



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

**EĞİL VE ÇEVRESİNDEKİ (EĞİL, DİYARBAKIR) ALT MİYOSEN YAŞLI  
FIRAT FORMASYONUNUN SEDİMANTOLOJİK VE JEOKİMYASAL  
İNCELEMESİ**

**Yusuf DEMİR**

**YÜKSEK LİSANS**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**MAYIS-2017**  
**BATMAN**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Yusuf DEMİR tarafından hazırlanan “Eğil ve Çevresindeki (Eğil, Diyarbakır) Alt Miyosen Yaşlı Fırat Formasyonunun Sedimentolojik Ve Jeokimyasal İncelemesi” adlı tez çalışması 18/05/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Yaşar EREN

#### Danışman

Yrd. Doç. Dr. Salih DİNÇ

#### Üye

Yrd. Doç. Dr. H. Alim BARAN

### İmza

.....  
.....  
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Bahattin İŞCAN  
EBE Müdürü



Bu tez çalışması BTÜBAP tarafından BTÜBAP-2016-Yüksek Lisans-7 nolu proje ile desteklenmiştir.

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I here by declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.



Yusuf DEMİR

Tarih:

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### EĞİL VE ÇEVRESİNDEKİ (EĞİL, DİYARBAKIR) ALT MİYOSEN YAŞLI FIRAT FORMASYONUNUN SEDİMANTOLOJİK VE JEOKİMYASAL İNCELEMESİ

Yusuf DEMİR

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih DİNÇ

2017, 101 Sayfa

Jüri

Yrd. Doç. Dr. Salih DİNÇ

Prof. Dr. Yaşar EREN

Yrd. Doç. Dr. H. Alim BARAN

İnceleme alanında çalışmanın konusunu oluşturan Alt Miyosen Fırat formasyonunun litolojisini genel olarak pembemsi, krem, grimsi, açık gri renkli, bol kırmızı algli, seyrek ince tabakalı, orta-kalın tabakalı, masif kireçtaşları oluşturmaktadır. Fırat formasyonu kireçtaşları petrografik olarak 4 mikrofasiyese ayrılmıştır. Bunlar çamurtaşı, vaketaşı, istiftaşı ve tanetaşı fasiyesleridir.

Fırat formasyonu kireçtaşlarının  $\text{CaCO}_3$  oranı %99-100mol arasında,  $\text{MgCO}_3$  oranı %0-1mol arasında değişmektedir.  $\text{SiO}_2$  içeriği %0.06-0.84,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içeriği %0-0.19 arasında, Sr içeriği 25.5-351.8ppm, Ba içeriği 2-10ppm arasında ve Rb içeriğide 0.1-1.0ppm arasında değişmektedir. Ba içeriği genel olarak <60ppm (Ortalama 6ppm) olduğundan buradaki karbonatların denizel kökenli olduğunu göstermektedir.

Fırat formasyonu kireçtaşlarının,  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ‰-6.61 ile ‰-8.71 PDB (ort. ‰-7.76 PDB) arasında,  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ‰-3.70 ile ‰-7.83 PDB (ort. ‰-6.09 PDB) arasında değişmektedir. Fırat formasyonu kireçtaşlarının oluşum ortamı sıcaklığı 50°C - 63°C arasında olup, ortalama sıcaklık 57°C'dir

Fırat formasyonu içerisinde tanımlanan *Dendritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.* ve *Miliolidae* türü fosiller kireçtaşlarının çok sığ-sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir. Bu fosil faunası Burdigaliyen yaş aralığını vermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bentik, Burdigaliyen, Eğil, Fırat, İz element, Kireçtaşı, Sığ denizel.

## ABSTRACT

## MS THESIS

# SEDIMANTOLOGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF THE LOWER MIOCENE FIRAT FORMATION AT EĞİL AND SURROUNDING AREA (DİYARBAKIR)

Yusuf DEMİR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
BATMAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Asst.Prof.Dr. Salih DİNÇ

2017, 101 Pages

Jury  
Advisor Asst.Prof.Dr. Salih DİNÇ  
Prof.Dr. Yaşar EREN  
Asst.Prof.Dr. H.Alim BARAN

Firat formation is the main study subject for this study and the lithology of the Lower Miocene Firat formation consists of pinkish, creamy, grayish, light gray colored, abundant red algae, rarely thin bedded, medium to thick bedded, massive limestones have seen in the studied places. The Firat formation limestones are divided into four microfacies. These are mudstone, wackestone, packstone and grainstone facies.

CaCO<sub>3</sub> amount of Firat formation ranges between 99 and 100 mol% and amount of the MgCO<sub>3</sub> is changes between 0 and 1 mol% . SiO<sub>2</sub> content is 0.06-0.84%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content is 0-0.19%, Sr content is 25.5-351.8ppm, Ba content is 2-10ppm and Rb content is 0.1-1.0ppm. Ba content of carbonate rocks is <60 ppm (avarage 6 pmm). This is shown that carbotanes in here were derived from marine origin.

The  $\delta^{18}\text{O}$  values of Firat formation limestones between -6.61‰ to -8.71‰ PDB (mean, -7.76‰ PDB), and  $\delta^{13}\text{C}$  values vary from -3.70‰ to -7.83‰ PDB (mean -6.09‰ PDB). The formation temperature of the limestones in the Firat formation are between 50°C and 63°C with an average temperature of 57°C.

*Dendritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.* and *Miliolidae* type fossils are identified and these kind of fossils show the shallow-shallow marine environments. These fossil fauna give the Burdigalian age range.

**Key words:** Benthic, Burdigalian, Eğil, Firat, Limestone, Shallow marine, Trace element.

## ÖNSÖZ

“Eğil ve Çevresindeki (Diyarbakır) Erken Miyosen yaşlı Fırat formasyonunun sedimantolojik, petrografik ve kimyasal özelliklerinin araştırılması” konulu bu çalışma Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü’sünde 2014-2017 yılları arasında yürütülen Yüksek Lisans öğrenimi kapsamında hazırlanmıştır.

Bu araştırmanın yapılmasında maddi ve manevi katkılarını esirgemeyen Batman Üniversitesi Rektörlüğü’ne, araştırmaya parasal destek sağlayan Batman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Başkanlığı’na ve Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü’ne şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, gerekli araştırma ve geliştirme çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr. Salih DİNÇ’e, foraminifer örneklerinin tayinlerini gerçekleştiren Sayın Dr. Fatma GEDİK’e, tez yazımı aşamasında bilgilerinden yararlandığım sayın Yrd.Doç.Dr. H.Alim BARAN ve Arş.Gör. Gülen ŞAHİN’e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yusuf DEMİR  
BATMAN-2017

## İÇİNDEKİLER

|  |             |
|--|-------------|
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>v</b>    |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....   | <b>vi</b>   |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....   | <b>vii</b>  |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....                                   | <b>xiii</b> |
| <b>ŞEKİLLERDİZİNİ</b> .....  | <b>ix</b>   |
| <b>TABLolar DİZİNİ</b> .....   | <b>xii</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....  | <b>1</b>    |
| 1.1. Çalışmanın Amacı .....  | 1           |
| 1.2. Çalışmanın Alanının Tanımı .....                                  | 1           |
| 1.3. Materyal ve Metod .....   | 2           |
| 1.4. Önceki Çalışmalar .....   | 2           |
| 1.5. Bölgesel Jeoloji .....  | 8           |
| <b>2. STRATİGRAFI</b> .....  | <b>12</b>   |
| 2.1. Gaziantep Formasyonu (Eog).....                                   | 12          |
| 2.2. Fırat Formasyonu (Mf).....  | 15          |
| 2.3. Şelmo Formasyonu (Mş).....  | 17          |
| 2.4. Kuşdoğan Bazaltı (Plku) .....                                     | 19          |
| <b>3. TEKTONİK VE PALEOCOĞRAFİK GELİŞİMİ</b> .....                     | <b>21</b>   |
| 3.1. Tektonik .....  | 21          |
| 3.2. Jeolojik Evrim .....  | 21          |
| 3.3. Erken Miyosen Döneminde Çökeltme Ortamları Ve Paleocoğrafya ..... | 24          |
| <b>4. YAPISAL JEOLojİ</b> .....  | <b>27</b>   |
| 4.1. Tabakalanma .....   | 28          |
| 4.2. Kıvrımlar .....   | 28          |
| 4.3. Uyumsuzluklar .....   | 29          |
| 4.4. Faylar.....   | 29          |
| <b>5. FIRAT FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ PETROGRAFİSİ</b> .....          | <b>30</b>   |
| 5.1. Fırat Formasyonu Kireçtaşlarının Mikrofasiyeleri .....            | 30          |
| 5.1.1. Kireçtaşı fasiyesi 1 (kf1) [çamurtaşı]:.....                    | 30          |
| 5.1.2. Kireçtaşı fasiyesi 2 (kf2) [vaketaşı]: .....                    | 32          |
| 5.1.3. Kireçtaşı fasiyesi 3 (kf3) [istiftaşı]:.....                    | 32          |
| 5.1.4. Kireçtaşı fasiyesi 4 (kf4) [tanetaşı]: .....                    | 34          |
| 5.2. ÖSK A'dan Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:.....        | 34          |
| 5.3. ÖSK B'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri: .....       | 39          |
| 5.4. ÖSK C'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri: .....       | 44          |

