

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERİKLİK (BULANCAK, GİRESUN) YÖRESİ VOLKANİTLERİ VE KİL
OLUŞUKLARININ MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisi Cemil BEYAZ

**TEMMUZ 2009
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERİKLİK (BULANCAK, GİRESUN) YÖRESİ VOLKANİTLERİ VE KİL
OLUŞUKLARININ MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

Jeoloji Mühendisi Cemil BEYAZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.06.2009
Tezin Savunma Tarihi : 03.07.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet ARSLAN
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. İbrahim ALP
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Emel ABDİOĞLU**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Tez "Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu" tarafından 2004.112.005.5 kod nolu proje ile desteklenmiştir. Eriklik (Balancak, Giresun) civarında bulunan volkanitler ve bunlardan itibaren türeyen kil oluşuklarının mineralojik, kimyasal ve kökensele özellikler irdelenmiştir.

Çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her aşamasında bilgi, deneyim ve tecrübesi ile beni aydınlatan ve destekleyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet ARSLAN ve Yrd. Doç Dr. Emel ABDİOĞLU'na minnet ve şükran borçluyum.

İnceleme ve araştırmalar sırasında yardımını aldığım Yrd. Doç. Dr. Hasan KOLAYLI ve Dr. İrfan TEMİZEL'e teşekkür ederim.

Çalışmamın başından beri beni her türlü konuda teşvik ederek destekleyen eşime ve dostlarıma müteşekkirim.

Cemil BEYAZ
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Bölgesel Jeoloji	2
1.3. Önceki Çalışmalar	3
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
2.1. Materyal ve Yöntem	6
2.2.1. Arazi Çalışmaları	6
2.2.2. Laboratuar Çalışmaları	6
2.2.2.1. Mikroskopik Tayinler	6
2.2.2.2. X-Işınları Difraksiyonu İncelemeleri	6
2.2.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemeleri	8
2.2.2.4. Diferansiyel Termik Analiz İncelemeleri	9
2.2.2.5. Kimyasal Analizler	9
2.2.3. Büro Çalışmaları	9
3. BULGULAR.....	10
3.1. Stratigrafi.....	10
3.1.1. Giriş.....	10
3.1.2. Eriklik Riyodasit- Dasiti.....	10
3.1.3. Eriklik Riyodasitik-Dasitik Camsı Tüfü.....	14
3.1.4. Eriklik Riyodasitik- Dasitik Breşi	14
3.1.5. İnece Dasiti	16
3.1.6. Resuloğlu Biyotitli Dasiti ve Dasitik Kristal Tüfü.....	16

3.1.7.	Kalecik İri Kuvarslı Dasiti.....	18
3.1.8.	Terekkaya Dasitik Litik Tüfü.....	19
3.2.	Volkanitlerin Alterasyon Jeolojisi.....	20
3.2.1.	Giriş	20
3.2.2.	Killeşme	20
3.2.2.1.	Kuruköseoğlu Kil Yatağı.....	20
3.2.2.2.	Akyar Kil Yatağı.....	22
3.2.2.3.	Kandaz Kil Yatağı.....	24
3.2.2.4.	Kuşluhan Kil Yatağı.....	24
3.2.2.5.	Kalecik Kil Yatağı	26
3.2.3.	Alterasyon Alanlarının Dağılımları.....	26
3.3.	Yapısal Jeoloji.....	27
3.3.1.	Giriş.....	27
3.3.2.	Faylar.....	28
3.4.	Petrografi	28
3.4.1.	Eriklik Riyodasiti-Dasiti	28
3.4.2.	Eriklik Riyodasitik-Dasitik Camsı Tüfü ve Breşi.....	29
3.4.3.	İnce Dasiti	31
3.4.4.	Resuloğlu Biyotitli Dasiti ve Dasitik Kristal Tüfü.....	33
3.4.5.	Kalecik İri Kuvarslı Dasiti.....	34
3.4.6.	Terekkaya Dasitik Litik Tüfü.....	35
3.4.7.	Killerin Mineralojisi.....	36
3.4.7.1.	Giriş	36
3.4.7.2.	Kil Minerallerinin Oluşumu	40
3.4.7.2.1.	Ayrışma.....	40
3.4.7.2.2.	Sedimantasyon.....	41
3.4.7.2.3.	Derin Deniz Alterasyonu.....	41
3.4.7.2.4.	Gömülme Diyajenezi.....	41
3.4.7.2.5.	Metamorfizma	41
3.4.7.2.6.	Hidrotermal Alterasyon	41
3.4.7.3.	XRD Çalışmaları	42
3.4.7.4.	Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri.....	46
3.4.7.5.	DTA İncelemeleri	49

3.4.7.6.	TGA İncelemeleri.....	49
3.5.	Jeokimya	50
3.5.1.	Giriş	50
3.5.2.	Volkanik Kayaçların Jeokimyası	51
3.5.2.1.	Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması	51
3.5.2.2.	Ana ve İz Elementler	56
3.5.2.3.	Uyumsuz Elementler	57
3.5.2.4.	Nadir Toprak Elementleri	61
3.5.3.	Killerin Jeokimyası.....	61
3.5.3.1.	İlksel Kayaç Adlamaları	61
3.5.3.2.	Ana ve İz Elementler	62
3.5.3.3.	Uyumsuz Elementler	63
3.5.3.4.	Nadir Toprak Elementleri	67
3.5.4.	Ekonomik Jeoloji	68
4.	İRDELEME	69
4.1.	Volkanitler.....	69
4.2.	Killer	70
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	72
6.	KAYNAKLAR.....	74
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Eriklik Bulancak (Giresun) yöresinde bulunan volkanitleri ve bunlardan itibaren türeyen kil oluşuklarını konu edinen bu çalışmada, volkanitlerin ve kil oluşuklarının mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanında Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu bulunmaktadır. İncelenen volkanitler; Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü, Eriklik riyodasitik-dasitik breşi, İnce dasiti, Resuloğlu biyotitli dasiti-dasitik kristal tüfü, Kalecik iri kuvarslı dasiti ve Terekkaya dasitik litik tüfünden oluşmaktadır. Volkanik kayalarda genellikle mikrogranüler, mikrogranü porfirik, hyalomikrogranü porfirik, fluidal ve camsı doku gözlenmiştir. Çoğunlukla plajiyoklas, kuvars, sanidin, biyotit, hornblend, pirit ve opak mineraller, ikincil olarak ise serisit, kalsit ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Volkanik kayalar genelde kalk-alkali karakterli olmakla birlikte bir örnekte ise toleyitik sınırına yakındır. Volkanik kayalar yüksek Al, K, Ba, Zr, Rb, Y, Nd ve hafif toprak elementleri ile düşük Sr, Th, P ve Mn içeriğine sahiptir. Ana, iz ve nadir toprak elementleri genel olarak plajiyoklas fraksiyonel kristalleşmesini ifade etmektedir.

Eriklik sahasında 5 adet kil yatağı tespit edilmiştir. Kil yataklarından Kuruköseoğlu, Akyar, Kandaz ve Kuşluhan'da başlıca kil minerali illit ve az oranda kaolinit, Kalecik kil yatağında ise simektittir. Kil dışı mineraller ise opal-CT, kristobalit, nadiren kalsit, biyotit ve K-feldispattır. Kil yataklarında kırık sistemine bağlı olarak galen, sfalerit damarları ile pirit tespit edilmiştir. Killer yüksek Al, K, Ba, Zr, Rb, Sr ve Y, düşük P, Mn, Ca, Th ve Eu içeriğine sahiptir. İkili element diyagramlarında SiO_2 'ye karşı Al_2O_3 ve K_2O 'da görülen pozitif korelasyonlar illit oluşumu ile açıklanırken, bazı örneklerdeki yüksek CaO ve düşük K_2O değerleri ve eşlik eden yüksek Al_2O_3 içerikleri simektit oluşumu ile açıklanmaktadır. Na_2O ve TiO_2 gibi oksitlerdeki dağınık yönsemeler bu elementlerin kil yapısı içerisinde bulundurulmasından kaynaklanmaktadır. Mineralojik, petrografik incelemeler ve jeokimyasal veriler sonucunda; Eriklik-Bulancak (Giresun) sahasında bulunan killerin KD-GB ve KB-GD doğrultulu iki ana kırık sistemine bağlı olarak volkanitlerin hidrotermal akışkanlarla etkileşimi sonucu oluştuğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alterasyon, Kil, İllit, Kaolinit, Simektit, Dasit, Tüf, Doğu Pontid

SUMMARY

Mineralogical and Geochemical Investigation of Eriklik (Bulancak, Giresun) Area Volcanics and Clay Occurrences

In this study, mineralogy, petrography and geochemistry of the Eriklik-Bulancak (Giresun) area clay occurrences and their precursor volcanics are investigated. Upper Cretaceous aged Kızılkaya Formation crops out in the Eriklik-Bulancak area. The formation consist of Eriklik rhyodacite-dacite, Eriklik rhyodacitic-dacitic vitric tuff, Eriklik rhyodacitic-dacitic breccia, İnece dacite, Resuloğlu biotite bearing dacite-dacitic crystal tuff, Kalecik large quartz bearing dacite and Terakkaya dacitic lithic tuff. The volcanics show microgranular, microgranular porphyritic, hyalo microgranular porphyritic, fluidal and glassy textures and contain plagioclase, quartz, sanidine, biotite, hornblend, pyrite and opaque minerals. The secondary minerals are represented by sericite, calcite and clay minerals. The volcanics are generally calc-alkaline and tholeiitic-transitional in character. The trace element patterns of the volcanics show considerable Al and K, Ba, Zr, Rb, Y, Nd, LREE enrichment and depletion in Sr, Th, P and Mn. Major, minor and REE element patterns reflect plagioclase fractionation in the evolution of the volcanics.

In the Eriklik area, five clay occurrences are described. Major clay mineral is illite with accompanying kaolenite in Kuruköseoğlu, Akyar, Kandaz and Kuşluhan occurrences whereas smectite in Kalecik occurrence. Non-clay minerals are represented by opal-CT, cristobalite, rarely calcite, biotite and K-feldspar. Galena and sphalerite veins formed along the fracture systems and pyrite were also determined. The clay rich samples have high Al, K, Ba, Zr, Rb and Sr contents and low P, Mn, Ca, Th and Eu. In the binary element plots, positive correlations of Al_2O_3 and K_2O with SiO_2 are interpreted as illite formation whereas high CaO and low K_2O values accompanying high Al_2O_3 contents imply smectite formation in these rocks. Scattering patterns were observed such element Na_2O and TiO_2 that may not take part in the clay mineral structure. In the light of the mineralogical, petrographical observations and geochemical data, it is revealed that Eriklik-Bulancak (Giresun) clay occurrences were formed by interaction of the volcanics with hydrothermal fluids along NE-SW and NW-SE directed fracture systems.

Keywords: Alteration, Clay, Illite, Kaolinite, Smectite, Dacite, Tuff, Eastern Pontide.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma sahasına ait yer bulduru haritası.....	1
Şekil 2. Doğu Pontidler’de yer alan Geç Kretase yaşlı birimler (Güven, 1993’ten değiştirilerek) ve bunların içerisinde yer alan kil oluşukları.....	5
Şekil 3. Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti.....	11
Şekil 4. Eriklik riyodasit-dasitinde gözlenen kolon yapı (Gedik Tepe güneyi).....	12
Şekil 5. Eriklik riyodasiti-dasitinde gözlenen hematitleşme ve limonitleşme oluşumları (Tekmezar köyü yolu Gedik Tepe güneyi)	12
Şekil 6. Eriklik Riyodasit ve dasitinde güncel killeşme ve malakitleşme (Gedik Tepe).	13
Şekil 7. Eriklik riyodasit-dasitinde 2m uzunluğunda 0.25m eninde malakitli, kalkopiritli pirit damarı (Kuruköseoğlu Mahallesi yolu).....	13
Şekil 8. Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüflerinde gözlenen alterasyon izleri (Akyar Tepesi).....	14
Şekil 9. Eriklik dasitik camsı tufündeki limonitleşme ve doğu-batı doğrultulu tabaka duruşu.....	14
Şekil 10. Eriklik köyü batısında gözlenen sarımsı renkli riyodasitik-dasitik breşi bağlayıcıda gelişen killeşme	15
Şekil 11. Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal tufü ile arakatkılı kumtaşı, kıltaşı.....	17
Şekil 12. Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal tufünde görülen akma yapısı (Cürgüloğlu Mahallesinden).....	17
Şekil 13. a) Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufünde domsal yapı b) Kalecik iri kuvarslı dasitinin Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufü ile dokanağı (Terekkaya mevkiinden).....	18
Şekil 14. Kalecik iri kuvarslı dasitinin Resuloğlu dasitik kristal tufü ile dokanağında gözlenen pişme zonlarının görünümü (Kalecik Tepesi doğusundan).....	19
Şekil 15. Kuruköseoğlu kil yatağının kuzey yönünden görünümü.....	21
Şekil 16. Kuruköseoğlu kil yatağının batı yönünden görünümü.....	21

Şekil 17.	Kuruköseoğlu kil yatağındaki K75B doğrultulu kuvarşlı galen, çinkoblend damarının görünümü.....	22
Şekil 18.	Akyar kil yatağı (kalınlık 20m) güney bölgesinin görünümü.....	23
Şekil 19.	Akyar kil yatağı, beyaz açık mavi renkli killerin görünümü	23
Şekil 20.	Akyar kil yatağında gözlenen çinkoblend taneleri(siyah renkli).....	24
Şekil 21.	Kandaz kil yatağının çevresindeki kayalarda gözlenen mangan yumruları.....	25
Şekil 22.	Kuşluhan kil yatağının görünümü ve yüzeyde gelişen kükürtleşme.....	25
Şekil 23.	Kalecik kil yatağında baklava dilimi yapısı ve pirit sıvaması (gri renkli)....	26
Şekil 24.	Eriklik riyodasit-dasiti içerisindeki a) kuvarsta kemirilme ve plajiyoklaslarda serisitleşme, sanidin ve kuvars mineralleri mikrogranü hamur içerisinde, b) ve c) yarı özşekilli sanidin ve kuvars d), e), f) Kuvars ve serisitleşmiş plajiyoklasın görünümü (Ç.N., Ku:kuvars, Sa:Sanidin, Pl:Plajiyoklas, K: Kalsit, Se: Serisit, O:Opak mineral. Örnek No:a-d-e:E-48, b-c;E-80, f:E-65).....	31
Şekil 25.	Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tufünde a) ve b) cam kıymıkları, c) kuvars kristali d) pirit çevresinde ikincil gelişen mineraller, (Ç.N., Ku: Kuvars, C: Volkanik cam, O: Opak mineral, P:Pirit, Örnek No:a- 93, b- 81, c,d-65)...	32
Şekil 26.	İncece dasitinde a) Kuvars ve plajiyoklaslarda serisitleşme (Ç.N., Örnek No: 73), b) Yarıözşekilli kuvars kristali, hamurda serisitleşme ve kalsitleşme (Ç.N., Örnek No: E-78), c ve d) Biyotitlerde dilinimleri boyunca gelişen opaklaşma (T.N., Ç.N., Örnek No:E-73), (Pl:Altere plajiyoklas, Ku:Kuvars, B:biyotit,).....	33
Şekil 27.	İncece dasitinde plajiyoklaslarda gözlemlenen kalsitleşme ve serisitleşme; biyotitlerde opaklaşma (a: T.N.,b: Ç.N., Ka: Kalsit, Pl:Plajiyoklas, Ku:Kuvars, B:Biyotit, Örnek No:E-73).....	34
Şekil 28.	Resuloğlu dasitik kristal tufünde biyotitlerin a: Ç.N. ve b:T.N. görünümü (B:Biyotit Örnek No:E-83).....	34
Şekil 29.	Resuloğlu dasiti ve dasitik kristal tufünde a) Hornblend çatısı (T.N., Örnek No: E-25), b) Klorit (T.N., Örnek No:E-83), c) Plajiyoklaslarda serisitleşme (T.N., Örnek No: E-83), d) Biyotit kristalleri (Ç.N., Örnek No: E-25) (Kl: Klorit, Pl: Plajiyoklas, Ki:Killeşme, B:Biyotit, H:Hornblend)...	36
Şekil 30.	Kalecik İri kuvarşlı dasiti içerisindeki a,b: iri kuvarşlar, c: camsı dokusu, d: akma doku, (Ç.N., Ku:Kuvars, Sa: Sanidin, Örnek No: a:E-40, b:E-84, c: E-39,d:E-38).....	37

Sayfa No

Şekil 31.	Terekkaya dasitik litik tufünde a ve b) Ç.N. ve T.N.'de akma dokusu, c) Hematitleşme görünümü, d) Tufün görünümü (Önek No:a,b,c,d: E-36) (H: Hematitleşme).....	38
Şekil 32.	Kil minerallerinin tetrahedra ve oktahedra yapısı, oktahedra oksijen ve hidroksil anyonları içermesine karşın tetrahedra sadece oksijen anyonları içermektedir (Velde 1992).....	39
Şekil 33.	Su alma karakteristiklerine göre kil mineral grupları simektitler şişme özelliğine sahip olan killerdir ve su absarbsiyonu mineralin hacmini artırır. Sepiyolit-poligoskitler şişmezler fakat önemli miktarda su alma kapasitesine sahiptirler. Diğer kil türlerinde ise bu özelliklerin hiçbiri yoktur (Velde 1992).....	41
Şekil 34.	Eriklik bölgesi killerinin tüm kayaç ve glikollü X-Işınları difraktogramları (E-6: Akyar kil yatağı, E-13, E-63: Kuruköseoğlu kil yatağı, E-3:Kuşluhan kil yatağı).....	45
Şekil 35.	Eriklik bölgesi killerinin tüm kayaç ve glikollü X-Işınları difraktogramları (E-27:Akyar kil yatağı, E-75:Kandaz kil yatağı, E-83:Kuşluhan kil yatağı, E-95: Kalecik kil yatağı).....	46
Şekil 36.	İllitlerde gözlenen lifsi-saçığımsı yapı, EDX grafiği ve kimyasal bileşim.	47
Şekil 37.	a) Dalgalı morfoloji sunan illit kristali, b) Özşekilli piritin illit içerisindeki görünümü ve EDX grafikleri.....	47
Şekil 38.	İllitlerdeki mısır gevreği (cornflakes) yapısının SEM görünümü ve EDX grafiği.....	48
Şekil 39.	İllitteki saçığımsı doku ve EDX grafiği.....	48
Şekil 40.	a) ve b) İllitlere eşlik eden özşekilli hegzagonal kuvars kristallerinin SEM görünümü.....	49
Şekil 41.	İllitlere ait DTA termogramları (E-3:Kuruköseoğlu kil yatağı, E-6: Akyar kil yatağından).....	50
Şekil 42.	Kuruköseoğlu kil yatağından alınan illit örneğinin DTA termogramı.....	51
Şekil 43.	Çalışma alanından alınan illit örneklerinin TGA grafikleri (E-3: Kuruköseoğlu kil yatağı, E-6: Akyar kil yatağı).....	51
Şekil 44.	Eriklik (Bulancak) yöresindeki volkanik kayaçların SiO ₂ 'ye karşı Na ₂ O+K ₂ O TAS diyagramı (Le Maitre 1989), Alkali-Yarıalkali eğrisi Irvine ve Baragar'a (1971) göredir.....	55

Sayfa No

Şekil 45.	Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların Nb/Y'a karşı Zr/Ti adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd 1976).....	56
Şekil 46.	Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların AFM diyagramındaki konumu (Irvine ve Baragar 1971'e göre).....	57
Şekil 47.	Eriklik yöresi volkanik kayaların SiO ₂ 'ye karşı ana element (% ağırlık) değişim diyagramları.....	58
Şekil 48.	Eriklik yöresi volkanik kayaların SiO ₂ 'ye karşı iz element (ppm.) değişim diyagramları.....	59
Şekil 49.	Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların N- Tipi OOSB, E-Tipi OOSB, Okyanus Adası Bazaltı (OAB), Kıtasal Kabuk'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerler; Sun ve McDonough, 1989; Taylor ve Mc Lennan, 1985'den alınmıştır).....	60
Şekil 50.	Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların Kondrite oranı(Taylor ve Mc Lennan, 1985), (E-47, E-48, E-67, E70 : Eriklik riyodasit-dasiti, E-17, E-71: Eriklik riyodasitik-dasitik breşi, E-73: İnce dasiti, E-80: Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü, E-83:Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tüfü).....	62
Şekil 51.	Eriklik bölgesinde gözlenen killerin Nb/Y karşı Zr/Ti adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd 1976).....	62
Şekil 52.	Eriklik yöresi killerin SiO ₂ 'ye karşı ana element (% ağırlık) değişim diyagramları.....	64
Şekil 53.	Eriklik yöresi killerin SiO ₂ 'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları	65
Şekil 54.	Eriklik yöresi killerin Okyanus Adası Bazaltı (OAB), E-Tipi OOSB, N-Tipi OOSB, Kıtasal Kabuk'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normal değerler Sun ve McDonaugh, 1989; Taylor ve McLennan,1985'den alınmıştır), (Örnek No: E-6, E-13, E-19, E-27, E-28, E-42, E-43, E-63, E-75, E-95).....	66
Şekil 55.	Eriklik yöresi killerin kondrite normalize nadir toprak element dağılımları (Kondrit değerleri Taylor ve Mc Lennan,1985'den alınmıştır), (E-6, E-13, E-27, E-28: Akyar Kil yatağı, E-19, E-63: Kuruköseoğlu Kil yatağı, E-42, E-43: Kuşluhan kil yatağı, E-75: Kandaz Kil yatağı, E-95: Kalecik Kil yatağı).....	67

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dioktahedrik simektitler ile dioktahedrik illitlerin kimyasal bileşimi.....	39
Tablo 2. Eriklik (Balancak-Giresun) yöresinde yer alan kayaçların ana (%) ve iz (ppm) (Au ppb olarak) element içerikleri.....	52
Tablo 3. Eriklik (Balancak-Giresun) yöresindeki kayaçların nadir toprak element (ppm) içerikleri.....	53
Tablo 4. Eriklik (Balancak-Giresun) yöresindeki killerin nadir toprak element (ppm) içerikleri.....	53
Tablo 5. Eriklik (Balancak-Giresun) yöresinde yer alan killerin ana (%) ve iz (ppm) (Au ppb olarak) element içerikleri.	54

SEMBOLLER DİZİNİ

A.k	: Ateşte kayıp
B	: Biyotit
C	: Cam kıymığı
Ç.N.	: Çapraz nikol
(Eu/Eu*) _N	: Eu anomalisi, $(Eu/Eu^*)_N = (Eu_N/Sm_N + Gd_N)/2$
EG	: Etilen glikolle doyurulmuş
Fe	: Demir oksit boyamaları
Fe [#]	: Fe numarası = $Fe^{+2} + Fe^{+3} / (Fe^{+2} + Fe^{+3} + Mg^{+2})$;
FeO _{toplam}	: FeO cinsinden toplam Fe = $0.8998 * Fe_2O_{3toplam}$
Fe ₂ O _{3toplam}	: Fe ₂ O ₃ cinsinden toplam Fe
He	: Hematit
I	: İllit
K	: Kaolinit
Ka	: Kalsit
Ku	: Kuvars
Kl	: Klorit
Kr	: Kristobalit
N	: Normalize
NTE	: Nadir toprak elementler
O	: Opak mineral
P	: Pirit
Pl	: Plajiyoklas
S	: Simektit
Se	: Serisit
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
TK	: Tüm kayaç
T.N.	: Tek nikol
XRD	: X-ışınları difraksiyonu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışmada, Eriklik köyü (Bulancak, Giresun) civarında yüzeylenen Geç Kretase yaşlı volkanitler ile kil oluşuklarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. İnceleme alanı G40-a2, a3, b1, b4 paftaları içerisinde yaklaşık olarak 8 km² lik bir alanı kapsamaktadır.



Şekil 1. Çalışma sahasının yer bulduru haritası

İnceleme alanı Bulancak ilçesinin güneyinde az eğimde bir topografyaya sahiptir. En yüksek rakım 668 m ile Tekmezar Köyü sınırları içerisindeki Gedik Tepesidir. Bektaş Yaylası yolu üzerinde bulunan inceleme alanı ve çevresinde Eriklik Köyü, Kuşluhan Köyü, İnce Köyünün Hacıvelioğlu Mahallesi, Tekmezar Köyünün bir bölümü, Taşdibek Köyünün Kuruköseoğlu Mahallesi ile Erdoğan Köyünün Tarşı Mahallesi bulunmaktadır. En önemli akarsular ise Ağyar Dere, Akyar Deresidir. Çalışma sahası bitki örtüsü yönünden zengindir. Kestanelik ve fındık bahçeleri geniş yayılım sunar. Yöre halkı geçimini fındık üretiminden sağlamaktadır.

1.2. Bölgesel Jeoloji

Çalışma sahasının da içinde olduğu Karadeniz Bölgesi kıyı şeridi Pontidler olarak adlandırılmaktadır (Ketin, 1966). Doğu Pontidler Özsayar vd. (1981) ve Gedikoğlu vd. (1997) tarafından Kuzey ve Güney olmak üzere iki zona ayrılmıştır. Bektaş vd. (1995) tarafından ise Kuzey Zon, Eksen Zonu ve Güney Zon olmak üzere üçe ayrılmıştır (Şekil 2).

Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar ve bunları kesen granodiyoritler Doğu Pontidlerin temelini oluşturmaktadır (Çoğulu, 1970) Temeli oluşturan metamorfiklerin üzerine Liyas-Dogger yaşlı Hamurkesen Formasyonu uyumsuzlukla gelir. Birim yeşilimsi gri renkli bazalt ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. Bazalt ve piroklastitleri arasında kalınlığı fazla olmayan (3-5 m) kırmızı-bordo renkli kireçtaşı ve kumtaşı seviyeleri bulunmaktadır (Güven, 1993).

Hamurkesen Formasyonunun üzerine uyumlu olarak Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu gelmektedir (Pelin, 1977). Berdiga Formasyonu Kuzey Zon'da mercekler halinde iken Güney Zon'da devamlıdır ve kalınlığı 150-300 m arasında değişmektedir. Güney Zon'da kireçtaşlarının masif yapıda ve resifal karakterli olması, Kuzey Zon'da kıyasla Güney Zon'da daha derin bir denizel ortamın varlığına delildir (Güven, 1993).

Berdiga Formasyonu üzerine, Sekü Formasyonu gelmektedir. Eymür ve Sekü köyleri (Tirebolu) çevresinde yüzeylenen Sekü Formasyonu kumlu kireçtaşı, gri renkli kireçtaşı ve marn ara seviyeleri içeren bazalt, andezit, dasit ve bunların piroklastitlerinden oluşmaktadır (Eyüpoğlu, 2000).

Bu birim üzerine Köprübaşı (1992) tarafından isimlendirilen Harşit Granodiyoriti gelmektedir. Malm-Alt Kretase yaşlı Harşit Granodiyoriti Sekü Köyü-Tirebolu (Giresun) civarında yüzlek vermektedir.

Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak yüzeyleme veren ve dasit-riyodasit ve bunların piroklastitlerinden oluşan Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu Harşit Granodiyoriti üzerine gelmektedir. Kızılkaya ismi ilk kez Giresun-Espiye ilçesi güneyinde yer alan Kızılkaya mevkiindeki dasitik riyodasitik lav ve piroklastitleri için Güven (1993) tarafından kullanılmıştır. Kızılkaya Formasyonu temsil eden dasit, riyodasit ve kumlu, tüflü, killi bantlar içeren biyotitli dasit inceleme alanında geniş yüzeyleme sunmaktadır.

Güven (1993) tarafından Çağlayan Formasyonu olarak isimlendirilen Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı birimler Kızılkaya Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Çağlayan Formasyonu bazalt, andezit, lav ve piroklastitleri ile kumtaşı, marn ve kırmızı-

bordo killi kireçtaşı ara seviyelerinden oluşmaktadır ve Harşit vadisi (Tirebolu) boyunca geniş yayılım sunmaktadır.

Çağlayan Formasyonu üzerine uyumlu olarak Tirebolu Formasyonu gelmektedir (Güven, 1993). Tirebolu ilçesinin güneyinde yüzeylemekte olan Kampaniyen yaşlı Tirebolu Formasyonu trakiandezit, riyolit, riyodasit ve tüften oluşmaktadır. Tirebolu Formasyonu uyumlu olarak Maastrihtiyen-Paleosen yaşlı Bakırköy Formasyonu'nu altlamaktadır. Tirebolu-Görece dolaylarında yüzeyleyen Bakırköy Formasyonu genel olarak killi, kumlu kireçtaşı, marn, şeyl ve az oranda kumtaşı aralanmasından oluşmaktadır (Güven, 1993).

Çalışma sahası çevresinde özellikle Alucra, Şebinkarahisar, Görece ve Eynesil ilçelerinde gözlenen Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu konglomera, kireçtaşı, kumtaşı, kiltası, tuf, andezitten oluşmakta olup Bakırköy Formasyonunu üstüne uyumsuz olarak gelmektedir (Çoğulu, 1975 ve Gedikoğlu, 1979).

Kabaköy Formasyonu Üst Kretase-Eosen yaşlı (Çoğulu, 1975 ve Gedikoğlu, 1979), granit, granodiyorit ve siyenit kuvarslı diyoritten oluşan Kaçkar II granotoyidince kesilmektedir (Güven, 1993).

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını kapsayan bölgede genellikle maden yatakları-jeokimya, genel jeoloji ve mineraloji, petrografi amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

Doğu Karadeniz bölgesindeki kaolen, serisit ve montmorillonit yatakları ile bu yatakların yan kayaç ilişkisine ilk kez Kamitani (1978) değinmiştir. Kamitani (1978), Dikmen (Balıncak-Giresun) bölgesinde Geç Kretase yaşlı dasit ve volkanik breşlerin ayrışması ile kaolinit, serisit ve montmorillonitin oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca, Osmaniye (Giresun) bölgesinde bulunan serisit oluşuklarının Geç Kretase yaşlı riyolit, andezit ve tüflerinin hidrotermal alterasyon sonucu oluştuğu belirtilmiştir.

Yılmaz vd. (1979) Giresun Balıncak Dikmen kaolen-töseki ve Eriklik illit sahalarında yapmış oldukları çalışmalarda yörenin 1/10.000 ölçekli jeolojik haritasını yapmışlar ve 6 adet kil yatağı tespit etmişlerdir. Bu yatakların aynı yaşta çökelmiş malzemenin fiziko-kimyasal ortam şartlarının etkisi ile birbirinden az çok farklılıklar gösterdiklerini belirtmişler ve killerin endüstriyel olarak kullanılabilirliğini irdemişlerdir.

Kahraman vd. (1983) tarafından Giresun-Balıncak-Piraziz yöresinin maden rezervini belirlemek amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanlarında stratigrafik olarak alttan üste

doğru Alt-Üst Kretase zaman aralığında oluşmuş bazalt-andezit ve piroklastitleri, iri kuvarşlı dasit, dasitik tf-breş, bazaltik aglomera, kumlu, tüflü, killi bantlar içeren biyotitli dasitik tf, dasit, andezit, bazalt ve piroklastitleri, silisleşmiş dasitik tf, granit, granodiyorit ayırtlamışlardır.

