



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUZ GÖLÜ VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ ÇÖKELLERİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Mehmet Yavuz HÜSEYİNCA

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TUZ GÖLÜ VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ ÇÖKELLERİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Mehmet Yavuz HÜSEYİNCA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şuayip KÜPELİ

2015, 263 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Şuayip KÜPELİ
Prof. Dr. Kerim KOÇAK
Prof. Dr. Halil BAŞ
Prof. Dr. Şükrü KOÇ
Doç. Dr. M. Muzaffer KARADAĞ

Bu çalışma; Tuz Gölü suyu, bu sudan çökelen güncel tuz tabakası ve altındaki sığ göl çökelleri ile gölün yakın çevresinde yüzeylemiş olan eski göl çökellerinin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda incelenen çökellerin köken kayaç karakterleri, kaynak alanındaki kimyasal bozunma etkisi ve tektonik konumları belirlenmiştir.

Tuz Gölü suyunun kimyasal içeriği bazı yerel dalgalanmalar haricinde önemli bir değişim göstermemektedir. Korelasyon ilişkileri ve küme analizlerine göre sudaki element içeriği felsik ve mafik olmak üzere iki farklı kökenden kaynaklanmaktadır. Ana bileşen olan Na ve Cl elementleri ise muhtemelen yeraltındaki tuz tabakalarından hidrotermal çözeltiler vasıtasıyla taşınarak çökelme ortamına katılmışlardır.

Tuz kabuğu olarak adlandırılan ve göl suyundan kimyasal yollarla çökelen tuz tabakası önemli ölçüde halit ve daha az oranda jipsten meydana gelmektedir. Kabuğun alt ve üst seviyelerini temsil eden örneklerin her birinde Co, Rb, Sr, Zr, Cu, Pb ve Ni içeriği belirlenmiştir. Ancak diğer iz elementler bazı örneklerde ölçülmüş bazılarında ölçülememiştir.

Tuz kabuğunun altındaki sığ göl çökelleri, XRD analizlerine göre kırıntılı ve evaporitik mineral fazlarından oluşmaktadır. Kırıntılı faz kuvars, albit, hölandit, şabazit ve vermikülit; evaporitik faz ise halit, polihalit, jips, dolomit, kalsit, manyezit, huntit, kernit, probertit ve üleksit mineralleri ile temsil edilmektedir. Sığ göl çökellerinin ana oksit ve iz element içerikleri ICP-ES ve ICP-MS analizleriyle belirlenmiştir. Jeokimyasal veriler ana ve iz element içeriklerine göre hazırlanmış olan A-CN-K, köken ve tektonik konum diyagramlarına düşürülmüştür. Bunun yanında örneklerin Nadir Toprak Element (NTE) içerikleri, Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri (ASAŞ), Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK) ve kondrit değerlerine göre normalize edilip değerlendirilmiştir. Sığ göl çökelleri için kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi düşüktür (Rort=8.69 ve STİort=84.64). İz element içeriklerine göre çökeller, üst kabuk kökenli kayaçlar ile ortaç-mafik bileşimli kaynaklardan beslenmiş ve tektonik konum belirleme diyagramlarına göre kıtasal ada yayı konumunda depolanmıştır. Çökellerde, farklılaşmamış geç yay (FMGY), kısmen yeniden çökelme çevrimine girmiş sedimanter kayaç (YÇÇK) ve ofiyolitleri temsil eden taşınmış bileşen (TB) gibi tektonik ortamları yansıtan köken bileşenleri ayırtlanmıştır.

Eski göl çökelleri kapsamında Tuz Gölü'nün yakın çevresinde yüzeylemiş olan Mezgit gurubunun Yassıpur, Akboğaz ve Tepeköy formasyonları ile Cihanbeyli, İnsuyu ve Tuzgölü formasyonları incelenmiştir. Yassıpur formasyonu için kaynak alanda kimyasal bozunma etkisi çok düşüktür (AKİort=48.73 ve BKİort=56.45). İz element içeriklerine göre formasyon, FMGY tipi köken

bileşeninin bulunduğu ve başlıca ortaç-mafik mağmatik bileşimli kaynaklardan beslenmiş ve kıtasal ada yayı kenarında depolanmıştır.

Masif jipsten oluşan Akboğaz formasyonunun NTE içeriği ÜKK ve ASAŞ'a göre oldukça düşüktür. Formasyonun Y/Ho oranı doğrudan deniz suyundan çökelimi desteklemezken düşük NTE içeriği ve kondrit normalize desenlerde gözlemlenen lantanit dörtlü etkisi, doğrudan deniz suyundan çökelim olduğunu kuvvetlendirmektedir. Akboğaz formasyonunun altındaki ve üstündeki formasyonlarla arasında terrijen malzeme bakımından zengin olan alt ve üst geçiş zonları bulunmaktadır. Alt geçiş zonunda kaynak alanında kimyasal bozunma etkili değildir. Kırıntılı malzeme bakımından daha zengin olan üst geçiş zonunda ise bu etki bozunmaya başlangıç aşamasındadır (AKİort=56.02 ve BKİort=59.21). İz element içeriklerine göre bu zonlardaki terrijen malzeme FMGY köken tipi bileşeninin bulunduğu ortaç-mafik bileşimli kaynaktan beslenerek okyanusal ada yayı konumunda depolanmıştır.

Kumtaşlarından oluşan Tepeköy formasyonu için kaynak alanda kimyasal bozunma etkisi düşüktür (AKİort=51.42 ve BKİort=61.22). İz element içeriklerine göre formasyon, FMGY ve TB tipi köken bileşenlerinin olduğu ortaç-mafik bileşimli kaynaktan beslenerek kıtasal ada yayı konumunda depolanmıştır.

Cihanbeyli formasyonunun gevşek tutturulmuş kiltaşı-silttaşı seviyesi için kaynak alanda kimyasal bozunma etkisi bozunmaya başlangıç aşamasındadır (AKİort=58.09 ve BKİort=64.50). İz element içeriklerine göre bu seviye farklılaşmış genç yay (FGY) tipi köken bileşeninin bulunduğu ortaç-mafik bileşimli bir kaynaktan beslenmiş ve tektonik ayırtlama diyagramlarına göre okyanusal ve kıtasal ada yayı konumlarında depolanmıştır.

Kireçtaşlarından oluşan İnsuyu formasyonunun NTE içeriği kapsadığı kırıntılılardan dolayı yüksektir. Hafif nadir toprak element (HNTE) içeriğinin ve negatif Eu anomalisinin (Eu/Eu*) yüksek oluşundan dolayı formasyonun bünyesindeki bu kırıntılılar üst kabuk kökenlidir.

Tuzgölü formasyonuna ait jipslerin NTE içeriği bünyesindeki terrijen malzeme miktarının az olmasından dolayı düşüktür. Ancak elde edilebilen verilere göre HNTE içeriği yüksektir ve felsik bir kaynağa işaret eder.

Elde edilen tüm bu jeokimyasal veriler yaşlı ve güncel göl çökellerinin çoğunlukla mafik ve kısmen üst kabuk kökenli kayaçlardan beslenerek bir yay önü havzada depolandıklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Evaporit, jeokimya, kimyasal bozunma, Konya, köken, Nadir Toprak Elementleri (NTE), tektonik konum, Tuz Gölü

ABSTRACT

Ph.D THESIS

MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SEDIMENTS IN SALT LAKE AND THE CLOSE VICINITY

Mehmet Yavuz HÜSEYİNCA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Şuayip KÜPELİ

2015, 263 Pages

Jury
Assoc. Prof. Dr. Şuayip KÜPELİ
Prof. Dr. Kerim KOÇAK
Prof. Dr. Halil BAŞ
Prof. Dr. Şükrü KOÇ
Assoc. Prof. Dr. M. Muzaffer KARADAĞ

This study aims to investigate mineralogical, petrographical and geochemical characteristics of the Salt Lake water, the recent salt layer precipitated from this water and bottom shallow lake sediments with the old lake sediments outcropping in close vicinity. In this context, source rock characteristics, chemical weathering effects in the source region and tectonic setting of the sediments were determined.

The chemical composition of Salt Lake water doesn't show any significant change except for some local fluctuations. According to the correlation relationships and cluster analysis, element content of the water originates from two different sources being felsic and mafic. Na and Cl which are the main components of the water participated to the deposition environment probably via transportation from underground salt layers by the hydrothermal fluids.

Salt layer and so-called salt crust that is chemically precipitated from the lake water consists from mainly halite and to a lesser extent gypsum. In each of the samples representing the lower and upper levels of the crust Co, Rb, Sr, Zr, Cu, Pb and Ni contents were determined. However, other trace elements were measured in some samples but in some could not be measured.

Shallow lacustrine sediments beneath the salt crust is composed of clastic and evaporitic mineral phases according to the XRD analysis. Clastic phase is represented by quartz, albite, heulandite, chabazite, vermiculite; evaporitic phase is represented by halite, polyhalite, gypsum, dolomite, calcite, magnesite, huntite, kernite, probertite and ulexite minerals. The major oxide and trace element contents of the shallow lake sediments were determined by ICP-ES and ICP-MS analysis. Geochemical data are plotted on A-CN-K, provenance and tectonic setting diagrams prepared according to major and trace element contents. In addition, Rare Earth Element (REE) contents of the samples are normalized by Post Archean Avustralian Shale (PAAS), Upper Continental Crust (UCC) and chondrite values and then evaluated. The chemical weathering effect is low in the source area (Ravg=8.69 and STIavg=84.64). According to trace element contents, sediments are fed from upper crustal rocks and intermediate-mafic sources while deposited in continental island arc setting according to tectonic setting discrimination diagrams. In sediments, source components reflecting tectonic environments such as Young Undifferentiated Arc (YUA), partly Recycled Sedimentary Rocks (RSR) and Exotic Components (EC) representing ophiolites were identified.

Within the scope of ancient lake sediments, Yassıpur, Akboğaz and Tepeköy formations belonging to Mezgit group with Cihanbeyli, Insuyu and Tuzgölü formations outcropping around the close vicinity of the Salt Lake were studied. The chemical weathering effect in the source area of Yassıpur formation is very low (CIAavg=48.73 and CIWavg=56.45). According to trace element contents, formation is fed from mainly intermediate-mafic compositional sources which have YUA type source component and deposited in continental island arc setting.

REE contents of Akboğaz formation consisting from massive gypsum is very low compared to UCC and PAAS. Y/Ho ratio of the formation doesn't support direct deposition from sea water while low REE content and the lanthanide tetrad effect observed in the chondrite normalized patterns strengthens the case of direct deposition from sea water. There are lower and upper transition zones rich in terrigenous material between the Akboğaz formation and the top and bottom formations. In the lower transition zone, chemical weathering in the source area is not effective. This effect in the upper transition zone which is richer in terrigenous material is at the early stage of weathering (CIAavg=56.02 and CIWavg=59.21). According to trace element content, terrigenous material in these zones are fed from intermediate-mafic compositional sources which have YUA type source component and deposited in oceanic island arc setting.

Chemical weathering effect in the source area for Tepeköy formation consisting of sandstones is low (CIAavg=51.42 and CIWavg=61.22). According to trace element contents, formation is fed from intermediate-mafic compositional sources which have YUA and EC type source components and is deposited in continental island arc setting.

Chemical weathering effect in the source area of loosely cemented claystone-siltstone level of Cihanbeyli formation is at the early stage of weathering (CIAavg=58.09 and CIWavg=64.50). According to trace element contents, this level is fed from mafic-intermediate compositonal sources which have young differentiated arc (YDA) type source component and is deposited in oceanic and continental island arc settings according to tectonic setting discrimination diagrams.

REE content of the Insuyu formation consisting of limestone is high due to the terrigenous material content. Because of high light rare earth element (LREE) contents and negative Eu anomalies (Eu/Eu *), these terrigenous material within the formation have upper crustal origin.

REE contents of gypsum belonging to Tuzgölü formation is low because of the small amount of terrigenous material within the formation. But high LREE content indicate a felsic source according to data obtained.

All these obtained geochemical data indicate that old and recent lake sediments are often fed from mafic and upper crustal source rocks and deposited in a fore-arc basin.

Keywords: Evaporite, geochemistry, chemical weathering, Konya, provenance, Rare Earth Elements (REE), tectonic setting, Salt Lake

ÖNSÖZ

Bu çalışmada gerek göl suyu gerekse de göl tabanındaki ve yakın çevresindeki kırıntılı ve kimyasal çökellerin jeokimyası incelenmiştir. Bu inceleme ile elde edilen veriler çerçevesinde; kimyasal bozunma kaynak bölgede ne kadar etkiliydi, çökeller hangi tip köken kayacından türediler ve bunların depolandığı havzanın tektonik konumu neydi gibi sorulara jeokimyasal bir bakış yapılarak cevaplar aranmıştır. Bu anlamda çökellerdeki jeokimyasal inceleme, klasik petrografik ve tektonik konum yaklaşımlarına göre farklı bakış açıları sunmakta ve en önemlisi de bu yöntemleri destekleyici sonuçlar vermektedir.

Araştırmanın her safhasındaki zahmetleri için, merhum Prof. Dr. Ahmet AYHAN'a, danışmanım Doç. Dr. Şuayip KÜPELİ'ye ve ikinci danışmanım Prof. Dr. Hükmü ORHAN'a çok müteşekkirim.

Tez izleme komitesi üyelerim Prof. Dr. Halil BAŞ ve Prof. Dr. Şükrü KOÇ'a, jüri üyelerim Prof. Dr. Kerim KOÇAK ve Doç. Dr. M. Muzaffer KARADAĞ'a yönlendirme, destek ve yapıcı eleştirilerinden dolayı şükranlarımı arz ederim.

Arazi çalışmaları esnasında desteklerini esirgemeyen Koyuncu Kaldırım Tuz İşletmesine, işletmede görevli Jeoloji Mühendisi Salih KOYUNCU'ya ve çalışmayı 09101002 numaralı proje ile destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne ayrı ayrı teşekkür ederim. Çalışmaya maddi ve manevi destekleri ile katkıda bulunan değerli annem, babam ve kardeşime, sabırlarından dolayı sevgili eşim ve çocuklarıma sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet Yavuz HÜSEYİNCA
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xi**

ÇİZELGELER LİSTESİ ..... **xviii**

KISALTMALAR ..... **xx**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Morfoloji 3
1.2. İklim ve Bitki Örtüsü 3
1.3. Kaynak Araştırması 10

2. MATERYAL VE METOD **15**

3. JEOLOJİ **19**

3.1. Bölgesel Jeoloji 19
3.2. Stratigrafi 20
3.2.1. Metamorfik temel 20
3.2.2. Örtü birimleri 21

4. MİNERALOJİ **45**

4.1. Güncel Tuz Gölü Çökellerinin Mineralojisi 45
4.1.1. Güncel tuz kabuğunun mineralojisi 45
4.1.2. Güncel sığ göl çökellerinin mineralojisi 50
4.1.2.1. Klastik kökenli (terrijen) mineraller 68
4.1.2.2. Kimyasal kökenli (otijen) mineraller 69
4.2. Eski Tuz Gölü Çökellerinin Mineralojisi 72
4.2.1. Mezgit Gurubunun mineralojisi 72

5. JEOKİMYA **85**

5.1. Güncel Göl Suyunun Jeokimyası 85
5.2. Güncel Tuz Kabuğunun Jeokimyası 98
5.3. Sığ Göl Çökellerinin Jeokimyası 104
5.3.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi 121
5.3.2. Köken 123
5.3.3. Tektonik konum 134

5.4. Mezgit Grubu'nun Jeokimyası 140
5.4.1. Yassıpur formasyonunun jeokimyası 140
5.4.1.2. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi 144
5.4.1.3. Köken 146
5.4.1.4. Tektonik konum 154
5.4.2. Akboğaz formasyonu alt ve üst geçiş zonlarının jeokimyası 159
6.4.2.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi 164
5.4.2.2. Köken 166
5.4.2.3. Tektonik konum 172
5.4.3. Akboğaz formasyonunun jeokimyası 173
5.4.3.1. Köken 179
5.4.4. Tepeköy formasyonunun jeokimyası 190
5.4.4.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi 199
5.4.4.2. Köken 200
5.4.4.3. Tektonik konum 204
5.5. Cihanbeyli Formasyonunun Jeokimyası 205
6.5.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi 208
5.5.2. Köken 209
5.5.3. Tektonik konum 212
5.6. İnsuyu Formasyonunun Jeokimyası 213
5.6.1. Köken 219
5.7. Tuzgölü Formasyonunun Jeokimyası 227
5.7.1. Köken 230

6. TEKTONİK EVRİM 232

7. SONUÇLAR 238

KAYNAKLAR 244

ÖZGEÇMİŞ 263

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası (KGM, 2012) 2
Şekil 1.2. Tuz Gölü ve çevresinin morfolojisi ile Tuz Gölü Fay Zonunu (TGFZ) gösteren dijital yükseltme tekniği ile hazırlanmış harita (Yıldırım, 2014) 3
Şekil 1.3. Türkiye'nin uzun yıllık verileri kullanılarak a) De Martonne (1926) ve b) Thornthwaite (1948) yöntemlerine göre elde edilen iklim bölgeleri (MGM, 2014) 5
Şekil 1.4. Türkiye'nin uzun yıllık verileri kullanılarak a) Erinç ve b) Aydeniz yöntemlerine göre elde edilen iklim bölgeleri (MGM, 2014) 6
Şekil 1.5. Atalay (1997)'a göre Türkiye iklim bölgeleri 7
Şekil 1.6. Cihanbeyli ve Kulu ilçelerine ait 2008, 2009 ve 2010 yıllarını kapsayan aylık ortalama sıcaklık (a-b), buharlaşma (c-d), nispi nem (e-f) ve aylık toplam yağış (g-h) miktarları (Değerler Konya Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır) 8
Şekil 1.7. 1975-2010 yılları arasındaki veriler kullanılarak; a) Ankara, b) Konya ve c) Aksaray genelinde elde edilen iklim grafikleri (MGM, 2014) 9
Şekil 3.1. Türkiye'nin ana mikrokıtaları ve ilgili kenet kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999) 19
Şekil 3.2. Orta Anadolu'nun başlıca sedimanter havzaları; 1: Ulukışla havzası, 2: Tuzgölü havzası, 3: Haymana havzası, 4: Kırıkkale havzası, 5: Çankırı havzası, 6: Yozgat-Sorgun havzası, 7: Kızılırmak havzası, 8: Yıldızlı havzası, 9: Sivas havzası, 10: Şarkışla havzası, 11: Refahiye havzası, 12: Niğde-Kırşehir masifi, 13: Niğde masifi, 14: Bolkar karbonat platformu, 15: Ecemiş fay zonu (Görür ve ark., 1998' den değiştirilerek) 20
Şekil 3.3. Tuz Gölü havzası ve çevresinde yapılmış olan genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesitlerin korelasyonu; 1- Görür (1981), 2- Göncüoğlu ve ark. (1996), 3- Uygun (1981), 4- Görür ve ark. (1984), 5- Çemen ve ark. (1999), 6- Görür (1981), 7- Atabey ve ark. (1987), 8- Bu çalışma (3, 4, 5, 7 ve 9'dan değiştirilerek derlenmiştir) 9- Dellaloğlu (1997) 23
Şekil 3.4. Tuz Gölü havzasının genelleştirilmiş dikme kesiti (Uygun 1981, Görür ve ark. 1984, Atabey 1987, Çemen ve ark. 1999 ve Dellaloğlu 1997'den değiştirilerek) 24
Şekil 3.5. Tuz Gölü batısının jeoloji haritası (Şenel, 2002) ile E,G ve D örnekleme lokasyonları 30
Şekil 3.6. Tuz Gölü doğusunun jeoloji haritası (Şenel, 2002) ile B, H, I, J, L, M ve N örnekleme lokasyonları 31
Şekil 3.7. Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'daki jeoloji haritalarına ait açıklamalar (Şenel, 2002) 32
Şekil 3.8. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler ile alt ve üst sınırlarda gelişmiş olan geçiş zonları (Bakış kuzeye; Pgmy: Yassıpur formasyonu, G_1: Alt geçiş zonu, Pgma: Akboğaz formasyonu, G_2: Üst geçiş zonu, Pgmt: Tepeköy formasyonu, Ngc: Cihanbeyli formasyonu) 34
Şekil 3.9. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler merceksi geometri sunmaktadır (Bakış kuzeydoğuya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır) 34
Şekil 3.10. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipslerin tabanındaki kırıntılılar ile merceksi geometriye sahip sınır ilişkisi (Bakış güneybatıya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır) 35
Şekil 3.11. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler üst geçiş zonu ile sarı renkli kumtaşlarına geçiş göstermektedir (Bakış kuzeydoğuya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır) 35
Şekil 3.12. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında Akboğaz formasyonu (Pgma) ile üst geçiş zonu (G_2) arasındaki sınırın yakından görünümü (Kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır) 36
Şekil 3.13. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, P: plajiyoklas, B: Biyotit, O: ortoklas, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento, Om: Opak mineral 38
Şekil 3.14. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento, N: Nummulitidae fosili, A: Koralin kırmızı alg fosili Py: *Pyrgo sp.* 39
Şekil 3.15. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, KÇ: Kalsit çimento F: Foraminiferida fosili, Qu: *Quinqueloculina sp.*, Nu: *Nummulites sp*., Op: *Operculina sp.*, Te: *Textularia sp.* 40
Şekil 3.16. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, KÇ: Kalsit çimento Al: *Alveolina sp.*, N: Nummulitidae fosili, A: Koralin kırmızı alg fosili 41
Şekil 3.17. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, P: plajiyoklas, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento M: Miliolidae fosili, Op: *Operculina sp.*, Te: *Textularia sp.* 42
Şekil 3.18. Cihanbeyli'nin kuzeybatısında orta kalın tabakalı ve boşluklu İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşlarından bir görünüm (Bakış kuzeyden güneye, Ngi: İnsuyu formasyonu) 44

Şekil 4.1. Tuz Gölü'nden alınan tuz kabuğu örneklerinin lokasyonları 46
Şekil 4.2. Tuz kabuğunun farklı lokasyonlardaki kalınlıkları ve örnekleme yapılan seviyeler 47
Şekil 4.3. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-1A ve b) C-2A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 47
Şekil 4.4. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-3A, b) C-4A, c) C-5A ve d) C-6A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 48
Şekil 4.5. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-7A ve b) C-8A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 49
Şekil 4.6. Tuz kabuğu örneklerinin tüm mineralojik bileşimleri ve yaklaşık oranları (%) 49
Şekil 4.7. Tuz Gölü'nde karotlu sondaj çalışmalarının yapıldığı lokasyonlar 50
Şekil 4.8. Tuz Gölü'nde sığ karotlu sondaj çalışmaları sırasında kullanılan karot makinesi ve diğer ekipmanlar ile şantiye alanının görünümleri (a, b, c, d, e) ve karotlu sondaj çalışması tamamlandıktan sonra tuz kabuğunun üzerinde açılmış olan sondaj delikleri (f) 51
Şekil 4.9. Tuz Gölü'nde karotlu sığ sondaj çalışmalarından elde edilen karotların (K1-K2-K3-K4-K5-K6 K7-K8) muhafaza tüpü açılmadan (a) ve karot muhafaza tüpü açıldıktan sonraki görünümleri (b) 52
Şekil 4.10. Tuz Gölü'nde karotlu sığ sondaj çalışmalarından elde edilen karotların (K9-K10-K11-K12 K13-K14) muhafaza tüpü açılmadan (a) ve karot muhafaza tüpü açıldıktan sonraki görünümleri (b) 53
Şekil 4.11. Karotlardan XRD yapılan seviyeler ve belirlenen mineral fazları 55
Şekil 4.12. Karot örneklerinin a) KA-2, b) KA-5, c) KB-2 ve d) KC-2 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 56
Şekil 4.13. Karot örneklerinin a) KD-2, b) KD-5, c) KE-2 ve d) KE-5 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 58
Şekil 4.14. KD-5 örneğindeki prizmatik kuvarstan (Q) alınan SEM görüntüsü, SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 59
Şekil 4.15. KE-5 örneğindeki prizmatik kuvarstan (Q) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 59
Şekil 4.16. Karot örneklerinin a) KF-2, b) KF-5, c) KG-2 ve d) KG-5 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 60
Şekil 4.17. KF-5 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 61
Şekil 4.18. Karot örneklerinin a) KH-2, b) KH-3, c) KI-2 ve d) KI-4 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 62
Şekil 4.19. KG-5 örneğindeki polihalitten (P) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 63
Şekil 4.20. Karot örneklerinin a) KJ-2, b) KJ-4, c) KK-2 ve d) KK-4 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 64
Şekil 4.21. KK-4 örneğindeki prizmatik halit (H) kristalinden alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 65
Şekil 4.22. Karot örneklerinin a) KM-3, b) KN-5, c) KN-6 ve d) KP-1 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri 66
Şekil 4.23. KM-3 örneğindeki prizmatik halitlerden (H) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 67
Şekil 4.24. KN-6 örneğindeki levhamsı polihalitlerden (P) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 67
Şekil 4.25. Tuz Gölü çevresinde örnekleme yapılan lokasyonlar (A, B, D, E, G, H, I, J, L, M, N) 73
Şekil 4.26. A-lokasyonuna ait kesit hattı ve örnek kodları (a), B-lokasyonuna ait kesit hattı ve örnek kodları (b) 77
Şekil 4.27. Mezgit grubuna ait a) A-2, b) A-6, c) A-26 ve d) A-47 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri 78
Şekil 4.28. A-35 kodlu örnekteki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 80
Şekil 4.29. A-41 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 80
Şekil 4.30. I-1 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 81
Şekil 4.31. J-2 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 81
Şekil 4.32. L-1 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 82
Şekil 4.33. N-2 kodlu örnekteki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu 82

Şekil 4.34. Mezgit grubuna ait a) A-48, b) A-50, c) A-60 ve d) A-62 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri 83
Şekil 4.35. Mezgit grubuna ait a) A-64, b) A-67, c) A-72 ve d) A-78 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri 84
Şekil 5.1. Tuz Gölü'nden alınan su örneklerine ait lokasyon noktaları (MT: Mayıs ve HT:Haziran) 85
Şekil 5.2. Mayıs ayında Kaldırım Tuzlası kuzeyi (a; b; c; d) ile Yavşan Tuzlası civarında; (e) Haziran ayında Kaldırım Tuzlası kuzeyi (f), Şereflikoçhisar güneydoğusu derin bölge civarı (g) ve Yavşan Tuzlası civarında (h) örnekleme çalışmaları 86
Şekil 5.3. Ana göl ve derin bölgede, Mayıs ve Haziran aylarına ait tuzlu su örneklerinde ölçülen ortalama element konsantrasyonlarının bu aylara göre değişimi (a ve b) ile Ana göl ve derin bölge su örneklerine ait ortalama element içeriklerinin karşılaştırılması (c) 92
Şekil 5.4. Elementlerin hiyerarşik kümelenme diyagramı (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 bağlantı noktalarını gösteren numaralardır) 96
Şekil 5.5. Tuz kabuğu örneklerinin C-1 (a), C-2 (b), C-3 (c), C-4 (d), C-5 (e), C-6 (f), C-7 (g), C-8 (h) ve C-9 (ı) lokasyonlarında, üst seviyelerin (A) alt seviyelere (B) göre; ana oksit, LOI, toplam, TOT/C ve TOT/S parametreleri bakımından oransal olarak karşılaştırılması 101
Şekil 5.6. Tuz kabuğu örneklerinin C-1 (a), C-2 (b), C-3 (c), C-4 (d), C-5 (e), C-6 (f), C-7 (g), C-8 (h) ve C-9 (ı) lokasyonlarında, üst seviyedeki (A) iz elementlerin, alt seviyeye (B) göre oransal karşılaştırılması 102
Şekil 5.7. Güncel sığ göl çökeli örneklerine ait ana oksit içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre normalize edilmiş grafiği 110
Şekil 5.8. Güncel göl çökeli örneklerinde Al_2O_3 ile SiO_2, Fe_2O_3, MgO ve CaO arasındaki ilişkileri gösteren varyasyon grafikleri 116
Şekil 5.9. Güncel göl çökeli örneklerinde Al_2O_3 ile Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3, arasındaki ilişkileri gösteren varyasyon grafikleri 117
Şekil 5.10. Eksenlerinde $\log(SiO_2/Al_2O_3)$ ve $\log(Fe_2O_3/K_2O)$ parametrelerinin kullanıldığı Herron (1988) diyagramına göre güncel göl çökeli örneklerinin sınıflandırılması 118
Şekil 5.11. Eksenlerinde $\log(SiO_2/Al_2O_3)$ ve $\log(Na_2O/K_2O)$ parametrelerinin kullanıldığı Pettijohn ve ark. (1972) diyagramına göre güncel göl çökeli örneklerinin sınıflandırılması 118
Şekil 5.12. Güncel göl çökeli örneklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre normalize edilmiş iz element içerikleri (Element sırası artan atom numarasına göredir) 120
Şekil 5.13. Güncel kırıntılı çökel örnekleri için hesaplanan R ve ST indeksleri arasındaki ilişkiyi gösteren varyasyon grafiği 122
Şekil 5.14. Güncel kırıntılı göl çökelleri için Roser ve Korsch (1988) tarafından ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken diyagramları a) ve b) (ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti ve ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk) 124
Şekil 5.15. Güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği ve çökel populasyonuna ait istatistik parametreler 127
Şekil 5.16. Güncel kırıntılı sığ göl çökel örneklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş grafiği ve çökel populasyonuna ait istatistik parametreler 127
Şekil 5.17. Cullers (2002)'ye göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La/Sc-Th/Co diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 129
Şekil 5.18. McLennan ve ark. (1993)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Sc-Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 129
Şekil 5.19. Floyd ve Leveridge (1987)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Hf-La/Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 130
Şekil 5.20. McLennan ve ark. (1993)'na göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 133
Şekil 5.21. McLennan ve ark. (1993)'na göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Th/U diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 133
Şekil 5.22. Hiscott (1984)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Y/Ni-Cr/V diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 134
Şekil 5.23. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin tektonik konum ayıklama fonksiyonu diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 136
Şekil 5.24. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 136

Şekil 5.25. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 137
Şekil 5.26. Roser ve Korsch (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin SiO_2-(K_2O/Na_2O) diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 137
Şekil 5.27. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La/Sc-Ti/Zr diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 138
Şekil 5.28. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La-Th-Sc üçgen diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 138
Şekil 5.29. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Sc-Zr/10 üçgen diyagram (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 139
Şekil 5.30. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı) 139
Şekil 5.31. Yassıpur formasyonu ana oksitlerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranları (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 142
Şekil 5.32. Pettijohn ve ark. (1972)'na göre Yassıpur formasyonu, AAGZ, AÜGZ, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örneklerinin kimyasal sınıflandırma diyagramı (AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu) 143
Şekil 5.33. Herron (1988)'a göre Yassıpur formasyonu, AAGZ, AÜGZ Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örneklerinin kimyasal sınıflandırma diyagramı (AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu) 143
Şekil 5.34. Yassıpur formasyonu örneklerinin iz element içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranı (Element sırası artan atom numarasına göredir, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu) 144
Şekil 5.35. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Yassıpur formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 145
Şekil 5.36. Roser ve Korsch (1988)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken ayırtlama diyagramı (Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 147
Şekil 5.37. Roser ve Korsch (1988)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken ayırtlama diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 147
Şekil 5.38. Yassıpur formasyonu ortalama NTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş desenleri (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 148
Şekil 5.39. Yassıpur formasyonu ortalama NTE içeriklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş desenleri (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 148
Şekil 5.40. Cullers (2002)'ye göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La/Sc-Th/Co diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 151
Şekil 5.41. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Sc-Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 151
Şekil 5.42. Floyd ve Leveridge (1987)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Hf-La/Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 152

Şekil 5.43. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 152
Şekil 5.44. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Th/U diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri). 153
Şekil 5.45. Hiscott (1984)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Y/Ni-Cr/V diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)..... 153
Şekil 5.46. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için tektonik konum ayırtlama diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 155
Şekil 5.47. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 155
Şekil 5.48. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) 156
Şekil 5.49. Roser ve Korsch (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için SiO_2-K_2O/Na_2O diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 156
Şekil 5.50. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La/Sc-Ti/Zr diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 157
Şekil 5.51. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La-Th-Sc diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 157
Şekil 5.52. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Sc-Zr/10 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 158
Şekil 5.53. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Co-Zr/10 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 158
Şekil 5.54. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK: (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları..... 163
Şekil 5.55. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK: (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)..... 164
Şekil 5.56. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) 165
Şekil 5.57. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrit ile normalize edilmiş NTE grafiği (ÜKK:

Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 167
Şekil 5.58. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-ΣNTE ve b) Σ(SAFMNKT)-Y grafikleri..... 168
Şekil 5.59. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK) ve Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti (KAŞK) ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE grafiği..... 169
Şekil 5.60. Akboğaz formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları..... 178
Şekil 5.61. Akboğaz formasyonu örneklerinin iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranı (Element sırası artan atom numarasına göredir)..... 179
Şekil 5.62. ASAŞ'a göre normalize edilmiş güncel sığ deniz suyunun Kuzey Pasifik (Alibo ve Nozaki, 1999), Mercan Denizi (Zhang ve Nozaki, 1996), Güney Fiji havzası (Zhang ve Nozaki, 1996), Bengal Körfezi (Nozaki ve Alibo, 2003) ve Andaman Denizindeki (Nozaki ve Alibo, 2003) NTE+Y desenleri..... 180
Şekil 5.63. Akboğaz formasyonu örneklerinin ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE+Y deseni (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 180
Şekil 5.64. Kondrite göre normalize edilmiş güncel deniz suyunun Kuzey Pasifik (Alibo ve Nozaki, 1999), Mercan Denizi (Zhang ve Nozaki, 1996), Güney Fiji havzası (Zhang ve Nozaki, 1996), Bengal Körfezi (Nozaki ve Alibo, 2003) ve Andaman Denizindeki (Nozaki ve Alibo, 2003) NTE desenleri..... 181
Şekil 5.65. Akboğaz formasyonunun ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş NTE deseni (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 182
Şekil 5.66. Akboğaz formasyonu örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-ΣNTE, b) Σ(SAFMNKT)-ΣYAKE ve c) Σ(SAFMNKT)-ΣGE grafikleri..... 183
Şekil 5.67. Akboğaz formasyonu örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-Y, b) Σ(SAFMNKT)-ΣDAKE ve c) Σ(SAFMNKT)-Sr grafikleri..... 187
Şekil 5.68. Tepeköy formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)..... 193
Şekil 5.69. Tepeköy formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)..... 194
Şekil 5.70. Blatt ve ark. (1980)'na göre Tepeköy formasyonu örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-Na_2O-K_2O diyagramı üzerindeki yerleri..... 195
Şekil 5.71. Crook (1974)'e göre Tepeköy formasyonu örneklerinin Na_2O-K_2O diyagramı üzerindeki konumları..... 195
Şekil 5.72. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Tepeköy formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)..... 199
Şekil 5.73. Tepeköy formasyonu örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş ortalama NTE grafiği..... 201
Şekil 5.74. Tepeköy formasyonu örneklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE grafiği (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 202
Şekil 5.75. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları..... 207
Şekil 5.76. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)..... 207
Şekil 5.77. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Cihanbeyli formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)..... 208
Şekil 5.78. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)..... 209
Şekil 5.79. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği..... 210

Şekil 5.80. İnsuyu formasyonuna ait ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları 218
Şekil 5.81. İnsuyu formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir) 218
Şekil 5.82. İnsuyu formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği 219
Şekil 5.83. İnsuyu formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk), ASAŞ (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği 220
Şekil 5.84. Tuzgölü formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları 229
Şekil 5.85. Tuzgölü formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir) 229
Şekil 5.86. Tuzgölü jipslerine ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği 230
Şekil 5.87. Tuzgölü jipslerine ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk), ASAŞ (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği 231
Şekil 5.88. Tuzgölü formasyonu jips örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-La ve b) Σ(SAFMNKT)-Ce grafikleri 231
Şekil 6.1. Türkiye, Tuz Gölü ve Haymana havzalarının a) Geç Kretase, b) Paleosen c) Erken-Orta Eosen, d) Oligosen zaman aralığındaki tektonik evrimini gösteren paleotektonik haritalar ve bu haritalar için e) açıklamalar ile f) kısaltmalar (Görür ve ark., 1984' ten değiştirilerek alınmıştır) 233
Şekil 7.1. Dickinson (1995)'e göre bir yayönü havzasının konumunu gösteren şekil ve Tuz Gölü havzasına uyarlanmış durumu 242

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Tuz kabuğu örneklerinin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler 46
Çizelge 4.2. Karot örneklerinin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler..... 54
Çizelge 4.3. Karotlarda tespit edilen klastik ve klastik olmayan mineraller ve bileşimleri 57
Çizelge 4.4. Tuz Gölü çevresindeki birimlerden alınan örneklerin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler 74
Çizelge 4.5. Mezgit grubuna ait örneklerde XRD analizlerine göre tespit edilen mineraller ve kimyasal bileşimleri 79
Çizelge 5.1. Su örneklerine ait lokasyon, tarih, koordinat, pH ve sıcaklık bilgileri 87
Çizelge 5.2. Tuzlu su örneklerinin iz element içerikleri 89
Çizelge 5.3. Tuz Gölü su örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil=negatif korelasyon)... 94
Çizelge 5.4. Su örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri 95
Çizelge 5.5. Tuz kabuğu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri 99
Çizelge 5.6. Tuz kabuğu örneklerindeki önemli korelasyon ilişkilerinin kuvvet derecesine göre tasnifleri 102
Çizelge 5.7. Tuz örneklerine ait değişkenlerin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil=negatif) 103
Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri 105
Çizelge 5.9. Güncel sığ göl çökellerine ait korelasyon matrisi (kırmızı=pozitif, yeşil=negatif korelasyon) 111
Çizelge 5.10. Güncel göl çökeli örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri 114
Çizelge 5.11. Güncel kırıntılı göl çökelleri için iz element gruplarının toplam miktarları ve bazı kondrit normalize element oranları 126
Çizelge 5.12. Güncel kırıntılı göl çökeli örnekleri ile felsik ve mafik kaynaklardan türemiş karakteristik çökellerin bazı iz element oranlarının karşılaştırılması 127
Çizelge 5.13. Güncel kırıntılı göl çökelleri için bazı iz elementlerin oranları 128
Çizelge 5.14. Yassıpur formasyonu örneklerinin ana ve iz element içerikleri 141
Çizelge 5.15. Yassıpur formasyonu örneklerine ait iz element gruplarının toplam miktarları ve kondrite göre normalize edilmiş bazı oranlar 149
Çizelge 5.16. Felsik ve mafik kaynaktan türemiş çökeller için karakteristik bazı iz element oranları ile Yassıpur formasyonuna ait element oranlarının karşılaştırılması 149
Çizelge 5.17. Yassıpur formasyonuna ait bazı iz element oranları 149
Çizelge 5.18. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin ana oksit, LOI, toplam, TOT/C, TOT/S ve iz element içerikleri 160
Çizelge 5.19. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ana oksit, LOI, toplam, TOT/C, TOT/S ve iz element içerikleri 161
Çizelge 5.20. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar..... 167
Çizelge 5.21. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar..... 168
Çizelge 5.22. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örnekleri ile felsik-mafik kaynaktan türemiş çökellerdeki bazı iz element oranlarının karşılaştırılması..... 170
Çizelge 5.23. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerine ait bazı iz element oranları..... 170
Çizelge 5.24. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerine ait bazı iz element oranları 170
Çizelge 5.25. Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)..... 174
Çizelge 5.26. Akboğaz örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil= negatif korelasyon) ... 184
Çizelge 5.27. Akboğaz formasyonu örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar..... 189
Çizelge 5.28. Akboğaz formasyonu ile felsik-mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellerin karşılaştırılması..... 189
Çizelge 5.29. Akboğaz formasyonu için bazı iz element oranları 190
Çizelge 5.30. Tepeköy formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)..... 191
Çizelge 5.31. Tepeköy örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil= negatif)..... 196
Çizelge 5.32. Tepeköy formasyonu iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar... 201
Çizelge 5.33. Tepeköy formasyonu ile felsik ve mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellere ait iz element oranlarının karşılaştırılması..... 202

Çizelge 5.34. Tepeköy formasyonu örneklerinin bazı iz element oranları 203
Çizelge 5.35. Cihanbeyli formasyonu örneklerinin ana ve iz element içerikleri 206
Çizelge 5.36. Cihanbeyli formasyonu iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar 210
Çizelge 5.37. Cihanbeyli formasyonu ile felsik ve mafik bir kaynaktan türemiş olan karakteristik çökellere ait bazı iz element oranlarının karşılaştırılması 211
Çizelge 5.38. Cihanbeyli formasyonu örneklerinin bazı iz element oranları 211
Çizelge 5.39. İnsuyu formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb) 214
Çizelge 5.40. İnsuyu formasyonu örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar 221
Çizelge 5.41. İnsuyu formasyonu ile felsik ve mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellerin iz element oranlarının karşılaştırılması 222
Çizelge 5.42. İnsuyu formasyonu için iz element oranları 222
Çizelge 5.43. İnsuyu örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı=pozitif, yeşil=negatif) 224
Çizelge 5.44. Tuzgölü formasyonu jips örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb) 228
Çizelge 7.1. Tuz Gölü ve yakın çevresinde incelenen çökellerin ana ve iz elementlere göre kaynak kayaçları 241
Çizelge 7.2. Tuz Gölü ve yakın çevresindeki çökellerin ana oksit ve iz element içeriklerine göre tektonik konumları 242

KISALTMALAR

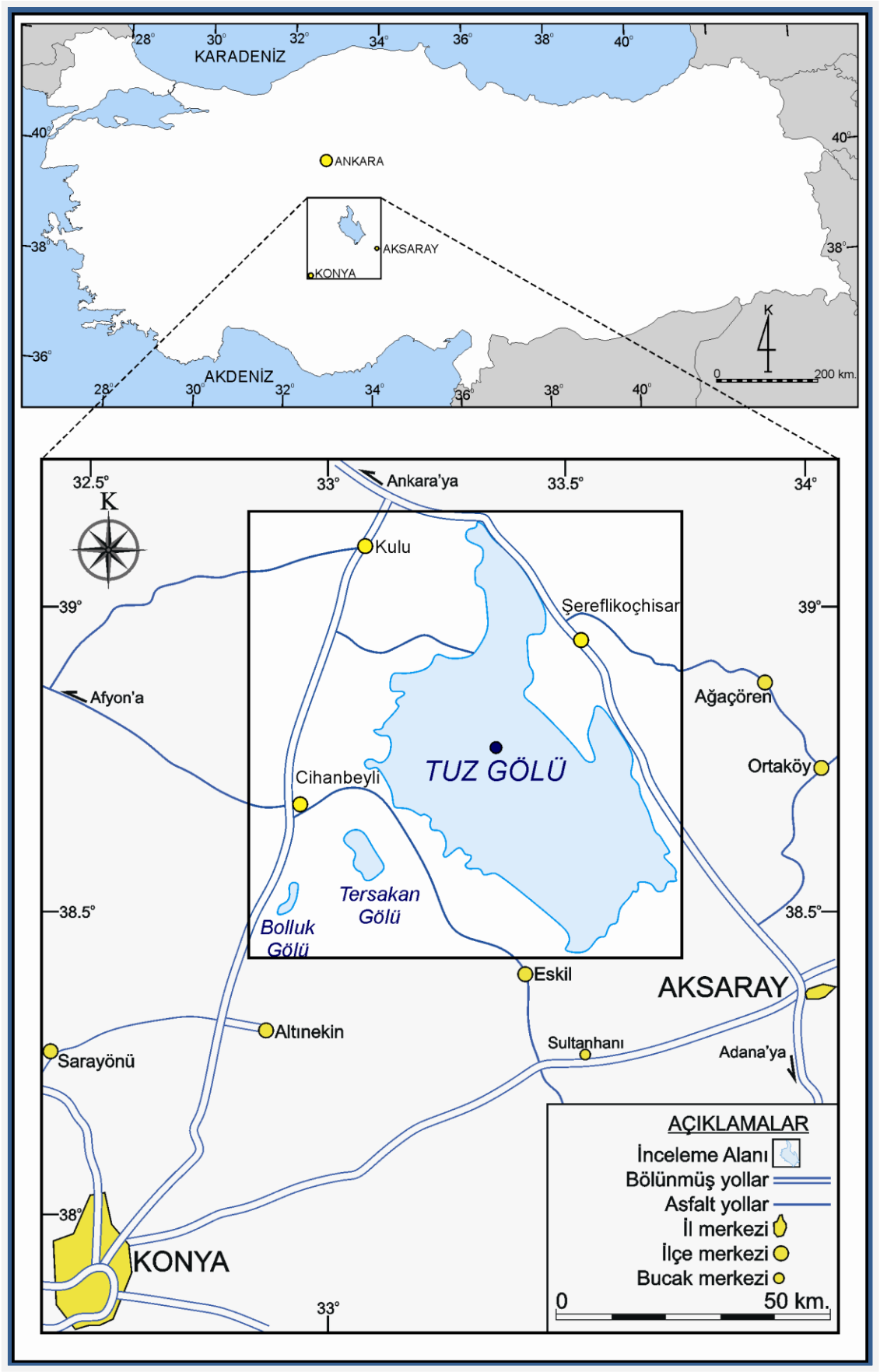
AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu
AKİ: Alterasyonun kimyasal indeksi
ANTE: Ağır nadir toprak elementleri
ASAŞ: Arkeen sonrası Avustralya şeylleri
AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu
BKİ: Bozunmanın kimyasal indeksi
DAKE: Düşük alan kuvvetli elementler
EDX: Enerji dağılımlı X-ışını
EÜKK: Eski üst kıtasal kabuk
FGY: Farklılaşmış genç yay
FMGY: Farklılaşmamış genç yay
GE: Geçiş elementleri
HDPE: Yüksek yoğunluklu polietilen
HNTE: Hafif nadir toprak elementleri
ICDD: Uluslararası kırınım verisi merkezi
ICP-ES: İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-Emisyon spektrometresi
ICP-MS: İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-Kütle spektrometresi
ISO: Uluslararası standardizasyon organizasyonu
KAŞK: Kuzey Amerika şeyl kompoziti
LOI: Ateş kaybı
MDL: Metot deteksiyon limiti
MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA: Maden Tetkik ve Arama
NTE: Nadir toprak elementleri
ÖİB: Özelleştirme İdaresi Başkanlığı
R: Ruxton indeksi
SEM: Taramalı elektron mikroskopu
STİ: Silis-Titan indeksi
TB: Taşınmış bileşenler
TGFZ: Tuz Gölü fay zonu
TOTC: Toplam karbon
TOTS: Toplam kükürt
ÜKK: Üst kıtasal kabuk
YAKE: Yüksek alan kuvvetli elementler
YÇÇK: Yeniden çökelme çevrimine girmiş sedimanter kayaç
XRD: X-ışını kırınımı

1. GİRİŞ

İnceleme alanı, Orta Anadolu'da Konya-Ankara-Aksaray illeri arasında yer alan Tuz Gölü ve yakın çevresini kapsamaktadır (Şekil 1.1). Bu çalışma, Tuz Gölü'nde çökelen güncel kırıntılı ve kimyasal çökeller ile göl çevresinde yüzeylemiş olan evaporitik ve kırıntılı kayaçların, jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesini ve elde edilen veriler çerçevesinde incelenen çökellerin kaynak kayaç türü, depolandığı ortam şartları ve tektonik konumunun ortaya konulmasını amaçlamaktadır.

Kapladığı 1665 km^2 lik yüzölçümü ile dünyanın çok tuzlu en büyük playa göllerinden biri olan Tuz Gölü aynı zamanda Türkiye'nin de ikinci büyük gölüdür. Uzunluğu 80 km genişliği 50 km dolayında olup 11.900 km^2 lik bir beslenme alanına sahiptir. Sığ (ana göl) ve derin olmak üzere iki farklı kısımdan oluşan Tuz Göl'ünün deniz seviyesinden yüksekliği 905 m. dir. Sığ kesim, kış ve ilkbahar aylarında yaklaşık 70 cm. derinliğinde tuzlu bir su kütlesi barındırırken, yaz ve sonbahar ayları boyunca bu su tamamen kuruyarak ortalama kalınlığı 1 ile 30 cm arasında değişen bir tuz tabakası çökeltir. Derin bölge ise yıl boyunca sulu olup, su derinliği yaklaşık 1,5 m. civarındadır. Kurak dönemin ardından gelen yağışlı dönemde, bir önceki kurak dönemde çökelmiş olan tuz tabakası yeniden çözünür. Her yıl sürekli olarak tekrarlanan bu çökelme ve çözünme olayı, bir taraftan göldeki güncel tuz çökeliminin homojen dağılımını kontrol ederken bir taraftan da gölden ekonomik bir şekilde tuz üretiminin devamlılığını sağlamaktadır. Tuz üretimi, Yavşan, Kaldırım ve Kayacık tuzlalarından yapılmaktadır. 2005 yılının Kasım ayına kadar işletme ruhsatı ve buluculuk hakları TEKEL'e ait olan bu tuzlalar daha sonra Özelleştirme İdaresi Başkanlığı (ÖİB) tarafından 2032 yılına kadar özel sektöre devredilmiştir.

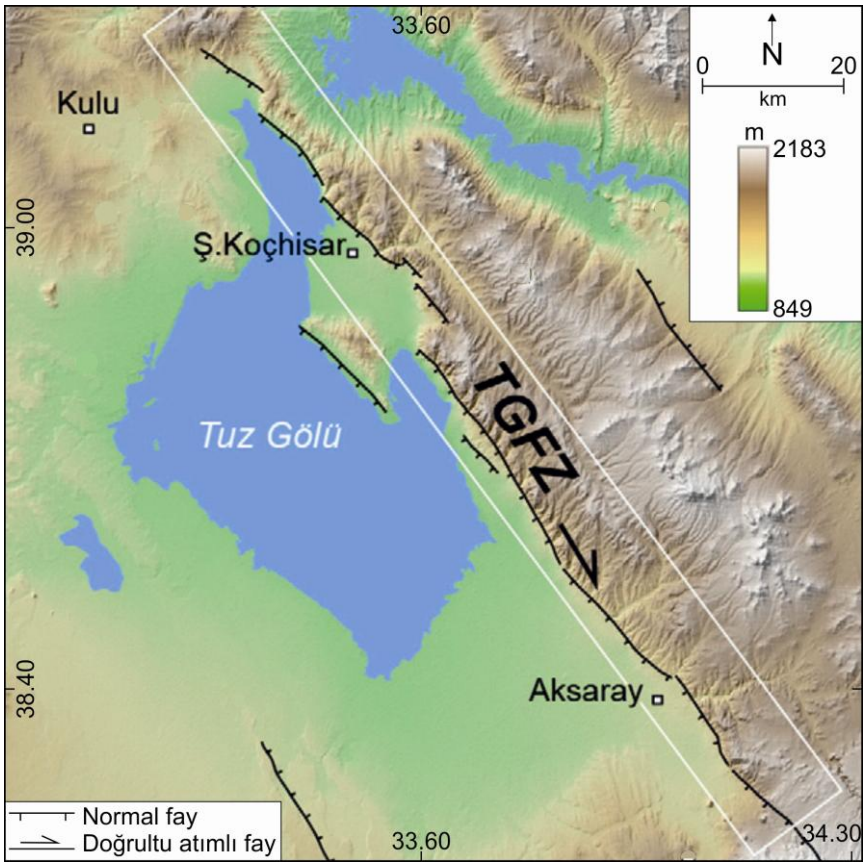
Tuz Gölü, 2001 yılında göl yüzeyi, çevresindeki su kaynakları ve komşu bazı çorak araziler ile birlikte özel çevre koruma bölgesi ilan edilerek, göl ve göldeki eko sistem koruma altına alınmıştır. Konya'dan Keçili kanalı ile Tuz Gölü'ne boşaltılan atık sular, 2009 yılından itibaren Konya Atıksu Arıtma Tesislerinde arıtıldıktan sonra göl'e boşaltıldığından Tuz Gölü'nde süregelen doğal yaşamın korunmasına önemli ölçüde katkı sağlanmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yerbulduru haritası (KGM, 2012)

1.1. Morfoloji

Batı-kuzeybatı kesimlerinde hafif engebeli bir morfolojiye sahip olan Tuz Gölü'nün güney ve güneybatı kesimlerinde, düz ve geniş ovalar görülmektedir. Gölün doğusu ise yüksek açılı normal ve normal bileşene sahip sağ yönlü doğrultu atımlı faylar ile karakterize olan bir fay zonu tarafından sınırlandırılmaktadır (Şekil 1.2.) Topografyada belirgin bir yükselti farkı oluşturarak kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan bu fay zonu, Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ) olarak adlandırılmıştır (Dirik ve Göncüoglu, 1996; Çemen ve ark., 1999).



Şekil 1.2. Tuz Gölü ve çevresinin morfolojisi ile Tuz Gölü Fay Zonunu (TGFZ) gösteren dijital yükseltme tekniği ile hazırlanmış harita (Yıldırım, 2014)

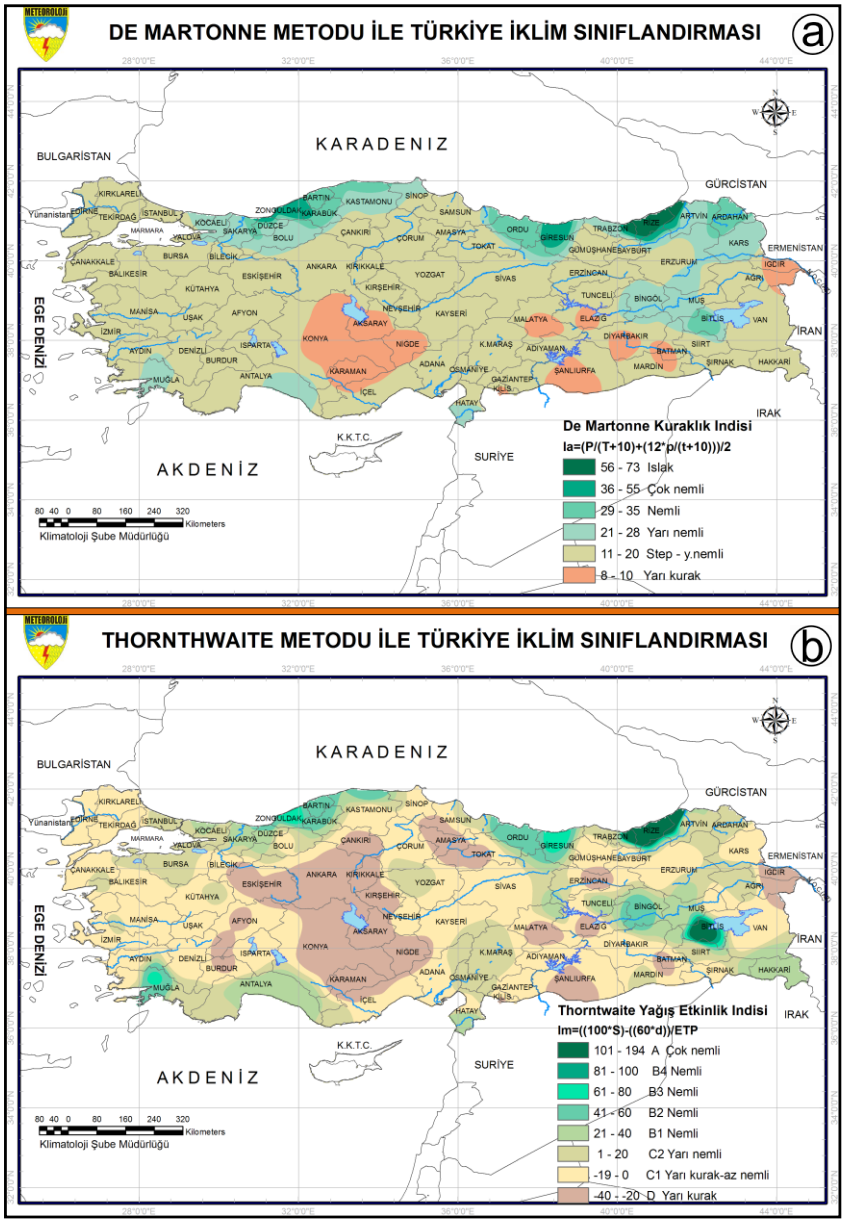
1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

İklim, geniş bölgelerde ve çok uzun zaman periyodunda aynı kalan ortalama hava şartları olarak tanımlanır. Bu durum aynı zamanda belirli bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ifade eder.

Sıcaklık, yağış, nispi nem, güneşlenme süresi ve şiddeti, basınç, rüzgâr hızı ve yönü ve buharlaşma gibi gözlenebilen ve ölçülebilen parametrelerin yanı sıra, doğrudan veya dolaylı yönden etkili olan fakat ölçülemeyen kara-deniz, deniz-buz, deniz-hava etkileşimleri, volkanik gazlar, insan aktiviteleri, arazi kullanımı, gelen ve yansıyan ışınlar gibi bazı faktörler iklimin temel elemanlarını oluştururlar. Bu iklimsel özellikler tek başlarına ve birbirleri ile ilişki halinde atmosferi etkileyerek kısa vadede hava olaylarını, uzun vadede ise dünya üzerinde çok çeşitli iklim tiplerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. İklim tipleri sayısız denecek kadar çoktur. Ancak her bilim dalında olduğu gibi, klimatolojide de farklılık gösteren iklim tiplerinin, az çok ortak yanlı olanları bir araya getirilerek büyük iklim kuşakları tanımlanmıştır (Dönmez, 1984).

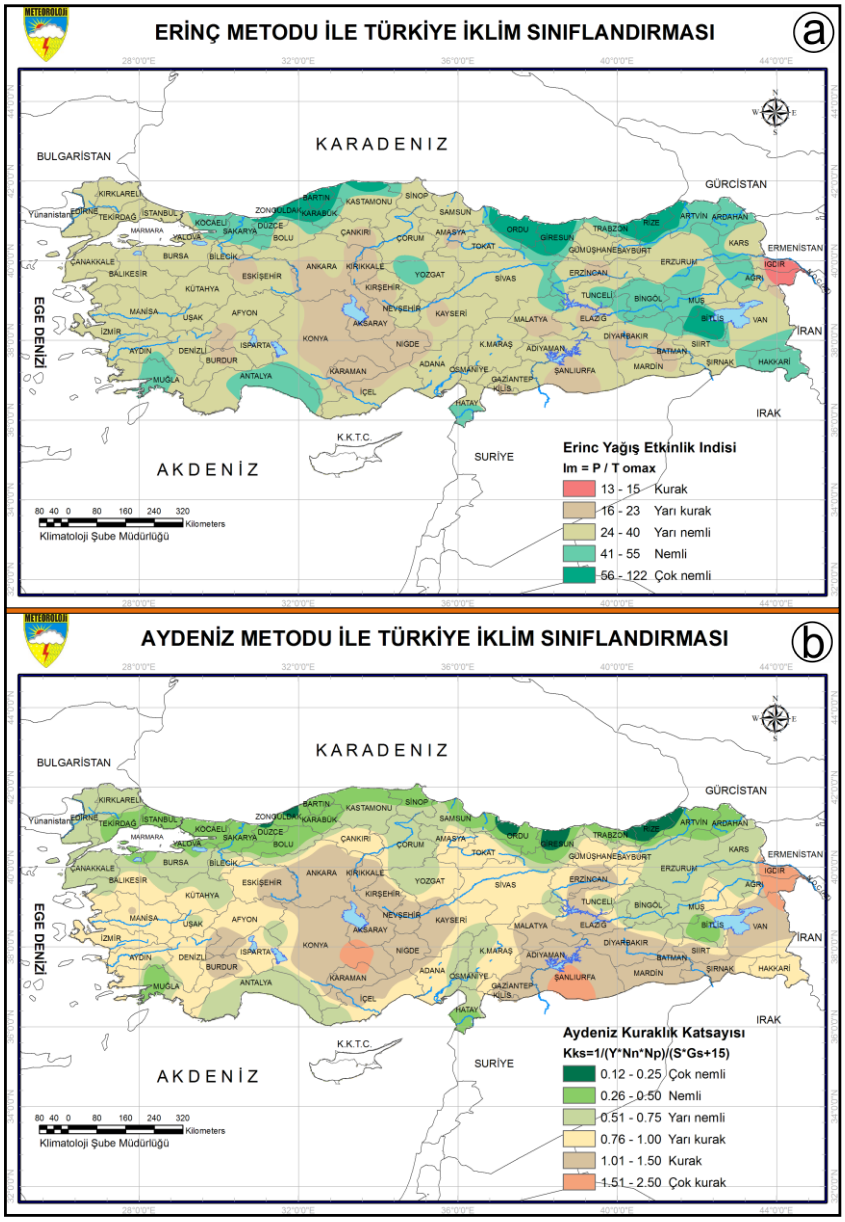
Çok sayıda bilim adamı başlıca; yağış-sıcaklık oranı, yağış-buharlaşma oranı, yağış rejimi, bitki örtüsü gibi farklı kriterleri kullanarak çok çeşitli iklim sınıflandırmaları yapmışlardır. İklim, bir olaylar bütünü olduğu için tek bir iklim elemanına göre yapılacak sınıflandırma çok genel olacaktır ve her yere uygun gelmeyecektir. De Martonne (1926), Köppen (1936), Thornthwaite (1948), Erinç (1957) ve Aydeniz (1985) gibi bilim adamları iklim sınıflandırmalarında sıcaklıktan başka iklimin diğer elemanlarına da yer vererek değişik formüller geliştirmişlerdir. Türkiye'ye ait uzun yıllık veriler, bu bilim adamlarına ait formüller kullanılarak değerlendirildiğinde farklı iklim sınıflandırmaları ortaya çıkmıştır (MGM, 2014). Buna göre burada mercek altına alınan ve inceleme alanının da bulunduğu Orta Anadolu bölgesi; De Martonne, Thornthwaite ve Erinç'e göre yarı kurak, Aydeniz'e göre ise kurak ve çok kurak iklim koşullarını yansıtmaktadır (Şekil 1.3 ve 1.4).

Öte yandan Atalay (1997), tüm bu sınıflandırmalarda kullanılan ölçütleri esas alarak Türkiye'nin karakteristik iklim sınıflarını belirlemiştir. Buna göre üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde, dağların konumu ve diğer morfolojik özellikler, çeşitli iklim tiplerinin doğmasına sebep olmuştur. Genellikle kıyı bölgelerimizde ılıman, iç kesimlerde ise karasal iklim şartları egemendir. Böylece Türkiye'de; 1) Karasal (a, b, c, d), 2) Akdeniz, 3) Marmara (geçiş) ve 4) Karadeniz iklim tipleri ayırt edilebilmektedir. Yağış ve sıcaklık değerleri, karasal iklim kuşağının kendi içerisinde; 1a) Güneydoğu Anadolu, 1b) Doğu Anadolu, 1c) İç Anadolu ve 1d) Trakya Karasal İklim bölgeleri olmak üzere dört farklı alt bölgeye ayrılabileceğini göstermiştir (Şekil 1.5).



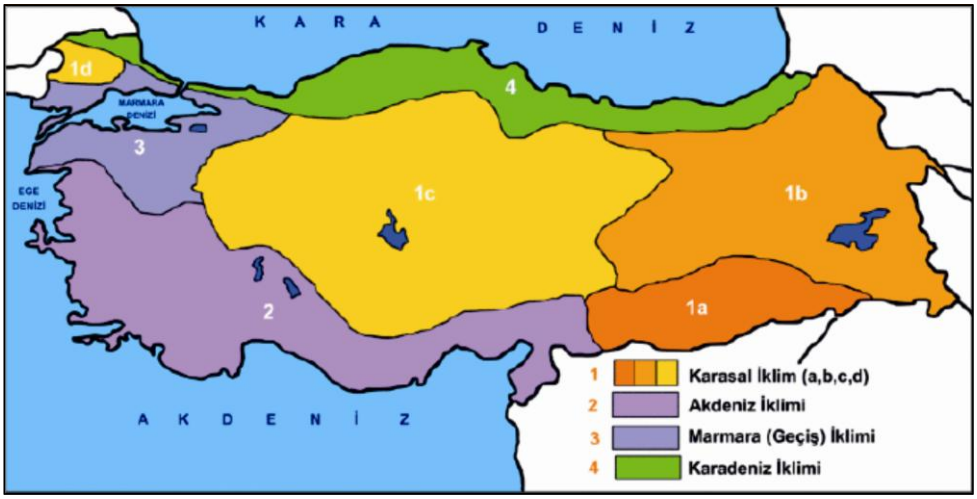
Şekil 1.3. Türkiye'nin uzun yıllık verileri kullanılarak a) De Martonne (1926) ve b) Thornthwaite (1948) yöntemlerine göre elde edilen iklim bölgeleri (MGM, 2014)

Tuz Gölü'nün de içinde bulunduğu İç Anadolu Karasal İklim bölgesinde (Şekil 1.5'te 1c bölgesi) yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Doğal bitki örtüsü, kuraklık sebebiyle alçak kesimlerde bozkırlardan, yüksek kesimlerde ise ormanlardan oluşur. Bölgede Ocak ve Temmuz ayı ortalama sıcaklıkları sırasıyla -0.7 °C ve 22 °C olup yıllık sıcaklık ortalaması 10.8 °C'dir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 413.8 mm.'dir (MGM, 2014).



Şekil 1.4. Türkiye'nin uzun yıllık verileri kullanılarak a) Erinç ve b) Aydeniz yöntemlerine göre elde edilen iklim bölgeleri (MGM, 2014)

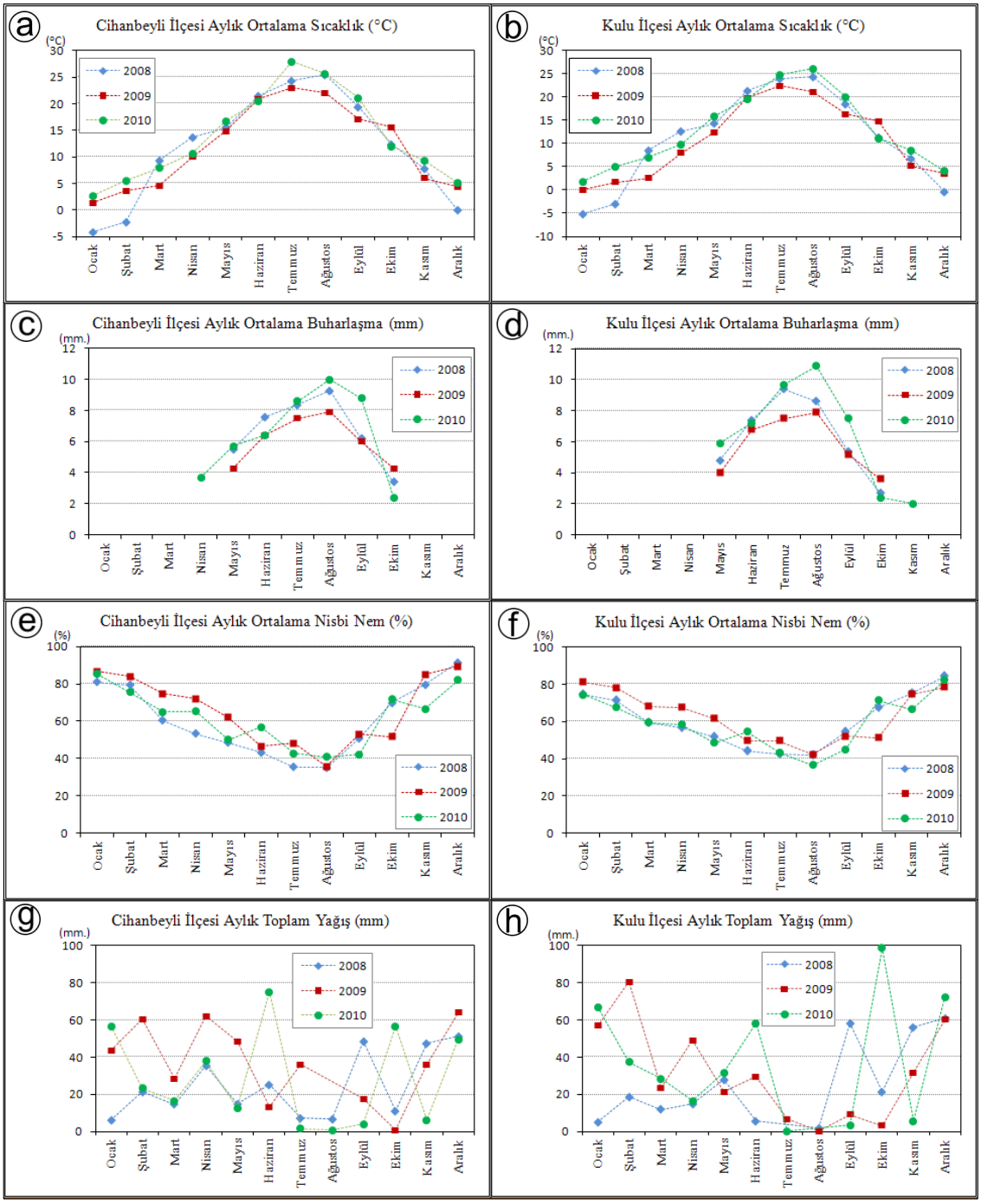
Cihanbeyli ve Kulu (Konya) ilçelerinde 2008, 2009 ve 2010 yılları boyunca meteoroloji tarafından yapılan ölçümlere göre ortalama en yüksek sıcaklıklar sırasıyla 28 °C ve 26 °C; ortalama en yüksek buharlaşma değerleri 10 mm. ve 11 mm.; ortalama en düşük nispi nem miktarları % 35 ve % 36,4 dür. Ortalama aylık yağış miktarları yıllara ve aylara göre düzensizlikler göstermektedir. Özellikle yaz aylarında Cihanbeyli ve Kulu yörelerinde yağış miktarlarında önemli ölçüde düşüşler gözlenmektedir (Şekil 1.6).



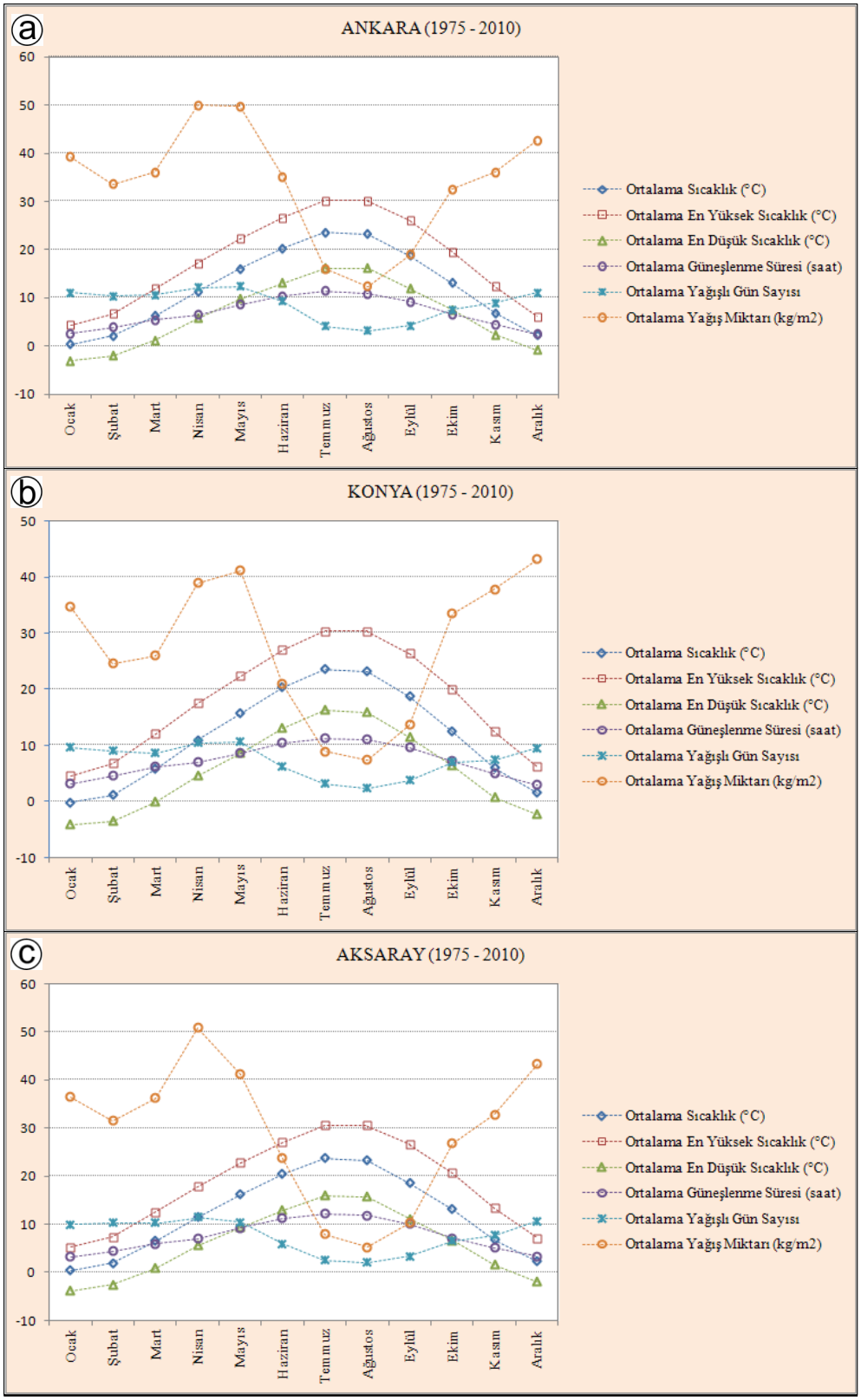
Şekil 1.5. Atalay (1997)'a göre Türkiye iklim bölgeleri

Tuz Gölü ve çevresini kapsayan Ankara, Konya ve Aksaray illerine ait uzun periyotlu (1975-2010), ortalama sıcaklık, ortalama en yüksek sıcaklık, ortalama en düşük sıcaklık, ortalama güneşlenme süresi, ortalama yağışlı gün sayısı ve ortalama yağış miktarı gibi meteorolojik veriler Şekil 1.7'de görülmektedir. Buna göre Ankara, Konya ve Aksaray illeri genelinde benzer iklim şartlarının hüküm sürdüğü anlaşılmaktadır. Bölgede yaz aylarında düşen ortalama yağış miktarı ve ortalama yağışlı gün sayısı önemli ölçüde azalmakta, buna karşın ortalama güneşlenme süresi ve sıcaklık değerleri artmaktadır. Bütün bu veriler Tuz Gölü havzasında yaz mevsimi boyunca buharlaşmanın son derece etkin olduğunu ve gölün bu sebeple büyük ölçüde kuruduğunu göstermektedir.

Motts (1972) playayı yılın %75 inden fazlasını susuz geçiren, gölü ise yılın %75 inden fazlasını sulu geçiren havza olarak tanımlamaktadır. Briere (2000) ise bu iki tanımı birleştirerek playa gölünü tanımlamıştır. Buna göre playa gölü, playa ve göl arasındaki bir havzayı ifade eder ve yılın ne %75 inden fazlasını susuz nede %75 inden fazlasını sulu geçirir. Bu bağlamda hidrolojik olarak kapalı bir havzada yer alan Tuz Gölü'nün yıl içindeki sulu ve susuz zaman dilimleri dikkate alındığında gölün playa gölü karakterinde olduğu söylenebilir.



Şekil 1.6. Cihanbeyli ve Kulu ilçelerine ait 2008, 2009 ve 2010 yıllarını kapsayan aylık ortalama sıcaklık (a-b), buharlaşma (c-d), nispi nem (e-f) ve aylık toplam yağış (g-h) miktarları (Değerler Konya Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır)



Şekil 1.7. 1975-2010 yılları arasındaki veriler kullanılarak; a) Ankara, b) Konya ve c) Aksaray genelinde elde edilen iklim grafikleri (MGM, 2014)

1.3. Kaynak Araştırması

Tuz Gölü havzası, Alp-Himalaya sistemi içerisinde yer alan Anadolu kuşağının, Geç Kretase'den beri uğramış olduğu bir dizi tektonik evrim sonucu ortaya çıkmış birkaç havzadan biridir. Havzanın jeolojik evrimini açıklayabilmek amacıyla günümüze kadar çok sayıda inceleme yapılmıştır. Yöredeki ilk çalışmalar Şereflikoçhisar yakınlarında bulunan kömür yataklarını incelemek üzere (Romberg, 1937) tarafından başlatılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmaların çoğu hidrokarbon olanaklarının araştırılmasına yönelik olarak havzanın stratigrafisi ve tektonik evrimi ile ilgilidir (Lahn, 1949; Agalede, 1954; Righo de Righi ve Cortesini, 1959, 1960; Arıkan, 1975; Ünalan ve ark., 1976; Capraru, 1977; Görür ve Derman, 1978; Derman, 1980; Görür ve ark., 1983; Görür ve ark., 1984; Koçyiğit ve ark., 1988; Özcan ve ark., 1988; Koçyiğit, 1991; Göncüoğlu, 1992; Leventoğlu, 1994; Dirik ve Göncüoglu, 1996; Mohamed, 1996; Ateş ve ark., 1997; Dellaloğlu, 1997; Türktemel, 1997; Çemen ve ark., 1999; Ayyıldız, 2000; Dirik ve Erol, 2000; Gorur ve Tuysuz, 2001; Ayyıldız, 2002; Özdemir, 2002; Sonel ve ark., 2003; Varol ve Alçiçek, 2004; Özsayın, 2007; Özsayin ve Dirik, 2007; Akıl, 2008). Bu çalışmalara paralel olarak yürütülen sismik etüdler (Diker, 1958; Uğurtaş, 1975; Gürbüz ve Evans, 1991; Aydemir ve Ateş, 2006a, 2006b; Aydemir, 2008; Aydemir ve Ateş, 2008; Aydemir, 2009) ve hidrokarbon amaçlı sondaj çalışmaları da bu amaca yönelik önemli veriler sunmuştur. Göl suyunun jeokimyası ve güncel evaporitler (Irion ve Müller, 1968; Müller ve Irion, 1969; Irion, 1970, 1972; Müller ve ark., 1972; Uygun ve Şen, 1978; Ergun, 1988; Ayhan ve ark., 1993; Çamur ve Mutlu, 1995; Çamur ve Mutlu, 1996; Erdoğan, 2003; Güzel ve ark., 2004; Özgüner, 2004; Uyanık, 2004; Kılıç ve Kılıç, 2005; Gözlev, 2006; Korkmaz, 2006; Kılıç ve Kılıç, 2010) ile birlikte Orta Anadolu'da yer alan ofiyolitik kayaçlar, mağmatizma ve volkanizma birçok araştırmanın konusu olmuştur (Akıman ve ark., 1993; Aydın ve ark., 1998; Yalınız ve ark., 2000; Floyd ve ark., 2003; Koçak, 2006; Koçak ve ark., 2011).

Tuz Gölü'nde güncel çökelleri inceleyen Müller ve Irion (1969), "tuz bisküviti" şeklinde adlandırılan özel bir çökel tipinden bahsetmişlerdir. Bunlar 2-7 mm kalınlığında ve 3-8 cm çapında disk şekilli ve konsantrik sarılımlı halit çökelleridir.

Tuz Gölü havzasının Geç Senoniyen-Oligosen zaman sürecinde geliştiğini ifade eden Arıkan (1975), Haymana ve Tuz Gölü havzalarında çökelmiş olan birimleri formasyon seviyesinde ayırtlayarak bunların paleocoğrafik yayılımları, petrol için ana

kayaç olabilecek birimlerin özellikleri ve bölgede yer alan olası petrol kapanları hakkında bilgi vermiştir.

Polatlı-Haymana-Yenice civarında Üst Maastrihtiyen-Alt Tersiyer birimlerini inceleyen Ünalan ve ark. (1976), yapmış oldukları detaylı fasiyes analizleri sonucunda Geç Kretase-Erken Tersiyer süresince, Haymana-Polatlı havzasının güneydoğu kesiminin, Tuz Gölü havzası ile bağlantılı olduğunu dolayısıyla fliş çökeliminin havzanın güneydoğu kesiminde de devam ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Uygun ve Şen (1978), Tuz Gölü'nün anyon ve katyon içeriklerinin mevsimsel ve bölgesel olarak değişim gösterdiğini, bunun bir sonucu olarak da farklı minerallerin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Tuz Gölü-Haymana havzası çökellerini dört ayrı bölgede inceleyen Görür (1981), ortam ve fasiyes analizleri yaparak petrol olanakları hakkında bilgiler vermiştir.

Tuz Gölü havzasının paleocoğrafik ve yapısal evrimi üzerine çalışma yapan Uygun (1981), bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesitini hazırlayarak evaporit oluşumları ile hidrokarbon olanakları hakkında bazı yorumlarda bulunmuştur.

Görür ve ark. (1984), Tuz Gölü ve Haymana havzalarının Geç Kretase-Geç Paleosen süresince Sakarya ve Kırşehir mikrokıtalarının aktif kenarlarında ortaya çıkan, çağdaş fakat birbirlerinden bağımsız birer yayönü havza olarak geliştiklerini belirterek bu havzaların Orta Eosen'den sonra molas ve evaporitlerin çökeldiği tek bir havzaya dönüştüğünü ileri sürmüşlerdir.

Özcan ve ark. (1988) tarafından Tuz Gölü havzasının güney ve güneybatı kesiminde temeli oluşturan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı birimler Kütahya-Bolkardağı kuşağı olarak tanımlanarak bu kuşağın litolojik ve stratigrafik özellikleri açıklanmıştır.

Tuz Gölü havzasının batı kesiminde iki hat boyunca sismik yansıma çalışmaları yapan Gürbüz ve Evans (1991), TPAO'nun 1970 yılında bölgede yaptığı sismik yansıma çalışmalarının sonuçlarını da dikkate alarak, havzada kalınlığı 3 ila 10 km arasında değişen sedimanter bir istifin varlığını belirlemişlerdir. İstifin üst kesiminde düşük hızlı sismik verilerin evaporitleri, alt kesiminde ise yüksek hızlı sismik verilerin kırıntılı çökelleri temsil ettiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar, istifte yer alan birimlerin havza ölçeğindeki stratigrafik konumlarını ve Karapınar-Cihanbeyli-Haymana fay zonlarını sismik verilere göre tespit etmişlerdir.

Koçyiğit (1991), Sakarya Kıtası ile Orta Anadolu Kompleksi arasında yüzeyleyen Üst Kretase-Orta Eosen yaşlı birimleri Ankara'nın kuzeybatısında yer alan kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı bir kuşak boyunca, üç farklı mostrada inceleyerek

bunların bir yayönü havzada çökeldiğini ve daha sonra da tektonik hareketlerden etkilendiğini belirtmiştir. Bu çalışmaya göre Alıcı, Kınık ve Orhaniye yörelerinde belirlenen istiflerin alt sınır ilişkileri, çökel türleri ve fasiyes ilişkileri ile bölgesel ölçekli tektonik konumu, söz konusu birimlerin bir yayönü havzasının ürünleri olduğuna işaret etmektedir.

Tuz Gölü'ne ulaşan yüzey sularını inceleyen Çamur ve Mutlu (1996), kimyasal bileşim yönünden önemli farklılıklara sahip olan bu suların Na ve Cl bakımından zengin tuzlu sulara nasıl dönüştüğünü açıklamaya çalışmışlardır. Bununla birlikte yazarlar göl suyundaki ana iyon konsantrasyonunun, evaporasyon kontrollü olduğunu ve başlıca jips, dolomit, huntit, magnezit, ve daha az miktarda polihalit minerallerinin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Gündoğan ve Helvacı (1996), Bolluk Gölü'nün kuzeydoğusunda bir fay hattı ile kontrol edilen altmışüç adet traverten konisinden bazılarının halen aktif olarak sülfatça zengin su çıkışlarına sahip olduğunu ve bunların göl suyunu sülfatça zenginleştirdiğini belirtmişlerdir.

Dellaloğlu (1997), Samsam ofiyolitik kuşağının kuzeybatısında ve güneydoğusunda farklı iki temele sahip iki çökel topluluğunun bulunduğunu belirtmiştir. Yazar, bu ofiyolitik kuşağın kuzeybatısındaki Liyas-Orta Eosen yaşlı çökel topluluğunun Sakarya kıtasına ait bir temel üzerinde, güneydoğusundaki Üst Kretase-Orta/Üst Eosen yaşlı çökel topluluğunun ise Kırşehir kıtasına ait bir temel üzerinde yer aldığını vurgulamıştır. Üst Eosen-Pliyosen yaşlı karasal çökellerin ise her iki topluluğu ve ofiyolitik kuşağı birlikte örttüğünü ifade etmiştir.

Görür ve ark. (1998), Orta Anadolu'da yer alan çökel havzalarını yay ve çarpışma olaylarıyla ilişkili olarak iki guruba ayırmış ve bunların paleotektonik evrimlerini açıklamaya çalışmışlardır.

Çemen ve ark. (1999), Tuz Gölü havzasının tektonik evrimini, bölgesel ölçekli bir tansiyonel tektonik rejim altında gelişen normal ve normal bileşimli doğrultu atımlı fayların kontrolünde ortaya çıkan bir havza modeliyle açıklamaktadırlar.

Dirik ve Erol (2000), Tuz Gölü havzasının bir kıta içi havza olduğunu ve Geç Kretase'de başlayan oluşumunun günümüze kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre, havzanın batı, doğu ve güneybatı sınırlarını kontrol eden Eskişehir-Sultanhanı, Tuz Gölü ve Altınekin fay zonları havzanın gelişiminde önemli rol oynamıştır.

Ayyıldız (2002), Tuz Gölü havzasında yer alan Paleosen yaşlı derin deniz şeyllerinin kaynak kayaç özelliklerine sahip olduğunu belirterek hazne kayaç araştırmasının yeterince yapılmadığını vurgulamıştır. Araştırmacı, Paleosen yaşlı volkano-klastik kayaçlardan doğal gaz üreten kuyulara dayanarak bu istifin hazne kayaç olabileceğini belirtmektedir.

Kashima (2002), Tuz Gölü kenarlarında yüzeyleyen eski göl terası çökelleri ve alüvyon yelpazelerinde detaylı litostratigrafik ve biyostratigrafik incelemeler yaparak, Orta Anadolu'nun son 20.000 yıl boyunca yağış ve buharlaşma oranları gibi iklim özelliklerindeki dalgalanmaları ve su dengesi değişimlerindeki yerel etkileri aydınlatmaya çalışmıştır. Buna göre Tuz Gölü'nde, 20.000-17.000 yıl öncesinde ve 13.000 yıl öncesinde olmak üzere, su seviyesinin şimdiki göl seviyesine göre 15 m'den daha fazla yükseldiği iki dönem bulunmaktadır. Su seviyesinin yükseldiği bu dönemlerde, göl sınırları güneydoğu yönünde önemli ölçüde genişlemiştir.

Floyd ve ark. (2003) çalışmalarında, Torid-Anatolit platformunun kuzey kenarında yer alan Kütahya-Bolkardağı Kuşağının, allokton ofiyolit parçaları yanında yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş tektonik dilimler içerdiğini ifade etmektedirler. Koçyaka Metamorfik Karmaşığı da bu dilimlerden biri olup, Konya'nın kuzeydoğusunda yer alır. Birim içerisinde yer alan ofiyolitik kayaçların kökeni hakkında iki farklı görüş ileri sürülmüştür. Bunlardan ilki bu birimlerin İzmir-Ankara Erzincan okyanusundan türemiş olabileceği, ikincisi ise farklı bir okyanus kabuğuna ait olabileceği şeklindedir. Araştırmacılara göre eğer birinci tez geçerli ise, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi ile Torid-Anatolit Platformu arasında ayrı bir İç Toros Okyanusunun varlığı gereksiz görülmektedir.

Sonel ve ark. (2003), Tuz Gölü havzasının doğu ve Şereflikoçhisar'ın güneydoğu kesimlerinde yüzlek veren Üst Eosen-Miyosen yaşlı Mezgit formasyonuna ait kumtaşlarının bazı bölgelerde hazne kayaç özelliklerine sahip olduğunu açıklamışlardır.

Evaporitik ortamların yaşlandırılması ve oluşum koşullarının belirlenmesinde sadece saha ve geleneksel laboratuvar yöntemlerinin yetersiz kaldığına dikkat çeken Varol ve Alçiçek (2004), çeşitli türden duraylı izotop analizleri ve sıvı kapanım ölçümleri yapılarak bu problemlerin aşılabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmalarında evaporitler için en fazla kullanılan ^{34}S, ^{13}C, ^{18}O ve ^{87}Sr izotopları ile sıvı kapanım ölçümleri hakkında bilgi vererek, Şereflikoçhisar civarında yer alan jipslerin, ^{87}Sr / ^{86}Sr izotop analizlerine göre Eosen-Oligosen sürecinde çökelmiş olduklarını belirtmişlerdir.

Kılıç ve Kılıç (2005), Tuz Gölü suyundan halit (NaCl) üretimi sırasında, saf halitin yanında, çökelebilecek diğer evaporit minerallerinin de çoklu buharlaştırma-soğutma yöntemleriyle elde edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Orta Anodolu'da en geniş havzayı temsil eden Tuz Gölü havzasının kanal şekilli Tersakan havzası ile Haymana havzasına bağlandığını belirten Aydemir ve Ateş (2006a), yüzeyde mostra alanlarının sınırlı, yüzeyin altında ise sismik veri kalitesinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, temel birimlerinin paleotopografik yapısını gravite verilerine dayalı üç boyutlu modelleme yöntemiyle aydınlatmaya çalışmışlar ve bunu sismik, manyetik ve jeolojik verilerle de karşılaştırmışlardır.

Özsayin ve Dirik (2007), İnönü-Eskişehir fay sistemi (İEFS)'nin Orta Anadolu'da yer alan en önemli fay sistemlerinden biri olduğunu belirterek bu sistemin Ilıca, Yeniceoba, Sultanhanı ve Cihanbeyli fay zonları şeklinde Tuz Gölü'nün güneyine kadar devam ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Aydemir (2008), Tuz Gölü'nün güneyinde Aksaray ilini de içine alan çalışmasında TPAO ve önceki çalışmalardan elde ettiği jeokimyasal verileri, üç boyutlu gravite modeli ile ayrı ayrı karşılaştırmıştır. Bu işlemler sonucunda her parametrenin Güney Aksaray çöküntüsüne doğru arttığını tespit ederek hidrokarbon aramalarının bu bölgede yoğunlaştırılmasını önermiştir.

Yıldırım (2014), Tuz Gölü Fay zonunun Orta Anadoluda ana tektonik yapılardan biri olduğunu ve deprem riski oluşturabileceğini belirtmiştir. Yazar, faylar tarafından oluşturulmuş dağ cepheleri ve fay parçalarını kesen dere yatağı eğimlerindeki değişimi jeomorfolojik olarak incelemiştir. Araştırmanın sonucunda fay zonunun merkez parçasının kenar parçalara göre daha fazla deprem riski taşıdığını ifade etmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, kaynak araştırması, saha jeolojisi, örnek alımı ve bu örneklerin petrografik, mineralojik ve jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi sonucunda elde edilen verilerin amaç doğrultusunda yorumlanmasını kapsamaktadır.

Kaynak araştırması bölgenin jeolojisi ve tektonik yapısına yönelik mevcut bilgileri edinmek amacıyla birçok yayın taranarak yapılmıştır. Bu aşamada Maden Tetkik ve Arama'nın (MTA) 1/500.000 ve 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarından önemli ölçüde yararlanılmıştır.

Tuz Gölü ve yakın çevresinde yürütülen saha çalışmaları 2009 yılı Mayıs ve Haziran aylarında göl suyunun örneklenmesiyle başlamıştır. Alınan 20 adet su örneği için 50 ml. lik redistile su ile temizlenmiş olan yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) şişeler kullanılmıştır. Su örnekleri alınmadan önce şişeler göl suyu ile yıkanmış, su örnekleri alındıktan hemen sonra ise içersine nitrik asit damlatılarak pH değeri 2'nin altına düşürülmüştür. Su örneklerinin ana, iz ve eser element içerikleri Acme Analytical Laboratories Ltd. şirketi (Vancouver/Kanada) Laboratuvarlarında ICP-ES (Inductively Coupled Plasma-Emission Spectrometer) / ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) cihazları kullanılarak 2 ay içerisinde yapılmıştır.

2009 yılı Ağustos ayında, Tuz Gölü sığ kesiminin buharlaşma sebebi ile büyük ölçüde kuruması sonucunda çökelen sert tuz tabakası, göl alanında yapılacak çalışmalar için iyi bir fırsat oluşturmuştur. Şereflikoçhisar ve Cihanbeyli yakınlarında, Göl yüzeyinden itibaren oluşan tuz tabakasını ve onun altında yer alan diğer en üst seviye göl sedimanlarını temsil edecek şekilde derinliği 21 ile 92 cm. arasında değişen 14 adet sığ sondaj yapılarak karot örnekleri alınmıştır. Bu amaçla CAT 9310 marka 2600 W karot makinesi kullanılmıştır. Daha sonra laboratuvarda karot makinesinin karotiyer boyu ve karot sehpası yeniden tasarlanarak karot boyu arttırılmıştır. Karot makinesine elektrik enerjisi sağlamak üzere Briggs & Stratton marka 2600 W jeneratör ve yakıt olarak 90 oktan yağlı benzin kullanılmıştır. Gölün sığ kesimine ait farklı noktaları temsil eden karotların her birinden muhafaza tüpleri açıldıktan sonra özellikle farklı seviyeleri karakterize edecek şekilde 10g. ağırlığında 51 adet örnek seçilmiştir. Bu örneklerin ana, iz ve eser element analizleri Acme Laboratuvarlarında, ICP-ES/ICP-MS cihazları kullanılarak yapılmıştır.

Ayrıca Tuz Gölü yüzeyinde aynı tarihte oluşan tuz tabakasından 9 farklı lokasyondan Gölün doğu sınırı ve Cihanbeyli olmak üzere 10-15 cm. çapında ve 9-10

cm. kalınlığında 9 adet silindirik örnek alınmıştır. Her bir örneğin üst ve alt seviyelerini temsil etmek üzere ikişer örnek alınarak toplam 18 tuz örneğinin ana ve iz element içerikleri aynı laboratuvar ve cihazlar kullanılarak belirlenmiştir.

2009 ve 2010 yılları Ağustos aylarında Tuz Gölü'nün yakın çevresinde yer alan ve evaporitik çökelleri de kapsayan sedimanter istiflerden örnek almak üzere Şereflikoçhisar, Çalören/Mezgit ve İnsuyu (Cihanbeyli) yörelerinde belirlenen iki kesit hattı ve 10 lokasyondan toplam 138 adet kayaç örneği alınmıştır. Örneklerin tüm kayaç analizleri ICP-ES/ICP-MS cihazları kullanılarak Acme Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Arazide asitlenip filtrelenen su örneklerinin, ICP-ES/ICP-MS analizleri yapılırken yüksek tuzlu su örneklerinin seyreltilmesi haricinde herhangi bir örnek hazırlama işlemi uygulanmamıştır. Katı kayaç örneklerinin ise bir çözücü içerisinde tamamen çözdürülerek çözelti haline getirilmesi gerekir. Bunun için tamamen öğütülen kayaç örneğinin 0.2 gramlık kısmı grafit bir potaya alınarak 1.5 gram $LiBO_2$ (Lityum metaborat)/$Li_2B_4O_7$ (Lityum tetraborat) karışımı ile muamele edilir. Bu karışım 980 °C' de ve 30 dakika süreyle kapalı bir fırında ısıtılıp tekrar soğutulduktan sonra 100 ml, % 5' lik HNO_3 (redistile su ile seyreltilmiş ACS-dereceli nitrik asit) içinde çözdürülür (Acme Lab).

Hazırlanan örnek çözeltileri ICP-ES cihazına buharlaştırılarak gönderildikten sonra SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, Na_2O, K_2O, MnO, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3 bileşenlerini kapsayan ana oksit içerikleri belirlenir. Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 hariç, diğer majör oksitlerin metot deteksiyon limitleri (MDL) % 0.01 dir. Fe_2O_3, Cr_2O_3 ve LOI (Ateşte kayıp) için verilen metot deteksiyon limitleri ise sırasıyla % 0.04, % 0.002 ve % 0.1 dir. Ateşte kayıp 1 gram örneğin 950 °C' de, bir buçuk saat ısıtıldıktan sonraki ağırlık kaybının, ilk ağırlığa oranının yüzde cinsinden ifadesidir. Toplam karbon (TOTC) ve toplam kükürt (TOTS) içerikleri ise LECO (Laboratory Equipment Company) marka karbon ve kükürt analiz cihazı ile ölçülür.

Parantez içerisinde minimum deteksiyon limitleri ile birlikte verilmiş olan iz elementlerden Ba (1 ppm), Be (1 ppm), Co (0.2 ppm), Cs (0.1 ppm), Ga (0.5 ppm), Hf (0.1 ppm), Nb (0.1 ppm), Rb (0.1 ppm), Sc (1 ppm), Sn (1 ppm), Sr (0.5 ppm), Ta (0.1 ppm), Th (0.2 ppm), U (0.1 ppm), V (8 ppm), W (0.5 ppm), Y (0.1 ppm), Zr (0.1 ppm) ve Nadir Toprak Elementleri (NTE) La (0.1 ppm), Ce (0.1 ppm), Pr (0.02 ppm), Nd (0.3 ppm), Sm (0.05 ppm), Eu (0.02 ppm), Gd (0.05 ppm), Tb (0.01 ppm), Dy (0.05 ppm), Ho (0.02 ppm), Er (0.03 ppm), Tm (0.01 ppm), Yb (0.05 ppm) ve Lu (0.01 ppm) içerikleri aynı örnek çözeltisinin ICP-MS cihazı ile analiz edilmesi sonucunda tayin

edilmiştir. Ancak minimum deteksiyon limitleri yine parantez içerisinde verilen Au (0.5 ppb), Ag (0.1 ppm), As (1 ppm), Bi (0.1 ppm), Cd (0.1 ppm), Cu (0.1 ppm), Hg (0.1 ppm), Mo (0.1 ppm), Ni (0.1 ppm), Pb (0.1 ppm), Sb (0.1 ppm), Se (0.5 ppm), Tl (0.1 ppm) ve Zn (1 ppm) gibi iz element içeriklerinin tayini için öğütülmüş örnekten tartılan 0.5 gramlık bir kısım, 1:3 oranında karıştırılan nitrik ve hidroklorik asit (Kıral Suyu = Aqua Regia) ile tamamen çözdürülmüştür. Daha sonra ICP-MS (Perkin-Elmer Elan 6000 veya 9000) cihazı içerisine buharlaştırılarak alınan çözeltinin element içerikleri monitörden okunmuştur. ICP-ES ve ICP-MS ölçümleri sonucunda elde edilen analiz değerlerinin doğruluğu British Columbia sertifikalı bir uzman tarafından kontrol edilerek teyit edilmektedir. ACME, ISO belgesine sahip, akredite bir analiz laboratuvarıdır.

Tuz Gölü ve yakın çevresinden derlenen örneklerin mineralojik bileşimleri XRD (X-ışını kırınımı) yöntemi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Tuz Gölünde çökelen güncel tuz tabakası, yapılan sondajlardan elde edilen karotlar ve Tuz Gölü çevresinde yüzeyleyen evaporit içeren istiflerden seçilen 55 adet örnek 10 μm. 'nin altına öğütülerek XRD analizleri yapılmıştır. Bu yöntem, katı örneklerdeki mineral fazlarının tanımlanması için kullanılan bir tekniktir. Kristalin materyallerin kendi üzerlerine gönderilen X-ışını demetlerini kırınıma uğratması bu analiz yönteminin temelini oluşturur. Her bir mineral türü kendisini karakterize eden bir kırınım deseni meydana getirir ve bu kırınım deseni difraktometre adı verilen aygıtlar sayesinde görüntülenerek yorumlanır. MTA genel müdürlüğü laboratuarlarında yapılan analizler, X-ışını kaynağı olarak, 2.2 kW bakır anotlu, uzun ince odaklı seramik bir X-ışını tüpü kullanan Bruker D-8 Advance marka cihazla gerçekleştirilmiştir. X-ışını tüpü 40 kV ve 40 mA şartlar altında çalışmakta olup, Cu-$K\alpha_1$ spektrumuna ait X-ışını yayınlamaktadır. Örnekler 2θ = -10°- 60° arasında tarandıktan sonra elde edilen pik değerleri, ICDD' (The International Centre for Diffraction Data) nin yayınladığı standart değerler ile karşılaştırılarak numunelerin mineral fazları belirlenmektedir.

Ayrıca Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM: Scanning Electron Microscope) incelemeleri ve EDX (Energy-Dispersive X-Ray) analizleri için, karot numuneleri ve Tuz Gölü çevresindeki evaporit içerikli istiflerden 29 adet örnek seçilmiştir. Örneklerdeki minerallere ilişkin kristal morfolojilerini, türlerini ve seçilen bazı noktaların kimyasal analizlerini yapmak üzere Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezinde (Selçuk İLTEK) bulunan EDX ilaveli ve elektron

kaynağı olarak LaB_6 (Lantanyum Hekta Borat) filament kullanan, ZEISS EVO-LS10 marka bir SEM cihazı kullanılmıştır.

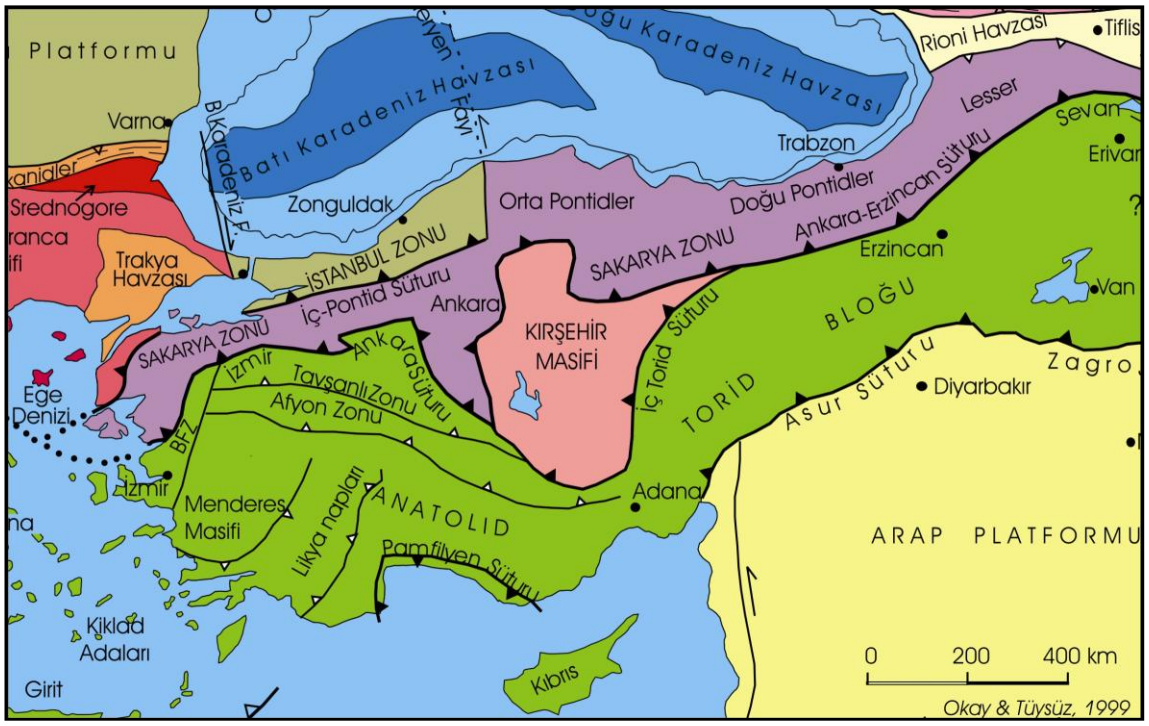
İstatistiksel çalışmalarda korelasyon katsayıları SPSS paket programı yardımıyla ve çeşitli standartlara göre normalize edilmiş NTE (Nadir Toprak Elementleri) grafiklerinde Ce ve Eu anomalileri ise sırasıyla ($Ce/Ce^* = [Ce_n/[(La_n).(Pr_n)]^{0.5}]$) ve ($Eu/Eu^* = [Eu_n/[(Sm_n).(Gd_n)]^{0.5}]$) formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.

3. JEOLOJİ

Bu bölümde, Tuz Gölü havzasını kapsayan bölgesel ölçekli jeolojik özelliklerin yanı sıra, Tuz Gölü ve yakın çevresini kapsayan yerel ölçekli jeolojik özellikler de sunulmaktadır.

3.1. Bölgesel Jeoloji

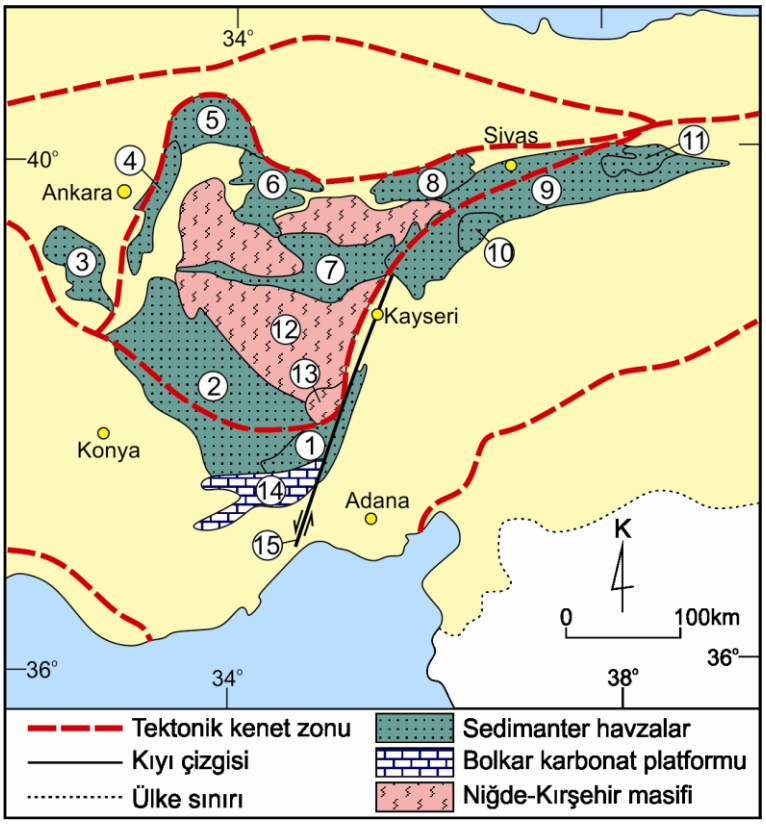
Doğu Akdeniz ve özellikle de Türkiye çok sayıda mikrokıta (kıtasal blok) ve bunlarla ilişkili kenet kuşaklarını (Şekil 3.1) kapsamaktadır. (Sengör ve Yilmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Okay ve Tüysüz, 1999).



Şekil 3.1. Türkiye'nin ana mikrokıtaları ve ilgili kenet kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999)

Neo-Tetis okyanusunun kuzey ve güney kollarının kapanması ile ilişkili olarak ortaya çıkan bu kenet kuşaklarının jeodinamik dengesini sağlamak üzere, Kırşehir mikrokıtası etrafında; Tuz Gölü, Haymana, Ulukışla, Kırıkkale, Çankırı, Refahiye, Yıldızeli, Yozgat-Sorgun, Kırşehir-Kaman, Şarkışla ve Sivas havzası gibi birçok sedimanter havza meydana gelmiştir (Şekil 3.2; Görür ve ark., 1998). Bu havzalardan birisi olan Tuz Gölü havzası, evrim süreci içerisinde eşikler vasıtasıyla, kuzeyden Bala, kuzeybatıdan Haymana ve güneyden de Ereğli havzaları ile zaman zaman

irtibatlanmıştır (Uygun, 1981; Aydemir ve Ateş, 2006a). Tuz Gölü havzası, doğuda Kırşehir masifi, batı ve güneyde Kütahya-Bolkardağı kuşağı (Özcan ve ark., 1988), kuzey ve kuzeybatıda ise Samsam yükselimi ile sınırlandırılmaktadır (Görür, 1981; Uygun, 1981; Görür ve ark., 1984; Görür ve ark., 1998).



Şekil 3.2. Orta Anadolu'nun başlıca sedimanter havzaları; 1: Ulukışla havzası, 2: Tuzgölü havzası, 3: Haymana havzası, 4: Kırıkkale havzası, 5: Çankırı havzası, 6: Yozgat-Sorgun havzası, 7: Kızılırmak havzası, 8: Yıldızlı havzası, 9: Sivas havzası, 10: Şarkışla havzası, 11: Refahiye havzası, 12: Niğde-Kırşehir masifi, 13: Niğde masifi, 14: Bolkar karbonat platformu, 15: Ecemiş fay zonu (Görür ve ark., 1998' den değiştirilerek)

3.2. Stratigrafi

Bu çalışmada bölgenin stratigrafisi açıklanırken; metamorfik temel ve örtü birimleri olmak üzere iki ayrı bölüm halinde ele alınmıştır.

3.2.1. Metamorfik temel

Sakarya kıtası üzerinde yer alan Haymana havzası dışında, Orta Anadolu havzalarının tamamı Kırşehir mikrokıtasına ait metamorfik bir temel üzerinde

bulunmaktadır (Görür ve ark., 1998). Tuz Gölü havzasının doğusunda yüzlek veren ve Tuz Gölü havzasının temelini oluşturan Kırşehir mikrokıtasına ait birimler, önceki çalışmalarda Kırşehir Masifi (Seymen, 1981, 1982) ve Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) şeklinde adlandırılmıştır (Göncüoğlu ve ark., 1991; Göncüoğlu ve ark., 1994). Bu kompleks (OAKK), Orta Anadolu metamorfitleri, ofiyolitleri ve granitoyitleri olmak üzere üç ayrı bölümde incelenmektedir. Orta Anadolu metamorfitleri, sıcaklıkların yer yer kısmi ergime şartlarına kadar ulaştığı çok evreli orta-yüksek dereceli metamorfizmaya uğramış platform tipi çökellerle temsil edilmektedir (Göncüoğlu ve ark., 1991). Orta Anadolu ofiyolitleri, İzmir-Ankara-Erzincan ve İç Toros okyanuslarının kapanması sırasında Kırşehir kıtası üzerine itilmiş ultramafik kayaçlar, gabro, plajiyogranit, diyabaz ve yastık lavı bazaltlarından oluşan tektonik dilimler şeklindedirler (Yalınız ve Göncüoğlu, 1998). Orta Anadolu granitoyitleri, temele ait diğer birimleri kesen granitoyit ve siyenitoyit türü sokulum kayaçlarından oluşur (Göncüoğlu ve ark., 1991; Göncüoğlu ve ark., 1992; Akıman ve ark., 1993; Türeli ve ark., 1993).

Havzanın batı ve güney kesiminde sırasıyla İç Toros Okyanusuna ait ofiyolitler ve mavişistler (Okay, 1984) ile Menderes-Toros bloğuna ait Kütahya-Bolkardağı Metamorfitleri (KBM) yüzeylemektedir. Paleozoyik-Mesozoyik zaman aralığında çökelmiş olan KBM çok evreli deformasyon ve metamorfizma izleri taşıyan platform tipi çökellerle, bunların üzerine tektonik bir dokanakla gelen ofiyolitli karışıklardan oluşmaktadır (Özcan ve ark., 1988). Havzanın kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde ise OAKK ve KBM üzerinde İzmir-Ankara okyanusunun kapanması sonucunda oluşan Ankara ofiyolitli karışığı yer almaktadır (Bailey ve McCallien, 1950; Bailey ve McCallien, 1954; Norman, 1973, 1975; Uygun, 1981; Tankut, 1984).

3.2.2. Örtü birimleri

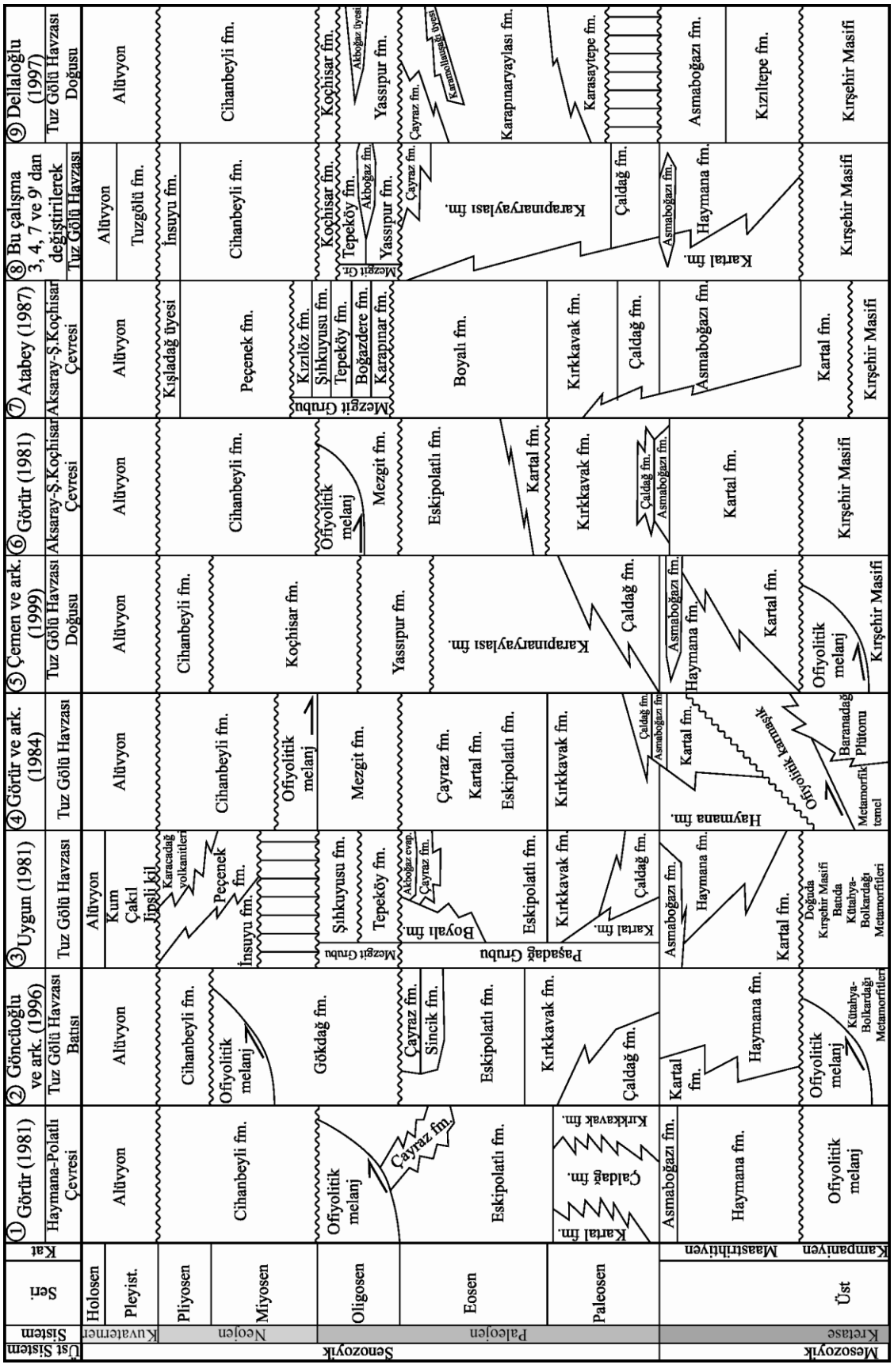
Tuz Gölü havzasında metamorfik temel üzerinde, yaşı Geç Kretase'den Güncel'e kadar değişen; şeyl, kumtaşı, çakıltaşı ve kireçtaşı birimlerinin oluşturduğu ve havzanın en derin yerinde kalınlığı 10.000 metreyi bulan kalın sedimanter bir istif yer almaktadır (Arıkan, 1975; Görür, 1981). Jeofizik çalışmalara göre Tuz Gölü havzasında yer alan Güney Aksaray, Ereğli ve Sultanhanı gibi ana çöküntü alanlarında istifin ortalama kalınlığı 8.000 metre, bazı daha derin kesimlerde ise 12.000-13.000 metre civarındadır (Aydemir ve Ateş, 2006a).

Önceki çalışmalarda Tuz Gölü havzasının sınırları hakkında iki farklı görüş tartışılmıştır. Bu görüşlerden ilki Tuz Gölü ve Haymana havzalarının birbirleriyle bağlantılı tek bir havza, yani Tuz Gölü havzası şeklinde değerlendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir (Righo de Righi ve Cortesini, 1959; Akarsu, 1971; Arıkan, 1975; Ünalan ve ark., 1976; Dinçer, 1978; Turgut, 1978; Yaşar ve ark., 1982; Sonel ve ark., 1996; Ayyıldız, 2000). İkinci görüşü savunanlar, ise birbirine komşu olan Tuz Gölü ve Haymana havzalarının, en azından Geç Kretase-Eosen sürecinde birbirlerinden uzak fakat benzer jeotektonik koşullar altında evrimleşen havzalar olduğunu ve Eosen'den sonra da birleşerek tek bir havzaya dönüştüklerini kabul etmektedirler (Görür ve ark., 1984; Oktay ve Dellaloğlu, 1987; Dellaloğlu, 1997; Görür ve ark., 1998; Çemen ve ark., 1999). Bu çalışmada ikinci görüş benimsenerek söz konusu havzalarda çökelen birimler ayrı ayrı ele alınmıştır.

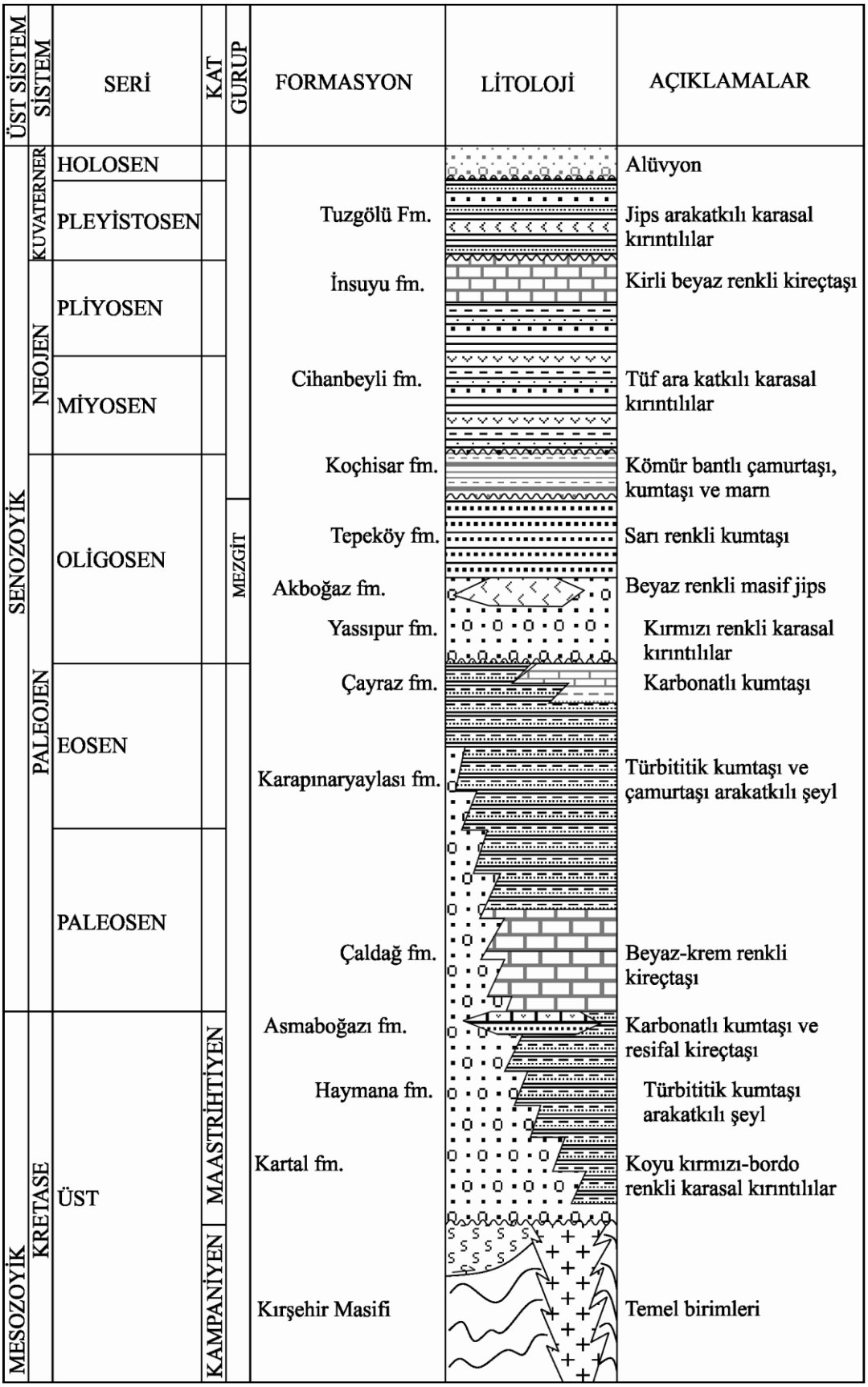
Tuz Gölü havzasına ait eski çökeller çoğunlukla Kuvaterner yaşlı birimlerle örtülü olduğundan sadece Şereflikoçhisar-Aksaray kuşağı ve Aksaray'ın kuzeyinde; Haymana havzası çökelleri ise Ankara'nın güneyinde daha geniş alanlarda yüzeylemektedirler. Bu nedenle Tuz Gölü çökelleri tanımlanırken, istifin çok daha iyi görüldüğü Haymana havzası çökelleriyle deneştirilerek verilmiştir (Şekil 3.3).

Örtü birimleri kapsamında Tuz Gölü ve Haymana havzası birlikte değerlendirildiğinde mevcut literatüre göre (Görür, 1981; Uygun, 1981; Görür ve ark., 1984; Atabey ve ark., 1987; Göncüoğlu ve ark., 1996; Dellaloğlu, 1997; Çemen ve ark., 1999) Tuz Gölü havzasında 1 Gurup ve 10 formasyon yer almaktadır (Şekil 3.4). Bunlar alttan üste doğru şu şekilde sıralanırlar:

11- Tuzgölü formasyonu (Qt; Pleyistosen-Kuvaterner; Ulu ve ark, 1994)
10- İnsuyu formasyonu (Ngi; Geç Miyosen Pliyosen; Uygun, 1981)
9- Cihanbeyli formasyonu (Ngc; Geç Miyosen Pliyosen; Akarsu, 1971)
8- Koçhisar formasyonu (Ngko; Orta Miyosen; Dellaloğlu ve Aksu, 1984)
7- Mezgit Grubu (Pgm; Geç Eosen-Oligosen; Righo de Righi ve Cortesini, 1959)
Tepeköy formasyonu (Pgmt; Uygun, 1981)
Akboğaz formasyonu (Pgma; Dellaloğlu ve Aksu, 1984)
Yassıpur formasyonu (Pgmy; Dellaloğlu ve Aksu, 1984)
6- Çayraz formasyonu (Pgça; Orta Eosen; Schmidt, 1960)



Şekil 3.3. Tuz Gölü havzası ve çevresinde yapılmış olan genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesitlerin korelasyonu; 1- Görür (1981), 2- Göncüoğlu ve ark. (1996), 3- Uygun (1981), 4- Görür ve ark. (1984), 5- Çemen ve ark. (1999), 6- Görür (1981), 7- Atabey ve ark. (1987), 8- Bu çalışma (3, 4, 5, 7 ve 9'dan değiştirilerek derlenmiştir) 9- Dellaloğlu (1997)



Şekil 3.4. Tuz Gölü havzasının genelleştirilmiş dikme kesiti (Uygun 1981, Görür ve ark. 1984, Atabey 1987, Çemen ve ark. 1999 ve Dellaloğlu 1997'den değiştirilerek)

5- Karapınaryaylası formasyonu (Pgka; Geç Paleosen-Geç Eosen; Dellaloğlu ve Aksu, 1984)
4- Çaldağ formasyonu (Pgç; Paleosen; Righo de Righi ve Cortesini, 1959)
3- Asmaboğazı formasyonu (Kas; Geç Maastrihtiyen; Görür ve Derman, 1978)
2- Haymana formasyonu (Kh; Maastrihtiyen-Erken Paleosen; Righo de Righi ve Cortesini, 1959)
1- Kartal formasyonu (KKa; Geç Maastrihtiyen-Erken Paleosen; Rigo de Righi ve Cortesini, 1959)

Metamorfik temel üzerine açılı bir uyumsuzlukla gelen bu formasyonlardan Mezgit Gurubu ile kendisinden daha yaşlı Karapınaryaylası ve Çayraz formasyonları ile daha genç Koçhisar formasyonu; Cihanbeyli formasyonu ile Koçhisar formasyonu; Tuzgölü formasyonu ile İnsuyu formasyonu ve Alüvyon ile İnsuyu formasyonu arasında toplam altı açılı uyumsuzluk yüzeyi bulunmaktadır (Şekil 3.4).

Bu çalışmada sığ göl suyu ve güncel Tuz Gölü çökellerinin yanı sıra, yukarıda sözü edilen birimlerden Mezgit gurubuna ait Yassıpur, Akboğaz ve Tepeköy formasyonları ile bu gurubun üzerindeki Cihanbeyli, İnsuyu ve Tuzgölü formasyonları örneklenerek özellikle mineralojik ve jeokimyasal özellik, tektonik konum ve köken kayaç belirlenmesi amacıyla incelenmişlerdir. Ancak havza jeolojisinin anlaşılabilmesi açısından örtü birimlerini oluşturan ve incelenmeyen diğer formasyonlar da yaşlıdan gence doğru aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Kartal formasyonu (Kka): Haymana havzasında alt ve üst sınırları belirgin olan Kartal formasyonunun (Righo de Righi ve Cortesini, 1959) tamamı koyu kırmızı-bordo renkli kırıntılılardan meydana gelir. Tabakalanma kötüdür ve merceksel geometrilidir. Genellikle serpantin, radyolarit, gabro, çört, granit ve metamorfik kayaç parçalarından oluşan çakıllar, kötü boylanmış, kötü yuvarlaklaşmış ve gevşek tutturulmuştur. Matriks yine aynı litolojilere ait kötü boylanmış gevşek kum ve silt boyutu malzemeden oluşur. Tuz Gölü havzasında benzer litolojik özellikler sunan formasyon, Şereflikoçhisar-Aksaray arasında yer yer anhidrit mercekleri içeren çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşı ardalanmasından oluşur.

Formasyonun kalınlığı Haymana havzasında (Ünalan ve ark., 1976) tarafından 1362 m. olarak, Tuz Gölü havzasında Şereflikoçhisar-Aksaray arasında ise 250-300 metre civarında ölçülmüştür.

Kartal formasyonu Maastrihtiyen öncesi temel kayaçları üzerine açılı uyumsuz olarak gelir. Havzanın derin kesimlerine doğru Haymana formasyonu ile yanal düşey geçiş gösteren Kartal formasyonu, Asmaboğazı formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür.

Formasyon yaş verilebilecek karakteristik fosil içermez. Birimin stratigrafik pozisyonuna göre Çemen ve ark. (1999), Geç Maastrihtiyen-Erken Paleosen yaş aralığını, Ayyıldız (2000) ise Maastrihtiyen-Orta Eosen yaş aralığını kabul etmişlerdir.

Litolojik özelliklerine göre Kartal formasyonunun havza kenarında sığ karasal (akarsu) bir ortamda çökeldiği anlaşılmaktadır (Sonel ve ark., 1996; Dellaloğlu, 1997).

Haymana formasyonu (Kh): Haymana formasyonunun (Righo de Righi ve Cortesini, 1959) en alt kesimi, kırmızı renkli, ince-orta tabakalı killi mikritik kireçtaşları ve çamurtaşları ile başlar. Üste doğru türbiditik kumtaşı arakatkılı şeyllerden oluşan tipik bir türbidit istifine geçerken ara seviyelerde kaba kırıntılılardan oluşan kanal dolgularına rastlanır. İstifin orta seviyesinde kumtaşı bantlarının daha az tekrarlandığı şeyller, en üst seviyesinde ise sadece şeyller görülür (Görür, 1981; Dellaloğlu, 1997; Çemen ve ark., 1999; Ayyıldız, 2000).

Yanal yönde kalınlığı çok fazla değişmeyen birim için Dellaloğlu (1997) 1000 - 1500 m., Ünalan ve ark. (1976) 1842 m., Dinçer (1978) 1140 m., (Görür ve Derman, 1978) 1330 m. kalınlık vermişlerdir.

Maastrihtiyen öncesi temel kayaçlarının üzerine açılı uyumsuz olarak gelen Haymana formasyonu, Kartal formasyonu ile yanal düşey geçişlidir ve Asmaboğazı formasyonu tarafından da uyumlu olarak örtülür. Mikro ve nannofosil kapsamına göre birimin Geç Kampaniyen-Maastrihtiyen-Erken Paleosen zaman aralığında çökeldiği belirlenmiştir (Dellaloğlu, 1997). Genellikle regresif karakterli olan Haymana formasyonu derin denizel bir ortamda çökelmiştir (Dellaloğlu, 1997; Ayyıldız, 2000).

Asmaboğazı formasyonu (Kas): Görür ve Derman (1978) tarafından Asmaboğazı formasyonu olarak adlanan birim tabanda çakıltaşı mercekleri içeren sarı renkli kumtaşları ile başlar. Orta seviyelerinde kumtaşı-karbonatlı kumtaşı-kumlu kireçtaşı ardalanması ile devam ederek en üst seviyesinde yersel olarak gelişmiş resifal kireçtaşı ile son bulur. Belirtilen litolojiler yer yer birbirlerine yanal yönde tedrici geçiş gösterebilirler (Uygun, 1981; Çemen ve ark., 1999).

Tuz Gölü havzasında kalınlığı 200 m. olarak ölçülen Asmaboğazı formasyonu, Kartal ve Haymana formasyonlarının üzerine uyumlu olarak geldiği gibi Kartal, Çaldağ ve Kırkkavak formasyonları tarafından da yine uyumlu olarak örtülür (Uygun, 1981).

Zengin bir rudist, lamellibranş, mercan, gastropod ve ekinid faunasına sahip olan formasyona birçok araştırmacı tarafından Maastrihtiyen veya Geç Maastrihtiyen yaşı önerilmiştir (Görür, 1981; Uygun, 1981; Dellaloğlu, 1997; Çemen ve ark., 1999; Ayyıldız, 2000). Her iki havzada da benzer litolojik özellikte ve stratigrafik konumda yüzeyleyen Asmaboğazı formasyonu çok önemli bir kılavuz seviye konumundadır (Görür, 1981).

Asmaboğazı formasyonu sığ denizelden başlayarak açık denize kadar değişen bir ortamda çökelmiştir (Görür, 1981; Uygun, 1981; Dellaloğlu, 1997).

Çaldağ formasyonu (Pgç): Çaldağ formasyonu (Righo de Righi ve Cortesini, 1959) başlıca beyaz - krem renkli oldukça kalın ve iyi gelişmiş tabakalı kireçtaşından oluşur. İçersinde bol miktarda miliolid, resifal karakterli kırmızı alg ve mollusk fosilleri içerir (Görür, 1981; Dellaloğlu, 1997; Ayyıldız, 2000).

