



T.C  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÜMÜŞHANE YÖRESİ ERKEN-ORTA JURA YAŞLI  
KIRINTILI KAYAÇLARIN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNE BAĞLI PROVENANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uğur Volkan ARI

HAZİRAN 2018

GÜMÜŞHANE

**T.C  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GÜMÜŞHANE YÖRESİ ERKEN-ORTA JURA YAŞLI  
KIRINTILI KAYAÇLARIN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNE BAĞLI PROVENANS ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Uğur Volkan ARI**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04.06.2018**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 28.06.2018**

**HAZİRAN 2018**




## KABUL VE ONAY



Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER danışmanlığında **Uğur Volkan ARI** tarafından hazırlanan “**GÜMÜŞHANE YÖRESİ ERKEN-ORTA JURA YAŞLI KIRINTILI KAYAÇLARIN PETROGRAFIK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE BAĞLI PROVENANS ANALİZİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan

:   
Prof. Dr. Abdurrahman DOKUZ

Üye (Danışman)

:   
Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER

Üye

:   
Prof. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY

ONAY

Bu tez **18/07/2018** tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

  
Doç. Dr. Nerkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışma, BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No:17.F.5114.02.01

## TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "Gümüşhane Yöresi Erken-Orta Jura Yaşlı Kırıntılı Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Özelliklerine Bağlı Provenans Analizi" isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 04/06/2018

Uğur Volkan ARI

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜMÜŞHANE YÖRESİ ERKEN-ORTA JURA YAŞLI KIRINTILI KAYAÇLARIN  
PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE BAĞLI PROVENANS  
ANALİZİ**

Uğur Volkan ARI

Gümüşhane Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER

2018, 110 sayfa

Bu çalışmada, Gümüşhane yöresi Erken–Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların litolojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda, Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ve Yukarıalıçtı civarlarından dört adet stratigrafik kesit ölçülmüş ve kırıntılı kayaçlardan örnekler toplanmıştır.

Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı Ölçülü Stratigrafik Kesitlerinin (ÖSK) litolojik özellikleri benzerlik göstermekte olup, genellikle kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve çört ar dalanmasından oluşmaktadır ve kalınlıkları sırasıyla, 95 m, 127 m ve 133 m olarak ölçülmüştür. Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesiti tabanda konglomeralar ile başlayıp yukarı

doğru kumtaşı, marn, kireçtaşı ve volkanik kayaç ardalanası ile 375 m'ye kadar devam edip, bu seviyeden sonra tamamen volkanik kayaçlara geçmektedir.

İncelenen kumtaşlarının tane boyu ortalaması -0.78-2.50  $\phi$  arasında değişmektedir. Wentworth boyut sınıflamasına göre söz konusu kumtaşları çok iri-ince tanelidir. Modal mineralojik bileşenlerine göre, Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşları arkozik arenit ve grovak, Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşları grovak, Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşları, litik arenit ve feldispatik vake-grovak, Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kumtaşları, litik arenit ve feldispatik vake-grovak olarak sınıflandırılmışlardır.

Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ve Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içerikleri yaklaşık benzer olup, ortalama en yüksek SiO<sub>2</sub> içeriği % 57.67 ile Bağlarbaşı ÖSK'ya, en düşük SiO<sub>2</sub> içeriği % 52.67 ile Akçakale ÖSK'ya aittir. Ana element içeriğine göre, Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kayaçların büyük çoğunluğunun vake, Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kayaçların ise bir kısmının vake, bir kısmının ise şeyl-Fe-şeyl olduğu belirlenmiştir. Dört kesite ait kırıntılı kayaçların iz element ve nadir toprak element (N.T.E.) içeriği ve dağılımları benzerlik göstermektedir.

İncelenen kırıntılı kayaçların ana, iz ve N.T.E. jeokimyaları bazik/felsik-ortaç/felsik kaynaklardan beslendiğini göstermektedir. Karışık kaynak modeline göre ise bu kayaçlar, Karbonifer yaşı Gümüşhane Plütunu (Granit ve Granodiyorit) ile Erken Jura yaşı Gökçedere Plütunu (Gabro)'ndan beslenmiştir. Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların Kimyasal Ayrışma İndeks (CIA) değerleri sırasıyla 35-74, 39-84 ve 38-89 arasında değişerek, kaynak alanında düşük-yoğun kimyasal ayrışmanın olduğunu göstermektedir. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kayaçların CIA değeri oldukça düşük olup 30-51 arasında değişmektedir ve kaynak alanının çok düşük kimyasal ayrışma ile karşı karşıya kaldığını işaret etmektedir. Ayrıca jeokimyasal veriler söz konusu kayaçların tekrar döngülenmeye maruz kalmadıklarını ve basit sedimanter döngü tarihçesine sahip olduklarını göstermektedir. Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait örneklerin büyük çoğunluğu "Pasif kenar", Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örneklerin çoğunluğu ise "Ark" bölgesinde yer almışlardır ve söz konusu kırıntılı kayaçların yay gerisi rift havzalarında çökeldiği düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ayrışma, Erken-Orta Jura, Gümüşhane, Kaynak Alan, Kumtaşı Petrografisi, Sedimanter Döngü, Tektonosedimanter Ortam, Tüm Kayaç Jeokimyası.

**ABSTRACT**  
**MS THESIS**

**PROVENANCE ANALYSIS OF EARLY-MIDDLE JURASSIC CLASTIC  
ROCKS IN THE GÜMÜŞHANE AREA (NE TURKEY) BASED ON  
PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL PROPERTIES**

Uğur Volkan ARI

Gümüşhane University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER

2018, 110 pages

In this study, Early–Middle Jurassic sedimentary rocks in the Gümüşhane area have been investigated in terms of their lithological, petrographical and geochemical features. In this context, four stratigraphic sections were measured around the Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı and Yukarıalıçtı, and sampled especially in terms of clastic rocks.

The lithologic features of the Measured Stratigraphic Sections (MSS) of Akçakale, Bağlarbaşı and Gurbetyatağı are similar, they are usually composed of sandstone, mudstone, limestone and chert intercalated and their thicknesses were measured as 95 m, 127 m and 133 m, respectively. Yukarıalıçtı MSS is conglomerate at the base continuing upwards into

sandstones, marl, limestones and volcanic rocks. This series continues until 375 meters and then it passes to volcanic rocks.

Grain size average of the investigated sandstones range from  $-0.78 - 2.50 \phi$  and the sandstones are very coarse–fine-grained according to Wentworth scale. Sandstones of the Akçakale MSS are arkozoic arenite, greywacke, the Bağlarbaşı MSS are greywacke, the Gurbetyatağı MSS are litarenite and feldspathic wacke-greywacke, the Yukarıalıçtı MSS are lithic arenite and feldspathic wacke-greywacke in mineralogical composition.

Major element contents of the sedimentary rocks of the Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı and Yukarıalıçtı MSS are nearly similar. The highest average  $\text{SiO}_2$  content with 57.67 % belong to samples from the Bağlarbaşı MSS, the lowest average  $\text{SiO}_2$  content with 52.67 % at Akçakale. Based on their chemical composition, most of the samples of the Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı MSSs are classified as wacke, some of samples of Yukarıalıçtı MSS are wacke, others are shale-Fe shale. The trace and rare earth element (REE) contents and their distributions in the sedimentary rocks from all the sections are nearly similar.

Basic/felsic–intermediate/felsic provenance for the investigated sedimentary rocks deduced from their major, trace and rare earth element geochemistry. These rocks are probably derived from Carboniferous Gümüşhane pluton (granite and granodiorite) and early Jurassic Gokcedere pluton (gabbro) according to mixed source composition model. Chemical Index of Alteration (CIA) values vary between 35-74, 39-84 and 38-89 for Akçakale, Bağlarbaşı and Gurbetyatağı MSS, respectively. These CIA values indicate a low-an intensive chemical alteration, in the source areas of the investigated rocks. The CIA values for Yukarıalıçtı MSS range from 30 to 51, and suggest a low chemical alteration in the source areas of the Yukarıalıçtı MSS sandstones and marl. In addition, geochemical data suggest a relatively simple cycling history for the studied rocks. Akçakale, Bağlarbaşı and Gurbetyatağı rocks are similar to those deposited in passive margin setting, whereas Yukarıalıçtı MSS are typical for arc setting and they were likely deposited in a back-arc setting.

**Key Words:** Weathering, Early-Middle Jurassic, Gümüşhane, Provenance, Sandstone Petrography, Sedimentary Cycle, Tectonosedimentary Environment, Whole-rock Geochemistry.

## TEŞEKKÜR

Gümüşhane Yöresi Erken Jura Yaşlı Kırıntılı Kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerine bağlı provenans analizini konu alan bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini benden esirgemeyen tez hocam Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER'e içtenlikle teşekkür ederim.

Gümüşhane Üniversitesinde görev yapan bütün hocalarıma ve arazi çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan değerli abilerim, mesai arkadaşlarım Zülküf ASLAN ve Yüksel SARAÇ ile Mehmet Akif Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde görev yapmakta olan yakın arkadaşım Arş. Gör. Onur YAYLA'ya teşekkür ederim. Yine tez çalışmam sırasında bana yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Cengiz UZUN ve Arş. Gör. Kadir SÜNNETÇİ'ye teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi olarak bana destek olan değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Uğur Volkan ARI

Gümüşhane, 2018

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	VI
TEŞEKKÜR .....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş ve Amaç.....	1
1.2. Coğrafi Bilgiler.....	1
1.2.1. Coğrafi Konum.....	1
1.2.2. Topoğrafya .....	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.2.4. Ekonomi .....	3
1.2.5. Ulaşım ve Yerleşim .....	3
1.3. Bölgesel Jeoloji .....	4
1.4. Önceki Çalışmalar .....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	16
2.1. Giriş.....	16
2.2. Arazi Çalışmaları.....	16
2.3. Laboratuvar Çalışması ve Analitik Yöntemler.....	16
2.3.1. İnce Kesit Hazırlanması .....	16
2.3.2. Mikroskopik İncelemeler .....	17
2.3.3. Modal Analiz.....	17
2.3.4. Örneklerin Jeokimyasal Analiz İçin Hazırlanması.....	17
2.4. Büro Çalışmaları.....	18
3. BULGULAR .....	19
3.1. Giriş.....	19
3.1.1. Akçakale ÖSK.....	19
3.1.1.1. Litolojik ve Sedimentolojik Özellikler.....	19

3.1.1.2. Sedimanter Petrografi.....	20
3.1.2. Bağlarbaşı ÖSK.....	25
3.1.2.1. Litolojik ve Sedimantolojik Özellikler.....	25
3.1.2.2. Sedimanter Petrografi.....	25
3.1.3. Gurbetyatağı ÖSK.....	30
3.1.3.1. Litolojik ve Sedimantolojik Özellikler.....	30
3.1.3.2. Sedimanter Petrografi.....	30
3.1.4. Yukarıalçtı ÖSK.....	35
3.1.4.1. Litolojik ve Sedimantolojik Özellikler.....	35
3.1.4.2. Sedimanter Petrografi.....	35
3.2. Jeokimyasal Değerlendrimeler.....	40
3.2.1. Ana Elementler.....	40
3.2.1.1. Akçakale ÖSK.....	40
3.2.1.2. Bağlarbaşı ÖSK.....	41
3.2.1.3. Gurbetyatağı ÖSK.....	44
3.2.1.4. Yukarıalçtı ÖSK.....	45
3.2.2. İz Elementler.....	48
3.2.2.1. Akçakale ÖSK.....	48
3.2.2.2. Bağlarbaşı ÖSK.....	51
3.2.2.3. Gurbetyatağı ÖSK.....	52
3.2.2.4. Yukarıalçtı ÖSK.....	54
3.2.3. Nadir Toprak Elementler (N.T.E.).....	55
3.2.3.1. Akçakale ÖSK.....	55
3.2.3.2. Bağlarbaşı ÖSK.....	57
3.2.3.3. Gurbetyatağı ÖSK.....	62
3.2.3.4. Yukarıalçtı ÖSK.....	63
4. İRDELEME.....	67
4.1. Kumtaşlarının Sınıflandırılması.....	67
4.2. Provenans.....	68
4.2.1. Akçakale ÖSK.....	69
4.2.2. Bağlarbaşı ÖSK.....	72
4.2.3. Gurbetyatağı ÖSK.....	74
4.2.4. Yukarıalçtı ÖSK.....	76

4.3.	Kimyasal Ayrışma.....	78
4.3.1.	Akçakale ÖSK.....	78
4.3.2.	Bağlarbaşı ÖSK.....	81
4.3.3.	Gurbetyatağı ÖSK.....	83
4.3.4.	Yukarıalıçtı ÖSK.....	85
4.4.	Sedimanter Boylanma ve Döngü.....	87
4.4.1.	Akçakale ÖSK.....	87
4.4.2.	Bağlarbaşı ÖSK.....	88
4.4.3.	Gurbetyatağı ÖSK.....	90
4.4.4.	Yukarıalıçtı ÖSK.....	91
4.5.	Tektonik Ortam.....	92
5.	SONUÇLAR.....	96
6.	KAYNAKLAR.....	99
	ÖZGEÇMİŞ.....	111

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1.	İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası .....	3
Şekil 1.2.	Çalışma Alanının Türkiye'nin Tektonik Birliklerindeki Konumu (Okay ve Tüysüz, 1999) .....	5
Şekil 1.3.	Gümüşhane Yöresinin Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Dokuz vd., 2017'den değiştirilerek alınmıştır) .....	7
Şekil 3.1.	Gümüşhane ve civarının jeoloji haritası (Eren, 1983'ten değiştirilerek alınmıştır).....	20
Şekil 3.2.	Akçakale ölçülü stratigrafik kesiti .....	21
Şekil 3.3.	Akçakale yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçlarda gözlenen lokal ve küçük çaplı kıvrımlı yapı. b, c: Kumtaşı, çamurtaşı ar dalanması).....	22
Şekil 3.4.	Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünümleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Çt: Çört, Opm: Opak Mineral, Ms: Muskovit, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir) .....	24
Şekil 3.5.	Bağlarbaşı ölçülü stratigrafik kesiti .....	26
Şekil 3.6.	Bağlarbaşı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçların tabandan tavana kadar olan genel görüntüsü, b: Kalın tabakalı kumtaşı, c: Kumtaşı, çamurtaşı ar dalanması) .....	27
Şekil 3.7.	Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünümleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Kçt: Kireçtaşı Parçası, Çt: Çört Parçası, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir).....	29
Şekil 3.8.	Gurbetyatağı ölçülü stratigrafik kesiti .....	31
Şekil 3.9.	Gurbetyatağı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçların tabandan tavana kadar olan genel görüntüsü, b: Kalın tabakalı kumtaşı, c: Kumtaşı, çamurtaşı ar dalanması) .....	32
Şekil 3.10.	Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünümleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklaz, Kçt: Kireçtaşı, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ms: Muskovit, Opm: Opak Mineral, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir) .....	34

Şekil 3.11. Yukarıalıçtı civarının jeoloji haritası (Kandemir 2004'den değiştirilerek alınmıştır).....	36
Şekil 3.12. Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesiti .....	37
Şekil 3.13. Yukarıalıçtı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kalın tabakalı kumtaşı ve marn ardalanması, b, c: Kumtaşı, marn ardalanması) .....	38
Şekil 3.14. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünümleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklaz, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Çt: Çört, Kçt: Kireçtaşı, Opm: Opak Mineral, Kl: Klorit, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir). .....	39
Şekil 3.15. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı .....	42
Şekil 3.16. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı .....	44
Şekil 3.17. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı .....	46
Şekil 3.18. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı .....	48
Şekil 3.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı .....	49
Şekil 3.20. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı .....	52
Şekil 3.21. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı .....	53
Şekil 3.22. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı .....	55
Şekil 3.23. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı .....	57
Şekil 3.24. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı .....	60
Şekil 3.25. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı .....	63

- Şekil 3.26. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı ..... 65
- Şekil 4.1. İncelenen kumtaşı örneklerinin Dott (1964) diyagramına göre sınıflandırılması ..... 67
- Şekil 4.2. İncelenen kırıntılı kayaçların jeokimyasal sınıflandırılması (Herron, 1988) a: Akçakale ÖSK, b: Bağlarbaşı ÖSK, c: Gurbetyatağı ÖSK, d: Yukarıalıçtı ÖSK ..... 68
- Şekil 4.3. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3-TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*-Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- % 60 granit + % 5 granodiyorit + % 35 gabro diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit ((Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır) ..... 71
- Şekil 4.4. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3-TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*- Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı - % 66 granit + % 34 granodiyorit diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır) ..... 73
- Şekil 4.5. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3-TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*-Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- % 40 granit + % 30 granodiyorit + % 30 gabro diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır) ..... 75
- Şekil 4.6. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3-TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*-Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- %5 granit + % 60 granodiyorit % 35 gabro diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır) ..... 77

Şekil 4.7. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).....	79
Şekil 4.8. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı.....	80
Şekil 4.9. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$ diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986) .....	80
Şekil 4.10. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).....	81
Şekil 4.11. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı.....	82
Şekil 4.12. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$ diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986) .....	82
Şekil 4.13. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).....	83
Şekil 4.14. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA- Al/Si değişim diyagramı.....	84
Şekil 4.15. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$ diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986) .....	84
Şekil 4.16. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).....	85
Şekil 4.17. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı.....	86
Şekil 4.18. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$ diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986) .....	86
Şekil 4.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları a: Zr/Sc-(Gd/Yb) <sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).....	88
Şekil 4.20. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları Zr/Sc-(Gd/Yb) <sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).....	89
Şekil 4.21. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları a: Zr/Sc-(Gd/Yb) <sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).....	90

- Şekil 4.22. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları Zr/Sc-(Gd/Yb)<sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998) ..... 91
- Şekil 4.23. İncelenen örneklerin tektonik ortam ayırma diyagramları a: QFL üçgen diyagramı, b: QpLvLs üçgen diyagramı (Dickinson vd., 1983), c: SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O (Roser ve Korsch (1986), d: K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diyagramı (Maynard vd., 1982), e: Th-Sc-Zr/10 ve f: Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramları (Bhatia ve Crook, 1986). ..... 94
- Şekil 4.24. Gümüşhane yöresi Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların çökeltme ortamını gösteren şematik diyagram..... 95



## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 3.1.	Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri .....	23
Tablo 3.2.	Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri .....	28
Tablo 3.3.	Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri .....	33
Tablo 3.4.	Yukarıalçıtlı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri .....	38
Tablo 3.5.	Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları.....	41
Tablo 3.6.	Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (**p<0.01, *p<0.05).....	42
Tablo 3.7.	Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları.....	42
Tablo 3.8.	Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (**p<0.01, *p<0.05).....	43
Tablo 3.9.	Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları.....	45
Tablo 3.10.	Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (**p<0.01, *p<0.05).....	46
Tablo 3.11.	Yukarıalçıtlı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları.....	47
Tablo 3.12.	Yukarıalçıtlı ölçülü stratigrafik kesite ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (**p<0.01, *p<0.05).....	47
Tablo 3.13.	Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları .....	49
Tablo 3.14.	İncelenen örneklerin SiO <sub>2</sub> ve Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> içeriğinin iz elementler ile arasındaki korelasyon katsayıları (**p<0.01, *p<0.05) .....	50
Tablo 3.15.	Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları .....	51
Tablo 3.16.	Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları.....	53
Tablo 3.17.	Yukarıalçıtlı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları .....	54

Tablo 3.18. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları .....	56
Tablo 3.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı .....	58
Tablo 3.20. İncelenen örneklerin N.T.E, H.N.T.E, A.N.T.E içeriği ile bazı anaoksit ve ve iz elementler arasındaki korelasyon değerleri (**p<0.01, *p<0.05).....	59
Tablo 3.21. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları .....	60
Tablo 3.22. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı .....	61
Tablo 3.23. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları .....	62
Tablo 3.24. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı .....	64
Tablo 3.25. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları .....	65
Tablo 3.26. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı .....	66

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACME	: Vancouver, Kanada
ACM	: Aktif Kıtasal Kenar
Af	: Alkali Feldispat
A.N.T.E	: Ağır Nadir Toprak Elementi
CIA	: Kimyasal Alterasyon İndeksi
Çm	: Çimento
Çt	: Çört
Eu*	: $(Sm_N + Gd_N) / 2$
g	: Gram
Gd <sub>N</sub>	: Normalleştirilmiş Gadolinyum
H.N.T.E	: Hafif Nadir Toprak Element
ICP-MS	: Kütle Spektrometresi
ICV	: Bileşimsel Değişim İndeksi
Kçt	: Kireçtaşı
LOI	: Ateşte Kayıp
Ls	: Sedimanter Kayaç Parçası
Lv	: Volkanik Kayaç Parçası
N.T.E	: Nadir Toprak Elementi
M	: Metre
Mt	: Matriks
Mu	: Muskovit
OIA	: Okyanusal Ada Arkı
Opm	: Opak Mineral
ÖSK	: Ölçülü Stratigrafik Kesit
PAAS	: Post Archean Australian Shale
PM	: Pasif Kenar
ppm	: Milyonda Bir Birim
Plj	: Plajiyoklaz
Qm	: Monokristalin Kuvars
Qp	: Polikristalin Kuvars
ÜKK	: Üst Kıtasal Kabuk
WIP	: Ayrışma İndeksi
Yb <sub>N</sub>	: Normalleştirilmiş İterbiyum

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş ve Amaç**

Yer kabuğu üzerinde var olan eski kayaçların fiziksel ve kimyasal yollarla ayrışıp, aşınıp, taşınıp ve belli çökeltme ortamlarında birikip taşlaşmasıyla oluşan kayaçlara kırıntılı kayaçlar denir. Bundan dolayı kırıntılı kayaçlar genel olarak türedikleri kaynak kayanın mineralojik ve kimyasal bileşiminin yanı sıra, kaynak kayadaki kimyasal ayrışma derecesini, kaynak kayanın tektonizma sürecini, kaynak bölgenin iklim şartları ve taşınan kırıntıların sedimentolojik döngü tarihçesini yansıtmaktadır. Hatta kırıntılı kayaçlar, tektonik olaylar sonucu tamamen aşınmış/yok olmuş veya metamorfik olaylar sonucu başkalaşım geçirmiş kıtasal ve okyanusal kaynak alanları hakkında önemli bilgi sağlayan tek kaynak durumundadırlar. Bu nedenle kırıntılı kayaçların jeokimyasal açıdan incelenmesi çalışılan alanın jeolojik tarihçesi açısından önemlidir.

Gümüşhane ve yakın çevresinde yüzeyleme veren ve Doğu Pontidlerin içinde önemli yer tutan kırıntılı kayaçlar, değişik amaçlı jeolojik araştırmalar, yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları kapsamında bir çok araştırmacı tarafından çeşitli açılardan incelenmiştir. Ancak yöredeki kırıntılı kayaçların jeokimyasal özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışma ile Gümüşhane yöresinde yüzeyleme veren Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların sediment- petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek kimyasal ayrışma derecesi, paleoklim, tektonik ortam ve sedimenter döngünün ortaya konulması amaçlanmıştır.

### **1.2. Coğrafik Bilgiler**

#### **1.2.1. Coğrafi Konum**

Çalışma alanı, Doğu Karadeniz Bölümünün orta-güney kesiminde yer almaktadır ve 1/25.000 ölçekli Trabzon-H43-a1 ile H43-a4 paftaları içerisinde bulunmaktadır. Çalışma kapsamında Gümüşhane yöresinde Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların yüzeyleme verdiği (istifin kesintiye uğramadığı) 4 pilot alan seçilmiştir. Çalışma alanı il merkezinin güneydoğusunda Gümüşhane-Erzurum karayolunda il merkezine yaklaşık 6 km uzaklıkta bir alandan başlamaktadır.

### 1.2.2. Topoğrafya

Çalışma yapılan pilot alanlar topografik olarak engebeli bir yapıya sahiptir. Pilot alanlardaki en önemli yerleşim yerleri Gümüşhane İl Merkezi, Bağlarbaşı Mahallesi, Akçakale Köyü ve Yukarıalıçtı Köyüdür. İnceleme alanı ve çevresinin en önemli yükseltileri Uçurum Tepe (1643 m), Tencil Tepe (1448 m), Gurbetyatağı Tepe, Kurtdelikleri Tepe (1931 m), Kuş Tepe (1722) ve Karaböcekler Tepe (1890 m) dir. Çalışma alanında topografyayı kontrol eden en önemli su kaynaklarını şehir merkezinden de geçerek Karadenize dökülen Harşit Çayı ile onu besleyen irili ufaklı kolları oluşturmaktadır.

### 1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Gümüşhane İli iklimsel olarak, ılıman Karadeniz Bölgesi iklim kuşağı ile kurak Doğu Anadolu iklim kuşağı arasında geçiş teşkil etmektedir. İlde genel olarak yazlar sıcak ve kurak, bazende serin ve hafif yağışlı geçer. Kışlar ise soğuk ve yağışlıdır. Gümüşhane’de açık ve güneşli geçen gün sayısı 79 gün, kapalı geçen gün sayısı ise ortalama 68 gündür. İlde en fazla güneşlenme Temmuz, en az güneşlenme Ocak ve Aralık aylarında olmaktadır. Yağışlı mevsimler kış ve bahar aylarıdır. Yağışlar genellikle kış aylarında kar, bahar aylarında ise yağmur şeklinde görülmektedir.

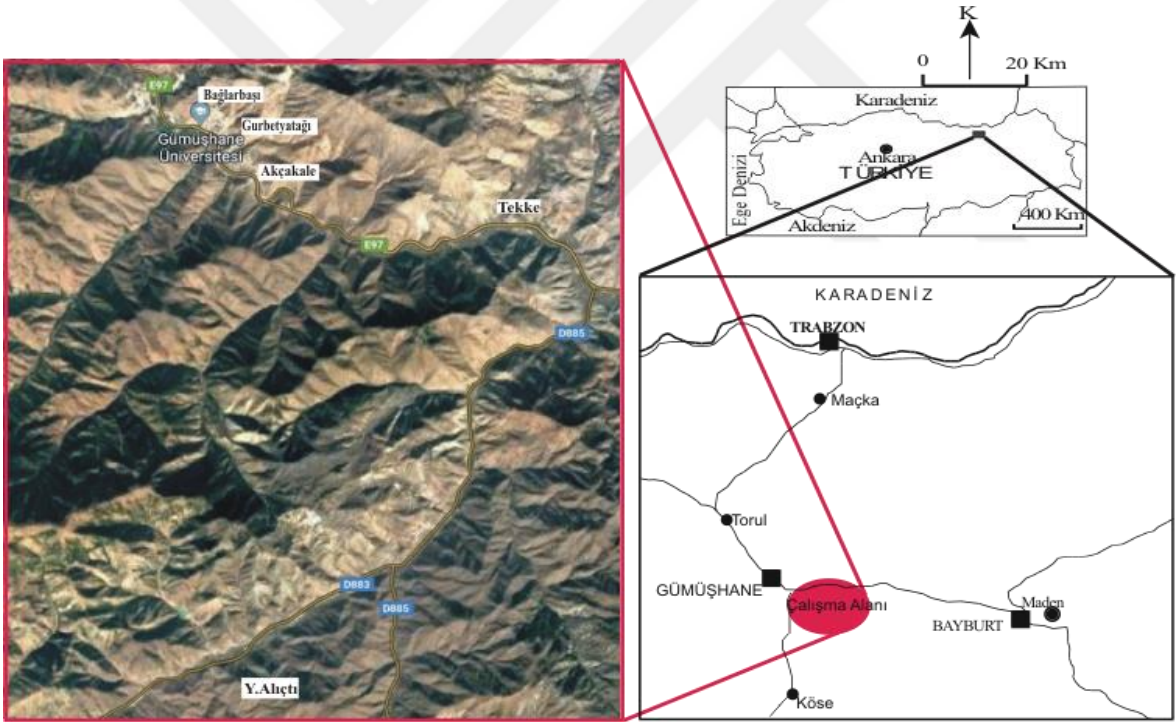
İlde 2100 metre rakıma kadar olan kısımlarda çam, köknar, ladin, mazı, meşe, titrek kavak, Özbek kavağı, büyük yapraklı ıhlamur, dağ akça ağacı, ak söğüt, adi ceviz, sakallı kızılağaç, kiraz, yabani elma, mahlep, sarıçam, kadran ardıcı, bodur ardıç, boyacı sumacı, erik, ılgın, yabani fındık, kuşburnu, alıç ve tespiti yapılamayan yüzlerce odunsu bitki bulunmaktadır. Daha alt rakımlı kesimlerde peygamber çiçeği, ablan otu, başlık otu, saman çiçeği, bodur mazı ve henüz tespiti yapılamayan yüzlerce otsu ve endemik bitki çeşidi bulunmaktadır.

#### 1.2.4. Ekonomi

Yöre halkının geçim kaynağını esas olarak tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Tarımla uğraşanlar genelde buğday, arpa ve meyve yetiştiriciliği ile uğraşmaktadır. Arazinin engebeli yapısı ve ulaşım güçlüğü yörenin kalkınmasını olumsuz olarak etkilemekte ve yöre genelinde yaygın göç oluşumuna neden olmaktadır.

#### 1.2.5. Ulaşım ve Yerleşim

İnceleme alanına ulaşım Gümüşhane-Erzurum ve Gümüşhane-Kelkit Devlet yolu ile bu yollara bağlı çok sayıda stabilize ve patika yollarla sağlanmaktadır. Çalışma yapılan pilot alanların Gümüşhane iline en yakın yeri Bağlarbaşı Mahallesi mevkiinde olup şehir merkezine yaklaşık 6 km uzaklıktadır. (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası

### 1.3. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanını da içine alan Doğu Karadeniz Orojenik Kuşağına Hamilton (1842) tarafından ilk defa tektonik bir birim olarak “Pontid” ismi verilmiştir. Ketin (1966), Türkiye'nin orojenik gelişimini esas alarak bir sınıflandırma yapmış ve Türkiye'nin tektonik birliklerini kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak dört ana tektonik birliğe ayırmıştır. Ketin ve Canitez (1972), daha sonra bu tektonik birlikleri yeniden düzenleyerek, litolojik farklılıklarından dolayı Doğu Pontidleri, “Doğu Pontidler” ve “Batı Pontidler” olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Özsayar vd., (1981), Doğu Pontidler’de Geç Kretase yaşlı kayaçları kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için “Doğu Pontid Kuzey Zonu” ve “Doğu Pontid Güney Zonu” olarak ikiye ayırmışlardır ve iki zon arasındaki sınırı Niksar-İspir-Ardanuç hattı olarak belirlemişlerdir. Doğu Pontidleri, Bektaş vd., (1995 ve 1999) ise sunmuş oldukları farklı magmatik, tektonik ve sedimentolojik evrim aşamalarına göre, kuzeyden güneye doğru kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt gruba ayırmıştır. Şengör ve Yılmaz (1981), ilk defa “Levha Tektoniği” ni esas alan bir sınıflama yapmıştır. Okay ve Tüysüz (1999) tarafından yapılan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan son sınıflama da ise Ketin’in Pontidler olarak ayırdığı kuzeydeki tektonik birliğin içinde kalan bölge, batıdan doğuya ve güneye doğru Rodop-İstranca Zonu, Trakya Havzası, İstanbul Zonu ve Sakarya Zonu olmak üzere dört adet tektonik birliğe ayrılmıştır. Çalışma alanı bu birliklerden Sakarya Zonu’nun doğusunda ve Güney Zon içinde yer almaktadır (Şekil 1.2).

Doğu Pontidlerin Güney Zon’unda en yaşlı kayaçları metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından Pulur Metamorfitleri (Ketin, 1951), Pulur Masifi (Korkmaz ve Baki, 1984), Kopuzsuyu Deresi Metamorfitleri (Özer, 1984), Ağvanis Masifi (Okay, 1984; Altınkaynak, 2000), Tokat Masifi (Alp, 1972; Özcan vd., 1980; Rojay, 1993; Tüysüz, 1996; Yılmaz vd., 1997; Eyüboğlu, 2006), Kurtoğlu Metamorfitleri (Topuz vd., 2007), Karadağ Metamorfitleri (Dokuz, 2000; Dokuz ve Tanyolu, 2006; Ustaömer ve Robertson, 2010) gibi isimlerle anılmıştır. Topuz (2000), bu metamorfitlerin yaşlarını U-Pb, Ar-Ar ve Rb-Sr gibi radyometrik yöntemlerle 260-330 milyon yıl olarak saptamıştır ve bu metamorfitlerin Pulur Masifinde iki ayrı tektonik birimden oluştuğunu belirtmiştir. Temeli oluşturan bu metamorfitler, başlıca granodiyorit, kuvarslı mikrodiorit, granit ve dasitlerden oluşan Gümüşhane Graniti, Gümüşhane Plütону, Gümüşhane Granitoyidi veya Gümüşhane Batoliti (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975;

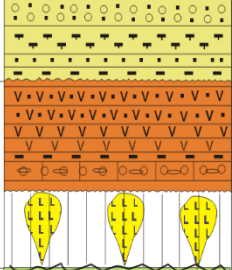
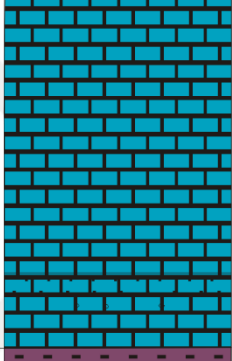

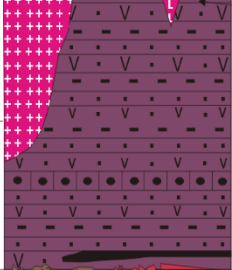



sürmektedir. Bir çok araştırmacı tarafından çalışılan bu istif, Güney Zon'da farklı adlarla anılmıştır (Karatepe Formasyonu, Seymen, 1975; Hacıören Formasyonu, Pelin, 1977; Hamurkesen Formasyonu, Ağar, 1977; Telme Yayla Formasyonu, Turan, 1978; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983; Balkaynak Formasyonu, Kesgin, 1983; şenköy Formasyonu, Kandemir, 2004).

Geç Jura'dan Erken Kretase sonuna kadar süren dönemde sakin tektonik koşulların hakim olduğu Doğu Pontidlerde karbonat okelimi gerçekleşmiştir. Pelin (1977) tarafından ilk kez Berdiga Formasyonu olarak adlandırılan birim güney zonda, genel olarak gri-bej renkli, kalın, yer yer masif katmanlı, çok zengin bentik foraminifer fosilleri içeren, taban seviyeleri yer yer dolomitlerden st seviyeleri ise ort yumru ve bantlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Taslı, 1990; Kırmacı, 1992; Yılmaz, 2002).

Geç Kretase dönemi, Doğu Pontidlerin Güney Zon'unda yer yer ve sınırlı magmatik aktivitenin (Sipahi, 2005; Kaygusuz vd., 2013; Eyuboğlu, 2015) gözlendiği ve tortul okelimin hakim olduğu bir istif söz konusudur. Bu istif, sarı renkli kumlu kireçtaşı, kırmızı renkli kireçtaşı ve türbiditler olmak üzere üç üyeden oluşan Kermutdere Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Tokel, 1972). Türbiditik istifin kalınlığı 135–750 m arasında değişmekte olup, genellikle ince-kalın tabakalı kumtaşları ile ince, orta tabakalı marn aralanmasından oluşmaktadır (Saydam, 2002; Saydam ve Korkmaz, 2006; Saydam Eker ve Korkmaz, 2011).

Senozoik dönemi, Doğu Pontidlerin güney kesiminde sedimanter kayaç ve yay magmatizması neticesinde oluşan istiflerle temsil edilmektedir. Söz konusu magmatizma, Kop Dağları ve Erzincan hattı üzerinde Geç Paleosen'de başlamış ve kuzeye doğru ilerleyerek Alt Eosen döneminde Gümüşhane-İspir hattı boyunca asidik magmatizmanın ve volkano-sedimanter istif karakterindeki ürünleri oluşturmuştur (Tokel, 1977; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001; Topuz vd., 2005; Arslan ve Aslan, 2006; Temizel ve Arslan, 2009; Aslan, 2010; Karlı vd., 2010; Kaygusuz vd., 2011; Topuz vd., 2011; Eyuboğlu vd. 2011a; Dokuz vd., 2013). Bu istif, çalışma alanında, Alibaba Formasyonu (Tokel, 1972) olarak adlandırılan volkano-tortul birim olup, alttaki kayaçları uyumsuzlukla örtmektedir.

ÜST SİSTEM		SİSTEM SERİ FORMASYON		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENZOYİK	PALEOJEN KUV.	Eosen	ALİBABA		Traverten Kumtaşı, silttaşı, kiltası ardışımı Bazalt, andezit piroklastları ve türbiditler Nummulitli Kireçtaşı, Kumtaşı Adakitik magmatizma
				ÜST KRETASE	KERMUTDERE
MESOZOYİK	KRETASE	ALT KRETASE	BERDİGA		Karbonat kayaçlar
		ÜST			Bazaltik magmatizma Ortaç-felsik magmatizma
		ORTA	ŞENKÖY		Bazalt, andezit ve piroklastları, kırıntılı kayaç aralanması, yer yer çört ve kömür ara katkısı
ALT				Gümüşhane-Köse Granitoyid Kompleksi Pulur Metamorfitleri	

Şekil 1.3. Gümüşhane Yöresinin Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Dokuz vd., 2017'den değiştirilerek alınmıştır)

Bu birim tabanda yersel olarak konglomeralar, kumtaşı ve tüfit ara katkılı nummulitli kireçtaşları ile başlayarak üst seviyelere doğru andezit ve ilişkili piroklastikleri ile devam etmekte ve yer yer aşınmış olarak bulunan kireçtaşı, kumtaşı, marn tuf aralanması ile son bulmaktadır (Aliyazıcıoğlu, 1999). Yöredeki en genç kayaçlar ise kuvarterner yaşlı ve oluşumlarını hala devam ettiren traverten, taraça ve alüvyonlardan oluşmaktadır. Harşit Çayı'na ait taraçanın yöredeki kalınlığı 2-6 m arasında değişmektedir. Aynı çaya ait taraça ve dere çökellerinin jeokimyasal ve izotopik verileri, bu alüvyonların ortaç-felsik kaynaktan türediğini göstermektedir (Saydam Eker, 2017).

#### 1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma konusunu oluşturan Erken-Orta Jura yaşlı kayaçları konu alan çok sayıda jeolojik araştırma, yüksek lisans ve doktora çalışmaları bulunmaktadır. Çalışma alanları ve yakın çevrelerinde yapılan başlıca çalışmalar kısaca aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Ketin (1950), Maden Tetkik Arama Enstitüsü adına gerçekleştirmiş olduğu "Bayburt Yöresinin Jeolojisi" isimli çalışmasında yörenin 1/ 100.000 ölçekli haritasını çıkartarak, yörenin stratigrafisini incelemiştir. Yapmış olduğu bu çalışma ile yörenin tektoniğini irdelemiştir ve Bayburt yöresi, Kale civarındaki Liyas yaşlı kireçtaşlarının, Geç Kretase yaşlı flişler üzerine itildiğini saptamıştır.

Ketin (1951), Bölge jeolojisini ele alan çalışmasında, ilk defa bu yörede 1500 m kalınlığında Permo-Karbonifer yaşlı çökelleri tanımlamış ve bunların üzerine Liyas yaşlı çökellerin transgresif olarak geldiğini belirtmiştir. Çalışma sahasında geniş yüzlekler şeklinde yaklaşık 2000 m kalınlığında Liyas yaşlı çökellerin bulunduğunu ve bunların taban seviyelerine yakın kesimlerinde 5-30 cm kalınlıklarda kömür damarları içerdiğini belirtmiştir. Liyas yaşlı birimlerin üzerine transgresif olarak Malm yaşlı çökellerin geldiğini dile getirmiştir.

Yılmaz (1972), Yöredeki Liyas yaşlı çökelleri alttan üste doğru Reksene-Venk, Şehittepe ve Gökçepınar olmak üzere üç formasyona ayırmıştır. Reksene-Venk Formasyonu'nun genellikle arkoz nitelikli kumtaşları ile çakıltası ara katkılarında oluştuğunu ve formasyon içerisinde tane boyunun üste doğru belirgin bir incelmeye gösterdiğini vurgulamıştır. Bu formasyonun, Sinemuriyen'den daha yaşlı ve olasılıkla bir akarsu veya plaj çökeli olabileceğini belirtmiştir. Şehittepe Formasyonu'nun altta silttaşı-subgrovak ardışımından, üst kısımda ise kırmızı kireçtaşlarından ibaret olduğunu ve kısmen

karasal (bataklık) koşullarda gelişmiş olduğunu ileri sürmüştür. Söz konusu formasyonun üst kesimlerinde yer alan bol ammonit, foraminifer, bryozoa, belemnit ve krinoid fosilleri içeren kırmızı kireçtaşlarının sığ denizel ortamda gelişmiş olduğunu ve yaşının da Sinemuriyen-Toarsiyen olduğunu belirtmiştir. Gökçepınar Formasyonu'nun ise Geç Liyas yaşlı olup, kalın çakıltaşı ve aglomeralardan olduğunu ve bu üç formasyonun sınırlarının birbiri ile uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Burşuk (1975), "Bayburt Yöresinin Mikropaleontolojik ve Stratigrafik İrdelemesi" isimli doktora tezinde, Mesozoyik yaşlı çökellerden aldığı ölçülü stratigrafik kesitlerdeki kayaçlarda mikro paleontolojik çalışmalar yapmıştır. Çalışma sahasında mikrofauna ile ilk kez Dogger'in varlığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma sahasında Jura yaşlı çökeller içerisinde 2 yeni Ammonit türü bulunmuş ve Liyas-Malm'deki biyozonlar, Ammonoidea ile ayırtlanarak diğer ölkelerle korelasyon tablosu oluşturmuştur.

Ağar (1977), "Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi" konulu çalışmasında 450 km<sup>2</sup> lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeolojik haritasını yaparak Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı magmatik, tortul ve metamorfik kayaçları ayırt etmiştir. Çalışmasında, Erken Jura yaşlı oluşukları Çaltepe Kireçtaşı ve Hamurkesen Formasyonu olarak iki kısımda adlandırmış ve incelemiştir. Çaltepe Kireçtaşının taban seviyelerinde koyu gri renkli, kalın ve orta tabakalı oosparitlerle başlayıp üstlere doğru çört inklüzyonları ile dolomitik ara seviyeler içeren intramikrit ve intramikruditlerden olduğunu, bu birim üzerine uyumlu olarak gelen Hamurkesen Formasyonu'nun ise taban seviyesinde kumlu intrasparitlerle başlayıp, koyu gri, yeşil renkli volkanik breş ve tüfitlerle devam edip aglomeralarla son bulduğunu belirtmiştir.

