

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

**BATTALGAZİ-YAZIHAN (MALATYA)**  
**CİVARINDAKİ NEOJEN YAŞLI**  
**SEDİMANLARIN KİL MINERALOJİSİ VE**  
**JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA

**HAZIRLAYAN**  
Cihan TATAR

**ELAZIĞ-2016**

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

**BATTALGAZİ-YAZIHAN (MALATYA) CİVARINDAKİ NEOJEN YAŞLI  
SEDİMANLARIN KİL MINERALOJİSİ VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeoloji Mühendisi Cihan TATAR  
132116103**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09.01.2017**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 04.01.2017**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA (F.Ü.)**

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Mehmet ÖNAL (İ:Ü)**

**Prof.Dr.Ahmet SAĞIROĞLU (F.Ü)**

.....

.....

**Ocak-2017**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları Anabilim dalında ‘BATTALGAZİ-YAZIHAN (MALATYA) CİVARINDAKİ NEOJEN YAŞLI SEDİMANLARIN KİL MINERALOJİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ.’ konulu Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan Doç. Dr. Dicle Bal Akkoca hocama, Prof.Dr Mehmet Önal hocama ve arazi çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Doç.Dr.Sevcan Kürüm hocama ve desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkürlerimi arz ederim.

**Cihan TATAR**

**ELAZIĞ-2016**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>II</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>III</b>
<b>ÖZET</b>	<b>V</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	<b>VII</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b>	<b>IX</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b>	<b>4</b>
2.1. Büro Çalışmaları	4
2.2. Arazi Çalışmaları ve Örneklemeler	4
2.3. Laboratuvar Çalışmaları	9
2.3.1. X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	9
2.3.2. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri	11
<b>3. GENEL JEOLJİ</b>	<b>12</b>
3.1. Neojen Volkanitler	16
3.2. Neojen Sedimanlar	17
3.3. Küseyin Formasyonu	18
3.4. Parçikan Formasyonu	18
3.5. Şeyhler (Boyaca) Formasyonu	19
3.6. Beylerderesi Formasyonu	20

3.7.	Alüvyon	22
<b>4.</b>	<b>X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ</b>	<b>23</b>
4.1.	Tüm Kayaç X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	23
4.2.	Kil Fraksiyonu X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	27
4.3.	Kil Minerallerinin Oluşum Mekanizmaları	31
<b>5.</b>	<b>JEOKİMYA</b>	<b>33</b>
5.1.	Ana –İz Element Jeokimyası	33
5.2.	Nadir Toprak elementleri (NTE)	46
5.3.	Element Oranları	49
<b>6.</b>	<b>SONUÇLAR</b>	<b>53</b>
	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>55</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>59</b>

## ÖZET

“Battalgazi-Yazihan (Malatya) civarındaki neojen yaşlı sedimanların kil mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri” adlı bu çalışmada Malatya'nın kuzeybatısında Battalgazi-Yazihan (Malatya) civarının kil mineralojisi ve jeokimyası incelenmiştir. Arazide 7 farklı kesitten örnekleme yapılmıştır.

Araştırılan sahadaki birimler yaşlıdan gence doğru; arazide temel birimler olarak Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfik birimler, Oligosen-Eosen yaşlı ve Neojen yaşlı sedimanter-volkanik-volkanosedimanter birimler, Kuvaterner yaşlı genç çökeller yer almaktadır. Neojen birimler Neojen volkanitler ve sedimanlardır. Neojen sedimanları Küseyin Formasyonu, Parçikan Formasyonu, Şeyhler (Boyaca) Formasyonu, Beylerderesi Formasyonu'dur. Örnek alınan birim Beylerderesi Formasyonu'dur. Bu birim Yazihan'dan güneye doğru yaygın olarak yüzeylemektedir. Kırmızı çamur ve kum matriksli, kötü boylanmış, masif ve/veya orta-kalın düzensiz tabakalı konglomeralar ile çapraz tabakalı kumtaşı ve çamurtaşı ara katmanları bu birimi oluşturmaktadır.

Örneklerde tüm kayaç mineralleri sırasıyla kil, kalsit, feldispat, kuvars, dolomit, kil mineralleri smektit, smektit illit, paligorskit, klorit ve illittir.  $\log (SiO_2/Al_2O_3)$  ve  $\log (Fe_2O_3/K_2O)$  oranına göre örnekler şeyl olarak isimlendirilmiştir.  $La/Sc$ ,  $Sc/Th$ ,  $Co/Th$  oranlarına göre örnekler ofiyolit ve granitlerden çok andezitlere benzemektedir. Örneklerin  $Nb/Y$ ,  $Eu /Eu^*$  oranları havzadaki Neojen volkanitlerindeki orana yakındır. Bu da havzaya malzemenin bazaltik trakiandezit bazik-ortaç bileşimli volkanitlerden ağırlıklı olarak geldiğini gösterir.  $TiO_2-Zr$  grafiği örneklerin ortaç bileşimdeki kayaç özelliğini gösterdiğini belirtmiştir.  $Y -Zr$  diyagramında ise örnekler toleyitik kalkalkalin alana düşmektedir.  $Zr/Sc - Th/Sc$ ,  $Al/(Al+Fe+Mn) - Fe/Mn$ ,  $Y/Ni - Cr/V$  diyagramında örnekler PAAS alanına düşmemesinin nedeni PAAS örneklerinin daha asidik karaktere sahip, incelenen örneklerin ise daha bazik karakter sunmasıdır.  $Th - La$  diyagramında örnekler kıtasal adayayı ve okyanusal adayayı alanına düşmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kil mineralojisi, jeokimya, Neojen volkanitler, Battalgazi-Yazihan (Malatya).

## SUMMARY

### CLAY MINERALOGY AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF NEOGENE SEDIMENTS IN THE VICINITY OF BATTALGAZI-YAZIHAN (MALATYA)

Clay mineralogy and geochemical characteristics of the neogen sediments around Battalgazi-Yazihan (Malatya) were studied at the vicinity of Battalgazi-Yazihan (Malatya) which is situated in the north-west of Malatya. Seven different sections were sampled in the field.

The basic units in the investigated area are Paleozoic-Mesozoic metamorphic units, Oligocene-Eocene and Neogene sedimentary-volcanic-volcanosedimentary units, and young deposits of the Quaternary. Neogene Units are Neogene Volcanites, Küseyin Formations, Parçikan Formations, Şeyhler (Boyaca) Formations, Beylerderesi Formations. The samples were taken from Beylerderesi Formation. This unit outcrops widely from Yazihan to the south. It is composed of red mud and sand matrix, poorly sorted, massive and / or medium to thick irregular bedded conglomerates and cross bedded sandstone and mudstone interlayer units. Whole rock minerals in the samples are clay, calcite, feldspar, quartz, dolomite, and clay minerals are smectite, smectite-illite, paligorskite, chlorite and illite. Samples were called as shales, according to ratios of  $\log (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  and  $\log (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$ . According to La / Sc, Sc / Th and Co / Th ratios, the samples resemble andesites than ophiolites and granites. Nb/Y, Eu /Eu\* ratios of samples are close to that in the Neogene Volcanics. This indicates that materials predominantly derived from the volcanics which have basic trachyandesite basaltic-medium in composition. The TiO<sub>2</sub>-Zr graph shows that the samples have intermediate rock features. In the Y-Zr diagram, the samples fell in the tholeiitic calcalkaline field. In the Zr / Sc - Th / Sc, Al / (Al + Fe + Mn) - Fe / Mn and Y / Ni - Cr / V diagrams, samples did not fall in the PAAS area, because investigated samples are basic-notr , but PAAS have asidic character in composition.

**Key Words:** Clay Mineralogy, Geochemistry, Neogene Volcanics, Battalgazi-Yazihan (Malatya).

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>	
Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2.	Kurudere'den bir görünüm	2
Şekil 2.1.	Örnek alınan lokasyonların uydu görünümü	4
Şekil.2.2.	Kesit 1 Kuruçay köprüsünün yaklaşık 100 m güneybatısı	5
Şekil 2.3.	Kesit 2. Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. km si yol yarması	5
Şekil 2.4.	Kesit 3. Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. km si yol yarması	6
Şekil 2.5.	Kesit 3'ün alt kesimi Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. Km si yol yarması	6
Şekil 2.6.	Kesit 4. Yıldırım Mahallesi 300 m güneybatısı	7
Şekil 2.7.	Kesit 5. Atikanın yaklaşık 500 m güney doğusu	7
Şekil 2.8.	Kesit 6. Tohma köprüsünün yaklaşık 1 km kuzeyi	8
Şekil 2.9.	Kesit 7. Tohma köprüsünün 700 m kuzeyi	8
Şekil 3.1.	Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası	13
Şekil 3.2.	İnceleme alanda Neojen birimlerin stratigrafisi	14
Şekil 3.3.	Çalışma bölgesinin Neojen yaşlı birimlerin haritası	15
Şekil 3.4.	Malatya Civarında Neojen yaşlı volkanitleri (Malatya-Yamadağ-Orduzu Volkanitleri) ve dağılımını gösterir harita	16
Şekil 3.5.	İnceleme alanında bulunan killi-çakıl malzeme Beyler Deresi Formasyonu. Kuruçay köprüsünün yaklaşık 100 m güneybatısı	21
Şekil 3.6.	Çalışma alanından kumtaşları içinde yatay kilittaşlarından bir görünüm. Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. Km si yol yarması	21
Şekil 3.7.	İnceleme alanında bulunan çakıltaşlarından görünüm. Akoğlu Mahallesi yaklaşık 750 m güney doğusu (bakış yönü doğu)	22
Şekil 3.8.	Alüvyon- kuru dere civarında alüvyonlardan görünüm. Bakış yönü kuzey doğru. Kuruçay köprüsünün yaklaşık 50 m güneyi	22
Şekil 4.1.	MA3 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı	24
Şekil 4.2.	MA4 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı	24
Şekil 4.3.	MA-5 Örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı	25
Şekil 4.4.	MA-10 Örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı	25



<b>Şekil 4.5.</b>	MA-16 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı	26
<b>Şekil 4.6.</b>	Örneklerin tüm kayaç minerallerinin dağılımı	26
<b>Şekil 4.7.</b>	MA-1 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri	28
<b>Şekil 4.8.</b>	MA3 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri	29
<b>Şekil 4.9.</b>	MA4 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri	30
<b>Şekil 4.10.</b>	MA13 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri	31
<b>Şekil 5.1.</b>	Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri	41
<b>Şekil 5.2 .</b>	Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri	42
<b>Şekil 5.3.</b>	Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri	43
<b>Şekil.5.4.</b>	Örneklerin ana elementlerinin karşılaştırma grafiği	43
<b>Şekil 5.5.</b>	Örneklerin iz elementlerinin karşılaştırma grafiği	44
<b>Şekil 5.6.</b>	Örneklerin a. NASC'a normalize diyagramı b. Kondrit normalize diyagramı	48
<b>Şekil 5.7 .</b>	Örneklerin Log (SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )' e karşı Log (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /K <sub>2</sub> O) oranına göre değişimi	49
<b>Şekil 5.8.</b>	Örneklerin Zr-TiO <sub>2</sub> diyagramı	51
<b>Şekil 5.9.</b>	Örneklerin Y – Zr diyagramı	51
<b>Şekil 5.10.</b>	Örneklerin a.Zr/Sc-Th/Sc, b. Al/(Al+Fe+Mn)-Fe/Mn, c.Y/Ni-Cr/V grafiği	52
<b>Şekil 5.11.</b>	Örneklerin Th – La diyagramı OIA: Okyanusal adayı , CIA: Kıtasal adayı, ACM: Aktif kıtasal kenar	52

## TABLolar LİSTESİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
<b>Tablo 2.1.</b> Örnekleme yapılan kesitlerde yapılan analizleri gösteren tablo	9
<b>Tablo 4.1.</b> Örneklerin XRD-TK sonuçları	23
<b>Tablo 5.1.</b> Örneklerin ana oksit (% Ağırlık) tablosu	34
<b>Tablo 5.2.</b> Örneklerin iz element (ppm) tablosu	36
<b>Tablo 5.3.</b> Örneklerin iz element (ppm) tablosu	37
<b>Tablo 5.4.</b> Örneklerin nadir toprak elementleri (NTE) (ppm) tablosu	38
<b>Tablo 5.5.</b> Örneklerin ana oksit element - iz element korelasyon tablosu	39
<b>Tablo 5.6.</b> Örneklerin iz element-iz element korelasyon tablosu devam	40
<b>Tablo 5.7.</b> Elementlerin major oksit element- nadir toprak element (NTE) korelasyon analizi tablosu	47
<b>Tablo 5.8.</b> Elementlerin iz element- NTE korelasyon analizi tablosu	47
<b>Tablo 5.9.</b> NTE' lerin korelasyon analizi tablosu	48
<b>Tablo 5.10 .</b> Örneklerinin granit, andezit ve ofiyolitlerle karşılaştırılması	50
<b>Tablo 5.11.</b> İncelenen örneklerin Eu /Eu* oranları.	50

## 1. GİRİŞ

Bu tez çalışması Malatya'nın kuzeybatısında Battalgazi-Yazihan (Malatya) civarındaki sedimanları kapsamaktadır. Bu amaçla inceleme alanında 7 farklı kesitten Neojen Formasyona ait örneklemeler yapılarak bunların tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyası ortaya konulmuştur.

Çalışma alanında yayılım gösteren formasyonlarla ilgili inceleme alanı ve yakın civarında daha önce yapılmış genel jeoloji, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar mevcuttur. (Önal M., 1997), Ercan (2011), tarafından daha önce genel jeoloji ve stratgrafi anlamında çok detaylı çalışmalar yapılmıştır. İnceleme konusu çökellerin olduğu havzanın gelişimini araştırmacılar detaylı olarak incelemiş ve bu çökellerin Neojen 'de çökelmiş olan alüvyal yelpaze karakterindeki sedimanlar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bununla birlikte bu çökellerin tüm kayaç, kil mineralojisi ve jeokimyası daha önce incelenilmemiştir. Bu amaçla bu tez çalışmasında bu çökellerin tüm kayaç ve kil mineralojisi ve jeokimyasının ortaya konulması önemli olacaktır.

### 1.1. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu

İnceleme alanı Malatya baseninin Battalgazi-Yazihan çevresini kapsayan yaklaşık 80 km<sup>2</sup> lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1.). İncelediğimiz alan içerisinde bulunan Kuru Dere, Tohma Çayı, Tohma vadisi, Yamadağları, Beydağları, Karakaya Baraj Gölü bulunmaktadır. Şekil 1.2.'de Kuru Dere'den bir görünüm verilmiştir. Araştırma alanı, bu bölgede hakim olan kurak iklimin özelliklerini göstermekte dolayısıyla yazları sıcak ve kurak kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bitki örtüsü bakımından yerleşim yerleri hariç oldukça fakirdir. İnceleme alanının kapsadığı bölge tarım arazisi bakımından zengin olup, sarp arazilerde ise genellikle hayvancılık yapıldığı gözlenmektedir.



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



Şekil 1.2. Kurudere'den bir görünüm (Bakış Yönü Batı)

## 1.2. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının bulunduğu bölgede değişik amaçlı birçok çalışma yapılmış olup, Malatya Battalgazi-Yazıhan bölgesi civarının genel jeoloji konumu geçmişte de incelenmiştir (Gözübol ve Önal, 1986, Önal, 1995a, 1995b, Türkmen ve diğ.2004, Nazik ve diğ 2006, Ercan 2011).

(Gözübol ve Önal M., 1986), Malatya dolaylarındaki temel kayalarda mühendislik jeolojisi ve genel jeoloji çalışması yapmışlardır.

(Önal M., 1995a, 1995b) Arguvan-Parçikan dolaylarındaki Neojen birimlerinden olan Alibonca Formasyonunu Akyar kireçtaşı olarak tanımlamış ve haritalamıştır. Küseyin köyü dolaylarındaki Küseyin Formasyonu ilk defa bu çalışmada adlanmış ve tabandaki denizel karakterli Akyar kireçtaşı ile yanal-düşey geçişli olduğu belirtilerek, formasyona Erken Miyosen yaşı verilmiştir.

(Önal M., 1997) Malatya graben havzasının güney bölümünün stratigrafisini ve depolanma ortamlarını incelemiş, buna göre; Malatya graben havzasının yaklaşık 734 m kalınlıkta Miyosen yaşlı volkano-sedimanter kayaları içeren faylarla sınırlı, üçgen biçimli, yaklaşık olarak 3500 km<sup>2</sup> lik alanı ve 308 m kalınlıkta sedimanter bir istifi kapsadığını belirtmiştir.

Türkmen ve diğ. (2004) Arguvan-Parçikan (Malatya) çevresinde yüzeyleyen Parçikan Formasyonunun yaşını paleontolojik verilere göre Geç Miyosen ve bu birimle yanal-düşey geçişli olan Küseyin ve Boyaca Formasyonları'nın yaşını da Miyosen olarak vermişlerdir.

Nazik ve diğ. (2006) Arguvan (Malatya) civarındaki Neojen birimlerini Alibonca, Küseyin, Parçikan ve Boyaca formasyonları ile Maastricht volkanitlerinin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Ercan (2011) yaptığı çalışmada incelediği Beylerderesi Formasyonu'nu, alt fasiyeslere ayrılması ve Beylerderesi Formasyonu'nun stratigrafisi ve sedimantolojisi üzerinde tez çalışmasında bulunmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

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

### 2.1. Büro Çalışmaları

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

Şekil 2.1.'de örnek alınan kesitler görülmektedir. Bu örnekler mümkün olduğunca yol yarmalarında formasyonun iyi mostra verdiği yerlerden, farklı renkli sedimanlardan alınmıştır (Tablo 2.1. Şekil 2.2.-2.9). Makroskobik olarak örnekler ince taneli killi malzeme, kum boyu malzemeden oluşmaktadır. Arazide iri taneli kayalar çoğunlukla andezit, diyorit volkanik çakıllardır.



Şekil 2.1. Örnek alınan lokasyonların uydu görünümü (<http://Google earth>)





**Şekil.2.2.** Kesit 1 Kuruçay köprüsünün yaklaşık 100 m güneybatısı (bakış yönü güneybatı)



**Şekil 2.3.** Kesit 2 Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. km si yol yarması (bakış yönü doğu)



Şekil 2.4. Kesit 3 Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. km si yol yarması (bakış yönü doğu)



Şekil 2.5 Kesit 3'ün alt kesimi Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. Km si yol yarması (bakış yönü doğu)





**Şekil 2.6.** Kesit 4. Yıldırım Mahallesi 300 m güneybatısı (bakış yönü kuzey doğu)



**Şekil 2.7.** Kesit 5. Atıkanın yaklaşık 500 m güney doğusu (bakış yönü doğu)





Şekil 2.8. Kesit 6. Tohma köprüsünün yaklaşık 1 km kuzeyi (bakış yönü doğu)



Şekil 2.9. Kesit 7. Tohma köprüsünün 700 m kuzeyi (bakış yönü doğu)

### 2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bu inceleme kapsamında yapılan laboratuvar çalışmaları

- 1) X-Işınları difraksiyonu (XRD) tüm kayaç ve ve kil fraksiyonu analiz çalışmaları,
- 2) Jeokimyasal analiz (ICP-AES ve ICP-MS) çalışmaları olarak gruplandırılabilir.

Tablo 2.1’de örnek lokasyonlar ve yapılan analizler görülmektedir.

**Tablo 2.1.** Örnekleme yapılan kesitlerde yapılan analizleri gösteren tablo

Birim	Örnek Kodu	XRD Tüm kayaç	XRD Kil Fraksiyonu	ICP AES-MS
1. Kesit	MA1-M3arası	2 Örnek	2 Örnek	3 Örnek
2. Kesit	MA5-M7arası	3 Örnek	3 Örnek	3 Örnek
3. Kesit	MA8-M11arası	1 Örnek	1 Örnek	3 Örnek
4. Kesit	MA12-M14arası	1 Örnek	1 Örnek	3 Örnek
5. Kesit	MA16-M18arası	1 Örnek	1 Örnek	3 Örnek
6. Kesit	MA19-M20arası	1 Örnek	1 Örnek	2 Örnek
7. Kesit	MA21-M23arası	1 Örnek	1 Örnek	3 Örnek

#### 2.3.1. X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

##### Tüm kayaç çözümlenmeleri:

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 10 adet örnekte difraktogramlar Uluslar arası Difraksiyon Veri Merkezi'nin (ICDD) 2004 yılı toz difraksiyon verilerinden ve A.S.T.M. (1972) kartotekslerinden yararlanarak çözümlenmiştir.

**Kil fraksiyonu çözümlenmeleri:** Standart XRD analizleri ile tanımlanmaları mümkün olmayan kil grubu mineralleri için zenginleştirme işlemi uygulanarak kalitatif XRD detay kil analizleri yapılmıştır. Toplam 10 adet örnekte kil fraksiyonunun tüm kayaç içerisindeki diğer minerallerden ayırılmasını sağlamak için More ve Reynolds (1989) tarafından önerilen kimyasal çözme, santrifüjleme dekantasyon-yıkama ve sedimantasyon-sifonlama santrifüjleme işlemleri uygulanmıştır. Bu uygulamaya başlamadan önce kayaca kırma ve öğütme işlemleri uygulanmıştır.

