

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ELAZIĞ DOĞUSU'NDA PLİYOSEN-KUVATERNER
YAŞLI PALU FORMASYONU'NUN KİL
MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ**

Osman KARATAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA

EYLÜL-2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ DOĞUSU'NDA PLİYOSEN-KUVATERNER YAŞLI PALU
FORMASYONU'NUN KİL MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman KARATAŞ
(152116111)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09/08/2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 27/09/2018

Tez Danışmanı

: Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA (Fırat Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Ü.)

Prof. Dr. Mehmet ÖNAL (İnönü Ü.)

Elazığ-2018

ÖNSÖZ

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Bu kapsamda Elazığ İli’nin yaklaşık Palu’nun Hacımekke ve Avlağı köyleri çevresinde yayılım gösteren kötü boylanmalı, çamur matriskli, normal ve ters dereceli konglomera ve kumtaşlarıyla; daha güneyde Güllüşkür Köprüsü’ne yakın alanlardaki kum ocaklarında ise, altta düzlemsi ve tekneysi çapraz tabakalanma gösteren kumtaşlarıyla başlayan istif üst seviyelere doğru kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan çökellerdeki tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyası çalışılmıştır. Ayrıca Hacımekke ve Hacısam Dere kesitlerinden alınan örneklerinin benzerlik ve farklılıkları ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) MF. 17.25. nolu proje tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü FÜBAP koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, iki yıl boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA’ya, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim Satı KARATAŞ ve kızım Nehir Ela KARATAŞ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Osman KARATAŞ

Elazığ-2018

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	6
2.1. Büro Çalışmaları	6
2.2. Arazi Çalışmaları ve Örneklemeler	6
2.3. Laboratuvar Çalışmaları	7
2.3.1. X-Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	8
2.3.2. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri	8
3. GENEL JEOLojİ.....	9
3.1. Guleman Ofiyolitleri	10
3.1.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı	10
3.1.2. Oluşum ve Yaş	11
3.2. Elazığ Magmatitleri.....	12
3.2.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı	12
3.2.2. Oluşum ve Yaş	14
3.3. Hazar Grubu	15
3.3.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı	15
3.3.2. Oluşum ve Yaş	15
3.4. Maden Karmaşığı	16
3.4.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı	16
3.4.2. Oluşum ve Yaş	16
3.5. Kırkgeçit Formasyonu (Tk)	17
3.5.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı	17
3.5.2. Oluşum ve Yaş	19

3.6.	Çaybağı Formasyonu (Tç)	21
3.6.1.	Tanımı ve Arazideki Dağılımı	21
3.6.2.	Oluşum ve Yaş	21
3.7.	Palu Formasyonu (PlQp).....	25
3.7.1.	Tanımı ve Arazideki Dağılımı	25
3.3.2.	Oluşum ve Yaş	26
3.8.	Alüvyon.....	29
4.	X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ.....	30
4.1.	Tüm Kayaç X-Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	30
4.2.	Kil Minerallerinin Oluşum Mekanizmaları.....	39
5.	JEOKİMYA	40
5.1.	Ana-İz Element Jeokimyası	40
5.2.	Nadir Toprak elementleri (NTE).....	56
5.3.	Element Oranları	57
6.	SONUÇLAR	63
	KAYNAKLAR	65
	ÖZGEÇMİŞ.....	69

ÖZET

Bu tez kapsamında Elazığ İli'nin yaklaşık 50 km güneydoğusundaki Hazar Gölü'nün kuzey kesimlerinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu çalışılmıştır. Palu Formasyonu kötü boylanmış çamur matriskli, normal ve ters dereceli konglomera ve kumtaşlarıyla temsil olmaktadır. Bu kayaçların tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri çalışılmıştır.

İnceleme alanında birimler yaşlıdan gence doğru; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Orta-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

İnceleme kapsamında X-Işınları difraksiyonu (XRD) tüm kayaç ve kil fraksiyonu incelemeleri, jeokimyasal analiz (ICP-AES ve ICP-MS) çalışmaları yapılmıştır. Hacimekke ve Hacısam Dere kesitinden Palu Formasyonu'na ait örnekler alınmıştır.

Hacimekke ve Hacısam Dere kesitinde major oksit elementler, iz elementler ve nadir toprak elementleri (NTE) benzerlik sunmaktadır. Kondrit normalize diyagramlarda Hacimekke örnekleri ve Hacısamdere örnekleri çok yakındır. Zenginleşme katsayısı 10-100 arasında değişmektedir. PAAS değerlerine benzememektedir.

Birimlerin element oranları benzerdir. Cr/Th, Th/Sc, La/Sc, Co/Th, Th/Co, Eu/Eu*, Th/Co oranlarına göre her üç kayaç grubunun ofiyolit ve granitlerden çok andezitlere benzediği görülmüştür. Log (SiO₂/Al₂O₃)'e karşı log (Fe₂O₃/K₂O) oranına göre örneklerin çoğunlukla Fe'ce zengin şeyl alanına düştüğü görülebilmektedir. Eu/Eu* karşı Th/Sc, La/Sc karşı Th/Co karşılaştırma diyagramları, La-Th-Sc üçgen diyagramında örnekler bazikle asidik kayaç bileşimi arasındadır ve PAAS alanına düşmemektedir. Bunun nedeni PAAS örneklerinin kökeni kıtasal olup daha asidik karakter göstermesidir. La-Sc-Th, Th-Sc-Zr/10 diyagramlarına göre örnekler okyanusal ada yayı alanına düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Palu Formasyonu, X-Işınları difraksiyonu (XRD), jeokimyasal analiz

SUMMARY

Clay Mineralogy and Geochemical Properties of Pliocene-Quaternary Palu Formation at the East Of Elazığ

In this thesis, Palu Formation of Plio-Quaternary age was studied in the northern part of Hazar Lake, approximately 50 km south of Elazığ Province. Palu Formation has poorly sorted mud matrix, normal and reverse grade conglomerates and sandstones. Whole rocks, clay mineralogy and geochemical features of these rocks have been studied.

In the study area Upper Jurassic-Lower Cretaceous Guleman Ophiolite, Senonian Elazığ Magmatites, Maastrichtian-Lower Eocene Hazar Group, Middle Eocene Mine Complex, Middle-Upper Oligocene Kırkgeçit Formation, Upper Miocene-Lower Pliocene Çaybağı Formation and Plio-Quaternary Palu Formation and Quaternary aged alluviums are present. In the scope of the study, X-ray diffraction (XRD) analyzes of whole rock and clay fractions, geochemical analysis (ICP-AES and ICP-MS) were carried out. Hacimekke and Hacısam section samples from Palu Formation were taken.

Major oxide elements, trace elements and rare earth elements (NTE) are similar in the section of Hacimekke and Hacısam sections. Chondrite normalized diagrams very close to Hacimekke samples and Hacısamdere samples. The enrichment coefficient ranges from 10 to 100.

The element proportions of the units are similar. According to the ratio of Cr/Th, Th/Sc, La/Sc, Co/Th, Th/Co, Eu/Eu* and Th/Co all three rock groups resemble andesites rather than ophiolites and granites. According to the log (SiO₂/Al₂O₃) versus log (Fe₂O₃/K₂O) ratio, it can be seen that the samples fall mostly into the Fe-rich shale area. Th/Co versus Th/Sc versus Eu/Eu* versus Th/Co versus La/Sc. In the La-Th-Sc triangle diagram, the samples are basically between the acidic rock composition and do not fall into the PAAS. The reason for this PAAS is continental and has a more acidic character. According to the La-Sc-Th and Th-Sc-Zr/10 diagrams, the samples fall into the oceanic island arc.

Key Words: Elazığ, Palu Formation, X-Ray Diffraction (XRD), Geochemical Analysis

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Earth).....	2
Şekil 2.1a.	Hacımekke ve Hacısamdere'den alınan kesitlerin yerlerini gösteren harita.	6
Şekil 2.1b.	Hacımekke (a) ve Hacısamdere (b) kesitlerinden alınan örneklerin yerleri.	7
Şekil 3.1.	İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz).	9
Şekil 3.2.	İnceleme alanı ve Palu Formasyonu havza dolgusu çökellerini gösterir harita ve kesit (Çolak, 2006).	10
Şekil 3.3.	Guleman Ofiyoliti'nden bir görünüm. (Gülüşkür köprüsünün (Alacakaya yolu üzeri yaklaşık 5 km güneydoğusu.)	11
Şekil 3.4.	Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Topağaç Köyü'nün yaklaşık 500 metre kuzeybatısı.).....	13
Şekil 3.5.	Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Elazığ-Bingöl Karayolu 30 km güneydoğusu.).....	13
Şekil 3.6.	Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Elazığ-Bingöl Karayolu 50 km güneydoğusu.).....	14
Şekil 3.7.	Kırkgeçit Formasyonu'nun kıvrımlı, karbonatlı ve killi kayaçlarından görünüm. (Avlağı Köyü'nün yaklaşık 5 km kuzeybatısı.)	18
Şekil 3.8.	Kırkgeçit Formasyon'unun kıvrımlı, karbonatlı ve killi kayaçlarından görünüm. (Avlağı Köyü'nün yaklaşık 5 km kuzeybatısı.)	18
Şekil 3.9.	Kırkgeçit Formasyonu'nun gri renkli tabakalarından görünüm. (Mustafabey Köyü'nün yaklaşık 10 km güneybatısı.).....	20
Şekil 3.10.	Kırkgeçit Formasyonu'nun tıkHz, sert kireçtaşları ile killi kayaçlarından görünüm. (Mustafabey Köyü'nün yaklaşık 10 km güneybatısı.)	21
Şekil 3.11.	Çaybağı Formasyonu'nun karbonatlı killi tabakalarının görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 300 metre kuzeyi.)	22
Şekil 3.12.	Çaybağı Formasyonu'nun kırmızı-beyaz renkli kayaçlarının görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 2 km güneybatısı.).....	23
Şekil 3.13.	Çaybağı Formasyonu'nun kırmızı-beyaz renkli kayaçlarının yakından görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 2 km güneybatısı.)	23
Şekil 3.14.	Çaybağı Formasyonu'nun gri-beyaz renkli, turba ana katkılı çökellerinden görünüm. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 1 km güneybatısı).	24

Şekil 3.15. Yatay tabakalı Palu Formasyonu'nun Hacimekke kesitinin kuzeydoğudaki devamı. (Hacimekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneybatısı.).....	27
Şekil 3.16. Palu Formasyonu'nun inceleme ve örnekleme yapılan Hacimekke kesitinin görünümü. (Hacimekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.).....	27
Şekil 3.17. Palu Formasyonu'nu besleyen Elazığ Magmatitleri'ne ait çakıllardan görünüm. (Hacimekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.).....	28
Şekil 3.18. Palu Formasyonu'nu besleyen Kırkgeçit Formasyonu ve Elazığ Magmatitleri'ne ait çakıllardan görünüm. (Hacimekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.).....	28
Şekil 3.19. Palu Formasyonu'nun Hacısam Dere Kesitinin balık kılıcı şeklindeki dağılgan kum taşlarından görünüm. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 3 km güneydoğusu.).....	29
Şekil 4.1. PL27'ye ait XRD difraktogram çekimi.	30
Şekil 4.2. PL2 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	32
Şekil 4.3. PL5 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	33
Şekil 4.4. PL10 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	34
Şekil 4.5. PL18 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	35
Şekil 4.6. PL23 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	36
Şekil 4.7. PL27 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	37
Şekil 4.8. PL30 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).	38
Şekil 5.1. Örneklerin bazı elementlerin korelasyon grafikleri.....	51
Şekil 5.2. Hacimekke ve Hacısam Dere kesiti örneklerinin anaoksit elementlerinin karşılaştırılması.....	52
Şekil 5.3. Hacimekke ve Hacısam Dere kesiti örnekleri iz elementlerinin karşılaştırılması.....	53
Şekil 5.4. Hacimekke ve Hacısam Dere (30 örnek) örneklerinin ortalamalarının kondrit normalize diyagramı (Kondrit ve PAAS değerleri Taylor and McLennan, 1985'den alınmıştır).	56
Şekil 5.5. Hacimekke ve Hacısam Dere örneklerinin Log (SiO ₂ /Al ₂ O ₃)'e karşı Log (Fe ₂ O ₃ /K ₂ O) oranına göre değişimi. (Herron, 1988. A:kuvars arenit, B:sublitharenit, C:subarkose, D:litarenit, E:arkoz, F:greywacke, G:şeyl, H:Fe-şeyl, I:Fe-kum).	57

- Şekil 5.6.** Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinin Th/Sc, La/Sc, Co/Th element oranlarının karşılaştırılması (HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısamdere Kesiti)..... 60
- Şekil 5.7.** Hacımekke ve Hacısam Dere kesitlerine ait a. Eu/Eu* karşı Th/Sc Cullers and Podkovyrov, 2002. b. La/Sc, Th/Co (Cullers, 2002) karşılaştırma diyagramları. c. La-Th-Sc üçgen diyagramları Cullers 1994a. ¹This study; ² Taylor and McLennan (1985); ³Condie (1993). PAAS değerleri Taylor and McLennan, 1985'den, bazalt, granit ve andezit değerleri Condie, 1993'den alınmıştır)..... 61
- Şekil 5.8.** Hacısam Dere ve Hacımekke örneklerinin (a) SiO₂/Al₂O₃ diyagramı Roser ve Korsch (1988), (b) La-Sc-Th. Th-Sc-Zr/10 diyagramı (Bhatia and Crook (1986) A: Okyanus Ada Yayı B: Kıtasal Ada Yayı C: Aktif Kıtasal Kenar D: Pasif Kıtasal Kenar)..... 62

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Örnekleme yapılan lokasyon, birimler ve yapılan analizleri gösteren tablo.	8
Tablo 4.1. İnceleme konusu sedimanların XRD çözümlemeleri ve Rietveld (1969)'a göre yarı kantitatif oranları.	31
Tablo 5.1. Örneklerin ana oksit (%Ağırlık) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti.	43
Tablo 5.1. Örneklerin ana oksit (% Ağırlık) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti (devam).	44
Tablo 5.2. Örneklerin iz element (ppm) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti.	45
Tablo 5.2. Örneklerin iz element (ppm) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti (devam).	46
Tablo 5.1. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu.	47
Tablo 5.2. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu (devam).	48
Tablo 5.3. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu (devam).	49
Tablo 5.4. Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinin element oranları.	58
Tablo 5.5. Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinin granit, andezit ve ofiyolitlerle karşılaştırılması. a. Condie (1993), b.Spadea vd. (1980).	60

1. GİRİŞ

Bu tez çalışması Elazığ İli'nin yaklaşık 50 km güneydoğusundaki Hazar Gölü'nün kuzey kesimlerinde Kovancılar'a bağlı Hacımekke ve Avlağı köyleri çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanında Hacımekke ve Hacısam Dere kesitinden formasyona ait örneklemeler yapılarak bunların tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyası ortaya konulmuştur.

Burada yayılım gösteren formasyonlarla ilgili inceleme alanı ve yakın civarında daha önce yapılmış genel jeoloji, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar mevcuttur. İnceleme alanında birimi ilk kez tanımlayan Çetindağ (1985), yaş tayini yapabilecek paleontolojik bir verinin bulunmadığını belirterek ve stratigrafik konumunu dikkate alarak birime Pliyo-Kuvaterner yaşını vermiştir. Sungurlu ve diğ. (1985), aynı birime stratigrafik konumuna göre Pliyosen yaşını vermişlerdir. Yörede daha sonra yapılan çalışmalarda (Türkmen, 1991; Turan ve Bingöl, 1991; Kerey ve Türkmen, 1991; İnceöz, 1994) birime Elazığ çevresinde geniş alanda araştırmalar yapan Sungurlu ve diğ. (1985), bu çökellerin genel anlamda karasal ortamda çökeldiğini belirtmişlerdir. Kerey ve Türkmen (1991), birimin alüvyal yelpaze ve örgülü nehir ortamlarında çökeldiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar alüvyon yelpazesinin taşınma yönünün kuzeyden güneye; örgülü nehir çökellerinin taşınma yönünün ise doğudan batıya doğru olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu tez çalışmasında Palu Formasyonu'na ait Hacısam Dere ve Hacımekke kesitlerine ait örneklemeler yapılarak bu örnekler mineralojik ve jeokimyasal yönden incelenmiştir. Böylece bu sedimanları besleyen kaynak kayacın özellikleri ortaya konulmuş olacaktır.

1.1. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu

İnceleme alanı Elazığ İli'nin yaklaşık 50 km güneydoğusundaki Palu'nun güneybatı kesimlerinde Kovancılar'a bağlı Hacımekke, Hacısam ve Avlağı köyleri çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanında Hacımekke ve Hacısamdere kesitlerinden Palu Formasyonuna ait örneklemeler yapılarak bunların tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyası ortaya konulmuştur.

Çalışma alanı içerisindeki en önemli yerleşim merkezleri Yarımca, Muratbağı, Çaybağı, Fahribey, Osmanağa, Çatakbaşı, Mirmehmet, Ekinbağı, Kolluca, Mustafaköy, Salkımlı, Avlağı, Gülçatı, Kuşçu, Arılar, Hacımekke, Hacısam, Boğaziçi, Kavak, Taşören, Akmezra, Yeniköy, Yeniköymezrası, Beşpınar ve Tepebağı köyleridir.

Yörede topoğrafik olarak en yüksek noktayı 1589 m rakımlı Çitil Tepe oluşturmaktadır. Kayataşı Tepe (1399 m), Heybet Tepe (1348 m), Kurarej Tepe (1249 m), Ziyaret Tepe (1248), Karababa Tepe (1216 m), Kepur Tepe (1197.7 m), Kırmızı Tepe (1186 m), Sersi Tepe (1149.9 m), Boze Tepe (1086 m), Gomehevüv Tepe (1046 m), Korikoziye Tepe (1039.7 m), Hazaz Tepe (1012 m) diğer önemli yükseltiler içinde yer almaktadır. Topoğrafik olarak en alçak seviyeyi ise 840 m rakımlı Keban Baraj Gölü oluşturmaktadır.

Bölgede suyu bol olan alanlarda bağcılık ve sebzeçilik gelişmiş olup, tarım ve hayvancılık da oldukça yaygındır. Yöre bitki örtüsü bakımından fakirdir. Karasal iklimin görüldüğü bu yörede yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk geçmektedir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Earth).

1.2. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının bulunduğu bölgede değişik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. İnceleme konusu olan Hacimekke ve Hacısam Dere kesitlerinin jeolojik konumu ve oluşum şekli bakımından günümüzde olduğu kadar geçmişte de birçok araştırmacının çalışma konusu olmuştur.

Türkiye'nin önemli tektonik yapılarından Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı ve Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin bölgenin yakınında bulunması, yerbilimcilerin bölgeye olan ilgisini artırmıştır.

Ketin (1946), Elazığ-Palu-Pertek yörelerinde 1/100000 ölçekli haritalama çalışması yapmış, Üst Kretase flişleri, Eosen flişleri ve Miyosen kalkerleri olarak adlandırdığı birimlerin yaşını fosillerle saptamıştır.

Altınlı (1966), Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yapmış olduğu derleme şeklindeki çalışmalarında, Uluova'nın doğusunda Murat Nehri kuzeyinde konglomera, gri kumtaşı ve marnlardan oluşan birimi (Çaybağı Formasyonu'nu) Üst Lütésiyen yaşlı Elazığ Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Bulut (1973), Hacısam Köyü çevresinde yapmış olduğu hidrojeolojik amaçlı çalışmalarında ise Çaybağı Formasyonu'nu Miyosen flişleri olarak adlandırmış ve haritalamıştır.

Sirel ve diğ. (1975), Palu kuzeydoğusunda yüzeyleyen denizel karakterli Gevla Çayı Formasyonu'ndaki foraminiferlerin sistematik incelemesini yaparak birimin Oligosen yaşlı olduğunu saptamışlardır.

Naz (1979), Elazığ-Palu yörelerinde yapmış olduğu çalışmalarında Kırkgeçit Formasyonu'na Üst Eosen-Oligosen yaşını vermiştir.

Tuna (1979), Elazığ-Palu-Pertek yörelerindeki incelemelerinde bölgenin stratigrafisini, tektoniğini ve paleocoğrafik evrimini açıklamaya çalışmıştır. Çaybağı yöresinde kalınlığı 75 m'ye varan Pliyosen çökellerini haritalamıştır.

Yazgan (1983), Baskil Mağmatitleri üzerinde yapmış olduğu K/Ar radyometrik yaş tayininde derinlik kayaçlarına Koniasiyen-Santoniyen, yarı derinlik ve yüzey kayaçlarına ise Kampaniyen yaşını vermiştir.

Bingöl (1982, 1984), Elazığ-Pertek-Kovancılar yörelerinde Elazığ Mağmatitleri üzerinde yapmış olduğu petroğrafik ve petrolojik incelemeler sonucunda bölgenin jeotektonik evrimini açıklamaya çalışmış ve birimi aktif bir kıta kenarı ürünü olarak yorumlamıştır.

Avşar (1983), Elazığ kuzeybatısında yüzeyleyen Tersiyer çökellerinin mikrofasiyes özelliklerini incelemiş, Kırkgeçit Formasyonu'ndaki foraminifer türlerinin determinasyonunu yapmış ve birimin Orta Eosen'de çökelmeye başladığını vurgulamıştır.

Sungurlu ve diğ. (1985), Hazar-Palu çevresinde yaptığı jeolojik çalışmada konglomera, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşan birimi (Çaybağı Formasyonu) Gevla Çayı Formasyonu olarak adlandırmış ve haritalamıştır. Birime Orta-Üst Oligosen yaşını vermiştir.

Çetindağ (1985), Palu-Kovancılar arasının hidrojeolojik özelliklerini incelemiş, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu'nu haritalamış ve adlandırmıştır.

Türkmen (1988), ilk defa Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu'nu tanımlamış ve haritalamıştır. İnceleme alanının 1/25000 ölçekli jeolojik haritasını yapmıştır. Birimin akarsu ve göl ortamlarında çökeldiğini, çökelleme modelleri ile açıklamıştır.

Türkmen (1991), Çaybağı (Elazığ) çevresinde yaptığı incelemelerde; Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çökellere Çaybağı Formasyonu adını vererek birim içerisinde on ayrı litofasiyes ayırtlamış ve birimin örgülü nehir, menderesli nehir (kanal, dirsek barı ve taşkın ovası) ve göl ortamında çökeldiğini belirtmiştir.

Kerey ve Türkmen (1991), Palu Formasyonu'nun sedimantolojik özelliklerini incelemiş, birimin alüvyon yelpaze ve örgülü nehir fasiyesleri ile karakterize edildiğini belirtmiştir. Araştırmacılar fasiyes geçişlerinden hareket ederek bölgede Pliyo-Kuvaterner döneminde etkin bir tektonizmanın hâkim olduğunu vurgulamışlardır.

Turan ve Bingöl (1991), Elazığ bölgesinin geniş bir kesimini içine alan çalışmalarında, birimleri tektonostratigrafik yönden incelemişlerdir. Araştırmacılar bu birimler arasındaki dokanakların birçoğunun tektonik olduğunu ortaya koymuşlar ve bunun sebebinin Arabistan Levhası'nın hareketinden kaynaklanan K-G doğrultulu sıkışma kuvvetinin olduğunu belirtmişlerdir.

Ünay ve De Bruijn (1997), Çaybağı Formasyonu'nda mikro memeli incelemeleri yapmış ve birime ilk defa Alt Pliyosen yaşını vermiştir.

Akkoca (2001), Çaybağı Formasyonu'na ait killi kayaçların mineralojik özelliklerini incelemiş ve bu minerallerin çökelme ortamları ile ilişkisini araştırmıştır.