şengör ve Yılmaz (1981), Erken Jura yaşlı havzaların ve içerdikleri çökellerin Neo-Tetis Okyanusunun kuzey kolunun riftleşme sahasına karşılık geldiğini dile getirmişlerdir. Bu riftleşme ile Kimmer Kıtasının sürekli olarak parçalanmaya uğradığını, gittikçe kapanmakta olan Paleo-Tetis'in güneyinde Neo-Tetis'in kuzey kolunun bir kenar havzası olarak açılmaya başladığını ve Anatolid-Torid platformunun şekillenmesine neden olduğunu belirtmiştirler. Erken Jura yaşlı çökellerin Sinemuriyen yaşlı, güneyden gelen bir transgresyonla Paleo-Tetis yayı üzerinde çökeldiğini belirtmişlerdir. Söz konusu çökellerin, bu bölgede güneye bakan Atlantik Tip (Pasif) bir kıta kenarının gelişmeye başladığının delili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Eren (1983), Gümüşhane-Kale arasında yaptığı çalışmada, Gümüşhane Graniti üzerine aşınma uyumsuzluğu ile gelen Liyas yaşlı çökelleri Zimonköy Formasyonu olarak

adlandırmıştır. Bunların Ammonitli Kırmızı Kireçtaşı Üyesi, Volcano-Tortul Üye ve bu üyelerle yanal geçişli Bağlarbaşı Üyesi, Çörtlü Kireçtaşı Üyesi ve Diyabaz üyeleri olmak üzere beş üyeden oluştuğunu belirtmiştir. Yazar yapmış olduğu çalışmada Zimonköy Formasyonu'nun kalınlığının kısa mesafelerde aniden değişmesini riftleşme hareketlerine bağlamıştır.

Hacıalioğlu (1983), Kale-Vavuk Dağı (Gümüşhane) arasında yaptığı çalışmasında, Liyas Yaşlı Zimonköy Formasyonu'nu Kırmızı Renkli Yumrulu Kireçtaşı Üyesi, Volcano-Tortul Üye ve bunları keserek gelişme gösteren Diyabaz Üyesi olmak üzere üç üyeye ayırmıştır. Zimonköy Formasyonu'nun sübsidans karakterli bir havzada çoğunlukla sığ deniz, zaman zaman da karasal (bataklık) ortamda oluştuğunu belirtmiştir. Çalışmasında, Liyas yaşlı birimin kalınlık farkı sunmasını yörede etkin olan blok faylanmalara bağlı olarak gelişen horst ve graben rölyefine bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Kesgin (1983), "Bayburt-Akşar Köyü ve Güneybatısının Jeolojik İncelemesi" konulu çalışmasında, birimleri kaya stratigrafi birimi esasına göre incelemiş ve genel özelliklerini tanımlamıştır. Gümüşhane Graniti üzerine uyumsuz olarak gelen Liyas yaşlı çökelleri Balkaynak Formasyonu olarak adlandırmış ve birimi birbiriyle yanal geçişli Daskabanboğazı Tortul Volkanik Üyesi ve Akşar Tortul Volkanik Üyesi olmak üzere iki farklı üye olarak incelemiştir. Çalışmasında, bölgeye Liyas'da yerleşen denizin zaman zaman karayla ilişkili olduğunu ve Dogger'de bölgenin ilk defa kalıcı bir denizle kaplandığını belirtmiştir.

Özdoğan (1983), Kale (Gümüşhane) yöresinde yüzeyleme veren kayaları kayastratigrafi birimi esasına göre incelemiş ve ayırtlamıştır. Çalışmasında, Liyas yaşlı çökellerin Permien öncesi yaşlı Aşağı Mahalle Metamorfileri ile Permien yaşlı Gümüşhane Granitinin üzerine uyumsuz olarak geldiğini belirtmiştir. Liyas yaşlı çökelleri Eskibağlar Formasyonu olarak adlandırmış ve bu birimi tabanda yer alan yumrulu, kırmızı renkli, bol ammonitli kireçtaşı üyesi ve üste doğru piroklastik tortulların egemen olduğu kumtaşı-marn-kiltaşı ara katkılı volcano-tortul seriden oluşan iki farklı üyeye ayırmıştır. Eskibağlar Formasyonu'nun sübsidans karakterli bir havzada genellikle karasal (bataklık, kıyı ovası) zaman zaman sığ denizel ortamında oluştuğunu vurgulamıştır.

Korkmaz ve Baki (1984), inceleme alanında yer alan metamorfileri "Pulur Masifi" olarak adlandırmış ve bu metamorfileri kesen meta-andezit, diyorit, gabro ve olivinli gabro gibi litolojiler içerdiğini vurgulamışlardır. Bu metamorfilerin güneyde kalınlığı lokal olarak 130 metreye kadar ulaşan kömür mercceklerini içeren taban konglemerası tarafından

örtüldüğünü belirtmişler ve bu taban konglomasını “Ağgi Formasyonu” olarak adlandırmışlardır. Formasyonun yaşının birim içerisindeki kömürlerden yapılan palinolojik inceleme sonucunda, Dogger olduğunu saptamışlardır.

Özer (1984), “Bayburt (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi” başlıklı çalışmada yörede, Mesozoyik yaşlı kayaların Liyas yaşlı volkano-tortul seri ile başladığını ve üzerine Dogger-Malm yaşlı, kalın tabakalı, tabanda yer yer kumlu yer yer dolomitik ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan serinin geldiğini kaydetmiştir.

Bektaş vd. (1984), Erken Jura yaşlı havzaları Paleotetis Okyanusu’nun kapanmasıyla oluşmuş, Pontid yayının güneyindeki yay-ardı havzalar olarak yorumlamışlardır. Bu yay-ardı havzaların çekme gerilmesi altında tüm Doğu Pontid Güney Zon’unda doğu-batı doğrultusunda birbirine paralel rift havzaları şeklinde geliştiğini ve bu rift havzalarının (graben) birbirinden eski temele ait yüksekliklerle (horst) ayrıldığını belirtmişlerdir.

Yılmaz (1985), “Kelkit (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi” adlı yüksek lisans tez çalışmada, Kelkit yakın yöresinde yüzlek veren Erken Jura yaşlı çökellerin Gümüşhane Graniti üzerine aşınma uyumsuzluğu ile geldiğini ve tortul-volkanik karakterli birimin karasal, bataklık ve sığ denizel ortamlarda oluştuğunu belirtmiştir.

Gürsoy (1989), Kelkit (Gümüşhane) ve yakın çevresinin stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya koymaya çalıştığı çalışmada, Liyas-Dogger yaşlı volkano-tortul karakterli Kelkit Formasyonu’nun, temel kayalarını transgresif olarak örtüldüğünü belirtmiştir. Liyas-Dogger yaşlı bu volkano-tortul istifin, çökeltme ile eş yaşlı büyüme fayları, yer yer kömür mercekleri ve Pliyensbahiye ve Toarsiyen yaşlı iki Ammonit’li düzey içerdiğini vurgulamıştır. Araştırmacı çalışmada, Kelkit Formasyonu’nun uyumlu olarak çapraz katmanlı ve oolitik kumlu kireçtaşlarıyla başlayan Berdiga Formasyonu’nun Dogger-Valanjiniyen karbonatları tarafından örtüldüğünü dile getirmiştir.

Keskin vd. (1990), “Bayburt ve Dolayının Jeolojisi” adlı raporlarında yörede yer alan birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya koymuşlardır. Çalışma alanında, Liyas’ın başlarında oluşan bir transgresyonla Hamurkesen Formasyonu’nun çökeldiğini ve başlangıçta yörede sığ bir denizin hakim olduğunu vurgulamışlardır. Liyas başında kuzeyde gelişen sığ denizin daha güneye gelindiğinde derinleşmeye başladığını belirtmişlerdir. İnceleme alanında çökelen kırmızı renkli bol ammonit ve krinoidli, lamelli fosilli ve yumrulu kireçtaşlarının, riftleşme olayı ile ilgili olarak denizin sığ kesimlerinde geliştiğini, denizin daha derin kesimlerinde volkano-tortul karakterli kayalar ile ardalanmalı türbitik özellik gösteren çökellerin oluştuğunu vurgulamışlardır. Liyas sonuna doğru ortamın tekrar sığ

denizelden lagüner ortama dönüşmesi ile yer yer kömür ara seviyeleri içeren kumtaşı ve kumlu kireçtaşlarının çökeldiğini vurgulamışlardır.

Özdoğan (1992), Karadağ (Torul-Gümüşhane) yöresinde yaptığı çalışmasında, Gümüşhane Granitoyidi üzerine uyumsuzlukla gelen çökelleri Gülaçar Formasyonu olarak adlandırmış ve Liyas yaşlı olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, Liyas yaşlı Gülaçar Formasyonu'nu birbiriyle yanal olan üç üyeye ayırmış ve söz konusu üyeleri, Cilaztepe Konglomera Üyesi, Dörenedere Kireçtaşı Üyesi ve Bülbüloğlu Tortul-Volkanik Üyesi olarak adlandırmıştır. Bu formasyonda yer alan volkanik kayaların, andezit-bazalt bileşiminde olup alkalen ve kalkalkalen nitelik taşıdıklarını ve ada yayı volkanitlerin ürünü olduklarını belirtmiştir.

Yılmaz (1993), "Doğu Pontid Güney Zonunun Stratigrafik Deneşirmesi ve Paleocoğrafik Evrimi" adlı çalışmasında Doğu Pontid güney zonunda kalın istif ve yaygın yüzeylemeler veren çökel kayaların farklı fasiyelerde olduğunu ve bu kayaların başlıca, Liyas sürecinde riftleşme ve Dogger-Orta Kretase-Alt Eosen transgresyonlarıyla oluştuğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1995), "Gümüşhane-Bayburt yöresindeki Alt Jura (Liyas) çökellerinin fasiyesi ve ortamsal nitelikleri" adlı çalışmasında bu çökellerin doku, yapı, kalınlık, yayılım/dağılım ve birikim şartlarını incelemiş ve Liyas çökellerini kondanse pelajik çökeller, normal ve taşınmış/tekrar çökelmiş çökeller, silisleşmiş kireçtaşı ve silisli breş fasiyesleri olmak üzere üç ana fasiyese ayırmıştır.

Gedik vd. (1996), Doğu Pontidlerin Erken Jura'da Avrasya'dan kopan mikro bir plakacık olduklarını vurgulayarak, bu kopma hareketinin; tektonik, stratigrafik ve sedimentolojik verilerle ortogonal bir riftleşme şeklinde değil, transtensiyonal bir açılma şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri verilerin ışığı altında Doğu Pontidler'deki Erken Jura havzalarının uzaklaşan bir transform fay sisteminin ürünü olduklarını öne sürmüşlerdir.

Yılmaz vd. (1996), Gümüşhane yöresindeki Erken Jura yaşlı çökelleri, volkanik katkılı kırıntılı fasiyes olarak tanımlamışlardır. Bu çökellerin riftleşmeye bağlı genişlemeli tektonik rejim ve bunun sonuçlandığı gravite faylarla kontrol edilen havzalarda biriktiğini ileri sürmüştür. Bunu, Liyas yaşlı çökellerde gözlenen; farklı alt fasiyelerdeki çökellerin yanal ilişkileri ve çok kısa mesafelerde kalınlıklar arasındaki büyük farklar, kondanse-pelajik karakterli çökellerin varlığı ve istif genelindeki tane boyu ve tabaka kalınlığındaki üste doğru gözlenen incelmeye dayandırmıştır.

Yılmaz ve Ayaz, (1997), “Maden Resifal kireçtaşının birikim koşulları ve Geç Kretase paleocoğrafyasındaki konumu” başlıklı çalışmasında Mesozoyik sürecindeki gelişimi dört ayrı olayla şekillendirmiştir. Bunlar ilk riftleşme fazı (Liyas), tektonik sakinlik dönemi (Dogger-Malm), ikinci riftleşme fazı (Alt- Kretase) ve sıkışma dönemi (Üst Kretase)’dir. Üst Kretase’de sıkışma tektoniğine bağlı olarak Maden resifal kireçtaşının biriktiğini belirtmişlerdir.

Kandemir (2004), yapmış olduğu doktora çalışmasında, Gümüşhane ve yakın çevresinde Gümüşhane Graniti üzerinde uyumsuzlukla yer alan üstten ise Berdiga Formasyonu tarafından uyumlu olarak üstlenen birimleri Şenköy Formasyonu olarak adlandırmış ve kalınlığının 2-2243 m arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca daha önceki çalışmalarda çoğunlukla Liyas olarak belirtilen birimin yaşını, bu çalışmada elde edilen paleontolojik-palinolojik ve fasiyes bulgularına dayanarak Hettangiyen-Bathoniyen (Erken-Orta Jura) olarak sınırlandırmıştır.

Dokuz ve Tanyolu (2006), Yusufeli (Artvin) yöresindeki Erken Jura ve Geç Kretase yaşlı şeyl ve kumtaşlarını incelemiş ve petrografik ve jeokimyasal verilerine dayanarak kumtaşlarının kaynak alan karakteristikleri, ayrışma durumları, çökeltme ortamına taşınmaya kadar uğradıkları hidrolik boylanma ve tektonik ortamları hakkında değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

Kandemir ve Yılmaz (2009), Gümüşhane yöresi, Erken Jura yaşlı Ammonitico Rosso tip sedimentlerde yaptıkları çalışma ile; Bu fasiyesin Şenköy Formasyonu’nun en alt seviyesini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu Formasyonun ekstansiyonel tektonik rejim altında rift ilişkili havzalarda çökeldiğini ileri sürmüşlerdir. Çalışma alanında ölçtükleri altı ölçülü stratigrafik kesite dayanarak, söz konusu sedimentleri nodüler kalkerli Ammonitico Rosso tip sediment ve marnlı Ammonitico Rosso tip sedimentler olarak iki ayrı fazda incelemiş ve yedi farklı fasiyese ayırmışlardır.

Hoş-Çebi vd., (2009), Liyas yaşlı çökeller içinde oluşan Gödül (Kelkit) ve Norşun (Şiran) yörelerindeki kömürlerin zaman zaman denizle irtibatlı kıyı fasiyeslerinde, Alansa (Kelkit) bölgesindeki kömürlerin ise tuzlu su ortamında çökeldiğini tespit etmiştir.

Akdoğan (2011), “Erken-Orta Jura yaşlı kumtaşı ve şeyllerin (Gümüşhane, Bayburt) Jeokimyasal Özellikleri” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, kırıntılı kayaçlarda felsik bileşenlerin oranını temsil eden Th ve U gibi iz elementler ile mafik bileşenlerin oranını temsil eden Sc ve Cr gibi iz elementlerin geniş aralıklar sunduğunu belirterek bu durumu, kayaçların kaynak alanlarında felsik kayaçların yanı sıra önemli oranda mafik kayaçların da

bulunması gerektiğine bağlamıştır. Kayaçlardan elde ettiği tüm kayaç jeokimyasına dayanarak ada yayı, aktif kıtasal kenar ve pasif kıtasal kenar gibi farklı tektonik ortam tanımlamasına gitmiş ve çökme ortamının hem aktif volkanik yaydan, hem de kıtasal kenardan malzeme alabilecek konumda olan yay gerisi havzalar olduklarını saptamıştır.

Duygu (2011), “Eski Gümüşhane Yöresinin Jeolojisi ve Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura) İçerisindeki Kumtaşlarının Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçları petrografik ve jeokimyasal açıdan inceleyerek bu kayaçların kaynak alanları, ayrışma durumları ve tektonik ortamları ile ilgili sınırlandırmalar getirmeye çalışmıştır.

Saydam Eker vd. (2012), yaptıkları “Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE Turkey” çalışma ile, Lias çökelleri içerisinde yer alan çört oluşuklarının kalınlığının 3-30 m arasında değiştiğini, mineralojik bileşimlerinin, kalsedonik kuvars, mikro ve mega kuvarstan ibaret olduğunu vurgulayarak, rift ortamında çökelmiş olabileceğini savunmuşlardır.

Saydam Eker vd. (2015), “Organic Maturity and Hydrocarbon Potential of Liassic Coals From the Eastern Pontides, NE-Turkey” adlı çalışmasında, Gümüşhane ve Bayburt bölgelerinde Lias yaşlı çökeller içinde oluşan kömürlerin organik jeokimyasal özelliklerine dayanarak Tip II ve Tip III kerojen içerdiklerini ve hidrokarbon türetecek potansiyelde olmadığını belirlemişlerdir.

Saydam Eker vd. (2016), “Concentrations of Elements in Lias Coals From the Eastern Black Sea Region, NE-Turkey” adlı çalışmasında, aynı kömürlerin inorganik jeokimyasal ve yaklaşık analizlerinden yola çıkarak, söz konusu kömürlerin içermiş olduğu Mo, Y, Ni, U, Zn, Ga, Ba, W, Sr, Ta ve Be elementlerinin kül ile negatif ilişkide olduğunu ve bu elementlerin organik maddeden kömüre karışmış olabileceğini dile getirmişlerdir.

Karlı vd (2017), “Zircon Lu-Hf isotope systematics and U-Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gokcedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to rollback of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere” adlı çalışmalarında Gökçedere plütununun başlıca gabro ve gabroik dioritlerden oluştuğunu ve oluşum zamanının Erken Jura (177 Ma) olduğunu tespit etmişlerdir. Bu gabro ve gabroik dioritlerin nispeten düşük SiO<sub>2</sub> (% 47.09–57.15), yüksek Mg# (46–75) içeriği ile karakterize edildiğini dile getirmişlerdir. Ayrıca gabroik kayaçların düşük <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, nispeten yüksek ε<sub>Nd(t)</sub> değerlerine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Dokuz vd. (2017), “Late Jurassic Magmatism and stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Paleotethyan Oceanic Lithosphere” adlı çalışmalarında, Geç Jura volkaniklerinin kalkalkalin özellikli bazaltik lavlardan oluştuklarını ve Nb-Ta değerleri ile Nb/U, Nb/La ve Ce/Pb oranlarının ada yayı bazaltlarından daha yüksek olduklarını tespit etmişlerdir. Söz konusu kayaçların düşük  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve pozitif  $\epsilon_{\text{Nd}(0)}$  değerine sahip olduklarını ve birincil Pb izotop oranlarının ise okyanusal sırt ve okyanusal ada bazaltlarının arasında yer aldığını vurgulamışlardır.



## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Giriş**

Bu tez çalışması kapsamında, Gümüşhane civarlarında yüzeyleme veren Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların litolojik, sedimentolojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Yapılan bu çalışma, literatür taraması, arazi çalışması, laboratuvar ve büro çalışması olmak üzere dört ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir.

### **2.2. Arazi Çalışmaları**

Çalışma alanının mevcut 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları kullanılarak, Erken-Orta Jura yaşlı oluşukların, diğer birimlerle olan kesiksiz taban ve tavan dokanaklarına göre ölçülü stratigrafik kesit alanları belirlenmiştir. Bu kesit alanlarından GPS (Global Position System: Bölgesel Konum Sistemi) ve Jakop çubuğu yardımıyla stratigrafik kesitler ölçülmüş ve ölçüm esnasında kumtaşı ve marn-çamurtaşı örnekleri toplanmıştır. Ayrıca istifin, litolojik, sedimentolojik özellikleri kaydedilmiştir. Seçilen pilot bölgelerden 4 adet ölçülü stratigrafik kesit çıkartılmıştır (Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ve Yukarıalçtı ÖSK).

### **2.3. Laboratuvar Çalışması ve Analitik Yöntemler**

#### **2.3.1. İnce Kesit Hazırlanması**

Çalışma alanından toplanan 35 adet kumtaşı örneğinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi için ince kesitleri yapılmıştır. Kumtaşlarından kesilen 0.5x2x4 cm boyutundaki plakacıkların yüzey pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlıkta 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine Kanada balzamu yardımıyla yapıştırılmıştır. Bu kumtaşı örnekleri, aşındırıcılar kullanılarak 0.025 mm kalınlığına kadar inceltilmiş ve petrografik tayinler için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvar'ında hazırlanmıştır.

### **2.3.2. Mikroskopik İncelemeler**

Kumtaşlarına ait 35 adet ince kesit örneği Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskopu Laboratuvar'ında Leica marka polarizan mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Petrografik çalışmalar sonucunda modal ve jeokimyasal analizler için uygun olan örnekler belirlenmiştir.

### **2.3.3. Modal Analiz**

Petrografik incelenmesi yapılan orta-iri taneli kumtaşlarından 18 adedi seçilerek modal analize tabii tutulmuştur. Modal analiz Swift Model F nokta sayıcısı kullanılarak her ince kesit örneğinden 1000-1500 adet nokta sayılmıştır. Kumtaşları adlandırılırken Dott (1964)' in kumtaşı adlama diyagramları kullanılmıştır. Kökensel yorumlamaları yapabilmek için incelenen kumtaşları Gazzi-Dickinson Nokta Sayım Yöntemi (Ingersoll vd., 1984) kullanılarak sayılmışlardır. Nokta sayımı yapılırken sayım aralığı tane boyuna göre ayarlanmış ve 0.1-0.2 mm olarak kullanılmıştır. Nokta sayım sonucu elde edilen değerler Dickinson vd. (1983) tarafından geliştirilen tektonik ortam ayırım diyagramlarında değerlendirilmiştir.

### **2.3.4. Örneklerin Jeokimyasal Analiz İçin Hazırlanması**

Mikroskop ve makroskopik incelemeler sonucunda ayrışmamış 36 adet kumtaşı ve çamurtaşı/marn örneği, ana, iz ve nadir toprak element (N.T.E.) analizleri için seçilmiştir. Seçilen bu örnekler (yaklaşık 300 gr) öncelikle Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama Laboratuvar'ındaki çeneli kırıcıda 2-3 cm boyutunda kırılmıştır ve ardından aynı Üniversitenin Merkezi Araştırma Laboratuvar'ındaki halkalı öğütücüde 200 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. Çeyrekleme yöntemi kullanılarak her örnek için yaklaşık 30 gramlık poşetler hazırlanarak ana, iz ve N.T.E. analizleri için ACME (Kanada) Laboratuvarlar'ına gönderilmiştir.

Örnekler adı geçen laboratuvarda tane büyüklüğü 200 mesh'den daha küçük olacak biçimde agat bir havan içinde öğütülmüştür. Ana ve iz element içerikleri, 0.2 g toz kayaç örneğinin 1.5 g LiBO<sub>2</sub> ile çözdürülmesi ve daha sonra 100 ml %5 HNO<sub>3</sub>'de çözülmesinden sonra ICP-MS ile ölçülmüştür. N.T.E. içerikleri 0.25 g toz kayaç örneğinin dört farklı asit içerisinde çözdürülmesinden sonra ICP-MS ile analiz edilmiştir.

Ateşte kayıp (A.K.), örnekler 1000 C’de yakıldıktan sonra ağırlık farkından hesaplanmıştır. Toplam Fe içeriği, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden ifade edilmiştir. Dedeksiyon limitleri, ana oksitler için % ağırlık olarak 0.001-0.04, iz ve N.T.E. için 0.01-0.5 ppm arasında değişmektedir.

#### **2.4. Büro Çalışmaları**

Arazi ve laboratuvar araştırmalarında elde edilen veriler büro çalışmaları esnasında değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında kullanılan harita, ölçülen stratigrafik kesitler ve çeşitli şekillerin çiziminde Coral Draw 10.0 programı kullanılmıştır. Jeokimyasal analiz sonuçları çeşitli paket programlar kullanılarak grafikler ve tablolar halinde değerlendirilmiştir. Sonuçta elde edilen tüm veriler değerlendirilmiş ve tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Giriş**

Erken-Orta Jura yaşlı (Kandemir 2004) volkanik, volkanoklastik, silisiklastik, yer yer kireçtaşı, kömür ve çört ardalınlı istif Gümüşhane ve civarlarında Erken-Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane Granitoidi (Topuz vd. 2010) üzerine uyumsuzlukla oturmaktadır ve söz konusu istif Geç Jura-Erken Kretase yaşlı karbonat kayaçlarından oluşan Berdiga Formasyonu (Pelin 1977) ile uyumlu olarak örtülmektedir.

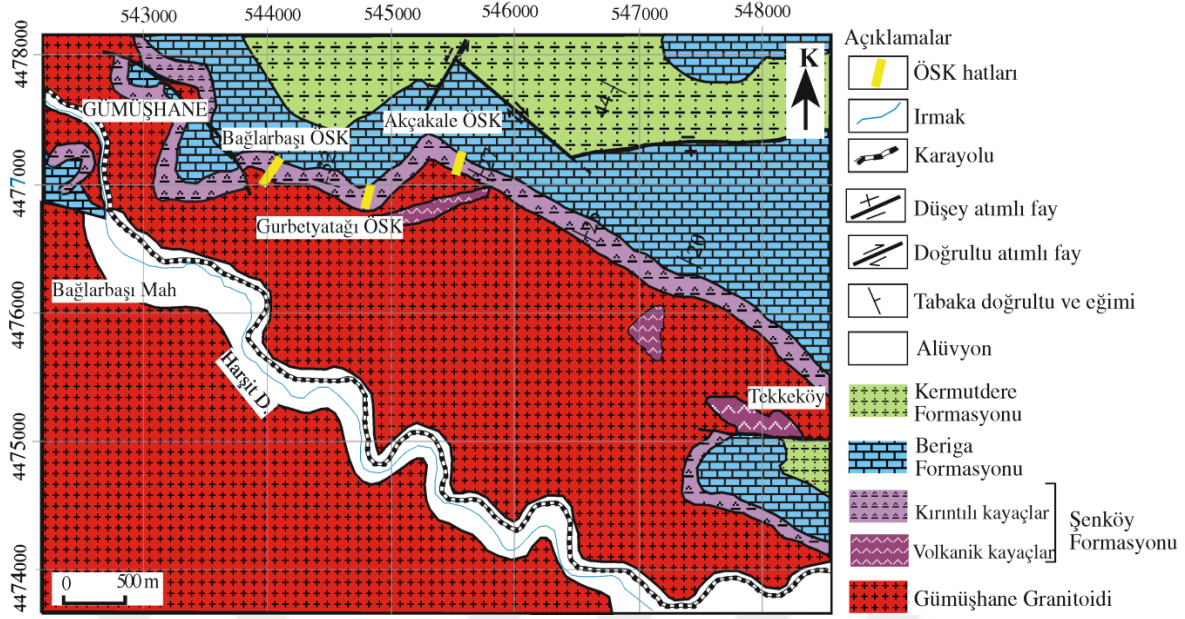
#### **3.1.1. Akçakale ÖSK**

##### **3.1.1.1. Litolojik ve Sedimantolojik Özellikler**

Kesit Akçakale civarından ölçülmüştür (pafta Trabzon H43-a1, başlangıç noktası: 4477300, 545500 bitiş noktası: 4477550, 545650) (Şekil 3.1). Kumtaşı, çamurtaşı, çörtlü kireçtaşı, volkanik kayaç, çört ve kireçtaşı ardalınlından oluşan istifin kalınlığı 95 m olarak ölçülmüştür (Şekil 3.2).

Arazi gözlemlerine göre söz konusu istif, tabanda koyu gri renkli, ince tabakalı çamurtaşı ile başlayıp, yukarıya doğru, orta tabakalı bej renkli çörtlü kireçtaşı, ince-orta tabakalı kahve renkli çamurtaşı ve yeşil renkli kumtaşı, kalın tabakalı bej, kırmızımsı gri renkli kumtaşı-çamurtaşı, ince-kalın tabakalı gri renkli kumtaşı, yer yer soğan kabuğu ayrışması gösteren volkanik kayaç ve çok ince-orta tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ardalınlı ile devam ederek, orta-kalın tabakalı beyaz, bej renkli çört-kireçtaşı ardalınlı ile son bulmaktadır (Şekil 3.3).

Havzada çok ince tabakalı ve kalın tabakalı kırıntılı kayaçların ardalınlı olması, bu malzemeleri taşıyan akıntı hızının heterojen olduğunu göstermektedir. Ayrıca istifin en altta çörtlü kireçtaşı ile başlayıp, kumtaşı, çamurtaşı, volkanik kayaç ardalınlına geçtikten sonra kireçtaşı ve çört ile son bulması, havza sübsidansının (derinliğinin) duraylı olmadığını, zaman zaman yükselip, alçaldığını işaret etmektedir. İstifte yer yer volkanik malzemenin görülmesi tortulaşma süresince volkanik faaliyetlerin olduğunu göstergesidir.



Şekil 3.1. Gümüşhane ve civarının jeoloji haritası (Eren, 1983'ten değiştirilerek alınmıştır)

### 3.1.1.2. Sedimenter Petrografi

Akçakale ölçülü stratigrafik kesitine ait kumtaşı örneklerinin petrografik modal analizi yapılarak bileşenlerin bağıl bollukları belirlenmiştir (Tablo 3.1). Buna göre kumtaşları başlıca kuvars (monokristalin kuvars, polikristalin kuvars), feldispat (alkali feldispat, plajiyoklaz), kayaç parçası (volkanik kayaç parçası, sedimenter kayaç parçası), opak mineral, tali mineral (muskovit, biyotit, klorit, piroksen), matriks ve çimento içermektedir. Ayrıca kumtaşlarını oluşturan çatı bileşenlerin (kuvars, feldispat ve kayaç kırıntısı) tane boyutunu belirlemek için mikroskopta ölçekli oküler yardımıyla tanenin uzun eksenini dikte alınarak ölçülmüştür. Yöreyle ait kumtaşlarının tane boyu ortalaması 0.71-2.50  $\phi$  arasında değişmektedir. Wentworth boyut sınıflamasına göre bu kesite ait kumtaşları iri-ince tanelidir (Folk, 1974).

**Kuvars:** *Monokristalin Kuvars (Qm)*: Yöredeki kumtaşları içerisinde % 1.8-18 arasında değişmektedir. Taneler köşeli-yarı yuvarlak arasında değişmektedir (Şekil 3.4 a-f). Bazı monokristalin kuvarslar kabarcık taneleri içermektedir ve plütonik kaynağı (Götze ve Zimmerle, 2000) göstermektedir. *Polikristalin kuvars (Qp)*: Kumtaşları içerisinde % 10.3-18.5 arasında değişiklik göstermektedir. Taneler, köşeli-yuvarlaktır, kristaller arası sınırlar genellikle düzdür. (Şekil 3.4 c,d,e).

YAŞ	Kalınlık (m)	LİTOLOJİ	Örnek No	Sed. simge	AÇIKLAMALAR
ERKEN - ORTA JURA	95				Berdiga Kireçtaşı
	80				Beyaz, bej renkli ince-kalın tabakalı çört, kireçtaşı ardalanması
	70		●A12		İnce - orta tabakalı gri renkli kumtaşı, marn ardalanması
			●A11		
	60		●A10		İnce-kalın tabakalı gri, koyu gri renkli kumtaşı ardalanması
			●A9		
	50		☉		Volkanik kayalar
	40		●A8		Ayrılmış volkanik kayaç
			●A7		
	30		●A6		İnce tabakalı marn arakatkılı, kalın tabakalı, bej, kırmızımsı, gri renkli kumtaşı ardalanması
	20		●A5		
			●A4		Orta tabakalı, kahverengi çamurtaşı/marn, yeşilimsi kumtaşı ardalanması
			●A3		
			●A2		Orta tabakalı, bej renkli çört- kireçtaşı
10		●A1			
					Çok ince tabakalı koyu gri renkli marn
					Gümüşhane granitoidi

☉ Soğan kabuğu ayrışması  
Not: Modal ve jeokimyasal analizi yapılan örneklerin yerleri kesit üzerinde gösterilmiştir

Şekil 3.2. Akçakale ölçülü stratigrafik kesiti



Şekil 3.3. Akçakale yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçlarda gözlenen lokal ve küçük çaplı kıvrımlı yapı. b, c: Kumtaşı, çamurtaşı araldanması)

**Feldispat:** *Alkali Feldispat (Af):* Kayaç içerisinde % 3-16.9 arasında değişmektedir. Taneler genellikle yarı yuvarlak-yarı köşelidir (Şekil 3.4 a,b,d). *Plajiyoklaz (Plj):* Kayaç içerisinde kum boyutlu ayrışmamış plajiyoklaz yok denecek kadar azdır (Şekil 3.4 a,e), mevcut olanlarda genellikle kalsitleşme gözlenmektedir.

Tablo 3.1. Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri

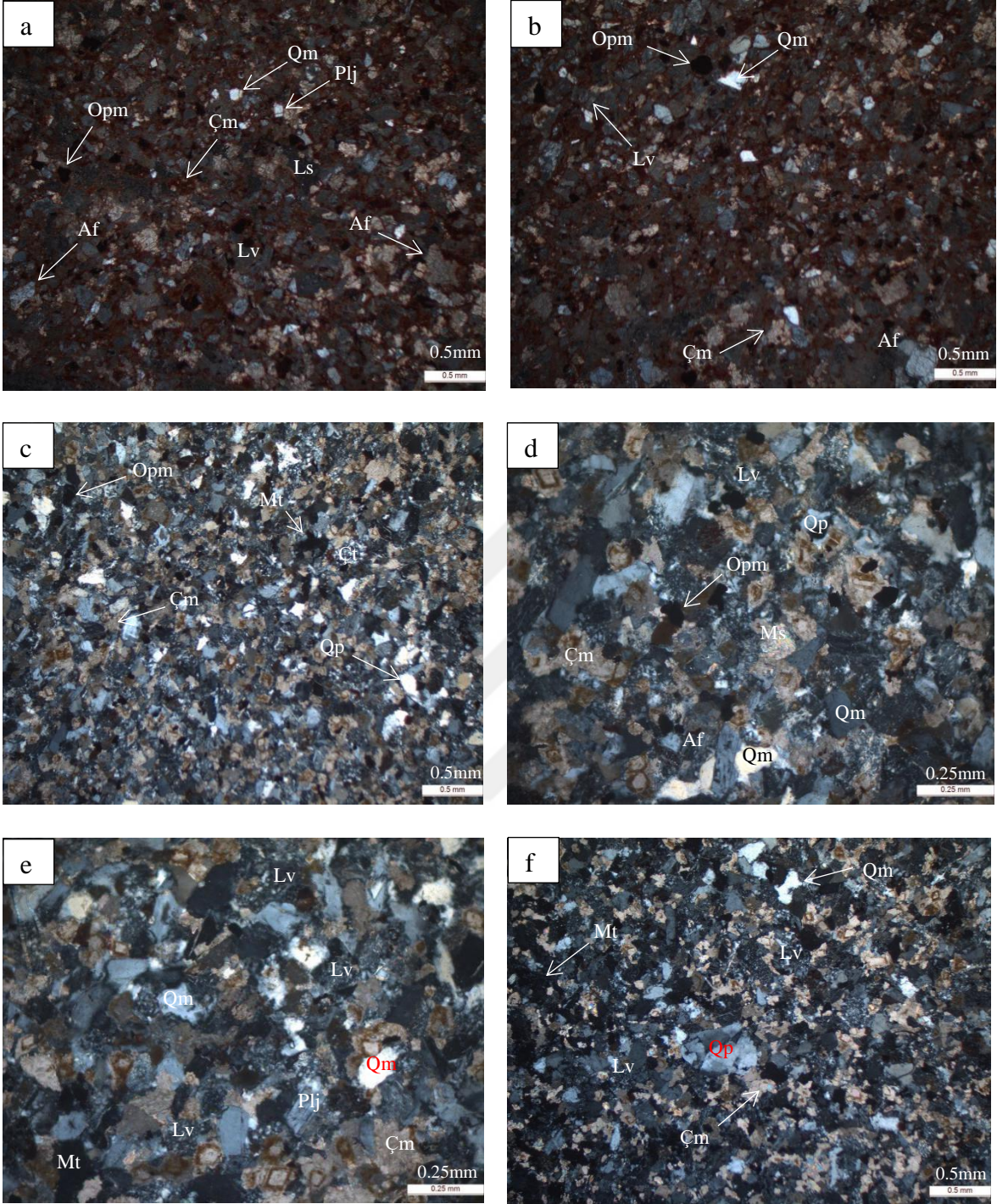
Örnek No	%Qm	%Qp	A.Feld	Plj	Lv	Ls	Mat.	Çim.	Opak min	Musk.	Biyot.	Klorit
A-5	1.8	10.3	0	0	33.6	6.6	20.4	17.4	9.9	0	0	0
A-9	16.4	10.6	16.9	0	14	0	9.9	30	2	0.2	0.1	0
A-11	18	18.5	3	0	20.8	0	16.8	22.9	0	0	0	0.1

**Kayaç Parçası:** *Volkanik kayaç parçası (Lv):* İncelenen kumtaşı örnekleri içerisinde % 14-33.6 arasında değişmektedir. Taneler yarı yuvarlak-yuvarlaktır (Şekil 3.4 a,b,d-f). Çoğunlukla bazik kayaç parçacığı olmakla beraber asidik kayaç parçaları da mevcuttur. *Sedimanter Kayaç parçası (Ls):* İncelenen örneklerde yok denecek kadar azdır, sadece bir örnekte % 6.6 oranında vardır. Taneler, yuvarlaktan köşeliye kadar değişmektedir. Genellikle kireçtaşı parçasından ibarettir (Şekil 3.4 a).

**Tali mineral:** İncelenen örneklerde tali mineral yok sayılacak kadar az olup, sadece bir örnekte % 0.2 oranında muskovit, % 0.1 oranında biyotit ve diğer bir örnekte % 0.1 oranında klorit görülmüştür (Şekil 3.4 d).

**Opak mineral:** Kumtaşı içerisinde % 2-9.9 arasında değişen oranlarda opak mineral gözlenmiştir. Opak mineraller yuvarlak-köşelidirler (Şekil 3.4 a-d).

**Bağlayıcı:** *Matriks:* İncelenen kumtaşları % 9.9-20.4 arasında değişen miktarlarda matriks içermektedir. Matriks genellikle kuvars parçacığı olmakla birlikte az miktarda alkali feldispat ve kayaç kırıntısından ibarettir (Şekil 3.4 e,f). *Çimento:* Kayaç içerisinde % 17.4-30 arasında, oldukça yüksek bir orana sahiptir, kalsit, demir ve kil çimentodan ibarettir (Şekil 3.4 a-f).



Şekil 3.4. Akçakale ÖSK' ya ait kumtaşlarının ince kesit görünüşleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Çt: Çört, Opm: Opak Mineral, Ms: Muskovit, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir)

### **3.1.2. Bağlarbaşı ÖSK**

#### **3.1.2.1. Litolojik ve Sedimentolojik Özellikler**

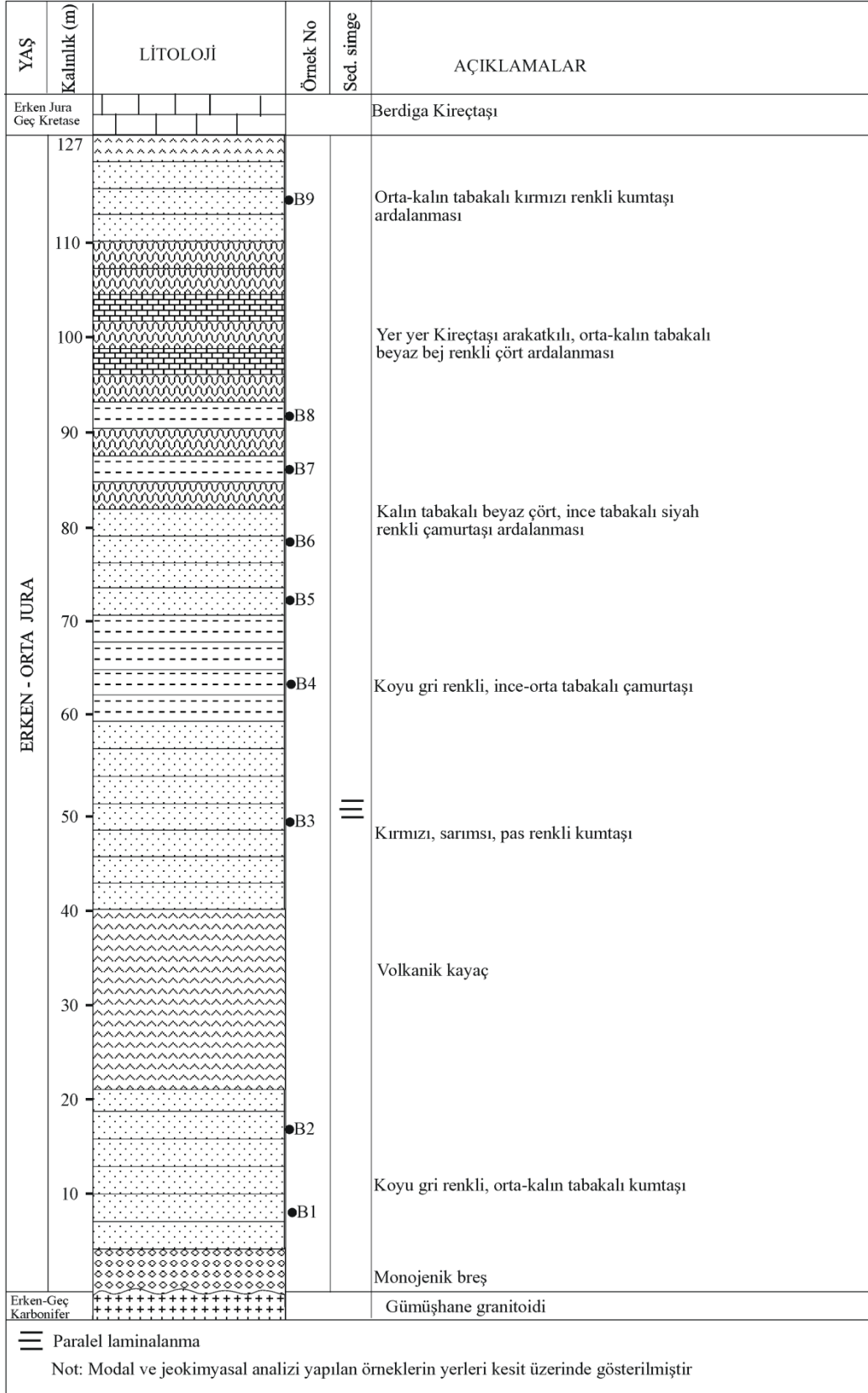
Kesit Bağlarbaşı Mahallesi, Bağlarbaşı kalesinin alt kısmından ölçülmüştür (pafta Trabzon H43-a1, başlangıç noktası: 4477000, 543950, bitiş noktası: 4477200, 544100) (Şekil 3.1). İstif, volkanik kayaç, kumtaşı, çamurtaşı, çört ve kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır ve ölçülen kalınlığı 127 m dir (Şekil 3.5).

Bu yörede istif, tabanda kalınlığı yaklaşık 1 m olan monojenik breş ile başlamaktadır, bunun üzerine koyu gri renkli, orta-kalın tabakalı kumtaşı, kalınlığı yaklaşık 30 m olan volkanik kayaç, kırmızı, sarımsı, bej renkli, yer yer paralel laminalı kumtaşı, koyu gri renkli çamurtaşı, tabaka kalınlığı 10-50 cm arasında değişen gri renkli kumtaşı, tabaka kalınlığı 3-5 cm olan koyu gri renkli çamurtaşı ve beyaz renkli orta-kalın tabakalı çört ve kireçtaşı ardalanması, orta kalın tabakalı kırmızı renkli kumtaşları ile devam ederek açık gri renkli volkanik kayaçlarla son bulmaktadır (Şekil 3.6).