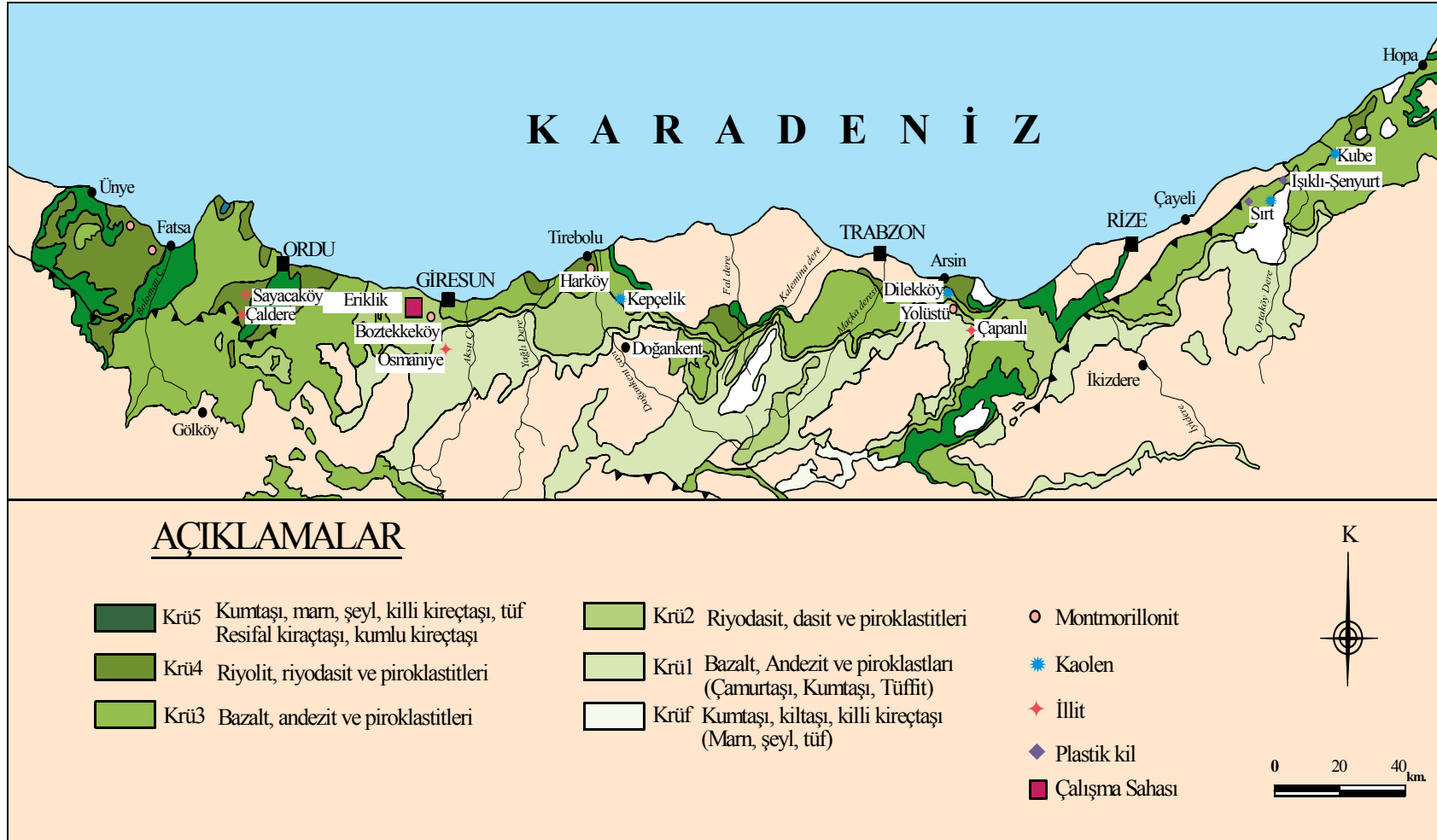
Kansız vd. (2000), Bulancak, Eriklik ve Dikmen (Giresun), Giresun, Osmaniye, Balçıklı Mahallesi, Kozluoğlu (Tirebolu, Giresun) yöreleri killerinin endüstride kullanılabilirliği değerlendirmişlerdir. Dikmen-Bulancak sahasında ana kil minerali olarak kaolinit, Eriklik sahasında ise illit, daha az oranda kaolinit ve montmorillonit tespit etmişlerdir. Bu bölgedeki killerin seramik ve düşük sıcaklıklı refrakter hammaddesi olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Tirebolu Kozluoğlu yöresinde ana kil minerali olarak montmorillonit, Osmaniye'de kaolinit ve illit ayırtlamışlardır.

elik ve Karakaya, (1997) Ordu ve Giresun civarında görülen kil oluşumlarını incelemişler ve Üst Kretase-Eosen volkaniklerin yzeyssel hidrotermal ayrışması ile bentonit kaolen ve illit oluştuğunu belirtmişlerdir.

Abdioğlu, (2002), Kavaklar (Fatsa, Ordu) yöresinde bulunan bentonitik kil oluşuklarının piroklastik materyalin yerinde, sığ denizel bir ortamda boşluklarına aldığı deniz suyu ve diyajenez (sıkışma)'in etkisi ile oluştuğu belirtmiştir.

yöresindeki bentonitlerinin oluşumlarında denizel etkinin olduğunu vurgulamıştır.

Arslan, vd. (2005), tarafından, Tirebolu yöresi bentonitik kil oluşuklarının trakiandezitik-riyolitik bileşimdeki orta volkanitlerden itibaren, muhtemelen, düşük sıcaklıklarda ve düşük sıkışma hızı ile deniz suyu ve meteorik su karışımı bir sıvının piroklastik malzemenin yerinde alterasyonu ile oluştuğu ifade edilmiştir.



Şekil 2. Doğu Pontidler’de yer alan Geç Kretase yaşlı birimler (Güven, 1993’ten değiştirilerek) ve bu birimler içerisinde yer alan kil oluşukları.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada; Eriklik (Bulancak-Giresun) yöresinde yer alan kil yatakları ve bu yatakların içerisinde bulunduğu volkanik kayaların mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi ve volkanik kayalardan itibaren killerin oluşumunun modellenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

2.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, Bulancak (Giresun) ilçesi sınırları içerisinde Eriklik, Kuşluhan, Tekmezar, Taşdibek ve İnce yörelerinde 8 km²'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasının 1/10.000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış (EK-1), formasyon sınırları geçirilmiş ve kil sahaları ayırtlanmıştır. Çalışma alanından mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelemelerde kullanılmak üzere 95 adet kayaç-kil numunesi alınmış ve jeolojik kesitler çıkarılmıştır (EK-2).

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.2.2.1. Mikroskopik Tayinler

Mikroskopik inceleme ve tayinler, K.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında hazırlanan 34 adet ince kesit üzerinde yapılmıştır. İnce kesitler inceleme alanından derlenen kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi ve kayaç adlandırmasının yapılabilmesi için K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskopisi Laboratuvarı'nda polarizan mikroskopta incelenmiş ve önemli mineralojik ve petrografik özellikler mikrofotograflar ile belgelenmiştir.

2.2.2.2. X-Işınları Difraksiyonu İncelemeleri

İnceleme alanından alınan kil ve kayaç numunelerinin X-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri K.T.Ü. Fizik Bölümü Katı Hal Fiziği Laboratuvarında ve Gent Üniversitesi, Jeoloji ve Toprak Bilimleri Bölümü'nde sırasıyla Rigaku marka DMAX IIIC ve Philips X-ışınları difraktometreleri (XRD) kullanılarak yapılmıştır. XRD incelemelerinde kullanılan aletsel koşullar şu şekildedir; Anot: Cu ($\text{CuK}_\alpha = 1.541871 \text{ \AA}$), Filtre: Ni, Gerilim: 35kV, Akım 15 mA, Gonyometre Hızı: $2^\circ/\text{dak.}$, Kağıt Hızı: $2\text{cm}/\text{dak.}$, Duyarlılık: 4.10^2 , Zaman sabiti: 1 sn, Yarıklar: $1^\circ-0.1-1^\circ$, Ölçüm Aralığı: tüm kayaç için $20=5-70^\circ$, Glikollü ve yönlü kil örnekleri için $20=3-40^\circ$.

Tüm kayaç (TK) XRD ve kil fraksiyonu (KF) XRD çalışmalarında kullanılacak örnekler oda sıcaklığında bekletilmiş, doğal su içeriğini kaybeden numuneler daha sonra çekiç ile 1-5 cm'lik parçalara bölünmüştür. TK-XRD incelemeleri için kil ve kayaç örnekleri halkalı öğütücüde 25-30 sn ile öğütülmüştür. Öğütülmüş numunelerin mineralojik olarak yarı nicel bileşimini belirlemek için XRD-Tüm kayaç (TK) analizi yapılmıştır.

Elde edilen TK difraktogramlarının çözümlenmesi J.C.P.D.S. (1990) kartları kullanılarak yapılmıştır. Belirlenen minerallerin pik şiddetleri Gündoğdu (1982) tarafından ifade edilen minerallerin kütleli absorpsiyon katsayısına bağlı olarak hesaplanan yanıt oranlarına bakılarak elde edilmiştir.

Kil fraksiyonunun tüm kayaç içerisindeki diğer minerallerden ayrılmasını sağlamak için Jackson (1956), Kunze (1965) ve Gündoğdu ve Yılmaz (1983) tarafından önerilen kimyasal çözme, santrifüjleme-boşaltma-yıkama ve sedimantasyon-sifonlama-santrifüjleme işlemleri 100 adet örnek üzerinde uygulanmıştır. Uygulamada aşamalarını şu şekilde ifade etmek mümkündür:

1) Kimyasal çözme: Kil ayırma işlemi yapılırken, kil olmayan minerallerin kimyasal çözme yolu ile atılması işlemine denir. Karbonat minerallerinin atılması için 1N'lik asetik asit kullanılır. 1-10 gr. arasında öğütülmüş örnek 100 ml'lik behere koyulur ve daha sonra üzerine 40 ml 1N'lik asetik asit eklenir ve 30 dakika bekletilir. Örnek santrifüj tüplerine alınır ve 2000 devirde 5 dakika süre ile santrifüjlenir ve sıvı ile örnek ayrılır. Bu işleme karbonatlar atıncaya, bir başka ifade ile CO_2 gaz çıkışı duruncaya kadar devam edilir (Jackson, 1956; Kunze, 1965).

Organik maddenin atılması H_2O_2 (hidrojen peroksit) ile oksidasyon vasıtası ile sağlanır. Karbonatların atılması işlemi uygulanmış ve minimum miktardaki saf su ile 100ml'lik behere alınmış olan örnek üzerine %30'luk H_2O_2 'den 5 ml eklenir ve ara sıra karıştırılarak örnek bekletilir. Bu işleme örnekteki organik maddeden kaynaklanan koyu renk gidene kadar devam edilir. Örnek santrifüj tüpüne alınır ve 2000 devirde 5-10 dakika süre ile santrifüjlenerek örnek ile asitin ayrılması sağlanır ve asitli sıvı atılır (Jackson, 1956; Kunze, 1965).

2) Kararlı süspansiyon elde edilmesi: Kilin süspansiyonda kalmasını sağlayan bazı özellikleri vardır. Bunlar; kilin ağırlığı (yerçekimi etkisi), suyun kaldırma kuvveti, kilin (-) yüklü olması ile birbirini itmesi ve bu sebeple serbest kalarak çökmemesidir. Asitleme işleminin ardından çözeltide kalan katyonlar (-) yüklü iyonlarla birleşerek kili nötr hale getirirler ve onların çökmesine neden olurlar. Bu nedenle, asitleme işleminden sonra ortamdaki yabancı katyon ve anyonların uzaklaştırabilmesi için örneğe santrifüjleme, boşaltma ve saf su ile yıkama işlemleri uygulanır. Bu işleme, 2500 devir/dakika hızla santrifüjlendiğinde çökmeyen kararlı bir süspansiyon elde edilinceye kadar devam edilir (Gündoğdu, Yılmaz, 1983).

3) Kil fraksiyonunun kazanılması: Elde edilen kararlı süspansiyon 3 saat 40 dakika süre ile dinlenmeye bırakılır. Sedimentasyon süresi sonunda süspansiyonun üstteki 4 cm'lik kısmı alınır. Stokes yasasına göre kil tane boyutundaki partiküllerden oluşan çözelti, 3600 devir/dakika hızla 30-40 dakika santrifüjlenerek kil çökeleği veya çamuru elde edilir (Gündoğdu, Yılmaz, 1983).

XRD kil fraksiyonu (KF) çözümlenmeleri için her örneğe yukarıdaki işlemler uygulanmış, kil çamurundan 3 adet cam lam üzerine sıvama ile yönlendirilmiş örnekler hazırlanmış ve hazırlanan bu örneklerin normal (N) ve etilen glikollü (EG) difraktogramları çekilmiştir. Normal çekimler doğrudan lamla yapılan çekimlerdir. EG çekiminde ise kil minerallerinin şişmesi sağlanır. Bu amaçla lama sıvanmış örnek, 60 °C'de etilen glikol buharı bulunan desikatörde 12 saat süre ile bekletildikten sonra XRD çekimi yapılmıştır.

2.2.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemeleri

SEM (taramalı elektron mikroskobu) incelemeleri 5 örnek üzerinde, Gent Üniversitesi Jeoloji ve Toprak Bölümünde Jeol JSM 6400 marka taramalı elektron

mikroskoplarında gerçekleştirilmiştir. İncelemesi yapılacak olan örneklerden yaklaşık 1 cm³'lük parçalar koparılmış ve örneklerin doğal engebeli yüzeyleri altınla kaplanmıştır. Elektron mikroskobu incelemeleri yardımı ile minerallerin (kil, opal- CT vs.) morfoloji, boyut ve birbirleri ile olan dokusal ilişkileri saptanarak kökensel yorumlar elde edilmeye çalışılmıştır.

2.2.2.4. Diferansiyel Termik Analiz İncelemeleri

DTA incelemeleri killerin yüksek sıcaklıklarda gösterdikleri davranışlar vasıtası ile daha iyi tanımlanabilmelerini sağlamak amacı ile Gent Üniversitesinde (Belçika) NETZSCH 404 model diferansiyel termik analiz cihazında yapılmıştır.

Seramik hücreye konulan yaklaşık 5mg'lik kil fraksiyonu örnekleri 5 °C/dak ısıtma hızı ile 1100°C'ye kadar ısıtılmıştır. Referans maddesi olarak Al₂O₃ kullanılmış olup kağıt hızı 120mm/saat, aralık 0.05mV, termo element Pt-Rb-Pt'dir.

2.2.2.5. Kimyasal Analizler

Kimyasal analizler volkanik kayalar ve çalışma alanında ayırtlanan killerden yapılmıştır. Volkanik kayaların ana, iz ve nadir toprak analizleri için örnekler kaba kırıcıda kırılarak halkalı öğütücüde öğütülmüştür. Örnekler 200 mesh'in altında öğütülmüştür. Hazırlanan örneklerden 19 adet seçilmiş ana ve iz element analizleri ICP-AES, nadir toprak elementler için ICP- MS cihazlarıyla ACME Analiz Laboratuvarında (Kanada) yaptırılmıştır. Ana elementler ağırlıkça %, iz elementler ise ppm mertebesinde ölçülmüştür.

2.2.3. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları ile arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilen yorumlanmış ve değerlendirilmiştir. Jeolojik amaçlı çizim programları kullanılarak haritalar bilgisayar ortamında çizilmiş ve jeolojik kesitler alınmıştır. Tüm kayaç kimyasal analiz sonuçları Minpet programı yardımı ile farklı araştırmacılar tarafından önerilen diyagramlara düşürülmüştür. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda, bütün veriler değerlendirilmiş, yorumlanmış ve tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Stratigrafi

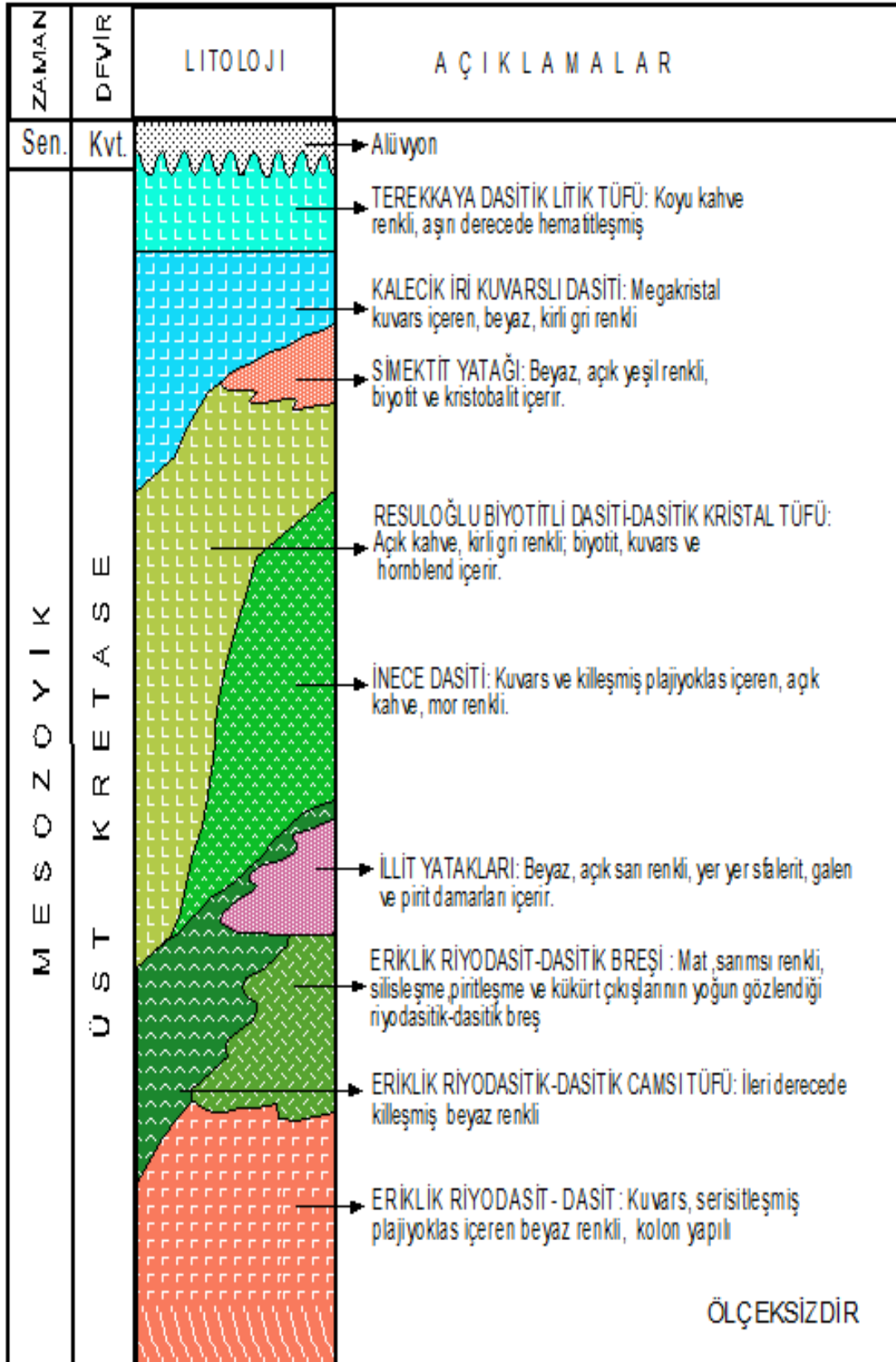
3.1.1. Giriş

Çalışma alanının tamamını Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonuna ait birimler oluşturmaktadır. Güven (1993) tarafından tanımlanan Geç Kretase yaşlı riyodasit, dasit ve piroklastitlerinden oluşan Kızılkaya Formasyonu, Doğu Pontid Kuzey Zonunda yaygın olarak yüzeyleme verir ve bölgedeki önemli masif sülfid cevherleşmelerini içerir.

İnceleme alanının tamamına yakın bölümünde yüzeyleme veren Kızılkaya Formasyonuna ait volkanitler fasiyesine göre ayırtlanmış ve yüzeyleme verdikleri Eriklik Köyü, İnece Köyü, Resuloğlu Mahallesi, Kalecik Tepesi, Terekkaya Mevkilerinin isimlendirilmiştir. Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonunun çalışma alanındaki en geniş yüzeyleme veren üyesi Eriklik riyodasit-dasitidir. Eriklik riyodasit-dasiti ile yanıl geçişli olarak bunların piroklastitlerine karşılık gelen Eriklik riyodasitik-dasitik tuf ve breşleri gözlenmektedir. Eriklik dasit-riyodasit ve piroklastitleri üzerine İnece dasiti gelir. Bu birimin üzerine kumlu, tüflü, killi bantlar içeren Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufu gelmektedir. Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal dasitik tufu Kalecik iri kuvarşlı dasitince üstlenmektedir. Bu birim ve Eriklik dasit-riyodasiti üzerine Geç Kretase yaşlı Terekkaya dasitik-riyodasitik litik tufu gelmektedir. Bu çalışmada Eriklik riyodasit-dasit, tuf ve breşi killeşmenin geliştiği birim olması nedeniyle üzerinde daha ayrıntılı olarak durulacaktır (Ek-1, Şekil 3).

3.1.2. Eriklik Riyodasit- Dasiti

Eriklik riyodasit-dasiti inceleme alanının güney ve güneybatısında geniş yüzeyleme vermektedir. Riyodasit-dasit çoğunlukla kolon yapı ve domsal olarak yerleşmiştir. Kolon yapılu riyodasit-dasitler Kuruköseoğlu mahallesi ile Kandaz deresinin batısında ve Tekmezar köyü yolu civarında yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4).



Şekil 3. Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti



Şekil 4. Eriklik riyodasit-dasitinde gözlenen kolon yapı (Gedik Tepe güneyi).

Riyodasit-dasitler genelde beyaz, açık gri ve açık gök mavi, beyaz renklerde. Birimde limonitleşme ve hematitleşme yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 5). Kolon yapılı riyodasit-dasitlerde pirit boşlukları ile çatlaklarda demir ve mangan sıvımaları



Şekil 5. Eriklik riyodasit-dasitinde gözlenen hematitleşme (Tekmezar köyü yolu, Gedik Tepe civarı).

gözlenmiştir. Ayrıca, riyodasit-dasitlerdeki bakır minerallerinin ayrışmasından malakitleşme (Şekil 6) ve malakitli-kalkopiritli pirit damarları yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 7). Riyodasit-dasitlerde saydam olmayan yuvarlaklaşmış 1-8 mm büyüklüğünde kuvars kristalleri ve bu birimlerin yüzeyinde alterasyonunun etkisiyle güncel killeşme gözlenmektedir.



Şekil 6. Eriklik Riyodasit ve dasitinde killeşme ve malakitleşme (Gedik Tepe).



Şekil 7. Eriklik riyodasit-dasitinde 2m uzunluğunda 0.25m eninde malakitli, kalkopiritli pirit damarı (Kuruköseoğlu Mahallesi yolu).

3.1.3. Eriklik Riyodasitik-Dasitik Camsı Tüfü

Eriklik riyodasiti-dasitik camsı tüfü Eriklik riyodasiti-dasitinin kuzeyinde, Akyar Tepesi, Eriklik köyü merkezi, Kuşluhan köyü ve Sülüklü göl dolaylarında yüzeyleme vermektedir. Riyodasitik-dasitik camsı tüf açık gri renkli çoğu yerde düzensiz, yer yer tabakalanma gözlenmektedir. Tipik örneği Akyar Tepesinde ve Eriklik köyünün güney Batısında gözlenen camsı tüflerde yüzeysel alterasyonunun etkisiyle renk değişimi gözlenebilmektedir (Şekil 8). Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü, Eriklik riyodasiti-dasiti ile Eriklik riyodasitik-dasitik breşinden kesin sınırlarla ayrıtlanamamaktadır.



Şekil 8. Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüflerinde gözlenen alterasyon izleri (Akyar Tepesi).

Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüflerin yaygın olarak killeşme, daha az oranda limonitleşme, hematitleşme ve silisleşme gözlenmektedir (Şekil 9). Killeşmiş tüfler içerisinde silis yuvarlaklaşmış 5 mm çapında yumrular şeklinde yoğun olarak gözlenmektedir.

3.1.4. Eriklik Riyodasitik- Dasitik Breşi

Eriklik riyodasitik-dasitik breşi, Akyar Tepesinin doğusu ile Çamlık tepesinin güneyinde gözlenmektedir. Koyu gri açık kahve, açık, mat mavi, sarımsı renklere, yoğun

çatlaklı ve 20 cm büyüklüğe ulaşan riyodasitik-dasitik breşte, bağlayıcı kül ve tüftür. Özellikle Gedik tepesinin güneyinde kurşun-çinko cevherleşmeleri gelişmiştir (Şekil 10). Breşlerde yer yer kükürt çıkışları, yaygın olarak piritleşme ve silisleşme, nadiren malakitleşme gözlenmektedir.

Kuruköseoğlu ve Akyar kil yatağının kuzeyinde Eriklik riyodasitik-dasiti breşi içerisinde geliştiği görülmektedir.



Şekil 9. Eriklik dasitik camsı tufündeki limonitleşme ve doğu-batı doğrultulu tabaka duruşu.

3.1.5. İnece Dasiti

İnece dasiti Kandaz deresinin doğusunda İnece köyünün Hacıvelioğlu mahallesi ile Tekmezar köyünün batısında yüzeyleme vermektedir. İnece dasiti açık pembe, açık kahve ve mor renktedir. Eriklik riyodasit-dasiti ile Kalecik iri kuvarslı dasitinden farklı olarak kuvars kristalleri daha küçük boyutlardadır. Arazide ani yükselti (yüksek uçurum) oluşturmasıyla dikkat çekmektedirler. Kandaz deresi boyunca gözlenen bu birim yer yer kolonsu yapı göstermektedir. Kolonların çapları 5-15 cm arasında değişmektedir.

İnece dasiti Eriklik riyodasit-dasitine oranla daha az kırıklı ve masiftir. Bölgenin karakteristik yapısına uygun olarak birim içerisinde 2 cm çaplarına varan saçınımlı piritte yaygın olarak rastlanmaktadır.

3.1.6. Resuloğlu Biotitli Dasiti ve Dasitik Kristal Tüfü

Kızılkaya Formasyonu içerisinde kalan Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tüfüne Kahraman (1983) tarafından kumlu, tüflü, killi bantlar içeren biyotitli dasitik tüf denilmiştir.



Şekil 10. Eriklik köyü batısında gözlenen sarımsı renkli riyodasitik-dasitik breşi ve bağlayıcıda gelişen killeşme.

Çalışma alanı dışında, kuzeyde Süleymanşeyh ve Çürgüloğlu mahallerinde gözlenen birim, çalışma alanında Resuloğlu mahallesinde yüzeyleme vermektedir. Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tüfü diğer birimlerden açık kahve, koyu krem, açık toprak rengi yer yer kalın 70 cm kalınlığa ulaşan tabakalı olması, içerisinde 0.6 mm çapında gözle görülebilen büyüklükte biyotit kristalleri içermesiyle ayrılmaktadır. Makroskopik olarak kuvars kristalleri tanımlanabilmektedir.

Silisleşmiş dasitik tüfler kumtaşı-kiltaşı arakatlı seviyelerle ara katkılı olarak bulunurlar (Şekil 11). Kumtaşı-kiltaşı açık sarı renkli ince 20 cm kalınlığında devamsız seviyeler halindedirler ve elle kolaylıkla parçalanabilirler. Silisleşmiş dasitik tüfün dayanımı oldukça yüksek ve masif bir yapıya sahiptir, taze yüzey rengi ise mat gridir.

Resuloğlu biyotitli dasiti yer yer akma yapısı göstermektedir (Şekil 12). Bu birim içerisinde piritleşme, killeşme, silisleşme şeklinde alterasyonlar ile ekonomik değeri olmayacak kadar küçük Pb, Zn, Cu cevherleşmeleri gözlenmiştir.



Şekil 11. Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal tufu ile arakatkılı kumtaşı, kiltası.



Şekil 12. Resuloğlu biyotitli dasitinde görülen akma yapısı (Cürgüloğlu Mahallesinden).

Birimin kalınlığı yaklaşık 1500 m olduğu, sedimanter bantlarda yapılan paleontolojik incelemede, *Globotruncana tricarinata guercean*, *Globotruncana linneiana d'orbing*,

Globoatruncana spp., *Globoatruncana stuarti*, *Globoatruncana arca cushman* fosillerinin olduğu belirtilerek bu birime Üst Senoniyen yaşı verilmiştir (Kahraman, 1983).

3.1.7. Kalecik İri Kuvarslı Dasiti

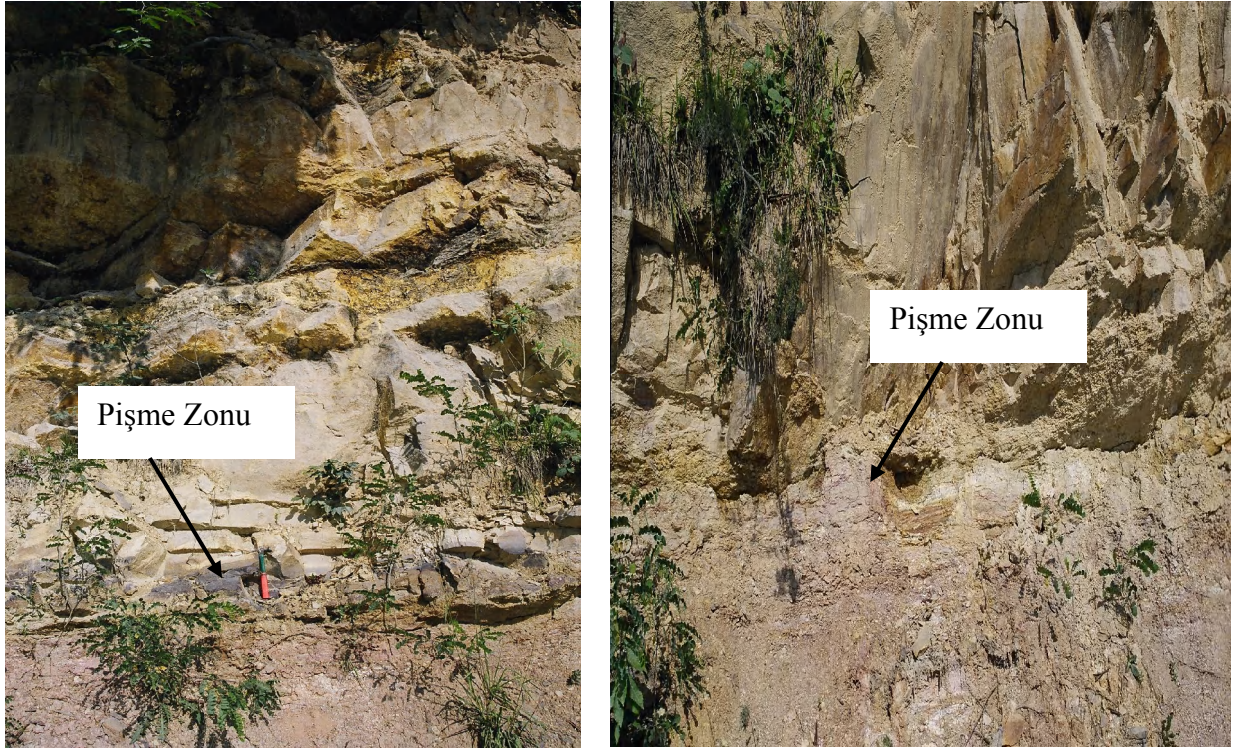
Kalecik tepesi, Anakıztaşı tepesi, Sibiçoğlu mahallesi ve Kaşdibi mahallesinde yüzeyleme veren iri kuvars içeren dasitler Kalecik iri kuvarslı dasiti olarak isimlendirilmiştir. Resuloğlu biyotitli dasit ve dasitik kristal tufu ile Eriklik dasitik camı tufu üzerine gelmektedir (Şekil 13). Özellikle Eriklik dasitik camı tufu ile dokanak bölgelerinde gözlenen pişme zonları belirgindir. Silisleşme, piritleşme, killeşme birimde gözlenen yaygın alterasyonlardır (Şekil 14).