İç (2004), Elazığ'ın doğusunda Kovancılar civarında yaptığı mikropaleontolojik çalışmasında bulmuş olduğu çeşitli fosillere dayanarak Kırkgeçit Formasyonu'na Orta-Üst Eosen (Bartoniye-Priaboniye) yaş aralığını vermiştir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

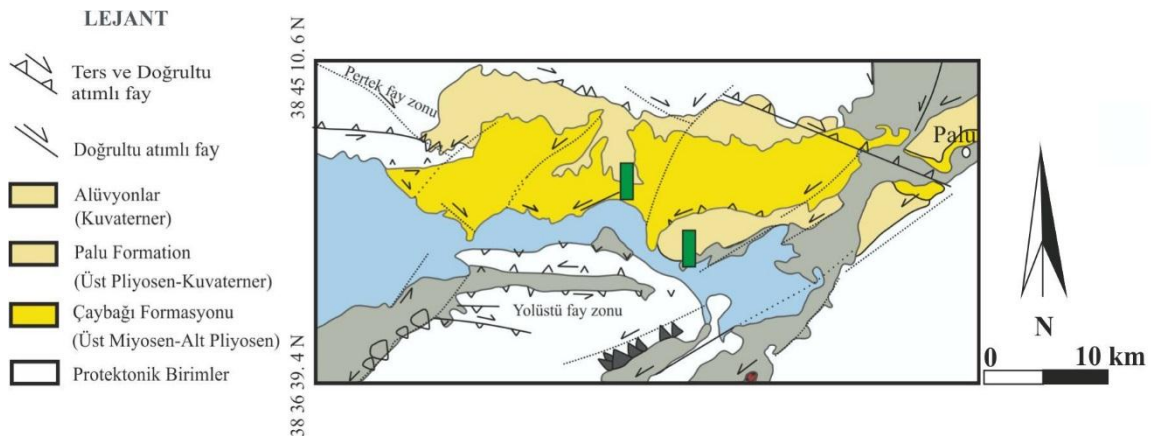
Bu tez çalışması kapsamında büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.1. Büro Çalışmaları

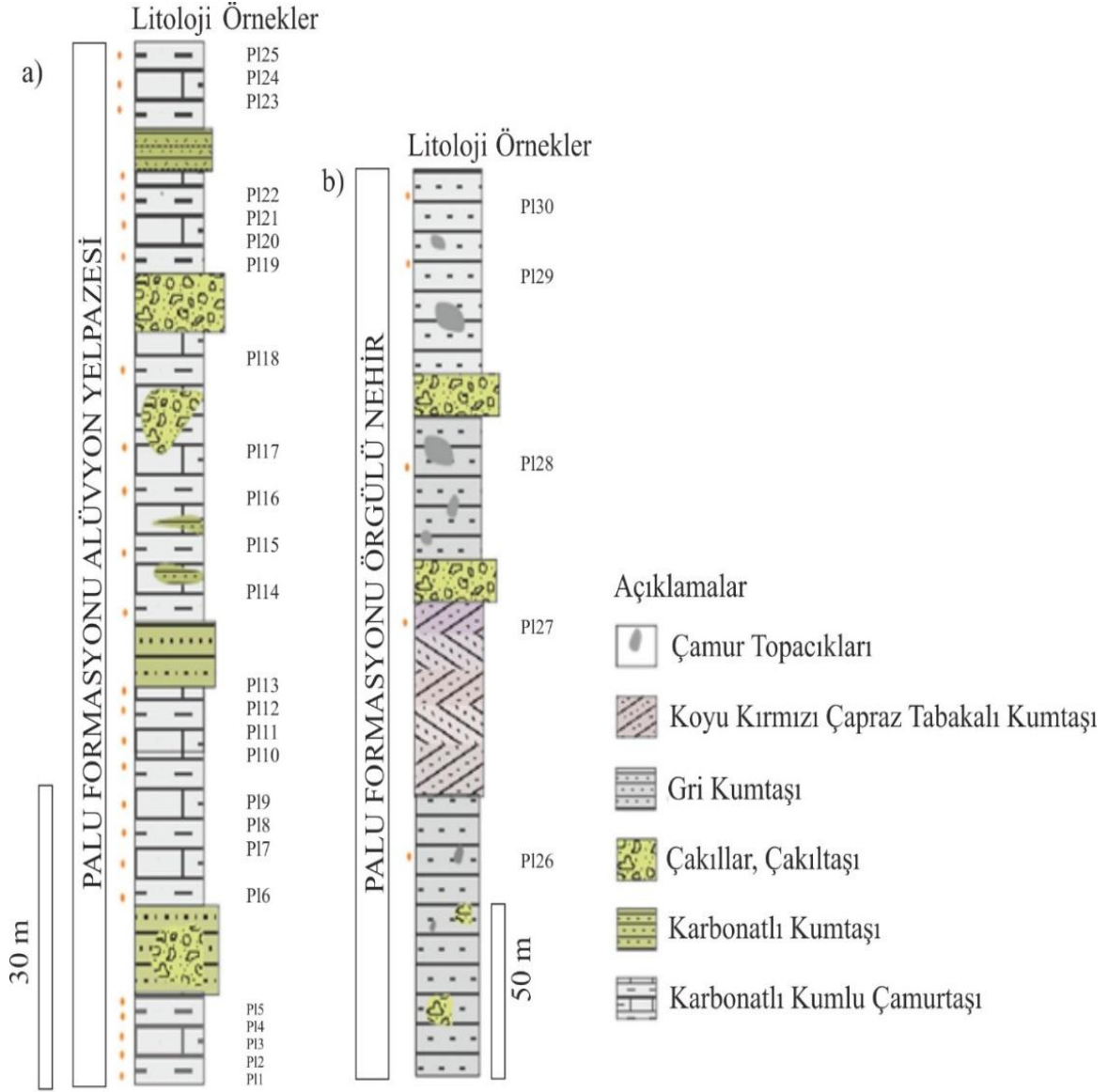
Palu'nun yaklaşık 50 km güneybatısında Pliyo-Kuvaterner yaşlı kötü boylanmalı, çamur matrisli, normal ve ters dereceli konglomera ve kumtaşlarıyla; daha güneyde Gülüşkür Köprüsü'ne yakın alanlardaki kum ocaklarında ise, altta düzlemsi ve tekneysi çapraz tabakalanma gösteren kumtaşlarıyla başlayan istif üst seviyelere doğru kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan çökellerden örnek alınmıştır. Büro çalışmalarında, inceleme alanına ait önceki çalışmalar derlenilmiş, inceleme konusu ile ilgili literatür taranmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş, veriler tez raporu haline getirilmiştir.

2.2. Arazi Çalışmaları ve Örneklemeler

Örnekler Hacimekke ve Hacısam Dere kesitinden renk litolojisinin farklı olduğu kesimlerden alınmıştır (Şekil 2.1a-2.1b).



Şekil 2.1a. Hacimekke ve Hacısamdere'den alınan kesitlerin yerlerini gösteren harita.



Şekil 2.1b. Hacımekke (a) ve Hacısamdere (b) kesitlerinden alınan örneklerin yerleri.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bu inceleme kapsamında yapılan laboratuvar çalışmaları;

- 1) X-Isınları difraksiyonu (XRD) analiz çalışmaları,
- 2) Jeokimyasal analiz (ICP-AES ve ICP-MS) çalışmaları olarak gruplandırılabilir. Tablo 2.1’de örnek lokasyonları ve yapılan analizler görülmektedir.

Tablo 2.1. Örnekleme yapılan lokasyon, birimler ve yapılan analizleri gösteren tablo.

Birim	Kesitler	Örnek Kodu	XRD Tüm kayaç	XRD Kil Fraksiyonu	ICP AES-MS
Palu Formasyonu	Hacımekke	PL 1-25	8	8	25
Palu Formasyonu	Hacısam Dere	PL 26-30	2	2	5

2.3.1. X-Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

X-Işınları Difraktometri (XRD) optik mikroskopi yöntemleri ile belirlenemeyecek kadar küçük tane boyutuna sahip minerallerin kristal yapı özelliklerine göre tanımlanmasında kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte incelenecek olan numune ideal tane boyutuna gelene kadar öğütülerek toz hale getirilmekte ve XRD analiz cihazları ile analiz edilmektedir. Birimde gerçekleştirilen XRD analizleri MTA Enstitüsü'nde (ANKARA) değerlendirilmiştir. Bruker D8 Advance, Panalytical X'Pert Powder ve Philips PW 1830 marka model cihazlar ile yürütülmektedir. Standart kalitatif XRD analizlerinde numuneler Ni filtreli Cu X-ışın tüplü cihazlar ile 2-70 derece arasında analiz edilmektedir. Toplam 30 adet örnekte difraktogramlar Uluslararası Difraksiyon Veri Merkezi'nin (ICDD) 2004 yılı toz difraksiyon verilerinden ve A.S.T.M. (1972) Rietveld (1969) tarafından geliştirilen yönteme göre hesaplanmıştır.

2.3.2. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri

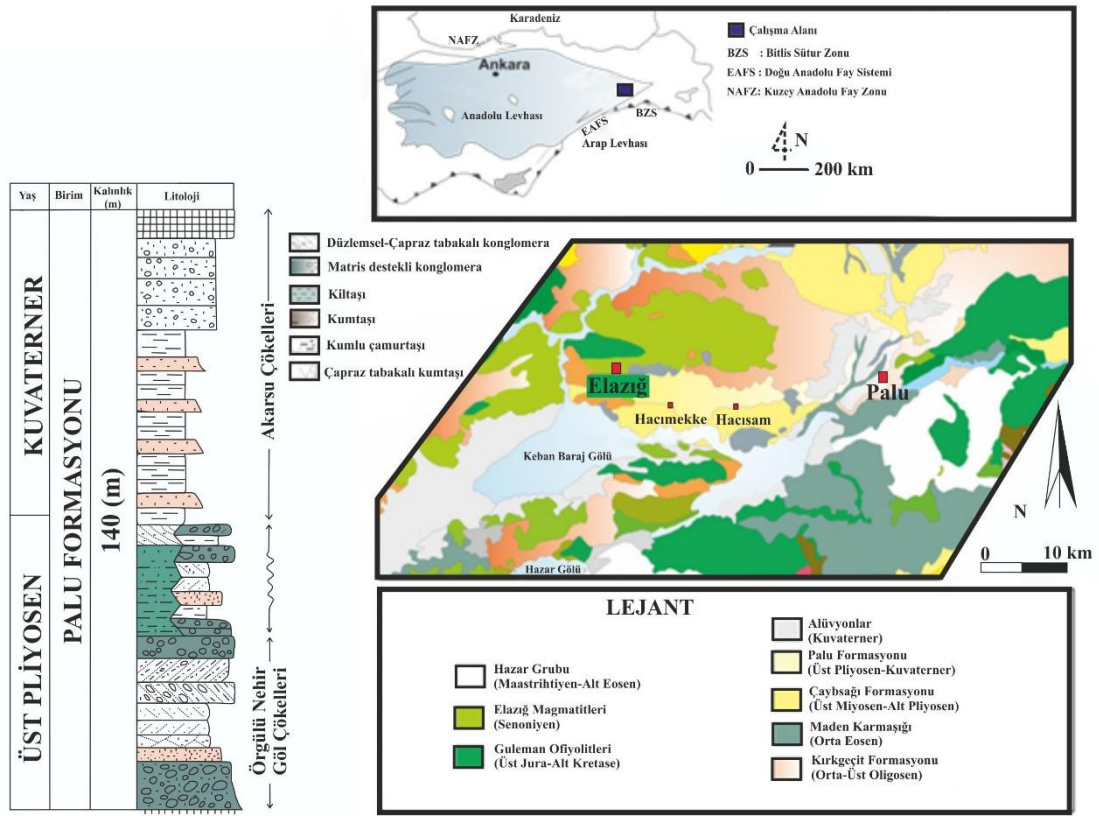
Örnekler üzerinde ana, iz ve nadir toprak element (NTE) analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnekleri analize hazırlama ve analiz (asitle çözme ve filtreleme) işlemleri ACME Analytical Laboratories Ltd, (Kanada) Analitik Kimya Laboratuvarında yaptırılmıştır.

3. GENEL JEOLJİ

Araştırılan sahadaki birimler büyük ölçekte yaşlıdan gence doğru; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Orta-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 3.1, 3.2).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENZOYİK	KUVATERNER			PALU	50-100		Alüvyon
	NEOJEN	ÜST PLİYOSEN	127			Konglomera	
						Kırmızı çamurtaşı	
						Kumtaşı	
	PALEOJEN	ORTA-ÜST OLİGOSEN	KIRKGEÇİT	>200		Masif konglomera Kırmızı çamurtaşı Gri-kırmızı çamurtaşı ardalanması	
						Killi kireçtaşı, marn Konglomera, kumtaşı, organik malzemeli çamurtaşı, kiltası Konglomera, kumtaşı, kırmızı çamurtaşı	
	KRETASE	SENONİYEN	ELAZIG MAGMATİTLERİ	>300		Kumtaşı Killi kireçtaşı, marn Turba	
						Kireçtaşı Marn Kumtaşı Marn Kumtaşı Konglomera	
	MESOZOYİK	PALEOJEN	ORTA EOSEN	MADEN KARMAŞIĞI	>630		Kireçtaşı
							Volkanik malzemeli kumtaşı Andezit-piroklastit ardalanması Andezit, bazalt yastık lavlar
JURA-KRETASE		MAASTRICHTİYEN	HAZAR GRUBU	>20		Bazalt, andezit Kırmızı, pembe renkli kireçtaşı Yeşil, gri renkli kumtaşı-şeyl ardalanması Kireçtaşı olistolitleri Bol fosilli, gri renkli mikritik kireçtaşı Kireçtaşı blokları içeren volkanik ara katkılı kumtaşı-şeyl ardalanması Yer yer silisleşmiş çamurtaşı Manganlı Fe cevherleşmesi Bazalt, andezit türü volkanitler	
						Çakıltısı Gri, pembe renkli kireçtaşı Kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması Koyu gri renkli kalın tabakalı kireçtaşı	
JURA-KRETASE	MAASTRICHTİYEN	HAZAR GRUBU	>20		Kırmızı-yeşil-gri renkli kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması Açık kahverengi kumtaşı, mercek ve tabakalar içeren yeşil, mavimsi-gri çamurtaşı Kumtaşı-siltası Kırmızı renkli çakıltıları		
					Gabro Kromit parçaları ve mercekleri Bantlı gabro, piroksenit Diyabaz daykları Dünit, verlit, serpantinit		
ÜST JURA-ALT KRETASE	GULEMAN OFİYOLİTİ						

Şekil 3.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz).



Şekil 3.2. İnceleme alanı ve Palu Formasyonu havza dolgusu çökellerini gösterir harita ve kesit (Çolak, 2006).

3.1. Guleman Ofiyolitleri

3.1.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

Birimi Sungurlu (1974), Çüngüş-Maden-Hazar civarında “Guleman Ultramafitleri”; Erdoğan (1982), Aktaş ve Robertson (1984), Bingöl (1984, 1986) ile Perinçek (1979) “Guleman Grubu”; Özkan (1982), “Guleman Ofiyoliti” olarak adlandırmışlardır.

Birimin en iyi görüldüğü yer, Elazığ’ın 50 km güneydoğusundaki Guleman (Alacakaya) ilçesidir. Çalışma alanında ise, Hazar Gölü’nün güneydoğusunda yüzeyler (Şekil 3.3). Litolojik olarak; harzburjit, dünit, verlit, piroksenit, gabro, bantlı gabro ile bunları kesen diyabaz dayklarından oluşan ofiyolitik bir istiftir. Hatunköy ve çevresinde inceleme alanında en geniş yayılım göstermektedir. Litolojik olarak; harzburjit, dünit, verlit, piroksenit, gabro, bantlı gabro ile bunları kesen diyabaz dayklarından oluşan ofiyolitik bir istiftir. Hazar Grubu’nun altında yer alır ve tektonik hatlara yakın yerlerde tamamen serpantinleşmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Guleman Ofiyoliti'nden bir görünüm. (Gülüşkür köprüsünün (Alacakaya yolu üzeri yaklaşık 5 km güneydoğusu.)

3.1.2. Oluşum ve Yaş

Guleman Ofiyolitleri'nin oluşumu ile ilgili olarak birçok araştırmacı (Bingöl, 1986; Yazgan ve Chessex, 1991) Bitlis-Pütürge Masifleri ile Keban-Malatya Masifleri arasındaki Neotetis'in güney koluna ait okyanusal kabuğun, Geç Kretase'den itibaren güneye doğru kıtasal kabuk üzerine yerleştiklerini kabul ederler. Beyarslan (1997) bu ofiyolitleri, Neotetis'in güney kolunun Geç Kretase'den itibaren kuzeye doğru açılmaya başlamasıyla bu okyanus kabuğu üzerindeki okyanusal kabukta “supra-subduction” zon şeklinde gelişen yeni okyanusal kabuğa ait ürünler olarak yorumlayarak, Geç Kretase sonuna doğru üst levhadaki ofiyolitler ile Keban Metamorfitleri ve ada yayı ürünleri olan Elazığ Magmatitleri'nin birlikte güneye doğru itildiğini vurgulamıştır. Sedimanter birim içermeyen allohton konumlu birimin Perinçek ve Özkaya (1981) Geç Jura-Erken Kretase yaşını kabul ederken, Yazgan ve Chessex (1991) ise, Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen'de yay-kıta çarpışması ile kapanan Neotetis'in güney kolunun kıtasal kabuk üzerindeki kalıntıları olarak düşünmüşlerdir.

3.2. Elazığ Magmatitleri

3.2.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

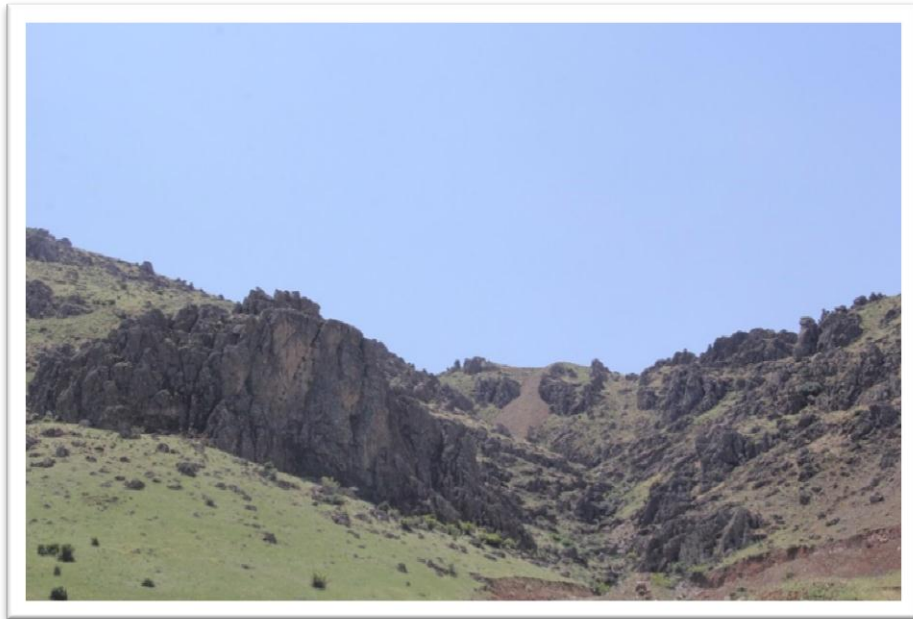
Magmatik kayaç ve volkano-sedimanter özellikteki kayaçlardan oluşan birim, ilk defa Perinçek (1979), tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak tanımlanmıştır. Son yıllarda yapılan birçok araştırmada değişik isimler kullanılarak incelenmiştir. Araştırmacıların büyük çoğunluğu birimi, Yüksekova Karmaşığı (Perinçek, 1979b; Yazgan, 1984; Aktürk, 1985; Türkmen, 1988; Akgül, 1993), bazı araştırmacılar Baskil Magmatitleri (Yazgan, 1983, 1984), Baskil Granitoyidi (Akgül, 1991), Elazığ Magmatitleri (Turan ve diğ., 1993; Bingöl ve Aydoğdu, 1994; Bingöl ve Beyarslan, 1996) ve Elazığ Karmaşığı (Hempton ve Savcı, 1982) adı altında incelemişlerdir. Ayrıca Aktas ve Robertson (1984), Güneydoğu Anadolu'da bu birim için Volkanik Yay Kompleksi ismini kullanmışlardır. Bu çalışmada. Elazığ bölgesindeki magmatitler için Elazığ Magmatitleri ismi benimsenerek kullanılmıştır. Elazığ Magmatitleri doğuda Hakkâri'den başlayıp batıya doğru Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesine kadar devam eder (Türkmen, 1988). İnceleme alanında Osmanağa Köyü'nden baslar doğuya doğru Fahribey, Topagaç, Aşağı Köse Köyü ve Sultanbağı Köyü'ne kadar yayılım gösterir. Palu antiklinalinin çekirdek kısmını oluşturan bu birimin tabanı görülememekle birlikte tavanı Kırkgeçit Formasyonu tarafından nonkonformite ile örtülmektedir. Fahribey Köyü çevresi ve Ekinbağı Köyü'nün kuzeyinde ise Palu Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir.

Sungurlu ve diğ. (1985), Elazığ-Hazar-Palu dolaylarındaki yüzeylemelerde yaptıkları incelemelerde birimin genellikle şeyl, kumtası, kireçtası, volkanik kumtası, tuf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantin, granit ve granodiyorit ile temsil edildiğini yer yer sil ve dayk sokulumlarının bulunduğunu ve volkanitlerin genellikle spilitik özellikte olduğunu belirtmişlerdir. İnceleme alanında bu birim volkanitler ve volkano-sedimanter kayaçlardan oluşmuştur. Daha çok bazaltik yastık lavlar ve andezitlerden oluşan volkanitler bölgede geniş alanlar kaplamaktadır. Fahribey köyü batısında yol yarmalarında yastık lavlar görülmektedir. Osmanağa Köyü çevresinde andezit ve aglomera aralanmaları izlenebilmektedir. Volkanotortullar ise aglomera, orta-kalın tabakalı sert kumtaşları ve şeyl ile temsil edilmektedirler. Bunlar Fahribey Köyü batısında Kayatası Tepe ve Gülçatı Köyü'nün kuzeyindeki Garikoz Tepe'de görülmektedirler. Çatakbaşı Köyü 1 km kuzeyinde Büyük Dere yarmalarındaki aglomeralarda düzenli tabakalanmalar açık olarak gözlenmektedir.

Bunlar genellikle gri renkli olup taneleri oldukça iyi yuvarlaklaşmıştır. Kum boyutundan blok boyutuna kadar değişen oranlarda bileşenler bulunmaktadır. Aralardaki kumlu seviyeler aşınmış bunun üzerindeki aglomeralara ait tabakalar topografyada sert çıkıntılar oluşturmuşlardır. Kumtaşları ise volkanik malzemeli olup silisleşmiş, sık kıvrımlı, bol çatlaklı ve çatlaklar kalsitle doldurulmuştur (Türkmen, 1988) (Şekil 3.4, 3.5, 3.6).



Şekil 3.4. Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Topağaç Köyü'nün yaklaşık 500 metre kuzeybatısı)



Şekil 3.5. Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Elazığ-Bingöl Karayolu 30 km güneydoğusu.)



Şekil 3.6. Elazığ Mağmatitleri'nden bir görünüm. (Elazığ-Bingöl Karayolu 50 km güneydoğusu.)

3.2.2. Oluşum ve Yaş

Hazar GOLu'nazar GOL, batı ve g GOLuştısında y GOLuştım ve Yaş lu 50 km güneydoğ fasiyesinde metamorfize olum güneydoğusu.))muştur bro diyabaz ve bazaltla prehnit pumpeliyit fasiyesinde metamorfizmaya usu.))muştur (Türkmenert çıkıntılar oluşturmuşlardır. Kumtautuna kadar Hempton ve Savcı (1982), birimde dasit ve riolit'ten imde dasitin a imdiklı oldumde ileri se dasit ve riolittamorfizmaya usu. yayı ortamına ait oldusit ve riolittamorfizmaya Tatar (1990), kaya (1rın kalkalkalen seriyi temsil ettiklerini belirtmiur (Tür.