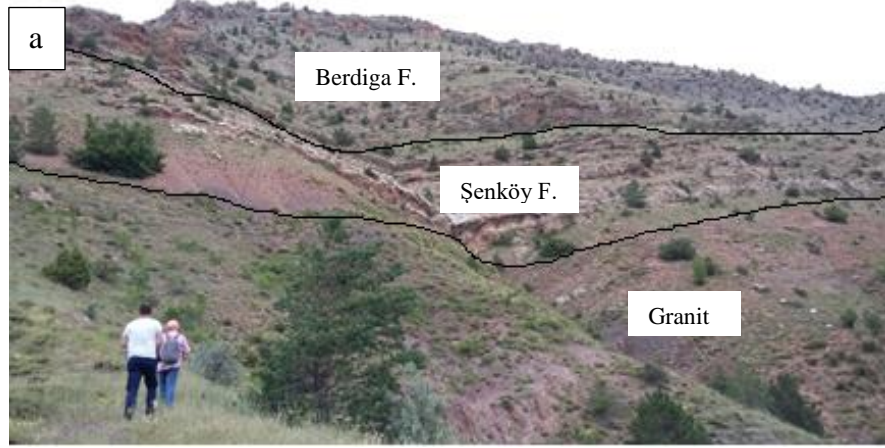
Havzada laminalı, çok ince tabakalı ve kalın tabakalı kırıntılı kayaçların ardalanmasının olması, bu malzemeleri taşıyan akıntı hızının heterojen olduğunu göstermektedir. İstifte yer yer volkanik malzemenin görülmesi tortulaşma süresince volkanik faaliyetlerin olduğunu göstermektedir.

#### **3.1.2.2. Sedimanter Petrografi**

Bağlarbaşı ölçülü stratigrafik kesitine ait kumtaşı örneklerinin petrografik modal analizi yapılarak bileşenlerin bağlı bollukları belirlenmiştir (Tablo 3.2). Buna göre kumtaşları başlıca kuvars (monokristalin kuvars, polikristalin kuvars, ayrıca çört parçaları da polikristalin kuvars olarak değerlendirilmiştir), feldispat (alkali feldispat), kayaç parçası (volkanik kayaç parçası, sedimanter kayaç parçası), opak mineral, matriks ve çimento içermektedir. Kesite ait kumtaşlarının tane boyu ortalaması  $-0.11-1.35 \phi$  arasında değişmektedir. Wentworth boyut sınıflamasına göre bu kesite ait kumtaşları çok iri - orta tanelidir (Folk, 1974).



Şekil 3.5. Bağlarbaşı ölçülü stratigrafik kesiti



Şekil 3.6. Bağlarbaşı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçların tabandan tavana kadar olan genel görüntüsü, b: Kalın tabakalı kumtaşı, c: Kumtaşı, çamurtaşı ardalanması)

**Kuvars:** *Monokristalin kuvars (Qm)*: İncelenen örnekler % 10.8-20.9 arasında değişen oranlarda monokristalin kuvars içermektedir. Taneler köşeli ve yarı yuvarlak arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3.7 a-f). *Polikristalin kuvars (Qp)*: Kumtaşları içerisinde % 14.6-27.7 arasında değişiklik göstermektedir ve taneler yarı köşeli-yuvarlaktırlar. Kristaller arası sınırlar düzdür (Şekil 3.7. a,b,f).

**Feldispat:** *Alkali feldispat (Af)*: İncelenen kumtaşları içerisinde % 1.7-5.6 arasında değişmektedir. Taneler, yarı yuvarlak-yarı köşelidirler (Şekil 3.7.b). *Plajiyoklaz (Plj)*: İncelenen kumtaşı örnekleri içerisinde kum boyutlu plajiyoklaza rastlanmamıştır.

Tablo 3.2. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri

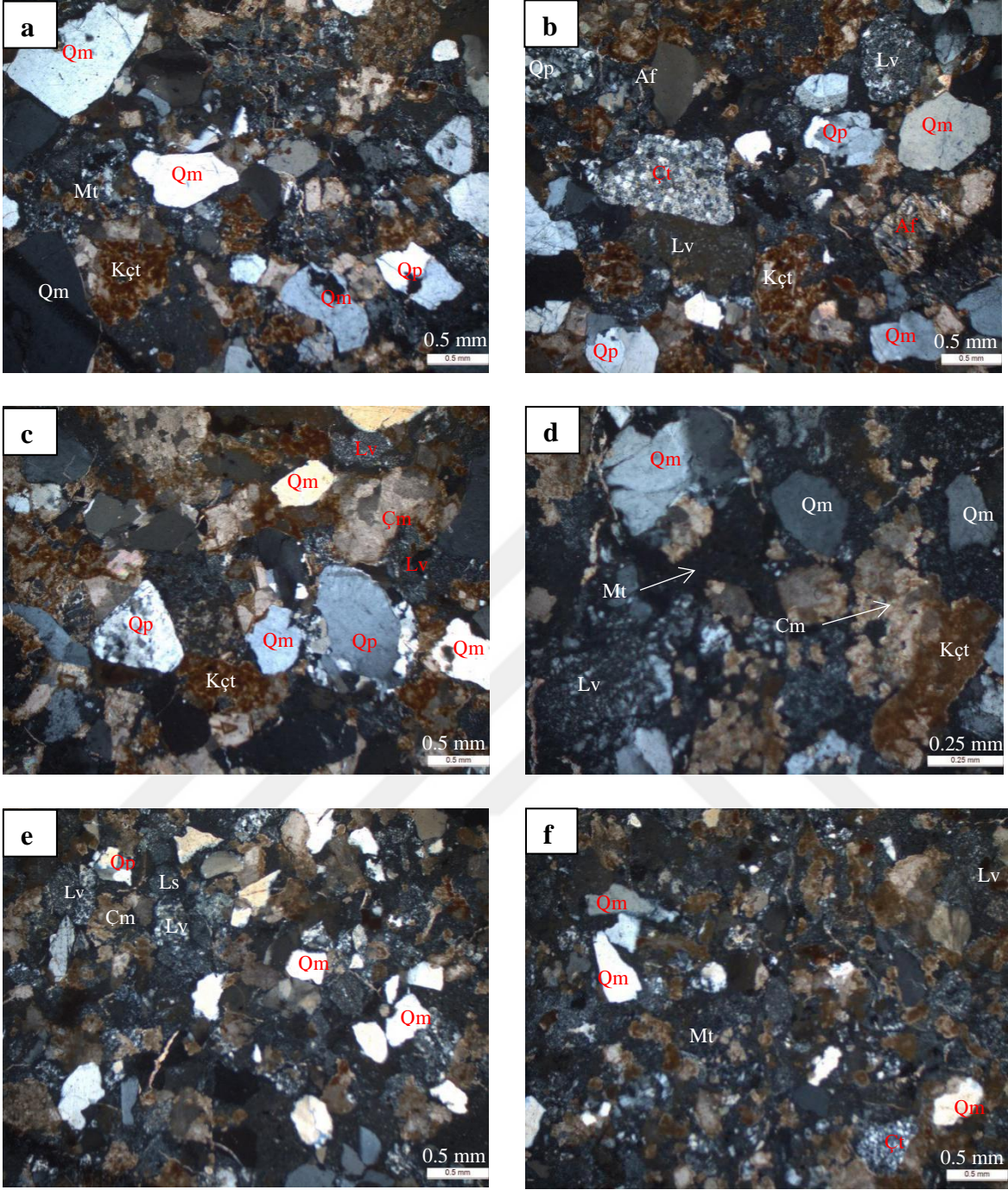
Örnek No	%Qm	%Qp	A.Feld	Plj	Lv	Ls	Matriks	Çimento	Opak	
									min	Tali min
B-1	10.8	16.3	5.6	0	6.8	9.3	15.5	31	4.7	0
B-5	20.9	27.7	2.6	0	11.4	0	23.2	14	0.2	0
B-6	13.6	14.6	1.7	0	20.6	1	21.3	27	0.2	0

**Kayaç Parçası:** *Volkanik kayaç parçası (Lv):* Kumtaşı örnekleri içerisindeki bolluğu % 6.8-20.6 arasında değişiklik göstermektedir. Taneler genellikle yarı yuvarlak-yuvarlaktır, hem bazik hem de asidik kayaç parçaları mevcuttur (Şekil 3.7 b-e). *Sedimenter kayaç parçası (Ls):* İncelenen örnekler içerisinde % 0-9.3 arasında değişmektedir. Taneler yarı yuvarlak-yarı köşelidirler, genellikle kireçtaşı parçacıklarından ibarettir. (Şekil 3.7 a-d).

**Tali Mineral:** Bu yöreye ait kumtaşları içerisinde kum boyutlu tali minerale rastlanmamıştır.

**Opak Mineral:** İncelenen örnekler içerisinde % 0.2-4.7 arasında değişmektedir. Taneler köşeliden yuvarlağa kadar değişmektedir.

**Bağlayıcı:** *Matriks:* Çalışılan kumtaşları % 15.5-23.2 arasında değişen miktarlarda matriks içermektedir ve genellikle kuvars tanelerinden ibarettir (Şekil 3.7 a,d,f). *Çimento:* Kayaç içerisinde % 14-31 arasında değişmektedir ve genellikle kalsit olmakla beraber, silis, kil ve demir çimento da mevcuttur (Şekil 3.7 c,d).



Şekil 3.7. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünüşleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Lv: Vulkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Kçt: Kireçtaşı Parçası, Çt: Çört Parçası, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir)

### 3.1.3. Gurbetyatağı ÖSK

#### 3.1.3.1. Litolojik ve Sedimentolojik Özellikler

Stratigrafik kesit, Gurbetyatağı adı ile anılan vadi boyunca ölçülmüştür (Pafta Trabzon H43-a1, başlangıç noktası: 4476750-544800, bitiş noktası: 4477000-544900) (Şekil 3.1). Söz konusu istif, volkanik kayaç, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve çört ardalanmasından oluşmaktadır ve ölçülen kalınlık 133 m dir (Şekil 3.8).


İstif Gurbetyatağı mevkiinde en altta yaklaşık 3 m kalınlıkta gri renkli, ince tabakalı çamurtaşları ile başlamaktadır. Bunun üzerine 20 m kalınlıkta volkanik kayaç, orta-kalın tabakalı, koyu gri renkli kumtaşı ardalanması 70. m'ye kadar devam etmektedir. Bu seviyeden sonra orta tabakalı gri renkli kumtaşı, ince tabakalı gri renkli çamurtaşı, yer yer çakıllı kumtaşı ve çört ardalanması gelmektedir, bu ardalanma yaklaşık 118. m'ye kadar devam etmektedir. İstif bej renkli orta-kalın tabakalı çört ve kireçtaşı ardalanması ile devam ederek son bulmaktadır (Şekil 3.9).

İstifin çamurtaşı ile başlayıp, volkanik kayaçlara geçmesi, tortulaşmanın başlangıç aşamasında volkanik faaliyetlerin olduğuna işaret etmektedir. İstifin kumtaşı, çamurtaşı, yer yer çakıllı kumtaşı ardalanması ile devam edip çört, kireçtaşı ardalanması ile son bulması havzanın gittikçe derinleştiğini göstermektedir.

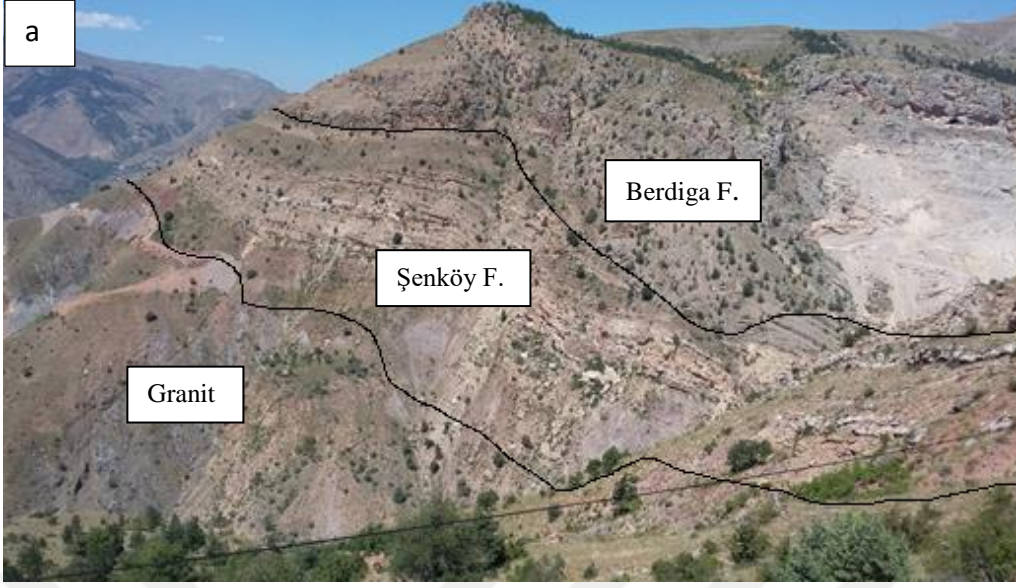
#### 3.1.3.2. Sedimenter Petrografi

Gurbetyatağı ölçülü stratigrafik kesitine ait kumtaşı örneklerinin petrografik modal analizi yapılarak bileşenlerin bağıl bollukları belirlenmiştir (Tablo 3.3). Buna göre kumtaşları başlıca kuvars (monokristalin kuvars, polikristalin kuvars), feldispat (alkali feldispat, plajiyoklaz), kayaç parçası (volkanik kayaç parçası, sedimenter kayaç parçası), opak mineral, tali mineral, matriks ve çimento içermektedir. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarının tane boyu ortalaması  $-0.65-1.06 \phi$  arasında değişmekte olup, Wentworth boyut sınıflamasına göre çok iri- orta tanelidir (Folk, 1974).

**Kuvars:** *Monokristalin kuvars (Qm)*: İstife ait kumtaşları içerisinde % 0.1-27.6 arasında değişen miktarlarda bulunmaktadır. Taneler köşeli-yarı yuvarlak, bazı tanelerin kenarları korrode olmuş (yenmiş) genellikle düz sönmeli olmakla beraber yer yer dalgalı sönmeli olanlara da rastlanmıştır (Şekil 3.10 c-h). düz sönmeli olanlar ve kenarları yenmiş olan taneler genellikle volkanik kaynağı (Tucker, 1991, Götze ve Zimmerle, 2000), dalgalı sönmeli olanlar ise plütonik kaynağı işaret etmektedir (Lewis ve McConchie, 1994).

YAŞ	Kalınlık (m)	LİTOLOJİ	Örnek No	Sed. simge	AÇIKLAMALAR
Erken Jura Geç Kretase					
	133				Orta tabakalı bej renkli çört, kireçtaşı ardalanması
	130				
			●G14 ●G13		İnce, orta tabakalı kırmızı renkli kumtaşı, çamurtaşı ardalanması
	120		●G12		Orta tabakalı bej renkli çört, kireçtaşı, çamurtaşı ardalanması
			●G11 ●G10 ●G9 ●G8		Çamurtaşı arakatkılı orta tabakalı gri renkli kumtaşı ardalanması
	100				
			●G7 ●G6 ●G5		Orta tabakalı çakıllı kumtaşı
	90				
			●G4		Orta tabakalı, grimsi renklrde kumtaşı, ince tabakalı çamurtaşı ardalanması
	80				
			●G3		İnce-kalın tabakalı, gri koyu gri renkli kumtaşı ardalanması
	70				
			●G2		Mor renkli volkanik kayaçlar
	60				
			●G1		Gri renkli ince tabakalı marn/çamurtaşı
Erken-Geç Karbonifer					Gümüşhane granitoidi
 Dereceli tabakalanama Not: Modal ve jeokimyasal analizi yapılan örneklerin yerleri kesit üzerinde gösterilmiştir					

Şekil 3.8. Gurbetyatağı ölçülü stratigrafik kesiti



Şekil 3.9. Gurbetyatağı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kırıntılı kayaçların tabandan tavana kadar olan genel görüntüsü, b: Kalın tabakalı kumtaşı, c: Kumtaşı, çamurtaşı ardalanması)

*Polikristalin kuvars (Qp)*: İncelenen örnekler içerisinde % 14.2-23.9 arasında değişiklik göstermektedir. Taneler köşeli-yuvarlak, kristaller arası sınırlar genelde düz olmakla beraber sütürlü olanlar da vardır (Şekil 3.10 f-g).

Tablo 3.3. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri

Örnek No	%Qm	%Qp	A.Feld	Plj	Lv	Ls	Mat.	Çim.	Opak			
									min	Musk.	Biyot.	Klorit
G-3	1.3	23.9	28.9	6.5	5.1	0	23.3	10.3	0.7	0	0	0
G-4	0.1	14.2	44	0	4.1	0	19.1	17.9	0.6	0	0	0
G-7	27.6	20	2.5	0	14.1	2.1	18.6	15	0.1	0	0	0
G-8	21.4	15.8	1.9	0	22.9	0.9	2.9	32.6	0	1.6	0	0
G-10	26.8	16.8	2.4	0	21.2	9.5	15	4.5	3	0.2	0.3	0.3
G-11	9.3	21.7	0.6	0	28.1	4.5	16.4	19.1	0.1	0.2	0	0

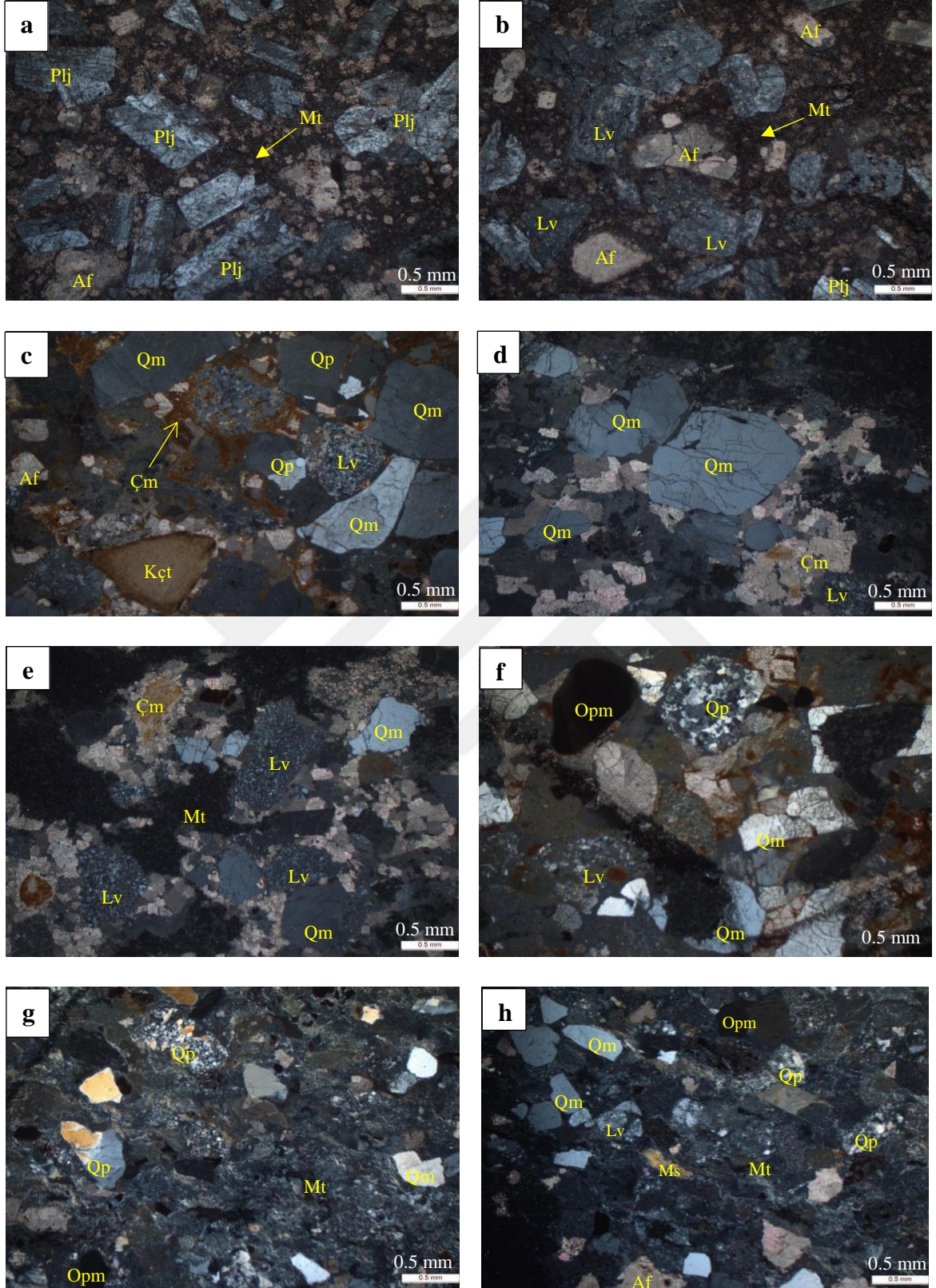
**Feldispat:** *Alkali feldispat (Af):* İncelenen kumtaşı örnekleri içerisinde % 0.6-44 arasında değişmektedir. Taneler yarı köşeli-yarı yuvarlaktırlar (Şekil 3.10 a-c), yer yer kalsitleşme gözlenmektedir. *Plajiyoklaz (Plj):* Kayaç içerisinde % 0-6.5 arasında değişiklik göstermektedir, taneler köşeli, yarı köşelidir (Şekil 3.10 b).

**Kayaç parçası:** *Volkanik kayaç parçası (Lv):* İncelenen örnekler içerisinde % 4.1- 28.1 arasında değişmektedir. Taneler, yarı yuvarlak-yuvarlaktır, bazik ve asidik kayaç parçasından ibarettir (Şekil 3.10 b-f,h). *Sedimanter kayaç parçası (Ls):* İncelenen kayaç içerisinde % 0-9.5 arasında değişmektedir. Taneler yarı yuvarlak-yuvarlak kireçtaşı parçalarından ibarettir (Şekil 3.10 c).

**Tali Mineral:** Kayaç içerisinde % 0-1.6 arasında değişen miktarlarda muskovit, biyotit, klorit ve piroksen mevcuttur (Şekil 3.10 h).

**Opak Mineral:** İncelenen örneklerde % 0-3 arasında değişmektedir, taneler yarı yuvarlak-yuvarlaktırlar (Şekil 3.10 f,g).

**Bağlayıcı:** *Matriks:* Kayaç içerisinde bolluk oranı yüksek olup % 2.9-23.3 arasında değişiklik göstermektedir. Matriks çoğunlukla volkanik malzeme olmakla beraber yer yer de kuvars parçalarından oluşmaktadır (Şekil 3.10 a,b,e,g,h). *Çimento:* İncelenen örnekler içerisinde % 4.5-32.6 arasında değişmektedir ve kalsit ve demir çimentodan ibarettir (Şekil 3.10 c-e).



Şekil 3.10. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünüşleri (Qm: Monokristalin Kuvars, Qp: Polikristalin Kuvars, Af: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklaz, Kçt: Kireçtaşı, Lv: Sedimanter Kayaç Parçası, Ms: Muskovit, Opm: Opak Mineral, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir).

### **3.1.4. Yukarıalıçtı ÖSK**

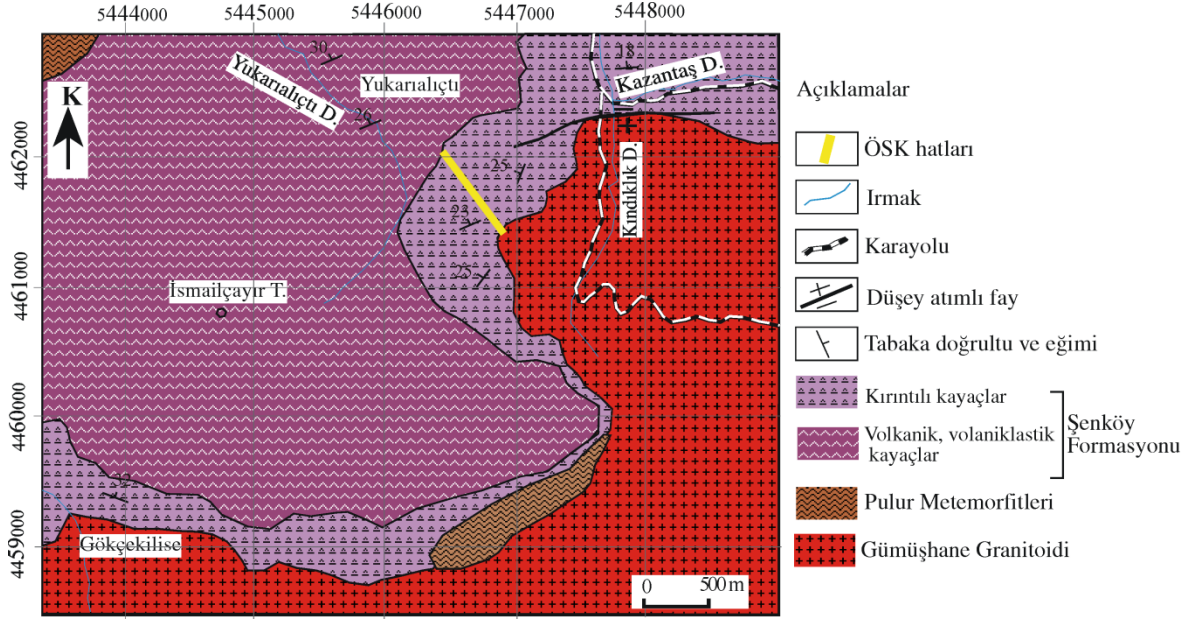
#### **3.1.4.1. Litolojik ve Sedimentolojik Özellikler**

Kesit Yukarıalıçtı yakınlarından ölçülmüştür (pafta H43-a4, başlangıç noktası: 4461500-546800, bitiş noktası: 4462000-544650) (Şekil 3.11). İstif tabanda kalınlığı yaklaşık 30 m olan, çakılları tamamen volkanik kayalardan oluşan konglomera ile başlamaktadır. Bunun üzerine yer yer volkanik kayaç ara katkılı koyu gri renkli kireçtaşı marn araldanması gelmekte ve 60 metre kadar devam etmektedir. Bunu ince-kalın tabakalı, gri renkli kumtaşı, marn araldanması takip etmektedir, bu kumtaşlarında yer yer normal derecelenme görülmektedir. Bunun üzerinde yer yer laminalı, ince-kalın tabakalı, gri renkli kumtaşları görülmektedir. Bu seviyeden sonra yaklaşık 10 m kalınlığında volkanik kayaç, ardından yer yer çakıltaşı ara katkılı ince-kalın tabakalı açık gri-gri renkli kumtaşı, marn araldanması görülmektedir. Bu seviyenin üzerine orta-kalın tabakalı koyu gri renkli kumtaşı, marn ara katmanlı volkanik kayaçlar gelmektedir ve bu araldanma 375. metreye kadar devam etmektedir. 375. metreden sonra istif tamamen volkanik kayalarla devam etmektedir ve kalınlığın 1500 m'ye kadar ulaştığı düşünülmektedir (Şekil 3.12, Şekil 3.13).

İstifte volkanik kayaların, tortul kayalarla araldanmalı görülmesi tortulaşma ile eş yaşlı volkanik faaliyetlerin olduğunu göstermektedir.

#### **3.1.4.2. Sedimenter Petrografi**

Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesitinden toplanan kumtaşı örneklerinin petrografik modal analizi yapılarak bileşenlerin bağıl bollukları belirlenmiştir (Tablo 3.4). Buna göre kumtaşları başlıca kuvars (monokristalin kuvars, polikristalin kuvars), feldispat (alkali feldispat, plajiyoklaz), kayaç parçası (volkanik kayaç parçası, sedimenter kayaç parçası), opak mineral, tali mineral, matriks ve çimento içermektedir. Bu yörede yüzeylenme veren kumtaşlarının tane boyu ortalaması  $-0.78 - 1.63 \phi$  arasında değişmektedir ve Wentworth boyut sınıflamasına göre bu kumtaşları çok iri- ince tanelidir (Folk, 1974).

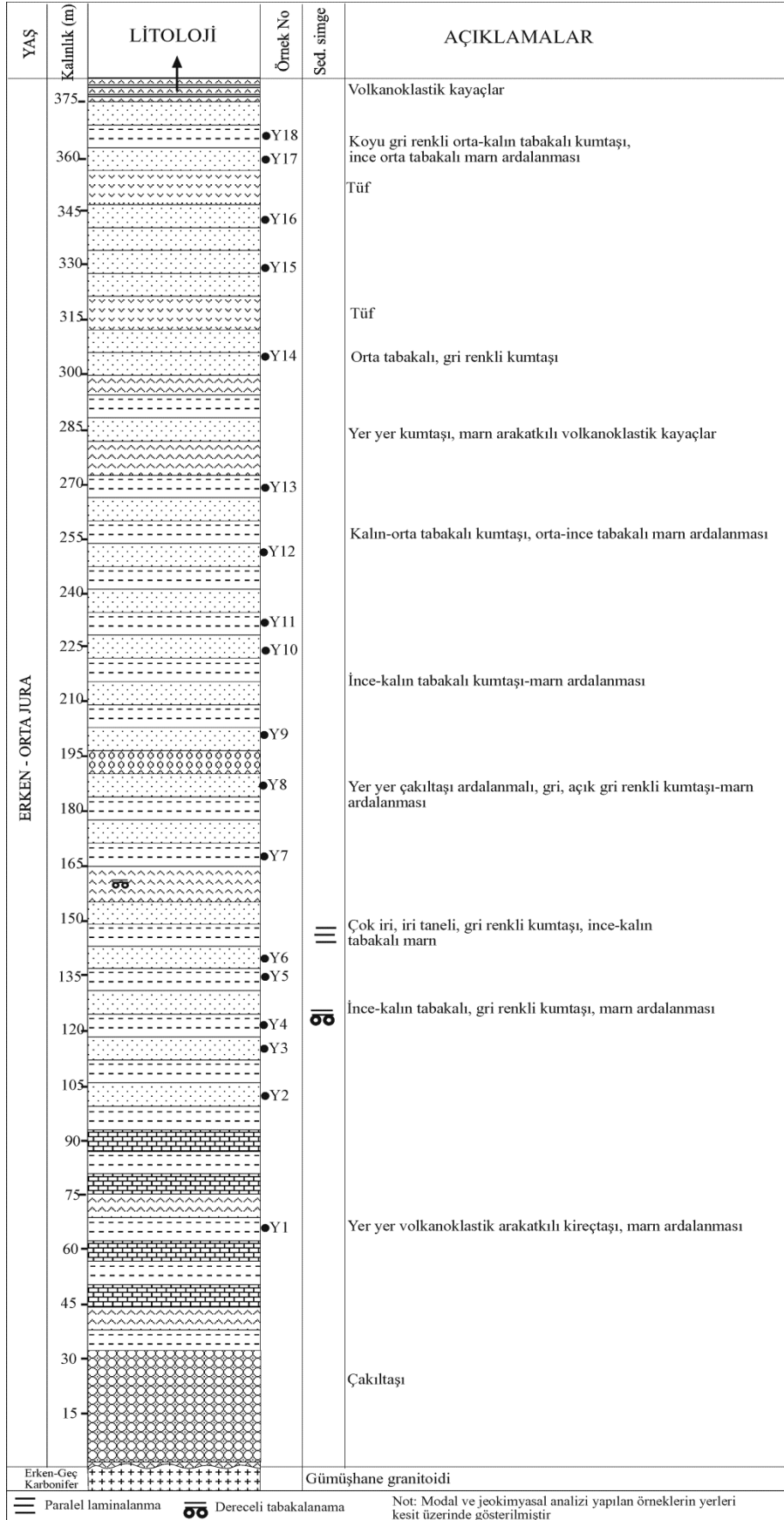


Şekil 3.11. Yukarıalıçtı civarının jeoloji haritası (Kandemir 2004'den değiştirilerek alınmıştır)

**Kuvars:** *Monokristalin kuvars (Qm)*: İncelenen kayaç içerisinde % 2.1-10.9 arasında değişmektedir. Taneler köşeli-yarı yuvarlak, genellikle paralel sönmeli olmakla beraber yer yer dalgalı sönmeli olanlar da vardır (Şekil 3.13 c,d). *Polikristalin kuvars (Qp)*: Kumtaşı örnekleri içerisinde % 2.4-17.5 arasında değişmektedir. Taneler köşeli-yarı yuvarlaktırlar, kristaller arası sınırlar düzdür (Şekil 3.14 c).

**Feldispat:** *Alkali Feldispat (Af)*: Kayaçta % 2.4-9.7 arasında değişmektedir. Taneler Köşeli-yuvarlaktırlar ve genellikle mikro pertitik olup plütonik kaynağı göstermektedirler (Şekil 3.14 a,c-h). *Plajiyoklaz (Plj)*: Kayaç içerisinde oldukça bol olup % 10.2-20.8 arasında değişmektedir (Şekil 3.13 d,e).

**Kayaç Parçası:** *Volkanik kayaç parçası (Lv)*: İncelen örneklerde % 14-36.3 arasında değişmektedir. Taneler yarı yuvarlak-yuvarlaktırlar, çoğunlukla asidik kayaç parçası olmakla beraber yer yer bazik kayaç parçaları da mevcuttur (Şekil 3.14 b-h).



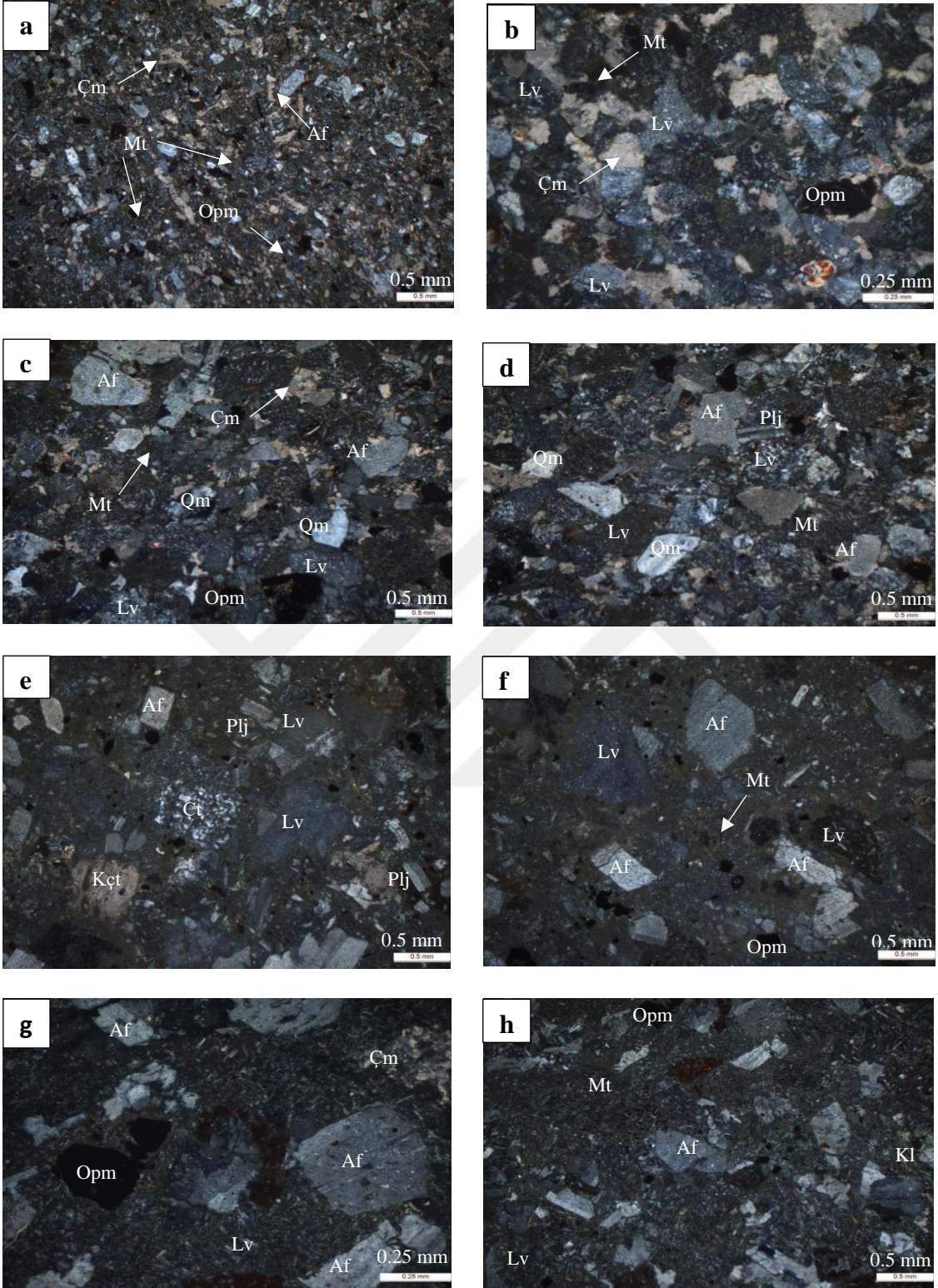
Şekil 3.12. Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesiti



Şekil 3.13. Yukarıalıçtı yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayaçların sahadaki görünümleri (a: Kalın tabakalı kumtaşı ve marn ardalanması, b, c: Kumtaşı, marn ardalanması)

Tablo 3.4. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kumtaşlarının Swift marka nokta sayacı ile hesaplanmış modal mineralojik bileşenleri

Örnek No	%Qm	%Qp	A.Feld	Plj	Lv	Ls	Mat	Çim	Opak				
									min	Musk.	Biyot.	Pirok.	klorit
Y-1	6.4	3.7	8.8	11	14	0	23.5	26	6	0.2	0.2	0.2	0
Y-3	6.9	8.1	9.4	11.3	36.3	0	16.8	9	4.2	0	0	0	0
Y-9	10.9	17.5	6.7	10.2	19.5	3.6	15	10.6	3.3	1	0.9	0.8	0
Y-14	2.3	3.6	9.7	20.2	20.5	0	22.7	21.4	5.7	0	0	0.6	0.3
Y-15	8.2	4	2.4	12.1	28.7	0	2.5	40.2	1.9	0	0	0	0
Y-16	2.1	3.6	4.5	20.8	30	0.1	30.9	3.7	2.6	0	0	0	1.7



Şekil 3.14. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kumtaşlarının ince kesit görünümleri (Qm: Monokristalin Kuvarts, Qp: Polikristalin Kuvarts, Af: Alkali Feldispat, Plj: Plajiyoklaz, Lv: Volkanik Kayaç Parçası, Ls: Sedimanter Kayaç Parçası, Çt: Çört, Kçt: Kireçtaşı, Opn: Opak Mineral, Kl: Klorit, Çm: Çimento, Mt: Matriks) (Fotoğrafların tümü Ç.N. de çekilmiştir).

*Sedimanter Kayaç parçası (Ls):* Kayaçtaki bolluğu % 0-3.6 arasında değişmektedir, yarı yuvarlak-yuvarlak olan taneler genellikle kireçtaşından ibarettir (Şekil 3.14 e).

**Tali Mineral:** Kumtaşları içerisinde % 0-1.7 arasında değişen bollukta muskovit, biyotit, piroksen ve klorit mevcuttur.

**Opak Mineral:** İncelenen örnekler içerisinde oldukça bol olup % 1.9-6 arasında değişmektedir. Taneler köşeliden yuvarlağa kadar değişmektedir (Şekil 3.14 b,c,f,g).

**Bağlayıcı: Matriks:** Kayaç içerisinde % 2.5–30.9 arasında değişmektedir, plajiyoklaz, kuvars ve kayaç parçaları içermektedir (Şekil 3.13 a-f,h). **Çimento:** İncelenen kumtaşları % 3.7–40.2 arasında değişen bollukta çoğunlukla kalsit, yer yer de demir çimento içermektedir (Şekil 3.14 a-c,g).

## 3.2. Jeokimyasal Değerlendirmeler

### 3.2.1. Ana Elementler

Akçakale ÖSK'dan 8 adet (3 kumtaşı, 5 çamurtaşı), Bağlarbaşı ÖSK'dan 6 (3 kumtaşı, 3 çamurtaşı), Gurbetyatağı ÖSK'dan 12 (6 adet kumtaşı, 6 adet çamurtaşı) ve Yukarıalıçtı ÖSK'dan 10 adet (6 adet kumtaşı, 4 adet marn) olmak üzere toplam 36 adet örneğin ana element analizi yapılmıştır.

#### 3.2.1.1. Akçakale ÖSK

Akçakale yöresine ait kırıntılı çökellerin SiO<sub>2</sub> içeriği % 39.29-65.12 (ortalama % 52.67), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 10.76-19.45 (ortalama % 14.53), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 2.62 -11.6 (ortalama % 6.37), MgO içeriği % 1.50-5.81 (ortalama % 3.37), CaO içeriği % 0.53-7.86 (ortalama % 4.68), Na<sub>2</sub>O içeriği % 0.02-0.08 (ortalama % 0.05) ve K<sub>2</sub>O içeriği % 3.39-7.45 (ortalama % 5.38) arasında değişmektedir. Adı geçen çökellerin TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri oldukça düşük olup, sırasıyla % 0.59-1.61 (ortalama % 0.78), % 0.13-0.39 (ortalama % 0.18), % 0.01-0.08 (ortalama % 0.05) ve % 0.003-0.058 (ortalama % 0.01) arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.5 ).

Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında zayıf pozitif korelasyon, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında çok zayıf pozitif korelasyon, CaO, MnO arasında kuvvetli negatif korelasyon, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O arasında zayıf negatif korelasyon gözlenirken, SiO<sub>2</sub>, MgO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir

Tablo 3.5. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları

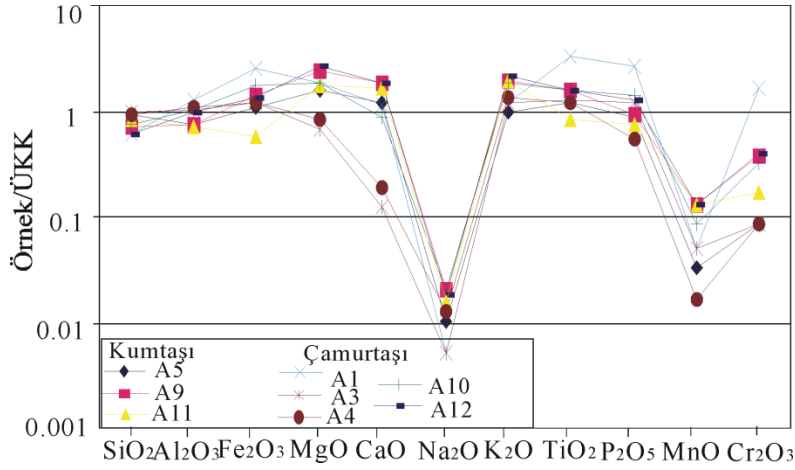
Örnek no	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sum
<b>Kumtaşı</b>													
A-5	59.72	11.52	4.87	3.48	5.10	0.04	3.39	0.61	0.13	0.02	0.003	10.9	99.78
A-9	47.90	11.34	6.36	5.18	7.66	0.08	6.48	0.80	0.14	0.08	0.013	13.8	99.83
A-11	55.91	10.76	2.62	3.81	6.86	0.06	6.68	0.42	0.11	0.08	0.006	12.5	99.84
<b>Çamurtaşı</b>													
A-1	39.29	19.45	11.7	4.13	4.89	0.02	4.07	1.61	0.39	0.03	0.058	14.2	99.78
A-3	65.12	15.79	5.49	1.50	0.53	0.02	4.16	0.62	0.18	0.03	0.003	6.30	99.78
A-4	62.06	16.89	5.52	1.82	0.78	0.05	4.45	0.59	0.08	<0.01	0.003	7.60	99.85
A-10	50.43	15.34	8.18	4.04	3.72	0.08	6.36	0.78	0.21	0.05	0.011	10.6	99.82
A-12	40.91	15.12	6.24	5.81	7.86	0.07	7.45	0.79	0.19	0.08	0.014	15.2	99.77

(Tablo 3.6). Örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği ile MgO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında çok kuvvetli negatif korelasyon, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında kuvvetli negatif korelasyon, MnO arasında zayıf negatif korelasyon, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O arasında çok zayıf negatif korelasyon gözlenmektedir. Bu korelasyon ilişkisi kil minerallerinin, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> elementlerinin dağılımını kontrol ettiğini göstermektedir.