Çaldağ formasyonu, Asmaboğazı formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelir. Havzanın sığ kesimlerine doğru Kartal formasyonuyla, derin kesimlerine doğru ise Kırkkavak formasyonu ile yanal ve düşey yönlerde tedrici geçişlidir. Çaldağ formasyonu, Kırkkavak formasyonunun içersine doğru kamalanır ve yine aynı formasyon tarafından örtülür. Haymana havzasındaki kalınlığı kamalanmadan dolayı çok değişken olup 50-1187 metre (Dellaloğlu, 1997), Şereflikoçhisar-Aksaray kesiminde ise 40-50 metre arasında ölçülmüştür (Sonel ve ark., 1996).

Çaldağ formasyonun yaşı fosil kapsamına göre Paleosen olarak belirlenmiştir (Sonel ve ark., 1996; Dellaloğlu, 1997). Litolojisi, fosil kapsamı ve sedimanter özellikleri bu birimin bir karbonat platformunda çökeldiğini göstermektedir. Geç Kretase'den beri bölgeyi etkileyen regresyon süreci, formasyonun çökeldiği dönemde de devam etmiştir. Bu yüzden platformun karaya yakın sığ kesiminde Kartal formasyonu çökelirken platformun açık deniz kesiminde ise Karapınaryaylası formasyonu çökelmiştir. Ancak regresyon evresi Orta Paleosen sonlarına kadar devam etmiş ve sonlanmıştır. Bu evreden sonra bölge Geç Paleosen-Erken Eosen süresince devam eden bir transgresyon sürecinin etkisi altına girmiştir. Denizin karaya doğru ilerlemesiyle birlikte Çaldağ formasyonu, kara tarafında çökelmiş olan Kartal formasyonunun üzerine yanal ve düşey geçişli olarak çökelmiştir. Aynı şekilde derin

deniz tarafında çökelmekte olan Karapınaryaylası formasyonu da Çaldağ formasyonunu yanal ve düşey olarak üzerlemiştir (Dellaloğlu, 1997).

Karapınaryaylası formasyonu (Pgka): Tabanda çapraz tabakalı ve merceksel geometriye sahip çakıltaşı ve çakıllı kumtaşı ile başlayan Karapınaryaylası formasyonu (Dellaloğlu ve Aksu, 1984) üste doğru birimin esas litolojisini oluşturan kumtaşı-çamurtaşı ardalanması şeklindeki kalın fliş türü çökel topluluğuna geçiş gösterir. Birimin en üst bölümünü, tane akması şeklinde izlenen kalın tabakalı kumtaşları meydana getirir. Kumtaşları tabanda çakıllı seviyelerle başlayıp üste doğru tane boyu incelen devirsel çökeller şeklindedirler. Her devre bir önceki devrenin ince kırıntılıları üzerine merceksel geometrili olarak gelir. Birçok mercek yanal ve düşey yönde dizilerek kalın kumtaşı düzeylerini meydana getirir. Formasyonun bu en üst bölümünde büyük ölçekli yük kalıpları ve kaval yapıları gözlenmektedir (Dellaloğlu, 1997).

Formasyonun kalınlığını Dellaloğlu (1997) yaklaşık 2000-2500 m., Ayyıldız (2000) ise 220-1800 m. olarak tespit etmişlerdir. Karapınaryaylası formasyonu Çaldağ formasyonunun üzerine yanal-düşey geçişli, havzanın değişik kesimlerinde ise Asmaboğazı formasyonunun üzerine açılı uyumsuz olarak gelir. Birim, Çayraz formasyonu tarafından uyumlu, Mezgit formasyonu tarafından ise açılı uyumsuz olarak örtülür (Dellaloğlu, 1997).

Nanno ve mikro fosil kapsamına göre Dellaloğlu (1997) formasyon için Geç Paleosen-Geç Eosen, Sonel ve ark. (1996) ise Paleosen-Orta Eosen yaşını önermişlerdir. En alt kesimde akarsu çökelleriyle başlayıp sığ denizel kırıntılılar, türbidit istifi ve en üstte de tekrar kırıntılılara geçiş gösteren formasyonun çökelme süreci bir transgresyonla başlayıp regresyonla son bularak tam bir seriye işaret etmektedir.

Çayraz formasyonu (Pgça): Çayraz formasyonu (Schmidt, 1960) tabanda kumlu marnlar ile başlar. Kumlu marnlar üste doğru 5-15 metre kalınlığında seviyeler oluşturan karbonatlı kumtaşı ve kumlu kireçtaşı bantları ile ardalanır. İstifin orta kesimlerinde kum oranı giderek azalırken şeyl hakim litolojiyi oluşturur. Formasyon en üstte kalın tabakalı, kirli sarı renkli, bol fosilli, kumlu kireçtaşları ile sonlanır. Aksaray civarında ise birim tabanda fosil içermeyen kumtaşı-çamurtaşı ardalanması ile başlar. Üste doğru bordo renkli kireçtaşları ile devam ederek en üst seviyede tipik nummulitli kireçtaşları ile son bulur (Dellaloğlu, 1997; Çemen ve ark., 1999; Altınok, 2001).

Birimin kalınlığı Dellaloğlu (1997) tarafından 200-500 metre civarında ölçülmüştür. Karapınaryaylası formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelen söz konusu birim, Mezgit formasyonu tarafından da uyumsuz olarak örtülür (Altınok, 2001).

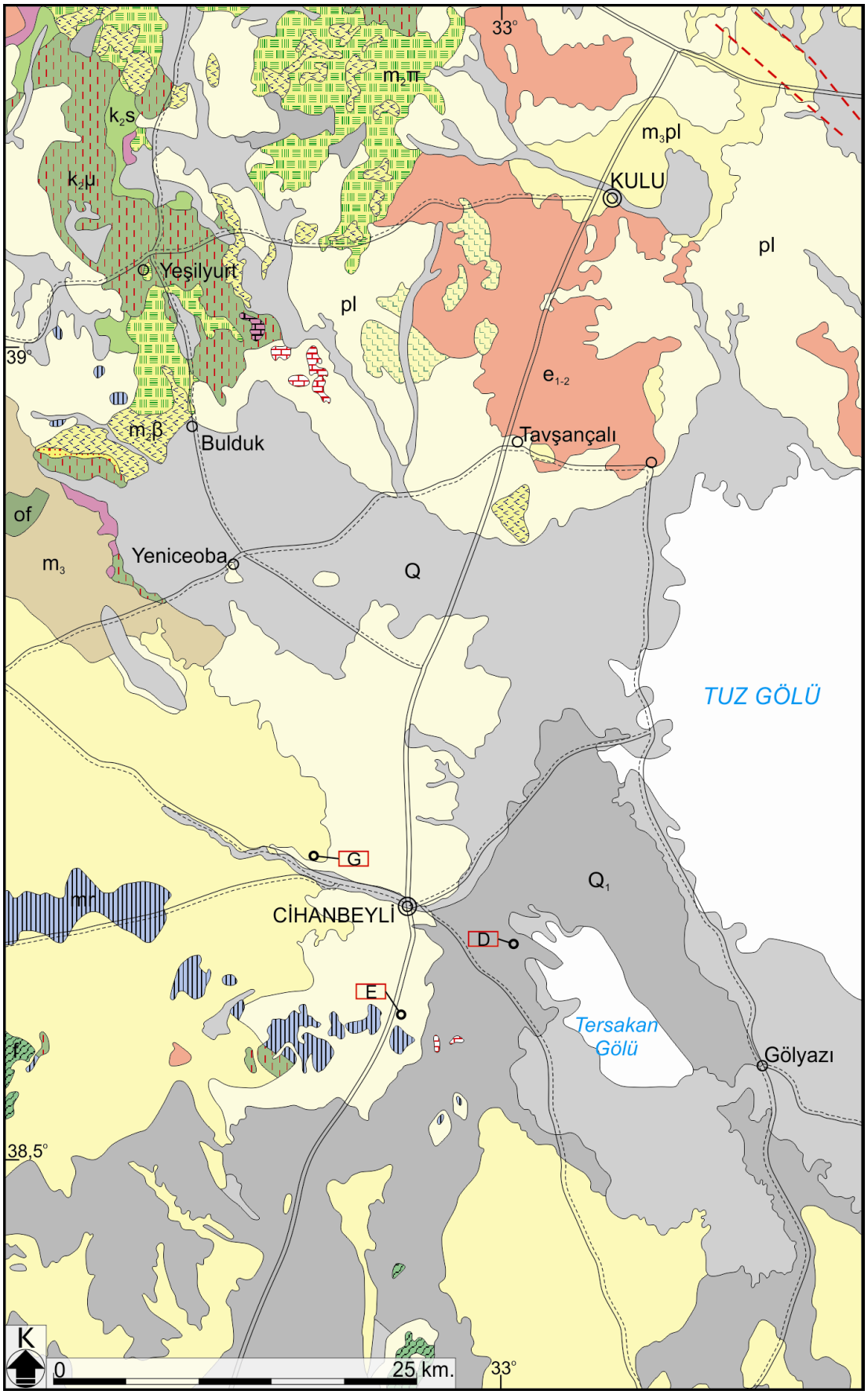
Belirlenen fosil içeriklerine göre formasyon Orta Eosen yaşlı kabul edilmiştir (Schmidt, 1960; Arıkan, 1975; Ünalan ve ark., 1976; Dinçer, 1978; Sonel ve ark., 1996; Dellaloğlu, 1997).

Çayraz formasyonu litoloji, fasiyes özellikleri ve sınır ilişkileri dikkate alındığında tektonik olarak aktif bir ortamda çökelmiştir. Buna göre deformasyonun etkili, daha az etkili ve en az etkili olduğu kesimlerde formasyon sırasıyla karasal, sığ denizel ve derin denizel ortam şartlarında çökelmiştir (Dellaloğlu, 1997).

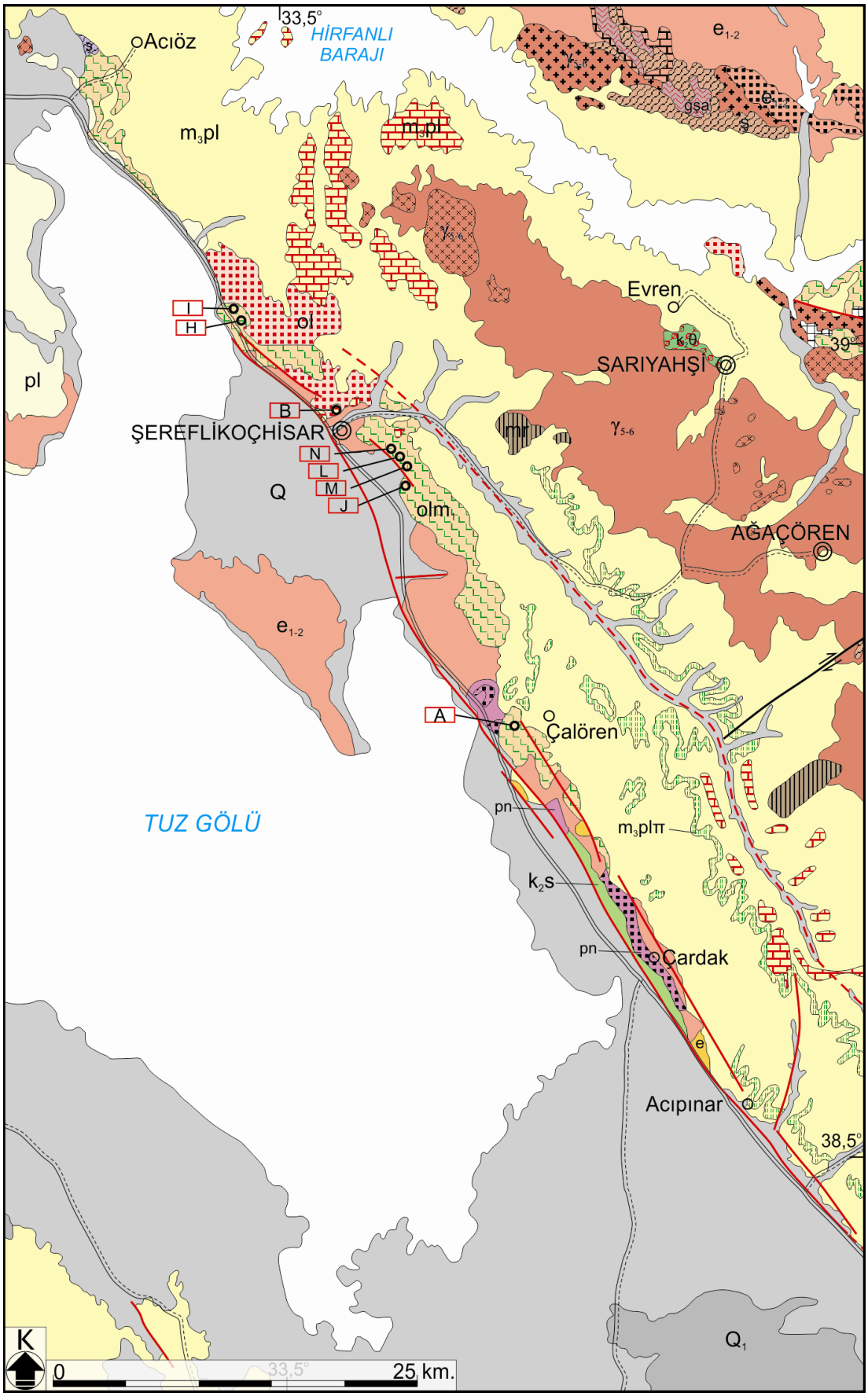
Mezgit Gurubu (Pgm): Bu çalışmada üzerinde durulan ve örnekleme yapılan Mezgit Gurubu (Righo de Righi ve Cortesini, 1959), Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7'de olm_1 simgesi ile gösterilen Oligosen-Alt Miyosen yaş aralığındaki evaporitli sedimanter kayaçlar içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada Mezgit Gurubu bünyesinde alttan üste doğru Yassıpur, Akboğaz ve Tepeköy formasyonları ayırtlanmıştır.

Yassıpur formasyonu (Pgmy): Mezgit gurubu Tuz Gölü'nün doğusunda Çalören (Mezgit) kasabası civarında kırmızı renkli kaba ve ince taneli kırıntılılar ile başlar (Şekil 3.8, 3.9 ve 3.10). Bu çalışmada Mezgit Gurubunun en alt seviyesindeki bu kırmızı renki kırıntılılar için Yassıpur formasyonu (Dellaloğlu ve Aksu, 1984) adlaması kullanılmıştır. Birim genelde, iyi yuvarlaklaşmış kötü boylanmalı blok ve çakılların kil, silt ve kum boyutu malzemeden oluşan kırmızı renkli bir matriksle zayıfça tutturulmasından meydana gelmiştir. Blok ve çakılların iyi yuvarlaklaşmış olması bunların uzak mesafelerden taşındığına işaret etmektedir. Dellaloğlu (1997)'na göre çakılların bileşim bakımından yüzde 70-80 'i siyah renkli bazalt, yeşilimsi siyah renkli gabro ve ultramafiklerden, yüzde 15-20 kadarı felsik mağmatik kayaçlardan, geri kalan yüzde 5 'lik kesimi ise şist, gnays ve mermer türü kayaçlardan türemiştir.

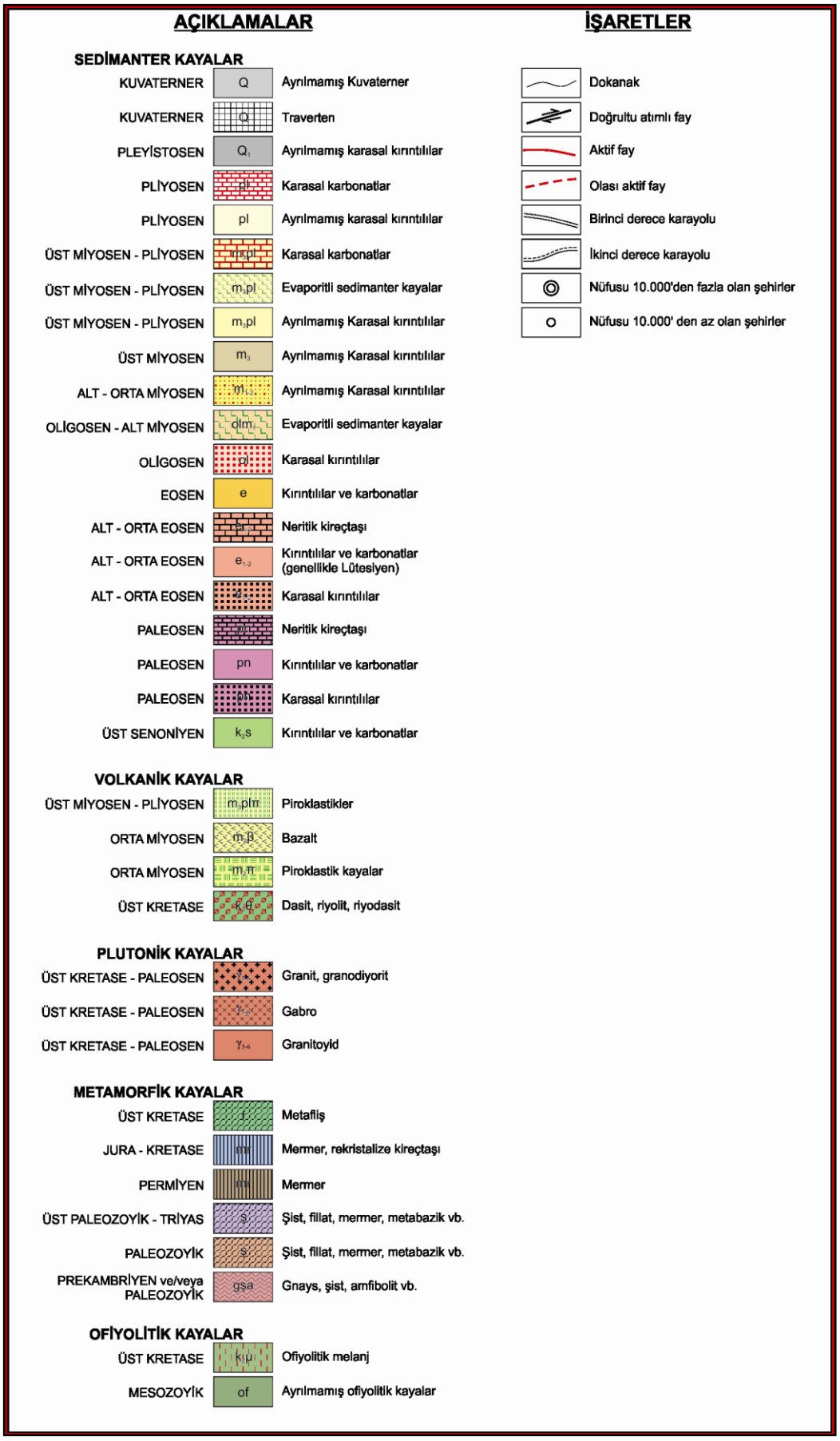
Akboğaz formasyonu (Pgma): Dellaloğlu ve Aksu (1984), Yassıpur formasyonunun üzerine gelen masif evaporitleri üye mertebesinde inceleyerek Akboğaz üyesi adlamasını kullanmışlardır. Bu çalışmada ise aynı birimin formasyon mertebesinde incelenerek Akboğaz formasyonu şeklinde adlandırılması uygun görülmüştür.



Şekil 3.5. Tuz Gölü batısının jeoloji haritası (Şenel, 2002) ile E,G ve D örnekleme lokasyonları



Şekil 3.6. Tuz Gölü doğusunun jeoloji haritası (Şenel, 2002) ile B, H, I, J, L, M ve N örnekleme lokasyonları

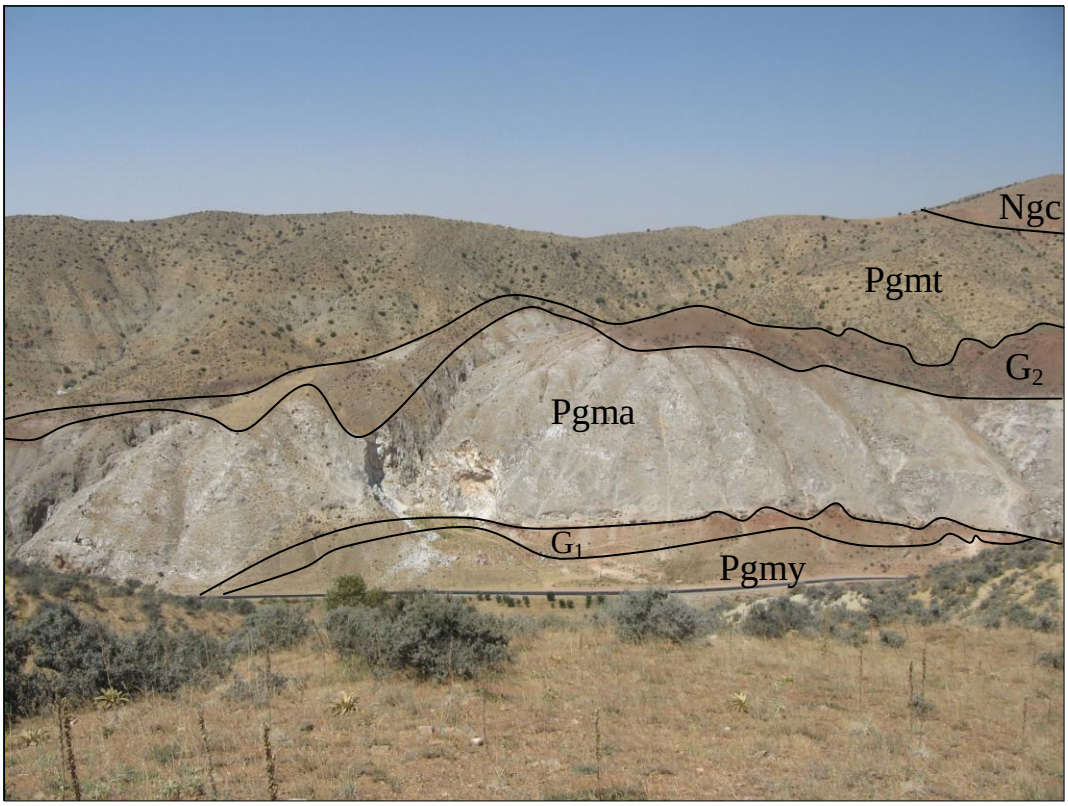


Şekil 3.7. Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'daki jeoloji haritalarına ait açıklamalar (Şenel, 2002)

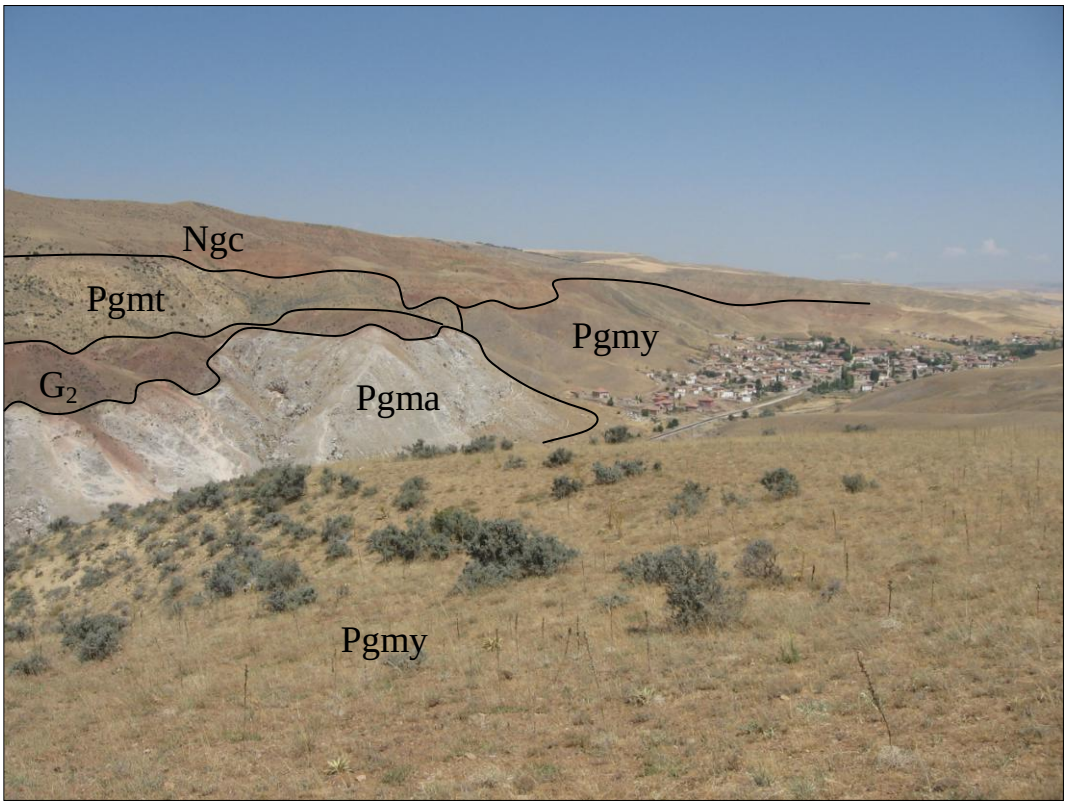
Akboğaz formasyonu sütbeyaz renkli masif jipsten oluşur. Bu jipsli seviyeler yanal yönde incelerek mercek geometrisi sunarlar. Birim hem altındaki Yassıpur formasyonu, hem de üstteki Tepeköy formasyonu ile yaklaşık 5-15 metre kalınlığındaki kırmızı renkli bir çamurtaşı-kiltaşı-jips seviyesi ile tedrici geçiş gösterir (Şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12). Ayrıca, Tuz Gölü dolayında TPAO tarafından yapılan sondajlarda jips ve anhidritlerle birlikte kaya tuzu seviyelerine de rastlanılmıştır fakat bu tuzlar yüzeyde mostra vermemektedirler (Dellaloğlu, 1997).

Tepeköy formasyonu (Pgmt): Uygun (1981) tarafından adlandırılan Tepeköy formasyonu orta-kalın tabakalı, sarı renkli kumtaşlarından oluşur (Şekil 3.8, 3.9 ve 3.11). Tepeköy kumtaşı örneklerinden yapılan ince kesitlerde % 33-40 kuvars, % 10-20 feldispat (plajiyoklas, ortoklas ve mikroklin), % 14-30 kayaç parçası, % 1-2 biyotit ve % 3-7 oranında opak mineral gözlenmiştir. İskeletsel taneler, yer yer kloritleşmiş bir matriks ve ya da kalsit bir çimento ile tutturulmuşlardır. Kuvarslar kısmen bol çatlaklı ve kapanımlı olup düz ve dalgalı sönme gösterirler. Plajiyoklaslarda genellikle polisentetik, ortoklaslarda karlsbad ve mikroklinlerde ise iki yönlü polisentetik (kafes) ikizlenmeler gözlenir. Kayaç parçaları volkanik, metamorfik ve ultramafik kökenli taneleri içermektedir. Yer yer rastlanan biyotitlerin çift kırma renkleri yüksek, levhamsı şekilli ve kahve renkli olarak gözlenirler. Opak mineraller ise tek ve çift nikollerde siyah renklidirler (Şekil 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 ve 3.17). Folk (1974)'un sınıflandırmasına göre Tepeköy kumtaşı feldispatik litarenit bileşimindedir. Ayrıca kumtaşı içerisinde Textulariidae familyasına ait *Textularia sp.* (Geç Karbonifer-Güncel), Miliolidae familyasına ait *Quinqueloculina sp.* (Jura-Güncel) ve *Pyrgo sp.* (Jura-Güncel), Alveolinidae familyasından *Alveolina sp.* (Geç Paleosen-Eosen), Nummulitidae familyasından *Nummulites sp.* (Paleosen-Oligosen) ve *Operculina sp.* (Paleosen-Miyosen) türü denizel foraminifer fosillerine rastlanmıştır.

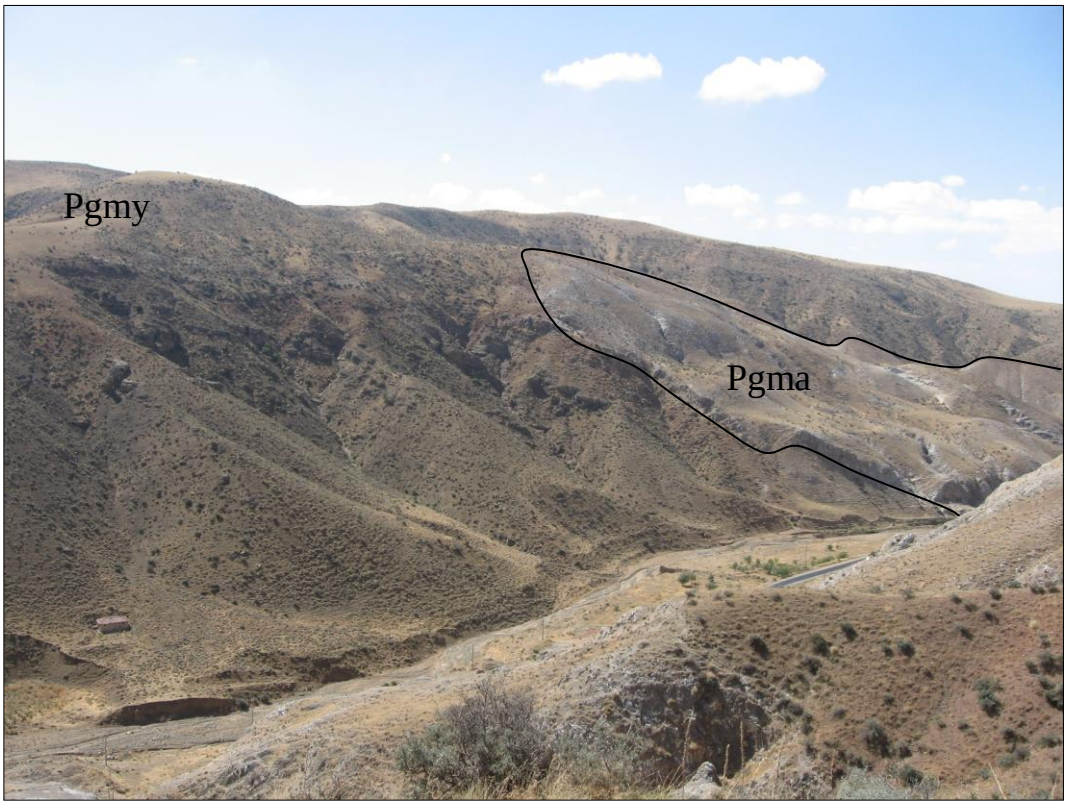
Bazı kesimlerde Çayraz formasyonu, bazı yerlerde de Karapınaryaylası formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelen Mezgit Gurubu, Koçhisar ve Cihanbeyli formasyonları tarafından da açılı uyumsuz olarak örtülür. Gurubun toplam kalınlığı 200 ile 500 m. arasında değişmektedir. Saptanan nannoplanktonlara göre bu guruba ait Yassıpur formasyonu kırıntılıları Geç Eosen'de çökelmeye başlamıştır (Dellaloğlu, 1997; Altınok, 2001). Varol ve ark. (2000) ise, Sr izotop ölçümlerine göre Akboğaz jipslerinin yaşını Orta-Geç Eosen-Erken Oligosen olarak belirlemişlerdir. Tepeköy formasyonunun kumtaşları da dahil olacak şekilde Mezgit Gurubu için Geç Eosen-Oligosen yaşı benimsenmiştir (Dellaloğlu, 1997; Altınok, 2001).



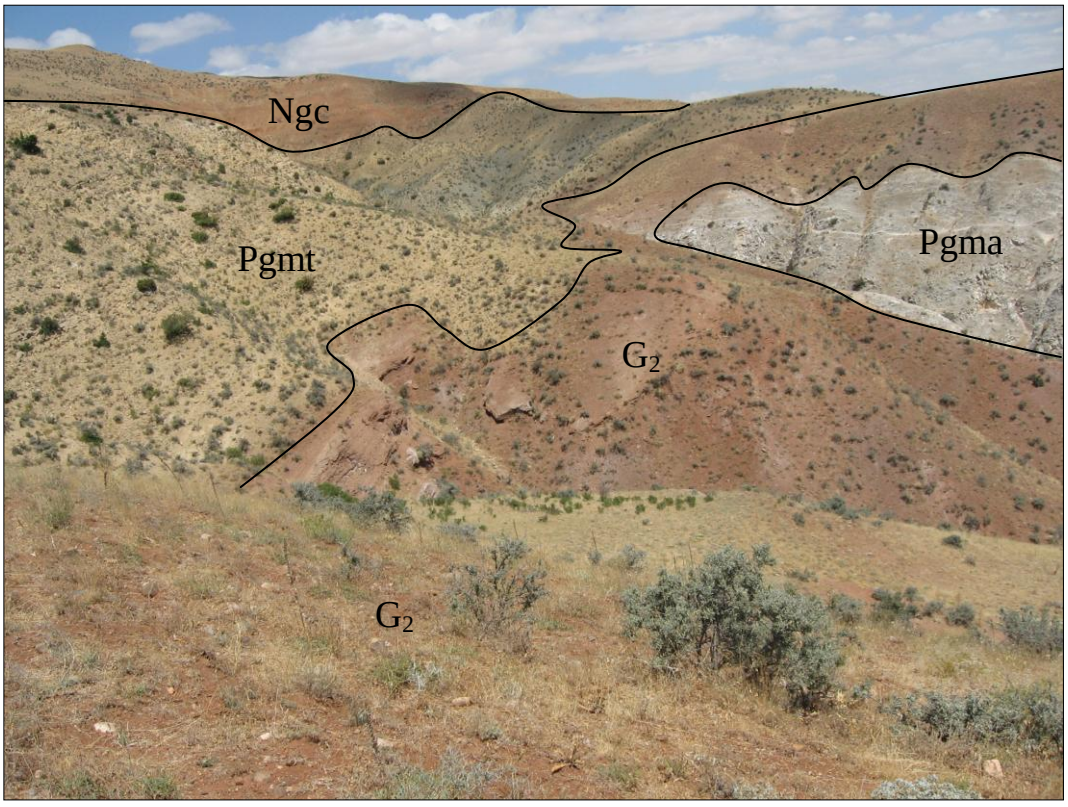
Şekil 3.8. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler ile alt ve üst sınırlarda gelişmiş olan geçiş zonları (Bakış kuzeye; Pgmy: Yassıpur formasyonu, G_1: Alt geçiş zonu, Pgma: Akboğaz formasyonu, G_2: Üst geçiş zonu, Pgmt: Tepeköy formasyonu, Ngc: Cihanbeyli formasyonu)



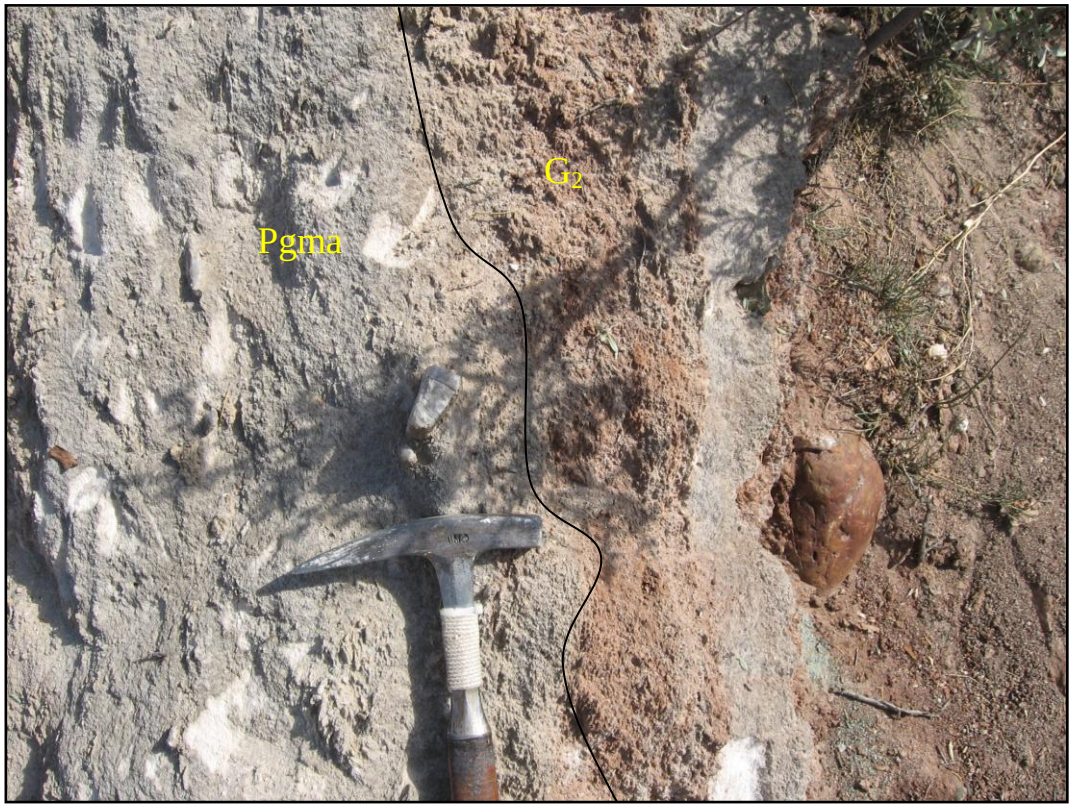
Şekil 3.9. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler merceksi geometri sunmaktadır (Bakış kuzeydoğuya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır)



Şekil 3.10. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipslerin tabanındaki kırıntılılar ile merceksi geometriye sahip sınır ilişkisi (Bakış güneybatıya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır)



Şekil 3.11. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında masif jipsler üst geçiş zonu ile sarı renkli kumtaşlarına geçiş göstermektedir (Bakış kuzeydoğuya ve kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır)



Şekil 3.12. Çalören (Mezgit) Kasabası civarında Akboğaz formasyonu (Pgma) ile üst geçiş zonu (G_2) arasındaki sınırın yakından görünümü (Kısaltmalar Şekil 3.8 ile aynıdır)

Gurubun alt seviyesindeki kırmızı renkli kırıntılılar, akarsu ortamında çökelmişlerdir (Dellaloğlu, 1997). Bu seviyedeki kaba kırıntılılar kanal içi çakıltaşı çökellerini, ince kırıntılılar ise taşma ovası çökellerini yansıtmaktadırlar. Bir playa şeklinde gelişen bu taşkın ovası çökellerinin üzerine ise evaporitler çökelmiştir. Bu durum iklimin giderek kuraklaştığını ve buna paralel olarak da kırıntılı geliminin giderek azalması sonucunda evaporitik çökelme şartlarının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Evaporitlerin üzerine gelen kırıntılılar ise yağışlı iklimsel koşulların yeniden egemen olduğuna işaret etmektedir (Dellaloğlu, 1997). Görür ve ark. (1984) ise kırmızı renkli kırıntılılar ve evaporitler ile bu birimin tipik olarak molas havzası çökellerini temsil ettiğini belirtmişlerdir.

Koçhisar formasyonu (Ngko): Koçhisar formasyonu (Dellaloğlu ve Aksu, 1984) tabanda az bir kırıntılı düzey ve hemen üzerinde iki seviye halinde kömür bandının yer aldığı kızıl-kahve renkli kiltaşı ve marn ardalanması ile başlayarak üste doğru çamurtaşı, kumtaşı, marn ve killi kireçtaşı ardalanmasına dönüşür. En üst seviye

ise devirsel olarak çökelmiş olan çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından meydana gelen kırıntılılara geçiş yapar.

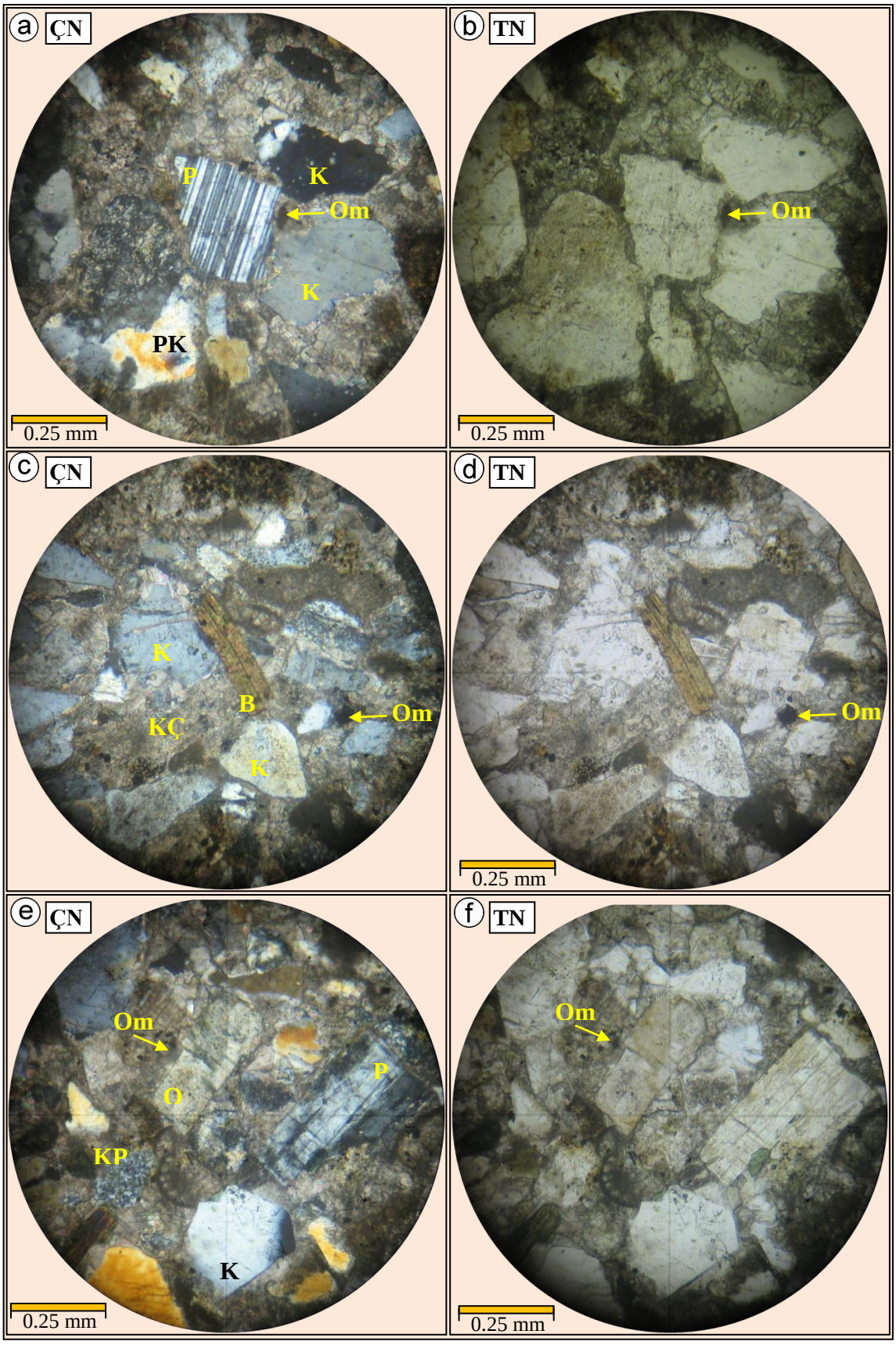
Koçhisar formasyonu Mezgit Gurubu ve Karapınaryaylası formasyonunun üzerine açılı uyumsuz olarak gelir. Cihanbeyli formasyonu tarafından yine açılı uyumsuz olarak örtülür. Oktay ve Dellaloğlu (1987), formasyonun 300 m. kalınlığında olduğunu belirtmişlerdir. Formasyonda tespit edilen polen ve spor fosillerine göre yaşı Orta Miyosen olarak önerilmiştir (Dellaloğlu, 1997).

Formasyon düşük enerjili bir bataklık ortamında çökelmeye başlamıştır. Bu devrede çamurla örtülen bitki kalıntıları zamanla kömürleşmişlerdir. Bataklık koşulları bölgede yağışların azalması ve sıcaklığın artması ile içerisinde evaporitlerin çökeldiği kapalı bir havza konumuna dönüşmüştür. Çamurlar içersindeki jips kristalleri ortamın giderek çok sıcak koşullu karasal playa haline geldiğini belirtmektedir. Birimin en üst seviyesindeki menderesli akarsu çökelleri ise bölgenin tekrar düzenli yağış iklimi koşullarına girdiğine işaret etmektedir (Dellaloğlu, 1997).

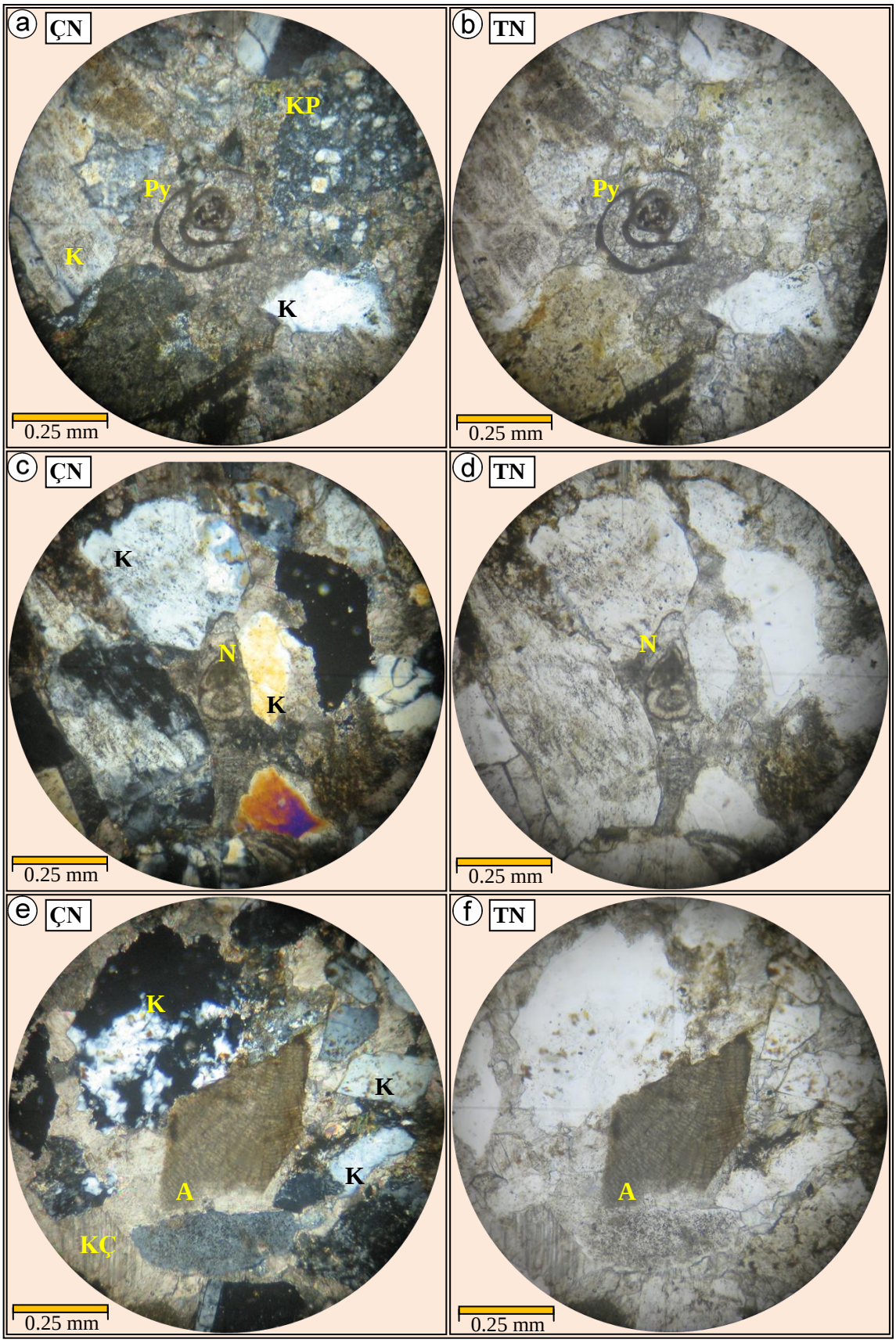
Koçhisar formasyonu Tuz Gölü'nün batısındaki Gökdağ formasyonu ile deneştirilebilir (Çemen ve ark., 1999). Bu kesimdeki Gökdağ formasyonu, Gökdağ, Mermerdağ ve Çatak çevresinde yaygın olarak gözlenir ve tuğla kırmızısı, sarı-yeşil ve yeşil renkli, inceden kalına ardalanan çakıltaşı, killi kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ile temsil edilir fakat linyit seviyeleri içermez (Akıl, 2008). Gökdağ formasyonu için Agalede (1954) ve Uygun ve ark. (1982) Oligosen yaşını, Umut ve ark. (1990) ise Miyosen yaşını önermişlerdir.

Cihanbeyli formasyonu (Ngc): Bu çalışmada üzerinde durulan ve örnekleme yapılan Cihanbeyli formasyonu (Akarsu, 1971), Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7'de $m_3$pl simgesi ile gösterilen Geç Miyosen-Pliyosen yaş aralığındaki ayrılmamış karasal kırıntılılar içerisinde yer almaktadır.

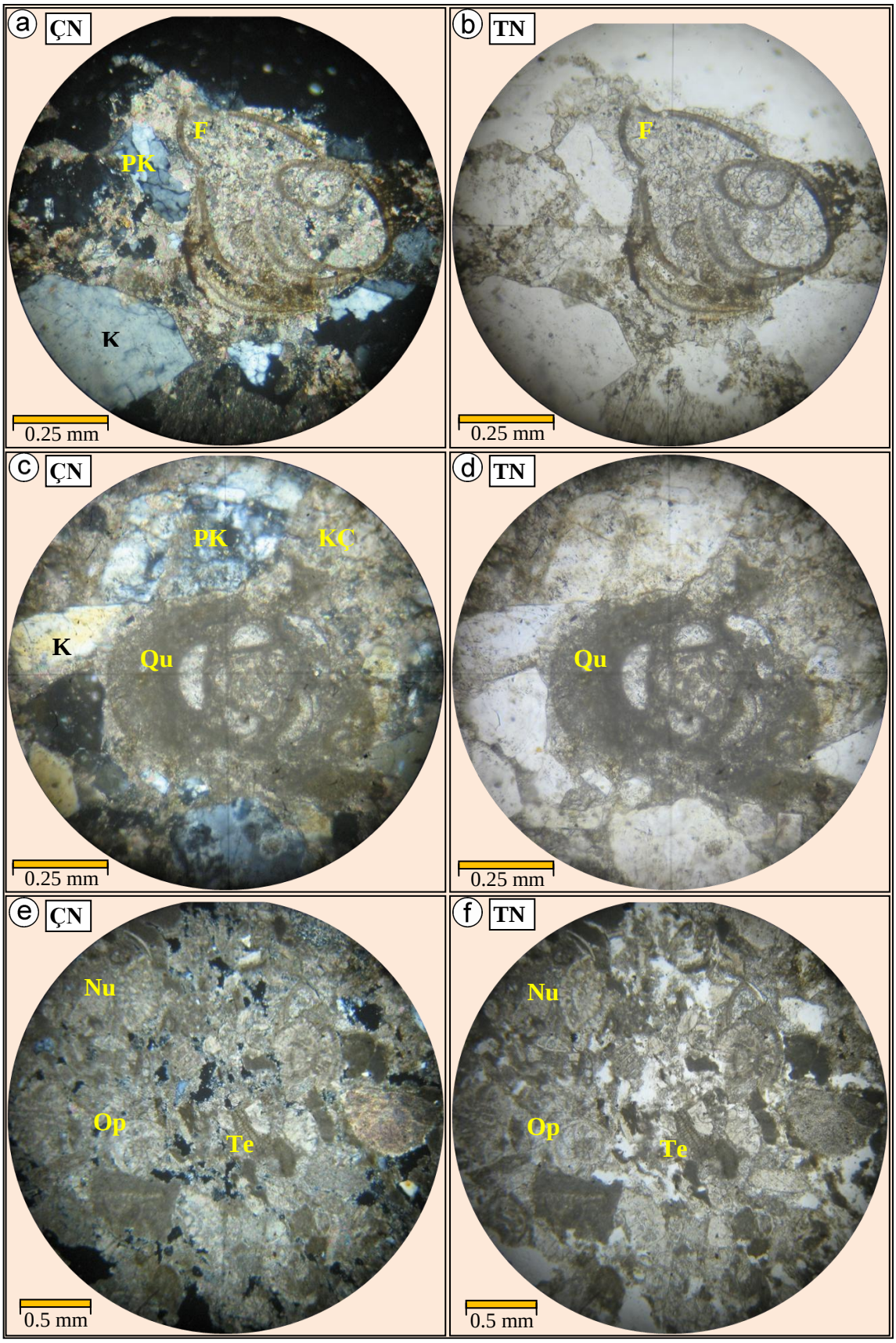
Tuz Gölü havzasında geniş yayılıma sahip olan Cihanbeyli formasyonu, hem düşey hem de yanal yönde bölgeden bölgeye değişen farklı sedimantolojik özellikler gösterir. Birimin esas litolojisi çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve marn ardalanmasından meydana gelir. Bu çalışmada Mezgit Gurubu üzerine gelen çamurtaşlarından örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.8, 3.9 ve 3.11). Tüf, aglomera ve bazalt gibi volkanitler, birim içerisinde arakatkılar şeklinde izlenir (Dellaloğlu, 1997).



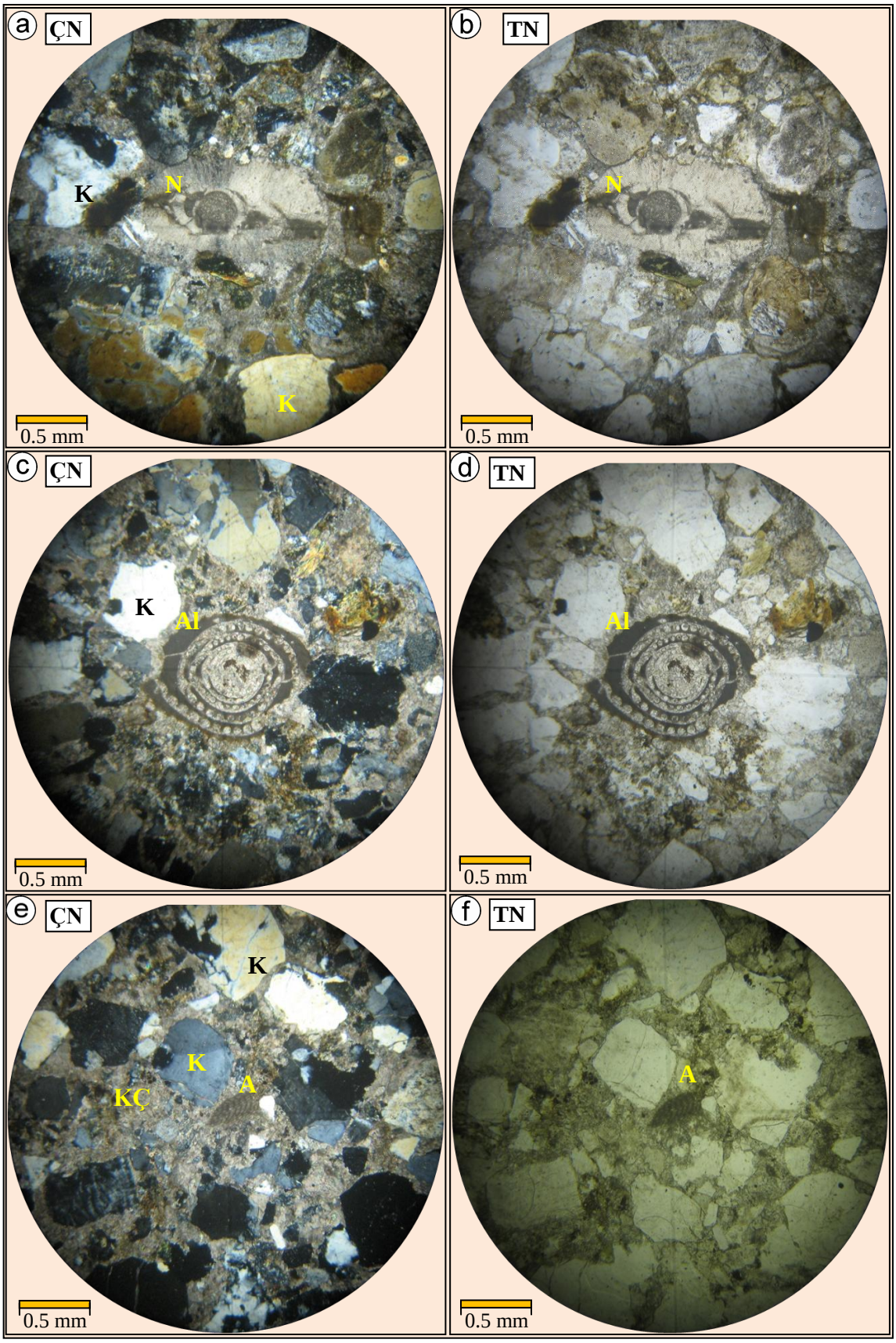
Şekil 3.13. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, P: plajiyoklas, B: Biyotit, O: ortoklas, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento, Om: Opak mineral



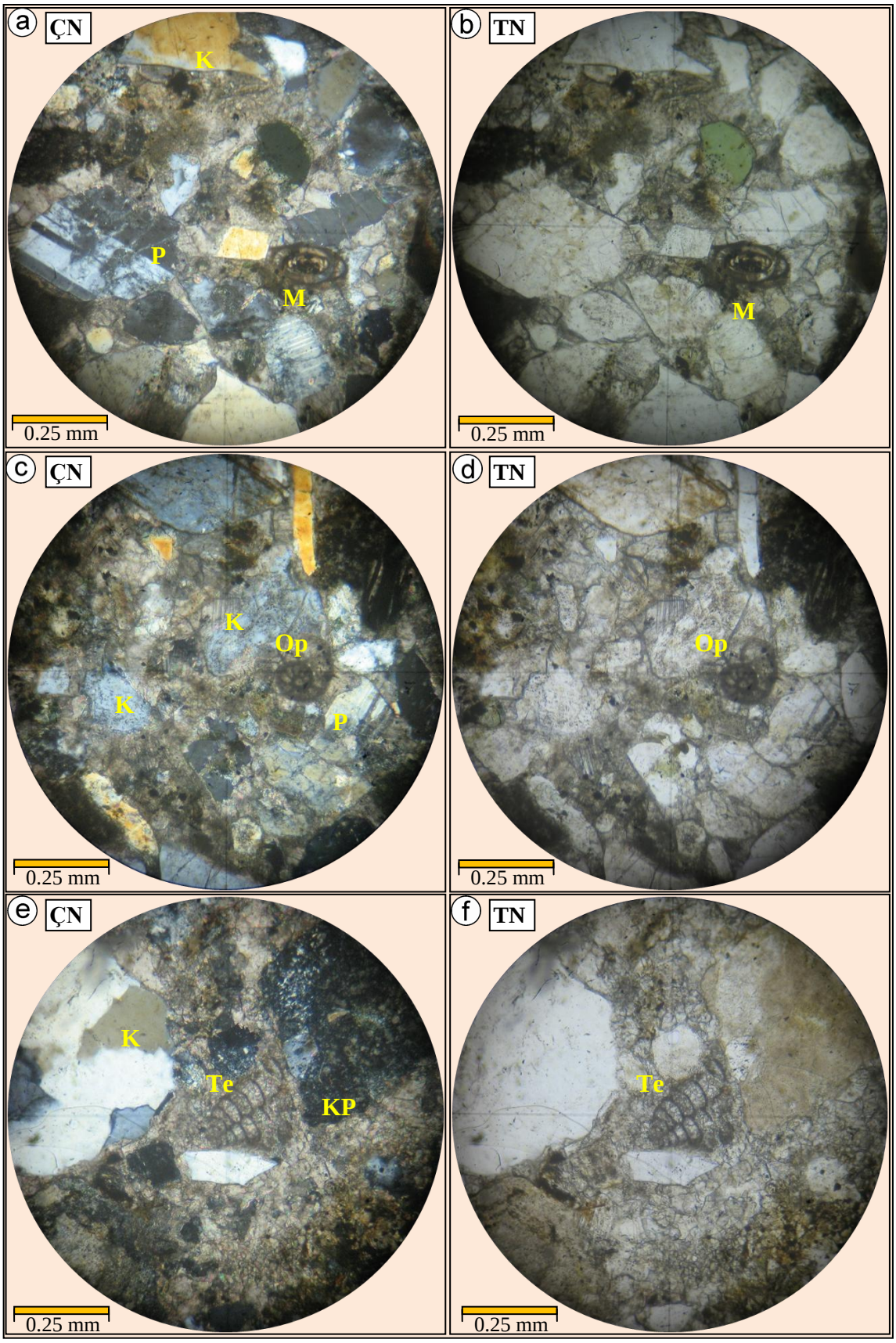
Şekil 3.14. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento, N: Nummulitidae fosili, A: Koralin kırmızı alg fosili Py: *Pyrgo sp.*



Şekil 3.15. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, KÇ: Kalsit çimento F: Foraminiferida fosili, Qu: *Quinqueloculina sp.*, Nu: *Nummulites sp.*, Op: *Operculina sp.*, Te: *Textularia sp.*



Şekil 3.16. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, KÇ: Kalsit çimento Al: *Alveolina sp.*, N: Nummulitidae fosili, A: Koralin kırmızı alg fosili



Şekil 3.17. Tepeköy kumtaşının Çift Nikol-ÇN (a, c ve e) ve Tek Nikol-TN (b, d ve f) mikroskop görüntüleri. K: Kuvars, PK: Polikristalin kuvars, P: plajiyoklas, KP: Kayaç parçası, KÇ: Kalsit çimento M: Miliolidae fosili, Op: *Operculina sp.*, Te: *Textularia sp.*

Sonel ve ark. (1996), Cihanbeyli formasyonun 10-637 m., Dellaloğlu (1997) ise 200-750 m. arasında değişen bir kalınlığa sahip olduğunu belirtmektedirler.

Tuz Gölü havzasında kendinden daha yaşlı bütün birimler üzerine açısal bir uyumsuzlukla gelen formasyon, Tuzgölü formasyonu ve alüvyonlar tarafından açılı bir uyumsuzlukla örtülmektedir.

Dellaloğlu ve Aksu (1984) ve Sonel ve ark. (1996) tarafından formasyonun Geç Miyosen-Pliyosen aralığında çökeldiği kabul edilmiştir.

Birimin kırıntılı çökel ihtiva eden kesimlerinin sedimantolojik özellikleri bunların akarsu ortamında çökeldiklerine işaret eder. Aynı zamanda formasyon içerisinde marn ve karbonatça zengin seviyelerin gelişmesi hatta bazı kesimlerde kömürlü seviyelerin varlığı, akarsu fasiyesinin zaman zaman bataklık ve kırıntılı geliminin olmadığı bir göl ortamına dönüştüğünü göstermektedir. Bütün bu veriler dikkate alındığında formasyonun, aktif bir volkanizmanın sürekli etkilediği akarsu, göl ve bataklık ortamlarının birbirlerine geçiş yaptığı bir süreçte çökeldiği söylenebilir (Dellaloğlu, 1997).

İnsuyu formasyonu (Ngi): Bu çalışmada örnekleme yapılan İnsuyu formasyonu (Uygun, 1981), Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7'de $m_3$pl simgesi ile gösterilen Geç Miyosen-Pliyosen yaş aralığındaki ayrılmamış karasal karbonatlar içerisinde yer almaktadır.

Birim Cihanbeyli ilçesi batısında, adını kendisinden aldığı İnsuyu vadisinde en iyi şekilde yüzlekler vermektedir (Şekil 3.18). Formasyon kalın tabakalı, beyaz renkli, erime boşluklu kireçtaşları ve beyaz-krem renkli kiltaşlarının ardalanmasından oluşur (Altınok, 2001; Özsayın, 2007).

Uygun (1981), Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı formasyonun 400 m. kalınlığa ulaştığını belirtmektedir. Cihanbeyli formasyonunun üzerinde uyumlu olarak bulunan İnsuyu formasyonu Tuzgölü formasyonu ve Alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yine Uygun (1981)'e göre Miyosen sonlarında Tuz Gölü havzası geniş bir tatlı su gölü halindedir ve İnsuyu formasyonu bu şartlar altında çökelmiştir.

Tuzgölü formasyonu (Ngt): Bu çalışmada üzerinde durulan ve örnekleme yapılan Tuzgölü formasyonu (Ulu ve ark., 1994), Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7'de Q_1 simgesi ile gösterilen Pleyistosen yaşlı ayrılmamış karasal kırıntılılar içerisinde yer almaktadır.



Şekil 3.18. Cihanbeyli'nin kuzeybatısında orta kalın tabakalı ve boşluklu İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşlarından bir görünüm (Bakış kuzeyden güneye, Ngi: İnsuyu formasyonu)

Tuz Gölü'nün eski çökellerini içeren bu formasyon, Tuz Gölü'ne yakın kesimlerdeki düzlüklerde izlenir. Yanal ve düşey yönde geçişler sunan birim tabanda Tuz Gölü'ne doğru eğimli çakıl-kum ardalanması ile başlar. Gri renkli, pekişmemiş ve az pekişmiş seviyelerden oluşan bu kısımda çapraz tabakalanmalar mevcuttur. Çakıl ve kumlar iyi boylanmalıdır ve taneler yuvarlak - yarı yuvarlaktır. Daha üst seviyelerde kalın yatay tabakalı kil-silt ardalanması yer alır. Bunlar yeşil-beyaz renkli ve jips aratabakalıdırlar. Bazı kesimlerde, kiltaşı-kireçtaşı birimleri bunların üzerine gelir ve bu birimler yanal ve düşey yönde kumlu-çakıllı kireçtaşlarına tedrici geçişlidirler (Ulu ve ark., 1994). Bu çalışmada örnekleme killer içerisinde gelişmiş jipslerden yapılmıştır

Cihanbeyli formasyonunun üzerine açılı uyumsuz olarak gelen Tuzgölü formasyonu, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür. Birimin yaşı Ulu ve ark. (1994) tarafından Pleyistosen-Kuvaterner olarak önerilmiştir.

Alüvyon (Qa): Tuz Gölü kıyısı ve akarsu vadileri boyunca, bölgedeki diğer birimlerin ayrışıp taşınmasıyla çökelmiş olan çakıl, kum ve kilden oluşur.

4. MİNERALOJİ

Bu çalışmada elde edilen mineralojik veriler güncel ve eski göl çökellerinin mineralojisi şeklinde iki alt başlıkta ele alınmıştır.

4.1. Güncel Tuz Gölü Çökellerinin Mineralojisi

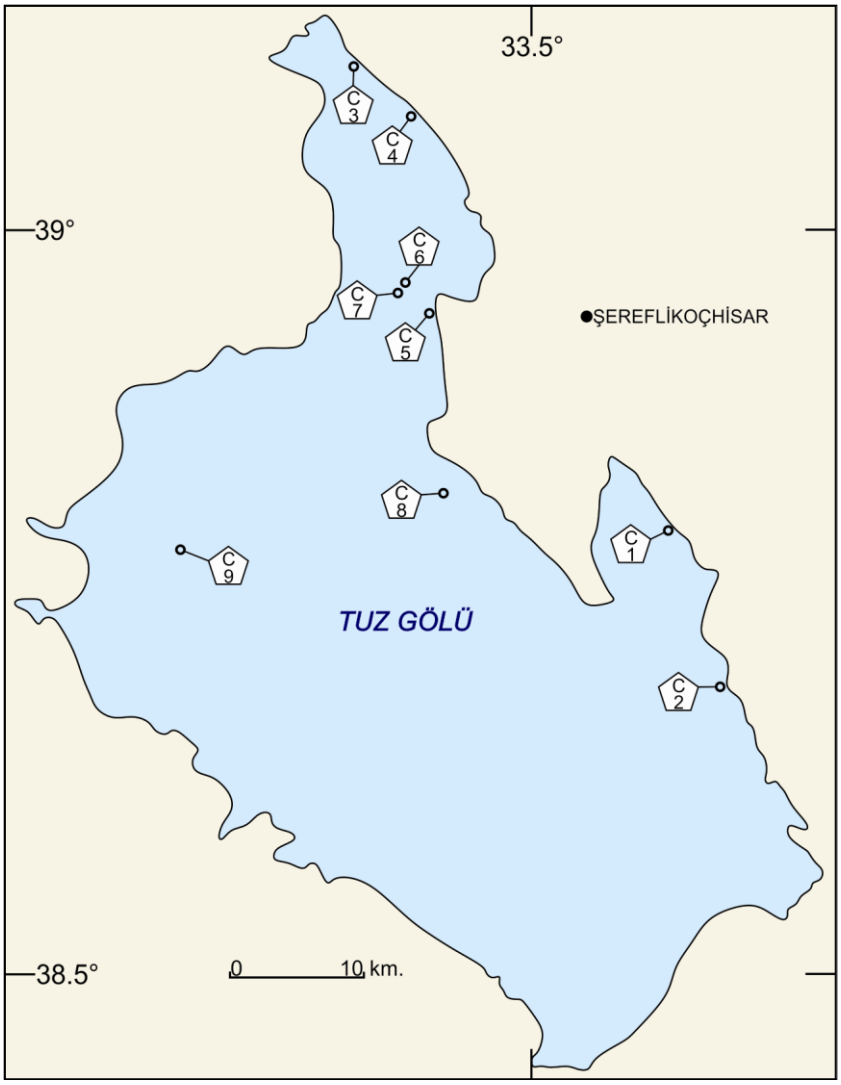
Burada, Tuz Gölü'ndeki güncel tuz kabuğunun ve bu kabuğun altındaki kırıntılı ve kimyasal sığ göl çökellerinin mineralojik özellikleri incelenmiştir.

4.1.1. Güncel tuz kabuğunun mineralojisi

Güncel göl suyundan evaporasyonun kuvvetlendiği kurak yaz aylarında kimyasal olarak çökelen ve kalınlığı farklılık arz eden ancak ortalama olarak 10 cm. kalınlığında bir tuz tabakası çökelmektedir. Burada "tuz kabuğu" olarak adlandırılan bu tuz tabakasından gölün farklı kesimlerinden olmak üzere dokuz adet tuz kabuğu örneğinin üst seviyelerini temsilen XRD analizleri yapılmıştır (Şekil 4.1 ve 4.2; Çizelge 4.1).

Bu analiz sonuçlarına göre, C-3 lokasyonundaki C-3A kodlu örnek tamamen halit (NaCl) mineral fazından oluşan monomineralik bir bileşim sunarken, diğer lokasyonlardaki örneklerde başlıca halit (NaCl) ve çok daha az oranlarda jips ($CaSO_4.2H_2O$) mineral fazları belirlenmiştir (Şekil 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6).

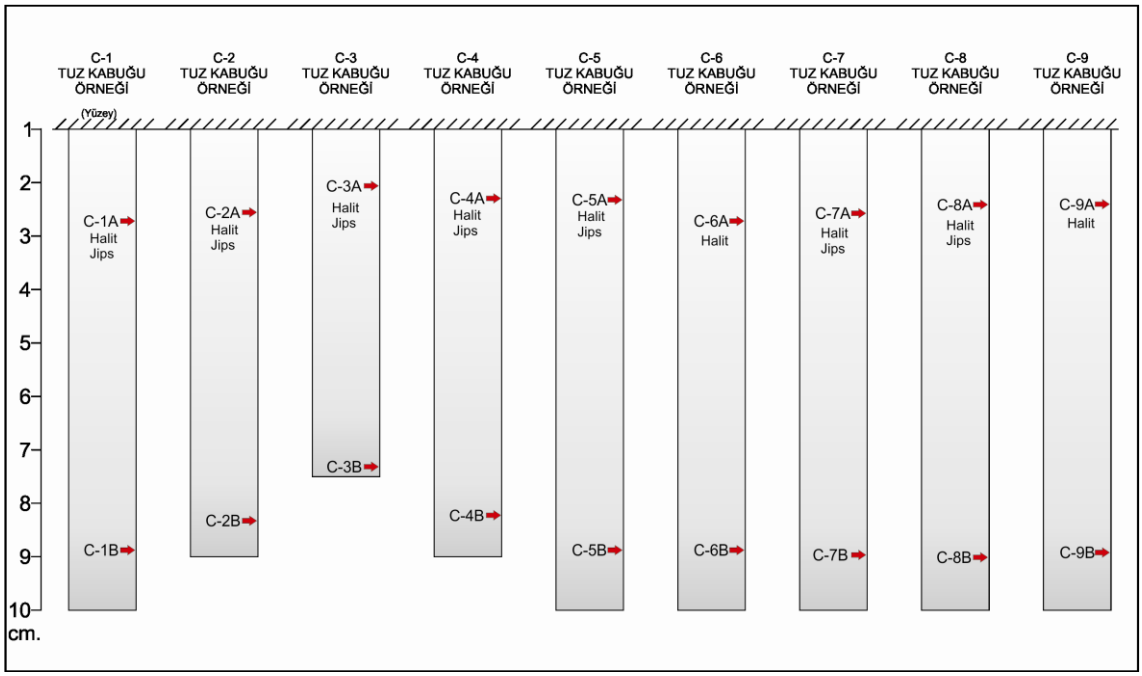
Tuzlu göllerden çökelen minerallerin çeşidi ve miktarı göl suyunun kimyası ile yakından ilgilidir (Eugster ve Hardie, 1978). Tuz Gölünde tuz kabuğunu oluşturan başlıca yüzeysel evaporitlerin halit ve jips olması, bu minerallerin Na-(Ca)-SO_4-Cl tipi tuzlu bir sudan çökeldiklerini göstermektedir. Tuz Gölü'nün nasıl böyle bir konsantrasyona sahip olduğu ve hangi minerallerin çökeldiği konusu birçok araştırmacı tarafından aydınlatılmaya çalışılmıştır (Uygun ve Şen, 1978; Çamur ve Mutlu, 1995; Çamur ve Mutlu, 1996; Kılıç ve Kılıç, 2005). Burada göl suyunun geçmişten günümüze kadar geçen zaman içindeki kimyasal değişimi hakkındaki yorum, tuz kabuğunun altından alınan karot örneklerinin incelendiği bölümde açıklanacaktır.



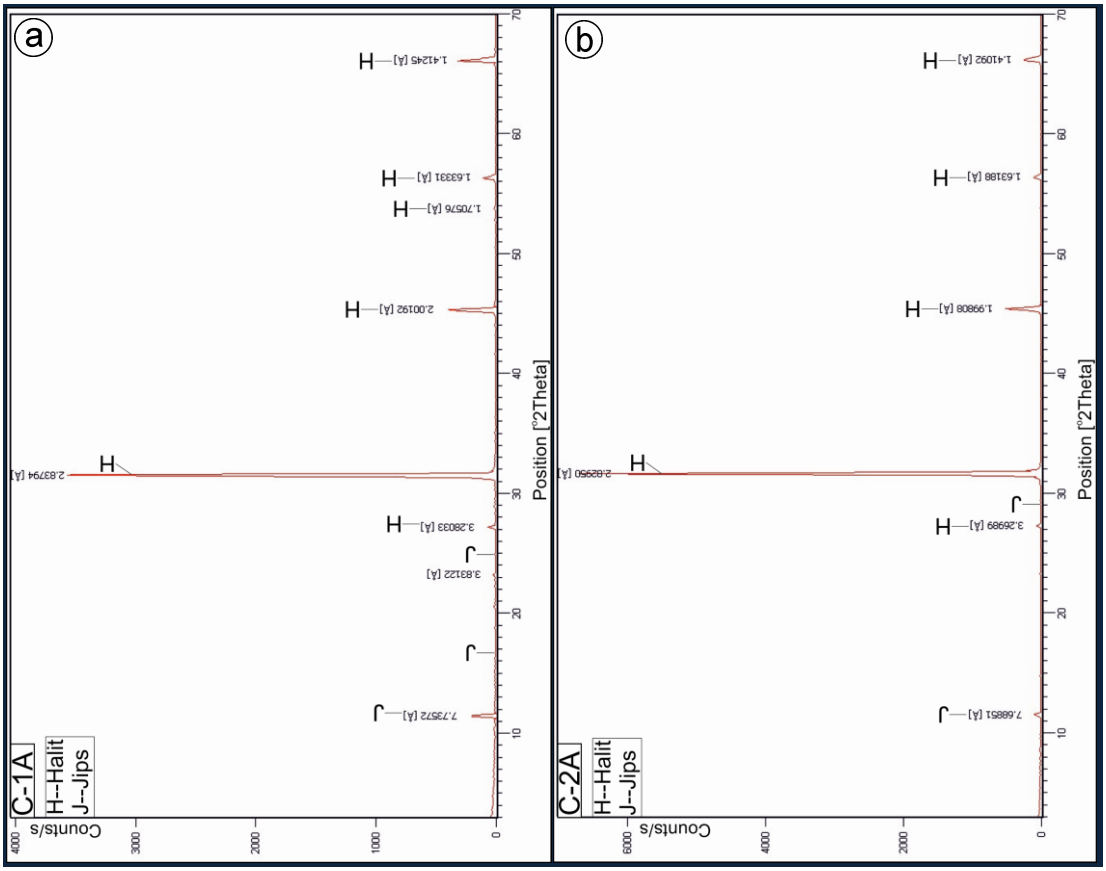
Şekil 4.1. Tuz Gölü'nden alınan tuz kabuğu örneklerinin lokasyonları

Çizelge 4.1. Tuz kabuğu örneklerinin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler

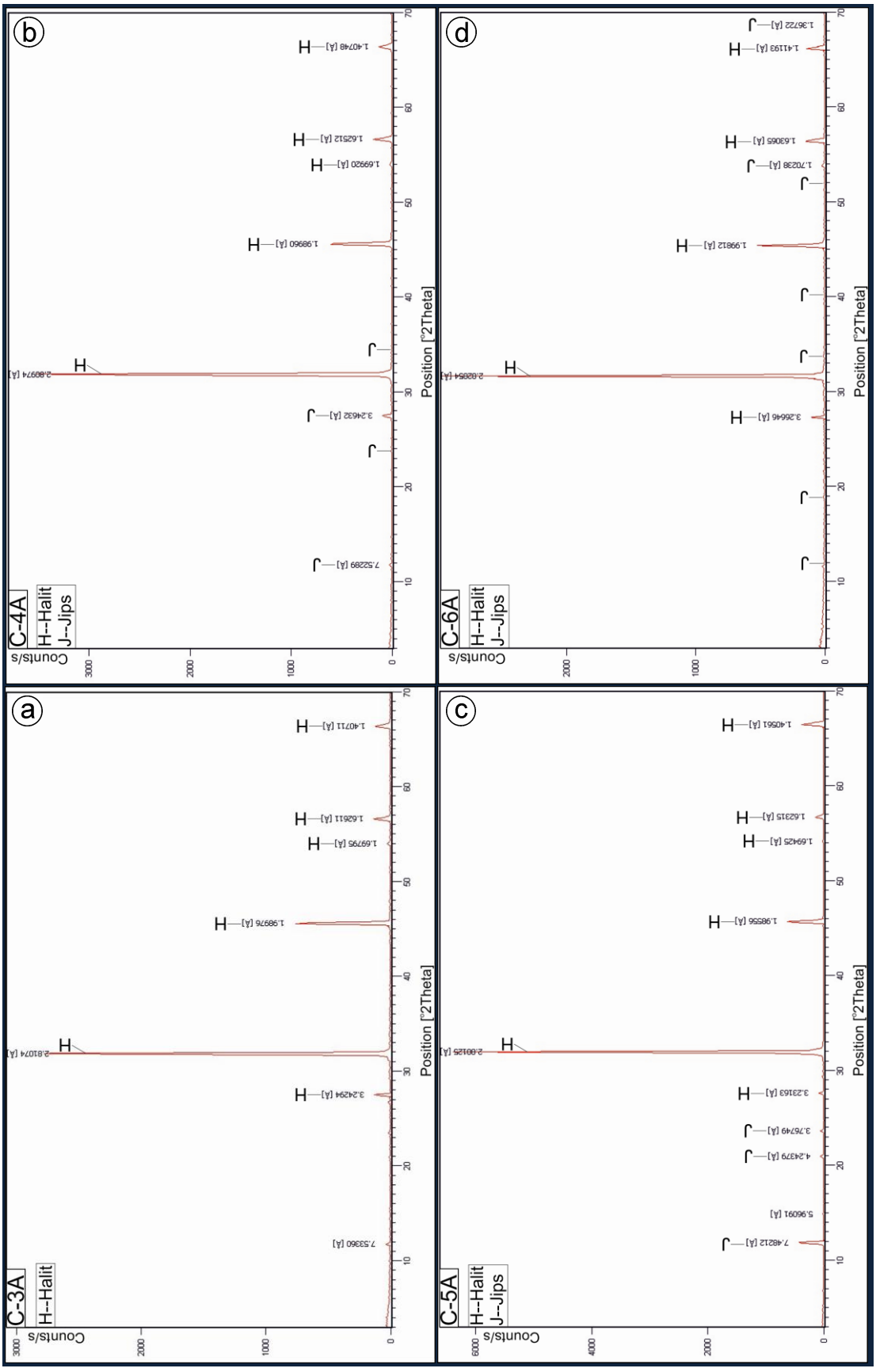
Lokasyon	Örnek kodu	Yapılan Analizler		Tarih	Koordinat
C1	C-1A	XRD	ICP-MS	22.08.2009	36K 553185 D
	C-1B		ICP-MS		4294730 K
C2	C-2A	XRD	ICP-MS	22.08.2009	36K 556868 D
	C-2B		ICP-MS		4283021 K
C3	C-3A	XRD	ICP-MS	22.08.2009	36K 530677 D
	C-3B		ICP-MS		4329404 K
C4	C-4A	XRD	ICP-MS	22.08.2009	36K 534974 D
	C-4B		ICP-MS		4325623 K
C5	C-5A	XRD	ICP-MS	23.08.2009	36K 535990 D
	C-5B		ICP-MS		4310733 K
C6	C-6A	XRD	ICP-MS	23.08.2009	36K 534072 D
	C-6B		ICP-MS		4312657 K
C7	C-7A	XRD	ICP-MS	23.08.2009	36K 533879 D
	C-7B		ICP-MS		4312392 K
C8	C-8A	XRD	ICP-MS	24.08.2009	36K 537015 D
	C-8B		ICP-MS		4297314 K
C9	C-9A	XRD	ICP-MS	12.08.2009	36K 518250 D
	C-9B		ICP-MS		4293023 K



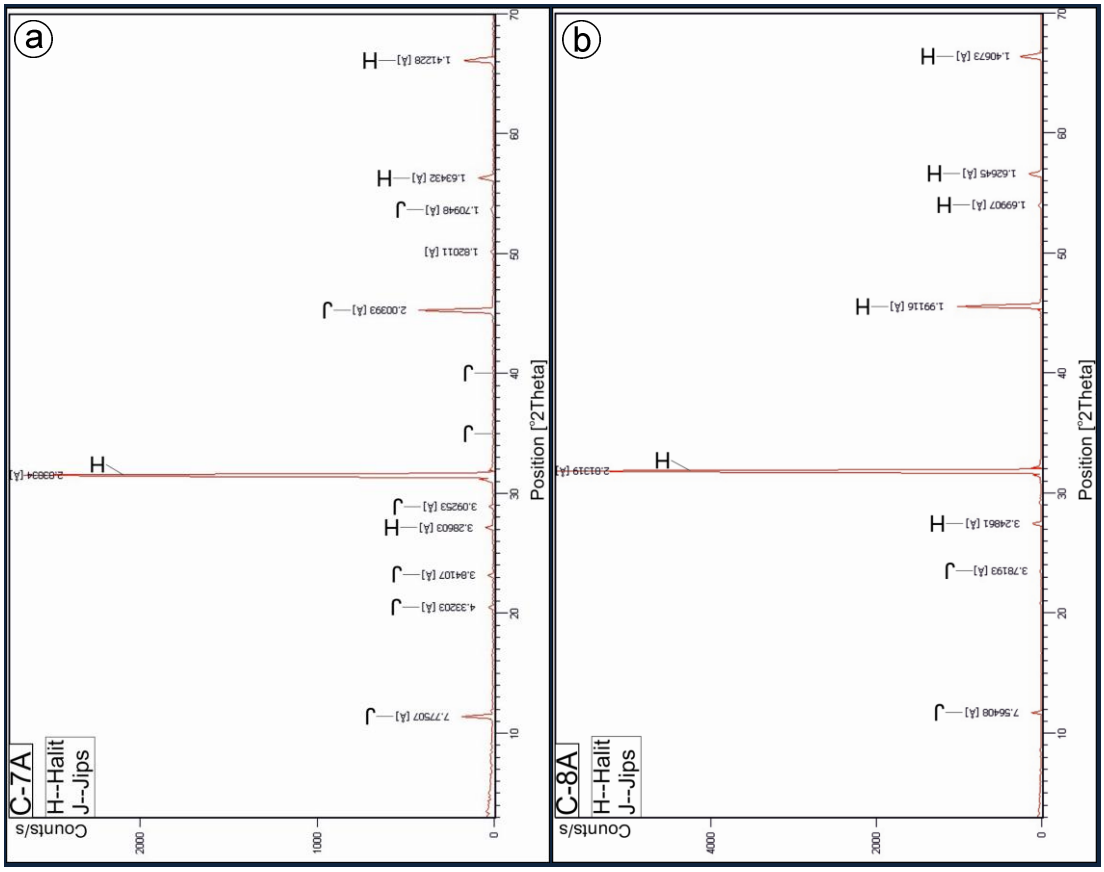
Şekil 4.2. Tuz kabuğunun farklı lokasyonlardaki kalınlıkları ve örnekleme yapılan seviyeler



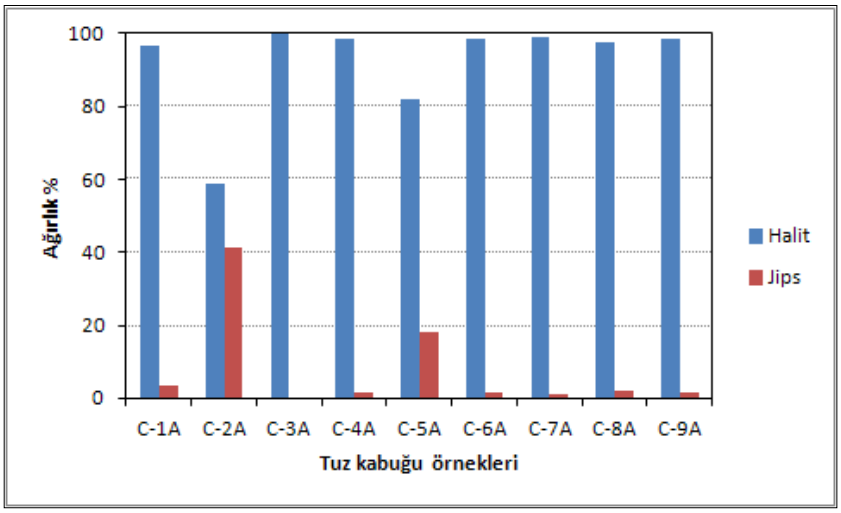
Şekil 4.3. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-1A ve b) C-2A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



Şekil 4.4. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-3A, b) C-4A, c) C-5A ve d) C-6A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



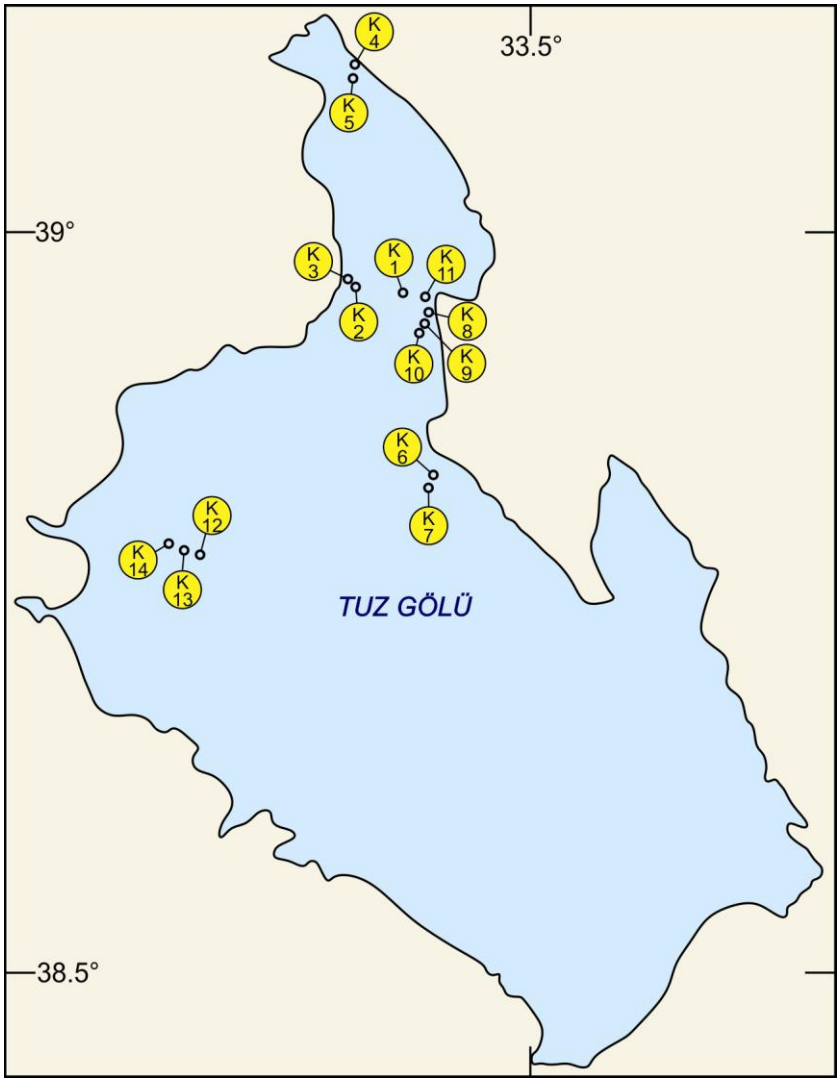
Şekil 4.5. Tuz kabuğu örneklerinin a) C-7A ve b) C-8A seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



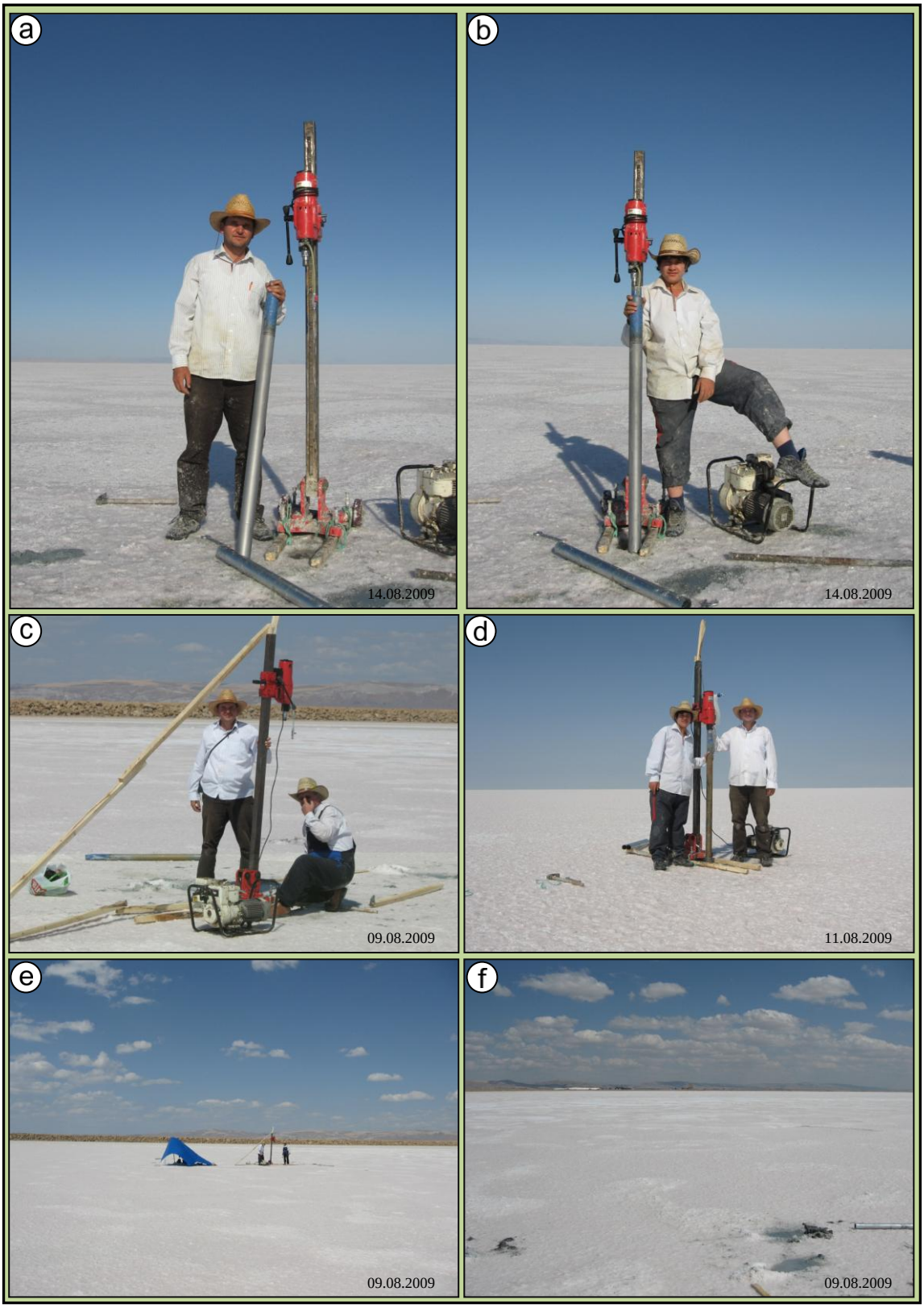
Şekil 4.6. Tuz kabuğu örneklerinin tüm mineralojik bileşimleri ve yaklaşık oranları (%)

4.1.2. Güncel sığ göl çökellerinin mineralojisi

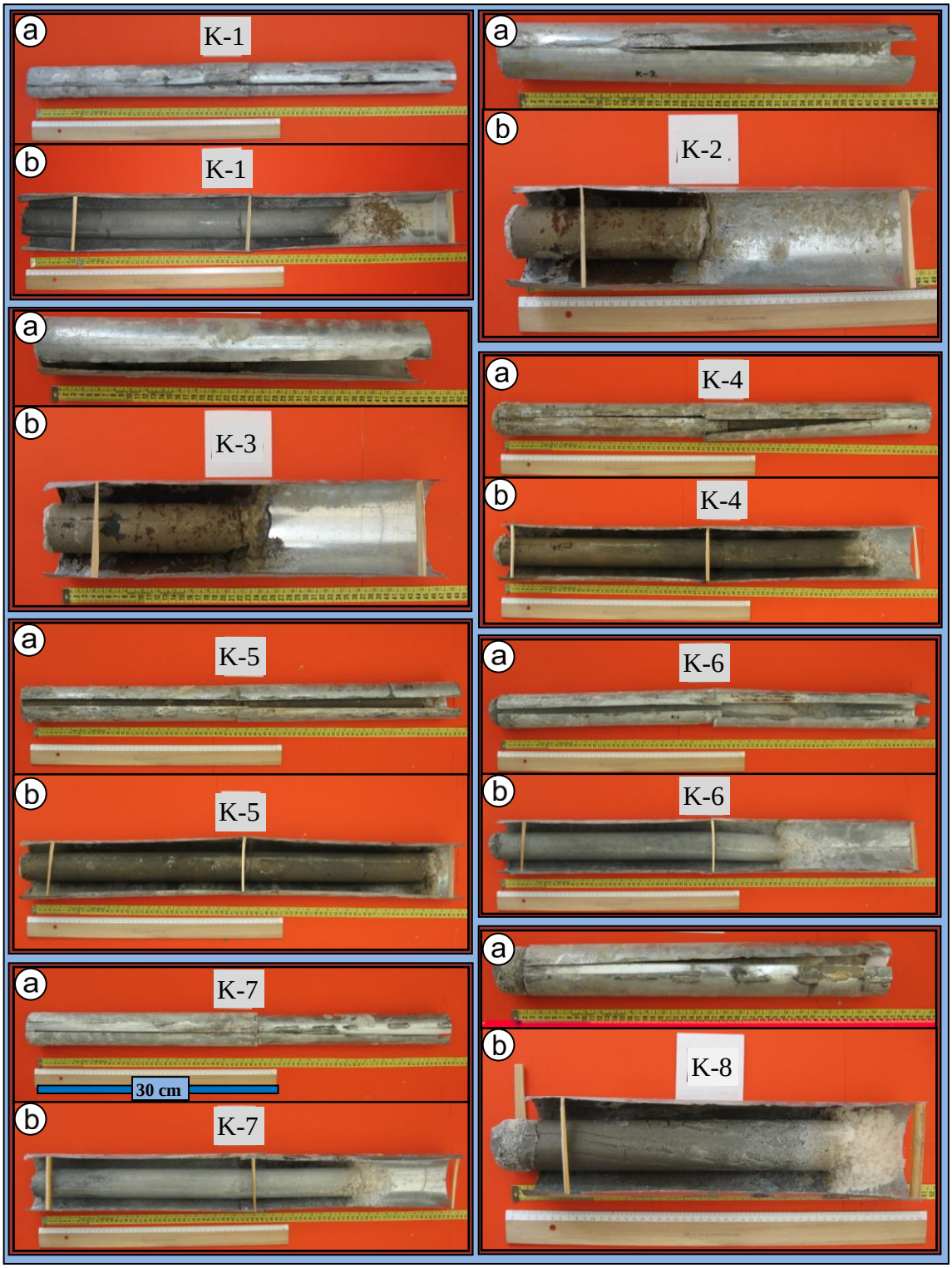
Tuz Gölü'nün büyük ölçüde kuruduğu 2009 yılının Ağustos ayında, sert tuz tabakası üzerinde karotlu sığ sondaj çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.7 ve 4.8). Göl'ün değişik lokasyonlarında gerçekleştirilen bu sığ sondajlardan boyları 21 ile 92 cm arasında değişen 14 adet karot elde edilmiştir (Şekil 4.9 ve 4.10). Karot tüpleri açıldıktan sonra bu karotların farklı seviyelerini temsil eden örnekler alınarak, hem jeokimyasal yönden tüm kayaç analizleri hem de mineralojik yönden XRD analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.2; Şekil 4.11). Seçilen örneklerin, XRD analizlerine göre elde edilen mineralojik bileşimleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4.7. Tuz Gölü'nde karotlu sondaj çalışmalarının yapıldığı lokasyonlar



Şekil 4.8. Tuz Gölü'nde sığ karotlu sondaj çalışmaları sırasında kullanılan karot makinesi ve diğer ekipmanlar ile şantiye alanının görünümleri (a, b, c, d, e) ve karotlu sondaj çalışması tamamlandıktan sonra tuz kabuğunun üzerinde açılmış olan sondaj delikleri (f)



Şekil 4.9. Tuz Gölü'nde karotlu sığ sondaj çalışmalarından elde edilen karotların (K1-K2-K3-K4-K5-K6 K7-K8) muhafaza tüpü açılmadan (a) ve karot muhafaza tüpü açıldıktan sonraki görünümleri (b)



Şekil 4.10. Tuz Gölü'nde karotlu sığ sondaj çalışmalarından elde edilen karotların (K9-K10-K11-K12 K13-K14) muhafaza tüpü açılmadan (a) ve karot muhafaza tüpü açıldıktan sonraki görünümleri (b)

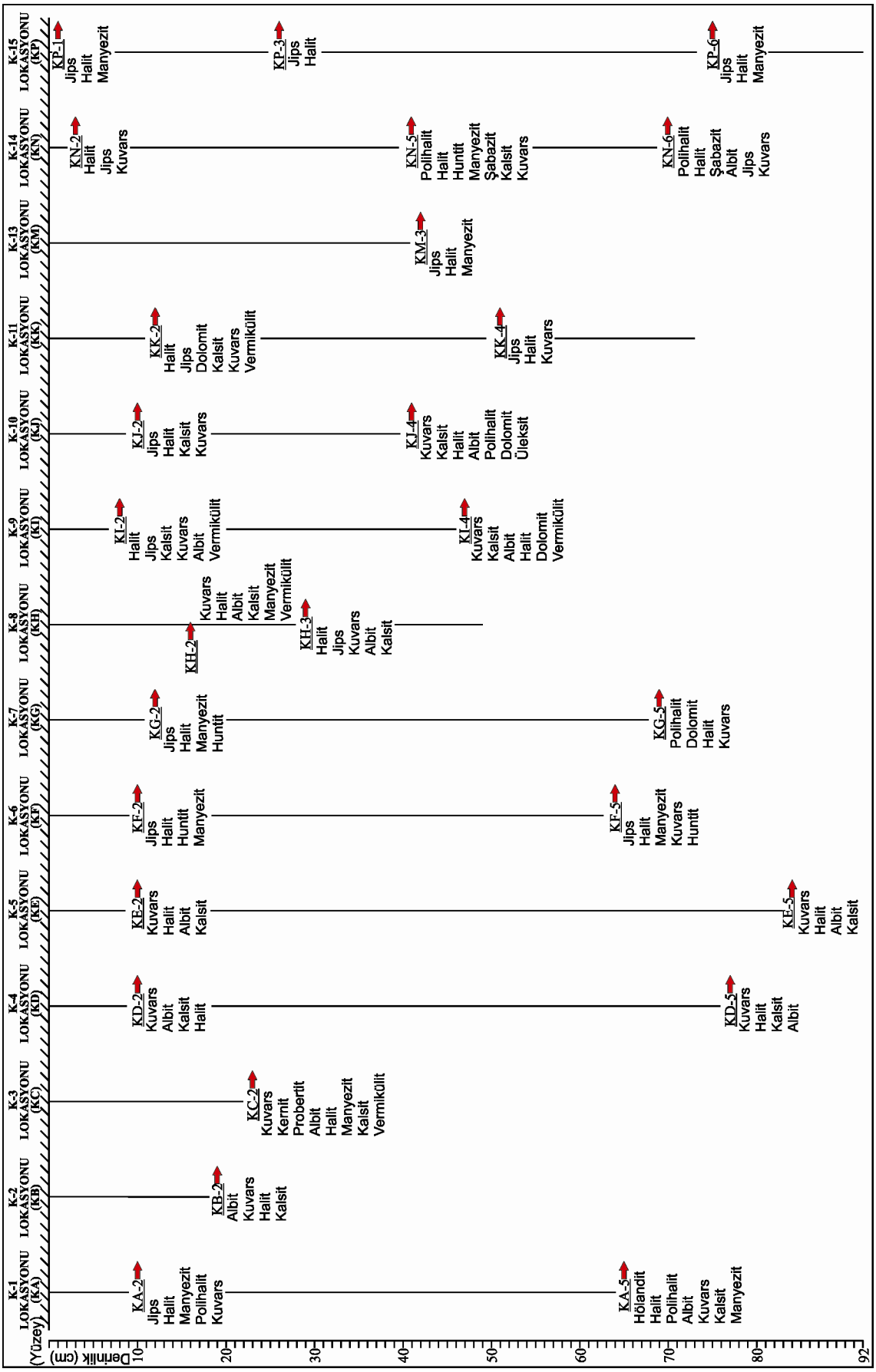
K-1 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 10 cm derinliğe karşılık gelen seviyesinden alınan KA-2 örneğinde jips, halit, manyezit, polihalit ve kuvars mineral fazları belirlenmiştir. Aynı karotun 65 cm derinlikteki seviyesinden alınan KA-5 örneğinde ise hölandit, halit, polihalit, albit, kuvars, kalsit ve manyezit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.12; Çizelge 4.3).

K-2 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 19 cm derinlikteki seviyesinden alınan KB-2 örneği albit, kuvars, halit ve kalsit mineral fazlarını içermektedir (Şekil 4.11 ve 4.12; Çizelge 4.3).

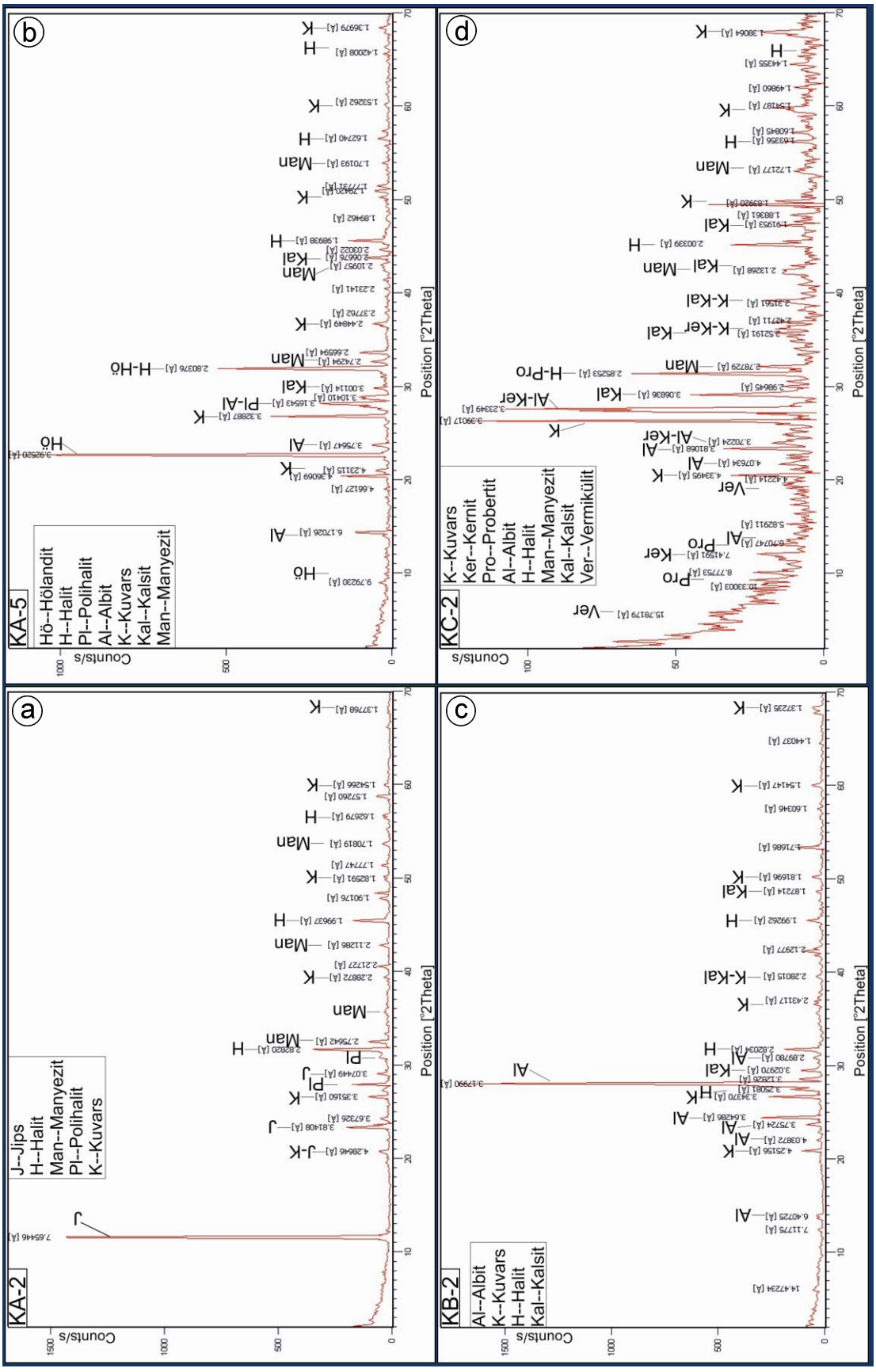
K-3 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 23 cm derinlikteki seviyesinden alınan KC-2 örneğinde kuvars, kernit, probertit, albit, halit, manyezit, kalsit ve vermikülit mineral fazları belirlenmiştir (Şekil 4.11 ve 4.12; Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2. Karot örneklerinin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler

Karot Lokasyonu	Örnek Kodu	Yapılan Analizler	Tarih	Koordinat	Karot Boyu (cm)
K-1	KA-2	XRD ICP-MS	09.08.2009	36K 534550 D 4312249 K	66
	KA-3	ICP-MS			
	KA-4	ICP-MS			
	KA-5	XRD ICP-MS			
K-2	KB-1	ICP-MS	09.08.2009	36K 530147 D 4313265 K	21
	KB-2	XRD ICP-MS			
K-3	KC-1	ICP-MS	09.08.2009	36K 530069 D 4313323 K	25
	KC-2	XRD ICP-MS			
K-4	KD-2	XRD ICP-MS	10.08.2009	36K 530668 D 4329366 K	78
	KD-3	ICP-MS			
	KD-4	ICP-MS			
	KD-5	XRD ICP-MS			
K-5	KE-2	XRD ICP-MS	10.08.2009	36K 530678 D 4329272 K	86
	KE-3	ICP-MS			
	KE-4	ICP-MS			
	KE-5	XRD ICP-MS			
K-6	KF-2	XRD ICP-MS	11.08.2009	36K 536301 D 4298304 K	65
	KF-3	ICP-MS			
	KF-4	ICP-MS			
	KF-5	XRD ICP-MS			
K-7	KG-2	XRD ICP-MS	11.08.2009	36K 536157 D 4298173 K	70
	KG-3	ICP-MS			
	KG-4	ICP-MS			
	KG-5	XRD ICP-MS			
K-8	KH-2	XRD ICP-MS	12.08.2009	36K 536089 D 4310771 K	49
	KH-3	XRD ICP-MS			
	KH-4	ICP-MS			
K-9	KI-2	XRD ICP-MS	13.08.2009	36K 536051 D 4310434 K	48
	KI-3	ICP-MS			
	KI-4	XRD ICP-MS			
K-10	KJ-2	XRD ICP-MS	13.08.2009	36K 535848 D 4310083 K	42
	KJ-3	ICP-MS			
	KJ-4	XRD ICP-MS			
K-11	KK-2	XRD ICP-MS	13.08.2009	36K 535595 D 4312077 K	73
	KK-3	ICP-MS			
	KK-4	XRD ICP-MS			
	KK-5	ICP-MS			
K-12	KM-2	ICP-MS	14.08.2009	36K 518615 D 4292906 K	43
	KM-3	XRD ICP-MS			
K-13	KN-2	XRD ICP-MS	14.08.2009	36K 518422 D 4292973 K	71
	KN-3	ICP-MS			
	KN-4	ICP-MS			
	KN-5	XRD ICP-MS			
	KN-6	XRD ICP-MS			
K-14	KP-1	XRD ICP-MS	14.08.2009	36K 518268 D 4293041 K	92
	KP-2	ICP-MS			
	KP-3	XRD ICP-MS			
	KP-4	ICP-MS			
	KP-5	ICP-MS			
	KP-6	XRD ICP-MS			
	KP-7	ICP-MS			



Şekil 4.11. Karotlardan XRD yapılan seviyeler ve belirlenen mineral fazları



Şekil 4.12. Karot örneklerinin a) KA-2, b) KA-5, c) KB-2 ve d) KC-2 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri

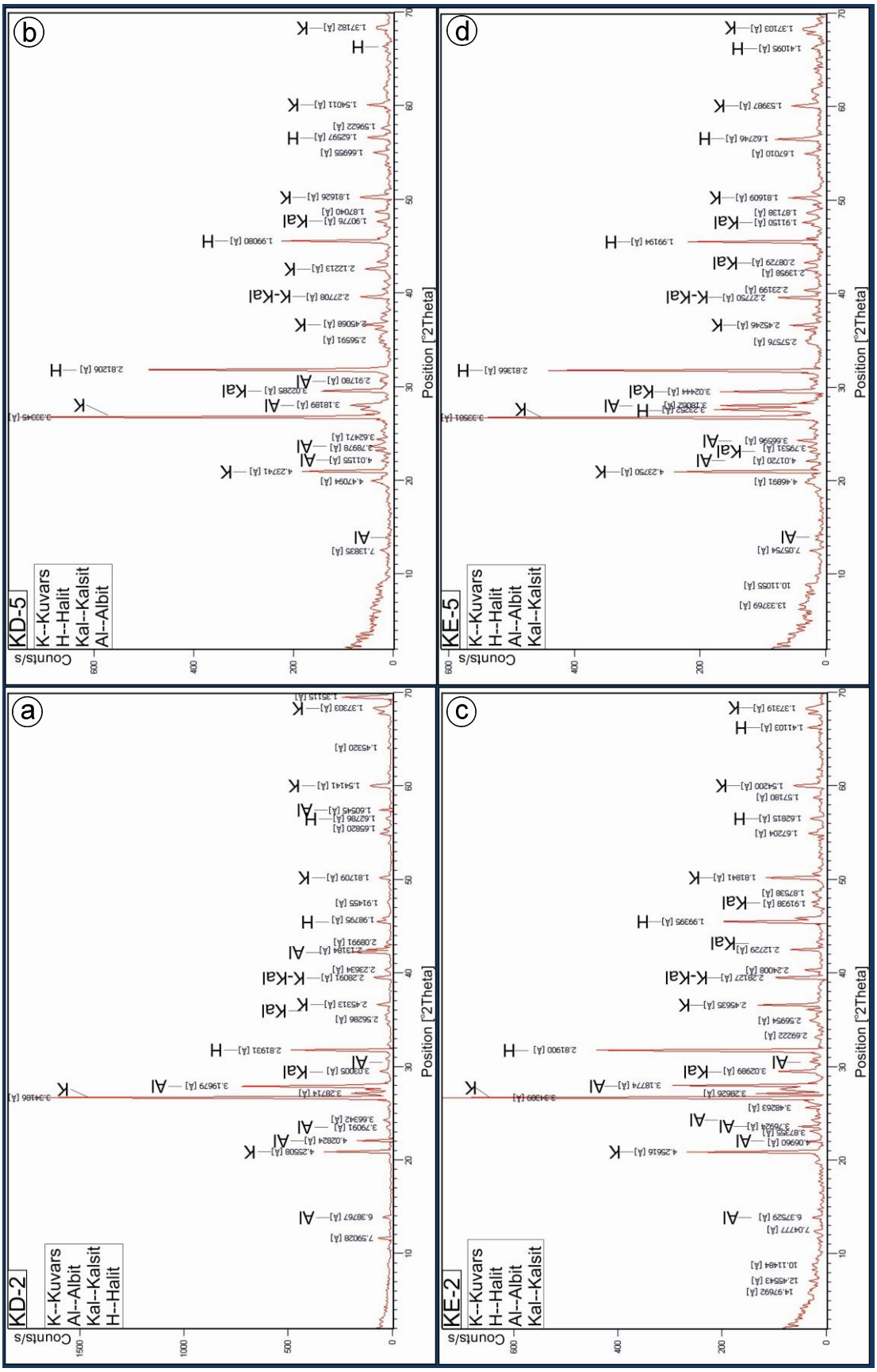
Çizelge 4.3. Karotlarda tespit edilen klastik ve klastik olmayan mineraller ve bileşimleri

Mineraller	Bileşim
Fillosilikatlar	
Kil Grubu:	
vermikülit	$(Mg,Fe^{3+},Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \bullet 4H_2O$
Tektosilikatlar	
kuvars	SiO_2
Feldispat Grubu:	
albit	$NaAlSi_3O_8$
Zeolit Grubu:	
hölandit	$(Ca,Na_2)Al_2Si_7O_{18} \bullet 6H_2O$
şabazit	$CaAl_2Si_4O_{12} \bullet 6H_2O$
Halitler	
halit	(NaCl)
Sülfatlar	
jips	$CaSO_4 \bullet 2H_2O$
polihalit	$K_2Ca_2Mg(SO4)_4 \bullet 2H_2O$
Karbonatlar	
dolomit	$CaMg(CO_3)_2$
kalsit	$CaCO_3$
manyezit	$MgCO_3$
huntit	$CaMg_3(CO_3)_4$
Boratlar	
kernit	$Na_2B_4O_6(OH)_2 \bullet 3H_2O$
probertit	$NaCaB_5O_7(OH)_4 \bullet 3H_2O$
üleksit	$NaCaB_5O_6(OH)_6 \bullet 5H_2O$

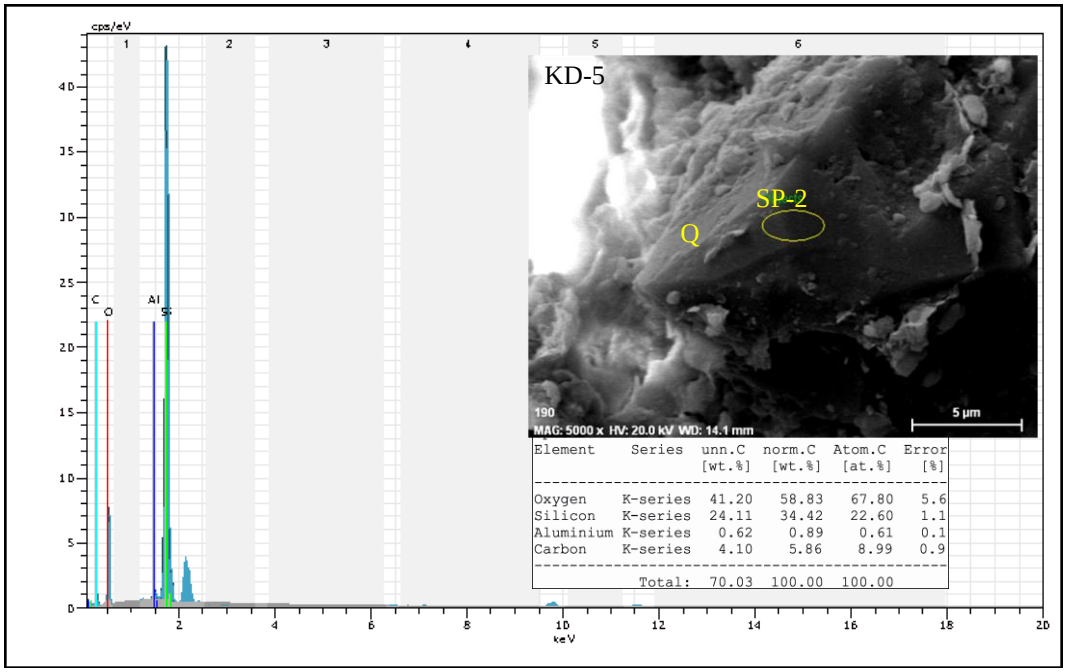
K-4 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 10 cm derinlikteki seviyesinden alınan KD-2 örneğinde kuvars, albit, kalsit ve halit; aynı karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 77 cm derinlikteki seviyesinden alınan KD-5 örneğinde ise kuvars, halit, kalsit ve albit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.13; Çizelge 4.3). KD-5 örneğinin SP-2 noktasında EDX analizi yapılmış ve özşekilli kuvars kristaline ait SEM görüntüsü alınmıştır (Şekil 4.14).

K-5 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 10 cm derinlikteki seviyesinden alınan KE-2 örneğinde kuvars, halit, albit ve kalsit mineral fazları bulunmaktadır. Bu karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 85 cm derinlikteki seviyesinden alınan KE-5 örneği ise kuvars, halit, albit ve kalsit mineral fazlarını içermektedir (Şekil 4.11 ve 4.13; Çizelge 4.3). KE-5 örneğine ait SEM görüntüsünde SP-1 noktasında prizmatik kuvars kristali görülmektedir (Şekil 4.15).

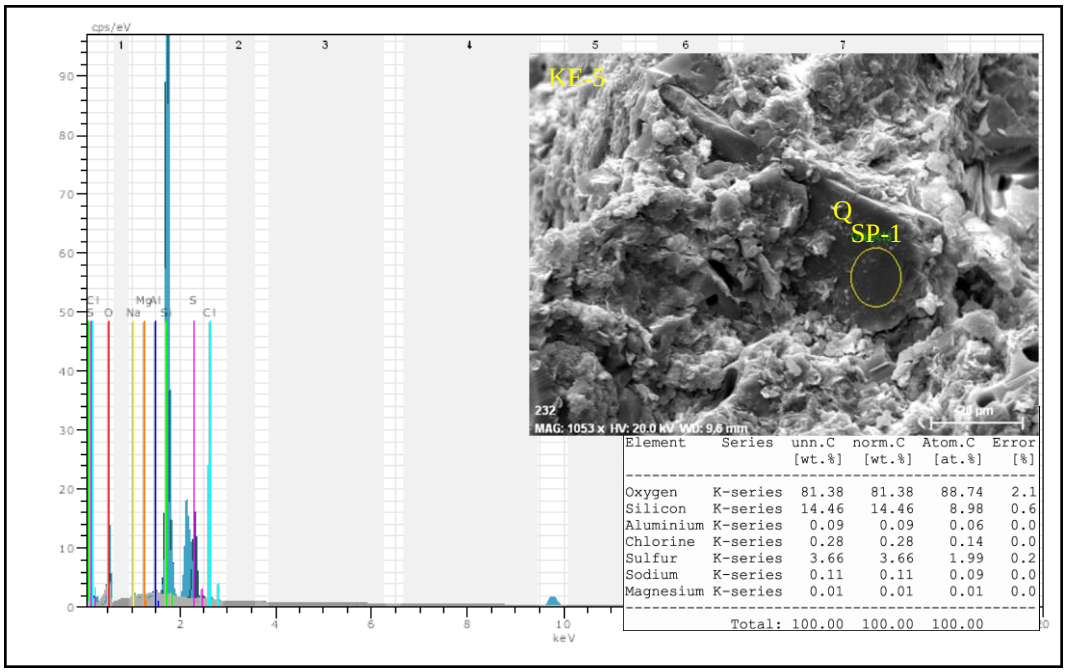
K-6 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 10 cm derinlikteki seviyesinden alınan KF-2 örneğinde jips, halit, huntit ve manyezit mineral fazları bulunmaktadır. Aynı karotun yaklaşık 64 cm derinlikteki seviyesinden alınan KF-5 örneğinde ise jips, halit, manyezit, kuvars ve huntit mineral fazları belirlenmiştir (Şekil 4.11 ve 4.16; Çizelge 4.3). KF-5 örneğinin SP-1 noktasındaki EDX analizi yapılarak levhamsı jips kristallerinden SEM görüntüsü alınmıştır (Şekil 4.17).



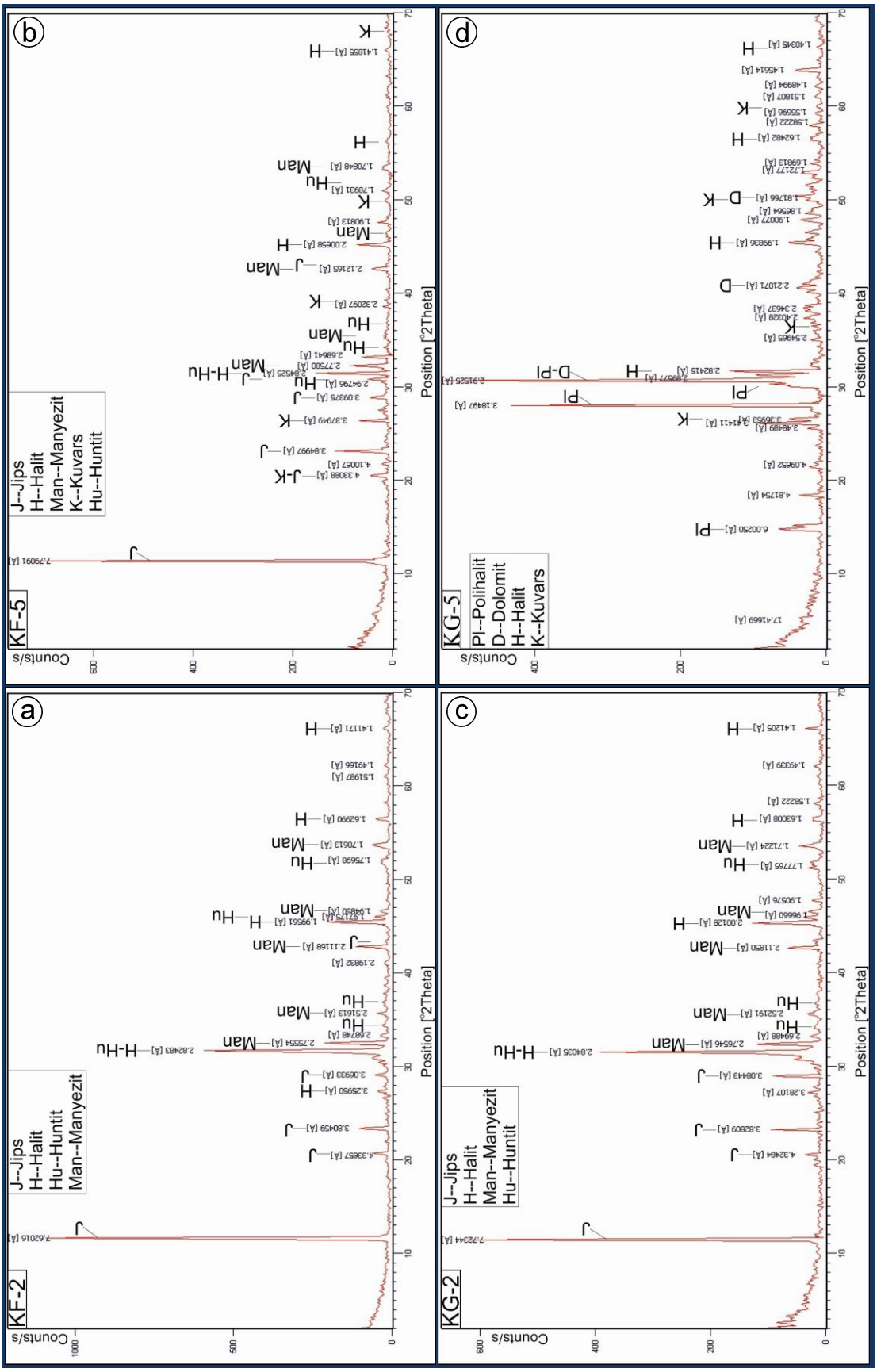
Şekil 4.13. Karot örneklerinin a) KD-2, b) KD-5, c) KE-2 ve d) KE-5 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



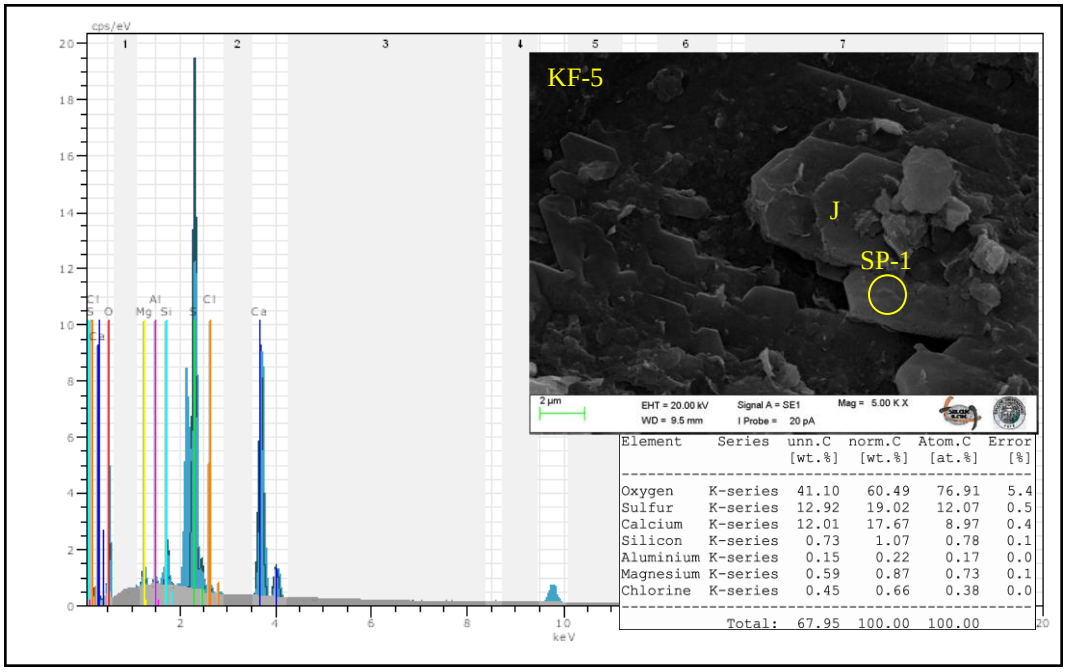
Şekil 4.14. KD-5 örneğindeki prizmatik kuvarstan (Q) alınan SEM görüntüsü, SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



Şekil 4.15. KE-5 örneğindeki prizmatik kuvarstan (Q) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



Şekil 4.16. Karot örneklerinin a) KF-2, b) KF-5, c) KG-2 ve d) KG-5 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri

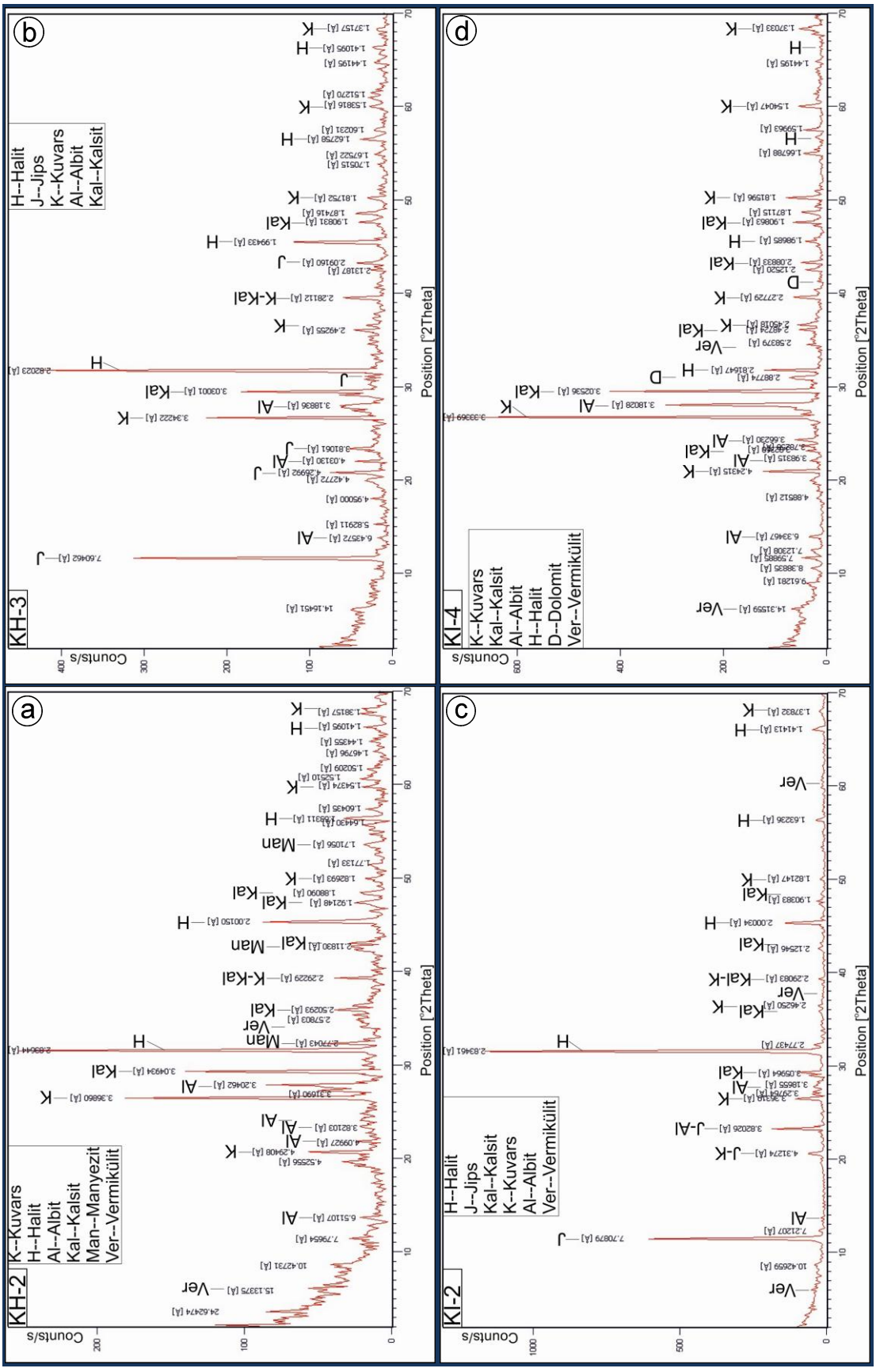


Şekil 4.17. KF-5 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

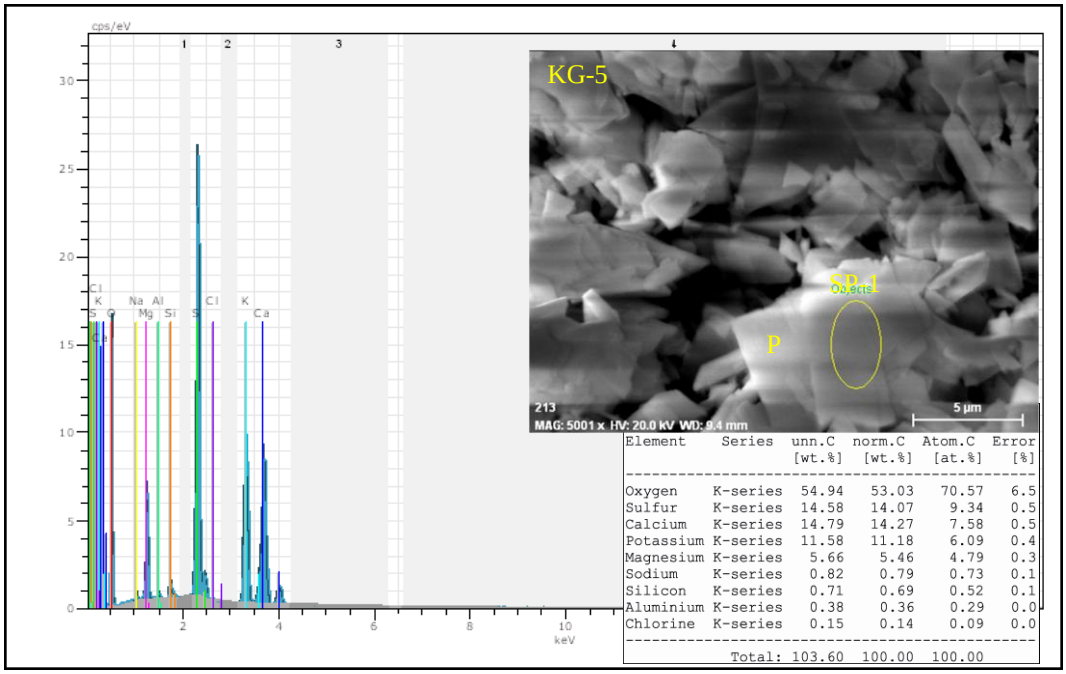
K-7 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 12 cm derinlikteki seviyesinden alınan KG-2 örneğinde jips, halit manyezit ve huntit; aynı karotun yaklaşık 69 cm derinlikteki seviyesinden alınan KG-5 örneğinde ise polihalit, dolomit, halit ve kuvars mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.16; Çizelge 4.3). KG-5 örneğinde levhamsı polihalit kristalleri SP-1 noktasındaki EDX analizi ve SEM görüntüsü ile tespit edilmiştir (Şekil 4.19).