**Kimyasal çözme:** Kil ayırma işlemi yapılırken kil dışı minerallerin kimyasal çözme yolu ile atılması işlemine denir. Karbonat minerallerinin atılması için 1N'lik asetik asit kullanılır. 1-10gr arasında 10 µ öğütülmüş örnek (tane boyu) 100 ml'lik behere koyulur ve daha sonra üzerine 40 ml 1N'lik asetik asit eklenir ve 30 dakika bekletilir. Örnek santrifüj tüplerine alınır ve 2000 devirde 5 dakika süre ile santrifüjlenir ve sıvı ile örnek ayrılır. Bu işleme karbonatlar atılınca, bir başka ifade ile CO<sub>2</sub> gaz çıkışı duruncaya kadar devam edilir (More ve Reynolds, 1989). Öğütme işleminde tane boyunun 10 µ'nin altına düşmemesine özen gösterilmiştir. Öğütme işleminden sonra 20-30 gr örnek 1 litrelik behere alınmış ve üzerine 100 ml saf su eklenerek aşağıdaki işlem sırası takip edilmiştir.

**Organik maddenin atılması:** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) ile oksidasyon vasıtası ile sağlanır. Karbonatların atılması işlemi uygulanmış ve minimum miktardaki saf su ile 100 ml'lik behere alınmış olan örnek üzerine %30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 'dan 5 ml eklenir ve ara sıra karıştırılarak örnek bekletilir. Bu işleme örnekte organik maddeden kaynaklanan koyu renk gidene kadar devam edilir. Örnek santrifüj tüpüne alınır ve 2000 devirde 5-10 dakika süresince santrifüjlenerek örnek ile asitin ayrılması sağlanır ve asitli sıvı atılır.

**Kararlı süspansiyon elde edilmesi:** Yıkama-dekantasyon-santrifüjleme işlemlerinden oluşur. Asitleme işleminin ardından örnek saf su ile birlikte behere alınır ve karıştırılır. Daha sonra dinlenmeye bırakılır. Bu işleme dekantasyon denilir. Dekantasyon sonucunda kil ve kil dışı malzeme beherin dibine çöker ve üstte yabancı katyon ve anyonları (Örneğin Ca, Mg, ve Cl gibi) içeren berrak kısım atılır. Bu işlemin daha hızlı yapılabilmesi için

santrifüjlemeden yararlanılabilir. Kilin süspansiyonda kalmasını sağlayan bazı özellikleri vardır. Bunlar; kilin ağırlığı (yer çekimi etkisi) ve suyun kaldırma kuvveti, kilin yüzey yükünün değeridir.

XRD kil fraksiyonu (KF) çözümlenmeleri için 4 adet cam lam üzerine sıvama ile yönlendirilmiş örnekler hazırlanmış ve hazırlanan bu örneklerin normal (N), fırınlı (F) ve etilen glikollü (EG) difraktogram çekimleri yapılmıştır. Normal çekimler doğrudan lamla yapılan çekimlerdir. Fırınlı çekimlerde, yönlenmiş örnekler 300 ve 550 °C fırında 4 saat süre ile bırakılmış ve daha sonra XRD çekimine tabi tutulmuştur. EG çekiminde ise kil minerallerinin şişmesi sağlanmıştır. Bu amaçla lama sıvanmış örnek etilen glikol buharı bulunan desikatörde 12 saat süre ile bekletildikten sonra XRD çekimi yapılmıştır.

### **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.

Örneklerin ana element analizleri; İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductively Coupledplasma) Atomik Emisyon Spektrometre (ICP-AES) yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde, bir numunede bulunan elementler atomlaştırma denilen işlemle buhar halinde atomlarına dönüştürülür ve daha sonra buhar içindeki atomik türlerin emisyon ölçümü yapılır (Thompson ve Walsh, 1983).

İz ve nadir toprak element (REE) analizleri ise İndüktif Eşleşmiş Plazma, Kütle Spektrometre (ICP-MS) yöntemiyle 0.25 gr toz örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin esnasında analiz edilecek numuneler atomlaştırılır ve iyonlaştırılır ve kütle/yük oranına göre ayrılan iyonların sayımı ile veri elde edilir (Jenner vd., 1990).

### 3. GENEL JEOLJİ

Jeoloji Şekil 3.1. ve 3.2' de görüldüğü gibi, arazide temel birimler olarak Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik birimler, Oligosen-Eosen yaşlı ve Neojen yaşlı sedimanter-volkanik-volkanosedimanter birimler Kuvaterner yaşlı genç çökeller yer almaktadır.

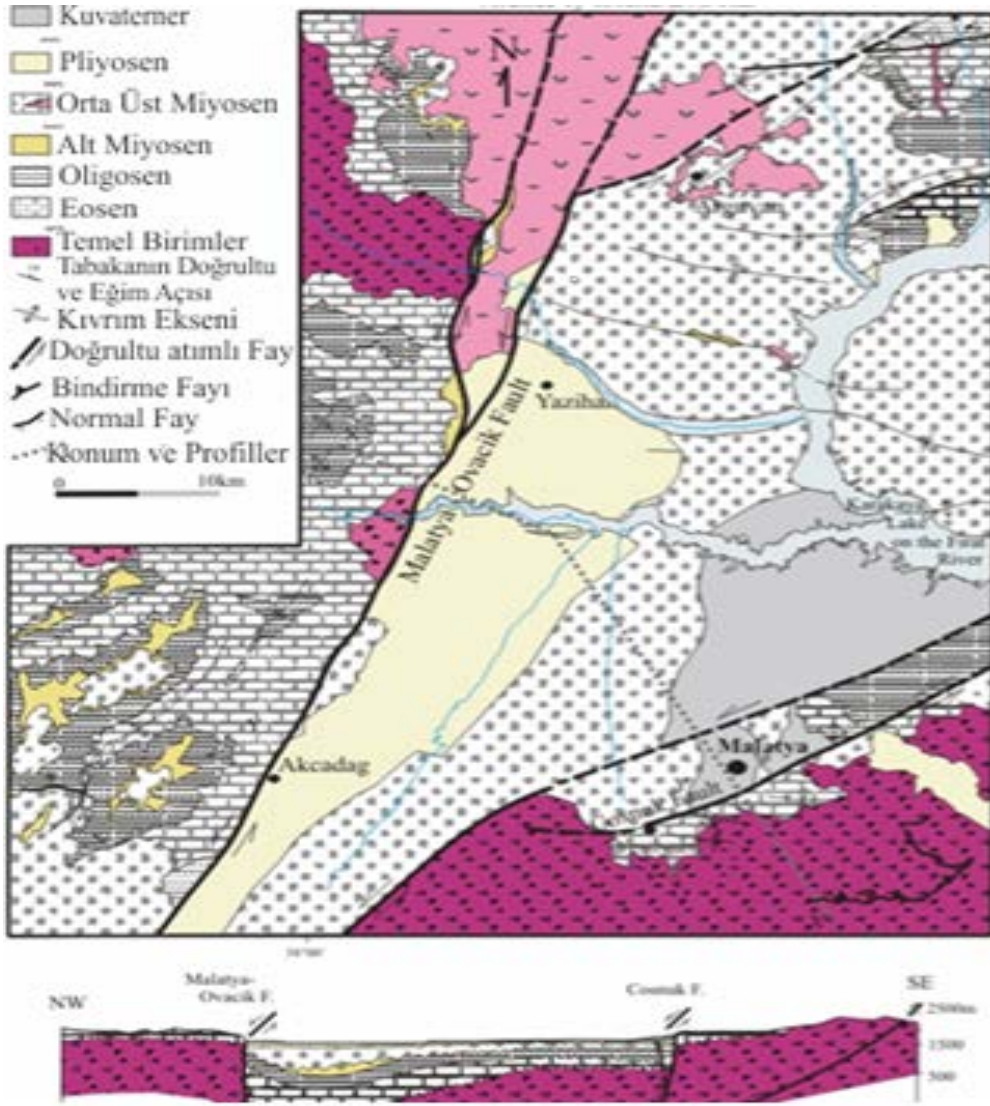
Permo Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfikleri genel olarak çeşitli şist, kristalize kireçtaşı, fillat kalkşist ve dolomitten meydana gelmektedir. İstifin tabanını kuvars damarlı ve sedimanter demir ara seviyeli şistler oluşturur.

Orta-Üst Eosen yaşlı çökeller sığ-derin deniz sedimentlerinden oluşur. Bu sedimentler konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ve şeyllerdir.

Geç Oligosen yataklar masif karbonat oluşumları ve filiş benzeri tortullar içerirler. Sığ deniz karbonatları ve silikatları Oligosen'den Erken Miyosen'e kadar Türkiye'nin doğusunda depolanmıştır.

Çalışma alanının Neojen yaşlı volkano sedimanter birimlerini, Orta Miyosen yaşlı Volkanitler, Geç Miyosen yaşlı Küseyin, Parçikan, Şeyhler (Boyaca), Sultansuyu ve Beylerderesi Formasyonu oluşturur (Şekil 3.1). Orta Miyosen volkanizması göl nehir çökellerine eşlik eder (Aksoy ve diğ., 2005). Genellikle kırıntılı-karbonatlı ve volkanik kayalarla temsil edilen bu Neojen birimler, bölgedeki neotektonizma etkisinde gelişmiş olup yerel stratigrafik ve sedimantolojik özellikler sunmaktadır. Çalışılan birim Neojen yaşlı birimlerden Beylerderesi Formasyonu'na denk gelmektedir.





Şekil 3.1. Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Önal M., 1995)

SENOZOYİK				Ü.SİSTEM					
NEOJEN				SİSTEM					
ÜST MİYOSEN				SERİ					
TEMEL BİRİM	KÜSEYİN FORM	PARÇIKAN FORM	ŞEYHLER FORM	SULTANSUYU FORM	BEYLERİNERİ FORM	BİRİM	KALINLIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	588	350	53	95	271				
	Konglomera, kumtaşı , Kırmızı çamurtaşı ardalanması	Üst linyit, Mam , Kireçtaşı Bazalt, Gri- yeşil kil, kumtaşı Alt linyit	Konglomera, kumtaşı, kırmızı çamurtaşı ardalanması	Kiltaş killi kireçtaşı ve konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ardalanması	Kırmızı köü boylanmış, masif ve kabı tabakalı konglomera, çapuz tabakalı kumtaşı ve çamurtaşı araklanmaları				

Şekil 3.2. İnceleme alanda Neojen birimlerin stratigrafisi (Ercan, 2011). Temel birimleri Permo Karbonifer Malatya Metamorfitleri, Orta-Üst Eosen- Geç Oligosen yaşlı sığ-derin deniz sedimentleri, Orta Miyosen Volkanitleri oluşturmaktadır.

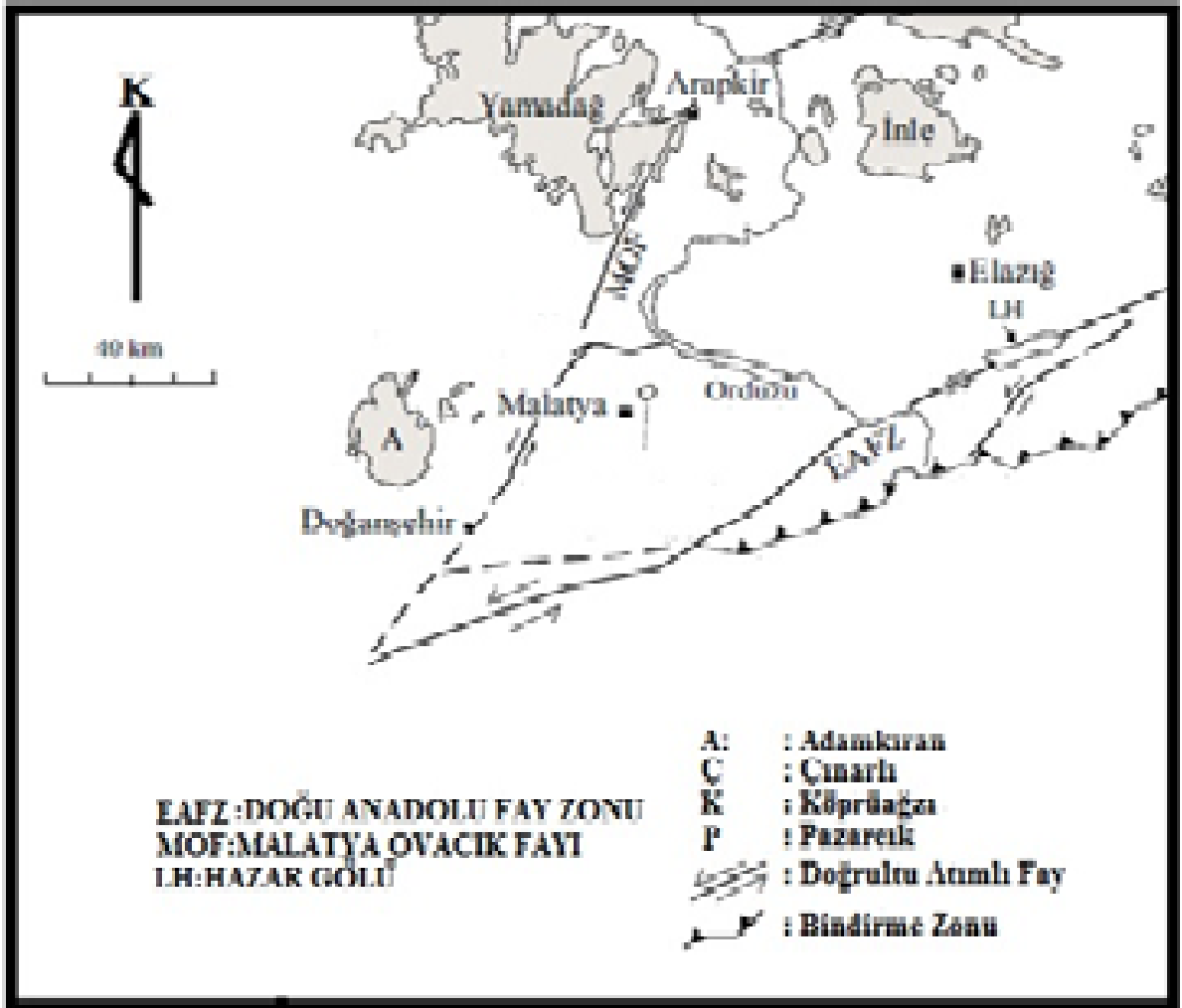




Şekil 3.3. Çalışma bölgesinin Neojen yaşlı birimlerin haritası (Türkmen ve diğ., 2007)

### 3.1. Neojen Volkanitler

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan volkanitler, Hekimhan-Hasaelesi Malatya dolaylarında Yamadağ Formasyonu Kurt (1972); Gürer (1994), Miyosen Volkanitler Önal (1995), Yamadağ Volkanitleri (Ercan ve Asutay,1993), Malatya Volkanitleri (Asutay 1993; Kürüm, 2006), Orduzu Volkanitleri (Önal, 2008) olarak ele alınmıştır. Alpaslan ve Terzioğlu (1996), Sivas – Malatya arasında volkanitler üzerinde yaptıkları çalışmada volkanitleri bazalt, andezit ve piroksen andezitlerden oluşan Üst Miyosen yaşlı Kuřu Volkaniti ve Pliyosen yaşlı Arguvan Bazaltı olmak üzere iki birime ayılmışlardır (şekil 3.4.). Bu tezde bu birim Neojen Volkanitleri olarak ele alınmıştır.



şekil 3.4. Malatya Civarında Neojen yaşlı volkanitleri (Malatya-Yamadağ-Orduzu Volkanitleri) ve dağılımını gösterir harita (Önal A. ve diğ., 2008)

Bölgede piroklastitler, bazaltik-andezitik bileşimli lav akıntıları ve yer yer bunları kesen dasitik bileşimli damarlar ile, en üst düzeylerdeki tüf ve gösel kireçtaşlarından oluşur. Tüfler, açık sarı ve kirli beyaz renkli olup, genellikle ince tabakalı ve yatay duruşludur. Yer yer tüfler içerisinde ince tabakalar halinde bol organik malzemeli çamurtaşı seviyeleri bulunur. Petrografik olarak ise bu birimdeki kayaçların plajiyoklaz, klinopiroksen, olivin ve daha az olarak da ortopiroksen minerallerinden oluşmaktadır. Ayrıca zeolit, klorit,serpantin ve daha az olarak da karbonatlaşma ve serisitleşme türü alterasyon sonucu oluşmuş ikincil minerallere de rastlanmıştır (Kürüm,2006). Orduzu volkanitlerinde riyolit-andezit, trakiandezit, bazaltik traki-andezit bileşimi saptanmıştır.

Çoğunlukla kalkalkalin ve kısmen alkalin bu volkanizma Orta Anadolu ve Doğu Anadolu Volkanitleri Orta Miyosen'de Anadolu Arap Plakası çarpışması ile oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981, Pearce ve diğ., 1990). Neo Tetis'in kapanmasına bağlı olarak gelişen kıta-kıta çarpışmasının sonucu, Doğu Anadolu'da kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar ve açılma çatlaklarının geliştiğini belirtmişlerdir. Bu yapıların Doğu Anadolu'nun kabaca kuzey-güney yönünde daralıp, doğu-batı yönünde uzamasına kıta kabuğunun kalınlaşmasına ve bölgenin yükselmesine neden olduğunu, kıta kabuğunun evrimine bağlı olarak bölgenin genç volkanizmasında değişimler sergilemiş ve volkanlarda çoğunlukla kabukta oluşan açılma çatlaklarını kendilerine çıkış yolu bulduğunu belirtmişlerdir. Bu veriler ışığında da, Yamadağ Volkanitlerinin Doğu Anadolu genç volkanizmasının zaman ve köken açısından bir parçası olduğu belirtilmektedir (Gürer, 1994).

### **3.2. Neojen Sedimanlar**

Malatya baseninin Yazıhan çevresini kapsayan 90 km<sup>2</sup> lik bir alanın jeoloji haritası Önal (1995) tarafından hazırlanmış ve Neojen birimlerin tanımlamasında mümkün olduğunca araştırmacının tanımladığı litostratigrafi birimleri esas alınmıştır. Neojen birimler Önal (1995) tarafından Alt Miyosen-Orta Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı sedimanlar olarak ayırt edilmiş, Küseyin Formasyonu, Parçikan Formasyonu, Şeyhler (Boyaca) Formasyonu, Beylerderesi Formasyonu olarak ele alınmıştır.

### 3.3. Küseyin Formasyonu

Birim ilk defa (Önal M., 1995a, 1995b) tarafından adlandırılmış ve haritalanmıştır. Birim, alt düzeylerde çakıltaşı, kumtaşı ve kiltası araldanması, üst düzeylerde ise çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşmaktadır.

Bu formasyon, inceleme alanının batısında yaygındır (Şekil 3.1.). Birim yeşilimsi kahverengi kalın-masif katmanlı kiltaları orta pekişmiş olup yer yer renk laminalıdır. Kumtaşları alt düzeylerde ters derecelenmelidir. Kırmızımsı kahverengi iyi pekişmiş ve orta-kalın katmanlıdır. Çakıltaşları kırmızımsı kahverengi olup alt düzeylerde ters derecelenmeli ve düşük açılı çapraz tabakalı, üst düzeylerde ise normal derecelenmeli, tane destekli, düşük açılı ve teknemsi çapraz tabakalıdır (Önal M., 1995a). Tabanında temel kayaları uyumsuz olarak üzerleyen birim, Parçikan Formasyonu tarafından yanal-düşey ilişkili ve uyumlu olarak örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı, Türkmen ve diğ. (2004) tarafından 588 m olarak ölçülmüştür.

Alt düzeylerde sığ denizel, üst düzeylerde ise araldanmalı karasal tortullardan oluşmuştur. Denizel ve karasal tortul, ters derecelenme, düşük açılı düzlemsel çapraz katmanlanma ve alttan üste doğru tane kabalaşması gibi özellikler ile delta ortamını yansıtır. Evaporitle ilişkili kırmızı katmanlar kurak bir iklimde çökelmeyi işaret eder. İnce taneli kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı taşkın ovası tortullarını yansıtır. Tekne şekilli çapraz katmanlı çakıltaşları ise menderesli nehir tortullarını oluşturur (Önal, 1995a). Nazik ve diğ.. (2006) tarafından Küseyin formasyonunda *Cyprideis torosa* (Jones), *Cyprideis pannonica* (Mehes), *Cyprideis anatolica* (Bassiouni), *Heterocypris salina* (Brady), *Ilyocypris bradyi* (Sars), *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *Candona (C.)paralella pannonica* (Zalanyi) ve *Candona angulata* G.W. Mueller fosillerini tanımlamış ve formasyonun yaşını Geç Miyosen olarak belirlemiştir (Ercan, 2011).