Kalecik iri kuvarslı dasiti açık turuncu, kahve kirli beyaz renktedir. İçerisinde bulunan kuvars kristalleri 1-8 mm büyüklüğe ulaşmaktadır. Kalecik iri kuvarslı dasiti içerisinde bulunan kuvarsların öz-yarıözşekilli olması volkanizma evresinin yavaş geliştiği şeklinde kabul edilebilir. Birim içerisindeki çatlaklar süt rengi kuvars ile doldurulmuştur. Masif bir yapı sunan birim sivri tepe oluşturur. Kubbemsi şekli ve yapısal yerleşimi domsal olarak yerleştiğini işaret eder. KB-GD fay hattı doğrultusu üzerinde yerleşimi Anakıztaşı Tepesi ve Kalecik Tepesi arazide tespit edilen domlardır. Alterasyonun nadir



Şekil 13. a) Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufünde domsal yapı b) Kalecik iri kuvarslı dasitinin Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufu ile dokanağı (Terekkaya mevkiinden).

olarak gözleendiği bu birimde saçınım şeklinde pirit, faylanmalara bağlı olarak malakitleşme ile Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal tñfü ile dokanak bölgelerinde killeşmeler gözlenmektedir.



Şekil 14. Kalecik iri kuvarslı dasitinin Resuloğlu dasitik kristal tñfü ile dokanağında gözlenen pişme zonlarının görünümü (Kalecik Tepesi doğusundan).

3.1.8. Terekkaya Dasitik Litik Tñfü

Terekkaya dasitik litik tñfü Eriklik riyodasit-dasiti ve Kalecik iri kuvarslı dasiti üzerine gelmektedir. Akyar tepesinin kuzeybatısı ile Kuruköseoğlu mahallesinin kuzeyinde yaklaşık 0,5 km² alanda yüzeyleme veren Terekkaya dasitik litik tñfü yataya yakın tabakalı yapısı ile çalışma sahasında gözlenen diğer birimlerden ayrılmaktadır. Kahve-turuncu renkli olan birimin dayanımı oldukça düşüktür. Ayar Deresi güneyinde yüzeyleme veren tñflerde ise killeşmeye de neden olan faylanmanın etkisiyle düzensiz bir yapı gözlenmektedir. Birimin koyu rengi yaygın hematitleşmeden kaynaklanmaktadır.

3.2. Volkanitlerin Alterasyon Jeolojisi

3.2.1. Giriş

Çalışma sahasında alterasyon yaygındır. Başlıca alterasyonlar killeşme, piritleşme, limonitleşme silisleşme ve malakitleşme tanımlanmaktadır. Yaygın alterasyon sonucu oluşan kil yatakları silsili zonlar, kalkopirit ve galenli malakit damarları arazi çalışmalarında ayırtılmaya çalışılmıştır. Çalışma alanında sadece killeşme gözlenen yatakların haritası çıkarılmış (EK-1), alterasyon alanlarının dağılımı ve yan kayaçlarla ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

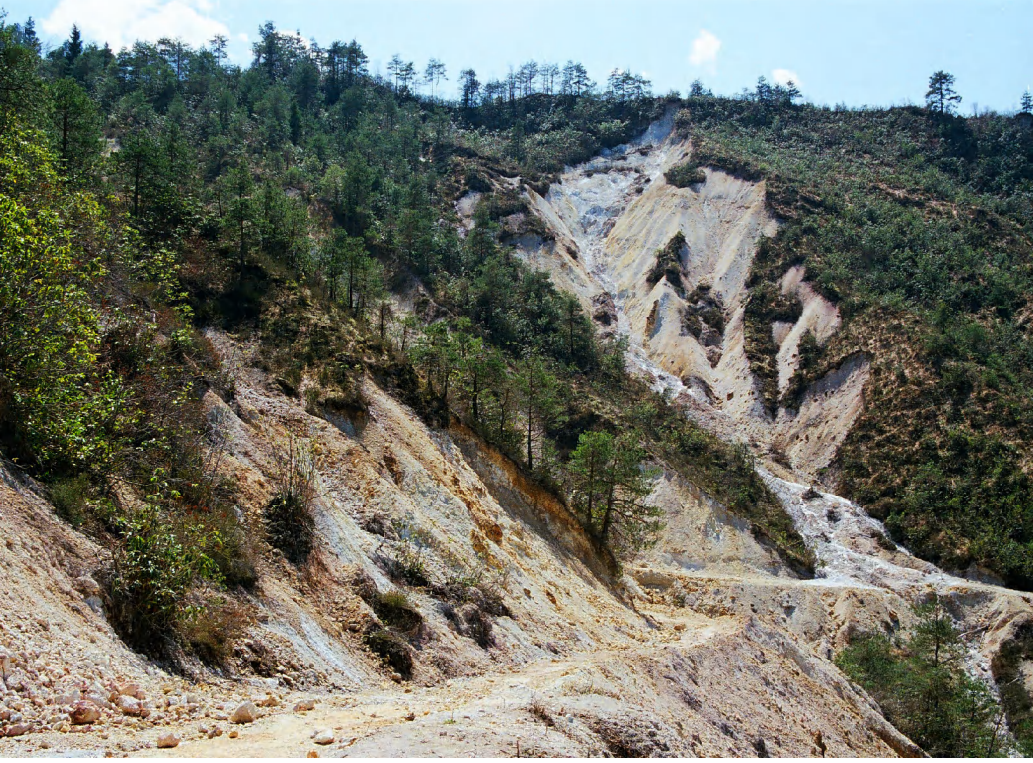
Çalışma alanında killeşmenin geliştiği ve tamamen ana kayanın kile dönüştüğü alanlar kil yatağı olarak tanımlanmıştır.

3.2.2. Killeşme

Kil yatakları, beyaz renge sahip olması, yüzeyleme verdiği bölgelerin genellikle bitki örtüsünden yoksun olması ve bu bölgelerde yerel heyelanların gelişmesi nedeniyle arazide diğer birimlerden kolayca ayrılabilir. Ayrıca kırık yapılarına bağlı olarak su çıkış bölgesi olan kil yataklarına bölgede piritleşme eşlik etmektedir. Kil yatakları Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü içerisinde, Kalecik iri kuvarslı dasit ile Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tuf sınırında bulunmaktadır. Çamlık tepesi ile Akyar tepesi arasında kalan sırtın her iki yanında da yüzeyleme verirler. Arazi çalışmalarında Kuruköseoğlu, Akyar, Kandaz, Kuşluhan ve Kalecik olmak üzere toplam 5 adet kil yatağı ayırtlanmıştır.

3.2.2.1. Kuruköseoğlu Kil Yatağı

Kuruköseoğlu Mahallesi'nin kuzey doğusunda, Eriklik riyodasit-dasiti ile Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü ve breşinin sınırında yer alan Kuruköseoğlu kil yatağı inceleme alanının en geniş yüzeylemesine sahip ve 15m kalınlıktadır. Bölge beyaz rengi ve heyelan oluşumu ile karakteristiktir (Şekil 15 ve Şekil 16).



Şekil 15. Kuruköseoğlu kil yatağının kuzey yönünden görünümü.



Şekil 16. Kuruköseoğlu kil yatağının batı yönünden görünümü.

Kil yatağında yüzeysel aşınmaya uğramış killerin içerisinde çıkıntı şeklinde kükürtlü silisifiye tepecikler bulunmaktadır. Ayrıca, K75B doğrultulu 3-7cm kalınlıkta kuvarslı,

galen, çinkoblend damarları ile yoğun pirit oluşumları (Şekil 17) izlenmektedir. Yer yer limonitleşme ve hematitleşme de gözlenmektedir. Kuruköseoğlu kil yatağının yerleşimi F6 düşey fay kontrollüdür.



Şekil 17. Kuruköseoğlu kil yatağındaki K75B doğrultulu kuvarslı galen, çinkoblend damarının görünümü.

3.2.2.2. Akyar Kil Yatağı

Eriklik köyünün batısında Akyar tepesinin güney ve doğusunda iki küçük bölgeden oluşan Akyar kil yatağı F3 fayının her iki yanında yer almaktadır (Şekil 18, 19).

Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tuf ve breşi içerisinde yer alan Akyar kil yatağındaki killerin rengi açık mavi, beyaz, gri, açık sarı, yer yer pembe. Bir süre tuğla yapımında hammadde olarak kullanılan killerde kalınlık düşeyde 25 metredir. Yüzeyde ayrışan killer içerisinde damar şeklinde ve saçılmış kristaller halinde, doğrultusu K85D olan, yaklaşık 1,5 metre uzunluğunda ve 25 cm genişliğinde çinkoblend damarları gözlenmiştir (Şekil 20). Çinkoblend ile birlikte galen kristalleri de daha az oranda tespit edilmiştir. Kil yatağı içerisinde piritleşme silisleşme ve hematitleşme yaygın olarak gelişmiştir.



Şekil 18. Akyar kil yatağı (kalınlık 20m) güney bölgesinin görünümü.



Şekil 19. Akyar kil yatağı, beyaz açık mavi renkli killerin görünümü.



Şekil 20. Akyar kil yatağında gözlenen çinkoblend taneleri(siyah renkli)

3.2.2.3. Kandaz Kil Yatağı

Kandaz deresinin batısında, Eriklik köyünün güneyinde F2 fayının doğu ucunda yer alan kil yatağı Kandaz kil yatağı olarak isimlendirilmiştir. Eriklik riyodasit-dasiti ile Eriklik riyodasitik- dasitik camsı tuf ve breşi sınırında yer almaktadır. Kandaz kil yatağındaki killerin rengi beyaz, açık mavi ve gri tonlarında değişmektedir. Kil yatağı içinde 0.2-4 cm büyüklüğünde iri pirit taneleri tespit edilmiştir. Kandaz kil yatağının Eriklik riyodasitik-dasitik breşinde yüzeysel olarak gelişmiş mangan yumruları ve hematitleşme görülmüştür (Şekil 21).

Diğer kil yataklarında izlenen killerden fiziksel olarak daha yumuşak ve şekil alabilen bir yapıya sahiptir. Killeşme, F6 fayı ile Doğu Karadeniz bölgesinin tektonik yapısını belirleyen (Bektaş ve Çapkınoğlu, 1997) KB-GD yönlü F1 fayı ile KD-GB yönlü F2 faylarının kesiştiği bölgede ve bu üç fayın kontrolünde geliştiği düşünülmektedir.

3.2.2.4. Kuşluhan Kil Yatağı

Kuşluhan köyünün Eyüpağa mahallesinde Sülüklü gölün Kuzeyinde Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tuf içerisinde yer alan Kuşluhan Kil yatağı beyaz, açık sarı, açık pembe renge sahiptir. Kuşluhan kil yatağı içerisinde geçen F5 fayı bağlı olarak yüzeyde

bulunan silisleşmiş kayaçlarda fay izleri ile breşik, silisle çimentolanmış, demir çözeltileriyle renklenmiş fay breşleri tespit edilmiştir. Diğer kil yataklarına göre kükürtleşme baskındır (Şekil 22). Piritleşme, limonitleşme ve hematitleşme bölgedeki diğer alterasyon oluşumlarıdır.



Şekil 21. Kandaz kil yatağının çevresindeki kayaçlarda gözlenen mangan yumruları.



Şekil 22. Kuşluhan kil yatağının görünümü ve yüzeyde gelişen kükürtleşme.

3.2.2.5. Kalecik Kil Yatağı

Kalecik tepesinin Kuzeydođusunda Kalecik iri kuvarslı dasiti ile Resuloğlu dasitik kristal tñfñnñn sınırında yer alan kil yatağı F4 dñşey fayının yñkselen bloğunda yer almaktadır. Kirli sarı-kirli beyaz renkli kil oluğuğu içerisinde 1-5 mm boyutunda mat yuvarlak silis yumruları tespit edilmiştir. 1-1,5 metre uzunluğunda pirit sıvamaları ile hematitleşme gñzlendiđi yatak 200 m²'lik bir alanda yñzeyleme vermekte olup, ortalama kalınlığı 4 metre civarındadır (şekil 23).



şekil 23. Kalecik kil yatağında bakkala dilimi yapısı ve pirit sıvaması (gri renkli).

3.2.3. Alterasyon Alanlarının Dağılımları

İnceleme alanında killeşmenin dışında, yaygın olarak piritleşme, silisleşme, malakitleşme, limonitleşme, hematitleşme ile nadir olarak mangan oluşumları gñzlenmiřtir. Killeşme fay kontrolñne bağlı olarak tñm inceleme alanı, yukarıda belirtilen beř kil yatağı çevresi ile özellikle amlık tepesinin Gñneybatısı ve Kuzeyinde yaygındır.

Piritleşme bñlgede gñzlenen tñm kil yatakları içerisinde gñrñlmñřtñr. Özellikle Kandaz kil yatağı içerisinde gelişmiş piritleşmede pirit taneleri 4 cm boyuta ulaştığı tespit

edilmiştir. Piritleşme, Eriklik riyodasitik-dasitik breşi içerisinde F3 fayı çevresinde, Kaşdibi mahallesinin Güneydoğusunda, Gediktepe çevresinde de yaygındır.

Silisleşme, Kuruköseoğlu kil yatağında en yoğun oluşuma sahiptir. Bu bölgede killerin yüzeysel ayrışması sonucu cüruf görünümlü sarı-beyaz renkli tepecikler görünümüyle ayırt edilmektedir. F3, F4 ve F5 faylarının fay aynası ve çevresinde, Eriklik riyodasitik-dasitik breşi ile Eriklik riyodasit-dasiti içerisinde yer alan Tekmezar köyü çevresi ve Gedik tepesinin güneyinde yer alan breşlerde, Terekkaya mevkiinde, Kalecik Tepesinin Doğusundaki pişme bölgesi ile Resuloğlu dasitik kristal tüflerinde katmansız akma yapısının gözlenildiği bölgelerde silisleşme yaygındır. Bu bölgede kayaçın taze yüzeyi mat gri renktedir.

Malakitleşme, Kalecik tepesinin doğusunda Kalecik iri kuvarslı dasit ve Gedik tepesinin kuzeyinde Eriklik riyodasit-dasiti içerisinde gözlenmiştir. Kuruköseoğlu mahallesi yolu üzerinde ise 2 metre boyuta ulaşan malakitli kalkopirit-pirit-galen damarı tespit edilmiştir. Renk mavi-açık yeşildir.

Limonitleşme, Kandaz ve Kuşluhan kil yatağı çevresinde gözlenmiştir. Limonitleşmenin yaygın gözlendiği kayaçlar gerçek rengini kaybederek açık sarı, sarımsı kahverengi ve gri renkte gözlenmektedir.

Hematitleşme, en belirgin Terekkaya dasitik litik tufünün yüzeyleme verdiği alanlarda gözlenmiştir. Renk koyu kahve, koyu kırmızıdır. Özellikle Eriklik riyodasiti-dasitinde gözlenen kolon debili kayaçların çatlaklarında hematitleşme ve demir sıvamaları birlikte gözlenmektedir. F5 fayı boyunca yüzeyde gözlenen breşik kayaçların çoğu silisleşmiş ve hematitleşmiştir.

Kandaz kil yatağının batısında ve Kuruköseoğlu kil yatağının doğusunda küçük bir alanda mangan sıvamaları ve yumruları gözlenmiştir. Kuruköseoğlu kil yatağı içerisinde ise kristal kalsitleşme ender olarak tespit edilmiştir.

3.3. Yapısal Jeoloji

3.3.1. Giriş

Çalışma sahası; Doğu Pontid tektonik birliği içerisinde kalmaktadır. Bektaş ve Çapkınoğlu (1997) uydu ve hava fotoğraflarını kullanarak üç farklı doğrultuda (D-B, KB-

GD, KD-GB) gelişmiş fayların varlığını ortaya koymuşlardır. Çalışma alanında KB-GD ve KD-GB doğrultulu gözlenen tepeler bu bilgiye paralellik sunduğunu düşündürmektedir.

3.3.2. Faylar

Çalışma sahasında ve çevresindeki Kalecik Tepesi, Anakız Tepesi, Mantarlık Tepesi, Keyfanoğlu Mahallesi tepesi ile Çeğel Tepesinin üzerinde bulunduğu KB-GD doğrultusunda, F1 fayı bulunmaktadır. Çalışma sahasında F1 fayı en büyük uzanımlı faydır. Çeğel Tepesinden başlayıp Eriklik köyünün Güneydoğusunda Kandaz Deresinde son bulmaktadır (EK-1).

F1 fayı paralel olarak Akyar Tepesinde K40B/75KD eğimli normal fay (F3) gözlenmektedir. Kalecik Tepesi ile Eyüpağa Mahallesi arasında kalan bölgede Kalecik iri kuvarslı dasiti ile Eriklik riyodasit-dasitik camı tüfü sınırını oluşturan ani yükselme belirtisi olan bir düşey fay (F4) gözlenmiştir. Bu bölgede demirli su çıkışları karakteristiktir.

Eyüpağa mahallesinde yer alan Kuşluhan kil yatağındaki breşik kayalar, kükürt oluşumları ve kayalarda gözlenen kayma çizgilerine dayanılarak D-B yönlü düşey F5 fayı tanımlanmıştır.

Çamlık tepesi ile Akyar tepesini ayıran F6 fayı bölgede cevherleşme ve killeşmenin ana nedeni olduğu düşünülmektedir (EK-1). F6 fayının düşey yönlü, kuzeyde kalan bloğun alçalan, güneyde kalan blok ise yükselen tarafı oluşturmaktadır. F6 fayının her iki bitim bölgesinde kil yatağı oluşumu mevcuttur.

3.4. Petrografi

3.4.1. Eriklik Riyodasit-Dasiti

Kızılkaya Formasyonu içerisinde yer alan Eriklik riyodasit-dasitinden alınan örneklerin incelenmesi sonucunda mikrogranüler, mikrogranü porfirik ve hyalomikrogranü porfirik doku gösterdikleri belirlenmiştir. Kayaç içerisinde fenokristal olarak plajiyoklas, kuvars, sanidin, biyotit ve opak mineraller tanımlanmıştır. Hamur plajiyoklas, kuvars sanidin, opak mineraller ve volkanik camdan oluşmaktadır. İkincil mineral olarak ise kuvars, serisit ve kil mineralleri görülmektedir.

Plajiyoklas, yarı öz şekilli, yer yer elek dokulu iskeletimsi kristaller halindedir. Küçük kristal halde bulunan plajiyoklasın, iri kristalleri tamamen serizite dönüştüğü gözlenmiştir.

Kuvars, ince kesit hazırlanması sırasında alterasyona uğramış kayaç içerisinde kolaylıkla sökülmesi nedeniyle ince kesitlerde nadir gözlenmiştir. Kuvarslar genellikle öz şekilsiz, yarı öz şekilli ve kenarlarından yuvarlaklaşmış, çatlaklı yapıdadır (Şekil 24).

Sanidin, riyodasitlerde fenokristal olarak ve bileşen, hamurda ise mikrolitler halinde bulunur. Çapraz nikolde renksiz, alterasyondan az etkilenmiş pürüzsüz yüzeyli, çatlaksız, (001) yüzeyine paralel tek yönde dilinim gösterir. Sönme açısı dike yakın olan sanidin I. sıranın gri, beyaz girişim renklerini vermektedir (Şekil 24). Karlsbad ikizlenmesi ile tipiktir. Sanidin genellikle yarı öz şekilli halde, kenarlarından kemirilmiş durumda ve içerisinde cam inklüzyonları içerir.

Biyotit, Eriklik riyodasit-dasitinde genellikle hamur içerisinde gözlenir. Tek nikol ve çift nikoldeki turuncu, kahve rengi ile kuvvetli pleokroizması ile ayırt edilmektedir. Boyuna dilinimleri seçilen biyotitin genellikle uç kısımları tırtıklıdır.

Opak mineraller, alterasyonun yoğun olarak gözlendiği çalışma alanında incelenen örneklerin bir çoğunda öz şekilsiz, fenokristal olarak veya hamurda, kuvars ve plajiyoklas içerisinde inklüzyon halinde bulunmaktadır. Hamur cam, opak mineraller, plajiyoklas, serisit ve ikincil kuvarstan oluşmaktadır.

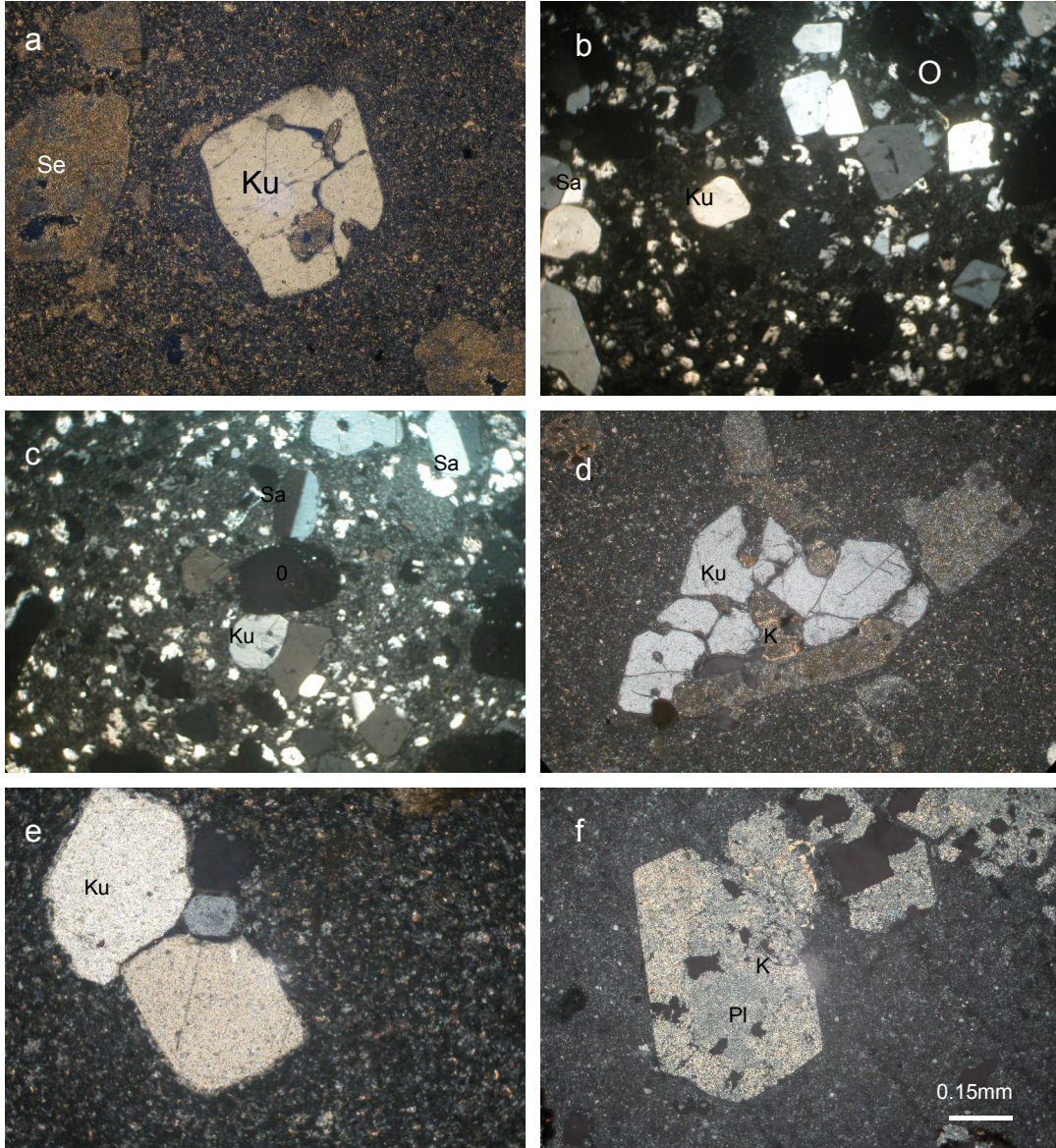
3.4.2. Eriklik Riyodasitik-Dasitik Camsı Tüf ve Breşi

Riyodasitik-dasitik camsı tüfte kristal bileşen olarak kuvars, plajiyoklas, sanidin, biyotit ve opak minerallerden oluşmaktadır. İkincil mineraller olarak ise serisit ve kalsit tespit edilmiştir. Bağlayıcı daha çok plajiyoklas mikrolitleri, opak mineraller ve kil minerallerinden oluşur.

Plajiyoklas, sanidine oranla daha küçük kristaller halinde içerisinde öz şekilsiz, uçlarından tırtıklı olarak gözlenmiştir. Çatlakları boyuna serisitleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Çoğu plajiyoklas kristalleri alterasyona uğrayarak tamamen serisitleşmiştir (Şekil 25).

Kuvars, kenarlarından kemirilmiş yenmiş, yuvarlaklaşmış olarak gözlenir. Kenarlarında ise ikincil silisleşme ve kalsitleşme görülebilmektedir. Camsı ve opak mineraller kristal içinde inklüzyon halinde ve yuvarlaklaşmış olarak izlenmiştir (Şekil 25).

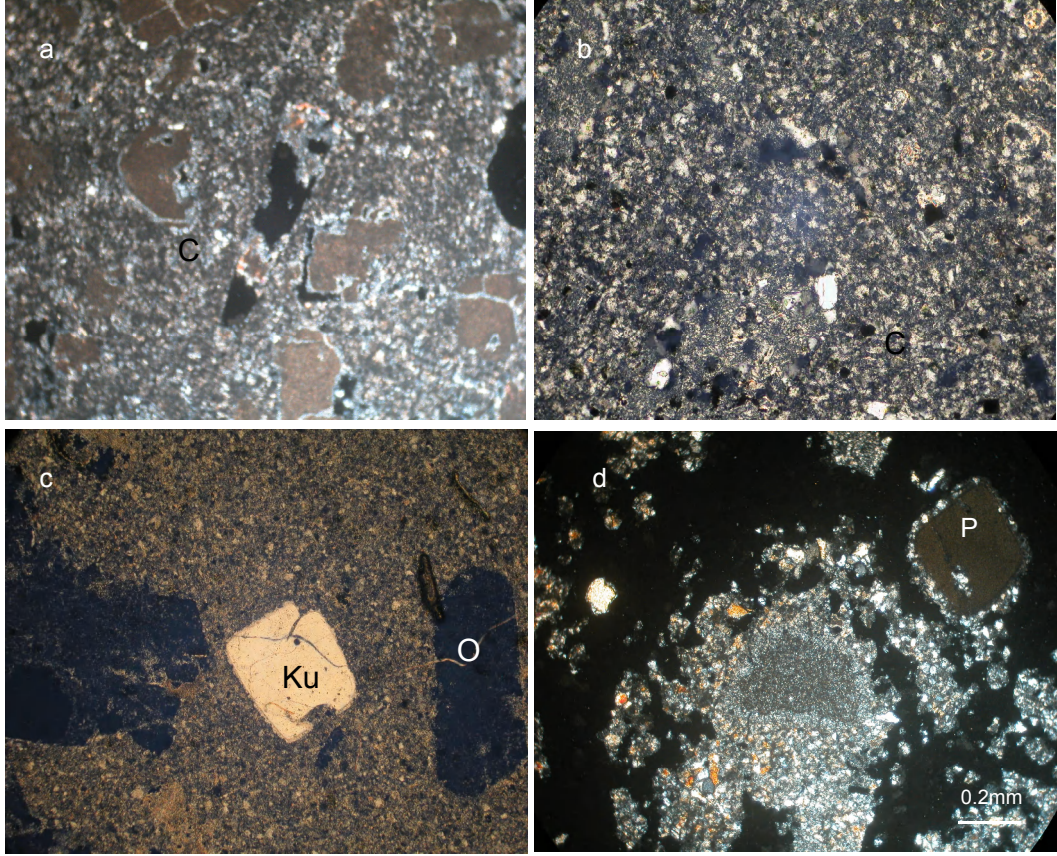
Sanidin, öz şekilsiz, renksiz, Karlsbad ikizlenmesi ve ardışıklı gri-siyah renkte sönme göstermesiyle ayırt edilmektedir. Sanidin (001) yüzeyine paralel tek yönde dilinim göstermektedir. İçerisinde yer yer camsı ve opak mineral gözlenmiştir (Şekil 25).



Şekil 24. Eriklik riyodasit-dasiti içerisindeki a) kuvarsta kemirilme ve plajiyoklaslarda serisitleşme, sanidin ve kuvars mineralleri mikrogranü hamur içerisinde, b) ve c) yarı özşekilli sanidin ve kuvars d), e), f) Kuvars ve serisitleşmiş plajiyoklasın görünümü (Ç.N., Ku:kuvars, Sa:Sanidin, Pl:Plajiyoklas, K: Kalsit, Se: Serisit, O:Opak mineral. Örnek No:a-d-e:E-48, b-c;E-80, f:E-65).

Biyotit riyodasitik-dasitik tüfler içerisinde ender olarak görülmektedir. Çapraz nikol ve tek nikolde belirgin turuncu-kahve renk pleokroizması tek yönde boyuna dilinimleri ile

ayırıt edilmektedir. Genellikle uçlarından itibaren kırılmış şekilde parçalı çevresi görülmektedir. Hamur cam, opak mineral ve nadiren mikrolitlerden oluşmaktadır.