Akçakale yöresine ait kumtaşı ve çamurtaşı örneklerinin ana element bileşenleri ile Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK) ana element bileşenleri (Taylor ve McLennan, 1985) mukayese edilmiş ve her iki çökelin ana element bileşenlerinin benzer bir dağılım sergiledikleri gözlenmiştir. Örneklerin SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ÜKK'ya benzer-hafif tükenmiş, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> içeriği ÜKK'ya benzer-hafif zenginleşmiş (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> için A11 örneği hariç), MgO ve CaO elementlerinde çamurtaşına ait 2 örnek (A3, A4) ÜKK'ya göre tükenmiş, diğer örnekler, benzer-hafif zenginleşmiş, Na<sub>2</sub>O, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri ÜKK'ya göre oldukça tükenmiştir (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de A1 örneği hariç) (Şekil 3.15).

### 3.2.1.2. Bağlarbaşı ÖSK

Bağlarbaşı yöresine ait kumtaşı ve çamurtaşlarının SiO<sub>2</sub> içeriği % 41.89-68.61 (Ortalama % 57.67), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 10.63-22.61 (ortalama % 15.74), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 0.78-10.14 (ortalama % 4.01), MgO içeriği % 0.58-7.77 (ortalama % 2.51), CaO içeriği % 0.50-7.30 (ortalama % 4.56), Na<sub>2</sub>O içeriği % 0.02-0.05 (ortalama % 0.04) ve K<sub>2</sub>O içeriği % 0.76-6.34 (ortalama % 2.66) arasında değişiklik göstermektedir. İncelenen örneklerin TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri oldukça düşük olup, sırasıyla % 0.48-2.05 (ortalama % 0.85), % 0.03-0.10 (ortalama % 0.08), % 0.01-0.07 (ortalama % 0.04) ve % 0.002-0.026 (ortalama % 0.01) arasında değişmektedir (Tablo 3.7).



Şekil 3.15. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı

Tablo 3.6. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (\*\*p<0.01, \*p<0.05)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	1										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	1									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.69	0.524	1								
MgO	-0.929	-0.238	0.571	1							
CaO	-0.643	-0.667	0	.810(*)	1						
Na <sub>2</sub> O	-0.313	-0.542	0.217	0.566	0.518	1					
K <sub>2</sub> O	-0.31	-0.5	-0.024	0.548	0.595	.723(*)	1				
TiO <sub>2</sub>	-.762(*)	0.31	.857(**)	0.69	0.262	0.096	-0.024	1			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.643	0.405	.762(*)	0.5	0.024	-0.024	-0.071	.810(*)	1		
MnO	-0.528	-0.638	0.086	0.7	.724(*)	0.634	.822(*)	0.27	0.233	1	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-.976(**)	0.073	.732(*)	.903(**)	0.561	0.284	0.366	.805(*)	.708(*)	0.579	1

Tablo 3.7. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları

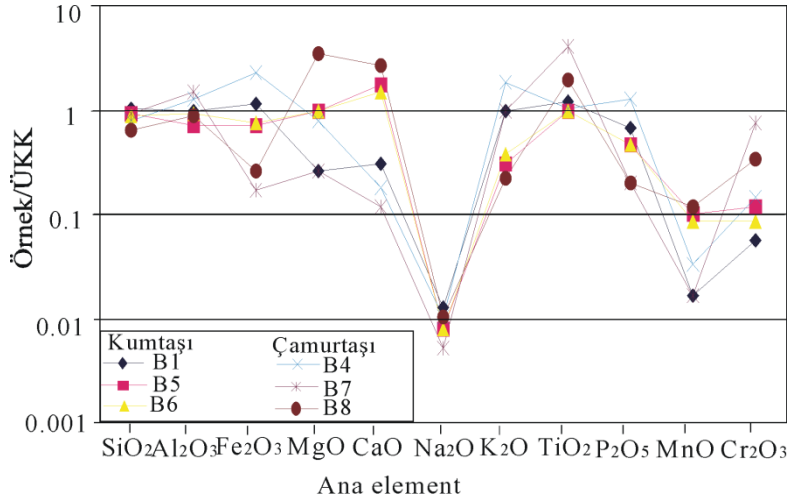
Örnek no	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sum
Kumtaşı						%							
B-1	68.61	14.72	5.20	0.58	1.27	0.05	3.33	0.59	0.10	<0.01	<0.002	5.4	99.93
B-5	62.23	10.63	3.26	2.20	7.30	0.03	1.02	0.48	0.07	0.06	0.004	12.5	99.85
B-6	58.96	14.01	3.48	2.14	6.20	0.03	1.27	0.48	0.07	0.05	0.003	13.0	99.85
Çamurtaşı													
B-4	52.66	18.99	10.1	1.78	0.77	0.04	6.34	0.52	0.19	0.02	0.005	8.2	99.69
B-7	61.66	22.61	0.78	0.58	0.50	0.02	3.23	2.05	0.03	<0.01	0.026	8.0	99.53
B-8	41.89	13.45	1.20	7.77	11.3	0.04	0.76	0.96	0.03	0.07	0.012	22.1	99.60

İncelenen örneklerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile K<sub>2</sub>O arasında kuvvetli, TiO<sub>2</sub> arasında zayıf, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında çok zayıf pozitif korelasyon, CaO arasında çok kuvvetli, MgO ve MnO arasında kuvvetli negatif korelasyon varken, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi mevcut değildir (Tablo 3.8). Kayaçların SiO<sub>2</sub> içeriği MgO, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile zayıf negatif korelasyon gösterirken diğer elementlerle hiçbir korelasyon ilişkisi sunmamaktadır. Bu korelasyon değerlerinden yola çıkarak K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> elementlerinin bolluğunun kil mineralleri ile kontrol edildiği söylenebilir.

Bağlarbaşı yöresi kırıntılı kayaçların ana element bileşenleri ile ÜKK ana element bileşenleri kıyaslanmıştır. Örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği ÜKK ile benzer-çok hafif tükenmiş, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> içeriği ÜKK ile benzer-hafif zenginleşmiş (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'de B5 örneği hariç), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve MgO içeriğinde bir kısım örnek zenginleşmiş bir kısım örnek tükenmiş, Na<sub>2</sub>O, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ÜKK' ya göre tükenmiştir (Şekil 3.16).

Tablo 3.8. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (\*\*p<0.01, \*p<0.05)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	1										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.029	1									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.086	0.086	1								
MgO	-0.551	-.841(*)	-0.203	1							
CaO	-0.257	-.943(**)	-0.143	.899(*)	1						
Na <sub>2</sub> O	0	-0.118	0.647	0	0.235	1					
K <sub>2</sub> O	0.257	0.771	0.657	-.812(*)	-.829(*)	0.265	1				
TiO <sub>2</sub>	-0.145	0.551	-0.522	-0.353	-0.348	0	0.058	1			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.235	0.147	.971(**)	-0.313	-0.265	0.561	0.736	-0.508	1		
MnO	-0.551	-.841(*)	-0.203	1.000(**)	.899(*)	0	-.812(*)	-0.353	-0.313	1	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.543	0.314	-0.657	0.116	-0.2	-0.5	-0.2	0.638	-0.618	0.116	1



Şekil 3.16. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı

### 3.2.1.3. Gurbetyatağı ÖSK

İncelenen örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği % 46.84-65.72 (ortalama % 56.99), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 9.13-28.93 (ortalama % 16.40), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 1.40-8.47 (ortalama % 4.36), MgO içeriği % 0.39-4.61 (ortalama % 1.82), CaO içeriği % 0.32-8.64 (ortalama % 5.12), Na<sub>2</sub>O içeriği % 0.02-3.34 (ortalama % 0.47) ve K<sub>2</sub>O içeriği % 0.82-7.87 (ortalama % 3.05) arasında değişiklik sunmaktadır. İnceleme alanına ait kırıntılı kayaların TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri oldukça düşük olup, sırasıyla % 0.39-1.89 (ortalama % 0.87), % 0.07-0.26 (ortalama % 0.15), % 0.01-0.22 (ortalama % 0.08) ve % 0.002-0.019 (ortalama % 0.01) arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.9).

Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile TiO<sub>2</sub> arasında kuvvetli pozitif korelasyon, MgO ve MnO arasında kuvvetli negatif korelasyon, CaO ile arasında zayıf negatif korelasyon, SiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında çok zayıf negatif korelasyon gözlenirken, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi gözlenmemektedir. İncelenen örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği ile P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında zayıf negatif korelasyon, MgO, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> arasında çok zayıf negatif korelasyon varken, diğer elementlerle hiçbir korelasyon ilişkisi söz konusu değildir (Tablo 3.10).

İncelenen örneklerin ana element bileşenleri ÜKK'nın ana element bileşenleri ile mukayese edilmiş, kumtaşlarının ana element içeriği ile çamurtaşlarının ana element içeriklerinin benzer dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Örneklerin, SiO<sub>2</sub> içeriği genel

Tablo 3.9. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları

Örnek no	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sum
Kumtaşı							%						
G-3	52.17	17.35	5.41	2.06	8.20	3.34	0.82	0.69	0.26	0.12	0.004	9.4	99.84
G-4	65.72	14.50	3.19	0.75	4.01	1.16	1.49	0.59	0.22	0.05	0.004	8.2	99.92
G-7	63.88	9.13	4.14	2.11	6.86	0.06	1.92	0.39	0.08	0.15	0.005	11.0	99.86
G-8	56.17	11.87	4.55	3.42	6.60	0.04	2.55	1.08	0.08	0.16	0.009	13.2	99.83
G-10	62.79	14.54	3.19	1.93	3.56	0.05	3.34	0.75	0.08	0.08	0.006	9.5	99.86
G-11	51.88	11.84	3.10	4.61	8.64	0.05	2.90	0.46	0.12	0.22	<0.002	15.9	99.77
Çamurtaşı													
G-1	46.84	16.57	6.47	2.39	8.40	0.75	3.13	0.77	0.24	0.15	0.011	13.6	99.83
G-5	62.34	19.19	2.64	0.39	0.55	0.04	1.91	0.99	0.10	<0.01	0.008	11.6	99.82
G-6	55.86	18.90	4.21	0.51	0.40	0.05	2.86	1.01	0.10	<0.01	0.007	15.9	99.81
G-9	60.02	17.32	5.49	0.51	0.31	0.07	4.28	0.82	0.07	0.01	0.005	10.9	99.81
G-12	50.96	28.93	1.40	0.84	0.32	0.02	3.57	1.89	0.26	<0.01	0.005	10.8	99.01
G-13	55.25	16.65	8.47	2.26	1.50	0.05	7.87	0.95	0.20	0.02	0.019	6.6	99.83

olarak ÜKK'ya benzer, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO ve K<sub>2</sub>O elementleri ÜKK'nın aynı elementlerine göre bazı örneklerde benzer, bazı örneklerde hafif tükenmiş, bazı örneklerde ise hafif zenginleşmiş, TiO<sub>2</sub>, ÜKK'ya benzer-hafif zenginleşmiş (G7 nolu örnek hariç), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bazı örneklerde hafif zenginleşmiş, bazı örneklerde ise tükenmiş, Na<sub>2</sub>O, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> elementleri ÜKK'nın aynı elementlerine göre tükenmiştir (Na<sub>2</sub>O'da G3 nolu örnek hariç) (Şekil 3.17).

### 3.2.1.4. Yukarıalçtı ÖSK

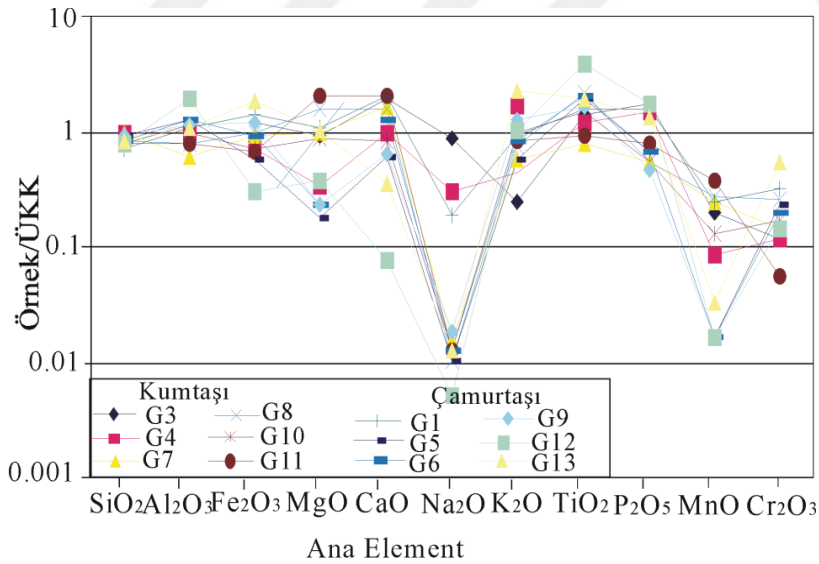
Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların SiO<sub>2</sub> içeriği % 47.32-60.37 (ortalama % 55.23), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 14.16-17.38 (ortalama % 15.66), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 4.16-8.45 (ortalama % 6.70), MgO içeriği % 0.90-3.58 (ortalama % 2.56), CaO içeriği % 3.27-13.53 (ortalama % 6.71), Na<sub>2</sub>O içeriği % 3.26-6.06 (ortalama % 4.19) ve K<sub>2</sub>O içeriği % 1.01-2.36 (ortalama % 1.65) arasında değişiklik sunmaktadır. İncelenen kayaçların TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri düşük olup, sırasıyla % 0.54-0.89 (ortalama % 0.67), % 0.08-0.21 (ortalama % 0.12), % 0.09-0.16 (ortalama % 0.13) ve % 0.002-0.010 (ortalama % 0.01) arasında değişmektedir (Tablo 3.11 ).

Yukarıalçtı yöresi kırıntılı kayaçlarının Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ile kuvvetli pozitif korelasyon, MgO ile zayıf pozitif korelasyon, SiO<sub>2</sub> ile çok zayıf pozitif korelasyon, CaO ile çok kuvvetli negatif korelasyon, K<sub>2</sub>O ile zayıf negatif korelasyon, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile çok zayıf negatif korelasyon gösterirken P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO ile herhangi bir korelasyon ilişkisi yoktur. İncelenen örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği ile P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO arasında kuvvetli negatif korelasyon, CaO

ile çok zayıf negatif korelasyon gözlenirken diğer elementlerle korelasyon ilişkisi söz konusu değildir. (Tablo 3.12.)

Tablo 3.10. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (\*\*p<0.01, \*p<0.05)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	1										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.329	1									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.196	-0.109	1								
MgO	-0.427	-.658 <sup>(*)</sup>	0.284	1							
CaO	-0.266	-0.455	0.231	0.469	1						
Na <sub>2</sub> O	0.121	-0.257	0.502	0.034	0.517	1					
K <sub>2</sub> O	-0.35	0.147	0.256	0.116	-0.406	-0.321	1				
TiO <sub>2</sub>	-0.308	.664 <sup>(*)</sup>	-0.021	-0.284	-0.517	-.681 <sup>(*)</sup>	0.343	1			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-.597 <sup>(*)</sup>	0.36	-0.067	0.14	0.081	0.18	-0.163	0.032	1		
MnO	-0.132	-.820 <sup>(**)</sup>	0.136	.882 <sup>(**)</sup>	.667 <sup>(*)</sup>	0.222	-0.257	-0.538	-0.005	1	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.134	0.187	0.461	0.064	-0.303	-0.345	0.37	0.568	-0.148	-0.155	1



Şekil 3.17. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş anaoksit örümcek diyagramı.

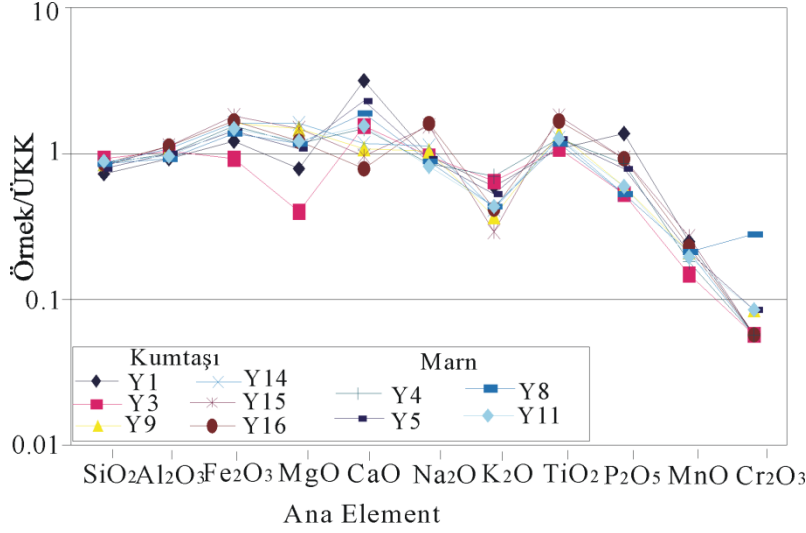
Tablo 3.11. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element analiz sonuçları

Örnek no	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sum
<b>Kumtaşı</b>													
Y-1	47.32	14.16	5.50	1.70	13.53	3.71	2.06	0.55	0.21	0.15	0.002	10.9	99.87
Y-3	60.37	15.58	4.16	0.90	6.49	3.80	2.22	0.54	0.08	0.09	<0.002	5.6	99.89
Y-9	56.76	16.66	7.24	3.27	4.62	3.98	1.27	0.69	0.09	0.13	0.003	5.1	99.84
Y-14	57.01	16.58	7.39	3.48	4.94	4.34	1.40	0.64	0.08	0.13	0.002	3.8	99.84
Y-15	53.38	16.98	8.45	3.32	4.06	6.06	1.01	0.89	0.14	0.16	0.002	5.4	99.83
Y-16	56.23	17.38	7.53	2.69	3.27	6.32	1.42	0.84	0.14	0.14	0.002	3.9	99.85
<b>Marn</b>													
Y-4	55.76	15.47	7.14	2.61	6.30	3.32	2.36	0.64	0.13	0.11	0.002	6.0	99.86
Y-5	52.07	15.07	6.49	2.35	9.55	3.54	1.78	0.64	0.12	0.13	0.003	8.1	99.86
Y-8	55.74	14.17	6.31	2.59	7.91	3.53	1.47	0.59	0.08	0.13	0.010	7.3	99.86
Y-11	57.67	14.52	6.74	2.72	6.45	3.26	1.48	0.64	0.09	0.12	0.003	6.1	99.86

İncelenen kayaçların ana element bileşenlerinin ÜKK ana element bileşenleri ile mukayesesi neticesinde SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> içeriklerinin genel olarak ÜKK ile benzer oldukları (Y15 ve Y16 nolu örneklerde Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> içerikleri hafif zenginleşmiş), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO'nun çok hafif zenginleşmiş oldukları (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'de Y3, MgO'de Y1 ve Y3, CaO'de Y9, Y15 ve Y16 nolu örnekler hariç), K<sub>2</sub>O, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün tükenmiş, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'in 2 örnekte ÜKK'ya benzer, 1 örnekte zenginleşmiş ve diğer örneklerde ise tükenmiş oldukları gözlenmektedir (Şekil 3.18.).

Tablo 3.12. Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesite ait kırıntılı kayaçların ana element içeriğinin korelasyon değerleri (\*\*p<0.01, \*p<0.05)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	1										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.309	1									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	.782(**)	1								
MgO	0.224	0.564	.867(**)	1							
CaO	-0.345	-.915(**)	-.891(**)	-.745(*)	1						
Na <sub>2</sub> O	0.018	.806(**)	0.588	0.382	-.648(*)	1					
K <sub>2</sub> O	-0.018	-0.588	-.733(*)	-.794(**)	.648(*)	-.636(*)	1				
TiO <sub>2</sub>	-0.081	.750(*)	.938(**)	.750(*)	-.832(**)	0.513	-.719(*)	1			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-.654(*)	0.093	0.284	-0.056	-0.117	0.21	0.025	0.385	1		
MnO	-.663(*)	0.213	0.456	0.288	-0.219	0.582	-0.6	0.477	.634(*)	1	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.042	-0.409	-0.257	-0.042	0.319	-0.506	-0.139	-0.072	-0.417	-0.161	1



Şekil 3.18. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramı

### 3.2.2. İz Elementler

İnceleme alanına ait toplam 36 adet kırıntılı kayaç örneğine iz element analizi uygulanmıştır. Bunlardan 8 adedi (3 kumtaşı, 5 çamurtaşı) Akçakale ÖSK'ya, 6 adedi (3 kumtaşı, 3 çamurtaşı) Bağlarbaşı ÖSK'ya, 12 adedi (6 adet kumtaşı, 6 adet çamurtaşı) Gurbetyatağı ÖSK'ya ve 10 adedi (6 adet kumtaşı, 4 adet marn) ise Yukarıalçtı ÖSK'ya aittir.

#### 3.2.2.1. Akçakale ÖSK

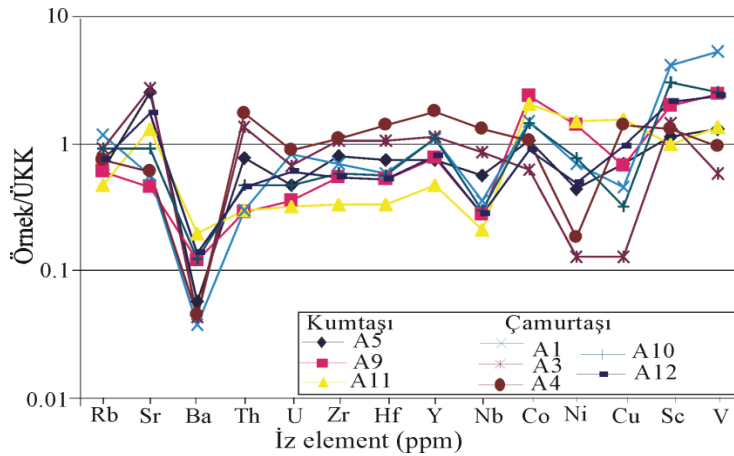
İncelenen örneklerde en fazla bollukta olan element Sr olup 143.5-878.2 ppm (ortalama 432.1 ppm) arasında değişmektedir. Bunu 170.1 ppm ortalama ile Zr, 111.9 ppm ortalama ile V, 102.1 ppm ortalama ile Ba, 85.7 ppm ortalama ile Rb takip etmektedir. Söz konusu örneklerin Y, Co, Sc, Nb, Ni, Cu, Th, Hf ve U ortalamaları sırasıyla 20.8, 16.5, 14.1, 13.6, 13.4, 10.8, 7.1, 4.2 ve 1.5 ppm olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.13).

Akçakale ÖSK'ya ait örneklerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile Rb, U arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon, Zr, Hf, Y, Nb arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Th, Sc arasında zayıf pozitif korelasyon, Ba arasında kuvvetli negatif korelasyon, Co, Ni arasında zayıf negatif korelasyon, Cu arasında çok zayıf negatif korelasyon varken, Sr ile hiçbir korelasyon ilişkisi

Tablo 3.13. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları

Örnek no	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Ni	Cu	Sc	V
Kumtaşı														
A-5	69.2	800.5	61	7.6	1.2	195.6	4.3	15.9	14.8	12.9	8.4	9.6	8	69
A-9	65.6	143.5	129	2.9	0.9	132.1	3.0	16.0	7.2	28.1	26.5	9.4	14	129
A-11	51.8	415.8	211	3.0	0.8	80.6	1.9	9.9	5.5	24.5	28.5	21.8	7	73
Çamurtaşı														
A-1	131.1	181.3	40	3.0	2.1	168.9	3.4	22.9	9.4	18.2	13.4	6.3	29	285
A-3	102.2	878.2	47	13.7	1.7	252.6	6.1	23.6	22.6	7.4	2.5	1.8	10	31
A-4	81.5	192.1	48	17.6	2.2	259.7	8.2	37.6	33.8	12.8	3.5	19.7	9	51
A-10	102.9	288.6	133	4.7	1.2	138.5	3.3	23.4	7.7	17.4	14.9	4.5	21	133
A-12	81.0	556.5	148	4.6	1.5	132.8	3.1	16.8	7.4	10.6	9.2	13.3	15	124

yoktur. İncelenen örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriği ile Th arasında kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi, Sr, Zr, Nb arasında zayıf pozitif korelasyon ilişkisi, Y ile çok zayıf pozitif korelasyon ilişkisi, V arasında çok kuvvetli negatif korelasyon ilişkisi, Sc arasında kuvvetli negatif korelasyon ilişkisi, Co, Ni ile zayıf negatif korelasyon ilişkisi gözlenirken Rb, Ba, U ve Cu arasında korelasyon ilişkisi mevcut değildir (Tablo 3.14). Akçakale yöresine ait kumtaşı ve çamurtaşı örneklerinin iz element bileşenleri ile ÜKK'ya ait iz element bileşenleri (Taylor ve McLennan, 1985) mukayese edilmiştir. İncelenen bütün örneklerin Ba içeriği, örneklerin büyük çoğunluğunun ise Rb, Th, U, Zr, Hf, Nb, Ni ve Cu içerikleri ÜKK'ya göre tükenmiştir. İncelenen örneklerin Sr, Co ve Y içerikleri bir kısım örnekte tükenmişken, bir kısım örnekte ise zenginleşmiştir. Sc içeriği 2 örnekte (A5, A11) ÜKK'ya benzer, diğer örneklerde ise zenginleşmiştir. V ise 1 örnekte tükenmiş, diğer örneklerde benzer ve zenginleşmiştir. (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı

Tablo 3.14. İncelenen örneklerin SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin iz elementler ile arasındaki korelasyon katsayıları  
(\*\*p<0.01, \*p<0.05)

Akçakale	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Ni	Cu	Sc	V
SiO <sub>2</sub>	-0.143	0.548	-0.167	.766*	0.12	0.571	0.571	0.31	0.571	-0.476	-0.571	0	-0.69	-0.905
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.905**	-0.119	-0.786	0.467	.934**	.738*	.738*	.833*	.738*	-0.452	-0.595	-0.429	0.548	0.048
Bağlarbaşı														
SiO <sub>2</sub>	0.257	-0.371	0.486	-0.6	-0.429	-0.543	-0.657	-0.314	-0.543	-0.086	-0.143	-0.086	0.371	-0.657
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.771	0.086	-0.314	0.6	0.086	0.314	0.429	-0.029	0.314	-0.714	-0.714	-0.371	0.2	0.429
Gurbetyatağı														
SiO <sub>2</sub>	-0.517	-0.385	0.042	-0.235	-0.07	-0.28	-0.182	-0.469	-0.392	0.105	-0.042	-0.245	-0.3	-0.571
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.301	0.441	-.650*	0.546	0.54	.874**	.900**	-0.039	.650*	-0.119	0.14	0.287	0.515	.743**
Yukarıalıçtı														
SiO <sub>2</sub>	-0.285	0.164	-0.006	0.122	-0.176	-0.091	-0.055	-0.358	-0.043	0.067	-0.231	-0.552	0.043	-0.091
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-.806**	-0.018	-0.03	-0.505	0.038	0.139	0.171	0.273	0.293	0.612	-.833**	0.261	.673*	0.394

### 3.2.2.2. Bağlarbaşı ÖSK

Bağlarbaşı yöresine ait kayalarda en fazla bollukta olan element Ba olup 30-1195 ppm (ortalama 432.453.3 ppm) arasında değişmektedir. Bunu 399.0 ppm ortalama ile V, 359.7 ppm ortalama ile Sr, 230.4 ppm ortalama ile Zr, 71.9 ppm ortalama ile Rb, 56.7 ppm ortalama ile Cu takip etmektedir. İncelenen örneklerin Nb, Y, Co, U, Sc, Ni, Th ve Hf ortalamaları sırasıyla 25.2, 24.7, 23.1, 13.6, 9.8, 8.7, 7.7 ve 5.2 ppm olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.15).

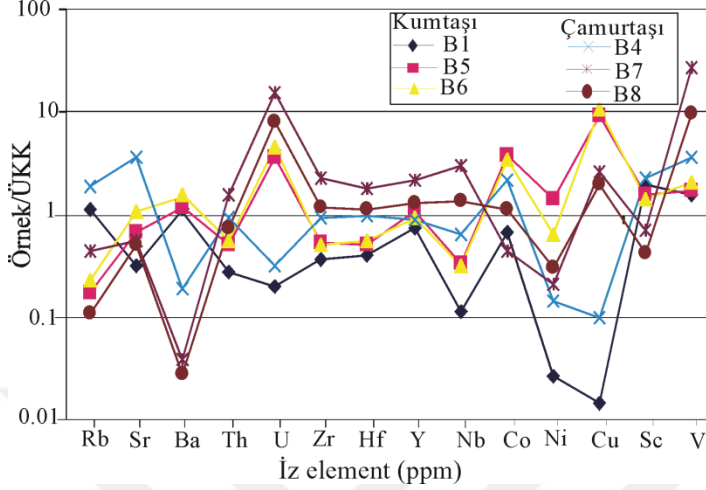
Tablo 3.15. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların iz element analiz sonuçları

Örnek no	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Ni	Cu	Sc	V
Kumtaşı														
B-1	120.8	102.8	603	2.8	0.5	86.6	2.3	15.8	3.0	7.9	0.5	0.2	14	84
B-5	19.5	217.1	643	5.0	9.2	125.7	3.0	22.2	8.5	44.6	26.9	129.3	11	89
B-6	25.5	342.9	1195	5.5	11.6	120.1	3.2	19.7	8.2	40.8	12.3	145.7	10	107
Çamurtaşı														
B-4	206.0	1163.7	207	9.4	0.8	228.7	5.7	18.3	16.9	26.4	2.7	1.4	16	191
B-7	47.9	174.9	42	15.8	39.3	535.4	10.2	45.3	78.9	5.4	3.9	36.2	5	1413
B-8	11.9	156.9	30	7.4	20.3	286.0	6.5	26.8	35.8	13.2	5.7	27.3	3	510

İncelenen kayaların  $Al_2O_3$  içeriği ile Th arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Zr, Hf, Nb, Cu arasında çok zayıf pozitif korelasyon, Co, Ni arasında kuvvetli negatif korelasyon, Ba, Cu arasında çok zayıf negatif korelasyon varken diğer elementlerle herhangi bir negatif korelasyon ilişkisi yoktur.  $SiO_2$  içeriği ile Ba, Sc arasında çok zayıf pozitif korelasyon, Th, Hf, Nb, V arasında kuvvetli negatif korelasyon, Zr ile zayıf negatif korelasyon, Sr, U, Y arasında çok zayıf negatif korelasyon gözlenirken, diğer elementlerle herhangi bir korelasyon izlenmemektedir (Tablo 3.14).

İncelenen örneklerin iz element bileşenleri ÜKK'nın aynı elementleri ile mukayese edilmiştir ve örneklerin benzer dağılım sergilemedikleri gözlenmiştir (Şekil 3.20). Buna göre Rb ve Sr 1 örnekte ÜKK'ya göre zenginleşmiş (B4), 1 örnekte benzer (Rb, B1 örneğinde, Sr, B6 örneğinde), diğer örneklerde ise tükenmiştir. Ba, kumtaşlarında benzer, hafif zenginleşmiş, çamurtaşlarında ise tükenmiştir, Ni genel olarak tükenmiş (Ni, B5 örneğinde zenginleşmiş), U ve Cu örneklerde benzer davranış göstermiş 2 örnekte tükenmiş (B1, B4), diğer örneklerde zenginleşmiştir. İncelenen örneklerde Zr, Hf, genel olarak benzer davranış göstererek, 1 örnekte (B4) benzer, 2 örnekte (B7, B8) zenginleşmiş, diğer örneklerde ise tükenmiştir. Y, 1 örnekte tükenmiş, 2 örnekte zenginleşmiş, diğer örneklerde benzer, Nb, 2 örnekte zenginleşmiş, diğer örneklerde tükenmiş, Co, 2 örnekte tükenmiş, diğer örneklerde

zenginleşmiş, Cu ve Sc, 2 örnekte tükenmiş, diğer örneklerde zenginleşmiş, V bütün örneklerde ÜKK'ya göre zenginleşmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı

### 3.2.2.3. Gurbetyatağı ÖSK

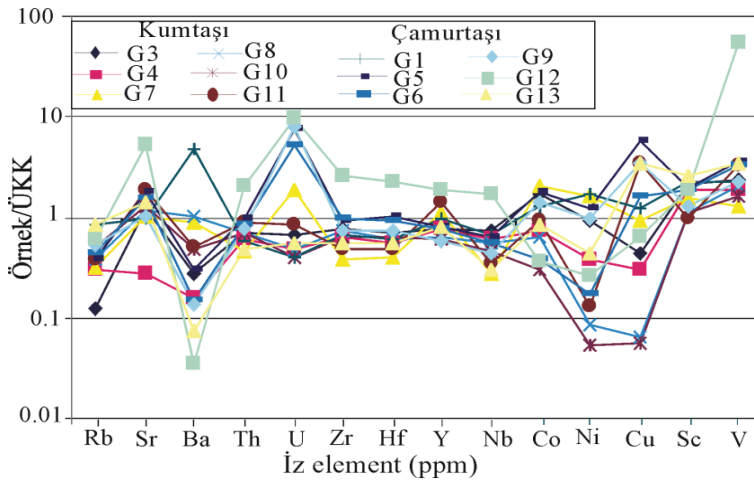
İncelenen örneklerde en bol bulunan element Ba olup 38-5058 ppm arasında değişmektedir (ortalama 780.7 ppm), bunu 499.6 ppm ortalama ile Sr, 362.3 ppm ortalama V, 203 ppm ortalama ile Zr ve 52.2 ppm ortalama ile Rb takip etmektedir. Analizi yapılan örneklerin azalan bolluklarına göre Cu, Y, Nb, Ni, Co, Sc, Th, U ve Hf ortalamaları 25, 19.6, 16, 12.7, 12.5, 12.1, 8.1, 7.6 ve 4.6 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.16).

Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların  $Al_2O_3$  içeriği ile Hf ve Zf arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon, V ve Nb arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Th, U ve Sc arasında zayıf pozitif korelasyon, Rb ve Sr arasında çok zayıf pozitif korelasyon, Ba arasında kuvvetli negatif korelasyon gözlenirken, diğer elementlerle korelasyon ilişkisi izlenmemektedir.  $SiO_2$ , Rb, Y ve V ile zayıf negatif ilişki, Sr, Nb ve Sc ile çok zayıf negatif ilişki gösterirken, diğer elementlerle herhangi bir korelasyon ilişkisi söz konusu değildir (Tablo 3.14).

Tablo 3.16. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları

Örnek no	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Ni	Cu	Sc
<b>Kumtaşı</b>													
G-3	13.8	388.0	297	6.9	1.7	184.1	4.1	16.6	19.3	20.1	17.7	6.1	15
G-4	33.4	89.2	170	6.0	1.2	151.5	3.3	16.6	16.1	9.0	7.4	4.3	13
G-7	35.0	326.3	956	4.6	4.8	93.9	2.3	23.8	7.3	25.2	30.8	13.1	11
G-8	42.0	369.4	1079	7.1	1.2	177.2	3.6	13.4	14.5	7.6	1.6	0.9	8
G-10	54.8	415.1	514	7.1	1.0	151.0	3.7	12.7	12.0	3.7	1.0	0.8	8
G-11	43.1	596.7	542	8.8	2.1	114.4	2.8	29.8	9.2	11.4	2.5	48.6	7
<b>Çamurtaşı</b>													
G-1	92.9	305.0	5058	5.8	1.0	158.9	3.6	20.1	17.5	15.5	31.9	17.6	16
G-5	42.4	562.2	323	9.8	19.0	224.2	5.9	16.8	16.8	21.6	23.8	79.5	14
G-6	49.5	491.3	164	8.3	13.2	240.0	5.4	15.9	14.7	4.5	3.3	22.9	13
G-9	59.0	322.8	148	7.7	20.3	178.4	4.2	12.1	11.6	17.2	18.4	48.2	9
G-12	68.4	1684.3	38	20.3	24.1	625.7	12.9	40.1	45.4	4.4	5.0	8.9	13
G-13	91.8	445.3	79	4.8	1.4	136.3	3.2	17.0	7.9	10.0	8.5	49.1	18

Analiz edilen örneklerin iz element bileşenleri ÜKK'nın aynı elementleri ile mukayese edilmiştir ve özellikle U, Co, Ni ve Cu elementlerinin örneklerde farklı dağılım gösterdikleri dikkat çekmiştir. Rb ve Nb genel olarak ÜKK'ya göre tükenmiş (Rb'de G13, Nb'de G12 nolu örnekler hariç), Ba, Th, Zr ve Hf, 1 örnekte zenginleşmiş, 2 örnekte benzer, diğer örneklerde tükenmiş, Co, Ni, Cu ve U elementleri bir kısım örnekte zenginleşmiş, bir kısım örnekte ise tükenmiş, Sr, 1 örnekte tükenmiş, diğer örneklerde benzer veya hafif zenginleşmiş, Sc, 2 örnekte benzer, diğer örneklerde zenginleşmiş, V bütün örneklerde zenginleşmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı.

### 3.2.2.4. Yukarıalçtı ÖSK

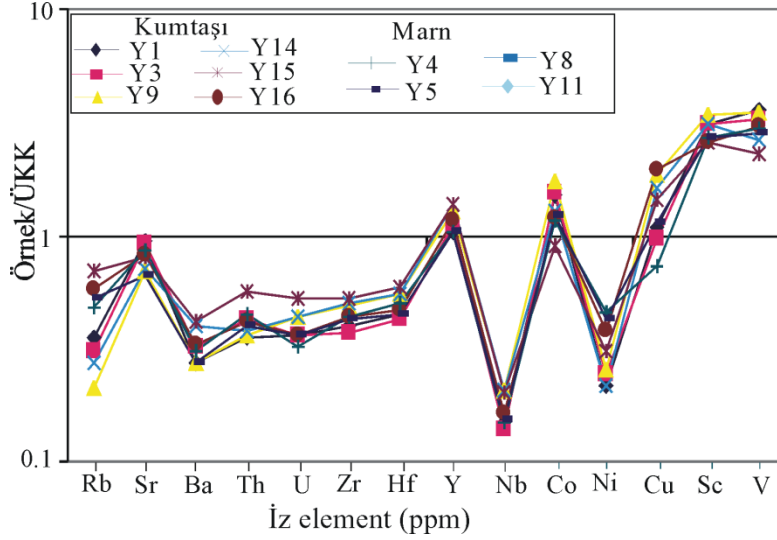
Yöreyle ait analiz edilen örneklerde en bol bulunan element Ba olup, 293-578 ppm arasında değişmektedir (ortalama 377.6 ppm), bunu 256.7 ppm ortalama ile Sr, 146.5 ppm ortalama ile V, 110.5 ppm ortalama ile Zr takip emektedir. İncelenen örneklerin Rb, Y, Sc, Cu, Co, Ni, Nb, Th, Hf ve U ortalamaları sırasıyla 49.7, 24.9, 19.4, 18.2, 15.1, 5.8, 4.8, 4.4, 2.9, 1.1 ppm olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.17).

Tablo 3.17. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların iz element analiz sonuçları

Örnek no	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Ni	Cu	Sc
Kumtaşı													
Y-1	69.7	275.3	421	4.3	1.5	109.5	2.7	27.8	5.1	13.2	5.6	19.9	16
Y-3	50.3	275.6	578	6.0	1.2	134.2	3.5	23.3	7.1	12.1	5.3	11.5	14
Y-9	39.3	297.8	293	3.5	0.9	96.3	2.6	21.9	3.9	17.9	4.1	15.2	22
Y-14	33.8	288.2	342	4.3	0.9	88.9	2.5	23.2	3.6	18.3	4.6	13.5	22
Y-15	23.3	219.7	295	3.6	1.1	118.4	3.2	26.6	5.4	20.6	4.8	26.1	24
Y-16	30.4	224.1	424	3.8	1.1	120.5	3.2	28.9	5.4	15.3	4.1	22.5	22
Marn													
Y-4	75.8	251.5	445	5.7	1.3	126.6	3.4	28.6	5.3	10.8	5.8	20.3	18
Y-5	64.2	257.9	353	4.2	0.9	105.1	2.7	24.6	4.2	14.2	7.2	27.0	18
Y-8	52.5	268.9	331	4.5	0.8	103.8	2.9	21.7	3.9	14.0	8.7	10.1	19
Y-11	57.2	208.0	294	4.0	0.9	101.6	2.6	22.0	4.0	14.8	8.1	16.1	19

Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kumtaşı ve çamurtaşlarının Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ile Co ve Sc arasında kuvvetli pozitif korelasyon, V arasında çok zayıf pozitif korelasyon, Rb, Ni arasında kuvvetli negatif korelasyon, Th arasında zayıf negatif korelasyon ve diğer elementlerle arasında korelasyon ilişkisi gözlenmemektedir (Tablo 3.14).

Yukarıalçtı yöresine ait kumtaşı ve çamurtaşı örneklerinin iz element bileşenleri ile ÜKK'ya ait iz element bileşenleri (Taylor ve McLennan, 1985) mukayese edilmiş ve örneklerin kendi içerisinde benzer davranış sergiledikleri gözlenmiştir (Şekil 3.22). Örneklerin Rb, Ba, Th, U, Zr, Hf, Nb, Ni içerikleri ÜKK'ya göre tükenmiş, Sr benzer, hafif tükenmiş, Co ve Cu bazı örneklerde benzer, bir kısım örnekte tükenmiş, bir kısım örnekte ise zenginleşmiş, Sc ve V bütün örneklerde zenginleşmiştir. Y ise genel olarak benzer ve hafif zenginleşmiştir.



Şekil 3.22. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ÜKK (Taylor ve McLennan, 1985)'a normalize edilmiş iz element örümcek diyagramı.