|  |            |
|--|------------|
| 5.5. ÖSK D'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:.....          | 48         |
| 5.6. ÖSK E'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri: .....         | 51         |
| <b>6. MİNERALOGİK XRD ÇALIŞMALARI .....</b>                              | <b>54</b>  |
| <b>7. BİYOSTRATİGRAFİ.....</b>   | <b>60</b>  |
| 7.1. Paleontolojik bulgular .....  | 60         |
| 7.2. Bentik Foraminifer Dağılımı .....                                   | 60         |
| 7.3. ÖSK A'dan Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı ..... | 62         |
| 7.4. ÖSK B'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı.....  | 63         |
| 7.5. ÖSK C'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı.....  | 64         |
| 7.6. ÖSK D'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı ..... | 65         |
| 7.7. ÖSK E'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı.....  | 66         |
| 7.8. Ortamsal Yorum .....  | 67         |
| <b>8. FIRAT FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ JEOKİMYASI .....</b>              | <b>68</b>  |
| 8.1. Majör Element Jeokimyası (Ana Oksit).....                           | 73         |
| 8.2. İz-Eser Element Jeokimyası .....                                    | 78         |
| 8.3. Duraylı İzotop Jeokimyası .....                                     | 85         |
| 8.3.1. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ İzotopları .....   | 85         |
| <b>9. TARTIŞMA .....</b>   | <b>88</b>  |
| 9.1. Petrografik Yorumlar .....  | 88         |
| 9.2. Jeokimyasal Yorumlar.....   | 88         |
| <b>10. EKONOMİKJEOLJİ .....</b>  | <b>91</b>  |
| <b>11. SONUÇLAR .....</b>  | <b>92</b>  |
| <b>12.KAYNAKLAR .....</b>  | <b>94</b>  |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>  | <b>101</b> |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası. ....  | 1  |
| Şekil 1.2. Diyarbakır İli Jeoloji Haritası (mta.gov.tr). ....  | 10 |
| Şekil 2.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Ölçeksiz). ....  | 13 |
| Şekil 2.2. Kalkan Köyü civarından Gaziantep formasyonu kireçtaşlarından bir görünüm (Çekim yönü: Kuzey'e bakış; Koordinatlar: X:595605E Y:4224260N Z: 738m.). ....   | 14 |
| Şekil 2.3. Fırat formasyonu kireçtaşlarından bir görünüm (Yatır Köyü kuzeybatısı, Çekim Yönü: Kuzeydoğuya bakış; Koordinatlar: X:600651E Y:4223782N Z: 738 m.). ....   | 16 |
| Şekil 2.4. Baysu köyü civarında Şelmo formasyonu kırıntıları (Mş) ve Fırat formasyonu kireçtaşları (Mf) arasındaki sınırdan bir görünüm (Çekim yönü Kuzeydoğu'ya bakış; Koordinatlar: X:594682 Y:4223604N Z: 853 m.). .... | 18 |
| Şekil 2.5. Kuşdoğan bazaltından bir görünüm (Kalkan Köyü., Çekim yönü: Kuzeydoğu'ya bakış; Koordinatlar: X:594188E Y:4222424N Z: 738 m.). ....   | 20 |
| Şekil 3.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan önemli tektonik hatlar (Perinçek ve diğ.,1987). ....   | 21 |
| Şekil 3.2. Maastrichtiyen'de Koçali ve Karadut karmaşıklarının şematize enine kesiti (Perinçek, 1977). ....  | 22 |
| Şekil 3.3. Geç Maastrichtiyen-Paleosen'de Besni ve Germav formasyonlarının şematize enine kesiti (Perinçek, 1977). ....  | 23 |
| Şekil 3.4. Eosen'de Midyat Grubunun şematize enine kesiti (Perinçek, 1977). ....   | 23 |
| Şekil 3.5. Silvan grubunun Erken Miyosen dönemindeki fasiyes dağılımı (Duran ve diğ., 1988'den değiştirilerek alınmıştır). ....  | 25 |
| Şekil 3.6. Güneydoğu Anadolu Miyosen paleocoğrafyasını gösteren blok diyagram (Erdoğan ve Yavuz, 2002'den değiştirilerek alınmıştır). ....   | 25 |
| Şekil 4.1. Çalışma alanının üç boyutlu jeoloji haritası. ....  | 28 |
| Şekil 5.1. Mikritik kalsit ince kesiti (Kayaç adı: Çamurtaşı, N: YB-1; Büyütme 4x, görünüm çift nikol). ....   | 30 |
| Şekil 5.2. Fırat formasyonuna ait ÖSK ve numune yerlerini gösterir harita. ....  | 31 |
| Şekil 5.3. Kavkı parçalı, mikritik bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YB-8; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....   | 32 |
| Şekil 5.4. A-B. İntraklast taneli, kavkı parçalı, mikrit ve az miktarda sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YA-9; Büyütme 4x, görünüm A:tek nikol, B:çift nikol). ....                      | 33 |
| Şekil 5.5. Bol fosilli (p:peneroplis sp., m:milliolidae, d:dentritina cf. rangid orbigny), sparit dolgulu kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YD-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....                        | 34 |
| Şekil 5.6. ÖSK-A Mikrofasiyes dikme kesiti. ....   | 35 |
| Şekil 5.7. Bol fosilli (m: milliolidae), kavkı parçalı, intraklast taneli ve mikrit bağyacılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YA-3; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). .                                      | 36 |
| Şekil 5.8. Bol fosilli (a: amphistegina sp., ka: kırmızı alg), intraklast taneli, sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YA-10; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....                            | 36 |
| Şekil 5.9. A-B. İnce kristalli, özsekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfi (EDX) (N: YA-2). ....  | 38 |
| Şekil 5.10. ÖSK-B Mikrofasiyes dikme kesiti. ....  | 39 |
| Şekil 5.11. Bol fosilli (b: borelis curdica (reichel), g: gastropod), kavkı parçalı, intraklast taneli, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti ( N: YB-5; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....                           | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Şekil 5.12. Mikrit dokulu, demiroksitli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Çamurtaşı; N: YB-6; Büyütme 4x, görünüm çift nikol). .....  | 41 |
| Şekil 5.13. Fosilli (b: borelis curdica (reichel)), intraklast taneli, mikritik bağlayıcılı, demiroksitli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YB-10; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....   | 41 |
| Şekil 5.14. Fosilli (m: milliolidae), kavkı parçalı, mikritik bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YB-14; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....  | 42 |
| Şekil 5.15. A-B. İnce kristalli, özşekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfı (EDX) (N: YB-7). .....   | 43 |
| Şekil 5.16. ÖSK-C Mikrofasiyes dikme kesiti. ....   | 44 |
| Şekil 5.17. Fosilli (b: borelis curdica), kavkı parçalı, sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YC-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....   | 45 |
| Şekil 5.18. Fosilli (p: peneroplis sp., d: dentritina cf. rangid orbigny, g: gastopod), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YC-9; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....   | 46 |
| Şekil 5.19. A-B. İnce kristalli, yarı özşekilli-özşekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfı (EDX) (N: YC-16).....   | 47 |
| Şekil 5.20. ÖSK-D Mikrofasiyes dikme kesiti. ....   | 48 |
| Şekil 5.21. Fosilli (p:peneroplis sp. b:borelis curdica (reichel), m:milliolidae), kavkı parçalı, sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti(Kayaç adı: Tanetaşı; N: YD-4; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....  | 49 |
| Şekil 5.22. Fosilli (p:peneroplis), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YD-12; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....   | 50 |
| Şekil 5.23. Fosilli (b:borelis curdica (reichel)), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı, az miktarda sparit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YD-14; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....  | 50 |
| Şekil 5.24. ÖSK-E Mikrofasiyes dikme kesiti.....  | 51 |
| Şekil 5.25. Fosilli (a:amphistegina sp.), kavkı parçalı, sparit bağlayıcılı, az miktarda mikrit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YE-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol). ....  | 52 |
| Şekil 5.26. Fosilli (o:operculina sp.), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı, az miktarda sparit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YE-3; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....   | 53 |
| Şekil 5.27. Fosilli (p:peneroplis sp, alg ), kavkı parçalı (bivalve), mikrit bağlayıcılı, az miktarda sparit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YE-7 Büyütme 4x, görünüm tek nikol).....  | 53 |
| Şekil 6.1. A-3 no'lu numunenin XRD grafiği. ....  | 55 |
| Şekil 6.2. A-8 no'lu numunenin XRD grafiği. ....  | 55 |
| Şekil 6.3. B-4 no'lu numunenin XRD grafiği.....   | 56 |
| Şekil 6.4. B-7 no'lu numunenin XRD grafiği.....   | 56 |
| Şekil 6.5. C-4 no'lu numunenin XRD grafiği.....   | 57 |
| Şekil 6.6. C-16 no'lu numunenin XRD grafiği.....  | 57 |
| Şekil 6.7. D-2 no'lu numunenin XRD grafiği. ....  | 58 |
| Şekil 6.8. D-14 no'lu numunenin XRD grafiği. ....   | 58 |
| Şekil 6.9. E-3 no'lu numunenin XRD grafiği.....   | 59 |
| Şekil 6.10. E-11 no'lu numunenin XRD grafiği.....   | 59 |
| Şekil 7.1. Fırat formasyonuna ait bentik foraminiferlerin ölçeksiz incekesit görünümü (1-2: <i>Operculina sp.</i> , 3-4: <i>Borelis Curdica (Reichel)</i> , 5-7-8: <i>Miliolidae</i> , 6: <i>Dentritina cf. rangid Orbigny</i> , 9-10: <i>Amphistegina sp.</i> , 11-12: <i>Peneroplis sp.</i> ) ..... | 61 |