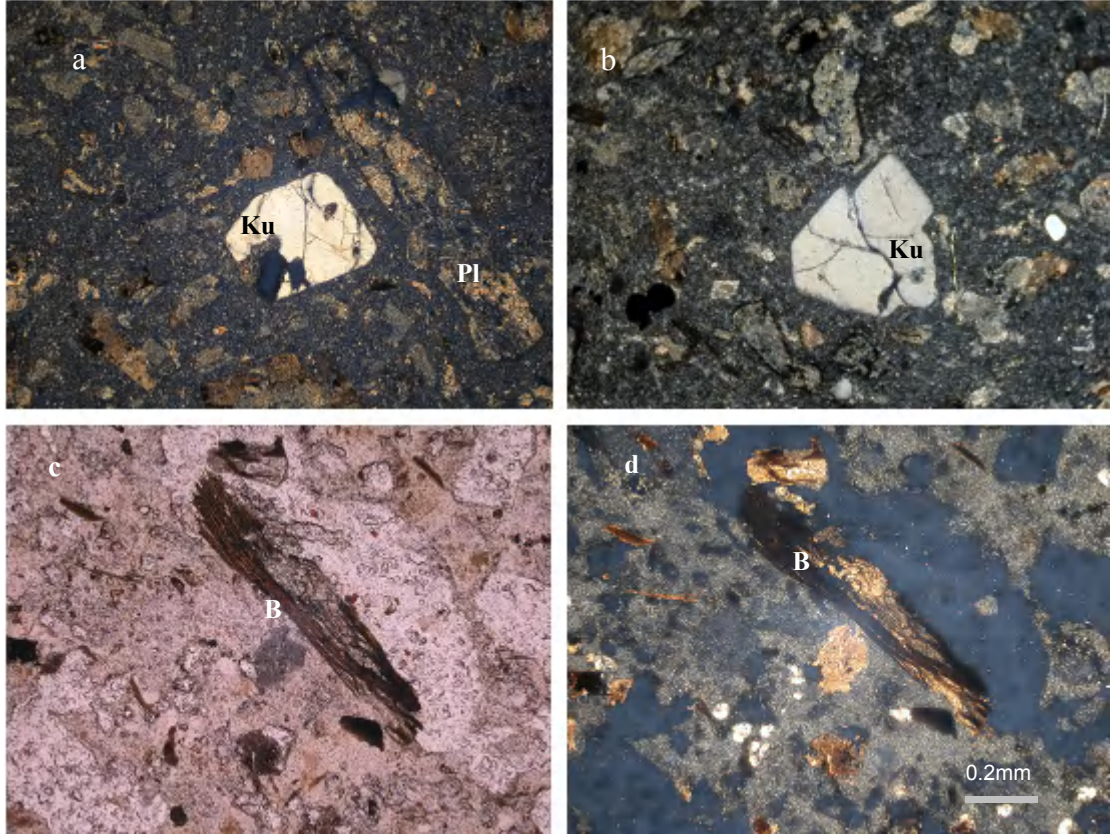
Şekil 25. Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfünde a) ve b) cam kıymıkları, c) kuvars kristali d) pirit çevresinde ikincil gelişen mineraller, (Ç.N., Ku: Kuvars, C: Volkanik cam, O: Opak mineral, P:Pirit, Örnek No:a- 93, b- 81, c,d-65).

3.4.3. İnce Dasiti

İnce dasitinden alınan örneklerin ince kesitlerinin incelenmesi sonucunda, genellikle porfirik doku gösterdikleri belirlenmiştir. Kayaç içerisinde fenokristal olarak kuvars, plajiyoklas ve nadiren biyotit gözlenmiştir. Hamurun bir bölümü opak mineral kuvars ve kil minerallerinden oluşmaktadır. İkincil mineral olarak kalsit, serisit ve kil mineralleri gözlenmektedir.

Kuvars, plajiyoklaslar ile birlikte İnce dasitinde esas bileşen olarak öz şekilli ve yarı özşekilli halde bulunmaktadır ve I. sıranın gri-beyaz girişim renklerini sunmaktadır. Kırıklı bir yapıda ve kenarlarından yenmiştir. Bu kırıklar da serisit, kalsit ve kil mineralleri yaygın olarak izlenmektedir (Şekil 26).

Plajiyoklas, İnece dasiti içerisinde kuvarstan daha bol bulunmasına rağmen tamamına yakını alterasyon sonucu serisit ve kalsite dönüşmüştür. Hamurda ise az oranda plajiyoklas mikroliti tanımlanmıştır (Şekil 26).



Şekil 26. İnece dasitinde a) Kuvars ve plajiyoklaslarda serisitleşme (Ç.N., Örnek No: 73), b) Yarıözşekilli kuvars kristali, hamurda serisitleşme ve kalsitleşme (Ç.N., Örnek No: E-78), c ve d) Biyotitlerde dilinimleri boyunca gelişen opaklaşma (T.N., Ç.N., Örnek No:E-73), (Pl:Altere plajiyoklas, Ku:Kuvars, B:biyotit,).

Biyotit, çapraz nikol ve tek nikolde koyu kahverengiyle tanınmaktadır. Öz şekilli ve yarıözşekilli dilinimleri boyunca opaklaşmıştır (Şekil 26).

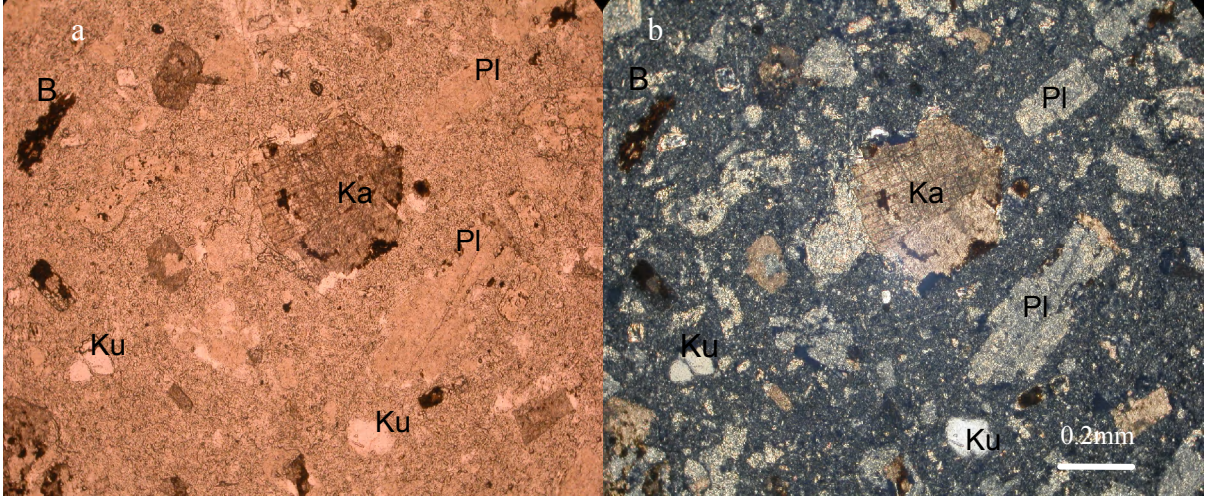
İnece dasitinde ikincil mineral olarak kalsit kayaç içerisinde yaygın olarak görülmektedir (Şekil 27). Kalsit, açık toprak rengi ve çift yönde belirgin dilinimleri ile kolayca tanınabilmektedir. Çoğu yerde plajiyoklas mineralinin iskeleti içinde ve serisit ile birlikte yer yer boşluk dolgusu olarak bulunmaktadır.

Kayaç yaygın olarak silisleşme, serisitleşme, killeşme ve kalsitleşmiştir.

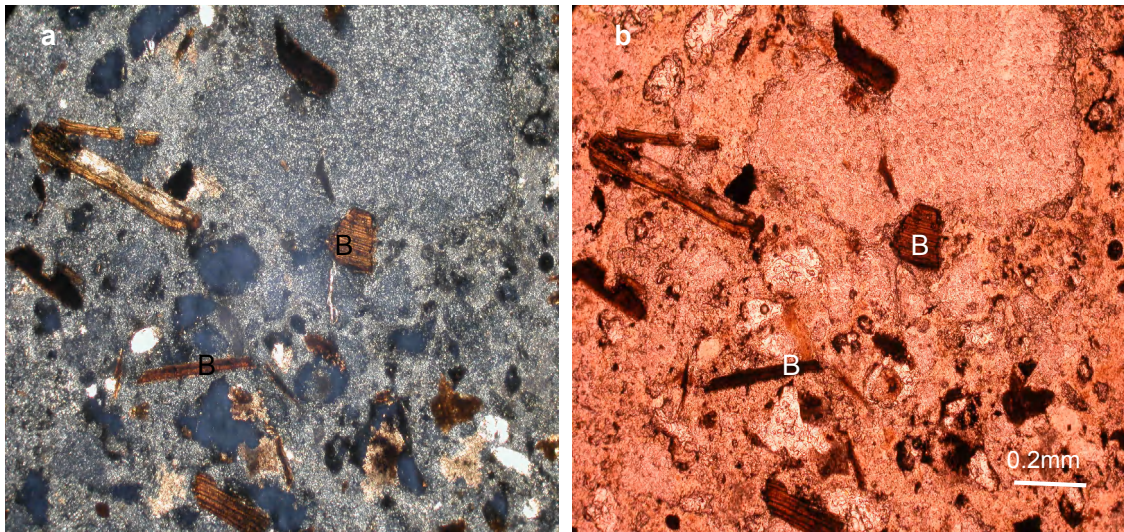
3.4.4. Resuloğlu Biyotitli Dasiti ve Dasitik Kristal Tüfü

Resuloğlu dasitik Kristal tüfü mikrolitik porfirik, gözenekli, hyalomikrogranü porfirik doku gözlenmektedir. Kayaç içerisinde fenokristal olarak biyotit, hornblend, kuvars, sanidin ve opak mineraller gözlenmektedir.

Biyotit, camsı hamur içerisinde tek nikelde kahve, turuncu rengi ile tipiktir. Kristaller yarı öz şekilli, boyuna uzayan mineraller olarak bulunur. Biyotit tek yönde boyuna dilinimler ve kristallerinin her iki ucu tırtıklı olarak gözlenmiştir. Biyotitlerde alterasyon gelişmiş ve kloritleşme, ositleşme, opaklaşma oluşmuştur (Şekil 28).



Şekil 27. İnce dasitinde plajiyokaslarda gözlemlenen kalsitleşme ve serisitleşme; biyotitlerde opaklaşma (a: T.N., b: Ç.N., Ka: Kalsit, Pl:Plajiyoklas, Ku:Kuvars, B:Biyotit, Örnek No:E-73).



Şekil 28. Resuloğlu dasitik kristal tüfünde biyotitlerin a: Ç.N. ve b:T.N. görünümü (B:Biyotit Örnek No:E-83).

Plajiyoklas, tamamına yakını killeşmiş, hamurda çok küçük kristaller gözlenmiştir. Alterasyon sonucu killeşme ve opaklaşma gelişmiştir. Bağlayıcı malzeme cam, kil ve opak mineralleri oluşmaktadır.

Hornblend, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olarak gözlenmiştir. Biotite oranla daha küçük kristaller halindedir. Alterasyondan etkilenen hornblendin altıgenimsi kristal çatısı korunarak içi tamamen altere olmuş ve opaklaşmıştır (Şekil 29).

Sanidin, öz şekilsiz ve yarı altere bir görünüm sunmaktadır. Hamurda ise mikrolitler halinde bulunmaktadır. Çift nikolde sönmeye bağlı olarak gri, beyaz, siyah renkli, çatlaksız, (001) yüzeyine paralel tek yönde dilinim gösterir. Karlsbad ikizlenmesi ayırt edilebilmektedir (Şekil 29). Alterasyona bağlı olarak opaklaşma ve killeşme gelişmiştir.

Kuvars, kayaç içerisinde birincil ve ikincil olarak bulunur. Birincil kuvars öz şekilsizdir. Genellikle parçalanmıştır. İkincil kuvars ise genelde vitrik bileşenleri devritrifikasyonu sonucu ve bağlayıcı malzemeden itibaren oluşmuştur.

3.4.5. Kalecik İri Kuvarslı Dasiti

Kalecik iri kuvarslı dasit örneklerinin mikrolitik fluidal, mikrolitik porfirik ve camsı doku gösterdiği belirlenmiştir. Kayaç içerisinde fenokristal olarak kuvars ve plajiyoklas tanımlanmıştır. Daha az oranda biyotit ve opak mineraller bulunur. Hamur, volkanik cam ve opak minerallerden oluşmaktadır.

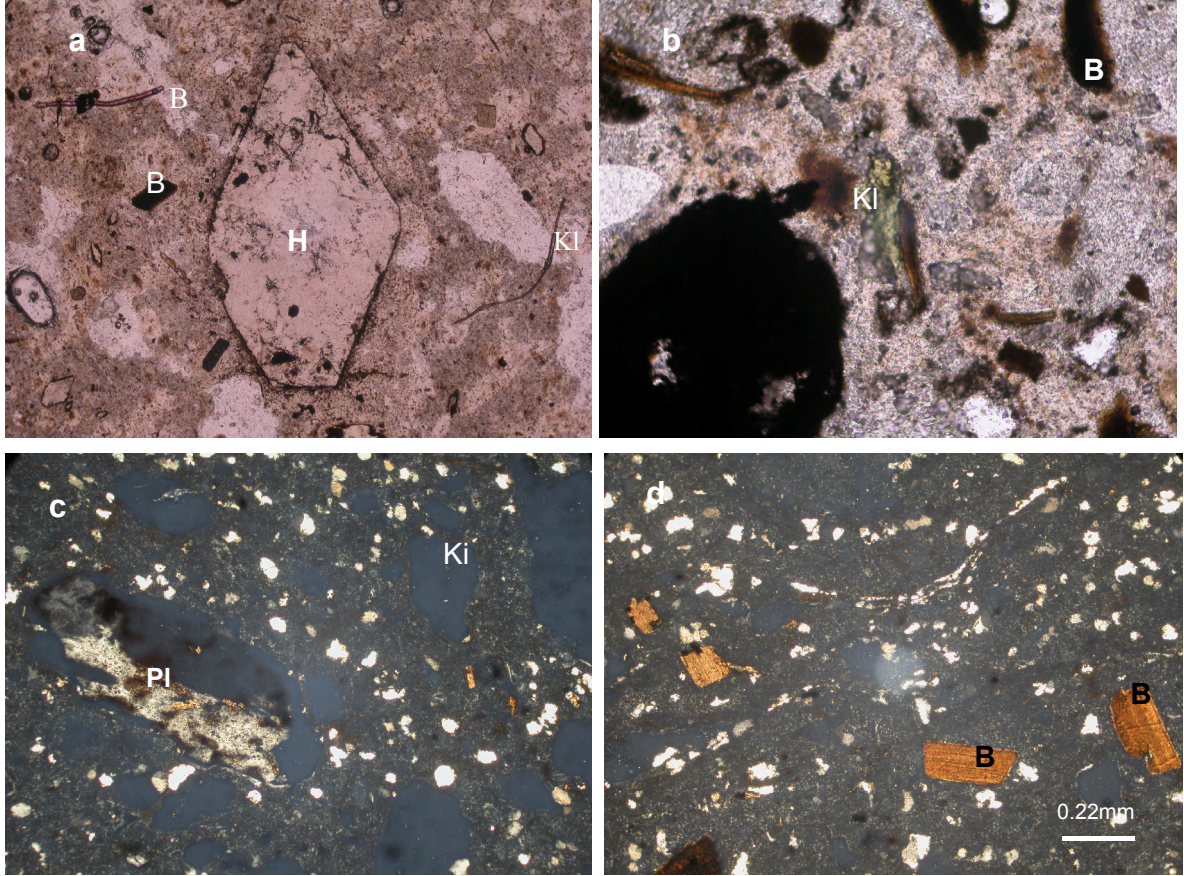
Kuvars, 1-8 mm büyüklüğe ulaşabilen fenokristaller ince kesitlerde de gözlenebilmektedir. Açık sarı, mat beyaz renkte yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olarak gözlenmektedir. Kenarlarından kemirilmiş ve yenmiştir (Şekil 30).

Biyotitin, kayaç içerisinde nadir olarak fenokristalleri gözlenmiştir. Hamur içerisinde yönlenmiş olarak, kahve, turuncu rengi ile ayırt edilmektedir. Biotitler alterasyondan etkilenmiş ve opaklaşmıştır (Şekil 30).

Plajiyoklas, yarı öz e öz şekilli fenokristaller, hamur ise mikrolitler bulunmaktadır. Çapraz nikolde albit polisentetik ikizi gösterir. Yaygın olarak serisitleştiği için cins tayini yapılamamıştır (Şekil 30).

3.4.6. Terekaya Dasitik Litik Tüfü

Terekaya dasitik tüfünde yapılan ince kesit çalışmalarında fenokristal olarak mineral ayırtlanamamıştır. Kayaç içerisinde camsı ve akma dokusu gözlenmiştir (Şekil 31).



Şekil 29. Resuloğlu dasiti ve dasitik kristal tüfünde a) Hornblend çatısı (T.N., Örnek No: E-25), b) Klorit (T.N., Örnek No:E-83), c) Plajiyoklaslarda serisitleşme (T.N., Örnek No: E-83), d) Biyotit kristalleri (Ç.N., Örnek No: E-25) (KI: Klorit, Pl: Plajiyoklas, Ki:Killeşme, B:Biyotit, H:Hornblend).

Akma dokusunun gözlendiği kayaçta belirgin mineraller yarı altere olmuş biyotit, belli belirsiz sanidin ve plajiyoklaslardır. Biyotitler genelde öz şekilsiz ve deforme olmuş durumda gözlenmiştir.

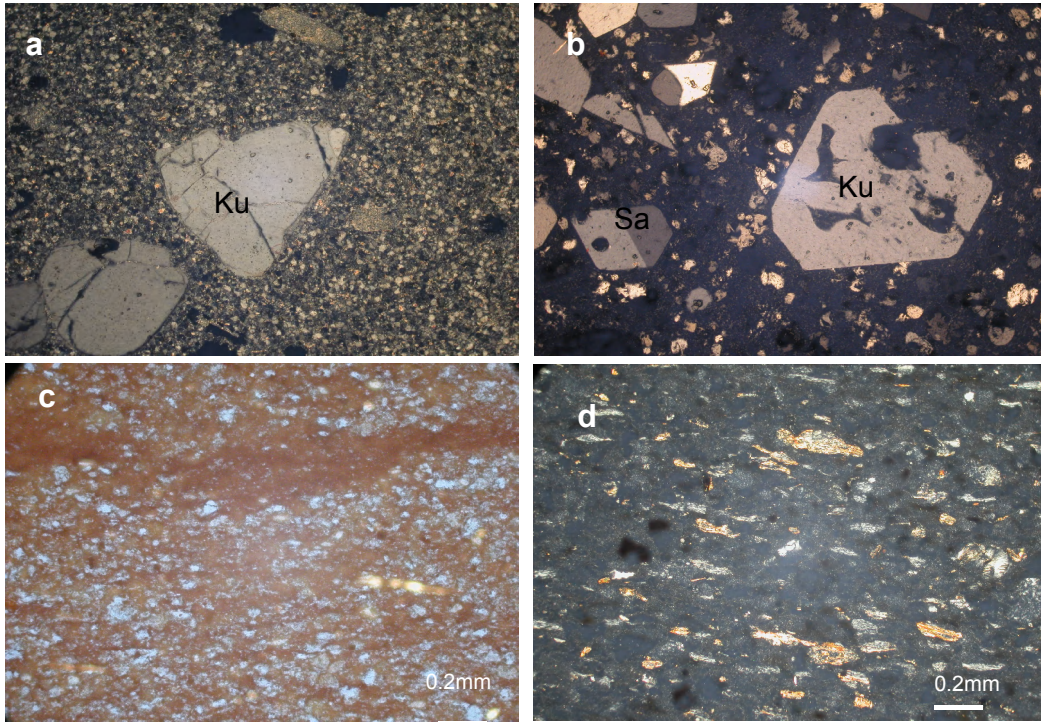
Hamur içerisinde ise öz şekilsiz parçalanmış, kırılmış kristaller gözlenmiştir. Killeşme serisitleşme, opak minerallerin varlığı ve yoğun hematitleşme dikkat çekicidir.

3.4.7. Killerin Mineralojisi

3.4.7.1. Giriş

Kil mineralleri jeoloji içerisinde önemli bir yer oluşturmaktadır. Jeolojinin temel inceleme alanını oluşturan ve kayaçların alterasyonu sonucu oluşan killer, endüstride çok çeşitli alanlarda kullanılmakla beraber, maden yatağı aranılmasında da kılavuz olarak belirleyicidirler. Bunun yanında buldukları ortamın jeolojik dönüşüm ve gelişim evrelerinin bilinmesinde önemli bir rol oynar.

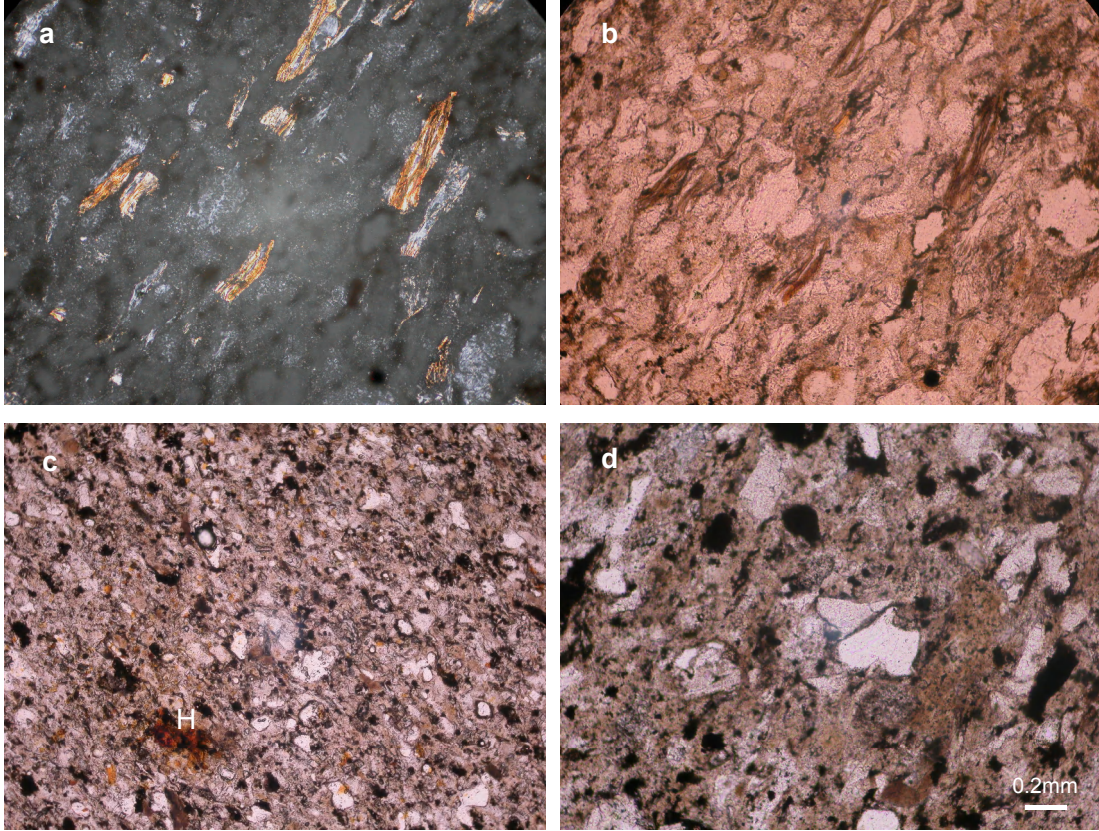
Killer için farklı tanımlamalar yapılmış ve değişik anlamda kullanılmıştır. Birincisi, tane boyu 2 µm'den küçük ve mikroskopta incelemesi yapılamayan minerallerdir. İkincisi



Şekil 30. Kalecik İri kuvarşlı dasiti içerisindeki a,b: iri kuvarşlar, c: camı dokusu, d: akma doku, (Ç.N., Ku:Kuvars, Sa: Sanidin, Örnek No: a:E-40, b:E-84, c: E-39,d:E-38).

ise mineralojik bir terim olup belirli bileşim ve kristalografik yapıdaki maddeler için kullanılmaktadır. Kimyasal olarak kil mineralleri, sulu alüminyum silikatlar olarak tanımlanırlar. Bu tanımlama kil minerallerinin içerisinde bulunan K, Mg, Fe, Na elementlerinin varlığıyla farklılık kazanmaktadır. Bu nedenle kil minerallerinin sınıflandırılmasında değişik kriterler dikkate alınmaktadır.

Killer, fillosilikat veya tabakalı silikat grubuna aittirler. Doğada yüzeye yakın şartlarda ısısal ve kimyasal değişimler sonucu oluşurlar. Killerin oluşabileceği sıcaklık aralığı ise 4-250 °C olarak kabul edilmektedir.



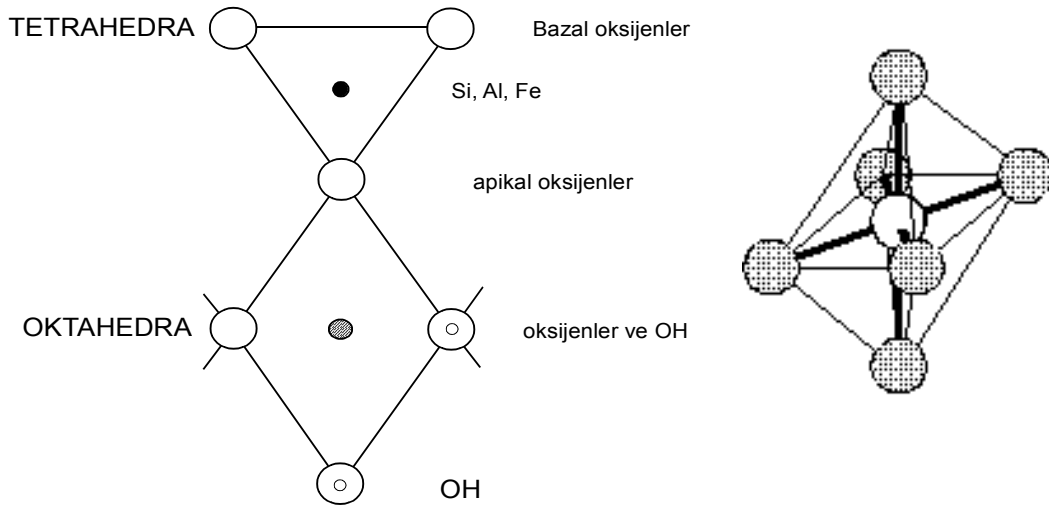
Şekil 31. Terekaya dasitik litik tufünde a ve b) Ç.N. ve T.N.'de akma dokusu, c) Hematitleşme görünümü, d) Tufün görünümü (Önek No:a,b,c,d: E-36) (H: Hematitleşme).

Killer aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

- 1- Tabaka tipine (T-O, T-O-T, T-O-T-O)
- 2- Birim üniteye düşen tabaka yüküne
- 3- Tabakalar arası malzemenin doğasına
- 4- Kristal yapısına
- 5- Tetraedrik ve oktaedrik yapıdaki katyon yer değiştirmesine
- 6- d-mesafesinin değerine ve değişikliğine

Tabaka tipine göre yapılan sınıflamada T tetrahedral tabakayı, O ise oktahedral tabakayı temsil etmektedir. Tetrahedral birimde Si tetrahedral olarak koordine edilmiştir, çoğu zaman Al bazende Fe^{+3} Si'nin yerini alabilmektedir (Şekil 32). Tüm anyonlar ise

oksijendir. Oktahedral birimde ise katyonlar oktahedral olarak koordine edilmiştir ve genellikle Al, Mg, Fe^{+2} daha az olarak Fe^{+3} , Ti, Ni, Zn, Cr ve Mn'den oluşurlar. Oktahedral birimin apikal oksijenlerden bir tanesi ise tetrahedral birimle paylaşılır. Tabaka yapısını oluşturabilmesi için oktahedral katyon birimleri oksijen haricinde diğer oktahedral koordinasyonlu katyonlarla paylaşılan hidroksil anyon grupları içerirler. Hidroksil anyonları bazı kil yapılarında F veya Cl ile değişik oranlarda yer değiştirir. Oktahedral polihedranın apikal oksijenleri tetrahedral polihedra ile koordinasyon oluşturmadığında tamamen OH anyonlarından meydana gelir (Şekil 32).



Şekil 32. Kil minerallerinin tetrahedra ve oktahedra yapısı, oktahedra oksijen ve hidroksil anyonları içermesine karşın tetrahedra sadece oksijen anyonları içermektedir (Velde 1992).

Polihedra anyonlar ise şunlardır. Tetrahedra oksijen; tetrahedra ve oktahedra arasında tabakaları bağlayan oksijen, bir oktahedra ile diğerini bağlayan OH ve oksijen; oktahedra hiçbir bağlanma olmadığında OH'dır.

Killer kristal yapılarına göre iki temel grupta sınıflandırılırlar.

I. Amorf killer (Allafon grubu)

II. Kristalin killer

A. İki katlı killer (TO)

1- Eşboyutlu killer (Kaolinit grubu-Kaolinit, Dikit, Nakrit)

2- Bir yönde uzamış killer (Halloysit grubu)

B. Üç katlı killer (TOT)

1- Genişleyen kristal hücrelerine sahip killer,

- a) Eşboyutlu killer (Simektit grubu-Montmorillonit, Saponit)
 b) Bir yönde uzamış killer (Simektit grubu-Nontronit, Saponit, Stevensit, Hektorit) (Şekil 33).

2- Genişlemeyen kristal hücrelerine sahip killer (illit grubu) (Şekil 33).

C. Düzenli karışık katlı killer (TOTO)

D. Zincir yapıları killeri (Atapuljit/paligorskit, sepiyolit)

Tablo 1. Dioktahedral simektitler ile dioktahedral illitlerin kimyasal bileşimi

Dioktahedral Simektitler			
<u>Mineral</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
Profillit	----	Al ₄	Si ₈
Montmorillonit	(0.5 Ca, Na) _{0,66}	Al _{3,34} Mg _{0,66}	Si _{7,34} Al _{0,66}
Beydellit	(0.5 Ca, Na) _{0,66}	Al ₄	Si ₈
Nontronit	(0.5 Ca, Na) _{0,66}	Fe ⁺³ 4	Si _{7,34} Al _{0,66}
Dioktahedral İllitler			
Muskovit	K ₂	Al ₄	Si ₆ Al ₂
Hidromuskovit	K _{2-x}	Al ₄	Si ₆ Al ₂
İllit	K _{2-x}	Al ₄	Si _{6+x} Al _{2-x}
Fengit	K _{2-x}	Al _{4-x} (Mg,Fe) _x	Si _{6+x} Al _{2-x}

Çalışmada alanındaki kil yataklarının ana minerali olan illit, Avrupa'da terim olarak hidromika kullanılmaktadır. İllit yapı olarak muskovite benzer yapıya sahiptir, alkaliler bakımından daha fakirdir. İllitler ortalama olarak muskovitlere göre biraz daha fazla Si, Mg, Fe, su, fakat daha az tetrahedral Al ve ara seviye K içerirler (Akyol, 1985).