K-8 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 16 cm derinlikteki seviyesinden alınan KH-2 örneğinde kuvars, halit, albit, kalsit, manyezit ve vermikülit mineral fazları bulunmaktadır. Aynı karotun yaklaşık 29 cm derinlikteki seviyesinden alınan KH-3 örneğinde ise halit, jips, kuvars, albit ve kalsit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.18; Çizelge 4.3).

K-9 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 8 cm derinlikteki seviyesinden alınan örnekte (KI-2) halit, jips, kalsit, kuvars, albit ve vermikülit mineral fazları bulunmaktadır. Aynı karotun yaklaşık 47 cm derinlikteki seviyesinden alınan örnek (KI-4) ise kuvars, kalsit, albit, halit, dolomit ve vermikülit mineral fazlarını içermektedir (Şekil 4.11 ve 4.18; Çizelge 4.3).



Şekil 4.18. Karot örneklerinin a) KH-2, b) KH-3, c) KI-2 ve d) KI-4 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri

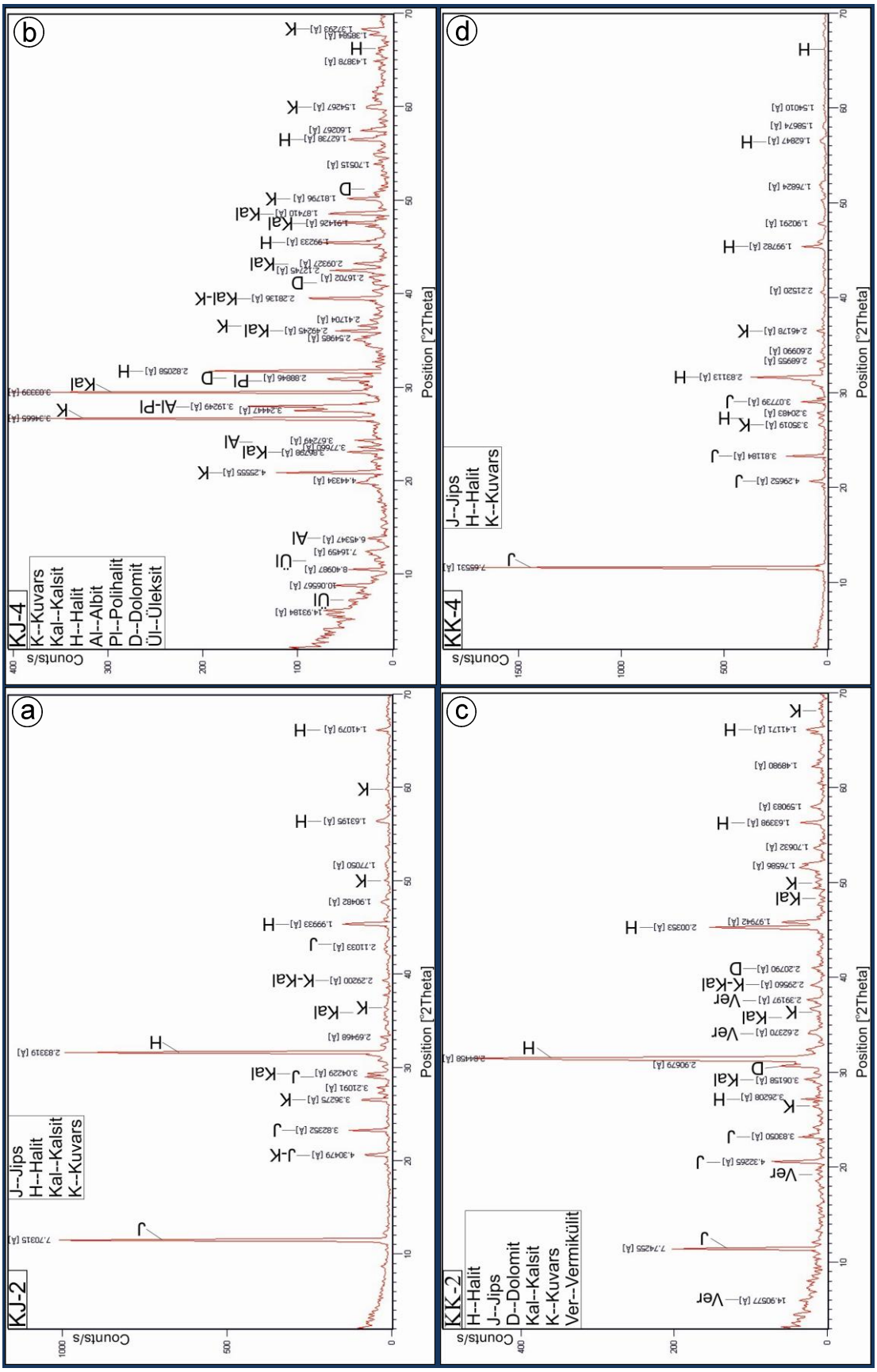


Şekil 4.19. KG-5 örneğindeki polihalitten (P) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

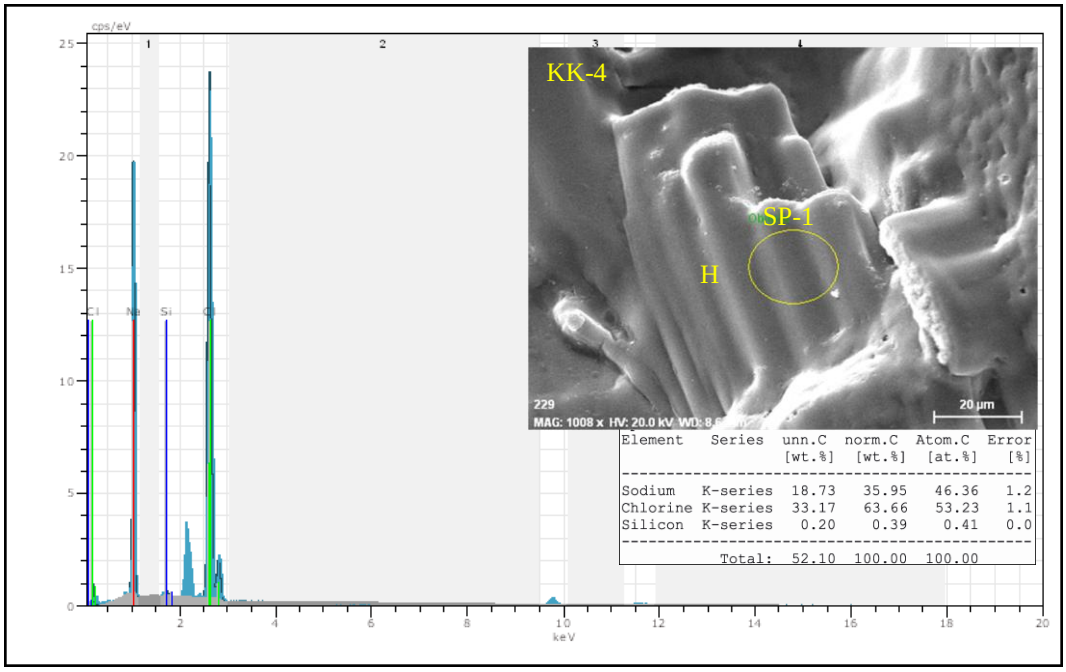
K-10 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 10 cm derinlikteki seviyesinden alınan KJ-2 örneğinde jips, halit, kalsit ve kuvars mineral fazları bulunmaktadır. Aynı karotun yaklaşık 41 cm derinlikteki seviyesinden alınan KJ-4 örneğinde ise kuvars, kalsit, halit, albit, polihalit, dolomit ve üleksit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.20; Çizelge 4.3).

K-11 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 12 cm derinlikteki seviyesinden alınan KK-2 örneği halit, jips, dolomit, kalsit, kuvars ve vermikülit mineral fazlarını içermektedir. Aynı karotun yaklaşık 51 cm derinlikteki seviyesinden alınan KK-4 örneği ise jips, halit ve kuvars mineral fazlarını içermektedir (Şekil 4.11 ve 4.20; Çizelge 4.3). KK-4 örneğinde prizmatik halit kristalleri SEM görüntüsü ve EDX analizi ile de belirlenmiştir (Şekil 4.21).

K-12 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 42 cm derinlikteki seviyesinden alınan KM-3 örneğinde jips, halit ve manyezit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11 ve 4.22; Çizelge 4.3). KM-3 örneğindeki prizmatik halit kristalleri SEM görüntüsü ve EDX analiz sonuçları ile de belirlenmiştir (Şekil 4.23).



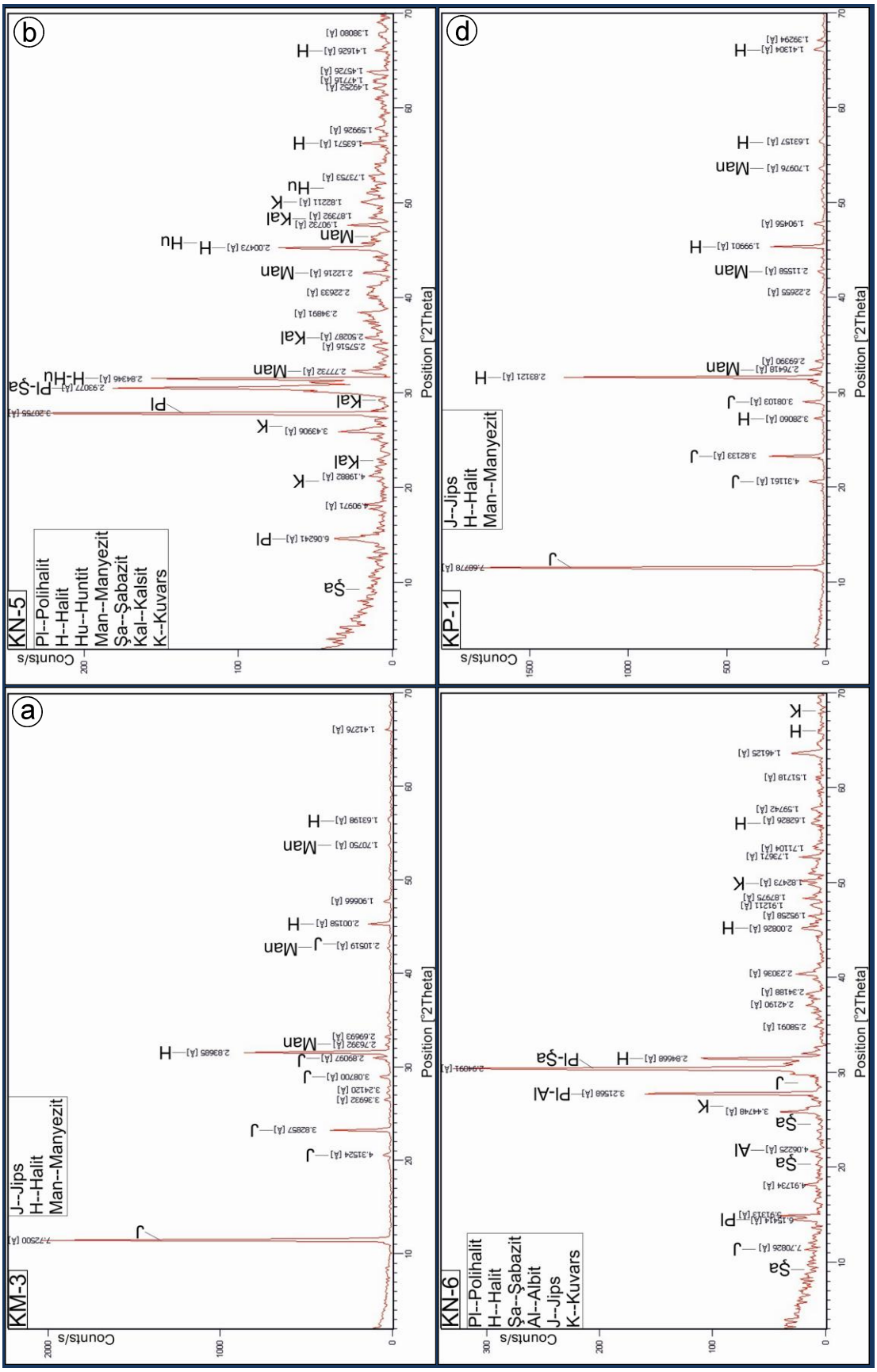
Şekil 4.20. Karot örneklerinin a) KJ-2, b) KJ-4, c) KK-2 ve d) KK-4 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



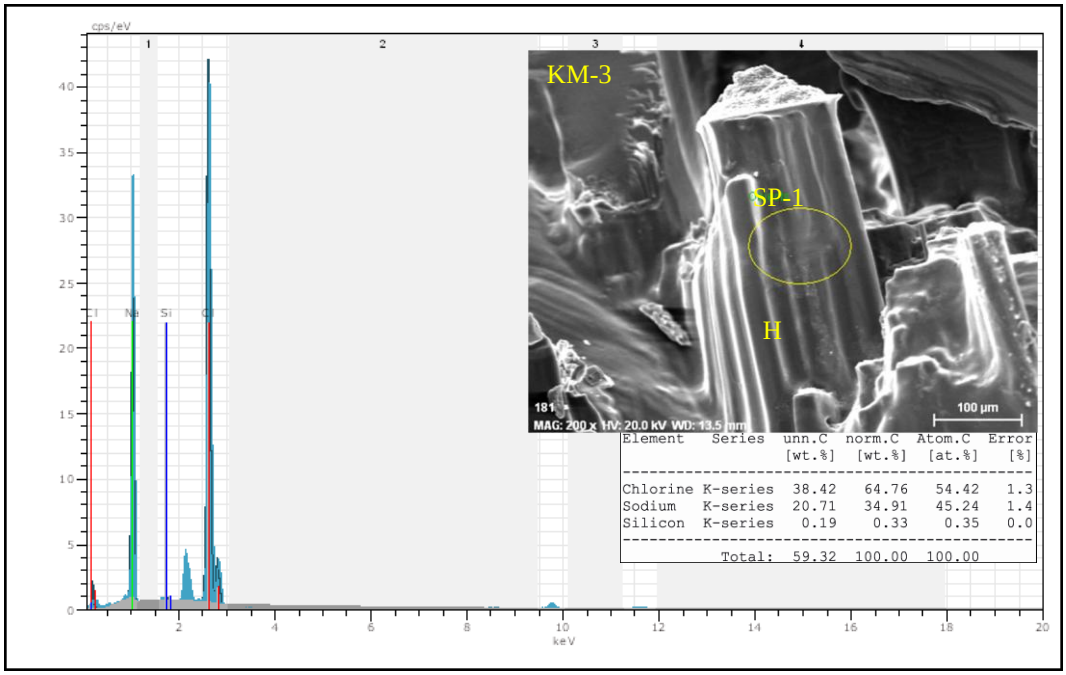
Şekil 4.21. KK-4 örneğindeki prizmatik halit (H) kristalinden alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

K-13 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 3 cm derinlikteki seviyesinden alınan KN-2 örneğinde halit, jips ve kuvars yaklaşık 41 cm derinlikteki seviyesinden alınan KN-5 örneğinde ise polihalit, halit, huntit, manyezit, şabazit, kalsit ve kuvars mineral fazları bulunmaktadır. Aynı karotun yaklaşık 70 cm derinlikteki seviyesinden alınan KN-6 örneğinde ise polihalit, halit, şabazit, albit, jips ve kuvars mineral fazları yer almaktadır (Şekil 4.11 ve 4.22 Çizelge 4.3). KN-6 örneğindeki prizmatik polihalit kristelleri SEM görüntüsü ve EDX analizleri ile tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

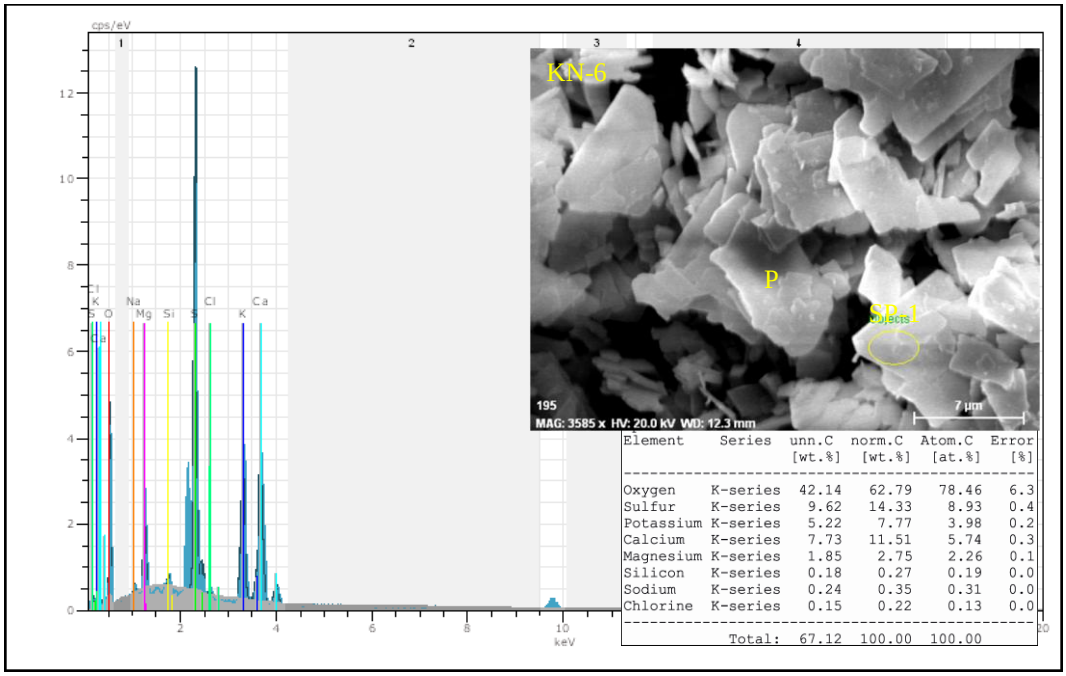
K-14 lokasyonuna ait karotun yüzeyden itibaren yaklaşık 2 cm derinlikteki seviyesinden alınan örnek (KP-1) jips, halit ve manyezit mineral fazlarını içermektedir (Şekil 4.22). Yaklaşık 26 cm derinlikteki seviyesinden alınan KP-3 örneğinde jips ve halit; yaklaşık 75 cm derinlikteki seviyesinden alınan KP-6 örneğinde ise jips, halit ve manyezit mineral fazları bulunmaktadır (Şekil 4.11; Çizelge 4.3).



Şekil 4.22. Karot örneklerinin a) KM-3, b) KN-5, c) KN-6 ve d) KP-1 seviyelerine ait XRD kırınım desenleri



Şekil 4.23. KM-3 örneğindeki prizmatik halitlerden (H) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



Şekil 4.24. KN-6 örneğindeki levhamsı polihalitlerden (P) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

4.1.2.1. Klastik kökenli (terrijen) mineraller

Karotlardan elde edilen XRD sonuçlarına göre güncel tuz kabuğunun altında klastik (terrijen) ve kimyasal (otojen) kökenli olmak üzere iki farklı faz oluşturan bir çökel topluluğu tespit edilmiştir.

Tüm karotlar dikkate alındığında kuvars, albit, hölandit, şabazit ve vermikülit mineralleri terrijen kökenli mineral topluluğunu meydana getirmektedir (Çizelge 4.3).

Tuz Gölü'nde, otijenik olarak oluştukları düşünülen zeolit grubu mineraller dışında kalan kuvars ve albit mineralleri, Tuz Gölü'nün çevresindeki kayaçlardan taşınıp gelmişlerdir. Kuvars minerali, granit ve felsik mağmatik kayaçlarda ana bileşen olarak bulunurken albit ise granit ve granit pegmatitlerin, diyorit ve bazaltların ana bileşenidir. Bu tür kayaçların ayrışması sonucunda bu mineraller sedimentler içinde klastik olarak yer alabilir (Anthony ve ark. 2001). Buna göre kaynak alanında felsik ve mafik bileşimli kayaçların olduğu muhtemeldir. Bölgesel ölçekli topografik yükseklikler dikkate alındığında, göldeki güncel çökeller için kaynak bölgenin en yakın ihtimalle Kırşehir Masifi olabileceği tahmin edilmektedir. Görür ve ark. (1984), da Tuz Gölü havzasının gelişimi süresince depolanan çökellerin kuzeydoğu yani Kırşehir Masifi kaynaklı olduğunu, güney ve güneybatıdan ise malzeme gelimi olmadığını belirtmişlerdir.

Öte yandan klastik (terrijen) kökenli mineral topluluğundaki kil grubunda bulunan vermikülit daha çok yüzeysel veya hidrotermal alterasyon süreçleri ile oluşup ortama taşınmıştır (Anthony ve ark. 2001). Tuzlu göl ve playalardaki killerin çoğu detritiktir ve eski drenaj havzasındaki formasyonların bileşimlerini yansıtırlar. İllit, kaolinit, klorit, dioktaeder smektit ve karışık katmanlanmış birçok kil minerali tuzlu göl ortamlardaki olağan killerdir (Calvo ve ark., 2009). Genellikle yüzey sularının tuzlu göle akıntı ve sellenmelerle ulaştığı yerlerde süspansiyon halinde taşınan killer buralarda etkili bir şekilde çökelerek depolanırlar. Bu yüzden tuzlu göl ve playalarda ilk aşamada çökelen killer çoğunlukla göle süspansiyon halinde taşınan kırıntılı (terrijen) mineralleri temsil ederler.

Zeolit gurubu mineraller tuzlu göllerde otijenik olarak oluşabilmektedir (Mees ve ark., 2005; Şahin, 2007). Zeolitler de killer gibi sulu alüminyum silikatlardır fakat tetraeder yapıları onların killere benzemeyen özelliklere sahip olmalarına sebep olmuştur. Zeolitlerin bulunabildiği başlıca yedi jeolojik ortam vardır (Iijima, 1980; Mumpton, 1983; Hay, 1986). Bunlardan birisi de tuzlu göl ortamlarıdır. Çoğu zeolitler

altere olmuş volkano-klastiklerdir ki çok sayıda işletilen zeolit yatağı, tuzlu göl ortamlarındaki volkano-klastiklerin yer altı suyu ile etkileşimi sonucunda oluşmuştur. Doğal zeolitler tipik olarak gözenek suyunun volkanik cam ve daha az miktarda kil, plajiyoklas ve silis gibi kararsız malzemelerle reaksiyonu sonucunda oluşurlar. Zeolitlerin oluşumu, volkanik malzemelerle temas eden ve etkileşen suların Na, K ve Ca' ya göre yükselen Mg ve pH oranları ile desteklenirken bunlar aynı zamanda kapalı tuzlu göllerdeki yer altı suyunun varlığını karakterize eden şartlardır. Dönüşüme uğrayan volkanik camın kimyasal bileşimi, tane büyüklüğü ve vitrik tüflerin geçirgenliği, zeolit mineralojisini kontrol eden önemli faktörlerdir. Evaporitik olmayan ortamlarla karşılaştırıldığında, analsim, mordenit, flipsit, natrolit ve kliniptilolit gibi sodyumca zengin zeolitlerin baskın olması, yüksek Na miktarlarına sahip olan tuzlu göller gibi evaporitik ortamlarda daha sıradan bir durumdur. Sedimanter zeolitlerin kimyasal bileşimlerini etkileyen diğer sebepler ise gözenek suyunun tuzluluğu, pH, alkali ve toprak alkali oranı ile birlikte sıcaklık, basınç ve gözenek boşluklarındaki suyun kısmi basıncıdır. Tuzlu göllerde zeolite dönüşecek volkano-klastik malzeme miktarını kontrol eden çeşitli faktörlerden en önemlisi bu malzeme ile temas eden ve onu ayrıştıran tuzlu suyun pH'ıdır (Hay, 1981; Hall, 1998). Doğal volkanik camın alterasyonu pH'a bağımlıdır ki silikat camları en hızlı olarak kuvvetli alkalin çözeltilerde çözünürler. Dolayısı ile tuzlu göllerde volkano-klastik malzemeyi altere eden sodyumca zengin ve yüksek pH' lı yer altı suları en uygun ortamı oluşturarak zeolit oluşumunu sağlamaktadır (Warren, 2006). Tuz Göl'ündeki zeolit oluşumu için gerekli olan volkano-klastik malzeme yakın çevreden sağlanmış olmalıdır. Zeolit minerallerinin oluşması, Tuz Gölü çevresinde volkanik bir aktivitenin olduğunu ve volkano-klastik malzemelerin de göle kadar ulaştığını kanıtlayan önemli bir delil durumundadır.

4.1.2.2. Kimyasal kökenli (otijen) mineraller

Karotlarda tespit edilen halit, polihalit, jips, dolomit, kalsit, manyezit, huntit, kernit, probertit ve üleksit gibi mineraller evaporasyona bağlı konsantrasyon artışı sonucunda göl suyundan kimyasal reaksiyonlarla çökelmişlerdir ve bu mineraller klastik olmayan topluluğu oluşturmaktadırlar (Çizelge 4.3).

Karasal ortamlardaki tuzlu göllerden çökelen evaporitlerin çeşit ve miktarı, çökeldikleri tuzlu suyun jeokimyası ile doğrudan ilişkilidir. Tuzlu göllerin jeokimyası hidroloji, iklim ve jeoloji olmak üzere başlıca üç fiziksel etken tarafından kontrol edilmektedir. Bir tuzlu gölün oluşabilmesi için öncelikle hidrolojik olarak kapalı olması, yani gölden dışarıya su boşalımının olmaması gerekir. İkinci olarak evaporasyonun havzaya dolan su miktarından fazla veya dengede olması ve son olarak da havza içine dolan suyun evaporasyona rağmen bir kısmının varlığını koruyabilecek kadar fazla olması gerekmektedir (Eugster ve Hardie, 1978; Eugster, 1980). Evaporit havzalarının hidrolojik parametreleri Langbein (1961), Almendinger (1990), Rosen (1994) ve Yechieli ve Wood (2002) tarafından ayrıntılı olarak tartışılmıştır. İklim kapalı bir gölün su dengesini ve hidrolojik konumunu belirleyen önemli bir faktördür. Zira, yüksek tuzluluk seviyelerine ulaşabilmek için yağış dahil göle dolan su miktarının evaporasyon sonucu kaybedilen su ile dengelenmesi gerekir. Bu durum ancak iklimin kurak ve yarı kurak olduğu bölgelerde sağlanabilmektedir. Tuzlu suyun kimyasal bileşimi gölü çevreleyen drenaj havzasının jeolojisi ile yakından ilgilidir. Gölde evaporasyonla konsantre olan iyonlar, çevre kayaçların ayrışmaları sonucunda akarsular ve yer altı suları tarafından çözeltiler halinde taşınırlar. Kaynak alanlarında etkili olan belli başlı bazı kayaçların bozunma reaksiyonları ve ana anyon ve katyonlarla ilişkileri Jones ve Deocampo (2003) tarafından açıklanmıştır. Örneğin, kireçtaşları Ca ve HCO_3, dolomitler Mg, mağmatik ve metamorfik kayaçlar bileşimlerine bağlı olarak silisçe zengin Ca-Na-HCO_3, piritli şeyller kükürtçe zengin, hidrotermal sular SO_4 ça zengin, bazik ve ultrabazik kayaçlar ise Mg-HCO_3 bakımından zengin sular meydana getirirler. Bu fiziksel faktörlerin dışında göl suyunun kimyasına etki eden diğer bir faktör de kimyasal olarak meydana gelen çökelme ve çözünme reaksiyonlarıdır. Zira tuzlu suda doygunluğa ulaşıp çökelen mineraller, kendilerini meydana getiren iyonların konsantrasyonunu azaltıp, tuzlu suyun diğer iyonlarca zenginleşmesine sebep olmaktadır. Bunun tam tersi olarak da göldeki su artışları çökelen mineralleri çözebilmekte ve tuzlu suyun kimyasını değiştirebilmektedir (Smoot ve Lowenstein, 1991).

Kapalı havzalardaki tuzlu suyun evrimi ilk olarak Hardie ve Eugster (1970) tarafından incelenmiştir. Yazarların bu çalışması evaporasyonla artan tuzluluğa bağlı olarak ortaya çıkan mineral çökelimi, bu minerallerin çözünürlülüğü ile doğrudan ilişkilidir tezine dayanır. Sonraki yıllarda bu süreç ile ilgili birçok araştırma yapılarak konu aydınlatılmaya çalışılmıştır (Eugster ve Jones, 1979; Yan ve ark., 2002). Kapalı

havzalarda konsantre olan tuzlu suların büyük bir kısmı dört ana katyon Na, K, Ca, Mg ve dört ana anyonun Cl, SO_4, HCO_3 ve CO_3 baskın olduğu bir bileşime sahiptir. Bu geniş çerçevede, Eugster ve Hardie (1978) bu suları, a) Na-CO_3-Cl, b) Na-CO_3-SO_4-Cl, c) Na-SO_4-Cl, d) Na-Mg-SO_4-Cl, ve e) Ca-Mg-Na-Cl bakımından etkin sular olmak üzere beş ayrı tipe ayırmışlar ve bunlardan çökelebilecek minerallerin ne olabileceğini gösteren bir akış diyagramı geliştirmişlerdir. Bu beş tip tuzlu sudan herhangi birisi bir havzada egemen olduğunda tuzluluk ve kuraklığın en az olduğu ilk safhada çökelecek olan mineraller kalsit, dolomit ve magnezit gibi çözünürlüğü en düşük olan toprak alkali karbonatlardır. Çözünürlüğü daha yüksek olan halit evaporasyonun ilerleyen aşamalarında, yüksek tuzluluk şartlarında çökelir. Bu iki durum arasında jips orta aşamayı temsil eder. Halit aşamasının daha da ilerisinde ise eğer ortamda K iyonları var ise karnallit ve silvin gibi mineraller çökelebilir. Bu minerallerin varlığı çok ileri derecedeki tuzluluk koşullarını yansıtmaktadır (Warren, 1997; Roy ve ark., 2008; Jones ve ark., 2009).

Borat minerallerinin oluşumu göldeki bor konsantrasyonuna bağlıdır. Uçucu ve hareketli bir element olan bor mağmatik kristalizasyon ve volkanik püskürmenin son evrelerinde ve çok az olarak da karbonatlı kayaçlara sokulum yapan geç evre mağmatik kayaçların skarn zonlarında zenginleşmektedir. İşletilen bor tuzlarının çoğu, kurak bölgelerde bulunan ve volkanik aktiviteden kuvvetli bir şekilde etkilenmiş olan gölsel ortamlarla ilişkilidir. Bunun yanı sıra gölün beslenme havzasında bol miktarda tüf ve bazalt türü volkanik kayaçların olması, bor tuzlarını çökeltecek kadar konsantre olmuş bir su kütlesinin varlığı, yarı kurak bir iklim ve tekrardan çözünmeyi önlemek için jips ve anhidrit gibi daha az çözünen minerallerden oluşan koruyucu bir tabakanın varlığı da boratların yataklanması için önemli şartlardır (Warren, 2006). Dünyada en önemli borat cevheri üreticisi olan Türkiye'deki yatakların oluşum ortamları birçok çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır (İnan ve ark., 1973; Helvaci, 1995; Palmer ve Helvaci, 1995; Gündogdu ve ark., 1996; Palmer ve Helvaci, 1997; Helvaci ve Orti, 1998; Helvaci ve Alonso, 2000; Helvaci ve Orti, 2004).

Evaporitlerle ilişkili olarak bulunan, kendileri tuzlu olmayan ama tuzlu ortamları karakterize eden bazı mineraller bulunmaktadır. Bunların en iyi bilinen örnekleri alkalin tuzlu göllerdeki zeolitler, magadit, paligorskit ve sepiyolit mineralleridir (Eugster, 1980). Bunlardan bazı zeolit mineralleri, Tuz Gölü'nden alınan karotlarda da saptanmıştır. Çökelmiş olan borat mineralleri de volkanik bir aktivitenin gölü etkilediğini göstermektedir. Kalsit, dolomit, huntit ve magnezit gibi alkali karbonatlar

kuraklılığın ve göldeki tuzluluğun daha az olduğu dönemlerde çökelmiş olmalıdırlar. İlerleyen evaporasyon şartlarında çökelen halit yüksek tuzluluk ve kuraklık şartlarını belirtir. Jips ise karbonatlar ve halit arasındaki bir çökelim ortamını temsil eder. Buna göre, Tuz Gölün'de belirlenen evaporitik mineral topluluğu, birçok faktörün çökelme sürecinde göl suyu jeokimyası üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

4.2. Eski Tuz Gölü Çökellerinin Mineralojisi

Bu bölüm, Tuz Gölü'nün yakın doğusu ve yakın batısında Geç Eosen' den Güncele kadar olan dönemde depolanmış olan Mezgit Grubu ile Cihanbeyli, İnsuyu ve Tuzgölü formasyonlarına ait eski havza çökellerinin mineralojisini kapsamaktadır.

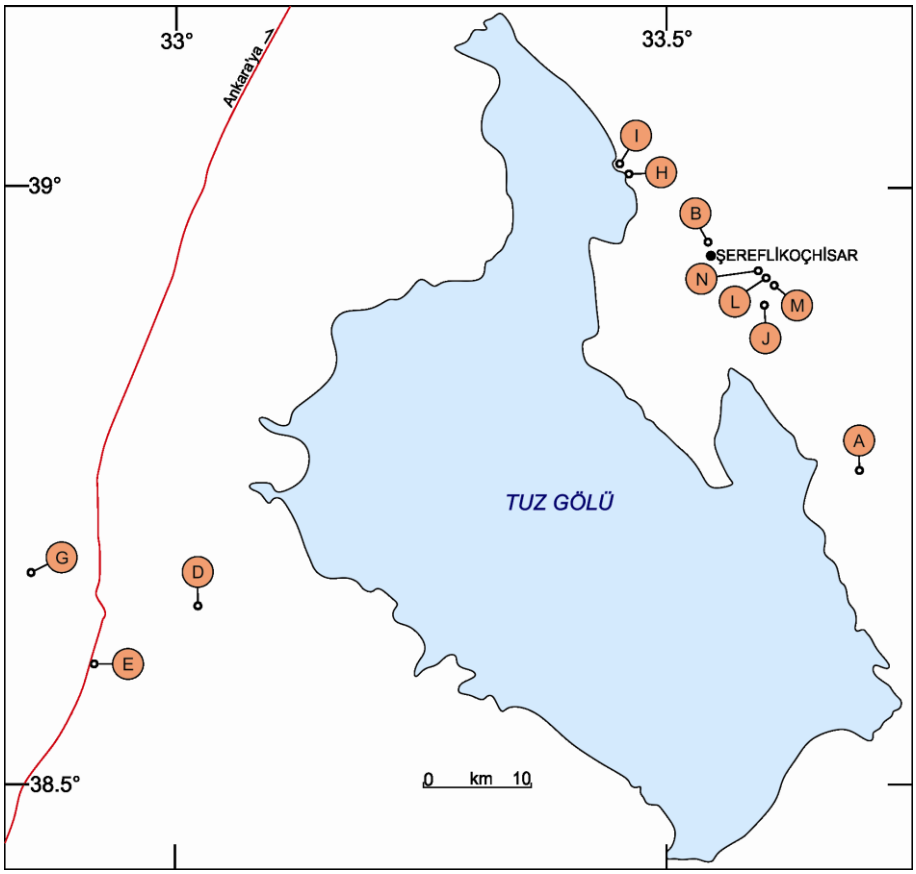
Tuz Gölü'nün yakın çevresinde yer alan evaporitli sedimanter kayaçlar ve gölsel kireçtaşlarından örnekler alınarak XRD analizleri yapılmıştır. (Şekil 4.25; Çizelge 4.4). Mezgit grubuna ait evaporitli sedimanter kayaçlar, Şereflikoçhisar'ın güneydoğusunda bulunan Mezgit (Çalören) Kasabası civarında (A-Lokasyonu; Şekil 4.26) seçilen bir ölçülü kesit hattı boyunca ve Aksaray-Şereflikoçhisar yolunun doğusunda bulunan değişik lokasyonlarda (I, H, N, L, J ve M) örneklenmiştir. İnsuyu formasyonuna ait gölsel kireçtaşları ise Şereflikoçhisar'ın kuzeyinde (B-Lokasyonu; Şekil 4.26) bir kesit hattı boyunca ve Tuz Gölü'nün batı kesiminde ise Cihanbeyli'nin batısında (G ve E Lokasyonları) yer alan kireçtaşlarından olmak üzere örneklenmiştir. Tuzgölü formasyonuna ait eski göl çökellerinden de yine Cihanbeyli'nin güneyinde (D Lokasyonu) örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.25).

4.2.1. Mezgit Gurubunun mineralojisi

Mezgit grubuna ait olan Yassıpur, Akboğaz ve Tepeköy formasyonları yanı sıra Akboğaz-Yassıpur ve Akboğaz-Tepeköy formasyonları arasında yer alan alt ve üst geçiş zonlarından derlenen örneklerin XRD analizleri yapılmıştır.

Yassıpur formasyonun, matriks kısmını karakterize eden A-2 örneği başlıca kuvars, kalsit, albit ve titanit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.27; Çizelge 4.5).

Yassıpur formasyonu ile Akboğaz formasyonu arasında kalan alt geçiş zonunun jips oranı yüksek seviyesini temsil eden A-6 örneğinde, egemen olarak jips mineral fazı bulunmaktadır (Şekil 4.27; Çizelge 4.5).



Şekil 4.25. Tuz Gölü çevresinde örnekleme yapılan lokasyonlar (A, B, D, E, G, H, I, J, L, M, N)

Akboğaz formasyonundan (A lokasyonu) alınan A-13, A-20, A-26 (Şekil 4.27), A-35 ve A-41 örnekleri sadece jips mineral fazı içeren monomineralojik bir bileşime sahiptir (Çizelge 4.5). Bunlardan A-35 ve A-41 örneklerindeki levhamsı ve kriptokristalin jipsler SEM ile görüntülenerek EDX analizleri yapılmıştır (Şekil 4.28, 4.29). Yine Akboğaz formasyonunun I, J, L ve N lokasyonlarında alınan I-1, J-2, L-1, ve N-2 kodlu örneklerdeki levhamsı ve kriptokristalin jipsler SEM görüntüleri ve EDX analizleri ile belirlenmiştir (Şekil 4.30, 4.31, 4.32 ve 4.33).

Akboğaz formasyonu ile Tepeköy formasyonu arasında kalan üst geçiş zonundan alınan A-46 örneğinde sadece jips mineral fazına rastlanmıştır (Çizelge 4.5). Daha kırıntılı seviyeleri temsil eden A-47 örneği ise jips, kuvars, kalsit, albit, montmorillonit ve vermikülit mineral fazlarını kapsar (Şekil 4.27; Çizelge 4.5). A-48 örneği ise kuvars, jips, kalsit, albit, vermikülit ve montmorillonit mineral topluluğunu içerir (Şekil 4.34; Çizelge 4.5). Bu zona ait diğer örneklerden A-50, A-60 (Şekil 4.34) ve A-55 kodlu örnekler sadece jips mineralinden oluşmaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Tuz Gölü çevresindeki birimlerden alınan örneklerin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler

Formasyon Adı	Örnekleme Yapılan Lokasyon	Tarih	Koordinat	Örnek Kodu	Yapılan Analizler	
Yassıpur formasyonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-1		ICP-MS
				A-2	XRD	ICP-MS
				A-3		ICP-MS
				A-4		ICP-MS
Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-5		ICP-MS
				A-6	XRD	ICP-MS
				A-7		ICP-MS
				A-8		ICP-MS
				A-9		ICP-MS
				A-10		ICP-MS
Akboğaz formasyonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-11		ICP-MS
				A-12		ICP-MS
				A-13	XRD	ICP-MS
				A-14		ICP-MS
				A-15		ICP-MS
				A-16		ICP-MS
				A-17		ICP-MS
				A-18		ICP-MS
				A-19		ICP-MS
				A-20	XRD	ICP-MS
				A-21		ICP-MS
				A-22		ICP-MS
				A-23		ICP-MS
				A-24		ICP-MS
				A-25		ICP-MS
				A-26	XRD	ICP-MS
				A-27		ICP-MS
				A-28		ICP-MS
				A-29		ICP-MS
				A-30		ICP-MS
				A-31		ICP-MS
				A-32		ICP-MS
				A-33		ICP-MS
				A-34		ICP-MS
				A-35	XRD	ICP-MS
				A-36		ICP-MS
				A-37		ICP-MS
				A-38		ICP-MS
				A-39		ICP-MS
				A-40		ICP-MS
				A-41	XRD	ICP-MS
				A-42		ICP-MS
				A-43		ICP-MS
				A-44		ICP-MS
	H	04.08.2010	36K 539756 D 4318250 K	H-1		ICP-MS
	I		36K 538960 D 4318953 K	I-1		ICP-MS
	J		36K 552010 D 4306027 K	J-2		ICP-MS
	L	05.08.2010	36K 552228 D 4308408 K	L-1		ICP-MS
	M		36K 552433 D 4308157 K	M-1		ICP-MS
	N		36K 551742 D 4308783 K	N-2		ICP-MS

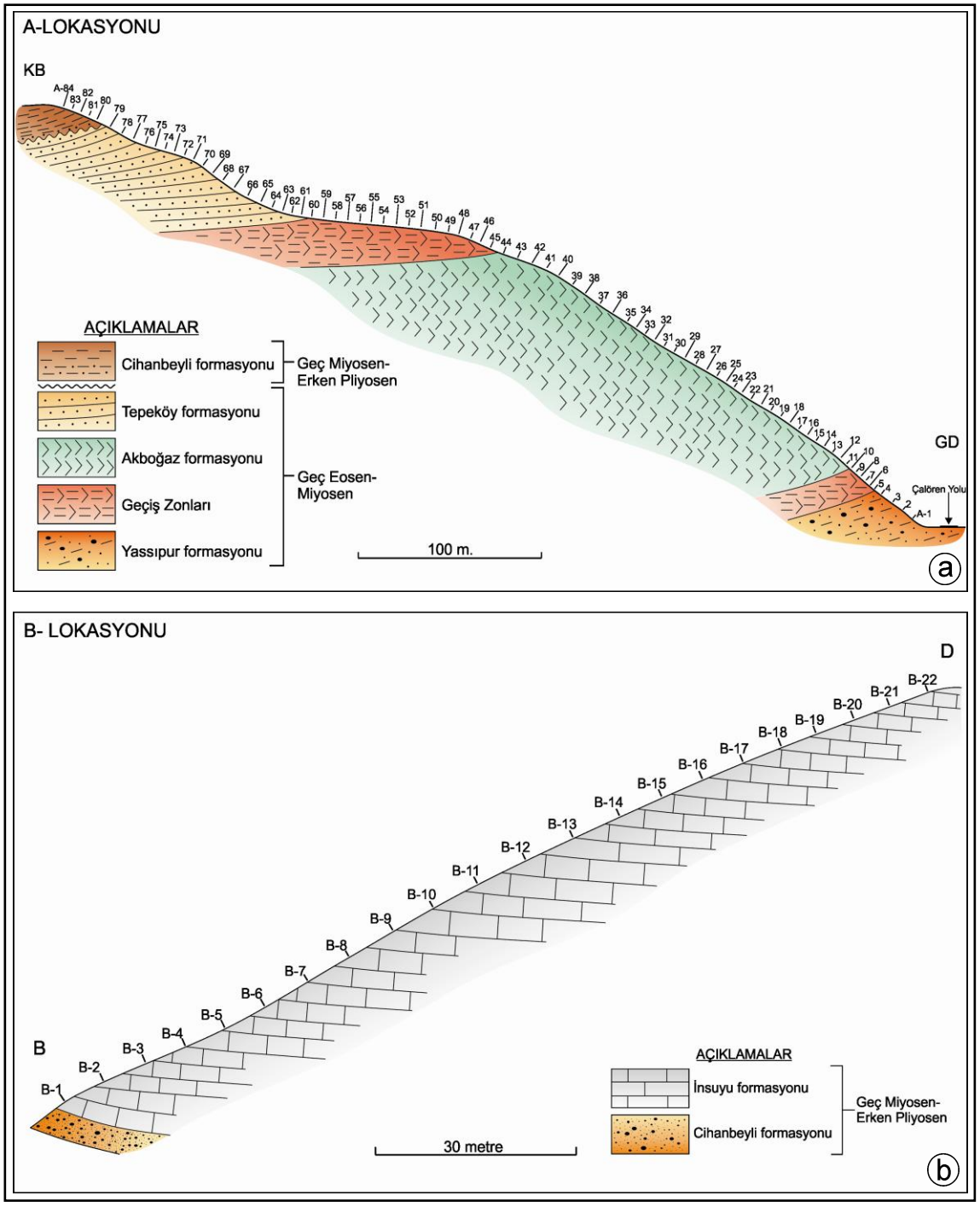
Çizelge 4.4. Tuz Gölü çevresindeki birimlerden alınan örneklerin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler (devam)

Formasyon Adı	Örnekleme Yapılan Lokasyon	Tarih	Koordinat	Örnek Kodu	Yapılan Analizler	
Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-45		ICP-MS
				A-46	XRD	ICP-MS
				A-47	XRD	ICP-MS
				A-48	XRD	ICP-MS
				A-49		ICP-MS
				A-50	XRD	ICP-MS
				A-51		ICP-MS
				A-52		ICP-MS
				A-53		ICP-MS
				A-54		ICP-MS
				A-55	XRD	ICP-MS
				A-56		ICP-MS
				A-57		ICP-MS
				A-58		ICP-MS
				A-59		ICP-MS
				A-60	XRD	ICP-MS
Tepeköy formasyonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-61		ICP-MS
				A-62	XRD	ICP-MS
				A-63		ICP-MS
				A-64	XRD	ICP-MS
				A-65		ICP-MS
				A-66		ICP-MS
				A-67	XRD	ICP-MS
				A-68		ICP-MS
				A-69		ICP-MS
				A-70		ICP-MS
				A-71		ICP-MS
				A-72	XRD	ICP-MS
				A-73		ICP-MS
				A-74	XRD	ICP-MS
				A-75		ICP-MS
				A-76		ICP-MS
				A-77		ICP-MS
				A-78	XRD	ICP-MS
				A-79		ICP-MS
Cihanbeyli formasyonu	A	19.08.2009	36K 560243D 4290046 K	A-80		ICP-MS
				A-81		ICP-MS
				A-82		ICP-MS
				A-83		ICP-MS
				A-84		ICP-MS

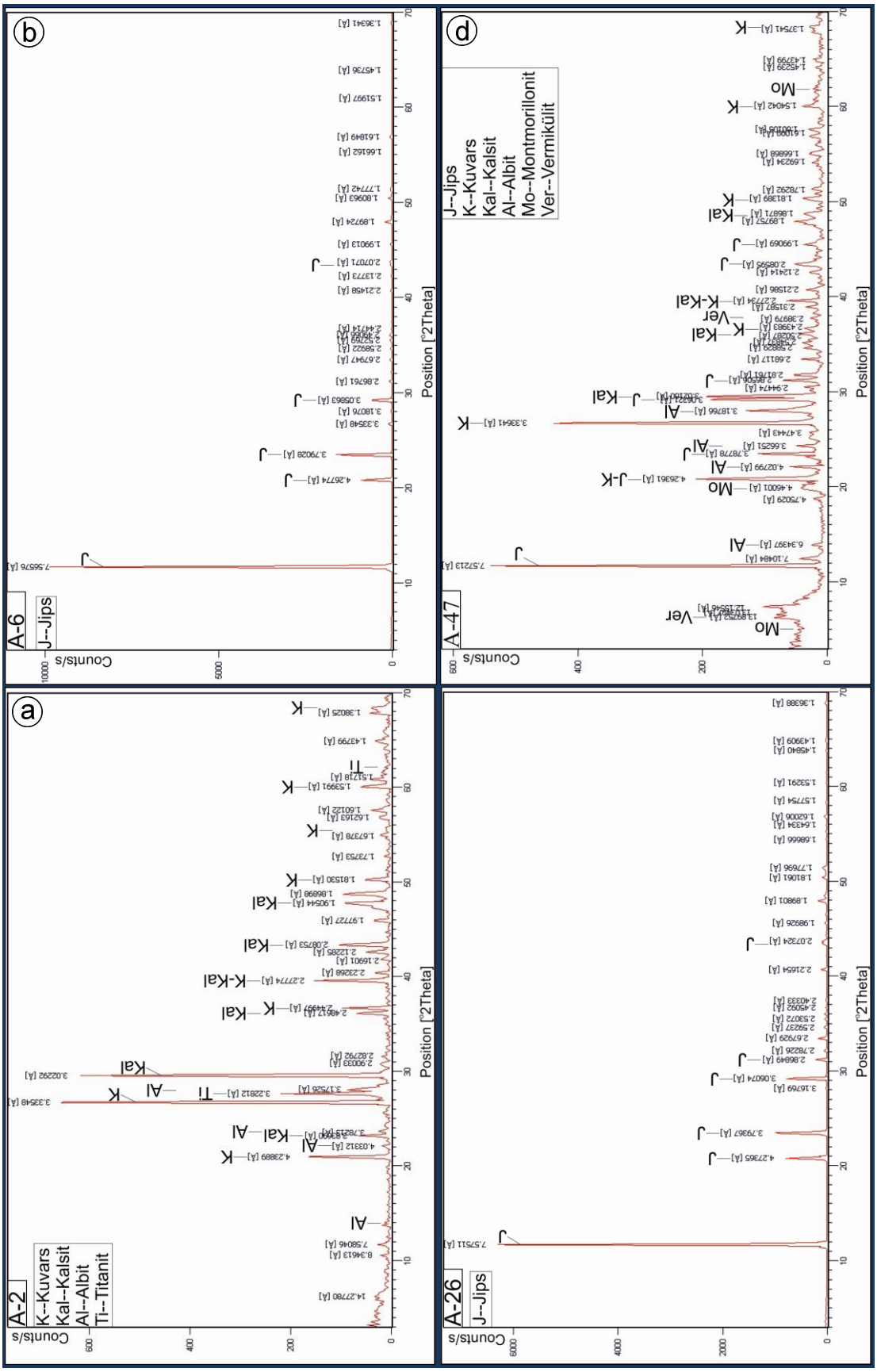
Çizelge 4.4. Tuz Gölü çevresindeki birimlerden alınan örneklerin lokasyonları, örnek kodları ve yapılan analizler (devam)

Formasyon Adı	Örnekleme Yapılan Lokasyon	Tarih	Koordinat	Örnek Kodu	Yapılan Analizler
İnsuyu formasyonu	B	16.08.2009	36K 546761 D 4312574 K	B-1	ICP-MS
				B-2	ICP-MS
				B-3	ICP-MS
				B-4	ICP-MS
				B-5	ICP-MS
				B-6	ICP-MS
				B-7	ICP-MS
				B-8	ICP-MS
				B-9	ICP-MS
				B-10	ICP-MS
				B-11	ICP-MS
				B-12	ICP-MS
				B-13	ICP-MS
				B-14	ICP-MS
				B-15	ICP-MS
				B-16	ICP-MS
				B-17	ICP-MS
				B-18	ICP-MS
				B-19	ICP-MS
				B-20	ICP-MS
				B-21	ICP-MS
				B-22	ICP-MS
	E	28.08.2009	36K 492380 D 4272671 K	E-1	ICP-MS
				E-2	ICP-MS
				E-3	ICP-MS
				E-4	ICP-MS
				E-5	ICP-MS
				E-6	ICP-MS
				E-7	ICP-MS
				E-8	ICP-MS
				E-9	ICP-MS
				E-10	ICP-MS
				E-11	ICP-MS
				E-12	ICP-MS
	G	06.08.2010	36K 487130 D 4281015 K	G-1	ICP-MS
				G-2	ICP-MS
				G-3	ICP-MS
				G-4	ICP-MS
				G-5	ICP-MS
				G-6	ICP-MS
Tuzgölü formasyonu	D	29.08.2009	36K 502005 D 4277835 K	D-1	ICP-MS
				D-2	ICP-MS
				D-3	ICP-MS
				D-4	ICP-MS
				D-5	ICP-MS
				D-6	ICP-MS
				D-7	ICP-MS
				D-8	ICP-MS

Tepeköy formasyonundan alınan A-62, A-72 ve A-74 kodlu örneklerde kuvars, kalsit ve anortit, A-64 kodlu örnekte kuvars, kalsit ve albit, A-67 kodlu örnekte bitovnit, kuvars, klinoenstatit ve kalsit, A-78 kodlu örnekte ise kuvars, kalsit ve bitovnit mineral fazlarından oluşan parajenezler bulunmaktadır (Şekil 4.34, 4.35; Çizelge 4.5).



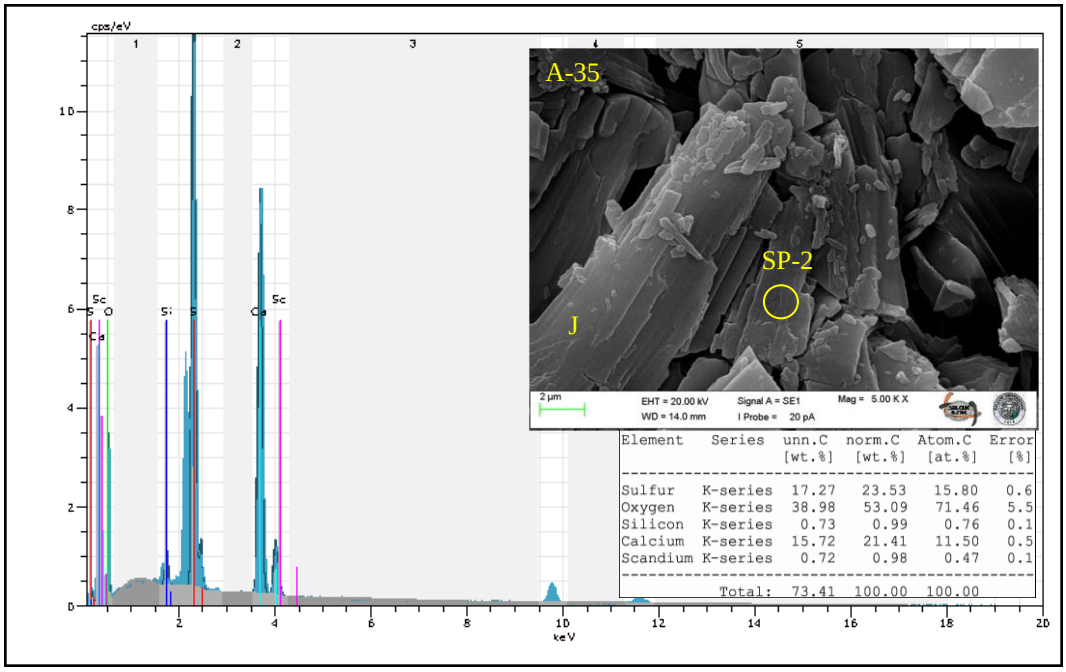
Şekil 4.26. A-lokasyonuna ait kesit hattı ve örnek kodları (a), B-lokasyonuna ait kesit hattı ve örnek kodları (b)



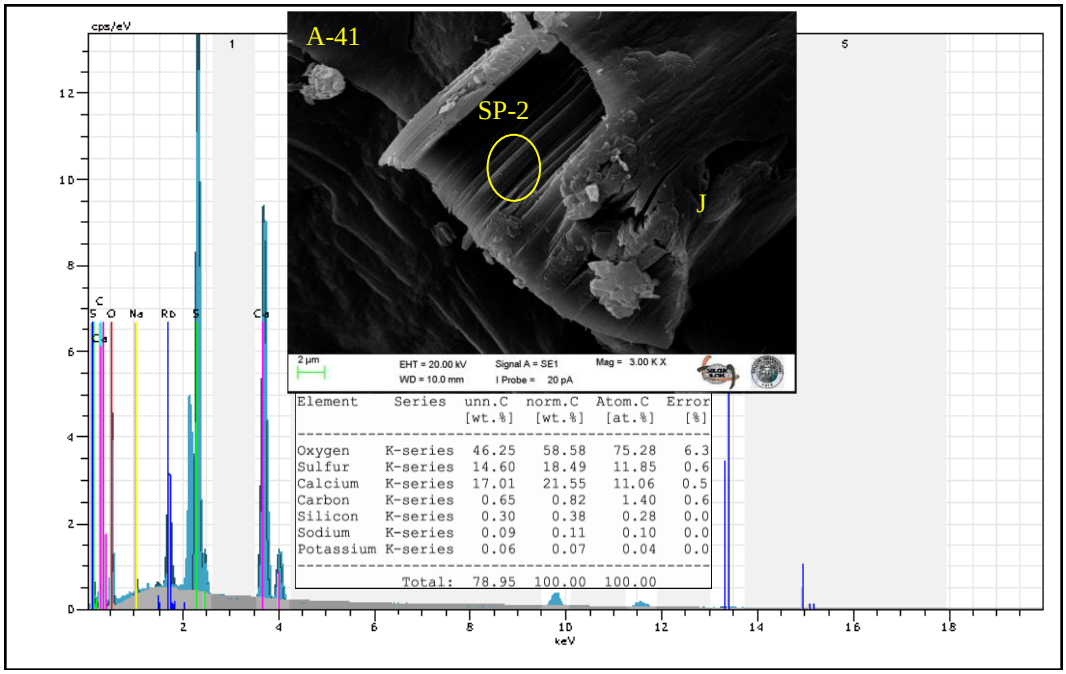
Şekil 4.27. Mezgit grubuna ait a) A-2, b) A-6, c) A-26 ve d) A-47 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri

Çizelge 4.5. Mezgit grubuna ait örneklerde XRD analizlerine göre tespit edilen mineraller ve kimyasal bileşimleri

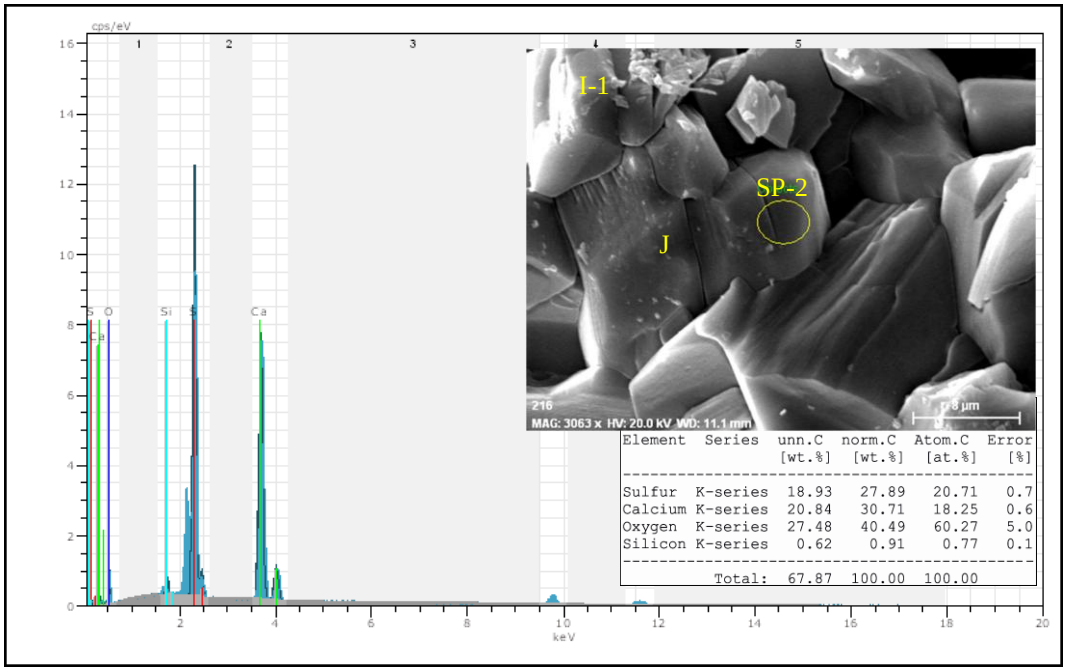
Formasyon	Örnek Kodu	Bileşim	Mineraller
Tepeköy formasyonu	A-78	SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$	Bitovnit
	A-74	SiO_2	Kuvars
		$CaAl_2Si_2O_8$	Anortit
		$CaCO_3$	Kalsit
	A-72	SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$CaAl_2Si_2O_8$	Anortit
	A-67	$(Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$	Bitovnit
		SiO_2	Kuvars
		$Mg_2Si_2O_6$	Klinoenstatit
		$CaCO_3$	Kalsit
	A-64	SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$NaAlSi_3O_8$	Albit
	A-62	SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$CaAl_2Si_2O_8$	Anortit
Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu	A-60	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-55	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-50	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-48	SiO_2	Kuvars
		$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
		$CaCO_3$	Kalsit
		$NaAlSi_3O_8$	Albit
		$(Mg,Fe^{3+},Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	Vermikülit
		$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$	Montmorillonit
	A-47	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
		SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$NaAlSi_3O_8$	Albit
		$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$	Montmorillonit
		$(Mg,Fe^{3+},Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	Vermikülit
	A-46	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
Akboğaz formasyonu	A-41	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-35	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-26	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-20	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
	A-13	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu	A-6	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Jips
Yassıpur formasyonu	A-2	SiO_2	Kuvars
		$CaCO_3$	Kalsit
		$NaAlSi_3O_8$	Albit
		$CaTiSiO_5$	Titanit



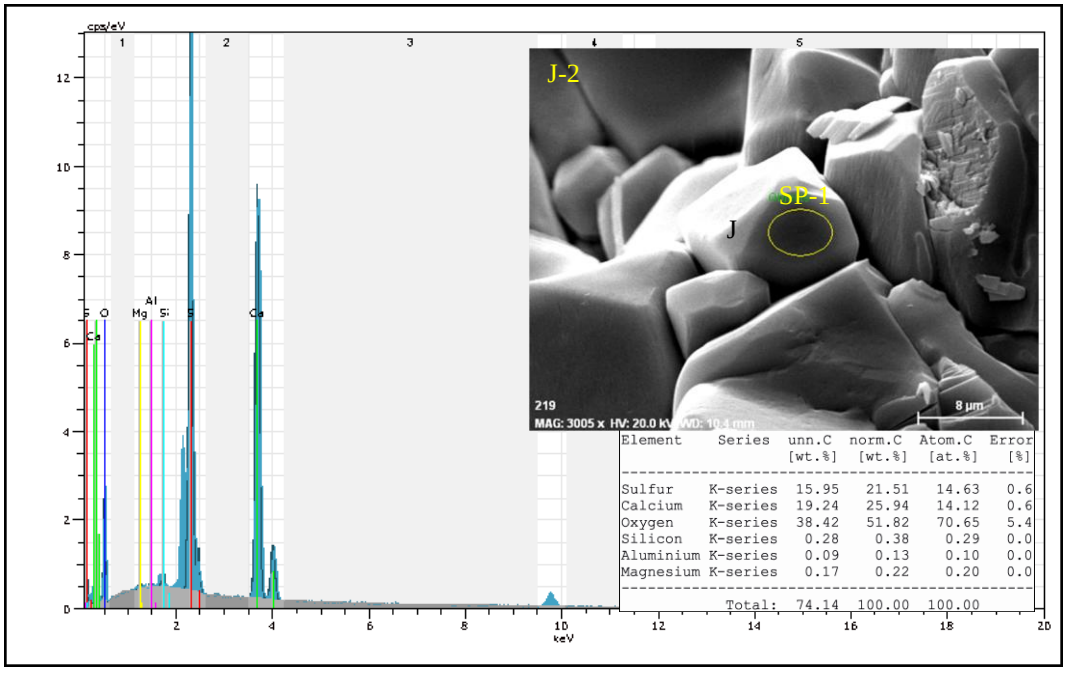
Şekil 4.28. A-35 kodlu örnekteki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



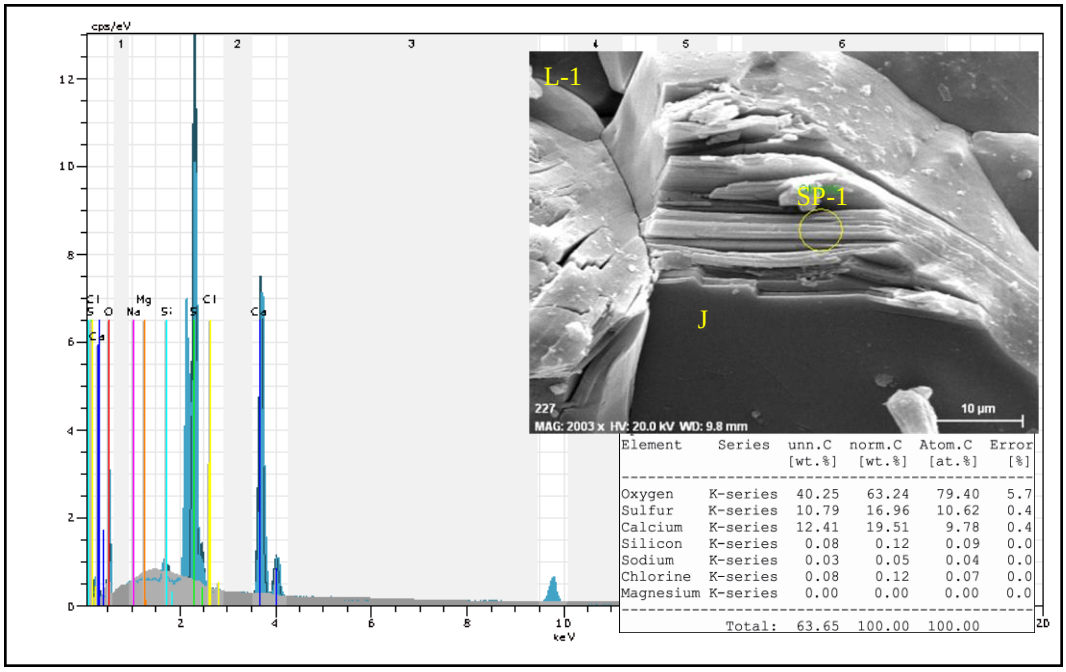
Şekil 4.29. A-41 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



Şekil 4.30. I-1 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-2 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

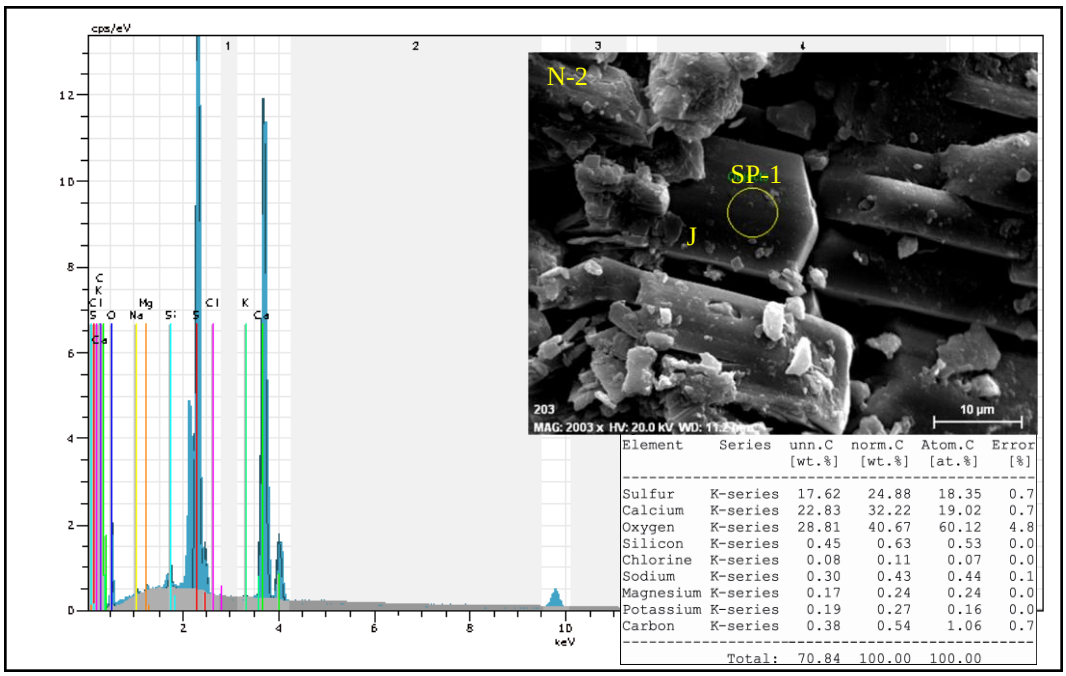


Şekil 4.31. J-2 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, gönderilen SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



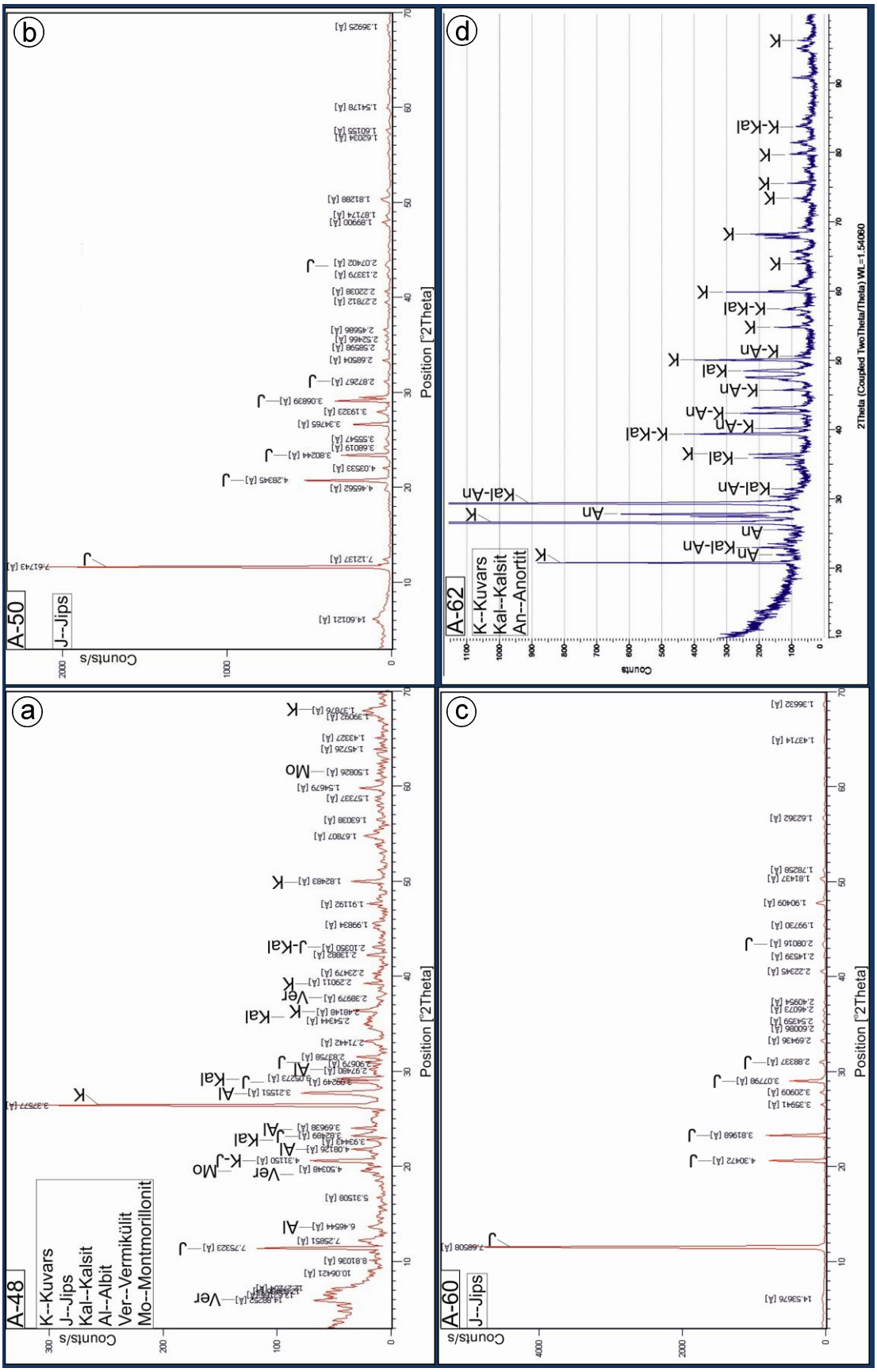
Element	Series	unn.C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom.C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	40.25	63.24	79.40	5.7
Sulfur	K-series	10.79	16.96	10.62	0.4
Calcium	K-series	12.41	19.51	9.78	0.4
Silicon	K-series	0.08	0.12	0.09	0.0
Sodium	K-series	0.03	0.05	0.04	0.0
Chlorine	K-series	0.08	0.12	0.07	0.0
Magnesium	K-series	0.00	0.00	0.00	0.0
Total:		63.65	100.00	100.00	

Şekil 4.32. L-1 örneğindeki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu

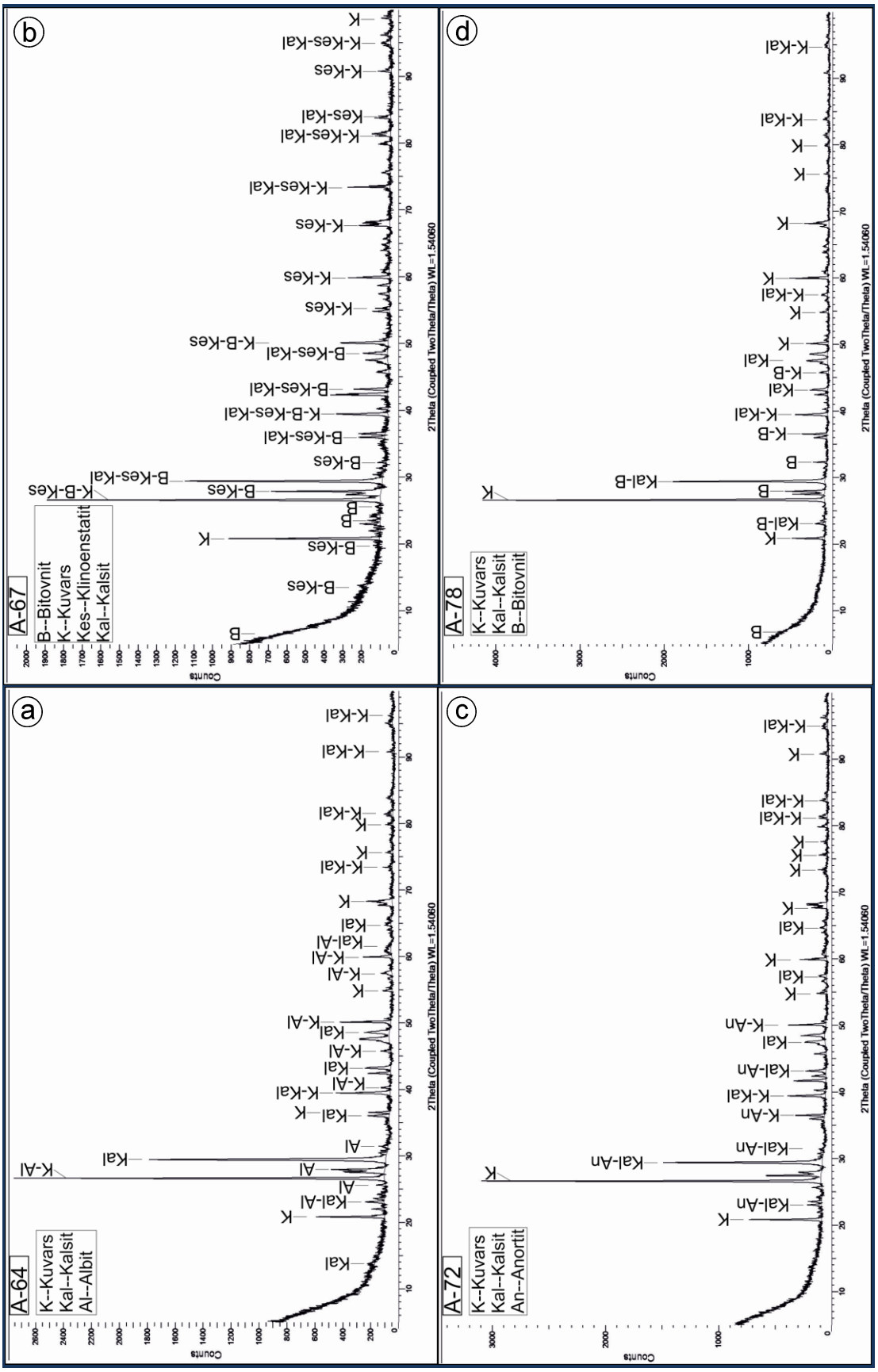


Element	Series	unn.C [wt.%]	norm.C [wt.%]	Atom.C [at.%]	Error [%]
Sulfur	K-series	17.62	24.88	18.35	0.7
Calcium	K-series	22.83	32.22	19.02	0.7
Oxygen	K-series	28.81	40.67	60.12	4.8
Silicon	K-series	0.45	0.63	0.53	0.0
Chlorine	K-series	0.08	0.11	0.07	0.0
Sodium	K-series	0.30	0.43	0.44	0.1
Magnesium	K-series	0.17	0.24	0.24	0.0
Potassium	K-series	0.19	0.27	0.16	0.0
Carbon	K-series	0.38	0.54	1.06	0.7
Total:		70.84	100.00	100.00	

Şekil 4.33. N-2 kodlu örnekteki levhamsı jipslerden (J) alınan SEM görüntüsü, SP-1 spektrumuna ait EDX grafiği ve analiz sonucu



Şekil 4.34. Mezgit grubuna ait a) A-48, b) A-50, c) A-60 ve d) A-62 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri



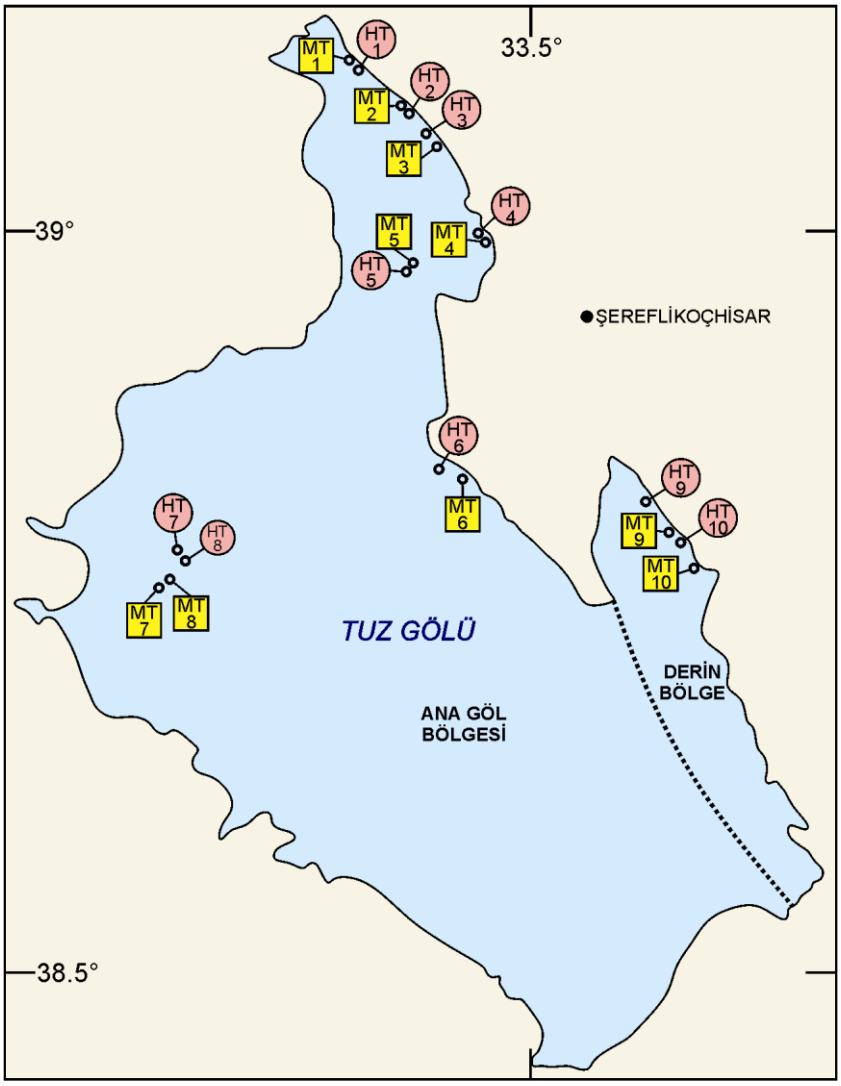
Şekil 4.35. Mezgit grubuna ait a) A-64, b) A-67, c) A-72 ve d) A-78 kodlu örneklerin XRD kırınım desenleri

5. JEOKİMYA

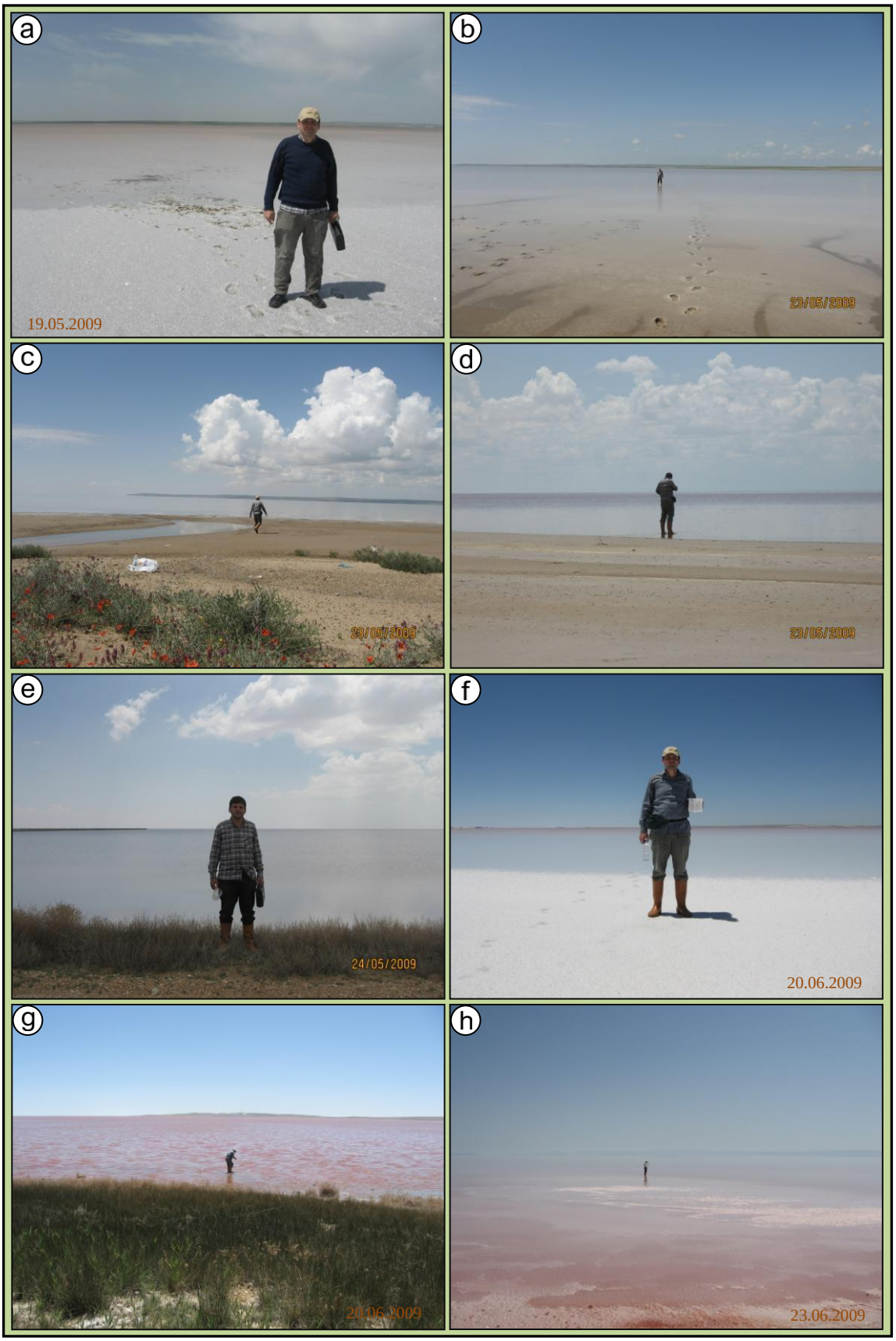
Bu bölümde Tuz Gölü'ne ait su, güncel tuz kabuğu ve sığ göl çökelleri ile gölün yakın çevresindeki eski göl çökellerinin jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

5.1. Güncel Göl Suyunun Jeokimyası

Tuzlu su örnekleri 2009 yılının Mayıs ve Haziran aylarında periyodik olarak ve birbirlerine yakın lokasyonlardan alınarak her bir lokasyonda suyun pH ve sıcaklık değerleri de ölçülmüştür (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3; Çizelge 5.1). Bu su örneklerinden 4'ü derin bölgeyi (MT-9, MT-10, HT-9, HT-10) temsil ederken diğer 16 örnek ana göl bölgesini temsil etmektedir.



Şekil 5.1. Tuz Gölü'nden alınan su örneklerine ait lokasyon noktaları (MT: Mayıs ve HT:Haziran)



Şekil 5.2. Mayıs ayında Kaldırım Tuzlası kuzeyi (a; b; c; d) ile Yavşan Tuzlası civarında; (e) Haziran ayında Kaldırım Tuzlası kuzeyi (f), Şereflikoçhisar güneydoğusu derin bölge civarı (g) ve Yavşan Tuzlası civarında (h) örnekleme çalışmaları

Çizelge 5.1. Su örneklerine ait lokasyon, tarih, koordinat, pH ve sıcaklık bilgileri

Lokasyon		Tarih	Koordinat	pH	Su Sıcaklığı ^{o}C
MT-1	(Ana göl)	19.05.2009	36K 530395 D / 4329906 K	7.57	24.7
MT-2	(Ana göl)	23.05.2009	36K 534530 D / 4326316 K	7.52	27.3
MT-3	(Ana göl)	19.05.2009	36K 536652 D / 4323575 K	7.50	26.3
MT-4	(Ana göl)	19.05.2009	36K 539783 D / 4316811 K	7.53	29.0
MT-5	(Ana göl)	23.05.2009	36K 534748 D / 4314128 K	7.48	28.7
MT-6	(Ana göl)	19.05.2009	36K 538532 D / 4298660 K	7.53	25.6
MT-7	(Ana göl)	24.05.2009	36K 516734 D / 4290148 K	7.61	25.4
MT-8	(Ana göl)	24.05.2009	36K 517576 D / 4290758 K	7.53	27.0
MT-9	(Derin bölge)	23.05.2009	36K 552775 D / 4295952 K	8.10	20.0
MT-10	(Derin bölge)	19.05.2009	36K 555158 D / 4292064 K	8.17	18.8
HT-1	(Ana göl)	20.06.2009	36K 531032 D / 4329181 K	7.62	26.0
HT-2	(Ana göl)	20.06.2009	36K 534518 D / 4326424 K	7.51	27.0
HT-3	(Ana göl)	20.06.2009	36K 536377 D / 4324178 K	7.54	27.7
HT-4	(Ana göl)	20.06.2009	36K 539751 D / 4316793 K	7.51	28.6
HT-5	(Ana göl)	20.06.2009	36K 534349 D / 4314292 K	7.53	31.6
HT-6	(Ana göl)	20.06.2009	36K 536152 D / 4298659 K	7.30	33.5
HT-7	(Ana göl)	21.06.2009	36K 518076 D / 4293063 K	7.68	28.1
HT-8	(Ana göl)	21.06.2009	36K 519022 D / 4291792 K	7.72	28.5
HT-9	(Derin bölge)	20.06.2009	36K 552389 D / 4296145 K	8.11	34.4
HT-10	(Derin bölge)	20.06.2009	36K 554364 D / 4293555 K	8.03	34.8

Su örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre örneklerin tamamında; Ag, Au, Be, Bi, Ce, Co, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Pd, Pr, Pt, Re, Rh, Ru, Sb, Sc, Si, Sm, Sn, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, W, Y, Yb ve Zr elementleri MDL (Method Detection Limit) değerlerinin altında kalmaktadır. MDL, örnekte aranan madde konsantrasyonunun % 99 güvenle sıfırdan büyük olduğu, ölçülebilen ve raporlanabilen en küçük konsantrasyon olarak tanımlanır (Federal Register, 1995). MDL tüm analitik işlemler tamamlandığında laboratuar tarafından hesaplanan istatistiksel bir değerdir. Bu değerin % 99 güven aralığında olması, örnekte tespit edilen ve MDL'ye eşit olan herhangi bir konsantrasyonun % 99 ihtimalle sıfırdan büyük bir değere sahip olduğunu gösterir (Ripp, 1996; Childress ve ark., 1999; Jones ve Clarke, 2005). Bununla birlikte tüm su örneklerinde Al, As, B, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Se, Sr, V ve Zn elementlerinden en az birisi MDL'nin üzerinde konsantrasyon değeri vermiştir (Çizelge 5.2).

Nadir toprak elementleri (NTE) şeklinde tanımlanan ve La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu gibi elementleri kapsayan grubun sudaki çözünürlükleri çok düşüktür ve genellikle hareketsiz olarak kabul edilirler. Bu tür iz elementler genellikle süspansiyon halinde veya killer tarafından tutularak taşınmaktadırlar ve bu sebeple suda asılı kalma süreleri çok kısadır (Balashov ve Girin,

1969; Aagaard, 1974; McLennan ve ark., 1980; Rollinson, 1993; Sinitsyn ve ark., 2000; Das ve Haake, 2003; Chaillou ve ark., 2006). Bundan ve göl suyu derinliğinin az olmasından dolayı muhtemelen bu tür elementler suda ekseriyetle MDL'nin altında kalmış olmalıdır.

Tuz Gölü (ana göl ve derin bölge) ve yaklaşık standart bileşime sahip okyanus suyuna ait konsantrasyon ortalamaları karşılaştırıldığında, Tuz Gölü'nün deniz suyuna oranla Al, As, B, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Se, Sr, V ve Zn elementleri bakımından sırasıyla, 2813, 263, 8, 17, 1.5, 2, 53, 9, 170, 274, 72, 4, 164, 3, 1028, 6, 37, 5780, 7944, 14, 4, 215, 4, 296 ve 161 kat zenginleştiği fark edilmektedir (Çizelge 5.2). Tuz Gölü'nün hidrolojik olarak kapalı bir havza içerisinde yer alması ve bazı elementler bakımından aşırı derecede konsantre olması çevrede bulunan kayaç türleri ve göle ulaşan hidrotermal sularla yakından ilişkilidir.

Ana Göl bölgesinden Mayıs ve Haziran aylarında alınan örnekler karşılaştırıldığında, Mayıs ayında alınan örneklerde (MT-6) Cr ve Ni elementleri tespit edilmişken, Haziran ayında bunlar gözlenmemiştir. Aynı şekilde Haziran ayında alınan örneklerde (HT-6 ve HT-7) Cd, Cu, Se ve Zn elementleri bulunurken, Mayıs ayına ait örneklerde bu elementler bulunmamaktadır. Söz konusu Cr, Ni, Cd, Cu, Se ve Zn element içeriklerindeki bu mevsimsel değişimler birkaç örnekten kaynaklanmakta olup diğer örneklerde analiz edilen element içeriklerinin mevsime göre çok fazla değişmediği ve dolayısıyla bu durumun lokal olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.3).

Derin Göl bölgesinden Mayıs ve Haziran aylarında alınan örnekler incelendiğinde, Haziran ayına ait örneklerde (HT-9 ve HT-10) As ve Cs bulunurken, aynı elementler Mayıs ayına ait örneklerde gözlenmemiştir. Her iki ay dikkate alındığında, diğer element içeriklerinin Ana Göl bölgesinde olduğu gibi Derin Göl bölgesinde de birbirlerine yakın olduğu görülmekte ve dolayısı ile As ve Cs için belirlenen değişimin lokal olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.3).

Diğer taraftan, Ana göl ve Derin bölge örneklerinin ortalama element içerikleri karşılaştırıldığında, Ana gölün derin bölgeye göre Al ve Mn bakımından fakirleştiği; As, B, Ba, Br, Cl, Cs, K, Li, Mg, Na, Rb, S ve V bakımından zenginleştiği görülmektedir. Ayrıca Cd, Cr, Cu, Ni, Se ve Zn elementleri de lokal olarak sadece Ana gölde zenginleşmektedir (Şekil 5.3). Bu durumun su derinliği ve pH'ı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5.2. Tuzlu su örneklerinin iz element içerikleri

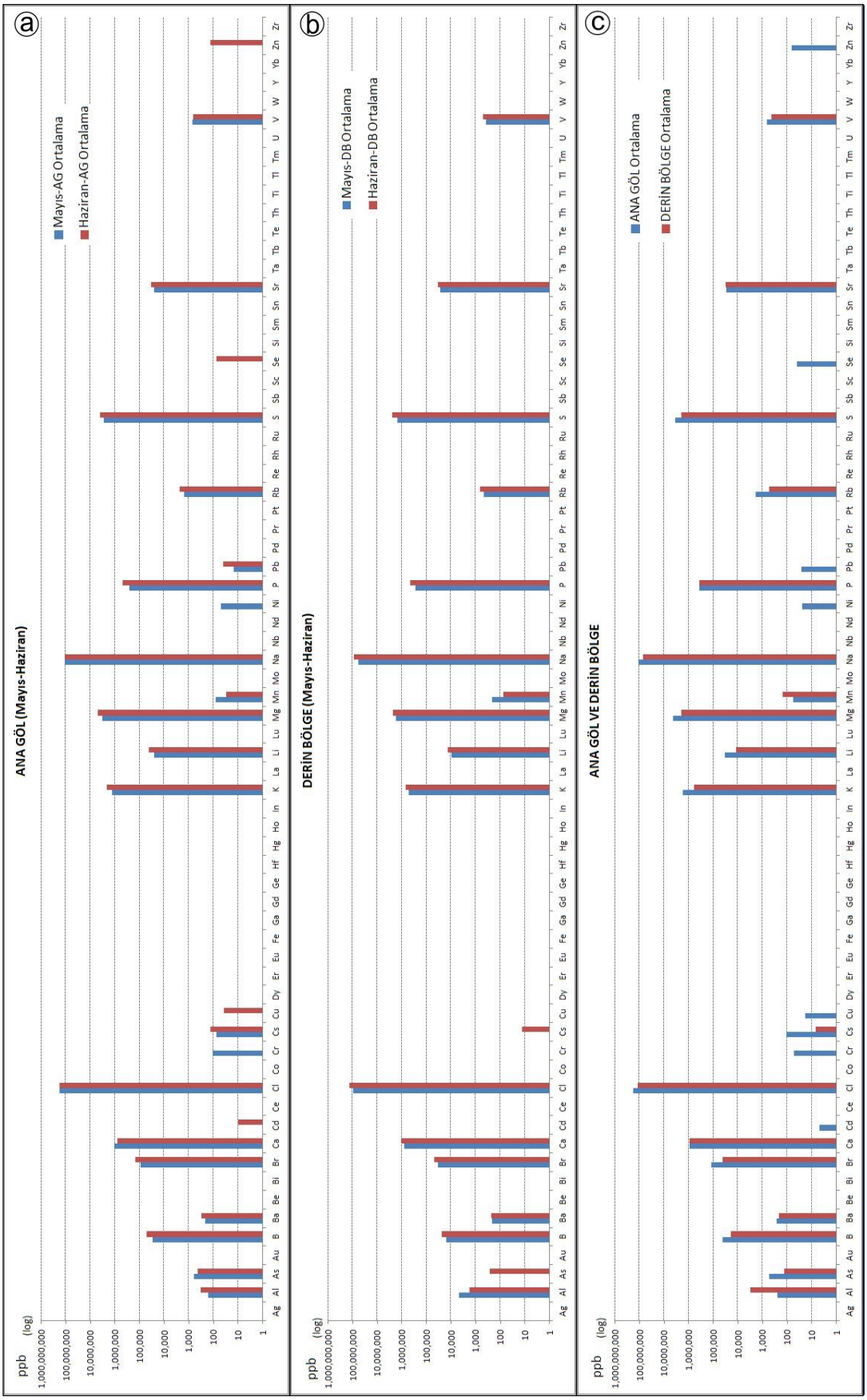
Element	Birim	MDL (ppm)	Mayıs MT-1	Mayıs MT-2	Mayıs MT-3	Mayıs MT-4	Mayıs MT-5	Mayıs MT-6	Mayıs MT-7	Mayıs MT-8
Ag	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	ppb	1	-	-	-	-	-	1348	-	-
As	ppb	0.5	594.0	669.0	569.0	576.0	652.0	668.0	538.0	723.0
Au	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
B	ppb	5	25327	22300	24215	27595	36657	50230	23956	35072
Ba	ppb	0.05	212.00	202.00	190.00	217.00	270.00	215.00	146.00	266.00
Be	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Br	ppb	5	83316	68739	79049	89563	97704	154727	66822	85499
Ca	ppb	50	1140817	1068390	1093212	1060525	1075433	859382	961508	1146866
Cd	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl	ppm	1	184615	180936	175269	178767	197081	194086	148008	194049
Co	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	ppb	0.5	-	-	-	-	-	861.0	-	-
Cs	ppb	0.01	61.00	41.00	54.00	55.00	77.00	129.00	83.00	100.00
Cu	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	ppb	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
In	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
K	ppb	50	1225728	1026713	1174677	1271597	1485365	2163478	1041302	1363216
La	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Li	ppb	0.1	23382.0	19119.0	21898.0	23571.0	28084.0	42279.0	19684.0	25775.0
Lu	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	ppb	50	3285613	2786746	3032417	3135962	3521338	5454439	2824296	3099286
Mn	ppb	0.05	-	53.00	-	165.00	231.00	132.00	-	61.00
Mo	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	ppb	50	111433243	102921204	119949318	120930435	114237617	103259491	106524216	109914932
Nb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	ppb	0.2	-	-	-	-	-	390.0	-	-
P	ppb	20	-	502431	-	-	475640	-	480661	581850
Pb	ppb	0.1	-	-	-	-	-	117.0	-	-
Pd	ppb	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Pr	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Pt	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	ppb	0.01	1314.00	1058.00	1215.00	1280.00	1659.00	2854.00	1266.00	1615.00
Re	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Rh	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ru	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
S	ppm	1	2662	2279	2931	2974	3204	3923	2408	3162
Sb	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Sc	ppb	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	ppb	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppb	0.01	25964.00	21528.00	23812.00	26239.00	27167.00	31592.00	21153.00	26346.00
Ta	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Te	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	ppb	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
U	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
V	ppb	0.2	654.0	703.0	654.0	752.0	783.0	773.0	639.0	814.0
W	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.2. Tuzlu su örneklerinin iz element içerikleri (devam)

Element	Birim	MDL (ppm)	Mayıs MT-9	Mayıs MT-10	Haziran HT-1	Haziran HT-2	Haziran HT-3	Haziran HT-4	Haziran HT-5	Haziran HT-6
Ag	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	ppb	1	1501	7759	-	-	-	-	-	2613
As	ppb	0.5	-	-	-	533.0	-	552.0	605.0	541.0
Au	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
B	ppb	5	14182	16622	39071	42174	32592	40421	57695	111721
Ba	ppb	0.05	204.00	217.00	297.00	352.00	255.00	301.00	413.00	316.00
Be	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Br	ppb	5	31878	35955	117094	127449	105801	123247	164082	267243
Ca	ppb	50	709507	944680	854185	798049	854519	920477	724773	460395
Cd	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl	ppm	1	90593	98851	171258	177112	168632	184007	186838	179265
Co	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs	ppb	0.01	-	-	111.00	106.00	83.00	90.00	113.00	276.00
Cu	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	ppb	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
In	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
K	ppb	50	494249	560460	1590672	1807890	1475662	1708736	2327054	4012686
La	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Li	ppb	0.1	9512.0	10080.0	32904.0	36821.0	30260.0	34647.0	46708.0	80775.0
Lu	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	ppb	50	1642225	1878735	3778208	4347315	3525893	4153013	5734563	10123138
Mn	ppb	0.05	-	438.00	-	-	-	-	-	246.00
Mo	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	ppb	50	53844055	62365204	104545326	109751350	112320984	116127327	111936821	104277466
Nb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	ppb	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
P	ppb	20	549410		491013	530263	504195	466890	503822	472768
Pb	ppb	0.1	-	-	-	-	-	-	-	208.0
Pd	ppb	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Pr	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Pt	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	ppb	0.01	440.00	486.00	1844.00	1963.00	1626.00	1848.00	2498.00	4789.00
Re	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Rh	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ru	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
S	ppm	1	1463	1673	3012	3779	3166	3535	4672	7043
Sb	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Sc	ppb	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	624.0
Si	ppb	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppb	0.01	24928.00	30427.00	31838.00	32547.00	27752.00	31370.00	36969.00	37770.00
Ta	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Te	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	ppb	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	ppb	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
U	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
V	ppb	0.2	350.0	433.0	455.0	617.0	584.0	732.0	725.0	684.0
W	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	ppb	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	527.0
Zr	ppb	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.2. Tuzlu su örneklerinin iz element içerikleri (devam) ile Tuz Gölü ve deniz suyunun (*Li, 2000) ortalama iz element içeriklerinin karşılaştırılması (MDL altı - ile gösterilmiştir)

Element	Birim	MDL (ppm)	Haziran HT-7	Haziran HT-8	Haziran HT-9	Haziran HT-10	TUZ GÖLÜ Ortalama	*Deniz Suyu Ortalama	Tuz Gölü/ Deniz suyu
Ag	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Al	ppb	1	-	-	1878	1779	843.90	0.30	2813
As	ppb	0.5	631.0	562.0	-	521.0	446.70	1.70	263
Au	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
B	ppb	5	54290	45567	22926	23551	37308.20	4500.00	8
Ba	ppb	0.05	307.00	247.00	197.00	265.00	254.45	15.00	17
Be	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Bi	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Br	ppb	5	137596	122534	47359	50400	102802.85	70000.00	1
Ca	ppb	50	890498	796669	1016723	1091302	923395.50	500000.00	2
Cd	ppb	0.05	80.00	-	-	-	4.00	0.08	53
Ce	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Cl	ppm	1	188371	175846	131108	146136	167541.40	19000.00	9
Co	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Cr	ppb	0.5	-	-	-	-	43.05	0.25	170
Cs	ppb	0.01	154.00	136.00	13.00	14.00	84.80	0.31	274
Cu	ppb	0.1	302.0	-	-	-	15.10	0.21	72
Dy	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Er	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Eu	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Fe	ppb	10	-	-	-	-	0.00	0.25	0
Ga	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Gd	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Ge	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Hf	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Hg	ppb	0.1	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Ho	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
In	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
K	ppb	50	2096780	1876707	693987	753617	1507528.80	390000.00	4
La	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Li	ppb	0.1	42133.0	35406.0	13722.0	14062.0	29541.10	180.00	164
Lu	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Mg	ppb	50	5050813	4276094	2322436	2347550	3816004.00	1300000.00	3
Mn	ppb	0.05	-	-	75.00	80.00	74.05	0.07	1028
Mo	ppb	0.1	-	-	-	-	0.00	10.30	0
Na	ppb	50	109130295	113066208	83171364	89869240	102978804.80	18000000.00	6
Nb	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Nd	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Ni	ppb	0.2	-	-	-	-	19.50	0.53	37
P	ppb	20	540221	486329	475764	452770	375701.35	65.00	5780
Pb	ppb	0.1	104.0	-	-	-	21.45	0.00	7944
Pd	ppb	0.2	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Pr	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Pt	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Rb	ppb	0.01	2466.00	2178.00	641.00	663.00	1685.15	120.00	14
Re	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Rh	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Ru	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
S	ppm	1	4094	3659	2400	2472	3225.55	898.00	4
Sb	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.15	0
Sc	ppb	1	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Se	ppb	0.5	-	-	-	-	31.20	0.15	215
Si	ppb	40	-	-	-	-	0.00	2500.00	0
Sm	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Sn	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Sr	ppb	0.01	34951.00	30456.00	33885.00	36527.00	29661.05	7800.00	4
Ta	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Tb	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Te	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Th	ppb	0.05	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Ti	ppb	10	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Tl	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Tm	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
U	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	3.20	0
V	ppb	0.2	725.0	670.0	528.0	474.0	637.45	2.15	296
W	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.10	0
Y	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.01	0
Yb	ppb	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0
Zn	ppb	0.5	506.0	-	-	-	51.65	0.32	161
Zr	ppb	0.02	-	-	-	-	0.00	0.02	0



Şekil 5.3. Ana göl ve derin bölgede, Mayıs ve Haziran aylarına ait tuzlu su örneklerinde ölçülen ortalama element konsantrasyonlarının bu aylara göre değişimi (a ve b) ile Ana göl ve derin bölge su örneklerine ait ortalama element içeriklerinin karşılaştırılması (c)

Örneklerdeki elementlerin birbirleri ve suyun pH'ı ile olan ilişkisinin araştırılması için korelasyon analizi yapılarak ilişkilerin kuvvet derecelerine göre sınıflandırılması sağlanmıştır (Çizelge 5.3 ve 5.4). Korelasyon, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin kuvvetini ve yönünü belirleyen bir yöntemdir. Bu amaçla Pearson korelasyon katsayısı denilen ve -1 ve +1 aralığındaki sayılarla tanımlanan bir katsayı hesaplanır. İlişkinin yönünü pozitif veya negatif olma belirler. Pozitif korelasyon, analiz edilen elemanlar arasında evrim geçmişleri gibi benzer bir ortaklık olduğunu, negatif korelasyon ise sorgulanan bu elemanların karşıt yönlerde evrimleştiğini göstermektedir (Urdan, 2005; Rumsey, 2007; Mrazovac ve ark., 2013). İlişkinin kuvvet derecesi, katsayı -1 veya +1'e yaklaştıkça artar ve bu iki rakam arasındaki önemli kuvvet dereceleri -1.000 ile -0.850 arası çok kuvvetli negatif, -0.849 ile -0.600 arası kuvvetli negatif, 0.601 ile 0.850 arası kuvvetli pozitif, 0.851 ile 1.000 arası ise çok kuvvetli pozitif olmak üzere bölümlendirilir (Temur, 1997).

Kümeleme analizi, çok değişkenli istatiksel metodlar kullanarak, gruplarının sayıları ve bunların biçimlerinin bilinmediği geniş bir populasyondaki, benzer karakteristik özelliklere sahip objeleri aynı sınıflara ayırarak gruplandıran ve bu sayede objelerin gerçek grubunun bulunmasını sağlayan yöntemdir (Kaufman ve Rousseeuw, 1990; Danielsson ve ark., 1999; Shrestha ve Kazama, 2007). Bu yöntem, örnekler ve değişkenler arasındaki ilişkileri gösterebilen tarafsız bir metod olduğu için yaygın şekilde kullanılmaktadır (Wenning ve Erickson, 1994). Değişik kümeleme teknikleri vardır ancak yerbilimlerinde en geniş uygulama alanı bulan çeşidi hiyerarşik kümeleme tekniğidir ve bu yöntem hidrojeokimyasal verilerin sınıflandırılmasında da sıklıkla kullanılmıştır (Steinhorst ve Williams, 1985; Davis, 1986; Schot ve Van der Wal, 1992; Güler ve ark., 2002; Chen ve ark., 2007; Cloutier ve ark., 2008; Li ve ark., 2012; Zhao ve ark., 2012). Hiyerarşik kümeleme tekniği, öncelikle en çok benzeyen gözlemleri birleştirir ve daha sonra da sonraki en çok benzeyen gözlemleri birleştirir. Sonuçta her bir gözlem ve tüm veri arasındaki ilişkiyi resmeden ve tüm kümeleme işleminin görsel bir özetini sunan bir dendogram grafiği meydana gelir (McKenna, 2003). Yöntem bunu yaparken farklı bağlantı kuralları koyan metodlar ve benzerlik ilişkileri kullanabilir.

Su örnekleri kümeleme analizine tabi tutulduğunda elementlerin başlıca iki gurup altında toplandığı görülmektedir. Bu guruplardan ilki Se, Zn, Pb, Cs, S, Mg, B, Rb, Br, Li, K, V, As, Na ve Cl elementlerinin oluşturduğu Gurup-1 ve ikincisi P, Sr, Ba, Cu, Cd, Mn, Al, Ni, Cr, Ca ve geriye kalan 45 elementten meydana gelen Gurup-2'dir.

Çizelge 5.3. Tuz Gölü su örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil=negatif korelasyon)

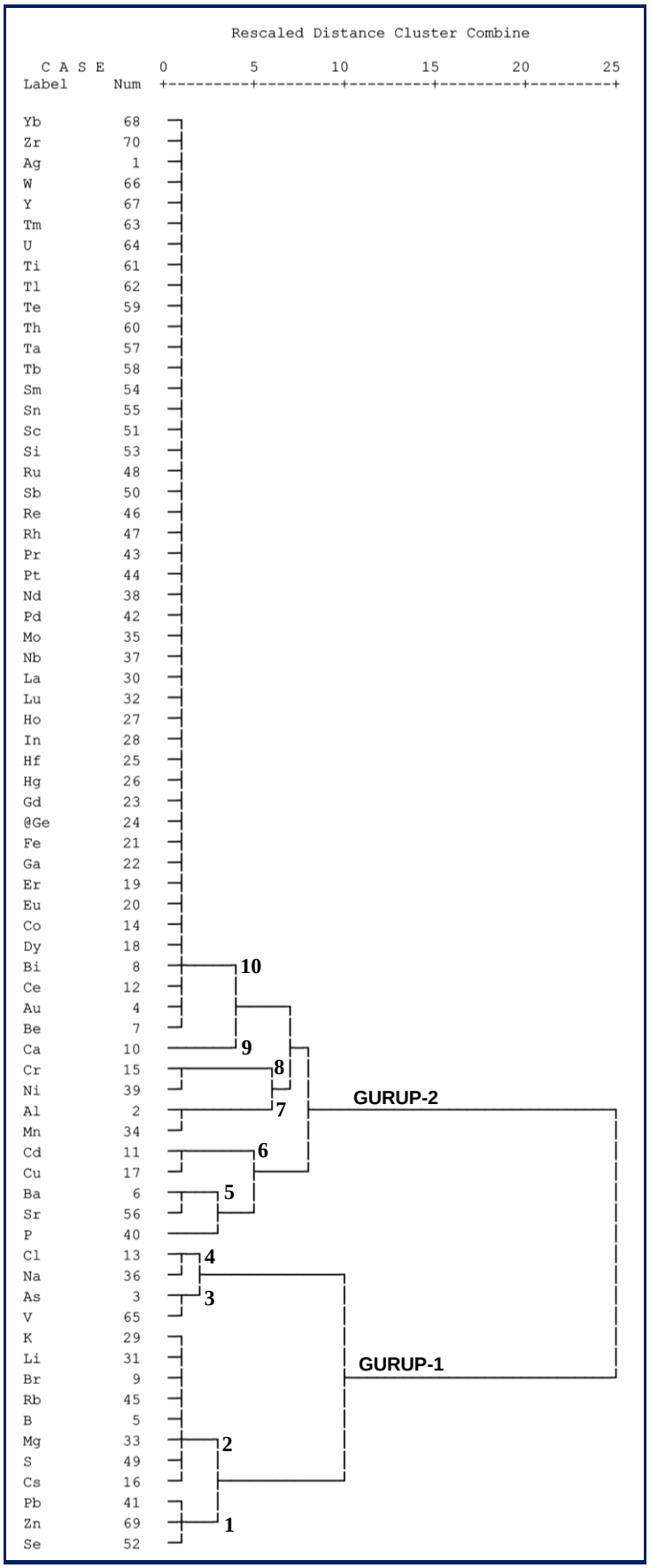
N=20	Al	As	B	Ba	Br	Ca	Cd	Cl	Cr	Cs	Cu	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Rb	S	Se	Sr	V	Zn	pH	N=20
Al	1																										Al
As	-.459	1																									As
B	-.047	.313	1																								B
Ba	-.158	.174	.595	1																							Ba
Br	-.172	.362	.971	.620	1																						Br
Ca	-.162	.221	-.706	-.474	-.677	1																					Ca
Cd	-.109	.161	.187	.195	.151	-.045	1																				Cd
Cl	-.660	.744	.468	.400	.589	.120	.163	1																			Cl
Cr	.065	.193	.142	-.146	.226	-.087	-.053	.208	1																		Cr
Cs	-.220	.388	.946	.504	.950	-.623	.256	.587	.163	1																	Cs
Cu	-.109	.161	.187	.195	.151	-.045	1.000	.163	-.053	.256	1																Cu
K	-.157	.386	.982	.599	.996	-.671	.175	.580	.195	.964	.175	1															K
Li	-.155	.350	.983	.619	.997	-.690	.183	.564	.185	.961	.183	.998	1														Li
Mg	-.078	.350	.988	.562	.986	-.694	.157	.507	.208	.941	.157	.991	.990	1													Mg
Mn	.801	-.123	.128	-.104	.029	-.035	-.149	-.257	.117	-.024	-.149	.050	.034	.100	1												Mn
Na	-.720	.648	.328	.272	.467	.181	.081	.905	.004	.483	.081	.455	.440	.376	-.354	1											Na
Ni	.065	.193	.142	-.146	.226	-.087	-.053	.208	1.000	.163	-.053	.195	.185	.208	.117	.004	1										Ni
P	-.331	-.069	.217	.420	.139	-.322	.172	.025	-.394	.228	.172	.156	.179	.126	-.394	-.036	-.394	1									P
Pb	.176	.227	.830	.204	.770	-.585	.350	.243	.405	.776	.350	.791	.787	.835	.283	.050	.405	-.028	1								Pb
Rb	-.152	.390	.974	.540	.988	-.661	.184	.581	.276	.975	.184	.993	.990	.984	.055	.440	.276	.140	.822	1							Rb
S	-.160	.405	.979	.633	.979	-.628	.170	.580	.137	.935	.170	.985	.983	.980	.048	.475	.137	.175	.763	.968	1						S
Se	.228	.082	.818	.228	.716	-.627	-.053	.092	-.053	.707	-.053	.746	.744	.801	.346	.017	-.053	.102	.791	.733	.749	1					Se
Sr	.246	-.062	.611	.711	.548	-.503	.249	.079	.091	.436	.249	.534	.554	.563	.151	-.059	.091	.207	.467	.501	.594	.382	1				Sr
V	-.493	.834	.392	.204	.474	.180	.160	.866	.247	.487	.160	.485	.456	.427	-.051	.783	.247	-.059	.255	.495	.499	.085	-.069	1			V
Zn	.091	.175	.739	.308	.638	-.496	.673	.184	-.076	.706	.673	.678	.682	.705	.151	.071	-.076	.198	.835	.675	.676	.704	.460	.177	1		Zn
pH	.598	-.626	-.558	-.326	-.684	.124	.024	-.861	-.119	-.678	.024	-.675	-.664	-.618	.204	-.845	-.119	-.016	-.331	-.672	-.648	-.340	.103	-.761	-.235	1	pH
N=20	Al	As	B	Ba	Br	Ca	Cd	Cl	Cr	Cs	Cu	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Rb	S	Se	Sr	V	Zn	pH	N=20

Çizelge 5.4. Su örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri

El.	Negatif (Çok Kuvvetli) -1.000--.850	Negatif (Kuvvetli) (-.849--.600)	Pozitif (Kuvvetli) (.601-.850)	Pozitif (Çok Kuvvetli) (.851-1.000)
Al		Cl, Na	Mn	
As			Cl; Na; V	
B		Ca	Pb; Se; Sr; Zn	Br; Cs; K; Li; Mg; Rb; S
Ba			Br; Li; S; Sr	
Br		Ca	Ba; Pb; Se; Zn	B; Cs; K; Li; Mg; Rb; S
Ca		B; Br; Cs; K; Li; Mg; Rb; S; Se		
Cd			Zn	Cu
Cl		Al	As	Na; V
Cr				Ni
Cs		Ca	Pb; Se; Zn	B; Br; K; Li; Mg; Rb; S
Cu			Zn	Cd
K		Ca	Pb; Se; Zn	B; Br; Cs; Li; Mg; Rb; S
Li		Ca	Ba; Pb; Se; Zn	B; Br; Cs; K; Mg; Rb; S
Mg		Ca	Pb; Se; Zn	B; Br; Cs; K; Li; Rb; S
Mn			Al	
Na		Al	As; V	Cl
Ni				Cr
Pb			B; Br; Cs; K; Li; Mg; Rb; S; Se; Zn	
Rb		Ca	Pb; Se; Zn	B; Br; Cs; K; Li; Mg; S
S		Ca	Ba; Pb; Se; Zn	B; Br; Cs; K; Li; Mg; Rb
Se		Ca	B; Br; Cs; K; Li; Mg; Pb; Rb; S; Zn	
Sr			B; Ba	
V			As; Na	Cl
Zn			B; Br; Cd; Cs; Cu; K; Li; Mg; Pb; Rb; S; Se	
pH	Cl	As; Br; Cs; K; Li; Mg; Na; Rb; S; V		

Gurup-1 içerisinde; Se-Zn-Pb, Cs-S-Mg-B-Rb-Br-Li-K, As-V ve Na-Cl elementleri birbirlerine çok yakın uzaklıkta kümelenerek alt guruplar oluşturmuşlardır. Bu alt guruplar daha uzakta birbirlerine bağlanmışlardır. Gurup-2'de ise Ba-Sr, Cu-Cd, Al-Mn, Cr-Ni ve Ca ile geriye kalan diğer elementler birbirlerine yakın uzaklıkta kümelenerek alt guruplar oluşturmuşlardır. Bu alt guruplar daha uzakta birbirlerine bağlanmışlardır (Şekil 5.4). Su örneklerinin iki farklı ana gurup ve alt guruplar oluşturarak kümelenmesi, elementlerin farklı yollarla evrimleşerek göl suyuna taşındıklarına işaret etmektedir.

K, Li, Br, Rb, B, Mg, S ve Cs elementleri arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon olması bunları diğerlerinden ayırmaktadır. Dendogramda bunların en yakın mesafede ilişkilendiği (2 numaralı bağlantı) de açıkça görülmektedir. Jeokimyasal olarak bu elementler çoğunlukla granit ve pegmatit gibi felsik kayaçları tercih etmektedirler (Tarvainen ve ark., 2005). Bu elementler arasındaki bağlantının da buradan kaynaklandığı yani ortak bu tür bir kaynaktan evrimleştikleri düşünülmektedir.



Şekil 5.4. Elementlerin hiyerarşik kümelenme diyagramı (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 bağlantı noktalarını gösteren numaralardır)

Na-Cl, Na-As, Na-V, Cl-As, Cl-V ve As-V arasındaki çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyon ilişkileri ile Na-Al ve Cl-Al arasındaki kuvvetli negatif korelasyon ilişkileri, Na ve Cl ün Al'lu minerallerden kaynaklanmadığını ve aksine Na ve Cl' ün kaynağının Halit olduğunu belirtmektedir (Çizelge 5.3 ve 5.4). Bununla birlikte As ile V arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi de bu elementlerin aynı ortamda beraber hareket ettiklerini göstermektedir. As daha çok hidrotermal safhayı tercih ettiğine göre bu ortam hidrotermal olmalıdır (Tarvainen ve ark., 2005). Buna göre Na-Cl ile As-V ikilileri arasındaki korelasyon ilişkilerine dayanarak Tuz Göl'ündeki Na ve Cl' ün yeryüzünde yüzlek vermediği için yeraltındaki Halit tabakaları veya domlarından, hidrotermal çözeltiler vasıtası ile taşındığı sonucuna varılmaktadır.

Dendogramda As ve V (3 nolu bağlantı) ile Na ve Cl (4 nolu bağlantı) en yakın mesafede bağlanmakta olduğu ve yine yukarıdaki yorumu desteklediği görülmektedir (Şekil 5.4). Daha uzak mesafede ise 1, 2, 3 ve 4 nolu bağlantılar birbirleri ile ilişkilenerek daha büyük bir grup altında toplanmaktadırlar (Gurup-1). Buna göre bu ana grup altındaki tüm elementler bir şekilde ortak bir evrime sahip olmalıdırlar. Bu elementlerin jeokimyası da bunun böyle olabileceğini göstermektedir. Bu evrim şöyle olabilir; kaynak bölgede felsik karakterli mağmatik bir sokulum kayacı bulunmaktadır. Bununla ilişkili olarak oluşan hidrotermal çözeltiler, değişik safhalarda hem göl suyunu Gurup-1 elementlerince zenginleştirmiş hem de derindeki Halit tabakalarından veya domlarından Na ve Cl' ü çözerek göle taşımış olmalıdır.

Dendogramda Ba ve Sr yakından, sonra da bu ikisi P ile daha uzaktan bağlanmaktadır (5 nolu bağlantı). Ba-Sr arasında kuvvetli pozitif korelasyon bulunurken P ile bu elementlerin korelasyonu çok zayıftır. Cu ve Cd yakından bağlanmakta (6 nolu bağlantı) bunlar daha uzakta da Ba-Sr-P (5 nolu bağlantı) ile bağlanmaktadırlar. Cu ve Cd arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon bulunmaktadır. Al-Mn (7 nolu bağlantı) ve Cr-Ni (8 nolu bağlantı) yakından sonra da daha uzaktan birbirleriyle bağlanmaktadırlar (Şekil 5.4).

Al-Mn arasında kuvvetli pozitif korelasyon ve Cr-Ni arasında da çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi bulunmaktadır (Çizelge 5.3 ve 5.4). Ca (9 nolu bağlantı) ve geriye kalan diğer elementler (10 nolu bağlantı) daha uzaktan bağlanmakta ve sonuçta da 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 nolu bağlantılar çok daha uzakta birbirleri ile bağlanarak farklı bir diğer ana grubu (Grup-2) oluşturmaktadırlar (Şekil 5.4). Cu, Mn, Cr ve Ni mafik ve ultramafik kayaçlarda daha fazla bulunmaktadır (Tarvainen ve ark., 2005). Bunlarla aynı ana grup altında birleşen Ba, Sr ve Ca un da benzer bir evrim geçirdiği

düşünülmektedir. Buna göre Grup-2 deki elementler mafik ultramafik kayaçlar ile ilişkili olmaktadır. Sonuçta göl suyunda tespit edilen elementlerin felsik (Grup-1) ve mafik-ultramafik (Grup-2) olmak üzere iki, farklı kayaç grubundan kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.4).

5.2. Güncel Tuz Kabuğunun Jeokimyası

Tuz Gölü'nden alınan tuz kabuğu örneklerinin (Şekil 4.1) ana ve iz element içerikleri Çizelge 5.5 'de gösterilmiştir. Örneklerde; TiO_2, MnO ve Cr_2O_3 ana oksitleri ile Sc, Be, Sn, Ta, Th, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Zn, Cd, Sb, Bi, Ag, Tl ve Se iz element içerikleri tespit edilememiştir. Bununla birlikte örneklerin en az birinde; SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O ve P_2O_5 ana oksitleri ile Ba, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sr, U, V, W, Zr, Y, La, Ce, Mo, Cu, Pb, Ni, As, Au ve Hg iz elementleri ölçülmüştür.

Her bir lokasyondan alınan ve tuz kabuğunun üst seviyelerini temsil eden; C-1A, C-2A, C-3A, C-4A, C-5A, C-6A, C-7A, C-8A ve C-9A örnekleri, kabuğun alt seviyelerini temsil eden; C-1B, C-2B, C-3B, C-4B, C-5B, C-6B, C-7B, C-8B ve C-9B örneklerine göre ana oksit, LOI, TOT/C ve TOT/S içerikleri bakımından oransal olarak karşılaştırıldığında bunlar arasında tamamen homojen ve düzenli bir davranış gözlenmez (Şekil 5.5). Fakat lokasyonlarda genel olarak üst seviyelerde MgO ve K_2O zenginleşirken, SiO_2, CaO ve Al_2O_3 ise fakirleşme eğilimindedir. Üst seviyelerin MgO ve K_2O bakımından zenginleşmesi, çözünürlükleri fazla olan Mg ve K tuzlarının kabuğun üst seviyelerinde çökelmeleri ile açıklanabilir. Tuz kabuğunda SiO_2, CaO ve Al_2O_3'ün alt kesimlerde zenginleşmesi ise evaporasyon sırasında karbonatların daha önce çökelmesi ve alt seviyelerin terrijen malzeme bakımından üst seviyelere göre daha zengin olması ile ilişkili olabilir.

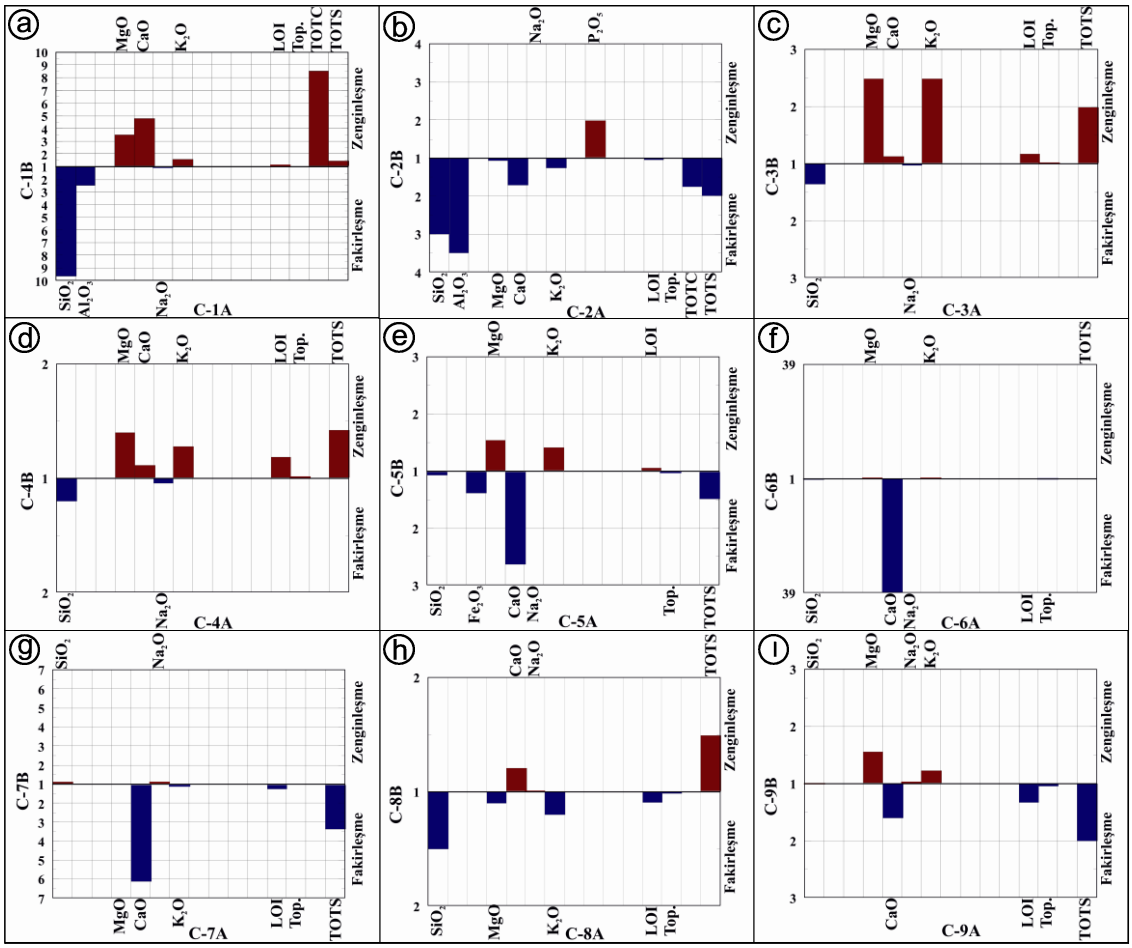
Örneklerin üst seviyelerindeki iz element içerikleri, alt seviyelerine göre oransal olarak karşılaştırıldığında ise yine her bir lokasyondaki örneklerin iz element içeriklerinin alt ve üst seviyeye özgü belirgin homojen bir davranış göstermediği buna karşın Co, V ve Zr'un üst seviyelerde fakirleşme, Rb'un ise zenginleşme eğiliminde olduğu söylenebilir. Bu durum da yine alt seviyelerde terrijen malzeme içeriğinin üst seviyelere göre daha bol olmasıyla açıklanabilir (Şekil 5.6).

