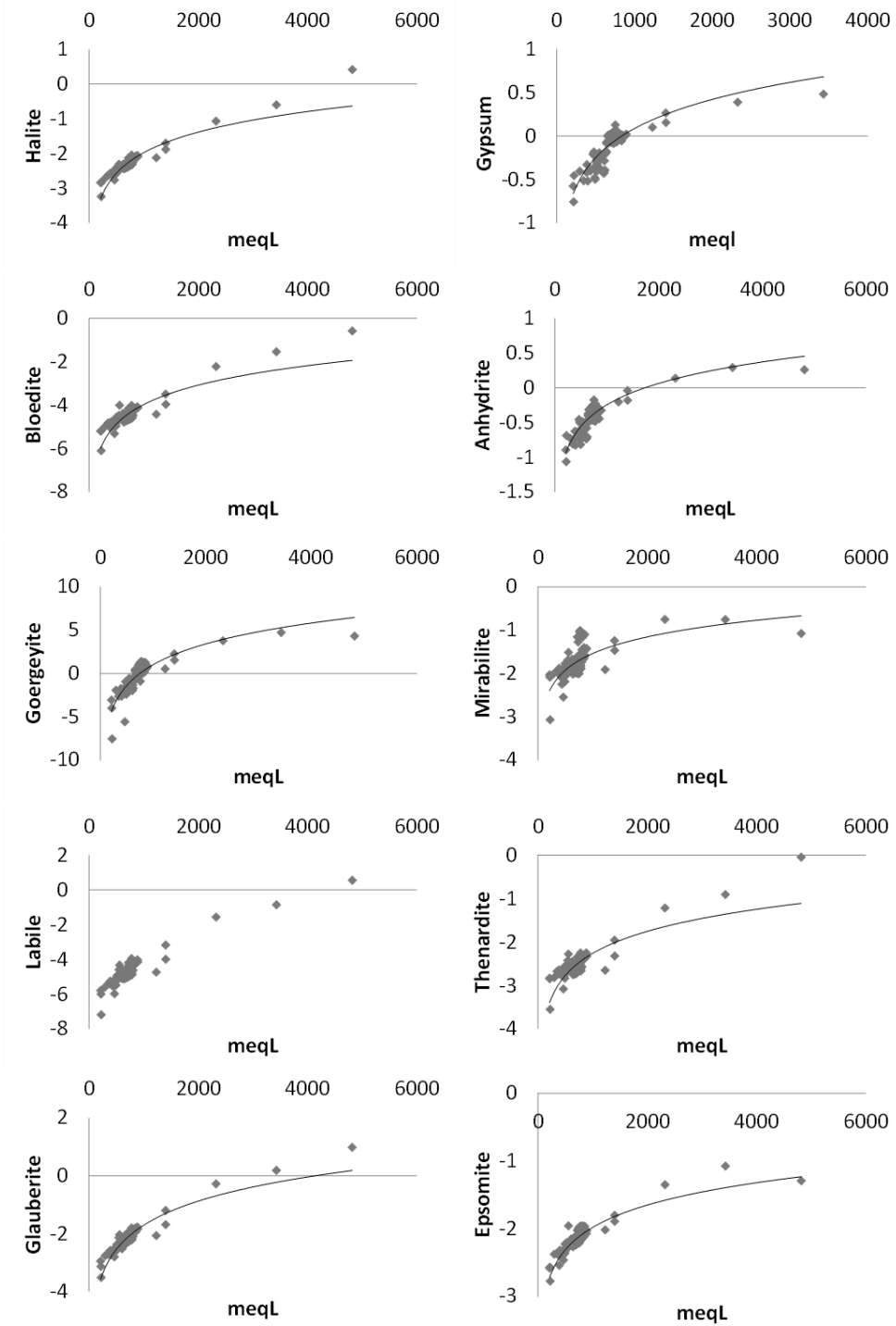
Acıgöl'de görülen durum benzer şekilde Mısır'da Karun Gölü (Lake Qarun)'nde gelişir (Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015; Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015). Gölde evaporasyon arttıkça, göl suyunun mineral doygunluğundaki değişim (Cl<sup>-</sup>)-SI(mineral) doygunluk diyagramında değerlendirilmiştir.

Acıgöl'de sodyum sülfat ve tuz üretim havuzları göl suyunun ileri derecedeki doğal evaporasyonunu temsil eder. Herhangi bir hidrojeokimya modeli kullanmaksızın doğal evaporasyonla göl suyunun ileri derecede evaporasyona uğraması durumunda minerallerin doygunluklarının nasıl şekilleneceğinin değerlendirilmesi için bölgedeki üretim havuzlarına ait veriler de değerlendirme kapsamına alınmıştır. Göl suyundan tuz üretim havuzlarına kadar olan süreçte, Acıgöl'de doğal evaporasyonla anhidrit, jips, halit, görgeyit, labil, tenardit, globerit minerallerine doygunluk söz konusu olur. Burkeyit, epsomit ve bişofit mineral doygunluğu göl suyunun doğal evaporasyondaki ileri safhası olan tuz havuzlarında görülmemektedir (**Şekil 9. 3**).



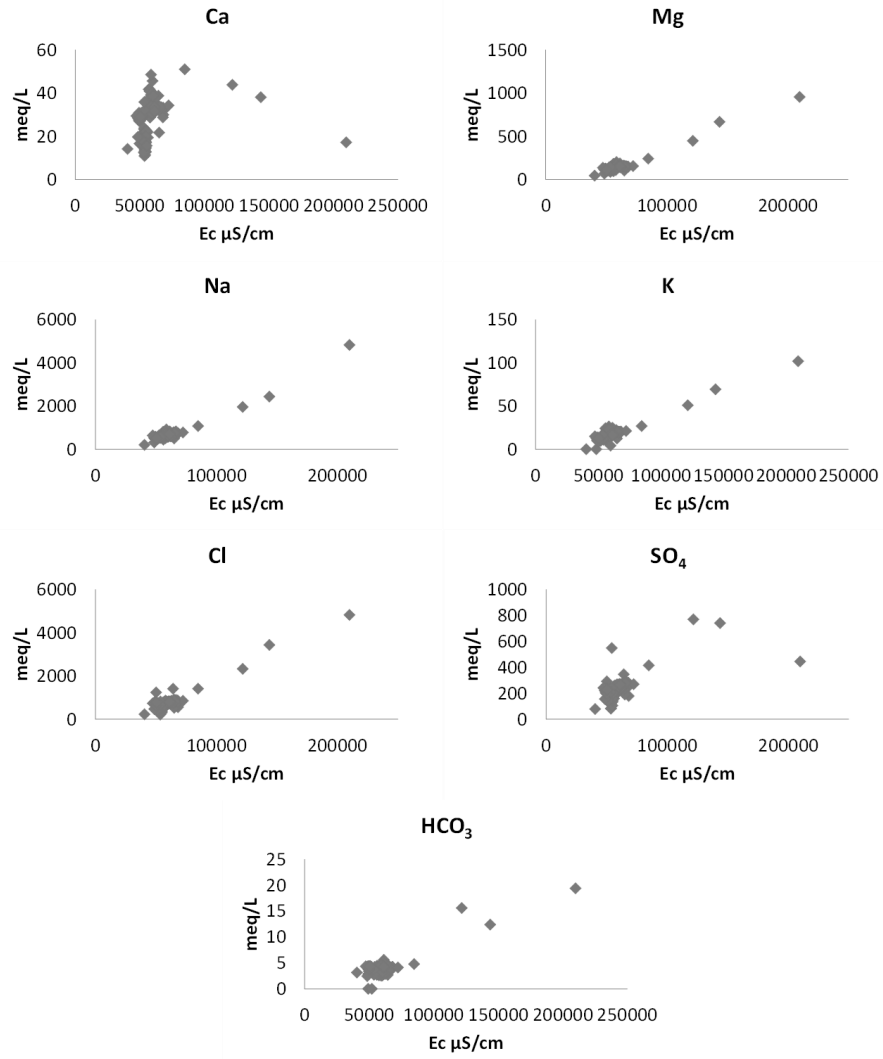
**Şekil 9. 2:** Göl ve gölü çevreleyen sularda evaporatif konsantrasyon etkisinde bazı mineral doygunluk indeksleri.

Gölde doğal evaporasyonun artması ile birlikte Na, K, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub> artmaya devam eder. Ancak doğal evaporasyonun ileri safhalarında havuzlarda Ca ve SO<sub>4</sub> miktarı önemli miktarda azalmaya başlar. Karbonatlarla birlikte globerit, jips, anhidrit, görgeyit gibi Ca-SO<sub>4</sub> mineral çökelimi, ayrıca tenardit üretiminin bu safhadan önce önemli miktarda yapılmış olması vb. nedenler bunda etkindir (**Şekil 9. 4**).



**Şekil 9. 3:** Gölde evaporatif konsantrasyona bağlı mineral doğunluk değişimi (CI- derişimi-SI-mineral).

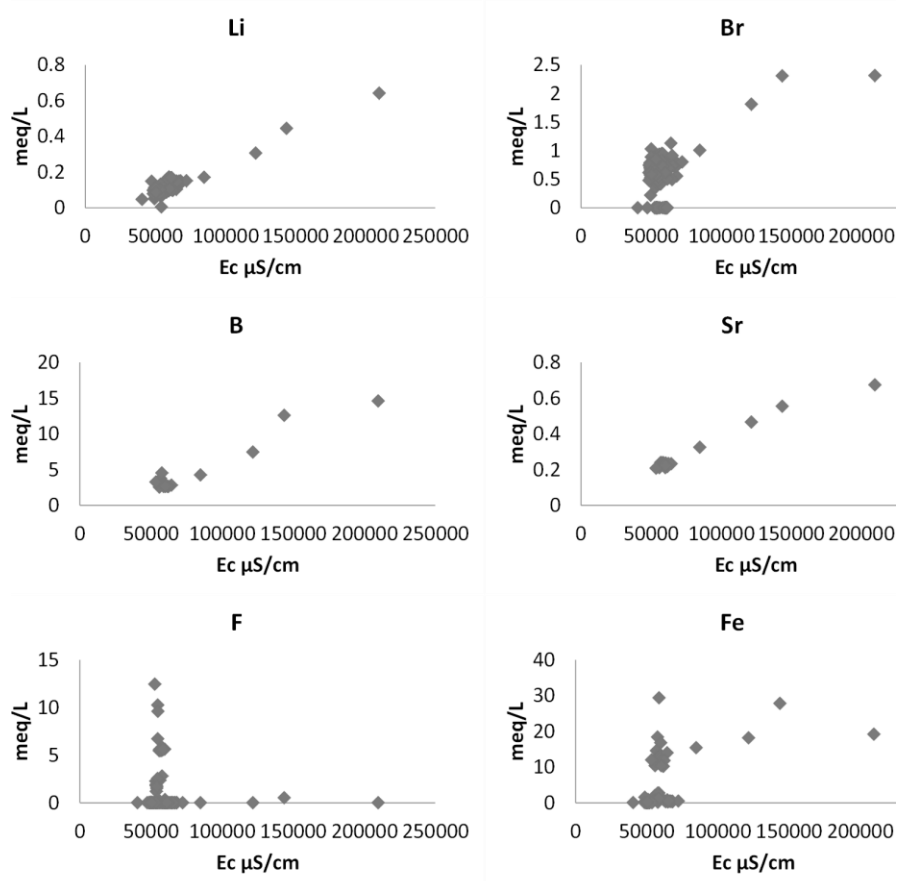
İz elementlerden Li, Br, B, Sr doğal evaporasyonla birlikte çözeltide zenginleşir. Evaporasyonun ileri safhalarından önce Fluorit vb. flor içeren mineral çökeli mi ile florür çözeltiden tamamen uzaklaşır. Evaporasyonla birlikte Fe zenginleşmesi görülürken, ilerleyen evaporasyonda Fe miktarı azalmakta ve belirli bir evaporasyon derecesinden sonra yine zenginleşir (**Şekil 9. 5**).



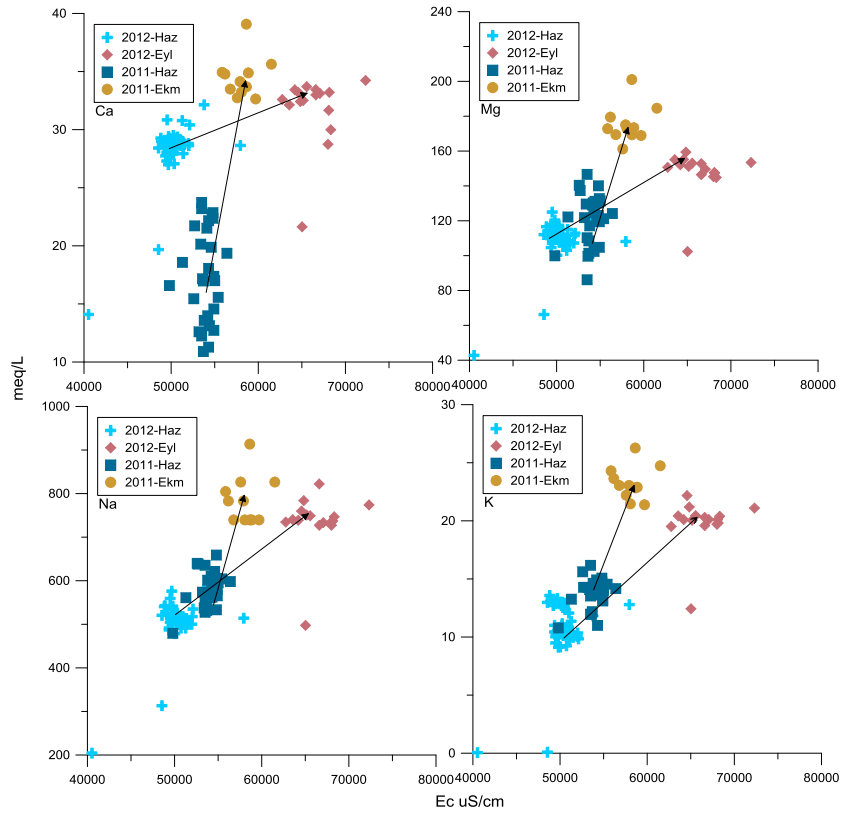
Şekil 9. 4: Evaporatif konsantrasyonla değişen majör iyon derişimleri.

Acıgöl'de yağışlı-kurak dönem geçişlerinde evaporatif konsantrasyona bağlı iyon zenginleşmesi 2011-Haziran'dan 2011-Ekim'e geçiş ve 2012-Haziran'dan 2012-Eylül'e geçiş şeklinde 2 yıl için değerlendirilmiştir. Yağışlı dönemden kurak döneme geçerken göl hacminin küçülmesine bağlı artan evaporatif konsantrasyonla kurak dönemde gölde iyon zenginleşmesi, kurak dönemden yağışlı döneme geçişte artan göl hacmi ile birlikte gölde iyon seyrelmesi görülür.

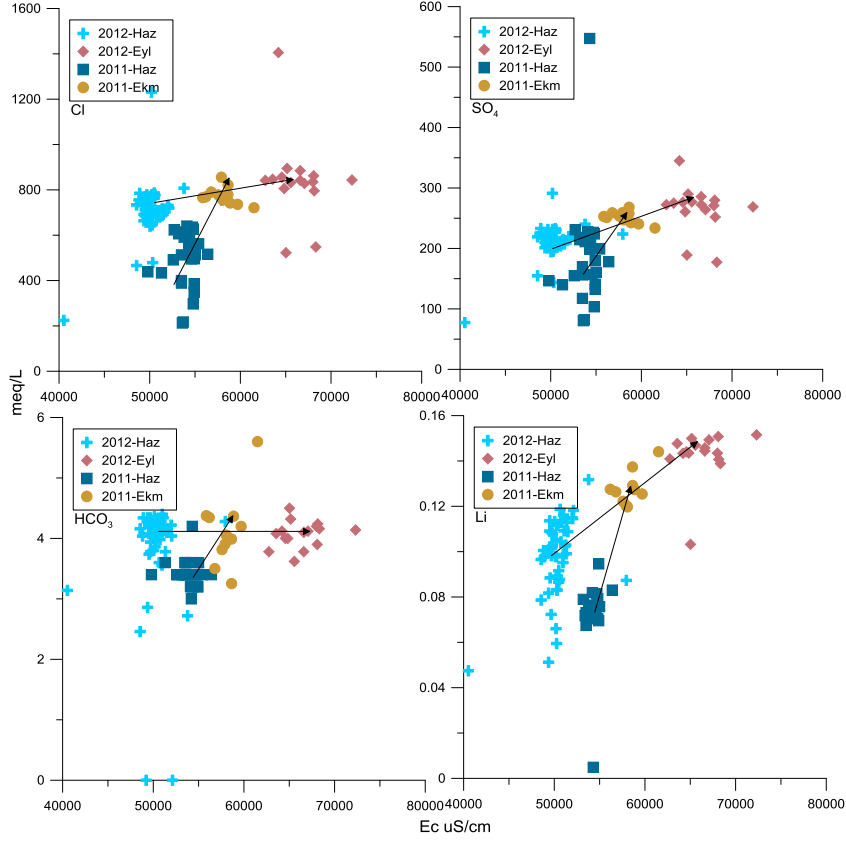
Evaporatif konsantrasyonun etkisinde kurak dönemlerde toplam iyon miktarı artar.  $Ca^{2+}/HCO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}/Ca^{2+}$  oranları gölde bir hidrolojik dönemde azalma trendi içinde ise, diğer bir dönemde artma trendi içindedir. Göldeki iyon derişimlerinde görülen sinüzoidal hareket  $Ca^{2+}/HCO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}/Ca^{2+}$  molar derişim oranlarında da görülür(Şekil 9. 6, Şekil 9. 7, Şekil 9. 8).  $Cl^-/Na^+$  ve  $Cl^-/SO_4^{2-}$  molar derişim oranları mevsimsel döngüde gölde benzer anomaliye sahiptir.



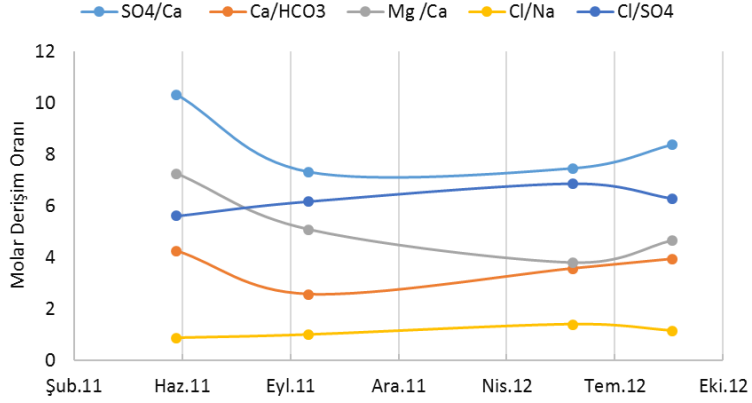
Şekil 9. 5: Evaporasyonla değişen iz element miktarları.



Şekil 9. 6: Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde evaporatif konsantrasyon etkisinde iyon miktarlarında değişim (Ca-Mg-Na-K).



**Şekil 9. 7:** Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde evaporatif konsantrasyon etkisinde majör iyon miktarlarında değişim (Cl-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Li).



**Şekil 9. 8:** Yağışlı-kurak mevsim döngüsünde molar derişim oranları değişimi.

### 9.3 Acıgöl'ün Evaporasyon Modeli

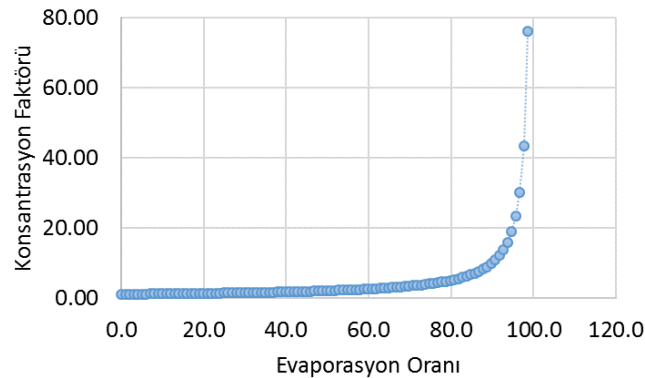
Göl suyunun evaporasyona uğraması durumunda mineral çökelimlerinin gerçekleştiği evaporasyon oranlarının ve göl tuzlu suyunun buharlaşma evrimi; "kimyasal bölümlenme" üzerine oluşturulan Drever (1997) modeli, ardışık mineral doygunluğunu ve mineral çökelimini esas alan Deocampo ve Jones (2014) modeli ve

Phreeqc ile su eksiltme temeline dayanan “konsantrasyon faktörünün” etkisi modeli ile değerlendirilmiştir.

### 9.3.1 Phreeqc ile Göl Evaporasyon Modeli

Phreeqc ile uygulanan evaporasyon modeli çözültiden belirli molar derişimde suyun aşamalı olarak uzaklaştırılması esasına dayanır (Wahed ve diğ. 2014). Başlangıçta 1 L olarak kabul edilen göl örneğinden 55,3 molar su 100 aşamada uzaklaştırılmıştır. Suyun molar derişiminin 55,501 olarak kabul edildiği koşullarda göl suyu en fazla %98,7 oranında buharlaşmıştır. Evaporasyon sırasında gölün değışen kimyasındaki silsile (Drever 1997) ve Eugster modellerinde değerlendirilmiştir.

Genelde evaporasyon değılendirmelerinde suyun başlangıçtaki hacmine göre evaporasyon sonucu yeni hacmindeki azalma oranını gösteren “konsantrasyon faktörünün” ( $[KF = \text{Hacim}_{\text{başlangıç-su}} / \text{Hacim}_{\text{n-su}}]; n; \text{aşama}$ ) kullanımı yaygındır (Drever 1997). Belirli bir evaporasyondan sonra çözültideki iyonların molal-molar derişim dönüşümlerinde konsantrasyon faktöründen yararlanır. Çözültide iyonların molal/molar derişim oranı da konsantrasyon faktörünü verir. Uygulanan modelde her bir aşamada belirli molar derişimde saf suyun uzaklaştırılması sonucu kalan suyun ağırlığı (kg) ile başlangıçtaki suyun ağırlığının (1 kg) farkından (Evaporasyon Oranı= $[\text{kg}_{\text{başlangıç-su}} - \text{kg}_{\text{n-su}}] * 100; n; \text{aşama}$ ) her bir aşamadaki “evaporasyon oranı” belirlenmiştir (Şekil 9. 9).



Şekil 9. 9: Evaporasyon oranı ve konsantrasyon faktörü değışimi.

Her bir dönemde gölü temsil eden en az iki örnek kullanılarak Phreeqc (v.3.3.9.11951) ortamında evaporasyon modeli gerçekleştirilmiştir. Modellemede göl suyunun iyonlaşma gücünün yüksek olması nedeniyle için PITZER veritabanı



kullanılmıştır. Acıgöl'deki evaporasyon modeli suların ölçülen sıcaklıklarında veya yüksek sıcaklıkta, yaklaşık olarak atmosferdeki değere denk gelen  $10^{-3.5}$  değerindeki sabit kısmi  $\text{CO}_2$  basıncıyla dengede olması veya sabit kısmi  $\text{CO}_2$  basıncı ile dengede olmaması koşulları göz önünde bulundurularak farklı modellemeler yapılmıştır. Gölün a) ölçülen sıcaklığında  $10^{-3.5}$  değerindeki sabit kısmi  $\text{CO}_2$  basıncıyla dengede olması b)  $35^\circ\text{C}$  su sıcaklığında  $10^{-3.5}$  değerindeki sabit kısmi  $\text{CO}_2$  basıncıyla dengede olması c) ölçülen sıcaklığında  $\text{CO}_2$  basıncı ile dengede olmaması koşullarına göre 3 farklı model geliştirilmiştir. Her bir modelde gölün kalsit, jips ve halit doygunluğuna ulaştığında, minerallerle denge halinde olduğu kabul edilmiştir.

### **9.3.2 Evaporasyonunun Drever (1997) Modeli'nde Değerlendirilmesi**

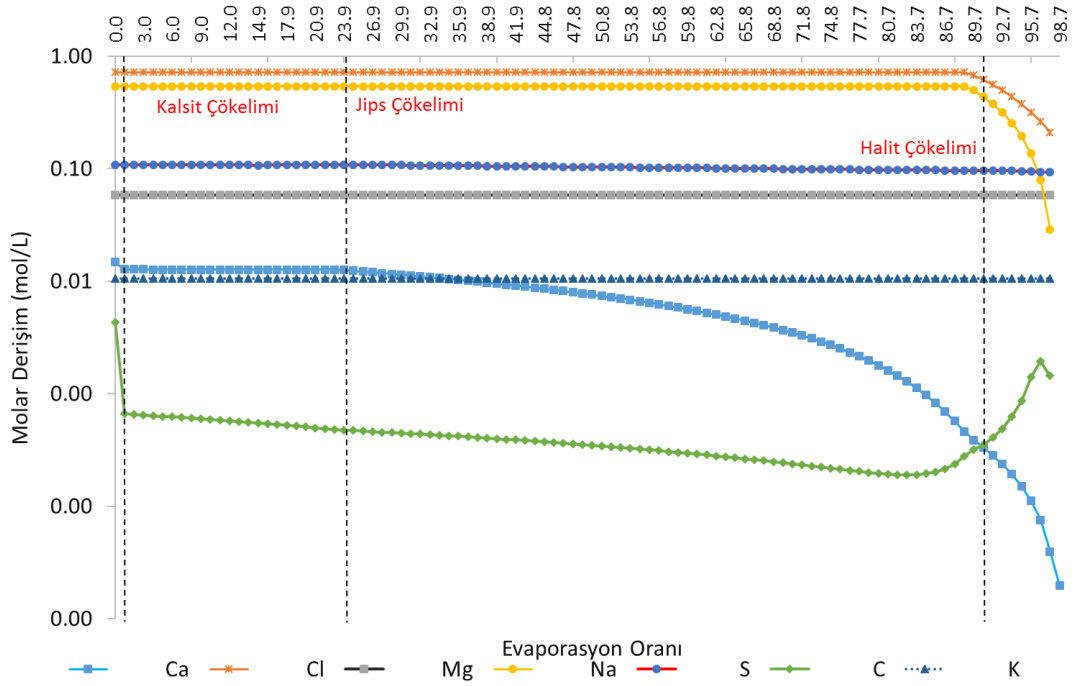
Gölün izlenen dönemlerde evaporasyonu sonucu gelişebilecek olası evaporasyon evrimi Drever (1997) modelinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme sırasında kalsit, jips ve halit mineralleri ile gölün denge halinde olduğu kabul edilmiştir.  $\text{CO}_2$  kısmi basıncı ile denge halinde olması veya dengede olmaması ve gölün örnekleme döneminde ölçülen sıcaklığında veya  $35^\circ\text{C}$ 'de su sıcaklığındaki evaporasyon evrimi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İzlenen her dönemde mümkün ölçüde gölün ortası ve gölün batısında su girişinin olmadığı kesimdeki örnekler seçilerek evaporasyon değerlendirilmiştir. Diğer dönemlerden farklı olarak Haziran-2012 dönemi taban örnekleri de değerlendirmede kullanılmıştır.

#### **9.3.2.1 Örneklenen Dönemdeki Su Sıcaklığında ve $\text{CO}_2$ Kısmi Basıncı ( $10^{-3.5}$ atm) ile Denge Halinde Olması Durumunda Evaporasyon Evrimi**

Acıgöl'de kalsit çökelişi öncesinde alkalinite değeri kalsiyum derişiminden küçüktür ( $2m\text{Ca}^{2+} > m\text{HCO}_3^-$ ). Evaporasyon sırasında kalsit çökelişi ile gölde "kimyasal bölümlenme" prensibi doğrultusunda Drever (1997) ( $2m\text{Ca}^{2+} / m\text{HCO}_3^- > 1$ ) oransal olarak düşük olan  $m\text{HCO}_3^-$  miktarı azalırken, bunun aksine oransal olarak fazla olan  $m\text{Ca}^{2+}$  artmaya başlar. Kalsit çökelişinden sonra çözeltide ( $2m\text{Ca}^{2+} > m\text{HCO}_3^-$ ) durumu devam eder ve göl çözeltisi Drever (1997) modelinde II.yolu izler. Modelde bir sonraki kimyasal bölümlenme düğümü jips çökelişidir. Çözeltide kalsiyum artışı jips çökelişine kadardır. Jips çökelişinden sonra göl çözeltisinde sülfata göre

oransal olarak düşük olan  $mCa^{2+}$  azalırken, kalsiyuma göre oransal olarak fazla olan  $mSO_4^{2-}$  artmaya başlar (**Şekil 9. 10**). Jips çökeliminden sonra göl çözeltisi ( $2mSO_4^{2-} > 2mCa^{2+}$ ) haline alır ve II-B yolu izler. Gölün nihai durumunda Cl ve  $SO_4$  anyonları ile Na-Mg katyonları zenginleşir. Gölün izlenen tüm dönemlerinde evaporasyon evriminde aynı silsile gerçekleşmiştir (**Tablo 9. 1**).

Halit çökeline kadar  $mCl^-/mNa^+$  oranı sabit olduğu için Cl ve Na birlikte zenginleşir. Haziran-2012 döneminde "C5" örneğinde  $mCl^-/mNa^+$  oranı halit çökeline kadar 1,34'tür. Kimyasal bölümlenme prensibi doğrultusunda (Drever 1997) ( $mCl^-/mNa^+ \geq 1,34$ ) olduğu için halit çökeliminden sonra oransal olarak düşük olan  $mNa^+$  (mol/kg) miktarı azalırken, bunun aksine oransal olarak fazla olan  $mCl^-$  (mol/kg) artmaya başlar. Molar derişimi olarak halit çökeliminden sonra  $mNa^+$  (mol/L) ve  $mCl^-$  (mol/L) birlikte azalırken, sodyumdaki azalma daha fazladır (**Şekil 9. 10**). Halit çökeliminden sonra çözeltide Ca-Na-sülfat mineralleri çökeldiği için Ca ve Na derişimi azalır.



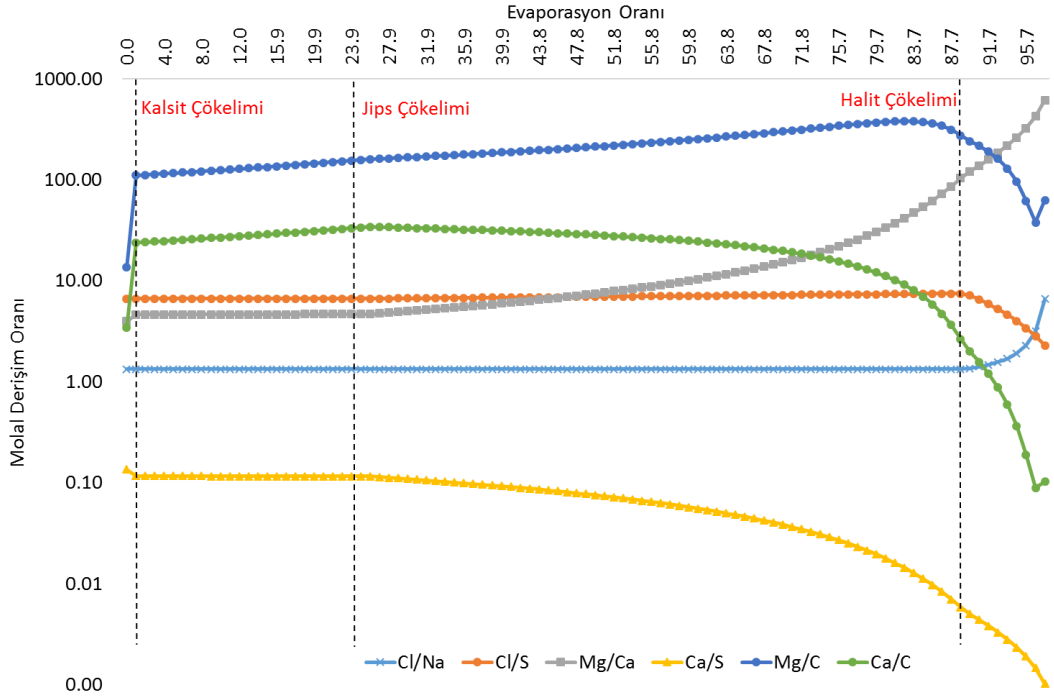
**Şekil 9. 10:** Evaporasyonla birlikte iyonların molar (mol/L) değişimleri (Haziran-2012 C5 Örneği).

Acıgöl'de evaporasyon sırasında mineral çökeli ile iyonların molal derişim oranları da değişir (**Şekil 9. 11**). Halit çökeline kadar kısmen sabit ya da çok az oranlarda artan  $mCl^- / mSO_4^{2-}$  oranı halit çökeliminden sonra azalır. Halit çökeline kadar sabit olan  $mCl^-/mNa^+$  oranı ise halit çökeliminden sonra artar.  $mCa^{2+} / mSO_4^{2-}$  oranı kalsit çökeliminden sonra sürekli azalma eğilimi içindedir.

**Tablo 9. 1:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncının 10<sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda, Molar (mol/L) derişimlere göre).

		1. Dügüm Kalsit Çökeli mi				2. Dügüm Jips veya Sepiyolit Çökeli mi				
		$(2mCa^{2+} > mHCO_3^-)$ $(2mCa^{2+} < mHCO_3^-)$				$(2mCa^{2+} > 2mSO_4^{2-})$ $(2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-})$				Halit
		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$mHCO_3^-$		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$2mSO_4^{2-}$		Evap. %
Eki.11	IMA-2	1,00	0,0309	0,0009	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	17,9	0,031	0,258	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,73
	IMA-5	1,00	0,0294	0,0009	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	21,9	0,029	0,270	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	85,73
Eyl.12	D-3	1,00	0,0294	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	13,0	0,029	0,291	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	85,73
	D-5	1,00	0,0303	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	13,0	0,030	0,306	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	84,73
	D-13	1,00	0,0260	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	45,8	0,025	0,186	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
Haz.10	96	0,99	0,0302	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	15,9	0,030	0,266	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
	102	0,99	0,0292	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	16,9	0,035	0,322	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
	113	0,99	0,0298	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	13,9	0,034	0,323	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
Haz.11	324YZ	0,99	0,0201	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	39,8	0,019	0,239	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,70
	342YZ	0,99	0,0108	0,0011	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	65,8	0,010	0,225	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,68
Eyl.12	C3	0,99	0,0252	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	22,9	0,025	0,226	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
	C5	0,99	0,0254	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	23,9	0,025	0,217	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,71
	C3-T	0,99	0,0274	0,0037	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	23,9	0,025	0,236	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
	C5-T	0,99	0,0261	0,0007	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	19,9	0,026	0,232	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
Haz.13	WV-11	1,00	0,0364	0,0004	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	1,0	0,036	0,250	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	87,74
	WV-18	0,99	0,0356	0,0004	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	1,0	0,036	0,250	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	87,74

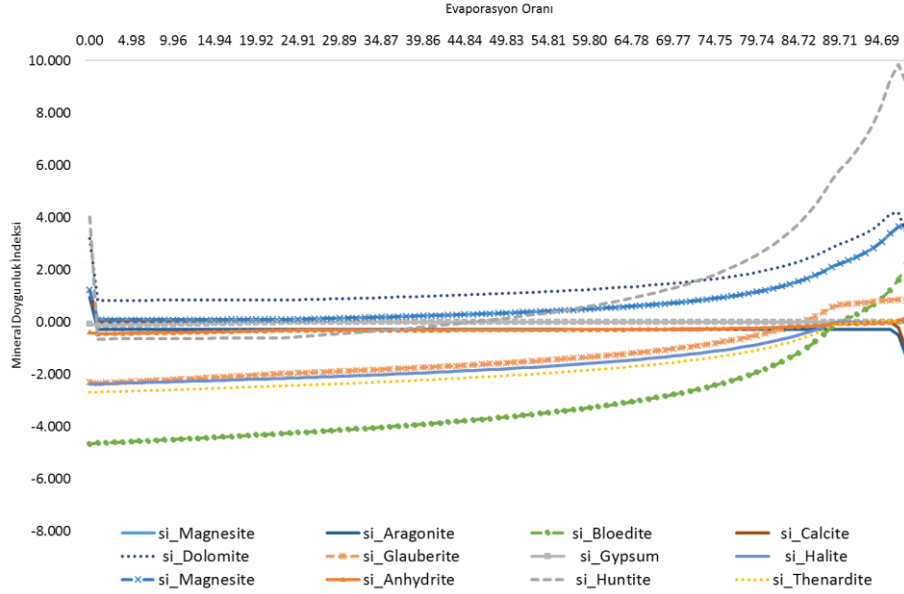
Jips çökelimine kadar sabit olan  $mMg^{2+} / mCa^{2+}$  oranı ( $\approx 4,64$ ), jips çökeliminden sonra artmaya başlar. Evaporasyon oranının %47,84 olduğu seviyede huntit çökeliminde  $mMg^{2+} / mCa^{2+}$  oranı  $\approx 4,64$ 'dir. Huntit doyumluğundan sonra bu oran hızlı bir şekilde yükselir.  $mCa^{2+} / mHCO_3^-$  oranı jips çökelimine kadar artarken jips çökeliminden itibaren başlayarak evaporasyonun ileri seviyelerine kadar özellikle halit çökeliminden sonra iyice azalır.  $mMg^{2+} / mHCO_3^-$  oranı halit çökelimine kadar artarken halit çökeliminden önce evaporasyonun %82,7 seviyesinde azalmaya başlar. Evaporasyonun bu seviyesinden sonra çözeltinin globerit ve artinit minerallerine doyumluğu başlar. Halit doyumluğu %89,71 oranındaki evaporasyonda ulaşılır (Şekil 9. 11, Şekil 9. 12). İzlenen dönemlerde gölün Drever (1997) modeline göre evaporasyon evrimi bkz. **Tablo 9. 1**'de detaylandırılmıştır.



**Şekil 9. 11:** Evaporasyonla birlikte iyonların molal derişim oranları (Haziran-2012 C5 Örneği).

Acıgöl'de evaporasyon sırasında artan evaporatif konsantrasyonla çözeltide mineral doyumlukları artar. Modelde çözelti kalsit çökeliminden itibaren dolomit ve manyezit minerallerine doyumdur. Jips çökeliminden önce görgeyit, jips çökeliminden sonra selestit doyum hale gelir. Modelde bölümlenme düğüm noktaları olan jips ile halit çökelimi arasında, göl çözeltisi selestit, huntit, globerit, labil ve artinit minerallerine aşırı doyumdur. Anhidrit, blödit ve tenardit mineraline doyumluk, halit çökeliminden sonra gerçekleşir.

K-sülfat, K-Cl, K-Mg-Cl ve Mg-Cl tuzlarına doyumluk evaporasyonun en son aşamalarında gerçekleşir. Kalsit çökelişi %1'lik evaporasyonda gerçekleşirken, jips çökelişi %13-40 arasında, halit çökelişi %84,7-89,7'lik evaporasyon aralığında gerçekleşir. Jips çökelişinde Haziran-2013 döneminde farklı durum söz konusudur. Örnekleme dönemi olarak Haziran sonu Temmuz başına gelen bu dönemde göl suyunda evaporasyon sırasında kalsit ile birlikte jips çökelişiminin gerçekleştiği görülür (Tablo 9. 2).



Şekil 9. 12: Evaporasyonla birlikte mineral doyumluğu (Haziran-2012 C5 Örneği).

### 9.3.2.2 Örneklerin 35°C'deki ve CO<sub>2</sub> Kısmi Basıncı (10<sup>-3,5</sup> atm) ile Denge Halinde Olması Durumunda Evaporasyon Evrimi

Gölün izlenen dönemlerde göl suyunun sıcaklığının atmosferdeki ısınmaya bağlı olarak artabileceği göz önüne bulundurularak yüksek sıcaklıktaki evaporasyon evrimi, göl suyunun 35°C'deki sıcaklığı için de değerlendirilmiştir. Göl sıcaklığının artması durumunda göl evaporasyon evrimi, örneklenen sıcaklığındaki aynı silsileyi izlemiştir. Tüm dönemlerde sıcaklığın 35°C olması durumunda kalsit çökelişinden sonra çözültide ( $2mCa^{2+} > mHCO_3^-$ ) durumu devam etmiş ve göl çözültisi Drever (1997) modelinde II.yolu izlemiştir. Kalsit çökelişinden bir sonraki düşüm noktası olan jips çökelişinden sonra göl çözültisi ( $2mSO_4^{2-} > 2mCa^{2+}$ ) halini alır ve II-B yolunu izler (Tablo 9. 3). Çözültinin örneklendiği dönemdeki su sıcaklığında ve aynı dönemde 35°C'deki evaporasyonunda, iyon derişim oranlarının değişimi benzer değişim anomalisine sahiptir.

**Tablo 9. 2:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncının 10<sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda).

Dönem	Haz.2010			Haz.2011		Haz.2012.Yüzey		Haz.2012.Taban		Eylül-2012			Ekim-2011		Haziran-2013		
	Örnek No	96	102	113	324yz	342yz	C3	C5	C3-T	C5-T	D3	D5	D13	IMA-2	IMA-5	WV-11	WV-18
Kalsit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Barit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,7	0,0	0,0
Dolomit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manyezit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Görgeyit	0,0	0,0	0,0	0,0	52,8	16,9	18,9	13,9	9,0	0,0	0,0	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jips	15,9	16,9	13,9	39,8	65,8	22,9	23,9	23,9	19,9	13,0	13,0	45,8	17,9	21,9	1,0	1,0	
Selestit																16,9	14,0
Huntit	35,9	35,9	32,9	24,9	0,0	42,9	46,8	39,9	43,9	33,9	30,9	53,8	41,9	44,9	32,9	32,9	
Globerit	81,7	81,7	81,7	84,7	84,7	85,7	85,7	83,7	84,7	80,7	78,8	82,7	81,7	80,7	82,8	82,8	
Labile_S	85,7	85,7	85,7	87,7	87,7	88,7	88,7	87,7	87,7	84,7	82,7	86,7	96,7	83,7	86,7	86,7	
Artinit	86,7	86,7	85,7	87,7	88,7	86,7	87,7	86,7	86,7	85,7	84,7	93,7	88,7	89,7	85,7	85,7	
Halit	86,7	86,7	86,7	89,7	89,7	88,7	89,7	88,7	88,7	85,7	84,7	88,7	86,7	85,7	87,7	87,7	
Blödit	88,7	88,7	88,7	89,7	90,7	89,7	89,7	88,7	89,7	87,7	87,7	94,7	89,7	89,7	89,7	89,7	
Tenardit	88,7	89,7	88,7	89,7	89,7	92,7	92,7	92,7	92,7	89,7	86,7	89,7	91,7	90,7	91,7	91,7	
Polihalit	92,7	92,7	91,7	93,7	93,7	92,7	93,7	92,7	92,7	90,7	90,7	95,7	91,7	91,7	91,7	91,7	
Mirabilit												96,7		88,7			
Epsomit	94,7	94,7	94,7	95,7	96,7	93,7	94,7	93,7	93,7	93,7	94,7	98,7	94,7	95,7	94,7	94,7	
Heksahidrit	95,7	95,7	94,7	95,7	96,7	94,7	94,7	93,7	93,7	94,7	94,7	98,7	96,7	96,7	94,7	94,7	
Anhidrit	96,7	96,7	95,7	94,7	96,7	95,7	96,7	95,7	96,7	96,7	95,7	97,7	97,7	97,7	94,7	93,7	
Leonit	96,7	96,7	95,7	96,7	97,7	96,7	96,7	95,7	95,7	95,7	95,7	98,7	96,7	96,7	95,7	95,7	
Leonhardite	96,7	96,7	96,7	97,7	97,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	96,7	98,7	97,7	97,7	96,7	96,7	

**Tablo 9. 2:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncının 10<sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda) (devam).

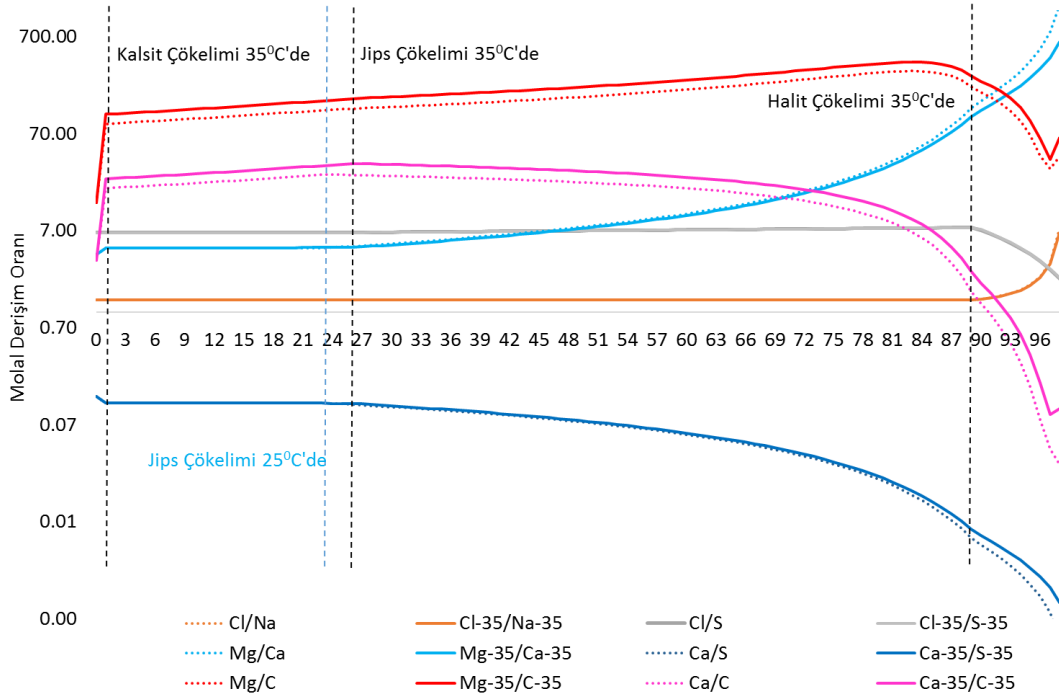
Dönem	Haz.2010			Haz.2011		Haz.2012.Yüzey		Haz.2012.Taban		Eylül-2012			Ekim-2011		Haziran-2013	
	96	102	113	324yz	342yz	C3	C5	C3-T	C5-T	D3	D5	D13	IMA-2	IMA-5	WV-11	WV-18
Nesquehonite	96,7	95,7	95,7	96,7	97,7	94,7	95,7	94,7	94,7	94,7	96,7		96,7	96,7	95,7	95,7
Pentahidrit	96,7	95,7	95,7	96,7	97,7	94,7	95,7	94,7	94,7	94,7	96,7	98,7	96,7	97,7	95,7	95,7
Şönit	96,7	96,7	95,7	96,7	97,7	96,7	96,7	95,7	95,7	95,7	95,7	98,7	96,7	96,7	95,7	95,7
Brusit	97,7	96,7	96,7	96,7	97,7	95,7	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7		97,7	97,7	96,7	95,7
Glaserit	97,7	97,7	97,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	97,7	97,7	97,7	96,7	96,7	97,7	97,7
Kizerit	97,7	96,7	96,7	97,7	97,7	95,7	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7	98,7	97,7	97,7	96,7	96,7
Kainit	97,7	97,7	96,7	97,7	97,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	98,7	97,7	97,7	96,7	96,7
Karnalit	98,7	98,7	98,7	98,7		98,7	98,7	97,7	97,7	98,7		98,7			98,7	98,7
Silvit	98,7	98,7	98,7	98,7		98,7	98,7	98,7	98,7	98,7		98,7			98,7	98,7
Arcanite		98,7						98,7	98,7	98,7		98,7				98,7
Bişofit							98,7	98,7	98,7						98,7	98,7



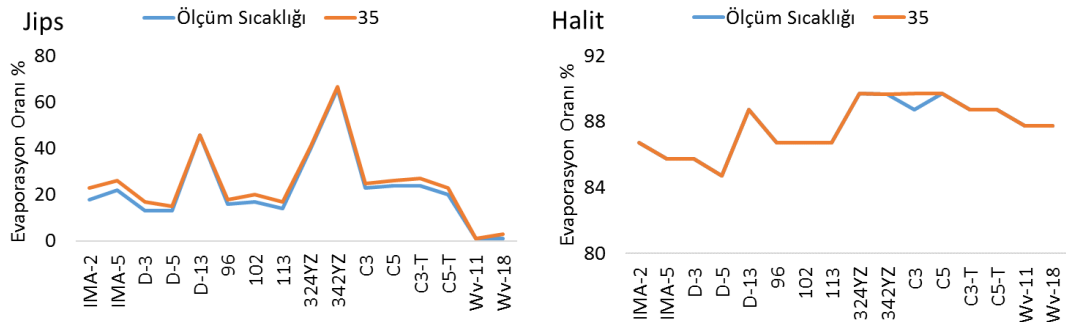
**Tablo 9. 3:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi (Örneklerin 35°C sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncının 10<sup>-3,5</sup> olduğu denge durumunda, Molar (mol/L) derişimlere göre).

		1. Dügüm Kalsit Çökeli mi				2. Dügüm Jips veya Sepiyolit Çökeli mi				
Eki.11		$(2mCa^{2+} > mHCO_3^-)$ $(2mCa^{2+} < mHCO_3^-)$				$(2mCa^{2+} > 2mSO_4^{2-})$ $(2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-})$				Halit
		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$mHCO_3^-$		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$2mSO_4^{2-}$		Evap. %
Eki.11	IMA-2	0,99	0,0306	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	22,9	0,030	0,257	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,73
	IMA-5	1,00	0,0291	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	25,9	0,029	0,270	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	85,73
Eyl.12	D-3	0,99	0,0292	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	16,9	0,029	0,290	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	85,73
	D-5	0,99	0,0302	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	14,9	0,030	0,306	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	84,73
	D-13	0,99	0,0261	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	45,8	0,047	0,344	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
Haz.10	96	0,99	0,0300	0,0005	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	17,9	0,030	0,266	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
	102	0,99	0,0288	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	19,9	0,028	0,267	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
	113	0,99	0,0294	0,0005	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	16,9	0,029	0,277	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	86,72
Haz.11	324YZ	0,99	0,0200	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	40,8	0,019	0,239	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,70
	342YZ	0,99	0,0106	0,0009	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	66,7	0,010	0,225	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,68
Eyl.12	C3	0,99	0,0251	0,0005	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	24,9	0,025	0,227	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,71
	C5	0,99	0,0253	0,0005	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	25,9	0,025	0,217	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	89,71
	C3-T	0,99	0,0245	0,0006	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	26,9	0,024	0,239	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
	C5-T	0,99	0,0260	0,0005	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	22,9	0,026	0,232	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	88,71
Haz.13	Wv-11	0,99	0,0372	0,0003	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	0,99	0,037	0,251	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	87,74
	Wv-18	0,99	0,0356	0,0003	<b>II: (2mCa2+ &gt;mHCO3-)</b>	2,99	0,035	0,250	<b>VI:Na,Mg,SO4,Cl</b>	87,74

Halit çökelimine kadar kısmen sabit ya da çok az oranlarda artan  $mCl/mSO_4^{2-}$  oranı halit çökeliminden sonra azalır. Yine halit çökelimine kadar sabit olan  $mCl/mNa^+$  oranı halit çökeliminden sonra artar.  $mCa^{2+}/mSO_4^{2-}$  oranı kalsit çökeliminden sonra sürekli azalma eğilimi içindedir. Ancak 35°C'de minerallerin doygun hale geldiği evaporasyon oranında yükselme görülmüştür. Örneğin C5 örneği için jips minerali çökelimi, örnekleme sıcaklığında (25°C) %23,9, 35°C'de evaporasyonun %25,9 oranında gerçekleşir. Sıcaklığın artmasına bağlı olarak halit çökeliminde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Sıcaklığa bağlı jips ve diğer minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon miktarının değişmesinde, çözeltideki iyonların derişim oranları ve minerallerin kinetiği etkindir (Tablo 9. 4, Şekil 9. 13, Şekil 9. 14).



Şekil 9. 13: Örnekleme sıcaklığında ve 35°C'de Evaporasyonla birlikte iyonların molal derişim oranlarındaki değişim (Haziran-2012 C5 Örneği).



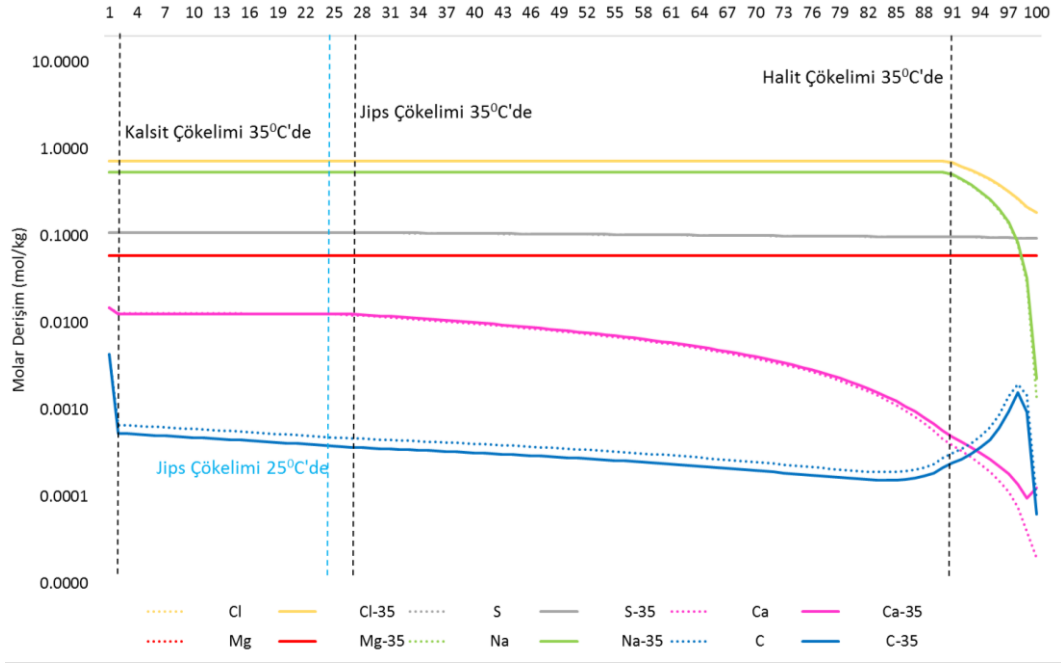
Şekil 9. 14: Sıcaklığın artmasına bağlı olarak jips ve halit mineraline doygunluğa ulaşmak için gerekli olan evaporatif oranların değişimi.

**Tablo 9. 4:** Örneklerin örnekleme ölçüm sıcaklığı ve 35°C'de evaporasyona uğraması durumunda jips çökelimine kadar Ca/S ve Cl/Na molal derişim oranları.

		Başlangıç		1. Düşüm Kalsit Çökelimi			2. Düşüm Jips Çökelimi	
Ölçüm Sıcaklığında		Ca/S	Cl/Na	Evap. %	Ca/S	Cl/Na	Evap. %	Ca/S
Eki.11	IMA-2	0,144	1,0	1,0	0,120	1,0	17,9	0,119
	IMA-5	0,129	0,9	1,0	0,109	0,9	21,9	0,108
Eyl.12	D-3	0,120	1,1	1,0	0,101	1,1	13,0	0,100
	D-5	0,117	1,1	1,0	0,099	1,1	13,0	0,098
	D-13	0,169	0,7	1,0	0,140	0,7	45,8	0,136
Haz.10	96	0,129	1,1	1,0	0,113	1,1	15,9	0,112
	102	0,123	1,1	1,0	0,108	1,1	16,9	0,107
	113	0,121	1,1	1,0	0,106	1,1	13,9	0,106
Haz.11	324YZ	0,095	1,1	1,0	0,084	1,1	39,8	0,081
	342YZ	0,059	1,1	1,0	0,048	1,1	65,8	0,044
Eyl.12	C3	0,130	1,4	1,0	0,111	1,4	22,9	0,110
	C5	0,136	1,3	1,0	0,117	1,3	23,9	0,116
	C3-T	0,121	1,4	1,0	0,103	1,4	23,9	0,102
	C5-T	0,130	1,4	1,0	0,113	1,4	19,9	0,111
Haz.13	Wv-11	0,169	1,2	1,0	0,146	1,2	1,0	0,146
	Wv-18	0,164	1,3	1,0	0,143	1,3	1,0	0,143
		Başlangıç		1. Düşüm Kalsit Çökelimi			2. Düşüm Jips Çökelimi	
35°C'de		Ca/S	Cl/Na	Evap. %	Ca/S	Cl/Na	Evap. %	Ca/S
Eki.11	IMA-2	0,144	1,0	1,0	0,119	1,0	22,9	0,117
	IMA-5	0,129	0,9	1,0	0,108	0,9	25,9	0,107
Eyl.12	D-3	0,120	1,1	1,0	0,101	1,1	16,9	0,099
	D-5	0,117	1,1	1,0	0,102	1,1	14,9	0,102
	D-13	0,169	0,7	1,0	0,139	0,7	45,8	0,137
Haz.10	96	0,129	1,1	1,0	0,113	1,1	17,9	0,112
	102	0,123	1,1	1,0	0,108	1,1	19,9	0,106
	113	0,121	1,1	1,0	0,106	1,1	16,9	0,104
Haz.11	324YZ	0,095	1,1	1,0	0,093	1,1	40,8	0,091
	342YZ	0,059	1,1	1,0	0,047	1,1	66,7	0,043
Eyl.12	C3	0,130	1,4	1,0	0,111	1,4	24,9	0,110
	C5	0,136	1,3	1,0	0,129	1,3	25,9	0,127
	C3-T	0,121	1,4	1,0	0,103	1,4	26,9	0,101
	C5-T	0,130	1,4	1,0	0,112	1,4	22,9	0,110
Haz.13	Wv-11	0,169	1,2	1,0	0,148	1,2	1,0	0,148
	Wv-18	0,164	1,3	1,0	0,142	1,3	3,0	0,142

Örneklerin örnekleme ölçüm sıcaklığı ve 35°C'de evaporasyona uğraması durumunda kalsit ve jips çökeliminde Ca/S oranları değişir. Sıcaklığın artmasıyla Ca/S oranının ilk sıcaklığa göre artması nedeniyle jipsin çökmesi için gerekli olan evaporatif oran artar (bkz. **Şekil 9. 13**, **Şekil 9. 14**). Kalsit çökeliminden itibaren Mg/C oranı artarken Ca/C oranı azalır. Ancak artan sıcaklıkta oran değerlerinin düşük sıcaklığa göre yükseldiği görülür. Jips çökeliminden itibaren ise Ca/S oranı azalırken, Mg/Ca oranı artar. Atan sıcaklıkla düşük sıcaklığa göre Ca/S oranının arttığı, Mg/Ca oranının azaldığı görülür. İyonların molal ve molar derişim oranları benzerdir. Uzun dönemde gölde sıcaklığın artmasına bağlı olarak jips ve halit mineraline doygunluğa

ulaşmak için gerekli olan evaporatif oranlar bkz. **Şekil 9. 14**'te özetlenmiştir. Kalsit çökeliminden sonra sıcaklığa bağlı Mg/C ve Ca/C oranlarındaki artışın nedeni, sıcaklığın artışı ile alkalinitenin düşmesi ve çözeltideki bikarbonatın azalmasıdır. Jips çökeliminden sonraki Mg/Ca ve Ca/S oranlarındaki değişimin nedeni ise, artan sıcaklıkla birlikte çözeltide kalsiyum miktarının artmasıdır (**Şekil 9. 15**). Sıcaklığa bağlı iyon molar derişimlerdeki değişim, sıcaklığa bağlı mineral çözünürlüğü/doymunluğu kontrolünde gelişir.



**Şekil 9. 15:** Örneklem sıcaklığında ve 35°C'de evaporasyonla birlikte iyonların molar (mol/L) derişimleri (Haziran-2012 C5 Örneği).

Modelde çözelti kalsit çökeliminden itibaren barit, dolomit ve manyezit minerallerine doymundur (**Tablo 9. 5**). Jips çökeliminden önce görgeyit, jips çökeliminden sonra selestit doymun hale gelir. Bölümlene düğüm noktaları olan jips ile halit çökeli mi arasında, göl çözeltisi selestit, huntit, globerit, labil, artinit ve anhidrit minerallerine aşırı doymundur. Blödit ve tenardit mineraline doymunluk, halit çökeliminden sonra gerçekleşir. K- sülfat, K-Cl, K-Mg-Cl ve Mg-Cl tuzlarına doymunluk evaporasyonun en son aşamalarında gelişir. Kalsit ve halit çökeli mi için gerekli evaporasyon oranları (**Tablo 9. 5**). Örneklem dönemi olarak Haziran sonu Temmuz başına gelen Haziran-2013 döneminde göl suyunda evaporasyon sırasında kalsit ile birlikte jips çökeli mininin gerçekleştiği görülür. Yine diğer dönemlerden farklı olarak Ekim-2011 döneminde gölün huntit mineraline evaporasyon öncesinde doymun olduğu görülür. Diğer karbonat/Mg-karbonat minerallerinin çökeli m sırasında herhangi bir derişim görülmez (**Tablo 9. 5**).

**Tablo 9. 5:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (35°C'de ve CO2 kısmi basıncının  $10^{-3,5}$  olduğu denge durumunda).

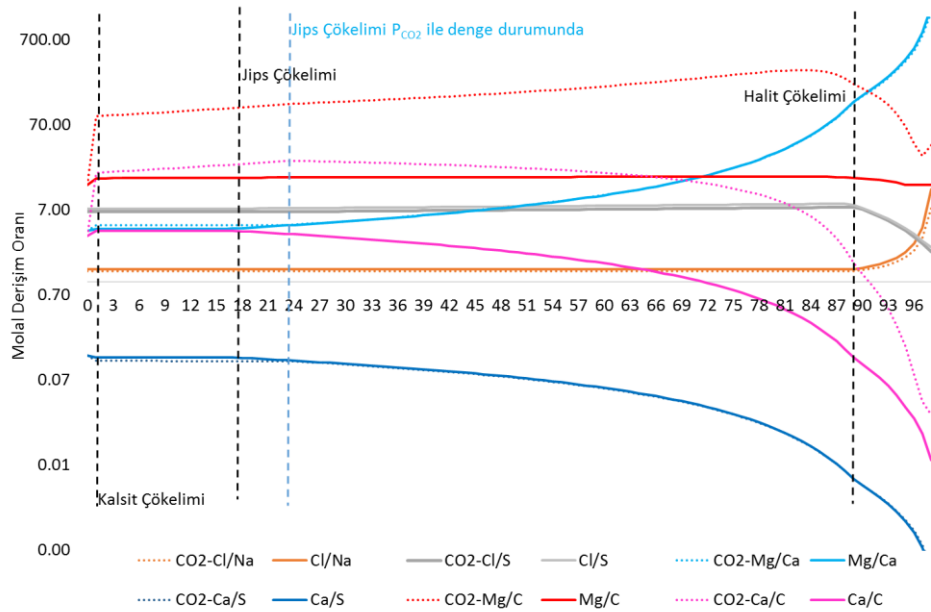
Örnek	96.0	102.0	113.0	324yz	342yz	C3	C5	C3-T	C5-T	D3	D5	D13	IMA-2	IMA-5	WV-11	WV-18
Kalsit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Barit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dolomit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manyezit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0
Görgeyit	15,9	16,9	13,9	34,9	57,8	38,9	43,8	28,9	26,9	10,0	8,0	34,9	12,0	14,9	4,0	5,0
Jips	17,9	19,9	16,9	40,8	66,7	24,9	25,9	26,9	22,9	16,9	14,9	45,8	22,9	25,9	1,0	3,0
Selestit															12,0	10,0
Huntit	21,9	21,9	18,9	0,0	0,0	32,9	36,9	27,9	32,9	16,9	16,9	35,9	0,0	0,0	21,9	23,9
Globerit	79,7	80,7	79,7	83,7	83,7	84,7	84,7	82,7	83,7	78,8	76,8	81,7	79,7	77,8	81,8	82,8
Artinit	84,7	84,7	83,7	86,7	87,7	85,7	86,7	84,7	85,7	82,7	82,7	91,7	84,7	84,7	84,7	84,7
Anhidrit	85,7	85,7	84,7	87,7	88,7	87,7	88,7	86,7	87,7	83,7	82,7	87,7	84,7	83,7	85,7	85,7
Labile S	85,7	85,7	84,7	87,7	87,7	88,7	88,7	87,7	87,7	84,7	82,7	86,7	84,7	83,7	86,7	86,7
Halit	86,7	86,7	86,7	89,7	89,7	89,7	89,7	88,7	88,7	85,7	84,7	88,7	86,7	85,7	87,7	87,7
Tenardit	86,7	86,7	86,7	88,7	89,7	90,7	90,7	89,7	89,7	85,7	84,7	88,7	86,7	85,7	89,7	89,7
Blödit	89,7	89,7	88,7	90,7	91,7	89,7	90,7	89,7	89,7	88,7	88,7	94,7	90,7	90,7	89,7	89,7
Polihalit	92,7	92,7	92,7	93,7	93,7	93,7	93,7	92,7	92,7	91,7	91,7	95,7	92,7	92,7	92,7	92,7
Brusit	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7	94,7	95,7	94,7	94,7	95,7		98,7	97,7	97,7	95,7	95,7
Epsomit	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7	94,7	95,7	94,7	94,7	95,7	95,7		97,7	97,7	95,7	95,7
Heksahidrit	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7	94,7	95,7	94,7	94,7	95,7	95,7		97,7	97,7	95,7	95,7
Pentahidrit	96,7	96,7	96,7	96,7	97,7	95,7	95,7	94,7	95,7	95,7	96,7		97,7	97,7	95,7	95,7
Leonit	96,7	96,7	96,7	96,7	97,7	96,7	96,7	96,7	96,7	95,7	96,7	98,7	96,7	97,7	96,7	96,7
Kizerit	96,7	96,7	96,7	97,7	97,7	95,7	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7	98,7	97,7	98,7	96,7	96,7
Şönit	96,7	96,7	96,7	96,7	97,7	96,7	96,7	96,7	96,7	95,7	96,7	98,7	96,7	97,7	96,7	96,7

**Tablo 9. 5:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonla birlikte minerallerin doygunluğa ulaştığı evaporasyon oranları (35°C'de ve CO2 kısmi basıncının  $10^{-3.5}$  olduğu denge durumunda) (devam).

Örnek	96.0	102.0	113.0	324yz	342yz	C3	C5	C3-T	C5-T	D3	D5	D13	IMA-2	IMA-5	WV-11	WV-18
Leonhardite	97,7	97,7	96,7	97,7	97,7	95,7	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7		98,7	98,7	96,7	96,7
Nesquehonite	97,7	96,7	96,7	97,7	97,7	95,7	96,7	95,7	95,7	96,7	96,7		97,7		96,7	96,7
Kainit	97,7	97,7	97,7	97,7	98,7	96,7	97,7	96,7	96,7	96,7	97,7		98,7	98,7	96,7	96,7
Karnalit		98,7	98,7			98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7				98,7	98,7
Silvit		98,7	98,7			98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7				98,7	98,7
Glaserit	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7				98,7	97,7	97,7	97,7	97,7	97,7		98,7
Bişofit									98,7						98,7	98,7
Burkeyit												98,7				

### 9.3.2.3 Örneklenen Dönemdeki Su Sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> Kısmi Basıncı (10<sup>-3,5</sup> atm) ile Denge Halinde Olmaması Durumunda Evaporasyon Evrimi

CO<sub>2</sub> kısmi basıncı (10<sup>-3,5</sup> atm) ile denge halinde olmaması durumunda göl evaporasyon evrimi, örneklenen sıcaklığındaki CO<sub>2</sub> kısmi basıncı (10<sup>-3,5</sup> atm) ile denge halinde olması durumuyla aynı silsileyi izlemiştir. Tüm dönemlerde gölde kalsit çökeliminden sonra göl çözeltisi Drever (1997) modelinde II. yolu, kalsit çökeliminden sonraki bir sonraki düğüm noktası olan jips çökeliminden sonra II-B yolunu izler (**Tablo 9. 6**). Çözeltide CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ile denge durumunun gözetilmediği durumda, evaporasyonla Cl, Na, S, Mg ve alkalinitenin arttığı, kalsiyumun azaldığı görülür. Halit çökeliminden sonra farklı durumlar söz konusu olabilmekte, Ca ve Na miktarı azalır. CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ile denge durumunun gözetildiği ve gözetilmediği durum karşılaştırıldığında alkalinitenin, CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ile denge gözetilmediği durumda çok yükseldiği görülür. Diğer iyonların derişimlerine bakıldığında S miktarı azalırken, Cl, Ca, Na ve C miktarı artar. Alkalinite de değişim çok yüksek oranlarda gerçekleşirken, diğer iyonlardaki değişim miktarı oldukça küçüktür. Değişen alkalinite nedeni ile çözeltide Mg/C ve Ca/C molal derişimlerinde önemli derişimler meydana gelir. Mg/C oranı evaporasyon sırasında sabit hale gelmekte, Ca/C oranı önemli ölçüde azalır (**Şekil 9. 16**).



**Şekil 9. 16:** Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ile dengenin gözetilmediği durumda iyonların molal derişim oranları (Haziran-2012 C5 Örneği).



**Tablo 9. 6:** Acıgöl'ün Drever (1997) modelinde evaporasyonunun değerlendirilmesi Molal (mol/kg) derişimlere göre (Örneklerin ölçülen sıcaklığında ve CO<sub>2</sub> kısmi basıncı ile dengenin gözetilmediği durumda).

		1. Düşüm Kalsit Çökeliimi				2. Düşüm Jips veya Sepiyolit Çökeliimi				
Eki.11		$(2mCa^{2+} > mHCO_3^-)$ $(2mCa^{2+} < mHCO_3^-)$				$(2mCa^{2+} > 2mSO_4^{2-})$ $(2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-})$				Halit
		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$mHCO_3^-$		Evap. %	$2mCa^{2+}$	$2mSO_4^{2-}$		Evap. %
Eki.11	IMA-2	1,00	0,0325	0,0022	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	14,9	0,038	0,303	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	86,73
	IMA-5	1,00	0,0305	0,0017	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	19,9	0,037	0,337	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	85,73
Eyl.12	D-3	1,00	0,0308	0,0019	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	10,0	0,034	0,323	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	85,73
	D-5	1,00	0,0317	0,0018	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	10,0	0,035	0,340	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	84,73
	D-13	1,00	0,0278	0,0024	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	41,8	0,047	0,320	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	88,71
Haz.10	96	0,99	0,0339	0,0045	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	7,0	0,036	0,286	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	86,72
	102	1,00	0,0325	0,0044	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	9,0	0,035	0,294	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	86,73
	113	1,00	0,0332	0,0045	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	6,0	0,035	0,295	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	86,73
Haz.11	324YZ	1,00	0,0133	0,0035	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	58,8	0,031	0,546	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	89,72
	342YZ	1,00	0,0133	0,0035	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	58,8	0,031	0,546	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	89,69
Eyl.12	C3	1,00	0,0283	0,0038	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	15,9	0,033	0,269	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	88,72
	C5	1,00	0,0283	0,0036	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	16,9	0,034	0,261	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	89,71
	C3-T	0,99	0,0276	0,0037	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	16,9	0,033	0,288	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	88,71
	C5-T	0,99	0,0289	0,0034	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	13,9	0,033	0,269	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	88,71
Haz.13	WV-11	0,99	0,0360	0,0004	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	0,99	0,036	2,232	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	87,73
	WV-18	0,99	0,0360	0,0004	<b>II: <math>(2mCa^{2+} &gt; mHCO_3^-)</math></b>	0,99	0,036	0,252	<b>VI:Na,Mg,SO<sub>4</sub>,Cl</b>	87,73

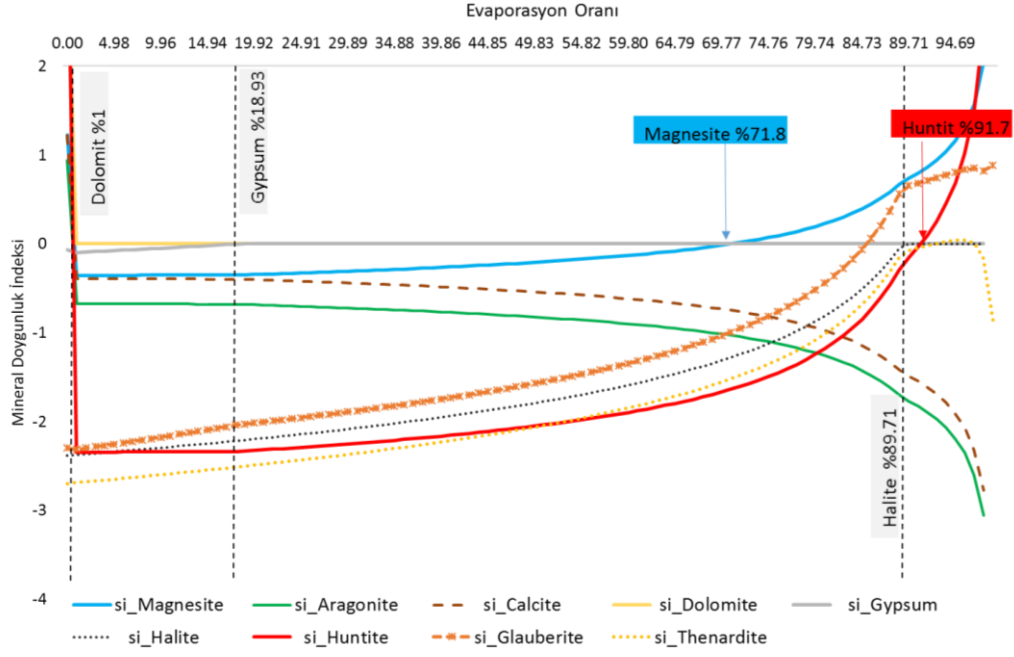
### 9.3.3 Gölün Mg-Karbonatlarla Dengede Olması Durumunda Evaporasyonunda Mg-Karbonat Çökeliimi

Göl suyunun evaporasyonunda Mg-karbonat mineral çökelimlerinin hangi evaporasyon oranlarında gerçekleştiği incelenmiştir. Mg-karbonat mineral çökelimleri yağışlı ve kurak dönemde  $10^{-3,5}$  değerindeki sabit kısmi CO<sub>2</sub> basıncıyla dengede olması koşullarında a) ölçülen sıcaklığında b) 35°C su sıcaklığında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Gölün evaporasyon evriminin değerlendirilmesinden farklı olarak gölün kalsit, jips ve halit minerallerinin yanında aragonit, dolomit, manyezit ve huntit doygunluğuna ulaştığında, minerallerle denge halinde olduğu kabul edilmiştir.

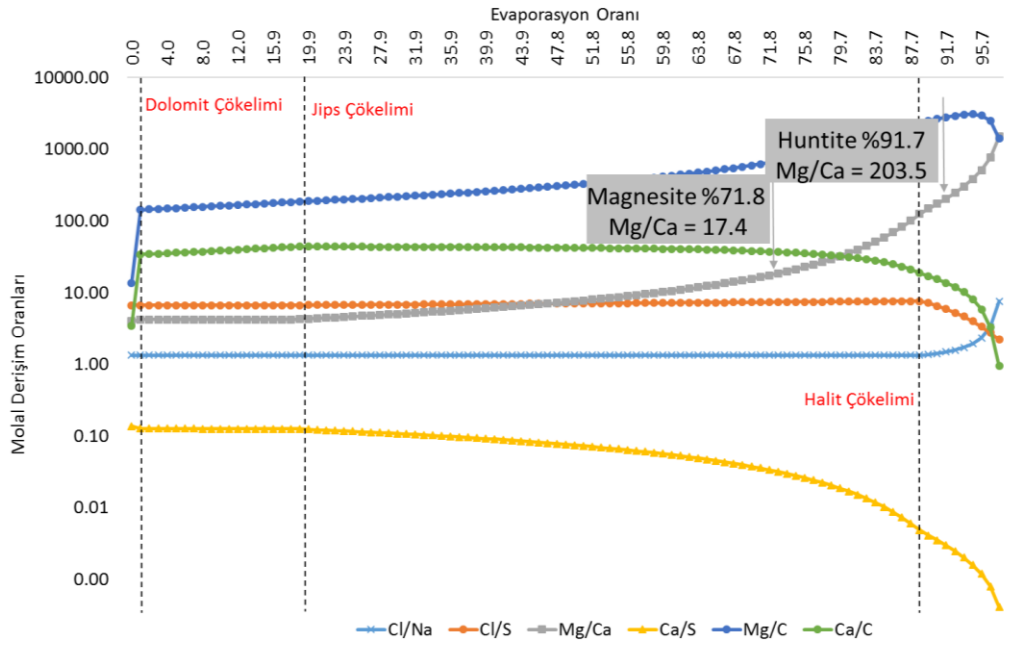
#### 9.3.3.1 Yağışlı Dönemde Örnekleme Sıcaklığında

Yağışlı dönem değerlendirilmesinde Haziran-2012 dönemi C5 örneği kullanılmıştır. Pitzer modelinde göl çözeltisi karbonat minerallerinden kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve huntit minerallerine doygundur. Evaporasyonun başlaması ile karbonat minerallerinden dolomit çökeler. Evaporasyon ilerledikçe dolomit çökmesinden sonra çözelti artık kalsit ve aragonite doygun değildir. Evaporatif konsantrasyon arttıkça kalsit ve aragonit doygunluğu sürekli azalır. Evaporasyon oranı %71,8 olduğunda çözelti manyezite, %91,7'e ulaştığında huntite doygun hale gelir.  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı, çözelti manyezite doygun hale geldiğinde 17,4, huntite doygun hale geldiğinde 203,5'tir (**Şekil 9. 17**, **Şekil 9. 18**). Çözeltide jips evaporasyonun %18,93, halit %89,71 olduğunda çökeler.

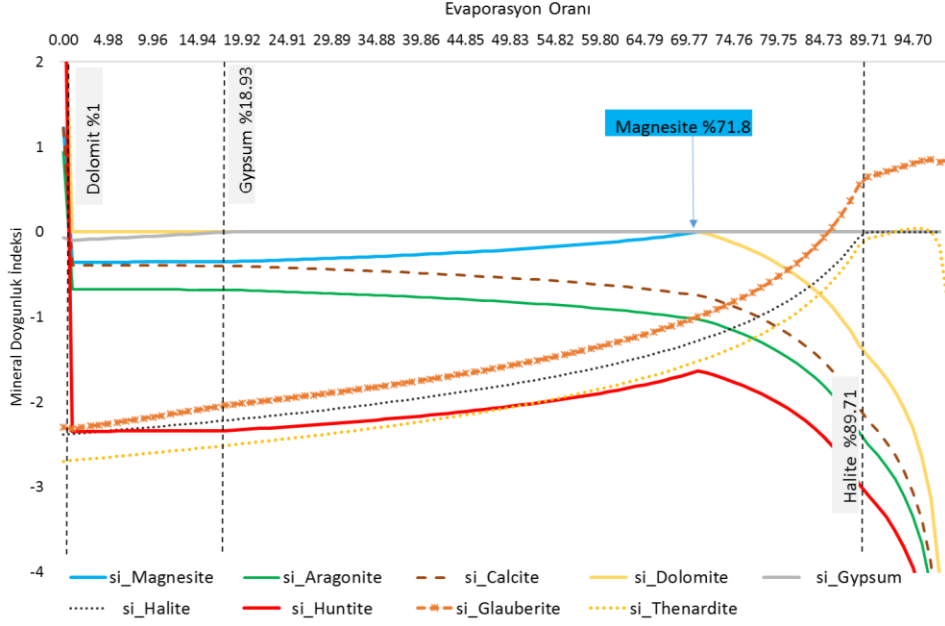
Eğer göl çözeltisi kalsit, dolomit, jips, halit mineralleriyle birlikte manyezit ve huntit minerallerinin doygunluğuna ulaştığında, manyezit ve huntit mineralleriyle de denge durumunda olursa, çözeltide evaporasyonun %71,8 olduğunda manyezit minerali çökeler. Manyezit çökeliiminde çözeltide  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 17'dir. Manyezit mineralinin çökeliiminden sonra çözelti huntit bakımından artık doygun değildir. Evaporasyon ilerledikçe huntit doygunluğu düşmeye devam eder (**Şekil 9. 19**). Gölde manyezit mineralinin çökebilmesi için belirtilen koşullarda yağışlı dönemden sonraki buharlaşmanın %71,8 ve  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranının yaklaşık 17,4'e ulaşması gerekir.



Şekil 9.17: Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi.



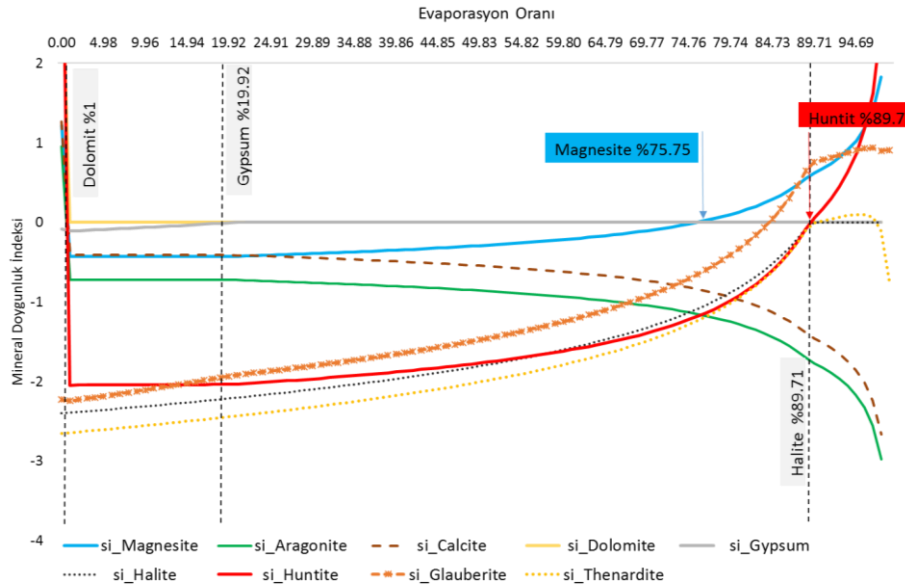
Şekil 9.18: Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişinde iyonların molal değişim oranları.



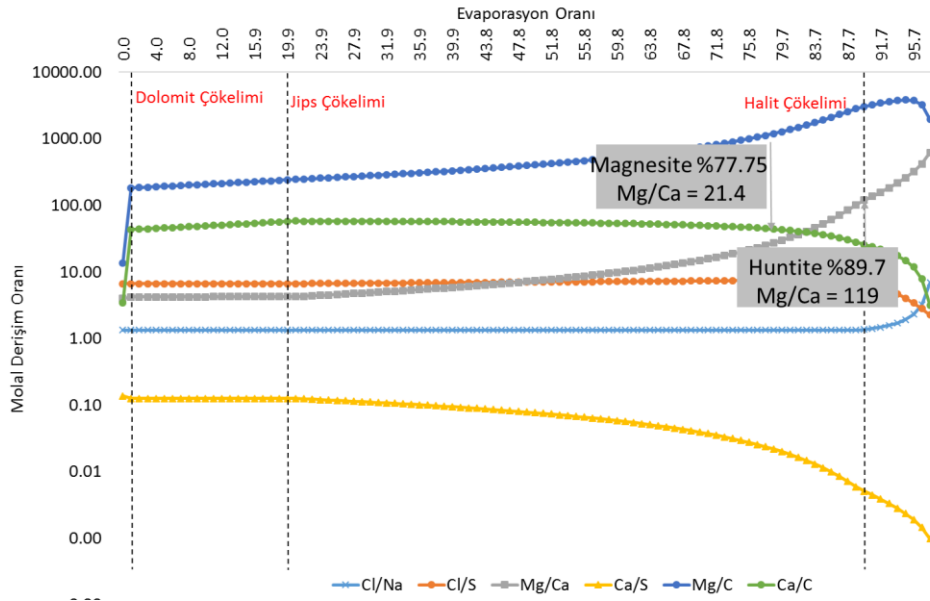
**Şekil 9. 19:** Gölün yağışlı dönemde Mg-karbonatlarla denge olması durumunda evaporasyonunda manyezit çökelişi.

### 9.3.3.2 Yağışlı Dönemde 35°C Sıcaklığında

Göl suyunun 35°C'de evaporasyona başlamasında Mg-karbonatların çökelişi için gereken evaporasyon oranları değerlendirilmiştir. Göl suyunun yağışlı dönemde yüksek sıcaklıkta evaporasyona uğraması durumunda, Mg-karbonat minerallerinin çökme sırasında değişiklik görülmez (**Şekil 9. 20**, **Şekil 9. 21**).



**Şekil 9. 20:** 35°C'de Gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi.



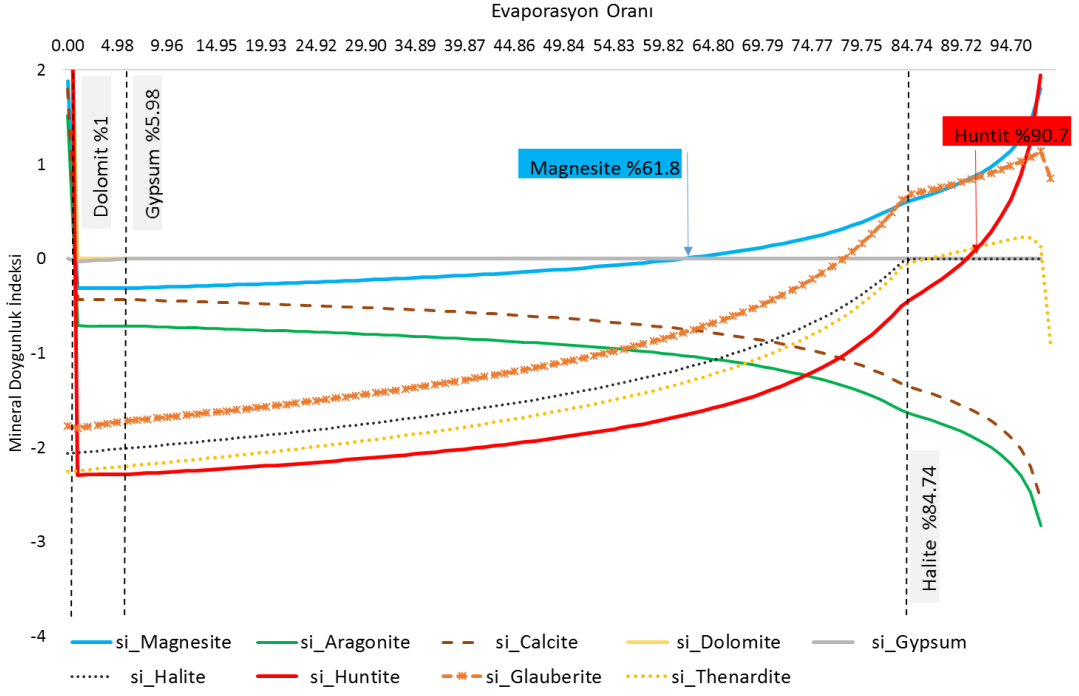
**Şekil 9. 21:** 35°C'de gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökeliminde iyonların molal derişim oranları.

Manyezitin çökmesi için gerekli olan evaporasyon oranı yükselirken, huntitin çökmesi için gereken oran düşer. Evaporasyon oranı %75,75 olduğunda çözeltilde manyezite, %89,7'e ulaştığında huntite doymun hale gelir.  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı çözeltilde manyezite doymun hale geldiğinde 21,4, huntite doymun hale geldiğinde 119'dur. Çözeltide jips evaporasyonunun %19,92, halit %89,71 olduğunda çökler. Manyezit mineralinin çökmesinden sonra çözeltinin huntite doymunluğu sona erer.

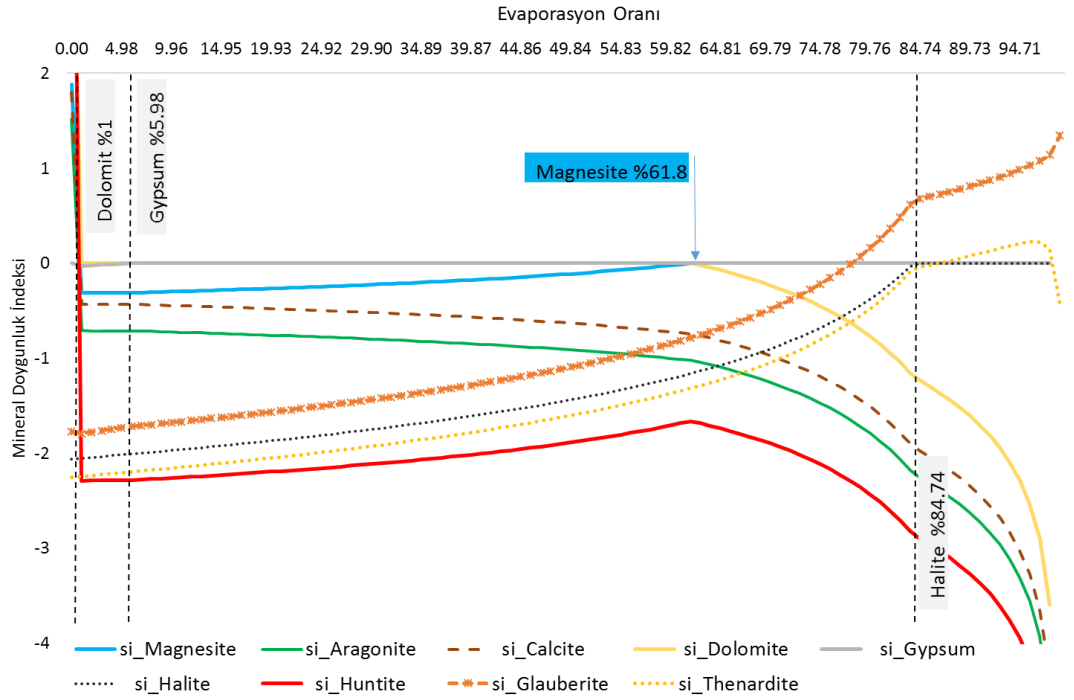
### 9.3.3.3 Kurak Dönemde Örnekleme Sıcaklığında

Eylül-2012 dönemi D5 örneği kurak dönem değerlendirilmesinde kullanılmıştır. PITZER modelinde kurak dönem göl çözeltisi karbonat minerallerinden kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve huntit minerallerine doymundur.

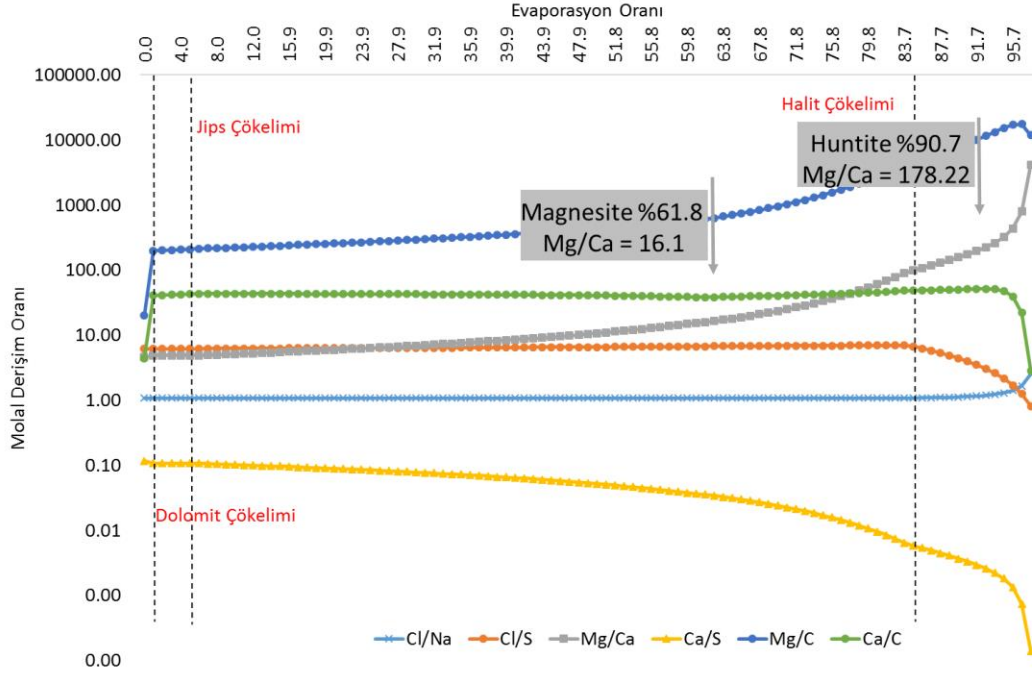
Evaporasyonun başlamasından itibaren ilk çökelen mineral dolomittir. Dolomit çökmesinden sonra gölde kalsit ve aragonit doymunluğu sona erer. Göl çözeltisi evaporasyon oranının %61,8 olduğunda manyezit, %90,72 olduğunda huntit mineraline doymun hale gelir.  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı çözeltilde manyezite doymun hale geldiğinde 16,1, huntite doymun hale geldiğinde 178,22'dir. Çözeltide jips evaporasyonunun %5,98, halit %84,74 olduğunda çökler. Göle manyezit mineralinin çökmesinden sonra artık huntit mineraline doymunluk söz konusu değildir (Şekil 9. 22, Şekil 9. 23, Şekil 9. 24).



**Şekil 9. 22:** Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelişi.



**Şekil 9. 23:** Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla denge olması durumunda evaporasyonunda manyezit çökelişi.



**Şekil 9. 24:** Gölün kurak dönemde Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökeliminde iyonların molal derişim oranları.

### 9.3.3.4 Kurak Dönemde 35°C Sıcaklığında

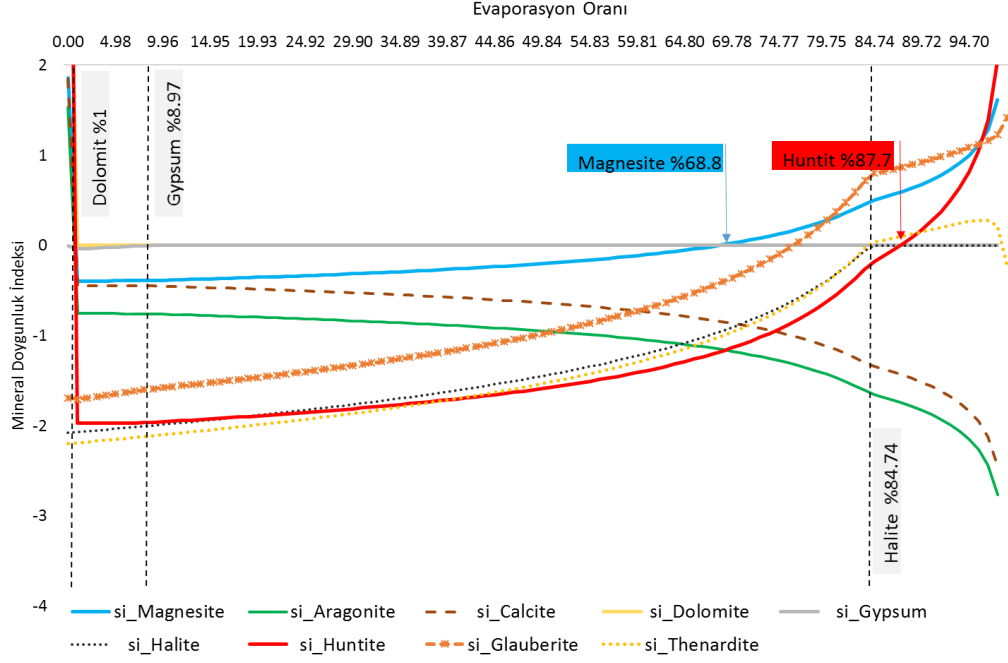
Kurak dönemde gölün karbonat mineralleri ile dengede olması durumunda jips doyunluğu evaporasyonun %8,97, halit doyunluğunun %84,74 olduğu görülür. Kurak dönemde sıcaklığın 35°C'de olması durumunda göl suyu Pitzer modelinde karbonat minerallerinden kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve huntit minerallerine doyunundur. Evaporasyonla dolomit çökeliminden sonra, aragonit ve kalsit doyunluğu görülmez. Evaporasyon oranı %68,8 olduğunda çözelti manyezite, %87,7'e ulaştığında huntite doyun hale gelir.  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı çözelti manyezite doyun hale geldiğinde 21,5, huntit doyun hale geldiğinde 103,4'tür (Şekil 9. 25, Şekil 9. 26). Örnekleme sıcaklığına göre 35°C'de manyezit için gerekli olan evaporasyon oranı %7 ve jips doyunluğu %3 artmakta, huntit doyunluğu ise %3 azalır.

### 9.3.3.5 Kış Dönemine Geçişte Gölün 5°C Sıcaklığında

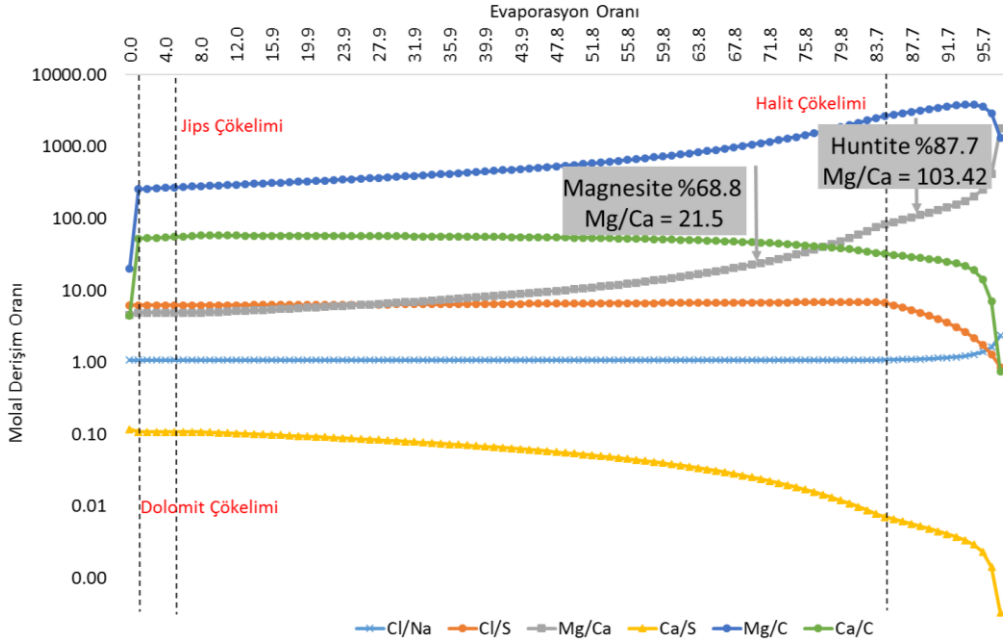
Göl suyunun kış dönemine geçişte düşük sıcaklıkta evaporatif konsantrasyonunun artması durumunda, çözeltide mineral çökelim sıralamasının değerlendirilmesi yapılmıştır. Kış dönemine geçişe ait göl örneği olmadığından, kurak dönemdeki doyun göl çözeltisinin 5°C'deki evaporatif konsantrasyonu kış örneği



olarak kabul edilmiştir. Kurak dönem D5 örneğinin 5°C'deki evaporatif konsantrasyonu değerlendirilmede kullanılmıştır. Gölün karbonat mineralleri ile dengede olması durumunda başlangıçta jipse doymun durumdadır.



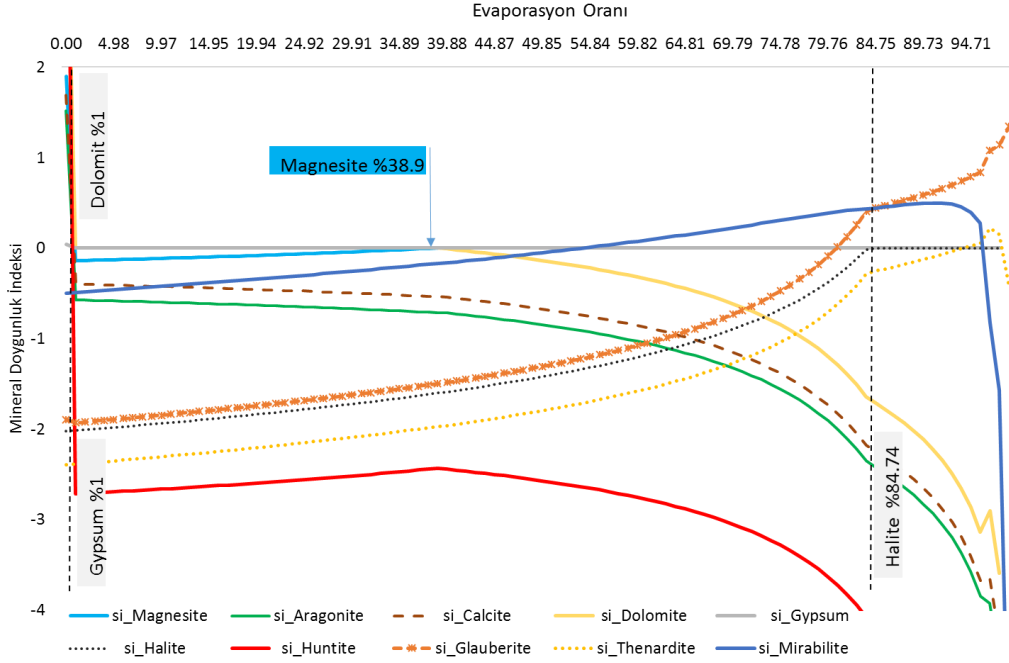
**Şekil 9. 25:** Gölün kurak dönemde 35°C'de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökelimi.



**Şekil 9. 26:** Gölün kurak dönemde 35°C'de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökeliminde iyonların molal derişim oranları.

Halit çökelimi evaporasyonun %84,74 olduğu durumda görülür. Göl suyu karbonat minerallerinden kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve huntit minerallerine doymundur. Evaporasyonla dolomit çökeliminden sonra evaporasyonun %38,9

olduğunda dolomit manyezite dönüşür ve manyezit çökmeye devam eder. Çözeltiden manyezit çökelediğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 8,72'dir. Gölde düşük sıcaklıkta evaporasyon oranının %54,84 olduğu durumda mirabilit çökmeye başlar. Bu durum mirabilit çökeliiminin havanın soğuk olduğu dönemlerde gerçekleştiğini gösterir. Kurak dönemde yoğun göl suyunun sodyum sülfat üretim havuzlarına alınmasından sonra yaklaşık 30,44 mol suyun uzaklaştırılması (%54,84 evaporasyon) ile mirabilit çökeliimi başlar (**Şekil 9. 27**).



**Şekil 9. 27:** Gölün soğuk dönemde 5°C'de Mg-karbonatlarla dengede olması durumunda evaporasyonunda Mg-karbonat çökeliimi.

Gölün kalsit, jips ve halit minerallerinin yanında aragonit, dolomit, manyezit ve huntit doymuluğuna ulaştığında, minerallerle dengede olması durumunda; Yağışlı-kurak dönem geçişinde, jips, halit ve manyezit doymuluğu için gereken evaporasyon oranı azalır. Aynı dönem içinde su sıcaklığının yükselmesi, halit dışında mineral doymuluğu için gerekli evaporasyon oranlarının jips ve manyezit için artmasına neden olur. Gölde suların düşük sıcaklığındaki evaporasyonunda mineral doymuluğu daha hızlı yükselir (**Tablo 9. 7**).

Manyezit çökeliimi için yağışlı-kurak dönemde normal göl suyu sıcaklığında Mg/Ca molal derişim oranı 16-17 arasındadır. Kurak dönemden kış dönemine geçiş, göl suyunda mirabilit ve manyezit çökeliimi için daha uygun koşullardır. Kış dönemine geçişte manyezit doymuluğunda göldeki Mg/Ca oranı 8,7'dir.

**Tablo 9. 7:** Gölün Mg-karbonatlarla dengede olması durumundaki evaporasyonunda minerallerin çökelişi için gerekli olan evaporasyon ile Mg-karbonat çökelişi için gerekli Mg/Ca oranları.

	Evaporasyon oranı					Mg/Ca	
	Dolomit	Jips	Manyezit	Halit	Huntit	Manyezit	Huntit
<b>Yağışlı dönemde örnekleme sıcaklığında</b>	1	18,93	71,8	89,71	91,7	17,4	203,5
<b>Yağışlı Dönemde 35°C sıcaklığında</b>	1	19,92	75,75	89,71	-	21,4	119
<b>Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında</b>	1	5,98	61,8	84,74	90,7	16,1	178,22
<b>Kurak dönemde 35°C sıcaklığında</b>	1	8,97	68,8	84,74	87,7	21,5	103,42
<b>Kış Dönemine geçişte gölün 5°C sıcaklığında</b>	1	1	38,9	84,74	-	8,72	-

### 9.3.4 Acıgöl'ün Evaporasyonunun Deocampo ve Jones (2014) Modeli'nde Değerlendirilmesi

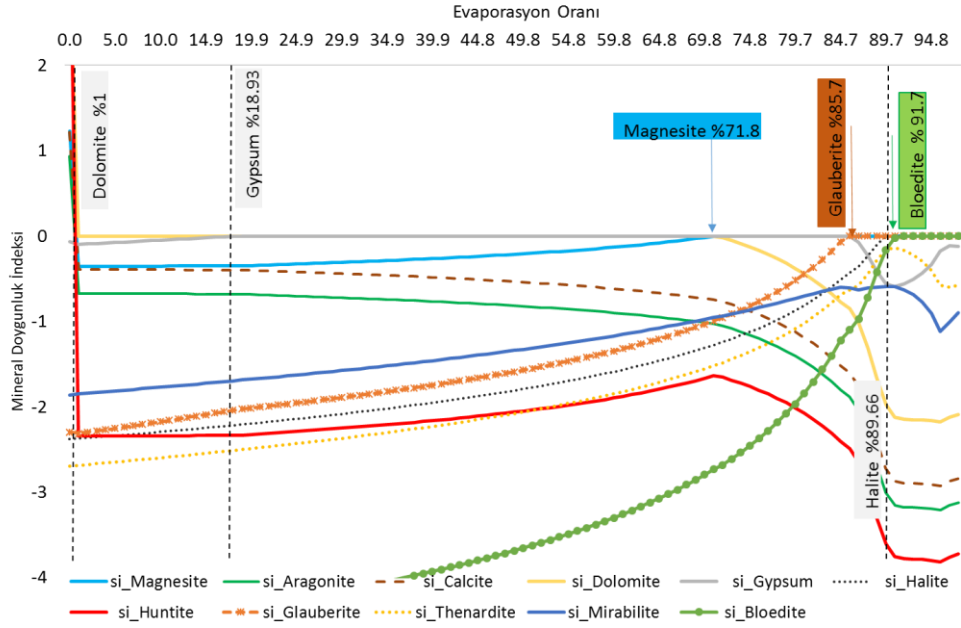
Göl tuzlu suyunun evaporasyon evriminin Deocampo ve Jones (2014) modelinde değerlendirilmesinde, gölün yağışlı ve kurak dönem örneklerinin Phreeqc (v.3.3.9.11951) ortamında evaporasyon modeli çıktıları kullanılmıştır. Pitzer veritabanı kullanılarak oluşturulan modelde, gölün  $10^{-3,5}$  değerindeki sabit kısmi  $CO_2$  basıncıyla dengede olması durumuna göre a) örnekleme sıcaklığı, b) 35°C su sıcaklığındaki ve c) soğuk iklim koşullarına geçişteki olası durumlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Evaporasyon modelinde; karbonatlarla birlikte, farklı sülfat mineralleri ve tuzların çökmesi nedeniyle, gölün Deocampo ve Jones (2014) modelinde belirtilen minerallere (anhidrit, aragonit, bişofit, kalsit, karnalit, dolomit, epsomit, globerit, jips, halit, kainit, kieserit, labil, manyezit, mirabilit, polihalit, şonit, silvit, tenardit, blödit, huntit) doygun olduğunda, minerallerle denge halinde olduğu kabul edilmiştir. Başlangıçta 1 L olarak kabul edilen göl örneğinden 55,3 molar su 100 aşamada uzaklaştırılmıştır.

#### 9.3.4.1 Yağışlı Dönemde Örnekleme Sıcaklığında

Tuzlu göl suyunun yağışlı dönem örnekleme sıcaklığındaki evaporasyon evriminin Deocampo ve Jones (2014) modelinde değerlendirilmesinde, Haziran-2012 dönemi C5 örneği kullanılmıştır. Gölün başlangıçta kalsit, aragonit, dolomit, manyezit, huntit minerallerine doygun olduğu görülür. Evaporasyonun başlamasıyla göl çözeltisinde dolomit çökelişi gerçekleşir. Dolomit çökelişi nedeniyle göl çözeltisi

kalsit ve aragonite doygunluğu sona erer. Evaporasyon ilerledikçe kalsit ve aragonit doygunluğunun sürekli azaldığı görülür. Yine göl dolomit çökeliminden sonra manyezit ve huntit bakımından doygun değildir. Ancak evaporasyon ilerledikçe göl suyu manyezit ve huntite doygun olmaya başlar ve doygunluk indeksi yükselir. Bu durum manyezit çökeline kadar devam eder.

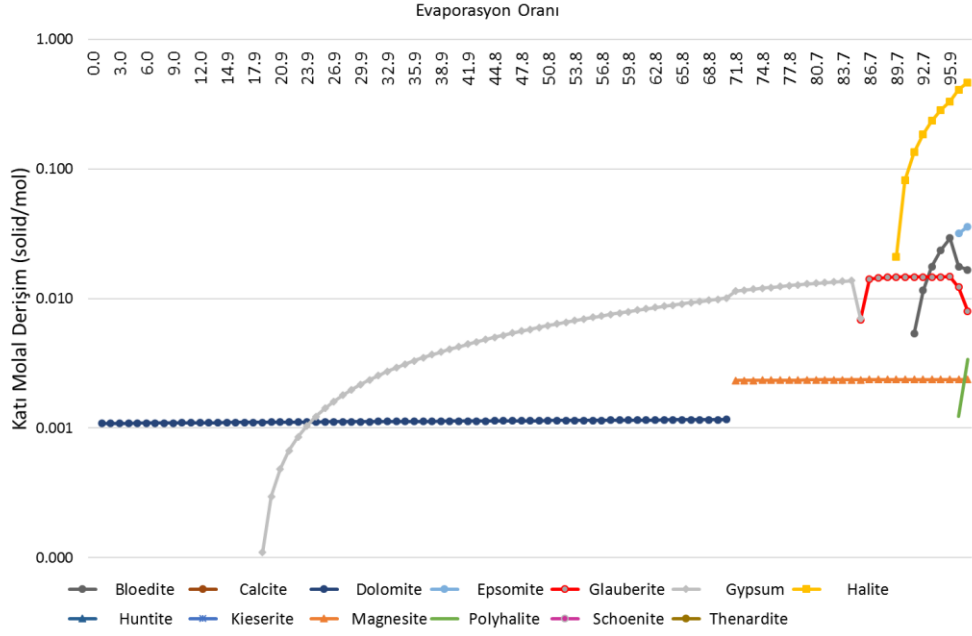
Evaporasyonla dolomit çökeliminden sonra evaporasyonun %71,8 oranında dolomit manyezite dönüşür ve evaporasyon tamamlanincaya kadar manyezit çökeli sürer. Manyezit çökeli nedeniyle göl hiçbir zamanda huntit doygunluğuna ulaşamaz. Çözeltide manyezit çökeldiğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 16,97'dir. Evaporatif konsantrasyon etkisinde jips çökeli evaporasyonun %18,93, halit çökeli evaporasyonun %89,66 olduğu durumda gerçekleşir. Jips çökeli çözeltide  $mCa^{2+} / mSO_4^{2-}$  oranı 0,12'dir. Sülfat minerallerinden globerit, halit mineralinden önce evaporasyonun %85,7 oranında, blödit halit mineralinden sonra evaporasyonun %91,7 oranında çökeler. Göl çözeltisinde tenardit doygunluğa çok yaklaşır ancak hiçbir zaman tenardit ve mirabilit doygunluğa ulaşmaz (**Şekil 9. 28**).



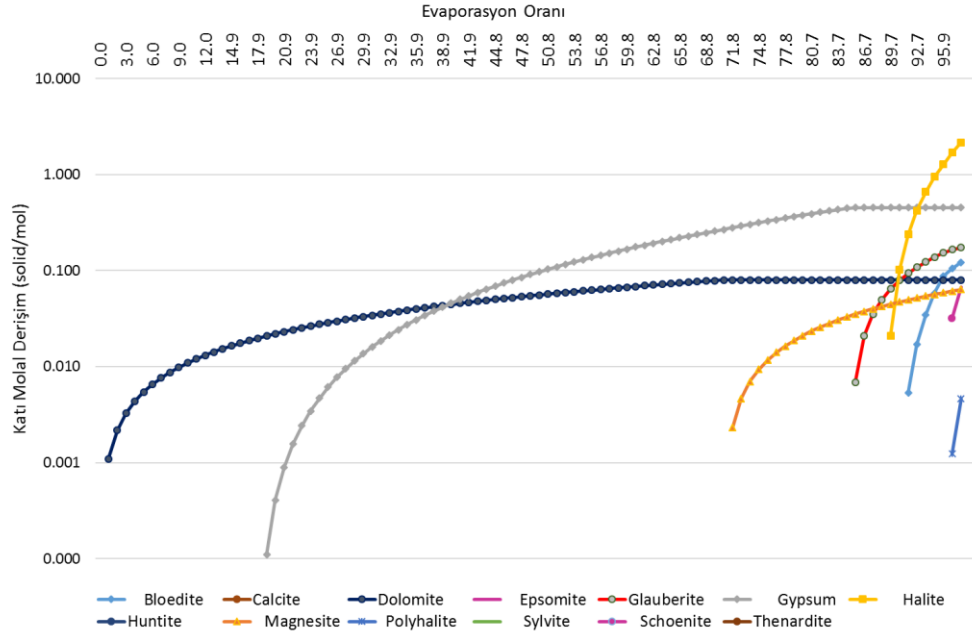
**Şekil 9. 28:** Yağışlı dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.

Çözeltide globerit çökeli ile jips doygunluğu sona erer. Halit çökeli sonrasında doygunluğa kısmen erişen tenardit, blödit çökeli nedeniyle doygunluğu azalır. Mineral çökeli sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, epsomit ve polihalittir (**Şekil 9. 28**, **Şekil 9. 29**).

Çözeltilerde minerallerin çökelişi ile katı miktarı eksponansiyel olarak artmaya başlar. Katı çözelti evaporasyon sonunda dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, epsomit, polihalit içerir. Katı çözeltide bolluk miktarına göre (solid/mol) minerallerin sıralaması halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, epsomit ve polihalit şeklindedir (Şekil 9. 30).



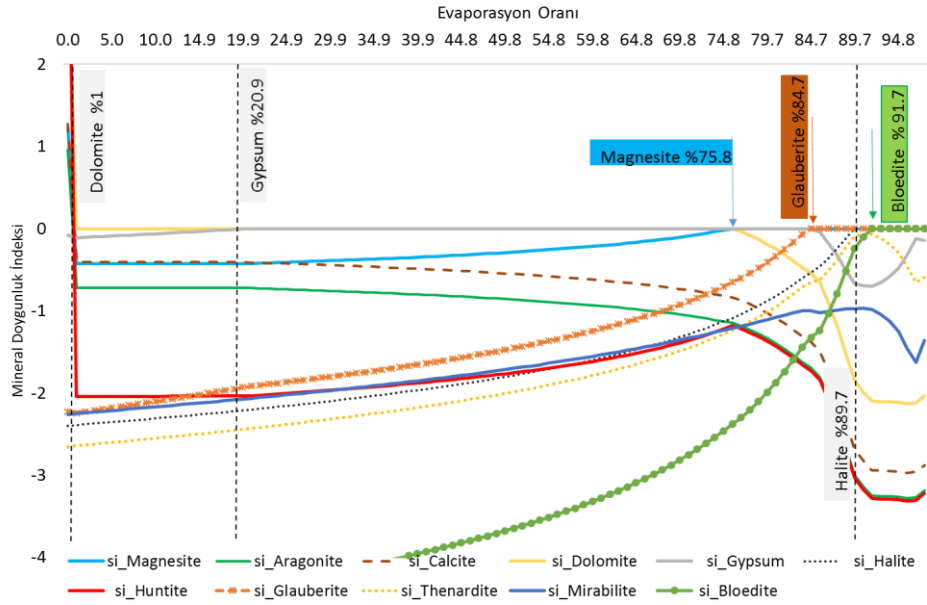
Şekil 9. 29: Yağışlı Dönemde örneklem sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltideki mineral derişimleri (mol).



Şekil 9. 30: Yağışlı Dönemde örneklem sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltide her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol).

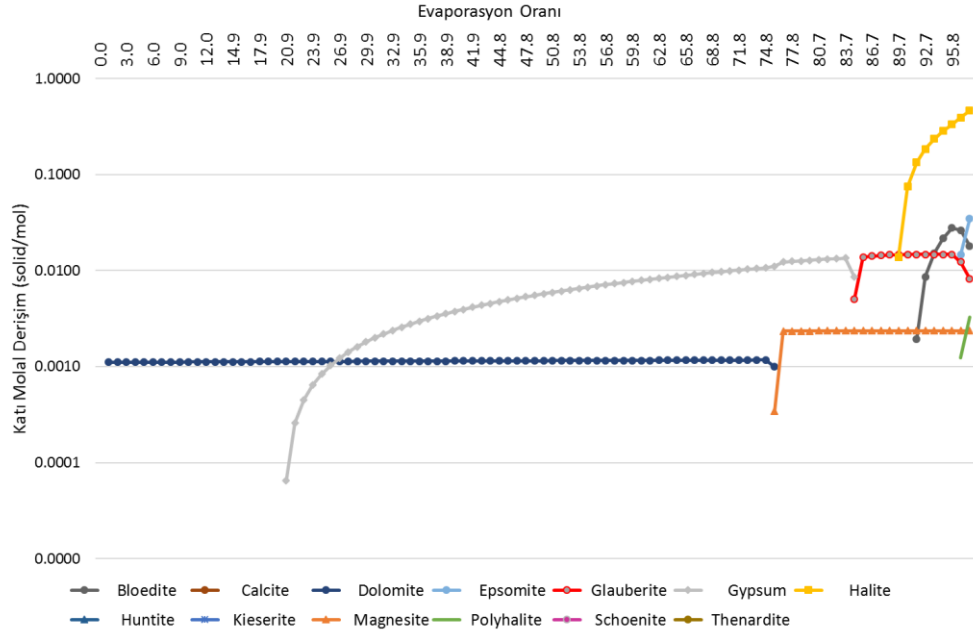
### 9.3.4.2 Yağışlı Dönemde 35°C Göl Suyu Sıcaklığında

Göl suyu sıcaklığının artması durumunda çözeltilerde dolomit ile halitin çökeldiği evaporasyon aralığında çökelen minerallerin çökme evaporasyon oranlarında kaymaların geliştiği görülür. Örnekleme sıcaklığında jips çökelişi sırasında evaporasyon oranının %18,93, 35°C göl suyu sıcaklığında %20,9 olduğu görülür. Aynı şekilde manyezit çökelişinde evaporasyon oranı %71,8'den, %75,8'e çıkmıştır. Mineral çökelişi sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, epsomit ve polihalittir. Çözeltilerden manyezit çökeldiğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 21,36'dır. Örnekleme sıcaklığında olduğu gibi, 35°C göl suyu sıcaklığında mirabilit ve tenardit doygunluğa ulaşmaz. Ancak tenarditin halit çökelişi sırasında doygunluk sınırına yaklaştığı görülür (**Şekil 9. 31**).

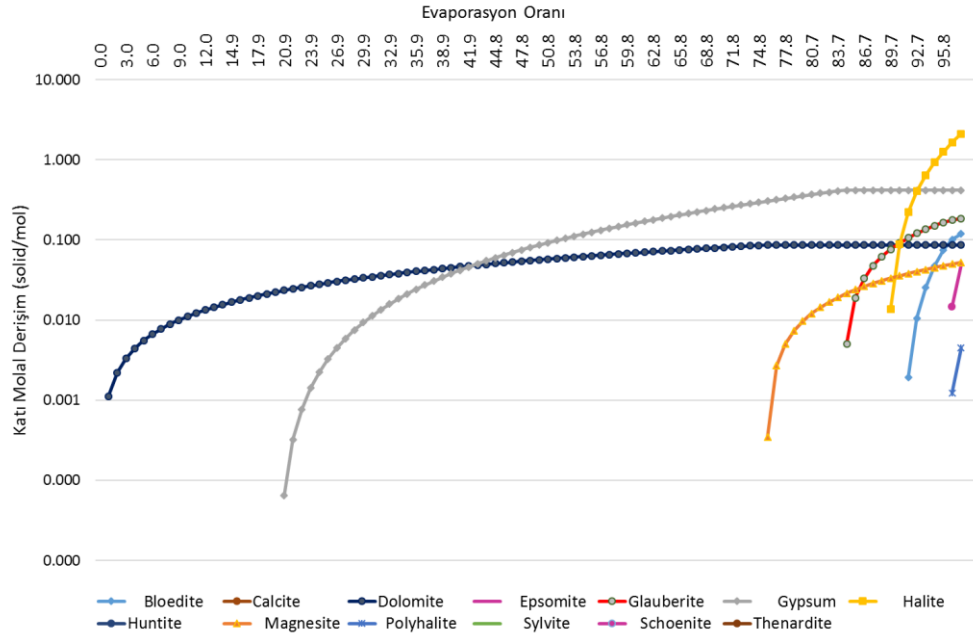


**Şekil 9. 31:** Yağışlı dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.

Evaporasyonun %84,7 oranında globerit, %91,7 oranında blödit minerali çökler. Çözeltilerde globerit çökelişi ile jips doygunluğu sona erer. Halit çökelişinden sonra doygunluğa kısmen erişen tenardit, blödit çökelişi nedeniyle doygunluğu azalır (**Şekil 9. 31**, **Şekil 9. 32**). Katı çözeltilerde bolluk miktarı sıralaması değişmez. Katı çözeltilerde bolluk miktarı (solid/mol) sıralaması halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, epsomit ve polit şeklindedir. Sıcaklığın artması ile çökelen mineral miktarlarında değişiklik görülür. Dolomit ve globerit miktarı artarken, blödit, epsomit, jips, polihalit, manyezit ve halit miktarında azalma olur (**Şekil 9. 33**).



**Şekil 9. 32:** Yağışlı Dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltideki mineral derişimleri (mol).



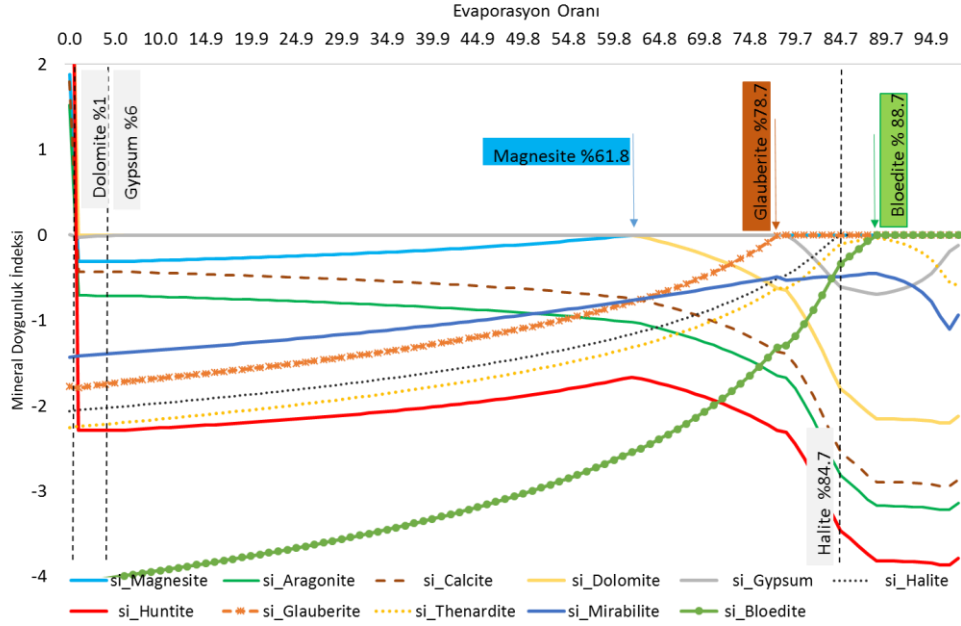
**Şekil 9. 33:** Yağışlı Dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltide her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol).

### 9.3.4.3 Kurak Dönemde Örnekleme Sıcaklığında

Göl tuzlu suyunun yağışlı dönem örnekleme sıcaklığındaki evaporasyon evriminin Deocampo ve Jones (2014) modelinde değerlendirilmesinde, Eylül-2012 dönemi D5 örneği kullanılmıştır. Gölün başlangıçta kalsit, aragonit, dolomit, manyezit,



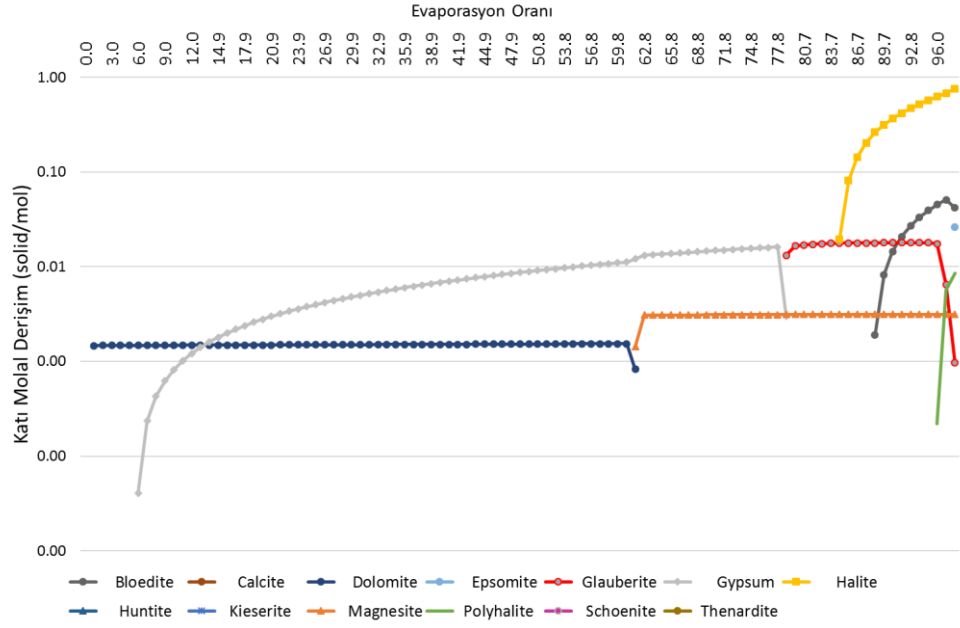
huntit, jips minerallerine doygun olduğu görölür (Şekil 9. 34). Evaporasyonun başlamasıyla Mg-karbonat minerallerinden dolomitin çökeldiği görölür. Dolomitin çökmesiyle göl çözeltilinde jips, kalsit, aragonit, manyezit ve huntit doygun olmayan konuma geçer. Evaporasyon oranı arttıkça, göl çözeltilinin karbonatlardan kalsit ve aragonit bakımından doygunluğu iyice düşer. Buna karşın artan evaporasyon oranında halit ve sülfat minerallerinin doygunluğunun artmaya başladığı görölür.



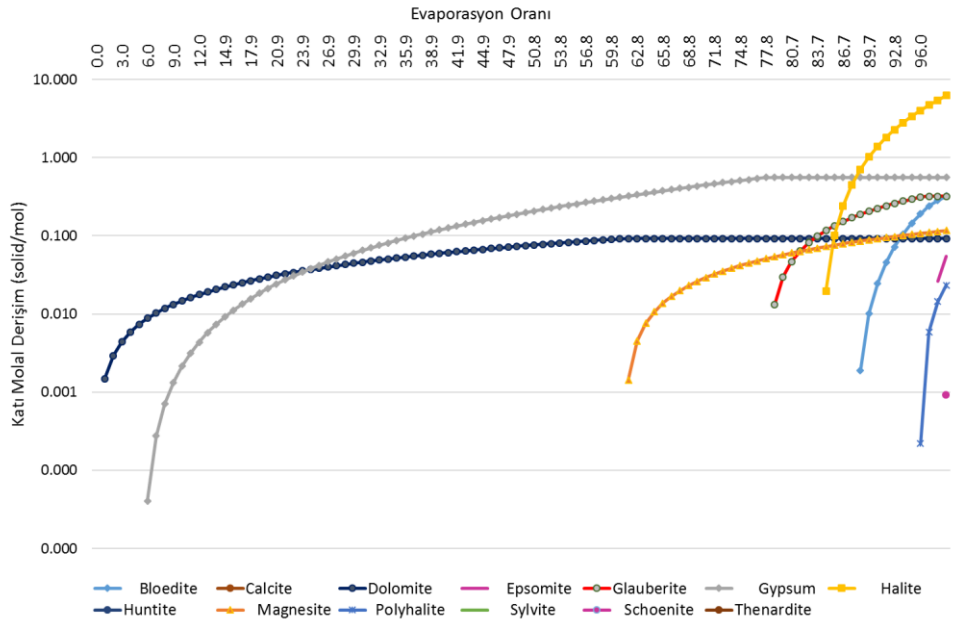
Şekil 9. 34: Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.

Mg-karbonat çökeliminden sonra evaporasyonun %6 olduğu oranda, sülfat minerallerinden jips çökelmeye başlar. Jips çökeli mi globerit çökeline kadar devam eder. Evaporasyonun %78,7 oranında jips globerite dönüşür ve evaporasyonunda sonuna kadar globerit çökeli mi gerçekleştir. Evaporasyonun başlangıcındaki dolomit çökeli mi evaporasyonun %61,8 oranındaki manyezit çökeline kadar sürer. Evaporasyonun %61,8 oranında, dolomit manyezite dönüşür. Evaporasyon bitene kadar manyezit çökeli minin gerçekleştiği görölür. Manyezit çökeli minden itibaren diğer karbonatların doygunluğu benzer anomalide iyice düşer. Çözeltide globerit çökeli minini halit izler (%84,7). Halit çökeli minden sonra %88,7 oranında çözeltili tenardit doygunluğuna oldukça yaklaşır ancak hiçbir zaman tenardit ve mirabilit çökeli mi gerçekleşmez. Evaporasyonun %88,7 oranında blödit çökeli mi nedeniyle tenardit doygunluğu azalmaya başlar. Çözeltiden manyezit çökeldiğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 15,93, jips çökeldiğinde  $mCa^{2+} / mSO_4^{2-}$  oranı 0,11, halit çökeli minden  $mCl/mNa^+$  oranı 1,12'dir.

Mineral çökelişi sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, polihalit, epsomit ve şonittir. Yağışlı dönemden farklı olarak kurak dönemde epsomit ile polihalitin çökeliş sırası değişmiştir. Aynı zamanda yağışlı dönemden farklı olarak kurak dönemde şonit minerali çökelişir. Katı çözelti evaporasyon sonunda dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, polihalit, epsomit ve şonit içerir. Katı çözeltide bolluk miktarına göre (solid/mol) minerallerin sıralaması halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, epsomit, polihalit, şonit şeklindedir (**Şekil 9. 35**, **Şekil 9. 36**).



**Şekil 9. 35:** Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözeltideki mineral derişimleri (mol).

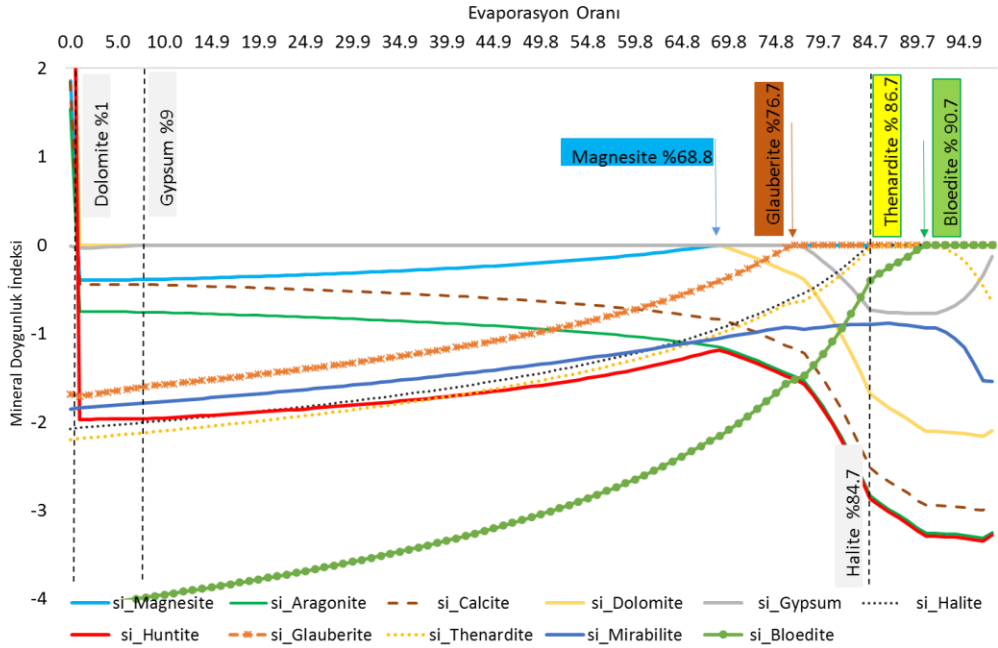


**Şekil 9. 36:** Kurak dönemde örnekleme sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltide her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol).

Yağışlı döneme göre kurak dönemde evaporasyonla birlikte katı çözültide jips, blödit, halit, polihalit, manyezit, dolomit, globerit ve şonit miktarı artmıştır. Buna karşın epsomit miktarında azalma görülür. En çok artış görülen mineraller artış miktarına göre polihalit, halit, blödit, globerit ve manyezittir.

### 9.3.4.4 Kurak Dönemde 35°C Göl Suyu Sıcaklığında

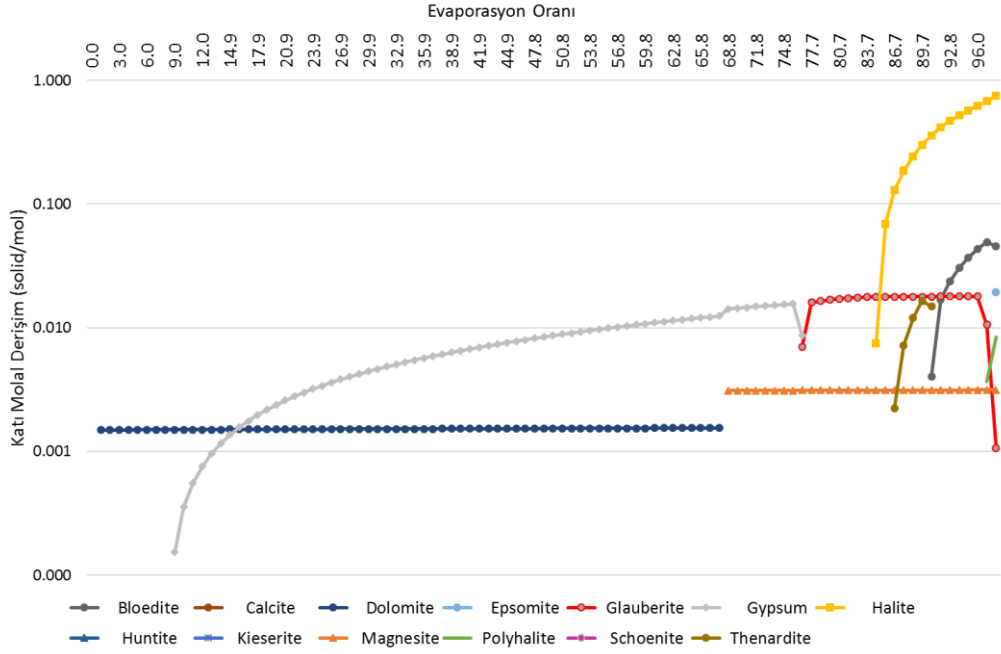
Kurak dönemde gölün sıcaklığının artması durumunda evaporasyon durumunda minerallerin sıcaklığa bağlı çözünürlük durumlarına göre, çökdikleri evaporasyon oranlarında değişimler meydana gelmiştir (**Şekil 9. 37**). Halit çökeltim oranında bir değişim gözlenmezken, jips çökeltimi %6'dan %9'a, manyezit çökeltimi %61,8'den %68,8'e, blödit çökeltiminin %88,7'den %90,7'ye çıktığı görülür. Globerit çökeltimi için gerekli evaporasyon oranı %78,8'den %76,7'ye düşer. Evaporasyonun oranı %68,8 olduğunda dolomit manyezite, %76,7 iken jips globerite, %90,7'e eriştiğinde tenardit blöдите dönüşür. Çözeltiden manyezit çökelediğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 21, jips çökelediğinde  $mCa^{2+} / mSO_4^{-2}$  oranı 0,11, halit çökeltiminde  $mCl^-/mNa^+$  oranı 1,12'dir.



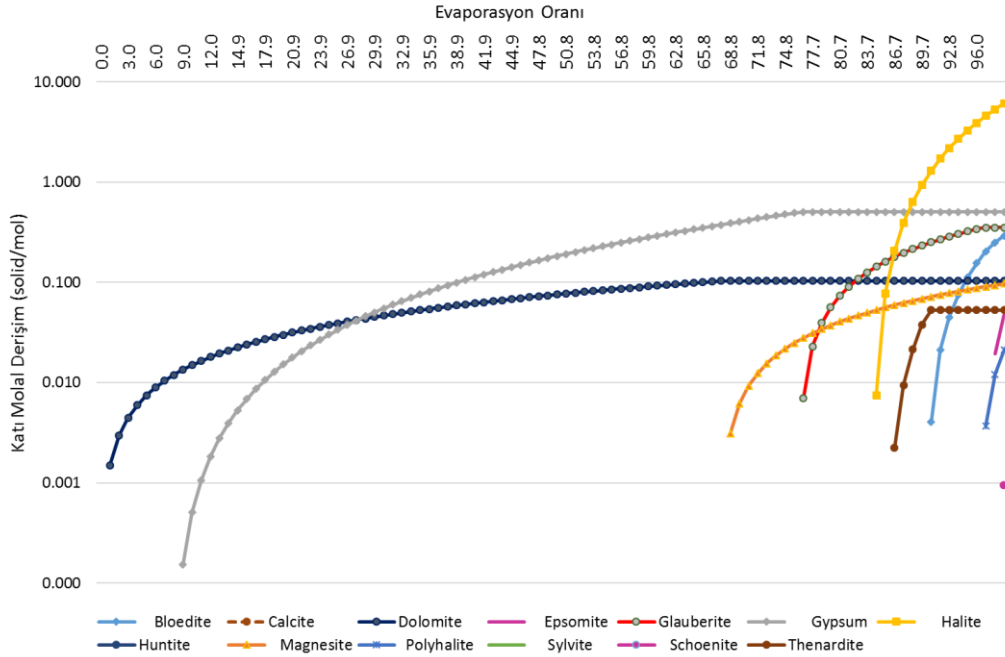
**Şekil 9. 37:** Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doygunluğu.

Örnekleme sıcaklığından farklı olarak 35°C'de, tenardit minerali çökeltimi gerçekleşir. Mineral çökeltimi sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, tenardit, blödit, polihalit, epsomit ve şonittir. Katı çözültü evaporasyon sonunda dolomit, jips,

manyezit, globerit, halit, tenardit, blödit, polihalit, epsomit ve şonit içerir. Katı çözültide bolluk miktarına göre (solid/mol) minerallerin sıralaması halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, tenardit, epsomit, polihalit, şönit şeklindedir. Kurak dönemde sıcaklığın artması nedeniyle blödit, epsomit, jips, halit, polihalit, manyezit miktarı azalırken dolomit, tenardit, globerit ve şönit miktarı artar (**Şekil 9. 38**, **Şekil 9. 39**).



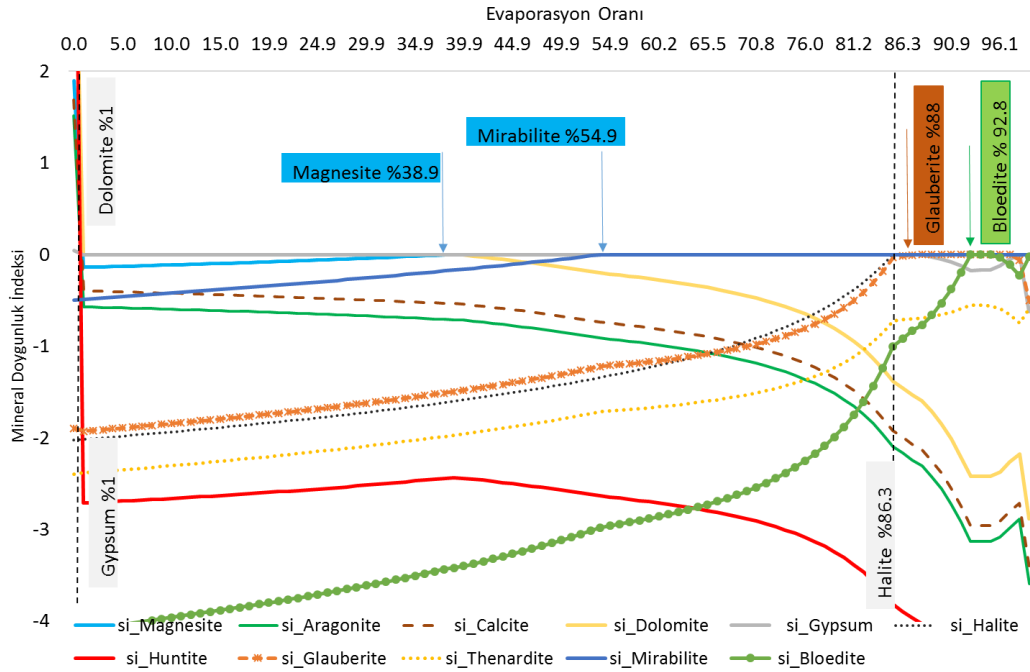
**Şekil 9. 38:** Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözültideki mineral derişimleri (mol).



**Şekil 9. 39:** Kurak dönemde 35°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözültide her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol).

### 9.3.4.5 Kış Dönemine Geçişte Gölün 5°C Sıcaklığında

Göl suyunun kış dönemine geçişteki düşük sıcaklığında evaporatif konsantrasyonunun artması durumunda, Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyon evriminin değerlendirilmesi yapılmıştır. Kış dönemine geçiş göl örneği olmadığından, kurak dönemdeki doymun göl çözeltisinin (kurak dönem D5 örneği) 5°C'deki evaporatif konsantrasyonu kış dönemine geçiş örneği olarak kabul edilmiştir. Gölde sodyum sülfat üretiminde önemli mineral olan mirabilitin, doymun göl çözeltisinde soğuk hava koşullarında kristallendiği görülür. Doymun göl çözeltisinde aşamalı olarak suyun uzaklaştırılması bir anlamda buharlaştırılması ile evaporatif konsantrasyon arttırılır (Şekil 9. 40).



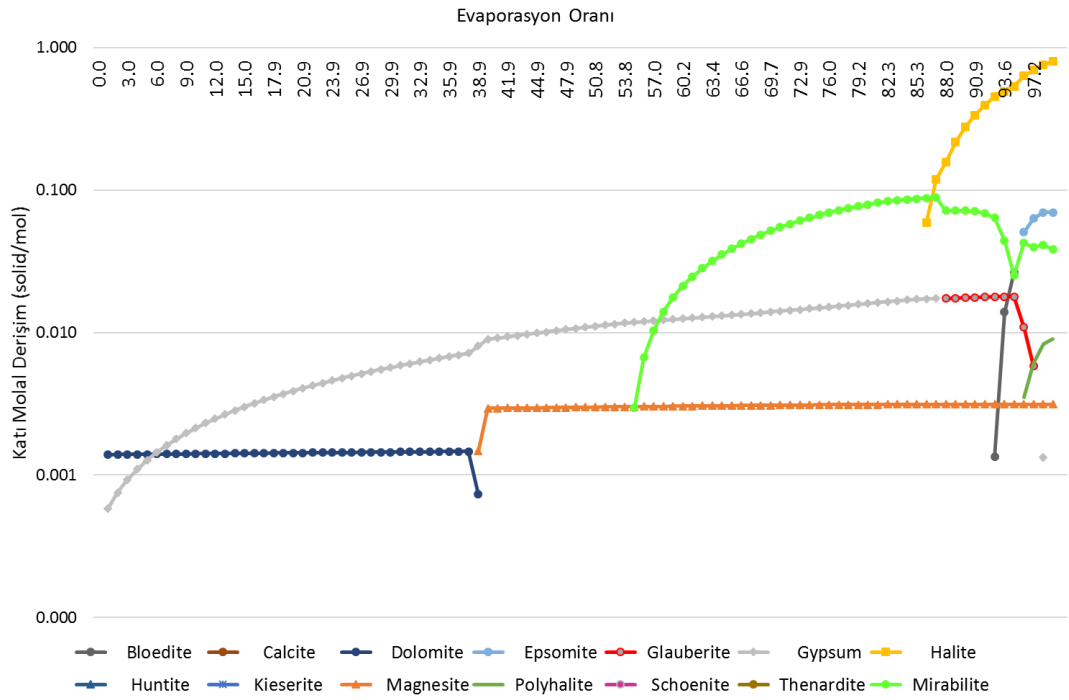
Şekil 9. 40: Soğuk dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün mineral doymunluğu.

Soğuk dönemde göl çözeltisinin mg-karbonatlarla birlikte jips mineraline aşırı doymun olduğu görülür. Dolomit ve jips minerali göl çözeltisinde doğrudan çökler. 25 ve 35°C'deki evaporasyona göre 5°C'de manyezit çökeli için gerekli olan evaporasyon oranı ortalama yarıya düşmekte, evaporasyonun %38,9 oranında dolomit manyezite dönüşmekte ve evaporasyon boyunca sürekli manyezit çökler. Evaporasyon oranının %54,9 olduğunda göl çözeltisinden mirabilit çökler.

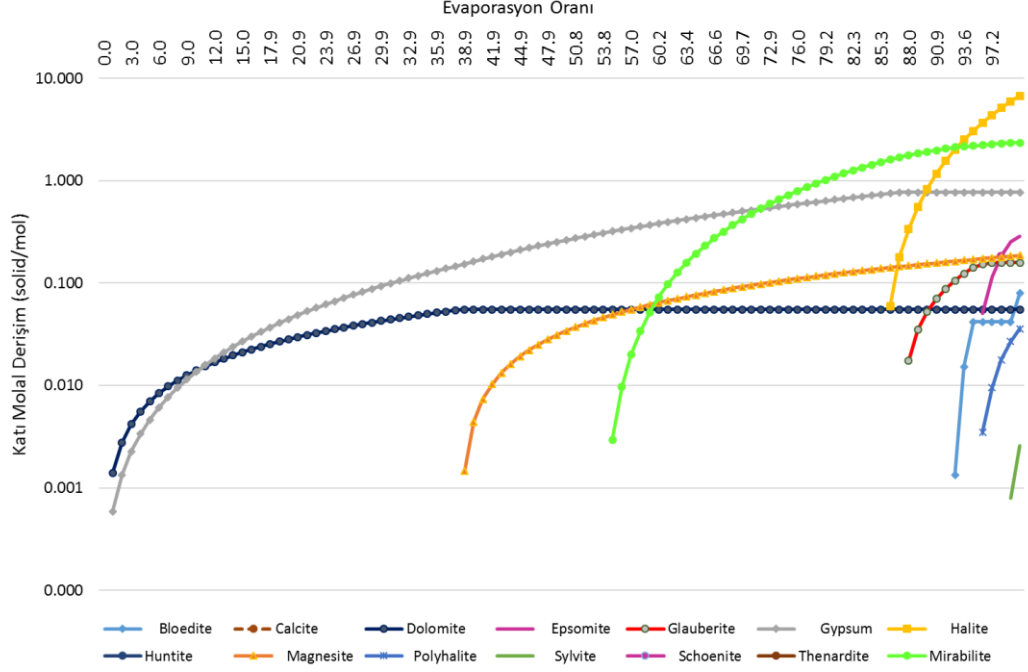
Mirabilit çökmesi evaporasyon sonuna kadar devam eder. Dolomit çökmesinden itibaren çözelti kalsit ve aragonit doymunluğu ortadan kalkar. Artan

evaporatif konsantrasyonla birlikte kalsit, aragonit ve huntit doygunluğu azalırken, sülfat minerallerinin doygunluğu artar. Normal su sıcaklığında halit mineralinden önce çökelen globerit, soğuk dönemde halit mineralinden sonra çökler. Evaporasyon oranının %86,3, %88 ve %92,8 olduğunda sırasıyla halit, globerit, blödit mineralleri çökler. Çözültiden manyezit çökelediğinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 8,72, jips çökelediğinde  $mCa^{2+} / mSO_4^{2-}$  oranı 0,10, halit çökeliğinde  $mCl^-/mNa^+$  oranı 1,38'dir.

Soğuk dönemde, göl suyunun normal sıcaklığına göre şonit minerali yerine silvit mineralinin çökelediği görülür. Mineral çökeliği sırasıyla dolomit, jips, manyezit, mirabilit, halit, globerit, blödit, epsomit, polihalit ve silvittir. Halit mineralinden sonra mirabilit minerali katı çözültide önemli bir bolluğa sahiptir. Katı çözültide minerallerin bolluk sırası halit, mirabilit, jips, epsomit, manyezit, globerit, blödit, polihalit, silvit şeklindedir (**Şekil 9. 41, Şekil 9. 42**).



**Şekil 9. 41:** Soğuk dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde evaporasyonun her bir aşamasında katı çözültideki mineral derişimleri (mol).



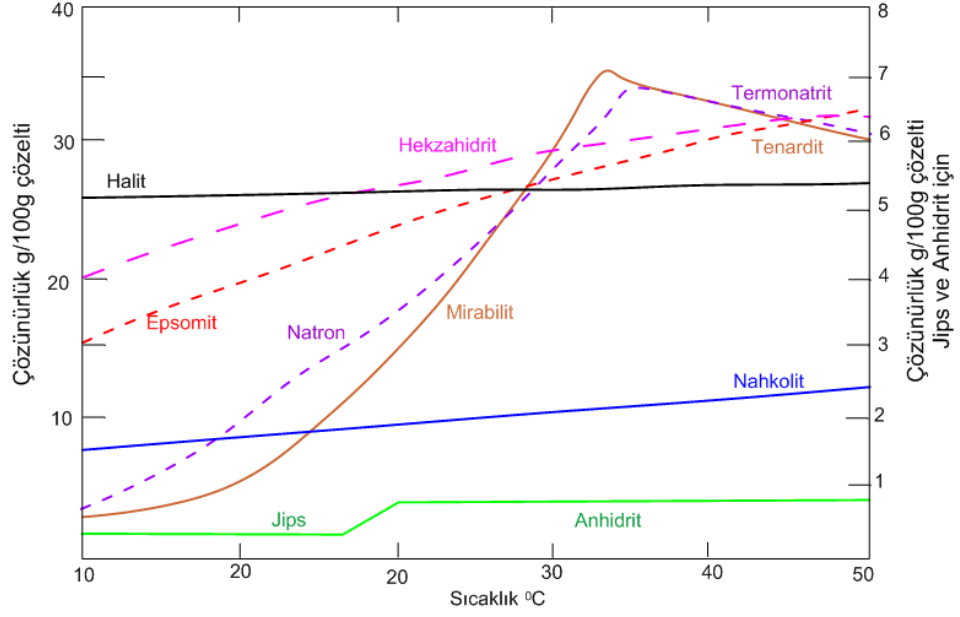
**Şekil 9. 42:** Kurak dönemde 5°C göl suyu sıcaklığında Deocampo ve Jones (2014) modelinde katı çözeltide her bir evaporasyon oranındaki toplam mineral derişimleri (mol).

### 9.3.4.6 Acıgöl'ün Evaporasyonunun Deocampo ve Jones (2014) Modeli'nde Genel Sonuçları

Kapalı göl havzalarında ve evaporit ortamlarda, Na-Ca-Mg-K sülfat minerallerin çökelişi, birincil olarak bu minerallerin çökecek olduğu çözeltideki katyonların birbiriyle olan oranlarına ve çökecek minerallerin birbirine göre çözünürlüklerinin miktarına bağlıdır (Spencer 2000). Sıcaklık evaporit minerallerinin çökelişinde önemli etkiye sahiptir (**Şekil 9. 43**) (Deocampo ve Jones 2014). Kapalı havzalarda çözünürlükleri düşük olanlar alkali karbonatlar ve bunları takip eden kalsiyum sülfatlardır (Jones ve diğ. 2009). Tuz çökeliş sırasını sıcaklığın dışında etkileyen diğer faktörler, Ca/Mg oranı ve bakteriyel sülfat indirgenmesidir (Jones ve diğ. 2009).

Acıgöl'ün doğal döngüsünde sülfat minerallerinin çökelişinde sıcaklığın etkisi belirgin bir şekilde görülür. Sıcaklık etkisinin en önemli örneği, sodyum sülfat üretiminde birincil öneme sahip mirabilite ve tenardit mineralidir. Çözünürlüğü düşük olan mineraller önce çökelişirken, çözünürlüğü yüksek olanlar geç çökelişirler.