Perinçek (1979a) Elazığ-Palu-Kovancılar yöresinde volkano-tortullar içerisindeki kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarında saptamış olduğu; Globotruncana situarti (De Lapparent), Globotruncana lapparenti (Bolli), Globotruncana arca (Cushman), Heterohelix sp. fosillerine göre birime Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşını vermiştir. Yazgan (1983), Baskil Magmatitleri üzerinde yapmış olduğu K/Ar radyometrik yaş tayininde derinlik kayaçlarına Koniasiyen-Santoniyen, yarı derinlik ve yüzey kayaçlarına ise Kampaniyen yaşını vermiştir. Yukarıda belirtilen çalışmalara dayanılarak inceleme alanında volkanitler ve volkanotortul kayaçlardan oluşan bu birimin yaşı Senoniyen olarak verilmiştir.

3.3. Hazar Grubu

3.3.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

Birimi ilk defa “Hazar Birimi” olarak Rigo De Righi ve Cortesini (1964) adlandırmıştır. Özkaya (1974), Ergani-Maden yöresindeki çalışmasında volkanik katkı içermeyen, kumtaşı-şeyl-marn aralanmasından oluşmuş fliş istif için “Hazar Formasyonu” adlamasını yaparak Baykan Grubu’na dâhil etmiştir. Sungurlu (1974), birimi grup seviyesinde ele alarak alttan üste doğru Simaki Formasyonu, onun yanal devamı niteliğindeki Şebken Formasyonu ve en üstte de Gehroz Formasyonu olmak üzere üç formasyona ayırmıştır. Aktaş ve Robertson (1984) ise birimi, “Hazar Grubu” olarak adlandırarak alttan üste doğru Ceffan Formasyonu, Simaki Formasyonu ve en üstte de Gehroz Formasyonu olmak üzere üç formasyona ayırmışlardır.

En iyi Hazar Gölü çevresinde görüldüğünden, birim adını buradan almıştır. Hatunköy’ün kuzeyinde ise Guleman Ofiyolitleri üzerinde uyumsuz olarak durmaktadır. Hatunköy kesitinde Simaki Formasyonu hâkimdir. Formasyon, altta yeşilimsi-gri renkli ince-orta tabakalı, yer yer kumlu kireçtaşı mercek ve bantları içeren kumtaşı-şeyl-marn aralanması ile başlayıp üste doğru koyu gri renkli kalın tabakalı kireçtaşları ile son bulur.

3.3.2. Oluşum ve Yaş

Erdoğan (1982), bölgede yaptığı incelemelerde Hazar Grubu’nu ayrı bir birim olarak incelemeye gerek duymamış, Hazar Grubu ve Maden Grubu kayaçlarını hepsini bir arada Maden Grubu adı altında incelemiştir. Maden Grubu olarak adlandırdığı bu birimleri alt volkanik sediment birim ve üst volkanik birim olmak üzere ikiye ayırmıştır. Üst volkanik birim bu çalışmada Maden Karmaşığı olarak incenen birime karşılık gelirken alt volkanik sediment birimi ise Hazar Grubu’nun karşılığıdır.

Simaki Formasyonu’nun litolojik özelliklerini Çelik (2003) çalışmış ve Simaki Formasyonu’nun başlangıçta sığ ortamda çökeldiğini daha sonra derinleşen kuzeydeki denizle olan bağlantısından dolayı magmatizmadan da etkilendiğini belirtmiştir.

3.4. Maden Karmaşığı

3.4.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

Birimi ilk defa Rigo de Righi ve Cortesini (1964) “Maden Birimi” olarak adlandırmıştır. Yiğitbaş ve diğ. (1991), Maden Grubu”; Perinçek ve Özkaya (1981), Yazgan (1984), Aktaş ve Robertson (1985), “Yiğitbaş ve Yılmaz (1996), “Maden Karmaşığı” olarak isimlendirmişlerdir. İnceleme alanında Maden Karmaşığı sedimanter kayalar içerisinde gözlenen volkanitlerden dolayı oldukça karışık bir yapı sunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada bu birim Maden Karmaşığı olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanında Maden Karmaşığı’na ait kırmızı renkli çamurtaşları, volkano-sedimentler, bazaltik yastık lavlar ve lav akıntıları ile aglomeralar ve pembe-gri kireçtaşlarıdır. Hazar Grubu’nun üzerine uyumsuzlukla gelir. Maden Karmaşığı’nın volkanik bölümünü oluşturan Karadere Formasyonuna ait bazalt, tuf ve andezitler alanda topoğrafik yükseklik oluşturmaktadır. Yastık lavlar çalışma alanının bazı bölümlerinde masif lav parçaları sığ ve derin deniz ortamını karakterize eden demirli kireçtaşı parçaları, kırmızımsı çamurtaşları, tuf ve aglomera seviyesiyle aralanmalıdır. Maden Karmaşığı’na ait bazaltların makro örnekleri genellikle şarabi renkte olup yer yer de kloritleşmeye bağlı olarak yeşil renklindedir. Masif bazaltlarda spilitleşme yaygındır.

3.4.2. Oluşum ve Yaş

Bölge civarında Orta Eosen yaşlı Maden Grubu veya Maden Karmaşığı olarak adlandırılan volkanosedimanter birim, Neotetis Okyanusu güney kolunun kapanmasıyla ilişkili gerilmeli yayın, yay ardı havzası olarak oluşmuşlardır. Tersiyer havzası açılmaya başlamıştır. Etkin bir volkanizmaya sahne olan Hazar-Maden havzası Orta Eosen sonunda kapanırken, herhangi bir magmatik etkinliğin olmadığı Elazığ havzası bölgedeki varlığını Erken Miyosen sonuna kadar sürdürmüştür. Orta Miyosen’de Yılmaz (1993)’de belirtildiği gibi Bitlis-Pütürge Masiflerinin güneyinde yer alan ve Geç Kretase’den beri dalma-batmasını sürdüren Neotetisin güney kolu kapanmış ve Arabistan levhası ile Anadolu levhası çarpışmıştır. Bu kıta-kıta çarpışması sonucunda, Elazığ havzası kapanmış ve bölge K-G doğrultusunda yoğun bir sıkışma etkisi altına girmiştir. Bu sıkışma ile kendi içerisinde bindirmeli, naplı bir yapı kazanan Toroslar Orojenik kuşağı birimleri, Bitlis suture zone boyunca güneye doğru Arabistan platformu üzerine itilmiştir (Kaya, 2002).

Turan ve diğ. (1993), bölgede çalışma yapan araştırmacıların görüşlerini ve arazi gözlemlerinden elde ettiği verilere Orta Eosen yaşlı Maden Grubu veya Maden Karmaşığı olarak adlandırılan volkanosedimanter birim, Neotetis Okyanusu güney kolunun kapanmasıyla ilişkili gerilmeli yayın, yay ardı havzası olarak oluşturduğunu belirtmişlerdir. Hazar-Maden havzası olarak adlandırılan bu havzanın daha kuzeyinde Elazığ Magmatitleri ve Keban Metamorfitleri'nin olduğu kıtasal kabuk üzerinde Geç Paleosen'den itibaren tabanı blok faylanmalı Elazığ Tersiyer havzası açılmaya başlamıştır. Etkin bir volkanizmaya sahne olan Hazar-Maden havzası Orta Eosen sonunda kapanırken, herhangi bir magmatik etkinliğin olmadığı Elazığ havzası bölgedeki varlığını Erken Miyosen sonuna kadar sürdürmüştür (Kaya, 2002).

3.5. Kırkgeçit Formasyonu (Tk)

3.5.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

Formasyon ilk defa Perinçek (1979b) tarafından Van'ın güneydoğusunda Kırkgeçit Köyü civarında tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Daha sonra Elazığ yöresinde yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından aynı isim benimsenmiş ve kullanılmıştır. Palu (Elazığ) dolaylarında birimi Gevla Çayı Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Sungurlu ve diğ. (1985) tarafından Elazığ-Hazar-Palu dolaylarında yapılan çalışmalarda da Gevla Çayı Formasyonu adı kullanılmış ve bunun Kırkgeçit Formasyonu'nun karşılığı olduğu belirtilmiştir. Altınlı (1966), Elazığ çevresinde aynı birimi genel olarak Elazığ Formasyonu olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada birim, çoğu araştırmacı tarafından benimsenen Kırkgeçit Formasyonu ismi kullanılmıştır. Kendisinden daha yaşlı olan Elazığ Magmatitleri'ni uyumsuzlukla örten birim inceleme alanının kuzeyinde Topağaç Gülçatı ve Taşören köyleri çevresinde Palu Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür (Şekil 3.7, 3.8). İnceleme alanında Kırkgeçit Formasyonu genellikle tabakalı ve masif kireçtaşları ve kumtaşları ile bazı yüzeylemelerde ise konglomera, kumtaşı, kilaşı ve marnlarla temsil edilmektedir. Konglomeralar bileşenlerinin tamamını Elazığ Magmatitleri'ne ait bazalt ve andezitlerden almıştır. Yer yer tane yer yer de matriks destekli olan konglomeraların matriksi ince taneli kum ve kil karışımından oluşmaktadır. Normal derecelenme gösteren konglomeralar kanal dolgusu niteliğindedir (Çelik, 1994). Kumtaşları orta taneli olup 40 cm'ye varan kalınlıkta tabakalanmalar göstermektedir. Yer yer çakıllar içeren kumtaşlarının kaynağını Elazığ Magmatitleri oluşturur. Kumtaşları ile aralanmalı olan marnlar yeşilimsi gri renklerde olup yapraklanma göstermektedir.

Kırkgeçit Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşları sürekli olmamakla birlikte geniş yayılım gösterir (Şekil 3.9, 3.10). Bol kırıklı, çatlaklı yapıya sahip olan masif kireçtaşları bol miktarda mercan, alg ve çapları 0.5-3.5 cm arasında değişen boyutlara sahip nummulit fosilleri içermektedir. Tabaka kalınlıkları 50 cm-1 m arasında değişen tabakalı kireçtaşları sparit çimentolu ve bol nummulit fosillidir (İç, 2004).



Şekil 3.7. Kırkgeçit Formasyonu'nun kıvrımlı, karbonatlı ve killi kayaçlarından görünüm. (Avlağı Köyü'nün yaklaşık 5 km kuzeybatısı.)



Şekil 3.8. Kırkgeçit Formasyon'un kıvrımlı, karbonatlı ve killi kayaçlarından görünüm. (Avlağı Köyü'nün yaklaşık 5 km kuzeybatısı.)

3.5.2. Oluşum ve Yaş

Kırkgeçit Formasyonunu meydana getiren litolojik birimler ve bunların içerdiği fosil topluluğu, formasyonun çökeldiği havzada farklı fasiyeslerin hüküm sürdüğünü göstermektedir. Birim yanal ve düşey yönde sürekli birbirlerine dereceli geçiş sunan kayaç topluluklarıyla temsil edilmektedir. Bu kayaçlardan bir kısmı oldukça sığ ortam çökellerini, bir kısımda filiş fasiyesinde türbiditik akıntılarla oluşmuş derin deniz çökellerini karakterize etmektedir. Bu durum Kırkgeçit Formasyonu'nun oluştuğu ortamın zaman ve mekân içinde önemli fasiyes değişimleri sunduğunu ortaya koymaktadır (Turan, 1984).

Elde edilen veriler formasyonun çökeltme ortamının; başlangıçta sığ ve yüksek enerjili bir ortam olduğunu göstermiştir. Bu ortamda birime ait düzensiz boylanmalı konglomeralar çökelmiştir. Konglomeralar içerisinde ara seviyeler halinde bulunan kumtaşlarının bolca neritik ortam foraminiferleri içermesi, çökelmenin sığ bir ortamda gerçekleştiğinin kanıtıdır (Turan, 1984).

Bu sığ ve yüksek enerjili ortam yerini zamanla, sığ enerjisi düşük yani sakin bir ortama bırakmış ve bu ortamda, killi-kumlu kireçtaşları çökelmiştir. Killi kireçtaşları ortamın başlangıçta biraz derin ve durgun olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, hızlı çökel birikimi ile ortam giderek sığlaşmış ve bu sığ ortamda, bol Nummulit ve Alg fosilleri içeren kumlu platform tipi kireçtaşları oluşmuştur. Özellikle kumlu kireçtaşları içerisinde, yanal devamlılıkları sürekli olmayan kanal dolgusu şeklinde sıkça konglomera ve iri taneli kumtaşı ara seviyelerine rastlanması ortamın duraysız olduğunu göstermektedir.

Kumlu kireçtaşları çökelişini takiben, havza sübsidans bir karakter kazanmış ve tabanda hızlı bir çökeltme oluşmuştur. Bunu sonucu olarak çökeltme havzası hızla derin deniz ortamına dönüşmüştür. Bu ortamda filiş fasiyesinde çökeller meydana gelmiştir. Fakat çalışma alanında birime ait kumlu kireçtaşlarına rastlanılmamıştır.

Sirel ve diğ. (1975), Palu dolaylarında birimin kumlu ve algli kireçtaşları içerisinde tespit ettikleri Nummulites fichteli Michelotti, Nummulites intermedius d'Archiac, Nummulites vasculus de la Harpe, Lepidocyclina favosa Cushman, Lepidocyclina sp., Halkyardia maxima Cireman, Operculina sp., Phaerogypsina sp., Elphidium sp. ve Victoriellidae gibi bentik foraminiferlere göre birime Orta-Üst Oligosen yaşını vermişlerdir.

Elazığ-Palu yöresinde inceleme yapan Naz (1979), Kırkgeçit Formasyonu içinde; Globigerinatheka index, Globigerinatheka semiinvoluta, Globigerina yeguaensis, Globigerina corpulenta, Globigerina sp., Globorotalia cerroazlensis, Cibicides sp., Nummulites fichteli, Lepidocyclina cf. formosa fosillerini saptayarak birime Üst Eosen-Oligosen yaşını vermiştir. Çetindağ (1985), Palu dolaylarında yaptığı çalışmalarda birime Lütesiyen-Üst Oligosen yaşını vermiştir.

Türkmen (1988), kireçtaşlarından aldığı örneklerde Nummulites sp., Champmanina gassinensis Silvestri, Rotalidae, Bryozoa, Asterigerina sp., Lithothamnium sp. ve mercan fosillerine göre birime Lütesiyen-Üst Eosen yaşını vermiştir.



Şekil 3.9. Kırkgeçit Formasyonu'nun gri renkli tabakalarından görünüm. (Mustafabey Köyü'nün yaklaşık 10 km güneybatısı.)



Şekil 3.10. Kırkgeçit Formasyonu'nun tıkkaz, sert kireçtaşları ile killi kayaçlarından görünüm.
(Mustafabey Köyü'nün yaklaşık 10 km güneybatısı.)

3.6. Çaybağı Formasyonu (Tç)

3.6.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

Konglomera, kumtaşı, gri-yeşil kilitaşı, kırmızı çamurtaşı, killi kireçtaşı, marn ve turbalardan oluşan bu birim ilk defa Türkmen (1988) tarafından adlandırılmış ve haritalanmıştır. Altınlı (1966), Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapmış olduğu derleme seklindeki çalışmalarında Uluova'nın doğusunda Murat Nehri kuzeyinde konglomera, gri kumtaşı ve marnlardan oluşan bu birimi Üst Lütésiyen yaşlı Elazığ Formasyonu olarak adlandırmıştır. Bulut (1973), Hacısam Köyü çevresinde yapmış olduğu hidrojeolojik amaçlı çalışmalarında bu birimi Miyosen flisleri olarak adlandırmış ve haritalamıştır. Tuna (1979), Elazığ-Palu-Pertek yöresinde yaptığı çalışmalarında bu birimi Kırkgeçit Formasyonu olarak haritalamıştır.

3.6.2. Oluşum ve Yaş

ÇaybaOluşum ve Yaşmasyonu olarak ak arafındani içerisinde yer alır. Birim alüvyal yelpaze, akarsu, delta ve göl ortamlarında çökeltmiştir. Çayba amlargö alaş'nun Erken Pliyosen'de akarsu, delta-göl ortamında çökteldiği belirlenmiştir.

Türkmen (1988, 1991), birime ait kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından aldığı örneklerde *Unio* indet, *Ostrakod*, *Gastropod*, *Annelida*, *Potamida* gibi fosiller saptanmış, ancak bunların yaş vermediğini belirtmiştir. Araştırmacı birimin fasiyes özelliklerini ve stratigrafik konumunu Doğu Anadolu Bölgesi'nde yayılım gösteren benzer birimlerle karşılaştırarak Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşını vermiştir.

Ünay ve De Bruijn (1997), bu birimde saptamış oldukları *Promimomys moldavicus*, *Apodemus cf. dominons*, *Castoridae* gibi memeli fosillerine göre Alt Pliyosen yaşını vermişlerdir.

İnceleme alanında D-B doğrultusunda geniş yayılım gösteren bu birimin tip kesiti Hacısam Köyü doğusunda Hacısam Deresi boyunca gözlenmektedir. Bu çalışma sırasında yapılan stratigrafik incelemeler sonucu, Türkmen (1988) tarafından Palu Formasyonu olarak haritalanan birimin büyük bir kısmı Çaybağı Formasyonu'na dâhil edilmiştir. Özellikle Çaybağı Köyü kuzeyinde ve Arılar Köyü çevresinde daha önce Palu Formasyonu olarak adlandırılan matriks destekli konglomeralar ve kırmızı çamurtaşlarından oluşan istifin, Çaybağı Formasyonu'nun büyük bir kısmını oluşturan delta-göl fasiyesleri ile geçişli olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.11, 3.12, 3.13) .



Şekil 3.11. Çaybağı Formasyonu'nun karbonatlı killi tabakalarının görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 300 metre kuzeyi.)



Şekil 3.12. Çaybağı Formasyonu'nun kırmızı-beyaz renkli kayaçlarının görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 2 km güneybatısı.)



Şekil 3.13. Çaybağı Formasyonu'nun kırmızı-beyaz renkli kayaçlarının yakından görünümü. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 2 km güneybatısı.)

Birimin tabanı Keban Baraj Gölü altında kalmış olduğundan görülememekte, tavanı ise çalışma alanının batısında Kırkgeçit Formasyonu ile tektonik dokanaklıdır. Hacımekke Köyü'nün yakın doğusunda ve güneyinde Palu Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Birim ilk defa bu çalışmada tabandan tavana doğru Ziyaret Tepe, Hacısam Dere, Yılankaya ve Arılar olmak üzere dört üyeye ayrılarak incelenmiştir.



Şekil 3.14. Çaybağı Formasyonu'nun gri-beyaz renkli, turba ana katkılı çökellerinden görünüm. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 1 km güneybatısı).

İlk defa bu çalışmada üye mertebesinde incelenen ve haritalanan bu birimin en iyi yüzeylemesi Hacısam Köyü'nün güneyinde Hacısam Dere'nin her iki tarafında gözlenmektedir.

Ziyaret Tepe ve Hacısam Dere ölçülü kesitlerinin alt kısımlarını oluşturan birimin ölçülebilen kalınlığı 350 m'dir. Birim Hacısam antiklinalinin güney kanadında Palu Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Hacısam Köyü'nün güneyinde ise Ziyaret Tepe Üyesi tarafından uyumlu bir şekilde üzerlenir. Üye, tane boyu yukarıya doğru incelen ardalanmalı istiflerden oluşmuştur. Bu ardalanmalı istiflerin alt seviyesini konglomera ve kumtaşları, üst düzeylerini ise silttaşları, çamurtaşları ve kilaşları oluşturur (Koç Taşgın, 2009).

Birim Sungurlu ve diğ. (1985) tarafından Pliyosen çökelleri olarak adlandırılmış ve haritalanmıştır. Türkmen (1988) birimin Deliktaş Tepe çevresindeki yüzeylemelerini Palu Formasyonu olarak tanımlanmış ve haritalanmıştır. Bu çalışmada birimin Çaybağı

Formasyonu'na ait diğer üyelerle yanal düşey ilişkili olduğu görülmüş ve Çaybağı Formasyonu'na dâhil edilmiştir.

Keban Baraj Gölü'ne kuzeyden güneye doğru uzanan Yılankaya Burnu'nun her iki tarafında geniş yayılım gösteren Yılankaya Üyesi %95 oranında konglomera ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Yılankaya ve Çakıllar ölçülü kesitlerinin tamamını oluşturan üyenin kalınlığı 200 m kadardır. Söz konusu kesitlerin tabanı Keban Baraj Gölü altında kalmıştır. Birim Yılankaya Burnu çevresinde Ziyaret Tepe Üyesi ile yanal düşey geçişlidir. Yanal yönde doğu tarafta Ziyaret Tepe Üyesi ile ilişkisi fayladır. Üyenin alt-orta kısmını tane boyu yukarıya doğru incelen devreli ardalanmalı istifler, üst kısmını ise kalın tabakalı konglomera fasiyesleri oluşturur. Ardalanmalı istiflerin alt seviyeleri konglomera ve kumtaşları, üst seviyeleri ise daha az oranda silttaşları, çamurtaşları ve kilttaşları ile temsil edilir (Koç Taşgın, 2009).

Türkmen (1988, 1991) tarafından Palu Formasyonu olarak adlandırılan ve haritalanan birimin büyük bir kısmı stratigrafik konumuna göre Çaybağı Formasyonu'na dâhil edilmiş ve Arılar üyesi adı altında incelenmiştir. Birimin en iyi yüzeylemesi Arılar Köyü çevresinde gözlenmektedir. Çalışma alanının batısındaki başlıca yüzleklerini ise Altıparmak sırtının kuzeyi, Çaybağı Köyü çevresi ve kuzeyi, Salkımlı Köyü çevresi ve kuzeyinde sunar. Arılar Köyü çevresinde ölçülen maksimum kalınlığı 812 m'dir. Çalışma alanında D-B doğrultusunda geniş bir alanda Ziyaret Tepe Üyesi'ni üzerler. Birim Mustafaköy, Avlağı Köyü, Hacımekke Köyü'nün güneyinde ve Beni Tepe'nin güneyi ve doğusunda Palu Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Birim matriks destekli konglomeralar, kırmızı çamurtaşları ve gri-kırmızı çamurtaşı ardalanmasından oluşur (Koç Taşgın, 2009).

3.7. Palu Formasyonu (PIQp)

3.7.1. Tanımı ve Arazideki Dağılımı

İlk kez Çetindağ (1985), Palu-Kovancılar çevresinde yaptığı hidrojeolojik amaçlı çalışmada birime "Palu Formasyonu" adını vermiştir. Sungurlu ve diğ. (1985). Elazığ-Hazar-Palu dolaylarında yapmış olduğu incelemelerde birime Pliyosen çökelleri adını vermiştir. Kerey ve Türkmen (1991), Çaybağı çevresinde yaptıkları sedimantolojik çalışmada "Palu Formasyonu" adını benimsemişlerdir. Turan ve Bingöl (1991), Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgede yaptıkları tektono-stratigrafik çalışmada da birim için Palu Formasyonu adını kullanmışlardır.

Türkmen (1988) tarafından Palu Formasyonu olarak haritalanan birimin büyük bir bölümü bu çalışmada Çaybağı Formasyonu'na dâhil edilmiştir. Birim Hacımekke Köyü'nün çevresi, kuzeye doğru Gömekköseren Tepe, Daratop Tepe, batıda Beni Tepe ve Kıvanlar Tepe çevresinde yüzeylemektedir.