Çizelge 5.5. Tuz kabuğu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri

Analit	Birim	MDL	Örnek C-1A	Örnek C-1B	Örnek C-2A	Örnek C-2B	Örnek C-3A	Örnek C-3B	Örnek C-4A	Örnek C-4B	Örnek C-5A	Örnek C-5B
SiO_2	%	0.01	0.11	1.06	0.11	0.33	0.14	0.19	0.05	0.06	0.11	0.12
Al_2O_3	%	0.01	0.02	0.05	0.02	0.07	-	0.03	-	-	-	-
Fe_2O_3	%	0.04	-	-	-	0.13	-	-	-	-	0.05	0.07
MgO	%	0.01	0.32	0.09	0.17	0.18	0.35	0.14	0.31	0.22	0.26	0.17
CaO	%	0.01	3.87	0.80	0.28	0.48	0.25	0.22	0.27	0.24	0.17	0.45
Na_2O	%	0.01	45.94	48.88	47.97	46.90	46.85	48.05	47.05	49.13	49.05	49.85
K_2O	%	0.01	0.05	0.03	0.04	0.05	0.10	0.04	0.09	0.07	0.07	0.05
TiO_2	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_2O_5	%	0.01	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-	0.01	-
MnO	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	%	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOI	%	-5.1	22.6	18.7	17.2	18.0	18.1	15.3	20.7	17.3	17.3	16.6
Toplam	%	0.01	72.89	69.59	65.82	66.14	65.80	63.94	68.47	67.05	67.06	67.32
TOT/C	%	0.02	0.77	0.09	0.04	0.07	-	-	-	-	-	-
TOT/S	%	0.02	0.12	0.08	0.06	0.12	0.10	0.05	0.10	0.07	0.06	0.09
Sc	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	ppm	1	4	5	1	5	3	2	-	1	2	-
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.8	0.3	0.7
Cs	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	ppm	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7
Hf	ppm	0.1	-	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1
Nb	ppm	0.1	0.1	-	0.2	0.2	-	0.1	0.2	0.1	0.2	-
Rb	ppm	0.1	0.8	0.8	0.8	1.2	0.9	0.6	0.9	0.7	0.8	0.6
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppm	0.5	85.4	33.9	29.6	51.2	65.7	11.2	43.8	12.6	25.1	29.8
Ta	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	ppm	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	ppm	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	ppm	8	18	16	15	24	13	12	14	16	10	12
W	ppm	0.5	1.5	-	-	-	-	0.7	1.2	-	-	1.1
Zr	ppm	0.1	0.7	1.9	1.2	1.3	1.2	2.3	1.4	1.0	0.5	0.7
Y	ppm	0.1	0.1	0.1	-	-	-	0.1	-	0.1	-	-
La	ppm	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	-	-
Ce	ppm	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	-	-
Pr	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	ppm	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	ppm	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	ppm	0.1	-	-	-	0.2	-	-	-	-	0.1	-
Cu	ppm	0.1	2.7	3.0	2.8	2.9	2.6	2.8	2.6	2.5	2.8	2.4
Pb	ppm	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.3	0.2	0.1
Zn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	ppm	0.1	1.3	0.3	0.1	0.8	0.3	0.6	0.2	0.5	0.4	0.1
As	ppm	0.5	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

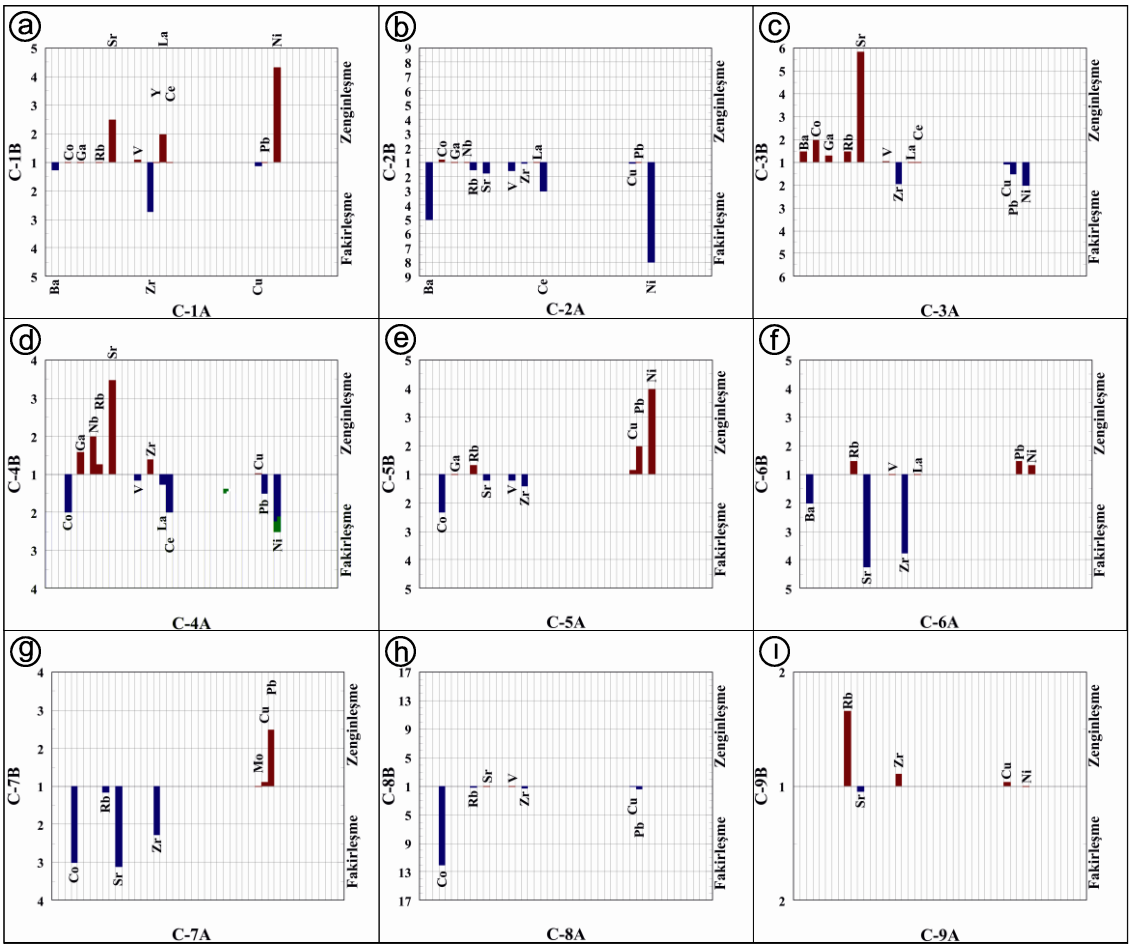
Çizelge 5.5. Tuz kabuğu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Element	Birim	MDL	Örnek C-6A	Örnek C-6B	Örnek C-7A	Örnek C-7B	Örnek C-8A	Örnek C-8B	Örnek C-9A	Örnek C-9B
SiO_2	%	0.01	0.07	0.08	0.15	0.14	0.08	0.12	0.09	0.09
Al_2O_3	%	0.01	-	-	-	-	-	0.02	-	-
Fe_2O_3	%	0.04	-	-	0.06	-	-	0.08	-	-
MgO	%	0.01	1.39	0.90	0.32	0.33	0.20	0.22	0.11	0.07
CaO	%	0.01	0.01	0.39	0.14	0.86	0.28	0.23	0.20	0.32
Na_2O	%	0.01	44.64	45.43	48.47	46.90	48.57	47.76	48.69	46.69
K_2O	%	0.01	0.41	0.25	0.08	0.09	0.05	0.06	0.05	0.04
TiO_2	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
P_2O_5	%	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-
MnO	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	%	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-
LOI	%	-5.1	21.1	22.0	14.3	18.7	15.7	17.2	13.5	17.9
Toplam	%	0.01	67.66	69.00	63.56	67.08	64.92	65.73	62.72	65.13
TOT/C	%	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	-
TOT/S	%	0.02	0.18	0.14	0.05	0.17	0.06	0.04	0.03	0.06
Sc	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	ppm	1	1	2	-	2	-	-	-	-
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	-	0.5	0.2	0.6	0.3	3.6	-	0.2
Cs	ppm	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-
Ga	ppm	0.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-
Hf	ppm	0.1	-	0.1	-	0.2	-	-	-	-
Nb	ppm	0.1	-	0.1	-	0.1	-	-	0.1	-
Rb	ppm	0.1	3.0	2.0	0.7	0.8	0.6	0.7	0.5	0.3
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppm	0.5	18.0	76.7	20.2	62.8	22.9	21.9	21.6	22.6
Ta	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	ppm	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
U	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
V	ppm	8	9	9	-	10	12	12	-	-
W	ppm	0.5	-	-	-	0.6	-	0.5	0.8	-
Zr	ppm	0.1	0.4	1.5	1.1	2.5	1.2	1.5	1.0	0.9
Y	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
La	ppm	0.1	0.2	0.2	-	-	0.1	-	-	-
Ce	ppm	0.1	-	0.1	-	0.1	-	-	-	-
Pr	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	ppm	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	ppm	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	ppm	0.1	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-
Cu	ppm	0.1	2.6	2.5	2.5	2.2	2.7	2.8	2.6	2.5
Pb	ppm	0.1	0.3	0.2	0.5	0.2	0.3	0.4	-	0.6
Zn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	ppm	0.1	0.4	0.3	0.4	-	-	0.5	0.3	0.3
As	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	-	-	-	2.6	0.7	-	-	-
Hg	ppm	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 5.5. Tuz kabuğu örneklerinin C-1 (a), C-2 (b), C-3 (c), C-4 (d), C-5 (e), C-6 (f), C-7 (g), C-8 (h) ve C-9 (ı) lokasyonlarında, üst seviyelerin (A) alt seviyelere (B) göre; ana oksit, LOI, toplam, TOT/C ve TOT/S parametreleri bakımından oransal olarak karşılaştırılması

Tuz örneklerindeki değişkenlerin korelasyon ilişkileri Çizelge 5.6 ve 5.7'de topluca görülmektedir. İlişkiler incelendiğinde terrijen malzeme girişini temsil eden Al_2O_3'ün SiO_2, Ba, V, Ce, Cu ve As ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterdiği izlenmektedir. Bu da; Ba, V, Cu, As ve hafif nadir toprak elementlerinin tuz içersindeki dağılımının terrijen malzeme ile kontrol edildiğine işaret etmektedir. Öte yandan V ile La ve Ce arasında belirlenen kuvvetli pozitif ilişki de yukarıda yapılan hafif nadir toprak element içeriklerinin terrijen malzeme miktarı artışı ile arttığı yorumunu desteklemektedir. Tuz kabuğunun ana bileşenini oluşturan Na_2O'nun MgO ve K_2O ile kuvvetli negatif korelasyon göstermesi evaporasyondaki çökelme sırası ile ilişkili olabilir. Sr'un CaO ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermesi çökelme sırasında iyon yarıçaplarının birbirlerine yakın olması nedeniyle kalsit kristallerinde Ca'nın yerine Sr'un kolayca geçmesi ile ilişkili olabilir (Banner, 1995).

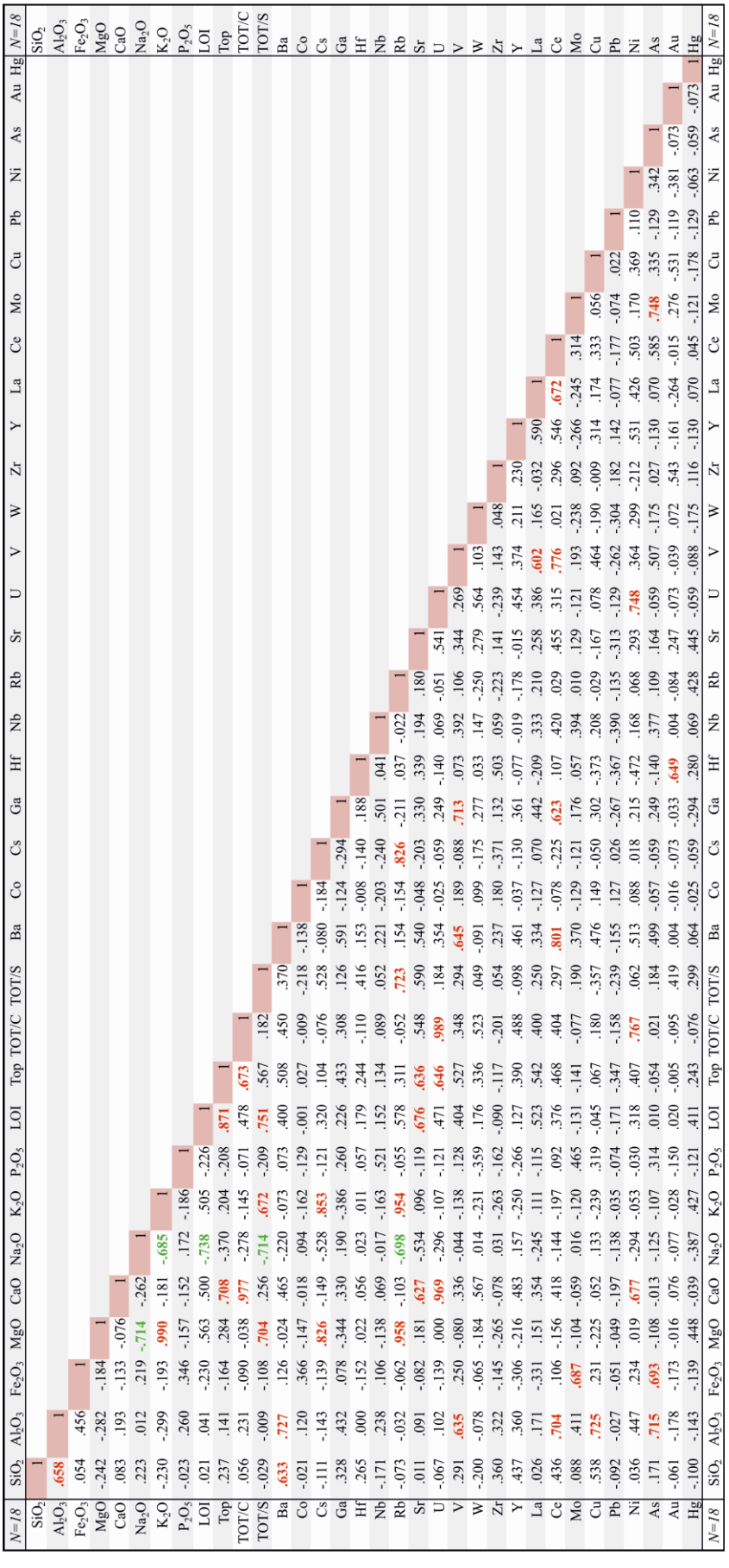


Şekil 5.6. Tuz kabuğu örneklerinin C-1 (a), C-2 (b), C-3 (c), C-4 (d), C-5 (e), C-6 (f), C-7 (g), C-8 (h) ve C-9 (ı) lokasyonlarında, üst seviyedeki (A) iz elementlerin, alt seviyeye (B) göre oransal karşılaştırılması

Çizelge 5.6. Tuz kabuğu örneklerindeki önemli korelasyon ilişkilerinin kuvvet derecesine göre tasnifleri

Eleman	Negatif (Kuvvetli) (-.849--.600)	Pozitif (Kuvvetli) (.601-.850)	Pozitif (Çok Kuvvetli) (.851-1.000)
SiO_2		Al_2O_3; Ba	
Al_2O_3		SiO_2; Ba; V; Ce; Cu; As	
Fe_2O_3		Mo; As	
MgO	Na_2O	TOT/S; Cs	K_2O; Rb
CaO		Top; Sr; Ni	TOT/C; U
Na_2O	MgO; K_2O; LOI; TOT/S; Rb		
K_2O	Na_2O	TOT/S	MgO; Cs; Rb
LOI	Na_2O	TOT/C; Sr; U	Top
TOT/C		Ni	CaO; U
TOT/S	Na_2O	MgO; K_2O; LOI; Rb	
Ba		SiO_2; Al_2O_3; V; Ce	
Cs		MgO; Rb	K_2O
Ga		V; Ce	
Hf		Au	
Rb	Na_2O	TOT/S; Cs	MgO; K_2O
Sr		CaO; LOI; Top	
U		Top; Ni	CaO; TOT/C
V		Al_2O_3; Ba; Ga; La; Ce	
La		V; Ce	
Ce		Al_2O_3; Ba; Ga; V; La	
Mo		Fe_2O_3; As	
Cu		Al_2O_3	
Ni		CaO; TOT/C; U;	
As		Al_2O_3; Fe_2O_3; Mo	
Au		Hf	

Çizelge 5.7. Tuz örneklerine ait değişkenlerin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil=negatif)



5.3. Sığ Göl Çökellerinin Jeokimyası

Tuz Gölü'nden alınan karot örneklerinin (Bölüm 4.1.2; Şekil 4.7) ana ve iz element içerikleri Çizelge 5.8'de sunulmuştur. Tüm örneklerde SiO_2 içerikleri yüzde (3.14-73.98), Al_2O_3 (0.61-12.57), Fe_2O_3 (0.26-4.36), MgO (1.25-15.59), CaO (2.81-21.90), Na_2O (4.42-25.68), K_2O (0.43-10.64), TiO_2 (0.03-0.98), P_2O_5 (0.00-0.14), MnO (0.00-0.08) ve Cr_2O_3 ise (0.00-0.21) arasında değişmektedir. Oldukça değişken olan ana oksit içeriklerinin ortalama değerleri sırasıyla yüzde 26.93, 5.06, 1.76, 7.91, 11.46, 8.43, 1.95, 0.24, 0.05, 0.03 ve 0.04 'tür.

Karot örneklerindeki çökellerin bozunma ve taşınma esnasındaki ana element davranışlarının anlaşılabilmesi için ortalama ana oksit içerikleri ASAŞ (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) ve ÜKK'ya (Üst Kıtasal Kabuk) göre normalize edilmiştir. Buna göre hem ASAŞ ve hem de ÜKK'ya göre SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve MnO içerikleri fakirleşmiş MgO, CaO, Na_2O ve Cr_2O_3 içerikleri ise ise belirgin bir şekilde zenginleşmiştir (Şekil 5.7).

Öte yandan ana ve iz element içeriklerinin örnekler içersindeki hangi mineral veya mineral grupları tarafından kontrol edildiğinin saptanabilmesi için korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.9 ve 5.10'da görülmektedir. Bu analizler sonucunda öncelikle, Al_2O_3 ile diğer oksitlerden SiO_2, Fe_2O_3, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 arasındaki pozitif korelasyon ilişkisi saptanmış ve Al_2O_3'e karşı diğer oksitlerin konulması ile çizilen varyasyon diyagramları ile bu ilişkilerin kuvvet dereceleri gösterilmiştir (Şekil 5.8 ve 5.9). Belirlenen bu pozitif korelasyon ilişkileri, bahsedilen oksitlerin bolluğunun fillosilikat mineralleriyle (kil ve/veya mika) kontrol edildiğini göstermektedir. Diğer taraftan Al_2O_3'ün MgO ve CaO ile kuvvetli negatif, Na_2O ve K_2O ile de çok zayıf negatif korelasyon göstermesi incelenen örneklerin alümino silikatlar ve evaporitler olmak üzere iki ayrı fazdan oluştuğuna işaret eder.

Normal şartlar altında çökellerdeki kimyasal içerik tane boyuna bağlı olan kuvars ve kil kesimleri ile alakalıdır. Bu kapsamda Al_2O_3 ince taneli çökellerde artarken SiO_2 de kum boyutu malzeme artışı ile birlikte artmaktadır. Dolayısı ile Al_2O_3 ile SiO_2 arasındaki negatif korelasyon tane boyu etkisini de göstermektedir. Oysa göl çökellerinde Al_2O_3 ile SiO_2 arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bu durum çökellerde tane boyu farkının ihmal edilebilir düzeyde olduğunu, muhtemelen çökellerde kil boyu malzemenin egemen olduğunu ve dolayısıyla SiO_2' nin de fillosilkatlara bağlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri

Analit	Birim	MDL	Örnek KA2	Örnek KA3	Örnek KA4	Örnek KA5	Örnek KB1	Örnek KB2	Örnek KC1	Örnek KC2	Örnek KD2
SiO_2	%	0.01	24.03	12.09	19.71	48.63	50.15	47.56	50.57	53.40	73.98
Al_2O_3	%	0.01	4.89	2.41	3.90	8.30	12.57	10.90	12.14	10.98	7.87
Fe_2O_3	%	0.04	1.75	0.84	1.36	2.00	4.14	2.79	3.73	2.87	1.60
MgO	%	0.01	12.52	7.63	11.87	7.35	5.19	6.17	5.92	5.75	1.25
CaO	%	0.01	10.69	15.66	9.69	5.55	6.35	8.36	5.72	8.15	5.05
Na_2O	%	0.01	7.37	10.51	10.37	10.76	6.33	7.87	5.88	8.71	5.33
K_2O	%	0.01	1.07	0.85	1.16	2.28	1.25	1.03	1.30	1.19	2.91
TiO_2	%	0.01	0.22	0.12	0.17	0.29	0.98	0.53	0.76	0.42	0.22
P_2O_5	%	0.01	0.08	0.03	0.04	0.05	0.14	0.10	0.13	0.07	0.05
MnO	%	0.01	0.04	0.02	0.04	0.04	0.07	0.06	0.07	0.07	0.04
Cr_2O_3	%	0.002	0.026	0.022	0.024	0.052	0.209	0.087	0.141	0.058	0.032
LOI	%	-5.1	24.3	27.0	21.8	14.4	12.0	14.1	12.9	7.7	1.4
Toplam	%	0.01	87.03	77.16	80.08	99.69	99.42	99.55	99.28	99.41	99.68
TOT/C	%	0.02	3.15	1.79	2.74	1.29	1.09	1.82	1.09	1.99	1.01
TOT/S	%	0.02	4.41	11.52	6.65	4.04	0.15	0.16	0.20	0.20	0.12
AKİ	%	-	16.14	6.36	9.93	21.59	36.17	28.75	36.91	26.83	27.56
BKİ	%	-	16.78	6.52	10.26	23.07	37.64	29.62	38.56	27.70	30.98
R	%	-	8.34	8.51	8.58	9.94	6.77	7.40	7.07	8.25	15.95
STI	%	-	84.94	84.67	85.31	87.32	80.18	83.53	81.87	85.47	91.04
Sc	ppm	1	4	2	3	5	9	6	9	7	4
Ba	ppm	1	259	114	184	371	1075	700	874	489	537
Be	ppm	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	8.1	4.6	6.7	12.0	13.9	33.3	13.4	50.6	5.8
Cs	ppm	0.1	5.4	2.4	3.5	3.7	3.3	1.9	3.9	1.8	5.1
Ga	ppm	0.5	4.9	2.6	4.2	6.8	11.7	9.9	11.1	8.8	6.3
Hf	ppm	0.1	1.5	0.9	1.2	1.6	8.8	3.2	5.4	2.4	2.5
Nb	ppm	0.1	3.9	2.3	3.6	4.1	16.1	9.0	12.1	6.9	4.2
Rb	ppm	0.1	34.0	19.5	34.3	59.8	35.8	26.4	39.9	29.1	91.9
Sn	ppm	1	-	-	-	2	1	17	3	19	-
Sr	ppm	0.5	2242.1	1957.0	1646.4	406.4	810.8	832.4	739.2	833.6	326.6
Ta	ppm	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	1.0	0.7	0.7	0.5	0.3
Th	ppm	0.2	2.9	2.1	3.7	4.2	7.5	4.5	5.3	4.5	4.7
U	ppm	0.1	3.9	2.0	3.0	2.8	2.9	3.7	2.5	2.9	1.4
V	ppm	8	56	32	40	42	108	62	88	52	21
W	ppm	0.5	0.8	0.7	1.3	1.1	1.0	7.3	1.2	9.6	1.2
Zr	ppm	0.1	54.7	29.9	37.8	65.2	365.0	151.8	217.6	96.8	99.4
Y	ppm	0.1	6.9	4.0	6.0	9.5	17.1	10.5	14.9	10.5	8.8
La	ppm	0.1	10.2	5.7	9.8	11.4	34.9	23.4	27.2	21.2	12.1
Ce	ppm	0.1	19.1	10.7	17.2	20.8	67.2	47.4	52.7	37.1	22.7
Pr	ppm	0.02	2.09	1.16	1.87	2.39	7.72	5.52	6.08	4.18	2.53
Nd	ppm	0.3	7.8	4.7	7.8	8.6	28.7	20.9	23.5	16.5	8.9
Sm	ppm	0.05	1.41	0.76	1.17	1.66	4.97	3.53	3.98	2.63	1.70
Eu	ppm	0.02	0.38	0.21	0.31	0.50	1.30	0.99	1.11	0.82	0.45
Gd	ppm	0.05	1.23	0.63	1.10	1.65	3.95	2.67	3.14	2.14	1.46
Tb	ppm	0.01	0.20	0.12	0.18	0.27	0.58	0.38	0.50	0.34	0.24
Dy	ppm	0.05	1.19	0.72	0.89	1.45	2.98	1.98	2.62	1.70	1.34
Ho	ppm	0.02	0.22	0.14	0.19	0.33	0.58	0.37	0.50	0.37	0.31
Er	ppm	0.03	0.65	0.33	0.54	0.92	1.71	1.15	1.47	1.03	0.87
Tm	ppm	0.01	0.10	0.07	0.08	0.15	0.27	0.16	0.23	0.16	0.15
Yb	ppm	0.05	0.65	0.41	0.56	0.89	1.65	0.95	1.46	0.90	0.93
Lu	ppm	0.01	0.09	0.06	0.09	0.14	0.26	0.15	0.22	0.15	0.14
Mo	ppm	0.1	10.4	6.9	4.8	11.7	0.8	1.2	1.0	1.1	0.7
Cu	ppm	0.1	8.1	6.3	9.2	10.1	10.8	92.0	13.8	114.7	5.4
Pb	ppm	0.1	3.9	1.9	4.4	3.7	5.4	9.3	8.8	3.7	4.5
Zn	ppm	1	1199	839	1103	386	1438	677	2836	1935	1110
Ni	ppm	0.1	57.9	28.7	42.4	62.2	66.3	104.0	78.7	131.5	25.3
As	ppm	0.5	38.7	13.3	10.5	19.7	10.0	19.9	11.0	19.4	17.1
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	ppm	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.2
Hg	ppm	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
Se	ppm	0.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek KD3	Örnek KD4	Örnek KD5	Örnek KE2	Örnek KE3	Örnek KE4	Örnek KE5	Örnek KF2	Örnek KF3	Örnek KF4	Örnek KF5
SiO_2	50.31	48.06	46.26	58.52	63.32	58.54	44.96	6.40	9.31	11.71	11.30
Al_2O_3	9.23	9.33	9.58	6.34	6.90	7.88	9.14	1.30	2.26	2.82	2.60
Fe_2O_3	3.37	3.71	4.36	1.42	1.40	2.39	3.64	0.49	0.97	1.33	1.09
MgO	2.82	3.56	3.09	1.85	1.36	2.39	2.89	15.05	11.49	8.97	9.87
CaO	7.68	7.23	6.74	4.80	6.26	6.41	7.29	15.17	15.16	17.39	14.13
Na_2O	6.65	6.63	7.60	9.91	4.68	5.58	10.02	8.36	6.50	4.62	10.64
K_2O	2.24	2.15	2.24	2.36	2.48	2.31	2.12	0.47	0.85	1.00	1.00
TiO_2	0.40	0.42	0.45	0.16	0.20	0.36	0.41	0.08	0.11	0.15	0.14
P_2O_5	0.07	0.08	0.09	0.04	0.04	0.06	0.07	0.03	0.03	0.04	0.04
MnO	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02
Cr_2O_3	0.030	0.031	0.033	0.015	0.026	0.068	0.027	0.012	0.011	0.013	0.012
LOI	16.7	18.1	4.1	14.2	13.0	13.6	19.1	3.0	26.0	26.3	26.4
Toplam	99.54	99.32	84.66	99.64	99.64	99.67	99.70	50.41	72.77	74.42	77.21
TOT/C	2.03	1.98	1.72	1.26	1.03	1.55	1.73	4.02	2.67	1.78	1.97
TOT/S	0.23	0.17	0.18	0.10	1.05	0.18	0.25	7.06	8.12	9.56	10.18
AKİ	27.52	27.87	26.21	18.74	27.62	27.42	22.29	4.43	9.20	14.76	6.72
BKİ	29.67	29.96	28.08	20.27	30.94	30.03	23.61	4.51	9.56	15.65	6.91
R	9.25	8.74	8.19	15.66	15.57	12.61	8.35	8.35	6.99	7.05	7.38
STI	85.95	85.33	84.60	91.24	90.81	87.90	84.96	83.45	82.97	82.66	83.03
Sc	9	10	10	3	3	6	10	1	3	3	3
Ba	377	342	326	462	480	468	314	68	99	109	105
Be	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1
Co	12.5	14.4	15.8	5.2	5.2	8.8	15.0	3.9	4.3	5.9	4.5
Cs	10.3	10.6	10.6	4.9	4.6	7.0	10.3	1.6	4.0	4.7	3.9
Ga	8.9	9.0	10.1	6.2	5.5	6.9	9.1	1.5	2.4	3.0	2.5
Hf	2.7	2.4	3.3	2.0	2.6	5.7	2.6	0.8	0.7	1.1	1.0
Nb	7.4	7.6	8.9	3.2	3.8	6.4	7.5	1.4	2.3	3.1	2.7
Rb	88.5	89.2	92.1	80.1	83.1	82.8	84.7	11.9	26.8	32.2	28.0
Sn	7	16	7	-	1	1	3	5	-	-	1
Sr	410.0	361.8	265.3	519.4	278.6	396.4	334.1	4009.7	3040.6	654.2	550.6
Ta	0.5	0.7	0.6	0.2	0.3	0.5	0.6	0.1	0.1	0.3	0.2
Th	6.7	7.8	8.9	4.1	4.1	5.6	7.7	3.1	2.2	1.8	2.2
U	1.9	2.1	1.7	1.5	1.3	2.4	1.9	7.4	5.5	2.2	2.5
V	60	63	88	17	17	39	59	19	26	32	30
W	1.7	1.9	1.9	0.9	1.0	1.6	1.6	-	-	0.9	1.0
Zr	91.1	87.8	112.5	71.4	76.0	195.8	86.7	33.0	23.3	34.5	27.0
Y	13.5	14.2	15.3	7.4	8.8	13.3	13.1	2.5	3.8	4.7	4.1
La	16.9	17.7	18.1	9.4	10.1	15.5	16.2	5.5	5.0	6.2	5.6
Ce	33.6	34.3	35.2	18.8	19.7	31.2	33.5	6.9	9.8	12.0	11.5
Pr	3.65	3.76	3.91	1.93	2.14	3.37	3.64	0.74	1.05	1.32	1.23
Nd	14.5	15.3	14.0	7.3	7.9	12.0	12.7	3.1	4.3	5.1	5.1
Sm	2.61	2.69	2.82	1.34	1.41	2.39	2.53	0.47	0.68	0.93	0.88
Eu	0.63	0.65	0.70	0.37	0.40	0.56	0.61	0.12	0.18	0.22	0.21
Gd	2.41	2.52	2.52	1.20	1.29	2.06	2.33	0.46	0.66	0.87	0.76
Tb	0.40	0.43	0.44	0.20	0.23	0.35	0.39	0.06	0.11	0.14	0.13
Dy	2.32	2.38	2.44	1.15	1.30	2.10	2.21	0.39	0.62	0.80	0.78
Ho	0.46	0.49	0.54	0.25	0.27	0.43	0.45	0.07	0.11	0.13	0.13
Er	1.39	1.42	1.55	0.74	0.89	1.31	1.31	0.21	0.37	0.50	0.41
Tm	0.23	0.23	0.23	0.12	0.13	0.22	0.22	0.03	0.05	0.08	0.07
Yb	1.27	1.42	1.53	0.73	0.90	1.36	1.39	0.24	0.38	0.47	0.35
Lu	0.21	0.22	0.25	0.12	0.14	0.25	0.20	0.04	0.05	0.07	0.06
Mo	0.9	1.2	0.6	1.3	0.8	0.7	0.5	57.4	12.6	5.3	11.0
Cu	18.5	19.0	19.6	6.3	5.9	11.2	20.3	3.1	5.8	6.4	6.5
Pb	12.1	44.9	49.7	5.0	4.3	7.4	15.3	3.5	2.7	2.7	3.1
Zn	2109	3643	645	1522	1744	876	809	1829	1241	1025	350
Ni	91.7	93.1	102.1	27.4	28.1	52.7	98.7	15.7	28.6	34.6	34.8
As	15.3	25.2	38.2	16.2	14.7	21.3	26.0	26.0	22.3	12.8	19.1
Cd	0.1	-	0.1	-	-	-	0.1	-	-	-	-
Sb	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	0.4	0.2	0.3
Bi	0.3	0.3	0.3	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	1.0	0.7	-	-	10.0	-	1.1	-	-	-	-
Hg	-	0.01	0.02	-	-	-	-	0.01	-	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-

Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

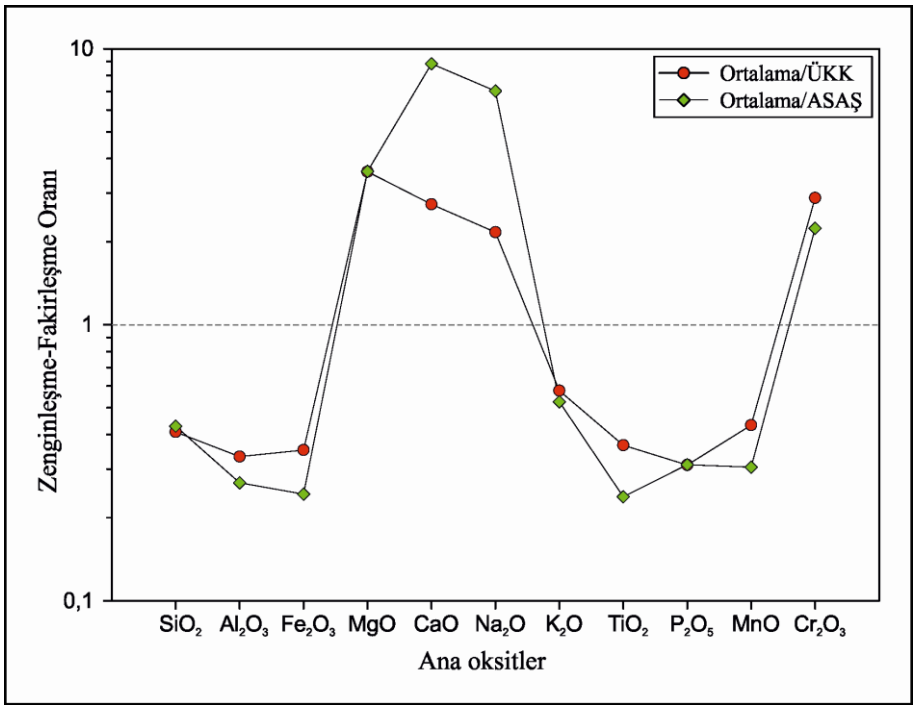
Analit	Örnek KG2	Örnek KG3	Örnek KG4	Örnek KG5	Örnek KH2	Örnek KH3	Örnek KH4	Örnek KI2	Örnek KI3	Örnek KI4	Örnek KJ2
SiO_2	4.54	6.31	9.13	5.86	48.04	53.08	28.87	20.87	46.55	43.03	30.12
Al_2O_3	0.94	1.27	1.79	1.32	7.36	8.25	5.79	4.02	8.88	8.65	5.19
Fe_2O_3	0.43	0.53	0.61	0.67	1.70	1.99	2.24	1.70	2.81	2.96	1.90
MgO	15.59	13.54	11.50	9.19	5.47	3.69	4.34	6.13	3.72	4.38	7.73
CaO	11.52	15.28	16.95	12.17	7.73	8.45	15.71	14.70	12.73	11.66	11.99
Na_2O	14.27	7.43	5.63	6.64	6.68	6.69	5.12	12.04	5.62	6.39	8.62
K_2O	0.43	0.61	0.69	10.36	2.45	2.40	1.83	1.00	1.91	2.06	1.44
TiO_2	0.05	0.07	0.09	0.07	0.21	0.26	0.27	0.25	0.41	0.45	0.26
P_2O_5	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.05	0.04	0.08	0.08	0.05
MnO	0.01	0.01	0.01	-	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.04
Cr_2O_3	0.006	0.006	0.012	0.006	0.050	0.060	0.035	0.097	0.103	0.084	0.143
LOI	27.1	27.7	25.8	27.3	4.8	14.8	22.2	9.2	16.6	19.9	7.9
Toplam	74.91	72.81	72.21	73.59	84.59	99.71	86.52	70.06	99.51	99.73	75.35
TOT/C	4.38	3.47	2.89	0.80	1.98	1.83	1.61	2.15	2.00	2.31	2.69
TOT/S	4.53	7.55	8.51	12.47	0.97	0.21	5.20	4.52	1.42	0.64	2.94
AKİ	2.05	4.81	8.50	3.84	23.01	25.11	23.52	8.99	30.16	27.11	14.78
BKİ	2.08	4.94	8.81	5.70	25.09	27.26	25.58	9.21	32.44	29.15	15.47
R	8.20	8.43	8.66	7.53	11.08	10.92	8.46	8.81	8.90	8.44	9.85
STI	84.04	84.11	84.77	83.30	88.75	88.35	84.91	83.83	85.37	84.40	85.80
Sc	1	1	2	1	4	5	6	4	7	8	4
Ba	56	66	69	64	397	429	211	211	414	363	351
Be	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Co	2.0	2.3	2.8	2.4	8.9	8.4	10.4	15.1	14.8	14.0	7.6
Cs	2.0	2.6	2.1	2.5	3.6	3.7	5.6	2.8	3.9	4.7	4.6
Ga	1.4	1.6	1.8	1.3	6.4	9.0	6.1	4.1	8.5	8.3	5.4
Hf	0.4	0.6	0.9	0.4	1.5	1.7	1.6	2.6	3.3	2.8	3.0
Nb	1.3	1.4	1.5	1.2	3.6	3.9	4.5	3.9	5.6	6.2	4.0
Rb	11.0	15.1	16.5	19.0	68.6	76.8	58.7	31.1	59.6	64.7	47.0
Sn	7	-	-	-	-	1	-	5	2	15	1
Sr	4338.5	2243.5	1014.0	2427.3	1607.5	374.1	473.1	2369.7	1920.7	445.2	2995.5
Ta	-	-	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.2
Th	0.7	1.1	1.0	1.1	4.8	4.8	4.9	4.2	5.7	5.6	3.6
U	4.2	3.4	3.2	1.8	2.7	1.5	1.4	2.7	1.8	1.8	2.7
V	18	17	19	15	41	68	73	64	75	79	64
W	-	-	-	-	0.8	0.6	0.8	0.6	1.4	1.3	0.7
Zr	11.5	16.9	28.0	16.0	53.4	65.6	50.9	84.4	113.2	109.8	99.8
Y	1.6	2.0	2.8	2.1	7.3	9.9	8.7	7.2	13.3	12.9	7.2
La	2.6	2.9	4.4	2.9	10.0	13.0	10.6	9.7	16.3	16.0	9.7
Ce	4.8	6.0	8.8	5.4	18.2	23.2	20.2	18.6	30.3	30.6	18.2
Pr	0.48	0.61	0.98	0.60	2.07	2.69	2.30	2.14	3.37	3.36	2.02
Nd	1.6	2.4	4.0	2.3	7.0	9.6	8.7	7.4	11.7	12.5	7.8
Sm	0.27	0.41	0.68	0.44	1.42	1.91	1.57	1.51	2.47	2.47	1.36
Eu	0.07	0.11	0.16	0.10	0.48	0.56	0.44	0.36	0.65	0.67	0.39
Gd	0.26	0.43	0.58	0.39	1.31	1.76	1.62	1.42	2.25	2.10	1.35
Tb	0.04	0.07	0.08	0.06	0.23	0.29	0.25	0.21	0.39	0.38	0.21
Dy	0.29	0.39	0.56	0.42	1.31	1.49	1.40	1.17	2.10	2.07	1.16
Ho	0.05	0.08	0.09	0.06	0.25	0.33	0.27	0.22	0.44	0.44	0.25
Er	0.15	0.22	0.26	0.22	0.77	0.94	0.94	0.76	1.33	1.27	0.69
Tm	0.02	0.04	0.04	0.03	0.13	0.15	0.12	0.11	0.21	0.20	0.11
Yb	0.16	0.21	0.28	0.20	0.77	0.98	0.91	0.78	1.43	1.33	0.71
Lu	0.02	0.03	0.04	0.03	0.12	0.15	0.13	0.12	0.20	0.20	0.13
Mo	39.6	8.1	8.3	6.7	14.0	4.0	2.6	6.6	2.9	0.7	12.2
Cu	3.1	3.7	3.9	3.7	8.3	7.4	11.0	8.6	14.8	15.0	7.7
Pb	3.6	1.9	2.6	2.0	8.6	3.9	5.2	6.7	3.4	14.9	4.4
Zn	541	1186	724	521	942	660	73	1346	664	317	58
Ni	11.3	16.0	18.8	17.1	50.4	54.0	66.8	64.9	89.1	99.2	40.2
As	22.1	15.1	15.4	10.1	17.9	4.2	5.7	18.8	4.7	3.9	23.8
Cd	-	-	-	-	0.2	-	-	0.1	-	-	-
Sb	0.7	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	-	0.4	0.1	0.1	0.2
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	-	-	1.4	-	-	0.8	-	1.2	1.1	0.9	0.8
Hg	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
Se	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6

Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek KJ3	Örnek KJ4	Örnek KK2	Örnek KK3	Örnek KK4	Örnek KK5	Örnek KM2	Örnek KM3	Örnek KN2	Örnek KN3	Örnek KN4
SiO_2	30.08	37.88	14.39	27.85	25.94	17.13	11.43	14.21	9.56	13.37	11.62
Al_2O_3	7.18	8.58	2.35	4.72	3.91	2.43	2.80	3.87	2.39	3.22	2.63
Fe_2O_3	3.33	3.53	0.68	1.36	0.95	0.59	1.37	1.90	1.12	1.44	1.25
MgO	6.88	5.19	13.71	13.86	9.09	7.14	10.95	10.50	5.73	9.30	15.42
CaO	12.81	12.80	9.53	8.93	12.33	13.85	13.84	12.01	8.81	17.07	2.81
Na_2O	7.47	6.99	15.22	6.24	5.40	11.74	6.99	8.10	25.68	5.29	21.52
K_2O	1.87	2.09	0.83	1.31	1.48	0.95	1.81	1.51	0.64	0.78	0.82
TiO_2	0.40	0.52	0.08	0.17	0.09	0.06	0.15	0.20	0.13	0.20	0.15
P_2O_5	0.09	0.09	0.04	0.05	0.02	0.02	0.04	0.04	0.01	0.04	0.03
MnO	0.08	0.07	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Cr_2O_3	0.038	0.053	0.017	0.023	0.010	0.010	0.020	0.010	0.012	0.024	0.016
LOI	23.0	22.0	16.7	26.9	23.3	13.2	23.3	33.5	30.4	26.3	29.5
Toplam	93.20	99.76	73.55	91.42	82.49	67.14	72.70	85.92	84.50	77.01	85.74
TOT/C	2.53	2.79	4.57	3.12	2.26	1.78	2.62	2.45	1.37	2.04	3.58
TOT/S	2.23	0.61	1.89	3.33	5.53	9.62	7.30	5.65	2.67	8.58	0.65
AKİ	21.25	25.35	5.16	17.70	16.80	5.77	10.09	12.04	3.90	15.00	5.98
BKİ	22.61	27.17	5.27	18.69	18.04	5.92	10.85	12.68	3.94	15.61	6.11
R	7.11	7.49	10.39	10.01	11.26	11.96	6.93	6.23	6.79	7.05	7.50
STI	82.52	82.59	87.74	87.27	89.43	89.68	82.46	81.54	82.19	81.89	82.91
Sc	9	10	2	4	2	1	3	5	3	4	3
Ba	228	309	232	267	271	164	162	137	102	179	95
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	14.9	15.5	2.7	6.4	4.6	3.0	5.6	7.5	4.4	5.8	4.4
Cs	7.5	7.3	2.2	4.7	4.3	1.6	5.5	7.6	4.6	6.5	5.3
Ga	7.1	8.6	2.0	4.8	3.8	2.3	3.0	4.3	2.5	3.8	3.0
Hf	2.2	3.6	0.5	1.1	0.5	0.4	0.8	0.8	0.7	2.1	1.0
Nb	7.0	8.5	1.4	2.9	1.7	1.0	2.9	4.4	2.8	4.4	3.0
Rb	64.2	67.7	23.8	38.8	44.4	24.3	33.5	47.4	22.5	27.3	23.6
Sn	2	2	-	1	14	1	-	5	2	8	10
Sr	448.6	403.2	4512.8	2154.8	1873.8	1732.2	5769.1	1223.8	2039.3	3736.8	882.1
Ta	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	-	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2
Th	6.3	7.3	1.3	3.2	2.6	1.0	2.3	3.5	1.8	2.9	2.0
U	2.3	2.2	4.0	3.1	2.5	1.4	3.8	2.2	2.3	3.5	3.2
V	84	80	26	38	25	17	36	46	28	36	31
W	1.3	1.5	-	0.6	0.6	-	0.5	0.7	-	-	0.5
Zr	82.5	121.9	18.7	39.8	22.8	14.9	35.7	34.9	30.7	72.7	42.0
Y	21.0	16.0	3.0	5.4	4.0	2.7	4.7	5.9	3.6	5.7	3.9
La	14.9	18.7	4.0	7.3	5.7	3.5	7.2	8.7	5.6	9.5	7.1
Ce	28.7	36.6	7.8	13.3	10.5	6.7	13.5	17.2	11.4	18.6	13.6
Pr	3.26	4.00	0.83	1.55	1.16	0.72	1.48	1.90	1.22	2.02	1.43
Nd	11.8	16.0	2.5	6.2	4.3	3.1	5.5	6.5	4.7	7.9	5.7
Sm	2.28	2.91	0.63	1.12	0.82	0.49	0.99	1.37	0.86	1.23	0.98
Eu	0.61	0.69	0.16	0.31	0.23	0.15	0.23	0.33	0.20	0.30	0.25
Gd	2.61	2.70	0.57	1.06	0.81	0.51	0.92	1.20	0.78	1.16	0.85
Tb	0.49	0.46	0.09	0.16	0.12	0.08	0.15	0.20	0.12	0.17	0.13
Dy	3.22	2.44	0.49	0.89	0.69	0.43	0.78	1.09	0.63	0.98	0.71
Ho	0.71	0.51	0.10	0.19	0.13	0.09	0.17	0.18	0.12	0.20	0.12
Er	2.12	1.52	0.26	0.52	0.37	0.26	0.51	0.65	0.32	0.59	0.41
Tm	0.30	0.24	0.03	0.09	0.05	0.03	0.07	0.08	0.05	0.08	0.06
Yb	1.96	1.69	0.32	0.55	0.39	0.27	0.47	0.60	0.42	0.64	0.43
Lu	0.31	0.24	0.04	0.09	0.05	0.04	0.07	0.09	0.06	0.08	0.06
Mo	3.8	1.6	16.9	7.5	2.3	1.7	11.1	2.5	7.1	19.0	20.2
Cu	16.4	17.9	3.7	6.6	7.2	6.4	7.5	11.3	7.4	6.9	8.5
Pb	9.3	7.6	2.1	3.1	2.6	1.7	3.7	11.4	7.2	19.2	19.8
Zn	75	78	808	1127	679	729	883	437	541	801	2065
Ni	103.6	104.9	19.8	44.4	25.7	18.5	35.0	52.4	27.2	30.4	30.9
As	4.2	4.5	37.3	27.5	13.6	9.6	15.8	9.1	18.6	28.9	34.1
Cd	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-
Sb	-	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.5	0.4
Bi	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	-	0.5	-	-	-	-	-	1.2	-	-	0.6
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.5

Çizelge 5.8. Güncel sığ göl çökeli örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek KN5	Örnek KN6	Örnek KP1	Örnek KP2	Örnek KP3	Örnek KP4	Örnek KP5	Örnek KP6	Örnek KP7	Örnek Ortalama	ASAŞ	ÜKK
SiO_2	3.14	4.59	4.14	6.26	5.26	11.08	12.45	14.01	13.98	26.93	62.80	65.89
Al_2O_3	0.61	1.08	1.03	1.53	1.33	2.93	3.30	3.69	3.61	5.06	18.90	15.19
Fe_2O_3	0.26	0.61	0.53	0.75	0.68	1.48	1.64	1.80	1.73	1.76	7.23	5.00
MgO	11.26	10.26	6.69	7.19	5.57	11.13	11.13	11.56	8.53	7.91	2.20	2.21
CaO	12.72	13.08	13.83	20.77	21.90	12.38	12.58	13.57	16.61	11.46	1.30	4.20
Na_2O	7.21	5.10	18.09	7.12	5.88	8.62	7.30	5.94	4.42	8.43	1.20	3.90
K_2O	10.02	10.64	0.74	0.69	0.61	1.13	1.24	1.35	1.28	1.95	3.70	3.37
TiO_2	0.03	0.06	0.06	0.08	0.07	0.15	0.18	0.20	0.19	0.24	1.00	0.65
P_2O_5	0.04	0.02	0.02	0.02	-	0.06	0.03	0.05	0.05	0.05	0.16	0.16
MnO	-	-	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.11	0.08
Cr_2O_3	0.002	0.004	0.004	0.005	0.004	0.009	0.011	0.010	0.011	0.04	0.016	0.01
LOI	38.0	26.8	31.5	26.1	27.6	29.2	31.2	29.6	27.7	20.69	6.00	-
Toplam	83.32	72.27	76.63	70.53	68.91	78.20	81.11	81.81	78.15	84.54	104.59	-
TOT/C	1.65	1.13	1.86	1.74	1.24	2.63	2.70	2.84	1.92	2.17	-	-
TOT/S	12.10	13.10	6.23	10.23	11.86	6.00	6.17	6.62	8.38	4.75	-	-
AKİ	1.73	3.68	1.82	5.95	6.23	9.01	11.51	14.94	18.48	14.50	70.38	47.98
BKİ	2.51	6.05	1.84	6.13	6.43	9.36	12.08	15.88	19.89	15.43	82.72	54.24
R	8.74	7.21	6.82	6.94	6.71	6.42	6.40	6.44	6.57	8.69	5.64	7.36
STI	84.94	82.67	81.90	82.59	82.22	81.89	81.58	81.67	82.01	84.64	80.33	84.00
Sc	-	2	1	2	2	4	4	5	5	4.39	16.00	13.00
Ba	54	58	48	81	72	103	118	130	135	261.35	650.00	550.00
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-	3.00
Co	0.9	1.6	1.6	2.8	2.5	5.3	6.2	7.2	6.6	8.67	23.00	17.00
Cs	1.5	3.0	1.7	2.6	2.6	6.0	6.6	7.6	7.0	4.65	15.00	4.80
Ga	0.8	1.1	1.0	1.5	1.5	3.8	4.3	4.0	4.1	4.95	-	17.00
Hf	0.4	0.3	0.3	0.5	0.2	1.1	1.4	1.4	1.0	1.79	5.00	5.80
Nb	6.4	1.1	1.2	1.6	1.6	3.3	3.7	4.2	4.0	4.33	19.00	12.50
Rb	11.5	20.0	12.2	17.5	16.1	36.6	41.0	46.4	44.1	43.16	160.00	112.00
Sn	5	6	1	3	4	5	-	1	5	3.71	-	5.50
Sr	4029.5	2639.5	3407.7	2950.6	2643.4	1533.7	983.7	1008.7	890.2	1680.15	200.00	350.00
Ta	1.4	0.1	-	-	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.31	-	1.10
Th	2.7	0.8	0.8	1.4	0.9	2.3	2.4	3.2	2.7	3.58	14.60	10.70
U	3.2	1.3	2.2	2.4	2.0	3.0	2.6	3.5	1.8	2.65	3.10	2.80
V	11	14	15	19	16	33	37	40	40	42.27	150.00	110.00
W	-	-	-	0.7	-	0.5	-	0.6	0.6	1.00	-	2.00
Zr	13.5	19.5	12.1	17.8	14.9	31.3	54.2	55.6	39.6	66.31	210.00	190.00
Y	0.9	1.6	1.6	2.5	2.3	4.7	4.9	6.0	5.4	7.25	27.00	22.00
La	1.9	2.8	2.6	3.7	3.2	6.8	7.8	8.5	8.2	10.15	38.00	30.00
Ce	3.9	5.0	5.1	7.0	6.3	14.2	15.9	17.3	16.7	19.51	80.00	64.00
Pr	0.40	0.53	0.52	0.78	0.66	1.49	1.67	1.79	1.81	2.16	8.83	7.10
Nd	1.3	2.0	1.8	2.6	2.3	5.7	5.8	6.8	7.5	8.11	32.00	26.00
Sm	0.26	0.37	0.35	0.54	0.47	1.07	1.21	1.24	1.30	1.48	5.60	4.50
Eu	0.07	0.10	0.09	0.15	0.11	0.26	0.28	0.33	0.32	0.39	1.10	0.88
Gd	0.29	0.36	0.42	0.50	0.51	0.96	1.14	1.19	1.15	1.34	4.70	3.80
Tb	0.04	0.06	0.06	0.08	0.07	0.15	0.18	0.18	0.18	0.22	0.77	0.64
Dy	0.19	0.31	0.26	0.42	0.40	0.93	0.89	1.02	0.92	1.20	4.40	3.50
Ho	0.04	0.05	0.07	0.08	0.07	0.16	0.18	0.23	0.20	0.24	1.00	0.80
Er	0.09	0.16	0.16	0.22	0.24	0.45	0.55	0.62	0.59	0.72	2.90	2.30
Tm	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.07	0.08	0.09	0.09	0.11	0.405	0.33
Yb	0.14	0.19	0.16	0.27	0.20	0.49	0.52	0.65	0.58	0.73	2.80	2.20
Lu	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.07	0.08	0.10	0.09	0.11	0.40	0.32
Mo	14.9	5.3	18.6	14.7	13.4	10.5	4.4	6.4	2.6	8.26	-	1.50
Cu	2.0	3.2	3.9	4.2	3.4	8.0	9.0	9.7	9.8	12.42	50.00	25.00
Pb	1.6	2.9	4.0	18.4	4.4	4.6	4.6	4.8	5.7	7.69	20.00	16.00
Zn	1941	640	463	831	783	1130	1040	799	316	990.47	85.00	71.00
Ni	7.8	14.1	14.9	17.3	16.9	38.2	41.6	47.9	47.1	48.45	55.00	50.00
As	10.6	7.6	7.7	7.7	6.7	10.1	10.9	12.4	11.2	16.21	-	1.50
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.10
Sb	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.26	-	0.20
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	0.13
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	0.05
Au	-	-	1.3	-	-	1.3	-	1.2	0.6	0.55	-	1.80
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.75
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	50.00



Şekil 5.7. Güncel sığ göl çökeli örneklerine ait ana oksit içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre normalize edilmiş grafiği

Özellikle Al_2O_3 ile TiO_2 arasındaki pozitif korelasyon, TiO_2'nin de terrijen kökenli olduğunu ve fillosilikatlar ile birlikte taşındığını ifade etmektedir (Dabard, 1990; Condie ve ark., 1992; Asiedu ve ark., 2000). Ayrıca Al_2O_3 ile ana oksit toplamı (Toplam) arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi de konsantrasyon bakımından kil boyu fillosilikatların kum boyutu malzemeden daha baskın olduğuna işaret etmektedir. Sonuçta incelenen çökellerdeki ana oksit davranışının evaporitik fazı oluşturanlar dışında fillosilikat gurubu mineraller tarafından kontrol edildiği söylenebilir.

Klastik kökenli tutturulmamış olgun ve olgun olmayan güncel çökellerin tanımlanabilmesi ve sınıflandırılması amacıyla bazı ana elementler arasındaki kimyasal ilişkiler birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Vital ve Stattegger, 2000; Das ve Haake, 2003; Das ve ark., 2006; Jin ve ark., 2006; Das ve ark., 2008). Bunlardan en çok kullanılanlar; kuvars miktarı ve bununla birlikte kil ve feldispat içeriğini de yansıtan SiO_2/Al_2O_3 oranı (Potter, 1978), kimyasal olgunluk indeksi olan Na_2O/K_2O oranı (Pettijohn ve ark., 1972) ve bozunmaya karşı mineral duraylılığının bir ölçüsü olan ve arkozları daha başarılı bir şekilde sınıflayabilen Fe_2O_3/Na_2O oranıdır (Herron, 1988).

Çizelge 5.9. Güncel sığ göl çökellerine ait korelasyon matrisi (kırmızı=pozitif, yeşil=negatif korelasyon)

N=51	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Sum	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	*N=51*
SiO_2	1																																	SiO_2
Al_2O_3	.896	1																																Al_2O_3
Fe_2O_3	.691	.903	1																															Fe_2O_3
MgO	-.762	-.672	-.579	1																														MgO
CaO	-.711	-.631	-.472	.316	1																													CaO
Na_2O	-.280	-.274	-.245	.217	-.227	1																												Na_2O
K_2O	-.042	-.107	-.120	-.057	-.094	-.232	1																											K_2O
TiO_2	.660	.898	.909	-.502	-.462	-.232	-.129	1																										TiO_2
P_2O_5	.612	.846	.873	-.357	-.458	-.295	-.091	.930	1																									P_2O_5
MnO	.736	.909	.922	-.548	-.459	-.211	-.225	.869	.851	1																								MnO
Cr_2O_3	.540	.702	.621	-.384	-.344	-.156	-.120	.824	.726	.665	1																							Cr_2O_3
LOI	-.717	-.619	-.431	.502	.458	.167	.142	-.445	-.401	-.518	-.529	1																						LOI
Sum	.844	.845	.719	-.636	-.703	-.148	.041	.684	.652	.733	.451	-.272	1																					Sum
TOT/C	-.408	-.351	-.251	.738	.137	.250	-.403	-.287	-.128	-.139	-.227	.160	-.378	1																				TOT/C
TOT/S	-.812	-.807	-.710	.490	.775	-.109	.300	-.658	-.632	-.768	-.526	.585	-.761	-.025	1																			TOT/S
Sc	.649	.860	.983	-.558	-.414	-.250	-.134	.859	.827	.909	.537	-.359	.711	-.206	-.683	1																		Sc
Ba	.826	.884	.692	-.565	-.625	-.250	-.093	.857	.786	.713	.815	-.628	.720	-.381	-.708	.606	1																	Ba
Be	.294	.273	.317	-.275	-.219	-.112	.004	.169	.221	.269	.021	-.232	.219	-.089	-.244	.287	.128	1																Be
Co	.537	.721	.654	-.375	-.321	-.117	-.142	.626	.595	.727	.458	-.440	.534	-.143	-.532	.622	.538	.086	1															Co
Cs	.331	.391	.635	-.331	-.275	-.193	-.077	.337	.359	.446	-.032	-.018	.416	-.065	-.398	.692	.097	.324	.124	1														Cs
Ga	.852	.985	.938	-.646	-.597	-.280	-.129	.907	.859	.925	.694	-.565	.826	-.308	-.802	.900	.845	.310	.686	.472	1													Ga
Hf	.683	.808	.776	-.526	-.477	-.253	-.105	.914	.827	.729	.858	-.512	.619	-.315	-.629	.707	.867	.137	.460	.270	.804	1												Hf
Nb	.603	.839	.880	-.467	-.464	-.241	-.012	.953	.917	.801	.733	-.341	.673	-.312	-.589	.824	.799	.177	.582	.386	.854	.879	1											Nb
Rb	.824	.696	.672	-.725	-.557	-.317	.011	.452	.436	.628	.227	-.494	.717	-.317	-.685	.686	.477	.409	.258	.716	.712	.461	.434	1										Rb
Sn	.169	.303	.296	-.083	-.160	.006	-.008	.243	.223	.271	.088	-.103	.234	.024	-.252	.294	.163	.091	.589	.101	.290	.078	.258	.034	1									Sn
Sr	-.634	-.640	-.609	.575	.434	.206	.084	-.513	-.445	-.588	-.242	.253	-.672	.419	.481	-.619	-.451	-.305	-.397	-.464	-.646	-.451	-.470	-.655	-.128	1								Sr
Ta	.449	.605	.624	-.351	-.378	-.267	.297	.660	.689	.546	.478	-.153	.577	-.291	-.377	.580	.553	.124	.441	.276	.612	.607	.825	.347	.299	-.338	1							Ta
Th	.772	.874	.927	-.643	-.525	-.281	-.036	.806	.782	.876	.550	-.541	.721	-.254	-.733	.910	.658	.350	.555	.632	.903	.737	.812	.797	.230	-.587	.665	1						Th
U	-.377	-.288	-.277	.679	.154	.118	-.276	-.165	-.056	-.194	-.076	.008	-.453	.673	.120	-.282	-.186	-.213	-.052	-.277	-.292	-.149	-.145	-.484	.041	.550	-.121	-.249	1					U
V	.522	.791	.901	-.414	-.300	-.207	-.183	.881	.852	.901	.753	-.374	.561	-.112	-.607	.874	.637	.292	.574	.435	.849	.742	.819	.472	.189	-.455	.552	.811	-.180	1				V
W	.482	.597	.469	-.311	-.311	-.097	-.103	.457	.450	.547	.295	-.375	.475	-.151	-.427	.428	.466	.064	.938	.008	.539	.321	.437	.166	.614	-.347	.355	.381	-.036	.338	1			W
Zr	.654	.805	.758	-.485	-.477	-.234	-.096	.930	.835	.715	.870	-.490	.607	-.323	-.607	.683	.893	.091	.479	.208	.796	.987	.893	.390	.122	-.423	.615	.695	-.115	.734	1			Zr
Y	.759	.898	.944	-.630	-.479	-.274	-.105	.874	.848	.939	.627	-.482	.762	-.256	-.733	.932	.710	.283	.595	.556	.915	.790	.829	.722	.192	-.621	.580	.922	-.292	.863	.414	.760	1	Y
La	.739	.941	.909	-.538	-.528	-.245	-.145	.982	.917	.890	.790	-.517	.730	-.293	-.713	.854	.889	.186	.705	.340	.941	.900	.939	.503	.306	-.542	.655	.828	-.155	.848	.565	.916	.877	1 La
N=51	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Sum	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	*N=51*

Çizelge 5.9. Güncel sığ göl çökellerine ait korelasyon matrisi (devam)

N=51	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Sum	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	*N=51*
Ce	.730	.935	.916	-.548	-.524	-.242	-.144	.984	.920	.880	.778	-.484	.738	-.305	-.709	.863	.883	.187	.685	.372	.939	.905	.948	.512	.297	-.556	.666	.828	-.177	.844	.549	.919	.879	.997	Ce
Pr	.725	.933	.907	-.540	-.518	-.243	-.141	.985	.921	.876	.790	-.489	.729	-.310	-.700	.852	.890	.178	.688	.344	.935	.902	.947	.492	.296	-.546	.664	.816	-.171	.846	.552	.920	.871	.997	Pr
Nd	.707	.924	.901	-.520	-.506	-.243	-.149	.981	.919	.872	.777	-.473	.718	-.300	-.683	.849	.879	.170	.695	.343	.926	.889	.943	.471	.317	-.548	.657	.803	-.157	.837	.565	.908	.860	.994	Nd
Sm	.738	.943	.932	-.564	-.520	-.250	-.135	.985	.924	.896	.777	-.486	.748	-.305	-.720	.885	.872	.210	.677	.395	.951	.898	.944	.542	.291	-.574	.668	.848	-.204	.867	.529	.909	.898	.993	Sm
Eu	.762	.958	.904	-.559	-.537	-.252	-.134	.975	.917	.899	.796	-.524	.756	-.316	-.726	.849	.902	.198	.718	.312	.955	.876	.924	.516	.308	-.568	.652	.818	-.195	.853	.580	.895	.877	.992	Eu
Gd	.747	.944	.963	-.592	-.503	-.261	-.134	.970	.914	.932	.745	-.481	.761	-.291	-.734	.928	.826	.219	.664	.473	.960	.873	.929	.612	.262	-.597	.659	.897	-.238	.897	.491	.872	.951	.974	Gd
Tb	.760	.939	.973	-.618	-.504	-.267	-.116	.942	.899	.948	.697	-.476	.777	-.283	-.741	.948	.783	.263	.644	.521	.957	.840	.899	.670	.246	-.619	.637	.920	-.278	.895	.467	.826	.980	.945	Tb
Dy	.746	.911	.961	-.611	-.485	-.276	-.111	.906	.882	.938	.652	-.464	.760	-.263	-.729	.945	.737	.271	.611	.557	.930	.812	.866	.691	.222	-.624	.608	.918	-.275	.878	.433	.791	.993	.907	Dy
Ho	.760	.904	.950	-.627	-.489	-.270	-.104	.875	.855	.939	.622	-.481	.766	-.257	-.735	.936	.714	.285	.607	.563	.921	.783	.836	.721	.211	-.613	.589	.923	-.291	.860	.430	.759	.997	.881	Ho
Er	.754	.897	.948	-.632	-.472	-.287	-.101	.874	.849	.937	.621	-.473	.758	-.266	-.728	.935	.708	.280	.603	.569	.916	.786	.833	.723	.203	-.626	.588	.921	-.299	.864	.423	.759	.997	.878	Er
Tm	.786	.911	.946	-.655	-.501	-.286	-.100	.876	.844	.930	.630	-.492	.782	-.284	-.741	.935	.725	.280	.589	.572	.926	.804	.832	.747	.185	-.644	.588	.930	-.312	.844	.414	.772	.993	.881	Tm
Yb	.757	.886	.942	-.643	-.473	-.273	-.095	.864	.836	.926	.622	-.470	.762	-.257	-.737	.936	.694	.272	.557	.582	.908	.792	.821	.744	.169	-.616	.637	.920	-.312	.861	.365	.756	.994	.862	Yb
Lu	.772	.887	.935	-.657	-.490	-.269	-.106	.857	.821	.921	.630	-.503	.752	-.270	-.743	.922	.703	.289	.564	.578	.905	.808	.814	.753	.164	-.628	.570	.928	-.312	.843	.388	.770	.992	.860	Lu
Mo	-.506	-.529	-.518	.609	.265	.299	-.136	-.441	-.376	-.444	-.270	.057	-.618	.570	.283	-.510	-.430	-.175	-.352	-.388	-.532	-.387	-.430	-.521	-.037	.648	-.346	-.434	.743	-.411	-.311	-.370	-.500	-.452	Mo
Cu	.367	.520	.416	-.223	-.241	-.040	-.107	.412	.397	.488	.254	-.293	.391	-.092	-.367	.380	.393	.003	-.930	-.033	.472	.250	.395	.053	.642	-.267	.320	.297	.030	.306	.979	.293	.339	.512	Cu
Pb	.244	.346	.541	-.292	-.249	.007	-.070	.320	.317	.351	.036	-.190	.222	-.082	-.343	.540	.113	.412	.215	.625	.400	.222	.368	.436	.439	-.271	.280	.545	-.165	.379	.145	.198	.418	.331	Pb
Zn	.235	.234	.172	-.034	-.378	-.036	.020	.212	.234	.128	.092	-.183	.186	-.031	-.235	.142	.283	-.018	.156	.099	.204	.206	.290	.095	.300	-.070	.342	.203	.178	.008	.170	.214	.115	.265	Zn
Ni	.611	.836	.904	-.490	-.362	-.195	-.143	.775	.770	.918	.496	-.382	.674	-.133	-.650	.908	.539	.277	.845	.497	.855	.571	.725	.550	.452	-.565	.538	.822	-.207	.832	.681	.556	.857	.802	Ni
As	.041	.006	.021	.273	-.351	.284	-.218	-.061	.045	-.046	-.079	-.246	-.082	.405	-.253	-.001	.000	.226	.054	.186	-.002	-.006	-.034	.021	.130	.180	-.056	.054	.442	-.056	.081	-.025	-.066	-.015	As
Cd	.226	.276	.379	-.282	-.094	-.071	-.006	.222	.229	.337	.089	-.298	.122	-.031	-.272	.402	.083	.175	.191	.389	.303	.173	.244	.377	.006	-.135	.169	.466	-.094	.329	.034	.119	.391	.219	Cd
Sb	-.271	-.339	-.374	.457	.027	.230	-.097	-.299	-.250	-.353	-.176	-.177	-.483	.479	.103	-.390	-.225	-.021	-.231	-.287	-.362	-.184	-.285	-.339	.017	.542	-.229	-.258	.742	-.366	-.193	-.186	-.377	-.280	Sb
Bi	.421	.509	.693	-.463	-.330	-.121	.033	.463	.458	.510	.101	-.237	.429	-.111	-.454	.730	.223	.376	.268	.747	.551	.393	.502	.638	.250	-.408	.423	.722	-.239	.459	.168	.330	.636	.457	Bi
Au	.286	.107	.011	-.273	-.180	-.117	-.010	-.008	-.008	.032	-.008	-.110	.225	-.147	-.198	.006	.126	.312	-.052	.100	.069	.082	-.016	.304	-.068	-.211	-.003	.087	-.219	-.084	-.024	.023	.084	.019	Au
Hg	.118	.215	.342	-.080	-.119	-.105	-.062	.290	.296	.191	.145	-.344	-.071	.025	-.157	.292	.156	.383	.092	.233	.250	.288	.322	.165	.147	-.130	.239	.389	.147	.284	.022	.286	.256	.288	Hg
Tl	.137	.105	.156	-.198	.036	.023	-.021	.132	.118	.262	.184	-.247	.046	-.014	-.159	.178	.049	-.104	.154	.051	.099	.158	.109	.156	-.051	-.102	.069	.231	-.098	.233	.007	.125	.274	.116	Tl
Se	-.224	-.229	-.200	.450	.032	.191	-.185	-.161	-.086	-.143	.014	-.100	-.332	.514	.007	-.220	-.165	.009	-.150	-.098	-.206	-.084	-.177	-.263	.092	.390	-.230	-.173	.568	-.086	-.151	-.089	-.205	-.152	Se
ΣHFSE	.662	.897	.907	-.492	-.467	-.241	-.125	.999	.941	.868	.825	-.447	.684	-.276	-.659	.856	.860	.172	.622	.336	.905	.918	.956	.452	.238	-.507	.667	.806	-.153	.879	.455	.933	.874	.982	ΣHFSE
ΣTRE	.453	.533	.453	-.210	-.484	-.104	-.041	.554	.537	.434	.491	-.386	.383	-.121	-.452	.396	.594	.014	.384	.110	.505	.543	.584	.206	.338	-.196	.520	.445	.113	.355	.325	.554	.400	.591	ΣTRE
ΣLILE	-.077	-.142	-.154	-.023	-.069	-.219	.998	-.155	-.113	-.256	-.127	.151	.001	-.375	.324	-.170	-.113	-.016	-.163	-.108	-.164	-.126	-.036	-.030	-.015	.150	.277	-.070	-.237	-.206	-.122	-.115	-.140	-.173	ΣLILE
ΣREE	.737	.941	.924	-.553	-.523	-.248	-.143	.985	.923	.894	.777	-.493	.742	-.301	-.714	.873	.879	.193	.691	.378	.945	.900	.946	.524	.298	-.563	.663	.839	-.181	.855	.549	.913	.893	.998	ΣREE
ΣLREE	.729	.935	.913	-.541	-.522	-.243	-.145	.984	.921	.883	.782	-.491	.733	-.302	-.706	.860	.885	.184	.693	.358	.938	.901	.946	.502	.304	-.552	.663	.824	-.169	.846	.556	.917	.876	.998	ΣLREE
ΣHREE	.760	.924	.965	-.624	-.493	-.275	-.114	.920	.884	.944	.675	-.479	.770	-.274	-.741	.946	.758	.262	.622	.545	.942	.830	.878	.693	.222	-.622	.621	.925	-.280	.886	.442	.810	.992	.922	ΣHREE
ΣLREE/ΣHREE	-.073	.073	-.051	.270	-.117	.136	-.123	.208	.175	-.034	.243	-.062	-.071	.061	.010	-.125	.289	-.181	.305	-.401	.042	.192	.239	-.474	.355	.162	.165	-.158	.429	-.034	.414	.280	-.186	.262	ΣLREE/ΣHREE
N=51	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Sum	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	*N=51*

Çizelge 5.9. Güncel sığ göl çökellerine ait korelasyon matrisi (devam)

N=51	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Au	Hg	Tl	Se	ΣHFSE	ΣTRE	ΣLILE	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	ΣLREE/ΣHREE	*N*=51
Ce	1																																	Ce
Pr	.999	1																																Pr
Nd	.996	.996	1																															Nd
Sm	.997	.996	.991	1																														Sm
Eu	.989	.992	.986	.990	1																													Eu
Gd	.977	.974	.967	.987	.971	1																												Gd
Tb	.948	.942	.933	.962	.945	.990	1																											Tb
Dy	.912	.905	.895	.929	.908	.971	.991	1																										Dy
Ho	.883	.875	.864	.902	.883	.953	.981	.992	1																									Ho
Er	.882	.875	.862	.902	.880	.954	.981	.994	.995	1																								Er
Tm	.885	.876	.864	.905	.882	.952	.980	.991	.992	.991	1																							Tm
Yb	.866	.857	.843	.889	.861	.943	.975	.986	.990	.991	.990	1																						Yb
Lu	.864	.855	.841	.885	.859	.938	.969	.983	.989	.990	.991	.991	1																					Lu
Mo	-.481	-.474	-.471	-.497	-.485	-.509	-.523	-.507	-.503	-.510	-.512	-.504	-.501	1																				Mo
Cu	.498	.503	.518	.476	.528	.435	.403	.366	.359	.353	.333	.291	.307	-.258	1																			Cu
Pb	.344	.331	.332	.362	.313	.392	.423	.429	.435	.427	.417	.433	.435	-.143	.114	1																		Pb
Zn	.253	.247	.276	.231	.230	.193	.172	.148	.118	.113	.148	.102	.107	.031	.136	.303	1																	Zn
Ni	.799	.792	.792	.818	.815	.854	.874	.865	.862	.863	.851	.843	.832	-.480	.650	.427	.091	1																Ni
As	-.015	-.021	-.022	-.029	-.041	-.050	-.063	-.052	-.054	-.069	-.055	-.069	-.052	.306	.078	.366	.260	.000	1															As
Cd	.227	.221	.202	.244	.227	.312	.350	.390	.391	.403	.401	.411	.393	-.061	.031	.337	-.078	.382	.132	1														Cd
Sb	-.303	-.301	-.301	-.325	-.325	-.361	-.381	-.375	-.381	-.385	-.370	-.377	-.364	.864	-.168	.039	.273	-.384	.542	.048	1													Sb
Bi	.481	.458	.462	.507	.429	.562	.612	.639	.641	.632	.660	.650	.660	-.304	.116	.682	.256	.592	.191	.446	-.112	1												Bi
Au	.026	.018	.011	.022	.024	.031	.053	.060	.064	.087	.081	.101	.095	-.150	-.073	-.026	.143	-.027	-.044	-.036	-.023	-.002	1											Au
Hg	.277	.276	.276	.285	.247	.279	.271	.268	.269	.253	.247	.251	.270	.100	.004	.618	.225	.179	.324	.114	.271	.396	-.043	1										Hg
Tl	.115	.119	.105	.136	.105	.191	.207	.237	.253	.274	.255	.291	.273	-.121	-.015	-.022	-.080	.214	-.108	.398	-.066	.071	.052	-.085	1									Tl
Se	-.177	-.178	-.168	-.200	-.195	-.207	-.225	-.207	-.213	-.216	-.221	-.208	-.207	.730	-.121	.019	.060	-.210	.501	-.031	.639	-.151	-.038	.099	-.099	1								Se
ΣHFSE	.984	.985	.981	.985	.975	.969	.941	.907	.876	.874	.876	.864	.858	-.435	.408	.317	.216	.771	-.050	.220	-.292	.461	-.006	.293	.132	-.152	1							ΣHFSE
ΣTRE	.576	.575	.596	.557	.564	.514	.479	.440	.402	.398	.429	.386	.392	-.112	.278	.310	.909	.348	.198	-.007	.140	.303	.115	.265	.014	.041	.558	1						ΣTRE
ΣLILE	-.173	-.169	-.177	-.164	-.163	-.165	-.150	-.145	-.139	-.137	-.137	-.129	-.142	-.094	-.121	-.087	.018	-.175	-.203	-.014	-.060	.007	-.023	-.069	-.028	-.158	-.150	-.048	1					ΣLILE
ΣREE	.999	.998	.996	.998	.991	.983	.957	.924	.897	.895	.898	.880	.878	-.480	.497	.349	.250	.812	-.021	.237	-.060	.489	.025	.281	.127	-.175	.985	.574	-.172	1				ΣREE
ΣLREE	1.000	.999	.997	.996	.991	.976	.945	.909	.880	.878	.882	.862	.860	-.473	.505	.339	.260	.800	-.017	.220	-.298	.472	.021	.280	.114	-.170	.984	.583	-.173	.999	1			ΣLREE
ΣHREE	.926	.920	.909	.943	.922	.981	.996	.998	.992	.993	.990	.987	.984	-.513	.374	.423	.148	.866	-.058	.376	-.377	.625	.065	.268	.242	-.212	.920	.448	-.148	.937	.923	1		ΣHREE
ΣLREE/ΣHREE	.247	.259	.289	.192	.227	.059	-.043	-.123	-.172	-.185	-.181	-.216	-.214	.234	.460	-.114	.334	-.038	.174	-.325	.305	-.293	-.151	.120	-.269	.281	.211	.388	-.108	.225	.258	-.101	1	ΣLREE/ΣHREE
N=51	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Au	Hg	Tl	Se	ΣHFSE	ΣTRE	ΣLILE	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	ΣLREE/ΣHREE	*N*=51

Çizelge 5.10. Güncel göl çökeli örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri

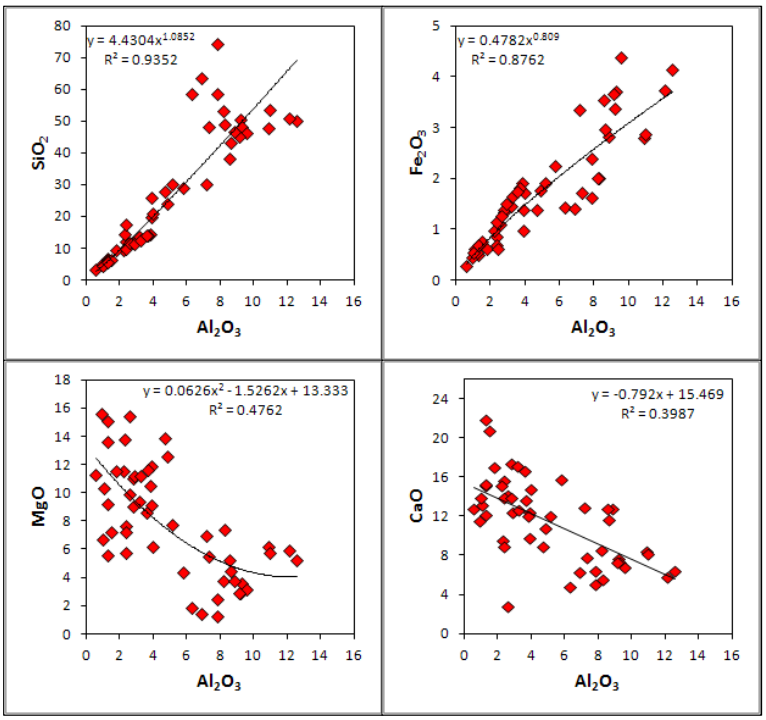
Değ.	Negatif (Kuvvetli) (-.849--.600)	Pozitif (Kuvvetli) (.601-.850)	Pozitif (Çok Kuvvetli) (.851-1.000)
SiO_2	MgO; CaO; LOI; TOT/S; Sr	Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Top.; Sc; Ba; Hf; Nb; Rb; Th; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	Al_2O_3; Ga
Al_2O_3	MgO; CaO; LOI; TOT/S; Sr	P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Co; Hf; Nb; Rb; Ta; V; Zr; Ni	SiO_2; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ba; Ga; Th; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Fe_2O_3	TOT/S; Sr	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Cs; Rb; Ta; Zr; Bi;	Al_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Hf; Nb; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
MgO	SiO_2; Al_2O_3; Top.; Ga; Rb; Th; Y; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE	TOT/C; U; Mo;	
CaO	SiO_2; Al_2O_3; Top.; Ba;	TOT/S;	
K_2O			ΣLILE
TiO_2	TOT/S;	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
P_2O_5	TOT/S;	SiO_2; Al_2O_3; Cr_2O_3; Sc; Ba; Hf; Ta; Th; Zr; Y; Er; Tm; Yb; Lu; Ni	Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Ga; Nb; V; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
MnO	TOT/S;	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Nb; Rb; Zr;	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; Sc; Ga; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Cr_2O_3		Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Ba; Ga; Nb; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	Hf; Zr
LOI	SiO_2; Al_2O_3; Ba;		
Top.	MgO; CaO; TOT/S; Sr	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; Rb; Th; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Mo; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	
TOT/C		MgO; U	
TOT/S	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Top.; Sc; Ba; Ga; Hf; Rb; Th; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	CaO	
Sc	TOT/S	SiO_2; P_2O_5; Top.; Ba; Co; Cs; Hf; Nb; Rb; Zr; Nd; Eu; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Ga; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Sm; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Ba	CaO; LOI; TOT/S	SiO_2; Fe_2O_3; P_2O_5; MnO; Cr_2O_3; Top.; Sc; Ga; Nb; Th; V; Y; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE	Al_2O_3; TiO_2; Hf; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE
Co		Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	W; Cu;
Cs		Fe_2O_3; Sc; Rb; Th; Pb; Bi;	
Ga	MgO; TOT/S; Sr	Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Rb; Ta; V; Zr	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Nb; Th; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Hf	TOT/S	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; P_2O_5; MnO; Top.; Sc; Ga; Ta; Th; V; Y; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE	TiO_2; Cr_2O_3; Ba; Nb; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE;
Nb		SiO_2; Al_2O_3; MnO; Cr_2O_3; Top.; Sc; Ba; Ta; Th; V; Y; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni	Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; Ga; Hf; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Rb	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; MnO; Top.; Sc; Cs; Ga; Th; Y; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Bi; ΣANTE	

Çizelge 5.10. göl çökeli örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri (devam)

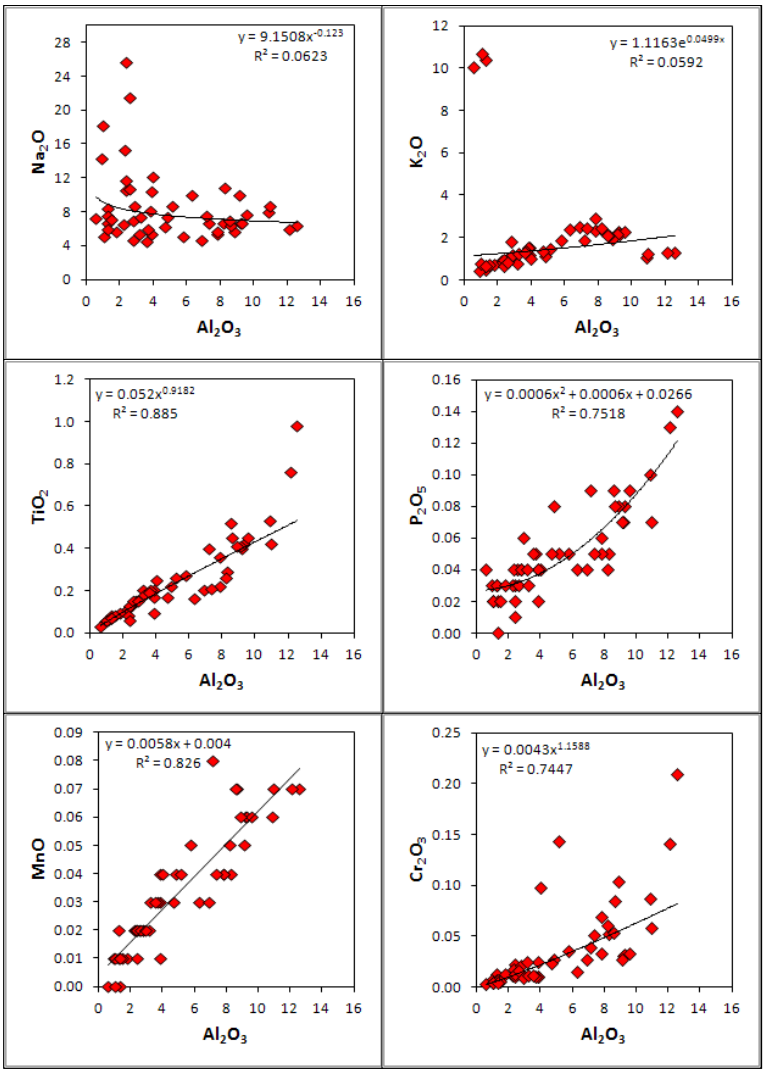
Değ.	Negatif (Kuvvetli) (-.849--.600)	Pozitif (Kuvvetli) (.601-.850)	Pozitif (Çok Kuvvetli) (.851-1.000)
Sn		W; Cu	
Sr	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; Top.; Sc; Ga; Rb; Y; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE	Mo	
Ta		Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; Ga; Hf; Rb; Th; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE	
Th	MgO; TOT/S	SiO_2; TiO_2; P_2O_5; Top.; Ba; Cs; Hf; Nb; Rb; Ta; V; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Ni; Bi; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE	Al_2O_3; Fe_2O_3; MnO; Sc; Ga; Y; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE
U		MgO; TOT/C; Mo; Sb	
V	TOT/S	Al_2O_3; Cr_2O_3; Ba; Ga; Hf; Nb; Th; Zr; La; Ce; Pr; Nd; Tm; Lu; Ni; ΣHNTE;	TiO_2; P_2O_5; MnO; Fe_2O_3; Sc; Y; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Yb; ΣYAKE; ΣNTE; ΣANTE
W		Sn; Ni	Co; Cu
Zr	TOT/S	SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; P_2O_5; MnO; Top.; Sc; Ga; Ta; Th; V; Y; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣANTE	TiO_2; Cr_2O_3; Ba; Hf; Nb; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE
Y	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Ba; Hf; Nb; Rb; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; Th; V; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
La	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; V; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; Zr; Y; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Ce	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; V; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; Zr; Y; La; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Pr	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; V; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; Zr; Y; La; Ce; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Nd	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Sc; Co; Ta; Th; V; Yb; Lu; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Ba; Ga; Hf; Nb; Zr; Y; La; Ce; Pr; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Sm	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Eu	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Sc; Co; Ta; Th; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Ba; Ga; Hf; Nb; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Gd	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Rb; Ta	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Hf; Nb; Th; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Tb	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Rb; Ta; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Nb; Th; V; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Dy	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Rb; Ta; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Nb; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Ho	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Nb; Rb; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Er	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Nb; Rb; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Tm	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Ba; Hf; Nb; Rb; V; Zr; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; Th; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Yb	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Ba; Hf; Nb; Rb; Zr; Nd; Ni; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Lu	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; P_2O_5; Cr_2O_3; Top.; Ba; Hf; Nb; Rb; V; Zr; Nd; Ni; Bi	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; MnO; Sc; Ga; Th; Y; La; Ce; Pr; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
Mo	Top.;	MgO; Sr; U; Se	Sb

Çizelge 5.10. Güncel göl çökeli örneklerindeki değişkenlerin önemli korelasyon ilişkileri ve kuvvet derecesine göre tasnifleri (devam)

El.	Negatif (Kuvvetli) (-.849--.600)	Pozitif (Kuvvetli) (.601-.850)	Pozitif (Çok Kuvvetli) (.851-1.000)
Cu		Sn; Ni	Co; W
Pb		Cs; Bi; Hg	
Zn			ΣTRE
Ni	TOT/S	SiO_2; Al_2O_3; TiO_2; P_2O_5; Top.; Co; Nb; Th; V; W; La; Ce; Pr; Sm; Eu; Yb; Lu; Cu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE	Fe_2O_3; MnO; Sc; Ga; Y; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm;ΣANTE
Sb		U; Se	Mo
Bi		Fe_2O_3; Sc; Cs; Rb; Th; Y; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Pb; ΣANTE	
Hg		Pb	
Se		Mo; Sb	
ΣYAKE	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Gd; Hf; Nb; Ta; Th; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣNTE; ΣHNTE; ΣANTE
ΣTRE			Zn
ΣLFSE			K_2O
ΣREE	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; Ni;	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; V; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu;Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣHNTE; ΣANTE
ΣHNTE	TOT/S	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Co; Ta; Th; V; Ni	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ba; Ga; Hf; Nb; Zr; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; ΣYAKE; ΣNTE; ΣANTE
ΣANTE	MgO; TOT/S; Sr	SiO_2; Cr_2O_3; Top.; Ba; Co; Hf; Rb; Ta; Zr; Bi;	Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; P_2O_5; MnO; Sc; Ga; Nb; Th; V; Y; La; Ce; Pr; Nd; Sm; Eu; Gd; Tb; Dy; Ho; Er; Tm; Yb; Lu; Ni; ΣYAKE; ΣNTE; ΣHNTE

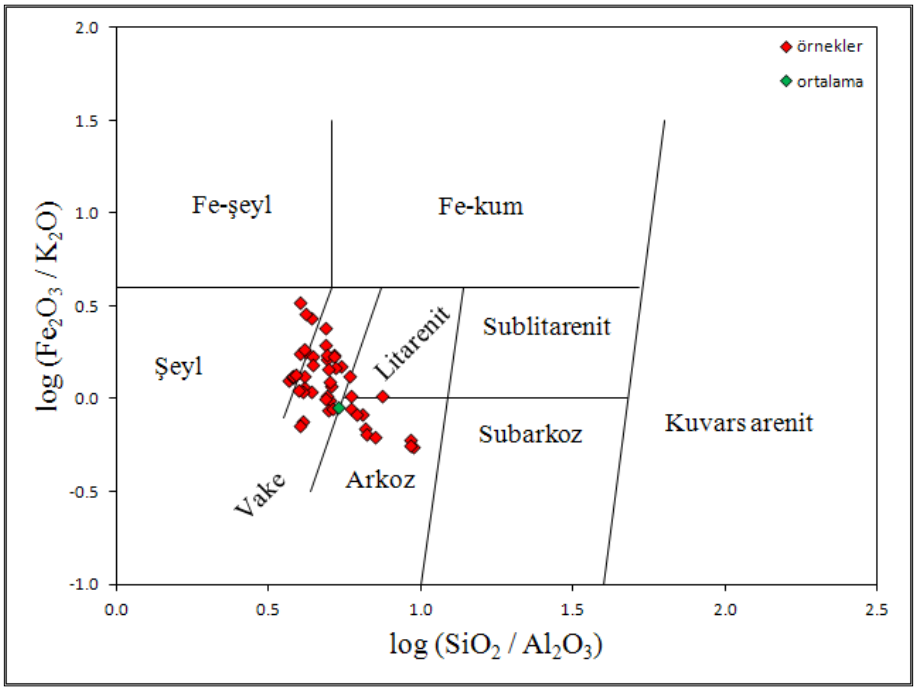


Şekil 5.8. Güncel göl çökeli örneklerinde Al_2O_3 ile SiO_2, Fe_2O_3, MgO ve CaO arasındaki ilişkileri gösteren varyasyon grafikleri

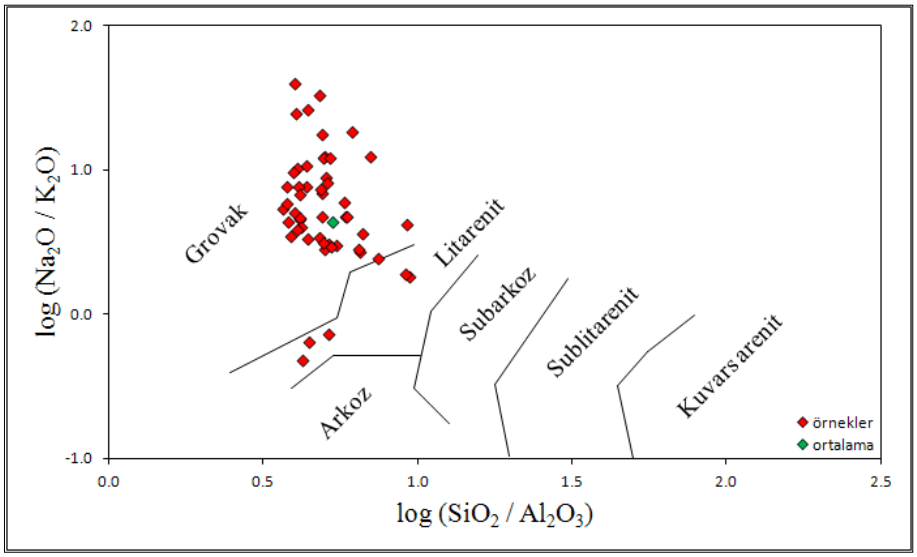


Şekil 5.9. Güncel göl çökeli örneklerinde Al_2O_3 ile Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3, arasındaki ilişkileri gösteren varyasyon grafikleri

İncelenen güncel göl çökeli örnekleri, Herron (1988)'in diyagramında çoğunlukla vake daha az olarak da sırasıyla arkoz ve şeyl; Pettijohn ve ark. (1972)'nın diyagramında ise etkin olarak grovak ve kısmen de litarenit alanlarına düşmektedir (Şekil 5.10; 5.11). Bu durum Pettijohn ve ark. (1972)'nın diyagramında killi çökellerin grovak veya litarenitten net olarak ayırt edilememesinden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden Herron (1988)'un sınıflaması güncel tutturulmamış ince ve iri taneli çökeller için daha uygun olabileceği ortaya çıkmaktadır. Vital ve Stattegger (2000) tarafından da belirtildiği gibi güncel göl çökelleri için en uygun sınıflamanın Herron (1988)'un sınıflaması olduğu anlaşılmış olmakla birlikte örneklerde Na_2O zenginleşmesi nedeniyle Pettijohn ve ark. (1972)'nin sınıflaması da dikkatle kullanılmıştır.



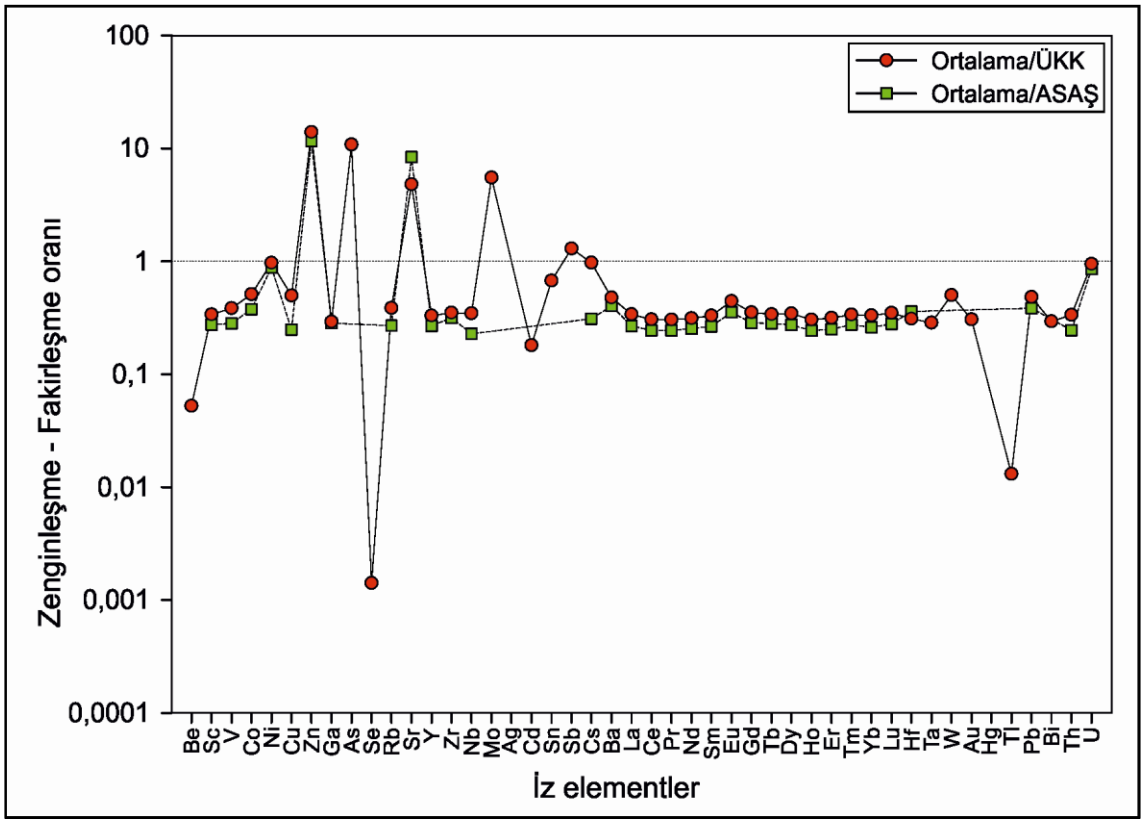
Şekil 5.10. Eksenlerinde log(SiO_2/Al_2O_3) ve log(Fe_2O_3/K_2O) parametrelerinin kullanıldığı Herron (1988) diyagramına göre güncel göl çökeli örneklerinin sınıflandırılması



Şekil 5.11. Eksenlerinde log(SiO_2/Al_2O_3) ve log(Na_2O/K_2O) parametrelerinin kullanıldığı Pettijohn ve ark. (1972) diyagramına göre güncel göl çökeli örneklerinin sınıflandırılması

Litofil elementler, jeokimyacılar tarafından uyumlu ve uyumsuz elementler olmak üzere ikiye ayrılmışlardır. Uyumlu elementler mağmanın ergimesi veya kristalizasyonu esnasında katı fazı, ergiyik faza tercih ederlerken, uyumsuz elementler sıvı fazı tercih ederler (Jenner, 1996; Taylor ve McLennan, 2003). Uyumsuz elementler de kendi aralarında iyonik yük/iyonik çap (iyonik potansiyel) oranlarına göre Yüksek Alan Kuvvetli Elementler (YAKE) ve Düşük Alan Kuvvetli Elementler (DAKE) olmak üzere bölümlendirilebilirler (Rollinson, 1993; Jenner, 1996). Küçük iyon çaplı ve yüksek değerlikli YAK elementlerin (Zr, Hf, Nb, Ta, Ti ve P) iyonik potansiyelleri 2 den büyük buna karşın büyük iyon çaplı ve küçük değerlikli DAK elementlerinin (Cs, Rb, K, Ba, Sr, Th, U ve Pb) ise iyonik potansiyelleri 2 den küçüktür (Rollinson, 1993; Jenner, 1996). Diğer bir sınıflama da Geçiş Elementleri (GE) olarak tanımlanan elementler olan Cr, Ni, Sc, V, Co, Cu ve Zn gibi elementler için yapılmıştır (Jenner, 1996). Yine uyumsuz elementler gurubunda olan NTE (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) bu sınıflamaya göre YAK element gurubuna girmesine rağmen lantanidler adı altında ayrı bir grup olarak incelenirler. Nadir toprak elementleri de kendi içinde La'dan Sm'a kadar Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE) ve Gd'dan Lu'ya kadar Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır (Taylor ve McLennan, 2003). Jeokimyasal olarak DAKE (Th hariç) hareketli, YAKE, NTE ve GE ise hareketsiz davranış göstermekte ve bu hareketli veya hareketsiz davranışlar kullanılarak çökellerde köken ve tektonik ortam analizleri yapılabilmektedir (Jenner, 1996).

Çökellerde iz element konsantrasyonları; kaynak türü ve bileşimi, bozunma, diyajenez, çökel ayrışması ve her bir elementin sulu ortamdaki jeokimyasal davranışları ile kontrol edilmektedir (Rollinson, 1993). İncelenen güncel göl çökeli örneklerinde tespit edilen Zn, As, Sr, Mo ve Sb içerikleri ÜKK ve ASAŞ değerlerine göre daha yüksek, diğer elementler ise düşüktür (Şekil 5.12). Förstner ve Wittmann (1979), şeyller ile karşılaştırıldığında iz element konsantrasyonlarının, karbonatlı kayaçlarda oldukça düşük olduğunu belirtmektedir. Bu yüzden incelenen örneklerde iz element konsantrasyonlarının çoğunun düşük olması çökellerdeki yüksek CaO ve düşük kil içerikleri ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca örneklerdeki Ni, Cs ve U içeriklerinin şeyller ile benzer; Be, Se, Cd ve Tl içeriklerinin ise çok düşük olduğu görülür.



Şekil 5.12. Güncel göl çökeli örneklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre normalize edilmiş iz element içerikleri (Element sırası artan atom numarasına göredir)

Ana ve iz elementlerin birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenebilmesi için korelasyon analizlerinden faydalanılmıştır (Çizelge 5.9 ve 5.10). Al_2O_3 ile Sc, Ba, Ga, Th, Y, ΣYAKE, ΣNTE, ΣANTE, ΣHNTE, Co, Hf, Nb, Rb, Ta, V, Zr ve Ni arasındaki kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkileri, belirtilen elementlerin fillosilikatlar tarafından kontrol edildiğine işaret etmektedir (Das ve Haake, 2003; Das ve ark., 2006; Jin ve ark., 2006; Das ve ark., 2008).

Zr ve Hf 'un jeokimyasal olarak benzer davrandığı, aralarındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi ile anlaşılmaktadır (Çizelge 5.10). Karot ortalamalarında yaklaşık 37 olan Zr/Hf oranı, Murali ve ark. (1983) tarafından zirkon kristallerinin analizleri neticesinde raporlanan 39 değerine yakındır ve bu durum Hf üzerinde zirkon kontrolünü göstermektedir. Ancak yukarıda da belirtildiği üzere Al_2O_3 ile Zr arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon olması, zirkonun muhtemelen ince tanelilerle birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Condie (1991), hidrolik ayrıştırmanın, çoğu ağır minerallerin silt ve kum ile birlikte toplanmasına sebep olduğunu ancak bozunma ve erozyon esnasında bazı çok ince taneli zirkon minerallerinin de killere eşlik edebileceği tespitinde bulunmuştur. Bu tespit buradaki duruma uymaktadır. Sr' un Al_2O_3, Fe_2O_3 ve

SiO_2 ile kuvvetli negatif korelasyonu bu elementin fillosilikat fazı dışındaki minerallerle ilişkili olduğunu belirtmektedir.

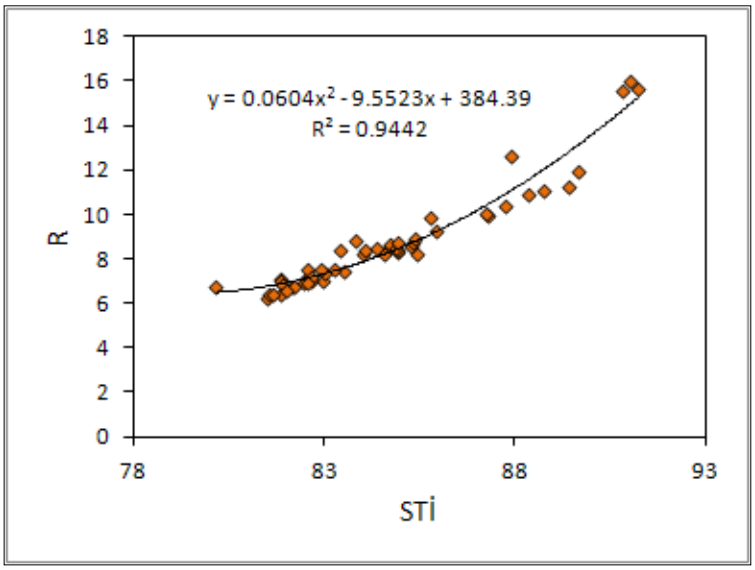
Cr ve Ni'in kilce zengin çökellerde zenginleşmesi, bozunma ve depolanma sırasında bu elementlerin kil boyutu partiküllere yapışması veya elementler arası yer değiştirme olayları sonucunda meydana gelmektedir (Wronkiewicz ve Condie, 1987).

ΣNTE, ΣANTE ve ΣHNTE ile Al_2O_3 ve Zr arasındaki çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyon bunlar üzerinde kil ve zirkon kontrolünün olduğunu göstermekte fakat Zr ile olan korelasyon katsayılarının Al_2O_3'e göre nispeten daha düşük olması zirkon kontrolünün daha az öneme sahip olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde NTE ile P_2O_5 arasındaki çok kuvvetli fakat daha düşük korelasyon katsayılı korelasyon arka planda apatit ve monazit kontrolüne işaret etmektedir. İlk defa McLennan ve ark. (1980) tarafından işaret edilen La ve Th arasındaki pozitif korelasyon (r=0.8) göl çökellerinde de gözlenmekte (r=0.828) ve bu elementlerin bozunma ve erozyon esnasında benzer jeokimyasal davranışlar gösterdiğini desteklemektedir. Th ile Fe_2O_3 (r=0.927), TiO_2 (r=0.806), P_2O_5 (r=0.782), Al_2O_3 (r=0.772) ve Zr (r=0.695) arasındaki kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkileri Th'un; kil, sfen, apatit ve zirkon mineralleri tarafından birlikte kontrol edildiğini belirtmektedir (Condie, 1991).

5.3.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi

Güncel kırıntılı çökel örneklerinin bozunma geçmişini belirleyebilmek için Nesbitt ve Young (1982) tarafından geliştirilen AKİ (Alterasyonun Kimyasal İndeksi) ve Harnois (1988) tarafından bulunan BKİ (Bozunmanın Kimyasal İndeksi) hesaplanmıştır (Çizelge 5.8). AKİ=100*(Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)) ve BKİ=100*(Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)) formülleri bu indekslerin hesaplanması için kullanılmaktadır. Burada her bir oksit molekül oranı olarak yerine konur ve CaO sadece silikat fazdaki miktarı temsil eder. Ancak söz konusu örnekler için hesaplanan AKİ ve BKİ değerleri doğru sonuçlar vermemektedir (çok düşük indis değerlerine ulaşılmaktadır). Bunun sebebi formüllerde silikatlara ait olması gereken CaO ve Na_2O değerlerinin, evaporitlerden kaynaklanan zenginleşmelerin de eklenerek kümülatif olarak hesaba katılmış olmasıdır. Her iki oksitin birlikte zenginleşmesi, bunlardan silikat fazının matematiksel yöntemlerle ayrılmasını ve bir değerden diğerinin hesaplanmasını olanaksız hale getirmektedir. Bu yüzden CaO ve Na_2O parametrelerinin

kullanılmadığı Ruxton (1968)'in basit Ruxton indisi (R= SiO_2/Al_2O_3) ve Jayawardena ve Izawa (1994) tarafından geliştirilen Silis-Titan indeksi (STİ=100*[(SiO_2/TiO_2/((SiO_2/TiO_2)+(SiO_2/Al_2O_3)+(Al_2O_3/TiO_2))]) hesaplanmış ve çok daha uygun sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Çizelge 5.8). R indeksi 10'dan büyük, STİ ise 90'dan büyük değerler için taze kayaç değerlerini almakta ve her iki indis de sıfıra yaklaşırken bozunma dereceleri artmaktadır. İncelenen örneklerde R değeri 6.23 ile 15.95 (ortalama=8.69) arasında değişirken, STİ değeri ise 80.18 ile 91.24 (ortalama=84.64) arasında değişmektedir. Standart ASAŞ için R ve STİ değerleri sırasıyla 5.64 ve 80.33; ÜKK için ise sırasıyla 7.36 ve 84.00 tür. Buna göre güncel kırıntılı göl çökelleri için kaynak alanındaki bozunma derecesinin, ÜKK' ya yakın, ASAŞ tan ise çok daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla güncel kırıntılıları oluşturan tanelerin çok fazla bozunmadan göle ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Bu iki şekilde açıklanabilir; genç bir morfoloji ve yüksek erozyon oranı ya da peneplenleşmiş bir morfolojiye rağmen kurak iklim şartlarında kimyasal bozunmaya karşın çok daha etkili olan fiziksel bozunma süreçleri. Muhtemelen bunlardan ikincisi tuz çökelten bir göl için çok daha etkin olmuştur. Ayrıca ST ve R indekslerinin bazı yörelerde birbirleri ile uyumlu oldukları belirtilmiştir (Price ve Velbel, 2003). Bu çalışmada da her iki indeksin uyumu araştırılmış ve STİ ile R arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi (r=0.95) gözlenmiştir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Güncel kırıntılı çökel örnekleri için hesaplanan R ve ST indeksleri arasındaki ilişkiyi gösteren varyasyon grafiği

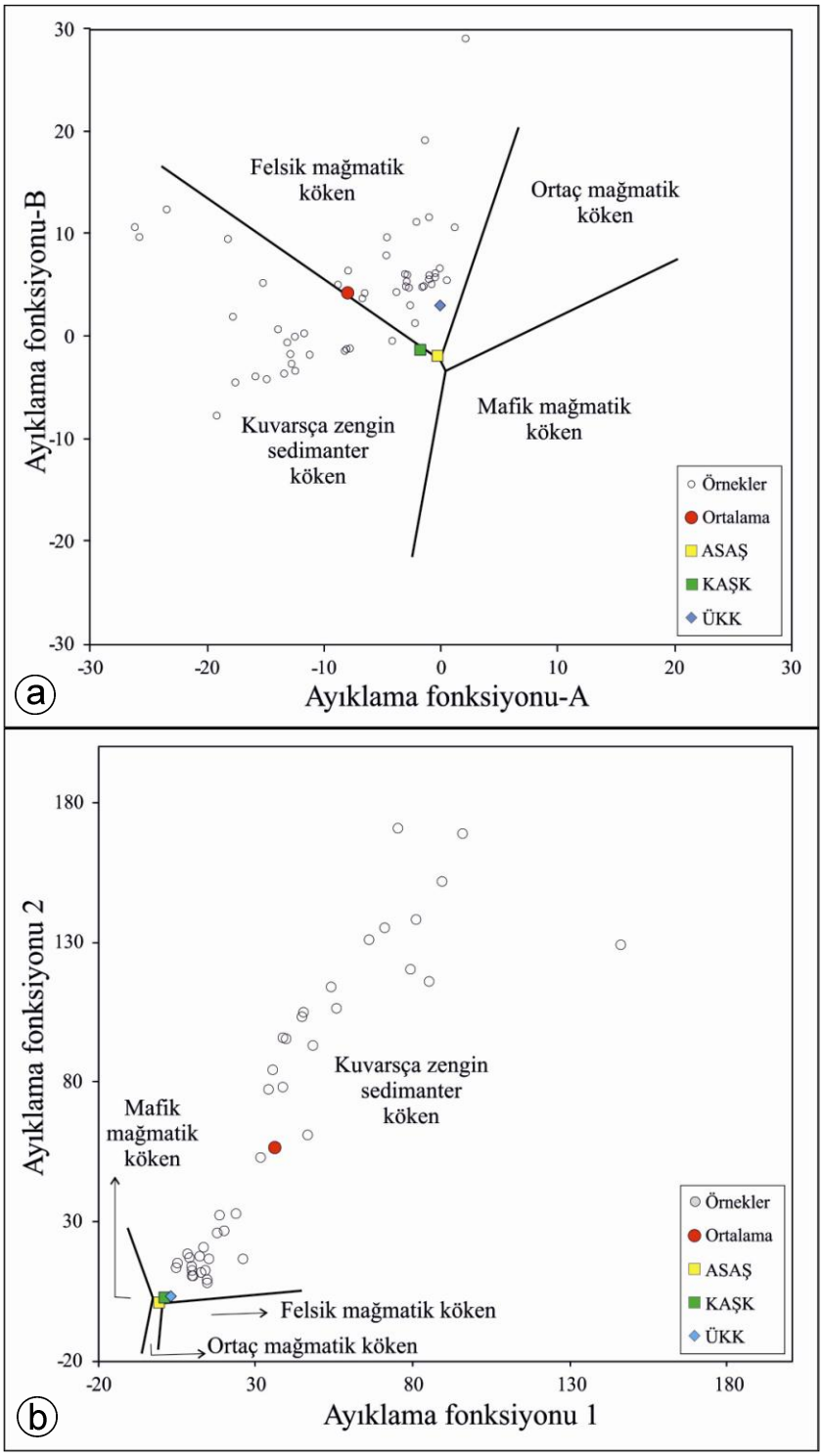
5.3.2. Köken

Kırıntılı çökellerin tanesel veya kimyasal bileşiminin her birinin kendine özgü oluşumu ve bileşimi olan mağmatik/metamorfik/sedimanter kaynak kayaçlarının nitelikleri ile doğrudan ilişkili olduğu kabul edilmekte (Dickinson, 1985, 1988) ve kaynak kayaçlarındaki bu çeşitlilik kırıntılı sedimanter kayaçlar için belirleyici olup farklı köken tiplerini ayırtlamak için kullanılabilmektedir (McLennan ve ark., 1993).

Köken tipleri petrografik yöntemlerin yanı sıra jeokimyasal veriler kullanılarak da tanımlanabilir. Jeokimyasal veriler kullanılarak tanımlanan köken tipleri, petrografik yöntemin aksine ana ve iz elementler ile bazı izotop kompozisyonlarının birleştirilmesi yardımıyla belirlenmektedir. Jeokimyasal köken tipleri başlıca felsik, ortaç, mafik mağmatik ve kuvarsça zengin sedimanter köken olmak üzere üç veya dört gruba ayrılarak incelenmektedir.

Ana oksit içeriklerini kullanan Roser ve Korsch (1988), ayırt etme fonksiyonlarını hesaplayarak hazırlamış oldukları diyagramlarla köken analizleri yapmışlardır. Güncel kırıntılı örneklere ait ana oksit değerleri; karşılaştırmak amacıyla ÜKK, KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ve ASAŞ'a ait değerlerle birlikte bu diyagramlara aktarılmıştır. Şekil (5.14a) diyagramında incelenen örnekler felsik mağmatik ve kuvarsça zengin sedimanter köken bölgelerine düşerken, örneklere ait ortalama değer KAŞK ve ASAŞ gibi felsik mağmatik-kuvarsça zengin sedimanter köken alanlarının sınırında yer almaktadır. Şekil (5.14b) diyagramında ise örneklerin tamamı ve onlara ait ortalama değer ÜKK, KAŞK ve ASAŞ'tan uzakta kuvarsça zengin sedimanter köken bölgesinde yer almaktadır. Ancak karot örneklerinde kimyasal kökenli evaporit minerallerinin bulunması, kırıntılı fazın kapsadığı bazı ana oksit içeriklerinin artmasına neden olmakta ve hesaplanan ayıklama fonksiyonlarının kırıntılı fazı temsil etme gücü kısmen zayıflamaktadır. Bu sebeple belirtilen diyagramların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

İz element içerikleri kullanılarak yapılan yaklaşımlarda ise daha kullanışlı olan bazı iz elementler seçilmektedir. Bu anlamda NTE, YAKE, Th, Sc, Hf, Cr, Ni ve Co bozunma, taşınma, diyajenez ve metamorfizma esnasında göreli düşük hareketliliklerinden dolayı köken tanımlaması için en uygun iz elementler olarak kabul edilmektedir (Taylor ve McLennan, 1985; Rollinson, 1993; Cullers, 1994, 2000, 2002; Das ve Haake, 2003).



Şekil 5.14. Güncel kırıntılı göl çökelleri için Roser ve Korsch (1988) tarafından ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken diyagramları a) ve b) (ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti ve ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk)

Kondrit'e (Anders ve Grevesse, 1989) göre normalize edilmiş NTE grafikleri asidik ve bazik kayaçlar için farklılık gösteren karakteristik özelliklere sahiptirler. Nadir toprak elementleri, köken kayaçların bozunarak çökel ortamına taşınması esnasında, birbirine uyumlu benzer jeokimyasal davranışlar sergilemeleri ve özellikle de ince taneli

kırıntılılara tutunarak taşınmalarından dolayı, sedimanter kayaçların bünyelerine köken kayaç kimliğini yansıtacak şekilde katılarak, sedimanter kayaçların kökenleri hakkında önemli ipuçları sağlamaktadırlar (Taylor ve McLennan, 1985; Wronkiewicz ve Condie, 1987, 1989). Zira bazik kayaçlar düşük HNTE/ANTE oranlarına sahiptirler ve belirgin bir negatif Eu anomalisi ($Eu/Eu^* = [Eu_{cn}/[(Sm_{cn}).(Gd_{cn})]^{0.5}]$) göstermezler. Buna karşın asidik kayaçlar daha yüksek HNTE/ANTE oranlarına sahiptirler ve belirgin bir negatif Eu anomalisi gösterirler (Cullers ve Graf, 1984).

İncelenen örneklerin ortalaması, karşılaştırma yapılabilmesi için ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiştir. Ortaya çıkan desen ÜKK, ASAŞ ve KAŞK desenlerine benzer bir şekilde HNTE zenginleşmesi (HNTE/ANTE=8.94; $(La/Yb)_{cn}$=9.98; $(La/Sm)_{cn}$= 4.40) ve az eğimli bir ANTE ($(Gd/Lu)_{cn}$=1.58) karakterine sahiptir. Ancak örneklerin NTE içerikleri referans değerlerine göre daha düşüktür (Çizelge 5.11; Şekil 5.15). Normalde HNTE zenginleşmesi, felsik bir kökene işaret ederken ortalama negatif Eu anomali şiddetinin nispeten düşük olması (Eu/Eu*= 0.83); kaynak alanında mafik bir kayaç topluluğunun olabileceğine, yeniden hızlı bozunma süreçlerine girmiş olan plajiyoklas bakımından zengin sedimanter bir kayaca veya Eu'nun jeokimyasal davranışındaki farklılığa işaret etmektedir.

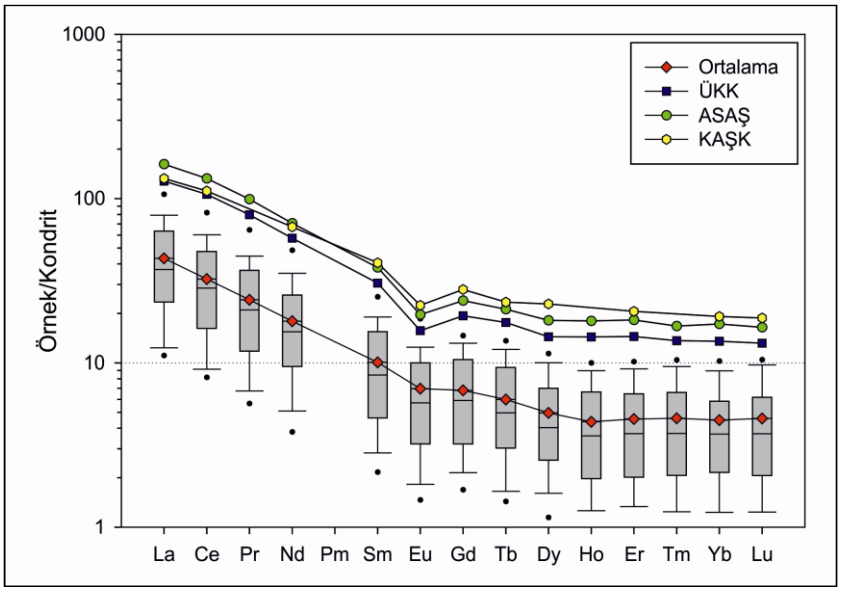
Ortalama NTE içerikleri ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edildiğinde, element içerikleri düşük olmasına rağmen referanslara benzer düze yakın bir desen sunmakta ve belirgin bir pozitif Eu anomalisi ((Eu/Eu*=1.29) vermektedir (Şekil 5.16). Bu pozitif Eu anomalisi yukarıda belirtilen ihtimallerden kaynaklanmaktadır ve çökellerin Eu bakımından zenginleştiğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla söz konusu çökeller için felsik köken ağırlık kazanırken kısmen ortaç-mafik bir kökenden veya bozunmaya uğramış plajiyoklas bakımından zengin sedimanter bir kayaçtan da malzeme gelimi olduğu ihtimali desteklenmektedir.

Bazı iz elementlerin oranları (La/Sc, La/Cr, La/Co, Th/Sc, Th/Cr, Th/Co, Zr/Sc, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Cr/Th, Co/Th, Cr/Zr ve La/Th) ve bu oranlardan elde edilen bazı grafikler de yine felsik ve mafik köken belirteci olarak kullanılmaktadır (McLennan ve ark., 1993; Cullers, 2000, 2002; Roddaz ve ark., 2007; Kasanzu ve ark., 2008). Felsik ve mafik kökenden türemiş çökellerdeki element oranları Çizelge 5.12'de gösterilmiştir. Burada incelenen gölsel kırıntılıların La/Sc ve Th/Sc oranları felsik; La/Co, Th/Co ve Th/Cr oranları ise mafik kökenli çökellere benzemektedir. Aynı örneklerin Zr/Sc oranı felsik; La/Cr, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Cr/Th, Co/Th ve Cr/Zr oranları ise mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.13).

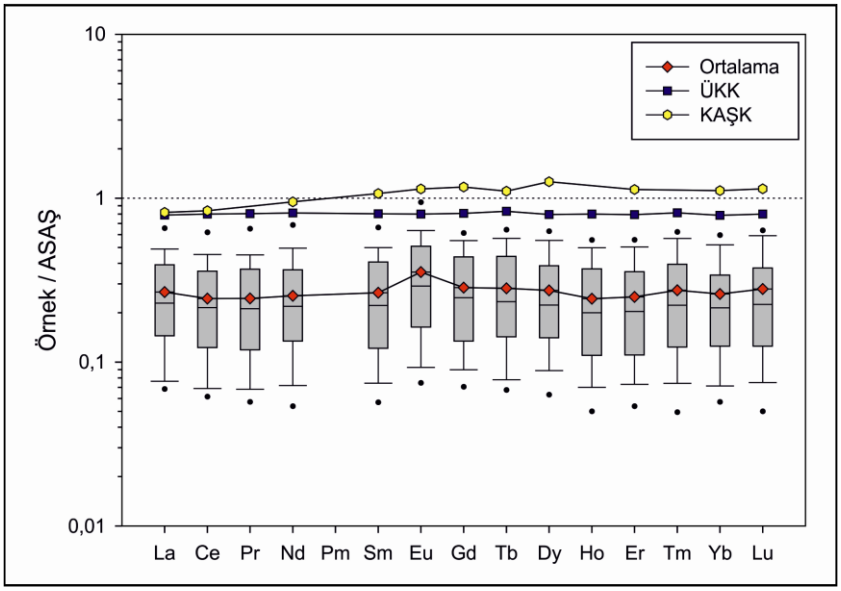
Çizelge 5.11. Güncel kırıntılı göl çökelleri için iz element gruplarının toplam miktarları ve bazı kondrit normalize element oranları

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
KA2	1728.13	1510.99	11433.78	45.31	40.60	4.33	9.38	10.86	4.53	1.69	0.99	0.88
KA3	883.42	1063.12	9155.16	25.71	23.02	2.48	9.28	9.63	4.70	1.30	1.00	0.92
KA4	1236.36	1368.51	11509.01	41.78	37.84	3.63	10.42	12.12	5.25	1.51	0.96	0.83
KA5	2027.69	873.09	19778.97	51.15	44.85	5.80	7.73	8.87	4.30	1.46	0.96	0.92
KB1	6876.09	3075.98	12317.55	156.77	143.49	11.98	11.98	14.64	4.40	1.88	0.98	0.89
KB2	3777.98	1569.56	10128.72	109.55	100.75	7.81	12.90	17.05	4.15	2.20	1.00	0.98
KC1	5358.65	4003.62	12465.52	124.71	113.46	10.14	11.19	12.90	4.28	1.76	0.98	0.95
KC2	2929.61	2687.64	11243.36	89.22	81.61	6.79	12.02	16.31	5.05	1.76	0.94	1.05
KD2	1643.31	1390.44	25128.50	53.82	47.93	5.44	8.81	9.01	4.46	1.29	0.98	0.87
KD3	2804.83	2505.96	19501.81	80.58	71.26	8.69	8.20	9.21	4.06	1.42	1.03	0.76
KD4	2965.15	4054.60	18706.58	83.51	73.75	9.11	8.10	8.63	4.12	1.42	1.01	0.76
KD5	3215.42	1106.29	19349.61	84.23	74.03	9.50	7.79	8.19	4.02	1.25	1.00	0.80
KE2	1210.42	1683.53	20668.49	43.65	38.77	4.51	8.60	8.92	4.40	1.24	1.06	0.89
KE3	1456.08	1981.09	21443.66	46.80	41.25	5.15	8.01	7.77	4.49	1.14	1.02	0.90
KE4	2628.12	1458.96	20146.01	73.10	64.46	8.08	7.98	7.89	4.06	1.02	1.03	0.77
KE5	2860.47	1196.73	18367.13	77.68	68.57	8.50	8.07	8.07	4.01	1.44	1.05	0.76
KF2	645.75	1953.80	8006.89	18.33	16.71	1.50	11.14	15.87	7.33	1.42	0.82	0.78
KF3	816.68	1383.96	10237.06	23.36	20.83	2.35	8.86	9.11	4.61	1.63	1.03	0.82
KF4	1112.68	1195.85	9108.28	28.83	25.55	3.06	8.35	9.13	4.18	1.54	1.01	0.74
KF5	1044.64	510.90	8996.78	27.21	24.31	2.69	9.04	11.08	3.99	1.57	1.05	0.78
KG2	443.83	617.45	7985.64	10.81	9.75	0.99	9.85	11.25	6.04	1.61	1.03	0.80
KG3	569.41	1267.05	7397.50	13.90	12.32	1.47	8.38	9.56	4.43	1.77	1.08	0.80
KG4	700.89	852.60	6836.42	20.95	18.86	1.93	9.77	10.88	4.06	1.79	1.02	0.77
KG5	524.57	601.25	88521.01	13.15	11.64	1.41	8.26	10.04	4.13	1.61	0.98	0.73
KH2	1535.77	1396.70	22431.42	44.06	38.69	4.89	7.91	8.99	4.41	1.35	0.96	1.07
KH3	1804.53	1213.32	20817.35	57.05	50.40	6.09	8.28	9.18	4.27	1.45	0.94	0.93
KH4	1894.01	479.67	15951.60	49.45	43.37	5.64	7.69	8.07	4.23	1.54	0.98	0.84
KI2	1764.29	2166.28	10929.68	44.50	39.35	4.79	8.22	8.61	4.03	1.46	0.98	0.75
KI3	2929.21	1569.43	18264.92	73.14	64.14	8.35	7.68	7.89	4.14	1.39	0.98	0.84
KI4	3165.77	1106.93	18000.94	73.59	64.93	7.99	8.13	8.33	4.06	1.30	1.00	0.89
KJ2	1883.67	1159.91	15362.93	44.08	39.08	4.61	8.48	9.46	4.47	1.28	0.99	0.87
KJ3	2882.51	562.90	16289.96	73.27	60.94	11.72	5.20	5.26	4.10	1.04	0.99	0.76
KJ4	3644.30	668.93	18154.39	88.70	78.21	9.80	7.98	7.66	4.03	1.39	1.01	0.75
KK2	674.89	978.51	11668.43	17.82	15.76	1.90	8.29	8.65	3.98	1.76	1.03	0.81
KK3	1281.20	1383.77	13349.64	33.33	29.47	3.55	8.30	9.19	4.09	1.46	0.95	0.86
KK4	651.95	811.92	14487.39	25.32	22.48	2.61	8.61	10.12	4.36	2.00	0.98	0.86
KK5	463.23	843.32	9812.60	16.37	14.51	1.71	8.49	8.98	4.48	1.58	1.01	0.91
KM2	1113.18	1106.94	21005.57	32.04	28.67	3.14	9.13	10.61	4.56	1.62	0.99	0.73
KM3	1413.78	627.62	13968.13	40.09	35.67	4.09	8.72	10.04	3.98	1.65	1.01	0.78
KN2	857.17	693.10	7492.65	26.48	23.78	2.50	9.51	9.23	4.08	1.61	1.05	0.74
KN3	1452.78	1048.31	10450.35	43.45	39.25	3.90	10.06	10.28	4.84	1.79	1.02	0.76
KN4	1076.24	2252.27	7838.21	31.83	28.81	2.77	10.40	11.43	4.54	1.75	1.02	0.83
KN5	376.09	1976.38	87284.81	8.64	7.76	0.81	9.58	9.40	4.58	3.58	1.07	0.77
KN6	467.93	702.27	91053.22	11.97	10.70	1.17	9.15	10.20	4.74	2.22	0.98	0.83
KP1	460.53	526.77	9619.69	11.64	10.37	1.18	8.79	11.25	4.66	1.73	1.05	0.71
KP2	586.71	910.51	8801.92	16.41	14.62	1.64	8.91	9.49	4.29	1.55	0.99	0.88
KP3	436.39	851.17	7805.30	14.61	12.93	1.57	8.24	11.08	4.27	1.58	1.04	0.68
KP4	1196.86	1280.08	11069.87	32.80	29.26	3.28	8.92	9.61	3.98	1.70	1.07	0.78
KP5	1269.46	1213.06	11452.73	36.28	32.38	3.62	8.94	10.39	4.04	1.76	1.06	0.72
KP6	1478.63	977.22	12411.19	40.04	35.63	4.08	8.73	9.05	4.30	1.47	1.06	0.82
KP7	1401.99	499.76	11712.39	39.63	35.51	3.80	9.34	9.79	3.95	1.58	1.04	0.79
Ort.	1718.10	1351.37	18155.31	46.48	41.42	4.68	8.94	9.98	4.40	1.59	1.00	0.83
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Örnekler Cullers (2002)'nin La/Sc-Th/Co diyagramına aktarıldığında kökenin asidik kayaçlar olduğu görülmektedir (Şekil 5.17). McLennan ve ark. (1993)'ten uyarlanan Sc-Th grafiğinde örnekler ve bunların ortalaması kökenin ortaç bir bileşime sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 5.18). Floyd ve Leveridge (1987)'in Hf-La/Th diyagramında da yine örnekler ve ortalaması, felsik-mafik karışım bölgesine düşmektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.15. Güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği ve çökel populasyonuna ait istatistik parametreler



Şekil 5.16. Güncel kırıntılı sığ göl çökel örneklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş grafiği ve çökel populasyonuna ait istatistik parametreler

Çizelge 5.12. Güncel kırıntılı göl çökeli örnekleri ile felsik ve mafik kaynaklardan türemiş karakteristik çökellerin bazı iz element oranlarının karşılaştırılması

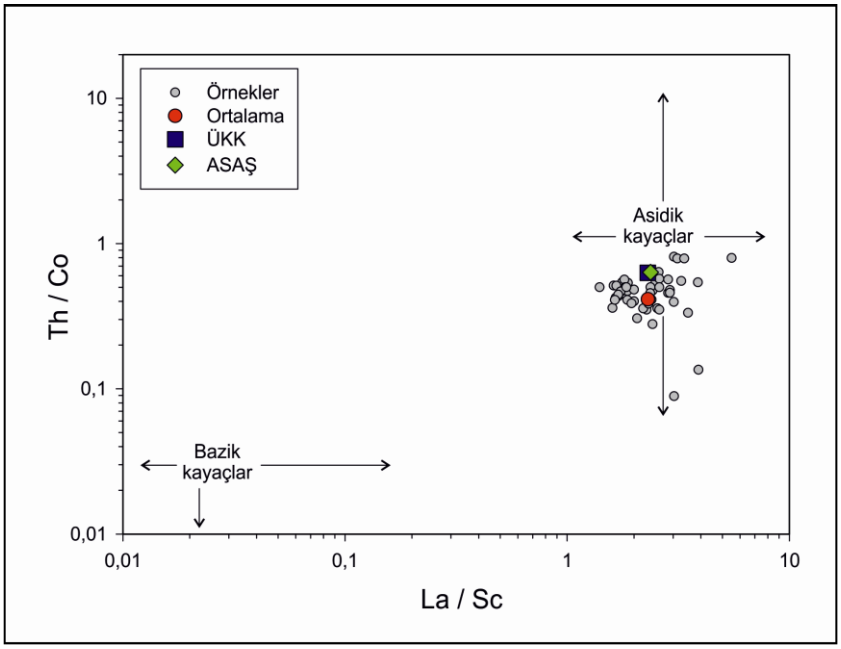
Oranlar	Güncel sığ göl çökeli örneklerindeki dağılım	Çökellerdeki dağılım[a]	
		Felsik kaynak	Mafik kaynak
Eu/Eu*	0.71 - 1.05	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95
La/Sc	1.40 - 3.90	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86
Th/Sc	0.40 - 3.10	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22
La/Co	0.42 - 2.51	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38
Th/Co	0.09 - 3.00	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40
Th/Cr	0.00 - 0.20	0.13 - 02.70	0.018 - 0.046

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000; Cullers ve ark., 1987 ve 1988' den alınmıştır.