İllitlerde, muskovite nazaran Si daha az oranda Al tarafından ornatılmaktadır. İllitlerin genel formülü şu şekilde yazılabilir; K_y Al₄ (Si_{6-y}, Al_y O₂₀ (OH)₄). Bu formüldeki y değeri şu aralıklarda değişir; 1<y<1,5, ancak daima y<2'tür. Mümkün yük dengesizliği nedeniyle, Ca ve Mg'da yapı içerisinde bulunabilmektedir. K, Ca ya da Mg ara seviye kanyonları H₂O moleküllerinin girişlerini önlemektedir. Bu nedenle illitler genişlemeyen (şişmeyen) killerdir (Velde, 1992).

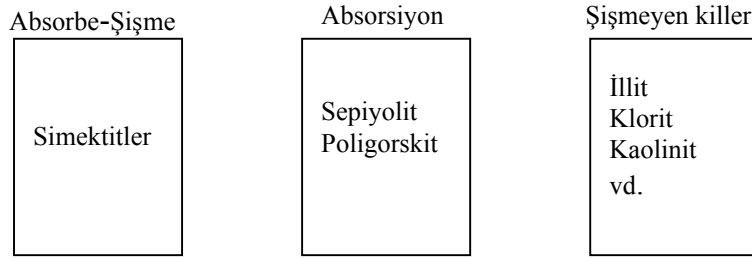
Eriklik (Balıncak-Giresun) bölgesinde bulunan kil yataklarında gerçekleştirilen bu çalışmada; daha çok karşılaşılan killeri illit, kaolinit ve az oranda simektit tespit edilmiştir. Simektitler bentonitin esas bileşeni olarak kabul edilmektedir (Grim ve Güven, 1978).

İkinci baskın kil minerali olarak gözlenen kaolinit; diki ve nakrit ile birlikte kaolin grubunu oluştururlar ve $Al_2(Si_2O)(OH)_4$ ideal formüle sahiptirler.

3.4.7.2. Kil Minerallerinin Oluşumu

Killerin kaynağını subarial veya subaquatik ayrışma oluşturur, sedimantasyon ve gömülme kültürlerini değiştirir. Killer diğer bir kil türüne dönüşebilir. Bazı killer hidrotermal aşamalarla 100-250 derece sıcaklıkta su-kayaç karşılıklı etkileşimi ile oluşmaktadır.

Kil mineralojilerinin birbirinden farklı olması killerin oluşumları esnasında farklı jeolojik döngünün içersinde yer almalarındandır. Çoğu kil yatağı su veya havanın etkisi ile yeryüzünde veya yakınında olur. Killerin oluşumu ile ilgili olaylar kil döngüsü olarak adlandırılır. Kil oluşum ortamları ve koşulları aşağıda kısaca anlatılmaktadır.



Şekil 33. Su alma karakteristiklerine göre kil mineral grupları simektitler şişme özelliğine sahip olan killerdir ve su absarbsiyonu mineralin hacmini arttırır. Sepiyolit-poligoskitler şişmezler fakat önemli miktarda su alma kapasitesine sahiptirler. Diğer kil türlerinde ise bu özelliklerin hiçbiri yoktur (Velde 1992).

3.4.7.2.1. Ayrışma

Kayaç-atmosfer (hava-yer) arasındaki yüzeyde bulunan yüksek sıcaklık silikat mineralleri çevrelerindeki kimyasal Őartların değişmesi nedeniyle duraysızlaşır. Yeni kimyasal Şartlarda sulu faz baskındır ve suyun kayaca oranı oldukça fazladır. Sonuç olarak böyle bir ortamda yüksek sıcaklık silikat mineralleri hidratlaşır. Bu hidratasyon sonucu olarak eski mineraller solüsyon içerisine alınırlar ve hidratlar ise daha duraylı olan kalıntı içerisinde kalırlar. Sonuçta oluşan mineralin yapısı kristalen su içerir ve hidrojen mineral yapısı içinde yer alan alt hücrelerine bağlanmıştır (Velde, 1992).

3.4.7.2.2. Sedimentasyon

Killerin sedimentasyonu göl ve deniz ortamlarının büyük bir kısmında gerçekleşir. Sediman ortamda kilin bulunma süresi ayrışma aşamalarından daha uzun bir süreç alır. Bu nedenle killer onları çevreleyen solüsyonla daha uzun süre reaksiyonda bulunurlar ve böylelikle silikat-solüsyon arasındaki kimyasal denge daha baskın olur. Bazı kil türleri sadece sedimanter ortamlarda oluşurlar (Velde, 1992).

3.4.7.2.3. Derin Deniz Alterasyonu

Derin deniz ortamında volkanik kayalar ile deniz suyunun etkileşimi ayrışma veya diyojenezin tipini etkilemektedir. Özellikle volkanik kayalarda bulunan cam materyallerde etkilidir (Velde, 1992).

3.4.7.2.4. Gömülme Diyajenezi

Sedimanların içerisinde bulunan killer gömülmeye uğradıklarında suyun kayaca oranı tekrar değişir ve killer katı-eriyik kimyasal dengesi durumunda daha baskın bir hale gelirler. Bu koşullar altında yarı duraylı olan minerallerden yeni mineraller oluşur. Reaksiyonda sadece sıcaklık değil zamanda etken rol oynar (Velde, 1992).

3.4.7.2.5. Metamorfizma

Fazla gömülme veya yüksek sıcaklık killeri metamorfizma olarak ifade edilen yeniden kristallenme durumuna getirir. Killerin mineral fasiyeslerinin üst sınırı ısı etkinliğinin süresinde bağlıdır. Metamorfik mineralleri yapı olarak kile benzer özellikte olabilirler (Velde, 1992).

3.4.7.2.6. Hidrotermal Alterasyon

Hidrotermal alterasyonda büyük miktarlardaki sıcak su kayaları alterasyona uğratır. Suyun kayaç oranının fazla olduğu ayrışmada sıcaklık 50 derecenin üzerindedir ve magmatik intrüzyon kütesinin soğumasının son safhalarında alterasyon gerçekleşir.

Hidrotermal alterasyon çözünme, yataklanma ve çözülen element ve komplekslerin transfer edilmesi aşamalarını kapsar. Kilin ayrışarak bölgeden ayrılması ile silişleşme sonucu cürufumsu yapılar ortaya çıkmıştır. Kükürtlü minerallerinin ayrışması ile sarı renk, kurşini mavi, açık eflatun renkleri de gözlenmektedir (Velde, 1992).

Doğu Karadeniz bölgesindeki masif sülfid maden yataklarının çevresinde yaygın olarak hidrotermal alterasyon ve buna bağlı kil mineralleri gelişmiştir (Çelik ve Karakaya, 1997; Tüysüz ve Akçay, 2000).

3.4.7.3. XRD Çalışmaları

Çalışma alanında yer alan volkanitler ve kil yataklarını oluşturan kil ve diğer mineralleri belirlemek amacıyla 25 örnekten X-ışınları difraktometresi (XRD) tüm kayaç ve 14 örnekten XRD kil fraksiyonu çözümlemeleri yapılmıştır (Şekil 34 ve Şekil 35). XRD çalışmaları kil yataklarını temsil edecek şekilde belirlenmiştir. İnceleme alanında belirlenen kayaçlardan yapılan XRD tüm kayaç çekimlerinde bolluk sırasına göre belirlenen mineral parajenizini; kil mineralleri, opal-CT + kristobalit, K-feldispat, biyotit, plajiyoklas oluşturmaktadır. Belirlenen minerallerden opal-CT bir silis polimorfu (düzensiz yapıli α -kristobalit+ α - tridimit) olan mineraldir (Jones ve Segnit, 1972).

Kil fraksiyonunun yönlü örneklerinde yapılan normal, etilen glikolle doyurulmuş, K ve Mg'a doyurulmuş XRD'leri sonucunda;

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1 - Kuruköseoğlu kil yatağında | : İllit, kaolin, simektit |
| 2 - Akyar kil yatağında | : a) Güney bölge: İllit, kaolin, simektit
: b) Kuzey bölge: Kaolin, illit, simektit |
| 3 - Kandaz kil yatağında | : İllit, simektit |
| 4 - Kuşluhan kil yatağında | : İllit, simektit |
| 5 - Kalecik kil zuhuru | : Simektit, illit, kaolin, |

baskın kil mineralleri olarak belirlenmiştir (Şekil 34-35).

İllitler XRD incelemelerinde; $2\theta = 8.73^\circ$ 'te d-değeri 10.12 Å, $2\theta = 5.01^\circ$ d= 17.7 Å, $2\theta = 3.32^\circ$ 'te d= 26.79' dur. İllitlerin (001) yansımaları 10.0-10.12 Å, (002) yansımaları 5.03 Å, (003) yansımaları ise 3.35 Å, (060) yansıması ise 1.50 Å değerlerindedir. İllitlerin piklerinde etilen glikolle yada potasyum doyurulması ve 550 °C derece kadar ısıtılmasıyla herhangi bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Fanning vd. 1989). İllit, Kuruköseoğlu,

Akyar-Güney bölge, Kandaz ve Kuşluhan kil yatağında birincil kil mineralidir (Şekil 34 ve Şekil 35).

Kaolinit; XRD incelemesinde, $2\theta = 12.3^\circ$ 'te d-değeri = 7.18 \AA (001) yansıması, $2\theta = 24.87^\circ$ de d-değeri = 3.58 \AA (002) yansımasını vermektedir. Bu çalışmada incelenen örneklerde ise (001) ve (002) yansımaları Akyar kil yatağının Kuzey bölgesindeki örneklerin XRD yansımalarında, aynı zamanda baskın kil minerali olarak görülmektedir. (Şekil 34 ve 35). Kaolen, Kuruköseoğlu, kil yatağında ikinci kil minerali, Kalecik kil zuhurunda ise üçüncü en iyi yansıma veren kil mineralidir.

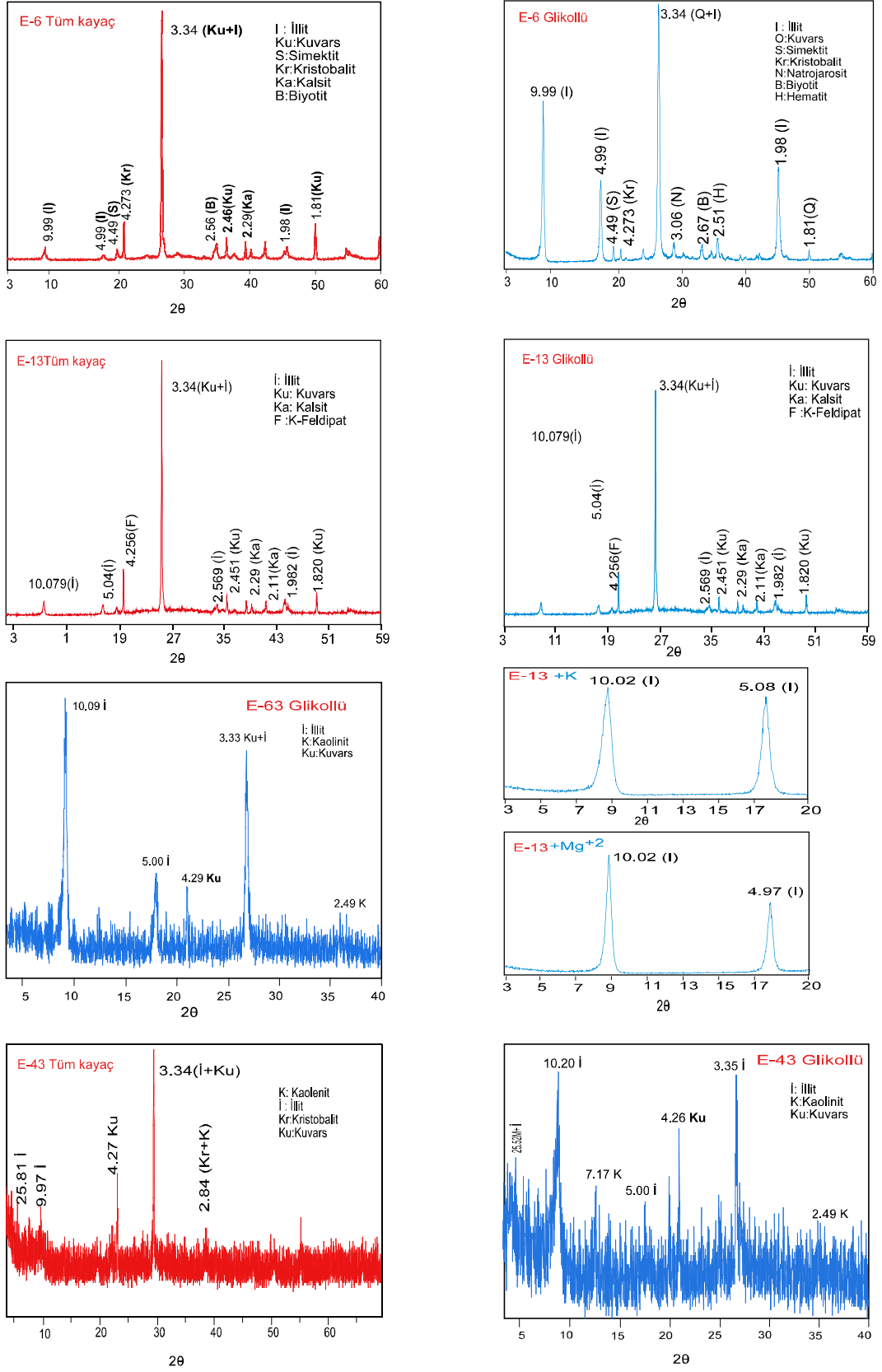
Simektit incelendiğinde, $12.0-15.9 \text{ \AA}$ arası iyi pik vermektedirler. Simektitlerde Ca ve Na simektitler uç üyeleri oluşturmaktadır. Saf simektitlerde bazal yansımalar düzenli bir sıralama halinde integral seri gösterirler (Hoffmann, Hower, 1979). Ca-simektitlerde (001) yansıması 15.2 \AA 'a yakın iken, Na-Ca simektitlerde (001) yansıması $14.7-12.6 \text{ \AA}$ arası pik sunmaktadır. Na-simektitlerin (001) yansımasında d-değeri 12.6 \AA civarındadır. İncelenen kil örneklerinin tüm kayaç XRD ve yönlü glikollü XRD çekimlerde simektitlerin (001) yansımaları tespit edilmiştir (Şekil 35). Simektit 5 kil bölgesinde de gözlenmekle beraber Kalecik kil zuhurunda baskın, Kandaz ve Kuşluhan kil yatağında ikincil, Kuruköseoğlu ve Akyar kil yatağında üçüncül kil mineralidir.

Kuvars, tüm kayaç XRD incelemelerinde; 2θ açısı 26.7° 'de α -kuvars d- değeri 3.34 \AA , 2θ açısı 26.2° de β -kuvars d değeri 3.40 \AA , kuvarsın değerleri $2\theta = 20.8^\circ$ 'de 4.261 , $2\theta = 36.6^\circ$ 'da 2.45 \AA , $2\theta = 50.04^\circ$ 'te 1.817 \AA şeklindedir.

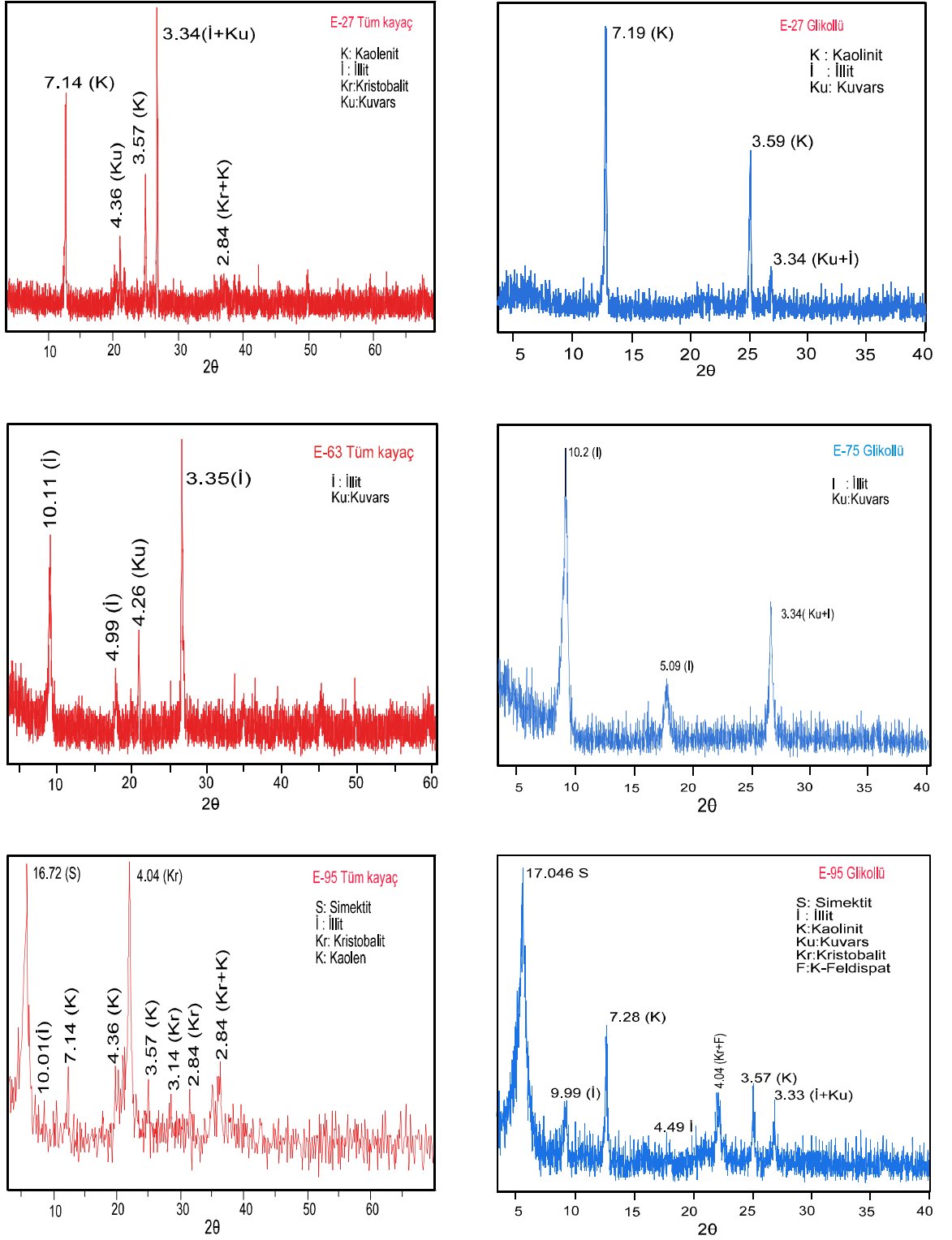
Kristobalit, inceleme alanında Kalecik kil zuhurundan alınan örneklerde gözlenmiştir. Kristobalit $2\theta = 21.96^\circ$ 'da d-değeri 4.04 \AA olarak saptanmıştır.

İnceleme alanından alınan örneklerde yapılan kil XRD tüm kayaç ve yönlü glikollü çekimlerde nadir mineraller ise şunlardır;

<u>Kil Yatağı</u>	<u>Mineral</u>
Kalecik kil zuhuru	Klorit
Kuşluhan kil yatağı	Biyotit, sülfür
Kandaz kil yatağı	Klorit
Akyar kil yatağı	K-feldspat, Klorit
Kuruköseoğlu kil yatağı	Kalsit,



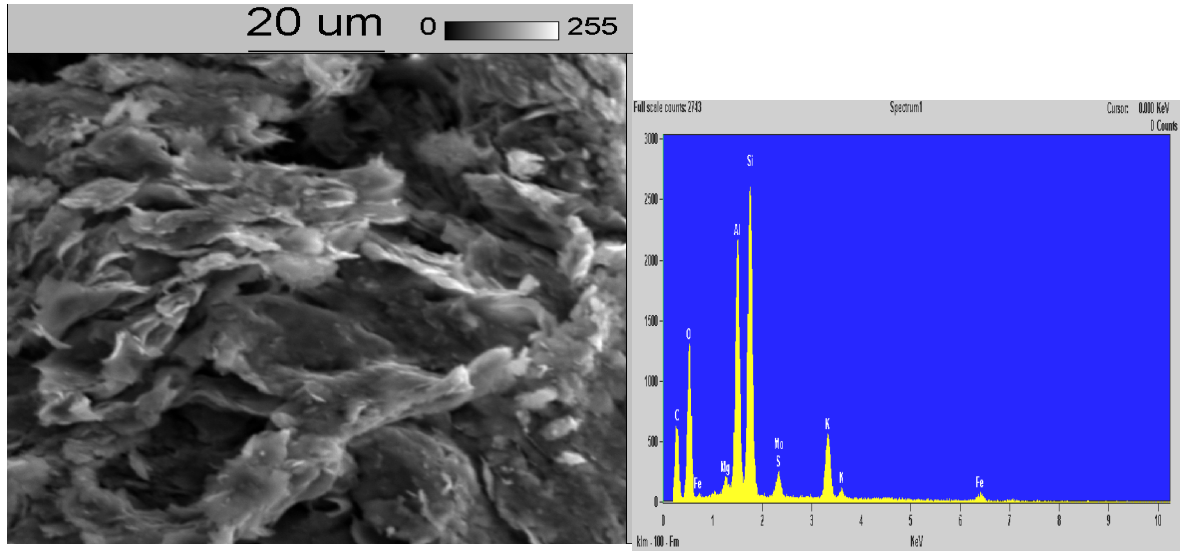
Şekil 34. Eriklik bölgesi killerinin tüm kayaç ve glikollü X-Işınları difraktogramları (E-6: Akyar kil yatağı, E-13, E-63: Kuruköseoğlu kil yatağı, E-43: Kuşluhan kil yatağı).



Şekil 35. Eriklik bölgesi killerin tüm kayaç ve glikollü X-ışınları difraktogramları (E-27:Akyar kil yatağı, E-75:Kandaz kil yatağı, E-83:Kuşluhan kil yatağı, E-95: Kalecik kil yatağı).

3.4.7.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri

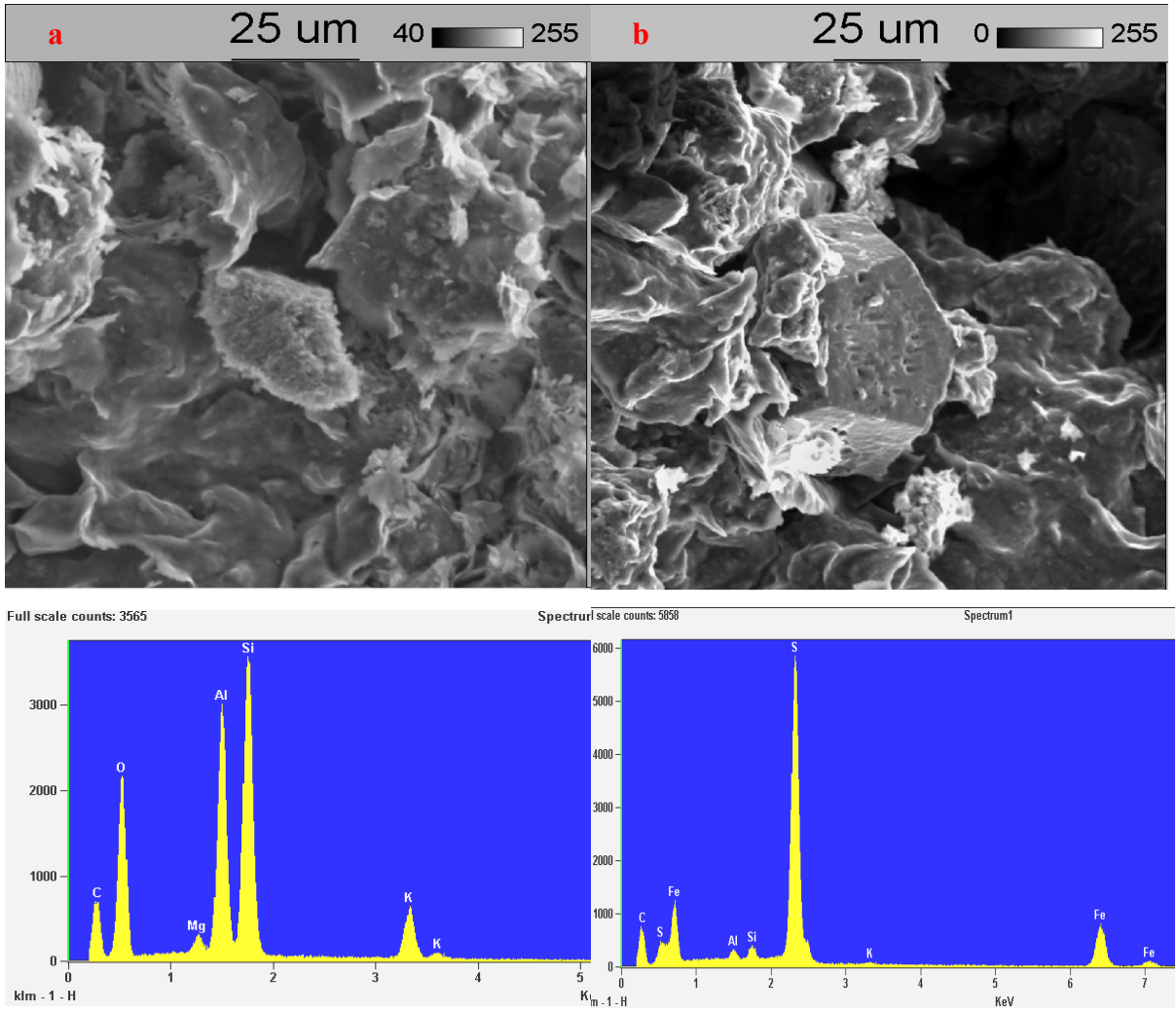
Çalışma sahasında gözlenen 5 kil yatağından alınan örneklerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) incelemesinde; minerallerin dokusal özellikleri, bileşimi, kristallenme, morfolojisi ve oluşumu hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. İncelenen örneklerde illitlerin lifsi bant-saçımsı yapısı (Şekil 36 ve 39) gözlenmiş ve kısmen simektite geçişler tespit edilmektedir. İllitlerde kitap yapısı ile hegzagonal otojenik kuvars gözlenmiştir. Simektitlerin dalgalı-dağınık şekilli yapraksal morfolojide olduğu belirlenmiştir (Şekil 38). Simektitlerde gözlenen bu doku Keller (1978) tarafından mısır gevreği (corn-flake) dokusu olarak tanımlanmıştır.



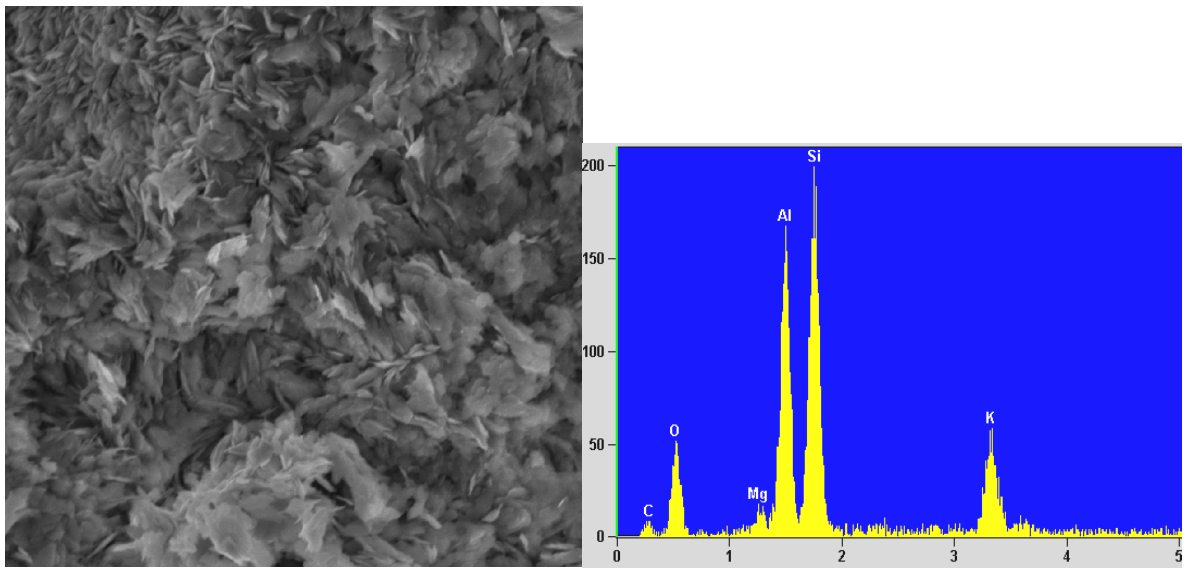
Şekil 36. İllitlerde gözlenen lifsi-saçımsı yapı, EDX grafiği ve kimyasal bileşim.

Killeşmenin gelişimi ilksel mineralden itibaren takip edilebilmektedir. Daha çok ilksel mineralin yerinde çözücü solüsyonla temas etmesi sonucu en uç noktalardan itibaren killeşmenin başladığı düşünülmektedir (Şekil 37a-b). Bununla beraber düzgün hegzagonal kristallenme gösteren otojenik kuvarsın ikincil oluşumda meydana geldiği düşünülmektedir (Şekil 40b).

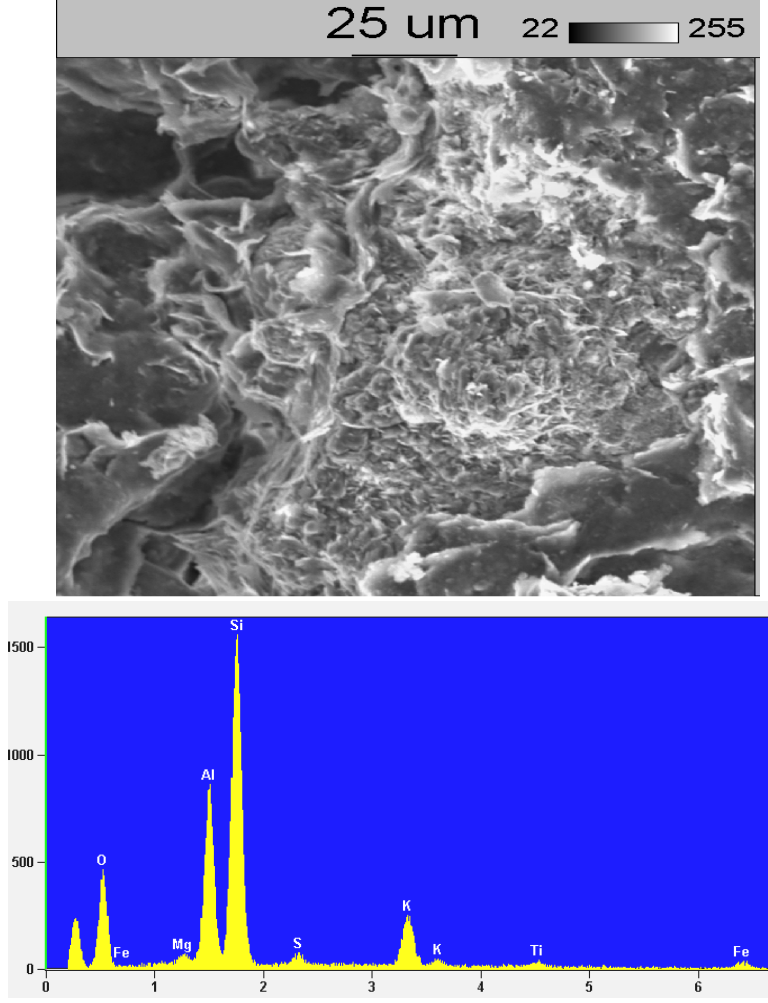
Kaolenleşmenin en çok gözlendiği Akyar kil yatağı kuzey zondan alınan örneklerde killeşmenin tanımlanmadığı ortorombik kaolinitin kristal yapısının bozulmamasından anlaşılmaktadır (Şekil 40a).