### 3.2.3. Nadir Toprak Elementler (N.T.E.)

#### 3.2.3.1. Akçakale ÖSK

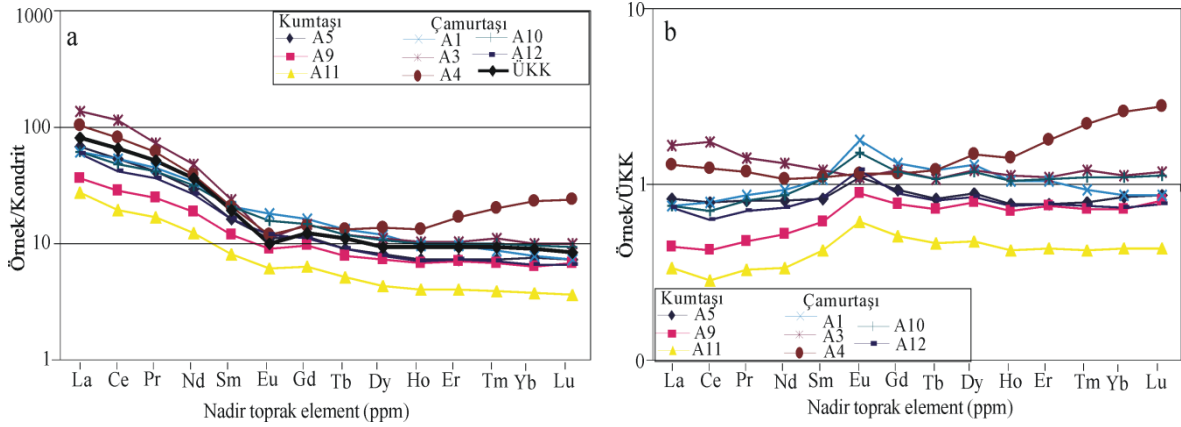
Akçakale yöresine ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element (N.T.E.) dağılımı ve hesaplanan ortalama değerleri Tablo 3.18'de verilmiştir. İncelenen örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. değerleri oldukça geniş aralıkta dağılım göstermekte olup 48.4-228 ppm arasında değişmektedir (ortalama 124.6 ppm).  $(La/Yb)_N$  oranı 4.56-13.41 ppm arasında,  $(La/Sm)_N$  oranı 2.93-5.70 ppm  $(Gd/Yb)_N$  oranı 0.62-2.13 ppm arasında değişmektedir. Bu değerler, örneklerin hafif nadir toprak element içeriklerinin (H.N.T.E.), ağır nadir toprak element (A.N.T.E.) içeriğinden daha yüksek olduğunu göstermektedir ve Şekil 3.23. a'da H.N.T.E.'nin eğimli, A.N.T.E.'nin düz olması da bunu destekler niteliktedir. Ayrıca örneklerin  $Eu/Eu^*$  oranı 0.68-0.89 arasında değişiklik göstermektedir (A1 örneğinde  $Eu/Eu^*=0.98$ ) (Tablo 3.19). Bu değerlere göre incelenen örneklerin büyük çoğunluğunda negatif  $Eu/Eu^*$  anomalisi gözlenmektedir ( $Eu/Eu^*<0.95$ , Taylor ve McLennan 1985).

Tablo 3.18. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek no	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Kumtaşı														
ppm														
A-5	25.0	51.3	5.82	21.3	3.77	0.97	3.53	0.53	3.09	0.62	1.80	0.26	1.89	0.28
A-9	13.3	26.9	3.37	13.5	2.77	0.79	2.91	0.46	2.77	0.57	1.76	0.24	1.60	0.26
A-11	10.0	18.4	2.33	8.8	1.89	0.54	1.93	0.30	1.65	0.34	0.99	0.14	0.95	0.14
Çamurtaşı														
A-1	22.7	50.8	6.17	24.4	4.88	1.58	5.02	0.77	4.51	0.83	2.40	0.31	1.91	0.28
A-3	49.6	111.4	10.10	34.5	5.48	0.97	4.57	0.69	4.25	0.89	2.54	0.40	2.50	0.38
A-4	38.3	78.1	8.30	27.9	4.89	1.02	4.32	0.77	5.17	1.14	4.13	0.72	5.67	0.90
A-10	22.6	45.3	5.79	22.5	4.79	1.35	4.45	0.69	4.12	0.84	2.45	0.36	2.39	0.36
A-12	22.0	40.2	5.06	19.2	3.78	1.05	3.41	0.52	2.99	0.61	1.80	0.25	1.64	0.25

Analiz edilen örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. içeriği ile  $\text{SiO}_2$  arasında çok zayıf pozitif,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  arasında zayıf negatif ve  $\text{MgO}$  arasında çok zayıf negatif korelasyon mevcuttur.  $\Sigma$ N.T.E., Sr ile çok kuvvetli pozitif korelasyon, Th ile çok zayıf pozitif korelasyon, Nb ile kuvvetli negatif korelasyon, Ni ve V ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir. H.N.T.E. ile Sr arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon,  $\text{SiO}_2$ , Th arasında zayıf pozitif,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Co, V arasında kuvvetli negatif korelasyon,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , Co arasında zayıf negatif korelasyon,  $\text{Na}_2\text{O}$  arasında çok zayıf negatif korelasyon gözlenmektedir. A.N.T.E. ile  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , V arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ , Nb, Co, Sc arasında kuvvetli pozitif korelasyon, CaO, Nb arasında zayıf pozitif korelasyon,  $\text{Na}_2\text{O}$  arasında çok zayıf pozitif korelasyon,  $\text{SiO}_2$  arasında çok kuvvetli negatif korelasyon, Sr, Th, arasında kuvvetli negatif korelasyon, Zr, Nb arasında zayıf negatif korelasyon mevcuttur (Tablo 3.20).

Akçakale yöresine ait kumtaşı ve çamurtaşlarının N.T.E. bileşenleri ÜKK'nın N.T.E. bileşenlerine (Taylor ve McLennan 1985) göre normalleştirilerek diyagrama dökülmüştür (Şekil 3.23 b). Söz konusu diyagrama göre iki çamurtaşı örneği (A3, A4) hariç, diğer örneklerin dağılımları kendi aralarında benzerlik göstermektedir. A3, A4 numaralı örnekler hariç tutulduğunda, diğer örneklerin çoğunda Eu, ÜKK'ya göre zenginleşmiş (A9, A11 hariç), diğer N.T.E. ise tükenmiştir.



Şekil 3.23. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı.

### 3.2.3.2. Bağlarbaşı ÖSK

Analiz edilen örneklerin N.T.E. dağılımları ve hesaplanan ortalama değerleri Tablo 3.21' de verilmiştir. Söz konusu örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. içerikleri çok geniş aralıkta dağılım göstermekte olup 54.3-227.2 ppm arasında değişmektedir (ortalama 105.5 ppm).  $(La/Yb)_N$ ,  $(La/Sm)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranları sırasıyla 1.76-16.02, 2.60-6.44 ve 0.71-1.71 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.22). Bu değerlere göre örneklerin H.N.T.E. içeriği A.N.T.E. içeriğine göre daha yüksektir ve Şekil 3.24 a'da H.N.T.E.'nin eğimli, A.N.T.E.'nin düz olması bu değerleri destekler niteliktedir. İncelenen örneklerin  $Eu/Eu^*$  oranı 0.62-0.87 arasında değişerek (Tablo 3.22), negatif anomali gösterdiğini işaret etmektedir ( $Eu/Eu^* < 0.95$ ). Ayrıca ÜKK'ya ait  $Eu/Eu^*$  oranına da oldukça yakındır (ÜKK  $Eu/Eu^* = 0.70$ , Taylor ve McLennan 1985).

Örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. içeriği ile  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ , Th, Nb, V, Hf arasında kuvvetli pozitif korelasyon, U arasında zayıf pozitif korelasyon,  $K_2O$ , Rb, Y arasında çok zayıf pozitif korelasyon, CaO ve  $Na_2O$  arasında kuvvetli negatif korelasyon gözlenmektedir. H.N.T.E., Sr ile çok kuvvetli pozitif korelasyon, Sc ile kuvvetli pozitif korelasyon,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ , Rb, Ba, Co, arasında zayıf pozitif korelasyon,  $TiO_2$  ile kuvvetli negatif korelasyon, CaO ve Y ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir. İncelenen örneklerin A.N.T.E. içeriği ile U, Y arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon,  $Cr_2O_3$ , Hf, Y, V, Zr, Th arasında kuvvetli pozitif korelasyon,  $TiO_2$  arasında zayıf pozitif korelasyon,  $Fe_2O_3$ , Sc arasında çok kuvvetli negatif korelasyon,  $Na_2O$  arasında kuvvetli negatif korelasyon,  $SiO_2$ ,  $K_2O$ , Rb ve Ba arasında çok zayıf negatif korelasyon görülmektedir (Tablo 3.20).

Tablo 3.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı

Örnek no	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	Al/Si	Al/K	Zr/Sc	Th/Sc	Zr/Nb	Th/U	Rb/Sr	Co/Th	La/Sc	(La/Yb) <sub>n</sub>	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Gd/Yb) <sub>N</sub>	Eu/Eu*	CIA	WIP	ICV	CIA/WIP
<b>Kumtaşı</b>																		
A-5	29.01	0.22	2.17	24.45	0.95	13.22	6.33	0.09	1.70	3.13	8.94	4.17	1.51	0.81	47	52	1.5	0.9
A-9	37.9	0.27	1.12	9.44	0.21	18.35	3.22	0.46	9.69	0.95	5.62	3.02	1.47	0.85	35	90	2.3	0.4
A-11	31.21	0.22	1.03	11.51	0.43	14.65	3.75	0.12	8.17	1.43	7.11	3.33	1.65	0.86	35	85	1.9	0.4
<b>Çamurtaşı</b>																		
A-1	45.83	0.56	3.05	5.82	0.10	17.97	1.43	0.72	6.07	0.78	8.03	2.93	2.13	0.98	59	59	1.4	1.0
A-3	28.11	0.28	2.42	25.26	1.37	11.18	8.06	0.12	0.54	4.96	13.41	5.70	1.48	0.59	74	41	0.8	1.8
A-4	30.1	0.31	2.42	28.86	1.96	7.68	8.00	0.42	0.73	4.26	4.56	4.93	0.62	0.68	73	45	0.8	1.6
A-10	38.5	0.35	1.54	6.60	0.22	17.99	3.92	0.36	3.70	1.08	6.39	2.97	1.51	0.89	53	75	1.5	0.7
A-12	43.34	0.42	1.29	8.85	0.31	17.95	3.07	0.15	2.30	1.47	9.06	3.66	1.69	0.89	40	100	1.9	0.4

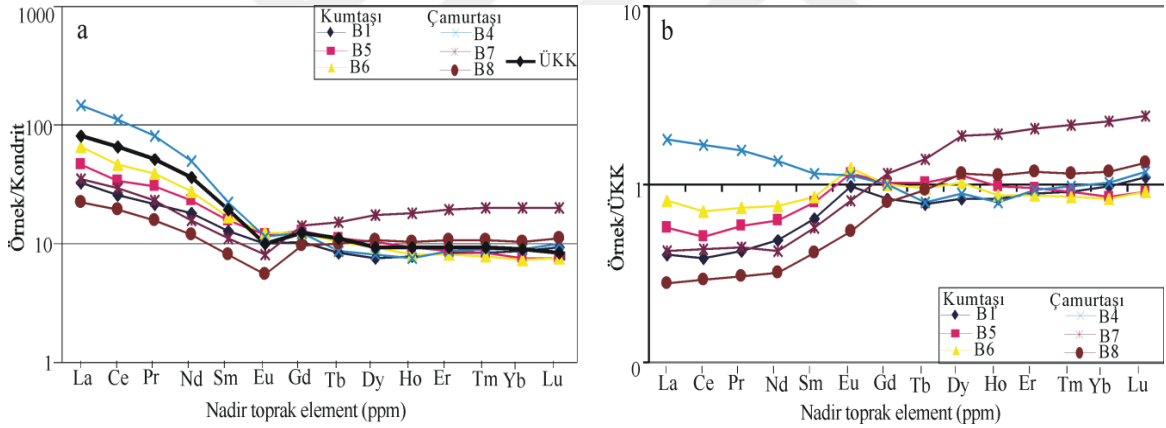
Tablo 3.20. İncelenen örneklerin N.T.E, H.N.T.E, A.N.T.E içeriği ile bazı anaoksite ve iz elementler arasındaki korelasyon değerleri (\*\*p<0.01, \*p<0.05)

Akçakale	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rb	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	Y	Nb	Co	Sc	V
N.T.E	.333	-.024	-.524	-.357	-.119	-.580	-.262	-.238	.095	-.317	.024	.929**	-.070	.347	.048	.214	.214	-.143	.214	-.62	-.262	-.476
H.N.T.E	.548	-.119	-.643	-.476	-.19	-.370	-.143	-.452	-.095	-.537	-.071	1.00**	.095	.539	-.012	.262	.262	-.048	.262	-.714*	-.405	-.643
A.N.T.E	.929**	-.024	.762*	.833*	.500	.386	.190	.762*	.619	.903**	.167	-.714*	.095	.814*	-.228	-.571	-.571	-.286	-.571	.69	.69	.976**
Bağlarbaşı																						
N.T.E	-.257	.600	-.200	-.29	-.657	-.740	.314	.116	-.118	0.6	.314	.657	-.090	.829*	.486	.600	.657	.429	.600	-.09	-.029	.657
H.N.T.E	-.086	.200	.543	-.116	-.371	-.270	.486	-.638	.588	-.143	.486	.943**	.543	.200	-.257	-.143	-.086	-.314	-.143	.543	.600	-.086
A.N.T.E	-.429	.086	.886*	.232	.029	-.740	-.543	.464	.912*	.771	-.543	-.03	-.430	.657	1.00**	.771	.829*	.943**	.771	-.26	-.886*	.829*
Gurbetyatağı																						
N.T.E	-.476	-.098	-.235	.459	.182	-.450	.070	.224	.124	.258	.259	.245	.545	.154	-.039	.049	.021	.529	.224	-.04	-.113	.046
H.N.T.E	-.476	-.098	-.235	.459	.182	-.450	.070	.224	.124	.258	.259	.245	.545	.154	-.039	.049	.021	.529	.224	-.04	-.113	.046
A.N.T.E	-.497	.615*	-.196	-.235	-.329	-.410	.371	.392	.329	.071	.448	.636*	-.55	.515	.709**	.378	.385	.525	.168	.168	.356	.911**
Yukarıalıçtı																						
N.T.E	-.006	-.018	-.406	-.636*	.236	.067	.697*	-.463	.142	-.569	.358	.345	.915**	.608	.703*	.661*	.544	.564	.506	-.673*	-.667*	-.709*
H.N.T.E	-.091	-.152	-.515	-.758*	.345	-.040	.758*	-.557	.111	-.451	.418	.261	.939**	.711*	.640*	.721*	.648*	.515	.524	.782**	-.729*	-.782**
A.N.T.E	-.139	.406	.661*	.770**	-.442	.333	.855**	.688*	-.093	.326	-.539	.018	.782**	.687*	-.615	-.624	-.502	-.382	-.488	.842**	.815**	.988**

Örneklerin N.T.E. içeriklerinin ÜKK ile normalleştirilmesi neticesinde, genel olarak H.N.T.E.'nin çoğu (La-Eu) (B4 hariç) ÜKK'ya göre tükenmiş, A.N.T.E.'nin ise bazı örneklerde benzer, bazı örneklerde hafif tükenmiş, bazı örneklerde ise hafif zenginleşmiş (B7 hariç) olduğu görülmüştür (Şekil 3.24 b).

Tablo 3.21. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek no	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Kumtaşı														
B-1	12.0	24.7	2.97	12.7	2.91	0.86	3.19	0.49	2.90	0.66	2.07	0.30	2.13	0.35
B-5	17.2	32.7	4.20	16.2	3.59	1.02	3.90	0.65	3.92	0.79	2.20	0.30	1.85	0.29
B-6	24.1	44.9	5.29	19.7	3.86	1.09	3.82	0.61	3.55	0.69	2.00	0.28	1.84	0.29
Çamurtaşı														
B-4	53.5	107.8	11.04	35.5	5.23	1.00	3.78	0.51	3.08	0.64	2.14	0.32	2.25	0.38
B-7	12.8	27.9	3.14	11.0	2.58	0.71	4.32	0.88	6.61	1.55	4.78	0.71	4.91	0.77
B-8	8.3	18.5	2.15	8.4	1.88	0.48	2.99	0.59	4.04	0.89	2.68	0.38	2.60	0.42



Şekil 3.24. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı

Tablo 3.22. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı

Örnek no	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	Al/Si	Al/K	Zr/Sc	Th/Sc	Zr/Nb	Th/U	Rb/Sr	Co/Th	La/Sc	(La/Yb) <sub>n</sub>	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Gd/Yb) <sub>N</sub>	Eu/Eu*	CIA	WIP	ICV	C <sub>1</sub> A/WIP
<b>Kumtaşı</b>																		
B-1	25.74	0.24	2.82	6.19	0.20	28.87	5.60	1.18	2.82	0.86	3.81	2.60	1.21	0.86	71	34	0.8	2.1
B-5	24.92	0.19	6.65	11.43	0.45	14.79	0.54	0.09	8.92	1.56	6.28	3.02	1.71	0.83	42	34	1.3	1.3
B-6	27.61	0.27	7.04	12.01	0.55	14.65	0.47	0.07	7.42	2.41	8.85	3.93	1.68	0.87	52	33	1.0	1.6
<b>Çamurtaşı</b>																		
B-4	38.58	0.41	1.91	14.29	0.59	13.53	11.8	0.18	2.81	3.34	16.07	6.44	1.36	0.69	70	61	1.0	1.1
B-7	29.77	0.42	4.47	107.1	3.16	6.79	0.40	0.27	0.34	2.56	1.76	3.12	0.71	0.65	84	30	0.3	2.7
B-8	35.5	0.36	11.3	95.33	2.47	7.99	0.36	0.08	1.78	2.77	2.16	2.78	0.93	0.62	39	57	1.6	0.7

### 3.2.3.3. Gurbetyatağı ÖSK

Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların N.T.E. dağılımları ve hesaplanan ortalama değerleri tablo 3.23'de verilmiştir. İncelenen örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. içerikleri çok geniş aralıkta dağılım göstermekte olup 94-459.2 ppm arasında değişmektedir (ortalama 165.1 ppm).  $(La/Yb)_N$  oranı 6.30-19.26 ppm arasında,  $(La/Sm)_N$  oranı 3.28-6.27 ppm  $(Gd/Yb)_N$  oranı 1.39-2.20 ppm arasında değişmektedir (Tablo 3.24). Hesaplanan bu değerler, H.N.T.E. içeriğinin A.N.T.E. içeriğine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir ve Şekil 3.25 a'da H.N.T.E.'nin eğimli, A.N.T.E.'nin düz olması bunu desteklemektedir.

Örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. bileşenleri ile MgO, Ba, Y arasında zayıf pozitif korelasyon, MnO arasında çok zayıf pozitif korelasyon, SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O arasında zayıf negatif korelasyon gözlenmektedir. H.N.T.E., MgO, Ba ve Y ile zayıf pozitif korelasyon, SiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir. A.N.T.E. ile V ile çok kuvvetli pozitif korelasyon, SiO<sub>2</sub>, Sr, U, arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Th ile zayıf pozitif korelasyon, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Zr, Hf, Sc arasında çok zayıf pozitif korelasyon, Ba arasında zayıf negatif korelasyon, CaO, N<sub>2</sub>O arasında çok zayıf negatif korelasyon mevcuttur (Tablo 3.20).

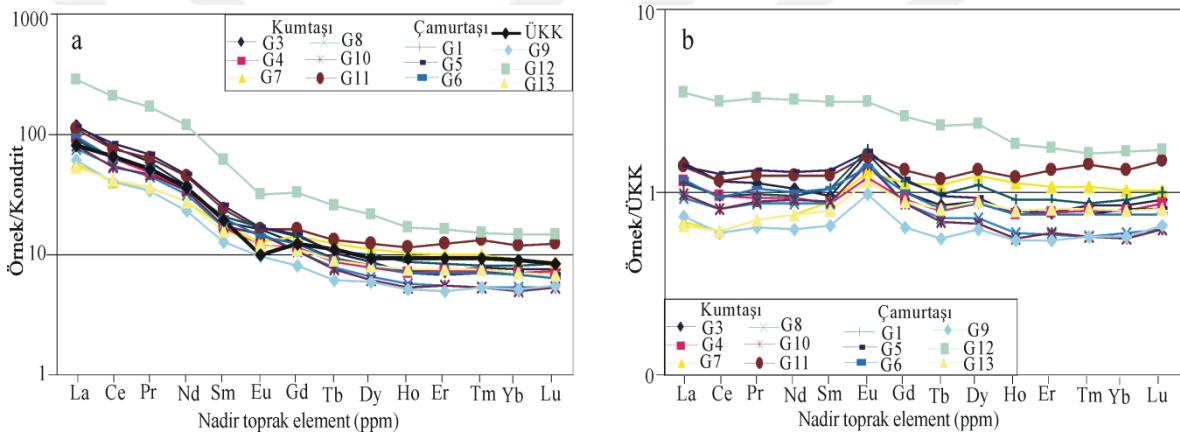
Analiz edilen örneklerin N.T.E. bileşenleri ÜKK'nın N.T.E. bileşenleri ile mukayese edilmiş ve örneklerin (G12 hariç) benzer davranışları görülmüştür (Şekil 3.25 b). Eu, ÜKK'ya göre çok hafif zenginleşmiş (G9 örneğinde ÜKK'ya benzer), diğer elementler ise örneklerin çoğunda benzer-hafif tükenmiş, bir kısım örnekte ise hafif zenginleşmiştir.

Tablo 3.23. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek no	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Kumtaşı														
G-3	43.1	74.4	7.98	27.1	4.33	1.42	3.80	0.55	3.10	0.63	1.79	0.28	1.86	0.29
G-4	34.6	61.2	6.61	24.0	3.88	1.05	3.46	0.51	3.02	0.61	1.79	0.26	1.73	0.28
G-7	20.8	39.1	5.03	19.7	3.99	1.13	4.29	0.71	4.28	0.89	2.47	0.35	2.23	0.33
G-8	28.0	52.0	6.15	22.6	3.87	1.30	3.32	0.46	2.50	0.48	1.36	0.19	1.31	0.20
G-10	29.4	51.6	6.34	23.9	3.97	1.26	3.28	0.44	2.37	0.45	1.38	0.19	1.22	0.20
G-11	41.4	72.9	8.69	31.7	5.54	1.40	5.01	0.76	4.66	0.97	3.05	0.47	2.93	0.47
Çamurtaşı														
G-1	33.5	60.4	6.98	25.1	4.73	1.49	4.32	0.63	3.80	0.73	2.12	0.29	1.99	0.32
G-5	41.6	81.5	9.40	33.5	5.98	1.47	4.47	0.61	3.27	0.61	1.72	0.25	1.77	0.26
G-6	35.1	59.9	7.37	26.2	4.66	1.22	3.77	0.52	3.05	0.60	1.74	0.25	1.68	0.24
G-9	22.4	38.4	4.58	16.4	2.96	0.85	2.47	0.36	2.22	0.44	1.26	0.19	1.26	0.21
G-12	104	201	23.12	83.5	14	2.72	9.95	1.47	8.33	1.45	4.01	0.54	3.66	0.55
G-13	19.6	39.4	4.97	19.6	3.58	1.02	3.38	0.52	3.13	0.64	1.86	0.27	1.75	0.26

### 3.2.3.4. Yukarıalıçtı ÖSK

Yukarıalıçtı civarlarına ait kırıntılı kayaçların N.T.E. dağılımları ve hesaplanan ortalama değerleri Tablo 3.25’de verilmiştir. Örneklerin  $\Sigma$ N.T.E. içerikleri dar aralıkta dağılım göstermekte olup 78.9-120.7 ppm arasında değişmektedir (ortalama 93 ppm).  $(La/Yb)_N$  oranı 3.87-5.50 ppm arasında,  $(La/Sm)_N$  oranı 2.53-3.40 ppm  $(Gd/Yb)_N$  oranı 1.14-1.44 ppm arasında değişmektedir (Tablo 3.26). Bu değerler, H.N.T.E. içeriğinin A.N.T.E. içeriğine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir ve Şekil 3.26 a’da H.N.T.E.’nin eğimli, A.N.T.E.’nin de düz olması bunu destekler niteliktedir.



Şekil 3.25. Gurbetyatağı ÖSK’ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit’e, b: ÜKK’ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı

Kırıntılı kayaç örneklerinin  $\Sigma$ N.T.E. içerikleri ile Ba arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon,  $K_2O$ , Th, U, Zr arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Hf, Y, Nb arasında zayıf pozitif, Rb, Sr arasında çok zayıf pozitif korelasyon, MgO, Co, Sc, V arasında kuvvetli negatif korelasyon,  $Cr_2O_3$  arasında zayıf negatif korelasyon,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  arasında çok zayıf negatif korelasyon gözlenmektedir. Örneklerin H.N.T.E. içerikleri ile Ba arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon  $K_2O$ , Th, U, Zr, Hf arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Y, Nb arasında zayıf pozitif korelasyon, CaO, Rb arasında çok zayıf pozitif korelasyon, MgO, Co, Sc, V arasında kuvvetli negatif korelasyon,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$  arasında zayıf negatif korelasyon mevcuttur. A.N.T.E. bileşenleri, V ile çok kuvvetli pozitif korelasyon  $Fe_2O_3$ , MgO,  $TiO_2$ , Co, Sc ile kuvvetli pozitif korelasyon,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $Cr_2O_3$  çok zayıf pozitif korelasyon,  $K_2O$  ile kuvvetli negatif korelasyon, Ba, Th, U, Zr ile kuvvetli negatif

Tablo 3.24. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı

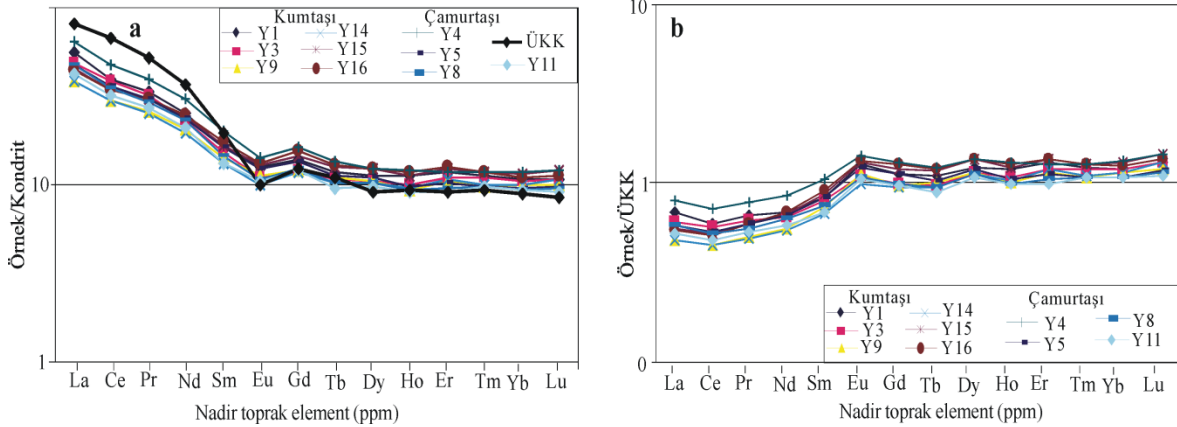
Örnek no	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	Al/Si	Al/K	Zr/Sc	Th/Sc	Zr/Nb	Th/U	Rb/Sr	Co/Th	La/Sc	(La/Yb) <sub>n</sub>	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Gd/Yb) <sub>N</sub>	Eu/Eu*	CIA	WIP	ICV	CIA/WIP
Kumtaşı																		
G-3	37.87	0.38	13.50	12.27	0.46	9.54	4.06	0.04	2.91	2.87	15.66	6.27	1.66	1.07	45	64	1.2	0.7
G-4	25.69	0.25	6.21	11.65	0.46	9.41	5.00	0.37	1.50	2.66	13.51	5.61	1.62	0.88	57	36	0.8	1.6
G-7	24.61	0.16	3.03	8.54	0.42	12.86	0.96	0.11	5.48	1.89	6.30	3.28	1.56	0.83	38	40	1.7	1.0
G-8	30.11	0.24	2.97	22.15	0.89	12.22	5.92	0.11	1.07	3.50	14.44	4.55	2.05	1.11	44	48	1.5	0.9
G-10	27.36	0.26	2.78	18.88	0.89	12.58	7.10	0.13	0.52	3.68	16.28	4.66	2.18	1.07	59	43	0.9	1.4
G-11	31.6	0.26	2.60	16.34	1.26	12.43	4.19	0.07	1.30	5.91	9.55	4.70	1.39	0.81	38	60	1.7	0.6
Çamurtaşı																		
G-1	38.48	0.40	3.38	9.93	0.36	9.08	5.80	0.30	2.67	2.09	11.38	4.46	1.76	1.01	45	61	1.3	0.7
G-5	27.84	0.35	6.41	16.01	0.70	13.35	0.52	0.08	2.20	2.97	15.88	4.38	2.05	0.87	89	18	0.3	5.0
G-6	34.52	0.38	4.22	18.46	0.64	16.33	0.63	0.10	0.54	2.70	14.12	4.74	1.82	0.89	84	27	0.5	3.2
G-9	32.2	0.33	2.58	19.82	0.86	15.38	0.38	0.18	2.23	2.49	12.01	4.76	1.59	0.96	76	39	0.7	1.9
G-12	36.97	0.64	5.17	48.13	1.56	13.78	0.84	0.04	0.22	8.02	19.26	4.68	2.20	0.70	87	34	0.3	2.6
G-13	37.75	0.34	1.35	7.57	0.27	17.25	3.43	0.21	2.08	1.09	7.57	3.45	1.57	0.90	60	77	1.3	0.8

korelasyon, Rb, Hf, Nb ile zayıf negatif korelasyon, CaO ve Y ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 3.20).

İncelenen örneklerin N.T.E. bileşenleri ÜKK'nın N.T.E. bileşenleri ile mukayese edilmiş ve örneklerin birbirleri ile benzer davrandıkları görülmüştür (Şekil 3.26. b). Buna göre bütün örneklerde H.N.T.E'nin çoğu (La-Sm) ÜKK'ya göre tükenmiş, Eu kısmen benzer, kısmen hafif zenginleşmiş, diğer elementler ise genel olarak hafif zenginleşmiştir.

Tablo 3.25. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların nadir toprak element analiz sonuçları

Örnek no	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Kumtaşı														
Y-1	20.3	37.8	4.64	17.9	3.76	1.11	4.22	0.69	4.25	0.95	2.96	0.40	2.63	0.41
Y-3	17.9	36.5	4.34	16.6	3.55	0.96	3.70	0.62	3.97	0.86	2.73	0.39	2.62	0.41
Y-9	14.3	28.5	3.53	14.5	3.30	0.97	3.67	0.64	3.96	0.80	2.59	0.35	2.48	0.38
Y-14	14.2	28.4	3.49	14.1	3.02	0.87	3.60	0.60	3.87	0.81	2.70	0.36	2.48	0.41
Y-15	16.7	33.1	4.16	17.4	3.86	1.13	4.46	0.74	4.67	0.96	3.07	0.42	2.83	0.46
Y-16	16.3	32.7	4.21	17.8	4.06	1.15	4.81	0.75	4.71	1.01	3.12	0.42	2.71	0.43
Çamurtaşı														
Y-4	23.7	45.6	5.46	21.8	4.68	1.24	4.94	0.78	4.75	1.03	2.91	0.42	2.91	0.46
Y-5	17.5	34.2	4.16	17.0	3.76	1.07	4.18	0.65	4.15	0.84	2.57	0.35	2.35	0.37
Y-8	17.3	33.4	3.96	16.3	3.37	0.93	3.75	0.60	3.87	0.79	2.39	0.35	2.33	0.36
Y-11	15.6	30.3	3.73	15.0	3.08	0.92	3.65	0.56	3.73	0.78	2.26	0.35	2.33	0.35



Şekil 3.26. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: Kondrit'e, b: ÜKK'ya (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element örümcek diyagramı

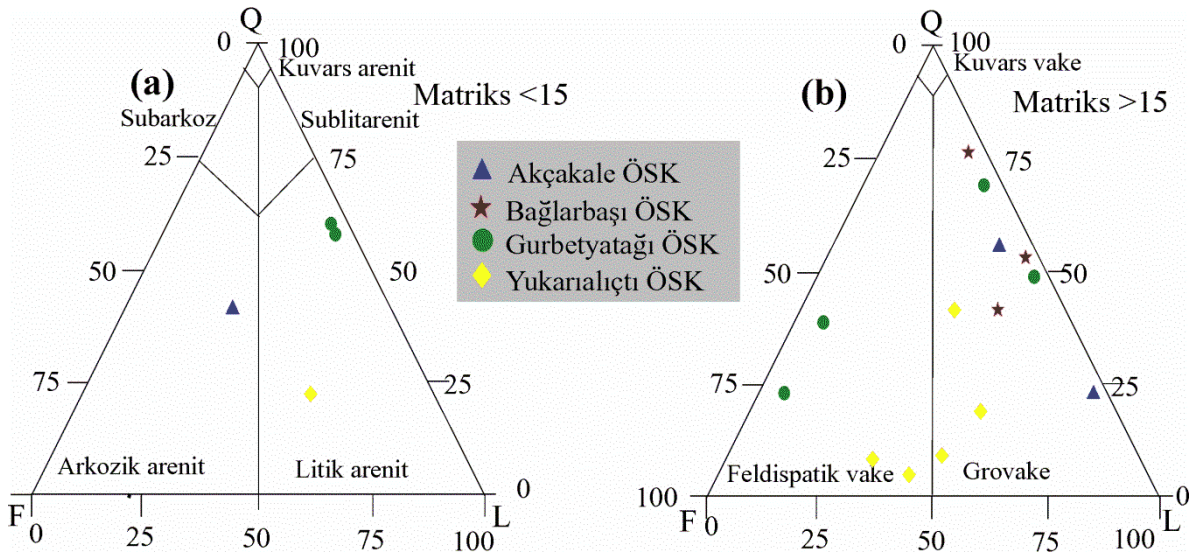
Tablo 3.26. Yukarıalığı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların element oranları, CIA, WIP, ICV değerleri ve CIA/WIP oranı

Örnek no	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	Al/Si	Al/K	Zr/Sc	Th/Sc	Zr/Nb	Th/U	Rb/Sr	Co/Th	La/Sc	(La/Yb) <sub>n</sub>	(La/Sm) <sub>N</sub>	(Gd/Yb) <sub>N</sub>	Eu/Eu*	CIA	WIP	ICV	CIA/WIP
<b>Kumtaşı</b>																		
Y-1	41.21	0.34	4.39	6.84	0.27	21.47	2.87	0.25	3.07	1.27	5.22	3.40	1.30	0.85	30	91	1.9	0.3
Y-3	33.69	0.29	4.48	9.59	0.43	18.90	5.00	0.18	2.02	1.28	4.62	3.17	1.14	0.81	43	73	1.2	0.6
Y-9	37.73	<b>0.33</b>	<b>8.37</b>	4.38	0.16	24.69	3.89	0.13	5.11	0.65	3.90	2.73	1.20	0.85	51	68	1.3	0.7
Y-14	38.77	0.33	7.56	4.04	0.20	24.69	4.78	0.12	4.26	0.65	3.87	2.96	1.18	0.81	48	74	1.3	0.7
Y-15	40.77	0.36	10.73	4.93	0.15	21.93	3.27	0.11	5.72	0.70	3.99	2.72	1.28	0.83	48	84	1.4	0.6
Y-16	39.45	0.35	7.81	5.48	0.17	22.31	3.45	0.14	4.03	0.74	4.06	2.53	1.44	0.80	49	86	1.3	0.6
<b>Marn</b>																		
Y-4	37.84	0.31	4.18	7.03	0.32	23.89	4.38	0.30	1.89	1.32	5.50	3.19	1.38	0.79	44	74	1.4	0.6
Y-5	39.42	0.33	5.40	5.84	0.23	25.02	4.67	0.25	3.38	0.97	5.03	2.93	1.44	0.82	38	79	1.6	0.5
Y-8	36.57	0.29	6.15	5.46	0.24	26.62	5.63	0.20	3.11	0.91	5.02	3.23	1.30	0.80	39	72	1.6	0.5
Y-11	35.81	0.29	6.26	5.35	0.21	25.40	4.44	0.28	3.70	0.82	4.52	3.19	1.27	0.84	44	67	1.5	0.7

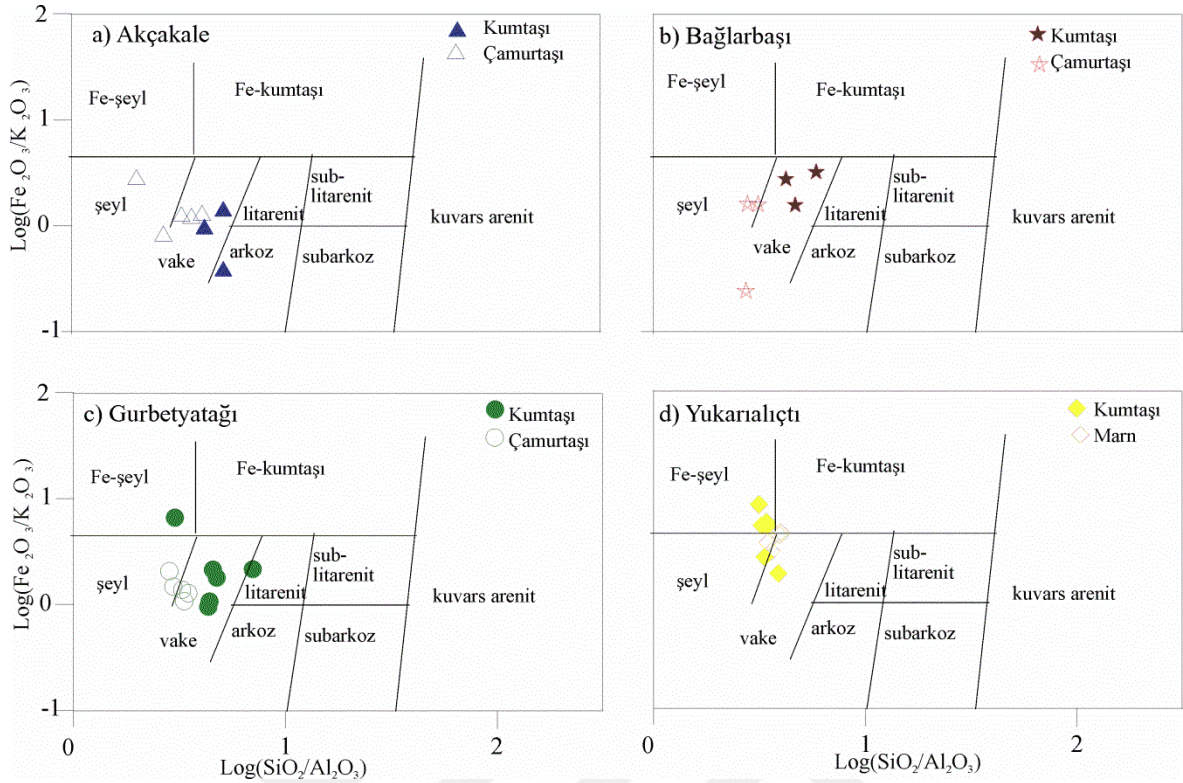
## 4. İRDELEME

### 4.1. Kumtaşlarının Sınıflandırılması

Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ve Yukarıalıçtı ölçülü stratigrafik kesitlerinden seçilen kumtaşı örneklerinin petrografik sınıflandırmasını yapmak için Dott (1964) üçgen diyagramı kullanılmıştır. Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşlarından matriks oranı < %15 olan örnek arkozik arenit, matriks oranı > %15 olan örnekler ise grovak bölgesine yerleşmiştir. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait olan örneklerin matriks oranı > % 15 olarak hesaplanmış ve söz konusu örnekler grovak bölgelerinde yer almışlardır. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarından matriks oranı < %15 olan örnekler litik arenit, matriks oranı > %15 olan örnekler ise feldispatik vake-grovak alanlarına yerleşmişlerdir. Yukarıalıçtı örneklerinden matriks oranı < %15 olan litik arenit matriks oranı > % 15 olanlar ise feldispatik vake-grovak bölgelerine düşmüşlerdir (Şekil 4.1. a, b). İncelenen kırıntılı kayaların  $\text{Log}(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ - $\text{Log}(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$  oranları kullanılarak jeokimyasal sınıflandırması yapılmıştır. Söz konusu diyagrama göre Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait örneklerin büyük çoğunluğu vake (Şekil 4.2. a, b, c), Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örneklerin ise bir kısmı vake, bir kısmı ise şeyl-Fe-şeyl bölgelerinde kümelenmişlerdir (Şekil 4.2 d).



Şekil 4.1. İncelenen kumtaşı örneklerinin Dott (1964) diyagramına göre sınıflandırılması



Şekil 4.2. İncelenen kırıntılı kayaçların jeokimyasal sınıflandırılması (Herron, 1988) a: Akçakale ÖSK, b: Bağlarbaşı ÖSK, c: Gurbetyatağı ÖSK, d: Yukarıalıçtı ÖSK

#### 4.2. Provenans

Kaynak alanındaki kayaçların  $Al_2O_3/TiO_2$  oranları, kaynak kayaçların ayrışması, taşınması, çökmesi ve diyajenezi boyunca çok fazla değişikliğe uğramazlar (Taylor ve McLennan, 1985; Hayashi vd., 1997; He vd., 2010a; Huang vd., 2014). Genel olarak felsik magmatik kayaçların  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı 21 ile 70, ortaç magmatik kayaçların 8 ile 21, mafik magmatik kayaçların 3 ile 8 arasında değişiklik göstermektedir (Hayashi vd., 1997). Bundan dolayıdır ki  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı kırıntılı kayaçların kaynak kaya bileşeninin belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır. Benzer bir durum K ve Rb elementleri için de geçerlidir, söz konusu elementler sedimenter döngü işlevlerine karşı hassas oldukları için, önemli kaynak bileşen göstergesi olarak kullanılmaktadırlar (Floyd vd., 1989, Wang vd., 2014). Bunun yanı sıra N.T.E., Zr, Hf, Y, Nb, Th ve Sc sedimenter işlevlerden çok fazla etkilenmediklerinden (Taylor ve McLennan, 1985; Bhatia ve Crook, 1986; Wronkiewicz ve Condie, 1987, 1989, 1990) kaynak kayayı tespit etmek için oldukça uygun elementlerdir.