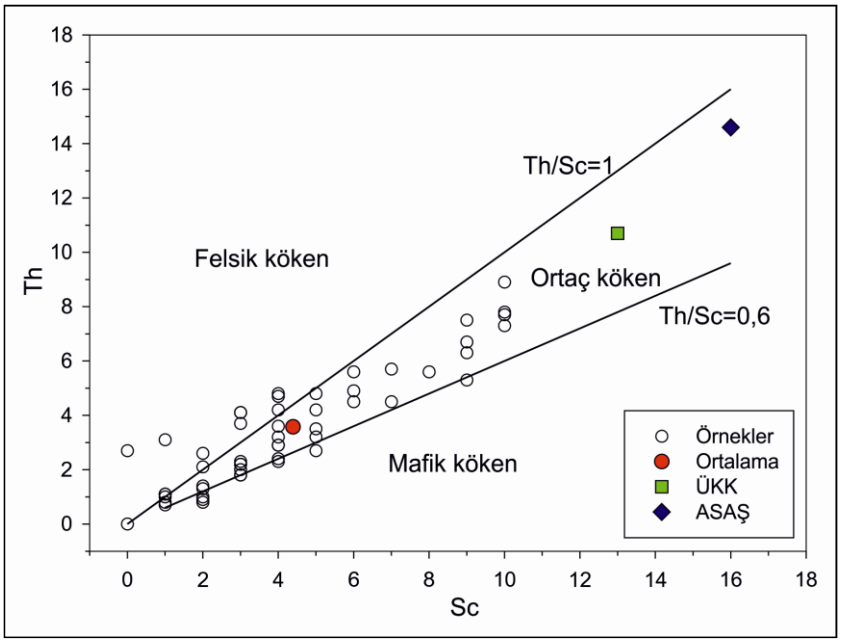
Çizelge 5.13. Güncel kırıntılı göl çökelleri için bazı iz elementlerin oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
KA2	2.55	0.06	1.26	0.73	0.02	0.36	13.68	0.31	6.75	17.44	61.34	2.79	3.25
KA3	2.85	0.04	1.24	1.05	0.01	0.46	14.95	0.20	6.50	26.41	71.68	2.19	5.03
KA4	3.27	0.06	1.46	1.23	0.02	0.55	12.60	0.23	5.64	16.76	44.38	1.81	4.34
KA5	2.28	0.03	0.95	0.84	0.01	0.35	13.04	0.18	5.43	31.21	84.71	2.86	5.46
KB1	3.88	0.02	2.51	0.83	0.01	0.54	40.56	0.26	26.26	40.97	190.66	1.85	3.92
KB2	3.90	0.04	0.70	0.75	0.01	0.14	25.30	0.26	4.56	25.44	132.28	7.40	3.92
KC1	3.02	0.03	2.03	0.59	0.01	0.40	24.18	0.23	16.24	35.47	182.02	2.53	4.43
KC2	3.03	0.05	0.42	0.64	0.01	0.09	13.83	0.24	1.91	18.72	88.19	11.24	4.10
KD2	3.03	0.06	2.09	1.18	0.02	0.81	24.85	0.45	17.14	18.09	46.58	1.23	2.20
KD3	1.88	0.08	1.35	0.74	0.03	0.54	10.12	0.44	7.29	12.15	30.64	1.87	2.25
KD4	1.77	0.08	1.23	0.78	0.04	0.54	8.78	0.41	6.10	11.98	27.19	1.85	2.42
KD5	1.81	0.08	1.15	0.89	0.04	0.56	11.25	0.50	7.12	12.47	25.37	1.78	2.01
KE2	3.13	0.09	1.81	1.37	0.04	0.79	23.80	0.70	13.73	10.92	25.03	1.27	1.44
KE3	3.37	0.06	1.94	1.37	0.02	0.79	25.33	0.43	14.62	17.61	43.39	1.27	2.34
KE4	2.58	0.03	1.76	0.93	0.01	0.64	32.63	0.42	22.25	30.02	83.08	1.57	2.38
KE5	1.62	0.09	1.08	0.77	0.04	0.51	8.67	0.47	5.78	11.40	23.99	1.95	2.13
KF2	5.50	0.07	1.41	3.10	0.04	0.79	33.00	0.40	8.46	14.93	26.49	1.26	2.49
KF3	1.67	0.07	1.16	0.73	0.03	0.51	7.77	0.31	5.42	15.05	34.21	1.95	3.23
KF4	2.07	0.07	1.05	0.60	0.02	0.31	11.50	0.39	5.85	14.35	49.41	3.28	2.58
KF5	1.87	0.07	1.24	0.73	0.03	0.49	9.00	0.33	6.00	14.66	37.32	2.05	3.04
KG2	2.60	0.06	1.30	0.70	0.02	0.35	11.50	0.28	5.75	15.79	58.65	2.86	3.57
KG3	2.90	0.07	1.26	1.10	0.03	0.48	16.90	0.41	7.35	14.16	37.32	2.09	2.43
KG4	2.20	0.05	1.57	0.50	0.01	0.36	14.00	0.34	10.00	18.66	82.10	2.80	2.93
KG5	2.90	0.07	1.21	1.10	0.03	0.46	16.00	0.39	6.67	14.16	37.32	2.18	2.57
KH2	2.50	0.03	1.12	1.20	0.01	0.54	13.35	0.16	6.00	34.21	71.27	1.85	6.41
KH3	2.60	0.03	1.55	0.96	0.01	0.57	13.12	0.16	7.81	31.58	85.53	1.75	6.26
KH4	1.77	0.04	1.02	0.82	0.02	0.47	8.48	0.21	4.89	22.59	48.87	2.12	4.70
KI2	2.43	0.01	0.64	1.05	0.01	0.28	21.10	0.13	5.59	68.42	158.02	3.60	7.86
KI3	2.33	0.02	1.10	0.81	0.01	0.39	16.17	0.16	7.65	43.23	123.64	2.60	6.23
KI4	2.00	0.03	1.14	0.70	0.01	0.40	13.73	0.19	7.84	35.92	102.63	2.50	5.23
KJ2	2.43	0.01	1.28	0.90	0.00	0.47	24.95	0.10	13.13	100.87	271.78	2.11	9.80
KJ3	1.66	0.06	1.00	0.70	0.02	0.42	9.17	0.32	5.54	17.45	41.27	2.37	3.15
KJ4	1.87	0.05	1.21	0.73	0.02	0.47	12.19	0.34	7.86	19.39	49.67	2.12	2.97
KK2	2.00	0.03	1.48	0.65	0.01	0.48	9.35	0.16	6.93	29.08	89.47	2.08	6.22
KK3	1.83	0.05	1.14	0.80	0.02	0.50	9.95	0.25	6.22	21.56	49.18	2.00	3.95
KK4	2.85	0.08	1.24	1.30	0.04	0.57	11.40	0.33	4.96	12.00	26.32	1.77	3.00
KK5	3.50	0.05	1.17	1.00	0.01	0.33	14.90	0.22	4.97	19.55	68.42	3.00	4.59
KM2	2.40	0.05	1.29	0.77	0.02	0.41	11.90	0.26	6.38	19.01	59.50	2.43	3.83
KM3	1.74	0.13	1.16	0.70	0.05	0.47	6.98	0.51	4.65	7.86	19.55	2.14	1.96
KN2	1.87	0.07	1.27	0.60	0.02	0.41	10.23	0.37	6.98	14.66	45.61	2.44	2.67
KN3	2.38	0.06	1.64	0.73	0.02	0.50	18.18	0.44	12.53	17.29	56.62	2.00	2.26
KN4	2.37	0.06	1.61	0.67	0.02	0.45	14.00	0.38	9.55	15.42	54.74	2.20	2.61
KN5	-	0.14	2.11	-	0.20	3.00	-	0.99	15.00	7.20	5.07	0.33	1.01
KN6	1.40	0.10	1.75	0.40	0.03	0.50	9.75	0.71	12.19	9.77	34.21	2.00	1.40
KP1	2.60	0.10	1.63	0.80	0.03	0.50	12.10	0.44	7.56	10.53	34.21	2.00	2.26
KP2	1.85	0.11	1.32	0.70	0.04	0.50	8.90	0.52	6.36	9.25	24.44	2.00	1.92
KP3	1.60	0.12	1.28	0.45	0.03	0.36	7.45	0.54	5.96	8.55	30.41	2.78	1.84
KP4	1.70	0.11	1.28	0.58	0.04	0.43	7.83	0.51	5.91	9.06	26.77	2.30	1.97
KP5	1.95	0.10	1.26	0.60	0.03	0.39	13.55	0.72	8.74	9.65	31.36	2.58	1.39
KP6	1.70	0.12	1.18	0.64	0.05	0.44	11.12	0.81	7.72	8.05	21.38	2.25	1.23
KP7	1.64	0.11	1.24	0.54	0.04	0.41	7.92	0.53	6.00	9.18	27.87	2.44	1.90
Ort.	2.41	0.07	1.34	0.86	0.03	0.52	14.82	0.37	8.39	20.98	62.38	2.43	3.39
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

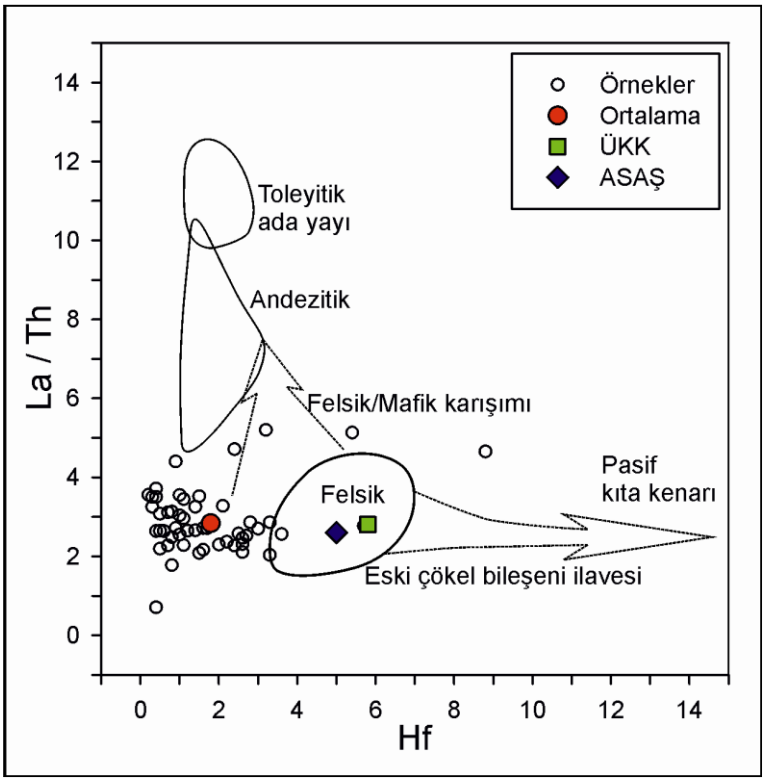
Böylece karotlardaki ana ve iz element kompozisyonlarından elde edilen grafiklerde felsik mağmatik, ortaç ve kuvarsça zengin sedimanter köken olmak üzere farklı kaynaklar belirlenmektedir ve çökellerin bu kaynaklardan beslenerek bir karışım oluşturdukları söylenebilir.



Şekil 5.17. Cullers (2002)'ye göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La/Sc-Th/Co diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.18. McLennan ve ark. (1993)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Sc-Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.19. Floyd ve Leveridge (1987)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Hf-La/Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

Jeokimyasal yöntemlerle belirlenen köken tipleri petrografik yaklaşımlardakilerle birebir örtüşmezler, aksine levha tektoniği ilişkisi bakımından değişik perspektifler sunarlar. Her ne kadar bir köken tipinin sedimanter bir kayacın kökenini tahakküm altına alabileceği değerlendirilse de aslında kökenin muhtemelen bir karışım olabileceğinin önemle belirtilmesi gerekir. Burada yapılması gereken her bir köken tipinin katkısını çözümleyip ayırt etmektir McLennan ve ark. (1993).

Köken tipleri McLennan ve ark. (1993)'na göre a) Eski üst kıtasal kabuk, b) Yeniden çökelme çevrimine girmiş çökel kayaçlar, c) Farklılaşmamış genç yay, d) Farklılaşmış genç yay ve e) Taşınmış bileşenler olmak üzere beşe ayrılmıştır.

Eski üst kıtasal kabuk (EÜKK) tipi kaynak, jeokimyasal farklılaşmadan etkilenmiş eski mağmatik/metamorfik/sedimanter kaynakları kapsamaktadır. Kabuk içinde meydana gelen farklılaşma süreçleri plajiyoklasın derindeki mafik kayaçları tercih etmesine ve sonuçta üst kabuğa kuvvetli negatif Eu anamalisi (0.60-0.70) kazandırmasına sebep olmaktadır. Bu kaynaktan kazanılan çökeller genellikle tekdüze bir kompozisyonla karakterize edilir ve bu da geniş, iyi karışmış kaynağı yansıtır (Potter, 1978). Bu tür ortamlar için büyük oranlarda tekrardan çevrime girme süreçleri beklenmelidir. EÜKK ile baskın sedimanter kayaçlara örnek olarak, kratonik şeyller

(Nance ve Taylor, 1976) ve birçok pasif kıta kenarında çökelmiş türbiditler (McLennan ve ark., 1990) ve yüzeylemiş eski kıtasal kabuktan kazanılmış önülke havzası çökelleri verilebilir. Bu kökenden kazanılmış çökeller belirgin HNTE zenginleşmesi ve güçlü negatif Eu anamalisi gösteren NTE desenlerine sahiptirler ve ayrıca yüksek Th/Sc ve Th/U oranları gösterirler.

Yeniden çökelme çevrimine girmiş sedimanter kayaç (YÇÇK) tipi köken, aslında EÜKK köken tipi tarafından kapsanan bir bileşen olarak bulunmasına rağmen uygun durumlarda bu kökeni ayrı bir bileşen olarak ayırt etmek mümkün olabilmektedir. Çökel çevriminde özellikle zirkon olmak üzere bazı ağır minerallerin zenginleşmesi eşlik edebilmektedir. Bu tür zenginleşmeleri iz element ilişkileri kullanarak tanımlamak mümkündür. Th/Sc oranı mağmatik kimyasal farklılaşmayı en iyi yansıtan bir orandır. Zr/Sc ise zirkon zenginleşmesini belirten kullanışlı bir indekstir. Dolayısıyla Th/Sc-Zr/Sc diyagramı, ayıklama süreçlerinin ve nihayetinde tekrardan çevrime girmiş bir çökel kayaç kaynağının etkili olup olmadığının belirlenmesinde oldukça elverişlidir (McLennan ve ark., 1990).

Farklılaşmamış genç yay (FMGY) tipi köken, önemli miktarlarda plajiyoklası ayıracak derecede kabuk içi farklılaşmaya uğramamış, ada ve kıta yaylarındaki volkanik ve plütonik mağmatik kayaçları kapsamaktadır. Buna göre önemli negatif Eu anomalisinin olmamasına ek olarak, bu tür çökeller değişken ana ve iz element içeriklerine sahiptirler ve çökel çevrimine de rastlanmaz. Düşük HNTE zenginleşmesi ve düşük Th/Sc oranları tipik olarak gözlenir. Kaynakta mantodan kazanılmış kayaçların belirlenmesi için Th/U oranı kullanılır. Üst kıtasal kabuk için Th/U oranı 3.5-4.0 arasında değişmektedir. Aktif kıta kenarı konumundaki farklılaşmamış genç yay bileşenlerine sahip çökeller ise Th/U oranı 3.5'in altındaki düşük Th ve U değerlerine sahiptirler. Dolayısıyla Th-Th/U grafiği bu tür çökellerin ayırt edilmesinde çok kullanışlı olmaktadır. FMGY köken bileşeni baskın olarak yayönü havzalarında gözlenmektedir (McLennan ve ark., 1993).

Farklılaşmış genç yay (FGY) tipi köken, önemli negatif Eu anomalisi sergileyen, kabuk içi farklılaşmadan etkilenmiş ada ve kıta yaylarındaki (manto kökenli) volkanik ve plutonik mağmatik kayaçları kapsamaktadır. Bu köken, yayın koparak parçalanmasından sonra yüzeyleyen fakat yay içinde oluşarak farklılaşmış felsik volkanik tüf ve plutonlar ile temsil edilmektedir. FMGY köken tipinden farkı belirgin Eu anomalisi göstermesidir. Bu köken tipinin orjinali EÜKK ve FMGY köken tipleriyle mukayese edildiğinde, genellikle bunlar gibi baskın özellikler sunmadığı bunun yerine

EÜKK ve FMGY köken tiplerinin karışımını yansıttığı görülür (McLennan ve ark., 1993).

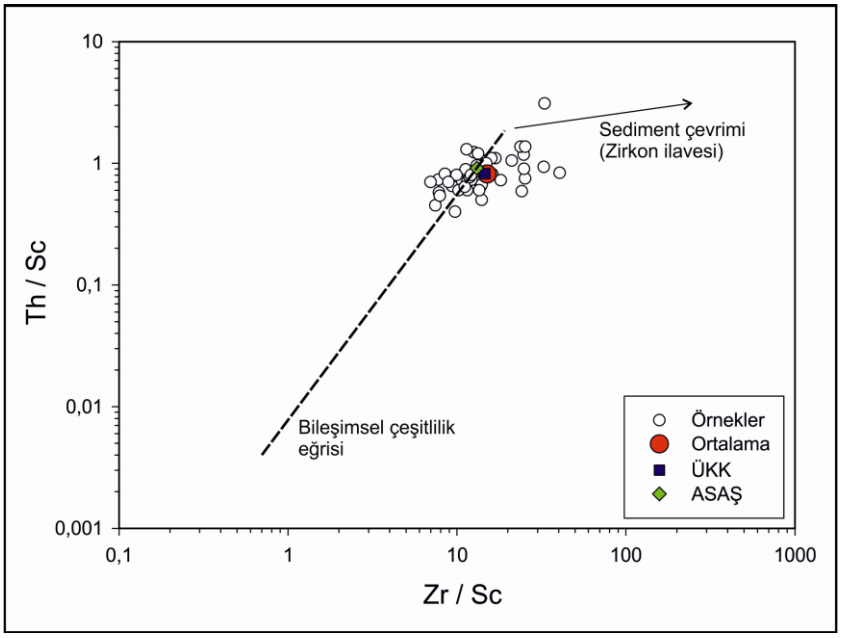
Taşınmış bileşenler (TB) tipi köken önemli tektonik etkileri olabilen taşınmış bileşenleri kapsamaktadır. Hiscott (1984), üzerlemiş ofiyolitik bir kaynak ile ilişkili olarak flişlerdeki ferromagnezyen iz elementlerin değişimini ilişkilendirerek Y/Ni-Cr/V grafiğini önermiştir.

McLennan ve ark. (1993)'nın Zr/Sc-Th/Sc diyagramına (Şekil 5.20) düşürülen güncel kırıntılı göl çökeli örneklerine ait ortalamanın, bileşimsel çeşitlilik çizgisine (orijine yakın olan kesim mafik, daha uzak kesimler ise felsik bileşimli kayaçları temsil eder) ve aynı zamanda ASAŞ ve ÜKK'ya yakın olmasına rağmen bazı örnekler bu eğilimden saparak zirkon zenginleşmesi yönünde noktalanırlar. Bu durumda kaynak bölgede var olan sedimanter kökenli kayaçların tekrardan bozunmaya uğrayarak, ayrışması çok daha zor olan zirkonun zenginleşmesine sebep olduğu yorumu yapılabilir. Buna göre incelenen örnekler için çok zayıf da olsa kısmen YÇÇK tipi köken bileşeni ayırt edilebilmektedir.

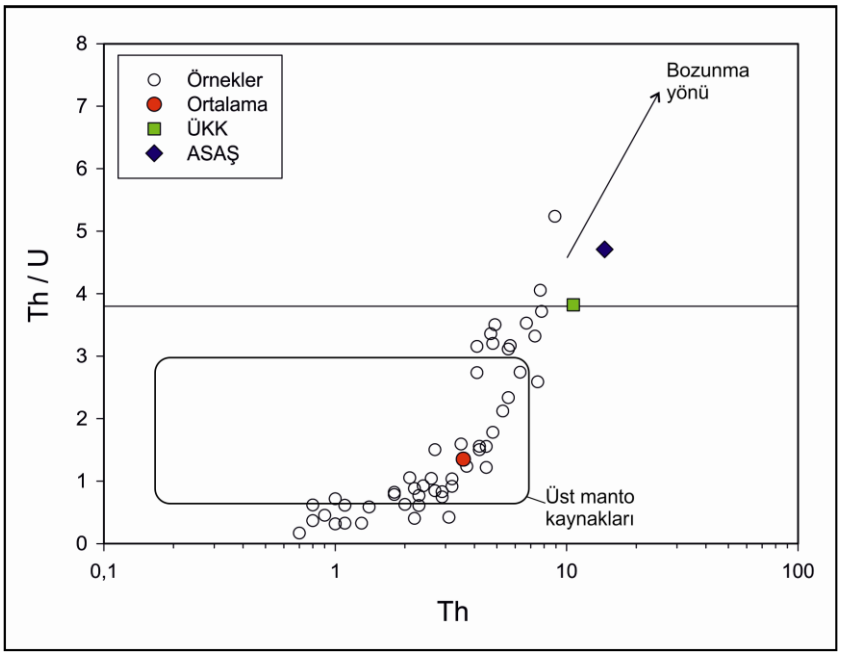
McLennan ve ark. (1993)'nın Th-Th/U diyagramına (Şekil 5.21) düşürülen örneklerin ikisi hariç diğerlerinin ve örneklere ait ortalama değerin ÜKK standart çizgisinin altında kalarak çoğunlukla üst manto kaynakları bölgesinde toplandıkları gözlenmektedir. Bu sebeple çökeller için FMGY tipi kökenden söz edilebilir.

Örnekler, Hiscott (1984)'ün Y/Ni-Cr/V diyagramına aktarıldığında ise Y/Ni oranlarının çok düşük olduğu, buna karşın Cr/V oranlarının dikey bir hat boyunca artıp azaldığı görülmektedir (Şekil 5.22). Düşük Y/Ni oranı, mafik/ultramafik kaynağa ve ayrıca yüksek ferromagnezyen içeriğine işaret eder. Cr/V oranı ise diğer ferromagnezyen elementlerle karşılaştırıldığında krom zenginleşmesini belirtmek için kullanılır. Cr/V oranlarındaki bu yükseklik, kaynak alanda okyanusal kabuk bileşeninden türemiş ofiyolitik materyallerin, fazla karışıma uğramadan doğrudan geldiğine işaret eder. Bu özelliklere göre güncel kırıntılı göl çökelleri, TB tipi kökene işaret etmektedir (McLennan ve ark., 1993).

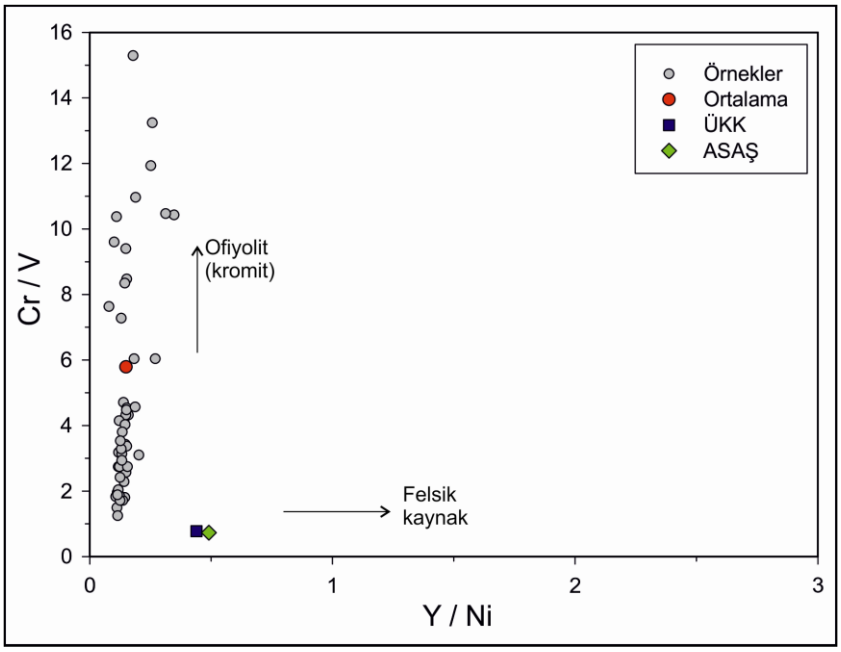
Güncel kırıntılı göl çökelleri için NTE desenleri kökende kısmen mafik bileşimli kayaçlar olduğuna, La/Sc-Th/Co diyagramı felsik kökene, Sc-Th ortaç kökene işaret ederken Zr/Sc-Th/Sc diyagramı kısmen YÇÇK tipi, Th-Th/U diyagramı FMGY tipi ve Y/Ni-Cr/V diyagramı ise TB tipi köken bileşenlerinin varlığına işaret etmektedir. Sonuç olarak güncel kırıntılı göl çökellerinin yukarıda belirtilen farklı kökenlerden beslendiği yani bunların karışımı şeklindeki bir kökene sahip olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.20. McLennan ve ark. (1993)'na göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.21. McLennan ve ark. (1993)'na göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Th/U diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.22. Hiscott (1984)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Y/Ni-Cr/V diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

5.3.3. Tektonik konum

Kırıntılı çökel kayaçların jeokimyasal bileşimleri, köken, bozunma, taşınma ve diyajenez gibi çeşitli değişkenlerin birbirleri ile karşılıklı karmaşık etkileşimlerinin bir fonksiyonudur. Bunun da ötesinde tektonik konumun çökel kompozisyonu üzerinde doğrudan etkili olduğu birçok yazar tarafından savunulmuştur (Pettijohn ve ark., 1972; Blatt ve ark., 1980). Dolayısıyla bir çökelme havzasının levha tektoniği açısından konumu ile köken, röliyef, fiziksel ayıklanma ve diyajenez gibi faktörler arasındaki ilişkiler havzada çökelecek olan birimin kompozisyonunu şekillendirmektedir. Bu yüzden kırıntılı çökellerin jeokimyasal bileşimleri ile depolandıkları çökel havzasının tektonik konumu arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Bhatia, 1983).

Çökel kayaçların depolandıkları havzanın tektonik konumunu belirleyebilmek amacıyla farklı yazarlar tarafından ana ve iz element içerikleri esas alınarak geliştirilmiş bazı diyagramlar kullanılmaktadır. Ana element içerikleri çökelme süreçleri sırasında bazı değişimlere uğrayabilirler. Birçok havzada, kaynak kayaç bileşimi ile onlardan türediği açıkça bilinen kumtaşı bileşimi karşılaştırıldığında, kumtaşının SiO_2 bakımından zenginleştiği buna karşın Na_2O ve CaO bakımından fakirleştiği görülmüştür. Bu yüzden ana element kimyasına dayalı incelemeler, her ikisi de

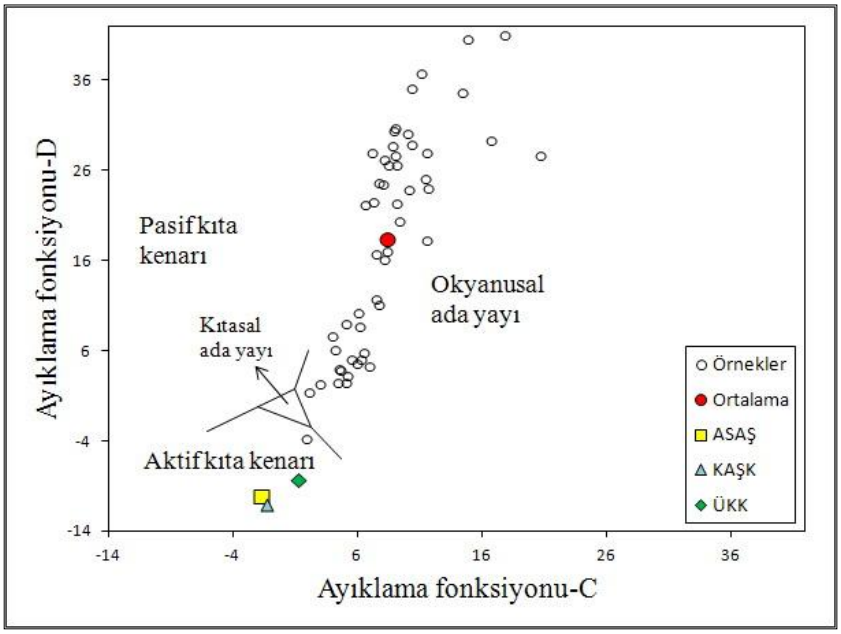
havzanın tektonik konumu tarafından kontrol edilen, köken tipi ve bozunma koşulları hakkında ipuçları verebilmektedir. Ana element içeriklerine göre hazırlanan diyagramlarda tektonik konum okyanusal ada yayı, kıtasal ada yayı, aktif kıta kenarı ve pasif kıta kenarı olmak üzere üç veya dört kategoriye ayrılmaktadır (Bhatia, 1983; Roser ve Korsch, 1986).

Güncel kırıntılı sığ göl çökeli örnekleri Bhatia (1983) tarafından geliştirilmiş ayıklama fonksiyonu grafiğinde (Şekil 5.23) okyanusal ada yayı bölgesinde noktalanmaktadırlar. Ancak söz konusu örneklerin, aynı araştırmacı tarafından önerilen (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 ve (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramlarında belirgin bir bölgede toplanmadığı görülmektedir (Şekil 5.24 ve 5.25). Bu dağınıklığın incelenen örneklerdeki otijen evaporitik mineral içerikleri sayesinde ana oksit kimyasının kaynak kayaca ait bileşimsel özelliğini kaybetmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yine çok yaygın olarak kullanılan bir başka ana oksit diyagramı Roser ve Korsch (1986)'un geliştirdiği SiO_2-(K_2O/Na_2O) diyagramıdır. Bu diyagram kullanıldığında örneklerin, Bhatia (1983)'nın ayıklama fonksiyonu grafiğinde olduğu gibi okyanusal ada yayı bölgesine düştüğü gözlenmektedir (Şekil 5.26).

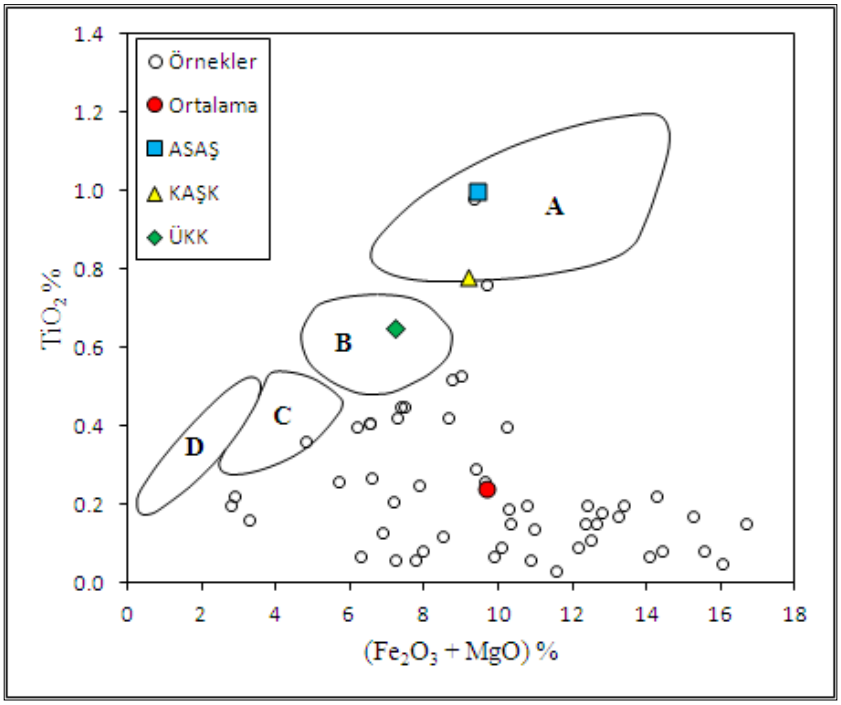
İz elementler de çökelme havzalarının tektonik konumunu belirlemede kullanışlı olabilirler. Göreli düşük jeokimyasal hareketlilikleri ve deniz suyu içersindeki ikamet sürelerinin düşük olması nedeniyle köken ve tektonik konum tanımlamaları açısından La, Ce, Nd, Y, Th, Zr, Hf, Nb, Ti ve Sc en uygun elementlerdir (Holland, 1978). Bu elementler benzer jeokimyasal özellikleri ve birlikte hareket etmeleri nedeniyle bozunma ve taşınma esnasında bolluklarını nicel olarak da korumak suretiyle çökel kayaçların bünyelerine geçerler ve bu yüzden kaynak kayacın izlerini olabildiğince yansıtırlar (McLennan ve ark., 1983).

Ana oksit diyagramlarında olduğu gibi iz element diyagramlarında da tektonik konum; okyanusal ada yayı, kıtasal ada yayı, aktif kıta kenarı ve pasif kıta kenarı olmak üzere dört bölgeye ayırtlanabilmektedir. Bu amaçla Bhatia ve Crook (1986) tarafından geliştirilmiş olan La/Sc-Ti/Zr, La-Th-Sc, Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 diyagramları yaygın olarak kullanılmaktadır. Güncel kırıntılı sığ göl çökeli örnekleri La/Sc-Ti/Zr diyagramına aktarıldığında kıtasal ada yayı ve aktif kıta kenarı bölgelerinin sınırında fakat çoğunlukla da kıtasal ada yayı bölgesinde yoğunluk kazanmaktadırlar (Şekil 5.27). Bu iki değişkene dayalı diyagram, örnekleri belirgin bir bölgeye düşürmese de La-Th-Sc ve Th-Sc-Zr/10 üçgen diyagramlarında örnekler net olarak kıtasal ada yayı bölgesinde toplanmaktadır (Şekil 5.28 ve 5.29). Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramında ise

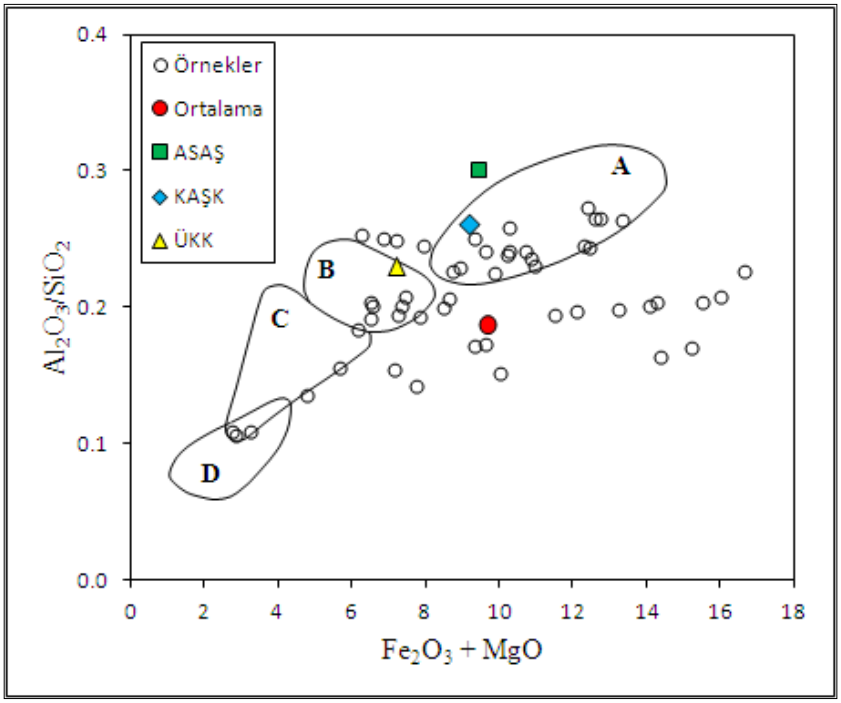
kobalt içeriklerinin biraz yüksek olması nedeniyle örnekler kıtasal ada yayı bölgesinden daha solda konumlanmışlardır (Şekil 5.30).



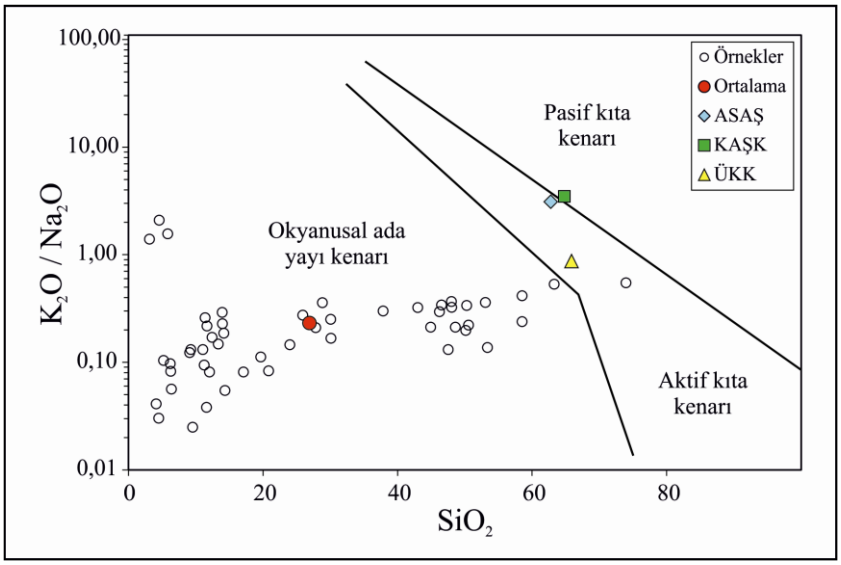
Şekil 5.23. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin tektonik konum ayıklama fonksiyonu diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



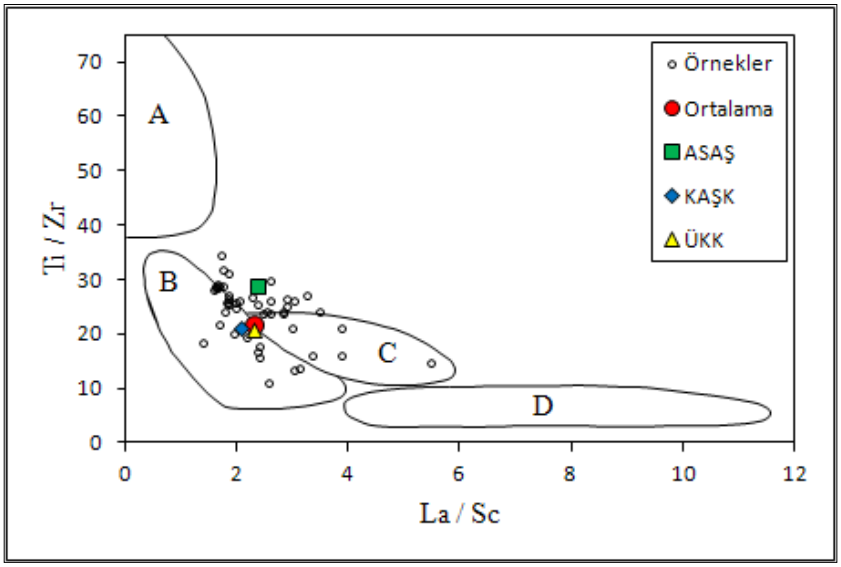
Şekil 5.24. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)



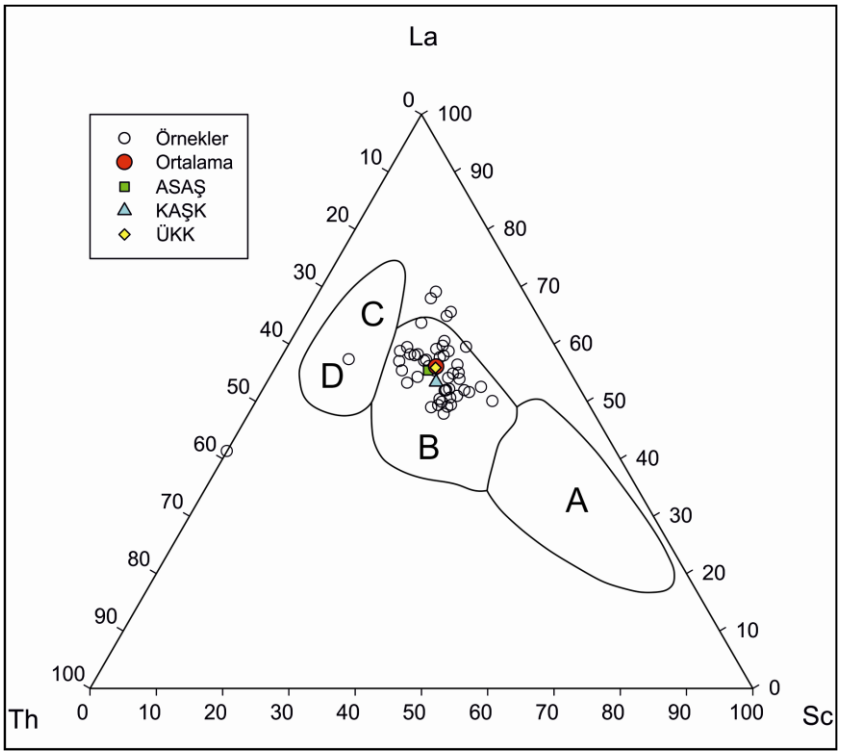
Şekil 5.25. Bhatia (1983)'e göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)



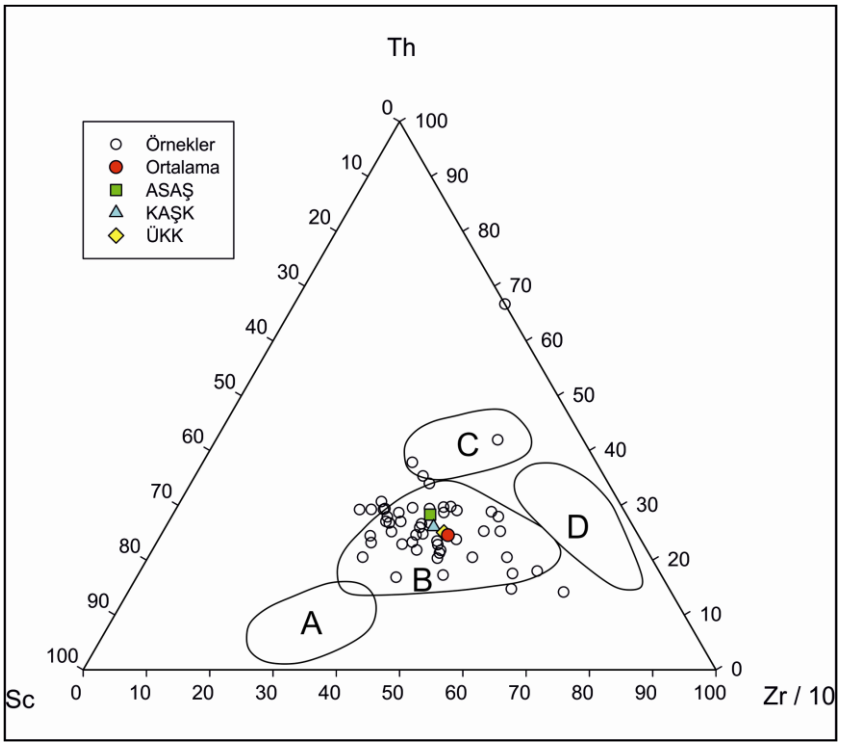
Şekil 5.26. Roser ve Korsch (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin SiO_2-(K_2O/Na_2O) diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



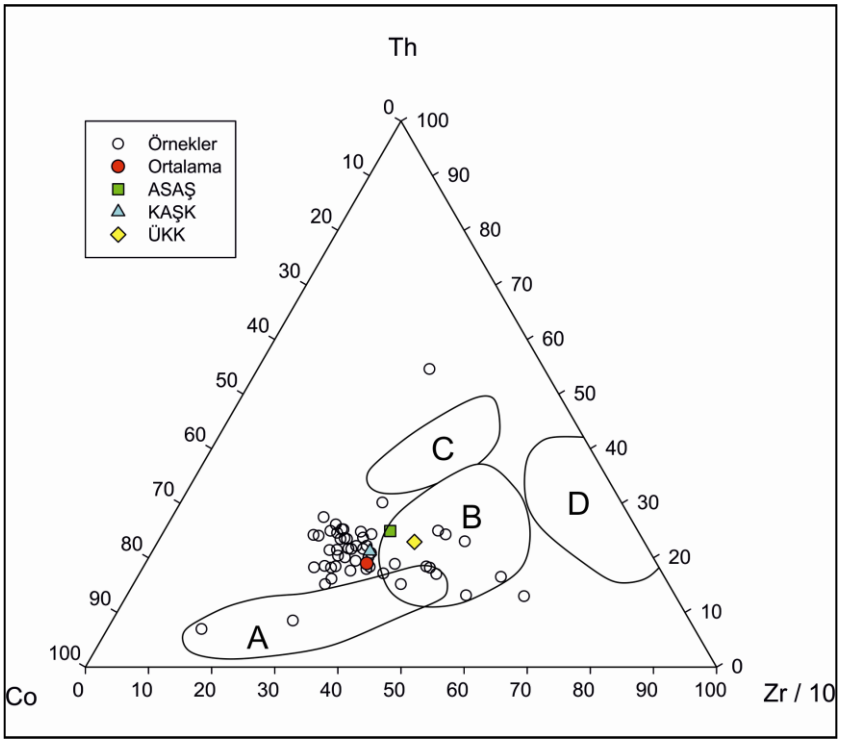
Şekil 5.27. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La/Sc-Ti/Zr diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)



Şekil 5.28. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin La-Th-Sc üçgen diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)



Şekil 5.29. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Sc-Zr/10 üçgen diyagram (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)



Şekil 5.30. Bhatia ve Crook (1986)'a göre güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri, KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti, A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı ve D: Pasif kıta kenarı)

Güncel kırıntılı sığ göl çökeli örneklerinin, ilgili diyagramlar esas alınarak değerlendirilmesi sonucunda ana oksitlere göre Güncel Tuz Gölü'nün tektonik konumu okyanusal ada yayı kenarı ve iz elementlere göre ise kıtasal ada yayı kenarı olarak bulunmaktadır. Burada örneklerdeki ana oksit içeriklerinin evaporitik mineral fazı nedeniyle değişim gösterebileceği unutulmamalıdır. Bu yüzden ana oksitlerin kullanıldığı diyagramlarda bazı sapmaların olabileceği göz önüne alınarak iz elementlere göre hazırlanan diyagramların daha doğru sonuçlar verebileceği sonucuna varılmıştır. Buna göre Tuz Gölü'nün güncel tektonik konumu, kıtasal ada yayı kenarı olarak açığa çıkmaktadır. Görür ve ark. (1984)'ün bölgenin tektonik evrimi ile ilgili çalışması dikkate alındığında büyük bir olasılıkla mevcut Tuz Gölü'nün bir yay önü havzasının en son halini yansıttığı söylenebilir.

5.4. Mezgit Grubu'nun Jeokimyası

Bu bölümde Mezgit Grubuna (Bölüm 3) ait olan Yassıpur, Akboğaz ve Tepeköy formasyonlarının jeokimyası incelenmiştir.

5.4.1. Yassıpur formasyonunun jeokimyası

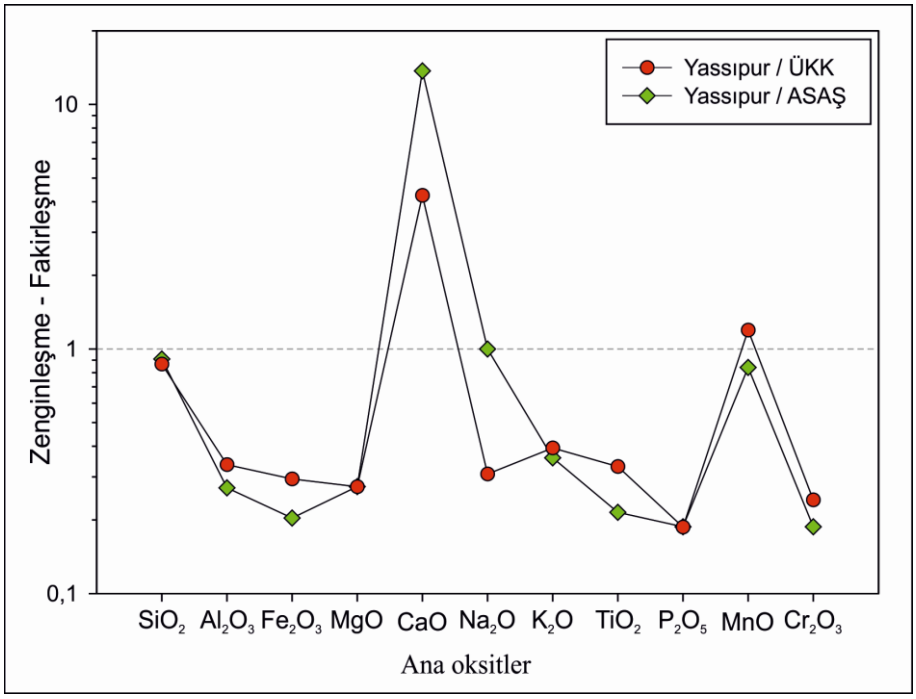
Yassıpur formasyonunun ince taneli kısmından alınan örnekler (Bölüm 4.2.1; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksitler, toplam, LOI, TOT/C, TOT/S ve iz element konsantrasyonları bakımından incelenerek çökellerin köken kayaçları, kaynak alanda bozunma ve çökellerin tektonik ortamı hakkında yorumlar yapılmıştır.

Örneklerde SiO_2 yüzde (54.15-59.82), Al_2O_3 (4.83-5.57), Fe_2O_3 (1.23-1.63), MgO (0.54-0.67), CaO (16.29-18.87), Na_2O (1.12-1.33), K_2O (1.18-1.45), TiO_2 (0.17-0.27), P_2O_5 (0.02-0.04), MnO (0.08-0.11) ve Cr_2O_3 ise (0.002-0.004) arasında değişmektedir. Bu oksitlerin ortalamaları ise sırasıyla yüzde 57.15, 5.12, 1.47, 0.60, 17.83, 1.20, 1.33, 0.22, 0.03, 0.09 ve 0.003'tür (Çizelge 5.14).

Yassıpur formasyonu örneklerinin ana oksit içerikleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde SiO_2, Na_2O ve MnO içeriklerinin değişmediği; Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3 içeriklerinin fakirleştiği; CaO içeriğinin ise belirgin olarak zenginleştiği görülmektedir. Örneklerin ana oksit içerikleri aynı şekilde ÜKK'ya göre normalize edildiğinde fakirleşen Na_2O dışında diğer oksit değerlerinin benzer davrandığı gözlenmektedir (Şekil 5.31).

Çizelge 5.14. Yassıpur formasyonu örneklerinin ana ve iz element içerikleri

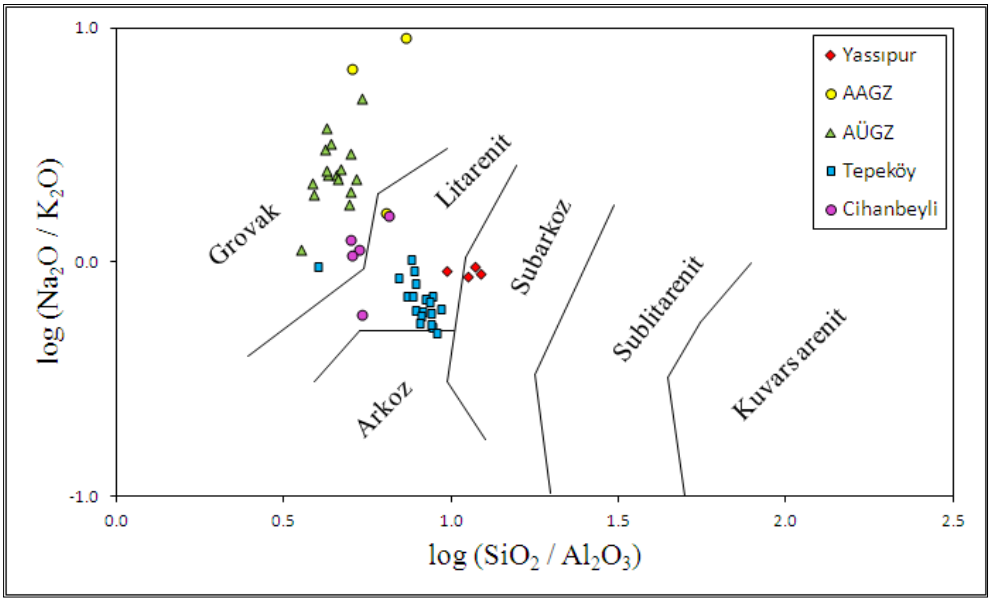
Analit	Birim	MDL	Örnek A-1	Örnek A-2	Örnek A-3	Örnek A-4	Yassıpur Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	%	0.01	54.15	56.65	59.82	57.97	57.15	65.89	62.80
Al_2O_3	%	0.01	5.57	4.83	4.88	5.18	5.12	15.19	18.90
Fe_2O_3	%	0.04	1.50	1.23	1.53	1.63	1.47	5.00	7.23
MgO	%	0.01	0.67	0.54	0.55	0.65	0.60	2.21	2.20
CaO	%	0.01	18.87	18.87	16.29	17.29	17.83	4.20	1.30
Na_2O	%	0.01	1.33	1.12	1.16	1.19	1.20	3.90	1.20
K_2O	%	0.01	1.45	1.18	1.31	1.37	1.33	3.37	3.70
TiO_2	%	0.01	0.17	0.20	0.22	0.27	0.22	0.65	1.00
P_2O_5	%	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.16	0.16
MnO	%	0.01	0.11	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.11
Cr_2O_3	%	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.01	0.016
LOI	%	-5.1	16.1	15.2	14.0	14.2	14.88	-	6.00
Toplam	%	0.01	99.93	99.93	99.94	99.93	99.93	-	104.59
TOT/C	%	0.02	3.94	3.59	3.33	3.57	3.61	-	-
TOT/S	%	0.02	0.03	0.03	-	0.03	0.02	-	-
AKİ	%	-	48.37	49.32	48.25	48.97	48.73	47.98	70.38
BKİ	%	-	56.00	56.72	56.11	56.95	56.45	54.24	82.72
Sc	ppm	1	5	5	4	4	4.50	13.00	16.00
Ba	ppm	1	180	169	191	184	181.00	550.00	650.00
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	3.00	-
Co	ppm	0.2	3.3	2.7	2.7	3.0	2.93	17.00	23.00
Cs	ppm	0.1	1.6	1.8	1.8	2.2	1.85	4.80	15.00
Ga	ppm	0.5	5.3	4.7	4.8	4.9	4.93	17.00	-
Hf	ppm	0.1	1.2	1.1	1.2	1.4	1.23	5.80	5.00
Nb	ppm	0.1	1.5	1.2	1.2	1.5	1.35	12.50	19.00
Rb	ppm	0.1	47.1	37.2	41.0	44.0	42.33	112.00	160.00
Sn	ppm	1	2	-	2	1	1.25	5.50	-
Sr	ppm	0.5	128.3	119.8	110.4	131.9	122.60	350.00	200.00
Ta	ppm	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.13	1.10	-
Th	ppm	0.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.35	10.70	14.60
U	ppm	0.1	1.1	1.1	0.9	0.9	1.00	2.80	3.10
V	ppm	8	34	35	31	33	33.25	110.00	150.00
W	ppm	0.5	0.7	-	0.7	0.6	0.50	2.00	-
Zr	ppm	0.1	36.3	38.7	35.7	50.5	40.30	190.00	210.00
Y	ppm	0.1	12.9	14.5	12.1	9.6	12.28	22.00	27.00
La	ppm	0.1	7.7	7.3	8.3	6.4	7.43	30.00	38.00
Ce	ppm	0.1	12.7	12.2	13.5	11.3	12.43	64.00	80.00
Pr	ppm	0.02	1.50	1.43	1.50	1.29	1.43	7.10	8.83
Nd	ppm	0.3	6.2	5.8	5.8	5.1	5.73	26.00	32.00
Sm	ppm	0.05	1.23	1.21	1.19	1.01	1.16	4.50	5.60
Eu	ppm	0.02	0.40	0.44	0.40	0.33	0.39	0.88	1.10
Gd	ppm	0.05	1.52	1.57	1.55	1.16	1.45	3.80	4.70
Tb	ppm	0.01	0.27	0.28	0.26	0.20	0.25	0.64	0.77
Dy	ppm	0.05	1.64	1.75	1.44	1.21	1.51	3.50	4.40
Ho	ppm	0.02	0.40	0.42	0.35	0.29	0.37	0.80	1.00
Er	ppm	0.03	1.21	1.30	1.06	0.92	1.12	2.30	2.90
Tm	ppm	0.01	0.18	0.20	0.15	0.14	0.17	0.33	0.405
Yb	ppm	0.05	1.15	1.33	0.98	0.93	1.10	2.20	2.80
Lu	ppm	0.01	0.19	0.23	0.17	0.15	0.19	0.32	0.40
Mo	ppm	0.1	1.9	0.3	1.4	2.0	1.40	1.50	-
Cu	ppm	0.1	6.3	3.1	4.1	3.8	4.33	25.00	50.00
Pb	ppm	0.1	6.5	3.9	4.7	3.2	4.58	16.00	20.00
Zn	ppm	1	9	7	8	7	7.75	71.00	85.00
Ni	ppm	0.1	7.6	3.1	5.6	7.4	5.93	50.00	55.00
As	ppm	0.5	6.0	3.4	4.0	3.4	4.20	1.50	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	0.10	-
Sb	ppm	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.33	0.20	-
Bi	ppm	0.1	0.6	-	0.1	0.9	0.40	0.13	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	0.05	-
Au	ppb	0.5	0.9	1.2	0.9	0.8	0.95	1.80	-
Hg	ppm	0.01	0.01	-	-	-	0.00	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	0.75	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	50.00	-



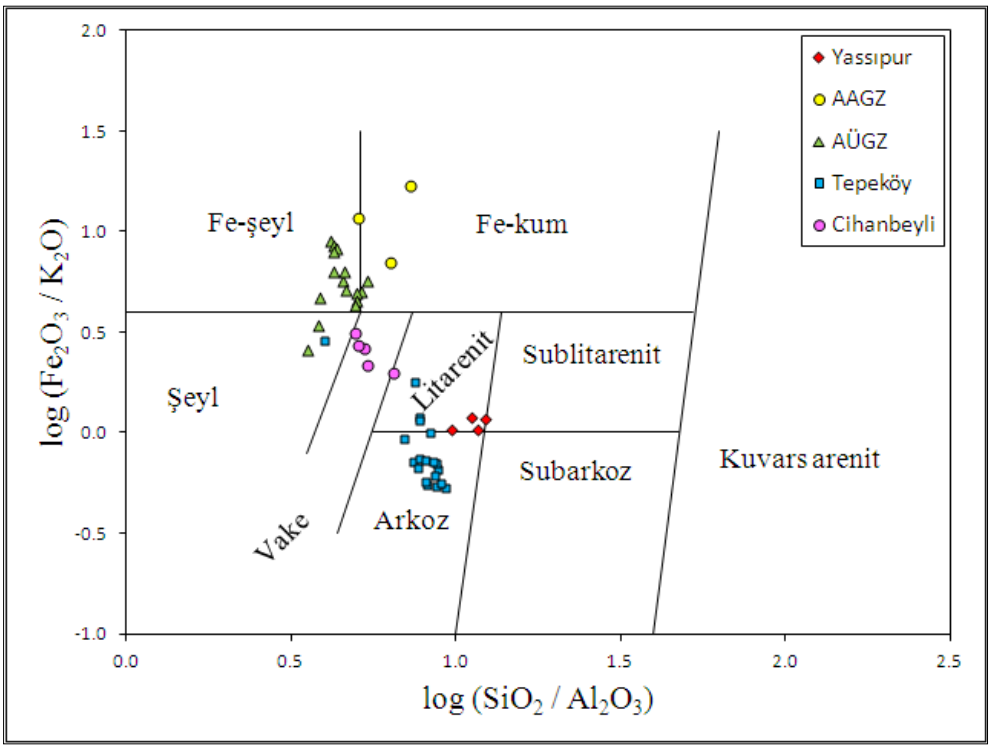
Şekil 5.31. Yassıpur formasyonu ana oksitlerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranları (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

İncelenen örnekler, Pettijohn ve ark. (1972) tarafından geliştirilen kimyasal sınıflandırma diyagramında bir örnek hariç (litarenit) diğer örneklerin tamamı subarkoz bölgesine düşmektedir (Şekil 5.32). Herron (1988)'un diyagramında ise aynı örnekler litarenit bölgesinde yer alır (Şekil 5.33). Yassıpur formasyonu örneklerinin ince taneli kesimden alındığı ve Herron (1988) diyagramının da ince taneli çökellerin sınıflandırılmasında daha iyi sonuç verdiği (Vital ve Stattegger, 2000) göz önüne alındığında bu diyagram bu örnekler için tercih edilebilir.

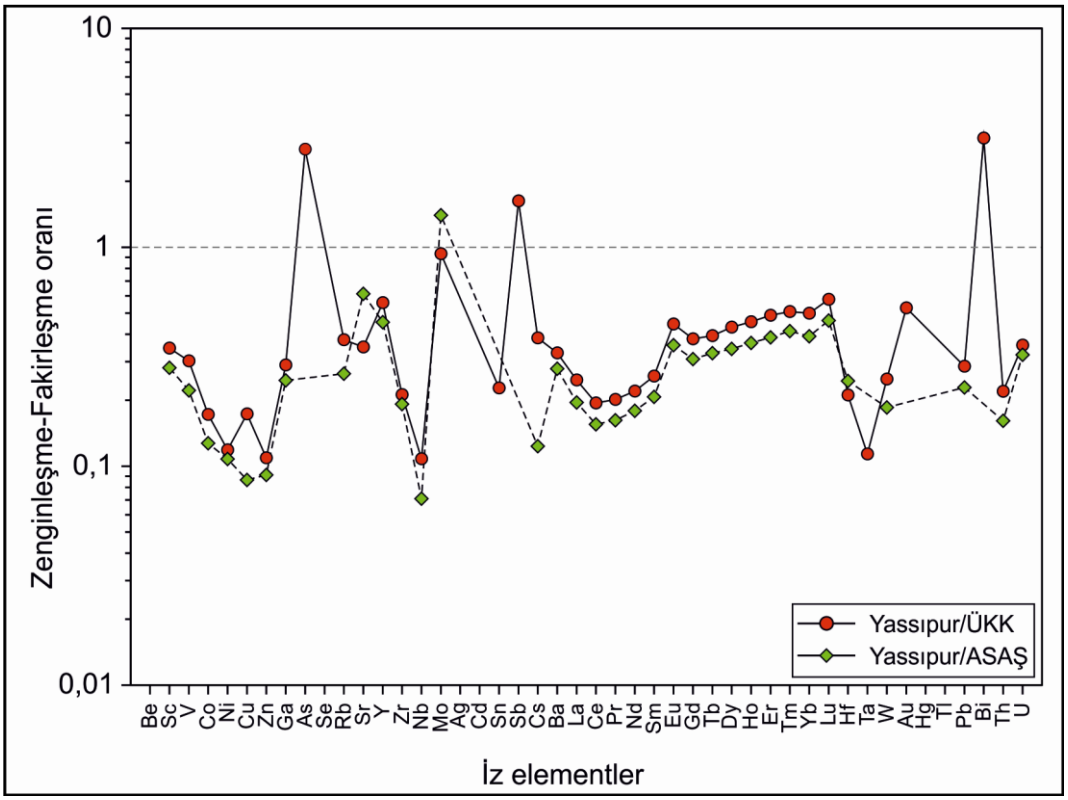
Yassıpur formasyonu örneklerinin iz element içerikleri ÜKK'ya göre normalize edildiğinde As, Sb ve Bi zenginleşirken Mo değişmemekte ve diğer tüm elementler ise fakirleşmektedir. Örnekler ASAŞ'a göre normalize edildiğinde sadece Mo zenginleşirken diğer tüm elementler fakirleşme eğilimindedir (Şekil 5.34). İz element konsantrasyonlarındaki genel düşüş, çökellerdeki yüksek CaO buna karşın düşük kırıntılı malzeme içeriğinden kaynaklanabilir.



Şekil 5.32. Pettijohn ve ark. (1972)'na göre Yassıpur formasyonu, AAGZ, AÜGZ, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örneklerinin kimyasal sınıflandırma diyagramı (AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu)



Şekil 5.33. Herron (1988)'a göre Yassıpur formasyonu, AAGZ, AÜGZ Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örneklerinin kimyasal sınıflandırma diyagramı (AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu)



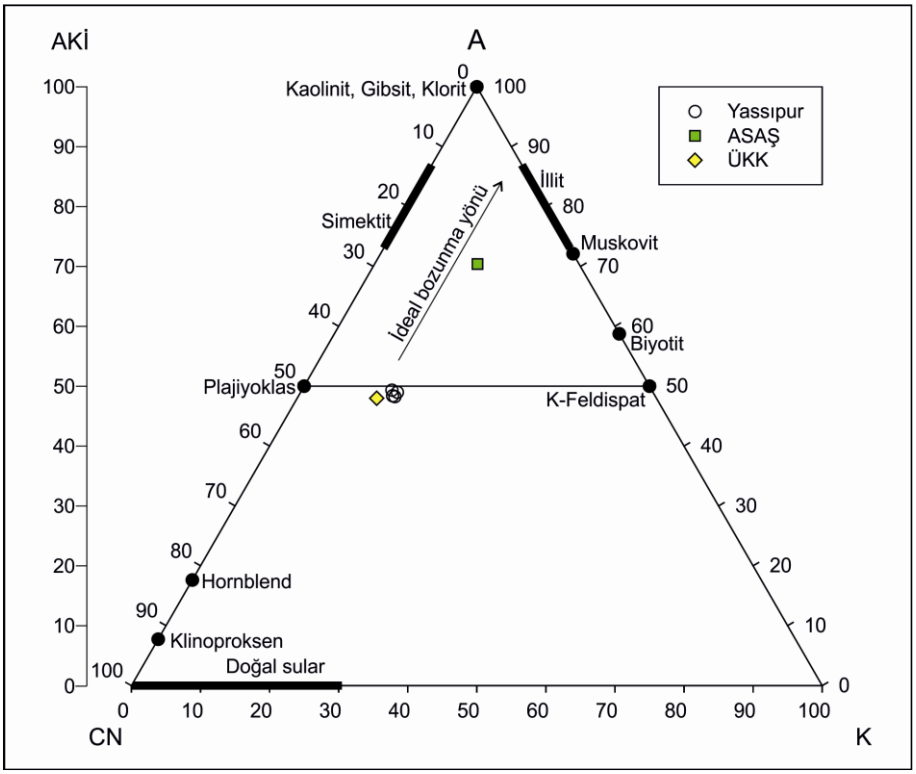
Şekil 5.34. Yassıpur formasyonu örneklerinin iz element içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranı (Element sırası artan atom numarasına göredir, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu ve AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu)

5.4.1.2. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi

Kaynak alanda meydana gelmiş olan bozunma, bu kayaçlardan türemiş olan sedimanter kayaçların kimyasal ve mineralojik bileşimini etkileyen en önemli işlevlerden birisidir. Kaynaktaki kayaçların bozunması ile alkali ve toprak alkali elementlerde tükenme, Al_2O_3'te ise tercihli bir zenginleşme meydana gelir (Cingolani ve ark., 2003). Buna dayanılarak bozunma etkileri, oksit bileşenlerinin moleküler yüzdeleri temelinde ortaya konabilir. Bu amaçla hareketli (Na_2O, CaO, MgO ve K_2O) ve hareketsiz (Al_2O_3, ZrO_2 ve TiO_2) oksitlerin değişik moleküler oranlarını temel alan birçok kimyasal bozunma indisi önerilmiştir (Chittleborough, 1991). Ancak AKİ (Nesbitt ve Young, 1982) ve BKİ (Harnois, 1988) kaynak alandaki bozunmanın derecesini tanımlayabilen en kullanışlı indislerdir. Nesbitt ve Young (1982), kaolinit ve klorit için AKİ değerini 100 olarak, şeyller için ise 70-75 değerini önermiştir. Yüksek AKİ değerleri (76-100) kaynak alanda etkili kimyasal bozunmayı, düşük AKİ değerleri (50 ve altı) ise bozunmamış kaynak alanı belirtmektedir.

Yassıpur formasyonunun ortalama AKİ değeri 48.73 olup ASAŞ'tan (AKİ=70.38) düşük fakat ÜKK'ya (AKİ=47.98) çok yakındır. Bu değer kaynak alanda bozunmanın çok az veya hiç etkili olmadığını göstermektedir. BKİ değeri de aynı şekilde ASAŞ 'tan (BKİ=82.72) çok düşük fakat ÜKK'ya (BKİ=54.24) yakındır (Çizelge 5.14). Bozunma eğilimleri, sadece rakamlarla ifade edilebileceği gibi köşelerine Al_2O_3, ($CaO+Na_2O$) ve K_2O'nun konulduğu ve üzerine AKİ değerlerinin aktarıldığı A-CN-K üçgen diyagramı ile de değerlendirilebilmektedir (Nesbitt ve Young, 1984). Bu diyagram kimyasal bozunma, taşınma, diyajenez-metamorfizma etkilerini ve kırıntılı çökellerin kaynak bileşimlerini daha etkili bir şekilde değerlendirir (Fedo ve ark., 1995; Fedo ve ark., 1997).

Yassıpur formasyonu örneklerine ait değerler bu diyagrama aktarıldığında, örneklerin ÜKK'nın düştüğü noktanın hemen sağ kısmında, plajiyoklas-K-feldispat çizgisinin plajiyoklas ucuna daha yakın bir yerde toplandığı görülmektedir (Şekil 5.35). Bu durum örneklerin bileşiminde plajiyoklas oranının K-feldispat oranına göre daha fazla olduğunu ve bileşimin ÜKK'ya yakın olduğunu göstermektedir.



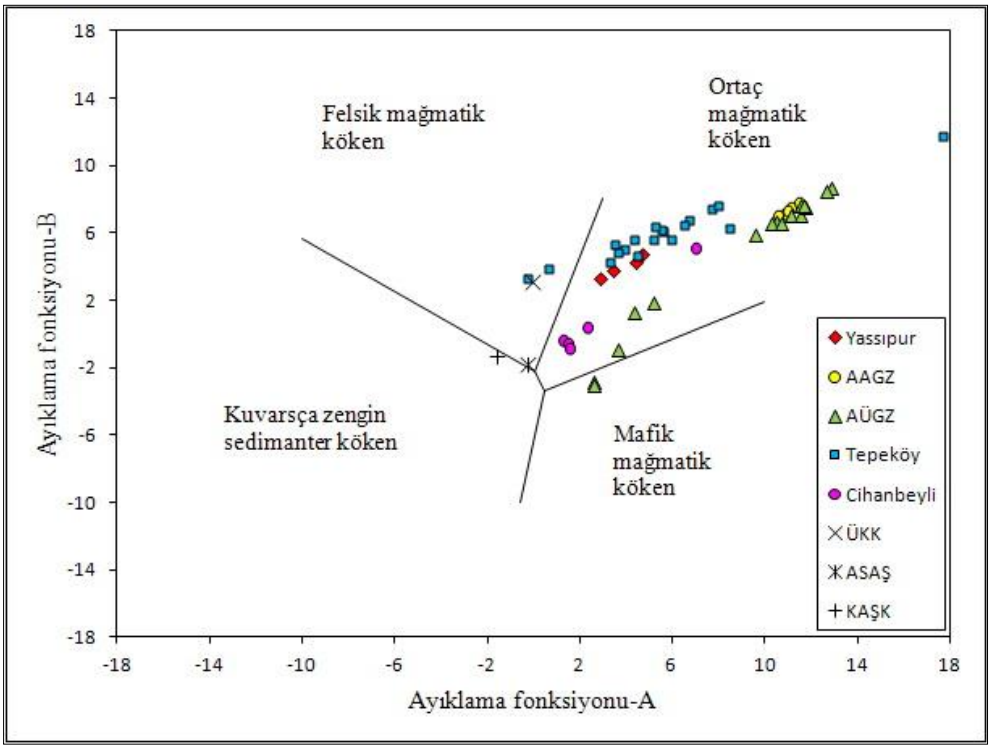
Şekil 5.35. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Yassıpur formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

5.4.1.3. Köken

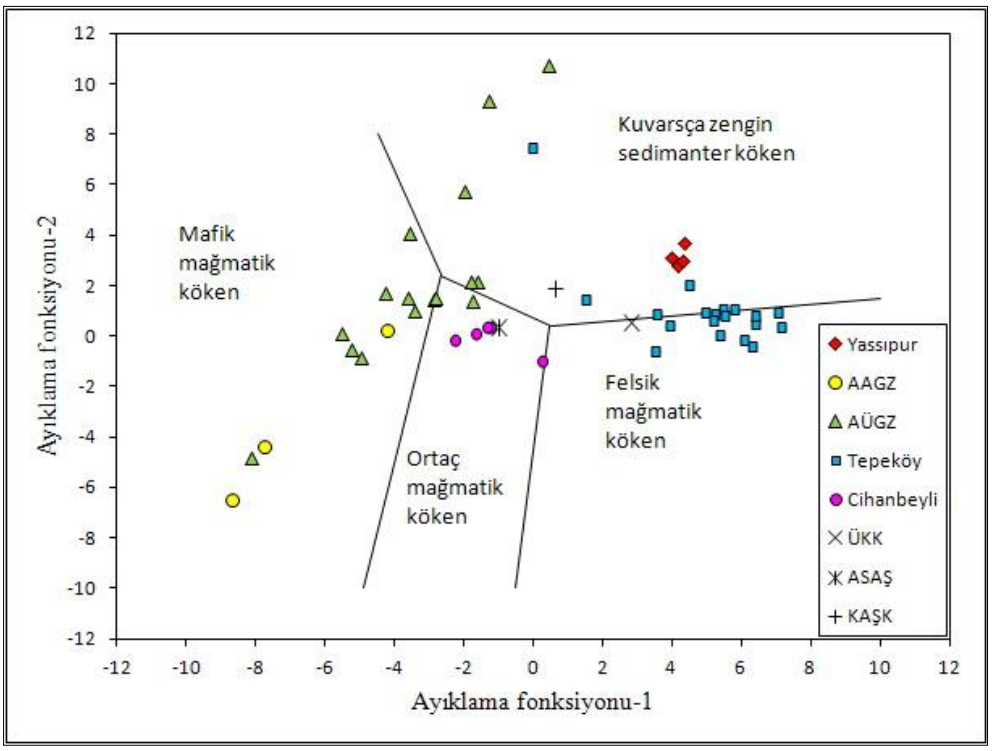
Yassıpur formasyonu örnekleri, köken analizi için ana oksit içeriklerini kullanan Roser ve Korsch (1988)'un diyagramlarında ÜKK, KAŞK ve ASAŞ ile birlikte görülmektedir (Şekil 5.36 ve 5.37). Örnekler Şekil 5.36'da "ortaç mağmatik" köken bölgesine düşerken; Şekil 5.37'de "kuvarsça zengin sedimanter köken" bölgesine düşmektedir. Ancak çökellerdeki ana oksit içeriklerinin bozunma süreçlerinde oldukça değişim gösterebileceği göz önünde bulundurularak burada bu seçenekler değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Yassıpur formasyonu örneklerinin NTE içeriklerine ait ortalama, karşılaştırma yapılabilmesi için ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiştir (Şekil 5.38). Ortaya çıkan desen Yassıpur formasyonu örneklerine ait NTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK'a göre oldukça tüketildiğini göstermektedir. Element içeriklerinin referanslara göre çok düşük olması kaynak bölgede bozunma etkisinin ASAŞ veya KAŞK'a göre daha zayıf olduğunu göstermektedir. Örneklerdeki NTE farklılaşma oranı referanslara göre oldukça düşüktür (HNTE/ANTE=4.63; $(La/Yb)_{cn}$=4.77; Çizelge 5.15). HNTE farklılaşma oranı referanslara daha yakın olmakla birlikte ($(La/Sm)_{cn}$= 4.01) ANTE farklışaması ($(Gd/Lu)_{cn}$=0.98) gözlenmemektedir. Örneklerde zayıf negatif Eu anomalisi (Eu/Eu*=0.92) ve düşük Th/Sc oranı (Çizelge 5.16) gözlenir. HNTE zenginleşmesinin düşük oluşu ve negatif Eu anomalisinin zayıf olması farklılaşmaya uğramamış ortaç-mafik bir kökenden beslenme olasılığını arttırmaktadır.

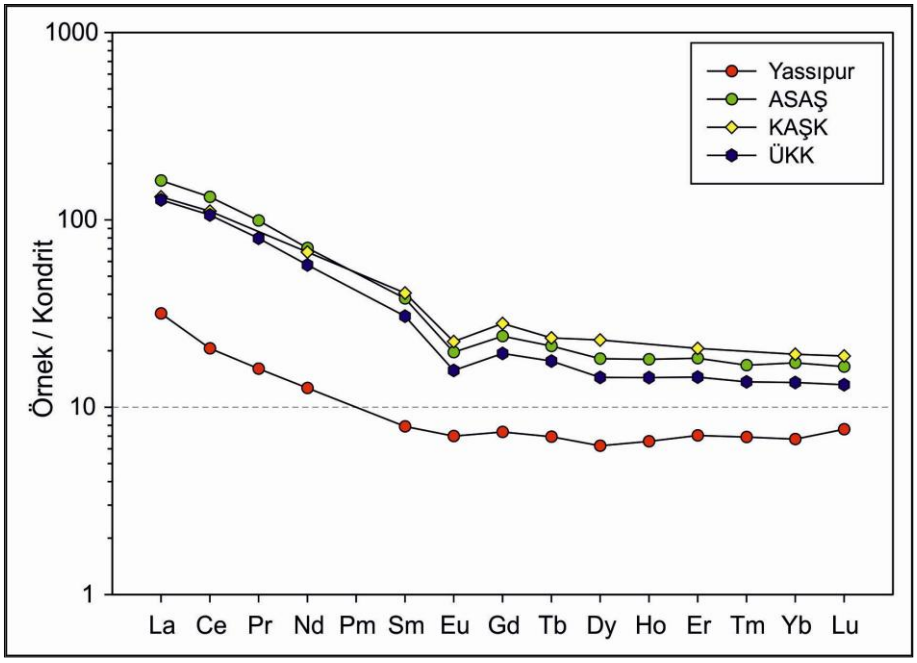
İncelenen örneklerin ortalama NTE içerikleri, ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edildiğinde HNTE ile ANTE farklılaşması oldukça belirgindir ($(La/Yb)_{pn}$=0.51). HNTE farklılaşması ($(La/Sm)_{pn}$=0.94) düşük iken ANTE ise giderek artan pozitif bir eğilim $(Gd/Lu)_{pn}$=0.67) ortaya koymaktadır (Şekil 5.39). Desende gözlenen belirgin pozitif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.41) tekrarlanan ayrışma sürecine girmiş plajiyoklas bakımından zengin bir sedimanter kayaçtan kaynaklanabileceği gibi farklılaşma süreçlerine uğramamış ortaç-mafik mağmatik kayaçların ayrışmasından veya her ikisinden de kaynaklanabilir.



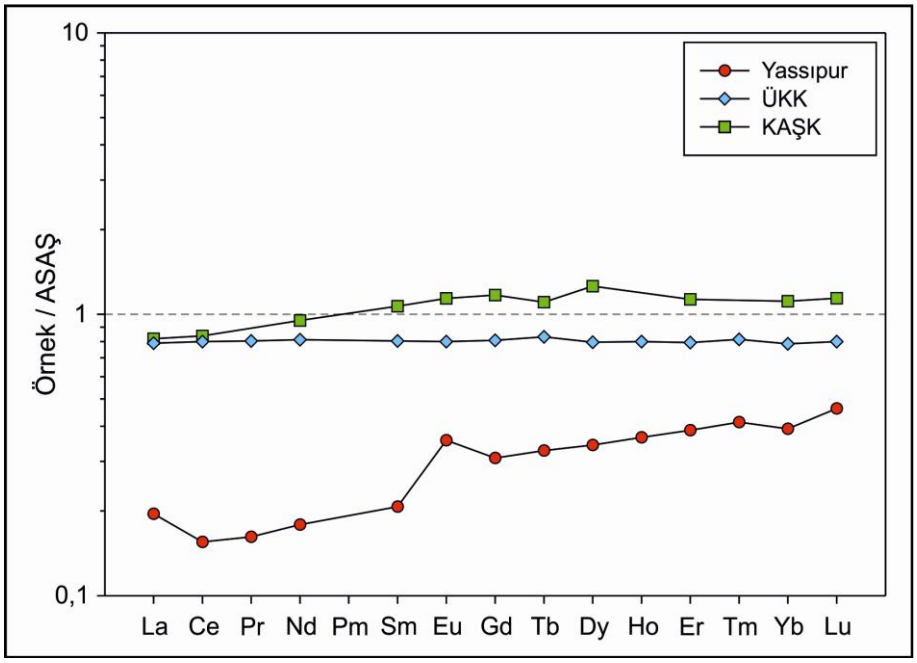
Şekil 5.36. Roser ve Korsch (1988)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken ayırtlama diyagramı (Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.37. Roser ve Korsch (1988)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için ayıklama fonksiyonları kullanılarak hazırlanan köken ayırtlama diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.38. Yassıpur formasyonu ortalama NTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş desenleri (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.39. Yassıpur formasyonu ortalama NTE içeriklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş desenleri (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Çizelge 5.15. Yassıpur formasyonu örneklerine ait iz element gruplarının toplam miktarları ve kondrite göre normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-1	1207.52	78.88	14588.34	36.29	29.33	6.56	4.47	4.64	3.92	0.99	0.90	0.89
A-2	1318.40	76.43	11894.64	35.46	27.94	7.08	3.95	3.80	3.78	0.84	0.91	0.97
A-3	1489.92	75.93	12754.24	36.65	30.29	5.96	5.08	5.86	4.37	1.13	0.92	0.89
A-4	1861.17	85.57	12224.62	30.43	25.10	5.00	5.02	4.76	3.97	0.96	0.94	0.93
Ort.	1469.25	79.20	12865.46	34.71	28.17	6.15	4.63	4.77	4.01	0.98	0.92	0.92
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

İz element oranlarından La/Co, Th/Co ve Th/Cr Yassıpur formasyonu çökellerinin, felsik bileşimli kaynaktan türemiş çökellere benzediğini gösterirken La/Sc ve Th/Sc oranları ise mafik kaynaktan türemiş çökellere benzemektedir (Çizelge 5.16). Benzer bir şekilde La/Cr, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Co/Th ve Cr/Zr oranları felsik bir kaynağa Zr/Sc ve Cr/Th oranları ise mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.17). Bu element oranları da formasyonun felsik ve mafik kayaç guruplarının yer aldığı karışık bir kaynak alanından beslendiğini göstermektedir.

Çizelge 5.16. Felsik ve mafik kaynaktan türemiş çökeller için karakteristik bazı iz element oranları ile Yassıpur formasyonuna ait element oranlarının karşılaştırılması

Oranlar	Yassıpur formasyonu dağılım	Çökellerde dağılım[a]		ÜKK
		Felsik kaynak	Mafik kaynak	
Eu/Eu*	0.89 - 0.97	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65
La/Sc	1.46 - 2.08	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.31
Th/Sc	0.44 - 0.63	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.82
La/Co	2.13 - 3.07	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.76
Th/Co	0.67 - 0.89	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63
Th/Cr	0.09 - 0.16	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000 ve Cullers ve ark., 1987, 1988' den alınmıştır.

Çizelge 5.17. Yassıpur formasyonuna ait bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-1	1.54	0.56	2.33	0.44	0.16	0.67	7.26	2.65	11.00	1.78	6.22	1.50	0.38
A-2	1.46	0.36	2.70	0.46	0.11	0.85	7.74	1.89	14.33	2.81	8.92	1.17	0.53
A-3	2.08	0.40	3.07	0.60	0.12	0.89	8.93	1.74	13.22	2.47	8.55	1.13	0.57
A-4	1.60	0.23	2.13	0.63	0.09	0.83	12.63	1.85	16.83	4.28	10.95	1.20	0.54
Ort.	1.67	0.39	2.56	0.53	0.12	0.81	9.14	2.03	13.85	2.83	8.66	1.25	0.51
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

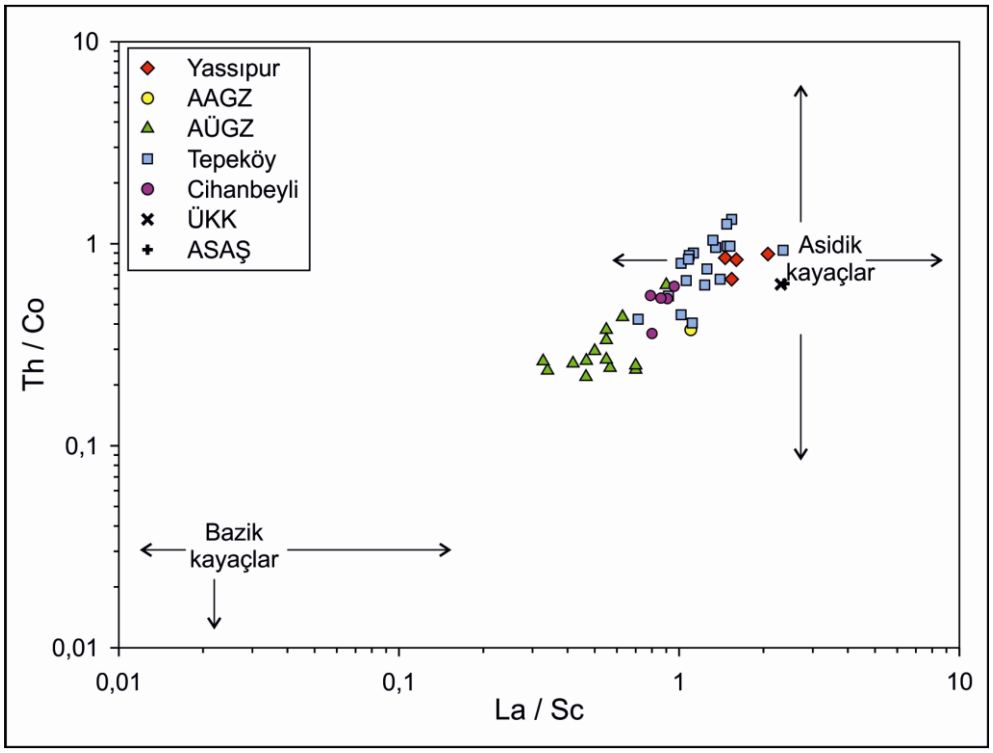
Yassıpur formasyonuna ait örnekler Cullers (2002)'in La/Sc-Th/Co diyagramında asidik kayaçlar bölgesinin soluna doğru kayarak ortaç bölgeye (Şekil 5.40); McLennan ve ark. (1993)'nın Sc-Th grafiğinde mafik köken bölgesine (Şekil 5.41) ve Floyd ve Leveridge (1987)'in Hf-La/Th diyagramında ise felsik bölgenin solundaki felsik-mafik karışım bölgesine düşmektedirler (Şekil 5.42).

Yassıpur formasyonu çökellerinde McLennan ve ark. (1993)'nın tanımladığı köken tiplerinin çözümlenmesi için yine aynı yazarların uyguladığı ilgili diyagramlar ve yöntemler kullanılmıştır. Kondrit ile normalize edilmiş desenlerde gözlenen düşük HNTE zenginleşmesi, negatif Eu anomalisinin ve Th/Sc ile Th/U oranlarının düşüklüğü nedeniyle EÜKK tipi köken söz konusu değildir. Örnekler Zr/Sc-Th/Sc diyagramına düşürüldüğünde, zirkon ilavesi bölgesinin dışında ve bileşimsel çeşitlilik çizgisi doğrultusunda yer alırlar. Örneklerin ÜKK ve ASAŞ'ı temsil eden noktaların da altında konumlanması bunlardan daha mafik bir kaynaktan beslendiklerini gösterir. Dolayısıyla formasyonda YÇÇK tipi köken bileşeni bulunmamaktadır (Şekil 5.43). Noktaların çizgi üzerinde ASAŞ ve ÜKK'nın da altında olması daha mafik bir kaynaktan doğrudan beslenme olduğuna işaret etmektedir.

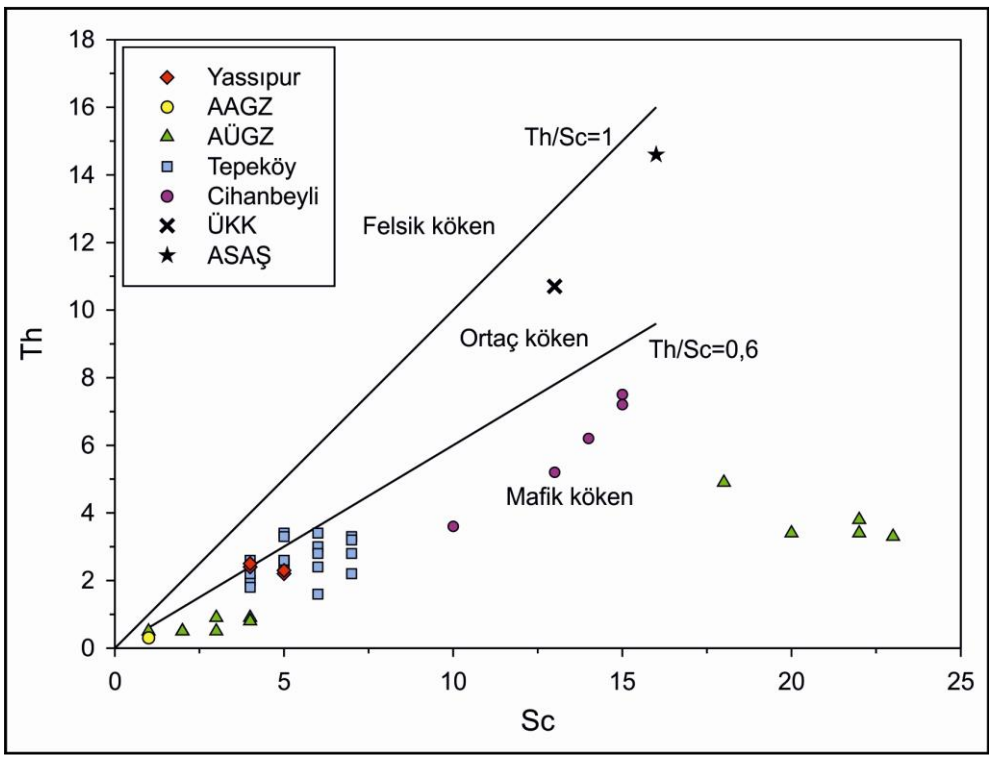
Diğer taraftan Th-Th/U diyagramında örnekler "üst manto kaynakları" bölgesine düşmektedir. Bu diyagrama göre Th/U oranının düşük olması formasyon için kaynak bölgesinde etkili bir bozunma olmadığı ve mafik bir kaynaktan beslenme olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu formasyonun FMGY tipi bir köken bileşenine sahip olduğu söylenebilir (Şekil 5.44).

Örnekler, Hiscott (1984)'un Y/Ni-Cr/V diyagramında Y/Ni ekseni boyunca dağılım göstermekte buna karşın Cr/V ekseni boyunca çok belirgin bir değişim göstermemektedir. Buna göre kaynak alanından ofiyolitik materyal katkısının bulunmadığı ve TB tipi bileşenin söz konusu olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 5.45).

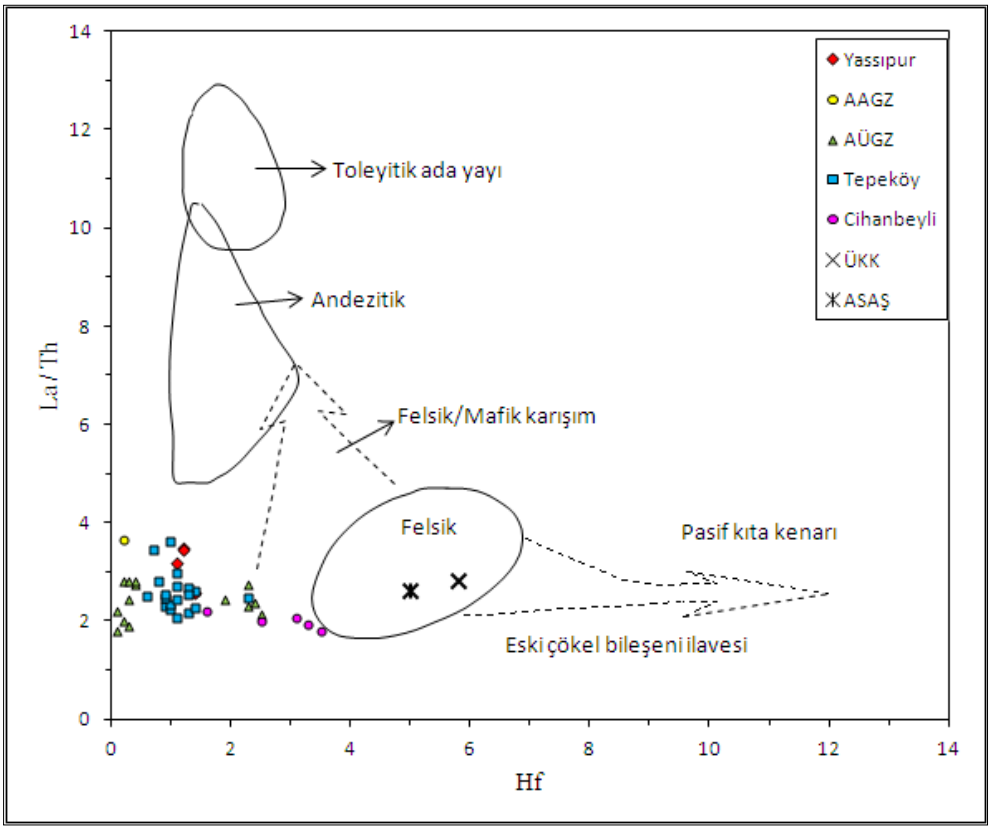
Sonuç olarak, NTE desenleri farklılaşmaya uğramamış mafik bir kökene, iz element oranları ise felsik ve mafik bir kökene işaret etmektedir. La/Sc-Th/Co diyagramı felsik, Sc-Th diyagramı mafik, Hf-La/Th diyagramı ise felsik-mafik karışım kaynağını yansıtır. Zr/Sc-Th/Sc diyagramı YÇÇK tipi köken bileşeni olmadığını, Th-Th/U diyagramı FMGY tipi köken bileşeninin varlığını ve Y/Ni-Cr/V diyagramı ise Yassıpur formasyonunda TB köken tipi bileşeni olmadığını yansıtmaktadır.



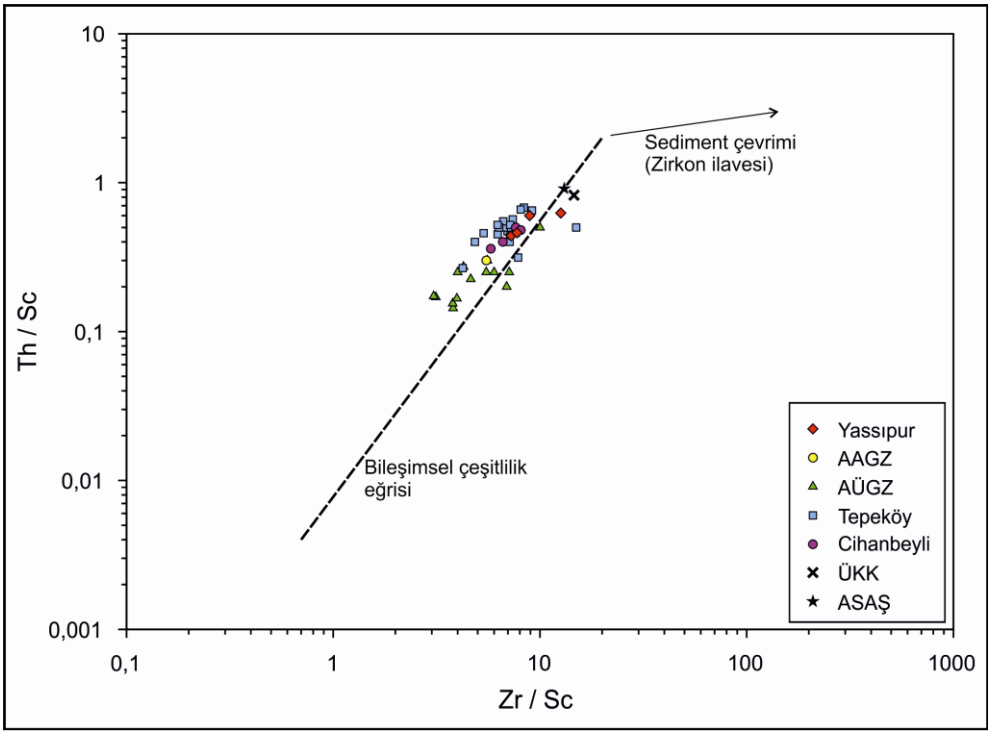
Şekil 5.40. Cullers (2002)'ye göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La/Sc-Th/Co diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



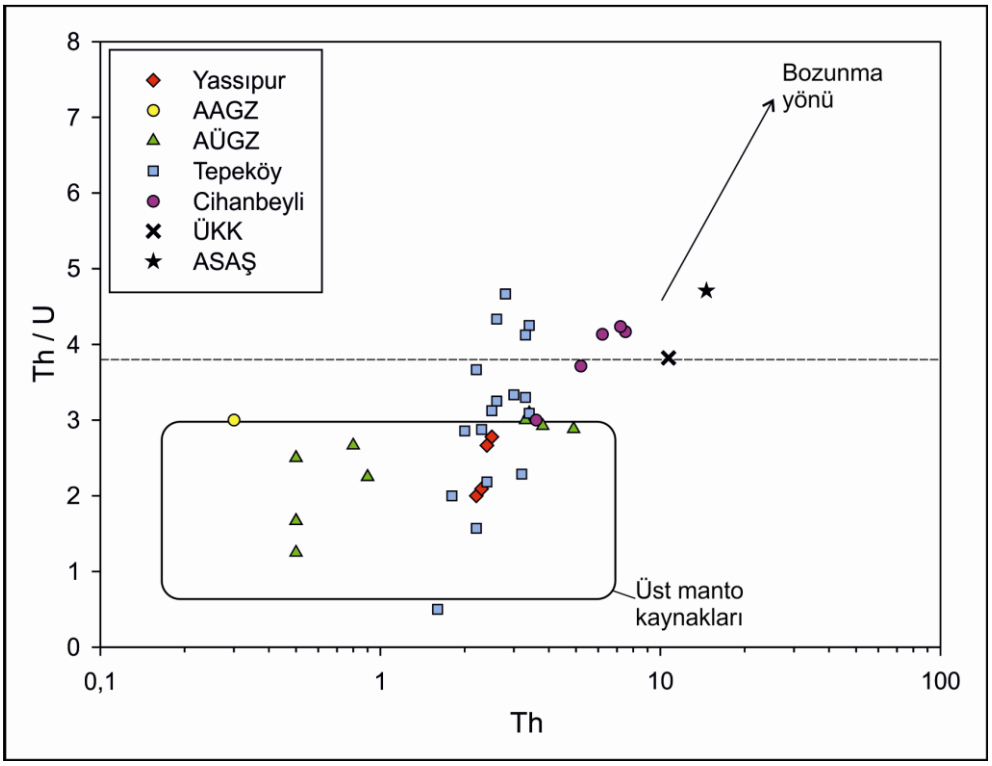
Şekil 5.41. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Sc-Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



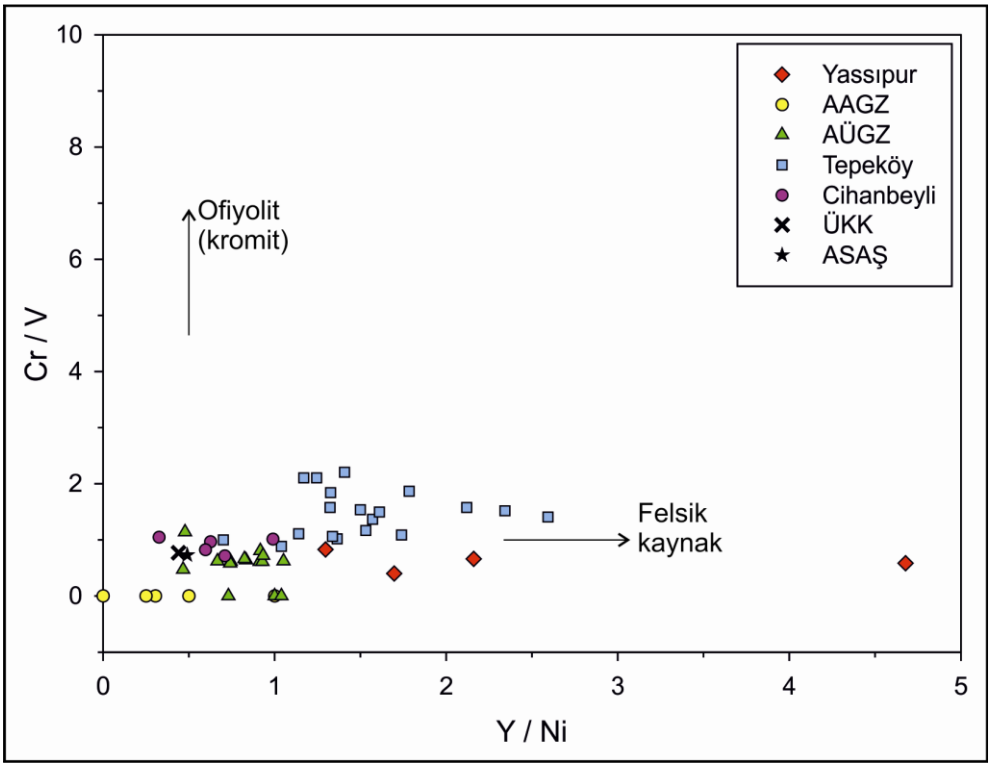
Şekil 5.42. Floyd ve Leveridge (1987)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Hf-La/Th diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.43. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.44. McLennan ve ark. (1993)'na göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Th/U diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)



Şekil 5.45. Hiscott (1984)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Y/Ni-Cr/V diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

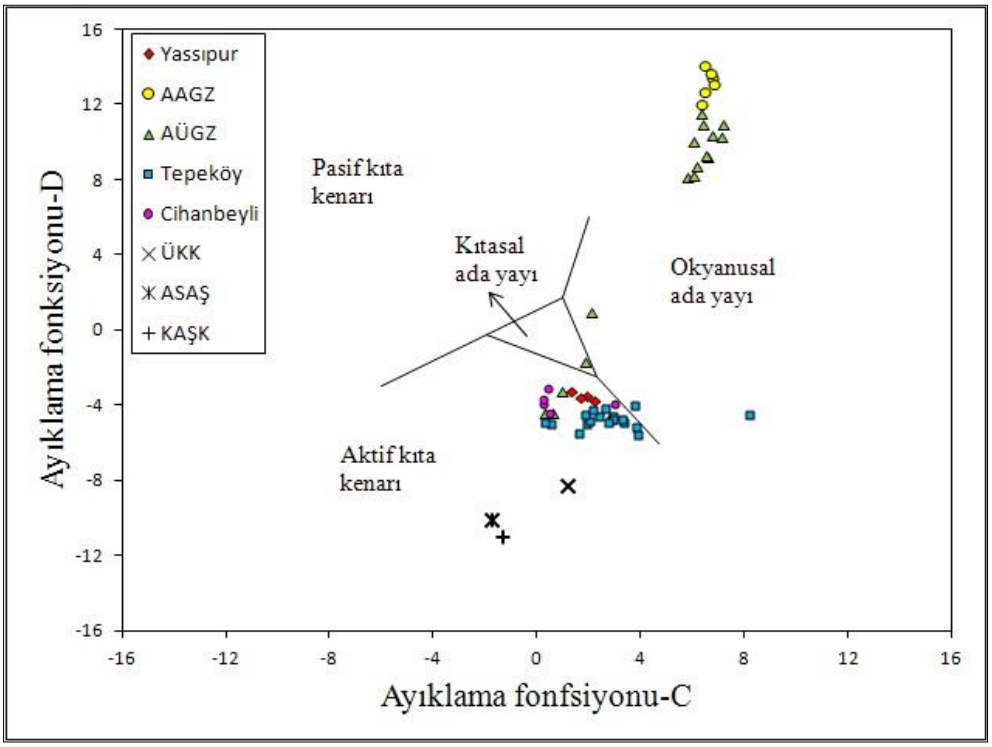
5.4.1.4. Tektonik konum

Yassıpur formasyonunun depolandığı havzanın tektonik konumunu belirlemek için farklı yazarlar tarafından ana ve iz element kompozisyonları kullanılarak geliştirilmiş olan ayırtlama diyagramları kullanılmıştır.

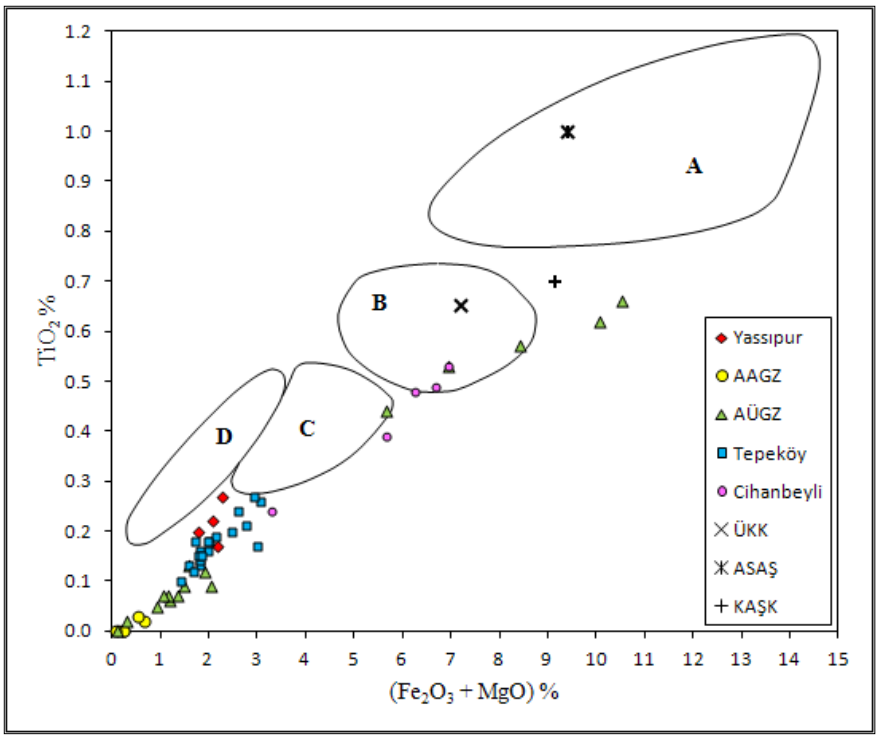
Ana oksit içeriklerine göre örnekler öncelikle Bhatia (1983)'ün ayıklama fonksiyonu grafiğine aktarılmıştır (Şekil 5.46). Bu diyagramda örnekler, aktif kıta kenarı bölgesine; aynı yazarın (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 ve (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramlarında ise pasif kıta kenarı bölgesinin içine veya yakınına düşmektedir (Şekil 5.47 ve 5.48). Formasyon için belirlenen köken analizleri doğrultusunda Şekil 5.47 ve Şekil 5.48'deki diyagramların uygun sonuçlar vermediği görülmekte ve bu diyagramların söz konusu formasyon için kullanılmaması gerektiği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan Roser ve Korsch (1986)'un çok yaygın olarak kullanılan SiO_2-K_2O/Na_2O ana oksit diyagramına düşürülen örnekler, okyanusal ada yayı bölgesinde toplanmaktadırlar (Şekil 5.49).

İz element içeriklerine göre tektonik konum belirlemek için Bhatia ve Crook (1986) tarafından geliştirilmiş olan diyagramlar kullanılmıştır. Bunlardan La/Sc-Ti/Zr diyagramında örneklerin ikisi hariç (biri bölgenin içinde diğeri sınırda) diğerleri kıtasal ada yayı bölgesinin hemen sağındadırlar (Şekil 5.50). Dolayısıyla bu diyagramda örneklerin tektonik konumu için kıtasal ada yayı kabul edilebilir. Yazarın kullandığı diğer La-Th-Sc, Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramlarına göre ise söz konusu örnekler net olarak kıtasal ada yayı bölgesine düşmektedirler (Şekil 5.51, 5.52 ve 5.53).

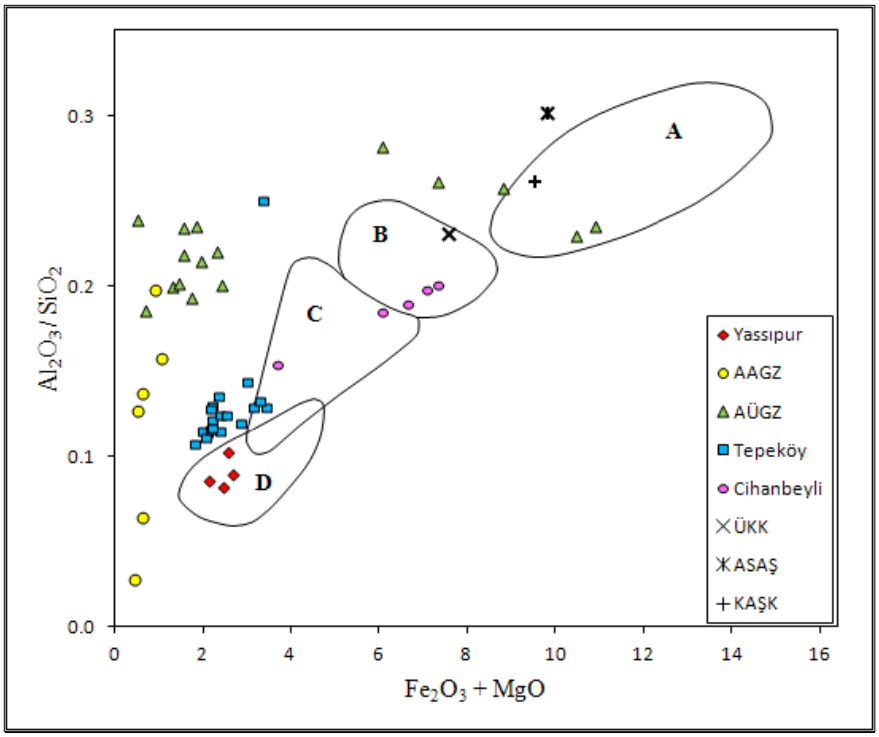
Yassıpur formasyonu örneklerinin, ilgili diyagramlara aktarılması sonucunda ana oksitlere göre tektonik konum, aktif kıta kenarı, pasif kıta kenarı ve okyanusal ada yayı olarak belirlenmektedir. Ancak pasif kıta kenarı veren diyagramlar burada dikkate alınmayacaktır. İz elementlere göre tektonik konum çok belirgin bir şekilde kıtasal ada yayı kenarıdır. Burada ana oksitlerin çökellerde çok değişkenlik gösterebileceği göz önüne alınarak iz elementlere göre yapılan analiz sonuçlarının daha doğru olacağı neticesine varılmıştır. Buna göre yassıpur formasyonu için çökelme havzasının tektonik konumu, kıtasal ada yayı kenarı olarak kabul edilmektedir.



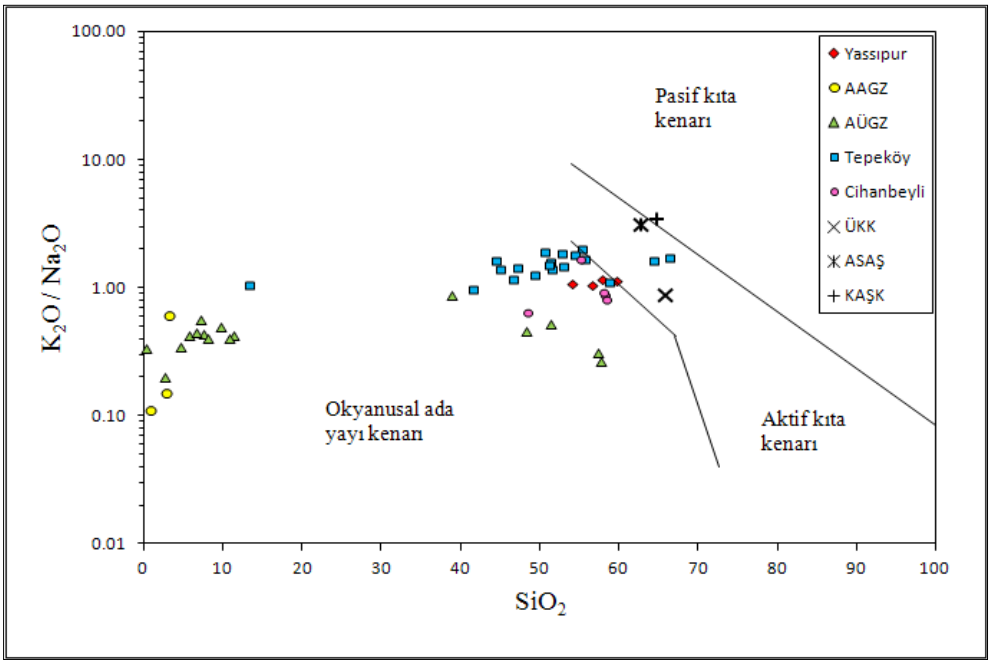
Şekil 5.46. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için tektonik konum ayırtlama diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



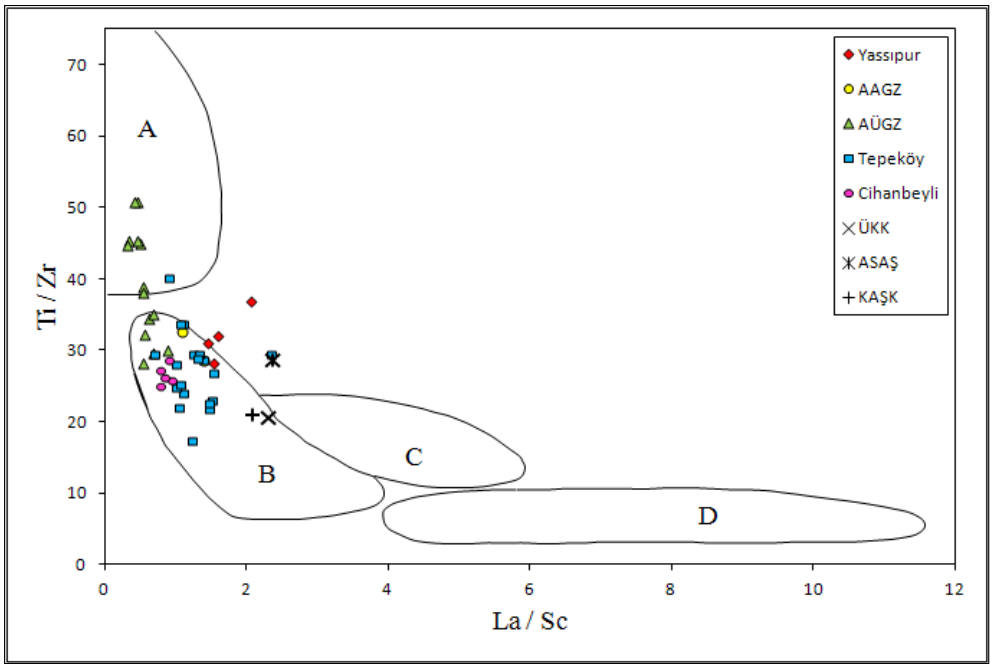
Şekil 5.47. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



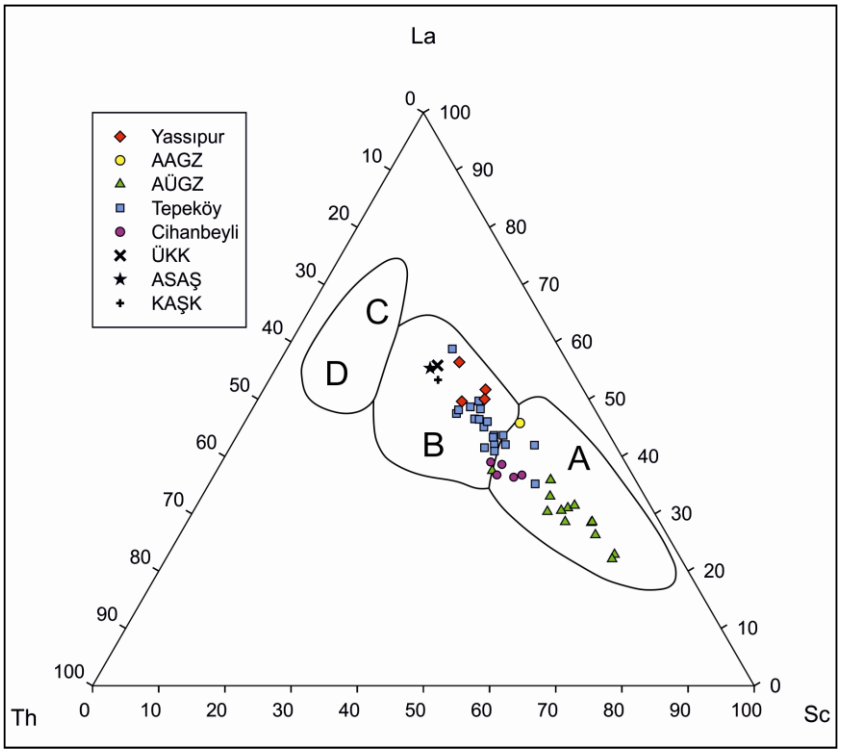
Şekil 5.48. Bhatia (1983)'e göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



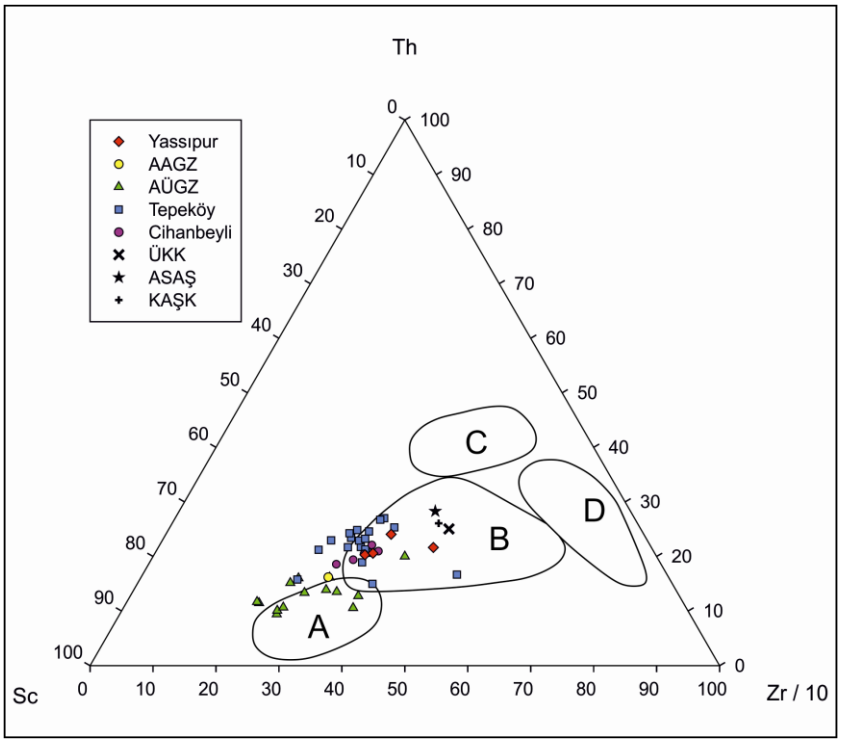
Şekil 5.49. Roser ve Korsch (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için SiO_2-K_2O/Na_2O diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



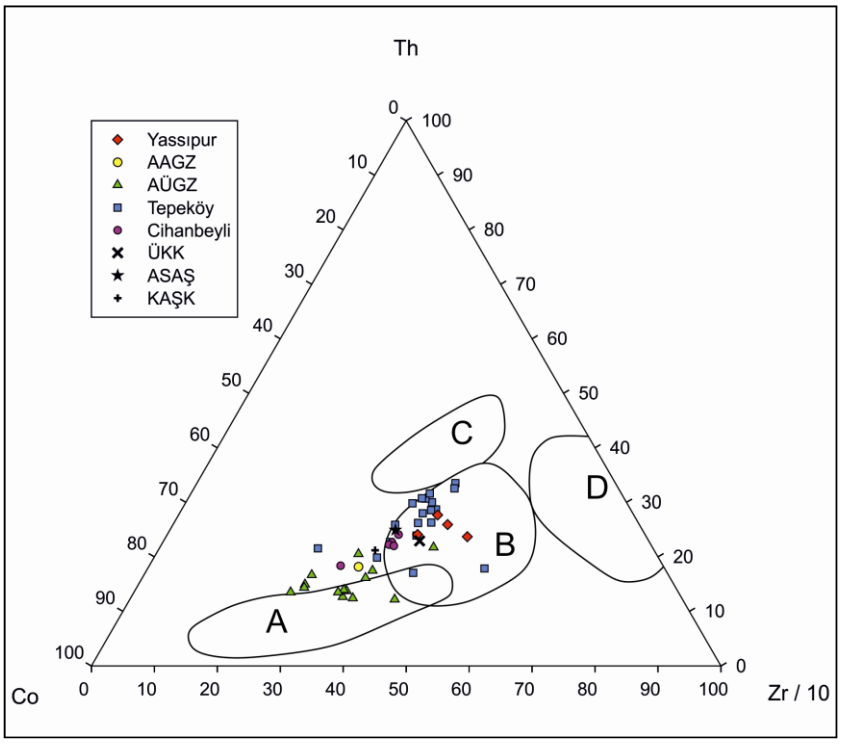
Şekil 5.50. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La/Sc-Ti/Zr diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.51. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için La-Th-Sc diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.52. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Sc-Zr/10 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)



Şekil 5.53. Bhatia ve Crook (1986)'a göre Yassıpur, AAGZ: Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu, AÜGZ: Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu, Tepeköy ve Cihanbeyli formasyonu örnekleri için Th-Co-Zr/10 diyagramı (A: Okyanusal ada yayı, B: Kıtasal ada yayı, C: Aktif kıta kenarı, D: Pasif kıta kenarı, ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

5.4.2. Akboğaz formasyonu alt ve üst geçiş zonlarının jeokimyası

Masif jipsten oluşan Akboğaz formasyonunun altta Yassıpur ve üstte Tepeköy formasyonlarına geçiş gösterdiği zonlarda belirgin renk değişimi ve killi çökellerde bir artış gözlenmektedir. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) olarak tanımlanan bu çökellerden örnekler alınmıştır (Bölüm 4.2.1; Şekil 4.25 ve 4.26; Çizelge 4.4). Bu örnekler ana oksit, toplam, LOI, TOT/C, TOT/S ve iz element konsantrasyonları bakımından incelenerek çökellerin köken kayaçları, kaynak alanda bozunma ve havzanın tektonik konumu hakkında yorumlar yapılmıştır.

Alt geçiş zonu örneklerinde (Çizelge 5.18) yüzde olarak SiO_2 (0.31-3.31), Al_2O_3 (0.01-0.58), Fe_2O_3 (0.00-0.56), MgO (0.01-0.17), CaO (31.61-33.26), Na_2O (0.04-0.20), K_2O (0.00-0.08), TiO_2 (0.00-0.03), P_2O_5 (0.00-0.00), MnO (0.00-0.01) ve Cr_2O_3 ise (0.00-0.00) değerleri arasında bulunmaktadır. Bu oksitlerin ortalamaları ise sırasıyla yüzde 1.42, 0.22, 0.21, 0.10, 32.32, 0.09, 0.02, 0.01, 0.00, 0.002 ve 0.00 'dır. Üst geçiş zonu örneklerinde (Çizelge 5.19) yüzde olarak SiO_2 (0.46-57.70), Al_2O_3 (0.11-13.56), Fe_2O_3 (0.09-7.50), MgO (0.03-3.02), CaO (04.66-35.48), Na_2O (0.03-3.27), K_2O (0.01-1.30), TiO_2 (0.00-0.66), P_2O_5 (0.00-0.09), MnO (0.00-0.23) ve Cr_2O_3 ise (0.00-0.01) değerleri arasındadır. Ortalama ana oksit içerikleri ise sırasıyla yüzde 20.60, 4.98, 2.23, 1.20, 25.15, 0.98, 0.43, 0.22, 0.03, 0.06 ve 0.00 'dır.