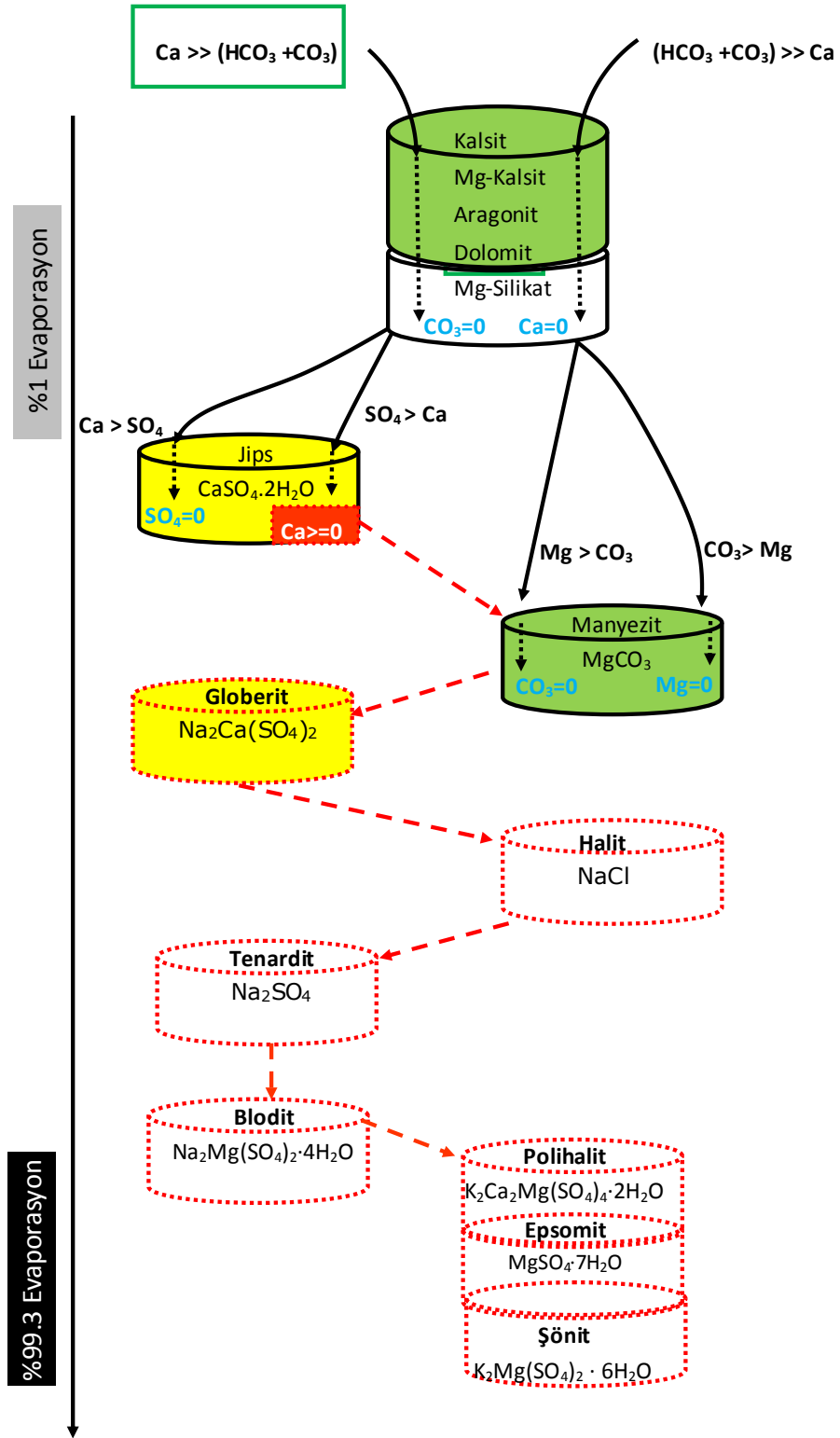




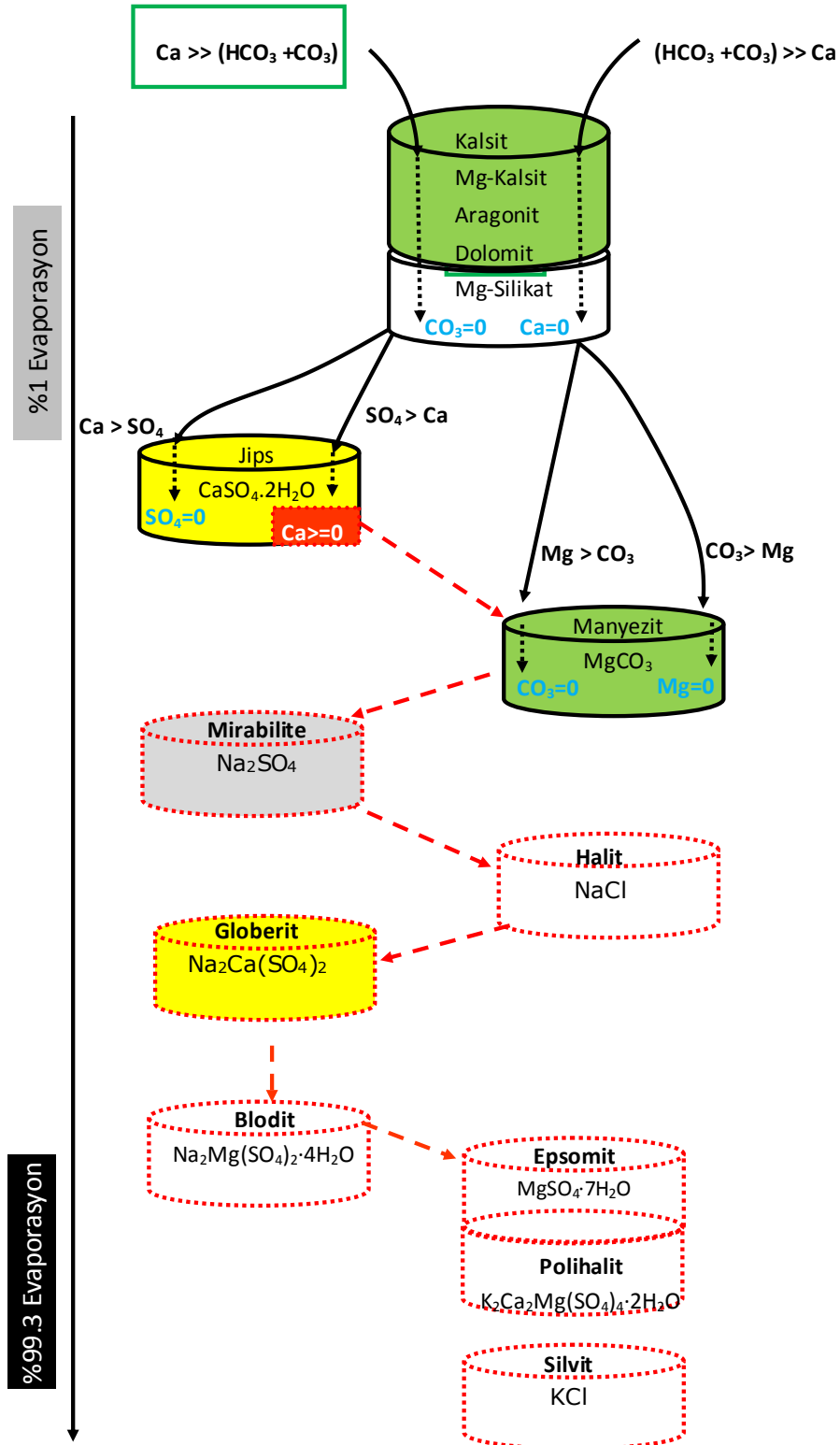
**Şekil 9. 43:** Bazı minerallerin çözünürlükleri üzerinde sıcaklığın etkisi (Deocampo ve Jones 2014; Last 1999).

Acıgöl tuzlu suyunun evaporasyon evriminin Deocampo ve Jones (2014) modelinde değerlendirilmesinde gölün anhidrit, aragonit, bişofit, kalsit, karnalit, dolomit, epsomit, globerit, jips, halit, kainit, kieserit, labil, manyezit, mirabilit, polihalit, şönit, silvit, tenardit, blödit, huntit mineralleriyle dengede olduğu kabul edilmiştir. Kurak- yağışlı dönemde göl suyu sıcaklığı fark etmeksizin ilk çökelen mineral dolomittir. Dolomit sonrası mineral çökelim sırası jips, manyezit, globerit, mirabilit, halit, tenardit, blödit, epsomit, polihalit, şönit ve silvit şeklindedir. Gölde tenardit çökelişi kurak dönemde yüksek sıcaklıktaki evaporasyonda, mirabilit ise soğuk dönemde çökeler (**Şekil 9. 44, Şekil 9. 45**).

Yağışlı dönemde mineral çökelişi sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, epsomit ve polihalit şeklindedir. Yağışlı dönemde sıcaklığın yükselmesi mineral çökelim sıralamasını değiştirmez. Kurak dönemde, yağışlı dönemden farklı olarak şönit minerali çökeler. Ayrıca kurak dönemde polihalit mineralinin, epsomit mineralinden önce çökeldiği görülür. Kurak dönemde su sıcaklığının yükselmesi mineral çökelim sıralamasını etkilememiştir. Sıcaklığın yükselmesi nedeniyle halit mineralinden sonra tenardit mineralinin çökeldiği görülür. Kurak dönemde evaporasyonun en son aşamasında çökelen şönit yerine soğuk dönemde silvit atmıştır. Kış dönemine geçişte doymuş göl suyunun soğumasıyla halit mineralinden önce mirabilit, halit mineralinden sonra globerit minerali çökeler. Globerit mineralinden sonra sıralama blödit, epsomit polihalit ve silvit şeklindedir.



Şekil 9. 44: Yağışlı ve kurak dönemde gölün evaporasyonunda mineral çökelim sırası.



Şekil 9. 45: Soğuk dönemde gölün evaporasyonunda mineral çökelim sırası.

Dolomit çökeliminden sonra göl jips mineraline doymun hale gelir (Tablo 9. 8). Jips çökelişi genelde evaporasyonun %1'i ile %21'i arasında değişen oranlarda başlar. Kurak dönemde düşük evaporasyon oranlarında jips çökelerken, yağışlı dönemde jips çökelişi için gerekli evaporasyon oranı artar (%21). Kurak dönemden

sonra havzada havaların soğumasıyla doymun haldeki çözeltinin sıcaklığının düşmesiyle göl suyunda doğrudan jips çökelişi gerçekleşir. Jips çökelişini manyezit çökelişi izler. Manyezit çökelişi gölde evaporasyonun %38,9 ile %71,8 olduğu aralıkta başlar. Kurak ve yağışlı dönem arasında manyezit çökelişi için gerekli olan evaporatif konsantrasyon farkı ortalama %10 değişir. Soğuk dönemde manyezit çökelişi için gerekli olan evaporasyon miktarı yağışlı döneme göre yarı yarıya azalır. Gölde dolomit çökelişi devam ederken belirtilen evaporatif konsantrasyonda dolomit, manyezite dönüşür (**Tablo 9. 8**).

Gölde manyezit çökelişini globerit ve halit çökelişi izler. Yağışlı ve kurak dönemde globeritin, halitten önce çökeldiği görülür. Ancak soğuk dönemde globerit, halitten sonra çökmeye başlar. Yağışlı ve kurak dönemde evaporasyonun %76,7 ile %85,7 oranı arasında değişen oranlarda globerit çökelişi başlarken, soğuk dönemde %88 evaporasyonda çökmeye başlar. Gölde jips çökelişi devam ederken belirtilen evaporatif konsantrasyonlarda jips, globerite dönüşür. Gölde halit çökelişi için gerekli olan evaporasyon oranı, sıcaklık vb. durumlara göre diğer minerallerin aksine çok etkilenmez. Mevsimsel değişimde halit çökelişi %84,7 ile %89,7 arasında değişen evaporasyonlarda gerçekleşmeye başlar.

Gölde sodyum sülfat üretimi için hammadde konumunda olan tenardit; evaporatif konsantrasyonun yüksek olduğu kurak dönemde yüksek su sıcaklığında ve mirabilit; kurak dönemden sonra soğuk döneme geçişte düşük göl suyu sıcaklığında çökler. Tenardit halit mineralinden sonra çöklerken, mirabilit halit mineralinden önce çökler. Soğuk dönemde göl suyunun evaporasyon oranının %55 olması durumunda mirabilit çökmeye başlar.

Halit çökelişini, doymun olması durumunda tenardit, akabinde blödit çökelişi izler. Blödit çökelişi için gerekli evaporasyon oranı %90'lara çıkmıştır. Blöditin çökmeye başladığı evaporasyon oranı mevsimlere göre %88,7-92,8 arasında değişir. Blödit çökelişini sırasıyla epsomit ve polihalit izler. Yağışlı-kurak döneme göre bu minerallerin çökeliş sırası değişebilir. Yağışlı dönemde birlikte çöklerken, kurak ve akabindeki soğuk dönemde polihalit önce çökler. Gölde evaporasyonun en son aşamasında kurak ve soğuk dönemde şönit ve silvit mineralleri çökler. Yağışlı dönemdeki gölün iyon konsantrasyonu, şönit ve silvit minerallerinin çökelişi için uygun doymunlukta değildir.

**Tablo 9. 8:** Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün yağışlı, kurak ve soğuk dönemde farklı su sıcaklığında evaporasyonu sırasında çökelen mineraller, çökdikleri evaporasyon oranları, çökeltme sonrasında çözeltideki iyon molal derişim oranları.

		Kalsit	Dolomit	Hunfit	Jips	Manyezit	Globerit	Halit	Tenardit	Mirabilit	Blödit	Epsomit	Polihalit	Şönit	Silvit
Soğuk D. 5°C'de	Eva.Oranı	-	1,00	-	1,00	38,90	88,00	86,33	-	54,90	92,80	96,10	96,07	-	99,24
Kurak D.35°C'de	Eva.Oranı	-	1,00	-	9,00	68,80	76,70	84,70	86,70	-	90,70	98,20	97,00	99,30	-
Kurak D.Örnekleme	Eva.Oranı	-	1,00	-	6,00	61,80	78,70	84,70	-	-	88,70	98,30	96,00	99,30	-
Yağışlı D.35°C'de	Eva.Oranı	-	1,00	-	20,90	75,80	84,70	89,70	-	-	91,70	97,00	97,00	-	-
Yağışlı D.Örnekleme	Eva.Oranı	-	1,00	-	18,90	71,80	85,70	89,66	-	-	91,69	97,17	97,17	-	-
Soğuk D. 5°C'de	Mg/Ca		5,05		5,05	8,72	146,56	112,55	-	12,94	666,30	523,56	523,56	-	323,55
Kurak D.35°C'de	Mg/Ca		4,57		4,94	21,01	35,42	443,06	566,99	-	858,04	727,51	858,52	13212,96	-
Kurak D.Örnekleme	Mg/Ca		4,89		4,90	15,93	46,18	404,41	-	-	711,57	472,64	716,30	7265,54	-
Yağışlı D.35°C'de	Mg/Ca		4,21		4,24	21,36	50,50	561,73	-	-	814,84	796,57	796,57	-	-
Yağışlı D.Örnekleme	Mg/Ca		4,21		4,25	16,97	65,77	533,88	-	-	698,53	527,67	527,67	-	-
Soğuk D. 5°C'de	Ca/SO <sub>4</sub>		0,105		0,105	0,063	0,012	0,015	-	0,044	0,002	0,002	0,002		0,000
Kurak D.35°C'de	Ca/SO <sub>4</sub>		0,120		0,106	0,027	0,017	0,002	0,001	-	0,001	0,001	0,002	0,000	-
Kurak D.Örnekleme	Ca/SO <sub>4</sub>		0,1076		0,1073	0,0355	0,0138	0,0017	-	-	0,0010	0,0006	0,0017	0,0000	-
Yağışlı D.35°C'de	Ca/SO <sub>4</sub>		0,1256		0,1249	0,0275	0,0124	0,0013	-	-	0,0009	0,0015	0,0015	-	-
Yağışlı D.Örnekleme	Ca/SO <sub>4</sub>		0,1258		0,1247	0,0341	0,0097	0,0013	-	-	0,0011	0,0009	0,0009	-	-
Soğuk D. 5°C'de	Cl/Na		1,08		1,08	1,08	1,45	1,38	-	1,08	1,89	2,24	2,24	-	37,61
Kurak D.35°C'de	Cl/Na		1,08		1,08	1,08	1,09	1,12	1,15	-	1,31	4,99	3,19	71,21	-
Kurak D.Örnekleme	Cl/Na		1,08		1,08	1,08	1,11	1,12	-	-	1,18	4,78	2,43	74,91	-
Yağışlı D.35°C'de	Cl/Na		1,34		1,34	1,34	1,36	1,43	-	-	1,58	4,72	4,72	-	-
Yağışlı D.Örnekleme	Cl/Na		1,34		1,34	1,34	1,37	1,43	-	-	1,61	4,44	4,44	-	-

Minerallerin çökelişi sırasında göl çözeltisindeki iyonların molal derişimine bakıldığında, dolomit çökelişi sırasında  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranı 4-5, manyezit çökelişinde 8,7-21,4, globerit çökelişinde 35,4-147 arasındadır. Halit çökelişinden önce bu oranın 10 kat arttığı ve evaporasyon ilerledikçe çözeltide kalsit azalımı bunun aksine önemli miktarda magnezyum zenginleşmesinin gerçekleştiği görülür. Göl suyu sıcaklığının 25 veya 35°C'de olması manyezit çökelişi için gerekli olan  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranlarının değişmesine neden olur. Sıcaklık arttığında, manyezitin çökelişi sırasında göl çözeltisinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranının arttığı görülür. Soğuk mevsimde, manyezit çökelişi düşük evaporasyon oranlarında gerçekleştiği için, manyezitin çökelişi sırasında göl çözeltisinde  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranının normal dönemlere göre oldukça düşüktür (8,7). Dolomit çökelişi için gerekli olan  $mMg^{2+}/mCa^{2+}$  oranları sıcaklık değişiminden etkilenmez.

Evaporasyon sırasında  $mCa^{2+} / mSO_4^{-2}$  oranı jips ve globerit çökelişinden sonra önemli miktarda azalır. Başlangıçta, kurak ve soğuk dönemde  $mCa^{2+} / mSO_4^{-2}$  ve  $mCl/mNa^+$  oranları yağışlı döneme göre daha düşüktür. Globerit çökelişinden sonra göl çözeltisinden  $mCl/mNa^+$  oranlarında artma görülür. Halit çökeldiğinde ise yağışlı ve kurak dönemde  $mCl/mNa^+$  oranlarında artma devam eder. Kurak dönemde  $mCl/mNa^+$  oranlarındaki artış blödit ve epsomit çökelişinde sonlanır. Kurak dönemde polihalitin çökelişi ile düşen  $mCl/mNa^+$  oranı, şonit çökelişinden sonra 75'e çıkar. Halit çökelişinde çözeltideki  $mCl/mNa^+$  oranı, sıcaklık değişiminden etkilenmezken gölün mevsimsel döngüsünden etkilenir.

Artan evaporatif konsantrasyonla birlikte katı çözeltide çökelen mineral miktarı sürekli artar. Yağışlı döneme göre, kurak dönemde çökelen mineral miktarı daha fazladır. Yağışlı dönemde katı çözeltide halit ve jips, kurak dönemde halit, soğuk döneme geçişte halit ve mirabilit baskındır (**Tablo 9. 9**).

#### 9.4 Gölün Doğal Döngüsünde Evaporasyon Evrimi

Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evrimi, herhangi bir modelleme yapılmaksızın yağışlı-kurak dönem jeokimyasal özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Acıgöl'ün doğal evaporasyon evriminin değerlendirilmesinde, gölün mevsimsel döngüsünde sahip olduğu kimyasal özelliklerinden yararlanılmıştır. Acıgöl'ün mevsimsel döngüsünde yağışların olduğu dönemde jeokimyasal içeriği seyrelirken, yağışlı dönemden kurak döneme geçişte evaporasyonun etkisinde yoğunlaşır. Yağışlı dönem ile kurak dönem arasında evaporasyonun etkisinde önemli miktarda TÇM artışı gerçekleşir.

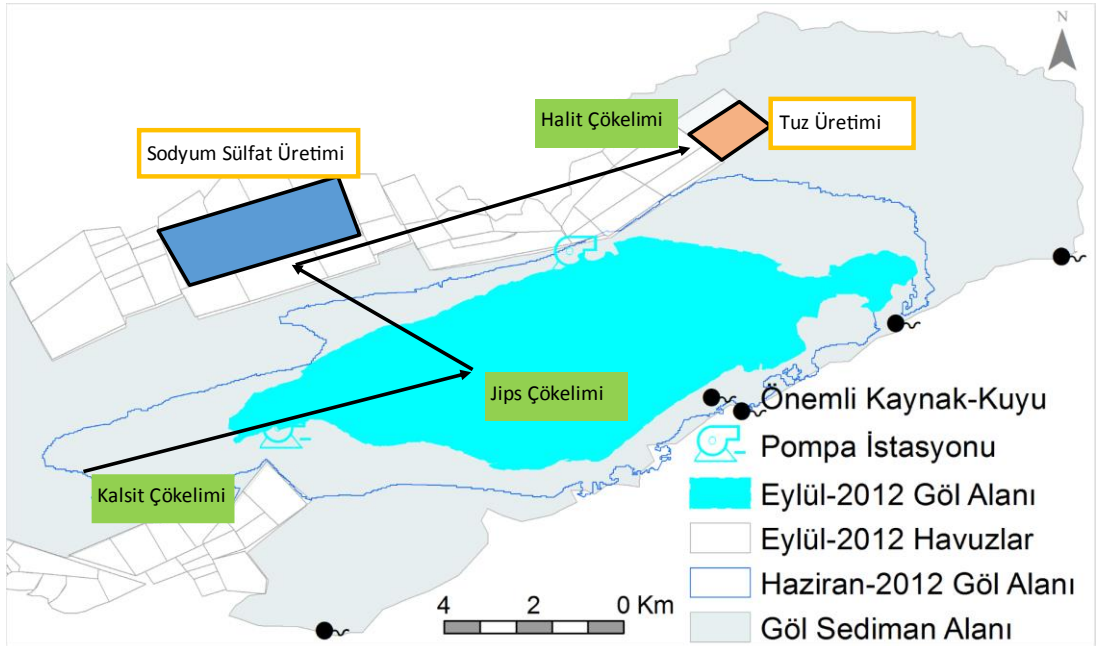
**Tablo 9. 9** Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün yağışlı, kurak ve soğuk dönemde farklı su sıcaklığında evaporasyonu sırasında katı çözültideki mineral yoğunluğu.

	Blödit	Epsomit	Jips	Halit	Polihalit	Silvit	Manyezit	Kalsit	Dolomit	Huntit	Tenardit	Globerit	Şönit	Mirabilit
<i>Moleküler Ağırlık g/mol</i>	334,47	246,48	172,17	58,44	602,94	74,55	84,31	100,09	184,40	353,03	142,04	278,18	402,72	142,04
Yağışlı D.Örnekleme	0,12	0,07	0,45	2,15	0,00	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00	0,00	0,17	0,00	
Yağışlı D.35°C'de	0,12	0,05	0,42	2,12	0,00	0,00	0,05	0,00	0,09	0,00	0,00	0,19	0,00	
Kurak D.Örnekleme	0,32	0,06	0,56	6,23	0,02	0,00	0,12	0,00	0,09	0,00	0,00	0,32	0,00	
Kurak D.35°C'de	0,29	0,05	0,50	6,11	0,02	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,05	0,35	0,00	
Soğuk D. 5°C'de	0,08	0,29	0,77	6,74	0,04	0,00	0,19	0,00	0,06	0,00	0,00	0,16	0,00	2,35
Gr														
Yağışlı D.Örnekleme	40,76	16,71	77,79	125,72	2,78	0,00	5,37	0,00	14,75	0,00	0,00	48,12	0,00	0,00
Yağışlı D.35°C'de	39,95	12,12	71,83	123,60	2,71	0,00	4,41	0,00	15,96	0,00	0,00	51,57	0,00	0,00
Kurak D.Örnekleme	107,93	13,59	96,43	364,00	14,09	0,00	9,85	0,00	17,06	0,00	0,00	89,13	0,37	0,00
Kurak D.35°C'de	97,24	11,70	86,49	357,35	12,71	0,00	8,16	0,00	19,06	0,00	7,50	97,82	0,38	0,00
Soğuk D. 5°C'de	26,66	70,33	132,76	393,64	21,58	0,19	15,67	0,00	10,15	0,00	0,00	44,03	0,00	333,59
%														
Yağışlı D.Örnekleme	12,28	5,03	<b>23,43</b>	<b>37,87</b>	0,84	0,00	1,62	0,00	4,44	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00
Yağışlı D.35°C'de	12,40	3,76	<b>22,30</b>	<b>38,37</b>	0,84	0,00	1,37	0,00	4,95	0,00	0,00	16,01	0,00	0,00
Kurak D.Örnekleme	15,15	1,91	13,54	<b>51,09</b>	1,98	0,00	1,38	0,00	2,39	0,00	0,00	12,51	0,05	0,00
Kurak D.35°C'de	13,92	1,68	12,38	<b>51,17</b>	1,82	0,00	1,17	0,00	2,73	0,00	1,07	14,01	0,05	0,00
Soğuk D. 5°C'de	2,54	6,71	12,66	<b>37,54</b>	2,06	0,02	1,49	0,00	0,97	0,00	0,00	4,20	0,00	<b>31,81</b>



Gölün yağışlı dönemdeki kalsite doymun kimyasal özelliği evaporasyon başlangıç durumu, gölün kurak dönemde jipse doymun kimyasal içeriği jips kimyasal bölümlene düğüm noktası kabul edilmiştir. Sodyum sülfat ve tuz üretim havuzları gölün ileri derecede evaporasyona uğramış kimyasal durumunu temsil ettiğinden, evaporasyonun evriminin ileri safhalarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır (**Şekil 9. 46**). Gölün evaporasyon öncesi durumunu temsil eden yağışlı dönem ile evaporasyonun ilerleyen safhalarına geçişi temsil eden kurak dönem arasındaki hacimsel azalma, “*jips için gerekli olan evaporasyon faktörü*”, aynı şekilde yağışlı dönemden tuz üretim havuzuna kadar olan süreçte meydana gelen hacimsel değişim, “*halit için gerekli olan evaporasyon faktörü*” olarak kullanılmıştır.

Logan (1987) tarafından tanımlanan hacimsel azalma oranında hacim yerine her bir aşamanın TÇM değeri kullanılarak evaporasyon miktarları belirlenmiştir (**Tablo 9. 10**). Farklı evaporasyon oranında gölün majör iyon molal derişimi **Tablo 9. 11** ve bazı mineral doymunlukları **Tablo 9. 12**'deki gibi şekillenir.



**Şekil 9. 46:** Gölün doğal evaporasyon evriminde farklı evaporasyon oranları olarak kabul edilen bileşenler.

Acıgöl'de yağışlı dönemde göl jips bakımından doymun değildir. Gölde jips doymunluğu kurak dönemde görülür. Acıgöl'de jips doymunluğunun oluşabilmesi için gölün yağışlı dönemdeki hacminin %25, Halit çökelimi için ise %78 oranında evaporasyona uğraması gerekir.

Gölde yağışlı dönemden itibaren evaporasyonla birlikte  $mCl^-$  ve  $mNa^+$  birlikte zenginleşir. Özellikle sodyum sülfat üretiminden sonra geriye kalan çözeltilerdeki  $mCl^-$  ve  $mNa^+$  zenginleşmesi, sodyum sülfat üretiminden önceki orana göre oldukça yüksektir. Sodyum sülfat üretimine kadar gölde  $mSO_4^{2-}$  zenginleşirken, halit üretim havuzlarında azalma görülür. Örneklemelerin yapıldığı dönemlerde havuzlarda ilgili mineral çökelişi %100 tamamlanmadığından molal derişim oranı olarak düşük olan iyonların çökeltme ile tamamen çözeltilerden uzaklaşmadığı görülür.

Gölün doğal evaporasyon evriminde  $mMg^{2+}$  ve  $mK^+$  gölde sürekli zenginleşirken,  $mCa^{2+}$  ve  $mSO_4^{2-}$  anomalisi gölde benzerdir. Sodyum sülfat üretimine kadar  $mAlkalinite$  gölde  $mCa^{2+}$  ve  $mSO_4^{2-}$  ile aynı anomaliye sahipken, sodyum sülfat üretiminden sonra tuz havuzlarında farklı anomali göstererek zenginleşmesine devam eder. Gölü doğal evaporasyon evriminde  $mCa^{2+}$  ve  $mSO_4^{2-}$  anomalisindeki benzerlik jips çökelişinin,  $mMg^{2+}$  ve  $mAlkalinite$  arasındaki anomali benzerliği ise gölde Mg-karbonat çökelişinin kontrolünde gelişir (**Şekil 9. 47**).

**Tablo 9. 10:** Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon faktörü.

Dönem	Ort.TÇM (g/L)	Evaporasyon Oranı
01.06.2012 Göl Yağışlı Dönem	43,07	
01.09.2012- Göl Kurak Dönem	57,50	25%
Sarıkavak Depo Havuzu (Sodyum Sülfat)-2013 Haziran	108,96	60%
4NoluTuz Üretim Havuzu -2013 Haziran	193,26	78%

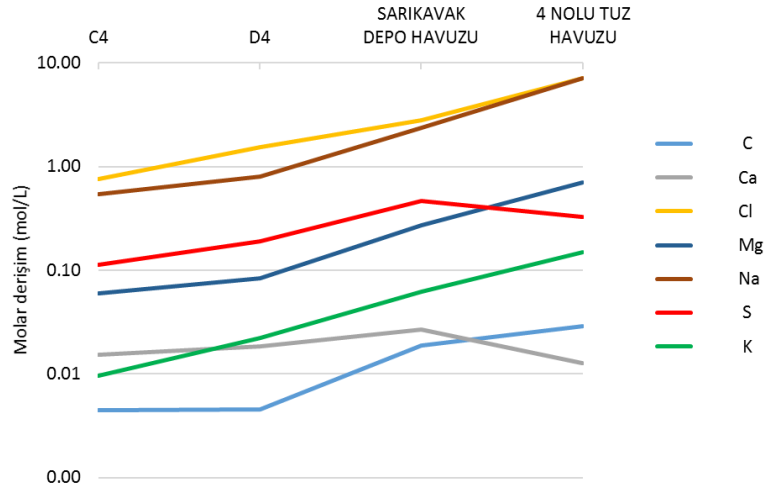
**Tablo 9. 11:** Gölün farklı epeporatif konsantrasyonlarındaki iyonların molal derişimleri (mol/kg).

Dönem	Örnek Adı	$mCa^{2+}$	$mHCO_3^-$	$mSO_4^{2-}$	$mMg^{2+}$
01.06.2012 Göl Yağışlı Dönem	C4	0,015	0,004	0,114	0,060
01.09.2012- Göl Kurak Dönem	D4	0,018	0,005	0,189	0,083
Sarıkavak Depo Havuzu (Sodyum Sülfat)	SARIKAVAK DEPO H.	0,027	0,019	0,466	0,271
4NoluTuz Üretim Havuzu	4nolu Tuz H.	0,013	0,029	0,327	0,704

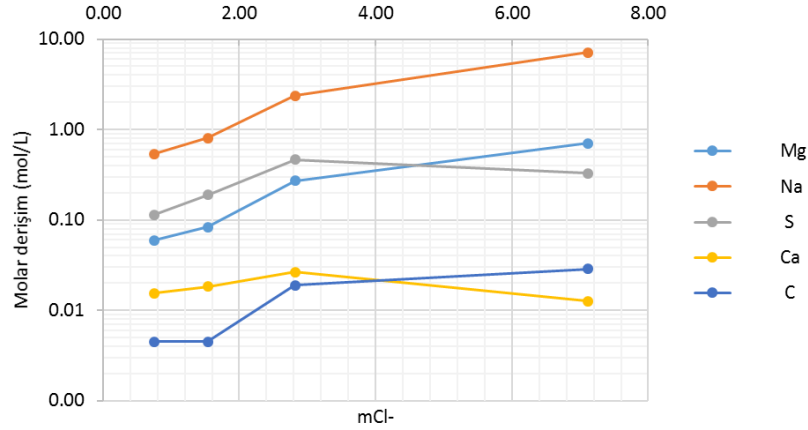
**Tablo 9. 12:** Gölün farklı epeporatif konsantrasyonlarındaki mineral doygunluğu.

	Kalsit	Jips	Manyezit	Dolomit	Globerit	Halit	Tenardit
C4	1,1609	-0,0372	1,1563	3,0705	-2,252	-2,361	-2,687
D4	1,7893	0,1559	1,9184	4,4351	-1,689	-1,8839	-2,325
SARIKAVAK DEPO H.	0,8767	0,3908	1,4619	3,0852	-0,282	-1,0717	-1,218
4nolu Tuz H.	0,6408	0,2049	2,154	3,5696	0,9845	0,4117	-0,047

Göllerde evaporasyonla birlikte değişen iyon derişimlerinin izlenmesinde  $mCl^-$  yaygın olarak kullanılır (Banks ve diğ. 2004; Wahed ve diğ. 2014). Çözünür hale geldikten sonra halit çökelimine kadar klorür kararlı davrandığından, gerek evaporasyon gerekse evaporitlerin çözünmesi sürecinde, konsantrasyon derecesinin izlenmesinde yol göstericidir (Banks ve diğ. 2004; Eugster ve Jones 1979; Wahed ve diğ. 2014). Gölün doğal evaporasyonunda klorür ile birlikte  $mMg^{2+}$ ,  $mAlkalinite$  ve  $mNa^+$  zenginleşir. Jips çökeliminden sonra gölde  $mCa^{2+}$  ve  $mSO_4^{2-}$  derişimlerinin azaldığı görülür (Şekil 9. 48).



Şekil 9. 47: Gölün farklı evaporatif oranlarında majör iyon bileşenlerinin değişimi.

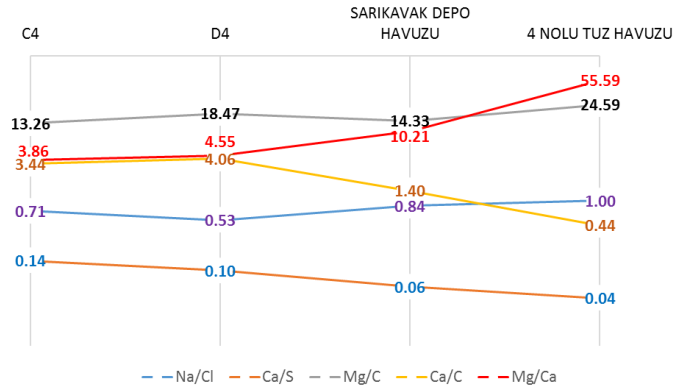


Şekil 9. 48: Gölün doğal evaporatif evriminde  $mCl^-$  derişimine bağlı iyon derişimleri.

Gölde kalsit çökelimi, ardından jips çökelimi ile devam eden süreçlerde göl çözeltisinde  $mCa^{2+}$  derişimi azaldığı için  $mCa^{2+}/mSO_4^{2-}$  ve  $mCa^{2+}/mHCO_3^-$  oranı sürekli azalır. Gölün kalsite doymun olduğu yağışlı dönemde (C4 örneği)  $mCa^{2+} > mHCO_3^-$ , jipse doymun olduğu kurak dönemde (D4 örneği) göl çözeltisinde  $mSO_4^{2-} > mCa^{2+}$  olduğu iyon derişim koşulları mevcuttur. Kurak dönemde evaporatif

konsantrasyonla çözültide  $mCl^-$  önemli ölçüde zenginleşir. Halit çökeliminde çözültide  $mCl^- / mNa^+$  oranı 1' e eşit olur (**Şekil 9. 49**).

Gölde  $mMg^{2+} / mCa^{2+}$  oranı evaporasyon ilerledikçe artmaya devam eder. Evaporasyonun her aşamasında göl çözültisi dolomit, manyezit ve huntit minerallerine doygundur. Evaporasyonun %25 oranlarına ulaşması durumunda göl çözültisinde jips ve görgeyit doygunluğuna erişilir. Globberit, halit, Labile mineraline doygunluk evaporasyonun %78 olduğu tuz üretim havuzlarındadır. Göl çözültisi sodyum sülfat havuzlarında selestit ve anhidrite doygun hale gelir ve tuz havuzlarında da anhidrit doygunluğu devam eder. Gölün doğal evaporasyonunda tenardit doygunluğuna ulaşmaz. Tuz havuzları tenardit doygunluğuna en yakın aşamadır (**Şekil 9. 50**). Üretim havuzlarındaki analiz Haziran-2013 döneminde yapılabildiğinden hava ve su sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerdir. Ancak havaların soğuması ile bu havuzlarda sıcak döneme göre minerallerin doygunlukları ile ilgili (tenardit, mirabilit vb.) farklı çökelim durumları gelişir.

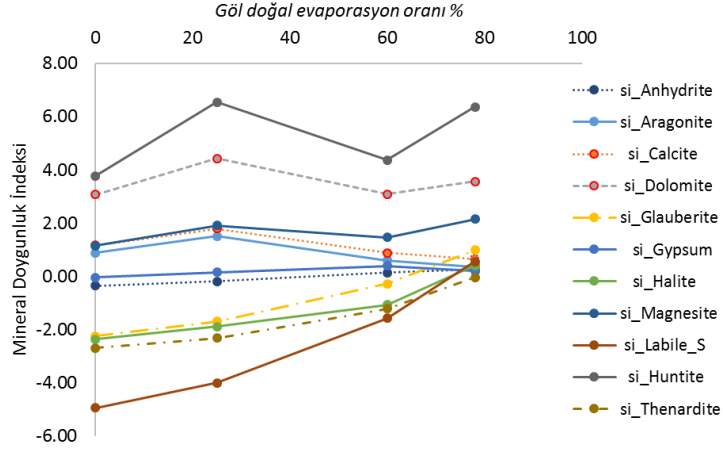


**Şekil 9. 49:** Gölün doğal evaporasyonunda molal iyon derişim oranlarının değışimi.

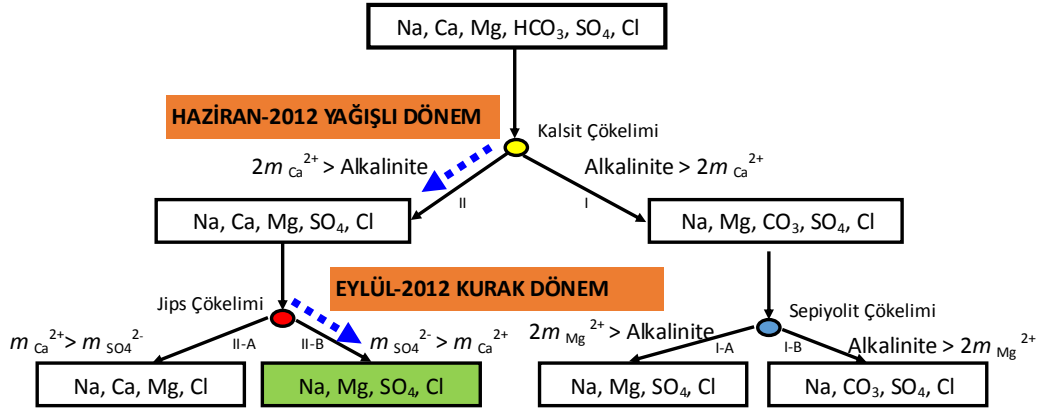
#### 9.4.1 Gölün Doğal Döngüsünde Evaporasyon Evriminin Drever (1997) Modelinde Değerlendirilmesi

Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evrimi Drever (1997) modelinde değerlendirilmiştir. Drever (1997) modelinde, kalsit düşüm noktası için Haziran-2012 yağışlı dönem, jips düşüm noktası için Eylül-2012 kurak dönem seçilmiştir. Yağışlı dönemlerde gölde kalsit çökeliyle birlikte sürekli olarak kalsiyum derişiminin alkaliniteden yüksek olduğu, jips çökelinin gerçekleştiği kurak dönemlerde de sülfat derişiminin, kalsiyum derişimine kıyasla zenginleştiği görülür. Gölde kalsit çökeliminden sonra kalsiyum derişiminin alkaliniteden ( $2mCa^{2+} > mHCO_3$ ) fazla olması

nedeniyle Drever (1997) modelinde göl, II. yolu izler. Kurak döneme geçildiğinde %25'lik bir evaporasyon etkisinde jips doygunluğa ulaşır. Kalsit çökeliminden bir sonraki düğüm noktası olan jips çökeliminden sonra göl çözeltisinde sülfat derişimi zenginleşir ve molal derişim durumları ( $2mSO_4^{2-} > 2mCa^{2+}$ ) halini alır ve çözelti Drever (1997) modelinde II-B yolunu izleyerek Na-Mg ve Cl-SO<sub>4</sub> tipindeki brine halini alır (Şekil 9. 51, Tablo 9. 13).



Şekil 9. 50: Gölün doğal evaporasyonunda bazı mineral doygunluklarının değişimi (evaporasyon oranları C4, D4 ve üretim havuzlarına göre üretilmiştir).



Şekil 9. 51: Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evriminin Drever (1997) modelinde değerlendirilmesi.

Tablo 9. 13: Gölün doğal döngüsündeki evaporasyon evriminin Drever (1997) modelinde değerlendirilmesinde kimyasal bölümlenme düğüm noktalarındaki molal derişimler.

Evap. Oranı	Düğüm 1		$(2mCa^{2+} > mHCO_3^-)$ $(2mCa^{2+} < mHCO_3^-)$			
			Si_calcite	$2mCa^{2+}$	$mHCO_3^-$	
%0-1	Örnek I	C4	1,16	0,0308	0,0045	$(2mCa^{2+} > mHCO_3^-)$
	Düğüm 2		$(2mCa^{2+} > 2mSO_4^{2-})$ $(2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-})$			
			Si_Jips	$2mCa^{2+}$	$2mSO_4^{2-}$	
%25	Örnek II	D4	0,16	0,037	0,378	$(2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-})$
%78	Örnek IV		Si_Halit			VI:Na,Mg,SO <sub>4</sub> ,Cl
			0,41			

#### 9.4.2 Göl, Gölü Besleyen Sular ve İlksel Suların Hidrojeokimyasal Evriminin Spencer Üçgeni'nde Değerlendirilmesi

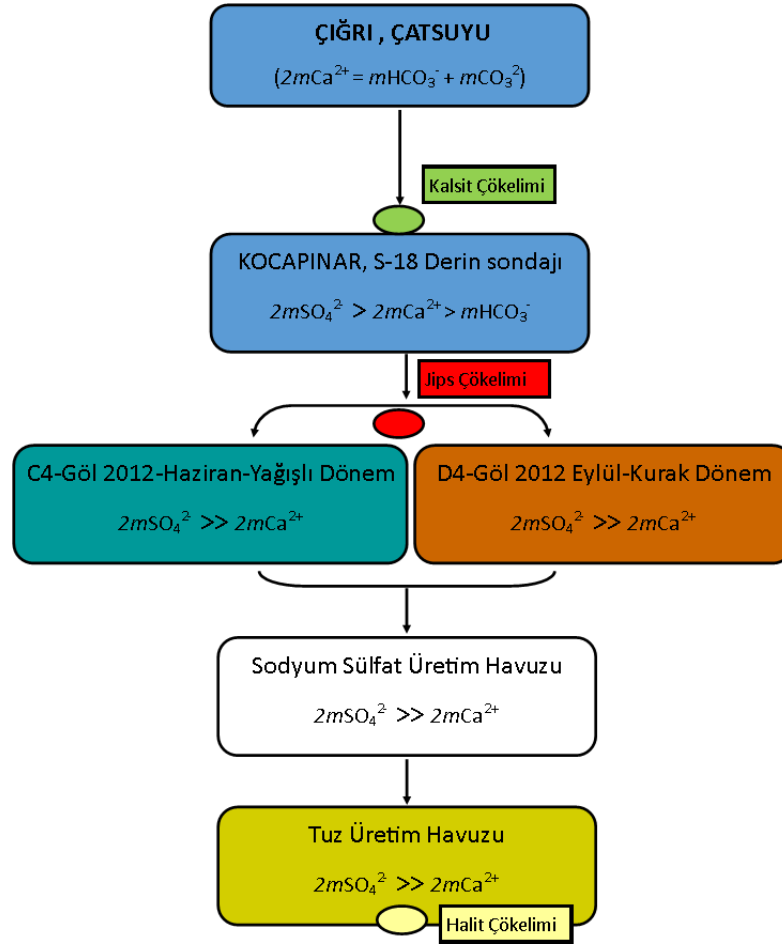
Hardie ve Eugster (1970) tarafından tanımlanan kimyasal bölümlenme modelinin basitleştirilmiş hali olan Spencer Üçgeni'nin göl çözeltisinin evaporasyon evriminin muhtemel yollarının değerlendirilmesinde kullanımı yaygındır (Deocampo ve Jones 2014; Jones ve Bodine 1987; Jones ve diğ. 2009; Spencer 2000). Ca-Spencer Üçgeni,  $Ca^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sisteminde kimyasal bölümlenmedir (Deocampo ve Jones 2014; Spencer 2000).

Diyagram üzerinde  $CaCO_3$  ve  $SO_4$  çizgisi kimyasal bölümlenmede kalsit çökeli mi düğüm noktasına,  $CaCO_3$  ile  $CaSO_4$  arasındaki çizgi ise jips çökeli mi düğüm noktasına denk gelir. Göl sularının evaporasyona geçmesiyle bu minerallerin çökeli minden sonra çözelti, bölümlenme çizgilerinden uzaklaşır (Deocampo ve Jones 2014; Jones ve diğ. 2009). Spencer Üçgeni, kalsit ve jips kimyasal bölümlenme çizgileri ile 3 alt üçgene ayrılır. Kalsit- $SO_4^{2-}$ - $HCO_3^-$  üçgeni alkali sular ( $mHCO_3^- > 2mCa^{2+}$ ), Kalsit-Jips- $SO_4^{2-}$  üçgeni nötr sular ( $2mCa^{2+} < 2mSO_4^{2-} + mHCO_3^-$ ;  $2mCa^{2+} > mHCO_3^-$ ), Kalsit-Jips- $Ca^{2+}$  üçgeni Ca-Cl tipinde ( $2mCa^{2+} > 2mSO_4^{2-} + mHCO_3^-$ ) brine ile temsil edilir (Spencer 2000).

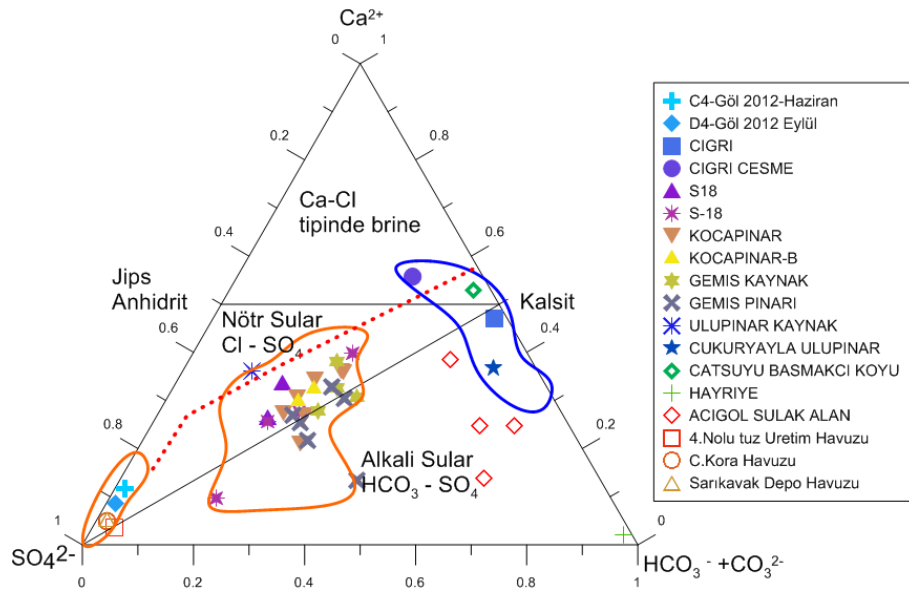
Acıgöl'ün doğal döngüsündeki evaporasyonu Spencer Üçgeni'nde değerlendirmede, *i*) gölün yağışlı dönemden kurak döneme geçiş temsil eden evaporasyon örnekleri (Haziran-2012 ve Eylül-2012), *ii*) gölde kalsite doymun sürekli gölü besleyen sular ve *iii*) bunların ilksel özelliklerini temsil eden Yandağ'daki kaynaklar kullanılmıştır. Havzanın güneyindeki fay düzlemi boyunca yüzeylenen ve gölü besleyen sürekli suların ilksel sularını, havzanın güneyindeki Çatsuyu, Ulupınar, Çığrı ve Çukuryayla oluşturduğu kabul edilerek değerlendirme yapılmıştır (**Şekil 9. 52**).

İlksel suları en iyi temsil eden sular Çatsuyu ve Çığrı'dır. Havzada ilksel sular Spencer Üçgeni'nde kalsit ile denge durumu noktasının etrafında kümelenir (**Şekil 9. 53**). Bu sular da kalsiyum ile alkalinite denge halindedir ( $2mCa^{2+} = mHCO_3^- + mCO_3^{2-}$ ). Kalsit çökeli minden sonra sular da alkalinite ve kalsiyum azalma eğilimindedir. Gölün güneyinde gölü besleyen suların kimyasal içeriklerinde, ilksel konumlarına göre  $Ca^{2+}$ - $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sisteminde toplam çözünmüş iyon içindeki kalsiyum (%47'den %26'ya)

ve bikarbonat (%50,7'den %20'ye) bollukları azalmış, sülfat bolluğu (%2,24'ten %53'e) artmıştır.



Şekil 9. 52: Göl, gölü besleyen kaynaklar ve ilksel suların kimyasal evrimi.



Şekil 9. 53: Havzada ilksel suların üretim havuzlarına kadar olan doğal döngüsünün Ca-Spencer Üçgeni'ndeki ( $Ca^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sistemindeki) durumu.



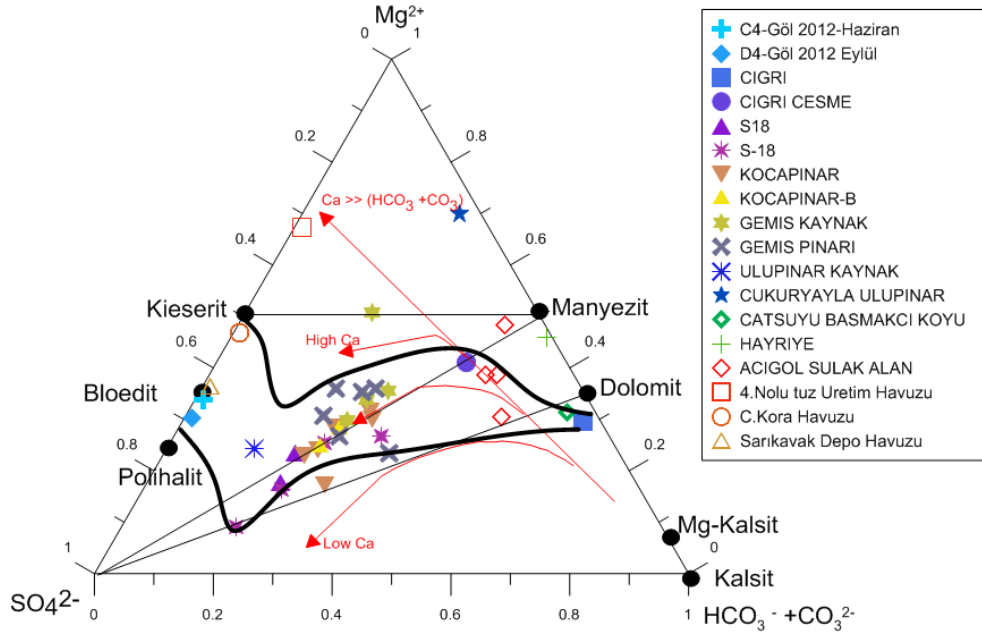
Gölün güneyinde gölü besleyen sulara kalsiyum, sülfat ve alkalinite derişim büyüklükleri ( $2mCa^{2+} < (2mSO_4^{2-} + mHCO_3^-)$ ;  $2mSO_4^{2-} > 2mCa^{2+} > mHCO_3^-$ ) halini almıştır. Gölün güneyindeki bu sular,  $CaCO_3$  ve  $SO_4^{2-}$  çizgisi (kimyasal bölümlenmede kalsit çökeli mi düğüm noktası) üzerinde Kalsit-Jips- $SO_4^{2-}$  üçgeninde kümelenir. Diyagramda bu suların kalsit noktasından uzaklaştığı ve  $SO_4^{2-}$  köşesine yaklaştığı görülür. Gölün güneyinde gölü besleyen sular evaporasyonla kalsit dengesinin bozulduğu, Drever (1997) modelinde de kalsit çökeliminden sonraki II. yolu izleyen suları temsil eder. Gölün güneyindeki kaynaklarla beslenen göl suyunda,  $Ca^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sisteminde toplam çözünmüş iyon içindeki kalsiyum (%26'dan %11,73'e) ve bikarbonat (%20'den %1,9'a) bollukları oldukça azalmış, buna karşın sülfat bolluğu (%53'ten %86,4'e) artmıştır. Göl suyu jips mineraline doygun olduğundan, jips çökelinin olduğu suları temsil eder. Jips çökeliminden sonra gölde kalsiyum ve sülfat iyon derişim bollukları ( $2mSO_4^{2-} >> 2mCa^{2+}$ ) halini almıştır.

Göl, Spencer Üçgeni'nde kalsit ve jips çizgisi (kimyasal bölümlenmede jips çökelim düğüm noktası) altında, Kalsit-Jips- $SO_4^{2-}$  üçgeninde kümelenir. Diyagramda göl suyu kalsit ve jips noktasından iyice uzaklaşmış ve  $SO_4^{2-}$  köşesine konumlanmıştır. Kalsit ve jips çökeliminden sonra gölde  $HCO_3^-$  ve  $Ca^{2+}$  miktarı azalır. Göl suyunun  $SO_4^{2-}$  köşesine konumlanması kalsit ve jips çökelinin, göl kimyasını denetlediğini ve ileri derecede evaporasyonunda halit, Mg-K tuzlarının çökelebileceğini gösterir.

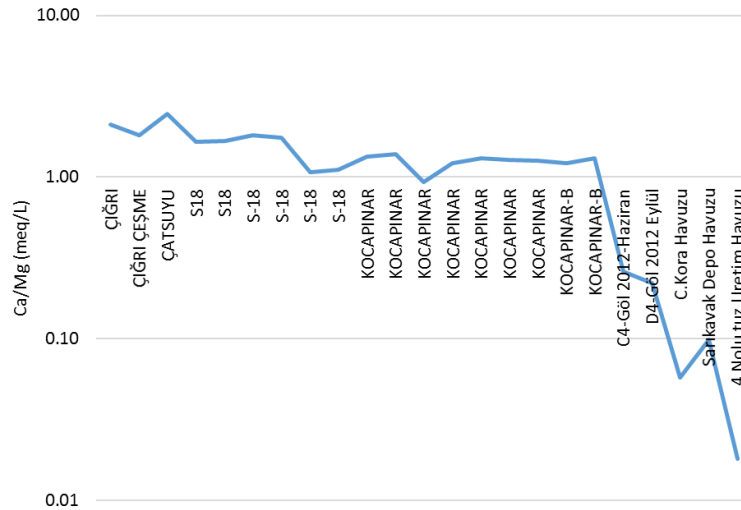
Aynı zamanda Kalsit-Jips- $SO_4^{2-}$  üçgeninde  $SO_4^{2-}$  köşesindeki kümelenme jips ve anhidrit dışında çözünlüğü yüksek olan tenardit, epsomit gibi Na-sülfat ve Mg-sülfat minerallerinin çözüldüğünü gösterir (Boschetti, De Felice, ve diğ. 2013; Boschetti, Manzi, ve diğ. 2013). Sulara kalsiyum ile magnezyumun birbiriyle olan etkileşimi Deocampo ve Jones (2014) tarafından Ca-Spencer Üçgeni'nde Ca yerine Mg konularak geliştirilen Mg-Spencer Üçgeni'nde ( $Mg^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sisteminde) de değerlendirilmiştir (**Şekil 9. 54**).

Gölü besleyen suların ilksel konumunu temsil eden Çığrı ve Çatsuyu'nda Mg/Ca (meq/L) oranı 0,41-0,48, Ca/Mg oranı (meq/L) 2,1-2,4 arasındadır. Hayriye'de Mg/Ca oranı 41'e kadar yükselir. Mg-Spencer Üçgeni'nde ilksel suların kalsit, Mg-kalsit noktasından uzak olduğu görülür. Çığrı ve Çatsuyu aynı zamanda  $Ca^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sisteminde kalsit dengesinin olduğu sulardır. İlksel suların yüksek Mg içerikleri ileri derece evaporasyon sonucu değil, suların içinden geçtiği Mg bakımından zengin kayaçlarla olan etkileşimi sonucu oluşur. İlksel sulardan Çığrı ve Çatsuyu Dolomit, Hayriye Manyezit yoğunluklu birimlerle etkileşime sahip sular fasiyesindedir. Ca/Mg

(meq/L) oranı ilksel sulardan, gölün güneyindeki gölü besleyen sulara doğru kalsit çökeliminden sonra 2,45'ten 1,25'e düşer. Gölün güneyindeki sulardan göle geçildiğinde ise bu oran 0,26'ya, sodyum sülfat ve tuz üretim havuzlarında sırasıyla 0,1 ve 0,02'ye kadar düşer (Şekil 9. 55). İlksel sulardan başlayarak, gölün güneyindeki kaynaklardan ve göle doğru Ca/Mg (meq/L) oranı sürekli azalma, buna karşın Mg ve sülfat sürekli zenginleşme trendi içindedir (Şekil 9. 56).



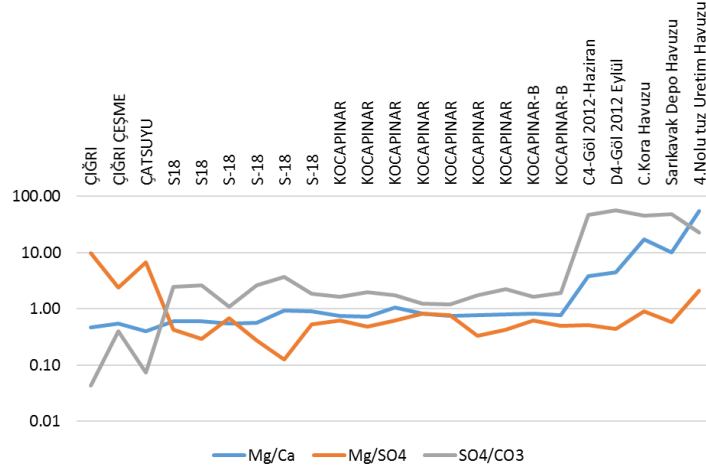
Şekil 9. 54: Havzada ilksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan doğal döngüsünün Mg-Spencer Üçgeni'ndeki ( $Mg^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sistemindeki) durumu.



Şekil 9. 55: İlksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan süreçte Ca/Mg oranı değişimi (meq/L).

$Mg^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  sistemindeki gölün konumuna göre, gölün Mg-Na sülfat minerallerinin çökmesi için uygundur.  $Mg^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -  $HCO_3^-$  ve  $Ca^{2+}$ -  $SO_4^{2-}$  -

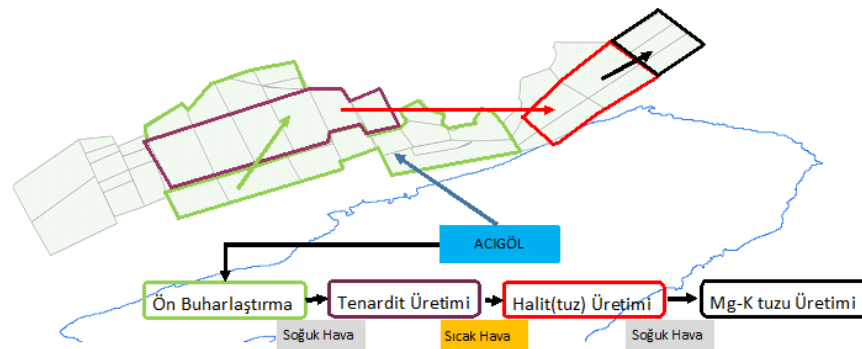
$\text{HCO}_3^-$  sistemi birlikte değerlendirildiğinde jips ve halit çözünümüyle birlikte, gölde blödit gibi Mg-sülfatların çözünümü söz konusudur.



**Şekil 9. 56:** İksel sulardan üretim havuzlarına kadar olan süreçte Mg/Ca, Mg/SO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>/CO<sub>3</sub> oranı değişimi (meq/L).

## 9.5 Yüksek Konsantrasyona Sahip Tuz Havuzlarının Evaporasyonu Sırasındaki Kristalizasyon

Acıgöl'de sürdürülen endüstriyel üretim faaliyetleri kapsamında sodyum sülfat (tenardit) ve tuz üretimi gerçekleştirilir. Tuz üretim faaliyetleri endüstriyel üretim faaliyetlerinin son aşamasıdır. Göl suyunun ön buharlaştırmasından başlayarak tenardit ve tuz üretimi amacıyla gölün kenarına yapılmış yapay havuzlarda güneş altında doğal evaporasyonla veya fabrika ortamında endüstriyel sistemle kazanlarda buharlaştırma şeklinde gerçekleştirilir. Güneş altında üretim, göl suyunun havuzlara alınarak evaporasyon etkisinde yoğunluğunun artırılması, yoğunluğu artan brinedan mineral çökelinin gerçekleştirilmesinin birbirini takip ettiği döngüde gerçekleştirilir (Şekil 9. 57).



**Şekil 9. 57:** Basitleştirilmiş sodyum sülfat ve tuz üretimi aşaması (havuzların dağılımı semboliktir).

Susuz sodyum sülfat (tenardit) üretiminin gerçekleştirilmesinden sonra diğer çözünmüş tuzlar geri kalan çözültide zenginleşir. Sodyum sülfat üretiminden geriye kalan çözülti, tuz üretimi amacıyla tuz üretim havuzlarına alınır. Tuz üretim havuzlarında derişimi %1'den büyük olan katyon-anyon yoğunluk sırasına göre çözülti Na-Mg-K-Cl-SO<sub>4</sub> tipindedir. Halit mineraline aşırı doygun olan tuz üretim havuzunda TÇM değeri 193,3 g/L'dir. Tuz üretimi havuzlarında halitin kristallenmesiyle tuz üretimi gerçekleştirilir. Halit üretiminden artan ve Mg-K bakımından zengin bittern çözültiden Mg-K tuzlarının üretimi amacıyla, denemesi ilgili firmalarca yapılan Mg-K tuzu üretim havuzlarına aktarılır. Acıgöl'de doğal yolla tenardit üretiminden başlayıp Mg-K tuzları üretimine kadar olan süreç aynı şekilde Mısır'da Karun Gölü (Lake Qarun)'nde uygulanır (Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015; Wahed, Mohamed, El-Sayed, M'nif, ve diğ. 2015).

## 10. ACIGÖL VE DİĞER DOĞAL SULARIN İZOTOP JEOKİMYASI

### 10.1 Göl ve Kaynak Sularında Çözünmüş SO<sub>4</sub> İyonundaki $\delta^{34}\text{S}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ vsMOW (‰) İzotop Analizleri

Çözünmüş sülfattaki sülfür ve oksijen izotop oranları ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  ve  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), sularda bulunan sülfatın kaynağının, yeraltı sularındaki sülfat miktarını etki eden sebeplerin ve ortamdaki sülfid-sülfat mineral oluşumlarının belirlenmesi için kullanılır (Chivas ve diğ. 1991; Kirste ve diğ. 2003; Krouse 1980; Taylor ve Wheeler 1994; Van Stempvoort ve Krouse 1994).

**Sülfürün**, izotop değerleri ( $\delta^{34}\text{S}$ ) +10‰ ile +30‰ arasında değişen **evaporitik sülfat**, +21 ‰ olan **okyanuslarda çözünmüş sülfat** ve negatif değerli (-12‰) **sedimanter sülfid** olmak üzere 3 **ana rezervuar** alanı bulunur (Geyh ve diğ. 2000). Yeraltı sularında çözünmüş sülfatın kökeni, volkanik, biyolojik, denizel ve playa göl gibi kaynaklarla birlikte kayaç-mineral etkileşimi ve atmosferik etkenler de olabilir (Geyh ve diğ. 2000).

#### 10.1.1 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4\text{-VCDT}}$ İzotop Analiz Yöntemi

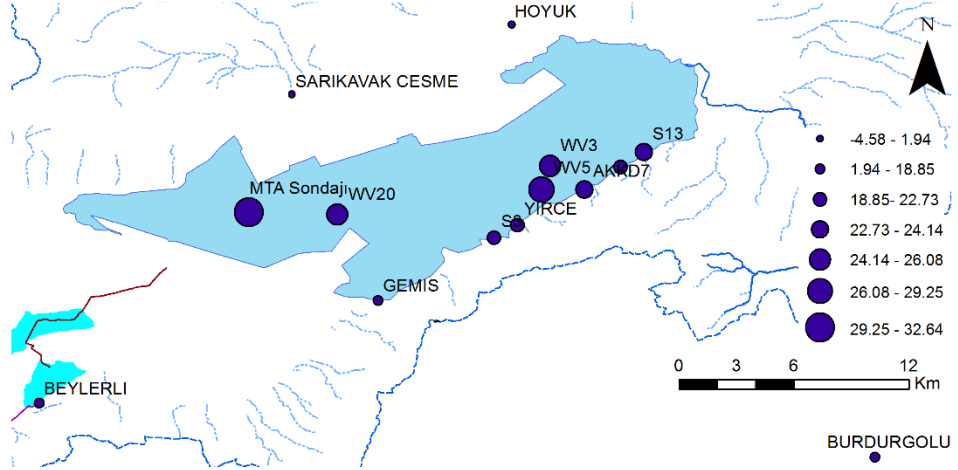
BaSO<sub>4</sub> olarak elde edilen çözünmüş sülfatın sülfür duraylı izotop analizleri Utah Üniversitesi SIRFER (Stable Isotope Ratio Facility for Environmental Research) Çevresel Duraylı İzotop Araştırmaları Merkezi'nde yapılmıştır. Göl sedimanlarında uygulanan aynı yöntemle sülfür izotoplarının analizi gerçekleştirilmiştir. Kütle spektrometresinin doğrusallığı ve analizlerin tekrarlanabilirliğinin kontrolü SIRFER'a ait UU-S standardı ile yapılmıştır. Her bir standardın 3 defa tekrar okunmasıyla elde edilen ortalama standart belirsizliği sırasıyla 0,2‰, 0,5‰ ve 0,2‰'dir. Oksijen izotop analizlerinin doğrusallığı ve tekrarlanabilirliği SIRFER'e ait UU-OH-5 ve UU-OH-7'ye göre yapılmıştır. Her bir standardın 3 defa tekrar okunmasıyla elde edilen ortalama standart belirsizliği sırasıyla 0,2‰, 0,4‰ ve 0,1‰'dir.

### 10.1.2 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4\text{-VCDT}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4\text{-VSMOW}}$ (‰) İzotop Sonuçları

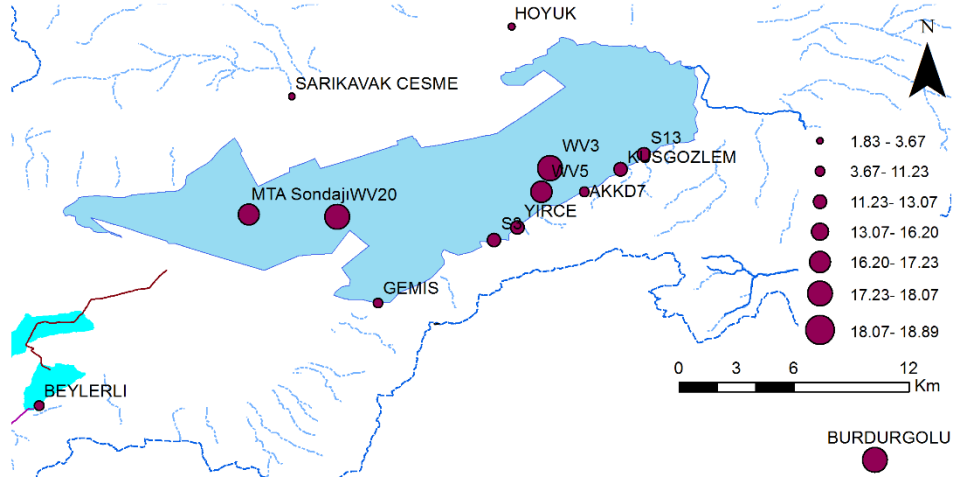
Acıgöl'de göl suyunun çözünmüş  $\text{SO}_4$  iyonundaki  $\delta^{34}\text{S}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri sırasıyla +25,3‰ ve +27,5‰ (Ort.=+26,6‰), +16,6‰ ve +18,1‰ (Ort.=+17,4‰) arasında değişirken Burdur Gölü'nün güney batısından alınan örnekte  $\delta^{34}\text{S}$  değeri +16,6 ‰,  $\delta^{18}\text{O}$  değeri +17,6‰ olarak belirlenmiştir. Aynı dönemde Acıgöl, Burdur Gölü'ne göre  $^{34}\text{S}$  izotopu bakımından daha zengindir. Sodyum sülfat üretiminin gerçekleştirildiği üretim havuzlarında çözünmüş  $\text{SO}_4$  iyonundaki  $\delta^{34}\text{S}$  değerleri +25,0‰ ve +29,3‰,  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri +15,7‰ ve +18,9‰ arasında değişir. Gölde tuz ve sodyum sülfat üretiminin en son aşaması olan tuz üretim havuzlarında en yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  (+29,3‰) ve  $^{18}\text{O}$  (+18,9 ‰) değerlerine ulaşılır. Gölün güneyinde fay hattı boyunca dizilmiş gölü besleyen karstik, sülfatça zengin kaynaklarda  $\delta^{34}\text{S}$  değeri +22,1‰ ile +24,1‰ arasındadır. Bu kaynakların  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri +11,2‰ ile +12,4‰ arasında değişir. Gölün güneyindeki fay üzerinde ve gölün güney batısında gölle doğrudan bağlantısı olmayan 36°C sıcaklığa sahip Beylerli termal suyunun  $\delta^{34}\text{S}$  içeriği +17,2‰,  $\delta^{18}\text{O}$  içeriği +10‰'dir. Güneydeki fay hattı üzerinde Beylerli termal suyundan itibaren Gemiş, Akpınar kaynakları, Tahtaköprü Pınarı kaynağını kapsayan hat boyunca sular  $^{34}\text{S}$  izotopu bakımından zenginleşir. Gölün güneyinde gölü beslemesi için ALKİM firması tarafından açılan 100-150m derinliğindeki sondajlarda  $\delta^{34}\text{S}$  değeri +21,5 ile +23,4‰,  $\delta^{18}\text{O}$  içeriği +12,5‰ ile +13,1‰ civarındadır (**Şekil 10. 1, Şekil 10. 2**). Acıgöl'deki sularda çözünmüş sülfattaki sülfür ve oksijen izotop değerlerinin detayları bu incelemenin desteklediği Budakoğlu ve diğ. (2014) proje raporlarındadır.

Gölün güneyindeki faylanmayla birlikte gelişen karstik kaynaklarla derin sondajların benzer oranda  $^{34}\text{S}$  izotop içeriğine sahip olması aynı dolaşım su olduklarını gösterir. Gölün güneyindeki karstik kaynakların  $^{34}\text{S}$  izotop içerikleri, kaynakların fay düzlemi boyunca yüzeye doğru hareketleri sırasında, göl çökel alanında farklı seviye ve kalınlardaki jipslerle etkileşim halinde olduğunu gösterir (**Şekil 10. 3**). Suların sülfat mineralince zengin göl sediman kolonundaki dolaşımının artması  $^{34}\text{S}$  izotopu bakımından zenginleşmesine sebep olur.

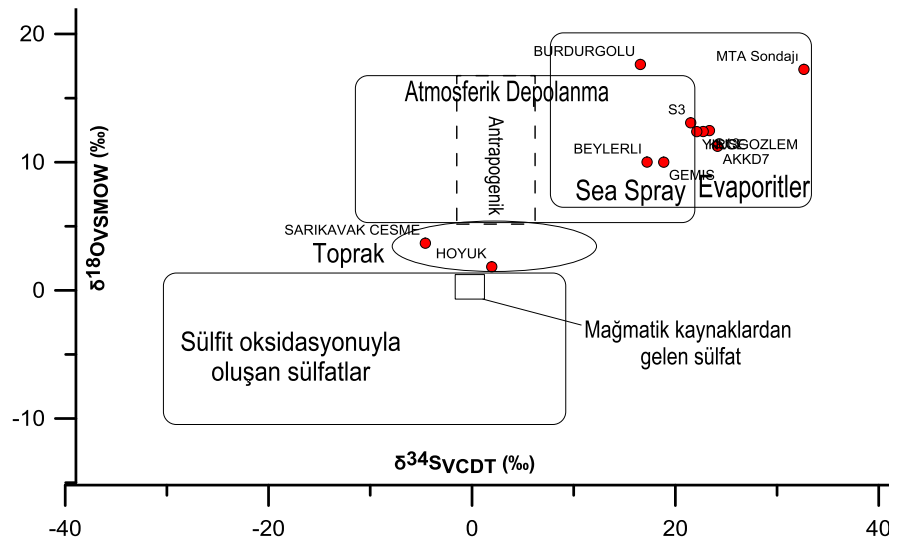
Göl içinde su kaplı alanın batısında MTA tarafından (Karayığit ve diğ. 2014) kömür arama amacıyla yaklaşık 600m'de açılan derin sondajdan alınan örnek, bölgedeki sularda en yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  değerini (+32,6 ‰) temsil eder. Evaporitlerle etkileşime bağlı  $^{34}\text{S}$  zenginleşmesi dikkate alındığında, Gemiş ile Akpınar kaynaklarının  $^{34}\text{S}$  izotop farklılığı evaporitle etkileşim sürecinden kaynaklanır.



Şekil 10. 1: Acıgöl'deki sularda çözülmüş sülfattaki sülfür izotop ( $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ ) dağılımı.



Şekil 10. 2: Acıgöl'deki sularda çözülmüş sülfattaki oksijen izotop ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ ) dağılımı.



Şekil 10. 3: Mayer (2005) ve Miljevic ve diğ. (2013)'e göre Acıgöl'ü besleyen kaynaklarda çözülmüş sülfat  $\delta^{34}\text{S}$ -  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerine göre köken tanımı.



$^{34}\text{S}$  izotop içeriğine göre Gemiş kaynaklarının düşük  $\delta^{34}\text{S}$  değerine sahip olması, Akpınar kaynaklarına göre daha sık dolaşımına ya da Gemiş civarında evaporitli seviyelerin nispeten azlığı ve/veya evaporitik güncel göl alanına nispeten uzak olması nedeniyledir.  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} - \delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  grafiğine göre sülfatın kökenine bakıldığında bu kaynaktaki sülfürün kökeni evaporit ve atmosferik bileşenlerden biri olan sprej etkisidir. Gölün kuzeyinde yer alan kaynaklar  $^{34}\text{S}$  izotopu bakımından oldukça fakirdir. Bu kaynaklardaki sülfürün kaynağı toprak veya sülfitin oksidasyonu ile oluşan sülfattır. En düşük  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  değeri -4,6‰ ve en düşük  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$  değeri +1,8‰'dir.

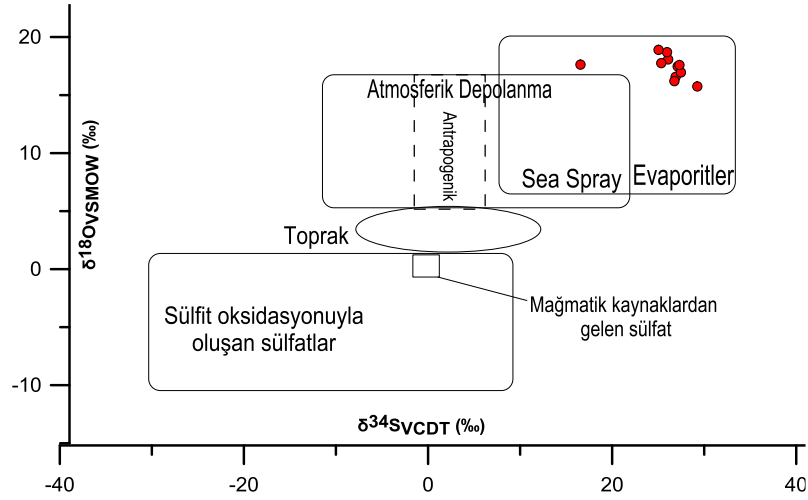
### 10.1.3 Göl ve Kaynak Sularında Çözünmüş $\text{SO}_4$ 'ün Kökeni

Evaporit içeren kayaçlarla etkileşimi olan ve yüksek sülfat içeriğine sahip göllerin  $^{34}\text{S}$  değerleri, göldeki sülfat kaynağını oluşturan  $^{34}\text{S}$  bakımından zengin evaporitlerin izotopik değerlerini yansıtır (Deevey ve diğ. 1963; Matrosov ve diğ. 1975; Thode 1991; Vinogradov ve diğ. 1962).

$\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$  ve  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotoplarının birlikte kullanıldığı Dual İzotop Yönteminin, çözünmüş sülfatın kökeninin belirlenmesinde kullanımı yaygındır (Clark ve Fritz 1997; Li ve diğ. 2011; Mayer 2005; Miljevic ve diğ. 2013; Otero ve diğ. 2008). Acıgöl'de göl ve kaynak sularında çözünmüş sülfatın kökeninin belirlenmesi amacıyla Mayer (2005) tarafından geliştirilen dual  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} - \delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop grafiği kullanılmıştır.

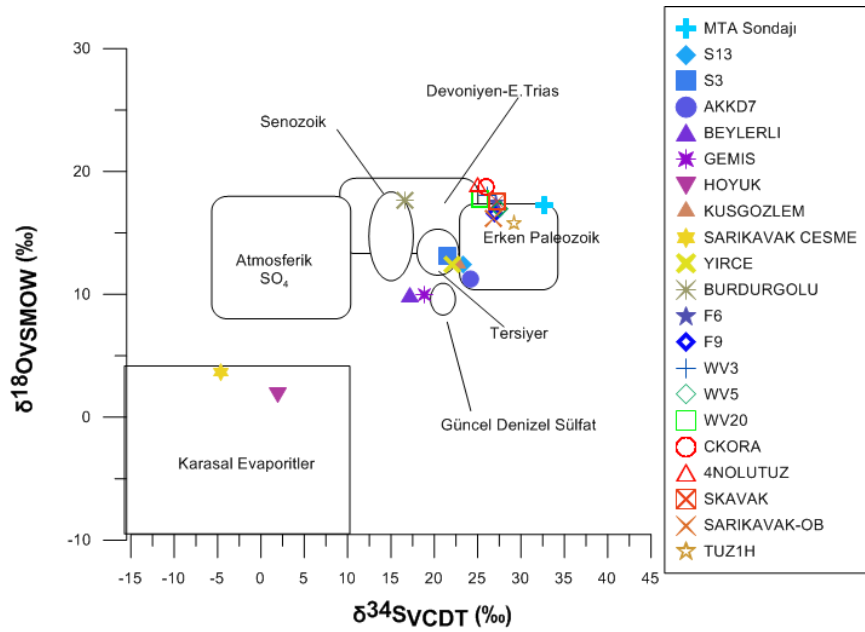
Gölün etrafında yüzeylemiş ve gölü besleyen kaynaklardaki sülfat kökeni a)evaporit kökenli sülfat b)atmosferik depolanma sülfatları c)toprak, karasal sülfatları ve d)sülfid oksidasyonu ile oluşan sülfatlar olmak üzere 4 farklı kökene sahiptir (bkz. **Şekil 10. 3**). Atmosferik depolanma sülfatları, sea spray-aerosolları, atmosferik yağış dönem yağışları ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ve kurak dönem depolanmasını ( $\text{SO}_2$ ) kapsar (Geyh ve diğ. 2000). Gölün kuzeyindeki kaynaklarda çözünmüş sülfatın kaynağı karasal sülfatlar veya sülfitin oksidasyonu ile oluşan sülfatlardır. Gölün güney batısındaki Gemiş ve Beylerli kaynaklarındaki çözünmüş oksijenin kaynağı atmosferik kökenlidir. Sülfatça zengin ve gölü doğrudan besleyen Akpınar kaynakları ve Alkim firması tarafından açılan sondajlarda çözünmüş sülfatın kaynağı evaporitlerdir.

Dual  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} - \delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop grafiğine göre göl sularındaki çözünmüş sülfatın kaynağı evaporit mineralleridir (**Şekil 10. 4**). Göl güncel sedimanında ve göl sedimanter istifinde farklı aralık ve kalınlıklarda sodyum/kalsiyum sülfat minerallerinin varlığı bu durumu doğrular.



**Şekil 10. 4:** Mayer (2005) ve Miljevic ve diğ. (2013)'e göre Acıgöl gölü suyunda çözünmüş sülfat  $\delta^{34}\text{S}$ - $\delta^{18}\text{O}$  değerlerine göre köken tanımlama grafiği.

Clark ve Fritz (1997) tarafından geçmişten günümüze ortamların sülfür ve oksijen izotop içeriklerinin sabit kalmadığı kabulünden hareketle sülfatın kaynağının belirlenmesi için dual  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ - $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop grafiği geliştirilmiştir (**Şekil 10. 5**).



**Şekil 10. 5:** Acıgöl'de göl suyu ve kaynaklardaki çözünmüş sülfatın kaynağı Clark ve Fritz (1997)'e göre.

Höyük, Sarıkavak Çeşme, MTA derin sondajı ve göl suyu dışında gölün güneyindeki sular  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop oranlarına göre Devonyen-E.Triyas aralığında kalırlar. Beylerli ve Gemiş sularının örneklenen sulara göre  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop oranları düşüktür. Gölün güneyindeki Yırce Pınarı ve Alkim tarafından açılan S-3 sondajındaki çözünmüş sülfatın kökeni, Devonyen-E.Triyas aralığında kalmakla birlikte  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ - $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop ilişkisine göre Tersiyer evaporitleri sınırları içinde yer alır. Bu

suların sülfür izotopuna göre Tersiyer Evaporitlerle etkileşimi, Messiniyen Tuzluluğunun etkisini akla getirir. Göl suyu ile birlikte, tuz havuzları ve MTA derin sondajı örnekleri,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ - $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop grafiğinde Erken Paleozoyik içinde kalmakla birlikte bunlar ilksel olarak Devoniyen-E.Triyas kökenli olup, gölün oluşumundan günümüze sürekli olarak evaporit çözünümü-çökelişi, sıcaklık-evaporasyon, bakteri faaliyetleri vb. nedenlerle zenginleşmiş olabilirler.

Burdur Gölü ile birlikte, Acıgöl, tuz üretim havuzları ve MTA derin sondajı  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$  içeriği yine evaporasyonun etkisinde kaynak sularına göre yine oldukça zenginleşmiştir. İncelenen suların  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop içeriklerine göre havzada sülfatın ilksel kökeni Triyas (Devoniyen-E.Triyas) evaporitleri olup, havza Messiniyen Tuzluluğu (Tersiyer;Messiniyen) etkisine maruz kalmıştır.

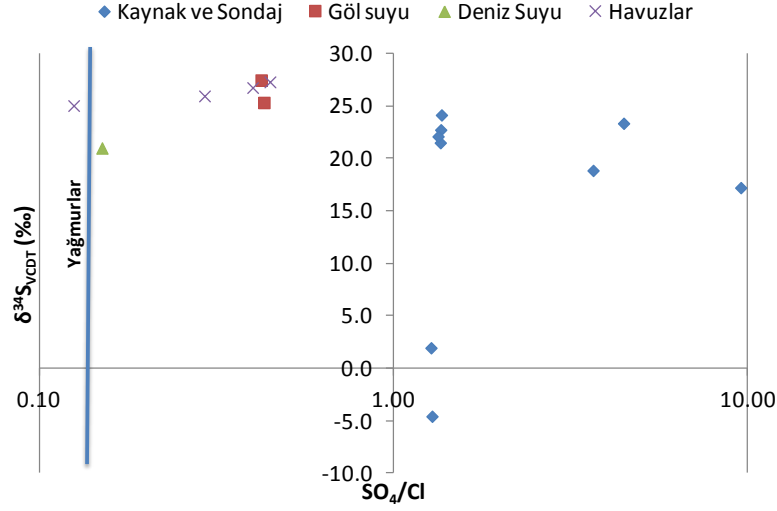
Pleyistosen'in ortasından itibaren düşen göl seviyesine bağlı artan tuzluluk (Helvacı ve diğ. 2013; Karayığit ve diğ. 2014) ve günümüze kadar sürekli gölün yağışlı-kurak döngüde, evaporit çözünümü-çökelişi, sıcaklık-evaporasyon, bakteri faaliyetleri vb. etkilerle Acıgöl ve güncel göl sedimanlarında  $\delta^{34}\text{S}$  izotop içeriklerini zenginleştirmiştir. Acıgöl, tuz üretim havuzu ve MTA derin sondaj sularında görülen  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotopunun yüksek değerleri, güncel göl sedimanlarındaki yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  ile ilintilidir.

Acıgöl ile Burdur gölü karşılaştırıldığından Burdur Gölü'ndeki çözülmüş sülfatın kökenini Devoniyen-E.Triyas aralığında kalmakla birlikte,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$  - $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop ilişkisine göre Senozoik evaporitler oluşturur. Gölün batısındaki Gemiş ve Beylerli kaynaklarındaki çözülmüş sülfat, evaporit ve atmosferik kökenli çözülmüş sülfatın karışımıdır.

Kükürt izotop analizi yapılan göl, kaynak ve sondajlar bölgedeki yağışlara göre daha yüksek oranda  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  oranına sahiptir. Sülfat üretiminin yapıldığı havuzların  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  oranı bölgedeki göl suları ile benzerdir. Ancak tuz üretim havuzları üretim sürecinde  $\text{SO}_4$  içeriğinin alınmış olması nedeniyle yağmur sularından daha düşük  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  oranına sahiptir. Deniz suyundan daha yüksek  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  oranının görülmesi bölgede çözülmüş sülfat girişini (Kirste ve diğ. 2003), daha düşük  $\text{SO}_4/\text{Cl}$  oranının görülmesi sülfat çıkışının gerçekleştiğini gösterir (**Şekil 10. 6**).

Göl ve havuz suları (Ort. 26,6‰), gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeylenmiş ve gölü besleyen kaynaklara göre (Ort. 23,0‰) daha yüksek  $\delta^{34}\text{S}$  değerlerine sahiptir. Sularda  $\text{SO}_4/\text{Cl} >0,5$  olması durumu suların jipse karşı doygun

olduğunu göstermekle birlikte daha yüksek  $SO_4/Cl$  oranları jipsin çözünmesini gösterir (Kirste ve diğ. 2003). İncelenen kaynak ve sondaj sularının tümünde  $SO_4/Cl > 1$  olması, suların jipsi çözündürerek sülfatça zenginleştiğini gösterir.



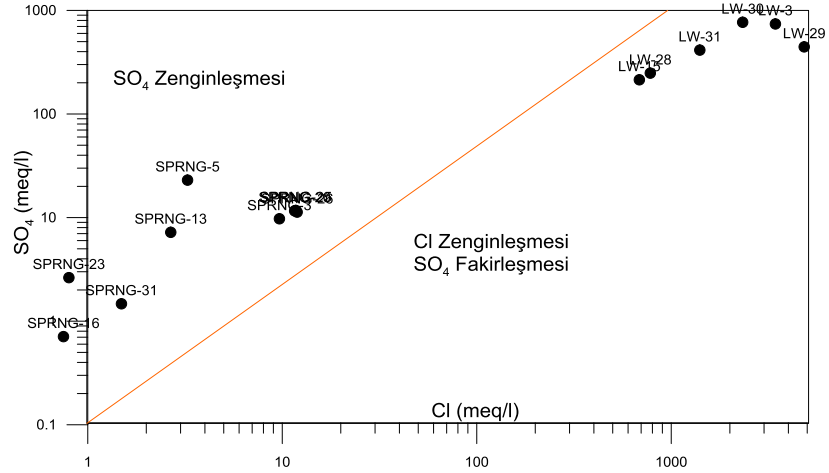
**Şekil 10. 6:** Göl, kaynak ve sondajlarda  $SO_4/Cl$  (mg/L) oranı -  $\delta^{34}S$  ilişkisi (Kirste ve diğ. (2003)'ten Acıgöl Havzası'na uyarlanmıştır).

Tuz üretim havuzlarının aksine ( $SO_4/Cl = 0,12$ ), göl suyu ve sodyum sülfat üretim havuzları,  $SO_4/Cl = 0,43$  civarında olduğundan jipse kısmen doygunudur. Yine tuz havuzlarında  $SO_4/Cl$  oranı deniz suyundan düşük olduğu için sülfat çıkışı söz konusudur (bkz. **Şekil 10. 6**). Eckardt ve Spiro (1999)'a göre Acıgöl'deki suların  $Cl/SO_{4(meq/l)}$  molar derişim oranlarına bakıldığında kökensel olarak göl ve üretim havuzları klor (Cl) zenginleşmesi-sülfat fakirleşmesi, kaynaklar ise sülfat zenginleşmesi etkisi altındadır (**Şekil 10. 7**). Bu durum göl havzasındaki jipsin çözünmesi ve jips çökmesini gösterir. Klor zenginleşmesi halit (NaCl) gibi klorlu minerallerin göl suyunda çözündüğünü ortaya koyar.

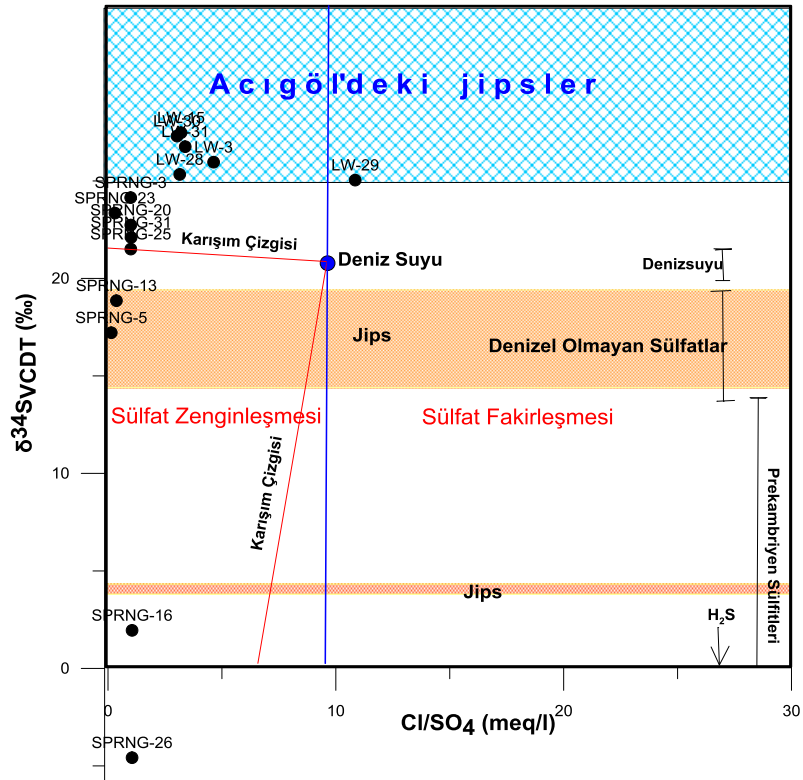
Sulardaki çözünmüş sülfatın kaynağı  $Cl/SO_{4(meq/l)}$  molar oranı ile sülfür izotop ( $\delta^{34}S$ ) değerlerinin birlikte kullanıldığı diyagramlarla da belirlenebilir. Deniz suyundaki  $Cl/SO_4$  oranının 10'a eşit olduğu kabulünden hareketle, diğer sulardaki bu oran kullanılarak deniz suyuna göre sülfat zenginleşmesi veya fakirleşmesi belirlenir.  $Cl/SO_{4(meq/l)}$  molar oranı ile sülfür izotop ( $\delta^{34}S$ ) değerlerinin birlikte kullanıldığı diyagramlarla; deniz suyu, klorca fakir deniz kökenli olmayan negatif izotop değerli biyogenik sülfatlar ve klorca fakir deniz kökenli olmayan pozitif izotop değerli sülfatlar birbirinden ayırt edilebilir (Eckardt ve Spiro 1999).

Acıgöl'de bu diyagrama göre tuz üretim havuzları, sülfat bakımından deniz suyuna göre fakirken göl ve kaynak suları zengindir. Göl suyu sülfat kaynağı olarak

gölün tabanındaki jipslerle doğrudan etkileşim içerisinde. Acıgöl'deki jipsler, grafiğin uyarlandığı Eckardt ve Spiro (1999) tarafından çalışılan Namibya'daki playalardaki jipslere göre sülfür izotop ( $^{34}\text{S}$ ) bakımından daha zengindir. Bölgedeki suların Gemiş, Beylerli, Sarıkavak ve Höyük suları karışım sularıdır (Şekil 10. 8).



Şekil 10. 7: Eckardt ve Spiro (1999)'a göre Cl/SO<sub>4</sub>(meq/l) molar derişim oranlarına göre Acıgöl'deki suların çözünmüş sülfatın kaynağı.



Şekil 10. 8: Cl/SO<sub>4</sub>(meq/l) molar derişim oranları ve sülfür izotop değerlerinin birlikte kullanılarak Acıgöl'deki suların çözünmüş sülfatın kaynağı (Eckardt ve Spiro (1999)'dan uyarlanmıştır).

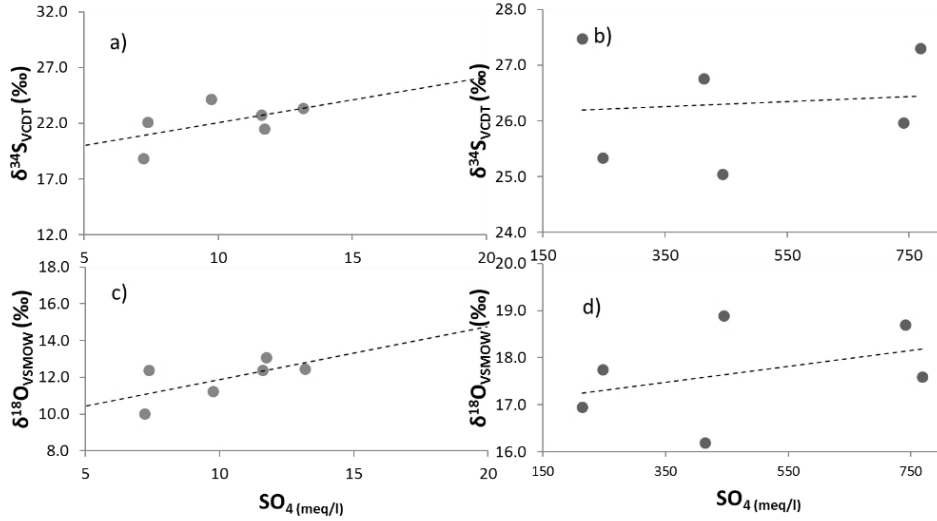
Bakterilerle sülfatın biyolojik olarak indirgenmesi sonucu ortamda geriye kalan sülfat, konsantrasyonu azaldığından dolayı sülfür ve oksijen izotopu bakımından zenginleşir (Mayer 2005). Sığ sediman ve anoksik su kolonunda bakteriyolojik

faaliyetler sonucu gelişen sülfat indirgenmesi, göl ortamında sülfat izotopu fraksiyonlaşmasına neden olur. Gölde artan sülfat iyonu miktarı fraksiyonlaşmanın artmasına etki eder (Deevey ve diğ. 1963; Matrosov ve diğ. 1975; Thode 1991; Vinogradov ve diğ. 1962).

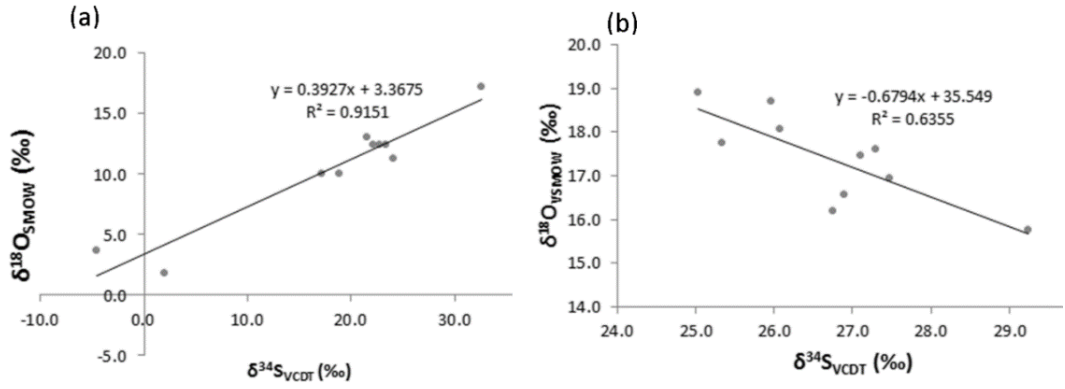
Doğal sularda çözünmüş sülfat konsantrasyonu  $[SO_4^{2-}]$  ile sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop ilişkisi yine sülfürün kaynağının belirlenmesinde kullanılır (Mayer 2005). Acıgöl'de çözünmüş sülfat miktarı  $[SO_4^{2-}]$  arttıkça göl suyu, sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop içeriği bakımından zenginleşir (**Şekil 10. 9**). Göl sularında sülfür izotopu ( $^{34}S$ ) ile oksijen izotopu ( $^{18}O$ ) yoğunluğu birbiri ile ters ilişkili olup, biri artarken diğeri azalır (**Şekil 10. 10**). Göl suyundaki  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{34}S$ ) ve  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{18}O$ ) ilişkisi ve sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop yoğunluğunun birbiri ile artarken-azalma şeklinde bir ilişkiye sahip olması evaporitlerin çözünmesinin göldeki sülfüre kaynak teşkil ettiğini ortaya koyar.

$[SO_4^{2-}]$  ile sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop ilişkisine göre kaynak sularının köken değerlendirilmesinde gölün kuzeyindeki kaynaklar göz ardı edilmiştir. Gölün güneyindeki sürekli kaynaklarda çözünmüş sülfat içeriği  $[SO_4^{2-}]$  arttıkça, sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop içeriği artar (**Şekil 10. 9**). Kaynak sularında sülfür izotopu ( $^{34}S$ ) ile oksijen izotopu ( $^{18}O$ ) yoğunluğu doğrudan birbiri ile ilişkili olup, birlikte zenginleşir (**Şekil 10. 10**). Gölün güneyinde gölü besleyen sürekli kaynaklarda, jipslerle etkileşim nedeniyle artan çözünmüş madde miktarında  $\delta^{34}S$  değerleri artar (**Şekil 10. 11**).  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{34}S$ ) ve  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{18}O$ ) ilişkisi, aynı zamanda sülfür ( $^{34}S$ ) ve oksijen ( $^{18}O$ ) izotop yoğunluğunun birbiri ile ilişkili olması, kaynak sularındaki çözünmüş sülfatın kaynaklarının jips çözünümü ile birlikte bakteriyel sülfat indirgenmesi olduğunu gösterir.

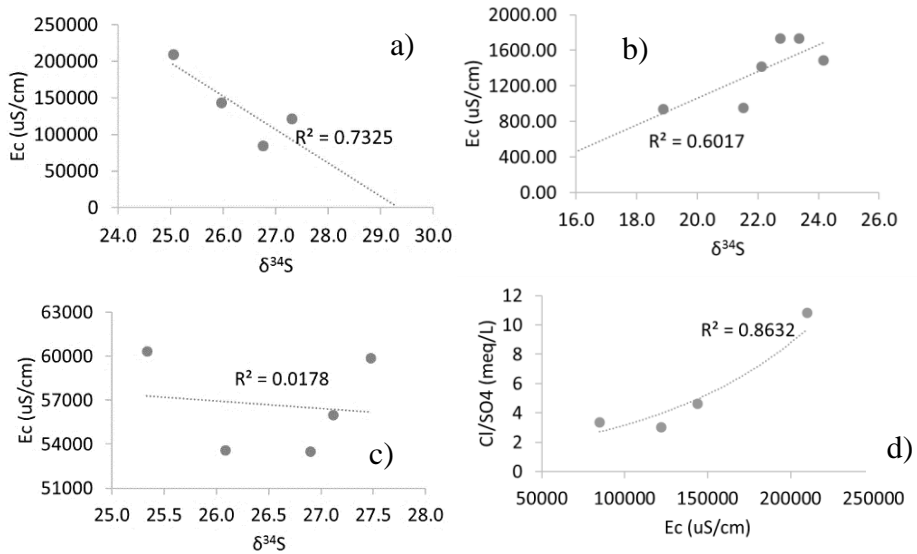
Acıgöl'de aynı dönemde içerisinde toplam çözünmüş madde miktarındaki değişimlerde sülfatın izotopik kompozisyonunu önemli miktarda etkilemez. Gölden jips çökeli nedeniyle sülfür izotopu değerlerinde düşme meydana gelirken, göl genelde etkileşim halinde olduğu jipslerin izotopik kompozisyonunu yansıtır. Üretim havuzlarında tenardit üretimi, suların sülfür izotopu kompozisyonunu değiştirir. Tenardit üretiminden önce üretim havuzlarında çözülmüş  $SO_4$  iyonundaki  $\delta^{34}S$  değerleri 27,3‰ iken, üretimden sonra 25,0‰'e düşer. Üretim sonucu sulardan  $SO_4$  uzaklaştırıldığı için, artan evaporatif konsantrasyonda  $Cl/SO_4$  oranı artar,  $\delta^{34}S$  değerleri azalır (**Şekil 10. 11**).



Şekil 10. 9:  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{34}S$ ) ve  $[SO_4^{2-}]$ -( $^{18}O$ ) ilişkisine göre göl (b,d) ve kaynaklardaki (a,c) çözülmüş sülfatın kökeni.



Şekil 10. 10: (a) Kaynak ve (b) göl sularındaki sülfür ( $^{34}S$ ) ile oksijen izotopları ( $^{18}O$ ) arasındaki ilişki.



Şekil 10. 11: (a) Tuz ve sülfat üretim havuzlarında (b) kaynak c)göl sularındaki sülfür ( $^{34}S$ ) izotopları ile iletkenlik arasındaki ilişki d) üretim havuzlarında iletkenlikle birlikte  $Cl/SO_4$  oranı değişimi.



Acıgöl'deki evaporitlerin ve sularındaki çözülmüş sülfattaki duraylı izotop değerlerine bakıldığında, evaporitlerin çözünmesi ve sülfat minerallerinin oksitlenmesi buna karşın sülfatın sedimanter olarak depolanması arasında dinamik bir denge, okyanuslarda olduğu gibi (Boschetti, Cortecchi, ve diğ. 2011; Boschetti, Toscani, ve diğ. 2011), sülfatın izotopik kompozisyonunu Acıgöl'de kontrol eder.

## 10.2 Acıgöl ve Diğer Doğal Suların $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ Çevresel İzotop Özellikleri

Oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) çevresel izotopları, doğal suları etkileyen jeolojik olayların tanımlanmasında ve farklı jeolojik ortamlara ait suların ayırımında birlikte kullanılırlar (Rollinson 1993). Suyun hidrolojik döngüsünde yağışlar, sıcaklık, buharlaşma, erime, yüzey akışı, kayaç etkileşimi, suların oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotop oranlarında değişime neden olur (Canik ve Pasvanoğlu 2005; Clark ve Fritz 1997).

Meteorik kökenli sular genellikle oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu bakımından fakirdirler. Meteorik kökenli sulara oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu arasındaki doğrusal ilişki, (10.1) ile ifade edilen Küresel Meteorik Su Doğrusu (KMSD) olarak adlandırılır (Craig 1961a, 1961b; Rollinson 1993; Taylor 1979).

$$\delta^2\text{H} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10 \quad (\text{Craig 1961a, 1961b}) \quad (10.1)$$

Belirli bir havzadaki yağışların izotop değerleri üzerindeki enlem, rakım, kıta etkisi sabit olacağından, havzadaki değişen sıcaklık ve miktar (amount) etkisi yağışların oksijen izotop değerlerine etki eder. Bu durumun etkisi havzalarda yüksek sıcaklık ve seyrek yağmur rejiminde yağışların ağır oksijen izotopu ( $^{18}\text{O}$ ) bakımından zenginleşmesine neden olur (Chen ve diğ. 2008; Dansgaard 1964).

Göl sularının  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriğini, göle giriş yapan suların ve giren-buharlaştıran suyun denge durumunun  $\delta^{18}\text{O}$  izotop özelliği belirler. Göle yağış, kaynak suyu ve yüzey akışı ile giren suların  $\delta^{18}\text{O}$  izotop içeriğinin temel kaynağı atmosferik yağışların  $\delta^{18}\text{O}$  izotoplarıdır (Chen ve diğ. 2008; Talbot 1990).

### 10.2.1 Acıgöl'deki Doğal Suların $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ İzotop Özelliklerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesinde Yöntem

Acıgöl Havzası'nda bulunan yüzey ve derin sondaj sularının  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotop özelliklerinin kurak ve yağışlı dönemlerdeki değişimi izlenmiştir. Suların kökeninin belirlenmesi amacıyla izotop analizleri mevsimsel olarak Ekim-2011, Haziran-2012, Eylül-2012, ve Haziran 2013 dönemlerinde alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Göl suyu (43 adet), havzada bulunan kaynaklar (113 adet), sondaj kuyuları (14 adet) ve yağmur suyu olmak üzere toplam 171 adet su örneğinin oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu değerleri belirlenmiştir.

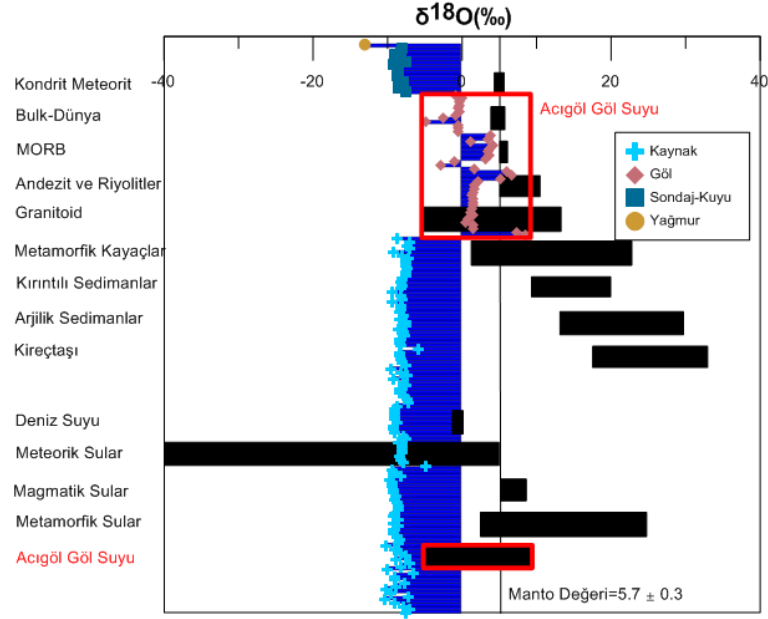
$\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  duraylı izotop analizleri Utah Üniversitesi SIRFER (Stable Isotope Ratio Facility for Environmental Research) Çevresel Duraylı İzotop Araştırmaları Merkezi'nde yapılmıştır. Suların  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  duraylı izotop oranları V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) standardına göre farklılığı per mil (‰) ile ifade edilmiştir. İzotop sonuçları tablo halinde eklerde verilmiştir.

### 10.2.2 Acıgöl'deki Doğal Suların Çevresel $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ İzotop Sonuçları

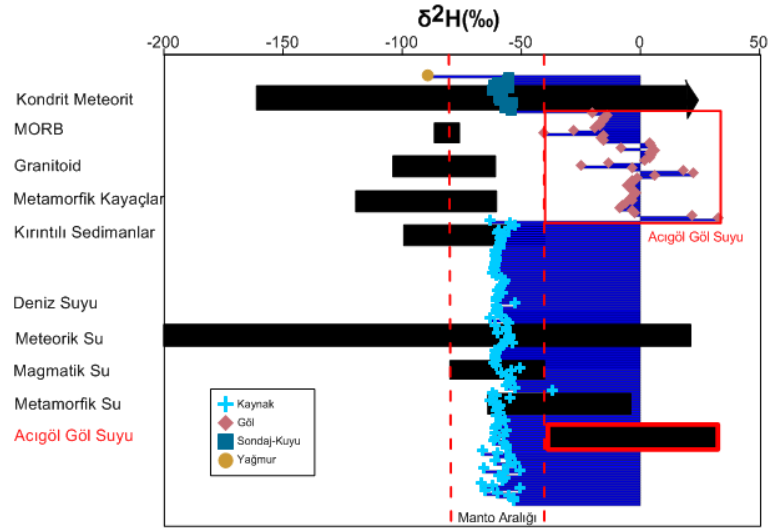
Kaynak sularında  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerleri sırasıyla -10,3‰ ile -4,9‰ (n: 113, Ort.: -8,4‰) ve -67‰ ile -37‰ (Ort.: -59‰) arasında, göl sularında -4,9‰ ile +8,5‰ (n:38, ort:1,3‰) ve -41‰ ile +33‰ (Ort.: -7‰), sondaj kuyularında -9,1‰ ile -7,5‰ (n:14, Ort.: -8,4‰) ve -62‰ ile -54‰ (Ort.: -58‰) arasında değişir. Rollinson (1993) tarafından farklı ortamların oksijen ve döteryum izotop değerlerinin gösterildiği grafik, Acıgöl Havzası'ndaki göl, kaynak ve sondaj sularının çevresel ağır izotop oranları yerleştirilerek güncellenmiştir (**Şekil 10. 12**, **Şekil 10. 13**).

### 10.2.3 Acıgöl'deki Doğal Suların $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ İzotop Değerlerinin Mevsimsel Değişimi

Göl suyundaki ortalama  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotop değerleri, mevsimlere bağlı olarak önemli miktarda farklılaşma gösterir. Gölün aksine kaynak ve sondajlardaki mevsimlere bağlı izotop farklılaşması daha düşüktür (**Tablo 10. 1**).



**Şekil 10. 12:** Doğal oksijen izotop ( $\delta^{18}\text{O}$ ) rezarvarlarına göre (Rollinson 1993) Acıgöl'de göl ve kaynak sularının oksijen ( $\delta^{18}\text{O}$ ) izotop durumu.



**Şekil 10. 13:** Doğal döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu rezarvarlarına göre (Rollinson 1993) Acıgöl'de göl ve kaynak sularının döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) izotopu durumu.

Eylül-2012 ve Haziran-2013 döneminde göl suyu  $\delta^{18}\text{O}$  ağır izotopu bakımından zenginleşirken, Ekim-2011 ve Haziran-2012 döneminde fakirleşmiştir.  $\delta^2\text{H}$  izotopu göl sularında Eylül-2012 döneminde zenginleşip, Ekim-2011, Haziran-2012 ve Haziran-2013 döneminde fakirleşir.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotopları birlikte değerlendirildiğinde, Acıgöl'de göl suyunda Eylül-2012 döneminde  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotoplarının birlikte zenginleşmesi, Ekim-2011 ve Haziran 2012 döneminde  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  birlikte fakirleşmesi söz konusudur. Haziran 2013 döneminde  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotoplarının zenginleşme durumlarında farklı bir anomali görülmüştür. Arazi gözlemlerine dayanarak, Ekim 2011 ve Haziran 2012 döneminde örnekleme

döneminde yağışların artması ve ağır izotop bakımından fakir olan yağmur suları bu durumda etkindir. 2013 Haziran döneminde örneklenen havuzlar  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotopları bakımından zengindirler.

**Tablo 10. 1:** Sulardaki  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  çevresel izotoplarının mevsimsel değişimi.

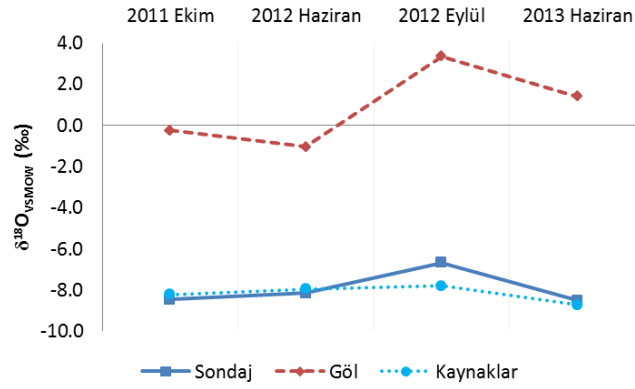
			Haz.13	Haz.12	Eyl.12	Eki.11	
Kaynak	$\delta^{18}\text{O}$	n	32	23	7	24	
		Min.	-10,3	-9,3	-8,4	-4,9	
		Mak	-6,6	-7	-5,9	9,3	
	$\delta^2\text{H}$	Ort	-8,7	-8	-7,8	-8,2	
		Min.	-67	-63	-61	-62	
		Mak	-51	-53	-53	-37	
		Ort	-59	-59	-59	-56	
		$\delta^{18}\text{O}$	n	22	4	5	7
			Min.	-9,4	-9,4	-8,3	-7,5
Mak	-7,5		-7,5	-0,9	9,2		
$\delta^2\text{H}$	Ort	-8,5	-8,2	-6,7	-8,5		
	Min.	-62	-62	-61	-62		
	Mak	-54	-59	-21	-55		
	Ort	-58	-61	-52	-59		
	$\delta^{18}\text{O}$	n	16	11	7	3	
		Min.	0,5	-4,9	1,1	-2,8	
Mak		2,1	-0,1	4,2	3,1		
$\delta^2\text{H}$	Ort	1,4	-1	3,3	-0,3		
	Min.	-9	-41	-8	-25		
	Mak	-1	-14	6	1		
	Ort	-4	-20	2	-12		

Yağışlı ve kış döneminde yoğun yağış ve soğuk, ılık hava, buna karşın kurak yaz dönemde seyrek yağış ve sıcak hava etkisi gölde izotopları etkiler. Eylül-2012 döneminde göre Ekim-2011 dönemindeki izotop fakirleşmesi, kurak dönemde sonunda yağışların artmaya başlaması ve havaların soğuması nedeni ile meydana gelir. Eylül-2012 dönemi ile Ekim-2011 dönemi; kurak dönem ve kurak dönem sonundaki artan yağış ve azalan sıcaklığın izotoplara etkisini tanımlar. Haziran-2013 yağışlı dönemi temsil etmesine rağmen, kurak dönem sonunu temsil eden Ekim-2011 dönemine göre izotopları zengindir. Eylül-2012 döneminde aşırı sıcaklık ve evaporasyon etkisindeki izotop zenginleşmesinin çok yüksek olmasından dolayı bir sonraki döneme geçişte, yağmurlar ve düşen sıcaklık izotop değerlerini ancak Haziran-2013 dönemindeki seviyesindelelere indirebilmiştir.

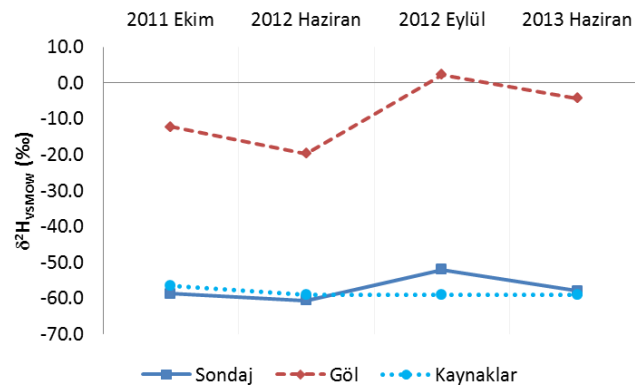
Sondajlar ve kaynaklar, ortalama değerlere göre tüm zamanlarda  $\delta^{18}\text{O}$  ve döteryum ( $\delta^2\text{H}$ ) ağır izotopu bakımından göle göre fakirdirler (**Şekil 10. 14, Şekil 10. 15**). Sondaj ve göl sularında kurak dönemde  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu değerleri artan, yağışlı

dönemde azalan bir trende sahiptir. Bu durum yağışlı-kurak dönem döngüsünde yağış ve evaporasyonun etkisinin göldeki varlığını gösterir.

Mevsimsel olarak gölün güneyinde yer alan ve göle önemli su girdisi sağlayan kaynakların yağışlı ve kurak dönemdeki izotop değişimleri izlenmiştir (**Şekil 10. 16**, **Şekil 10. 17**). Bölgedeki Gemiş suları zamansal olarak  $^{18}\text{O}$  oksijen izotopu bakımından zenginleşme trendi içindedir. Yırce Pınarı ve Sarıkavak suları zamansal olarak  $^{18}\text{O}$  oksijen izotopu bakımından genel bir fakirleşme içindedir. İncelenen zamanlar içinde Gemiş kaynaklarında  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinde meydana gelen değişim  $2,16\text{‰}$ 'dir. Akpınar kaynakları olarak tanımlanan ve gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeyleyen, mevsimsel olarak izlenen sulara  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinde meydana gelen değişim  $0,85\text{‰} - 1,17\text{‰}$  arasındadır. Gölü beslemesi için açılmış S-18 ve S-13 sondajlarındaki  $\delta^{18}\text{O}$  değişimi  $0,89\text{‰}$  ve  $0,96\text{‰}$ 'dir.



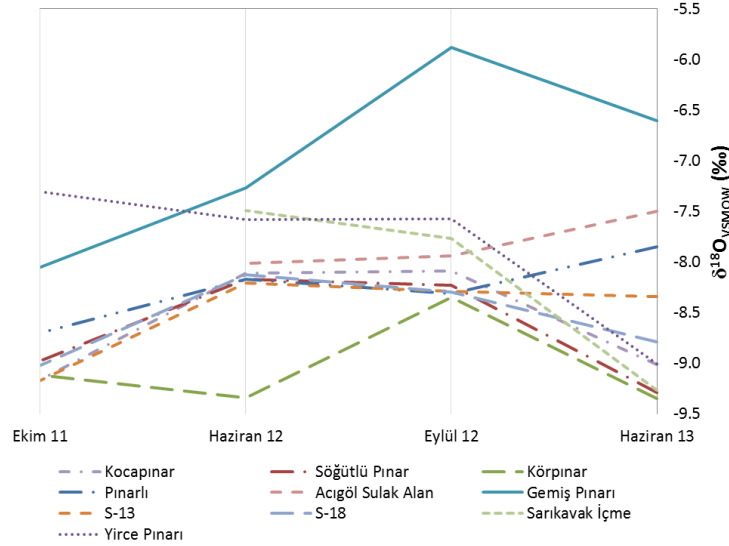
**Şekil 10. 14:** Acıgöl'deki sulara mevsimsel ortalama  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin zamansal değişimi.



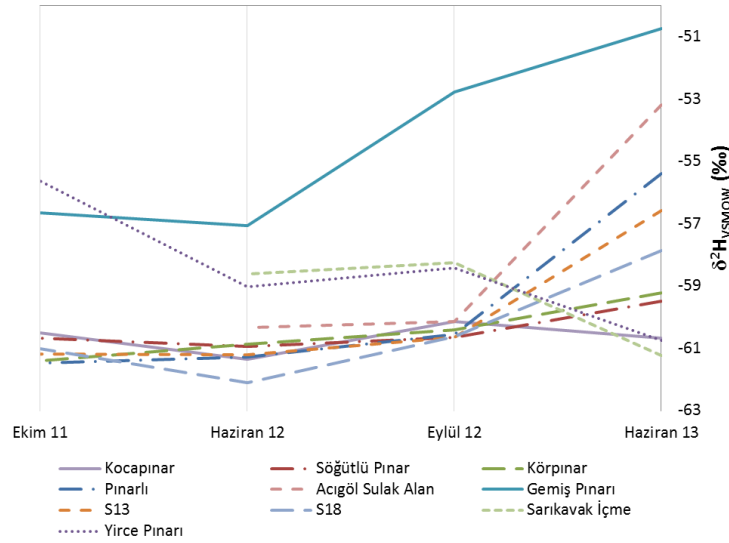
**Şekil 10. 15:** Acıgöl'deki sulara mevsimsel ortalama  $\delta^2\text{H}$  değerlerinin zamansal değişimi.

$\delta^2\text{H}$  izotopları bakımından değişim incelendiğinde, Gemiş kaynaklarının zamansal olarak belirgin bir zenginleşme içinde olduğu görülür. Yırce Pınarı ve Sarıkavak suları yine fakirleşme trendindedir. Diğer zamansal değişimin incelendiği

kaynaklarda zaman içinde bir zenginleşme söz konusudur. Zenginleşmenin olduğu kaynaklarda en belirgin dönem Haziran-2013 dönemidir. İncelenen zaman serisinde en önemli değişim Acıgöl Sulak Alan suyunda (7,15‰) ve Gemiş (6,32‰) sularında görülür. S-18 ve S-13 sondajlarındaki  $\delta^2\text{H}$  değişimi 4,2‰ ve 4,6‰'dir.



Şekil 10. 16: Göldeki bazı kaynaklarda  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinde meydana gelen mevsimsel değişim.



Şekil 10. 17: Göldeki bazı kaynaklarda  $\delta^2\text{H}$  izotop değerlerinde meydana gelen mevsimsel değişim.

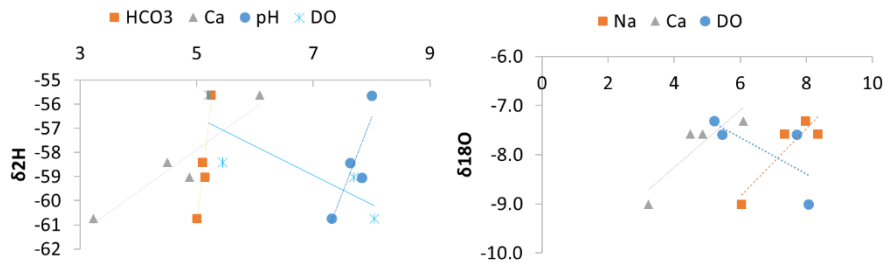
Akpınar kaynaklarında 1,22‰ ile 1,46‰ arasındadır. S-18 sondajına yakın konumdaki Pınarlı Akpınar kaynağında, civarındaki sulardan farklı olarak 6‰'lik bir değişim söz konusudur. Gölün güneyinde yer alan kaynaklardaki  $\delta^2\text{H}$  değişimi incelendiğinde Akpınar kaynaklarında batıdan doğuya doğru gidildikçe  $\delta^2\text{H}$  değişimi artar. Bölgede mevsimsel izlenen kaynaklardaki izotop farklılığı, su sıcaklığı ve beslenme yüksekliği etkisi ile gerçekleşebileceği gibi bölgedeki ani yağışların havzanın

belirli kısmında etkili olması ve farklı kayaçlarla etkileşim, suların fiziksel özellikleri (alkalilik, redoks vb.) de etken olabilir. Arazi çalışmaları sırasında ani yağışların göl havzasının belirli bir kısmında etkin olduğu çok sıklıkla gözlemlenmiştir. Ayrıca kaynak suları ile yeraltı ortamında temas ettikleri birimlerin etkileşimi de söz konusu olabilir.

Yirce Pınarı'nda mevsimsel  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotop değerlerinde meydana gelen değişiklikte su sıcaklığının doğrudan etkisi söz konusudur. Sıcaklığın yüksek olduğu mevsimlerde Yirce Pınarı  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  bakımından zenginleşir. Yirce kaynağının yağışlı ve kurak dönemlerde suyun sıcaklığına bağlı olarak ağır izotop oranlarında görülen değişimler, meteorolojik değişimden fazla etkilendiğini ve hızlı dolaşımli sığ su olduğunu gösterir. Ayrıca çözülmüş oksijen miktarındaki düşüş olduğu dönemlerde  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotoplarının zenginleştiği görülmüştür (**Şekil 10. 18**). Artan alkalilik ve karbonatlarla etkileşim  $^2\text{H}$  izotopunun, plajiyoklaz olası silikat kaynaklı Na ve Ca iyon derişimlerinin artması,  $^{18}\text{O}$  izotopunun zenginleşmesine neden olur.

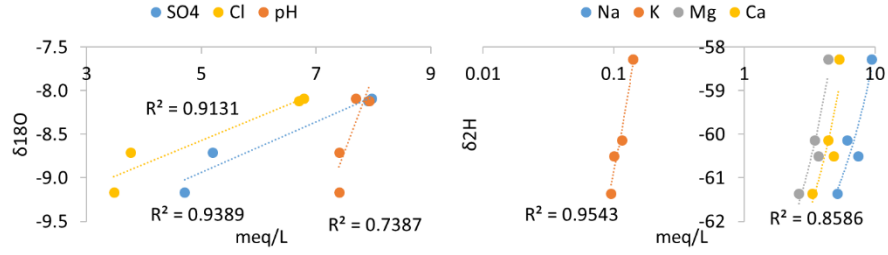
Kocapınar'da artan  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  anyon iyon derişimleri ile birlikte artan alkalilik koşullarında  $^{18}\text{O}$  izotopları, artan katyon iyon derişimlerinde  $^2\text{H}$  izotopları zenginleşir (**Şekil 10. 19**). Anyon ilişkisine göre evaporitlerin çözünümü  $^{18}\text{O}$  izotoplarını, katyon ilişkisine göre silikatların bozunumu  $^2\text{H}$  izotoplarının Kocapınar'da dönemsel olarak zenginleşmesine neden olur. Temelde meteorik kökenli olan sular, evaporit çözünümü ve silikat bozunumu gibi olaylar nedeniyle izotop içeriklerinde değişimler meydana gelir.

Gemiş Pınarı'nda indirgenmiş redoks koşullarında  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotopları fakirleşir. Karbonatlarla etkileşimi ile Gemiş Pınarı'nda  $^{18}\text{O}$  izotopu zenginleşir. Çözülmüş madde miktarının ve çözülmüş oksijenin yüksek olduğu dönemlerde,  $^2\text{H}$  izotopu fakirleşir (**Şekil 10. 20**).

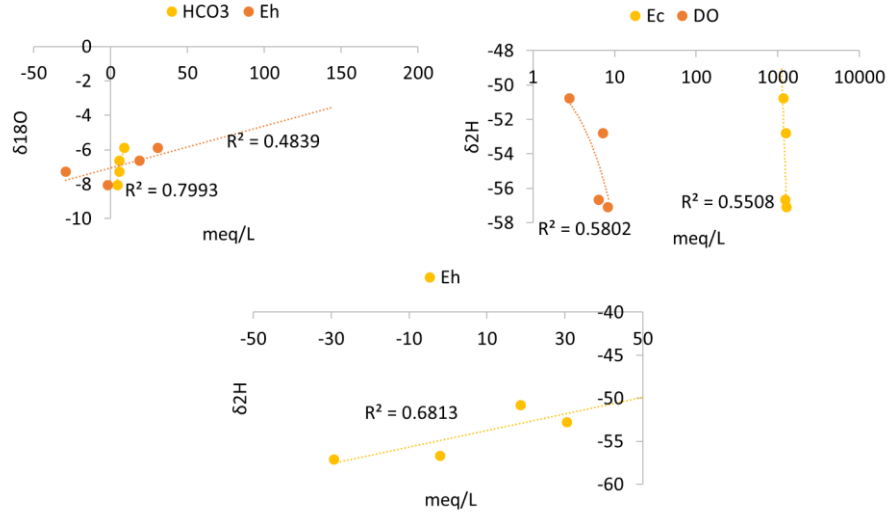


**Şekil 10. 18:** Yirce Pınarı'nın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarıyla ilişkisi.





**Şekil 10. 19:** Kocapınar'ın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarıyla ilişkisi.



**Şekil 10. 20:** Gemiş Pınarı'nın mevsimsel kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiminin  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarıyla ilişkisi.

## 10.2.4 Acıgöl'deki Doğal Suların $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ - Yükseklik İlişkisi

Akiferlerin beslenme alanı yüksekliğinin belirlenmesinde, yeterli yağış verisi olmaması durumunda, kısa dolaşım, güncel yağışlarda beslenen, farklı yüksekliklerden çıkan ve muhtemelen farklı beslenime sahip kaynakların kararlı izotop içeriklerinden yararlanılabilir (Apaydın 2002). Coğrafik konuma bağlı olarak atmosferdeki su buharının izotop içeriği, yükseklikle ters orantılıdır. Doğal suların izotop içeriklerinde yükseklik etkisi, her 100m'lik artışa karşılık  $^{18}\text{O}$  izotopunda 0,15 ‰ -0,50 ‰,  $^2\text{H}$  izotopunda 1 ‰ - 4 ‰ arasında değişen bir azalma söz konusudur (Clark ve Fritz 1997; Karakuş ve diğ. 2005a, 2005b). Yüksekliğe çıktıkça, sıcaklığın düşmesi ve buna bağlı olarak buharlaşmanın azalması nedeniyle, sular duraylı ağır izotop bakımından fakirleşir ve negatif değerli hale gelirler (Apaydın 2002; Clark ve Fritz 1997).

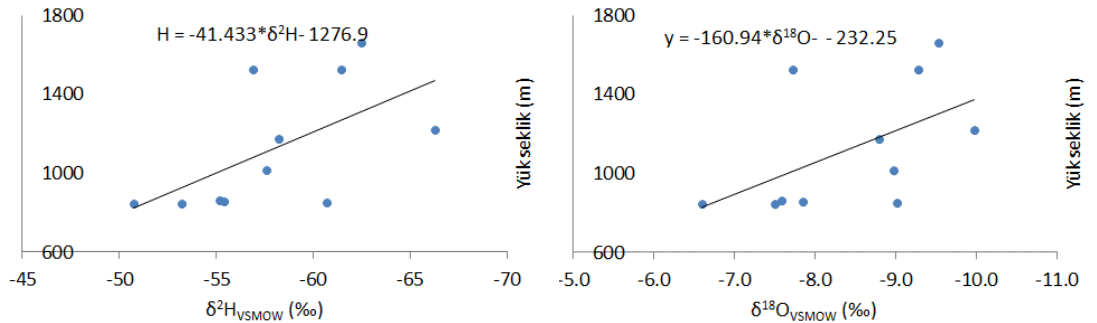
Acıgöl'deki yükseklik etkisine bağlı olarak sularadaki  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarındaki değişimi ve özellikle gölü besleyen sürekli suların beslenme alanı yükseklikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede sırasıyla sadece havzanın güneyinde yaralan farklı kotlardaki kaynaklar ve tüm havzadaki farklı kotlardaki kaynaklar kullanılarak izotop-yükseklik ilişkisi iki farklı kaynak grubuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca havzada farklı kotlardaki kaynakların oluşturduğu optimum yükseklik-izotop doğrusuna (Apaydın 2002) göre tüm havzadaki kaynakların beslenme alanı yüksekliği tespit edilmiştir. Sadece gölün güneyindeki farklı kotlardaki kaynak verileri (**Tablo 10. 2**) kullanılarak yapılan değerlendirmede, gölün güneyinde her 100m'lik yükseklik artışına bağlı olarak  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarında 0,62‰ ve 2,4‰ azalma olduğu belirlenmiştir. Yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin incelendiği grafiklerden (**Şekil 10. 21**) ortalama beslenme yükseltisi (H), (10.2) ve (10.3) bağıntıları ile hesaplanmıştır.

$$H \text{ (m)} = -41,433 \cdot \delta^2\text{H} - 1276,9 \quad (10.2)$$

$$H \text{ (m)} = -160,94 \cdot \delta^{18}\text{O} - 232,25 \quad (10.3)$$

**Tablo 10. 2:** İzotop- yükseklik ilişkisinde kullanılan gölün güneyindeki kaynaklar.

Adı	Kodu	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (‰)	$\delta^2\text{H}_{\text{VSMOW}}$ (‰)	Kot (m)
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	-7,5	-53	847
Çatsuyu Başmakçı Köyü	SPRNG-7	-9,5	-62	1663
Çığrı Çeşme	SPRNG-9	-8,8	-58	1177
Çukuryayla Ulupınar	SPRNG-10	-7,7	-57	1524
Dereköy Artezyen	SPRNG-12	-9,0	-58	1017
Gemiş Kaynak	SPRNG-13	-6,6	-51	848
Hayriye Köyü Çeşme	SPRNG-14	-10,0	-66	1221
Kanlıca Gölü Çeşmesi	SPRNG-18	-7,6	-55	861
Kocapınar	SPRNG-35	-9,0	-61	851
Pınarlı	SPRNG-3	-7,8	-55	855
Ulupınar Kaynak	SPRNG-28	-9,3	-61	1523



**Şekil 10. 21:** Haziran 2013 döneminde gölün güneyindeki kaynaklarda yükseklik -  $\delta^2\text{H}$  ve yükseklik -  $\delta^{18}\text{O}$  ilişkisi.

Yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin korelasyon katsayısı sırasıyla  $R^2=0,28$  ve  $R^2=0,34$ 'tür. Sadece gölün güneyindeki kaynak verileri kullanılarak elde edilen yükseklik-izotop ilişkisinin korelasyonu oldukça düşüktür. Yükseklik-izotop oranı arasında düşük korelasyonlu ilişki, bazı kaynakların potansiyel beslenme alanlarının belirlenmesinde hatalara neden olur. Kaynakların sahip oldukları çevresel ağır izotop oranları, düşük korelasyonlu yükseklik-izotop eğrisi denkleminde kullanılarak beslenme alanı yüksekliği hesaplandığında, bazı kaynakların yüzeye çıktığı kottan daha düşük kotlarda beslenme alanına sahip oldukları görülür. Acıgöl havzasında yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin incelendiği kaynak seçiminde karların erimesi ile beslenen sular göz ardı edilerek sadece gölün güneyindeki kaynaklar değil, kuzeyindeki kaynakların da olduğu bir grup ile tekrar incelenmiştir. Yüksekliğe bağlı değişimi ortaya koymak için özellikle aynı yükseklikte yer alan kaynaklar değerlendirmede göz ardı edilmiştir. Gölün güneyindeki 1500m kotundaki kaynaklar genellikle karların erimesi ile beslenen sulardır. 1500m yüksekliğindeki kaynakların bünyelerindeki ağır izotop oranlarına göre hesaplanan beslenme kotları, yüzeye çıktıkları kottan daha düşüktür (**Tablo 10. 3**).

Acıgöl Havzası'nda yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin incelendiği kaynak seçiminde karların erimesi ile beslenen sular göz ardı edilerek sadece gölün güneyindeki kaynaklar değil, kuzeyindeki kaynakların da olduğu bir grup ile tekrar incelenmiştir (**Tablo 10. 4**). Yüksekliğe bağlı değişimi ortaya koymak için özellikle aynı yükseklikte yer alan kaynaklar değerlendirmede göz ardı edilmiştir.

Tüm havzadaki farklı kotlardaki kaynakların yükseklik-izotop ilişkisine göre, havzada her 100m'lik yükseklik artışına bağlı olarak  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop oranlarında 0,50‰ ve 1,6‰ azalma olduğu belirlenmiştir. Yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin incelendiği grafiklerden (**Şekil 10. 22**) ortalama beslenme yükseltisi (H), (10.4) ve (10.5) bağıntıları ile hesaplanmıştır.

$$H \text{ (m)} = -62,489 \cdot \delta^2\text{H} - 2445,7 \quad (10.4)$$

$$H \text{ (m)} = -201,97 \cdot \delta^{18}\text{O} - 591,74 \quad (10.5)$$

Tüm havzadaki farklı kotlardaki kaynakların yükseklik-izotop ilişkisinde yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin korelasyon katsayısı sırasıyla  $R^2=0,58$  ve  $R^2=0,56$ 'tür. Gölün güney ve kuzeyindeki kaynakların birlikte kullanıldığı durumda da 1500m kotundaki kaynakların izotop değerlerine göre hesaplanan beslenme kotu, kaynak kotundan daha düşüktür. Yükseklik-izotop ilişkisine göre 1500m kotundaki kaynaklar buldukları yükseklikte, beklenenden daha fazla ağır izotop oranlarına

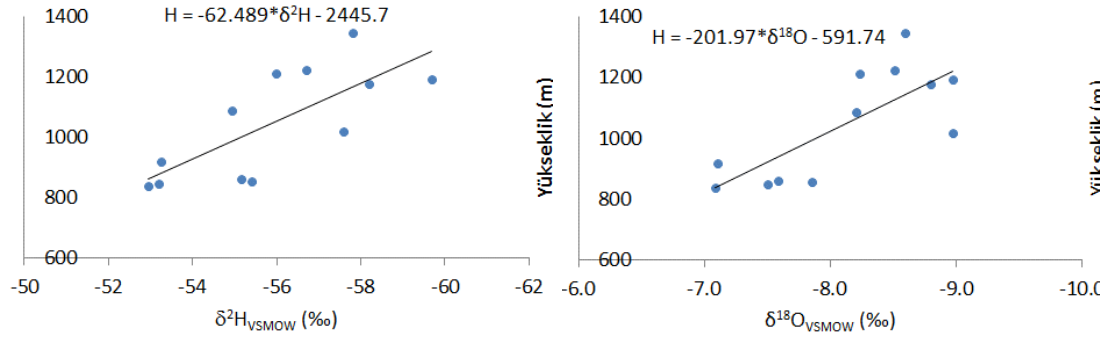
sahiptir. Karların erimesiyle ortaya çıkan sular ağır izotop bakımından zenginleşirler (Taylor ve diğ. 2001). Yüksek kotlardaki ağır izotop zenginleşmesi gölün güneyinde Yandağ'daki kaynakların karların erimesi ile de beslendiğini gösterir.

**Tablo 10. 3:** Haziran 2013 döneminde gölün güneyindeki kaynakların beslenme alanı yükseklikleri.

Adı	Kodu	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	Kot	Beslenme kotu $^{18}\text{O}$	Beslenme kotu $^2\text{H}$
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	-7,5	-53	847	975,33	926,92
Akyarma Köyü Tulumba	SPRNG-4	-9,1	-60	880	1233,46	1213,14
Beylerli Gölü Kaynak	SPRNG-5	-10,3	-66	848	1426,89	1439,98
Çatsuyu Başmakçı Köyü	SPRNG-7	-9,5	-62	<b>1663</b>	<b>1301,39</b>	<b>1311,05</b>
Çığrı Çeşme	SPRNG-9	-8,8	-58	1177	1183,46	1134,32
Çökek Pınarı	SPRNG-36	-9	-59	835	1194,81	1181,44
Çukuryayla Ulupınar	SPRNG-10	-7,7	-57	<b>1524</b>	<b>1011,75</b>	<b>1080,06</b>
Dağanlı Pınarı	SPRNG-37	-9	-60	835	1243,63	1228,70
Dereköy Artezyen	SPRNG-12	-9,0	-58	1017	1211,76	1108,70
Gemiş Kaynak	SPRNG-13	-6,6	-51	<b>848</b>	<b>830,82</b>	<b>825,57</b>
Hayriye Köyü Çeşme	SPRNG-14	-10,0	-66	1221	1373,13	1467,57
Höyük Suyu	SPRNG-16	-7,1	-53	837	907,67	916,76
İkizpınar	SPRNG-34	-9	-59	836	1177,19	1183,06
Kanlıca Gölü Çeşmesi	SPRNG-18	-7,6	-55	861	987,70	1007,98
Kilise	SPRNG-33	-8	-57	835	1132,77	1086,85
Kocapınar	SPRNG-35	-9	-61	834	1218,94	1237,10
Körpınar	SPRNG-39	-9	-59	836	1272,73	1176,94
Pınarlı	SPRNG-3	-7,8	-55	855	1031,07	1018,47
S-13	SPRNG-23	-8	-57	830	1110,74	1067,24
S17	SPRNG-40	-9	-62	835	1272,85	1272,46
S-18	SPRNG-24	-9	-58	834	1182,59	1120,24
S3	SPRNG-25	-9	-62	837	1253,25	1283,93
Selvili	SPRNG-32	-9	-59	833	1154,25	1175,91
Söğütlü Pınarı	SPRNG-38	-9	-59	837	1262,86	1187,68
Tahtaköprü Pınarı	SPRNG-20	-9	-60	836	1231,78	1226,20
Ulupınar Kaynak	SPRNG-28	-9	-61	<b>1523</b>	<b>1261,80</b>	<b>1269,19</b>
Yırce Pınarı	SPRNG-31	-9	-61	836	1216,94	1239,54

**Tablo 10. 4:** İzotop- yükseklik ilişkisinde kullanılan kaynaklar.

Adı	Kodu	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (‰)	$\delta^2\text{H}_{\text{VSMOW}}$ (‰)	Kot
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	-7,5	-53	847
Akarca Çeşme	SPRNG-2	-7,1	-53	919
Çığrı Çeşme	SPRNG-9	-8,8	-58	1177
Darıcalar Çınar Çeşme	SPRNG-11	-9,0	-60	1193
Dereköy Artezyen	SPRNG-12	-9,0	-58	1017
Hisaralan Çeşme	SPRNG-15	-8,2	-56	1211
Höyük Suyu	SPRNG-16	-7,1	-53	837
Kanlıca Gölü Çeşmesi	SPRNG-18	-7,6	-55	861
Karaağaç Köyü Tulumba	SPRNG-19	-8,2	-55	1086
Pınarlı	SPRNG-3	-7,8	-55	855
Sazak Kaynak İdris Köyü	SPRNG-27	-8,6	-58	1345
Yaylaköy Keson Kuyu	SPRNG-29	-8,5	-57	1221



Şekil 10. 22: Haziran 2013 döneminde kaynaklarda yükseklik -  $\delta^2\text{H}$  ve yükseklik -  $\delta^{18}\text{O}$  ilişkisi.

Tüm havzadaki farklı kotlardaki kaynakların yükseklik-izotop ilişkisine göre Acıgöl Havzası'nda gölü besleyen önemli kaynaklardan Akpınar kaynaklarının beslenme alanı yüksekliği  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotopuna göre sırasıyla ortalama 1247 m ve 1210 m'dir. Akpınar kaynaklarından farklı olarak gölün güneyinde fay düzlemi boyunca sıralanan sürekli kaynakların beslenme alanı kotu  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotopuna göre sırasıyla 1265 m ve 1196 m'dir. Gölün güneyinde gölü beslemesi için açılan sondaj suları da yine gölün güneyindeki kaynaklarla aynı beslenme alanı yüksekliğine sahiptir (**Tablo 10. 5**).

Apaydın (2002) tarafından uygulanan en uygun yükseklik- izotop doğrusu yöntemine göre; Acıgöl Havzası'ndaki kaynaklar seçildiğinde, karların erimesiyle beslenen kaynakların da içinde olduğu sular (**Tablo 10. 6**) kullanılarak yüksek korelasyon ilişkili optimum doğru elde edilebilmiştir. Optimum doğru yöntemi ile yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisinin incelendiği grafiklerden (**Şekil 10. 23**) ortalama beslenme yükseltisi (H), (10.6) ve (10.7) bağıntıları ile hesaplanmıştır.

$$H \text{ (m)} = -71,956 \cdot \delta^2\text{H} - 2881,6 \text{ (R}^2=0,87\text{)} \quad (10.6)$$

$$H \text{ (m)} = -276,67 \cdot \delta^{18}\text{O} - 1090,2 \text{ (R}^2=0,93\text{)} \quad (10.7)$$

En uygun yükseklik- izotop doğrusu yöntemine göre belirlenen beslenme alanı yükseklikleri Ulupınar ve Başmakçı Çat suyunda kaynak kotundan daha düşük hesaplanmıştır. Havzanın güneyinde Yandağ'da yağışlarla birlikte kar erimesiyle beslenen kaynaklar yüksek kotta bulunmalarına rağmen, ağır izotop bakımından zenginleşmişlerdir. Karlardan eriyen suların ağır izotop bakımından zenginleşmeleri söz konusudur (Taylor ve diğ. 2001). Göl havzasında yüksekliğin ağır izotop ile ilişkisine göre bu kaynakların kot seviyesinde beklenen  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerlerine göre zenginleşme Çukuryayla Ulupınar kaynağı için sırasıyla 1,5‰ ve 4,06‰, Başmakçı Köyü Çatsuyu için 0,13‰ ve 0,30‰'dir.

**Tablo 10. 5** Haziran 2013 döneminde kaynakların beslenme alanı yükseklikleri.

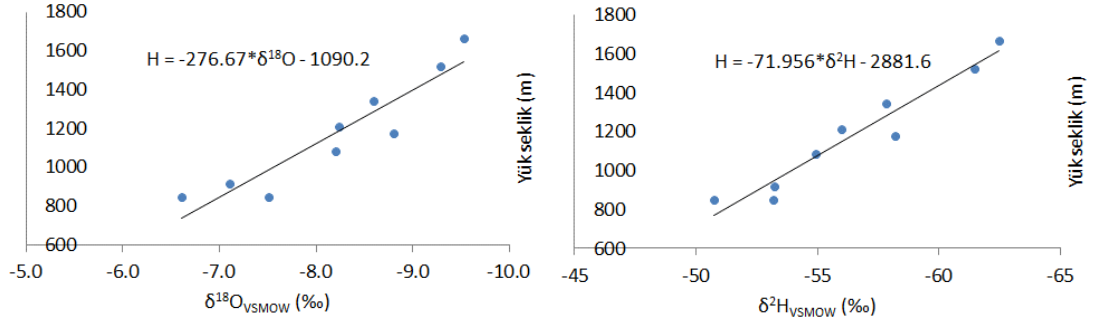
Adı	Kodu	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	Kot	B.kotu $^{18}\text{O}$	B.kotu $^2\text{H}$
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	-7,5	-53	847	878,08	923,70
Akyarma Köyü Tulumba	SPRNG-4	-9,1	-60	880	1309,76	1247,64
Beylerli Gölü Kaynak	SPRNG-5	-10,3	-66	848	1651,88	1490,38
Çatsuyu Başmakçı Köyü	SPRNG-7	-9,5	-62	<b>1663</b>	<b>1457,44</b>	<b>1332,88</b>
Çığır Çeşme	SPRNG-9	-8,8	-58	1177	1190,88	1184,89
Çiftlik Deresi	SPRNG-8	-10,2	-67	1087	1729,28	1462,73
Çökek Pınarı	SPRNG-36	-9	-59	835	1261,96	1199,13
Çukuryayla Ulupınar	SPRNG-10	-7,7	-57	<b>1524</b>	<b>1109,05</b>	<b>969,40</b>
Dağanlı Pınarı	SPRNG-37	-9	-60	835	1333,24	1260,40
Dereköy Artezyen	SPRNG-12	-9,0	-58	1017	1152,24	1220,41
Gemiş Kaynak	SPRNG-13	-6,6	-51	<b>848</b>	<b>725,23</b>	<b>742,34</b>
Hayriye Köyü Çeşme	SPRNG-14	-10,0	-66	1221	1693,49	1422,92
Höyük Suyu	SPRNG-16	-7,1	-53	837	862,76	838,79
İkizpınar	SPRNG-34	-9	-59	836	1264,40	1177,03
Kanlıca Gölü Çeşmesi	SPRNG-18	-7,6	-55	861	1000,34	939,22
Kilise	SPRNG-33	-8	-57	835	1119,29	1121,28
Kocapınar	SPRNG-35	-9	-61	834	1345,90	1229,42
Körpınar	SPRNG-39	-9	-59	836	1255,17	1296,92
Pınarlı	SPRNG-3	-7,8	-55	855	1016,16	993,66
S-13	SPRNG-23	-8	-57	830	1089,71	1093,63
S-17	SPRNG-40	-9	-62	835	1399,23	1297,06
S-18	SPRNG-24	-9	-58	834	1169,65	1183,79
S-3	SPRNG-25	-9	-62	837	1416,53	1272,47
Selvili	SPRNG-32	-9	-59	833	1253,62	1148,23
Söğütlü Pınarı	SPRNG-38	-9	-59	837	1271,36	1284,54
Tahtaköprü Pınarı	SPRNG-20	-9	-60	836	1329,45	1245,53
Ulupınar Kaynak	SPRNG-28	-9	-61	<b>1523</b>	<b>1394,29</b>	<b>1283,20</b>
Yırca Pınarı	SPRNG-31	-9	-61	836	1349,58	1226,91

**Tablo 10. 6:** Yükseklik-izotop ilişkisinin en uygun doğru metodu oluşturmak için kullanılan verileri.

Adı	Kodu	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	Kot
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	-7,5	-53	847
Akarca Çeşme	SPRNG-2	-7,1	-53	919
Çatsuyu Başmakçı Köyü	SPRNG-7	-9,5	-62	1663
Çığır Çeşme	SPRNG-9	-8,8	-58	1177
Gemiş Kaynak	SPRNG-13	-6,6	-51	848
Hisaralan Çeşme	SPRNG-15	-8,2	-56	1211
Karaağaç Köyü Tulumba	SPRNG-19	-8,2	-55	1086
Sazak Kaynak İdris Köyü	SPRNG-27	-8,6	-58	1345
Ulupınar Kaynak	SPRNG-28	-9,3	-61	1523

1500m kotundaki kaynaklardan farklı olarak, göl kenarında yer alan Gemiş Kaynağı'nda da yükseklik-ağır izotop ilişkisine göre kaynak kotundan daha düşük kot değeri hesaplanmıştır. Bu durum Gemiş Kaynağı'nın karışım suyu olabileceğini gösterir. Bu karışım, çözülmüş  $\text{SO}_4$  iyonundaki  $\delta^{34}\text{S}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotoplarının kullanıldığı, kökensel değerlendirme grafiklerinde birbirine yakın konumda olan Beylerli Termal

suyu ile olabilir. Bir diğer olasılık ise göl suyu ile karışımdır. Gemiş kaynağı, kot seviyesinde beklenen  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerleri bakımından sırasıyla 0,54‰ ve 1,42‰ zenginleşmiştir.



**Şekil 10. 23:** Haziran 2013 döneminde en uygun doğru yöntemine göre kaynaklarda yükseklik -  $\delta^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $\delta^2\text{H}$  ilişkisi.

Akpınar kaynaklarının beslenme alanı yüksekliği  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotopuna göre sırasıyla ortalama 1379 m ve 1370 m'dir. Gölün güneyinde fay düzlemi boyunca sıralanmış diğer sürekli kaynakların beslenme alanı kotu  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotopuna göre sırasıyla ortalama 1342 m ve 1389 m'dir. Gölün güneyinde gölü beslemesi için açılan sondaj suları da yine gölün güneyindeki kaynaklarla aynı beslenme alanı yüksekliğine sahiptir (**Tablo 10. 7**). En uygun doğru yöntemi ile belirlenen yükseklik -  $^{18}\text{O}$  ve yükseklik -  $^2\text{H}$  ilişkisine göre göl havzasında her 100m'lik kot artışında,  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerlerindeki azalma sırasıyla, 1,4‰ ve 0,36‰'dir.

İzotop-yükseklik ilişkisine göre gölü besleyen sürekli kaynakların beslenme alanı Yandağ'da 1300-1500m aralığındadır (**Şekil 10. 24**). Yandağ'ın önemli bir kısmı kış mevsiminde mart aylarının ortalarına kadar genellikle karla kaplıdır. Nisan mevsiminde sadece zirvelerinde kalan karlar, yaz mevsiminde Haziran'dan itibaren tamamen erir. Yandağ'ın yamaçları aşırı eğimli olması nedeniyle fazla kar tutamazken, kaynakların beslenme alanı kotuna denk gelen düşük eğimli alanlarda karlar uzun süre varlığını korur.

Mart ayına kadar varlığını sürdüren karla kaplı alanların kotları, gölün güneyindeki beslenme alanının başlangıç kotlarını oluştururlar. Yandağ'ın kuzey yamacı aşırı eğimli iken, güney doğu yamacı düşük eğimlidir. Aşırı eğimli yamaçlarda sürekli yüzeysel akış gözlenmezken, düşük eğimli yamaçlarda sürekli yüzeysel akış gelişimleri izlenir. Aşırı eğimli kısımlarda karlar eriyip karstik boşluklu sistemle süzülerek yeraltı suyunu beslerken, düşük eğimli kısımlarda özellikle Ulupınar, Çukuryayla-Ulupınar, Başmakçı Çat Suyu gibi kaynaklar şeklinde yüzey akışına



geçer. İzotop-yükseklik ilişkisi ile belirlenen beslenme alanı yükseklik bilgileri, gölü besleyen önemli kaynakların besleniminin yağışlarla olmakla birlikte, Yandağ'dan eriyerek yeraltı suyunu besleyen kar suları olduğunu gösterir. Acıgöl, güneyindeki kaynaklarla ve eriyerek kar sularının oluşturduğu Kocaçay gibi yüzeysel sularıyla beslendiğinden, Acıgöl'ün besleniminin kökeni yağmurlarla birlikte kar sularıdır.