Kovancılar'a bağlı Hacımekke ve Avlağı köyleri çevresinde kötü boylanmalı, çamur matriksli, normal ve ters dereceli konglomera ve kumtaşlarıyla; daha güneyde Gülüşkür Köprüsü'ne yakın alanlardaki kum ocaklarında ise, altta düzlemsi ve tekneysi çapraz tabakalanma gösteren kumtaşlarıyla başlayan istif üst seviyelere doğru kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan çökellerle temsil olunur (Şekil 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19).

3.3.2. Oluşum ve Yaş

Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu Doğu Anadolu Fay Zonu'nun yakın kuzeyinde ve Palu Antiklinal eksenine paralel olarak doğu-batı doğrultusunda uzanır. Kuzeyde, Hacımekke ve Avlağı köyleri çevresinde alüvyon yelpazesi ortamında çökelen fasiyesler güneye doğru örgülü nehir fasiyeslerine geçer. Alüvyon yelpazesi çökelleri kötü boylanmalı, çamur matriksli, normal ve ters dereceli konglomera ve kumtaşlarından oluşmuştur. Örgülü nehir çökelleri ise Donjek ve Scott tipi olmak üzere iki değişik model sunmaktadır. Donjek tipi örgülü nehir çökelleri kiremitlenme gösteren düzenlenmiş ve tekneysi çapraz tabakalı kumtaşları içerir. Bunlar üst seviyelere doğru düzenlenmemiş, kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan Scott tipi nehir çökellerine geçer.

Donjek ve Scott tipi fasiyes geçişleri. Pliyosen-Kuvaterner döneminde yörede etkin bir tektonizmanın olduğunu gösterir.

İnceleme alanındaki en genç birim olan Palu Formasyonu, kendisinden daha yaşlı olan diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

İnceleme alanında birimi ilk kez tanımlayan Çetindağ (1985), yaş tayini yapabilecek paleontolojik bir verinin bulunmadığını belirterek ve stratigrafik konumunu dikkate alarak birime Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşını vermiştir. Sungurlu ve diğ. (1985), aynı birime stratigrafik konumuna göre Üst Pliyosen yaşını vermişlerdir. Yörede daha sonra yapılan çalışmalarda (Türkmen, 1991; Turan ve Bingöl, 1991; Kerey ve Türkmen, 1991; İnceöz, 1994) birime Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşı verilmiştir. Bu çalışmada da Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşı benimsenmiştir. Elazığ çevresinde geniş alanda araştırmalar yapan Sungurlu ve diğ. (1985), bu çökellerin genel anlamda karasal ortamda çökeldiğini

belirtmişlerdir. Kerey ve Türkmen (1991), birimin alüvyal yelpaze ve örgülü nehir ortamlarında çökeldiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, alüvyon yelpazesinin taşınma yönünün kuzeyden güneye; örgülü nehir çökellerinin taşınma yönünün ise doğudan batıya doğru olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 3.15. Yatay tabakalı Palu Formasyonu'nun Hacımekke kesitinin kuzeydoğudaki devamı.
(Hacımekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneybatısı.)



Şekil 3.16. Palu Formasyonu'nun inceleme ve örnekleme yapılan Hacımekke kesitinin görünümü.
(Hacımekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.)



Şekil 3.17. Palu Formasyonu'nu besleyen Elazığ Magmatitleri'ne ait çakıllardan görünüm. (Hacımekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.)



Şekil 3.18. Palu Formasyonu'nu besleyen Kırkeçit Formasyonu ve Elazığ Magmatitleri'ne ait çakıllardan görünüm. (Hacımekke Köyü'nün yaklaşık 500 m güneydoğusu.)



Şekil 3.19. Palu Formasyonu'nun Hacısam Dere Kesitinin balık kılıcı şeklindeki dağılgan kum taşlarından görünüm. (Hacısam Köyü'nün yaklaşık 3 km güneydoğusu.)

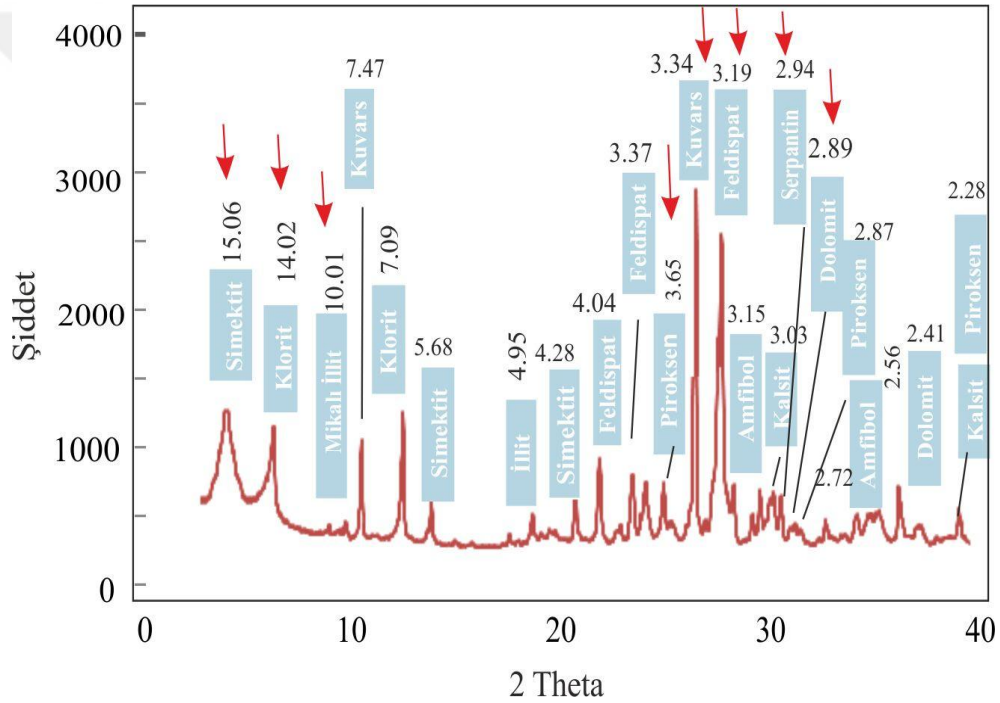
3.8. Alüvyon

Alüvyonlar ofiyolit, Hazar Grubu ve Maden Karmaşığı'nı uyumsuz olarak örtmektedir. Alüvyonlar Gülüşkür Köprüsü ve Keban Baraj Gölü çevresinde görülmektedir. Alüvyonlar gevşek malzemeli olup, Pliyokuvaterner ve Kuvaterner yaşlıdır. Murat Nehri'nin kenar dolgularını oluşturmuşlardır. Çalışma alanının güneydoğusunda Çaybağı ve Palu Formasyonu üzerinde geniş düzlüklerde gözlenmiştir. Alüvyonların malzemesini irili ufaklı çakıl, kum ve siltler oluşturur. Tamamen ayrık durumdaki malzeme inceleme alanı ve çevresinde yüzeyleyen kayalardan beslenmiştir. Malzemesini alttaki birimler olan ofiyolitler, Hazar grubu şeylleri ve Maden karmaşığı volkanik ve volkanosedimanlarından oluşan çakıl boyutundan kil boyutuna gevşek malzemedan oluşur.

4. X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ

4.1. Tüm Kayaç X-Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

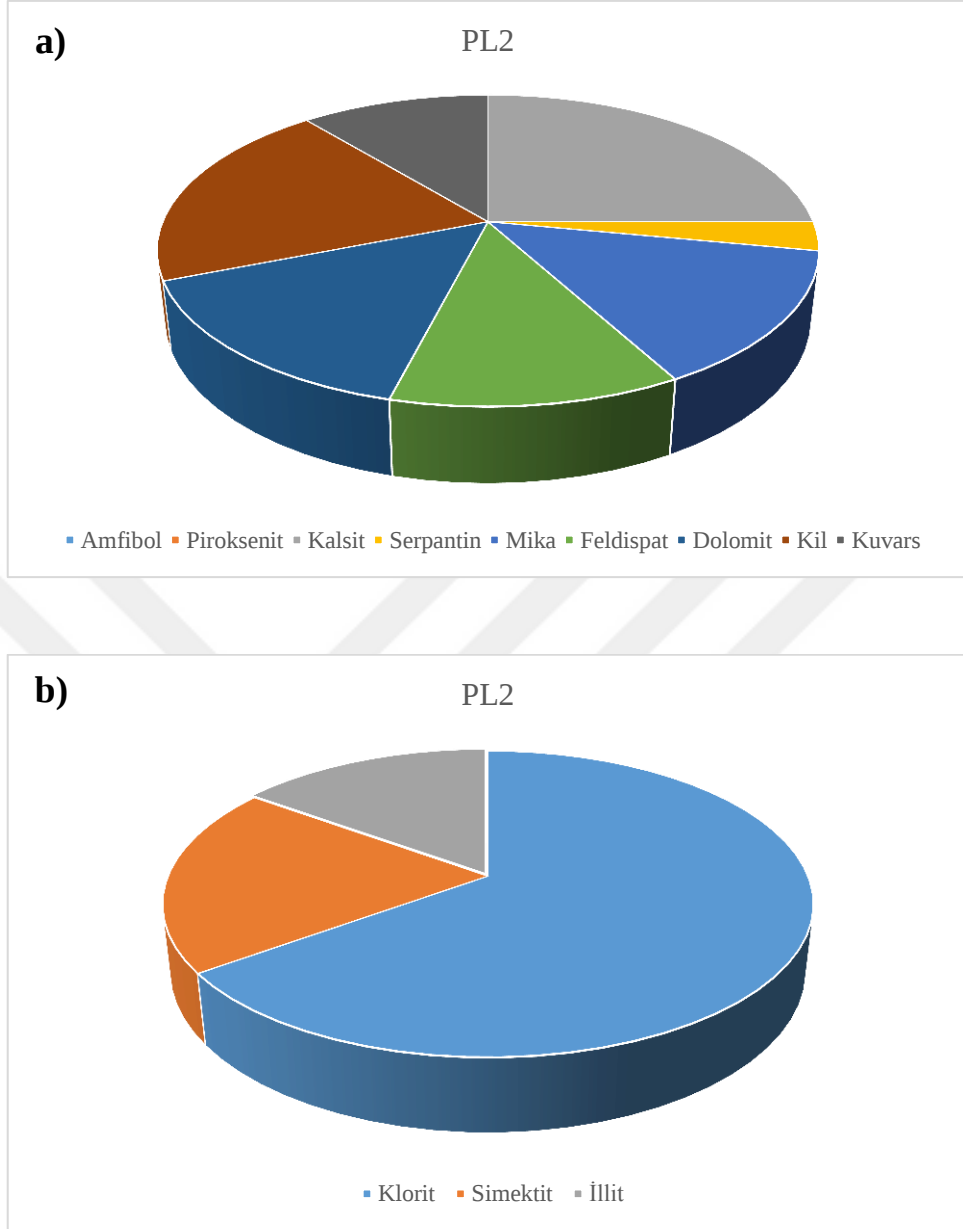
Hacımekke kesitinden alınan 7 ve Hacısam Dere kesitinden alınan 3 örneğe ait tüm kayaç fraksiyonu çözümleme sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir. Buna göre her iki formasyonda kalsit, serpantin, mika, feldispat, dolomit, kil, kuvars, klorit, simektit ve illit mineralleri mevcuttur. Şekil 4.1'de PL27 ye ait XRD difraktogram çekimi görülmektedir. Tablo 4.1'de ise Rietveld (1969) yöntemine göre minerallerin (wt) % oranları verilmiştir.



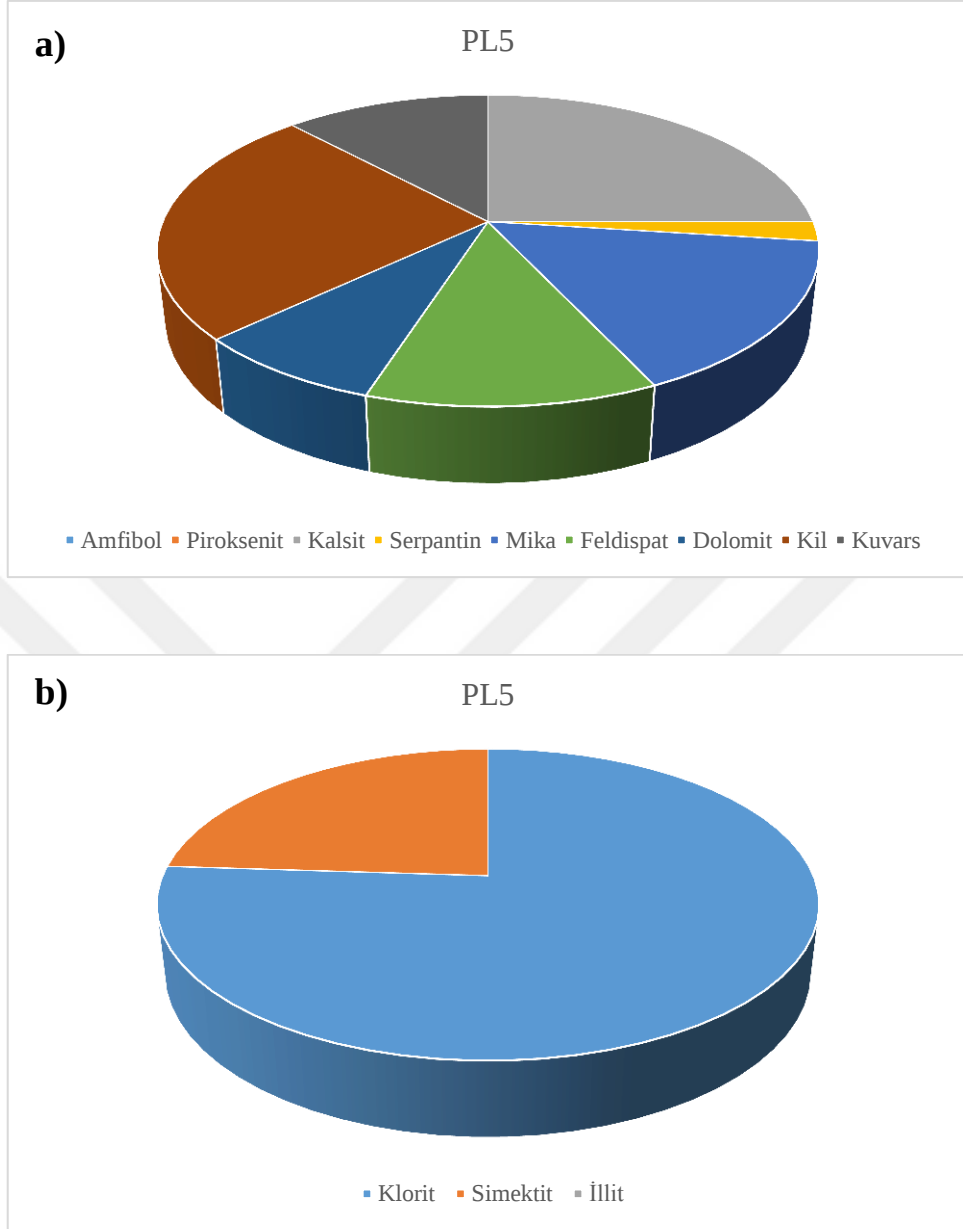
Şekil 4.1. PL27'ye ait XRD difraktogram çekimi.

Tablo 4.1. İnceleme konusu sedimanların XRD çözümlemeleri ve Rietveld (1969)'a göre yarı kantitatif oranları.

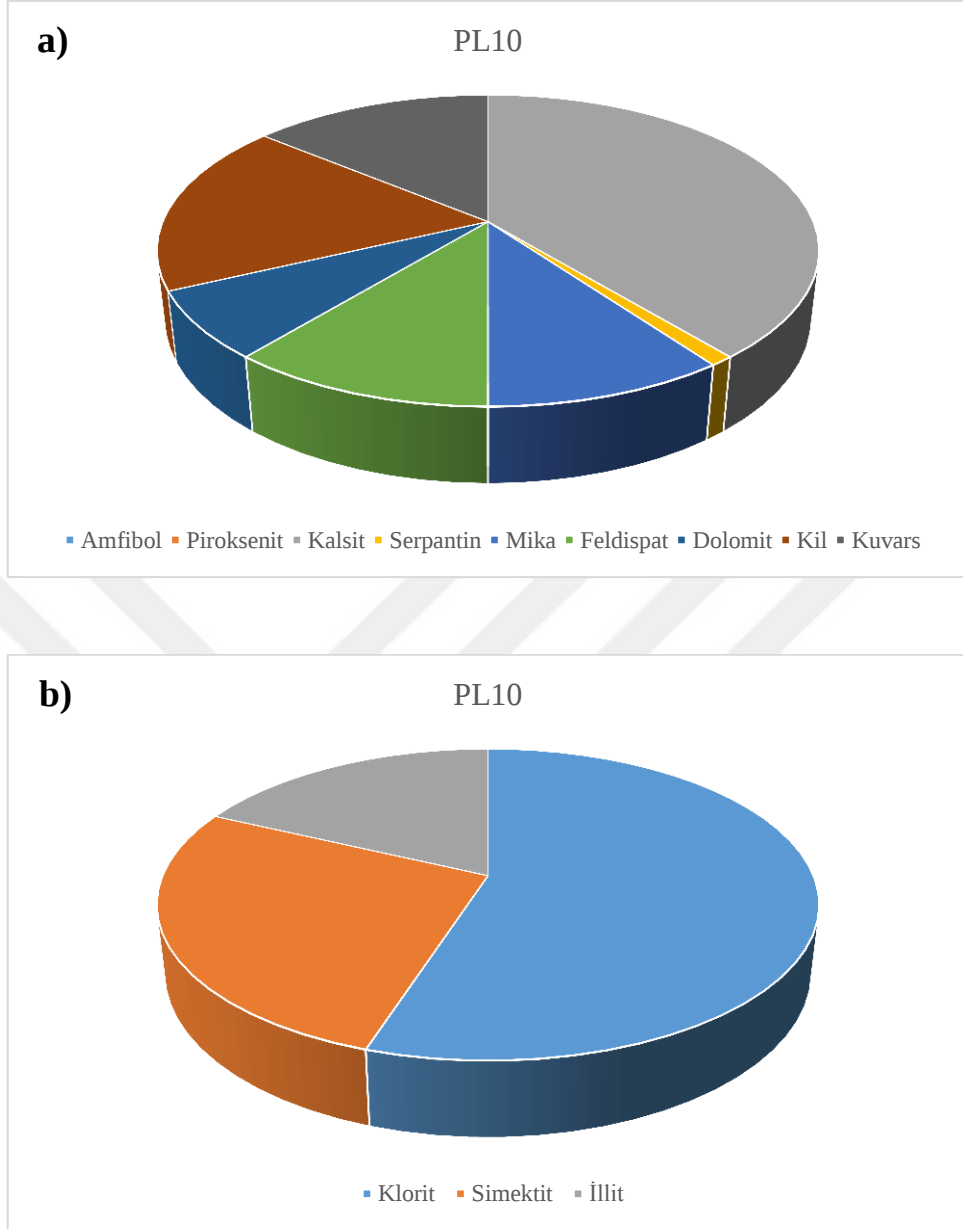
		Amfibol	Piroksenit	Kalsit	Serpantin	Mika	Feldispat	Dolomit	Kil	Kuvars		Klorit	Simektit	İllit
Hacımекke Örnekleri	PL2	...	...	25	3	14	12	15	20	11	Kil Mineralleri	65	20	15
	PL5	...	...	25	2	16	12	8	25	12		76	24	...
	PL6	...	...	29	...	15	11	7	28	10		53	25	22
	PL10	...	...	39	1	10	11	7	18	14		55	27	18
	PL17	...	...	23	3	18	8	5	31	12		45	26	29
	PL18	...	...	32	...	12	10	2	34	10		50	26	24
	PL23	...	...	27	2	10	12	6	30	13		60	23	17
	Ortalama	...	...	28.57	2.2	13.57	10.86	7.14	26.57	11.71		57.71	24.43	20.83
Hacısam Dere Örnekleri	PI27	10	7	3	1	20	40	...	18	18		27	65	8
	PI26	10	5	9	2	18	36	...	21	12		87	13	...
	PI30	14	3	3	1	4	34	...	21	17		77	23	...
	Ortalama	11.33	5	5	1.33	14	36.67	...	20	15.67		63.67	33.67	8



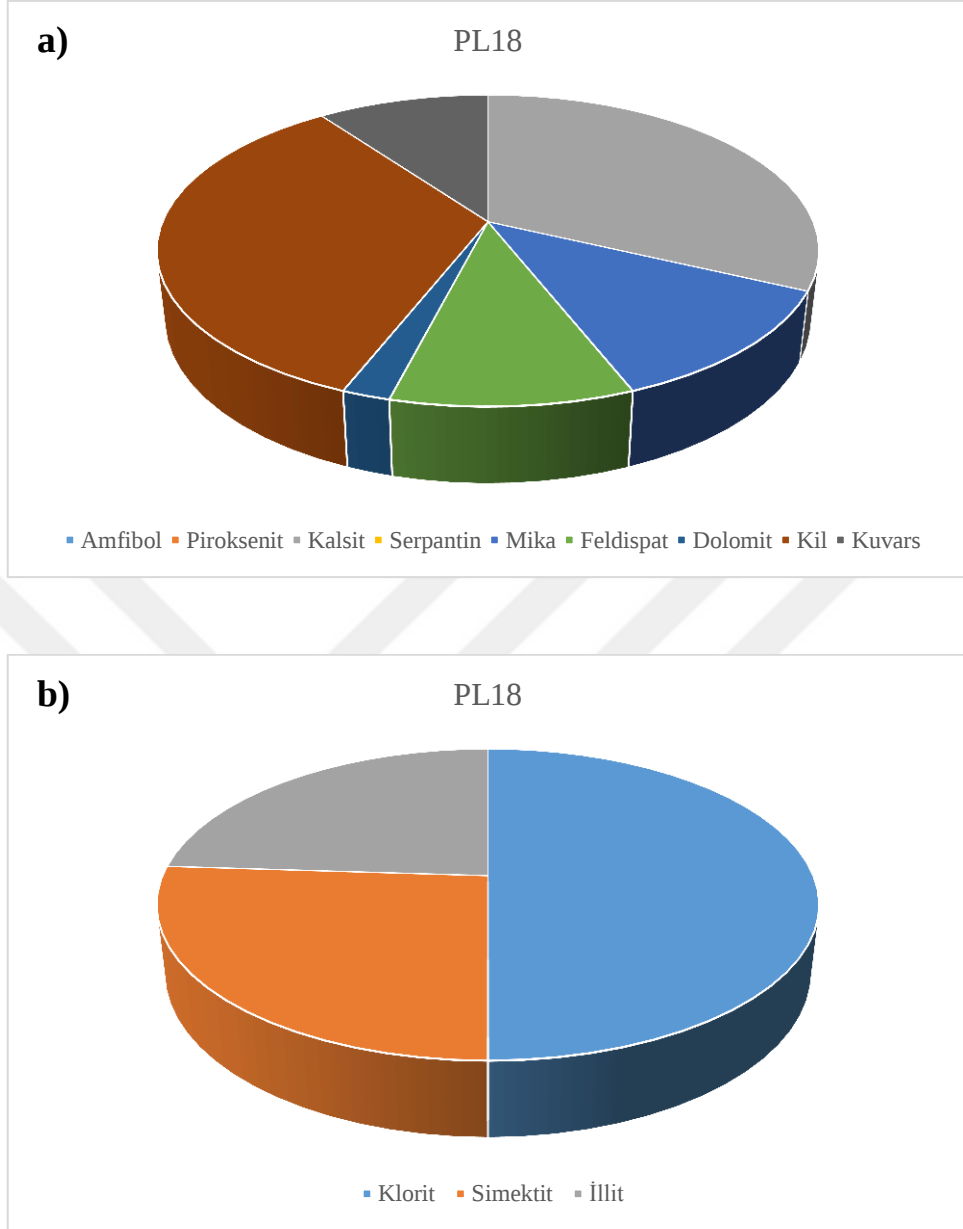
Şekil 4.2. PL2 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