### 3.4. Parçikan Formasyonu

Bu formasyon, orta-ince taneli kumtaşı, silttaşı, gri-yeşil kiltası, marn, kömür, kireçtaşı ve bazalttan oluşmaktadır ve adını da ilk defa (Önal M., 1995a, 1995b) tarafından Parçikan köyü civarında yapılan çalışma sonucunda almıştır.

İnceleme alanının batısında yaygındır (Şekil 3.1.). Nazik ve diğ. (2006) tarafından alt ve üst düzeylerinde kömür içeren ince taneli kumtaşı, silttaşı, organik malzemeli gri-yeşil

kiltaşı, küçük ölçekli çapraz tabakalı kumtaşı, marn, killi kireçtaşı olarak belirtilmiştir. Tabanda Küseyin Formasyonu ile komşu olan birim Şeyhler Formasyonu tarafından üzerlenmektedir. Bu formasyonlar birbirleriyle yanal-düşey geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 350 m olarak ölçülmüştür (Türkmen ve diğ., 2004).

Bentik foraminiferli – algli tanetaşlarıyla bağlamtaşları yanal-düşey ilişkilidir. Resif önü fasiyeslerini oluşturan tane taşları buradaki alglerin resiflerden işlenerek daha derin alanlarda çökeldiğine işaret eder. Formasyonun göl çökellerinde tektonik olarak aktif bölgeleri işaret eden soft-sediment deformasyon yapıları yer alır. Havzanın dolgu karakteristikleri, inceleme alanındaki sedimantasyonun sol yanal doğrultu atımlı Malatya Fay Zonu'nun aktivitesiyle ilişkili bölgesel genişleme ve yarı kurak-nemli iklim kontrolünde geliştiğine işaret eder (Türkmen ve ark., 2006).

Fosil Topluluğu ve Yaşı ise, Nazik ve ark. (2006) Parçikan formasyonunda *Heterocypris* ve *Ilyocypris* cinslerine ait *Cyprideis torosa* (Jones), *Heterocypris salina* (Brady) gibi türler ve *Candona* cinsine ait fosiller belirleyerek formasyonun yaşını Geç Miyosen olarak belirlemiştir (Ercan,2011).

### **3.5. Şeyhler (Boyaca) Formasyonu**

Bu formasyon, genel olarak kiltası, çamurtaşı, kumtaşı ve kumlu çakiltasından oluşan, Karakaya baraj gölünün güney kıyılarında, Şahnahan Deresi, Şeyhler köyü ve Sultansuyu çayının kuzeydoğusunda yüzeylemeler veren birim adını ise Şeyhler köyünden almıştır (Önal M. 1997), tarafından yapılan çalışmada adlanan ve havzanın kuzeyinde bulunan Boyaca Formasyonu olarak ele alınmıştır (Önal M., 1997). İnceleme alanının batısında yaygındır (Şekil 3.1). (Önal M., 1997). birimin bölgesel ölçekte önemli bir litoloji değişimi göstermediğini, yeşil kiltası, kırmızı-kahverenkli çamurtaşı ve yersel kumlu çakiltaslarından oluşan çevrimsel tortullardan kurulduğunu belirtmiştir.

Birimin tabanda Parçikan Formasyonu'nu uyumlu üzerlerken, Sultansuyu ve Beylerderesi Formasyonlarıyla yanal-düşey geçişli olduğu görülür. Bu dokanaklar ise litofasiyes sınırlarına karşılık gelmektedir (Önal M., 1997).

### 3.6. Beylerderesi Formasyonu

Formasyon ilk kez Gözübol ve (Önal M., 1986), tarafından adlandırılmış olup bu birimin eş anlamlısı bulunmamaktadır. Yaygın olarak çakılda ve bu çakılda ile ara katmanlar halinde yanal ve düşey geçişler sunan çevrimsel tortulardan meydana gelmiştir. Örnek alınan birim bu formasyona denk gelmektedir. Şekil 3.1. 'de görüldüğü gibi Yazıhan'dan güneye doğru yaygın olarak yüzeylenmektedir. Bu birimin yaygın litolojisini genellikle kırmızı çamur ve kum matriksli, kötü boylanmış, masif ve/veya orta-kalın düzensiz tabakalı konglomeralar ile çapraz tabakalı kumtaşı ve çamurtaşı arakatmanları meydana getirmektedir. Konglomeraların bileşenleri, bolluk derecesine göre; kireçtaşı, mermer, çeşitli şistler, kuvars ve kumtaşıdır. Bileşenler temelden türeme ve yersel tane destekli olup kırmızı çamur-karbonatlı kumdan oluşan ara madde içerir (Şekil 3.5). Bileşenlerin tane çapları çakıldan başlayarak blok boyutuna kadar olup, çakıllar genellikle köşeli, yarı köşeli ve yuvarlaktır. Havzanın kaynak alanından uzağa gidildikçe artış gösteren çapraz tabakalı kumtaşları ve çamurtaşları, konglomeralarla yanal-düşey geçişler gösterecek biçimde ve/veya konglomeralar içerisinde mercak ve kamalar halinde bulunmaktadır (Şekil 3.6-3.7).

Bu formasyon kalınlığı, (Gözübol ve Önal M., 1986) tarafından ölçülen tip kesitte, birim kalınlığı 160 m olarak belirlenmiştir. Güncel olarak Ercan (2011) tarafından yapılan çalışmada ise 271 m ölçülmüştür. Beylerderesi Formasyonun çökme ortamının Alüvyal yelpaze ortamı olduğu Ercan (2011) tarafından belirlenmiştir.

Karbonatlı çökeller içerisinde ostrakot fosiller saptanmış ve birimin yaşı Geç Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.5** İnceleme alanında bulunan killi-çakıl malzeme Beyler Deresi Formasyonu. Kuruçay köprüsünün yaklaşık 100 m güneybatısı (bakış yönü güneybatı)



**Şekil 3.6.** Çalışma alanından kumtaşları içinde yatay kiltaşlarından bir görünüm. Malatya Hekimhan yolunun yaklaşık 16. Km`si yol yarması (bakış yönü doğu)





**Şekil 3.7.** İnceleme alanında bulunan çakıltaşlarından görünüm. Akoğlu Mahallesi yaklaşık 750 m güney doğusu (bakış yönü doğu)

### **3.7. Alüvyon**

Malatya'nın kuzeyinde geniş yayılım gösteren alüvyonlar, inceleme alanında Kuru dere civarında da yüzeyleme sunmaktadır (Şekil 3.8 ).



**Şekil 3.8.** Alüvyon- kuru dere civarında alüvyonlardan görünüm. Bakış yönü kuzey doğru. Kuruçay köprüsünün yaklaşık 50 m güneyi (bakış yönü batı)



## 4. X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ

### 4.1. Tüm Kayaç X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

Tüm kayaç çözümlerinde mika 10 Å, feldispat 3.18 Å, dolomit 2,89Å, kalsit 3.04 Å, kuvars 3.34Å’ daki pikleri ile tanınmış ve bu minerallerin yarı-kantitatif bileşimleri Gündoğdu (1982)’ye göre hesaplanmıştır (Şekil 12-16). Bu minerallerin tanımlanmasında yardımcı olan diğer pikler aşağıda verilmiştir.

Mika: 5.02, 4.48, 4.29, 3.89, 3.74, 2.87.

Feldispat: 4.02, 3.77-3.74, 3.66, 3.20

Dolomit: 2.69, 2.40, 2.19

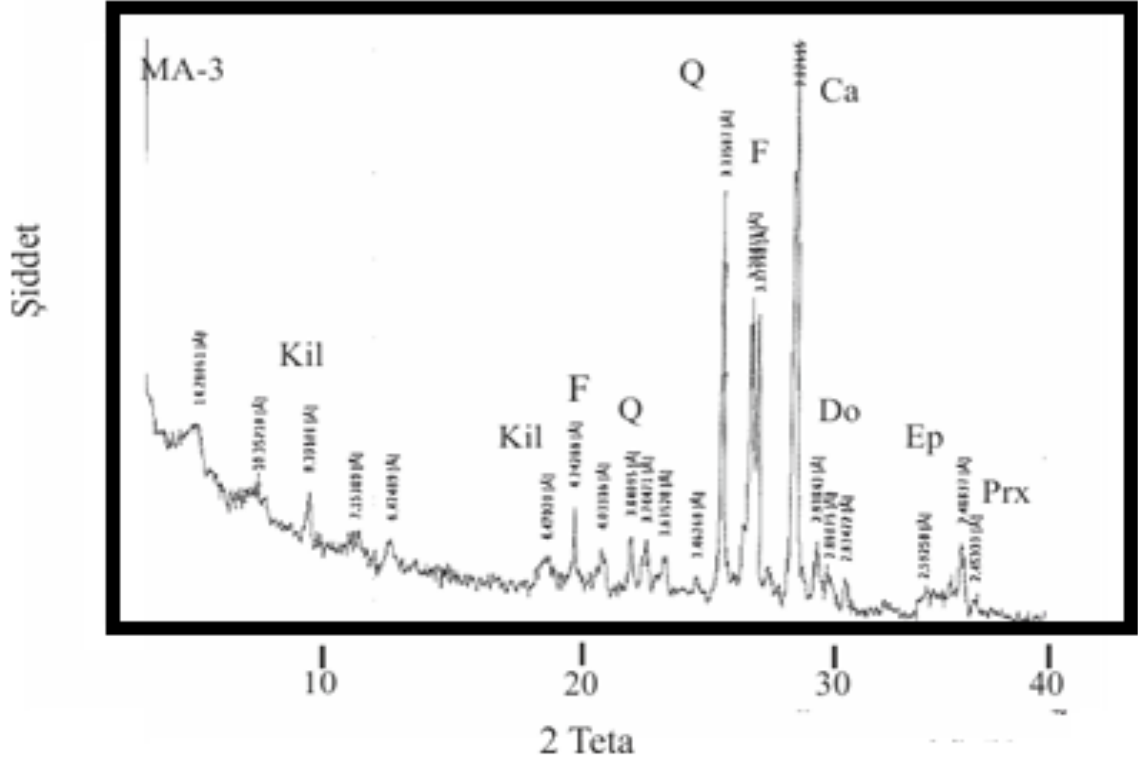
Kalsit: 2.28, 2.10,1.88

Kuvars: 4.26, 2.46, 2.28,2.13,1.98.

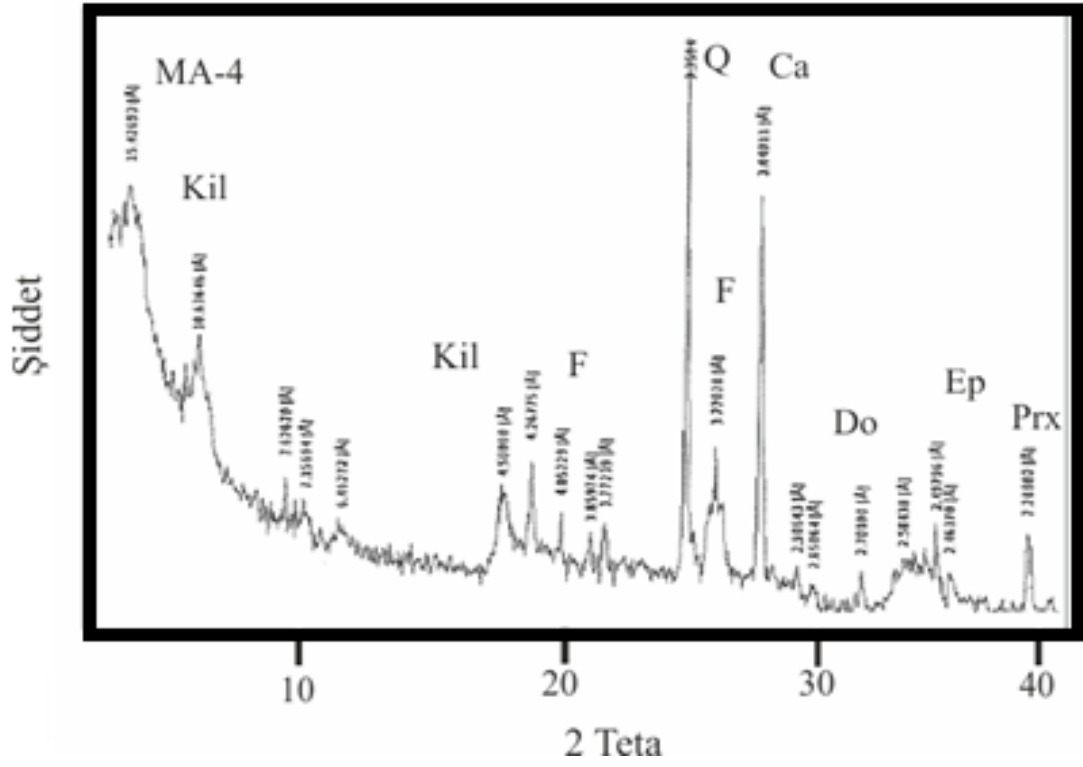
9 örneğe ait tüm kayaç fraksiyonu çözümlene sonuçları Tablo 4.1.’de verilmiştir. Buna göre analiz yapılan örneklerde sırasıyla mineralleri kil, kalsit, feldispat, kuvars, dolomit mevcuttur (Tablo 4.1., Şekil 4.1.-4.6. ).

**Tablo 4.1.** Örneklerin XRD-TK sonuçları

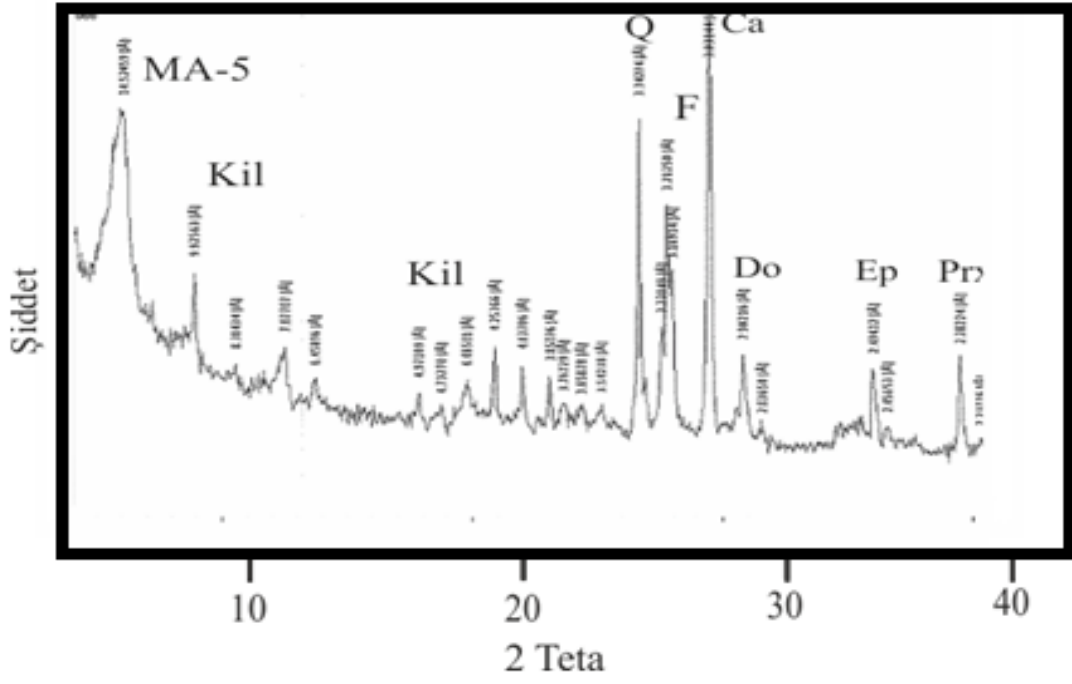
	MA1	MA3	MA4	MA5	MA6	MA10	MA13	MA16	MA19	Ortalama
<b>Q</b>	12,39	9,44	7,3	6,03	3,36	6,7	3,65	10,02	5,45	7,36
<b>Ca</b>	76,33	27,42	11,71	17,89	12,7	26,3	40,87	74,6	52,4	35,97
<b>Do</b>	2,14	---	3,04	6,08	19,15	4,13	---	2,05	---	6,09
<b>F</b>	9,28	36,02	11,1	17,05	6,8	20,11	4,97	13,33	14,53	14,83
<b>Kil</b>	---	27,11	66,83	52,93	57,97	42,74	50,5	---	27,62	49,68



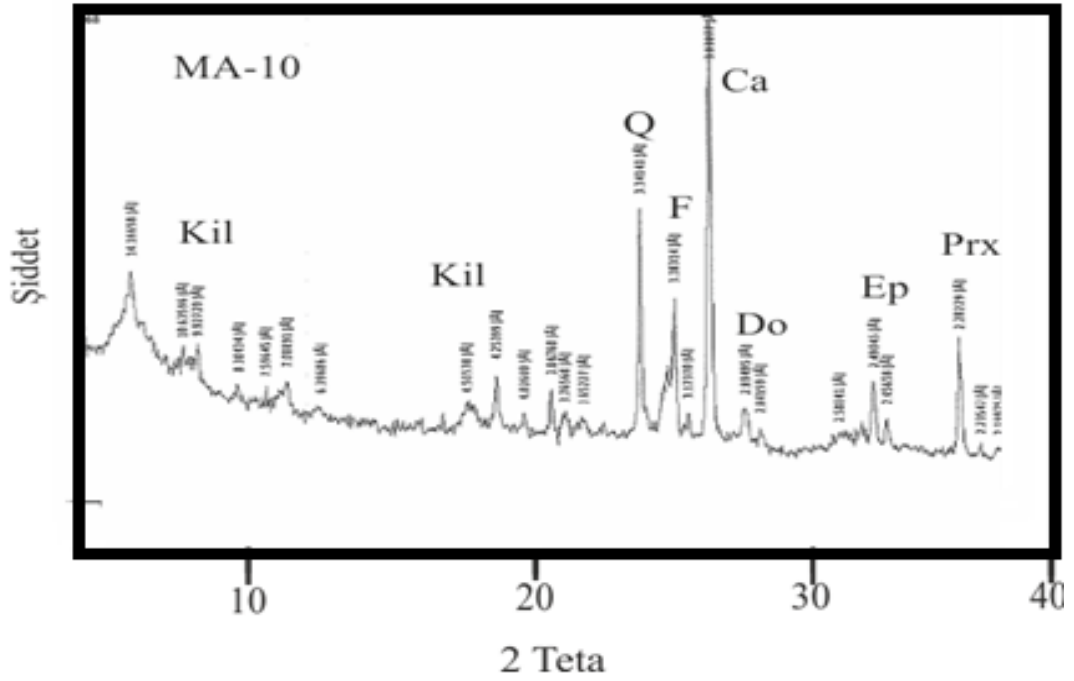
Şekil 4.1. MA3 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı



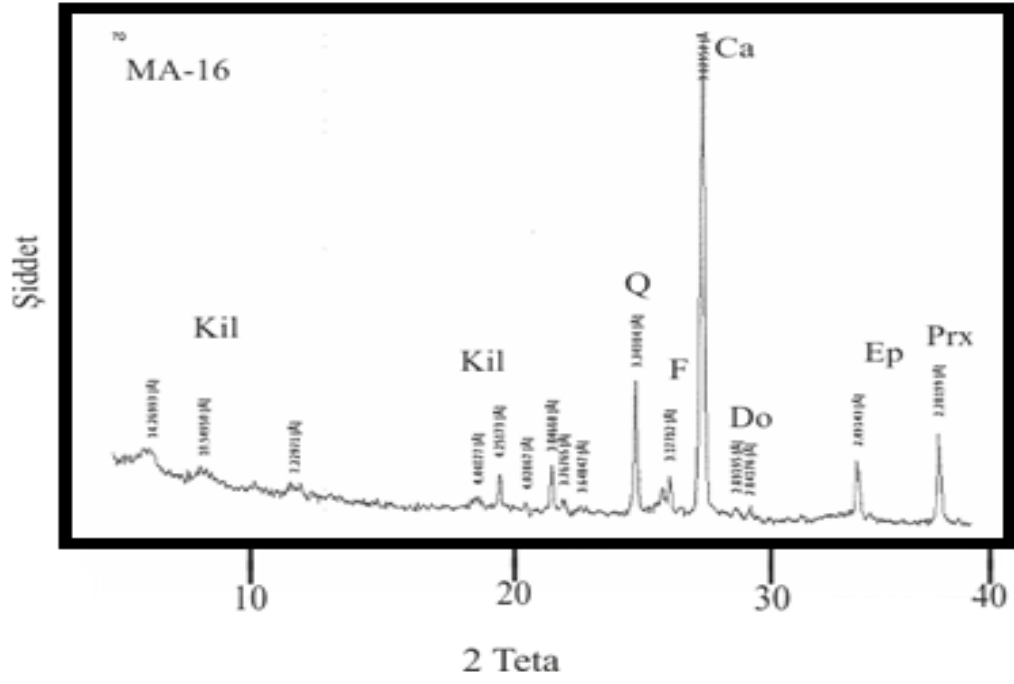
Şekil 4.2. MA4 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı



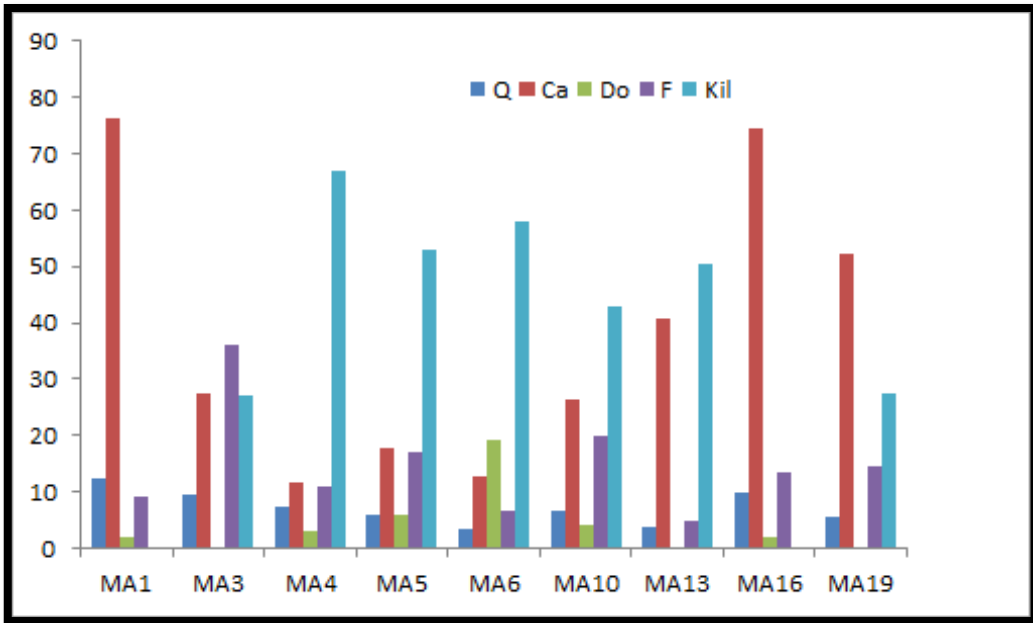
Şekil 4.3. MA-5 Örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı



Şekil 4.4. MA-10 Örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı



Şekil 4.5. MA-16 örneğine ait XRD tüm kayaç difraktogramı



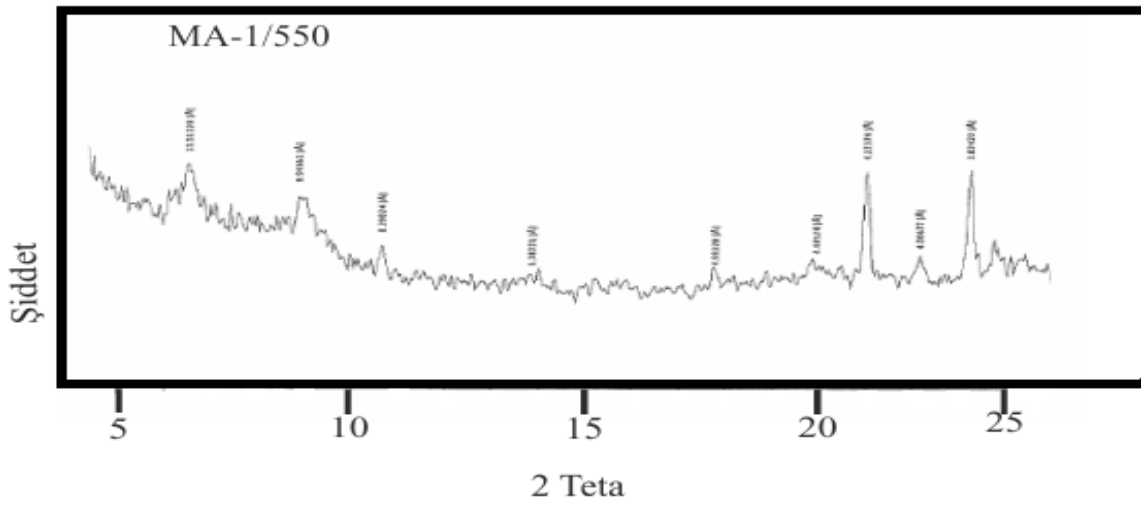
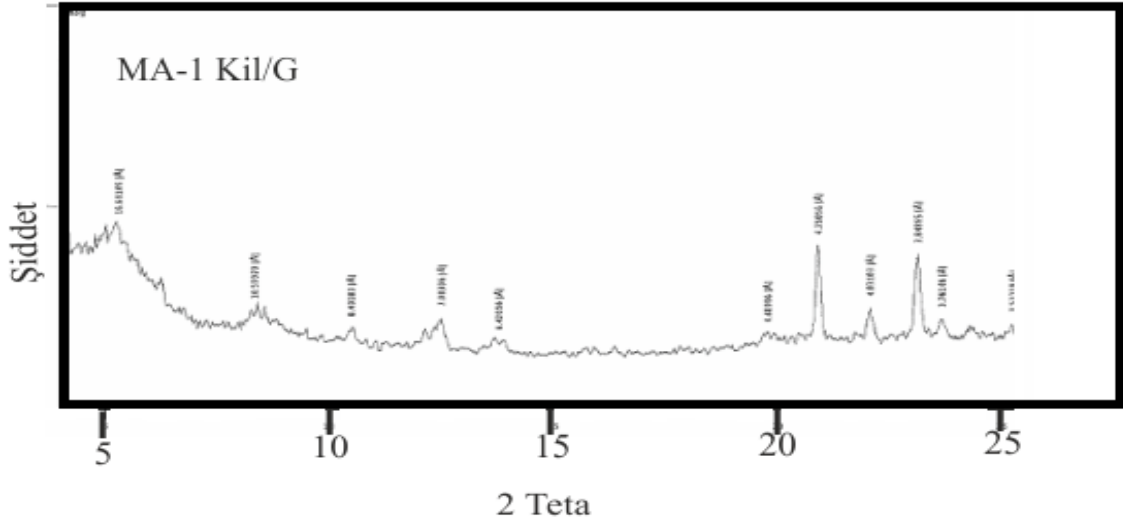
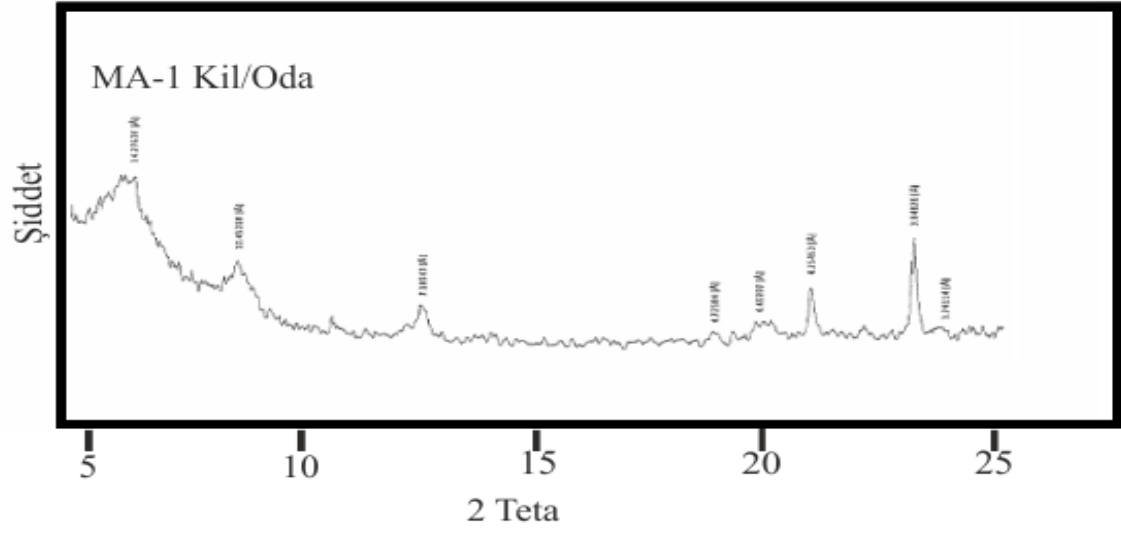
Şekil 4.6. Örneklerin tüm kayaç minerallerinin dağılımı

#### 4.2. Kil Fraksiyonu X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

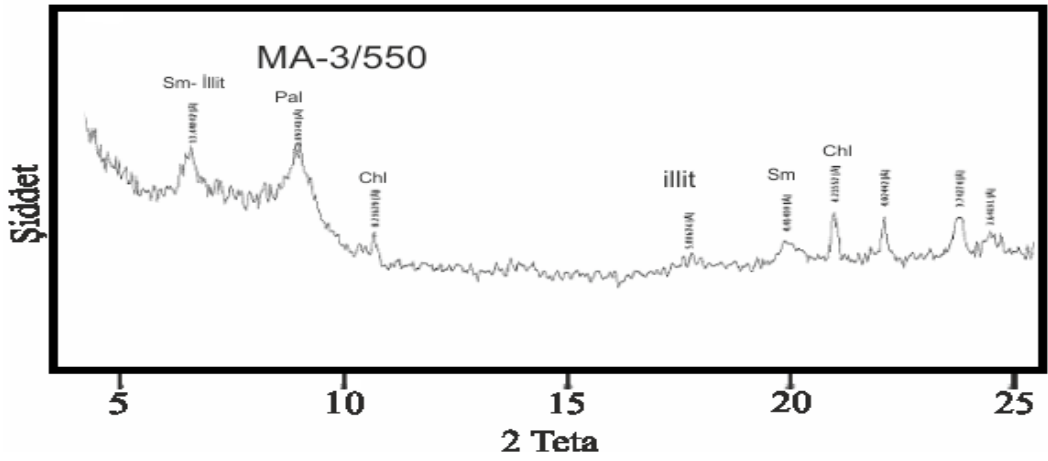
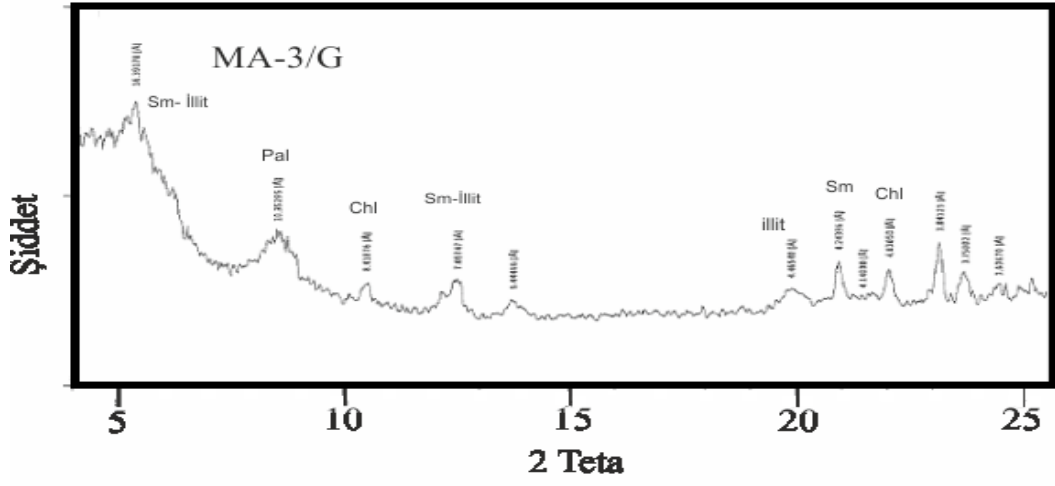
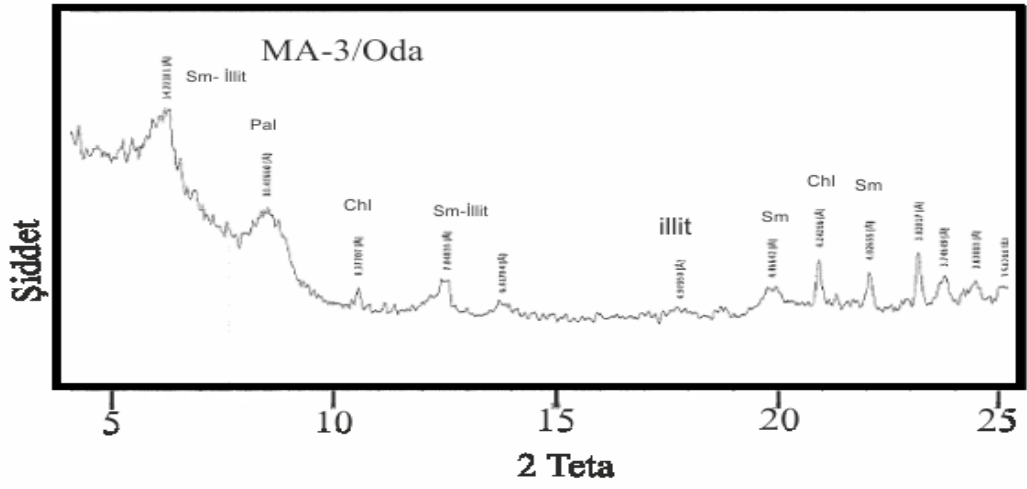
Smektit minerali 14-14.5 Å (001), 7-7.5 Å (002), 4.7-5.2 Å (0.03), pikleri ile tanımlanmıştır. Glikollü çekimde 14-14.5 Å, 17.1' Å a kaymıştır. Isıl çekimde 10 Å a kaymıştır. Smektit-illit, 24-24 Å (001), 12-12.5 Å (002), 9 Å (0.03) 'dur. 24-25 Å (001) piki glikollü çekimde 27 Å' a, ısıl çekimde 10 Å a kaymıştır. Paligorskit, 10.14-10.5 Å (001), 6,5 Å (002), 4.5 Å (0.03) 'dur. Etilen glikollü çekimlerde piklerde değişiklik olmayıp, ısıl çekimde 10.14-10.5 Å piki 9 Å a kaymıştır.

Klorit minerali 14.1 Å (001), 7-7.06 Å (002), 4.68 Å (0.03), 3.52 Å (002) pikleri ile tanımlanmıştır. Bu piklerde normal ve glikollü çekimlerde değişim gözlenmemiştir. Kloritlerin N- ve G- çekimlerindeki piklerde herhangi bir değişim gözlenmezken, F-çekimlerinde (001) ve (002) pikleri daha yüksek 2 teta ya doğru kaymaktadır. Diğer taraftan, kloritlerin 14 Å dakipikleri 7 Å dakilere göre daha düşük şiddetli olmasının yanı sıra, özellikle F-çekimlerinde 14 Å pik şiddeti artmakta, buna karşın 7 Å pik şiddetin azalmaktadır. Bu veriler kloritlerin demirce zengin olduğuna işaret etmektedir (Brown ve Brindley, 1980).

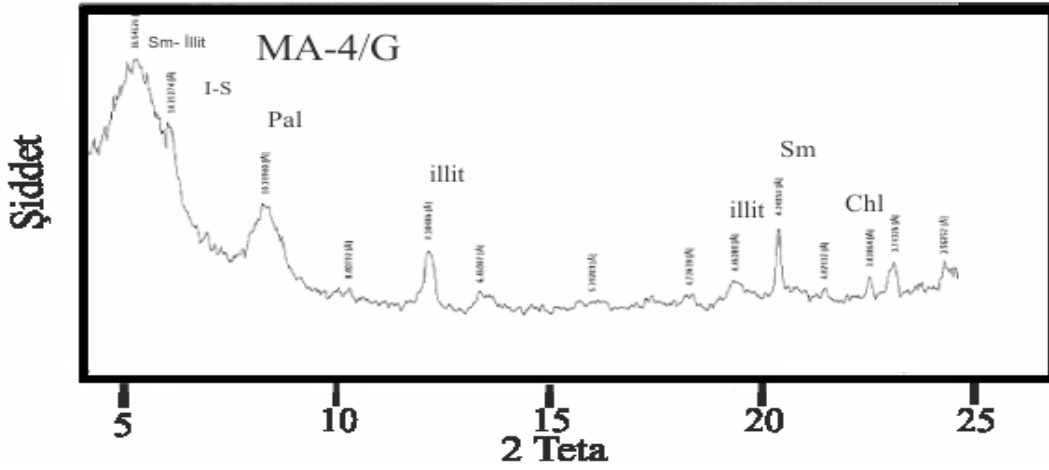
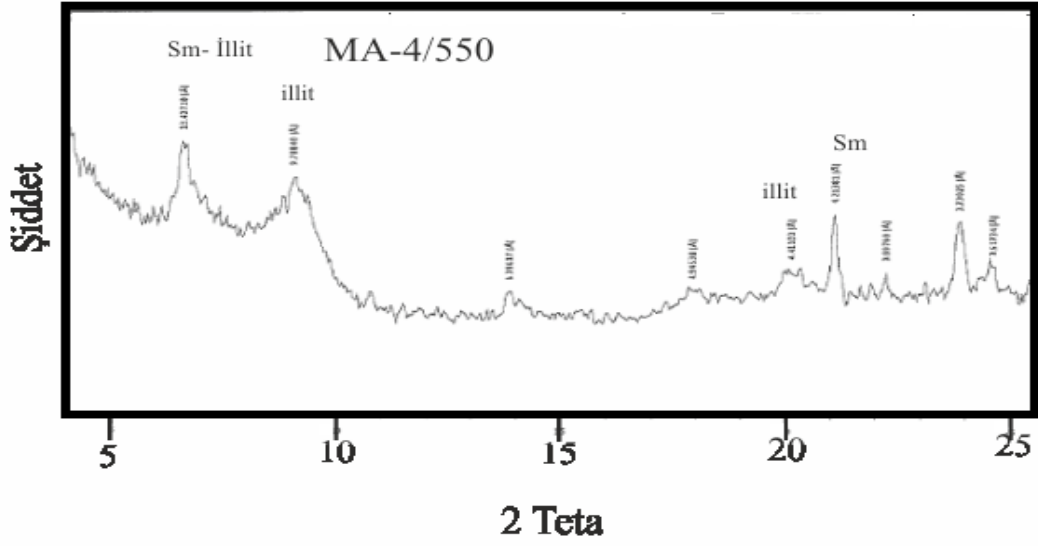
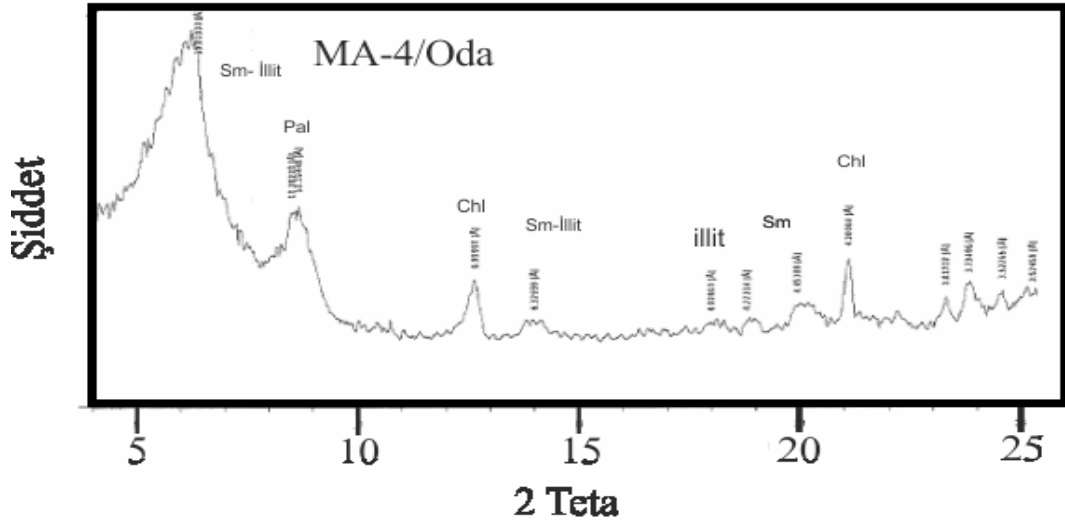
İllit minerali 10 Å (001), 5.03 Å (002), 3.35 Å (003) pikleri ile tanımlanmıştır. Bu pikler normal ve glikollü çekimlerde değişim gözlenmemiştir. N- ve glikollü çekimlerinde 10 Å 'da pik veren ve glikollü çekimde herhangi bir genişleme göstermeyen illitler az da olsa smektit içerebilmektedir. İllitlerin smektit tabakası içermeleri durumunda glikollü çekimlerde 10 Å pik genişliği azalmaktadır. İllitlerin glikollü çekimlerinde 001 pike karşılık gelen 10 Å pik genişliği genel olarak azalmış olması bunların smektit içermediğini göstermektedir. Örneklerde smektit, illit, smektit-illit karmaşık tabakalı kil mineralleri, klorit, paligorskit minerallerine rastlanılmıştır ( Şekil 4.7-4.10 ).