**Tablo 10. 7:** Haziran 2013 döneminde en uygun doğru yöntemine göre kaynakların beslenme alanı yükseklikleri.

Adı	Kodu	<sup>18</sup> O	<sup>2</sup> H	Adı	Kod	<sup>18</sup> O	<sup>2</sup> H
Acıgöl Sulak Alan	SPRNG-1	986	946	Höyük Suyu	SPRNG-16	869	928
Akarca Çeşme	SPRNG-2	875	950	İkizpınar	SPRNG-34	1333	1391
Akyarma Köyü Tulumba	SPRNG-4	1430	1443	Özdemirci Çeşme	SPRNG-22	1279	1178
Beylerli Gölü	SPRNG-5	1762	1837	S-13	SPRNG-23	1219	1189
Çatal Çeşme İdris Köyü	SPRNG-6	910	761	S17	SPRNG-40	1497	1546
Çatsuyu Başmakçı Köyü	SPRNG-7	1546	1613	S-18	SPRNG-24	1342	1281
Çığı Çeşme	SPRNG-9	1344	1306	S3	SPRNG-25	1464	1566
Çiftlik Deresi	SPRNG-8	1724	1926	Sarıkavak Çeşme	SPRNG-26	1474	1524
Çökek Pınarı	SPRNG-36	1363	1388	Karaağaç Köyü Tulumba	SPRNG-19	1178	1070
Çukuryayla Ulupınar	SPRNG-10	1048	1212	Sazak Kaynak İdris Köyü	SPRNG-27	1287	1278
Dağanlı Pınarı	SPRNG-37	1447	1470	Kilise	SPRNG-33	1256	1223
Darıcalar Çınar Çeşme	SPRNG-11	1391	1413	Selvili	SPRNG-32	1293	1378
Dereköy Artezyen	SPRNG-12	1392	1261	Ulupınar Kaynak	SPRNG-28	1478	1540
Gemiş Kaynak	SPRNG-13	737	770	Yaylaköy Keson Kuyu	SPRNG-29	1264	1199
Hayriye Köyü Çeşme	SPRNG-14	1670	1885	Yenice Kanal	SPRNG-30	1462	1521
Hisaralan Çeşme	SPRNG-15	1187	1146	Yırce Pınarı	SPRNG-31	1401	1489
Kocapınar	SPRNG-35	1405	1484	Kanlıca Gölü Çeşmesi	SPRNG-18	1007	1087
Körpınar	SPRNG-39	1497	1380	Maymundağı Kaynak	SPRNG-41	1600	1674
Pınarlı	SPRNG-3	1082	1105	Özdemir Acısu	SPRNG-21	1715	1900
Söğütlü Pınarı	SPRNG-38	1480	1399	Tahtaköprü Pınarı	SPRNG-20	1427	1465

### 10.2.5 Acıgöl'deki Doğal Suların $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^2\text{H}$ İzotop Değerlerine Göre Kökensele Özellikleri

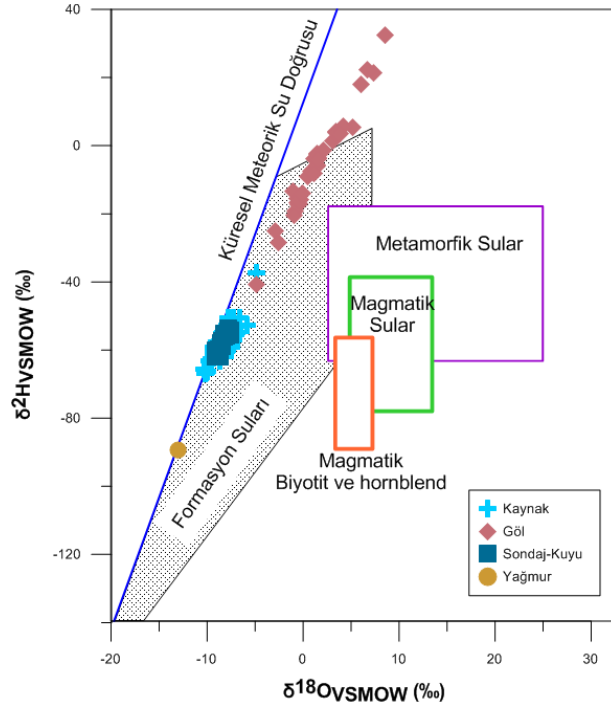
Sular; farklı su kaynaklarının izotop özellikleri, fiziko-kimyasal süreçlerin su bileşimi üzerinde etkisi diyagramında (Güleç ve Mutlu 2003; Hoefs 2008, 2009; Rollinson 1993; Taylor 1974) meteorik kökenlidir.



**Şekil 10. 24:** Yükseklik izotop ilişkisi verilerine göre gölün güneyindeki kaynakların genel beslenme alanı yüksekliklerinin (1300-1500m) görünümü (Google Earth üzerinde).

Havzada bazı kaynak ve sondaj suları meteorik kökenli olmakla birlikte, kayalarla etkileşim halinde olan sular alanındadır (**Şekil 10. 25**). Kökensel olarak bakıldığında Acıgöl'de magmatik veya metamorfik kökenli su bulunmaz. Bölgedeki kaynak ve sondaj suları Küresel Meteorik Su Doğrusu üzerinde veya bu doğruya yakındır. Acıgöl, arazi çalışmaları sırasında yağış anlarında göl üzerinde gözlemlenen bulut hareketlerine göre ve bulunduğu konum itibari ile Akdeniz ve Ege kökenli yağışların etkisi altındadır. Havzadaki suların beslenme alanlarını ve KMSD'na göre konumlarını belirlemek için her bir dönemde sahip oldukları  $\delta^{18}\text{O}$  -  $\delta^2\text{H}$  izotop değerlerine göre kaynak, göl ve kuyuların ayrı ayrı üzerinde buldukları doğrular elde edilmiştir (**Tablo 10. 8**). KMSD'nun yanında suların üzerinde buldukları  $^{18}\text{O}$  -  $^2\text{H}$  doğrularının, komşu havzadaki Çürüksu ve Akdeniz yağışlarına ait meteorik su doğrularına göre konumları incelenmiştir.

Akdeniz kökenli yağışları temsil eden ve Gat ve Carmi (1970) tarafından belirlenen Akdeniz Meteorik Su Doğrusu (AMSD) denklemi  $\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 22$ 'dir. Denizli Çürüksu bölgesindeki yağış sularının  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop bileşimleri kullanılarak tanımlanan Çürüksu Meteorik Su Doğrusunun (ÇMSD) denklemi  $\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 14,6$ 'dir (Önhon ve diğ. 1988). Havzadaki sularla ilgili kökensel çalışmalar; KMSD, AMSD ve ÇMSD doğrularına göre suların konumları, sahip oldukları  $^{18}\text{O}$  -  $^2\text{H}$  izotop ilişkisine göre yapılmıştır.

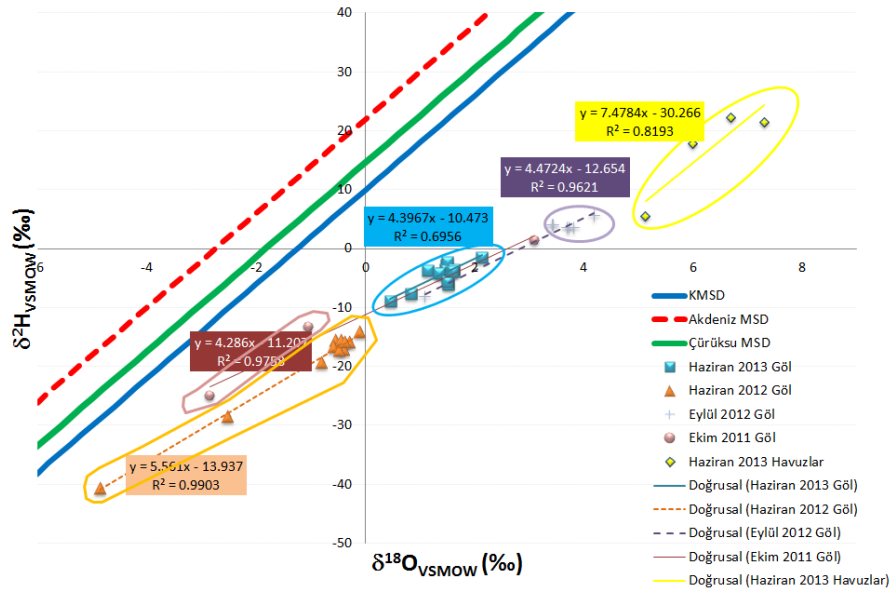


**Şekil 10. 25:** Acıgöl'deki farklı kaynakların izotop özelliklerinin, fiziko-kimyasal süreçlerin su bileşimi üzerinde etkisi diyagramında (Güleç ve Mutlu 2003; Hoefs 2008, 2009; Rollinson 1993; Taylor 1974) gösterimi.

**Tablo 10. 8:** Acıgöldeki suların farklı dönemdeki  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop bileşimleri kullanılarak tanımlanan doğruları.

Dönem	Su	Açıklama	Suların üzerinde bulunduğu
			doğru denklemi
Yağış	Kaynak	Haz 2013 Kaynak	$\delta^2\text{H} = 4,29 \times \delta^{18}\text{O} - 21,475$ (n=37)
		Haz 2012 Kaynak	$\delta^2\text{H} = 2,46 \times \delta^{18}\text{O} - 39,582$ (n=24)
	Göl	Haz 2013 Göl ve Havuz	$\delta^2\text{H} = 4,69 \times \delta^{18}\text{O} - 11,08$ (n=21)
		Haz 2013 Göl	$\delta^2\text{H} = 4,40 \times \delta^{18}\text{O} - 10,473$ (n=16)
		Haz 2012 Göl	$\delta^2\text{H} = 5,56 \times \delta^{18}\text{O} - 13,937$ (n=11)
	Kuyu	Haz 2013 Kuyu	$\delta^2\text{H} = 4,57 \times \delta^{18}\text{O} - 19,286$ (n=18)
		Haz 2013 Kaynak ve Kuyu	$\delta^2\text{H} = 4,30 \times \delta^{18}\text{O} - 21,368$ (n=55)
Haz 2012 Kaynak ve Kuyu		$\delta^2\text{H} = 2,35 \times \delta^{18}\text{O} - 40,637$ (n=28)	
Kurak	Kaynak	Eyl 2012 Kaynak	$\delta^2\text{H} = 3,15 \times \delta^{18}\text{O} - 34,31$ (n=11)
		Ekm 2011 Kaynak	$\delta^2\text{H} = 4,88 \times \delta^{18}\text{O} - 16,36$ (n=27)
	Göl	Eyl 2012 Göl	$\delta^2\text{H} = 4,47 \times \delta^{18}\text{O} - 12,654$ (n=14)
		Ekm 2011 Göl	$\delta^2\text{H} = 4,28 \times \delta^{18}\text{O} - 11,207$ (n=3)
	Kuyu	Ekm 2011 Kuyu	$\delta^2\text{H} = 3,20 \times \delta^{18}\text{O} - 32,144$ (n=6)
		Ekm 2011 Kaynak ve Kuyu	$\delta^2\text{H} = 4,79 \times \delta^{18}\text{O} - 17,36$ (n=33)
Yağışlı		Haz 2013 Göl Kaynak Kuyu	$\delta^2\text{H} = 5,25 \times \delta^{18}\text{O} - 13,001$ (n=76)
		Haz 2012 Göl Kaynak Kuyu	$\delta^2\text{H} = 5,60 \times \delta^{18}\text{O} - 14,376$ (n=39)
Kurak		Eyl 2012 Göl Kaynak Kuyu	$\delta^2\text{H} = 5,44 \times \delta^{18}\text{O} - 16,072$ (n=19)
		Ekim 2011 Göl Kaynak Kuyu	$\delta^2\text{H} = 5,38 \times \delta^{18}\text{O} - 12,366$ (n=36)

Acıgöl buharlaşma doğrusunun eğimi yağışlı ve kurak dönemde 4-6 arasında kalır. Yağışlı dönemde ortalama 4,88, kurak dönemde 4,38'dir. Bu farklılık nemli-yağışlı iklim koşullarından daha kurak koşullara geçildiğinin göstergesidir. Haziran 2012 döneminde, yağışlardaki artış, gölde ağır izotop fakirleşmesi ve eğimin artarak 5,56 olması ile etkisini göstermiştir (**Şekil 10. 26**).



**Şekil 10. 26:** Gölde yağışlı ve kurak dönemde  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop bileşimlerine göre buharlaşma doğrusunun değişimi.

Yağmur ve buharlaşma doğrusunun kesişiminden, göle giriş yapan suların izotop bileşimi belirlenebilir (Dincer 1968). Yağmur sularına ait örnekleme yapılmadığından Acıgöl için yerel meteorik su doğrusu elde edilememiştir. Gölde izotop çalışmaları kapsamında sadece bir dönemde yağmur sularına ait izotop verileri bulunur. Yerel meteorik su doğrusu yerine bölgeye yakın konumda olan ÇMSD ve AMSD kullanılmıştır. İlksel su noktaları gölün buharlaşma eğrisinin her bir meteorik su doğrusu (KMSD, AMSD, ÇMSD) ile kesişiminden, her bir meteorik su doğrusuna göre ayrı ayrı belirlenmiştir. Bölgeye oldukça yakın konumda olan Çürüksu ve Akdeniz'e ait ÇMSD ve AMSD ile gölün her bir dönemdeki buharlaşma doğrularının kesişiminden ilksel su noktaları elde edilmiştir (**Tablo 10. 9**).

**Tablo 10. 9:** Göldeki yağışlı ve kurak dönemde buharlaşma doğrusuna bağlı olarak ilksel su noktası değerleri.

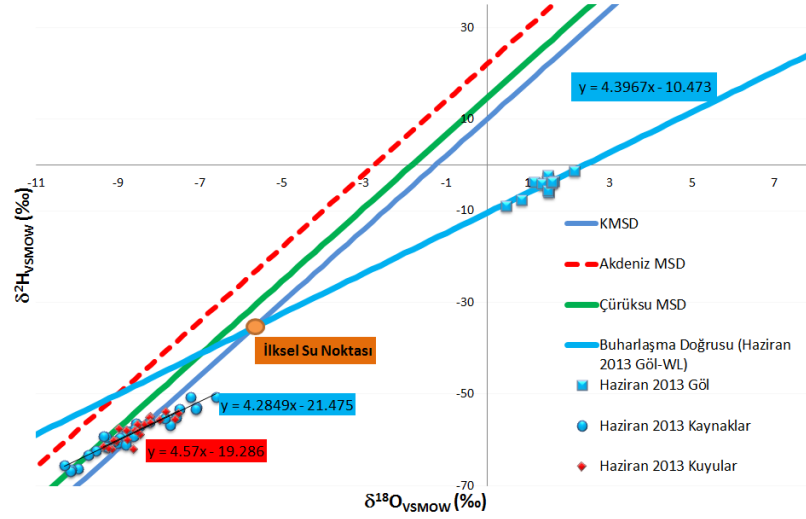
		ÇMSD'na göre		KMSD'na göre		AMSD'na göre	
		$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
<b>Yağış</b>	<b>Haz 2013</b>	-41,00	-6,95	-41,00	-5,68	-50,08	-9,01
<b>Yağış</b>	<b>Haz 2012</b>	-82,28	-12,11	-82,28	-9,81	-95,84	-14,73
<b>Kurak</b>	<b>Eyl 2012</b>	-51,72	-8,29	-51,72	-6,42	-56,56	-9,82
<b>Kurak</b>	<b>Ekm 2011</b>	-40,92	-6,94	-40,92	-5,71	-49,52	-8,94

KMSD, ÇMSD ve AMSD'nin buharlaşma doğrusuyla kesişimlerinden belirlenen ilksel su noktası izotop değerleri, Haziran-2012 döneminde havzada ekstrem meteorolojik koşulların göstergesidir. İlksel su noktasının ağır izotop bakımından fakirleşmesi, yağışların yoğunluğu ile ilişkilendirilebilir.

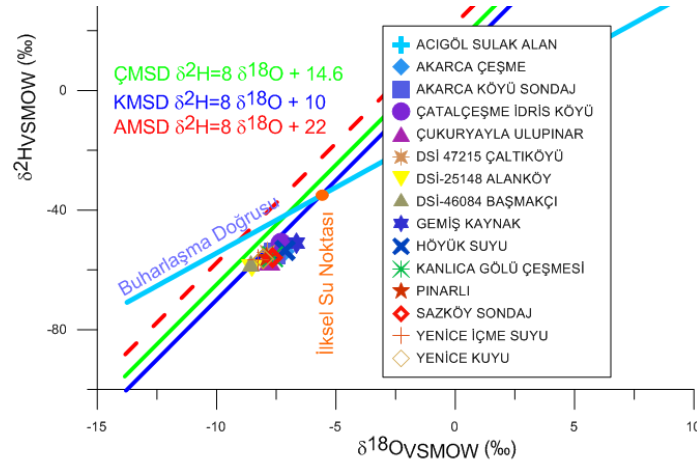
Göl suları evaporasyonun etkisiyle KMSD, ÇMSD ve AMSD üzerinde yer alan meteorik yağışlardan yağışlı ve kurak dönemlerde oldukça uzak konumdadırlar. Haziran-2013 döneminde kaynaklar ve kuyu örneklerinin  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  izotop içerikleri, genellikle KMSD etrafında ve KMSD ile ÇMSD arasında bulunur (**Şekil 10. 27**).

Gölün çevresindeki tüm kaynaklar meteorik kökenlidir. Haziran 2013 döneminde gölü besleyen Gemiş ve Pınarlı başta olmak üzere, Akarca Çeşme, Acıgöl Sulak Alan, Çatal Çeşme İdris Köyü, Çukuryayla Ulupınar, Hisaralan Çeşme, Höyük Suyu ve bazı sondajlar meteorik su doğrusunun altındadır. Bu sular karışım suyu veya kayaç etkileşimine maruz kalmış sulardır (**Şekil 10. 28**). Haziran-2013 döneminde  $\delta^{18}\text{O}=-5,68$  ‰ ve  $\delta^2\text{H}=-41$  ‰ değerleri göl suyunun buharlaşmaya uğramadan önceki ilksel su noktası izotop değerleridir. Acıgöl'ün göl suyunun buharlaşmadan önceki izotop içeriği ile kaynak ve kuyuların izotop içeriği birbirine uzaktır (**Şekil 10. 27**). Ayrıca ilksel su noktası, kaynaklara göre ağır izotop bakımından zenginleşmiştir. Bu

zenginleşme, gölde evaporit-su etkileşiminden dolayı evaporitlerin suda çözüldüğünü, bünyelerindeki ağır izotopların suya geçmesi ile suların buharlaşmadan önce kaynaklara göre ağır izotop bakımından zenginleştiğini göstermekte; aynı zamanda göldeki çözünme, evaporitleşme ve çökeltme döngüsündeki ilk iki aşamayı açıklar.



**Şekil 10. 27:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Haziran 2013 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası.



**Şekil 10. 28:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Haziran 2013 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.

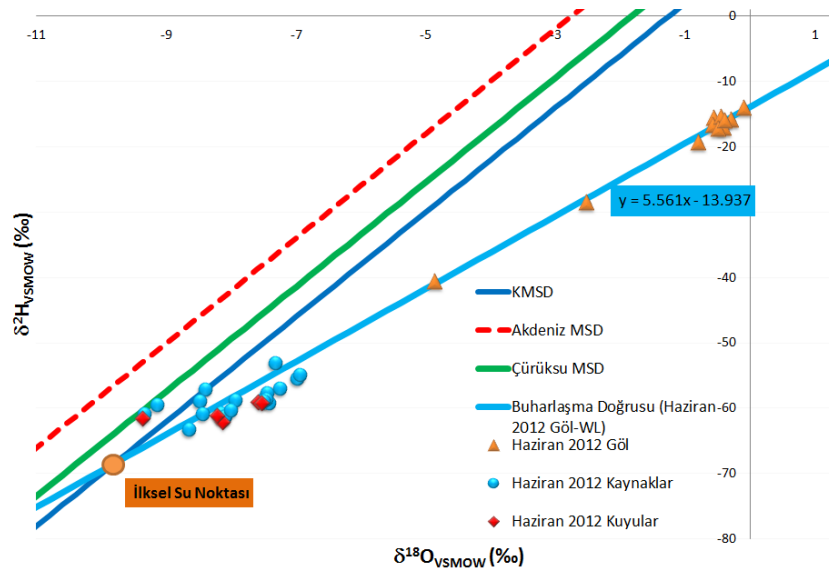
Gölün güneyindeki karstik alanlarda yer altına süzülen suların bir kısmı faylar boyunca yeryüzüne çıkarak kaynakları oluştururken, bir kısmı da yüzeye çıkmadan nispeten daha derin kesimlerden yanal olarak gölü besler. Yeraltından gölü besleyen sular göl tabanındaki karbonatlı evaporitlerle etkileşime girerek ağır izotop bakımından zenginleşen, gölün buharlaşma öncesi ilksel sularıdır. Faylar boyunca kaynaklar şeklinde yeryüzüne çıkan sular ise gölü besleyen yeraltı sularına göre sedimanlarla daha az etkileşim geçirerek nispeten daha düşük miktarda ağır izotop







Haziran-2012 döneminde  $\delta^{18}\text{O}=-9,81\text{‰}$  ve  $\delta^2\text{H}=-82,28\text{‰}$  değerleri göl suyunun buharlaşmaya uğramadan önceki ilksel su noktası izotop değerleridir. Gölün güneyinde yer alan kaynaklar, ilksel su noktasına yakın tarafta göl suyu buharlaşma karışım doğrusu üzerinde yer alırlar. Bu dönemde gölün buharlaşma öncesi ilksel su noktası izotop değerleri, mevsimsel olarak belirgin zenginleşme farkı göstermeyen gölün güneyindeki kaynaklara göre ağır izotop bakımından daha fakirleşmiştir. Bu dönemde gölün Akpınar kaynaklarına yakın olan kısımlarının, ağır izotop bakımından tüm dönemlere göre oldukça fakirleştiği görülür. Göle ait bu kısımların izotop değerleri buharlaşma doğrusu üzerinde göl ile kaynaklar arasında kalır (**Şekil 10. 31**).

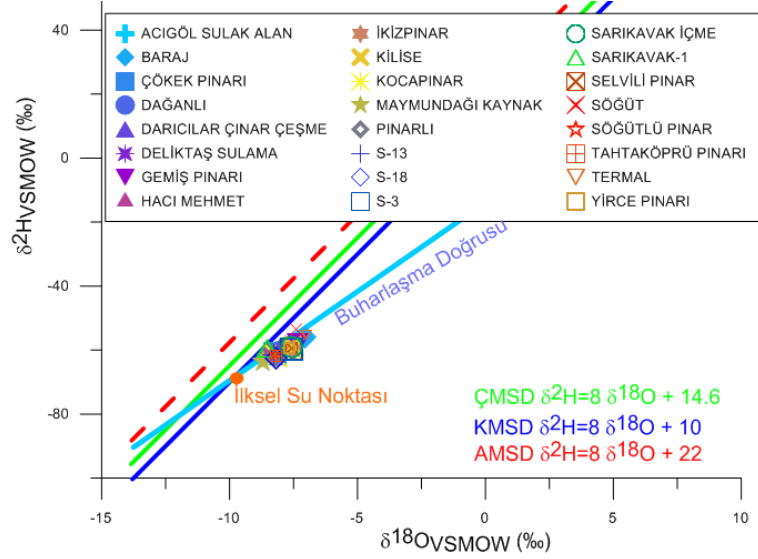


**Şekil 10. 31:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Haziran 2012 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası.

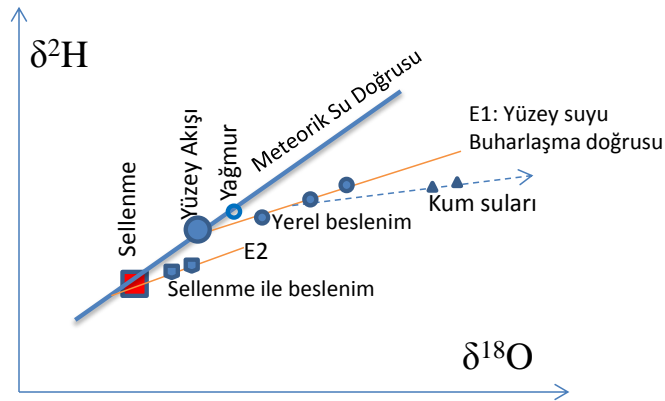
Haziran-2012 döneminde kaynaklar ve sondajların geneli meteorik su doğrusunun altında, buharlaşma karışım doğrusu üzerinde yer alırlar. Meteorik su doğrularının üzerinde kalan sular Hayriye, Körpınar, Sarıkavak kaynakları ve E-3 sondajıdır (**Şekil 10. 32**). Kaynak sularında  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinde meydana gelen zenginleşme  $\delta^2\text{H}$  değerlerine göre daha fazladır. Bu durum yağış miktarının fazla olması ve bu yağışların karstik boşluklardan süzülüp tekrar kaynaklar şeklinde yer yüzeyine çıkmasına bağlıdır. Nitekim suların kayalar ile olan etkileşimi izotop içeriklerini etkiler (Gat 1995). Ayrıca kurak bölgelerde, kayalar ortamlarda fissür ve çatlaklardan süzülerek yeraltını besleyen suların izotopik konumu buharlaşma doğrusu üzerindedir (Gat 1988; Gat 1995; Gat 2010) (**Şekil 10. 33**).

Hidrojeolojik olarak Haziran-2012 döneminde, gölün güneyinde Akpınar kaynakları önünde göl sularındaki izotop değerlerinde görülen düşmeler, bu kesimde

yüzeysel suları ile beslenimin yeraltından beslenimden daha etkin olduğunu gösterir. Yüzeysel kaynakları gölün tuzluluk olarak seyrelmesine ve ağır izotop oranlarının azalmasına sebep olur. Haziran-2012 döneminde gölün buharlaşma öncesi ilksel su noktası değerlerinin kaynaklardan daha düşük izotop değerlerine sahip olması yağışın miktar etkisi altında gelişmiştir.



Şekil 10. 32: :  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Haziran 2012 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.



Şekil 10. 33: Kurak ortamlarda yeraltı suyu besleniminin izotopik etkileri (Gat 1988).

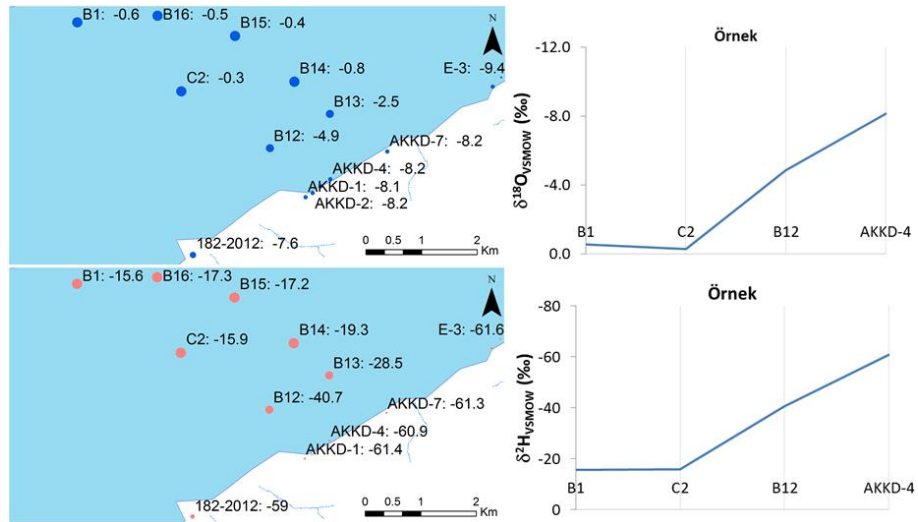
Yoğun yağışlar bölgede hem yeraltı suyunu beslemiş, hem de yüzeysel sularının gelişmesine neden olmuştur (Şekil 10. 34). Yüzeysel suları, gölün buharlaşma öncesi ilksel su noktasını temsil eder. Yüzeysel ve yeraltı sularının besleniminin yanında geniş göl alanına düşen yoğun yağışlar da bu dönemde gölü önemli miktarda beslemiş ve yaklaşık olarak normal dönemlere göre 10-15cm göl seviyesini arttırmıştır. Tüm bu faktörler göldeki tuzluluğun diğer dönemlere göre düşmesine neden olmuştur. Bu

dönemde kaynakların tuzluluk ve toplam çözülmüş madde miktarına bakıldığında önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 10. 34: Haziran 2012 izotop verilerine göre Acıgöl'ün beslenimi (ölçeksiz).

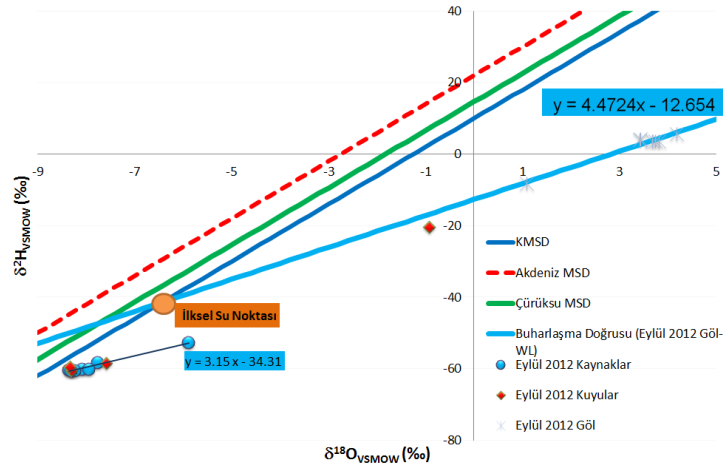
Haziran-2012 döneminde, kıyı-göl hattında, gölü sürekli besleyen Akpınar kaynaklarının göle sokulum yaptığı, kaynak-göl suyu girişim bölgesinde (B-12 örnekleme noktası), göl suyu aşırı beslenim nedeniyle ağır izotop bakımından fakirleşmiştir. Yüzey ve kaynak beslenimi, etkisini bu dönemde önemli ölçüde göstererek göl kenarındaki girişim bölgelerindeki ağır izotop oranlarını düşürmüştür. Kıyı-göl hattı boyunca izotop değerleri, kaynaklardan sonra gölün merkezine doğru zenginleşme trendi içindedir (Şekil 10. 35).



Şekil 10. 35: Haziran 2012 döneminde kıyı-göl hattında izotop zenginleşmesi.

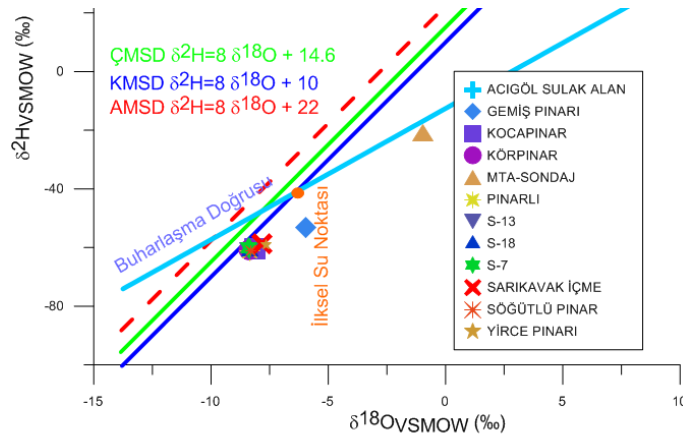
Eylül-2012 döneminde göl suyunun küresel meteorik su doğrusuna göre buharlaşmaya uğramadan önceki ilksel su noktası izotop değerleri  $\delta^{18}O=-6,42$  ‰ ve

$\delta^2\text{H} = -51,72\%$ 'dir. Acıgöl'ün göl suyunun ilksel su noktası, kaynaklara göre ağır izotop bakımından zenginleşmiştir. Bu zenginleşme,  $\delta^{18}\text{O}$ -  $\delta^2\text{H}$  ilişkisinde gölün buharlaşmaya uğramadan önceki izotop içeriği ile kaynak ve kuyuların izotop içeriğinin birbirinden uzak olmasına neden olmuştur (**Şekil 10. 36**). Bu dönemde gölün besleniminde yeraltı suyu yüzey sularına göre daha etkindir. Evaporitlerle olan temaslarından dolayı, ağır izotoplarca kaynaklara göre daha fazla zenginleşen yeraltı suları, gölü besleyerek, göl suyunu da buharlaşmadan önce ağır izotoplarca zenginleştirmiştir.



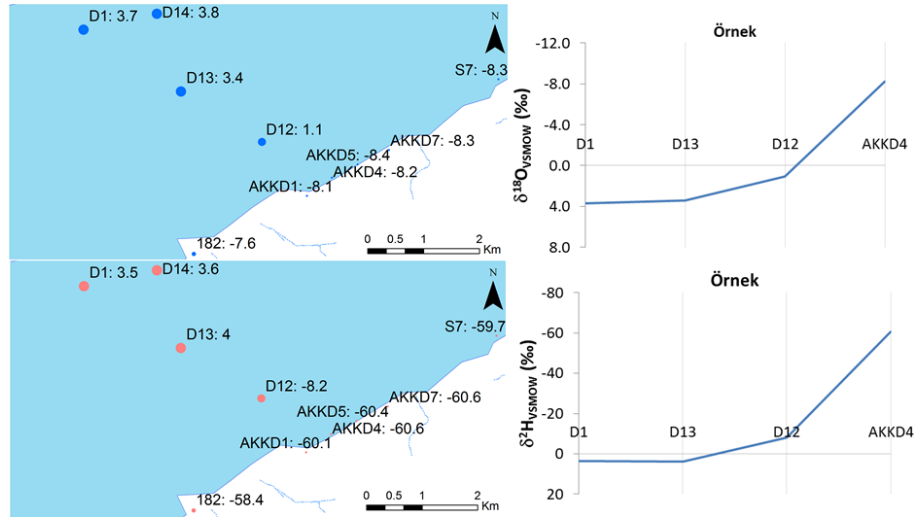
**Şekil 10. 36:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Eylül 2012 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası.

Eylül 2012 döneminde, kaynaklar ve sondajlar meteorik su doğrusu altında yer alırlar. Bu dönemde incelenen kaynak sayısı azdır. Sürekli izlenen gölün güneyindeki kaynak ve sondajlarla kuzeyindeki Sarıkavak suyu bu dönemde örneklenmiştir (**Şekil 10. 37**).



**Şekil 10. 37:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Eylül 2012 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.

Gölün içinde MTA tarafından açılan derinliği ~600m olan sondajdaki suyun çözünmüş sülfatı ile göl suyundaki çözünmüş sülfatın kökeni,  $\delta^{34}\text{S}$  değerlerine göre aynı olmasına rağmen, sondaj suyunun  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerleri buharlaşma doğrusuna yakın konumda olup, göle göre daha fakirdir. Eylül 2012 döneminde, kıyı-göl hattında, kıyıdan gölün içine doğru önemli miktarda izotop zenginleşmesi görülür. Gölü sürekli besleyen Akpınar kaynaklarının göle sokulum yaptığı, kaynak-göl suyu girişim bölgesinde (D-12 örnekleme noktası), kaynaklardan çok göl suyuna yakın izotop değerleri etkindir. Ancak bu gölgede görülen ağır izotop değerleri gölün merkezine göre oldukça düşüktür (**Şekil 10. 38**).

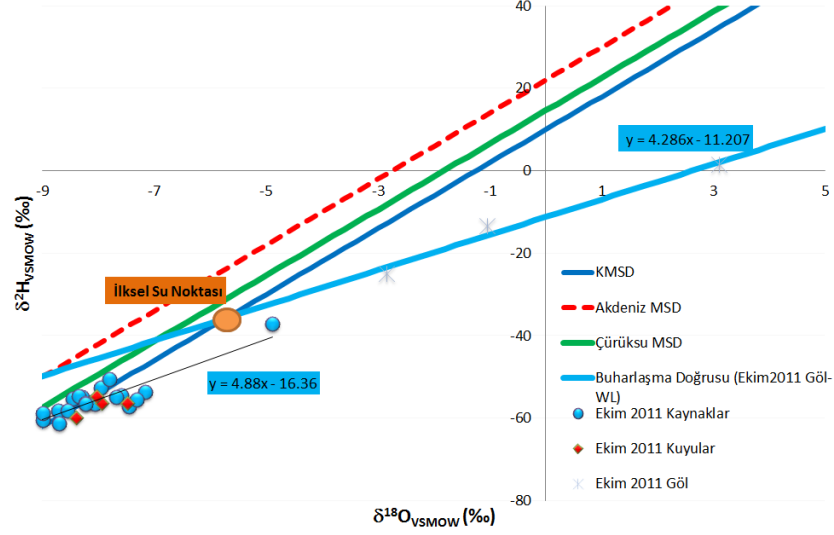


**Şekil 10. 38:** Eylül 2012 döneminde kıyı-göl hattında izotop zenginleşmesi.

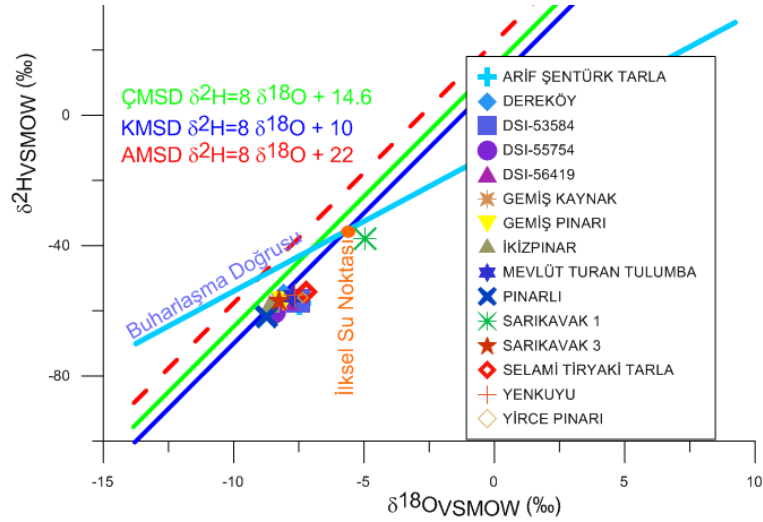
Ekim-2011 döneminde göl suyunun buharlaşma öncesi ilksel su noktası izotop değerleri  $\delta^{18}\text{O} = -5,71 \text{‰}$  ve  $\delta^2\text{H} = -40,92 \text{‰}$ 'dir. Acıgöl'ün göl suyunun ilksel su noktası, kaynaklara göre ağır izotop bakımından zenginleşmiştir. Bu zenginleşme,  $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$  grafiğinde gölün buharlaşmaya uğramadan önceki izotop içeriği ile kaynak ve kuyuların izotop içeriğinin birbirinden uzak konumlanmasına neden olmuştur (**Şekil 10. 39**).

Bu durum gölü besleyen yeraltı sularının evaporitlerle etkileşimine bağlı olarak kaynaklara göre zenginleştiğini ve bu suların gölün buharlaşmaya uğramadan önceki ilksel suları olduğunu gösterir. Yeraltı sularının yüzey sularına göre gölün beslenimine katkısının daha fazla olduğu söylenebilir. Ekim 2011 döneminde gölün güneyinde fay düzlemi boyunca sıralanan kaynak ve sondajlarla birlikte Çığı ve Sarıkavak suları meteorik su doğrusu üzerinde yer alırlar. Bu kurak dönemde bazı kaynak ve sondajlar meteorik su doğrusunun altında bulunur (**Şekil 10. 40**).

Gölün güneyindeki Akpınar kaynakları mevsimsel değişimlerden etkilenen kaynaklardır. Dört dönemde de izlenen Kocapınar, Söğütlü Pınarı ve S-18 sondajında Haziran-2012 ve Eylül-2012 dönemlerinde, Körpınar ve Gemiş kaynaklarında Eylül-2012, Pınarlı'da Haziran-2013 döneminde,  $\delta^{18}\text{O}$  oksijen izotop zenginleşmesi görülmüştür (Şekil 10. 41).



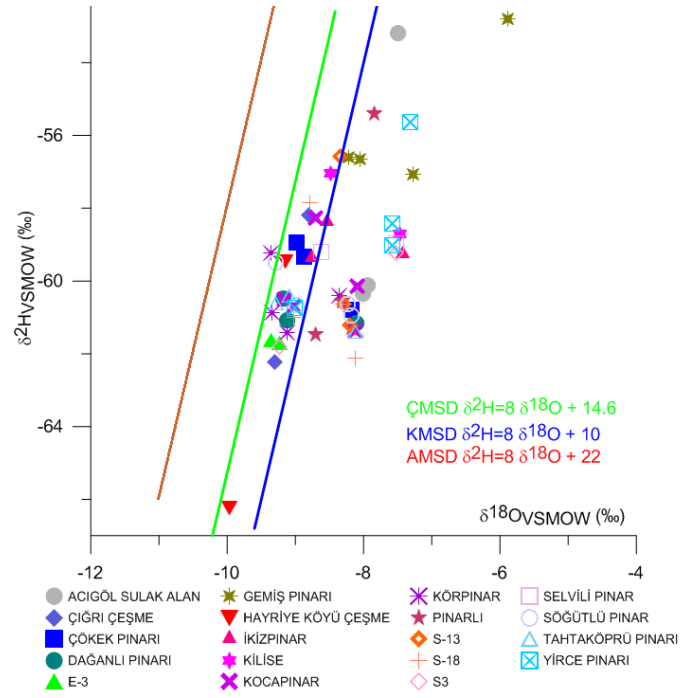
Şekil 10. 39:  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Ekim 2011 döneminde buharlaşma doğrusuna göre kaynakların izotop konumları ve buharlaşma öncesi göl suyu ilksel su noktası.



Şekil 10. 40:  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde Ekim 2011 döneminde meteorik su doğrusu altında kalan kaynaklar.

Gölün güneyinde Yırce Pınarı, Gemiş, Pınarlı ve Sulak Alan sularında izotop bakımından önemli değişimler meydana gelir. Yırce Pınarı tüm dönemlerde neredeyse aynı izotop değerine sahipken, Haziran-2013 döneminde ağır izotop bakımından fakirleşmiştir.

Mevsimsel takip edilen kaynaklardan Acıgöl Sulak Alan Çeşmesi, Pınarlı, Yırce, Gemiş ve Sarıkavak suları genellikle kurak dönemde meteorik su doğrusunun altında bulunur. Gölün kuzeyinde sadece Haziran-2013 döneminde örneklenebilen ve meteorik su doğrusunun altında yer alan Yenice İçme, Akarca, Hisaralan Çeşme, Darıcılar ve Çatal Çeşme (İdris Köyü) suları meteorik su doğrusunun altında yer alırlar. Ekim-2011 döneminde Sarıkavak ve Dereköy sularında ağır izotop zenginleşmesi görülmüştür. Darıcılar sularında Haziran-2012 döneminde ağır izotop zenginleşmesi daha fazladır (**Şekil 10. 42**).

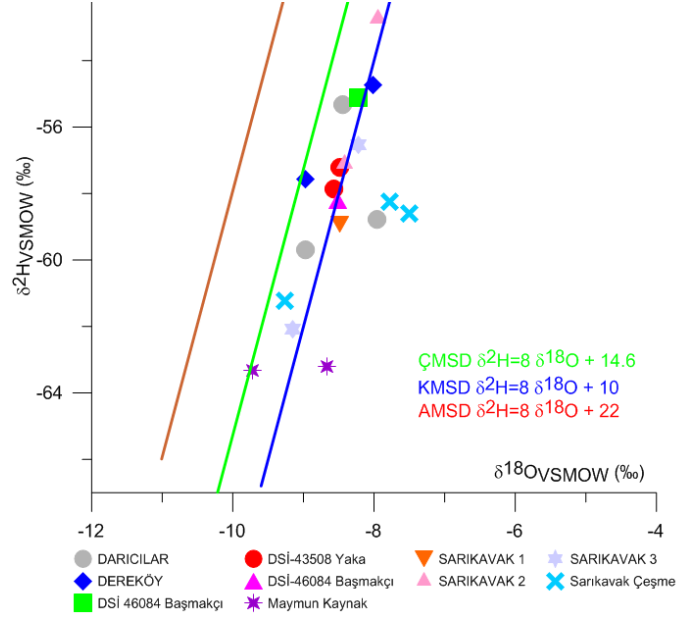


**Şekil 10. 41:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde gölün güneyindeki kaynak ve sondajların konumunun zamansal değişimi.

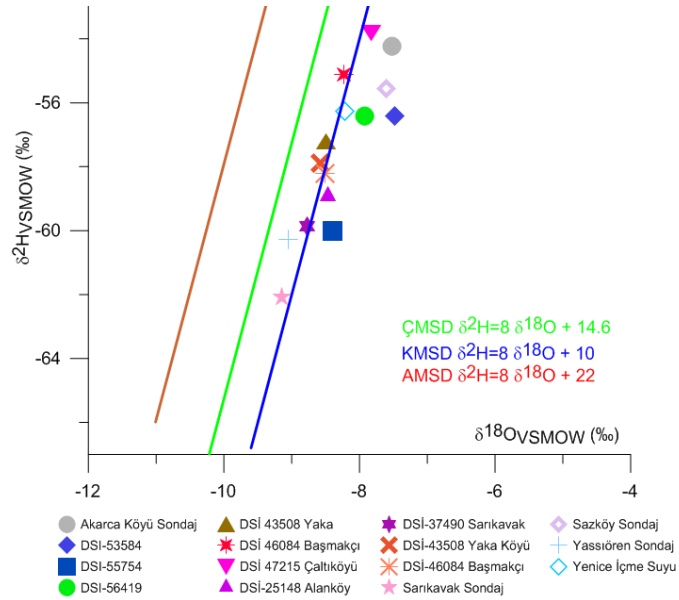
Havzada yeraltı sularının izotop değerleri, DSİ tarafından açılmış derin sondajlardan elde edilmiştir. DSİ-53584, DSİ-55754 ve DSİ-56419 Ekim 2011 döneminde, diğer sondajlar Haziran 2013 döneminde örneklenmiştir. Haziran 2013 döneminde örneklenen derin suların izotop değerlerine göre bölgedeki yeraltı suları küresel meteorik su doğrusu üzerinde yer alır. Akarca ve Sazköy sondajları küresel meteorik su doğrusunun altında, döteryuma göre ( $\delta^2\text{H}$ ) ve oksijen izotop ( $\delta^{18}\text{O}$ ) değerleri yüksek olan sulardır. Bu sular topografik eğimin az olması nedeniyle akış hızı diğerlerine göre yavaş ve içinde buldukları formasyonla etkileşimi fazla olan yeraltı sularıdır. Ekim 2011 döneminde derin suların izotop değerleri küresel meteorik su doğrusunun altındadır. Derin sondajların topografik konumlarına bakıldığında, beslenme alanı belirli bir eğim göstermeyen yeraltı suları meteorik su doğrusu altında kalırken, beslenme alanı belirli bir eğime sahip olan yeraltı suları meteorik su doğrusu



üzerinde yer alırlar. Beslenme alanı belirli bir eğim göstermeyen yeraltı suları beslenme hızı yavaş ve içinde buldukları litoloji ile etkileşimi olan sularken, beslenme alanı belirli bir eğim gösteren sular beslenme hızı yüksek olan sulardır (**Şekil 10. 43**).



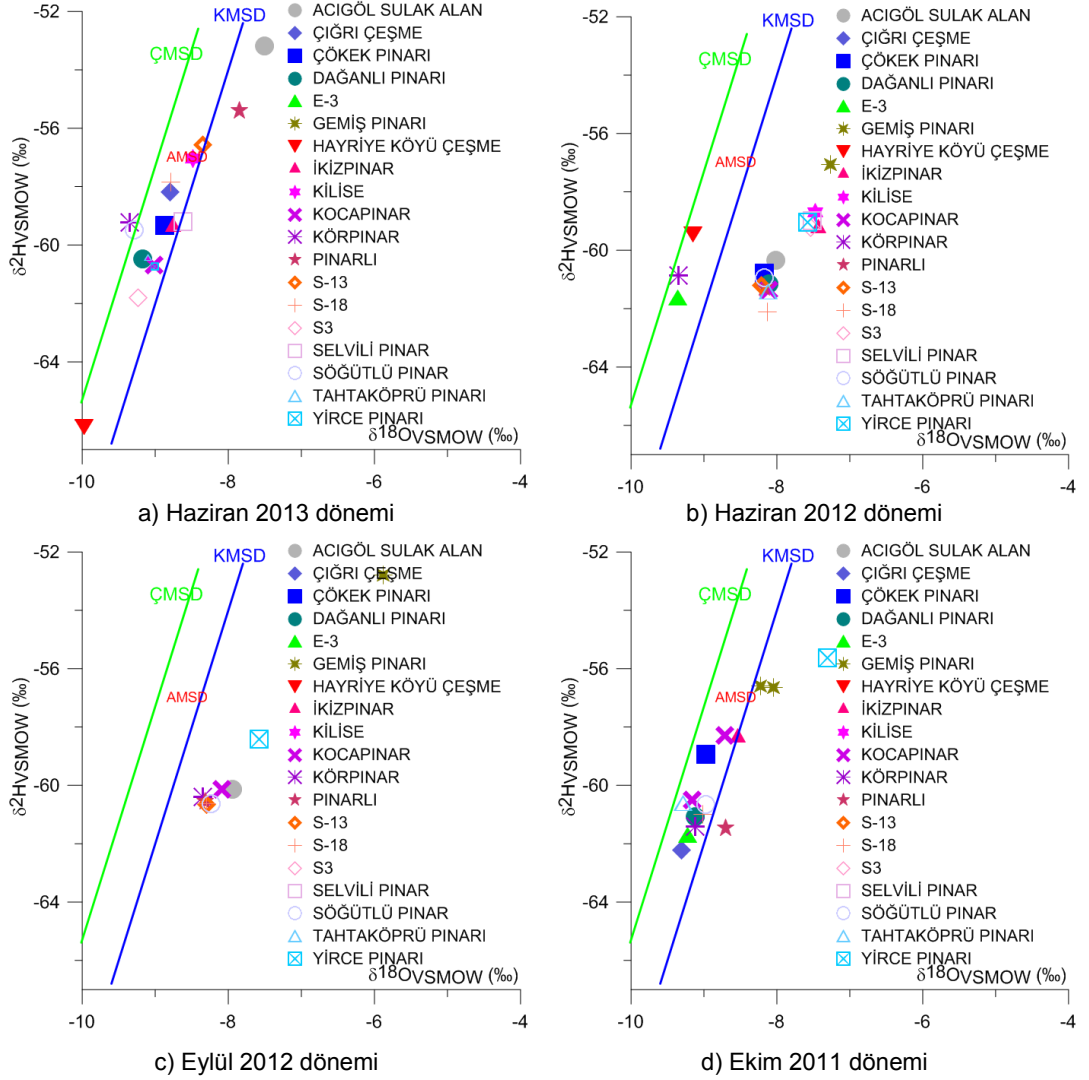
**Şekil 10. 42:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde gölün kuzeyindeki kaynak ve sondajların konumunun zamansal değişimi.



**Şekil 10. 43:**  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  grafiğinde derin sondajların konumunun zamansal değişimi.

Haziran 2013 döneminde gölün güneydeki kaynaklarda I.Grup (Kocapınar, Dağanlı Pınarı, Kuş gözlem ve Yırce), II. Grup (Çökek Pınarı, İkizpınar, Selvili), III. Grup (Söğütlü Pınarı, Körpınar), IV. Grup (Çığır, S-18), V. Grup (Kilise, S-13) ve Pınarlı, Hayriye, S-3, Sulak Alan birbirinden farklı beslenimli sulardır (**Şekil 10. 44-a**).

Haziran 2012 döneminde I. Grup (Kocapınar, Çökek Pınarı, Dağanlı Pınarı, Söğütlü Pınarı, Pınarlı, Tahtaköprü Pınarı, S-13), II. Grup (İkizpınar, Kilise, S-3, Selvili, Yırce) ve S-18, Sulak Alan, Gemiş, Hayriye, Körpınar, E-3 farklı sulardır (**Şekil 10. 44-b**).



**Şekil 10. 44:** Farklı dönemlerde suların beslenme birliktelikleri.

Eylül 2012 döneminde Akpınar kaynakları ve Sulak Alan benzerken Yırce ve Gemiş bu sulardan tamamen farklıdır (bkz. **Şekil 10. 44-c**). Ekim 2011 döneminde I. Grup (Kocapınar, Dağanlı Pınarı, Söğütlü Pınarı, Körpınar, Pınarlı, Çıgri, E-3, S-18, Tahtaköprü Pınarı) ve İkizpınar, Çökek Pınarı, Gemiş, Yırce farklı sulardır (bkz. **Şekil 10. 44-d**). Akpınar kaynaklarının güneydeki fay düzlemi boyunca dizilen kaynaklardan kökensel bir farklılığı olduğu gibi, kendi içinde de döneme bağlı değişkenlik görülür.

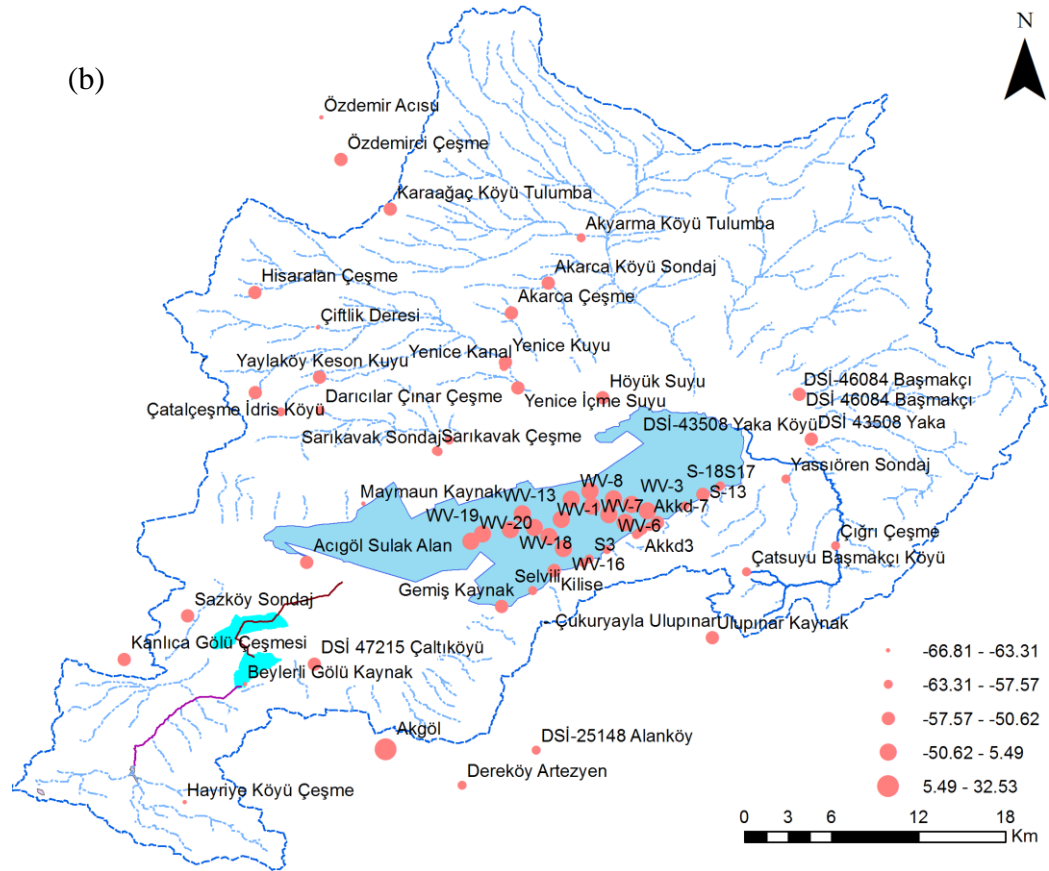
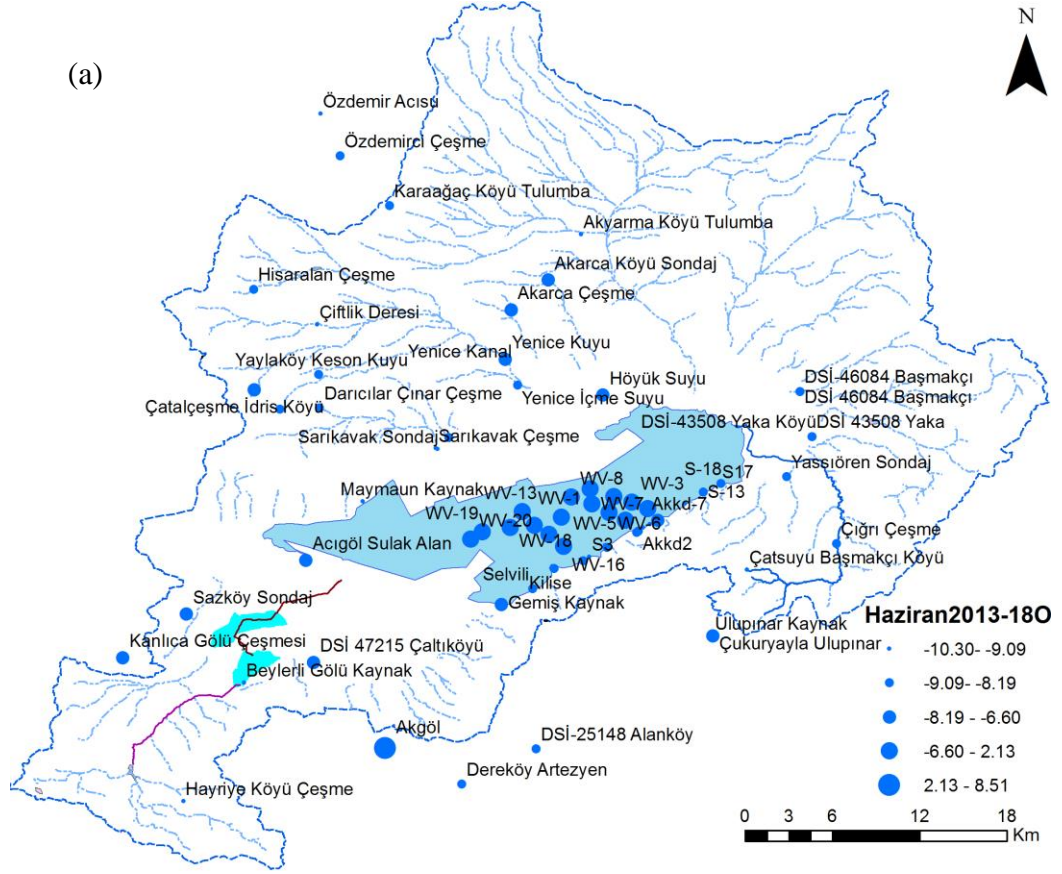
Gölün güneyindeki kireçtaşları içindeki karstik erime boşlukları ve kırık sistemler, yüzey drenaj sistemi ve gölün güneyindeki paralel faylanmalar üzerinde,

bölgede lokal ve ani gelişen yağış ve iklim farklılıkları, yağışın izotop olarak farklı göstermesine neden olan kökensel farklılıkları, döneme bağlı farklılığı tetiklemiş olabilir.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  analizlerinde 0,1‰ ve 1,4‰ değerlerindeki ölçüm hassasiyetinin, kaynaklarda  $^{18}\text{O}$  için 1-1,7‰ arasında değişen izotop farklılaşma değerlerinden daha düşük olması dönemsel farklılıkların izotop analizlerindeki hatalardan kaynaklı olma ihtimalini ortadan kaldırır.  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerlerinin her ikisinde de dönemsel farklılığın görüldüğü gölün güneyindeki suların beslenme alanı yüksekliklerinin mevsimsel olarak değiştiğini söylemek mümkündür. Yirce Pınarı, Sulak Alan, Hayriye, Çığırı, Körpınar ve Pınarlı suları dönemsel olarak beslenme kotu değişimi gösteren belirgin sulardır. Havzadaki örneklenen suların izotop değerlerinin alansal dağılımı her bir dönem için sırasıyla **Şekil 10. 45**, **Şekil 10. 46**, **Şekil 10. 47**, **Şekil 10. 48**'de gösterilmiştir.

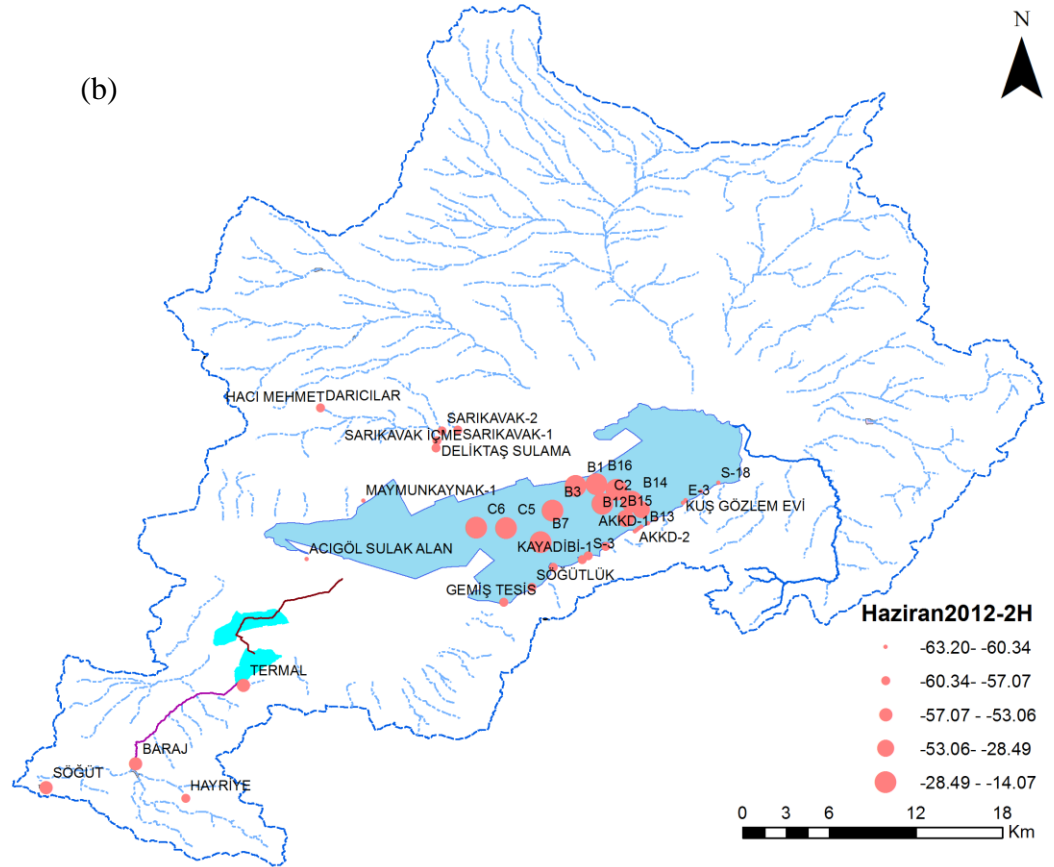
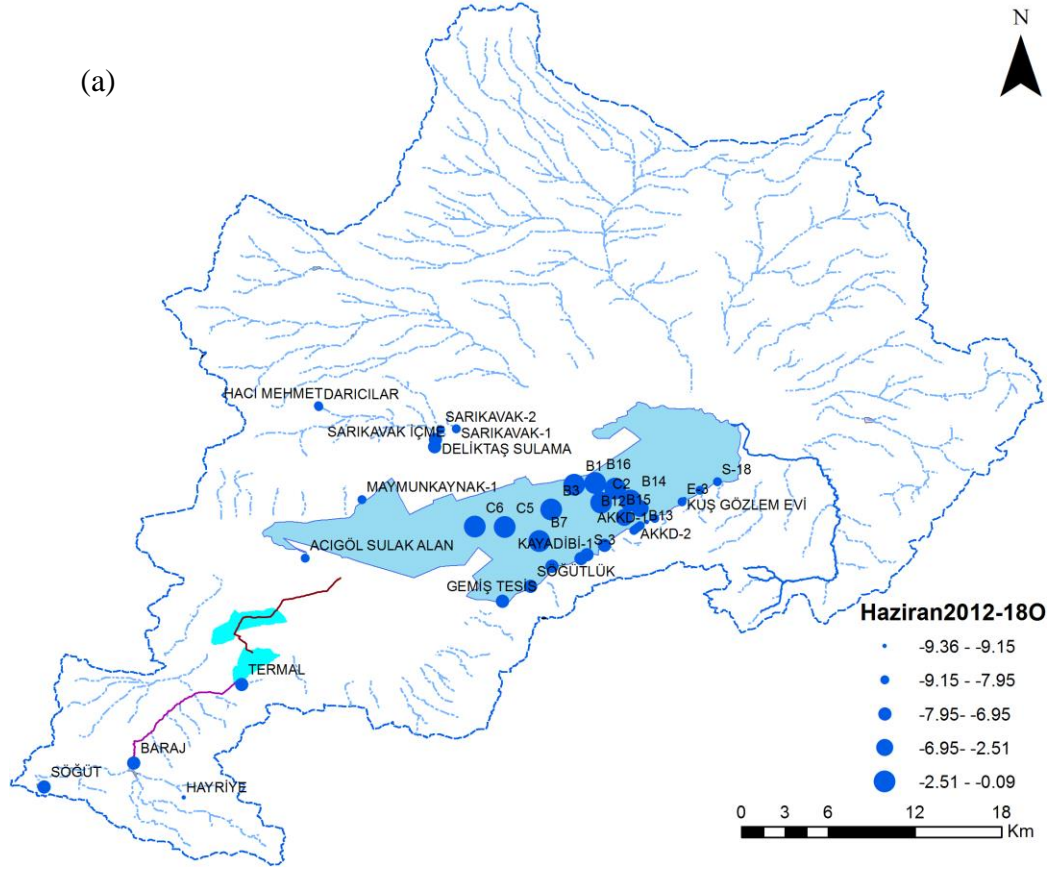
### **10.2.6 Acıgöl'deki Göl Tuzluluğunun $^{18}\text{O}$ ve $^2\text{H}$ İzotoplarına Etkisi**

Okyanuslarda tuzluluğa bağlı olarak izotop farklılaşması görülür (Clark ve Fritz 1997). Okyanuslarda tuzluluk ve izotopta görülen farklılaşma yüzeydeki buharlaşmayla ilgilidir (Clark ve Fritz 1997). Okyanuslarda  $\pm 2\%$  aralığında değişen  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerinde ortalama tuzluluk  $S=35$  ppt'dir (Gat 2010; Magaritz ve Gat 1981). Kurak yarı kapalı havza sistemlerinde  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin  $+2\%$  olduğu ortamlarda (Red Sea ve Salton Sea), tuzluluk  $S=42$  ppt olarak görülmüştür (Craig 1966; Gat 2010). Tuzluluğa bağlı olarak  $^2\text{H}$  izotopunda görülen zenginleşme buharlaşma çizgisi boyunca gelişir (Gat 2010).

Suların tuzluluğunun değişmesinde evaporitlerin çözünmesi ve kayaç etkileşimi etken olaylardır. Suların kayaçlardaki karbonat ve silisle etkileşimi sadece  $^{18}\text{O}$  oksijen izotopunda değişime neden olur. Evaporit içeren ortamlarda jips gibi hidrat minerallerinin çözünmesi, bünyesindeki kristal suyunun izotop içeriği nedeniyle ortamdaki  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotoplarını etkiler. Jips gibi minerallerde suyun hidrasyonu  $^{18}\text{O}$  izotopunun zenginleşmesine ve  $^2\text{H}$  izotopunun azalmasına neden olur (Gat 2010). Tuzlu suların buharlaşmasında, denge durumuna ulaşana kadar ağır izotop miktarı artmakta, tuzluluk değerinin oldukça yükselmesine bağlı olarak belirli bir tuzluluk değerinden sonra izotop değerlerinde zenginleşme tersine döner (Gat 2010). Acıgöl'deki göl sularında yağışlı ve kurak dönemdeki tuzluluk değişimine bağlı olarak ağır izotop değerleri de değişir. Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte evaporasyon tuzluluğun artmasına neden olur.

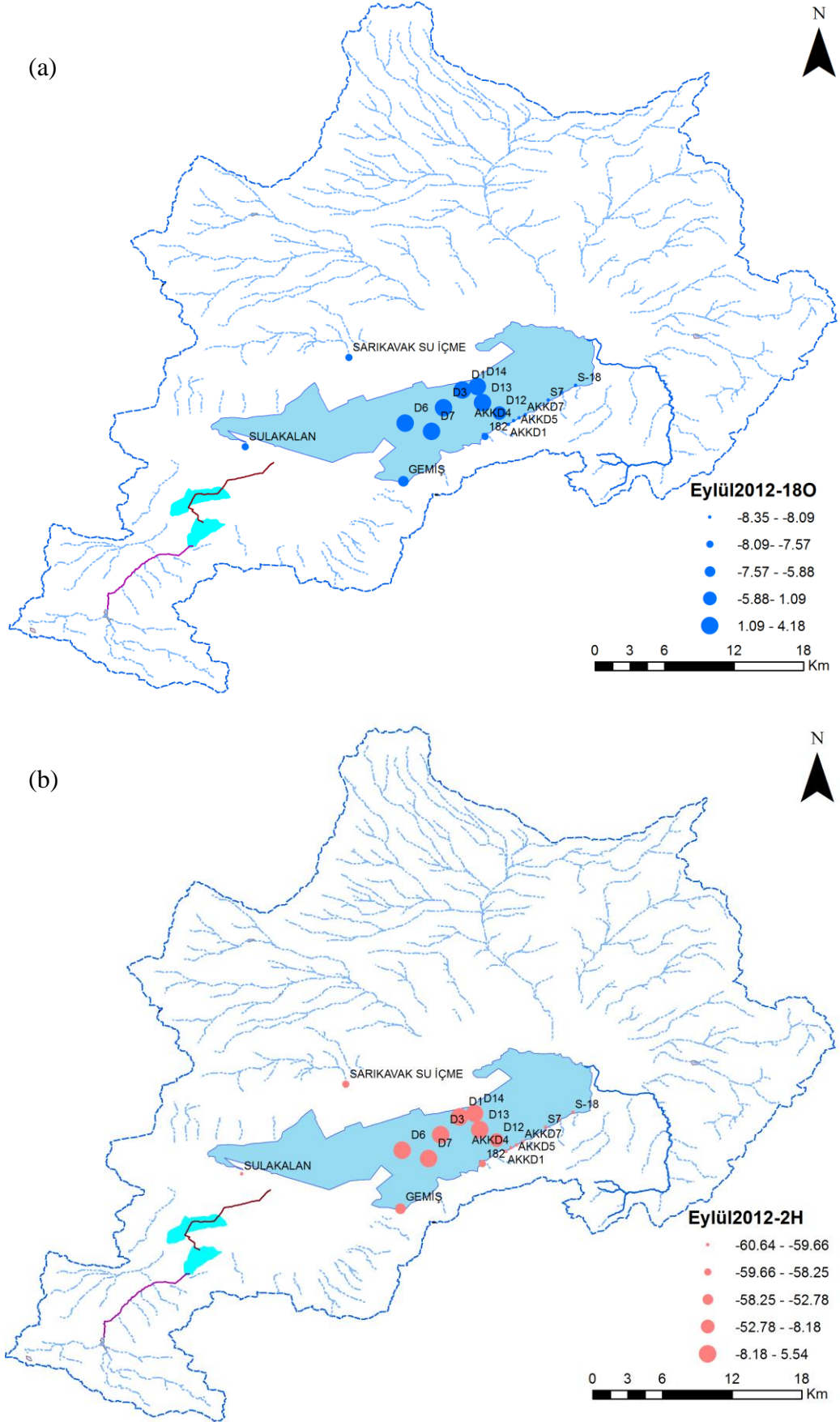


Şekil 10. 45: Acıgöl'de Haziran-2013 dönemi a)  $\delta^{18}\text{O}$  ve b)  $\delta^2\text{H}$  dağılımı.

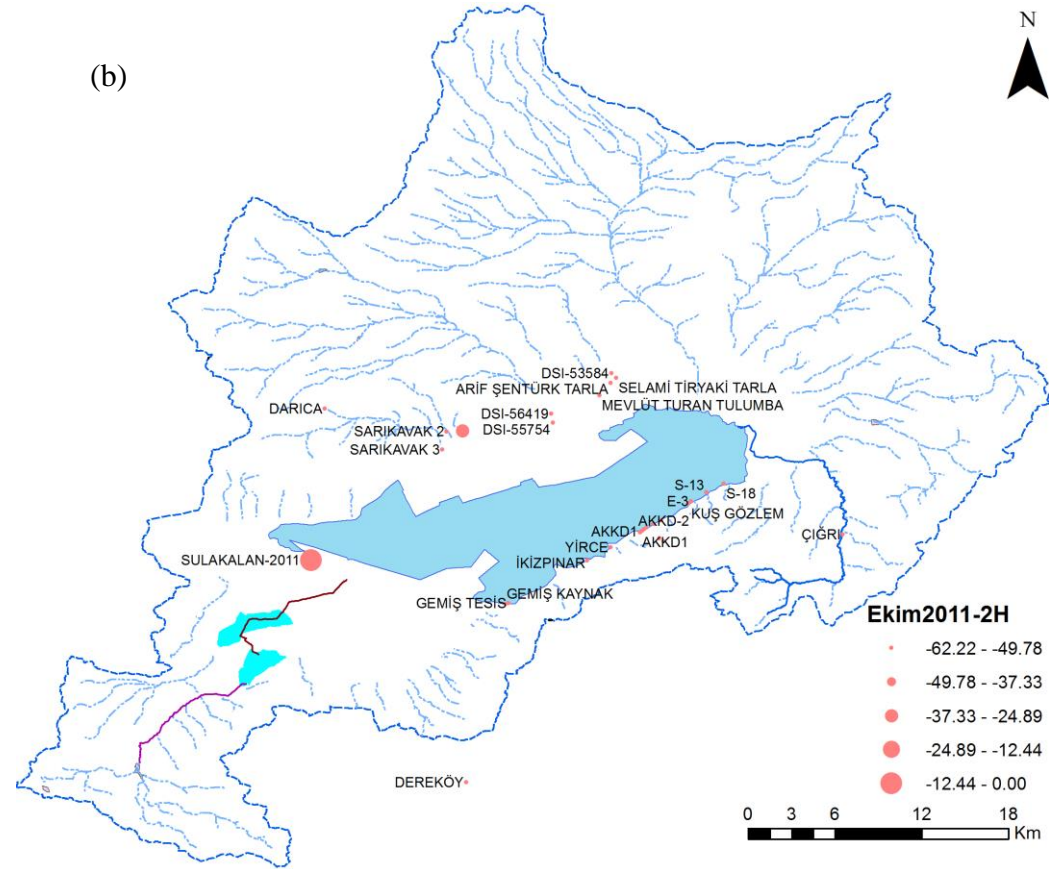
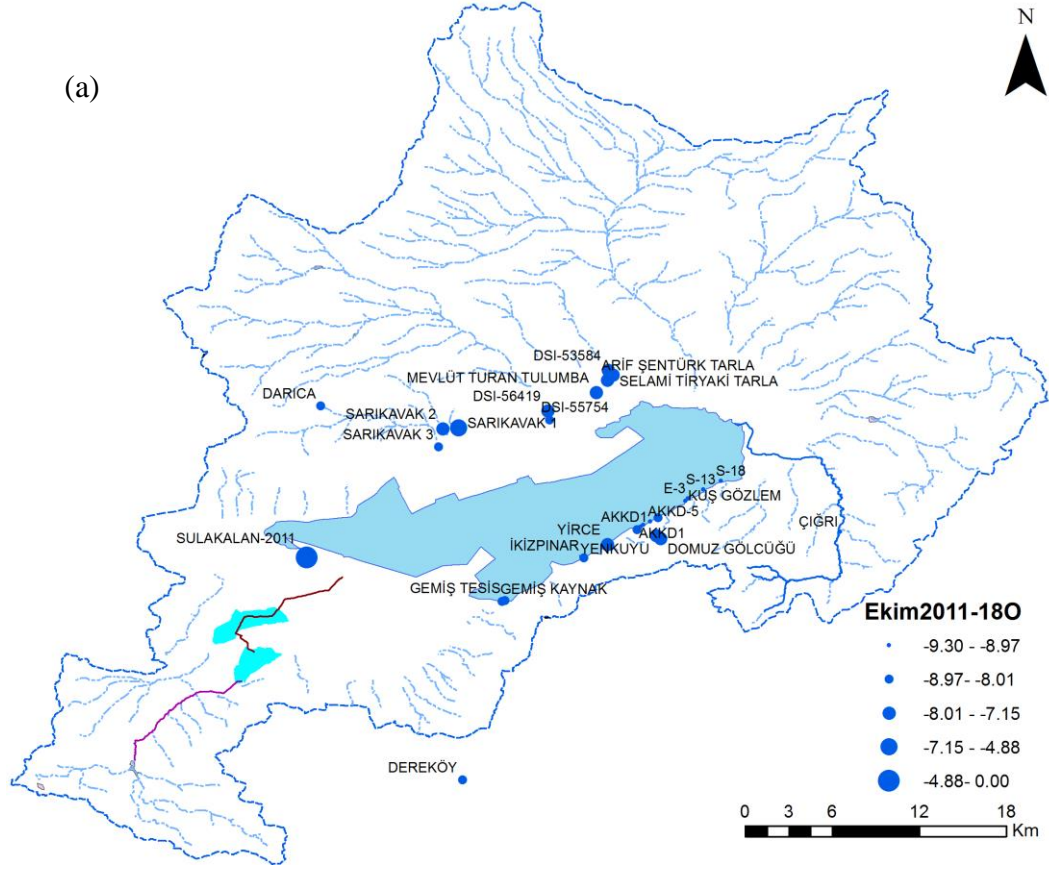


Şekil 10. 46: Acıgöl'de Haziran-2012 dönemi a)  $\delta^{18}\text{O}$  ve b)  $\delta^2\text{H}$  dağılımı.





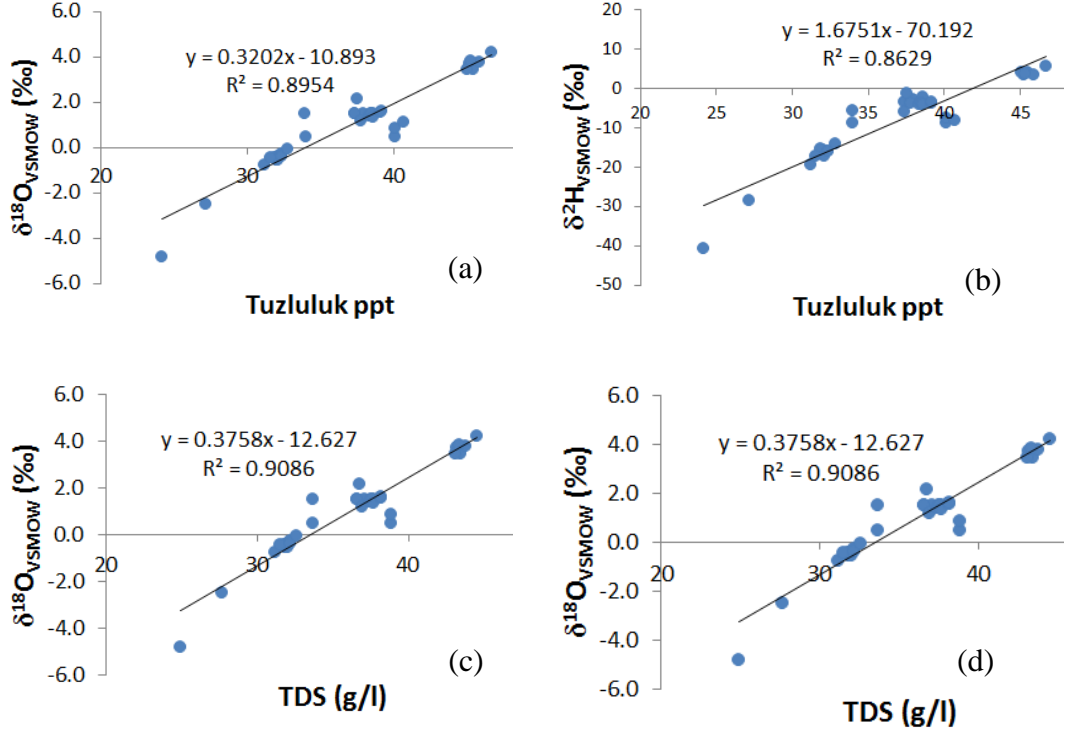
Şekil 10. 47: Acıgöl'de Eylül-2012 dönemi a)  $\delta^{18}\text{O}$  ve b)  $\delta^2\text{H}$  dağılımı.



Şekil 10. 48: Acıgöl'de Ekim-2011 dönemi a)  $\delta^{18}O$  ve b)  $\delta^2H$  dağılımı.



Göldeki tuzluluğun artmasına bağlı olarak, ağır izotop zenginleşmesi gerçekleşir. Göldeki tuzluluğun artmasına bağlı olarak  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotoplarındaki zenginleşme doğru denklemleri sırasıyla  $\delta^{18}\text{O} = 0,32 \times \text{Tuzluluk (ppt)} - 10,89$ , ( $R^2=0,90$ ) ve  $\delta^2\text{H} = 1,68 \times \text{Tuzluluk (ppt)} - 70,2$ , ( $R^2=0,86$ )'dir (**Şekil 10. 49**).



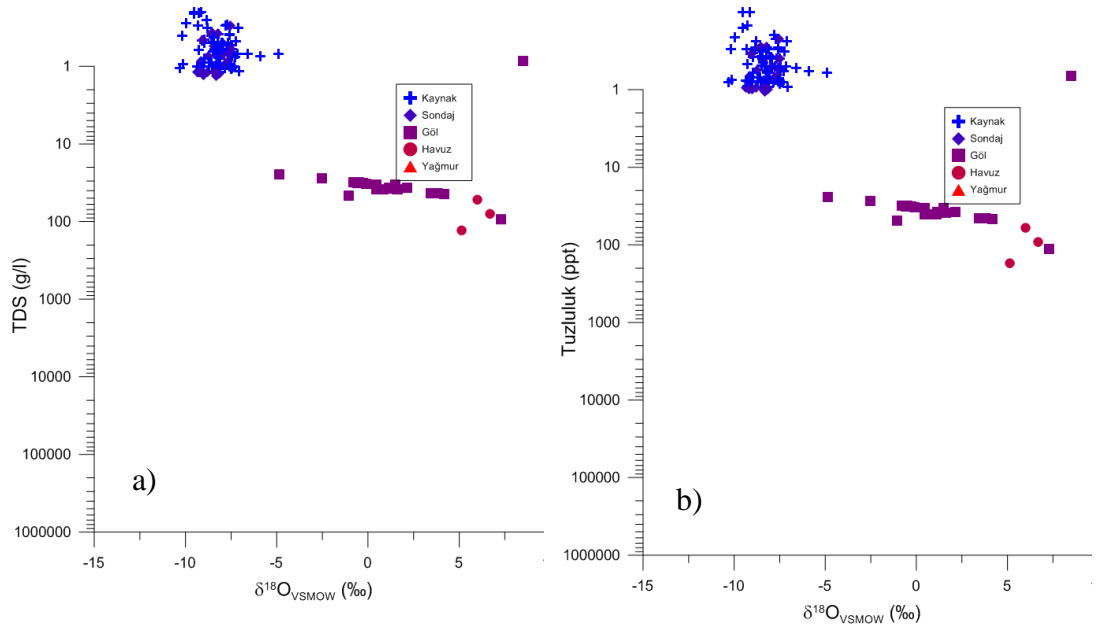
**Şekil 10. 49:** Acıgöl'de tuzluluğa bağlı (a,b) ve toplam çözünmüş madde miktarına (c,d) bağlı  $^{18}\text{O}$  ve  $^2\text{H}$  izotop değişimi.

Gölde ölçülen fiziksel parametrelerden çözünmüş madde miktarı ile ağır izotop oranları arasında belirgin bir ilişki söz konusudur. Acıgöl'de tuzluluğa bağlı izotop zenginleşmesinde etken faktör evaporasyondur. İzotop analizleri yapılan örneklerle göre göldeki tüm dönemlerde en yüksek, en düşük ve ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 46,7 ppt, 24,95 ppt ve 36,5ppt'dir. Belirtilen tuzluluk değerlerine sahip olan göl suyunun en yüksek, en düşük ve ortalama  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri +8,5‰, -4,9‰ ve +1,6‰,  $\delta^2\text{H}$  değerleri +33‰, -41‰ ve -5‰'dir.

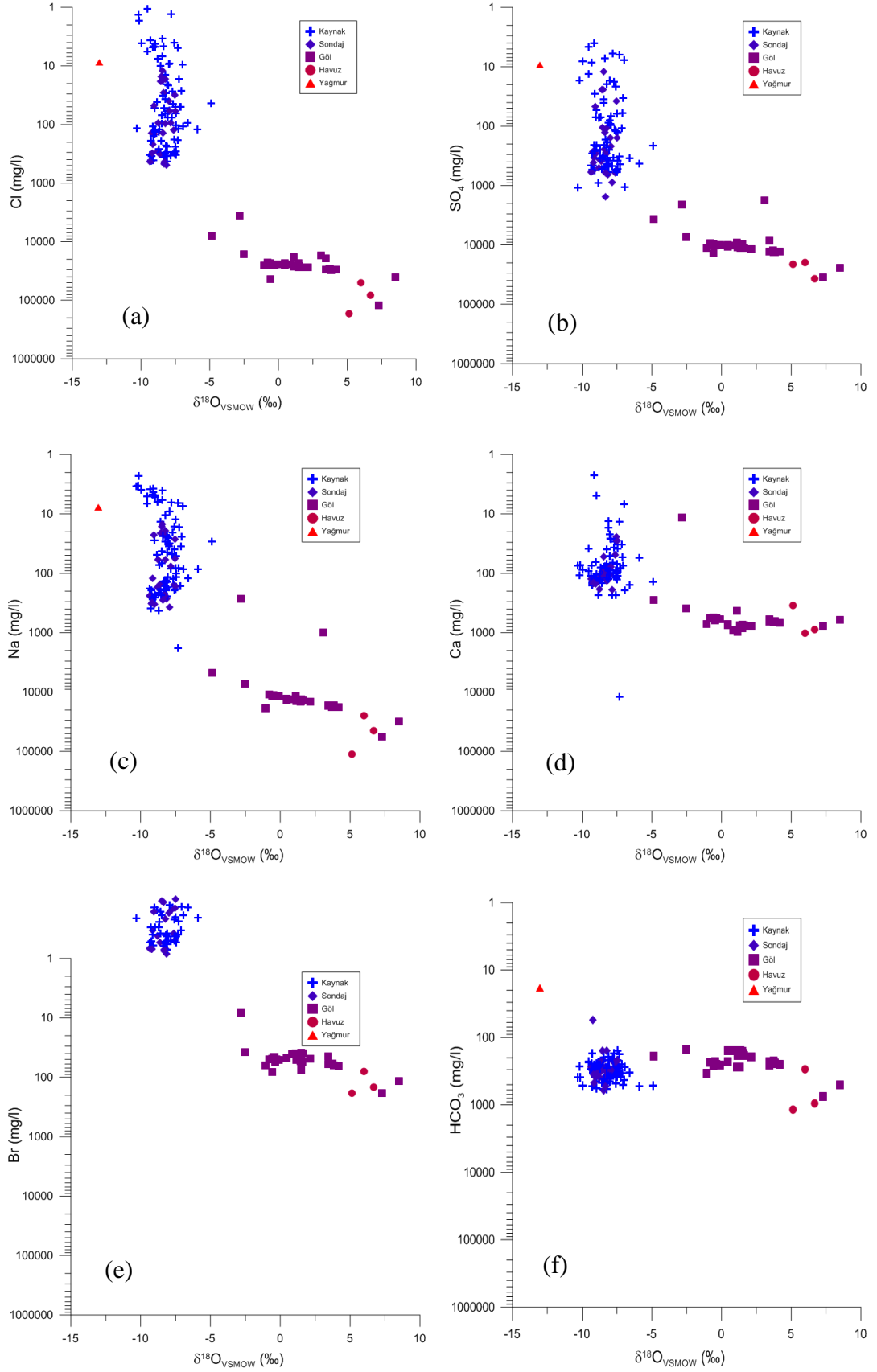
Toplam çözünmüş madde miktarı ile ağır izotop arasındaki ilişkinin etkisi altında, gölde çözünmüş iyon miktarı ile çevresel izotoplar arasındaki ilişkide, çözünmüş iyon miktarı arttıkça ağır izotop oranı artar. Gölde Na, Cl, Ca,  $\text{SO}_4$  iyon derişimlerinde görülen artışa bağlı ağır izotop zenginleşmesi, göldeki evaporasyonla bakiye kalan sudaki iyon konsantrasyonunun artması ve göldeki evaporitlerin çözünmesinin kontrolündedir (**Şekil 10. 50**, **Şekil 10. 51**). Nitekim göldeki suların

çözünmüş sülfatın  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4\text{-vsmow}}$  değerleri ağır izotop bakımından oldukça zengindir. Gölün TÇM değerleri ile  $\delta^{18}\text{O}$  arasındaki yüksek ilişki, evaporatif konsantrasyonun Acıgöl'ün kimyasını kontrol eden ana etken olduğunu gösterir. Gölün kuzey ve güneyindeki kaynakların toplam çözünmüş madde miktarı ile ağır izotop arasında belirgin bir ilişki bulunmamaktadır. Na, Cl, Ca,  $\text{SO}_4$  iyon derişimlerinde görülen artışa bağlı ağır izotop zenginleşme oranı göle nazaran oldukça düşüktür.

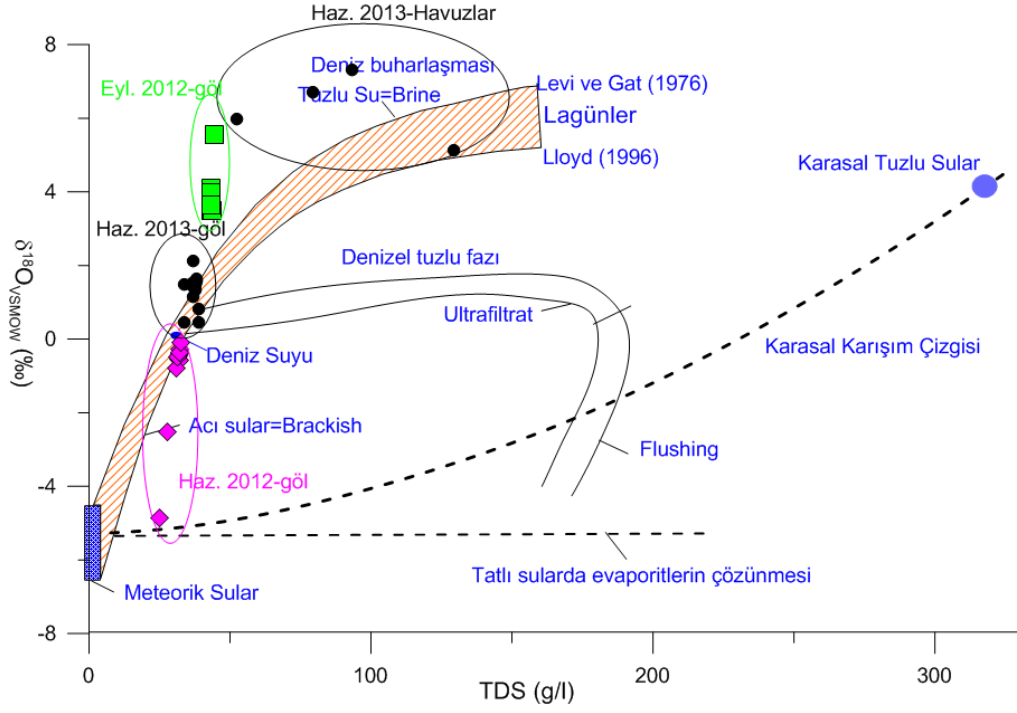
Gat (2010) tarafından, tuzlanmaya sebep olan olayların izotop üzerindeki etkisi, farklı tuzlanma olaylarında tuzluluk –  $^{18}\text{O}$  izotop değişimi grafiğinde (Gat 2010) tanımlanmıştır. Dönemsel olarak bakıldığında tuzluluk – izotop ilişkisine göre yağışlı dönemlerde göl suyu, deniz suyu niteliğindedir. Haziran 2012 döneminde göl yüzeyinde örnekleme yapılan bazı noktaların deniz suyuna göre biraz daha seyrelerek acı su özelliğine sahip oldukları görülmüştür. Göl sularının kurak dönemde tuzlu su (brine) moduna doğru geçmeye başladığı görülür. Gölde doğal yolla üretim amacıyla açılan havuzlardaki sular tüm dönemlerde deniz buharlaşması anomalisine sahiptir (**Şekil 10. 52**).



**Şekil 10. 50:** Toplam çözünmüş madde (a), tuzluluk (b) bağlı olarak göl ve kaynaklardaki  $^{18}\text{O}$  izotopunun zamansal değişimi.



**Şekil 10. 51:** Toplam çözünmüş iyon Cl (a),  $\text{SO}_4$  (b), Na (c), Ca (d), Br (e),  $\text{HCO}_3$ (f) miktarına bağlı olarak göl ve kaynaklardaki  $^{18}\text{O}$  izotopunun zamansal değişimi (devam).



**Şekil 10. 52:** Farklı tuzlanma olaylarında tuzluluk –  $^{18}\text{O}$  izotop değişimi grafiğinde (Gat 2010) Acıgöl'deki göl suyunun durumu.

## 11. EVAPORASYONUN GÖL ALANINA ETKİLERİ: CHRIS/PROBA HİPERSPEKTRAL UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE GÖL ALANI DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Acıgöl gibi endüstriyel hipersalin göllerde evaporasyon, evaporasyonun etkileri, su bütçesi, evaporitleşme, gölün sürdürülebilirliği için izlenmesi gereken bileşenlerdir. Gölde endüstriyel üretim faaliyetleri kapsamında rezerv ve buna bağlı üretim hedeflerinin belirlenmesi amacıyla göl alanını belirleme çalışmaları yersel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Göl kıyı çizgisinin belirlenmesi amacıyla üretim yapan firmalar tarafından 2 çalışan görevlendirilerek, kıyı hattı boyunca GPS ile track (iz) oluşturma yöntemi kapsamında bir-kaç gün boyunca gölün etrafının dolaşılması şeklinde yöntemler uygulanmaktadır. Yersel yöntemlerle gerçek değişim belirleme çalışmaları; arazi çalışmasının yorucu olması olmasıyla birlikte zaman alması, göl alanının bazı dönemlerde balçık haline gelmesi nedeniyle gerçek sınır hattında yürünememesi vb. gibi bir takım zorlukları barındırır.

Uydu teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte birçok çevresel sorunun çözümünde olduğu gibi Acıgöl gibi endüstriyel hipersalin göllerde iklim ve buna bağlı evaporasyon ve endüstriyel üretim gibi faktörlerin göl üzerindeki etkilerinin izlenmesinde uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılabilir. Acıgöl gibi göllerde iklim gibi doğa, endüstriyel tuz üretimi gibi insan faktörlerinin göle etkisinin uydu görüntüleriyle izlenmesinde; kıyı-çizgisi, su seviyesi ve su kaplı alanlar kullanılacak parametrelerdir. Kıyı-çizgisi, su seviyesi ve su kaplı alanlar göl değişimlerinin uydu görüntüsüyle izlenmesinde yaygın kullanılan bileşenlerdir (Ekercin 2007; Karsli ve diğ. 2011; Li ve diğ. 2013; Reis ve Yılmaz 2008; Sener ve diğ. 2010; Yıldırım ve diğ. 2011).

Gelişen uydu teknolojisi ile birlikte yüksek mekânsal çözünürlüklü WorldView-2 gibi multi-spektral (Jawak ve Luis 2014) ve CHRIS/Proba (The Compact High Resolution Imaging Spectrometer / Project for On-Board Autonomy) gibi yüksek spektral çözünürlüklü hiperspektral uydu görüntüleriyle evaporasyonun etkisinde gölalanı değişimlerinin belirlenmesi ve zamansal izlenmesi mümkündür. CHRIS/Proba uydu görüntüleri su çalışmalarında, yeterli mekânsal ve spektral çözünürlüğe sahip olması nedeniyle diğer havadan (airborne) hiperspektral ve

okyanus rengi uydu sensörlerine kıyasla (OCSS;ocean color satellite sensors) su çalışmalarında avantajlıdır (Giardino ve diğ. 2013).

Evaporasyonun etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yağışlı ve kurak dönemde algılanmış CHRIS/Proba hiperspektral uydu görüntülerinde; hiperspektral uydu görüntülerinin sağlamış olduğu spektrumun farklı bölgelerindeki bant olanaklarıyla yeni su indeksinin geliştirilmesi ve göl alanındaki değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir.

### 11.1 Su Kaplı Alanların Belirlenmesinde Normalize Edilmiş Su İndisi (NDWI)

Göl, deniz, akarsu gibi su kütlelerin belirlenmesinde NDWI/MNDWI (McFeeters 1996; Xu 2006) indeksinin kullanımı yaygındır (Davranche ve diğ. 2010; Li ve diğ. 2013; Rokni ve diğ. 2014). NDWI ve MNDWI; suyun spektral özelliğine bağlı olarak suyun yeşil bölgedeki yansıtımının kızıl ötesi bölgedeki yansıtımla normalize edilerek, yeşil bölgedeki yansıtımın maksimize edilirken, kızıl ötesi bölgedeki yansıtımının minimize edilmesi ve bitki, toprak gibi bileşenlerin kaldırılması temeline dayanır (Campos ve diğ. 2012; McFeeters 1996; Xu 2006).

Suyun, spektrumun kızıl ötesi bölgesindeki yüksek miktardaki ışığı emme özelliği nedeniyle spektrumun yakın kızıl ötesi (NIR:Near-Infrared) bölgesi su kaplı alanların belirlenmesinde oldukça etkindir (McFeeters 1996; Verdin 1996; Xu 2006). McFeeters (1996) tarafından NIR infrared bölgesinin kullanımı ile geliştirilen NDWI (11.1) indeksinde su ile toprak ve bitki bileşenleri karışır (Xu 2006). Suyun ışığı NIR bölgesine göre orta kızıl ötesi bölgesinde (MIR:Middle Infrared) daha fazla absorbe etmesi, bunun aksine MIR bölgesinde toprağın NIR bölgesine ve bitkinin yeşil bölgeye göre ışığı daha fazla yansıtması nedeniyle MIR bölgesi su kaplı alanların belirlenmesinde daha iyi sonuçlar üretir (11.2) (Xu 2006).

$$NDWI = \frac{R_{560nm} - R_{830nm}}{R_{560nm} + R_{830nm}} = \frac{B2 - B4}{B2 + B4} \quad (11.1)$$

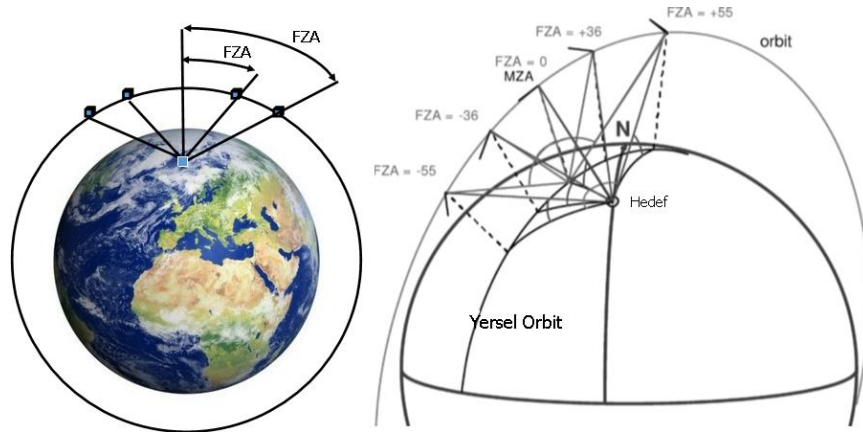
$$MNDWI = \frac{R_{560nm} - R_{1650nm}}{R_{560nm} + R_{1650nm}} = \frac{B2 - B5}{B2 + B5} \quad (11.2)$$

## 11.2 Yöntem ve Materyal

Evaporasyonun etkileri yağışlı ve kurak dönemlerde algılanmış çok-açılı hiperspektral CHRIS/Proba Mod-2 (Su Modu) uydu görüntüleri ile su kaplı alanlardaki değişim ile değerlendirilmiştir. Gölde bir yağışlı-kurak ya da kurak-yağışlı dönem geçişini kapsayacak şekilde algılanmış uydu görüntüleri ile göldeki değişimin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda bir hidrojeolojik dönemi değerlendirmede kurak-yağışlı dönem geçişi temel alınmış, kurak dönemi temsilen 2011-Eylül dönemi, yağışlı dönemi temsilen 2012-Haziran dönemi uydu görüntüleri tercih edilmiştir.

### 11.2.1 Uydu Verisi

Çok-açılı hiperspektral CHRIS/Proba uydusu, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve İngiliz Ulusal Uzay Merkezi (British National Space Center) desteği ile çevre araştırmaları için 22 Ekim 2001 tarihinde faaliyete geçmiştir (Barnsley ve diğ. 2004; Guanter ve diğ. 2005b). Hareket yönü (along-track) ve hareket yönüne çapraz (across-track) görüntüleme yapabilen uydu, aynı uydu geçişinde belirlenen hedef için 5 farklı bakış açısına göre 5 görüntü elde edebilecek çok-açılı (+55°, +36°, 0°, -36°, -55°) algılama özelliğine sahiptir (Cutter 2008) (**Şekil 11. 1**).



**Şekil 11. 1:** CHRIS/Proba Algılama Geometrisi (Cutter 2008; Guanter ve diğ. 2005b).

CHRIS/Proba uydusu, görünür-yakın kızıl ötesi bölgede 400-1050 nm aralığında; görünür bölgede 400nm civarında 1.25nm ve 1000nm civarında 11nm aralıklı spektral örnekleme gerçekleştirir (Guanter ve diğ. 2005b). Uydunun dahili depolama sisteminin efektif kullanımı amacıyla görüntülerin kullanılacağı uygulamanın türüne göre Mod-1:Genel, Mod-2:Su bantları, Mod-3:Kara(toprak), Mode-4:Klorofil, Mod-5:Kara olmak üzere 5 farklı modda görüntü alımı gerçekleştirir



(**Tablo 11. 1**).Su çalışmalarında Chris/Proba uydu görüntülerinin Mod-2'yi oluşturan band bileşenleri kullanılır (**Tablo 11. 2**).

**Tablo 11. 1:** CHRIS/Proba Modlarının genel özellikleri.

Mode	Bant Sayısı	Çerçeve Genişliği (km)	Spektral Aralık (nm)	Mekânsal çözünürlük (m)
Mod-1	62	13 x13	406-1003	34
Mod-2	18	13 x13	406-1036	17
Mod-3	18	13 x13	438-1035	17
Mod-4	18	13 x13	486-796	17
Mod-5	37	6.5 x 6.5	438-1036	17

**Tablo 11. 2:** CHRIS/Proba Mode-2 spektral özellikleri (nm) (Cutter 2008)

Bant	Min	Ort	Mak	Genişlik	Bant	Min	Ort	Mak	Genişlik
<b>W1</b>	406	411	415	10	<b>W10</b>	646	651	656	10
<b>W2</b>	438	442	447	9	<b>W11</b>	666	672	677	11
<b>W3</b>	486	490	495	9	<b>W12</b>	677	680	683	6
<b>W4</b>	505	510	515	10	<b>W13</b>	683	686	689	6
<b>W5</b>	526	530	534	9	<b>W14</b>	700	706	712	12
<b>W6</b>	556	561	566	10	<b>W15</b>	752	755	759	7
<b>W7</b>	566	570	577	8	<b>W16</b>	773	781	788	15
<b>W8</b>	585	590	596	12	<b>W17</b>	863	872	881	18
<b>W9</b>	618	622	627	9	<b>W18</b>	1003	1019	1036	33

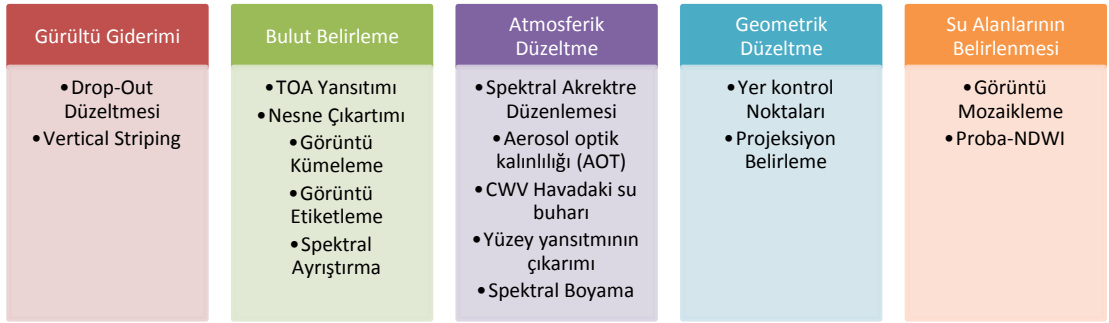
CHRIS/Proba hiperspektral uydu görüntüleri ile gerçekleştirilen çalışmada kurak dönem için 17 Eylül 2011, yağışlı dönem için 18 Haziran 2012 ve 19 Haziran-2012 tarihli uydu görüntüleri kullanılmıştır (**Şekil 11. 3**). Kurak dönemde göl oldukça küçüldüğünden su kaplı alan tek çerçevede görüntülenebilirken, yağışlı dönemde birbirini izleyen iki günde iki farklı çerçeve ile görüntülenebilmiştir. Görüntülerde 17 Eylül 2011 tarihli çekimde tüm açılı görüntüler alınabilirken, 18 Haziran 2012 tarihli görüntüde FZA:-55°, 19 Haziran 2012 tarihli görüntüde FZA:-36° görüntüleri alınamamıştır. Algılama açısına göre görüntü çerçevesindeki yer alanı ve hedef bölgeler farklılık göstermektedir. Görüntüler Level 1b atmosfer üstü mW/nm/m<sup>2</sup>/str radyans birimindedir (Alonso ve diğ. 2009; Guanter ve diğ. 2005b).

## 11.2.2 Yöntem

Uydu görüntülerinden su alanlarının belirlenmesi amacıyla yeni indeks geliştirmek amacıyla kullanılacak uydu görüntülerinde, radyometrik, atmosferik ve

geometrik düzeltmeleri içine alan ön işlemler gerçekleştirilmiştir. Alınan görüntülerde, öncelikle gürültü giderimi yapılmış, daha sonra bulut belirleme işlemini de içine alan atmosferik düzeltme yapılmıştır. Geometrik düzeltme ile konumsal doğruluğun düzeltilmesinin ardından su alanlarının belirlenmesi için uygun NDWI indeksi belirleme ve su sınırlarının tespit edildiği indeks görüntülerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntülerinin ön işlemlerinden su kaplı alanların belirlenmesi aşamasına kadar olan süreçte yürütülen iş adımları **Şekil 11. 2'**te özetlenmiştir.

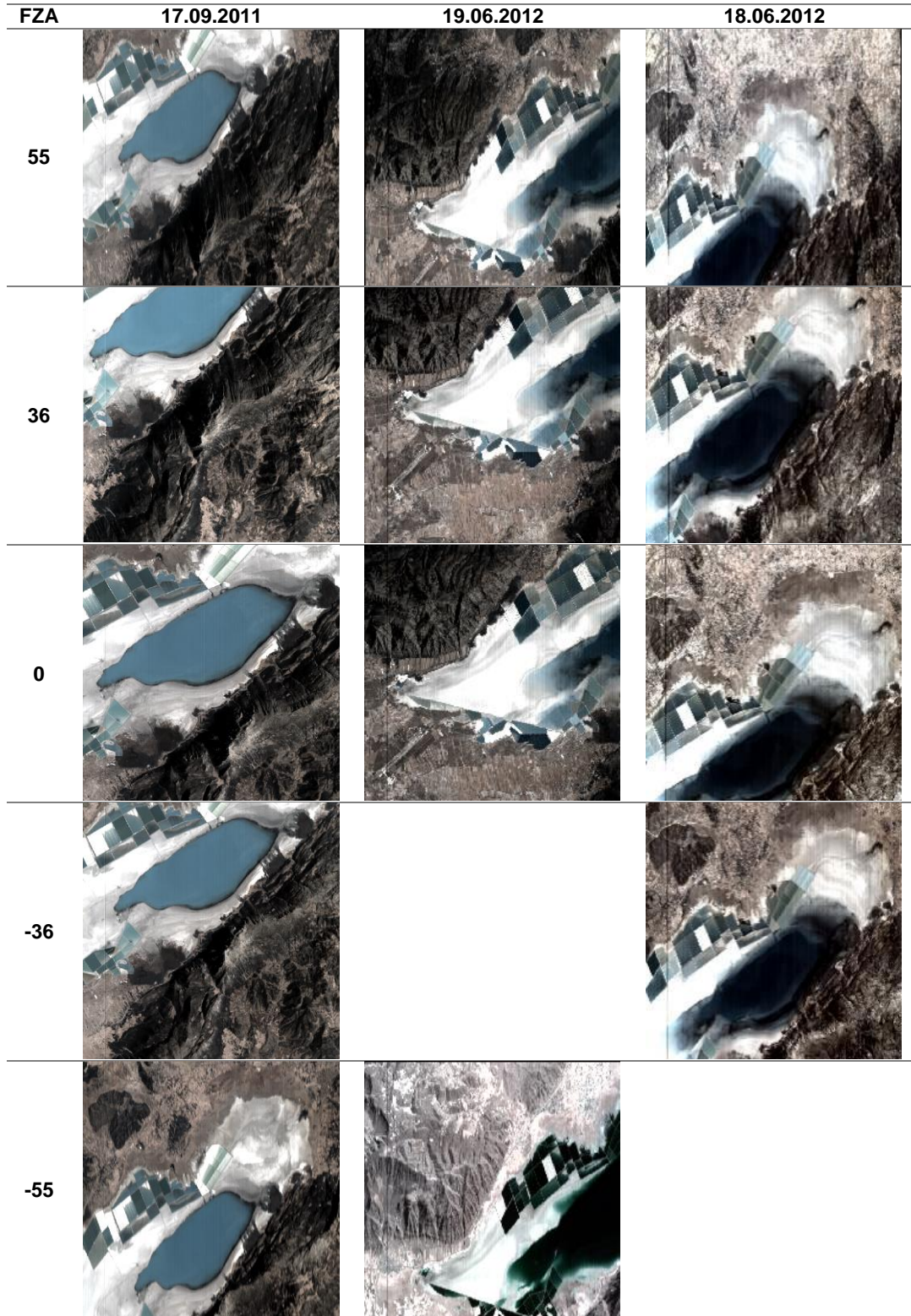
Algılanan hiperspektral görüntülerin ön işlemlerinde, Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'nın desteği altında, Brockmann Consult (BEAM Team), Universidad de Valencia ve Swansea Üniversitesi işbirliği ile Alonso ve diğ. (2009) tarafından geliştirilen Chris-Box (Chris-Toolbox for BEAM) uygulama uzantısı kullanılmıştır.



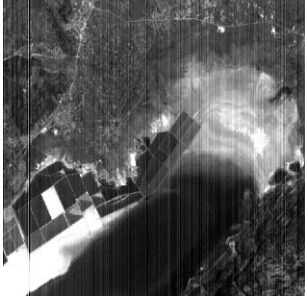
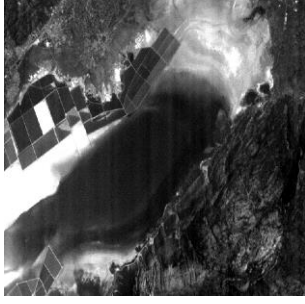
**Şekil 11. 2:** Su kaplı alanların belirlenmesinde uygulanan iş adımları.

### 11.2.3 Gürültü Giderme İşlemleri

Chris/PROBA hiperspektral görüntülerinde “drop-out” (benek etkisi) ve “vertical striping” (dikey şerit hataları) gürültü sinyalleri gözlenir. Benek etkisine sahip hatalı piksellerin etrafındaki  $3 \times 3$  matrisindeki normal piksellerin mekânsal ve spektral bilgileri kullanılarak düzeltmeler yapılır. Benek etkisine sahip hatalı pikselin düzeltilmesi komşuluk ilişkisi ve spektral benzerliğin temel alındığı mekânsal enterpolasyona benzer (Gómez-Chova ve diğ. 2008). Farklı dönemlerde alınmış görüntülerdeki benek etkisi ve dikey şerit hatalarının giderilmesinde Gómez-Chova ve diğ. (2008) tarafından geliştirilen gürültü giderme algoritmasından yararlanılmıştır. Benek etkisinin giderilmesinde 5 bant ve 4'lü birleşik komşuluk seçilmiştir. Chris-Box ile uygulanan gürültü giderme algoritmasından (Gómez-Chova ve diğ. 2008) ile gürültü giderimi işlemi yapılmış görüntüler **Şekil 11. 4'**te verilmiştir.



**Şekil 11. 3:** Göl değişimlerinin incelendiği 17.09.2011, 18.06.2012 ve 19.06.2012 tarihli Chris-Proba çerçevelerin farklı açılı (FZA) görüntüleri.

Tarih	Orjinal Görüntü	Gürültü Giderme İşlemi Sonrası Görüntü
18.06.2012		

Şekil 11. 4: Gürültü giderimi işlemi yapılmış görüntü örneği.

#### 11.2.4 Bulut Belirleme İşlemleri

Chris-Box ile bulut belirleme işlemleri; TOA (Top-of-Atmosphere) Yansıtımı, Nesne Çıkartımı, Görüntü Kümeleme, Görüntü Etiketleme, Spektral Ayırıştırma aşamalarını kapsar (Brockmann 2015). Uygulamada 14 küme 30 iterasyon ile çalıştırılarak, yakın kızılötesi banttaki beyazlık ve parlaklık değerleri kullanılarak bulut tespiti yapılmıştır.

#### 11.2.5 Atmosferik Düzeltme

Atmosferik düzeltme işlemi, gürültü giderimi ve bulut belirleme işlemlerinden sonra gerçekleşir (Brockmann 2015). Atmosferik düzeltmeyle atmosfer üstü radyans değerleri, atmosferik bileşen ve enstrümantal parametrelere bağlı olarak yüzey yansıtım değerlerine dönüştürülür (Brockmann 2015). Görüntülerin atmosferik düzeltmesinde Guanter ve diğ. (2005a, 2005b); Guanter ve diğ. (2006) tarafından geliştirilen Atmosferik Correction Tool kullanılmıştır. Atmosferik düzeltme işlem aşamaları; spektral kalibrasyon (CHRIS 1-5 modları)(Guanter ve diğ. 2006), aerosol optik kalınlığının elde edilmesi (AOT), su buharı sütunu bilgilerinin elde edilmesi (CHRIS 1, 3 ve 5 modları) (CWV), yüzey yansıtımının elde edilmesi (Vermote ve diğ. 1997), spektral boyamadır (yüzey yansıtımındaki sistematik hataların çıkartılması) (CHRIS 1-5 modları) (Guanter ve diğ. 2005a, 2005b; Guanter ve diğ. 2006).

Chris/PROBA görüntüsü Mode-2 tipinde alındığından spektral karakterin güncellenmesi, spektral boyama ve su buharı sütunu (CWV) bilgilerinin elde edilmesi işlemleri dışında aerosol optik kalınlığının (AOT) ve yüzey yansıtımının elde edilmesi aşamalarıyla atmosferik düzeltmesi yapılmıştır. Atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası farklı litoloji, su, bitki ortamlarında meydana gelen spektral yansıtım

farklılıkları değerlendirilmiştir (**Şekil 11. 5,Tablo 11. 3**). Atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası seçilen kontrol noktalarının spektral eğrileri **Şekil 11. 6** ve **Şekil 11. 7**'de belirtilmiştir.



**Şekil 11. 5:** Atmosferik düzeltme sonrası farklı litolojilerin spektral eğrilerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği test (Pin) noktaları.

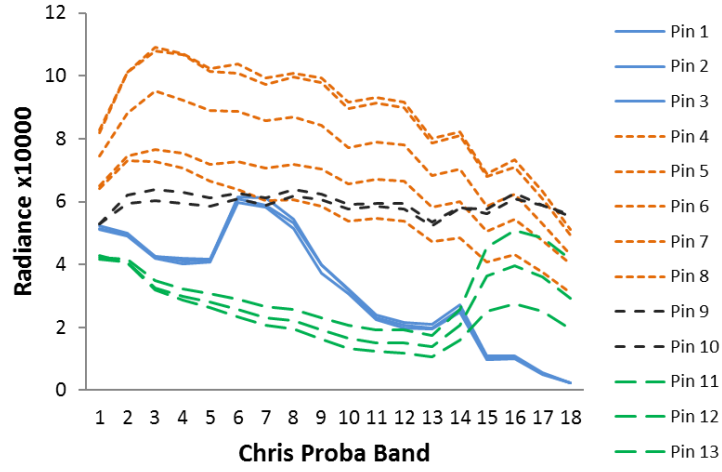
**Tablo 11. 3:** Spektral değişimin gözlemlendiği farklı test noktaları.

Nokta Adı	Litoloji	Nokta Adı	Litoloji
Pin1	Göl Suyu	Pin7	Göl Sedimanı2
Pin2	Göl Suyu	Pin8	Göl Sedimanı2
Pin3	Göl Suyu	Pin9	Kayaç
Pin4	Göl Sedimanı1	Pin10	Kayaç
Pin5	Göl Sedimanı1	Pin11	Bitki
Pin6	Göl Sedimanı1	Pin12	Bitki
		Pin13	Bitki

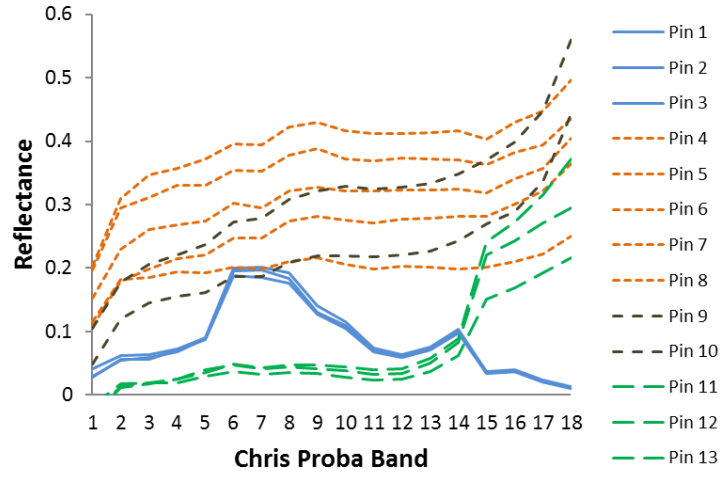
### 11.2.6 Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme işlemi, görüntüler üzerinde homojen dağılım gösteren yer kontrol noktalarının referans olarak alındığı uygulamada; UTM projeksiyon sistemi ve WGS 84 datumunda (UTM-WGS84) birinci dereceden polinom dönüşümü metodu ve en yakın komşuluk örnekleme yöntemi ile yapılmıştır (**Şekil 11. 8**). Geometrik düzeltmede kullanılan yer kontrol noktası (YKN) sayısı ve RMS hataları **Tablo 11. 4**'te verilmiştir.


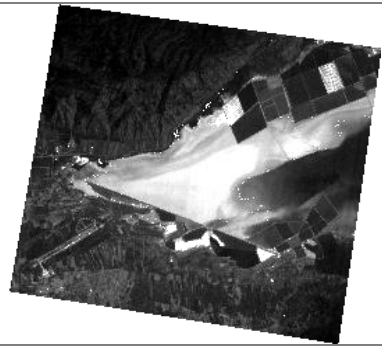




Şekil 11. 6: Atmosferik düzeltme öncesi gürültü etkisi görüntüde farklı litolojilerin radyans eğrileri.



Şekil 11. 7: Atmosferik düzeltme sonrası gürültü etkisi görüntüde farklı litolojilerin yansıtım eğrileri.

Tarih	Bakış Açısı (°)	Geometrik Düzeltmemiş	Geometrik Düzeltilmiş
19.06.2012	0		



Şekil 11. 8: Geometrik düzeltme öncesi ve sonrası görüntü örneği.

Tablo 11. 4: Geometrik düzeltmede kullanılan YKN sayıları ve RMS hataları.

Görüntü	17.09.2011				18.06.2012				19.06.2012			
Bakış Açısı (°)	0	-36	55	-55	0	36	-36	55	0	36	-36	55
YKN	16	8	7	7	7	6	5	6	6	7	5	6
RMS Hatası	0.5	0.7	1.0	1.0	0.6	1.0	0.4	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9

### 11.2.7 Görüntü Mozaiklerinin Oluşturulması

Göl alanının tamamı yağışlı dönemde tek çerçevede kapsamadığından 18 ve 19 Haziran 2012 tarihli iki görüntünün mozaiklenmesi tek bir görüntü oluşturulmuştur. Mozaik oluşturma işlemi için her iki tarihteki aynı bakış açılı görüntüler seçilmiştir. **Şekil 11. 9'da** RGB: 9, 8, 7 kombinasyonu ile dört farklı bakış açısı ile iki farklı günde alınan görüntülerden oluşturulan mozaikler verilmiştir.

Bakış Açısı (°)	Mozaik Görüntü
0	
36	

**Şekil 11. 9:** 18-19.06.2012 tarihli Chris-Proba verilerinden oluşturulan mozaik görüntüler.RGB: (9, 8, 7).

### 11.2.8 Su Kaplı Alanının Belirlenmesi ve Proba-NDWI

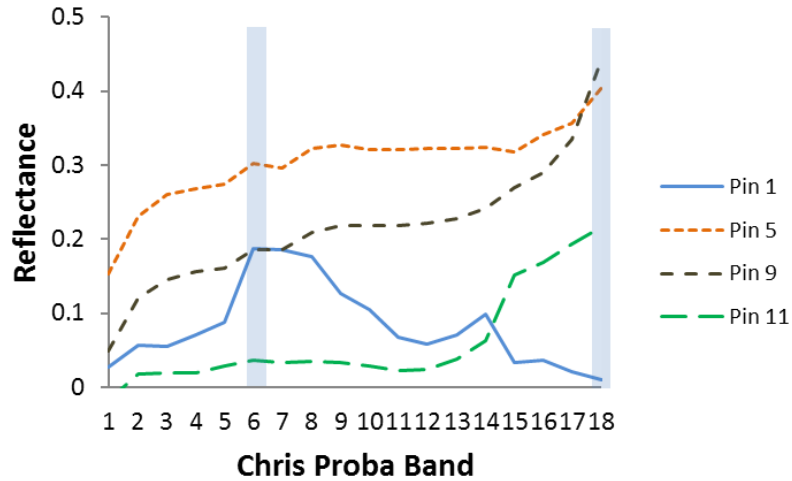
CHRIS/Proba hiperspektral uydu görüntüleriyle Acıgöl gibi hipersalin endüstriyel göllerdeki su kaplı alanların zamansal izlenmesi, sulak alanların sürdürülebilirliğinin planlama ve izlemesinden kullanılması amacıyla; McFeeters (1996); Xu (2006) tarafından geliştirilen NDWI ve MNDWI su indekslerinin CHRIS/Proba uydu görüntüleri için kullanılacak dalga boyu aralıklarının



belirlendiği indeks geliştirmesi çalışması yapılmıştır. Su kaplı alanların hiperspektral görüntülerle belirlenmesi i) **spektral kütüphane üretimi** ve ii) **su indisi geliştirme** işlemlerinden oluşan iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

**Spektral kütüphane;** su kaplı alanların diğer toprak, bitki ve bileşenlerinden ayrımlanmasını sağlayan uygun su indisinin geliştirilmesi amacıyla radyometrik, atmosferik ve geometrik düzeltmesi yapılmış uydu görüntüsünde, gl suyu, gl sedimanı, kayaç ve farklı bitkilerin spektral kütüphanesi üretilmiştir. Görünür bölgede gl suyu 6. Bantta (560 nm dalga boyunda) en yüksek, 18. bantta (1015 nm dalga boyunda) en düşük, gl sedimanı, kayaç ve bitki kızıl ötesi bölgede 18.bantta en yüksek yansıtıma sahiptir (**şekil 11. 10**).

**Su indisi geliştirme;** uydu görüntülerinde suyun yansıtımının bitki ve toprak gibi diğer arazi örtüsü bileşenlerin yansıtımına kıyasla arttırılması amacıyla normalize edilmiş indeks yöntemi denenmiştir. CHRIS/Proba uydu görüntüsünün 18 bandının birbiriyle farklı kombinasyonundan oluşan indeksler elde edilerek, her bir indeks ile test için seçilen litolojilerin indeks değerleri hesaplanmıştır (11.3). Farklı arazi örtüsü bileşenlerinin normalize edilmiş indekslerdeki değerlerinin sudan ayrılabil-diği bant kombinasyonları seçilmiştir. Arazi rts bileşenlerinin normalize edilmiş indekslerdeki sudan ayrılmaları, indekslerle hesaplanan değerlerinin sayısal değerinden ziyade pozitif veya negatif olmasına dikkat edilmiştir.



**şekil 11. 10:** Farklı arazi örtüsü bileşenlerinin CHRIS/Proba uydu görüntüsünden elde edilen spektral kütüphanesi.

$$Proba - MNDWI = \frac{R_{\lambda_1} - R_{\lambda_2}}{R_{\lambda_1} + R_{\lambda_2}} \begin{cases} 1 \leq \lambda_1 \leq 18 \\ 1 \leq \lambda_2 \leq 18 \end{cases}, \lambda_1 \neq \lambda_2 \quad (11.3)$$

Elde edilen bant kombinasyonları içinde, W2 & W18, W2 & W15, W6 & W18, W6 & W15, W15 & W18 bant kombinasyonlarında, test amaçlı seçilen arazi örtüsü örneklerinden su örnekleri pozitif, diğer sediman, kayaç, bitki gibi bileşenler negatif değerlidir (**Tablo 11. 5**). Farklı bant kombinasyonlarından elde edilen NDWI indekslerinde suyun diğer arazi örtüsü bileşenlerinden ayrılmasında kullanılacak efektif iki bandın belirlenmesi için arazi örtülerinin bu indekslerle elde edilmiş varyansları göz önünde bulundurulmuştur. Farklı arazi örtüsü bileşenlerinin varyans değerlerine bakıldığında W6 & W18 bantları kullanılarak oluşturulan NDWI indisinde, test örnekleri birbirinden yüksek farklılıkla ayrılır ve W2 & W18, W6 & W18 kombinasyonlarında varyans değerleri en yüksektir (0.46 ve 0.49).

**Tablo 11. 5:** Test için seçilen her bir arazi örtüsü için farklı bant kombinasyonları ile elde edilen NDWI indekslerindeki değerleri.

Arazi Örtüsü	W2 & W18	W2 & W15	W6 & W18	W6 & W15	W15 & W18
Göl Suyu	+0.71	+0.25	+0.90	+0.70	+0.56
Göl Sedimanı	-0.27	-0.16	-0.14	-0.03	-0.12
Kayaç	-0.57	-0.38	-0.41	-0.18	-0.24
Vejetasyon	-0.85	-0.79	-0.71	-0.61	-0.18
Varyans	0.46	0.19	0.49	0.30	0.14

**Tablo 11. 5**'teki test örneklerinin farklı bant kombinasyonlarında elde edilen değerlerine göre su kaplı alanları belirlemeden en efektif bant çifti W18 (1015 nm) ve bant W6 (560 nm)'dir. W18 (1015 nm) ve bant W6 (560 nm) bant çiftinin kullanılmasıyla elde edilen su indisi Proba-NDWI (11.4) olarak tanımlanmıştır;

$$Proba - NDWI = \frac{R_{561nm} - R_{1019nm}}{R_{561nm} + R_{1019nm}}$$

$$= \frac{W6 - W18}{W6 + W18} \quad (11.4)$$

Elde edilen Proba-NDWI indisi ile su kaplı alanların göl sedimanı, bitki, kayaç gibi diğer arazi örtüsü birimlerinden ayrılması için NDWI su indisi görüntüleri elde edilmiştir. Su indisi görüntülerinde su kaplı alanlar pozitif değerler alırken, suyun dışındaki diğer bileşenler negatif değerler almıştır (**Tablo 11. 6**).

**Tablo 11. 6:** Proba-NDWI indisi görüntülerinde farklı arazi örtüsü sınıflarının değerleri.

Proba-NDWI Değeri	İlgili Arazi Örtüsü Sınıfı	Proba-NDWI Renk Kodu
> 0	Su	Beyaz
≤ 0	Sediman-Kayaç-Bitki	Gri-Siyah

Proba-NDWI indisi görüntülerinde su kaplı alanların sahip olduğu değerler (1), diğer arazi örtüsü birimleri (0) olacak şekilde maskeleyerek uygulanarak sınıflandırılmış ve her bir sınıf ayrı vektöre dönüştürülmüştür.

### 11.3 Su Kaplı Alanlardaki Mevsimsel Değişim

Evaporasyonun etkisinde göldeki değişimde göl yağışlı dönemden kurak döneme geçişte alansal olarak küçülürken, kurak dönemden yağışlı döneme geçişte büyümeye başlar. Kurak dönemden yağışlı döneme geçişin izlendiği bu çalışmada göl, Eylül-2011 kurak döneminden Haziran-2012 yağışlı dönemine geçişte %123,3'lik bir büyüme gerçekleştirmiştir. Bu büyüme aynı zamanda yağışlı dönemden kurak döneme geçişte gölün %55,2'lik bir küçülmeye uğradığını gösterir (**Şekil 11. 11**). Kurak dönemde sadece göl çanağında su kalmaktadır.

Haziran 2012 döneminde  $0^\circ$  ve  $+36^\circ$ , Eylül 2011 döneminde  $+36^\circ$  algılama açılı görüntüler dışında tüm görüntülerden gölalanı belirlenebilmiştir. Açılma açılmasına bağlı olarak  $+55^\circ$ 'lik görüntü dışında diğer algılama açılarında gölalanı birbirine çok yakındır. Bu durumla  $0^\circ$  algılama açılı nadir görüntüsünün alınmaması durumunda  $\pm 36^\circ$  algılama açılı görüntülerinde kullanılabileceği görülmüştür (**Tablo 11. 7**).

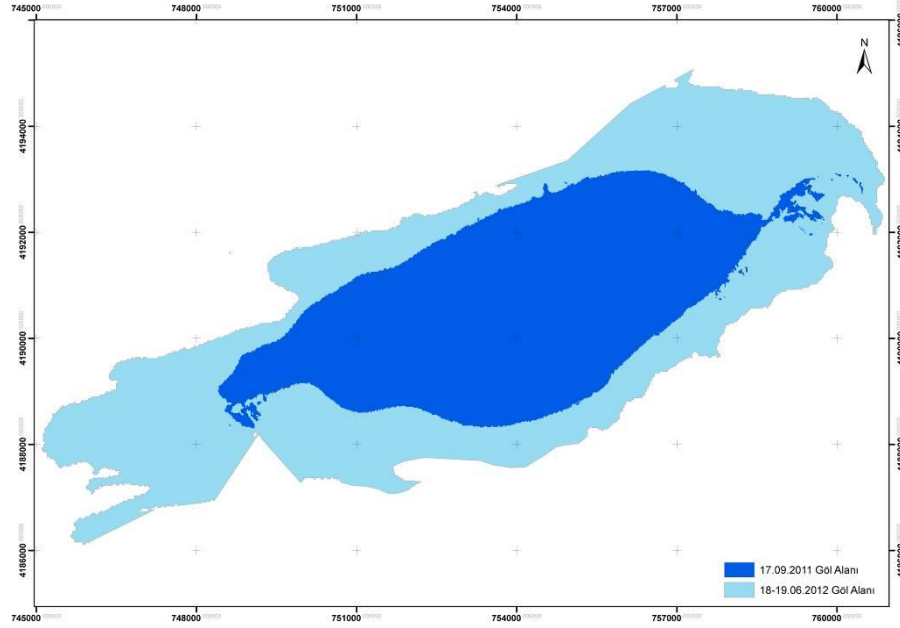
**Tablo 11. 7:** Farklı görüntüleme açılarına sahip görüntülerden hesaplanan göl alanları.

Görüntüleme Açısı FZA- $(^\circ)$	Alan (km $^2$ )	
	Eylül 2011	Haziran 2012
-55	27.04	
-36	27.38	
0	27.40	61.19
36		61.50
55	25.94	

### 11.4 Proba-NDWI Sonuçlarına Göre İklimin Etkileri

Farklı uygulama alanları için farklı mod seçenekleri ile geniş uygulama alanı bulunan CHRIS/Proba uydu görüntülerinin 2. Modunun; Acıgöl gibi sığ playa göllerde kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Su kaplı alanlar ve insan, doğa gibi faktörlerin göl alanları üzerindeki etkisinin izlenmesinde CHRIS/Proba Mod-2 bantları kullanılarak geliştirilen Proba-NDWI indisi iyi sonuçlar verir. Proba-NDWI indisinde, spektrumun

yeşil bölgesindeki yansıtımın kızıl ötesi bölgedeki yansıtıma normalizasyonunda su kaplı alanlar pozitif değerlere sahip olur. Suyun spektrumun yeşil bölgesindeki yansıtımı, kızıl ötesi bölgeye göre, bitki ve sedimanların kızıl ötesi bölgedeki yansıtımları, yeşil bölgeye göre fazladır. Proba-NDWI indisi yeşil bölgedeki yansıtımı kızıl ötesi bölgedeki yansıtımla normalize eder. İndekste kızıl ötesi bölgenin, yeşil bölge ile normalize edilmesi durumunda elde edilen su indisi görüntüsünde su kaplı alanlar negatif, diğer arazi örtüsü pozitif değerlere sahip olur.



Şekil 11. 11: Eylül 2011 ve Haziran 2012 suyla kaplı alanlar.

NDWI indisinin multispektral görüntülerle literatürde kullanımı yaygındır. Multispektral görüntülerle yapılan çalışmalarda, multispektral görüntülerin spektral çözünürlüklerinin düşük olması nedeniyle sahip oldukları bantlar spektrumun geniş aralıkları kapsar. McFeeters (1996); Xu (2006) tarafından geliştirilen NDWI ve MNDWI indeksleri, spektrumun görünür ve yakın/orta kızıl ötesi bölgedeki geniş bant aralığına sahip bantları kullanır. Hiperspektral görüntülerle yapılan bu çalışmada, dar spektral genişliğine sahip bantlarla su indisi oluşturulmuştur. Bu çalışma hiperspektral görüntülerin kullanımı ile NDWI su indisi için kullanılabilecek optimum bant seçeneğinin arttığını gösterir.

W2 & W18, W2 & W15, W6 & W18, W6 & W15, W15 & W18 bant kombinasyonları ile oluşturulan su indislerinin; su bileşenlerini, kayaç bitki ve sediman gibi farklı arazi örtülerinden başarılı bir şekilde ayrılmasını sağladığı belirlenirken, W6 (560 nm) & W18 (1015 nm) ve W2 (447 nm) & W18 (1015 nm) bant kombinasyonlarıyla elde edilen NDWI indislerinde ayrımın daha yüksek olduğu

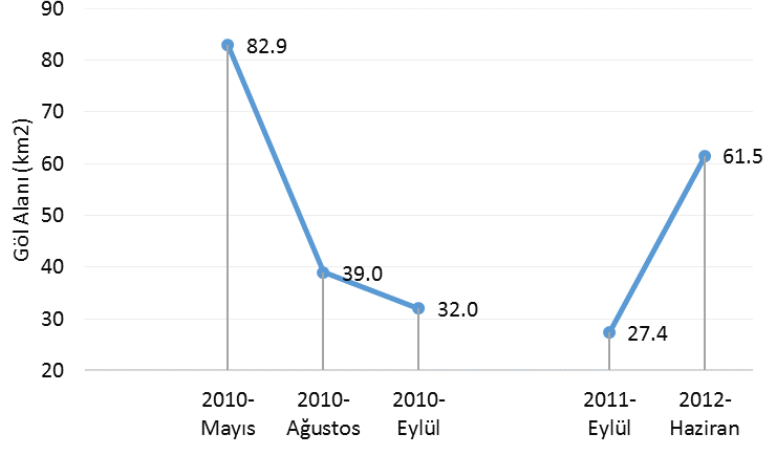
belirlenmiştir. Ancak W2 (447 nm) & W18 (1015 nm) bant bileşenleriyle oluşturulan indeks görüntüsünde, bazı arazi örtüsü alanları su ile karışabildiğinden CHRIS/Proba uydu görüntüleriyle su ayırmada en kullanışlı bant çifti W6 (560 nm) & W18 (1015 nm)'dir.

Lyons ve diğ. (2013)'e göre su kaplı alanların belirlenmesinde, döneme ve sezona bağlı olarak gölün genel özellikleri, kullanılan uydu görüntüsünün özellikleri ve kullanılan görüntü işleme teknikleri etkiler. Mevcut çalışmanın bulgularına göre su alanı tanımlamasında yüksek spektral çözünürlüğü nedeniyle CHRIS/Proba uydu görüntüsünde görünür yakın kızılötesi bölgede farklı bant kombinasyonu seçeneği bulunur. Gölün yağışlı döneme kıyasla ekstrem özelliklere sahip olduğu kurak döneminde de su alanı başarılı bir şekilde ortaya konabilir.

Li ve diğ. (2013), Advanced Land Imager (ALI) uydu görüntüleriyle su kaplı alanların belirlenmesinde Xu (2006) ile benzer sonuca ulaşarak, yeşil (525-605 nm) & MIR (1550-1750nm) bant aralıklarını optimum seçenek olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise CHRIS/Proba uydusunun spektrumun MIR bölgesinde bandı olmamasına rağmen, W6 (560 nm) & W18 (1015 nm) bant kombinasyonu NDWI su indisi için optimum seçenektir.

CHRIS/Proba uydu görüntüsünün  $0^\circ$  ve  $\pm 36^\circ$  algılama açılı farklı görüntülerinde belirlenen gölalanı değerleri birbirine oldukça yakındır. Bu sonuca göre CHRIS/Proba uydu görüntüsü ile yapılan çalışmalarda  $0^\circ$  ile görüntü alınamaması durumunda alternatif olarak  $\pm 36^\circ$  ile algılanan görüntüler kullanılabilir. Çok-açılı görüntü algılama özelliğine sahip CHRIS/Proba'nın bu özelliği; uydu geçişi sırasında oluşabilecek teknik arızalarda görüntü alınamaması gibi ihtimali azalttığından, bu tür çalışmalarda kullanımı oluşabilecek riskleri azaltabilir.

Çok zamanlı Landsat-TM uydu görüntülerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında yağışlı-kurak ve kurak-yağışlı dönem döngüsünde sürekli olarak göl alanı değişir. Bu çalışmanın yapıldığı Eylül-2011 ve Haziran-2012 bir hidrojeolojik dönemi öncesi gölün durumuna bakıldığında da aynı durum görülür (**Şekil 11. 12**). Karaman, Uca Avcı, Budakoglu, ve diğ. (2011), Landsat 5-TM görüntüleriyle 28.05.2010 ve 01.09.2010 tarihlerini kapsayan yağışlı-kurak dönem geçişinde gölün %61.4 oranında küçüldüğünü belirlemiştir. Mevcut çalışmada ise göldeki küçülme %55.2'dir. Göldeki küçülmenin havzanın iklim özellikleriyle ilişkisi değerlendirildiğinde evaporasyonla ilişkisi  $R^2=0.92$ , yağışla ilişkisi  $R^2=0.92$  ve sıcaklıkla ilişkisi  $R^2=0.62$ 'dir (Karaman, Uca Avcı, Budakoglu, ve diğ. 2011).



**Şekil 11. 12:** Yağışlı-kurak (Karaman, Uca Avcı, Budakoglu, ve diğ. 2011), kurak-yağışlı dönem geçişlerinde göl alanı değişimi.

Endüstriyel üretim faaliyetleri ile birlikte havzanın iklim koşulları gölün mevsimsel değişimini önemli ölçüde etkiler. Kurak dönemde yağışların azalması, artan sıcaklıkla birlikte yükselen evaporasyon oranları göldeki suyun varlığı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Acıgöl gibi endüstriyel öneme sahip hipersalin sulak alanlarda, su bütçesi, evaporitleşme, kuraklık ve sürdürülebilirliğin izlenmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda CHRIS/Proba hiperspektral uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanışlı materyal ve tekniktir.

## 12. CHRIS/PROBA UYDU GÖRÜNTÜSÜNDE GÖL TUZLULUĞU

Emilim (Absorbsiyon) ve saçılım, ışığın suyla etkileşimindeki iki temel olaydır (Pegau ve diğ. 1997). Işığın emilimi, ışığın su kolonundaki geçişini etkileyen temel özelliğidir (Pegau ve Zaneveld 1993). Deniz suyu ile ışığın saçılımı, su optiğinin önemli temel optik özelliğidir (Zhang ve Hu 2009). Tuzlar, çözüldükleri ortamlarda yoğunluk (density) ve konsantrasyondaki dalgalanmalar nedeniyle ışığın saçılımına neden olurlar. Yoğunluk dalgalanmasının saçılma üzerindeki etkisi ihmal edilebilir seviyede iken, konsantrasyon dalgalanmasının etkisi oldukça yüksektir (Morel 1966; Zhang, Hu, Twardowski, ve diğ. 2009). Saf bir çözeltideki toplam saçılma, yoğunluk ve konsantrasyondan kaynaklanan saçılmanın birleşimine eşittir (12.1) (Einstein 1910).

$$b(m^{-1}) = b_a + b_c \quad (12.1)$$

*b(m<sup>-1</sup>); saçılma katsayısı, b<sub>a</sub>; yoğunluk saçılması, b<sub>c</sub>; konsantrasyon saçılması*

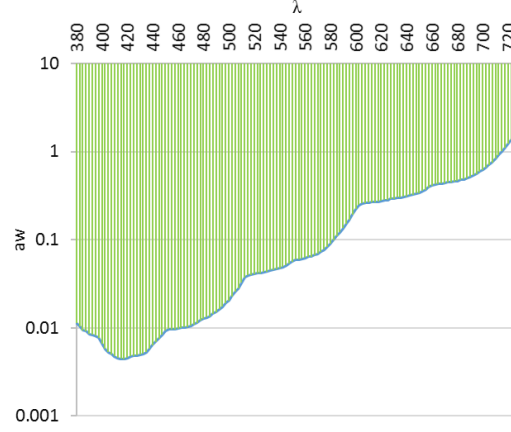
Sularda çözülmüş NaCl tuzunun artan konsantrasyonu ile birlikte saçılma etkisi artmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda, saçılma etkisindeki artış azalır (Morel 1966, 1968). Morel (1966, 1968) tarafından 366, 405, 436, 546, ve 578 nm'de yapılan ölçümlere göre, doğal deniz suyundaki saçılma etkisi, saf (pure) suya göre ortalama %30 daha fazladır (Zhang, Hu, ve He 2009). Tuzlulukla birlikte deniz suyu saçılımı doğrusal olmayan bir şekilde artar (Zhang, Hu, ve He 2009).

Işığın saf suda emilimi spektrumun mavi bölgesindeki dalga boylarında oldukça düşük, buna karşın kızıl ötesi bölgede oldukça yüksektir (Pope ve Fry 1997). Pope ve Fry (1997) tarafından belirlenen saf su emilim katsayısı 418 nm'de en düşüktür (0.00442 m<sup>-1</sup>). 728 nm'de belirlenen saf su emilim katsayısı 1.678 m<sup>-1</sup>'dir (**Şekil 12. 1**). Emilim katsayısı, suyun belirli bir uzunluğundaki emilimin ölçüsüdür (Pegau ve Zaneveld 1994).

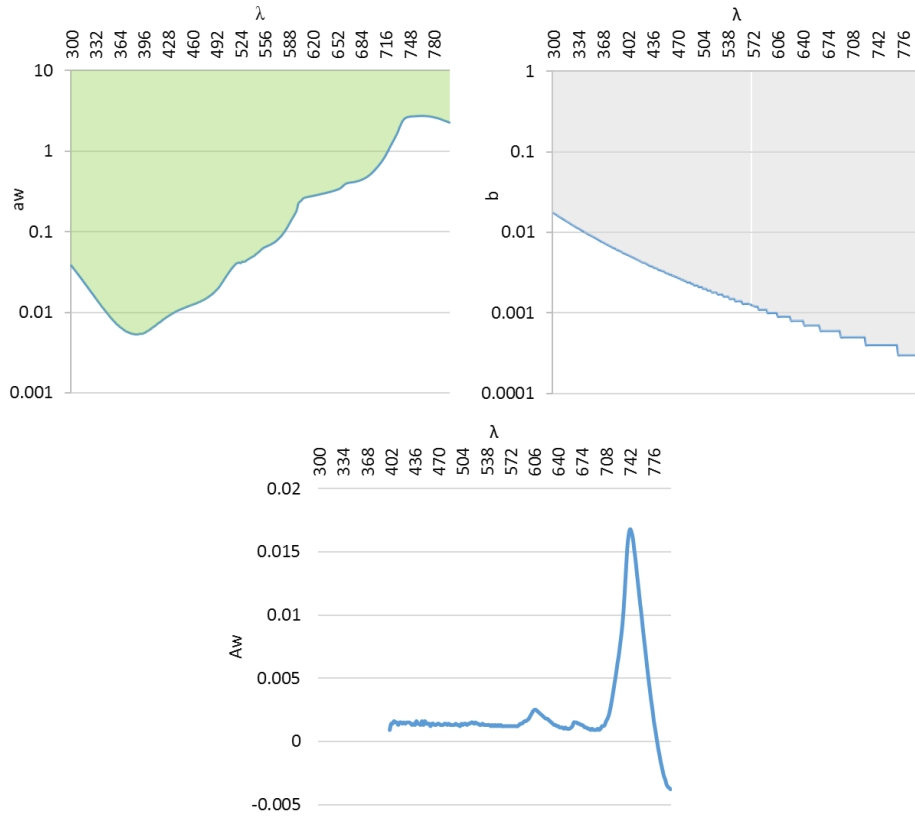
Saf sudan farklı olarak ışığın doğal sulardaki emilimi, çözülmüş organik madde ve askıdaki katı madde gibi bileşenlerden spektrumun görünür bölgesinde etkilenir (Pegau ve diğ. 1997). Suyun, spektrumun kızıl ötesi ve yakın kızıl ötesi bölgelerindeki emilim katsayıları sıcaklığın etkisi altındadır (Collins 1925; Pegau ve



Zaneveld 1993). Aynı zamanda spektrumun kızıl ötesi ve yakın kızıl ötesi bölgelerindeki emilim katsayılarını tuzluluk da etkiler (Lin ve Brown 1993; Sullivan 1963) (Şekil 12. 2).



Şekil 12. 1: Saf suyun 380-728nm arası dalga boylarındaki absorpsiyon ( $a_w$ :  $m^{-1}$ ) katsayısı (Pope ve Fry 1997).



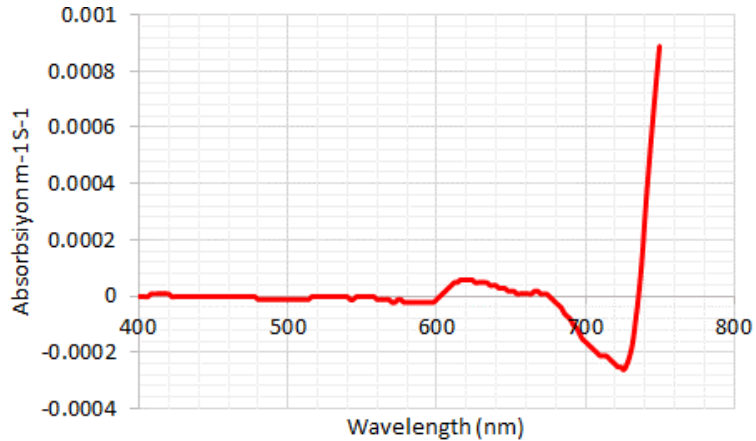
Şekil 12. 2: Saf suyun 300-800 nm arası dalga boylarındaki absorpsiyon ( $a_w$ :  $m^{-1}$ ) katsayısı, saçılım katsayısı ( $b$ :  $m^{-1}$ ), sıcaklık nedeniyle emilim artımı ( $A_w$ :  $m^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) (Buiteveld ve diğ. 1994).

Sıcaklık ve tuzluluğun suyun moleküler yapısını etkilemesi, emilim katsayılarının da değişmesine neden olur (Pegau ve diğ. 1997). Harmonik bölgelerdeki suyun absorpsiyonunda sıcaklık ve tuzluluğun etkisi, tetrahedral şekilli

hidrojene bağılı makro moleküllerin oluşumu ile ilgilidir (Whetsel 1968). Artan sıcaklık ve tuzluluk, hidrojene bağılı su makro moleküllerini, dolayısıyla moleküldeki bağları parçalar (Pegau ve Zaneveld 1993). Sıcaklık ve tuzlulukla su makro moleküllerinin simetrisindeki değişiklik, O-H bağı gerilme titreşim frekansında değişime dolayısıyla suyun emiliminde değişime neden olur (Pegau ve Zaneveld 1993).

Spektrumun kızıl ötesi bölgesinde sıcaklığın etkisinde 745-750 nm aralığında emilim meydana gelir. Sıcaklığın artmasıyla maksimum emilim 745'nm'ye doğru kaymaya başlar. Artan sıcaklıkla birlikte spektrumun 600 nm ve 775-800 nm aralığında emilim azalır. Sıcaklığın bu dalga boyları ile birlikte 515, 550 ve 660 nm dalga boylarındaki emilimi de etkilemesi muhtemeldir. Sıcaklığa bağılı emilim katsayısı 750nm'de;  $0.009 \text{ m}^{-1}\text{C}^{-1}$ , 600nm'de;  $0.0015 \text{ m}^{-1}\text{C}^{-1}$ 'dir. Tuzluluğa kıyasla sıcaklığın emilim üzerindeki etkisi daha fazladır (Pegau ve Zaneveld 1993).

Sullivan ve diğ. (2006)'a göre 550nm'den daha düşük dalga boylarında tuzluluk ve sıcaklığa bağılı emilim önemsizdir. 735 nm ve 750 nm aralığında tuzluluk nedeniyle emilim artar ve 755nm'de maksimuma ulaşır (**Şekil 12. 3**). Sıcaklık spektrumun yakın kızıl ötesi bölgesinde güçlü zayıflatma ve emilim etkisine sahipken, tuzluluk etkisi 620nm'de ve çözünmüş tuzlardan kaynaklı saçılma etkisi spektrumun mavi bölgesinde etkindir (Boss ve diğ. 2013; Sullivan ve diğ. 2006). Tuzların etkisinde saçılma, konsantrasyonlarının doğrusal bir fonksiyonu değil, artan tuz konsantrasyonunun negatif ikinci türevidir (Zhang, Hu, Twardowski, ve diğ. 2009).



**Şekil 12. 3:** Saf suyun tuzluluğa bağılı hiperspektral emilim spektrumu (Sullivan ve diğ. 2006).

Tam ve Patel (1979)'e göre görünür bölgede, 515 ve 605 nm'deki emilim etkileri sıcaklığın kontrolündedir. Pegau ve Zaneveld (1994)'e göre görünür bölgede sıcaklığın etkisindeki maksimum emilim 715 nm'de ve  $0.0034 \text{ m}^{-1}\text{C}^{-1}$ 'dir. Yazarlara göre 715 nm'deki sıcaklığa bağılı emilim, 745 nm'deki O-H bağlarının aşırı

titreşiminden kaynaklanır. Tuzlar içinde çözündükleri suyun doğal optik özelliklerini (inherent optical properties) değiştirirler (Boss ve diğ. 2013; Morel 1974; Sullivan ve diğ. 2006; Zhang, Hu, Twardowski, ve diğ. 2009). Suda tuz iyonlarının varlığı, saf suyun iyonik bağlarının değişmesine ve tuz konsantrasyonuna bağlı emilimin oluşmasına neden olur (Sullivan ve diğ. 2006).