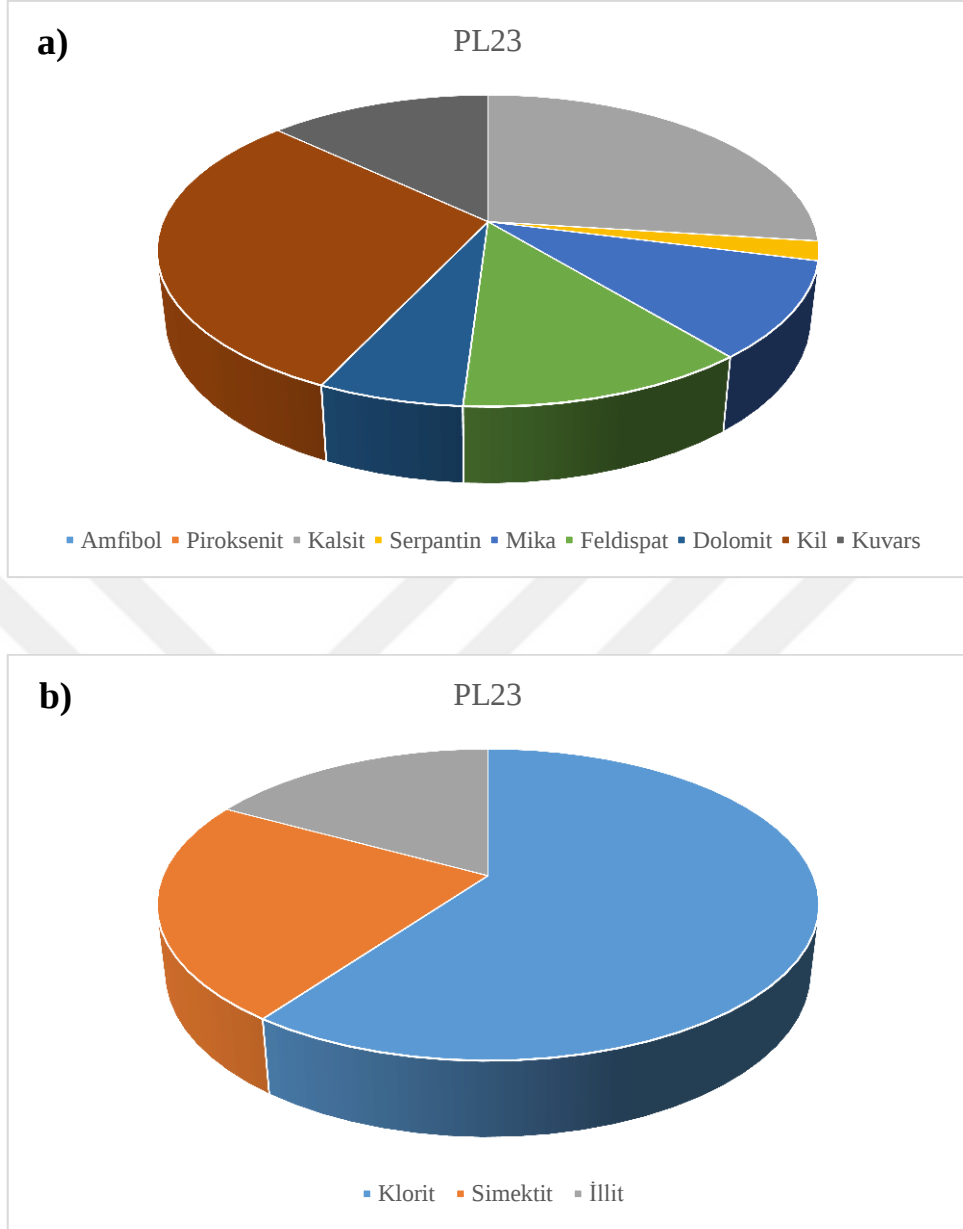
Şekil 4.3. PL5 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



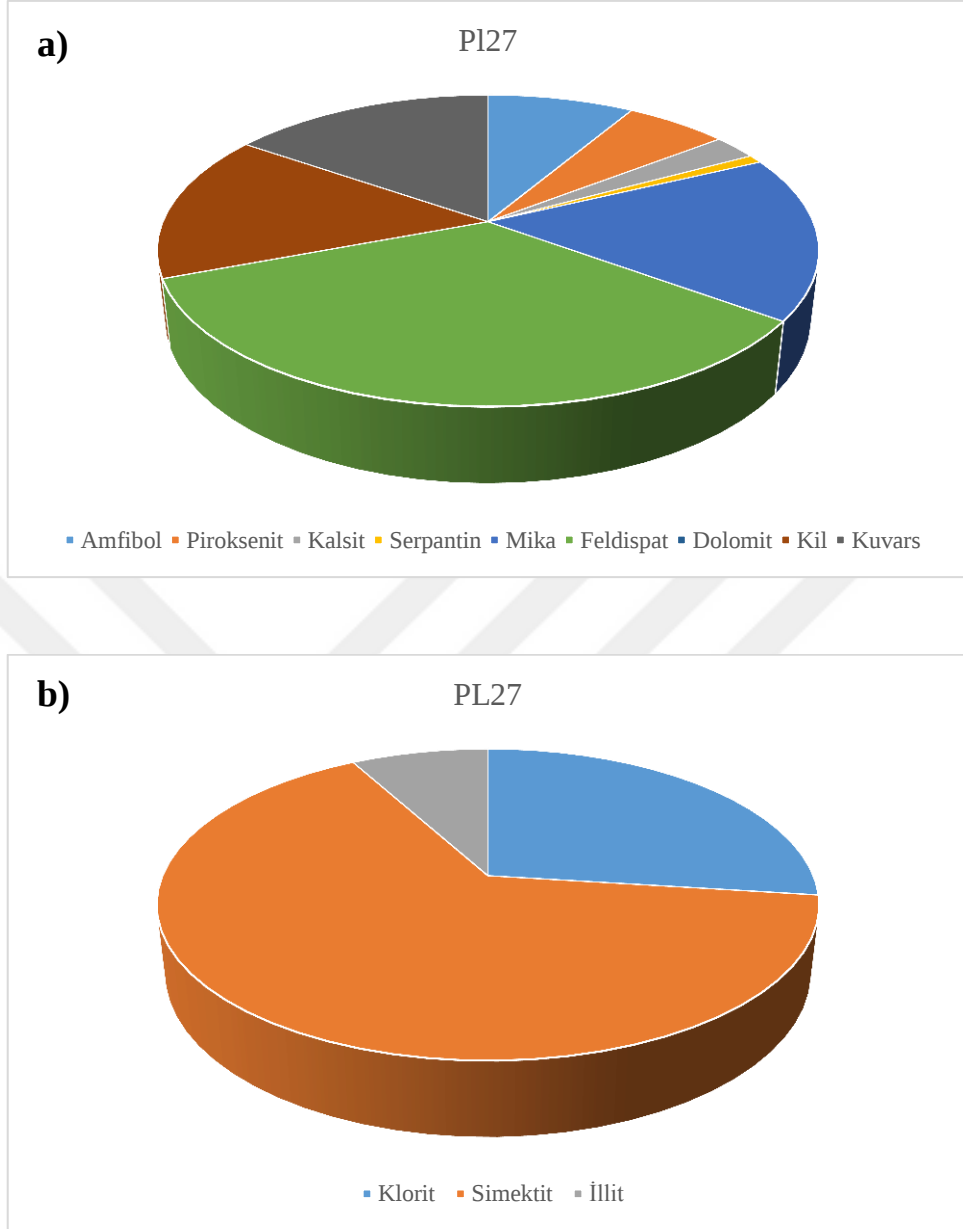
Şekil 4.4. PL10 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



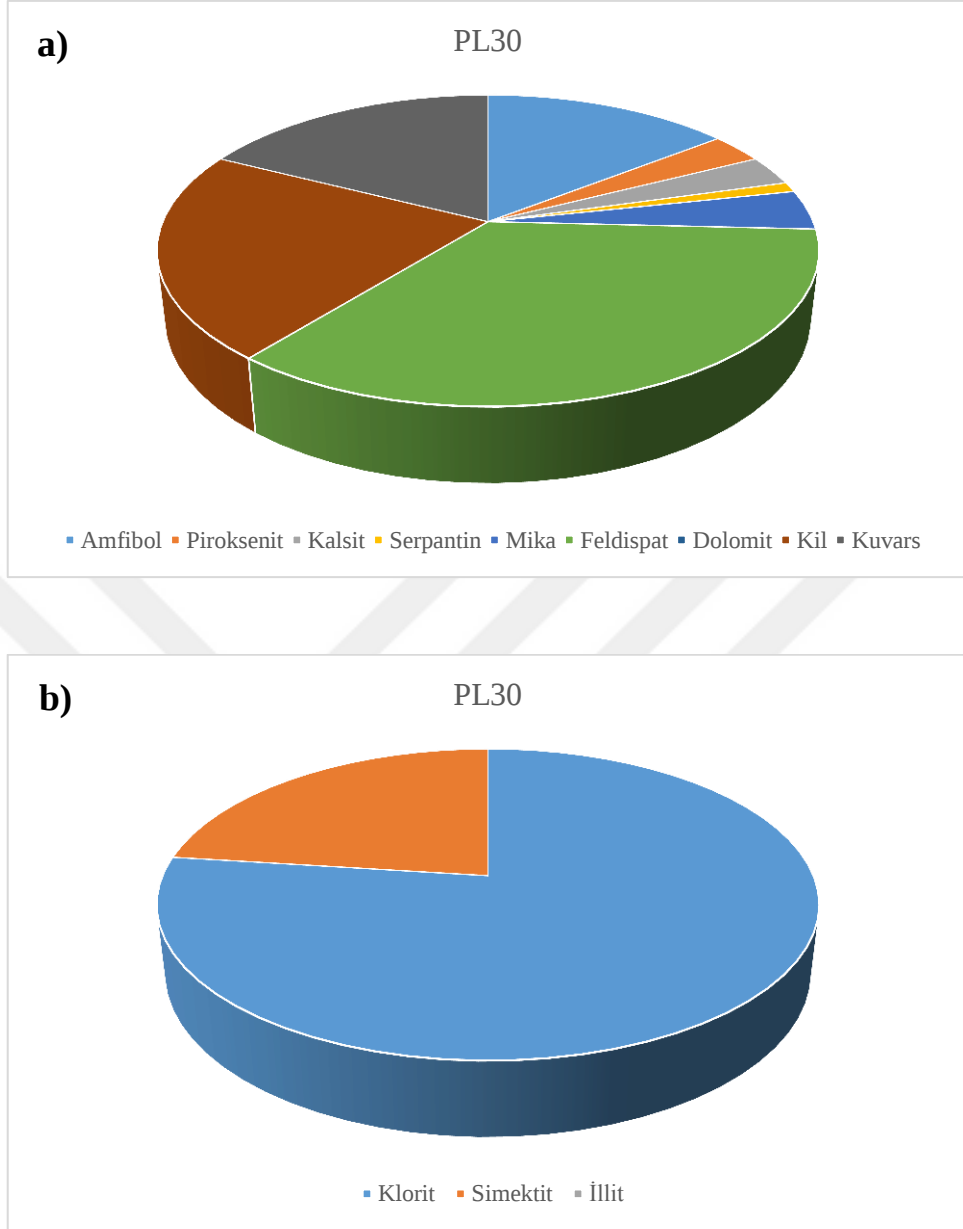
Şekil 4.5. PL18 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



Şekil 4.6. PL23 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



Şekil 4.7. PL27 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).



Şekil 4.8. PL30 örneği tüm kayaç (a) ve kil mineralleri (b).

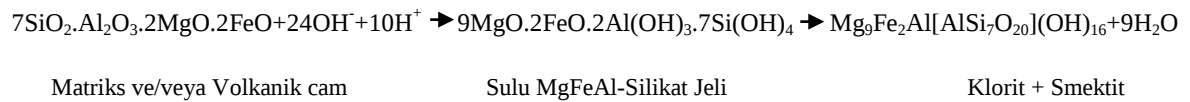
4.2. Kil Minerallerinin Oluşum Mekanizmaları

Volkanitlerde gözlenen en yaygın alterasyonlar serizit (illit), silis ve klorittir. Kil fraksiyonunda bu iki mineralin bulunması bazik magmatik bir kökene işaret etmektedir. Serizit (illit) oluşumu plajiyoklazların alterasyonu ile gerçekleşmektedir. Serizitleşme (illitleşme) olayı alkali değişimini kapsamakta ve denizaltı volkanizması sırasında K₂O ilavesini gerektirmekte veya K'nın kaynağını kayalarda bulunan biyotit oluşturabilmektedir.



Hazar Grubu'ndaki volkanik beslenme alttaki Guleman Ofiyolitleri'nden veya Hazar Gölü'nün yakın kuzeyindeki Elazığ Magmatitleri'nden olmalıdır. Jeokimya incelemelerinde her iki formasyondan alınan örneklerin jeokimyasal bileşimleri nereden besleneceğini ortaya çıkaracaktır.

Piroklastik kayalarda volkanik cam-klorit dönüşümünün bir sulu MgFeAl-silikat jeli ara fazından geçerek gerçekleştiği ifade edilebilir. Denizel bir ortamda çökeltilecek piroklastik kayaların camsı ürünleri yaygın bir alterasyon sonucu aşağıdaki reaksiyonla killeşmiş klorite ve smektite dönüşmüştür



5. JEOKİMYA

Hacımekke ve Hacısam Dere kesitinden alınan 30 adet sediman örneğinin jeokimyasal analizi yapılmıştır (Tablo 5.1). Her iki birime ait örnekler jeokimyasal yönden karşılaştırılmıştır. $\alpha < 0.05$ anlamlılık düzeyinde korelasyon analizleri yapılarak elementlerin birbirlerine göre davranışları belirlenmiştir. Kayaç isimlendirme diyagramları ve tektonik ayırtman diyagramı kullanılarak element oranlarıyla karşılaştırılmıştır. Element oranlarına göre sedimanların kaynak kaya bileşimi ortaya çıkarılmıştır.

5.1. Ana-İz Element Jeokimyası

Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinin ortalamaları ve bu çalışmadaki örneklerin ana oksit sonuçları Tablo 5.1’de, iz element sonuçları Tablo 5.2’de verilmektedir. Bu çalışmadaki örnek verilerinin ana element-iz element-NTE korelasyon analizleri Tablo 5.3’de verilmekte, Şekil 5.1.’de ise bazı elementlerin korelasyonları görülmektedir. Şekil 5.2.’de ana ve iz elementlerin çubuk grafik element karşılaştırmaları görülmektedir.

İnceleme alanında Hacımekke örneklerinde ortalama SiO_2 %38.82, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %58.57’dir. Al, Fe, Na, Ti, P ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Ca, Mn ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.3). Silis elementi tüm kayaç örneklerinde esas silikat mineralleri olan kuvars, feldispat ve kil mineralleri, olivin, piroksen, mika, hornblend ve zirkon gibi aksesuar minerallerden gelmektedir (Hall, 1996).

Hacımekke örneklerinde ortalama Al_2O_3 %9.42, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %14.47’dir. Tablo 5.3’de görüldüğü üzere örneklerde Fe, Mg, K, Ti, P pozitif korelasyon ve Ca ana oksitlerle negatif korelasyon söz konusudur (Tablo 5.3). Bu pozitif ilişki özellikle Na elementinin alüminosilikatlara bağlı olduğunu ifade etmektedir. Ca elementinin negative korelasyon göstermesi, Ca’nın karbonata ağırlıklı olarak bağlı olduğunu silikat-karbonat ayrımını işaret etmektedir.

Tablo 5.1. Örneklerin ana oksit (%Ağırlık) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti.

Numune	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI	Toplam
PL1	37.11	8.76	4.89	5.16	18.49	0.78	1.33	0.47	0.08	0.09	0.035	22.5	99.8
PL2	37.80	9.48	5.34	5.86	16.40	0.84	1.36	0.50	0.09	0.09	0.037	21.9	99.8
PL3	37.96	9.17	5.04	5.04	18.22	0.97	1.25	0.47	0.08	0.09	0.036	21.4	99.81
PL4	36.95	9.62	5.41	6.19	16.53	0.74	1.42	0.51	0.08	0.09	0.034	22.2	99.79
PL5	38.98	9.86	5.61	5.39	15.85	0.82	1.37	0.51	0.09	0.10	0.035	21.2	99.8
PL6	38.65	10.32	5.51	5.36	15.63	1.10	1.32	0.52	0.09	0.10	0.035	21.1	99.8
PL7	39.08	9.61	5.34	5.32	16.38	0.96	1.29	0.52	0.09	0.10	0.04	21	99.8
PL8	39.14	9.79	5.35	5.86	15.53	0.86	1.32	0.51	0.09	0.09	0.035	21.2	99.79
PL9	39.92	8.85	4.29	4.09	18.41	1.15	1.11	0.43	0.07	0.10	0.035	21.3	99.83
PL10	38.93	7.91	4.10	3.99	20.14	1.03	1.04	0.39	0.06	0.08	0.033	22.1	99.83
PL11	39.32	8.06	4.08	3.57	20.37	1.21	0.97	0.38	0.07	0.09	0.027	21.7	99.83
PL12	40.17	10.17	5.66	5.29	15.14	0.78	1.44	0.53	0.08	0.09	0.033	20.4	99.8
PL13	40.34	9.47	4.88	4.37	17.42	1.29	1.10	0.46	0.07	0.09	0.031	20.3	99.81
PL14	39.65	10.63	5.94	5.89	14.26	0.60	1.50	0.56	0.10	0.09	0.035	20.5	99.79
PL15	41.12	9.74	5.16	4.55	15.81	1.26	1.10	0.47	0.08	0.10	0.027	20.4	99.81
PL16	40.76	10.13	5.73	6.14	13.97	0.76	1.58	0.55	0.09	0.08	0.041	19.9	99.78
PL17	39.42	9.51	4.98	4.40	17.89	1.18	1.00	0.45	0.09	0.10	0.024	20.7	99.81
PL18	38.44	9.22	4.67	4.43	18.79	1.08	0.99	0.42	0.08	0.09	0.02	21.6	99.81
PL19	40.51	10.93	5.62	4.34	15.89	1.69	1.02	0.54	0.10	0.10	0.022	19	99.82
PL20	37.25	9.35	4.70	4.23	19.91	1.16	0.97	0.44	0.08	0.10	0.019	21.6	99.81
PL21	41.15	9.56	5.24	5.08	15.86	1.00	1.18	0.48	0.08	0.09	0.038	20	99.8

Tablo 5.1. Örneklerin ana oksit (% Ağırlık) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti (devam).

Numune	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI	Toplam
PL22	36.67	8.68	4.72	4.25	20.54	0.98	0.93	0.40	0.07	0.09	0.022	22.4	99.82
PL23	37.44	9.42	5.36	5.71	17.30	0.66	1.26	0.51	0.08	0.10	0.037	21.9	99.79
PL24	36.75	8.45	4.75	4.25	20.59	1.02	0.91	0.44	0.06	0.11	0.027	22.4	99.81
PL25	36.87	8.84	4.70	4.16	20.61	1.17	0.83	0.45	0.06	0.11	0.031	22	99.82
HCM Ortalama	38.82	9.42	5.08	4.92	17.44	1.00	1.18	0.48	0.08	0.09	0.03	21.07	99.81
PL26	58.84	14.34	7.40	3.74	6.06	3.32	0.89	1.00	0.10	0.13	0.025	4	99.83
PL27	57.95	14.41	8.14	3.89	5.91	3.28	1.00	1.12	0.12	0.13	0.04	3.8	99.82
PL28	61.47	14.07	6.65	3.51	5.27	3.47	0.93	0.93	0.09	0.11	0.019	3.3	99.84
PL29	57.30	14.70	7.88	4.21	6.35	3.32	0.80	1.02	0.11	0.22	0.03	3.8	99.82
PL30	57.29	14.83	7.77	4.14	6.41	3.40	0.74	1.04	0.10	0.20	0.023	3.9	99.83
HDS Ortalama	58.57	14.47	7.57	3.90	6.00	3.36	0.87	1.02	0.10	0.16	0.3	3.76	99.83

Tablo 5.2. Örneklerin iz element (ppm) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti.

Numune	Ba	Ni	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
PI1	480	158	13	21.5	2.9	8.9	2.0	5.5	41.2	514.3	0.3	3.2	1.2	107	77.1	14.6	0.2	29.2	6.7	49	137.5	8.3
PI2	216	181	15	22.6	3.0	8.7	1.8	5.6	41.5	412.8	0.4	3.1	1.3	110	66.7	13.8	0.1	30.9	7.4	55	162.4	9.3
PI3	172	141	14	20.8	2.3	8.0	1.7	4.4	35.4	432.7	0.3	2.6	1.2	107	65.3	13.4	0.2	29.3	6.4	46	131.6	8.8
PI4	172	191	15	23.6	3.0	9.3	1.8	5.8	44.8	465.3	0.3	3.2	1.5	113	65.7	13.3	0.2	29.1	6.6	50	168.9	7.5
PI5	165	161	16	23.5	2.7	9.2	1.8	5.3	40.4	405.7	0.3	2.8	1.2	121	69.3	15.1	0.1	31.1	6.4	50	143.4	7.3
PI6	364	139	17	22.9	2.6	9.1	1.8	4.5	37.1	445.5	0.3	2.6	0.9	123	70.6	14.3	0.2	30.9	5.9	48	119.2	7.1
PI7	435	153	16	22.2	2.4	8.6	2.0	5.4	37.6	427.4	0.3	2.9	1.0	117	78.7	15.9	0.0	28.8	5.9	46	126.5	8.1
PI8	140	152	16	22.6	2.3	9.5	1.9	5.2	41.1	500.3	0.3	3.0	1.2	107	70.1	15.2	0.1	30.7	6.5	50	138.6	5.9
PI9	123	99	13	17.9	1.4	7.2	1.7	3.7	30.3	504.9	0.2	2.4	0.8	87	69.4	13.9	0.2	24.9	5.2	38	84.0	7.7
PI10	148	107	11	16.7	1.5	6.8	1.6	3.5	29.1	526.8	0.3	2.2	1.0	85	59.5	13.4	0.2	22.3	5.0	34	90.4	7.0
PI11	199	91	12	15.5	1.4	6.8	1.4	3.3	25.7	544.3	0.2	1.8	0.9	94	56.3	13.6	0.2	23.5	4.1	35	72.0	7.0
PI12	140	172	16	24.9	3.2	10.4	1.7	5.4	44.8	407.9	0.4	3.3	1.2	121	72.1	14.7	0.1	32.4	5.8	54	152.3	7.2
PI13	174	103	15	18.6	1.6	8.4	1.7	3.7	28.3	466.7	0.2	2.2	0.9	112	61.9	15.0	0.2	28.0	4.3	41	85.3	6.5
PI14	137	188	17	26.4	3.7	10.4	2.0	6.0	49.8	383.2	0.4	3.4	1.2	131	73.2	14.8	0.0	34.1	5.9	53	162.7	7.6
PI15	163	92	15	21.1	1.7	8.7	1.4	3.5	28.3	500.3	0.3	2.0	0.9	118	59.2	14.9	0.2	28.4	4.5	44	77.4	8.4
PI16	143	217	16	26.9	3.5	9.8	2.1	6.6	51.9	405.9	0.5	3.7	1.3	118	77.5	16.5	0.1	32.3	6.8	53	190.1	8.0
PI17	196	79	15	18.6	1.1	7.8	1.4	2.8	22.0	512.7	0.1	1.6	0.7	119	52.5	14.7	0.2	26.8	3.7	40	64.6	6.5
PI18	219	87	14	17.9	1.3	7.5	1.3	2.8	22.8	576.6	0.2	1.7	0.6	112	50.8	13.8	0.2	26.9	3.3	36	71.0	5.9
PI19	181	78	18	20.3	1.4	9.5	1.5	2.8	22.3	491.1	0.2	1.6	0.6	140	55.5	15.6	0.1	24.5	3.3	42	62.2	5.4
PI20	205	87	15	17.8	1.3	8.0	1.5	2.9	22.3	582.5	0.2	1.4	0.7	112	52.3	14.0	0.1	26.4	3.1	37	68.2	5.8

Tablo 5.2. Örneklerin iz element (ppm) tablosu HCM: Hacımekke Kesiti, HDS: Hacısam Dere Kesiti (devam).