|   |    |
|---|----|
| Şekil 7.2. ÖSK-A'da tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.....                       | 62 |
| Şekil 7.3. ÖSK-B'den tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.....                      | 63 |
| Şekil 7.4. ÖSK-C tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.....                          | 64 |
| Şekil 7.5. ÖSK-D'de tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.....                       | 65 |
| Şekil 7.6. ÖSK-E'de tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.....                       | 66 |
| Şekil 7.7. Fırat formasyonuna ait karbonatların çökelme ortamını gösteren blok diyagramı.....                                   | 67 |
| Şekil 8.1. Mol % $MgCO_3$ – mol % $CaCO_3$ grafiği.....   | 73 |
| Şekil 8.2. % $K_2O$ – Rb grafiği.....   | 74 |
| Şekil 8.3. % $SiO_2$ - Toplam REE grafiği.....  | 75 |
| Şekil 8.4. % $K_2O$ - Toplam REE grafiği.....   | 75 |
| Şekil 8.5. % $Al_2O_3$ - Toplam REE grafiği.....  | 76 |
| Şekil 8.6. % $Fe_2O_3$ - Toplam REE grafiği.....  | 76 |
| Şekil 8.7. % $MgO$ - Toplam REE grafiği.....  | 77 |
| Şekil 8.8. % $CaO$ - Toplam REE grafiği.....  | 77 |
| Şekil 8.9. Fırat formasyonu karbonatlı kayalarda majör elementlerin Cluster analiz diyagramı.....                               | 78 |
| Şekil 8.10. Mol % $MgCO_3$ – Sr (ppm) grafiği.....  | 79 |
| Şekil 8.11. Kireçtaşlarındaki Si ve Al (ppm) - Toplam REE grafiği.....  | 80 |
| Şekil 8.12. Fırat formasyonu kireçtaşlarının NASC (Haskin ve diğ. 1968; Gromet ve diğ. 1984) normleştirilmiş REE diyagramı..... | 81 |
| Şekil 8.13. Fırat formasyonu kireçtaşları iz elementlerin Cluster analiz diyagramı.....   | 83 |
| Şekil 8.14. Fırat formasyonu kireçtaşlarının nadir toprak elementlerin Cluster analiz diyagramı.....                            | 84 |

## TABLolar DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Tablo 5.1. ÖSK-A'dan alınan örneklerin mikroskobik özellikleri .....  | 35 |
| Tablo 5.2. YA-2 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1) ...   | 37 |
| Tablo 5.3. ÖSK-B'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri. ....  | 40 |
| Tablo 5.4. YB-7 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1). ..   | 42 |
| Tablo 5.5. ÖSK-C'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri. ....  | 45 |
| Tablo 5.6. YC-16 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1). 46  |    |
| Tablo 5.7. ÖSK-D'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri. ....  | 49 |
| Tablo 5.8. ÖSK-E'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri.....   | 52 |
| Tablo 6.1. İnceleme alanında Fırat formasyonu kireçtaşı kayaç örneklerinin XRD sonuçları.....                                       | 54 |
| Tablo 8.1. Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlarının % MgCO <sub>3</sub> - CaCO <sub>3</sub> mol içerikleri .....                    | 69 |
| Tablo 8.2. Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlarının ana oksit içerikleri.....   | 70 |
| Tablo 8.3. Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlarının iz element içerikleri .....   | 71 |
| Tablo 8.4. Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlarının nadir toprak element içerikleri ....  | 72 |
| Tablo 8.5. Pearson korelasyon katsayı parametresi. ....   | 73 |
| Tablo 8.6. Fırat formasyonu kireçtaşlarına ait majör elementlerin korelasyon matrisi.78   |    |
| Tablo 8.7. Fırat formasyonu kireçtaşlarının Ce/Ce*-Eu/Eu* değerleri .....   | 82 |
| Tablo 8.8. Fırat formasyonu kireçtaşları iz elementlerinin korelasyon matrisi .....   | 82 |
| Tablo 8.9. Fırat formasyonu kireçtaşlarının nadir toprak elementlerin korelasyon matrisi .....                                      | 83 |
| Tablo 8.10. Fırat formasyonu kireçtaşlarının δ <sup>18</sup> O ve δ <sup>13</sup> C (PDB) ve oluşum ortamı sıcaklığı değerleri..... | 85 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

Å: Angstrom

Θ: Teta

### Kısaltmalar

DAF: Doğu Anadolu Fayı

diğ.: Diğerleri

ICP-MS: Inductively Coupled Plasma Spectrometer

KAF: Kuzey Anadolu Fayı

m.: Metre

Mah.: Mahalle

MTA: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü

N: Numune no

ÖSK: Ölçülü Stratigrafik Kesit

Ppm (Parts per million): Milyonda bir

REE: Nadir Toprak Elementi

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

T.N.: Tek Nikol

Ç.N.: Çift Nikol

XRD: X-Ray Difraktometre

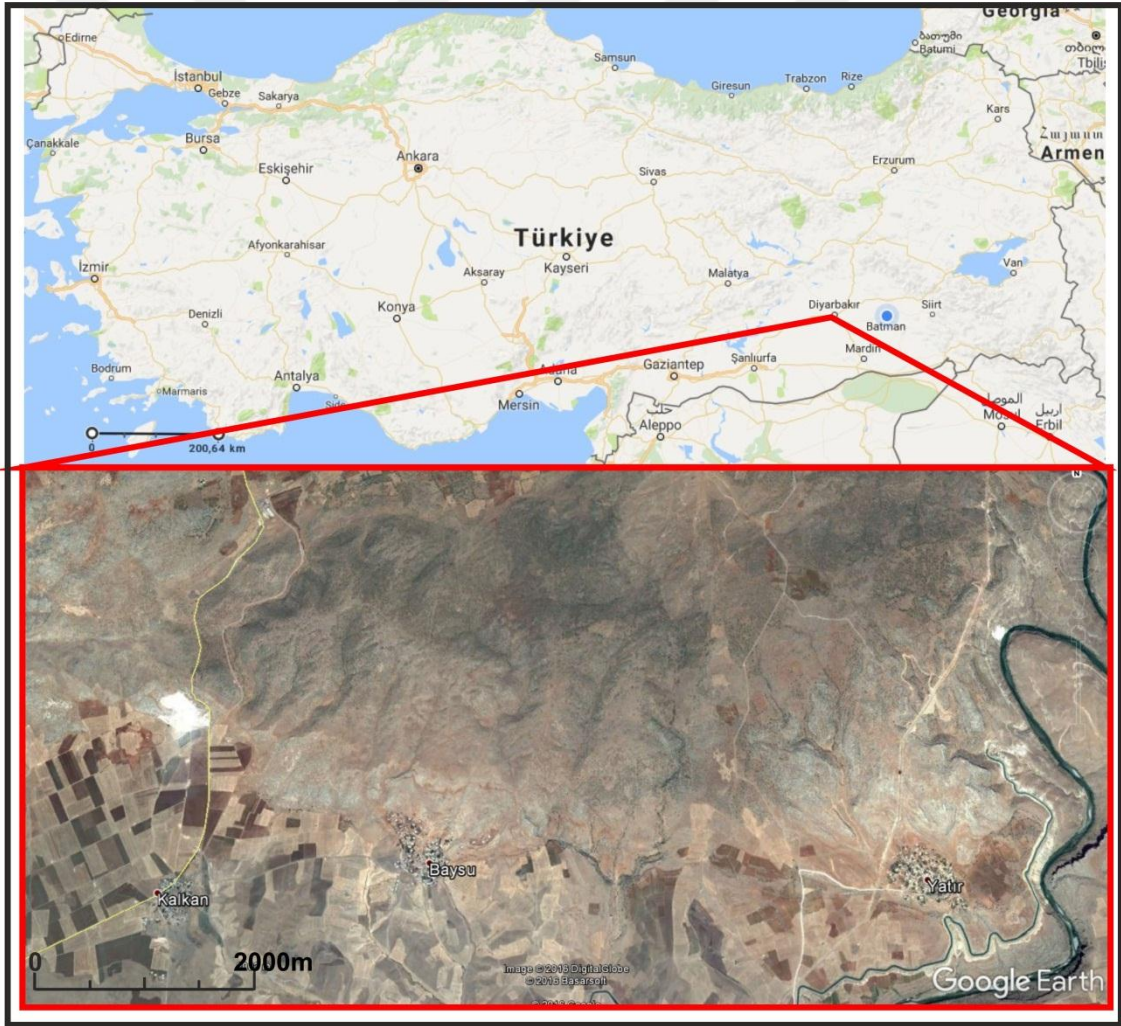
## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile Diyarbakır ilinin kuzeybatısındaki Eğil ilçesi Baysu - Konak Köyleri çevresinde yer alan Geç Miyosen Yaşlı Fırat formasyonu kireçtaşlarının sedimentolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması amaçlanmaktadır.

### 1.2. Çalışmanın Alanının Tanımı

İnceleme alanı Diyarbakır iline yaklaşık 47 km uzaklıkta Elazığ L44 d1-d2, paftaları içerisinde yer alan, Eğil ilçesine 13 km uzaklıkta yaklaşık 36 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

İnceleme alanının içerisinde birçok yerleşim alanı bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Baysu, Kalkan ve Yatır Köyleridir.

İnceleme alanında yer alan tepelerden bazıları; Gomik Tepe (859m.), Ziyaretkurre Tepe (983m.), Zülfemedi Tepe (982m.), Delika Tepe (911m.), Darbiv Tepe (879m.), Talan Tepe (902m.), Mendo Tepe (758m.) ve Kuçe Tepe (822m.)' dir.