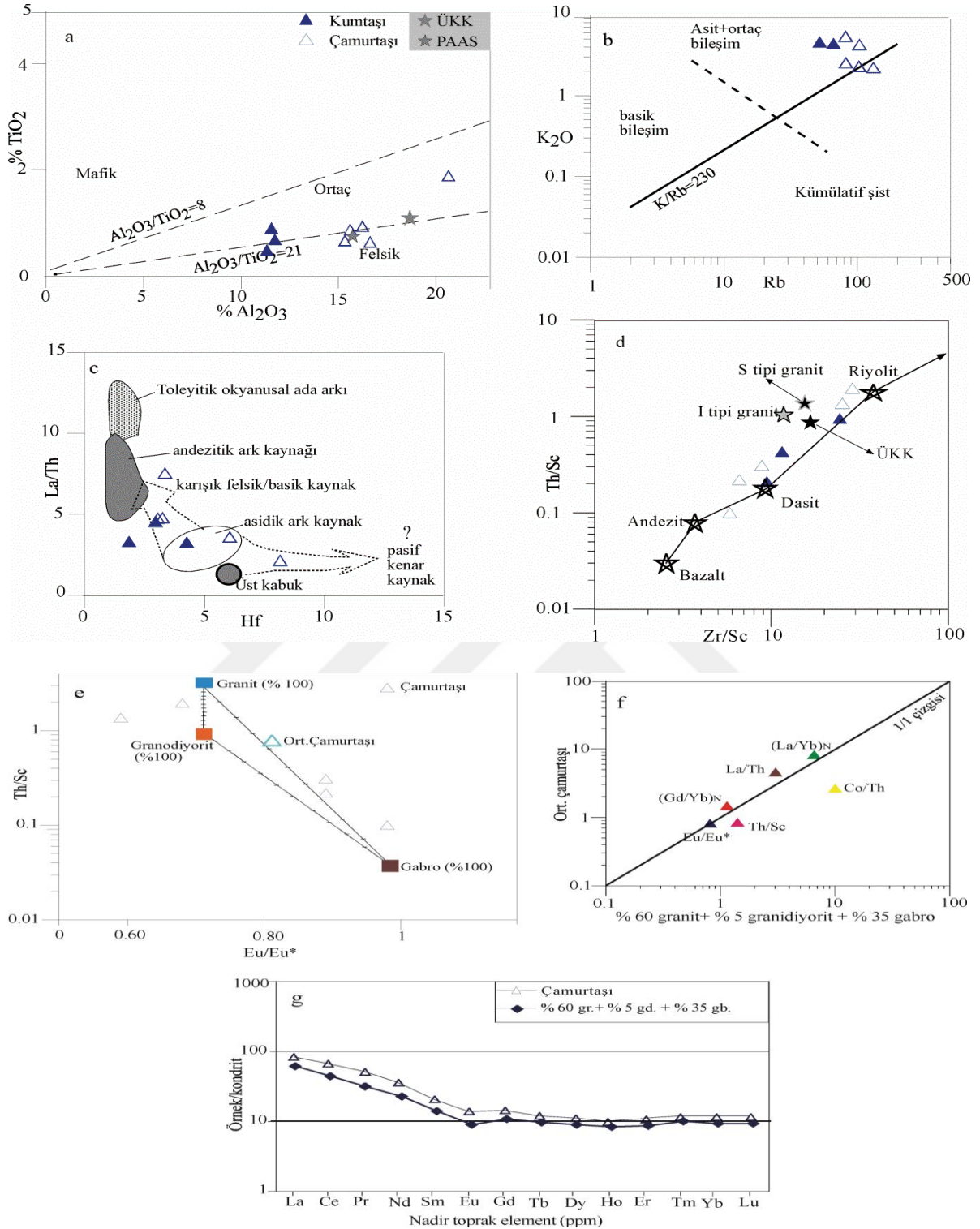
#### 4.2.1. Akçakale ÖSK

Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı % 29-46 arasında değişmektedir. Bu değerler felsik kaynağa işaret etmektedir ve  $Al_2O_3 - TiO_2$  diyagramında örneklerin çoğunluğu felsik alan, bir kısmı da ortaç, özellikle çamurtaşı örnekleri PAAS'ye yakın alana toplanmışlardır (Şekil 4.3 a). Rb-K<sub>2</sub>O diyagramında örnekler genel olarak asit-ortaç bileşenler alanında kümelenmişlerdir (Şekil 4.3 b). Örneklerin ortalama La/Sc oranı ÜKK ve PAAS (Post- Archean Australian Shale)'ye benzer, Th/Sc ve Co/Th oranı yüksektir (Tablo 3.19) ve dolayısıyla kırıntılı kayaçları besleyen kaynak alanında felsik-ortaç ya da felsik-mafik kayaç varlığını desteklemektedir. Mafik kayaçlar, düşük H.N.T.E./A.N.T.E., anomali göstermeyen Eu/Eu\* oranlarına sahipken, felsik kayaçlar yüksek H.N.T.E./A.N.T.E. ve negatif anomali gösteren Eu/Eu\* oranları içerirler (Cullers ve Graf, 1983; Bauluz vd., 2000). İncelenen örneklerin hesaplanan ortalama  $(La/Yb)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranlarının 7.9 ve 1.5 olması, H.N.T.E. içeriğinin yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Kayaçların ortalama Eu/Eu\* oranı 0.82 olarak hesaplanmıştır ve negatif anomali göstermektedir, ancak bu değer hem ÜKK hem de PAAS'ın Eu/Eu\* oranlarından daha yüksektir. Ayrıca Hf-La/Th diyagramı da yukarıda anlatılanları destekler niteliktedir. Söz konusu diyagramda örneklerin çoğunluğu asidik-karışık felsik/bazik kaynağı işaret etmektedir (Şekil 4.3 c). Bununla birlikte Zr/Sc-Th/Sc diyagramında (McLennan vd., 1993), örnekler genel olarak andezit-riyolit arasında kümelenmişlerdir (Şekil 4.3 d).

İncelenen örneklerin türediği muhtemel kaynak kayayı belirlemek amacıyla, çalışma alanı ve civarlarında yüzeylenme veren Karbonifer yaşlı Gümüşhane Plütönu (Granit ve Granodiyorit, Topuz vd., 2010), Erken Jura yaşlı Gökçedere Plütönu (Gabro, Karlı vd., 2017)'nin ortalama N.T.E. içerikleri, Th/Sc ve Eu/Eu\* oranları referans olarak kullanılmıştır. Önceki çalışmalar (Cullers, 1994a; 1994b; 1995), ince taneli sedimanların (Şeyl, çamurtaşı, silttaşı), iri taneli sedimanlara (Kumtaşı) göre kaynak alanının mineralojisini ve kimyasal bileşenini daha iyi yansıttığını ortaya koymuştur. Bundan dolayı ince taneli sedimanların (Çamurtaşı) ve muhtemel kaynak kayaların Eu/Eu\* ve Th/Sc oranları kullanılarak karışık kaynak bileşen modeli geliştirilmiştir (Jian vd., 2013). Bu çalışmada birinci uç bileşen olarak granit, ikinci uç bileşen olarak granodiyorit ve üçüncü uç bileşen olarak da gabro kullanılmıştır ve uç bileşenler arası on eşit parçaya bölünmüştür (Şekil 4.3 e). Söz konusu şekle göre Akçakale ÖSK'ya ait sedimanlar muhtemelen yaklaşık olarak % 60 granit, % 35 gabro ve % 5 granodiyorit kimyasal bileşenlerinden oluşmuştur. Ortalama çamurtaşı ve % 60 granit + % 5 granodiyorit + % 35 gabro diyagramında Eu/Eu\*,

(Gd/Yb)<sub>N</sub>, La/Th, (La/Yb)<sub>N</sub> 1:1 çizgisinin üzerinde kümelenirken Th/Sc çizgiye yakın, Co/Th ise çizgiden biraz daha uzakta yer almıştır (Şekil 4.3 f). Ortalama çamurtaşı ve % 60 granit + % 5 granodiyorit + % 35 gabro modelinin kondritle normalleştirilmiş N.T.E. içeriği benzer bir dağılım göstermektedir (Şekil 4.3 g). Ortalama çamurtaşının N.T.E. içeriğinin çok hafif zenginleşmiş olması, N.T.E.'nin çamurtaşı ve kiltası gibi ince taneli kayalarda daha fazla birikmesi ile açıklanabilir. Bu veriler ışığında, Akçakale yöresinde yüzeyleme veren kırıntılı kayalara malzeme sağlayan muhtemel kaynağın yaklaşık % 60 granit + % 5 granodiyorit + % 35 gabro karışımı olduğu söylenebilir. Bu da, yukarıda bahsedilen çoğunlukla felsik olmakla birlikte bir miktarda bazik kaynak katkısını doğrulamaktadır.



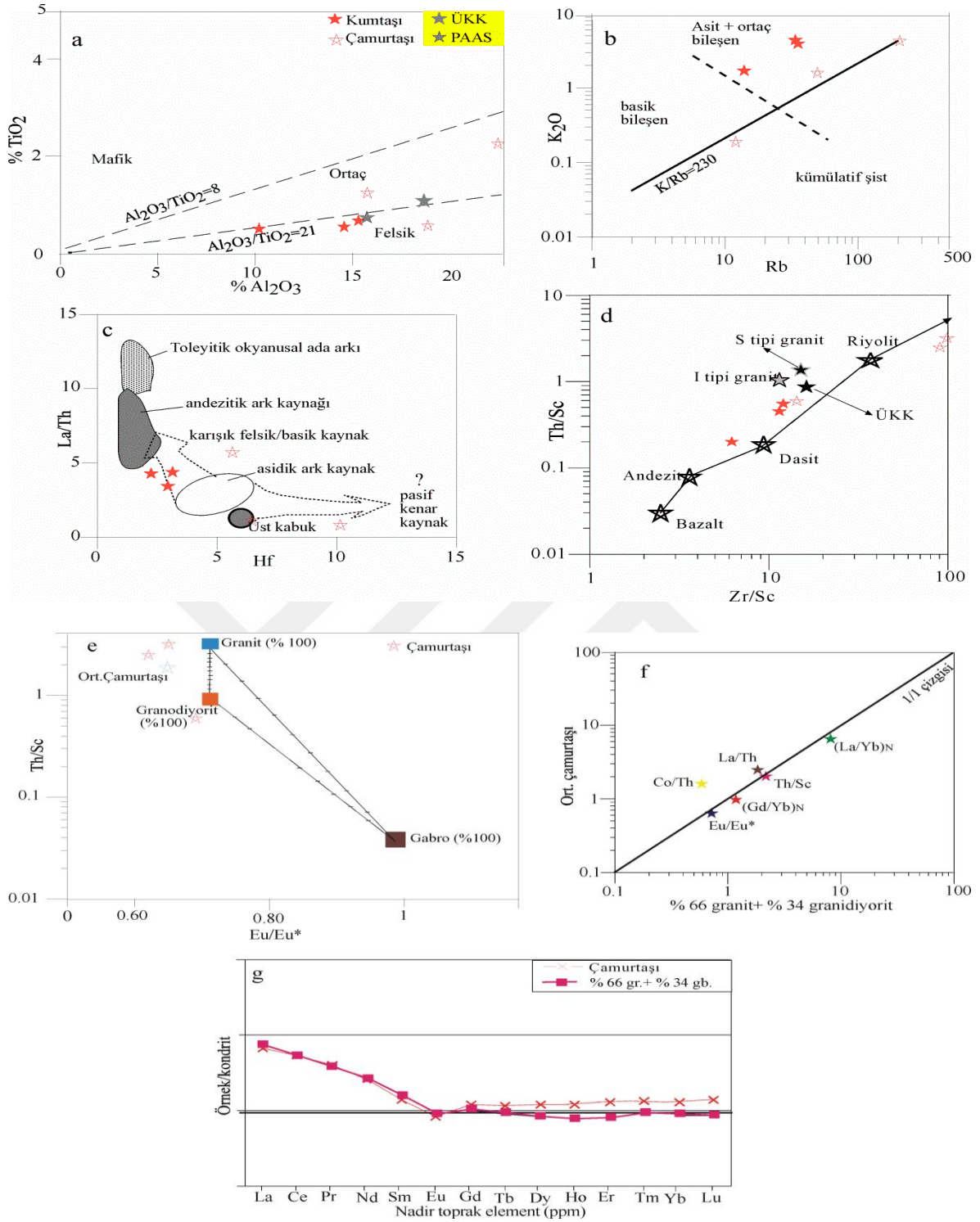


Şekil 4. 3. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3$ - $TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e:  $Eu/Eu^*$ -Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- % 60 granit + % 5 granodiyorit + % 35 diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit ((Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşı vd. (2017) alınmıştır)

#### 4.2.2. Başlarbaşı ÖSK

Yöreye ait analiz edilen örneklerin hesaplanan  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı % 25-39 arasında değişiklik göstermektedir. Hesaplanan bu değerler felsik kaynağa denk gelmektedir ve  $Al_2O_3 - TiO_2$  diyagramında örneklerin çoğunluğu felsik alan, bir kısmı da ortaç alanda olmak üzere ÜKK ve PAAS'ye yakın kümelenmişlerdir (Şekil 4.4 a). Ayrıca biri hariç örneklerin tamamı Rb- $K_2O$  diyagramında asit-ortaç bileşenler alanını işaret etmektedir (Şekil 4.4 b). Örneklerin ortalama La/Sc ve Th/Sc oranları ÜKK, PASS'ye benzer, Co/Th oranı yüksektir (Tablo 3.22). Ortalama  $(La/Yb)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranları sırasıyla 6.5 ve 1.3 olarak hesaplanmıştır, bu değerlere göre H.N.T.E. içeriği A.N.T.E. içeriğine göre daha yüksektir. Ortalama  $Eu/Eu^*$  oranı 0.75 olarak hesaplanmış ve bu değer ÜKK ve PAAS  $Eu/Eu^*$  değerine oldukça yakındır. Bu değerlere dayanarak, kırıntılı kayaçlara malzeme sağlayan kaynak alanın çoğunlukla felsik olmak üzere felsik-ortaç karakterli olduğu söylenebilir. Ayrıca, Hf-La/Th diyagramına göre 3 örnek yaklaşık karışık felsik/bazik kaynak alanına 1 örnekte üst kıtasal kabuk alanına yerleşmiştir (Şekil 4.4 c). Zr/Sc-Th/Sc diyagramında (McLennan vd., 1993), incelenen örnekler genel olarak andezit, riyolit arasında ve ÜKK yakınlarında toplanmışlardır (Şekil 4.4 d).

$Eu/Eu^*$  ve Th/Sc diyagramında yöreye ait sedimanların kimyasal bileşenlerinin yaklaşık olarak % 66 lık kısmı granit, % 34'lük kısmı ise granodiyorit ile örtüşmektedir (Şekil 4.4 e). Ortalama çamurtaş ve % 66 granit + % 34 granodiyorit diyagramında  $Eu/Eu^*$ ,  $(Gd/Yb)_N$ , La/Th,  $(La/Yb)_N$ , Th/Sc 1:1 çizgisi üzerinde toplanırken, Co/Th ise çizgiden biraz uzaklaşmıştır (Şekil 4.4 f). Ortalama çamurtaş ve % 66 granit + % 34 granodiyorit modelinin kondritle normalleştirilmiş N.T.E. içeriğinin dağılımı benzerdir ve hatta H.N.T.E. içeriğinin birebir benzer, ancak çamurtaşının A.N.T.E. içeriği karışık kaynak modelinin A.N.T.E. içeriğine göre çok hafif zenginleşmiş olduğu görülmektedir (Şekil 4.4 g). Bu da taşınma proseslerine bağlı olarak A.N.T.E.'nin ince taneli kayaçlarda nispeten daha fazla birikmesi ile açıklanmaktadır. Bu bağlamda, incelenen kırıntılı kayaçların muhtemel kaynağının % 66 granit + % 34 granodiyorit karışımı olduğu ve çoğunlukla felsik olmak üzere, felsik/bazik kayaçlardan türediği düşünölmektedir.

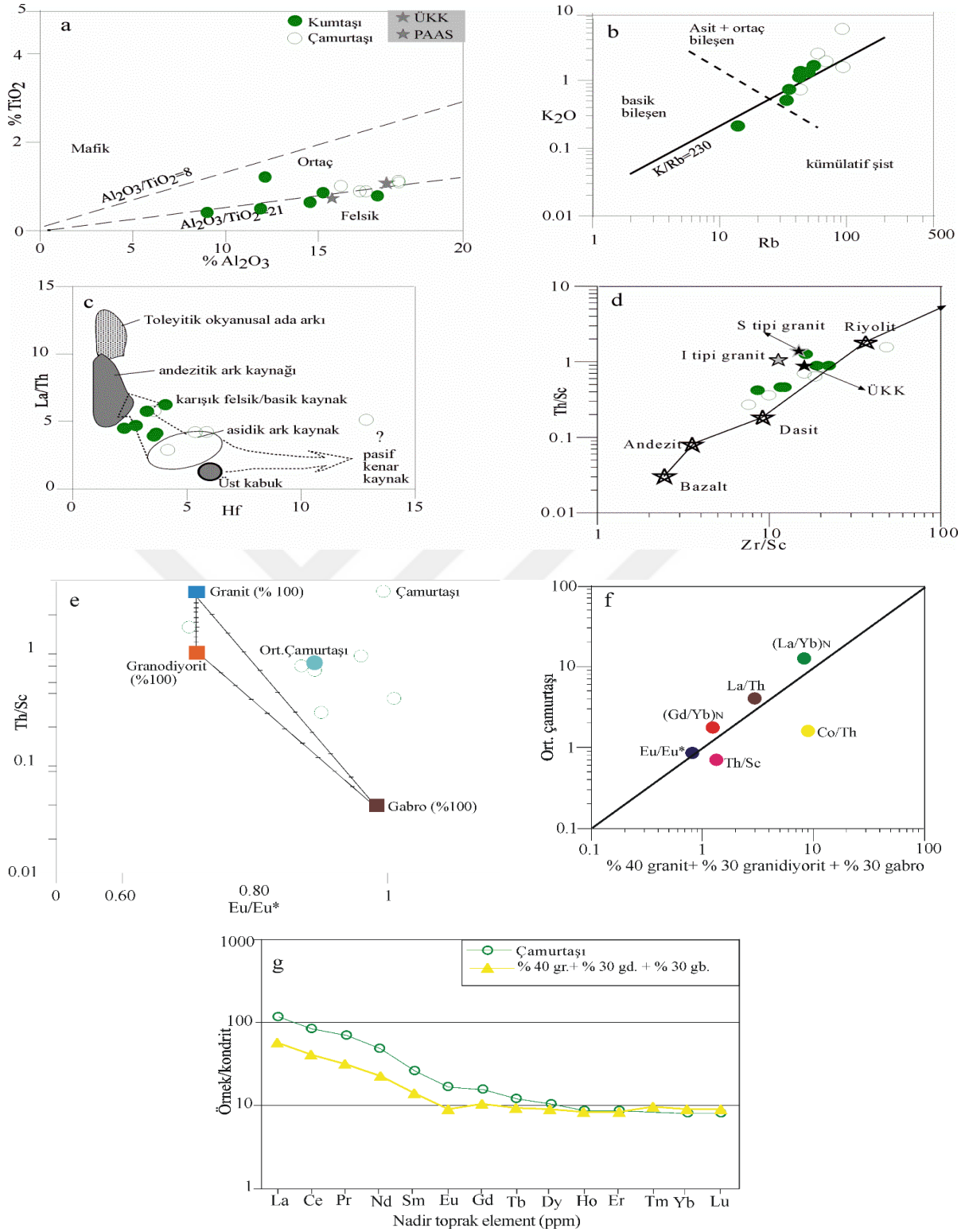


Şekil 4.4. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3$ - $TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e:  $Eu/Eu^*$ - Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı - % 66 granit + % 34 granodiyorit diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır).

### 4.2.3. Gurbetyatağı ÖSK

Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı % 25-38 arasında değişmektedir ve bu değerler felsik kaynağı işaret etmektedir.  $Al_2O_3-TiO_2$  diyagramında örneklerin çoğunluğu felsik-ortaç çizgisinin ve ÜKK, PAAS etrafında toplanmışlardır (Şekil 4.5 a). Rb- $K_2O$  diyagramında örneklerin büyük çoğunluğu asit-ortaç bileşenler alanında yer almışlardır (Şekil 4.5 b). Örneklerin hesaplanan ortalama La/Sc ve Co/Th oranları ÜKK ve PAAS'ye nispetle hafif yüksek, ortalama Th/Sc oranı ise yaklaşık benzerdir (Tablo 3.24). Ayrıca örneklerin ortalama  $(La/Yb)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranlarının 13.0 ve 1.8 olarak hesaplanması H.N.T.E. içeriğinin A.N.T.E. içeriğine göre çok daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Eu/Eu\* oranı 0.92 dir ve negatif anomali göstermekle birlikte ÜKK ve PAAS'ye göre de yüksektir. Örneklerin kaynak alanını görmek için Hf-La/Th diyagramı kullanılmıştır ve bu diyagramda örneklerin geneli asidik kaynak-karışık felsik/bazik kaynağı işaret etmektedir (Şekil 4.5 c). Gurbetyatağı ÖSK'ya ait örnekler Zr/Sc-Th/Sc diyagramında (McLennan vd., 1993), genel olarak dasit-riyolit arasında kümelenmişlerdir (Şekil 4.5 d).

Karışık kaynak kaya modelinde sedimanların yaklaşık % 40 granit, %30 granodiyorit ve % 30 gabro kimyasal bileşenine sahip olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.5 e). Ortalama çamurtaşı ve % 40 granit + % 30 granodiyorit + % 30 gabro diyagramında Eu/Eu\*,  $(Gd/Yb)_N$ , La/Th,  $(La/Yb)_N$  1:1 çizgisinin üzerinde kümelenirken Th/Sc çizgiye yakın, Co/Th ise çizgiden biraz daha uzakta yer almıştır (Şekil 4.5 f). Ortalama çamurtaşı ve % 40 granit + % 30 granodiyorit + % 30 gabro modelinin kondritle normalleştirilmiş N.T.E. içeriğinin dağılımı benzerdir. Ortalama çamurtaşının H.N.T.E. içeriği karışık kaynak kayaç modelinin H.N.T.E. içeriğine göre biraz zenginleşmiş olmakla beraber, A.N.T.E. içerikleri büyük benzerlik göstermektedir (Şekil 4.5 g). H.N.T.E. içeriğinin taşınma proseslerine bağlı olarak çamurtaşı içerisinde nispeten daha fazla birikmiş olması mümkündür. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların muhtemel kaynağı % 40 granit + % 30 granodiyorit + % 30 gabro karışımı olabilir. Bu değerler, Gurbetyatağı ÖSK'ya ait sedimanların çoğunlukla felsik olmak üzere felsik/bazik kaynaktan türediğini göstermektedir.

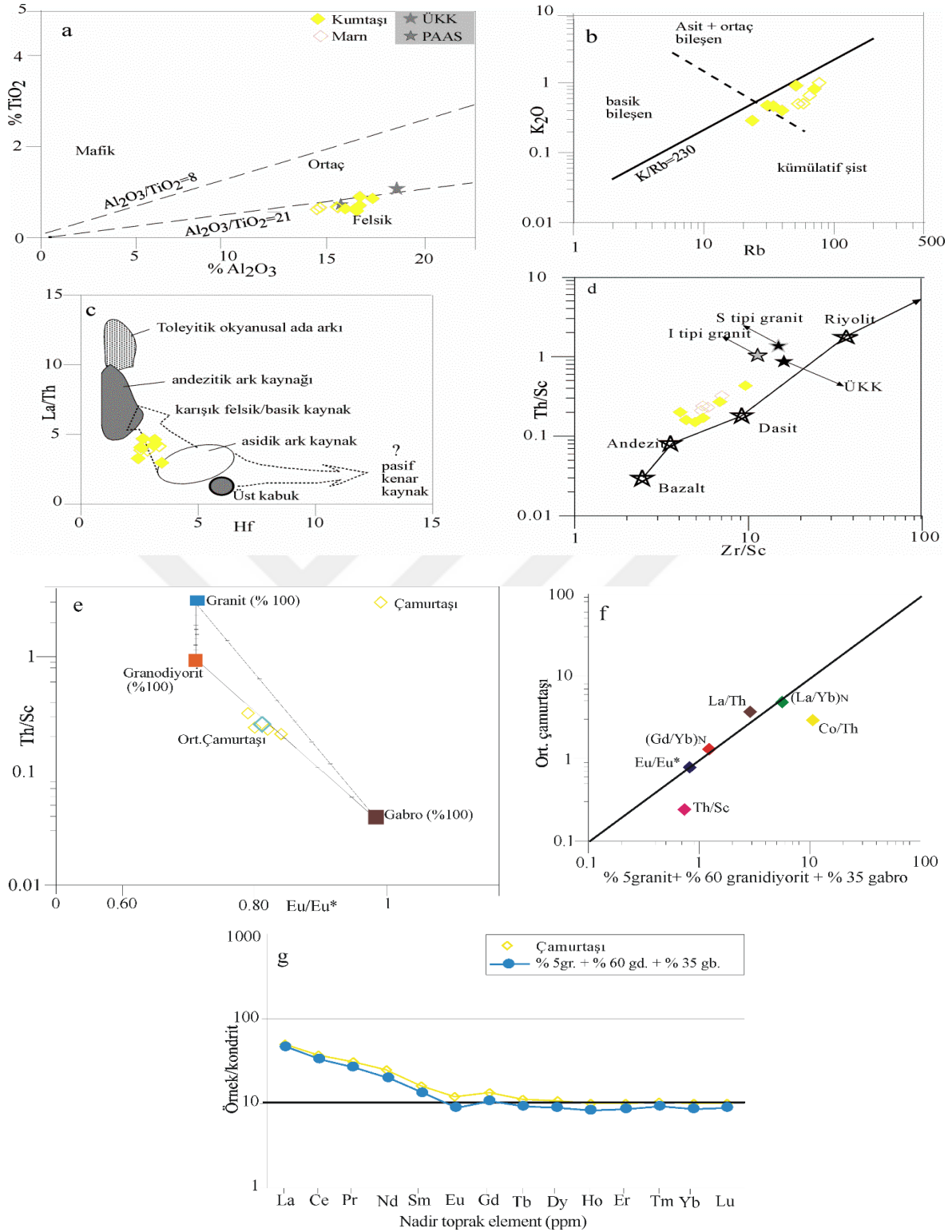


Şekil 4.5. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{TiO}_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $\text{K}_2\text{O}$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*-Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- % 40 granit + % 30 granodiyorit + % 30 gabro diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondrit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karşlı vd. (2017) alınmıştır).

#### 4.2.4. Yukarıalçtı ÖSK

İncelenen kayaçların hesaplanan  $Al_2O_3/TiO_2$  oranları oldukça yüksek olup, % 34-41 arasında değişmektedir ve felsik kaynak değerleri arasında yer almaktadır (Tablo 3.26) ve Şekil 4.6 a’da bunu desteklemektedir. Söz konusu şekilde örneklerin tamamı felsik bölgede, PAAS etrafında kümelenmiştir. Ancak Rb- $K_2O$  diyagramında örnekler farklı davranış sergileyerek, asit-ortaç bileşen çizgisinin hemen altında yer almışlardır (Şekil 4.6 b). Ortalama La/Sc, Th/Sc ve Co/Th oranlarına bakıldığında, La/Sc ÜKK ve PAAS’ye göre düşük, Sc/Th ve Co/Th oranları ise yüksektir (Tablo 3.26). Örneklerin ortalama  $(La/Yb)_N$  ve  $(Gd/Yb)_N$  oranları 4.6 ve 1.3 olarak hesaplanmıştır ve bu değere göre H.N.T.E. azda olsa A.N.T.E.’ye göre yüksektir. Örneklerin ortalama Eu/Eu\* oranı 0.82 olarak hesaplanmış ve negatif anomaliyi işaret etmektedir, ancak ÜKK ve PAAS’ye göre yüksektir. Hf-La/Th diyagramına bakıldığında örneklerin geneli karışık felsik/bazik kaynak alanına toplanmışlardır (Şekil 4.6 c). Zr/Sc-Th/Sc diyagramında (McLennan vd., 1993), incelenen örneklerin andezit-ÜKK arasına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.6 d).

Eu/Eu\* ve Th/Sc diyagramında incelenen sedimanların kaynak bileşeninin yaklaşık % 60 granodiyorit, % 35 gabro ve % 5 granit kaynaklı olduğu görünmektedir (Şekil 4.6 e). Çamurtaş ı ortalaması ve % 5 granit + % 60 granodiyorit % 35 gabro diyagramında Eu/Eu\*,  $(Gd/Yb)_N$ , La/Th,  $(La/Yb)_N$  1:1 çizgisinin üzerinde toplanırken Th/Sc ve Co/Th ise çizgiden biraz daha uzakta yer almışlardır (Şekil 4.6 f). Ortalama çamurtaş ı ve % 5 granit + % 60 granodiyorit + % 35 gabro modelinin kondritle normalleştirilmiş N.T.E. içerikleri oldukça benzerdir (Şekil 4.6 g). Dolayısıyla, Yukarıalçtı yöresinde yüzeylenen kırıntılı kayaçların muhtemel kaynağı %5 granit + % 60 granodiyorit % 35 gabro karışımı olabilir ve bu da Erken-Orta Jura havzalarının çoğunlukla felsik olmak üzere felsik/bazik kaynaktan beslendiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.6. Yukarıalçıtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların kaynak bileşim değişimini gösteren diyagramlar a:  $Al_2O_3$ - $TiO_2$  diyagramı (McLennan, 1993, Huang vd., 2014), b: Rb- $K_2O$  diyagramı (Floyd vd., 1989), c: Hf-La/Th diyagramı (Floyd ve Leveridge, 1987), d: Zr/Sc-Th/Sc diyagramı (McLennan vd., 1993), e: Eu/Eu\*-Th/Sc diyagramı, f: Ortalama çamurtaşı- %5 granit + % 60 granodiyorit % 35 gabro diyagramı, g: İncelenen örnekler ve muhtemel kaynak kayaların N.T.E içeriğinin kondirit (Taylor ve McLennan, 1985)'e normalleştirilmiş örümcek diyagramı (Granit ve granodiyorit değerleri Topuz vd. (2010), gabro değerleri Karslı vd. (2017) alınmıştır).

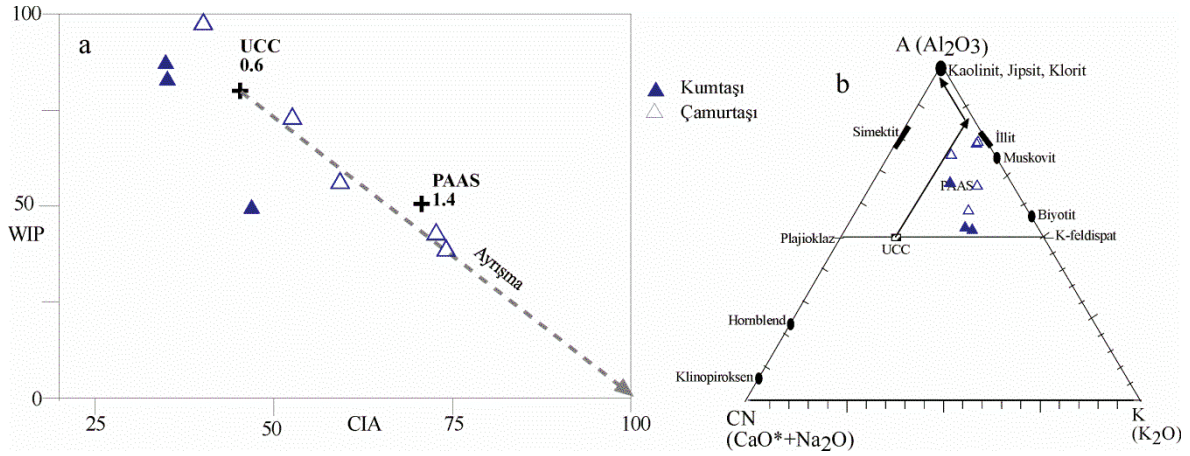
### 4.3. Kimyasal Ayırışma

Kaynak kayanın kimyasal ayrışması, başlıca kaynak kayanın bileşimi, kaynak kayanın tektonik olarak yükselme hızı, erozyon, iklim ve ayrışma derecesinin kontrolü altındadır (Wronkiewicz ve Condie, 1987). Bu nedenle kırıntılı kayaçların jeokimyasal parametreleri, kaynak alanındaki ayrışma ve paleo-ayrışma şartlarının tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sedimanlar ve sedimanter kayaçlardaki kimyasal element konsantrasyonu kaynak kayaların orijinal mineralojisinin bir yansımasıdır ve dolayısıyla kaynağın göstergesidir (Garzanti ve Resentini, 2016; Saydam Eker vd., 2018). CIA (Kimyasal Alterasyon İndeksi) gibi kimyasal parametreler açıkça kaynak kayanın mineralojisi ve sedimanter döngünün kontrolü altında olmasına rağmen ayrışma şartlarını belirlemek için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Borges vd., 2008; Garzanti ve Resentini, 2016; Garzanti vd., 2016; Saydam Eker vd., 2018). Ayrıca, kırıntılı kayaçların WIP ve ICV değerleri kaynak alanın ayrışmasını gösteren ve çok yaygın kullanılan kimyasal ayrışma indeksleridir. Düşük CIA, yüksek WIP (Ayrışma İndeksi) ve ICV (Bileşimsel Değişim İndeksi) değerleri kaynak alanında yeterince ayrışma olmadığını ve kaynaktan türeyen sedimanların bileşimsel olarak olgunlaşmadığını göstermektedir. CIA, WIP ve ICV hareketli alkali ve toprak alkali elementlerin moleküler oranları kullanılarak hesaplanmaktadır [CIA =  $Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O) \times 100$  (Nesbitt ve Young, 1982), WIP =  $100 \times (CaO^*/0.7 + 2Na_2O/0.35 + 2K_2O/0.25 + MgO/0.9)$  (Parker, 1970) ve ICV =  $(Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO^* + MgO + TiO_2) / Al_2O_3$  (Cullers ve Podkovyrov, 2002), CaO\* silikat minerallerindeki CaO dır].

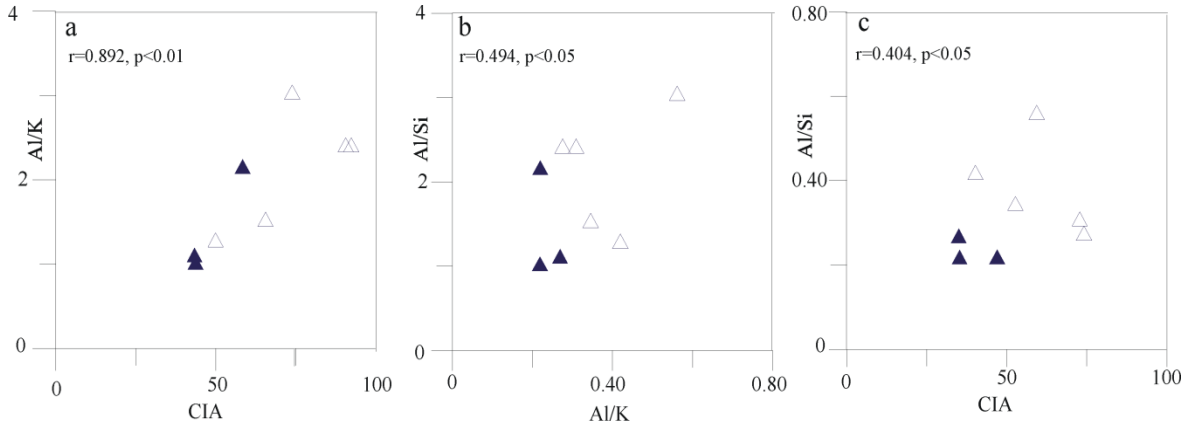
#### 4.3.1. Akçakale ÖSK

Akçakale yöresine ait kırıntılı kayaçların CIA, WIP ve ICV değerleri oldukça geniş aralıkta dağılım göstermekte olup, sırasıyla 35-74, 41-100 ve 0.8-2.3 arasında değişmektedir (Tablo 3.19). Dikkat çeken bir durum en yüksek CIA, en düşük WIP ve ICV değerlerine çamurtaşlarının sahip olmasıdır. Düşük CIA değeri (<60), genelde tektonik olarak aktif ortamları (Blatt vd., 1980) ve buna bağlı olarak yüksek mekanik erozyonu göstermektedir (Linn ve DePaolo, 1993, Saydam Eker, 2017). Bu bağlamda, yüksek ICV değeri ve düşük CIA/WIP (CIA/WIP= 1-2, Garzanti vd., 2014), oranları kırıntılı kayaçların birincil sedimanter döngü ürünü olduğunu ve bileşimsel olarak olgun olmadıklarını yansıtmaktadır.

İncelenen örneklerin CIA-WIP diyagramına bakıldığında sadece 2 çamurtaşı örneğinin tam anlamıyla ayrılmış bir kaynaktan kaynaklandığı ve mineralojik olarak olgun olduğu görülmektedir (Şekil 4.7 a). ACNK üçgen diyagramı da (Şekil 4.7 b Sharma vd., 2013), bu öngörüğü desteklemektedir. Söz konusu diyagramda 2 çamurtaşı örneği illit yakınlarında, 1 örnek ÜKK ayrışma çizgisi boyunca, 2 örnek PAAS civarında, diğer örnekler ise Plajiyoklaz-K.Feldispat çizgisi civarında kümelenmişlerdir. Ayrıca Al/K oranı kimyasal ayrışma boyunca sedimanlarda meydana gelen alterasyon yoğunluğunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır ve yüksek Al/K oranı kimyasal ayrışmanın yoğun olduğunun belirtisidir (Wei vd., 2004; Hu vd., 2012; Limmer vd., 2012; Hu vd., 2013; Dou vd., 2016; Saydam Eker vd., 2018). Ancak Al/K oranının aynı zamanda kaynak alanında ki kayaların bileşiminden de etkilendiğini unutmamak gerekir. İncelenen örneklerin Al/K oranı 1.12-3.05 arasında değişmektedir (Tablo 3.19). Örneklerin Al/K oranı ile CIA arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon ( $r=0.892$ ,  $p<0.01$ , Şekil 4.8 a), Al/Si arasında ise zayıf pozitif korelasyon ( $r=0.494$ , Şekil 4.8 b), Al/Si ile CIA arasında çok zayıf pozitif korelasyon gözlenmektedir (Şekil 4.8 c). Bu bağlamda örneklerin Al/K oranının kimyasal ayrışma ve tane boyunun küçülmesi ile arttığı ve ince taneli örneklerin çökelişi sırasında kaynak alanın kimyasal ayrışmaya nispeten daha fazla maruz kaldığı söylenebilir.

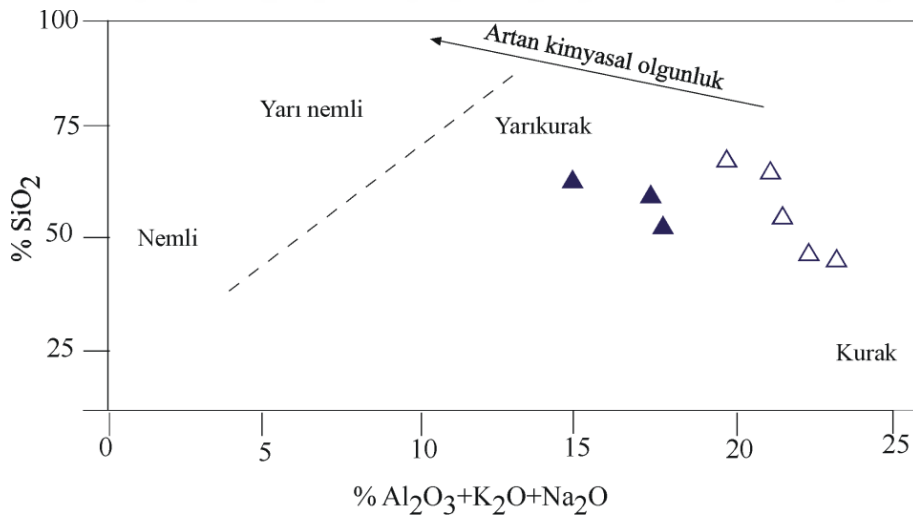


Şekil 4.7. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).



Şekil 4.8. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı

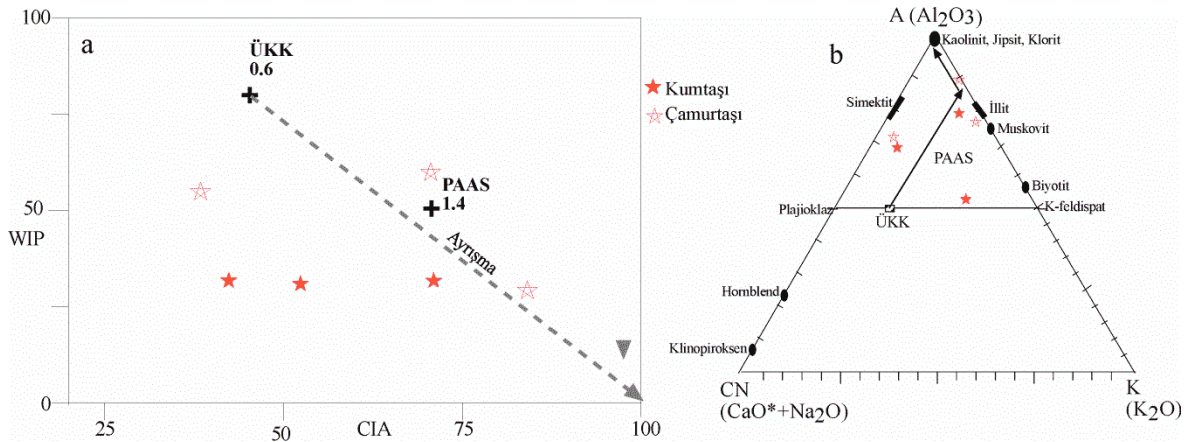
Ayrıca, iklim kimyasal ayrışma oranını etkileyen önemli bir faktördür. Nemli iklim, kimyasal ayrışma oranını arttırmaktadır, kuru iklim kimyasal ayrışma oranını düşürmektedir.  $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$  (Şekil 4.9) (Suttner ve Dutta, 1986) diyagramına bakıldığında örneklerin tamamı yarı kurak-kurak bölge arasında toplanarak bu yörede paleoiklimin kurak-yarı kurak olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların  $SiO_2 / Al_2O_3+K_2O+Na_2O$  diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986)

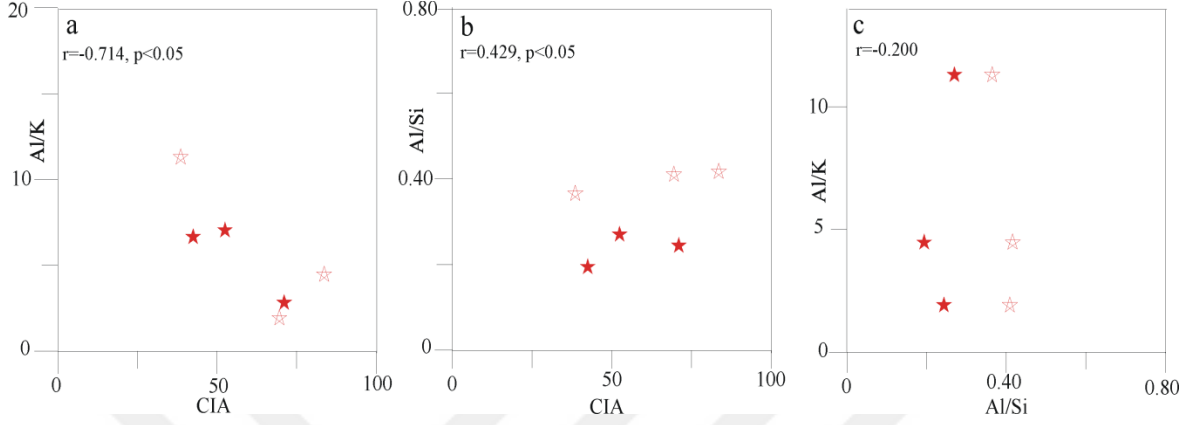
### 4.3.2. Bağlarbaşı ÖSK

İncelenen örneklerin CIA, WIP ve ICV değerleri geniş aralıkta dağılım göstermekte olup, sırasıyla 39-84, 30-61 ve 0.3-1.6 arasında değişmektedir (Tablo 3.22). İncelenen 3 örneğin (2 örnek çamurtaşı, 1 örnek kumtaşı) CIA değeri yüksek (>60), diğer örneklerin ise düşüktür. CIA-WIP diyagramı da bu söyleneni desteklemektedir (Şekil 4.10 a). ACNK üçgen diyagramında 3 örnek illit –kaolinit, klorit, jips arasında yer alırken 2 örnek plajiyoklaz-simektit arasında 1 örnek ise plajiyoklaz-K.Feldispat çizgisinde kümelenmişlerdir (Şekil 4.10 b). Örneklerin Al/K oranı çok geniş aralıkta yayılım göstermekte olup, 1.91-11.29 arasında değişmektedir. Dikkat çeken durum en yüksek Al/K oranına sahip örnek en düşük CIA değerine sahiptir ve Şekil 4.11 a’da görüldüğü gibi CIA ile Al/K arasında kuvvetli negatif korelasyon ( $r = -0.714$ ,  $p < 0.05$ ) söz konusudur. Bu bağlamda çalışılan kayaçların Al/K oranını kimyasal ayrışma değil kaynak alanındaki kayaçların bileşimlerinin kontrol ettiği düşünülebilir. CIA ile Al/Si arasında zayıf pozitif korelasyon ( $r = 0.429$ ,  $p < 0.05$ , Şekil 4.11 b) gözlenerek, ince taneli kayaçların kısmen ayrışmadan etkilendiği söylenebilir. Al/Si ve Al/K arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi söz konusu değildir (Şekil 4.11 c). Örneklerin ICV değerleri genel olarak yüksek değil ve  $\leq 1$  dir (B-5, B-8 nolu örnek hariç), CIA/WIP oranı 0.7-2.7 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre örneklerin bir kısmı birincil sedimanter döngü ürünüyken, bir kısmı ise kimyasal olarak olgun kırıntılı kayaçlardır. Dolayısıyla bölgede zaman zaman tektonik olarak aktif ve yüksek mekanik erozyon hüküm sürerken zaman zaman sakin ve durağan bir ortam olmuş olabilir.