Numune	Ba	Ni	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As
PI21	202	137	15	24.1	2.1	9.0	2.0	4.2	31.9	464.5	0.2	2.4	1.0	111	80.1	15.1	0.2	29.6	5.4	41	115.8	6.6
PI22	209	98	14	20.0	1.5	7.4	1.3	2.9	22.4	582.8	0.2	1.5	0.7	109	51.8	13.2	0.2	26.7	5.3	37	77.5	6.7
PI23	128	175	15	24.8	3.0	9.9	1.9	5.4	40.3	435.0	0.3	3.0	1.3	113	74.5	15.8	0.0	29.9	5.2	46	149.7	7.0
PI24	174	85	15	19.4	1.4	8.1	1.5	2.8	22.7	539.5	0.2	1.8	0.7	119	57.4	14.9	0.1	24.4	3.7	35	67.1	6.2
PI25	177	80	16	18.7	1.2	8.3	1.5	2.7	20.5	520.9	0.2	1.5	0.8	119	56.9	15.5	0.2	23.6	3.1	35	59.8	6.9
OrtalamaH CM	202	130	15	21	2	9	2	4	33	482	0	2	1	113	65	15	0	28	5	44	111	7
PI26	198	60	22	23.9	0.8	15.3	3.0	6.3	24.3	240.5	0.4	2.7	0.8	196	122.5	22.4	0.3	35.0	2.8	55	47.2	3.0
PI27	215	67	23	26.5	1.0	15.2	3.7	7.8	27.9	253.1	0.5	3.5	1.0	206	146.3	22.9	0.3	36.1	3.4	55	50.4	3.2
PI28	222	55	20	22.0	0.8	13.8	3.1	5.9	26.4	222.9	0.4	2.6	0.7	172	123.6	20.4	0.3	34.0	2.5	52	40.9	2.4
PI29	209	82	24	28.1	0.8	15.0	2.9	5.8	22.2	241.6	0.3	2.5	0.8	204	123.4	21.6	0.4	46.9	2.8	55	58.0	2.8
PI30	261	69	23	26.7	0.7	15.5	2.9	5.1	21.0	236.8	0.3	2.4	0.6	208	112.8	21.6	0.3	46.0	2.9	58	55.0	2.8
Ortalama HDS	221	67	22	25	1	15	3	6	24	239	0	3	1	197	126	22	0	40	3	55	50	3

Tablo 5.1. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu.

	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	Ba	Ni	Sc	LOI	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th
SiO2	1																							
Al2O3	0.46	1.00																						
Fe2O3	0.27	0.90	1.00																					
MgO	0.02	0.59	0.81	1.00																				
CaO	-0.61	-0.86	-0.88	-0.77	1.00																			
Na2O	0.28	-0.04	-0.38	-0.74	0.31	1.00																		
K2O	0.24	0.56	0.74	0.90	-0.82	-0.70	1.00																	
TiO2	0.29	0.88	0.96	0.82	-0.89	-0.36	0.78	1.00																
P2O5	0.36	0.84	0.79	0.62	-0.79	-0.15	0.61	0.77	1.00															
MnO	-0.27	0.04	-0.03	-0.29	0.25	0.35	-0.45	-0.01	-0.12	1.00														
Cr2O3	0.18	0.16	0.40	0.67	-0.53	-0.60	0.74	0.52	0.19	-0.27	1.00													
Ba	-0.24	-0.05	0.00	0.06	0.05	-0.01	0.08	0.04	0.16	0.09	0.12	1.00												
Ni	0.04	0.41	0.68	0.93	-0.68	-0.83	0.95	0.71	0.47	-0.46	0.78	0.05	1.00											
Sc	0.21	0.88	0.84	0.48	-0.65	0.02	0.33	0.81	0.66	0.36	0.09	-0.01	0.26	1.00										
LOI	-0.87	-0.74	-0.52	-0.12	0.68	-0.35	-0.24	-0.54	-0.57	0.09	-0.07	0.21	-0.05	-0.57	1.00									
Co	0.19	0.68	0.90	0.90	-0.82	-0.67	0.85	0.87	0.60	-0.20	0.64	-0.02	0.86	0.60	-0.32	1.00								
Cs	0.06	0.50	0.74	0.90	-0.72	-0.80	0.95	0.77	0.52	-0.38	0.72	0.09	0.97	0.34	-0.10	0.89	1.00							
Ga	0.23	0.81	0.92	0.79	-0.82	-0.46	0.73	0.93	0.63	-0.03	0.44	-0.05	0.70	0.75	-0.45	0.90	0.78	1.00						
Hf	0.19	0.38	0.58	0.78	-0.65	-0.63	0.82	0.69	0.43	-0.29	0.88	0.23	0.84	0.27	-0.19	0.75	0.80	0.64	1.00					
Nb	0.11	0.42	0.67	0.91	-0.71	-0.79	0.97	0.72	0.50	-0.42	0.81	0.12	0.98	0.25	-0.09	0.83	0.96	0.70	0.87	1.00				
Rb	0.15	0.45	0.68	0.90	-0.74	-0.79	0.98	0.73	0.50	-0.46	0.78	0.04	0.97	0.26	-0.12	0.84	0.97	0.71	0.84	0.99	1.00			
Sr	-0.35	-0.61	-0.77	-0.75	0.80	0.50	-0.83	-0.81	-0.55	0.17	-0.78	0.05	-0.79	-0.49	0.42	-0.80	-0.82	-0.72	-0.74	-0.80	-0.81	1.00		
Ta	0.16	0.39	0.59	0.75	-0.64	-0.65	0.85	0.64	0.38	-0.48	0.65	-0.03	0.86	0.23	-0.13	0.74	0.87	0.62	0.65	0.85	0.88	-0.72	1.00	
Th	0.15	0.39	0.62	0.87	-0.71	-0.78	0.96	0.70	0.44	-0.45	0.83	0.09	0.96	0.20	-0.10	0.81	0.94	0.68	0.87	0.98	0.99	-0.80	0.85	1.00

Tablo 5.2. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu (devam).

	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	Ba	Ni	Sc	LOI	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th
U	-0.03	0.21	0.50	0.83	-0.53	-0.78	0.85	0.54	0.27	-0.45	0.78	-0.05	0.91	0.05	0.09	0.70	0.86	0.57	0.74	0.91	0.90	-0.71	0.76	0.89
V	0.13	0.79	0.77	0.34	-0.51	0.07	0.21	0.70	0.60	0.36	-0.12	0.06	0.14	0.90	-0.51	0.50	0.27	0.68	0.09	0.12	0.13	-0.37	0.14	0.06
Zr	0.27	0.34	0.54	0.71	-0.65	-0.61	0.80	0.64	0.36	-0.24	0.90	0.26	0.79	0.22	-0.20	0.75	0.78	0.61	0.95	0.84	0.81	-0.74	0.63	0.86
Y	0.38	0.49	0.53	0.31	-0.49	-0.03	0.25	0.60	0.34	0.27	0.34	0.03	0.23	0.61	-0.54	0.48	0.25	0.59	0.46	0.29	0.24	-0.41	0.23	0.26
La	0.11	0.43	0.68	0.88	-0.70	-0.79	0.97	0.72	0.47	-0.42	0.80	0.10	0.97	0.27	-0.11	0.85	0.96	0.71	0.86	0.98	0.98	-0.81	0.84	0.97
Ce	0.14	0.48	0.73	0.89	-0.73	-0.76	0.95	0.77	0.53	-0.35	0.79	0.11	0.96	0.34	-0.17	0.87	0.96	0.75	0.86	0.98	0.97	-0.84	0.82	0.96
Pr	0.18	0.51	0.73	0.89	-0.77	-0.74	0.97	0.79	0.56	-0.36	0.81	0.10	0.96	0.36	-0.19	0.86	0.95	0.75	0.87	0.98	0.98	-0.85	0.83	0.97
Nd	0.15	0.53	0.76	0.87	-0.74	-0.74	0.93	0.80	0.58	-0.31	0.76	0.19	0.93	0.40	-0.20	0.87	0.94	0.77	0.87	0.95	0.93	-0.83	0.78	0.92
Sm	0.23	0.67	0.81	0.87	-0.83	-0.60	0.91	0.86	0.73	-0.26	0.69	0.18	0.85	0.53	-0.33	0.83	0.87	0.78	0.81	0.88	0.88	-0.82	0.69	0.86
Eu	0.44	0.82	0.86	0.61	-0.80	-0.28	0.56	0.84	0.70	0.08	0.31	-0.03	0.48	0.77	-0.64	0.77	0.57	0.86	0.51	0.51	0.51	-0.66	0.41	0.48
Gd	0.47	0.78	0.86	0.69	-0.86	-0.35	0.72	0.90	0.65	-0.05	0.53	0.07	0.64	0.71	-0.62	0.84	0.70	0.88	0.68	0.68	0.68	-0.75	0.62	0.67
Tb	0.38	0.81	0.84	0.58	-0.76	-0.26	0.60	0.87	0.65	0.09	0.34	0.07	0.50	0.76	-0.60	0.74	0.59	0.88	0.57	0.55	0.55	-0.66	0.46	0.53
Dy	0.36	0.70	0.70	0.42	-0.62	-0.05	0.34	0.73	0.39	0.32	0.24	-0.06	0.27	0.81	-0.58	0.58	0.34	0.70	0.34	0.29	0.30	-0.52	0.33	0.29
Ho	0.22	0.58	0.52	0.22	-0.42	0.03	0.16	0.53	0.35	0.31	-0.02	-0.06	0.04	0.69	-0.42	0.35	0.14	0.58	0.17	0.09	0.13	-0.19	0.08	0.12
Er	0.37	0.59	0.59	0.24	-0.47	-0.02	0.20	0.59	0.31	0.26	0.11	-0.09	0.15	0.73	-0.58	0.48	0.25	0.65	0.23	0.15	0.18	-0.39	0.23	0.16
Tm	0.29	0.62	0.60	0.19	-0.44	0.16	0.09	0.60	0.34	0.44	0.03	-0.02	0.03	0.79	-0.56	0.41	0.11	0.63	0.17	0.06	0.05	-0.31	0.02	0.04
Yb	0.36	0.61	0.48	0.09	-0.39	0.21	0.06	0.51	0.45	0.42	-0.07	0.10	-0.06	0.70	-0.62	0.27	0.01	0.48	0.16	-0.01	-0.02	-0.19	-0.10	-0.02
Lu	0.28	0.47	0.45	0.12	-0.36	0.17	0.02	0.44	0.26	0.58	0.04	-0.04	-0.08	0.59	-0.44	0.29	-0.02	0.43	0.08	-0.03	-0.04	-0.24	-0.15	-0.01
Cu	0.21	0.67	0.83	0.87	-0.82	-0.67	0.88	0.78	0.67	-0.30	0.55	0.06	0.83	0.51	-0.29	0.89	0.87	0.79	0.68	0.82	0.84	-0.76	0.71	0.80
Pb	0.01	0.22	0.48	0.79	-0.55	-0.71	0.85	0.50	0.37	-0.50	0.79	0.18	0.87	0.04	0.08	0.67	0.82	0.43	0.74	0.87	0.86	-0.67	0.74	0.87
Zn	0.18	0.66	0.83	0.90	-0.83	-0.61	0.94	0.84	0.69	-0.30	0.62	0.09	0.88	0.49	-0.26	0.85	0.91	0.81	0.71	0.90	0.90	-0.82	0.80	0.88
Ni	0.05	0.41	0.68	0.93	-0.69	-0.82	0.96	0.70	0.48	-0.47	0.78	0.03	1.00	0.24	-0.06	0.85	0.96	0.69	0.83	0.98	0.98	-0.79	0.86	0.96
As	-0.01	-0.03	0.17	0.41	-0.26	-0.44	0.53	0.21	0.11	-0.23	0.62	0.23	0.54	-0.17	0.16	0.34	0.54	0.10	0.41	0.57	0.54	-0.54	0.60	0.57

Tablo 5.3. Örneklerin ana element-iz element-NTE korelasyon tablosu (devam).

	U	V	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Cu	Pb	Zn	Ni	As
U	1.00																						
V	-0.06	1.00																					
Zr	0.70	0.04	1.00																				
Y	0.09	0.54	0.45	1.00																			
La	0.88	0.15	0.83	0.26	1.00																		
Ce	0.87	0.23	0.84	0.37	0.98	1.00																	
Pr	0.86	0.21	0.85	0.36	0.98	0.99	1.00																
Nd	0.81	0.31	0.84	0.42	0.96	0.98	0.97	1.00															
Sm	0.70	0.40	0.77	0.42	0.88	0.91	0.93	0.95	1.00														
Eu	0.31	0.75	0.50	0.75	0.51	0.59	0.58	0.66	0.70	1.00													
Gd	0.44	0.63	0.70	0.77	0.68	0.75	0.75	0.79	0.81	0.90	1.00												
Tb	0.31	0.73	0.56	0.76	0.57	0.64	0.64	0.72	0.75	0.93	0.94	1.00											
Dy	0.09	0.76	0.33	0.79	0.31	0.38	0.37	0.42	0.45	0.80	0.80	0.80	1.00										
Ho	-0.09	0.65	0.13	0.56	0.15	0.17	0.22	0.26	0.39	0.64	0.58	0.70	0.65	1.00									
Er	-0.03	0.75	0.24	0.80	0.19	0.27	0.26	0.35	0.38	0.79	0.74	0.78	0.88	0.71	1.00								
Tm	-0.08	0.79	0.17	0.78	0.10	0.19	0.18	0.26	0.33	0.73	0.67	0.77	0.76	0.82	0.82	1.00							
Yb	-0.28	0.70	0.17	0.73	0.02	0.12	0.12	0.23	0.34	0.68	0.64	0.76	0.72	0.72	0.78	0.80	1.00						
Lu	-0.11	0.56	0.18	0.57	-0.03	0.09	0.07	0.10	0.16	0.54	0.51	0.53	0.63	0.53	0.53	0.72	0.68	1.00					
Cu	0.67	0.41	0.68	0.29	0.84	0.84	0.83	0.86	0.85	0.72	0.74	0.66	0.45	0.30	0.36	0.23	0.17	0.14	1.00				
Pb	0.85	-0.11	0.74	-0.02	0.88	0.83	0.85	0.78	0.73	0.21	0.40	0.23	-0.02	-0.07	-0.18	-0.16	-0.29	-0.15	0.71	1.00			
Zn	0.79	0.38	0.68	0.28	0.90	0.89	0.91	0.89	0.89	0.64	0.73	0.66	0.40	0.30	0.26	0.24	0.10	0.11	0.90	0.81	1.00		
Ni	0.93	0.12	0.78	0.20	0.97	0.96	0.96	0.92	0.85	0.47	0.62	0.49	0.25	0.04	0.12	0.01	-0.08	-0.08	0.83	0.89	0.89	1.00	
As	0.60	-0.18	0.48	-0.10	0.57	0.54	0.53	0.49	0.38	0.04	0.19	0.03	-0.03	-0.30	-0.24	-0.28	-0.43	-0.20	0.40	0.68	0.53	0.55	1.00

Her iki kesitten alınan örneklerde Fe ile Co elementleri pozitif ilişkisi bu iki elementin mineralde yerdeğiştirme özelliğinden kaynaklanmaktadır. Fe ve Ti elementleri arasında pozitif korelasyon bazik bir kaynağın göstergesidir (Tablo 5.3).

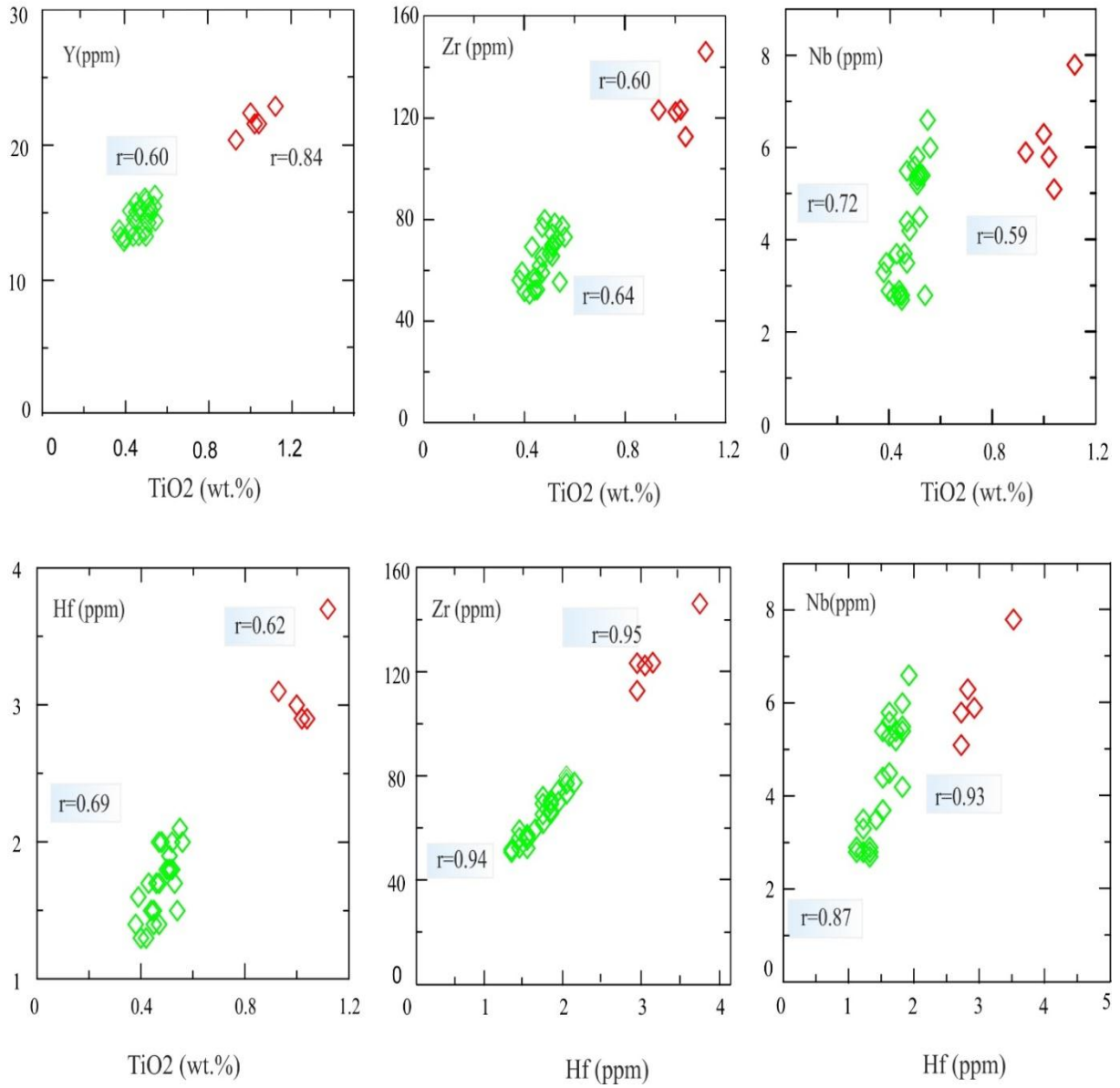
Fe₂O₃ miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %5.08, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %7.29'dır. Mg, K, Ti, P, Cr ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Ca, Na ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.3). Fe, Al elementine benzer şekilde biyotit ve olivin, piroksen, amfibol (hornblend) gibi ferromagnezyen minerallerinde ve alterasyonu sonucu oluşan alüminyum silikatlarda, ayrıca Fe-oksit minerallerinde bulunabilmektedir.

MgO miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %4.92, Hacımekke örneklerinde ortalama %3.90'dır. K, Ti, P, Cr ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Ca, Na, Mn ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.3). Olivin, piroksen veya alterasyon ürünleri bu elementin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

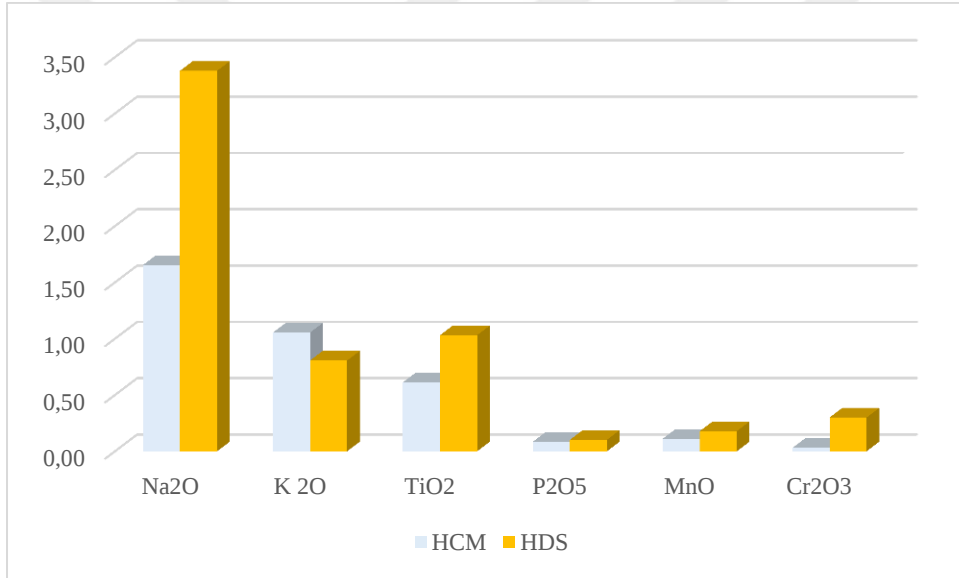
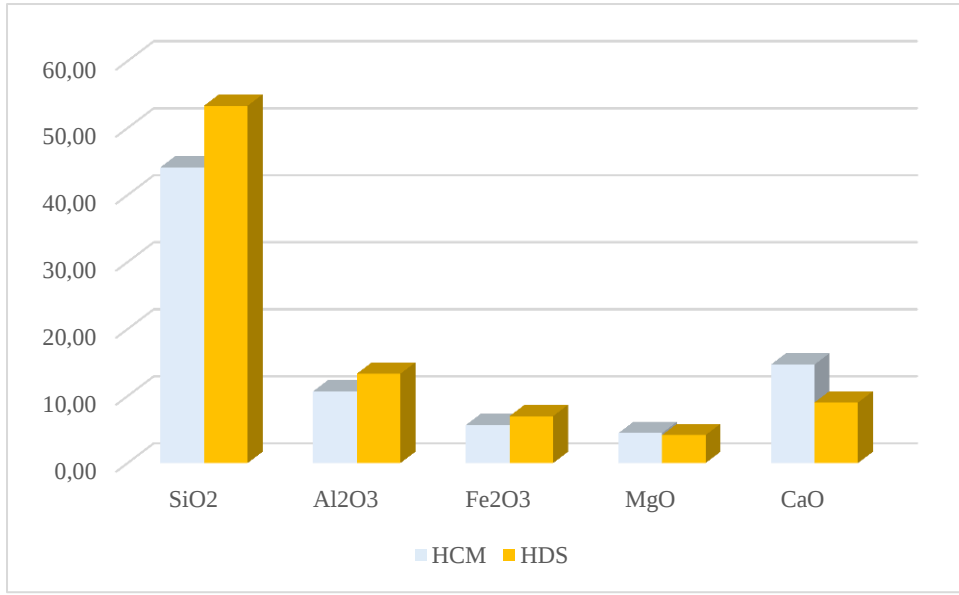
CaO miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %17.44, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %6.00'dır. Na, Mn ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Ka, Ti, P, Cr ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.3). Kalsit mineralinde, az miktarda kil minerallerinde bulunabilmektedir. Her iki kayaç grubunda analiz edilen örneklerde CaO ile NTE arasındaki negatif korelasyon ve Ca elementinin ağırlıklı olarak kalsite bağıllığını, karbonat-silikat ayrımlığını ortaya koymaktadır.