İnceleme alanında yer alan akarsular Dicle Nehri, Naval, Yemiş, Navatekera, Direlik, Horo, Şamık, Aşike, Kalşe, Kani ve Kevota Dere' dir.

### 1.3. Materyal ve Metod

Çalışma alanındaki birimler daha önceki araştırmacılar tarafından litostratigrafik ayırtlama ilkesine dayalı olarak ayırtlanmış ve çalışma alanının 1/25.000 ölçekli Jeoloji haritası MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Bölgede yüzeylenen Fırat formasyonuna ait kireçtaşlarından belirli noktalardan Ölçülü Stratigrafik Kesit (ÖSK) alımı yapılmıştır.

5 noktadan ÖSK alınarak 72 adet numune toplanmıştır. 69 adet numunenin petrografik özelliklerinin belirlenmesi için ince kesiti yaptırılmıştır.

Ayrıca 10 adet numunenin XRD çekimleri Batman Üniversitesinde yaptırılmıştır. XRD çekimleri için Rigaku Gelgerflex D / Max Q / 2QWC Jeol-JDX model difraktometre kullanılmıştır.

3 Numunenin Standart Elektron Mikroskobu (SEM-EDX) çekimleri Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünde Zeiss Supra 50 V taramalı elektron mikroskobunda yapılmıştır.

İnce kesitlerin petrografik incelemesi yapılarak, karbonatların kalsit içeriği tespit edilmiştir. Bu inceleme sonucunda seçilen Kanada'daki ACME laboratuvarında, 30 numunenin Kantitatif Jeokimyasal Analizi ICP-MS'te (Inductively Coupled Plasma Spectrometer) yaptırılmıştır.

25 Numune  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotopları Amerika'daki Arizona Üniversitesi Laboratuvarın da (The Kiel device and spectrometer used for carbonate isotope analysis)  $\pm 0.08$  ve  $\pm 0.10$  (1 sigma) hata payıyla tespiti yapılmıştır.

### 1.4. Önceki Çalışmalar

**Taşman (1933)**, İlk esaslı çalışma ve araştırmalara başlamış, sonrasında Güneydoğu Anadolu'da sistematik jeolojik incelemeler yaparak, Mardin Derik arasında paleozoik birimleri bularak Güneydoğu Anadolu'nun stratigrafisini inceleyerek ve o

zaman için Mardin, Diyarbakır, Cizre arasında uzanan Sekonder ve Tersiyer tabakalarının stratigrafisi hakkında ilk fikirleri ortaya atmıştır.

**Ketin (1953)**, Çermik-Ergani (Diyarbakır) kıvrımlarının çekirdeğinde karmaşık Maden Serisi olduğunu, çift bindirmenin mevcut olduğunu, hafifçe güneye devrik olan antiklinalin eksen bölgesinin aşındığını, antiklinalin çekirdeğini Koçali ve Karadut Karmaşıklarının oluşturduğunu, güney kanadında Gercüş formasyonu ve Midyat Grubuna ait kireçtaşlarının; kuzey kanadında da yine Gercüş formasyonu, Midyat Grubu kireçtaşları ve Lice formasyonunun yüzelediğini, antiklinalin yanal atımlı birçok küçük fayla kesilmiş ve irili ufaklı parçalara bölünmüş olduğunu belirtmiştir.

**Tolun (1954)**, Güneydoğu Anadolu'nun Stratigrafisi ve Tektoniği adlı çalışmasında Siirt'in doğu ve güney doğu kısımlarında Eosen yaşlı Midyat kalkerlerinin bulunduğunu ve bunların; *Nummuliteslavigatus*, *Nummulitesburdigaliensis*, *Assilinaspira*, *Gypsinalobus*, *Ortophragminaoperculina*, *Discocyclina*, *Discocyclinaarchiaci*, *Astrocyclina* cf. *stellaris*, *Amhistegina*, *Miscellanaemiscella*, *Rotalia*, *Alveolina*, *Textularia*, *Miliolidae* gibi sıcak Nummulitik denizin başlıca karakteristik faunasını ihtiva ettiğini belirtmiştir. Midyat kalkerlerinin üst kısmının ise tebeşirli yumuşak bir kalkerden oluştuğunu ve pek az fosil içerdiğini belirtmiştir.

**Perinçek ve Özkaya (1981)**, Güneydoğu Anadolu Sürüklenim Kuşağında yer alan Bitlis, Pütürge, Keban, Malatya metamorfileri, Yüksekova ve Maden karmaşıkları ile Guleman ofiyolitinin birbirleriyle ve otokton Arabistan levhası şelf çökelleriyle ilişkilerini saptamak amacıyla Hakkari, Yüksekova, Baykan, Guleman, Palu, Elazığ, Malatya, Adıyaman yörelerinde saha çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmalarda Arabistan levhası otokton şelf ve kuzeydeki Toros kuşağı allokton birimlerinin stratigrafik ilişkilerinin bölgenin tektonik evriminin küçük levhalarla ayrılmış dar okyanusal havzaların gelişimi ve kapanımı ile açıklanabileceğini, gözlenen ilişkilerin bir tek okyanusal havzanın gelişim ve kapanımı ile açıklanmasının mümkün olmadığını, bölgenin tektonik evriminde önemli bir rol oynamış mikro levhalardan birinin de güneyde Arabistan ve kuzeyde Anadolu levhaları arasında yer alan Keban levhacığının olduğunu belirlemişlerdir.

**Ketin (1983)**, Türkiye genelinde yaptığı çalışmada farklı tektonik birlikler ön görmüştür. Buna göre Pontidler, Anatolidler, Toridler ve çalışma alanının da içinde bulunduğu Kenar Kıvrımları Kuşağı'nı tariflemiştir.

**Şaroğlu ve Yılmaz (1984)**, Neotektonik dönemin Doğu Anadolu Bölgesinde, Orta Miyosen'de ve Neotetis'in kapanması sonucu meydana gelen kıta-kıta çarpışması



ile başladığını, bu çarpışmanın bölgede sıkışma tektonik rejimi ile karakterize edilen bir kıta içi deformasyona neden olduğunu belirtip, neotektonik dönem boyunca Doğu Anadolu'da gelişen yapıları 5 kısma ayırmışlar ve bunları: (1) D-B doğrultulu, yüksek açılı bindirmeler; (2) K-G doğrultulu açılma çatlakları, (3) D-B doğrultulu kıvrımlar; (4) KKD-GGB veya KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar; (5) BKB-DGD veya KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar olarak belirtmişlerdir.

**Ekim ve Gönülden (1985)**, TPAO'nun VI. Bölgedeki 243 ve 244 nolu Gaziantep sahaları hakkında yapmış oldukları çalışmaya göre, bölgede Kretase, Eosen ve Miyosen yaşlı sedimanter birimlerini araştırmışlardır. Miyosen yaşta gösterilen kireçtaşlarının, killi ve marnlı kireçtaşlarından oluştuğunu ve Oligo-Miyosen yaş aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

**Perinçek ve diğ. (1987)**, "Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar İle İlgili Yeni Gözlemler" isimli çalışmalarında bölgenin neo-tektoniği hakkında Hakkari-Narlı yöresinde Yüksekova karmaşığının, Narlı-Kulp-Lice yöresinde Bitlis metamorfiklerinin, Ergani-Çüngüş yöresinde Maden karmaşığının, Çüngüş-Çelikhan yöresinde Pötürge metamorfiklerinin, daha batıda ise Engizek Grubunun, Arap Plakası üzerindeki çökellere bindirdiğini belirlemişlerdir. Anadolu Plakası ile Arabistan Plakası arasındaki ilk kıta-kıta çarpışmasının Bitlis metamorfikleri boyunca meydana geldiğini ve Hazro yöresinde Paleosen öncesinde, Mardin-Derik yöresinde ise Eosen öncesinde, bu çarpışmaya paralel yapılar oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

**Duran ve diğ. (1988)**, Güneydoğu Anadolu'da Geç Paleosen-Erken Miyosen döneminde çökelmiş olan Midyat ve Silvan gruplarını incelemiştir. Bu çalışmada Kapıkaya, Fırat ve Lice formasyonlarını Silvan grubu olarak tanımlamışlardır. Bu bölgede geniş alan kapsayan transgresyonun Orta Eosen'de geliştiğini, Geç Eosen sonlarında da etkin olan bir regresyonun başladığını belirterek, Midyat ve Silvan grupları arasında bir çökme boşluğu ve erozyon döneminin yaşandığını ve grupların birbirleriyle diskordans ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

**Duran ve diğ. (1989)**, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisini incelemişler, önceden Midyat Grubu altında toplanmış birimleri iki ayrı gruba ayırmışlardır. Buna göre; Gercüş, Kavalköy, Hoya, Havillati, Germik ve Gaziantep formasyonlarını Midyat Grubu; Kapıkaya, Fırat ve Lice formasyonlarını ise Silvan Grubu içerisinde değerlendirmişlerdir. Ayrıca, Midyat ve Silvan grupları arasında bir diskordans olduğunu da belirtmişlerdir.

**Perinçek (1990)**, Midyat Grubu karbonatların Mesozoyik birimleri açısız diskordanslı olarak örttüğünü, Erken Miyosen öncesinde de bir süreksizliğin olduğunu, Erken Miyosen yaşlı Fırat formasyonu üzerine Geç Miyosen birimlerin geldiğini belirterek, bölgenin Geç Kretase ve Geç Miyosen sonlarına doğru değişik yöndeki sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kaldığına dikkat çekmiştir. Geç Kretase’de alloktan yerleşmesi sırasında Güneydoğu Anadolu şelf alanının kuzey kesimlerinin kıvrımlandığını ve ekaylı yapı kazandığını belirtmiştir.