Şekil 4.7. MA-1 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri

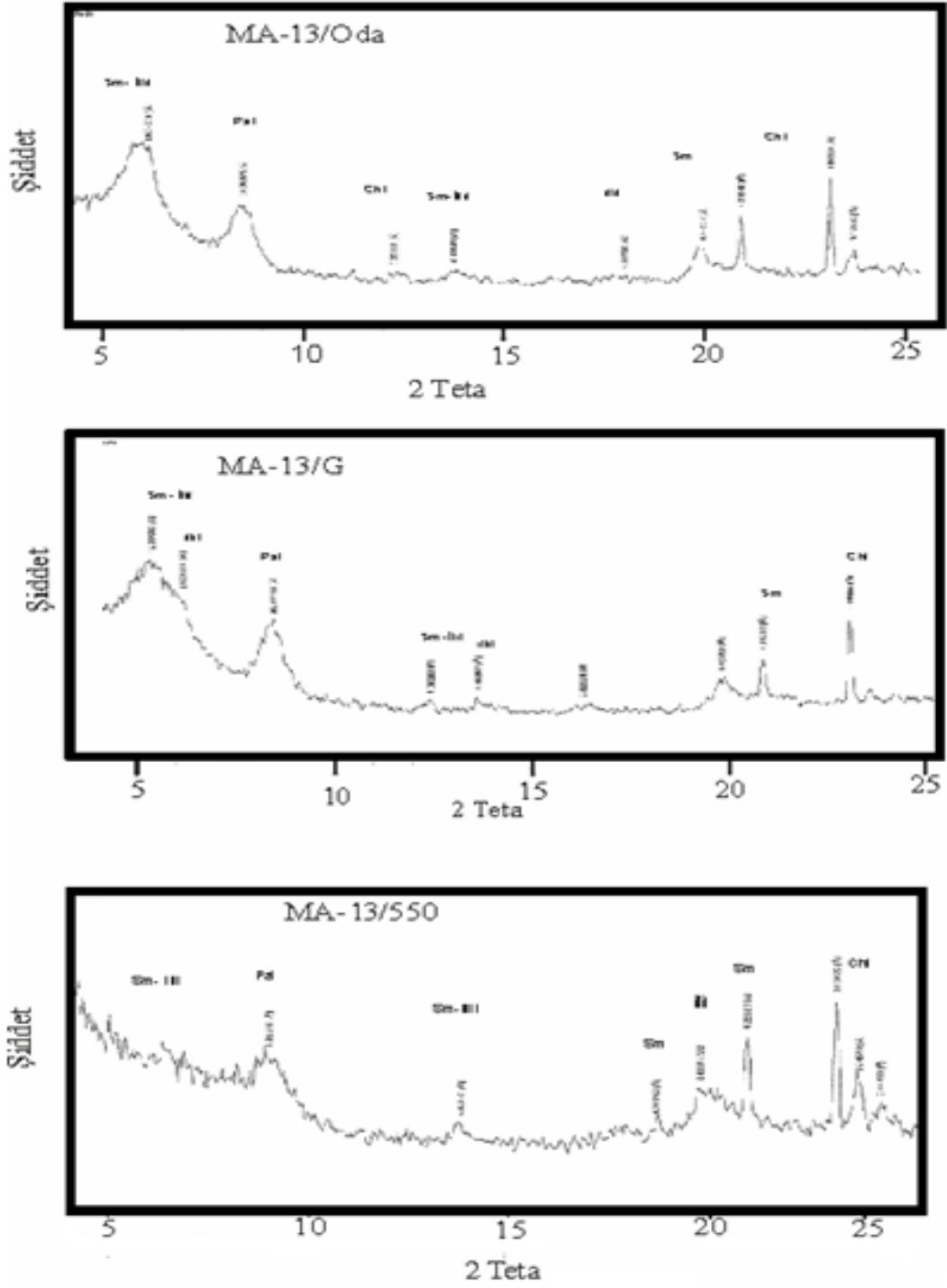


Şekil 4.8. MA3 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri



Şekil 4.9. MA4 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri



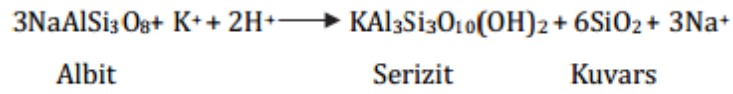


Şekil 4.10. MA13 örneğinin ait kil fraksiyonu XRD incelemeleri

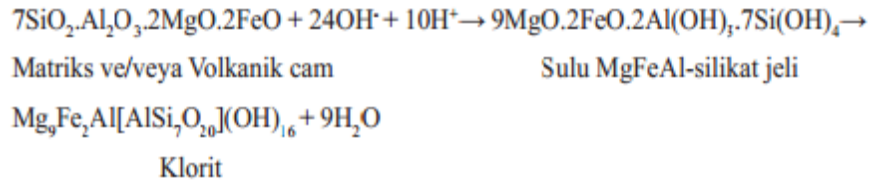
### 4.3. Kil Minerallerinin Oluşum Mekanizmaları

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 K<sub>2</sub>O ilavesini gerektirmekte veya K'un kaynağını kayalarda bulunan biyotit oluşturabilmektedir (Barrett ve diğ., 1993). İllitlerin, pH'ın 7-8 olduğu koşullarda, hidrotermal alterasyon veya yüzeysel ayrışmayla oluştuğu bilinmektedir (Large ve diğ., 2001). Buna göre kayalarda plajiyoklazların alterasyonuna bağlı olarak CaO+Na<sub>2</sub>O azalması ve kütle kaybı; K<sub>2</sub>O artışına bağlı olarak da serizitleşme meydana gelmektedir. Serizit (illit) oluşumu plajiyoklazların alterasyonu ile de gerçekleşmektedir. Serizitleşme (illitleşme) aşağıdaki reaksiyonla oluşur (Large ve diğ., 2001).



Klorit volkanik kayalarda piroksen, biyotit ve hornblend gibi ferromagnezyen minerallerin yerine geçmektedir (Rae ve diğ., 2011). Piroklastik kayalarda volkanik cam-klorit dönüşümünün bir sulu MgFeAl-silikat jeli ara fazından geçerek gerçekleştiği ifade edilebilir. Denizel bir ortamda çökeltilen piroklastik kayaların camlı ürünleri yaygın bir alterasyon sonucu aşağıdaki reaksiyonlarla killeşmiş klorite dönüşmüştür (Yalçın ve diğ., 2004). Bu reaksiyon aşağıdaki şekilde verilebilir.



Paligorskit ve simektit tipi kil mineralleri, neojen yaşlı basenleri oluşturan sedimanter istiflerin önemli bileşenleridir. Özellikle neojen yaşlı basenlerde ve volkanosedimanter ortamlarda oluşan paligorskit ve simektit tipi kil mineralleri farklı fasiyes gelişimlerinin açıklanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Jones ve Galan, 1988; Chamley, 1989; Yalçın ve Bozkaya, 1995). Paligorskit oluşumlarının büyük bir bölümü kurak iklim koşullarında tuzlu ve alkalın ortamlarda geliştiği bilinmektedir. Bu alanlarda pH'ın 7'den büyük olması ortam veya yakın alanda Si ve Mg sağlayacak kaynakların bulunması aranan unsurlardır (Weaver ve Beck, 1977; Singer ve Galan, 1984; Velde, 1985).

## 5. JEOKİMYA

20 adet sediman örneğinin jeokimyasal analizi yapılmıştır. 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

Örneklerinin ana oksit, iz element değerleri ve ortalamaları Tablo 5.1’de verilmektedir. Bu çalışmadaki örnek verilerinin korelasyon analizleri tablo 5.5.’de verilmekte, Şekil 5.1.-5.3 ‘de ise bazı elementlerin korelasyonları görülmektedir. Şekil 5.4.’ de ana ve iz elementlerin çubuk grafik element karşılaştırmaları görülmektedir.

Örneklerde ortalama  $\text{SiO}_2$  % 31,79’dır. Al, Fe, Na, P ana oksitlerle pozitif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.1). Silis elementi tüm kayaç örneklerinde esas silikat mineralleri olan kuvars, feldispat ve kil mineralleri, olivin, piroksen, mika, hornblend ve zirkon gibi aksesuar minerallerden gelmektedir .

Örneklerde ortalama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  %7,92 ‘dir.Tablo 5.1.’ de görüldüğü üzere örneklerde Al-Ti ve Al-Na arasında kuvvetli pozitif korelasyon söz konusudur. Bu pozitif ilişki özellikle Na elementinin alüminosilikatlara bağlı olduğunu ifade etmektedir. Al ile Ca elementinin negatif korelasyon göstermesi, Al’ un feldispat ve kil minerallerine, Ca’ un karbonata ağırlıklı olarak bağlı olduğunu ve silikat-karbonat ayrımını işaret etmektedir.

**Tablo 5.1.** Örneklerin ana oksit (% Ağırlık) tablosu

Örnek No:	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Toplam
MA1	40,76	10,37	5,17	4,19	15,69	1,37	1,48	0,71	0,11	0,08	0,046	99,74
MA2	47,79	11,24	7,12	3,54	12,98	2,24	2,28	0,73	0,12	0,08	0,063	99,85
MA3	38,16	10,14	5,65	3,18	19,25	1,71	1,67	0,71	0,14	0,10	0,099	99,84
MA5	40,14	10,08	5,13	4,15	16,33	1,40	1,22	0,71	0,11	0,09	0,046	99,74
MA6	35,32	9,61	5,32	6,09	17,10	1,55	1,42	0,76	0,17	0,09	0,021	99,64
MA7	38,89	9,88	4,90	4,18	16,62	0,86	1,24	0,65	0,10	0,11	0,067	99,82
MA8	41,34	10,62	5,47	4,68	14,99	2,36	1,42	0,67	0,12	0,08	0,055	99,82
MA9	34,82	8,50	4,60	4,21	21,19	1,24	1,09	0,61	0,10	0,10	0,120	99,84
MA10	37,81	9,76	5,23	4,73	16,55	1,39	1,22	0,62	0,11	0,10	0,062	99,82
MA11	32,73	8,91	4,99	4,79	19,68	0,40	1,15	0,47	0,08	0,09	0,032	99,83
MA12	28,88	7,41	3,70	3,04	26,65	0,61	0,96	0,42	0,06	0,05	0,059	99,86
MA13	32,36	5,22	2,91	2,46	29,34	0,67	0,77	0,26	0,04	0,05	0,043	99,90
MA16	31,69	5,95	3,51	3,63	27,93	0,78	0,84	0,34	0,05	0,07	0,115	99,87
MA17	22,65	5,79	3,52	2,07	33,62	0,46	0,69	0,46	0,08	0,05	0,029	99,86
MA18	25,23	6,57	3,88	2,73	30,64	0,30	0,78	0,48	0,08	0,07	0,041	99,83
MA19	24,13	6,03	3,26	2,18	32,41	0,60	0,56	0,41	0,07	0,05	0,020	99,89
MA20	20,19	5,17	2,57	1,95	35,06	0,18	0,50	0,31	0,07	0,04	0,023	99,88
MA21	16,24	3,15	1,91	0,86	41,72	0,13	0,36	0,21	0,04	0,04	0,012	99,91
MA22	30,41	9,56	4,98	1,85	24,42	0,07	0,90	0,56	0,04	0,08	0,029	99,89
MA23	16,34	4,42	2,45	0,94	40,06	0,11	0,46	0,28	0,04	0,05	0,022	99,92
Ort	31,79	7,92	4,31	3,27	24,61	0,92	1,05	0,52	0,09	0,07	0,05	99,84
Mak	47,79	11,24	7,12	6,09	41,72	2,36	2,28	0,76	0,17	0,11	0,12	99,92
Min	16,24	3,15	1,91	0,86	12,98	0,07	0,36	0,21	0,04	0,04	0,01	99,64

Örneklerde Fe ile Co elementleri arasında ki pozitif ilişki, bu iki elementin mineralde yerdeğiştirme özelliğinden kaynaklanmaktadır (Mason and Moore, 1982, Dabard, 1990). Fe ve Ti elementleri arasında pozitif korelasyon bazik bir kaynağı temsil eder. (Tablo 5.1.).

$Fe_2O_3$  miktarı örneklerde ortalama % 4,31`dir. 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 örneklerde %3.27 değerindedir. Bu elementin, dolomit mika ve kil minerallerinde özellikle olivin, piroksen, mika (biyotit), amfibol (hornblend) minerallerinde bulunması (Best and Christiansen, 2001) bunu açıklar.

CaO miktarı örneklerde % 24,61`dir. 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 bağlılığını, karbonat-silikat ayrımlılığını ortaya koymaktadır. Sr elementi Ca elementi gibi feldispat, killer ve karbonatlarda bulunabilmektedir (Langmuir, 1998).

$Na_2O$  miktarı örneklerde %0,92 dir. Kil mineralleri, feldispat, klinopiroksen ve hornblend minerallerinde de gözlenebilmektedir (Christiansen, 2001). Na, Ca elementi ile negatif ilişki gösterirken, Si, Al elementleriyle pozitif korelasyon göstermektedir ve buda bu elementin ağırlıklı olarak feldispat ve kil mineralleri ile ilişkisini yansıtır.

$K_2O$  miktarı örneklerde %1,05`dir. K elementi feldispat ve kil minerallerinden ise özellikle illitin yapısında bulunmaktadır. K ile Al elementlerinin pozitif korelasyonu illit minerallerindeki bu elementlerin birlikteliğini yansıtır.

$P_2O_5$  miktarı ortalama % 0.90 dir.. Bu element genellikle apatit minerallerinde gözlenmektedir (Tucker, 2001).

MnO miktarı ortalama % 0,70 dir. Feldispat, kil ve mika gibi minerallerin yanı sıra oksit - hidroksitli, sülfidli ve karbonatlı bileşenlere ve olivin, klinopiroksen, mika ve apatit gibi minerallerde bulunabilmektedir (Brindley and Brown, 1980). Örneklerde Mn elementi Al, Fe ile pozitif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.1).

$Cr_2O_3$  miktarı örnekler ortalama % 0,50 `dir.  $Cr^{+3}$  elementi Fe elementinin yerine geçebilmekte, ferromagnezyen ve minerallerden özellikle piroksen, olivin, hornblend ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır (Best and Christiansen, 2001). Cr ve Ni elementleri uyumlu olduğundan ferromagnezyen minerallerin ve bunların alterasyonu ile oluşan killerin yapısına girer (Wronkiewicz and Condie, 1989).

**Tablo 5.2.** Örneklerin iz element (ppm) tablosu

Örnekler	Ba	Ni	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th
MA1	403	110	13	18,9	2,4	10,2	3,5	10,2	42,0	1091,1	0,7	5,8
MA2	547	114	12	18,4	2,2	10,9	3,4	15,1	63,1	326,9	1,0	8,4
MA3	373	105	10	19,2	2,7	9,2	3,0	12,2	43,9	376,1	0,9	6,1
MA5	336	111	12	18,5	2,5	10,4	3,2	9,7	38,8	1126,7	0,7	5,5
MA6	388	76	12	15,4	2,2	10,2	3,8	12,8	41,6	1650,9	0,8	6,1
MA7	316	111	11	19,0	2,9	9,6	3,0	11,0	44,7	450,4	0,8	6,2
MA8	289	185	13	23,4	4,0	10,1	3,4	9,9	51,0	392,8	0,7	5,6
MA9	220	151	11	20,1	4,7	8,3	3,0	8,8	40,2	379,0	0,5	4,9
MA10	266	197	12	23,1	4,1	9,8	3,1	9,6	45,2	394,1	0,6	5,6
MA11	269	202	12	18,9	5,2	9,1	2,3	8,8	50,6	340,4	0,6	5,9
MA12	218	160	10	17,2	5,3	7,1	1,9	7,8	37,8	391,4	0,5	4,6
MA13	148	105	7	11,5	1,9	4,2	1,3	5,1	25,8	297,1	0,4	2,8
MA16	181	126	9	14,8	2,0	5,2	1,4	6,2	26,5	320,6	0,4	3,4
MA17	98	108	8	13,4	1,4	5,4	1,9	8,6	25,3	557,7	0,5	3,6
MA18	115	117	9	17,3	2,2	6,4	2,0	8,4	29,4	641,3	0,5	3,9
MA19	235	51	7	11,6	1,5	5,9	1,7	5,7	20,8	385,5	0,2	3,5
MA20	682	56	6	11,7	1,7	5,9	1,7	6,4	20,6	389,0	0,4	3,4
MA21	100	31	4	5,8	0,9	3,6	1,1	4,8	13,8	351,4	0,3	2,1
MA22	157	110	11	18,9	3,1	11,7	2,8	11,9	37,7	150,0	0,6	6,4
MA23	92	47	5	9,6	1,1	5,3	1,4	7,3	18,0	285,4	0,4	3,0
<b>Ortalama</b>	<b>271,65</b>	<b>113,65</b>	<b>9,70</b>	<b>16,34</b>	<b>2,70</b>	<b>7,93</b>	<b>2,45</b>	<b>9,02</b>	<b>35,84</b>	<b>514,89</b>	<b>0,58</b>	<b>4,84</b>
<b>Mak</b>	<b>682,00</b>	<b>202,00</b>	<b>13,00</b>	<b>23,40</b>	<b>5,30</b>	<b>11,70</b>	<b>3,80</b>	<b>15,10</b>	<b>63,10</b>	<b>1650,90</b>	<b>1,00</b>	<b>8,40</b>
<b>Min</b>	<b>92,00</b>	<b>31,00</b>	<b>4,00</b>	<b>5,80</b>	<b>0,90</b>	<b>3,60</b>	<b>1,10</b>	<b>4,80</b>	<b>13,80</b>	<b>150,00</b>	<b>0,20</b>	<b>2,10</b>

**Tablo 5.3.** Örneklerin iz element (ppm) tablosu (devam)

<b>Örnekler</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>W</b>	<b>Zr</b>	<b>Mo</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>
<b>MA1</b>	<b>2,9</b>	<b>119</b>	<b>1,5</b>	<b>143,6</b>	<b>0,6</b>	<b>22,5</b>	<b>9,1</b>	<b>50</b>	<b>110,7</b>	<b>13,5</b>	<b>0,1</b>
<b>MA2</b>	2,7	127	2,2	141,6	1,2	16,4	7,2	39	101,4	11,6	0,1
<b>MA3</b>	2,1	118	1,8	127,9	0,7	17,7	9,2	40	90,9	7,6	0,1
<b>MA5</b>	2,8	108	1,0	139,4	0,5	18,9	8,9	49	109,0	11,2	0,2
<b>MA6</b>	6,9	103	1,5	161,3	2,3	18,1	29,9	50	66,5	22,2	0,1
<b>MA7</b>	1,9	101	1,1	125,2	0,6	22,3	31,5	44	97,9	10,1	0,2
<b>MA8</b>	2,2	103	1,0	138,6	0,5	24,1	11,0	55	163,8	25,8	0,2
<b>MA9</b>	2,3	95	1,1	125,2	0,3	17,5	16,2	45	139,5	11,0	0,2
<b>MA10</b>	3,3	97	0,8	124,1	0,5	22,7	20,6	57	189,9	9,0	0,3
<b>MA11</b>	3,7	82	2,5	92,9	0,8	23,6	18,6	62	192,1	5,7	0,3
<b>MA12</b>	1,6	65	0,6	78,5	0,1	17,3	13,9	52	152,8	3,1	0,2
<b>MA13</b>	1,7	59	0,7	52,3	0,5	12,0	9,3	32	98,4	9,6	0,2
<b>MA16</b>	1,4	81	0,7	63,1	0,5	18,3	9,4	29	108,9	6,9	0,2
<b>MA17</b>	1,7	71	0,5	78,1	1,1	15,6	12,7	43	98,4	22,7	0,3
<b>MA18</b>	1,8	76	1,1	79,7	1,1	16,3	12,9	55	114,3	23,5	0,3
<b>MA19</b>	1,4	73	0,5	65,6	0,4	11,0	8,5	34	48,3	7,3	0,2
<b>MA20</b>	1,7	72	0,5	67,7	0,4	12,0	9,4	38	50,2	10,5	0,2
<b>MA21</b>	1,0	42	0,5	42,3	0,7	11,0	26,2	54	25,8	7,3	0,5
<b>MA22</b>	1,5	95	0,5	114,0	0,5	24,0	18,3	58	109,9	10,3	0,3
<b>MA23</b>	1,3	51	0,5	59,3	0,8	18,5	13,6	38	44,3	8,1	0,3
<b>Ortalama</b>	<b>2,30</b>	<b>86,90</b>	<b>1,03</b>	<b>101,02</b>	<b>0,71</b>	<b>17,99</b>	<b>14,82</b>	<b>46,20</b>	<b>105,65</b>	<b>11,85</b>	<b>0,23</b>
<b>Mak</b>	<b>6,90</b>	<b>127,00</b>	<b>2,50</b>	<b>161,30</b>	<b>2,30</b>	<b>24,10</b>	<b>31,50</b>	<b>62,00</b>	<b>192,10</b>	<b>25,80</b>	<b>0,50</b>
<b>Min</b>	<b>1,00</b>	<b>42,00</b>	<b>0,50</b>	<b>42,30</b>	<b>0,10</b>	<b>11,00</b>	<b>7,20</b>	<b>29,00</b>	<b>25,80</b>	<b>3,10</b>	<b>0,10</b>