Na₂O miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %1.00, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %3.36'dır. Mn ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Ti, P, Cr ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.3).

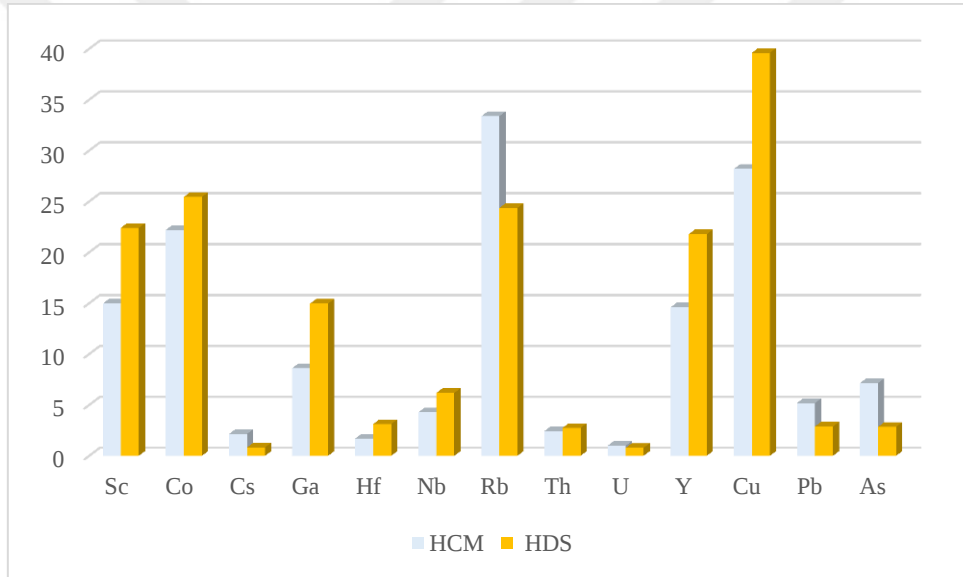
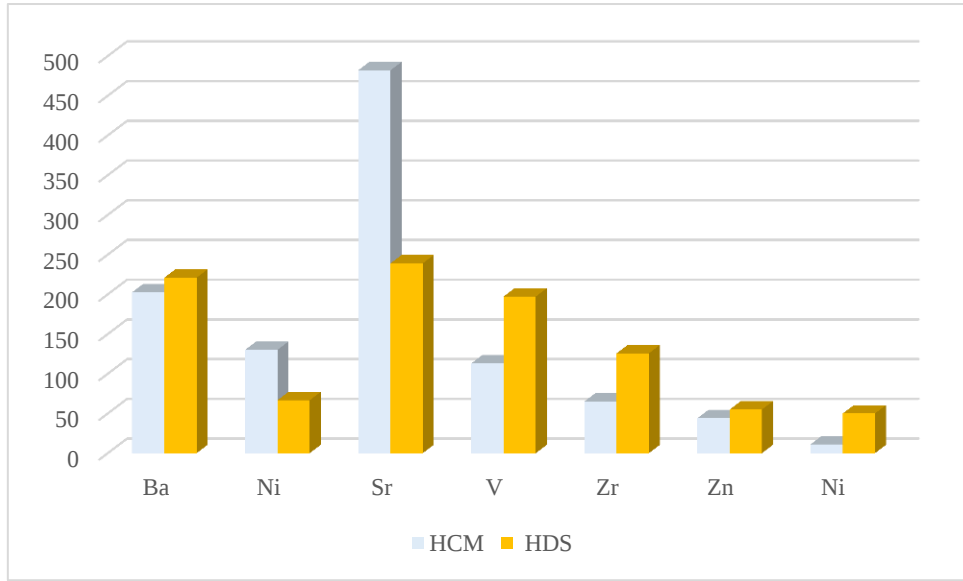
◇ HCM Örnekler ◇ HDS Örnekler



Şekil 5.1. Örneklerin bazı elementlerin korelasyon grafikleri.



Şekil 5.2. Hacımekke ve Hacısam Dere kesiti örneklerinin anaoksit elementlerinin karşılaştırılması.



Şekil 5.3. Hacımekke ve Hacısam Dere kesiti örnekleri iz elementlerinin karşılaştırılması.

K_2O miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %1.18, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %0.87'dir. P ve Cr ana oksitlerle pozitif korelasyon ve Mn ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 6.3).

TiO_2 miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %0.48, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %1.02'dir. P, Cr ana oksitlerle pozitif korelasyon göstermektedir (Tablo 6.3).

P_2O_5 miktarı Hazar Grubu örneklerinde ortalama %0.08, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %0.10'dur. Bu element genellikle apatit minerallerinde gözlenmektedir (Tucker, 2001).

MnO miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %0.09, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %0.16'dır. Cr ana oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 6.3).

Cr₂O₃ miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %0.03, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %0.3'dür. Cr⁺³ elementi Fe elementinin yerine geçebilmekte, ferromagnezyen ve minerallerden özellikle piroksen, olivin, hornblend ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır.

Büyük İyon Yarıçaplı Litofil (LIL) Elementler (Rb, Ba, Sr)

Rb miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %30, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %24'dür. K-feldispat ve biyotit minerallerinin bünyesinde yer alan ana elementlerden K ile birlikte davranış göstermektedir.

Ba miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %202, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %221'dir. Bu gruptaki Ba elementi de tıpkı Rb ve Sr gibi çoğunlukla feldispat ve biyotitlerle birliktelik oluşturur. Ba ve ana elementlerden Ca ile birliktelik sunan ve daha çok plajiyoklas minerallerinin bünyesinde yer alan Sr elementi de iki birimin örneklerinde pozitif korelasyon mevcuttur. Ancak Sr alterasyon sırasında kolayca hareketlenerek kristal yapıdan uzaklaşabileceği bilinmektedir (Wilson, 1989). Ayrıca Sr elementinin karbonata bağlı olması da Ca ile pozitif korele olmasının nedenidir.

Geçiş Metalleri (TM: Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn)

Cu miktarı miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %28, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %40'dır. Cu sülfid fazında yoğunlaşan S'e karşı duyarlıdır (Zhang ve diğ., 2011). Fe ve Na ana elementinin yerine geçebilmekte, diyajenetik transformasyona bağlı olarak kil minerallerinde gözlenebilmektedir. Cu'nun Co ile yüksek pozitif korele olması, bazik kaynağın göstermektedir.

Zn Hacımekke örneklerinde ortalama %44, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %55'dir. Zn elementi ince taneli kil, mika ve feldispat gibi alüminosilikatlarda bulunabilmekte, Fe ve Mg⁺² ana elementleri ile yerdeğiştirebilmektedir (Brindley and Brown, 1980). Zn'nin Fe ile pozitif korelasyon göstermesi bu elementin mafik detritik silikatlara bağlı olma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Zn sülfid fazında da bulunabilmektedir (Heikki ve diğ., 1979). Zn ile diğer kükürte duyarlı elementlerin pozitif korelasyonu bunu yansıtır. Zn elementinin Ca ve Sr gibi karbonata bağlı elementler ile negatif korelasyon göstermesi sülfid-karbonat fazı ayrımlığını göstermektedir.

Ni miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %111, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %50'dir. Bu element kil minerallerinde ana element Mg^{+2} 'nin yerini alabilmektedir. Ni elementinin Si, Al, Na ile negatif korelasyonu Fe, Mg, Ti, Co, Sc pozitif korelasyonu, bu elementin feldispatlardan çok detritik ferromagnezyum mineraller ve bunların ayrışması ile oluşan killere bağlı olduğunu gösterir.

Örneklerde Co Hacımekke örneklerinde ortalama %21 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %25'dir. Olivin, piroksen, amfibol (hornblend) ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır. Fe-Co yüksek pozitif korelasyonu Co^{+2} elementinin Fe^{+2} elementi ile sedimanlarda yer değiştirebilmesi özelliğini gösterir.

Sr Hacımekke örneklerinde ortalama %482 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %239'dur. Sr^{+2} elementi Ca^{+2} ve Na^{+} ana elementlerinin yerine geçebilmektedir.

Sc Hacımekke örneklerinde ortalama %15 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %22'dir. Sc elementi Mg^{+2} ana elementinin yerini alabilmektedir. Kil minerallerinden özellikle klorit minerallerinde bulunabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993). Sc'nin Co ve Fe_2O_3 ile pozitif korelasyonu mafik mineralleri yansıtır.

V miktarı Hacımekke örneklerinde ortalama %113 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %197'dir.

Kalıcılığı Yüksek (HFS) Elementler (Nb, Zr, Y, Th, Hf)

Nb Hacımekke örneklerinde ortalama %4, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %6 olup zirkon, rutil ve titanit gibi aksesuar minerallerin bünyesinde bulunmaktadır. Nb'nin Ca ve Na'nın negatif korelasyonu, Zr ve TiO_2 ile pozitif korelasyonu bu elementin mafik fazlar ve aksesuar minerallere bağlı olduğunu göstermektedir.

Zr Hacımekke örneklerinde ortalama %65, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %126'dır. Bu element mika, feldispat ve kuvars mineralleri ile sedimanların içinde zirkon minerali olarak bulunabilmektedir. CaO , MgO , P_2O_5 ve MnO dışında diğer elementlerle pozitif korelasyonu plajiyoklaslar haricinde detritik ferromagnezyen mineraller, feldispatlarla birlik oluşturduğunu ve bazik silikat karbonat ayrımını gösterir.

Y Hacımekke örneklerinde ortalama %15 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %22'dir. Y elementi feldispat, kuvars minerallerinde bulunabilmektedir Ca^{+2} ana elementinin yerini alabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993). Ancak örneklerde Na ile negatif Fe, Ti, Cr, Ni. Co ile pozitif korelasyonu, bu elementin feldispattan çok mafik detriklerle bağlı olduğunu göstermektedir.

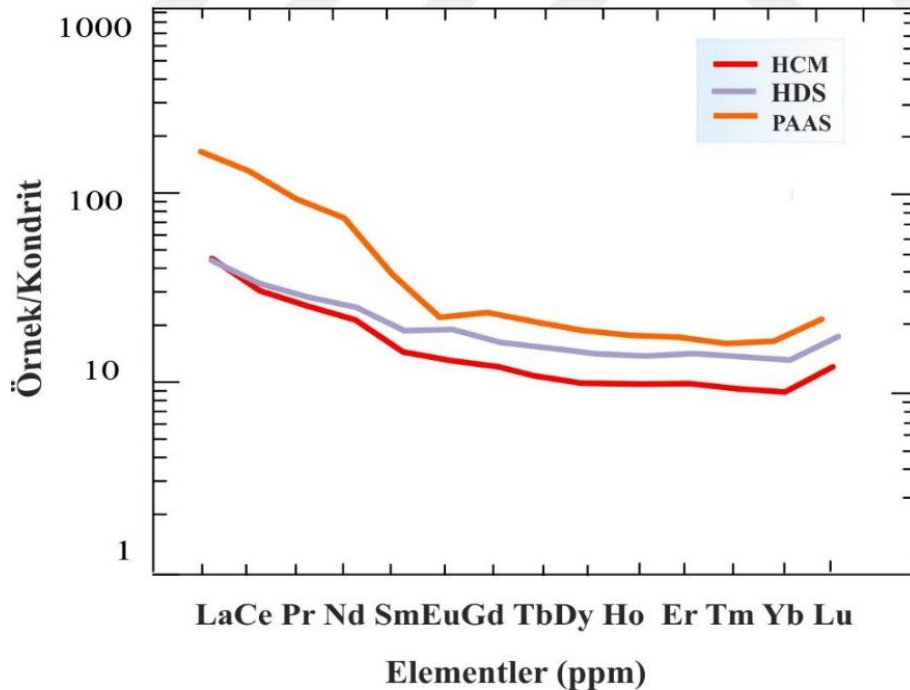
Th Hacımekke örneklerinde ortalama %2 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %3'dür. HFSE elementi olan Zr ile pozitif korele olmaktadır.

Hf Hacımekke örneklerinde ortalama % 2 arasında, Hacısam Dere örneklerinde ortalama %3'dür. HFSE elementi olan Zr ile pozitif korele olmaktadır.

5.2. Nadir Toprak elementleri (NTE)

Nadir toprak elementleri (NTE) Nb, Zr, Y, Th, Hf gibi magmanın katılaşmasının son evrelerde oluşan aksesuar minerallerin bünyelerine girmektedir. Kayaç oluşturan bazı ana mineraller de nadir toprak elementlerine karşı jeokimyasal bir ilgi duyarlar.

Sedimanter kayaçlarda NASC kullanılmakla birlikte bazı yazarlar kondriti kullanmaktadır (Rollinson, 1993). Kondrit normalize diyagramlarda bazı kayaçlar düşük HNTE oranları gösterir. Asidik kayaçlar daha yüksek HNTE/ANTE oranları verir (Wronkiewicz ve Condie, 1989). Kondrit normalize diyagramlarda Hacımekke örnekleri ve Hacısam Dere örnekleri çok yakındır. Zenginleşme katsayısı 10-100 arasında değişmektedir (Şekil 5.4.).

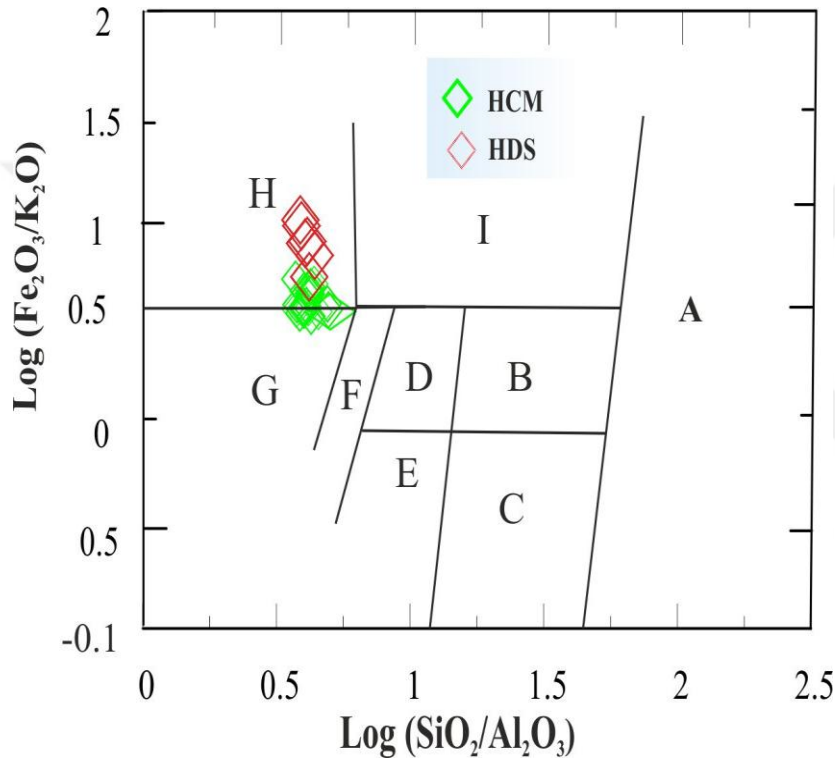


Şekil 5.4. Hacımekke ve Hacısam Dere (30 örnek) örneklerinin ortalamalarının kondrit normalize diyagramı (Kondrit ve PAAS değerleri Taylor and McLennan, 1985'den alınmıştır).

5.3. Element Oranları

Örneklerin bazı element oranları Tablo 5.4’de görülmektedir. Element oranları ortalamaları Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinde Cr/Th, Th/Sc, La/Sc, Co/Th, Th/Co, Eu/Eu*, Th/Co oranları birbirine yakın değerler sunmaktadır. Bununla birlikte her iki örnek grubu bazik bazaltlardan türeyen sedimanlar gurubuna girmektedir.

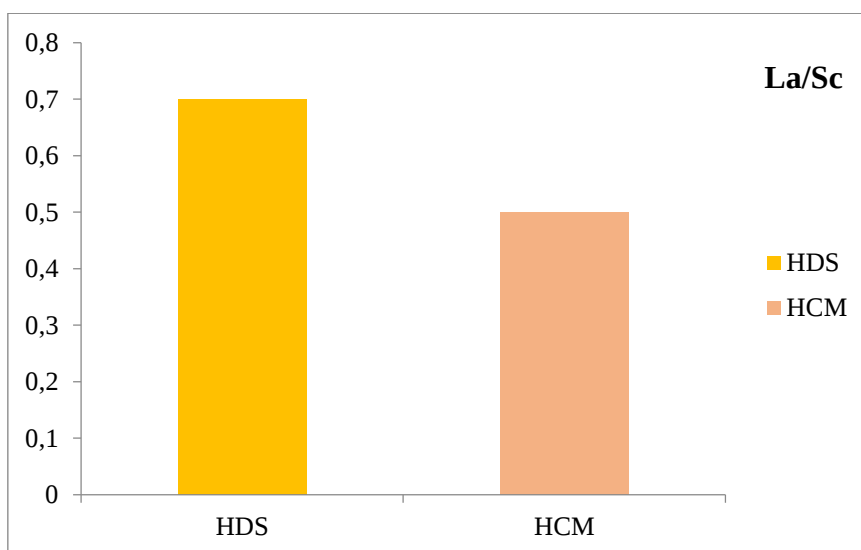
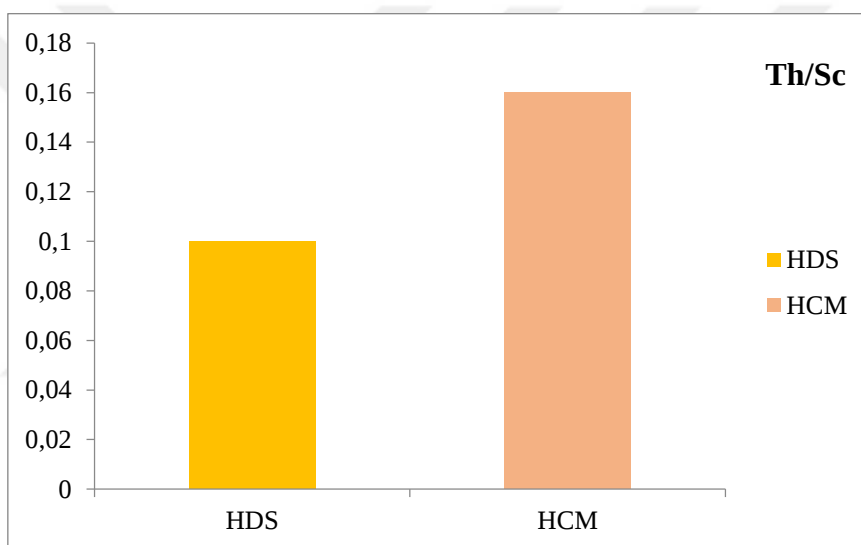
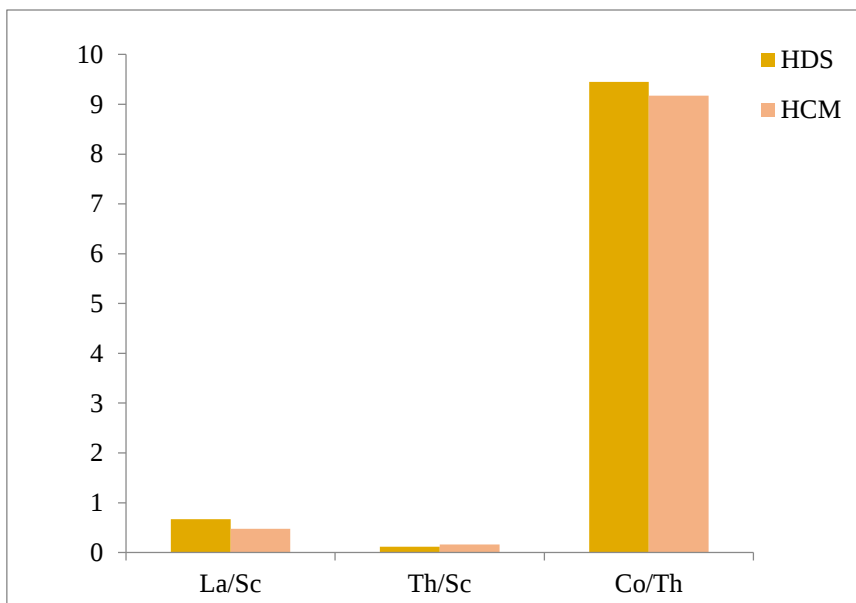
Log (SiO₂/Al₂O₃)’e karşı log (Fe₂O₃/K₂O) oranına göre örneklerin Fe’ce zengin şist alanına düştüğü görülebilmektedir (Şekil 5.5).

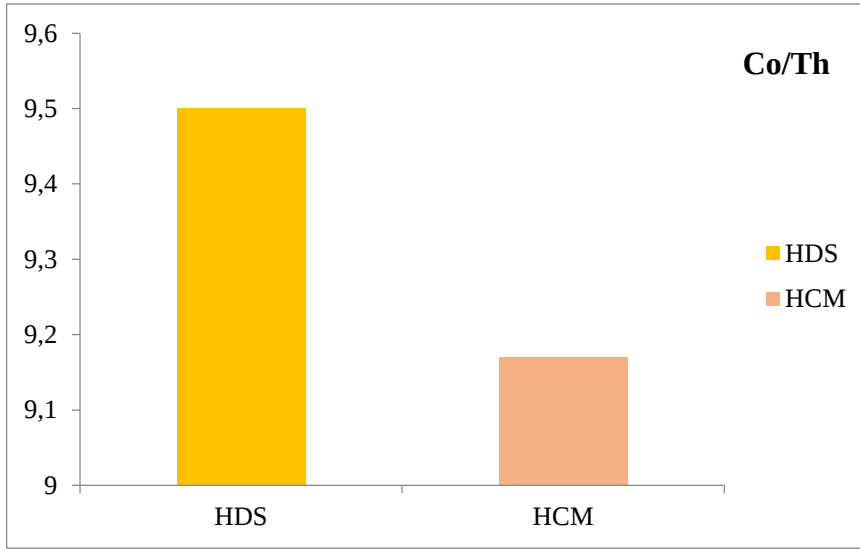


Şekil 5.5. Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinin Log (SiO₂/Al₂O₃)’e karşı Log (Fe₂O₃/K₂O) oranına göre değişimi. (Herron, 1988. A:kuvars arenit, B:sublitharenit, C:subarkose, D:litarenit, E:arkoz, F:greywacke, G:şeyl, H:Fe-şeyl, I:Fe-kum).