**Tardu ve Akçay (1990)**, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin stratigrafisine sismik metodlarla açıklık getirmeye çalışmışlar, Fırat formasyonunun alt ve üst dokanaklarının uyumsuz olduğunu belirtmişlerdir.

**Yılmaz ve Yiğitbaş (1990)**, Güneydoğu Anadolu’nun jeolojisinin anlaşılmasında ofiyolitik ve metamorfik birliklerinin incelenmesinin özel bir önem taşıdığını, bu toplulukların bir orojenik kuşağın gelişimindeki jeolojik-tektonik olayların değerlendirilmesinde önemli ipuçları verdiğini, Güneydoğu Anadolu’da güneyden kuzeye 3 tektonik kuşak ayırt edildiğini, bunların; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap Alanı olduğunu, bölgenin bu yapısını bir orojenik evrim sonucu kazanmış olduğunu, bu evrim sürecinde başlıca iki deformasyon dönemi tanındığını, bunların ilkinin ofiyolitik napların Arap levhası üzerine kuzeyden ilerlemesi esnasında Geç Kretase’de gelişmiş olduğunu, ikinci deformasyon döneminin ise Eosen’de başlayıp Miyosen’de sona erdiğini, bu dönemde hala varlığını koruyan okyanusal kabuğun giderek yok olduğunu ve sonuçta Güneydoğu Anadolu’nun bugünkü yapısının ortaya çıktığını, bu yapı içerisinde metamorfik birliklerin kuzeyden güneye ilerlemiş olan en üst napları oluşturduğunu, ofiyolitik topluluklar ve metamorfik napların okyanusun yok olduğu dönemde bir nap paketi halinde Arap platformu üzerine bindirdiklerini, bölgenin geç kretase döneminden başlayarak günümüze kadar ana hatlarıyla sıkışma tektoniği etkisinde kalmış olduğunu, bu gelişimin kuzeyden güneye doğru derin denizel bir ortamın giderek küçülmesi ve Miyosen sonunda yok olması şeklinde özetlenebileceğini, kuzeyde yer alan ve güneye ilerlemesine bağlı olarak zaman içerisinde birbirine eklenen tektonik birliklerin oluşturduğu bir mozaik niteliği kazanan bir kıtasal parçanın büyümesi ve güneye doğru bağlı olarak ilerlemesinin bölgenin evrimini denetleyen ana unsur olduğunu belirtmişlerdir.

**Yıldırım ve Yılmaz (1991)**, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının 3 doğu-batı gidişli tektonik kuşaktan oluştuğunu ve bunları güneyden kuzeye doğru; Arap Otoktonu, Ekay Zonu ve Nap Bölgesi olarak tanımlamışlardır. Bölgede sıkışmanın

halen devam ettiğini ve bölgenin bugünkü morfolojisini Pliyosen'den itibaren kazanmaya başladığını söylemişlerdir.

**Duran ve Yılmaz (1997)**, inceleme alanını kapsayacak şekilde bölge hakkında en kapsamlı çalışma ve tüm Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki otokton ve allokton birimleri kapsayan, 553 adet teknik rapor ve yerli/yabancı yayınlardan derledikleri "Güneydoğu Anadolu Stratigrafi Adlama Sözlüğü (Lexicon) adlı yayınlardır. Duran ve Yılmaz (1997)'a göre; çalışılan sahada en yaşlı birim olan Bitlis Metamorfileri, bölgeye allokton bir şekilde yerleşmiştir. Mermer-şist-kuvarsitlerden oluşan kayaç topluluğu Devoniyen-Kretase arası yaşa sahiptirler. Orta Maastrichtiyen yaşlı Garzan formasyonunun Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki tek mostrası, Gercüş ilçesinin batısında, Gercüş antiklinalinin kuzey kanadındaki Leylek tepe dolayındadır. Burada, Garzan formasyonunun sadece 25 metrelik üst kısmı, som görünümlü resifal kireçtaşı ve az dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Gercüş formasyonunun; genel litolojisi, silttaşı-kiltaşı, kumtaşı-marn-şeyl-tebeşirli kireçtaşı ve konglomeradan oluşmuştur. Hoya formasyonu ise genellikle tebeşirli dolomit ve kireçtaşından oluşan bir birim olup, Midyat Grubu altında belirtmişler, Güneydoğu Anadolu'da çok yaygın mostra verir ve Batman çevresinde ise Dicle Nehri güneyinde mostra verir. Erken Eosen-Erken Oligosen yaşlı olan formasyon, sınırlı-yarı sınırlı-sığ epirik deniz-sığ normal deniz-şelf kenarı/önü ortamında çökelmiştir. Kapıkaya (Eski adıyla Germik) formasyonu; genellikle kırmızımsı-yeşilimsi şeyl, iki seviye halinde evaporitler, tuğla renkli yer yer yeşil-bej renkli killi-kumlu şeyler ve alçıtaşlarından oluşmuştur. Üst seviyelerinde ise İki köprü (Aviski)-Yanarsu (Zokayıt) civarında Zokayıt kireçtaşları merccekler ve ince seviyeler halinde yüzeyler. formasyonun tip lokalitesi Batman ili Malabadi-Siirt ili Kurtalan civarındadır. Araştırmacılar, Erken Miyosen yaşlı formasyonun, sınırlı evaporitik koşullu regresif denizel ortamda çökeldiğini belirtmişlerdir.

**Günay (1998)**, "Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi-Stratigrafisi" isimli çalışmasında uzun yıllar boyunca yapılan çalışmaları derleyerek Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi ve stratigrafisini ortaya koymuştur.

**Cross ve diğ. (1999)**, Güneydoğu Anadolu'da; Adıyaman, Gaziantep ve Diyarbakır yöresindeki Erken Maastrichtiyen yaşlı kalın kireçtaşı ve marndan oluşan basen çökelleri altındaki Arap Platformu'nun birimlerini, birbirinden 150-200 km uzaklıktaki 3 kesitle ayrıntılı olarak incelemişlerdir.

**Erdoğan ve Yavuz (2002)**, Güneydoğu Anadolu'nun Miyosen paleocoğrafyası ve mermerlerini çalışmışlardır. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu'da blok mermer

üretimi yapılan mermer ocakları ve yakın çevrelerini gezerek yayılım alanları ile hangi birimler içerisinde yer aldıklarını belirtirler. Daha sonra bu veriler ile Güneydoğu Anadolu'nun Miyosen paleocoğrafyasını korele edip ve bu alanlarda blok mermer kaynağı olarak kullanılabilir olan set resiflerinin muhtemel bulunma alanlarını belirlemişlerdir. Ocaklardan alınan kaya numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile yöre mermerlerinin fiziko-mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimlerini tanımlamışlardır.

**Önenç (2003)**, Hazro ve Silvan (Diyarbakır) ilçeleri dolayında mostra veren Fırat formasyonunun krem, bej renkli, beyaz, pembemsi, gri renkli, kırılğan, som tabakalı, kaba kırmızı algli, bryozoalı, mercan kökenli resifal kireçtaşlarından oluştuğunu ve birimin yaşının Akitanıyen - Burdigaliyen olduğunu vurgulamıştır.

**Usta ve Beyazççek (2006)**, “Gaziantep ilinin Jeolojisi” adlı çalışmalarında bölgede yüzey veren alloktan kaya birimlerinin, Maastrichtiyen’de yerleşmiş olduğunu ve karmaşık bir istif gösteren kaya topluluklarıyla temsil edildiğini, bu birimlerin genellikle serpantin, volkanik kaya, kumtaşı, silisli şeyl, killi kireçtaşı, radyolarit ve yabancı bloklardan oluşan Karadut ve Koçalı karmaşıkları ile bunları tektonik olarak üzerleyen ofiyolit napından oluştuğunu belirtmişlerdir. Otokton birimlerin Maastrichtiyen-Erken Miyosen yaşlı ve yaklaşık 1800m. kalınlıkta bir istifte temsil edildiğini belirtmişlerdir. Oligosen-Erken Miyosen yaşlı resifal kireçtaşlarından oluşan Fırat formasyonunun yerel bir uyumsuzlukla önceki birimleri izlediğini belirtmişlerdir.

**Yıldırım (2006)**, “Diyarbakır İli Hani İlçesi Mermerlerinin Jeolojisi ve Teknolojik Özellikleri” adı altında yaptığı çalışmada Fırat formasyonunun dış görünüşünün kirli beyaz, açık gri ve krem renkli, taze yüzeyleri beyaz-krem, bej renkli, sert ve kırılğan bir yapıda olduğunu, tabaka kalınlığının inceden çok kalına kadar değiştiğini belirtmektedir. Birimin konglomeratik bir seviye ile başlayıp üste doğru killi-tebeşirli (yumuşak) kireçtaşı ve plaketli kireçtaşı olarak devam ettiğini, en üstte ise sert, sıkı dokulu masif görünümlü kireçtaşlarıyla son bulduğunu açıklamıştır. Fırat formasyonundan alınan numunelerin, polarizen mikroskop altında yapılan petrografik inceleme sonucu mikritik ve sparitik olduğunu; bol fosil içerdiğini belirtmiştir. Dunham sınıflamasına göre numunelerin istiftaşı olduğunu belirtmiştir.