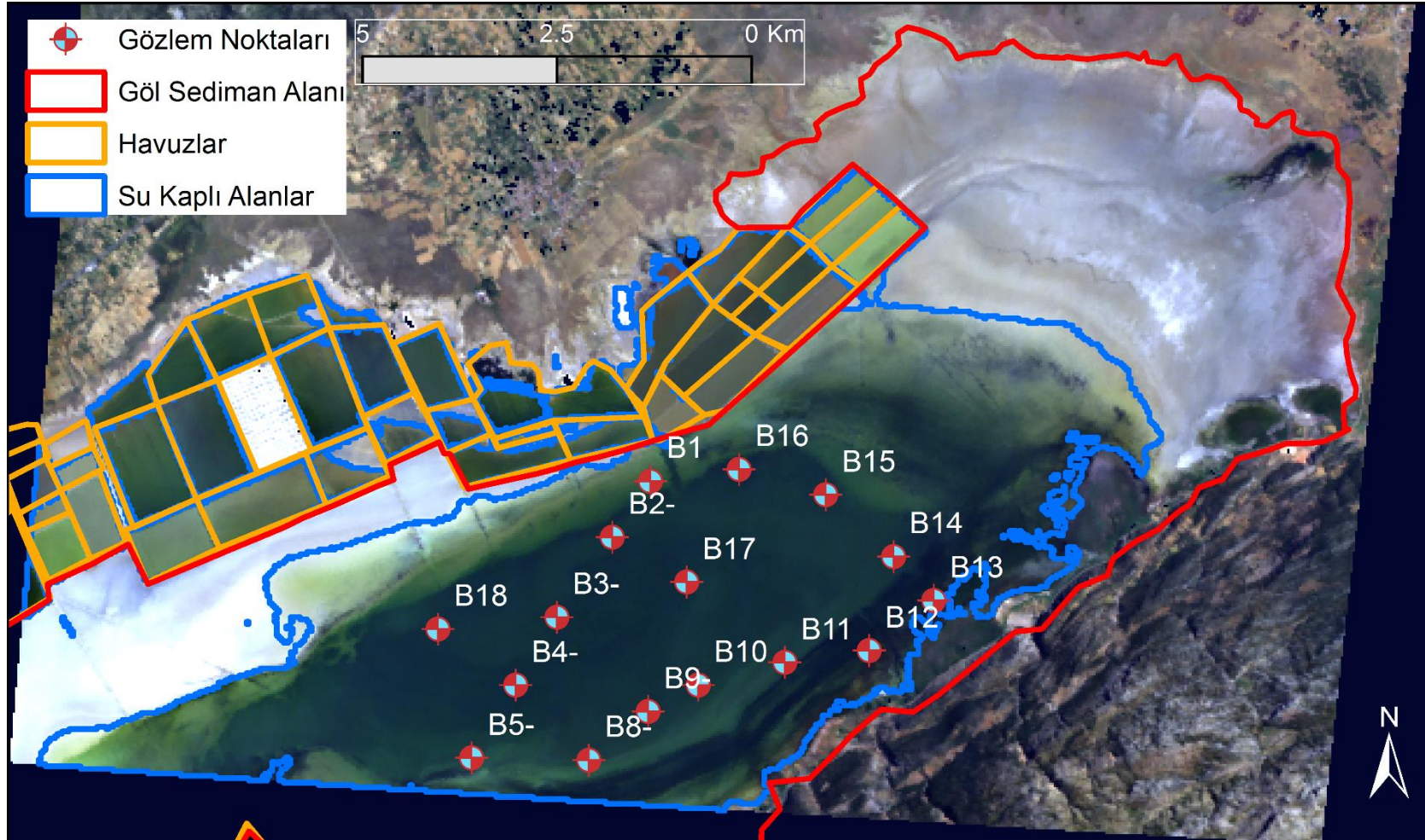
## 12.1 CHRIS/Proba Uydu Görüntüsünde Göl Tuzluluğu Belirlemede Yöntemler

Hiperspektral uydu görüntülerinden, Acıgöl gibi hipersalin göllerin tuzluluk seviyelerinin izlenmesinde kullanılabilecek yöntemlerin geliştirilmesi amacıyla arazi çalışması ile eşzamanlı olarak algılanmış 18.06.2012 tarihli hiperspektral CHRIS/Proba Mode-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır (**Şekil 12. 4**).

Uydu görüntülerinden göl tuzluluğunun belirlenmesinde, uydu geçişiyle eş zamanlı göl yüzey çalışmaları yürütülmüş ve gölde tuzluluk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntüsünden tuzluluğun tespitinde; her bir gözlem noktasının uydu görüntüsündeki spektral yansıtımı ile ilgili istasyonda yersel ölçülmüş tuzluluk verileri arasındaki ilişki ve bu ilişkiyi oluşturan her bir bileşene farklı matematiksel fonksiyonlar uygulamak suretiyle gerçekleştirilen veri dönüşümünden yararlanılmıştır.

Göl alanında, göl suyunun tuzluluğunun belirlenmesi hedeflendiğinden göl alanında su kaplı alanlar CHRIS/Proba -NDWI indisi yöntemi ile belirlenerek, diğer alanlar görüntüden atılmıştır. Göl yüzeyindeki gözlem noktalarının uydu görüntülerindeki spektrumları; görüntülerin giderimi ile birlikte atmosferik ve geometrik düzeltmesi sonucu elde edilmiştir (**Şekil 12. 5**).

Uydu görüntüsünün geometrik düzeltmesinden kaynaklanabilecek ve yersel örnekleme sırasında teknenin sabit olmamasının etkisindeki konumsal sapmalardan kaynaklı hataların önüne geçilmesi amacıyla her bir gözlem noktasının spektrumu, uydu görüntüsündeki 3x3 piksel matrisinin ortalama değerlerinden belirlenmiştir.



Şekil 12. 4: 18.06.2012 tarihli CHRIS/Proba görüntüsü ve göl yüzeyinde tuzluluğun yersel izlendiği gözlem noktaları.



Şekil 12. 5: CHRIS/Proba Uydu görüntüsünden göl tuzluluğunun belirlenmesinde yöntem.

### 12.1.1 OBRA (Optimal Bant Ratio Anaysis/Optimal Bant Oranı Analizi)

Optimal Bant Oranı Analizi, spectral yansıtım ile incelenen özellik arasındaki ilişkiyi en iyi tanımlayan bant oranının belirlenmesi amacıyla ilk olarak Legleiter ve diğ. (2009) tarafından batimetri çalışmalarında derinlik ile spektral yansıma arasındaki en iyi doğrusal ilişkiyi tanımlayan bant oranının belirlenmesi için geliştirilmiştir. Özellikle çok bantlı hiperspektral görüntülerde en uygun bantların belirlenmesini kolaylaştıran yöntem, atmosfer tabanlı uzaktan algılama çalışmalarında da (Ozelkan ve diğ. 2015) kullanılmaya başlanmıştır.

Legleiter ve diğ. (2009) tarafından geliştirilen yöntemde giriş verilerini yersel ölçülen parametreler (derinlik, tuzluluk vb.) ile uydudan veya yersel spektrometre ile farklı dalga boylarında radyometrik olarak ölçülmüş reflektans, radyans ve ya (DN) digital numaralar oluşturur. Yersel spektrometre ile ölçülmüş bir spektral kütüphane ile tuzluluk ilişkisinin tanımlanmasında OBRA yönteminin uygulaması; spektral kütüphanedeki her bir dalga boyu çiftinin ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) birbirine oranlanması ile elde edilen oran değeri ( $R_{\lambda_1}/R_{\lambda_2} = X$ ) ile tuzluluk ( $S$ ) değeri arasındaki regresyon katsayısı  $R^2(\lambda_1, \lambda_2)$ , eğimi  $\beta_1(\lambda_1, \lambda_2)$  ve kesişim noktasının  $\beta_0(\lambda_1, \lambda_2)$   $n \times n$  matrisinde ayrı ayrı saklanması ve görselleştirilen sonuç matrisinde en yüksek korelasyon bölgelerinin vurgulanmasıdır.

Hiperspektral uydu görüntülerinden elde edilen spektral eğrilerle tuzluluk arasındaki ilişkiyi tanımlayan optimal bant oranının belirlenmesinde; her bir bant reflektansının ( $BR:R_{\text{Bant-1}}/R_{\text{Bant-n}}$ ) birbirine oranlanması ile elde edilen oran sonucu ( $X$ ) ile tuzluluğun regresyon sonuçlarının matrisi elde edilir. Spektral eğrideki her bir bant çiftinin birbirine oranlanması için kullanılan fonksiyon (12.2) gibidir;

$$BR(x, y, i) = \begin{cases} Ri(\lambda_x) & \text{Band } 1 \leq \lambda_x \leq \text{Band } 18 \\ Ri(\lambda_y) & \text{Band } 1 \leq \lambda_y \leq \text{Band } 18 \end{cases} \quad x \neq y ; \text{Cor}(BR(x,y,i), \text{Tuzluluk}) \quad (12.2)$$

BR = bant oranı, R = reflektans, i = gözlem sayısı ve  $\lambda$  = CHRIS/Proba bandı

Acıgöl gibi sığ göllerin uydu görüntülerinden elde edilen spektrumlarında, özellikle sığ göl kıyısındaki taban etkisinden kaynaklı etkiler görülür. Göl taban albedosundaki değişiklik bant oranlamadaki bantları aynı oranda etkilediğinden, bant

oranı dönüşümü (Ratio Transformation) taban etkisini izole etmek için yaygın kullanılan yöntemdir (Stumpf ve diğ. 2003). Bant oranı dönüşümleri ile taban etkisinden uzak, en uygun bant oranı çiftleri aranmıştır.

### 12.1.2 ONDLSI (Optimal Normalized Difference Lake Salinity Index; Optimal Normalized Edilmiş Göl Tuzluluk İndeksi)

Spektral yansıtım kütüphanesinde farklı dalga boyları arasındaki zıtlığı arttırmak veya iki farklı dalga boyundaki yansıtımı birleştirmek amacıyla spektrumda normalizasyon işlemi gerçekleştirilir (Carlson ve Ripley 1997; Gao 1996). Acıgöl gibi hipersalin göllerde tuzluluğun uydu görüntülerinden belirlenmesinde kullanılabilecek normalize edilmiş göl tuzluluk indisinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Hiperspektral uydu görüntülerinden elde edilen spektral eğrilerle tuzluluk arasındaki ilişkiyi tanımlayan optimal normalize edilmiş göl tuzluluk indisinin belirlenmesinde; her bir bant çiftinin kullanılması ile elde edilen normalize edilmiş indeks değeri ( $X$ ) ile tuzluluğun regresyon sonuçlarının matrisi elde edilir. İlişki matrisinde en yüksek korelasyon ilişkisi bölgeleri, tuzluluğun belirlenmesinde kullanılabilecek optimum dalga boylarını/bantları belirtir. Normalize edilmiş optimum göl tuzluluk indisinin fonksiyonu (12.3) gibidir.

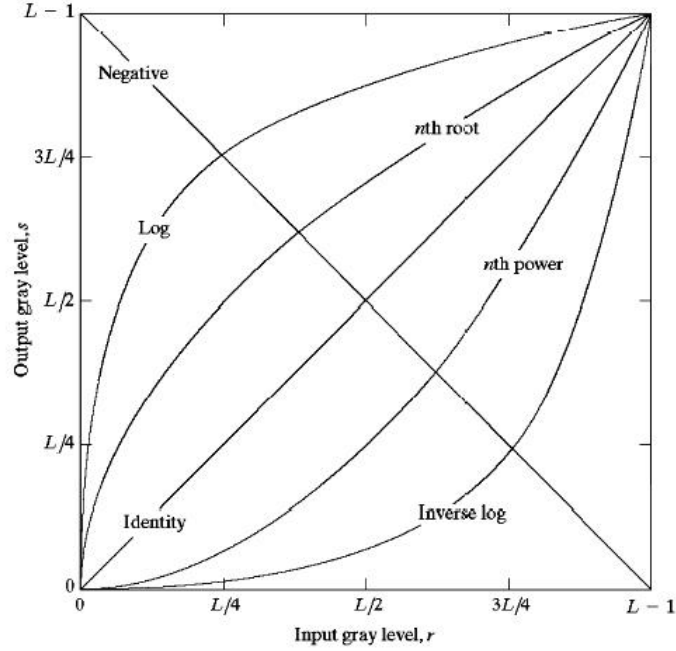
$$ONDLSI(x, y, i) = \begin{cases} \frac{Ri(\lambda_x) - Ri(\lambda_y)}{Ri(\lambda_x) + Ri(\lambda_y)} & \text{Band } 1 \leq \lambda_x \leq \text{Band } 18 \\ & x \neq y; \text{Cor}(ONDLSI(x, y, i), \text{Tuzluluk}) \end{cases} \quad (12.3)$$

### 12.1.3 Gray-Level Dönüşümleri ile Tuzluluk İlişkisi

Spektral yansıma değerlerinden en etkin tuzluluk bilgisi çıkarımını elde etmek üzere, yansıma değerlerine digital görüntü işleme metotlarının temel fonksiyonlarından olan gray-level data transformasyonu fonksiyonları (Masters ve diğ. 2009) uygulanmıştır.  $x$  orjinal ve  $y$  türetilen değer olmak üzere en sık kullanılan üç temel  $y=T(x)$  Gray-Level dönüşüm fonksiyonu lineer, logaritmik ve üssel olmak üzere **Şekil 12. 6**'da görsel olarak verilmiştir.



Uydu görüntüsünün Gray-level dönüşümü ile elde edilen yeni spektrumla tuzluluk arasındaki ilişkiyi tanımlayan optimal bant oranı ve normalize edilmiş göl tuzluluk indisinin belirlenmesinde, OBRA yönteminden yararlanılmıştır (12.4), (12.5).



Şekil 12. 6: Gray-Level dönüşümleri (Masters ve diğ. 2009).

$$Y = T(X)$$

$$X = BR(x, y, i) = \begin{cases} Ri(\lambda_x) & Band 1 \leq \lambda_x \leq Band 18 \\ Ri(\lambda_y) & Band 1 \leq \lambda_y \leq Band 18 \end{cases} \quad x \neq y \quad (12.4)$$

$$X = ONDL SI(x, y, i) = \begin{cases} \frac{Ri(\lambda_x) - Ri(\lambda_y)}{Ri(\lambda_x) + Ri(\lambda_y)} & Band 1 \leq \lambda_x \leq Band 18 \\ \frac{Ri(\lambda_x) + Ri(\lambda_y)}{Ri(\lambda_x) + Ri(\lambda_y)} & Band 1 \leq \lambda_y \leq Band 18 \end{cases} \quad x \neq y \quad (12.5)$$

#### 12.1.4 Hata Analizi

Uydu görüntülerinden hesaplanan tuzluluk değerlerindeki hata Ortalama Karesel Hata (RMSE; Root Mean Square Error) yöntemi (Barnston 1992) ile değerlendirilmiştir (12.6).

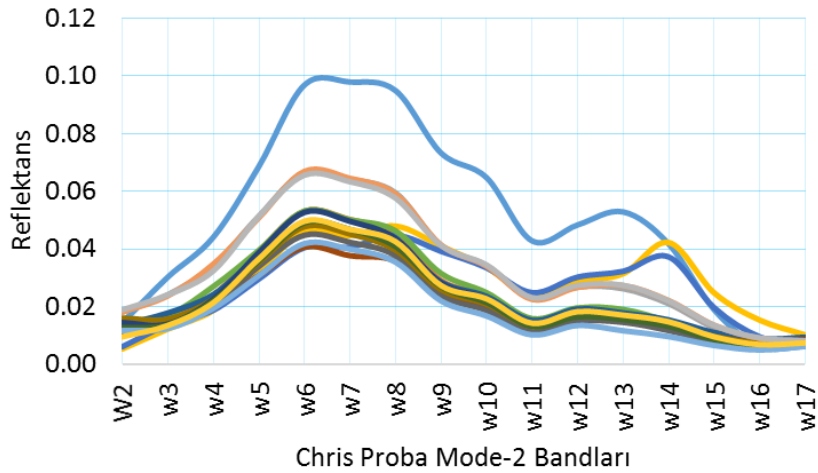
$$RMSE = \sqrt{1 - r^2} SD_y \quad (12.6)$$

r; hesaplanan tuzlulukla-gerçek tuzluluk korelasyonu,  $SD_y$ ; hesaplanan tuzluluk değerlerinin standart sapmasıdır.

## 12.2 CHRIS/Proba Uydu Görüntüsünde Tuzlu Göl Spektrumu

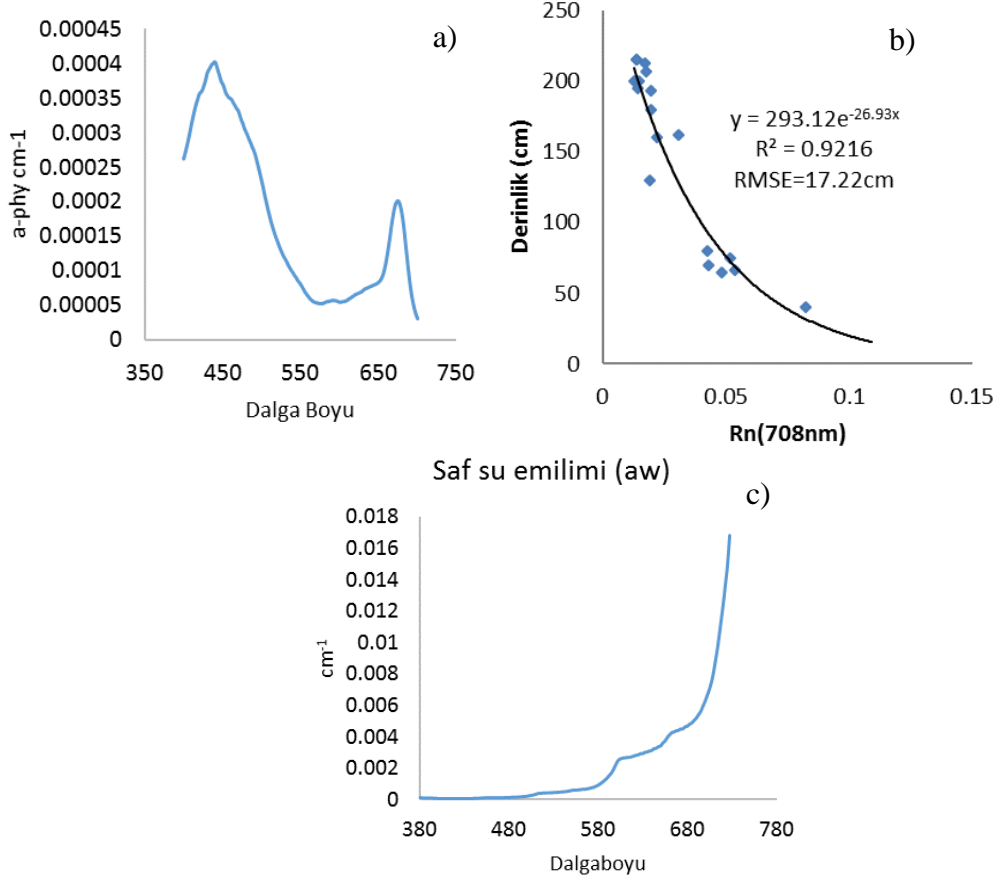
Acıgöl'ün göl suyunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin alansal farklılığı reflektans spektrumunun farklılaşmasına neden olur (**Şekil 12. 7**). Göl spektrumunda kızılötesi bölgede (755-1019 nm; W15-W17) emilim oldukça fazla iken göldeki farklı etkilere bağlı olarak W11(672nm), W2(442nm), W3(490nm) bantlarında yüksek miktarda emilim gerçekleşir. Bulanıklığın olmadığı ya da çok düşük olduğu bölgelerde, gölün sığ olması nedeniyle spektrumda taban etkileri görülür. Derinliğin reflektans üzerindeki eksponansiyel etkisi, Acıgöl'de CHRIS/Proba görüntüsünde 706 nm (W14 bandı)'dedir (Budakoğlu ve diğ. 2014) (**Şekil 12. 8**).

Gözlem noktalarının derinliğine bağlı olarak W14 bandında yansıma değerleri değişir. Sığ olan noktalarda taban etkisi nedeniyle yansıtım daha fazladır. W2(442nm), W3(490nm) ve W11(672nm) bantlarındaki emilim, Bricaud ve diğ. (1995) tarafından belirlenen fitoplanktonların klorofil-a spesifik absorpsiyon spektrumu ile karşılaştırıldığında, gölde yoğun miktardaki fitoplanktonun etkisinde gerçekleştiği görülür. Aynı zamanda türbiditik sularda 675nm (W11) klorofil-a kırmızı emilim bölgesidir ve uzaktan algılama tabanlı sularda klorofil-a belirlemede bant oranlama yönteminde yaygın olarak kullanılır (Le ve diğ. 2009).



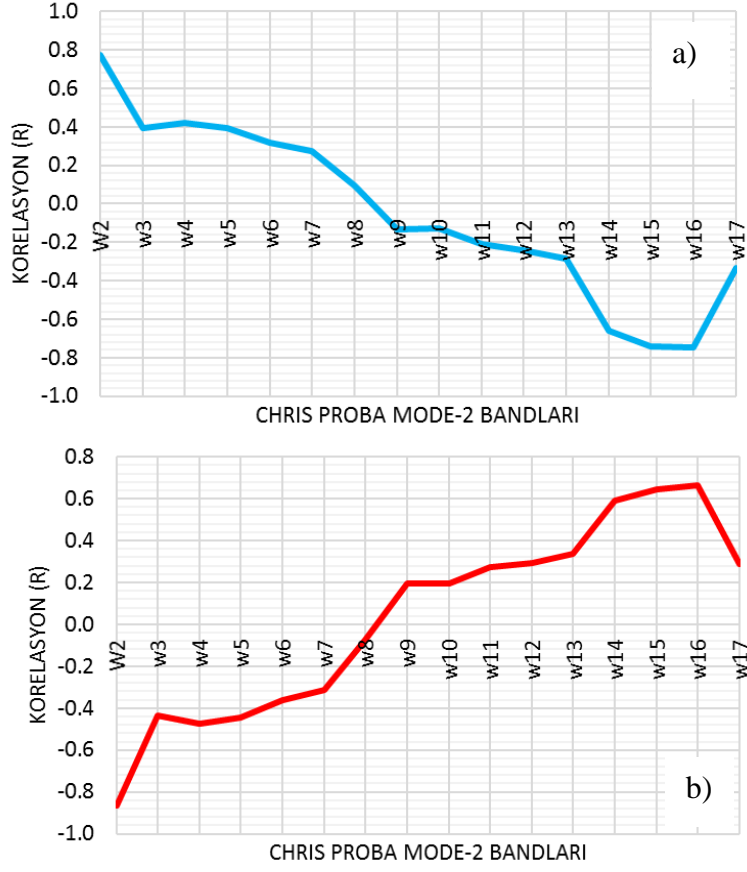
**Şekil 12. 7:** CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumları.

Haziran-2012 döneminde gölde Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta divizyonlarına ait türler belirlenmiştir. Aynı dönemde göldeki toplam organizma miktarı 311,683-436,100,819 org/L arasında değişmiştir (Budakoğlu ve diğ. 2014).

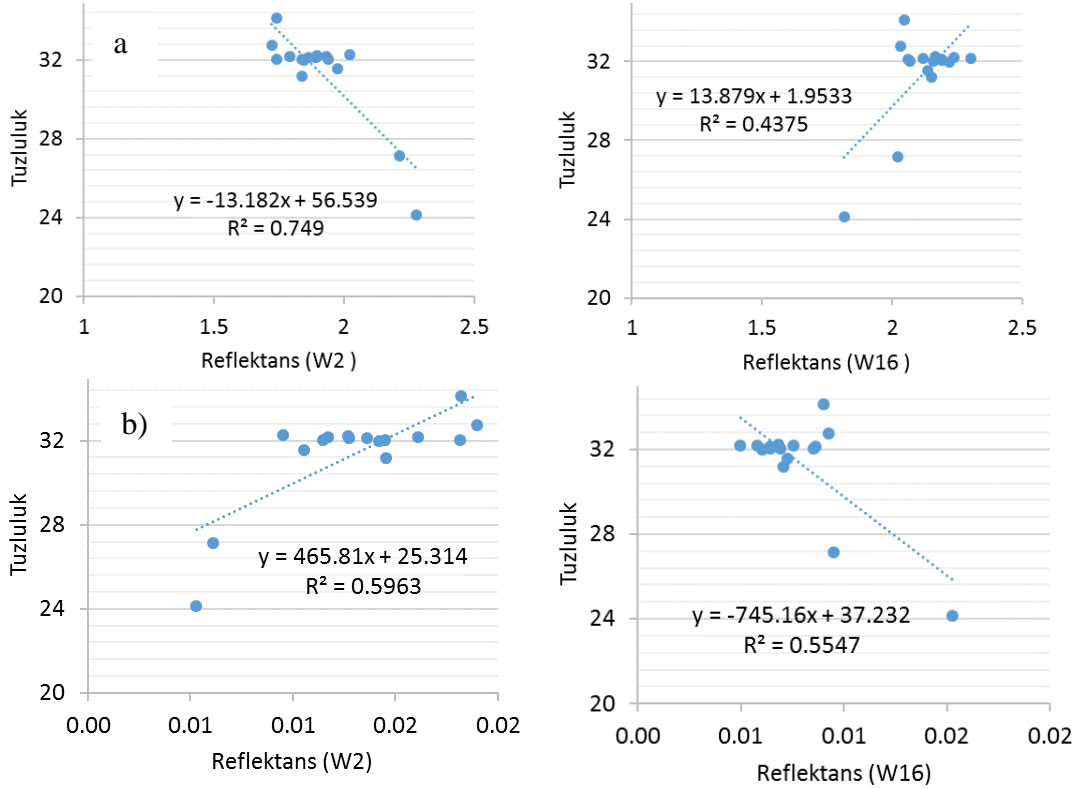


**Şekil 12. 8:** a)Fitoplanktonların klorofil-a spesifik emilim katsayıları (Bricaud ve diğ. 1995) b)Acıgöl'deki derinliğe bağlı olarak reflektanstaki azalma (Budakoğlu ve diğ. 2014) c)saf su emilim spektrumu (aw) (Pope ve Fry 1997).

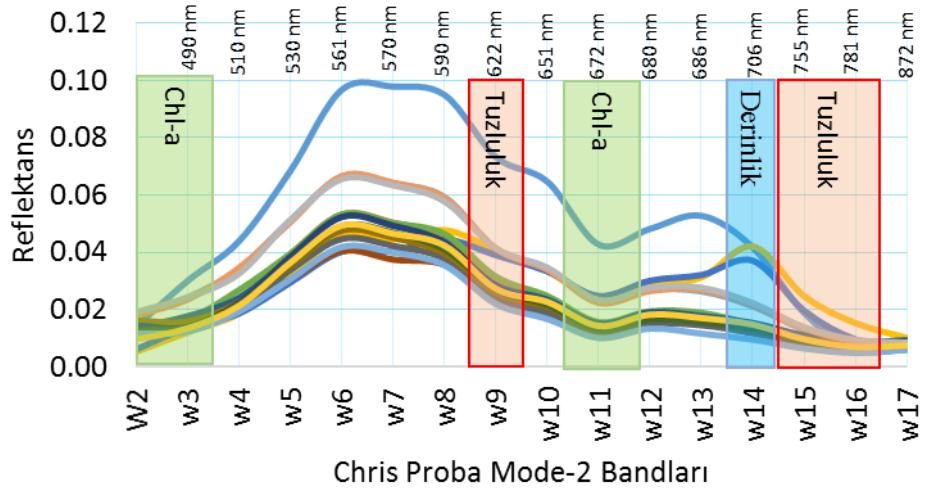
Acıgöl'de göl suyu spektrumunun kızıl ötesi bölgesinde 700-788nm (W14,W15,W16) arasındaki emilimde tuzluluk etkisi belirgindir. Göl spektrumunda 700-788nm arasında tuzluluğa bağlı emilim, Sullivan ve diğ. (2006)'nin 400-750nm aralığı için yaptıkları çalışmada belirledikleri 735-755nm dalga boylarındaki tuzluluğa bağlı emilim ile uyumludur. Göl spektrumunun görünür bölgesinde 438-447nm (W2) aralığında, tuzluluk reflektansı pozitif etkiler. Tuzluluğun spektrum üzerindeki etkisi 438-447nm (W2) ve 773-788nm (W16) aralığında en yüksek seviyededir (**Şekil 12. 9**, **Şekil 12. 10**). Sullivan ve diğ. (2006)'nin belirlediği tuzluluğun saf suyun 620 nm'deki emilim etkisi, düşük miktarda göl spektrumunda 618-627nm dalga boyu genişliğine sahip W9 (622nm) bandında görülür. Literatürde yapılan çalışmalara göre (Sullivan ve diğ. 2006; Zhang, Hu, Twardowski, ve diğ. 2009) CHRIS/Proba uydu görüntüsünden elde edilen göl spektrumunda 438-447nm (W2), 618-627nm (W9) ve 700-788nm aralığındaki (W14,W15,W16) bantlarda emilim farklı oranlarda tuzlulukla ilişkilidir. 700-788nm aralığında 706nm'deki derinlik etkisi nedeniyle bu bölgede tuzluluk 752-788nm (W15,W16) aralığında daha etkindir. Göl su kolonunda tuzlulukla birlikte klorofil-a (chl-a) ve derinliğin göl spektrumundaki genelleştirilmiş etkileri **Şekil 12. 11**'deki gibidir.



**Şekil 12. 9:** CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde a)reflektans ve b)absorbsiyon ile tuzluluk arasındaki ilişki.



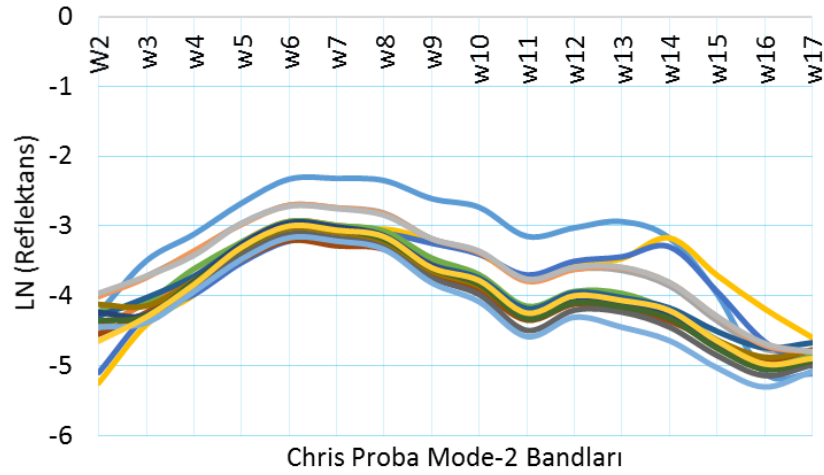
**Şekil 12. 10:** CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde W2 ve W16 bandındaki a)absorbsiyon ve b)reflektans ile tuzluluk arasındaki korelasyon.



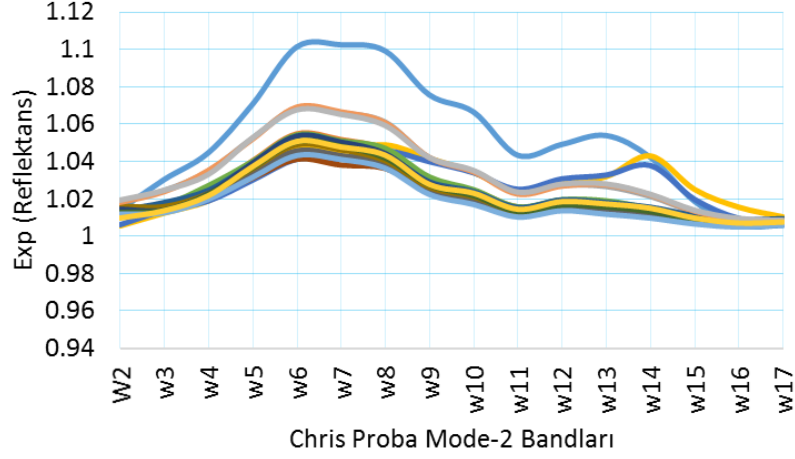
Şekil 12. 11: Göl su kolonundaki bazı temel bileşenlerin göle spektrumunu etkilediği genel bölgeler.

### 12.2.1 Reflektans Optimal Bant Oranı

CHRIS/Proba uydu görüntülerinde göl tuzluluğu, optimal bant oranı ile birlikte  $y=Exp(x)$ ,  $y=Ln(x)$  dönüşümleri ile gerçekleştirilen Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı ile tuzluluk arasındaki ilişki matrisleri elde edilmiştir. Gray-level dönüşümleri  $y= Exp[(R_{\lambda1}/ R_{\lambda2})]$ ,  $y= Ln[(R_{\lambda1}/ R_{\lambda2})]$ ,  $y= [Ln(R_{\lambda1}) / Ln (R_{\lambda2})]$ ,  $y= Exp [Ln(R_{\lambda1}/ R_{\lambda2})]$ , fonksiyonları ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 12. 12, Şekil 12. 13).



Şekil 12. 12: CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumlarının doğal logaritmik dönüşümü.



**Şekil 12. 13:** CHRIS/Proba Mode-2 görüntüsünde göldeki farklı gözlem noktalarının reflektans spektrumlarının üstel fonksiyon dönüşümü.

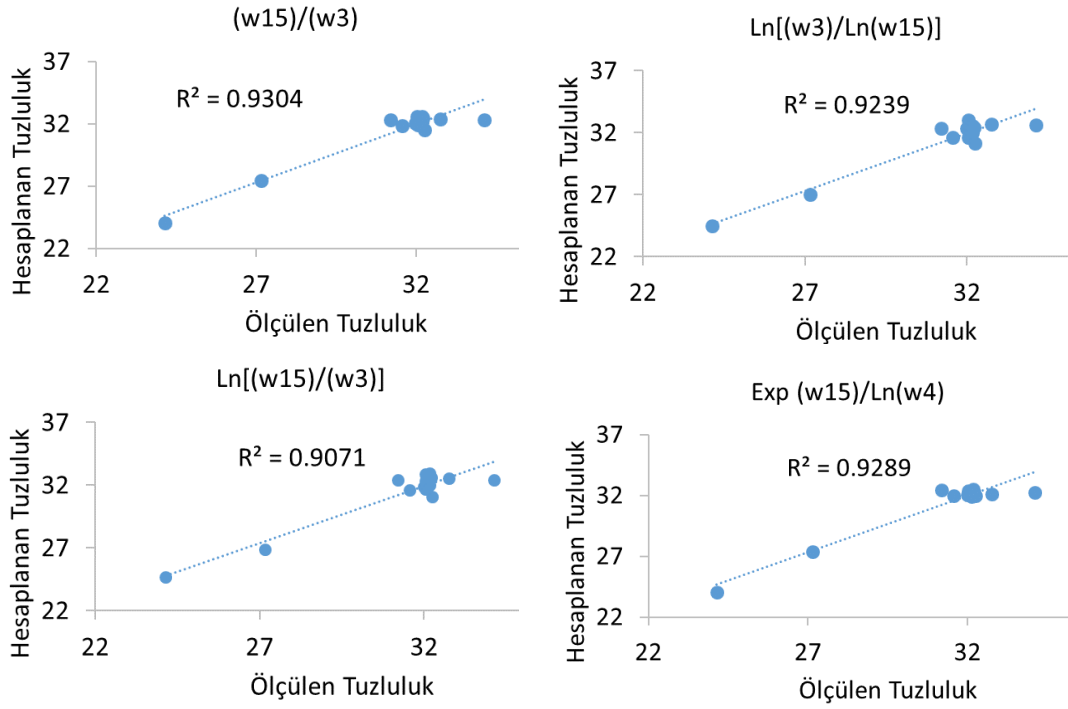
Tuzlulukla bant oranları ( $y = [(R_{\lambda 1} / R_{\lambda 2})]$ ) arasındaki yüksek negatif ilişki; kızıl ötesi bölgedeki W14 (706nm) ve W15 (755nm) bandının görünür bölgedeki diğer bantlara oranlarında görülür. W15(755nm)/W3(490nm), W15 (755nm)/W2(442nm), W15(755nm)/W5(530nm), W14 (706nm)/W13(686nm), W14 (706nm)/W11(672nm), W14 (706nm)/W10(651nm) yüksek korelasyon ilişkisinin görüldüğü bant oranlarıdır.

$y = \text{Exp}[(R_{\lambda 1} / R_{\lambda 2})]$  Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı-tuzluluk ilişki matrisinde; 618nm-689 nm aralığındaki bantların (W9-W13), 438nm-515nm (W2-W4) aralığındaki bantlara oranı ve 700nm-788nm (W14-W16) aralığındaki bantların 486nm-689nm (W3-W13) aralığındaki bantlara oranı tuzlulukla yüksek korelasyonun olduğu bölgelerdir. W14 (712nm) bandının W3-W13 bantlarına, W15 (759nm) bandının W3-W9 bantlarına, W16 (788nm) bandının W3-W5 bantlarına oranları tuzlulukla yüksek korelasyon ilişkisine sahiptir (**Şekil 12. 14, Şekil 12. 15**).

$y = [\text{Ln}(R_{\lambda 1}) / \text{Ln}(R_{\lambda 2})]$  Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı-tuzluluk ilişki matrisinde; tuzlulukla en iyi ilişki görünür bölgedeki bantların W14, W15 ve W16 (700-781nm) bantlarına oranında görülür.  $\text{Ln}(w3)/\text{Ln}(W15)$ ,  $\text{Ln}(W4)/\text{Ln}(15)$ ,  $\text{Ln}(w11)/\text{Ln}(W14)$ ,  $\text{Ln}(w10)/\text{Ln}(W14)$  tuzlulukla yüksek korelasyonun görüldüğü gray-level bant dönüşüm oranlarıdır (**Şekil 12. 14, Şekil 12. 15**).

$y = \text{Ln} [(R_{\lambda 1}) / (R_{\lambda 2})]$  Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı-tuzluluk ilişki matrisinde; 700-788nm dalga boyun aralığındaki bantların (W14,W15,W16) görünür bölgede sadece 406-530nm aralığındaki (W2-W5) bantlara oranının doğal logaritmik dönüşümü, tuzlulukla yüksek ilişkiye sahiptir. Ayrıca yakın kızıl ötesi bölgedeki 706nm'deki yansıtımın (W14), 618-689nm (W9-W13) aralığındaki

yansıtıma oranının doğal logaritmik dönüşümünün tuzlulukla ilişkisi yine yüksektir.  $\ln(W15/W3)$ ,  $\ln(W15/W4)$ ,  $\ln(W14/W11)$  oranları tuzlulukla yüksek korelasyonludur.



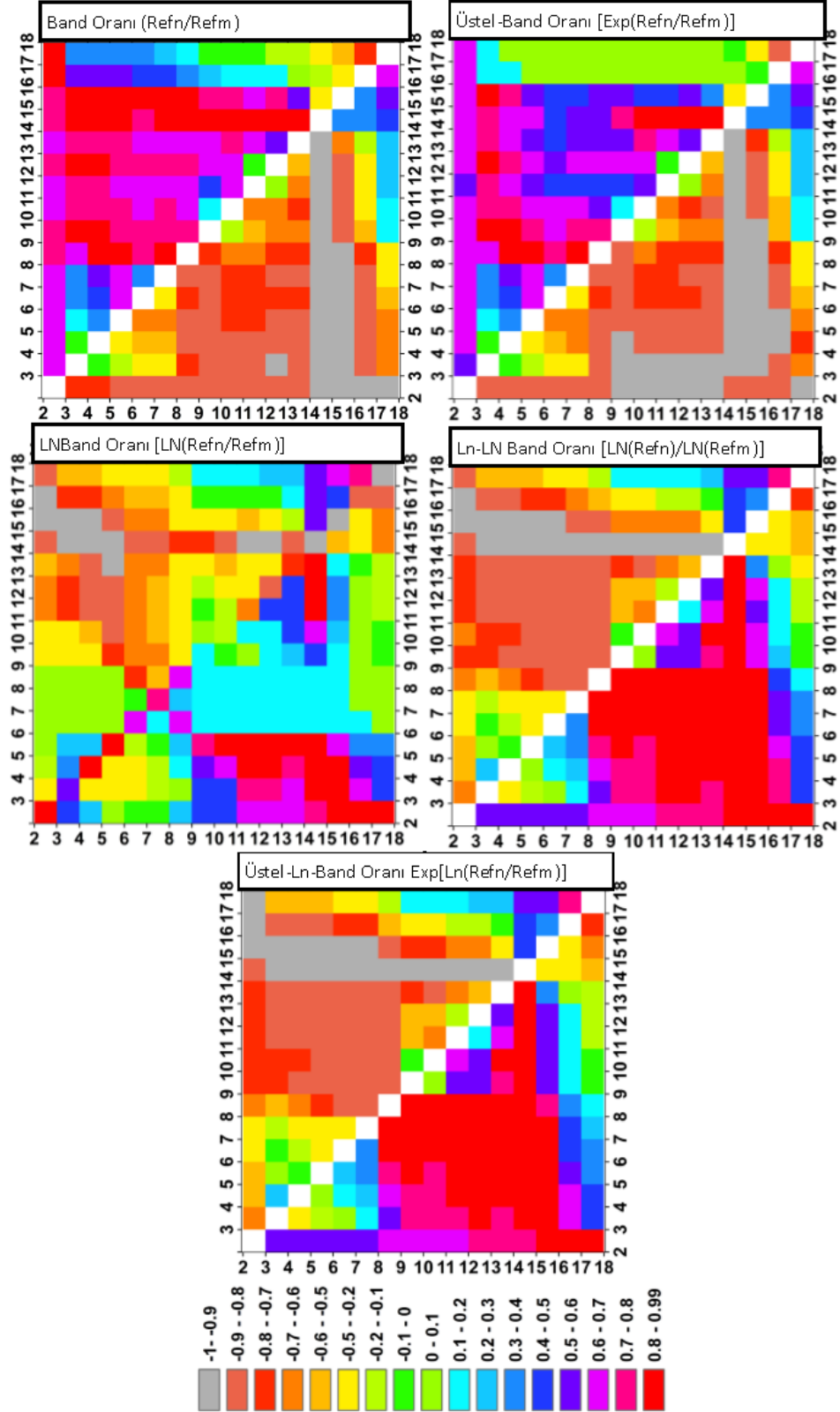
**Şekil 12. 14:** Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranları ile hesaplanmış tuzluluk ile yersel tuzluluk arasındaki ilişki.

Reflektans bant oranlarının tuzlulukla en iyi ilişkisi;  $\ln(W3)/\ln(W15)$ ,  $\ln(W4)/\ln(W15)$  gray-level dönüşümlü bant oranları ve  $(W15)/(W3)$  bant oranında elde edilmiştir. Uydu görüntüsünden elde edilen tuzluluk dağılımında  $\ln(W3)/\ln(W15)$  oranı görüntüsünde göl merkezindeki kıyılara göre düşük tuzluluk değerlerine sahiptir.  $\ln(W3)/\ln(W15)$  oranı yüksek korelasyon ilişkisi ortaya koysa da, tuzluluğu düşük olan yerler yüksek, yüksek olan yerler düşük çıkmıştır (**Şekil 12. 16**).

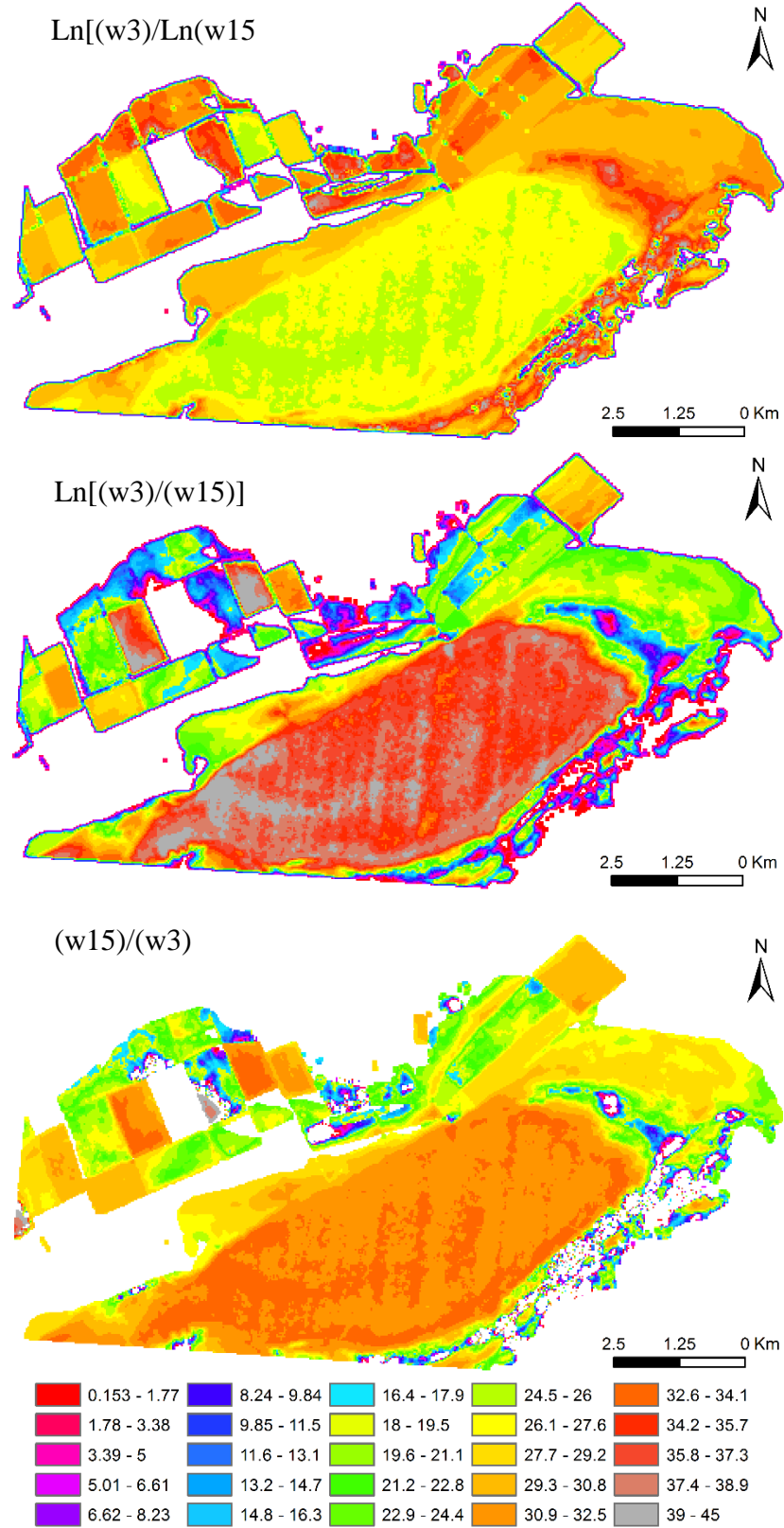
$\ln[(W15)/(W3)]$  oran görüntüsündeki tuzluluk anomalileri gölün gerçek anomalisine benzerdir. Gölü besleyen suların göle giriş yaptığı bölgelerde; özellikle Tahtaköprü Pınarı ve civarındaki S-18 gibi derin sondaj sularının göle giriş yaptığı bölgelerdeki tuzluluğun seyrelme etkisi başarılı bir şekilde ortaya çıkar. Aynı şekilde su girişinin olmadığı gölün batısındaki yüksek tuzluluk anomalileri görüntüde açıkça görülebilir. Ancak gölün merkezindeki genel tuzluluk değerleri 35 ppt civarında ve yersel ölçülen değerlerden 4-5 ppt yüksektir. Gray-level dönüşümünün uygulanmadığı normal  $(W3)/(W15)$  bant oranı görüntüsünde elde edilen tuzluluk anomalileri gölün gerçek tuzluluk anomalisine benzerdir (**Şekil 12. 16**).  $(W15)/(W3)$  bant oranı görüntüsünden elde edilen tuzluluk dağılımında,  $\ln[(W15)/(W3)]$  oranından farklı



olarak kıyılarda 3-4 ppt daha yüksek tuzluluk değerleri görüntülenir.  $\ln[(W15)/(W3)]$  oranı görüntüsünde göl merkezi ortalama 35 ppt tuzluluğa sahipken,  $(W15)/(W3)$  bant oran görüntüsünde bu değer ortalama 32 ppt ve gerçeğe daha yakındır (**Şekil 12. 16**).



**Şekil 12. 15:** Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal bant oranı-tuzluluk korelasyon matrisi.



**Şekil 12. 16:** Uydu görüntüsü spektrumlarının gray-Level dönüşümünde optimal bant oranlarıyla elde edilen tuzluluk dağılımı.

Gray-Level dönüşüm spektrumlarında tuzlulukla yüksek ilişkili bazı optimal bant oranları, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri **Tablo 12. 1**'de sunulmuştur.

**Tablo 12. 1:** Gray-Level dönüşüm spektrumlarında tuzlulukla ilişkili optimal bant oranları, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri

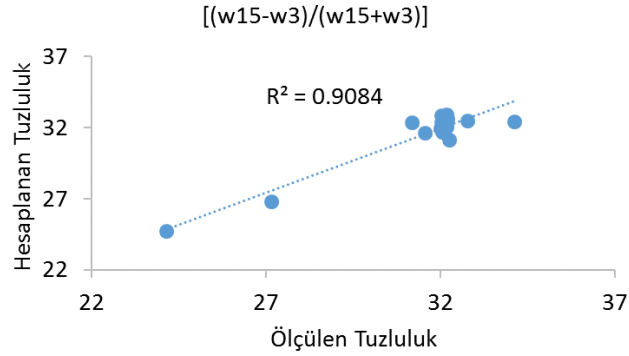
OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE	OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE
w15/w3	-0.96	-5.70	35.60	0.61	LN(w3)/LN(w15)	-0.96	-25.35	54.66	0.63
w15/W2	-0.96	-2.02	33.73	0.66	LN(w4)/LN(w15)	-0.95	-26.59	53.47	0.69
w14/w13	-0.95	-15.09	44.65	0.69	LN(w11)/LN(w14)	-0.95	-40.80	72.82	0.71
w14/w11	-0.95	-9.71	41.75	0.70	LN(w12)/LN(w14)	-0.95	-43.45	73.25	0.73
w16/W2	-0.95	-3.56	34.00	0.71	LN(w5)/LN(w15)	-0.94	-30.08	53.26	0.75
w15/w5	-0.95	-14.09	35.81	0.71	LN(w10)/LN(w14)	-0.94	-38.79	66.57	0.75
w14/w3	-0.95	-2.98	34.98	0.71	LN(W2)/LN(w16)	-0.94	-19.72	49.22	0.76
w14/w10	-0.95	-11.68	39.52	0.73	LN(w13)/LN(w14)	-0.94	-53.39	83.03	0.77
w15/w7	-0.94	-20.20	36.25	0.76	LN(w8)/LN(w14)	-0.93	-30.54	54.81	0.80
w14/w12	-0.94	-11.38	41.24	0.77	LN(w7)/LN(w14)	-0.93	-24.81	50.01	0.80
w14/W2	-0.94	-1.08	33.50	0.77	LN(w9)/LN(w14)	-0.93	-39.88	65.56	0.80
w15/w6	-0.94	-20.15	36.05	0.78	LN(w5)/LN(w14)	-0.93	-21.10	48.59	0.83
w14/w4	-0.94	-4.30	34.90	0.78	LN(w6)/LN(w14)	-0.93	-23.96	49.12	0.84
w15/w8	-0.93	-24.46	37.57	0.80	LN(w3)/LN(w14)	-0.92	-16.95	48.83	0.84
OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE	OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE
Exp w15/w4	-0.96	-3.59	37.57	0.61	Ln(w15/w3)	-0.95	-6.11	29.02	0.69
Exp w12/W2	-0.96	-0.04	32.41	0.61	Ln(w14/w13)	-0.94	-15.37	29.23	0.74
Exp w14/w4	-0.96	-1.01	34.10	0.64	Ln(w14/w11)	-0.94	-12.42	31.98	0.77
Exp w13/W2	-0.96	-0.02	32.32	0.64	Ln(w15/w4)	-0.94	-5.91	26.78	0.78
Exp w14/w13	-0.96	-5.24	44.14	0.66	Ln(w14/w10)	-0.93	-10.07	27.48	0.81
Exp w15/w5	-0.96	-8.61	43.33	0.66	Ln(w16/W2)	-0.93	-4.23	29.32	0.83
Exp w14/w11	-0.96	-2.49	38.86	0.67	Ln(w14/w12)	-0.92	-11.80	29.47	0.85
Exp w11/W2	-0.95	-0.09	32.59	0.68	Ln(w15/w5)	-0.92	-6.03	23.93	0.85
Exp w14/w10	-0.95	-4.66	40.93	0.68	Ln(w14/w3)	-0.91	-5.05	31.76	0.90
Exp w14/w3	-0.95	-0.29	32.90	0.70	Ln(w15/w7)	-0.91	-6.33	21.95	0.92
Exp w15/w3	-0.95	-1.49	34.85	0.70	Ln(w15/W2)	-0.90	-3.56	31.08	0.93
Exp w14/w12	-0.95	-3.77	40.55	0.72	Ln(w15/w6)	-0.90	-6.14	21.97	0.93
Exp w15/w7	-0.95	-14.15	49.51	0.72	Ln(w14/w9)	-0.90	-9.13	26.00	0.94
Exp w15/w6	-0.94	-14.26	49.47	0.75	Ln(w15/w8)	-0.90	-7.61	20.60	0.95

## 12.2.2 Reflektans Normalizasyon İndeksi

CHRIS/Proba uydu görüntülerinde göl tuzluluğunun belirlenmesinde; normal reflektans spektrumunda  $y = [(R_{\lambda_1} - R_{\lambda_2}) / (R_{\lambda_1} + R_{\lambda_2})]$  normalize edilmiş göl tuzluluk indisi

ile birlikte, bu indekslerin  $y = \text{Exp}[(R_{\lambda 1} - R_{\lambda 2}) / (R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2})]$  fonksiyonu ile gray-level dönüşümlerinden türetilen optimal indeks-tuzluluk ilişki matrisleri oluşturulmuştur.

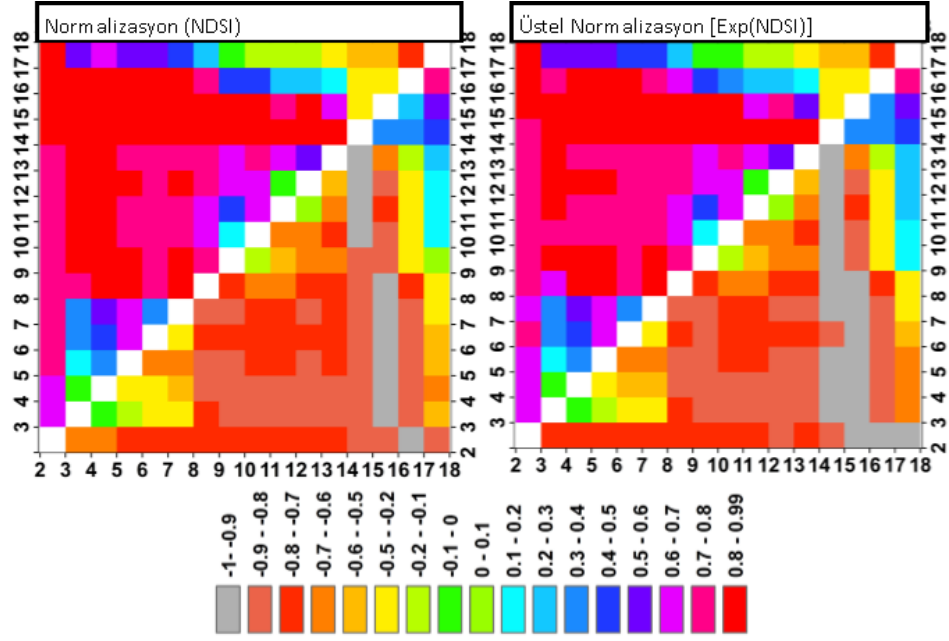
$y = [(R_{\lambda 1} - R_{\lambda 2}) / (R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2})]$  normalize edilmiş göl tuzluluk indisi ile tuzluluk arasındaki ilişki; kıvılcık bölgesindeki (700-788nm) W14, W15 ve W16 bantlarının görünür bölgedeki diğer bantlarla (W2-W13) olan normalizasyonunda yüksektir. Yüksek korelasyon değerleri mavi ve yeşil bölgedeki bantlarla (W3-W6) gerçekleştirilen normalizasyonda elde edilir (**Şekil 12. 17**, **Şekil 12. 18**). W14 (706nm) bandının W9-W13 (618-689nm) bantlarıyla, W15 bandının (755nm) W3-W8 (486-596nm) bantlarıyla, W16 bandının W2 (442nm) bandıyla normalize edilmiş indeksleri tuzlulukla yüksek ilişkilidir (**Şekil 12. 18**).  $\text{NDLSI} = [(R_{w15} - R_{w3}) / (R_{w15} + R_{w3})]$ ,  $\text{NDLSI} = [(R_{w15} - R_{w4}) / (R_{w15} + R_{w4})]$  ve  $\text{NDLSI} = [(R_{w15} - R_{w5}) / (R_{w15} + R_{w5})]$  indeksleri hipersalin göllerin tuzluluğunun belirlenmesinde kullanılacak normalize edilmiş indekslerdir.



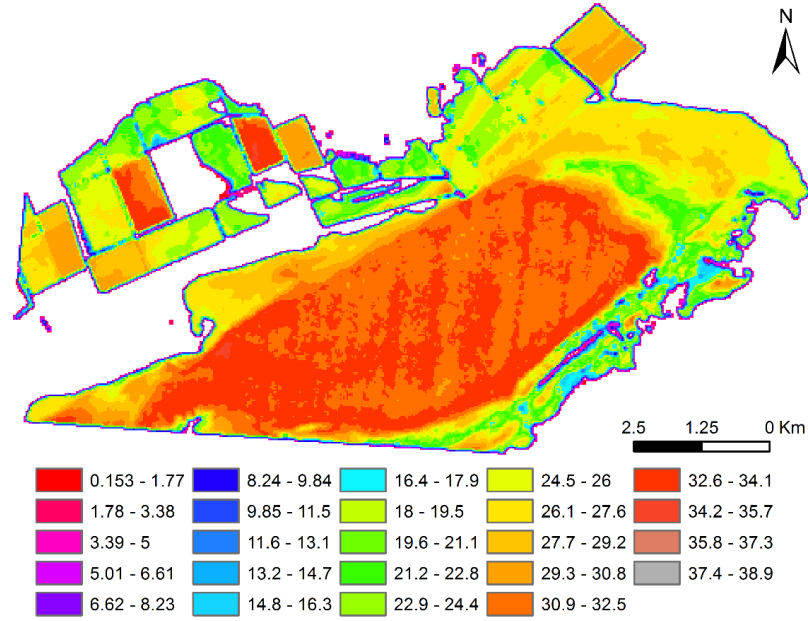
**Şekil 12. 17:** Normalize edilmiş göl tuzluluk indisi ile hesaplanan tuzluluk- yersel tuzluluk verileri arasındaki ilişki

$y = \text{Exp}[(R_{\lambda 1} - R_{\lambda 2}) / (R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2})]$  üstel normalizasyon indisinde; kıvılcık bölgesindeki (700-788nm) W14, W15 ve W16 bantlarının görünür bölgedeki diğer bantlarla (W2-W13) olan normalizasyonunun üstel dönüşümünde tuzlulukla ilişkisi yüksektir (**Şekil 12. 18**).

Normalize edilmiş göl tuzluluk indisinde elde edilen göl tuzluluk anomalisi gerçek anomaliye benzerdir.  $\text{ONDLSI} = [(R_{w15} - R_{w3}) / (R_{w15} + R_{w3})]$  ile elde edilen tuzluluk dağılımı, (W15)/(W3) optimal bant oranı görüntüsünden elde edilen tuzluluk dağılımına benzerdir. Normalize edilmiş göl tuzluluk indisi görüntüsünde göle su girişinin olduğu güney kıyılarındaki tuzluluk kuzey kıyılarına göre daha düşüktür. Önemli su girişinin olduğu güney kenarındaki tuzluluk farkının ayrımlanabilmesi ONDSLİ'yi normal bant oranlarına göre üstün hale getirir (**Şekil 12. 19**).



Şekil 12. 18: Gray-Level dönüşüm spektrumlarında optimal normalize edilmiş tuzluluk indisi-korelasyon matrisi



Şekil 12. 19: Uydu görüntüsünde normalize edilmiş göl tuzluluk indisi  $NDLSI = [(R_{w15} - R_{w3}) / (R_{w15} + R_{w3})]$  ile elde edilen tuzluluk dağılımı

(W15)/(W3) optimal bant oranında gölün güneyindeki çok sığ kısımlarda tuzluluk belirlenemezken, ONDLSI ile başarılı bir şekilde çok sığ ortamların tuzluluğu elde edilebilmektedir. Ayrıca (W15)/(W3) optimal bant oranında göl merkezindeki ortalama tuzluluk 32 ppt iken, ONDLSI indisinde 33 ppt'dir. Gölün güneyinde Tahtaköprü Pınarı ve S-18 gibi derin sondaj sularının göle giriş yaptığı alanlarda seyrelme her iki yöntemle tanımlanabilirken, bant oranı yönteminde bazı alanlardaki

değerlerin hesaplanamadığı görülür. Bu bölgede bant oranı yöntemiyle tuzluluğun hesaplanamadığı sığ alanlarda, ONDLSI ile 21 ppt civarında tuzluluk belirlenmiştir.

Tuzlulukla yüksek ilişkiye sahip bazı normalize edilmiş göl tuzluluk indeksleri, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri

**Tablo 12. 2'**de sunulmuştur.

**Tablo 12. 2:** Tuzlulukla ilişkili optimal normalize edilmiş göl tuzluluk indeksleri, korelasyon katsayıları ve ilişki eğrisinin eğim, kesişim noktası ve RMSE değerleri.

OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE	OBRA	R	Eğim	Kesim	RMSE
(w15-/w3)	-0.95	-12.60	29.00	0.69	Exp (w15-/w3)	-0.96	-12.45	41.87	0.63
(w14-/w13)	-0.94	-30.89	29.22	0.74	Exp (w15-/w4)	-0.95	-15.07	42.04	0.68
(w15-/w4)	-0.94	-12.69	26.78	0.75	Exp (w16-/W2)	-0.95	-8.82	38.59	0.71
(w14-/w11)	-0.94	-25.34	31.97	0.78	Exp (w14-/w13)	-0.95	-30.73	60.11	0.71
(w15-/w5)	-0.94	-14.94	23.33	0.78	Exp (w15-/w5)	-0.95	-21.96	44.34	0.73
(w14-/w10)	-0.93	-20.49	27.49	0.80	Exp (w14-/w11)	-0.94	-22.61	54.61	0.74
(w16-/W2)	-0.93	-9.03	29.26	0.81	Exp (w14-/w10)	-0.94	-22.13	49.79	0.76
(w15-/w7)	-0.93	-18.03	20.17	0.83	Exp (w15-/w7)	-0.94	-29.84	47.53	0.78
(w15-/w6)	-0.92	-17.75	20.12	0.84	Exp (w15-/w6)	-0.93	-29.66	47.24	0.80
(w14-/w12)	-0.92	-23.79	29.46	0.85	Exp (w14-/w12)	-0.93	-23.52	53.17	0.80
(w15-/w8)	-0.92	-21.56	18.38	0.87	Exp (w15-/w8)	-0.93	-35.96	51.16	0.82
(w14-/w9)	-0.90	-19.20	25.93	0.92	Exp (w15-/W2)	-0.92	-6.60	37.91	0.84
(w14-/w3)	-0.90	-10.87	31.72	0.94	Exp (w17-/W2)	-0.92	-12.27	41.33	0.84
(w17-/W2)	-0.90	-11.36	28.78	0.94	Exp (w14-/w3)	-0.92	-8.87	40.72	0.85

### 13. EVAPORİTLEŞME-ÇÖZÜNME DÖNGÜSÜNÜN ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE İZLENMESİ

Yağışlı-kurak dönem döngüsünden etkilenen Acıgöl'deki evaporasyonun bir önemli etkisi de evaporit gelişimidir. Yağışlı dönemden kurak döneme geçişte, azalan hacim ve buna bağlı artan evaporatif konsantrasyonun etkisinde güncel sediman alanında gelişen evaporitleşme; artan yağışlarla birlikte gölde su seviyesinin yükselmesi ve göle ulaşan yüzey yağışlarının sediman yüzeylerini yıkamasıyla kurak dönemden yağışlı döneme geçişte çözünerek göl suyuna karışır. Evaporitleşme-çözünme döngüsü her bir hidrojeolojik dönem için tekrarlanır. Aşırı kurak veya aşırı yağışlı geçen yıllarda bu döngüde kaymalar gerçekleşebilir. Gölün evaporasyonun etkisinde artan evaporatif konsantrasyonun derecesi, güncel evaporitleşme bölgesinde çökelen mineral bileşenlerinden farklılaştırır. Güncel evaporitleşme bölgesindeki evaporit mineral bileşimi, evaporasyonun derecesini gösterir. Havzanın iklim koşullarının göle etkisinin değerlendirilmesinde evaporit gelişimi kullanılabilecek önemli bir parametredir. Evaporitleşmenin maksimuma ulaştığı noktadan itibaren çözünme safhası; havzadaki yağış ve yağışın göle etkilerinin, göl içindeki hareketinin belirlenmesinde yol göstericidir.

Yağışlı-kurak dönem döngüsü, evaporasyonun göle etkileri, gölün hidrojeokimyasal döngüsü, mevsimsel iklim parametrelerindeki değişimin etkileri gibi birçok soruya; göldeki evaporitleşme-çözünme döngüsü cevap verir. Geniş bir alana yayılmış güncel evaporitleşme bölgelerinde; evaporit gelişimi ve sonrasında evaporit çözünümünün yersel izlenmesi birçok zorlukları barındırır. Ayrıca yersel yapılan çalışmalar izlenen bölge ile ilgili bilgi verir. Gölün tüm güncel sediman alanında evaporitleşme-çözünme döngüsünün izlenmesi yersel olarak yapılabilirliği zor, maliyetli ve yüksek hatalı sonuçlar içermeye ihtimalini barındırır.

Gölün tüm güncel sediman alanı ve üzerinde gelişen güncel evaporitleşme bölgelerinin belirlenmesi, izlenmesi ve gölün evaporitleşme-çözünme döngüsünün tanımlanmasında uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yöntemleri önemli kolaylıklar sunar. Geniş çerçeve boyutlarıyla tüm gölün aynı anda, çok zamanlı görüntü sağlamaları nedeniyle geniş alanlarının zamansal olarak izlenmesini kolaylaştırırlar.

Bu bölümde iklim koşullarının buna bağlı evaporasyonun göl alanına etkilerinin belirlenmesi amacıyla; çok-zamanlı Landsat görüntüleri kullanılarak göl alanındaki evaporitleşme-çözünme döngüsünün tanımlanması yapılmıştır.



Landsat Uyduları, farklı uydu misyonlarıyla geçmişten günümüze yer yüzeyinin uydu tabanlı zamansal arşivini oluşturur (Chander ve diğ. 2009; Roy ve diğ. 2014; Williams ve diğ. 2006). Mevcut uydular içinde geçmişi 1972 yılına dayanan Landsat Uyduları, gölalanı, havza veya belirli bir ekosistemin zamansal değişiminin izlenmesinde yaygın olarak tercih edilir (Borro ve diğ. 2014; Kloiber ve diğ. 2002; Kwarteng 1998; Rokni ve diğ. 2014; Roy ve diğ. 2014; Williams ve diğ. 2006; Zhao ve diğ. 2011).

## 13.1 Yöntem ve Materyal

### 13.1.1 Uydu Verisi-Landsat 8 OLI/TIRS

Sistemik geometrik düzeltmeyle birlikte arazi düzeltmesi (L1-T) ve radyometrik düzeltmesi yapılmış, 16 bit dijital numaralı (DN) olarak dosyalanan Landsat-8 OLI/TIRS görüntüleri (Roy ve diğ. 2014) Acıgöl'deki evaporiteleşme-çözünme döngüsünün değerlendirilmesinde kullanılmıştır. 16 gün tekrarlama süresine sahip uydu ile 2013 yılında Temmuz ve Kasım ayları arasında 16-80 gün arasında değişen periyotlarda OLI sensörüyle algılanmış görüntülerle döngü izlenmiştir (**Tablo 13. 1**, **Şekil 13. 1**).

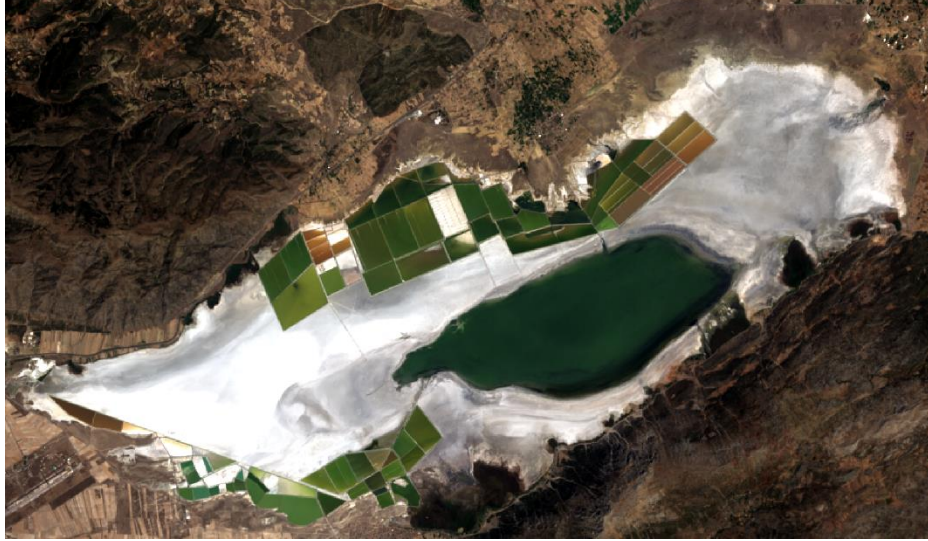
**Tablo 13. 1:** Acıgöl'deki evaporiteleşme-çözünme döngüsünün değerlendirilmesinde kullanılan Landsat-8 OLI/TIRS görüntü tarihleri.

Görüntü Tarihi	07.07.2013	08.08.2013	27.10.2013	12.11.2013
Gün Aralığı	32	80	16	

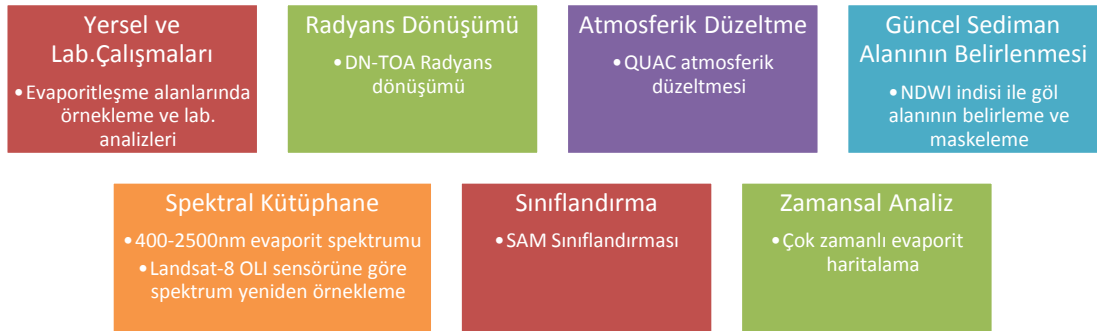
### 13.1.2 Yöntem

Evaporiteleşme-çözünme döngüsünün takibinde yöntem; her bir uydu görüntüsünde sınıflandırma yöntemi ile evaporit gelişiminin olduğu alanların ve bu bölgedeki evaporitlerin türlerinin belirlenmesi, belirlenen evaporitlerin ve evaporiteleşme bölgesinin zamansal değişiminin izlenmesini kapsar. Güncel evaporiteleşme alanında yersel ve laboratuvar ortamında XRD vb. yöntemlerle belirlenen evaporit minerallerinin USGS spektral kütüphanesinden (Kokaly ve diğ. 2017) elde edilen spektral eğrilerinin end-member olarak kullanıldığı sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Atmosferik düzeltmesi yapılmış uydu görüntülerinde, yersel

olarak belirlenen evaporit minerallerinin spektral eğrilerinin, farklı algoritmalarla görüntüde sediman alanındaki piksel spektral eğrileriyle eşleştirmesi yapılmış, yüksek oranda eşleşenler aynı mineral sınıf üyeliklerine atanmıştır. Uydu görüntüleri ile gerçekleştirilen çalışmalarda yürütülen aşamalar; DN-radyans dönüşümü, atmosferik düzeltme, güncel sediman alanının belirlenmesi, spektral kütüphaneye göre sınıflandırma ve güncel sediman alanının zamansal izlenmesidir (**Şekil 13. 2**).



**Şekil 13. 1:** 08.08.2013 tarihli Landsat-8 OLI/TIRS uydu görüntüsünde doğal renkli bant kombinasyonunda (RGB:432) Acıgöl ve güncel sediman alanı.

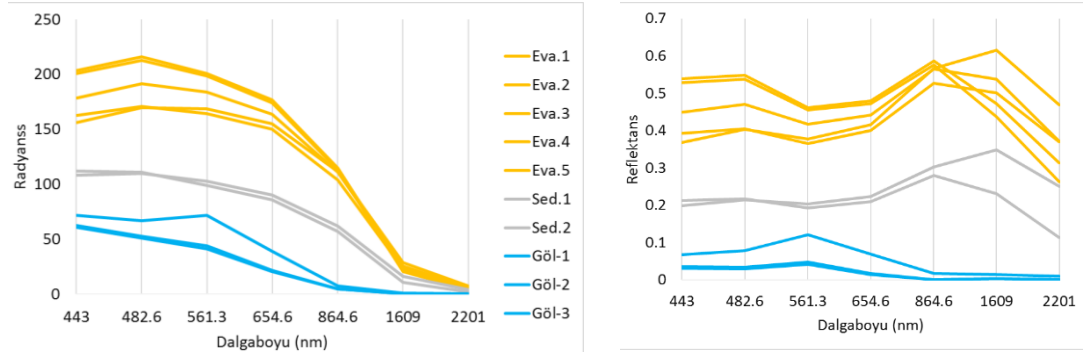


**Şekil 13. 2:** Evaporiteleşme-çözünme döngüsünün belirlenmesinde yöntem.

### 13.1.3 Radyans Dönüşümü ve Atmosferik Düzeltme

Evaporiteleşme bölgelerinin belirlenmesi ve izlenmesindeki yöntemlerde sınıflandırmadaki minerallerin spektral kütüphanelerinin 400-2500nm aralığında olması nedeniyle, sadece OLI sensörü tarafından üretilen bantların radyans dönüşümü ve atmosferik düzeltmesi yapılmıştır. Görüntülerdeki atmosferik etkiler QUAC ( Quick Atmospheric Correction) algoritması (Bernstein ve diğ. 2006; Bernstein ve diğ. 2005; Bernstein ve diğ. 2012) ile giderilmiştir. 400-2500nm aralığında

algılanmış multispektral ve hiperspektral görüntülerdeki atmosferik etkilerin giderilmesi için geliştirilen QUAC, sadece sensördeki bantların dalga boyu aralığı ve bantların radyometrik kalibrasyonunu kullanması nedeniyle fiziksel parametre kullanan algoritmalarından ayrılan kolay ve hızlı bir algoritmadır (Bernstein ve diğ. 2012). QUAC algoritması, görüntülerin alındığı dönemle ilgili herhangi bir atmosferik parametre istememesi nedeniyle tercih edilmiştir. Görüntüde göl, güncel sediman ve evaporiteleşme bölgesindeki farklı noktalardan alınmış arazi örtüsü bileşenlerinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası spektral eğrileri **Şekil 13. 3**'teki gibidir.



**Şekil 13. 3:** Göl yüzeyindeki farklı arazi örtülerinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası spektral eğrilerindeki değişim.

### 13.1.4 Güncel Sediman Alanının Belirlenmesi

Göl sediman alanı, göldeki su seviyesinin en yüksek seviyelerine ulaştığında, göl alanının ulaşabileceği maksimum alanıdır. Göl sediman alanı, kuzeyde Yüreğil, batıda havaalanı, doğuda Başmakçı ve güneyde Gemiş ve Akpınar ile sınırlanır. Göl sediman alanında su kaplı alanların dışında kalan alanlar "**güncel sediman alanı**"dır. Yağışlı-kurak döngüsünde gölün yağışlı dönemden kurak döneme geçişte, suların

çekildiği alanlar, “**güncel evaporitleşme bölgesi**”dir. Güncel sediman alanı ve güncel evaporitleşme bölgesi sınırları mevsimsel olarak değişebilir (**Şekil 13. 4**).

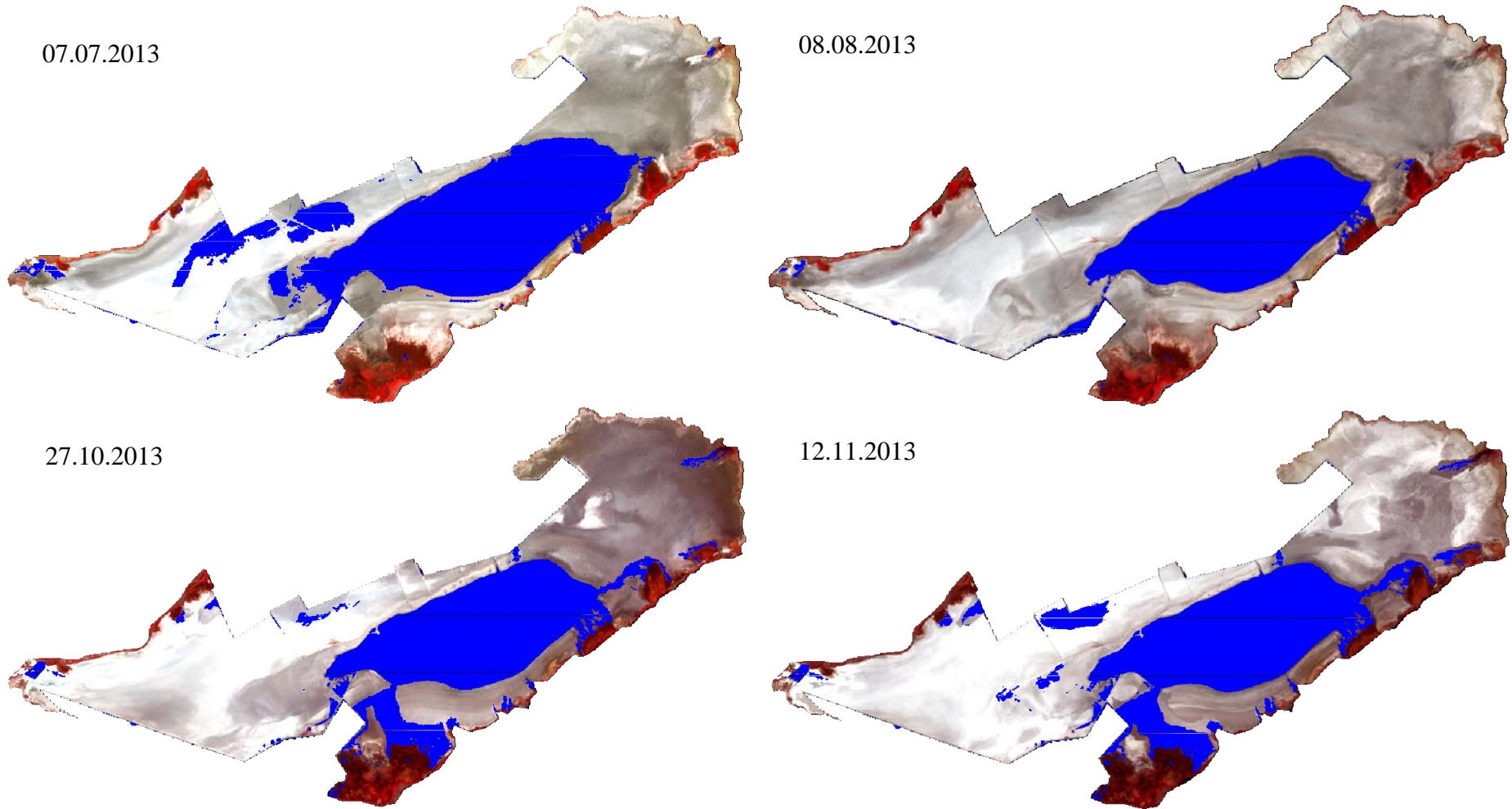


**Şekil 13. 4:** Güncel sediman alanı ve Güncel evaporitleşme bölgesi.

Göl sediman alanında bitki kaplı alan oldukça azdır. Göl kıyısına yakın bölgelerde tuzcul bitkiler gelişir. Evaporasyon döneminde güncel evaporitleşme bölgesinde sadece gölün güneyinde belirli bölgede kurumuş bitkiler yer alır. Evaporitleşme sürecinde bu kurumuş bitki kalıntıları evaporitlerle örtülür. Bitki ile sediman alanlarını ayırmak için NDSI (Normalize edilmiş toprak indisi) gibi indisler kullanılabilir. Ancak bitkiler az, kuru ve evaporitlerle örtülmüş olmaları nedeniyle göz ardı edilmiştir. Suyla kaplı alanlar dışında kalan bölge güncel sediman alanı olarak tanımlandığından, uydu görüntüsünde MNDWI (Xu 2006) su indisi ile belirlenen su alanlarının maskelenmesi sonucu görüntüde geri kalan bölgeler, *güncel sediman alanı* olarak kullanılmıştır (**Şekil 13. 5**). Çok sığ veya çamur halindeki ortamlarda evaporitlerin kısmen çözünmüş olma ve spektrumda emilim etkisi olasılığı göz önünde bulundurularak farklı toprak indisleri yerine sadece su indisinden yararlanılmıştır.

### 13.1.5 Evaporit Mineralleri ve Spektral Kütüphaneleri

Kurak dönemde göl güncel evaporitleşme bölgesinde halit (NaCl), tenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), globerit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ), astrakanit (Blödit) ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), burkeyit ( $\text{Na}_4(\text{SO}_4)_{1.51}(\text{CO}_3)_{.49}$ ) evaporit mineralleri gelişir. Evaporitler içinde halit ve blödit evaporitleri diğerlerine göre daha yaygındır. Evaporitler; jips, aragonit, dolomit, kuvars vd. silikat minerallerinin oluşturduğu güncel sediman yüzeylerinde gelişir. Kurak döneme geçişte evaporitleşme bölgesinde suların birikinti oluşturduğu alanlarda kübik tuz kristalleri yaygındır. Aynı zamanda bu birikintilerde halit ile beraber, blödit ve jips mineralleri oluşur.



**Şekil 13. 5:** Acigöl'de yağışlı dönemden kurak döneme geçişte farklı tarihli Lansat- 8 OLI görüntülerinde su kaplı alanlarla birlikte (mavi renkli) güncel sediman alanı ve kıyılardaki vejetasyon (kırmızı renkli) (RGB:543).



Gölde belirlenen evaporit minerallerinin spektral kütüphanesinde; jips ve bassanit minerallerinin spektral davranışı birbirine oldukça benzerdir ( $R=0.87$ ). Mirabilitin spektral eğrisi genel olarak jipsin spektral eğrisine benzese de 1460-1570nm ve 1985-2315nm aralığında farklı davranış sergiler. Spektral eğrilerinde mirabilit, jips ve bassanit minerallerinin 1445, 1748 ve 1945nm civarındaki emilimi belirgindir (Kokaly ve diğ. 2017).

Tenardit, globerit, anhidrit ve halit mineralleri sadece 1945nm'de küçük bir emilim bölgesine sahiptir (Kokaly ve diğ. 2017). Tenardit ayrıca 1424nm'deki emilimi bu minerallerden ayrılır. Anhidrit ve halit minerallerinin spektral eğri şekli ve eğrideki reflektans değerleri oldukça benzerken, globerit ve tenardit minerallerinin reflektans değerleri farklılık gösterir (**Şekil 13. 6**, **Şekil 13. 7**). Gölde belirlenen evaporit minerallerinin USGS tarafından sağlanan 400-2500 nm aralığındaki (Kokaly ve diğ. 2017) spektral eğrileri, end-member sınıflandırmalarında kullanılmak üzere Landsat-8 OLI sensörünün spektral özelliklerine öre göre yeniden örneklendirilerek, Landsat-8 OLI sensörüne göre yeni spektral kütüphane elde edilmiştir.

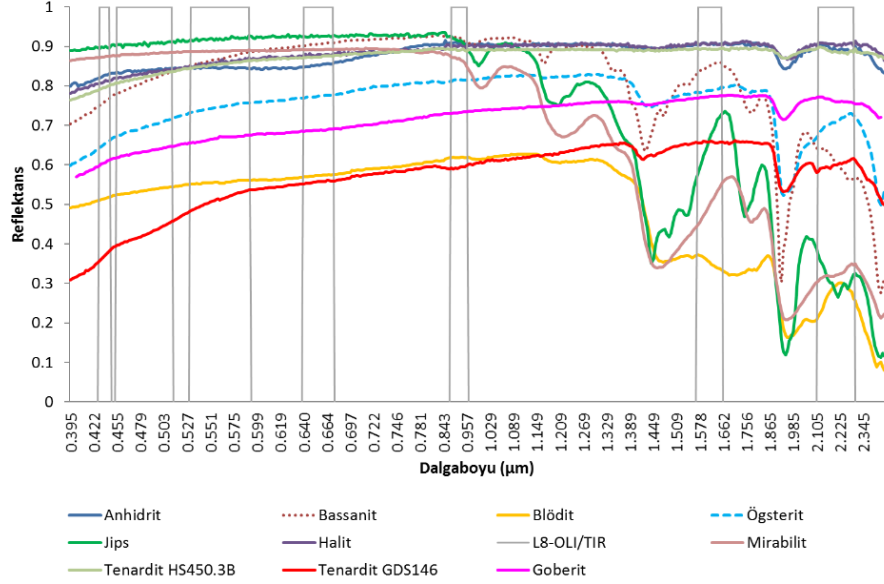
### 13.1.6 End-Member Sınıflandırması

End-member sınıflandırmasında Kruse ve diğ. (1993) tarafından geliştirilen SAM (Spectral Angle Mapper: Spektral Açık Eşleştiricisi) sınıflandırması kullanılmıştır. SAM ile uydu görüntülerindeki piksel spektrumlarının referans olarak seçilen evaporit spektrumlarına olan benzerliği değerlendirilmiştir (**Şekil 13. 8**). SAM algoritması, iki farklı spektranın birbiri ile benzerliğini; iki farklı spektrayı birer vektör kabul ederek bant sayısı kadar boyuta sahip ( $n-D$ ) uzaysal spektralar arasındaki açıyı hesaplamak suretiyle değerlendirir (Kruse ve diğ. 1993).

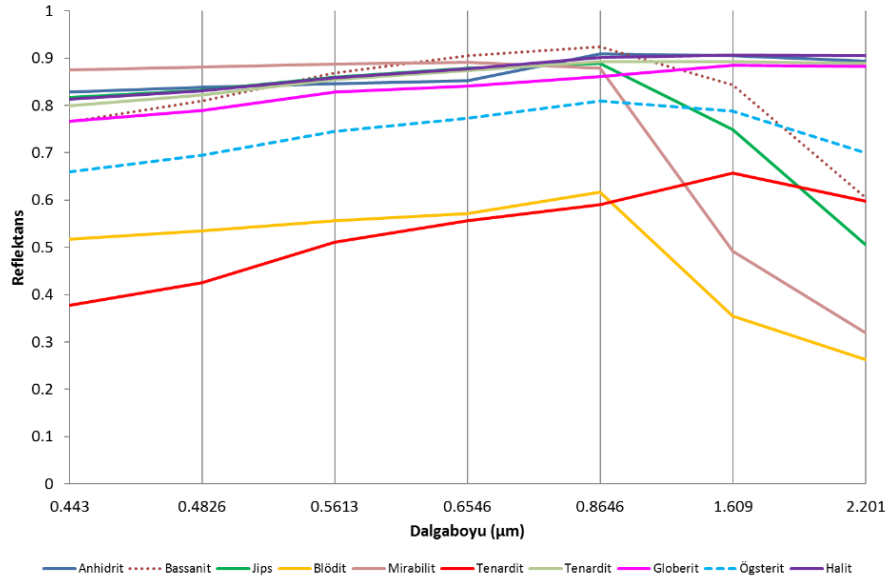
SAM ile benzerlik değerlendirilmesinde, görüntülerin atmosferik düzeltme sonucu elde edilmiş reflektans spektraları kullanılmıştır. Görüntü spektrası ile evaporit spektrası arasındaki benzerlikte küçük açı yüksek, büyük açı düşük benzerliği gösterir. Görüntüdeki piksellerin spektrası ile evaporit mineral spektraları arasındaki benzerliğin açılarının 0,10, 0,15 ve 0,20 değerleri için çok zamanlı görüntüler sınıflandırılmıştır.

SAM sınıflandırması sonucunda kural (Rule Image) ve sınıflandırma görüntüleri elde edilmiştir. Uydu görüntüsündeki piksellerin spektrumunun, referans olarak seçilen evaporit mineralinin spektrumu ile arasındaki açı değerlerini piksel

bazında gösteren kural görüntüleri her bir evaporit minerali için elde edilmiştir. SAM sınıflandırmasında; görüntüdeki her bir pikselin spektrumu, referans olarak seçilen her bir evaporit minerali spektrumu ile karşılaştırılmıştır. Görüntüdeki piksel, spektrumu ile referans spektrum arasındaki benzerlik açısının en küçük olduğu evaporit mineralinin sınıfına atanmıştır.

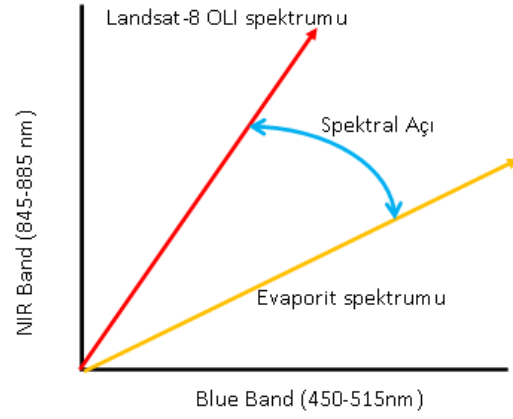


**Şekil 13. 6:** Gölde belirlenen evaporit minerallerinin USGS tarafından sağlanan 400-2500 nm aralığındaki (Kokaly ve diğ. 2017) spektral eğrilerinin Landsat-8 OLI bantları ile birlikte görünümü.



**Şekil 13. 7:** Gölde belirlenen evaporit minerallerinin USGS tarafından sağlanan 400-2500 nm aralığındaki (Kokaly ve diğ. 2017) spektral eğrilerinin Landsat-8 OLI bantlarına göre yeniden örneklemeyle elde edilen spektral eğrileri.





**Şekil 13. 8:** Uydu görüntülerindeki piksellerin spektralleri ile evaporitlerin spektrallerininin 2. ve 5. bantlardaki benzerliğinin 2 boyutlu dağılım grafiğinde basitleştirilmiş görünümü.

### 13.2 SAM Sınıflandırmasına Göre Göldeki Evaporitlerin Alansal Dağılımları

SAM ile sınıflandırmada; görüntüdeki piksel spektrumlarının evaporit minerali spektrumuna benzerlik açısının 0,10, 0,15 ve 0,20 eşik değeri için, her bir mineralin kural görüntüsü elde edilmiştir. Görüntü spektrumu ile referans spektrumunun benzerlik açısının sadece 0,20 eşik değerinin kural görüntüsü paylaşılmıştır. Kural görüntülerinde benzerlik açıları değer aralıklarına göre farklı renklerle kodlanmış **Tablo 13. 2** ve her bir tarih için haritalanmıştır.

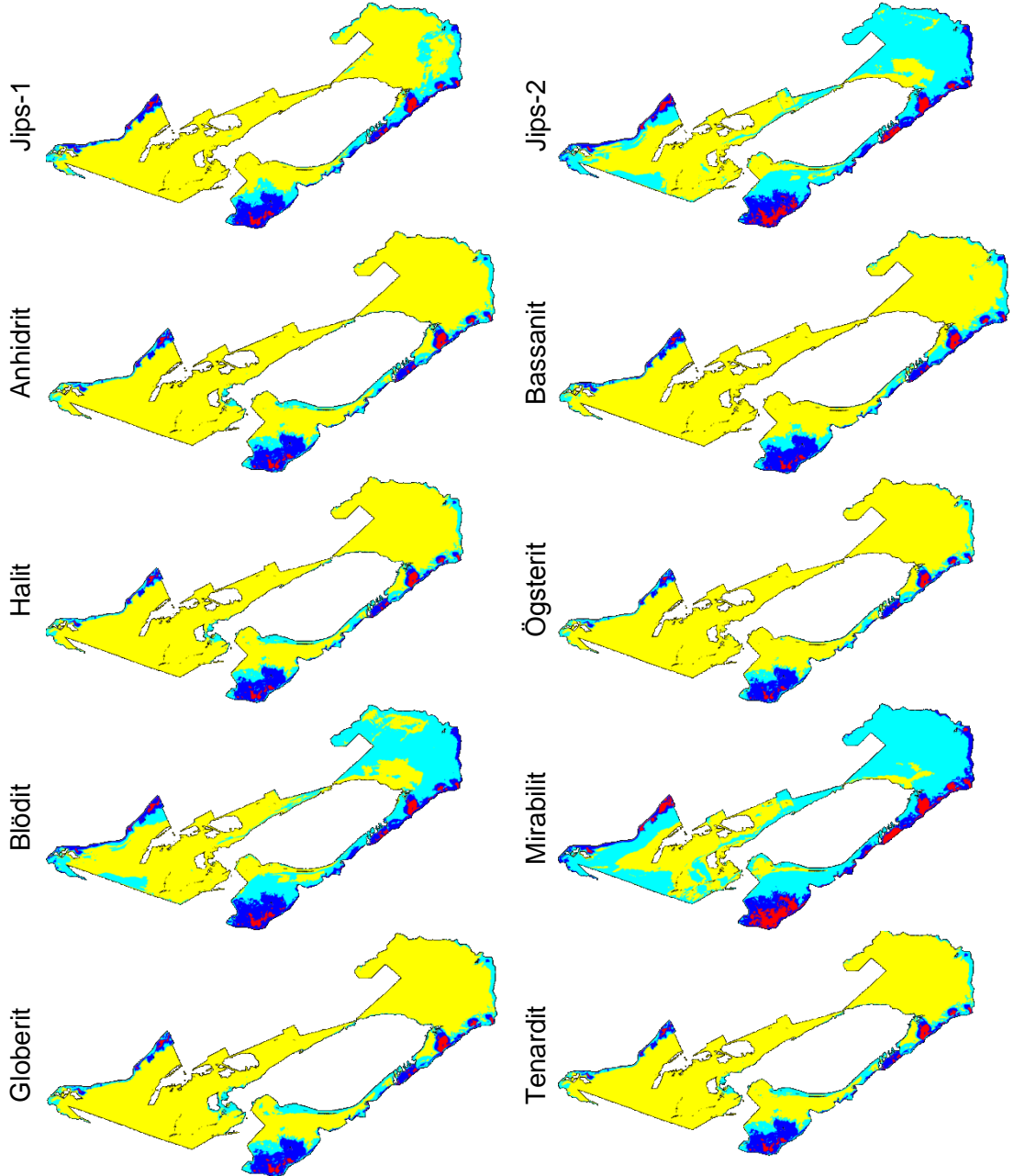
**Tablo 13. 2:** SAM sonucu oluşturulan kural görüntülerindeki değer aralıklarına denk gelen renk kodları.

Spektral Açığı	0-0,25	0,26-0,50	0,51-0,75	0,76-1,0
Renk Sınıfı	Sarı	Camgöbeği	Mavi	Kırmızı

Temmuz döneminde (07.07.2013) jips bulunma ihtimali yüksek olan bölgeler gölün batı ve kuzey batısındadır. Aynı zamanda bu bölgeler mirabilit ve blödit bulunma ihtimali yüksek alanlardır. Halit, ögsterit, globerit ve tenardit gölün güneyinde su girişlerinin olduğu bölgeler dışında, güncel sediman alanının birçok yerinde yüksek bulunma olasılığına sahiptir. Gölün güneyinde Gemiş, Akpınar ve derin sondaj suları, gölün kuzey batısında yüzeysel akış ve sızıntı suların göle giriş yaptığı bölgelerde bulunma olasılıkları azalır (**Şekil 13. 9**).

Ağustos döneminde (08.08.2013) yüzeyde jipsin bulunma ihtimalinin yüksek olduğu alanlar azalır. Jips bulunma ihtimali yüksek olan alanlar, gölün kuzey batısındaki alanlardır. Temmuz ayına göre jips bulunma ihtimali yüksek olan

alanlarda, Ağustos ayında bulunma olasılıkları iyice azalır. Hatta Jips-1 spektrumuna göre Ağustos ayında yüzeyde jips bulunma olasılığı düşüktür. Temmuz ayına göre halit, ögsterit ve globerit minerallerinin yüzeyde bulunma olasılığının yüksek olduğu alanlarda azalma görülür. Bu azalmalar gölün doğusundadır. Ağustos döneminde evaporit minerallerinden tenarditin güncel sediman alanının geneline yayılmış yüksek bulunma olasılığı söz konusudur (**Şekil 13. 10**).

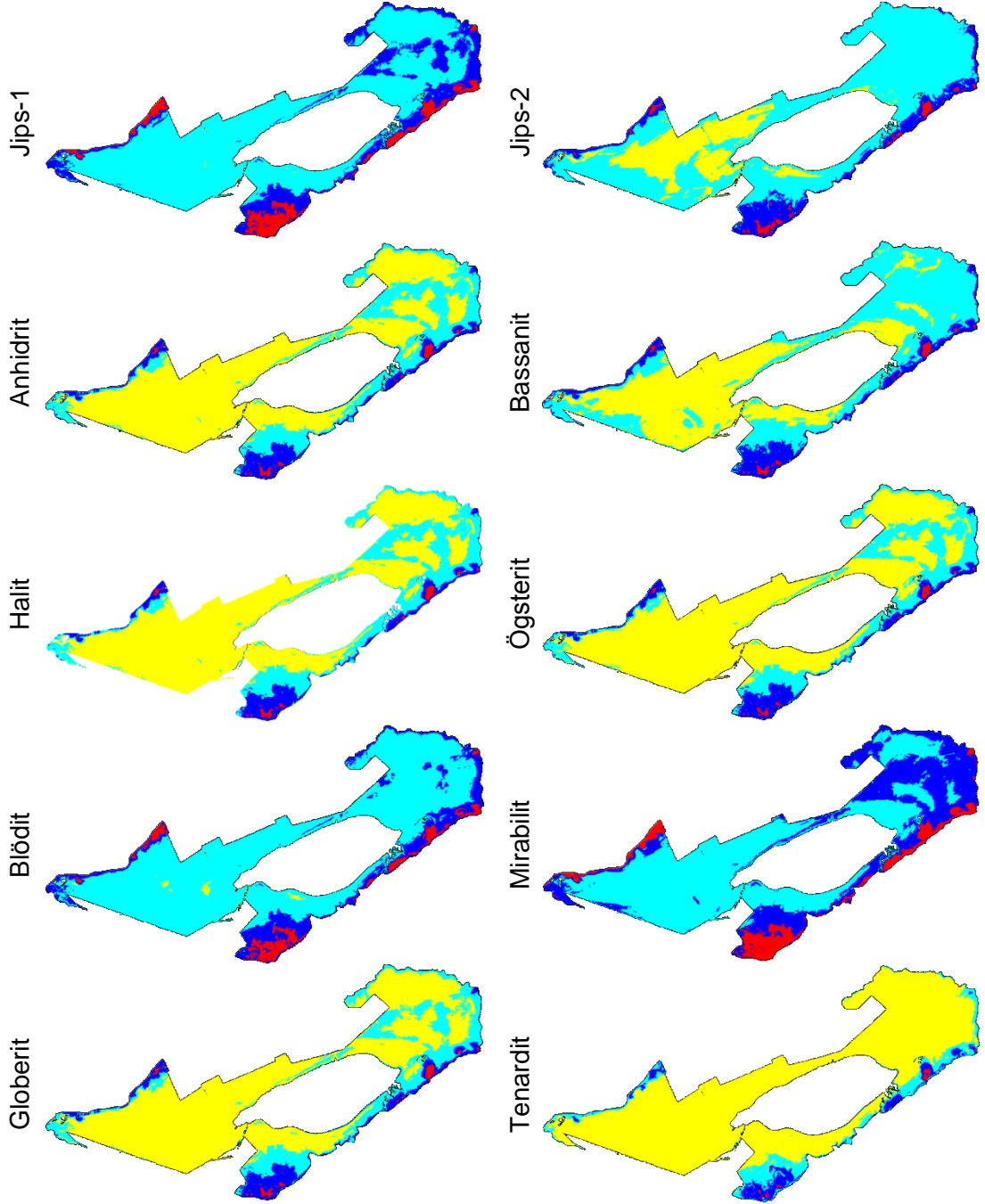


**Şekil 13. 9:** 07.07.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.

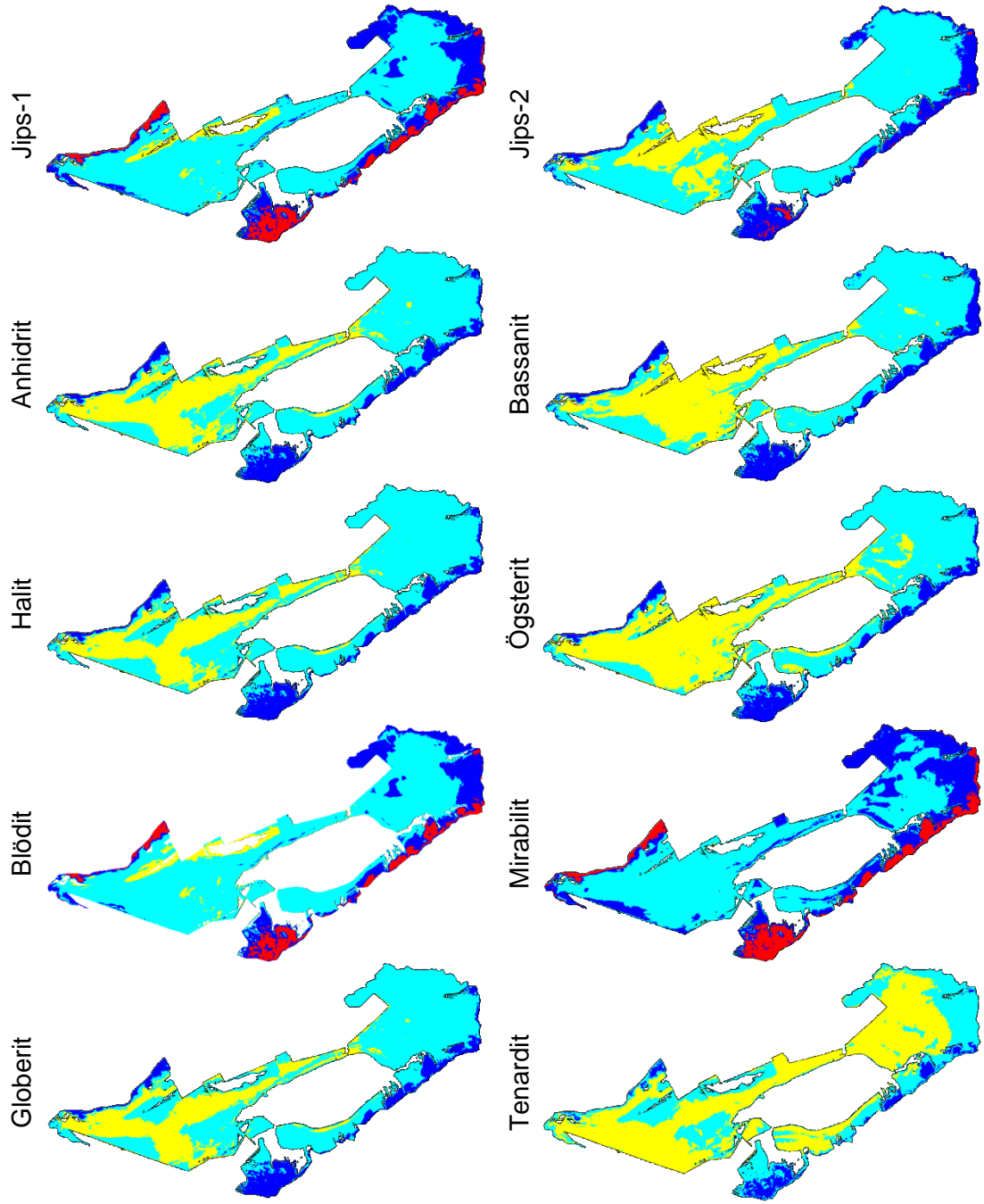
Ekim döneminin sonunda (27.10.2013) güncel sediman yüzeyinde gölün kuzey batısı jips bulunma olasılığı yüksek alanlardır. Temmuz ve Ağustos dönemine kıyasla globerit, ögsterit ve halit bulunma olasılığı yüksek alanlar oldukça azalır. Ekim

döneminde artan yağışlarla birlikte yüzey akışı ile göle giren suların tenarditleri çözüldürdüğü görülür. Gölün kuzey batısındaki geniş birikinti alanı ve gölün doğusunda geniş alanlarda tenardit azalır (**Şekil 13. 11**).

Aralık döneminde (12.11.2013), jips bulunma olasılığı yüksek alanlar gölün kuzey batısındadır. Bu dönemde bir önceki ekim dönemine göre mirabilit ve blödit oluşan alanlar artmıştır (**Şekil 13. 12**).

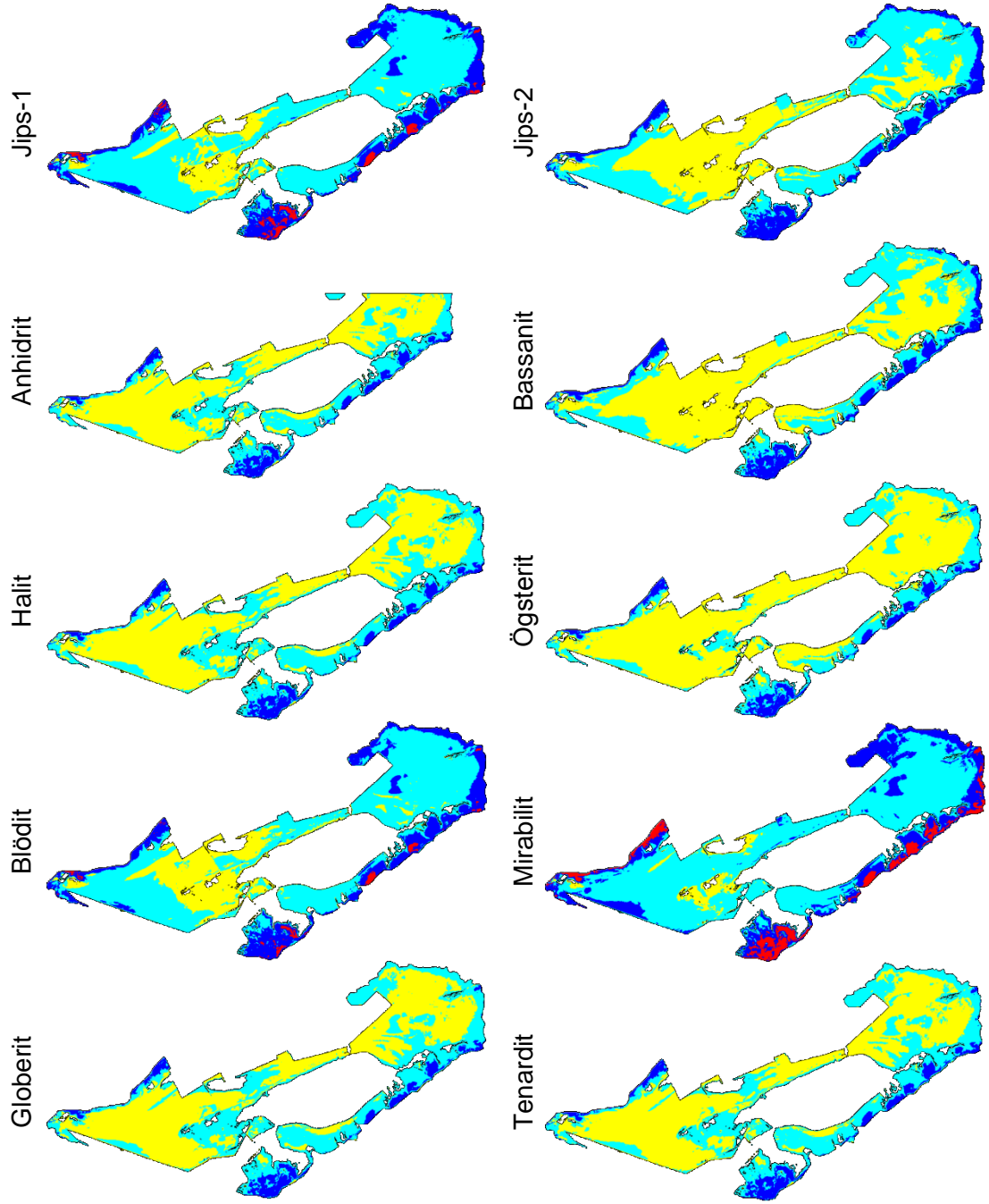


**Şekil 13. 10:** 08.08.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.



**Şekil 13. 11:** 27.10.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.

Temmuz-Aralık süresince gölün kuzey batısında aynı alanlarda yüksek bulunma olasılığının olması, bu bölgede jipsin baskın olduğunu gösterir. Bassanit, anhidrit, globerit ve ögsterit evaporitlerinin bu bölgelerde bulunma olasılığının yüksek olması gölün batısının evaporitlerce yoğun olduğunu göstergesidir.



**Şekil 13. 12:** 12.11.2013 tarihinde evaporit minerallerin güncel sediman alanında bulunma olasılıkları.

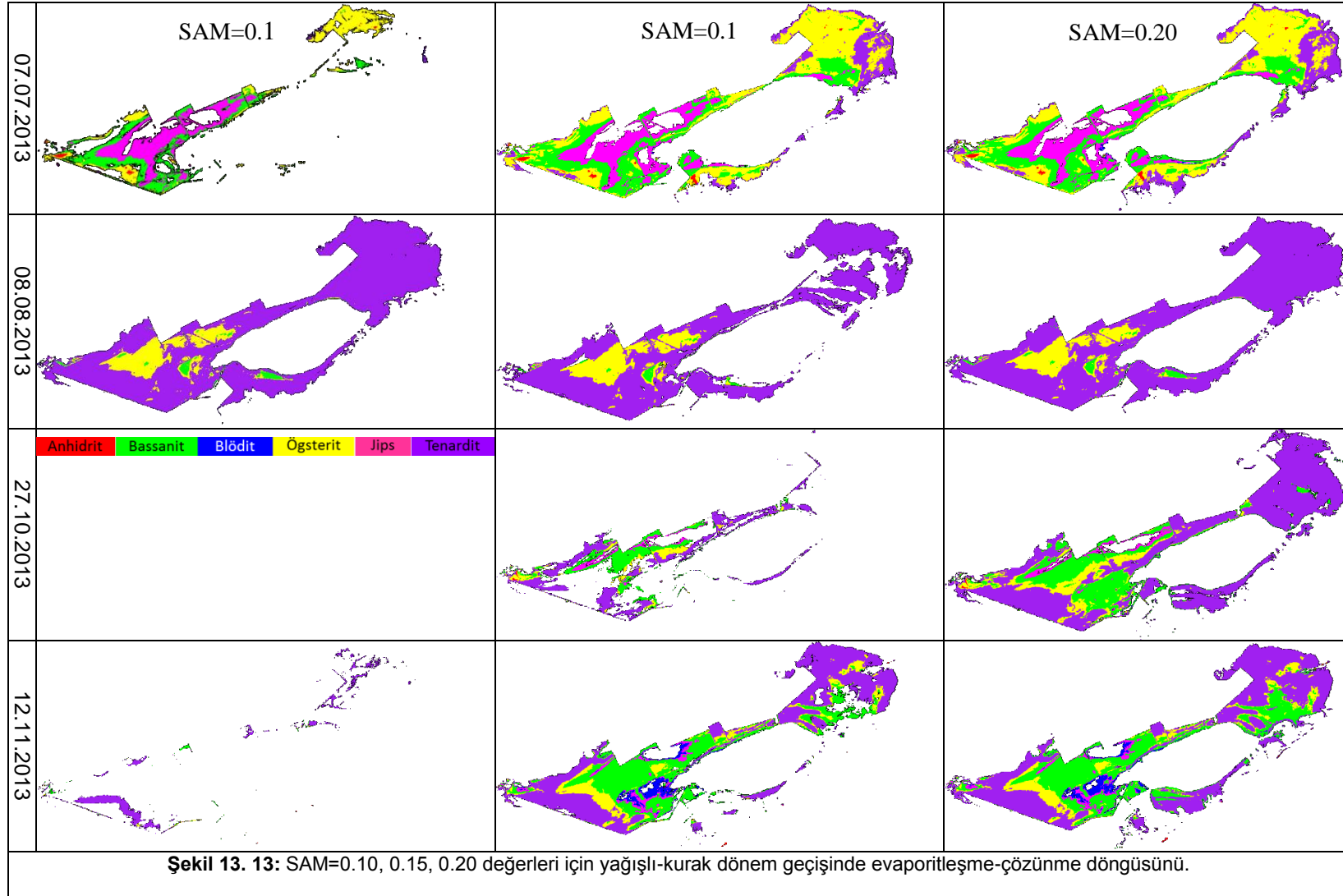
### 13.3 Evaporitleşme-Çözünme Döngüsü

Acıgöl'de yağışlı kurak dönem geçişlerinde evaporitleşme-çözünme döngüsünün değerlendirilmesinde, görüntü spektrumu ile referans evaporit spektrumu arasındaki benzerlik açısı eşik değerinin 0.10'nun altında olması durumunda Ekim döneminden sonra herhangi bir evaporit belirlenmez. Diğer açılara göre 0.10 benzerlik açısı, görüntü spektrumu ile evaporit spektralarının maksimum

uyumunu gösterir. Maksimum benzerlik durumuna göre; gölde Ekim ayından itibaren birçok evaporit minerali çözünür ve çözünme sonucu güncel sedimanda diğer minerallere göre miktarları azalır. Kurak döneme göre bu bölgelerin görüntüdeki spektraları, evaporit spektrasına maksimum benzerlikten uzaklaşır. Temmuz döneminde gölde özellikle güncel sediman alanının kuzey batı, batı ve kuzey doğusunda jips, bassanit, anhidrit ve ögsterit gibi Ca-sülfat mineralleri hâkimdir. Bu dönemde gölün güney ve doğusundaki alanlarda evaporit gözlenmez. Gölde kurak dönemi çok iyi temsil eden Ağustos ayına geçildiğinde, güncel sediman alanının geneli tenarditle kaplanır. Kural görüntülerinde gölün kuzey batısındaki sürekli jips gibi Ca-sülfat alanı olarak ortaya çıkan bölgede, ögsterit ve bassanit görülür (**Şekil 13. 13**).

Benzerlik açısının 0.15 dereceye yükseltilmesiyle benzerliğin düşürülmesinde; 0.10 derecelik maksimum benzerlik durumuna göre Ekim ayından sonraki dönemlerde güncel sedimanlarda evaporit varlığı tespit edilir. Yine 0.10 benzerlik açısında gölün güneyinde evaporit varlığı söz konusu değilken, 0.15 derecede kısmen belirlenebilmektedir. Temmuz döneminde gölün batı ve kuzey batısı 0.10 derecede olduğu gibi jips, bassanit, anhidrit ve ögsterit gibi Ca-sülfat mineralleriyle kaplıdır. Aynı şekilde gölün doğu ve kuzey doğusunda bassanit ve ögsterit hâkimdir. Gölün güney ve güney doğusunda belirli bölgelerde tenardit gelişimi gözlenir. Ağustos ayına geçildiğinde güncel sediman alanının geneli tenardit ile kaplanır. Ağustos ayındaki evaporit varlığı ve dağılımı 0.10 derecedeki dağılıma benzer. Ancak 0.15 derecede gölün doğusundaki bazı alanlarda evaporit olmayan alanlar gelişir. Ca-sülfat alanı olarak tanımlanan bölgede 0.15'lik benzerlik açısında da yine bassanit ve ögsterit görülür.

Temmuz ayına kıyasla Ağustos ayında sediman yüzeyi tenarditle kaplanmıştır. Ekim ayına geçildiğinde tenardit mineralleri ile birlikte birçok evaporit erimiş ve diğer minerallere göre oranları azalmıştır. Bu dönemde gölün kuzey batısındaki bazı bölgelerde bassanit ile birlikte tenardit varlığı söz konusudur. Kasım görüntüsünde tenardit minerallerinin erimesiyle bassanit ve ögsterit minerallerinin ortaya çıktığı görülür. Gölün batısında göle yakın kısımlarda blödit gelişir. Tenardit gölün batısı ile doğusundaki kıyılarda kalır (**Şekil 13. 13**). Benzerlik açısının 0.20 dereceye yükseltilmesiyle benzerliğin düşürülmesinde her bir görüntü döneminde gölün genelinde evaporit varlığı tespit edilebilmiştir. 0.20 derecelik benzerlik açısında gölün Temmuz dönemindeki evaporit dağılımı, 0.15 derece ile aynıdır.





Gölün kuzey batısında Ca-sülfat bölgesinde jips bulunur. Gölün batı ve kuzey batısı jips, bassanit, anhidrit, kıyılarda ögsterittir. Gemiş ile göl arasında kalan sediman alanlarında ögsterit daha yaygındır. Bu kısımlarda kıyılarda tenardit gelişir. Göle yakın olan alanlarda ise jips ve bassanit hakimdir. Gölün doğu ve kuzey doğusunda bassanit ve ögsterit yüzeyleyirken, güney doğusunda tenardit oluşumları görülür.

Temmuz döneminde göl suyu sınırında Ca-sülfat minerallerinden jips, göl ile kontak halindedir. Ağustos dönemine ait evaporit dağılımında 0.20 derecelik benzerlik sonuçları ile 0.10 derecelik benzerlik sonuçları aynıdır. Bu dönemde gölün geneli tenarditle kaplanmış, gölün kuzey batısındaki Ca-sülfat bölgesi ögsterit halindedir. Ekim döneminde diğer açılara göre daha geniş alanlarda evaporit mineralleri belirlenebilmiştir. Ca-sülfat bölgesinde ögsterit minerallerinin birçoğu bassanit minerallerine dönüşmüştür. Gölün batısında Ca-sülfat bölgesi etrafındaki tenardit mineralleri çözünmüş, bunların altında bulunan bassanit mineralleri ortaya çıkmıştır.

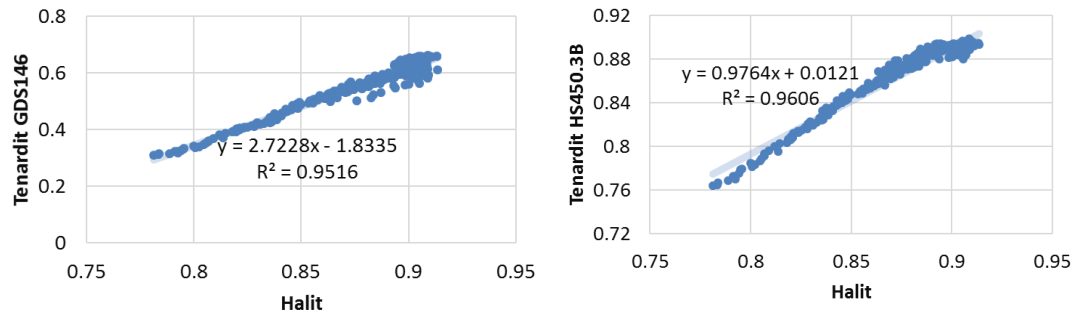
Ağustos dönemine göre gölün doğusunda bazı alanlarda yine tenardit minerallerinin çözüldüğü ve bassanit minerallerinin yüzeylendiği görülür. Kasım dönemine geçildiğinde tenardit çözünmünün geliştiği alanlar ve tenardit çözünen alanlarda ortaya çıkan bassanit alanı artmıştır. Kasım döneminde tenardit gölün batı, doğu ve güney batısındaki kenarlardadır (bkz. **Şekil 13. 13**).

Gölün evaporitleşme-çözünme döngüsü görüntü spektrası ile referans evaporit spektrasının benzerlik açısının 0.20 olduğu koşullarda en iyi şekilde izlenebilmiştir. Benzerlik açısı azaldıkça haritalanabilen evaporit alanı azalmakta, hatta bazı dönemlerde hiç evaporit dağılımı elde edilememektedir. Gölün tam kurak dönemini yansıtan Ağustos döneminde üç farklı açı ile benzer evaporit dağılımı elde edilmiştir. Üç farklı açı ile benzer evaporit anomalisinin elde edilmesi; Ağustos ayının gölün tam kurak dönemini yansıttığını ve göl güncel sediman alanının genelinin kurduğunu (nemli olmadığı) gösterir (bkz. **Şekil 13. 13**).

Çok zamanlı uydu görüntülerinden elde edilen evaporitleşme-çözünme döngüsü; Temmuz döneminde gölde genellikle Ca-sülfat mineralleri yaygınken, artan sıcaklıklarla birlikte evaporasyonun iyice artması sonucu tam kurak Ağustos döneminde gölün genelinde tenardit gibi Na-sülfat mineralleri gelişir. Kurak dönemin sonunda yağışların başlamasıyla birlikte, göle ulaşan yüzeysel akış suları güncel evaporitleşme bölgesindeki Na-sülfat minerallerini çözüdürerek göle iyon girişi

sağlar. Kurak dönemde (Ağustos) Na-sülfat ve tuzlarla örtülen Ca-sülfat mineralleri, yağışlı döneme geçişte Na-sülfatların erimesiyle iyice ortaya çıkmaya başlar.

Gölün evaporitleşme-çözünme döngüsünün değerlendirilmesinde, halit minerali referans spektrasında yer almasına rağmen, SAM sınıflandırma sonuçlarında halit mineraline ait bir dağılım elde edilememiştir. USGS (Kokaly ve diğ. 2017) tarafından sağlanan spektral kütüphanede farklı tenardit (HS450.3B ve GDS146 kodlu) spektral eğrileri bulunur. Halit minerali spektral eğrisi ile karşılaştırıldığında tenarditin HS450.3B spektrası tamamen benzerken GDS146 spektrası, reflektans değerleri olarak farklılık gösterse de anomalisi benzerdir (**Şekil 13. 14**).



**Şekil 13. 14:** USGS (Kokaly ve diğ. 2017) Halit minerali ile Tenardit HS450.3B ve GDS146 spektral eğrilerinin benzerliği.

SAM ile değerlendirmelerde referans spektral eğrilerde tenardit ile halit minerallerinin spektral eğrilerinin benzerliği, SAM sonuçlarında halit mineraline ait bir sınıfın oluşmamasına neden olmuştur. SAM sınıflandırmasındaki sonuç görüntülerinde tenardit alanları içinde halit minerallerinin birlikte bulunması olasıdır. Sınıflandırma sonuç görüntülerinde halit mineralleri ile tenarditin aynı sınıf içinde yer alması, gölün evaporitleşme çözünme döngüsünü etkilemez. Evaporitleşme serisinde halit ve tenardit mineralleri birbirini izler. SAM ile değerlendirmede spektral benzerlikten kaynaklanan bu duruma göre gölün evaporitleşme-çözünme döngüsü; kurak dönemde Na-sülfat mineralleri ile birlikte halit minerallerinin gelişimi ve bunların Ca-sülfatlı diğer sedimanları örtmesi, yağışlı döneme geçişte Na-sülfat mineralleri ile birlikte halit minerallerinin çözünmesi, göle iyon olarak karışması ve Ca-sülfatlı diğer sedimanların tekrar ortaya çıkması şeklini alır.

## 14. HİPERSALİN ACIGÖL'ÜN EVAPORİT KÖKENİ

Göl istifinde evaporit minerallerinin varlığı ile ilgili olarak, Karayiğit ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada gölün batısında göl istifinde, yüzeyde %40 oranında jips içeriği söz konusu iken derinlere doğru düzgün bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yazarlara göre 180m'de %8 oranında olan jips içeriği, 599 m'ye kadar %2-4 aralığında, daha aşağılarda ise jips varlığı görülmez. Bu durum Karayiğit ve diğ. (2014) tarafından göl sediman istifinin üst kısmının tuzlu su ortamında çökmesi ile ilişkilendirilmiştir.

Helvacı ve diğ. (2013) tarafından güncel göl alanında açılan karotlarda Na-sülfat mineralleri ilk 15 m'de görülür. Göl güncel sediman alanı içinde gölün doğusunda yaklaşık 170m, gölün batısında kalan kısımda 285m, gölün güncel sediman alanının biraz daha dışına çıkıldığında 150m'ye kadar evaporitler görülmüştür. Karayiğit ve diğ. (2014) tarafından açılan sondajlarda evaporitlerin belirli oranda görüldüğü derinlik 181,7 m'dir. DSİ tarafından Çaltı Köyü'nde açılan DSİ-0974 kuyusunda 6-10m arasında killi kum içinde, 31-41m arasında masif halde, 84-203m arasında kil tabakaları içinde ince bantlı yapıda jips bulunur. Sazköy'de açılan DSİ-5562 sondajında 104m'de killer jips parçaları ihtiva eder. DSİ tarafından havzanın batısında açılan diğer sondajların log kayıtlarında jips bilgisine rastlanılamamıştır.

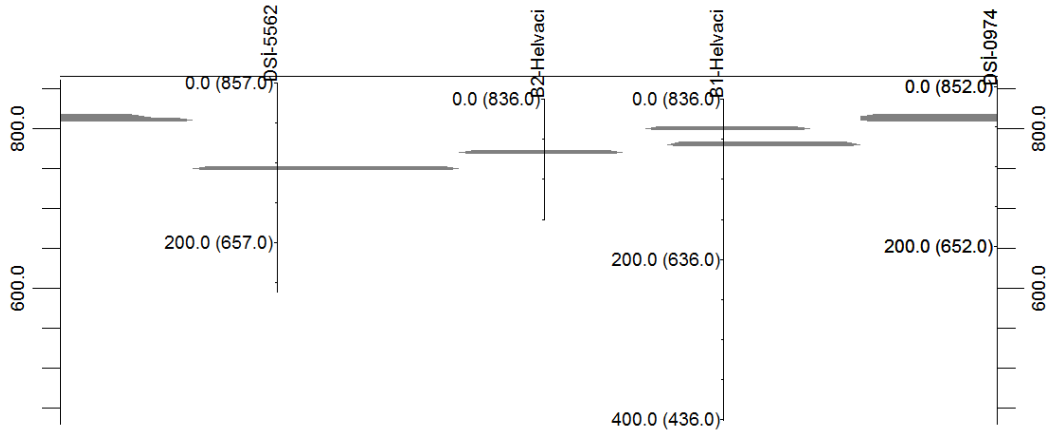
Helvacı ve diğ. (2013) tarafından açılan sondajlarda masif olarak jips ilk 100m'de farklı seviyelerde (genelde 50m) ve DSİ-0974 kuyusunda 31-41m'lerde görülmesi ve diğer sondajlarda olmaması göl tabanında jips kamalanması olduğunu gösterir (**Şekil 14. 1**, **Şekil 14. 2**). Bu durum Helvacı ve diğ. (2013) tarafından Pleyistosen ortasında kurak iklim koşullarının etkisinde göl seviyesinin düşmesi, gölün tuzlanması ve çökmeyle evaporitlerin masif düzeyleri oluşturması, Pleyistosen sonrası göl sınırlarının tekrar genişlemesi ve kırıntılı malzeme taşınımı ile masif evaporitlerin üzeri örtülmüş olması ile ilişkilendirilmiştir.

Helvacı ve diğ. (2013)'e göre Acıgöl Havzası'nın evaporitik sedimantasyonunun kaynağı olarak Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından Honaz Dağı (Denizli) jipsli karbonatları olarak Batı'da Triyas jipslerinin ilk tanımı yapılan Denizli'nin 20 km doğusunda Aydınlar, Menteş ve Kızıyer yakınlarındaki jipsli dolomitik karbonatlı Kaleboğazı formasyonu gösterilmiştir (**Şekil 14. 3**). Avrasya ve Afrika

plakaları arasında Akdeniz’de, Neotetis denizinden, Triyas evaporitlerini içeren çökeller depolanmıştır (Gordon 1975). Bu evaporit içerikli karbonatlar Alpin orojenizi sırasında fayların etkisi altında kırılmış ve kilometrelerce taşınmış, bölgede Likya ofiyolitleri altında kalmıştır (Gündoğan ve diğ. 2008; Helvacı ve diğ. 2013).



Şekil 14. 1: Acıgöl Havzası’nda açılan derin karotlar.



Şekil 14. 2: Gölde DSI sondajları ile birlikte Helvacı ve diğ. (2013) tarafından belirlenmiş jips seviyeleri.

Göl ve gölü çevreleyen bazı sülfatlı suların  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$  -  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop değerlerine göre, sulardaki sülfatın kökeni Devoniyen-E.Triyas (Triyas) evaporitleri olmakla birlikte gölün güneyindeki Yırca Pınarı ve yakın konumdaki S-3 derin sondajında sülfatın kökeni Tersiyer evaporitleri olarak konumlanmaktadır. Aynı zamanda Acıgöl’de Sr içeriğine sahip suların Ca/Mg - Ca/Sr diyagramındaki değerlendirmelerine göre Acıgöl’ün batısındaki jipsli ara düzeylerin kesildiği Sazköy derin sondajı; Messiniyen Tuzluluğu ile ilintili Akdeniz’den gelen deniz suyundan türeyen su niteliğinde, Çaltı derin sondajı da gölün batısındaki jipsli ara seviyelerle

kısmi etkileşimi nedeniyle, Messiniyen Tuzluluğu ile ilintili Akdeniz'den gelen deniz suyundan türeyen su niteliği ile meteorik kökenli sular özelliğindedir.

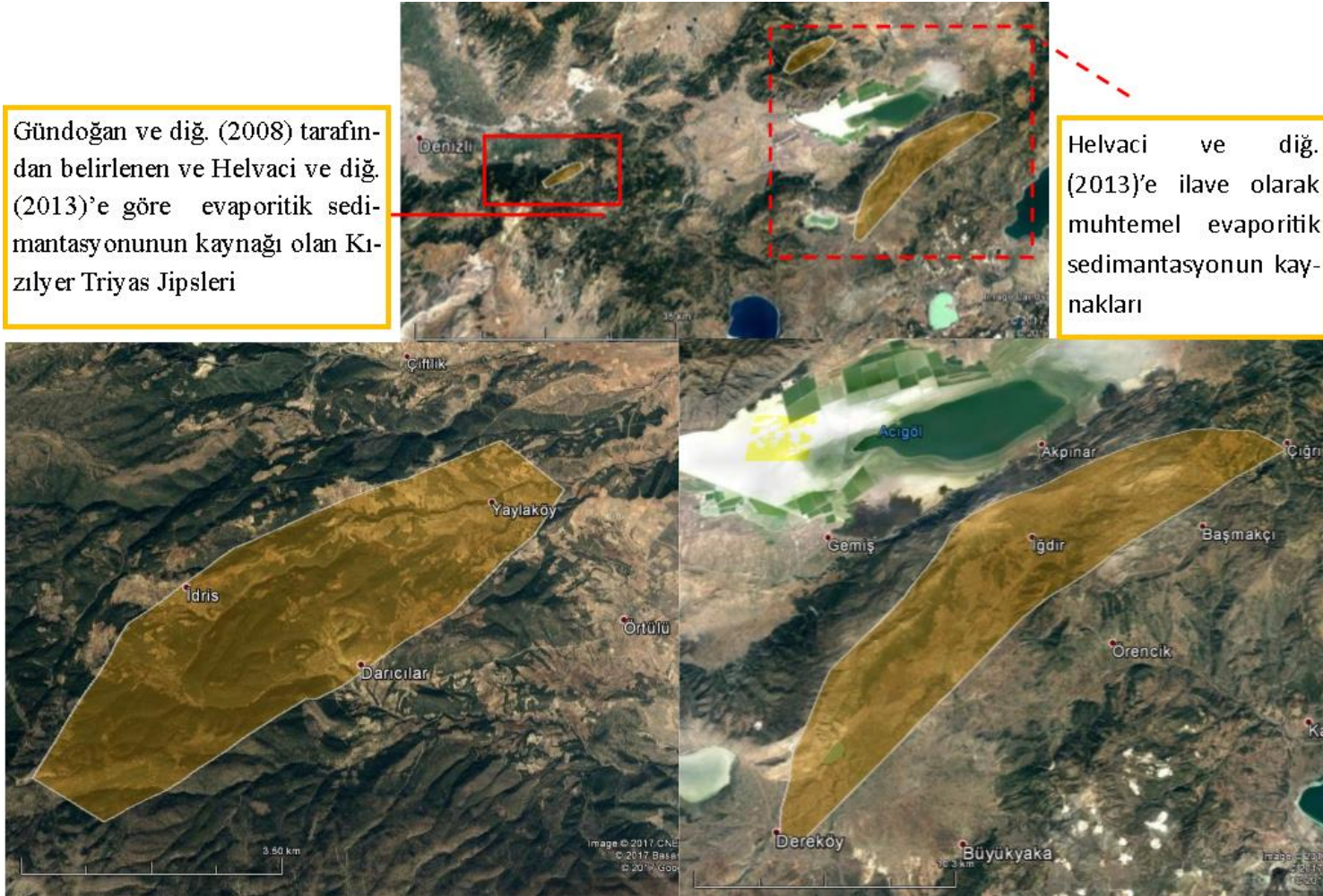
Gölün güneyindeki faylar boyunca yüzeyleyen sulardaki (Yırce Pınarı ve S-3 sondajı hariç) sülfat kökeni Triyas evaporitleri iken, Yırce Pınarı ve S-3 sondajı ile Sazak ve Çaltı bölgesindeki sulara Messiniyen tuzluluğudur.

Sulardaki sülfatın en temel kaynağı jips olmakla birlikte, göldeki doğal yolla sodyum sülfat üretimi sırasında havuzlardan atmosfere karışan veya rüzgarla havzaya taşınan sodyum sülfatların yağışlarla eriyip sulara karışması da muhtemeldir. Bölgede Haziran-2011 döneminde yağmur sularında 9,3 mg/L sülfat derişimi görülmesi bu ihtimali artırır. Ancak havzaya rüzgarla taşınan sodyum sülfatların hakim rüzgar yönü göz ardı edildiğinde, tüm sulara etkisinin görülmesi gerekirken bazı sulara sülfat derişimi oldukça düşüktür.

Gölün güneyinde olduğu gibi kuzeyinde de, göl sediman alanından 8 km uzak olmasına rağmen sulara sülfat anomalileri görülür. Yandağ'ın güneyinde Yenkeyu'da 21-61 mg/L, Çığırı'da 8,5-74 mg/L, Hisaralan 20 mg/L, Alanköy 120 mg/L, Yaka'da 25 mg/L, Yassiören'de 47 mg/L, Çatsuyu 13 mg/L, Ulupınar 5-550? mg/L, Çukuryayla 18 mg/L, Dereköy 17-54 mg/L arasında değişen sülfat derişimli sular bulunur. Çardak formasyonu Maymundağı Üyesi içinde yüzeyleyen Sazak Kaynağı (İdris Köyü) 528 mg/L sülfat içeriği tespit edilmiştir. Bunun yanında litolojik olarak Maymun Dağı'nın Acıgöl tarafındaki alüvyonlar %0,01 SO<sub>3</sub> içerir. 2017 döneminde Yandağ ve güneyindeki bazı sulara 2017 yılında doğrulama amaçlı yapılan değerlendirmelerde Dereköy'de 19 ppm sülfat, 23 ppm klorür ve 0,3 ppm bromür belirlenmiştir. Aynı dönemde Ulupınar'da 4,3 ppm sülfat, 2 ppm klorür, İğdir Köyü'ndeki çeşmelerde ortalama 20 ppm sülfat ve 20 ppm klorür değerleri tespit edilmiştir. İğdir'deki bazı sular yine 0,2 ppm bromür içerir. Maymundağı Üyesi içinde önceki dönemlerde sülfat belirlenen sulara tekrar doğrulama yapılamamıştır.

Acıgöl Havzası'nda litolojik birimlerdeki sülfatlı suların varlığına göre; Menteşe-Kızılyer (Denizli, Honaz) civarındaki **jipsli dolomitik karbonat fasiyesinin** (Gündoğan ve diğ. 2008), **benzer şekilde gölün güneyinde Yandağ Kireçtaşı veya Kayaköy Dolomiti içinde ya da Likya Napları içindeki ofiyolitli birimler ile karbonatlı birimler arasında İğdir, Ulupınar ve Dereköy civarında örtülü bir şekilde gelişmiş olması olasıdır** (Şekil 14. 3). Gölün güneyinde Likya Naplarına ait Kayaköy Dolomiti ve Yandağ Kireçtaşları, yine aynı nap içindeki birimlerden Marmaris Ofiyolit Napı birimlerince tektonik olarak üzerlenir. Kızılyer(Honaz)'de de jipsli karbonat dizisi, Likya Ofiyolitleri tarafından üzerlenmiştir.





**Şekil 14. 3:** Gündoğan ve diğ. (2008) tarafından belirlenen, Helvacı ve diğ. (2013)'e göre evaporitik sedimentasyonunun kaynağı Kaleboğazı formasyonundaki Triyas Gipsleri ile birlikte, gölün güney ve kuzeyinde muhtemel örtülü jipsli dolomitik karbonatların dağılımının yüzeyde iz düşümü.

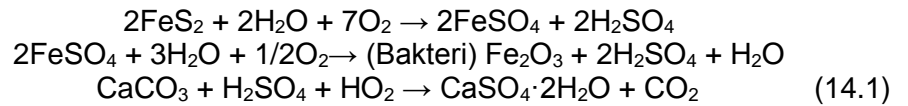
Acıgöl'ün güneyindeki sistem ile Kızıyer'deki sistemin benzer olması, Acıgöl'ün güneyinde de Triyas jipslerinin olma olasılığını arttırır. Acıgöl'ün Helvaci ve diğ. (2013)'e göre Pleyistosen'in başında tatlı özellikte, ayrıca Erinç (1967)'e göre Pleyistosen'de günümüze nazaran daha derin olduğu dikkate alındığında, tektonik hareketlerle havzanın derinleşmesi buna bağlı olarak gölün derin olduğu dönemlerde ya da güncele yakın dönemlerde bu bölgede gölün etraftaki ultramafik ve magmatik kayalarla liç halinde olması ihtimali nedeniyle bazı sülfür minerallerinin oksitlenmesi ve karbonatlarla reaksiyonu gibi jeokimyasal prosesler de gelişmiş olabilir.

Nitekim, Cansu ve Emre (2014) tarafından Çavdır(Burdur)'ın kuzey doğusunda Likya Napları bindirme dilimleri içerisinde Marmaris Ofiyolit Napı'ndaki gabro ve serpantinleşmiş harzburjitleerde kuvars damarları içinde yer alan bakır cevherleşmeleri değerlendirilmiştir. Bu damarlarda kalkopirit, bornit ve kovellin gibi bakır mineralleri ile götit, hematit ve manyetit gibi demir mineralleri, malakit ve azurit gibi ikincil bakır mineralleri gözlenmiştir.

Piritin oksitlenmesinden sonra serbest kalan asit, kayaç oluşturan minerallerle veya jipsin oluşmasına neden olacak karbonatlarla ya da demir hidroksitlerle (limonit) reaksiyona girer. Piritin oksitlenmesi ve jipsin çökmesi farklı ortamlarda gerçekleşir. Jips oluşumu pirit ile doğrudan yer değiştirme ile gerçekleşmez. Piritin oksijen ve hava ile etkileşiminde sülfürik asit ortaya çıkar (Sutton ve diğ. 2013)

Asidik ortamlarda demirin  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  dönüşümü sağlayan bakteriler ortamda demir oksitle birlikte, ferik demir oksit oluşumunu sağlarlar (Hawkins ve Pinches 1997). Ortamda karbonat olması durumunda sülfürik asit ile reaksiyon sonucunda jips ve karbondioksit oluşur (14.1) (Sutton ve diğ. 2013).

Pirit- Jips oluşumu (Sutton ve diğ. 2013);





## 15. SONUÇLAR

### 15.1 Güncel Göl Sedimanları Majör, İz ve NTE Jeokimyası

Göl güncel sedimanlarındaki majör elementlerin dağılımı, kimyasal sedimantasyonla birlikte üzerini örttüğü ve gölü çevreleyen litolojik birimlerle ilgilidir. Kurak dönemlerde göl suyu ileri düzeyde evaporasyona maruz kalarak halitin çökmesi için gerekli olan evaporatif konsantrasyona ulaşır. Sediman kolonunda derinlere indikçe evaporitler gölün merkezini, kırıntılılar ve silikatlar kıyı kesimlerdeki anomalileri şekillendirir. Sedimanların majör element içeriğini evaporitler, karbonatlar ve silikatlar kontrol eder. Güncel sediman kolonunda baskın majör oksit CaO'tir. Mg-karbonat ve Mg-sülfatlara kıyasla Mg-silikatlar, genelde MgO'nun göl sediman kolonundaki değişimini kontrol eder.

Litolojik birimler a) karbonatlar b) konglomera c) kumtaşı d) ofiyolit kompleksi e)Ca-silikat (karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar) f)tefra g)evaporit şeklinde gruplanır. Kumtaşları ve ofiyolit kompleksinde SiO<sub>2</sub>, karbonatlarda ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlarda CaO bolluk oranı en yüksek majör oksittir. Tefra, konglomera ve ofiyolitik kompleks yüksek silis (SiO<sub>2</sub>), buna karşın karbonatlar, Ca-sülfatlar, karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaçlar ve kumtaşları yüksek CaO içeriklidir. Litolojik birimlerle güncel göl sedimanlarının NASC, PAAS ve UCC'ye göre zenginleşme anomalileri benzerdir. Bu durum litolojik birimlerin güncel göl sediman jeokimyasını önemli ölçüde şekillendirdiğini gösterir.

Sedimanlardaki TC-TS ilişkisi; jips-karbonatın birbirine diyajenezinin göl tabanındaki varlığını tanımlar. Aynı zamanda CaO miktarı, endojenik kalsit veya jips kontrolündedir. Göl tabanında jips ve karbonattan biri artarken diğeri azalır. TC-CaO ilişkisine göre tabanda karbonatlara kıyasla jips oldukça yoğundur. Güncel evaporitleşme bölgesinde göl tabanının aksine endojenik ve diyajenetik karbonattan daha ziyade kırıntılı karbonat yaygındır. Evaporitleşme bölgesinde karbonat ve jips miktarı genelde sabit, Na-sülfat minerallerinin miktarı ise değişkendir.

Göl sedimanlarına göre tüm litolojik birimlerde As ve Ba zenginleşirken, litolojik birimlere göre göl sedimanlarında Li (kumtaşları ile eş değer) ve Sr zenginleşmiştir. NASC ve UCC'ye göre zenginleşmede; sedimanlara, kumtaşları ve karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç gibi litolojik birimlerden kırıntılı malzeme girişini söz konusudur. Bu kayaçlarda feldispatlarla birlikte fillosilikatlar, iz element zenginleşmesini kontrol eder. Kumtaşlarında Pr ve Nd zenginleşmesi, Na<sub>2</sub>O majör oksitinin kontrolündedir.

NTE potansiyelini önemli ölçüde kırıntılı bileşenlerin kontrol ettiği Acıgöl Havzası'nda mika, K-feldispat ve kil gibi fillosilikatlar, NTE'yi zenginleştirir. Havza içinde formasyon bazında NTE zenginleşmesi Hayrettin formasyonundaki karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç, kumtaşı ve Çameli formasyonu içinde özellikle Kızılören Üyesi içindeki kumtaşlarındadır. Hayrettin ve Çameli formasyonu içinde kırıntılı malzeme ve bunlardaki NTE, yüzey drenajı ile göl sediman alanına kadar uzanan alüvyonları ve NTE anomalisini oluşturur. Acıgöl ile benzer hidrojeokimyasal özelliklere sahip farklı alkali-salin ortamlardan biri olan Thar Desert (Hindistan) ile karşılaştırıldığında Acıgöl'ün NTE içeriği, Thar Desert'in yarısı kadardır. Güncel göl sedimanlarında iz element zenginleşmesinde karbonatlar ve jips, halit gibi evaporitlerin etkisi yoktur. Sedimanlardaki NTE ve diğer iz element zenginleşmesi fillosilikatlar başta olmak üzere K-feldispat vb. diğer Al-silikatların kontrolündedir. Sedimanlarda fillosilikatlar başta olmak üzere Al-silikatlarla birlikte halit gibi tuzlar Li'nin potansiyel zenginleşme kaynaklarıdır. Göl sediman kolonunda Li zenginleşmesinde fillosilikatlar, tuzlara kıyasla daha etkindir.

Li'nin tuzlarla zenginleşmesi, evaporatif konsantrasyonun son evresinde Na-K gibi halit mineralleri içinde hapsolması yoluyla gerçekleşir. Li'nin tuzlarla zenginleşmesi yüzeyden daha ziyade sediman kolonunun derinlerindedir. Litolojik birimlerde ve sedimanlarda  $\Sigma$ REE miktarı, hafif nadir toprak elementlerinden (Ce, La ve Nd) ( $\Sigma$ LREE) kaynaklanır.  $\Sigma$ NTE, güncel göl sedimanı yüzeyinde zenginleşir ve sediman kolonunda derine doğru azalır. Acıgöl güncel sedimanlarında Ce'nin, La ve Pr'ye göre yüksek konsantrasyonunun olası nedeni redoks koşullarıdır. Sediman yüzeyinde HNTE zenginleşme faktörü, ANTE'ye göre yüksektir. Sediman kolonunda derinlere indikçe HNTE ve ANTE zenginleşme faktörü benzer hal alır. Gömülmeden sonra sedimanlardaki gözeneklerde diyajenezle doymuş sulardan kimyasal olarak çökeltme ile gelişen ikincil minerallerin oransal olarak artması bunda etkindir.

## 15.2 Güncel Göl Sedimanları Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Göl güncel göl sedimanlarında mineral gelişimi genellikle *otijenik (authigenic)* veya *diyajenetik (diagenetic)*, *endojenik (endogenic)* ve *döküntülü (detrital)* genetik kökene sahiptir. Göl sedimanlarında endojenik, otijenik ve kırıntılı karbonat bulunur. Göl suyu etki alanında kalan tüm yüzey ve yüzey altı sedimanlarda *Ca-sülfat (CaSO<sub>4</sub>)* mineralleri gelişir. Doğal yolla Na-sülfat üretiminde *tenardit* ve *mirabilitin* elde edildiği yüksek klorür derişimine sahip Acıgöl, *ögsterit* ve *globerit* minerallerinin çökeliimi için gerekli jeokimyasal koşullara sahiptir. Demir oksit minerallerinden *manyetit* ve *hematit* mineralleri, sodyum sülfatça zengin kaynakların etkisi altında bulunan *anaerobik zonların* yaygın olduğu sedimanlarda oluşur. Stratigrafik istifte endojenik kökenli çok ince *laminalanmış karbonat* dizeleriyle birlikte *kloritli kil matriksi*, *jips* ve *halit* araldanmaları, gölün periyodik yağışlı-kurak mevsim döngüsünde olduğunu gösterir.

## 15.3 Güncel Göl Sedimanları İzotop Jeokimyası

Güncel göl sediman kolonunun 31 cm'lik derinliğin kronolojik yaşı 255,45 yıl, çökme yılı 1758, yıllık sedimantasyon hızı 0,029 g.cm<sup>-2</sup>.y<sup>-1</sup>'dir. Güncel göl sedimanlarında <sup>34</sup>S izotop fraksiyonlaşmasına göre gölde; *ikincil jips oluşumları*, *bakteriyel sülfür indirgenmesi*, *arkea etkisindeki biyojekimyasal* olaylar gerçekleşmektedir. Göl sediman kolonundaki zenginleşme farkına göre *kurak dönemden yarı kurak döneme geçiş* gerçekleşmiştir. Gölde *evaporitlerle etkileşim* sürekli, *kesintisizdir*.  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu ve CRS yaşlandırmasına göre 1991 ve 1758 yıllarında gölde *aşırı kuraklık* görülmüştür. Göl ekstrem kurak dönemler dışında, *kurak-yarı kurak iklim* etkisine maruz kalmıştır. *Göl suyundan etkileşim* ve göl tabanındaki anoksik zondaki *anaerobik biyolojik* faaliyetler nedeniyle, göl tabanındaki karbonatların  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri negatiftir. Gölün uzun dönem toplam iyon içeriğine göre, 1991 ve 1758 yılları aşırı kurakken 1997, 1989 ve 1808 yılları kuraklıktan çıkılan ve kuraklık etkisinin en az olduğu yıllardır.

## 15.4 Acıgöl Havzası Hidrojeolojisi ve İklim Özellikleri

Yüzey drenaj alanı 1594 km<sup>2</sup> dir. Acıgöl'ün kurak-yağışlı dönem geçişinde su kaplı alanları alansal olarak 2-3 kat büyür. Göl taban topoğrafyasına bağlı olarak gölde derinlik alansal olarak 20-230 cm arasında değişebilir. Gölün en derin yeri merkezinde

yağışlı dönemlerde 210-230 cm'dir. Yağışlı-kurak dönem geçişlerinde göl seviyesinde 50-70 cm arasında değişimler meydana gelir. Göl seviyesindeki değişimler, göl alanı ve hacminde önemli değişimlere neden olur. İzlenen dönemlerde *Acıgöl'ün su kaplı alanının* yağışlı dönemde en yüksek 74 km<sup>2</sup>, kurak dönemde en düşük 27 km<sup>2</sup> olduğu görülmüştür. 1972'den günümüze göl alanı en geniş 164,1 km<sup>2</sup>, en küçük 23,1 km<sup>2</sup>'dir. 1972'den günümüze Acıgöl, yağışlı-kurak-yağışlı dönem geçişlerinde göl *alanının küçülmesi ve tekrar büyümesi döngüsüne* sahiptir.

Acıgöl'ün güncel sediman alanı 171 km<sup>2</sup> iken, tuz ve sodyum sülfat üretimi amacıyla 36,3 km<sup>2</sup>'lik alana yapılan havuzlar nedeniyle bu alan günümüzde 134,6 km<sup>2</sup>'ye düşmüştür. Çardak DMİ istasyonu yağış eklenik sapma eğrisine göre Acıgöl; 7-8 yıl yağışlı, devamında 5-6 yıl kurak periyottadır. Uzun yıllara göre havzada yağışlar *azalma* trendindedir. Havza su bilançosunda toplam yağış; 378,7 mm, kurak dönem toplam yağış; 106mm, yağışlı dönem toplam yağış; 273 mm'dir.

1935'ten günümüze kadar farklı yıllarda farklı araştırmacılarla birlikte bu çalışma kapsamında izlenen dönemlerinde, 1977 ve 1990 yılları arasında Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ve Mg<sup>2+</sup> iyon derişimlerinde ekstrem derişim yoğunluğu gerçekleşmiştir. Ekstrem iyon derişimlerinin görüldüğü 1977 ve 1990 yıllarındaki yıllık toplam yağış miktarı, uzun yıllar yağışları içinde oldukça düşüktür.

### **15.5 Havzadaki Doğal Suların Hidrojeokimyası**

Havzada sular genelde nötr karakterli olmakla birlikte, mevsimsel olarak asidik veya bazik olabilir. Suların uzun dönem pH değerleri 6,2-9,1 arasında değişir. Aşırı asidik sular alansal olarak Hayrettin formasyonunda yüzeylenmiştir. Suların sıcaklığı 9 - 36 °C arasında değişirken, yağışlı-kurak mevsim döngüsünde önemli değişim gerçekleşmez.

Havzada TÇM ve Ec değerleri sırasıyla 200-1900 mg/L, 420-2460 µS/cm arasında değişir. İndirgenmiş sular genelde gölün güneyinde fay düzlemi boyunca yüzeylenen sürekli sular başta olmak üzere gölü çevreleyen sulardır. Yağışlı ve kurak dönemde Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, iyonu bakımından zengin sular, göl çökelti alanının çevresindeki sulardır. Havzada tuzlar başta olmak üzere evaporitlerin olduğu ortamlarda aynı zamanda Bor, Br, Sr ve Li zenginleşir.

Sularda florür zenginleşmesinin önemli kaynağı gölün güneyinde jips, mirabilit ve halit gibi evaporit çözünmüdür. Havzada iyon dağılım haritasına göre, florürün kaynağı Beylerli civarındaki termal sulardır. Havzadaki sularda farklı oranlarda bromür, evaporitlerin çözünmesi, sularda organik bileşenlerin etkisi ve tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirlilikten kaynaklanır.

Havzadaki sularda halit ve tenardit gibi Na-tuzları başta olmak üzere, plajiyoklazlar ve feldispatların hidrolizi, silikatların bozunumu ve Na içerikli silikatlarla katyon değişimi genel sodyum kaynağıdır. Gölün çevreleyen aşırı alkali ve yüksek indirgenmiş yeraltı sularında; kil-su arasında “Na-Ca iyon değişimi”, düşük alkali/asidik ve düşük indirgenmiş/yükseltgenmiş yeraltı sularında; kil-su arasında “Ca-Na ters iyon değişimi” gerçekleşir. “Na-Ca iyon değişimi”nde Na kaynağı genelde feldispat ve fillosilikatlardır. Gölün çevreleyen yüzey sularında ise organik maddenin etkin olduğu, biyokimyasal faaliyetlerin gerçekleştiği ve mevsimsel olarak değişen redoks koşullarına sahip olması durumunda iyon değişimi gerçekleşir. Yüzey sularında Ekim-2011 döneminde kil-su arasında “Na-Ca iyon değişimi”, Haziran-2010 ve Haziran-2012 dönemlerinde ise kil-su arasında “Ca-Na ters iyon değişimi” gerçekleşmiştir.

Havzadaki alkali yeraltı sularında fillosilikatların çözünürlüğü düşük, asidik yeraltı sularında da yüksektir. Sürekli izlenen sulardaki Mg-Si ve Mg-Ca ilişkisine göre gölü çevreleyen dolomitik kireçtaşları başta olmak üzere volkanik kökenli birimler yeraltı sularının Mg kaynağıdır.