Tablo 5.4. Hacimekke ve Hacısam Dere örneklerinin element oranları

	Örnekler	Cr/Th	Th/Sc	La/Sc	Co/Th	Th/Co	Th/Co	Eu/Eu*	Th/Co	Eu/Eu*	Th/Sc
Hacimekke Kesiti	PI1	74.38	0.25	0.95	6.72	0.15	0.15	0.8	0.15	0.8	0.25
	PI2	81.16	0.21	0.79	7.29	0.14	0.14	0.83	0.14	0.83	0.21
	PI3	94.15	0.19	0.79	8	0.13	0.13	0.8	0.13	0.8	0.19
	PI4	72.25	0.21	0.83	7.38	0.14	0.14	0.79	0.14	0.79	0.21
	PI5	85	0.18	0.76	8.39	0.12	0.12	0.84	0.12	0.84	0.18
	PI6	91.54	0.15	0.64	8.81	0.11	0.11	0.81	0.11	0.81	0.15
	PI7	93.79	0.18	0.71	7.66	0.13	0.13	0.81	0.13	0.81	0.18
	PI8	79.33	0.19	0.71	7.53	0.13	0.13	0.82	0.13	0.82	0.19
	PI9	99.17	0.18	0.76	7.46	0.13	0.13	0.8	0.13	0.8	0.18
	PI10	102	0.2	0.81	7.59	0.13	0.13	0.83	0.13	0.83	0.2
	PI11	102	0.15	0.73	8.61	0.12	0.12	0.83	0.12	0.83	0.15
	PI12	68	0.21	0.78	7.55	0.13	0.13	0.83	0.13	0.83	0.21
	PI13	95.82	0.15	0.65	8.45	0.12	0.12	0.9	0.12	0.9	0.15
	PI14	70	0.2	0.78	7.76	0.13	0.13	0.85	0.13	0.85	0.2
	PI15	91.8	0.13	0.6	10.55	0.09	0.09	0.93	0.09	0.93	0.13
	PI16	75.35	0.23	0.87	7.27	0.14	0.14	0.82	0.14	0.82	0.23
	PI17	102	0.11	0.54	11.63	0.09	0.09	0.93	0.09	0.93	0.11
	PI18	80	0.12	0.58	10.53	0.09	0.09	0.87	0.09	0.87	0.12
	PI19	93.5	0.09	0.46	12.69	0.08	0.08	0.88	0.08	0.88	0.09
	PI20	92.29	0.09	0.55	12.71	0.08	0.08	0.91	0.08	0.91	0.09
	Ortalama	87.1765	0.171	0.7145	8.729	0.119	0.119	0.844	0.119	0.844	0.171
Hacısam Dere Kesiti	PI21	107.67	0.16	0.69	10.04	0.1	0.1	0.88	0.1	0.88	0.16
	PI22	99.73	0.11	0.64	13.33	0.08	0.08	0.87	0.08	0.87	0.11
	PI23	83.87	0.2	0.75	8.27	0.12	0.12	0.89	0.12	0.89	0.2
	PI24	102	0.12	0.57	10.78	0.09	0.09	0.9	0.09	0.9	0.12
	PI25	140.53	0.09	–	12.47	0.08	0.08	0.88	0.08	0.88	0.09
	Ortalama	106.76	0.136	0.6625	10.978	0.094	0.094	0.884	0.094	0.884	0.136





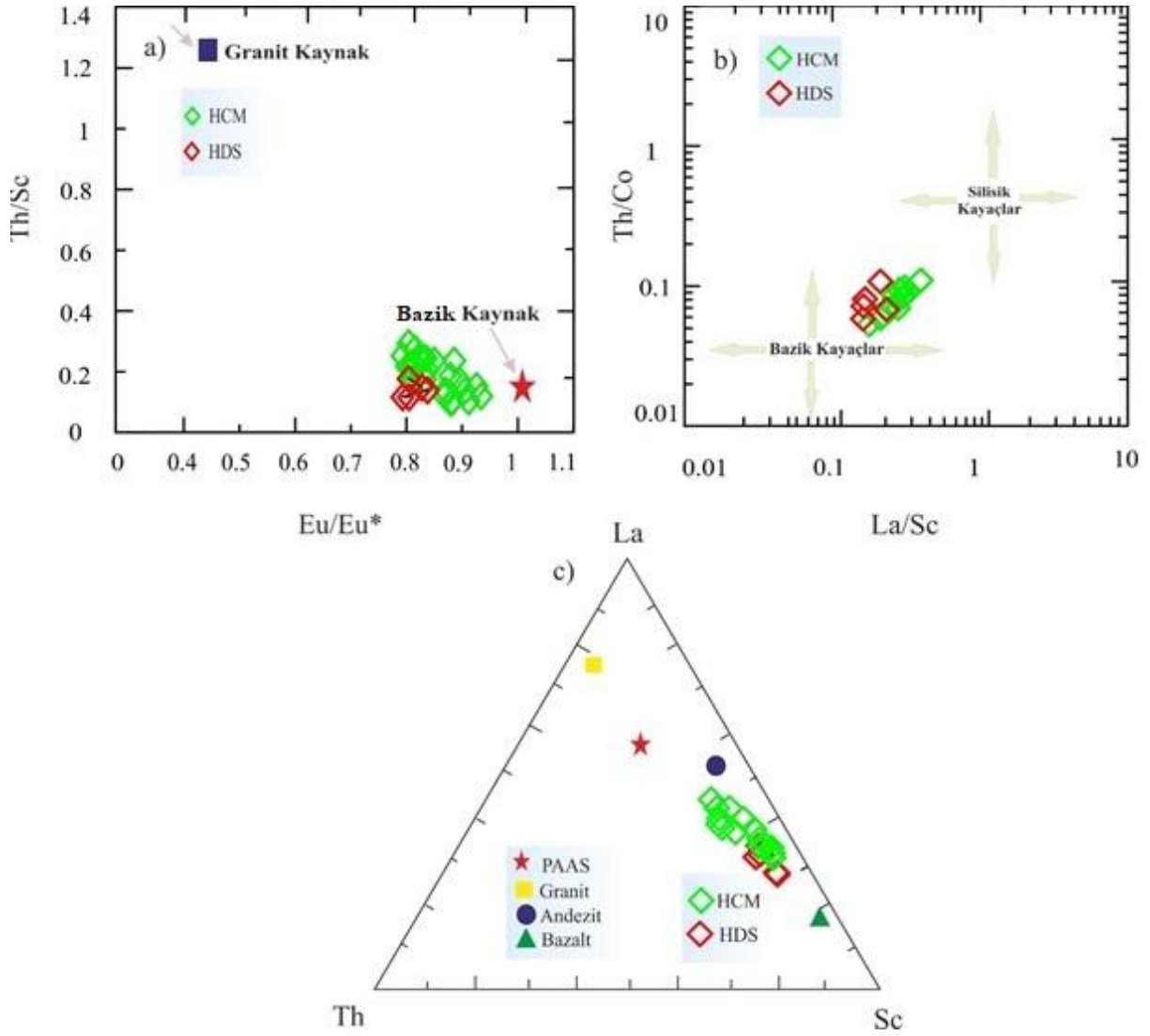
Şekil 5.6. Hacimekke ve Hacısam Dere örneklerinin Th/Sc, La/Sc, Co/Th element oranlarının karşılaştırılması (HCM: Hacimekke Kesiti, HDS: Hacısamdere Kesiti).

La/Sc, Sc/Th ve Co/Th oranlarına göre her iki kesitin granit ve ofiyolitlerden çok andezitlere benzediği görülmüştür (Tablo 5.5).

Tablo 5.5. Hacimekke ve Hacısam Dere örneklerinin granit, andezit ve ofiyolitlerle karşılaştırılması. a. Condie (1993), b. Spadea vd. (1980).

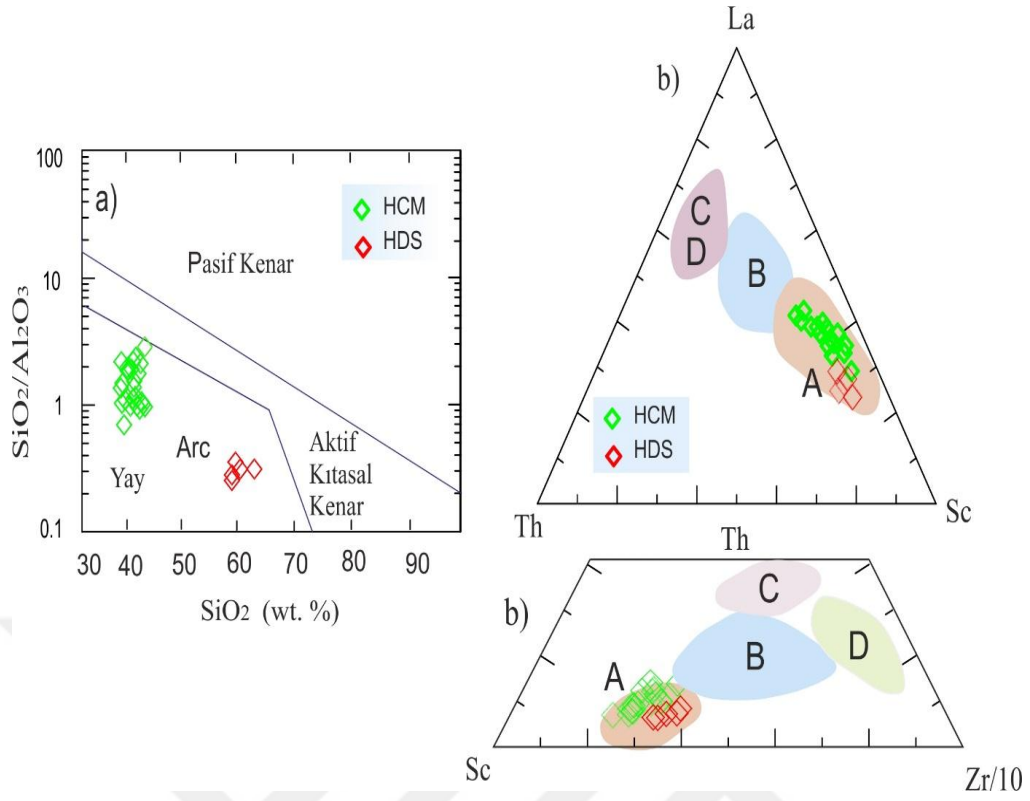
	La/Sc	Th/Sc	Co/Th
Andezita	0.9	0.21	4.65
Granita	8	3.57	0.17
Ofiyolitb	0.250	0.017	70
HDS	0.7	0.1	9.5
HCM	0.5	0.16	9.17

Eu/Eu* karşı Th/Sc, La/Sc'ye karşı Th/Co diyagramlarında ve La-Th-Sc üçgen diyagramında örnekler granit ve silisik kaynaktan çok andezit ve bazik kayalara yakındır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Hacımekke ve Hacısam Dere kesitlerine ait a. Eu/Eu* karşı Th/Sc Cullers and Podkovyrov, 2002. b. La/Sc, Th/Co (Cullers, 2002) karşılaştırma diyagramları. c. La-Th-Sc üçgen diyagramları Cullers 1994a. ¹This study; ² Taylor and McLennan (1985); ³Condie (1993). PAAS değerleri Taylor and McLennan, 1985'den, bazalt, granit ve andezit değerleri Condie, 1993'den alınmıştır).

Roser ve Korsch (1988) diyagramında her iki örnek grubunun yay alanına düştüğü görülmüştür. Bhatia and Crook (1986) La-Sc-Th üçgen diyagramında örnekler okyanus ada yayı ortamına düşmektedir. Aynı araştırmacının Th-Cs-Zr/10 diyagramında HCM ve HDS örnekleri okyanusal ada yayına düşmektedir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Hacısam Dere ve Hacımekke örneklerinin (a) $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ diyagramı Roser ve Korsch (1988), (b) La-Sc-Th, Th-Sc-Zr/10 diyagramı (Bhatia and Crook (1986) A: Okyanus Ada Yayı B: Kıtasal Ada Yayı C: Aktif Kıtasal Kenar D: Pasif Kıtasal Kenar).

6. SONUÇLAR

“Elazığ Doğusu'nda Pliyosen-Kuvaterner Yaşlı Palu Formasyonu'nun Kil Mineralojisi Ve Jeokimyasal Özellikleri” adlı bu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Araştırılan sahadaki birimler yaşlıdan gence doğru; Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Orta-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.
2. Yapılan arazi çalışmalarında Hacımekke kesiti Pliyo-Kuvaterner yaşlı kötü boylanmalı, çamur matriskli, konglomera ve kumtaşlarıyla; daha güneyde Hacısam Dere kesitinde altta düzlemsi ve tekneşli çapraz tabakalanma gösteren kumtaşlarıyla başlayan istif üst seviyelere doğru kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan çökeller bulunmaktadır. Birimin Hacımekke alüvyal yelpaze ve örgülü nehir ortamlarında, alüvyon yelpazesinin taşınma yönü kuzeyden güneye; Hacısam Dere kesitine ait örgülü nehir çökellerinin taşınma yönü ise doğudan batıya doğrudur.
3. İnceleme kapsamında X-Isınları difraksiyonu (XRD), tüm kayaç ve kil fraksiyonu incelemelerine göre, her iki formasyonda tüm kayaç mineralleri benzer oranlar olup sırasıyla feldispat, kil, kalsit ve kuvars mineralleri mevcuttur. Kil ve kalsit Hacımekke örneklerinde, feldispat ve kuvars Hacısam Dere örneklerinde daha yüksek oranda olmakla birlikte değerler birbirlerine yakın oranlarda bulunmuştur. Kil fraksiyonu incelemelerine göre birimde korit ağırlıktadır ve illit ve smektit minerallerine rastlanılmıştır.
4. Hacımekke Kesitinden ve Hacısam Dere alınan örneklerde major oksit elementler, iz elementler ve NTE elementleri benzerlik sunmaktadır.
5. Kondrit normalize diyagramlarda Hacımekke ve Hacısam Dere örnekleri değerleri yakındır ve PAAS değerlerinden farklıdır. Zenginleşme katsayısı 10-100 arasında değişmektedir. Bu benzerlik iki kesit arasındaki bileşimsel benzerliğin göstergesidir.
6. Hacımekke ve Hacısam Dere örneklerinde Cr/Th, Th/Sc, La/Sc, Co/Th, Th/Co, Eu/Eu* ve Th/Co oranları birbirine yakın değerler sunmaktadır. Her iki örnek grubu bazaltlardan türeyen sedimanlar grubuna girmektedir.

7. Log ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$)'e karşı log ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$) oranına göre örneklerin Fe'ce zengin şeyl alanına düştüğü görülebilmektedir (Şekil 5.5).
8. La/Sc, Sc/Th ve Co/Th oranlarına göre her iki kesitin granit ve ofiyolitlerden çok andezitlere benzediği görülmüştür.
9. La-Sc-Th üçgen diyagramında ve Th-Cs-Zr/10 diyagramında HCM ve HDS örnekleri okyanusal ada yayına düşmektedir.
10. Hacısam Dere kesiti kuzeyden Elazığ Magmatitleri'nde beslenmiş olması, Hacımekke kesiti batıdan Maden Volkanitleri'nden beslenmiştir. Kesitlerdeki jeokimyasal ve mineralojik benzerlikler de bunu kanıtlamaktadır. Her iki birim bileşim olarak birbirine benzer olduğu daha önce yapılan çalışmalarda Tanyıldızı (2014) ve Daş (2016) tarafından da ortaya konulmuştur. Bu sonuçların daha önceki çalışmalar ile uyum sağladığını ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- A.S.T.M., 1972**, Inorganic index to the powder diffraction file, Joint Commitee on Powder Diffraction Standarts, Pennsylvania, 1432 p.
- Akgül, M., 1991**, Baskil (Elazığ) granodiyoritinin petrografik ve petrolojik özellikleri, Geosound, 18, 67-78.
- Akgül, B., 1993**, Piran Köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125s. (yayınlanmamış).
- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1984**, The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of a Neotethyon active margin. In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F., (eds) the geological evolution of the Eastern Mediterranean, 375-402, London.
- Aktürk, A., 1985**, Çatak Narlı yöresinin stratigrafisi ve tektoniği, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış), Elazığ.
- Altınlı, İ.E., 1966**, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 66, 35-74 , Ankara.
- Beyarslan, M. 1997**, Baskil (Elazığ) Çevresinin Jeolojisi ve Baskil Mağmatitlerinin Petrolojisi. MTA Derg., 107, 49-72.
- Bhatia, M.R. ve Crook, K.W., 1986**, Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimantary basins. Contributions to Mineralogy and Petrology 92, 181-193.
- Bingöl, A. F., 1982**, Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1, 9-21.
- Bingöl, A.F. ve Aydoğdu, S., 1994**, Dutluköy (Elazığ) yöresi magmatik kayaçlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi 15. Sempozyum Tebliğleri, 199-213.
- Bingöl, A.F. ve Beyarslan, M., 1996**, Elazığ Magmatitlerinin jeokimyası ve petrolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, Trabzon.
- Bingöl, A.F., 1984**, Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region, In: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C., (eds). Geology of the Taurus Belt, 199-208.
- Brindley and Brown, 1980**, Interstratified clay minerals. In crystal structures of clay minerals and their x-ray identification (eds. GW Brindley, G. Brown). Mineralogical Society, London, 249-303.
- Bulut, C., 1973**, Elazığ-Gölükür-Ferrokrom tesislerine su temini hakkında hidrojeoloji etüd raporu. Devlet Su İşleri Yayını Rapor No: 166 (yayınlanmamış).
- Condie, K.C., 1993**, Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples andshales. Chemical Geology 104, 1–37.

- Cullers, 2002**, The geochemistry of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian-Permian age, Colorado, USA: Implications for provenance and metamorphic studies, *Lithos*, 51, 181–203.
- Çelik, H., 1994**, Kovancılar (Elazığ) yakın kuzey ve batısındaki alanın jeolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s.
- Çelik, H., 2003**, Mastar Dağı (Elazığ Güneydoğusu) Çevresinin Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çetindağ, B., 1985**, Elazığ, Palu-Kovancılar dolayının hidrojeoloji incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayınlanmamış), Elazığ.
- Dabard, 1990**, Lower Brioverian formations (Upper Proterozoic) of the Armonican Massif (France): Geodynamic evolution of source areas revealed by sandstone petrography and geochemistry, *Sedimentary Geology*, 69, 45-58.
- Daş, 2016**, Hayunköy-Plajköy (Elazığ'ın Güneydoğusu) Civarındaki Denizel Sedimanter Ve Volkanosedimanter Kayaçların Kıl Mineraloisi ve Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 62s.
- Erdoğan, B., 1982**, Ergani-Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaçları. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 25, 49-50.
- Govett, G.J.S., 1985**, Handbook of exploration geochemistry, volume 3, Elsevier Scientific publishing company, New York, 461p.
- Hall R., 1996** Geological Society, London, Special Publications.
- Hempton, M. ve Savcı, G., 1982**, Elazığ Volkanik Karmaşığı'nın petrolojik ve yapısal özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 25, 2, 143-150.
- Herron, 1988**, Herron M. "Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data". *Journal of Sedimentary Research*, 58 (5), 820-829.
- İnceöz, M., 1994**, Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s. (yayınlanmamış).
- Kerey, İ.E. ve Türkmen, İ., 1991**, Palu Formasyonu'nun (Pliyosen-Kuvaterner) sedimentolojik özellikleri, Elazığ doğusu, *Türkiye Jeoloji Bülteni* 34, 21-26.
- Koç Taşgın 2009**, Alt Pliyosen Çaybağı Formasyonu'nun Faunal İçeriği ve Çökelleme Ortamları ile İlişkisi, Elazığ Doğusu/Türkiye, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni 33, 99-130.
- Mason, B. and Moore, C.B., 1982**, Principles of Geochemistry. Wiley & Sons, New York.
- Moore, D.M., and Reynolds, JR., 1989**, X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, Oxford University Press, New York, 332 p.
- MTA, 2002**. 1/500.000 Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Naz, H., 1979**, Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. TPAO rapor no: 1360.
- Özkan, 1982**, Guleman (Elazığ) ofiyolitinin yapısal incelemesi, Hacettepe Maden Teknik ve Arama Dergisi, 97, 97-98.
- Özkaya, İ., 1974**, Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi: TJK Bülteni, c.17, sayı.1, s.51–72.

- Perinçek, D. ve Özkaya, I., 1981,** Arabistan Levhası Kuzey Kenarının Tektonik Evrimi, *Yerbilimleri*, 8, 91-101.
- Perinçek, D., 1979a,** Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arşivi*, Rapor No: 1361 (yayınlanmamış), Ankara.
- Perinçek, D., 1979b,** The geology of Hazro-Korudag-Çüngüs-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region, *Guide Book*, *Türkiye Jeoloji Kurultayı yayını*, 3-33.
- Rigo de Righi M. ve Cortesini, A. 1964,** Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey. *Am Petr Geol Bull* 48 (12), 1911-1937.
- Rollinson, H., 1993,** Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. New York: John Wiley & Sons, 352 pp.
- Roser ve Korsch, 1988,** Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data, *Chemical Geology*, 67, 119-139.
- Sirel, E., Metin, S ve Sözeri, B., 1975,** Palu (KD Elazığ) denizel Oligosen'in stratigrafisi ve mikropaleontolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 18, 2, 175-180.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H., 1985,** Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi, *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, 29, 83-191.
- Tanyıldızı, Ö., 2014,** Elazığ Güneyi Yemişlik - Dereboynu Köyleri Arasındaki Magmatik Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans tezi, Fırat Üni. Fen Bil. Ens. Elazığ.
- Tatar, Y., 1987,** Elazığ bölgesinin genel tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 14, 295-308.
- Taylor, S.R. & McLennan, S.H. 1985,** The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford.
- Thompson, M. and Walsh, J.N., 1983,** A handbook of inductively coupled plasma spectrometry, p. 16-36.
- Tuna, E., 1979,** Elazığ-Palu-Pertek dolayının jeolojisi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arşivi Rapor No:1363* Ankara. (yayınlanmamış)
- Turan, M. ve Bingöl, F., 1991,** Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono-stratigrafik Özellikleri, *Çukurova Üniversitesi Ahmet Acar Sempozyumu Bildirileri*, 213-227.
- Turan, M., 1984,** Baskil-Aydınlı (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği, *Doktora Tezi* Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ. (yayınlanmamış)
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F., 1993,** Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimlerinin 25. Yılı Sempozyumu Tebliğler Kitabı*.
- Türkmen, İ., 1988,** Palu-Çaybağı (Elazığ Doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79 s.
- Türkmen, İ., 1991,** Elazığ doğusunda Çaybağı Formasyonu'nun (Üst Miyosen Pliyosen?) Stratigrafi ve Sedimantolojisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 34, 45-53.

- Ünay, E. ve De Bruijn, H., 1997,** Plio-Pleistocene rodents and lagomorphs from Anatolia. Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, 60.
- Wilson, M., 1989,** Igneous Petrogenesis: a Global Tectonic Approach. Chapman and Hall, London, 1-466.
- Yazgan, E. and Chessex, 1991,** Geology and tectonic evolution of the southeastern taurides in the region of Malatya, TPJD Bulletin, 3/1, 1-42.
- Yazgan, E., 1983,** A geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur Nappes, In: Tekeli, O. and Güncüoğlu, M.C. (eds) Symp. On the geology of the Taurus Belt, Field Guide Book, Excursion V, Ankara.
- Yazgan, E., 1984,** Geodynamic evolution of Eastern Taurus region, M.C. ed., Intern. Symp. On the Geol. of the Taurus Belt, 199-208.
- Yılmaz, Y., 1993,** New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian Orogen. Geol. Soc. Amer. Bull., v.105, pp. 251-271.
- Yiğitbaş, E. ve Yılmaz, Y., 1996,** New evidence and solution to the Maden complex controversy of the Southeast Anatolia Orogenic Belt (Turkey). Geologica Rundsch, 85: 250-263.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılının Mayıs ayında Ordu ilinde doğdum. İlk ve orta öğretimi Ordu ilinde bitirdim. Ordu Atatürk Lisesinden 2004 yılında mezun oldum. 2006 yılında Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğini kazandım ve 2010 yılında mezun oldum. 2010-2011 yılları arasında Jeoloji Mühendisi olarak özel sektörde görev aldım. 2011 yılının Ekim ayından itibaren İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesinde Polis Memuru olarak görevime devam etmekteyim.