**Bozkaya ve diğ., (2009)**, “Hazro (Diyarbakır) Bölgesi Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı Sedimanter İstifin Mineralojisi” adı altında yaptıkları çalışmada, Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı sedimanter kayaçların dokusal ve mineralojik parametrelerini incelemişler, istifin tektonik konumu ve bölgenin paleocoğrafik

evriminin yorumlanmasına ilişkin bir yaklaşım yapmışlardır. Buna göre; Diyarbakır-Hazro bölgesindeki Silüriyen-Triyas yaşlı birimlerin büyük ölçüde karbonatlı kayaçlardan oluştuğunu, kırıntılı sedimanter kayaçların bütünüyle tabakalanmaya paralel düzlemleri temsil eden yönlenme sergilediğini ve klivaj içermediğini, bütünüyle diyajenez evresini temsil ettiğini belirtmişlerdir.

### 1.5. Bölgesel Jeoloji

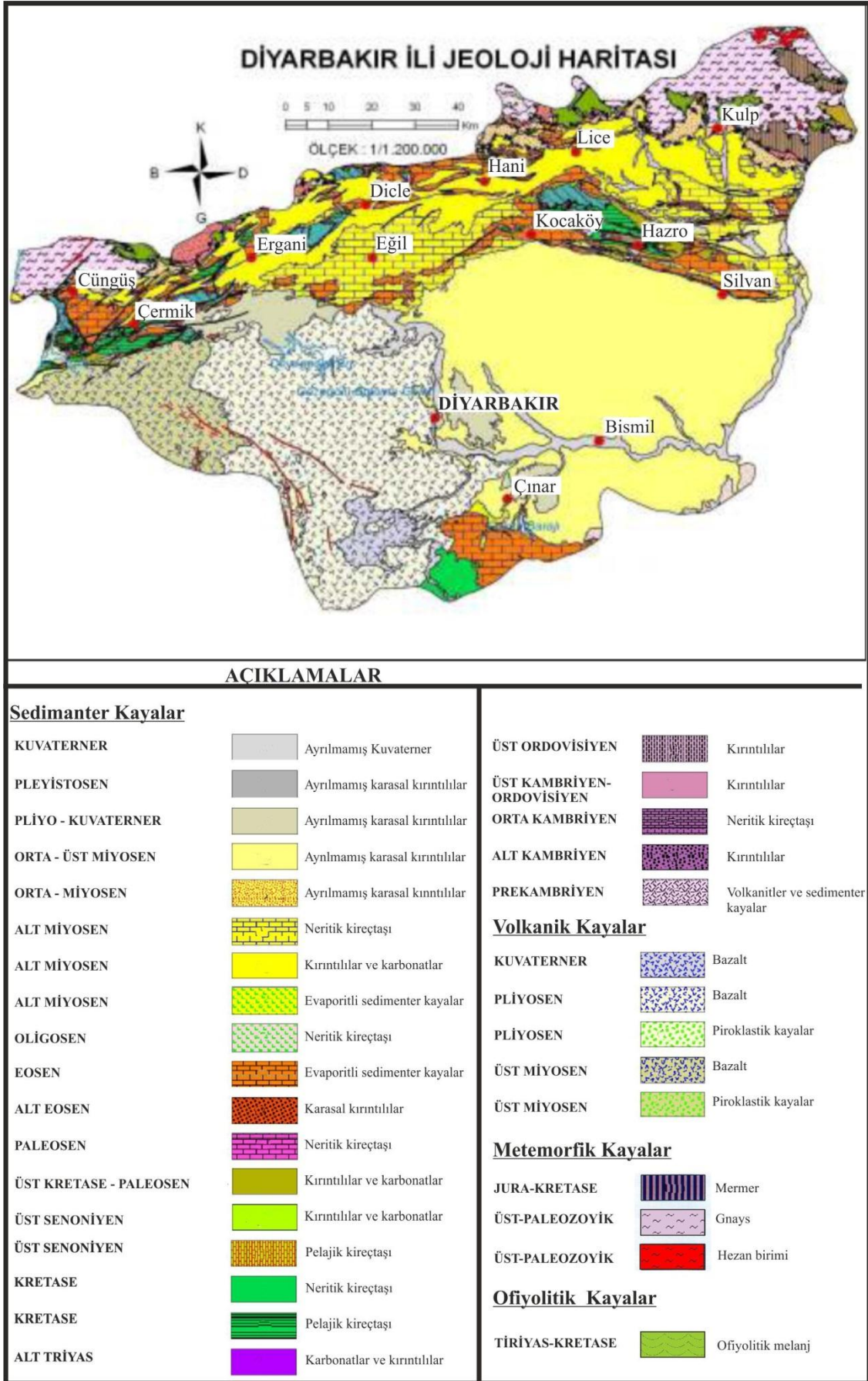
Diyarbakır, Arap plakası ile Avrasya kıtasının çarpıştığı yere yakın bir konumdadır. Bu kıta çarpışması Diyarbakır'ın kuzeyinden geçen D-B yönlü bir kenet kuşağının gelişmesine neden olmuştur. Kenet kuşağı boyunca metamorfik kayaçlar ile ofiyolitik kayaç birlikleri yoğun olarak yüzeylemektedir (Güven ve diğ., 1991).

Bu haritaya göre yörede Kuvaterner yaşlı alüvyonlar dışında farklı kaya türleri yer almaktadır. Alandaki en yaşlı birim, bir bindirme ile kuzeyden güneye doğru Miyosen birimler üzerine hareket eden allokton kütlelerden oluşmuştur. Geç Kretase'den Miyosen'e doğru farklı evreleri bilinmekte olup, hat boyunca birçok bindirmenin olduğu bir kuşak oluşmuştur. Jeolojik haritada bir çizgi halinde gösterilen bu kuşak Çermik-Ergani-Eğil-Dicle-Lice-Kulp hattı boyunca olduğunu belirtmiştir (Genç, 1985). Bu allokton kütlelerin en önemli iki üyesi ofiyolitler ve metamorfik kayaçlardır. Ofiyolitler, Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen yaşta olup genellikle serpantinleşmiş ultrabazik kayaçlardan oluşmaktadır. Metamorfik kayaçlar egemen olarak mermerlerden oluşmaktadır. Kretase yaşlı kayaçlar genel olarak ince tabakalı pelajik kireçtaşları ile temsil edilir (Şekil 1.2).

Eosende bölge geniş bir karbonat platformuna dönüşmüş ve bu arada çok kalın kireçtaşı düzeyleri çökelmiştir. Miyosende bölgenin doğu kesiminde sığ şelf karbonatları ve resifal kireçtaşları çökelirken, batı kesiminde derin şelfte yer yer kireçtaşı düzeyleri içeren kil-marn, tebeşirli killi kireçtaşı ardalanmasından oluşan bir istif çökelmiştir. Bu kireçtaşı düzeyleri çok iyi blok verdiklerinden, yapı taşı olarak en olumlu kireçtaşı seviyelerini oluşturmaktadırlar (Genç, 1985). Kırık yüzeylerinde, koyu gri tonlarında ve afanitik doku gösterirler (Lustrino ve diğ., 2010; Toprak ve Kavak, 2012).

Bölge Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı'nın güneyindeki Kenar Kıvrımları Kuşağı'nda yer alır. Miyosen, tektonik olayların oldukça etkin olduğu bir dönem olup Midyat grubuna ait birimler regresif olarak çökelimlerini tamamlamış, ardından

Miyosen başında bölgenin kuzeyi alçalmaya, deniz seviyesi yükselmeye başlamıştır. Bunun sonucunda transgresif olarak Silvan Grubu çökelmeye başlamıştır. Orta Miyosen başlarında sıkışma tektoniğinin etkinlik kazanmasıyla birlikte Lice formasyonu çökelmiş ve Erken Miyosen çanağı kapanmıştır. Güneydoğu Anadolu'nun hemen tamamında yayılım sunan Miyosen çökeltme çanak/çanaklarının evrimi, Neotetis'in güney kolunun kapanmaya başlamasıyla yakından ilişkilidir (Şengör, 1980). Eosen'de okyanus tabanının dalıp batarak tüketilmesi sonucunda farklı tektonik birlikler birbirlerine yakınlaştırılmıştır. Okyanusal levhanın tüketilmesine rağmen Güneydoğu Anadolu genelinde denizel ortam varlığını sürdürmüştür. Bunu giderek sığlaşmasına rağmen denizel çökeltimin sürekliliğinden anlaşılmaktadır (Yılmaz, 1983). Kuzey güney yönlü sıkıştırma hareketine bağlı olarak gelişen sıkışma ve kısalma, önce bölgeyi topluca yükseltmeye başlamış yükselme, denizel ortamın giderek sığlaşmasına yol açmıştır. Denizel ortamın çekilmesiyle karaya çıkan otokton birimler, bu dönemde aşındırılmaya başlamış olup bu esnada da kuzey kesimlerde ise denizel ortam, sığlaşmakla birlikte varlığını sürdürmüştür. Denizel olan bu kesimlerin karasal hale gelmesi Orta Miyosen'e denk gelmektedir.



Şekil 1.2. Diyarbakir ili jeoloji haritası (mta.gov.tr).

Rejiyonal ölçekte sığlaşan denizel ortamda Lice Grubunun çökmesine sebep olmuştur. Daha sonra Allohton kütlelerin otokton üzerine ilerlemeleri, otokton karbonat birimleri üzerine kırıntılardan oluşan fliş benzeri bir birim olan Lice formasyonunun çökmesine neden olmuştur. Allohton kütlelerin güney sınırı ile otokton arasındaki ortamda gelişen bu türbiditik birim, sıkışma sistemi nedeniyle giderek sığlaşan bir ortamın varlığını göstermektedir. Allohton kütlelerde bu sıkışma sistemine bağlı olarak, kendi içlerinde şariyajlanıp kuzeyden güneye doğru yükselmeye başlamışlardır (Yılmaz, 1983).