Akkeçili ve Yüreğil arasındaki bölgede Ca-HCO<sub>3</sub>, Mg-HCO<sub>3</sub> fasiyesinde olan sularda, iyon değişimi ile Na-HCO<sub>3</sub> fasiyesine geçiş söz konusudur. Akkeçili ve Yüreğil arasındaki bölgede suların Na-HCO<sub>3</sub> fasiyesinde olması; a) kil, plajiyoklazlarla iyon değişimi b) göl alanının daha geniş olduğu dönemlerde yoğun haldeki (brine) göl suyunun bu bölgelerde sokulum yapmış olması c) yağışlı-kurak döngüde göl alanının büyüme ve küçülmesi sırasındaki sediman yüzeyinde oluşan tenardit gibi (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gibi evaporitlerin zamanla çökel istifinin aralarında kalmaları ve bu ortamdan geçen Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> tipindeki sularda iyon değişimi ile Na-HCO<sub>3</sub> tipi sular gelişiyor olabilir.

Havzadaki sular, başlangıçta “doğrudan termal bölge etkisinde olan” ve “doğrudan termal bölge etkisinde olmayan” olmak üzere ikiye bölümlenir. Termal bölge etkisinde olmayan sular; “Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintili” olan ve

“Acıgöl’ün kimyasıyla doğrudan ilintili olmayan” sular şeklinde kümelenme gösterir. Çaltı, Beylerli Gölü Kaynağı ve Termal Suları, termal bölge etkisinde olan sulardır.

Havzada yaygın su tipi Na-SO<sub>4</sub>, Ca-HCO<sub>3</sub> ve Mg-HCO<sub>3</sub> olup göl sediman alanı ile etkileşimdeki sular Na-SO<sub>4</sub>, Ca-SO<sub>4</sub>, sediman alanını çevreleyen litolojik birimlerde Ca/Mg-HCO<sub>3</sub> tipindedir.

Havzadaki sular içilebilirlik özelliklerine göre “İyi Kaliteli Sular” ve “Orta Kaliteli Sular” sınıfında yer alırlar. Wilcox’a göre sulama suyu olarak havzadaki sular yoğun olarak “Çok İyi-İyi” ve “İyi Kullanılabilir” sınıfında yer alır. ABD Tuzluluk Diyagramına göre havzadaki sular, “C3-S1” (tuzlu ve az sodyumlu) sınıfında yoğunlaşırken, nadiren “C2-S1” (orta tuzlu ve az sodyumlu sular) ve “C3-S2” (tuzlu sular ve orta sodyumlu sular) sınıflarına dağılmıştır.

## 15.6 Tuzlu Göl Hidrojeokimyası

Acıgöl’de göl su kolonunda gelişen *termal tabakalanma, alg ve bakteri yoğunluğundaki farklılık, evaporatif konsantrasyon, gölü besleyen sular, iklim, meteorolojik olaylar, ötrofikasyon, kayaç (karbonat) etkileşimi*, gölün fiziksel özelliklerini etkileyen olaylardır. Fiziksel özelliklerine göre Acıgöl; *alkali, polimiktik, mezotrofik- hiperötrofik, brine, mesosalin-hipersalin* bir göldür.

Acıgöl, Ege Denizi ve Atlantik Okyanusu’na yağışlı dönemde eş değerde, kurak dönemlerde daha yüksek Ec’ye sahiptir. Uzun dönem ortalama TÇM değerleri 43-57,5 g/L arasında değişen Acıgöl, “*brine göl*” özelliğindedir. Atlantik Okyanusu’na (35 g/L) kıyasla daha fazla TÇM içeren gölde, evaporatif konsantrasyon etkisinde mevsimsel, gölü besleyen suların seyreltme etkisinde alansal olarak TÇM miktarı değişir.

8-10 arasında değişen pH değerlerine göre tüm dönemlerde gölde *alkalin koşullar* gerçekleşir. *Evaporasyon, yağış, ötrofikasyon, gölü besleyen sular, karbonatlarla etkileşim ve jeomikrobiyolojik faaliyetler Acıgöl’ün pH değerlerini* etkiler. Artan evaporasyonda pH değerleri düşerken, *kurak dönemlerde* gerçekleşen fitoplankton artışı ve *ötrofikasyon* nedeniyle *pH* değerleri *yükselir*.

Kurak dönemde artan ötrofikasyon çözülmüş oksijenin azalmasına neden olur. Yağışlı dönemde *mezotrofik* konumda olan göl, kurak dönemde *hiperötrofik* hale geçer. ÇO değerlerinin alansal şekillenmesinde sıcaklık koşulları daha etkindir.

Tuzluluğun 32 – 48,1 ppt (dönem ortalamaları) arasında değişim gösterdiği göl, yağışlı dönemde “*mesosalin*”, kurak dönemde “*hipersalin*” özelliktedir. Gölün tabanında indirgen alanlar oldukça fazladır. Değişen redoks koşullarından katyonlar oldukça etkilenirken, anyonlardaki değişim düşüktür. Acıgöl’ün uzun su tipi Na-Cl-SO<sub>4</sub>, kısa su tipi Na-Cl’dir. Gölde sodyumun kaynağı; halit çözünümü, tenardit vb. Na-sülfatlı evaporitlerin çözünümü, feldispat ve Na içeren fillosilikatlardır. Gölün güneyinde gölü besleyen sürekli sulara göre göldeki toplam çözülmüş madde 35 kat zenginleşmiştir.

Acıgöl alkali göller aralığında kalmakta, baskın halit çözünümü ile birlikte jips çözünümü etkisinde şekillenen alkali göl karakterindedir. Acıgöl’ün kimyasını şekillendiren en önemli kimyasal olay evaporitlerin çözünümü ve tekrar çökeliimidir. Gölün kimyasında etkin olaylar evaporitleşme ve kristalizasyondur. Etkin jeokimyasal olay halit, ikincil etken olay sülfat minerallerinin çözünmesidir. Göl kimyasına etki eden başlıca evaporitler; halit ve jips ile birlikte, globerit ve tenardit gibi Na-sülfat mineralleridir.

Gölün güneyindeki sular kayaç etkisinin azalıp, evaporitleşme ve kristalizasyon etkinliğinin başladığı suları temsil ederler. Gölün güneyindeki sular, “Acıgöl’de evaporit çözünümünün etkin olduğu doğal sular” olarak tanımlanır.

Gölde evaporitler dışında, değişen farklı biyo-jeokimyasal olaylar etkisinde, karbonat çökeliimi ve çözünümü, ikinci karbonat gelişimi, katyon değişimi, silikat bozunumu gibi olaylar gölün jeokimyasını etkileyen olaylardandır.

## 15.7 Acıgöl’de Evaporatif Tuzlu Su Evrimi

Acıgöl’de evaporasyonla birlikte tuz ve sodyum sülfat üretimi amaçlı su çekimi; göl hacminin ve alanının küçülmesine, evaporatif konsantrasyon etkisinde çözülmüş madde miktarının ve tuzluluğunun artmasına neden olur. Gölün doğal döngüsünde yağışlı-kurak dönem geçişinde evaporasyon miktarı (2012 yılı) %25,2’dir.



*Deocampo ve Jones (2014) modelinde gölün evaporasyon evriminde;* mineral çökeli mi sırasıyla dolomit, jips, manyezit, globerit, halit, blödit, epsomit ve polihalittir. Evaporasyon sonunda katı çözeltilerde mineraller halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, epsomit ve polihalit şeklinde bolluk miktarına (solid/mol) göre sıralanır.

*Kurak dönemde;* evaporasyon sonucu biriken katı çözeltilerde mineraller; halit, jips, globerit, blödit, dolomit, manyezit, epsomit, polihalit, şonit şeklinde bolluğa göre sıralanır. Gölde yağışlı dönemden kurak döneme geçişte katı çözeltilerde polihalit, halit, blödit, globerit ve manyezit en çok artış gösteren minerallerdir.

*Kış dönemine geçişte;* kurak dönemden gelen doygun göl çözeltilerinden mirabilitin kristallenir. Evaporasyonun %38,9 oranında ( $mMg^{2+}/mCa^{2+}=8,72$ ) manyezit çökelmeye başlar. Mirabilit çökeli mi evaporasyon %54,9 oranına ulaştığında başlar ve evaporasyon sonuna kadar devam eder. Normalde halit mineralinden önce çökelen globerit, soğuk dönemde halit mineralinden sonra çökeli r. Evaporasyon sonucunda katı çözeltilerde halit ve mirabilit önemli bir bolluğa sahiptir.

Gölü doğal evaporasyon evrimi, Drever (1997) modelinde yağışlı dönemdeki kalsit çökeli minden sonra kalsiyum derişiminin alkaliniteden ( $2mCa^{2+} > mHCO_3$ ) fazla olması nedeniyle kurak döneme geçişte; II. yolu, evaporasyonun %25 oranında jips çökeli mi sonucunda, sülfat arttığı için ( $2mSO_4^{2-} > 2mCa^{2+}$ ); II. B yolu izleyerek Na-Mg ve Cl-SO<sub>4</sub> tipindeki brine tipine dönüşür.

## 15.8 Acıgöl ve Diğer Suların İzotop Jeokimyası

Gölün güneyindeki *karstik kaynak ve derin sondajlar, birbirine yakın* oranda <sup>34</sup>S izotop içeriğine sahiptirler. Siğ sediman ve anoksik su kolonunda bakteriyolojik faaliyetler sonucu gelişen *sülfat indirgenmesi*, göl ortamında sülfat izotopu *fraksiyonlaşmasına* neden olur.

Güneydeki fay hattı üzerinde *evaporitlerle etkileşim süreçlerindeki farklılıktan kaynaklı;* Beylerli termal kaynağından itibaren Gemiş, Akpınar kaynakları, Tahtaköprü Pınarı gibi suların <sup>34</sup>S izotopları *zenginleşir*. Gemiş kaynaklarının, Akpınar kaynaklarına göre daha siğ dolaşımli, *evaporitli seviyelerin nispeten azlığı* ve/veya *evaporitik güncel göl alanına nispeten uzak olmaları* gibi olası sebepler nedeniyle <sup>34</sup>S izotop içerikleri *düşüktür*.

İncelenen suların  $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$  izotop içeriklerine göre havzada sülfatın ilksel kökeni Triyas (Devoniyen-E.Triyas) evaporitleri olup, havza Messiniyen Tuzluluğu (Tersiye;Messiniyen) etkisine maruz kalmıştır. Göl seviyesine bağlı artan tuzluluk ve günümüze kadar sürekli gölün yağışlı-kurak döngüde, evaporit çözünümü-çökeli mi, sıcaklık-evaporasyon, bakteri faaliyetleri vb. etkilerle Acıgöl ve güncel göl sedimanlarında  $\delta^{34}\text{S}$  izotop içeriklerini zenginleştirmiştir.

Çözünmüş sülfatın duraylı izotop değerleri; Acıgöl'de, *evaporitlerin çözünmesi ve sülfid minerallerinin oksitlenmesi buna karşın sülfatın sedimanter olarak depolanması arasında dinamik bir dengenin var olduğunu ve bu dengenin sülfatın izotopik kompozisyonunu kontrol ettiğini gösterir.*

Havzada yüzey ve yeraltı suları  $^2\text{H}$  ve  $^{18}\text{O}$  ağır izotop oranlarına göre *meteorik kökenli iken kimi sular aynı zamanda kayaçlarla etkileşim halinde veya karışım suları, göl ise evaporasyonun etkisindeki sulardır. Acıgöl buharlaşma doğrusunun eğimi yağışlı dönemde ortalama 4,88, kurak dönemde 4,38'dir.  $\delta^2\text{H}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  izotop değerlerine bağlı buharlaşma doğrusu eğimindeki farklılık nemli-yağışlı iklim koşullarından daha kurak koşullara geçildiğinin göstergesidir.*

*En uygun yükseklik- izotop doğrusu yöntemine göre Acıgöl Havzası'nda her 100m'lik kot artışında,  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^2\text{H}$  değerlerindeki azalma sırasıyla, 1,4‰ ve 0,36‰'dir. Aynı doğru yöntemine göre gölü besleyen sürekli kaynakların beslenme alanı Yandağ'da 1300-1500m aralığındaki kotlardadır.*

### **15.9 Evaporasyonun Göl Alanına Etkileri: Chris/PROBA Hiperspektral Uydu Görüntüleri ile Göl Alanı Değişimlerinin İncelenmesi**

Acıgöl, iklim koşullarının yağışlı-kurak dönemdeki değişiminden etkilenir. Yüksek mekânsal ve spektral çözünürlüğe sahip CHRIS/Proba uydusunun 2. Modu, tuzlu göller ve sulak alanların izlenmesinde kullanılabilir. CHRIS/Proba Mod-2 bantları kullanılarak geliştirilen, spektrumun yeşil bölgesindeki yansıtımın kızıl ötesi bölgedeki yansıtıma normalizasyonu Proba-NDWI indisi, su kaplı alanların belirlenmesinde iyi sonuçlar verir. Yüksek spektral çözünürlüğü nedeniyle CHRIS/Proba uydu görüntüsünün kullanımında; görünür yakın kızılötesi bölgede farklı bant kombinasyonu seçeneği bulunmakla birlikte su ayırmada en kullanışlı bant çifti

W6 (560 nm) & W18 (1015 nm)'dir. Çok açılı algılama özelliği olan Chris/Proba uydusunun farklı algılama açılarıyla algılanmış görüntüleri birbirine yakın sonuçlar üretir. Gölün yağışlı dönemden kurak döneme geçişinde çalışılan yıllarda meydana gelen azalma %55.2-%61.4 arasında değişir. Gölün yağışlı-kurak dönem ve tekrar kurak-yağışlı dönemde küçülmesi, iklim etkisinde bir döngü halindedir. Bu döngüde yağışlarla birlikte evaporasyon, etkin olan iklim bileşenleridir.

### **15.10 Chris/Proba Uydu Görüntüsünden Göl Tuzluluğu**

Acıgöl gibi tuzlu göllerde tuzluluk, suyun spektrumunu etkileyen önemli bir bileşendir. Hiperspektral uydu görüntüsünden elde edilen göl suyu spektrumunun kızıl ötesi bölgesinde 700-788nm (W14,W15,W16) arasındaki emilimde tuzluluk etkisi belirgindir. Düşük miktarda göl spektrumunda 618-627nm dalga boyu genişliğine sahip W9 (622nm) bandında tuzluluğun etkisine bağlı emilim görülür.

Uydu görüntülerinden yararlanılarak göllerin tuzluluğunun izlenmesinde; optimal bant oranı ve optimal normalize edilmiş göl tuzluluk indisi (ONDLSI) kullanılabilir. Farklı Gray-level dönüşüm fonksiyonlarıyla kullanılmakla birlikte optimum bant oranını oluşturulan Chris/Proba bantları W3 (490nm) ve W15(755nm)'tir.  $\ln(W3)/\ln(W15)$ ,  $\ln(W15/W3)$ ,  $(W15)/(W3)$  bant oranları tuzluluk anomalisinin belirlenmesinde optimum oranlardır.  $ONDLSI = [(R_{W15}-R_{W3})/(R_{W15}+R_{W3})]$  ile elde edilen tuzluluk dağılımı optimal bant oranı sonuçlarına benzerdir.

### **15.11 Evaporitleşme-Çözünme Döngüsünün Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile İzlenmesi**

Görüntü spektrumu ile referans spektrumun benzerliğini açısal eşik değerine göre değerlendiren SAM algoritması kullanılarak evaporatif tuzlu göllerdeki evaporit gelişimi ve çözünümü izlenebilir. Evaporitleşme-çözünme döngüsünde evaporit minerallerinin belirlenmesinde optimum benzerlik açısı 0.20 ve üstüdür. Referans spektral kütüphanede, evaporitlerin benzer spektraya sahip olmaları, SAM sonuçlarını doğrudan etkiler. Dinamik iklim etkisi altındaki göllerde zamansal evaporit gelişimi ve çözünmesi gibi jeokimyasal olayların izlenmesinde kullanılacak görüntü aralığında, iklim bileşenlerinin parametre bazında etkilerinin belirlenmesinde, 15-16 gün ideal periyottur. İklim bileşenlerinin parametre bazında etkilerinin belirlenmesinde, ideal

poeriyotta görüntü alımı kullanılacak uyduların tekrar görüntüleme (revisit time) yeteneğine bağlıdır. Çok zamanlı değerlendirmede, güncel evaporitleşme bölgesinin oluşumunu en iyi şekilde tamamladığı dönem Ağustos ayıdır.

## 16. KAYNAKLAR

- Akar, İ., "Çok zamanlı uydu görüntüleri kullanılarak Acıgöl (Türkiye)-Urmiye (İran) göllerinde su yüzeyi değişimleri ve yakın çevresinde arazi kullanımının belirlenmesi ". (Yüksek Lisans), Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü Ortadoğu Coğrafyası Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).
- Akçay, M., *Jeokimya: Temel kavramlar ve uygulamaya aktarımları*, Trabzon: KTÜ Yayınları, (2002).
- Akın, T., "Beylerli jeotermal sahasının (Çardak-Denizli) hidrojeokimyasal incelenmesi". (Yüksek Lisans), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2012).
- Akkiraz, M. S., Akgün, F., ve Örçen, S., "Batı Torosların Kuzeyindeki İncesu Havzasının Oligosen Palinostratigrafisi ve Paleoklimi, Isparta Çevresi, Türkiye", *Türkiye. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildirileri*, Ankara, (2007).
- Al-Ahmadi, M. E. "Hydrochemical characterization of groundwater in wadi Sayyah, Western Saudi Arabia". *Applied Water Science*, 3(4), 721-732, (2013).
- Alcicek, H. "Late Miocene nonmarine sedimentation and formation of magnesites in the Acigol Basin, southwestern Anatolia, Turkey". *Sedimentary Geology*, 219(1-4), 115-135, (2009).
- Alçıçek, H. "Late Miocene nonmarine sedimentation and formation of magnesites in the Acigol Basin, southwestern Anatolia, Turkey". *Sedimentary Geology*, 219(1-4), 115-135, (2009).
- Alçıçek, H. "Stratigraphic correlation of the Neogene basins in southwestern Anatolia: Regional palaeogeographical, palaeoclimatic and tectonic implications". *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 291(3-4), 297-318, (2010).
- Alçıçek, M. C. "Tectonic development of an orogen-top rift recorded by its terrestrial sedimentation pattern: The neogene Esen Basin of southwestern Anatolia, Turkey". *Sedimentary Geology*, 200(1-2), 117-140, (2007).
- Alçıçek, M. C., Brogi, A., Capezzuoli, E., Liotta, D., ve Meccheri, M. "Superimposed basin formation during Neogene-Quaternary extensional tectonics in SW-Anatolia (Turkey): Insights from the kinematics of the Dinar Fault Zone". *Tectonophysics*, 608, 713-727, (2013).
- Alçıçek, M. C., Kazancı, N., ve Özkul, M. "Multiple rifting pulses and sedimentation pattern in the Cameli Basin, southwestern Anatolia, Turkey". *Sedimentary Geology*, 173(1-4), 409-431, (2005).
- Alçıçek, M. C., Mayda, S., ve Titov, V. V. "Lower Pleistocene stratigraphy of the Burdur Basin of SW Anatolia". *Comptes Rendus Palevol*, 12(1), 1-11, (2013).
- Alçıçek, M. C., Ten Veen, J. H., ve Özkul, M. "Neotectonic development of the Çameli basin, southwestern Anatolia, Turkey". *Geological Society, London, Special Publications*, 260(1), 591-611, (2006).
- Alonso, L., Gómez-Chova, L., Moreno, J., Guanter, L., Brockmann, C., Fomferra, N., ve diğ. "CHRIS/PROBA Toolbox for hyperspectral and multiangular data exploitations", *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2009 IEEE International, IGARSS 2009, II-202-II-205*, (2009).
- Apaydın, A. "Isotope Hydrology Studies to Investigation of Recharge Mechanism of the Aquifers in Beypazari Trona Area". (2002).
- Appelo, C., ve Postma, D., *Groundwater, geochemistry and pollution*, Balkema: Rotterdam, (1993).

- Aquachem. *A Professional Application for Water Quality Data Analysis, Plotting, Reporting, and Modeling, AquaChem User's Manual*. (2012).
- Armstrong-Altrin, J. S., Lee, Y. I., Kasper-Zubillaga, J. J., Carranza-Edwards, A., Garcia, D., Eby, G. N., ve diğ. "Geochemistry of beach sands along the western Gulf of Mexico, Mexico: implication for provenance". *Chemie der Erde-Geochemistry*, 72(4), 345-362, (2012).
- Babel, M., ve Schreiber, B., "Geochemistry of evaporites and evolution of seawater", *Treatise on geochemistry*, 483-560, (2014).
- Back, W., Hanshaw, B. B., Plummer, L. N., Rahn, P. H., Rightmire, C. T., ve Rubin, M. "Process and rate of dedolomitization: mass transfer and <sup>14</sup>C dating in a regional carbonate aquifer". *Geological Society of America Bulletin*, 94(12), 1415-1429, (1983).
- Bahadır, M. "Ege Bölgesi'nde Yağışın Yüzeysel Dağılım Modellemesi". *Electronic Turkish Studies*, 6(2), (2011).
- Bahadır, M., Özdemir, M. A., ve Aşçı, F. "The Effect of Climatic Factors of Karamık and Acıgöl Lakes on the Distribution of the Species of Water Mites (Acari, Hydrachnida)". *Journal of Biology and Life Sciences*, 1(1), 27-35, (2010).
- Balci, V. *1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Afyon-L24, Afyon-L25 paftaları*. M. T. A. Yayınları. Ankara. (1987).
- Banks, D., Parnachev, V., Frengstad, B., Holden, W., Karnachuk, O., ve Vedernikov, A. "The evolution of alkaline, saline ground-and surface waters in the southern Siberian steppes". *Applied Geochemistry*, 19(12), 1905-1926, (2004).
- Barnsley, M. J., Settle, J. J., Cutter, M. A., Lobb, D. R., ve Teston, F. "The PROBA/CHRIS mission: A low-cost smallsat for hyperspectral multiangle observations of the earth surface and atmosphere". *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42(7), 1512-1520, (2004).
- Barnston, A. G. "Correspondence among the correlation, RMSE, and Heidke forecast verification measures; refinement of the Heidke score". *Weather and Forecasting*, 7(4), 699-709, (1992).
- Başçiftçi, F., Durduran, S. S., ve İnal, C. "Konya Kapalı Havzasında Yeraltı Su Seviyelerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) İle Haritalanması". *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 1-15, (2013).
- Bau, M., ve Möller, P. "Rare earth element fractionation in metamorphogenic hydrothermal calcite, magnesite and siderite". *Mineralogy and Petrology*, 45(3-4), 231-246, (1992).
- Bazylinski, D. A., Frankel, R. B., ve Jannasch, H. W. "Anaerobic Magnetite Production by a Marine, Magnetotactic Bacterium". *Nature*, 334(6182), 518-519, (1988).
- Becking, L. B., Kaplan, I. R., ve Moore, D. "Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials". *The Journal of Geology*, 243-284, (1960).
- Bell, P. E., Mills, A. L., ve Herman, J. S. "Biogeochemical Conditions Favoring Magnetite Formation during Anaerobic Iron Reduction". *Applied and Environmental Microbiology*, 53(11), 2610-2616, (1987).
- Berner, R. A. "Sedimentary Pyrite Formation". *American Journal of Science*, 268(1), 1-&, (1970).
- Berner, R. A., *Principles of chemical sedimentology*, New York: McGraw-Hill, (1971).

- Berner, R. A., ve Raiswell, R. "Burial of Organic-Carbon and Pyrite Sulfur in Sediments over Phanerozoic Time - a New Theory". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 47(5), 855-862, (1983).
- Bernstein, L., Adler-Golden, S., Sundberg, R., ve Ratkowski, A. "Improved reflectance retrieval from hyper-and multispectral imagery without prior scene or sensor information". *SPIE Proceedings, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XI*, 6362(1), 1-8, (2006).
- Bernstein, L. S., Adler-Goldena, S. M., Sundberga, R. L., Levinea, R. Y., Perkinsa, T. C., Berka, A., ve diğ. "Validation of the QUick Atmospheric Correction (QUAC) algorithm for VNIR-SWIR multi-and hyperspectral imagery", *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 669, (2005).
- Bernstein, L. S., Jin, X., Gregor, B., ve Adler-Golden, S. M. "Quick atmospheric correction code: algorithm description and recent upgrades". *Optical engineering*, 51(11), 1- 11, (2012).
- Bethke, C., *Geochemical reaction modeling: Concepts and applications*: Oxford University Press on Demand, (1996).
- Bialkowski, S. "Carbon Dioxide and Carbonic Acid". *Retrieved March*, 17(2013), 4740-4742, (2006).
- Bilgin, Z. R., Karaman, T., Öztürk, Z., Şen, M. A., ve Demirci, A. R. *Yeşilova-Acıgöl civarının jeolojisi*. MTA Raporu, Ankara. (1990).
- Bischoff, J. L., Juliá, R., Shanks, W. C., ve Rosenbauer, R. J. "Karstification without carbonic acid: Bedrock dissolution by gypsum-driven dedolomitization". *Geology*, 22(11), 995-998, (1994).
- Blakemore, R. "Magnetotactic Bacteria". *Science*, 190(4212), 377-379, (1975).
- Borro, M., Morandera, N., Salvia, M., Minotti, P., Perna, P., ve Kandus, P. "Mapping shallow lakes in a large South American floodplain: A frequency approach on multitemporal Landsat TM/ETM data". *Journal of Hydrology*, 512, 39-52, (2014).
- Boschetti, T. "Application of brine differentiation and Langelier–Ludwig plots to fresh-to-brine waters from sedimentary basins: Diagnostic potentials and limits". *Journal of Geochemical Exploration*, 108(2), 126-130, (2011).
- Boschetti, T., Cortecchi, G., Toscani, L., ve Iacumin, P. "Sulfur and oxygen isotope compositions of Upper Triassic sulfates from northern Apennines (Italy): paleogeographic and hydrogeochemical implications". *Geologica Acta*, 9(2), 129-147, (2011).
- Boschetti, T., De Felice, V., ve Celico, F. "The Pozzo del Sale groundwaters (Irpinia, Southern Apennines, Italy): origin and mechanisms of salinization". *Aquatic Geochemistry*, 19(4), 303-322, (2013).
- Boschetti, T., Manzi, V., ve Toscani, L. "Messinian Ca–Cl brines from Mediterranean basins: tracing diagenetic effects by Ca/Mg versus Ca/Sr diagram". *Aquatic Geochemistry*, 19(3), 195-208, (2013).
- Boschetti, T., Toscani, L., Shouakar-Stash, O., Iacumin, P., Venturelli, G., Mucchino, C., ve diğ. "Salt waters of the Northern Apennine Foredeep Basin (Italy): origin and evolution". *Aquatic Geochemistry*, 17(1), 71-108, (2011).
- Boss, E., Gildor, H., Slade, W., Sokoletsky, L., Oren, A., ve Loftin, J. "Optical properties of the Dead Sea". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118(4), 1821-1829, (2013).
- Bölükbaş, C., "Kızıldere (Denizli) Jeotermal Alanının hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelenmesi". (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül



- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2013).
- Bölükbaşı, A. "Elmalı (Antalya)-Acıgöl (Burdur)-Korkuteli (Antalya) arasında kalan Elmalı naplarının jeolojisi: TPAO Rep". *Num*, 241, 247, (1987).
- Brantley, S. L., Crerar, D. A., Moller, N. E., ve Weare, J. H. "Geochemistry of a modern marine evaporite; Bocana de Virrila, Peru". *Journal of Sedimentary Research*, 54(2), 447-462, (1984).
- Bricaud, A., Babin, M., Morel, A., ve Claustre, H. "Variability in the chlorophyll-specific absorption coefficients of natural phytoplankton: Analysis and parameterization". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C7), 13321-13332, (1995).
- Brockmann. "Chris-Proba Theoretical Details CHRIS Toolbox for BEAM, [online]", <http://www.brockmann-consult.de/beam/chris-box/theory-details.html>, (2015).
- Brookins, D. G., *Eh-pH diagrams for geochemistry*: Springer Science & Business Media, (2012).
- Bruchert, V., ve Pratt, L. M. "Contemporaneous early diagenetic formation of organic and inorganic sulfur in estuarine sediments from St Andrew Bay, Florida, USA". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 60(13), 2325-2332, (1996).
- Buck, B. J., Wolff, K., Merkler, D. J., ve McMillan, N. J. "Salt mineralogy of Las Vegas Wash, Nevada: Morphology and subsurface evaporation". *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 1639-1651, (2006).
- Budakoglu, M., Abdelnasser, A., Karaman, M., ve Kumral, M. "The rare earth element geochemistry on surface sediments, shallow cores and lithological units of Lake Acıgöl basin, Denizli, Turkey". *Journal of Asian Earth Sciences*, 111, 632-662, (2015).
- Budakoglu, M., Kurt, H., Karaman, M., Kumru, M., Kumral, M., ve Akarsubaşı, A. T. "Archaeal Microbial Diversity of Hypersaline Lake Acıgöl, Denizli, Turkey". *Geomicrobiology Journal*, 31(6), 454-460, (2014).
- Budakoğlu, M., Kumral, M., Taşdelen, S., Bülbül, A., Karaman, M., Uca Avcı, Z. D., ve diğ. *Göl Kıyısı Güncel Biomineralizasyon Oluşum Alanlarının ve Göl Havzası Hidrojeokimyasal Parametrelerinin Yerinde ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, Acıgöl, Denizli, Batı Anadolu, Türkiye (110Y255)*. TUBİTAK ARDEB Proje Raporu, TUBİTAK. (2014).
- Buiteveld, H., Hakvoort, J., ve Donze, M. "The optical properties of pure water", *Proc. SPIE*, 174-183, (1994).
- Burkart, M. R., ve Kolpin, D. W. "Hydrologic and land-use factors associated with herbicides and nitrate in near-surface aquifers". *Journal of Environmental Quality*, 22(4), 646-656, (1993).
- Bülbül, A., "Alaşehir (Manisa) sıcak ve soğuk su sistemlerinin hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal açıdan incelenmesi". (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2009).
- Campos, J. C., Sillero, N., ve Brito, J. C. "Normalized difference water indexes have dissimilar performances in detecting seasonal and permanent water in the Sahara-Sahel transition zone". *Journal of Hydrology*, 464, 438-446, (2012).
- Canik, B., ve Pasvanoğlu, S., "Seben (Bolu) – Pavlu Kaplıca Kaynaklarının Hidrojeoloji ve Hidrojeokimyasal İncelemesi", *2. Ulusal Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu*, İzmir, 241-256, (2005).

- Cansu, Z., ve Emre, H. "Çavdır (Burdur) bakır cevherleşmesinin oluşumu ve jeolojisi". *Istanbul Yerbilimleri Dergisi*, C.27(S.1), 39-60, (2014).
- Carlson, T. N., ve Ripley, D. A. "On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index". *Remote Sensing of Environment*, 62(3), 241-252, (1997).
- Cerling, T., Pederson, B., ve Von Damm, K. "Sodium-calcium ion exchange in the weathering of shales: Implications for global weathering budgets". *Geology*, 17(6), 552-554, (1989).
- Chadha, D. "A proposed new diagram for geochemical classification of natural waters and interpretation of chemical data". *Hydrogeology Journal*, 7(5), 431-439, (1999).
- Chander, G., Markham, B. L., ve Helder, D. L. "Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors". *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893-903, (2009).
- Chen, J., "High resolution environmental records in recent lacustrine sediments". (Ph. D Thesis), Chinese Academy of Sciences, Institute of Geochemistry, (2000).
- Chen, J., Wan, G. J., Wang, F. S., Zhang, D. D., Huang, R. G., Zhang, F., ve diğ. "Environmental records of carbon in recent lake sediments". *Science in China Series D-Earth Sciences*, 45(10), 875-884, (2002).
- Chen, J., Wu, H., Qian, H., ve Gao, Y. "Assessing nitrate and fluoride contaminants in drinking water and their health risk of rural residents living in a semiarid region of northwest china". *Exposure and Health*, 1-13, (2016).
- Chen, J. A., Wang, F. S., Wan, G. J., Tang, D. G., Zhang, D. D., Hunag, R. G., ve diğ. "delta C-13-delta O-18 Covariance: An Effective Indicator of Hydrological Closure for Lakes?". *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 82(5), 975-981, (2008).
- Chiba, H., ve Sakai, H. "Oxygen Isotope Exchange-Rate between Dissolved Sulfate and Water at Hydrothermal Temperatures". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 49(4), 993-1000, (1985).
- Chivas, A. R., Andrew, A. S., Lyons, W. B., Bird, M. I., ve Donnelly, T. H. "Isotopic Constraints on the Origin of Salts in Australian Playas .1. Sulfur". *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 84(1-4), 309-332, (1991).
- Clark, I. D., ve Fritz, P., *Environmental isotopes in hydrogeology*: CRC press, (1997).
- Clark, M. L., ve Mason, J. P. *Water-quality characteristics, including sodium-adsorption ratios, for four sites in the Powder River drainage basin, Wyoming and Montana, water years 2001-2004 (2328-0328)*. Scientific Investigations Report, USGS. (2006).
- Coleman, S. J. P., ve Timms, B. V., *Methods Manual for Salt Lake Studies*, Online: A Wikibook, (2009).
- Collins, A. S., ve Robertson, A. H. "Lycian melange, southwestern Turkey: an emplaced Late Cretaceous accretionary complex". *Geology*, 25(3), 255-258, (1997).
- Collins, A. S., ve Robertson, A. H. "Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey". *Journal of the Geological Society*, 155(5), 759-772, (1998).
- Collins, A. S., ve Robertson, A. H. "Evolution of the Lycian Allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin". *Geological Journal*, 34(12), 107-138, (1999).

- Collins, J. "Change in the infra-red absorption spectrum of water with temperature". *Physical Review*, 26(6), 771, (1925).
- Condie, K., Wilks, M., Rosen, D., ve Zlobin, V. "Geochemistry of metasediments from the Precambrian Hapschan series, eastern Anabar Shield, Siberia". *Precambrian Research*, 50(1-2), 37-47, (1991).
- Coplen, T. B. "Discontinuance of SMOW and PDB". *Nature*, 375(6529), 285-285, (1995a).
- Coplen, T. B. "New IUPAC guidelines for the reporting of stable hydrogen, carbon, and oxygen isotope-ratio data". *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 100, 285-285, (1995b).
- Coplen, T. B., Hopple, J. A., Böhlke, J. K., Peiser, H. S., Rieder, S. E., Krouse, H. R., ve diğ. *Compilation of minimum and maximum isotope ratios of selected elements in naturally occurring terrestrial materials and reagents*. (2002).
- Cornée, A., Dickman, M., ve Busson, G. "Laminated cyanobacterial mats in sediments of solar salt works: some sedimentological implications". *Sedimentology*, 39(4), 599-612, (1992).
- Cowell, D., ve Ford, D. "Hydrochemistry of a dolomite karst: the Bruce Peninsula of Ontario". *Canadian Journal of Earth Sciences*, 17(4), 520-526, (1980).
- Craig, H. "Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 12(1-2), 133-149, (1957).
- Craig, H. "Isotopic variations in meteoric waters". *Science*, 133(3465), 1702-1703, (1961a).
- Craig, H. "Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters". *Science*, 133(3467), 1833-1834, (1961b).
- Craig, H. "Isotopic composition and origin of the Red Sea and Salton Sea geothermal brines". *Science*, 154(3756), 1544-1548, (1966).
- Cutter, M. "Chris Data Format Document". *Issue*, 4, 2-37, (2008).
- Çapan, U., "Toros Kuşağı Ofiyolit Masiflerinin (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriği) İç Yapıları, Petrolojisi ve Petrokimyalarına Yaklaşımlar". (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (1980).
- Çiftçi, N. B., ve Bozkurt, E. "Structural evolution of the Gediz Graben, SW Turkey: temporal and spatial variation of the graben basin". *Basin Research*, 22(6), 846-873, (2010).
- Dalay, M. C. "Arthrospira maxima (= Spirulina maxima (Stiz.) Geitl., 1930) Acı Lake Strain". *J. Fish Aquat. Sci*, 19, 241-245, (2002).
- Dansgaard, W. "Stable isotopes in precipitation". *Tellus*, 16(4), 436-468, (1964).
- Datta, P., ve Tyagi, S. "Major ion chemistry of groundwater in Delhi area: chemical weathering processes and groundwater flow regime". *Journal-Geological Society of India*, 47, 179-188, (1996).
- Davranche, A., Lefebvre, G., ve Poulin, B. "Wetland monitoring using classification trees and SPOT-5 seasonal time series". *Remote Sensing of Environment*, 114(3), 552-562, (2010).
- Davraz, A., ve Özdemir, A. "Groundwater quality assessment and its suitability in Çeltikçi plain (Burdur/Turkey)". *Environmental Earth Sciences*, 72(4), 1167-1190, (2014).
- De Choudens-Sanchez, V., ve Gonzalez, L. A. "Calcite and Aragonite Precipitation Under Controlled Instantaneous Supersaturation: Elucidating the Role of

- CaCO<sub>3</sub> Saturation State and Mg/Ca Ratio on Calcium Carbonate Polymorphism". *Journal of Sedimentary Research*, 79(5-6), 363-376, (2009).
- Deevey, E. S., Nakai, N., ve Stuiver, M. "Fractionation of sulfur and carbon isotopes in a meromictic lake". *Science*, 139(3553), 407-407, (1963).
- DeLaune, R., ve Reddy, K. "Redox potential". *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 3, 366-371, (2005).
- Demory, F., Oberhansli, H., Nowaczyk, N. R., Gottschalk, M., Wirth, R., ve Naumann, R. "Detrital input and early diagenesis in sediments from Lake Baikal revealed by rock magnetism". *Global and Planetary Change*, 46(1-4), 145-166, (2005).
- Deocampo, D., ve Jones, B. "7.13-Geochemistry of Saline Lakes". (2014).
- Deocampo, D. M. "Evaporative evolution of surface waters and the role of aqueous CO<sub>2</sub> in magnesium silicate precipitation: Lake Eyasi and Ngorongoro Crater, northern Tanzania". *South African Journal of Geology*, 108(4), 493-504, (2005).
- Deping, W. "The sedimentation and formation mechanism of lacustrine endogenic debris flow". *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 5(2), 119-140, (1992).
- Dincer, T. "The use of oxygen 18 and deuterium concentrations in the water balance of lakes". *Water Resources Research*, 4(6), 1289-1306, (1968).
- Drever, J. I. (1997). *The Geochemistry of Natural Waters: Surface and Groundwater Environments* (pp. 436): Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Eckardt, F. D., ve Spiro, B. "The origin of sulphur in gypsum and dissolved sulphate in the Central Namib Desert, Namibia". *Sedimentary Geology*, 123(3-4), 255-273, (1999).
- EİEİ. *Göl Gözlemleri*. E. İ. E. İ. Y. E. G. M. Yayınları. Ankara. (2005).
- Einstein, A. "Theorie der Opaleszenz von homogenen Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemischen in der Nähe des kritischen Zustandes". *Annalen der Physik*, 338(16), 1275-1298, (1910).
- Ekercin, S. "Coastline change assessment at the Aegean Sea coasts in Turkey using multitemporal Landsat imagery". *Journal of Coastal Research*, 691-698, (2007).
- EPA. "pH. In Water: Monitoring and Assessment, [online]", <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms54.cfm>, (2012a).
- EPA. "Turbidity. In Water: Monitoring & Assessment, [online]", <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms55.cfm>, (2012b).
- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M., Alkan, H., Öztaş, Y., ve Akpınar, M. "Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Elmalı-Kalkan arasında kalan alanın jeolojisi". *Türkiye*, 6, 4-7, (1982).
- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M. A., Alkan, H., Öztaş, Y., ve Akpınar, M., "Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Elmalı- Kalkan arasında kalan alanın jeolojisi", *Türkiye Altıncı Petrol Kong.*, Ankara, 23-32, (1986).
- Erinç, S. "Acıgöl'ün Pleistosendeki seviyesi hakkında". *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 16, 140-143, (1967).
- Ersoy, Ş., "Fethiye (Muğla)-Göhlisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi". (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimi Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (1989).
- Ersoy, Ş. "Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi". *TBMMO. Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 37, 5-16, (1990).
- Eugster, H. P., ve Hardie, L. A., "Saline lakes", *Lakes: Springer*, 237-293, (1978).
- Eugster, H. P., ve Jones, B. F. "Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution". *American Journal of Science*, 279(6), 609-631, (1979).

- Ferris, F., "Microbe-metal interactions in sediments", *Microbial Sediments*: Springer, 121-126, (2000).
- Fisher, R. S., ve Mullican, W. F. "Hydrochemical evolution of sodium-sulfate and sodium-chloride groundwater beneath the northern Chihuahuan Desert, Trans-Pecos, Texas, USA". *Hydrogeology Journal*, 5(2), 4-16, (1997).
- Folk, R. L., *Petrology of sedimentary rocks*: Hemphill Publishing Company, (1980).
- Force, E. R., Back, W., Spiker, E. C., ve Knauth, L. P. "A ground-water mixing model for the origin of the Imini manganese deposit (Cretaceous) of Morocco". *Economic Geology*, 81(1), 65-79, (1986).
- Foster, M. D. "The origin of high sodium bicarbonate waters in the Atlantic and Gulf Coastal Plains". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 1(1), 33-48, (1950).
- Freeze, R., ve Cherry, J., *Groundwater*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, (1979).
- Fritz, P., ve Fontes, J.-C., *Handbook of environmental isotope geochemistry*: Elsevier Scientific Publishing Company, (1980).
- Galamay, A. R., Meng, F., ve Bukowski, K. "Sulphur isotopes in anhydrites from Badenian (Middle Miocene) salts of Hrynivka area (Ukrainian Carpathian Foredeep)". *Geological Quarterly*, 58(3), 439-448, doi: 410.7306/gq. 1159, (2014).
- Gamsjäger, H., Lorimer, J. W., Scharlin, P., ve Shaw, D. G. "Glossary of terms related to solubility (IUPAC Recommendations 2008)". *Pure and Applied Chemistry*, 80(2), 233-276, (2008).
- Gao, B.-C. "NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space". *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266, (1996).
- Garrels, R. M., ve Christ, C. L. "Solutions, minerals, and equilibria". (1965).
- Garrels, R. M., ve Mackenzie, F. T., "Origin of the chemical compositions of some springs and lakes": ACS Publications, (1967).
- Garrett, D. E., *Sodium Sulfate: Handbook of Deposits, Processing, & Use*: Academic Press, (2001).
- Gat, J., ve Carmi, I. "Evolution of the isotopic composition of atmospheric waters in the Mediterranean Sea area". *Journal of Geophysical Research*, 75(15), 3039-3048, (1970).
- Gat, J. R., *Groundwater recharge under arid conditions*, Y.-S. Fok Ed., Hawaii: WRRC, (1988).
- Gat, J. R. "The relationship between the isotopic composition of precipitation, surface runoff and groundwater for semiarid and arid zones". *Application of Tracers in Arid Zone Hydrology*(232), 409-416, (1995).
- Gat, J. R., *Isotope hydrology: a study of the water cycle*, 6: World Scientific, (2010).
- Geyh, M., Amore, F., Darling, G., Paces, T., ve Pang, Z. *Groundwater: saturated and unsaturated zone*. Environmental isotopes in the hydrological cycle, principles and applications, USGS. (2000).
- Gharibreza, M., Raj, J. K., Yusoff, I., Othman, Z., Tahir, W. Z. W. M., ve Ashraf, M. A. "Sedimentation rates in Bera Lake (Peninsular Malaysia) using Pb-210 and Cs-137 radioisotopes". *Geosciences Journal*, 17(2), 211-220, (2013).
- Giardino, C., Bresciani, M., Stroppiana, D., Oggioni, A., ve Morabito, G. "Optical remote sensing of lakes: an overview on Lake Maggiore". *Journal of Limnology*, 73(s1), (2013).
- Gibbs, R. J. "Mechanisms controlling world water chemistry". *Science*, 170(3962), 1088-1090, (1970).
- Goldberg, E. D. "Geochronology with 210Pb". *Radioactive dating*, 121-131, (1963).

- Goldschmidt, V. M., *Geochemistry*, Oxford: Clarendon Press, (1954).
- Gómez-Chova, L., Alonso, L., Guanter, L., Camps-Valls, G., Calpe, J., ve Moreno, J. "Correction of systematic spatial noise in push-broom hyperspectral sensors: application to CHRIS/PROBA images". *Applied Optics*, 47(28), F46-F60, (2008).
- Gordon, W. A. "Distribution by latitude of Phanerozoic evaporite deposits". *The Journal of Geology*, 83(6), 671-684, (1975).
- Göktaş, F., Çakmakoğlu, A., Tarı, E., Sütçü, Y., ve Sarıkaya, H. "Çivril-Çardak arasının jeolojisi". *Maden Tetkik Arama, Ankara, Türkiye*, 8701, (1989).
- Graciansky, P. C., "Recherches géologiques dans le Taurus Lycien". (Doktora Tezi), Paris-Sud Üniversitesi, Fransa, (1972).
- Gromet, L. P., Haskin, L. A., Korotev, R. L., ve Dymek, R. F. "The "North American shale composite": its compilation, major and trace element characteristics". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 48(12), 2469-2482, (1984).
- Guanter, L., Alonso, L., ve Moreno, J. "First results from the PROBA/CHRIS hyperspectral/multiangular satellite system over land and water targets". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2(3), 250-254, (2005a).
- Guanter, L., Alonso, L., ve Moreno, J. "A method for the surface reflectance retrieval from PROBA/CHRIS data over land: Application to ESA SPARC campaigns". *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43(12), 2908-2917, (2005b).
- Guanter, L., Richter, R., ve Moreno, J. "Spectral calibration of hyperspectral imagery using atmospheric absorption features". *Applied Optics*, 45(10), 2360-2370, (2006).
- Gupta, S., Dandele, P., Verma, M., ve Maithani, P. "Geochemical assessment of groundwater around Macherla-Karempudi area, Guntur district, Andhra Pradesh". *Journal of the Geological Society of India*, 73(2), 202-212, (2009).
- Güleç, N., ve Mutlu, H., *Jeotermal Alanlarda İzotop Jeokimyası: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, (2003).
- Gündoğan, İ., Helvacı, C., ve Sözbilir, H. "Gypsiferous carbonates at Honaz Dağı (Denizli): First documentation of Triassic gypsum in western Turkey and its tectonic significance". *Journal of Asian Earth Sciences*, 32(1), 49-65, (2008).
- Gündoğan, İ., Mordoğan, H., ve Helvacı, C. "Türkiye'deki Acı Güllerden Sodyum Sülfat Üretimi". *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye*, 21-22, (1995).
- Hammer, O., Harper, D. A., ve Ryan, P. D. "PAST Palaeontological Statistics, software package for education and data analysis". *Palaeontologia electronica*, 1(9), (2001).
- Hammer, U. T., *Saline lake ecosystems of the world*, 59: Springer Science & Business Media, (1986).
- Hancock, P. A., ve Hutchinson, M. F. "Spatial interpolation of large climate data sets using bivariate thin plate smoothing splines". *Environmental Modelling & Software*, 21(12), 1684-1694, (2006).
- Hannigan, R., Dorval, E., ve Jones, C. "The rare earth element chemistry of estuarine surface sediments in the Chesapeake Bay". *Chemical Geology*, 272(1), 20-30, (2010).
- Hanshaw, B. B., ve Back, W. "Major geochemical processes in the evolution of carbonate—Aquifer systems". *Journal of Hydrology*, 43(1), 287-312, (1979).
- Hanson, B., Grattan, S. R., ve Fulton, A., *Agricultural salinity and drainage*, Davis: University of California Irrigation Program, (1999).

- Hardie, L. A., ve Eugster, H. P. "The evolution of closed-basin brines". *Mineralogical Society of America Special Paper*, 3, 273-290, (1970).
- Harrington, N., Herczeg, A., ve La Salle, C. L. G. "Hydrological and geochemical processes controlling variations in Na<sup>+</sup>-Mg<sup>2+</sup>-Cl<sup>-</sup>-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> groundwater brines, south-eastern Australia". *Chemical Geology*, 251(1), 8-19, (2008).
- Haskin, M. A., ve Haskin, L. A. "Rare earths in European shales: a redetermination". *Science*, 154(3748), 507-509, (1966).
- Hawkins, A., ve Pinches, G. "2-1 Understanding Sulphate Generated Heave Resulting from Pyrite Degradation". *Ground chemistry: Implications for construction*, 51, (1997).
- Heier, K., ve Billings, G. (1970). Rubidium. Handbook of Geochemistry (Wedepohl, KH, ed.), 37B1-37N1: Springer, Berlin.
- Helgeson, H. C., Kirkham, D. H., ve Flowers, G. C. "Theoretical prediction of the thermodynamic behavior of aqueous electrolytes by high pressures and temperatures; IV, Calculation of activity coefficients, osmotic coefficients, and apparent molal and standard and relative partial molal properties to 600 degrees C and 5kb". *American Journal of Science*, 281(10), 1249-1516, (1981).
- Helvacı, C., Alcicek, M. C., Gundogan, I., ve Gemici, U. "Tectonosedimentary development and palaeoenvironmental changes in the Acıgol shallow-perennial playa-lake basin, SW Anatolia, Turkey". *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(2), 173-190, (2013).
- Henderson, A. C. G., Holmes, J. A., Zhang, J. W., Leng, M. J., ve Carvalho, L. R. "A carbon- and oxygen-isotope record of recent environmental change from Qinghai Lake, NE Tibetan Plateau". *Chinese Science Bulletin*, 48(14), 1463-1468, (2003).
- Herczeg, A. L., ve Lyons, W. B. "A chemical model for the evolution of Australian sodium chloride lake brines". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 84(1-4), 43-53, (1991).
- Heuel-Fabianek, B. "Partition coefficients (Kd) for the modelling of transport processes of radionuclides in groundwater". *JUL-Berichte, Forschungszentrum Jülich (4375) p*, 11, (2014).
- Hodell, D. A., Schelske, C. L., Fahnenstiel, G. L., ve Robbins, L. L. "Biologically induced calcite and its isotopic composition in Lake Ontario". *Limnology and Oceanography*, 43(2), 187-199, (1998).
- Hoefs, J., *Stable isotope geochemistry*: Springer Science & Business Media, (2008).
- Hoefs, J., *Stable isotope geochemistry*: Springer Science & Business Media, (2009).
- Hollander, D. J., ve Smith, M. A. "Microbially mediated carbon cycling as a control on the delta C-13 of sedimentary carbon in eutrophic Lake Mendota (USA): New models for interpreting isotopic excursions in the sedimentary record". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 65(23), 4321-4337, (2001).
- Holser, W., ve Kaplan, I. "Isotope geochemistry of sedimentary sulfates". *Chemical Geology*, 1, 93-135, (1966).
- Honda, M., Yabuki, S., ve Shimizu, H. "Geochemical and isotopic studies of aeolian sediments in China". *Sedimentology*, 51(2), 211-230, (2004).
- Horne, A. J., ve Goldman, C. R., *Limnology*: McGraw-Hill New York, (1994).
- Hounslow, A., *Water quality data: analysis and interpretation*: CRC press, (1995).
- Hutchinson, M. F. "Interpolating Mean Rainfall Using Thin-Plate Smoothing Splines". *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(4), 385-403, (1995).



- İçözü, T., "The Geochemical Study of Acıgöl (Denizli) and the Future of Sodium Sulfate Production". (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (1991).
- Ilouga, D. C. I., Suh, C. E., ve Tanwi, G. R. "Textures and rare earth elements composition of banded iron formations (BIF) at Njweng prospect, Mbalam Iron Ore District, Southern Cameroon". *International Journal of Geosciences*, 4(01), 146, (2013).
- IOC, SCOR, ve IAPSO. *The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties*. (2010).
- Irion, G. "Die anadoluischen Salzseen, ihr Chemismus und die Entstehung ihrer chemischen Sedimente". *Arch. Hydrobiol*, 71(4), 517-557, (1973).
- İslamoğlu, Y., Gedik, F., Aydın, A., Atay, G., Hakyemez, A., ve Babayiğit, S., "Denizli Bölgesi'ndeki (GB Türkiye) Oligosen yaşlı lagüner ve denizel çökellerin Mollusk, Foramenifera, Nannoplankton, Mercan ve Ostrakoda Biyostratigrafisi", *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 245-248, (2006).
- Jankowski, J., ve Acworth, R. I. "Impact of debris-flow deposits on hydrogeochemical processes and the development of dryland salinity in the Yass River Catchment, New South Wales, Australia". *Hydrogeology Journal*, 5(4), 71-88, (1997).
- Jarrar, G., Amireh, B., ve Zachmann, D. "The major, trace and rare earth element geochemistry of glauconites from the early Cretaceous Kurnub Group of Jordan". *Geochemical Journal*, 34(3), 207-222, (2000).
- Jawak, S. D., ve Luis, A. J. "A semiautomatic extraction of Antarctic lake features using WorldView-2 imagery". *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 80(10), 939-952, (2014).
- Jin, Z., Li, F., Cao, J., Wang, S., ve Yu, J. "Geochemistry of Daihai Lake sediments, Inner Mongolia, north China: implications for provenance, sedimentary sorting, and catchment weathering". *Geomorphology*, 80(3), 147-163, (2006).
- Jones, B. F., ve Bodine, M. "Normative salt characterization of natural waters". *Saline water and gases in crystalline rocks. Geol Assoc of Canada, Special Paper*, 33, 5-18, (1987).
- Jones, B. F., Hanor, J. S., ve Evans, W. R. "Sources of Dissolved Salts in the Central Murray Basin, Australia". *Chemical Geology*, 111(1-4), 135-154, (1994).
- Jones, B. F., Naftz, D. L., Spencer, R. J., ve Oviatt, C. G. "Geochemical evolution of great salt lake, Utah, USA". *Aquatic Geochemistry*, 15(1-2), 95-121, (2009).
- Kahraman, D., "Acıgöl'deki kuş türlerinin tespiti, sayılarının belirlenmesi ve korunması". Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Denizli, (2007).
- Kaplan, I. R., ve Rittenberg, S. C. "Microbiological fractionation of sulphur isotopes". *Microbiology*, 34(2), 195-212, (1964).
- Karakuş, H., Şimşek, S., ve İnan, S., "Efteni (Düzce) sıcak ve mineralli su kaynaklarının hidrojeokimyasal ve izotopik incelemesi", *II. Ulusal Hidrojeolojide izotop teknikleri sempozyumu*, 26-30, (2005a).
- Karakuş, H., Şimşek, S., ve İnan, S. "Hydrogeochemical and isotopic survey of Efteni hot and mineralized waters". (2005b).
- Karaman, M., Budakoglu, M., Uca Avcı, Z. D., Özelkan, E., Bulbul, A., Civas, M., ve diğ. "Determination of seasonal changes in wetlands using CHRIS/Proba Hyperspectral satellite images: A case study from Acıgöl (Denizli), Turkey". *Journal of Environmental Biology*, 36(1), 73, (2015).

- Karaman, M., Budakoğlu, M., Taşdelen, S., Uça Avcı, Z. D., ve Duman, A. "Acıgöl'ün (Denizli) Uzaktan Algılama Yöntemleri ve CBS Kullanılarak Rezervinin Hesaplanması", *II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi*, Kırşehir, (2011).
- Karaman, M., Taşdelen, S., Budakoğlu, M., ve Kumral, M. "Acıgöl'ü(Denizli) Besleyen Yeraltı Sularının Hidrojeokimyası", *VI. Ulusal Hidroloji Kongresi*, Denizli, Turkey, (2010).
- Karaman, M., Uca Avcı, Z. D., Budakoglu, M., Taşdelen, S., Ozelkan, E., ve Papila, I. "Flamingoların Beslenme Alanlarındaki Tahribatın Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Acıgöl (Denizli) Örneği: " *II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi*, Kırşehir, (2011).
- Karaman, M., Uca Avcı, Z. D., Özelkan, E., Budakoğlu, M., ve Kumral, M. "Çözelti Madenciliği Faaliyet Alanlarının Zamansal Değişiminin Çok Zamanlı Landsat Görüntüleri ile Değerlendirilmesi: Acıgöl (Denizli) Örneği", *4. Madencilik ve Çevre Sempozyumu*, İzmir, (2010).
- Karaman, M., Uca Avcı, Z. D., Papila, I., ve Özelkan, E. "The Analysis of Destruction in Flamingo Habitat of Acıgöl Wetland", *34th International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE2011): The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring*, Sydney, 1-4, (2011).
- Karayığit, A., Oskay, R., Christanis, K., Tunoğlu, C., Tuncer, A., ve Bulut, Y. "Palaeoenvironmental reconstruction of the Çardak coal seam, SW Turkey". *International Journal of Coal Geology*, 139, 3-16, (2014).
- Karsli, F., Guneroglu, A., ve Dihkan, M. "Spatio-temporal shoreline changes along the southern Black Sea coastal zone". *Journal of Applied Remote Sensing*, 5(1), 053545-053545-053513, (2011).
- Kasper-Zubillaga, J. J., Armstrong-Altrin, J. S., Carranza-Edwards, A., Morton-Bermea, O., ve Santa Cruz, R. L. "Control in beach and dune sands of the Gulf of Mexico and the role of nearby rivers". *International Journal of Geosciences*, 4(08), 1157, (2013).
- Katz, V. A., Thulke, O. U., ve Conrath, U. "A benzothiadiazole primes parsley cells for augmented elicitation of defense responses". *Plant Physiology*, 117(4), 1333-1339, (1998).
- Kazancı, N., Boyraz, S., Özkul, M., Alcicek, M. C., ve Kadioglu, Y. K. "Late Holocene terrestrial tephra record at western Anatolia, Turkey: Possible evidence of an explosive eruption outside Santorini in the eastern Mediterranean". *Global and Planetary Change*, 80-81, 36-50, (2012).
- Kazancı, N., Boyraz, S., Özkul, M., Alçiçek, M. C., ve Kadioğlu, Y. K. "Late Holocene terrestrial tephra record at western Anatolia, Turkey: Possible evidence of an explosive eruption outside Santorini in the eastern Mediterranean". *Global and Planetary Change*, 80-81, 36-50, (2011).
- Kazancı, N., Özkul, M., Alçiçek, M. C., ve Karadenizli, L., "Acıgöl Grabenindeki Geç Kuvaterner Yaşlı "Havza Kenarı" Tortullarının Fasiyes Özellikleri ve Göl Seviyesi Değişimi Açısından Yorumlanması", *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, (2006).
- Kelts, K., ve Hsü, K., "Freshwater carbonate sedimentation", *Lakes*: Springer, 295-323, (1978).
- Kharaka, Y. K., ve Mariner, R. H., "Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins", *Thermal history of sedimentary basins*: Springer, 99-117, (1989).

- Kiesl, W., Koeberl, C., ve Körner, W. "Geochemistry of magnesites and dolomites at the Oberdorf/Laming (Austria) deposit and implications for their origin". *Geologische Rundschau*, 79(2), 327-335, (1990).
- Kirste, D., de Caritat, P., ve Dann, R. "The application of the stable isotopes of sulfur and oxygen in groundwater sulfate to mineral exploration in the Broken Hill region of Australia". *Journal of Geochemical Exploration*, 78-9, 81-84, (2003).
- Kloiber, S. M., Brezonik, P. L., Olmanson, L. G., ve Bauer, M. E. "A procedure for regional lake water clarity assessment using Landsat multispectral data". *Remote Sensing of Environment*, 82(1), 38-47, (2002).
- Knorre, H. v., ve Krumbein, W. E., "Bacterial calcification", *Microbial Sediments*: Springer, 25-31, (2000).
- Kokaly, R. F., Clark, R. N., Swayze, G. A., Livo, K. E., Hoefen, T. M., Pearson, N. C., ve diğ. *USGS Spectral Library Version 7 (2327-638X)*. (2017).
- Koralay, D. B. "Organic geochemical and isotopic (C and N) characterization of carbonaceous rocks of the Denizli Area, Western Turkey". *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 116, 90-102, (2014).
- Krauskopf, K. B., *Introduction to Geochemistry*, 2 ed., London: McGraw-Hill Book Company, 617, (1989).
- Krishnamurthy, R. V., Bhattacharya, S. K., ve Kusumgar, S. "Paleoclimatic Changes Deduced from C-13/C-12 and C/N Ratios of Karewa Lake-Sediments, India". *Nature*, 323(6084), 150-152, (1986).
- Krishnas, S., Lal, D., Martin, J. M., ve Meybeck, M. "Geochronology of Lake Sediments". *Earth and Planetary Science Letters*, 11(5), 407-&, (1971).
- Krouse, H. "Sulphur isotopes in our environment". *Handbook of environmental isotope geochemistry*, 1, 435-471, (1980).
- Krumgalz, B. S., Magdal, E., ve Starinsky, A. "The evolution of a chloride sedimentary sequence-simulated evaporation of the Dead Sea". *Israel Journal of Earth Sciences*, 51, (2002).
- Kruse, F. A., Lefkoff, A., Boardman, J., Heidebrecht, K., Shapiro, A., Barloon, P., ve diğ. "The spectral image processing system (SIPS)-interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data", *AIP Conference Proceedings*, 192-201, (1993).
- Kumar, M., Kumari, K., Singh, U. K., ve Ramanathan, A. "Hydrogeochemical processes in the groundwater environment of Muktsar, Punjab: conventional graphical and multivariate statistical approach". *Environmental Geology*, 57(4), 873-884, (2009).
- Kumar, M., Ramanathan, A., Rao, M., ve Kumar, B. "Identification and evaluation of hydrogeochemical processes in the groundwater environment of Delhi, India". *Environmental Geology*, 50(7), 1025-1039, (2006).
- Kwarteng, A. Y. "Multitemporal remote sensing data analysis of Kuwait's oil lakes". *Environment International*, 24(1), 121-137, (1998).
- Lakshmanan, E., Kannan, R., ve Kumar, M. S. "Major ion chemistry and identification of hydrogeochemical processes of ground water in a part of Kancheepuram district, Tamil Nadu, India". *Environmental Geosciences*, 10(4), 157-166, (2003).
- Lamb, H. F., Leng, M. J., Telford, R. J., Ayenew, T., ve Umer, M. "Oxygen and carbon isotope, composition of authigenic carbonate from an Ethiopian lake: a climate record of the last 2000 years". *Holocene*, 17(4), 517-526, (2007).

- Langelier, W. F., ve Ludwig, H. F. "Graphical methods for indicating the mineral character of natural waters". *Journal American Water Works Association*, 34(3), 335-352, (1942).
- Langmuir, D., *Aqueous environmental geochemistry*, (1997).
- Last, W. M. "Sedimentology of playa lakes of the northern Great Plains". *Canadian Journal of Earth Sciences*, 21(1), 107-125, (1984).
- Last, W. M. "Paleochemistry and paleohydrology of Ceylon Lake, a salt-dominated playa basin in the northern Great Plains, Canada". *Journal of Paleolimnology*, 4(3), 219-238, (1990).
- Last, W. M. "Geolimnology of the Great Plains of western Canada". *Holocene climate and environmental change in the Palliser Triangle: A geoscientific context for evaluating the impacts of climate change on the southern Canadian prairies. Geological Survey of Canada*, 23-53, (1999).
- Last, W. M., ve Sauchyn, D. J. "Mineralogy and lithostratigraphy of Harris Lake, southwestern Saskatchewan, Canada". *Journal of Paleolimnology*, 9(1), 23-39, (1993).
- Le, C., Li, Y., Zha, Y., Sun, D., Huang, C., ve Lu, H. "A four-band semi-analytical model for estimating chlorophyll a in highly turbid lakes: The case of Taihu Lake, China". *Remote Sensing of Environment*, 113(6), 1175-1182, (2009).
- Legleiter, C. J., Roberts, D. A., ve Lawrence, R. L. "Spectrally based remote sensing of river bathymetry". *Earth Surface Processes and Landforms*, 34(8), 1039-1059, (2009).
- Leng, M. J., LAMB, A. L., HEATON, T. H., MARSHALL, J. D., WOLFE, B. B., JONES, M. D., ve diğ., *Isotopes in lake sediments*: Springer, (2006).
- Leng, M. J., ve Marshall, J. D. "Palaeoclimate interpretation of stable isotope data from lake sediment archives". *Quaternary Science Reviews*, 23(7-8), 811-831, (2004).
- Levy, E. J., Stein, M., Lazar, B., Gavrieli, I., Yechieli, Y., ve Sivan, O. "Pore fluids in Dead Sea sediment core reveal linear response of lake chemistry to global climate changes". *Geology*, 45(4), 315-318, (2017).
- Lewis, J., ve William, M. "A revised classification of lakes based on mixing". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(10), 1779-1787, (1983).
- Li, C., Gao, X., ve Wang, Y. "Hydrogeochemistry of high-fluoride groundwater at Yuncheng Basin, northern China". *Science of the Total Environment*, 508, 155-165, (2015).
- Li, J., Sun, C., Zheng, L., Yin, X., Chen, J., ve Jiang, F. "Geochemical characteristics of rare earth elements in the surface sediments from the Spratly Islands of China". *Marine pollution bulletin*, 114(2), 1103-1109, (2017).
- Li, P.-y., Qian, H., Wu, J.-h., ve Ding, J. "Geochemical modeling of groundwater in southern plain area of Pengyang County, Ningxia, China". *Water Science and Engineering*, 3(3), 282-291, (2010).
- Li, S. L., Liu, C. Q., Patra, S., Wang, F. S., Wang, B. L., ve Yue, F. J. "Using a dual isotopic approach to trace sources and mixing of sulphate in Changjiang Estuary, China". *Applied Geochemistry*, 26, S210-S213, (2011).
- Li, W., Du, Z., Ling, F., Zhou, D., Wang, H., Gui, Y., ve diğ. "A comparison of land surface water mapping using the normalized difference water index from TM, ETM+ and ALI". *Remote Sensing*, 5(11), 5530-5549, (2013).
- Lin, J., ve Brown, C. W. "Near-IR spectroscopic measurement of seawater salinity". *Environmental Science & Technology*, 27(8), 1611-1615, (1993).

- Llyod, R. M. "Oxygen-18 composition of oceanic sulfate". *Science*, 156(3779), 1228-1231, (1967).
- Logan, B. W., *The MacLeod Evaporite Basin, western Australia: Holocene environments, sediments and geological evolution*: American Association of Petroleum Geologists, (1987).
- Lovley, D. R., Stolz, J. F., Nord, G. L., ve Phillips, E. J. P. "Anaerobic Production of Magnetite by a Dissimilatory Iron-Reducing Microorganism". *Nature*, 330(6145), 252-254, (1987).
- Luo, Q., Kang, W., Xie, Y., ve Zhao, B. "Groundwater hydrogeochemistry simulation in the Jingbian area of the Luohe of Cretaceous". *Ground Water*, 30(6), 22-24, (2008).
- Lü, Y., Zheng, M., Chen, W., Zhang, X., Liu, X., Wu, Q., ve diğ. "Origin of boron in the Damxung Co Salt Lake (central Tibet): Evidence from boron geochemistry and isotopes". *Geochemical Journal*, 47(5), 513-523, (2013).
- Lyons, E. A., Sheng, Y., Smith, L. C., Li, J., Hinkel, K. M., Lenters, J. D., ve diğ. "Quantifying sources of error in multitemporal multisensor lake mapping". *International Journal of Remote Sensing*, 34(22), 7887-7905, (2013).
- Magaritz, M., ve Gat, J. "Review of the natural abundance of hydrogen and oxygen isotopes". *Stable Isotope Hydrology–Deuterium and Oxygen-18 in the Water Cycle*, 85-102, (1981).
- Marghade, D., Malpe, D., ve Zade, A. "Major ion chemistry of shallow groundwater of a fast growing city of Central India". *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(4), 2405-2418, (2012).
- Mason, B., ve Moore, C. B., *Principles of geochemistry*, New York: Wiley, 344, (1985).
- Masters, B. R., Gonzalez, R. C., ve Woods, R. "Digital image processing". *Journal of Biomedical Optics*, 14(2), 029901, (2009).
- Mather, K. F., *A Source Book in Geology, 1900-1950*, 8: Harvard University Press, (1967).
- Matrosov, A., Chebotarev, Y. N., Kudryavtseva, A., Zyukun, A., ve Ivanov, M. "Sulfur isotope composition in freshwater lakes containing H<sub>2</sub>S". *Geochem. Int*, 12(3), 217-221, (1975).
- Mayer, B., *Assessing sources and transformations of sulphate and nitrate in the hydrosphere using isotope techniques*: Springer, (2005).
- Mayo, A. L., ve Loucks, M. D. "Solute and isotopic geochemistry and ground water flow in the central Wasatch Range, Utah". *Journal of Hydrology*, 172(1-4), 31-59, (1995).
- McDonough, W., Sun, S.-S., Ringwood, A., Jagoutz, E., ve Hofmann, A. "Potassium, rubidium, and cesium in the Earth and Moon and the evolution of the mantle of the Earth". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 56(3), 1001-1012, (1992).
- McFeeters, S. K. "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features". *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432, (1996).
- McLennan, S., Hemming, S., McDaniel, D., ve Hanson, G. "Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics". *Geological Society of America Special Papers*, 284, 21-40, (1993).
- McLennan, S., ve Taylor, S. "Sedimentary rocks and crustal evolution: tectonic setting and secular trends". *The Journal of Geology*, 99(1), 1-21, (1991).

- McLennan, S. M. "Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes". *Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements*, 169-200, (1989).
- Meisler, H., ve Becher, A. E. *Hydrogeologic significance of calcium-magnesium ratios in ground water from carbonate rocks in the Lancaster quadrangle, southeastern Pennsylvania*. Geological Survey professional paper, USGS. (1967).
- Menekşe, M., "Acıgöl'deki mikrobiyal çeşitliliğin ve bu türlerin biyomineralizasyon üzerindeki etkilerinin belirlenmesi". İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı Moleküler Biyoloji-Genetik ve Biyoteknoloji Bilim Dalı, İstanbul, (2012).
- Meşhur, M., Yoldemir, O., Akpınar, M., Öztaş, Y., ve Alkan, H. *Batı Torosların jeolojisi ve petrol olanakları raporu*. Ankara. (1989).
- Meybeck, M. "Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads". *American Journal of Science*, 287(5), 401-428, (1987).
- Michaud, J. P., *A Citizen's Guide to Understanding and Monitoring Lakes and Streams*, Olympia, WA,: Envirovision-Environmental Consulting Service, (1991).
- Miljevic, N., Boreli-Zdravkovic, D., Velickovic, J., Golobocanin, D., ve Mayer, B. "Evaluation of the origin of sulphate at the groundwater source Kljuc, Serbia". *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 49(1), 62-72, (2013).
- Millero, F. J. "Thermodynamic and kinetic properties of natural brines". *Aquatic Geochemistry*, 15(1-2), 7-41, (2009).
- Mook, W., ve Rozanski, K. "Environmental isotopes in the hydrological cycle". *IAEA Publish*, 39, (2000).
- Moore, M. L., *NALMS management guide for lakes and reservoirs: North American Lake Management Society*, (1987).
- Morel, A. "Etude Experimentale de la diffusion de la lumiere par l'eau, les solutions de chlorure de sodium et l'eau de mer optiquement pures". *Journal de Chimie Physique*, 63, 1359-1367, (1966).
- Morel, A. "Note au sujet des constantes de diffusion de la lumiere pour l'eau et l'eau de mer optiquement pures". *Cahiers Oceanographiques*, 20, 157-162, (1968).
- Morel, A., "Optical properties of pure water and pure sea water", *Optical aspects of oceanography* 1, 1-24, (1974).
- Muir, D. C. G., Grift, N. P., Lockhart, W. L., Wilkinson, P., Billeck, B. N., ve Brunskill, G. J. "Spatial Trends and Historical Profiles of Organochlorine Pesticides in Arctic Lake-Sediments". *Science of the Total Environment*, 160-61, 447-457, (1995).
- Muller, G., Forstner, U., ve Irion, G. "Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in Lacustrine Environment". *Naturwissenschaften*, 59(4), 158-&, (1972).
- Mutlu, H., Kadir, S., ve Akbulut, A. "Mineralogy and water chemistry of the Lake Acigol, Denizli, Turkey". *Carbonates and Evaporites*, 14(2), 191-199, (1999).
- Nayak, K., ve Sahood, H. "Assessment of groundwater quality in Tangi-Choudwar and Cuttack blocks of Cuttack District, Orissa, India". *Int J Earth Sci Eng*, 4(6), 973-985, (2011).
- Nealson, K. H., ve Saffarini, D. "Iron and Manganese in Anaerobic Respiration - Environmental Significance, Physiology, and Regulation". *Annual Review of Microbiology*, 48, 311-343, (1994).

- Neubauer, K. R., ve Wolf, R. E. *Interference Removal and Analysis of Environmental Waters Using the ELAN DRC-e ICP-MS* (ELEC070400). P. L. a. A. Sciences. [https://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-74184APP\\_InterferenceRemovalandAnalysisofEnvironmentalWatersUingtheELANDRCeICPMS.pdf](https://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-74184APP_InterferenceRemovalandAnalysisofEnvironmentalWatersUingtheELANDRCeICPMS.pdf), (2004).
- Nevers, M. B., ve Whitman, R. L., *Lake Monitoring Field Manual*: US Geological Survey, (2010).
- Nguyen, T. T., Kawamura, A., Tong, T. N., Nakagawa, N., Amaguchi, H., ve Gilbuena, R. "Hydrogeochemical assessment of groundwater quality during dry and rainy seasons for the two main aquifers in Hanoi, Vietnam". *Environmental Earth Sciences*, 73(8), 4287-4303, (2015).
- Nyakairu, G. W., ve Koeberl, C. "Mineralogical and chemical composition and distribution of rare earth elements in clay-rich sediments from central Uganda". *Geochemical Journal*, 35(1), 13-28, (2001).
- Okay, A. İ. "Denizli'nin güneyinde Menderes masifi ve Likya naplarının jeolojisi". *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 109(109), (1989).
- Onalgi, N., Kadir, S., Kulah, T., Eren, M., ve Gurel, A. "Mineralogy, geochemistry and genesis of the modern sediments of Seyfe Lake, Kirsehir, central Anatolia, Turkey". *Journal of African Earth Sciences*, 102, 116-130, (2015).
- Otero, N., Soler, A., ve Canals, A. "Controls of delta(34)S and delta(18)O in dissolved sulphate: Learning from a detailed survey in the Llobregat River (Spain)". *Applied Geochemistry*, 23(5), 1166-1185, (2008).
- Ozelkan, E., Karaman, M., Mostamandy, S., Avci, Z. D. U., ve Toros, H. "Derivation of PM10 levels using OBRA on LANDSAT 5 TM images: a case study in Izmir, Turkey". *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(4 B), 1585-1596, (2015).
- Önhon, E., Ertan, İ., Güler, S., Nazik, M., Kaplan, A., Yüzeroğlu, S., ve diğ. *Yukarı Çürüksu Ovasının karstik sularının orjinlerinin izotop yöntemleri ile araştırılması*. (1988).
- Özdemir, M. A., ve Bahadır, M. "Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1975-2008)". *İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 10, 1-20, (2010).
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Öztaş, Y., ve Korucu, M. "Göller Bölgesinin Tektono-Stratigrafik Birlikleri". *Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri*, Ankara, 213-237, (1991).
- Palmer, M. R., Helvaci, C., ve Fallick, A. E. "Sulphur, sulphate oxygen and strontium isotope composition of Cenozoic Turkish evaporites". *Chemical Geology*, 209(3-4), 341-356, (2004).
- Parkhurst, D. L., ve Appelo, C. "User's guide to PHREEQC (Version 2): A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations". (1999).
- Parkhurst, D. L., ve Appelo, C. *Description of input and examples for PHREEQC version 3: a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations* (2328-7055). (2013).
- Parkhurst, D. L., Thorstenson, D. C., ve Plummer, L. N. *PHREEQE: a computer program for geochemical calculations*. (1980).
- Pearce, J. A., "Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins". In C. J. Hawkesworth ve M. J. Norry (Eds.), *Continental basalts and mantle xenoliths*, Nantwich, Cheshire: Shiva Publications, 230-249, (1983).



- Pearson Jr, F., ve Coplen, T. B., *Stable isotope studies of lakes*: Springer-Verlag: New York, (1978).
- Pedone, V. A. "Dolomitization of Late Pleistocene Tufa Mounds of the Great Salt Lake", *Salt Lake City Annual Meeting*, (2005).
- Pegau, W., ve Zaneveld, J. R. "Temperature-dependent absorption of water in the red and near-infrared portions of the spectrum". *Limnology and Oceanography*, 38(1), 188-192, (1993).
- Pegau, W. S., Gray, D., ve Zaneveld, J. R. V. "Absorption and attenuation of visible and near-infrared light in water: dependence on temperature and salinity". *Applied Optics*, 36(24), 6035-6046, (1997).
- Pegau, W. S., ve Zaneveld, J. R. V. "Temperature dependence of the absorption coefficient of pure water in the visible portion of the spectrum", *Ocean Optics XII*, 597-605, (1994).
- Pekuz, Ü. "Acıgöl (Denizli) Playa Göl Havzasındaki Güncel Göl Tortularının Sedimentolojisi Ve Mineralojisi". *Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(14), (2010).
- Perez-Gonzalez, T., Rodriguez-Navarro, A., ve Jimenez-Lopez, C. "Inorganic Magnetite Precipitation at 25 degrees C: A Low-Cost Inorganic Coprecipitation Method". *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 24(1-2), 549-557, (2011).
- Phillipson, A. (1915). *Reisen und forschungen im westlichen kleinasien*, Petermanns Mitt: Erdk.
- Pitzer, K., *Thermodynamics*, 3 ed., New York: McGraw-Hill, 1-626, (1995).
- Pitzer, K. S. "Thermodynamics of electrolytes. I. Theoretical basis and general equations". *The Journal of Physical Chemistry*, 77(2), 268-277, (1973).
- Playà, E., ve Rosell, L. "The celestite problem in gypsum Sr geochemistry: an evaluation of purifying methods of gypsiferous samples". *Chemical Geology*, 221(1), 102-116, (2005).
- Plummer, L. N., Busby, J. F., Lee, R. W., ve Hanshaw, B. B. "Geochemical modeling of the Madison aquifer in parts of Montana, Wyoming, and South Dakota". *Water Resources Research*, 26(9), 1981-2014, (1990).
- Poisson, A., *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie)*: Université de Paris-Sud (Centre D'orsay), (1977).
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M., ve Şentürk, M. "New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey)". *Geological Journal*, 38(3-4), 257-282, (2003).
- Pope, R. M., ve Fry, E. S. "Absorption spectrum (380–700 nm) of pure water. II. Integrating cavity measurements". *Applied Optics*, 36(33), 8710-8723, (1997).
- Puchelt, H. (1972). Barium. *Handbook of Geochemistry* 56B1–56O2. In K. e. a. (Wedepohl, eds.) (Ed.). Berlin: Springer.
- Rajmohan, N., ve Elango, L. "Identification and evolution of hydrogeochemical processes in the groundwater environment in an area of the Palar and Cheyyar River Basins, Southern India". *Environmental Geology*, 46(1), 47-61, (2004).
- Rajmohan, N., Prathapar, S., Jayaprakash, M., ve Nagarajan, R. "Vertical distribution of heavy metals in soil profile in a seasonally waterlogging agriculture field in Eastern Ganges Basin". *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(9), 5411-5427, (2014).
- Reis, S., ve Yilmaz, H. M. "Temporal monitoring of water level changes in Seyfe Lake using remote sensing". *Hydrological Processes*, 22(22), 4448-4454, (2008).

- Reynolds, R. L., ve Rosenbaum, J. G. *Magnetic mineralogy of sediments in Bear Lake and its watershed, Utah, Idaho, and Wyoming: Support for paleoenvironmental and paleomagnetic interpretations*. (2005).
- Rivadeneira, M. A., Delgado, R., Parraga, J., Ramos-Cormenzana, A., ve Delgado, G. "Precipitation of minerals by 22 species of moderately halophilic bacteria in artificial marine salts media: Influence of salt concentration". *Folia Microbiologica*, 51(5), 445-453, (2006).
- Robbins, L. L., ve Blackwelder, P. L. "Biochemical and Ultrastructural Evidence for the Origin of Whitings - a Biologically Induced Calcium-Carbonate Precipitation Mechanism". *Geology*, 20(5), 464-468, (1992).
- Robertson, F., Alastair, H., Poisson, A., ve Akinci, Ö. "Developments in research concerning Mesozoic–Tertiary Tethys and neotectonics in the Isparta Angle, SW Turkey". *Geological Journal*, 38(3-4), 195-234, (2003).
- Rokni, K., Ahmad, A., Selamat, A., ve Hazini, S. "Water feature extraction and change detection using multitemporal Landsat imagery". *Remote Sensing*, 6(5), 4173-4189, (2014).
- Rollinson, H., *Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation: Longman Geochemistry Series*, (1993).
- Rose, N. L., Boyle, J. F., Du, Y., Yi, C., Dai, X., Appleby, P. G., ve diğ. "Sedimentary evidence for changes in the pollution status of Taihu in the Jiangsu region of eastern China". *Journal of Paleolimnology*, 32(1), 41-51, (2004).
- Rosen, M. R., ve Warren, J. K. "The Origin and Significance of Groundwater-Seepage Gypsum from Bristol Dry Lake, California, USA". *Sedimentology*, 37(6), 983-996, (1990).
- Roy, D. P., Wulder, M., Loveland, T. R., Woodcock, C., Allen, R., Anderson, M., ve diğ. "Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research". *Remote Sensing of Environment*, 145, 154-172, (2014).
- Roy, I. P., Sinha, R., ve Smykatz-Kloss, W. "Mineralogy and geochemistry of the evaporitic crust from the hypersaline Sambhar Lake playa, Thar Desert, India". *Chemie der Erde - Geochemistry*, 61, 241-253, (2001).
- Roy, P., ve Smykatz-Kloss, W. "REE geochemistry of the recent playa sediments from the Thar Desert, India: an implication to playa sediment provenance". *Chemie der Erde-Geochemistry*, 67(1), 55-68, (2007).
- Ruhland, K., Priesnitz, A., ve Smol, J. P. "Paleolimnological evidence from diatoms for recent environmental changes in 50 lakes across Canadian arctic treeline". *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 35(1), 110-123, (2003).
- Sakaguchi, T., Arakaki, A., ve Matsunaga, T. "Desulfobrio magneticus sp nov., a novel sulfate-reducing bacterium that produces intracellular single-domain-sized magnetite particles". *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 215-221, (2002).
- Sakai, H. "Fractionation of sulphur isotopes in nature". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 12(1-2), 150-169, (1957).
- Salminen, R., Batista, M., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., ve diğ., *Geochemical atlas of Europe, part 1, background information, methodology and maps: Geological survey of Finland*, (2005).
- Sami, K. "Recharge mechanisms and geochemical processes in a semi-arid sedimentary basin, Eastern Cape, South Africa". *Journal of Hydrology*, 139(1-4), 27-48, (1992).
- Sarp, H., "Etude géologique et minéralogique du cortège ophiolitique de la région située au NW de Yesilova (Burdur, Turquie)". Univ. Genève Genève, (1976).

- Savascin, M., ve Birsoy, R. "Geochemical setting and hydrochemical evolutions of three modern Saline lakes in Central Greece (Abstracts)". *Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*, 28, 105-106, (1992).
- Savaşçın, Y. *Güncel acıgöllerin jeokimyasal sedimantolojik evrimi ve volkanizma ilişkileri*. Tübitak-TBAG. (1992).
- Schoeller, H. "Qualitative evaluation of groundwater resources". *Methods and techniques of groundwater investigations and development*. UNESCO, 5483, (1965).
- Schoeller, H. (1977). *Geochemistry of groundwater in Groundwater studies-An international guide for research and practice* (Ch. 15, pp. 1–18): Paris: UNESCO.
- Schreiber, B. C. "Environments of subaqueous gypsum deposition". (1987).
- Sener, E., Davraz, A., ve Sener, S. "Investigation of Akşehir and Eber Lakes (SW Turkey) coastline change with multitemporal satellite images". *Water Resources Management*, 24(4), 727-745, (2010).
- Seyitoğlu, G., ve Scott, B. C. "Age of the Alaşehir graben (west Turkey) and its tectonic implications". *Geological Journal*, 31(1), 1-11, (1996).
- Shaw, D. M., ve Sturchio, N. C. "Boron-Lithium relationships in rhyolites and associated thermal waters of young silicic calderas, with comments on incompatible element behaviour". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 56(10), 3723-3731, (1992).
- Siavalas, G., Linou, M., Chatziapostolou, A., Kalaitzidis, S., Papaefthymiou, H., ve Christanis, K. "Palaeoenvironment of seam I in the Marathousa lignite mine, Megalopolis basin (Southern Greece)". *International Journal of Coal Geology*, 78(4), 233-248, (2009).
- Sinha, R., Smykatz-Kloss, W., Stuben, D., Harrison, S. P., Berner, Z., ve Kramar, U. "Late Quaternary palaeoclimatic reconstruction from the lacustrine sediments of the Sambhar playa core, Thar Desert margin, India". *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 233(3-4), 252-270, (2006).
- Skarie, R. L., Richardson, J. L., Mccarthy, G. J., ve Maianu, A. "Evaporite Mineralogy and Groundwater Chemistry Associated with Saline Soils in Eastern North-Dakota". *Soil Science Society of America Journal*, 51(5), 1372-1377, (1987).
- Sloss, L. "Evaporite deposition from layered solutions". *AAPG Bulletin*, 53(4), 776-789, (1969).
- Smykatz-Kloss, W., ve Roy, P. D. "Evaporite mineralogy and major element geochemistry as tools for palaeoclimatic investigations in arid regions: A synthesis". *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(3), 379-390, (2010).
- Somay, A. M., Gemici, Ü., ve Filiz, S. "Hydrogeochemical investigation of Küçük Menderes River coastal wetland, Selçuk–Izmir, Turkey". *Environmental Geology*, 55(1), 149-164, (2008).
- Sonnenfeld, P., *Brines and evaporites*, Orlando: Academic Pr, (1984).
- Sorokin, D. Y., ve Kuenen, J. G. "Haloalkaliphilic sulfur-oxidizing bacteria in soda lakes". *FEMS Microbiology Reviews*, 29(4), 685-702, (2005).
- Spencer, R. J. "Sulfate minerals in evaporite deposits". *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 40(1), 173-192, (2000).
- Spotl, C., Nicolussi, K., Patzelt, G., Boch, R., ve Team, D. "Humid climate during deposition of sapropel 1 in the Mediterranean Sea: Assessing the influence on the Alps". *Global and Planetary Change*, 71(3-4), 242-248, (2010).

- Stallard, R., ve Edmond, J. "Geochemistry of the Amazon: 1. Precipitation chemistry and the marine contribution to the dissolved load at the time of peak discharge". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 86(C10), 9844-9858, (1981).
- Stallard, R., ve Edmond, J. "Geochemistry of the Amazon: 2. The influence of geology and weathering environment on the dissolved load". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 88(C14), 9671-9688, (1983).
- Stern, G., Braekvelt, E., Helm, P., Bidleman, T., Outridge, P., Lockhart, W., ve diğ. "Modern and historical fluxes of halogenated organic contaminants to a lake in the Canadian arctic, as determined from annually laminated sediment cores". *Science of the Total Environment*, 342(1), 223-243, (2005).
- Stewart, F. H., *Marine evaporites*, Washington: US Government Printing Office, (1963).
- Stiller, M., Rounick, J. S., ve Shasha, S. "Extreme Carbon-Isotope Enrichments in Evaporating Brines". *Nature*, 316(6027), 434-435, (1985).
- Strakhov, N., "Osnovy teorii litogeneza (Principles of the Theory of Lithogenesis)" 3, Moscow: USSR Acad. Sci. Press, 1-551, (1962).
- Stumpf, R. P., Holderied, K., ve Sinclair, M. "Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types". *Limnology and Oceanography*, 48(1part2), 547-556, (2003).
- Sullivan, J., Twardowski, M., Zaneveld, J., Moore, C., Barnard, A., Donaghay, P., ve diğ. "The hyper-spectral temperature and salinity dependent absorption of pure water, salt water and heavy salt water in the visible and near-IR wavelengths (400-750 nm)". *Appl. Optics*, 45, 5294-5309, (2006).
- Sullivan, S. A. "Experimental study of the absorption in distilled water, artificial sea water, and heavy water in the visible region of the spectrum". *JOSA*, 53(8), 962-968, (1963).
- Sulpizio, R., Alçiçek, M., Zanchetta, G., ve Solari, L. "Recognition of the Minoan tephra in the Acigöl Basin, western Turkey: implications for inter-archive correlations and fine ash dispersal". *Journal of Quaternary Science*, 28(4), 329-335, (2013).
- Sun, S.-S., ve McDonough, W.-s. "Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes". *Geological Society, London, Special Publications*, 42(1), 313-345, (1989).
- Sun, Y., Qian, H., ve Wu, X. "Hydrogeochemical characteristics of groundwater depression cones in Yinchuan City, Northwest China". *Chinese Journal of Geochemistry*, 26(4), 350-355, (2007).
- Sutton, D., McCabe, B., O'Connell, A., ve Cripps, J. "A laboratory study of the expansion of an Irish pyritic mudstone/siltstone fill material". *Engineering Geology*, 152(1), 194-201, (2013).
- Szabolcs, I., ve Darab, C. "The influence of irrigation water of high sodium carbonate content of soils", *Proceedings of 8th international congress of ISSS, Trans, II*, 803-812, (1964).
- Szykiewicz, A., Moore, C. H., Glamoclija, M., ve Pratt, L. M. "Sulfur isotope signatures in gypsiferous sediments of the Estancia and Tularosa Basins as indicators of sulfate sources, hydrological processes, and microbial activity". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 73(20), 6162-6186, (2009).
- Şahinci, A., *Doğal Suların Jeokimyası*, İzmir: Reform Matbaası, (1991).
- Şenel, M. *1/100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Denizli-M23 paftası*. M. T. A. Yayınları. Ankara. (1997a).

- Şenel, M. *1/100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Isparta M24 paftası*. M. T. A. Yayınları. Ankara. (1997b).
- Şenel, M. "Likya Naplarının Özellikleri ve Evrimi". *Menderes Masifi Kolokyumu*, (2007).
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, I., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, S., Metin, M., ve diğ. *Egirdir-Yenisarbademli-Gebiz ve Geris-Köprülü (Isparta-Antalya) Arasında Kalan Alanların Jeolojisi*. Maden Teknik Arama Yayınları (1992).
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z., Şen, A., Karaman, T., Dinçer, M., ve diğ. *Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi*. (1989).
- Şentürk, M., "Acıgöl ve Burdur Gölleri Arasındaki Bölgenin Sismotektonik Özellikleri". Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, (2003).
- Takeno, N. "Atlas of Eh-pH diagrams". *Geological survey of Japan open file report*, 419, 102, (2005).
- Talbot, M. "A review of the palaeohydrological interpretation of carbon and oxygen isotopic ratios in primary lacustrine carbonates". *Chemical Geology: Isotope Geoscience Section*, 80(4), 261-279, (1990).
- Tam, A., ve Patel, C. "Optical absorptions of light and heavy water by laser optoacoustic spectroscopy". *Applied Optics*, 18(19), 3348-3358, (1979).
- Tarcan, G. (2004). Jeotermal su kimyası ders notları. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Tarutani, T., Clayton, R. N., ve Mayeda, T. K. "The effect of polymorphism and magnesium substitution on oxygen isotope fractionation between calcium carbonate and water". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 33(8), 987-996, (1969).
- Taşdelen, S., Budakoglu, M., Kumral, M., Karaman, M., ve Karabel, B., "Dissolved Sulfate Budget of a Hypersaline Lake; Acıgöl, SW Anatolia Turkey", *SEG 2010*, Keystone, Colorado, USA, Conference Proceeding Book (2010).
- Taylor, B. E., ve Wheeler, M. C. "Sulfur-Isotope and Oxygen-Isotope Geochemistry of Acid-Mine Drainage in the Western United-States - Field and Experimental Studies Revisited". *Environmental Geochemistry of Sulfide Oxidation*, 550, 481-514, (1994).
- Taylor, H. "The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition". *Economic Geology*, 69(6), 843-883, (1974).
- Taylor, H. P. "Oxygen and hydrogen isotope relationships in hydrothermal ore deposits". *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, (1979).
- Taylor, S., Feng, X. H., Kirchner, J. W., Osterhuber, R., Klaue, B., ve Renshaw, C. E. "Isotopic evolution of a seasonal snowpack and its melt". *Water Resources Research*, 37(3), 759-769, (2001).
- Taylor, S., McLennan, S., Armstrong, R., ve Tarney, J. "The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 301(1461), 381-399, (1981).
- Taylor, S. R., ve McLennan, S. M., *The continental crust: its composition and evolution*, Oxford: Blackwell Scientific Publication, (1985).
- Taylor, S. R., ve McLennan, S. M. "The geochemical evolution of the continental crust". *Reviews of Geophysics*, 33(2), 241-265, (1995).

- Temiz, H., Poisson, A., Andrieux, J., ve Barka, A. "Kinematics of the plio-quaternary Burdur-Dinar cross-fault system in SW Anatolia (Turkey)", *Annales Tectonicae*, 102-113, (1997).
- Ten Veen, J. H. "Extension of Hellenic forearc shear zones in SW Turkey: the Pliocene–Quaternary deformation of the Eşen Çay Basin". *Journal of Geodynamics*, 37(2), 181-204, (2004).
- Teranes, J. L., ve Bernasconi, S. M. "Factors controlling delta C-13 values of sedimentary carbon in hypertrophic Baldeggersee, Switzerland, and implications for interpreting isotope excursions in lake sedimentary records". *Limnology and Oceanography*, 50(3), 914-922, (2005).
- Thode, H., *Sulphur isotopes in nature and the environment: an overview*: Wiley New York, NY, USA, (1991).
- Thompson, R. "Magmatism of the British Tertiary volcanic province". *Scottish Journal of Geology*, 18(1), 49-107, (1982).
- Thorntwaite, C. W. "An approach toward a rational classification of climate". *Geographical review*, 38(1), 55-94, (1948).
- Thuizat, R., Whitechurch, H., Montigny, R., ve Juteau, T. "K-Ar dating of some infra-ophiolitic metamorphic soles from the Eastern Mediterranean: new evidence for oceanic thrustings before obduction". *Earth and Planetary Science Letters*, 52(2), 302-310, (1981).
- Toker, E., "Acıgöl-Çardak (Denizli) grabeninin kuzeyindeki Tersiyer çökellerinin tektono-sedimanter gelişiminin incelenmesi". (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, (2008).
- Toker, E., Akkiraz, M. S., Yagmurlu, F., Akgun, F., ve Orcen, S. "Sedimentary Properties of the Middle-Upper Eocene Formations in cardak, Burdur and Incesu, SW Turkey". *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21(3), 335-373, (2012).
- Torfstein, A., Gavrieli, I., Katz, A., Kolodny, Y., ve Stein, M. "Gypsum as a monitor of the paleo-limnological-hydrological conditions in Lake Lisan and the Dead Sea". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 72(10), 2491-2509, (2008).
- TS-266. *İnsani Tüketim Amaçlı Sular*. Ankara. (2005).
- Tucker, M., ve VP, W. "Carbonate Sedimentology". *Oxford: Blackwell Scientific*, 1, 7482, (1990).
- Turekian, K. K., ve Wedepohl, K. H. "Distribution of the elements in some major units of the earth's crust". *Geological Society of America Bulletin*, 72(2), 175-192, (1961).
- Turner, J. V., Fritz, P., Karrow, P. F., ve Warner, B. G. "Isotopic and Geochemical Composition of Marl Lake Waters and Implications for Radiocarbon Dating of Marl Lake-Sediments". *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20(4), 599-615, (1983).
- Uca Avci, Z. D., Karaman, M., Ozelkan, E., Kumral, M., ve Budakoglu, M. "OBIA based hierarchical image classification for industrial lake water". *Science of the Total Environment*, 487, 565-573, (2014).
- USEPA. (1999). Volunteer lake monitoring: A methods manual. EPA 440/4-91-002. Office of water. Washington, DC: Office of Water, US Environmental Protection Agency.
- USEPA. (2007). Survey of the Nation's Lakes. Field operations manual. EPA 841-B-07-004. Washington, DC: Office of Water, US Environmental Protection Agency

- Usiglio, J. "Analyse de l'eau de la Mediterranee sur les cotes de France: Annales de Chimie et de Physique, ser. 3, v. 27". *Jour. Prak. Chemie*, 46, 106-109, (1849).
- Utah State University. "pH. In Utah Water Quality, [online]", <http://extension.usu.edu/waterquality/hm/whats-in-your-water/ph>, (2013).
- Valero-Garcés, B. L., Delgado-Huertas, A., Ratto, N., ve Navas, A. "Large  $^{13}\text{C}$  enrichment in primary carbonates from Andean Altiplano lakes, northwest Argentina". *Earth and Planetary Science Letters*, 171(2), 253-266, (1999).
- Van Stempvoort, D., ve Krouse, H. "Controls of  $^{34}\text{S}$  in Sulfate: Review of Experimental Data and Application to Specific Environments", *ACS Symposium Series*, 446-446, (1994).
- VanBriesen, J. M. *Potential Drinking Water Effects of Bromide Discharges from Coal-Fired Electric Power Plants*. <https://www3.epa.gov/region1/npdes/merrimackstation/pdfs/Comments2RevisedDraftPermit/VanBriesenReport.pdf>, (2015).
- Varol, S., ve Davraz, A. "Assessment of geochemistry and hydrogeochemical processes in groundwater of the Tefenni plain (Burdur/Turkey)". *Environmental Earth Sciences*, 71(11), 4657-4673, (2014).
- Vengosh, A., Chivas, A. R., McCulloch, M. T., Starinsky, A., ve Kolodny, Y. "Boron isotope geochemistry of Australian salt lakes". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 55(9), 2591-2606, (1991).
- Verdin, J. "Remote sensing of ephemeral water bodies in western Niger". *International Journal of Remote Sensing*, 17(4), 733-748, (1996).
- Vergouwen, L. "Eugsterite, a New Salt Mineral". *American Mineralogist*, 66(5-6), 632-636, (1981).
- Vermote, E., El Saleous, N., Justice, C., Kaufman, Y., Privette, J., Remer, L., ve diğ. "Atmospheric correction of visible to middle-infrared EOS-MODIS data over land surfaces: Background, operational algorithm and validation". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 102(D14), 17131-17141, (1997).
- Vinogradov, A., Grinenko, V., ve Ustinov, V. "Isotopic composition of sulfur compounds in the Black Sea". *Geochemistry*, 10, 973-997, (1962).
- Wagman, D. D., Evans, W. H., Parker, V. B., Schumm, R. H., Halow, I., Bailey, S. M., ve diğ. "The Nbs Tables of Chemical Thermodynamic Properties - Selected Values for Inorganic and C-1 and C-2 Organic-Substances in Si Units". *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 11, 1-&, (1982).
- Wahed, M. S. A., Mohamed, E. A., El-Sayed, M. I., M'nif, A., ve Sillanpää, M. "Crystallization sequence during evaporation of a high concentrated brine involving the system Na–K–Mg–Cl–SO<sub>4</sub>–H<sub>2</sub>O". *Desalination*, 355, 11-21, (2015).
- Wahed, M. S. A., Mohamed, E. A., El-Sayed, M. I., M'nif, A., ve Sillanpää, M. "Geochemical modeling of evaporation process in Lake Qarun, Egypt". *Journal of African Earth Sciences*, 97, 322-330, (2014).
- Wahed, M. S. A., Mohamed, E. A., El-Sayed, M. I., M'nif, A., ve Sillanpää, M. "Hydrogeochemical processes controlling the water chemistry of a closed saline lake located in Sahara Desert: Lake Qarun, Egypt". *Aquatic Geochemistry*, 21(1), 31-57, (2015).
- Warren, J. K., *Evaporites: sediments, resources and hydrocarbons*, Berlin-Heidelberg: Springer Science & Business Media, (2006).
- Warren, J. K. "Evaporites through time: Tectonic, climatic and eustatic controls in marine and nonmarine deposits". *Earth-Science Reviews*, 98(3), 217-268, (2010).



- Watt, M. K. *A hydrologic primer for New Jersey watershed management*. (2000).
- Wetzel, R. G. "Limnology: Philadelphia". *WB Saunders Company*, 3, (1975).
- Whetsel, K. B. "Near-infrared spectrophotometry". *Applied Spectroscopy Reviews*, 2(1), 1-67, (1968).
- Wigley, T. M. L., ve Plummer, L. N. "Mixing of Carbonate Waters". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 40(9), 989-995, (1976).
- Wilcox, L. "Classification and use of irrigation waters". (1955).
- Wilkin, R. T., ve Barnes, H. L. "Pyrite formation by reactions of iron monosulfides with dissolved inorganic and organic sulfur species". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 60(21), 4167-4179, (1996).
- Williams, D. L., Goward, S., ve Arvidson, T. "Landsat". *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(10), 1171-1178, (2006).
- Wilson, M. (1989). *Igneous Petrogenesis. A global tectonic approach*. Netherland: Springer.
- Witherow, R. A., ve Lyons, W. B. "The fate of minor alkali elements in the chemical evolution of salt lakes". *Saline systems*, 7(1), 2, (2011).
- WOW. "Monitoring Minnesota Lakes on the Internet and Training Water Science Technicians for the Future - A National On-line Curriculum using Advanced Technologies and Real-Time Data, [online]", [www.waterontheweb.org](http://www.waterontheweb.org), (2004).
- WRC. "Phosphate in Water, [online]", <http://www.water-research.net/index.php/phosphate-in-water>, (2015).
- WSDoE. "Chapter 2 – Lakes: pH in Lakes. In A Citizen’s Guide to Understanding and Monitoring Lakes and Streams, [online]", <http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/management/joymanual/ph.html>, (1991).
- Wu, J. L., Gagan, M. K., Jiang, X. H., Xia, W. L., ve Wang, S. M. "Sedimentary geochemical evidence for recent eutrophication of Lake Chenghai, Yunnan, China". *Journal of Paleolimnology*, 32(1), 85-94, (2004).
- Wu, P., Tang, C., Zhu, L., Liu, C., Cha, X., ve Tao, X. "Hydrogeochemical characteristics of surface water and groundwater in the karst basin, southwest China". *Hydrological Processes*, 23(14), 2012-2022, (2009).
- Xu, H. "Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery". *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033, (2006).
- Xu, H., Ai, L., Tan, L. C., ve An, Z. S. "Stable isotopes in bulk carbonates and organic matter in recent sediments of Lake Qinghai and their climatic implications". *Chemical Geology*, 235(3-4), 262-275, (2006).
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö., Taner, K., ve Dalkılıç, H. *Batu Torosların jeolojisi, Isparta Projesi Raporu*. Ankara. (1986).
- Yan, J., Hinderer, M., ve Einsele, G. "Geochemical evolution of closed-basin lakes: general model and application to Lakes Qinghai and Turkana". *Sedimentary Geology*, 148(1), 105-122, (2002).
- Yan, L., Zhang, S., Chen, P., Liu, H. T., Yin, H. H., ve Li, H. Y. "Magnetotactic bacteria, magnetosomes and their application". *Microbiological Research*, 167(9), 507-519, (2012).
- Yavuz, H., ve Erdogan, S. "Spatial Analysis of Monthly and Annual Precipitation Trends in Turkey". *Water Resources Management*, 26(3), 609-621, (2012).

- Yıldırım, Ü., Erdoğan, S., ve Uysal, M. "Changes in the coastline and water level of the Akşehir and Eber lakes between 1975 and 2009". *Water Resources Management*, 25(3), 941-962, (2011).
- Yousef, A., Salem, A., Baraka, A., ve Aglan, O. S. "The Impact of Geological Setting on the Groundwater Occurrences in some Wadis in Shalatein-Abu Ramad Area, South Eastern Desert, Egypt". *Eur. Water Pub.(EWRA)*, 25(26), 53-68, (2009).
- YSI. "Conductivity, [online]", <https://www.ySI.com/parameters/conductivity>, (2016).
- Zaback, D. A., ve Pratt, L. M. "Isotopic Composition and Speciation of Sulfur in the Miocene Monterey Formation - Reevaluation of Sulfur Reactions during Early Diagenesis in Marine Environments". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 56(2), 763-774, (1992).
- Zang, H., Zheng, X., Jia, Z., Chen, J., ve Qin, Z. "The impact of hydrogeochemical processes on karst groundwater quality in arid and semiarid area: a case study in the Liulin spring area, north China". *Arabian Journal of Geosciences*, 8(9), 6507-6519, (2015).
- Zhang, C. L., Liu, S., Phelps, T. J., Cole, D. R., Horita, J., Fortier, S. M., ve diğ. "Physiochemical, mineralogical, and isotopic characterization of magnetite-rich iron oxides formed by thermophilic iron-reducing bacteria". *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 61(21), 4621-4632, (1997).
- Zhang, Q., ve Li, W. "Mass spectrometric determination of the absolute isotopic abundance of carbon in NBS-20", *2nd Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis*, 391-392, (1987).
- Zhang, X., ve Hu, L. "Scattering by pure seawater at high salinity". *Optics Express*, 17(15), 12685-12691, (2009).
- Zhang, X., Hu, L., ve He, M.-X. "Scattering by pure seawater: effect of salinity". *Optics Express*, 17(7), 5698-5710, (2009).
- Zhang, X., Hu, L., Twardowski, M. S., ve Sullivan, J. M. "Scattering by solutions of major sea salts". *Optics Express*, 17(22), 19580-19585, (2009).
- Zhao, X., Stein, A., Chen, X., ve Feng, L. "Modeling spatial-temporal change of Poyang Lake marshland based on an uncertainty theory-random sets". *Procedia Environmental Sciences*, 3, 105-110, (2011).
- Zheng, M.-P., Qi, W., ve Yuan, H.-R. "Characteristics of salt lake boron deposits and magnesium borate deposits of the Qinghai-Tibet Plateau, China", *Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge*, 1123-1125, (2005).
- Zheng, M., *An introduction to saline Lakes on the Qinghai—Tibet plateau*, 76: Springer Science & Business Media, (1997).
- Zhu, Z., Chen, J. a., ve Zeng, Y. "Abnormal positive  $\delta^{13}\text{C}$  values of carbonate in Lake Caohai, southwest China, and their possible relation to lower temperature". *Quaternary International*, 286, 85-93, (2013).

# **EKLER**

## CD EKİ İÇİNDEKİLER

EK A Güncel Göl Sedimanları ve Litolojik Birimlerin İz Element İçerikleri	673
EK B XRD Difraktogramları	690
EK C Acıgöl Havzasındaki Doğal Sular Bölümü Ekleri	698
EK D Havzadaki Suların Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	741
EK E Yüzey ve Yeraltı Sularının Mineral Doygunluğu	758
EK F Acıgöl'ün Major İyon Analiz Sonuçları ve Fiziksel Özellikleri	772
EK G Acıgöl'ün Farklı Dönemlerde Hesaplanmış Hidrojeokimyasal Özellikleri	779
EK H Tuzlu Göl Hidrojeokimyası Bölümü Ekleri	784
EK I Güncel Sediman Jeokimyası ve Petrografisi Bölümü Ekleri	793
EK J 1/100000 Ölçekli Acıgöl Havzası Genel Jeoloji Haritası	
EK K 1/100000 Ölçekli Hidrojeoloji Haritası	
EK L 1/100000 Ölçekli Örnekleme Haritası	

## 17. EKLER

### EK A Güncel Göl Sedimanları ve Litolojik Birimlerin İz Element İçerikleri

Tablo A. 1: Güncel Göl Sedimanları ve Litolojik Birimlerin İz Element İçerikleri.

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
	Sedima Yüzevi (0-2cm)																												
LSS-1	Y	14,0	44,0	Y	Y	Y	Y	33,0	Y	Y	Y	Y	Y	1,0	3,0	Y	Y	Y	1,0	Y	1912,0	Y	Y	Y	27,0	Y	56,0	Y	Y
LSS-2	2,6	7,0	158,0	2,1	nd	0,6	10,0	107,0	6,8	33,5	32,6	0,0	38,7	1,0	10,0	244,9	16,2	86,0	4,0	1,0	964,0	7,1	0,4	1,1	63,0	84,0	128,0	31,3	21,7
LSS-3	2,9	36,0	74,0	1,3	0,1	0,1	4,0	71,0	2,2	13,9	14,2	0,0	41,4	2,0	5,0	92,3	6,6	25,1	2,0	<1	4306,0	2,9	0,1	1,2	38,0	49,3	94,0	5,3	7,4
LSS-4	2,3	8,0	140,0	1,8	nd	0,4	7,0	152,0	5,6	27,2	26,6	nd	36,6	1,0	9,0	182,7	12,1	64,4	4,0	1,0	1183,0	6,8	0,3	0,9	61,0	69,0	115,0	nd	18,0
LSS-5	2,5	22,0	44,0	1,0	0,0	0,1	<1	38,0	1,7	11,6	11,3	0,0	34,3	2,0	3,0	51,4	5,6	18,6	2,0	<1	4324,0	2,0	0,1	1,2	30,0	62,7	78,0	31,3	7,2
LSS-6	3,1	27,0	51,0	1,0	0,0	0,1	<1	40,0	1,8	12,0	10,0	0,0	39,5	3,0	3,0	49,8	4,7	18,4	<1	<1	5147,0	2,0	0,1	1,2	33,0	53,8	90,0	33,7	6,6
LSS-7	3,6	30,0	33,0	0,9	0,0	0,1	<1	32,0	1,6	12,6	6,8	0,0	39,9	2,0	2,0	44,9	6,2	15,6	2,0	<1	5057,0	1,7	0,1	1,1	29,0	41,9	85,0	31,1	6,8
LSS-8	1,7	14,0	24,0	0,8	0,0	0,0	<1	12,0	0,9	8,5	5,5	0,0	16,6	3,0	3,0	41,4	2,5	9,7	1,0	<1	2223,0	0,9	0,0	0,5	20,0	22,9	51,0	23,1	2,8
LSS-9	0,7	18,0	66,0	1,1	0,0	0,1	1,0	61,0	2,1	10,2	8,0	0,0	60,5	2,0	5,0	60,8	6,5	19,7	5,0	1,0	1062,0	2,1	0,1	1,0	35,0	47,2	58,0	37,9	6,7
LSS-10	2,3	21,0	29,0	1,0	0,0	0,1	<1	24,0	1,7	11,2	S	0,0	25,7	2,0	2,0	79,4	4,1	18,0	1,0	<1	3414,0	1,8	0,1	1,0	22,0	43,0	67,0	30,3	4,9
LSS-11	3,2	20,0	89,0	1,3	0,0	0,1	3,0	56,0	2,4	15,5	S	0,0	35,8	3,0	5,0	65,5	6,0	24,7	4,0	<1	2665,0	2,6	0,1	1,8	43,0	25,5	79,0	42,2	8,1
LSS-12	2,8	22,0	56,0	1,3	0,0	0,1	1,0	48,0	2,5	15,4	S	0,0	39,8	7,0	4,0	92,1	6,7	26,3	<1	<1	3904,0	2,6	0,1	1,8	38,0	48,3	81,0	43,1	8,9
LSS-13	2,2	23,0	109,0	2,0	0,1	0,2	5,0	81,0	4,3	23,0	16,6	0,0	75,3	22,0	6,0	178,7	10,9	44,7	2,0	<1	2796,0	4,4	0,3	2,4	57,0	74,7	91,0	58,7	18,3
LSS-14	3,8	27,0	<12	0,6	0,0	0,0	<1	8,0	0,6	7,8	5,0	0,0	15,3	3,0	<1	34,5	3,7	6,1	<1	<1	6691,0	0,8	0,1	1,0	13,0	27,7	78,0	14,3	3,9
LSS-15	2,2	nd	nd	0,8	0,0	0,0	nd	nd	1,5	9,6	7,2	0,0	40,5	nd	nd	41,4	3,2	13,3	nd	nd	nd	1,4	0,1	1,5	nd	49,1	nd	37,4	4,7
LSS-16	2,2	14,0	14,0	1,1	0,0	0,1	1,0	23,0	1,8	11,6	7,8	0,0	42,2	5,0	2,0	54,4	4,9	18,8	1,0	<1	2844,0	2,0	0,1	1,5	13,0	21,1	56,0	38,3	6,5
LSS-17	1,6	21,0	52,0	0,7	0,0	0,1	<1	38,0	1,0	8,3	4,7	0,0	18,7	4,0	3,0	37,3	3,5	10,5	<1	<1	4374,0	1,1	0,1	1,0	30,0	42,6	77,0	21,9	3,8
LSS-18	2,4	25,0	17,0	0,9	0,1	0,1	<1	9,0	1,5	10,2	6,8	0,0	33,6	4,0	2,0	44,5	3,6	15,5	<1	<1	5347,0	1,6	0,1	1,5	20,0	48,6	75,0	32,5	5,0

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
LSS-19	2,8	18,0	10,0	0,7	0,0	0,1	<1	24,0	1,0	8,7	6,0	0,0	25,3	2,0	2,0	35,5	4,6	10,7	1,0	<1	3090,0	1,2	0,1	1,1	15,0	54,2	60,0	21,1	5,2
LSS-20	1,6	17,0	29,0	0,8	0,0	0,1	1,0	28,0	0,9	11,0	4,7	0,0	17,5	2,0	2,0	43,5	4,4	10,0	1,0	<1	3059,0	0,9	0,1	0,8	23,0	22,6	59,0	25,6	3,0
LSS-21	1,7	nd	nd	1,0	0,0	0,1	nd	nd	1,4	10,6	6,8	0,0	25,6	nd	nd	48,5	4,3	16,1	nd	nd	nd	1,6	0,1	0,9	nd	20,7	nd	31,7	4,6
LSS-22	2,5	24,0	39,0	1,0	0,0	0,1	1,0	39,0	1,5	14,2	10,3	0,0	29,8	3,0	3,0	47,5	5,5	17,2	1,0	<1	4247,0	2,1	0,1	1,0	40,0	44,1	78,0	28,1	11,6
LSS-23	0,8	19,0	119,0	S	0,0	0,1	4,0	72,0	3,0	13,5	12,7	0,0	328,0	1,0	6,0	171,4	8,0	28,2	4,0	<1	958,0	2,9	0,1	1,3	33,0	49,3	63,0	50,9	9,4
LSS-24	0,5	16,0	84,0	S	0,0	0,1	4,0	91,0	2,8	11,6	S	0,0	160,5	2,0	4,0	187,3	5,2	26,0	3,0	<1	654,0	2,6	0,1	0,9	23,0	39,8	56,0	45,7	8,6
LSS-25	0,8	12,0	55,0	S	0,0	0,1	<1	20,0	1,7	10,1	S	0,0	41,8	2,0	4,0	138,5	5,0	22,5	<1	<1	1002,0	2,4	0,1	0,6	16,0	44,4	52,0	45,4	6,1
LSS-26	1,5	25,0	24,0	0,9	0,0	0,1	<1	26,0	1,3	10,0	7,1	0,0	23,1	5,0	2,0	44,6	3,8	14,3	2,0	<1	5855,0	1,5	0,1	0,9	29,0	41,6	86,0	28,0	4,4
LSS-27	1,2	16,0	149,0	S	0,2	0,3	11,0	106,0	5,8	32,4	S	0,0	327,0	4,0	8,0	195,4	13,0	65,1	4,0	3,0	1521,0	6,7	0,3	1,5	81,0	71,2	107,0	90,8	29,2
LSS-28	1,3	16,0	133,0	2,1	0,1	0,2	6,0	70,0	4,3	20,7	15,9	0,0	S	18,0	7,0	174,4	11,1	46,4	3,0	<1	1922,0	0,1	0,2	2,0	56,0	100,4	83,0	69,4	19,1
LSS-29	4,3	nd	nd	1,0	0,0	0,1	nd	nd	1,9	13,9	8,1	0,0	26,7	nd	nd	52,4	5,8	19,2	nd	nd	nd	2,1	0,1	1,4	nd	22,8	nd	39,4	11,4
LSS-30	3,2	23,0	41,0	1,0	0,0	0,1	3,0	30,0	2,0	12,3	8,0	0,0	43,7	3,0	4,0	65,5	7,2	18,6	3,0	<1	3862,0	1,8	0,1	1,3	29,0	50,0	75,0	38,2	6,3
LSS-31	1,9	19,0	65,0	1,2	0,0	0,1	<1	43,0	2,4	11,8	8,8	0,0	68,3	2,0	4,0	65,2	5,8	21,2	3,0	<1	2498,0	2,3	0,1	1,3	32,0	56,4	67,0	44,1	7,2
LSS-32	0,7	18,0	168,0	1,9	0,1	0,1	6,0	89,0	3,7	14,8	15,6	0,0	S	2,0	8,0	96,5	7,6	41,1	4,0	<1	807,0	4,7	0,2	1,4	61,0	61,8	83,0	62,4	12,1
LSS-33	0,9	20,0	166,0	2,6	0,1	0,1	14,0	86,0	5,0	20,4	18,4	0,0	S	3,0	8,0	107,5	10,5	56,4	4,0	1,0	1327,0	6,4	0,3	1,7	63,0	48,2	87,0	75,7	16,9
LSS-34	0,9	15,0	103,0	1,7	0,1	0,2	5,0	42,0	3,6	17,2	11,9	0,0	74,6	7,0	6,0	77,4	8,1	37,1	2,0	<1	1501,0	3,7	0,2	1,6	40,0	65,3	69,0	59,6	13,2
LSS-35	0,6	16,0	188,0	2,5	0,1	0,2	9,0	99,0	5,9	24,4	19,4	0,0	S	1,0	8,0	105,8	11,9	59,9	17,0	<1	771,0	6,4	0,3	1,2	75,0	79,5	89,0	77,3	23,9
LSS-36	0,4	13,0	249,0	3,8	0,3	0,3	20,0	134,0	6,1	47,6	25,4	0,1	S	1,0	13,0	146,9	18,4	S	4,0	<1	298,0	12,9	0,5	1,4	97,0	88,7	143,0	131,7	75,3
LSS-37	1,7	12,0	31,0	1,0	0,1	0,1	<1	22,0	1,6	10,6	7,3	0,0	27,0	3,0	4,0	52,3	4,1	18,2	1,0	<1	2718,0	1,6	0,1	0,9	22,0	20,0	59,0	32,8	4,8
LSS-38	0,3	13,0	157,0	2,8	0,2	0,2	22,0	163,0	4,6	45,4	31,7	0,0	71,1	1,0	11,0	137,5	13,3	S	1,0	<1	198,0	8,3	0,4	1,3	102,0	97,5	128,0	116,1	43,6
LSS-39	0,4	8,0	113,0	1,8	0,1	0,4	2,0	109,0	2,5	16,1	12,8	0,0	45,3	2,0	7,0	95,5	9,8	40,3	3,0	<1	316,0	4,9	0,2	2,1	53,0	62,0	87,0	56,2	21,2
LSS-40	2,2	19,0	58,0	1,0	0,0	0,1	<1	37,0	1,8	12,2	8,7	0,0	46,3	2,0	2,0	53,1	5,3	18,1	2,0	<1	3834,0	1,7	0,1	1,4	26,0	44,9	75,0	33,8	6,6
LSS-41	2,4	22,0	13,0	0,8	0,0	0,0	<1	15,0	1,0	8,4	5,1	0,0	20,8	3,0	2,0	36,5	3,5	10,3	1,0	<1	4513,0	1,0	0,1	1,0	17,0	48,3	71,0	22,4	3,8
LSS-42	2,1	15,0	37,0	1,5	0,0	0,3	1,0	29,0	1,7	13,3	9,7	0,0	40,0	5,0	3,0	nd	6,1	17,2	nd	nd	2644,0	1,7	0,1	1,4	24,0	26,0	56,0	12,6	3,6
LSS-43	1,5	20,0	111,0	2,1	0,1	0,5	5,0	50,0	3,5	18,7	16,5	0,0	75,5	9,0	6,0	nd	9,8	34,6	3,0	nd	1877,0	3,3	0,2	1,8	47,0	46,8	66,0	19,5	6,6
LSS-44	1,7	11,0	14,0	1,2	0,0	0,3	nd	5,0	1,0	9,0	6,1	0,0	21,9	4,0	2,0	nd	4,3	10,6	nd	nd	2479,0	1,0	0,1	1,1	14,0	13,7	49,0	8,0	1,8
LSS-45	1,4	25,0	55,0	1,1	0,0	1,0	1,0	37,0	1,3	8,9	8,6	0,0	29,6	4,0	3,0	nd	3,5	14,0	1,0	nd	3509,0	1,5	0,1	1,6	34,0	14,5	70,0	10,9	2,8
LSS-46	2,8	31,0	31,0	0,7	0,0	0,2	nd	13,0	0,7	7,7	5,7	0,0	16,9	3,0	1,0	nd	2,0	6,3	nd	nd	7000,0	1,1	0,1	1,1	23,0	16,5	90,0	10,5	1,9
LSS-47	4,4	15,0	30,0	0,7	nd	0,2	nd	7,0	0,8	7,3	10,2	0,0	16,7	3,0	2,0	424,5	4,7	9,4	3,0	1,0	2194,0	0,6	0,1	0,6	11,0	26,2	52,0	17,4	5,4
LSS-48	3,8	22,0	63,0	1,2	0,1	0,2	11,0	45,0	1,9	15,1	6,4	0,0	25,7	3,0	3,0	277,9	7,0	20,3	nd	nd	3015,0	1,6	0,1	1,3	25,0	65,3	75,0	25,5	4,9
LSS-49	6,6	26,0	66,0	1,2	0,1	0,2	7,0	38,0	2,1	17,1	6,4	0,0	22,1	2,0	2,0	436,2	6,4	22,1	1,0	nd	4445,0	1,4	0,1	1,6	31,0	26,9	90,0	25,7	4,0
LSS-50	0,4	9,0	14,0	0,7	0,0	0,1	nd	nd	0,2	3,3	1,9	0,0	7,5	2,0	1,0	149,2	2,3	3,4	1,0	nd	730,0	0,2	0,0	0,2	2,0	52,8	24,0	15,0	0,6
LSS-51	4,3	20,0	51,0	1,1	0,1	0,1	1,0	25,0	1,4	12,0	5,1	0,0	18,5	2,0	2,0	175,3	5,3	14,7	2,0	nd	2911,0	1,4	0,1	1,2	20,0	47,2	71,0	26,4	3,7

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
LSS-52	0,2	4,0	14,0	0,7	0,1	0,0	3,0	1,0	0,1	3,6	2,3	0,0	3,3	1,0	1,0	58,0	2,2	2,3	2,0	nd	224,0	0,2	0,0	0,1	1,0	42,5	16,0	11,9	0,3
LSS-53	2,3	17,0	67,0	0,7	nd	0,1	11,0	20,0	1,0	6,7	11,3	0,0	22,6	2,0	2,0	154,6	3,4	10,8	3,0	1,0	1778,0	0,9	0,1	0,8	16,0	35,2	48,0	20,4	6,7
LSS-54	1,2	16,0	73,0	0,9	0,1	0,2	10,0	21,0	1,4	8,9	4,6	0,0	27,4	3,0	2,0	397,1	4,9	12,5	5,0	nd	1077,0	0,8	0,1	0,8	14,0	20,2	41,0	20,4	2,2
LSS-55	1,2	17,0	72,0	1,1	0,1	0,1	15,0	31,0	1,4	9,7	5,1	0,0	30,9	3,0	2,0	54,4	5,2	13,3	5,0	2,0	1211,0	1,6	0,1	0,9	14,0	97,0	44,0	28,3	3,8
LSS-56	0,5	1,0	7,0	0,5	nd	0,1	1,0	29,0	0,3	4,1	7,6	0,0	3,7	3,0	2,0	34,7	1,9	4,5	1,0	nd	577,0	0,4	0,0	0,2	6,0	42,8	29,0	15,9	6,7
LSS-57	1,3	11,0	61,0	1,0	0,1	0,1	3,0	19,0	1,1	8,8	4,5	0,0	25,5	3,0	2,0	182,2	4,5	10,4	5,0	nd	1333,0	1,0	0,1	0,7	13,0	56,3	43,0	24,7	2,3
LSS-58	1,5	12,0	50,0	0,9	0,1	0,1	9,0	15,0	0,9	8,3	4,0	0,0	21,2	3,0	2,0	168,5	7,8	7,9	4,0	nd	1554,0	1,0	0,0	0,6	9,0	57,7	44,0	23,3	1,8
LSS-59	2,3	15,0	41,0	0,9	0,0	0,2	8,0	11,0	0,9	8,6	4,0	0,0	20,3	4,0	1,0	236,7	4,5	9,2	3,0	nd	2132,0	0,7	0,0	0,9	11,0	21,5	52,0	21,3	2,3

Sediman Karot (0-10 cm seviyesi)

K1:0-10	1,0	17,0	160,0	2,0	0,1	0,2	7,0	102,0	4,0	18,8	21,6	0,0	52,8	5,0	9,0	100,0	9,3	52,0	3,0	nd	1295,0	6,2	0,2	1,4	70,0	43,2	97,0	52,3	12,6
K2:0-10	1,3	11,0	33,0	0,7	0,0	0,0	nd	28,0	1,3	7,4	7,4	0,0	14,8	2,0	3,0	33,6	2,4	13,4	1,0	nd	2327,0	1,4	0,1	0,6	19,0	14,8	56,0	14,6	3,8
K3:0-10	1,8	18,0	33,0	0,8	0,0	0,1	nd	24,0	1,2	7,6	7,5	0,0	18,5	5,0	2,0	45,5	3,8	14,3	1,0	nd	3241,0	1,4	0,1	0,8	21,0	16,6	61,0	13,7	4,2
K4:0-10	1,8	15,0	43,0	1,0	0,0	0,1	1,0	38,0	1,6	9,6	8,9	0,0	20,5	3,0	2,0	40,6	3,8	17,2	2,0	nd	2689,0	1,6	0,1	0,8	26,0	17,4	63,0	16,2	4,6
K5:0-10	1,8	16,0	73,0	1,1	0,1	0,1	1,0	38,0	2,5	12,8	12,2	0,0	33,0	3,0	4,0	54,6	5,2	25,7	2,0	nd	3236,0	1,6	0,1	1,3	37,0	31,4	78,0	15,4	6,1
K6:0-10	1,2	23,0	115,0	1,3	0,1	0,1	3,0	69,0	3,0	14,1	15,1	0,0	33,9	4,0	6,0	65,8	7,7	34,9	2,0	nd	2523,0	3,0	0,1	1,1	53,0	30,4	86,0	27,8	9,6
K7:0-10	2,3	23,0	98,0	1,4	0,1	0,1	2,0	57,0	2,4	14,3	12,4	0,0	44,2	3,0	5,0	56,4	6,2	24,3	3,0	nd	3249,0	2,4	0,1	1,7	45,0	30,3	84,0	23,8	8,3
K8:0-10	0,8	15,0	86,0	0,7	0,0	0,1	1,0	279,0	1,3	8,6	10,5	0,0	26,4	2,0	4,0	102,7	3,5	13,1	3,0	nd	1487,0	1,4	0,1	0,7	30,0	16,1	63,0	17,0	8,3
K9:0-10	0,7	22,0	114,0	0,9	0,1	0,2	3,0	57,0	2,0	10,3	11,0	0,0	40,8	2,0	5,0	355,7	5,1	18,3	4,0	nd	1212,0	1,6	0,1	0,9	34,0	24,0	62,0	18,5	7,3
K10:0-10	0,4	15,0	90,0	0,8	0,0	0,1	2,0	95,0	1,7	7,8	10,6	0,0	35,0	1,0	4,0	56,4	3,2	15,2	2,0	nd	606,0	1,3	0,1	0,7	21,0	24,8	52,0	13,3	6,3
K11:0-10	nd	20,0	116,0	nd	nd	nd	10,0	69,0	1,0	7,0	8,0	nd	nd	2,0	7,0	75,0	10,0	40,0	2,0	nd	1066,0	2,6	nd	nd	43,0	32,0	77,0	25,2	9,0
K12:0-10	0,9	17,0	208,0	2,8	0,2	0,3	11,0	123,0	6,0	28,8	24,2	0,0	88,5	1,0	11,0	107,2	14,7	59,3	2,0	nd	1062,0	5,7	0,3	1,4	81,0	59,5	132,0	48,6	26,6
K13:0-10	2,2	24,0	99,0	1,3	0,1	0,1	6,0	64,0	2,8	15,8	11,9	0,0	41,8	2,0	5,0	80,8	5,8	25,7	4,0	nd	3557,0	2,2	0,2	1,3	52,0	25,3	90,0	24,2	11,4
K14:0-10	1,6	25,0	114,0	1,2	0,1	0,5	6,0	74,0	2,5	13,0	11,8	0,0	35,2	4,0	7,0	353,3	7,1	24,9	2,0	nd	3632,0	2,5	0,1	1,5	58,0	21,3	99,0	23,6	9,0
K15:0-10	1,7	20,0	63,0	0,9	0,0	0,1	2,0	40,0	1,6	8,5	7,4	0,0	19,4	2,0	4,0	40,3	4,3	14,6	ND	nd	3924,0	1,5	0,1	1,0	37,0	12,3	78,0	16,4	6,8
K21:0-10	2,2	31,0	34,0	0,8	0,0	0,1	1,0	35,0	1,2	7,7	5,6	0,0	28,4	2,0	2,0	33,8	3,4	9,3	1,0	nd	4355,0	1,0	0,1	1,0	26,0	11,4	68,0	13,1	4,0
K22:0-10	1,3	19,0	75,0	0,9	0,0	0,1	1,0	50,0	1,6	8,1	7,4	0,0	40,1	2,0	4,0	37,9	4,4	12,5	4,0	nd	2316,0	1,2	0,1	1,1	35,0	13,2	65,0	15,3	4,6
K23:0-10	1,1	19,0	108,0	1,3	0,0	0,2	1,0	53,0	2,3	12,1	13,1	0,0	61,5	2,0	4,0	43,0	9,2	19,3	4,0	nd	1538,0	2,0	0,1	1,1	35,0	24,6	60,0	18,0	4,0
K24:0-10	0,9	21,0	148,0	1,8	0,1	0,9	4,0	76,0	3,5	16,8	17,8	0,0	63,4	2,0	7,0	72,0	7,9	34,8	4,0	nd	1369,0	3,5	0,2	1,3	54,0	30,5	82,0	24,5	6,3
K25:0-10	1,1	18,0	155,0	2,2	0,1	0,1	6,0	78,0	4,0	19,0	19,7	0,0	66,7	3,0	8,0	69,0	8,5	40,3	4,0	nd	1609,0	3,7	0,2	1,6	59,0	34,8	89,0	22,6	7,3
K26:0-10	1,3	21,0	108,0	1,8	0,1	0,2	3,0	42,0	3,2	16,4	15,4	0,0	53,7	3,0	5,0	50,0	7,4	29,7	4,0	nd	2187,0	2,6	0,2	1,4	44,0	33,9	76,0	17,8	5,6
K27:0-10	0,9	16,0	147,0	2,2	0,1	0,2	4,0	57,0	4,5	19,2	19,1	0,0	94,3	2,0	7,0	59,0	8,6	37,4	4,0	nd	1206,0	3,3	0,2	1,0	53,0	38,1	71,0	16,8	7,6
K28:0-10	1,9	19,0	177,0	2,8	0,2	0,7	13,0	93,0	4,3	37,1	24,3	0,0	74,0	2,0	9,0	95,0	13,7	56,9	3,0	nd	2484,0	4,8	0,4	1,5	78,0	62,4	121,0	24,3	20,9
K29:0-10	1,6	16,0	48,0	1,4	0,0	0,3	nd	25,0	1,6	11,2	9,7	0,0	29,4	2,0	3,0	29,0	5,0	16,8	1,0	nd	2484,0	1,4	0,1	0,9	27,0	19,9	58,0	11,6	3,3



	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
<b>K30:0-10</b>	0,6	8,0	191,0	4,0	0,3	0,7	nd	186,0	4,8	69,6	33,1	0,1	87,0	1,0	11,0	132,0	19,3	81,6	3,0	1,0	175,0	8,2	0,6	1,8	118,0	92,6	128,0	27,0	29,8
<b>K31:0-10</b>	1,2	8,0	81,0	1,9	0,1	0,6	nd	81,0	3,1	17,7	14,6	0,0	47,8	2,0	6,0	56,0	9,7	29,4	4,0	nd	1022,0	2,8	0,2	1,7	40,0	91,1	72,0	16,8	7,4
<b>K32:0-10</b>	2,5	19,0	70,0	1,6	0,1	0,3	nd	37,0	2,1	14,2	11,1	0,0	61,2	3,0	3,0	32,0	6,5	17,9	3,0	nd	2786,0	1,9	0,1	1,7	32,0	33,4	60,0	16,9	3,8
<b>K33:0-10</b>	2,6	21,0	47,0	1,0	0,0	2,5	nd	25,0	1,2	11,4	7,9	0,0	33,0	3,0	2,0	28,0	3,6	10,9	4,0	nd	4385,0	1,2	0,1	1,3	22,0	32,1	74,0	13,5	2,5
<b>K34:0-10</b>	1,8	15,0	37,0	1,2	0,0	0,2	nd	27,0	1,2	9,4	7,9	0,0	24,6	4,0	3,0	27,0	4,0	12,0	3,0	nd	3192,0	2,0	0,1	1,0	22,0	16,3	61,0	14,8	2,9
<b>K35:0-10</b>	2,0	14,0	34,0	1,3	0,0	0,4	nd	10,0	1,5	10,9	8,8	0,0	30,7	3,0	2,0	28,0	5,4	15,8	2,0	nd	2467,0	2,1	0,1	1,0	23,0	26,1	57,0	14,3	3,0
<b>K36:0-10</b>	3,3	21,0	52,0	1,1	0,1	0,1	2,0	26,0	1,1	12,2	4,8	0,0	26,1	3,0	2,0	96,9	4,4	11,5	2,0	nd	4359,4	0,8	0,1	1,4	17,0	65,7	56,0	18,5	2,0
<b>K37:0-10</b>	3,2	22,0	70,0	1,1	0,1	0,1	5,0	22,0	1,6	12,1	6,5	0,0	23,8	2,0	2,0	202,4	5,0	18,8	1,0	nd	4973,6	1,8	0,1	1,9	28,0	75,4	73,0	27,3	3,7
<b>K38:0-10</b>	nd	24,0	44,0	nd	nd	nd	7,0	14,0	nd	nd	nd	nd	nd	4,0	1,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	21,0	nd	85,0	nd	nd

**Sediman Karot (10-20 cm seviyesi)**

<b>K1:10-20</b>	1,1	19,0	124,0	1,5	0,1	0,1	4,0	92,0	3,4	14,5	19,1	0,0	35,8	3,0	8,0	83,1	7,4	45,7	4,0	nd	1935,0	5,3	0,2	1,0	68,0	35,0	95,0	38,8	11,7
<b>K2:10-20</b>	1,3	11,0	20,0	0,7	0,0	0,0	nd	13,0	0,9	6,1	6,5	0,0	11,6	4,0	3,0	29,4	1,8	9,5	2,0	nd	2257,0	1,0	0,0	0,5	16,0	13,4	47,0	11,8	2,7
<b>K3:10-20</b>	1,3	15,0	47,0	0,9	0,0	0,1	nd	31,0	1,5	8,4	8,8	0,0	20,8	3,0	3,0	38,3	3,3	16,2	ND	nd	2277,0	1,5	0,1	0,7	24,0	28,3	60,0	15,5	4,2
<b>K4:10-20</b>	2,0	16,0	38,0	1,3	0,1	0,2	nd	25,0	2,9	13,5	14,8	0,0	38,4	4,0	2,0	60,4	7,0	31,3	3,0	nd	3144,0	2,7	0,1	1,2	21,0	26,5	61,0	25,7	8,0
<b>K5:10-20</b>	1,3	19,0	76,0	1,0	0,1	0,1	1,0	50,0	2,2	10,5	11,2	0,0	22,8	3,0	5,0	47,0	4,4	26,0	4,0	nd	2845,0	2,4	0,1	0,7	40,0	22,3	76,0	22,8	6,8
<b>K6:10-20</b>	1,3	23,0	104,0	0,1	0,0	0,0	2,0	56,0	1,3	14,0	0,0	0,0	1,3	4,0	6,0	nd	0,9	0,9	4,0	nd	3147,0	1,0	0,1	0,9	48,0	0,0	87,0	12,2	3,7
<b>K7:10-20</b>	1,7	22,0	115,0	1,0	0,1	0,1	3,0	54,0	2,5	11,6	11,9	0,0	33,1	3,0	5,0	49,9	4,3	24,4	2,0	nd	2909,0	2,2	0,1	1,2	45,0	32,5	84,0	22,3	8,0
<b>K11:10-20</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2,7	nd	nd	nd	nd	nd	25,6	8,8
<b>K13:10-20</b>	2,7	31,0	61,0	1,0	0,1	0,2	ND	28,0	1,8	12,3	8,6	0,0	34,6	3,0	2,0	288,9	3,7	14,3	4,0	nd	4257,0	1,2	0,1	1,3	34,0	20,8	81,0	14,0	40,7
<b>K14:10-20</b>	2,3	22,0	75,0	1,0	0,1	0,1	ND	33,0	1,8	10,6	9,0	0,0	33,5	3,0	3,0	45,9	3,8	15,8	4,0	nd	3862,0	1,5	0,1	1,6	37,0	14,4	84,0	16,9	5,5
<b>K15:10-20</b>	1,5	17,0	53,0	0,8	0,0	0,1	1,0	26,0	1,5	8,2	7,0	0,0	20,1	4,0	3,0	296,2	3,5	12,4	ND	nd	3415,0	1,3	0,1	0,9	30,0	11,7	67,0	15,4	5,2
<b>K21:10-20</b>	2,1	33,0	46,0	0,7	0,0	0,1	1,0	42,0	1,2	7,6	6,0	0,0	26,7	3,0	3,0	103,7	2,9	10,2	1,0	nd	4216,0	1,1	0,1	1,0	31,0	11,0	72,0	13,8	4,6
<b>K22:10-20</b>	1,6	24,0	100,0	1,4	0,1	0,5	1,0	42,0	2,2	13,0	12,1	0,0	65,6	2,0	5,0	43,0	5,3	18,6	4,0	nd	2275,0	2,7	0,1	1,2	35,0	70,7	66,0	nd	nd
<b>K24:10-20</b>	0,8	23,0	146,0	1,8	0,1	0,1	4,0	69,0	3,3	15,0	17,2	0,0	67,2	2,0	7,0	67,0	7,2	33,4	4,0	nd	1174,0	3,1	0,2	1,0	51,0	31,6	77,0	21,0	5,8
<b>K25:10-20</b>	1,0	18,0	149,0	1,9	0,1	0,2	6,0	63,0	3,8	17,6	18,2	0,0	65,9	4,0	6,0	66,0	7,0	36,0	6,0	nd	1463,0	2,4	0,2	1,6	55,0	41,2	83,0	13,4	4,1
<b>K26:10-20</b>	1,4	18,0	109,0	1,7	0,1	0,1	2,0	33,0	3,0	16,2	14,0	0,0	60,5	2,0	4,0	43,0	5,2	24,9	5,0	nd	1931,0	2,0	0,1	1,4	39,0	34,9	63,0	16,1	4,5
<b>K27:10-20</b>	1,0	29,0	137,0	2,5	0,1	0,2	5,0	70,0	4,7	21,0	20,2	0,0	98,5	2,0	7,0	68,0	10,1	41,5	4,0	nd	1362,0	3,4	0,2	1,3	59,0	42,5	77,0	17,2	7,8
<b>K28:10-20</b>	3,2	35,0	83,0	1,7	0,1	0,5	3,0	50,0	2,2	19,8	13,3	0,0	48,1	2,0	5,0	48,0	6,8	23,8	2,0	nd	4716,0	2,1	0,2	1,2	44,0	28,7	90,0	16,1	7,7
<b>K29:10-20</b>	2,0	13,0	29,0	1,2	0,0	0,4	nd	16,0	1,2	10,3	7,9	0,0	24,7	3,0	2,0	22,0	4,3	11,7	2,0	nd	2831,0	1,1	0,1	0,8	19,0	25,0	56,0	8,4	2,2
<b>K32:10-20</b>	1,9	19,0	53,0	1,1	0,0	1,7	nd	27,0	1,4	12,5	8,5	0,0	44,3	2,0	3,0	25,0	4,5	11,9	2,0	nd	3130,0	1,8	0,1	1,3	26,0	29,8	64,0	9,5	3,4
<b>K33:10-20</b>	2,9	24,0	51,0	1,1	0,0	0,3	nd	29,0	1,3	11,2	8,1	0,0	39,6	4,0	2,0	25,0	5,0	10,7	3,0	nd	4166,0	1,2	0,1	1,4	24,0	18,7	73,0	13,3	2,4
<b>K34:10-20</b>	1,9	12,0	20,0	1,0	0,0	0,4	nd	12,0	0,9	7,7	6,0	0,0	19,4	3,0	1,0	16,0	3,3	8,9	ND	nd	3183,0	1,0	0,1	0,8	15,0	41,4	53,0	9,9	1,8
<b>K35:10-20</b>	2,0	16,0	30,0	1,2	0,0	1,4	nd	23,0	1,2	10,3	7,5	0,0	26,4	4,0	3,0	23,0	3,9	11,6	4,0	nd	3181,0	1,2	0,1	1,0	19,0	41,2	62,0	11,2	2,0

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
<b>K38:10-20</b>	4,1	26,0	85,0	1,2	0,1	0,2	8,0	48,0	2,0	15,3	7,5	0,0	24,1	5,0	4,0	264,0	5,9	23,8	2,0	nd	5993,1	2,1	0,1	2,2	39,0	62,7	84,0	27,7	4,9

**Sediman Karot (20-30 cm seviyesi)**

<b>K1:20-30</b>	1,0	20,0	155,0	1,8	0,1	0,2	7,0	115,0	4,1	17,5	23,1	0,0	44,5	3,0	9,0	188,3	8,3	56,6	4,0	1,0	1575,0	6,5	0,2	1,0	80,0	41,2	101,0	46,5	14,4
<b>K2:20-30</b>	1,0	12,0	6,0	0,6	0,0	0,0	nd	11,0	0,6	5,0	4,3	0,0	8,7	4,0	1,0	22,4	1,4	6,3	1,0	nd	2082,0	0,7	0,0	0,4	11,0	9,6	38,0	9,7	1,9
<b>K5:20-30</b>	1,1	13,0	58,0	0,8	0,0	0,1	1,0	29,0	1,7	8,6	8,7	0,0	19,1	4,0	3,0	38,3	3,3	18,2	3,0	nd	2420,0	1,6	0,1	0,7	28,0	17,7	64,0	16,8	5,4
<b>K14:20-30</b>	1,8	24,0	93,0	1,1	0,1	0,1	1,0	39,0	1,8	10,0	9,4	0,0	34,0	5,0	4,0	49,7	3,4	15,7	5,0	nd	3357,0	1,7	0,1	1,4	35,0	13,5	71,0	18,5	5,8
<b>K26:20-30</b>	1,0	17,0	94,0	1,7	0,1	0,7	5,0	33,0	3,7	18,0	14,8	0,0	68,2	4,0	6,0	50,0	5,4	29,4	4,0	1,0	1456,0	2,3	0,1	1,4	34,0	35,3	64,0	18,0	5,1
<b>K27:20-30</b>	0,9	28,0	175,0	2,9	0,1	0,2	7,0	79,0	5,4	22,9	26,4	0,0	99,9	1,0	9,0	75,0	11,7	57,6	4,0	nd	1279,0	5,2	0,3	1,2	78,0	48,7	91,0	25,9	10,1
<b>K-29:20-30</b>	2,2	11,0	12,0	1,1	0,0	0,3	nd	6,0	0,7	8,2	5,4	0,0	16,6	5,0	2,0	14,0	2,6	6,7	2,0	nd	2827,0	0,5	0,0	0,8	13,0	14,9	44,0	7,4	1,1
<b>K33:20-30</b>	2,8	26,0	57,0	1,3	0,0	1,9	nd	25,0	1,5	12,3	10,0	0,0	43,4	3,0	2,0	34,0	3,6	14,6	3,0	nd	4516,0	1,6	0,1	1,4	28,0	24,1	72,0	15,1	2,9
<b>K36:20-30</b>	nd	14,0	43,0	nd	nd	nd	3,0	18,0	nd	nd	nd	nd	nd	3,0	2,0	nd	nd	nd	4,0	nd	nd	nd	nd	nd	19,0	nd	58,0	nd	nd
<b>K37:20-30</b>	2,9	14,0	53,0	1,0	0,1	0,1	7,0	31,0	1,1	10,7	5,0	0,0	24,3	3,0	2,0	186,9	3,9	12,5	2,0	nd	4145,1	1,1	0,1	1,8	18,0	73,3	59,0	22,7	2,6
<b>K38:20-30</b>	5,9	22,0	65,0	1,2	0,1	0,3	12,0	32,0	1,8	15,4	6,5	0,0	23,5	5,0	2,0	442,2	5,0	20,1	nd	nd	7212,1	1,5	0,1	2,7	31,0	23,9	86,0	22,0	3,5

**Sediman Sığ Kolon (0-2 cm seviyesi)**

<b>SSS1-0.2</b>	3,4	14,0	14,0	0,7	nd	0,1	<1	17,0	1,0	9,1	10,2	0,0	10,8	2,0	57,0	52,7	5,0	12,6	<1	<1	3101,0	1,2	0,1	1,0	18,0	43,0	57,0	19,3	7,6
<b>SSS2-0.2</b>	1,0	nd	nd	1,3	nd	0,1	nd	nd	3,1	12,3	16,6	0,0	42,4	nd	nd	113,8	6,7	34,6	nd	nd		3,7	0,2	1,0	nd	88,7	nd	20,2	11,1
<b>SSS3-0.2</b>	1,7	15,0	113,0	1,1	nd	0,2	5,0	47,0	3,2	17,0	15,9	0,0	35,0	7,0	69,0	161,5	8,7	33,0	2,0	<1	1568,0	3,2	0,2	1,5	44,0	66,8	69,0	32,2	11,3
<b>SSS4-0.2</b>	5,6	23,0	61,0	1,0	2,0	0,2	5,0	63,0	2,4	14,9	13,0	0,1	22,5	5,0	92,0	73,6	7,9	27,1	3,0	<1	4334,0	2,8	0,1	1,5	44,0	38,1	92,0	23,3	10,5
<b>SSS5-0.2</b>	3,7	18,0	29,0	0,8	nd	0,1	<1	20,0	1,3	8,5	11,2	0,0	14,8	3,0	66,0	81,5	4,8	16,0	1,0	<1	3450,0	1,6	0,1	0,9	22,0	33,9	66,0	17,5	6,5
<b>SSS6-0.2</b>	6,7	27,0	92,0	1,4	nd	0,2	4,0	72,0	3,4	20,3	18,1	0,0	32,5	7,0	95,0	124,8	8,4	38,2	<1	<1	4064,0	3,7	0,2	2,0	57,0	46,7	95,0	8,9	12,8
<b>SSS7-0.2</b>	3,9	19,0	47,0	0,9	nd	0,1	1,0	29,0	1,7	12,6	15,4	nd	20,7	5,0	66,0	98,6	5,1	22,2	3,0	<1	2509,0	2,0	0,1	0,9	27,0	38,2	66,0	13,6	7,4
<b>SSS8-0.4</b>	6,0	39,0	76,0	0,9	nd	0,1	3,0	77,0	1,9	14,6	16,5	nd	26,4	2,0	97,0	156,9	7,8	24,1	2,0	<1	4047,0	3,0	0,1	1,0	38,0	40,1	97,0	21,8	7,7

**Sediman Sığ Kolon (2-4 cm seviyesi)**

<b>SSS1-2.4</b>	2,5	nd	nd	0,7	2,1	0,1	nd	nd	1,2	8,4	9,8	0,1	12,1	nd	nd	48,1	4,0	14,3	nd	nd	nd	1,3	0,1	0,7	nd	nd	33,7	18,9	6,3
<b>SSS2-2.4</b>	1,2	19,0	133,0	1,1	nd	0,1	4,0	79,0	3,0	11,8	17,8	0,0	39,6	2,0	7,0	79,3	7,4	33,6	3,0	<1	964,0	3,5	0,2	1,0	49,0	27,0	43,6	33,9	10,4
<b>SSS3-2.4</b>	2,8	21,0	105,0	1,1	nd	0,2	4,0	47,0	3,1	15,2	16,8	0,0	33,9	2,0	5,0	377,7	6,9	32,8	<1	<1	2406,0	3,2	0,1	1,3	44,0	26,0	64,8	32,5	9,9
<b>SSS4-2.4</b>	4,8	25,0	70,0	1,1	nd	0,1	3,0	52,0	2,3	13,6	13,2	0,0	22,6	3,0	5,0	97,9	5,4	27,4	2,0	<1	4241,0	2,6	0,1	1,4	42,0	23,0	34,7	25,1	9,3
<b>SSS5-2.4</b>	1,9	12,0	13,0	0,7	nd	0,1	<1	20,0	1,0	7,0	9,2	0,0	10,0	2,0	2,0	57,0	3,5	12,1	3,0	<1	1972,0	1,1	0,1	0,5	15,0	13,0	28,6	14,6	5,6
<b>SSS6-2.4</b>	7,2	26,0	145,0	1,7	nd	0,2	6,0	85,0	4,6	26,6	27,0	0,0	41,7	2,0	7,0	103,4	10,3	52,2	4,0	<1	3286,0	4,6	0,3	1,8	71,0	36,0	57,3	10,2	12,2
<b>SSS7-2.4</b>	2,6	16,0	36,0	0,8	nd	0,1	1,0	25,0	1,5	10,2	13,3	nd	16,3	2,0	4,0	145,0	4,5	18,2	1,0	<1	2059,0	1,8	0,1	0,5	24,0	16,0	38,8	19,2	7,3

**Sediman Sığ Kolon (0-7 cm seviyesi bulk)**

<b>Bulk1</b>	4,0	23,0	103,0	1,1	nd	0,2	4,0	62,0	3,0	17,0	18,4	nd	31,9	8,0	5,0	87,0	8,1	33,5	3,0	<1	2952,0	3,3	0,2	1,7	48,0	50,0	86,0	25,8	11,6
<b>Bulk2</b>	6,9	nd	nd	0,8	nd	0,1	nd	nd	1,5	12,0	11,7	nd	26,8	nd	nd	76,5	5,0	15,2	nd	nd	Y	1,7	0,1	1,1	nd	35,7	nd	20,1	6,6

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
<b>Bulk3</b>	6,0	22,0	40,0	0,7	nd	0,1	1,0	32,0	1,6	11,6	12,3	nd	23,0	2,0	3,0	53,1	6,2	15,7	2,0	<1	3742,0	1,8	0,1	1,2	28,0	34,0	73,0	13,7	6,9
<b>Bulk4</b>	1,3	15,0	232,0	2,2	nd	0,5	19,0	120,0	6,0	47,1	35,9	0,0	56,1	1,0	13,0	164,3	19,3	0,7	5,0	1,0	632,0	13,8	0,5	1,5	94,0	106,2	141,0	ND	37,8
<b>Bulk5</b>	2,0	18,0	90,0	0,8	nd	0,1	2,0	58,0	2,0	9,9	14,8	nd	41,6	1,0	4,0	64,7	7,1	19,9	5,0	2,0	1349,0	2,4	0,1	1,0	33,0	35,0	60,0	18,1	8,3
<b>Bulk6</b>	1,6	21,0	104,0	1,0	nd	0,2	3,0	173,0	1,9	12,9	18,1	nd	34,1	2,0	6,0	261,7	6,9	22,7	3,0	<1	1064,0	2,9	0,1	0,9	33,0	41,5	67,0	ND	11,5
<b>Bulk7</b>	Y	8,0	140,0	Y	nd	Y	7,0	152,0	Y	Y	Y	nd	Y	nd	9,0	Y	Y	Y	4,0	1,0	1183,0	Y	Y	Y	61,0	Y	115,0	Y	Y
<b>Bulk8</b>	2,6	nd	nd	1,4	nd	0,3	nd	nd	4,1	22,9	21,3	nd	38,5	nd	nd	93,6	10,4	47,6	nd	nd	Y	4,9	0,2	1,5	nd	57,8	nd	ND	19,6
<b>Bulk9</b>	2,2	24,0	153,0	1,4	nd	0,2	6,0	71,0	4,1	18,0	23,1	nd	44,1	<1	7,0	97,1	9,5	46,3	3,0	1,0	1592,0	5,8	0,2	1,5	60,0	56,7	86,0	ND	10,1
<b>Bulk10</b>	2,1	22,0	161,0	1,7	nd	0,2	7,0	80,0	4,4	20,1	25,8	nd	49,5	4,0	9,0	87,3	10,8	52,3	3,0	1,0	1398,0	6,5	0,3	1,7	64,0	61,9	88,0	ND	13,5
<b>Bulk11</b>	5,8	18,0	49,0	0,7	nd	0,1	<1	28,0	1,5	11,8	12,5	nd	25,5	2,0	2,0	61,5	4,6	14,8	3,0	<1	3473,0	1,5	0,1	1,5	27,0	42,7	68,0	19,9	5,3
<b>Bulk12</b>	0,6	11,0	185,0	1,9	nd	0,5	22,0	178,0	5,3	53,2	32,1	0,0	40,0	1,0	11,0	0,4	17,0	53,9	3,0	1,0	205,0	9,8	0,5	1,4	110,0	95,6	134,0	ND	39,9
<b>Bulk13</b>	7,1	31,0	76,0	1,1	nd	0,2	5,0	69,0	2,8	22,0	16,8	nd	29,2	2,0	5,0	154,1	9,6	32,4	2,0	<1	4618,0	3,7	0,2	1,1	47,0	67,9	102,0	15,4	14,8
<b>Bulk14</b>	2,3	nd	nd	1,8	nd	0,4	nd	nd	5,6	27,2	26,6	nd	36,6	nd	nd	182,7	12,1	64,4	nd	nd	Y	6,8	0,3	0,9	nd	69,0	nd	ND	18,0