**Tablo 5.4.** Örneklerin nadir toprak elementleri (NTE) (ppm) tablosu (devam)

<b>Örnekler</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
<b>MA1</b>	18,8	36,2	4,20	15,7	3,23	0,81	3,44	0,56	3,44	0,68	2,02	0,27	1,95	0,30
<b>MA2</b>	19,3	34,6	3,87	14,4	2,86	0,76	2,98	0,47	2,97	0,60	1,74	0,26	1,76	0,26
<b>MA3</b>	25,7	41,3	4,28	15,6	2,99	0,80	2,94	0,48	2,89	0,55	1,59	0,22	1,64	0,24
<b>MA5</b>	18,2	36,1	4,04	16,8	3,34	0,86	3,32	0,56	3,33	0,64	1,90	0,28	1,88	0,29
<b>MA6</b>	20,8	43,4	5,07	20,4	4,30	1,07	4,06	0,66	4,18	0,74	2,25	0,29	2,04	0,32
<b>MA7</b>	20,4	39,8	4,42	16,7	3,33	0,78	3,38	0,54	3,27	0,61	1,92	0,27	1,60	0,23
<b>MA8</b>	19,1	38,2	4,36	17,7	3,39	0,89	3,44	0,55	3,34	0,69	2,05	0,27	1,89	0,29
<b>MA9</b>	18,3	32,5	3,72	14,3	2,73	0,72	2,98	0,46	2,77	0,55	1,67	0,24	1,60	0,23
<b>MA10</b>	18,3	34,7	3,91	15,5	2,97	0,81	3,20	0,50	3,08	0,58	1,78	0,25	1,78	0,24
<b>MA11</b>	18,2	32,0	3,80	15,1	3,08	0,69	2,97	0,47	2,78	0,53	1,61	0,21	1,50	0,22
<b>MA12</b>	15,1	27,5	3,12	12,0	2,24	0,57	2,22	0,35	2,14	0,41	1,23	0,17	1,21	0,18
<b>MA13</b>	9,9	16,1	2,01	7,9	1,56	0,40	1,66	0,26	1,55	0,32	1,09	0,13	1,01	0,13
<b>MA16</b>	11,4	19,0	2,19	8,8	1,79	0,43	1,82	0,28	1,69	0,35	0,93	0,15	0,99	0,15
<b>MA17</b>	14,4	26,6	3,40	13,1	2,67	0,58	2,58	0,41	2,49	0,46	1,26	0,17	1,22	0,17
<b>MA18</b>	15,0	29,4	3,42	13,0	2,52	0,65	2,61	0,42	2,18	0,45	1,27	0,19	1,29	0,19
<b>MA19</b>	12,9	25,3	2,88	11,2	2,32	0,57	2,39	0,38	2,43	0,44	1,29	0,19	1,28	0,19
<b>MA20</b>	14,5	26,7	3,10	12,3	2,28	0,51	2,25	0,32	1,93	0,37	1,10	0,15	1,08	0,16
<b>MA21</b>	10,6	18,6	2,39	9,4	1,85	0,45	1,92	0,28	1,71	0,33	0,90	0,11	0,79	0,11
<b>MA22</b>	24,9	45,1	5,47	21,5	4,10	0,97	4,05	0,57	3,52	0,70	1,82	0,26	1,83	0,27
<b>MA23</b>	14,9	23,8	3,05	12,2	2,37	0,54	2,30	0,33	1,82	0,38	1,09	0,13	1,04	0,15
<b>Ortalama</b>	<b>17,04</b>	<b>31,35</b>	<b>3,64</b>	<b>14,18</b>	<b>2,80</b>	<b>0,69</b>	<b>2,83</b>	<b>0,44</b>	<b>2,68</b>	<b>0,52</b>	<b>1,53</b>	<b>0,21</b>	<b>1,47</b>	<b>0,22</b>
<b>Mak</b>	<b>25,70</b>	<b>45,10</b>	<b>5,47</b>	<b>21,50</b>	<b>4,30</b>	<b>1,07</b>	<b>4,06</b>	<b>0,66</b>	<b>4,18</b>	<b>0,74</b>	<b>2,25</b>	<b>0,29</b>	<b>2,04</b>	<b>0,32</b>
<b>Min</b>	<b>9,90</b>	<b>16,10</b>	<b>2,01</b>	<b>7,90</b>	<b>1,56</b>	<b>0,40</b>	<b>1,66</b>	<b>0,26</b>	<b>1,55</b>	<b>0,32</b>	<b>0,90</b>	<b>0,11</b>	<b>0,79</b>	<b>0,11</b>

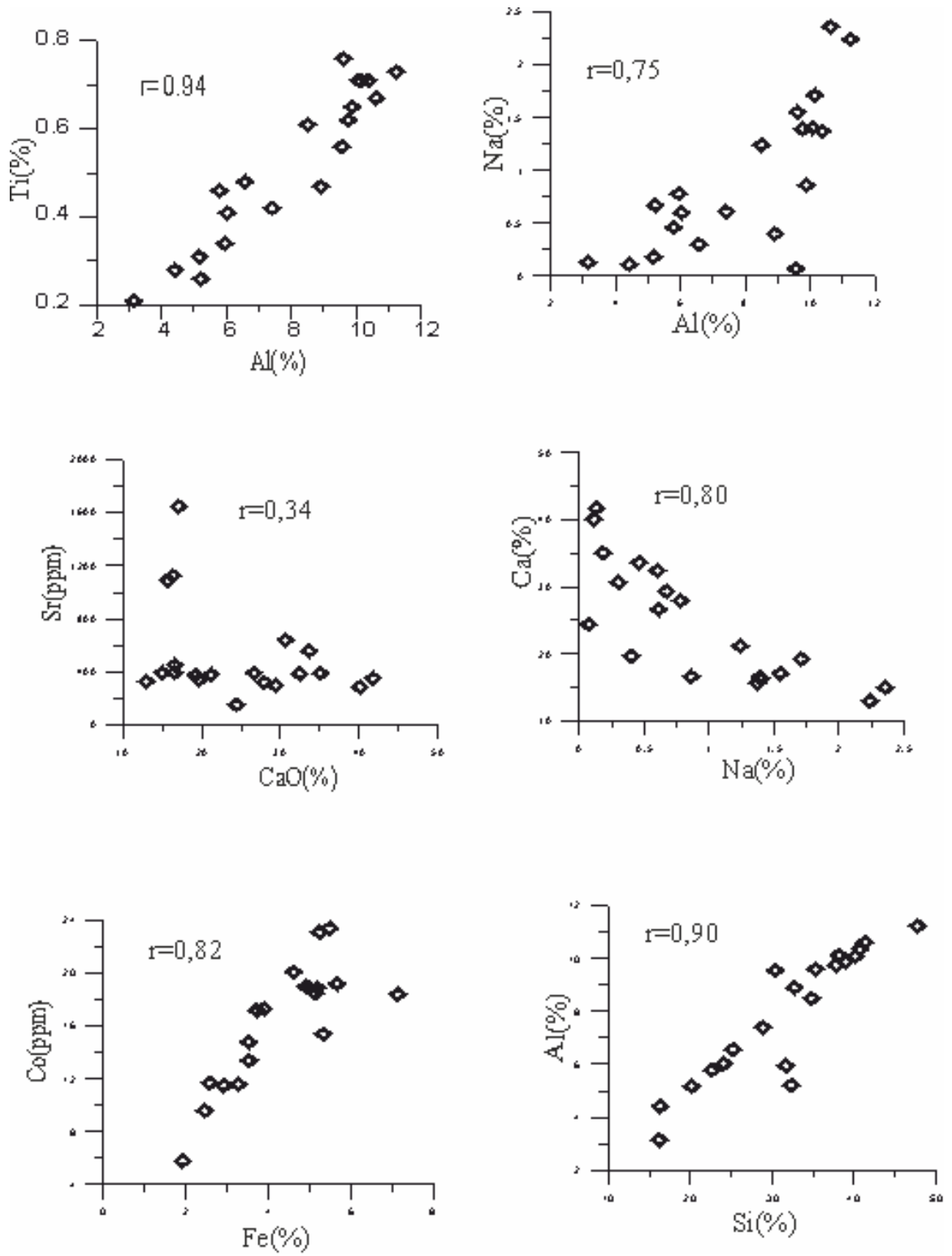


**Tablo 5.5.** Örneklerin ana oksit element - iz element korelasyon tablosu

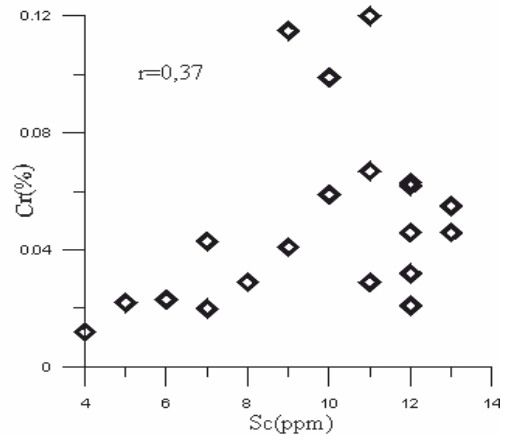
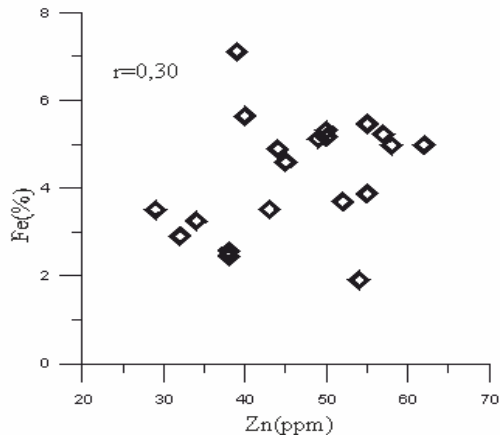
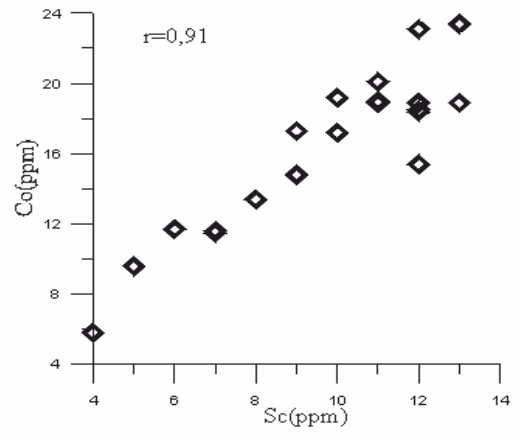
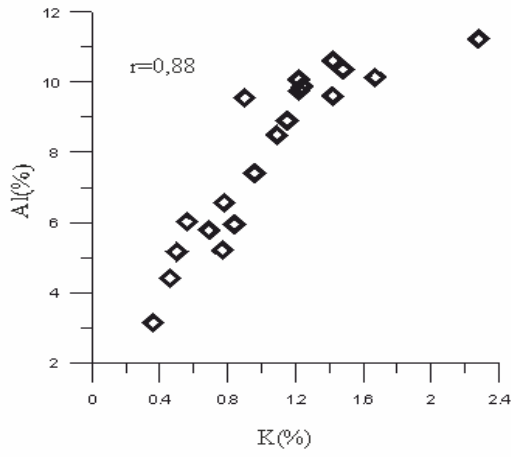
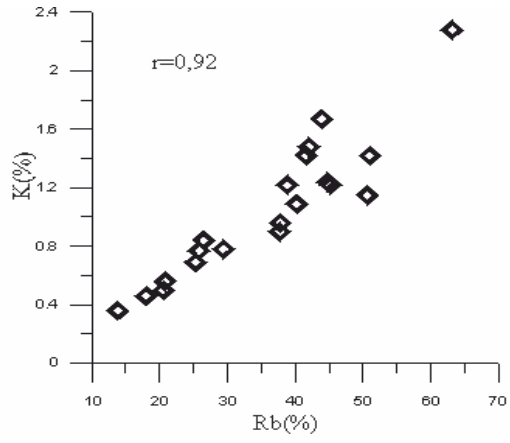
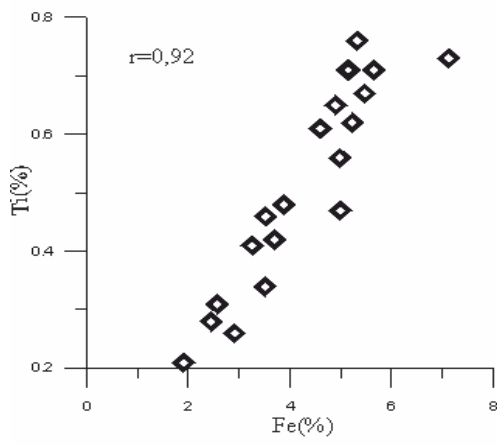
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	1,0										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9	1,0									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9	1,0	1,0								
MgO	0,8	0,7	0,7	1,0							
CaO	-1,0	-0,90	-0,9	-0,9	1,0						
Na <sub>2</sub> O	0,9	0,75	0,8	0,7	-0,8	1,0					
K <sub>2</sub> O	0,9	0,9	0,9	0,7	-0,9	0,9	1,0				
TiO <sub>2</sub>	0,8	0,9	0,92	0,7	-0,9	0,8	0,9	1,0			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,7	0,7	0,8	0,8	-0,8	0,8	0,8	0,9	1,0		
MnO	0,8	0,8	0,8	0,8	-0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	0,3	0,4	0,4	-0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,5	1,0
Ba	0,4	0,5	0,4	0,4	-0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,1
Ni	0,6	0,6	0,5	0,6	-0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5
Sc	0,9	0,9	0,9	0,9	-1,0	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,4
Co	0,8	0,9	0,82	0,7	-0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,5
Cs	0,4	0,5	0,5	0,6	-0,6	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5	0,4
Ga	0,8	1,0	0,9	0,7	-0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,8	0,2
Hf	0,8	0,9	0,9	0,8	-0,9	0,8	0,8	1,0	0,9	0,8	0,2
Nb	0,7	0,9	0,9	0,5	-0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,7	0,2
Rb	0,9	0,9	1,0	0,7	-0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,4
Sr	0,3	0,3	0,3	0,5	-0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,2	-0,2
Ta	0,8	0,9	0,9	0,6	-0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,3
Th	0,8	0,9	1,0	0,6	-0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,8	0,3
U	0,4	0,5	0,5	0,8	-0,6	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	-0,1
V	0,9	0,9	0,9	0,7	-0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,4
W	0,6	0,6	0,7	0,6	-0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,2
Zr	0,8	0,9	0,9	0,8	-0,9	0,8	0,8	1,0	0,9	0,8	0,3
Y	0,7	0,9	0,8	0,6	-0,8	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,1
Mo	0,1	0,1	0,3	0,3	-0,1	0,2	0,3	0,3	0,5	0,1	-0,3
Cu	0,5	0,7	0,6	0,6	-0,7	0,3	0,5	0,6	0,3	0,7	0,2
Pb	-0,1	0,0	0,0	0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,3	-0,2
Zn	0,1	0,4	0,3	0,3	-0,3	0,0	0,1	0,3	0,2	0,3	-0,3
Ni	0,5	0,6	0,5	0,6	-0,6	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5	0,4
As	0,1	0,2	0,2	0,3	-0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,1	-0,2
Cd	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5	0,6	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,4	-0,4

**Tablo 5.6.** Örneklerin iz element-iz element korelasyon tablosu (devam)

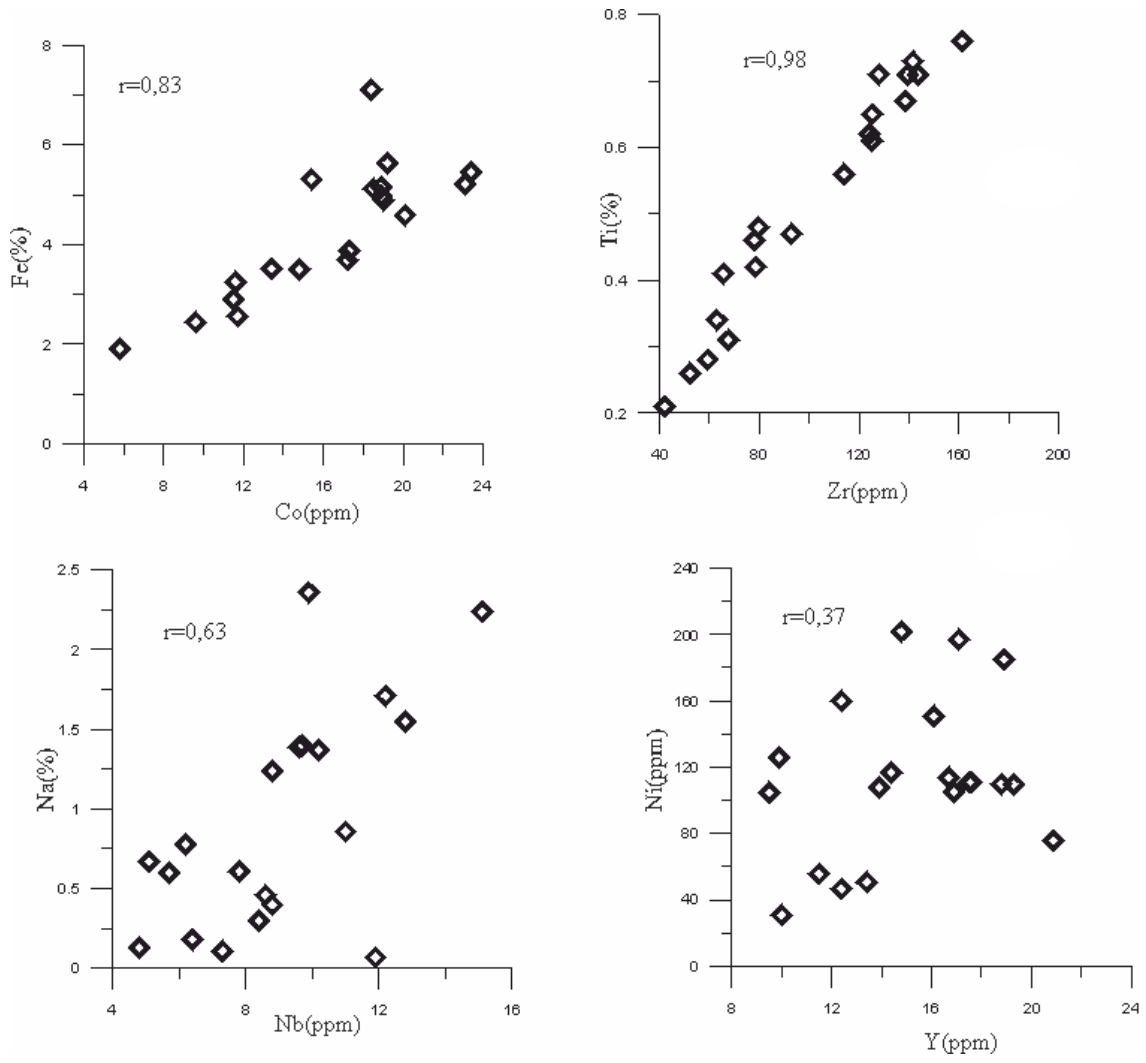
	Ba	Ni	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
Ba	1,0																
Ni	0,0	1,0															
Sc	0,3	0,7	1,0														
Co	0,2	0,8	0,9	1,0													
Cs	0,0	0,9	0,6	0,7	1,0												
Ga	0,4	0,5	0,9	0,8	0,5	1,0											
Hf	0,5	0,4	0,9	0,8	0,4	0,9	1,0										
Nb	0,4	0,3	0,7	0,6	0,2	0,9	0,9	1,0									
Rb	0,4	0,7	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,8	1,0								
Sr	0,3	-0,1	0,4	0,1	-0,1	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0							
Ta	0,5	0,3	0,7	0,7	0,3	0,8	0,8	0,9	0,9	0,3	1,0						
Th	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,2	0,9	1,0					
U	0,4	0,2	0,6	0,3	0,2	0,5	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	1,0				
V	0,6	0,4	0,8	0,8	0,3	0,9	0,9	0,9	0,8	0,4	0,9	0,9	0,5	1,0			
W	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,2	0,7	0,7	0,6	0,6	1,0		
Zr	0,5	0,4	0,9	0,8	0,4	0,9	1,0	0,9	0,8	0,5	0,9	0,9	0,7	0,9	0,6	1,0	
Y	0,3	0,3	0,8	0,7	0,3	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,7	0,8	0,6	0,8	0,4	0,9	1,0
Mo	0,11	-0,22	0,13	-0,10	-0,31	0,17	0,32	0,46	0,16	0,62	0,39	0,25	0,72	0,20	0,39	0,33	0,36
Cu	0,01	0,67	0,77	0,78	0,59	0,75	0,63	0,55	0,66	0,09	0,54	0,63	0,31	0,54	0,37	0,62	0,68
Pb	-0,17	-0,02	0,06	-0,02	0,13	0,14	0,16	0,14	0,05	0,22	0,11	0,09	0,39	-0,10	0,01	0,16	0,26
Zn	-0,12	0,48	0,45	0,45	0,55	0,48	0,38	0,28	0,37	0,17	0,22	0,33	0,32	0,13	0,24	0,34	0,49
Ni	-0,05	0,99	0,71	0,81	0,87	0,47	0,39	0,25	0,66	-0,12	0,30	0,44	0,22	0,35	0,37	0,37	0,31
As	-0,01	0,06	0,26	0,22	-0,16	0,18	0,37	0,29	0,14	0,46	0,25	0,11	0,33	0,23	0,04	0,36	0,43
Cd	-0,63	-0,11	-0,53	-0,42	-0,13	-0,47	-0,58	-0,53	-0,52	-0,39	-0,58	-0,55	-0,41	-0,71	-0,43	-0,60	-0,43