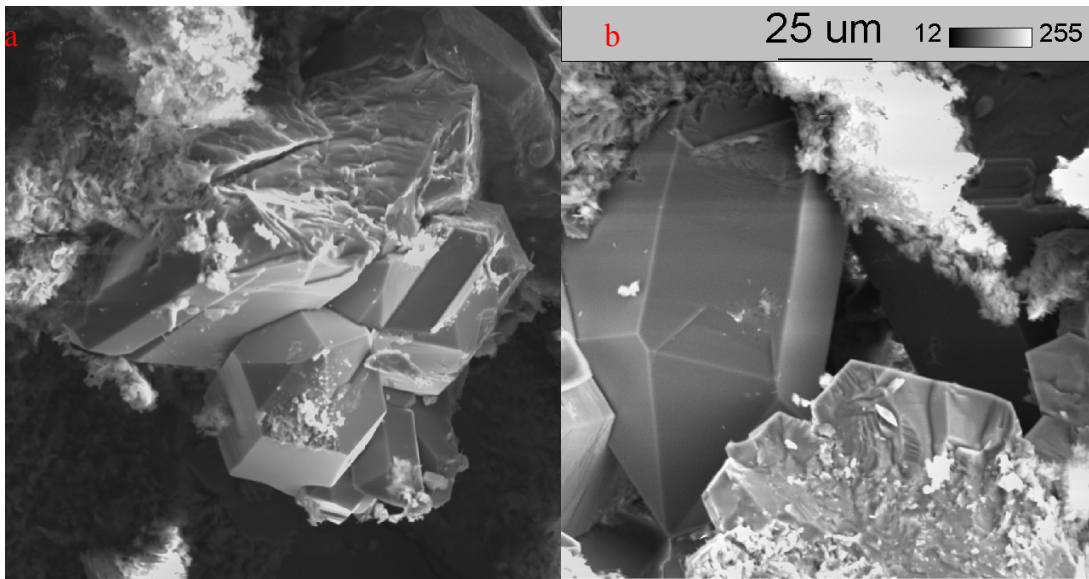
Şekil 37. a) Dalgalı morfoloji sunan illit kristali, b) Özşekli piritin illit içerisindeki görünümü ve EDX grafikleri.



Şekil 38. İllitlerdeki mısır gevreği (cornflakes) yapısının SEM görünümü ve EDX grafiği.



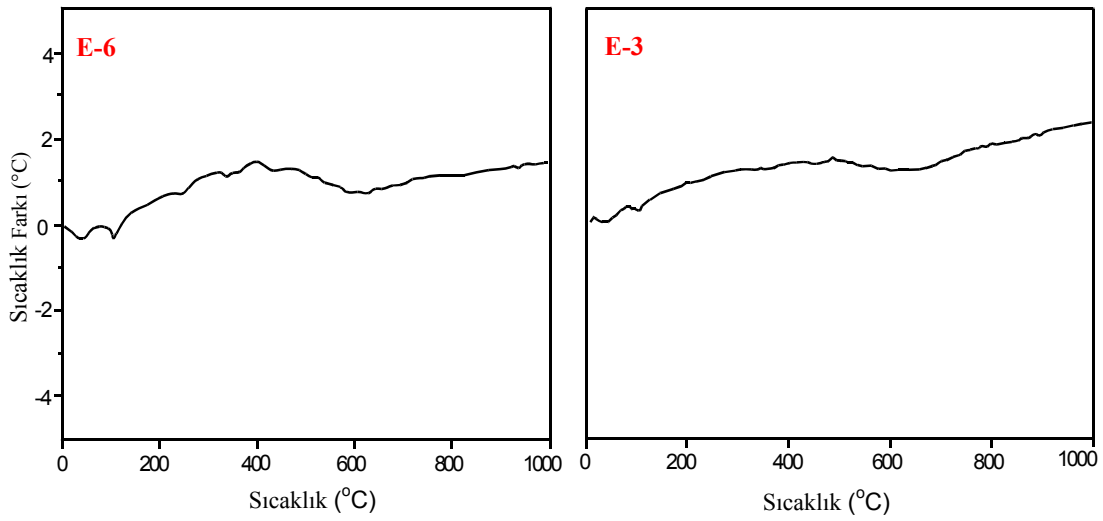
Şekil 39. İllitteki saçağımsı doku ve EDX grafiği.



Şekil 40. a) ve b) İllitlere eşlik eden özşekilli hegzagonal kuvars kristallerinin SEM görünümü.

3.3.7.5. DTA İncelemeleri

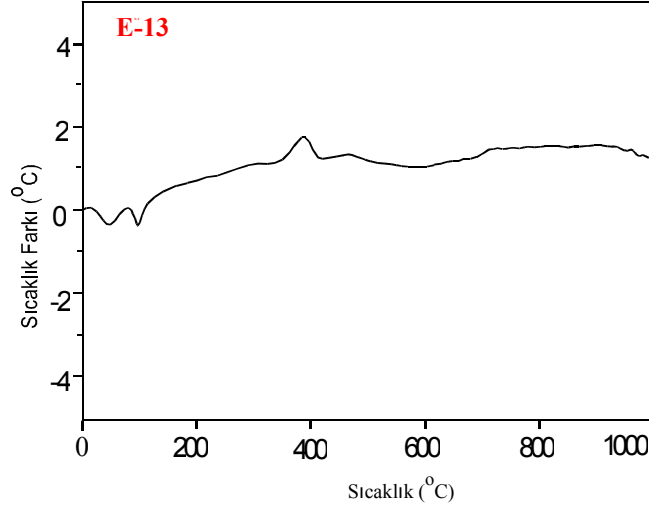
DTA incelemeleri illitler üzerinde gerçekleştirilmiştir. İllit numunelerin 120°C derece ve 410°C derecede düşük endotermik reaksiyon, 600-650°C derecede ise düşük ekzotermik reaksiyon verdiği görülmektedir (Şekil 41 ve 42). Simektitik örneklerde DTA eğrilerin incelendiğinde düşük sıcaklık endotermik pikinin 140-160°C derecede, ikinci endotermik pikin 680-720°C derecede ve son endotermik pikinde 810-880°C derece arasında olduğu belirlenmiştir.



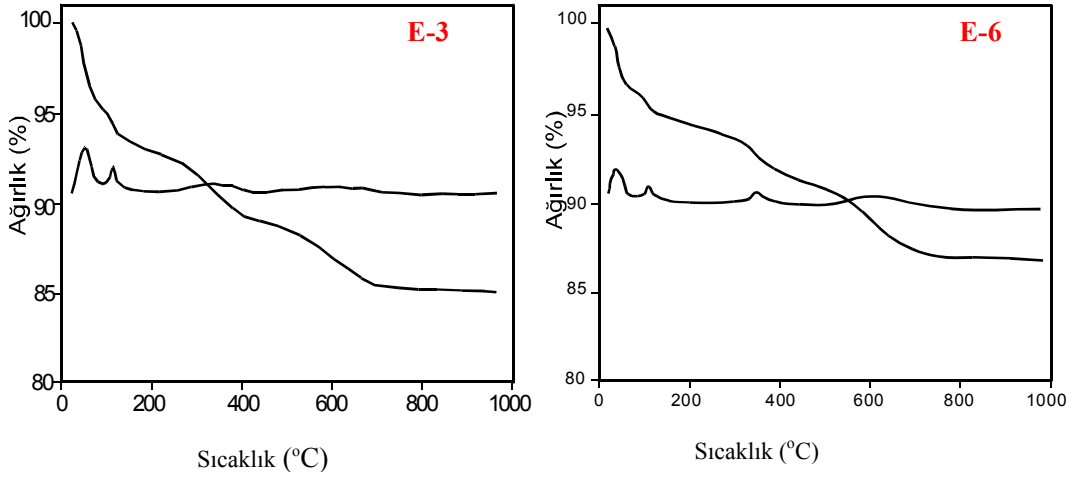
Şekil 41. İllitlere ait DTA termogramları (E-3:Kuruköseoğlu kil yatağı, E-6: Akyar kil yatağından).

3.4.7.6. TGA İncelemeleri

Termogravimetrik analiz (TGA) incelemelerinde; düzenli olarak ısı verilen örneklerde % 10-15 arasında bir kütle kaybı olduğu görülmüştür. 700°C dereceden sonra örneklerde hacimsel bir değişme gözlenmemiştir. İlk önemli su kaybının gözlemlendiği pik ise 50-100°C derece gözlenmiş, bir örnekte ise 350°C derece ve 600°C derecede yeni bir değişimin başladığı görülmektedir (Şekil 43).



Şekil 42. Kuruköseoğlu kil yatağından alınan illit örneğinin DTA termogramı.



Şekil 43. Çalışma alanından alınan illit örneklerinin TGA grafikleri (E-3: Kuruköseoğlu kil yatağı, E-6: Akyar kil yatağı).

3.5. Jeokimya

3.5.1. Giriş

Çalışma sahasında gözlenen volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 9 örnekten ana, iz ve nadir toprak element analizi yaptırılmıştır. Ana element analizlerde toplam demir Fe_2O_3 cinsinden ifade edilmiştir. Örneklerdeki uçucu bileşim miktarı ise ateşte kayıp (AK) olarak belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

İnceleme alanında yer alan kil yataklarından 10 örnekten ana, iz ve nadir toprak element analizi yaptırılmıştır. Bu analizlerden elde edilen sonuçlar kullanılarak kil yataklarının oluşumuna kaynaklık eden ana kayaç ve alterasyon gelişimi ile ilgili bilgi edinilmeye çalışılmıştır (Tablo 4 ve 5).

3.5.2. Volkanik Kayaçların Jeokimyası

3.5.2.1. Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlandırılması

Volkanik kayaçların kimyasal adlandırılmasında ana ve/veya iz elementlere dayalı farklı diyagramlar kullanılmaktadır. Çalışma alanında gözlenen kayaçların ileri derecede killeşmeye maruz kalmış olması kayaç adlandırılmasında seçilecek diyagramında dikkat etmeyi gerektirmektedir.

Bölgede gözlenen, killeşme, piritleşme, silisleşme ve malakitleşme gibi alterasyonun ana elementlerin hareketlenmesine neden olabileceğini düşündürmektedir. Hart vd, (1974); Humphris vd. (1978) Na ve K mobilitesinin alterasyonla artabileceğini, SiO₂ içeriğinde zenginleşme olabileceğini belirtmişlerdir.

Alterasyon esnasında az hareketli olarak bilinen Zr, Y, Nb, Ti, Ga, Cr, Ni, P, Th ve nadir toprak elementleri jeokimyasal ve petrolojik tayin amaçlı kullanılmaktadır (Winchester ve Floyd, 1976). Bölgede gözlenen alterasyonun etkili olduğu düşünüldüğünde; serisitleşme K, Rb ve Ba, kloritleşme Mg zenginleşmesine neden olmuştur (Hart vd, 1974; Humphris vd, 1978).

Bu nedenle kayaçların alterasyondan etkilendiğini kabul edilerek, ana element hareketlenmeleri olması nedeniyle volkanik kayaçların kimyasal olarak sınıflandırılması ve adlandırılmasında yaygın olarak kullanılan SiO₂'ye karşı toplam alkali (Na₂O+K₂O) diyagramı (Le Maitre vd, 1989) ile AFM diyagramında güvenilir sonuçlar elde edilmemiştir (Şekil 44).

Deneştirme amaçlı oluşturulan bu grafikte Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik riyodasitik-dasitik camı tufu ve breşi ile Resuloğlu dasiti, İnce dasiti dasit alanına düşmüştür. Winchester ve Floyd (1976) Nb/Y'ye karşı Zr/TiO₂ 0,0001 kimyasal adlandırma diyagramında; Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik dasitik camı tufu ve İnce dasiti riyodasit-dasit, Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal tufu ise trakiandezit alanına düşmüştür (Şekil 45).

Tablo 2. Eriklik (Bulancak-Giresun) yöresinde yer alan kayaçların ana (%) ve iz (ppm) (Au ppb olarak) element içerikleri.

Örnek	E-17	E-47	E-48	E-67	E-70	E- 71	E-73	E-80	E-83
Lokasyon	Eriklik riyodasit-dasiti ve Er.Riyod-das.camsı tuf ve breşi						İncece Das	Er. Rd.-Ds. Camsı Tufu	Res.Biy. Dasiti
SiO ₂	78.76	77.07	78.5	76.79	77.91	77.2	64.37	79.81	69.02
Al ₂ O ₃	12.78	13.07	12.46	14.12	13.58	14.28	14.65	11.33	16.87
Fe ₂ O ₃	0.9	0.92	0.92	0.79	0.77	0.64	4.23	0.18	2.5
MgO	0.52	0.57	0.61	0.5	0.48	0.3	1.67	0.01	0.2
CaO	0.02	0.05	0.05	0.1	0.01	0.001	2.85	0.12	0.17
Na ₂ O	0.04	0.16	0.17	0.08	0.12	0.06	0.08	1.14	1.15
K ₂ O	3.83	3.48	3.17	3.38	3.54	3.94	3.58	5.81	6.64
TiO ₂	0.25	0.24	0.24	0.27	0.26	0.45	0.41	0.12	0.32
P ₂ O ₅	0.01	0.04	<0.01	0.05	0.03	0.01	0.11	0.01	0.06
MnO	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.001	0.002	0.002	0.002	<0.003	0.007	0.002	0.004	0.002
AK	2.8	4.3	3.8	3.9	3.2	3	7.9	1.5	3.1
Toplam	99.93	99.91	99.93	99.89	99.9	99.89	99.89	99.89	99.89
Ba	252.9	282.2	157.2	285.1	272.5	390.1	275.8	665.1	915.7
Be	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Co	<0.5	0.9	<0.5	1.1	0.05	0.6	5	0.6	1.8
Cs	0.9	3.6	0.9	2.1	1.8	3.2	1.8	3.8	2.7
Ga	14.6	14	13.3	15.7	15	15.2	15.3	10.1	15.1
Hf	4.6	3.3	2.8	3.5	3.2	4	3.3	2.6	4.4
Nb	3.9	3.7	3.1	3.1	2.7	9.2	7.1	7.9	11.4
Rb	145.9	117.8	105.2	103.8	116	135.9	107.6	178.7	184.9
Sn	2	2	1	2	1	3	3	1	2
Sr	3.9	129.3	16.7	37.2	24.4	10.4	28.6	64.1	84.9
Ta	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.7	0.6	0.8	0.9
Th	4.8	3.9	3.2	3.8	3.7	11.2	11.4	16.5	17.7
U	3	1.2	1	2.3	2	2.5	1.6	5.4	1.3
V	<5	11	8	25	9	72	83	<5	34
W	2	2.2	2.4	2.6	2	4.9	2.2	1.9	1.8
Zr	146.6	99.6	92.7	101.7	100.6	132.4	117.8	69.7	155.7
Y	61.3	30.2	29.2	37.5	26.5	19.4	15.3	6.9	12.5
Mo	0.4	0.3	0.6	1.1	0.9	0.4	0.2	0.2	0.5
Cu	3.6	15.9	1.3	78.1	10.1	8.1	0.9	2.9	2.3
Pb	24.7	14.3	0.9	4.2	8.9	105.9	8.6	32.8	8.6
Zn	1	1	15	6	<1	3	32	3	20
As	2.7	12.4	0.6	10	7.1	3.8	<0.5	0.8	10.7
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.01
Sb	0.4	0.3	<0.1	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.5
Bi	0.4	0.1	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	<0.1	<0.1
Ag	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	21.1	3.1	<0.5	1.5	2.3	2.4	0.7	<0.5	1.5
Hg	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ni	0.3	0.6	0.6	1.2	0.6	0.7	3.3	1.1	1.6
Mg [#]	36.62	38.26	39.87	38.76	38.4	31.93	28.31	5.26	7.84

Fe₂O₃, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir, AK: Ateşte kayıp(toplam uçucu içeriği).
 $Mg^{\#} = 100 \times MgO / (MgO + Fe_2O_3)$.

Tablo 3. Eriklik (Bulancak-Giresun) yöresindeki kayaçların nadir toprak element (ppm) içerikleri.

Örnek	E-17	E-47	E-48	E-67	E-70	E-71	E-73	E-80	E-83
Lokasyon	Eriklik riyodasit-dasiti ve Er.Riyod-das.camsı tuf ve breşi					İnce Das	Er. Rd.-Ds.	Res.Biy. Das.	Camsı Tüfü
La	22.4	9.8	3.8	9.3	8.4	22.7	21.9	28.8	29
Ce	53.4	21.8	9.4	22.4	20.8	44.5	47.1	47.2	48.3
Pr	6.45	2.75	1.21	2.9	2.53	4.51	4.75	4.25	4.47
Nd	32.4	13	6.3	13.6	12.7	16.8	19.3	14	15.8
Sm	7.4	3.7	1.9	4	3.2	3.3	3.6	2	2.3
Eu	1.03	0.81	0.56	0.92	0.94	0.61	0.69	0.34	0.54
Gd	7.4	3.84	3.31	4.61	3.52	2.69	2.6	1.38	1.79
Tb	1.39	0.77	0.67	0.89	0.69	0.47	0.41	0.23	0.3
Dy	9.7	5.05	4.48	6.24	4.64	3.39	2.63	1.2	1.8
Ho	1.99	1.07	0.99	1.27	0.97	0.69	0.49	0.21	0.38
Er	5.99	3.12	2.9	3.7	2.74	1.87	1.52	0.62	0.15
Tm	0.92	0.52	0.42	0.49	0.44	0.31	0.23	0.11	0.18
Yb	6.25	3.17	3.46	4.03	2.73	2.16	1.61	0.74	1.22
Lu	0.97	0.61	0.57	0.65	0.53	0.27	0.27	0.13	0.25
(La/Lu) _N	2.40	1.67	0.69	1.48	1.65	6.70	8.42	22.99	12.04
(Eu/Eu*) _N	0.42	0.65	0.69	0.65	0.85	0.59	0.65	0.59	0.79

$(Eu/Eu^*)_N = (Eu_N / ((Sm_N + Gd_N) / 2))$, Normalize değerler Taylor ve Mc Lennan, 1985'ten alınmıştır.

Tablo 4. Eriklik (Bulancak-Giresun) yöresindeki killerin nadir toprak element (ppm) içerikleri.

Örnek	E-6	E-13	E-19	E-27	E-28	E-42	E-43	E-63	E-75	E-95
Lokasyon	Akyar Güneyi	Akyar Güneyi	K.köse	Akyar Kuzeyi	Akyar Kuzeyi	Kuşluhan	Kuşluhan	K.Köse	Kandaz	Kalecik
La	31.7	10.4	24	25	31.2	23.9	36.8	12.4	32.5	20.6
Ce	57.7	22.7	46.9	52.4	67.4	47.8	71.4	31.3	68.3	38.9
Pr	5.81	2.52	4.84	5.39	7	4.99	7.37	4.22	6.28	3.82
Nd	20.9	11.6	18.9	19.5	25.9	18.8	29	22.1	24.7	13.4
Sm	3.7	2.8	3.5	3.4	4.5	3.6	5.8	6.2	4.7	2
Eu	0.84	0.38	0.66	0.68	0.8	0.8	1.04	1.21	0.87	0.34
Gd	2.81	3.12	3.01	2.55	3.04	2.78	5.21	7.07	4.07	1.73
Tb	0.55	0.67	0.48	0.48	0.54	0.48	1.05	1.38	0.76	0.24
Dy	2.97	5	3.14	3.05	3.03	2.93	6.41	9.01	5.37	1.39
Ho	0.57	1.11	0.5	0.55	0.55	0.54	1.25	2.01	1.08	0.21
Er	1.55	3.17	1.21	1.45	1.44	1.63	3.7	5.76	3.27	0.47
Tm	0.24	0.5	0.18	0.2	0.2	0.23	0.55	0.83	0.48	0.08
Yb	1.63	3.5	1.25	1.61	1.48	1.73	3.86	5.83	3.42	0.46
Lu	0.27	0.59	0.21	0.23	0.23	0.27	0.62	0.94	0.58	0.007
(La/Lu) _N	12.19	2.40	11.86	11.28	14.08	9.19	6.16	1.37	5.82	305.51
(Eu/Eu*) _N	0.77	0.42	0.61	0.68	0.62	0.74	0.57	0.56	0.59	0.55

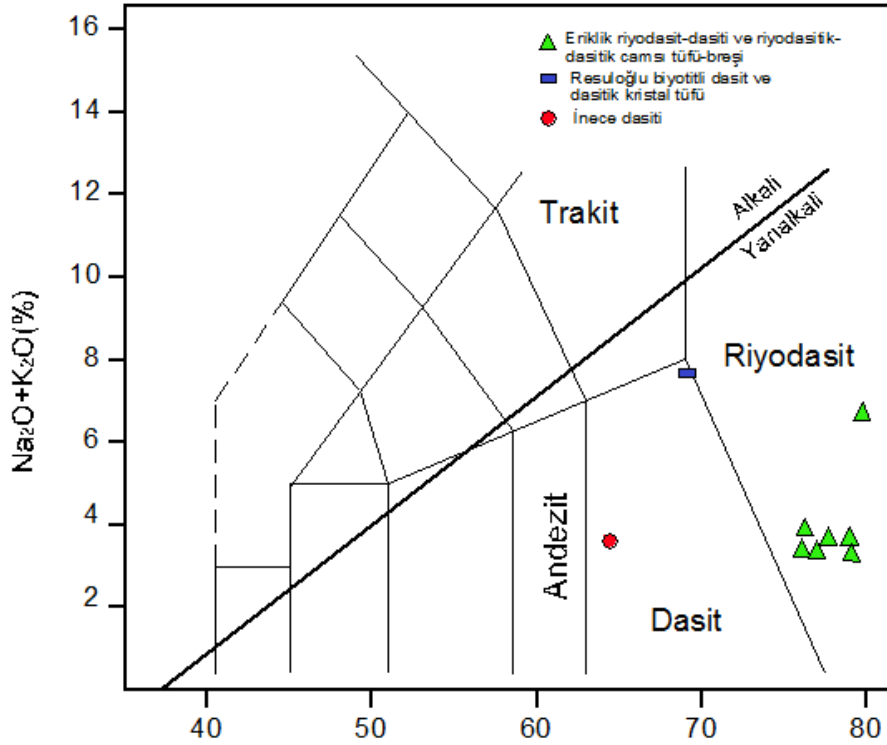
$(Eu/Eu^*)_N = (Eu_N / ((Sm_N + Gd_N) / 2))$, Normalize değerler Taylor ve Mc Lennan, 1985'ten alınmıştır.

Tablo 5. Eriklik (Bulancağ-Giresun) yöresinde yer alan killerin ana(%) ve iz (ppm) (Au ppb olarak) element içerikleri.

Örnek	E-6	E-13	E-19	E-27	E-28	E-42	E-43	E-63	E-75	E-95
Lokasyon	Akyar Güneyi İllit	Akyar Güneyi İllit	Kurukö-seoğlu İllit	Akyar Kuzeyi Kaolin	Akyar Kuzeyi Kaolin	Kuşluhan İllit	Kuşluhan İllit	Kurukö-seoğlu İllit	Kandaz İllit	Kalecik Simektit
SiO ₂	72	78.86	73.48	64.64	64.31	69.03	65.5	69.2	43.8	72.1
Al ₂ O ₃	16.59	13.22	15.32	23.79	22.05	19.45	20.31	18.33	27.74	13.68
Fe ₂ O ₃	0.57	0.36	1.18	0.16	1.52	0.67	1.45	0.9	7.26	0.71
MgO	0.89	0.19	0.69	0.06	0.1	0.25	0.66	0.94	1.18	0.91
CaO	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.32	0.31	0.02	0.34	0.58
Na ₂ O	0.07	0.08	0.1	0.02	0.07	0.97	0.33	0.07	0.17	0.05
K ₂ O	4.78	3.57	4.13	0.26	0.47	1.88	4.06	5.73	8.17	0.37
TiO ₂	0.51	0.25	0.47	0.84	0.062	0.6	0.58	0.2	0.78	0.08
P ₂ O ₅	0.01	0.02	0.01	0.05	0.04	0.1	0.5	0.03	0.15	0.03
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.002	0.002	0.003	0.003	<0.001	0.003	0.003	0.001	0.003	0.001
AK	4.4	3.3	4.4	9.7	10.4	6.4	6.5	4.4	9.9	10.9
Toplam	99.85	99.87	99.83	99.53	99.6	99.68	99.76	99.85	99.51	99.15
Ba	586.9	560.1	765.8	1024.6	793.1	646.6	585.6	672.3	732.1	3258.9
Be	1	1	1	<0.1	1	2	2	1	3	1
Co	0.6	<0.5	1	<0.5	1.3	<0.5	5	<0.5	5.6	0.6
Cs	3	1.7	2.7	0.6	0.8	0.9	1.5	1.9	2.5	0.9
Ga	18	14.2	16.4	25.3	21.2	19.8	21.8	27.2	29.7	12.7
Hf	4.5	3.3	5.3	6.5	5.8	5.6	5.9	4.8	5.8	2.9
Nb	11.1	2.8	9.5	16.4	11.2	12.5	13.3	3.5	13.1	10.9
Rb	169.1	89.1	153.9	12.5	27.6	52.8	112.3	176.1	215.8	11.3
Sn	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3
Sr	18.5	83.2	26.1	122	114.2	464.4	121.4	89.7	32.6	45.2
Ta	0.8	0.2	0.8	1.1	0.9	0.9	1.1	0.2	1	1.2
Th	10.2	3.2	10.9	12.8	15.2	14.2	16.9	3.1	15.5	24.5
U	2.7	1.9	3.1	4.7	2.8	4.3	4.9	1.4	4.5	2.9
V	84	12	83	100	92	99	132	<5	160	5
W	7.8	2.4	6.2	3.2	2.7	5	3.7	2	4.4	4.2
Zr	156.7	102.7	171.1	230.2	175.2	181.6	200.1	130.6	195.6	60.3
Y	17.4	30.7	13.9	15.5	15.3	17.4	36.8	58.7	34.6	6.7
Mo	0.4	0.4	0.9	1.4	1.5	0.4	3	0.6	1.3	0.9
Cu	12.1	1.8	13.5	0.6	6.2	4.9	10.4	4.2	412.5	10.2
Pb	4.6	6.3	24.3	10	22.6	67.7	27.2	214.1	>10000	4.4
Zn	9	1	25	2	7	6	2	30	1239	10
As	11	5.1	56.5	3.3	23	9.9	32.3	20.9	<0.5	26.8
Cd	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	8.6	0.1
Sb	0.2	0.4	0.4	1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.2
Bi	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3	2.2	0.2
Ag	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.1	3.2	<0.1
Au	6.4	3	10	1	0.5	2.5	9.8	8.2	3.9	1
Hg	0.02	0.3	0.3	20.72	1.13	0.16	2.43	0.1	0.04	0.46
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	9.2	<0.5
Ni	0.5	0.6	0.9	0.2	1.5	0.6	4.6	0.2	9.9	0.9
Mg [#]	60.96	34.55	36.89	27.27	6.17	27.17	31.28	51.09	13.98	56.17

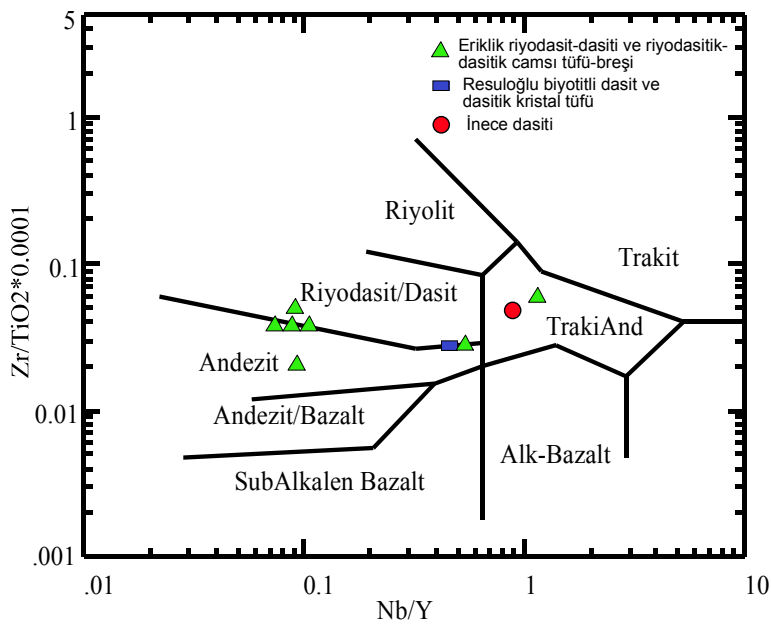
Fe₂O₃, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir, AK: Ateşte kayıp(toplam uçucu içeriği).

Mg[#] = 100xMgO/(MgO+ Fe₂O₃).

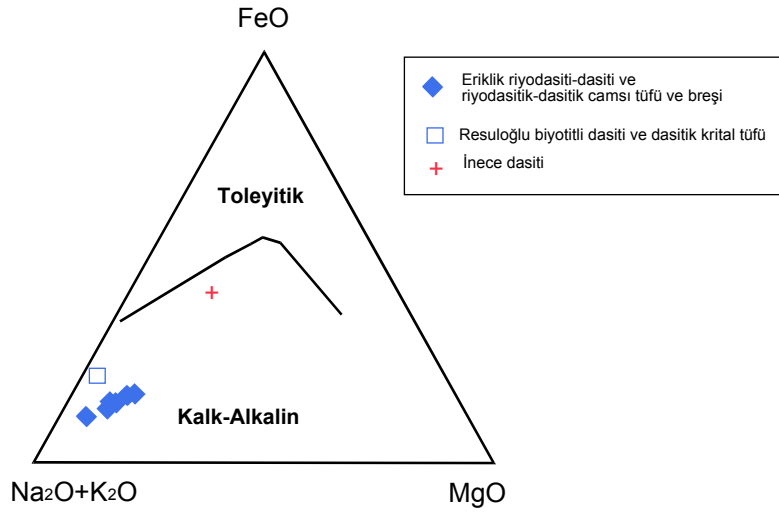


Şekil 44. Eriklik (Bulancak) yöresindeki volkanik kayaçların SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ TAS diyagramı (Le Maitre 1989), Alkali-Yarıalkali eğrisi Irvine ve Baragar'e (1971) göre.