**Litoloji (Kumtaşı)**

<b>LITO-13</b>	1,9	7,0	213,0	3,8	nd	0,4	16,0	354,0	6,9	64,2	24,9	nd	41,5	5,0	9,0	573,1	15,9	52,0	3,0	nd	1787,8	14,2	0,5	1,8	64,0	118,8	141,0	300,0	51,0
<b>LITO-19</b>	0,4	14,0	189,0	4,2	nd	0,2	11,0	200,0	4,8	45,9	24,1	nd	59,1	1,0	14,0	194,2	19,5	52,0	4,0	nd	264,8	19,7	0,3	1,9	101,0	117,1	207,0	326,6	30,8
<b>LITO-23</b>	0,8	14,0	336,0	6,4	nd	0,1	16,0	113,0	8,6	64,9	41,6	nd	95,2	1,0	26,0	184,0	28,1	112,0	6,0	1,0	290,2	31,5	0,6	3,2	143,0	139,7	276,0	283,3	31,9
<b>LITO-25</b>	0,4	11,0	195,0	3,7	nd	0,2	10,0	87,0	3,9	53,6	21,9	nd	53,9	2,0	12,0	160,2	19,8	51,0	4,0	nd	262,2	17,2	0,3	1,9	79,0	94,1	176,0	228,5	22,9
<b>LITO-29</b>	0,2	1,0	7,0	1,9	nd	0,1	nd	39,0	0,7	24,2	7,3	nd	14,5	1,0	4,0	151,4	6,3	11,0	6,0	nd	299,4	3,4	0,0	1,6	32,0	51,9	44,0	104,9	10,1
<b>LITO-31</b>	0,7	12,0	212,0	2,3	9,4	0,3	17,0	205,0	4,8	29,3	18,0	0,1	38,3	2,0	14,0	161,6	16,8	73,6	nd	nd	262,4	8,8	0,4	1,6	107,0	69,0	145,0	60,1	14,0
<b>LITO-34</b>	0,3	10,0	67,0	1,2	0,3	0,2	6,0	105,0	1,1	13,8	6,1	0,0	10,9	3,0	6,0	380,9	6,6	17,5	6,0	nd	166,8	2,7	0,1	0,7	23,0	35,1	110,0	36,2	5,2

**Litoloji (Konglomera)**

<b>LITO-8</b>	0,0	6,0	112,0	2,1	nd	0,1	9,0	16,0	2,5	45,9	14,2	nd	18,5	1,0	9,0	400,1	5,4	43,0	5,0	1,0	121,4	13,6	0,2	1,1	24,0	45,1	211,0	358,0	18,1
<b>LITO-24</b>	0,5	6,0	67,0	2,6	nd	0,1	2,0	43,0	1,3	25,6	14,6	nd	23,7	1,0	10,0	72,1	6,4	23,0	3,0	nd	594,1	17,0	0,1	1,7	64,0	67,8	187,0	154,9	19,9

**Litoloji (Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayaç)**

<b>LITO-1</b>	0,6	28,0	561,0	5,4	nd	0,1	9,0	198,0	3,6	34,5	37,4	nd	32,4	nd	22,0	156,0	9,8	62,0	2,0	1,0	620,6	63,3	0,4	6,6	102,0	88,2	218,0	217,8	57,7
<b>LITO-16</b>	0,6	6,0	20,0	2,1	nd	0,2	nd	10,0	0,7	28,9	9,7	nd	18,9	2,0	5,0	135,0	11,3	14,0	3,0	nd	865,6	5,0	0,0	1,4	34,0	60,4	63,0	186,6	29,4
<b>LITO-17</b>	0,3	4,0	30,0	2,7	nd	0,2	nd	41,0	2,5	34,9	15,3	nd	31,8	1,0	8,0	195,4	8,8	29,0	3,0	2,0	360,3	9,5	0,1	1,1	58,0	60,6	86,0	181,6	19,8
<b>LITO-20</b>	0,7	7,0	172,0	4,0	nd	0,2	5,0	55,0	3,0	30,7	24,9	nd	51,4	1,0	13,0	78,8	11,7	44,0	2,0	nd	632,4	31,1	0,2	2,6	88,0	104,3	237,0	213,0	27,3
<b>LITO-26</b>	0,5	5,0	103,0	3,4	nd	0,1	5,0	62,0	2,2	32,2	18,0	nd	42,2	1,0	13,0	130,8	9,3	37,0	2,0	nd	516,1	17,4	0,1	1,8	78,0	80,2	219,0	179,9	21,2
<b>LITO-39</b>	2,7	11,0	339,0	1,4	nd	0,2	10,0	0,0	0,0	15,6	9,0	nd	29,0	3,0	7,0	353,0	7,4	33,9	2,0	0,0	1309,8	3,9	nd	0,0	591,0	56,2	84,0	32,9	7,2
<b>LITO-48</b>	1,6	9,0	660,0	1,3	nd	0,2	15,0	0,0	0,0	9,4	6,0	nd	19,0	2,0	5,0	382,3	8,6	25,9	3,0	0,0	316,3	3,2	nd	0,0	1078,0	43,4	66,0	33,8	5,9
<b>LITO-40</b>	1,8	9,0	419,0	1,5	nd	0,2	14,0	0,0	0,0	18,8	7,0	nd	43,4	2,0	9,0	256,7	11,7	32,5	4,0	0,0	352,0	4,3	nd	0,0	687,0	88,6	82,0	35,6	9,8
<b>LITO-42</b>	1,3	7,0	38,0	1,0	nd	0,1	5,0	0,0	7,0	3,1	5,0	nd	10,3	3,0	7,0	119,7	6,5	15,9	2,0	0,0	475,7	3,1	nd	0,0	307,0	97,5	75,0	25,7	7,4

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y		
<b>LITO-45</b>	1,1	6,0	0,0	0,9	nd	0,2	20,0	0,0	0,0	4,5	4,0	nd	14,6	2,0	6,0	88,4	10,4	9,6	2,0	0,0	284,0	2,2	nd	0,0	201,0	58,9	51,0	26,8	6,2		
<b>LITO-54</b>	0,8	0,0	189,0	1,0	nd	0,0	12,0	0,0	113,0	9,8	3,0	nd	18,1	5,0	4,0	24,6	3,7	13,0	6,0	2,0	64,0	1,5	nd	0,0	541,0	29,1	28,0	66,1	12,0		
<b>Litoloji (Ofiyolit Kompleks)</b>																															
<b>LITO-2</b>	0,3	3,0	46,0	1,7	nd	0,1	27,0	115,0	0,3	76,2	21,5	nd	23,1	1,0	3,0	182,5	3,9	5,0	3,0	nd	430,4	1,5	nd	0,3	197,0	78,9	50,0	273,4	41,0		
<b>LITO-15</b>	0,0	2,0	69,0	1,8	nd	0,1	14,0	15,0	1,2	101,6	10,0	nd	22,4	1,0	4,0	384,8	4,6	22,0	4,0	nd	60,6	3,8	0,1	0,4	25,0	80,1	39,0	497,7	33,9		
<b>LITO-36</b>	0,6	3,0	2734,0	0,6	nd	0,0	107,0	0,0	83,0	22,7	1,0	nd	5,5	2,0	1,0	2164,1	8,8	1,0	4,0	0,0	2,5	2,0	nd	0,0	4425,0	82,3	13,0	49,4	0,2		
<b>LITO-37</b>	0,6	2,0	0,0	0,5	nd	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	nd	1,1	3,0	1,0	2212,0	15,6	0,8	4,0	1,0	0,8	0,0	nd	0,0	4515,0	96,5	13,0	48,4	0,1		
<b>LITO-51</b>	0,4	0,0	0,0	0,5	nd	nd	92,0	0,0	0,0	1,2	0,0	nd	18,3	4,0	1,0	1943,3	0,3	0,8	3,0	1,0	1,7	0,0	nd	0,0	0,0	35,3	13,0	48,0	0,3		
<b>LITO-55</b>	1,6	6,0	0,0	2,0	nd	0,0	18,0	6100,0	298,0	13,7	10,0	0,0	4,0	2,0	8,0	50,7	10,9	78,1	4,0	3,0	32,3	5,6	nd	0,0	8402,0	76,5	77,0	71,0	15,3		
<b>LITO-56</b>	2,0	6,0	220,0	0,8	nn	0,3	37,0	136,0	0,0	177,9	17,0	0,0	9,2	2,0	2,0	16,3	5,9	1,0	0,0	0,0	800,0	0,1	nd	0,0	4322,0	248,2	105,0	81,0	39,5		
<b>Litoloji (Karbonat)</b>																															
<b>LITO-3</b>	0,1	nd	nd	1,2	nd	0,4	nd	nd	0,0	19,3	3,5	nd	1,1	2,0	2,0	148,1	0,9	3,0	nd	nd	278,2	0,1	nd	1,1	5,0	23,4	15,0	48,1	12,1		
<b>LITO-4</b>	0,2	1,0	nd	1,2	nd	0,2	nd	nd	0,6	21,4	6,3	nd	13,1	2,0	2,0	157,4	10,4	8,0	1,0	nd	403,0	1,2	nd	2,4	21,0	75,7	23,0	75,4	9,3		
<b>LITO-5</b>	1,7	3,0	nd	1,3	nd	0,1	nd	nd	1,5	21,9	5,9	nd	5,6	2,0	1,0	184,3	1,4	3,0	nd	nd	2269,1	0,8	0,0	0,6	7,0	33,2	29,0	58,6	2,4		
<b>LITO-6</b>	0,1	nd	nd	1,4	nd	0,3	nd	nd	nd	17,4	3,7	nd	0,5	2,0	2,0	155,0	0,5	3,0	1,0	nd	289,1	0,0	nd	0,6	5,0	23,2	14,0	53,5	0,8		
<b>LITO-7</b>	0,0	nd	nd	1,4	nd	0,3	nd	nd	nd	17,4	3,7	nd	0,6	2,0	1,0	472,9	0,6	3,0	nd	nd	226,9	0,0	nd	0,5	4,0	22,3	14,0	52,4	1,1		
<b>LITO-9</b>	0,1	nd	nd	1,4	nd	0,1	nd	13,0	0,6	15,8	5,3	nd	6,2	2,0	2,0	142,6	2,7	5,0	2,0	nd	212,6	1,3	nd	4,3	17,0	33,8	24,0	73,7	5,4		
<b>LITO-10</b>	nd	nd	nd	1,4	nd	0,1	nd	nd	0,1	24,4	4,0	nd	1,3	2,0	1,0	120,0	0,8	4,0	nd	nd	104,3	0,0	nd	0,2	2,0	27,2	15,0	52,6	0,9		
<b>LITO-11</b>	0,4	nd	nd	1,4	nd	0,6	nd	nd	0,1	18,6	2,8	nd	0,7	2,0	2,0	445,6	1,1	4,0	1,0	nd	273,3	0,1	0,0	0,6	6,0	33,7	15,0	47,9	1,9		
<b>LITO-12</b>	0,4	nd	nd	1,3	nd	0,1	nd	nd	0,0	25,9	3,1	nd	0,8	2,0	1,0	139,6	2,6	3,0	1,0	nd	636,6	0,2	0,1	0,3	2,0	47,6	17,0	46,9	0,9		
<b>LITO-14</b>	0,1	nd	nd	1,3	nd	0,3	nd	nd	0,0	16,7	3,4	nd	0,6	2,0	2,0	454,8	0,7	3,0	nd	nd	255,7	0,1	nd	0,4	5,0	21,6	15,0	56,5	1,2		
<b>LITO-21</b>	0,4	3,0	nd	1,4	nd	0,1	nd	26,0	0,2	17,4	3,0	nd	4,0	2,0	2,0	79,8	2,1	5,0	1,0	nd	338,3	0,7	0,0	1,8	12,0	31,2	18,0	61,8	6,1		
<b>LITO-22</b>	0,1	nd	nd	1,2	nd	0,2	12,0	nd	nd	17,5	2,8	nd	0,6	1,0	1,0	76,4	0,6	4,0	nd	nd	268,8	0,0	nd	0,6	2,0	30,9	15,0	47,5	1,6		
<b>LITO-27</b>	0,3	2,0	nd	1,4	nd	0,1	nd	16,0	0,3	24,5	5,5	nd	5,5	2,0	2,0	151,7	2,2	6,0	nd	nd	373,1	1,5	nd	0,7	16,0	27,8	36,0	85,9	6,9		
<b>LITO-28</b>	0,2	nd	nd	1,3	nd	0,2	nd	nd	nd	16,9	3,0	nd	0,5	1,0	nd	141,7	0,6	3,0	1,0	nd	315,1	0,0	nd	1,4	2,0	22,6	16,0	45,7	1,9		
<b>LITO-32</b>	0,3	nd	nd	0,8	0,0	0,6	nd	nd	0,1	11,5	2,1	0,0	0,6	2,0	1,0	73,2	2,0	1,7	1,0	nd	292,6	0,0	0,0	0,5	3,0	34,5	16,0	14,4	3,9		
<b>Litoloji (Alüvyon-Qal)</b>																															
<b>LITO-18</b>	0,5	9,0	130,0	3,4	nd	0,2	7,0	250,0	3,1	45,3	19,1	nd	35,9	1,0	13,0	233,7	14,4	35,0	3,0	nd	359,1	16,3	0,2	1,8	71,0	82,4	227,0	334,3	35,5		
<b>LITO-61</b>	nd	nd	74,8	0,2	nd	nd	5,9	Y	0,5	5,3	1,3	nd	5,8	2,0	6,0	4,3	4,2	10,1	0,7	1,6	198,7	2,0	0,0	0,7	Y	56,8	68,0	41,9	5,3		
<b>LITO-62</b>	nd	22,6	144,5	0,7	nd	nd	14,5	Y	2,1	5,0	6,3	nd	19,4	2,0	12,0	90,6	11,5	27,9	0,9	2,5	166,0	8,0	0,2	2,6	Y	22,2	150,0	47,2	10,2		
<b>LITO-63</b>	nd	38,2	139,8	0,6	nd	nd	17,6	Y	1,7	14,1	6,1	nd	16,0	2,0	10,0	57,6	18,4	24,9	1,0	2,3	170,3	6,0	0,2	1,5	Y	31,7	153,0	56,6	9,7		
<b>LITO-64</b>	nd	29,7	114,9	0,4	nd	nd	13,0	Y	1,1	2,3	4,4	nd	12,3	2,0	10,0	40,1	12,2	17,0	0,9	2,1	163,5	5,0	0,1	1,2	Y	24,8	170,0	58,5	9,0		

	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	In	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	Zn	Zr	Sc	Y
<b>LITO-30</b>	0,5	8,0	125,0	1,8	0,2	0,3	15,0	187,0	2,8	26,1	13,0	0,0	25,6	2,0	10,0	511,3	12,3	45,6	3,0	nd	396,7	5,9	0,2	2,1	62,0	49,7	167,0	51,5	10,1
<b>Litoloji (Evaporit)</b>																													
<b>Tenardit</b>	0,0	0,0	12,0	0,7	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,8	2,4	0,0	0,4	3,0	1,0	59,1	4,0	0,5	5,0	nd	29,7	0,2	0,0	0,0	2,0	98,0	14,0	11,6	0,2
<b>Jips</b>	0,5	1,0	7,0	0,5	ND	0,1	1,0	29,0	0,3	4,1	7,6	0,0	3,7	3,0	2,0	34,7	1,9	4,5	1,0	nd	535,1	0,4	0,0	0,2	nd	42,8	nd	15,9	6,7
<b>Tuz</b>	0,8	12,0	55,0	S	0,0	0,1	0,0	20,0	1,7	10,1	S	S	41,8	2,0	4,0	138,5	5,0	22,5	0,0	0,0	1002,0	2,4	0,1	0,6	16,0	44,4	52,0	45,4	6,1
<b>Litoloji (Tefra)</b>																													
<b>Tefra-1</b>	0,33	13,31	350,40	1,44	Y	nd	12,44	Y	1,94	4,66	10,08	nd	15,02	10	12,0	nd	20,87	60,42	0,42	3,4	51,3	10	0,36	5,24	Y	30,23	283	78,53	33,98
<b>Tefra-3</b>	0,72	24,24	367,27	1,26	Y	nd	3,22	Y	2,23	7,48	13,52	nd	17,62	2	11,0	15,32	21,77	63,62	0,38	3,6	92,9	12	0,34	4,97	Y	89,07	274	92,39	48,23

**Tablo A. 2:** Sediman ve Litolojilerde NTE Değerleri.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
<b>Yüzey Sedimanları</b>																					
LSS-2	24,22	46,60	5,55	20,29	4,02	0,89	4,09	0,53	2,91	0,58	1,73	0,23	1,51	0,24	113,40	101,57	11,83	3,89	2,24	1,60	2,55
LSS-3	9,03	17,89	1,98	7,45	1,56	0,36	1,56	0,19	1,04	0,19	0,55	0,09	0,48	0,08	42,45	38,27	4,17	3,73	2,70	1,85	3,12
LSS-4	21,47	40,30	4,72	18,22	3,81	0,85	4,01	0,52	2,87	0,55	1,67	0,23	1,45	0,23	100,89	89,36	11,52	3,64	2,29	1,64	2,57
LSS-5	8,85	16,14	1,86	7,01	1,23	0,28	1,10	0,14	0,77	0,14	0,40	0,06	0,35	0,06	38,38	35,37	3,01	4,63	2,57	1,80	3,24
LSS-6	8,78	16,45	1,86	6,86	1,23	0,28	1,08	0,13	0,71	0,13	0,38	0,05	0,33	0,05	38,34	35,47	2,87	4,59	2,71	1,86	3,44
LSS-7	7,75	14,14	1,66	6,23	1,10	0,24	1,01	0,13	0,69	0,13	0,37	0,05	0,32	0,05	33,86	31,11	2,75	4,56	2,56	1,79	3,10
LSS-8	4,45	8,47	0,92	3,37	0,57	0,13	0,49	0,06	0,31	0,06	0,16	0,02	0,15	0,02	19,18	17,90	1,27	5,04	2,79	1,89	3,67
LSS-9	10,14	19,30	2,14	7,81	1,37	0,30	1,21	0,15	0,77	0,14	0,41	0,06	0,36	0,06	44,22	41,07	3,15	4,76	2,82	1,92	3,60
LSS-10	8,33	15,84	1,73	6,32	1,70	0,71	0,98	0,12	0,60	0,11	0,31	0,05	0,30	0,11	37,20	34,63	2,57	3,16	2,70	1,78	5,72
LSS-11	12,29	22,86	2,53	9,24	1,63	0,36	1,15	0,18	0,91	0,17	0,49	0,07	0,43	0,07	52,39	48,92	3,46	4,86	2,22	1,89	3,57
LSS-12	12,81	23,38	2,66	9,75	2,64	1,10	1,52	0,19	0,97	0,18	0,52	0,08	0,51	0,20	56,49	52,33	4,16	3,13	2,47	1,67	5,43
LSS-13	22,30	38,14	4,56	17,18	3,07	0,68	2,80	0,35	1,89	0,36	1,05	0,14	0,92	0,14	93,58	85,93	7,65	4,69	2,52	1,76	3,16
LSS-14	3,68	7,16	0,79	2,96	0,54	0,13	0,51	0,07	0,37	0,07	0,20	0,03	0,17	0,03	16,71	15,27	1,44	4,36	2,46	1,78	2,81
LSS-15	6,49	S	S	5,16	0,88	0,20	0,78	0,10	0,50	0,10	0,27	0,04	0,24	0,04	14,78	12,73	2,05	4,74	2,72	1,84	3,42
LSS-16	8,89	16,44	1,87	7,03	1,21	0,26	1,07	0,13	0,70	0,13	0,37	0,05	0,33	0,05	38,56	35,71	2,86	4,76	2,66	1,83	3,38
LSS-17	4,95	9,34	1,04	3,97	0,67	0,15	0,60	0,07	0,39	0,07	0,22	0,03	0,19	0,03	21,72	20,13	1,60	4,74	2,66	1,78	3,37
LSS-18	6,89	12,99	1,47	5,49	0,97	0,21	0,86	0,11	0,56	0,10	0,30	0,04	0,26	0,04	30,29	28,02	2,27	4,60	2,72	1,89	3,44
LSS-19	5,72	10,75	1,21	4,56	0,81	0,18	0,74	0,09	0,51	0,10	0,28	0,04	0,24	0,04	25,27	23,24	2,03	4,56	2,57	1,77	3,13

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
LSS-20	4,15	7,95	0,88	3,24	0,56	0,12	0,48	0,06	0,32	0,06	0,17	0,02	0,15	0,03	18,19	16,91	1,29	4,77	2,65	1,84	3,56
LSS-21	7,06	13,45	1,49	5,57	0,96	0,21	0,84	0,10	0,52	0,09	0,27	0,04	0,24	0,04	30,88	28,73	2,14	4,76	2,86	1,88	3,76
LSS-22	10,95	19,03	2,29	8,81	1,55	0,35	1,44	0,19	1,06	0,21	0,60	0,08	0,52	0,08	47,16	42,98	4,18	4,57	2,31	1,68	2,77
LSS-23	13,45	26,01	2,86	10,65	1,88	0,41	1,66	0,21	1,09	2,20	0,58	0,08	0,51	0,08	61,67	55,25	6,42	4,62	2,68	1,83	0,32
LSS-24	11,16	21,13	2,30	8,74	2,12	0,81	1,38	0,18	0,93	0,18	0,53	0,08	0,51	0,14	50,19	46,25	3,94	3,40	2,22	1,56	4,31
LSS-25	9,64	18,02	2,00	7,42	2,34	1,14	1,14	0,14	0,71	0,13	0,37	0,07	0,40	0,20	43,72	40,56	3,16	2,66	2,37	1,58	6,59
LSS-26	6,47	12,22	1,39	5,17	0,88	0,20	0,74	0,09	0,58	0,09	0,26	0,04	0,23	0,04	28,38	26,31	2,07	4,76	2,68	1,84	3,48
LSS-27	33,05	51,15	6,97	27,85	5,55	1,69	4,46	0,58	3,17	0,61	1,78	0,25	1,60	0,33	139,05	126,27	12,78	3,84	2,31	1,65	3,35
LSS-28	23,54	41,24	4,93	18,66	3,29	0,73	3,03	0,38	2,05	0,39	1,13	0,15	1,00	0,15	100,68	92,39	8,29	4,62	2,51	1,74	3,11
LSS-29	13,35	23,33	2,75	10,34	1,77	0,40	1,69	0,21	1,09	0,20	0,57	0,07	0,46	0,07	56,30	51,94	4,37	4,86	3,02	2,05	3,24
LSS-30	6,30	17,81	1,92	7,20	1,24	0,27	1,07	0,13	0,68	0,13	0,37	0,05	0,32	0,05	37,54	34,74	2,80	3,29	2,73	1,85	3,60
LSS-31	11,02	20,98	2,29	8,61	1,47	0,32	1,30	0,16	0,82	0,15	0,43	0,06	0,37	0,06	48,05	44,70	3,35	4,83	2,91	1,94	3,60
LSS-32	19,98	38,14	4,25	15,87	2,75	0,59	2,44	0,29	1,47	0,27	0,78	0,11	0,68	0,11	87,72	81,58	6,14	4,68	2,97	1,97	3,79
LSS-33	26,56	50,55	5,69	21,35	3,64	0,77	3,23	0,39	2,02	0,37	1,08	0,14	0,95	0,15	116,90	108,56	8,34	4,71	2,80	1,86	3,60
LSS-34	17,13	30,64	3,53	13,19	2,32	0,52	2,05	0,26	1,37	0,26	0,75	0,10	0,66	0,10	72,88	67,32	5,56	4,77	2,58	1,78	3,31
LSS-35	29,92	51,94	6,20	23,26	4,08	0,89	3,72	0,47	2,53	0,48	1,41	0,20	1,24	0,19	126,52	116,28	10,24	4,74	2,48	1,72	3,11
LSS-36	55,26	85,85	14,32	63,41	10,07	2,21	9,62	1,28	7,01	1,37	4,03	0,54	3,47	0,52	258,98	231,13	27,85	3,54	2,29	1,68	2,72
LSS-37	7,77	14,59	1,60	5,99	1,01	0,23	0,89	0,11	0,55	0,11	0,30	0,05	0,26	0,05	33,52	31,19	2,32	4,95	2,79	1,94	3,46
LSS-38	42,87	61,60	9,29	40,13	6,55	1,55	6,29	0,86	4,73	0,93	2,69	0,37	2,35	0,36	180,58	161,99	18,59	4,23	2,21	1,65	2,60
LSS-39	22,47	41,50	4,60	17,02	2,96	0,61	2,78	0,37	2,03	0,40	1,18	0,16	1,07	0,17	97,30	89,15	8,14	4,91	2,15	1,57	2,75
LSS-40	8,66	15,97	1,77	6,64	1,14	0,25	1,03	0,13	0,67	0,13	0,37	0,05	0,33	0,05	37,19	34,44	2,75	4,91	2,57	1,74	3,29
LSS-41	4,69	8,82	0,97	3,71	0,65	0,14	0,58	0,07	0,37	0,07	0,20	0,03	0,18	0,03	20,53	18,99	1,54	4,65	2,73	1,89	3,29
LSS-42	5,37	9,82	1,13	4,45	0,87	0,21	0,94	0,12	0,64	0,12	0,37	0,05	0,32	0,05	24,46	21,85	2,61	3,98	2,46	1,72	2,62
LSS-43	10,11	18,49	2,13	8,55	1,67	0,39	1,71	0,22	1,21	0,24	0,69	0,09	0,60	0,10	46,20	41,34	4,86	3,90	2,36	1,70	2,62
LSS-44	3,08	6,00	0,67	2,54	0,51	0,12	0,53	0,07	0,34	0,06	0,19	0,03	0,16	0,03	14,32	12,91	1,41	3,93	2,65	1,82	2,97
LSS-45	4,81	9,32	1,03	3,95	0,79	0,19	0,79	0,10	0,54	0,10	0,30	0,04	0,26	0,05	22,28	20,09	2,18	3,94	2,46	1,70	2,84
LSS-46	2,98	5,86	0,64	2,51	0,54	0,13	0,53	0,07	0,36	0,07	0,20	0,03	0,18	0,03	14,11	12,65	1,46	3,59	2,44	1,71	2,82
LSS-47	2,14	4,13	0,47	1,79	0,37	0,09	0,38	0,05	0,25	0,05	0,15	0,02	0,12	0,02	10,02	8,99	1,03	3,70	2,65	1,83	2,84
LSS-48	6,73	12,73	1,32	5,73	1,18	0,29	1,18	0,15	0,84	0,16	0,48	0,07	0,42	0,07	31,35	27,98	3,37	3,68	2,31	1,58	2,65

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
LSS-49	6,29	12,44	1,60	6,09	1,10	0,27	1,07	0,13	0,75	0,14	0,41	0,06	0,37	0,07	30,79	27,79	3,00	3,68	2,39	1,65	2,91
LSS-50	0,75	1,41	-0,08	0,30	0,15	0,04	0,13	0,02	0,09	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01	2,95	2,56	0,39	3,30	1,89	1,46	3,07
LSS-51	5,19	10,02	0,85	4,27	0,94	0,23	0,94	0,12	0,68	0,12	0,38	0,05	0,34	0,06	24,20	21,50	2,70	3,57	2,28	1,63	2,80
LSS-52	0,32	0,63	0,12	0,34	0,08	0,03	0,06	0,01	0,05	0,01	0,03	0,01	0,03	0,02	1,73	1,51	0,22	2,66	1,74	2,35	1,98
LSS-53	2,85	5,77	0,73	2,64	0,51	0,12	0,48	0,06	0,33	0,06	0,18	0,02	0,16	0,02	13,96	12,63	1,33	3,60	2,45	1,67	3,01
LSS-54	3,40	6,92	1,21	3,87	0,64	0,16	0,60	0,08	0,42	0,08	0,24	0,03	0,23	0,05	17,92	16,19	1,73	3,43	2,13	1,49	2,85
LSS-55	4,57	9,43	1,02	3,96	0,83	0,20	0,74	0,10	0,55	0,10	0,30	0,04	0,26	0,05	22,15	20,00	2,15	3,56	2,33	1,70	2,94
LSS-56	1,19	2,41	0,26	1,08	0,25	0,06	0,25	0,04	0,20	0,04	0,12	0,02	0,12	0,02	6,04	5,25	0,79	3,09	1,73	1,36	2,29
LSS-57	3,39	6,88	0,44	2,48	0,64	0,15	0,60	0,08	0,45	0,08	0,26	0,04	0,24	0,05	15,75	13,97	1,78	3,44	2,08	1,50	2,87
LSS-58	2,81	5,75	0,51	2,30	0,52	0,13	0,52	0,06	0,36	0,07	0,19	0,03	0,18	0,04	13,48	12,03	1,45	3,47	2,31	1,54	2,88
LSS-59	3,17	6,38	0,57	2,65	0,58	0,14	0,57	0,07	0,39	0,08	0,21	0,03	0,20	0,04	15,08	13,49	1,59	3,56	2,42	1,59	2,83
LSS-60	61,75	122,09	13,79	56,88	10,67	2,61	10,36	1,36	7,87	1,50	4,37	0,59	3,71	0,58	298,11	267,79	30,32	3,74	2,31	1,66	2,64
LSS-61	33,55	61,63	13,10	36,94	5,13	1,15	4,79	0,61	3,28	0,60	1,76	0,24	1,49	0,24	164,52	151,50	13,01	4,22	2,66	1,87	3,17
LSS-62	37,92	69,17	10,60	36,45	5,96	1,32	5,44	0,68	3,71	0,71	2,03	0,28	1,75	0,29	176,31	161,42	14,89	4,11	2,58	1,76	3,12
LSS-63	26,41	49,05	6,61	23,92	4,09	0,89	3,71	0,46	2,36	0,44	1,28	0,17	1,05	0,18	120,65	110,98	9,67	4,17	2,92	2,00	3,43
LSS-64	22,35	42,37	5,68	20,43	3,44	0,79	3,22	0,40	2,21	0,39	1,16	0,16	0,99	0,17	103,75	95,06	8,69	4,19	2,69	1,82	3,24
LSS-65	15,02	28,94	3,59	13,58	2,44	0,57	2,24	0,28	1,49	0,27	0,82	0,11	0,67	0,12	70,16	64,15	6,01	3,97	2,76	1,92	3,32
LSS-66	34,10	63,50	7,38	28,39	5,28	1,15	4,77	0,60	3,14	0,58	1,72	0,22	1,44	0,24	152,51	139,81	12,70	4,17	2,75	1,89	3,35
LSS-67	38,88	71,54	33,25	73,09	6,04	1,33	6,09	0,75	3,96	0,72	2,16	0,28	1,79	0,29	240,16	224,13	16,03	4,15	2,82	1,90	3,11
LSS-68	43,09	79,35	16,53	47,25	6,61	1,46	6,36	0,81	4,22	0,78	2,24	0,32	1,91	0,30	211,22	194,29	16,93	4,21	2,75	1,92	3,15
LSS-69	14,03	26,11	7,76	19,68	2,34	0,54	2,29	0,30	1,59	0,30	0,87	0,12	0,71	0,14	76,76	70,45	6,31	3,87	2,65	1,91	2,89
LSS-70	41,48	75,00	9,91	36,75	6,44	1,45	5,94	0,80	4,19	0,76	2,28	0,32	1,95	0,31	187,57	171,03	16,54	4,16	2,52	1,86	3,12
LSS-71	23,76	45,73	7,58	23,64	3,64	0,82	3,37	0,41	2,12	0,38	1,18	0,15	0,94	0,18	113,92	105,17	8,75	4,21	2,96	1,99	3,52
LSS-72	34,25	64,10	8,48	30,87	5,29	1,20	4,83	0,60	3,20	0,59	1,72	0,23	1,46	0,24	157,07	144,19	12,88	4,18	2,73	1,87	3,30
LSS-73	23,91	45,70	6,61	22,98	3,70	0,85	3,44	0,41	2,18	0,39	1,11	0,15	0,93	0,16	112,55	103,76	8,79	4,17	3,05	2,02	3,49
LSS-74	23,65	45,58	5,86	20,69	3,58	0,82	3,19	0,38	2,01	0,37	1,07	0,15	0,89	0,16	108,40	100,18	8,22	4,27	2,98	1,97	3,55
LSS-75	30,60	57,43	9,21	29,88	4,66	1,09	4,30	0,53	2,88	0,51	1,49	0,21	1,25	0,21	144,25	132,86	11,38	4,24	2,84	1,92	3,37
LSS-76	16,33	30,56	4,99	15,72	2,48	0,57	2,25	0,29	1,49	0,28	0,78	0,11	0,69	0,13	76,66	70,66	6,01	4,25	2,69	1,88	3,31
LSS-77	32,10	57,30	8,12	28,59	4,81	1,11	4,51	0,58	3,07	0,58	1,68	0,23	1,42	0,24	144,35	132,04	12,32	4,31	2,63	1,87	3,05



	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
LSS-78	41,57	75,19	9,97	36,09	6,35	1,44	5,93	0,76	4,13	0,78	2,31	0,32	1,98	0,31	187,13	170,60	16,53	4,23	2,47	1,75	3,00
LSS-79	14,93	27,90	3,34	12,72	2,34	0,54	2,14	0,28	1,47	0,28	0,84	0,12	0,72	0,12	67,72	61,76	5,96	4,12	2,47	1,75	3,13
<b>0-10 cm Düzeyi Sedimanları</b>																					
K1:0-10	19,58	38,60	4,45	16,81	3,20	0,69	3,08	0,38	1,95	0,36	1,08	0,15	0,96	0,16	91,45	83,32	8,13	3,95	2,65	1,82	3,26
K2:0-10	5,21	10,25	1,18	4,43	0,83	0,18	0,78	0,10	0,51	0,09	0,27	0,04	0,24	0,04	24,18	22,09	2,08	4,04	2,66	1,87	3,27
K3:0-10	5,21	10,39	1,20	4,55	0,86	0,19	0,83	0,11	0,54	0,10	0,29	0,04	0,25	0,04	24,60	22,40	2,20	3,89	2,69	1,88	3,14
K4:0-10	6,55	12,81	1,49	5,59	1,02	0,22	0,95	0,12	0,60	0,11	0,32	0,04	0,27	0,04	30,14	27,68	2,46	4,17	2,87	1,99	3,44
K5:0-10	7,26	12,35	1,61	6,88	1,14	0,25	1,06	0,14	0,70	0,13	0,38	0,05	0,32	0,05	32,32	29,49	2,82	4,12	2,70	1,90	3,28
K6:0-10	12,90	25,41	2,89	10,84	2,03	0,44	1,87	0,24	1,19	0,22	0,64	0,08	0,54	0,09	59,38	54,51	4,88	4,11	2,86	2,00	3,43
K7:0-10	10,44	20,47	2,32	8,71	1,66	0,36	1,45	0,20	1,01	0,19	0,56	0,08	0,48	0,08	47,98	43,95	4,03	4,07	2,49	1,86	3,26
K8:0-10	6,91	14,08	1,60	6,21	1,22	0,29	1,22	0,17	0,92	0,18	0,53	0,07	0,46	0,07	33,94	30,31	3,63	3,66	2,19	1,65	2,53
K9:0-10	7,73	15,59	1,75	6,63	1,26	0,28	1,18	0,16	0,82	0,15	0,45	0,06	0,41	0,07	36,55	33,25	3,30	3,95	2,40	1,74	3,02
K10:0-10	6,97	13,78	1,54	5,72	1,04	0,23	0,98	0,13	0,67	0,13	0,39	0,05	0,35	0,06	32,05	29,29	2,76	4,34	2,32	1,66	2,99
K11:0-10	11,30	22,16	2,51	9,47	1,75	0,38	1,61	0,21	1,08	0,20	0,59	0,08	0,53	0,08	51,95	47,57	4,38	4,17	2,54	1,81	3,25
K12:0-10	28,39	30,57	6,15	31,28	4,39	0,96	4,36	0,58	3,20	0,63	1,84	0,25	1,62	0,25	114,46	101,73	12,73	4,18	2,23	1,64	2,59
K13:0-10	11,17	19,81	2,45	9,51	1,77	0,39	1,73	0,23	1,24	0,24	0,70	0,10	0,60	0,09	50,02	45,09	4,92	4,08	2,40	1,74	2,72
K14:0-10	11,15	21,82	2,48	9,41	1,75	0,38	1,62	0,21	1,08	0,20	0,58	0,08	0,51	0,08	51,36	46,99	4,37	4,12	2,63	1,86	3,23
K15:0-10	7,42	14,06	1,65	6,31	1,17	0,26	1,10	0,14	0,74	0,14	0,40	0,06	0,35	0,06	33,84	30,87	2,97	4,10	2,61	1,83	3,14
K21:0-10	4,55	9,17	1,03	3,86	0,73	0,17	0,68	0,09	0,44	0,08	0,24	0,03	0,21	0,03	21,33	19,52	1,82	4,01	2,66	1,82	3,26
K22:0-10	5,94	11,80	1,33	5,03	0,93	0,21	0,88	0,11	0,57	0,11	0,31	0,04	0,26	0,04	27,57	25,25	2,33	4,11	2,75	1,92	3,26
K23:0-10	6,81	13,45	1,47	5,67	1,11	0,27	1,15	0,14	0,74	0,14	0,41	0,06	0,35	0,06	31,83	28,79	3,05	3,95	2,71	1,86	2,94
K24:0-10	11,42	21,92	2,43	9,53	1,81	0,42	1,86	0,23	1,14	0,21	0,64	0,09	0,55	0,09	52,34	47,53	4,81	4,08	2,78	1,85	3,11
K25:0-10	13,12	25,17	2,76	10,53	2,03	0,47	2,06	0,25	1,29	0,24	0,71	0,10	0,63	0,10	59,47	54,08	5,38	4,17	2,73	1,85	3,11
K26:0-10	9,14	17,29	1,95	7,80	1,47	0,35	1,48	0,19	1,00	0,19	0,57	0,08	0,48	0,08	42,05	37,99	4,06	4,02	2,54	1,79	2,83
K27:0-10	11,60	21,47	2,44	9,71	1,84	0,43	1,93	0,25	1,29	0,25	0,75	0,10	0,65	0,10	52,82	47,49	5,33	4,07	2,47	1,74	2,71
K28:0-10	24,10	37,87	5,01	20,35	3,84	0,89	4,19	0,56	3,16	0,62	1,84	0,25	1,52	0,24	104,43	92,05	12,37	4,05	2,29	1,68	2,29
K29:0-10	5,30	9,93	1,12	4,44	0,85	0,20	0,85	0,11	0,57	0,11	0,32	0,04	0,27	0,04	24,16	21,83	2,33	4,04	2,58	1,80	2,86
K30:0-10	30,65	32,38	6,61	37,07	5,39	1,30	6,17	0,83	4,70	0,94	2,82	0,38	2,42	0,37	132,06	113,41	18,65	3,67	2,11	1,56	2,13
K31:0-10	9,72	18,64	2,05	7,84	1,55	0,35	1,70	0,23	1,23	0,24	0,73	0,10	0,65	0,11	45,15	40,15	5,00	4,06	2,16	1,57	2,38

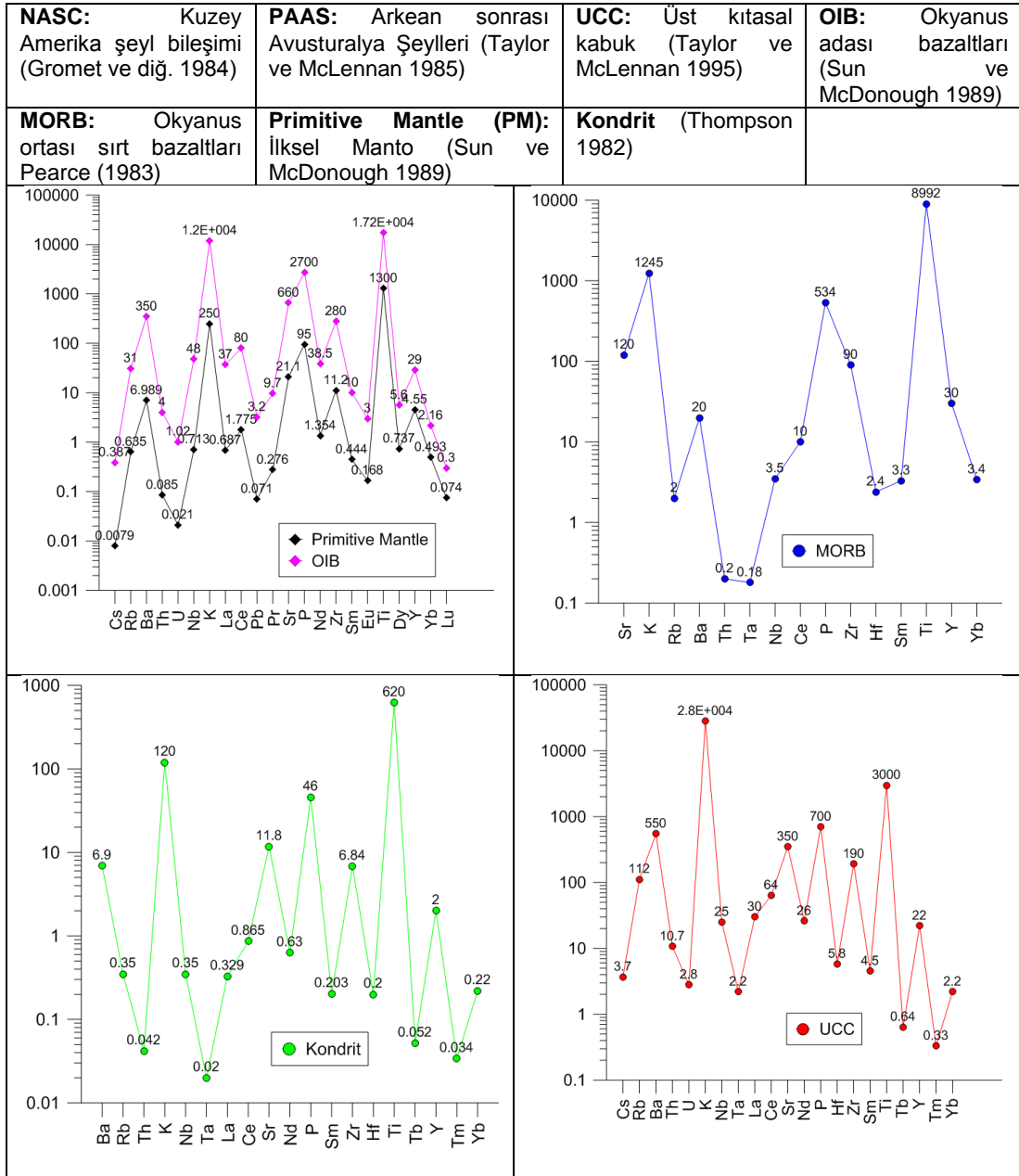
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
K32:0-10	5,86	11,13	1,23	4,90	0,98	0,23	1,02	0,13	0,68	0,13	0,39	0,05	0,34	0,06	27,13	24,33	2,80	3,88	2,48	1,71	2,80
K33:0-10	3,99	7,68	0,86	3,33	0,66	0,16	0,66	0,09	0,45	0,09	0,25	0,04	0,21	0,04	18,51	16,69	1,82	3,91	2,56	1,87	2,86
K34:0-10	4,89	9,56	1,05	4,08	0,85	0,20	0,91	0,11	0,57	0,11	0,32	0,04	0,29	0,05	23,04	20,63	2,40	3,73	2,61	1,76	2,84
K35:0-10	5,45	10,50	1,16	4,41	0,90	0,21	0,93	0,12	0,60	0,11	0,34	0,05	0,30	0,05	25,12	22,63	2,49	3,89	2,60	1,81	2,96
K36:0-10	3,06	6,20	0,50	2,52	0,57	0,14	0,53	0,07	0,38	0,07	0,23	0,03	0,20	0,04	14,55	13,00	1,56	3,44	2,20	1,56	2,89
K37:0-10	5,87	11,71	1,01	4,90	1,09	0,26	0,97	0,13	0,71	0,14	0,40	0,06	0,37	0,07	27,67	24,84	2,83	3,48	2,18	1,55	2,97
<b>10-20 cm Düzeyi Sedimanları</b>																					
K1:10-20	17,83	35,18	3,98	14,91	2,78	0,60	2,63	0,33	1,69	0,31	0,90	0,12	0,79	0,13	82,18	75,28	6,90	4,13	2,77	1,91	3,35
K2:10-20	3,69	7,26	0,83	3,14	0,59	0,14	0,55	0,07	0,35	0,07	0,19	0,03	0,17	0,03	17,10	15,65	1,45	4,05	2,70	1,88	3,33
K3:10-20	5,96	11,80	1,34	5,07	0,96	0,21	0,88	0,11	0,57	0,10	0,30	0,04	0,26	0,04	27,66	25,35	2,31	4,01	2,83	1,92	3,44
K4:10-20	11,74	23,05	2,61	9,73	1,83	0,40	1,67	0,21	1,04	0,19	0,55	0,07	0,48	0,08	53,65	49,36	4,29	4,14	2,90	1,98	3,57
K5:10-20	9,73	19,27	2,19	8,21	1,52	0,34	1,42	0,18	0,90	0,16	0,48	0,07	0,41	0,07	44,94	41,25	3,69	4,14	2,85	1,96	3,45
K6:10-20	4,63	9,09	1,04	3,96	0,73	0,16	0,66	0,08	0,43	0,08	0,24	0,03	0,20	0,03	21,38	19,62	1,77	4,10	2,66	1,84	3,40
K7:10-20	10,33	20,35	2,30	8,68	1,62	0,36	1,48	0,19	0,96	0,18	0,53	0,07	0,46	0,08	47,59	43,63	3,95	4,12	2,65	1,85	3,32
K11:10-20	11,57	22,63	2,57	9,63	1,80	0,39	1,67	0,21	1,08	0,20	0,58	0,08	0,51	0,08	53,00	48,59	4,41	4,16	2,71	1,86	3,39
K13:10-20	5,79	11,04	1,30	4,93	0,92	0,20	0,87	0,11	0,60	0,11	0,33	0,04	0,29	0,05	26,59	24,19	2,40	4,04	2,47	1,77	3,07
K14:10-20	6,65	13,15	1,51	5,69	1,06	0,24	0,99	0,13	0,66	0,12	0,36	0,05	0,32	0,05	30,99	28,30	2,69	4,06	2,57	1,79	3,20
K15:10-20	6,04	11,65	1,33	4,99	0,94	0,21	0,87	0,11	0,58	0,11	0,32	0,04	0,27	0,05	27,51	25,15	2,36	4,16	2,65	1,84	3,21
K21:10-20	5,39	10,77	1,20	4,54	0,84	0,19	0,78	0,10	0,51	0,09	0,28	0,04	0,24	0,04	25,02	22,93	2,09	4,13	2,67	1,86	3,31
K24:10-20	11,11	21,62	2,36	9,34	1,74	0,39	1,74	0,21	1,07	0,20	0,58	0,08	0,50	0,08	51,01	46,55	4,46	4,12	2,88	1,94	3,26
K25:10-20	7,68	14,87	1,64	6,41	1,22	0,28	1,24	0,16	0,79	0,15	0,43	0,06	0,38	0,06	35,38	32,11	3,27	4,07	2,71	1,89	3,01
K26:10-20	7,26	13,80	1,53	6,02	1,15	0,27	1,18	0,15	0,78	0,15	0,44	0,06	0,39	0,06	33,24	30,03	3,21	4,08	2,49	1,70	2,83
K27:10-20	12,43	23,49	2,60	10,15	1,96	0,47	2,02	0,26	1,37	0,26	0,78	0,11	0,67	0,11	56,68	51,11	5,57	4,09	2,50	1,75	2,81
K28:10-20	9,72	16,12	2,03	8,13	1,57	0,37	1,69	0,22	1,22	0,24	0,70	0,09	0,58	0,09	42,78	37,95	4,83	3,99	2,41	1,72	2,45
K29:10-20	3,71	7,09	0,80	3,08	0,59	0,14	0,61	0,08	0,40	0,08	0,23	0,03	0,20	0,03	17,06	15,41	1,65	4,03	2,55	1,76	2,89
K32:10-20	5,03	9,69	1,08	4,22	0,85	0,21	0,94	0,12	0,62	0,12	0,36	0,05	0,31	0,05	23,64	21,08	2,57	3,82	2,55	1,75	2,62
K33:10-20	3,83	7,36	0,82	3,19	0,64	0,15	0,65	0,08	0,43	0,08	0,25	0,03	0,22	0,04	17,78	16,00	1,78	3,88	2,48	1,69	2,89
K34:10-20	3,09	5,97	0,66	2,51	0,51	0,12	0,52	0,07	0,34	0,07	0,19	0,03	0,17	0,03	14,29	12,87	1,42	3,89	2,57	1,79	2,91
K35:10-20	3,55	6,87	0,76	2,99	0,59	0,13	0,58	0,08	0,39	0,07	0,22	0,03	0,19	0,03	16,48	14,89	1,59	3,88	2,52	1,81	2,93

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
K38:10-20	8,08	16,10	2,15	7,72	1,39	0,33	1,32	0,17	0,94	0,17	0,52	0,08	0,46	0,08	39,53	35,78	3,75	3,76	2,35	1,69	3,00
<b>20-30 cm Düzeyi Sedimanları</b>																					
K1:20-30	21,51	42,37	4,79	18,02	3,39	0,73	3,16	0,39	2,02	0,37	1,08	0,15	0,94	0,15	99,08	90,81	8,27	4,10	2,77	1,90	3,38
K2:20-30	2,65	5,27	0,61	2,27	0,43	0,10	0,40	0,05	0,25	0,05	0,14	0,02	0,12	0,02	12,38	11,32	1,06	4,01	2,68	1,92	3,34
K5:20-30	7,37	14,42	1,65	6,27	1,16	0,25	1,05	0,13	0,67	0,12	0,36	0,05	0,30	0,05	33,86	31,12	2,74	4,10	2,87	1,98	3,53
K14:20-30	6,92	13,74	1,56	5,86	1,09	0,25	1,00	0,13	0,69	0,13	0,38	0,05	0,33	0,05	32,15	29,41	2,75	4,11	2,52	1,78	3,21
K26:20-30	8,28	16,18	1,78	6,89	1,32	0,31	1,32	0,17	0,92	0,18	0,51	0,07	0,46	0,07	38,46	34,76	3,71	4,05	2,36	1,72	2,77
K27:20-30	17,72	33,47	3,72	14,48	2,77	0,64	2,79	0,35	1,81	0,34	1,01	0,14	0,85	0,14	80,24	72,80	7,44	4,13	2,70	1,88	2,99
K-29:20-30	1,88	3,62	0,41	1,58	0,31	0,07	0,31	0,04	0,20	0,04	0,11	0,02	0,10	0,02	8,69	7,86	0,83	3,97	2,58	1,83	2,96
K33:20-30	5,07	9,84	1,10	4,28	0,85	0,20	0,83	0,11	0,55	0,10	0,31	0,04	0,27	0,05	23,59	21,33	2,26	3,87	2,53	1,78	3,11
K37:20-30	4,03	8,09	0,51	3,01	0,74	0,18	0,69	0,08	0,49	0,09	0,28	0,04	0,27	0,05	18,56	16,55	2,01	3,53	2,13	1,44	2,89
K38:20-30	5,45	11,02	1,30	5,11	0,95	0,23	0,93	0,12	0,67	0,13	0,36	0,05	0,34	0,07	26,73	24,06	2,66	3,69	2,25	1,62	2,81
<b>Karbonatlı silisiklastik kırıntılı kayalar</b>																					
LITO-1	116,79	240,82	26,79	106,87	20,00	4,47	17,85	2,08	9,66	1,84	4,85	0,82	3,78	0,70	557,32	515,74	41,58	3,77	3,91	2,50	4,03
LITO-16	21,79	43,23	5,57	24,73	5,50	1,43	5,93	0,73	3,73	0,66	1,75	0,22	1,32	0,18	116,74	102,23	14,51	2,56	3,73	2,50	3,09
LITO-17	36,44	72,31	8,11	30,79	5,61	1,14	5,29	0,57	2,75	0,48	1,38	0,18	1,21	0,18	166,46	154,41	12,05	4,20	3,62	2,16	4,33
LITO-20	69,03	139,18	15,89	59,91	11,38	2,37	9,97	1,19	4,96	0,94	2,45	0,47	2,10	0,44	320,27	297,75	22,52	3,92	3,93	2,57	4,48
LITO-26	57,73	118,59	13,49	52,01	9,74	1,94	8,60	0,95	4,30	0,71	1,99	0,26	1,74	0,25	272,31	253,51	18,80	3,82	4,09	2,48	5,09
LITO-39	11,49	22,29	2,60	9,96	2,04	0,50	2,19	0,26	1,48	0,28	0,82	0,11	0,74	0,11	54,86	48,87	5,99	3,64	2,45	1,58	2,72
LITO-48	9,51	18,95	2,19	8,76	1,85	0,42	1,89	0,23	1,29	0,23	0,67	0,09	0,61	0,10	46,80	41,69	5,11	3,31	2,57	1,72	3,01
LITO-40	14,27	27,31	3,27	12,97	2,61	0,60	2,86	0,34	1,94	0,36	1,06	0,14	0,91	0,14	68,79	61,04	7,75	3,53	2,59	1,71	2,72
LITO-42	11,79	23,14	2,74	10,66	2,13	0,46	2,18	0,27	1,52	0,27	0,79	0,10	0,63	0,10	56,79	50,92	5,86	3,58	2,85	1,91	2,94
LITO-45	8,49	16,44	1,95	7,80	1,62	0,38	1,78	0,22	1,22	0,22	0,65	0,08	0,52	0,08	41,45	36,67	4,78	3,39	2,82	1,91	2,67
LITO-54	10,13	13,96	2,62	10,85	2,32	0,52	2,62	0,35	2,07	0,40	1,13	0,14	0,90	0,13	48,14	40,40	7,74	2,82	2,40	1,78	2,16
<b>Kumtaşları</b>																					
LITO-13	47,96	94,94	10,75	41,46	8,17	1,95	8,78	1,12	6,43	1,26	3,83	0,54	3,54	0,52	231,24	205,22	26,01	3,79	2,05	1,44	2,40
LITO-19	66,53	140,20	14,74	55,84	10,12	2,17	9,43	1,04	4,74	0,83	2,42	0,31	2,04	0,31	310,72	289,59	21,12	4,24	3,83	2,31	4,51
LITO-23	82,76	178,15	19,45	74,83	13,83	2,76	12,04	1,35	6,59	1,13	3,41	0,47	3,13	0,46	400,35	371,77	28,57	3,86	3,19	1,96	4,54
LITO-25	43,73	89,52	10,11	39,57	7,81	1,75	6,99	0,78	4,14	0,72	2,12	0,29	1,93	0,29	209,75	192,50	17,25	3,61	3,00	1,84	4,03

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
LITO-29	12,62	24,83	2,93	11,64	2,28	0,54	2,37	0,29	1,52	0,28	0,77	0,10	0,65	0,10	60,92	54,84	6,08	3,58	3,02	2,01	2,96
LITO-31	28,89	57,35	7,06	26,34	4,96	1,07	4,48	0,57	2,88	0,56	1,49	0,23	1,34	0,25	137,47	125,67	11,80	3,76	2,75	1,92	3,26
LITO-34	12,87	25,61	83,45	126,43	2,21	0,46	3,44	0,38	1,44	0,21	0,79	0,08	0,51	0,09	257,97	251,02	6,95	3,76	5,56	3,41	3,83
<b>Konglomeralar</b>																					
LITO-8	34,69	70,32	7,80	30,06	5,53	0,91	5,18	0,56	2,79	0,54	1,55	0,20	1,31	0,19	161,65	149,32	12,33	4,05	3,27	1,94	3,76
LITO-24	63,70	128,74	14,56	55,70	10,20	1,94	8,86	0,94	3,98	0,62	1,73	0,21	1,37	0,20	292,76	274,85	17,91	4,03	5,36	3,11	6,06
<b>Alüvyonlar</b>																					
LITO-18	67,47	133,31	15,11	57,81	10,43	2,13	10,02	1,08	5,09	0,90	2,64	0,35	2,24	0,33	308,92	286,26	22,66	4,18	3,70	2,18	4,28
LITO-30	23,06	46,59	5,45	20,95	3,98	0,86	3,61	0,42	2,15	0,39	1,17	0,15	0,97	0,16	109,90	100,89	9,01	3,74	3,10	1,97	3,81
LITO-61	8,80	17,97	2,11	7,86	1,64	0,37	1,68	0,21	1,08	0,19	0,56	0,08	0,51	0,07	43,13	38,76	4,37	3,46	2,73	1,85	3,14
LITO-62	21,71	42,91	5,14	19,71	3,85	0,83	3,67	0,44	2,07	0,38	1,10	0,15	0,98	0,15	103,09	94,16	8,93	3,64	3,11	2,03	3,78
LITO-63	20,91	40,91	4,90	19,29	3,75	0,81	3,59	0,42	2,04	0,36	1,08	0,14	0,89	0,12	99,21	90,57	8,64	3,60	3,33	2,14	3,81
LITO-64	20,21	40,13	4,85	17,82	3,60	0,77	3,46	0,41	1,90	0,33	0,98	0,12	0,84	0,12	95,53	87,38	8,15	3,62	3,42	2,24	3,99
<b>Tefralar</b>																					
LITO-59	51,05	5,87	22,33	5,13	0,99	5,93	0,91	5,79	1,30	3,96	0,63	4,39	0,69	108,96	217,93	91,28	126,65	33,45	1,09	38,24	0,09
LITO-60	56,70	7,01	28,96	6,93	1,47	8,34	1,32	8,32	1,84	5,69	0,86	5,86	0,93	134,21	268,42	109,40	159,02	24,98	1,17	40,46	0,10
<b>Ofiyolitik Kompleks</b>																					
LITO-2	9,96	21,64	2,92	14,19	3,91	1,50	5,63	0,89	5,92	1,25	3,70	0,53	3,31	0,48	75,83	54,11	21,71	1,64	1,41	1,22	1,16
LITO-15	21,13	42,15	5,29	22,34	4,52	1,08	5,20	0,70	4,23	0,85	2,38	0,32	2,04	0,30	112,53	96,51	16,02	3,02	2,11	1,56	1,96
LITO-36	0,21	0,20	0,04	0,15	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,78	0,65	0,13	3,51	1,11	1,09	1,41
LITO-37	0,04	0,07	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,26	0,19	0,07	1,95	0,62	0,46	0,99
LITO-51	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01	0,24	0,06	0,18	0,57	0,23	0,46	0,31
LITO-55	15,70	35,03	3,44	13,55	2,78	0,63	3,41	0,44	2,74	0,56	1,77	0,25	1,63	0,25	82,17	71,12	11,04	3,65	1,73	1,22	1,83
LITO-56	3,12	10,63	1,86	10,91	4,10	1,28	6,25	1,07	7,71	1,59	4,83	0,68	4,43	0,63	59,09	31,91	27,19	0,49	1,17	1,10	0,95
<b>Karbonatlar</b>																					
LITO-3	3,64	2,97	0,63	2,76	0,55	0,14	0,77	0,12	0,73	0,17	0,52	0,08	0,44	0,07	13,59	10,69	2,90	4,30	1,46	1,19	1,18
LITO-4	7,05	13,62	1,62	6,60	1,33	0,31	1,46	0,19	1,06	0,20	0,59	0,07	0,45	0,07	34,63	30,54	4,10	3,42	2,68	1,89	2,42
LITO-5	3,29	6,35	0,73	2,68	0,56	0,15	0,47	0,06	0,29	0,05	0,16	0,02	0,13	0,02	14,96	13,75	1,20	3,82	3,00	1,96	3,80
LITO-6	0,37	0,71	0,08	0,31	0,06	0,02	0,07	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	1,74	1,55	0,19	3,73	2,34	1,61	2,88

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	$\Sigma$ REE	$\Sigma$ LREE	$\Sigma$ HREE	(La/Sm)N	(Gd/Yb)N	(Tb/Yb)N	(Sm/Ho)N
LITO-7	0,42	0,78	0,09	0,34	0,07	0,02	0,08	0,01	0,07	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	1,97	1,71	0,26	4,03	1,91	1,37	1,94
LITO-9	5,19	10,02	1,14	4,57	0,81	0,19	0,84	0,11	0,62	0,12	0,36	0,05	0,32	0,05	24,41	21,94	2,47	4,12	2,16	1,54	2,50
LITO-10	0,45	0,79	0,10	0,33	0,09	0,03	0,07	0,01	0,06	0,01	0,03	0,00	0,03	0,01	2,02	1,79	0,23	3,39	2,14	1,41	2,77
LITO-11	0,49	0,71	0,10	0,39	0,09	0,03	0,08	0,01	0,09	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01	2,16	1,81	0,35	3,70	1,16	1,14	1,56
LITO-12	0,77	1,19	0,13	0,41	0,10	0,04	0,07	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00	2,85	2,64	0,21	5,04	2,13	1,44	3,34
LITO-14	0,52	0,90	0,12	0,47	0,10	0,03	0,11	0,01	0,09	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01	2,50	2,14	0,36	3,53	1,56	1,16	1,92
LITO-21	3,65	6,69	0,87	3,58	0,80	0,24	0,88	0,12	0,72	0,14	0,42	0,06	0,35	0,05	18,57	15,83	2,74	2,96	2,09	1,61	2,05
LITO-22	0,53	0,62	0,11	0,42	0,10	0,02	0,11	0,02	0,12	0,03	0,08	0,01	0,07	0,01	2,26	1,80	0,46	3,59	1,27	1,06	1,22
LITO-27	7,84	11,06	1,67	6,68	1,32	0,34	1,32	0,17	0,92	0,18	0,46	0,06	0,41	0,06	32,52	28,92	3,60	3,83	2,66	1,87	2,74
LITO-28	0,51	0,50	0,09	0,40	0,08	0,02	0,11	0,01	0,10	0,02	0,08	0,01	0,07	0,01	2,01	1,60	0,41	4,25	1,31	0,88	1,14
LITO-32	1,70	0,60	0,03	0,56	0,17	0,05	0,22	0,03	0,25	0,06	0,20	0,03	0,17	0,04	4,11	3,11	1,00	6,47	1,07	0,85	1,09

**Tablo A. 3:** Güncel göl sedimanları ve litolojik birimlerin iz element içeriklerinin normalizasyonunda kullanılan farklı tektonik ortamlar ve ortamların element derişimleri (ppm).



**Tablo A. 4:** Farklı tektonik ortamların NTE içerikleri (ppm).

NTE	PAAS	UCC	PM	Ort. CI	C1 Kondrit	NASC	ES	OIB	N-MORB	E-MORB
<b>La</b>	38,2	30	0,708	0,367	0,237	31,1	41,1	37	2,5	6,3
<b>Ce</b>	79,6	64	1,833	0,957	0,612	67,033	81,3	80	7,5	15
<b>Pr</b>	8,83	7,1	0,278	0,137	0,095		10,4	9,7	1,32	2,05
<b>Nd</b>	33,9	26	1,366	0,711	0,467	30,4	40,1	38,5	7,3	9
<b>Sm</b>	5,55	4,5	0,444	0,231	0,153	5,98	7,3	10	2,63	2,6
<b>Eu</b>	1,08	0,88	0,168	0,087	0,058	1,253	1,52	3	1,02	0,91
<b>Gd</b>	4,66	3,8	0,595	0,306	0,2055	5,5	6,03	-	-	-

NTE	PAAS	UCC	PM	Ort. CI	CI Kondrit	NASC	ES	OIB	N-MORB	E-MORB
Tb	0,774	0,64	0,108	0,058	0,0374	0,85	1,05	-	-	-
Dy	4,68	3,5	0,737	0,381	0,254	5,54	-	5,6	4,55	3,55
Ho	0,991	0,8	0,163	0,0851	0,0566	-	1,2	-	-	-
Er	2,85	2,3	0,479	0,249	0,1655	3,275	3,55	-	-	-
Tm	0,405	0,33	0,074	0,0356	0,0255		0,56	-	-	-
Yb	2,82	2,2	0,48	0,248	0,17	3,113	3,29	2,16	3,05	2,37
Lu	0,433	0,32	0,0737	0,0381	0,0254	0,456	0,58	0,3	0,455	0,354

PAAS: Arkean sonrası Avusturalya Şeylleri, (Post-Archean Australian Shale); NASC: Kuzey Amerika şeyl bileşimi, (North American Shale Composite); UCC: Üst kıtasal kabuk, (Upper Continental Crust); PM: İlk Manto (Primitive Mantle); ES: Avrupa Şeylleri (European Shale); OIB: Okyanus adası bazaltları (ocean island basalt); N-MORB: Normal okyanus ortası sırt bazaltları (Normal Mid-Ocean Ridge Basalts); E-MORB: Zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları (Enriched Mid-Ocean Ridge Basalts)

PAAS (McLennan 1989), UCC (Taylor ve diğ. 1981), Primitive Mantle (PM) (McDonough ve diğ. 1992), Ort. CI (Taylor ve McLennan 1985), NASC (Gromet ve diğ. 1984), ES (Haskin ve Haskin 1966), OIB, NMORB & E-MORB (Sun ve McDonough 1989)

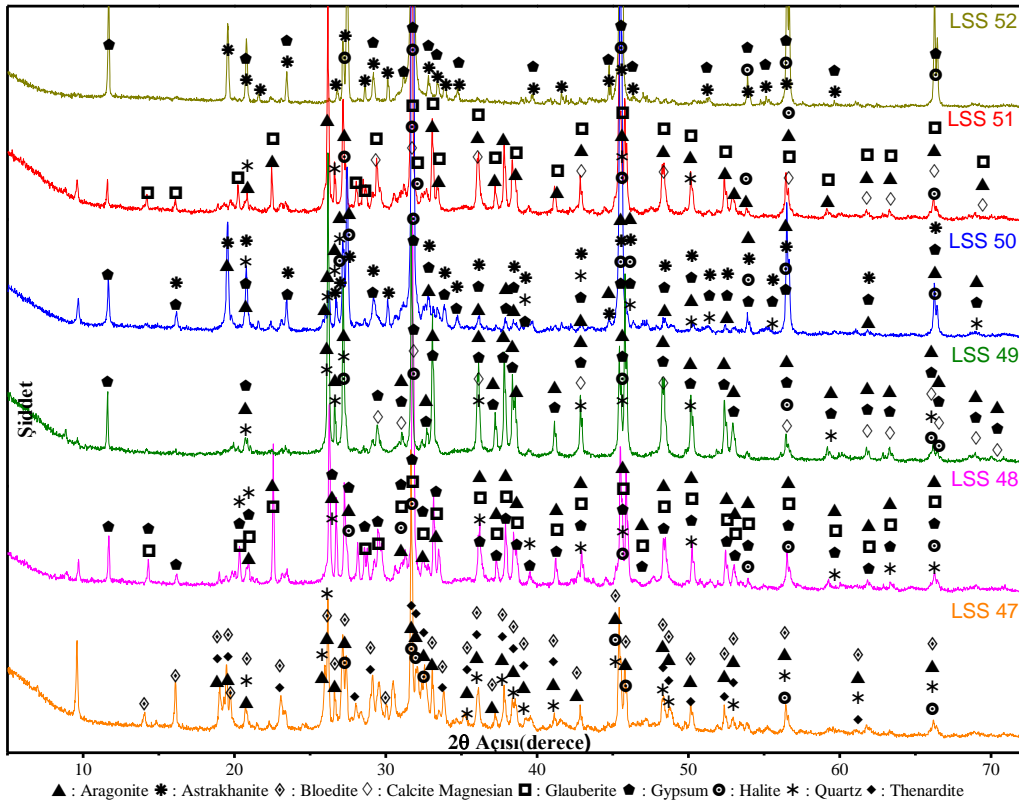
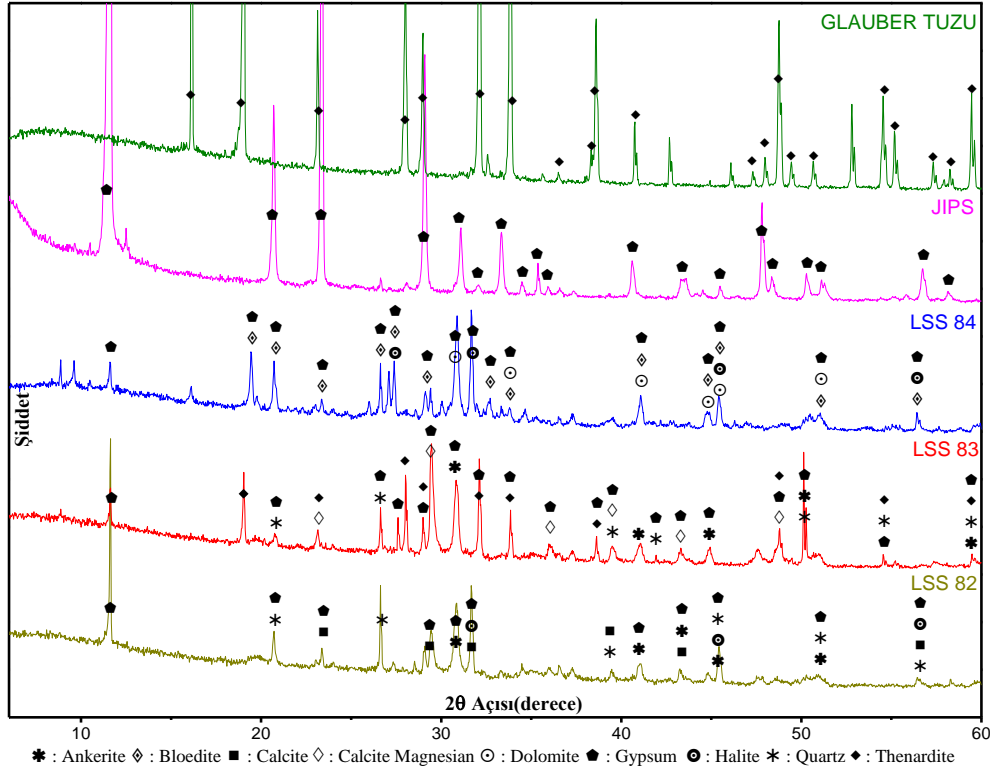
**Tablo A. 5:**Farklı tektonik ortamların ortalama NTE içerikleri-2 (McLennan ve diğ. 1990).

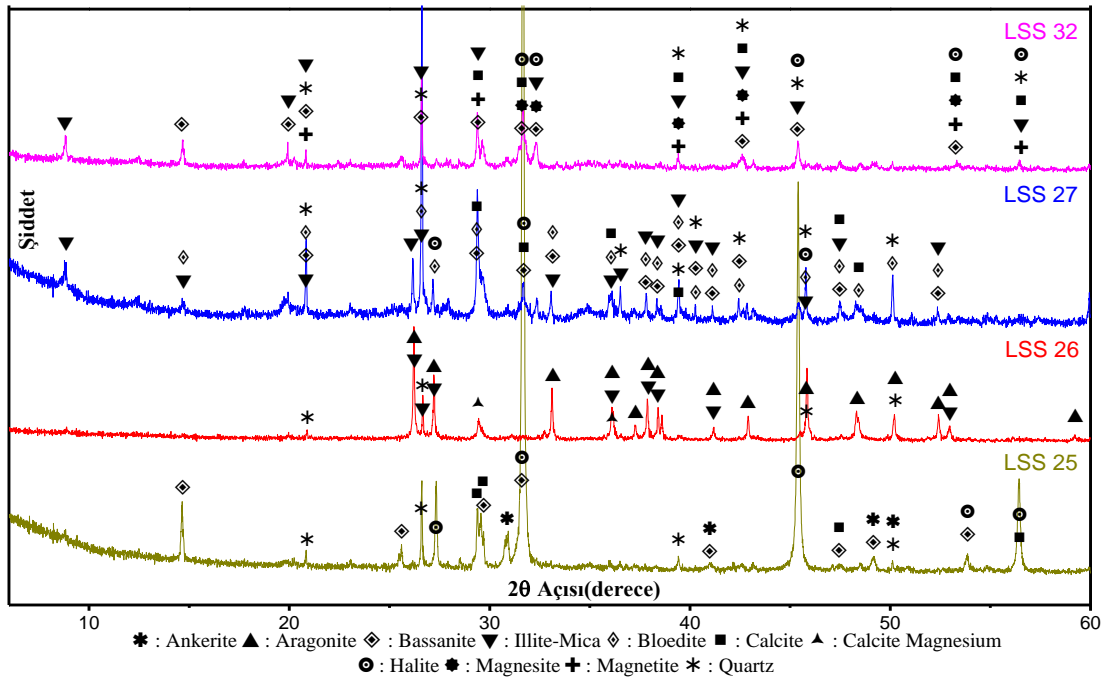
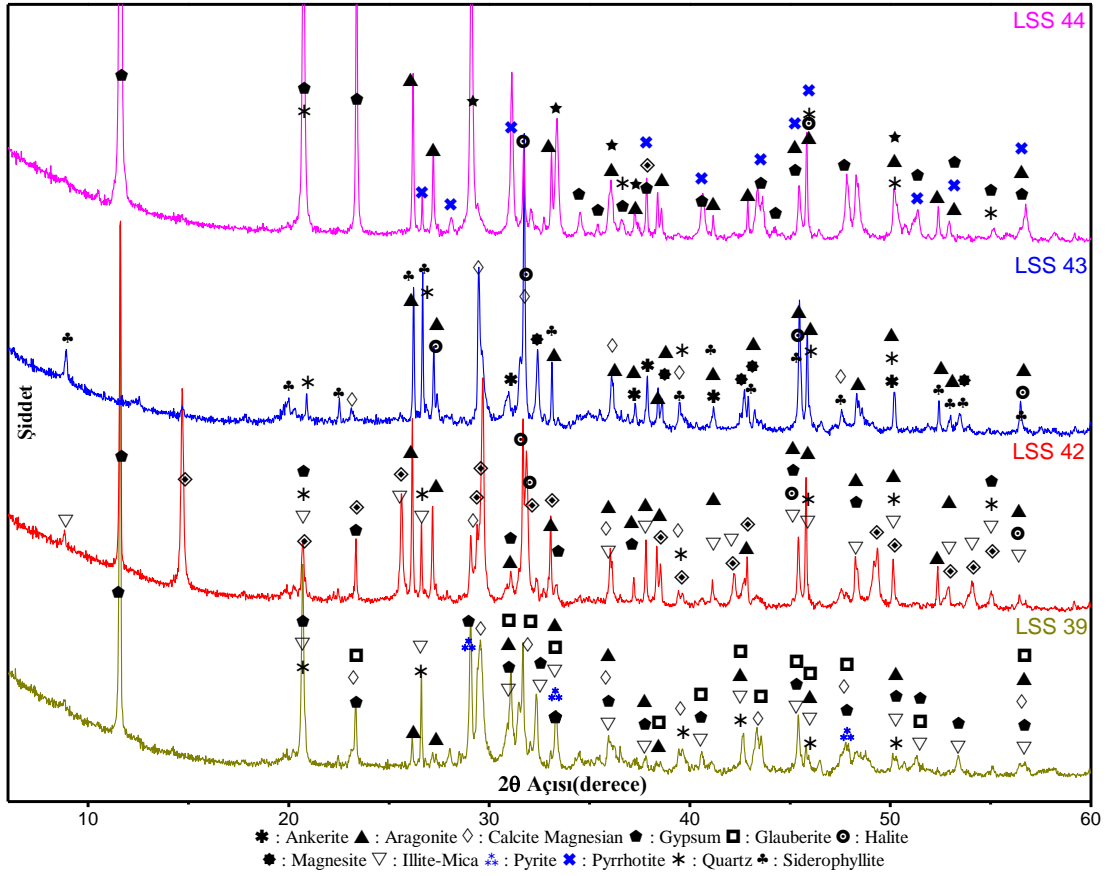
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb
CCB-S	19,63	41,13	4,79	18,10	3,35	0,74	2,43	0,39	2,24	3,79	1,33	1,24
CCB-M	31,35	69,15	7,65	29,35	5,74	1,37	4,65	0,81	4,62	35,91	2,62	2,80
SSM-S	20,73	43,13	4,79	18,43	3,56	0,88	2,85	0,50	3,11	0,66	1,88	1,77
SSM-M	21,07	47,77	5,93	23,93	4,79	1,16	3,82	0,66	3,88	0,82	2,26	2,58
BAB-S	15,30	33,39	3,93	16,15	3,22	0,77	2,71	0,47	2,93	0,64	1,87	1,75
BAB-M	21,37	37,70	5,80	23,00	4,68	1,05	3,84	0,67	4,11	0,86	2,48	2,62
CAB-S	21,41	45,88	5,47	21,79	4,22	0,92	3,30	0,56	3,46	0,75	2,19	2,07
CAB-M	23,48	47,83	6,26	25,34	5,27	1,10	3,95	0,67	4,20	0,85	2,45	2,68
FAB-S	8,25	19,13	2,31	11,10	2,56	0,74	2,71	0,47	3,12	0,70	2,05	1,90
FAB-M	8,64	19,65	2,53	11,34	2,72	0,77	2,63	0,46	3,01	0,62	1,71	1,82

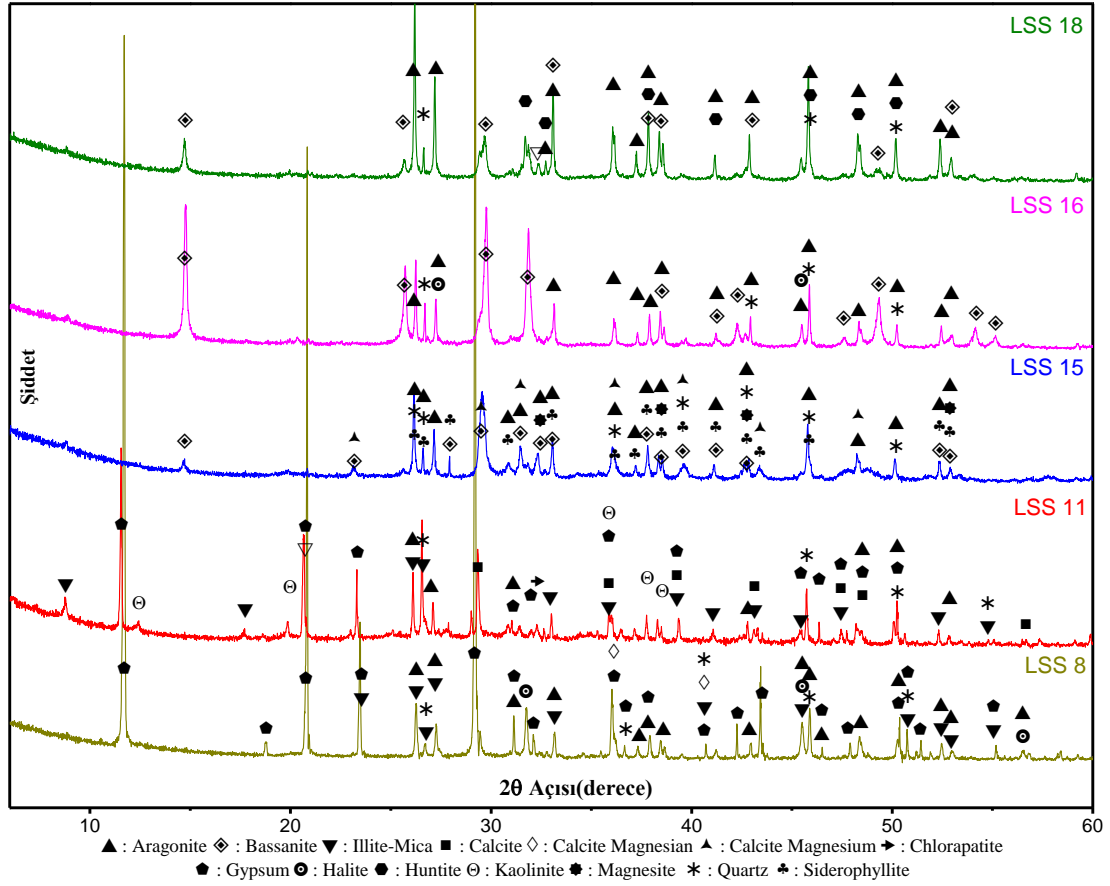
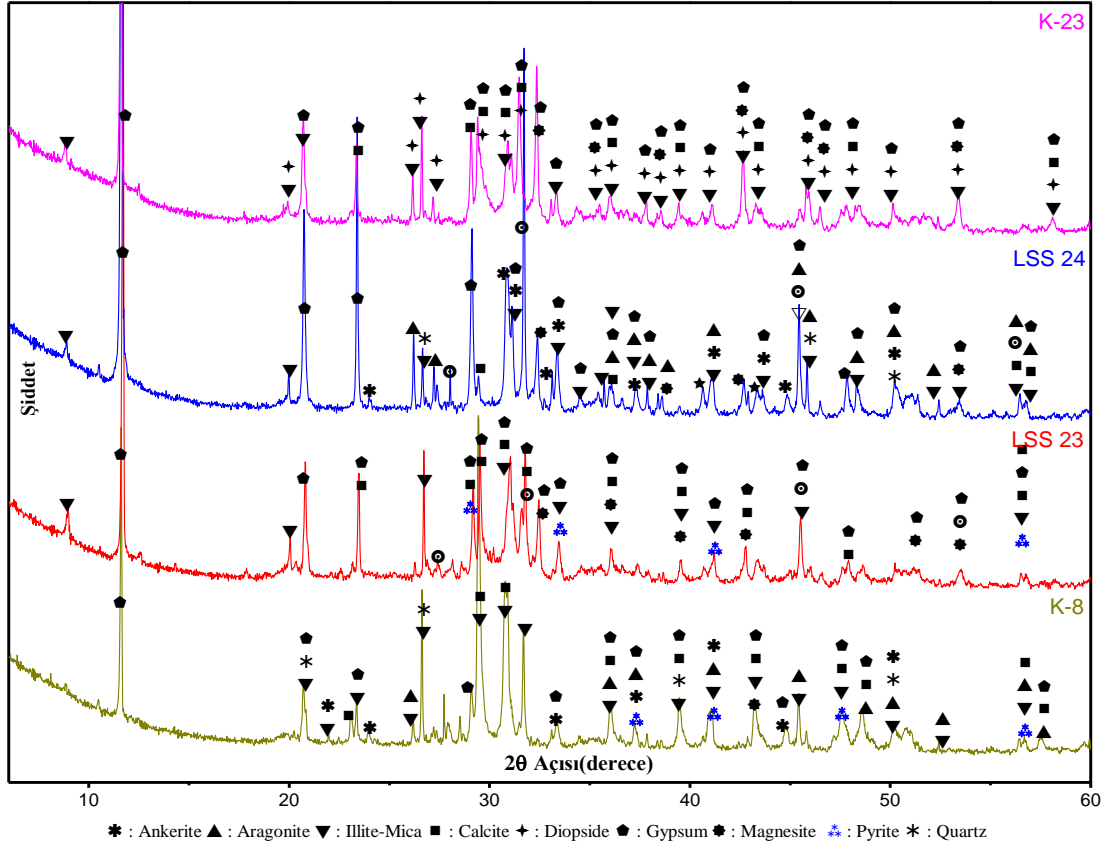
CCB: Kıtasal Çarpışma Havzası (Continental Collision Basin), SSM: Transform Fay Kenarı (Strike Slip Margin), BAB: Yay Ardı Havzası (Back Arc Basin), CAB: Kıtasal Yay Havzası (Continental Arc Basin), FAB: Yay Önü Havzası (Fore Arc Basin), S: Kumtaşı, M: Çamurtaşı

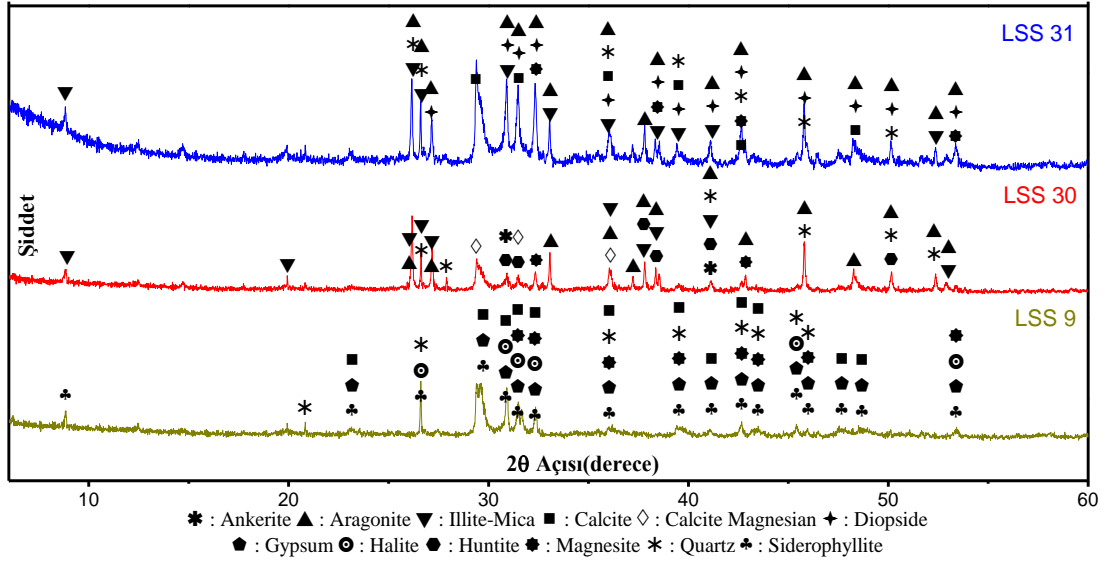
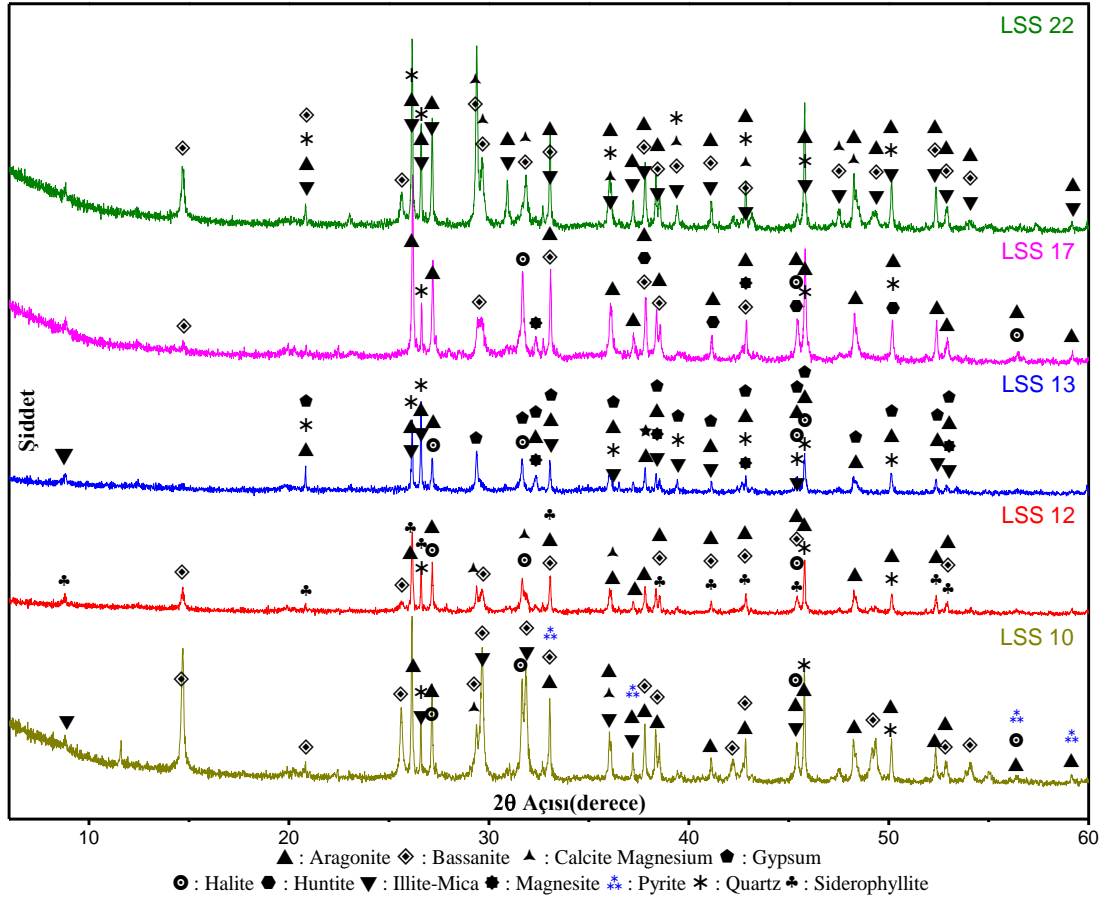


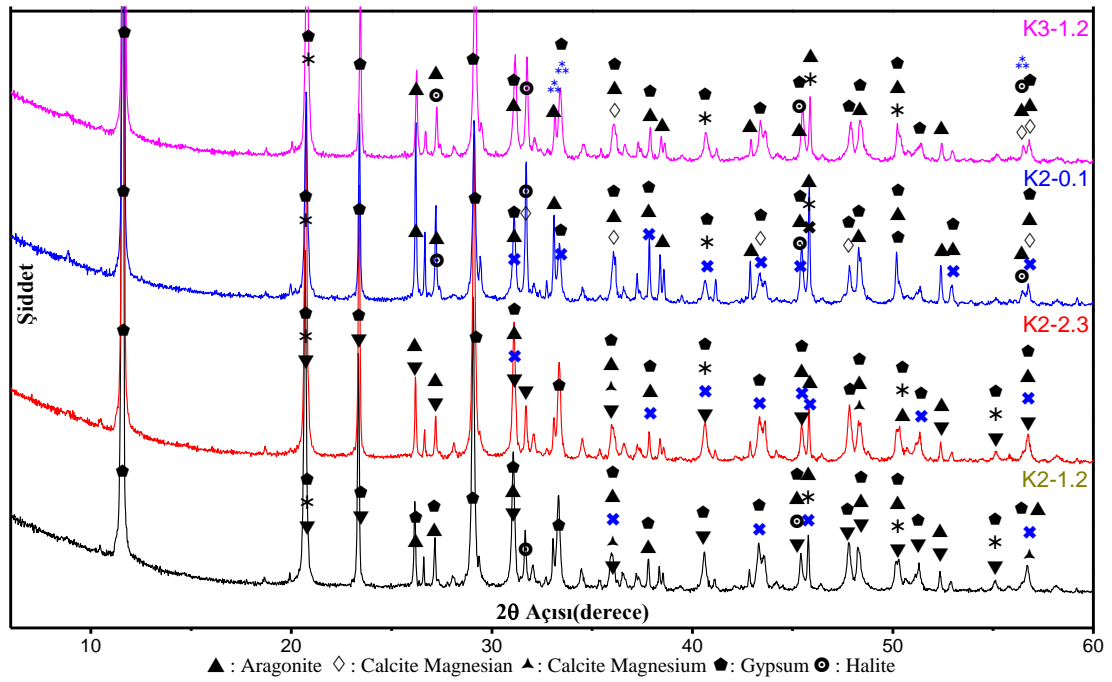
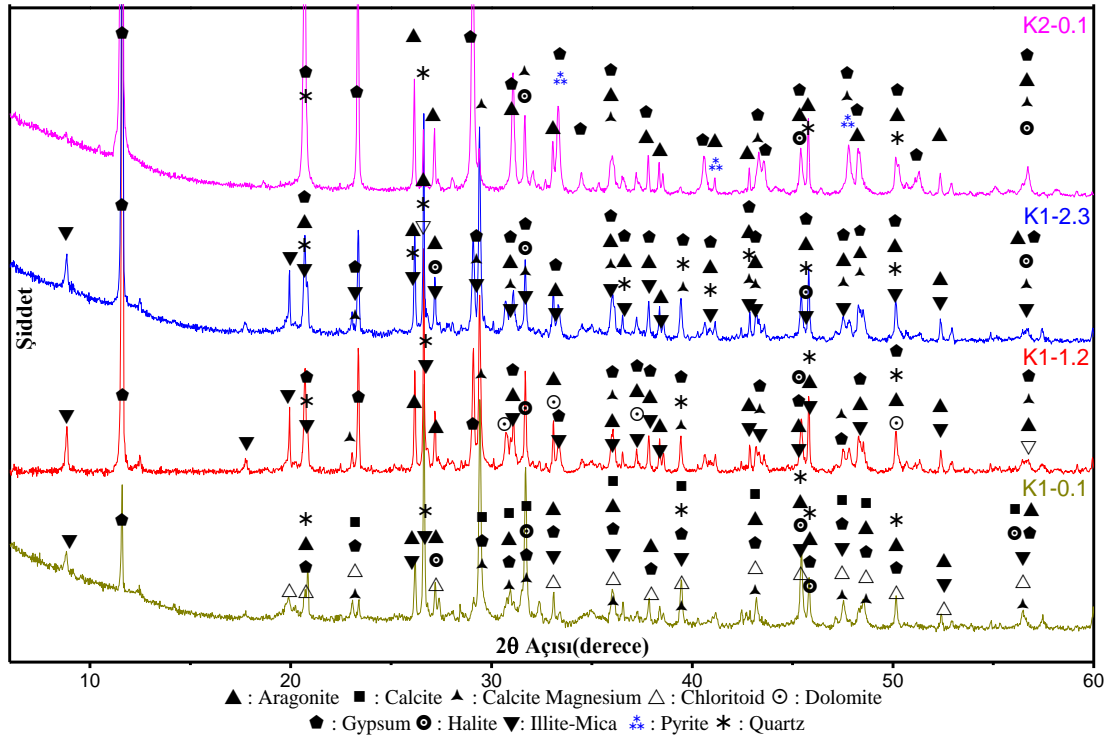
## EK B XRD Difraktogramları

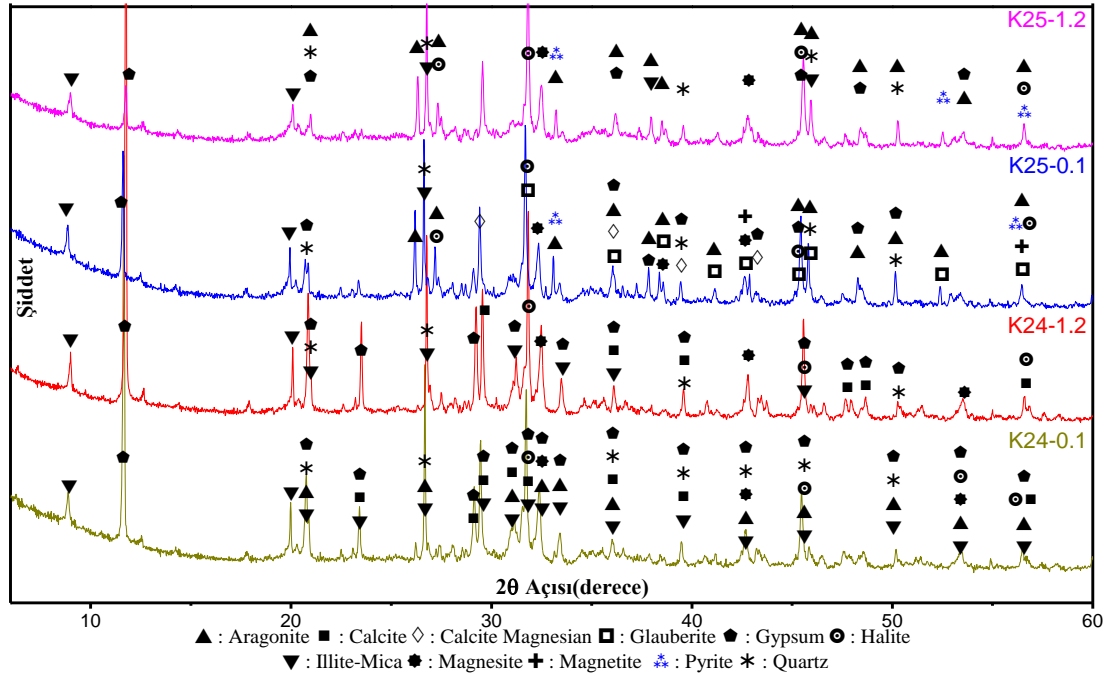
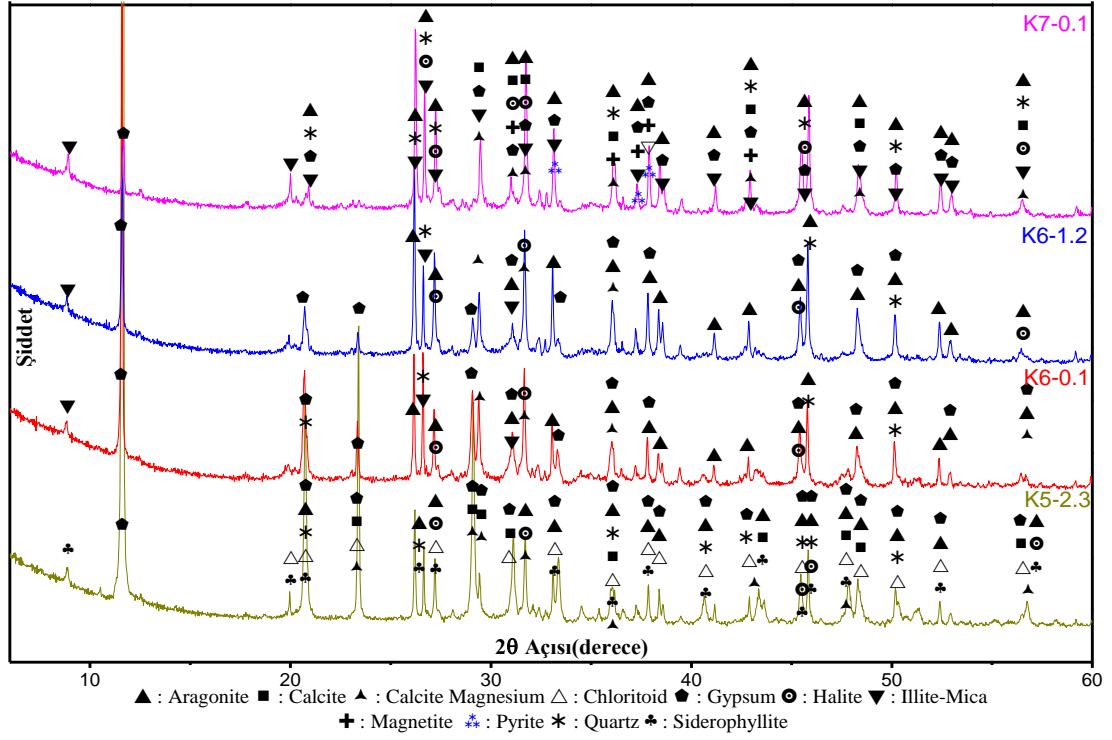


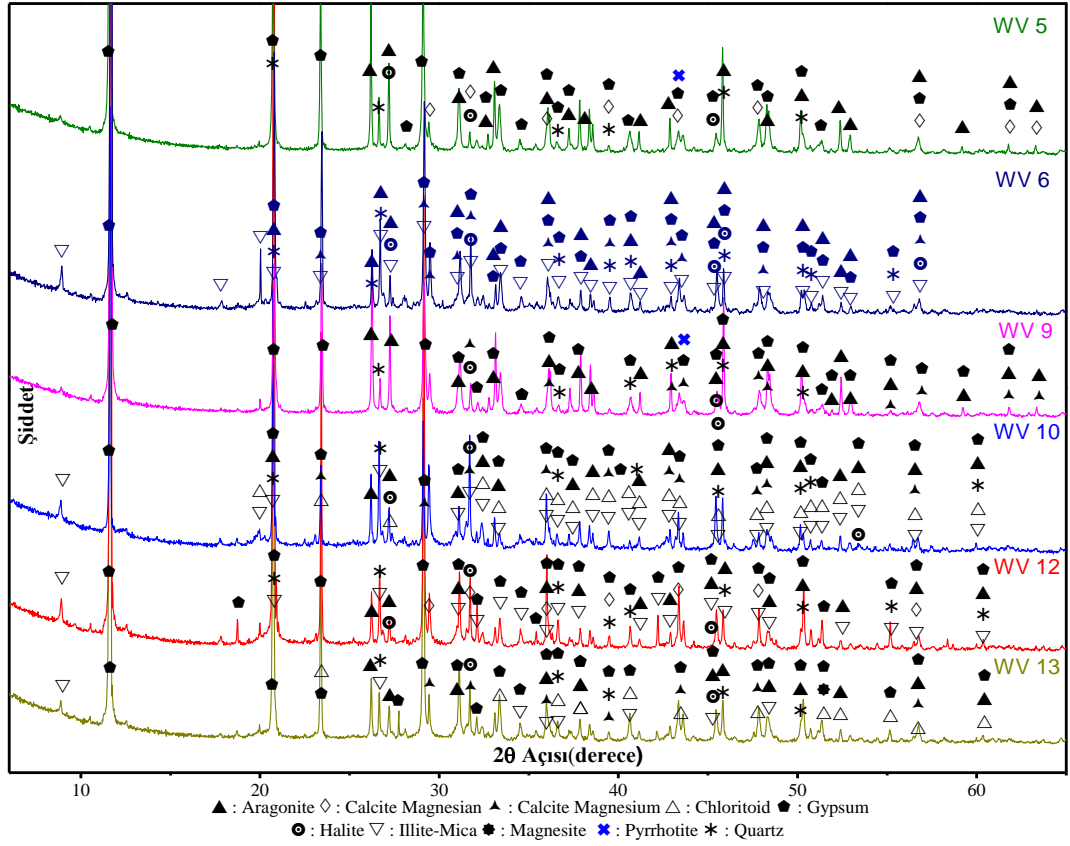
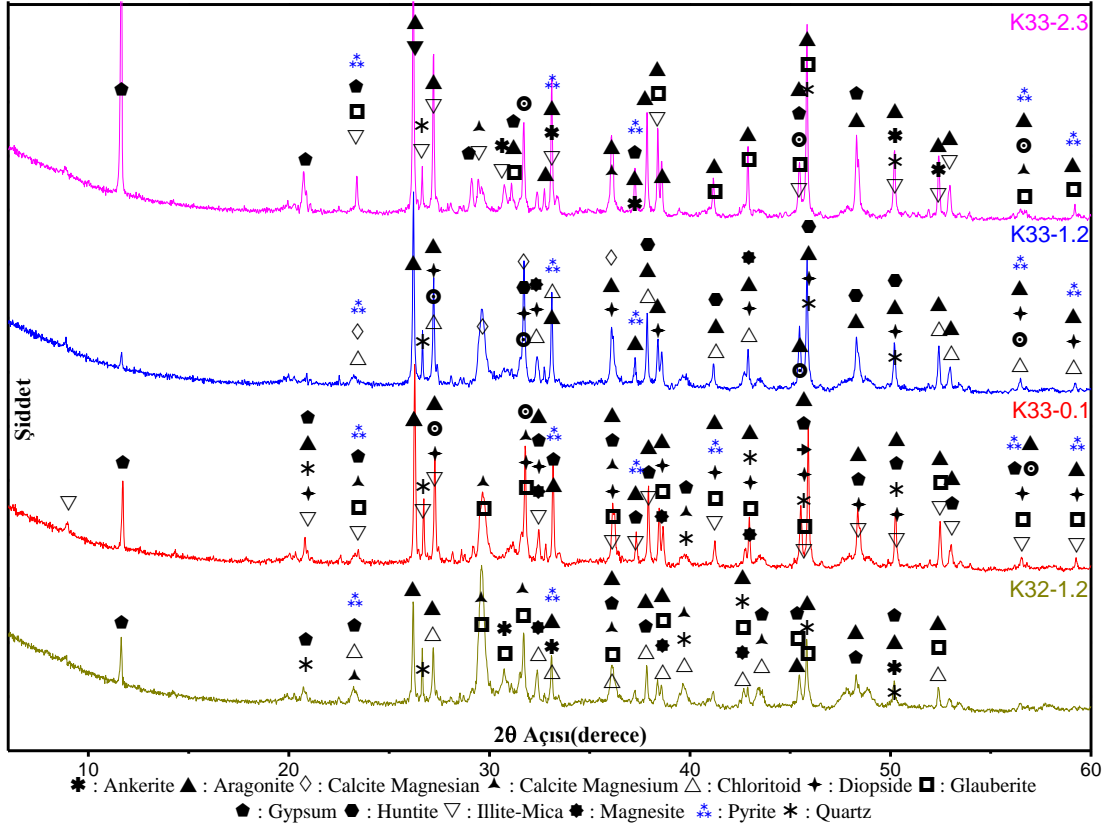




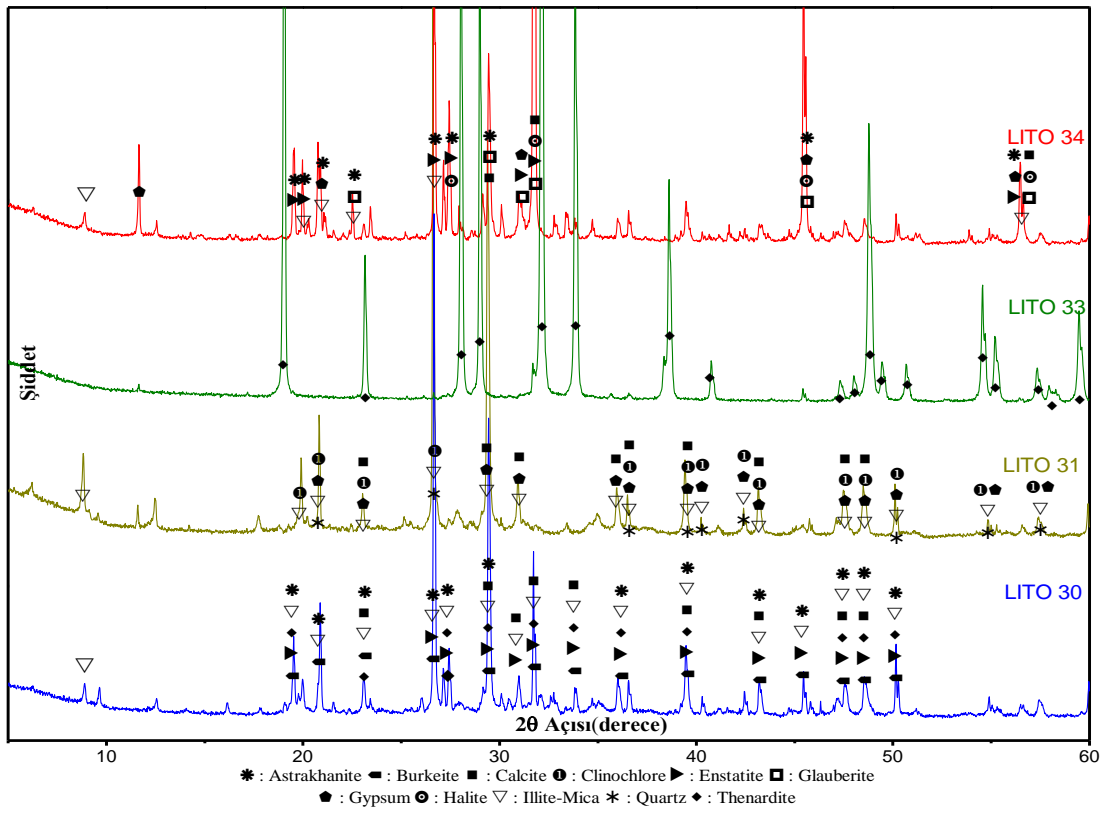
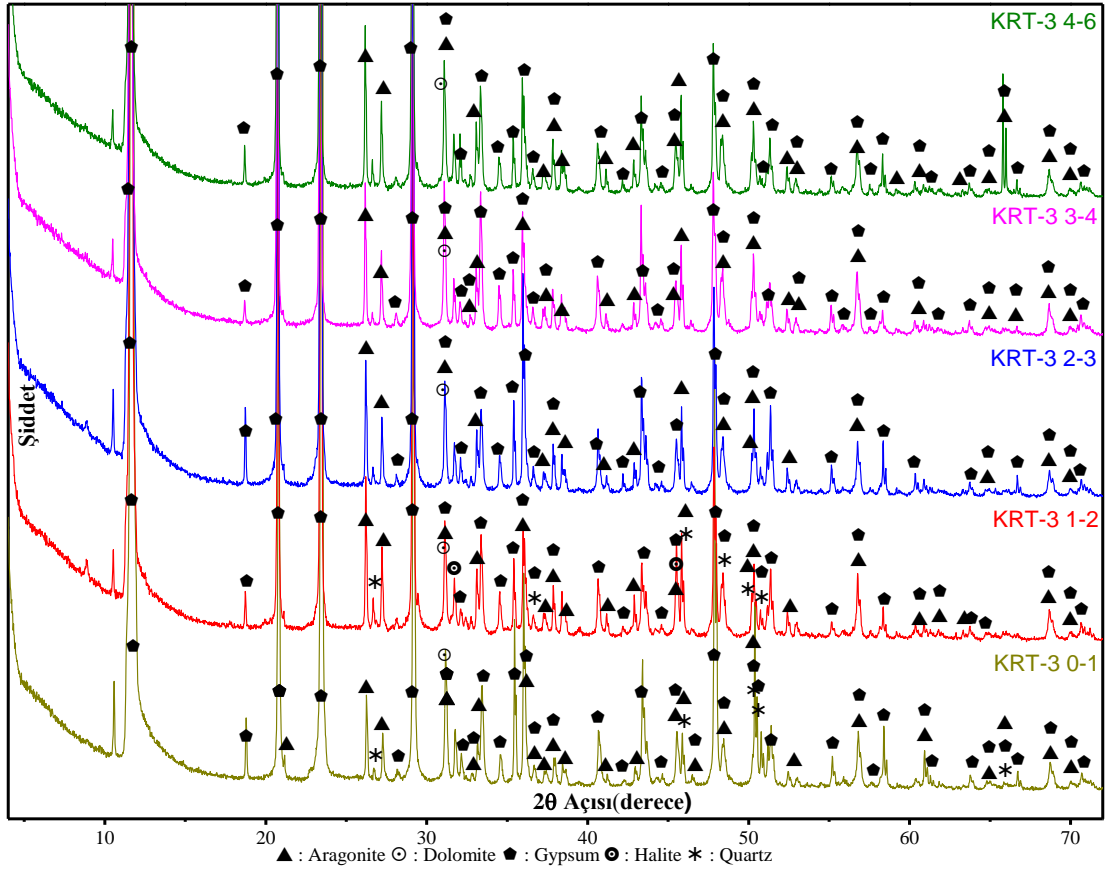




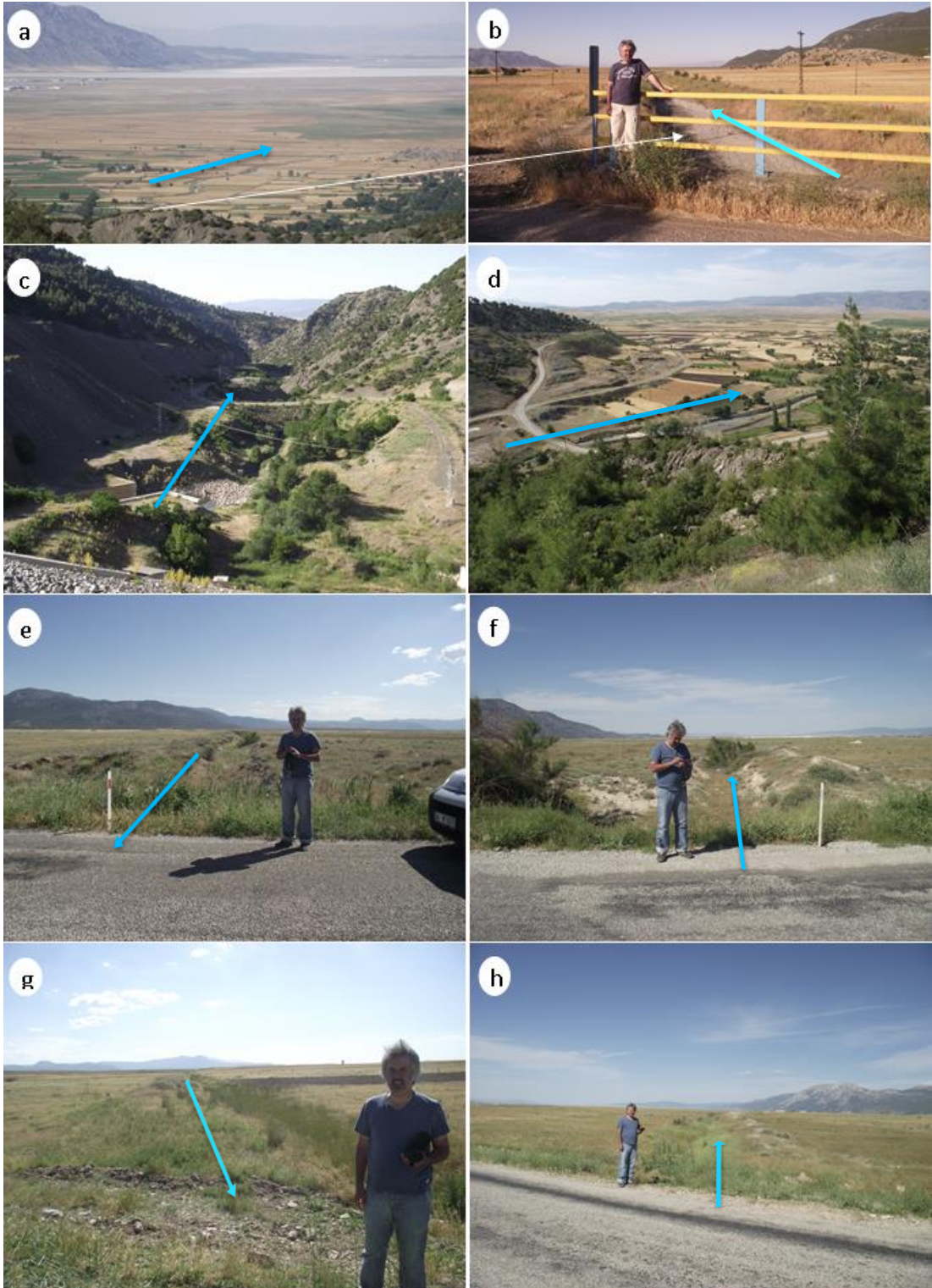








## EK C Acıgöl Havzasındaki Doğal Sular Bölümü Ekleri

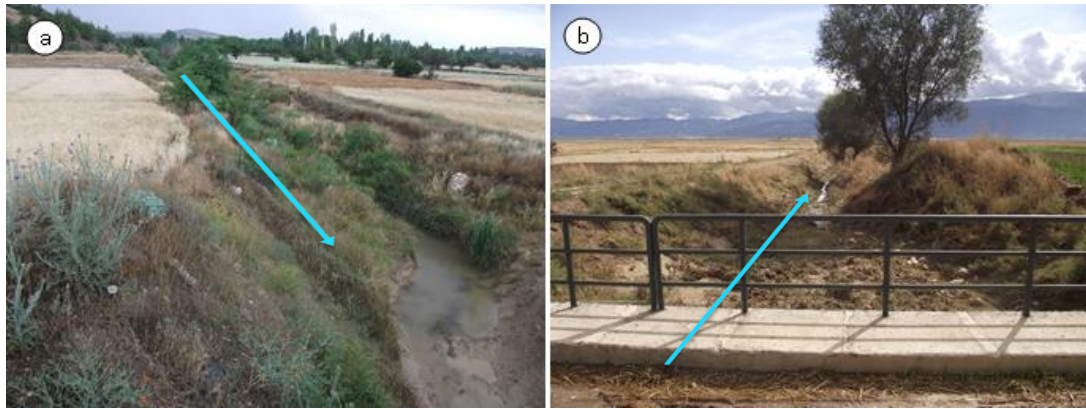


**Şekil C. 1:** a,b) Değirmendere üzerine baraj yapıldıktan sonra kuruyan eski dere yatağı; c,d) Barajın mansabından görünüm; e,f) Kurugöl Kanalı'nın Acıgöl'e bağlandığı bölge; g,h) Havaalanı civarında bulunan başka direnaj sisteminin Acıgöl'e bağlantısı.





**Şekil C. 2:** Gemiş çevresindeki yüzeysel akışların Acıgöl'e iletiği kanallar.



**Şekil C. 3:** a)Yukarı Yenice Köyü ve b)Yüreğil civarındaki drenaj kanalları.



**Şekil C. 4:** Başmakçın'ın D-KD'sunda açılmış sel kapanları.

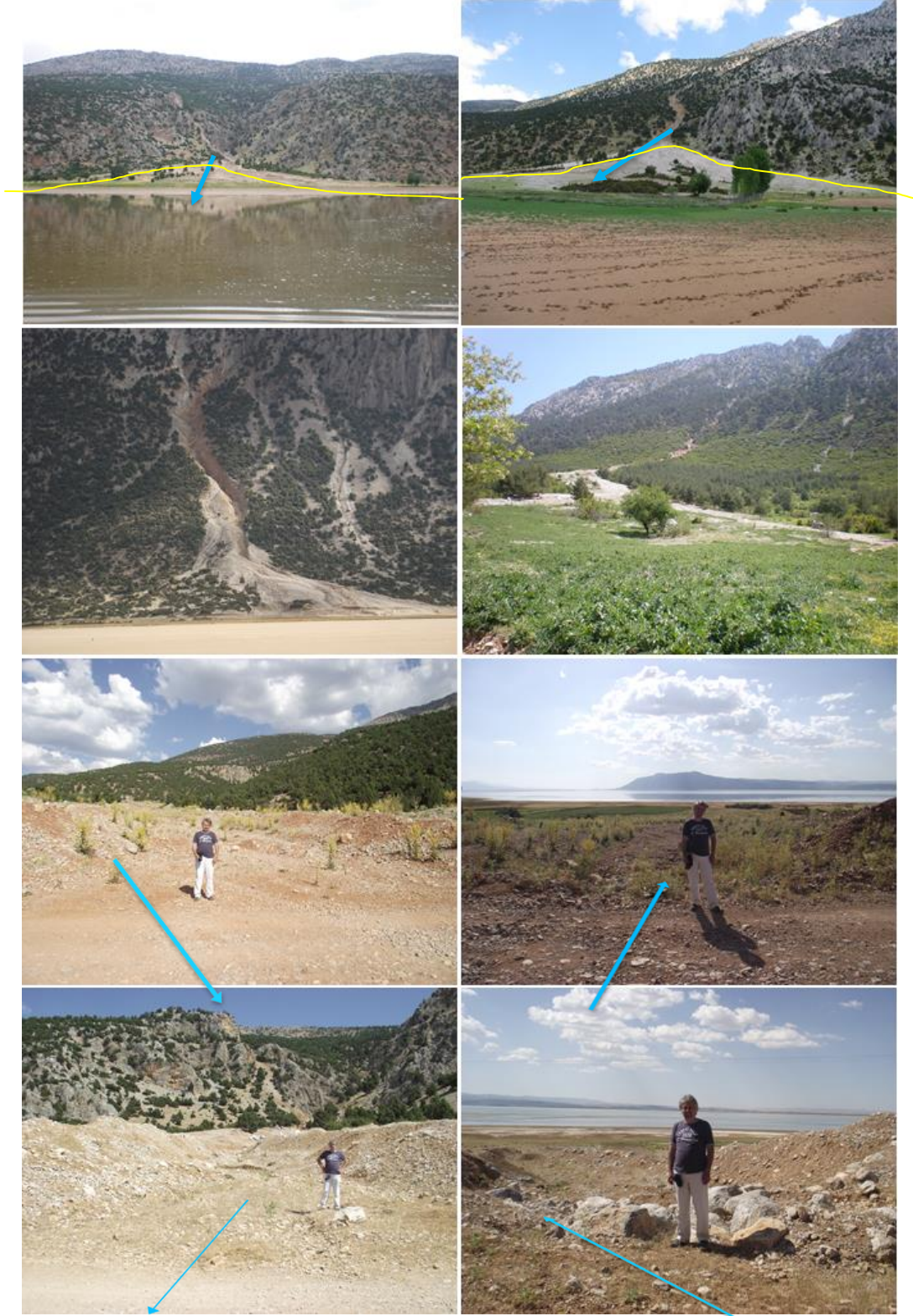


**Şekil C. 5:** Gölün kuzeyinde yağış sularının direne edilmesi için yapılmış menfezler ve direne edilen yerde gelişen vejetasyon.



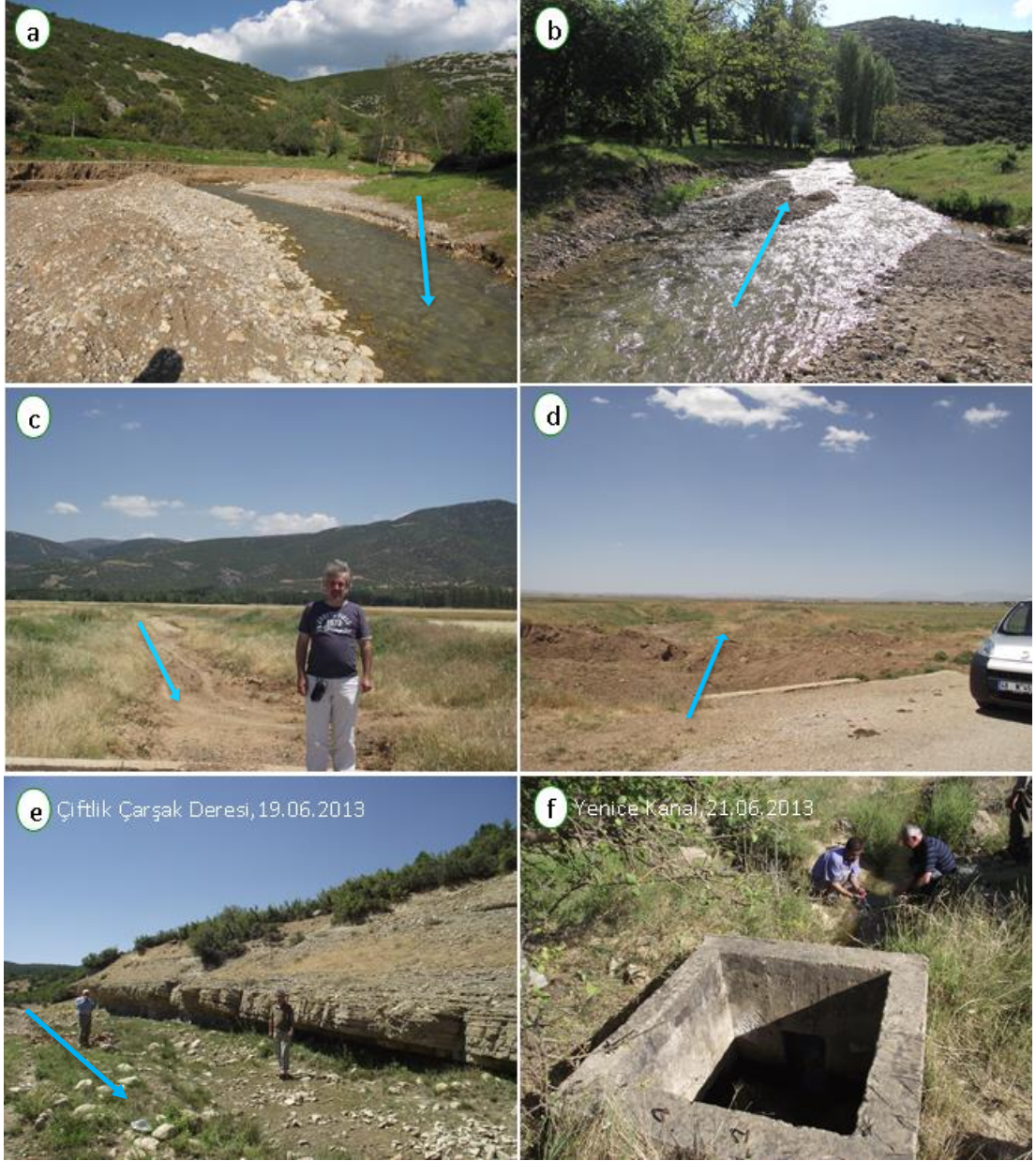
**Şekil C. 6:** Çardak'ın K-KD'sunda açılmış sel önleme hendekleri.





**Şekil C. 7:** Gölün güneyinde Yandağ'a kuzeyden bakıldığında, alüvyonla sonlanan derin drenaj akıntılarının biriktirdiği konilerde döküntülerin genel görünümü.





**Şekil C. 8:** Kocaçay (Değirmendere)'in a,b)Yaka Beldesi'nin güney batısından gölü beslediği Mayıs-2009 yağışlı dönemdeki c,d) Kocaçay'ın göle giriş yaptığı Başmakçı-Akpınar yolunun kenarında Haziran 2012 kurak dönemdeki görünümü, e) Çiftlik Köyü Çarşak Deresi, f)Yukarı Yenice Köyü.

**Tablo C. 1:** Havza içinde yer alan kaynak ve çeşmelerin konumları.

Kod	Adı	Yerleşim	Enlem	Boylam	İstasyon No
Ç-1	ACIGOL SULAK ALAN	Çardak	37,79993	29,72236	2
Ç-2	AKARCA ÇEŞME	Akarca	37,95507	29,84933	68
Ç-3	ÇATALÇESME	İdris	37,90539	29,69026	80
Ç-4	ÇİĞRİ	Çığı	37,8158	30,05307	21
Ç-5	ÇINAR CESME	Darıcalar	37,89429	29,73078	78
Ç-6	H.ALTUNAY	Akpınar	37,8183	29,9418	82
Ç-7	HAYRIYE BAŞPINAR ÇEŞMESİ	Hayriye	37,65079	29,64662	10
Ç-8	HISARALAN ÇEŞMESİ	Hisaralan	37,96779	29,68995	74
Ç-9	İĞDİR KÖYÜ ÇEŞMESİ	İğdir	37,76989	29,92515	17
Ç-10	KANLICA GÖLETİ ÇEŞMESİ	İnceler	37,73965	29,60895	4
Ç-11	ÖZDEMİR ACISU	Özdemirci	38,07664	29,7315	72
Ç-12	OZDEMIRCI CESME	Özdemirci	38,05043	29,74359	72
K-1	ARDIÇLI PINAR	Akpınar	37,82396	29,93879	84
K-2	BEYLERLİ GÖLÜ KAYNAK	Beylerli	37,72415	29,68424	6
K-3	ÇATSUYU	Başmakçı K.	37,79404	29,99548	19
K-4	ÇÖKEK PINARI	Akpınar	37,81791	29,92811	36
K-5	ÇUKURYAYLA ULUPINAR	Ulupınar	37,77907	29,98396	18
K-6	DAĞANLI PINAR	Akpınar	37,81898	29,92941	35
K-7	DAZKIRI KAYNAK	Dazkırı	37,91926	29,85894	65
K-8	DAZKIRI ŞEBEKE	Dazkırı	37,91926	29,85894	65
K-9	DEREKÖY	Dereköy	37,66132	29,81885	12
K-10	GEMİŞ KAYNAK	Gemiş	37,77244	29,84334	45
K-11	GEMİŞ PINARI	Gemiş	37,77319	29,8453	44
K-12	HACI MEHMET	Darıcalar	37,89478	29,7306	77
K-13	HÖYÜK SUYU	Yüreğil	37,90224	29,906	51
K-14	İKİZPINAR	Gemiş	37,79972	29,89416	41
K-15	KAYNAK-2	Yassıören	37,84677	29,978	81
K-16	KAYNAK-3	Akpınar	37,80593	29,90094	87
K-17	KİLİSE	Gemiş	37,79499	29,87597	42
K-18	KOCAPINAR	Akpınar	37,81723	29,92697	37
K-19	KOCAPINAR-B	Akpınar	37,81677	29,92602	37
K-20	KÖRPINAR	Akpınar	37,8223	29,93515	33
K-21	MAYMUNDAĞI KAYNAĞI	Sarıkavak	37,83647	29,75763	1
K-22	PINARLI	Akpınar	37,82464	29,94019	30
K-23	SARIKAVAK ÇEŞME	Sarıkavak	37,88004	29,80661	58
K-24	SARIKAVAK İÇME	Sarıkavak	37,86941	29,80292	58
K-25	SAZAK KAYNAK	İdris Köyü	37,89351	29,70636	79
K-26	SÖĞÜT	Söğütköy	37,78226	29,8626	9
K-27	SÖĞÜTLÜ PINAR	Akpınar	37,82016	29,93099	34
K-28	SÖĞÜTLÜK	Gemiş	37,78226	29,8626	43
K-29	TAHTAKÖPRÜ PINARI	Akpınar	37,83513	29,95721	29
K-30	TERMAL	Beylerli	37,72132	29,68265	7
K-31	ULUPINAR KAYNAK	Ulupınar	37,75324	29,97406	16
K-32	YİRCE PINARI	Akpınar	37,80786	29,90879	39



**Tablo C. 2:** Havza içinde açılmış derin ve sığ sondajların konumları.

Kod	Adı	Yerleşim	Enlem	Boylam	İstasyon No
DS-1	AKARCA KÖYÜ SONDAJ	Akarca	37,97357	29,87216	69
DS-2	DELİKTAŞ SULAMA	Sarıkavak	37,87381	29,80334	59
DS-3	DSİ-25148	Alanköy	37,68313	29,86486	13
DS-4	DSİ-37490	Sarıkavak	37,87601	29,81071	60
DS-5	DSİ-43508	Yaka	37,87655	30,03548	46
DS-6	DSİ-45737	Yassıören	37,85171	30,01996	22
DS-7	DSİ-46084	Başmakçı	37,90458	30,02809	47
DS-8	DSİ-47215	Çaltı	37,73674	29,72697	5
DS-9	DSİ-53584	Akkeçili	37,91636	29,90916	48
DS-10	DSİ-55754	Yüreğil	37,88567	29,87265	54
DS-11	DSİ-56419	Yüreğil	37,89103	29,87169	53
DS-12	E-3	Akpınar	37,83662	29,95862	27
DS-13	S-3	Akpınar	37,80194	29,8979	40
DS-14	S-7	Akpınar	37,83604	29,95777	28
DS-15	S-8	Akpınar	37,83596	29,95765	85
DS-16	S-13	Akpınar	37,84214	29,96821	26
DS-17	S-15	Akpınar	37,84274	29,9685	83
DS-18	S-16	Akpınar	37,84696	29,97837	25
DS-19	S-17	Akpınar	37,84711	29,97867	24
DS-20	S-18	Akpınar	37,84748	29,97906	23
DS-21	SARIKAVAK-1	Sarıkavak	37,88054	29,81646	63
DS-22	SARIKAVAK 2	Sarıkavak	37,88003	29,80664	61
DS-23	SARIKAVAK 3	Sarıkavak	37,86874	29,80382	57
DS-24	SAZKÖY SONDAJ	Sazköy	37,76659	29,64842	3
DS-25	YENİCE İÇME SUYU	Yenice	37,90854	29,85327	64
DS-26	YENİCE KUYU	Yenice	37,9245	29,84576	67
SS-1	AKYARMA KÖYÜ TULUMBA	Akyarma	38,00169	29,89264	70
SS-2	ARIF ŞENTÜRK TARLA	Yüreğil	37,91042	29,90859	50
SS-3	DOMUZ GÖLCÜĞÜ	Akpınar	37,8115	29,94174	31
SS-4	KARAAĞAÇ KÖYÜ TULUMBA	Karaağaç	38,01955	29,77412	71
SS-5	MEVLÜT TURAN TULUMBA	Yüreğil	37,90257	29,90165	52
SS-6	SELAMİ TIRYAKİ TARLA	Yüreğil	37,91352	29,91217	49
SS-7	YAYLAKÖY KESON KUYU	Yaylaköy	37,91506	29,73025	76
SS-8	YENKUYU-A	Akpınar	37,81351	29,939	32
SS-9	YENKUYU-B	Akpınar	37,81352	29,937	32



**Şekil C. 9:** Doğal Göller ve Göletler.



**Şekil C. 10:** Mevsimsel Maymundağı Kaynağı ve göle uzak konumdaki kaynaklar.





**Şekil C. 11:** Gölün güneyinde ve gölü besleyen sürekli kaynaklar.





**Şekil C. 12:** Gölün güneyinde ve gölü besleyen sürekli kaynaklar-2.





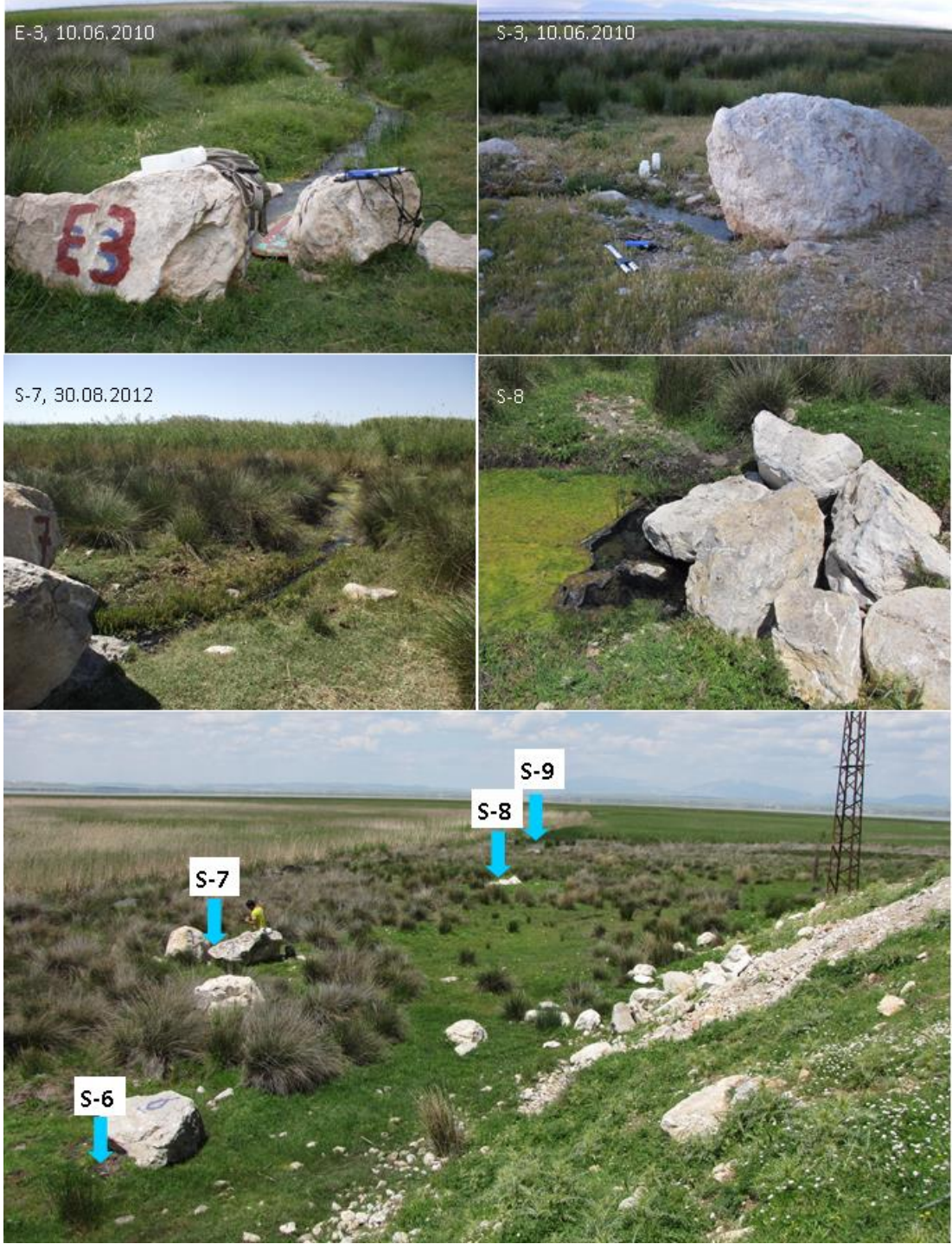
Şekil C. 13: Havza içindeki çeşmeler.





Şekil C. 13: Havza içindeki çeşmeler. (devam)





Şekil C. 14: Doğrudan gölü besleyen derin sondajlar.





S-9



S-10



S-12, 10.06.2010



S-13, 10.06.2010



S-15, 10.06.2010



S-16, 09.06.2013



S-18, 09.06.2013



S-16, 10.05.2009

Şekil C. 14: Doğrudan gölü besleyen derin sondajlar. (devam)





Akkeçili DSİ-53584 Sondajı, 12.10.2011



Deliktaş Sulama DSİ Sondajı, 19.06.2012



Sarıkavak DSİ Sondajı, 23.06.2013



Sarıkavak DSİ 37490 Sondajı, 23.06.2013



Yassıören DSİ-45737 Sondajı, 24.06.2013



Yenice İçme DSİ Sondajı, 21.06.2013



Yüreğil İller Bankası (MAMBL-18) Sondajı, 12.10.2011



Yüreğil DSİ 55754 (MAMBL-17) Sondajı, 12.10.2011

Şekil C. 15: Gölde uzak konumda farklı litolojik birimlerdeki derin sondajlar.



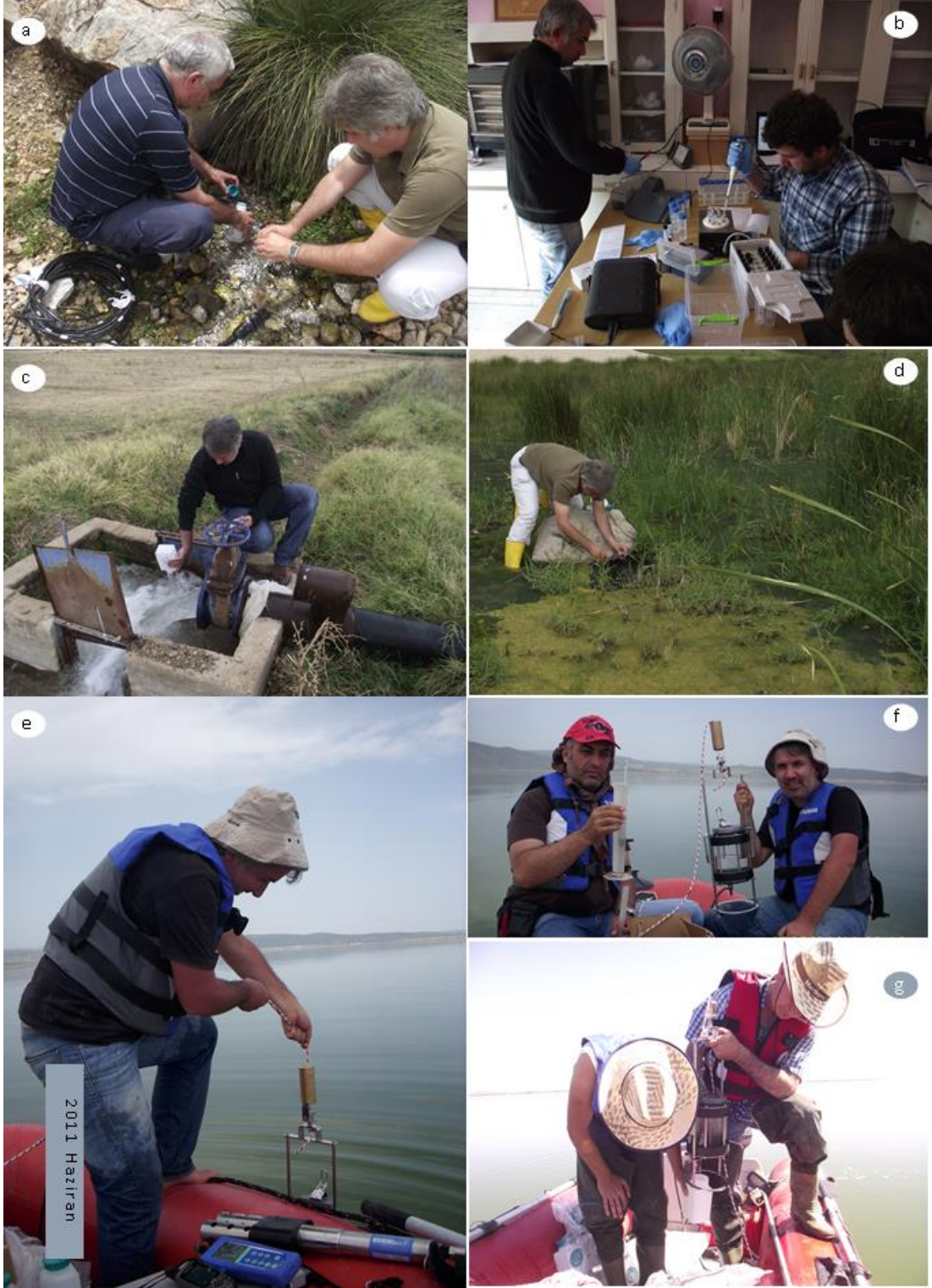


Şekil C. 16: Sulama ve kullanım amaçlı siğ sondajlar.



**Şekil C. 17:** a) Akpınar kaynağı b) Sarıkavak Çeşme c) Körpınar d) S-18 sondajı e, f) göl suyunun, fiziksel özelliklerinin yerinde ölçülmesi.





**Şekil C. 18:** Suların arazide örneklenmesi a)kaynaklarda c)derin kuyularda d)sığ kuyularda e,f,g) göl yüzeyinde, arazide laboratuvar çalışması b)Alkim laboratuvarında süzme asitleme vb. işlemler.