Alt geçiş zonu örneklerinin ana oksit içerikleri ASAŞ ile karşılaştırıldığında sadece CaO'in zenginleştiği diğer tüm oksitlerin ise çok belirgin bir şekilde fakirleştiği görülmektedir. Örnekler, ÜKK ile karşılaştırıldığında ana oksit içerikleri yine ASAŞ'ta olana benzeyen bir davranış gösterir. Diğer taraftan üst geçiş zonu örnekleri ASAŞ ile karşılaştırıldığında sadece Na_2O oranının değişmediği, CaO'nun belirgin olarak zenginleştiği, diğerlerinin ise belirgin bir şekilde fakirleştiği gözlenmektedir. AÜGZ örnekleri ÜKK ile karşılaştırıldığında ise yine ASAŞ'takine benzeyen bir davranış gözlenmekte ancak sadece MnO oranının değişmediği ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.54). Alt ve üst geçiş zonlarındaki CaO zenginleşmesi jips içeriğinden kaynaklanmaktadır. Üst geçiş zonunda CaO ve Na_2O dışındaki diğer oksitlerin alt geçiş zonuna oranla daha yüksek olması bu zonda jips haricindeki diğer mineral fazlarında bir artış olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 5.18. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin ana oksit, LOI, toplam, TOT/C, TOT/S ve iz element içerikleri

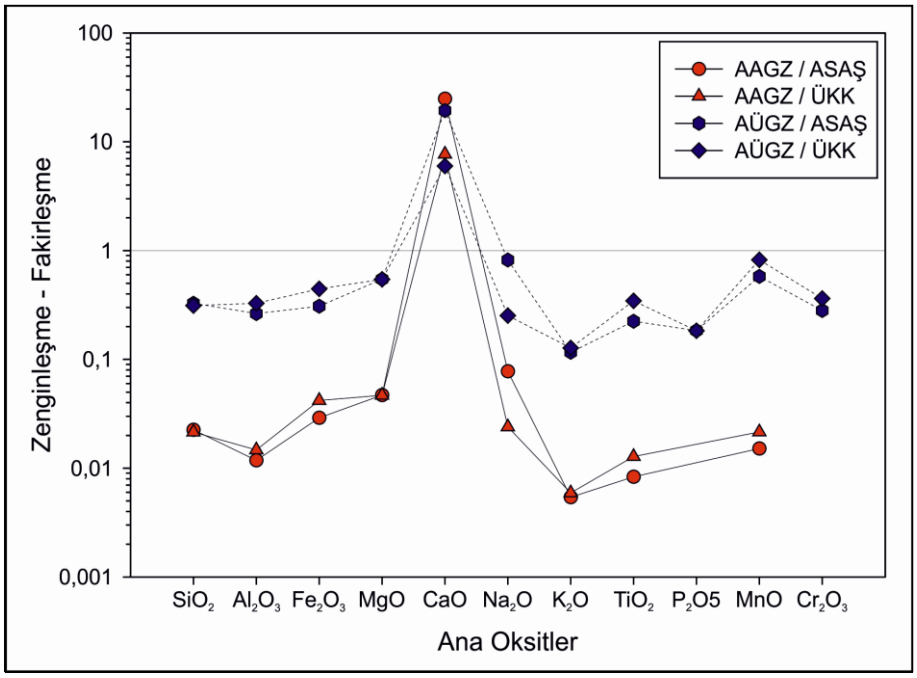
Analit	Birim	MDL	Örnek A-5	Örnek A-6	Örnek A-7	Örnek A-8	Örnek A-9	Örnek A-10	AAGZ Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	%	0.01	3.31	2.93	0.95	0.63	0.31	0.36	1.42	65.89	62.80
Al_2O_3	%	0.01	0.52	0.58	0.13	0.08	0.02	0.01	0.22	15.19	18.90
Fe_2O_3	%	0.04	0.56	0.35	0.17	-	0.12	0.06	0.21	5.00	7.23
MgO	%	0.01	0.11	0.17	0.07	0.13	0.13	0.01	0.10	2.21	2.20
CaO	%	0.01	31.67	31.73	31.61	33.00	32.63	33.26	32.32	4.20	1.30
Na_2O	%	0.01	0.13	0.20	0.09	0.04	0.04	0.06	0.09	3.90	1.20
K_2O	%	0.01	0.08	0.03	0.01	-	-	-	0.02	3.37	3.70
TiO_2	%	0.01	0.02	0.03	-	-	-	-	0.01	0.65	1.00
P_2O_5	%	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	0.16	0.16
MnO	%	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0.00	0.08	0.11
Cr_2O_3	%	0.002	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.016
LOI	%	-5.1	20.7	21.1	21.1	21.8	20.7	19.5	20.82	-	6.00
Toplam	%	0.01	57.08	57.10	54.08	55.74	53.97	53.30	55.21	-	104.59
TOT/C	%	0.02	0.27	0.29	0.18	0.50	0.10	0.03	0.23	-	-
TOT/S	%	0.02	17.30	17.45	17.86	17.34	18.59	18.69	17.87	-	-
AKİ	%	-	50.27	45.65	29.75	37.81	13.19	4.82	30.25	47.98	70.38
BKİ	%	-	54.87	46.85	30.51	37.81	13.19	4.82	31.34	54.24	82.72
Sc	ppm	1	1	1	-	-	-	-	0.33	13.00	16.00
Ba	ppm	1	11	10	4	13	3	4	7.50	550.00	650.00
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	0.00	3.00	-
Co	ppm	0.2	0.6	0.8	-	-	-	-	0.23	17.00	23.00
Cs	ppm	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-	0.07	4.80	15.00
Ga	ppm	0.5	0.9	0.6	-	-	-	-	0.25	17.00	-
Hf	ppm	0.1	0.1	0.2	-	0.3	-	-	0.10	5.80	5.00
Nb	ppm	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	-	-	0.12	12.50	19.00
Rb	ppm	0.1	3.0	1.6	0.7	0.5	0.4	0.3	1.08	112.00	160.00
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	0.00	5.50	-
Sr	ppm	0.5	888.0	1356.0	1063.6	2226.0	855.0	723.6	1185.37	350.00	200.00
Ta	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	1.10	-
Th	ppm	0.2	-	0.3	-	-	-	-	0.05	10.70	14.60
U	ppm	0.1	-	0.1	0.1	0.2	-	-	0.07	2.80	3.10
V	ppm	8	26	24	15	11	10	-	14.33	110.00	150.00
W	ppm	0.5	-	-	-	1.4	-	-	0.23	2.00	-
Zr	ppm	0.1	4.2	5.5	2.4	9.0	-	1.7	3.80	190.00	210.00
Y	ppm	0.1	1.2	1.1	0.4	0.3	-	-	0.50	22.00	27.00
La	ppm	0.1	1.4	1.1	0.9	0.3	0.2	0.3	0.70	30.00	38.00
Ce	ppm	0.1	1.3	1.0	0.8	0.3	-	0.2	0.60	64.00	80.00
Pr	ppm	0.02	0.17	0.16	0.12	0.04	0.02	-	0.09	7.10	8.83
Nd	ppm	0.3	0.8	0.9	0.5	-	-	-	0.37	26.00	32.00
Sm	ppm	0.05	0.10	0.11	0.09	-	-	-	0.05	4.50	5.60
Eu	ppm	0.02	0.03	0.04	0.03	-	-	-	0.02	0.88	1.10
Gd	ppm	0.05	0.16	0.16	0.08	0.06	-	-	0.08	3.80	4.70
Tb	ppm	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	-	0.02	0.64	0.77
Dy	ppm	0.05	0.18	0.15	0.05	-	-	-	0.06	3.50	4.40
Ho	ppm	0.02	0.05	0.05	0.02	-	-	-	0.02	0.80	1.00
Er	ppm	0.03	0.10	0.11	0.04	-	-	-	0.04	2.30	2.90
Tm	ppm	0.01	0.03	0.03	0.01	-	-	-	0.01	0.33	0.405
Yb	ppm	0.05	0.12	0.12	-	0.07	-	-	0.05	2.20	2.80
Lu	ppm	0.01	0.03	0.03	0.01	-	-	-	0.01	0.32	0.40
Mo	ppm	0.1	0.7	0.9	0.2	0.9	0.7	0.6	0.67	1.50	-
Cu	ppm	0.1	2.1	1.8	0.6	1.1	0.8	0.8	1.20	25.00	50.00
Pb	ppm	0.1	1.0	1.3	0.9	0.7	0.5	0.7	0.85	16.00	20.00
Zn	ppm	1	4	4	2	2	2	2	2.67	71.00	85.00
Ni	ppm	0.1	2.4	3.6	0.4	1.2	1.2	1.1	1.65	50.00	55.00
As	ppm	0.5	1.1	0.8	0.7	0.5	-	-	0.52	1.50	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	0.10	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	0.20	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	ppb	0.5	3.2	2.3	1.3	0.9	-	1.9	1.60	1.80	-
Hg	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	0.00	0.75	-
Se	ppm	0.5	0.6	-	0.6	-	-	-	0.20	50.00	-

Çizelge 5.19. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ana oksit, LOI, toplam, TOT/C, TOT/S ve iz element içerikleri

Analit	Birim	MDL	Örnek A-45	Örnek A-46	Örnek A-47	Örnek A-48	Örnek A-49	Örnek A-50	Örnek A-51	Örnek A-52	Örnek A-53
SiO_2	%	0.01	38.99	0.46	48.40	57.70	57.48	51.45	5.81	7.58	9.72
Al_2O_3	%	0.01	10.99	0.11	12.63	13.56	13.17	13.25	1.36	1.46	1.95
Fe_2O_3	%	0.04	3.36	0.09	4.24	7.50	7.12	5.47	0.69	0.76	1.03
MgO	%	0.01	2.32	0.03	2.70	3.02	2.96	2.96	0.49	0.60	1.03
CaO	%	0.01	16.41	35.48	12.51	4.66	5.66	10.20	30.94	30.71	29.97
Na_2O	%	0.01	1.47	0.03	2.65	3.27	2.74	2.26	0.26	0.34	0.42
K_2O	%	0.01	1.30	0.01	1.23	0.88	0.86	1.17	0.11	0.15	0.21
TiO_2	%	0.01	0.44	-	0.53	0.66	0.62	0.57	0.06	0.07	0.09
P_2O_5	%	0.01	0.04	-	0.05	0.09	0.07	0.05	0.03	0.04	0.02
MnO	%	0.01	0.23	-	0.19	0.10	0.10	0.16	0.03	0.02	0.02
Cr_2O_3	%	0.002	0.010	-	0.011	0.013	0.012	0.010	0.002	0.002	0.002
LOI	%	-5.1	16.5	16.9	14.7	8.3	9.1	12.3	19.3	18.4	16.9
Toplam	%	0.01	92.06	53.16	99.88	99.73	99.84	99.81	59.06	60.14	61.37
TOT/C	%	0.02	2.34	0.08	1.33	0.39	0.39	0.99	0.28	0.51	0.63
TOT/S	%	0.02	3.36	19.04	2.91	1.09	1.40	2.39	17.13	16.68	16.10
AKİ	%	-	63.77	50.11	55.69	53.66	56.97	60.36	58.26	53.26	54.79
BKİ	%	-	69.44	52.71	59.16	55.76	59.36	64.05	61.39	56.62	58.53
Sc	ppm	1	18	-	20	23	22	22	2	2	3
Ba	ppm	1	577	8	91	293	111	113	9	25	25
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	11.3	-	15.5	14.0	13.0	14.9	1.7	2.1	3.7
Cs	ppm	0.1	3.7	-	2.6	1.8	1.7	2.3	0.2	0.3	0.5
Ga	ppm	0.5	11.5	-	12.0	13.0	13.1	12.5	1.5	1.6	2.4
Hf	ppm	0.1	2.3	-	2.3	2.4	2.5	1.9	0.2	0.2	0.3
Nb	ppm	0.1	3.4	0.1	2.8	2.5	2.7	2.8	0.3	0.6	0.4
Rb	ppm	0.1	48.1	0.6	38.2	25.5	24.1	37.0	2.9	4.5	6.9
Sn	ppm	1	3	-	2	2	1	2	-	-	-
Sr	ppm	0.5	1965.2	242.4	218.2	946.3	301.5	408.9	327.9	850.2	1287.2
Ta	ppm	0.1	0.3	-	0.1	0.1	-	0.2	-	-	-
Th	ppm	0.2	4.9	-	3.4	3.3	3.4	3.8	0.5	0.5	0.9
U	ppm	0.1	1.7	-	1.1	1.1	1.1	1.3	0.2	0.4	0.4
V	ppm	8	110	-	123	145	134	117	17	22	29
W	ppm	0.5	1.7	-	1.2	1.3	0.9	1.6	-	0.9	0.5
Zr	ppm	0.1	76.8	2.8	62.7	87.5	83.3	67.3	8.0	14.2	16.7
Y	ppm	0.1	20.2	0.3	20.4	23.2	22.4	20.0	2.2	3.0	3.5
La	ppm	0.1	11.3	0.3	9.3	7.8	7.2	9.2	1.0	1.4	1.7
Ce	ppm	0.1	22.1	0.5	18.6	16.5	15.0	19.8	2.5	2.8	3.5
Pr	ppm	0.02	2.71	0.06	2.29	2.07	1.94	2.57	0.29	0.37	0.43
Nd	ppm	0.3	12.0	0.3	10.0	8.9	8.7	11.0	1.3	1.5	2.1
Sm	ppm	0.05	2.61	-	2.52	2.52	2.39	2.77	0.33	0.36	0.46
Eu	ppm	0.02	0.75	-	0.69	0.70	0.71	0.74	0.07	0.09	0.13
Gd	ppm	0.05	2.90	-	2.78	3.17	3.02	3.08	0.37	0.50	0.59
Tb	ppm	0.01	0.52	-	0.54	0.63	0.61	0.56	0.07	0.09	0.09
Dy	ppm	0.05	3.31	0.07	3.18	4.02	3.80	3.30	0.39	0.61	0.67
Ho	ppm	0.02	0.65	-	0.68	0.82	0.83	0.69	0.08	0.10	0.11
Er	ppm	0.03	1.79	0.04	1.99	2.41	2.39	2.13	0.27	0.34	0.33
Tm	ppm	0.01	0.30	0.01	0.34	0.40	0.39	0.33	0.05	0.06	0.07
Yb	ppm	0.05	2.03	0.07	2.14	2.67	2.69	2.19	0.29	0.36	0.35
Lu	ppm	0.01	0.29	-	0.34	0.39	0.41	0.35	0.03	0.05	0.06
Mo	ppm	0.1	0.3	-	0.4	0.6	0.7	0.8	0.3	0.4	0.8
Cu	ppm	0.1	357.8	5.8	103.5	13.9	18.3	58.4	4.7	5.1	6.0
Pb	ppm	0.1	12.6	0.3	10.4	5.1	5.1	14.6	0.9	1.8	2.0
Zn	ppm	1	33	4	41	52	48	41	7	8	11
Ni	ppm	0.1	19.2	1.2	27.4	25.4	24.1	27.0	2.4	4.5	7.5
As	ppm	0.5	5.5	-	4.3	9.2	9.2	8.4	0.9	1.3	1.9
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	0.3	0.3	0.2	-	-	0.1
Bi	ppm	0.1	0.4	-	0.3	0.1	0.1	0.4	-	-	-
Ag	ppm	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-	0.3	-	-	-
Au	ppb	0.5	-	-	1.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-	-
Hg	ppm	0.01	0.03	-	0.02	-	-	0.03	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.19. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ana oksit, LOI, toplam, TOT/C, TOT/S ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek A-54	Örnek A-55	Örnek A-56	Örnek A-57	Örnek A-58	Örnek A-59	Örnek A-60	AÜGZ Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	4.82	11.38	10.88	8.09	2.80	6.78	7.25	20.60	65.89	62.80
Al_2O_3	0.96	2.50	2.33	1.90	0.52	1.48	1.46	4.98	15.19	18.90
Fe_2O_3	0.41	1.26	1.03	1.03	0.17	0.76	0.69	2.23	5.00	7.23
MgO	0.52	0.67	0.54	0.45	0.14	0.41	0.36	1.20	2.21	2.20
CaO	33.32	30.00	30.88	31.67	34.85	32.66	32.54	25.15	4.20	1.30
Na_2O	0.26	0.52	0.50	0.32	0.15	0.27	0.28	0.98	3.90	1.20
K_2O	0.09	0.22	0.20	0.13	0.03	0.12	0.16	0.43	3.37	3.70
TiO_2	0.05	0.12	0.13	0.09	0.02	0.07	0.07	0.22	0.65	1.00
P_2O_5	-	-	0.02	-	0.01	0.02	0.03	0.03	0.16	0.16
MnO	-	0.03	0.05	0.03	-	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11
Cr_2O_3	-	0.003	0.003	-	0.002	-	0.002	0.00	0.01	0.016
LOI	15.4	16.5	15.0	15.0	15.7	14.4	14.3	14.92	-	6.00
Toplam	55.82	63.21	61.53	58.70	54.37	57.00	57.22	70.81	-	104.59
TOT/C	0.36	0.40	0.50	0.43	0.22	0.24	0.30	0.59	-	-
TOT/S	18.48	15.79	15.50	16.36	18.49	17.69	17.57	12.50	-	-
AKİ	50.19	56.19	55.59	61.42	49.71	59.24	57.16	56.02	47.98	70.38
BKİ	52.88	59.37	58.61	64.34	51.31	62.49	61.31	59.21	54.24	82.72
Sc	1	4	4	3	-	2	2	8.00	13.00	16.00
Ba	14	22	31	16	5	23	60	88.94	550.00	650.00
Be	-	-	-	-	-	-	-	0.00	3.00	-
Co	0.8	2.4	3.0	1.9	-	1.5	2.0	5.49	17.00	23.00
Cs	0.1	0.4	0.3	0.2	-	0.2	0.2	0.91	4.80	15.00
Ga	1.3	2.4	2.3	2.3	0.7	1.5	1.4	4.97	17.00	-
Hf	0.1	0.3	0.4	0.4	-	0.1	0.3	0.86	5.80	5.00
Nb	0.4	0.6	0.6	0.4	-	0.3	0.4	1.14	12.50	19.00
Rb	2.7	6.0	6.1	4.1	0.9	4.0	5.1	13.54	112.00	160.00
Sn	-	-	-	-	-	-	-	0.63	5.50	-
Sr	1562.6	831.7	589.7	544.0	626.5	972.3	2621.3	893.49	350.00	200.00
Ta	-	-	-	-	-	-	-	0.04	1.10	-
Th	0.5	0.9	0.8	0.5	-	0.5	0.5	1.53	10.70	14.60
U	0.3	0.4	0.3	0.3	-	0.2	0.3	0.57	2.80	3.10
V	14	32	31	25	12	21	19	53.19	110.00	150.00
W	-	-	0.7	-	-	-	-	0.55	2.00	-
Zr	10.0	18.5	27.6	11.9	8.1	11.0	12.0	32.40	190.00	210.00
Y	1.9	4.5	4.7	3.4	1.1	2.6	2.8	8.51	22.00	27.00
La	0.9	2.2	2.2	1.4	0.5	1.1	1.4	3.68	30.00	38.00
Ce	1.7	4.0	4.2	2.6	1.0	2.4	2.8	7.50	64.00	80.00
Pr	0.20	0.51	0.52	0.33	0.13	0.29	0.32	0.94	7.10	8.83
Nd	1.2	2.1	2.3	1.6	0.4	1.2	1.3	4.12	26.00	32.00
Sm	0.24	0.49	0.58	0.37	0.16	0.30	0.38	1.03	4.50	5.60
Eu	0.06	0.16	0.17	0.12	0.04	0.08	0.08	0.29	0.88	1.10
Gd	0.26	0.68	0.68	0.52	0.14	0.46	0.37	1.22	3.80	4.70
Tb	0.05	0.11	0.13	0.09	0.03	0.07	0.06	0.23	0.64	0.77
Dy	0.29	0.76	0.76	0.55	0.20	0.44	0.36	1.42	3.50	4.40
Ho	0.07	0.16	0.17	0.14	0.04	0.09	0.09	0.30	0.80	1.00
Er	0.19	0.48	0.49	0.36	0.11	0.30	0.25	0.87	2.30	2.90
Tm	0.04	0.09	0.08	0.07	0.02	0.05	0.06	0.15	0.33	0.405
Yb	0.24	0.47	0.51	0.36	0.16	0.28	0.29	0.94	2.20	2.80
Lu	0.03	0.07	0.07	0.05	0.02	0.05	0.05	0.14	0.32	0.40
Mo	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.42	1.50	-
Cu	2.2	4.3	11.1	4.3	2.3	2.6	38.0	39.89	25.00	50.00
Pb	1.0	1.5	2.8	0.9	1.1	0.6	2.3	3.94	16.00	20.00
Zn	7	10	10	7	4	5	5	18.31	71.00	85.00
Ni	2.6	5.4	5.7	3.4	2.3	2.5	3.0	10.23	50.00	55.00
As	1.0	2.2	2.5	1.8	1.2	0.9	1.1	3.21	1.50	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.10	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.20	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.13	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.05	-
Au	-	-	-	-	0.5	-	-	0.34	1.80	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.75	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	0.06	50.00	-



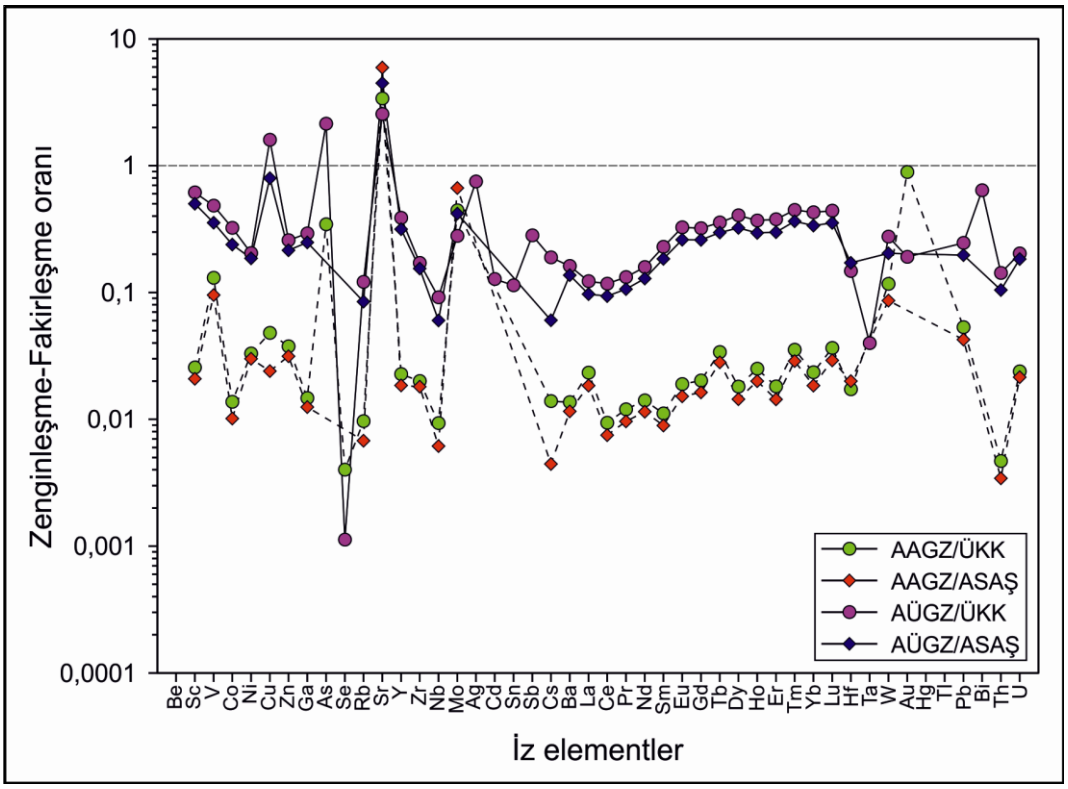
Şekil 5.54. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK: (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları

Pettijohn ve ark. (1972)'nın geliştirdiği kimyasal sınıflama diyagramında alt geçiş zonu örneklerinden üçü diyagrama düşmezken diğer üç örnekten ikisi grovak, biri de litarenit bölgesindedir. Aynı diyagramda üst geçiş zonu örneklerinin tamamı grovak bölgesindedir (Şekil 5.32). Alt geçiş zonu örnekleri Herron (1988)'un diyagramında değerlendirildiğinde yine altı örnekten üçü diyagrama düşmezken geriye kalan üç örnekten ikisi Fe-kum biri ise Fe-şeyl/Fe-kum sınırına düşmektedir. Aynı diyagramda üst geçiş zonu örneklerinin ikisi şeyl, ikisi Fe-kum diğerleri de Fe-şeyl alanlarına düşmüştür (Şekil 5.33). Arazi gözlemlerine göre alt ve üst geçiş zonları kil oranı yüksek çökellerden meydana gelmektedir. Herron (1988)'un diyagramı da ince taneli çökellerin sınıflandırılmasında başarıyla uygulanan bir yöntemdir (Vital ve Stattegger, 2000). Dolayısı ile bu diyagram söz konusu çökellerin sınıflandırılmasında daha uygun olacaktır.

Alt geçiş zonu örneklerinin iz element içerikleri ÜKK ile karşılaştırıldığında sadece Sr zenginleşmiştir (Şekil 5.55). Au oranı değişmezken diğer tüm elementler çok belirgin bir şekilde fakirleşmiştir. Örnekler ASAŞ ile karşılaştırıldığında yine ÜKK 'dakine benzer bir şekilde Sr bakımından zenginleşme görülür. Alt geçiş zonu örneklerinin iz element konsantrasyonlarındaki çok belirgin genel düşüş ve düzensizlik,

jips fazı içeriğinin toplam hacim içerisindeki artışına bağlı olarak terrijen malzeme miktarının düşüşü ile ilişkilendirilebilir.

Üst geçiş zonu örneklerinin iz element içerikleri ÜKK ile karşılaştırıldığında Ag oranı değişmezken Cu, As ve Sr zenginleşmiş diğer tüm elementler ise fakirleşmiştir (Şekil 5.55). Aynı örnekler, ASAŞ ile karşılaştırıldığında iz elementlerden sadece Sr zenginleşirken Cu oranı değişmemekte, diğer element içerikleri ise düşmektedir. Üst geçiş zonu örneklerinin iz element konsantrasyonlarının genel olarak alt geçiş zonundan daha yüksek olması kırıntılı malzeme gelişinin arttığını evaporasyon süreçlerinin etkisinin azaldığını ve iklimin kısmen yağışlı bir döneme girdiğini göstermektedir.



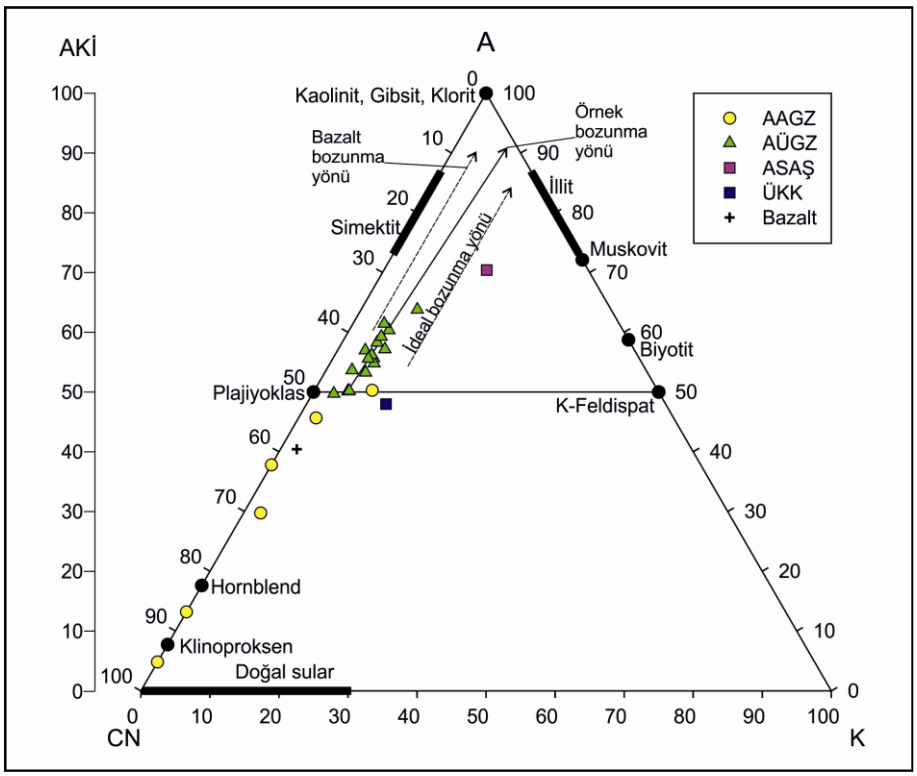
Şekil 5.55. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK: (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)

6.4.2.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi

Alt geçiş zonu örneklerinin AKİ değerleri 4.82-50.27 (ortalama=30.25) ve BKİ değerleri 4.82 ile 54.87 (ortalama=31.34) arasında olan geniş bir aralıkta değişim göstermektedir (Çizelge 5.18). Bu örnekler A-CN-K diyagramına düşürüldüğünde, CN

köşesi ile plajiyoklas-K-feldispat çizgisi arasında ve A-CN kenarı boyunca yerleşirler (Şekil 5.56). Buna göre örneklerin mineralojik bileşimi klinoproksen, amfibol ve plajiyoklas arasında değişmektedir ve hiç bozunmaya uğramadan kısa mesafe taşındıktan sonra depolanmış detritik malzemeden oluşmaktadır.

Üst geçiş zonu örneklerinin AKİ değerleri 49.71 ile 63.77 (ortalama=56.02); BKİ değerleri de 51.31 ile 69.44 (ortalama=59.21) arasında değişim göstermektedir. Alt geçiş zonu örneklerine göre her iki indis de çok daha dar bir aralıkta değişmektedir. Söz konusu örnekler A-CN-K diyagramına düşürüldüğünde, plajiyoklas-K-feldispat çizgisinden başlayarak, A köşesine doğru ve A-CN kenarı boyunca yerleşip A-K kenarına doğru çok az bir sapma gösterirler. İdeal bozunma yönü A-CN kenarına paralel olmalıdır (Nesbitt ve Young, 1984, 1989). Örnekleri temsil eden bir ok çizildiğinde bu okun ideal bozunma yönünden bir miktar saptığı görülür. Bu sapma depolanmadan sonra örneklerdeki K-metasomatizması ile ilişkilidir. Örneklerin AKİ değerleri 50 ile 70 arasında olduğu için bozunmaya başlangıç evresinde oldukları kabul edilmektedir (Fedo ve ark., 1997).



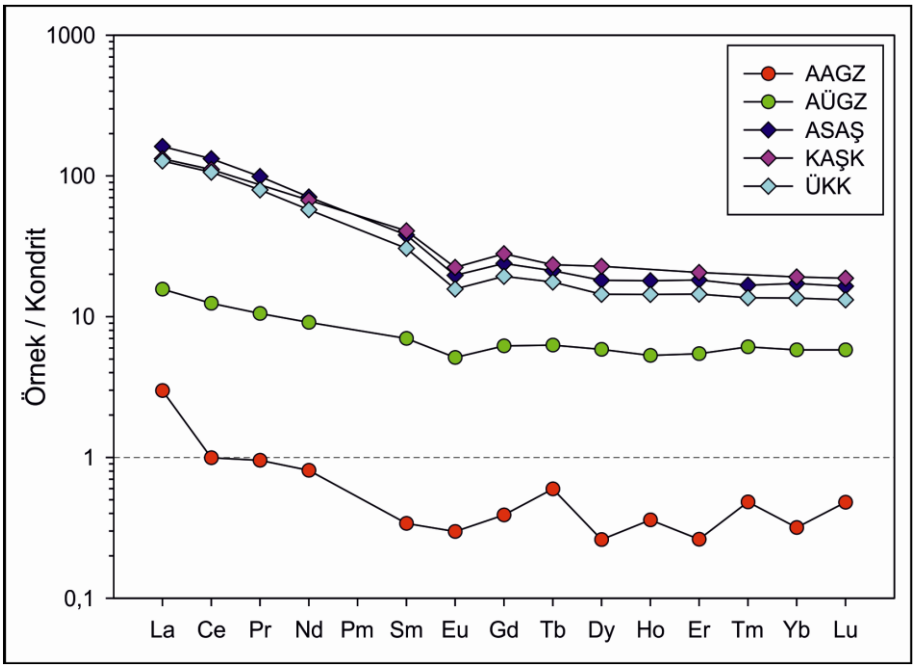
Şekil 5.56. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

5.4.2.2. Köken

Alt geçiş zonu örnekleri Roser ve Korsch (1988) tarafından geliştirilmiş olan ayıklama fonksiyonu diyagramlarına ÜKK, KAŞK ve ASAŞ ile birlikte düşürülmüştür (Şekil 5.36 ve 5.37). Buna göre incelenen örnekler Şekil 5.36 'da gösterilen diyagramda ortaç mağmatik köken bölgesinde yer almaktadır. Şekil 5.37'deki diyagramda ise iki örnek kuvarsça zengin sedimanter köken bölgesine, diğer dört örnek mafik mağmatik köken bölgesine düşmektedir.

Üst geçiş zonu örnekleri Şekil 5.36'da verilen diyagrama düşürüldüğünde, örneklerden ikisi mafik mağmatik köken, diğerleri ise ortaç mağmatik köken bölgesinde yer almaktadır. Şekil 5.37'deki diyagramda ise örneklerden üçü ortaç mağmatik, sekizi mafik mağmatik, beşi de kuvarsça zengin sedimanter köken bölgesine düşmektedir. Buna göre üst geçiş zonu çökelleri ana oksit içeriklerine göre ortaç mağmatik, mafik mağmatik ve kısmen kuvarsça zengin sedimanter bir kökenden beslenmiştir. Alt ve üst geçiş zonu örneklerinin ana oksit içerikleri, evaporitlerden dolayı önemli değişiklikler gösterebileceğinden dolayı ana oksit içeriklerini kullanan bu diyagramlar bu zonlar için değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Alt geçiş zonu örneklerinin NTE içerikleri kondrite göre normalize edildiğinde La, Ce ve Pr hariç diğerlerinin fakirleştiği ve HNT elementlerinin ANT elementlerine göre zenginleştiği görülmektedir (Şekil 5.57). ΣHNTE/ΣANTE oranı (ort=9.36) standartlara yakın olmasına rağmen $(La/Yb)_{cn}$ oranı (ort=5.80) NTE'deki farklılaşmanın çok yüksek olmadığını gösterir. Ancak HNTE'deki ($(La/Sm)_{cn}$=7.10) farklılaşma yüksektir (Çizelge 5.20). Desen, yüksek negatif Ce ($(Ce/Ce^*)_{cn}$=0.59) ve düşük negatif Eu ($(Eu/Eu^*)_{cn}$=0.82) anomalisi göstermektedir. Ağır NT elementleri ise zigzag desen sunmakta fakat genel gidiş kondrite paralel kalmaktadır ($(Gd/Lu)_{cn}$=0.81; Çizelge 5.20). Düşük HNTE zenginleşmesi ve Eu anomalisi zondaki kırıntılıların mafik kökenli olduğunu belirtir. Kondrite göre normalize edilmiş deniz suyu ve denizel evaporit desenlerinde La-Ce-Pr-Nd, Pm-Sm-Eu-Gd, Gd-Tb-Dy-Ho ve Er-Tm-Yb-Lu element grupları tarafından meydana getirilen ve konkav eğrilerle oluşturulan lantanit dörtlü etkisi görülür (Masuda ve Ikeuchi, 1979; Kawabe ve ark., 1998). İncelenen örneklerin NTE deseni, deniz suyunda gözlemlenen bu dörtlü etki desenine kısmen benzemektedir ve deniz suyundan doğrudan çökelim olduğunu göstermektedir. Alt geçiş zonunda NTE içeriklerinin çok düşük olması (Çizelge 5.20) çökelmede evaporasyon süreçlerinin etkisinin arttığını ve kırıntılı malzeme geliminin ise azaldığını göstermektedir.

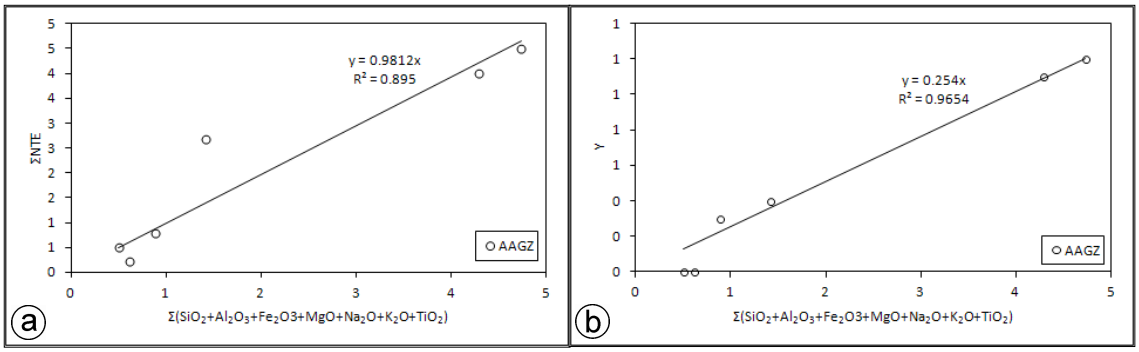


Şekil 5.57. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrit ile normalize edilmiş NTE grafiği (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avust. Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Çizelge 5.20. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-6	124.48	36.10	1567.32	4.51	3.77	0.71	5.31	8.08	8.77	0.66	0.64	0.72
A-7	185.72	35.20	1618.54	4.00	3.27	0.69	4.74	6.35	6.27	0.66	0.57	0.92
A-8	2.50	18.00	1152.31	2.67	2.41	0.23	10.48	-	6.27	0.99	0.58	1.07
A-9	9.40	15.30	2240.40	0.79	0.64	0.15	4.27	2.97	-	-	0.66	-
A-10	0.00	14.00	858.90	0.23	0.22	0.01	22.00	-	-	-	0.00	-
A-11	1.70	3.90	728.60	0.50	0.50	0.00	-	-	-	-	-	-
Ort.	53.97	20.42	1361.01	2.12	1.80	0.30	9.36	5.80	7.10	0.77	0.61	0.90
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Evaporitlerde ΣSAFMNKT ($\Sigma(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO+Na_2O+K_2O+TiO_2)$) ile evaporit bünyesindeki kırıntılı materyallerin arasında kuvvetli bir korelasyon ilişkisi bulunmuştur (Cullers, 2002). Buna göre Σ(SAFMNKT) ile ΣNTE (r=0.949) ve Y (r=0.986) arasında çok kuvvetli korelasyon ilişkilerinin varlığı incelenen örneklerdeki NTE 'nin kaynağının kırıntılılar olduğunu göstermektedir (Şekil 5.58). Elde edilen kondrit normalize desene göre alt geçiş zonundaki kırıntılılar HNTE oranının yüksek olmasından dolayı muhtemelen felsik bir kaynaktan türemişlerdir.



Şekil 5.58. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-ΣNTE ve b) Σ(SAFMNKT)-Y grafikleri

Üst geçiş zonu örneklerinin NTE içerikleri kondrite göre normalize edildiğinde NTE farklılaşması (HNTE/ANTE=3.28; $(La/Yb)_{cn}$=2.70) ve HNTE farklılaşması $(La/Sm)_{cn}$=2.24) çok düşüktür. ANTE ise yataya yakın ($(Gd/Lu)_{cn}$=1.07) bir gidiş gösterir (Şekil 5.57; Çizelge 5.21). Yüksek negatif Eu anomalisi (Eu/Eu*=0.78) sunan desen zayıf bir negatif Ce anomalisine ($(Ce/Ce^*)_{cn}$=0.97) sahiptir. Düşük HNTE/ANTE oranı ve düşük negatif Eu anomalisi fazla farklılaşmaya uğramamış mafik bir kökenden beslenme olduğunu göstermektedir. Üst geçiş zonundaki NTE içeriklerinin standartlara göre düşük olması evaporitik fazın etkili olduğunu göstermekte iken, alt geçiş zonuna göre daha yüksek olması kırıntılı geliminde alt zona oranla önemli derecede artış olduğunu belirtmektedir.

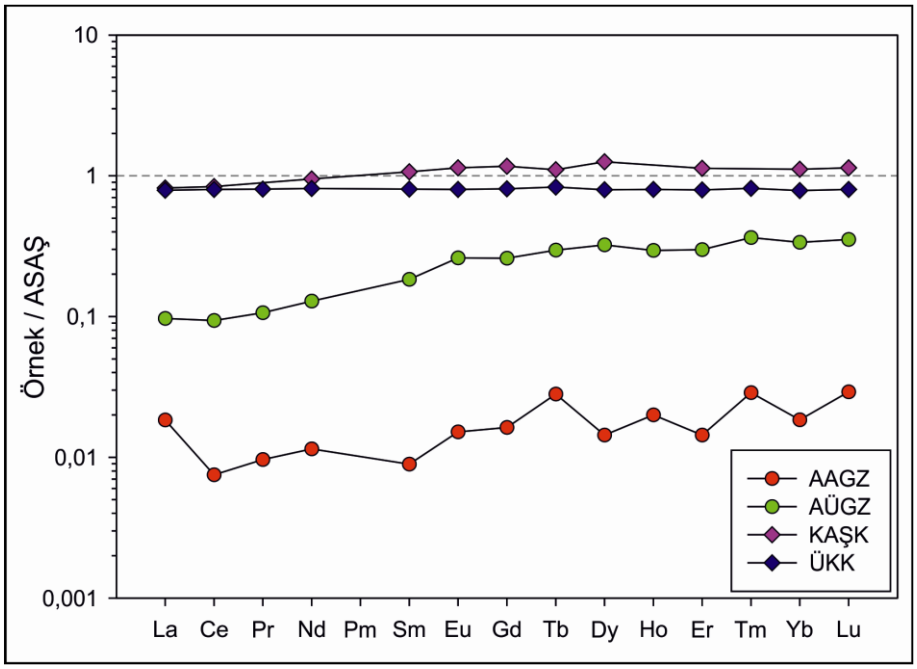
Çizelge 5.21. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-48	2894.76	617.72	13405.12	63.26	50.72	11.79	4.30	3.85	2.71	1.24	0.96	0.83
A-49	2.90	11.00	334.31	1.35	1.16	0.19	6.11	2.97	-	-	0.89	-
A-50	3462.97	405.66	10575.72	55.39	42.71	11.99	3.56	3.01	2.31	1.01	0.97	0.79
A-51	4441.37	362.25	8581.40	53.00	37.79	14.51	2.60	2.02	1.94	1.00	0.98	0.75
A-52	4110.32	341.50	7587.17	50.08	35.23	14.14	2.49	1.85	1.89	0.91	0.96	0.80
A-53	3707.04	348.72	10293.63	58.71	45.34	12.63	3.59	2.91	2.08	1.09	0.98	0.77
A-54	499.07	48.48	1254.76	7.04	5.42	1.55	3.50	2.39	1.90	1.52	1.11	0.61
A-55	609.15	57.38	2127.92	8.63	6.43	2.11	3.05	2.69	2.44	1.24	0.93	0.64
A-56	644.15	73.88	3066.21	10.59	8.19	2.27	3.61	3.36	2.32	1.22	0.98	0.76
A-57	310.20	27.60	2328.33	5.47	4.24	1.17	3.62	2.60	2.35	1.07	0.96	0.73
A-58	738.69	78.63	2689.23	12.28	9.30	2.82	3.30	3.24	2.81	1.20	0.91	0.84
A-59	895.11	85.33	2291.30	12.86	9.80	2.89	3.39	2.99	2.38	1.20	0.94	0.82
A-60	552.17	44.60	1645.19	8.56	6.30	2.14	2.94	2.69	2.37	1.29	0.92	0.83
A-61	171.62	34.28	882.54	2.95	2.19	0.72	3.04	2.16	1.96	0.87	0.94	0.81
A-62	518.27	34.60	1996.98	7.11	5.29	1.74	3.04	2.72	2.30	1.14	1.02	0.65
A-63	563.21	82.68	4017.94	7.81	6.20	1.53	4.05	3.34	2.31	0.91	1.00	0.65
Ort.	1507.56	165.90	4567.36	22.82	17.27	5.26	3.51	2.80	2.27	1.13	0.97	0.75
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Alt geçiş zonu örnekleri, ASAŞ'a göre normalize edildiğinde HNTE ve ANTE arasında bir farklılaşma gözlenmezken ($(La/Yb)_{pn}$=1.00) desenin genelinde zigzaglı bir gidiş hakimdir. Hafif NT elementleri kendi içerisinde düşük farklılaşma gösterirken ($(La/Sm)_{pn}$=2.06), ANTE artan eğimli ($(Gd/Lu)_{pn}$=0.56) bir desen sunmaktadır (Şekil 5.59). Desende belirgin pozitif Eu ($(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.26) ve düşük negatif Ce anomalisi ($(Ce/Ce^*)_{pn}$=0.56) gözlenmektedir (Şekil 5.59).

Üst geçiş zonu örnekleri, ASAŞ'a göre normalize edildiğinde (Şekil 5.59) HNTE ve ANTE arasında oldukça yüksek bir farklılaşma vardır ($(La/Yb)_{pn}$=0.29). HNTE kendi içerisinde yüksek $(La/Sm)_{pn}$=0.53), ANTE ise düşük $(Gd/Lu)_{pn}$=0.74) farklılaşma gösterir. Bununla birlikte desen, zayıf pozitif Eu ($(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.19) ve zayıf negatif Ce ($(Ce/Ce^*)_{pn}$=0.92) anomalisi göstermektedir. ASAŞ normalize desende gözlenen HNTE düşüşü mafik bir kaynaktan beslenme olduğuna işaret etmektedir.

Alt geçiş zonu örnekleri için elde edilen iz element oranlarından La/Co oranı felsik kaynağı işaret ederken La/Sc, Th/Sc ve Th/Co oranları ise mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.22). Buna ilave olarak tüm örneklerden olmasa da elde edilebilen Zr/Sc, Zr/Co ve Co/Th oranları da yine mafik bir kaynağa işaret eder (Çizelge 5.23). Sonuçta bu element oranlarının çoğu AAGZ'nin büyük ölçüde farklılaşmaya uğramamış mafik bir kaynaktan beslendiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 5.59. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerinin Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK) ve Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti (KAŞK) ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE grafiği

Çizelge 5.22. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) ve Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örnekleri ile felsik-mafik kaynaktan türemiş çökellerdeki bazı iz element oranlarının karşılaştırılması

Oranlar	AAGZ dağılım	AÜGZ dağılım	Çökellerde dağılım[a]		ÜKK
			Felsik kaynak	Mafik kaynak	
Eu/Eu*	0.72 - 1.02	0.61 - 0.84	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65
La/Sc	1.10 - 1.40	0.33 - 0.90	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.31
Th/Sc	0.00 - 0.30	0.14 - 0.50	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.82
La/Co	1.38 - 2.33	0.46 - 1.13	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.76
Th/Co	0.00 - 0.38	0.22 - 0.63	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63
Th/Cr	-	0.003 - 0.07	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000 ve Cullers ve ark., 1987, 1988' den alınmıştır.

Çizelge 5.23. Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) örneklerine ait bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-6	1.40	-	2.33	-	-	-	4.20	-	7.00	-	-	-	-
A-7	1.10	-	1.38	0.30	-	0.38	5.50	-	6.88	-	-	2.67	-
A-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	1.25	-	1.85	0.30	-	0.38	4.85	-	6.94			2.67	
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

Üst geçiş zonu çökelleri için elde edilen iz element oranlarından La/Sc, Th/Sc, La/Co, Th/Co ve Th/Cr oranları mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.22). Buna ilave olarak La/Cr, Cr/La, Zr/Cr, Cr/Zr, Zr/Co, Zr/Sc, Cr/Th ve Co/Th oranları da mafik bir kaynağı yansıtmaktadır (Çizelge 5.24). Dolayısıyla söz konusu element oranları dikkate alındığında üst geçiş zonu çökellerinin farklılaşmaya uğramamış mafik bir kaynaktan türemiş olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.24. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) örneklerine ait bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-45	0.63	0.17	1.00	0.27	0.07	0.43	4.27	1.12	6.80	6.05	13.96	2.31	0.89
A-46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-47	0.47	0.12	0.60	0.17	0.05	0.22	3.14	0.83	4.05	8.09	22.14	4.56	1.20
A-48	0.34	0.09	0.56	0.14	0.04	0.24	3.80	0.98	6.25	11.40	26.95	4.24	1.02
A-49	0.33	0.09	0.55	0.15	0.04	0.26	3.79	1.01	6.41	11.40	24.15	3.82	0.99
A-50	0.42	0.13	0.62	0.17	0.06	0.26	3.06	0.98	4.52	7.44	18.01	3.92	1.02
A-51	0.50	0.07	0.59	0.25	0.04	0.29	4.00	0.58	4.71	13.68	27.37	3.40	1.71
A-52	0.70	0.10	0.67	0.25	0.04	0.24	7.10	1.04	6.76	9.77	27.37	4.20	0.96
A-53	0.57	0.05	0.46	0.30	0.03	0.24	5.57	0.50	4.51	19.81	37.43	4.11	2.02
A-54	0.90	-	1.13	0.50	-	0.63	10.00	-	12.50	-	-	1.60	-
A-55	0.55	0.02	0.92	0.23	0.01	0.38	4.63	0.17	7.71	50.24	122.81	2.67	5.97
A-56	0.55	0.02	0.73	0.20	0.01	0.27	6.90	0.20	9.20	63.88	175.66	3.75	5.09
A-57	0.47	-	0.74	0.17	-	0.26	3.97	-	6.26	-	-	3.80	-
A-58	-	0.00	-	-	-	-	-	0.06	-	267.37	-	-	16.50
A-59	0.55	-	0.73	0.25	-	0.33	5.50	-	7.33	-	-	3.00	-
A-60	0.70	0.01	0.70	0.25	0.00	0.25	6.00	0.07	6.00	124.06	347.37	4.00	14.47
Ort.	0.55	0.07	0.71	0.24	0.03	0.31	5.12	0.63	6.64	49.43	76.65	3.53	4.32
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

Alt geçiş zonu örnekleri köken analizi amacıyla Cullers (2002)'nin La/Sc-Th/Co diyagramına (Şekil 5.40) düşürüldüğünde sadece bir örnek diyagram alanına girebilmektedir. Diyagramda asidik kayaç bölgesi ile bazik kayaç bölgesi arasına bir doğru çizildiğinde, söz konusu örneğin bu doğru üzerinde felsikten mafik bölgeye doğru biraz kaydığı dolayısı ile ortaç bileşime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Üst geçiş zonu örnekleri aynı diyagrama düşürüldüğünde örneklerin benzer bir şekilde bazik bölgeye doğru kayma gösterdikleri ve ortaç bileşime sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Alt geçiş zonu örneklerinden sadece bir örnek McLennan ve ark. (1993)'nın Sc-Th grafiğinde (Şekil 5.41) mafik bölgede yer alırken diğer örnekler bu diyagrama düşmemektedir. Üst geçiş zonu örneklerinden ikisi bu diyagrama düşmezken, diğerleri mafik köken bölgesindedir.

Floyd ve Leveridge (1987)'in Hf-La/Th diyagramında (Şekil 5.42) alt geçiş zonu örneklerinden sadece birisi felsik-mafik karışım bölgesinde diyagrama düşmektedir. Aynı diyagramda üst geçiş zonu örneklerinden ikisi diyagrama düşmezken, diğerleri yine felsik-mafik karışım bölgesindedir.

Alt ve üst geçiş zonu çökellerinin McLennan ve ark. (1993) tarafından tanımlanan köken tiplerinin çözümlenmesi için yine aynı yazarların uyguladığı yöntemler ve ilgili diyagramlar kullanılmıştır. Alt ve üst geçiş zonu örneklerindeki düşük HNTE zenginleşmesi, zayıf negatif Eu anamalisi ve düşük Th/Sc ve Th/U oranları her iki zon için de EÜKK tipi köken bileşeninin olmadığını gösterir.

Alt geçiş zonu örneklerinden sadece birisi Zr/Sc-Th/Sc diyagramına (Şekil 5.43) düşmektedir. Bu nokta, zirkon ilavesi bölgesinden uzakta yer alırken bileşimsel çeşitlilik çizgisi doğrultusunda, ÜKK ve ASAŞ'ı temsil eden noktaların da altındaki mafik bölgeye doğru kayma göstermiştir. Dolayısıyla örnekte YÇÇK tipi köken bileşeni bulunmamakla birlikte noktanın çizgi üzerinde ÜKK ve ASAŞ'ın da altında olması bunlardan daha mafik bir kaynaktan doğrudan beslenmiş olduğunu gösterir. Üst geçiş zonu örneklerinden ikisi diyagrama düşmezken diğer örnekler yine bileşimsel çeşitlilik çizgisi doğrultusunda, orijine göre alt geçiş zonu çökellerinin de altında kalarak daha mafik bir karakter göstermektedirler. Alt ve üst geçiş zonu örneklerinde zirkon ilavesinin gözlenmemesi ve grafikte örnek noktalarının çizgi üzerinde daha mafik kaynağa doğru kaymaları her iki zon için de YÇÇK tipi köken bileşeninin bulunmadığını göstermektedir.

Th-Th/U diyagramında (Şekil 5.44) alt geçiş zonu örneklerinden sadece birisi diyagram alanında ve o da üst manto kaynakları bölgesindedir. Üst geçiş zonu

örneklerinden ikisi aynı diyagrama düşmezken diğerleri de üst manto kaynakları bölgesindedir. Buna göre Alt ve üst geçiş zonu örnekleri için kaynak alanında etkili bir bozunma olmadığı ve FMGY tipi bir kökenden beslenme olduğu anlaşılmaktadır

Alt geçiş zonu örnekleri, Hiscott (1984) tarafından geliştirilen Y/Ni-Cr/V diyagramına (Şekil 5.45) düşürüldüğünde Y/Ni oranlarının yatay olarak noktalandıkları ve Cr/V oranlarında ise herhangi bir artış olmadığı gözlenmektedir. Aynı diyagramda üst geçiş zonu örnekleri de alt geçiş zonu örneklerine benzer bir davranış göstermektedirler. Buna göre alt ve üst geçiş zonu çökelleri için kaynak alandan ofiyolitik materyal gelimi olmadığı yani TB tipi bir bileşenden söz edilemeyeceği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, ana elementlerin temel alındığı diyagramlara göre alt geçiş zonu çökelleri ortaç ve mafik mağmatik; üst geçiş zonu çökelleri ise çoğunlukla ortaç ve mafik mağmatik, kısmen de kuvarsça zengin sedimanter bir kökenden beslenmişlerdir. İz elementlerin temel alındığı diyagramlarda alt ve üst geçiş zonu çökelleri için benzer bir kaynak söz konusudur ve bunların NTE desenleri, iz element oranları ve Sc-Th diyagramı mafik bir kökeni yansıtırken, La/Sc-Th/Co diyagramı ortaç ve Hf-La/Th diyagramı ise felsik-mafik karışım kaynağını göstermektedir. Alt ve üst geçiş zonu çökellerinin köken tipi analizlerinde de yine benzer şekilde Zr/Sc-Th/Sc diyagramı YÇÇK tipi bir köken bileşeni olmadığına, Th-Th/U diyagramı FMGY tipi bir köken bileşeni olduğuna ve Y/Ni-Cr/V diyagramı ise TB tipi bir köken bileşeni olmadığına işaret etmektedir.

5.4.2.3. Tektonik konum

Alt ve üst geçiş zonu çökellerinin depolandığı havzanın tektonik konumunu belirleyebilmek amacıyla farklı yazarlar tarafından ana ve iz element kompozisyonları kullanılarak geliştirilmiş olan diyagramlar kullanılmıştır.

Ana oksit içeriklerine göre alt geçiş zonu örnekleri Bhatia (1983)'ün ayıklama fonksiyonu diyagramında (Şekil 5.46) okyanusal ada yayı bölgesine; üst geçiş zonu örneklerinin ise üçü aktif kıta kenarı, biri kıtasal ada yayı ve geri kalanları da okyanusal ada yayı bölgesine düşmektedir. Alt ve üst geçiş zonu örnekleri, aynı yazarın verdiği (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 ve (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramlarında (Şekil 5.47 ve 5.48) belirgin olarak hiçbir bölgede toplanamamaktadırlar. Bu yüzden Şekil 5.47 ve

5.48'deki diyagramlar, incelenen örnekler için uygun sonuçlar vermediği için dikkatli kullanılmıştır. Roser ve Korsch (1986)'un SiO_2-K_2O/Na_2O ana oksit diyagramında (Şekil 5.49) ise alt ve üst geçiş zonu örnekleri, okyanusal ada yayı kenarı bölgesine düşmektedirler.

İz element içeriklerine göre alt ve üst geçiş zonu örnekleri Bhatia ve Crook (1986) tarafından geliştirilmiş olan diyagramlara düşürülmüştür. Bunlardan La/Sc-Ti/Zr diyagramında (Şekil 5.50) alt geçiş zonu örneklerinden sadece ikisi noktalanmakta ve onlar da kıtasal ada yayı bölgesine düşmektedir. Aynı diyagramda üst geçiş zonu örnekleri ise kıtasal ve okyanusal ada yayı bögelerinin her ikisine birden düşmektedirler. Alt geçiş zonu örneklerinden noktalanabilen tek örnek La-Th-Sc, Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramlarında okyanusal ada yayı bölgesi içinde veya çok yakınındadır (Şekil 5.51, 5.52 ve 5.53). Üst geçiş zonu örneklerinden noktalanmayan iki örnek hariç diğerleri La-Th-Sc diyagramında (Şekil 5.51) okyanusal ada yayı bölgesindedir. Th-Sc-Zr/10 diyagramında (Şekil 5.52) bir örnek hariç (kıtasal ada yayı) diğerleri okyanusal ada yayı bölgesi içinde veya çok yakınında; Th-Co-Zr/10 diyagramında (Şekil 5.53) ise yine bir örnek hariç (kıtasal ada yayı) diğerleri okyanusal ada yayı bölgesi içinde veya çok yakınında yer almaktadır. La-Th-Sc, Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramları iki zona ait örneklerden biri hariç (kıtasal ada yayı) diğerlerini net olarak okyanusal ada yayı bölgesinde göstermektedir.

Alt ve üst geçiş zonu çökel örneklerinin, ilgili diyagramlara aktarılması sonucunda ana oksitlere göre tektonik konum okyanusal ada yayıdır. İz elementlere göre ise La/Sc-Ti/Zr diyagramında alt geçiş zonu için kıtasal ada yayı ve üst geçiş zonu için okyanusal ve kıtasal ada yayı bulunmaktadır. Üçgen diyagramları iki zon için de okyanusal ada yayına işaret etmektedir. Buna göre söz konusu iki zonun da depolandığı havzanın tektonik konumu, okyanusal ada yayı kenarı olduğu sonucuna varılmaktadır.

5.4.3. Akboğaz formasyonunun jeokimyası

Masif jipsten oluşan Akboğaz formasyonundan alınan örneklerin (Bölüm 4.2.1; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksit ve iz element konsantrasyonları Çizelge 5.25'te sunulmuştur.

Çizelge 5.25. Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)

Analit	Birim	MDL	Örnek A-12	Örnek A-13	Örnek A-14	Örnek A-15	Örnek A-16	Örnek A-17	Örnek A-18	Örnek A-19	Örnek A-20	Örnek A-21
SiO_2	%	0.01	1.37	0.14	0.10	0.04	0.18	0.03	0.02	0.11	0.20	0.02
Al_2O_3	%	0.01	0.12	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe_2O_3	%	0.04	0.20	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-
MgO	%	0.01	0.02	0.02	-	0.01	0.01	-	0.01	-	0.03	0.03
CaO	%	0.01	31.94	33.23	32.58	33.07	32.66	32.04	32.61	32.73	31.85	33.02
Na_2O	%	0.01	0.01	-	0.01	-	0.02	-	-	0.02	0.03	-
K_2O	%	0.01	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TiO_2	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_2O_5	%	0.01	-	-	-	0.02	-	-	0.01	0.02	0.02	-
MnO	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	%	0.002	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-
LOI	%	-5.1	21.5	21.8	21.1	21.1	21.0	21.3	21.6	21.0	20.9	21.3
Toplam	%	0.01	55.15	55.25	53.73	54.22	53.87	53.40	54.28	53.75	53.13	54.36
TOT/C	%	0.02	0.07	0.24	0.03	0.08	0.05	0.04	0.08	0.03	0.08	0.08
TOT/S	%	0.02	17.98	18.14	18.07	18.38	17.59	17.58	18.40	18.00	18.23	18.07
Sc	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	ppm	1	11	3	1	1	4	1	1	2	1	1
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	ppm	0.1	0.2	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-
Nb	ppm	0.1	0.2	-	-	-	0.1	-	-	0.4	0.1	-
Rb	ppm	0.1	1.4	0.3	0.1	-	0.2	-	-	-	-	-
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppm	0.5	656.9	1245.9	308.5	365.3	438.7	702.0	366.0	1329.0	698.4	1161.4
Ta	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	ppm	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	ppm	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	ppm	0.1	5.2	0.6	0.8	-	1.2	0.3	-	0.7	-	-
Y	ppm	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La	ppm	0.1	0.4	0.1	-	-	-	0.4	-	-	-	-
Ce	ppm	0.1	0.8	0.1	-	-	-	0.1	-	-	-	-
Pr	ppm	0.02	0.07	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	ppm	0.3	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	ppm	0.05	0.10	-	-	-	-	0.06	0.07	-	-	-
Tb	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	ppm	0.03	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-
Yb	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	ppm	0.1	1.3	0.3	0.2	-	0.4	0.1	-	0.1	0.2	-
Cu	ppm	0.1	1.4	0.6	0.5	0.3	-	0.4	0.2	0.3	0.2	-
Pb	ppm	0.1	0.5	0.7	0.3	0.2	0.4	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1
Zn	ppm	1	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1
Ni	ppm	0.1	1.0	0.6	-	0.1	-	-	0.1	-	0.5	-
As	ppm	0.5	2.4	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	ppm	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	-	0.8	-	0.6	-	0.9	0.9	-	0.6	-
Hg	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.6

Çizelge 5.25. Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek A-22	Örnek A-23	Örnek A-24	Örnek A-25	Örnek A-26	Örnek A-27	Örnek A-28	Örnek A-29	Örnek A-30	Örnek A-31	Örnek A-32
SiO_2	0.06	-	0.07	0.03	-	0.02	0.02	0.06	0.17	-	0.17
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe_2O_3	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-
MgO	-	0.01	-	0.02	-	-	0.01	0.01	-	-	-
CaO	32.29	32.96	32.82	32.54	33.05	32.61	32.83	33.05	33.51	33.41	32.90
Na_2O	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.03	-	0.03
K_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_2O_5	0.02	-	-	-	-	0.03	0.01	-	-	-	-
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOI	21.4	21.3	21.0	21.2	21.3	21.2	21.1	21.2	21.1	20.5	20.8
Toplam	53.95	54.22	53.93	53.78	54.32	53.90	53.85	54.28	54.78	53.96	53.93
TOT/C	0.03	0.13	0.05	0.11	0.06	0.07	0.10	0.04	0.07	0.04	0.05
TOT/S	18.41	18.97	19.27	18.47	18.78	19.08	18.84	18.51	18.31	19.07	18.73
Sc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	4	3	3	13	3	4	1	2	2	2	2
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	-	-	0.1	-	0.3	-	-	-	-	-	-
Rb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	532.5	999.1	1966.9	2388.7	1078.3	1737.6	741.2	795.1	741.1	1570.0	956.0
Ta	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-
Th	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	-
Zr	0.2	0.1	-	0.2	1.3	-	0.6	-	-	-	0.3
Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.5	0.5	-	0.7	-	0.2	0.3	0.6	0.5	0.2	0.3
Pb	0.1	0.1	-	0.1	-	-	-	-	0.1	-	-
Zn	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1
Ni	1.7	0.3	0.2	2.4	1.7	2.0	1.6	1.5	1.0	1.6	2.0
As	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	0.7	-	0.6	-	-	0.5	-

Çizelge 5.25. Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek A-33	Örnek A-34	Örnek A-35	Örnek A-36	Örnek A-37	Örnek A-38	Örnek A-39	Örnek A-40	Örnek A-41	Örnek A-42	Örnek A-43
SiO_2	0.14	0.03	0.07	0.04	0.02	0.03	0.17	0.11	0.04	0.05	0.05
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe_2O_3	-	0.05	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	0.02	-	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	-	-	0.01	0.01
CaO	33.22	33.66	32.82	32.99	32.85	32.65	34.19	35.14	34.86	35.55	34.43
Na_2O	0.02	-	-	-	-	-	0.02	0.01	-	-	-
K_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P_2O_5	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	0.01	-
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-
LOI	21.3	21.2	21.0	21.3	21.1	21.1	18.5	16.3	15.0	14.7	17.5
Toplam	54.65	54.92	54.02	54.29	53.98	53.67	52.92	51.57	49.87	50.37	52.03
TOT/C	0.17	0.07	0.08	0.04	0.02	0.02	0.05	-	0.04	0.06	-
TOT/S	18.54	18.59	19.00	18.84	18.82	18.62	19.58	19.49	19.29	19.23	19.44
Sc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	5	-	-	2	1	-	6	1	-	1	2
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	-	-	0.5	0.7	0.5	-	-	-	-	-	-
Hf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	0.4	-	-	-	-	0.1	-	-	0.1	-	-
Rb	-	-	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	-	0.2
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	1522.5	1058.5	941.6	813.8	756.6	727.8	596.3	744.9	807.6	720.7	443.2
Ta	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	-	39	33	28	23	20	19	16	16	16
W	-	-	0.9	-	-	-	-	1.0	-	-	-
Zr	1.0	1.2	2.2	2.8	1.5	3.1	3.0	2.5	9.5	1.7	3.5
Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
La	-	-	0.2	0.2	-	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
Ce	-	-	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	-	0.2	0.1	0.2
Pr	-	-	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	-	0.03	0.03
Nd	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	0.4	-
Sm	-	-	0.07	-	0.12	0.08	0.08	0.05	-	0.07	-
Eu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
Tb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	-	-	0.06	0.06	-	-	-	-	-	-	-
Ho	-	-	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Er	-	-	0.05	0.05	0.03	-	0.04	-	0.04	-	-
Tm	-	-	0.03	0.02	-	0.01	-	0.01	-	0.02	0.01
Yb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-
Cu	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	-	0.3	0.2	-	0.1	-
Pb	0.1	-	0.2	-	-	-	0.5	-	0.2	0.1	0.1
Zn	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1
Ni	2.5	2.7	0.7	0.3	0.6	-	1.1	0.2	0.8	0.2	0.9
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

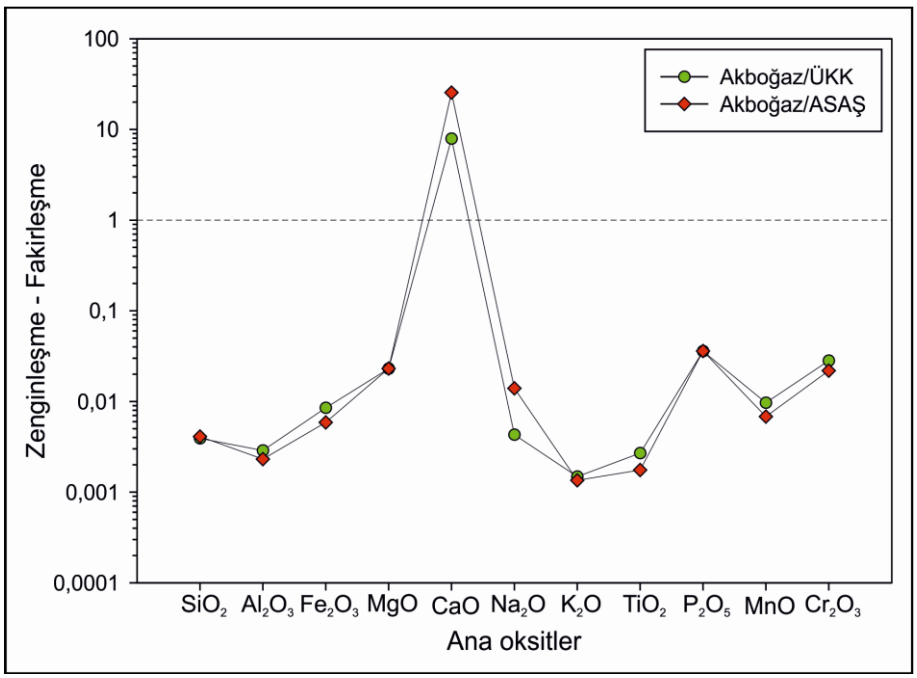
Çizelge 5.25. Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek A-44	Örnek A-45	Örnek H-1	Örnek I-1	Örnek J-2	Örnek L-1	Örnek M-1	Örnek N-2	Akboğaz Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	0.07	-	0.06	-	-	0.02	6.19	0.41	0.26	65.89	62.80
Al_2O_3	-	-	0.02	-	-	0.01	1.52	0.06	0.04	15.19	18.90
Fe_2O_3	0.05	-	-	0.07	-	0.04	0.84	0.09	0.04	5.00	7.23
MgO	-	-	0.01	0.04	0.03	0.14	0.40	1.11	0.05	2.21	2.20
CaO	36.09	34.75	32.64	32.26	33.32	33.69	32.80	31.93	33.19	4.20	1.30
Na_2O	-	-	-	-	-	-	0.46	-	0.02	3.90	1.20
K_2O	-	-	-	-	-	-	0.16	-	0.01	3.37	3.70
TiO_2	-	-	-	-	-	-	0.07	-	0.00	0.65	1.00
P_2O_5	0.04	0.01	-	-	-	-	0.02	-	0.01	0.16	0.16
MnO	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.00	0.08	0.11
Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	0.004	-	0.00	0.01	0.016
LOI	13.6	16.3	21.3	21.0	21.4	21.5	25.5	21.7	20.40	-	6.00
Toplam	49.90	51.11	54.02	53.32	54.66	55.39	68.00	55.25	54.00	-	104.59
TOT/C	-	0.02	0.06	0.11	0.11	0.30	2.41	0.52	0.14	-	-
TOT/S	20.18	19.52	18.67	18.46	18.58	18.15	13.50	17.57	18.52	-	-
Sc	-	-	-	-	-	-	2	-	0.05	13.00	16.00
Ba	-	1	6	53	4	-	85	23	6.38	550.00	650.00
Be	-	-	-	-	2	-	-	-	0.05	3.00	-
Co	-	-	0.7	0.4	0.4	0.6	3.7	0.8	0.18	17.00	23.00
Cs	-	-	-	-	-	0.2	0.8	0.1	0.03	4.80	15.00
Ga	-	-	1.5	0.8	1.0	1.0	2.2	0.8	0.23	17.00	-
Hf	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.02	5.80	5.00
Nb	-	-	0.7	0.5	-	0.4	1.2	0.2	0.12	12.50	19.00
Rb	0.2	0.1	0.9	0.3	0.5	0.5	6.6	1.0	0.38	112.00	160.00
Sn	-	-	1	1	1	1	-	-	0.10	5.50	-
Sr	521.3	432.2	1061.1	11464.7	1552.2	1399.2	4017.4	14279.2	1615.99	350.00	200.00
Ta	-	-	-	-	0.2	-	-	-	0.01	1.10	-
Th	-	-	-	-	-	-	0.8	-	0.02	10.70	14.60
U	-	-	-	-	-	-	1.7	0.3	0.05	2.80	3.10
V	14	10	-	-	-	-	20	-	6.58	110.00	150.00
W	-	-	2.2	1.7	1.7	1.8	2.2	2.2	0.37	2.00	-
Zr	3.1	3.4	-	-	-	0.7	8.9	1.0	1.52	190.00	210.00
Y	-	-	0.1	0.3	-	0.3	1.9	0.2	0.08	22.00	27.00
La	0.1	-	0.3	0.2	0.4	0.3	2.7	0.1	0.16	30.00	38.00
Ce	0.1	0.1	0.5	0.3	0.2	0.3	5.3	0.1	0.23	64.00	80.00
Pr	0.02	0.02	-	-	-	-	0.56	0.03	0.03	7.10	8.83
Nd	-	-	0.3	-	-	0.5	2.8	-	0.12	26.00	32.00
Sm	-	-	0.13	0.05	0.11	-	0.57	0.15	0.04	4.50	5.60
Eu	-	-	-	-	-	-	0.09	-	0.00	0.88	1.10
Gd	-	-	0.09	0.16	0.09	-	0.43	0.15	0.03	3.80	4.70
Tb	-	-	0.02	-	0.01	0.01	0.06	0.01	0.00	0.64	0.77
Dy	-	0.06	-	-	-	-	0.45	-	0.02	3.50	4.40
Ho	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.00	0.80	1.00
Er	-	-	-	-	-	-	0.24	-	0.01	2.30	2.90
Tm	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	0.00	0.33	0.405
Yb	-	-	-	-	-	-	0.22	-	0.01	2.20	2.80
Lu	-	-	-	-	-	0.02	0.04	-	0.00	0.32	0.40
Mo	0.2	-	-	-	-	-	2.5	0.3	0.15	1.50	-
Cu	0.2	0.1	0.2	0.4	0.5	0.2	9.7	0.5	0.53	25.00	50.00
Pb	0.2	0.3	-	-	0.2	0.2	14.1	0.2	0.50	16.00	20.00
Zn	2	3	1	2	3	2	32	2	2.45	71.00	85.00
Ni	0.4	1.5	-	0.4	1.0	0.6	38.6	0.5	1.78	50.00	55.00
As	-	-	1.0	1.2	1.6	0.9	15.3	1.8	0.65	1.50	-
Cd	-	-	-	-	-	-	0.6	-	0.02	0.10	-
Sb	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.01	0.20	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	-	-	0.7	-	0.7	-	1.0	-	0.17	1.80	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.01	0.75	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	50.00	-

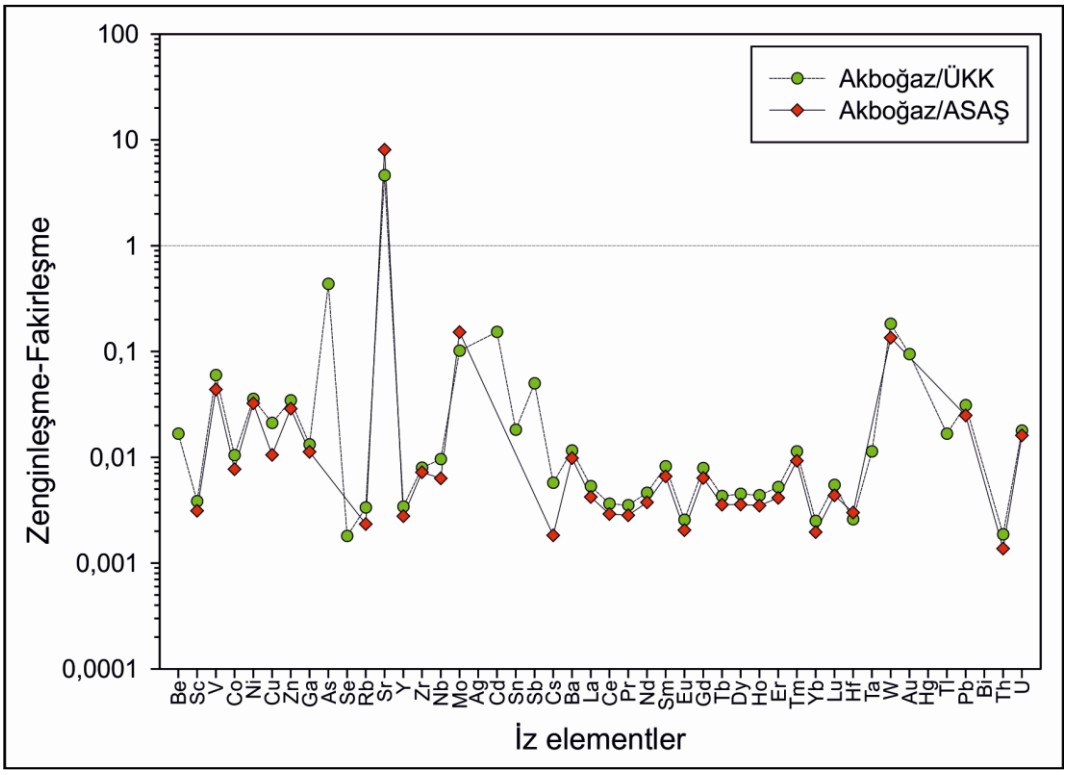
Örneklerde yüzde olarak SiO_2 (0.00-6.19), Al_2O_3 (0.00-1.52), Fe_2O_3 (0.00-0.84), MgO (0.00-1.11), CaO (31.85-36.09), Na_2O (0.00-0.46), K_2O (0.00-0.16), TiO_2 (0.00-0.07), P_2O_5 (0.00-0.04), MnO (0.00-0.03) ve Cr_2O_3 ise (0.000-0.005) arasında değişmektedir. Ortalama oksit içerikleri ise sırasıyla yüzde 0.26, 0.04, 0.04, 0.05, 33.19, 0.02, 0.01, 0.00, 0.01, 0.00 ve 0.000 'dır (Çizelge 5.25).

Akboğaz formasyonu örneklerinin ana oksit içerikleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 içerikleri belirgin olarak düşük; CaO içeriği ise belirgin olarak yüksektir. Örnekler ÜKK'ya göre normalize edildiğinde ana oksit içeriklerinin bir önceki normalizasyonda olduğu gibi CaO bakımından zenginleşme diğerleri bakımından ise fakirleşme göstermektedir (Şekil 5.60). Formasyonun masif jipsten oluşması CaO zenginleşmesindeki en önemli faktördür.

Akboğaz formasyonu jips örneklerinin iz element içerikleri ÜKK'ya göre normalize edildiğinde sadece Sr zenginleşirken diğer tüm elementler önemli ölçüde fakirleşmiştir. Örnekler ASAŞ ile karşılaştırıldığında bir önceki normalizasyona benzer bir desen elde edilmektedir (Şekil 5.61).



Şekil 5.60. Akboğaz formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları

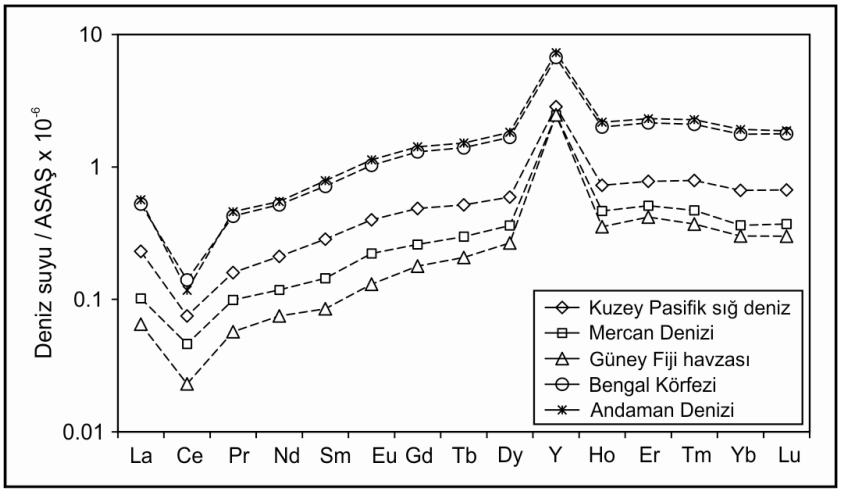


Şekil 5.61. Akboğaz formasyonu örneklerinin iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranı (Element sırası artan atom numarasına göredir)

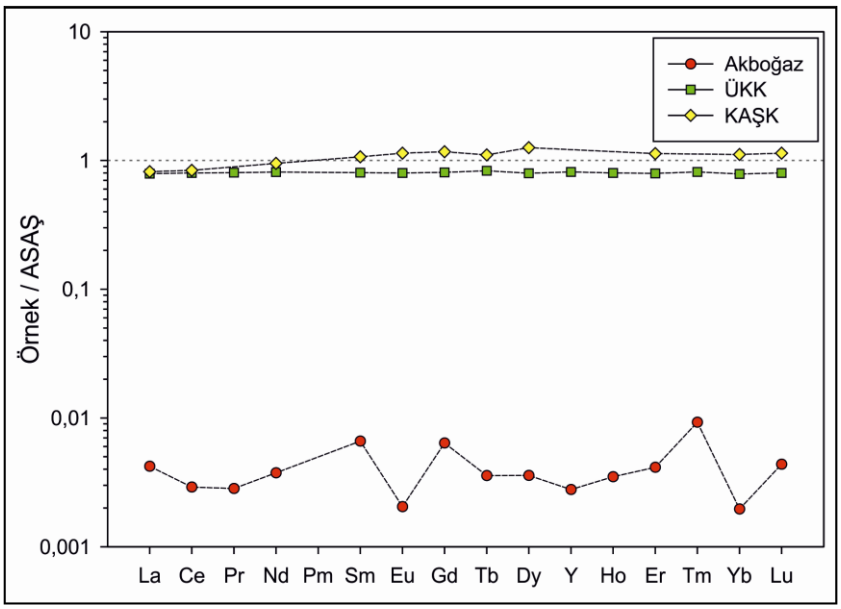
5.4.3.1. Köken

Denizel çökellerdeki NTE konsantrasyonları, NTE desenleri ile birlikte Ce ve Eu anomalileri, denizel depolanma ortamları hakkında önemli ipuçları vermektedir. Deniz suyundaki NTE konsantrasyonu, kıtasal bozunma kaynaklı kırıntılılar ve hidrotermal çözeltiler vasıyasıyla zenginleşme; derinlik, tuzluluk ve oksijen seviyesine bağlı olarak da fakirleşme işlemleri tarafından kontrol edilmektedir (Elderfield, 1988; Piepgras ve Jacobsen, 1992; Greaves ve ark., 1999; Madhavaraju ve ark., 2010). NT elementleri birden fazla değerliğe sahip Ce ve Eu haricinde tekdüze üç değerlikli davranış gösterirler. Y ve Ho yük ve iyonik çap bakımından benzer kimyasal özellikler göstermekle birlikte Ho, Y'den daha çabuk bir şekilde deniz suyundan çökelme eğilimindedir (Nozaki ve ark., 1997). Bu yüzden deniz suyu, kırıntılı materyallerden daha yüksek Y/Ho oranına sahiptir. Nadir toprak elementleri desenlerinde Y uygun yük ve benzer çap özelliklerine göre Dy ve Ho arasına yerleştirilmiştir (Bau, 1996). ASAŞ'a göre normalize edilmiş deniz suyu desenleri (Şekil 5.62) a) düşük HNTE b) negatif Ce anomalisi ve c) zayıf pozitif La anomalisi ile karakterize edilir (De Baar ve ark., 1991;

Bau ve Dulski, 1996). Akboğaz formasyonu örneklerinin NTE içerikleri, ASAŞ'a göre normalize edildiğinde deniz suyuna özgü karakteristik özellikler gözlenmez (Şekil 5.63). Deniz suyu için çok karakteristik olan HNTE düşüşü tespit edilememiş pozitif La ve negatif Ce anomalilerinin şiddetleri çok zayıflamıştır. Ayrıca deniz suyu için belirleyici olan yüksek Y/Ho oranı da gözlenmez. Eğer incelenen jipsler deniz suyundan çökelmişse onun karakteristik özelliklerini değiştiren etken muhtemelen HNTE'ce zengin terrijen malzeme olabilir.



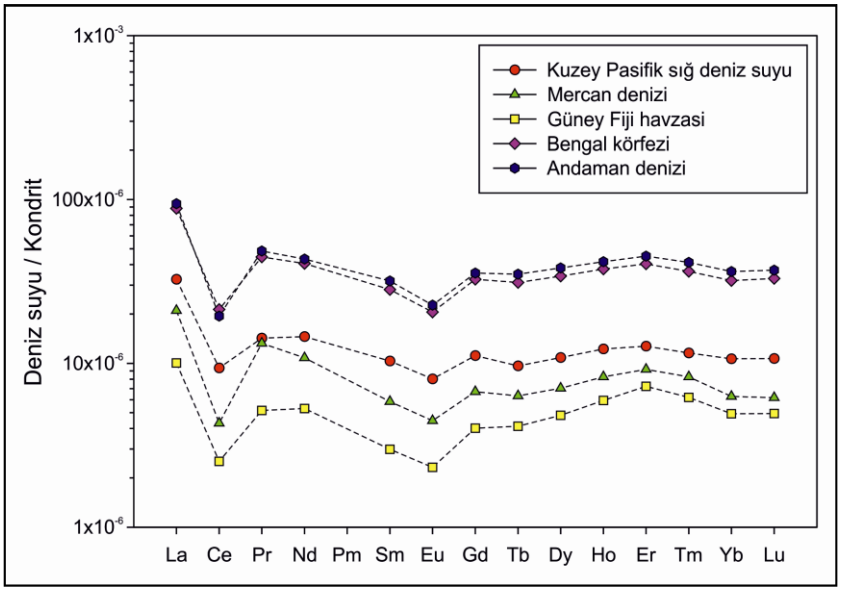
Şekil 5.62. ASAŞ'a göre normalize edilmiş güncel sığ deniz suyunun Kuzey Pasifik (Alibo ve Nozaki, 1999), Mercan Denizi (Zhang ve Nozaki, 1996), Güney Fiji havzası (Zhang ve Nozaki, 1996), Bengal Körfezi (Nozaki ve Alibo, 2003) ve Andaman Denizindeki (Nozaki ve Alibo, 2003) NTE+Y desenleri



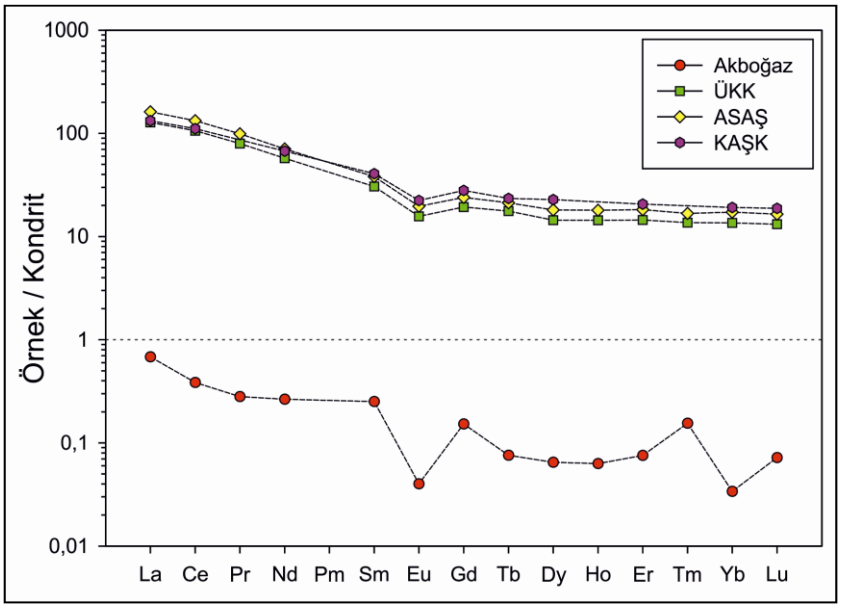
Şekil 5.63. Akboğaz formasyonu örneklerinin ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE+Y deseni (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Çökellerdeki NTE zenginleşmesi ya da fakirleşmesi; çökelme havzasına kıtasal alandan kırıntılı girişi, NTE'nin sudan otijenik olarak çökelmesi ve erken diyajenez gibi ana işlevler tarafından kontrol edilmektedir (Sholkovitz, 1988). Deniz suyu, NTE bakımından çökellere çok daha az katkıda bulunabilmektedir. Çünkü yüksek NTE konsantrasyonuna sahip çökeller deniz suyu desenine benzemeyen desenler ortaya koyarlar (Nothdurft ve ark., 2004).

Kondrite göre normalize edilmiş deniz suyu desenleri negatif Ce ve Eu anomalisi, pozitif La anomalisi ve yatay gidişli HNTE ve ANTE özellikleri gösterir (Şekil 5.64). Akboğaz formasyonu kondrite göre normalize edilerek, güncel deniz suyu ile karşılaştırıldığında, formasyon deseni belirgin negatif Ce anomalisi göstermez (Şekil 5.65). Ayrıca desende deniz suyu deseninden farklı olarak pozitif Tm ve negatif Yb anomalisi ve biraz HNTE zenginleşmesi vardır. Negatif Eu anomalisi dışında benzerlik çok azdır. Kondrite göre normalize edilmiş deniz suyu ve denizel evaporit desenlerinde La-Ce-Pr-Nd, Pm-Sm-Eu-Gd, Gd-Tb-Dy-Ho ve Er-Tm-Yb-Lu element grupları tarafından meydana getirilen ve konkav eğrilerle oluşturulan dörtlü etki görülür (Masuda ve Ikeuchi, 1979; Kawabe ve ark., 1998). Akboğaz örneklerine ait desende bu etkiyi görmek mümkündür ve bu durum deniz suyundan çökelim olduğu tezini kuvvetlendirir.



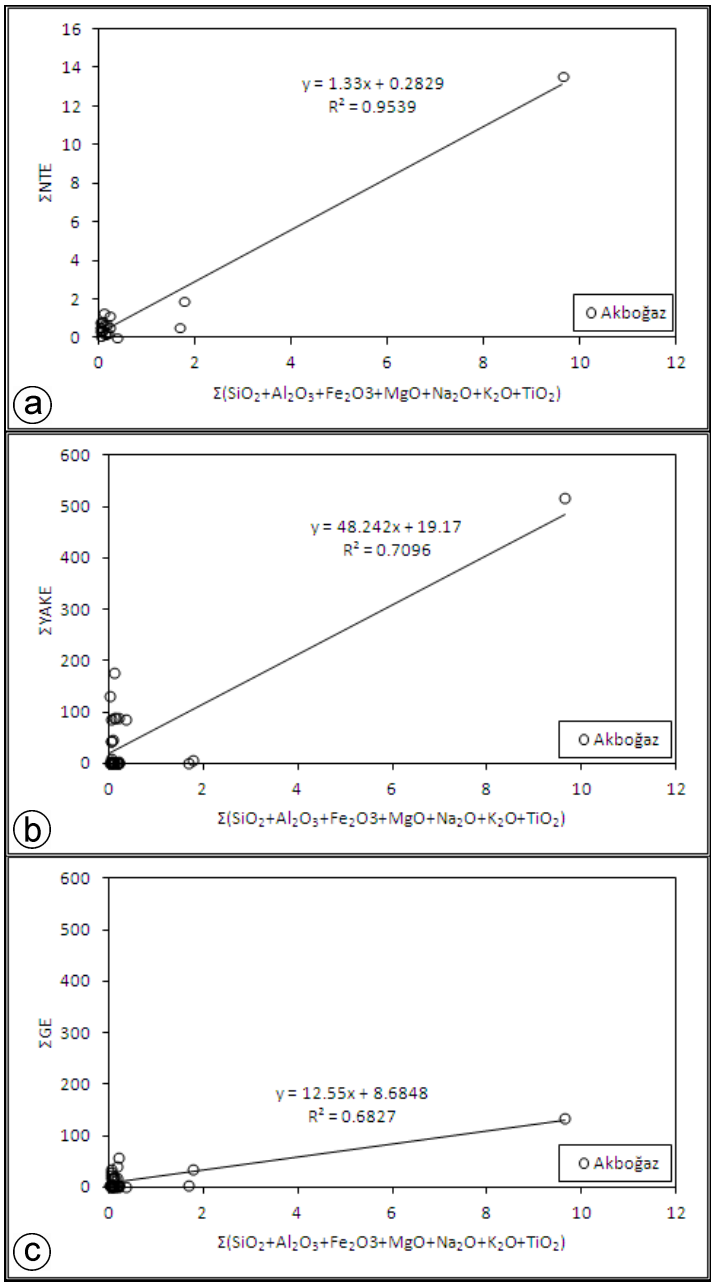
Şekil 5.64. Kondrite göre normalize edilmiş güncel deniz suyunun Kuzey Pasifik (Alibo ve Nozaki, 1999), Mercan Denizi (Zhang ve Nozaki, 1996), Güney Fiji havzası (Zhang ve Nozaki, 1996), Bengal Körfezi (Nozaki ve Alibo, 2003) ve Andaman Denizindeki (Nozaki ve Alibo, 2003) NTE desenleri



Şekil 5.65. Akboğaz formasyonunun ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş NTE deseni (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Karbonatlı kayaçların bünyelerindeki çözünmeyen kırıntılı materyallerin yüzdesi ile SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2 ve belirli bazı iz elementler arasındaki ikili grafikler, bu materyallerin kökenleri hakkında önemli bilgiler vermektedir (Parekh ve ark., 1977; Cullers, 2002). Bu grafikler mükemmel çizgisel korelasyon göstermekte ve çizilen regresyon çizgileri de orijinden geçmektedir. Bu sonuç, belirtilen oksitlerin kalsitten ziyade çözünmeyen silikat fazı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu ikili grafiklerden hareketle, yukarıda bahsedilen oksit içeriklerinin toplamı (ΣSAFMNKT= $\Sigma(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO+Na_2O+K_2O+TiO_2)$) ile çözünmeyen kırıntılı materyallerin yüzdesi arasındaki grafiğin sonucu ve bu oksitler ile kırıntılı materyallerin yüzdesi arasında ayrı ayrı verdikleri grafiklerin sonucunun aynı olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden grafiklerde çözünmeyen materyallerin yerine Σ(SAFMNKT) kullanılabileceği neticesine varılmıştır.

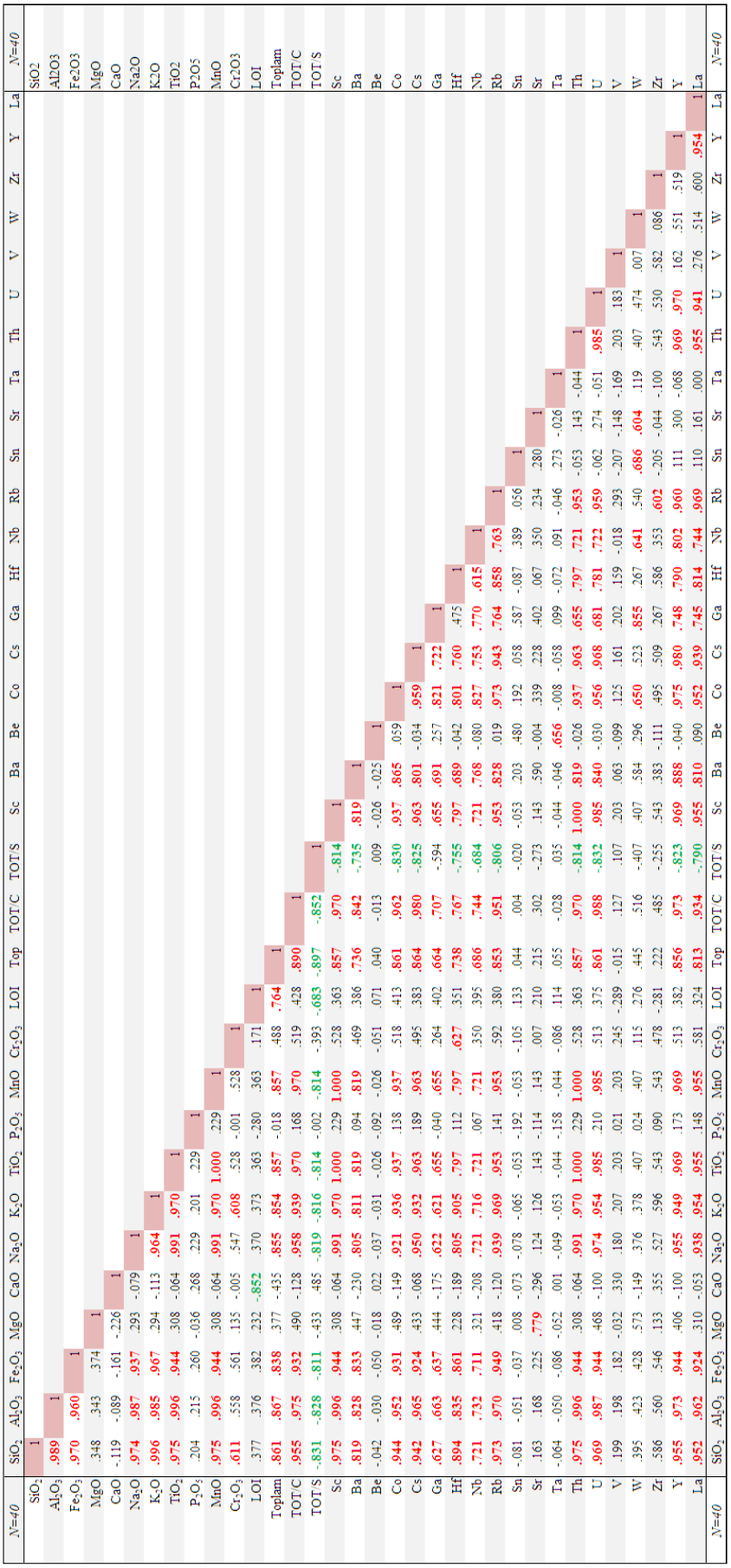
Akboğaz formasyonunun jips örnekleri birçok iz element bakımından oldukça fakirdir (Şekil 5.61). Örneklerin Σ(SAFMNKT) ile ΣNTE içerikleri arasındaki ilişki incelendiğinde (Şekil 5.66) elde edilen regresyon çizgisi orijinden başlamaktadır ve bahsedilen değerler arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.974) bulunmaktadır (Çizelge 5.26). Σ(SAFMNKT) ile ΣYAKE arasındaki ilişkiyi simgeleyen regresyon çizgisi orijinden geçer (Şekil 5.66) ve kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.841) değeri sunar (Çizelge 5.26).



Şekil 5.66. Akboğaz formasyonu örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-ΣNTE, b) Σ(SAFMNKT)-ΣYAKE ve c) Σ(SAFMNKT)-ΣGE grafikleri

Öte yandan Σ(SAFMNKT) ile ΣGE arasındaki regresyon çizgisi de yine orijinden geçer (Şekil 5.66) ve kuvvetli pozitif korelasyonu (r=0.826) gösterir (Çizelge 5.26). Son olarak Σ(SAFMNKT) ile ΣY arasında oluşturulan regresyon çizgisi de orijinden geçer (Şekil 5.67) ve çok kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.965) gösterir (Çizelge 5.26). Bütün bu diyagramlarda regresyon çizgilerinin orijinden başlaması, Akboğaz formasyonu örneklerinde NTE, YAKE, GE ve Y dağılımının evaporitik fazdan ziyade çözünmeyen terrijen kökenli silikat fazı ile kontrol edildiğini göstermektedir.

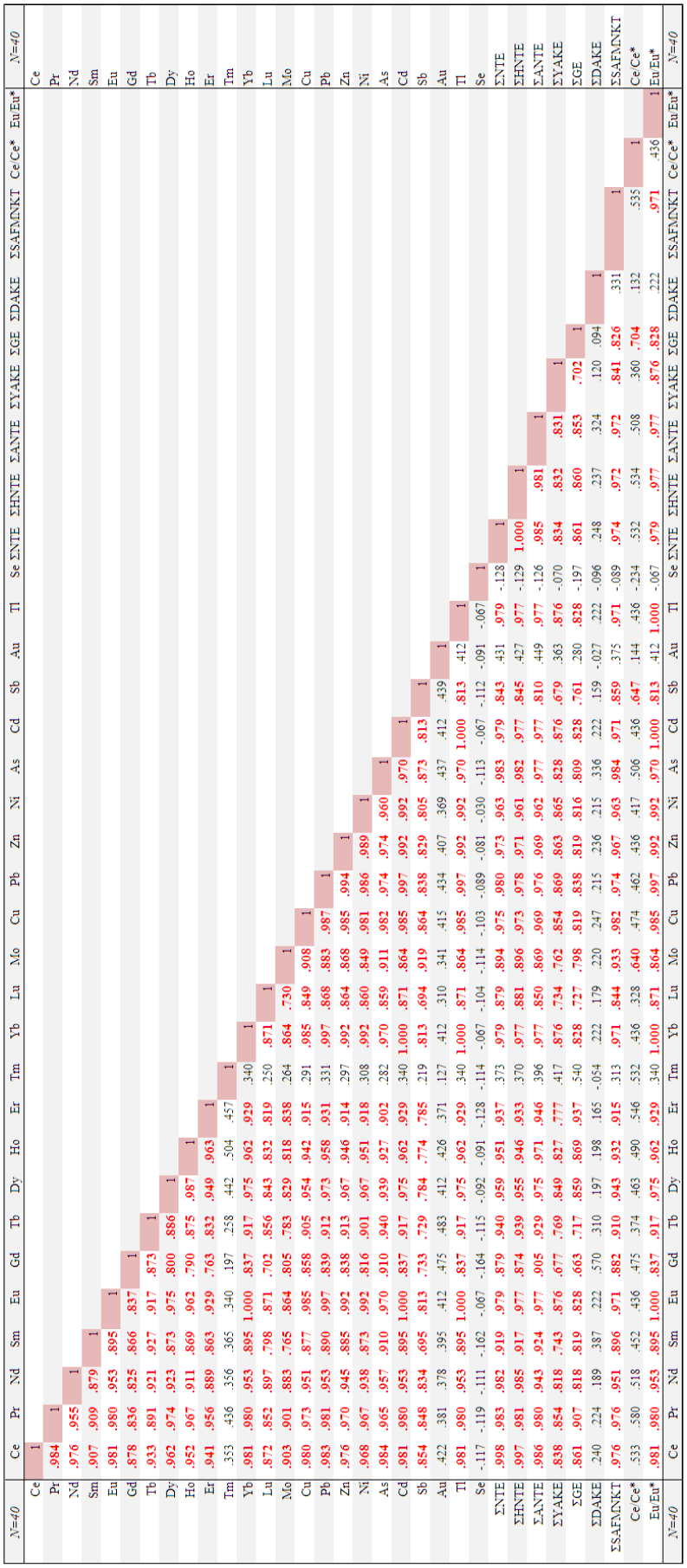
Çizelge 5.26. Akboğaz örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil= negatif korelasyon)

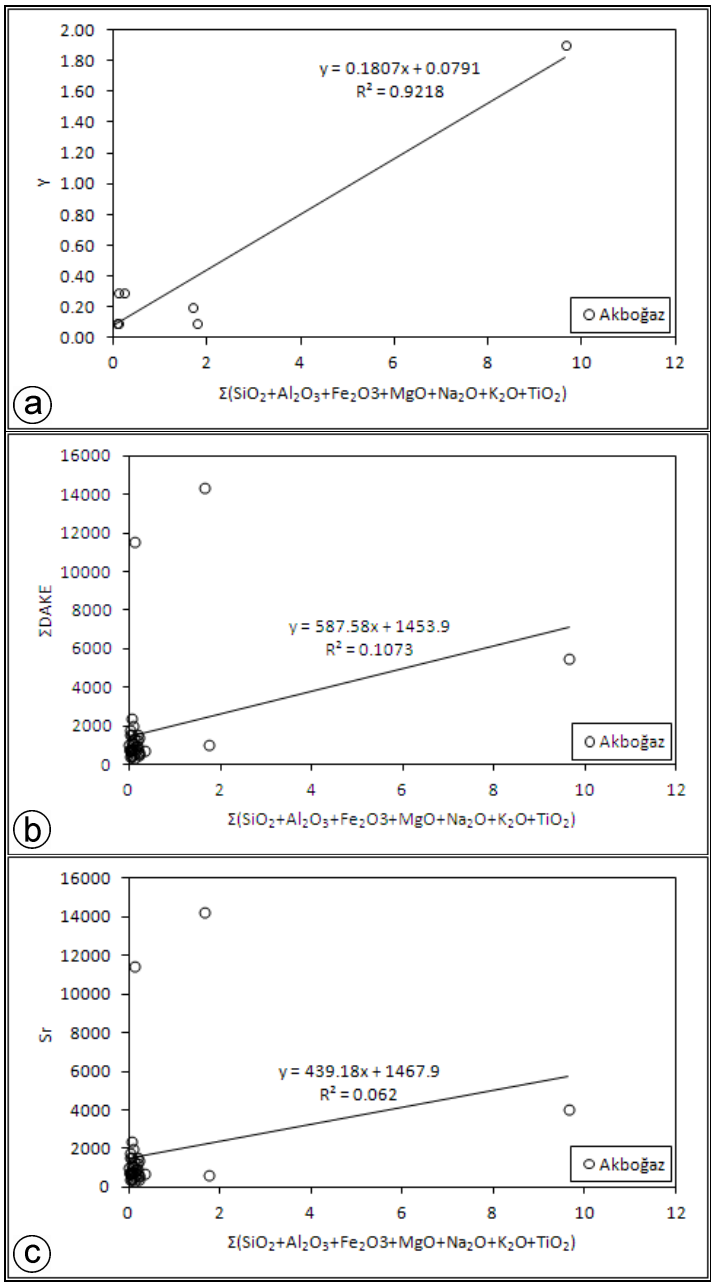


Çizelge 5.26 Akboğaz örneklerinin korelasyon matrisi (devam)

N=40	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=40
Ce	.983	.989	.956	.310	-.077	.969	.985	.981	.177	.981	.588	.353	.846	.955	-.803	.981	.835	-.006	.963	.954	.715	.851	.766	.985	.037	.160	-.050	.981	.966	.252	.467	.603	.975	.982	Ce
Pr	.980	.986	.948	.334	-.029	.969	.976	.980	.211	.980	.604	.309	.827	.951	-.771	.980	.804	-.046	.928	.943	.650	.834	.685	.974	-.095	.145	-.078	.980	.971	.347	.399	.619	.953	.961	Pr
Nd	.960	.964	.931	.296	-.048	.941	.964	.953	.180	.953	.552	.335	.827	.935	-.796	.953	.777	-.043	.948	.955	.693	.842	.769	.957	.059	.111	-.073	.953	.936	.221	.459	.566	.956	.961	Nd
Sm	.874	.899	.847	.480	-.076	.877	.859	.895	.121	.895	.512	.325	.774	.901	-.723	.895	.802	.123	.924	.963	.804	.682	.721	.929	.124	.320	.020	.895	.919	.328	.623	.487	.896	.908	Sm
Eu	.975	.996	.944	.308	-.064	.991	.970	1.000	.229	1.000	.528	.363	.857	.970	-.814	1.000	.819	-.026	.937	.963	.655	.797	.721	.953	-.053	.143	-.044	1.000	.985	.203	.407	.543	.969	.955	Eu
Gd	.859	.859	.857	.524	-.241	.815	.853	.837	.079	.837	.472	.401	.770	.867	-.783	.837	.915	.126	.929	.829	.777	.748	.769	.894	.240	.506	.021	.837	.872	.074	.661	.431	.898	.881	Gd
Tb	.895	.922	.870	.433	-.105	.900	.884	.917	.142	.917	.455	.398	.835	.932	-.787	.917	.779	.116	.974	.934	.855	.714	.821	.939	.242	.239	.034	.917	.927	.112	.668	.441	.935	.930	Tb
Dy	.946	.970	.920	.291	-.042	.962	.943	.975	.210	.975	.500	.333	.824	.940	-.764	.975	.784	-.035	.905	.935	.668	.769	.678	.943	-.074	.120	-.060	.975	.958	.323	.395	.572	.939	.937	Dy
Ho	.935	.957	.913	.289	-.081	.949	.931	.962	.187	.962	.493	.374	.837	.930	-.766	.962	.774	-.035	.893	.923	.685	.759	.670	.940	-.073	.122	-.060	.962	.946	.370	.403	.556	.927	.935	Ho
Er	.925	.931	.894	.264	-.041	.919	.924	.929	.130	.929	.621	.300	.778	.888	-.708	.929	.746	-.049	.864	.885	.651	.787	.637	.935	-.102	.089	-.083	.929	.910	.467	.350	.688	.892	.924	Er
Tm	.317	.328	.344	.039	.323	.324	.313	.340	.307	.340	.081	-.247	.095	.284	-.052	.340	.179	-.079	.257	.302	.266	.214	.109	.371	-.164	-.081	-.134	.340	.323	.152	.119	.390	.301	.384	Tm
Yb	.975	.996	.944	.308	-.064	.991	.970	1.000	.229	1.000	.528	.363	.857	.970	-.814	1.000	.819	-.026	.937	.963	.655	.797	.721	.953	-.053	.143	-.044	1.000	.985	.203	.407	.543	.969	.955	Yb
Lu	.840	.868	.826	.301	-.033	.855	.841	.871	.142	.871	.435	.368	.799	.880	-.739	.871	.685	-.040	.872	.943	.716	.680	.705	.856	.154	.110	-.068	.871	.855	.208	.485	.455	.905	.858	Lu
Mo	.947	.899	.923	.338	-.156	.870	.946	.864	.201	.864	.693	.336	.776	.851	-.791	.864	.746	-.056	.864	.833	.519	.962	.643	.915	-.117	.143	-.096	.864	.864	.174	.329	.599	.854	.873	Mo
Cu	.987	.991	.961	.326	-.126	.978	.984	.985	.208	.985	.580	.410	.880	.966	-.840	.985	.835	-.003	.943	.949	.643	.842	.710	.959	-.045	.167	-.049	.985	.974	.153	.409	.523	.961	.953	Cu
Pb	.979	.996	.945	.312	-.065	.989	.973	.997	.219	.997	.566	.359	.856	.971	-.825	.997	.814	-.022	.936	.961	.644	.814	.710	.956	-.061	.136	-.050	.997	.982	.200	.398	.556	.966	.961	Pb
Zn	.969	.990	.939	.317	-.059	.981	.965	.992	.214	.992	.547	.363	.856	.971	-.816	.992	.824	.018	.936	.959	.648	.800	.711	.948	-.031	.158	-.003	.992	.979	.168	.414	.550	.964	.954	Zn
Ni	.967	.987	.941	.295	-.061	.984	.963	.992	.220	.992	.528	.371	.860	.963	-.793	.992	.811	-.021	.922	.952	.627	.787	.704	.936	-.072	.136	-.009	.992	.975	.176	.385	.534	.957	.935	Ni
As	.979	.983	.964	.404	-.136	.957	.975	.970	.176	.970	.576	.412	.879	.973	-.843	.970	.863	.063	.979	.957	.732	.845	.764	.981	.072	.258	-.001	.970	.973	.152	.526	.533	.976	.967	As
Cd	.975	.996	.944	.308	-.064	.991	.970	1.000	.229	1.000	.528	.363	.857	.970	-.814	1.000	.819	-.026	.937	.963	.655	.797	.721	.953	-.053	.143	-.044	1.000	.985	.203	.407	.543	.969	.955	Cd
Sb	.882	.846	.845	.235	-.137	.805	.888	.813	.114	.813	.700	.377	.777	.815	-.742	.813	.689	-.043	.798	.775	.484	.864	.590	.856	-.089	.086	-.073	.813	.797	.143	.272	.538	.798	.825	Sb
Au	.382	.409	.350	.059	-.255	.394	.381	.412	.108	.412	.225	.369	.444	.413	-.488	.412	.278	.263	.420	.370	.456	.268	.302	.413	.186	-.059	.093	.412	.393	-.036	.263	.037	.375	.484	Au
Tl	.975	.996	.944	.308	-.064	.991	.970	1.000	.229	1.000	.528	.363	.857	.970	-.814	1.000	.819	-.026	.937	.963	.655	.797	.721	.953	-.053	.143	-.044	1.000	.985	.203	.407	.543	.969	.955	Tl
Se	-.091	-.077	-.033	-.090	-.098	-.069	-.082	-.067	-.031	-.067	-.132	.125	.016	-.076	.027	-.067	-.136	-.067	-.123	-.089	-.195	-.110	-.078	-.150	-.139	-.090	.241	-.067	-.078	-.259	-.211	-.184	-.104	-.157	Se
ΣNTE	.978	.986	.951	.328	-.068	.964	.978	.979	.173	.979	.578	.347	.842	.957	-.805	.979	.829	.012	.967	.960	.731	.839	.765	.985	.054	.168	-.042	.979	.967	.264	.490	.594	.975	.989	ΣNTE
ΣHNTE	.977	.985	.949	.320	-.063	.962	.978	.977	.172	.977	.582	.343	.840	.955	-.803	.977	.823	.012	.965	.959	.727	.842	.766	.984	.058	.158	-.043	.977	.963	.261	.487	.596	.973	.989	ΣHNTE
ΣANTE	.967	.982	.947	.383	-.104	.961	.962	.977	.172	.977	.536	.367	.846	.962	-.805	.977	.862	.016	.961	.950	.747	.806	.747	.980	.034	.247	-.039	.977	.976	.281	.510	.571	.974	.972	ΣANTE
ΣYAKE	.846	.867	.850	.217	.093	.869	.841	.876	.669	.876	.407	.127	.639	.822	-.617	.876	.670	-.068	.783	.828	.478	.668	.583	.799	-.139	.050	-.113	.876	.855	.176	.320	.476	.825	.804	ΣYAKE
ΣGE	.842	.835	.803	.209	.109	.818	.843	.828	.130	.828	.747	.136	.642	.777	-.539	.828	.649	-.063	.757	.779	.546	.732	.511	.866	-.153	.024	-.113	.828	.806	.635	.275	.729	.789	.854	ΣGE
ΣDAKE	.243	.248	.302	.792	-.301	.203	.208	.222	-.096	.222	.058	.239	.283	.376	-.338	.222	.650	-.006	.413	.303	.448	.141	.405	.311	.271	.997	-.030	.222	.349	-.128	.627	.006	.375	.238	ΣDAKE
ΣSAFMNKT	.993	.987	.972	.450	-.138	.968	.983	.971	.199	.971	.585	.388	.868	.974	-.844	.971	.839	-.041	.961	.955	.660	.866	.730	.977	-.068	.252	-.067	.971	.984	.185	.453	.566	.965	.947	ΣSAFMNKT
Ce/Ce*	.544	.481	.525	.273	.076	.421	.546	.436	.037	.436	.636	.003	.345	.436	-.282	.436	.380	-.090	.462	.419	.272	.602	.256	.583	-.187	.088	-.153	.436	.455	.543	.121	.605	.455	.533	Ce/Ce*
Eu/Eu*	.975	.996	.944	.308	-.064	.991	.970	1.000	.229	1.000	.528	.363	.857	.970	-.814	1.000	.819	-.026	.937	.963	.655	.797	.721	.953	-.053	.143	-.044	1.000	.985	.203	.407	.543	.969	.955	Eu/Eu*
N=40	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=40

Çizelge 5.26. Akboğaz örneklerinin korelasyon matrisi (devam)





Şekil 5.67. Akboğaz formasyonu örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-Y, b) Σ(SAFMNKT)-ΣDAKE ve c) Σ(SAFMNKT)-Sr grafikleri

Ancak Σ(SAFMNKT)-ΣDAKE ve Σ(SAFMNKT)-Sr diyagramlarında (Şekil 5.67) örneklere ait regresyon çizgisi orijinden geçmediği gibi belirgin bir korelasyon ilişkisi (sırasıyla r=0.331 ve r=0.252) de gözlenmez (Çizelge 5.26). Bu diyagramlar, örneklerdeki DAKE ve Sr içeriğinin büyük oranda otojen kimyasal çökel fazı ile bağlantılı olduğunu gösterir. Ayrıca Σ(SAFMNKT) ile Ga, Mo, Ni, As, Cd, Sb ve Tl arasındaki kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi, bu elementlerin de terrijen faz ile ilişkili olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 5.26).

Akboğaz formasyonu örneklerinde belirlenebilen Ce anomalisi değerleri 0.31-1.15 arasında (ortalama=0.64) olmakla birlikte çok değişkendir (Çizelge 5.27). Σ(SAFMNKT) ile Ce anomalisi ($(Ce/Ce^*)_{cn)}$ arasındaki korelasyon ilişkisi (r=0.535) orta derecelidir (Çizelge 5.26). Buna karşın Ce ile Σ(SAFMNKT), ΣYAKE ve ΣGE arasında kuvvetli-çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi (sırasıyla r=0.976, r=0.838 ve r=0.861) vardır (Çizelge 5.26). Buradan Ce içeriğinin de kırıntılı materyal miktarı ile kontrol edildiği ancak yukarıda belirtilen Ce anomalisinin kısmen evaporitik fazla kısmen de başka sebeplerle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Örneklerde biri hariç diğerlerinde Eu içeriğine rastlanmamıştır. Bu yüzden Eu ile ilgili yorum yapmak uygun olmayacaktır. Ancak belirlenen bir örnek ile ilgili yorum yapılırsa; Eu anomalisi ile Σ(SAFMNKT), ΣYAKE ve ΣGE arasında kuvvetli-çok kuvvetli pozitif korelasyon olması (sırasıyla r=0.971, r=0.876 ve r=0.828) anomali şiddetinin terrijen malzeme miktarı ile kontrol edildiğini ifade etmektedir (Çizelge 5.26). Belirgin negatif Eu anomalisi ve HNTE zenginleşmesi de felsik bir kökenle ilişkili olmalıdır.

Asidik mağmatik kayaçlarda bazik mağmatik kayaçlara göre daha yüksek konsantrasyona sahip olan La ve Th gibi bazı hareketsiz iz elementler bulunmaktadır (Cullers, 1995). Bu nedenle felsik ve mafik kayaçlara ait La/Sc, La/Co, Th/Co, Th/Cr ve Cr/Th oranları ait oldukları kayaç tipini simgeleyen çok kullanışlı önemli değişimler gösterirler (Wronkiewicz ve Condie, 1990; Cox ve ark., 1995; Cullers, 1995). Bu element oranları göz önüne alınarak kimyasal kökenli kayaçların kapsadığı terrijen malzemenin kökeni hakkında yorum yapılabilmektedir ve bunların kullanışlı olanları Cullers (2002) tarfından incelenmiştir.

Akboğaz formasyonundan alınan örneklerin sadece birkaçında iz element oranları hesaplanabilmiştir (Çizelge 5.28). Elde edilen az sayıdaki bu oranlara dayanarak yorum yapmak çok sağlıklı olmasa da fikir vermesi açısından bazı irdelemeler üzerinde durulmuştur. Örneğin La/Sc, La/Co, Th/Sc, Th/Co, Th/Cr, Cr/Th ve La/Cr oranları jipslerin içerdiği terrijen faz için mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.28 ve 5.29). Benzer bir şekilde Zr/Sc, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Co/Th ve Cr/Zr element oranları da formasyonun kapsadığı silikat fazının mafik bir kaynak ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.27. Akboğaz formasyonu örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-12	5.60	34.43	1001.86	1.90	1.77	0.13	13.62	-	-	-	1.15	-
A-13	0.60	17.88	1249.90	0.22	0.22	0.00	-	-	-	-	0.54	-
A-14	0.80	2.50	309.90	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-15	87.28	1.40	366.50	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-16	1.40	2.00	443.30	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-17	0.30	2.40	703.60	0.56	0.50	0.06	8.33	-	-	-	-	-
A-18	43.64	1.30	367.10	0.07	0.00	0.07	-	-	-	-	-	-
A-19	88.38	1.30	1331.10	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-20	87.38	1.70	699.50	0.01	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-
A-21	0.00	1.00	1162.50	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-22	87.48	4.20	536.60	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-23	0.10	2.80	1002.20	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-24	0.10	1.20	1969.90	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-25	0.20	5.10	2401.80	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-26	1.80	3.70	1081.30	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-27	130.93	4.20	1741.60	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-28	44.24	3.90	742.20	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-29	0.00	4.10	797.10	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-30	0.00	3.50	743.20	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-31	0.00	2.80	1572.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-32	0.30	3.30	958.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-33	1.50	4.80	1527.60	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-34	1.20	5.00	1058.50	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
A-35	2.20	40.90	942.50	0.68	0.52	0.16	3.25	-	1.79	-	0.48	-
A-36	2.80	34.40	816.30	0.59	0.44	0.15	2.93	-	-	-	0.54	-
A-37	1.50	29.70	758.00	0.29	0.25	0.04	6.25	-	-	-	-	-
A-38	3.20	25.00	728.20	0.82	0.81	0.01	81.00	-	1.57	-	0.62	-
A-39	3.00	57.61	603.10	0.56	0.52	0.04	13.00	-	1.57	-	0.54	-
A-40	89.78	20.40	746.10	0.19	0.18	0.01	18.00	-	1.25	-	-	-
A-41	9.60	18.80	808.00	0.44	0.40	0.04	10.00	-	-	-	-	-
A-42	45.34	17.30	721.80	0.82	0.80	0.02	40.00	-	1.79	-	0.31	-
A-43	3.50	17.90	445.50	0.39	0.33	0.06	5.50	-	-	-	0.88	-
A-44	177.67	16.60	521.70	0.24	0.22	0.02	11.00	-	-	-	0.54	-
A-45	47.04	14.60	433.60	0.18	0.12	0.06	2.00	-	-	-	-	-
H-1	0.70	1.90	1068.00	1.34	1.23	0.11	11.18	-	1.45	-	-	-
I-1	0.50	3.20	11518.00	0.71	0.55	0.16	3.44	-	2.51	-	-	-
J-2	0.20	4.90	1556.90	0.81	0.71	0.10	7.10	-	2.28	-	-	-
L-1	1.10	3.40	1400.10	1.13	1.10	0.03	36.67	-	-	-	-	-
M-1	517.27	133.37	5454.64	13.58	11.93	1.56	7.65	8.50	2.97	1.33	1.03	0.55
N-2	1.20	3.80	14303.80	0.54	0.38	0.16	2.38	-	0.42	-	0.44	-
Ort.	37.25	13.96	1664.84	0.65	0.57	0.08	14.91	8.50	1.76	1.33	0.64	0.55
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Çizelge 5.28. Akboğaz formasyonu ile felsik-mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellerin karşılaştırılması

Oranlar	Akboğaz formasyonu dağılım	Çökellerde dağılım[a] Felsik kaynak	Mafik kaynak	ASAŞ	ÜKK
Eu/Eu*	0.55	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65	0.65
La/Sc	1.35	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.38	2.31
La/Co	0.13 - 1.00	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.65	1.76
Th/Sc	0.40	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.91	0.82
Th/Co	0.22	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63	0.63
Th/Cr	0.03	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13	0.13
Cr/Th	34.21	4.00 - 15.00	25 - 500	7.50	7.94
La/Cr	0.01 - 0.10	-	-	0.35	0.35

[a](Cullers ve ark., 1987; Cullers, 1988; Cullers ve ark., 1988; Cullers, 1994, 2000)

Çizelge 5.29. Akboğaz formasyonu için bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-12	-	0.02	0.80	-	-	-	-	0.25	10.40	51.32	-	-	3.95
A-13	-	0.01	-	-	-	-	-	0.04	-	136.84	-	-	22.81
A-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-39	-	0.01	-	-	-	-	-	0.09	-	171.05	-	-	11.40
A-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-1	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I-1	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J-1	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-1	-	-	0.50	-	-	-	-	-	1.17	-	-	-	-
M-1	1.35	0.10	0.73	0.40	0.03	0.22	4.45	0.33	2.41	10.14	34.21	4.63	3.08
N-1	-	-	0.13	-	-	-	-	-	1.25	-	-	-	-
Ort.	1.35	0.03	0.58	0.40	0.03	0.22	4.45	0.18	3.81	92.34	34.21	4.63	10.31
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

5.4.4. Tepeköy formasyonunun jeokimyası

Sarı renkli kumtaşlarından oluşan Tepeköy formasyonundan alınan örneklerin (Bölüm 4.2.1; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksit ve iz element konsantrasyonları Çizelge 5.30'da görülmektedir.

Örneklerin ana oksit içerikleri yüzde olarak SiO_2 (13.42-66.42), Al_2O_3 (3.36-8.20), Fe_2O_3 (0.94-2.31), MgO (0.43-1.38), CaO (10.09-42.62), Na_2O (0.53-1.77), K_2O (0.56-2.63), TiO_2 (0.10-0.27), P_2O_5 (0.01-0.05), MnO (0.00-0.08) ve Cr_2O_3 ise (0.03-0.16) değerleri arasındadır. Ana oksit ortalamaları ise sırasıyla yüzde 50.24, 6.23, 1.44, 0.69, 20.66, 1.21, 1.82, 0.17, 0.03, 0.05 ve 0.007'dır.

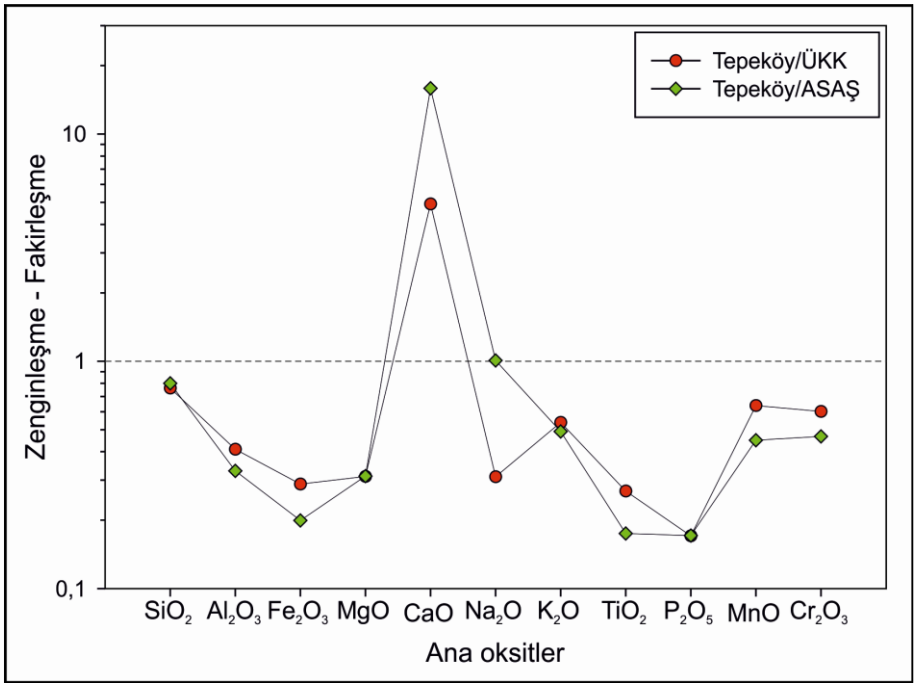
Çizelge 5.30. Tepeköy formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)

Analit	Birim	MDL	Örnek A-61	Örnek A-62	Örnek A-63	Örnek A-64	Örnek A-65	Örnek A-66	Örnek A-67	Örnek A-68	Örnek A-69	Örnek A-70
SiO_2	%	0.01	58.78	51.62	47.30	46.77	45.04	44.62	64.47	66.42	51.50	13.42
Al_2O_3	%	0.01	7.57	5.86	6.38	6.73	5.85	5.71	7.83	8.20	5.52	3.36
Fe_2O_3	%	0.04	2.31	1.13	1.26	1.58	1.12	1.32	1.39	1.50	0.94	1.61
MgO	%	0.01	0.74	0.60	0.72	1.04	0.69	0.48	0.43	0.50	0.49	1.38
CaO	%	0.01	14.74	21.01	22.45	22.15	24.49	24.60	11.62	10.09	21.16	42.62
Na_2O	%	0.01	1.77	1.22	1.25	1.45	1.20	1.09	1.54	1.53	1.10	0.53
K_2O	%	0.01	1.95	1.72	1.77	1.71	1.69	1.77	2.54	2.63	1.76	0.56
TiO_2	%	0.01	0.26	0.18	0.16	0.24	0.13	0.14	0.16	0.18	0.10	0.17
P_2O_5	%	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05
MnO	%	0.01	0.05	0.04	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.16
Cr_2O_3	%	0.002	0.009	0.008	0.007	0.009	0.008	0.007	0.010	0.006	0.006	0.006
LOI	%	-5.1	11.7	16.5	18.6	18.2	19.6	20.1	9.8	8.8	17.3	36.0
Toplam	%	0.01	99.87	99.89	99.92	99.90	99.90	99.92	99.90	99.90	99.95	99.90
TOT/C	%	0.02	2.70	4.10	4.59	4.69	5.24	4.92	2.39	2.08	4.44	8.90
TOT/S	%	0.02	0.78	0.66	0.06	0.18	0.04	-	-	-	-	-
AKİ	%	-	48.82	49.93	51.42	50.41	50.31	50.93	50.04	50.99	49.98	58.84
BKİ	%	-	56.52	59.35	60.80	58.52	59.70	61.42	60.71	61.96	60.40	65.83
Sc	ppm	1	6	4	6	7	4	5	5	5	4	6
Ba	ppm	1	227	225	213	188	197	231	293	288	239	39
Be	ppm	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	4.8	2.8	3.5	4.4	3.0	3.5	3.5	2.5	2.0	2.9
Cs	ppm	0.1	1.3	1.2	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5	2.1	1.2	1.6
Ga	ppm	0.5	6.6	4.5	5.1	5.6	5.1	4.9	6.3	6.5	4.1	4.3
Hf	ppm	0.1	2.3	1.0	1.4	1.3	0.8	0.9	1.0	1.0	0.6	0.7
Nb	ppm	0.1	1.5	1.2	1.2	1.3	1.1	1.0	1.2	1.4	0.8	1.6
Rb	ppm	0.1	52.4	48.5	50.7	47.3	48.0	50.2	65.3	67.4	48.0	22.9
Sn	ppm	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-
Sr	ppm	0.5	181.1	244.3	130.7	194.9	146.3	151.7	124.6	114.0	124.9	250.6
Ta	ppm	0.1	0.1	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	0.1
Th	ppm	0.2	3.0	2.6	3.4	3.3	2.0	2.3	3.4	3.3	1.8	1.6
U	ppm	0.1	0.9	0.8	1.1	1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	3.2
V	ppm	8	39	26	35	40	26	26	31	37	26	41
W	ppm	0.5	1.0	0.6	1.4	1.1	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0
Zr	ppm	0.1	89.8	36.6	44.3	48.8	27.3	38.2	41.8	40.4	25.0	25.4
Y	ppm	0.1	8.6	6.2	7.7	9.6	6.6	6.1	6.9	6.5	5.3	12.0
La	ppm	0.1	7.4	9.4	8.9	8.8	5.6	5.3	7.6	7.7	4.5	5.5
Ce	ppm	0.1	14.0	16.5	16.0	16.1	10.5	9.5	14.2	15.0	8.5	10.0
Pr	ppm	0.02	1.58	1.72	1.84	1.75	1.12	1.07	1.58	1.61	0.96	1.18
Nd	ppm	0.3	6.2	5.4	6.6	6.4	3.9	4.1	6.1	5.6	3.8	4.8
Sm	ppm	0.05	1.19	0.99	1.19	1.17	0.87	0.89	1.16	0.96	0.74	1.13
Eu	ppm	0.02	0.41	0.33	0.37	0.38	0.31	0.29	0.39	0.39	0.29	0.33
Gd	ppm	0.05	1.21	1.02	1.21	1.21	0.89	0.84	1.17	1.02	0.74	1.39
Tb	ppm	0.01	0.23	0.16	0.19	0.23	0.15	0.15	0.18	0.17	0.14	0.25
Dy	ppm	0.05	1.31	0.89	1.11	1.38	0.94	0.84	1.11	1.00	0.78	1.42
Ho	ppm	0.02	0.29	0.20	0.24	0.32	0.21	0.20	0.22	0.22	0.17	0.33
Er	ppm	0.03	0.85	0.68	0.77	0.97	0.66	0.57	0.69	0.71	0.52	1.07
Tm	ppm	0.01	0.14	0.10	0.12	0.16	0.11	0.10	0.11	0.11	0.09	0.17
Yb	ppm	0.05	0.94	0.59	0.75	0.93	0.58	0.63	0.73	0.70	0.50	0.99
Lu	ppm	0.01	0.16	0.10	0.12	0.15	0.10	0.09	0.12	0.10	0.08	0.17
Mo	ppm	0.1	1.6	1.8	1.5	1.4	1.3	1.2	1.8	1.1	1.5	0.8
Cu	ppm	0.1	6.4	6.0	4.6	5.0	4.3	4.1	5.2	3.2	3.4	12.1
Pb	ppm	0.1	4.2	3.2	3.4	3.1	3.2	3.7	3.9	3.7	3.1	3.8
Zn	ppm	1	14	14	11	16	13	7	15	13	5	19
Ni	ppm	0.1	6.5	5.3	4.9	6.4	5.3	4.6	4.9	5.7	2.5	17.1
As	ppm	0.5	2.9	2.9	2.6	1.2	1.8	1.8	1.8	3.0	2.8	1.4
Cd	ppm	0.1	-	0.3	-	-	0.1	-	0.2	-	-	0.2
Sb	ppm	0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bi	ppm	0.1	0.1	0.1	0.2	-	-	-	0.1	0.2	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	0.8	-	-	0.7	-	-	0.5	-	-	-
Hg	ppm	0.01	0.01	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-

Çizelge 5.30. Tepeköy formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek A-71	Örnek A-72	Örnek A-73	Örnek A-74	Örnek A-75	Örnek A-76	Örnek A-77	Örnek A-78	Örnek A-79	Tepeköy Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	49.39	50.65	55.51	54.48	55.72	52.96	41.75	53.02	51.19	50.24	65.89	62.80
Al_2O_3	6.34	5.78	6.13	6.74	6.38	6.11	5.52	6.34	5.96	6.23	15.19	18.90
Fe_2O_3	1.88	1.09	1.24	1.49	1.37	1.23	1.97	1.74	1.23	1.44	5.00	7.23
MgO	0.90	0.51	0.45	0.67	0.62	0.55	0.95	0.72	0.61	0.69	2.21	2.20
CaO	20.82	20.97	17.73	17.91	17.54	19.15	24.93	18.36	20.15	20.66	4.20	1.30
Na_2O	1.31	1.04	1.09	1.12	1.17	1.09	1.13	1.19	1.16	1.21	3.90	1.20
K_2O	1.63	2.00	2.21	2.05	1.94	2.02	1.11	1.73	1.73	1.82	3.37	3.70
TiO_2	0.21	0.13	0.12	0.19	0.18	0.15	0.27	0.20	0.15	0.17	0.65	1.00
P_2O_5	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.16	0.16
MnO	0.08	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.07	0.06	0.04	0.05	0.08	0.11
Cr_2O_3	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.009	0.01	0.01	0.016
LOI	17.3	17.7	15.4	15.2	14.9	16.6	22.2	16.5	17.7	17.37	-	6.00
Toplam	99.90	99.91	99.91	99.90	99.91	99.91	99.91	99.92	99.92	99.91	-	104.59
TOT/C	4.44	4.44	3.67	3.75	3.76	4.01	5.49	3.89	4.32	4.31	-	-
TOT/S	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-
AKİ	51.07	50.85	50.63	53.31	51.75	51.42	52.88	52.28	51.16	51.42	47.98	70.38
BKİ	59.53	62.81	63.09	64.65	62.37	63.01	59.75	61.82	60.96	61.22	54.24	82.72
Sc	7	4	5	7	6	5	7	6	5	5.47	13.00	16.00
Ba	197	245	280	238	236	237	125	200	199	215.63	550.00	650.00
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	3.00	-
Co	7.9	2.3	2.0	3.2	3.5	2.5	5.2	5.4	3.1	3.58	17.00	23.00
Cs	1.5	1.2	1.2	1.4	1.4	1.5	1.0	1.2	1.2	1.37	4.80	15.00
Ga	6.2	5.3	5.1	6.0	6.0	5.1	4.9	5.8	5.1	5.39	17.00	-
Hf	1.1	0.9	1.1	1.1	1.3	0.9	1.4	1.3	1.1	1.12	5.80	5.00
Nb	1.4	0.9	0.9	1.3	1.3	1.1	1.3	1.4	1.3	1.22	12.50	19.00
Rb	45.9	51.7	56.5	52.0	50.4	52.4	30.5	43.1	46.7	48.94	112.00	160.00
Sn	-	-	-	1	-	-	1	1	-	0.63	5.50	-
Sr	157.2	156.1	133.5	135.9	131.2	140.5	140.8	111.1	131.6	152.68	350.00	200.00
Ta	0.1	-	-	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.2	0.07	1.10	-
Th	3.2	2.2	2.5	2.8	2.8	2.6	2.2	2.4	2.6	2.63	10.70	14.60
U	1.4	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	1.4	1.1	0.8	0.99	2.80	3.10
V	47	32	34	44	41	36	54	45	33	36.47	110.00	150.00
W	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	1.0	0.9	0.8	0.84	2.00	-
Zr	37.4	26.6	31.8	33.9	43.5	31.2	54.9	42.8	35.9	39.77	190.00	210.00
Y	11.6	5.8	8.3	8.7	7.2	8.2	10.5	10.3	9.1	8.17	22.00	27.00
La	7.8	5.4	7.4	7.6	6.1	6.6	5.0	6.1	5.4	6.74	30.00	38.00
Ce	14.1	9.0	12.0	12.3	11.5	10.8	7.8	12.4	9.3	12.08	64.00	80.00
Pr	1.60	1.07	1.58	1.55	1.29	1.40	1.13	1.40	1.16	1.40	7.10	8.83
Nd	6.3	3.8	5.7	6.0	4.9	5.5	4.3	5.7	3.9	5.21	26.00	32.00
Sm	1.20	0.80	1.13	1.25	0.99	1.06	0.97	1.16	0.95	1.04	4.50	5.60
Eu	0.37	0.28	0.36	0.38	0.31	0.36	0.34	0.37	0.33	0.35	0.88	1.10
Gd	1.42	0.81	1.18	1.36	0.99	1.15	1.21	1.34	1.17	1.12	3.80	4.70
Tb	0.24	0.14	0.20	0.23	0.18	0.19	0.23	0.23	0.21	0.19	0.64	0.77
Dy	1.48	0.84	1.09	1.19	1.06	1.20	1.45	1.38	1.26	1.14	3.50	4.40
Ho	0.34	0.17	0.25	0.27	0.22	0.26	0.34	0.32	0.27	0.25	0.80	1.00
Er	1.09	0.55	0.72	0.78	0.73	0.76	1.04	1.00	0.89	0.79	2.30	2.90
Tm	0.17	0.09	0.12	0.13	0.11	0.12	0.17	0.15	0.14	0.13	0.33	0.405
Yb	1.03	0.56	0.69	0.78	0.75	0.79	1.01	1.02	0.92	0.78	2.20	2.80
Lu	0.17	0.09	0.12	0.13	0.12	0.13	0.18	0.16	0.15	0.13	0.32	0.40
Mo	1.2	1.4	1.6	1.3	1.2	1.3	0.5	1.0	1.6	1.32	1.50	-
Cu	4.9	2.8	2.4	4.2	4.0	3.4	7.1	5.4	4.1	4.87	25.00	50.00
Pb	2.9	2.2	2.0	2.4	3.9	2.7	2.1	4.0	2.1	3.14	16.00	20.00
Zn	11	7	7	12	12	10	19	15	11	12.16	71.00	85.00
Ni	8.5	3.6	3.2	5.0	4.7	3.5	10.1	7.7	5.1	6.03	50.00	55.00
As	2.9	1.6	2.1	2.4	2.5	2.6	1.6	4.1	1.9	2.31	1.50	-
Cd	0.2	-	0.1	0.2	0.3	0.1	-	-	-	0.09	0.10	-
Sb	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.25	0.20	-
Bi	0.1	-	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	0.06	0.13	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	0.15	1.80	-
Hg	-	0.02	0.01	0.02	-	0.01	0.02	-	0.02	0.01	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.75	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	50.00	-

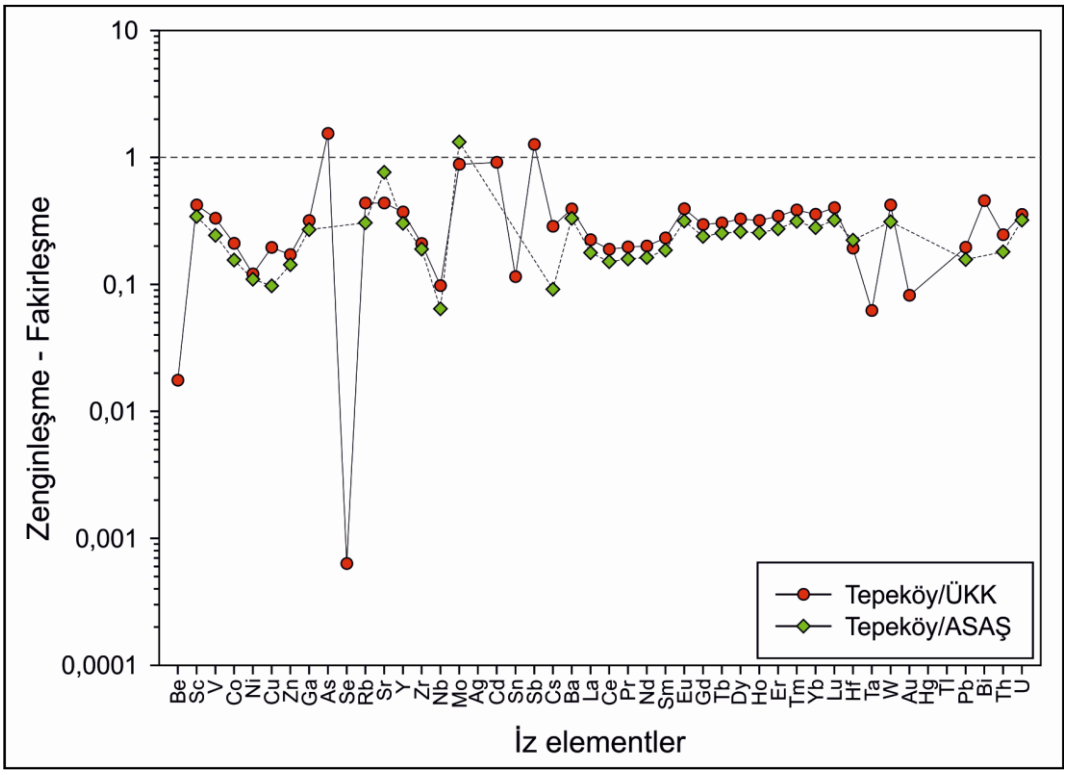
Ana oksit içerikleri, ÜKK'ya göre normalize edildiğinde sadece CaO zenginleşmiş; diğer ana oksitler ise (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3) fakirleşmiştir. Örnekler, ASAŞ ile karşılaştırıldığında yine CaO bakımından zenginleşmiş, Na_2O içeriği değişmemiş, diğer ana oksitler ise fakirleşmiştir (Şekil 5.68).