Sıkışma tektoniğinin Orta Miyosen döneminde etkinlik kazanması Erken Miyosen döneminde oluşan çökelim çanaklarının genelde kapanmasına neden olmuş, böylece, Güneydoğu Anadolu'nun günümüzdeki tektonik konumunu belirleyen sürüklenimler gelişmeye başlamıştır. Bölgede sıkışma kuvvetlerinin etkisinin artmasıyla Geç Miyosen döneminde K-G yönlü açılma çatlakları gelişmiş ve bunun sonucunda Karacadağ volkanitleri bölgedeki daha yaşlı birimleri örtmüştür (Şaroğlu ve Emre, 1987).

Karacadağ volkanizması Geç Miyosende başlayarak tarihsel zamanlara değin etkin olmuştur (Haksal, 1981). Genellikle bazik lavlarla temsil edilen tipik kalkan şeklinde bir volkandır. Karacadağ volkanizmasında üç ana püskürme dönemi saptanmıştır (Şaroğlu ve Emre, 1987). Diyarbakır'ın kuzeybatısında yer alan bazaltlar, masif, düzgün kırık sistemleriyle kesilmiş, yüzeyde yarı köşeli ve çeşitli boyutlarda sağlam bloklar halindedir (Ercan ve diğ., 1991).



## 2. STRATİGRAFİ

Çalışma alanındaki en yaşlı birim, sahada gözlenen, Güneydoğu Anadolu Otoktonuna ait birimlerden alttan üste doğru Midyat Grubu'na dahil olan Killi-tebeşirli kireçtaşlarından oluşan Eosen-Oligosen Gaziantep formasyonudur. Bunun üzerinde ise Lice Gurubu'na dahil olan, genelde algli kireçtaşlarından oluşan Alt Miyosen Fırat formasyonu uyumsuz olarak gelir. Fırat formasyonu üzerine uyumsuz olarak, ince-orta-kalın, yer yer çapraz tabakalı, kırmızı, kızıl kahve, gri, yeşil, yeşilimsi gri, alacalı renkli, konglomera, kumtaşı, miltaşı, şeyl, çamurtaşı ardalanmasından oluşan Şelmo formasyonu gelmektedir.

Bunların üzerine, koyu gri, siyah renkli, olivin bazalt ve olivin-ojit bazalt türünde, porfirik dokulu, olivin, ojit ve plajiyoklaz fenokristalli, Üst Pliyosen Kuşdoğan Bazaltı gelmektedir (Şekil 2.1.).

### 2.1. Gaziantep Formasyonu (Eog)

**Tanım ve dağılım:** Killi, tebeşirli kireçtaşlarından oluşan formasyon Peksü (1958 a, b) tarafından adlandırılmıştır.

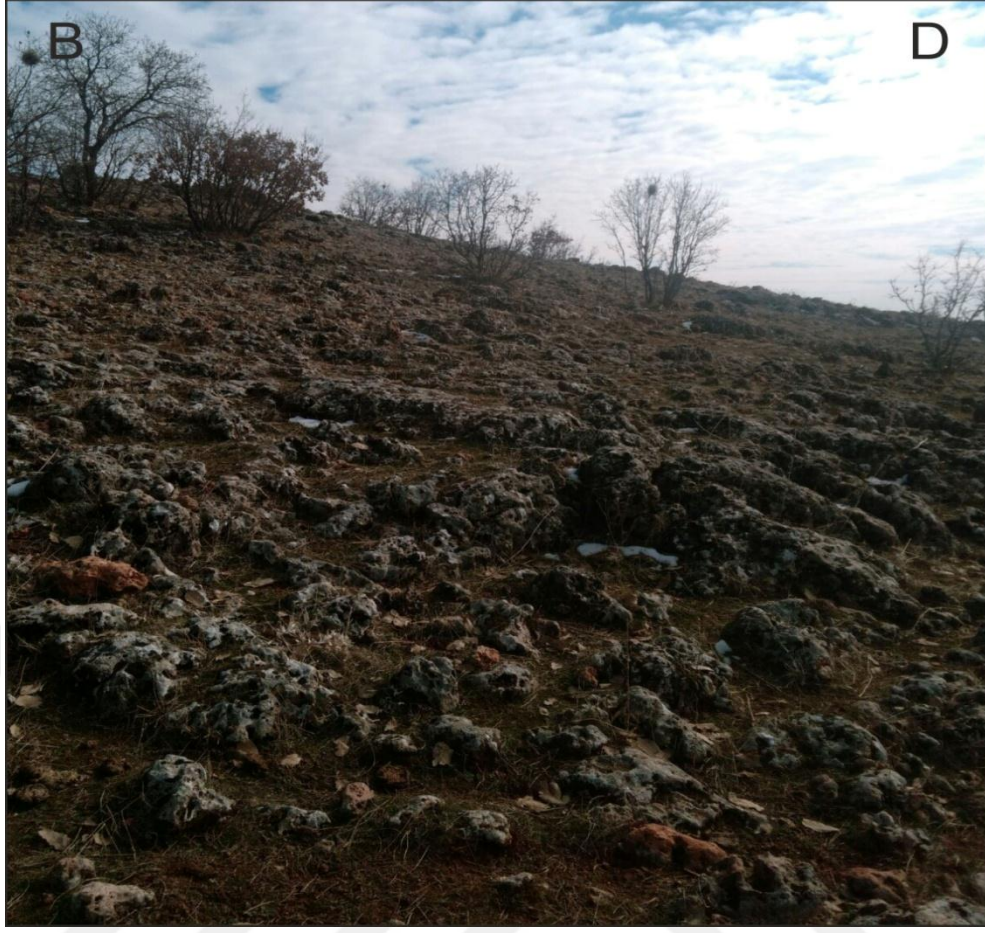
İnceleme alanında Baysu ve Yatır köylerinin kuzeyinde Fırat formasyonunun altında yüzelediği gözlenmektedir (Ek 1-2).

**Litoloji:** Gaziantep formasyonu tipik tebeşirli görünümü ve yumuşak topografya oluşturmasıyla karakteristiktir. Birim, tebeşirli kireçtaşı, tebeşirli marn, mercek ve kanal görünümlü kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşlarının egemen olduğu litolojilerden oluşur. Genellikle beyaz-krem renkli, yumuşak-sertçe, çok ince-orta katmanlı, bol tebeşirli, killi, bol çört nodüllü ve çört ara bantlı, bol fosillidir (Duran ve diğ., 1988).

İnceleme alanında, beyaz krem renkli, ince-orta tabakalı, killi karbonat fasiyeslerinden oluşmaktadır. (Şekil 2.2).

| SENOZOYİK   |             |                  |              | ÜST SİSTEM | BİRİM     | AÇIKLAMA  |          |             |      |
|---|-------------|------------------|--------------|------------|-----------|-----------|----------|-------------|------|
|   |             |                  |              | SİSTEM     |           |           |          |             |      |
| PALEOJEN  |             | NEOJEN           |              | SERİ       | GURUP     | FORMASYON | SİMGELER | KALINLIK(m) |      |
| Alt Eosen-Üst Oligosen  | Alt Miyosen | Orta-Alt Miyosen | Alt Pliyosen | SILVAN     | KARACADAĞ | MİDYAT    | FIRAT F. | MŞ          | Plku |
| GaZİANTEP F.  | FIRAT F.    | ŞELMO F.         | KARACADAĞ    |            |           |           |          |             |      |
| Eog   | Mf          | Mş               |              |            |           |           |          |             |      |
| 200-1100mt  | 150-336mt   | 500mt            | 300mt        |            |           |           |          |             |      |
| Beyaz-krem renkli Kireçtaşı, Killi kireçtaşı, tebeşirli Kireçtaşı   |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |
| Krem, bej, gri, açık gri kırmızımı renkli Kireçtaşı   |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |
| Uyumsuzluk  |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |
| Kırmızı, kızıl kahve, gri, yeşil, yeşilimsi gri, alacalı renkli, konglomera, kumtaşı, miltaşı, şeyll, çamurtaşı |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |
| Uyumsuzluk  |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |
| Koyu gri, siyah renkli, olivin bazalt ve olivin-ojit bazalt   |             |                  |              |            |           |           |          |             |      |

Şekil 2.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (ölçeksiz).



**Şekil 2.2.** Kalkan köyü civarından Gaziantep formasyonu kireçtaşlarından bir görünüm (Çekim yönü: Kuzey'e bakış; Koordinatlar: X:595605E Y:4224260N Z: 738m.).

**Dokanak ilişkileri:** Gaziantep formasyonu üstte Alt Miyosen Fırat formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Gaziantep formasyonunun kalınlığı 200-1100m arasında olduğunu belirtmiştir (Duran ve Yılmaz, 1997).

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Bol planktik foraminiferli olan Gaziantep formasyonu, *A. bullbrooki*, *A. pentacamerata*, *A. wilcoxensis*, *A. soldadoensis*, *Globigerina ampliapertura*, *G. corpulenta*, *G. linaperta*, *Globigerinathekamexicana kugleri*, *Morozovella aragonensis*, *M. formosa gracilis*, *M. lehneri*, *M. subbotinae*, *Truncorotaloides rohri*, *T. topilensis*, *Turborotalia cerroazulensis*, *T. increbescens*, *Alveolina pasticillata*, *Assilina exponens*, *Chapmania gassinensis*, *Astigerina rotula*, *Lepidocyclina sp.* gibi formlara göre yaşı Alt Eosen (Priyaboniyen)-Üst Oligosen (Stampiyen) kabul edilir (Duran ve diğ., 1988 ve 1989).