**Tablo C. 3:** Mayıs 2009 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=21, renklendirme r >0,7).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	Si	Sr
t	-0,29	-0,18	0,00	0,67	0,68	0,79	0,01	0,64	0,40	0,67	0,53	0,64	0,55	-0,17	-0,06	0,47
pH	1,00	0,55	0,00	-0,18	-0,22	-0,22	0,36	-0,28	-0,10	-0,31	0,18	-0,12	-0,04	-0,37	0,42	-0,02
Eh		1,00	0,00	-0,09	-0,12	-0,12	0,69	-0,26	-0,05	-0,32	0,45	0,02	0,11	-0,40	0,65	0,18
ÇO			1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TÇM				1,00	0,99	0,94	0,40	0,97	0,92	0,96	0,64	0,99	0,89	0,05	0,32	0,57
Ec					1,00	0,95	0,34	0,98	0,92	0,97	0,57	0,97	0,85	0,01	0,27	0,56
Ca						1,00	0,28	0,92	0,82	0,92	0,64	0,91	0,79	0,01	0,24	0,64
Mg							1,00	0,23	0,43	0,16	0,72	0,50	0,49	-0,22	0,96	0,47
Na								1,00	0,93	0,99	0,47	0,94	0,84	0,18	0,16	0,41
K									1,00	0,89	0,51	0,90	0,83	0,11	0,39	0,46
Cl										1,00	0,45	0,92	0,80	0,15	0,08	0,40
HCO <sub>3</sub>											1,00	0,68	0,63	-0,27	0,65	0,67
SO <sub>4</sub>												1,00	0,91	-0,01	0,41	0,62
F													1,00	0,17	0,34	0,22
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,28	-0,32
Si															1,00	0,53
Sr																1,00



**Tablo C. 4:** Haziran 2010 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=19).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	Ba	Li
t	0,63	-0,78	-0,35	0,90	0,90	0,88	-0,25	0,80	0,59	0,85	0,68	0,83	0,73	-0,22	0,34	0,44
pH	1,00	-0,31	-0,19	0,51	0,52	0,56	-0,32	0,53	-0,03	0,56	-0,05	0,34	0,37	0,22	0,27	0,00
Eh		1,00	0,48	-0,83	-0,83	-0,66	-0,07	-0,73	-0,63	-0,69	-0,75	-0,83	-0,64	0,49	-0,59	-0,52
ÇO			1,00	-0,27	-0,30	-0,32	0,05	-0,24	-0,12	-0,14	-0,38	-0,23	-0,13	0,23	-0,54	-0,35
TÇM				1,00	1,00	0,89	-0,16	0,95	0,61	0,95	0,64	0,94	0,72	-0,17	0,26	0,34
Ec					1,00	0,90	-0,18	0,95	0,63	0,96	0,64	0,93	0,72	-0,07	0,26	0,36
Ca						1,00	-0,30	0,90	0,68	0,85	0,56	0,81	0,47	0,06	0,15	0,30
Mg							1,00	-0,16	0,09	-0,27	-0,01	-0,10	-0,19	-0,51	0,04	0,03
Na								1,00	0,59	0,93	0,50	0,88	0,55	-0,02	0,09	0,17
K									1,00	0,52	0,68	0,71	0,26	-0,29	0,09	0,40
Cl										1,00	0,53	0,90	0,76	0,04	0,07	0,24
HCO <sub>3</sub>											1,00	0,74	0,56	-0,40	0,32	0,66
SO <sub>4</sub>												1,00	0,67	-0,40	0,19	0,42
F													1,00	-0,03	0,23	0,35
NO <sub>3</sub>														1,00	0,08	-0,52
Ba															1,00	0,41
Li																1,00

**Tablo C. 5:** Haziran 2011 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi(n=11).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	Ba	Li
t	0,66	0,01	-0,09	0,72	0,71	0,49	0,30	0,54	0,64	0,79	-0,40	0,70	0,77	-0,78	-0,28	0,88
pH	1,00	0,31	0,54	0,16	0,12	0,31	-0,04	0,34	0,29	0,33	-0,22	0,18	-0,13	0,16	0,06	0,37
Eh		1,00	0,51	-0,28	-0,30	-0,28	-0,23	-0,35	-0,45	-0,35	-0,18	-0,42	-0,35	0,52	0,91	-0,41
ÇO			1,00	-0,39	-0,41	-0,12	-0,15	-0,38	-0,26	-0,40	0,24	-0,40	-0,41	0,67	0,45	-0,32
TÇM				1,00	1,00	0,47	0,65	0,50	0,77	0,89	-0,25	0,90	0,67	-0,65	-0,38	0,91
Ec					1,00	0,47	0,65	0,50	0,77	0,89	-0,22	0,91	0,67	-0,64	-0,40	0,91
Ca						1,00	0,20	0,70	0,81	0,72	0,29	0,60	0,42	-0,10	-0,50	0,76
Mg							1,00	0,42	0,65	0,57	-0,34	0,78	0,55	-0,41	-0,08	0,21
Na								1,00	0,84	0,82	-0,21	0,72	0,35	-0,66	-0,44	0,59
K									1,00	0,93	0,00	0,93	0,77	-0,51	-0,56	0,83
Cl										1,00	-0,19	0,95	0,80	-0,65	-0,50	0,96
HCO <sub>3</sub>											1,00	-0,24	-0,10	0,62	-0,21	0,43
SO <sub>4</sub>												1,00	0,87	-0,70	-0,47	0,91
F													1,00	-0,69	-0,45	0,77
NO <sub>3</sub>														1,00	0,54	-0,93
Ba															1,00	-0,69
Br																0,00
Li																1,00

**Tablo C. 6:** Ekim 2011 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=31).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	As	Ba	Br	Li
t	-0,77	-0,59	-0,74	0,83	0,83	0,39	0,28	0,72	0,81	0,72	-0,33	0,74	0,52	-0,33	0,75	-0,32	-0,14	0,82
pH	1,00	0,45	0,53	-0,76	-0,76	-0,43	-0,23	-0,77	-0,62	-0,67	0,26	-0,74	-0,36	0,49	-0,58	0,50	0,26	-0,66
Eh		1,00	0,47	-0,72	-0,72	-0,43	-0,12	-0,58	-0,72	-0,57	0,27	-0,52	-0,36	0,20	-0,81	0,18	-0,30	-0,76
ÇO			1,00	-0,63	-0,63	-0,31	-0,50	-0,39	-0,65	-0,55	0,03	-0,59	-0,66	0,32	-0,48	0,17	-0,63	-0,55
TÇM				1,00	1,00	0,67	0,32	0,84	0,80	0,87	-0,25	0,88	0,53	-0,54	0,78	-0,45	0,34	0,88
Ec					1,00	0,67	0,32	0,84	0,80	0,87	-0,25	0,88	0,53	-0,54	0,78	-0,45	0,34	0,88
Ca						1,00	0,03	0,47	0,12	0,16	0,14	0,27	0,12	-0,58	0,53	-0,39	0,12	0,57
Mg							1,00	0,18	0,96	0,96	-0,01	0,94	0,97	0,01	0,05	0,03	0,99	0,08
Na								1,00	0,17	0,23	-0,39	0,36	0,15	-0,39	0,61	-0,51	0,14	0,74
K									1,00	1,00	-0,31	0,96	1,00	-0,40	0,77	-0,17	1,00	0,09
Cl										1,00	-0,23	0,98	1,00	-0,49	0,63	-0,51	1,00	0,12
HCO <sub>3</sub>											1,00	-0,19	-0,13	0,31	-0,38	0,23	0,71	-0,39
SO <sub>4</sub>												1,00	0,97	-0,58	0,62	-0,55	0,99	0,25
F													1,00	-0,57	0,42	-0,22	1,00	0,07
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,46	0,47	0,14	-0,46
As															1,00	-0,36	-0,14	0,87
Ba																1,00	0,00	-0,33
Br																	1,00	-0,05
Li																		1,00

**Tablo C. 7:** Haziran 2012 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=30).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	As	Ba	Br	Li
t	-0,14	-0,46	0,07	0,75	0,75	0,60	-0,03	0,59	0,32	0,63	-0,08	0,56	0,38	-0,02	0,56	0,04	0,80	0,43
pH	1,00	0,09	-0,24	-0,26	-0,26	-0,55	-0,12	-0,25	-0,09	-0,19	-0,21	-0,35	0,17	0,19	-0,17	-0,05	0,10	-0,22
Eh		1,00	-0,29	-0,64	-0,64	-0,28	0,09	-0,66	-0,42	-0,75	0,03	-0,71	-0,75	0,52	-0,59	0,52	-0,61	-0,23
ÇO			1,00	0,21	0,21	0,22	-0,01	0,21	0,18	0,18	0,11	0,15	-0,57	0,11	0,05	-0,16	0,22	0,03
TÇM				1,00	1,00	0,67	-0,01	0,91	0,66	0,93	-0,03	0,88	0,72	-0,21	0,77	-0,22	0,79	0,64
Ec					1,00	0,67	-0,01	0,91	0,66	0,93	-0,03	0,88	0,72	-0,21	0,77	-0,22	0,79	0,64
Ca						1,00	0,45	0,46	0,45	0,34	0,12	0,58	0,40	-0,07	0,46	0,14	0,11	0,54
Mg							1,00	-0,05	0,34	-0,13	0,59	0,26	0,22	0,33	0,02	0,29	-0,30	0,05
Na								1,00	0,67	0,94	-0,03	0,67	0,57	-0,30	0,83	-0,19	0,89	0,69
K									1,00	0,67	0,15	0,54	0,23	0,58	0,66	0,26	0,55	0,49
Cl										1,00	-0,05	0,71	0,58	-0,21	0,76	-0,24	0,96	0,61
HCO <sub>3</sub>											1,00	-0,06	-0,22	0,29	-0,01	0,18	-0,11	-0,12
SO <sub>4</sub>												1,00	0,94	-0,17	0,55	-0,10	0,26	0,63
F													1,00	-0,30	0,48	-0,27	0,14	0,62
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,16	0,75	-0,43	-0,21
As															1,00	-0,06	0,73	0,69
Ba																1,00	-0,05	-0,04
Br																	1,00	0,43
Li																		1,00

**Tablo C. 8:** Eylül 2012 kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=12).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	As	Ba	Br	Li
t	0,16	-0,18	-0,01	0,12	0,12	-0,19	0,10	-0,02	0,61	0,08	-0,13	0,19	-0,52	0,93	0,08	0,72	0,04	-0,03
pH	1,00	0,21	-0,14	-0,39	-0,39	-0,77	0,72	-0,48	0,44	-0,26	0,48	0,03	-0,39	0,61	0,06	0,58	-0,68	-0,54
Eh		1,00	0,20	-0,81	-0,81	-0,45	0,24	-0,68	-0,06	-0,70	-0,12	-0,77	-0,49	0,72	-0,80	0,27	-0,73	-0,76
ÇO			1,00	-0,35	-0,35	0,33	-0,11	-0,48	-0,60	-0,33	-0,23	-0,04	-0,35	-0,05	-0,33	-0,08	0,21	-0,43
TÇM				1,00	1,00	0,53	-0,22	0,96	0,28	0,83	0,20	0,72	0,80	-0,65	0,77	-0,45	0,96	0,95
Ec					1,00	0,53	-0,22	0,96	0,28	0,83	0,20	0,72	0,80	-0,65	0,77	-0,45	0,96	0,95
Ca						1,00	-0,53	0,53	-0,51	0,46	-0,34	0,39	0,54	-0,72	0,26	-0,70	0,83	0,53
Mg							1,00	-0,27	0,42	-0,08	0,31	0,05	-0,13	0,39	-0,07	0,29	-0,50	-0,42
Na								1,00	0,27	0,79	0,15	0,56	0,88	-0,65	0,68	-0,52	0,98	0,96
K									1,00	0,27	0,26	0,21	-0,05	0,61	0,33	0,56	-0,05	0,15
Cl										1,00	-0,10	0,76	0,82	-0,60	0,75	-0,30	1,00	0,75
HCO <sub>3</sub>											1,00	0,20	0,35	-0,12	0,26	-0,13	-0,08	0,14
SO <sub>4</sub>												1,00	0,59	-0,90	0,88	-0,24	0,66	0,53
F													1,00	-0,90	0,64	-0,83	0,77	0,84
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,63	0,98	-0,69	-0,69
As															1,00	-0,21	0,67	0,67
Ba																1,00	-0,55	-0,52
Br																	1,00	0,98
Li																		1,00

**Tablo C. 9:** Haziran 2013 (Göl güneyi) kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=21).

	pH	Eh	DO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	As	B	Ba	Br	Li	Si	Sr	
t	-0,24	-0,20	-0,38	0,79	0,84	0,07	-0,18	0,10	-0,20	0,27	0,25	0,74	0,76	0,09	-0,56	0,01	0,04	0,00	0,07	-0,14	0,12	
pH	1,00	-0,24	0,03	-0,04	-0,05	0,08	-0,07	0,12	-0,05	0,10	0,36	-0,21	-0,27	0,11	-0,16	0,06	-0,16	0,34	0,10	0,02	0,10	
Eh		1,00	0,13	-0,40	-0,48	-0,08	-0,01	-0,78	-0,19	-0,45	-0,09	-0,42	-0,19	-0,48	0,01	-0,45	0,14	-0,23	-0,28	0,14	-0,11	
ÇO			1,00	-0,34	-0,35	0,05	-0,14	-0,24	-0,28	-0,28	-0,23	-0,26	-0,32	-0,20	0,30	-0,21	-0,08	0,10	-0,16	-0,11	-0,16	
TÇM				1,00	0,96	0,09	0,02	0,28	-0,07	0,44	0,46	0,63	0,56	0,24	-0,41	0,12	-0,12	0,04	0,18	0,13	0,22	
Ec					1,00	0,16	0,04	0,35	0,00	0,54	0,40	0,76	0,65	0,26	-0,35	0,17	-0,10	0,13	0,23	0,12	0,27	
Ca						1,00	0,19	0,40	-0,06	0,55	-0,15	0,31	0,02	-0,37	-0,10	0,66	-0,22	0,65	0,81	0,28	0,84	
Mg							1,00	0,30	0,45	0,21	0,20	0,01	0,04	0,16	0,63	0,37	0,19	-0,09	0,39	0,80	0,45	
Na								1,00	0,38	0,67	-0,08	0,51	0,24	0,53	0,09	0,79	-0,11	0,40	0,68	0,16	0,50	
K									1,00	0,30	-0,36	0,05	-0,01	0,28	-0,12	0,31	-0,04	-0,04	0,28	0,50	0,24	
Cl										1,00	0,07	0,66	0,41	0,26	0,08	0,74	-0,40	0,91	0,72	0,32	0,60	
HCO <sub>3</sub>											1,00	0,14	0,32	0,14	0,40	-0,15	0,04	-0,18	-0,12	0,15	-0,08	
SO <sub>4</sub>												1,00	0,79	0,06	0,10	0,40	-0,23	0,40	0,40	-0,04	0,32	
F													1,00	0,12	0,18	0,18	0,02	0,17	0,20	0,11	0,13	
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,11	0,02	0,47	-0,33	-0,10	0,14	-0,09	
As															1,00	0,15	-0,08	0,41	0,00	0,16	-0,10	
B																1,00	-0,36	0,73	0,93	0,33	0,76	
Ba																	1,00	-0,68	-0,36	0,00	-0,22	
Br																		1,00	0,70	0,11	0,52	
Li																			1,00	0,49	0,93	
Si																				1,00	0,59	
Sr																						1,00

**Tablo C. 10:** Haziran 2013 (Göl kuzeyi) kaynakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=23).

	pH	Eh	ÇO	TÇM	Ec	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>3</sub>	As	B	Ba	Br	Li	Si	Sr
t	0,72	-0,46	-0,05	0,41	0,41	0,32	-0,19	0,02	0,00	0,04	-0,48	0,21	0,40	0,11	0,09	0,13	0,09	-0,16	0,35	0,00	0,40
pH	1,00	-0,55	-0,05	0,13	0,13	0,32	-0,01	-0,08	-0,16	-0,12	-0,59	0,17	-0,06	0,22	0,24	-0,18	0,17	-0,33	0,07	0,01	0,34
Eh		1,00	-0,40	-0,10	-0,10	-0,10	0,35	-0,01	0,33	-0,05	0,53	0,04	0,04	-0,16	-0,02	0,08	-0,19	-0,04	0,01	0,00	0,01
ÇO			1,00	-0,24	-0,24	-0,39	-0,25	-0,26	-0,23	-0,27	-0,30	-0,35	-0,19	-0,09	-0,18	-0,21	0,20	-0,34	-0,26	0,04	-0,29
TÇM				1,00	1,00	0,16	-0,02	0,22	0,29	0,13	-0,14	0,46	0,48	-0,21	0,35	0,23	-0,25	0,04	0,30	0,03	0,24
Ec					1,00	0,16	-0,02	0,22	0,29	0,13	-0,14	0,46	0,48	-0,21	0,35	0,23	-0,25	0,04	0,30	0,03	0,24
Ca						1,00	0,03	0,21	0,25	0,33	-0,25	0,50	0,25	0,37	-0,19	0,22	0,29	-0,08	0,50	-0,23	0,66
Mg							1,00	0,34	0,31	0,16	0,12	0,63	0,29	-0,15	0,57	0,29	-0,19	-0,04	0,40	0,56	0,52
Na								1,00	0,40	0,94	0,12	0,57	0,61	-0,09	0,59	0,93	-0,18	0,90	0,74	0,16	0,40
K									1,00	0,42	0,27	0,23	0,23	0,06	0,07	0,43	0,00	0,19	0,29	-0,06	0,26
Cl										1,00	0,22	0,41	0,57	0,25	0,34	0,91	0,01	0,89	0,70	0,01	0,33
HCO <sub>3</sub>											1,00	-0,24	0,06	0,00	0,07	0,14	-0,27	0,38	-0,14	-0,04	-0,26
SO <sub>4</sub>												1,00	0,66	-0,26	0,41	0,57	-0,40	0,11	0,83	0,09	0,89
F													1,00	-0,27	0,15	0,80	-0,34	0,31	0,90	0,09	0,63
NO <sub>3</sub>														1,00	-0,39	-0,16	0,85	-0,07	-0,09	0,01	-0,11
As															1,00	0,33	-0,49	0,54	0,21	0,44	0,26
B																1,00	-0,19	0,79	0,85	0,11	0,45
Ba																	1,00	-0,30	-0,15	0,00	-0,16
Br																		1,00	0,44	0,00	-0,08
Li																			1,00	0,18	0,79
Si																				1,00	0,11
Sr																					1,00

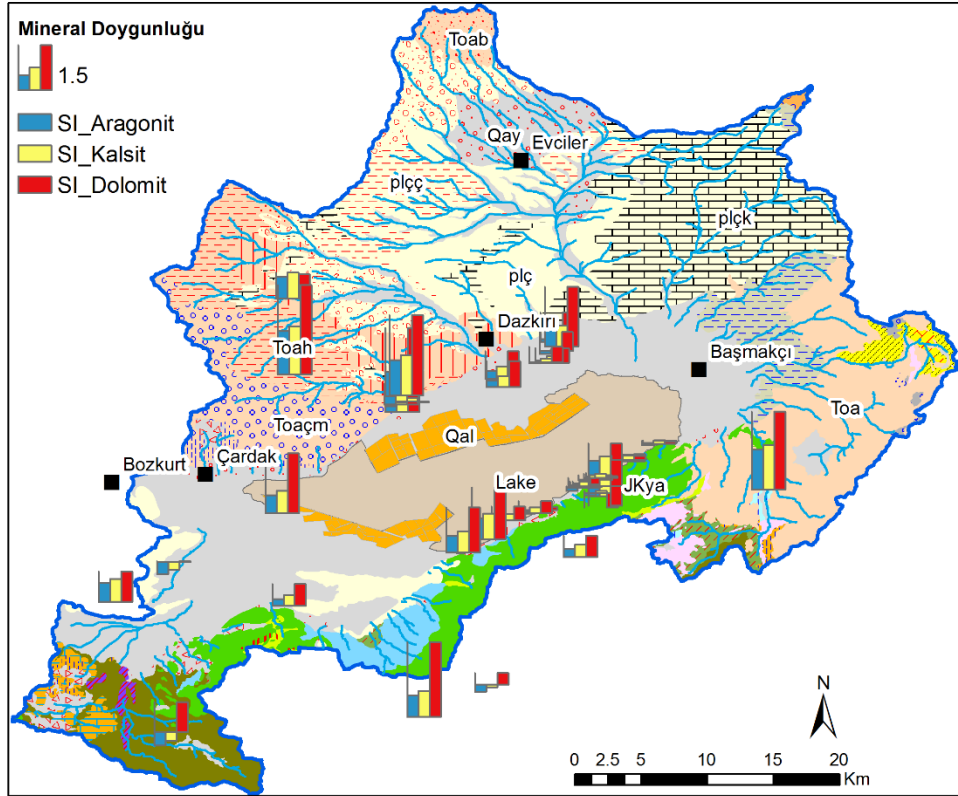


**Tablo C. 11:** Phreeqc.dat veritabanına göre suların doygunluk indeksinin hesaplandığı mineraller.

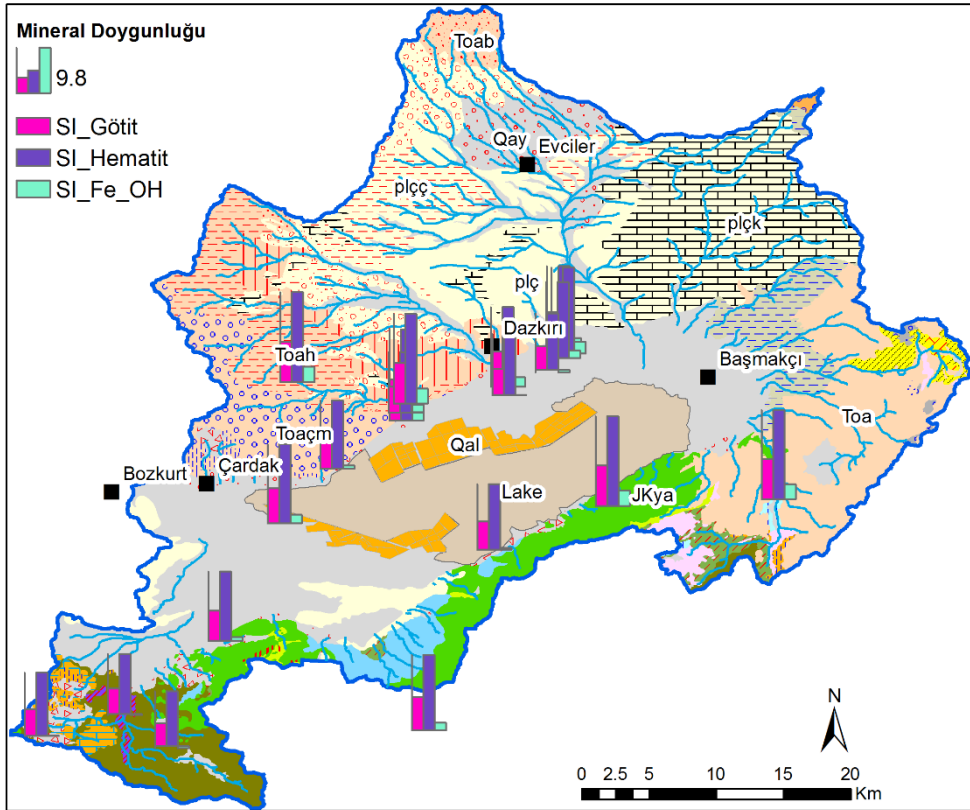
Albit	Krizotil	Halit	Pirokroit	Villemit
Alunit	CO <sub>2</sub> (g)	Hausmanit	Pirolusit	Viterit
Anhidrit	Dolomit	Hematit	Kuvars	
Anortit	Fe(OH) <sub>3</sub> (a)	Illit	Rodokrosit	
Aragonit	Fluorit	Jarosit-K	Sepiyolit	
Barit	Gibsit	Kaolinit	Sepiyolit(d)	
Kalsit	Götit	K-feldispat	Siderit	
Ca-Montmorillonit	Jips	K-mika	SiO <sub>2</sub> (a)	
Kalsedon	H <sub>2</sub> (g)	Manganit	Simitsonit	
Klorit(14A)	H <sub>2</sub> O(g)	O <sub>2</sub> (g)	Talk	

**Tablo C. 12:** Lnl.dat veritabanına göre suların doygunluk indeksinin hesaplandığı mineraller.

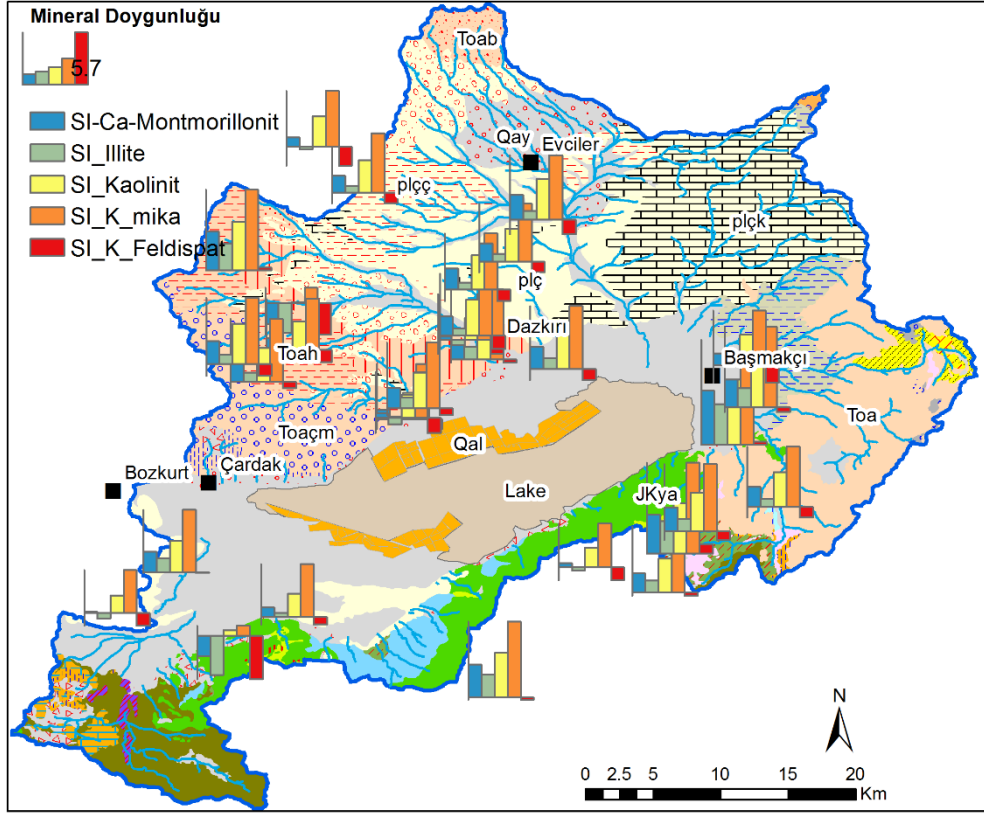
Akermanit	Blödit	Enstatit	K <sub>3</sub> H(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Mono-hidro-kalsit	Starkeyit
Alamozit	Boraks	Epsomit	Kainit	Montmor-Ca,K,Mg,Na	Silvit
Alstonit	Brusit	Flüorapatit	Kalisinit	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Singenit
Antarcticite	Burkeyit	Forsterit	Kizerit	Natron	Takhidrit
Antofilit	C	Geylüsit	KMgCl <sub>3</sub>	Nesquehonite	Talk
Antigorit	Ca <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> :H <sub>2</sub> O	Glaserit	Lansfordit	Pentahidrit	Tenardit
Arcanite	Ca <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>7</sub> :19H <sub>2</sub> O	Globerit	Leonit	Pikromerit	Termonatrit
Artinit	Karnalit	Görgeyit	Manyezit	Pirssonite	Trona
BaBr <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub> :0.5H <sub>2</sub> O	Heksahidrit	Manyetit	Polihalit	
BaCl <sub>2</sub>	Selestit	Huntit	Mercallite	Portlandit	
BaO	Kloro-Manyezit	Hidro-manyezit	Mirabilit	Şönit	
Bişofit	Diyopsit	Hidrofilit	Misenit	Sepiyolit	



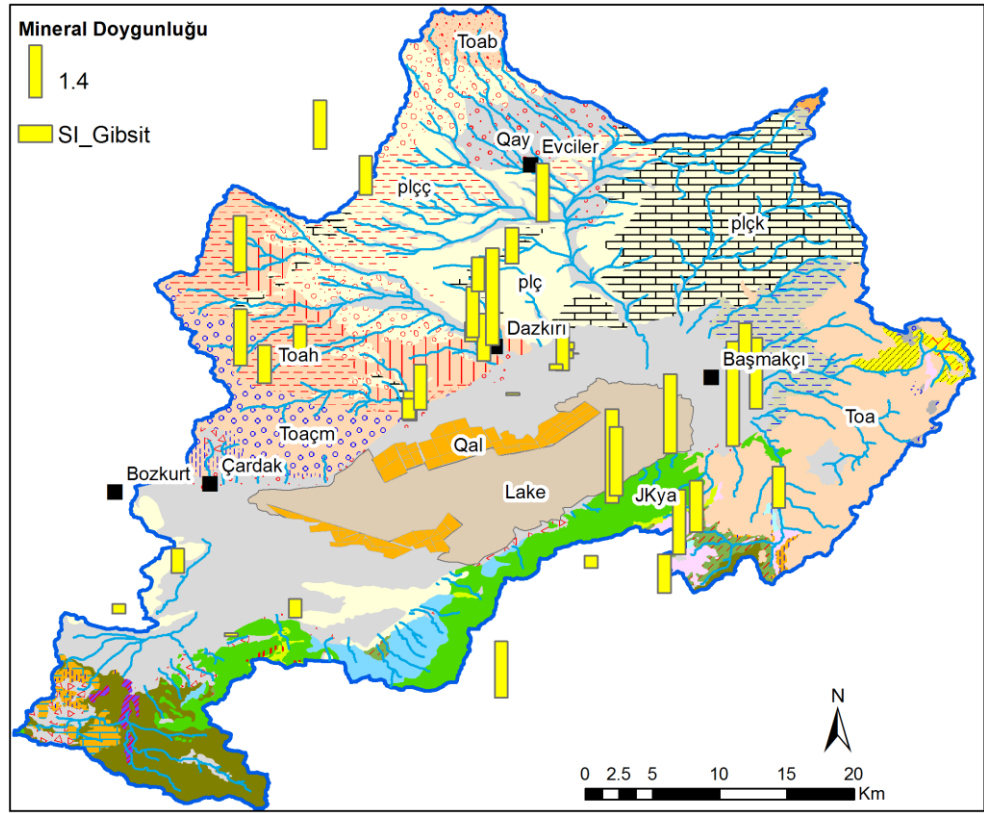
Şekil C. 19: Suların kalsit, aragonit ve dolomit doygunluk indeksleri.



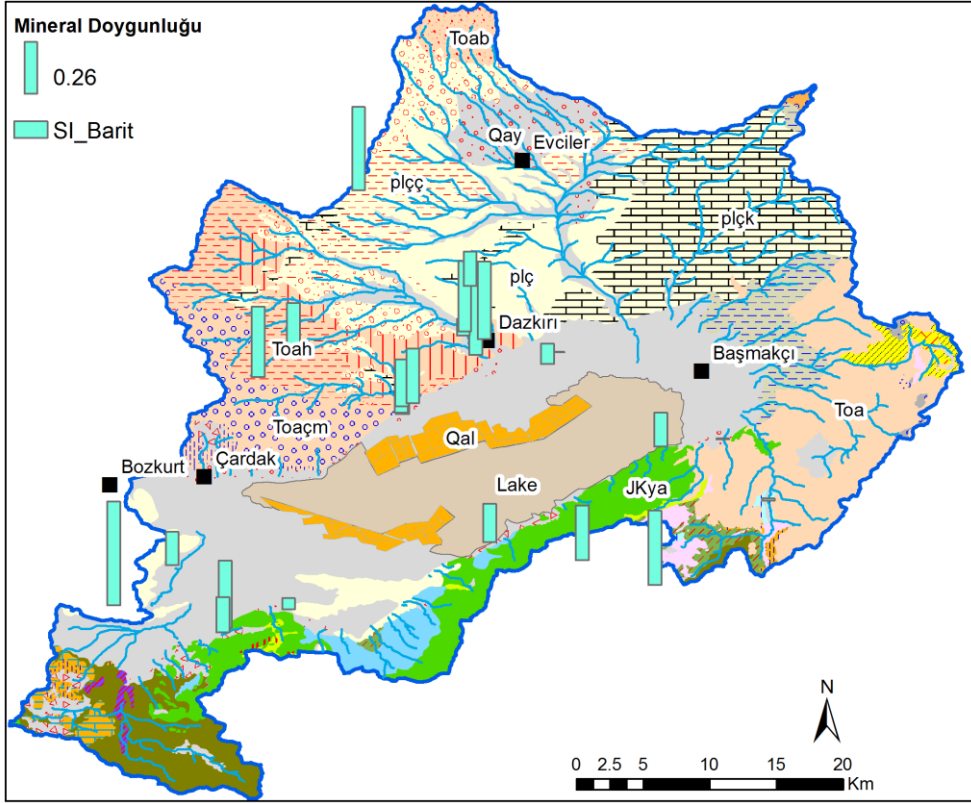
Şekil C. 20: Suların hematit, götit ve Fe(OH)<sub>3</sub>(a) doygunluk indeksleri.



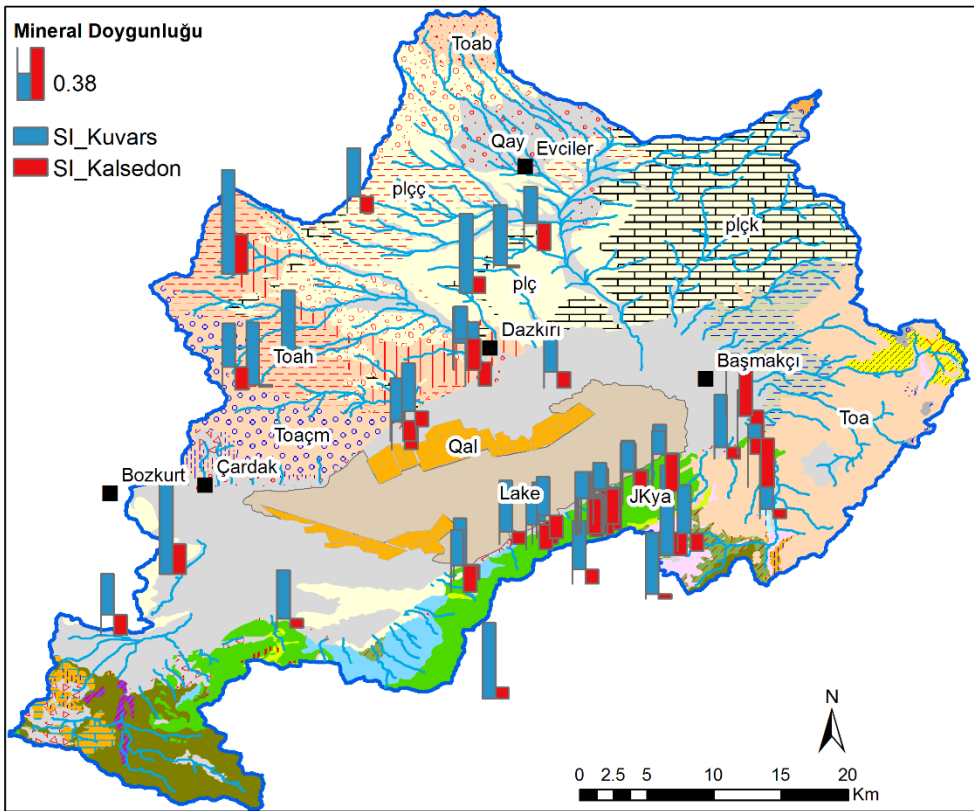
Şekil C. 21: Suların Ca-Montmorillonit, illite, Kaolinit, K-mika, K-feldispat doymunluk indeksleri.



Şekil C. 22: Suların gibsit doymunluk indeksi.



Şekil C. 23: Suların barit doymunluk indeksi.



Şekil C. 24: Suların kuvars ve kalsedon doymunluk indeksleri.

**Tablo C. 13:** Suların köken kayacı belirleme kriterleri (Hounslow 1995).

Parametre	Eşik Değeri	Köken
SiO <sub>2</sub> (mmol/L)	>0,5	1- Volkanik Cam veya olası hidrotermal
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / SiO <sub>2</sub>	>10	2- Karbonat bozunumu
	>5 ve <10	3- Belirsiz
	<5	4- Silikat bozunumu
SiO <sub>2</sub> / (Na+K-Cl)	<1	5- Katyon Değişimi
	>1 ve <2	6- Albit bozunumu
	>2	7- Ferromagnezyen mineraller
(Na+K-Cl)/ (Na+K- Cl+Ca)	0,2 – 0,8	8- Plajiyoklaz bozunumu ihtimali
	<0,2 or >0,8	9- Plajiyoklaz bozunumu ihtimalsiz
Na/ (Na+Cl)	>0,5	10- Halit'ten farklı Albit gibi sodyum kaynağı, iyon değ.
	0,5	11- Halit Çözeltisi
	<0,5 TÇM>500	12- Yumuşama (Ters),Deniz Suyu
	<0,5 TÇM<500 ve >50	13- Analiz Hatası
	<0,5 TÇM <50	14- Yağmur
Mg/ (Ca+Mg)	=0,5 ve (HCO <sub>3</sub> /Si)>10	15- Dolomit bozunumu
	<0,5	16- Kireçtaşı Dolomit bozunumu
	>0,5	17- Dolomit çözünmesi, kalsit çökeli mi veya deniz suyu
	<0,5 ve (HCO <sub>3</sub> /Si)<5	18- Ferromagnezyen mineraller
	>0,5	19- Granitik bozunum
Ca/ (Ca+SO <sub>4</sub> )	0,5	20- Jips Çözünmesi
	<0,5 ve pH<5,5	21- Pirit Oksidasyonu
	<0,5 ve pH nötr	22- Kalsiyum uzaklaşması – iyon değişimi veya kalsit çökeli mi
	>0,5	23- Jipsten farklı karbonat kaynağı, karbonat veya silikat
TÇM	>500 (mg/L)	24- Karbonat bozunumu veya tuzlu su veya deniz suyu
	<500 (mg/L)	25- Silikat bozunumu
Cl/ Toplam Anyon	>0,8 ve TÇM>500 (mg/L)	26- Deniz suyu veya tuzlu su veya evaporit
	>0,8 ve TÇM<100 (mg/L)	27- Yağmur
	<0,8	28- Kayaç bozunumu
HCO <sub>3</sub> / Toplam Anyon	>0,8	29- Silikat veya Karbonat bozunumu
	>0,8 ve SO <sub>4</sub> >20meq/L	30- Jips Çözünmesi
	<0,8 ve düşük sülfat	31- Deniz suyu veya tuzlu su

**Tablo C. 14:** Havzadaki kaynak ve sondajların muhtemel köken kayaçları (Hounslow 1995).

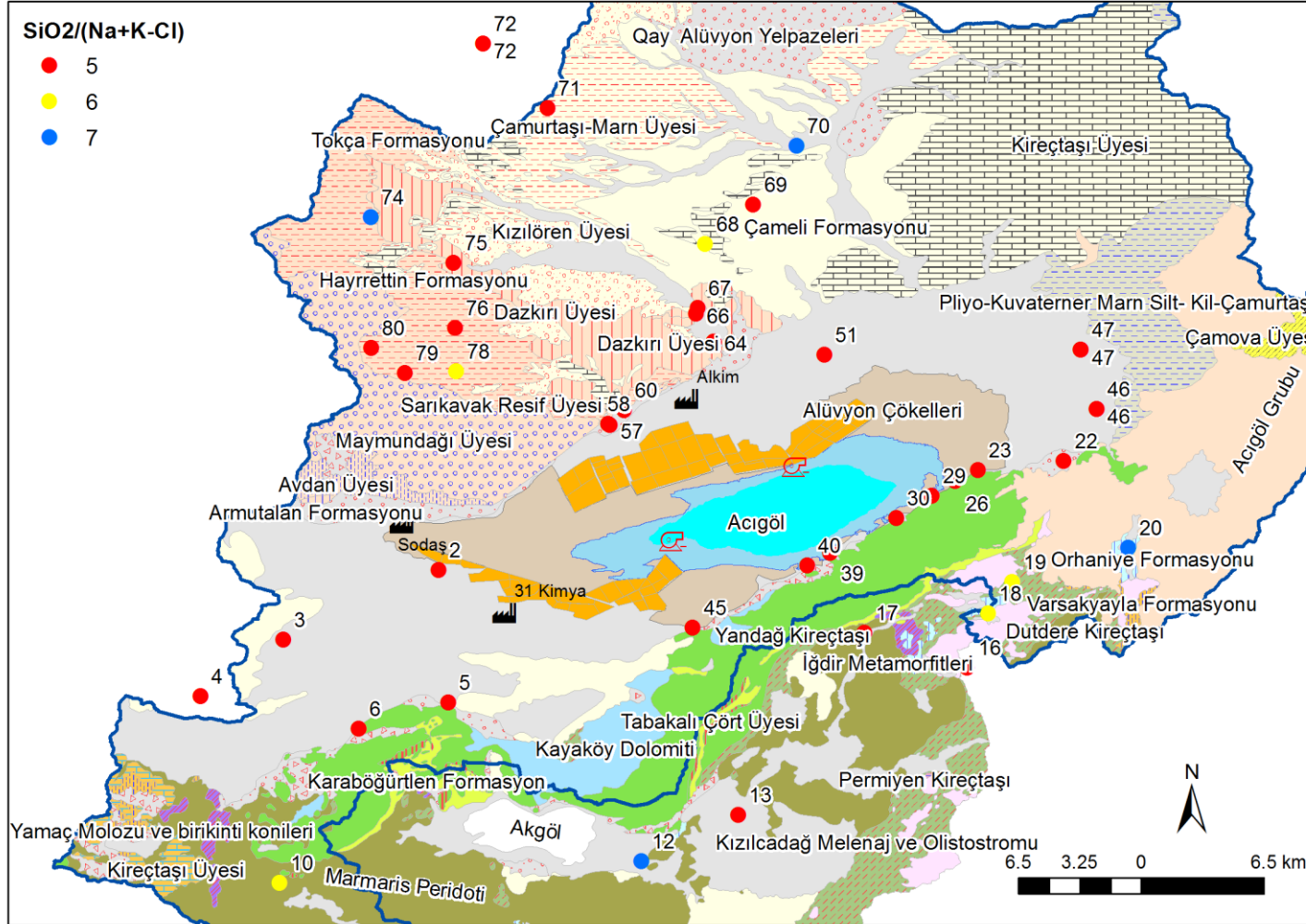
İstasyon- No	Dönem	Kaynaklar	HCO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /(Na+K-Cl)	(Na+K-Cl)/ (Na+K-Cl+Ca)	Na/(Na+Cl)	Mg/(Ca+Mg)	Ca/(Ca+SO <sub>4</sub> )	TÇM	Cl-/Top. Anyon	HCO <sub>3</sub> /Top. Anyon
2	10.11	ACIGOL SULAK A.			9	10		23	24	28	31
2	06.12	ACIGOL SULAK A.			9	12		23	24	28	31
2	09.12	ACIGOL SULAK A.			9	12			24	28	31
2	06.13	ACIGOL SULAK A.	2	5	9	12	16	23	24	28	31
68	06.13	AKARCA CESME	2	6	9	10	17	23	25	28	31
69	06.13	AKARCA KOYU SONDAJ	2	5	8	10	17	23	25	28	31
70	06.13	AKYARMA KOYU TULUMBA	2	7	9	10	16	23	25	28	29
84	05.09	ARDICLI PINAR	2	5	9	10	16	20	24	28	31
50	10.11	ARIF SENTURK T.			8	10			24	28	31
8	06.12	BARAJ			9	10					29
6	06.13	BEYLERLI KAYNAK	2	5	9	12	16		24	28	30
80	06.13	CATALCESME IDRIS KOYU	2	5	9	10	16		25	28	
19	06.13	CATSUYU BASMAKCI KOYU	2	6	9	10	16	23	25	28	29
75	06.13	CIFTIK DERESI	2	5	9	10	16	23	25	28	29
20	06.13	CIGRI CESME	2	7	9	10	16	23	25	28	31
20	10.11	CIGRI CESME			9	10		23	25	28	29
36	05.09	COKEK PINARI	2	5	9	10	16		24	28	31
36	06.10	COKEK PINARI			9	12		22	24	28	31
36	06.11	COKEK PINARI			8	10		22	24	28	31
36	10.11	COKEK PINARI			8	10		20	24	28	31
36	06.12	COKEK PINARI			9	12			24	28	31
18	06.13	CUKURYAYLA ULUPINAR	2	6	9	10	17	23	25	28	31
35	05.09	DAGANLI PINAR	2	5	8	10	16	20	24	28	31
35	06.10	DAGANLI PINAR			9	12		22	24	28	31
35	10.11	DAGANLI PINAR			8	10		20	24	28	31
35	06.12	DAGANLI PINAR			9	12			24	28	31
78	10.11	DARICILAR CINAR CESME			9	10		23	24	28	29
78	06.12	DARICILAR CINAR CESME			8	10			24	28	29
78	06.13	DARICILAR CINAR CESME	2	6	8	10	17		25	28	
65	06.11	DAZKIRI KAYNAK			8	10		22	24	28	31
65	06.11	DAZKIRI KAYNAK			9	10		20	24	28	31
59	06.12	DELIKTAS SULAMA			9	12			24	28	31
12	10.11	DEREKOY ARTEZYEN			8	10		23	24	28	29
12	06.13	DEREKOY ARTEZYEN	2	7	9	10	16	23	25	28	29
31	10.11	DOMUZ GOLCUGU			9	10		23	25	28	29
46	06.13	DSI 43508 YAKA	2	5	9	10	16	23	25	28	31
46	06.13	DSI 43508 YAKA	2	5	9	10	16	23	25	28	31
47	06.13	DSI 46084 BASMAKCI	2	5	9	10	16	23	25	28	31

İstasyon-No	Dönem	Kaynaklar	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /(Na+K-Cl)	(Na+K-Cl)/ (Na+K-Cl+Ca)	Na/(Na+Cl)	Mg/(Ca+Mg)	Ca/(Ca+SO <sub>4</sub> )	TÇM	Cl-/Top. Anyon	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / Top. Anyon
47	06.13	DSI 46084 BASMAKCI	2	5	9	10	16	23	25	28	31
5	06.13	DSI 47215 CALTIKOYU	2	5	9	10	16	22	24	28	31
13	06.13	DSI-25148 ALANKOY	2	5	9	10	17	23	24	28	29
60	06.13	DSI-37490 SARIKAVAK	2	5	9	11	16	20	24	28	31
48	10.11	DSI-53584			8	10			24	28	31
54	10.11	DSI-55754			8	10		20	24	28	31
53	10.11	DSI-56419			8	10		20	24	28	31
27	05.09	E-3	2	5	9	10	16	22	24	28	31
27	06.10	E-3			9	12		22	24	28	31
27	10.11	E-3			8	10		23	24	28	31
27	06.12	E-3			9	12			24	28	31
45	05.09	GEMIS KAYNAK	2	5	9	10	15	20	24	28	31
45	06.10	GEMIS KAYNAK			9	12			24	28	31
45	10.11	GEMIS KAYNAK			8	10		20	24	28	31
45	06.13	GEMIS KAYNAK	2	5	8	10	17	20	24	28	31
44	05.09	GEMIS PINARI	2	5	9	10	17	20	24	28	31
44	06.10	GEMIS PINARI			9	12			24	28	31
44	06.11	GEMIS PINARI			8	10		22	24	28	31
44	10.11	GEMIS PINARI			8	10			24	28	31
44	06.12	GEMIS PINARI			9	10			24	28	31
44	09.12	GEMIS PINARI			9	10			24	28	31
82	06.11	H.Altunay			9	10		23	4	28	29
77	06.12	HACI MEHMET			9	10		23	25	28	29
10	06.12	HAYRIYE CESME				10		23	25	28	29
10	06.13	HAYRIYE CESME	2	6	9	10	16	23	25	28	29
74	06.13	HISARLAN CESME	2	7	9	10	17	23	25	28	29
51	06.13	HOYUK SUYU	2	5	9	10	16	23	24	28	31
17	06.13	IGDIR KOYU	2	5	9	10	16		25	28	31
41	05.09	IKIZPINAR	2	5	8	10	16		24	28	31
41	10.11	IKIZPINAR			8	10			24	28	31
41	06.12	IKIZPINAR			9	12			24	28	31
4	06.13	KANLICA GOLU CESMESI	2	5	9	12	16	23	25	28	31
71	06.13	KARAAGAC KOYU TULUMBA	2	5	9	10	15	23	25	28	31
81	06.11	Kaynak-2			9	12		22	24	28	31
87	05.09	KAYNAK-3	2	5	8	10	16	22	24	28	31
42	05.09	KILISE	2	5	8	10	17		24	28	31
42	06.10	KILISE			9	12			24	28	31
42	06.12	KILISE			9	12			24	28	31
42	09.12	KILISE			9	12			24	28	31
86	05.09	KOCACAY	2	5	9	10	16	23	25	28	29
37	05.09	KOCAPINAR	2	5	8	10	16	20	24	28	31
37	06.10	KOCAPINAR			9	12		22	24	28	31
37	06.11	KOCAPINAR			8	10		22	24	28	31

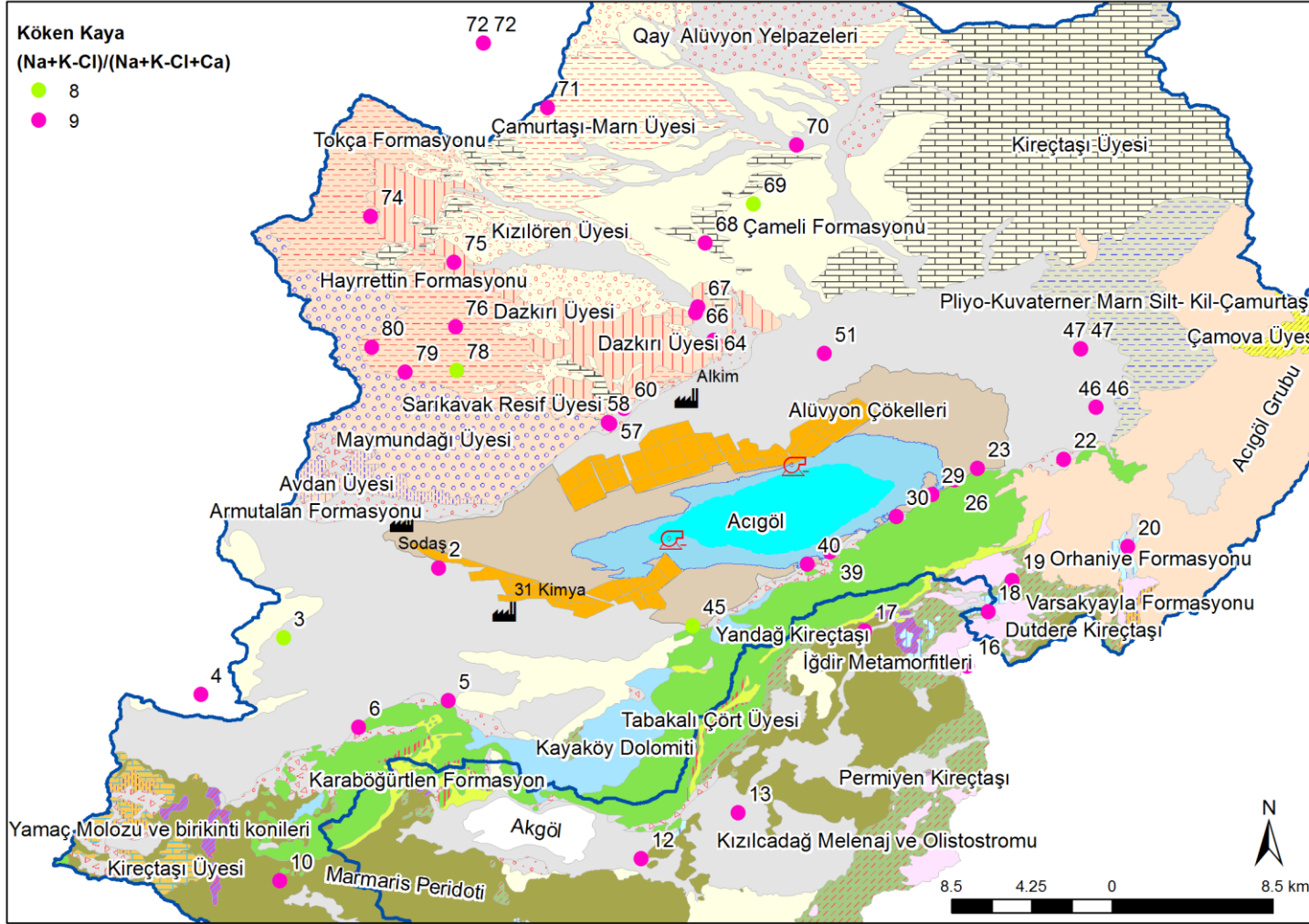


İstasyon-No	Dönem	Kaynaklar	HCO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /(Na+K-Cl)	(Na+K-Cl)/ (Na+K-Cl+Ca)	Na/(Na+Cl)	Mg/(Ca+Mg)	Ca/(Ca+SO <sub>4</sub> )	TÇM	Cl-/Top. Anyon	HCO <sub>3</sub> / Top. Anyon
37	10.11	KOCAPINAR			8	10		20	24	28	31
37	06.12	KOCAPINAR			9	12			24	28	31
37	09.12	KOCAPINAR			9	12			24	28	31
37	05.09	KOCAPINAR	2	5	8	10	16	22	24	28	31
37	06.10	KOCAPINAR			9	12		22	24	28	31
38	10.11	KOCAPINAR			8	10		20	24	28	31
33	05.09	KORPINAR	2	5	9	10	16	20	24	28	31
33	06.10	KORPINAR			9	12		22	24	28	31
33	06.11	KORPINAR			8	10		20	24	28	31
33	10.11	KORPINAR			8	10		23	24	28	31
33	06.12	KORPINAR			9	12			24	28	31
33	09.12	KORPINAR			8	10		23	24	28	29
1	06.12	MAYMUNDAGI KAYNAK			9	27					
52	10.11	MEVLUT TURAN TULUMBA			8	10			24	28	31
72	06.13	OZDEMIR ACISU	2	6	9	10	16		24	28	
72	06.13	OZDEMIRCI CESME	2	5	9	10	16		24	28	
30	05.09	PINARLI	2	5	9	10	16	22	24	28	31
30	06.10	PINARLI			9	12		22	24	28	31
30	10.11	PINARLI			8	10		20	24	28	31
30	06.12	PINARLI			9	12			24	28	31
30	09.12	PINARLI			9	12			24	28	31
30	06.13	PINARLI	2	5	9	12	16	20	24	28	31
26	06.10	S-13			9	12		22	24	28	31
26	10.11	S-13			8	10		20	24	28	31
26	06.12	S-13			9	12			24	28	31
26	09.12	S-13			9	12			24	28	31
26	06.13	S-13	2	5	9	10	16	23	24	28	31
83	06.10	S15			9	12		22	24	28	31
25	05.09	S-16	2	5	9	10	16	22	24	28	31
25	06.10	S-16			9	12		22	24	28	31
25	06.12	S-16			9	12			24	28	31
24	06.10	S-17			9	12		22	24	28	31
24	06.11	S-17			8	10			24	28	31
23	05.09	S-18	2	5	9	10	16	22	24	28	31
23	06.10	S-18			9	12		22	24	28	31
23	10.11	S-18			8	10		23	24	28	31
23	06.12	S-18			9	12			24	28	31
23	09.12	S-18			9	12			24	28	30
23	06.13	S-18	2	5	9	12	16		24	28	31
40	05.09	S3	2	5	8	10	16	22	24	28	31
40	06.10	S3			9	12		22	24	28	31
40	06.13	S3	2	5	9	12	16	22	24	28	31
40	06.12	S3			9	12			24	28	31
28	05.09	S7	2	5	9	10	16	22	24	28	31
28	09.12	S7			9	12		22	24	28	31

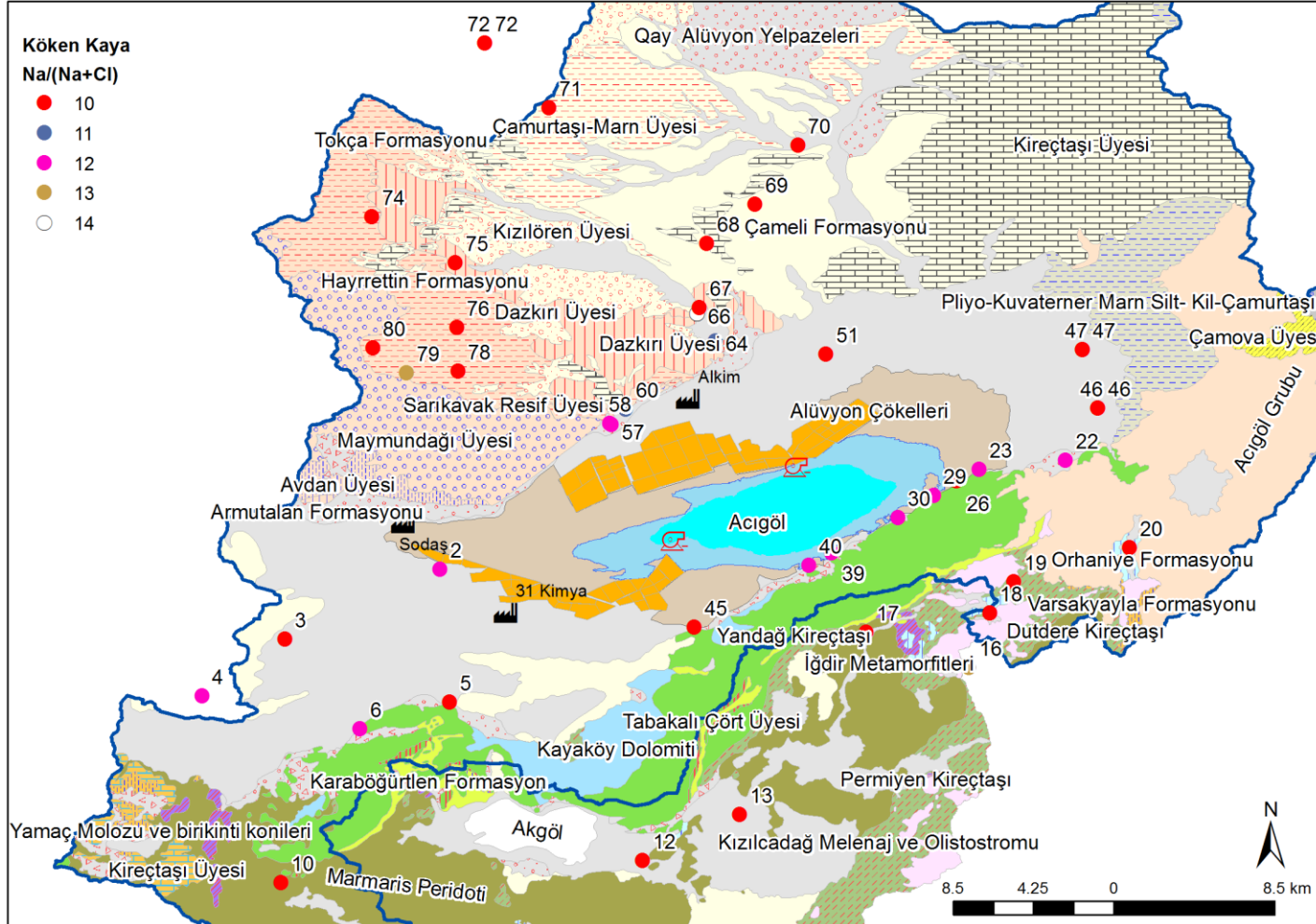
İstasyon-No	Dönem	Kaynaklar	HCO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> /(Na+K-Cl)	(Na+K-Cl)/ (Na+K-Cl+Ca)	Na/(Na+Cl)	Mg/(Ca+Mg)	Ca/(Ca+SO <sub>4</sub> )	TÇM	Cl-/Top. Anyon	HCO <sub>3</sub> / Top. Anyon
85	05.09	S8	2	5	9	10	16	22	24	28	31
63	10.11	SARIKAVAK 1			9	11		23	24	28	31
63	06.12	SARIKAVAK 1			9	12		20	24	28	31
61	10.11	SARIKAVAK 2			9	10		23	24	28	29
61	06.12	SARIKAVAK 2			9	10		20	24	28	31
58	06.13	SARIKAVAK ICME	2	5	9	12	16	22	24	28	31
58	06.12	SARIKAVAK ICME			9	12			24	28	31
58	09.12	SARIKAVAK ICME			9	12			24	28	31
57	10.11	SARIKAVAK SONDAJ			9	10		23	24	28	31
57	06.13	SARIKAVAK SONDAJ	2	5	9	12	16	20	24	28	31
79	06.13	SAZAK KAYNAK IDRIS KOYU	2	5	9	13	16	22	25	28	31
3	06.13	SAZKOY SONDAJ	2	5	8	10	17	22	24	28	31
49	10.11	SELAMI TIRYAKI T.			8	10			24	28	31
9	06.12	SOGUT			9	10					29
34	05.09	SOGUTLU PINAR	2	5	9	10	16	22	24	28	31
34	06.10	SOGUTLU PINAR			9	12		22	24	28	31
34	06.11	SOGUTLU PINAR			8	10		22	24	28	31
34	10.11	SOGUTLU PINAR			8	10		23	24	28	31
34	06.12	SOGUTLU PINAR			9	12			24	28	31
34	09.12	SOGUTLU PINAR			9	12			24	28	31
43	06.12	SOGUTLUK			9	12			24	28	31
29	05.09	TAHTAKOPRU P.	2	5	8	10	16	22	24	28	31
29	06.10	TAHTAKOPRU P.			9	12		22	24	28	31
29	10.11	TAHTAKOPRU P.			8	10		20	24	28	31
29	06.12	TAHTAKOPRU P.			9	12			24	28	31
29	06.13	TAHTAKOPRU P.	2	5	9	12	16	22	24	28	31
7	06.12	TERMAL			9	10					30
16	06.13	ULUPINAR KAYNAK	2	5	9	13	16	22	25	28	31
22	06.13	YASSIOREN SONDAJ DSI45737	2	5	9	12	16	23	25	28	31
76	06.13	YAYLAKOY KESONKUYU	2	5	9	10	17	22	25	28	31
64	06.13	YENICE ICME SUYU	2	5	9	11	15	20	24	28	31
66	06.13	YENICE KANAL	2	5	9	14	16				31
67	06.13	YENICE KUYU	2	5	9	10	16	23	25	28	31
32	06.11	YENKUYU			9	10		23	25	28	31
32	10.11	YENKUYU			9	10		23	25	28	29
39	06.10	YIRCE PINARI			9	12		22	24	28	31
39	10.11	YIRCE PINARI			8	10		20	24	28	31
39	06.12	YIRCE PINARI			9	12			24	28	31
39	09.12	YIRCE PINARI			9	11			24	28	31
39	06.13	YIRCE PINARI	2	5	9	12	17	23	24	28	31



**Şekil C. 25:** SiO<sub>2</sub>/ (Na+K-Cl) ilişkisinin göre suların köken kayacı (5:Kasyon Değişimi, 6:Albit Bozunumu, 7:Ferromagnezyen mineraller).

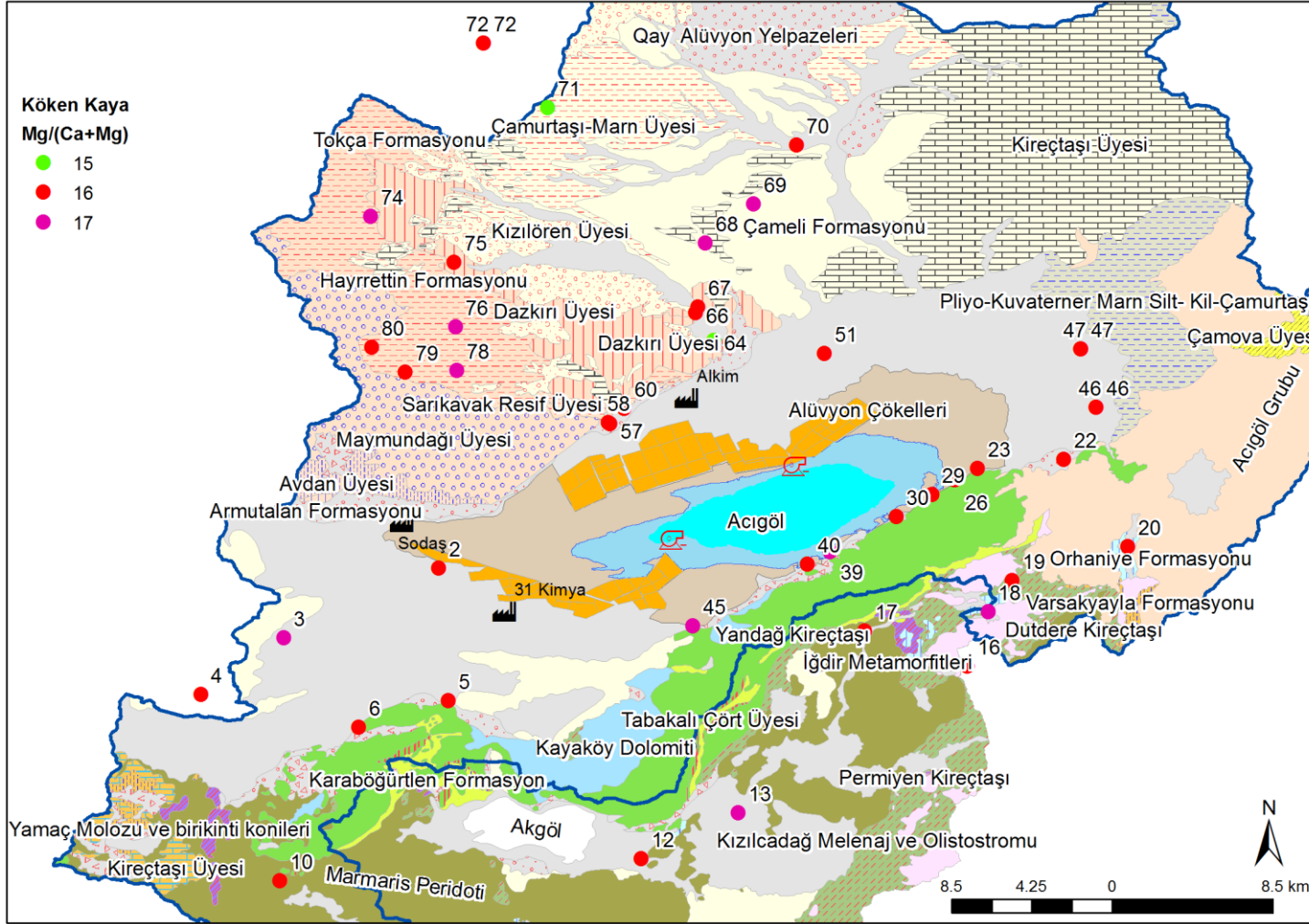


Şekil C. 26:  $(Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca)$  ilişkisinin göre suların köken kayacı (8:Plajiyoklaz bozunumu ihtimali, 9: Plajiyoklaz bozunumu ihtimalsiz).

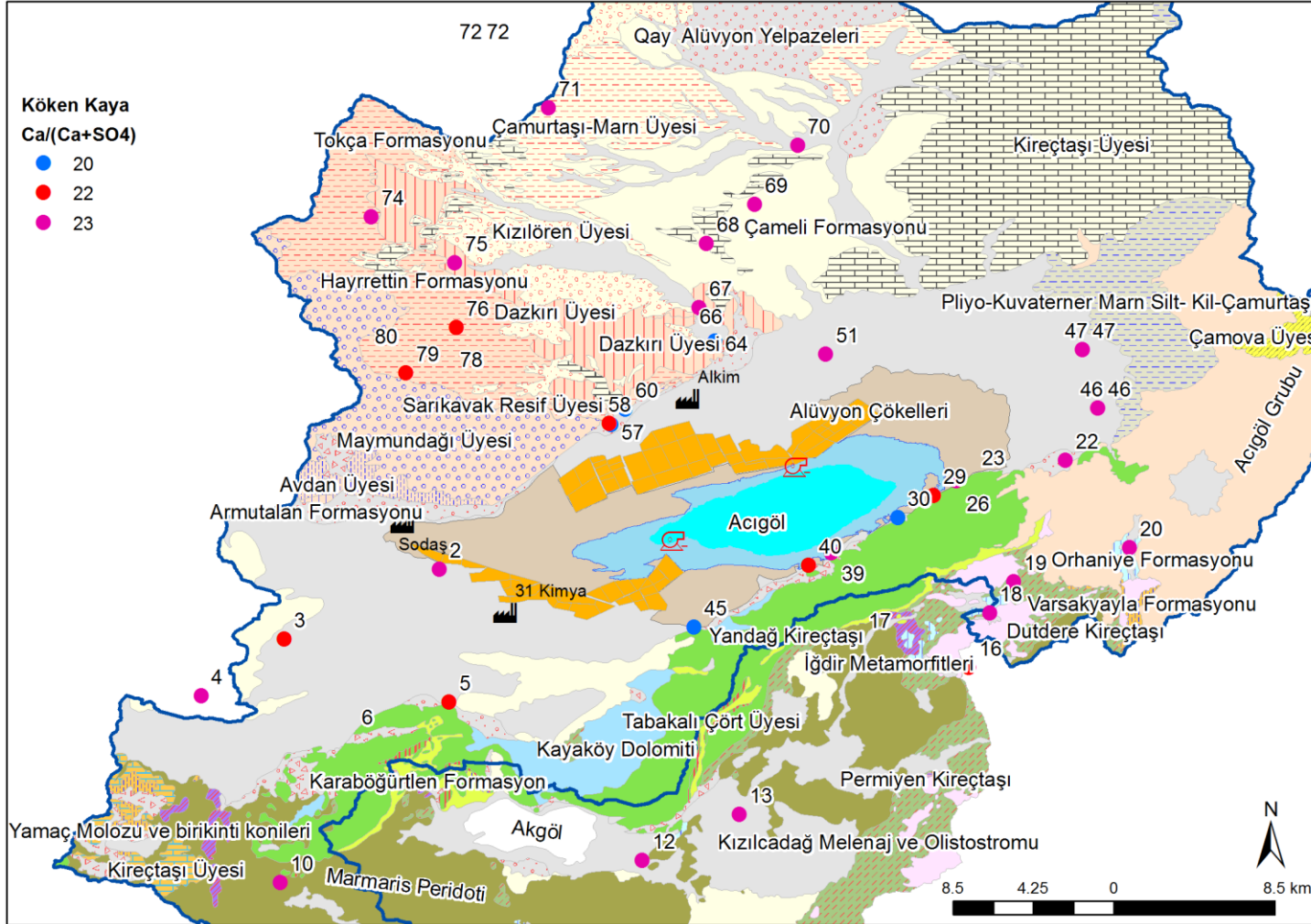


Şekil C. 27: Na/(Na+Cl) ilişkisinin göre suların köken kayacı (10: Halit'ten farklı albit gibi sodyum kaynağı, iyon değ. 11: Halit Çözeltisi, 12: Yumuşama (Ters), 13: Analiz hatası, 14: Yağmur).





Şekil C. 28: Mg/(Ca+Mg) ilişkisin göre suların köken kayacı (15:Dolomit Bozunumu, 16:Kireçtaşı dolomit bozunumu, 17:Dolomit Çözünmesi, kalsit çökeli).



Şekil C. 29: Ca/(Ca+SO<sub>4</sub>) ilişkisin göre suların köken kayacı (20:Jips Çözünmesi, 22:kalsiyum uzaklaşması, iyon değişimi, 23:jipsten farklı karbonat kaynağı).







## EK D Havzadaki Suların Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

**Tablo D. 1:** Havzadaki suların fiziksel ve kimyasal özellikleri (R.T: Redox Tipi).

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
A-1	22.06.2012	Mg-HCO <sub>3</sub>	B						0,00		6,9	72,9	7,4	1,7	9,5	432,0	46,8	7,7	0,1	0,0	4,6		
A-2	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	B	29	7,85	5,30	1,44	870,47	604,18	0,30	107,2	5,1	3,4	0,7	1,3	268,5	0,0	17,3	0,2	0,0	2,8	5,4	0,8
A-3	11.05.2009	Ca-HCO <sub>3</sub>	B	18	7,20	-153,00		443,00	312,89		56,3	18,8	7,2	1,3	6,4	190,0		16,5	0,3	1,5	8,3	6,2	0,0
KN-1	19.06.2013	Na-Cl	X						0,00		141,4	45,5	196,3	6,7	346,2	329,5	0,0	465,7	0,9	0,0	1,6	9,5	1,8
Ç-1a	18.10.2011	Mg-HCO <sub>3</sub>	X	19	8,30	41,40	5,60	909,67	633,57	0,40	38,0	65,3	16,1	7,9	20,1	305,1	0,1	36,4	0,0	0,0	36,4		
Ç-1b	20.06.2012	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	20	8,43	197,40	12,61	942,67	658,32	0,40	51,6	59,6	25,8	7,7	58,8	361,2	7,2	79,9	0,2	0,0	102,8		
Ç-1c	17.09.2012	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	23	8,06	135,30	6,05	1001,46	702,40	0,40	26,6	63,6	31,6	9,8	57,8	367,3	8,4	96,8	0,2	0,0	94,2		
Ç-1d	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	21	7,37	39,50	3,74	961,24	672,24	0,40	68,8	29,1	12,4	7,7	49,7	256,3	0,0	62,0	1,7	0,0	103,3	12,8	0,6
Ç-2	19.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	16	6,84	55,00	11,28	608,50	407,75	0,24	53,7	61,4	35,2	1,0	50,3	341,7	0,0	59,8	0,5	0,0	74,6	17,3	0,7
Ç-3	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	10	6,64	108,30	4,56	659,04	445,65	0,32	81,4	44,7	16,8	2,7	16,6	390,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	7,5	0,5
Ç-4a	22.10.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	12	9,00	109,50	10,60	577,55	384,55	0,30	74,6	21,5	3,8	1,1	3,7	245,0		8,5	0,2	0,0	6,6		
Ç-4b	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	12	7,20	25,10	761,00	568,27	377,59	0,24	134,4	45,1	6,2	1,4	7,5	231,9	0,0	73,4	0,1	0,0	1,4	10,0	0,5
Ç-5a	22.10.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	C	15	8,70	139,40	8,70	814,78	562,42	0,40	113,9	42,3	4,0	1,1	3,4	407,0		35,6	0,8	0,0	1,0		
Ç-5b	20.06.2012	Mg-HCO <sub>3</sub>	X	14	7,78	169,50	84,04	805,49	555,46	0,38	26,0	35,4	35,1	1,2	9,3	407,6	0,0	91,4	0,1	0,0	1,7		
Ç-5c	19.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	14	6,92	66,20	3,56	805,49	555,46	0,38	5,0	72,7	5,2	0,7	4,2	561,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	7,1	0,0
Ç-6	10.06.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	20	7,74	143,00	5,54	290,00	200,00	0,10	38,8	1,7	5,1	2,4	1,1	230,0		4,6	0,0	0,0	8,4		
Ç-7a	22.06.2012	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	13	8,51	1,20	3,20	452,76	290,98	0,10	2,3	56,3	4,7	0,0	4,8	292,9	16,8	4,0	0,0	0,0	5,1		
Ç-7b	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	13	8,51	1,20	3,20	523,92	344,34	0,21	88,7	7,1	3,9	1,5	4,1	523,5	12,0	8,2	0,0	0,0	15,5	6,0	0,2
Ç-8	19.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	15	6,81	49,20	9,25	806,53	556,24	0,37	39,9	74,4	10,4	2,9	14,4	585,8	0,0	19,7	0,2	0,0	31,4	24,4	0,2

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ç-9a	19.06.2013	Ca-SO4	X	18	7,54	20,40	6,64	533,20	351,30	0,29	232,8	96,6	48,5	2,6	41,9	231,9	0,0	907,4	0,4	0,0	0,1	10,9	5,2
Ç-9b	30.04.2017	Ca-HCO3		13							86,6	-	2,5	0,43	2,5	230	0,0	2,5	0,02	0,04	7,4	0,2	0,07
Ç-10	19.06.2013	Ca-NO3	A	20	7,52	9,21	2,54	745,67	510,61	0,29	232,6	36,1	39,2	3,8	179,6	353,9	0,0	120,4	0,1	0,0	480,6	10,4	1,0
Ç-11	19.06.2013	Ca-HCO3	A	17	7,07	-0,70	17,00	1467,65	1051,95	0,74	73,4	5,3	2,3	2,6	1,7	390,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	4,1	0,1
Ç-12	19.06.2013	Ca-HCO3	A	15	6,84	24,80	11,40	1342,85	958,37	0,70	145,1	32,7	13,5	0,8	10,0	268,5	0,0	0,0	0,2	0,0	18,3	11,2	0,4
DS-1	21.06.2013	Mg-HCO3	A	18	7,20	-22,50	68,60	600,25	401,57	0,22	24,5	42,6	26,8	1,2	31,4	244,1	0,0	38,0	0,4	0,0	33,1	13,5	0,5
DS-2	20.06.2012	Ca-SO4	A	15	7,72	70,00	85,00	1103,57	778,96	0,55	112,0	48,7	51,0	5,6	102,5	272,1	0,0	385,4	0,5	0,0	27,2		
DS-3	23.06.2013	Mg-HCO3	A	13	7,13	48,40	7,65	864,28	599,54	0,42	53,0	129,7	15,0	1,7	121,2	616,3	0,0	120,8	1,1	0,0	139,6	14,7	0,2
DS-4	24.06.2013	Ca-SO4	A	17	7,02	66,90	3,40	1173,70	831,55	0,57	183,2	57,7	59,2	5,1	94,5	390,5	0,0	367,7	0,6	0,0	20,2	10,3	2,9
DS-5	23.06.2013	Ca-HCO3	A	15	6,99	26,90	9,47	673,48	456,47	0,29	87,2	30,6	16,3	8,0	18,3	219,7	0,0	24,3	0,1	0,0	50,0	6,1	0,5
DS-6	24.06.2013	Ca-HCO3	A	14	6,81	26,30	8,62	760,11	521,44	0,35	122,9	33,4	22,8	2,1	47,6	385,6	0,0	47,2	0,0	0,0	36,2	10,3	0,4
DS-7	23.06.2013	Ca-HCO3	A	18	6,95	43,50	4,72	703,39	478,90	0,28	99,9	16,7	19,4	2,1	16,8	158,6	0,0	107,3	0,1	0,0	30,6	6,4	0,3
DS-8	24.06.2013	Ca-SO4	X	29	7,45	33,80	1,11	1764,70	1274,67	0,71	187,9	81,3	75,5	5,4	93,7	219,7	0,0	880,6	1,8	0,0	0,8	15,9	4,7
DS-9	10.12.2011	Na-HCO3	X	18	8,10	124,60	9,20	962,27	673,01	0,40	28,7	51,6	165,3	2,3	59,2	219,7		156,7	0,3	0,0	30,6		
DS-10	10.12.2011	Na-SO4	X	17	7,60	31,60	10,90	1855,46	1342,73	1,00	110,4	92,5	283,4	3,1	140,7	292,9		246,9	0,1	0,0	3,7		
DS-11	10.12.2011	Na-HCO3	X	16	7,80	131,90	11,60	1086,04	765,81	0,50	77,9	57,5	374,8	2,2	59,6	305,1		220,3	0,1	0,0	15,7		
DS-12a	11.05.2009	Na-SO4	X	22	7,24	-92,00		2070,00	1441,37		142,0	49,0	211,3	6,8	295,5	260,0		465,1	1,6	0,0	0,0	8,6	1,4
DS-12b	06.06.2010	Na-SO4	X	22	6,86	-82,00	4,31	1870,00	1400,00	0,90	144,5	51,1	173,6	16,0	370,8	282,0	0,0	597,2	1,3	0,0	0,0		
DS-12c	10.11.2011	Na-SO4	C	22	7,80	-354,80	6,40	1953,44	1416,19	0,90	148,7	48,4	327,7	7,5	140,6	54,9		267,3	0,6	0,0	0,0		
DS-12d	20.06.2012	Na-SO4	X	22	7,94	-162,20	7,47	1956,54	1418,51	0,94	124,6	43,4	240,4	6,9	428,6	277,0	0,0	596,8	0,0	0,0	0,0		
DS-13a	11.05.2009	Na-SO4	X	21	7,30	-50,00		1721,00	1217,56		112,2	62,8	165,3	6,2	202,2	247,5		408,2	1,5	0,0	0,0	10,4	1,3
DS-13b	06.06.2010	Na-SO4	X	20	6,90	-158,00	3,44	1630,00	1200,00	0,70	108,8	60,8	133,8	12,6	242,0	260,0	0,0	505,1	1,2	0,0	0,0		
DS-13c	20.06.2012	Na-SO4	X	20	8,05	-197,20	9,26	1166,48	826,13	0,52	27,5	17,0	56,9	2,2	313,8	322,2	0,0	560,1	1,1	0,0	0,0		
DS-13d	19.06.2013	Na-SO4	X	20	7,16	-251,40	5,35	1672,90	1205,85	0,80	149,3	52,6	231,4	7,8	415,9	317,3	0,0	563,1	1,0	0,0	0,0	10,0	2,1

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
DS-14a	11.05.2009	Na-SO4	X	22	7,30	-93,00		2070,00	1456,99		149,1	52,9	211,1	6,7	294,1	267,5		463,6	1,6	0,0	0,0	9,1	1,3
DS-14b	17.09.2012	Na-SO4	X	22	7,47	-91,40	5,14	1961,69	1422,38	0,94	96,1	49,0	237,4	5,6	439,5	272,1	0,0	609,4	0,0	0,0	0,0		
DS-15	11.05.2009	Na-SO4	X	22	7,30	-92,00		2070,00	1462,40		148,9	51,2	226,5	7,0	295,3	255,0		466,4	1,6	0,0	0,0	9,0	1,5
DS-16a	06.06.2010	Na-SO4	X	22	6,81	-163,00	3,70	1980,00	1500,00	0,90	142,6	53,5	190,4	16,0	343,6	280,0	0,0	533,7	1,6	0,0	0,0		
DS-16b	17.10.2011	Na-Cl	X	20	7,90	-203,80	5,80	1945,19	1410,01	1,00	142,3	51,0	310,0	6,2	308,1	356,0		410,9	0,9	0,0	0,0		
DS-16c	20.06.2012	Na-SO4	X	22	7,73	-192,70	926,00	1970,98	1429,34	0,95	134,1	44,2	240,0	7,3	427,8	322,2	0,0	600,2	0,0	0,0	0,0		
DS-16d	17.09.2012	Na-SO4	X	21	7,67	-102,20	5,27	1969,95	1428,57	0,95	89,0	48,5	234,2	6,3	442,1	305,1	0,0	623,0	0,0	0,0	0,0		
DS-16e	19.06.2013	Na-SO4	A	22	7,39	-248,70	2,53	1973,04	1430,89	0,95	95,1	40,9	228,1	5,4	141,8	378,3	0,0	632,4	1,2	0,0	162,9	7,7	0,5
DS-17	06.06.2010	Na-SO4	X	22	7,00	-217,00	4,17	2170,00	1700,00	1,00	143,6	57,8	216,9	16,2	403,7	270,0	0,0	600,1	1,6	0,0	0,0		
DS-18a	11.05.2009	Na-SO4	B	23	7,24	-112,00		2170,00	1568,60		141,6	52,0	243,8	7,4	334,6	270,0		500,9	1,8	0,0	6,7	8,4	1,4
DS-18b	06.06.2010	Na-SO4	X	22	7,04	-152,00	4,16	2040,00	1600,00	0,90	146,8	52,9	195,6	14,0	355,9	282,0	0,0	562,0	1,7	0,0	0,0		
DS-18c	20.06.2012	Na-Cl	X	22	8,02	-217,00	6,56	2058,65	1495,08	0,98	124,2	46,2	249,8	7,5	458,6	323,4	0,0	618,3	0,0	0,0	0,0		
DS-19a	06.06.2010	Na-SO4	X	22	7,00	-184,00	2,36	2000,00	1500,00	0,90	147,4	52,2	189,7	13,3	351,1	280,0	0,0	555,5	1,7	0,0	0,0		
DS-19b	09.06.2011	Na-SO4	X	26	8,67	173,00	5,45	2020,00	1600,00	0,90	117,9	57,6	287,2	9,6	308,3	207,5		460,1	0,0	0,0	0,0		
DS-20a	11.05.2009	Na-SO4	X	22	7,24	-83,00		2190,00	1567,02		150,1	54,9	247,0	7,1	332,9	260,0		502,8	1,6	0,0	0,0	9,1	1,4
DS-20b	06.06.2010	Na-Cl	X	22	7,05	-169,00	4,14	2080,00	1600,00	1,00	123,0	44,9	160,6	10,8	449,7	284,0	0,0	595,4	2,8	0,0	0,0		
DS-20c	10.11.2011	Na-SO4	C	22	7,30	-351,80	6,30	2079,27	1510,54	1,00	150,1	50,1	331,7	8,3	146,9	330,0		285,2	0,6	0,0	0,0		
DS-20d	20.06.2012	Na-Cl	X	22	7,82	-204,20	6,84	2059,68	1495,85	0,98	130,8	45,3	271,9	9,1	494,3	320,9	0,0	657,3	0,0	0,0	0,0		
DS-20e	17.09.2012	Na-SO4	X	22	7,82	-175,90	14,40	2190,66	1594,06	1,05	88,5	50,1	242,5	7,9	466,5	528,4	0,0	1544,4	1,1	0,0	0,0		
DS-20f	19.06.2013	Na-SO4	X	22	7,51	-227,30	1,68	1987,48	1441,71	0,94	122,4	67,1	173,4	6,0	285,8	342,9	0,0	503,7	1,0	0,0	0,0	11,0	1,9
DS-21a	22.10.2011	Ca-HCO3	X	17	7,50	162,30	7,60	1160,30	821,49	0,60	139,4	48,8	29,0	2,2	43,9	520,0		211,2	0,4	0,0	13,8		
DS-21b	20.06.2012	Ca-SO4	A	21	7,95	93,10	10,81	1135,54	802,93	0,49	114,9	47,9	42,4	1,4	68,7	262,4	0,0	314,8	0,5	0,0	14,2		
DS-22a	22.10.2011	Mg-HCO3	X	15	8,50	152,50	8,50	942,67	658,32	0,50	97,7	61,2	9,2	2,0	9,0	380,0		67,8	0,7	0,0	6,2		
DS-22b	20.06.2012	Mg-HCO3	A	20	7,71	128,60	55,65	1035,50	727,92	0,45	85,5	64,0	23,7	2,4	32,5	406,4	0,0	208,7	0,2	0,0	17,7		

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
DS-23a	22.10.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	15	8,60	151,10	8,40	1003,52	703,94	0,50	118,2	49,9	29,3	1,6	36,9	406,0		190,1	0,3	0,0	7,8		
DS-23b	24.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	17	7,26	19,40	3,47	1325,32	945,23	0,66	148,0	63,2	122,2	6,5	215,5	475,9	0,0	341,9	0,6	0,0	13,9	8,4	2,1
DS-24	24.06.2013	Mg-SO <sub>4</sub>	X	17	7,49	30,80	4,00	1303,66	928,99	0,65	49,1	98,4	158,8	3,4	123,2	231,9	0,0	602,8	0,3	0,0	2,0	22,0	1,3
DS-25	21.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	16	6,87	103,60	5,86	1182,99	838,51	0,58	130,6	79,3	59,6	22,1	95,4	463,7	0,0	290,3	0,3	0,0	53,3	9,0	1,5
DS-26	21.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	15	6,95	58,70	18,00	828,19	572,48	0,38	104,9	45,9	33,2	1,9	39,7	366,1	0,0	158,9	0,3	0,0	19,6	7,6	0,6
K-1	11.05.2009	Na-SO <sub>4</sub>	B	21	7,33	-107,00		1678,00	1179,50		128,5	41,2	170,7	5,8	216,7	245,0		351,4	1,6	0,0	9,4	8,3	1,1
K-2	19.06.2013	Ca-SO <sub>4</sub>	X	36	6,46	41,60	0,72	2206,14	1605,66	0,80	74,2	5,3	3,4	0,7	115,4	395,4	0,0	1102,3	2,7	0,0	0,2	5,4	0,1
K-3	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	10	7,26	23,63	760,00	425,94	270,87	0,16	91,4	22,6	6,7	1,5	5,7	231,9	0,0	13,4	0,1	0,0	8,3	8,3	0,2
K-4a	11.05.2009	Na-SO <sub>4</sub>	B	20	7,50	-75,00		1370,00	976,73		95,0	43,3	116,8	4,1	158,6	240,0		304,6	1,3	0,0	4,7	7,7	0,7
K-4b	06.06.2010	Mg-SO <sub>4</sub>	A	20	6,88	148,00	4,45	1340,00	1000,00	0,60	100,8	100,8	110,4	10,5	201,2	230,0	0,0	377,8	1,2	0,0	4,9		
K-4c	10.06.2011	Na-SO <sub>4</sub>	B	20	7,13	36,00	0,84	1350,00	1000,00	0,60	48,2	43,4	137,1	5,4	155,6	219,7		284,2	0,9	0,0	2,7		
K-4d	10.11.2011	Na-SO <sub>4</sub>	X	20	7,40	-68,80	7,40	1349,04	963,01	0,60	102,8	43,6	236,0	4,4	124,9	244,1		216,5	0,5	0,0	2,2		
K-4e	20.06.2012	Na-SO <sub>4</sub>	A	20	7,88	48,60	9,50	1302,63	928,21	0,60	88,0	35,2	134,1	3,3	228,2	274,6	0,0	366,6	0,9	0,0	3,1		
K-5	19.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	9	6,92	35,70	6,93	518,77	340,47	0,22	37,1	89,6	20,5	18,3	27,1	170,8	0,0	18,1	0,2	0,0	17,9	15,5	0,2
K-6a	11.05.2009	Na-SO <sub>4</sub>	B	21	7,40	-74,00		1524,00	1033,83		112,2	41,9	144,7	5,1	177,4	225,0		310,9	1,4	0,0	6,0	8,1	1,1
K-6b	06.06.2010	Ca-SO <sub>4</sub>	A	20	6,88	199,00	4,08	1380,00	1000,00	0,60	112,7	40,9	111,8	11,2	227,8	242,0	0,0	397,9	1,2	0,0	5,2		
K-6c	10.11.2011	Na-SO <sub>4</sub>	C	21	7,30	73,80	6,90	1645,05	1184,96	0,80	123,4	44,3	252,0	5,7	158,4	268,5		260,2	0,6	0,0	0,7		
K-6d	20.06.2012	Na-SO <sub>4</sub>	A	21	7,83	95,40	6,49	1504,78	1079,79	0,70	99,3	37,6	172,8	4,6	294,2	296,5	0,0	426,0	0,9	0,0	2,7		
K-7	10.06.2011	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	16	7,16	144,00	4,98	786,00	600,00	0,30	16,9	50,0	44,5	3,2	20,5	195,3		88,1	0,2	0,0	29,8		
K-8	10.06.2011	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	20	7,53	325,00	5,84	652,00	500,00	0,30	35,5	38,3	26,3	2,7	34,1	183,0		80,5	0,7	0,0	33,9		
K-9a	17.10.2011	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	14	8,60	12,40	7,50	770,43	529,17	0,40	22,3	79,9	31,4	1,4	21,7	452,6		17,2	0,1	0,3	54,1		
K-9b	19.06.2013	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	15	7,29	47,20	3,62	770,43	529,17	0,34	130,7	48,5	4,8	3,2	4,7	451,5	0,0	53,9	0,1	0,0	0,0	11,3	0,4
K-9c	30.04.2017	Mg-HCO <sub>3</sub>		14,3							37,6	83,4	17,3	1,4	22,9	480		19,3	0,06	0,04	11,8	10	0,17
K-10a	11.05.2009	Mg-SO <sub>4</sub>	B	19	7,24	32,00		1148,00	831,58		94,7	60,7	63,2	3,6	67,8	260,0		263,4	1,2	0,0	6,3	9,3	1,3

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
K-10b	06.06.2010	Mg-SO4	A	20	6,34	90,00	3,89	1110,00	800,00	0,50	90,9	60,6	48,8	12,0	84,9	282,0	0,0	340,9	1,2	0,0	6,0		
K-10c	10.12.2011	Na-SO4	X	19	7,50	145,20	8,50	1144,83	809,89	0,50	82,6	62,4	143,5	3,3	65,3	280,7		227,5	0,6	0,0	2,4		
K-10d	19.06.2013	Mg-SO4	A	19	7,09	18,60	2,75	1158,23	819,95	0,53	156,0	159,1	122,4	9,0	94,7	335,6	0,0	346,3	0,8	0,0	2,7	15,5	2,3
K-11a	11.05.2009	Mg-SO4	B	21	7,90	25,00		1231,00	946,95		108,1	73,0	75,2	4,2	76,7	285,0		305,6	1,3	0,0	4,5	11,8	1,6
K-11b	06.06.2010	Mg-SO4	A	20	6,49	56,00	4,01	1200,00	900,00	0,50	95,6	69,4	56,8	13,4	104,6	264,0	0,0	414,2	1,1	0,0	4,2		
K-11c	10.06.2011	Mg-SO4	A	19	7,11	15,00	4,62	1220,00	900,00	0,50	81,7	82,0	148,6	7,7	144,1	260,0		371,7	1,1	0,0	2,3		
K-11d	17.10.2011	Mg-SO4	C	19	8,10	-2,20	6,30	1217,02	864,03	0,60	84,3	65,7	114,8	3,8	75,6	268,5		248,9	0,5	0,0	1,3		
K-11e	20.06.2012	Mg-SO4	A	20	8,06	-29,40	8,16	1273,75	906,56	0,58	82,2	65,7	81,6	2,8	120,2	342,9	0,0	439,5	0,9	0,0	2,5		
K-11f	17.09.2012	Mg-SO4	A	19	7,97	30,40	7,16	1239,71	881,04	0,58	55,4	65,5	85,5	3,5	122,2	534,5	0,0	430,4	0,9	0,0	2,1		
K-12	20.06.2012	Ca-HCO3	A	19	7,97	162,80	7,44	781,77	537,68	0,32	113,2	22,3	5,8	2,7	6,8	197,7	0,0	40,8	0,1	0,0	7,3		
K-13	19.06.2013	Ca-HCO3	A	21	7,24	25,30	2,26	1652,00	1887,43	0,92	73,6	40,5	24,2	0,9	26,7	500,3	0,0	34,0	0,5	0,0	83,3	11,5	0,5
K-14a	11.05.2009	Na-SO4	B	19	7,50	-50,00		1738,00	1271,08		114,7	63,1	171,4	5,7	217,5	240,0		437,0	1,6	0,0	9,2	9,6	1,3
K-14b	17.10.2011	Na-SO4	C	20	7,90	-1,40	5,40	1631,65	1174,91	0,80	105,2	60,8	235,9	5,4	189,5	268,5		340,9	0,8	0,0	1,6		
K-14c	20.06.2012	Na-SO4	A	20	7,73	37,80	8,33	1122,13	792,88	0,50	95,5	54,9	167,9	4,6	290,1	290,4	0,0	532,1	1,1	0,0	2,3		
K-15	10.06.2011	Mg-SO4	X	23	7,20	126,00	3,43	2460,00	1900,00	1,20	62,2	63,3	17,9	6,3	198,2	250,0		394,1	1,1	0,0	0,0		
K-16	11.05.2009	Na-SO4	X	20	7,10	-71,00		1679,00	1198,28		116,2	63,1	162,6	5,8	191,6	255,0		391,3	1,5	0,0	0,0	10,1	1,1
K-17a	11.05.2009	Na-SO4	B	16	7,60	-34,00		1590,00	1133,57		97,9	64,4	161,5	7,8	188,9	240,0		352,6	1,4	0,0	7,3	10,7	1,1
K-17b	06.06.2010	Na-SO4	A	19	6,19	118,00	4,60	1450,00	1100,00	0,60	95,7	63,9	133,7	12,3	250,3	258,0	0,0	485,8	1,3	0,0	5,3		
K-17c	20.06.2012	Na-SO4	A	20	8,25	29,80	7,92	1694,56	1222,09	0,81	38,7	31,1	101,5	3,3	332,8	217,2	0,0	526,0	1,1	0,0	2,9		
K-17d	17.09.2012	Na-SO4	A	20	7,87	97,70	6,44	1718,28	1239,87	0,83	62,6	65,9	205,0	8,5	354,8	524,7	0,0	558,6	1,1	0,0	3,5		
K-18a	11.05.2009	Na-SO4	B	19	7,40	-71,00		1380,00	915,61		98,1	44,5	118,9	4,5	139,3	215,0		278,9	1,3	0,0	6,2	8,1	0,9
K-18b	06.06.2010	Ca-SO4	A	20	6,91	173,00	4,47	1190,00	900,00	0,50	97,4	42,5	101,2	7,4	181,2	226,0	0,0	350,5	1,2	0,0	5,9		
K-18c	10.06.2011	Na-SO4	B	20	7,10	71,00	0,96	1280,00	1000,00	0,60	69,1	45,1	148,2	5,9	155,9	207,5		286,3	1,0	0,0	2,8		
K-18d	10.11.2011	Na-SO4	C	20	7,40	-267,60	7,40	1505,82	1080,56	0,70	106,2	52,9	215,3	5,5	133,6	256,3		249,5	0,6	0,0	0,2		



Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
K-18e	10.11.2011	Na-SO4	X	20	7,40	72,00	7,50	1310,88	934,40	0,60	96,9	44,8	170,6	3,9	123,2	238,0		225,9	0,4	0,0	7,2		
K-18f	20.06.2012	Na-SO4	A	20	7,92	52,20	9,04	1301,60	927,44	0,60	66,5	31,7	118	3,72	237,5	277,0	0,0	379,5	0,9	0,0	3,4		
K-18g	17.09.2012	Na-SO4	A	20	7,69	65,50	5,85	1324,29	944,45	0,61	87,4	41,9	140,8	4,5	240,5	218,4	0,0	382,4	0,9	0,0	3,2		
K-19a	11.05.2009	Na-SO4	B	20	7,40	-74,00		1314,00	1037,03		100,1	49,6	140,7	5,1	162,9	240,0		312,0	1,7	5,8	10,4	8,1	0,7
K-19b	06.06.2010	Ca-SO4	A	20	6,98	192,00	4,19	1240,00	900,00	0,50	95,4	44,5	94,0	7,1	171,7	234,0	0,0	354,9	1,2	0,0	6,0		
K-20a	11.05.2009	Na-SO4	B	21	7,40	-55,00		1569,00	1102,01		113,9	39,0	152,2	5,3	197,5	250,0		326,2	1,5	0,0	8,2	7,3	1,0
K-20b	06.06.2010	Ca-SO4	A	20	6,91	191,00	4,23	1500,00	1100,00	0,70	122,6	40,7	120,9	11,5	253,9	240,0	0,0	422,9	1,2	0,0	6,6		
K-20c	10.06.2011	Na-SO4	B	21	7,06	102,00	0,90	1560,00	1200,00	0,70	105,1	40,6	175,3	6,4	184,6	195,3		290,9	0,8	0,0	2,9		
K-20d	10.11.2011	Na-SO4	C	21	7,30	57,60	6,90	1586,26	1140,88	0,70	126,2	40,0	275,8	5,4	107,4	256,3		207,6	0,6	0,0	1,9		
K-20e	20.06.2012	Na-SO4	A	21	7,95	60,00	7,96	1636,80	1178,78	0,77	109,8	37,4	182,4	4,9	330,3	297,8	0,0	461,8	0,9	0,0	3,3		
K-20f	17.09.2012	Na-HCO3	X	21	7,58	57,50	5,51	1620,30	1166,40	0,77	76,0	39,5	189,7	5,6	4,6	533,3	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0		
K-21a	21.06.2012	Ca-Cl	B								79,3	28,6	73,6	2,5	120,6	0,0	0,0	70,3	0,0	0,0	6,5		
K-21b	21.06.2012	Ca-Cl	B								89,2	32,8	81,3	2,7	120,6	0,0	0,0	70,3	0,0	0,0	6,5		
K-22a	11.05.2009	Na-SO4	B	21	7,40	-61,00		1730,00	1180,62		115,0	38,3	172,2	5,8	230,6	230,0		372,0	1,5	0,0	6,6	7,5	1,2
K-22b	06.06.2010	Ca-SO4	A	21	6,89	168,00	4,02	1660,00	1300,00	0,70	131,0	45,2	149,9	11,6	305,4	270,0	0,0	497,2	1,3	0,0	4,5		
K-22c	10.11.2011	Na-Cl	C	21	7,20	42,30	6,70	1713,13	1236,01	0,80	130,4	44,3	429,9	6,4	261,4	286,8		346,1	0,8	0,0	1,9		
K-22d	20.06.2012	Na-SO4	X	22	8,29	36,10	7,10	1765,73	1275,45	0,83	111,2	38,2	192,2	5,6	347,2	300,2	0,0	483,9	0,9	0,0	1,6		
K-22e	17.09.2012	Na-SO4	X	21	7,70	17,40	5,55	1717,25	1239,10	0,82	86,1	42,1	196,0	5,1	363,0	478,4	0,0	509,3	1,0	0,0	1,2		
K-22f	19.06.2013	Ca-SO4	X	21	7,34	87,40	2,26	1718,28	1239,87	0,81	231,2	88,0	82,8	5,9	342,8	325,8	0,0	467,7	0,9	0,0	1,5	18,6	5,2
K-23	19.06.2013	Na-Cl	X	18	6,69	43,40	1,90	1033,43	726,37	0,47	148,7	54,1	235,7	7,9	422,7	524,7	0,0	542,3	1,1	0,0	0,0	9,9	2,0
K-24a	20.06.2012	Mg-SO4	A	20	7,59	57,20	21,28	1593,48	1146,30	0,77	127,6	80,3	81,7	9,5	241,4	384,4	0,0	577,1	0,4	0,0	43,1		
K-24b	17.09.2012	Ca-SO4	A	21	7,62	104,50	82,20	1135,54	802,93	0,50	98,8	47,0	47,3	1,4	76,8	275,8	0,0	339,3	0,5	0,0	13,8		
K-25	19.06.2013	Na-SO4	X	14	6,92	18,70	2,58	689,98	468,85	0,31	129,4	72,0	183,6	6,5	301,7	475,9	0,0	528,3	1,1	0,0	0,0	11,8	2,0
K-26	22.06.2012	Mg-HCO3	X								13,5	20,7	6,5	1,5	5,0	176,9	0,0	6,3	0,1	0,0	0,2		

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
K-27a	11.05.2009	Na-SO4	B	21	7,30	-74,00		1607,00	1155,44		118,5	40,3	163,9	5,6	211,1	240,0		358,8	1,5	0,0	6,8	7,8	1,2
K-27b	06.06.2010	Ca-SO4	A	20	6,85	185,00	4,49	1480,00	1100,00	0,70	118,1	40,8	115,0	12,6	244,5	224,0	0,0	412,7	1,2	0,0	6,4		
K-27c	10.06.2011	Na-SO4	B	21	6,97	101,00	1,18	1500,00	1100,00	0,70	60,3	42,0	177,2	6,2	170,4	244,1		273,1	0,8	0,0	2,9		
K-27d	10.11.2011	Na-SO4	C	21	7,20	73,20	6,80	1489,31	1068,19	0,70	122,4	39,8	258,0	5,2	134,0	256,3		207,2	0,6	0,0	2,0		
K-27e	20.06.2012	Na-SO4	X	21	7,84	74,90	7,57	1678,06	1209,71	0,79	106,8	39,7	186,2	5,3	337,0	297,8	0,0	475,8	0,9	0,0	1,8		
K-27f	17.09.2012	Na-SO4	A	21	7,55	50,90	5,59	1555,32	1117,68	0,73	68,8	37,2	166,3	5,4	307,1	292,9	0,0	435,3	0,9	0,0	3,5		
K-28	20.06.2012	Na-SO4	A	19	8,12	23,50	8,75	1690,44	1218,99	0,84	101,5	58,0	184,4	5,6	334,1	340,5	0,0	596,8	1,1	0,0	2,1		
K-29a	11.05.2009	Na-SO4	X	22	7,30	-62,00		2160,00	1428,94		151,1	50,8	226,3	7,3	282,9	250,0		448,4	1,6	0,0	0,0	9,0	1,5
K-29b	06.06.2010	Na-SO4	X	22	6,88	-69,00	4,37	1890,00	1400,00	0,90	142,4	51,0	171,2	18,8	364,3	286,0	0,0	564,9	1,8	0,0	0,0		
K-29c	10.11.2011	Na-SO4	C	22	7,10	-304,90	6,30	1942,10	1407,69	0,90	144,3	48,6	390,8	7,5	190,9	305,1		289,1	0,7	0,0	0,0		
K-29d	20.06.2012	Na-SO4	X	22	7,75	-125,30	6,92	1962,73	1423,15	0,93	124,2	44,3	244,0	7,0	428,5	303,9	0,0	598,6	0,0	0,0	0,0		
K-29e	19.06.2013	Ca-SO4	X	22	7,34	6,90	6,52	1973,04	1430,89	0,93	127,0	23,5	4,3	5,1	410,5	378,3	0,0	557,3	1,0	0,0	0,1	10,1	0,3
K-30	22.06.2012	Ca-SO4	X								194,6	75,3	84,8	4,2	108,2	273,4	0,0	1064,5	2,4	0,0	0,2		
K-31	19.06.2013	Na-SO4	X	11	7,19	-18,03	10,28	420,78	267,01	0,15	161,9	55,6	239,5	8,4	407,6	170,8	0,0	553,8	1,0	0,0	0,0	10,4	2,2
K-31b	30.04.2017	Ca-HCO3		11,2							64,6	4,3	2,2	0,3	2	170	0,0	4,4	0,014	0,09	2,8	0,3	0,07
K-32a	06.06.2010	Na-SO4	X	21	6,85	7,00	4,25	1530,00	1200,00	0,70	110,2	62,3	137,0	13,3	252,7	266,0	0,0	522,7	1,4	0,0	0,0		
K-32b	17.10.2011	Na-SO4	X	21	8,00	-21,20	5,20	1647,12	1186,51	0,80	121,9	68,7	183,3	6,8	184,5	320,0		324,9	0,8	0,0	3,3		
K-32c	20.06.2012	Na-SO4	X	21	7,83	-78,90	7,70	1645,05	1184,96	0,77	97,6	58,9	168,9	5,1	298,6	313,6	0,0	538,9	1,1	0,0	0,0		
K-32d	17.09.2012	Na-SO4	X	21	7,63	104,90	5,45	1665,68	1200,43	0,78	90,0	60,5	192,0	6,9	304,1	311,2	0,0	549,7	1,1	0,0	0,0		
K-32e	19.06.2013	Na-Cl	A	20	7,31	-62,80	8,05	1628,55	1172,59	0,78	64,7	70,4	138,7	11,1	264,9	305,1	0,0	353,4	0,7	0,0	447,3	12,5	0,9
SS-1	19.06.2013	Ca-HCO3	X	16	6,82	24,80	17,80	792,09	545,41	0,35	141,7	19,2	3,8	0,9	23,4	341,7	0,0	141,9	0,3	0,0	0,8	8,3	0,3
SS-2	10.11.2011	Mg-SO4	X	16	8,00	75,90	11,00	962,27	673,01	0,50	32,6	69,8	116,9	1,1	64,2	158,6		127,8	0,5	0,4	40,0		
SS-3	10.10.2011	Ca-HCO3	X	12	8,90	185,40	18,20	499,17	325,78	0,20	66,7	5,8	6,4	2,1	1,3	207,5		6,0	0,0	0,0	9,5		
SS-4	19.06.2013	Mg-HCO3	A	13	7,18		9,61	663,16	448,74	0,29	119,7	75,5	22,8	2,2	29,0	305,1	0,0	186,3	0,2	0,0	12,5	9,3	0,8

Kod	Tarih	Tipi	R.T.	T	pH	Eh	ÇO	Ec	TÇM	Salt	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	F	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Sr
				°C		mV	mg/L	uS/cm	mg/L	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
SS-5	10.11.2011	Na-HCO <sub>3</sub>	X	18	7,80	-11,40	9,90	909,67	633,57	0,40	29,1	32,8	125,6	1,6	44,5	305,1		116,3	0,2	1,0	18,9		
SS-6	10.11.2011	Na-HCO <sub>3</sub>	X	22	8,40	115,20	7,50	1232,49	875,63	0,50	32,7	68,9	166,0	2,2	50,7	250,2		109,4	0,2	0,0	24,0		
SS-7	19.06.2013	Mg-HCO <sub>3</sub>	A	13	6,75	156,90	3,35	786,93	541,54	0,37	105,3	71,9	68,5	3,8	96,7	579,7	0,0	352,7	0,8	0,0	2,8	11,6	1,9
SS-8	10.06.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	A	16	7,12	150,00	5,40	593,00	400,00	0,20	91,3	12,4	52,5	4,7	54,6	450,0		60,6	0,5	0,0	56,7		
SS-9	10.10.2011	Ca-HCO <sub>3</sub>	X	15	9,10	154,90	15,00	686,88	466,53	0,30	118,0	8,4	16,3	0,7	4,0	488,1		21,4	0,2	0,0	59,4		
Yağmur	10.06.2011										0,0	0,0	7,7	2,7	8,7	18,3		9,3	0,25	0,0	13,6		

**Tablo D. 2:** Havzadaki suların hesaplanmış kimyasal özellikleri.

Kod	Tarih	$\Sigma$ Anyon	$\Sigma$ Katyon	$\Sigma$ İyon	E.N.	%Hata	TÇMH	$\Sigma$ Sertlik	Karb.Sertliği	Hes.Alk.	RSC	LSI	SAR	MH	Alk.	(I)
		mmol/l	mmol/l	mg/L	%		mg/L	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	meq/L CaCO <sub>3</sub>	meq/l		meq/l	meq/l		
A-1	22.06.12	8,3	3,5	589,6	-15,3	-15,4	589,6	317,3	317,3	8,64	2,3		0,2	94,5	0,0086	0,011
A-2	19.06.13	4,7	3,1	407,4	10,1	11,0	412,8	288,4	220,0	4,4	-1,4	-1,6	0,1	7,2	0,0044	0,008
A-3	11.05.09	3,6	2,5	306,7	10,3	12,5	312,9	217,8	155,7	3,1	-1,2	-2,7	0,2	35,5	0,0031	0,006
KN-1	19.06.13	20,1	14,1	1536,7	-12,2	-13,5	1546,2	540,0	270,0	5,4	-5,4		3,7	34,7	0,0054	0,028
Ç-1a	18.10.11	6,5	4,5	525,5	8,4	13,7	525,5	363,5	250,1	5,0	-2,3	-1,8	0,4	73,9	0,0050	0,010
Ç-1b	20.06.12	10,2	5,1	754,7	-11,8	-4,1	754,7	373,8	308,0	6,4	-1,3	-1,5	0,6	65,6	0,0062	0,012
Ç-1c	17.09.12	10,3	4,9	756,6	-16,7	-10,5	756,6	328,0	315,0	6,6	-0,3	-2,1	0,8	79,8	0,0063	0,012
Ç-1d	19.06.13	8,0	3,7	591,7	-13,6	-3,2	604,5	291,5	210,0	4,2	-1,6	-2,4	0,3	41,1	0,0042	0,010
Ç-2	19.06.13	8,9	5,4	679,4	-1,1	6,0	696,8	386,4	280,0	5,6	-2,1	-3,1	0,8	65,3	0,0056	0,012
Ç-3	19.06.13	6,9	4,7	553,4	10,9	11,1	560,9	387,1	320,0	6,4	-1,3	-3,3	0,4	47,5	0,0064	0,011
Ç-4a	22.10.11	4,3	2,9	365,0	12,6	15,5	365,0	274,6	200,8	4,0	-1,5	-0,9	0,1	32,2	0,0040	0,007
Ç-4b	19.06.13	4,8	5,5	502,0	31,7	34,0	511,9	520,9	190,0	3,8	-6,6	-2,5	0,1	35,7	0,0038	0,013
Ç-5a	22.10.11	7,2	4,8	609,1	10,6	12,2	609,1	458,2	333,5	6,7	-2,5	-1,0	0,1	38,0	0,0067	0,012
Ç-5b	20.06.12	7,9	3,7	607,7	-21,3	-22,3	607,7	210,3	210,3	6,7	2,5	-2,6	1,1	69,1	0,0067	0,010
Ç-5c	19.06.13	9,4	3,4	653,8	-18,4	-18,5	660,9	311,4	311,4	9,2	3,0	-4,2	0,1	96,0	0,0092	0,011
Ç-6	10.06.11	4,0	1,3	292,4	-25,7	-24,7	292,4	103,8	103,8	3,8	1,7	-2,3	0,2	6,7	0,0038	0,004
Ç-7a	22.06.12	5,3	2,6	386,9	-6,7	-6,3	386,9	237,1	237,1	5,9	0,6	-2,9	0,1	97,6	0,0054	0,007
Ç-7b	19.06.13	9,2	2,7	664,7	-29,1	-30,0	670,8	250,5	250,5	9,4	4,0	-1,3	0,1	11,7	0,0090	0,009
Ç-8	19.06.13	10,7	4,6	779,3	-11,7	-9,8	803,7	405,4	405,4	9,6	1,5	-3,4	0,2	75,5	0,0096	0,013
Ç-9	19.06.13	14,5	12,0	1567,8	-4,5	-6,2	1578,7	978,4	190,0	3,8	-15,8	-1,8	0,7	40,6	0,0038	0,031
Ç-10	19.06.13	19,9	9,1	1447,8	-12,6	10,9	1458,2	728,8	290,0	5,8	-8,8	-1,8	0,6	20,4	0,0058	0,021
Ç-11	19.06.13	6,5	2,2	478,7	-20,7	-20,8	482,9	205,0	205,0	6,4	2,3	-2,8	0,1	10,6	0,0064	0,007
Ç-12	19.06.13	5,0	5,6	489,6	35,7	39,1	500,8	496,4	220,0	4,4	-5,5	-2,8	0,3	27,1	0,0044	0,012

Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(I)
DS-1	21.06.13	5,8	3,6	442,9	-2,5	2,0	456,4	236,4	200,0	4,0	-0,7	-3,1	0,8	74,1	0,0040	0,008
DS-2	20.06.12	11,8	7,2	1004,8	-14,0	-14,5	1004,8	479,5	223,0	4,5	-5,1	-2,0	1,0	41,7	0,0045	0,019
DS-3	23.06.13	17,1	7,4	1198,8	-13,4	-7,4	1213,4	665,9	505,0	10,1	-3,2	-2,9	0,3	80,1	0,0101	0,021
DS-4	24.06.13	13,3	9,7	1181,7	-1,3	-0,5	1192,1	694,4	320,0	6,4	-7,5	-2,5	1,0	34,2	0,0064	0,023
DS-5	23.06.13	5,2	4,4	455,2	17,8	26,3	461,3	343,4	180,0	3,6	-3,3	-2,8	0,4	36,6	0,0036	0,009
DS-6	24.06.13	8,7	5,5	698,7	3,7	7,3	708,9	443,9	316,0	6,3	-2,6	-2,9	0,5	30,9	0,0063	0,013
DS-7	23.06.13	4,7	4,1	451,9	11,1	16,8	458,3	317,9	130,0	2,6	-3,8	-2,7	0,5	21,6	0,0026	0,010
DS-8	24.06.13	15,6	11,5	1552,1	-11,5	-15,2	1568,0	803,5	180,0	3,6	-12,5	-1,8	1,2	41,6	0,0036	0,029
DS-9	10.12.11	7,4	10,1	714,6	17,7	21,8	714,6	283,9	180,0	3,6	-2,1	-2,1	4,3	74,8	0,0036	0,014
DS-10	10.12.11	11,4	19,0	1173,8	29,2	32,0	1173,8	656,0	240,0	4,8	-8,3	-2,1	4,8	58,0	0,0048	0,026
DS-11	10.12.11	9,2	20,7	1113,2	36,8	40,3	1113,2	430,9	250,0	5,0	-3,6	-2,1	7,9	54,9	0,0050	0,023
DS-12a	11.05.09	17,5	14,9	1432,7	-4,3	-4,9	1441,4	556,0	213,1	4,3	-6,9	-2,3	3,9	36,3	0,0043	0,027
DS-12b	06.06.10	21,4	13,7	1636,5	-17,5	-19,7	1636,5	570,7	231,1	4,6	-6,8	-2,7	3,2	36,8	0,0046	0,030
DS-12c	10.11.11	7,7	20,2	995,8	42,4	46,1	995,8	570,2	45,0	0,9	-10,5	-1,7	6,0	34,9	0,0009	0,024
DS-12d	20.06.12	22,9	15,5	1718,4	-17,5	-19,4	1718,4	489,3	227,0	4,5	-5,2	-1,6	4,7	36,5	0,0045	0,031
DS-13a	11.05.09	14,1	12,7	1207,2	-0,6	-0,7	1217,6	538,2	202,8	4,1	-6,7	-2,3	3,1	48,0	0,0041	0,024
DS-13b	06.06.10	16,4	11,4	1324,3	-13,3	-15,1	1324,3	521,5	213,1	4,3	-6,2	-2,7	2,5	47,9	0,0043	0,025
DS-13c	20.06.12	20,0	3,9	1301,2	-66,0	-69,7	1301,2	138,4	138,4	5,3	2,5	-2,2	2,1	50,4	0,0053	0,021
DS-13d	19.06.13	22,9	16,2	1742,1	-13,1	-14,6	1752,1	589,2	260,0	5,2	-6,6	-2,4	4,1	36,8	0,0052	0,032
DS-14a	11.05.09	17,6	15,3	1447,9	-2,9	-3,3	1457,0	589,5	219,2	4,4	-7,4	-2,2	3,8	36,9	0,0044	0,028
DS-14b	17.09.12	23,2	14,9	1709,8	-21,0	-23,1	1709,8	441,4	223,0	4,5	-4,4	-2,2	4,9	45,7	0,0045	0,031
DS-15	11.05.09	17,5	15,9	1453,4	-1,4	-1,6	1462,4	582,1	209,0	4,2	-7,5	-2,2	4,1	36,2	0,0042	0,028
DS-16a	06.06.10	19,9	14,5	1561,6	-11,5	-12,9	1561,6	576,0	229,4	4,6	-6,9	-2,7	3,5	38,2	0,0046	0,029
DS-16b	17.10.11	18,9	19,3	1586,1	3,7	4,1	1586,1	564,9	291,7	5,8	-5,5	-1,6	5,7	37,1	0,0058	0,030

Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(l)
DS-16c	20.06.12	23,6	15,8	1776,4	-17,5	-19,5	1776,4	516,1	264,0	5,3	-5,0	-1,8	4,6	35,2	0,0053	0,032
DS-16d	17.09.12	24,0	14,6	1748,9	-23,7	-26,0	1748,9	421,6	250,0	5,0	-3,4	-2,1	5,0	47,3	0,0050	0,031
DS-16e	19.06.13	19,5	14,1	1686,8	-17,8	-14,2	1694,6	405,4	310,0	6,2	-1,9	-2,3	4,9	41,5	0,0062	0,027
DS-17	06.06.10	22,1	15,8	1710,0	-13,2	-14,8	1710,0	596,1	221,2	4,4	-7,5	-2,5	3,9	39,9	0,0044	0,032
DS-18a	11.05.09	19,3	16,5	1560,2	-5,0	-5,4	1568,6	567,3	221,2	4,4	-6,9	-2,3	4,5	37,7	0,0044	0,029
DS-18b	06.06.10	20,6	14,7	1610,9	-12,6	-14,2	1610,9	583,8	231,1	4,6	-7,1	-2,5	3,5	37,3	0,0046	0,030
DS-18c	20.06.12	24,7	16,1	1828,7	-19,3	-21,4	1828,7	499,9	265,0	5,3	-4,7	-1,5	4,9	38,0	0,0053	0,033
DS-19a	06.06.10	20,4	14,4	1590,9	-12,7	-14,3	1590,9	582,6	229,4	4,6	-7,1	-2,5	3,4	36,9	0,0046	0,030
DS-19b	09.06.11	16,9	18,1	1448,5	3,8	4,3	1448,5	531,2	170,0	3,4	-7,2	-0,8	5,4	44,6	0,0034	0,028
DS-20a	11.05.09	19,0	16,9	1557,9	-2,6	-3,0	1567,0	600,4	213,1	4,3	-7,7	-2,2	4,4	37,6	0,0043	0,030
DS-20b	06.06.10	23,7	12,2	1671,3	-27,2	-30,3	1671,3	491,6	232,7	4,7	-5,2	-2,5	3,2	37,6	0,0047	0,030
DS-20c	10.11.11	12,6	20,5	1303,0	25,7	28,0	1303,0	580,7	270,4	5,4	-6,2	-2,2	6,0	35,5	0,0054	0,026
DS-20d	20.06.12	26,1	17,2	1930,5	-19,2	-21,2	1930,5	512,6	263,0	5,3	-5,0	-1,7	5,2	36,4	0,0053	0,034
DS-20e	17.09.12	38,0	15,0	2930,1	-47,4	-52,8	2930,1	426,9	426,9	8,7	0,1	-1,9	5,1	48,3	0,0087	0,050
DS-20f	19.06.13	19,0	13,5	1505,1	-11,2	-12,7	1516,1	581,3	281,0	5,6	-6,0	-2,1	3,1	47,5	0,0056	0,028
DS-21a	22.10.11	12,2	6,8	1008,7	-7,9	-7,8	1008,7	548,6	426,1	8,5	-2,4	-2,1	0,5	36,6	0,0085	0,018
DS-21b	20.06.12	9,8	6,7	867,1	-6,1	-6,0	867,1	483,4	215,0	4,3	-5,4	-1,6	0,8	40,7	0,0043	0,017
DS-22a	22.10.11	7,3	5,4	633,8	12,7	14,8	633,8	495,6	311,4	6,2	-3,7	-1,3	0,2	50,8	0,0062	0,013
DS-22b	20.06.12	10,0	5,9	841,0	-7,0	-6,5	841,0	476,5	333,0	6,7	-2,9	-2,0	0,5	55,3	0,0067	0,016
DS-23a	22.10.11	9,8	6,3	840,1	-2,1	-1,7	840,1	500,2	332,7	6,7	-3,4	-1,1	0,6	41,0	0,0067	0,016
DS-23b	24.06.13	17,7	11,8	1390,4	-8,0	-8,4	1398,8	629,3	390,0	7,8	-4,8	-2,3	2,1	41,3	0,0078	0,026
DS-24	24.06.13	13,6	12,3	1271,8	-6,2	-7,1	1293,8	527,4	190,0	3,8	-6,7	-2,6	3,0	76,8	0,0038	0,025
DS-25	21.06.13	14,2	9,7	1196,6	-3,0	-0,5	1205,6	652,0	380,0	7,6	-5,4	-2,8	1,0	50,0	0,0076	0,022
DS-26	21.06.13	9,1	6,0	771,4	-1,2	0,3	779,1	450,4	300,0	6,0	-3,0	-2,8	0,7	41,9	0,0060	0,015

Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(I)
K-1	11.05.09	14,0	12,5	1171,2	-0,8	-0,5	1179,5	490,0	200,8	4,0	-5,8	-2,2	3,4	34,6	0,0040	0,023
K-2	19.06.13	21,4	2,2	1699,9	-76,8	-84,6	1705,4	207,0	207,0	6,5	2,3	-3,1	0,1	10,6	0,0065	0,029
K-3	19.06.13	4,2	3,5	381,9	21,4	23,4	390,2	321,2	190,0	3,8	-2,6	-2,6	0,2	29,0	0,0038	0,009
K-4a	11.05.09	11,7	9,3	969,0	-4,9	-5,2	976,7	415,0	196,7	3,9	-4,4	-2,2	2,5	42,9	0,0039	0,019
K-4b	06.06.10	13,5	11,7	1137,6	2,6	3,3	1137,6	666,2	188,5	3,8	-9,6	-2,8	1,9	62,2	0,0038	0,024
K-4c	10.06.11	11,0	9,1	897,6	-7,2	-7,7	897,6	298,8	180,0	3,6	-2,4	-2,9	3,4	59,8	0,0036	0,017
K-4d	10.11.11	9,8	14,7	975,0	22,4	24,4	975,0	435,9	200,0	4,0	-4,7	-2,3	4,9	41,2	0,0040	0,020
K-4e	20.06.12	14,9	9,6	1134,3	-17,2	-18,7	1134,3	364,2	225,0	4,5	-2,8	-1,9	3,1	39,7	0,0045	0,021
K-5	19.06.13	4,1	6,0	400,0	42,8	46,8	415,5	461,2	140,0	2,8	-6,4	-3,4	0,4	79,9	0,0028	0,012
K-6a	11.05.09	12,1	11,0	1025,8	0,5	0,8	1033,8	452,3	184,4	3,7	-5,4	-2,2	3,0	38,1	0,0037	0,020
K-6b	06.06.10	14,7	9,7	1150,8	-14,2	-15,6	1150,8	449,4	198,3	4,0	-5,0	-2,7	2,3	37,4	0,0040	0,022
K-6c	10.11.11	11,6	16,0	1113,9	18,7	20,4	1113,9	490,2	220,0	4,4	-5,4	-2,3	5,0	37,2	0,0044	0,023
K-6d	20.06.12	17,7	11,7	1335,1	-17,0	-18,6	1335,1	402,3	243,0	4,9	-3,2	-1,8	3,7	38,4	0,0049	0,024
K-7	10.06.11	5,2	4,5	448,8	6,9	11,6	448,8	247,9	160,0	3,2	-1,8	-3,4	1,2	83,0	0,0032	0,009
K-8	10.06.11	5,4	3,7	436,2	0,0	5,0	436,2	246,2	150,0	3,0	-1,9	-2,6	0,7	64,0	0,0030	0,008
K-9a	17.10.11	9,1	5,2	681,5	-1,0	4,2	681,5	384,4	370,9	7,4	-0,3	-1,8	0,7	85,5	0,0074	0,012
K-9b	19.06.13	8,1	5,6	698,0	11,1	11,7	709,3	525,7	370,0	7,4	-3,1	-2,3	0,1	38,0	0,0074	0,014
K-10a	11.05.09	9,1	7,7	822,3	3,1	3,9	831,6	486,1	213,1	4,3	-5,5	-2,5	1,2	51,4	0,0043	0,017
K-10b	06.06.10	10,7	7,2	927,4	-8,8	-9,7	927,4	476,0	231,1	4,6	-4,9	-3,4	1,0	52,4	0,0046	0,018
K-10c	10.12.11	8,9	11,0	868,3	16,1	18,0	868,3	462,8	230,0	4,6	-4,7	-2,3	2,9	55,5	0,0046	0,018
K-10d	19.06.13	11,9	16,0	1229,7	26,2	30,4	1245,2	1043,5	275,0	5,5	-15,4	-2,4	1,6	62,7	0,0055	0,029
K-11a	11.05.09	10,2	9,1	935,2	5,2	6,2	947,0	570,2	233,5	4,7	-6,7	-1,7	1,4	52,7	0,0047	0,019
K-11b	06.06.10	11,7	8,1	1023,4	-9,3	-10,6	1023,4	523,9	216,3	4,3	-6,2	-3,2	1,1	54,5	0,0043	0,020
K-11c	10.06.11	12,3	12,1	1099,7	4,0	4,7	1099,7	541,2	213,1	4,3	-6,6	-2,7	2,8	62,3	0,0043	0,022



Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(I)
K-11d	17.10.11	9,2	9,9	863,4	11,1	12,6	863,4	480,7	220,0	4,4	-5,2	-1,7	2,3	56,2	0,0044	0,018
K-11e	20.06.12	13,7	8,4	1138,5	-16,4	-18,7	1138,5	475,2	281,0	5,6	-3,9	-1,7	1,6	56,8	0,0056	0,021
K-11f	17.09.12	16,8	7,9	1300,2	-28,0	-31,4	1300,2	407,7	407,7	8,8	0,6	-2,0	1,8	66,1	0,0088	0,022
K-12	20.06.12	4,0	4,1	396,9	27,8	30,9	396,9	374,2	162,0	3,2	-4,2	-1,7	0,1	24,5	0,0032	0,010
K-13	19.06.13	10,7	4,6	784,9	-15,4	-9,4	796,4	350,2	350,2	8,2	1,2	-2,6	0,6	47,6	0,0082	0,012
K-14a	11.05.09	14,9	13,1	1261,4	-2,3	-2,2	1271,1	545,6	196,7	3,9	-7,0	-2,1	3,2	47,5	0,0039	0,025
K-14b	17.10.11	13,4	15,5	1208,6	10,0	11,2	1208,6	512,6	220,0	4,4	-5,9	-1,8	4,5	48,8	0,0044	0,024
K-14c	20.06.12	18,6	12,1	1439,3	-18,2	-20,2	1439,3	464,2	238,0	4,8	-4,5	-2,0	3,4	48,7	0,0048	0,026
K-15	10.06.11	13,9	5,1	993,3	-31,9	-36,6	993,3	415,6	204,9	4,1	-4,2	-2,7	0,4	62,7	0,0041	0,018
K-16	11.05.09	13,7	12,7	1188,2	1,2	1,2	1198,3	549,3	209,0	4,2	-6,8	-2,5	3,0	47,2	0,0042	0,024
K-17a	11.05.09	13,1	12,3	1122,8	1,9	2,4	1133,6	509,2	196,7	3,9	-6,3	-2,2	3,1	52,1	0,0039	0,022
K-17b	06.06.10	16,5	11,2	1306,4	-14,3	-15,9	1306,4	501,6	211,4	4,2	-5,8	-3,5	2,6	52,4	0,0042	0,025
K-17c	20.06.12	18,5	6,7	1255,2	-45,5	-49,1	1255,2	224,4	178,0	3,6	-0,9	-1,8	2,9	57,0	0,0036	0,022
K-17d	17.09.12	24,5	13,4	1785,3	-26,4	-28,9	1785,3	427,3	427,3	8,6	0,1	-2,0	4,3	63,4	0,0086	0,030
K-18a	11.05.09	10,5	9,6	907,5	1,6	2,1	915,6	428,0	176,2	3,5	-5,0	-2,3	2,5	42,8	0,0035	0,018
K-18b	06.06.10	12,6	8,8	1013,3	-11,3	-12,3	1013,3	418,1	185,2	3,7	-4,7	-2,8	2,2	41,8	0,0037	0,019
K-18c	10.06.11	10,9	10,2	922,2	-0,3	-0,1	922,2	358,0	170,0	3,4	-3,8	-2,8	3,4	51,8	0,0034	0,018
K-18d	10.11.11	10,6	14,3	1020,4	18,4	20,1	1020,4	482,6	210,0	4,2	-5,5	-2,3	4,3	45,1	0,0042	0,021
K-18e	10.11.11	9,9	11,8	910,9	13,5	15,3	910,9	426,1	195,0	3,9	-4,6	-2,3	3,6	43,3	0,0039	0,019
K-18f	20.06.12	15,3	8,2	1118,7	-26,6	-28,9	1118,7	296,4	227,0	4,5	-1,4	-1,9	3,0	44,0	0,0045	0,020
K-18g	17.09.12	14,5	10,1	1120,5	-13,5	-14,7	1120,5	390,5	179,0	3,6	-4,2	-2,1	3,1	44,2	0,0036	0,021
K-19a	11.05.09	12,2	10,8	1029,0	-0,2	0,3	1037,0	453,9	196,7	3,9	-5,1	-2,3	2,9	45,0	0,0039	0,020
K-19b	06.06.10	12,5	8,5	1008,8	-12,2	-13,3	1008,8	421,2	191,7	3,8	-4,6	-2,7	2,0	43,5	0,0038	0,019
K-20a	11.05.09	13,3	11,2	1094,7	-3,1	-3,1	1102,0	444,6	204,9	4,1	-4,8	-2,2	3,1	36,1	0,0041	0,021

Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(I)
K-20b	06.06.10	15,7	10,3	1220,3	-14,4	-15,8	1220,3	473,2	196,7	3,9	-5,5	-2,7	2,4	35,4	0,0039	0,023
K-20c	10.06.11	11,5	12,1	1002,5	6,0	6,7	1002,5	429,3	160,0	3,2	-5,4	-2,6	3,7	38,9	0,0032	0,020
K-20d	10.11.11	9,5	16,9	1021,6	30,3	32,7	1021,6	479,5	210,0	4,2	-5,4	-2,3	5,5	34,3	0,0042	0,021
K-20e	20.06.12	19,1	12,3	1429,0	-18,0	-19,7	1429,0	427,7	244,0	4,9	-3,7	-1,7	3,8	36,0	0,0049	0,026
K-20f	17.09.12	8,9	11,9	855,9	26,2	27,0	855,9	352,1	352,1	8,7	1,7	-2,2	4,4	46,2	0,0087	0,015
K-21a	21.06.12	4,2	6,4	381,6	31,6	34,0	381,6	315,4					1,8	37,3	0,0000	0,010
K-21b	21.06.12	4,2	7,2	403,5	36,7	39,3	403,5	357,3					1,9	37,7	0,0000	0,011
K-22a	11.05.09	14,3	12,1	1173,1	-4,8	-5,0	1180,6	444,4	188,5	3,8	-5,1	-2,2	3,6	35,4	0,0038	0,022
K-22b	06.06.10	18,4	12,0	1416,2	-15,9	-17,7	1416,2	512,7	221,2	4,4	-5,8	-2,7	2,9	36,2	0,0044	0,026
K-22c	10.11.11	15,8	23,9	1508,1	20,0	21,6	1508,1	507,6	235,0	4,7	-5,5	-2,4	8,3	35,9	0,0047	0,030
K-22d	20.06.12	19,8	12,9	1481,6	-18,3	-20,2	1481,6	434,3	246,0	4,9	-3,8	-1,3	4,0	36,1	0,0049	0,027
K-22e	17.09.12	23,5	12,5	1682,9	-27,3	-29,7	1682,9	388,0	388,0	7,8	0,1	-2,0	4,3	44,6	0,0079	0,028
K-22f	19.06.13	20,0	13,2	1552,7	-4,7	-5,5	1571,3	938,8	267,0	5,3	-13,4	-2,0	1,2	38,6	0,0053	0,032
K-23	19.06.13	26,3	16,4	1940,6	-17,6	-19,4	1950,5	593,5	430,0	8,6	-3,3	-2,8	4,2	37,5	0,0086	0,034
K-24a	20.06.12	19,8	10,3	1545,7	-21,3	-23,3	1545,7	648,5	315,0	6,3	-6,7	-2,0	1,4	50,9	0,0063	0,028
K-24b	17.09.12	10,5	6,5	900,7	-12,5	-13,5	900,7	439,9	226,0	4,5	-4,3	-2,0	1,0	44,0	0,0045	0,017
K-25	19.06.13	21,9	14,4	1701,3	-14,2	-15,9	1713,1	619,2	390,0	7,8	-4,6	-2,7	3,2	47,9	0,0078	0,031
K-26	22.06.12	3,1	1,5	230,8	-8,0	-8,1	230,8	119,1	119,1	2,9	0,5		0,3	71,6	0,0029	0,004
K-27a	11.05.09	13,8	11,9	1147,7	-3,0	-3,0	1155,5	461,6	196,7	3,9	-5,3	-2,3	3,3	35,9	0,0039	0,022
K-27b	06.06.10	15,0	10,0	1175,2	-14,0	-15,4	1175,2	462,5	183,6	3,7	-5,6	-2,8	2,3	36,3	0,0037	0,022
K-27c	10.06.11	11,7	11,1	977,3	-0,8	-0,6	977,3	323,3	200,0	4,0	-2,5	-2,9	4,3	53,5	0,0040	0,018
K-27d	10.11.11	10,2	16,0	1025,8	25,3	27,3	1025,8	469,2	210,0	4,2	-5,2	-2,4	5,2	34,9	0,0042	0,021
K-27e	20.06.12	19,4	12,5	1451,9	-18,3	-20,1	1451,9	429,7	244,0	4,9	-3,7	-1,8	3,9	38,0	0,0049	0,026
K-27f	17.09.12	18,1	10,6	1317,9	-24,0	-25,9	1317,9	324,7	240,0	4,8	-1,7	-2,3	4,0	47,1	0,0048	0,023

Kod	Tarih	∑ Anyon mmol/l	∑ Katyon mmol/l	∑ İyon mg/L	E.N. %	%Hata	TÇMH mg/L	∑ Sertlik mg/L CaCO3	Karb.Sertliği mg/L CaCO3	Hes.Alk. meq/L CaCO3	RSC meq/l	LSI	SAR meq/l	MH meq/l	Alk.	(l)
K-28	20.06.12	21,3	13,1	1624,6	-20,9	-23,4	1624,6	491,9	279,0	5,6	-4,3	-1,6	3,6	48,5	0,0056	0,029
K-29a	11.05.09	16,8	15,9	1419,9	0,7	0,7	1428,9	585,9	204,9	4,1	-7,6	-2,2	4,1	35,7	0,0041	0,028
K-29b	06.06.10	20,9	13,6	1600,4	-16,5	-18,5	1600,4	565,2	234,4	4,7	-6,6	-2,6	3,1	37,1	0,0047	0,029
K-29c	10.11.11	13,4	22,8	1377,4	26,6	28,8	1377,4	560,0	250,0	5,0	-6,2	-2,4	7,2	35,7	0,0050	0,028
K-29d	20.06.12	23,3	15,7	1751,1	-17,8	-19,7	1751,1	491,8	249,0	5,0	-4,9	-1,8	4,8	37,0	0,0050	0,031
K-29e	19.06.13	23,6	4,5	1508,0	-54,8	-61,3	1518,2	413,3	310,0	6,2	-2,1	-2,2	0,1	23,4	0,0062	0,025
K-30	22.06.12	18,8	11,8	1807,7	-20,5	-25,8	1807,7	795,2	224,0	4,5	-11,4		1,3	39,0	0,0045	0,034
K-31	19.06.13	20,2	17,0	1602,3	-5,3	-5,9	1612,7	632,8	140,0	2,8	-9,9	-2,4	4,1	36,2	0,0028	0,032
K-32a	06.06.10	17,0	11,6	1365,7	-14,0	-15,9	1365,7	531,5	218,0	4,4	-6,3	-2,8	2,6	48,3	0,0044	0,026
K-32b	17.10.11	13,9	14,0	1214,6	6,9	8,0	1214,6	586,6	262,2	5,2	-6,5	-1,6	3,3	48,1	0,0053	0,024
K-32c	20.06.12	19,2	12,3	1483,2	-18,2	-20,4	1483,2	485,9	257,0	5,1	-4,6	-1,9	3,3	49,9	0,0051	0,027
K-32d	17.09.12	19,5	13,3	1516,1	-16,6	-18,6	1516,1	473,5	255,0	5,1	-4,4	-2,1	3,8	52,6	0,0051	0,028
K-32e	19.06.13	23,4	10,8	1657,6	-27,6	-14,2	1670,2	451,2	250,0	5,0	-4,0	-2,6	2,8	64,2	0,0050	0,023
SS-1	19.06.13	7,8	4,5	673,9	-2,2	-2,4	682,3	432,5	280,0	5,6	-3,1	-2,8	0,1	18,3	0,0056	0,013
SS-2	10.11.11	6,4	8,8	612,0	23,4	29,5	612,0	368,5	130,0	2,6	-4,8	-2,2	2,6	77,9	0,0026	0,014
SS-3	10.10.11	3,7	2,2	305,3	5,4	8,2	305,3	190,3	170,0	3,4	-0,4	-1,1	0,2	12,5	0,0034	0,005
SS-4	19.06.13	8,0	7,2	754,2	14,4	17,2	763,5	609,2	250,0	5,0	-7,2	-2,5	0,4	51,0	0,0050	0,017
SS-5	10.11.11	7,8	7,6	675,2	3,4	5,5	675,2	207,6	207,6	5,0	0,8	-2,4	3,8	65,0	0,0050	0,012
SS-6	10.11.11	7,1	10,9	704,4	28,0	32,4	704,4	365,1	205,0	4,1	-3,2	-1,7	3,8	77,7	0,0041	0,015
SS-7	19.06.13	16,0	8,7	1284,4	-15,9	-17,8	1296,1	558,5	475,0	9,5	-1,7	-3,0	1,3	53,0	0,0095	0,023
SS-8	10.06.11	10,5	5,2	783,6	-16,3	-12,7	783,6	278,8	278,8	7,4	1,8	-2,6	1,4	18,3	0,0074	0,012
SS-9	10.10.11	9,3	4,0	716,5	-13,2	-9,5	716,5	329,0	329,0	8,0	1,4	-0,6	0,4	10,5	0,0080	0,010



**Tablo D. 4:** Göl ve Sodyum sülfat üretim Havuzlarında Li iz element içerikleri (ppb).

Örnek		C.Kora H.	4.Nolu Tuz H.	Sarıkavak D. H.	Sarıkavak OB H.	WV-1	WV-2	WV-4	WV-5	WV-5	WV-6	WV-7	WV-8	WV-11	WV-13	WV-14	WV-15	WV-16	WV-18	WV-19	WV-20	C2-T	C3-T	C4-T	C5-T	C7-T	C8-T	109-T	B2-T	B3-T
Li	ppb	2760	3980	1900	1060	740	740	640	600	640	640	680	620	640	680	640	660	600	600	620	660	609	633	636	629	623	599	616	607	606
	B4-T	B5-T	B8-T	B9-T	B10-T	B11-T	B14-T	B15-T	B16-T	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	C1	C2	C3
Li	606	633	568	516	548	544	537	553	541	318	369	409	448	514	507	548	638	590	612	614	294	488	702	634	647	675	677	674	693	653
	C4	C5	C6	C7	C8	128	107	108	109	110	111	SODASGOL	KANALYAN	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	C4	101	324 tb
Li	670	676	700	692	736	704	720	695	700	710	713	817	733	890	893	874	889	895	911	939	872	926	904	889	640	861	935	916	929	515
	332 tb	338 tb	345 tb	308 YZ	322 YZ	325 YZ	325/1 YZ	326 K	327 YZ	329 YZ	330 YZ	335 YZ	338 YZ	339 YZ	342 YZ	343 YZ	345 YZ	348 YZ	IMA1	IMA2	IMA3	IMA4	IMA5	IMA6	IMA7	IMA8	IMA9	IMA10	15(GÖL)	
Ba	48	33	44	37	38	41	52	26	41	28	35	45	45	37	44	44	35	39	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li	587	431	491	445	418	453	508	31	474	30	457	505	448	470	490	436	448	465	778	789	852	746	758	801	783	742	790	893		

## EK E Yüzey ve Yeraltı Sularının Mineral Doygunluğu

**Tablo E. 1:** Acıgöl Havzasında akarsu (A), çeşme (Ç), kaynak (K), derin (DS) ve sığ sondaj (SS) sularının "Phreeq.dat" veritabanına göre mineral doygunluğu (Dönem Y:Yağışlı, K:Kurak).