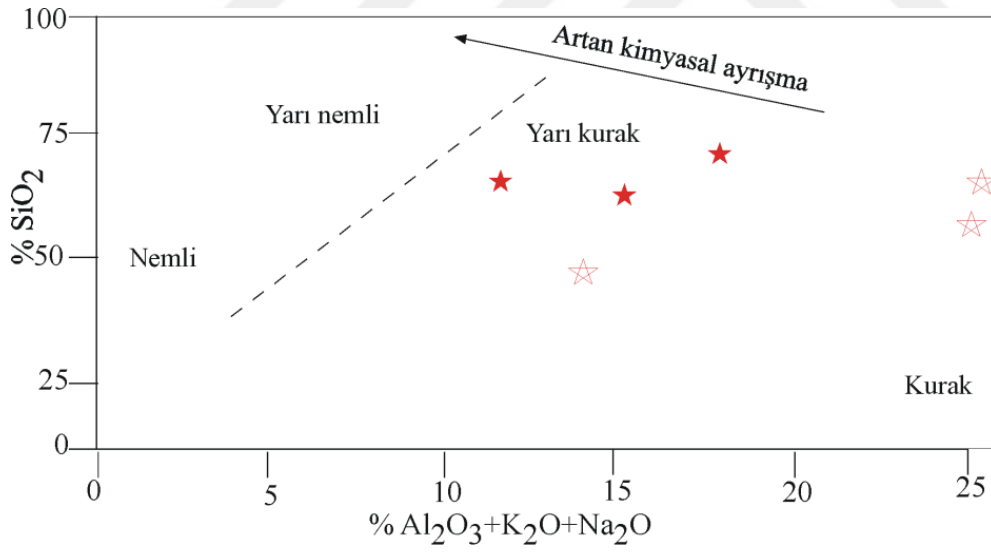


Şekil 4.10. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).

$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$  diyagramında örnekler kurak-yarı kurak alana düşerek, paleoklimin kurak-yarı kurak olduğuna işaret etmektedir (Şekil 4.12).



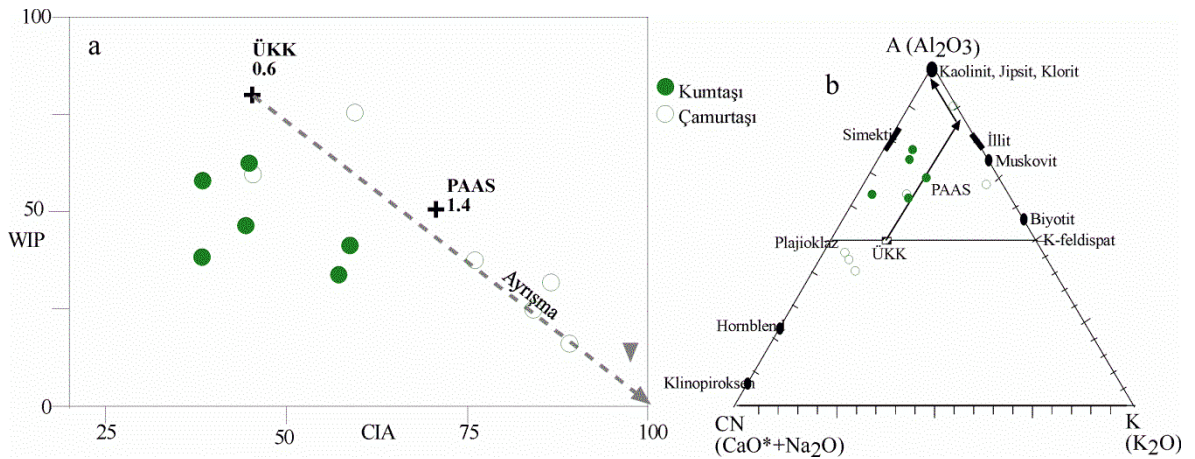
Şekil 4.11. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı



Şekil 4.12. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$  diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986)

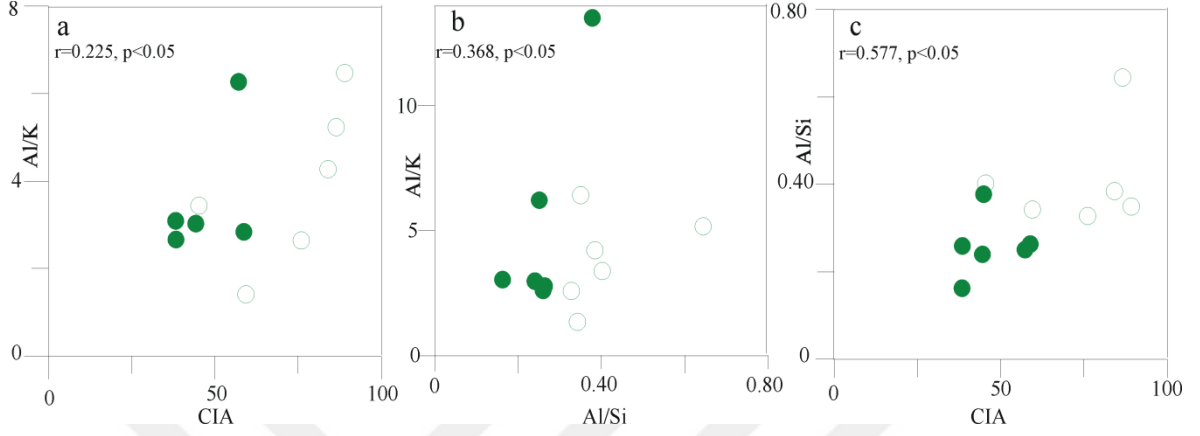
### 4.3.3. Gurbetyatağı ÖSK

Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların CIA, WIP ve ICV değerleri sırasıyla 38-89, 18-77 ve 0.3-1.7 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.24). Çamurtaşlarına ait örneklerin CIA değerlerinin >60 (G-1 nolu örnek hariç), genel olarak CIA/WIP değerlerinin yüksek, ICV değerlerinin nispeten düşük olması söz konusu kayacın kimyasal olarak olgun olduğunu göstermektedir. CIA-WIP diyagramında da özellikle 5 adet çamurtaşı örneğinin ayrışma çizgisi boyunca sıralandığı görülmektedir (Şekil 4.13 a). Ancak, ACNK üçgen diyagramı bu söylenenleri destekler nitelikte değildir. 3 adet çamurtaşı örneği PAAS ve ÜKK'ya göre çok daha az ayrılmış bölgede yer alarak (Şekil 4.13 b), muhtemelen kayacın, elementel bileşenlerin kontrolü altında olduğuna dikkat çekmektedir. Örneklerin Al/K oranı geniş aralıkta dağılım göstermekte olup 1.35-13.50 arasında değişmektedir. Al/K ile CIA arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi gözlenmezken (Şekil 4.14 a), Al/Si arasında çok zayıf pozitif korelasyon söz konusudur (Şekil 4.14 b). Bununla birlikte Al/Si ile CIA arasında zayıf pozitif korelasyon mevcuttur (Şekil 4.14 c). Dolayısıyla örneklerin yüksek Al/K oranına sahip olmasının nedeni kimyasal ayrışmadan değil, kaynak kayaların bileşimi ile alakalı olduğu ve Al/Si-CIA arasında pozitif ilişkiden yola çıkarak ince taneli kayaların daha fazla ayrışmaya uğradığı düşünülebilir. Özellikle çoğu çamurtaşı örneklerinin CIA/WIP oranının yüksek olması, ICV değerlerinin düşük olması bunların kimyasal olarak olgun olduğunu, çoğu kumtaşı örneklerinin düşük CIA/WIP, yüksek ICV değerlerine sahip olması da bunların birincil sedimanter döngü ürünü olduğunu göstermektedir.

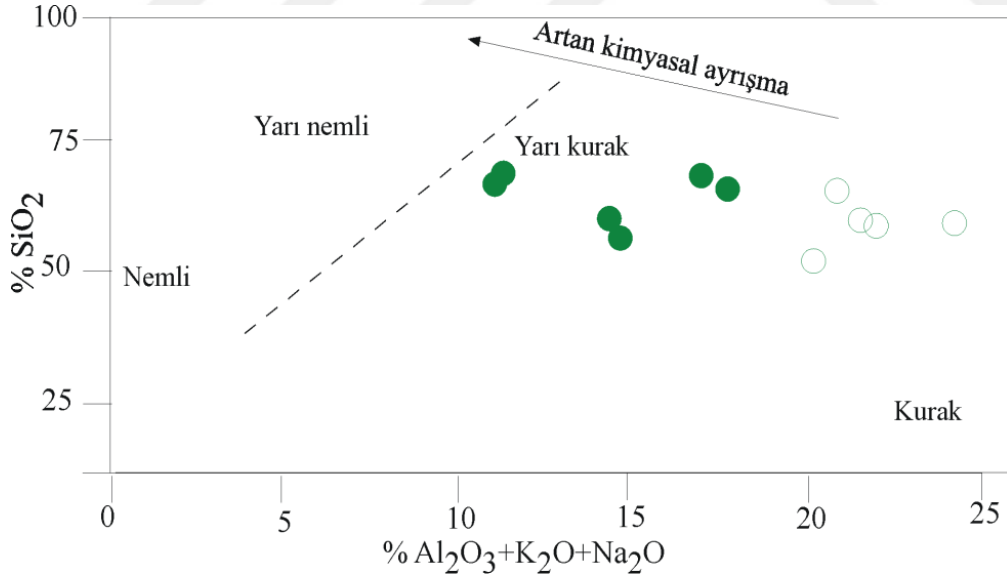


Şekil 4.13. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).

$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$  diyagramında kumtaşı örnekleri yarı kurak, çamurtaşı örnekleri ise kurak alana düşerek, paleoklimin yarı kurak-kurak olduğuna işaret etmektedir (Şekil 4.15).



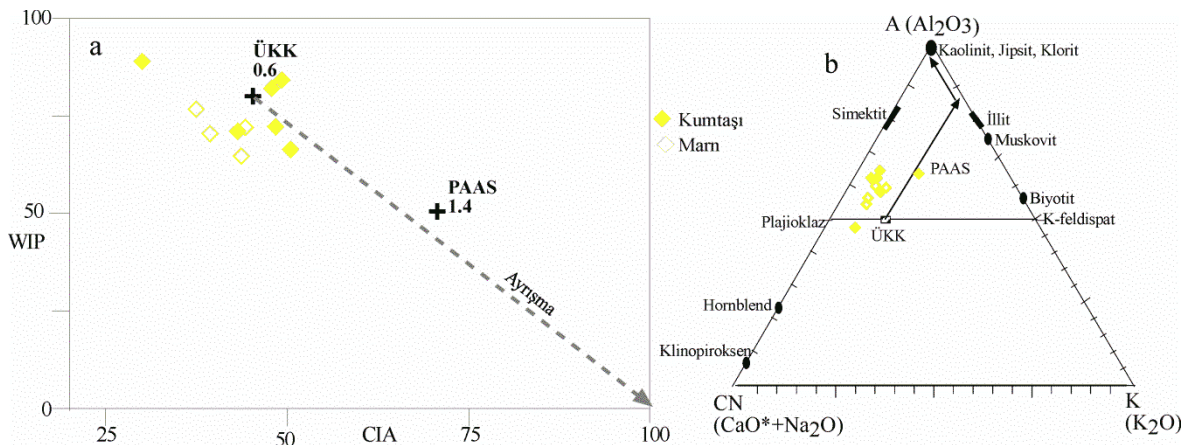
Şekil 4.14. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı



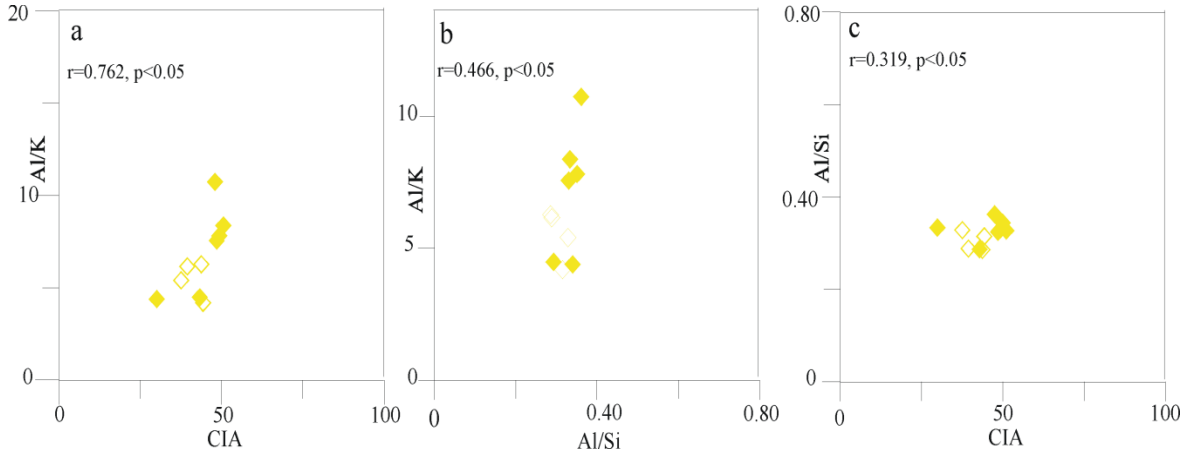
Şekil 4.15. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$  diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986)

#### 4.3.4. Yukarıalçtı ÖSK

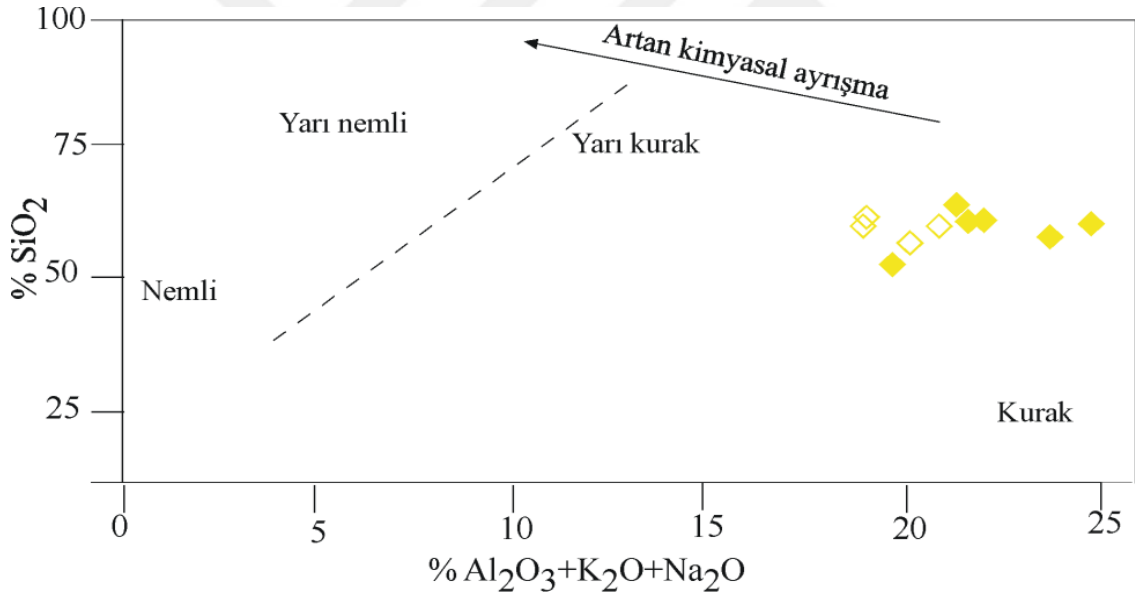
Analiz edilen kırıntılı kayaçların CIA, WIP ve ICV değerleri oldukça dar aralıkta dağılım göstermekte olup sırasıyla 30-51, 67-91 ve 1.2-1.9 arasında değişmektedir (Tablo 3.26). CIA değerlerinin <60, CIA/WIP değerlerinin düşük, ICV değerlerinin nispeten yüksek olması söz konusu kayaçların kimyasal olarak olgun olmadığına işaret etmektedir. CIA-WIP diyagramında örneklerin büyük çoğunluğunun ayrışmanın azaldığı yönde sıralandıkları görülmektedir (Şekil 4.16 a). Muhtemelen örnekler, fazla ayrışmaya uğramadan tektonik aktivitenin ve yüksek erozyonun olduğu alandan koparak, fazla sedimenter döngüye maruz kalmadan havzaya ulaşmıştır. Ancak, ACNK üçgen diyagramı bu söylenenleri desteklememektedir (Şekil 4.16 b). Adı geçen diyagramda 1 örnek hariç bütün örnekler ÜKK'ya göre daha fazla, PAAS'ye yakın derecede ayrışmıştır. Bu bağlamda kırıntılı kayaçların türedikleri kaynak kayacın bileşiminin kontrolü altında olduğu söylenebilir. Örneklerin Al/K oranı yüksek olup, 4.18-10.73 arasında dağılım göstermektedir (Tablo 3.26). Al/K ile CIA arasında kuvvetli pozitif korelasyon, Al/Si arasında ise zayıf pozitif korelasyon gözlenmektedir. Al/Si ile CIA arasında ise çok zayıf pozitif korelasyon mevcuttur (Şekil 4.17 a,b,c) Buna bağlı olarak, Al/K oranının ayrışma ile arttığı ve ayrışmanın az da olsa ince taneli kayaçlarda daha fazla olduğu düşünülebilir. SiO<sub>2</sub> / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O diyagramı kimyasal ayrışmanın zayıf olduğunu desteklemektedir. Çünkü örneklerin geneli kurak alanda kümelenmişlerdir (Şekil 4.18).



Şekil 4.16. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-WIP değişim diyagramı (Garzanti vd., 2014), b: ACNK üçgen diyagramı (Sharma vd., 2013).



Şekil 4.17. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların a: CIA-Al/K, b: Al/K-Al/Si, c: CIA-Al/Si değişim diyagramı



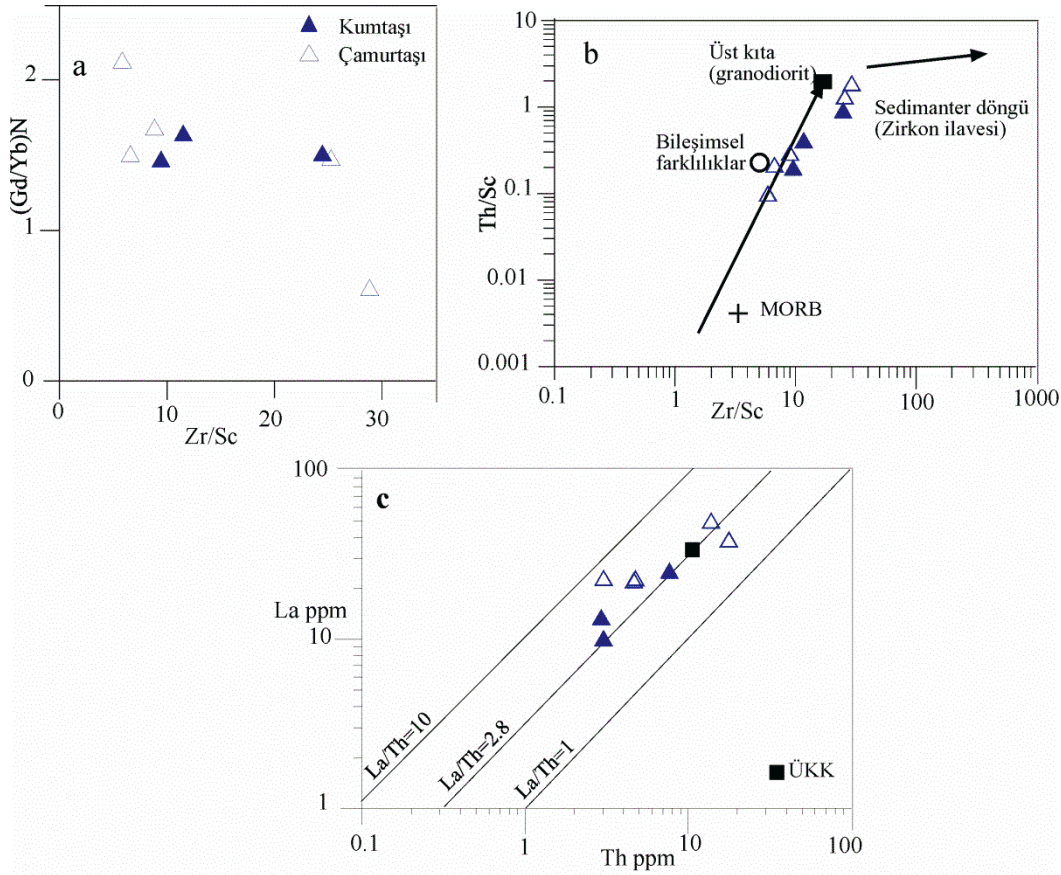
Şekil 4.18. Yukarıalçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların SiO<sub>2</sub> / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O diyagramı (Suttner ve Dutta, 1986)

#### 4.4. Sedimanter Boylanma ve Döngü

Th/Sc oranı sedimanter işlevler süresince pek değişikliğe uğramaz ve genellikle kaynak kaya tespitinde kullanılır (Cullers, 1994), oysaki, Zr/Sc oranı önemli miktarda artar. Bunun yanı sıra sedimanların içerdiği ağır mineraller (ör. Zirkon, monazit) Zr konsantrasyonunu ve  $Gd_N/Yb_N$  oranını artırır, dolayısıyla bu ağır minerallerin miktarı sedimanter taşınma süreci arttıkça artar ve çökelen kayacın jeokimyasını etkileyebilir (McLennan, 1989; Wang vd., 2014). Aynı şekilde sedimanter döngü ve yeniden çökme Th/U oranını arttırmaktadır (Uranyum, nispeten daha kolay çözülüp sistemden uzaklaşmaktadır) (Wang, vd., 2014). Ayrıca Üst Kıtasal Kabuk bileşimi belirlenirken ince taneli sedimanların, sedimanter döngü ile değişikliğe uğramayan La/Th oranları da (~2.8) yaygın olarak kullanılmaktadır (Gallet vd., 1998).

##### 4.4.1. Akçakale ÖSK

Akçakale yöresine ait kırıntılı kayaçların Zr/Sc, Th/Sc ve  $Gd_N/Yb_N$  oranları sırasıyla 5.82-28.86, 0.10-1.96 ve 0.62-2.13 arasında değişmektedir. Zr/Sc oranı yüksek olup, sedimanter döngü ile zirkon zenginleşmesini akla getirmiş olsa da, Zr/Sc ile  $Gd_N/Yb_N$  arasındaki negatif yönseme (Şekil 4.19 a) ve Zr/Sc ile Th/Sc arasındaki pozitif yönseme (Şekil 4.19 b), bu öngörünün anlamlı olmadığını, Zr zenginleşmesinin kaynak alanındaki materyal bileşeninin hakimiyetinde olduğunu göstermektedir. İncelenen örneklerin ortalama Zr/Nb oranı 14.9 olarak hesaplanmıştır ve bu oranın ÜKK'nın ortalama Zr/Nb oranından düşük olması, sedimanter döngüye bağlı zirkon zenginleşmesinin olmadığını desteklemektedir (Klaver vd., 2015) (ÜKK'da ortalama Zr/Nb= 15.8, Taylor ve McLennan 1985; McLennan 2001). Yöreyle ait kırıntılı kayaçların Th/U oranı 1.43-8.06 (ortalama 4.78) arasında değişmektedir (Tablo 3.19) (Th/U oranı ÜKK'de 3.8, PASS'de 4.7, McLennan ve Taylor, 1985). Örneklerin ortalama Th/U oranı ÜKK'dan biraz yüksek, PAAS'ye benzerdir ve basit sedimanter döngü tarihini göstermektedir. Ayrıca örneklerin La/Th oranı ÜKK'ya benzer olup, örnekler genel olarak, La/Th= 2.8 çizgisi boyunca sıralanmışlardır (Şekil 4.19 c). Genellikle ayrışma ve diyajenetik olaylar Rb/Sr oranında artışa neden olabildiği için yüksek Rb/Sr oranları güçlü ayrışmanın ve sedimanter döngünün göstergesi olarak yorumlanmaktadır (McLennan vd., 1993). Çalışılan örneklerin Rb/Sr oranının <1 olması (Rb/Sr oranı 0.09-0.72, Tablo 3.19) basit sedimanter döngü ürünü olduğunu desteklemektedir.

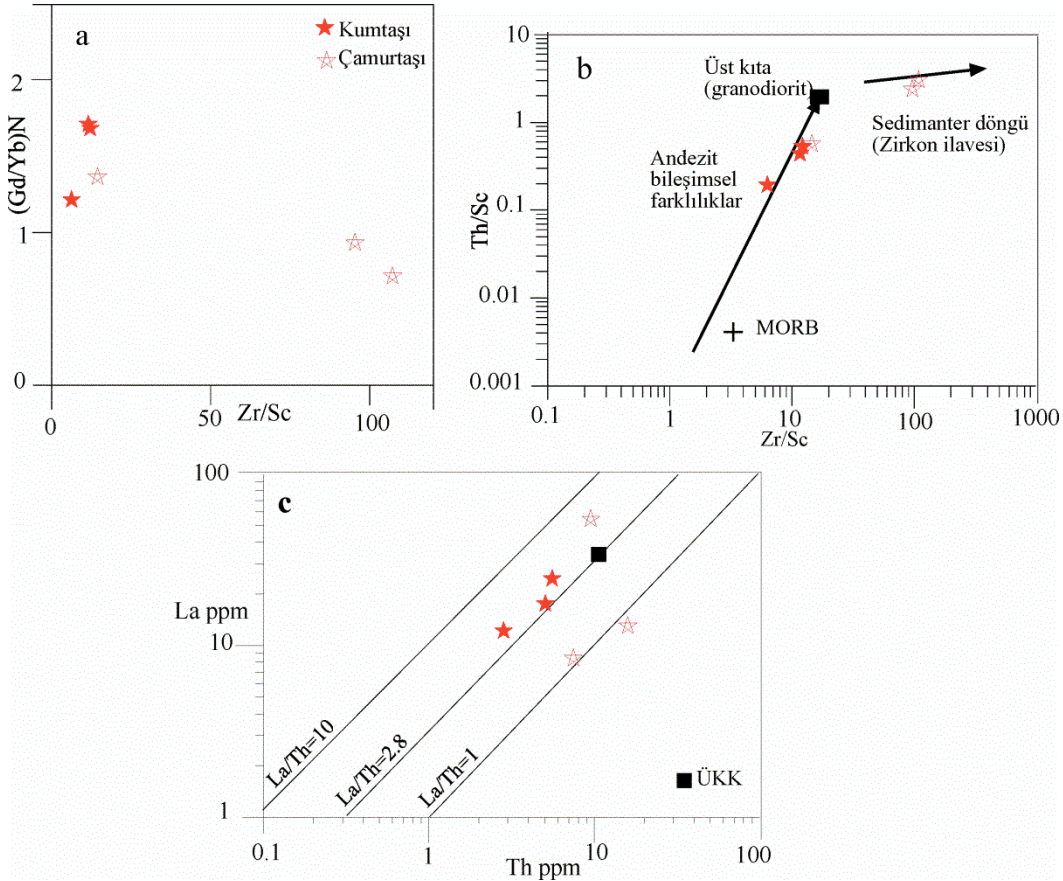


Şekil 4.19. Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların sedimanter döngü diyagramları a:  $Zr/Sc$ - $(Gd/Yb)_N$  değişim diyagramı, b:  $Zr/Sc$ - $Th/Sc$  değişim diyagramı (McLennan, 2003), c:  $Th/La$  değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).

#### 4.4.2. Bağlarbaşı ÖSK

Analiz edilen örneklerin  $Zr/Sc$  oranı çok geniş aralıkta dağılım göstermekte olup 6.19-107.1 arasında,  $Th/Sc$  ve  $Gd_N/Yb_N$  oranları ise sırasıyla 0.20-3.16 ve 0.71-1.71 arasında değişmektedir (Tablo 3.22).  $Zr/Sc$  oranının bu kadar yüksek olmasının nedeni sedimanter döngü değil, kaynak alanındaki materyalin bileşeninden kaynaklanmaktadır. Çünkü  $Zr/Sc$  ve  $Gd_N/Yb_N$  arasındaki negatif ilişki diyagramda açıkça görülmektedir (Şekil 4.20 a). Ayrıca, Şekil 4.20 b'de  $Zr/Sc$  ile  $Th/Sc$  arasında kuvvetli pozitif korelasyon olduğu görülmektedir ve söz konusu şekilde, sadece iki çamurtaşı örneğinde sedimanter döngüye bağlı olarak zirkon zenginleşmesi olduğu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda incelenen kırıntılı kayaların çoğunluğunun bileşenlerinin kaynak kaya kontrolünde olduğu söylenebilir. Örneklerin hesaplanan ortalama  $Zr/Nb$  oranı 14.4 olup ÜKK'ya göre düşük,  $Th/U$  oranının ÜKK'ya

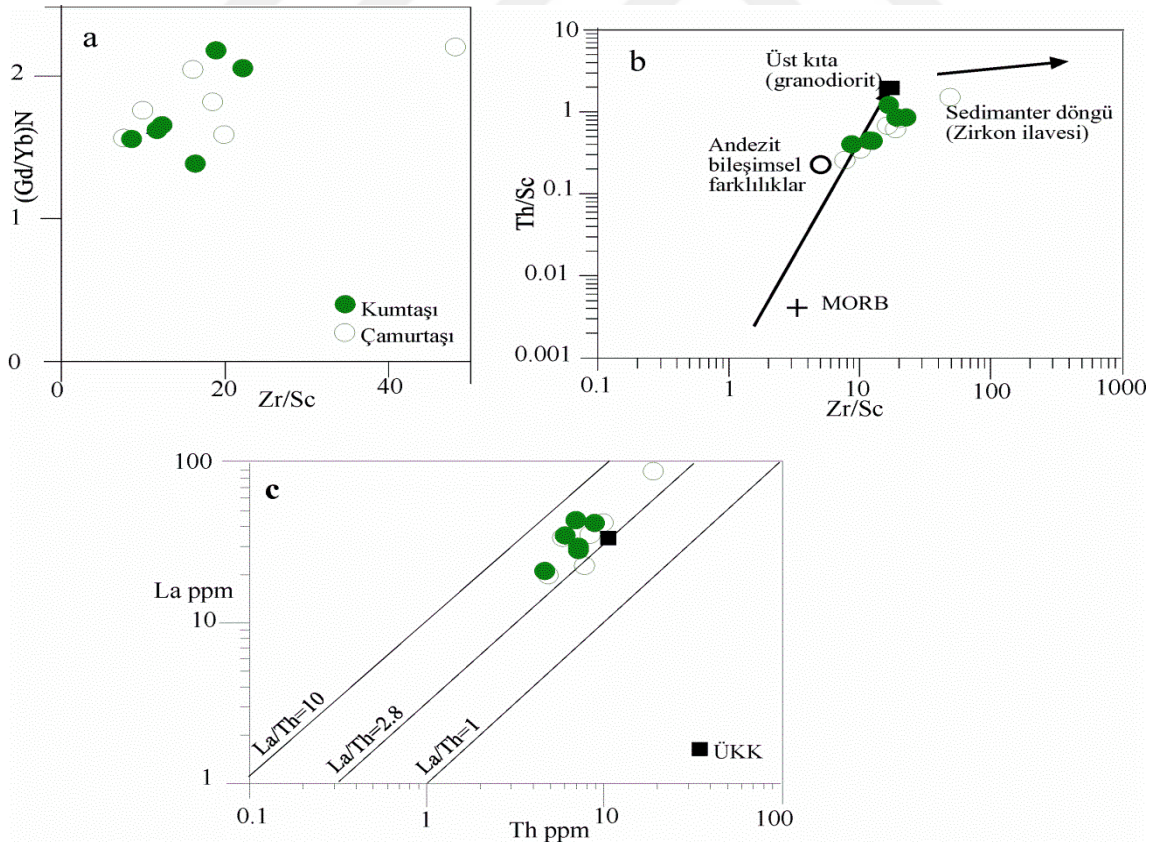
benzer, PAAS'ye göre düşük olması sedimanter proseslere bağlı zirkon zenginleşmesinin olmadığını desteklemektedir. İki adet çamurtaşı örneği hariç, diğer örneklelerin La/Th oranı ÜKK'ya oldukça yakın olup  $La/Th=2.8$  çizgisi civarlarında kümelenmişlerdir (şekil 4.20 c). İncelenen kırıntılı kayaçların Rb/Sr oranı  $<1$  olup (B1 örneği hariç), basit sedimanter döngü tarihçesine sahip olduklarını destekler niteliktedir (Tablo 3.22).



şekil 4.20. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları a:  $Zr/Sc-(Gd/Yb)_N$  değişim diyagramı, b:  $Zr/Sc-Th/Sc$  değişim diyagramı (McLennan, 2003), c:  $Th/La$  değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).

#### 4.4.3. Gurbetyatağı ÖSK

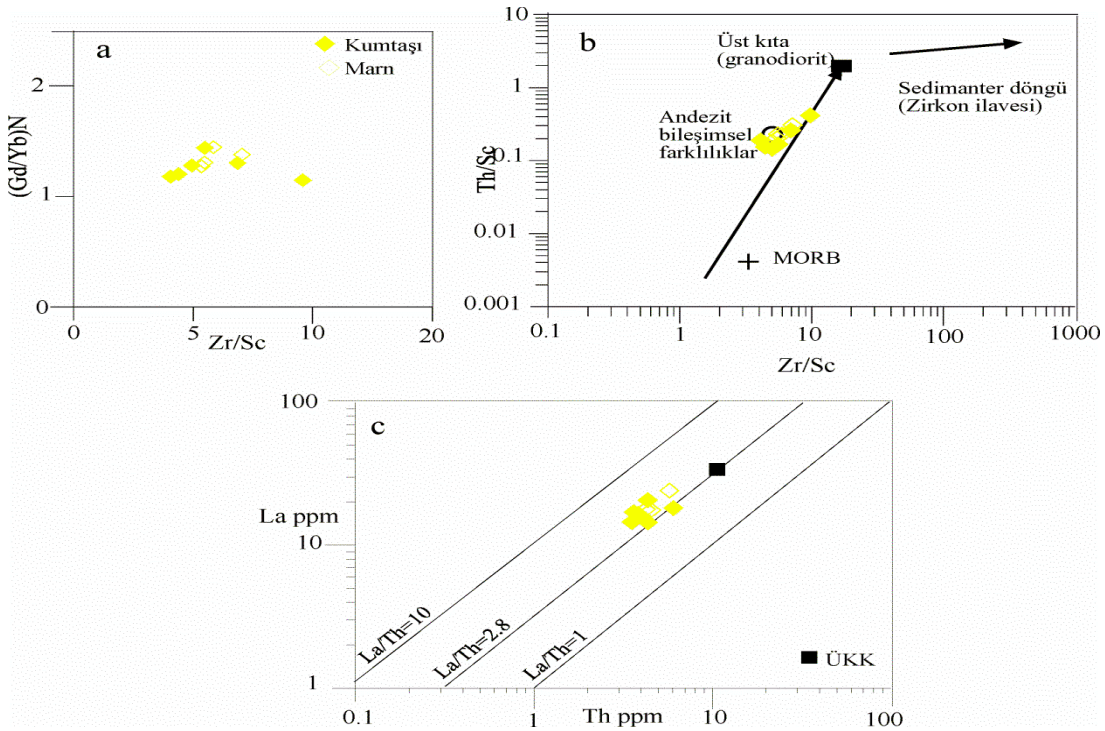
Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların Zr/Sc, Th/Sc ve Gd<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> oranları sırasıyla 8.54-48.13, 0.27-1.56 ve 1.39-2.20 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.24). Zr/Sc-Gd<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> arasında pozitif yönseme olduğu şekil 4.21 a'da görülmektedir. Bu diyagrama göre Zr miktarının yüksek olması kısmen sedimanter döngüden kaynaklanmış gibi görünse de, ortalama Zr/Nb oranının ÜKK'ya göre düşük olması sedimanter döngünün Zr zenginleşmesinde fazla bir etkisinin olmadığına işaret etmektedir. Ayrıca Zr/Sc-Th/Sc diyagramında da sadece bir örneğin sedimanter döngü ile zirkon zenginleşmesi hattına düşmüş olması (Şekil 4.21 b), zirkon miktarının kaynak kayanın kontrolünde olduğuna işaret etmektedir. Hesaplanan ortalama Th/U oranı 3.2 dir ve ÜKK'ya benzer, PAAS'ye göre ise düşüktür. İncelenen örneklerin La/Th oranı ÜKK'ya yaklaşık benzer olup, La-Th diyagramında ÜKK civarlarına toplanmışlardır (Şekil 4.21 c) ve Rb/Sr<1 dir. Bu veriler, söz konusu kayaçların basit sedimanter döngü tarihçesine sahip olduğunu vurgulamaktadır.



Şekil 4.21. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların sedimanter döngü diyagramları a: Zr/Sc-(Gd/Yb)<sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998).

#### 4.4.4. Yukarıalıçtı ÖSK

Analiz edilen örneklerin Zr/Sc oranları diğer ÖSK'ya ait kayaların Zr/Sc değerine kıyasla düşük olup 4.04-9.59 arasında değişmektedir ve Th/Sc ve Gd<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> oranları dar aralıkta dağılım göstererek sırasıyla 0.15-0.43 ve 1.14-1.44 arasında değişmektedir (Tablo 3.31). Zr/Sc ile Gd<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> arasında bazı örneklerde pozitif, bazı örneklerde ise negatif yönsme olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 4.22 a). Örneklerin hesaplanan ortalama Zr/Nb oranı ÜKK'ya ve diğer ÖSK'lara göre oldukça yüksek olup 23.5 tir. Bu oran öncelikle sedimanter döngüye bağlı zirkon zenginleşmesini akla getirirse de Zr/Sc- Th/Sc diyagramında böyle bir durumun olmadığını açıkça göstermektedir (Şekil 4.22 b). Dolayısıyla Zr/Nb oranının bu kadar yüksek olması, kaynak kayalardaki Nb azlığı veya yokluğu ile açıklanabilir. Ortalama Th/U oranı 4.2 olup ÜKK'ya göre yüksek PAAS'ye yaklaşık benzerdir. La-Th diyagramında örneklerin tamamı 2.8 hattı boyunca ve ÜKK'ya yakın kümelenmişlerdir (Şekil 4.22 c). Diğer ÖSK'larda olduğu gibi Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların Rb/Sr <1 dir ve kayaların fazla sedimanter döngüye maruz kalmadan, basit döngü tarihçesi ile çöktüğünü göstermektedir.



Şekil 4.22. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaların sedimanter döngü diyagramları a: Zr/Sc-(Gd/Yb)<sub>N</sub> değişim diyagramı, b: Zr/Sc-Th/Sc değişim diyagramı (McLennan, 2003), c: Th/La değişim diyagramı (Gallet et al., 1998)

#### 4.5. Tektonik Ortam

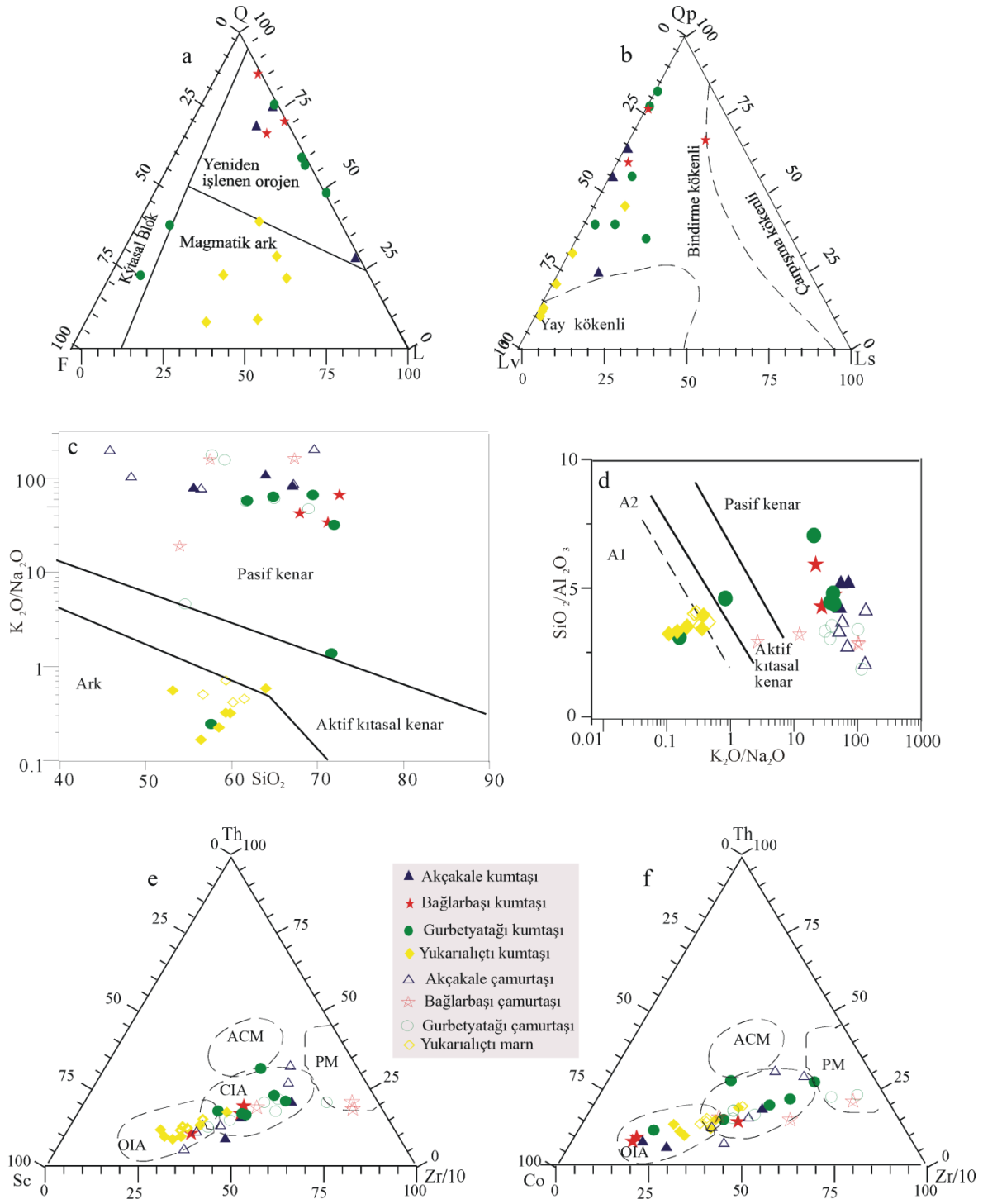
QFL ve QpLvLs üçgen diyagramları kullanılarak dört ÖSK'ya ait kumtaşlarının kaynak bölgesinin plaka tektoniği açısından yorumu yapılmıştır (Dickinson vd., 1983). QFL üçgen diyagramına göre Akçakale ve Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşları, “Yeniden işlenen orojen bölgesi, Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşlarından 2 tanesi “Kıtasal blok”, diğerleri “Yeniden işlenen orojen” bölgelerinde yer alırken, Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örnekler ise “Magmatik ark” bölgesinde yer almıştır (Şekil 4.23 a).