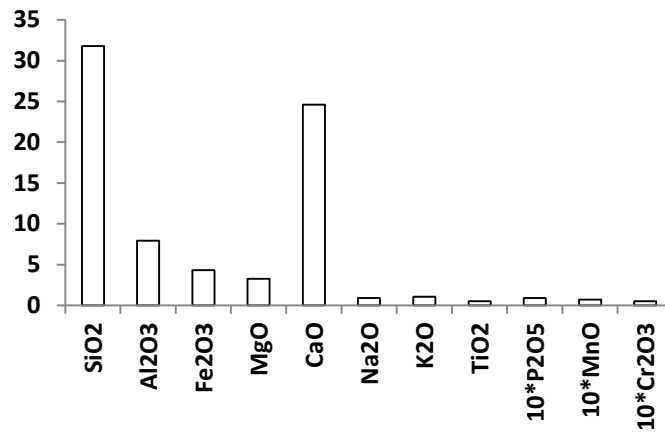
Şekil 5.1. Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri



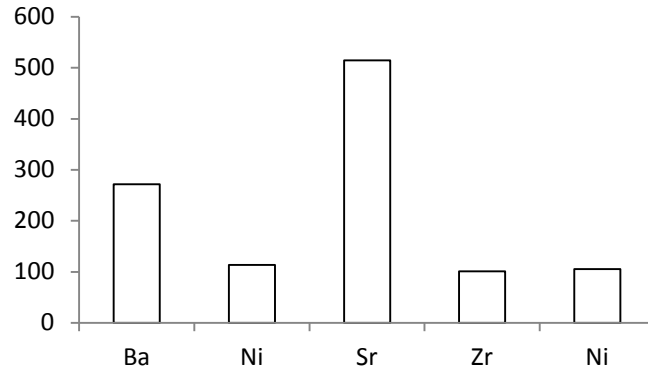
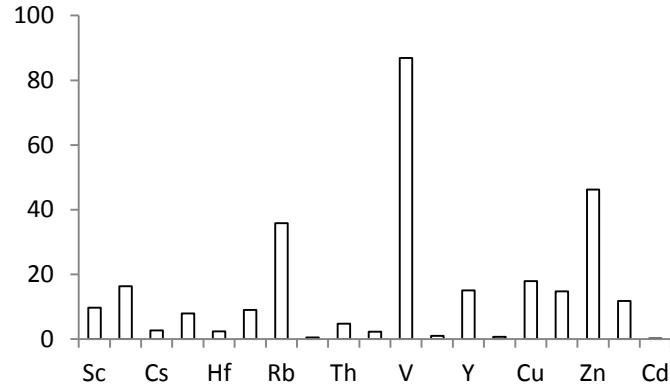
Şekil 5.2 . Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri (devam)



Şekil 5.3. Örneklerin bazı elementlerinin korelasyon grafikleri (devam)



Şekil.5.4.Örneklerin ana elementlerinin karşılaştırma grafiği



Şekil 5.5. Örneklerin iz elementlerinin karşılaştırma grafiği

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

Rb miktarı örneklerde ortalama 35,84'ppm'dir. K-feldispat ve biyotit minerallerinin bünyesinde yer alan ana elementlerden K ile birlikte davranış göstermektedir (Rollinson, 1993). Bundan dolayı Rb ile K pozitif korelasyon göstermektedir. Sr killi kayalarda Sr başlıca karbonat bileşenine bağlıdır (Rollinson, 1993).

Ba miktarı 146.2 ppm' dir. Bu gruptaki Ba elementi de tıpkı Rb ve Sr gibi çoğunlukla feldispat ve biyotitlerle birliktelik oluşturur. Ancak Sr alterasyon sırasında kolayca hareketlenerek kristal yapıdan uzaklaşabileceği bilinmektedir (Wilson, 1989).

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

Cu miktarı miktarı örneklerde % 17,89, 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 (Dinelli et. al., 1999; Temel, 2001). Cu'ın Co ile pozitif korele olması, bazik kaynağı göstermektedir.

Zn örneklerde ortalama 46,2 ppm'dir. Zn elementi ince taneli kil, mika ve feldispat gibi alüminosilikatlarda bulunabilmekte, Fe ve  $Mg^{+2}$  ana elementleri ile yer değiştirebilmektedir (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

Ni miktarı örneklerde 113,65 ppm'dir. Bu element kil minerallerinde ana element  $Mg^{2+}$ 'un yerini alabilmektedir (Mellinger, 1983). Ni elementi genelde olivin, piroksen, amfibol (hornblend), mika (biyotit) minerallerinde, kil minerallerinde gözlenebilmektedir (Brindley and Brown 1980). Ni elementinin Si, Al ve Na 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 miktarı ise 16,34 ppm'dir. Olivin, piroksen, amfibol (hornblend) ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır (Best and Christiansen, 2001). Fe-Co yüksek pozitif korelasyonu  $Co^{+2}$  elementinin  $Fe^{+2}$  elementi ile sedimanlarda yer değiştirebilmesi özelliğini gösterir.

Sr miktarı 514,89 ppm'dir.  $Sr^{2+}$  elementi  $Ca^{2+}$  ve  $Na^{+}$  ana elementlerinin yerine geçebilmekte ve  $K^{+}$  ve  $Ca^{2+}$  ile birlikte feldispatlarda bulunabilmekte olup (Govett, 1985) karbonatlarla da ilişkilidir (Bellon et al., 1994).

Sc elementi örneklerinde 9,70 ppm'dir.. Sc elementi  $Mg^{2+}$  ana elementinin yerini alabilmektedir. Kil minerallerinden özellikle klorit minerallerinde bulunabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993). Sc'un Co ve  $Fe_2O_3$  ile pozitif korelasyonu mafik mineralleri yansıtır. V ise miktarı 86,90 ppm'dir.

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

Bu elementler sedimanter ortamlarda bağıl olarak hareketsiz olup kaynak alanı göstermeleri bakımından önemlidir (Taylor ve Mc. Lennan, 1985 ).

Nb % 9,02 ppm olup zirkon, rutil ve titanit gibi aksesuar minerallerin bünyesinde bulunmaktadır. Nb un Ca ve negatif korelasyonu, Zr ve  $TiO_2$  ile pozitif korelasyonu bu elementin mafik fazlar ve aksesuar minerallere bağlı olduğunu göstermektedir.

Zr örneklerde 101,02 ppm`dir., Bu element mika, feldispat ve kuvars mineralleri ile sedimanların içinde zirkon minerali olarak bulunabilmektedir. CaO dışında diğer elementlerle pozitif korelasyon göstermektedir. Plajiyoklaslar haricinde detritik ferromagnezyen mineraller, feldispatlarla birlik oluşturduğunu ve silikat karbonat ayrımını gösterir.

Y örneklerde 15.10 ppm`dir. Y elementi feldispat, kuvars minerallerinde bulunabilmektedir. Ca<sup>+2</sup>ana elementinin yerini alabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993). Ve örneklerde Na, Fe, Ti, Cr, Ni, Co ile pozitif korelasyon gösterirler. Bu, elementin feldispattan çok mafik detriklere bağlı olduğunu göstermektedir. Th örneklerde 4,84ppm`dir. 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. Örneğin granat ve hornblend gibi mineraller, ağır nadir toprak elementleri (ANTE; Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, ve Lu), hafif nadir toprak elementleri (Light Rare Earth Elements, HNTE; La, Ce, Pr) ve orta ağırlıklı nadir toprak elementlerine (Middle Rare Earth Elements; Nd, Sm ve Eu) göre bünyelerine daha fazla kabul etmekte ve böylece NTE'nin fraksiyonlaşmasına neden olmaktadır (Wilson, 1989). NTE 'ler birlikte sedimanlarda kaynak kayayı yansıtmaları bakımından önemlidir (Rollinson, 1993). Nadir toprak elementlerinin ana oksit- iz ve nadir toprak elementleri (NTE) aralarındaki korelasyonları gösteren tablo, tablo 5.8-5.9.'da verilmiştir.

NASC'a normalize etme sediman tiplerinin ortaya çıkarılmasında yaygın olarak kullanılır (Rollinson, 1993). Kuzey Amerika Şeylleri (NASC) oranlandığında bileşimleri kıtasal özellikte olup bu kayaçların HNTE (hafif nadir toprak elementler) örneklerine göre daha yüksek olması da bunu doğrular (Şekil 5.6.). İncelenen örnekler ortaç bazik karakterli olup kıtasal özellik sunmamaktadır. Sedimanter kayaçlarda NASC kullanılmakla birlikte bazı yazarlar kondriti kullanmaktadır (Rollinson, 1993). Kondrit normalize diyagramlarda bazik kayaçlar düşük HNTE oranları gösterir. Asidik kayaçlar daha yüksek HNTE/ANTE oranları verir (Wronkiewicz ve Condie, 1989). Şekil 5.6' da örneklerin HNTE düşük olduğu



için veriler ortalık-bazık kalkalkalen özelliğindeki volkanitlere uymaktadır. Bu da örneklerin asidik kıtasal özellikten çok, ortalık bazık karakterli olduğunu göstermektedir.

**Tablo. 5.7.** Elementlerin major oksit element- nadir toprak element (NTE) korelasyon analizi tablosu

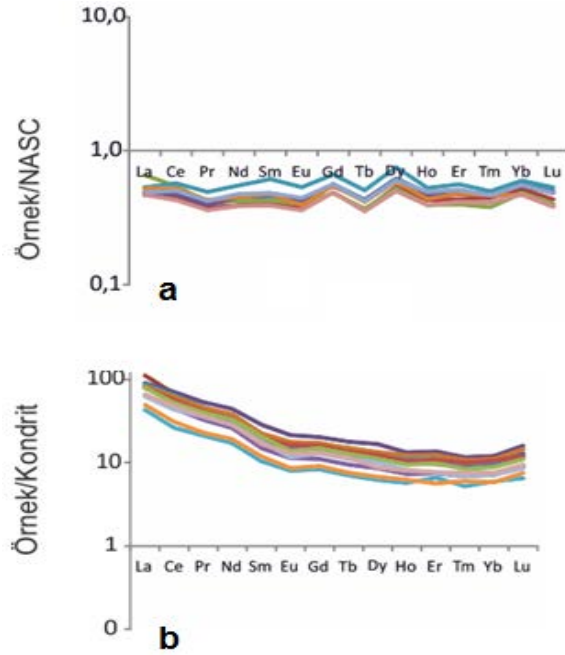
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>La</b>	0,57	0,82	0,78	0,44	-0,68	0,45	0,66	0,81	0,62	0,75	0,22
<b>Ce</b>	0,61	0,86	0,80	0,56	-0,74	0,50	0,65	0,88	0,70	0,76	0,11
<b>Pr</b>	0,52	0,80	0,73	0,50	-0,67	0,40	0,57	0,82	0,63	0,69	-0,01
<b>Nd</b>	0,49	0,77	0,70	0,52	-0,65	0,38	0,51	0,79	0,60	0,66	-0,06
<b>Sm</b>	0,50	0,77	0,70	0,57	-0,66	0,39	0,53	0,80	0,64	0,66	-0,10
<b>Eu</b>	0,62	0,85	0,79	0,64	-0,75	0,56	0,64	0,89	0,74	0,73	0,03
<b>Gd</b>	0,57	0,82	0,75	0,60	-0,72	0,45	0,57	0,85	0,66	0,72	-0,03
<b>Tb</b>	0,65	0,86	0,79	0,69	-0,78	0,55	0,64	0,91	0,76	0,76	0,02
<b>Dy</b>	0,66	0,86	0,79	0,70	-0,79	0,58	0,66	0,90	0,76	0,73	0,01
<b>Ho</b>	0,71	0,89	0,83	0,68	-0,82	0,61	0,69	0,91	0,73	0,74	0,06
<b>Er</b>	0,76	0,90	0,83	0,76	-0,87	0,66	0,72	0,92	0,78	0,77	0,08
<b>Tm</b>	0,80	0,94	0,88	0,75	-0,90	0,68	0,75	0,95	0,77	0,81	0,20
<b>Yb</b>	0,79	0,94	0,88	0,73	-0,88	0,69	0,76	0,95	0,78	0,77	0,14
<b>Lu</b>	0,76	0,91	0,85	0,73	-0,86	0,69	0,74	0,94	0,78	0,72	0,11

**Tablo 5.8.** Elementlerin iz element- NTE korelasyon analizi tablosu

	Ba	Ni	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
<b>La</b>	0,35	0,29	0,68	0,69	0,39	0,88	0,80	0,86	0,69	0,18	0,78	0,83	0,40	0,77	0,49	0,80	0,86
<b>Ce</b>	0,38	0,30	0,76	0,72	0,38	0,93	0,89	0,86	0,70	0,37	0,77	0,84	0,53	0,79	0,45	0,88	0,95
<b>Pr</b>	0,30	0,26	0,72	0,66	0,34	0,90	0,85	0,83	0,64	0,38	0,71	0,79	0,53	0,71	0,39	0,84	0,95
<b>Nd</b>	0,28	0,27	0,71	0,64	0,34	0,89	0,83	0,79	0,61	0,41	0,66	0,75	0,57	0,67	0,34	0,83	0,94
<b>Sm</b>	0,27	0,23	0,72	0,60	0,29	0,87	0,84	0,79	0,60	0,50	0,67	0,75	0,64	0,68	0,38	0,84	0,95
<b>Eu</b>	0,30	0,30	0,79	0,69	0,34	0,92	0,92	0,83	0,68	0,51	0,73	0,80	0,66	0,76	0,42	0,91	0,98
<b>Gd</b>	0,28	0,28	0,77	0,67	0,33	0,91	0,89	0,80	0,65	0,47	0,68	0,78	0,61	0,73	0,39	0,88	0,98
<b>Tb</b>	0,30	0,32	0,82	0,70	0,34	0,91	0,93	0,80	0,69	0,57	0,73	0,79	0,67	0,78	0,46	0,92	0,99
<b>Dy</b>	0,35	0,29	0,81	0,67	0,32	0,91	0,93	0,80	0,69	0,57	0,72	0,80	0,69	0,79	0,44	0,93	0,98
<b>Ho</b>	0,33	0,34	0,85	0,73	0,35	0,94	0,95	0,82	0,74	0,50	0,74	0,83	0,62	0,82	0,46	0,94	0,99
<b>Er</b>	0,38	0,38	0,87	0,74	0,40	0,92	0,96	0,79	0,77	0,54	0,75	0,82	0,68	0,82	0,50	0,95	0,96
<b>Tm</b>	0,40	0,41	0,90	0,79	0,40	0,94	0,97	0,81	0,79	0,49	0,76	0,86	0,60	0,88	0,49	0,96	0,95
<b>Yb</b>	0,40	0,41	0,89	0,79	0,40	0,95	0,97	0,82	0,79	0,51	0,77	0,85	0,65	0,88	0,51	0,97	0,97
<b>Lu</b>	0,43	0,36	0,88	0,74	0,37	0,93	0,96	0,81	0,76	0,57	0,75	0,83	0,66	0,87	0,51	0,96	0,96

**Tablo 5.9.** NTE' lerin korelasyon analizi tablosu

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
La	1													
Ce	0,95	1,00												
Pr	0,92	0,98	1,00											
Nd	0,88	0,96	0,99	1,00										
Sm	0,85	0,94	0,98	0,99	1,00									
Eu	0,86	0,96	0,96	0,97	0,97	1,00								
Gd	0,85	0,95	0,98	0,98	0,99	0,98	1,00							
Tb	0,82	0,94	0,94	0,94	0,96	0,98	0,98	1,00						
Dy	0,81	0,93	0,93	0,93	0,96	0,97	0,97	0,99	1,00					
Ho	0,82	0,93	0,93	0,93	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98	1,00				
Er	0,77	0,89	0,88	0,88	0,90	0,94	0,94	0,97	0,97	0,98	1,00			
Tm	0,78	0,90	0,87	0,86	0,87	0,93	0,92	0,95	0,95	0,97	0,97	1,00		
Yb	0,81	0,91	0,88	0,88	0,89	0,95	0,93	0,96	0,96	0,98	0,98	0,98	1,00	
Lu	0,79	0,90	0,88	0,88	0,90	0,95	0,92	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,99	1,00



**Şekil 5.6.** a. Örneklerin a. NASC'a normalize diyagramı (NASC verileri Haskin ve Frey, 1966; Gromet ve diğ. 1984'den alınmıştır)

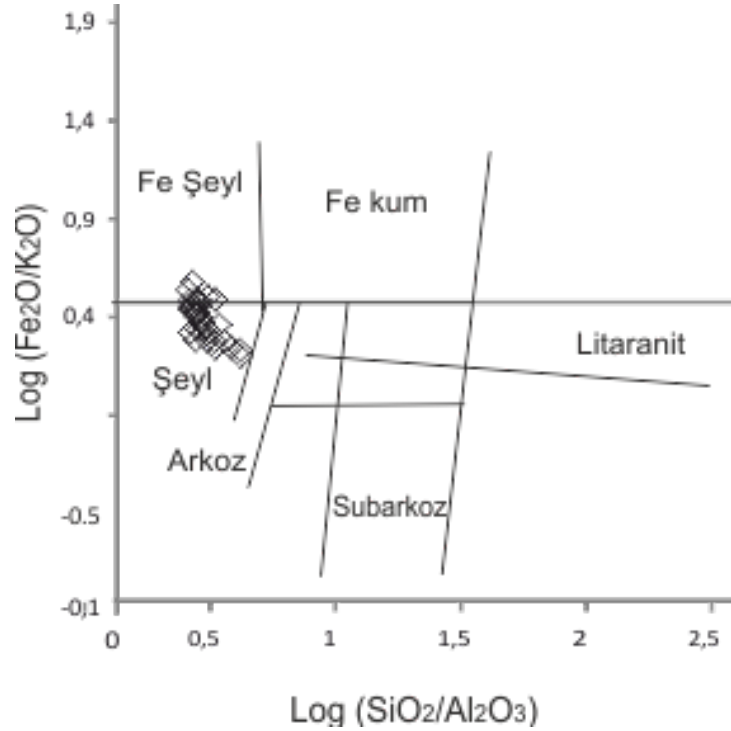
b. Kondrit normalize diyagramı (Konrit verileri Haskin ve Frey, 1966; Gromet ve diğ. 1984'den alınmıştır)

### 5.3. Element Oranları

Log (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)' e karşı log (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>O) oranına göre örneklerin şeyl ve Fe' ce zengin şeyl alanına düştüğü görülebilmektedir (Şekil 5.7.).

Örneklerin bazı element oranları Tablo 5.10 'da görülmektedir. La/Sc, Sc/Th, Co/Th oranlarına göre her üç kayaç grubunun benzediği ofiyolit ve granitlerden çok andezitlere benzediği görülmüştür.

Kürüm vd. (2006) Malatya Volkanitleri adı altında incelemiş ve Nb/Y oranını 0.29-0.82 arasında bulmuştur. İncelenen örneklerin Nb/Y oranı ortalama 0.59 olup, Malatya volkanitlerine benzerlik göstermektedir. Bu da incelenen sedimanların ağırlıklı olarak bu volkanitlerden beslendiğini göstermektedir.