Şekil 5.68. Tepeköy formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK ve ASAŞ'a göre zenginleşme-fakirleşme oranı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

Tepeköy formasyonunun iz element içerikleri ÜKK ile karşılaştırıldığında elementlerde genel bir fakirleşme gözlenirken, As ve Sb zenginleşmiş Mo ve Cd içerikleri ise hemen hemen hiç değişmemiştir (Şekil 5.69). Örnekler ASAŞ ile karşılaştırıldığında ise Mo hariç diğerleri fakirleşmiştir (Şekil 5.69). Etkin evaporasyon süreçleriyle artan karbonat çökelimi ve kurak dönem ile ilişkili olarak havzaya taşınan ince taneli terrijen malzeme miktarındaki azalma ve kaynak alanında kimyasal ayrışma yerine çok daha etkin olan fiziksel bozunma, element içeriklerinde belirlenen genel düşüşü sağlamış olmalıdır.

Pettijohn ve ark. (1972)'nın sınıflama diyagramında bir örnek hariç (arkoz) diğerleri litarenit bölgesine düşmektedir (Şekil 5.32). Herron (1988)'un diyagramında ise üç örnek litarenit, bir örnek şeyl, diğerleri ise arkoz bölgesine düşmektedir (Şekil 5.33).

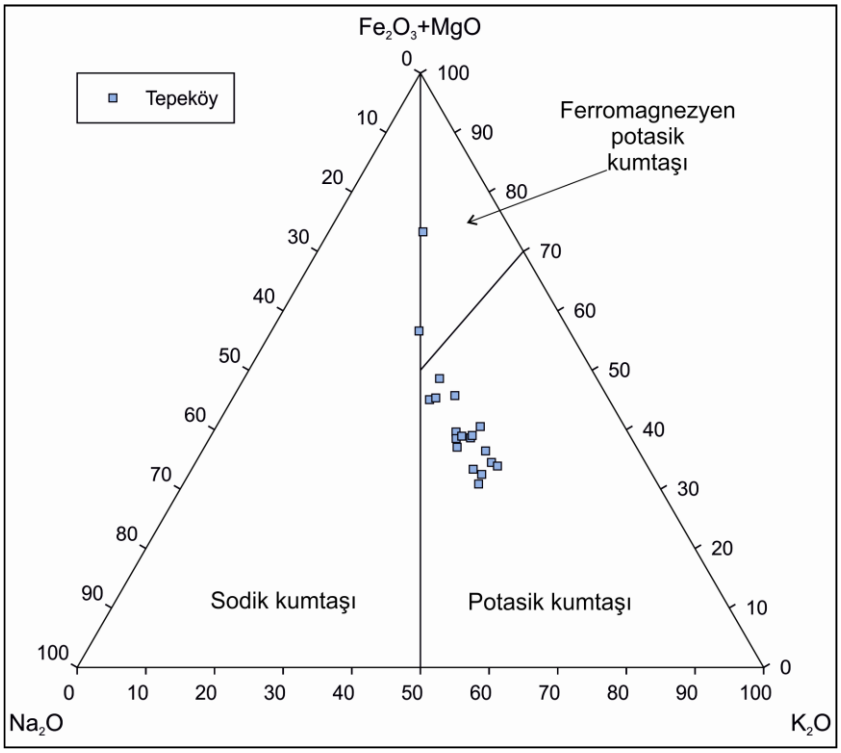


Şekil 5.69. Tepeköy formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)

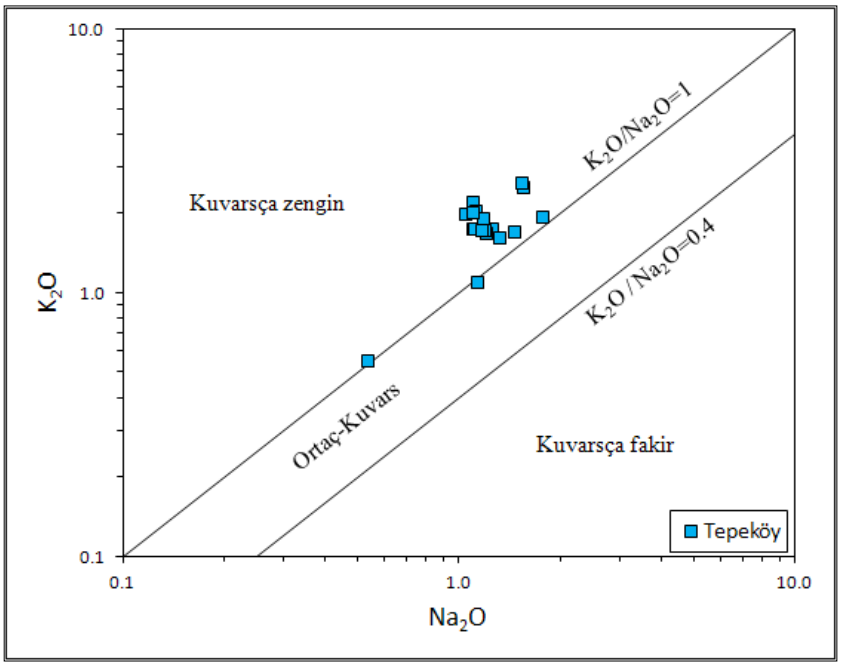
Herron (1988) diyagramının ince taneli kırıntılıları; Pettijohn ve ark. (1972) diyagramının ise iri taneli kırıntılıları daha iyi sınıfladığı bilinmektedir. Tepeköy formasyonu kumtaşlarından meydana geldiği için Pettijohn ve ark. (1972) diyagramı daha uygun sonuç vermekte ve incelenen birim litarenit olarak tanımlanmaktadır. İnce kesitlerde Folk (1974)'a göre yapılan sınıflandırmada da kumtaşlarının litarenit olarak sınıflandırılması bu sonuç ile uyum içerisindedir. Örnekler Blatt ve ark. (1980)'nın (Fe_2O_3+MgO)-Na_2O-K_2O diyagramında iki örnek hariç potasik kumtaşı sınıfında yer alır (Şekil 5.70). Tepeköy örnekleri, Crook (1974)'un Na_2O-K_2O diyagramında ise bir örnek hariç kuvarsça zengin kumtaşı bölgesine düşmektedir (Şekil 5.71).

Örneklerdeki CaO zenginleşmesi ve CaO ile LOI arasındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon (Çizelge 5.31; r=0.993) bu iki bileşenin plajiyoklastan ziyade kalsitle bağlantılı olduğunu göstermektedir. K_2O ile Ba ve Rb arasındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon (Çizelge 5.31; r=0.967 ve r=0.984), Ba ve Rb içeriklerinin feldispatlar ile bağlantılı olduğunu belirtir. SiO_2 ve Al_2O_3 'ün kendi aralarındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi (r=0.900) ve bu ikisinin Na_2O (r=0.767 ve 0.909) ve K_2O (r=0.928 ve 0.854) ile kuvetli-çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkileri (Çizelge 5.31) yine feldispat kontrolüne işaret etmektedir. Fe_2O_3 ile TiO_2 (r=0.881) ve Nb (r=0.741)

arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli pozitif korelasyon (Çizelge 5.31) bu elementlerin ilmenit bileşiminde yer alabileceğine işaret eder (Cullers, 2000).

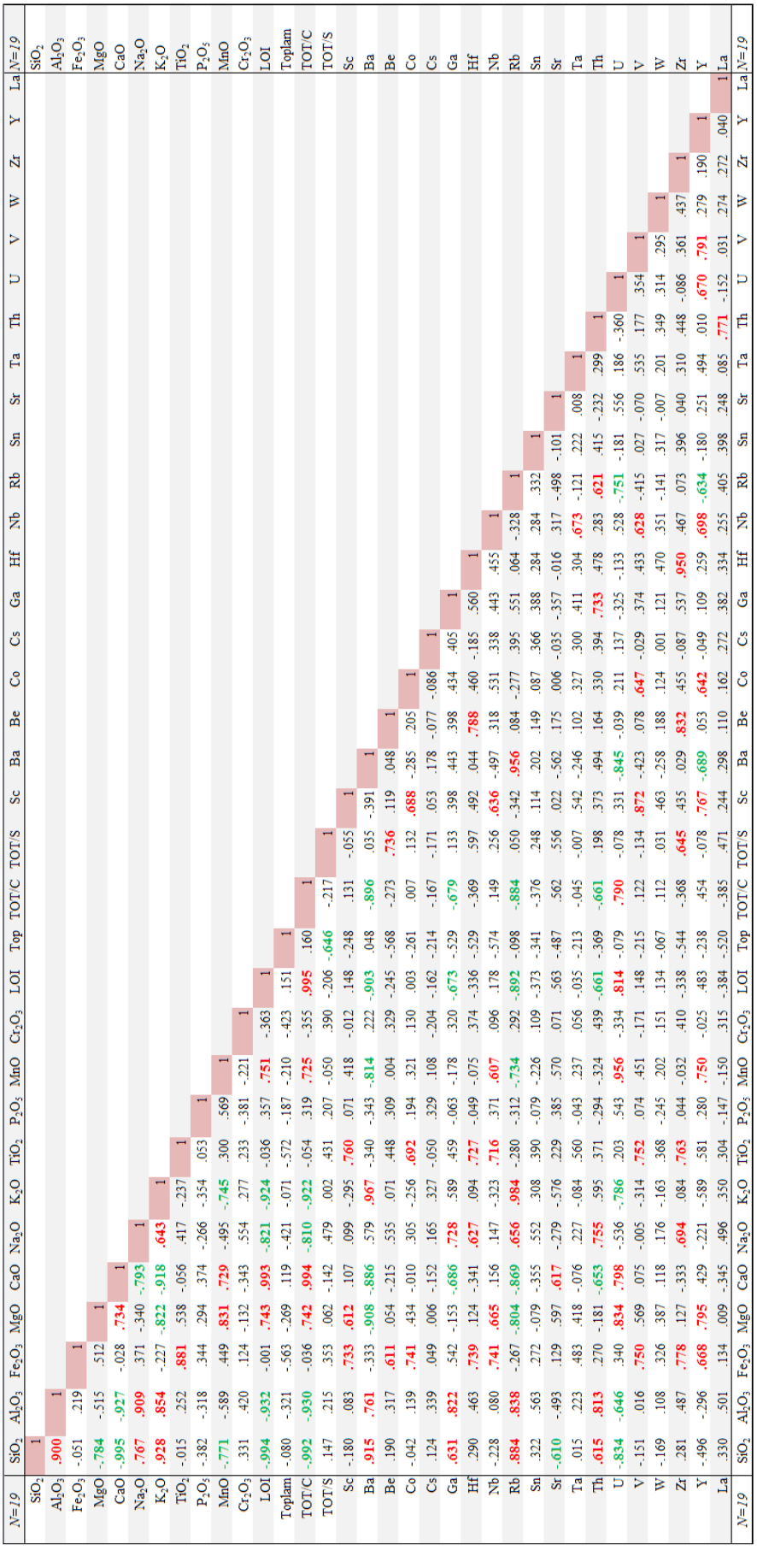


Şekil 5.70. Blatt ve ark. (1980)'na göre Tepeköy formasyonu örneklerinin (Fe_2O_3+MgO)-Na_2O-K_2O diyagramı üzerindeki yerleri



Şekil 5.71. Crook (1974)'e göre Tepeköy formasyonu örneklerinin Na_2O-K_2O diyagramı üzerindeki konumları

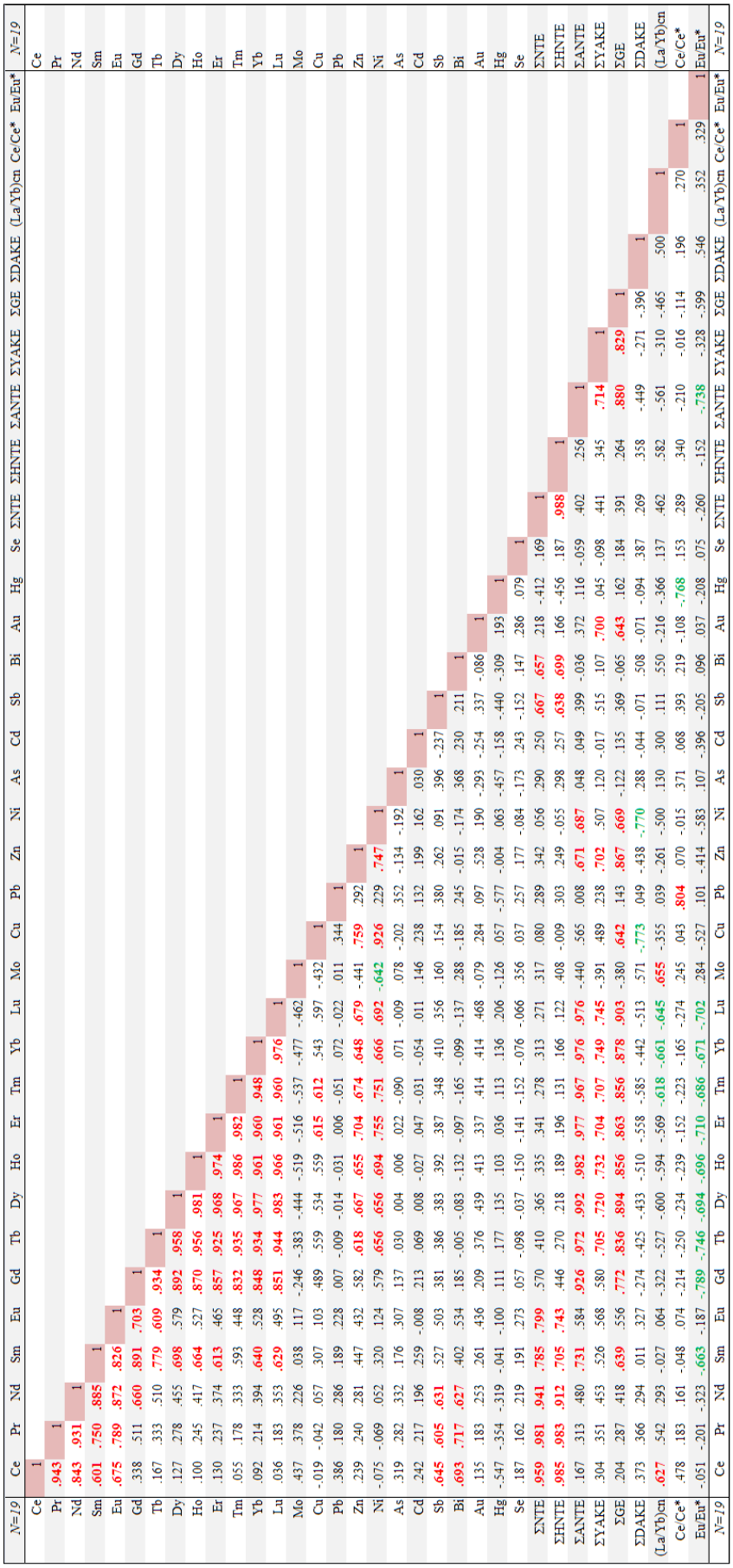
Çizelge 5.31. Tepeköy örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı= pozitif, yeşil= negatif)



Çizelge 5.31. Tepeköy örneklerinin korelasyon matrisi (devam)

N=19	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=19
Ce	.361	.567	.188	.023	-.381	.588	.369	.319	-.092	-.122	.306	-.425	-.503	-.422	.484	.213	.299	.169	.222	.372	.469	.360	.347	.432	.486	.206	.159	.788	-.115	.002	.316	.333	.016	.956	Ce
Pr	.360	.555	.260	.040	-.391	.530	.363	.375	-.138	-.104	.297	-.410	-.498	-.423	.403	.363	.285	.162	.235	.290	.476	.436	.342	.397	.403	.124	.159	.818	-.108	.175	.383	.359	.160	.971	Pr
Nd	.296	.528	.443	.149	-.343	.494	.293	.456	.014	.052	.252	-.349	-.466	-.370	.299	.547	.200	.244	.390	.314	.570	.491	.435	.305	.319	.046	.171	.782	.014	.359	.433	.424	.336	.848	Nd
Sm	.018	.269	.572	.380	-.078	.236	.011	.516	.132	.336	.269	-.061	-.496	-.095	.188	.715	-.100	.240	.471	.163	.492	.495	.602	-.002	.159	.125	.250	.567	.244	.536	.471	.392	.632	.638	Sm
Eu	.373	.637	.609	.141	-.441	.611	.328	.569	.021	.066	.359	-.422	-.542	-.454	.290	.538	.170	.399	.374	.333	.675	.581	.569	.311	.456	-.087	.161	.721	.014	.447	.431	.565	.409	.659	Eu
Gd	-.211	.011	.636	.587	.143	-.006	-.272	.566	.228	.572	.123	.189	-.385	-.360	.033	.771	-.397	.106	.565	.078	.329	.363	.726	-.312	.013	.161	.418	.325	.480	.725	.375	.261	.881	.383	Gd
Tb	-.315	-.081	.758	.715	.240	-.024	-.422	.691	.237	.637	.091	.290	-.330	-.252	.075	.849	-.540	.234	.602	-.024	.278	.459	.755	-.475	-.043	.215	.567	.186	.541	.811	.391	.387	.943	.197	Tb
Dy	-.296	-.060	.764	.716	.218	.028	-.429	.721	.143	.610	.170	.274	-.330	-.245	.013	.820	-.559	.180	.691	-.036	.292	.441	.746	-.484	-.052	.148	.565	.209	.516	.834	.375	.390	.955	.137	Dy
Ho	-.374	-.139	.768	.760	.299	-.036	-.507	.725	.203	.639	.068	.351	-.302	-.323	.021	.828	-.617	.152	.699	-.054	.204	.401	.719	-.557	-.011	.202	.553	.121	.559	.829	.337	.360	.969	.115	Ho
Er	-.414	-.186	.718	.799	.342	-.074	-.556	.700	.198	.690	.045	.393	-.290	-.369	.016	.778	-.670	.080	.707	-.028	.176	.344	.778	-.596	-.040	.253	.592	.119	.620	.809	.331	.297	.970	.122	Er
Tm	-.455	-.210	.739	.821	.383	-.082	-.583	.703	.196	.694	.052	.430	-.280	-.409	-.004	.806	-.692	.119	.691	-.058	.146	.346	.723	-.620	-.042	.253	.582	.072	.627	.802	.350	.316	.972	.064	Tm
Yb	-.285	-.056	.800	.687	.206	.040	-.439	.738	.212	.609	.140	.265	-.293	-.228	.032	.805	-.562	.221	.724	-.020	.311	.483	.787	-.494	-.024	.127	.619	.195	.513	.825	.365	.445	.934	.070	Yb
Lu	-.346	-.138	.790	.725	.271	-.013	-.511	.738	.186	.643	.167	.327	-.338	-.294	.081	.781	-.619	.248	.687	-.146	.226	.483	.745	-.568	-.094	.199	.531	.110	.545	.824	.357	.438	.948	.049	Lu
Mo	.513	.400	-.414	-.562	-.466	.425	.566	-.377	-.257	-.517	.563	-.526	-.106	-.513	.416	-.475	.634	.207	-.326	-.095	.091	.063	-.376	.629	-.072	.023	-.313	.376	-.518	-.669	-.081	.029	-.524	.462	Mo
Cu	-.746	-.525	.474	.828	.708	-.352	-.774	.429	.513	.897	-.053	.710	-.333	.684	.222	.353	-.843	.174	.257	.014	-.223	.092	.669	-.745	.009	.680	.186	-.294	.886	.351	.351	.174	.613	-.061	Cu
Pb	.032	.224	.286	.109	-.050	.302	.048	.170	.396	.203	.053	-.089	-.238	-.100	.298	.027	-.009	.358	.166	.444	.318	.238	.428	.107	.383	.133	.033	.195	.201	-.099	.258	.366	-.071	.148	Pb
Zn	-.342	-.053	.593	.702	.277	.056	-.437	.717	.055	.595	.223	.300	-.522	.288	.205	.513	-.597	.115	.380	.072	.174	.304	.796	-.455	.385	.399	.456	.100	.537	.558	.447	.367	.600	.189	Zn
Ni	-.758	-.517	.541	.889	.704	-.404	-.770	.455	.506	.951	-.225	.729	-.290	.706	-.002	.476	-.872	.035	.380	.137	-.118	.030	.727	-.760	-.008	.546	.355	-.273	.932	.537	.291	.079	.763	-.119	Ni
As	.450	.347	.167	-.283	-.449	.294	.289	.072	.286	-.223	-.227	-.441	.061	-.467	.232	-.014	.317	.199	.244	.085	.298	.242	.159	.244	.178	-.308	-.004	.198	-.221	.109	-.175	.186	-.033	.207	As
Cd	-.070	-.123	-.101	.091	.089	-.201	-.048	-.033	.177	.265	.043	.064	-.334	.080	.120	.045	-.030	-.197	.020	.097	.047	-.204	.200	-.032	-.231	.370	-.177	.052	.120	.019	-.301	-.237	.073	.296	Cd
Sb	.063	.256	.455	.296	-.093	.457	-.073	.519	-.025	.011	.251	-.117	-.264	-.129	.531	.385	-.090	.424	.508	-.124	.266	.643	.370	-.053	.297	.185	.190	.051	.703	.049	.290	.257	-.161	.555	Sb
Bi	.476	.588	.109	-.236	-.491	.466	.507	.101	-.009	-.223	-.086	-.509	-.307	-.519	.208	.134	.453	.147	.018	.479	.498	.314	.215	.555	.410	-.168	.051	.703	.170	.049	.290	.759	.243	.683	Bi
Au	.080	.302	.642	.289	-.134	.526	-.071	.737	-.218	.107	.525	-.129	-.427	-.134	.402	.428	-.142	.529	.362	-.221	.295	.636	.290	-.093	.321	.136	.269	.275	.049	.372	.468	.759	.243	.129	Au
Hg	-.111	-.166	.094	-.030	.095	-.251	-.092	.050	-.022	.085	.145	.147	-.057	.111	-.160	.088	-.117	.079	-.158	-.305	-.059	.053	-.063	-.164	-.213	-.047	.039	-.234	-.003	.196	-.030	.019	.138	-.371	Hg
Se	.316	.379	-.037	-.260	-.329	.315	.388	-.077	-.180	.004	.544	-.327	-.112	-.326	-.100	-.107	.325	-.056	-.013	.131	.299	-.077	-.024	.398	.149	-.173	-.221	.343	-.081	-.004	.168	.188	.034	-.156	.143	Se
ΣNTE	.278	.515	.350	.165	-.315	.528	.267	.454	-.050	.017	.313	-.339	-.546	-.349	.434	.426	.176	.193	.349	.320	.504	.446	.463	.306	.411	.207	.232	.800	.004	.225	.387	.390	.254	.954	ΣNTE
ΣHNTE	.346	.556	.241	.054	-.371	.556	.354	.361	-.087	-.089	.309	-.406	-.520	-.410	.454	.312	.280	.175	.253	.339	.483	.399	.359	.405	.438	.190	.150	.809	.096	.099	.346	.349	.106	.977	ΣHNTE
ΣANTE	-.320	-.083	.757	.727	.243	-.007	-.446	.707	.201	.643	.121	.297	-.336	.264	.027	.824	-.572	.158	.691	-.012	.278	.423	.777	-.496	-.029	.183	.564	.207	.552	.827	.373	.363	.968	.176	ΣANTE
ΣYAKE	-.056	.215	.920	.557	-.015	.389	-.271	.989	.200	.365	.184	.001	-.594	-.023	.469	.749	-.370	.509	.703	-.003	.450	.726	.753	-.306	.375	.274	.537	.329	.267	.738	.333	.776	.599	.278	ΣYAKE
ΣGE	-.245	.037	.789	.695	.168	.167	-.394	.842	.055	.577	.375	.205	-.531	.186	.191	.752	-.539	.257	.661	-.064	.359	.513	.803	-.436	.160	.275	.517	.259	.451	.750	.435	.525	.796	.194	ΣGE
ΣDAKE	.927	.853	-.228	-.822	-.917	.644	1.000	-.238	-.352	-.745	.278	-.924	-.075	-.921	.008	-.298	.968	.073	-.258	.327	.587	.093	-.324	.985	.308	-.569	-.086	.596	-.786	-.319	-.165	.084	-.592	.354	ΣDAKE
(La/Yb)cn	.395	.334	-.479	-.454	-.346	.281	.493	-.286	-.228	-.494	.105	-.416	-.188	-.393	.381	-.442	.555	-.102	-.400	.149	-.025	-.126	-.353	.571	.320	.175	-.402	.353	-.424	-.568	-.095	-.140	-.623	.680	(La/Yb)cn
Ce/Ce*	.177	.295	-.017	-.040	-.168	.383	.194	-.047	.149	-.047	.069	-.230	-.108	-.202	.267	-.223	.164	.149	.103	.402	.268	.011	.209	.271	.365	.086	.102	.218	-.016	-.348	.037	.106	-.265	.221	Ce/Ce*
Eu/Eu*	.529	.424	-.350	-.615	-.493	.432	.545	-.316	-.211	-.637	-.017	-.529	.193	-.500	.098	-.635	.574	.126	-.446	.189	.027	-.137	-.491	.574	.328	-.328	-.142	.009	-.529	-.557	-.239	.016	-.793	-.144	Eu/Eu*
N=19	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=19

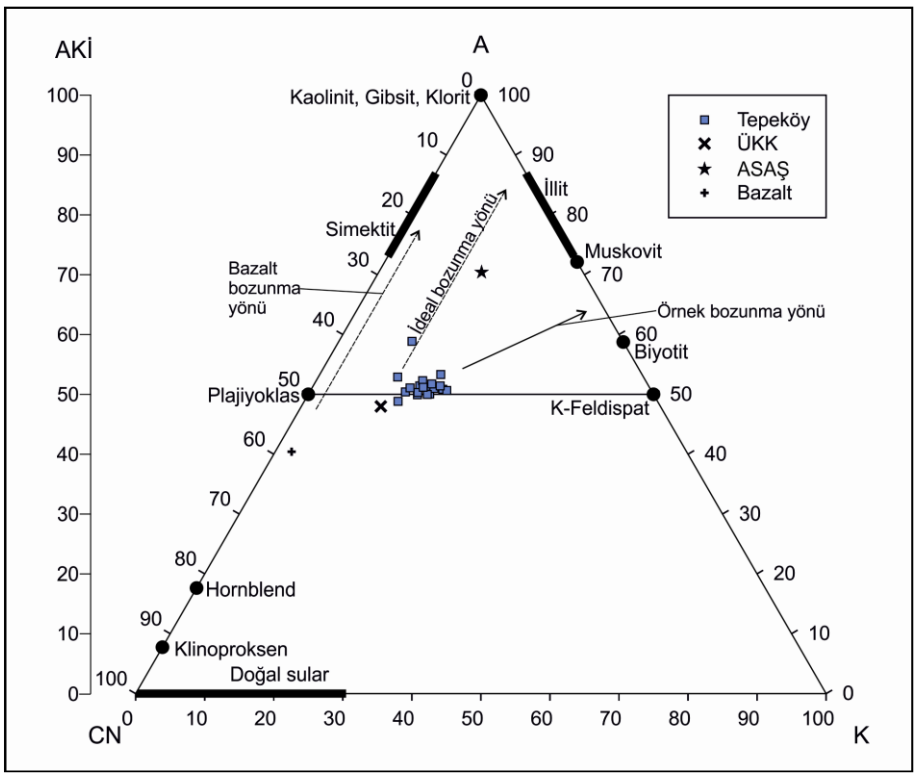
Çizelge 5.31. Tepeköy örneklerinin korelasyon matrisi (devam)



MnO ile MgO ve ikisinin Nb, U, Y, Cu, Ni ve ANTE arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli korelasyon ilişkileri (Çizelge 5.31) söz konusu oksitler, element ve element gruplarının mafik minerallerle ilişkili olabileceğine dikkat çekmektedir. ANTE ile Fe_2O_3, MgO, TiO_2, MnO, Sc, Co, Nb, V, Y ve Ni arasındaki çok kuvvetli ve kuvvetli korelasyon ilişkisi de (Çizelge 5.31) örneklerdeki ANTE dağılımının mafik ve ağır minerallerle kontrolünü göstermektedir. Th ile SiO_2, Al_2O_3 ve Na_2O arasındaki kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi (sırasıyla r=0.615, r=0.813 ve r=0.755), Th ile Na-plajiyoklaslar arasındaki kökensel ilişkiye işaret eder (Das ve ark., 2008).

5.4.4.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi

Tepeköy formasyonu örneklerinin AKİ değerleri 48.82 ile 58.84 arasında (ortalama=51.15) değişmektedir (Şekil 5.72). Bu değerler ÜKK'dan (AKİ= 47.98) biraz fazla ASAŞ (AKİ= 70.38)'tan ise çok düşüktür. BKİ değeri de 56.52 ile 65.83 arasında değişmekte (ortalama=61.01) ve aynı şekilde ÜKK'ya (BKİ= 54.24) daha yakın fakat ASAŞ'tan (BKİ= 82.72) da çok düşüktür (Çizelge 5.30).



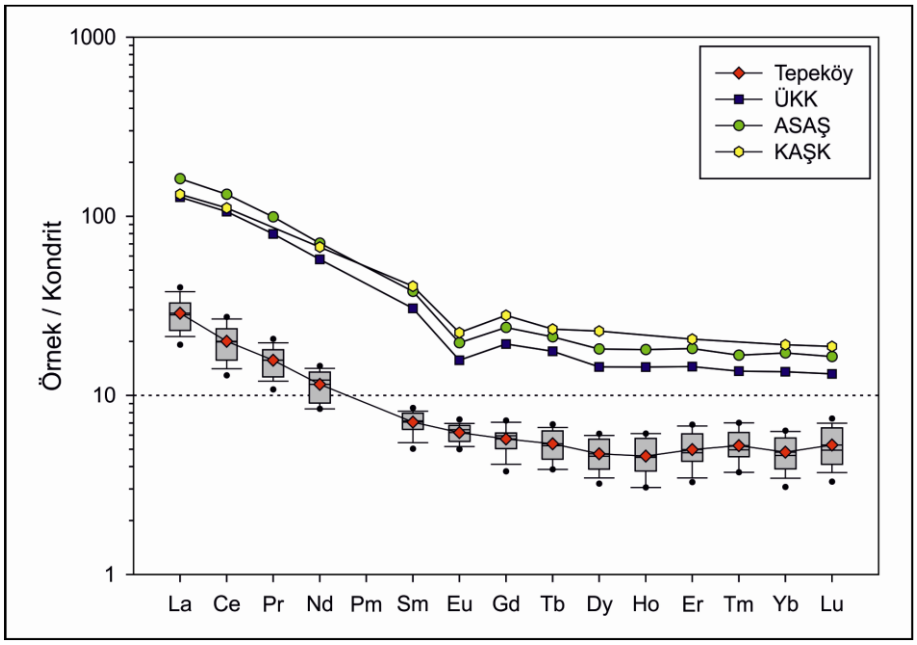
Şekil 5.72. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Tepeköy formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

Buna göre kaynak alandaki kimyasal bozunma etkisi bozunmamış ÜKK şartları ile aynıdır. Örnekler A-CN-K üçgen diyagramına düşürüldüğünde, plajiyoklas-K-feldispat çizgisinin hemen üzerinde ve ÜKK noktasından itibaren K-feldispat köşesine doğru kaymış şekilde yer alır (Şekil 5.72). Örneklerin egemen bozunma yönü çizgisi uzatılarak plajiyoklas-K-feldispat çizgisi ile kesiştirildiğinde, kesim noktasının plajiyoklas köşesine ve ÜKK'ya daha yakın olması kaynak kayaç bileşiminin granodiyorit veya granit bileşimli olduğuna işaret eder. Örneklerin bozunma yönünün, ideal bozunma yönünden sapma göstererek A-K kenarına dik olarak yönlenmesi, örneklerdeki K-metasomatizması ile açıklanabilir (Fedo ve ark., 1997).

5.4.4.2. Köken

Tepeköy formasyonu örnekleri Roser ve Korsch (1988)'un Şekil 5.36'daki diyagramına düşürüldüğünde felsik mağmatik bölgesinde yer alan iki örnek hariç diğerleri ortaç mağmatik köken bölgesine düşmektedir. Şekil 5.37'deki diyagramda ise kuvarsça zengin sedimanter köken bölgesindeki üç örnek hariç diğerleri felsik mağmatik köken bölgesine düşmektedir. Bu diyagramlara göre Tepeköy formasyonu başlıca ortaç ve felsik mağmatik, kısmen de kuvarsça zengin sedimanter kökenden beslenmiş olmalıdır. Ana oksit içerikleri bozunma süreçlerinde oldukça değişim gösterebileceğinden dolayı bu diyagramlar değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Tepeköy formasyonu örneklerinin ortalama NTE içerikleri ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edildiğinde, Tepeköy formasyonu NTE içeriklerinin bunlara göre oldukça düşük olduğu görülür (Şekil 5.73). İncelenen örneklerin NTE farklılaşması (HNTE/ANTE=5.97; $(La/Yb)_{cn}$=6.20) düşüktür (Çizelge 5.32). HNTE farklılaşma derecesi referanslara yakın olmakla birlikte ($(La/Sm)_{cn}$=4.06), ANTE farklılaşması ($(Gd/Lu)_{cn}$=1.10) gözlenmemektedir (Çizelge 5.32). HNTE zenginleşmesinin çok düşük olması ve negatif Eu anomalisinin (Eu/Eu*=0.99) gözlenmemesi çok fazla farklılaşmaya uğramamış mafik bir kökenden beslendiğine işaret etmektedir. Ayrıca element içeriklerinin referanslara göre oldukça düşük olması, elementlerin zenginleşmesini sağlayacak olan kimyasal bozunma koşullarının kaynak bölgesinde muhtemelen kurak iklim şartları ve/veya genç morfoloji nedeniyle ASAŞ veya KAŞK kadar etkili olmadığını ifade etmektedir.

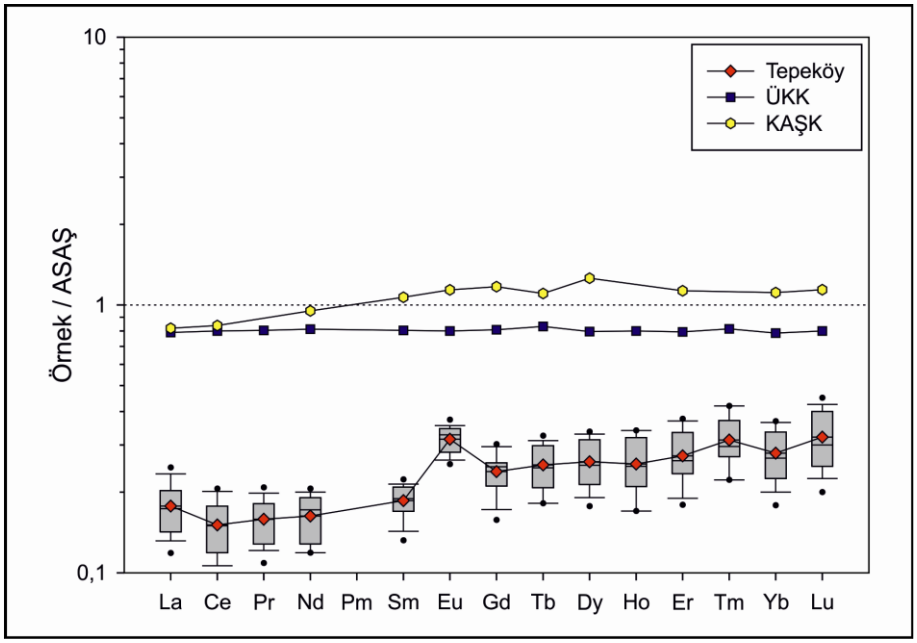


Şekil 5.73. Tepeköy formasyonu örneklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş ortalama NTE grafiği

Çizelge 5.32. Tepeköy formasyonu iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-61	1826.73	138.28	16657.78	35.91	30.37	5.13	5.92	5.45	3.90	0.93	0.98	1.04
A-62	1248.66	112.84	14804.14	38.08	34.01	3.74	9.09	11.03	5.95	1.26	0.98	1.00
A-63	1093.24	112.89	15097.32	39.41	34.53	4.51	7.66	8.22	4.69	1.25	0.95	0.94
A-64	1533.82	140.38	14634.53	39.95	34.22	5.35	6.40	6.55	4.71	1.00	0.98	0.97
A-65	895.71	110.34	14428.00	25.94	21.99	3.64	6.04	6.68	4.03	1.10	1.01	1.07
A-66	1053.84	98.09	15134.82	24.57	20.86	3.42	6.10	5.82	3.73	1.15	0.96	1.02
A-67	1090.34	133.02	21578.25	35.36	30.64	4.33	7.08	7.21	4.11	1.21	0.98	1.02
A-68	1252.86	107.45	22312.19	35.29	30.87	4.03	7.66	7.62	5.03	1.26	1.02	1.20
A-69	756.73	83.95	15029.50	21.81	18.50	3.02	6.13	6.23	3.81	1.14	0.98	1.19
A-70	1265.00	139.15	4971.53	28.73	22.61	5.79	3.91	3.85	3.05	1.01	0.94	0.80
A-71	1473.33	134.19	13940.51	37.31	31.00	5.94	5.22	5.24	4.07	1.03	0.96	0.86
A-72	894.91	99.59	17061.96	23.60	20.07	3.25	6.18	6.68	4.23	1.11	0.90	1.06
A-73	840.37	101.49	18822.77	32.54	27.81	4.37	6.36	7.43	4.10	1.22	0.84	0.95
A-74	1306.20	123.29	17451.13	33.95	28.70	4.87	5.89	6.75	3.81	1.29	0.86	0.89
A-75	1212.42	119.09	16531.17	29.25	24.78	4.16	5.96	5.63	3.86	1.02	0.98	0.95
A-76	1063.24	115.14	17206.29	30.32	25.36	4.60	5.51	5.78	3.90	1.09	0.85	0.99
A-77	1763.39	150.29	9517.64	25.17	19.20	5.63	3.41	3.43	3.23	0.83	0.79	0.95
A-78	1375.34	132.39	14724.46	32.73	26.76	5.60	4.78	4.14	3.30	1.04	1.02	0.90
A-79	1024.90	122.88	14745.56	26.05	20.71	5.01	4.13	4.06	3.56	0.96	0.89	0.95
Ort.	1209.00	119.72	15507.87	31.37	26.47	4.55	5.97	6.20	4.06	1.10	0.94	0.99
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Tepeköy formasyonu örnekleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde (Şekil 5.74) HNT elementleri, ANT elementlerine göre belirgin bir azalma göstermektedir ($(La/Yb)_{pn}$=0.66). Düze yakın bir desene sahip olan HNTE'ye ($(La/Sm)_{pn}$=0.95) karşın ANT elementleri giderek artan bir eğilime $(Gd/Lu)_{pn}$=0.76) sahiptir. Yüksek pozitif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.51) ve NTE deseninin anılan özellikleri kaynak alanda farklılaşma süreçlerine uğramamış mafik mağmatik bir kayaç gurubuna işaret etmektedir.



Şekil 5.74. Tepeköy formasyonu örneklerinin ÜKK ve KAŞK ile birlikte ASAŞ'a göre normalize edilmiş NTE grafiği (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Tepeköy formasyonunun bazı iz element oranları felsik ve mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellerin oranlarıyla karşılaştırıldığında; La/Co oranı felsik, La/Sc, Th/Sc, Th/Co ve Th/Cr oranları ise mafik kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.33). Diğer element oranlarından; Zr/Co ve Co/Th oranları felsik, buna karşın La/Cr, Zr/Sc, Zr/Cr, Cr/La, Cr/Th ve Cr/Zr oranları ise mafik bir kökene işaret eder (Çizelge 5.34). Sonuçta söz konusu element oranları da formasyonun mafik bir kaynakla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.33. Tepeköy formasyonu ile felsik ve mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellere ait iz element oranlarının karşılaştırılması

Oranlar	Tepeköy formasyonu dağılım	Çökellerde dağılım[a]		ÜKK
		Felsik kaynak	Mafik kaynak	
Eu/Eu*	0.80 - 1.20	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65
La/Sc	0.71 - 2.35	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.31
Th/Sc	0.27 - 0.68	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.82
La/Co	0.96 - 3.70	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.76
Th/Co	0.41 - 1.32	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63
Th/Cr	0.04 - 0.08	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000; Cullers ve ark., 1987, 1988' den alınmıştır.

Çizelge 5.34. Tepeköy formasyonu örneklerinin bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-61	1.23	0.12	1.54	0.50	0.05	0.63	14.97	1.46	18.71	8.32	20.53	1.60	0.69
A-62	2.35	0.17	3.36	0.65	0.05	0.93	9.15	0.67	13.07	5.82	21.05	1.08	1.50
A-63	1.48	0.19	2.54	0.57	0.07	0.97	7.38	0.92	12.66	5.38	14.09	1.03	1.08
A-64	1.26	0.14	2.00	0.47	0.05	0.75	6.97	0.79	11.09	7.00	18.66	1.33	1.26
A-65	1.40	0.10	1.87	0.50	0.04	0.67	6.83	0.50	9.10	9.77	27.37	1.50	2.00
A-66	1.06	0.11	1.51	0.46	0.05	0.66	7.64	0.80	10.91	9.04	20.82	1.52	1.25
A-67	1.52	0.11	2.17	0.68	0.05	0.97	8.36	0.61	11.94	9.00	20.12	1.03	1.64
A-68	1.54	0.19	3.08	0.66	0.08	1.32	8.08	0.98	16.16	5.33	12.44	0.76	1.02
A-69	1.13	0.11	2.25	0.45	0.04	0.90	6.25	0.61	12.50	9.12	22.81	1.11	1.64
A-70	0.92	0.13	1.90	0.27	0.04	0.55	4.23	0.62	8.76	7.46	25.66	1.81	1.62
A-71	1.11	0.16	0.99	0.46	0.07	0.41	5.34	0.78	4.73	6.14	14.97	2.47	1.28
A-72	1.35	0.11	2.35	0.55	0.05	0.96	6.65	0.56	11.57	8.87	21.77	1.05	1.80
A-73	1.48	0.15	3.70	0.50	0.05	1.25	6.36	0.66	15.90	6.47	19.16	0.80	1.51
A-74	1.09	0.16	2.38	0.40	0.06	0.88	4.84	0.71	10.59	6.30	17.11	1.14	1.41
A-75	1.02	0.13	1.74	0.47	0.06	0.80	7.25	0.91	12.43	7.85	17.11	1.25	1.10
A-76	1.32	0.12	2.64	0.52	0.05	1.04	6.24	0.57	12.48	8.29	21.05	0.96	1.75
A-77	0.71	0.10	0.96	0.31	0.05	0.42	7.84	1.15	10.56	9.58	21.77	2.36	0.87
A-78	1.02	0.13	1.13	0.40	0.05	0.44	7.13	0.89	7.93	7.85	19.96	2.25	1.12
A-79	1.08	0.09	1.74	0.52	0.04	0.84	7.18	0.58	11.58	11.40	23.68	1.19	1.72
Ort.	1.27	0.13	2.10	0.49	0.05	0.81	7.30	0.78	11.72	7.84	20.01	1.38	1.38
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

Tepeköy formasyonu örnekleri Cullers (2002)'in La/Sc-Th/Co diyagramında asidik kayaçlar bölgesinden bazik bölgeye doğru kayarak ortaç bölgede yer almışlardır (Şekil 5.40). McLennan ve ark. (1993)'ının Sc-Th grafiğinde ortaç köken bölgesindeki üç örnek dışında diğerleri mafik bölgeye düşmektedir (Şekil 5.41). Örnekler Floyd ve Leveridge (1987)'in Hf-La/Th diyagramında, felsik bölgenin soluna doğru kayarak felsik-mafik karışım bölgesinde toplanmıştır (Şekil 5.42).

Tepeköy formasyonu çökellerinde McLennan ve ark. (1993)'nın tanımladığı köken tiplerinin çözümlenmesi için yine aynı yazarlara ait ilgili yorumlar ve diyagramlar kullanılmıştır. Örneklerdeki düşük HNTE zenginleşmesi, belirgin negatif Eu anomalisinin yokluğu ve Th/Sc ile Th/U oranlarının düşüklüğü EÜKK tipi köken olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Örnekler, Zr/Sc-Th/Sc diyagramında bileşimsel çeşitlilik çizgisi üzerine düşerler ve zirkon ilavesi gözlenmez (Şekil 5.43). Dolayısıyla formasyonda YÇÇK tipi köken bileşeni de bulunmamaktadır. Noktaların çizgi üzerinde ASAŞ ve ÜKK değerlerinin de altında yer alması daha mafik bir kaynaktan gerçekleşen doğrudan beslenme ile ilişkilidir.

Diğer taraftan Th-Th/U diyagramında örneklerin çoğu üst manto kaynakları bölgesi içinde ve yakınında, az bir kısmı ise bozunma yönünde ve ÜKK çizgisinin üzerindedir (Şekil 5.44). Bu dağılıma göre formasyonun esas olarak mafik bir kaynaktan beslendiği ve FMGY tipi bir köken desteğinin varlığı öngörülebilir.

Örnekler, Hiscott (1984)'un Y/Ni-Cr/V diyagramında Y/Ni ekseni boyunca daha etkin olmak üzere yatay yönlü; daha düşük oranda ise Cr/V ekseni boyunca ÜKK ve ASAŞ noktalarının yukarısına doğru yayılım gösterirler. Buna göre kaynak alanından çok az da olsa ofiyolitik kökenli malzeme geliminin olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısı ile formasyon için TB tipi bir bileşen desteğinden söz edilebilir (Şekil 5.45).

Sonuç olarak, Tepeköy formasyonu için hazırlanan ana oksit diyagramlarından ortaç-felsik mağmatik ve kısmen de kuvarsça zengin sedimanter köken birlikteliği ortaya çıkmaktadır. NTE desenleri kaynak alanında farklılaşma süreçlerine uğramamış mafik mağmatik kayaçları yansıtırken; iz element oranları da yine mafik bir kaynağı göstermektedir. La/Sc-Th/Co diyagramı ortaç, Sc-Th diyagramı mafik, Hf-La/Th diyagramı ise felsik-mafik kayaç guruplarının yer aldığı karışık bir kaynağa işaret etmektedir. Tepeköy formasyonunda Zr/Sc-Th/Sc diyagramı YÇÇK tipi köken bileşeni olmadığına, Th-Th/U diyagramı FMGY tipi köken bileşenin varlığına ve Y/Ni-Cr/V diyagramı ise kısmen TB tipi köken bileşenin malzeme sağladığına işaret etmektedir.

5.4.4.3. Tektonik konum

Tepeköy formasyonunun depolandığı havzanın tektonik konumunu belirleyebilmek için farklı yazarlar tarafından ana ve iz element içeriklerine göre hazırlanan diyagramlar kullanılmıştır.

Ana oksit içeriklerini esas alan Bhatia (1983)'ün diyagramında okyanusal ada yayı bölgesinde yer alan iki örnek dışında diğerleri aktif kıta kenarı bölgesine düşmektedir (Şekil 5.46). Aynı yazarın (Fe_2O_3+MgO)-TiO_2 ve (Fe_2O_3+MgO)-(Al_2O_3/SiO_2) diyagramlarında ise pasif kıta kenarı bölgesi yakınlarına düşmektedirler (Şekil 5.47 ve 5.48). Formasyon için belirlenen köken analizleri doğrultusunda Şekil 5.47 ve 5.48'deki diyagramlar uygun sonuçlar vermediği için kullanılmaması gerekir.

Roser ve Korsch (1986)'un SiO_2-K_2O/Na_2O diyagramında aktif kıta kenarı bölgesindeki iki örnek hariç diğerleri okyanusal ada yayı kenarı bölgesinde yer alır (Şekil 5.49).

İz element içeriklerini kullanan Bhatia ve Crook (1986)'un La/Sc-Ti/Zr diyagramında, okyanusal ada yayı bölgesinde yer alan bir örnek dışında diğer tüm örnekler kıtasal ada yayı bölgesine düşmektedir (Şekil 5.50). Aynı yazarın La-Th-Sc üçgen diyagramında okyanusal ada yayı alanına düşen üç örnek hariç diğerleri kıtasal

ada yayı bölgesinde toplanmaktadır (Şekil 5.51). Aynı şekilde Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramlarında da örneklerin kıtasal ada yayı bölgesinde ve yakınında yer aldığı görülür (Şekil 5.52 ve 5.53).

Tepeköy formasyonu örneklerinin, ilgili diyagramlara aktarılması sonucunda ana oksitlere göre tektonik konum, aktif kıta kenarı ve okyanusal ada yayı olarak; iz elementlere göre ise çok belirgin bir şekilde kıtasal ada yayı kenarı olarak belirlenmektedir. Burada ana oksitlerin çökellerde değişkenlik gösterebileceği göz önüne alındığında iz elementlere göre düzenlenen diyagramların daha doğru sonuçlar vereceği söylenebilir. Buna göre havzanın tektonik konumu, büyük bir olasılıkla kıtasal ada yayı kenarı olarak açığa çıkmaktadır.

5.5. Cihanbeyli Formasyonunun Jeokimyası

Karasal kökenli kırıntılı çökellerden oluşan Cihanbeyli formasyonunun ince taneli kesimlerini temsilen alınan örneklerin (Bölüm 4.2.1; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksit ve iz element içerikleri Çizelge 5.35'de görülmektedir.

Örneklerin ana oksit içerikleri yüzde olarak SiO_2 (48.52-58.43), Al_2O_3 (7.45-11.73), Fe_2O_3 (2.33-4.98), MgO (0.98-1.96), CaO (7.39-19.76), Na_2O (1.10-1.98), K_2O (1.18-1.86), TiO_2 (0.24-0.53), P_2O_5 (0.04-0.07), MnO (0.05-0.12) ve Cr_2O_3 ise (0.008-0.013) arasındadır. Ortalama oksit içerikleri sırasıyla yüzde 55.75, 10.38, 4.09, 1.69, 10.97, 1.73, 1.61, 0.43, 0.06, 0.08 ve 0.012 dır.

Ana oksit içerikleri, ÜKK ile karşılaştırıldığında sadece CaO zenginleşirken, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2 ve P_2O_5 fakirleşmiş, MnO ve Cr_2O_3 ise değişmemiştir. Örnekler, ASAŞ ile karşılaştırıldığında CaO ve Na_2O bakımından zenginleşmekte, diğer oksitlerce fakirleşmektedir (Şekil 5.75).

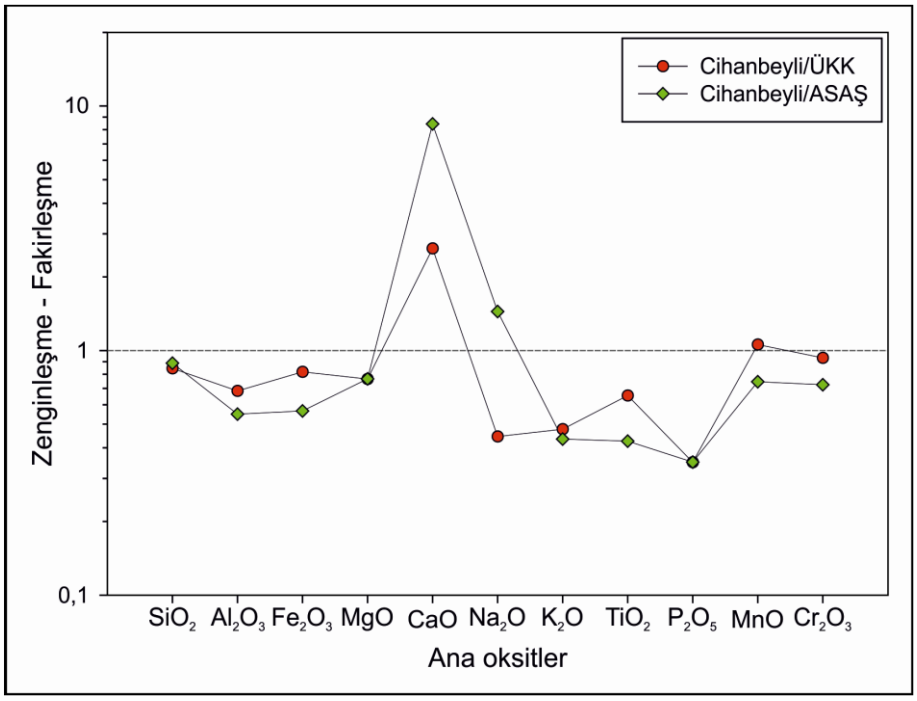
Cihanbeyli formasyonunun iz element içerikleri ÜKK'ya göre normalize edildiğinde As, Cd ve Bi zenginleşmiş, Sc, Tm, Yb ve Lu aynı kalmış, diğer elementler ise fakirleşmiştir. Örnekler ASAŞ ile karşılaştırıldığında sadece Sr aynı kalırken diğerleri fakirleşmiştir (Şekil 5.76).

Pettijohn ve ark. (1972)'nın diyagramında iki örnek litarenit ve üç örnek grovak sınıfındadır (Şekil 5.32). Herron (1988)'un diyagramında bir örnek litarenit, diğer dört örnek vakedir (Şekil 5.33). Sonuçta Herron (1988)'un diyagramı ince taneli kırıntılıların

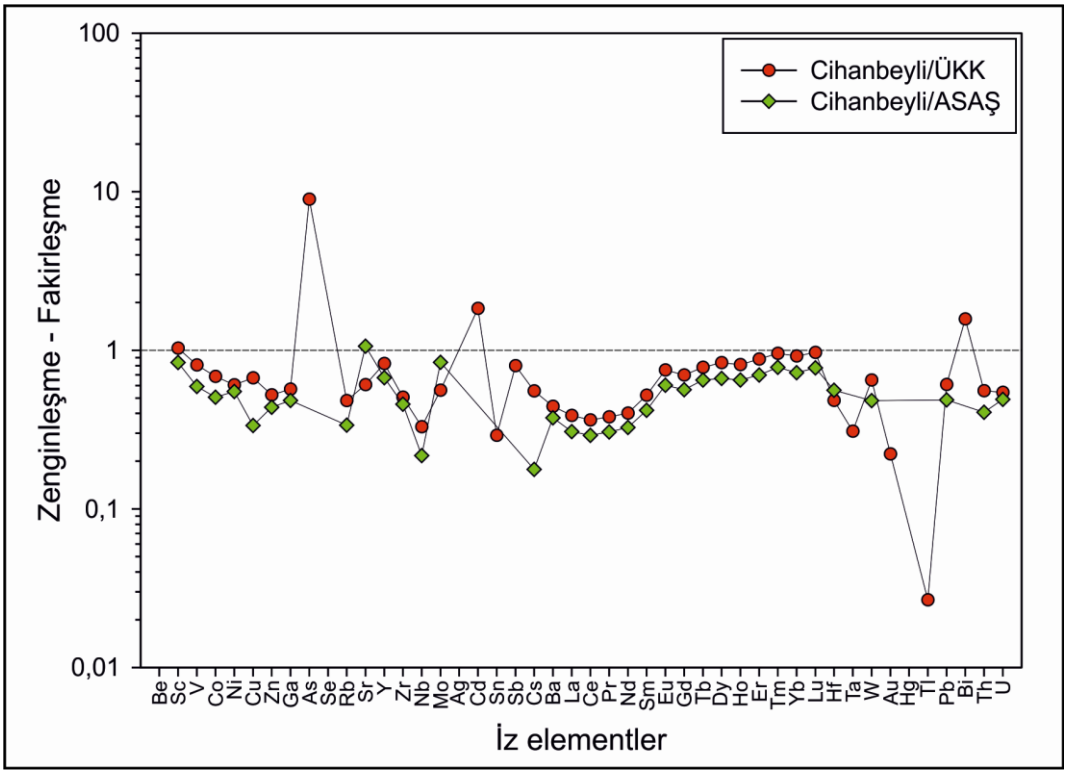
sınıflandırılmasında daha güvenilir olduğundan söz konusu örnekler bu diyagrama göre vake olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 5.35. Cihanbeyli formasyonu örneklerinin ana ve iz element içerikleri

Analit	Birim	MDL	Örnek A-80	Örnek A-81	Örnek A-82	Örnek A-83	Örnek A-84	Cihanbeyli Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	%	0.01	48.52	55.27	58.34	58.17	58.43	55.75	65.89	62.80
Al_2O_3	%	0.01	7.45	10.20	11.05	11.49	11.73	10.38	15.19	18.90
Fe_2O_3	%	0.04	2.33	4.05	4.36	4.74	4.98	4.09	5.00	7.23
MgO	%	0.01	0.98	1.63	1.90	1.96	1.96	1.69	2.21	2.20
CaO	%	0.01	19.76	11.30	8.34	8.07	7.39	10.97	4.20	1.30
Na_2O	%	0.01	1.85	1.10	1.88	1.86	1.98	1.73	3.90	1.20
K_2O	%	0.01	1.18	1.86	1.67	1.74	1.59	1.61	3.37	3.70
TiO_2	%	0.01	0.24	0.39	0.48	0.49	0.53	0.43	0.65	1.00
P_2O_5	%	0.01	0.04	0.04	0.07	0.06	0.07	0.06	0.16	0.16
MnO	%	0.01	0.12	0.05	0.09	0.08	0.07	0.08	0.08	0.11
Cr_2O_3	%	0.002	0.008	0.013	0.013	0.011	0.013	0.01	0.01	0.016
LOI	%	-5.1	17.4	13.9	11.7	11.2	11.1	13.06	-	6.00
Toplam	%	0.01	99.88	99.84	99.84	99.83	99.84	99.85	-	104.59
TOT/C	%	0.02	4.16	2.54	2.29	2.10	1.90	2.60	-	-
TOT/S	%	0.02	-	-	-	-	-	0.00	-	-
AKİ	%	-	50.29	64.42	58.03	58.94	58.75	58.09	47.98	70.38
BKİ	%	-	55.03	73.81	64.11	65.25	64.29	64.50	54.24	82.72
Sc	ppm	1	10	13	14	15	15	13.40	13.00	16.00
Ba	ppm	1	151	313	256	277	223	244.00	550.00	650.00
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	0.00	3.00	-
Co	ppm	0.2	6.5	14.5	11.6	12.2	13.4	11.64	17.00	23.00
Cs	ppm	0.1	1.2	2.9	2.8	3.2	3.2	2.66	4.80	15.00
Ga	ppm	0.5	6.8	9.0	10.0	10.9	11.6	9.66	17.00	-
Hf	ppm	0.1	1.6	2.5	3.1	3.3	3.5	2.80	5.80	5.00
Nb	ppm	0.1	2.1	4.1	4.3	5.0	5.1	4.12	12.50	19.00
Rb	ppm	0.1	37.3	59.7	53.3	61.5	58.0	53.96	112.00	160.00
Sn	ppm	1	1	2	1	2	2	1.60	5.50	-
Sr	ppm	0.5	209.3	258.1	194.7	211.1	189.1	212.46	350.00	200.00
Ta	ppm	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.34	1.10	-
Th	ppm	0.2	3.6	5.2	6.2	7.5	7.2	5.94	10.70	14.60
U	ppm	0.1	1.2	1.4	1.5	1.8	1.7	1.52	2.80	3.10
V	ppm	8	54	85	92	105	108	88.80	110.00	150.00
W	ppm	0.5	0.7	1.3	1.4	1.6	1.5	1.30	2.00	-
Zr	ppm	0.1	57.8	86.0	100.8	114.5	121.2	96.06	190.00	210.00
Y	ppm	0.1	19.4	13.8	17.8	20.3	19.4	18.14	22.00	27.00
La	ppm	0.1	7.9	10.4	12.7	14.4	12.9	11.66	30.00	38.00
Ce	ppm	0.1	16.0	20.8	25.3	28.4	26.0	23.30	64.00	80.00
Pr	ppm	0.02	1.94	2.46	2.78	3.27	3.03	2.70	7.10	8.83
Nd	ppm	0.3	8.2	9.6	10.8	12.5	11.1	10.44	26.00	32.00
Sm	ppm	0.05	1.87	2.02	2.36	2.78	2.68	2.34	4.50	5.60
Eu	ppm	0.02	0.57	0.56	0.71	0.75	0.72	0.66	0.88	1.10
Gd	ppm	0.05	2.38	2.14	2.61	3.15	3.00	2.66	3.80	4.70
Tb	ppm	0.01	0.47	0.40	0.51	0.56	0.56	0.50	0.64	0.77
Dy	ppm	0.05	2.79	2.29	2.92	3.25	3.36	2.92	3.50	4.40
Ho	ppm	0.02	0.65	0.50	0.66	0.72	0.72	0.65	0.80	1.00
Er	ppm	0.03	2.01	1.57	2.07	2.26	2.22	2.03	2.30	2.90
Tm	ppm	0.01	0.34	0.24	0.31	0.34	0.35	0.32	0.33	0.405
Yb	ppm	0.05	2.14	1.54	1.96	2.19	2.28	2.02	2.20	2.80
Lu	ppm	0.01	0.32	0.24	0.31	0.34	0.34	0.31	0.32	0.40
Mo	ppm	0.1	1.2	0.6	0.9	0.8	0.7	0.84	1.50	-
Cu	ppm	0.1	9.3	16.5	18.5	19.6	19.9	16.76	25.00	50.00
Pb	ppm	0.1	4.7	9.6	11.1	11.9	11.4	9.74	16.00	20.00
Zn	ppm	1	22	30	41	46	47	37.20	71.00	85.00
Ni	ppm	0.1	19.6	42.2	28.4	28.6	32.5	30.26	50.00	55.00
As	ppm	0.5	7.1	11.6	16.1	17.7	14.8	13.46	1.50	-
Cd	ppm	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.18	0.10	-
Sb	ppm	0.1	0.2	-	0.2	0.2	0.2	0.16	0.20	-
Bi	ppm	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.20	0.13	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	ppb	0.5	-	1.4	-	-	0.6	0.40	1.80	-
Hg	ppm	0.01	0.02	-	0.03	0.02	0.03	0.02	-	-
Tl	ppm	0.1	-	0.1	-	-	-	0.02	0.75	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	0.00	50.00	-



Şekil 5.75. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları

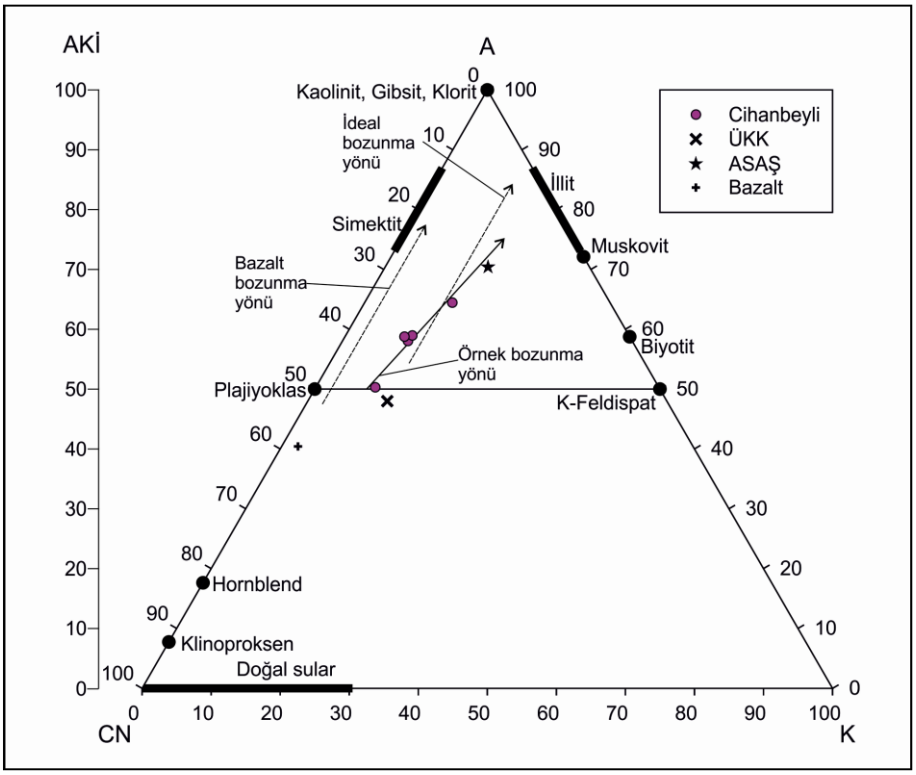


Şekil 5.76. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)

6.5.1. Kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi

Cihanbeyli formasyonu örneklerinin AKİ değerleri 50.29 ile 64.42 (ortalama=58.09) arasında olup ÜKK (AKİ=47.98)'dan daha fazla ASAŞ (AKİ=70.38)'tan ise çok düşüktür (Çizelge 5.35). Aynı örneklerin BKİ değerleri 55.03 ile 73.81 arasındadır (ortalama=64.50) ve ÜKK'dan (BKİ=54.24) yüksek ASAŞ'tan (BKİ=82.72) çok düşüktür (Çizelge 5.35). Bu değerlere göre kaynak alandaki kimyasal bozunma ÜKK'ya göre daha etkili ancak ASAŞ'tan düşüktür.

Örnekler A-CN-K üçgen diyagramında bozunmamış ÜKK'nın plajiyoklas köşesine doğru hemen sol üst kısmında ve plajiyoklas- K-feldispat çizgisi üzerindeki bir noktadan başlayıp ASAŞ'a doğru bir yönelim göstermektedir (Şekil 5.77). Örnek bozunma yönü plajiyoklas- K-feldispat çizgisine kadar uzatılıp kesiştirildiğinde elde edilen nokta plajiyoklas kenarına daha yakındır. Bu yakınlık örneklerde plajiyoklas bolluğunun K-feldispat'tan daha fazla olduğunu gösterir ve kaynakta granodiyorit veya granit bileşimli kaynak kayaçların varlığına işaret eder. Örneklerin ideal bozunma yönünden A-K çizgisine doğru biraz sapma göstermesi örneklerde az da olsa K-metasomatizmasının gerçekleştiğini ifade etmektedir (Fedo ve ark., 1997).

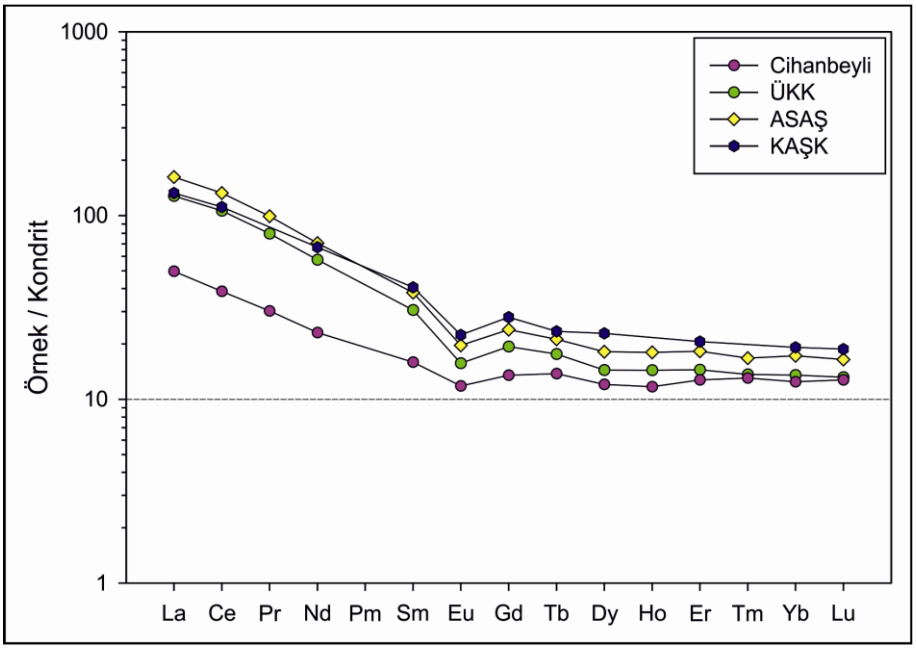


Şekil 5.77. Nesbitt ve Young (1984)'e göre Cihanbeyli formasyonu örneklerinin A-CN-K diyagramı (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk ve ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri)

5.5.2. Köken

Cihanbeyli formasyonu örnekleri, Roser ve Korsch (1988)'un Şekil 5.36 ve 5.37'deki diyagramlarında ortaç mağmatik köken bölgesinde kümelenmektedir. Ancak ana oksit içerikleri bozunma süreçlerinde değişim gösterebileceği için bu diyagramlar değerlendirme dışında bırakılnıştır.

Cihanbeyli formasyonunun NTE içerikleri kondrite göre normalize edildiğinde HNTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK'a göre oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 5.78). Örneklerdeki NT elementlerinin farklılaşma derecesi (HNTE/ANTE=4.44 ve $(La/Yb)_{cn}$=4.04) referanslara göre oldukça düşüktür (Çizelge 5.36). HNTE farklılaşması ($(La/Sm)_{cn}$= 3.10) da referansların altında olup ANTE farklılaşması ($(Gd/Lu)_{cn}$=1.06) gözlenmemekte ve yataya yakın bir desen sunmaktadır (Çizelge 5.36). Desende düşük negatif Eu anomalisi (Eu/Eu*=0.81) gözlenirken Ce anomalisi (Ce/Ce*=1.00) yoktur (Şekil 5.78). HNT elementlerinin referanslara göre oldukça azalmış olması ve düşük negatif Eu anomalisi kısmen farklılaşmaya uğramış mafik bir kökenden malzeme teminine işaret eder.

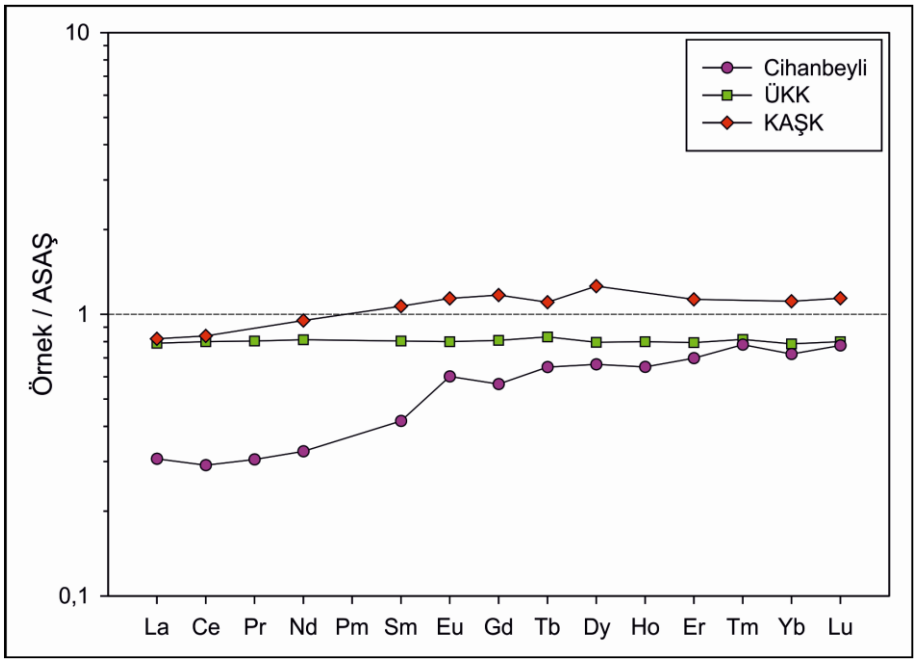


Şekil 5.78. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK, ASAŞ ve KAŞK ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği (ÜKK: Üst Kıtasal Kabuk, ASAŞ: Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri ve KAŞK: Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti)

Çizelge 5.36. Cihanbeyli formasyonu iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
A-80	1674.85	176.14	10204.04	47.58	35.91	11.10	3.24	2.56	2.65	0.92	0.98	0.82
A-81	2605.16	290.15	16090.65	54.76	45.28	8.92	5.08	4.68	3.23	1.10	0.99	0.82
A-82	3291.25	294.45	14389.07	66.00	53.94	11.35	4.75	4.49	3.37	1.04	1.02	0.87
A-83	3322.15	301.66	15018.57	74.91	61.35	12.81	4.79	4.55	3.25	1.15	0.99	0.77
A-84	3612.56	324.75	13692.95	69.26	55.71	12.83	4.34	3.92	3.02	1.09	1.00	0.77
Ort.	2901.19	277.43	13879.06	62.50	50.44	11.40	4.44	4.04	3.10	1.06	1.00	0.81
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Cihanbeyli formasyonu örnekleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde HNTE, ANTE'ye göre belirgin bir azalma gösterir ($(La/Yb)_{pn}$=0.43). HNTE ($(La/Sm)_{pn}$=0.73) ve ANTE $(Gd/Lu)_{pn}$=0.73) kendi içerisinde belirgin bir farklılaşma gösterir (Şekil 5.79). Ayrıca HNTE'den ANTE'ye doğru artan bir eğim ve pozitif Eu anomalisi ($(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.24) izlenmektedir. Pozitif Eu anomalisi ve NTE deseni özelliklerine dayanarak, kaynak alanında farklılaşma süreçlerine uğramamış mafik bir mağmatik kayaç gurubunun varlığından söz edilebilir.



Şekil 5.79. Cihanbeyli formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği

İncelenen örneklerin La/Sc, Th/Sc, La/Co, Th/Co ve Th/Cr oranları mafik bir kaynaktan türemiş çökellere işaret etmektedir (Çizelge 5.37). Benzer şekilde La/Cr, Zr/Sc, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Cr/Th, Co/Th ve Cr/Zr oranları da mafik bir kaynağı göstermektedir (Çizelge 5.38).

Çizelge 5.37. Cihanbeyli formasyonu ile felsik ve mafik bir kaynaktan türemiş olan karakteristik çökellere ait bazı iz element oranlarının karşılaştırılması

Oranlar	Tepeköy formasyonu dağılım	Çökellerde dağılım[a]		ÜKK
		Felsik kaynak	Mafik kaynak	
Eu/Eu*	0.77 - 0.87	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65
La/Sc	0.79 - 0.96	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.31
Th/Sc	0.36 - 0.50	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.82
La/Co	0.72 - 1.22	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.76
Th/Co	0.36 - 0.61	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63
Th/Cr	0.06 - 0.10	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000; Cullers ve ark., 1987, 1988' den alınmıştır.

Çizelge 5.38. Cihanbeyli formasyonu örneklerinin bazı iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
A-80	0.79	0.14	1.22	0.36	0.07	0.55	5.78	1.06	8.89	6.93	15.20	1.81	0.95
A-81	0.80	0.12	0.72	0.40	0.06	0.36	6.62	0.97	5.93	8.55	17.11	2.79	1.03
A-82	0.91	0.14	1.09	0.44	0.07	0.53	7.20	1.13	8.69	7.00	14.35	1.87	0.88
A-83	0.96	0.19	1.18	0.50	0.10	0.61	7.63	1.52	9.39	5.23	10.03	1.63	0.66
A-84	0.86	0.15	0.96	0.48	0.08	0.54	8.08	1.36	9.04	6.90	12.35	1.86	0.73
Ort.	0.86	0.15	1.03	0.44	0.07	0.52	7.06	1.21	8.39	6.92	13.81	1.99	0.85
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

Cihanbeyli formasyonu örnekleri Cullers (2002)'in La/Sc-Th/Co diyagramında asidik kayaçlar bölgesinin olunda bazik bölgeye doğru yönelme eğilimindedir (Şekil 5.40). Bu diyagrama göre kaynak kayaçlarının asidikten çok ortaç bir bileşime sahip olduğu anlaşılmaktadır. McLennan ve ark. (1993)'nın Sc-Th grafiğinde örnekler, mafik köken bölgesine düşmektedir (Şekil 5.41). Floyd ve Leveridge (1987)'in Hf-La/Th diyagramında ise felsik bölgenin solunda yer alan felsik-mafik karışım bölgesinde toplanırlar (Şekil 5.42).

Cihanbeyli formasyonu çökellerinin kendisini meydana getiren köken tiplerinin çözümlenebilmesi için McLennan ve ark. (1993) tarafından düzenlenen diyagramlar kullanılmıştır. Örneklerdeki düşük HNTE zenginleşmesi, negatif Eu anamalisinin biraz yüksek oluşu (Eu/Eu*=0.81) ve Th/Sc oranlarının düşük olması EÜKK tipi köken bileşeni olasılığını bertaraf ederken yüksek Th/U oranı ve Eu anomalisindeki artış FGY tipi köken olasılığını arttırmaktadır. Örnekler, Zr/Sc-Th/Sc diyagramında bileşimsel çeşitlilik çizgisi üzerine düşerler ve zirkon ilavesi gözlenmez. Dolayısıyla formasyonda YÇÇK tipi köken bileşeni bulunmamaktadır (Şekil 5.43). Noktaların bileşimsel çeşitlilik çizgisi üzerinde ASAŞ ve ÜKK'nın altında olması formasyonun daha mafik bir kaynaktan doğrudan beslendiğini göstermektedir.

Bununla birlikte Th-Th/U diyagramında örneklerin üçü ÜKK çizgisinin üzerinde ikisi ise altında olmak üzere tamamı üst manto kaynakları bölgesinin dışındadır ve ideal bozunma yönünde dağılım gösterirler. Bu özellikler kaynak alanındaki etkili bozunmadan dolayı Th/U oranının arttığını ifade ederken bileşim olarak FMGY kökenininden uzaklaşıldığını ifade etmektedir (Şekil 5.44).

Hiscott (1984)'un Y/Ni-Cr/V diyagramında Y/Ni ve Cr/V eksenleri boyunca örnek dağılımında önemli bir değişiklik gözlenmemektedir. Dolayısıyla TB tipi bir köken katkısının bulunmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 5.45).

Sonuç olarak, NTE desenleri, iz element oranları ve Sc-Th diyagramı kaynak alanda farklılaşma süreçlerine uğramamış mafik mağmatik kayaçlara; La/Sc-Th/Co diyagramı ortaç; Hf-La/Th diyagramı ise felsik-mafik bir kaynağa işaret etmektedir. Zr/Sc-Th/Sc diyagramı YÇÇK tipi köken bileşeni olmadığına, Th-Th/U diyagramı ve kondrit normalize NTE deseni FGY tipi köken bileşenine ve Y/Ni-Cr/V diyagramı ise TB tipi bir köken bileşeni olmadığına işaret etmektedir.

5.5.3. Tektonik konum

Cihanbeyli formasyonunun depolandığı havzanın tektonik konumunu belirleyebilmek amacıyla farklı yazarlar tarafından ana ve iz element bileşimleri kullanılarak geliştirilmiş olan diyagramlar kullanılmıştır.

Bhatia (1983)'nın ayıklama fonksiyonu diyagramında örnekler, aktif kıta kenarı bölgesine düşmektedir (Şekil 5.46). Ancak noktalar aynı yazarın Şekil 5.47 ve Şekil 5.48'deki diyagramlarında belirgin bir alanda kümelenmediği için değerlendirme dışında bırakılmıştır. Roser ve Korsch (1986)'un SiO_2-K_2O/Na_2O diyagramında ise örneklerin okyanusal ada yayı kenarı bölgesinde kümelendiği görülür (Şekil 5.49).

Bhatia ve Crook (1986)'un La/Sc-Ti/Zr diyagramında örnekler kıtasal ada yayı bölgesinde yer alır (Şekil 5.50). Aynı yazarların La-Th-Sc diyagramında (Şekil 5.51), kıtasal ada yayı bölgesindeki bir örnek hariç diğerleri okyanusal ada yayı bölgesine düşmektedir. Th-Sc-Zr/10 (Şekil 5.52) ve Th-Co-Zr/10 (Şekil 5.53) üçgen diyagramlarında ise örnekler kıtasal ada yayı bölgesinde ve yakınında konumlanmaktadır.

Sonuçta elde edilen tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde Cihanbeyli formasyonunun tektonik konumu ana oksitlere göre aktif kıta kenarı ve okyanusal ada yayı; iz elementlere göre ise tektonik konum kıtasal ada yayı kenarı ve okyanusal ada yayı kenarı olarak bulunmaktadır. Burada ana oksitlerin çökellerde çok değişkenlik gösterebileceği göz önüne alınarak iz elementlerin kullanıldığı diyagramların öncülüğünde bir değerlendirme yapılmıştır. Buna göre Cihanbeyli formasyonunun çökeldiği dönemde havzanın tektonik konumunun, kıtasal ada yayı ve okyanusal ada yayı kenarı olduğu sonucuna varılmıştır.

5.6. İnsuyu Formasyonunun Jeokimyası

Kireçtaşından oluşan İnsuyu formasyonundan alınan örneklerin (Bölüm 4.2; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksit ve iz element konsantrasyonları Çizelge 5.39'da sunulmuştur.

Örneklerin ana oksit içerikleri yüzde olarak, SiO_2 (0.57-18.27), Al_2O_3 (0.12-2.11), Fe_2O_3 (0.06-1.05), MgO (1.13-21.22), CaO (26.91-53.23), Na_2O (0.00-0.19), K_2O (0.02-0.61), TiO_2 (0.00-0.11), P_2O_5 (0.00-0.16), MnO (0.00-0.02) ve Cr_2O_3 ise (0.000-0.018) değerleri arasındadır. Ortalama ana oksit içerikleri ise sırasıyla yüzde 4.73, 0.81, 0.43, 11.81, 38.32, 0.06, 0.14, 0.04, 0.04, 0.01 ve 0.005'dir.

İnsuyu formasyonunun ana oksit içerikleri, ÜKK ile karşılaştırıldığında CaO ve MgO zenginleşirken SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 fakirleşmiştir (Şekil 5.80). Örnekler, ASAŞ ile karşılaştırıldığında yine CaO ve MgO bakımından zenginleşirken diğer oksitlerce fakirleşmiştir (Şekil 5.80). Bu jeokimyasal yönelim karbonat kayaçlarda normal olup, karbonat fazını oluşturan CaO ve MgO dışındaki bileşenlerin terrijen kırıntılı materyal ile ilişkili olduğunu gösterir.

İnsuyu karbonatlarının iz element içerikleri ÜKK ile karşılaştırıldığında As, Sr ve U'nun zenginleştiği, diğer elementlerin fakirleştiği ve Se, Sn ve Tl elementlerinde ise çok kuvvetli düşüşler olduğu görülür (Şekil 5.81). Örneklerin iz element içerikleri bu kez ASAŞ ile karşılaştırıldığında yine sadece Sr ve U içerikleri zenginleşmiş diğerleri ise fakirleşmiştir (Şekil 5.81).

Çizelge 5.39. İnsuyu formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)

Analit	Birim	MDL	Örnek B-1	Örnek B-2	Örnek B-3	Örnek B-4	Örnek B-5	Örnek B-6	Örnek B-7	Örnek B-8	Örnek B-9	Örnek B-10
SiO_2	%	0.01	13.47	18.27	10.98	10.06	5.55	5.95	6.93	0.86	1.18	0.92
Al_2O_3	%	0.01	1.58	2.11	1.17	1.16	0.81	0.90	1.56	0.14	0.26	0.17
Fe_2O_3	%	0.04	0.71	0.79	0.50	0.42	0.49	0.35	0.68	0.11	0.20	0.11
MgO	%	0.01	5.42	3.57	2.45	3.25	6.30	1.91	1.82	18.28	18.19	18.44
CaO	%	0.01	39.65	37.97	44.33	43.52	43.17	48.21	47.12	32.81	32.45	32.49
Na_2O	%	0.01	0.16	0.19	0.09	0.09	0.09	0.07	0.05	0.06	0.09	0.08
K_2O	%	0.01	0.46	0.61	0.35	0.35	0.18	0.20	0.34	0.02	0.04	0.03
TiO_2	%	0.01	0.07	0.09	0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	-	0.01	-
P_2O_5	%	0.01	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05
MnO	%	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	-	0.01	-	-	-
Cr_2O_3	%	0.002	0.011	0.012	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.004	0.003	0.003
LOI	%	-5.1	38.2	36.2	39.9	40.9	43.1	42.2	41.2	46.9	46.7	46.9
Toplam	%	0.01	99.74	99.82	99.86	99.83	99.79	99.84	99.87	99.26	99.16	99.17
TOT/C	%	0.02	9.87	9.06	10.28	10.66	11.38	11.15	10.88	12.52	12.67	12.22
TOT/S	%	0.02	-	-	-	-	0.03	0.02	0.04	-	-	-
Sc	ppm	1	2	2	1	1	-	1	2	-	-	-
Ba	ppm	1	70	84	60	53	32	31	31	28	33	38
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	ppm	0.2	2.6	3.6	2.4	2.6	2.8	1.4	2.3	0.6	0.7	0.7
Cs	ppm	0.1	0.7	0.9	0.5	0.5	0.3	0.4	0.9	0.1	0.2	0.1
Ga	ppm	0.5	1.8	2.0	1.2	1.2	0.8	0.9	1.7	-	-	-
Hf	ppm	0.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	-	-	-
Nb	ppm	0.1	1.0	1.3	0.9	0.9	0.7	0.8	1.4	0.1	0.2	0.2
Rb	ppm	0.1	15.4	20.3	12.3	12.3	7.6	8.5	13.9	1.1	1.9	1.3
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	ppm	0.5	1029.2	682.3	661.4	657.6	612.7	815.4	584.8	3548.2	4380.3	4243.1
Ta	ppm	0.1	-	0.1	-	-	-	-	0.1	-	-	-
Th	ppm	0.2	1.0	1.4	0.7	0.8	0.6	0.6	1.2	-	-	-
U	ppm	0.1	3.0	0.8	1.2	1.3	1.7	1.1	1.1	2.0	1.7	1.7
V	ppm	8	17	18	9	-	8	-	12	-	-	-
W	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	ppm	0.1	25.8	22.7	11.2	10.3	9.2	9.5	12.7	4.0	3.8	2.9
Y	ppm	0.1	2.3	3.0	1.7	1.5	1.2	1.4	2.0	0.3	0.5	0.3
La	ppm	0.1	2.4	3.4	1.9	1.9	1.6	1.8	2.5	0.3	0.5	0.4
Ce	ppm	0.1	4.8	7.1	3.8	3.9	3.2	3.7	5.1	0.7	1.1	0.9
Pr	ppm	0.02	0.55	0.80	0.42	0.44	0.36	0.41	0.55	0.08	0.13	0.09
Nd	ppm	0.3	1.8	3.1	1.8	1.4	1.3	1.4	2.2	-	0.4	0.3
Sm	ppm	0.05	0.41	0.57	0.30	0.30	0.25	0.30	0.42	-	0.09	-
Eu	ppm	0.02	0.11	0.15	0.08	0.07	0.06	0.07	0.10	-	-	-
Gd	ppm	0.05	0.36	0.56	0.28	0.29	0.20	0.26	0.36	0.06	0.08	0.05
Tb	ppm	0.01	0.07	0.09	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	-	0.01	0.01
Dy	ppm	0.05	0.40	0.57	0.28	0.27	0.20	0.27	0.32	0.06	0.07	-
Ho	ppm	0.02	0.08	0.12	0.06	0.06	0.04	0.06	0.07	-	-	-
Er	ppm	0.03	0.22	0.35	0.17	0.18	0.12	0.16	0.21	-	0.05	0.04
Tm	ppm	0.01	0.04	0.06	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	-	-	-
Yb	ppm	0.05	0.23	0.32	0.16	0.17	0.11	0.14	0.21	-	-	-
Lu	ppm	0.01	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	-	-	-
Mo	ppm	0.1	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.1	-	0.2	0.2	0.3
Cu	ppm	0.1	5.9	7.0	4.5	11.0	12.1	13.6	9.9	1.3	2.8	2.2
Pb	ppm	0.1	2.0	2.1	1.1	1.2	0.9	1.0	2.2	-	0.3	0.3
Zn	ppm	1	8	9	6	6	5	5	10	2	3	3
Ni	ppm	0.1	17.2	21.6	13.0	16.2	15.9	16.1	31.3	4.9	7.6	5.4
As	ppm	0.5	7.9	4.5	4.7	2.6	1.8	2.2	4.8	3.1	3.8	3.9
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	0.1	-	0.1	-	-	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	ppb	0.5	1.2	0.9	0.8	0.6	-	0.7	6.5	2.4	-	1.4
Hg	ppm	0.01	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.11	0.05	-	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6

Çizelge 5.39. İnsuyu formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

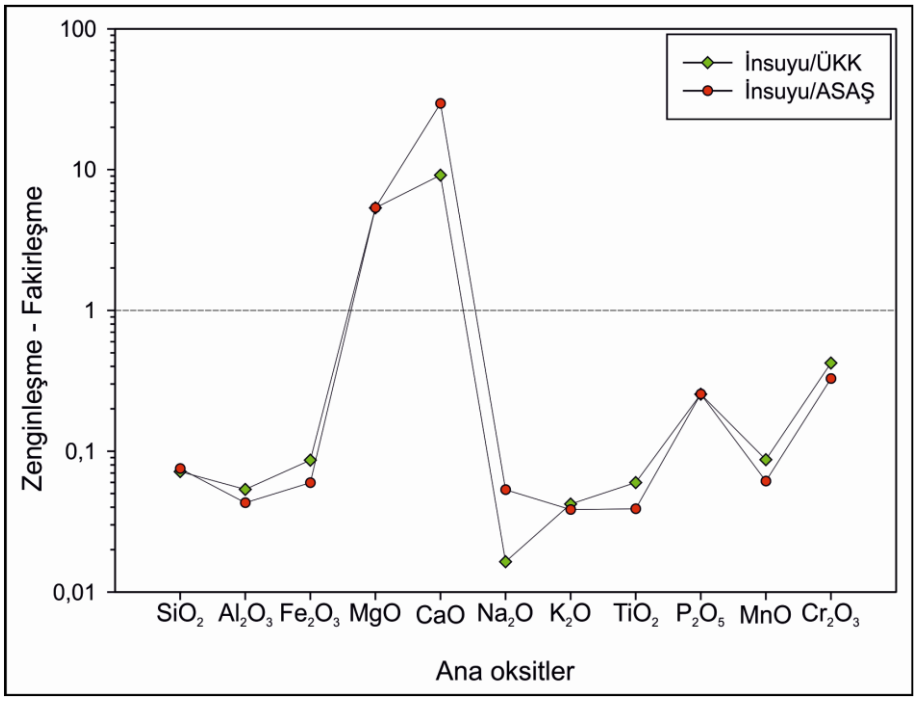
Analit	Örnek B-11	Örnek B-12	Örnek B-13	Örnek B-14	Örnek B-15	Örnek B-16	Örnek B-17	Örnek B-18	Örnek B-19	Örnek B-20	Örnek B-21
SiO_2	0.87	0.94	0.58	1.37	1.95	1.89	0.57	1.88	2.94	0.89	1.03
Al_2O_3	0.24	0.25	0.12	0.38	0.35	0.54	0.12	0.37	0.44	0.15	0.19
Fe_2O_3	0.17	0.31	0.18	0.26	0.25	0.27	0.15	0.23	0.32	0.09	0.18
MgO	19.28	17.97	17.50	19.17	19.34	19.51	20.33	2.08	8.78	1.98	1.37
CaO	31.46	32.78	33.97	31.43	32.00	30.91	31.27	51.26	43.50	53.16	53.23
Na_2O	0.09	0.08	0.08	0.09	0.11	0.09	0.08	0.02	0.05	0.02	-
K_2O	0.03	0.03	0.02	0.06	0.05	0.08	0.02	0.07	0.08	0.03	0.03
TiO_2	-	0.01	-	0.02	0.02	0.02	-	0.02	0.02	0.01	0.01
P_2O_5	0.04	0.08	0.06	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr_2O_3	0.002	0.003	-	0.002	0.002	-	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004
LOI	47.2	47.1	47.0	46.6	45.2	46.0	46.7	43.9	43.4	43.5	43.8
Toplam	99.40	99.57	99.53	99.46	99.30	99.35	99.24	99.88	99.62	99.89	99.88
TOT/C	12.84	12.96	12.96	12.77	12.26	12.73	12.89	12.08	11.85	12.45	12.39
TOT/S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	116	21	32	65	77	51	22	16	46	16	13
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	0.7	1.7	1.4	1.1	1.1	0.9	1.2	1.2	1.1	0.4	0.3
Cs	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.8	0.2	0.5	0.3	-	0.1
Ga	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	1.1
Hf	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	0.1	0.1	-
Nb	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.5	-	0.4	0.5	0.2	0.3
Rb	1.7	1.6	1.0	2.5	2.4	4.0	1.1	3.3	3.2	1.2	1.6
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	2086.4	1071.1	1409.0	1803.3	3014.1	2512.3	3710.1	603.6	1808.4	531.3	434.0
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	0.2	0.2	-	0.4	0.3	0.6	-	0.3	0.4	-	-
U	6.4	2.4	2.7	2.7	3.9	2.3	2.3	0.9	2.4	2.3	1.8
V	-	-	-	-	18	-	13	-	-	-	11
W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
Zr	1.9	2.2	2.9	4.7	4.7	3.9	2.4	4.6	3.9	4.2	4.4
Y	0.4	0.4	0.3	0.7	0.6	0.8	0.3	0.5	0.7	0.3	0.2
La	0.4	0.6	0.4	0.8	0.7	1.0	0.1	0.8	1.0	0.4	-
Ce	1.0	1.1	0.7	1.7	1.5	2.0	0.3	1.6	2.1	0.8	0.6
Pr	0.10	0.12	0.07	0.18	0.16	0.21	-	0.16	0.21	0.08	0.08
Nd	0.4	0.4	-	0.7	0.5	0.8	-	0.6	0.7	-	-
Sm	0.06	0.07	-	0.13	0.11	0.16	0.06	0.12	0.15	0.06	0.06
Eu	-	-	-	0.04	0.03	0.04	-	0.03	0.04	-	0.03
Gd	0.07	0.08	0.06	0.11	0.10	0.15	-	0.12	0.14	0.06	-
Tb	0.01	0.01	-	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Dy	0.08	0.08	-	0.12	0.13	0.13	-	0.11	0.14	-	-
Ho	-	-	-	0.03	0.02	0.03	-	0.02	0.03	-	-
Er	0.03	0.04	0.03	0.06	0.07	0.08	-	0.07	0.08	-	-
Tm	-	-	-	0.01	-	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.01
Yb	-	-	-	0.06	-	0.07	-	0.05	0.07	-	-
Lu	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01	-	0.01	-	-
Mo	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	-	-	-	-
Cu	1.0	2.9	2.6	2.1	3.9	2.7	3.7	5.3	3.3	1.4	2.9
Pb	-	0.3	-	0.6	0.3	0.4	-	0.3	0.5	0.2	0.4
Zn	2	4	2	6	5	4	3	4	4	2	3
Ni	5.2	13.5	12.5	9.9	11.7	11.6	9.7	14.8	17.7	15.4	15.8
As	2.9	2.7	3.7	1.6	3.3	3.7	2.7	0.7	4.0	0.7	2.0
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	-	1.1	0.5	-	-	-	0.6	0.5	0.7	1.0	1.0
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tl	-	-	-	-	0.1	-	0.2	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.39. İnsuyu formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

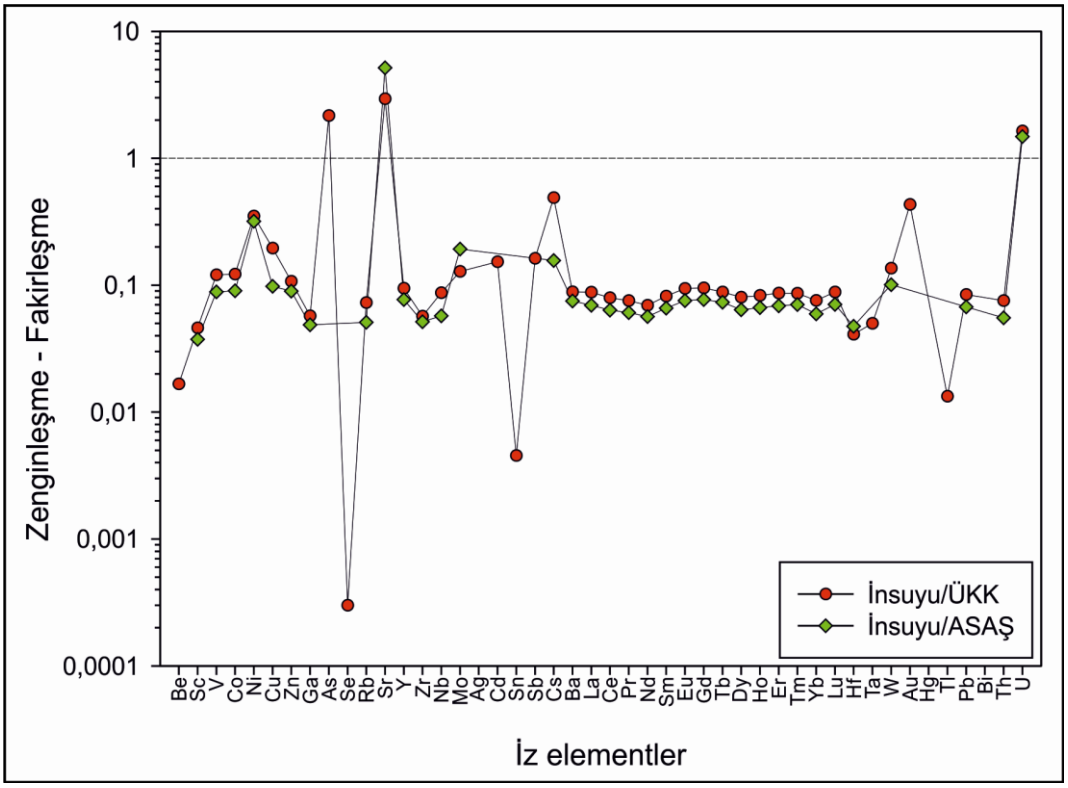
Analit	Örnek B-22	Örnek E1	Örnek E2	Örnek E3	Örnek E4	Örnek E5	Örnek E6	Örnek E7	Örnek E8	Örnek E9	Örnek E10
SiO_2	0.76	2.36	2.24	1.70	1.93	1.43	6.91	5.72	2.85	5.49	9.76
Al_2O_3	0.15	0.44	0.49	0.33	0.35	0.28	1.30	1.24	0.54	1.13	1.81
Fe_2O_3	0.06	0.32	0.39	0.29	0.37	0.22	0.81	0.77	0.40	0.63	1.05
MgO	1.13	21.01	21.22	20.60	20.83	20.17	18.13	18.48	19.09	18.58	18.03
CaO	53.09	33.55	33.42	33.61	33.00	33.09	27.93	29.08	31.50	29.74	26.91
Na_2O	-	0.11	0.10	0.01	0.06	-	0.02	0.03	0.09	0.09	0.10
K_2O	0.02	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05	0.23	0.22	0.10	0.19	0.30
TiO_2	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.07	0.03	0.06	0.09
P_2O_5	0.04	0.03	0.05	0.01	0.03	0.03	0.09	0.16	0.02	0.05	0.03
MnO	-	0.01	0.01	-	0.01	-	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Cr_2O_3	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.010	0.010	0.004	0.012	0.018
LOI	44.7	41.7	41.6	42.9	43.0	44.3	44.1	43.8	45.0	43.7	41.5
Toplam	99.91	99.63	99.62	99.58	99.63	99.62	99.64	99.61	99.65	99.65	99.67
TOT/C	12.15	12.10	11.11	12.52	12.26	12.64	11.85	12.07	12.92	12.07	11.16
TOT/S	-	-	-	0.03	-	-	-	-	0.03	-	-
Sc	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2
Ba	12	21	26	47	35	39	81	62	51	116	53
Be	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	2.4	2.0	2.0	2.2	2.4	4.0	5.2	3.1	3.8	5.5
Cs	-	6.1	4.0	2.0	2.1	2.0	9.1	6.2	3.1	5.0	8.8
Ga	0.6	0.9	0.8	-	0.7	0.6	1.6	1.8	1.5	1.3	2.4
Hf	-	0.2	0.2	-	-	-	0.5	0.3	0.1	0.4	0.6
Nb	0.3	0.8	0.9	0.9	0.6	0.3	1.9	1.7	0.7	1.6	2.5
Rb	1.2	7.1	7.1	4.8	4.7	3.8	19.8	16.7	7.0	13.6	22.2
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	411.7	151.5	195.7	170.0	175.4	173.9	148.6	166.6	171.7	161.5	146.9
Ta	-	-	-	-	-	-	0.1	-	0.1	-	0.2
Th	-	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.8	1.5	0.3	1.3	1.5
U	1.5	5.0	23.5	12.3	9.1	8.7	12.6	17.9	6.2	7.6	10.5
V	9	16	40	19	18	9	24	35	32	40	42
W	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	3.2	6.1	6.5	4.8	4.2	5.9	18.3	20.4	6.5	16.1	22.3
Y	0.2	1.6	2.8	1.7	1.1	1.1	2.6	7.0	2.2	2.9	6.4
La	-	1.6	2.6	1.2	1.3	0.7	2.7	7.6	2.2	3.6	5.4
Ce	0.6	3.0	3.9	2.9	2.7	1.8	5.9	16.9	3.9	6.2	11.0
Pr	0.06	0.32	0.52	0.31	0.25	0.22	0.64	1.74	0.45	0.66	1.08
Nd	-	1.2	2.0	1.3	0.8	0.6	2.6	6.1	1.4	2.4	4.5
Sm	0.06	0.23	0.38	0.17	0.21	0.19	0.48	1.29	0.32	0.47	0.80
Eu	-	0.05	0.08	0.05	0.04	0.03	0.10	0.29	0.06	0.10	0.18
Gd	-	0.25	0.35	0.20	0.15	0.14	0.44	1.24	0.30	0.45	0.77
Tb	0.01	0.03	0.06	0.04	0.03	0.02	0.06	0.20	0.05	0.07	0.14
Dy	0.05	0.18	0.36	0.17	0.15	0.11	0.39	1.12	0.24	0.35	0.73
Ho	-	0.05	0.08	0.05	0.04	0.03	0.08	0.23	0.06	0.09	0.20
Er	-	0.15	0.20	0.14	0.11	0.06	0.19	0.64	0.21	0.26	0.56
Tm	-	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.09	0.03	0.03	0.08
Yb	-	0.13	0.27	0.11	0.15	0.06	0.24	0.60	0.14	0.22	0.52
Lu	-	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.08	0.02	0.04	0.09
Mo	-	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4
Cu	2.3	3.6	5.0	3.1	2.5	2.7	7.9	8.6	5.4	7.5	9.5
Pb	0.5	1.1	1.7	1.0	0.8	1.0	1.3	3.5	1.2	1.4	2.0
Zn	2	11	12	9	9	7	16	21	13	17	24
Ni	12.9	18.7	17.0	13.6	15.6	11.5	45.6	35.3	20.0	32.8	56.4
As	2.0	-	-	-	-	-	0.6	1.1	2.2	1.9	1.4
Cd	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	0.1
Sb	-	-	-	0.1	-	-	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Au	4.1	-	-	-	1.8	-	-	-	0.9	1.5	0.8
Hg	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 5.39. İnsuyu formasyonu örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (devam)

Analit	Örnek E11	Örnek E12	Örnek G-1	Örnek G-2	Örnek G-3	Örnek G-4	Örnek G-5	Örnek G-6	İnsuyu Ortalaması	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	7.64	4.45	9.20	11.11	9.33	7.30	6.41	3.33	4.73	65.89	62.80
Al_2O_3	1.41	0.74	2.04	2.11	1.94	1.62	1.12	0.50	0.81	15.19	18.90
Fe_2O_3	0.75	0.54	0.79	0.95	0.80	0.64	0.45	0.28	0.43	5.00	7.23
MgO	18.12	18.84	2.02	2.37	2.21	1.79	1.65	1.16	11.81	2.21	2.20
CaO	28.56	31.43	43.38	44.53	46.22	47.83	48.12	51.11	38.32	4.20	1.30
Na_2O	0.09	0.15	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.06	3.90	1.20
K_2O	0.18	0.10	0.21	0.24	0.16	0.16	0.08	0.04	0.14	3.37	3.70
TiO_2	0.07	0.04	0.09	0.11	0.09	0.08	0.06	0.03	0.04	0.65	1.00
P_2O_5	0.06	0.03	0.03	0.02	0.03	-	0.02	0.02	0.04	0.16	0.16
MnO	0.02	0.01	0.02	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.08	0.11
Cr_2O_3	0.012	0.005	0.003	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.01	0.01	0.016
LOI	42.7	43.3	38.5	38.4	39.1	40.5	42.0	43.4	43.17	-	6.00
Toplam	99.65	99.66	96.28	99.85	99.88	99.90	99.92	99.94	99.57	-	104.59
TOT/C	11.48	12.23	8.95	9.46	9.72	10.47	10.86	11.48	11.66	-	-
TOT/S	-	-	1.37	0.28	0.15	0.07	0.06	-	0.05	-	-
Sc	2	-	2	2	2	1	1	-	0.60	13.00	16.00
Ba	130	62	71	62	44	42	35	25	48.73	550.00	650.00
Be	-	-	-	-	2	-	-	-	0.05	3.00	-
Co	4.6	3.8	3.0	2.6	0.8	1.2	1.1	2.7	2.08	17.00	23.00
Cs	7.1	3.7	6.1	6.5	5.4	5.6	2.4	1.3	2.35	4.80	15.00
Ga	1.9	1.0	3.1	3.0	3.0	2.4	0.9	-	0.98	17.00	-
Hf	0.5	0.3	1.0	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.24	5.80	5.00
Nb	1.8	0.8	3.8	4.6	3.3	3.3	2.1	0.7	1.09	12.50	19.00
Rb	15.2	7.4	18.0	20.3	14.8	13.6	7.6	3.2	8.16	112.00	160.00
Sn	-	-	-	1	-	-	-	-	0.03	5.50	-
Sr	197.5	174.7	1106.9	372.4	300.5	246.9	308.3	271.6	1031.27	350.00	200.00
Ta	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	-	0.06	1.10	-
Th	1.9	0.9	3.2	3.6	2.2	2.6	1.6	0.5	0.81	10.70	14.60
U	9.0	4.4	0.8	0.9	2.9	1.0	2.0	1.9	4.59	2.80	3.10
V	33	18	15	15	17	16	18	9	13.28	110.00	150.00
W	-	-	2.1	1.4	2.2	2.7	-	-	0.27	2.00	-
Zr	19.5	14.1	28.4	32.3	25.6	22.0	17.5	7.0	10.82	190.00	210.00
Y	14.2	2.0	3.1	4.5	4.4	2.8	2.2	0.9	2.08	22.00	27.00
La	12.6	2.2	8.5	9.6	7.4	6.9	4.9	1.7	2.64	30.00	38.00
Ce	24.7	5.5	14.3	16.1	13.7	11.0	8.5	3.3	5.09	64.00	80.00
Pr	2.39	0.42	1.56	1.86	1.35	1.21	0.87	0.35	0.54	7.10	8.83
Nd	8.8	1.7	4.3	5.1	4.9	2.5	2.9	1.4	1.81	26.00	32.00
Sm	1.67	0.27	0.91	1.05	0.88	0.94	0.56	0.26	0.37	4.50	5.60
Eu	0.41	0.06	0.22	0.21	0.23	0.16	0.14	0.06	0.08	0.88	1.10
Gd	1.94	0.24	0.94	1.01	1.22	0.84	0.41	0.18	0.36	3.80	4.70
Tb	0.32	0.04	0.13	0.15	0.12	0.10	0.08	0.03	0.06	0.64	0.77
Dy	1.90	0.25	0.43	0.64	0.43	-	0.40	0.12	0.28	3.50	4.40
Ho	0.44	0.06	0.12	0.12	0.15	0.15	0.06	0.03	0.07	0.80	1.00
Er	1.32	0.16	0.38	0.53	0.43	0.30	0.26	0.11	0.20	2.30	2.90
Tm	0.20	0.03	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.33	0.405
Yb	1.17	0.16	0.15	0.43	0.27	0.09	0.23	0.13	0.17	2.20	2.80
Lu	0.18	0.03	0.09	0.06	0.03	0.06	0.03	0.01	0.03	0.32	0.40
Mo	0.2	0.2	-	-	-	-	-	0.3	0.19	1.50	-
Cu	8.1	5.4	4.9	5.0	3.9	3.0	2.4	3.0	4.90	25.00	50.00
Pb	4.2	1.0	3.9	4.0	3.4	3.4	2.2	2.3	1.35	16.00	20.00
Zn	26	9	7	8	6	5	4	3	7.63	71.00	85.00
Ni	40.5	22.1	15.3	15.1	8.5	9.2	8.1	15.6	17.52	50.00	55.00
As	1.9	1.1	6.5	7.3	11.3	8.8	7.4	9.4	3.26	1.50	-
Cd	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.10	-
Sb	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	0.03	0.20	-
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	-
Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	-	-	-	-	-	-	-	2.1	0.78	1.80	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.75	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	50.00	-



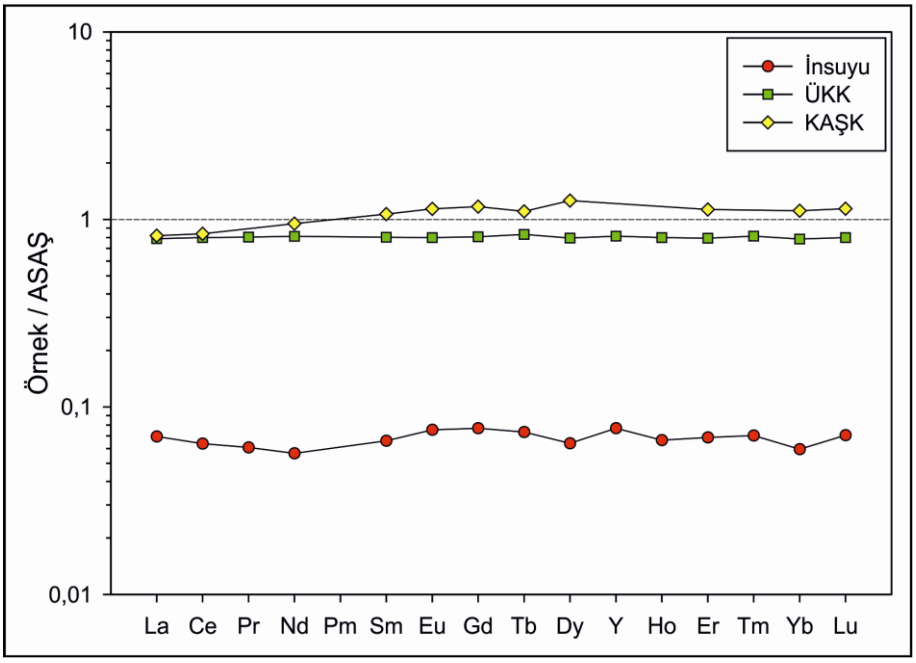
Şekil 5.80. İnsuyu formasyonuna ait ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları



Şekil 5.81. İnsuyu formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)

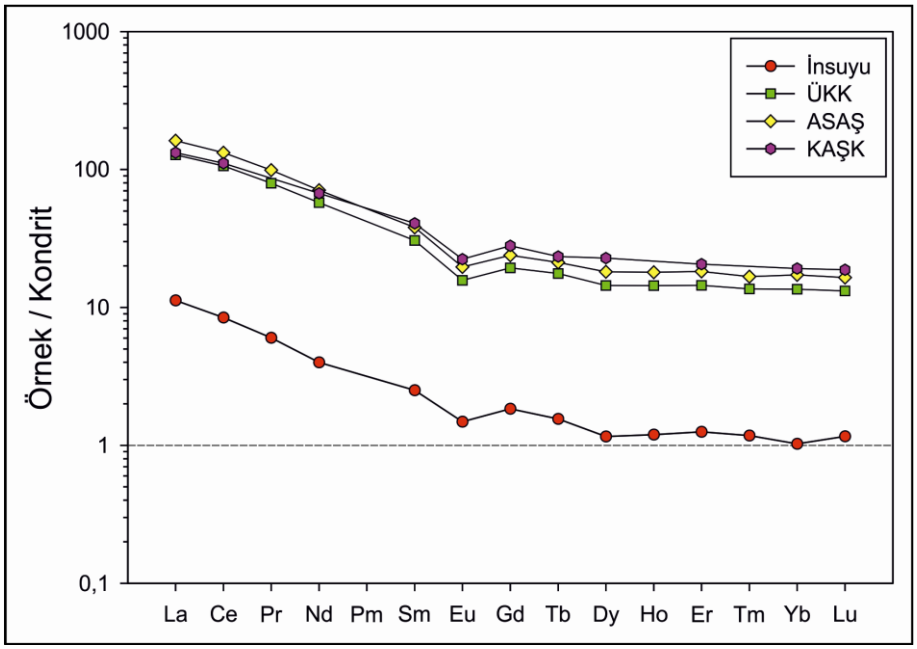
5.6.1. Köken

İnsuyu kireçtaşlarının NTE+Y içerikleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde (Şekil 5.82) ÜKK ve KAŞK desenlerine benzer yataya yakın bir desen elde edilmektedir ($(La/Yb)_{pn}$=1.28; $(La/Sm)_{pn}$=0.98; $(Gd/Lu)_{pn}$=1.09; $(Ce/Ce^*)_{pn}$=1.00; $(Eu/Eu^*)_{pn}$=1.14). ASAŞ'a göre normalize edilmiş deniz suyu desenlerinin a) düşük HNTE b) negatif Ce anomalisi ve c) zayıf pozitif La anomalisi (Şekil 5.62) ile karakterize edildiği bilinmektedir (De Baar ve ark., 1991; Bau ve Dulski, 1996). Bu özellikler göz önüne alındığında İnsuyu kireçtaşlarına ait NTE deseninin, deniz suyu desenine benzemediği söylenebilir (Şekil 5.82). Ayrıca deniz suyu kırıntılı materyallerden daha yüksek Y/Ho oranına sahiptir. Ancak İnsuyu kireçtaşlarının Y/Ho oranları 18.67 ile 37.5 arasında değişmektedir ve ortalaması ise 31.24'tür. Bu oran kırıntılı kayaçlardaki orana yakındır (ÜKK=27.5; ASAŞ=27). Dolayısıyla İnsuyu kireçtaşlarının NTE içeriği muhtemelen kendi bünyesindeki terrijen malzemeden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.82. İnsuyu formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği

Aslında düşük NTE içeren deniz suyunun kimyasal kökenli kayaçlarda toplam nadir toprak element içeriğine olan katkısı oldukça azdır. Bu nedenle kirletilmemiş saf karbonatlarda NTE içerikleri düşük olacaktır. Kimyasal kökenli kayaçlarda izlenen nispeten yüksek NTE içerikleri büyük oranda terrijen malzeme kapsamıyla ilişkilidir. Deniz suyuna ait karakteristik izler, deniz suyu ile uyuşmayan NTE içeriklerine sahip terrijen malzeme içeriğinin artmasıyla birlikte, kısmen veya tamamen üstelenerek silinir. Bu yüzden yüksek NTE konsantrasyonuna sahip kimyasal çökeller deniz suyu desenine benzemeyen desenler ortaya koyarlar (Nothdurft ve ark., 2004). Kondrite göre normalize edilmiş deniz suyu negatif Ce ve Eu anomalisi, pozitif La anomalisi ve yatay gidişli HNTE ve ANTE deseni sunar (Şekil 5.64). İnsuyu formasyonunun ortalama NTE içerikleri kondrite göre normalize edildiğinde, belirgin bir negatif Ce anomalisi göstermezken $((Ce/Ce^*)_{cn}=1.05)$ HNT elementlerince zengin $((La/Yb)_{cn}=10.98$, HNTE/ANTE=10.43) ve yatay gidişatlı bir ANTE $(Gd/Lu)_{cn}=1.58$ deseni ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.83, Çizelge 5.40). Bu özellikleriyle formasyonun NTE deseni daha çok ÜKK, ASAŞ ve KAŞK'ın desenlerine benzemektedir. Desendeki deniz suyuna benzemeyen bu özellikler İnsuyu kireçtaşlarının kapsadığı terrijen malzeme için felsik mağmatik ve/veya yeniden çevrime girmiş sedimanter bir kaynağa işaret etmektedir.



Şekil 5.83. İnsuyu formasyonuna ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk), ASAŞ (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği

Çizelge 5.40. İnsuyu formasyonu örneklerinin iz element grupları ve kondrit ile normalize edilmiş bazı oranlar

Örnek	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣHNTE/ ΣANTE	(La/Yb) cn	(La/Sm) cn	(Gd/Lu) cn	Ce/Ce* cn	Eu/Eu* cn
B-1	577.91	127.96	4939.98	11.51	9.96	1.44	6.92	7.22	3.67	1.11	1.00	0.87
B-2	738.74	143.30	5855.70	17.24	14.97	2.12	7.06	7.36	3.74	1.38	1.03	0.81
B-3	530.41	90.64	3642.72	9.36	8.22	1.06	7.75	8.22	3.97	1.15	1.02	0.84
B-4	485.77	91.54	3632.22	9.09	7.94	1.08	7.35	7.74	3.97	1.19	1.02	0.72
B-5	380.89	98.54	2150.07	7.52	6.71	0.75	8.95	10.07	4.01	1.24	1.01	0.81
B-6	381.29	84.99	2518.30	8.66	7.61	0.98	7.77	8.90	3.76	1.61	1.03	0.76
B-7	565.11	122.24	3457.60	12.17	10.77	1.30	8.28	8.24	3.73	1.11	1.04	0.78
B-8	178.67	36.17	3745.43	1.20	1.08	0.12	9.00	-	-	-	1.08	-
B-9	282.15	34.63	4749.46	2.43	2.22	0.21	10.57	-	3.48	-	1.03	-
B-10	221.31	31.83	4533.54	1.79	1.69	0.10	16.90	-	-	-	1.14	-
B-11	176.77	22.58	2459.84	2.15	1.96	0.19	10.32	-	4.18	-	1.20	-
B-12	411.58	42.63	1345.84	2.50	2.29	0.21	10.90	-	5.37	-	0.98	-
B-13	264.95	18.50	1610.83	1.26	1.17	0.09	13.00	-	-	-	1.00	-
B-14	255.91	32.78	2372.89	3.97	3.51	0.42	8.36	9.23	3.86	1.36	1.07	1.02
B-15	299.65	53.38	3513.37	3.34	2.97	0.34	8.74	-	3.99	-	1.07	0.87
B-16	211.67	19.20	3235.52	4.73	4.17	0.52	8.02	9.89	3.92	1.85	1.05	0.78
B-17	133.33	51.13	3901.73	0.49	0.46	0.03	15.33	-	1.04	0.00	-	-
B-18	255.81	45.83	1206.00	3.71	3.28	0.40	8.20	11.08	4.18	-	1.07	0.76
B-19	298.95	46.63	2525.32	4.70	4.16	0.50	8.32	9.89	4.18	1.73	1.10	0.84
B-20	282.65	39.73	800.04	1.41	1.34	0.07	19.14	-	4.18	-	1.07	0.00
B-21	370.14	60.37	699.94	0.79	0.74	0.02	37.00	-	0.00	-	-	-
B-22	238.01	46.73	592.93	0.78	0.72	0.06	12.00	-	0.00	-	-	-
E1	317.85	72.23	939.23	7.23	6.35	0.83	7.65	8.52	4.36	1.55	1.01	0.63
E2	345.69	96.53	1005.53	10.86	9.40	1.38	6.81	6.67	4.29	1.44	0.80	0.67
E3	169.22	67.23	901.62	6.68	5.88	0.75	7.84	7.55	4.42	1.24	1.14	0.82
E4	255.61	74.67	808.50	5.96	5.26	0.66	7.97	6.00	3.88	0.93	1.14	0.68
E5	257.01	53.13	643.77	3.99	3.51	0.45	7.80	8.08	2.31	0.87	1.10	0.56
E6	833.16	165.92	2182.54	13.89	12.32	1.47	8.38	7.79	3.53	1.81	1.08	0.66
E7	1140.26	175.52	2100.73	38.12	33.63	4.20	8.01	8.77	3.69	1.92	1.11	0.70
E8	274.51	100.87	1070.65	9.38	8.27	1.05	7.88	10.88	4.31	1.85	0.94	0.59
E9	595.96	184.20	1883.68	14.94	13.33	1.51	8.83	11.33	4.80	1.39	0.96	0.66
E10	695.99	262.56	2735.34	26.05	22.78	3.09	7.37	7.19	4.23	1.06	1.09	0.70
E11	703.34	196.30	1859.17	58.04	50.16	7.47	6.71	7.46	4.73	1.33	1.08	0.69
E12	385.99	92.51	1084.25	11.12	10.09	0.97	10.40	9.52	5.11	0.99	1.37	0.72
I-1	703.89	67.73	2953.21	32.10	29.57	2.31	12.80	39.23	5.85	1.29	0.94	0.72
I-2	784.53	81.91	2462.05	36.90	33.71	2.98	11.31	15.46	5.73	2.08	0.91	0.62
I-3	700.19	58.73	1701.44	31.15	28.23	2.69	10.49	18.98	5.27	5.03	1.04	0.67
I-4	505.43	62.77	1643.34	24.29	22.55	1.58	14.27	53.08	4.60	1.73	0.91	0.55
I-5	467.03	61.97	1023.22	19.37	17.73	1.50	11.82	14.75	5.48	1.69	0.99	0.89
I-6	275.01	60.67	637.86	7.70	7.01	0.63	11.13	9.05	4.10	2.22	1.03	0.84
Ort.	423.81	81.92	2278.14	11.71	10.44	1.19	10.43	12.01	4.17	1.58	1.05	0.74
ÜKK	4809.40	371.00	29046.30	146.37	131.60	13.89	9.47	9.44	4.18	1.47	1.05	0.65
ASAŞ	6926.35	488.47	31778.17	182.91	164.43	17.38	9.46	9.40	4.25	1.45	1.05	0.65

Karbonatlı kayaçların kapsadığı kırıntılı malzemeye ait kökenin araştırılmasında kullanışlı olan element oranları, Cullers (2002) tarafından belirlenmiştir (Çizelge 5.41). Buna göre İnsuyu formasyonunun La/Sc ve Th/Sc oranları felsik kaynaktan türemiş çökellere, La/Co ve Th/Co oranları ortaç bileşimli kaynak kayaçlara, Th/Cr, Cr/Th, La/Cr oranları ise mafik kaynaktan türemiş çökellere benzemektedir. Aynı şekilde Zr/Sc oranı felsik bir kaynağa; Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La, Cr/Th, Co/Th ve Cr/Zr oranları ise mafik bir kaynağa işaret etmektedir (Çizelge 5.42).

Karbonatlı kayaçların kapsadığı çözünmeyen kırıntılı terrijen materyallerin yüzdesi ile ΣSAFMNKT ($\Sigma(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+MgO+Na_2O+K_2O+TiO_2)$) yüzdesi arasında sıkı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Parekh ve ark., 1977; Cullers, 2002).

Çizelge 5.41. İnsuyu formasyonu ile felsik ve mafik kaynaktan türemiş karakteristik çökellerin iz element oranlarının karşılaştırılması

Oranlar	İnsuyu formasyonu dağılım	Çökellerde dağılım[a] Felsik kaynak	Mafik kaynak	ASAŞ	ÜKK
Eu/Eu*	0.55 - 1.02	0.40 - 0.94	0.71 - 0.95	0.65	0.65
La/Sc	1.20 - 6.90	2.50 - 16.30	0.43 - 0.86	2.38	2.31
La/Co	0.08 - 9.25	1.80 - 13.80	0.14 - 0.38	1.65	1.76
Th/Sc	0.50 - 2.60	0.84 - 20.50	0.05 - 0.22	0.91	0.82
Th/Co	0.10 - 2.75	0.67 - 19.40	0.04 - 1.40	0.63	0.63
Th/Cr	0.01 - 0.16	0.13 - 2.70	0.018 - 0.046	0.13	0.13
Cr/Th	6.41 - 102.63	4.00 - 15.00	25 - 500	7.50	7.94
La/Cr	0.01 - 0.41	-	-	0.35	0.35

[a]Değerler: Cullers, 1988, 1994, 2000; Cullers ve ark., 1987, 1988' den alınmıştır.