Kod	A-1	A-2	A-3	KN- I	Ç-1a	Ç-1b	Ç-1c	Ç-1d	Ç-2	Ç-3	Ç-4a	Ç-4b	Ç-5a	Ç-5b	Ç-5c	Ç-6	Ç-7a	Ç-7b	Ç-8	Ç-9	Ç-10	Ç-11	Ç-12	DS-1	DS-2	DS-3	DS-4
Dönem	Y-12	Y-13	Y-09	Y-13	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-13	Y-13	K-11	Y-13	K-11	Y-12	Y-13	Y-11	Y-12	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-12	Y-13	Y-13
Al(OH3(a))		-2,9		-2,2	-3,3			-1,9	-1,8	-1,3	-4,2	-1,7			-1,5	-0,9		-3,2	-1,3	-2,4	-2,5	-1,5	-1,6	-1,8		-1,3	-1,6
Albit		-5,0		-2,5				-2,7	-2,1	-3,0		-3,0			-3,6			-4,0	-1,6	-2,5	-2,8	-4,6	-2,8	-2,2		-1,8	-2,1
Alunit		-11,5		-2,7	-11,8			-4,5	-3,3		-18,1	-3,3				-5,0		-13,4	-1,8	-4,7	-6,5			-4,5		-3,5	-0,9
Anhidrit	-4,0	-2,4	-2,7	-1,2	-2,6	-2,2	-2,4	-2,1	-2,3		-2,9	-1,8	-2,2	-2,3		-3,3	-4,7	-2,9	-2,9	-0,8	-1,5			-2,7	-1,3	-3,1	-1,1
Anortit		-4,8		-5,1				-3,7	-4,6	-4,9		-4,0			-5,6			-4,8	-3,5	-4,3	-4,2	-4,4	-4,1	-4,2		-3,3	-3,7
Aragonit	-1,2	0,7	-0,5	-0,2	0,6	0,9	0,3	-0,1	-0,7	-0,7	1,3	-0,2	1,5	0,0	-1,4	0,1	-0,4	1,3	-0,7	0,3	0,6	-0,2	-0,4	-0,7	0,3	-0,2	0,0
Barit	-2,0	-0,9		0,1	-0,3	0,0	0,3	0,0	0,2			0,0	-0,5	-0,2		-1,3	-3,4	-0,9	-1,3	0,3	0,5			0,0	0,2	-0,8	0,3
Kalsit	-1,0	0,9	-0,3	-0,1	0,7	1,1	0,5	0,1	-0,5	-0,6	1,5	0,0	1,6	0,1	-1,3	0,2	-0,3	1,5	-0,5	0,4	0,8	0,0	-0,2	-0,6	0,4	-0,1	0,1
Ca-Montm.		-2,3		0,4				1,6	2,3	2,5		2,2			1,8			-1,7	4,3	0,4	0,1	1,0	2,4	2,0		3,6	2,3
Kalsedon		-0,5	-0,4	-0,2				-0,1	0,1	-0,2		-0,1			-0,2			-0,3	0,3	-0,1	-0,1	-0,5	-0,1	0,0		0,1	-0,1
Klorit(14a)		-4,7		-9,3				-4,6	-8,9	-13,3		-7,6			-8,7			-1,7	-7,7	-3,3	-4,5	-12,5	-10,6	-5,7		-4,4	-7,8
Krizotil		-4,3	-7,7	-7,7				-5,2	-7,8	-11,0		-7,1			-8,1			-1,9	-7,7	-3,8	-4,5	-10,6	-9,1	-6,0		-5,7	-7,5
CO2(g)	-1,3	-2,4	-2,0	-1,6	-2,9	-2,9	-2,5	-2,0	-1,4	-1,2	-3,8	-1,9	-3,2	-2,3	-1,3	-2,4	-3,1	-2,9	-1,1	-2,3	-2,1	-1,5	-1,5	-1,9	-2,4	-1,4	-1,5
Dolomit	-0,7	0,8	-0,8	-0,4	2,0	2,5	1,7	0,0	-0,8	-1,3	2,6	-0,4	3,0	0,6	-1,2	-0,7	1,0	2,1	-0,5	0,7	1,0	-1,0	-0,9	-0,7	0,7	0,4	0,0
Fe(OH3(a))	-0,2				1,9	1,7	1,3				3,3		3,3	1,2			-0,5								0,1		
Fluorit	-4,5	-2,1	-2,1	-1,0		-2,8	-3,1	-0,5	-1,8	-2,7	-2,2	-2,4	-1,0	-3,3				-3,7	-2,6	-1,6	-2,5		-2,1	-2,3	-1,5	-3,1	-1,2
Gıbsit		-0,2		0,5	-0,6			0,8	0,9	1,5	-1,4	1,1			1,3	1,8		-0,4	1,5	0,3	0,3	1,3	1,2	1,0		1,5	1,2
Götıt	5,5				7,5	7,4	7,1				8,7		8,8	6,7			5,0								5,6		
Jips	-3,8	-2,2	-2,4	-0,9	-2,4	-1,9	-2,1	-1,8	-2,0		-2,6	-1,5	-1,9	-2,1		-3,1	-4,5	-2,6	-2,6	-0,5	-1,2			-2,5	-1,0	-2,8	-0,9
H2(g)	-22,0	-15,9	-9,1	-22,0	-18,0	-23,7	-20,7	-16,1	-15,6	-17,1	-21,9	-15,3	-22,3	-21,5	-16,2	-20,4	-17,1	-17,1	-15,3	-15,8	-15,4	-14,1	-14,5	-13,6	-17,9	-16,0	-16,4
H2O(g)	-1,6	-1,4	-1,7	-1,6	-1,7	-1,6	-1,6	-1,6	-1,7	-1,9	-1,9	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,6	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,7	-1,6	-1,7	-1,8	-1,7	-1,8	-1,8

Kod	A-1	A-2	A-3	KN- I	Ç-1a	Ç-1b	Ç-1c	Ç-1d	Ç-2	Ç-3	Ç-4a	Ç-4b	Ç-5a	Ç-5b	Ç-5c	Ç-6	Ç-7a	Ç-7b	Ç-8	Ç-9	Ç-10	Ç-11	Ç-12	DS-1	DS-2	DS-3	DS-4
Dönem	Y-12	Y-13	Y-09	Y-13	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-13	Y-13	K-11	Y-13	K-11	Y-12	Y-13	Y-11	Y-12	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-12	Y-13	Y-13
Halit	-8,7	-9,9	-8,9	-5,8	-8,1	-7,4	-7,3	-7,8	-7,3	-8,1	-9,4	-8,9	-9,4	-8,0	-9,2	-9,8	-9,2	-9,3	-8,4	-7,3	-6,8	-10,0	-8,4	-7,6	-6,9	-8,3	-6,9
Hausmanit	-25,2	-23,1			-21,0	-17,5	-19,6	-26,0	-32,3	-33,0	-17,7	-33,0	-15,9		-32,2	-17,7		-25,2	-34,3	-22,1	-28,9	-32,7	-33,3	-30,2	-25,0	-31,5	-30,5
Hematit	12,9				17,1	16,8	16,2				19,3		19,5	15,3			11,9								13,1		
Illit		-3,2		-0,6				0,9	0,8	1,0		0,9			0,5			-2,0	3,0	-0,3	-0,6	-0,3	0,7	0,9		2,5	1,2
Jarosit-K	-11,4				-7,0	-7,2	-6,8				-7,5		-5,3	-7,8											-9,2		
Kaolinit		0,1		2,3				3,1	3,8	4,4		3,8			3,9			0,4	5,3	2,2	1,9	3,3	4,0	3,6		4,9	3,9
K-feldispat		-3,4		-1,6				-0,5	-1,2	-1,3		-1,1			-2,0			-2,0	0,3	-1,4	-1,4	-2,1	-1,6	-1,1		-0,2	-0,8
K-mika		1,7		5,0				6,7	6,2	7,3		6,6			6,3			2,9	8,9	4,8	4,7	6,1	6,4	6,4		8,3	7,2
Manganit	-9,3	-10,3			-8,5	-6,4	-7,9	-10,6	-12,4	-11,8	-6,1	-12,3	-5,7		-12,1	-7,1		-9,5	-13,0	-9,1	-11,7	-12,9	-12,8	-12,2	-9,5	-11,8	-11,8
O2(g)	-40,8	-50,2	-67,3	-40,8	-49,1	-37,6	-42,2	-52,4	-54,9	-54,3	-44,0	-57,1	-42,2	-44,1	-54,7	-43,9	-53,0	-53,2	-56,1	-54,0	-54,1	-57,5	-57,5	-58,2	-50,9	-55,2	-53,2
Pirokroit	-10,2	-8,1			-7,4	-8,1	-8,1	-8,6	-10,1	-10,2	-6,9	-9,8	-6,7		-10,0	-7,2		-7,9	-10,5	-6,9	-9,2	-9,8	-9,9	-8,9	-8,3	-9,7	-9,8
Pirolusit	-15,2	-17,9			-16,5	-11,5	-13,9	-19,3	-22,1	-21,9	-13,4	-22,9	-12,3		-21,9	-13,7		-19,0	-23,1	-18,4	-20,8	-23,1	-23,2	-22,6	-18,3	-21,8	-21,0
Quartz		-0,1	0,1	0,3				0,4	0,6	0,3		0,4			0,2			0,2	0,8	0,3	0,3	-0,1	0,4	0,4		0,5	0,3
Rodokrosit	-3,4	-2,4			-2,1	-2,9	-2,5	-2,4	-3,4	-3,3	-2,6	-3,7	-1,8		-3,2	-1,4		-2,7	-3,5	-1,0	-3,1	-3,2	-3,3	-2,6	-2,6	-3,0	-3,2
Sepiyolit		-4,1	-5,6	-5,5				-3,7	-4,9	-7,2		-4,5			-5,6			-1,6	-4,4	-2,6	-3,3	-7,8	-6,0	-4,0		-3,4	-5,1
Sepiyolit(d)		-7,1	-8,4	-8,2				-6,4	-7,5	-9,7		-7,1			-8,2			-4,1	-7,1	-5,3	-6,1	-10,5	-8,6	-6,7		-6,0	-7,8
Siderit	-1,8				0,7	-2,3	-0,9				-0,6		-0,3	-1,0			-1,3								-0,5		
SiO2(a)		-1,4	-1,2	-1,0				-0,9	-0,8	-1,1		-1,0			-1,1			-1,2	-0,6	-1,0	-1,0	-1,4	-0,9	-0,9		-0,8	-1,0
Simitsonit	-3,3	-2,5		-3,6	-2,7	-3,6	-3,7	-2,9	-3,4	-3,8	-3,6	-3,5	-3,1		-3,0	-1,6	-3,3	-2,9	-3,3	-2,8	-3,2	-2,9	-3,4	-2,6	-2,9	-2,7	-3,1
Talk		-1,7	-4,8	-4,4				-1,7	-4,0	-7,8		-3,7			-5,1			1,0	-3,5	-0,4	-1,2	-8,0	-5,7	-2,4		-2,0	-4,1
Villemit		-3,0		-7,2				-4,7	-7,1	-9,1		-6,7			-7,1			-3,6	-7,4	-4,2	-5,3	-6,4	-7,1	-4,5		-5,9	-6,3
Viterit	-4,5	-3,2		-4,4	-2,5	-2,3	-2,4	-3,4	-3,7	-4,4		-3,9	-2,4	-3,4	-5,3	-3,4	-4,6	-2,2	-4,6	-4,2	-2,8	-4,2	-3,9	-3,5	-3,7	-3,5	-4,1

Kod	DS-5	DS-6	DS-7	DS-8	DS-9	DS-10	DS-11	DS-12a	DS-12b	DS-12c	DS-12d	DS-13a	DS-13b	DS-13c	DS-13d	DS-14a	DS-14b	DS-15	DS-16a	DS-16b	DS-16c	DS-16d	DS-16e	DS-17	DS-18a	DS-18b	DS-18c
Dönem	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	K-11	K-11	K-11	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	Y-09	Y-10	Y-12	Y-13	Y-09	K-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-10	Y-09	Y-10	Y-12
Al(OH3(a))	-0,9	0,0	-1,6	-2,2	-2,6	-2,7	-3,0								-1,8								-2,4				
Albit	-2,7	-1,1	-3,4	-1,9											-1,7								-3,5				



Kod	DS-5	DS-6	DS-7	DS-8	DS-9	DS-10	DS-11	DS-12a	DS-12b	DS-12c	DS-12d	DS-13a	DS-13b	DS-13c	DS-13d	DS-14a	DS-14b	DS-15	DS-16a	DS-16b	DS-16c	DS-16d	DS-16e	DS-17	DS-18a	DS-18b	DS-18c	
Dönem	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	K-11	K-11	K-11	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	Y-09	Y-10	Y-12	Y-13	Y-09	K-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-10	Y-09	Y-10	Y-12	
Alunit	-0,5	2,6	-2,1	-4,1	-8,1	-6,6	-8,1			-7,6					-1,6									-5,6				
Anhidrit	-2,4	-2,0	-1,7	-0,8	-2,1	-1,5	-1,7	-1,1	-1,1	-1,3	-1,1	-1,3	-1,2	-1,7	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1	-1,2	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
Anortit	-3,1	-1,2	-4,4	-3,1											-3,8								-4,9					
Aragonit	-0,5	-0,3	-0,6	0,2	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,4	-0,1	0,6	-0,1	-0,5	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,7	0,5	0,2	0,2	-0,3	0,0	-0,2	0,7	
Barit	-0,4	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,1	-0,1		-0,2	-0,2	0,0		0,0	-0,3	0,2		0,1		-0,2		-0,3	0,3	0,2	-0,1		-0,1		
Kalsit	-0,4	-0,2	-0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,1	-0,3	0,0	0,7	0,0	-0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	-0,3	0,8	0,6	0,3	0,3	-0,2	0,1	-0,1	0,9	
Ca-Montm.	3,1	6,0	1,3	1,1											1,6								-0,3					
Kalsedon	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1				-0,2				-0,2			-0,2	-0,2		-0,2					-0,3		-0,3			
Klorit(14a)	-8,5	-8,1	-10,8	-1,1											-6,4								-5,3					
Krizotil	-8,8	-9,5	-9,4	-3,0				-6,0				-5,2			-6,5	-5,5		-5,6					-5,1		-5,9			
CO2(g)	-1,7	-1,3	-1,8	-2,1	-2,8	-2,2	-2,4	-1,9	-1,5	-3,1	-2,6	-2,0	-1,6	-2,6	-1,7	-1,9	-2,1	-2,0	-1,4	-2,4	-2,3	-2,3	-1,9	-1,6	-1,9	-1,7	-2,6	
Dolomit	-1,0	-0,8	-1,4	0,7	1,0	0,9	0,9	0,0	-0,7	-0,1	1,3	0,1	-0,7	0,6	0,0	0,2	0,3	0,1	-0,8	1,5	1,0	0,7	0,6	-0,4	0,1	-0,3	1,6	
Fe(OH3(a))					2,4	0,0	2,1			-5,7	-3,5			-4,0			-3,2				-4,6	-2,9					-4,0	
Fluorit	-2,6		-2,5	-0,5	-2,5	-3,0	-3,0	-0,5	-0,7	-1,3		-0,6	-0,9	-1,5	-0,9	-0,5		-0,5	-0,5	-1,0			-2,2	-0,5	-0,4	-0,5		
Gibsit	1,9	2,8	1,2	0,5	0,2	0,1	-0,2			-0,1					1,0								0,3					
Götit					8,0	5,6	7,7			0,0	2,3			1,7			2,5				1,2	2,8					1,8	
Jips	-2,1	-1,8	-1,5	-0,6	-1,9	-1,3	-1,4	-0,9	-0,8	-1,1	-0,9	-1,0	-1,0	-1,5	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-0,9	-1,0	-1,5	-0,8	-0,9	-0,8	-0,9	
H2(g)	-14,9	-14,5	-15,4	-16,0	-20,5	-16,3	-20,2	-11,3	-10,9	-3,5	-10,3	-12,9	-8,4	-9,3	-5,7	-11,4	-11,8	-11,5	-8,0	-8,8	-8,9	-11,8	-6,3	-6,6	-10,7	-8,9	-8,6	
H2O(g)	-1,8	-1,8	-1,7	-1,4	-1,7	-1,7	-1,8	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	
Halit	-8,1	-7,5	-8,1	-6,8	-6,6	-6,0	-6,3	-5,8	-5,8	-6,0	-5,6	-6,1	-6,1	-6,4	-5,6	-5,8	-5,6	-5,8	-5,8	-5,6	-5,6	-5,6	-7,8	-5,7	-5,7	-5,8	-5,6	
Hausmanit	-31,0	-34,2	-30,5	-20,9	-18,1	-22,0	-21,0			-34,7	-27,4			-31,3	-38,5		-28,9				-30,5	-29,6	-38,3				-28,4	
Hematit					18,0	13,2	17,3			2,1	6,5			5,4			7,1				4,4	7,7					5,5	
Illit	2,1	4,4	-0,1	0,4											0,8								-1,0					
Jarosit-K					-4,3	-9,6	-4,2			-26,6	-19,7			-22,0			-17,5				-22,2	-17,1					-21,4	
Kaolinit	4,9	7,1	3,4	2,6											3,3								1,7					
K-feldispat	-0,5	0,3	-1,9	-0,8											-0,8								-1,8					
K-mika	8,9	11,5	6,0	5,8											6,7								4,5					
Manganit	-12,0	-13,1	-12,1	-9,6	-7,0	-8,9	-7,8			-15,7	-12,1			-13,5	-16,5		-12,4					-13,4	-12,6	-16,4			-12,8	
O2(g)	-56,8	-57,8	-54,6	-49,9	-44,4	-53,4	-45,9	-61,6	-62,5	-77,4	-63,7	-58,8	-67,9	-66,0	-73,3	-61,5	-60,7	-61,4	-68,2	-67,3	-66,6	-60,7	-71,8	-71,1	-62,6	-66,3	-66,8	
Pirokroit	-9,3	-10,2	-9,6	-7,5	-7,2	-6,9	-7,8			-7,3	-7,1			-8,0	-9,2		-8,1				-7,7	-8,4	-9,4				-7,0	

Kod	DS-5	DS-6	DS-7	DS-8	DS-9	DS-10	DS-11	DS-12a	DS-12b	DS-12c	DS-12d	DS-13a	DS-13b	DS-13c	DS-13d	DS-14a	DS-14b	DS-15	DS-16a	DS-16b	DS-16c	DS-16d	DS-16e	DS-17	DS-18a	DS-18b	DS-18c
Dönem	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	K-11	K-11	K-11	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	Y-09	Y-10	Y-12	Y-13	Y-09	K-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-10	Y-09	Y-10	Y-12
Pirolusit	-22,2	-23,6	-21,5	-17,1	-13,9	-18,1	-15,3			-30,6	-23,5			-25,6	-30,4		-23,1				-25,6	-23,3	-29,9				-25,0
Kuvars	0,1	0,4	0,1	0,4				0,2				0,3			0,3	0,2		0,2						0,1		0,2	
Rodokrosit	-2,9	-3,4	-3,3	-1,4	-1,9	-1,0	-2,1			-2,3	-1,5			-2,5	-2,8		-2,1				-1,8	-2,5	-3,1				-1,4
Sepiyolit	-6,2	-6,3	-6,8	-2,4				-4,5				-3,8			-4,7	-4,1		-4,2						-4,0		-4,5	
Sepiyolit(d)	-8,8	-8,9	-9,5	-5,4				-7,3				-6,6			-7,4	-6,9		-7,0						-6,8		-7,3	
Siderit					0,0	0,4	0,4			0,1	-0,5			-0,6			-0,5				-0,6	-0,4					-0,2
SiO2(a)	-1,2	-1,0	-1,2	-0,9				-1,1				-1,0			-1,0	-1,1		-1,1						-1,1		-1,1	
Simitsonit	-3,1	-3,5	-3,1	-2,1	-3,7	-2,7	-3,5			-3,0	-2,8			-3,5	-3,3		-3,7				-3,1	-3,6	-2,9				
Talk	-5,8	-6,1	-6,5	0,6				-2,9				-1,9			-3,2	-2,3		-2,4						-2,1		-2,8	
Villemit	-6,3	-7,8	-6,0	-2,3											-6,1									-5,2			
Viterit	-4,0	-3,8	-4,3	-4,2	-3,4	-3,8	-3,6		-4,9	-4,4	-3,7		-4,8	-3,9	-4,3		-4,2		-4,9		-4,1	-3,7	-3,3	-4,8		-4,7	
Kod	DS-19a	DS-19b	DS-20a	DS-20b	DS-20c	DS-20d	DS-20e	DS-20f	DS-21a	DS-21b	DS-22a	DS-22b	DS-23a	DS-23b	DS-24	DS-25	DS-26	K-1	K-2	K-3	K-4a	K-4b	K-4c	K-4d	K-4e	K-5	K-6a
Dönem	Y-10	Y-11	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	K-11	Y-12	K-11	Y-12	K-11	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-09	Y-13	Y-13	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	Y-13	Y-09
Al(OH3(a))		-2,2			-2,4			-2,4	-3,1		-4,6		-4,1	-2,0	-2,1	-1,5	-1,4		-2,5	-1,4			-0,2	-2,7		-1,1	
Albit								-2,1						-2,3	-0,8	-2,4	-2,7		-6,2	-2,8						-1,5	
Alunit		-7,9			-4,6			-5,1	-7,9		-16,0		-14,2	-2,8	-3,6	0,2	-1,2		-3,2	-3,9			2,5	-6,2		-0,5	
Anhidrit	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1	-1,3	-1,1	-1,0	-1,2	-1,4	-1,3	-2,0	-1,6	-1,5	-1,2	-1,5	-1,4	-1,6	-1,3	-1,1	-2,6	-1,4	-1,4	-1,7	-1,5	-1,4	-2,9	-1,3
Anortit								-4,4						-4,3	-3,8	-4,2	-4,1		-6,9	-3,7						-3,7	
Aragonit	-0,3	1,2	0,0	-0,3	0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	1,2	0,4	1,3	0,2	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	-0,9	-0,3	0,0	-0,6	-0,7	0,0	0,4	-1,2	0,0
Barit	-0,1	0,0		-0,1	-0,2	0,0	0,4	0,1	-0,1	0,1	-0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4		0,3	-0,6		-0,2	0,2	-0,4	-0,1	-0,7	
Kalsit	-0,1	1,3	0,1	-0,1	0,3	0,7	0,6	0,4	0,6	0,8	1,3	0,6	1,5	0,3	-0,3	-0,1	-0,2	0,1	-0,7	-0,1	0,2	-0,5	-0,5	0,1	0,5	-1,0	0,1
Ca-Montm.								0,1						1,0	2,3	2,1	2,1		-2,3	2,6						4,3	
Kalsedon			-0,2					-0,2						-0,2	0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,6	-0,1	-0,3					0,2	-0,3
Klorit(14a)								-3,1						-6,3	-2,2	-8,7	-9,1		-17,8	-8,4						-7,9	
Krizotil			-5,8					-3,7						-6,1	-3,4	-8,1	-8,5	-5,8	-12,9	-7,9	-4,8					-7,9	-5,3
CO2(g)	-1,6	-3,5	-1,9	-1,7	-1,8	-2,4	-2,2	-2,0	-1,9	-2,6	-3,0	-2,2	-3,1	-1,7	-2,2	-1,3	-1,5	-2,0	-0,8	-2,0	-2,2	-1,6	-1,9	-2,1	-2,5	-1,8	-2,1
Dolomit	-0,4	2,7	0,1	-0,4	0,5	1,2	1,2	0,9	1,1	1,4	2,7	1,3	2,8	0,5	0,0	-0,2	-0,5	0,1	-2,2	-0,7	0,3	-0,7	-0,8	0,2	1,0	-1,6	0,1

Kod	DS-19a	DS-19b	DS-20a	DS-20b	DS-20c	DS-20d	DS-20e	DS-20f	DS-21a	DS-21b	DS-22a	DS-22b	DS-23a	DS-23b	DS-24	DS-25	DS-26	K-1	K-2	K-3	K-4a	K-4b	K-4c	K-4d	K-4e	K-5	K-6a	
Dönem	Y-10	Y-11	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	K-11	Y-12	K-11	Y-12	K-11	Y-13	Y-13	Y-13	Y-13	Y-09	Y-13	Y-13	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	Y-13	Y-09	
Fe(OH3(a))					-8,9	-4,4	-3,8		1,9	1,3	3,2	0,9	3,3												-2,3	-0,3		
Fluorit	-0,5		-0,5	-0,1	-1,3		-1,3	-1,0	-1,6	-1,5	-1,2	-2,6	-1,9	-1,3	-2,5	-1,8	-1,9	-0,5	-0,6	-2,8	-0,8	-0,9	-1,3	-1,6	-1,2	-2,8	-0,7	
Gibsit		0,5			0,3			0,3	-0,4		-1,8		-1,4	0,8	0,7	1,3	1,4		0,1	1,4			2,5	0,0		1,7		
Götit					-3,1	1,4	2,0		7,5	7,0	8,7	6,6	8,9											3,4	5,4			
Jips	-0,8	-1,0	-0,9	-0,9	-1,1	-0,9	-0,8	-1,0	-1,2	-1,1	-1,7	-1,4	-1,3	-1,0	-1,3	-1,1	-1,3	-1,0	-0,9	-2,3	-1,2	-1,1	-1,5	-1,3	-1,1	-2,7	-1,1	
H2(g)	-7,7	-23,2	-11,6	-8,3	0,8	-8,7	-9,6	-7,3	-20,6	-19,1	-22,3	-19,8	-22,5	-15,2	-16,1	-17,3	-16,0	-11,0	-14,3	-15,4	-12,4	-18,9	-15,5	-12,4	-17,4	-15,1	-12,3	
H2O(g)	-1,6	-1,5	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,7	-1,6	-1,8	-1,6	-1,8	-1,7	-1,7	-1,7	-1,8	-1,6	-1,2	-1,9	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-2,0	-1,6	
Halit	-5,8	-5,7	-5,7	-5,8	-5,9	-5,5	-5,6	-5,9	-7,5	-7,1	-8,7	-7,7	-7,5	-6,2	-6,3	-6,8	-7,5	-6,0	-8,1	-9,0	-6,3	-6,3	-6,3	-6,1	-6,1	-7,8	-6,2	
Hausmanit		-7,7			-41,6	-29,8	-30,9	-33,5	-23,9	-21,5	-16,8	-22,4	-17,1	-29,3	-28,0	-30,3	-32,0		-31,8	-32,0				-25,1	-30,1	-22,6	-33,8	
Hematit					-4,2	4,8	5,9		17,1	16,1	19,4	15,2	19,7											8,7	12,8			
Illit								-0,4						0,3	1,6	1,4	0,8		-4,3	1,3						3,5		
Jarosit-K					-34,5	-21,8	-19,5		-3,7	-6,6	-4,2	-7,3	-3,2											-15,7	-10,7			
Kaolinit								1,9						2,9	3,5	3,9	3,9		0,6	4,2						5,5		
K-feldspat								-1,2						-1,1	0,0	-0,4	-1,5		-4,7	-0,9						1,0		
K-mika								4,9						6,1	6,9	7,7	6,8		1,1	7,4						10,0		
Manganit		-3,8			-18,8	-13,2	-13,5	-14,7	-8,8	-8,7	-6,0	-8,7	-6,1	-11,5	-11,0	-11,5	-12,2		-14,1	-11,8				-10,4	-12,5	-9,2	-12,3	
O2(g)	-68,7	-36,4	-60,8	-67,4	-85,7	-66,7	-64,8	-69,5	-44,6	-46,2	-41,9	-45,2	-41,7	-55,6	-53,9	-51,4	-54,5	-62,6	-51,0	-57,6	-60,0	-47,2	-53,9	-60,1	-50,1	-58,8	-60,1	
Pirokroit		-5,2			-8,2	-7,4	-8,1	-8,2	-9,0	-8,1	-7,1	-8,5	-7,2	-9,0	-8,8	-10,0	-10,0		-11,1	-9,4				-8,0	-8,6	-7,7	-9,7	
Pirolusit		-8,1			-35,7	-25,4	-25,1	-27,6	-15,9	-15,8	-12,5	-15,7	-12,6	-21,4	-20,3	-20,3	-21,8		-21,3	-22,7				-19,5	-23,2	-17,4	-23,6	
Kuvars			0,2					0,3						0,3	0,7	0,3	0,2	0,2	-0,2	0,3	0,2						0,7	0,2
Rodokrosit		-0,5			-1,9	-1,7	-2,1	-2,1	-2,8	-2,5	-2,0	-2,5	-2,2	-2,5	-2,9	-3,2	-3,4		-3,7	-3,3			-1,7	-2,5	-2,1	-3,5		
Sepiyolit			-4,4					-2,9						-4,3	-1,8	-5,6	-5,9	-4,3	-10,2	-5,1	-3,7					-4,5	-4,0	
Sepiyolit(d)			-7,2					-5,7						-7,0	-4,5	-8,2	-8,5	-7,1	-13,4	-7,6	-6,4					-7,0	-6,8	
Siderit					0,4	-0,4	-0,1		0,5	-0,2	-0,2	-0,5	-0,2											0,1	-0,8			
SiO2(a)			-1,1					-1,0						-1,1	-0,7	-1,0	-1,1	-1,1	-1,4	-1,0	-1,1					-0,7	-1,1	
Simitsonit		-1,8			-2,9	-2,6	-3,5	-2,4	-3,1	-3,2	-3,3	-2,0	-3,8	-3,0	-3,0	-2,8	-3,3		-3,6	-3,2			-2,2	-3,2	-3,2	-3,5		
Talk			-2,6					-0,4						-3,0	0,6	-4,9	-5,3	-2,6	-10,3	-4,7	-1,7					-4,1	-2,2	
Villemit								-3,7						-6,0	-4,4	-6,4	-7,1		-7,9	-6,1						-6,9		
Viterit	-4,7	-2,9		-4,7	-4,1	-3,8	-3,5	-3,8	-3,7	-3,4	-2,5	-3,2	-2,6	-3,9	-4,2	-3,9	-3,8		-4,7	-3,8		-4,9	-4,2	-4,4	-3,8	-4,5		

Kod	K-6b	K-6c	K-6d	K-7	K-8	K-9a	K-9b	K-10a	K-10b	K-10c	K-10d	K-11a	K-11b	K-11c	K-11d	K-11e	K-11f	K-12	K-13	K-14a	K-14b	K-14c	K-15	K-16	K-17a	K-17b	K-17c	
Dönem	Y-10	K-11	Y-12	Y-11	Y-11	K-11	Y-13	Y-09	Y-10	K-11	Y-13	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-13	Y-09	K-11	Y-12	Y-11	Y-09	Y-09	Y-10	Y-12	
Al(OH3(a))		-2,6		-0,2	-0,1	-3,6	-1,8			-2,9	-0,7			-0,2	-3,5				-1,5		-3,7		-0,6					
Albit							-3,1				-0,4								-2,2									
Alunit		-5,4		1,8	0,3	-14,5	-4,2			-6,9	1,3			2,8	-10,5				-4,2		-10,1		1,3					
Anhidrit	-1,3	-1,4	-1,3	-2,5	-2,2	-3,2	-2,0	-1,5	-1,4	-1,6	-1,3	-1,4	-1,3	-1,4	-1,5	-1,4	-1,5	-2,1	-2,4	-1,2	-1,4	-1,3	-1,5	-1,3	-1,4	-1,3	-1,6	
Anortit							-3,8				-1,5								-3,1									
Aragonit	-0,5	0,0	0,4	-1,1	-0,4	0,7	0,2	-0,2	-1,1	0,0	-0,1	0,6	-1,0	-0,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,1	0,1	0,5	0,3	-0,4	-0,3	0,1	-1,3	0,3	
Barit	-0,2	-0,2	-0,1	0,2	0,4	-1,0	-0,4		-0,1	-0,2	0,5		-0,1	0,1	-0,2	0,0	0,0	-0,4	-0,5		-0,1	0,1	0,2			-0,2	-0,2	
Kalsit	-0,4	0,1	0,6	-1,0	-0,2	0,9	0,4	0,0	-0,9	0,2	0,1	0,7	-0,8	-0,3	0,7	0,8	0,7	0,7	0,2	0,2	0,6	0,4	-0,3	-0,1	0,2	-1,2	0,4	
Ca-Montm.							1,9				4,8								2,4									
Kalsedon							-0,1	-0,2			0,0	-0,1							-0,1	-0,2				-0,2	-0,1			
Klorit(14a)							-5,8				-2,0								-4,5									
Krizotil							-5,9	-5,7			-5,1	-1,2							-5,7	-4,3				-6,5	-3,9			
CO2(g)	-1,6	-1,9	-2,4	-1,9	-2,3	-3,1	-1,7	-1,9	-1,0	-2,1	-1,7	-2,5	-1,1	-1,8	-2,8	-2,6	-2,3	-2,7	-1,6	-2,2	-2,6	-2,3	-1,9	-1,8	-2,3	-0,9	-3,0	
Dolomit	-0,9	0,1	1,0	-1,2	-0,2	2,5	0,5	0,0	-1,8	0,5	0,4	1,5	-1,5	-0,3	1,6	1,7	1,7	1,0	0,5	0,4	1,3	0,9	-0,2	-0,3	0,5	-2,2	1,0	
Fe(OH3(a))		0,0	0,7			1,7				1,6					0,8	-0,8	0,1	1,8			0,4	-0,4					0,8	
Fluorit	-0,8	-1,4	-1,1	-3,1	-1,6	-3,5	-2,6	-0,8	-0,9	-1,5	-1,1	-0,8	-0,9	-1,0	-1,6	-1,2	-1,4	-2,7	-1,7	-0,6	-1,2	-1,0	-1,1	-0,6	-0,7	-0,8	-1,4	
Gibsit		0,1		2,6	2,6	-0,8	0,9			-0,1	2,0			2,5	-0,8				1,3		-0,9		2,1					
Götit		5,7	6,4			7,2				7,3					6,5	4,9	5,8	7,5			6,1	5,3					6,5	
Jips	-1,0	-1,2	-1,1	-2,3	-2,0	-2,9	-1,7	-1,2	-1,2	-1,3	-1,1	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,1	-1,3	-1,8	-2,1	-1,0	-1,1	-1,0	-1,3	-1,0	-1,1	-1,0	-1,4	
H2(g)	-20,6	-17,1	-18,9	-19,3	-33,1	-17,6	-16,2	-15,6	-15,8	-20,0	-14,8	-16,7	-14,9	-14,7	-16,1	-15,1	-17,0	-21,6	-15,3	-13,3	-15,8	-16,8	-18,7	-11,8	-14,0	-16,5	-17,5	
H2O(g)	-1,6	-1,6	-1,6	-1,8	-1,7	-1,8	-1,8	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,6	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6	-1,7	-1,6	-1,7	-1,6	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6	
Halit	-6,2	-6,0	-5,9	-7,6	-7,6	-7,7	-9,2	-7,0	-7,0	-6,6	-6,6	-6,8	-6,8	-6,3	-6,7	-6,6	-6,6	-9,0	-7,8	-6,0	-6,0	-5,9	-7,1	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	
Hausmanit		-29,3	-21,2	-23,0	-3,5	-23,7	-27,6				-30,0			-27,5	-25,5	-25,5	-25,4	-19,8	-26,3			-28,9	-23,2				-21,5	
Hematit		13,4	14,8			16,3				16,6					14,9	11,8	13,6	16,9			14,1	12,6					15,0	
Illit						1,0					4,0								1,2									
Jarosit-K		-8,2	-7,3			-10,3				-4,3					-8,4	-12,7	-9,6	-6,6			-8,7	-10,2					-8,2	
Kaolinit						3,5					5,8								4,0									
K-feldispat						-0,8					0,8								-1,2									
K-mika						6,7					10,5								6,9									
Manganit		-11,5	-8,5	-8,6	-0,2	-9,0	-10,7				-12,0			-11,2	-10,3	-10,6	-10,1	-7,5	-10,9			-11,4	-9,5				-8,8	

Kod	K-6b	K-6c	K-6d	K-7	K-8	K-9a	K-9b	K-10a	K-10b	K-10c	K-10d	K-11a	K-11b	K-11c	K-11d	K-11e	K-11f	K-12	K-13	K-14a	K-14b	K-14c	K-15	K-16	K-17a	K-17b	K-17c
Dönem	Y-10	K-11	Y-12	Y-11	Y-11	K-11	Y-13	Y-09	Y-10	K-11	Y-13	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-13	Y-09	K-11	Y-12	Y-11	Y-09	Y-09	Y-10	Y-12
O2(g)	-43,5	-50,3	-46,8	-47,7	-18,7	-51,6	-54,0	-53,9	-53,4	-45,1	-55,5	-51,3	-55,0	-55,6	-53,1	-54,5	-51,2	-42,0	-53,9	-58,5	-53,3	-51,4	-46,4	-61,2	-58,2	-52,3	-49,6
Pirokroit		-10,0	-7,9	-8,2	-6,6	-7,7	-8,6				-9,3			-8,5	-8,2	-8,0	-8,5	-8,1	-8,4			-9,6	-8,7				-7,5
Pirolusit		-19,7	-15,8	-16,6	-0,5	-18,0	-20,2				-21,6			-20,8	-19,3	-19,8	-18,6	-13,7	-19,9			-19,9	-16,5				-16,9
Kuvars						0,4	0,3				0,5	0,3							0,3	0,3				0,3	0,4		
Rodokrosit		-3,8	-2,1	-2,0	-0,8	-2,7	-2,3				-2,8			-2,1	-2,8	-2,5	-2,7	-2,7	-1,8			-3,8	-2,3				-2,3
Sepiyolit							-3,9	-4,2			-3,3	-1,1							-4,1	-3,1				-4,6	-2,6		
Sepiyolit(d)							-6,5	-6,9			-6,1	-3,8							-6,8	-5,9				-7,4	-5,3		
Siderit		0,2	-0,5			0,6				0,2					0,7	-0,2	0,0	-1,0			0,6	-0,4					-0,3
SiO2(a)							-0,9	-1,0			-0,8	-1,0							-1,0	-1,0				-1,0	-1,0		
Simitsonit		-3,9	-3,0	-1,9	-1,3	-3,2	-3,3			-3,6	-2,3			-2,5	-3,5	-3,2	-3,5	-3,3	-2,0		-3,4	-3,2	-2,5				-2,6
Talk							-2,5	-2,5			-1,4	2,2							-2,3	-1,0				-3,2	-0,5		
Villemit							-6,4				-4,3								-3,7								
Viterit	-5,0	-4,2	-3,8	-3,9	-3,2	-2,6	-3,7		-5,3	-4,0	-3,7		-5,2	-4,3	-3,5	-3,5	-3,3	-3,2	-3,5		-3,7	-3,8	-4,2			-5,7	-3,8

Kod	K-17d	K-18a	K-18b	K-18c	K-18d	K-18e	K-18f	K-18g	K-19a	K-19b	K-20a	K-20b	K-20c	K-20d	K-20e	K-20f	K-21a	K-21b	K-22a	K-22b	K-22c	K-22d	K-22e	K-22f	K-23	K-24a	K-24b
Dönem	K-12	Y-09	Y-09	Y-10	Y-10	K-11	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-12	K-12	Y-13
Al(OH3(a))						-2,9		-2,8					-0,2	-2,6							-2,3			-1,8			-2,2
Albit																								-1,3			-2,6
Alunit						-6,6		-6,3					2,7	-5,5							-4,0			-2,8			-1,4
Anhidrit	-1,4	-1,4	-1,4	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6	-1,5	-2,1	-1,4	-1,3	-1,2	-1,4	-1,5	-1,2	-3,1	-2,0	-1,9	-1,3	-1,1	-1,3	-1,2	-1,3	-1,0	-1,1	-1,3	-1,1
Anortit																								-2,8			-5,8
Aragonit	0,5	-0,1	-0,1	-0,6	-0,5	-0,1	0,3	0,0	-0,4	0,1	0,0	-0,5	-0,4	0,0	0,6	0,4			0,0	-0,4	-0,1	0,9	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,4
Barit	0,1			-0,2	-0,2	-0,2	-0,8	-0,2	-0,7	0,2		-0,2	0,0	-0,3	-0,1	-1,5	-0,7	-0,7		-0,2	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Kalsit	0,6	0,0	0,1	-0,4	-0,4	0,1	0,5	0,2	-0,2	0,3	0,2	-0,3	-0,3	0,1	0,7	0,6			0,1	-0,3	0,1	1,1	0,6	0,5	0,5	0,4	-0,2
Ca-Montm.																								2,4			0,5
Kalsedon		-0,3	-0,3								-0,3								-0,3					0,1			-0,1
Klorit(14a)																								-2,5			-12,6
Krizotil		-5,3	-5,2									-5,5								-5,5				-4,1			-9,6

Kod	K-17d	K-18a	K-18b	K-18c	K-18d	K-18e	K-18f	K-18g	K-19a	K-19b	K-20a	K-20b	K-20c	K-20d	K-20e	K-20f	K-21a	K-21b	K-22a	K-22b	K-22c	K-22d	K-22e	K-22f	K-23	K-24a	K-24b
Dönem	K-12	Y-09	Y-09	Y-10	Y-10	K-11	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-12	K-12	Y-13
CO2(g)	-2,2	-2,1	-2,1	-1,6	-1,7	-2,1	-1,9	-2,1	-2,5	-2,4	-2,1	-1,6	-1,8	-2,0	-2,6	-1,9			-2,1	-1,5	-1,8	-2,9	-2,1	-1,9	-2,1	-2,2	-1,1
Dolomit	1,5	0,0	0,1	-1,0	-0,8	0,1	-0,8	0,3	-0,5	0,5	0,2	-0,9	-0,7	0,1	1,3	1,2			0,1	-0,8	-0,1	1,9	1,1	0,8	1,1	0,7	-0,6
Fe(OH3(a))	0,8					0,2		-5,6	-0,3	-0,2				-0,4	0,4	-0,4	0,7	0,7			-1,0	0,9	-1,0		-0,3	0,4	
Fluorit	-1,2	-0,8	-0,5	-0,8	-0,9	-1,8	-1,1	-1,4	-1,9	-1,2	-0,6	-0,8	-1,2	-1,3	-1,1		-3,8	-3,8	-0,6	-0,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,8	-1,8	-1,5	-0,8
Gıbsit						-0,1		-0,1					2,5	0,2								0,4			0,9		0,6
Götıt	6,5					5,9	5,3	0,1	5,4	5,6				5,3	6,1	5,3	6,4	6,4			4,8	6,7	4,8		5,4	6,1	
Jıps	-1,2	-1,2	-1,2	-1,1	-1,1	-1,3	-1,3	-1,2	-1,8	-1,1	-1,1	-1,0	-1,2	-1,2	-1,0	-2,8	-1,7	-1,7	-1,0	-0,9	-1,1	-1,0	-1,1	-0,8	-0,9	-1,1	-0,9
H2(g)	-19,1	-12,4	-12,3	-19,8	-20,6	-17,3	-16,6	-5,6	-17,6	-17,6	-12,9	-20,4	-17,6	-16,6	-18,0	-17,1	-22,0	-22,0	-12,7	-19,5	-15,8	-17,8	-16,0	-17,7	-17,2	-18,8	-14,9
H2O(g)	-1,6	-1,7	-1,6	-1,6	-1,6	-1,7	-1,7	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,7	-1,6	-1,7
Halıt	-5,8	-6,4	-6,2	-6,3	-6,4	-6,3	-6,2	-6,1	-6,8	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-6,1	-5,8	-7,6	-6,6	-6,6	-6,0	-6,0	-5,6	-5,8	-5,8	-6,2	-6,3	-7,0	-5,6
Hausmanıt	-22,6					-25,9	-25,4	-39,5	-25,0	-23,9			-26,5	-29,1	-21,9	-26,3	-23,4	-22,9			-30,4	-20,7	-27,2	-23,6	-23,9	-24,4	-30,6
Hematıt	15,0					13,7		2,1	12,8	13,1				12,6	14,3	12,6	14,8	14,8			11,6	15,4	11,5		12,7	14,2	
İllıt																								1,7			-0,7
Jarosıt-K	-6,6					-8,2	-10	-25,4	-11,2	-9,5				-9,6	-8,4	-13,2	-6,6	-6,5			-10,4	-7,7	-11,6		-9,2	-8,2	
Kaolınıt																								3,7			2,5
K-feldıspat																								-0,1			-1,7
K-mıka																								7,3			5,0
Manganıt	-8,9					-10,3	-10,2	-16,8	-10,0	-9,6			-10,6	-11,6	-8,9	-10,5	-8,7	-8,5			-12,1	-8,6	-11,0	-9,6	-9,6	-9,7	-12,1
O2(g)	-46,6	-60,3	-60,4	-45,4	-43,8	-50,4	-51,7	-73,6	-49,7	-49,6	-58,7	-44,0	-49,3	-51,4	-48,6	-50,3	-40,8	-40,8	-59,1	-45,4	-52,7	-48,7	-52,6	-49,1	-50,7	-46,9	-55,8
Pırokroıt	-8,3					-8,8	-8,4	-9,5	-8,6	-8,3			-9,2	-9,7	-7,8	-9,0	-9,6	-9,4			-9,9	-7,4	-8,9	-8,3	-8,1	-8,9	-9,4
Pırolusıt	-16,2					-18,6	-18,8	-30,9	-18,0	-17,6			-18,5	-20,0	-16,7	-18,7	-14,6	-14,4			-20,9	-16,3	-19,8	-17,4	-18,0	-17,0	-21,9
Kuvars		0,2	0,2								0,1								0,1					0,5			0,3
Rodokrosıt	-2,4					-2,7	-2,1	-3,4	-3,0	-2,5			-2,9	-3,5	-2,2	-2,7					-3,6	-2,1	-2,8	-2,0	-2,0	-3,0	-2,4
Sepıyolıt		-4,0	-3,9								-4,2								-4,2					-2,6			-6,6
Sepıyolıt(d)		-6,7	-6,7								-7,0								-7,0					-5,4			-9,3
Sıderıt	-0,3					0,2	-0,9	0,2	-0,9	-0,7				0,0	-0,4	-0,2				0,0	-0,2	-0,3			-0,3	-0,6	
SiO2(a)		-1,1	-1,1																-1,2					-0,8			-1,0
Sımıtsonıt	-3,6					-3,9	-2,7	-3,0	-3,2	-3,5			-2,7	-3,5	-2,8	-3,5					-3,2	-2,5	-3,8	-3,1	-1,9	-4,6	-3,5
Talk		-2,2	-2,1								-2,5								-2,5					-0,2			-6,3
Vıllemit																								-5,1			-8,2

Kod	K-17d	K-18a	K-18b	K-18c	K-18d	K-18e	K-18f	K-18g	K-19a	K-19b	K-20a	K-20b	K-20c	K-20d	K-20e	K-20f	K-21a	K-21b	K-22a	K-22b	K-22c	K-22d	K-22e	K-22f	K-23	K-24a	K-24b
Dönem	K-12	Y-09	Y-09	Y-10	Y-10	K-11	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-12	K-12	Y-13
Viterit	-3,4			-4,9	-4,8	-4,2	-4,4	-4,1	-4,5	-3,7		-4,9	-4,5	-4,3	-3,7	-3,5				-4,9	-4,4	-3,3	-3,6	-4,0	-3,7	-3,8	-4,6

Kod	K-25	K-26	K-27a	K-27b	K-27c	K-27d	K-27e	K-27f	K-28	K-29a	K-29b	K-29c	K-29d	K-29e	K-30	K-31	K-32a	K-32b	K-32c	K-32d	K-32e	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4	SS-5	SS-6	
Dönem	Y-13	Y-12	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	Y-13	Y-12	Y-13	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-13	K-11	K-11	Y-13	K-11	K-11	
Al(OH3(a))	-1,8				-0,2	-2,5						-2,3		-2,2		-1,8		-3,5			-2,3	-1,2	-2,6	-3,9	-1,7	-2,6	-2,7	
Albit	-1,7												-3,7		-1,4						-2,7	-3,4			-2,6			
Alunit	-0,6				3,2	-5,1						-3,7		-3,6		-1,0		-9,9			-5,1	-2,0	-8,2	-16,8	-2,5	-7,6	-10,1	
Anhidrit	-1,2	-3,6	-1,3	-1,2	-1,6	-1,5	-1,2	-1,4	-1,2	-1,1	-1,1	-1,3	-1,1	-1,1	-0,8	-1,0	-1,2	-1,3	-1,2	-1,3	-2,1	-2,2	-2,2	-3,0	-1,5	-2,2	-2,3	
Anortit	-4,6													-4,2		-4,2					-4,6	-3,7			-4,2			
Aragonit	-0,3	-1,2	-0,1	-0,6	-0,7	-0,1	0,5	0,0	0,7	0,0	-0,4	-0,1	0,4	0,1	-0,3	-0,4	-0,6	0,7	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,1	1,2	-0,2	0,0	0,5	
Barit	0,4	-1,5		-0,2	0,0	-0,9	0,0	0,2	0,2		-0,2	-0,2	0,0	0,3	0,2	0,4	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,7	0,0	-1,3	0,4	0,1	-0,3	
Kalsit	-0,1	-1,1	0,1	-0,4	-0,5	0,0	0,6	0,1	0,9	0,2	-0,2	0,0	0,6	0,3	-0,1	-0,3	-0,4	0,9	0,6	0,3	0,0	-0,1	0,0	1,3	0,0	0,1	0,7	
Ca-Montm.	2,1													0,6		2,1					0,7	2,7			1,9			
Kalsedon	0,0		-0,3							-0,2				-0,2		0,0					-0,1	-0,2			-0,1			
Klorit(14a)	-9,5												-6,7		-8,3						-4,3	-11,5			-6,7			
Krizotil	-8,2		-6,0							-5,5				-6,3		-7,4					-4,6	-10,1			-6,6			
CO2(g)	-1,4	-1,8	-2,0	-1,6	-1,6	-1,9	-2,4	-2,1	-2,7	-2,0	-1,5	-1,7	-2,3	-1,8	-1,6	-2,1	-1,5	-2,6	-2,4	-2,2	-1,9	-1,4	-2,9	-3,7	-1,8	-2,4	-3,1	
Dolomit	-0,4	-1,7	-0,1	-1,1	-0,9	-0,1	1,1	0,3	1,7	0,2	-0,6	-0,1	1,0	0,2	-0,4	-0,9	-0,8	1,8	1,2	0,8	0,3	-0,9	0,6	1,8	0,0	0,5	2,0	
Fe(OH3(a))		0,2				-0,3	0,2	-0,8	0,4			-7,1	-3,4		0,8			0,4	-2,1	0,6			1,6	3,3		-0,5	2,5	
Fluorit	-0,8	-4,1	-0,6	-0,8	-1,5	-1,3	-1,1	-1,3	-1,0	-0,5	-0,4	-1,2		-1,0	-0,1	-0,7	-0,7	-1,2	-1,0	-1,1	-2,8	-3,0	-2,0		-2,2	-2,8	-2,9	
Gibsit	1,0				2,6	0,2						0,5		0,5		1,0		-0,7			0,5	1,6	0,2	-1,1	1,1	0,2	0,0	
Götit		5,9				5,4	5,9	4,9	6,1			-1,3	2,4		6,5			6,2	3,7	6,3			7,2	8,7		5,1	8,3	
Jips	-0,9	-3,4	-1,0	-1,0	-1,4	-1,2	-1,0	-1,2	-1,0	-0,9	-0,9	-1,1	-0,9	-0,9	-0,5	-0,8	-1,0	-1,1	-1,0	-1,0	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-2,8	-1,3	-2,0	-2,0
H2(g)	-14,5	-22,0	-12,1	-20,1	-17,4	-16,9	-18,2	-16,8	-17,1	-12,5	-11,4	-3,8	-11,2	-14,9	-22,0	-13,7	-13,9	-15,3	-13,0	-18,9	-12,5	-14,5	-18,6	-24,4	-22,4	-15,2	-20,7	
H2O(g)	-1,8	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,9	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,8	-1,7	-1,9	-1,8	-1,7	-1,6
Halit	-5,9	-9,0	-6,1	-6,2	-6,1	-6,1	-5,8	-5,9	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,6	-7,4	-6,7	-5,6	-6,1	-6,1	-5,9	-5,9	-7,4	-9,3	-6,7	-9,6	-7,8	-6,8	-6,7	
Hausmanit	-28,7	-22,3			-27,4		-22,9	-25,6	-23,7			-39,4	-27,7	-29,3	-20,6	-31,0				-26,1	-24,0	-32,1	-34,4	-18,2	-14,8	-24,8	-21,4	-17,2
Hematit		13,7				12,8	13,9	11,8	14,1			-0,6	6,8		14,9			14,4	9,3	14,6			16,4	19,3		12,2	18,6	



Kod	K-25	K-26	K-27a	K-27b	K-27c	K-27d	K-27e	K-27f	K-28	K-29a	K-29b	K-29c	K-29d	K-29e	K-30	K-31	K-32a	K-32b	K-32c	K-32d	K-32e	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4	SS-5	SS-6	
Dönem	Y-13	Y-12	Y-09	Y-10	Y-11	K-11	Y-12	K-12	Y-12	Y-09	Y-10	K-11	Y-12	Y-13	Y-12	Y-13	Y-10	K-11	Y-12	K-12	Y-13	Y-13	K-11	K-11	Y-13	K-11	K-11	
Illit	1,0													-0,2		1,3						0,3	1,0				0,8	
Jarosit-K		-10,2				-9,1	-8,6	-10,8	-8,8				-28,5	-18,8		-4,0			-8,6	-15,3	-6,7			-6,9	-7,1		-12,4	-4,8
Kaolinit	3,7													2,4		3,7						2,5	4,4				3,6	
K-feldispat	-0,7													-1,3		-0,4						-0,7	-1,6				-1,1	
K-mika	6,9													5,4		7,2						5,8	7,1				6,5	
Manganit	-11,2	-8,3			-10,9		-9,2	-10,4	-9,6				-17,2	-12,1	-12,0	-7,8	-11,8			-11,2	-9,6	-13,2	-13,2	-7,2	-4,7	-8,5	-9,0	-7,0
O2(g)	-58,1	-40,8	-60,5	-44,6	-49,8	-50,8	-48,0	-51,0	-51,1	-59,2	-61,3	-76,7	-61,7	-54,3	-40,8	-60,7	-56,7	-53,9	-58,6	-46,7	-59,8	-57,4	-48,9	-39,1	-42,6	-55,3	-42,8	
Pirokroit	-8,3	-9,2			-9,4		-8,2	-8,6	-8,0				-9,0	-7,6	-9,4	-8,6	-8,5			-7,5	-8,8	-9,3	-10,3	-6,4	-6,8	-9,6	-6,4	-7,2
Pirolusit	-21,8	-14,2			-18,9		-16,8	-18,7	-18,1				-31,9	-23,0	-21,1	-13,6	-23,4			-21,4	-16,8	-23,8	-23,6	-15,4	-10,8	-15,4	-18,6	-13,2
Kuvars	0,4		0,2							0,2				0,3		0,4						0,4	0,3				0,4	
Rodokrosit	-1,5	-2,8			-2,9		-2,5	-2,6	-2,5				-2,5	-1,8	-3,0	-2,1	-2,6			-1,8	-2,9	-3,0	-3,6	-1,2	-2,4	-3,3	-0,7	-2,1
Sepiyolit	-5,3		-4,5							-4,2				-4,6		-4,7						-3,2	-6,9				-4,3	
Sepiyolit(d)	-7,9		-7,3							-7,0				-7,4		-7,2						-6,0	-9,6				-6,9	
Siderit		-1,9			0,1	-0,7	-0,7	-0,1				0,1	-0,6		-1,2				0,9	-0,2	-0,4			0,2	-1,8		0,3	-0,2
SiO2(a)	-0,9		-1,1							-1,1				-1,0		-0,9						-0,9	-1,1				-1,0	
Simitsonit	-3,3	-3,1			-2,7	-6,0	-3,1	-3,6	-2,7				-3,5	-3,0	-3,1	-3,4	-3,6		-4,0	-2,5	-3,2	-2,8	-3,4	-3,4	-3,6	-3,3	-2,2	-3,3
Talk	-4,7		-2,9							-2,3				-3,0		-4,0						-1,1	-6,9				-3,3	
Villemit	-7,2													-5,5		-6,6						-4,8	-7,5				-6,5	
Viterit	-4,3	-4,5		-5,0	-4,4	-5,0	-3,8	-3,8	-3,3		-4,9	-4,4	-3,8	-3,9	-4,8	-4,5	-5,0	-3,4	-3,7	-3,8	-3,4	-4,3	-3,4	-2,6	-3,7	-3,2	-3,0	

Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9
Dönem	Y-13	Y-11	K-11		Y-13	Y-11	K-11		Y-13	Y-11	K-11		Y-13	Y-11	K-11
Al(OH3(a))	-2,1	-0,3	-4,4	Krizotil	-9,2			Hausmanit	-31,0	-22,5	-16,4	Kuvars	0,4		
Albit	-2,6			CO2(g)	-1,1	-1,5	-3,6	Hematit			19,4	Rodokrosit	-3,5	-1,5	-2,8
Alunit	-1,5	1,4	-18,5	Dolomit	-0,5	-0,5	3,1	Illit	0,0			Sepiyolit	-5,9		
Anhidrit	-1,4	-2,0	-2,4	Fe(OH3(a))			3,2	Jarosit-K			-7,2	Sepiyolit(d)	-8,5		
Anortit	-5,6			Fluorit	-1,1	-1,4	-2,1	Kaolinit	3,1			Siderit			-1,4
Aragonit	-0,4	-0,1	1,9	Gibsit	0,7	2,5	-1,6	K-feldispat	-1,4			SiO2(a)	-0,9		
Barit	0,2	-0,2	-0,6	Götit			8,7	K-mika	5,6			Simitsonit	-3,5	-2,4	-3,5
Kalsit	-0,3	0,1	2,0	Jips	-1,1	-1,7	-2,1	Manganit	-11,2	-8,5	-5,6	Talk	-5,7		

Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9	Kod	SS-7	SS-8	SS-9
<b>Ca-Montm.</b>	1,3			<b>H2(g)</b>	-19,0	-19,5	-23,6	<b>O2(g)</b>	-49,2	-47,3	-39,5	<b>Villemit</b>	-8,2		
<b>Kalsedon</b>	0,0			<b>H2O(g)</b>	-1,8	-1,8	-1,8	<b>Pirokroit</b>	-10,5	-8,1	-7,3	<b>Viterit</b>	-4,4	-3,7	-1,8
<b>Klorit(14a)</b>	-11,8			<b>Halit</b>	-6,8	-7,1	-8,7	<b>Pirolusit</b>	-19,6	-16,3	-11,6				

**Tablo E. 2:** Acıgöl Havzasında akarsu (A), çeşme (Ç), kaynak (K), derin (DS) ve sığ sondaj (SS) sularının "Lnl.dat" veritabanına göre mineral doygunluğu (Antigorit:Atg, Manyezit:Mgs, Huntit:Hnt, Alstonit:Alstn, Dol-dis:Dolomit-disordered, Dolomit-ordered: Dol.

	Atg	Mgs	Hnt	Talk	Alstn	Dol-dis	Dol-ord	Mlycal	Mont-Ca	Mont-K	Mont-Mg	Mont-Na	Musc	Mgnt
A-1		-0,3	-2,1		-3,2	0,1	1,7	-0,6						4,0
A-2	-37,8	-0,6	-2,5	-1,3	-1,3	0,4	1,9	0,0	0,9	0,1	0,8	0,0	1,6	
A-3	-90,7	-1,1	-5,2	-4,1		-1,3	0,3	-1,1						
KN-1	-90,9	-0,8	-4,2	-3,9	-3,2	-0,8	0,8	-0,9	2,7	2,3	2,7	2,5	4,7	
Ç-1a		0,7	1,3		-0,6	1,6	3,1	-0,1						12,0
Ç-1b		0,9	2,1		-0,1	2,0	3,6	0,2						7,5
Ç-1c		0,7	0,9		-0,8	1,3	2,8	-0,3						8,9
Ç-1d	-51,1	-0,6	-3,2	-1,2	-2,2	-0,4	1,2	-0,8	4,1	3,7	4,1	3,5	6,5	
Ç-2	-91,5	-0,8	-4,5	-3,3	-3,0	-1,2	0,4	-1,3	4,4	3,8	4,5	4,0	5,7	
Ç-3	-142,9	-1,2	-6,0	-6,9	-3,6	-1,7	-0,1	-1,4	3,6	3,2	3,7	3,1	6,1	
Ç-4a	-142,9	-1,2	-6,0	-6,9	-3,6	-1,7	-0,1	-1,4	3,6	3,2	3,7	3,1	6,1	
Ç-4b	-80,8	-0,9	-4,3	-2,9	-2,5	-0,8	0,8	-0,8	4,4	3,8	4,5	3,7	6,4	
Ç-5a		0,9	2,5		0,5	2,5	4,2	0,8						11,3
Ç-5b		-0,1	-1,8		-1,9	0,1	1,8	-0,7						6,7
Ç-5c	-97,8	-0,5	-4,3	-4,3	-5,3	-1,7	0,0	-2,1	3,6	3,1	3,9	3,1	5,9	
Ç-6		-1,4	-5,6		-2,1	-1,1	0,5	-0,6						
Ç-7a		0,8	0,4		-3,6	0,6	2,2	-1,1						4,8
Ç-7b	1,4	0,0	0,0	1,8	0,5	1,6	3,2	0,7	2,2	1,6	2,1	1,5	2,9	
Ç-8	-89,4	-0,6	-3,8	-2,8	-3,8	-1,0	0,7	-1,3	6,0	5,6	6,2	5,5	8,4	
Ç-9	-28,4	-0,3	-1,9	0,2	-2,2	0,3	1,9	-0,4	3,5	2,9	3,6	3,1	4,7	
Ç-10	-39,7	-0,3	-1,7	-0,6	-0,9	0,6	2,2	0,0	3,1	2,6	3,1	2,6	4,5	
Ç-11	-137,5	-1,5	-6,1	-7,4	-3,0	-1,4	0,2	-0,9	2,5	2,0	2,5	1,7	5,8	
Ç-12	-113,1	-1,2	-5,4	-4,9	-2,9	-1,3	0,3	-1,0	4,2	3,5	4,2	3,6	5,9	
DS-1	-62,9	-0,6	-4,1	-1,8	-2,9	-1,1	0,5	-1,4	4,4	3,8	4,5	4,0	6,1	
DS-2		-0,3	-2,0		-1,8	0,3	1,9	-0,4						6,8
DS-3	-59,4	-0,1	-2,0	-1,3	-2,3	-0,1	1,5	-0,9	5,4	4,9	5,6	4,9	7,6	
DS-4	-87,5	-0,7	-3,6	-3,5	-2,6	-0,5	1,1	-0,7	4,2	3,8	4,3	3,8	6,9	
DS-5	-108,2	-1,1	-5,4	-5,1	-3,1	-1,4	0,2	-1,2	4,3	3,9	4,3	3,7	8,2	
DS-6	-119,4	-1,1	-5,1	-5,4	-2,7	-1,2	0,4	-1,0	4,9	4,4	5,0	4,4	7,9	
DS-7	-118,5	-1,5	-6,6	-5,9	-3,5	-1,9	-0,3	-1,3	3,0	2,5	3,0	2,5	5,7	
DS-8	-15,6	-0,2	-1,7	0,9	-2,6	0,3	1,8	-0,4	3,9	3,4	4,0	3,5	5,6	
DS-9		0,2	-0,7		-1,9	0,6	2,1	-0,6						11,2
DS-10		0,0	-1,3		-2,1	0,4	2,0	-0,4						7,7
DS-11		0,0	-1,3		-1,9	0,5	2,1	-0,4						11,3
DS-12a	-64,5	-0,6	-3,4	-2,4		-0,4	1,1	-0,7						
DS-12b		-1,0	-4,8		-3,9	-1,1	0,4	-1,1						
DS-12c		-0,7	-3,6		-3,1	-0,6	1,0	-0,8						-2,1
DS-12d		0,0	-0,9		-1,6	0,8	2,4	-0,1						0,6
DS-13a	-51,4	-0,5	-3,0	-1,4		-0,3	1,2	-0,8						
DS-13b		-0,9	-4,7		-3,8	-1,2	0,4	-1,2						
DS-13c	-72,0	-0,7	-3,5	-2,7	-2,9	-0,5	1,1	-0,7	3,8	3,4	3,8	3,6	6,5	
DS-13d		-0,2	-2,0		-2,3	0,1	1,7	-0,5						-0,7
DS-14a	-56,5	-0,5	-3,0	-1,8		-0,2	1,3	-0,6						
DS-14b		-0,4	-2,7		-2,7	-0,2	1,4	-0,7						0,7
DS-15	-57,2	-0,6	-3,1	-1,9		-0,3	1,3	-0,6						
DS-16a		-1,0	-4,9		-3,9	-1,2	0,4	-1,1						
DS-16b		0,1	-0,4			1,1	2,7	0,0						
DS-16c		-0,1	-1,4		-2,2	0,6	2,2	-0,2						-1,9
DS-16d		-0,2	-1,8		-2,0	0,3	1,8	-0,5						1,6
DS-16e	-57,7	-0,4	-2,7	-2,0	-2,0	-0,1	1,5	-0,6	2,4	1,9	2,4	2,2	4,2	
DS-17		-0,8	-4,2		-3,6	-0,9	0,7	-1,0						
DS-18a	-62,3	-0,6	-3,2	-2,3		-0,4	1,2	-0,7						
DS-18b		-0,8	-4,0		-3,4	-0,7	0,8	-0,9						
DS-18c		0,2	-0,2			1,2	2,7	0,1						-0,1
DS-19a		-0,8	-4,1		-3,5	-0,8	0,7	-0,9						
DS-19b		0,8	2,1		-0,4	2,2	3,8	0,5						

	Alg	Mgs	Hnt	Talk	Alst	Dol-dis	Dol-ord	Mlycal	Mont-Ca	Mont-K	Mont-Mg	Mont-Na	Musc	Mgnt
DS-20a	-60,6	-0,6	-3,2	-2,1		-0,4	1,2	-0,7						
DS-20b		-0,8	-4,2		-3,5	-0,9	0,7	-0,9						
DS-20c		-0,4	-2,5		-2,6	0,0	1,6	-0,5						-10,0
DS-20d		0,0	-1,0		-1,8	0,7	2,3	-0,1						-1,2
DS-20e		0,1	-0,8		-1,4	0,8	2,4	-0,2						-0,1
DS-20f	-27,6	-0,1	-1,4	0,1	-2,1	0,4	2,0	-0,4	3,1	2,7	3,2	2,9	4,8	
DS-21a		-0,1	-1,3		-1,7	0,6	2,2	-0,2						10,8
DS-21b		0,1	-0,5		-1,3	1,0	2,6	0,0						10,1
DS-22a		0,8	2,1		0,1	2,2	3,9	0,5						11,2
DS-22b		0,2	-0,4		-1,4	0,9	2,5	-0,2						8,3
DS-23a		0,8	2,2		0,2	2,4	4,0	0,7						11,5
DS-23b	-66,2	-0,3	-2,3	-2,3	-2,2	0,1	1,7	-0,5	3,5	3,1	3,6	3,2	5,8	
DS-24	-22,2	-0,3	-2,6	1,2	-3,0	-0,4	1,2	-1,0	5,2	4,8	5,4	5,0	6,7	
DS-25	-97,5	-0,6	-3,6	-4,2	-2,7	-0,6	1,0	-0,9	3,9	3,7	4,0	3,6	7,3	
DS-26	-103,0	-0,8	-4,3	-4,6	-2,7	-0,9	0,7	-1,0	3,9	3,3	3,9	3,4	6,4	
K-1	-60,3	-0,6	-3,3	-2,1		-0,4	1,2	-0,7						
K-2	-175,6	-2,0	-8,3	-10,2	-4,2	-2,6	-1,1	-1,5	-0,5	-1,3	-0,5	-1,3	0,8	
K-3	-93,7	-1,1	-5,0	-3,7	-2,5	-1,1	0,5	-0,9	4,6	4,1	4,6	4,0	7,2	
K-4a	-44,4	-0,4	-2,7	-1,1		-0,2	1,4	-0,6						
K-4b		-0,7	-4,3		-4,1	-1,1	0,5	-1,3						
K-4c		-0,8	-4,6		-3,4	-1,2	0,3	-1,3						
K-4d		-0,5	-3,0		-3,0	-0,3	1,3	-0,7						2,9
K-4e		-0,1	-1,4		-1,9	0,5	2,1	-0,3						6,4
K-5	-93,0	-1,0	-5,8	-3,1	-4,1	-2,0	-0,3	-1,8	4,6	4,5	4,8	4,2	7,1	
K-6a	-52,8	-0,6	-3,2	-1,7		-0,3	1,2	-0,7						
K-6b		-1,1	-5,3		-4,0	-1,4	0,2	-1,2						
K-6c		-0,6	-3,1		-2,8	-0,3	1,3	-0,7						7,5
K-6d		-0,1	-1,4		-1,9	0,6	2,1	-0,2						8,5
K-7		-0,8	-5,0		-3,5	-1,6	0,0	-1,8						
K-8		-0,5	-3,2		-2,2	-0,6	1,0	-1,0						
K-9a		1,1	2,5		-0,5	2,0	3,7	0,1						10,8
K-9b	-62,3	-0,4	-2,4	-1,8	-2,0	0,1	1,7	-0,4	4,3	3,9	4,4	3,6	6,5	
K-10a	-59,8	-0,5	-3,2	-1,9		-0,4	1,1	-0,8						
K-10b		-1,4	-6,7		-4,9	-2,2	-0,6	-1,7						
K-10c		-0,2	-2,0		-2,5	0,1	1,7	-0,6						10,6
K-10d	-48,7	-0,2	-2,1	-0,8	-2,4	0,0	1,6	-0,7	6,4	6,0	6,5	6,1	10,0	
K-11a	12,4	0,3	-0,1	2,7		1,1	2,7	-0,1						
K-11b		-1,2	-6,1		-4,7	-1,9	-0,3	-1,6						
K-11c		-0,6	-3,5		-3,3	-0,7	0,9	-1,1						
K-11d		0,4	0,2		-1,4	1,2	2,8	-0,1						10,2
K-11e		0,4	0,4		-1,3	1,3	2,9	0,0						6,0
K-11f		0,5	0,5		-1,3	1,3	2,9	-0,1						7,5
K-12		-0,2	-1,6		-1,3	0,6	2,2	-0,1						9,0
K-13	-59,1	-0,3	-2,2	-1,8	-2,1	0,0	1,6	-0,6	4,6	3,9	4,7	4,1	6,7	
K-14a	-36,5	-0,3	-2,4	-0,4		0,0	1,6	-0,6						
K-14b		0,1	-0,6		-1,8	0,9	2,4	-0,2						9,3
K-14c		-0,1	-1,5		-2,0	0,4	2,0	-0,4						6,5
K-15		-0,5	-3,3		-3,1	-0,6	0,9	-1,1						
K-16	-71,9	-0,7	-3,7	-2,6		-0,7	0,9	-0,9						
K-17a	-30,0	-0,3	-2,3	0,2		0,0	1,6	-0,6						
K-17b		-1,6	-7,6		-5,5	-2,7	-1,1	-2,0						
K-17c		0,1	-1,0		-1,9	0,6	2,2	-0,4						9,4
K-17d		0,4	0,1		-1,4	1,1	2,7	-0,2						8,5
K-18a	-53,4	-0,6	-3,3	-1,6		-0,4	1,2	-0,8						
K-18b		-1,1	-5,3		-4,0	-1,4	0,2	-1,2						
K-18c		-0,9	-4,7		-3,5	-1,2	0,4	-1,2						
K-18d		-0,4	-2,7		-2,7	-0,2	1,4	-0,7						-3,6
K-18e		-0,5	-3,0		-2,8	-0,3	1,3	-0,7						8,0
K-18f		-0,1	-1,5		-2,6	0,5	2,0	-0,3						6,2
K-18g		-0,3	-2,3		-2,1	0,0	1,6	-0,5						6,9

	Alg	Mgs	Hnt	Talk	Alst	Dol-dis	Dol-ord	Mlycal	Mont-Ca	Mont-K	Mont-Mg	Mont-Na	Musc	Mgnt
K-19a	-51,0	-0,5	-3,0	-1,5		-0,3	1,3	-0,7						
K-19b		-1,0	-4,9		-3,8	-1,2	0,4	-1,2						
K-20a	-55,9	-0,6	-3,1	-1,9		-0,3	1,3	-0,6						
K-20b		-1,1	-5,2		-3,9	-1,3	0,3	-1,1						
K-20c		-1,0	-4,8		-3,5	-1,2	0,4	-1,1						
K-20d		-0,6	-3,3		-2,9	-0,4	1,2	-0,7						6,6
K-20e		0,0	-0,9		-1,6	0,8	2,4	-0,1						8,3
K-20f		0,1	-0,9		-1,7	0,7	2,3	-0,2						5,9
K-21a														7,4
K-21b														7,4
K-22a	-56,1	-0,6	-3,3	-1,9		-0,4	1,2	-0,7						
K-22b		-1,0	-4,9		-3,9	-1,2	0,4	-1,1						
K-22c		-0,7	-3,5		-3,1	-0,5	1,1	-0,8						5,4
K-22d		0,3	0,5		-0,9	1,5	3,1	0,2						9,8
K-22e		0,0	-1,1		-1,6	0,7	2,2	-0,2						5,1
K-22f	-32,5	-0,2	-1,7	0,3	-2,2	0,4	2,0	-0,3	5,0	4,5	5,1	4,6	7,1	
K-23	-121,8	-1,0	-4,7	-5,7	-3,4	-1,1	0,5	-1,0	2,5	2,1	2,5	2,3	4,4	
K-24a		0,0	-1,0		-1,8	0,6	2,2	-0,3						6,4
K-24b		-0,2	-1,8		-2,1	0,3	1,9	-0,4						7,8
K-25	-98,9	-0,7	-4,0	-3,9	-2,9	-0,8	0,8	-0,9	4,0	3,7	4,1	3,8	6,3	
K-26		-1,2	-6,2		-4,5	-2,2	-0,6	-1,9						5,3
K-27a	-64,5	-0,7	-3,5	-2,4		-0,5	1,1	-0,7						
K-27b		-1,2	-5,5		-4,1	-1,5	0,1	-1,2						
K-27c		-0,9	-4,9		-3,7	-1,4	0,2	-1,3						
K-27d		-0,7	-3,7		-3,7	-0,6	1,0	-0,8						6,7
K-27e		-0,1	-1,2		-1,8	0,6	2,2	-0,2						7,5
K-27f		-0,4	-2,6		-2,3	-0,2	1,4	-0,7						5,3
K-28		0,3	0,2		-1,1	1,3	2,9	0,1						8,5
K-29a	-56,3	-0,6	-3,1	-1,8		-0,3	1,3	-0,6						
K-29b		-0,9	-4,6		-3,8	-1,1	0,5	-1,0						
K-29c		-0,7	-3,5		-3,1	-0,5	1,1	-0,8						-6,8
K-29d		-0,1	-1,4		-1,9	0,6	2,1	-0,2						0,5
K-29e	-68,4	-0,7	-3,4	-2,5	-2,2	-0,3	1,3	-0,5	3,1	2,6	3,1	2,3	5,2	
K-30		-0,8	-4,1		-3,4	-0,8	0,8	-0,9						7,3
K-31	-86,1	-1,1	-5,3	-3,1	-3,2	-1,3	0,4	-1,0	4,3	4,0	4,4	4,2	6,9	
K-32a		-0,9	-4,8		-4,0	-1,2	0,4	-1,2						
K-32b		0,4	0,4		-1,2	1,4	2,9	0,1						9,8
K-32c		0,1	-0,8		-1,7	0,8	2,3	-0,2						3,5
K-32d		-0,1	-1,5		-2,2	0,4	1,9	-0,5						8,4
K-32e	-45,9	-0,3	-2,7	-0,8	-2,3	-0,3	1,3	-0,9	3,5	3,2	3,6	3,3	5,5	
SS-1	-131,4	-1,4	-5,9	-6,3	-3,2	-1,4	0,2	-1,0	3,9	3,2	3,9	3,2	6,3	
SS-2		0,1	-1,4		-2,1	0,2	1,8	-0,8						11,0
SS-3		-0,1	-0,6		0,1	1,3	3,0	0,5						9,4
SS-4	-72,8	-0,6	-3,3	-2,5	-2,3	-0,5	1,2	-0,8	4,2	3,7	4,3	3,7	6,3	
SS-5		-0,1	-1,9		-1,8	0,1	1,7	-0,7						6,6
SS-6		0,8	1,4		-1,1	1,5	3,1	-0,1						12,1
SS-7	-114,3	-0,8	-4,3	-4,9	-3,2	-1,0	0,7	-1,1	3,3	2,9	3,4	3,0	4,9	
SS-8		-1,1	-4,8		-2,4	-0,9	0,7	-0,7						
SS-9		0,6	2,0		1,4	2,6	4,3	1,2						10,6

## EK F Acıgöl'ün Major İyon Analiz Sonuçları ve Fiziksel Özellikleri

**Tablo F. 1:** Acıgöl'ün Major İyon Analiz Sonuçları ve Fiziksel Özellikleri.

Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	pH	t	Ec (µS/cm)	TÇM (mg/L)	Eh	ÇO (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Cl (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	NO <sub>2</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	F (mg/L)
2010-Haziran	13	29.892	37.846	91	8	26	60500	26100	0	6.5	653.9	1800	16570	646.3	26120.8	270	0	11724.7	0	0	0
	16	29.910	37.829	120	8.3	26	60200	25900	183	6.2	631.2	1778	15970	625.9	28089	270	0	12511.6	0	0	0
	18	29.923	37.824	119	8.2	30	56200	23000	171	7.5	439.4	1158	10180	402.8	17451.1	272	0	7590	0	0	0
	2	29.908	37.845	112	8.4	24	60700	26600	118	63.8	638.7	1816	16260	641.4	28873.8	280	0	12952.7	0	0	0
	23	29.888	37.839	92	8.2	25	59800	25900	0	4.9	634.2	1813	15800	641.6	26519.1	268	0	11922.2	0	0	0
	25	29.883	37.844	111	8.2	27	61300	26300	121	4.2	641.7	1823	16160	648.5	28602.6	266	0	12806.9	0	0	0
	26	29.876	37.840	110	8.2	26	60300	25900	69	3.9	645.8	1811	15850	638.6	28008	276	0	12524.8	0	0	0
	29	29.885	37.831	94	8.2	24	60600	26500	0	5.1	645.5	1804	16110	648.9	27929.1	318	0	12590.4	0	0	0
	30	29.882	37.824	96	8.2	25	60400	26300	0	4.6	646.6	1815	16030	641.9	26853.3	276	0	12049	0	0	0
	33	29.896	37.822	122	8.2	26	60400	26100	41	38.8	617.7	1771	15480	626.7	28186.1	268	0	12559	0	0	0
	36	29.898	37.811	126	8.2	28	60500	25800	95	21.9	642.3	1820	16270	655.5	28546.2	250	0	12840.6	0	0	0
	37	29.880	37.810	98	8.2	26	60300	26100	88	4.7	621.9	1755	15640	622	26825.6	266	0	12046.9	0	0	0
	38	29.880	37.816	97	8.2	25	59900	25900	0	4.9	658.8	1827	16430	161.7	26902.8	270	0	12052.5	0	0	0
	39	29.870	37.828	127	8.6	25	60600	26500	192	52.8	651.9	1818	16260	662.5	28753.7	268	0	12873.7	0	0	0
	4	29.922	37.843	113	8.2	25	60200	26000	122	13.8	633.3	1802	15840	644	28050.8	276	0	12535.8	0	0	0
	40	29.866	37.832	109	8.2	25	60600	26500	121	4.2	611.3	1758	15940	633.9	28508.6	276	0	12779.9	0	0	0

	42	29.855	37.828	108	8.2	25	60600	26200	174	4.5	634.1	1783	15820	643.6	27811	260	0	12442.1	0	0	0
	47	29.869	37.810	100	8.2	26	61600	26600	128	5.2	640.1	1809	16080	644.5	26596.3	260	0	11895.9	0	0	0
	50	29.857	37.814	101	8.2	26	60600	26200	126	5	616.2	1752	15470	618.8	27307.8	276	0	12234.8	0	0	0
	52	29.845	37.816	102	8.2	25	58100	25100	21	4.1	619.8	1784	15720	639.8	27201.2	268	0	12095.3	0	0	0
	54	29.844	37.825	107	8.2	25	60700	26500	153	10	630.9	1823	15920	653.8	27999.5	264	0	12524.8	0	0	0
	56	29.832	37.822	106	8.3	25	61000	26400	101	5.7	652	1858	16740	653.7	28136.1	266	0	12645.6	0	0	0
	6	29.936	37.838	114	8.4	28	59200	25000	211	7.1	612.1	1784	15690	615.8	28396.9	280	0	12728.6	0	0	0
	63	29.830	37.814	105	8.2	27	61500	26500	51	4	673.4	1866	16530	622.4	28522.3	248	0	12852.2	0	0	0
	64	29.879	37.806	99	8.1	28	61300	26100	138	4.8	633.9	1822	16080	649.8	28158.4	262	0	12705.7	0	0	0
	8	29.931	37.831	115	8.2	28	47400	18600	173	20.2	589.5	1653	14720	585.8	25707.5	266	0	11494.8	0	0	0
2011-Haziran	0	29.894	37.846	304	8.56	28	52700	56400	79	5.56	435.2	1669	14670	558.3	22096.11	207.454		11086.11	0	0	236.6361
	0	29.892	37.849	325 YZ	8.45	27	53500	57400	118	5.6	464.9	1782	14610	632.3	18189.56	219.658		8139.297	0	0	0
	11	29.913	37.839	308 YZ	8.64	28	53400	57400	174	5.53	403.7	1575	12360	550.7	21569.19	207.454		10470.44	0	0	43.0617
	14	29.900	37.840	324 tb	8.68	28	56400	61500	74	7.08	388	1509	13750	554	18305.81	207.454		8544.175	0	0	44.637
	14	29.900	37.840	324 YZ	8.64	28	54100	58300	164	6.98	431.2	1569	12900	563	22700.87	195.251		10910.31	0	0	29.074
	14	29.894	37.840	325/1 YZ	8.6	26	54200	58400	124	5.72	280.1	1583	14030	583.2	22072.04	183.048		10554.84	0	0	0
	16	29.919	37.833	323 YZ	8.6	27	53500	57500	141	6.94	245.4	1340	12130	468	14184.68	219.658		7497.013	0	0	0
	17	29.919	37.827	322 YZ	8.62	28	53500	57500	137	6.4	475.5	1047	12850	529	13782.85	207.454		5635.673	0	0	0
	18	29.924	37.821	320 YZ	8.86	32	49800	52500	114	9.27	332.2	1214	11020	421.5	15546.22	207.454		7033.036	0	0	0
	2	29.907	37.845	307 tb	8.6	28	53700	57800	95	7.06	218.5	1232	12230	476.4	7708.557	219.658		3936.582	0	0	36.1345
	2	29.907	37.845	307 YZ	8.6	28	53700	57800	103	5.63	340.2	1318	12820	532.5	21794.79	207.454		10472.37	0	0	34.3275
	25	29.883	37.844	327 YZ	8.67	26	54300	58600	173	5.45	361.7	1513	13310	545.3	18585.01	195.251		9694.752	0	0	0
	26	29.878	37.841	329 YZ	8.56	27	54300	58700	154	5.31	226	1245	12930	430	19791.99	256.267		26271	0	0	0
	26	29.876	37.841	330 YZ	8.46	26	54400	58700	201	5.32	262.9	1594	13340	552.6	21567.24	195.251		10398.55	0	0	0
	37	29.880	37.811	348 YZ	8.5	27	53800	57900	29	6.25	272.2	1423	13820	571.9	20970.21	207.454		10135.5	0	0	22.8054
	4	29.923	37.843	311 flitre	8.6	30	52600	56200	126	5.6	309.5	1706	14710	610.6	17400.93	207.454		7436.651	0	0	0



	40	29.866	37.832	332 tb	8.45	26	54900	59500	178	5.5	255	1613	13910	544.7	17587.46	207.454		8628.547	0	0	194.8929
	42	29.848	37.831	335 tb	8.6	28	54900	59500	152	5.58	291.9	1452	13000	512.4	12340.14	195.251		6348.728	0	0	0
	42	29.848	37.831	335 YZ	8.6	28	54700	59200	156	5.51	455.3	1582	13630	560.9	22541.3	207.454		10878.64	0	0	48.2249
	47	29.869	37.810	347	8.62	27	53600	57600	31	5.44	344	1211	12550	467.3	7540.1	219.658		3865.109	0	0	0
	50	29.855	37.814	345 tb	8.67	26	54800	59300	25	6.08	458	1702	12260	576.3	10518.7	207.454		4968.552	0	0	0
	50	29.855	37.814	345 YZ	8.67	26	54300	58600	26	5.73	444.1	1526	13420	554.9	20799.45	207.454		9558.249	0	0	32.6176
	52	29.844	37.815	343 YZ	8.62	26	54800	59200	26	5.26	448.3	1496	15150	589.2	22236.09	219.658		10753.7	0	0	7.3311
	54	29.838	37.824	338 tb	8.63	27	54900	59400	120	5.63	348.2	1273	13340	514.2	13677.19	195.251		6760.867	0	0	127.6836
	54	29.838	37.824	338 YZ	8.63	27	54600	59100	134	5.27	398.3	1465	14280	568.5	17559.5	207.454		7529.272	0	0	0
	56	29.832	37.821	339 YZ	8.4	28	55000	59600	157	5.15	340.7	1597	13680	548.5	18180.88	219.658		7702.629	0	0	182.4777
	58	29.830	37.815	342 YZ	8.62	27	53200	57100	172	4.86	252.5	1480	13190	557.3	21489.05	207.454		10290.43	0	0	0
	59	29.822	37.816	341 YZ	8.54	28	55400	60100	163	4.68	311.9	1473	13890	568.7	19906.14	207.454		9563.059	0	0	0
	6	29.937	37.839	318 YZ	8.55	31	51300	54600	168	6.42	372.2	1485	12900	518.3	15358.79	219.658		6712.888	0	0	0
2011-Ekim	0	29.894	37.848	IMA1	8.7	18	59692	44400	-174.5	4.4	654	2053	17000	836	26091.2	256.12	63.12	11542.7	0	0	106.9
	13	29.894	37.845	15(GOL)	7.1	17	61499	46700	29.4	6.4	714	2243	19000	967	25567.5	341.7	0	11216.3	0	0	0
	14	29.899	37.839	IMA2	9.5	16	58860	45700	-63.9	5.3	699	2107	17000	895	26301.2	266.42	68.56	11640.3	0	0	106.9
	16	29.913	37.829	IMA10	9.7	15	56174	45400	1.8	5.4	697	2181	18000	924	27253.2	265.12	63.8	12054.6	0	0	106.1
	20	29.906	37.820	IMA9	9.7	15	55855	45500	2.4	5.7	700	2100	18500	950	27138.3	266.98	68.4	12140.4	0	0	103.8
	26	29.877	37.840	IMA3	9.6	16	58627	45700	-75.6	5.2	783	2443	21000	1027	27605.4	243.38	66.4	12371.8	0	0	107.4
	37	29.879	37.812	IMA8	9.6	16	58067	46000	-5.2	5.1	666	2101	17000	839	26776.7	247.3	62.6	11863.2	0	0	110.2
	41	29.859	37.832	IMA4	9.6	16	57910	46000	-52.6	5.5	684	2127	18000	901	30334.6	238.12	62.8	12436.7	0	0	53.2
	45	29.861	37.815	IMA7	9.7	15	56790	45900	-28.1	5.5	671	2059	17000	901	28009.3	213.65	66.8	12426.4	0	0	104.3
	55	29.836	37.821	IMA5	9.6	16	57589	45700	-27.1	5.4	656	1959	19000	868	27554.4	232.76	66.4	12157	0	0	104.2
58	29.828	37.815	IMA6	9.6	16	58642	45600	-25.5	4.9	675	2058	17000	893	29120.5	198.43	63.42	12867.5	0	0	106.2	
2012-	1	29.903	37.847	B16	9.06	27	50741	31510	29.7	5.68	575.6	1289	11300	361.5	24689.75	242.844	20.403	10040.38	0	0	0
	1	29.903	37.847	B16-T	9.32	29	57946	35180	-173.6	5.1	573.9	1314	11820	500	26767.24	261.148	0	10748.79	0	0	0

11	29.913	37.840	128	9.1	27	49500	32000	34	6	572.8	1302	11600	371	25293.44	258.708	0	10251.37	0	0	0
13	29.890	37.846	B1	8.68	25	49372	31850	96.1	6.28	556	1430	11300	430.5	23534.54	264.809	0	9656.919	0	0	0
15	29.907	37.834	C2	9.07	26	50244	32180	218	6.06	591.2	1427	11900	436	25019.56	258.708	10.801	10137.74	0	0	0
15	29.907	37.834	C2-T	9.05	21	49680	32810	60.7	7.12	540.8	1427	13245	521	25940.2	264.809	3.6	10404.79	0	0	0
17	29.921	37.825	B12	9.97	34	40529	24950	77	3.79	282.4	520	4700	1.893	7954.137	191.59	28.804	3713.093	0	0	0
20	29.909	37.824	B11	9.15	27	51341	31930	85.6	5.56	580.6	1319	11700	397.5	24317.29	230.64	18.002	9968.202	0	0	0
20	29.909	37.824	B11-T	9.16	26	50584	32000	50.4	5.97	580.5	1332	11935	485	27566.22	261.148	0	11063.35	0	0	0
22	29.895	37.834	B17	8.35	27	51495	32080	64.8	5.69	575.7	1295	11600	390	24555.1	250.166	12.002	9970.477	0	0	0
24	29.884	37.839	B2	8.89	26	50262	31920	53.5	6.02	573	1417	11900	406	22881.99	244.064	15.602	9377.726	0	0	0
24	29.884	37.839	B2-T	8.94	26	50118	32120	-211.8	6.06	571	1372	12100	507.5	26078.57	266.03	0	10467.02	0	0	0
25	29.883	37.844	111	9.17	28	51970	31920	66.2	5.38	577.2	1303	11500	393	25853	257.488	0	10526.79	0	0	0
26	29.876	37.840	110	9.02	28	52028	32240	53.1	5.55	573.5	1355	11900	404.5	25947.67	246.505	15.602	10520.08	0	0	0
28	29.876	37.830	B3	8.98	26	50191	31980	129.3	5.86	572.8	1384	11600	428	43652.33	235.522	10.801	13979.23	0	0	0
28	29.876	37.830	B3-T	8.99	26	50247	32060	117.7	5.93	562.9	1329	12050	496	27009.05	263.589	0	10879.23	0	0	0
3	29.916	37.843	B15	8.79	27	51156	32010	45.8	5.74	579.2	1252	11500	397.5	24667.81	252.606	18.002	10011.2	0	0	0
3	29.916	37.843	B15-T	9.07	27	50332	31670	-92.6	5.95	573.8	1308	11730	490.5	16992.41	246.505	14.402	6896.623	0	0	0
30	29.882	37.824	C3	9.04	25	50188	32380	14.9	6.21	558.7	1409	11900	427	25575.98	258.708	10.801	10330.65	0	0	0
30	29.882	37.824	C3-T	8.99	25	49494	32460	52.8	6.9	547.1	1519	12860	503	27306.23	255.047	14.402	10854.84	0	0	0
33	29.896	37.822	B10	9.05	27	50996	31920	80	5.61	575.1	1298	11800	406.5	24459.81	268.47	0	9988.897	0	0	0
33	29.896	37.822	B10-T	9.07	26	50216	31980	56.5	6.18	581.5	1344	12055	508	27597.38	256.267	9.601	11117.46	0	0	0
34	29.889	37.819	B9	9.06	27	50959	32100	103.9	5.55	579.4	1313	11900	424.5	24597.61	217.217	0	10012.38	0	0	0
34	29.889	37.819	B9-T	9.11	26	50282	32050	78.9	5.81	584.1	1338	12095	507.5	25688.52	250.166	12.002	10345.55	0	0	0
37	29.880	37.813	B8	9.17	27	51276	32120	154.2	5.34	616.8	1398	11300	444	25078.88	257.488	0	10202.95	0	0	0
37	29.880	37.813	B8-T	9.3	26	50500	32030	90.2	5.6	577	1335	11810	505	27880.59	246.505	15.602	11175.45	0	0	0
39	29.870	37.822	B4	8.92	25	49654	32020	179.1	5.91	575.4	1388	11700	411.5	24200.51	256.267	6.001	9906.846	0	0	0
39	29.870	37.822	B4-T	9.12	25	48900	32200	238.1	60.38	581	1360	12480	511.5	27833.52	264.809	0	11182.78	0	0	0

	4	29.924	37.844	C1	8.97	24	49700	31400	31	5.95	578.8	1439	11500	413.5	23818.58	230.64	16.802	9713.191	0	0	0
	40	29.866	37.832	109	8.97	27	51373	32250	15.1	6.01	559.7	1319	11800	409	25399.14	253.827	8.401	10318.73	0	0	0
	40	29.866	37.832	109-T	9.1	24	49222	32460	59.9	6.92	572.3	1365	12070	497	25875.18	0	0	10431.23	0	0	0
	42	29.855	37.828	108	9.11	26	50354	32050	17.3	6.37	542.3	1312	11500	412	24905.63	259.928	13.202	10145.97	0	0	0
	42	29.858	37.829	B18	8.96	27	51094	32050	-102.8	6.13	574	1287	11700	385	24137.53	264.809	8.401	9805.87	0	0	0
	42	29.858	37.829	C8	8.98	26	50646	32070	54.6	6.15	582.1	1336	11900	400	25074.56	219.658	0	10203.98	0	0	0
	42	29.858	37.829	C8-T	8.92	24	48555	32270	-155.3	7.41	569.5	1362	11970	507.5	26021.52	253.827	9.601	10525.33	0	0	0
	43	29.860	37.821	C4	9.05	26	49804	32060	13.7	6.27	586.7	1373	11800	357	25521.64	259.928	10.801	10368.66	0	0	0
	43	29.860	37.821	C4-T	9.28	23	49803	33990	-146.2	7.73	553.8	1463	12450	388.5	26101.91	256.267	10.801	10510.37	0	0	0
	45	29.863	37.814	B5	8.43	24	50300	33690	-18.6	7.2	588.8	1353	11900	404.5	23220.69	241.623	4.801	9523.057	0	0	0
	45	29.863	37.814	B5-T	9.09	25	49692	32190	-74.7	6.94	589.3	1388	12310	515.5	27582.84	261.148	0	11099.27	0	0	0
	47	29.868	37.811	B7	9.5	26	49541	31740	160.2	6.16	618	1319	11800	397.5	24678.63	228.2	12.002	10183.22	0	0	0
	49	29.859	37.809	B6	9.13	25	49376	32120	20.3	6.34	570.6	1272	11200	408	24517.94	174.506	39.605	10086.5	0	0	0
	53	29.847	37.819	C5	9.05	25	49506	32160	20.4	6.41	562.2	1354	11800	392	24331.18	248.945	13.202	9919.819	0	0	0
	53	29.847	37.819	C5-T	9.08	24	49707	32870	-124.5	7.12	572.5	1400	12300	514.5	26281.18	240.403	15.602	10572.76	0	0	0
	54	29.844	37.825	107	8.95	27	51018	32160	17.5	6.01	584.5	1337	11800	471.5	25096.25	248.945	10.801	10160.89	0	0	0
	55	29.838	37.821	C7	9.03	26	50373	32230	89.4	6.3	585.4	1331	11900	396	25195.47	258.708	7.201	10241.3	0	0	0
	55	29.838	37.821	C7-T	9.09	25	48818	31910	-113.3	6.9	586.6	1417	12430	531	26800.14	246.505	14.402	10817.91	0	0	0
	57	29.828	37.820	C6	9.06	26	50712	32570	62.3	6.38	588.5	1364	11900	413	24401.74	257.488	0	9944.976	0	0	0
	57	29.827	37.820	KANALYANI	9.07	25	52120	34030	58.5	6.8	609.3	1372	12300	385	25530.46	0	0	10352.99	0	0	0
	61	29.818	37.815	SODASGOL	9.27	23	53787	36550	55.5	7.69	644	1480	13500	462	28624.29	165.964	74.41	11523.14	0	0	0
	8	29.931	37.831	B13	9.61	32	48556	27670	15.4	4.47	394.3	805	7200	3.54	16531.22	150.099	54.007	7431.984	0	0	0
	9	29.925	37.836	B14	9.2	27	50037	31170	55.3	6.02	563.9	1218	11000	357.5	22697.93	231.861	14.402	9337.787	0	0	0
	9	29.925	37.836	B14-T	9.06	27	50495	31640	55.6	6.24	580.6	1318	11860	493.5	27063.46	263.589	0	10872.24	0	0	0
Eylül	1	29.903	37.847	D14	9.27	26	68088	43340	26.9	2.85	634.5	1794	16930	786	30568.4	237.9624	52.807	13430.91	0	0	0
	13	29.891	37.844	D1	9.4	24	64830	43220	4.9	8.35	649.7	1937	18020	828.5	28570.57	244.064	60.008	12512.58	0	0	0

	15	29.907	37.834	D13	9.27	27	68322	43160	23.1	2.62	601	1760	17170	797.5	19440.23	253.8266	55.2074	8506.524	0	0	0
	17	29.920	37.826	D12	9.28	29	65025	39370	18.1	2.53	433.5	1244	11440	486	18533	274.572	39.6053	9078.688	0	0	0
	20	29.910	37.823	D11	9.28	28	67998	41990	26.9	2.65	575.9	1766	16720	770.5	29614.18	256.2672	52.807	13009.47	0	0	0
	24	29.884	37.839	D2	9.5	23	64570	43340	24.5	6.75	665.7	1886	17470	867	30346.65	244.064	69.6093	13271.36	0	0	0
	28	29.877	37.830	D3	9.52	22	62756	43420	20.7	5.17	653.2	1831	16890	763	29849.75	230.6405	60.008	13073.84	0	0	0
	33	29.896	37.822	D10	9.27	25	66609	43360	8.2	2.87	661.1	1780	16720	766	29842.87	250.1656	57.6077	13076.07	0	0	0
	34	29.888	37.818	D9	9.3	26	67066	42960	12.9	3.38	663.7	1818	16860	786.5	29366.26	251.3859	57.6077	12683.11	0	0	0
	37	29.879	37.813	D8	9.25	27	68144	42690	10.2	3.11	665.5	1792	16945	775	28209.79	258.7078	50.4067	12094.52	0	53.0486	0
	39	29.870	37.823	D4	9.56	23	64193	43330	26.2	4.75	669.9	1849	16985	786	49836.96	251.3859	60.008	16559.03	0	0	0
	43	29.860	37.821	C4	9.27	22	63560	43540	27.1	4.07	643.8	1885	17020	798.5	30028.58	248.9453	57.60768	13197.93	0	0	0
	45	29.863	37.814	D5	9.55	24	66601	44180	17.3	4.55	670.3	1857	18900	793.5	31369.62	230.6405	62.4083	13713.23	0	0	0
	46	29.867	37.812	D7	9.26	28	72313	44550	10.6	2.47	686.1	1865	17795	825	29904.38	252.6062	58.8078	12903.58	0	0	0
	50	29.857	37.814	101	9.3	23	65151	43730	24.6	5.32	651.5	1838	17260	784	31717.01	263.5891	36.0048	13916.32	0	0	0
	53	29.847	37.818	D6	9.31	24	65560	43760	38.4	4.55	675.3	1860	17220	799.5	29510.53	220.8779	60.008	13295.61	0	0	0
2013-Haziran	12	29.898	37.844	WV-1	8.1	26	57765	37070	-30.8	2.44	836	2068	14400	724	26628.09	169.624	72.01	9560	0	0	0
	11	29.913	37.839	WV-2	8.34	26	56900	36580	-43	2.94	836	2020	14700	722	23429.12	168.404	69.609	9684.407	0	0	0
	8	29.934	37.832	WV-4	8.43	26	53580	33720	-49	3.16	718	1704	12822	636	23397.83	228.2	33.604	9972.407	0	0	0
	17	29.920	37.825	WV-5	8.31	25	59900	38900	-41.1	3.6	914	1700	13270	738	24301.77	157.421	96.013	10263.33	0	0	0
	17	29.920	37.825	WV-5	8.31	25	59900	38900	-41.1	3.6	756	1830	13792	644	25273.86	157.421	96.013	10655.83	0	0	6.443
	16	29.910	37.830	WV-6	8.39	26	57680	36600	-34.1	3.24	818	1850	13968	660	25994.48	161.082	78.01	10753.46	0	0	0
	22	29.899	37.835	WV-7	8.39	27	58837	36950	-36.6	2.84	972	1892	14254	830	26735.3	185.489	55.207	11127.71	0	0	0
	23	29.887	37.839	WV-8	8.44	26	58929	37430	-34.4	4.14	772	1844	14222	680	26933.29	158.642	85.211	11273.06	0	0	0
	30	29.881	37.826	WV-11	8.33	27	59844	37520	-37.8	3.51	804	1866	14392	698	27211.38	167.184	86.412	11382.24	0	0	0
	37	29.882	37.808	WV-16	8.48	29	56020	33670	-21.8	2.6	736	1718	13418	610	25945.05	165.964	86.412	10776.17	0	0	0
	38	29.873	37.816	WV-15	8.49	27	60198	37660	-41.1	2.45	758	1776	13442	804	25609.55	274.572	19.203	11100.54	0	0	0
	42	29.856	37.830	WV-13	8.51	27	64460	37660	-39.1	2.94	776	1874	14276	768	26660.75	163.523	97.213	11121.21	0	0	0

44	29.864	37.822	WV-14	8.53	27	60600	37630	-37.2	2.4	782	1812	14088	678	26962.33	162.303	99.613	11203.29	0	0	0
53	29.849	37.820	WV-18	8.49	28	62414	38170	-40.4	2.07	774	1746	13906	690	27171.63	173.678	88.12	11325.71	0	0	0
58	29.832	37.817	WV-19	8.45	28	61801	38160	-50.9	3.72	750	1714	13842	672	27131.14	183.048	84.011	11368.42	0	0	0
60	29.824	37.813	WV-20	8.51	29	60350	36750	-30.3	2.8	774	1840	14464	686	27660.62	195.251	96.013	11893.74	0	0	0
HAVUZ-0	29.814	37.842	Sarıkavak ÖB Havuzu	8.62	25	84872	52230	-8.7	3.06	1022	2916	24746	1052	49715.6	292.877	180.024	19868.19	0	0	0
HAVUZ-12	29.910	37.865	4.Nolu tuz Üretim Havuzu	7.36	28	209989	129400	38.6	2.18	344	11596	110968	3986	170954.6	1183.71	0	21331.43	0	0	0
HAVUZ-18	29.855	37.863	C.Kora	7.95	25	143828	93360	-59.7	1.4	762	8090	56074	2714	121673.2	756.598	108.014	35553.01	0	0	10.001
HAVUZ-3	29.830	37.847	Sarıkavak Depo Havuzu	8.19	25	121769	79250	-54.5	2.32	878	5434	45008	1986	82530.39	951.85	0	36901.41	0	0	0

<b>İstasyon No</b>	12	11	8	17	17	16	22	23	30	37	38	42	44	53	58	60	HAVUZ-0	HAVUZ-12	HAVUZ-18	HAVUZ-3
<b>Latitude</b>	29.898	29.913	29.934	29.92	29.92	29.91	29.899	29.887	29.881	29.882	29.873	29.856	29.864	29.849	29.832	29.824	29.814	29.91	29.855	29.83
<b>Longitude</b>	37.844	37.839	37.832	37.825	37.825	37.83	37.835	37.839	37.826	37.808	37.816	37.83	37.822	37.82	37.817	37.813	37.842	37.865	37.863	37.847
<b>Örnek Kodu</b>	WV-1	WV-2	WV-4	WV-5	WV-5	WV-6	WV-7	WV-8	WV-11	WV-16	WV-15	WV-13	WV-14	WV-18	WV-19	WV-20	Sarıkavak ÖB Havuzu	4.Nolu tuz Üretim Havuzu	C.Kora	Sarıkavak Depo Havuzu
<b>B</b>	48.8	40.4	35.2	30	31.6	31.2	30.8	28.4	28.8	27.4	28.6	30.4	30	28.4	28.4	28.8	45.8	157.8	136.2	80.60001
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sr</b>	10.45	10.476	9.086	10.082	9.898001	10.268	10.464	10.17	10.194	9.204	9.204	10.176	10.336	10.228	9.504001	9.764001	14.236	29.562	24.284	20.432

## EK G Acıgöl'ün Farklı Dönemlerde Hesaplanmış Hidrojeokimyasal Özellikleri

**Tablo G. 1:** Acıgöl'ün Hesaplanmış Hidrojeokimyasal Özellikleri.

Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	Su Tipi	E.N.	Hesaplanan TÇM	∑ Anyon	∑ Katyon	∑ İyon	Hes.Alkalinite	∑ Toplam Sertlik	Karbonat Sert.	SAR	MH
2010-Haziran	GOLISTASYONU-13	37.84471	29.8938	91	Na-Cl-SO4	-3.5	57786.9	863.3	827.8	57786.9	4.4	9037.5	221.2	75.8	81.9
	GOLISTASYONU-16	37.82932	29.91253	120	Na-Cl-SO4	-8.7	59876.8	927.0	799.7	59876.8	4.4	8890.3	221.2	73.7	82.3
	GOLISTASYONU-18	37.82145	29.92376	119	Na-Cl-SO4	-6.9	37494.1	575.8	511.8	37494.1	4.5	5860.8	222.9	57.8	81.3
	GOLISTASYONU-2	37.84457	29.90746	112	Na-Cl-SO4	-9.2	61463.7	953.9	814.5	61463.7	4.6	9065.4	229.4	74.3	82.4
	GOLISTASYONU-23	37.83911	29.88653	92	Na-Cl-SO4	-6.2	57599.3	876.6	794.3	57599.3	4.4	9041.8	219.6	72.3	82.5
	GOLISTASYONU-25	37.84425	29.88294	111	Na-Cl-SO4	-8.9	60949.8	944.5	810.7	60949.8	4.4	9101.6	218.0	73.7	82.4
	GOLISTASYONU-26	37.83998	29.8766	110	Na-Cl-SO4	-8.7	59755.3	925.0	796.6	59755.3	4.5	9062.5	226.2	72.4	82.2
	GOLISTASYONU-29	37.83079	29.88484	94	Na-Cl-SO4	-8.0	60047.1	924.1	807.8	60047.1	5.2	9033.0	260.6	73.7	82.2
	GOLISTASYONU-30	37.82381	29.88181	96	Na-Cl-SO4	-6.2	58313.0	887.5	804.7	58313.0	4.5	9081.0	226.2	73.2	82.2
	GOLISTASYONU-33	37.82153	29.89571	122	Na-Cl-SO4	-10.1	59509.6	930.2	777.8	59509.6	4.4	8827.8	219.6	71.7	82.5
	GOLISTASYONU-36	37.81207	29.90123	126	Na-Cl-SO4	-8.6	61025.7	943.0	815.5	61025.7	4.1	9090.8	204.9	74.2	82.4
	GOLISTASYONU-37	37.81159	29.87933	98	Na-Cl-SO4	-7.4	57778.6	886.5	784.1	57778.6	4.4	8772.5	218.0	72.6	82.3
	GOLISTASYONU-38	37.81598	29.87269	97	Na-Cl-SO4	-5.9	58304.0	888.8	810.6	58304.0	4.4	9160.8	221.2	74.7	82.1
	GOLISTASYONU-39	37.82256	29.8698	127	Na-Cl-SO4	-8.9	61288.9	949.5	815.4	61288.9	4.4	9106.5	219.6	74.1	82.1
	GOLISTASYONU-4	37.8432	29.92313	113	Na-Cl-SO4	-8.8	59783.0	926.3	795.6	59783.0	4.5	8994.3	226.2	72.7	82.4
	GOLISTASYONU-40	37.83215	29.8659	109	Na-Cl-SO4	-9.7	60508.8	941.8	797.3	60508.8	4.5	8758.4	226.2	74.1	82.6
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	108	Na-Cl-SO4	-8.5	59394.9	918.3	793.9	59394.9	4.3	8918.1	213.1	72.9	82.3
	GOLISTASYONU-47	37.81045	29.86854	100	Na-Cl-SO4	-5.5	57927.0	878.4	806.5	57927.0	4.3	9040.0	213.1	73.6	82.3
	GOLISTASYONU-50	37.81433	29.85528	101	Na-Cl-SO4	-8.8	58276.8	902.2	776.4	58276.8	4.5	8745.9	226.2	72.0	82.4
	GOLISTASYONU-52	37.81525	29.84372	102	Na-Cl-SO4	-7.7	58329.3	897.6	789.2	58329.3	4.4	8886.5	219.6	72.5	82.6
GOLISTASYONU-54	37.82394	29.83766	107	Na-Cl-SO4	-8.4	59817.1	924.6	800.1	59817.1	4.3	9074.7	216.3	72.7	82.7	
GOLISTASYONU-56	37.82141	29.83166	106	Na-Cl-SO4	-6.6	60952.6	929.7	837.7	60952.6	4.4	9271.3	218.0	75.6	82.5	
GOLISTASYONU-6	37.83878	29.93672	114	Na-Cl-SO4	-10.0	60108.5	938.2	787.1	60108.5	4.6	8867.3	229.4	72.5	82.8	
GOLISTASYONU-63	37.81377	29.83022	105	Na-Cl-SO4	-7.7	61315.5	942.5	828.7	61315.5	4.1	9357.7	203.2	74.3	82.0	
GOLISTASYONU-64	37.81056	29.86827	99	Na-Cl-SO4	-8.4	60313.0	930.9	807.0	60313.0	4.3	9078.1	214.7	73.4	82.6	
GOLISTASYONU-8	37.83071	29.9309	115	Na-Cl-SO4	-8.3	55017.7	849.2	738.1	55017.7	4.4	8272.0	218.0	70.4	82.2	
2011-Hazir	GOLISTASYONU-0	37.84766	29.89382	304	Na-Cl-SO4	-3.5	50958.8	754.6	731.9	50958.8	3.4	7952.8	170.0	71.6	86.3
	GOLISTASYONU-0	37.84766	29.89382	325 YZ	Na-Cl-SO4	9.0	44039.0	601.4	736.7	44039.0	3.6	8491.8	180.0	69.0	86.3

Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	Su Tipi	E.N.	Hesaplanan TÇM	Σ Anyon	Σ Katyon	Σ İyon	Hes.Alkalinite	Σ Toplam Sertlik	Karbonat Sert.	SAR	MH
	GOLISTASYONU-11	37.83929	29.9134	308 YZ	Na-Cl-SO4	-8.5	47180.5	723.1	626.7	47180.5	3.4	7487.4	170.0	62.1	86.5
	GOLISTASYONU-14	37.83918	29.89873	324 tb	Na-Cl-SO4	3.8	43304.5	611.1	684.1	43304.4	3.4	7176.7	170.0	70.6	86.5
	GOLISTASYONU-14	37.83918	29.89873	324 YZ	Na-Cl-SO4	-9.1	49298.7	758.7	650.8	49298.7	3.2	7531.4	160.0	64.7	85.7
	GOLISTASYONU-14	37.83918	29.89873	325/1 YZ	Na-Cl-SO4	-4.7	49330.1	736.1	697.4	49330.1	3.0	7212.0	150.0	71.9	90.3
	GOLISTASYONU-16	37.82932	29.91253	323 YZ	Na-Cl-SO4	8.3	36113.6	482.2	600.9	36113.6	3.6	6125.6	180.0	67.4	90.0
	GOLISTASYONU-17	37.82711	29.91917	322 YZ	Na-Cl	14.5	34528.5	450.9	627.5	34528.5	3.4	5494.2	170.0	75.4	78.4
	GOLISTASYONU-18	37.82145	29.92376	320 YZ	Na-Cl-SO4	1.5	35792.0	515.4	548.4	35792.0	3.4	5823.7	170.0	62.8	85.8
	GOLISTASYONU-2	37.84457	29.90746	307 tb	Na-Mg-Cl	36.6	26057.8	263.9	600.3	26057.8	3.6	5614.1	180.0	71.0	90.3
	GOLISTASYONU-2	37.84457	29.90746	307 YZ	Na-Cl-SO4	-9.2	47519.6	729.1	634.0	47519.6	3.4	6271.6	170.0	70.4	86.5
	GOLISTASYONU-25	37.84425	29.88294	327 YZ	Na-Cl-SO4	0.4	44246.4	628.9	664.3	44246.4	3.2	7127.5	160.0	68.6	87.3
	GOLISTASYONU-26	37.83998	29.8766	329 YZ	Na-Cl-SO4	-23.5	61151.2	836.1	630.3	61151.2	4.2	5686.3	210.0	74.6	90.1
	GOLISTASYONU-26	37.83998	29.8766	330 YZ	Na-Cl-SO4	-5.7	47955.3	720.4	666.6	47955.3	3.2	7214.3	160.0	68.3	90.9
	GOLISTASYONU-37	37.81159	29.87933	348 YZ	Na-Cl-SO4	-3.9	47424.1	701.7	681.2	47424.1	3.4	6533.9	170.0	74.4	89.6
	GOLISTASYONU-4	37.8432	29.92313	311 filtre	Na-Cl-SO4	11.1	42381.1	571.7	733.4	42381.1	3.4	7791.4	170.0	72.5	90.1
	GOLISTASYONU-40	37.83215	29.8659	332 tb	Na-Cl-SO4	5.1	42975.7	600.0	691.8	42975.7	3.4	7272.8	170.0	70.9	91.3
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	335 tb	Na-Cl-SO4	19.2	34140.4	417.4	645.6	34140.4	3.2	6702.4	160.0	69.1	89.1
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	335 YZ	Na-Cl-SO4	-6.7	49958.6	755.7	683.8	49958.6	3.4	7645.0	170.0	67.8	85.1
	GOLISTASYONU-47	37.81045	29.86854	347	Na-Mg-Cl	38.9	26197.2	256.5	616.3	26197.2	3.6	5840.8	180.0	71.4	85.3
	GOLISTASYONU-50	37.81433	29.85528	345 tb	Na-Mg-Cl	27.6	30692.3	351.9	629.6	30692.3	3.4	8145.4	170.0	59.1	86.0
	GOLISTASYONU-50	37.81433	29.85528	345 YZ	Na-Cl-SO4	-3.0	46582.4	691.8	671.9	46582.4	3.4	7386.6	170.0	67.9	85.0
	GOLISTASYONU-52	37.81525	29.84372	343 YZ	Na-Cl-SO4	-2.2	50954.6	743.9	746.9	50954.6	3.6	7273.7	180.0	77.3	84.6
	GOLISTASYONU-54	37.82394	29.83766	338 tb	Na-Cl-SO4	14.3	36237.4	466.1	654.6	36237.4	3.2	6106.4	160.0	74.3	85.8
	GOLISTASYONU-54	37.82394	29.83766	338 YZ	Na-Cl-SO4	8.4	42009.3	577.1	706.0	42009.3	3.4	7021.4	170.0	74.1	85.8
	GOLISTASYONU-56	37.82141	29.83166	339 YZ	Na-Cl-SO4	4.9	42490.7	606.7	683.4	42490.7	3.6	7420.8	180.0	69.1	88.5
	GOLISTASYONU-58	37.81536	29.82841	342 YZ	Na-Cl-SO4	-6.6	47520.6	717.4	655.3	47520.6	3.4	6719.3	170.0	70.0	90.6
	GOLISTASYONU-59	37.81628	29.82201	341 YZ	Na-Cl-SO4	-0.6	45963.4	665.0	687.1	45963.4	3.4	6838.7	170.0	73.1	88.6
	GOLISTASYONU-6	37.83878	29.93672	318 YZ	Na-Cl-SO4	10.7	37612.9	507.3	644.8	37612.9	3.6	7038.5	180.0	66.9	86.8
2011-Ekim	GOLISTASYONU-0	37.84766	29.89382	IMA1	Na-Cl-SO4	-1.4	58656.5	867.7	861.8	58656.5	8.4	10078.6	315.1	73.7	83.8
	GOLISTASYONU-13	37.84471	29.8938	15(GOL)	Na-Cl-SO4	5.4	60113.9	844.4	961.4	60113.9	5.6	11010.1	280.0	78.8	83.8
	GOLISTASYONU-14	37.83918	29.89873	IMA2	Na-Cl-SO4	-1.3	59139.1	874.9	866.6	59139.1	8.9	10413.1	332.6	72.5	83.3
	GOLISTASYONU-16	37.82932	29.91253	IMA10	Na-Cl-SO4	-0.6	61599.4	906.0	913.8	61599.4	8.6	10712.6	323.6	75.6	83.8
	GOLISTASYONU-20	37.82043	29.90625	IMA9	Na-Cl-SO4	0.3	62043.0	903.9	932.9	62043.0	8.9	10386.8	332.8	79.0	83.2
	GOLISTASYONU-26	37.83998	29.8766	IMA3	Na-Cl-SO4	5.9	65723.9	919.2	1059.9	65723.9	8.4	12005.1	310.1	83.4	83.7
	GOLISTASYONU-37	37.81159	29.87933	IMA8	Na-Cl-SO4	-2.4	59733.3	890.6	864.1	59733.3	8.2	10306.1	307.0	72.8	83.9



Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	Su Tipi	E.N.	Hesaplanan TÇM	Σ Anyon	Σ Katyon	Σ İyon	Hes.Alkalinite	Σ Toplam Sertlik	Karbonat Sert.	SAR	MH
	GOLİSTASYONU-41	37.83224	29.85896	IMA4	Na-Cl-SO4	-5.1	64904.2	993.8	910.7	64904.2	8.1	10458.0	299.8	76.6	83.7
	GOLİSTASYONU-45	37.81478	29.86111	IMA7	Na-Cl-SO4	-4.7	61485.5	930.0	864.1	61485.5	8.0	10145.7	286.4	73.4	83.5
	GOLİSTASYONU-55	37.821	29.83562	IMA5	Na-Cl-SO4	0.0	62654.2	915.0	945.7	62654.2	8.2	9696.9	301.4	83.9	83.1
	GOLİSTASYONU-58	37.81536	29.82841	IMA6	Na-Cl-SO4	-6.6	63041.1	966.1	864.0	63041.1	7.5	10151.6	268.3	73.4	83.4
2012-Haziran	GOLİSTASYONU-1	37.84664	29.90286	B16	Na-Cl-SO4	-17.8	48566.4	805.9	568.3	48566.4	5.3	6739.6	233.0	59.9	78.7
	GOLİSTASYONU-1	37.84664	29.90286	B16-T	Na-Cl-SO4	-19.4	52036.1	871.9	595.4	52036.1	4.3	6838.3	214.0	62.2	79.1
	GOLİSTASYONU-11	37.83929	29.9134	128	Na-Cl-SO4	-17.8	49700.4	825.1	582.0	49700.5	4.2	6786.1	212.0	61.3	78.9
	GOLİSTASYONU-13	37.84471	29.8938	B1	Na-Cl-SO4	-14.6	47222.0	769.4	575.3	47222.0	4.3	7270.9	217.0	57.6	80.9
	GOLİSTASYONU-15	37.83411	29.90674	C2	Na-Cl-SO4	-15.4	49832.5	816.4	602.4	49832.5	5.0	7346.3	230.0	60.4	79.9
	GOLİSTASYONU-15	37.83411	29.90674	C2-T	Na-Cl-SO4	-13.0	52401.0	845.1	661.8	52401.0	4.6	7220.6	223.0	67.8	81.3
	GOLİSTASYONU-17	37.82711	29.91917	B12	Na-Cl-SO4	-7.8	17392.3	266.7	233.0	17392.3	5.1	2844.1	205.0	38.3	75.2
	GOLİSTASYONU-20	37.82043	29.90625	B11	Na-Cl-SO4	-15.6	48585.0	794.5	587.9	48585.0	5.0	6875.5	219.0	61.4	78.9
	GOLİSTASYONU-20	37.82043	29.90625	B11-T	Na-Cl-SO4	-20.4	53266.6	897.6	600.9	53266.6	4.3	6928.8	214.0	62.4	79.1
	GOLİSTASYONU-22	37.83374	29.8949	B17	Na-Cl-SO4	-16.4	48701.6	801.4	582.3	48701.6	4.9	6764.6	225.0	61.3	78.8
	GOLİSTASYONU-24	37.83876	29.88384	B2	Na-Cl-SO4	-11.4	46860.6	747.9	600.7	46860.6	5.0	7259.8	226.0	60.8	80.3
	GOLİSTASYONU-24	37.83876	29.88384	B2-T	Na-Cl-SO4	-17.0	51419.7	849.7	610.1	51419.7	4.4	7069.7	218.0	62.6	79.8
	GOLİSTASYONU-25	37.84425	29.88294	111	Na-Cl-SO4	-19.2	50464.7	843.8	578.4	50464.7	4.2	6801.2	211.0	60.7	78.8
	GOLİSTASYONU-26	37.83998	29.8766	110	Na-Cl-SO4	-17.7	51012.5	846.4	598.1	51012.5	5.1	7005.9	228.0	61.8	79.6
	GOLİSTASYONU-28	37.8303	29.8765	B3	Na-Cl-SO4	-39.8	71945.7	1382.0	586.8	71945.7	4.6	7123.5	211.0	59.8	79.9
	GOLİSTASYONU-28	37.8303	29.8765	B3-T	Na-Cl-SO4	-19.1	52661.9	880.4	605.7	52661.9	4.3	6872.5	216.0	63.2	79.6
	GOLİSTASYONU-3	37.84335	29.9156	B15	Na-Cl-SO4	-17.2	48724.3	805.1	576.5	48724.3	5.3	6596.4	237.0	61.6	78.1
	GOLİSTASYONU-3	37.84335	29.9156	B15-T	Na-Cl-SO4	2.4	38292.7	555.9	591.0	38292.7	5.0	6813.3	226.0	61.8	79.0
	GOLİSTASYONU-30	37.82381	29.88181	C3	Na-Cl-SO4	-16.7	50525.1	834.1	600.6	50525.2	5.0	7191.2	230.0	61.0	80.6
	GOLİSTASYONU-30	37.82381	29.88181	C3-T	Na-Cl-SO4	-16.0	53916.8	888.4	648.5	53916.8	5.1	7614.8	233.0	64.1	82.1
	GOLİSTASYONU-33	37.82153	29.89571	B10	Na-Cl-SO4	-15.6	48843.0	798.9	591.5	48843.0	4.4	6775.4	220.0	62.4	78.8
	GOLİSTASYONU-33	37.82153	29.89571	B10-T	Na-Cl-SO4	-20.0	53527.8	899.3	607.3	53527.8	4.8	6980.6	226.0	62.8	79.2
	GOLİSTASYONU-34	37.81791	29.88779	B9	Na-Cl-SO4	-15.3	49093.1	802.3	597.1	49093.1	3.6	6847.9	178.0	62.6	78.9
	GOLİSTASYONU-34	37.81791	29.88779	B9-T	Na-Cl-SO4	-16.4	50871.0	837.3	608.8	50871.0	4.9	6962.4	225.0	63.1	79.1
	GOLİSTASYONU-37	37.81159	29.87933	B8	Na-Cl-SO4	-17.5	49348.0	818.5	575.9	49348.0	4.2	7290.9	211.0	57.6	78.9
	GOLİSTASYONU-37	37.81159	29.87933	B8-T	Na-Cl-SO4	-21.3	53603.4	907.8	596.0	53603.4	5.1	6932.4	228.0	61.7	79.2
	GOLİSTASYONU-39	37.82256	29.8698	B4	Na-Cl-SO4	-14.9	48501.6	790.8	591.0	48501.6	4.6	7146.5	220.0	60.2	79.9
	GOLİSTASYONU-39	37.82256	29.8698	B4-T	Na-Cl-SO4	-19.0	54273.6	906.7	626.5	54273.6	4.3	7045.2	217.0	64.7	79.4
	GOLİSTASYONU-4	37.8432	29.92313	C1	Na-Cl-SO4	-14.4	47752.3	777.6	584.6	47752.3	4.9	7364.8	217.0	58.3	80.4
	GOLİSTASYONU-40	37.83215	29.8659	109	Na-Cl-SO4	-17.3	50119.9	828.9	592.1	50119.9	4.7	6823.4	222.0	62.1	79.5

Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	Su Tipi	E.N.	Hesaplanan TÇM	Σ Anyon	Σ Katyon	Σ İyon	Hes.Alkalinite	Σ Toplam Sertlik	Karbonat Sert.	SAR	MH
	GOLISTASYONU-40	37.83215	29.8659	109-T	Na-Cl-SO4	-16.6	50874.8	839.3	608.3	50874.8		7044.1		62.6	79.7
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	108	Na-Cl-SO4	-17.5	49141.0	813.3	578.4	49141.0	5.1	6751.2	235.0	60.9	80.0
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	B18	Na-Cl-SO4	-15.4	48217.4	788.1	586.2	48217.4	4.9	6727.4	231.0	62.0	78.7
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	C8	Na-Cl-SO4	-16.2	49768.3	817.8	597.5	49768.3	3.6	6949.2	180.0	62.1	79.1
	GOLISTASYONU-42	37.83074	29.84832	C8-T	Na-Cl-SO4	-17.4	51269.3	848.6	604.0	51269.3	4.8	7024.8	224.0	62.1	79.8
	GOLISTASYONU-43	37.82069	29.86022	C4	Na-Cl-SO4	-17.2	50321.0	832.9	593.6	50321.0	5.0	7112.9	231.0	60.9	79.4
	GOLISTASYONU-43	37.82069	29.86022	C4-T	Na-Cl-SO4	-15.7	51797.5	850.9	625.6	51797.5	4.9	7401.1	228.0	62.9	81.3
	GOLISTASYONU-45	37.81478	29.86111	B5	Na-Cl-SO4	-12.4	47282.7	758.8	598.4	47282.7	4.3	7035.9	206.0	61.7	79.1
	GOLISTASYONU-45	37.81478	29.86111	B5-T	Na-Cl-SO4	-18.9	53805.3	898.6	620.6	53805.3	4.3	7181.1	214.0	63.2	79.5
	GOLISTASYONU-47	37.81045	29.86854	B7	Na-Cl-SO4	-15.9	49283.3	806.7	593.2	49283.3	4.5	6968.9	207.0	61.5	77.9
	GOLISTASYONU-49	37.80872	29.85865	B6	Na-Cl-SO4	-17.9	48325.6	800.9	564.3	48325.5	5.5	6657.2	209.0	59.7	78.6
	GOLISTASYONU-53	37.81832	29.84661	C5	Na-Cl-SO4	-15.1	48677.6	794.6	593.1	48677.6	5.0	6973.6	226.0	61.5	79.9
	GOLISTASYONU-53	37.81832	29.84661	C5-T	Na-Cl-SO4	-16.5	51938.0	856.1	620.2	51938.0	5.0	7188.6	223.0	63.1	80.1
	GOLISTASYONU-54	37.82394	29.83766	107	Na-Cl-SO4	-16.4	49758.4	818.6	595.0	49758.4	4.8	6959.3	222.0	61.5	79.0
	GOLISTASYONU-55	37.821	29.83562	C7	Na-Cl-SO4	-16.5	49973.7	822.4	597.2	49973.7	4.7	6936.9	224.0	62.1	78.9
	GOLISTASYONU-55	37.821	29.83562	C7-T	Na-Cl-SO4	-17.0	52904.6	873.7	627.3	52904.6	5.0	7293.7	226.0	63.3	79.9
	GOLISTASYONU-57	37.81966	29.82685	C6	Na-Cl-SO4	-14.7	48921.6	796.7	599.1	48921.6	4.2	7080.4	211.0	61.5	79.3
	GOLISTASYONU-57	37.81966	29.82685	KANALYANI	Na-Cl-SO4	-15.3	50605.9	828.7	616.6	50605.9		7165.2		63.2	78.8
GOLISTASYONU-61	37.81505	29.81755	SODASGOL	Na-Cl-SO4	-16.6	56543.0	932.2	676.1	56543.0	7.7	7696.1	260.0	66.9	79.1	
GOLISTASYONU-8	37.83071	29.9309	B13	Na-Cl-SO4	-22.1	32609.1	547.5	356.3	32609.1	6.1	4295.9	213.0	47.8	77.1	
GOLISTASYONU-9	37.83594	29.9252	B14	Na-Cl-SO4	-15.4	45472.4	742.2	551.9	45472.4	4.8	6418.3	214.0	59.7	78.1	
GOLISTASYONU-9	37.83594	29.9252	B14-T	Na-Cl-SO4	-19.8	52502.7	881.5	597.4	52502.8	4.3	6871.4	216.0	62.2	78.9	
Eylül-2012	GOLISTASYONU-1	37.84664	29.90286	D14	Na-Cl-SO4	-10.2	64499.0	1007.7	846.3	64499.0	7.4	8964.4	283.0	77.8	82.3
	GOLISTASYONU-13	37.84471	29.8938	D1	Na-Cl-SO4	-3.7	62885.4	942.0	901.1	62885.4	8.0	9590.6	300.0	80.0	83.1
	GOLISTASYONU-15	37.83411	29.90674	D13	Na-Cl-SO4	12.5	48630.1	642.6	854.8	48630.1	7.8	8740.9	300.0	79.9	82.8
	GOLISTASYONU-17	37.82711	29.91917	D12	Na-Cl-SO4	-6.2	41570.1	623.0	572.2	41570.1	7.1	6199.9	291.0	63.2	82.6
	GOLISTASYONU-20	37.82043	29.90625	D11	Na-Cl-SO4	-9.4	62825.1	976.6	834.2	62825.1	7.7	8702.9	298.0	78.0	83.5
	GOLISTASYONU-24	37.83876	29.88384	D2	Na-Cl-SO4	-8.0	64882.3	1000.1	876.5	64882.3	8.6	9420.7	316.0	78.3	82.4
	GOLISTASYONU-28	37.8303	29.8765	D3	Na-Cl-SO4	-8.9	63414.3	983.7	846.0	63414.3	7.8	9163.3	289.0	76.7	82.2
	GOLISTASYONU-33	37.82153	29.89571	D10	Na-Cl-SO4	-9.5	63213.6	983.8	836.8	63213.6	7.9	8973.1	301.0	76.8	81.6
	GOLISTASYONU-34	37.81791	29.88779	D9	Na-Cl-SO4	-8.0	62546.6	966.2	845.0	62546.6	8.0	9136.0	302.0	76.7	81.9
	GOLISTASYONU-37	37.81159	29.87933	D8	Na-Cl-SO4	-5.9	60904.8	928.4	847.4	60904.8	7.6	9033.5	296.0	77.5	81.6
	GOLISTASYONU-39	37.82256	29.8698	D4	Na-Cl-SO4	-30.1	87089.8	1584.5	851.9	87089.8	8.1	9279.0	306.0	76.7	82.0
	GOLISTASYONU-43	37.82069	29.86022	C4	Na-Cl-SO4	-8.7	63943.4	990.3	854.5	63943.4	7.9	9362.0	300.0	76.5	82.8

Dönem	İstasyon No	Latitude	Longitude	Örnek Kodu	Su Tipi	E.N.	Hesaplanan TÇM	Σ Anyon	Σ Katyon	Σ İyon	Hes. Alkalinite	Σ Toplam Sertlik	Karbonat Sert.	SAR	MH
	GOLİSTASYONU-45	37.81478	29.86111	D5	Na-Cl-SO4	-6.7	67665.5	1033.3	935.7	67665.5	7.9	9312.9	293.0	85.2	82.0
	GOLİSTASYONU-46	37.81192	29.86727	D7	Na-Cl-SO4	-6.5	64357.0	983.8	889.2	64357.0	8.1	9385.2	305.0	79.9	81.8
	GOLİSTASYONU-50	37.81433	29.85528	101	Na-Cl-SO4	-11.0	66541.1	1045.4	862.9	66541.1	6.7	9187.8	276.0	78.3	82.3
	GOLİSTASYONU-53	37.81832	29.84661	D6	Na-Cl-SO4	-7.7	63703.2	976.2	863.0	63703.3	7.6	9337.7	281.0	77.5	82.0
2013-Haziran	GOLİSTASYONU-12	37.84417	29.89819	WV-1	Na-Cl-SO4	-5.7	54599.5	860.1	751.2	54599.5	7.6	10594.5	259.0	60.9	80.3
	GOLİSTASYONU-11	37.83929	29.9134	WV-2	Na-Cl-SO4	-0.3	51743.3	770.1	762.3	51743.3	7.4	10397.0	254.0	62.7	79.9
	GOLİSTASYONU-8	37.83071	29.9309	WV-4	Na-Cl-SO4	-7.7	49608.0	772.0	662.4	49608.0	6.0	8802.4	243.0	59.4	79.6
	GOLİSTASYONU-17	37.82711	29.91917	WV-5	Na-Cl-SO4	-7.4	51528.7	799.8	689.2	51528.7	9.0	9275.0	289.0	59.9	75.4
	GOLİSTASYONU-17	37.82711	29.91917	WV-5	Na-Cl-SO4	-7.9	53332.6	831.9	711.0	53332.6	9.0	9415.6	289.0	61.8	80.0
	GOLİSTASYONU-16	37.82932	29.91253	WV-6	Na-Cl-SO4	-8.3	54379.4	852.7	721.3	54379.4	7.8	9652.6	262.0	61.8	78.9
	GOLİSTASYONU-22	37.83374	29.8949	WV-7	Na-Cl-SO4	-8.0	56158.0	877.5	743.9	56158.0	6.7	10209.7	244.0	61.4	76.2
	GOLİSTASYONU-23	37.83911	29.88653	WV-8	Na-Cl-SO4	-9.6	56052.9	884.3	731.4	56052.8	8.3	9513.2	272.0	63.4	79.8
	GOLİSTASYONU-30	37.82381	29.88181	WV-11	Na-Cl-SO4	-9.5	56710.6	893.7	741.1	56710.6	8.5	9683.5	281.0	63.6	79.3
	GOLİSTASYONU-37	37.81159	29.87933	WV-16	Na-Cl-SO4	-10.7	53535.6	851.2	688.6	53535.6	8.5	8904.9	280.0	61.8	79.4
	GOLİSTASYONU-38	37.81598	29.87269	WV-15	Na-Cl-SO4	-9.8	53879.4	846.0	697.8	53879.4	5.8	9198.4	257.0	61.0	79.4
	GOLİSTASYONU-42	37.83074	29.84832	WV-13	Na-Cl-SO4	-8.7	55841.8	875.7	737.5	55841.8	9.2	9646.6	296.0	63.2	79.9
	GOLİSTASYONU-44	37.82152	29.86367	WV-14	Na-Cl-SO4	-10.1	55882.1	884.9	724.6	55882.1	9.3	9406.5	299.0	63.2	79.3
	GOLİSTASYONU-53	37.81832	29.84661	WV-18	Na-Cl-SO4	-11.3	55975.2	892.0	714.0	55975.2	8.7	9114.9	289.2	63.4	78.8
	GOLİSTASYONU-58	37.81536	29.82841	WV-19	Na-Cl-SO4	-11.8	55826.5	891.2	708.8	55826.5	8.6	8923.4	290.0	63.7	79.0
	GOLİSTASYONU-60	37.81285	29.8243	WV-20	Na-Cl-SO4	-10.7	57700.6	912.2	742.0	57700.6	9.6	9501.7	320.0	64.5	79.7
	HAVUZ-0	37.84256	29.81465	Sarıkavak OB Havuzu	Na-Cl-SO4	-13.5	99940.5	1622.3	1249.3	99940.5	16.8	14547.6	540.0	89.2	82.5
	HAVUZ-12	37.86489	29.90963	4.Nolu tuz Üretim Havuzu	Na-Cl	5.3	320747.1	5080.6	5415.6	320747.1	19.4	48568.7	970.0	219.0	98.2
	HAVUZ-18	37.86274	29.85509	C.Kora	Na-Cl	-13.4	226098.0	3832.0	2861.3	226098.0	19.6	35186.6	800.0	130.0	94.6
	HAVUZ-3	37.84734	29.83	Sarıkavak Depo Havuzu	Na-Cl-SO4	-11.0	173944.6	2737.2	2254.7	173944.5	15.6	24548.3	780.0	125.0	91.1

## EK H Tuzlu Göl Hidrojeokimyası Bölümü Ekleri

**Tablo H. 1:** Haziran 2013 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=16).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ba	B	Br	Fe	Li	Sr
pH	0,69	0,32	-0,05	-0,17	-0,42	-0,57	-0,18	-0,08	0,27	0,25	0,03	0,69	-0,24	-0,77	-0,58	-0,42	-0,48	-0,39
t	1,00	0,23	0,37	-0,47	-0,39	-0,34	0,03	-0,16	0,17	0,57	0,12	0,64	-0,40	-0,50	-0,19	-0,34	-0,33	-0,35
Ec		1,00	-0,15	-0,06	0,03	-0,06	0,34	0,37	-0,17	0,60	0,47	0,61	0,06	-0,40	0,09	-0,07	-0,14	0,28
Eh			1,00	-0,30	0,08	0,25	0,27	-0,13	-0,30	0,38	0,29	0,12	-0,11	0,00	0,15	0,04	0,02	0,14
ÇO				1,00	0,02	-0,15	-0,06	-0,22	-0,29	-0,13	0,20	0,05	0,27	-0,21	-0,40	-0,11	-0,26	-0,03
Ca					1,00	0,36	0,30	0,64	-0,26	-0,04	0,02	-0,19	-0,16	0,21	0,23	0,87	0,44	0,64
Mg						1,00	0,79	0,33	-0,25	0,07	0,01	-0,37	0,01	0,74	0,78	0,40	0,82	0,68
Na							1,00	0,28	-0,42	0,48	0,38	0,18	-0,09	0,27	0,56	0,20	0,52	0,75
K								1,00	0,32	0,08	-0,36	0,05	-0,25	0,10	0,29	0,69	0,55	0,34
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,19	-0,85	0,06	-0,19	-0,07	-0,15	-0,04	0,09	-0,64
Cl										1,00	0,42	0,76	-0,16	-0,34	0,20	-0,05	-0,21	0,24
CO <sub>3</sub>											1,00	0,29	0,21	-0,21	0,01	-0,24	-0,27	0,43
SO <sub>4</sub>												1,00	-0,08	-0,82	-0,32	-0,24	-0,52	-0,10
Ba													1,00	-0,01	-0,08	-0,02	-0,31	-0,04
B														1,00	0,72	0,31	0,78	0,34
Br															1,00	0,34	0,66	0,58
Fe																1,00	0,47	0,47
Li																	1,00	0,44

**Tablo H. 2:** Haziran 2012 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=34).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ba	Br	Fe	Li
pH	0,58	-0,54	0,15	-0,50	-0,57	-0,65	-0,63	-0,64	-0,53	-0,42	0,47	-0,49	-0,11	-0,02	-0,22	-0,13
t	1,00	-0,63	-0,02	-0,92	-0,85	-0,89	-0,88	-0,84	-0,29	-0,58	0,15	-0,70	-0,10	-0,34	-0,14	-0,33
Ec		1,00	-0,06	0,60	0,86	0,79	0,87	0,74	0,27	0,63	0,00	0,79	0,20	0,31	-0,02	0,64
Eh			1,00	-0,17	0,12	0,13	0,03	0,13	0,06	0,16	-0,08	0,12	0,39	0,21	-0,06	-0,23
ÇO				1,00	0,75	0,75	0,80	0,70	0,17	0,49	0,00	0,60	0,10	0,34	0,07	0,41
Ca					1,00	0,94	0,97	0,92	0,42	0,68	-0,22	0,82	0,12	0,32	0,10	0,53
Mg						1,00	0,96	0,94	0,50	0,70	-0,29	0,83	0,15	0,34	0,15	0,41
Na							1,00	0,93	0,45	0,70	-0,24	0,84	0,11	0,40	0,09	0,54
K								1,00	0,54	0,68	-0,36	0,79	0,10	0,36	0,16	0,42
HCO <sub>3</sub>									1,00	0,27	-0,89	0,32	-0,01	-0,08	0,15	0,20
Cl										1,00	-0,18	0,96	0,05	0,83	0,12	0,24
CO <sub>3</sub>											1,00	-0,16	-0,04	0,12	-0,25	0,02
SO <sub>4</sub>												1,00	0,10	0,82	0,08	0,39
Ba													1,00	-0,08	-0,11	0,15
Br														1,00	0,12	0,00
Fe															1,00	-0,50
Li																1,00

**Tablo H. 3:** Haziran 2012 göl tabanı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=18).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ba	Br	Fe	Li
pH	0,23	0,55	0,02	0,04	0,15	-0,14	-0,21	-0,42	-0,16	0,13	0,25	0,13	0,63	-0,01	-0,05	-0,25
t	1,00	0,62	0,02	-0,02	0,61	-0,71	-0,77	0,17	0,07	-0,07	0,63	-0,07	0,24	-0,22	-0,15	-0,69
Ec		1,00	-0,26	-0,20	0,06	-0,37	-0,35	-0,06	0,17	0,01	0,15	0,00	0,24	-0,18	-0,23	-0,47
Eh			1,00	0,49	0,02	-0,13	0,17	0,19	0,23	0,29	-0,17	0,28	0,07	0,27	-0,21	-0,20
ÇO				1,00	0,15	-0,01	0,21	0,09	0,27	0,17	-0,34	0,17	-0,29	0,16	-0,04	0,15
Ca					1,00	-0,60	-0,62	0,32	-0,19	0,08	0,49	0,10	0,17	-0,17	0,23	-0,41
Mg						1,00	0,81	-0,20	-0,08	0,22	-0,09	0,21	-0,21	0,26	0,26	0,74
Na							1,00	0,08	0,18	0,24	-0,51	0,22	-0,36	0,24	0,20	0,61
K								1,00	-0,07	0,12	0,04	0,12	-0,21	-0,13	0,27	-0,09
HCO <sub>3</sub>									1,00	0,34	-0,88	0,34	-0,41	0,36	-0,33	-0,01
Cl										1,00	-0,12	1,00	0,15	0,44	0,06	0,18
CO <sub>3</sub>											1,00	-0,12	0,36	-0,19	0,23	0,01
SO <sub>4</sub>												1,00	0,15	0,44	0,07	0,18
Ba													1,00	-0,26	-0,14	-0,50
Br														1,00	0,21	0,46
Fe															1,00	0,29

**Tablo H. 4:** Eylül 2012 göl fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=16).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ba	Br	Fe	Li
pH	-0,59	-0,52	0,08	0,60	0,28	0,29	0,30	0,22	-0,44	0,55	0,53	0,49	0,41	0,51	0,72	0,04
t	1,00	0,73	-0,29	-0,71	-0,57	-0,62	-0,48	-0,49	0,54	-0,53	-0,37	-0,61	-0,29	-0,58	-0,46	-0,45
Ec		1,00	-0,29	-0,60	0,10	0,01	0,17	0,15	0,18	-0,22	-0,06	-0,23	-0,07	-0,17	-0,26	0,23
Eh			1,00	-0,05	-0,06	0,03	-0,03	0,05	-0,32	0,18	-0,01	0,20	-0,23	0,15	-0,13	0,08
ÇO				1,00	0,34	0,48	0,38	0,40	-0,35	0,28	0,35	0,35	0,76	0,34	0,76	0,19
Ca					1,00	0,92	0,89	0,88	-0,58	0,56	0,57	0,65	0,40	0,62	0,49	0,89
Mg						1,00	0,95	0,97	-0,58	0,50	0,60	0,61	0,55	0,58	0,53	0,92
Na							1,00	0,94	-0,59	0,41	0,58	0,51	0,52	0,52	0,46	0,88
K								1,00	-0,53	0,41	0,63	0,49	0,55	0,47	0,53	0,91
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,23	-0,68	-0,38	-0,42	-0,22	-0,44	-0,49
Cl										1,00	0,31	0,93	0,22	0,96	0,43	0,47
CO <sub>3</sub>											1,00	0,32	0,55	0,20	0,74	0,42
SO <sub>4</sub>												1,00	0,29	0,93	0,44	0,61
Ba													1,00	0,25	0,78	0,35
Br														1,00	0,38	0,56
Fe															1,00	0,25



**Tablo H. 5:** Haziran 2011 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=23).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	F	SO <sub>4</sub>	Ba	Br	Li
pH	0,36	-0,49	-0,15	0,59	0,13	-0,42	-0,50	-0,43	-0,20	-0,15	-0,57	-0,11	0,26	-0,46	0,04
t	1,00	-0,78	0,21	0,63	0,05	-0,14	-0,40	-0,30	0,03	-0,23	0,47	-0,26	-0,10	-0,46	0,08
Ec		1,00	0,02	-0,73	0,04	0,20	0,48	0,40	-0,02	0,35	-0,31	0,26	0,04	0,54	-0,05
Eh			1,00	-0,07	-0,23	0,15	-0,25	-0,04	-0,12	0,14	0,19	0,16	-0,09	0,05	-0,07
ÇO				1,00	0,03	-0,37	-0,63	-0,50	-0,10	-0,28	-0,35	-0,23	-0,06	-0,81	0,08
Ca					1,00	0,18	0,26	0,38	-0,15	0,06	0,00	-0,32	0,18	0,30	0,33
Mg						1,00	0,63	0,75	-0,30	0,54	0,62	-0,01	0,33	0,72	0,49
Na							1,00	0,81	-0,08	0,39	0,31	0,06	0,52	0,79	0,27
K								1,00	-0,46	0,50	-0,26	-0,21	0,67	0,85	0,82
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,29	0,23	0,48	-0,64	-0,03	-0,84
Cl										1,00	-0,40	0,50	0,21	0,72	0,14
CO <sub>3</sub>											0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F											1,00	-0,30	-0,33	-0,61	0,30
SO <sub>4</sub>												1,00	-0,51	0,68	-0,89
Ba													1,00	0,45	0,68
Br														1,00	0,17

**Tablo H. 6:** Haziran 2011 göl tabanı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=6).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	F	SO <sub>4</sub>	Ba	Li
pH	0,39	0,31	-0,81	0,49	0,69	-0,10	-0,40	0,17	-0,08	-0,25	-0,80	-0,33	-0,55	-0,71
t	1,00	0,25	0,10	0,44	-0,24	-0,57	0,07	-0,51	-0,12	0,00	-0,95	0,02	-0,66	-0,29
Ec		1,00	-0,11	0,10	0,55	0,41	0,68	0,62	-0,36	0,83	-0,03	0,78	-0,23	0,10
Eh			1,00	-0,56	-0,73	-0,21	0,57	-0,40	-0,34	0,35	0,95	0,46	0,11	0,45
ÇO				1,00	0,01	-0,26	-0,27	-0,16	0,72	-0,18	-0,95	-0,25	-0,16	-0,03
Ca					1,00	0,54	-0,08	0,79	-0,28	0,16	-0,15	0,07	-0,19	-0,54
Mg						1,00	0,16	0,91	-0,04	0,38	0,52	0,34	0,91	0,65
Na							1,00	0,26	-0,38	0,96	0,60	0,98	-0,06	0,46
K								1,00	-0,15	0,50	0,39	0,43	0,68	0,38
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,32	-0,50	-0,37	0,83	0,78
Cl										1,00	0,45	0,99	0,07	0,58
F											1,00	0,52	0,54	0,41
SO <sub>4</sub>												1,00	0,07	0,58
Ba													1,00	0,86

**Tablo H. 7:** Ekim 2011 göl fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=11).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	CO <sub>3</sub>	F	SO <sub>4</sub>	Br	Fe	Li
pH	-0,92	-0,72	0,91	0,92	0,32	0,19	0,29	0,46	-0,20	0,43	0,34	-0,12	0,67	0,15	0,13	0,03
t	1,00	0,92	-0,95	-0,92	-0,07	0,04	-0,09	-0,31	0,16	-0,39	-0,27	0,11	-0,62	0,00	0,07	0,15
Ec		1,00	-0,83	-0,79	0,02	0,12	-0,07	-0,28	0,02	-0,25	-0,25	0,01	-0,51	0,02	0,18	0,13
Eh			1,00	0,83	0,04	-0,06	0,07	0,19	-0,05	0,24	0,21	0,02	0,45	0,12	-0,10	-0,23
ÇO				1,00	0,21	0,01	0,23	0,44	-0,15	0,51	0,48	-0,28	0,68	0,11	0,14	-0,06
Ca					1,00	0,95	0,77	0,93	0,18	0,09	0,33	0,07	0,36	0,53	0,66	0,86
Mg						1,00	0,67	0,82	0,15	0,10	0,03	0,04	0,30	0,51	0,65	0,80
Na							1,00	0,80	-0,06	0,23	0,24	0,00	0,52	0,60	0,57	0,64
K								1,00	0,08	0,23	0,45	0,00	0,56	0,45	0,62	0,85
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,51	0,09	0,22	-0,62	0,45	0,09	0,14
Cl										1,00	-0,24	-0,89	0,80	0,10	0,49	-0,22
CO <sub>3</sub>											1,00	0,35	0,10	-0,03	-0,06	0,49
F												1,00	-0,46	-0,16	-0,53	0,39
SO <sub>4</sub>													1,00	0,10	0,39	0,16
Br														1,00	0,80	0,18
Fe															1,00	0,31

**Tablo H. 8:** Haziran 2010 göl yüzeyi fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ilişki matrisi (n=26).

	t	Ec	Eh	ÇO	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ba	Li
pH	-0,18	0,04	0,42	0,62	0,05	0,08	0,07	0,08	0,11	0,24	0,23	-0,32	-0,13
t	1,00	-0,36	0,27	-0,20	-0,56	-0,56	-0,56	-0,20	-0,32	-0,49	-0,49	-0,11	-0,55
Ec		1,00	-0,24	-0,06	0,49	0,48	0,48	0,21	-0,01	0,44	0,44	0,15	0,49
Eh			1,00	0,06	-0,28	-0,27	-0,25	-0,22	0,25	-0,20	-0,20	-0,43	-0,30
ÇO				1,00	0,04	0,05	0,06	0,13	0,02	0,20	0,19	-0,34	-0,13
Ca					1,00	0,98	0,98	0,31	-0,08	0,87	0,88	0,25	0,90
Mg						1,00	0,99	0,38	-0,07	0,93	0,94	0,18	0,91
Na							1,00	0,35	-0,06	0,91	0,92	0,22	0,90
K								1,00	-0,01	0,47	0,47	-0,09	0,33
HCO <sub>3</sub>									1,00	-0,02	-0,02	-0,06	-0,04
Cl										1,00	1,00	-0,07	0,75
SO <sub>4</sub>											1,00	-0,05	0,77
Ba												1,00	0,37

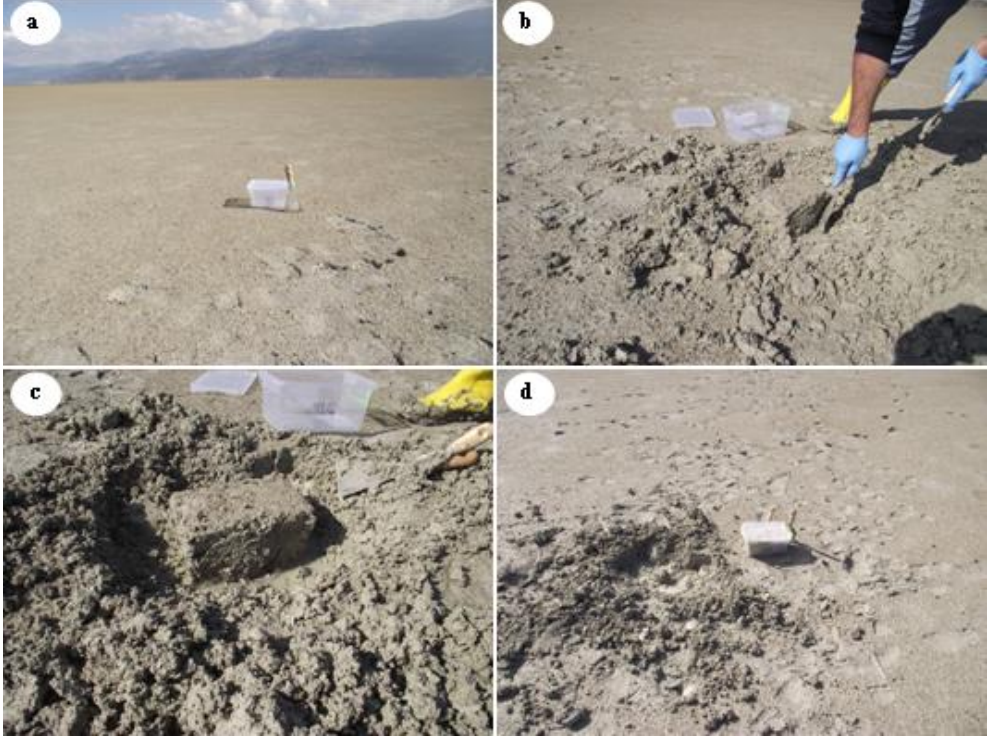
**Tablo H. 9:** PITZER modeli ile doygunluğu hesaplanan mineraller (\*; doygunluk indisi belirlenemeyenler).

* Akermanit	Brusit	* Forsterit	Kizerit	Pentahidrit
Anhidrit	Burkeyit	Geylüsit	Labile	Pirssonite
* Antofilit	Kalsit	Glaserit	Leonhardite	Polihalit
* Antigorit	Karnalit	Globerit	Leonit	Kuvars
Aragonit	Selestite	Görgeyit	Manyezit	Şönit
Arcanite	* Kalsedon	Jips	Mirabilit	* Sepiyolit
Artinit	* Krizotil	Halit	Misenit	SiO <sub>2</sub> (a)
Barit	* Diyopsit	Heksahidrit	NaB <sub>5</sub> O <sub>8</sub> :5H <sub>2</sub> O	Silvit
Bişofit	Dolomit	Huntit	Nahcolite	* Talk
Blödit	* Enstatit	Kainit	Natron	Tenardit
Boraks	Epsomit	Kalisinit	Nesquehonite	Trona
CO <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O(g)	H <sub>2</sub> Sg(g)		

**Tablo H. 10:** LLNL modeli ile doygunluğu hesaplanan mineraller (\*; doygunluk indisi belirlenemeyenler).

* Alamozit	* Flüorapatit	Monohidrokalzit
* Albit	Fluorit	* Montmor.-Ca
Alstonit	Gibsit	* Montmor.-K
Antarktisit	Hematit	* Montmor.-Mg
Ba(OH) <sub>2</sub> :8H <sub>2</sub> O	Hidromanyezit	* Montmor.-Na
* Ba <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Hidrofilite	* Muskovit
* Ba <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	K <sub>3</sub> H(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
BaBr <sub>2</sub>	* K-Feldispat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :7H <sub>2</sub> O
BaCl <sub>2</sub>	KMgCl <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
BaCl <sub>2</sub> :2H <sub>2</sub> O	KMgCl <sub>3</sub> :2H <sub>2</sub> O	Na <sub>3</sub> H(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
BaO	KNaCO <sub>3</sub> :6H <sub>2</sub> O	Na <sub>4</sub> Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> :2H <sub>2</sub> O
Bassanite	Lansfordit	* Nontronit-Ca
Ca <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> :H <sub>2</sub> O	Lime	Oksiklorür-Mg
Ca <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>7</sub> :19H <sub>2</sub> O	Manyetit	Periklaz
Ca <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> :13H <sub>2</sub> O	Mercallite	Pikromerit
CaSO <sub>4</sub> :0.5H <sub>2</sub> O(beta)	Mg <sub>1.25</sub> SO <sub>4</sub> (OH)0.5:0.5H <sub>2</sub> O	Portlandit
Kloromanyezit	Mg <sub>1.5</sub> SO <sub>4</sub> (OH)	Starkeyit
Dolomit-dis	MgBr <sub>2</sub>	Singenit
Dolomit-ord	MgCl <sub>2</sub> :2H <sub>2</sub> O	Takhidrit
Fe(OH) <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub> :4H <sub>2</sub> O	Termonatrit
Fe(OH) <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub> :H <sub>2</sub> O	Trona-K
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Viterit

## EK I Güncel Sediman Jeokimyası ve Petrografisi Bölümü Ekleri



Şekil I. 1: Acıgöl'de göl yüzeyinde göl suyuna uzak alanda siğ kolon (0-7cm) örneklemesinin arazi görünümü (SSS-6 Örneklemesi).



Şekil I. 2: Acıgöl'de göl yüzeyinde göl suyuna yakın anaerobik alanda siğ kolon (0-7cm) örneklemesinin arazi görünümü (SSS-7 örneklemesi).



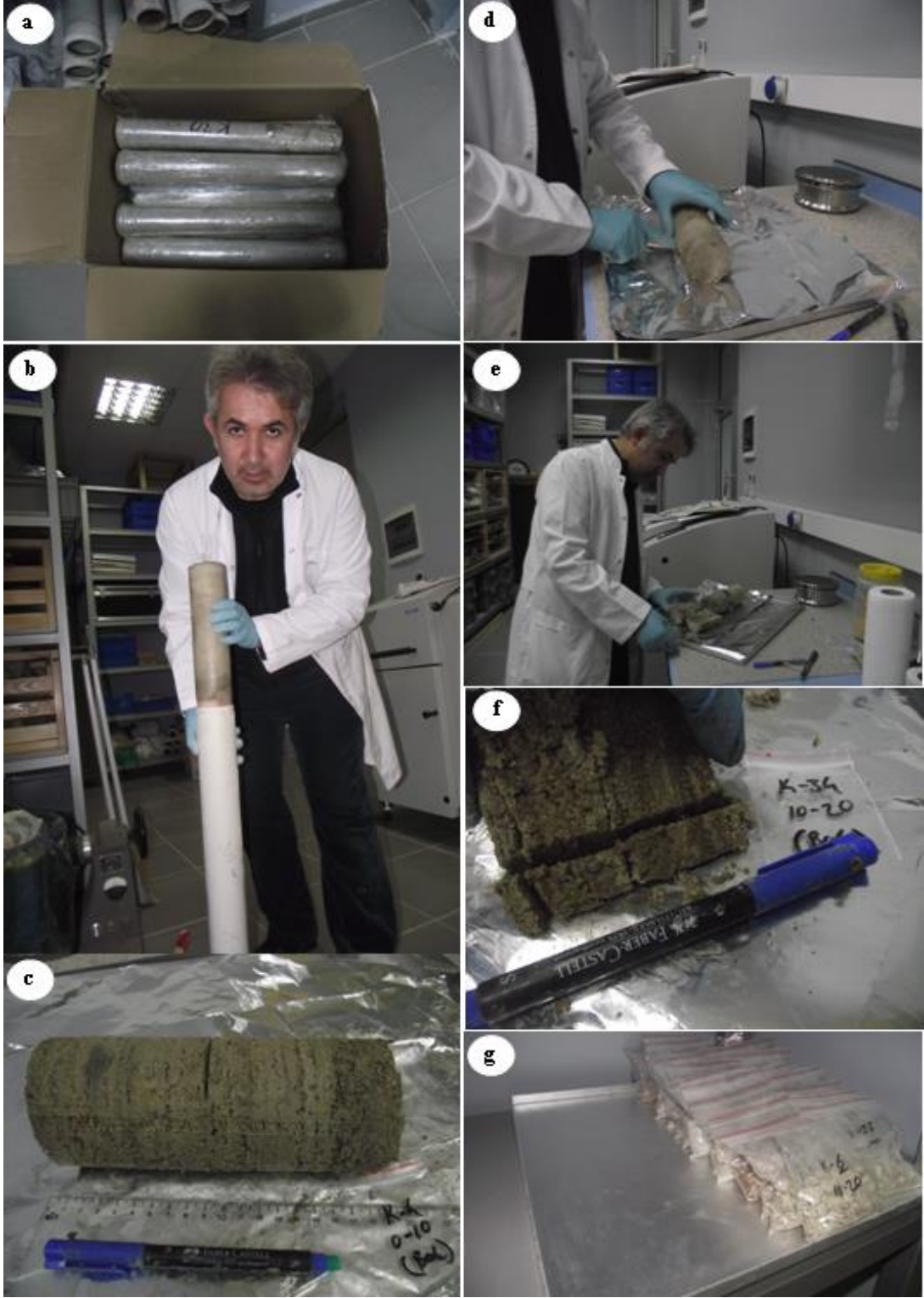


**Şekil I. 3:** Acıgöl'de göl yüzeyinde siğ trenç uygulaması ile siğ kolon örnekleme ve gölde mikro ölçekte görelen istiflenme.





**Şekil I. 4:** Göl yüzeyinde karot örneklemeleri a) Gölün doğusunda sığ karot örneği alımı b)gölün güneyinde sığ karot örneği c,d)karot almak için kullanılm malzemeler e,f)karot alınan noktanın karot sonrası görünümü g)karot noktasının GPS ile konumlandırılması h) karot noktasında aynı anda, yüzey sığ kolon örneklemeleri.



Şekil I. 5: Sığ karot (0-30 cm) sediman örneklerinin laboratuvar ortamında hazırlanması.





Şekil I. 6: Sığ kolon (0-7 cm) sediman örneklerinin laboratuvar ortamında hazırlanması.

## 18. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Muhittin KARAMAN

Doğum Yeri ve Tarihi :01.11.1977

Lisans Üniversite :Pamukkale Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite :Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta :mkaraman@itu.edu.tr

İletişim Adresi :İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji  
Mühendisliği Bölümü, Maslak/İSTANBUL

**Yayın Listesi** :

• **Karaman, M.**, Budakoglu, M., Avci, Z. D. U., Ozelkan, E., Bulbul, A., Civas, M., et al. "Determination of seasonal changes in wetlands using CHRIS/Proba Hyperspectral satellite images: A case study from Acigöl (Denizli), Turkey". Journal of environmental biology, 36(1), 73, (2015).

• Avci, Z. U., **Karaman, M.**, Ozelkan, E., Kumral, M., and Budakoglu, M. "OBIA based hierarchical image classification for industrial lake water". Science of the Total Environment, 487, 565-573, (2014).

• Budakoglu, M., Abdelnasser, A., **Karaman, M.**, and Kumral, M. "The rare earth element geochemistry on surface sediments, shallow cores and lithological units of Lake Acigöl basin, Denizli, Turkey". Journal of Asian Earth Sciences, 111, 632-662, (2015).

• Budakoglu, M., Kurt, H., **Karaman, M.**, Kumru, M., Kumral, M., and Akarsubaşı, A. T. "Archaeal Microbial Diversity of Hypersaline Lake Acigöl, Denizli, Turkey". Geomicrobiology Journal, 31(6), 454-460, (2014).

• Ozelkan, E., **Karaman, M.**, Candar, S., Coskun, Z., and Ormeci, C. "Investigation of grapevine photosynthesis using hyperspectral techniques and development of hyperspectral band ratio indices sensitive to photosynthesis". Journal of environmental biology, 36(1), 91, (2015).

• Ozelkan, E., **Karaman, M.**, Mostamandy, S., Avci, Z. D. U., and Toros, H. "Derivation of PM10 levels using OBRA on LANDSAT 5 TM images: a case study in Izmir, Turkey". Fresenius Environmental Bulletin, 24(4 B), 1585-1596, (2015).

#### **Konferans listesi** :

• Abdelnasser, A., Kumral, M., Zoheir, B. A., Weihed, P., Yildirim, D. K., and Karaman, M., "Hydrothermal alteration geochemistry of Atud gold deposits at the central block of the Egyptian Eastern Desert, Egypt: Insights provided by mass-balance calculations", Paper presented at the Goldschmidt 2014 (Gold2014), Sacramento, California, USA, (2014).

• Akarsubaşı, A. T., Kurt, H., Kumru, M., Budakoglu, M., Kular, A., Esen, E., et al., "Bacterial Diversity of Hypersaline Soda Lake Acigöl, Turkey", Paper presented at the 20th International Symposium on Environmental Biogeochemistry, Istanbul/Turkey, (2011).

• Avci, Z. D. U., Karaman, M., and Ozelkan, E., "Use of Remote Sensing in Determining the Environmental Effects of Open Pit Mining and Monitoring the Recultivation Process", Paper presented at the The 22nd International Mining Congress & Exhibition of Turkey, Ankara, Turkey, (2011).

• Avci, Z. D. U., Karaman, M., Ozelkan, E., and Budakoglu, M., "Su Madenciliği Yapılan Göl Ortamının Nesne-Tabanlı Yöntemle Sınıflandırılması, Acigöl (Denizli) Örneği", Paper presented at the II. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Ankara, Türkiye, (2010b).

• Budakoglu, M., Karabel, S., Karaman, M., Akay, A., Kan, A., and KumRAL, M., "Vertical and Spatial Variations on Carbon Species (TC, TOC, TIC) total sulfur (TS), and Rb/Sr ratios of recent lacustrine sediments: Saline Lake ACIGOL (Denizli)", Paper presented at the SEG 2012, Keystone, Colorado, USA, (2012).

• Budakoglu, M., and Karaman, M. "Stable Carbon ( $\delta^{13}C$ ) and oxygen ( $\delta^{18}O$ ) isotopic compositions of the evaporate mineral associated recent and

shallow core sediments of hypersaline Lake Aci göl Denizli, Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 13181, (2016).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Abdelnasser, A., and Kumral, M., "Spatial REE Geochemical Modeling at Lake Acigöl, Denizli, Turkey: Analytical Approaches on Spatial Interpolation and Spatial Correlation", Paper presented at the ICESCC 2014: International Conference on Earth Science and Climate Change, Cape Town, South Africa, (2014).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Abdelnasser, A., Yildirim, D. K., and Kumral, M., "Geochemical Approach of Rare Earth Element Distribution: A Case Study from Lake Acigol, Denizli, Turkey", Paper presented at the CESCC 2014: International Conference on Earth Science and Climate Change, Cape Town, South Africa, (2015).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Avci, Z. D. U., Kumral, M., and Karabel, S., "Spatial and Temporal Analysis of Salt Ponds Using ASTER Images: Lake Acigöl (Denizli), Southwest Anatolia, Turkey", Paper presented at the The 47th Forum on the Geology of Industrial Minerals, Illinois, USA, (2011).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Damla Uça Avci, Z., and Kumral, M. "Investigation of Lake Water Salinity by Using Four-Band Salinity Algorithm on WorldView-2 Satellite Image for a Saline Industrial Lake", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, (2014).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Geredeli, S., Unal, H., Abdelnasser, A., and Kiran Yildirim, D. "Clay Mineralogy of Shallow Core Sediments of Lake Acigöl, Denizli, Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, (2014).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Karabel, S., Geredeli, S., Bulbul, A., Kurt, H., et al. "Recent sediment geochemistry of an alkaline lake: Lake Acigöl (Denizli), SW Anatolia Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 5151, (2012).

- Budakoglu, M., Karaman, M., Karabel, S., Kumral, M., Akarsubaşı, A. T., Bulbul, A., et al., "Recent Sulfur Cycle of Lake Acigöl (Denizli) Basin, SW TURKEY", Paper presented at the Recent Sulfur Cycle of Lake Acigöl (Denizli) Basin, Istanbul/Turkey, (2011).

• Budakoglu, M., Karaman, M., Karabel, S., Uzasci, S., Bulbul, A., Tasdelen, S., et al., "Redox sensitive trace metal geochemistry of water column and pore waters from a hypersaline lakes: Lake Acigol, Turkey", Paper presented at the 20th International Symposium on Environmental Biogeochemistry, Istanbul, Turkey, (2011).

• Budakoglu, M., Karaman, M., Kurt, H., Doner, Z., and Kumral, M., "Phytoplankton species and distribution patterns of hypersaline Lake Acıgöl, Denizli, Turkey", Paper presented at the Joint Meeting of the Nordic Network of Astrobiology and the Centre of Geobiology, Bergen, Norway, (2014).

• Karaman, M., Avci, Z. D. U., Budakoglu, M., and Tasdelen, S., "Determination of Sulfate Ion Distribution of Lake Acigol (Denizli) by Object-Based Classification Method", Paper presented at the 2. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Ankara/Turkey, (2010a).

• Karaman, M., Avci, Z. D. U., Budakoglu, M., and Tasdelen, S., "Sodyum Sülfat Üretimi Yapılan Acıgöl (Denizli)'de Sülfat İyon Dağılımının Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yöntemi ile Belirlenmesi", Paper presented at the II. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Ankara, Türkiye, (2010b).

• Karaman, M., Avci, Z. U., Papila, I., and Ozelkan, E. "The Analysis of Destruction in Flamingos Habitat of Acıgöl Wetland", (Paper presented at the 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE2011): The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring, Sydney Convention & Exhibition Centre, Proceedings, 1-4, (2011).

• Karaman, M., and Budakoglu, M., "Derivation of Bathymetry Data Using Worldview-2 Multispectral Images in Shallow, Turbid and Saline Lake Acıgöl", Paper presented at the ICESCC 2014 : XII International Conference on Earth Science and Climate Change, Cape Town, South Africa, (2014).

• Karaman, M., and Budakoglu, M., "Specific gravity (relative density) evaluation of hypersaline lakes by in situ hyperspectral measurements ", Paper presented at the GSA Annual Meeting, At Baltimore, Maryland, USA, (2015).

• Karaman, M., Budakoglu, M., Kumral, M., Avci, Z. D. U., Tasdelen, S., Bulbul, A., et al., "Determination of Evaporite Minerals in Dry Land Lake Sediment by Endmember Collection Classification Using Aster Remote Sensing Image: Lake



Acigol (Denizli), Turkey", Paper presented at the V. Jeokimya Sempozyumu (Uluslararası Katılımlı), Denizli/Turkey, (2012).

- Karaman, M., Budakoglu, M., and Tasdelen, S., "Monitoring evaporation-dissolution cycle of Na-Sulfate and halite minerals in hypersaline lake by using multi-temporal Landsat-8 OLI/TIRS images: Acigöl, SW Anatolia Turkey", Paper presented at the 12th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM), İstanbul, (2015).

- Karaman, M., Budakoglu, M., and Tasdelen, S. "Sulfur ( $^{34}\text{S}$ ) and oxygen ( $^{18}\text{O}$ ) isotopic investigation of origin of dissolved sulfate at the Lake Acigöl, Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 13283, (2016).

- Karaman, M., Budakoglu, M., and Tasdelen, S. "Geochemical processes controlling the fluoride concentrations in the groundwater of the Lake Acigöl Basin (Denizli, Turkey)", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 17213, (2017a).

- Karaman, M., Budakoglu, M., and Tasdelen, S. "Nitrate Contamination in the groundwater of the Lake Acigöl Basin, SW Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 17257, (2017b).

- KARAMAN, M., BUDAKOĞLU, M., AVCI, Z. D. U., ÖZELKAN, E., TAŞDELEN, S., BÜLBÜL, A., et al. "Chris/Proba Hiperspektral Uydu Görüntüleri ile Sulak Alanların Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi: Acigöl (Denizli)". (2013).

- Karaman, M., Damla Uça Avcı, Z., Budakoglu, M., and Kumral, M. "Estimation Of Chlorophyll-A Concentration Using Three-Band Algorithm On Worldview-2 Images", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, (2014).

- Karaman, M., Tasdelen, S., Budakoglu, M., and Kumral, M., "Hydrogeochemistry of Groundwaters Feeding Acigöl (Denizli, Turkey)", Paper presented at the VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, Denizli, Turkey, (2010).

- Karaman, M., Uça Avcı, Z., Budakoğlu, M., Taşdelen, S., Özelkan, E., and Papila, İ. "Flamingoların Beslenme Alanlarındaki Tahribatın Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Acigöl (Denizli) Örneği: II". Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, Kırşehir, Türkiye, (2011).

• Karaman, M., Uça Avcı, Z., Özelkan, E., and Budakoğlu, M. "Çözelti Madenciliği Faaliyet Alanlarının Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Acıgöl (Denizli) Örneği: 4". Madencilik ve Çevre Sempozyumu, İzmir, (2011).

• Kumral, M., Abdelnasser, A., Bostanci, A., Doner, Z., Budakoglu, M., and Karaman, M., "Geochemical investigations of Eğrigöz granitoid-hosted Cu-Pb-Zn mineralization at the northern margin of Tauride-Anatolide platform: A case study from Tavşanlı zone, Kütahya, Turkey", Paper presented at the Goldschmidt 2014 (Gold2014), Sacramento, California, USA, (2014).

• Kumral, M., Abdelnasser, A., Karaman, M., and Budakoglu, M. "Using the concentration-volume (CV) fractal model in the delineation of gold mineralized zones within the Tepeoba porphyry Cu-Mo-Au, Balıkesir, NW Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 8812, (2016).

• Kumral, M., Abdelnasser, A., Yildirim, D. K., Karaman, M., Doner, Z., and Budakoglu, M., "Quantitative mass transfer analysis during hydrothermal alteration of intrusion-related Cu-Pb-Zn mineralization in SW Kütahya, Turkey", Paper presented at the 12th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM 2015), Istanbul, Turkey, (2015).

• Kumral, M., Karadağ, A., Soyal, M., Caran, S., Akay, A., Karabel, S., et al. "Excess Nd and Eu Concentrations Discovered in Chromite Deposits from the Beyağaç District, Denizli region, SW Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 5157, (2012).

• KUMSAR, H., AYDAN, Ö., TANO, H., ULUSAY, R., CELİK, S. B., KAYA, M., et al. "An On-Line Monitoring System of Multi-Parameter Changes of Geothermal Systems Related to Earthquake Activity in Western Anatolia in Turkey", (Paper presented at the Proceedings World Geothermal Congress 2010, 25-29, (2010).

• Ozelkan, E., Karaman, M., and Avcı, Z. D. U., "Madencilik Faaliyetlerinin İzlenmesinde Uydu Görüntülerinin Kullanılabilirliği; Kazdağları Örneği", Paper presented at the International Symposium on Kaz Mountains (Mount Ida) and Edremit, Global Change in the Mediterranean Region, Edremit-Balıkesir, Turkey, (2011).

• Ozelkan, E., Karaman, M., and Avci, Z. D. U., "Usability of satellite images in monitoring mining activities, the example of Kaz Mountains", *Environment and Ecology in the Mediterranean Region*, pp. 271-282, (2012).

• Ozelkan, E., Karaman, M., Candar, S., Coskun, Z., and Ormeci, C., "Asma Yaprığı Fotosentezinin Hiperspektral Yöntemlerle İncelenmesi ve Fotosenteze Duyarlı Bant Oranı İndislerin Geliştirilmesi", Paper presented at the 3. Coğrafya Sempozyumu, Kemer-Antalya, Türkiye, (2013).

• Ozelkan, E., Papila, I., Uca Avci, D., and Karaman, M. "Drought determination by using land surface temperature and normalized difference vegetation index", (Paper presented at the 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Sydney, (2011).

• Özelkan, E., Örmeci, C., and Karaman, M. "Determination of the Forest Fire Potential by Using Remote Sensing and Geographical Information System, Case Study-Bodrum/Turkey". *Advances in Remote Sensing and GIS applications in Forest Fire Management From local to global assessments*, 51, (2011).

• Papila, I., Avci, Z. U., Karaman, M., Ozelkan, E., and Kent, S. "Multiscale Fourier Domain Fusion Technique for Remotely Sensed SPOT Images". (2011).

• Tasdelen, S., Budakoglu, M., Kumral, M., Karaman, M., and Karabel, S., "Dissolved Sulfate Budget of a Hypersaline Lake; Acıgöl, SW Anatolia Turkey", Paper presented at the SEG 2010, Denver, (2010).

• Uygur, M., Karaman, M., and Kumral, M. "Hyperspectral image analysis for the determination of alteration minerals in geothermal fields: Çürüksu (Denizli) Graben, Turkey", (Paper presented at the EGU General Assembly Conference Abstracts, 8833, (2016).