Şekil 5.7 . Örneklerin Log (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)' e karşı Log (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>O) oranına göre değişimi

**Tablo 5.10 .** Örneklerinin granit, andezit ve ofiyolitlerle karşılaştırılması a. Condie (1993), b.Spadea vd. (1980)

Oran	Örnekler	Granitler <sup>a</sup>	Andezitler <sup>a</sup>	Ofiyolitler <sup>b</sup>
La/Sc	1.83	8.00	0.9	0.25
Sc/Th	2.04	0.28	4.65	56
Co/Th	3.45	0.17	4.65	70

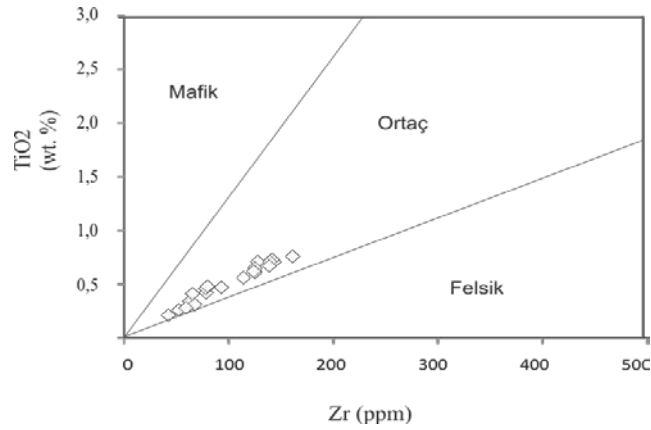
Eu /Eu\* oranları örnekler için hesaplanmıştır (Tablo 5.11). Örneklerin bu değerleri 0.77-1.53 arasında olup ortalama 1.17'dir. Önal ve diğ. (2008) incelemede Ordözü volkanitlerinde bu oran 0.57 ile 1.05 arasında olup, incelediğimiz örnekler 1.05 e yakındır. Bu örneklerde bazaltik trakiandezit bileşime yakın olan örneklerde değerler 1' den büyüktür. Bu da havzaya malzemenin ağırlıklı olarak bazaltik trakiandezit bazik-ortaç bileşimli kesimlerinden ağırlıklı olarak geldiğini gösterir. Gerçekten Yalçın ve diğ. (1998) inceleme havzasının yaklaşık 30 km kuybatısında Yamadağ Volkanitlerinde yaptığı çalışmalarda bunların ağırlık olarak bazaltik trakiandezit ve andezitlerden oluştuğunu belirtmiştir.

**Tablo. 5.11** İncelenen örneklerin Eu /Eu\* oranları.  $Eu / Eu^* = (Eu_{örnek}/Eu_{CN}) / [(Sm_{örnek}/Sm_{CN}) * (Gd_{örnek}/Gd_{CN})]^{1/2}$ . CN: Kondrit değerleri Taylor & McLenan (1985)'den alınmıştır

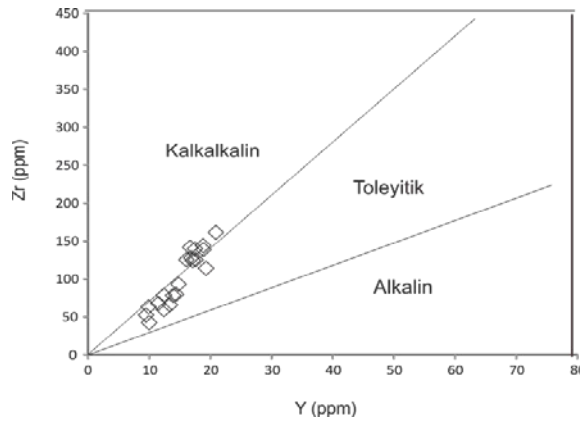
Örnek No:	Eu/Eu*	Örnek No:	Eu/Eu*
MA1	0,77	MA12	1,25
MA2	1,22	MA13	1,53
MA3	1,19	MA16	1,30
MA5	1,15	MA17	1,25
MA6	0,98	MA18	1,31
MA7	1,14	MA19	1,35
MA8	1,03	MA20	1,24
MA9	1,03	MA21	1,43
MA10	0,96	MA22	1,02
MA11	1,06	MA23	1,21
<b>Ortalama</b>			<b>1,17</b>

Birimin kaynak kaya özelliklerini belirlemek için  $TiO_2$ -Zr grafiği (Hayashi ve diğ., 2000) inceleme alanı örnekleri için kullanılmıştır (Şekil 5.8.). Buna göre örneklerin ortaç bileşimdeki kayaç özelliğini gösterdiğini belirtmiştir. Y – Zr diyagramında ise örnekler toleyitik kalkalkalin alana düşmektedir (Şekil 5.9.). Yalçın ve diğ. (1998) inceleme havzasının yaklaşık 30 km kuybatısında Yamadağ Volkanitlerinde yaptığı çalışmalarda toleyitik-kalkalin alana düştüğünü belirtmiştir.

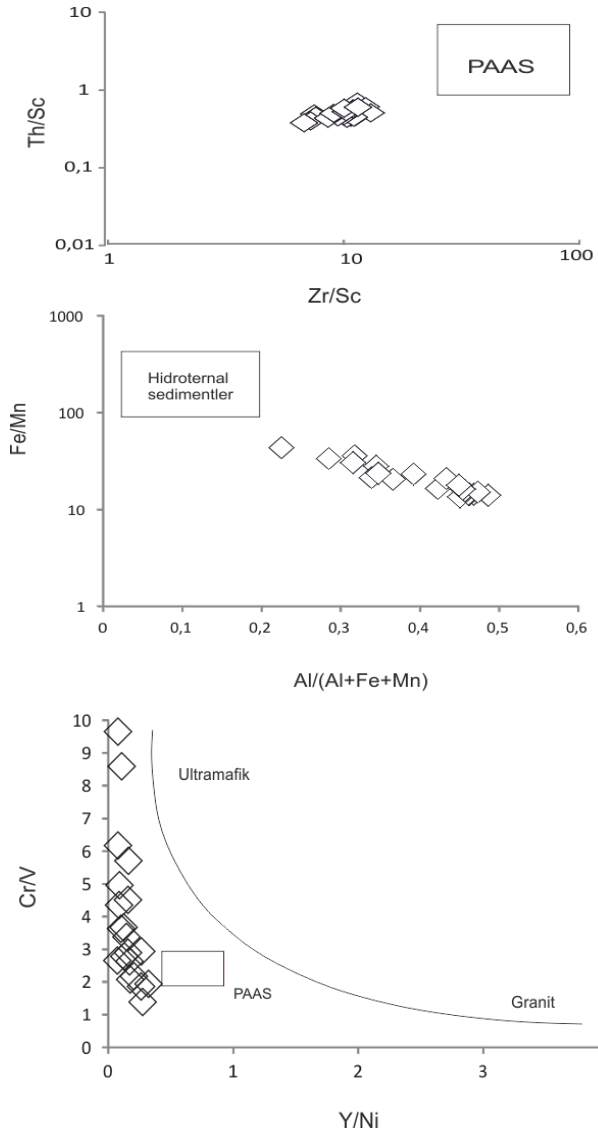
Zr/Sc - Th/Sc, Al/(Al+Fe+Mn) - Fe/Mn, Y/Ni - Cr/V diyagramında örnekler PAAS alanına düşmemektedir (Şekil 5.10). Bunun nedeni incelenen örneklerin PAAS bileşiminden farklı olduğunu gösteren bir başka bulgudur. PAAS örnekleri daha kıtasal asidik karaktere sahiptir. İncelenen örnekler ise daha bazik karakter sunmaktadır. Th – La diyagramında örnekler kıtasal adayayı ve okyanusal adayayı alanına düşmüştür (Şekil 5.11). Dalma batma süreci ile oluşum aynı şekilde Önal ve diğ. tarafından çalışma alanına yakın Ordozü Volkanitleri için önerilmiştir.



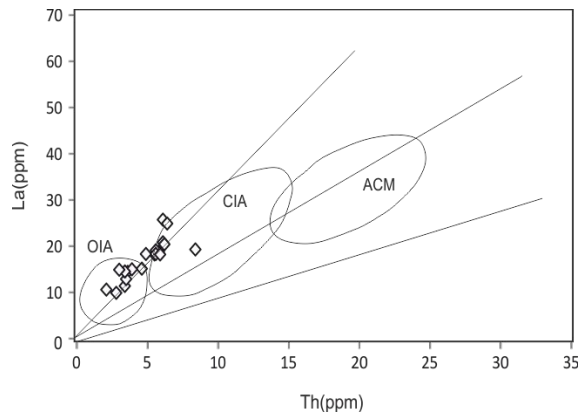
Şekil 5.8. Örneklerin Zr- $TiO_2$  diyagramı



Şekil 5.9. Örneklerin Y – Zr diyagramı



Şekil 5.10. Örneklerin a. Zr/Sc-Th/Sc, b. Al/(Al+Fe+Mn)-Fe/Mn, c. Y/Ni-Cr/V grafiği



Şekil 5.11. Örneklerin Th – La diyagramı (Bhatia,1983). OIA: Okyanusal adayı , CIA: Kıtasal adayı, ACM: Aktif kıtasal kenar

## 6. SONUÇLAR

Battalgazi-Yazihan (Malatya) civarındaki neojen sedimanların kil mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri” adlı bu çalışmada Malatya’nın kuzeybatısında Battalgazi-Yazihan (Malatya) civarındaki sedimanları kapsayan inceleme alanında 7 farklı kesitten örnekleme yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Araştırılan sahadaki birimler yaşlıdan gence doğru; arazide temel birimler olarak Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfik birimler, Oligosen-Eosen yaşlı ve Neojen yaşlı sedimanter-volkanik-volkanosedimanter birimler Kuvaterner yaşlı genç çökeller yer almaktadır. Alt Miyosen-Orta Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı sedimanlar olarak ayırt edilmiş, Küseyin Formasyonu, Parçikan Formasyonu, Şeyhler (Boyaca) Formasyonu, Beylerderesi Formasyonu’dur. Örnek alınan birim Beylerderesi Formasyonu’na denk gelmektedir. Yazihan’dan güneye doğru yaygın olarak yüzeylenmektedir. Bu birimin yaygın litolojisini genellikle kırmızı çamur ve kum matriksli, kötü boylanmış, masif ve/veya orta-kalın düzensiz tabakalı konglomeralar ile çapraz tabakalı kumtaşı ve çamurtaşı ara katmanları meydana getirmektedir. Konglomeraların bileşenleri, bolluk derecesine göre; kireçtaşı, mermer, çeşitli şistler, kuvars ve kumtaşıdır. Bileşenler temelden türeme ve yersel tane destekli olup kırmızı çamur-karbonatlı kumdan oluşan ara madde içerir.

2. Analiz yapılan örneklerde sırasıyla tüm kayaç mineralleri kil, kalsit, feldispat, kuvars, dolomit’ tir.

3. Kil mineralleri smektit, smektit illit, paligorskit, klorit ve illittir.

4.  $\log (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  e karşı  $\log (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$  oranına göre örneklerin şeyl alanına düştüğü görülebilmektedir.

5. La/Sc, Sc/Th, Co/Th oranlarına göre örneklerin ofiyolit ve granitlerden çok andezitlere benzediği görülmüştür.

6. Nb/Y oranı 0.29-0.82 arasında bulmuştur. İncelenen örneklerin Nb/Y oranı ortalama 0.59 olup, Malatya Volkanitlerine benzerlik göstermektedir. Bu da incelenen sedimanların ağırlıklı olarak bu volkanitlerden beslendiğini göstermektedir.



7. Örneklerin Eu /Eu\* oranları ortalama 1.17'dir. Önal ve diğ. (2008) Ordözü volkanitlerindeki orana yakındır. Bu da havzaya malzemenin ağırlıklı olarak bazaltik trakiandezit bazik-ortaç bileşimli kesimlerinden ağırlıklı olarak geldiğini gösterir.

8. Birimin kaynak kaya özelliklerini belirlemek için TiO<sub>2</sub>-Zr grafiği (Hayashi ve diğ., 2000) inceleme alanı örnekleri için kullanılmıştır. Buna göre örneklerin ortaç bileşimdeki kayaç özelliğini gösterdiğini belirtmiştir. Y -Zr diyagramında ise örnekler toleyitik kalkalin alana düşmektedir. Yalçın ve diğ. (1998) inceleme havzasının yaklaşık 30 km kuybatısında Yamadağ Volkanitlerinde yaptığı çalışmalarda toleyitik-kalkalin alana düştüğünü belirtmiştir.

9. Zr/Sc - Th/Sc, Al/(Al+Fe+Mn) - Fe/Mn, Y/Ni - Cr/V diyagramında örnekler PAAS alanına düşmemektedir. Bunun nedeni incelenen örneklerin PAAS bileşiminden farklı olduğunu gösteren bir başka bulgudur. PAAS örnekleri daha kıtasal asidik karaktere sahiptir. İncelenen örnekler ise daha bazik karakter sunmaktadır. Th - La diyagramında örnekler kıtasal adayayı ve okyanusal adayayı alanına düşmüştür. Dalma batma süreci ile oluşum aynı şekilde Önal ve diğ. (2008) tarafından çalışma alanına yakın Ordozü Volkanitleri için önerilmiştir.

Sonuç olarak inceleme konusu olan sedimanların jeokimyasal olarak yakın civardaki Malatya Volkanitleri, Orduzu Volkanitleri, Yamadağ Volkanitleri olarak isimlendirilen volkanitlere belirgin olarak benzemesi bu volkanitlerden malzeme aldığına kanıttır. Daha önce de sedimentolojik olarak incelenen bu sedimanların kuzey ve kuzeybatıdan beslenme olduğu belirtilmiştir. Bu volkanitler inceleme alanının kuzey ve kuzey batısında mevcut olması da jeokimyanın sedimentolojik bulgulara uygunluğunu kanıtlar. İnceleme konusu örnekler de tipik volkanitlerden altere olan smektit, paligorskit, illit, klorit ve smektit klorit karmaşık tabakalı kil mineralleri oluşmuştur.

## KAYNAKLAR

- Aksoy, E., İnceöz, M., Koçyiğit, A.**, Lake Hazar Basin: a negative flower structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Türkiye. *Journal of Turkish Earth Science*, 16, 319-338, (2007).
- Alparslan, M., Terzioğlu, N.**, Arguvan (Malatya K.) Yöresinde Üst Miyosen ve Pliyosen Yaşlı Volkaniklerin karşılaştırılmalı Jeokimyasal Özellikleri, *TJK Bülteni*, 39, 2, 75-86 (1996).
- Asutay, H. J.**, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.156 (1985).
- Asutay, H. J.**, Baskil (Elazığ) Çevresinin Jeolojisi Ve Baskil Magmatitlerinin Petrolojisi, *MTA Dergisi*, S:27, Ankara (1986).
- Best ,M.G. ve Christiansen, E. H.** *Igneous Petrology*. 458pp. Oxford: Blackwell Science, (2001).
- Bozkaya Ö., Yalçın H.**, Hekimhan Doğu Ve Güney Kesimlerindeki Kretase-Tersiyer Yaşlı Sedimenter Yaşlı Birimlerin Minerolojisi ve Jeolojisi. *TJK Bülteni*, 6, 234-252, Ankara ,(1991).
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. & Kozlu, H.**, Clay Mineralogy of the Paleozoic-Lower Mesozoic ... *Clays and Clay Minerals*, 43, 6, 705-717, (2011).
- Brindley G. W. and G. Brown** *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification* *Clays and Clay Minerals*, Vol. 30, No. 1, 80, (1982).
- Çağatay, N. ve Erler A.**, Jeokimya Temel Kavramlar ve İlkeler, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 291s, (1993).
- Chamley H.** *Clay sedimentology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 623 pp (1989).

- Dinelli E, Lucchini F., Mordenti A. and Paganelli L.** Geochemistry of Oligocene-Miocene sandstones of the northern Apennines (Italy) and evolution of chemical features in relation to provenance changes. *Sed. Geol.* 127, 193–207. (1999).
- E. Galán,** Proceedings of the International Clay Conference. Denver. The Clay Minerals Society, Bloomington, Indiana, 400s, USA, (1985).
- Ercan, E.** Malatya Havzasında Yer alan Beylerderesi Formasyonu'nun Sedimentolojisi ve Stratigrafisi, :Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2011).
- Ercan, T., Asutay, H. J.,** Malatya-Elazığ-Tunceli-Bingöl-Diyarbakır Dolaylarındaki Neojen-Kuvaterner Yaşlı Volkaniklerinin Petrolojisi. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri 291-302.(1993).
- Gürer, Ö. F.,** Hekimhan-Hasançelebi yöresinin Üst Kretase stratigrafisi ve havza evrimi: Türkiye Jeoloji Bült. 37/2, 135-149, Ankara.,(1994).
- Jones.B.F and Galan, E.** Sepiolite and palygorskite In: Hydrous Phyllosilicates( Exclusive of Micas) (Ed.Bailey,S.W.).pp.631-674. Reviews in Mineralogy, 19.Mineralogical Society of America,Washington, (1988).
- Kürüm, S.,** Examples of Neogene Volcanism in Eastern Turkey: Comparative Petrographic, Geochemical and Petrologic Features of Malatya-Elazığ-Tunceli Volcanics Volume 68 ,(2006).
- Mason, B. and Moore, C.B.** Principles of Geochemistry. Wiley and Sons, New York(1982).
- Moore, D.M. and Reynolds, R.C., Jr.** X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press, Oxford, 378 pp, ,(1997).
- Önal, M., Kaya, M.,** Stratigraphy and tectono-sedimentary evolution of the Upper Cretaceous–Tertiary sequence in the southern part of the Malatya Basin, East Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 29, (2007) .
- Önal, M.,** Malatya Graben Havzası Kuzeyinin Stratigrafisi, Kömür Potansiyeli ve Neo Tektoniği. Süleyman Demirel Üniversitesi, MMF Jeoloji Sempozyumu, Isparta, 159-175. (1995a).

- Önal, M., Tuzcu, N., Helvacı, C.,** Geological Setting, Mineralogy and Origin of the Cafana (Malatya) Zn-Pb Sulfide and Carbonate Deposits. IESCA-199, 52-58, İzmir-Turkey.(1990).
- Önal, A. ve diğ.,** Petrology and  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  Age of the Bimodal Orduzu Volcanics (Malatya) from the Western end of the Eastern Anatolian Neogene Volcanism, Turkey Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), Vol. 17, (2008).
- Pearce J. A, Bender J. F., De Long S. E, Kidd W. S. F., Low P.J., Güner, Y., Şaroğlu F., Yılmaz Y., Moorbath S, Mitchell J. G.** Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research 44 :189-229 (1990).
- Reynolds, R.C., Jr.** (Principles and techniques of quantitative analysis of clay minerals by X-ray powder diffraction. Pp. 4-36 in: Quantitative Mineral Analysis of Clays (D.R. Pevear and EA. Mumpton, editors). CMS Workshop Lectures, 1. The Clay Minerals Society, Bloomington, Indiana. (1989).
- Rollinson, H.,** Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation,. 102-212 s., (1993).
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F.,** Strike-slip faulting and related basin formation in Strike-Slip Faulting and Basin Formation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications, 37, 227-264, (1985).
- Taylor S.R. and McLennan S. M.** The Continental Crust: Its composition and evolution. Blackwell, Oxford, 312 pp, (1985).
- Tucker M. E. ,** Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks (Geoscience Texts), Published by Wiley-Blackwell, (1991).
- Türkmen, İ. ve Aksoy, E.,** Arapgir (Malatya), Çemişgezek (Tunceli), Elazığ Dolaylarındaki Neojen Birimlerinin Stratigrafik-Sedimantolojik İncelenmesi ve Bölgesel Korelasyonu. TPJD Bülteni, 10,1, 15-33. 56, (1998).
- Türkmen, İ., Aksoy, E., Kürüm, S., Akgül, B. ve İnceöz, M.,** Arguvan-Arapgir (Malatya) alanında Alt Miyosen Volkanizması ve Bölgesel Stratigrafi İçindeki Yeri. Geosound/Yerbilimleri, 32, 105-115., (1998).

- Türkmen, İ.**, Gemerek (Sivas) Dolaylarında Neojen Çökelleri Üzerinde Sedimentolojik İncelemeler. Dotoru Tezi. Fırat Ünivesitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1993).
- Türkmen, İ., Koç,C ., Aksoy,E. ,Avşar,.N., Dinçer,F.**Arguvan(Malatya) Güneyinde YüzeYlenen Neojen Birimlerinin Stratigrafisi Ve Çökelle Ortamları. Gosound/Yerbilimleri, 44-45, 57-73, (2004).
- Velde, B.** Clay Minerals, A Physico-Chemical Explanation of their Occurrences. Developments in Sedimentology, 40, Elsevier, Amsterdam, pp. 225256., (1985).
- Weaver, C. E. and Beck, K.C.**Miocene of the S.E. United States: A model for chemical sedimentation in a peri-marine environment: Sediment. Geol. 17, 1-234., (1977).
- Yazgan, E., Chesex, R.**, Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides In the Region of Malatya. Türkiye PetrolJeologları Derneği Bülteni, 3/1: 1-42, Ankara, (1991).
- Yılmaz, H.**, Doğanşehir, Sürgü, Gözene (Malatya) Yöresinin Jeolojisi.Doktora Tezi, K.T.Ü., Trabzon., (1992)

## **ÖZGEÇMİŞ**

1989 yılının Kasım ayında Elazığ da doğdum. İlk ve orta öğretimi Elazığda bitirdim. Elazığ Merkez Anadolu Lisesinden 2008 yılında mezun oldum. 2013 yılında Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğinden mezun oldum. Yaklaşık 2 yıl özel sektörde Jeoloji mühendisi olarak hizmet verdim. Şu anda Akademik kariyerimi devam ettirmek için çalışmalar yapmaktayım.