Çizelge 5.42. İnsuyu formasyonu için iz element oranları

Örnek	La/Sc	La/Cr	La/Co	Th/Sc	Th/Cr	Th/Co	Zr/Sc	Zr/Cr	Zr/Co	Cr/La	Cr/Th	Co/Th	Cr/Zr
B-1	1.20	0.03	0.92	0.50	0.01	0.38	12.90	0.34	9.92	31.36	75.26	2.60	2.92
B-2	1.70	0.04	0.94	0.70	0.02	0.39	11.35	0.28	6.31	24.15	58.65	2.57	3.62
B-3	1.90	0.03	0.79	0.70	0.01	0.29	11.20	0.20	4.67	28.81	78.19	3.43	4.89
B-4	1.90	0.03	0.73	0.80	0.01	0.31	10.30	0.19	3.96	28.81	68.42	3.25	5.31
B-5	-	0.03	0.57	-	0.01	0.21	-	0.17	3.29	34.21	91.23	4.67	5.95
B-6	1.80	0.04	1.29	0.60	0.01	0.43	9.50	0.20	6.79	26.61	79.82	2.33	5.04
B-7	1.25	0.05	1.09	0.60	0.02	0.52	6.35	0.23	5.52	21.89	45.61	1.92	4.31
B-8	-	0.01	0.50	-	-	-	-	0.15	6.67	91.23	-	-	6.84
B-9	-	0.02	0.71	-	-	-	-	0.19	5.43	41.05	-	-	5.40
B-10	-	0.02	0.57	-	-	-	-	0.14	4.14	51.32	-	-	7.08
B-11	-	0.03	0.57	-	0.01	0.29	-	0.14	2.71	34.21	68.42	3.50	7.20
B-12	-	0.03	0.35	-	0.01	0.12	-	0.11	1.29	34.21	102.63	8.50	9.33
B-13	-	-	0.29	-	-	-	-	-	2.07	-	-	-	-
B-14	-	0.06	0.73	-	0.03	0.36	-	0.34	4.27	17.11	34.21	2.75	2.91
B-15	-	0.05	0.64	-	0.02	0.27	-	0.34	4.27	19.55	45.61	3.67	2.91
B-16	-	-	1.11	-	-	0.67	-	-	4.33	-	-	1.50	-
B-17	-	0.00	0.08	-	-	-	-	0.12	2.00	205.26	-	-	8.55
B-18	-	0.04	0.67	-	0.01	0.25	-	0.22	3.83	25.66	68.42	4.00	4.46
B-19	-	0.05	0.91	-	0.02	0.36	-	0.19	3.55	20.53	51.32	2.75	5.26
B-20	-	0.02	1.00	-	-	-	-	0.20	10.50	51.32	-	-	4.89
B-21	-	-	-	-	-	-	-	0.16	14.67	-	-	-	6.22
B-22	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-	-	-	-	6.41
E1	-	0.08	0.67	-	0.01	0.13	-	0.30	2.54	12.83	68.42	8.00	3.36
E2	-	0.13	1.30	-	0.02	0.20	-	0.32	3.25	7.89	51.32	5.00	3.16
E3	-	0.06	0.60	-	0.02	0.20	-	0.23	2.40	17.11	51.32	5.00	4.28
E4	-	0.05	0.59	-	0.01	0.14	-	0.15	1.91	21.05	91.23	7.33	6.52
E5	-	0.03	0.29	-	0.01	0.13	-	0.29	2.46	29.32	68.42	8.00	3.48
E6	-	0.04	0.68	-	0.01	0.20	-	0.27	4.58	25.34	85.53	5.00	3.74
E7	3.80	0.11	1.46	0.75	0.02	0.29	10.20	0.30	3.92	9.00	45.61	3.47	3.35
E8	-	0.08	0.71	-	0.01	0.10	-	0.24	2.10	12.44	91.23	10.33	4.21
E9	3.60	0.04	0.95	1.30	0.02	0.34	16.10	0.20	4.24	22.81	63.16	2.92	5.10
E10	2.70	0.04	0.98	0.75	0.01	0.27	11.15	0.18	4.05	22.81	82.10	3.67	5.52
E11	6.30	0.15	2.74	0.95	0.02	0.41	9.75	0.24	4.24	6.52	43.21	2.42	4.21
E12	-	0.06	0.58	-	0.03	0.24	-	0.41	3.71	15.55	38.01	4.22	2.43
I-1	4.25	0.41	2.83	1.60	0.16	1.07	14.20	1.38	9.47	2.41	6.41	0.94	0.72
I-2	4.80	0.28	3.69	1.80	0.11	1.38	16.15	0.94	12.42	3.56	9.50	0.72	1.06
I-3	3.70	0.36	9.25	1.10	0.11	2.75	12.80	1.25	32.00	2.77	9.33	0.36	0.80
I-4	6.90	0.25	5.75	2.60	0.10	2.17	22.00	0.80	18.33	3.97	10.53	0.46	1.24
I-5	4.90	0.18	4.45	1.60	0.06	1.45	17.50	0.64	15.91	5.59	17.11	0.69	1.56
I-6	-	0.06	0.63	-	0.02	0.19	-	0.26	2.59	16.10	54.74	5.40	3.91
Ort.	3.38	0.08	1.38	1.09	0.03	0.52	12.76	0.33	6.16	26.96	54.84	3.79	4.31
ÜKK	2.31	0.35	1.76	0.82	0.13	0.63	14.62	2.24	11.18	2.83	7.94	1.59	0.45
ASAŞ	2.38	0.35	1.65	0.91	0.13	0.63	13.13	1.92	9.13	2.88	7.50	1.58	0.52

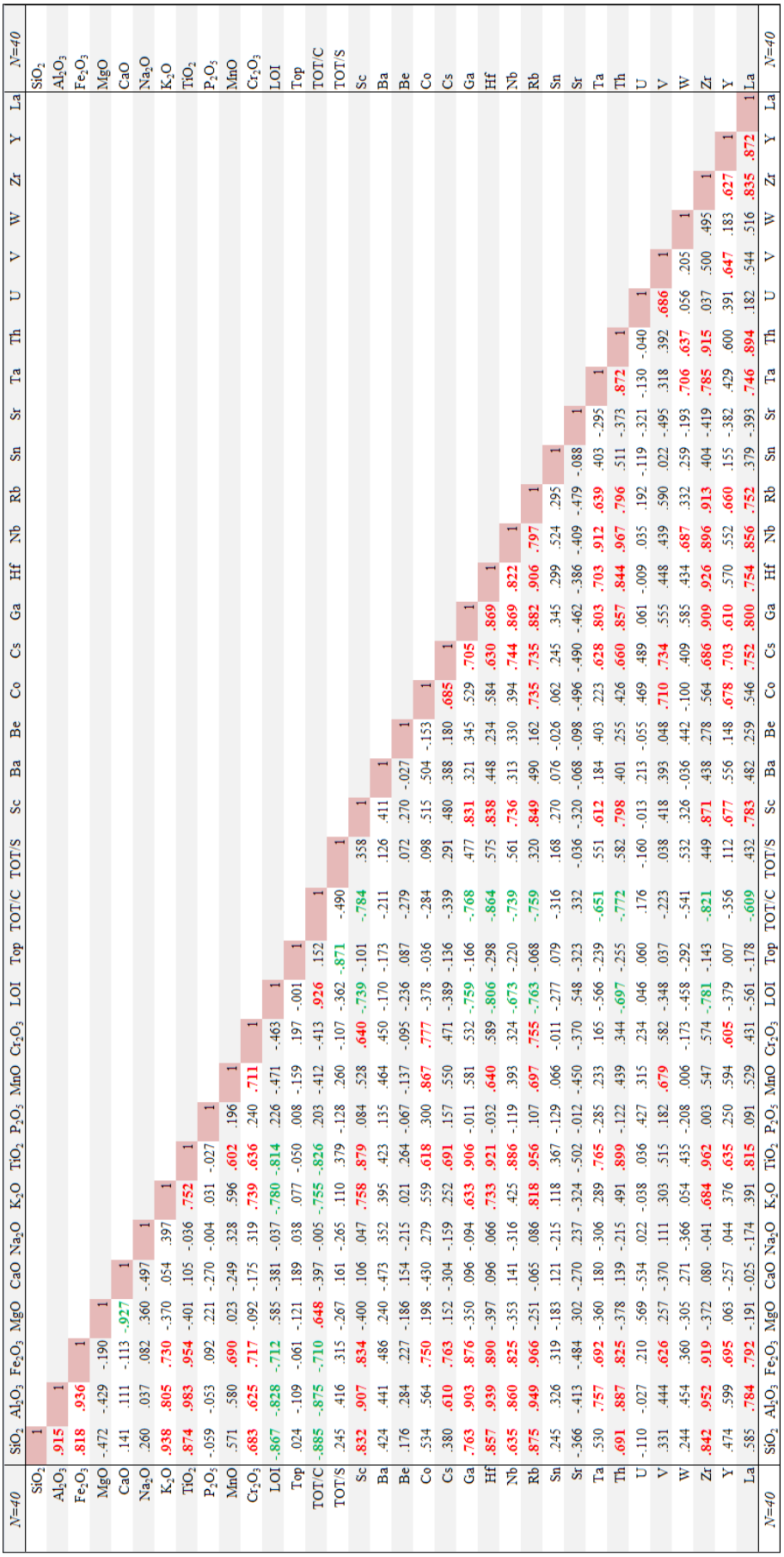
İnsuyu örneklerinde Σ(SAFMNKT) ile ΣNTE arasında çok düşük pozitif bir korelasyon ilişkisi (r=0.278) olduğu görülmektedir (Çizelge 5.43). Yine aynı şekilde Σ(SAFMNKT) ile ΣYAKE, ΣGE, ΣDAKE, Y ve Sr arasında da pozitif korelasyon ilişkisi düşük-çok düşüktür (sırasıyla r=0.264, r=0.494, r=0.270, r=0.419 ve r=0.070). Bu sonuca göre ΣNTE, ΣYAKE, ΣGE, ΣDAKE, Y ve Sr'nin sadece Σ(SAFMNKT) tarafından kontrol edilmediği bunun yerine bu toplam içindeki bileşenlerin farklı derecelerdeki etkilerinin bileşkesi ile kontrol edildiği ortaya çıkmaktadır. Σ(SAFMNKT) ile MgO, Co, Mo ve Zn arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ilişkileri (sırasıyla r=0.790, r=0.605, r=0.675 ve r=0.646) Σ(SAFMNKT) toplamında ferromagnezyen kökenli elementlerin önemli etkisinin olduğuna işaret eder ve yukarıdaki durumu da destekler. Σ(SAFMNKT) ile CaO arasında belirlenen çok kuvvetli negatif korelasyon (r=-0.939) ise Σ(SAFMNKT)'nin kesinlikle kalsit ile ilişkisinin olmadığını belirtmektedir (Çizelge 5.43).

SiO_2 ile Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O, TiO_2 ve Cr_2O_3 arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli ilişki (sırasıyla r=0.915, r=0.818, r=0.938, r=0.874 ve r=0.683) SiO_2'nin kökensel yönden silikatlar ile sıkı bir bağlantısının olduğunu göstermektedir. Yine aynı şekilde SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O ve TiO_2 ile Sc, Ga, Hf, Nb, Rb, Th ve Zr arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli korelasyon ilişkileri (Çizelge 5.43) bu elementlerin fillosilikatlar ile irtibatlı olduğuna işaret etmektedir.

ΣNTE, ΣYAKE ve ΣGE ile Al_2O_3 Fe_2O_3 ve TiO_2 arasındaki kuvvetli pozitif korelasyonlar (Çizelge 5.43) ΣNTE, ΣYAKE ve ΣGE içeriklerinin fillosilikat ve Fe-Ti oksit mineralleri tarafından kontrol edildiğini açığa çıkarmaktadır. Fe_2O_3 ve MnO arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.690) ferromagnezyen silikat bağlantısını, Fe_2O_3 ve TiO_2 arasındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.954) ise Fe-Ti oksit mineral bağlantısını göstermektedir. Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.717) Fe_2O_3'ün kromitlerle ilişkisini yansıtmaktadır. ΣNTE, ΣYAKE ve ΣGE içerikleri arasındaki kuvvetli korelasyon (Çizelge 5.43), bunların benzer jeokimyasal davranışlar sergilediklerini ve dağılımlarının benzer faktörler tarafından kontrol edildiklerini ifade etmektedir.

Sr'un CaO ile negatif (sırasıyla r=-0.270) ve MgO ile zayıf pozitif (r= 0.302) korelasyonu Sr'un karbonatlar dışındaki bir etmen tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Uranyumun V ve Zn ile kuvvetli pozitif korelasyonu (sırasıyla r=0.686 ve r=0.638) da hidrotermal çözeltiler ile ilişkili olabileceğine işaret etmektedir (Çizelge 5.43).

Çizelge 5.43. İnsuyu örneklerinin korelasyon matrisi (kırmızı=pozitif, yeşil=negatif)



Çizelge 5.43. İnsuyu örneklerinin korelasyon matrisi (devam)

N=40	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=40
Ce	.584	.769	.798	-.151	-.071	-.140	.411	.804	.175	.558	.489	-.534	-.140	-.567	.371	.791	.505	.255	.604	.753	.780	.734	.804	.759	.325	-.405	.685	.848	.228	.566	.428	.819	.915	.989	Ce
Pr	.611	.795	.813	-.182	-.045	-.158	.439	.828	.162	.565	.480	-.571	-.153	-.609	.402	.805	.493	.234	.594	.754	.804	.758	.838	.783	.380	-.411	.705	.878	.225	.563	.469	.843	.889	.993	Pr
Nd	.618	.775	.827	-.105	-.131	-.061	.476	.808	.223	.619	.576	-.542	-.085	-.561	.296	.802	.537	.261	.677	.758	.757	.744	.753	.793	.278	-.427	.612	.790	.309	.623	.336	.801	.943	.957	Nd
Sm	.607	.783	.816	-.158	-.068	-.131	.458	.821	.199	.583	.534	-.556	-.089	-.574	.321	.800	.494	.217	.630	.762	.794	.727	.793	.789	.290	-.439	.660	.836	.275	.608	.436	.821	.914	.977	Sm
Eu	.635	.787	.811	-.175	-.059	-.088	.491	.816	.204	.593	.550	-.581	-.102	-.597	.327	.822	.514	.265	.630	.720	.777	.746	.756	.784	.229	-.435	.622	.807	.259	.596	.386	.814	.927	.963	Eu
Gd	.572	.749	.777	-.120	-.098	-.114	.415	.775	.198	.538	.487	-.519	-.107	-.545	.316	.782	.512	.335	.580	.741	.766	.704	.760	.744	.253	-.388	.644	.799	.259	.564	.442	.782	.931	.971	Gd
Tb	.568	.712	.763	-.079	-.142	-.040	.443	.744	.231	.607	.574	-.491	-.079	-.498	.259	.774	.542	.164	.655	.710	.712	.675	.685	.736	.242	-.396	.546	.743	.309	.614	.301	.744	.971	.947	Tb
Dy	.510	.585	.675	.044	-.256	.116	.444	.615	.349	.630	.633	-.380	.000	-.366	.103	.689	.579	.069	.702	.611	.550	.573	.474	.655	.166	-.353	.316	.546	.384	.597	.038	.604	.967	.818	Dy
Ho	.538	.662	.731	-.006	-.203	.039	.440	.692	.211	.599	.615	-.453	-.009	-.430	.148	.719	.553	.164	.676	.707	.659	.613	.595	.707	.105	-.410	.475	.651	.350	.633	.256	.673	.985	.891	Ho
Er	.541	.665	.728	-.024	-.189	.030	.423	.695	.200	.603	.587	-.448	-.028	-.444	.184	.735	.560	.155	.661	.688	.657	.629	.620	.697	.222	-.379	.497	.679	.299	.603	.226	.685	.989	.916	Er
Tm	.540	.627	.687	-.019	-.200	.096	.461	.645	.222	.643	.628	-.434	-.093	-.418	.205	.691	.562	.052	.698	.645	.616	.622	.517	.679	.052	-.377	.405	.593	.307	.590	.154	.631	.967	.844	Tm
Yb	.517	.597	.698	.039	-.238	.099	.445	.636	.270	.630	.657	-.413	.097	-.375	.034	.677	.538	.077	.715	.656	.571	.566	.502	.635	.673	.197	-.416	.348	.557	.407	.637	.076	.612	.978	.825	Yb
Lu	.575	.699	.752	-.037	-.191	.050	.482	.718	.137	.663	.629	-.500	-.181	-.492	.321	.747	.563	.008	.711	.702	.700	.693	.635	.739	.148	-.390	.515	.708	.285	.611	.261	.710	.945	.894	Lu
Mo	.043	-.138	-.014	.596	-.654	.614	.167	-.155	.002	.269	.258	.121	.032	.188	-.304	-.131	.291	-.217	.342	-.050	-.191	-.141	-.338	-.008	-.217	.165	-.386	-.317	.374	.255	-.385	-.167	.018	-.231	Mo
Cu	.527	.514	.555	-.202	.004	.240	.618	.516	.157	.597	.702	-.394	.126	-.376	.006	.491	.217	-.052	.608	.287	.433	.501	.250	.599	.005	-.348	.085	.283	.125	.327	-.095	.400	.410	.318	Cu
Pb	.660	.836	.809	-.331	.120	-.223	.488	.867	.026	.546	.419	-.697	-.143	-.726	.455	.815	.363	.273	.540	.701	.837	.794	.868	.784	.353	-.489	.744	.902	.166	.638	.573	.870	.764	.940	Pb
Zn	.368	.477	.687	.332	-.500	.185	.399	.544	.342	.735	.739	-.265	.046	-.146	-.024	.501	.528	-.044	.865	.773	.507	.464	.383	.668	.010	-.461	.215	.375	.638	.836	-.036	.485	.828	.612	Zn
Ni	.367	.453	.660	.141	-.313	.132	.438	.514	.369	.669	.805	-.232	.110	-.128	-.061	.434	.379	-.132	.822	.673	.436	.465	.302	.651	-.035	-.469	.162	.267	.463	.675	-.172	.423	.638	.423	Ni
As	.452	.505	.313	-.568	.424	-.186	.245	.453	-.306	-.079	-.057	-.417	-.071	-.604	.303	.465	.042	.465	-.170	.027	.410	.449	.521	.271	.234	.073	.582	.543	-.487	-.121	.493	.506	.058	.374	As
Cd	.211	.313	.433	.072	-.192	.082	.243	.337	.288	.524	.569	-.087	.086	-.080	-.066	.457	.309	-.057	.553	.357	.294	.282	.186	.377	-.057	-.212	.104	.255	.260	.398	-.139	.270	.770	.535	Cd
Sb	.162	.276	.510	.388	-.521	.060	.184	.357	.438	.567	.650	.021	.060	.110	-.104	.272	.536	-.076	.762	.682	.304	.282	.246	.489	-.076	-.343	.107	.213	.578	.718	-.185	.334	.656	.436	Sb
Au	-.039	-.043	-.105	-.280	.315	-.086	.108	-.072	-.057	.005	.117	.014	.170	.000	-.122	.090	-.275	-.100	-.129	-.292	-.053	-.085	-.183	-.075	-.100	-.012	-.148	-.177	-.235	-.099	-.226	-.152	-.189	-.237	Au
Hg	.493	.299	.178	-.424	.284	.334	.616	.235	-.062	.214	.395	-.407	.196	-.411	-.081	.326	-.005	-.073	.126	-.276	.152	.273	-.053	.271	-.073	-.123	-.159	.022	-.242	-.171	-.179	.154	-.037	-.064	Hg
Tl	-.161	-.150	-.105	.253	-.241	.062	-.130	-.142	.251	-.059	-.053	.236	-.104	.208	-.064	-.032	-.028	-.043	.019	-.062	-.036	-.148	-.141	-.115	-.043	.362	-.151	-.109	.109	.139	-.104	-.105	-.003	-.047	Tl
Se	-.146	-.162	-.198	.129	-.114	.054	-.135	-.202	.057	-.137	-.095	.217	-.112	.081	-.038	-.116	-.061	-.026	-.165	-.133	-.166	-.154	-.133	-.167	-.026	.430	-.090	-.148	.093	-.171	-.062	-.149	-.113	-.122	Se
ΣNTE	.594	.773	.805	-.143	-.082	-.120	.427	.806	.173	.574	.507	-.542	-.129	-.572	.357	.795	.515	.248	.616	.755	.778	.739	.797	.768	.322	-.410	.673	.841	.245	.582	.419	.816	.925	.988	ΣNTE
ΣHNTE	.596	.780	.808	-.157	-.068	-.137	.422	.814	.162	.565	.492	-.548	-.140	-.583	.376	.796	.506	.256	.605	.758	.787	.746	.815	.770	.335	-.409	.693	.856	.233	.575	.440	.826	.912	.992	ΣHNTE
ΣANTE	.555	.679	.745	-.028	-.190	.020	.445	.709	.254	.613	.598	-.462	-.032	-.458	.190	.748	.561	.174	.676	.699	.669	.647	.623	.718	.207	-.394	.484	.680	.336	.613	.230	.702	.988	.916	ΣANTE
ΣYAKE	.735	.834	.882	-.239	-.045	-.036	.672	.862	.483	.625	.676	-.598	-.044	-.622	.272	.813	.439	.199	.691	.687	.790	.792	.719	.891	.259	-.444	.529	.729	.248	.544	.280	.848	.684	.762	ΣYAKE
ΣGE	.583	.612	.770	.067	-.300	.250	.626	.655	.291	.788	.940	-.427	.137	-.337	-.050	.611	.478	-.070	.876	.665	.585	.595	.400	.779	.000	-.480	.232	.395	.458	.790	-.079	.588	.719	.535	ΣGE
ΣDAKE	.459	.310	.188	-.030	-.207	.543	.546	.187	.020	.106	.293	-.162	-.228	-.334	.063	.353	.289	-.069	.036	-.211	.123	.275	-.001	.264	.022	.615	-.015	.087	-.307	-.175	-.124	.206	-.012	-.011	ΣDAKE
ΣSAFMNKT	.167	.175	.379	.790	-.939	.561	.233	.180	.210	.433	.375	.048	-.130	.104	-.109	.147	.567	-.075	.605	.464	.161	.168	.076	.346	-.024	.070	-.006	.084	.571	.536	-.149	.189	.419	.220	ΣSAFMNKT
Ce/Ce*	.188	.199	.260	.225	-.325	.256	.190	.204	-.028	.182	.140	-.089	-.028	-.081	-.013	.129	.370	.040	.337	.182	-.055	.177	.119	.213	-.030	-.064	.075	.157	.144	-.012	-.125	.166	.183	.166	Ce/Ce*
Eu/Eu*	.515	.512	.527	-.157	.019	.136	.496	.555	-.239	.417	.337	-.555	.066	-.469	.108	.378	.310	.057	.473	.310	.315	.476	.363	.502	.031	-.453	.221	.416	.153	.346	.059	.439	.316	.353	Eu/Eu*
N=40	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Top	TOT/C	TOT/S	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	N=40

Çizelge 5.43. İnsuyu örneklerinin korelasyon matrisi (devam)

N=40	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Au	Hg	Tl	Se	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣSAFMNKT	Ce/Ce*	Eu/Eu*	N=40
Ce	1																																		
Pr	.995	1																																	
Nd	.982	.974	1																																
Sm	.989	.989	.975	1																															
Eu	.984	.977	.987	.985	1																														
Gd	.986	.977	.977	.981	.982	1																													
Tb	.975	.963	.981	.975	.981	.974	1																												
Dy	.875	.852	.925	.871	.903	.880	.947	1																											
Ho	.929	.906	.947	.940	.949	.950	.976	.940	1																										
Er	.947	.928	.965	.941	.954	.954	.987	.963	.983	1																									
Tm	.888	.863	.916	.892	.919	.899	.954	.953	.972	.966	1																								
Yb	.875	.852	.925	.878	.900	.881	.947	.983	.954	.970	.952	1																							
Lu	.917	.903	.922	.921	.926	.909	.957	.909	.960	.955	.968	.917	1																						
Mo	-.187	-.198	-.099	-.156	-.137	-.159	-.074	.057	.000	-.026	.023	.073	-.003	1																					
Cu	.361	.365	.432	.401	.419	.362	.416	.469	.441	.419	.468	.468	.446	.053	1																				
Pb	.924	.943	.899	.934	.921	.903	.869	.718	.806	.817	.759	.736	.818	-.212	.332	1																			
Zn	.672	.651	.750	.703	.704	.685	.758	.810	.807	.780	.790	.835	.781	.266	.512	.538	1																		
Ni	.491	.468	.578	.526	.528	.488	.570	.641	.623	.590	.637	.671	.623	.130	.601	.375	.876	1																	
As	.311	.334	.251	.296	.300	.300	.192	.009	.114	.147	.066	.021	.107	-.302	-.126	.492	-.283	-.288	1																
Cd	.603	.563	.652	.612	.635	.619	.710	.771	.744	.740	.759	.772	.727	.019	.520	.440	.668	.624	-.142	1															
Sb	.509	.473	.571	.522	.513	.509	.575	.633	.621	.590	.613	.639	.577	.179	.398	.318	.867	.832	-.332	.524	1														
Au	-.225	-.226	-.203	-.208	-.201	-.226	-.197	-.155	-.189	-.188	-.173	-.134	-.146	-.136	.073	-.103	-.100	.098	.068	.125	-.135	1													
Hg	-.044	-.025	.006	-.002	.038	-.034	.002	.065	.021	.001	.069	.049	.043	.093	.709	.035	-.049	.041	.063	.137	-.189	.193	1												
Tl	-.017	-.030	-.022	.008	-.009	-.017	.015	.024	-.013	-.024	-.008	-.021	-.025	.202	.007	-.089	.017	-.023	-.078	.063	.068	-.102	-.096	1										
Se	-.124	-.128	-.127	-.157	-.149	-.122	-.120	-.131	-.131	-.107	-.130	-.125	-.132	.121	-.141	-.140	-.126	-.178	.037	-.057	-.076	.080	-.073	-.043	1									
ΣNTE	.999	.994	.987	.990	.987	.988	.980	.888	.938	.956	.899	.890	.925	-.167	.375	.924	.689	.506	.301	.614	.515	-.222	-.032	-.024	-.127	1								
ΣHNTE	.999	.996	.984	.989	.984	.985	.974	.872	.926	.946	.885	.874	.916	-.184	.365	.930	.673	.491	.320	.595	.502	-.225	-.039	-.026	-.126	.999	1							
ΣANTE	.952	.935	.975	.951	.966	.961	.991	.972	.984	.995	.967	.974	.951	-.029	.436	.827	.789	.604	.139	.735	.601	-.187	.018	-.007	-.126	.961	.951	1						
ΣYAKE	.795	.810	.822	.821	.819	.781	.770	.716	.713	.711	.677	.693	.699	-.137	.527	.775	.648	.633	.245	.439	.534	-.095	.170	.003	-.146	.796	.797	.751	1					
ΣGE	.593	.581	.682	.639	.646	.592	.676	.724	.718	.686	.716	.754	.718	.251	.679	.511	.904	.913	-.150	.623	.797	.045	.205	.004	-.150	.612	.598	.699	.718	1				
ΣDAKE	-.004	.013	.030	.005	.035	.014	.031	.070	.016	.030	.061	.014	.068	.290	.207	-.019	-.063	-.042	.267	.022	-.136	.070	.396	.213	.268	.005	.001	.034	.174	.105	1			
ΣSAFMNKT	.262	.246	.335	.271	.268	.288	.328	.418	.386	.368	.370	.417	.378	.675	.149	.114	.646	.433	-.315	.245	.564	-.337	-.146	.170	.037	.278	.264	.374	.264	.494	.270	1		
Ce/Ce*	.184	.171	.218	.160	.172	.188	.162	.202	.197	.196	.151	.197	.162	.241	.140	.139	.228	.140	.005	.126	.193	-.242	.096	-.388	.094	.187	.185	.197	.163	.138	.108	.385	1	
Eu/Eu*	.361	.369	.419	.388	.440	.339	.367	.361	.381	.352	.367	.380	.370	.158	.448	.455	.385	.307	.137	.185	.188	.166	.321	-.132	-.267	.374	.372	.368	.361	.394	.015	.188	.430	1	
N=40	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Au	Hg	Tl	Se	ΣNTE	ΣHNTE	ΣANTE	ΣYAKE	ΣGE	ΣDAKE	ΣSAFMNKT	Ce/Ce*	Eu/Eu*	N=40

Buna göre İnsuyu formasyonu içersindeki terrijen malzemenin felsik ve mafik bir kaynaktan türediği anlaşılmaktadır. Bu yorum daha önce Cihanbeyli formasyonunun ince taneli kırıntılı çökelleri için yapılmış olan köken açıklamamlarıyla da uyumluluk göstermektedir. Dolayısıyla havzada Cihanbeyli, formasyonu ile temsil edilen karbonatlı karasal kırıntılı fasiyes çökeliminden, İnsuyu formasyonunu oluşturan ve bazı seviyeleri de dolomit bileşimli olan kireçtaşı fasiyeslerinin çökelimine geçilmesi iklim açısından değerlendirildiğinde nispeten yağışlı bir dönemden daha kurak yağışsız bir döneme geçildiğinin işaretlerini de vermektedir.

5.7. Tuzgölü Formasyonunun Jeokimyası

Çakıl-kum, silt-kil, jips ve kireçtaşlarından oluşan Tuzgölü formasyonunun jipsli kesiminden alınan jips örneklerinin (Bölüm 4.2; Şekil 4.25; Çizelge 4.4) ana oksit ve iz element konsantrasyonları Çizelge 5.44'te verilmiştir.

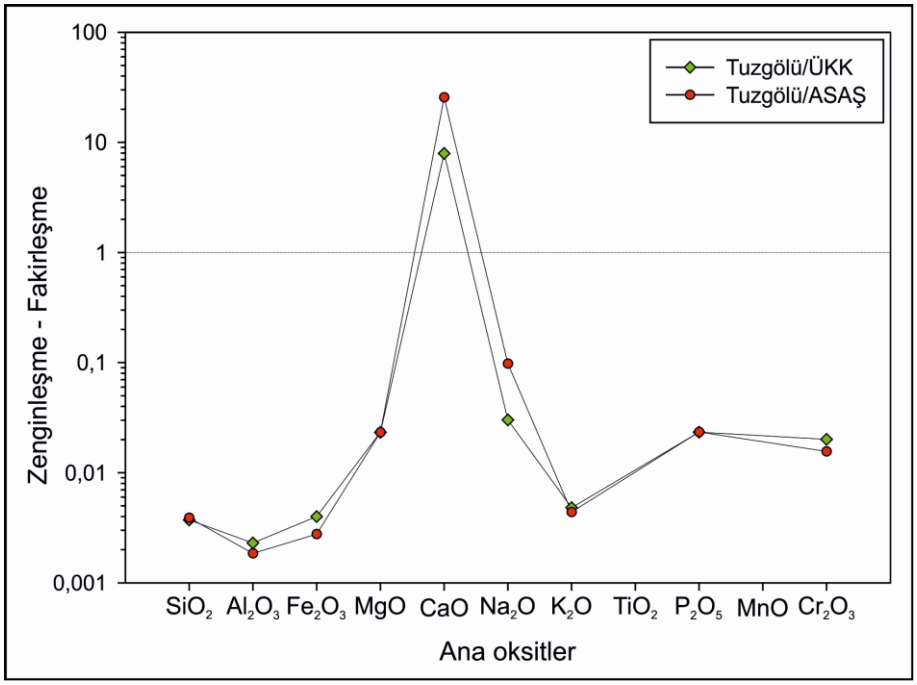
Örneklerde yüzde olarak ana oksit içerikleri SiO_2 (0.17-0.46), Al_2O_3 (0.01-0.10), Fe_2O_3 (0.00-0.07), MgO (0.00-0.15), CaO (32.44-34.00), Na_2O (0.05-0.22), K_2O (0.00-0.03), TiO_2 (0.00-0.00), P_2O_5 (0.00-0.02), MnO (0.00-0.00) ve Cr_2O_3 ise (0.000-0.002) değerleri arasında değişmektedir. Ortalama oksit konsantrasyonları ise sırasıyla yüzde 0.25, 0.04, 0.02, 0.05, 33.33, 0.12, 0.02, 0.00, 0.00375, 0.00 ve 0.00025 'dır.

Tuzgölü formasyonu örneklerinin ana oksit içerikleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 içeriklerinin belirgin olarak fakirleştiği, CaO'nun ise zenginleştiği görülmektedir. Örnekler ÜKK ile karşılaştırıldığında da ASAŞ'a benzer bir dağılım gözlenmiştir (Şekil 5.84). Bu jeokimyasal dağılım jips örneklerinin ana fazını oluşturan $CaSO_4$ ile ilişkili olup, CaO dışındaki diğer ana oksitlerin terrijen malzemelerle birlikte olduğunu göstermektedir.

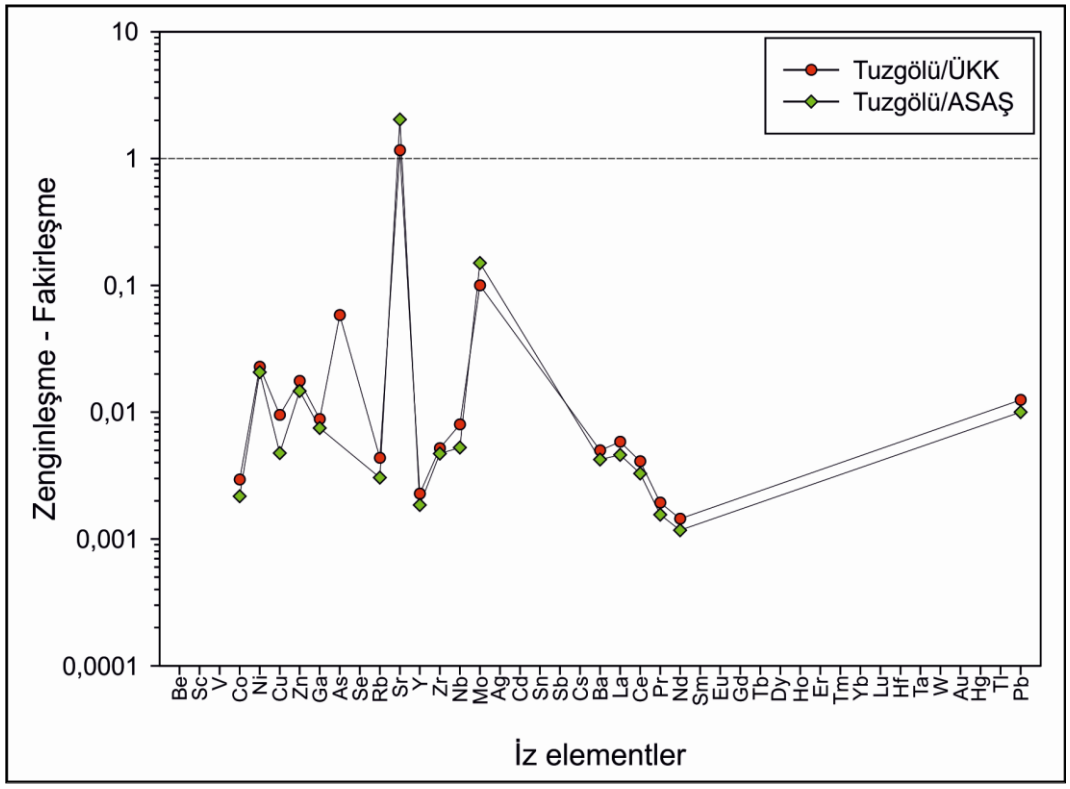
Tuzgölü jipslerinin iz element içerikleri ÜKK'ya göre normalize edildiğinde Sr zenginleşmiş diğer tüm elementler ise önemli ölçüde fakirleşmişlerdir. Örnekler ASAŞ ile karşılaştırıldığında da bir önceki normalizasyon ile elde edilen grafiğe benzer bir grafik ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.85). Sr ile CaO arasındaki orta dereceli pozitif korelasyon (r=0.561) Sr'un $CaSO_4$ fazı ile ilişkili olduğunu ve muhtemelen Ca ile arasındaki iyon yarıçapı benzerliği nedeniyle jipslerin kafes yapısındaki Ca ile yer değiştirerek birlikte çökeldiklerini göstermektedir.

Çizelge 5.44. Tuzgölü formasyonu jips örneklerinin ana oksit ve iz element içerikleri (ppm-ppb)

Analit	Birim	MDL	Örnek D1	Örnek D2	Örnek D3	Örnek D4	Örnek D5	Örnek D6	Örnek D7	Örnek D8	Tuzgölü Ortalama	ÜKK	ASAŞ
SiO_2	%	0.01	0.46	0.18	0.17	0.22	0.23	0.33	0.20	0.17	0.25	65.89	62.80
Al_2O_3	%	0.01	0.10	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01	0.04	15.19	18.90
Fe_2O_3	%	0.04	0.07	-	-	-	-	0.04	-	0.05	0.02	5.00	7.23
MgO	%	0.01	0.15	0.02	0.03	0.02	-	0.11	0.06	0.02	0.05	2.21	2.20
CaO	%	0.01	32.44	33.50	33.34	33.40	33.33	33.14	34.00	33.47	33.33	4.20	1.30
Na_2O	%	0.01	0.22	0.13	0.11	0.15	0.10	0.12	0.06	0.05	0.12	3.90	1.20
K_2O	%	0.01	0.03	-	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	3.37	3.70
TiO_2	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.65	1.00
P_2O_5	%	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00	0.16	0.16
MnO	%	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.08	0.11
Cr_2O_3	%	0.002	-	-	-	0.002	-	-	-	-	0.00	0.01	0.016
LOI	%	-5.1	25.1	20.6	21.5	26.3	21.5	38.7	21.0	29.3	25.50	-	6.00
Toplam	%	0.01	58.55	54.47	55.23	60.12	55.19	72.53	55.42	63.07	59.32	-	104.59
TOT/C	%	0.02	0.12	0.04	0.03	0.04	0.03	0.09	0.07	0.04	0.06	-	-
TOT/S	%	0.02	18.84	18.61	19.14	18.65	18.61	18.67	18.46	18.45	18.68	-	-
Sc	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	13.00	16.00
Ba	ppm	1	6	2	4	2	2	2	2	2	2.75	550.00	650.00
Be	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	3.00	-
Co	ppm	0.2	-	0.4	-	-	-	-	-	-	0.05	17.00	23.00
Cs	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	4.80	15.00
Ga	ppm	0.5	0.6	-	-	-	-	0.6	-	-	0.15	17.00	-
Hf	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	5.80	5.00
Nb	ppm	0.1	0.2	-	0.2	-	-	0.2	0.2	-	0.10	12.50	19.00
Rb	ppm	0.1	1.0	0.4	0.4	0.3	0.4	0.7	0.4	0.3	0.49	112.00	160.00
Sn	ppm	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	5.50	-
Sr	ppm	0.5	491.5	272.3	289.5	412.9	375.5	676.1	299.3	437.0	406.76	350.00	200.00
Ta	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	1.10	-
Th	ppm	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	10.70	14.60
U	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	2.80	3.10
V	ppm	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	110.00	150.00
W	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	2.00	-
Zr	ppm	0.1	2.0	0.6	1.5	1.1	1.2	0.5	0.4	0.6	0.99	190.00	210.00
Y	ppm	0.1	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-	0.05	22.00	27.00
La	ppm	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.18	30.00	38.00
Ce	ppm	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.26	64.00	80.00
Pr	ppm	0.02	0.05	-	-	-	0.03	0.03	-	-	0.01	7.10	8.83
Nd	ppm	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.04	26.00	32.00
Sm	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	4.50	5.60
Eu	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.88	1.10
Gd	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	3.80	4.70
Tb	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.64	0.77
Dy	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	3.50	4.40
Ho	ppm	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.80	1.00
Er	ppm	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	2.30	2.90
Tm	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.33	0.405
Yb	ppm	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	2.20	2.80
Lu	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.32	0.40
Mo	ppm	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	-	0.2	-	0.15	1.50	-
Cu	ppm	0.1	0.4	0.4	-	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.24	25.00	50.00
Pb	ppm	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	-	0.2	0.2	0.20	16.00	20.00
Zn	ppm	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1.25	71.00	85.00
Ni	ppm	0.1	1.8	2.5	0.4	1.0	1.3	0.8	0.7	0.6	1.14	50.00	55.00
As	ppm	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-	0.09	1.50	-
Cd	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.10	-
Sb	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.20	-
Bi	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.13	-
Ag	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.05	-
Au	ppb	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	1.80	-
Hg	ppm	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-
Tl	ppm	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.75	-
Se	ppm	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	50.00	-



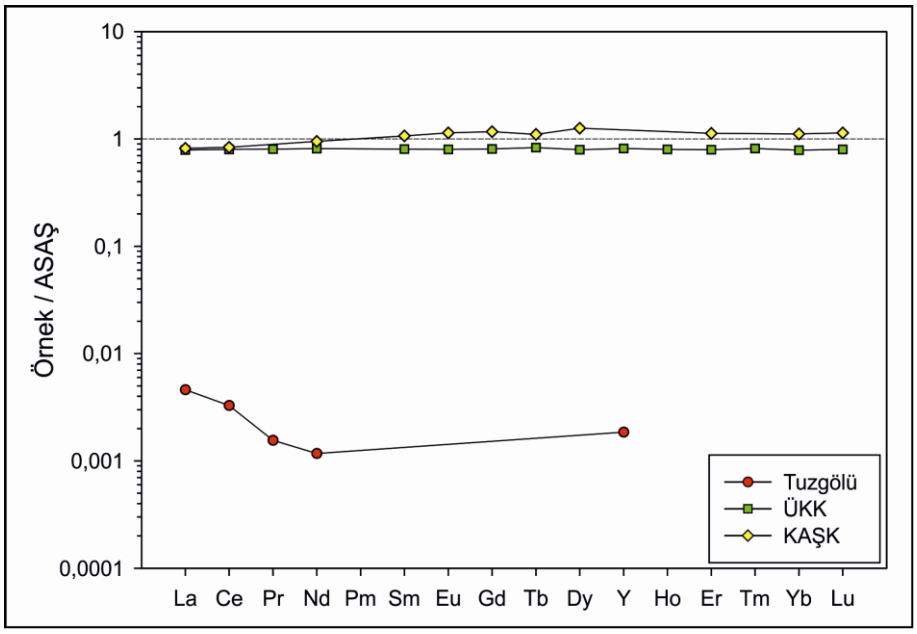
Şekil 5.84. Tuzgölü formasyonuna ait ortalama ana oksit içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları



Şekil 5.85. Tuzgölü formasyonuna ait ortalama iz element içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre zenginleşme-fakirleşme oranları (Element sırası artan atom numarasına göredir)

5.7.1. Köken

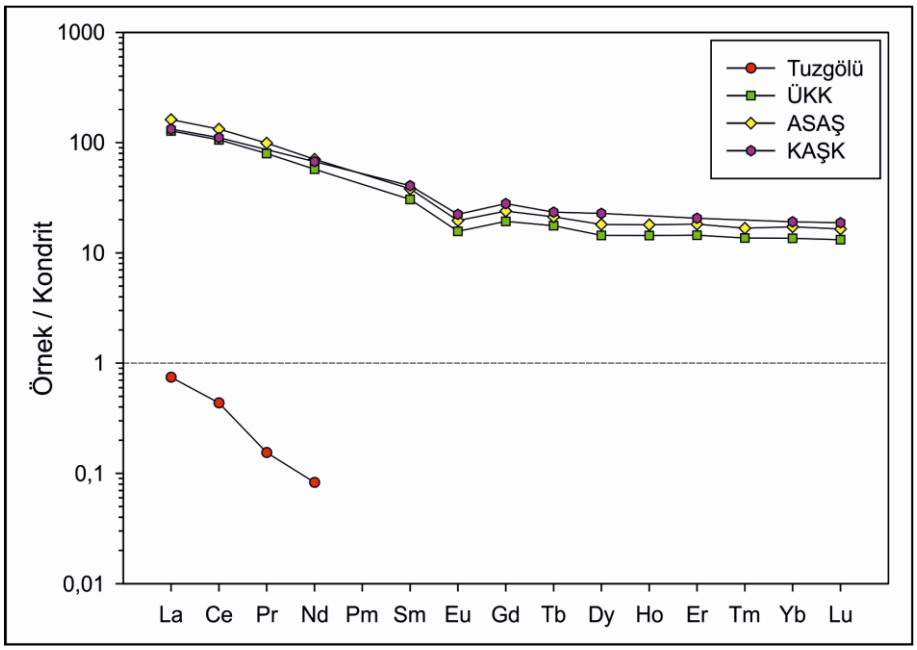
Tuzgölü formasyonu jipslerinde La, Ce, Pr ve Nd hariç diğer NTE içerikleri MDL'nin altında kalmıştır (Çizelge 5.44). Bu yüzden örneklerin NTE+Y içerikleri ASAŞ'a göre normalize edildiğinde sadece ölçülebilen elementlere ait bir desen parçası elde edilmiştir (Şekil 5.86). Elde edilen bu desen, ASAŞ ile normalize edilmiş deniz suyu deseninin karakteristik özelliklerine uyum göstermemektedir (Şekil 5.62). Bu yüzden jipslerdeki NTE'nin kaynağının kapsadığı kırıntılılar olduğu anlaşılmaktadır. Kondrit normalize deniz suyu negatif Ce ve Eu anomalisi, pozitif La anomalisi ve yatay HNTE ve ANTE desenleri sunar (Şekil 5.64). Kondrit normalize Tuzgölü jipsleri güncel deniz suyu ile karşılaştırıldığında, jipslere ait desen parçası pozitif Ce anomalisi ve eğimli HNTE karakteri sergilemektedir (Şekil 5.87). Bu özelliklere göre en azından desenin bu kısmının kırıntılılarla yönlendirildiği ve örneklerdeki HNTE zenginleşmesinin de bu kırıntılıların felsik bir kaynaktan türediğini göstermektedir.



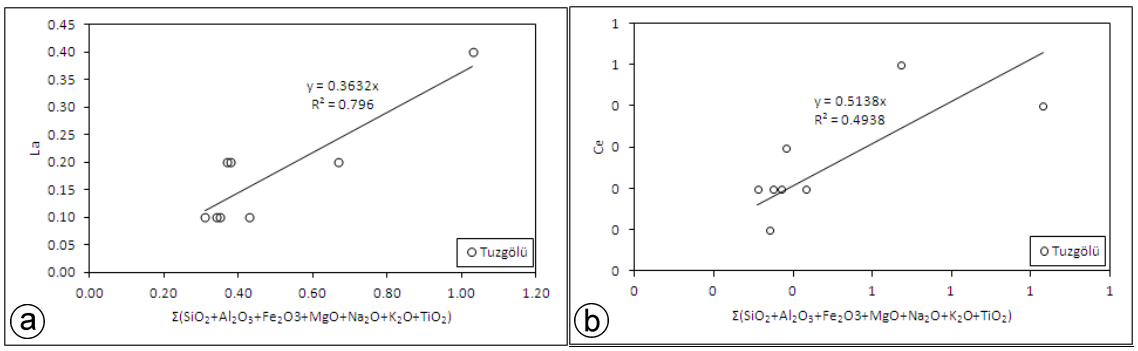
Şekil 5.86. Tuzgölü jipslerine ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte ASAŞ'a (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) göre normalize edilmiş grafiği

Jips örneklerinde La, Ce, Pr ve Nd elementlerinin bulunup da diğer NTE'nin bulunmaması, jipslerdeki terrijen malzemenin HNTE bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Jipslerdeki NTE'nin kökeninin içerdiği kırıntılılar olduğunu Σ(SAFMNKT) ile La ve Ce arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon (sırasıyla r=0.893 ve

r=0.747) ilişkisi de desteklemektedir. Ayrıca regresyon çizgisinin orijinden geçmesi NTE'nin kökensel olarak tamamen kırıntılılara bağlı olduğunu açıkça göstermektedir (Şekil 5.88).



Şekil 5.87. Tuzgölü jipslerine ait ortalama NTE içeriklerinin ÜKK (Üst Kıtasal Kabuk), ASAŞ (Arkeen Sonrası Avustralya Şeylleri) ve KAŞK (Kuzey Amerika Şeyl Kompoziti) ile birlikte kondrite göre normalize edilmiş grafiği



Şekil 5.88. Tuzgölü formasyonu jips örneklerinin a) Σ(SAFMNKT)-La ve b) Σ(SAFMNKT)-Ce grafikleri

Tuzgölü formasyonu jipsleri için iz element oranları sadece birkaç örnekte elde edilmiştir. Elde edilebilen La/Cr, La/Co, Zr/Cr, Zr/Co, Cr/La ve Cr/Zr oranları jipslerin kapsadığı terrijen malzemenin mafik kaynakla ilişkili olabileceğini ifade etmektedir. Ancak bu sonuç NTE deseninden elde edilen sonuçla uyuşmamaktadır. Dolayısıyla düşük element konsantrasyonları nedeniyle sağlıklı bir sonuç elde edilemese de mafik bir kaynağın terrijen malzeme içeriğine katkıda bulunduğu söylenebilir.

6. TEKTONİK EVRİM

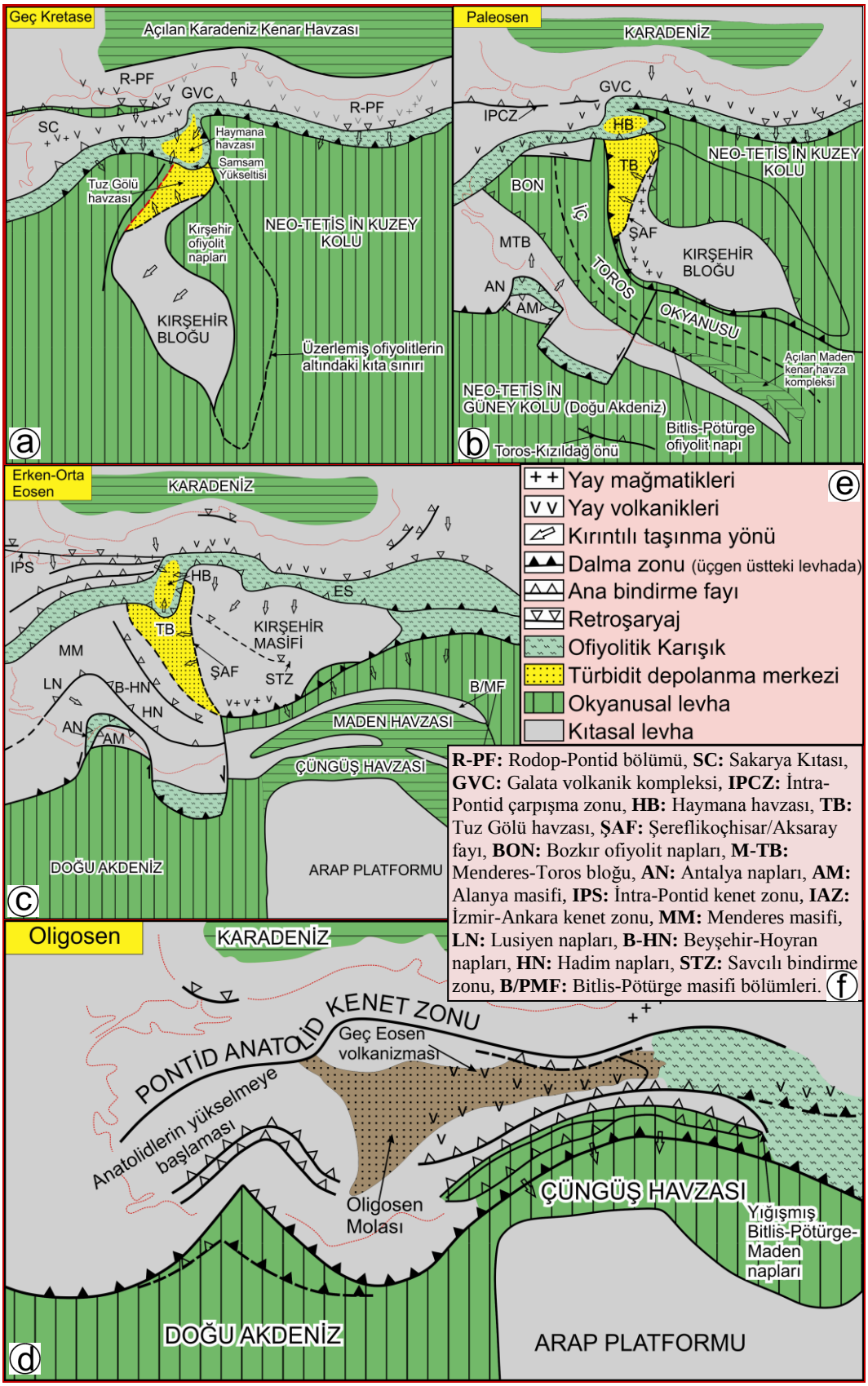
Bu bölümde Türkiye'nin Neo-Tetis evrimi kapsamında Tuz Gölü havzasının tektonik gelişimi ele alınmıştır.

Tuz Gölü havzasının tektonik evrimi konusunda iki farklı görüş savunulmaktadır. Bunlardan birincisi, Tuz Gölü havzasının Haymana havzası ile birlikte bir yayönü havza olarak geliştiğini (Oktay, 1973; Görür ve ark., 1984; Koçyiğit, 1991; Dellaloğlu, 1997); diğeri ise havzanın kıta içi riftleşme bölgesinde geliştiğini öne sürmektedir (Erol, 1969; Arıkan, 1975; Çemen ve Dirik, 1992; Çemen ve ark., 1999; Dirik ve Erol, 2003). Burada birinci görüş kabul edilerek evrim Görür ve ark. (1984)'ına göre aktarılmıştır.

Geç Maastrihtiyen dönemi: Tuz Gölü havzasının bir yayönü havza olarak geliştiğini savunan Görür ve ark. (1984)'ına göre Geç Kretase'nin erken dönemlerinde (Senomaniyen-Türoniyen), Neo-Tetis okyanusunun kuzey koluna ait okyanus tabanı hem Rodop-Pontid kıtası hem de Sakarya kıtasının altına dalma-batmaya başladı. Rodop-Pontid kıtası üzerindeki Bafra'nın güneyinde yer alan Apsiyen-Albiyen (Erken Kretase'nin geç dönemleri) yaşlı kalk-alkalin volkanitler, Ankara düğümünün doğusunda dalma-batmanın daha erken başlamış olabileceğine işaret eder.

Maastrihtiyen'de Sakarya Kıtasının, İntra Pontid kenet kuşağı boyunca Rodop-Pontid kıtası ile çarpışmasından sonra geriye Pontidlerin güneyinde (Sakarya Kıtası Pontidlere dahil edilmiştir) kuzeye dalımlı ve sinüzoidal şekilli tek bir dalma-batma zonu kaldı (Şekil 6.1a). Haymana havzasının kuzeybatısında izlenen ve Sakarya Kıtası üzerinde batıya doğru uzanan Galata volkanik kompleksi, bu dalma-batma zonunun Maastrihtiyen boyunca aktif halde olduğunu gösterir. Volkanik kompleksin, S-şekilli bir mağmatik yay karakteri sergilemesi, sinüzoidal şekilli dalma-batma zonu ile örtüşen bir durumdur.

Haymana havzasına ait çökeller esas olarak Galata volkanitlerinin oluşturduğu mağmatik kuşağın güneyinde yer alan hendek tarafında depolanmışlardır. Söz konusu havza, güney ve doğu kesimlerinde Ankara ofiyolitik karmaşığına ait birimlerin oluşturduğu Samsam yükseltisi ile çevrelenmiştir.



Şekil 6.1. Türkiye, Tuz Gölü ve Haymana havzalarının a) Geç Kretase, b) Paleosen c) Erken-Orta Eosen, d) Oligosen zaman aralığındaki tektonik evrimini gösteren paleotektonik haritalar ve bu haritalar için e) açıklamalar ile f) kısaltmalar (Görür ve ark., 1984' ten değiştirilerek alınmıştır)

Görür ve ark. (1984), bu yükseltinin kuzey-kuzeybatıya dalımlı Pontid dalma-batma zonu ile ilişkili olarak gelişen ve volkanik olmayan bir dış yay karakterinde olduğunu ve Haymana havzasının Geç Kretase-Eosen geçmişi boyunca gelişmeye ve yükselmeye devam ettiğini belirtmişlerdir. Buna dayanarak yazarlar Haymana yayönü havzasının Sakarya kıtasına ait Geç Jura-Erken Kretase yaşlı sedimanter birimleri ile Ankara karmaşığına ait yığışım prizması birimleri üzerinde geliştiğini savunmuşlardır.

Tuz Gölü havzasından elde edilebilen veriler, Haymana havzasında olduğu gibi havzanın tektonik konumunu bütünüyle açıklayabilecek düzeyde değildir. Bununla birlikte Tuz Gölü havzasının da bir yayönü havza niteliği taşıdığını gösteren önemli deliller vardır. Bunlardan birisi de Kırşehir Masifinin batı kenarı boyunca yüzeyleyen ve faaliyetine Maastrihtiyen'de (Ataman, 1972) başlayıp Paleosen'de (Ayan, 1959) devam eden Baranadağ plutonik kompleksinin varlığıdır (Görür ve ark., 1984). Bu mağmatik kompleksin oluşumunu sağlayabilecek en uygun jeolojik dönem ve aktif dalma-batma zonu, Tuz Gölü havzasının batı-güneybatısındaki İç Toros kenet kuşağına aittir. Görür ve ark. (1984), Baranadağ plutonik ekseninin And tipi kıtasal bir yay olduğunu ve Kırşehir masifinin batı kenarında konumlandığını ileri sürerek Tuz Gölü havzasının bu durumda bir yayönü havza konumunda olduğunu savunmaktadırlar. Baranadağ plutonik ekseninin batı-güneybatısında bulunan Şereflikoçhisar-Aksaray fay zonu da kesikli fakat uygun bir şekilde yükselen yay masifini, alçalan yayönü havzasından ayırmaktadır.

Tuz gölü havzasında bulunan Geç Maastrihtiyen yaşlı çökellere bakıldığında, havzanın doğu bölümünden kazanılan kırıntılı malzemenin türbiditler şeklinde çökeldiği görülmektedir. Bu kırıntılı elemanlar ilk bakışta bir yayönü havzası için olağan olmayan ofiyolitik kökenlidirler. Bu durumu açıklayabilecek en önemli sabep Geç Maastrihtiyen döneminde Kırşehir Masifinin büyük bir bölümünün günümüzde Erzincan Süturu olarak tanımlanan Neo-Tetis'in kuzey koluna ait ofiyolitik naplarla kaplı olmasıdır. Ayrıca Samsam karmaşığına ait dış yay kenarı, Kırşehir masifinin en uç batı kesimine ulaşmış olmalıdır. Bu süreçte Baranadağ Plütonu da henüz yayönü havza için malzeme üretebilecek kadar yüzeylememişti. Dolayısı ile havzaya sadece ofiyolitik kayaçlardan malzeme taşınmaktaydı. Yine de Maastrihtiyen tübiditlerindeki metamorfik kayaç parçaları ve kuvars taneleri, Kırşehir masifine ait temel birimlerin zaman içinde bazı bölgelerde yüzeylemiş olduğuna işaret etmektedir.

Tuz Gölü havzasının batı kesiminden hiçbir malzeme geliminin olmaması Menderes-Toros bloğunun bugünkü yerinde olmadığını veya yayönü havzanın dış

kesiminde havzaya malzeme sağlayabilen ve volkanik olmayan bir yayın ortaya çıkmadığını göstermektedir. Geç Maastrihtiyen'de Tuz Gölü havzası büyük olasılıkla, Haymana havzasına benzer şekilde göze çarpan bir topoğrafik yükseltiyi oluşturamamıştır. Dolayısıyla Tuz Gölü havzası muhtemelen türbiditlerin depolandığı teraslı bir yayönü havzası şeklinde gelişmiştir (Dickinson ve Seely, 1979). Bu öneriyi destekleyen diğer bir veri de Samsam yığışım prizmasının Kırşehir Masifinin temeline kadar ilerlemesidir. Buna göre Kırşehir bloğunun kuzeybatı kesimi ilk olarak Sakarya Kıtasının güneydoğu kesiminde yer alan Samsam yığışım prizmasına çarpmış olmalıdır ki bunu doğrulayan en önemli veri, yay mağmatizmasının hem Erzincan kenet kuşağının kuzeyinde hem de Kırşehir masifinin batısında Eosen'e kadar devam etmesidir. Ayrıca ne Erzincan ne de İç Toros kenet kuşakları Paleosen öncesine kadar kapanabilmiş değillerdir. Bu çarpışma Sakarya Kıtasının topografik olarak daha yukarıda bulunan yayönü kesiminin, Kırşehir bloğuna ait yayönü kesimini üzerleyerek Kırşehir Masifine ait temele kadar ilerlediğini gösteren iki yayönü arasında meydana gelmiş bir çarpışmadır ve Kırşehir bloğunun kuzeybatı kesimini Pontidlere sabitlemiştir (Şekil 6.1a). Kırşehir bloğu, sabitlenen bu nokta etrafında kendisinin şimdiki kuzey kenarı ile doğu Pontidler Erzincan Kenet kuşağı boyunca çarpışıncaya kadar saat yönünün tersinde dönme hareketine başlamıştır. Kırşehir Masifinin Geç Kretase-Orta Eosen (Lutesiyen) aralığında saat yönünün tersinde 90 derece döndüğü, Sanver ve Ponat (1981), tarafından belirtilen paleomanyetik veriler ile desteklenmektedir.

Paleosen dönemi: Paleosen'de Sakarya Kıtası ile Kırşehir Masifinde yay aktivitesi devam etmiştir. Bu durum ilgili her iki dalma-batma zonunun aktif olduğuna işaret eder. Bu süreçte Tuz Gölü havzasında önemli değişiklikler olmamasına rağmen, Haymana havzasının, yapı ve sedimantasyon şartlarında belirgin değişiklikler meydana gelmiştir (Şekil 6.1b). Haymana havzasının kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan ekseni sıkışmanın etkisiyle doğu-batı yönünde değişmiş ve havza önemli ölçüde sığlaşmıştır. Samsam yükselimi genişliğini ve yükseltisini arttırarak daha geniş alanlarda yüzeylemiştir. Menderes-Toros bloğunun Menderes kısmının Sakarya Kıtasına İzmir-Ankara kenet kuşağı boyunca çarpması sürecinde Menderes-Toros bloğu Sakarya bloğuna ait yığışım yayını sıkıştırmış ve havza ekseninin yaklaşık 60 derece dönmesine sebep olmuştur.

Tuz Gölü havzasında Paleosen boyunca türbidit yelpazelerinin oluşumu önemli boyutlara ulaşmıştır. Havzanın doğu kıyısında küçük alanlarda resifal kireçtaşları çökelmiştir fakat bu kireçtaşları kırıntılı malzeme ile hızlıca bastırılmıştır.

Eosen dönemi: Bu dönem, Anadolu levhasının bir dizi çarpışmalar sonucunda kendisini oluşturan küçük kıtasal blokların bir araya geldiği bir dönemdir. İç Toros okyanusu Sengör ve Yilmaz (1981)'ın da belirttiği gibi Geç Eosen'de kapanmıştır. Böylece Tuz Gölü ve Haymana havzaları, çarpışan üç kıta bloğu arasında varlıklarını sürdürmüşlerdir (Şekil 6.1c).

Eosen boyunca Haymana havzasının kuzey-güney yönünde uzanan eksen konumu değişmedi. Geç Eosen'de geniş türbidit yelpazesi akıntıları her yönden Haymana havzasını hızlıca doldurdular. Geç Maastrihtiyen'den beri varlığını sürdüren ve Orta Miyosen'e kadar eksen doğrultusunu korumuş olan Tuz Gölü havzası da Geç Eosen'de gerçekleşen hızlı sedimentasyon süreçlerinden etkilenerek büyük ölçüde doldurularak taşırılmıştır. Eosen'de çökelen birimler incelendiğinde, Tuz Gölü havzasında halen havzanın en güney kesimini temsil eden Ulukışla havzası dışında batı bölgesinden kırıntılı malzeme geliminin olmadığı görülür. Bu durum Tuz Gölü havzası depolanma alanının, batıdaki Menderes-Toros bloğundan gelen kırıntılı malzemenin direk olarak havzaya ulaşamadğı anlamına gelmektedir.

Eosen döneminin sonunda, Tuz Gölü ve Haymana havzaları derin havza niteliğini ve ayırıcı bariyerlerini kaybederek çökellerle dolup taşmıştır. Depolanan bu çökeller kendilerini sınırlayan kıtasal blokların sınırlı çarpışması sonucunda sıkışarak kıvrımlanmışlar ve daha sonra da önceki havza karakteri ile ilgisi olmayan Geç Eosen-Oligosen yaşlı karasal kırıntılılar ve evaporitler tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir.

Eosen dönemi sonrası: Eosen'den sonra Geç Oligosen'e kadar, Anadolu levhasının teşekkülünden sonra Ankara'dan Doğu Anadolu'ya kadar uzanan molas havzalarının bir parçası konumunda olan Tuz Gölü havzasında da molaslar çökelmiştir. Erken Oligosen süresince Tuz Gölü havzası ile Erzincan arasında bulunan doğu-batı uzanımlı küçük havzalar, birbirleriyle birleşerek Orta Anadolu'da izlenen ve geniş yayılıma sahip olan Oligo-Miyosen yaşlı jipsli serilerin, yaygın kırıntılıların ve yerel volkanoklastiklerin birlikte çökeldiği daha geniş molas havzalarına dönüşmüşlerdir (Şekil 6.1d).

Erken Miyosen döneminde Tuz Gölü havzası tamamen kuruyarak geniş çaplı erozyona maruz kalmıştır. Geç Miyosen özellikle Tortoniyen sonrasında Orta Anadolu'da ova rejiminin bir parçası olarak, Tuz Gölü havzasının paleotektonik yapısına hiç benzemeyen geniş yayılımlı ve sığ karakterli kompleks bir kıta içi havza ortaya çıkmıştır.

Tuz Gölü ve Haymana havzaları, kıtasal çarpışmaların başladığı Geç Maastrihtiyen'den, Geç Paleosen'e kadar birbirlerinden bağımsız birer yayönü havza konumundadırlar. Geç Paleosen-Erken Eosen sürecinde, bu iki yay önü havza birbirleri ile ve Menderes-Toros bloğu ile tabanında büyük ölçüde yayönü havzaların yer aldığı üçgen şekilli bir boşluk oluşturacak şekilde çarpıştılar ve bu havzalar hızlı bir şekilde çökeller ile havza kenarlarına kadar dolduruldu. Geç Eosen ve muhtemelen Oligosen boyunca devam eden çarpışma, havzayı dolduran çökellerin havza kenarlarına paralel olarak kıvrımlanmalarına sebep olmuştur. Çarpışmaya yönelik tektonik hareketlerin çok etkili olamaması ve havzanın tamamen kapanamaması, çarpışmanın geometrisi ile ilgilidir. Bu üçgen şekilli geometri, Tuz Gölü havzasının üzerinde yer aldığı havzayı muhafaza ederek deformasyon etkisini azaltmış ve Tuz Gölü havzasının bugünkü varlığını korumasını sağlamıştır. Bu nedenle Tuz Gölü havzası tam olarak kapanamamış bir sütur içerisinde ortaya çıkan pozisyonları gereği kısmen korunmuş olan kalıntı yay önü havzalardan oluşmuştur. Bu paleotektonik havza Arap ve Anadolu levhalarının çarpışmasıyla başlayan yeni tektonik dönemle ilişkili olarak gelişen daha geniş ve sığ karakterli bir havza tarafından örtülmüştür (Görür ve ark., 1984).

Tuz Gölü havzasının evrimi ile ilgili ikinci görüş, havzanın kıta içi riftleşme bölgesinde geliştiğini öne sürmektedir. Bu görüşe göre havza Geç Kretase'de yaklaşık K-G doğrultulu tansiyonel kuvvetlerin etkisi ile açılmaya başlayan ve temelde Kütahya-Bolkardağı metamorfikleri ile Orta Anadolu Ofiyolitli Karmaşığına ait birimlerin oluşturduğu bir kıta içi rift bölgesinde meydana gelmiştir (Erol, 1969; Arıkan, 1975; Çemen ve Dirik, 1992; Çemen ve ark., 1999; Dirik ve Erol, 2003). Çemen ve ark. (1999), Tuz Gölü havzasını Geç Kretase'de yaklaşık K-G doğrultulu tansiyonel kuvvetlerin etkisinde açılmaya başlayan fay kontrollü bir havza olarak tanımlamaktadırlar. Buna göre, Şereflikoçhisar-Aksaray fayı havzayı doğudan sınırlamaktadır. Havza, başlangıçta normal fay karakterli fayların arasında açılmasını sürdürmüştür. Ancak, normal faylar zaman zaman yanal atımlı fay karakterine dönüşerek varlığını Eosen'e kadar sürdürmüşlerdir. Yazarlar, Geç Eosen'de görülen evaporitlere dayanarak, havzanın Neotektonik döneme kadar kapalı ve kuru bir ortam olduğunu öne sürmektedirler. Bununla birlikte Neotektonik (Geç Miyosen-Kuvaterner) dönemde, Şereflikoçhisar-Aksaray fayının sağ yönlü yanal atımlı normal bir fay şeklinde yeniden hareketlendiğini ve günümüze kadar bu özelliğini sürdürdüğünü belirtmektedirler.

7. SONUÇLAR

Tuz Gölü ve yakın çevresinde gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında şu sonuçlar elde edilmiştir.

1. Korelasyon ilişkileri ve kümelenme analizleri kullanılmak suretiyle Göl suyundaki elementlerin, felsik ve mafik-ultramafik olmak üzere iki farklı kayaç grubundan kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde göldeki Na ve Cl' ün derinlerdeki Halit tabakaları veya domlarından, hidrotermal çözeltiler vasıtası ile taşındığı sonucuna varılmaktadır.

2. Güncel tuz kabuğunun ana oksit ve iz element içeriklerinin kabuğun alt ve üst seviyelerinde ve farklı lokasyonlarda çok değişken olduğu gözlenmiştir. Değişken jeokimyasal dağılımın muhtemel sebebi, göl suyunda asılı durumda bulunan kırıntılı miktarının değişiklik göstererek tuz kabuğu bünyesine çökelme sırasında farklı oranlarda girmiş olmasıdır. Göl suyundaki kırıntılı miktarını belirleyen en önemli etkenlerden birisi de sığ göl suyuna önemli hareketlilik kazandıran ve bir miktar da kırıntılı malzeme taşınmasına sebep olan rüzgar hareketleridir.

3. Sığ göl çökellerini temsil eden karotlardan alınan örneklerin XRD analizlerine göre çökellerde kırıntılı ve evaporitik fazlara rastlanmıştır. Kırıntılı faz başlıca kuvars, albit, hölandit, şabazit ve vermikülit; evaporitik faz ise halit, polihalit, jips, dolomit, kalsit, manyezit, huntit, kernit, probertit ve üleksit mineralleri ile temsil edilmektedir. Bu mineral birlikteliği göl suyu kimyasında önemli değişiklikler olduğunu ve bölgede kurak iklim şartlarının hakim olduğunu göstermektedir. Sığ göl çökelleri kimyasal olarak sınıflandırıldığında çoğunlukla vake, daha az olarak da sırasıyla arkoz ve şeyl bileşimindedir. Sığ göl çökellerinin depolandığı dönemde kaynak alandaki bozunma etkisi çok düşüktür (R=8.69 ve STİ=84.64). Bu durum da iklim şartlarının kurak olduğunu destekleyen önemli bir veridir. İlgili iz element diyagramlarına göre sığ göl çökelleri üst kabuk kökenli kayaçlar ve ortaç-mafik bileşimli kaynaklardan beslenmiştir. Çökellerde FMGY, YÇÇK ve TB tipi köken bileşenleri tespit edilmiştir. İz element diyagramlarına göre güncel Tuz Gölü'nün tektonik konumu "kıtasal ada yayı kenarı" olarak tespit edilmiştir.

4. Tuz Gölü 'nün yakın çevresinde yüzeyleyen Mezgit Grubuna ait yaşlı havza çökellerinin oluşturduğu formasyonlar jeokimyasal bakımdan ayrı ayrı incelenmiştir.

Yassıpur formasyonu kimyasal sınıflama diyagramlarında litarenit bileşimindedir ve kaynak alanında bozunma etkisi çok düşüktür (AKİ=48.73 ve

BKİ=56.45). İz element içeriklerine göre formasyon FMGY tipi köken bileşeninin olduğu ortaç-mafik bileşimli kökenden beslenmiştir. Yassıpur formasyonunun depolandığı havzanın tektonik konumu iz element içeriklerine göre kıtasal ada yayı kenarıdır.

Akboğaz formasyonu alt geçiş zonu (AAGZ) kimyasal sınıflama diyagramlarında Fe-kum bileşimindedir ve söz konusu zon için hesaplamalarda kaynak alanında bozunma etkisi çıkmamaktadır (AKİ=30.25 ve BKİ=31.34). Bunun sebebi alt geçiş zonundaki kırıntılı miktarının çok az oluşudur. Akboğaz formasyonu üst geçiş zonu (AÜGZ) kimyasal sınıflama diyagramlarında başlıca Fe-şeyl daha az ölçüde sırasıyla şeyl ve Fe-kum bileşiminde olup zon için kaynak alanında kimyasal bozunma etkisi başlangıç evresindedir (AKİ=56.02 ve BKİ=59.21). İz element içeriklerine göre bu zonlardaki kırıntılı malzeme FMGY tipi köken bileşeninin ayırt edildiği ortaç-mafik bileşimli bir kaynaktan beslenerek okyanusal ada yayı konumunda depolanmıştır.

Akboğaz formasyonunun ASAŞ normalize NTE deseni deniz suyu desenine benzerlik göstermez. Dolayısıyla NTE'nin kaynağı HNTE bakımından zengin terrijen kökenli malzemedir. Bu durumu NTE ile ΣSAFMNKT arasındaki çok kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi de desteklemektedir. Ancak kondrit normalize NTE deseninde sadece deniz suyundan çökelen saf denizel evaporitlerde görülen lantanit dörtlü etkisinin görülmesi deniz suyu jeokimyasal karakterinin halen korunduğuna işaret eder.

Tepeköy formasyonu kimyasal sınıflama diyagramlarında litarenit bileşiminde olup köken alanında kimyasal bozunma etkisi düşüktür (AKİ=51.42 ve BKİ=61.22). İz element içeriklerine göre formasyon FMGY ve TB köken bileşenlerinin olduğu ortaç-mafik bileşimli bir kaynaktan beslenerek kıtasal ada yayı kenarında depolanmıştır.

5. Cihanbeyli formasyonu kimyasal sınıflama diyagramlarında vake bileşiminde olup köken bölgesinde bozunma etkisi başlangıç evresinden ASAŞ'a doğru ilerlemiştir (AKİ=58.09 ve BKİ=64.50). Cihanbeyli formasyonu iz element içeriklerine göre FGY tipi köken bileşeninin olduğu ortaç-mafik bileşimli kaynaktan beslenererek başlıca kıtasal ada yayı kenarı ve kısmen okyanusal ada yayı kenarında depolanmıştır.

6. İnsuyu kireçtaşlarına ait NTE deseni, deniz suyu desenine benzememektedir Birim içersindeki NTE içeriği esas olarak kırıntılılardan kaynaklanmaktadır ve kondrit normalize NTE deseni felsik bir kaynağı göstermektedir.

7. Tuzgölü formasyonuna ait jipslerin içerisindeki NTE dağılımı terrijen malzemeler tarafından kontrol edilmektedir. Kondrit normalize NTE desenine göre HNTE'nin zenginleşmesi felsik bir kaynağa işaret etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, ana oksit içeriklerinin bozunma esnasında oldukça değişkenlik gösterebileceği göz önünde bulundurularak ana oksit diyagramlarından elde edilen sonuçlar değerlendirme dışında bırakılmıştır. Zira farklı diyagramlara düşürülen ana oksit içerikleri aynı formasyon için farklı sonuçlar vermiştir ve çoğu yerde iz element diyagramlarından elde edilen sonuçlarla da çelişmiştir. Dolayısıyla burada yapılan değerlendirmeler iz element içeriğini kullanan diyagramlara ve normalizasyon grafiklerine göre yapılmıştır.

Tuz Gölü'nün yakın çevresinde Geç Eosen-Oligosen zaman aralığında çökelmiş olan Mezgit Gurubuna ait kırıntılı ve evaporitik kökenli formasyonlar ile Miyosen-Pleyistosen döneminde çökelmiş olan Cihanbeyli, İnsuyu ve Tuzgölü formasyonlarının jeokimyasal olarak değerlendirilmesi yapıldığında, formasyonların genel olarak ortaç-mafik bileşimli kaynaklardan beslendiği görülmektedir (Çizelge 7.1). Formasyonlarda başlıca FMGY köken bileşeni bulunurken FGY ve TB tip köken bileşenleri de ayırtlanmıştır.

Mezgit gurubunun tektonik konum analizine bakılacak olursa; formasyonlar diyagramlarda başlıca kıtasal ada yayı kenarı bölgesine düşmektedir (Çizelge 7.2). Ancak geçiş zonları aynı diyagramlarda okyanusal ada yayı kenarı bölgesine ve Cihanbeyli formasyonu da başlıca kıtasal ada yayı kenarı bölgesi olmak üzere bir diyagramda da okyanusal ada yayı kenarı bölgesine düşmektedir. Öncelikle "kıtasal ada yayı" bulgusu Görür ve ark. (1984)'nın önerdiği tektonik konumu ve yay önü havzası tezini önemli ölçüde desteklemektedir (Bölüm 6; Şekil 7.1).

Tektonik konumun bazı formasyonlar için "okyanusal ada yayı kenarı" olarak çıkması çökellerin kökeninde tespit edilen FMGY ve TB tipi köken bileşenlerinden kaynaklanıyor olabilir. Zira, FMGY ve TB tipi köken bileşenleri daha mafik bileşimli olduklarından ilgili diyagramlardaki iz element içeriklerini etkileyerek tektonik konumun okyanusal ada yayı kenarı çıkmasına neden oluyor olabilir. Bunu sağlayabilecek durum ise söz konusu formasyonların çökelimi sırasında çökelme havzasına diğerlerinden ziyade mafik bileşimli kayaçlardan daha fazla malzeme gelmesi ile açıklanabilir.

Çizelge 7.1. Tuz Gölü ve yakın çevresinde incelenen çökellerin ana ve iz elementlere göre kaynak kayaçları

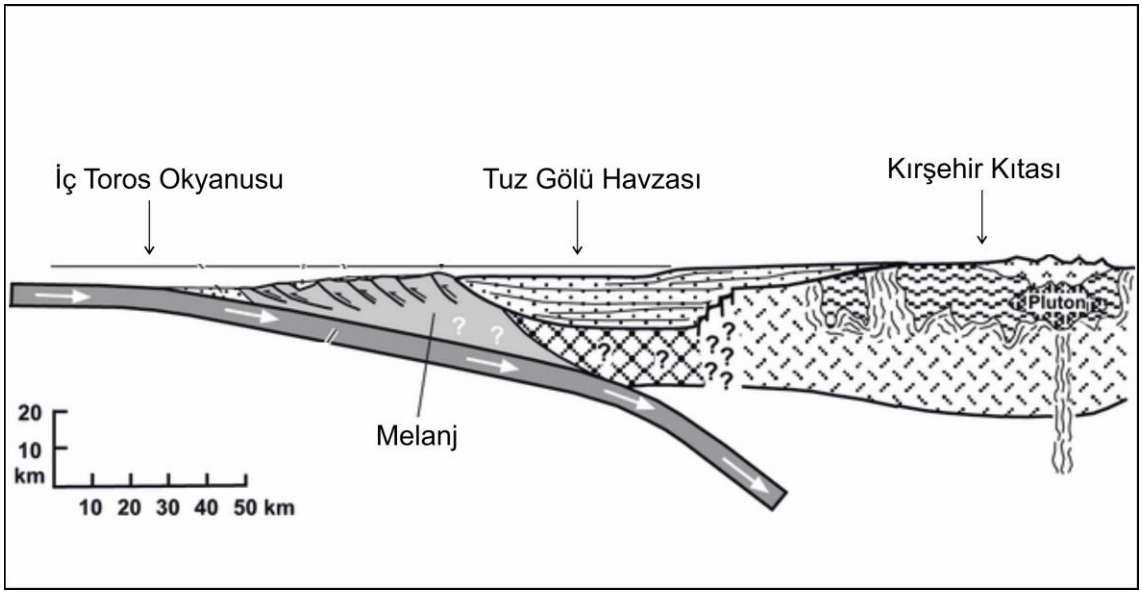
Formasyon	Ana oksitlere göre köken	İz elementlere göre köken					Tektonik ortamlara göre köken bileşeni
	Roser ve Korsh (1988)	NTE desenleri	Element oranları	Cullers (2002) La/Sc-Th/Co	McLennan ve ark. (1993) Sc-Th	Floyd ve Leveridge (1987) Hf-La/Th	McLennan ve ark. (1993) Zr/Sc-Th/Sc, U-Th/U, Hisscot (1984) Y/Ni-Cr/V
Sığ göl çökelleri	Kuvarsça zengin sedimanter* Felsik mağmatik*	Felsik* Mafik	Felsik Mafik*	Felsik	Felsik Ortaç*	Felsik/mafik karışım	FMGY YÇÇK TB
Tuzgölü fm.	-	Felsik	Mafik	-	-	-	-
İnsuyu fm.	-	Felsik	Felsik Mafik*	-	-	-	-
Cihanbeyli fm.	Ortaç mağmatik	Mafik	Mafik	Ortaç	Mafik	Felsik/mafik karışım	FGY
Tepeköy fm.	Kuvarsça zengin sedimanter Felsik mağmatik* Ortaç mağmatik*	Mafik	Felsik Mafik*	Ortaç	Ortaç Mafik*	Felsik/mafik karışım	FMGY TB
Akboğaz fm.	-		Mafik	-	-	-	-
AÜGZ	Kuvarsça zengin sedimanter Ortaç mağmatik* Mafik mağmatik*	Mafik	Mafik	Ortaç	Mafik	Felsik/mafik karışım	FMGY
AAGZ	Ortaç mağmatik* Mafik mağmatik*	Mafik	Felsik Mafik*	Ortaç	Mafik	Felsik/mafik karışım	FMGY
Yassıpur fm.	Kuvarsça zengin sedimanter Ortaç mağmatik*	Mafik	Felsik* Mafik	Ortaç	Mafik	Felsik/mafik karışım	FMGY

*Örnekler birden fazla köken ile temsil ediliyorsa, en çok örnek veya oranın bulunduğu köken kayaç gurubu

Çizelge 7.2. Tuz Gölü ve yakın çevresindeki çökellerin ana oksit ve iz element içeriklerine göre tektonik konumları

Formasyon	Ana oksit içeriklerine göre tektonik konum	İz element içeriklerine göre tektonik konum
Sığ göl çökelleri	Okyanusal ada yayı	Kıtasal ada yayı
Cihanbeyli	Aktif kıta kenarı* Okyanusal ada yayı*	Kıtasal ada yayı* Okyanusal ada yayı
Tepeköy	Aktif kıta kenarı* Okyanusal ada yayı*	Kıtasal ada yayı
AÜGZ	Okyanusal ada yayı	Kıtasal ada yayı Okyanusal ada yayı*
AAGZ	Okyanusal ada yayı	Kıtasal ada yayı Okyanusal ada yayı*
Yassıpur fm.	Aktif kıta kenarı* Okyanusal ada yayı*	Kıtasal ada yayı
*Örnekler birden fazla köken ile temsil ediliyorsa, en çok örnek veya oranın bulunduğu köken kayaç gurubu		

Tuz Gölü'nün güncel sığ çökellerine bakıldığında ise kaynak hakim olarak üst kabuk kökenli kayaçlar ile kısmen ortaç-mafik bileşimli kaynaklardır (Çizelge 7.1). Sığ göl çökelleri kıtasal ada yayı kenarı konumuna sahip Tuz Gölü havzasındaki çökelimin son evresini yansıttığı için yaşlı formasyonlardakinden farklı olarak neo-tektonik dönemdeki tektonik olaylar bu çökellere ait kaynaktada önemli değişimlere sebep olmuş olmalıdır. Kaynakta üst kabuk kökenli bileşenlerin olması, dalma-batma hareketinin sonlanmasıyla birlikte yüzeyleyen kabuk kökenli kayaçların havzaya malzeme sağladığının bir göstergesidir. Ancak yine de mafik kökenli kayaçlar ile ofiyolitik kökenli kayaçlar katkı sağlamaya devam etmişlerdir.



Şekil 7.1. Dickinson (1995)'e göre bir yayönü havzasının konumunu gösteren şekil ve Tuz Gölü havzasına uyarlanmış durumu

Diğer taraftan sığ göl çökelleri ve Mezgit Gurubundaki bazı formasyonlarda gözlenen TB tipi kökenin tespit edilmiş olması yukarıdaki yorumu ve Bölüm 6'da bahsedilen ofiyolit naplarının varlığını desteklemektedir. Dolayısıyla Görür ve ark. (1984)'nın öne sürdüğü İç Toros Okyanusunun varlığı, Tuzgölü havzasının bir yay önü havza olduğu ve Kırşehir Kıtasının büyük ölçüde ofiyolitler tarafından üzerlendiği tezleri bu çalışmada jeokimyasal veriler tarafından desteklenmiş olmaktadır (Bölüm 6).

KAYNAKLAR

Aagaard, P., 1974, Rare earth elements adsorption on clay minerals, *Bulletin du Groupe francais des Argiles,* 26, 193-199.

Agalede, H., 1954, Tuzgölü'nün batı ve güneybatı kenarlarının jeolojik etüdü, *M.T.A. Raporu, No: 2371, Ankara* (Yayımlanmamış).

Akarsu, İ., 1971, II. Bölge AR / TPO 747 no'lu sahanın terk raporu, *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Raporu, Ankara* (Yayımlanmamış).

Akıl, B., 2008, İnönü-Eskişehir fay sistemi 'nin Günyüzü (Eskişehir)-Yeniceoba (Konya-Türkiye) arasındaki bölümünün yapısal evrimi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara, 126 pp.

Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Geven, A., Türeli, T. K. ve Kadioğlu, Y. K., 1993, Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications, *Geological Journal,* 28 (3-4), 371-382.

Alibo, D. S. ve Nozaki, Y., 1999, Rare earth elements in seawater: particle association, shale-normalization, and Ce oxidation, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 63 (3–4), 363-372.

Almendinger, J. E., 1990, Groundwater control of closed-basin lake levels under steady-state conditions, *Journal of Hydrology,* 112 (3-4), 293-318.

Altınok, A., 2001, Mezgit formasyonunun (Şereflikoçhisar Güneydoğusu) jeolojisi ve petrol hazne kaya özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 107 pp.

Anders, E. ve Grevesse, N., 1989, Abundances of the elements: Meteoritic and solar, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 53 (1), 197-214.

Arıkan, Y., 1975, Tuz Gölü havzasının jeolojisi ve petrol imkanları, *M.T.A. Dergisi,* 85, 17-38.

Asiedu, D. K., Suzuki, S., Nogami, K. ve Shibata, T., 2000, Geochemistry of Lower Cretaceous sediments, Inner Zone of Southwest Japan: Constraints on provenance and tectonic environment, *Geochemical Journal,* 34 (2), 155-173.

Atabey, E., Tarhan, N., Akarsu, B. ve Taşkıran, A., 1987, Şereflikoçhisar, Panlı (Ankara) - Acıpınar (Niğde) yöresinin jeolojisi, *MTA Raporu, No: 8155,* (Yayımlanmamış).

Atalay, İ., 1997, Türkiye Coğrafyası, *Ege Üniversitesi yayınları*, Bornova, İzmir.

Ataman, G., 1972, Ankara'nın güneydoğusundaki granitik - granodiyoritik kütlelerden Cefalık dağın radyometrik yaşı hakkında ön çalışma, *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 2, 4-9.

Ateş, A., Kadıoğlu, Y. K., Tufan, S., Karat, H. İ. ve Çemen, İ., 1997, Tuz Gölü ve çevresinin derin jeolojisinin jeofizik yöntemlerle incelenmesi, *TÜBİTAK Raporu, No: YDABÇAG-118*, (Yayımlanmamış).

Ayan, M., 1959, Contribution a letude petrograhique et geologique de la region situee au Nord-Est de Kaman (Turquie), PhD Thesis, *These Fac. Sc. Univ. Nancy*, 396 pp.

Aydemir, A., 2008, Hydrocarbon potential of the Tuzgolu (Salt Lake) Basin, Central Anatolia, Turkey: A comparison of geophysical investigation results with the geochemical data, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 61 (1), 33-47.

Aydemir, A., 2009, Tectonic investigation of Central Anatolia, Turkey, using geophysical data, *Journal of Applied Geophysics*, 68, 321-334.

Aydemir, A. ve Ateş, A., 2006a, Interpretation of Suluklu-Cihanbeyli-Goloren magnetic anomaly, Central Anatolia, Turkey: An integration of geophysical data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 159 (3–4), 167-182.

Aydemir, A. ve Ateş, A., 2006b, Structural interpretation of the Tuzgolu and Haymana Basins, Central Anatolia, Turkey, using seismic, gravity and aeromagnetic data, *Earth Planets and Space*, 58 (8), 951-961.

Aydemir, A. ve Ateş, A., 2008, Determination of hydrocarbon prospective areas in the Tuzgolu (Saltlake) Basin, central Anatolia, by using geophysical data, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 62 (1–2), 36-44.

Aydeniz, A., 1985, Toprak Amenajmanı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928*, Ankara.

Aydın, N. S., Göncüoğlu, M. C. ve Erler, A., 1998, Latest Cretaceous magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: Review of field, petrographic and geochemical features, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 259-268.

Ayhan, A., Güzel, A., Küçüködük, M. ve Göçmez, G., 1993, Konya kapalı havzasında ve Tuz Gölü'nde kirliliğin tesbiti ve giderilmesi projesi, *Çevre Bakanlığı Projesi Raporu, Konya*, 250 s. (Yayımlanmamış).

Ayyıldız, T., 2000, Tuz Gölü Havzası Geç Paleosen yaşlı birimlerin jeokimyası ve diyajenetik özellikleri, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 241 pp.

Ayyıldız, T., 2002, Paleocene volcano-clastic sequences in the Tuz Gölü Basin, Central Anatolia, Turkey: An evolution of petroleum reservoir rock properties using logs, *Energy Sources*, 24 (8), 725-734.

Bailey, E. ve McCallien, W. J., 1950, The Ankara Melange and the Anatolian thrust, *Nature*, 166 (4231), 938-940.

Bailey, E. B. ve McCallien, W. J., 1954, XI.—Serpentine lavas, the Ankara Mélange and the Anatolian thrust, *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 62 (02), 403-442.

Balashov, Y. A. ve Girin, Y. P., 1969, On the reserve of mobile rare earth elements in sedimentary rocks, *Geochemistry International,* 6, 649-659.

Banner, J. L., 1995, Application of the trace element and isotope geochemistry of strontium to studies of carbonate diagenesis, *Sedimentology,* 42 (5), 805.

Bau, M., 1996, Controls on the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect, *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 123 (3), 323-333.

Bau, M. ve Dulski, P., 1996, Distribution of yttrium and rare-earth elements in the Penge and Kuruman iron-formations, Transvaal Supergroup, South Africa, *Precambrian Research,* 79 (1–2), 37-55.

Bhatia, M. R., 1983, Plate tectonics and geochemical composition of sandstones, *The Journal of Geology,* 91 (6), 611-627.

Bhatia, M. R. ve Crook, K. A. W., 1986, Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins, *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 92 (2), 181-193.

Blatt, H., Middleton, G. ve Murray, R., 1980, Origin of sedimentary rocks (second edn.), *Prentice Hall*, New Jersey, 768 pp.

Briere, P. R., 2000, Playa, playa lake, sabkha: Proposed definitions for old terms, *Journal of Arid Environments,* 45 (1), 1-7.

Calvo, J. P., Blanc-Valleron, M. M., Rodríguez-Arandía, J. P., Rouchy, J. M. ve Sanz, M. E., 2009, Authigenic clay minerals in continental evaporitic environments. In M. Thiry ve R. Simon-Coinçon (Eds.), Palaeoweathering Palaeosurfaces and Related Continental Deposits, pp. 129-151, *Blackwell Publishing Ltd.*

Capraru, C., 1977, Considerations regarding the oil possibilities of Tuz Gölü Basin, *TPAO Raporu, Ankara* (Yayımlanmamış).

Chaillou, G., Anschutz, P., Lavaux, G. ve Blanc, G., 2006, Rare earth elements in the modern sediments of the Bay of Biscay (France), *Marine Chemistry*, 100 (1–2), 39-52.

Chen, K., Jiao, J. J., Huang, J. ve Huang, R., 2007, Multivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in a coastal area in Shenzhen, China, *Environmental Pollution*, 147 (3), 771-780.

Childress, C. J. O., Foreman, W. T., Connor, B. F. ve Maloney, T. J., 1999, New reporting procedures based on long-term method detection levels and some considerations for interpretations of water-quality data provided by the U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory, *U.S. Geological Survey, No: Open-File Report 99-193, Reston, Virginia*, 19 pp.

Chittleborough, D. J., 1991, Indices of weathering for soils and palaeosols formed on silicate rocks, *Australian Journal of Earth Sciences*, 38, 115-120.

Cingolani, C. A., Manassero, M. ve Abre, P., 2003, Composition, provenance, and tectonic setting of Ordovician siliciclastic rocks in the San Rafael block: Southern extension of the Precordillera crustal fragment, Argentina, *Journal of South American Earth Sciences*, 16 (1), 91-106.

Cloutier, V., Lefebvre, R., Therrien, R. ve Savard, M. M., 2008, Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system, *Journal of Hydrology*, 353 (3–4), 294-313.

Condie, K. C., 1991, Another look at rare earth elements in shales, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55 (9), 2527-2531.

Condie, K. C., Noll Jr, P. D. ve Conway, C. M., 1992, Geochemical and detrital mode evidence for two sources of Early Proterozoic sedimentary rocks from the Tonto Basin Supergroup, central Arizona, *Sedimentary Geology*, 77 (1–2), 51-76.

Cox, R., Lowe, D. R. ve Cullers, R. L., 1995, The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59 (14), 2919-2940.

Crook, K. A. W., 1974, Lithogenesis and geotectonics: the significance of compositional variation in flysch arenites (Greywackes). In R. H. Dott ve R. H. Shaver (Eds.), Modern and ancient geosynclinal sedmentation, Vol. 19, pp. 304-310, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*.

Cullers, R. L., 1988, Mineralogical and chemical changes of soil and stream sediment formed by intense weathering of the Danburg granite, Georgia, U.S.A, *Lithos*, 21 (4), 301-314.

Cullers, R. L., 1994, The controls on the major and trace element variation of shales, siltstones, and sandstones of Pennsylvanian-Permian age from uplifted continental blocks in Colorado to platform sediment in Kansas, USA, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58 (22), 4955-4972.

Cullers, R. L., 1995, The controls on the major- and trace-element evolution of shales, siltstones and sandstones of Ordovician to tertiary age in the Wet Mountains region, Colorado, U.S.A, *Chemical Geology*, 123 (1–4), 107-131.

Cullers, R. L., 2000, The geochemistry of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian-Permian age, Colorado, USA: implications for provenance and metamorphic studies, *Lithos*, 51 (3), 181-203.

Cullers, R. L., 2002, Implications of elemental concentrations for provenance, redox conditions, and metamorphic studies of shales and limestones near Pueblo, CO, USA, *Chemical Geology*, 191 (4), 305-327.

Cullers, R. L., Barrett, T., Carlson, R. ve Robinson, B., 1987, Rare-earth element and mineralogic changes in Holocene soil and stream sediment: A case study in the Wet Mountains, Colorado, U.S.A, *Chemical Geology*, 63 (3–4), 275-297.

Cullers, R. L., Basu, A. ve Suttner, L. J., 1988, Geochemical signature of provenance in sand-size material in soils and stream sediments near the Tobacco Root batholith, Montana, U.S.A, *Chemical Geology*, 70 (4), 335-348.

Cullers, R. L. ve Graf, J. L., 1984, Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: predominantly basic and ultrabasic rocks. Rare earth element geochemistry, Vol. 2, pp. 237-274, *Elsevier Amsterdam*.

Çamur, M. Z. ve Mutlu, H., 1995, Tuz Gölü'ndeki mineral çökeliminin termodinamik değerlendirilimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni,* 38 (2), 67-73.

Çamur, M. Z. ve Mutlu, H., 1996, Major-ion geochemistry and mineralogy of the Salt Lake (Tuz Gölü) basin, Turkey, *Chemical geology*, 127 (4), 313-329.

Çemen, İ. ve Dirik, K., 1992, Tuzgölü havzasının kuzeydoğu kısmının stratigrafisi, yapısal jeolojisi ve jeoloji tarihi, *TPAO Raporu, No: 3115*, (Yayımlanmamış).

Çemen, I., Göncüoglu, M. C. ve Dirik, K., 1999, Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey, *The Journal of geology*, 107 (6), 693-706.

Dabard, M. P., 1990, Lower Brioverian formations (Upper Proterozoic) of the Armorican Massif (France): geodynamic evolution of source areas revealed by sandstone petrography and geochemistry, *Sedimentary Geology*, 69 (1–2), 45-58.

Danielsson, Å., Cato, I., Carman, R. ve Rahm, L., 1999, Spatial clustering of metals in the sediments of the Skagerrak/Kattegat, *Applied Geochemistry*, 14 (6), 689-706.

Das, B., Birgit, G. ve Kaur, P., 2008, Geochemistry of Renuka Lake and wetland sediments, Lesser Himalaya (India): implications for source-area weathering, provenance, and tectonic setting, *Environmental Geology*, 54 (1), 147-163.

Das, B. K., Al-Mikhlafi, A. S. ve Kaur, P., 2006, Geochemistry of Mansar Lake sediments, Jammu, India: Implication for source-area weathering, provenance, and tectonic setting, *Journal of Asian Earth Sciences*, 26 (6), 649-668.

Das, B. K. ve Haake, B.-G., 2003, Geochemistry of Rewalsar Lake sediment, Lesser Himalaya, India: implications for source-area weathering, provenance and tectonic setting, *Geosciences Journal*, 7 (4), 299-312.

Davis, J. C., 1986, Statistics and data analysis in geology, *John Wiley & Sons*, New York, 656 pp.

De Baar, H. J. W., Schijf, J. ve Byrne, R. H., 1991, Solution chemistry of the rare earth elements in seawater, *European Journal of Solid State Inorganic Chemistry*, 28, 357-373.

De Martonne, E., 1926, Aréisme et indice artidite, *Comptes Rendus de L'Acad Sci,* 182, 1395–1398.

Dellaloğlu, A. A., 1997, Ankara ili-Tuzgölü arasında Neotetis'in kuzey kolunun evrimi (Haymana-Tuzgölü basenlerinin stratigrafileri ve jeotektonik evrimleri), Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 346 pp.

Dellaloğlu, A. A. ve Aksu, R., 1984, Kulu, Şereflikoçhisar, Aksaray dolayının jeolojisi ve petrol olanakları, *TPAO Raporu, No: 2020*, 42 s. (Yayımlanmamış).

Derman, A. S., 1980, Tuz Gölü ve kuzeyinin jeolojisi, *TPAO Raporu, No: 1512, Ankara*, 41 s. (Yayımlanmamış).

Dickinson, W. R., 1985, Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In G. G. Zuffa (Ed.), Provenance of Arenites, Vol. 148, pp. 333-361, *Springer Netherlands*.

Dickinson, W. R., 1988, Provenance and Sediment Dispersal in Relation to Paleotectonics and Paleogeography of Sedimentary Basins. In K. Kleinspehn ve C. Paola (Eds.), New Perspectives in Basin Analysis, pp. 3-25, *Springer New York*.

Dickinson, W. R., 1995, Forearc basins. In C. Busby ve I. R.V. (Eds.), Tectonics of sedimentary basins, pp. 221-261, *Blackwell*, Oxford.

Dickinson, W. R. ve Seely, D. R., 1979, Structure and stratigraphy of fore arc regions, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin,* 63 (1), 2-31.

Diker, S., 1958, Türkiye'de rejyonal gravimetrik ve manyetometrlk etüdler ve petrol imkânları, *MTA Dergisi,* 50, 93-95.

Dinçer, A., 1978, Haymana-Kulu yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları, *TPAO Raporu, No: 1314*, (Yayımlanmamış).

Dirik, K. ve Erol, O., 2000, Tuzgölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi Orta Anadolu, Türkiye, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Özel Sayı,* 5, 27-46.

Dirik, K. ve Erol, O., 2003, Tectonomorphologic evolution of Tuzgölü and surrounding area, central Anatolia-Turkey, *Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication,* 5, 27-46.

Dirik, K. ve Göncüoglu, M. C., 1996, Neotectonic characteristics of Central Anatolia, *International Geology Review,* 38 (9), 807-817.

Dönmez, Y., 1984, Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları, *İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102*, İstanbul.

Elderfield, H., 1988, The oceanic chemistry of the Rare-Earth Elements, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences,* 325 (1583), 105-126.

Erdoğan, F., 2003, Tuz Gölü suyunun kimyası ve mevsimsel değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 79 pp.

Ergun, O. N., 1988, Şereflikoçhisar yöresi Tuz Gölü güncel evaporit çökellerinin sedimantolojik incelemesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No:33*, Samsun, 73 pp.

Erinç, S., 1957, Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları, *İTÜ Hidrojeoloji Enstitüsü*, İstanbul.

Erol, O., 1969, Tuz Gölü Havzasının jeoloji ve jeomorfolojisi (Genç tektonik hareketler, pluvial göl sekileri ve potas-tuz teşekkül şartları yönünden bir araştırma), *TÜBİTAK Raporu, No: 26*, 284 s. (Yayımlanmamış).

Eugster, H. P., 1980, Geochemistry of evaporitic lacustrine deposits, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences,* 8, 35-63.

Eugster, H. P. ve Hardie, L. A., 1978, Saline Lakes. In A. Lerman (Ed.), Lakes; chemistry, geology, physics, pp. 237-293, *Springer*, New York.

Eugster, H. P. ve Jones, B. F., 1979, Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution, *American Journal of Science,* 279 (6), 609-631.

Federal Register, 1995, Definition and procedure for determination of the Method Detection Limit, *Environmental Protection Agency*, *No: 40 CFR Part 136, Appendix B, Revision 1.11, U.S.A.*, 319-322 pp.

Fedo, C. M., Wayne Nesbitt, H. ve Young, G. M., 1995, Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance, *Geology,* 23 (10), 921-924.

Fedo, C. M., Young, G. M. ve Nesbitt, H. W., 1997, Paleoclimatic control on the composition of the Paleoproterozoic Serpent Formation, Huronian Supergroup, Canada: a greenhouse to icehouse transition, *Precambrian Research,* 86 (3–4), 201-223.

Floyd, P. A. ve Leveridge, B. E., 1987, Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: Framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones, *Journal of the Geological Society,* 144, 531-542.

Floyd, P. A., Özgül, L. ve Göncüoğlu, M. C., 2003, Metabasite blocks from the Koçyaka HP-LT metamorphic rocks, Konya, Central Anatolia: Geochemical evidence for an Arc-Back-Arc pair?, *Turkish Journal of Earth Sciences,* 12 (2), 157-174.

Folk, R. L., 1974, Petrology of sedimentary rocks, *Hemphill Publishing Company*, Austin, Texas, 184 pp.

Förstner, U. ve Wittmann, G. T. W., 1979, Metal Pollution in the Aquatic Environment, *Springer-Verlag*, Berlin-Heidelberg-New York 488 pp.

Gorur, N. ve Tuysuz, O., 2001, Cretaceous to Miocene paleogeographic evolution of Turkey: Implications for hydrocarbon potential, *Journal of Petroleum Geology,* 24 (2), 119-146.

Göncüoğlu, M. C., 1992, Structural and stratigraphic framework of the central Anatolian Tertiary Basins, In MTA (Ed.), *IGCP Project Early Paleogene Benthos Third Meeting*, Ankara

Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Erler, A. ve Yalınız, K., 1994, Orta Anadolu Masifinin doğu bölümünün jeolojisi, Bölüm 4: Orta Anadolu Masifinin Sivas Baseni ile ilişkisi,, *TPAO Raporu, No: 3535, Ankara*, 135 s. (Yayımlanmamış).

Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L. ve Çemen, İ., 1996, Tuzgölü havzası batı kısmının temel jeolojik sorunları, *TPAO Raporu, No: 3753*, (Yayımlanmamış).

Göncüoğlu, M. C., Özcan, A., Turhan, N. ve Işık, A., 1992, Stratigraphy of the Kütahya region, *ISGB International Symposium on the Geology of the Black Sea Region*, Ankara pp. 3-8.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A. ve Olgun, E., 1991, Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 1: Güney Kesim, *TPAO Raporu, No: 2909, Ankara*, 140 s. (Yayımlanmamış).

Görür, N., 1981, Tuzgölü-Haymana havzasının stratigrafik analizi, *İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu,T.J.K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı*, Ankara pp. 60-65.

Görür, N. ve Derman, A. S., 1978, Tuzgölü-Haymana havzasının stratigrafik ve tektonik analizi, *TPAO Raporu, No: 1514, Ankara*, 60 s. (Yayımlanmamış).

Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen, İ. ve Şengör, A. M. C., 1984, Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. In J. E. Dixon ve A. H. F. Robertson (Eds.), The geological evolution of the eastern mediterranean, Vol. 17, pp. 467-482, *Geological Society Special Publications*, London.

Görür, N., Şengör, A. M. C., Akkök, R. ve Yılmaz, Y., 1983, Pontidlerde Neo - Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimantolojik veriler, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,* 26, 11-20.

Görür, N., Tüysüz, O. ve Şengör, A. M. C., 1998, Tectonic evolution of the Central Anatolian basins, *International Geology Review*, 40 (9), 831-850.

Gözlev, S., 2006, Tuz Gölü tuzlalarındaki ağır metal değişimi, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gebze, 81 pp.

Greaves, M. J., Elderfield, H. ve Sholkovitz, E. R., 1999, Aeolian sources of rare earth elements to the Western Pacific Ocean, *Marine Chemistry,* 68 (1–2), 31-38.

Güler, C., Thyne, G. D., McCray, J. E. ve Turner, K. A., 2002, Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data, *Hydrogeology Journal,* 10 (4), 455-474.

Gündogdu, M. N., Yalçın, H., Temel, A. ve Clauer, N., 1996, Geological, mineralogical and geochemical characteristics of zeolite deposits associated with borates in the Bigadiç, Emet and Kirka Neogene lacustrine basins, western Turkey, *Mineralium Deposita,* 31 (6), 492-513.

Gündoğan, İ. ve Helvacı, C., 1996, Geology, hydrochemistry, mineralogy and economic potential of the Bolluk Lake (Cihanbeyli-Konya) and the adjacent area, *Turkish Journal of Earth Sciences,* 5 (2), 91-104.

Gürbüz, C. ve Evans, J. R., 1991, A seismic refraction study of the western Tuz Gölü basin, central Turkey, *Geophysical Journal International,* 106 (1), 239-251.

Güzel, A., Ayhan, A. ve Göçmez, G., 2004, Tuz Gölü Havzasının Kirlenmesi, *Evaporitler Tuzlar Semineri,* Ankara pp. 240-247.

Hall, A., 1998, Zeolitization of volcaniclastic sediments; the role of temperature and pH, *Journal of Sedimentary Research,* 68 (5), 739-745.

Hardie, L. A. ve Eugster, H. P., 1970, The evolution of closed-basin brines, *Mineralogical Society of America Special Paper,* 3, 273-290.

Harnois, L., 1988, The CIW index: A new chemical index of weathering, *Sedimentary Geology,* 55 (3–4), 319-322.

Hay, R. L., 1981, Geology of zeolites in sedimentary rocks. In F. A. Mumpton (Ed.), Mineralogy and geology of natural zeolites Vol. 4, pp. 165-175, *Mineralogical Society of America Reviews in Mineralogy*.

Hay, R. L., 1986, Geologic occurrence of zeolites and some associated minerals, *Pure and Applied Chemistry,* 58 (10), 1339-1342.

Helvaci, C., 1995, Stratigraphy, mineralogy, and genesis of the Bigadic borate deposits, western Turkey *Economic Geology,* 90 (5), 1237-1260.

Helvaci, C. ve Alonso, R. N., 2000, Borate deposits of Turkey and Argentina; A summary and geological comparison, *Turkish Journal of Earth Sciences* 9(1), 1-27.

Helvaci, C. ve Orti, F., 1998, Sedimentology and diagenesis of Miocene colemanite-ulexite deposits (western Anatolia, Turkey), *Journal of Sedimentary Research,* 68 (5), 1021-1033.

Helvaci, C. ve Orti, F., 2004, Zoning in the Kirka borate deposit, western Turkey: Primary evaporitic fractionation or diagenetic modifications?, *Canadian Mineralogist,* 42 (4), 1179-1204.

Herron, M. M., 1988, Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data, *Journal of Sedimentary Research,* 58 (5), 820-829.

Hiscott, R. N., 1984, Ophiolitic source rocks for Taconic-age flysch: Trace-element evidence, *Geological Society of America Bulletin,* 95 (11), 1261-1267.

Holland, H. D., 1978, The chemistry of the atmosphere and oceans, *Wiley,* New York.

Iijima, A., 1980, Geology of natural zeolites and zeolitic rocks, *Pure and Applied Chemistry,* 52 (9), 2115-2130.

İnan, K., Dunham, A. C. ve Esson, J., 1973, Mineralogy, chemistry and origin of Kirka borate deposits, Eskişehir Province, *Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, Section B: Applied Earth Science,* 82, 114-123.

Irion, G., 1970, Mineralogissch-sedimentpetrographische und geochemische untersuchungen am Tuz Gölü ("Salzsee"), Türkei, Dissertation, *Ruprecht Karl Universitat,* Heidelberg.

Irion, G., 1972, Lithium als anreicherungsprodukt in zwei Türkischen Salzseen, *Naturwissenschaften,* 59 (10), 467-467.

Irion, G. ve Müller, G., 1968, Huntite, dolomite, magnesite, and polyhalite, of recent age from Tuz Gölü, Turkey, *Nature,* 220, 1309-1310.

Jayawardena, U. d. S. ve Izawa, E., 1994, A new chemical index of weathering for metamorphic silicate rocks in tropical regions: A study from Sri Lanka, *Engineering Geology,* 36 (3–4), 303-310.

Jenner, G. A., 1996, Trace element geochemistry of igneous rocks: geochemical nomenclature and analytical geochemistry. In D. A. Wyman (Ed.), Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration, Vol. 12, pp. 51-77, Geological Association of Canada.

Jin, Z., Li, F., Cao, J., Wang, S. ve Yu, J., 2006, Geochemistry of Daihai Lake sediments, Inner Mongolia, north China: Implications for provenance, sedimentary sorting, and catchment weathering, *Geomorphology,* 80 (3–4), 147-163.

Jones, B. F. ve Deocampo, D. M., 2003, Geochemistry of saline lakes. In H. D. Holland ve K. K. Turekian (Eds.), Treatise on Geochemistry, Vol. 5, pp. 393-424, *Pergamon,* Oxford.

Jones, B. F., Naftz, D. L., Spencer, R. J. ve Oviatt, C. G., 2009, Geochemical Evolution of Great Salt Lake, Utah, USA, *Aquatic Geochemistry,* 15 (1-2), 95-121.

Jones, R. P. ve Clarke, J. U., 2005, Analytical chemistry detection limits and the evaluation of dredged sediment, *U.S. Army Engineer Research and Development Center, No: ERDC/TN EEDP-04-36, Vicksburg, MS.*, 10 pp.

Kasanzu, C., Maboko, M. A. H. ve Manya, S., 2008, Geochemistry of fine-grained clastic sedimentary rocks of the Neoproterozoic Ikorongo Group, NE Tanzania: Implications for provenance and source rock weathering, *Precambrian Research,* 164 (3–4), 201-213.

Kashima, K., 2002, Environmental and climatic changes during the last 20,000 years at Lake Tuz, central Turkey, *Catena,* 48 (1–2), 3-20.

Kaufman, L. ve Rousseeuw, P. J., 1990, Finding groups in data: an introduction to cluster analysis, *Wiley,* New York, 342 pp.

Kawabe, I., Toriumi, T., Ohta, A. ve Miura, N., 1998, Monoisotopic REE abundances in seawater and the origin of seawater tetrad effect, *Geochem. J.,* 32 (4), 213-229.

KGM, 2012, Karayolları Genel Müdürlüğü, karayolları haritası, ölçek 1/1.700.000, *Ankara*.

Kılıç, Ö. ve Kılıç, A. M., 2005, Recovery of salt co-products during the salt production from brine, *Desalination*, 186 (1), 11-19.

Kılıç, Ö. ve Kılıç, A. M., 2010, Salt crust mineralogy and geochemical evolution of the Salt Lake (Tuz Gölü), Turkey, *Scientific Research and Essays*, 5 (11), 1317-1324.

Koçak, K., 2006, Hybridization of mafic microgranular enclaves: mineral and whole-rock chemistry evidence from the Karamadazı Granitoid, Central Turkey, *International Journal of Earth Sciences*, 95 (4), 587-607.

Koçak, K., Zedef, V. ve Kansun, G., 2011, Magma mixing/mingling in the Eocene Horoz (Nigde) granitoids, Central southern Turkey: evidence from mafic microgranular enclaves, *Mineralogy and Petrology*, 103 (1-4), 149-167.

Koçyiğit, A., 1991, An example of an accretionary forearc basin from northern Central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey, *Geological Society of America Bulletin*, 103 (1), 22-36.

Koçyiğit, A., Özkan, S. ve Rojay, B. F., 1988, Examples from the forearc basin remnants at the active magrin of northern Neo-Tethys; Development and emplacement ages of the Anatolian nappe,Turkey, *METU Journal of Pure and Applied Sciences*, 21 (1-3), 183-210.

Korkmaz, G., 2006, Konya ili atıksularının Tuz Gölü üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 55 pp.

Köppen, W., 1936, Das geographisca System der Klimate. In W. Köppen ve G. Geiger (Eds.), Handbuch der Klimatologie, pp. 1–44, Borntraeger.

Lahn, E., 1949, Orta Anadolu' nun jeolojisi hakkında, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,* 2 (1), 90-107.

Langbein, W. B., 1961, Salinity and hydrology of closed lakes, *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 412, 1-20.

Leventoğlu, H., 1994, Neotectonic characteristics of the central part of the Tuzgölü fault zone around Mezgit (Aksaray), Yüksek Lisans Tezi, *The Graduate School of Natural and Applied Sciences Middle East Technical University*, Ankara, 86 pp.

Li, J., Wang, Y., Xie, X. ve Su, C., 2012, Hierarchical cluster analysis of arsenic and fluoride enrichments in groundwater from the Datong basin, Northern China, *Journal of Geochemical Exploration*, 118 (0), 77-89.

Madhavaraju, J., González-León, C. M., Lee, Y. I., Armstrong-Altrin, J. S. ve Reyes-Campero, L. M., 2010, Geochemistry of the Mural Formation (Aptian-Albian) of the Bisbee Group, Northern Sonora, Mexico, *Cretaceous Research*, 31 (4), 400-414.

Masuda, A. ve Ikeuchi, Y., 1979, Lanthanide tetrad effect observed in marine environment, *Geochemical Journal*, 13 (1), 19-22.

McKenna, J. E., 2003, An enhanced cluster analysis program with bootstrap significance testing for ecological community analysis, *Environmental Modelling & Software*, 18 (3), 205-220.

McLennan, S. M., Hemming, S., McDaniel, D. K. ve Hanson, G. N., 1993, Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. In M. J. Johnsson ve A. Basu (Eds.), Geological Society of America Special Papers, Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments, Vol. 284, pp. 21-40.

McLennan, S. M., Nance, W. B. ve Taylor, S. R., 1980, Rare earth element-thorium correlations in sedimentary rocks, and the composition of the continental crust, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 44 (11), 1833-1839.

McLennan, S. M., Taylor, S. R. ve Kröner, A., 1983, Geochemical evolution of Archean shales from South Africa. I. The Swaziland and Pongola Supergroups, *Precambrian Research*, 22 (1–2), 93-124.

McLennan, S. M., Taylor, S. R., McCulloch, M. T. ve Maynard, J. B., 1990, Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54 (7), 2015-2050.

Mees, F., Stoops, G., Van Ranst, E., Paepe, R. ve Van Overloop, E., 2005, The nature of zeolite occurrences in deposits of the Olduvai Basin, northern Tanzania, *Clays and clay minerals*, 53 (6), 659-673.

MGM, 2014, İklim Sınıflandırmaları, *M.G.M. Klimatoloji Şube Müdürlüğü*, from http://www.mgm.gov.tr/iklim/dokuman, [12.10.2014]

Mohamed, A. N., 1996, Subsurface geology of the Upper Cretaceous-Lower Paleocene sequence in the southeastern section of the Tuz Gölü Basin, Turkey, Yüksek Lisans Tezi, *The Graduate School of Natural and Applied Sciences Middle East Technical University*, Ankara, 80 pp.

Motts, W. S., 1972, Some hydrologic and geologic processes influencing playa development in Western United States, In C. C. J. Reeves (Ed.), *Playa Lake Symposium*, Lubbock pp. 89-106.

Mrazovac, S., Vojinović-Miloradov, M., Matić, I. ve Marić, N., 2013, Multivariate statistical analyzing of chemical parameters of groundwater in Vojvodina, *Chemie der Erde - Geochemistry*, 73 (2), 217-225.

Mumpton, F. A., 1983, Commercial utilization of natural zeolites In S. J. LeFond (Ed.), Industrial minerals and rocks, pp. 1418-1431, *American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers Inc.*, New York.

Murali, A. V., Parthasarathy, R., Mahadevan, T. M. ve Das, M. S., 1983, Trace element characteristics, REE patterns and partition coefficients of zircons from different

geological environments: A case study on Indian zircons, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 47 (11), 2047-2052.

Müller, G. ve Irion, G., 1969, "Salt Biscuits" a special growth structure of NaCl in salt sediments of the Tuz Gölü (Salt Lake), Turkey, *Journal of Sedimentary Research,* 39 (4), 1604-1607.

Müller, G., Irion, G. ve Förstner, U., 1972, Formation and diagenesis of inorganic Ca−Mg carbonates in the lacustrine environment, *Naturwissenschaften,* 59 (4), 158-164.

Nance, W. B. ve Taylor, S. R., 1976, Rare earth element patterns and crustal evolution-I. Australian post-Archean sedimentary rocks, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 40 (12), 1539-1551.

Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1982, Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites, *Nature,* 299 (5885), 715-717.

Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1984, Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 48 (7), 1523-1534.

Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1989, Formation and diagenesis of weathering profiles, *The Journal of Geology,* 97 (2), 129-147.

Norman, T., 1973, Ankara Yahşihan bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer sedimentasyonu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,* 16 (1), 41-66.

Norman, T., 1975, Ankara melanjının yapısı hakkında, *Cumhuriyetin 50. Yılı yerbilimleri kongresi tebliğleri,* pp. 77-94.

Nothdurft, L. D., Webb, G. E. ve Kamber, B. S., 2004, Rare earth element geochemistry of Late Devonian reefal carbonates, Canning Basin, Western Australia: confirmation of a seawater REE proxy in ancient limestones, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 68 (2), 263-283.

Nozaki, Y. ve Alibo, D. S., 2003, Importance of vertical geochemical processes in controlling the oceanic profiles of dissolved rare earth elements in the northeastern Indian Ocean, *Earth and Planetary Science Letters,* 205 (3–4), 155-172.

Nozaki, Y., Zhang, J. ve Amakawa, H., 1997, The fractionation between Y and Ho in the marine environment, *Earth and Planetary Science Letters,* 148 (1–2), 329-340.

Okay, A. I., 1984, Distribution and characteristics of the north-west Turkish blueschists. In J. E. Dixon ve A. H. F. Robertson (Eds.), Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Vol. 17, pp. 455-466, *Geological Society, London, Special Publications*, London.

Okay, A. I. ve Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society, London, Special Publications,* 156 (1), 475-515.

Oktay, F. Y., 1973, Sedimentary and tectonic history of the Ulukışla area, southern Turkey, Ph.D. Thesis, *Unpubl. Univ. College*, London.

Oktay, F. Y. ve Dellaloğlu, A. A., 1987, Tuz Gölü havzası (Orta Anadolu) stratigrafisi üzerine yeni görüşler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, pp. 312-321.

Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turan, N., Uysal, Ş., Şentük, K. ve Işık, A., 1988, Late Paleozoik evolution of the Kütahya-Bolkardağ Belt, *Metu Journal of Pure and Applied Sciences*, 21 (1-3), 211-220.

Özdemir, M., 2002, Şereflikoçhisar (Ankara) ve çevresinin jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 58 pp.

Özgüner, A. M., 2004, Tuz Gölü (Türkiye) ve Ölü Deniz (Ürdün) tuz yatakları jeolojilerinin ve ekonomik imkanlarının karşılaştırılması, *Evaporitler Tuzlar Semineri*, Ankara pp. 150-189.

Özsayın, E., 2007, İnönü-Eskişehir fay sistemi 'nin Yeniceoba-Cihanbeyli (Konya-Türkiye) arasındaki bölümünün Neojen-Kuvaterner yapısal evrimi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 120 pp.

Özsayin, E. ve Dirik, K., 2007, Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir fault system, Central Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16 (4), 471-492.

Palmer, M. R. ve Helvaci, C., 1995, The boron isotope geochemistry of the Kirka borate deposit, western Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59 (17), 3599-3605.

Palmer, M. R. ve Helvaci, C., 1997, The boron isotope geochemistry of the neogene borate deposits of western Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61 (15), 3161-3169.

Parekh, P. P., Möller, P., Dulski, P. ve Bausch, W. M., 1977, Distribution of trace elements between carbonate and non-carbonate phases of limestone, *Earth and Planetary Science Letters*, 34 (1), 39-50.

Pettijohn, F. J., Potter, P. E. ve Siever, R., 1972, Sand and Sandstone, *Springer US*, New York, 618 pp.

Piepgras, D. J. ve Jacobsen, S. B., 1992, The behavior of rare earth elements in seawater: Precise determination of variations in the North Pacific water column, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56 (5), 1851-1862.

Potter, P. E., 1978, Petrology and chemistry of modern big river sands, *The Journal of Geology*, 86 (4), 423-449.

Price, J. R. ve Velbel, M. A., 2003, Chemical weathering indices applied to weathering profiles developed on heterogeneous felsic metamorphic parent rocks, *Chemical Geology*, 202 (3–4), 397-416.

Righo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1959, Regional studies, Central Anatolia basin progress report: Stratigraphy, *Turkish Gulf Oil Company, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Raporu, No: 1, Ankara*, 14 s. (Yayımlanmamış).

Righo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1960, Regional studies, Central Anatolian basin progress report: Structure, *Turkish Gulf Oil Company, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Raporu, No: 2, Ankara*, 16 s. (Yayımlanmamış).

Ripp, J., 1996, Analytical detection limit guidance and laboratory guide for determining method detection limits, *Wisconsin Department of Natural Resources Laboratory Certification Program, Madison*, 24 pp.

Robertson, A. H. F. ve Dixon, J. E., 1984, Introduction: aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean. In A. H. F. Robertson ve J. E. Dixon (Eds.), The geological evolution of the eastern mediterranean, Vol. 17, pp. 1-74, *Geological Society Special Publications*, London.

Roddaz, M., Debat, P. ve Nikiéma, S., 2007, Geochemistry of Upper Birimian sediments (major and trace elements and Nd–Sr isotopes) and implications for weathering and tectonic setting of the Late Paleoproterozoic crust, *Precambrian Research*, 159 (3–4), 197-211.

Rollinson, H. R., 1993, Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation, *Longman*, Edinburgh Gate, 352 pp.

Romberg, H., 1937, Ankara vilayetinde Koçhisar'da bulunan linyit zuhuratı hakkında rapor, *M.T.A Raporu, No: 162*, (Yayımlanmamış).

Rosen, M. R., 1994, The importance of groundwater in playas: A review of playa classifications and the sedimentology and hydrology of playas, *Geological Society of America Special Papers*, 289, 1-18.

Roser, B. P. ve Korsch, R. J., 1986, Determination of tectonic setting of sandstone - mudstone suits using SiO2 content and K2O/Na2O ratio, *Journal of Geology*, 94, 635-650.

Roser, B. P. ve Korsch, R. J., 1988, Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data, *Chemical Geology*, 67 (1–2), 119-139.

Roy, P. D., Caballero, M., Lozano, R. ve Smykatz-Kloss, W., 2008, Geochemistry of late quaternary sediments from Tecocomulco lake, central Mexico: Implication to chemical weathering and provenance, *Chemie der Erde - Geochemistry*, 68 (4), 383-393.

Rumsey, D., 2007, Intermediate statistics for dummies, *Wiley Publishing, Inc.*, U.S.A., 351 pp.

Ruxton, B. P., 1968, Measures of the degree of chemical weathering of rocks, *The Journal of Geology*, 76 (5), 518-527.

Schmidt, G. C., 1960, II. Bölge AR/MEM/360-363 ve MEM/365-367 ruhsatlarının jeolojik değerlemdirmesi, *Mobil Exploration Mediterranean inc. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Raporu, Ankara*, 28 s. (Yayımlanmamış).

Schot, P. P. ve Van der Wal, J., 1992, Human impact on regional groundwater composition through intervention in natural flow patterns and changes in land use, *Journal of Hydrology,* 134, 297-313.

Sengör, A. M. C. ve Yilmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics,* 75 (3), 181-241.

Seymen, İ., 1981, Kaman (Kırşehir) dolayında, Kırşehir Masifinin metamorfizması, *Türkiye Jeoloji Kurumu İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu*, Ankara pp. 12-16.

Seymen, İ., 1982, Kaman dolayında Kırşehir Masifinin jeolojisi, Doçentlik Tezi, *İ.T.Ü. Maden Fakültesi*, İstanbul, 166 pp.

Sholkovitz, E. R., 1988, Rare earth elements in the sediments of the North Atlantic Ocean, Amazon Delta, and East China Sea; reinterpretation of terrigenous input patterns to the oceans, *American Journal of Science,* 288 (3), 236-281.

Shrestha, S. ve Kazama, F., 2007, Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan, *Environmental Modelling & Software*, 22 (4), 464-475.

Sinitsyn, V. A., Aja, S. U., Kulik, D. A. ve Wood, S. A., 2000, Acid–base surface chemistry and sorption of some lanthanides on K+-saturated Marblehead illite: I. results of an experimental investigation, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 64 (2), 185-194.

Smoot, J. P. ve Lowenstein, T. K., 1991, Chapter 3: Depositional environments of non-marine evaporites. In L. M. Judith (Ed.), Developments in Sedimentology, Vol. 50, pp. 189-347, *Elsevier*.

Sonel, N., Kulke, H., Mann, U., Doğan, A. U., Sarı, A., Ayyıldız, T., Acar, A., Habo, M. ve Paehge, W., 1996, Tuz Gölü havzasının jeolojisi ve hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesi, *TPAO Raporu*, (Yayımlanmamış).

Sonel, N., Sarı, A. ve Altınok Orhan, A., 2003, Mezgit formasyonu'nun (Tuz Gölü havzası) diyajenez ve rezervuar jeolojisinin incelenmesi, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi,* 16 (1), 115-125.

Steinhorst, R. K. ve Williams, R. E., 1985, Discrimination of groundwater sources using cluster analysis, MANOVA, canonical analysis and discriminant analysis, *Water Resources Research,* 21 (8), 1149-1156.

Şahin, M. B., 2007, Orta Anadolu'da belirlenen önemli bir şabazit oluşumu ve mineralojik özellikleri, *MTA Dergisi,* 135, 31-44.

Şenel, M., 2002, Turkiye Jeoloji Haritası/Geological Map of Turkey, scale 1:500,000, *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara, 19 pp.

Tankut, A., 1984, Basic and ultrabasic rocks from the Ankara Melange, Turkey. In J. E. Dixon ve A. H. F. Robertson (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Vol. 17, pp. 449-454, *Geological Society Special Publications*, London.

Tarvainen, T., Reeder, S. ve Albanese, S., 2005, Geochemical Atlas of Europe: Part 1 - Background information, methodology and maps, *FOREGS, Finland*.

Taylor, S. R. ve McLennan, S. M., 1985, The continental crust: Its composition and evolution, *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, 312 pp.

Taylor, S. R. ve McLennan, S. M., 2003, Chemical composition and element distribution in the Earth's crust. In R. A. Meyers (Ed.), Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition), pp. 697-719, *Academic Press*, New York.

Temur, S., 1997, Jeolojide veri analizleri, Vol. 1, *Çizgi Kitabevi Yayınları*, Konya, 169 pp.

Thornthwaite, C. W., 1948, An approach toward a rational classification of climate, *Geographic Review*, 38, 55-94.

Turgut, S., 1978, Tuz Gölü havzasının stratigrafik ve çökelsel gelişmesi, *Türkiye 4. Petrol kongresi bildirileri*, pp. 115-126.

Türeli, T. K., Göncüoğlu, M. C. ve Akiman, O., 1993, Ekecikdağ granitoyidinin petrolojisi ve kökeni (Orta Anadolu kristalen kütlesi batısı), *M.T.A. Dergisi*, 115, 15-28.

Türktemel, G., 1997, Şereflikoçhisar civarının (Tuz Gölü Havzası) yeraltı jeolojisi incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 92 pp.

Uğurtaş, G., 1975, Tuz Gölü havzasının bir bölümünün jeofizik yorumu, *M.T.A. Dergisi*, 85, 38-45.

Ulu, Ü., Bulduk, A. K., Ekmekçi, E., Karakaş, M., Ocal, H., Arbas, A., Saçlı, L., Taşkıran, A., Adır, M., Sözeri, Ş. ve Karabıyıkoğlu, M., 1994, İnlice-Akkise ve Cihanbeyli-Karapınar alanının jeolojisi, *MTA Raporu, No: 9720*, 219 s. (Yayımlanmamış).

Umut, M., Bilgin, Z. ve Güner, E., 1990, Kadınhanı-Sarayönü-Sülüklü (Konya) dolayının jeolojisi, *MTA Raporu, No: 9030*, (Yayımlanmamış).

Urdan, T. C., 2005, Statistics in plain English, *Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers*, New Jersey, 182 pp.

Uyanık, E., 2004, Tuz Gölü Tuzlalarında Ham Tuz Üretimi, *Evaporitler Tuzlar Semineri*, Ankara pp. 191-219.

Uygun, A., 1981, Tuzgölü havzasının jeolojisi, evaporit oluşumları ve hidrokarbon olanakları, *İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, T.J.K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı*, Ankara pp. 66-71.

Uygun, A. ve Şen, E., 1978, Tuz Gölü Havzası ve doğal kaynakları I: Tuz Gölü suyunun jeokimyası, *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 21, 113-120.

Uygun, A., Yaşar, M., Erkan, M. C., Baş, H., Çelik, E., Aygün, M., Bilgiç, T., Kayakıran, S. ve Ayok, F., 1982, Tuzgölü havzası projesi cilt:2, *MTA Raporu*, (Yayımlanmamış).

Ünalan, G., Yüksel, V., Tekeli, T., Gönenç, O., Seyirt, Z. ve Hüseyin, S., 1976, Haymana-Polatlı yöresinin (Güneybatı Ankara) Üst Kretase-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,* 19 (2), 159-176.

Varol, B. ve Alçiçek, H., 2004, Evaporitlerin izotop ve sıvı kapanım çalışmaları ile ortamsal yorumları ve yaşlandırılmaları, *Evaporitler Tuzlar Semineri*, Ankara pp. 37-49.

Varol, B., Kazancı, N. ve Gültekin, F., 2000, Tuz Gölü ve yakın civarı Eosen-Oligosen jipslerinin sedimantolojik ve izotopik özellikleri, *Haymana-Tuzgölü-Ulukışla basenleri uygulamalı çalışması*, Aksaray pp. 19.

Vital, H. ve Stattegger, K., 2000, Major and trace elements of stream sediments from the lowermost Amazon River, *Chemical Geology,* 168 (1–2), 151-168.

Warren, J. K., 1997, Evaporites, brines and base metals: Fluids, flow and 'the evaporite that was', *Australian Journal of Earth Sciences,* 44 (2), 149-183.

Warren, J. K., 2006, Evaporites: sediments, resources and hydrocarbons, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, Germany, 1035 pp.

Wenning, R. J. ve Erickson, G. A., 1994, Interpretation and analysis of complex environmental data using chemometric methods, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 13 (10), 446-457.

Wronkiewicz, D. J. ve Condie, K. C., 1987, Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: Source-area weathering and provenance, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51 (9), 2401-2416.

Wronkiewicz, D. J. ve Condie, K. C., 1989, Geochemistry and provenance of sediments from the Pongola Supergroup, South Africa: Evidence for a 3.0-Ga-old continental craton, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53 (7), 1537-1549.

Wronkiewicz, D. J. ve Condie, K. C., 1990, Geochemistry and mineralogy of sediments from the Ventersdorp and Transvaal Supergroups, South Africa: Cratonic evolution during the early Proterozoic, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54 (2), 343-354.

Yalınız, K. M., Floyd, P. A. ve Göncüoğlu, M. C., 2000, Geochemistry of volcanic rocks from the Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, Turkey, and their inferred

tectonic setting within the northern branch of the Neotethyan Ocean. In E. Bozkurt, J. A. Winchester ve J. D. A. Piper (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Vol. 173, pp. 203-218, *Geological Society Special Publications*, London.

Yalınız, M. K. ve Göncüoğlu, M. C., 1998, General geological characteristics and distribution of the Central Anatolian ophiolites, *Hacettepe University Earth Sciences*, 20, 19-30.

Yan, J. P., Hinderer, M. ve Einsele, G., 2002, Geochemical evolution of closed-basin lakes: general model and application to Lakes Qinghai and Turkana, *Sedimentary Geology*, 148 (1–2), 105-122.

Yaşar, M., Çelik, E., Kayakıran, S., Erkan, M. C., Aygün, M., Ayok, F., Baş, H., Bilgiç, T. ve Uygun, A., 1982, Tuz Gölü Havzası projesi jeoloji raporu II, *MTA Raporu, No: 7188*, 144 s. (Yayımlanmamış).

Yechieli, Y. ve Wood, W. W., 2002, Hydrogeologic processes in saline systems: playas, sabkhas, and saline lakes, *Earth-Science Reviews*, 58 (3–4), 343-365.

Yıldırım, C., 2014, Relative tectonic activity assessment of the Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 630, 183-192.

Zhang, J. ve Nozaki, Y., 1996, Rare earth elements and yttrium in seawater: ICP-MS determinations in the East Caroline, Coral Sea, and South Fiji basins of the western South Pacific Ocean, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60 (23), 4631-4644.

Zhao, Y., Xia, X. H., Yang, Z. F. ve Wang, F., 2012, Assessment of water quality in Baiyangdian Lake using multivariate statistical techniques, *Procedia Environmental Sciences*, 13 (0), 1213-1226.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Mehmet Yavuz HÜSEYİNCA
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Eyüp, 1979
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	huseyinca22@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Edirne Anadolu Lisesi, Merkez, Edirne	1996
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendsliği Bölümü, Selçuklu, Konya	2002
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya	2006
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011-Devam	Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü	Araştırma Görevlisi
2005-2011	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Maden yatakları-Jeokimya

YABANCI DİL

İngilizce