QpLvLs üçgen diyagramında Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı örnekleri “Bindirme kökeni” işaret ederken, Yukarıalıçtı örneklerinden 3 tanesi “Bindirme kökenli”, diğer 3 tanesi ise “Yay kökenli” alanda toplanmışlardır (Şekil 4.23 b).

İncelenen kırıntılı kayaçların çökelmiş oldukları tektonik ortamı yorumlamak için Roser ve Korsch (1986) tarafından geliştirilen  $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O/Na}_2\text{O}$  diyagramı kullanılmıştır. Söz konusu diyagramda Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örneklerin büyük çoğunluğu (2 örnek hariç) “Ark”, diğer kesitlere ait örneklerin tamamı (Gurbetyatağından 2 örnek hariç) “Pasif kenar” bölgesinde yer almıştır (Şekil 23 c).  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranı da kırıntılı kayaçların tektonik ortamlarını ayırt etmek için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Maynard vd., 1982).  $\text{K}_2\text{O/Na}_2\text{O-SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  diyagramında ark bölgesi A1 ve A2 olmak üzere iki alt katagoride incelenmiştir (A1, <10% kuvars, bazaltik ve andezitik kırıntılar hakim, A2, yüksek kuvars, asidik volkanik kırıntılar hakim). Bu diyagramda Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örneklerin tamamı “Ark bölgesinde” yer almış ve kumtaşı örneklerinin çoğunluğu A1 alanında kümelenirken, marn örneklerinin çoğunluğu A2 alanında toplanmıştır. Diğer kesitlere ait örneklerin tamamı (Gurbetyatağından 2 örnek, Bağlarbaşından 1 örnek hariç) “Pasif kenar” bölgesinde yer almışlardır (Şekil 23 d). Söz konusu diyagramlarda, tane boyuna bağlı olarak gözlenen en önemli fark çoğu çamurtaşı/marn örneğinde  $\text{SiO}_2$  içeriğinin kumtaşlarına göre daha düşük olmasıdır. Bunun haricinde genel olarak kumtaşı ve çamurtaşı/marn örnekleri yaklaşık olarak benzer jeokimyasal davranış sergilemektedirler. Bazı iz elementler (Ör. Co, Sc, Th ve Zr) hareketsiz oldukları için kırıntılı çökellerin taşınması ve çökmesi esnasında çok az değişikliğe uğrarlar. Dolayısıyla bu elementler, jeokimyasal çalışmalarda, özellikle de paleotektonik ortam yorumlanmasında çok yaygın olarak kullanılırlar. Bu çalışmada da incelenen örneklerin, kaynak kayasının tektonik ortamını yorumlamak için Th-Sc-Zr/10 ve Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramları kullanılmıştır. Bu diyagramlarda Th-Zr/10 eksenini felsik bileşenlerin, Sc ve Co köşesi ise mafik bileşenlerin katkı oranını temsil etmektedir. Her iki

diyagramda örneklerin genelinin kıtasal ada arki ve okyanusal ada arki bölgelerinde, sadece 3 örneğin (2 çamurtaşlı örneği Bağlarbaşı, 1 çamurtaşlı örneği ise Gurbetyatağı ÖSK'ya ait) Pasif kenar alanında dağılım sergiledikleri görülmektedir (Şekil 23 e,f).

Türkiye'nin tektonik gelişimi ile ilgili olarak farklı görüşler ileri sürülmüştür. Bunlar; **1)** Adamia vd. (1977), Robertson ve Dixon (1984), Robinson vd. (1995), Okay ve Şahintürk (1997) ve Okay vd. (2006) tarafından ortaya atılan yitim modeline göre; Paleotetis, Pontidler ile Anatolid-Torid Bloku arasına yerleştirilmekte ve Geç Paleozoik'ten Paleosen'e kadar kuzey yönlü bir yitimle kapatılmaktadır. **2)** Şengör vd. (1980), Şengör ve Yılmaz (1981) ve Yılmaz vd. (1997) tarafından öne sürülen yitim modeline göre; Paleotetis, Geç Paleozoik'ten Orta Jura'ya kadar güneye doğru Pontidler'in altına doğru yitmiş, Triyas'da Pontidler, Gondwana'nın kuzeyinden kopmuş ve Pontidler'in güneyinde kenar veya yay gerisi havza niteliğinde olan Neotetisin açılmasına sebebiyet vermiştir. **3)** Dewey vd. (1973), Bektaş vd. (1984), Bektaş 1986, Eyüboğlu vd. (2010, 2011), Karadeniz yayının esas yapısının güneye doğru sürekli yitimle geliştiği görüşünü benimsemişlerdir. İlk görüşe göre, çalışılan Erken Jura havzalarının "aktif kıtasal kenar havza" konumunda olması gerekmektedir. Ancak incelenen kırıntılı kayaçlar (Yukarıalıçtı ÖSK hariç) tektonik ortam ayırımı diyagramlarında "pasif kenar havza" ortamını göstererek 2. görüşün ileri sürdüğü "yay gerisi havzaları" işaret etmektedir. Ayrıca, Eyüboğlu vd. (2006), çalışmaya konu olan Erken Jura havzalarının NW, E-W ve NE yönlerin de riftleşmeye uğradığını öne sürerek, ilk tektonik çöküntü ile asimetrik havzaların oluştuğunu ve volkano-sedimenter kayaçların bu havzalarda çökeldiğini dile getirmişlerdir. Dolayısıyla riftleşen temel kayalardan türeyen malzemeler yay gerisi havzaya gelerek pasif kenar özelliğinde bir tektonik ortamı oluştururken, aktif olan volkanizmadan gelen malzemeler ise kıtasal yay/okyanusal yay ortamını oluşturmaktadırlar. Bu verilerden yola çıkarak Gümüşhane yöresi Erken-Orta Jura havzalarının yay gerisi rift havzaları olduğu söylenebilir. Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ların içermiş olduğu kırıntılı kayaçlar türbidit niteliğinde olup, kalınlıkları da oldukça düşüktür ve muhtemelen horst alanında çökelmişlerdir. Yukarıalıçtı ÖSK graben alanında çökelmiş olabilir, çünkü volkano-tortul nitelikte olup, kalınlık fazla ve volkanik malzeme oranı da çok yüksektir. Ayrıca bileşimsel olarak diğer kesitlerden farklılık göstermekte olup, örnekler ada yayı tektonik ortamında toplanmışlardır.



Şekil 4.23. İncelenen örneklerin tektonik ortam ayırma diyagramları a: QFL üçgen diyagramı, b: QpLvLs üçgen diyagramı (Dickinson vd., 1983), c:  $\text{SiO}_2$ - $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  (Roser ve Korsch (1986), d:  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  diyagramı (Maynard vd., 1982), e: Th-Sc-Zr/10 ve f: Th-Co-Zr/10 üçgen diyagramları (Bhatia ve Crook, 1986).



## 5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu içerisinde yer alan kırıntılı kayaçların litolojik, sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

1- Çalışılan istif Akçakale civarında başlıca kumtaşı, çamurtaşı, çörtlü kireçtaşı, volkanik kayaç, çört ve kireçtaşı ar dalanmasından oluşmakta olup ölçülen kalınlığı 95 m dir. Söz konusu istif, Bağlarbaşı yöresinde volkanik kayaçlarla başlayıp, kumtaşı, çamurtaşı çört ve kireçtaşı ar dalanması şeklinde olup kalınlığı 127 m olarak ölçülmüştür. Kumtaşlarında gözlenen tek tortul yapı paralel laminalanmadır. Gurbetyatağı civarlarında kalınlığı 133 m olarak ölçülmüş olan birim, volkanik kayaç, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve çört ar dalanmasından oluşmaktadır. Kumtaşlarında yer yer normal derecelenme gözlenmektedir. İstife ait en yüksek kalınlık Yukarıalıçtı civarlarında ölçülmüştür, burada kırıntılı kayaçların kalınlığı 375 m olarak belirlenmiştir. Birim tabanda konglomera ile başlayıp yukarıya doğru kumtaşı, marn, kireçtaşı ve volkanik kayaç ar dalanması ile devam etmektedir. Tortul yapı olarak, paralel laminalanma ve normal derecelenme dikkat çekmektedir.

2- İncelenen kumtaşlarının modal mineralojik bileşenleri başlıca kuvars (monokristalin kuvars, polikristalin kuvars), feldispat (alkali feldispat, plajiyoklaz), kayaç parçası (volkanik kayaç parçası, sedimanter kayaç parçası), opak mineral, tali mineral (muskovit, biyotit, klorit, piroksen), matriks ve çimento olarak belirlenmiştir. İstifte yer alan kumtaşlarının çatı bileşenlerinin (Kuvars, feldispat ve kayaç kırıntısı) tane boyu ortalaması -0.78-2.50  $\phi$  arasında değişmektedir. Wentworth boyut sınıflamasına göre söz konusu kumtaşları çok iri - ince tanelidir. Akçakale ÖSK'ya ait kumtaşları arkozik arenit ve grovak, Bağlarbaşı ÖSK'ya ait kumtaşları grovak, Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kumtaşları, litik arenit ve feldispatik vake-grovak, Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kumtaşları, litik arenit ve feldispatik vake-grovak olarak sınıflandırılmışlardır.

3-Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ve Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana element içerikleri yaklaşık benzer olup, ortalama en yüksek SiO<sub>2</sub> içeriği % 57.67 ile Bağlarbaşı ÖSK'ya ait olup, bunu % 56.99 ile Gurbetyatağı, % 55.23 ile Yukarıalıçtı ve % 52.67 ile Akçakale ÖSK izlemektedir. Ortalama en yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği Gurbetyatağı ÖSK'da (% 16.40), en düşük Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ise Akçakale ÖSK'da (% 14.53) hesaplanmıştır. İncelenen kırıntılı kayaçların iz element içeriği ve dağılımı genel olarak benzerlik sunmasıyla beraber, Akçakale ÖSK'da en bol bulunan iz element Sr olurken, Bağlarbaşı,

Gurbetyatağı ve Yukarıalıçtı ÖSK'da Ba olduğu belirlenmiştir. Dört kesite ait kayaçların NTE dağılımı genel olarak ÜKK'ya ait NTE dağılımına benzerlik göstermektedir. Analizi yapılan örneklerin jeokimyasal sınıflandırılması yapılmış, Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kayaçların büyük çoğunluğunun vake, Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kayaçların ise bir kısmının vake, bir kısmının ise şeyl – Fe-şeyl olduğu belirlenmiştir.

4- Akçakale ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların ana, iz ve NTE jeokimyasaları söz konusu kayaçların felsik/bazik kaynaktan türediğini göstermektedir. Karışık kaynak modeline göre bu kayaçlar, muhtemelen % 60 granit, % 35 gabro ve % 5 granodiyoritden beslenmiştir. Bağlarbaşı ÖSK'ya ait örneklerin ana, iz ve NTE jeokimyası genel olarak ortaç/felsik kaynağı işaret etmektedir. Karışık kaynak modeli ise incelenen örneklerin % 66 granit, % 34 granodiyorit kaynağı işaret etmektedir. Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların jeokimyasal bileşeni felsik/bazik kaynağı işaret etmektedir. Karışık kaynak modeline göre, bu kayaçlar % 40 granit, % 30 granodiyorit ve % 30 gabro bileşimini yansıtmaktadır. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kumtaşı ve marnların ana, iz ve NTE jeokimyasaları felsik/bazik kaynaktan beslendiklerini göstermektedir. Karışık kaynak modeli de % 60 granodiyorit, % 35 gabro ve % 5 granit bileşimi ile felsik/bazik kaynağı destekler niteliktedir. Bu verilere dayanarak, incelenen Erken – Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların muhtemelen kaynaklarının Karbonifer yaşlı Gümüşhane Plütönu (Granit ve Granodiyorit) ile Erken Jura yaşlı Gökçedere Plütönu (Gabro) olduğu düşünülmektedir.

5- Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait kırıntılı kayaçların CIA, WIP ve ICV değerleri çok geniş aralıkta dağılım göstermekte olup, sırasıyla 35-74, 41-100, 0.8-2.3, 39-84, 30-61, 0.3-1.6 ve 38-89, 18-77, 0.3-1.7 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, kaynak alanında düşük – yoğun kimyasal ayrışmanın olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yüksek CIA değerlerinin çamurtaşlarında hesaplandığı göz önüne alındığında, kumtaşlarının kimyasal olarak olgunlaşmamış, çamurtaşlarının ise orta-yüksek derecede olgun olduğu söylenebilir. Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait kayaçların CIA, WIP ve ICV değerleri 30-51, 67,91 ve 1.2-1.9 arasında değişmekte olup, diğer kesitlere göre hem dar aralıkta dağılım göstermektedir, hem de oldukça düşüktür (CIA<60). Dolayısıyla kaynak alanı zayıf kimyasal ayrışmayla karşı karşıya kalmıştır ve söz konusu kayaçlar kimyasal olarak olgun değildir. Elde edilen veriler ışığında, çalışılan bölge yarı kurak-kurak paleoklim şartları altında, zaman zaman aktif tektonizma ve yüksek mekanik erozyon hüküm sürerken, zaman zaman sakin ve durağan bir ortam olduğu düşünülmektedir.

6- İncelenen kırıntılı kayaçların Zr/Nb oranının ÜKK'ya göre düşük olması, yüksek zirkon içeriğinin sedimanter döngüye bağlı olmadığını, kaynak alanındaki materyal bileşenin hakimiyetinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca söz konusu kayaçların Rb/Sr oranının  $< 1$  olması, tekrar döngülenmeye maruz kalmadıklarını ve basit sedimanter döngü tarihçesine sahip olduklarını desteklemektedir.

7- Kumtaşlarının kaynak bölgesinin plaka tektoniği açısından yorumunu yapmak için kullanılan diyagramlarda, Akçakale, Bağlarbaşı, Gurbetyatağı ÖSK'lara ait örnekler genel olarak "Yeniden işlenen orojen bölgesi" ve "Bindirme kökenli", Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örnekler ise genel olarak "Magmatik ark" ve "Yay kökenli" alanları göstermektedir. Analizi yapılan örneklerin ana element içerikleri kullanılarak hazırlanan tektonik ortam ayırma diyagramlarında, Akçakale, Bağlarbaşı ve Gurbetyatağı ÖSK'ya ait örneklerin büyük çoğunluğu "Pasif kenar", Yukarıalıçtı ÖSK'ya ait örneklerin çoğunluğu ise "Pasif kenar" bölgesinde yer almışlardır. İz element içeriklerine göre yapılan diyagramlarda, örneklerin geneli "Kıtasal ada arkı" ve "Okyanusal ada arkı" bölgelerini temsil etmişlerdir. Bu veriler ışığında, Gümüşhane yöresi Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların yay gerisi rift havzalarında çökeldiği düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adamia, S. H., Lordkipandze, M., Zakanadze, G., 1977. Evolution of Active Continental Margin as Exemplified by the Alpine History of the Caucaus Amsterdam Tectonophysics, 40, 183-199.
- Ağar, Ü., 1977, Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Akdoğan, R., 2011. Erken- Orta Jura Yaşlı Kumtaşı ve Şeyllerin (Gümüşhane- Bayburt) Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 115 s.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999. Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 96, Trabzon.
- Alp, D., 1972. Amasya Yöresinin Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Monografileri, 22, İstanbul, 135.
- Altınkaynak, L., 2000. Ağvanis Masifi Doğu Kesimi ve Çevre Kayaçlarının Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyası, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, I., 2001. Geochemical and Petrological Characteristics of The Kale (Gümüçhane) Volcanic Rocks: Implications for the Eocene Evolution of Eastern Pontide Arc Volcanism, Northeast Turkey, International Geology Review, 43, 595–610.
- Arslan, M. ve Aslan Z., 2006. Mineralogy, Petrography and Whole-rock Geochemistry of the Tertiary Granitic Intrusions in the Eastern Pontides, NE Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 177-193.
- Aslan, Z., 2010. U-Pb Zircon SHRIMP Age Geochemical and Petrographical Characteristics of Tuffs within Calc Alkaline Eocene Volcanics around Gümüşhane NE Turkey Eastern Pontides, Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen, 187, 3, 329-346.
- Bauluz B., Mayayo M. J. & Fernandez-Nieto C., 2000. Geochemistry of Precambrian and Paleozoic Siliciclastic Rocks from the Iberian Range (NE Spain): Implications for Source-Area Weathering, Sorting, Provenance, and Tectonic Setting, Chemical Geology, 168, 135-150.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. Doğu Pontid Yay Gerisi Havzasında Manto Yükselimi ve Polijenetik Ofiyolit Olgusu, Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu, 175- 189.
- Bektaş, O., 1986. Doğu Pontid Ark Gerisi Bölgelerinde Paleostres Dağılımı ve Çok Safhalı Riftleşme, Maden Tetkik Arama Dergisi, Ankara, 103, 104, 25-39.

- Bektaş, O., Yılmaz, C, Taslı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous, Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform (NE Turkey); the Formation of Carbonate Breccias and Turbidites as Evidence of a Drowned Platform, Giornale di Geologia, 57.
- Bektaş, O., Şen, C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism Towards the Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geological Journal, 34, 95-106.
- Bhatia, M.R. and Crook, K.A.W., 1986. Trace Element Characteristics of Graywackes and Tectonic Setting Discrimination of Sedimentary Basin, Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 181-193.
- Blatt, H., Middleton, G., Murray, R., 1980. Origin of Sedimentary Rock, Prentice-Hall: Wiley.
- Borges, J.B., Huh, Y., Moon, S., Noh, H., 2008. Provenance and Weathering Control on River Bed Sediments of the Eastern Tibetan Plateau and the Russian Far East, Chem. Geol., 254, 52-72.
- Burşuk, A., 1975. Bayburt Yöresinin Mikropaleontolojik ve Stratigrafik İrdelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 196.
- Cullers, R.L. and Graf, J., 1983. Rare Earth Elements in Igneous Rocks of the Continental Crust: Intermediate and Silicic Rocks, Ore Petrogenesis, In: Henderson, P. (Ed), Rare-Earth Geochemistry, Elsevier, Amsterdam, pp. 275-312.
- Cullers, R.L., 1994a. The Chemical Signature of Source Rocks in Size Fractions of Holocene Stream Sediment Derived from Metamorphic Rocks in the Wet Mountains Region, USA, Chem. Geol., 113, 327-343.
- Cullers, R.L., 1994b. The Controls on the Major and Trace Element Variation of Shales, Siltstones of Pennsylvanian-Permian age from Uplifted Continental Blocks in Colorado to Platform Sediment in Kansas, USA, Geochim. Cosmoch. Acta 58, 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, USA, Chem. Geol., 123, 107-131.
- Cullers R.L., Podkovyrov, V.N., 2002. The Source and Origin of Terrigenous Sedimentary Rocks in the Mesoproterozoic Uj Group, Southeastern Russia, Precambrian Research, 117, 157-183.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar, İTÜ Yayını, No. 1034, İstanbul.
- Dewey, J. F., Pitman, W. C., Ryan, W. B. F., Bonnin, J., 1973, Plate Tectonics and Evolution of Alpine System, Geol. Soc. Am. Bull., 84, 3137- 3180.

- Dickinson, W. R., Beard, L.S., Breakendridge, G. R., Erjavec, L. J., Ferguson, Inman, K. F., Knepp, R. A., Lindberg, F. A. Ryberg, P. T., 1983. Provenance of North American Phanerozoic Sandstones in Relation to Tectonic Setting, Geological Society of America Bulletin, 94, 222-235.
- Dokuz, A., 2000. Yusufeli Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Magmatik-Metamorfik Kayaçların Jeokimyası ve Petrojenezi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dokuz, A. and Tanyolu, E., 2006. Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks from the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 181-209.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B., Uysal, I., 2010. Sources and Petrogenesis of Jurassic Granitoids in the Yusufeli Area, Northeastern Turkey: Implications for Pre-and Post-collisional Lithospheric thinning of the Eastern Pontides, Tectonophysics, 480, 259-279.
- Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Köse Composite Pluton, Gondwana Research, 19, 926-944.
- Dokuz, A., Uysal, İ., Siebel W., Turan, M., Duncan, R., Akçay, M., 2013. Post- Collisional Adakitic Volcanism in the Eastern Part of the Sakarya Zone, Turkey: Evidence for Slab and Crustal Melting, Contributions to Mineralogy and Petrology, 166, 1443–1468.
- Dokuz, A., Aydınçakır, E., Kandemir, R., Karşlı, O., Siebel, W., Derman, A.S., Turan, M., 2017. Late Jurassic Magmatism and Stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the Slab Breakoff of Paleotethyan Oceanic Lithosphere, The Journal of Geology, 125, 1-31.
- Dou, Y., Yang, S., Shi, X., Clift, P.D., Liu, S., Lui, J., Li, C., 2016. Provenance Weathering and Erosion Records in Southern Okinawa Trough Sediments Since 28 ka: Geochemical and Sr-Nd-Pb İsootopic Evidences, Chem. Geol., 425, 93-109.
- Dott, R. L., 1964. Wacke, Greywacke and Matrix: What Approach to İmmature Sandstone Classification, J. Sed. Petrol., 34, 625-632.
- Duygu, L., 2011. Eski Gümüşhane Yöresinin Jeolojisi ve Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura) İçerisindeki Kumtaşlarının Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Eyüboğlu, Y., 2006. Doğu Pontid Magmatik Yayında (KD Türkiye) Alaska- Tip Mafik-Ultramafiklerin Tanımı ve Jeotektonik Önemi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 25 s., Trabzon.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş O., Seren, A., Maden, N., Jacoby, W.R., Özer, R. 2006. Three Axial Extensional Deformation and Formation of Liassic Rift Basins in the Eastern Pontides (NE Turkey). Geologica Carpathica, 57, 337-346.
- Eyüboğlu, Y., Dilek, Y., Bozkurt, E., Bektaş, O., Rojay, B. ve Şen, C., 2010. Structure and Geochemistry of an Alaskan-Type Ultramafic-Mafic Complex in the Eastern Pontides, NE Turkey, Gondwana Research, 18, 230-252.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O., Akaryalı, E., 2011. Transition from Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting, Gondwana Research, 19, 2, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., 2015. Petrogenesis and U-Pb Zircon Chronology of Felsic Tuffs İnterbedded with Turbidites (Eastern Pontides Organic Belt, NE Turkey): İmplications for Mesozoic Geodynamic Evolution of the Eastern Mediterranean Region and Accumulation Rates of Turbidite Sequences, Gondwana Research, 212-215, 74-92.
- Floyd P.A. and Leveridge, B.E., 1987. Tectonic Environment of the Devonian Gramscatho Basin, South Cornwall: Framework Mode and Geochemical Evidence from Turbiditic Sandstones, J. Geological Society, London, 144, 531-542.
- Floyd P.A., Winchester, J.A., Park, R.G., 1989. Geochemistry and Tectonic Setting of Lewisian Clastic Metasediments from the Early Proterozoic Loch Maree Group of Gairloch, NW Scotland, Precambrian Research, 45, 203-214.
- Folk, R. L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing Company Austin, Texas 78703., p. 16-30.
- Gallet, S., Jahn, B., Lanoe, B.V.V., Dia A., Rosello, E., 1998. Loess Geochemistry and its İmplications for Particle Origin and Composition of the Upper Continental Crust, EPSL, 156, 157-172.
- Garzanti, E., Padoan, M., Setti, M., Galindo, A-L., Villa, I.M. 2014. Provenance Versus Weathering Control on the Composition of Tropical River Mud (Southern Africa), Chem. Geol., 366, 61-74.
- Garzanti, E., Resentini, A., 2016. Provenance Control on Chemical İndices of Weathering (Taiwan River Sands), Sedimen. Geol., 336, 81-95.
- Garzanti, E., Wang, J.G. Vezzoli, G., Limonta, G., 2016. Tracing Provenance and sediment Fluxes in the Irrawaddy River, Chem. Geol., 440, 73-90.
- Gedik, İ., Kırmacı, Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E., Eren, M., 1996. Doğu Pontidler'in Jeolojik Gelişimi, KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildiriler Kitabı, II, 654-677.

- Götze, J., Zimmerle, W., 2000. Quartz and Silica as Guide to Provenance in Sediments and Sedimentary Rocks, Aigner, T. (Ed), Contributions to Sedimentary Geology, Stuttgart, s. 1-91.
- Gürsoy, H., 1989. Kelkit ve Yakın Dolayının Stratigrafisi ve Tektoniği, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Hacıaloğlu, T., 1983. Kale-Vavuk Dağı (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 121.
- Hamilton, W. J., 1842. Researches in Asia Minör, Pontus and Armenia, Londra.
- Hayashi, Ken-I., Fujisawa, H., Holland, H.D., Ohmoto, H., 1997. Geochemistry of 1.9 Ga Sedimentary Rocks from Northeastern Labrador, Canada, Geochim. Cosmoc. Acta, 61, 4115-4137.
- He, B., Xu, Y.G., Zhong Y.T., Guan, J.P., 2010a. The Guadalupian-Lopingian Boundary Mudstones at Chaotian (SW China) are Clastic Rocks rather than Acidic Tuffs: Implication for Temporal Coincidence between the end-Guadalupian Mass Extinction and the Emeishan Volcanism, Lithos, 119, 10-19.
- Herron, M.M., 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data, J. Sediment. Petrol., 58, 820-829.
- Hoş Çebi, F., Korkmaz, S. ve Akçay, M., 2009. Trace element geochemistry of Jurassic Coals from eastern Black Sea Region, NE-Turkey, Energy Sources, Part A, 31; 664-670.
- Hu, D.K., Böning, P., Köhler, C.M., Hillier, S., Pressling, N., Wan, S.M., Brumsack, H.J., Clift, P.D., 2012. Deep Sea Records of the Continental Weathering and Erosional Response to East Asian Monsoon Intensification Since 14 ka in the South China Sea, Chem. Geol., 326-327, 1-18.
- Hu, D.K., Clift, P.D., Böing, P., Hannigan, R., Hillier, S., Blustajin, J., Wan, S.M., Fuller, D., 2013. Holocene Evolution in Weathering and Erosion Patterns in the Pearl River Delta, Geochem. Geophys. Geosyst. 14, 2349-2368.
- Huang, H., Du, Y.S., Yang, J.H., Zhou, L., Hu, L.S., Huang, H.W., Huang, A.Q., 2014. Origin of Permian Basalts and Clastic Rocks in Napo, Southwest China: Implications for the Erosion and Eruption of the Emeishan Large Igneous Province, Lithos, 208-209, 324-338.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, L.R., Grimm, J.P., Pickle, J.D., Sares, S.W., 1984. The Effect of Grain Size on Detrital Modes: A Test of the Gazzi-Dickinson Point-Counting Method, Journal of Sedimentary Petrology, 46, 620-632.

- Jian, X., Guan, P., Zhang, W., Feng, F., 2013. Geochemistry of Mesozoic and Cenozoic Sediments in the Northern Qaidam Basin, Northeastern Tibetan Plateau: Implications for Provenance and Weathering. Chemical Geology, 360-361, 74-88.
- Kandemir, R., 2004. Gümüşhane ve Yakın Yöresindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kandemir, R. and Yılmaz C., 2009. Lithostratigraphy, Facies, and Deposition Environment of the Lower Jurassic Ammonitico Rosso Type Sediments (ARTS) in the Gümüşhane Area, NE Turkey: Implications for the Opening of the Northern Branch of the Neo-Tethys Ocean, Journal of Asian Earth Sciences, 34, 586-598.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R., Wijbrans, J., 2010. Generation of the Early Cenozoic Adakitic Volcanism by Partial Melting of Mafic Lower Crust, Eastern Turkey: Implications for Crustal Thickening to Delamination, Lithos, 114, 109- 120.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf İsoptop Sistematiği ve U-Pb Geokronoloji, Whole-Rock Sr-Nd İsoptop ve Jeokimya'nın Erken Jürasik Gökcedere Pluton, Sakarya Bölgesi-NE Türkiye: Paleotethyan Okyanus Litosferine Karşıt Tepki, Contrib. Mineral. Petrol., 172:31.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W., Şen, C., 2011. Jeokimya ve Sr-Nd İsoptop Özellikleri Post-Kolizyonel Kalk-alkalin Volkanizmi'nin Doğu Pontideleri (NE Türkiye), Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159.
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeyli, N., Arslan, M., Chen, B., ve Aydınçakır, E., 2013. Petrojenetik ve Geç Kretasöz Turnagöl Intrüzyonu'nun Doğu Pontideleri İçin İmplyasyonları: Magma Genetik ve Arc Ortamı. Geoscience Frontiers, 4; 423–438.
- Kesgin, Y., 1983. Bayburt (Gümüşhane) İlçesi Akşar Köyü ve Güneybatısının Jeolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö., ve Erkal, T., 1990. Bayburt Dolayının Jeolojisi, MTA Raporu, Ankara, No: 8995.
- Ketin, İ., 1950. Bayburt Bölgesinin Jeolojisi. MTA Enstitüsü, Derleme, Rapor No. 1949, (yayımlanmamış).
- Ketin, İ., 1951. Bayburt bölgesinin Jeolojisi Hakkında. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Mecmua 21,113-127.
- Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin Tektonik birlikleri, MTA Yayını, No:66, Ankara, 20-34.
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, 520, İstanbul.

- Kırmacı, Z. 1992. Alucra-Gümüşhane-Bayburt Yörelerindeki (Doğu Pontid Güney Zonu) Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Berdiga Kireçtaşı'nın Sedimentolojik İncelemesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Klaver, M., Djuly, T., Graaf, S., Sakes, A., Wijbrans, J., Davies G., Vroon, P., 2015. Temporal and Spatial Variations in Provenance of Eastern Mediterranean Sea Sediments: Implications for Aegean and Aeolian Arc Volcanism, Geochimic. Cosmo. Acta, 153, 149-168.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) yöresinin stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 5, 107-115.
- Lewis, D. M. and McConchie, D., 1994. Pratical Sedimentology, Chapman and Hall, New York, London, 119-125.
- Limmer, D.R., Böning, P., Giosan, I., Ponton, C., Köhler, C.M., Cooper, M.J., Tabrez, A.R., Clift, P.D., 2012. Geochemical Record of Holocene to Recent Sedimentation on the Western Indus Continental Shelf, Arabian Sea, Geochem. Geophys. Geosyst., 13, Q01008.<http://dx.doi.org/10.1029/2011GC003845>.
- Linn, A. M., DePaolo, J., 1993. Provenanace Controls on the Nd-Sr-O İsootopic Composition of Sandstones: Example from Late Mesozoic Great Valley Forearc Basin, California, In: Johnson, M. J., Basu, A. (Eds), Geological Society of America Special Paper, Elsevier, Pensilvanya.
- Mann, U., Korkmaz, S., Boreham, C. J., Hertle, M., Radke, M. ve Wilkes, H., 1998. Regional Geology, Depositional Environment and Maturity of Organic Matter of Early to Middle Jurassic Coals, Coaly Shales, Shales and Claystones from the Eastern Pontides, NE Turkey, International Journal of Coal Geology, 37, 3-4, 257-286.
- Maynard J. B., Valloni R., Yu H. S., 1982. Composition of Modern Deep-Sea Sands from Arc Related Basins. In: Legget, J.K (Ed), Trench-Forearc Geology: Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Margins, Geological Society, London, Special Publications 10, pp. 551 – 561.
- McLennan, S.M., 1989. Rare Earth Elements in Sedimentary Rocks; İnfluence of Provenance and Sedimentary Processes, Reviews Min. Geochem., 21, 169-200.
- McLennan, S.M., 1993. Weathering and Global Denudation, Journal of Geology, 101, 715-717.
- McLennan, S.M., 2001. Relationship Between the Trace Element Composition of Sedimentary Rocks and Upper Continental Crust, Geochem. Geophys. Geosys., 2.
- McLennan, S. M., 2003. Sedimentary silica on Mars, Geology, 31, 315-318.

- McLennan, S.M., Hemming, S., Mcdaniel, D.K., Hanson, G.N., 1993. Geochemical Approaches to Sedimentation, Provenance, and Tectonics. - In: Johnson, M.J. and Basu, A. (Eds.): Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments, 21-40, Geol. Soc. Am. Spec. Pub., 284.
- Nesbitt, H.W. and Young, G.M., 1982. Early Proteozoic Climate and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites, Nature, 299, 715-717.
- Okay, A. I., 1984. The Geology of the Ağvanis Metamorphic Rocks and Neighbouring Formations, Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 99/100, 16-36.
- Okay, A.I., Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. In: Robinson A.G. (Ed.), The American Association of Petroleum Geologists Memoir, 68, 291-311.
- Okay, A. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Serane, M. (Eds.), The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine Orogen, Geological Society, London Special Publications, 156, 475-515.
- Okay, A.I., Tüysüz, O., Satır, M., Özkan-Altın, S., Altın, D., Sherlock, S., Eren, R., H., 2006. Cretaceous and Triassic Subduction-Accretion HP-LT Metamorphism and Continental Growth in the Central Pontides, Turkey, Geol. Soc. Am. Bull., 118, 1247-1269.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümegen, M. ve Tekeli, O., 1980. Amasya-Turhal Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, MTA Rap. No: 6722.
- Özer, E., 1984. Bayburt (Gümüşhane) yöresinin jeolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Dergisi, Jeoloji, 3/1-2, 77- 89.
- Özdoğan, K., 1983. Gümüşhane İli-Kale Bucağı Çevresinin Jeolojisi ve Tektoniği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özdoğan, K., 1992. Karadağ (Torul- Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler’de Kretase, KTÜ Yerbilimleri Dergisi, 1, 65-114.
- Parker, A., 1970. An Index of Weathering for Silicate Rocks, Geol. Mag., 107, 501-504.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, No:13 Trabzon.

- Robertson, A. H. F. ve Dixon, J. E., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J.E., Robertson, A. H. F. (Eds.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: Geological Society Special Publication*, 17, 1–74.
- Robinson, A. G., Banks, C. J., Rutherford, M. M. ve Hirst, J. P. P., 1995. Stratigraphic and Structural Development of the Eastern Pontides, Turkey, *Journal of the Geological Society of London* 152, 861–872.
- Rojay, B., 1993. Tectonostratigraphy and Neotectonic Characteristics of the Southern Margin of Merzifon-Suluova Basin (Central Pontides, Amasya), Phd Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Roser, B.P., Korsch, R.J. 1986. Determination of Tectonic Setting of Sandstone-Mudstone Suites Using SiO<sub>2</sub> Content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O Ratio, - *J. Geol.* 94, 635-694.
- Saydam, Ç., 2002. Doğu Pontidler’de Geç Kretase Yaşlı Kırıntılı Çökellerin Sedimenter Petrografik Ve Organik Jeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saydam Eker, Ç., Korkmaz, S., 2006. Doğu Karadeniz Bölgesinde Geç Kretase Yaşlı Kırıntılı Çökellerin Sedimantolojik ve Sedimenter Petrografik Özellikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 49, 1, 25-48.
- Saydam Eker, C., Korkmaz, S., 2011. Mineralogy and Whole-Rock Geochemistry of Late Cretaceous Sandstones from the Eastern Pontides ( NE Turkey), *Neues Jahrbuch für Mineralogie- abhandlungen* 188 (3), 235-256.
- Saydam Eker, C., Sipahi, F. ve Kaygusuz, A., 2012. Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE Turkey. *Chemie der Erde/Geochemistry*, 72, 2, 167-177.
- Saydam Eker C., Sipahi, F. and Akpınar, I., 2015. Organic Maturity and Hydrocarbon Potential of Liassic Coals from the Eastern Pontides, NE-Turkey, *Energy Sources, Part A*, 37, 1260-1267.
- Saydam Eker Ç., Akpınar, İ., Sipahi, F. and Yapıcı E., 2016. Concentrations of Elements in Lias Coals from the Eastern Black Sea Region, NE-Turkey, *Energy Sources, Part A*, 38, 1643-1652.
- Saydam Eker, Ç., 2017. Geochemical and İsotopic Characteristics of Stream and Terrace Sediments of the Harsit Stream, NE Turkey, *Geochemistry: Exploration, Enviroment, Analysis*, 17, 4, 279-296.
- Saydam Eker, Ç., Sipahi, F., Gümüş, M. K., Özkan, Ö., 2018. Tracing Provenance and Chemical Weathering Changes in Ankara Stream sediments, Central Turkey: Geochemical and Sr–Nd–Pb–O İsotopic Evidence, *J. African Earth Sci.*, 138, 367-382.

- Seymen, İ., 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi Yayını, İstanbul.
- Sharma, A., Sensarma, S., Kumar, K., Khanna, P.P., Saini, N.K., 2013. Mineralogy and Geochemistry of the Mahi River Sediments in Tectonically Active Western India: Implications for Deccan Large İgneous Province Source, Weathering and Mobility of Elements in a Semi-Arid Climate, Geochim. Cosmo. Acta, 104, 63-83.
- Sipahi, F., 2005. Zigana Dağı (Torul-Gümüşhane) Volkanitlerindeki Hidrotermal Ayrışmaların Mineraloji ve Jeokimyası, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Suttner, L. J. ve Dutta, P. K., 1986. Alluvial Sandstone Composition and Paleoclimate 1. Framework Mineralogy, Journal of Sedimentary Petrology, 56, 326-345.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y. and Ketin, İ., 1980. Remnants of a pre-Late Jurassic Ocean in Northern: Fragments of a Permian Triassic Paleo-Tethys: Geol. Soc. Am. Bull., 91, 599-609.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Taşlı, K., 1990. Gümüşhane- Bayburt Yörelerinde Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Karbonat İstiflerinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojik İncelemesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 223.
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M., 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution, Blackwell Scientific Publishing, Oxford, 312.
- Temizel, İ., Arslan, M., 2009. Mineral Chemistry and Petrochemistry of Post-Collisional Tertiary Mafic to Felsic Cogenetic Volcanics in the Ulubey (Ordu) Area, Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 29-53.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region (NE Turkey), Ph. D. Thesis, University of College, London.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen Yaşlı Kalk-alkalen Andezitler ve Jeotektonizma, TJK Bülteni, 20,1, 49-54.
- Topuz, G., 2000. Zur Petrologie der Metamorphen Gesteine des Pulur-Massivs, Östliche Pontiden, NE-Türkei, Doktora Tezi, Universität Heidelberg, 270.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M., Dokuz, A., 2005, Post-collisional Plutonism with Adakite-like Signatures: the Eocene Saraycık Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), Contrib. Mineral Petrol., 150: 441-455.

- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A. ve Meyer, H.P., 2007. Variscan Amphibolite-facies Rocks from the Kurtoğlu Metamorphic Complex, Gümüşhane Area, Eastern Pontides, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 96, 861-873.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeğ, A., Barth, M., Satır, M. ve Şen, C., 2010. Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides, The Gümüşhane Pluton, NE Turkey, Lithos, 116 92–110.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satır, M., Şen, C., 2011. Post-Collisional Adakite-like Magmatism in the Ağvanis Massif and Implications for the Evolution of the Eocene Magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey), Lithos, 125, 131- 150.
- Tucker, M. E., 1991, Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks, Blackwell Scientific Publications, 260.
- Turan, M., 1978. Şiran Doğu Yöresinin Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Trabzon (yayınlanmamış).
- Tüysüz, O., 1996. Amasya ve Çevresinin Jeolojisi, Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri, 32-48.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A., 2010. Late Paleozoic-Early Cenozoic Development of the Eastern Pontides (Artvin Area), Turkey: Stages of Closure of Tethys Along the Southern Margin of Eurasia, Special Publications, Geological Society London, 340, 281-327.
- Wang, Y., Long, X., Wilde, A.A., Xu, H., Sun, M., Xiao, W., 2014. Provenance of Early Paleozoic Metasediments in the Central Chinese Altai: Implication for Tectonic Affinity of the Altai-Mongolia Terrane in the Central Asian Orogenic Belt, Lithos, 210-211, 57-68.
- Wei, G.J., Liu, Y., Li, X.H., Shao, L., Fang, D.Y., 2004. Major and Trace Elements Variations of the Sediments at ODP Site 1144, South China Sea, during the last 230 Ka and Their Paleoclimate Implications, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 212, 331-342.
- Wronkiewicz, D.J. and Condie, K.C., 1987. Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: Source-Area Weathering and Provenance, Geochimica et Cosmochimica Acta, 51, 2401-2416.
- Wronkiewicz, D.J. and 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, 1537-1549.
- Wronkiewicz, D.J. and 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, 343-354.

- Yılmaz, C., 1985. Kelkit (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, C., 1993. Doğu Pontid Güney Zonu'nun Stratigrafik Deneştirilmesi ve Paleo-Coğrafik evrimi, Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, 7, 199-214.
- Yılmaz, C., 1995. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Alt Jura (Liyas) Çökellerinin Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri (KD Türkiye), Yer Bilimleri, 26, 119-128.
- Yılmaz, C., 1996. Bayburt Yöresindeki Platform-Havza İlişkilerinin Çökel Kayıtları (KD Türkiye), SDÜ 9. Müh. Sempozyumu, Bildiriler, 9-13, Isparta.
- Yılmaz, C. ve Ayaz, F., 1997. Maden Resifal Kireçtaşının Birikim Koşulları ve Geç Kretase Paleocoğrafyasındaki Konumu, Yer Bilimleri, 30, 1003-1019.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, Y., 1972. Petrology and structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, Ph.D.Thesis, Univ.London, 260 p.
- Yılmaz, Y., Serdar, H.S., Genç, C., Yiğitbaş, E., Gürer, O.F., Elmas, A., Yıldırım, M., Bozcu, M., Gürpınar, O., 1997. The Geology and Evolution of the Tokat Massif, South Central Pontides, Turkey, International Geology Review, 39, 365-382.

## ÖZGEÇMİŞ

Uğur Volkan ARI, 1988 yılında Gümüşhane’de doğdu. 2002 yılında Gümüşhane Gazipaşa İlköğretim Okulu’ ndan, 2006 yılında Gümüşhane Ali Fuat Kadirbeyoğlu Anadolu Lise’ sinden mezun oldu. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2015 yılında mezun olarak ‘Jeoloji Mühendisi’ unvanını aldı. 2009 yılında Gümüşhane Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğünde Memur olarak göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir. 2015 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’ nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Bekar ve İngilizce bilmektedir.