İnceleme alanındaki volkanik kayaçlar, Irvine ve Baragar 1971'e göre alkalen SiO_2 karşı toplam alkali diyagramına bakıldığında kalk-alkalen karakterlidir (Şekil 46). İncece dasiti geçiş karakterli (kalkalkali-toleyitik sınırında), Eriklik dasiti, Eriklik dasitik camı tüfü, Resuloğlu biyotitli dasiti ve kristal dasitik tüfü ve Kalecik iri kuvarslı dasitinin kalkalkali karakterli olduğu görülmektedir.



Şekil 45. Eriklik bölgesindeki volkanik kayaçların Nb/Y'a karşı Zr/TiO₂ adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd 1976).



Şekil 46. Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların AFM diyagramındaki konumu (Irvine ve Baragar 1971'e göre).

3.5.2.2. Ana ve İz Elementler

Çalışma alanındaki volkaniklerin tüm kayaç ana-iz element içerikleri Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

Kimyasal bileşimi incelenen kayaç örneklerinden İnece dasiti (Örnek no: E-73) SiO_2 içeriği % 64.37 ile en düşük, Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tufünde (Örnek no: E-80) ise % 79.81 ile en yüksek değere sahiptir. Al_2O_3 değeri % 11.33-16.87 arasında değişirken, % 16.87 ile Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufünde yüksek, % 11.33 ile Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tufünde en düşük değere sahiptir. K_2O oranı ise % 3.17 ile Eriklik riyodasit dasitinde

en düşük, % 6.64 ile Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufünde en yüksek değere sahiptir. Fe_2O_3 içeriği % 4.28, CaO içeriği % 2.85, MgO içeriği % 1.67, P_2O_5 içeriği % 0.11, MnO içeriği ise % 0.04 ile en yüksek değerde İnece dasitindedir. İz elementlerde ise Cu, Mn en düşük, Zn oranı ise daha yüksek içeriğe sahiptir.

İnece dasitinin yüksek Fe_2O_3 ve MgO oranına sahip olması diğer kayaçlara göre daha az alterasyona uğradığına işaret etmektedir (Pearce,1983).

İz element dağılımlarında ise Ba 157.2 ppm değeri ile Eriklik riyodasit dasitinde en düşük, 915.7 ppm ile Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufü en yüksek değere sahiptir. Nb, Rb, Ta, Th, Zr, La, Ce oranları Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tufünde en yüksek değere sahiptir. Eriklik dasitik tufünün ise Ga, Cs, Sn, Sr, V, W değeri diğer volkanik kayaç örneklerine göre daha yüksektir.

Genel olarak değerlendirildiğinde tüm örneklerdeki iz element dağılımlarında belirgin fark olmadığı görülmektedir. İz element değişim diyagramları incelendiğinde, element değişimindeki düzgün yönsemeler mineral fraksiyonlaşmasıyla, düzensiz yönsemeler de alterasyon ve/veya magma karışımı ile açıklanmaktadır. Burada SiO_2 artışıyla MgO , CaO , Al_2O_3 ve Cr azalması plajiyoklas fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır. Kristallenme basıncı ile plajiyoklas oranı azalmakta magmadaki su içeriği artmaktadır. (Gust ve Perfit, 1987). Ayrıca $\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3$ ve TiO_2 azalması magnetit, P_2O_5 azalması ise apatit fraksiyonlaşması ile açıklanabilir.

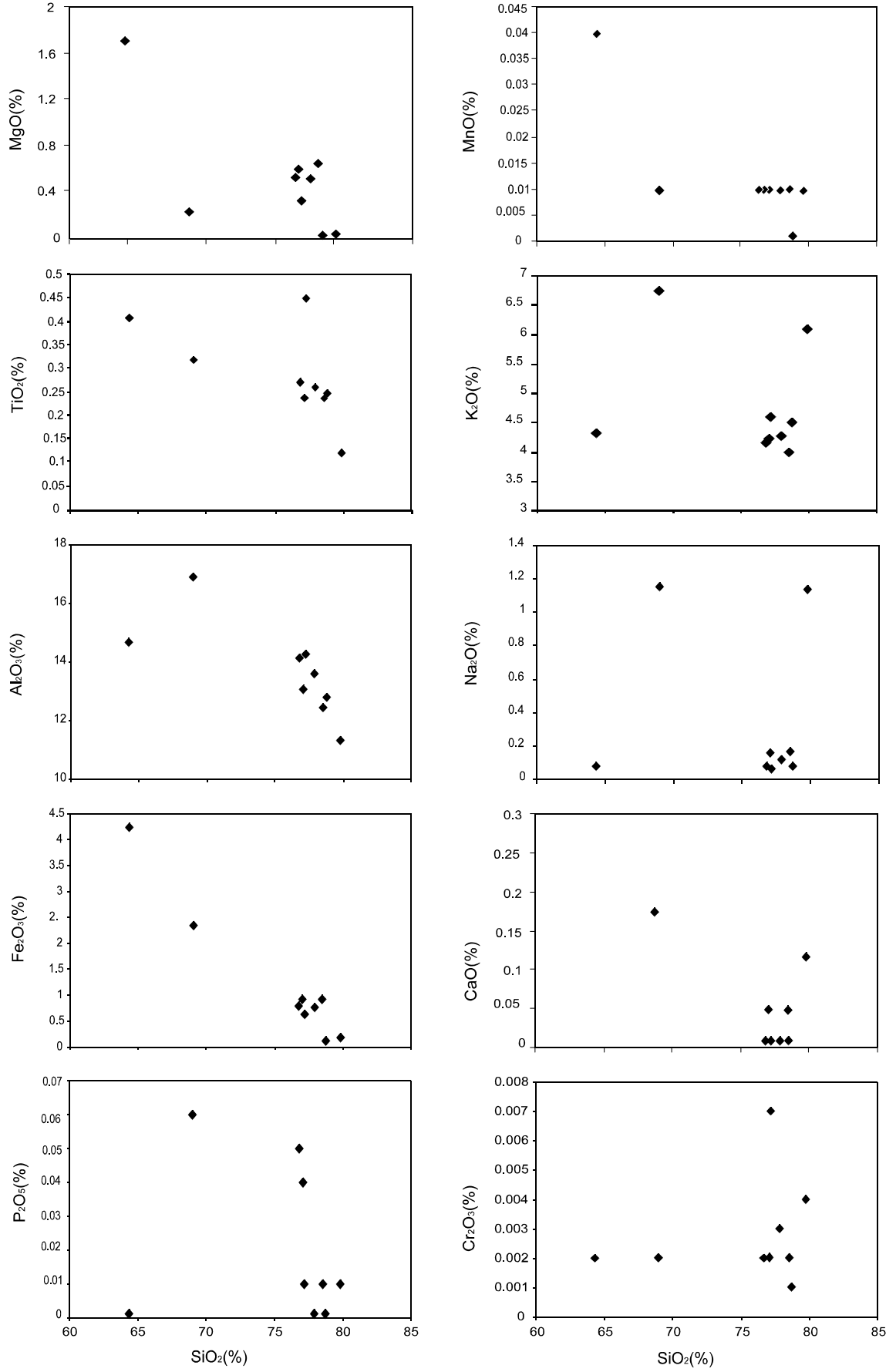
Sonuç olarak ana ve iz element değişim diyagramlarında gözlenen iyi olmayan yönsemeler kısmen alterasyon-magma karışımı ve/veya asimilasyon gibi magmatik olayların kayaçların gelişiminde etkili olduğu söylenebilir (Şekil 47 ve 48).

3.5.2.3. Uyumsuz Elementler

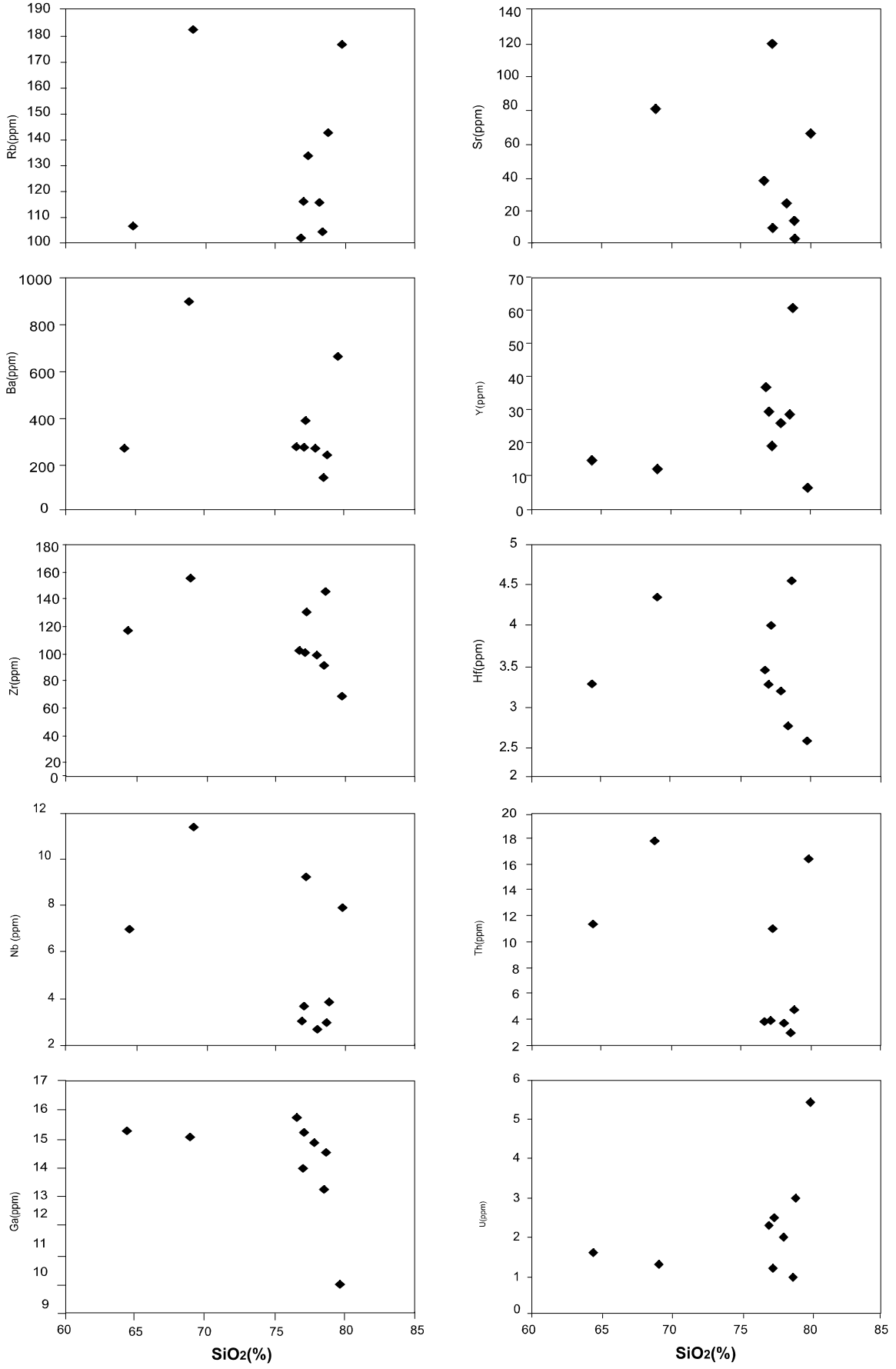
İncelenen volkanik kayaçların zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltına (E-tipi OOSB), tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltına (N-tipi OOSB), kıtasal kabuğa ve okyanus adası bazaltına (OAB) göre normalize edilmiş iz element dağılımları çizilerek ana magma belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 49).

İz element değişim diyagramları incelendiğinde, kayaçlarda genel olarak büyük iyon yarıçaplı litofil element (BILE) zenginleşmesi K , Rb , Ba , Th , Sr fakirleşmesi görülmektedir. Bunun yanında Ti ve P bakımından fakirleşme söz konusudur. Örneklerin genel dağılımları E-tipi OOSB, orojenik andezit ve kıtasal kabuğa benzerlik göstermektedir.

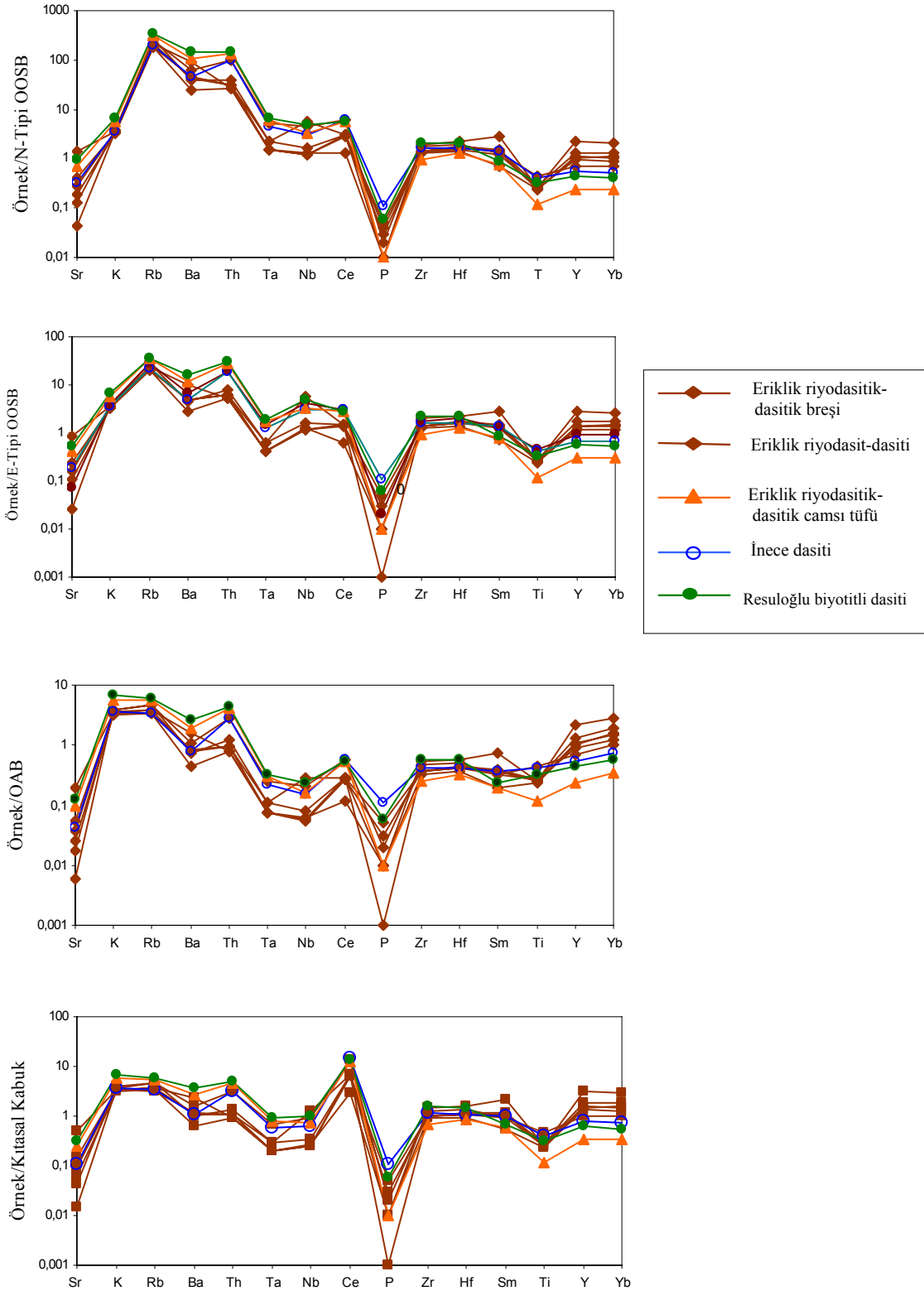
Negatif Sr anomalisi kayaçların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonel kristalleşmesinin etkili olduğunu düşündürmektedir. K , Rb , Ba ve Th 'daki aşırı zenginleşme kabuk kontaminasyonundan kaynaklanabilir. Ti ve P 'da görülen negatif yönelim fraksiyonel kristallenmede Fe-Ti oksitler ve apatitin etkili olduğunu göstermektedir. Negatif Nb anomalisi ise volkanitlerin ana magmasının gelişiminde yitim etkisini ifade etmektedir (Pearce, 1983).



Şekil 47. Eriklilik yöresi volkanik kayaların SiO₂'ye karşı ana element (% ağırlık) değişim diyagramları.



Şekil 48. Eriklik yöresi volkanik kayaların SiO₂'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları.



Şekil 49. Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların N- Tipi OOSB, E-Tipi OOSB, Okyanus Adası Bazaltı (OAB), Kıtasaal Kabuk'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normalize değerler; Sun ve McDonough, 1989; Taylor ve Mc Lennan, 1985'den alınmıştır).

3.5.2.4. Nadir Toprak Elementleri

İncelenen volkanik kayaçların Kondrite normalize edilmiş NTE dağılımları (Şekil 50) genel olarak birbirine benzerlik göstermektedir. Bu durum volkanitlerin aynı köken magmadan türediklerini doğrulamaktadır.

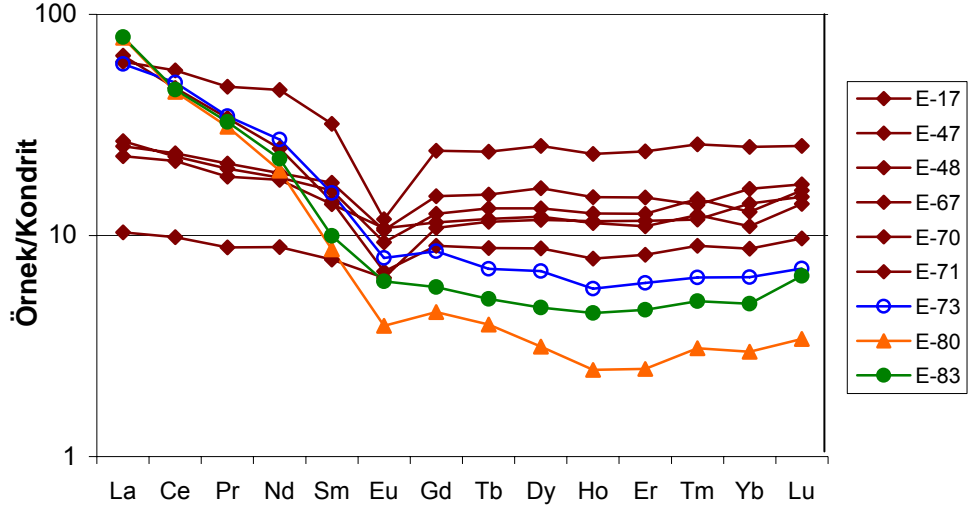
Volkanik kayaç örnekleri kondrite göre, hafif nadir toprak (HNTE) elementlerde ortalama 50 kat, ağır nadir toprak elementlerce (ANTE) ise ortalama 12 kat zenginleşme göstermektedir (Şekil 50). $(La/Lu)_N$ değeri ise 2.25-18 arasında değişmektedir. Genel olarak tüm örneklerde negatif Eu yönsemesi belirgindir ve $(Eu/Eu^*)_N$ değerleri 0.22-0.77 arasındadır.

Eu anomalisindeki belirgin negatif yönseme kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrılaşmasının önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir.

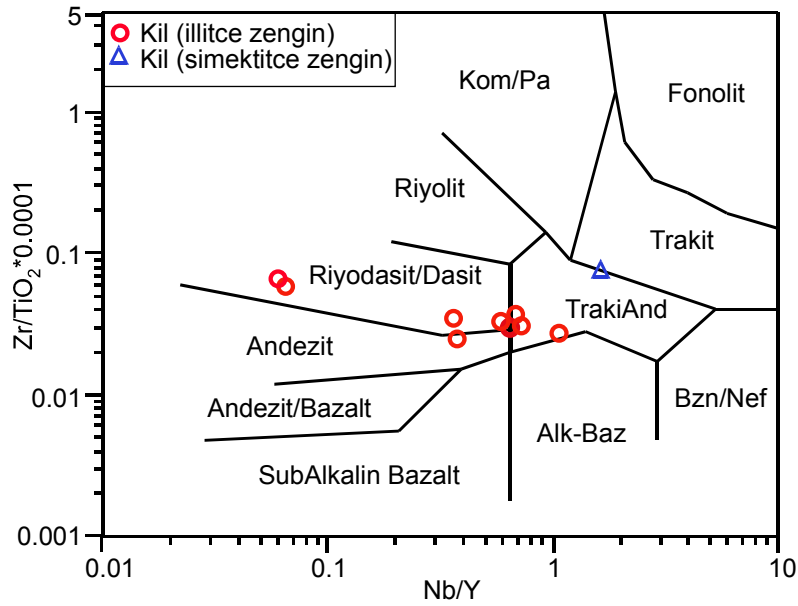
3.5.3. Killerin Jeokimyası

3.5.3.1. İlksel Kayaç Adlamaları

Çalışma alanında bulunan kil oluşumları 5 ana kil yatağı olarak ele alınmıştır. Bu kil yataklarının dördünde baskın kil minerali illit, ikincil kil minerali kaolinit, üçüncül kil minerali ise simektittir. Sadece Kalecik kil zuhurunda simektit birincil mineraldir. Ana volkanik kütlelerin kile dönüşüm sırasında ana elementler daha hareketli olduğu düşünüldüğünde ana element diyagramlarında gerçekçi sonuçlar elde edilememektedir. Kayaç adlaması, hareketsiz davrandıkları bilinen elementlere bağlı olarak Winchester ve Floyd (1977)'un Nb/Y'a karşı Zr/TiO₂ 0,0001 diyagramına göre yapılmıştır. Buna göre, illetçe zengin killer riyodasit-dasit, dasit-andezit sınırında ve trakiandezit, simektitçe zengin kil örnekleri ise trakiandezit alanında yer aldığı görülmektedir. Killerin oluşumuna neden olan volkanik kayaçlar Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik riyodasitik-dasitik camcı tüf ve breşidir (Şekil 51).



Şekil 50. Eriklik bölgesindeki volkanik kayaların Kondrite oranı(Taylor ve Mc Lennan, 1985), (E-47, E-48, E-67, E70 : Eriklik riyodasit-dasiti, E-17, E-71: Eriklik riyodasitik-dasitik breşi, E-73: İnce dasiti, E-80: Eriklik riyodasitik-dasitik camsı tüfü, E-83:Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tüfü).



Şekil 51. Eriklik bölgesinde gözlenen killerin Nb/Y karşı Zr/Ti adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd 1977).

3.5.3.2. Ana ve İz Elementler

Eriklik (Bulancak-Giresun) sahasından alınan 10 kil örneğinden tüm kayaç ana ve iz element analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 4 ve 5'de verilmiştir. Kuruköseoğlu kil yatağı % 78.86 içeriği ile en yüksek SiO₂ değerine, Kandaz kil yatağı % 43.8 içeriği ile en

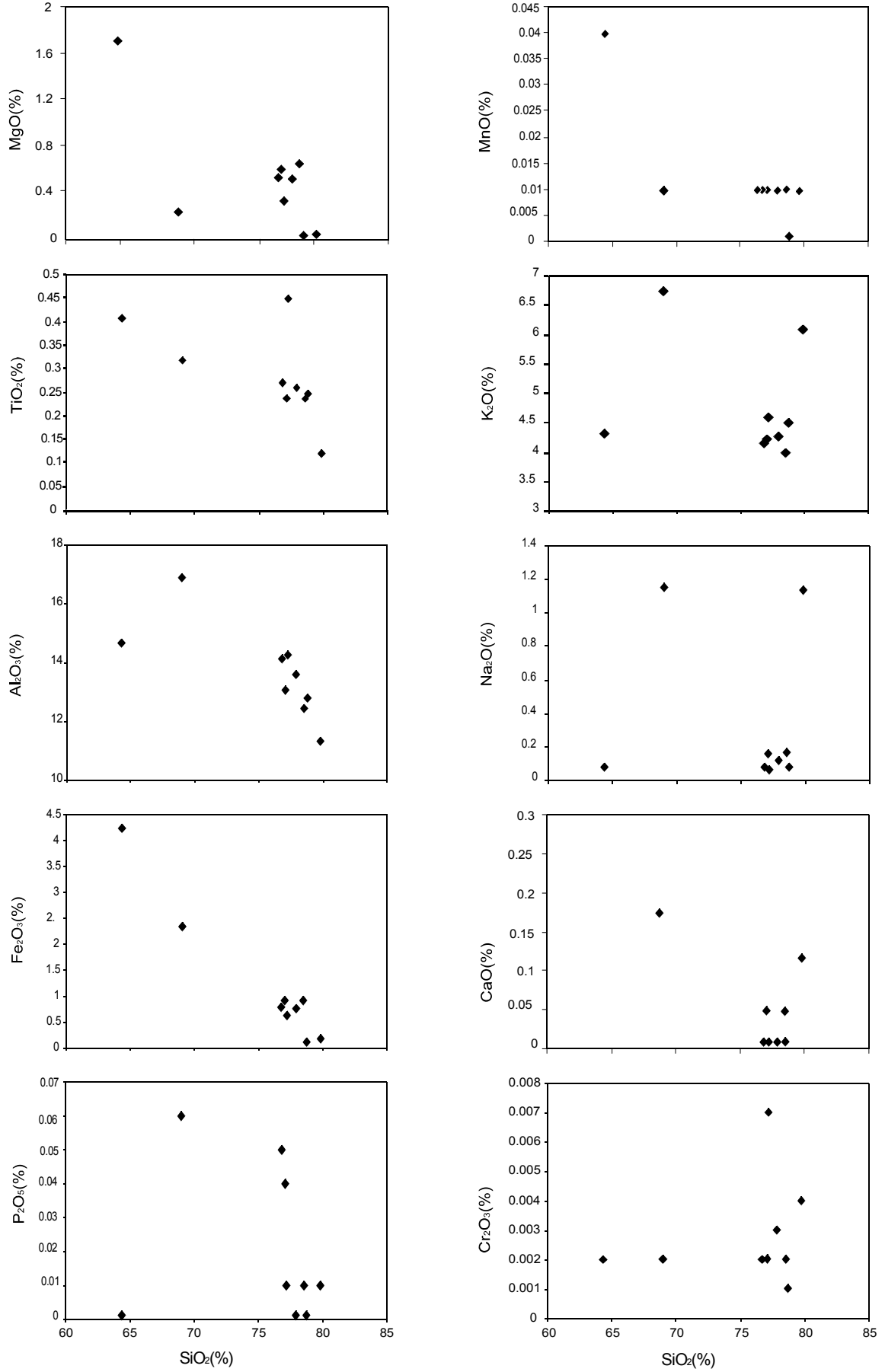
düşük SiO₂ değerine sahiptir. Akyar kil yatağı Kuzey bölgede SiO₂ içeriği % 64.31-64.64, Kuruköseoğlu kil yatağında ise % 69.2-78.86 Kuşluhan kil yatağında SiO₂ içeriği % 65.5-69.03 Kalecik simektit zuhuru ise % 72.1 SiO₂ içeriğine sahiptir. Kil yatakları içerisinde kuvarslı-kalsitli çinkoblend, galen, çinkoblend kristalleşmesinin varlığı masif sülfür maden yatağı izlerinin gözlenmesi kil oluşumunda silisli hidrotermal getirimlerin olduğunu göstermektedir. Al₂O₃ içeriklerine bakıldığında % 27.74 ile Kandaz kil yatağı en yüksek değere sahip, Kalecik simektit zuhuru % 13.68 ile en düşük değere sahiptir. Genel Al₂O₃ ortalaması ise % 19.05 tir. Kandaz kil yatağında Fe₂O₃ % 7.26 ve K₂O % 8.17 MgO % 1.18 ile en yüksek değere sahiptir. İncelenen diğer ana elementlerde belirgin bir fark gözlenmemektedir. Ateşte kayıp ise ortalama % 7.03 dür.

İz elementlerde ise Kandaz kil yatağından alınan örneklerde Pb>10000 ppm, Zn 1239 ppm, Cu 412.5 ppm, Cd 8.9 ppm, Bi 2.2 ppm, Ag 3.2 ppm ise 9.2 ppm ile en yüksek değere sahiptir. Özellikle Pb, Zn, Cu içeriğinin diğer kil örneklerinin içeriğine göre oldukça yüksek olması killeşmeye kükürtlü hidrotermal getirimlerin etkili olduğunu düşündürmektedir. İlgi çekici bir nokta tüm kil örneklerinde 10-0,5 ppb değerleri arasında Au görülmesidir.

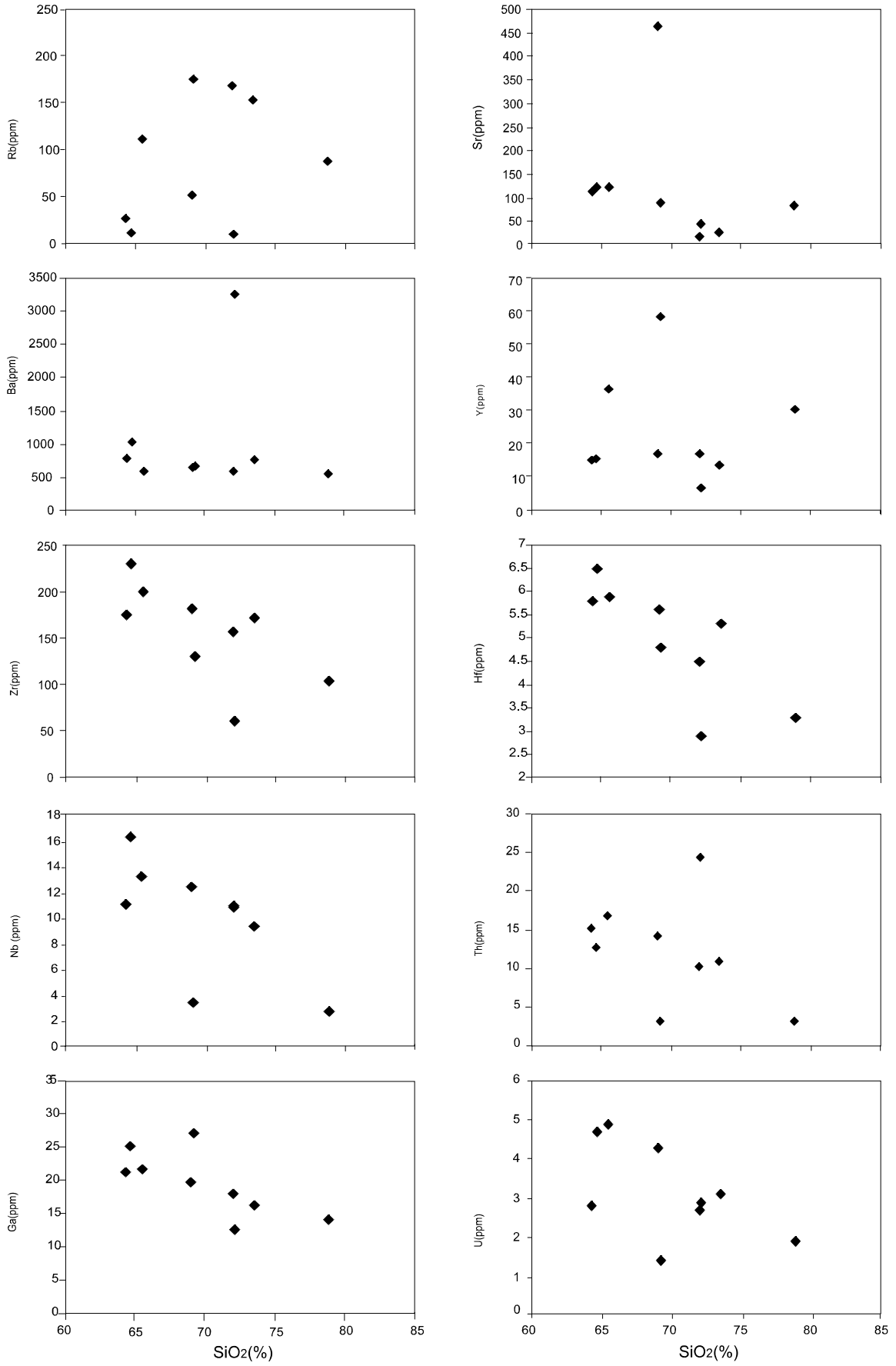
Genel olarak ana element değişim diyagramları incelendiğinde Al₂O₃ ve K₂O'daki artışlar düzgün, CaO, MgO gibi illitin yapısında bulunmayan elementlerdeki değişimler düzensizdir (Şekil 52). Al₂O₃ ve K₂O artışlar illitleşmeyi, CaO ve MgO'daki artışlar simektitleşmeyi göstermektedir. Nb, Zr, Hf, Th, Ga, U düzgün yönsemeler göstermektedir (Şekil 53). Düzgün yönsemeler killerin ana kayaçları olan volkanitlerin gelişimindeki killeşme süresi ile açıklanabilir.

3.5.3.3. Uyumsuz Elementler

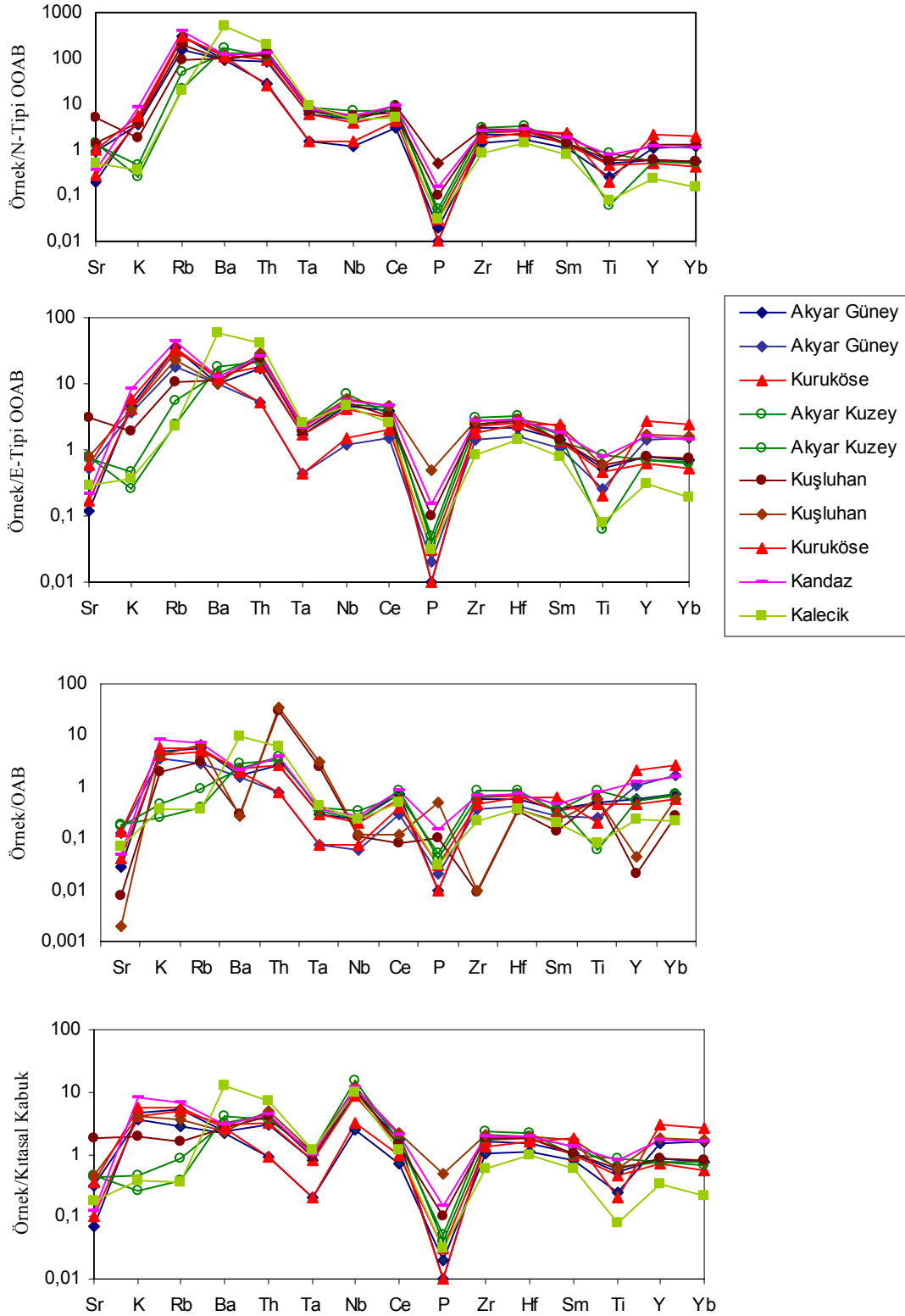
İnceleme alanında ayrımlanan kil yataklarından alınan kil örneklerinin uyumsuz element içerikleri zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (E-tipi OOSB), tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (N-tipi OOSB) ortalama kıtasal kabul bileşimi, okyanus adası bazaltı (OAB) ve kıtasal kabuk'a göre normalleştirilerek elde edilen diyagramlar ile killeri oluşturan ana volkanik kaynak hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır (Şekil 54).



Şekil 52. Eriklik yöresi killerin SiO₂'ye karşı ana element (% ağırlık) değişim diyagramları.



Şekil 53. Eriklik yöresi killerin SiO₂'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları.

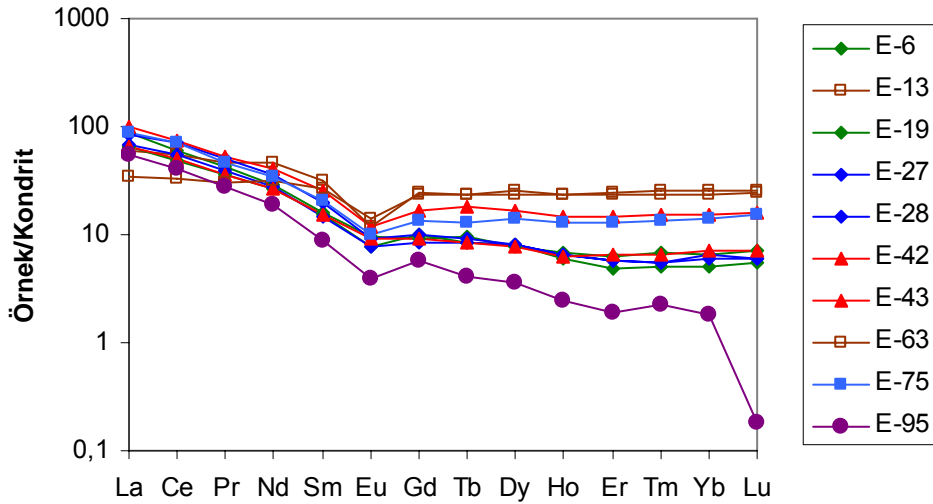


Şekil 54. Eriklik yöresi killerin Okyanus Adası Bazaltı (OAB), E-Tipi OOSB, N-Tipi OOSB, Kıtasal Kabuk'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları (Normal değerler Sun ve McDonough, 1989; Taylor ve McLennan, 1985'den alınmıştır), (Örnek No: E-6, E-13, E-19, E-27, E-28, E-42, E-43, E-63, E-75, E-95).

Kil örneklerindeki iz element değişimlerine bakıldığında genel olarak büyük iyon yarı çaplı elementlerde (Sr, Ba) fakirleşme, karşılık K, Rb, Th, P zenginleşmesi olduğu görülmektedir. Negatif Sr ve Ba yönsemesi killerin ilksel volkanik kayaların oluşumundaki plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkin olduğunu göstermektedir. Kil örneklerinin iz element değişimleri volkanitlerle benzerlik göstermektedir.

3.5.3.4. Nadir Toprak Elementleri

Kil örneklerinin nadir toprak element içerikleri Tablo 4’de verilmiştir. Kil tüm kayaç örneklerinde hafif nadir toprak elementlerinde zenginleşme görülmektedir. Kondrite göre hafif nadir toprak elementleri bakımından ortalama 80 kat, ağır nadir toprak elementleri bakımından ise ortalama 10-15 kat zenginleşmiştir. $(La/Lu)_N$ değerleri 72-7.1 arasında değişmektedir. Negatif anomali gösteren Eu da ise (Eu/Eu) değerleri 0.38-0.75 arasındadır. Eu’daki negatif yönseme köken volkanik kayacın oluşumunda plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu ifade etmektedir (Şekil 55).



Şekil 55. Eriklik yöresi killerin kondrite normalize nadir toprak element dağılımları (Kondrit değerleri Taylor ve Mc Lennan,1985’den alınmıştır), (E-6, E-13, E-27, E-28: Akyar Kil yatağı, E-19, E-63: Kuruköseoğlu Kil yatağı, E-42, E-43: Kuşluhan kil yatağı, E-75: Kandaz Kil yatağı, E-95: Kalecik Kil yatağı).

Kil örneklerindeki NTE dağılımları inceleme alanında belirlenen volkanik kayalarla benzer dağılım sunmaktadır. Kil oluşumunda nadir toprak elementlerinde belirgin bir değişiminin olmadığı söylenebilir.

3.5.4. Ekonomik Jeoloji

Eriklik yöresi killerin ana kil yatağını illitler oluşturmaktadır. İllitler 4 bölgede tespit edilmiştir. Daha az oranda ve kalecik bölgesinde gözlenen simektitlerin ekonomik anlamda bir değeri olduğu düşünülmemektedir.

MTA'nın yapmış olduğu deneylerde illitlerin 1150 °C derece piştiği ve 1300 °C derecede ise erimeye başladığı belirtilmiştir. Endüstriyel anlamda ise kağıt sanayinde ve seramik sanayide dolgu maddesi olarak kullanılabilir denilmiştir (Kansız vd., 2000).

Volkanitler ve kil numunelerinden yapılan kimyasal analizlerde örnek E-17: 21.1 ppb., E-19: 10 ppb., E-63: 8.2 ppb. oranlarında altın tespit edilmiştir. Özellikle F6 fayının kuzeybatısında ve Kuruköseoğlu kil yatağı içerisinde galen-çinkoblendli kuvars damarları (Şekil 17) ile yine bu kil yatağı içindeki kükürtlü silisifiye tepecikler altın ve kurşun-çinko yönünden değerlendirilmelidir.

4. İRDELEME

Bu çalışmada olduğu gibi Doğu Pontidler'deki volkanitlerin petrografik ve petrokimyasal özelliklerdeki ve bu kayaların alterasyonu sonucu oluşan kil yataklarını üzerine bir çok araştırmacı çalışmıştır. Çelik ve Karakaya (1997), Çelik vd., (1999) tarafından Üst Kretase yaşlı volkanitlerden oluşan killerin hidrotermal kökenli olduğu belirtilmiştir. Abdioğlu (2002) tarafından Ünye-Fatsa (Ordu) bölgesindeki kil oluşuklarının denizel ortamda geliştiğini belirtmiştir. Arslan, vd. (2005), Tirebolu yöresi bentonitik kil oluşuklarının trakiandezitik-riyolitik bileşimdeki ortaç volkanitlerden itibaren, muhtemelen, düşük sıcaklıklarda ve düşük sıkışma hızı ile deniz suyu ve meteorik su karışımı bir sıvının piroklastik malzemeyi yerinde alterasyonu ile oluştuğu ifade etmişlerdir. Eriklik (Balıncak-Giresun) Geç Kretase yaşlı volkanitlerin ve bu volkanitlerin alterasyonundan sonucu gelişen kil oluşuklarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

4.1. Volkanitler

Çalışma sahasının bulunduğu Eriklik (Balıncak-Giresun) yöresindeki volkanitler riyodasit, dasit, riyodasitik-dasitik camsı tuf, riyodasitik-dasitik breş, iri kuvarslı dasit, dasit, biyotitli dasit ve dasitik kristal tuf ile dasitik litik tüften oluşmaktadır. Ayırtılan birimlerin tamamı Güven (1993) tarafından tanımlanan Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonuna ait alt birimlerden oluşmaktadır. Doğu Pontidlerdeki Jura, Üst Kretase ve Eosen zaman dilimlerinde ana orojenik olaylar neticesinde volkanik kayalar gelişmiştir (Korkmaz vd.; 1995, Arslan vd., 1997). Jura döneminde oluşan kayalar toleyitik veya toleyitik kalkalkalen geçişindedir (Yılmaz, 1972; Arslan vd., 1997), Geç Kretase yaşlı volkanitler ise toleyitik (Eğin vd., 1979) veya kalkalkalen ve alkalen olarak tanımlanmaktadır (Arslan vd., 1997).

Çalışma sahasındaki volkanik kayalarda mikrogranüler, mikrogranü porfirik, hyalomikrogranü porfirik, mikrolitik fluidal ve camsı doku gözlenmiştir. Volkanitlerde ana mineral olarak plajiyoklas, kuvars, sanidin, biyotit, hornblend, pirit ve opak mineraller, ikincil olarak ise serisit, kalsit ve kil mineralleri tespit edilmiştir.

Volkanik kayalar orta alkali, alkali-toleyitik karakterli olup, genellikle yüksek Al_2O_3 , içeriğine sahiptirler. Ana ve iz elementlerin büyük çoğunluğu SiO_2 'ye karşı zayıf korelasyonlar göstermektedir. SiO_2 'deki artışa bağlı olarak Al_2O_3 , $Fe_2O_3^*$, CaO , K_2O , TiO_2 , MnO , Rb , Sr , Zr içerikleri ve $Mg^{\#}$ değerleri azalmakta göstermektedir. Buna göre kayaların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonel kristalleşmesi etkin rol oynamıştır.

Volkanitlerin nadir toprak element dağılımları incelendiğinde $(La/Lu)_N$ değerlerinin 0.69-22.99, (Eu/Eu^*) değerlerinin ise 0.42-0.85 arasında değişerek negatif Eu anomalisi gösterdikleri belirlenmiştir. Bu anomaliler volkanitlerin oluşumlarında plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkinliğini ifade etmektedir. Bu bakımdan daha yüksek $(La/Lu)_N$ ve (Eu/Eu^*) değeri volkanik kayaların oluşumunda kabuk karışımının etkili olmadığı ifade edilebilir (Arslan vd., 1997).

Kayalar yüksek Al ve K içeriği, nadir toprak elementleri Ba, Zr, Rb, Y, Nd ve hafif toprak elementleri ile düşük Sr, Th, P ve Mn içeriğine sahiptir. Ana, iz ve nadir toprak elementleri genel olarak plajiyoklas fraksiyonel kristalleşmesini ifade etmektedir. İz element dağılımları adayayı kalkalkalin serilerine benzerlik gösterir

Sonuç olarak Volkanik kayaların oluşumunda fraksiyonel kristallenme, kısmen alterasyon-magma karışımının ve/veya asimilasyonunun etkin olduğu düşünülmektedir.

4.2. Killer

Volkanitlerden itibaren gelişen kil oluşuklarının değişik araştırmacılar tarafından incelenmesi sonucu özellikle masif sülfid gibi pek çok maden zehir ve yatağının bulunmasından nedeniyle kil oluşuklarının genellikle hidrotermal alterasyonun etkin (Kamitani, 1978; Çelik, Karakaya, 1997; Çelik vd., 1999), Abdioğlu (2002) ve Abdioğlu, (2005) tarafından ise Ünye- Fatsa (Ordu) ve Tirebolu (Giresun) yöresindeki bentonit oluşuklarında ise denizel etkinin olduğu belirtilmiştir.

Eriklik yöresindeki kil oluşuklarında yapılan incelemelerde ana kil mineralinin illit, simektit ve az oranda kaolinitir. Kil dışı mineraller opal-CT, nadiren kalsit, biyotit ve K-feldispat belirlenmiştir. Simektit, Kalecik kil yatağının ana mineralidir.

Kaolen düşük sıcaklıklarda ($<150-200^{\circ}C$) oluşan minerallerdir ve 3-4 civarında pH'ı işaret ederler (Hemley vd., 1980; Sillitoe, 1993; Arribas, 1995). Bu da ortamın pH ve hidrotermal akışkanın sıcaklığını vermektedir.

Genel olarak ana element değişim diyagramları incelendiğinde Al_2O_3 ve K_2O 'deki artışlar illitleşme ile yorumlanırken, CaO ve MgO gibi illitin yapısında bulunmayan elementlerdeki değişimler düzensizdir (Şekil 52). Bu diyagramlardaki yüksek CaO ve MgO konsantrasyonu olan örneklerde simektitin varlığı gözlemlenmiştir.

Kil yataklarının oluşumunda faylar ve bu fay hatlarından gelen hidrotermal akışkanların ana etken olduğu düşünölmektedir. Özellikle hidrotermal akışkanlar ile birlikte kuvarşlı galen, çinkoblend ve bakır oluşumlarının gözlenmesi bu düşünöneyi doğrulamaktadır. Tüysüz ve Akçay, (2000) tarafından Doğu Karadeniz bölgesindeki altın yataklarının incelenmesinde hidrotermal akışkanın 120-320 °C olduğu ve irdelenen tüm yataklarda killeşmenin varlığından söz etmişlerdir.

Arslan vd., (2005) tarafından Tirebolu (Giresun) bentonitlerinde elde edilen kimyasal veriler ile Kalecik simektitlerinde elde edilen kimyasal değerlerin benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak çalışma sahasındaki volkanitlerinin killeşmesinin KD-GB ve KB-GD doğrultulu iki ana kırık sistemine bağlı olarak hidrotermal sıvıların etkisiyle oluştukları düşünölmektedir. Bu kanıyı illitler içerisindeki galen ve sfalerit damarlarının varlığı doğrulamaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1- Eriklik-Bulancak (Giresun), çalışma sahasının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası ve örnek alım haritası hazırlanmış; sahada Eriklik riyodasit-dasiti, Eriklik riyodasit-dasitik camlı tüfü, Eriklik riyodasit-dasitik breşi, İnce dasiti, Resuloğlu biyotitli dasiti ve dasitik kristal tüfü, Kalecik iri kuvarslı dasiti, Terekkaya dasitik litik tüfü ve kil oluşukları ayırtlanmıştır.

2- Çalışma sahasındaki volkanik kayalarda mikrogranüler, mikrogranü porfirik, hyalomikrogranü porfirik, mikrolitik fluidal ve camlı doku gözlenmiştir. Volkanitlerde ana mineral olarak plajiyoklas, kuvars, sanidin, biyotit, hornblend, pirit ve opak mineraller, ikincil olarak ise serisit, kalsit ve kil mineralleri tespit edilmiştir.

3- Volkanik kayalar genelde kalk-alkali karakterli, bir örnekte ise toleyitik geçiş karakterlidir. Kayalar yüksek Al, K, Ba, Zr, Rb, Y, Nd ve hafif toprak elementleri ile düşük Sr, Th, P ve Mn içeriğine sahiptir. Ana, iz ve nadir toprak elementleri genel olarak plajiyoklas fraksiyonel kristalleşmesini ifade etmektedir.

4- Volkanik kayaların oluşumunda fraksiyonel kristallenme, kısmen alterasyon-magma karışımının ve/veya asimilasyonunun etkin olduğu düşünülmektedir.

5- Eriklik sahasında Kuruköseoğlu, Akyar, Kandaz, Kuşluhan ve Kalecik olmak üzere 5 adet kil yatağı tespit edilmiştir. Kil yataklarının kalınlığı en yüksek yerde 20 metreyi bulmaktadır.

6- Kil yataklarından Kuruköseoğlu, Akyar, Kandaz ve Kuşluhan'da başlıca kil minerali illit ikincil olarak az oranda kaolinit, Kalecik kil yatağında ise simektittir. Kil dışı mineraller ise opal CT, Kristobalit, nadiren kalsit, biyotit ve K-feldispattır. Kil yataklarında kırık sistemine bağlı olarak galen, sfalerit damarları ile pirit tespit edilmiştir.

7- Killer, yüksek Al ve K, düşük P, Mn, Ca, nadir toprak elementlerinde ise yüksek Ba, Zr, Rb, Sr, ve Y, düşük Th ve Eu içeriğine sahiptir.

8- Killerin tüm kayaç kimyalarının Si_2O 'ye karşı değişim diyagramları Al_2O_3 ve TiO_2 , Nb, Zr, Hf, Th, Ga ve U düzgün yönsemeler gösterir. Bu yönsemeler illitleşme sürecinde volkanik malzemedan itibaren Al_2O_3 ve K_2O 'de artışlara karşı Si_2O 'de azalma ile karakterize edilir. Simektitleşme sürecinde ise Si_2O 'deki azalmaya karşı MgO ve CaO artmıştır.

9- Mineralojik ve petrografik incelemeler sonucunda Eriklik-Bulancak (Giresun) sahasında bulunan killerin KD-GB ve KB-GD doğrultulu iki ana kırık sistemine bağlı olarak, asidik piroklastitlerin hidrotermal sıvılarla etkileşimi sonucunda oluştukları tespit edilmiştir.

10- Çalışma alanındaki kil oluşuklarının ekonomik olarak bir değerlendirilebilmesi için kil yataklarındaki silis, pirit, galen ve sfalerit miktarlarının dikkatlice incelenmesi önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdioğlu, E., 2002, Kavaklar (Ünye-Fatsa, Ordu) Yöresindeki Kil Oluşuklarının Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensel İncelmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Abdioğlu, E., Arslan, M., Kolaylı, H. ve Kadir, S., 2005, Tirebolu (Giresun) Bentonitlerinin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, KD Türkiye, 12. Ulusal Kil Sempozyumu, Van, 80-100.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997, Geochemistry and Petrogenesis of The Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey. *Chemi Der Erde* 57, 157-187.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Tashlı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995, Cretaceous, Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform (NE Turkey); The Formation of Carbonate Breccias and Türbidites as Evidence of a Drowned Platform, *Giornale di Geologia*, 57.
- Bektaş, O. ve Çapkinoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid Magmatik Arkında (KD-Türkiye) Neptüniyen Dayklar ve Blok Tektoniği Mesozoyik Havzaların Kinematığı ile İlgili Bilgiler; *Geosound*, 30, 451-461.
- Çelik, M., Karakaya, N., 1997, Ordu ve Giresun Civarında Gözlenen Hidrotermal Kil Oluşumlarının İncelenmesi, VIII. Ulusal Kil Sempozyumu, Kütahya.
- Çelik, M., Karakaya, N., ve Abidin, T., 1999, Clay Minerals in Hydrothermally Altered Volcanic Rocks, Eastern Pontides, Turkey, *Clays And Clay Minerals*, Vol:47, No.6, 708-717.
- Çoğulu, E., 1970. Gümüşhane ve Rize Plutonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronolojik Etüdü, Doktora Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar: İTÜ Kütüphanesi No:1034, İstanbul.
- Eğin, D., Hirst, D. M. ve Phillips, R, 1979, The Petrology and Geochemistry of Volcanic Rocks from the Northern Harşit River Area, Pontid Volcanic Provence, Northeast Turkey,, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 6, 105-123.
- Eyüboğlu, Y., 2000, Tirebolu-Doğankent (Giresun) Arasının Jeolojisi ve Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- D. S., Fanning and M. C. B., Fanning. 1989. *Soil Morphology, Genesis and Classification*. John Wiley and Sons New York.
- Floyd, P.A. ve Winchester, J.A., 1975, Magma-Type and Tectonic Setting Discrimination Using İmmobile Elements, *Eatrth Planet. Sci. Lett.*, 27, 211-218.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. Ve Özsayar, T., 1979, The Main Lines of Geotectonic Development of Eastern Pontids in the Mesozoic Era: *Geocom* 1, 551-581.
- Grim, R.E. ve Güven, N., 1978, *Bentonites: Geology, Mineralogy, Properties and Uses, Developments in Sedimentology*, 24, Elsevier, Amsterdam.

- Gust, D.A., ve Perfit, M.R., 1987. Phase relations of a high-Mg basalt from the Aleutian Island Arc: implications for primary island arc basalt and high-Al basalts. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 97, 7-18.
- Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik-Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi: Doktora Tezi, H.Ü., Fen Bilimleri Enst., Ankara, 386s.
- Gündoğdu, M.N. ve Yılmaz, O., 1983, Kil Mineralojisi Yöntemleri I.Ulusal Kil Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana, Bildiriler Kitabı, 319-330.
- Güven, İ.H., 1993, Doğu Pontidler'in 1/25.000 Ölçekli Kompilasyonu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara (Yayınlanmamış).
- Hart, S. R., Erlant, A. J. ve Kable, E. J. D., 1974, Sea Floor Basalts Alteration: Some Chemical and Sr İstotopic Effects, *Contribution To Mineralogy And Petrology*, 44, 219-230.
- Hoffman, J. ve Hower, J., 1979, Clay Mineral Assemblages As Low Grade Metamorphic Geothermometers: Application To Thrust Faulted Disturbed Belt Of Montana, Usa.Pp.55-79 In: *Aspects of Diagenesis* (P.A. Scholle&P.R. Schkuger, Editors). Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ.26, New York.
- Humphris, S. E., Morrison, M. A. ve Thompson, R. N., 1978, Clinopyroxene Phenocrysts in Basaltic Alkaline Magmas: Chemicaland Optical Zoning, *Geological Society of New Zealand Miscellaneous Publication 101a*, 124.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A Guide to The Chemical Classification of Common Volcanic Rocks, *Can. J. Earth Sci.*, 8, 523-548.
- Jackson, M. L., 1956, *Soil Chemical Analysis-Advanced Course-Published by Author*, 991.
- J.C.P.D.S., 1990. *Powder Diffraction File, Alphabetical Indexes Inorganic Phases*, Swarthmore, U.S.A., 871.
- Jones, J. B. ve Segnit, E. R., 1972, The Nature of Opal:I. Nomenclature and Constituent Phases, *J. Geol. Soc. Aust.*, 18, 57-68.
- Kamitani, M., 1978, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Kaolin, Serisit ve Montmorillonit Kil Yatakları, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kansız, H., Akıncı, S., Kurtoğlu, T. ve Deniz , N., 2000, Doğu Karadeniz Bentonit İllit Feldspat Aramaları Ön Etüt Raporu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara, Bölge Arşiv No:647
- Keller, W. D., 1978, Classification of Kaolins Exemplified by Their Textures in Scan Electron Micrographs, *Clays Clay Miner.*, 26, 1-20.
- Kahraman, İ. vd., 1983, Giresun-Bulancak-Piraziz Yöresinin Jeoloji Raporu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, M.T.A. Dergisi, Ankara, No: 66, 20-34.

- Köprübaşı, N., 1996, Pontid Tipi Masif Sülfidlerde Hedef Saptaması İçin Jeokimyasal Yöntemler: Harşit-Köprübaşı (Tirebolu-Giresun) Cevherleşmesinden Bir Örnek., Türkiye Jeoloji Bülteni, 39, 2,111-118.
- Kunze, G. W., 1965, In Methods of Soil Analysis , Black, C. A., (eds), Agronomy Society of American Inc., Chapter, 44, 568-577.
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R. ve, Zanettin, B., 1989, A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms, Blackwell, Oxford, 193.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981, Doğu Pontid'lerde Kretase: K.T.Ü. Yer Bilimleri Dergisi, Jeoloji 1, 2, 65-114.
- Pearce, J. A., 1983, Role Of The Sub-Continental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. In: Hawkesworth, C. J., Norry, M. J. (Eds.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths, Shiva, Cheshire, 230-249.
- Pelin, S., 1977, Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi: K. T. Ü. No: 87, 103, Trabzon.
- Sun, S.S. ve Mcdonough, W.F., 1989, Chemical and İsotopic Systematics of Oceanic Basalts: İmplications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (Eds), Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. London. Spec. Pub. 42, 313-345.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., 1985, The Continental Crust: Its Composition And Evolution, Blackwell, Oxford.
- Tüysüz, N. ve Akçay, M., 2000. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Altın Yataklarının Karşılaştırılmalı İncelemesi, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara
- Velde, B., 1992, Introduction to Clay Minerals, Chemistry, Origins, Uses and Environmental Significance, Chapman-Hall, 198.
- Winchester, J. A., Floyd, P.A., 1976, Geochemical Magma Type Discrimination; Application to Altered and Metamorphosed Basic İgneous Rocks, Earth Planet. Sci Lett., 18, 459-469.
- Yılmaz, Y., 1972, Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, PhD Thesis, Londo University,, 260.
- Yılmaz, Z., Er, M. Ve Konak, O., 1979, Giresun-Bulancak-Dikmen Kaolen-Töseki ve Eriklik İllit Sahaları Ara Etüd Raporu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

07.04.1976 tarihinde Bulancak-Giresun'da doğdu. İlk öğrenimini 1982-1987 tarihleri arasında Harmancık İlkokulu'nda (Bursa), orta öğrenimini 1987-1990 tarihleri arasında Harmancık Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini ise 1990-1993 tarihleri arasında Harmancık Lisesi'nde tamamladı. 1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 1997 yılında mezun oldu. 1997 yılında özel bir sektörde Şantiye Şefliği yaptı. 1998 yılında Artvin Bayındırlık ve İskan Müdürlüğünde Jeoloji Mühendisi olarak göreve başladı. 2000 yılında Giresun Bayındırlık ve İskan Müdürlüğüne tayin oldu. 2007 yılında İmar Uygulama ve Afet İşleri Şube Müdürlüğü yaptı. 2007 yılı Ekim ayından itibaren Giresun İl Özel İdaresi Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü görevini sürdürmektedir. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.