**Çökeltme ortamı:** Birim, havza-yamaç-yamaç ötesi-Şelf kenarı-karbonat kum sığlıkları-resifal/bank ortamlarında çökelmiştir (Duran ve diğerleri, 1989).

**Deneştirme:** Gaziantep formasyonu, önceki çalışmalarda Midyat kireçtaşı (Foley, 1937), Midyat kalkerleri (Tolun, 1954), Eosen kalkerleri serisi (Tolun, 1955), Dibe formasyonu (Periam ve Krummenacher, 1958), Pevirge formasyonu (Wilson ve Krummenacher, 1959), Çetirge formasyonu, Çuvaldız formasyonu (Bryant, 1960) ve Çeviktepe formasyonu (Schmidt, 1961) gibi isimlerle adlandırılmıştır.

## 2.2. Fırat Formasyonu (Mf)

**Tanım ve dağılım:** Genelde algli kireçtaşlarından oluşan Fırat formasyonu Peksü (1969) tarafından adlandırmıştır.

Formasyonun tip kesiti, Diyarbakır ili Hazro-Silvan ilçeleri dolayında izlenir (Peksü, 1969). Çalışma alanının egemen litolojisi olan Fırat formasyonu, Baysu ve Yatır köylerin çevresinde yüzeylemektedir (Ek 1-2).

**Litoloji:** Formasyon altta krem-beyazımsı-kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer tabakasız kireçtaşları ile başlamakta, bunların üzerine kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, bol çört yumrulu ve bol fosil kavkılı kireçtaşı gelmektedir. En üst bölümünü ise beyazımsı krem-kirli sarı renkli, kalın-çok kalın tabakalı, az çört yumrulu, bol ekinid, ostrea, gastropod ve lamelli branşlı biyoklastik kireçtaşları oluşturmaktadır (Duran ve diğ., 1988).

İnceleme alanında Fırat formasyonu genel olarak pembemsi, krem, grimsi, açık gri renkli, bol kırmızı algli, seyrek ince tabakalı, orta-kalın tabakalı, masif kireçtaşlarını oluşturur (Şekil 2.3.)



**Şekil 2.3.** Fırat formasyonu kireçtaşlarından bir görünüm (Yatır köyü kuzeybatısı, çekim yönü: Kuzeydoğuya bakış; Koordinatlar: X:600651E Y:4223782N Z: 738 m.).

Kireçtaşları ince kesitlerde tanetaşı, istiftaşı, vaketaşı ve çamurtaşı olarak belirlenmiştir. Tanetaşı ve istiftaşlarında; bol fosil, kavkı parçaları, intraklastlar ve pelled taneleri görülmektedir. Birimde taban seviyeleri mikrit bağlayıcı, bol fosilli istiftaşlarıyla başlamakta olup, orta seviyelere doğru yer yer vaketaşına geçmekte, üst seviyelerde ise istiftaşı ve tanetaşı (sparit bağlayıcı) ardalanmalı kireçtaşlarından oluşmaktadır.

**Dokanak ilişkileri:** Fırat formasyonu inceleme alanında geniş bir yayılıma sahiptir. Fırat formasyonu, altta Gaziantep formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yüzlek vermektedir.

Fırat formasyonunun kalınlığı 150-336 metre arasında değişmektedir (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Yılmaz, 1982; Duran ve Yılmaz, 1997).

İnceleme alanında Fırat formasyonunun kalınlığı 57-71m aralığında ölçülmüştür.

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Fırat formasyonu kireçtaşları içerisinde gözlenen bentik foraminiferlerden, *Quinqueloculina sp.*, *Sigmoilopsis sp.*, *Elphidium sp.*, *Criproelphidium sp.*, *Cibicidoides sp.*, *Peneroplis sp.*, *Borelis sp.* ve *Archaias sp.* türü fosiller Alt Miyosen (Burdigaliyen) yaş aralığını vermektedir (Terlemez ve diğ., 1992).

İnceleme alanında formasyonu oluşturan kireçtaşlarından alınan örneklerde, *Borelis Curdica* (Reichel), *Dentritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Amphistgina sp.*, *Operculina sp.*, *Milliolidae* fosilleri saptanmıştır. Bu fosillere göre formasyonun yaşı Alt Miyosen (Burdigaliyen ) olarak belirlenmiştir.

**Çökeltme ortamı:** Birim, kuzeyden güney- güneydoğuya doğru transgresif olarak ilerleyen denizin, Şelf kenarı ve gerisindeki sığlıklarda bank/resif tipi yığınak karbonatları şeklinde çökelmiştir (Tanyol ve diğ., 1997).

İnceleme alanındaki Burdigaliyen yaşlı fosiller, Fırat formasyonu kireçtaşı fasiyeslerinin çok sığ/ sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir.

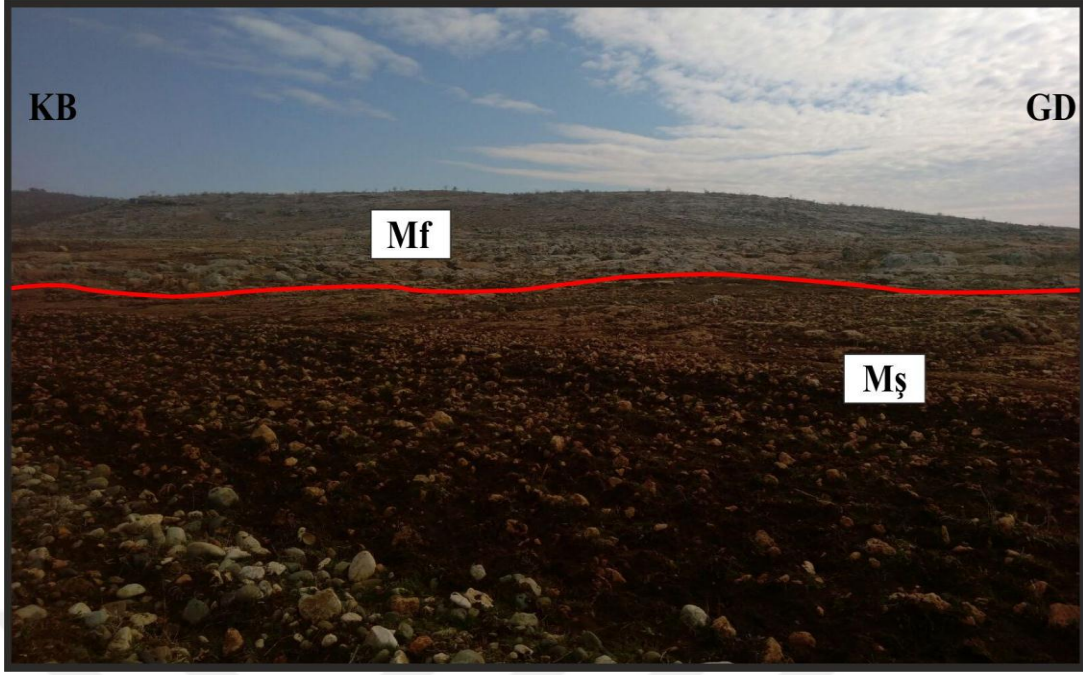
**Deneştirme:** Birim, "*Garzan formasyonu*" (Perry ve Yalçın, 1957a); "*Vindoboniyen kalkeri*" (Şahankaya, 1958); "*Çevik grubu*" içinde bir birim (Blakslee ve diğ., 1960a); "*Siirt grubu*" (Blakslee ve diğ., 1960b); "*Silvan kireçtaşı*" (Saltık ve diğ., 1968); "*Silvan formasyonu*" (Tolun, 1960); "*Midyat kireçtaşı*" (Kellogg, 1960); "*Eski Garzan kalkeri*" (Önem, 1967); "*Germik kalkeri*" (Bolgi, 1961) gibi isimlerle tanıtılmıştır.

### 2.3. Şelmo Formasyonu (Mş)

**Tanım ve dağılım:** Genelde karasal kırıntılı kayalardan oluşan formasyon, Bolgi, (1961) tarafından adlandırılmıştır.

İnceleme alanında Baysu ve Kalkan Köylerinin Güney kesimlerinde yüzlek vermektedir (Ek 1-2).

**Litoloji:** Şelmo formasyonu, ince-orta-kalın, yer yer çapraz tabakalı, kırmızı, kızıl kahve, gri, yeşil, yeşilimsi gri, alacalı renkli, konglomera, kumtaşı, miltaşı, şeyll, çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyonun alt kesiminde, yer yer beyaz renkli jips seviyeleri izlenmektedir. Kırıntılıların birbirlerine göre oranı yöreden yöreye değişmektedir. Bazen kumtaşı, şeyll egemen iken bazen de konglomeralar egemendir. Kumtaşları altta ince, üste kalın tabakalı, çapraz katmanlanmalı, sertçe, kötü boylanmalı, kaba dokulu, karbonat çimentoludur. Konglomeralar alacalı renkli, orta-iri taneli, genelde kireçtaşı çakıllı ve karbonat çimentoludur. Şeyller gri, morumsu kahverengi, yeşilimsi, kırmızımsı renkli, laminalı, ince tabakalanmalı, sert, sıkı dokulu, yer yer gevrek ve seyrek mikalı olduğu gözlenmektedir (Yılmaz ve Duran, 1997; Şekil 2.4).



**Şekil 2.4.** Baysu köyü civarında Şelmo formasyonu kırıntıları (Mş) ve Fırat formasyonu kireçtaşları (Mf) arasındaki sınırdan bir görünüm (Çekim yönü Kuzeydoğu'ya bakış; Koordinatlar: X:594682 Y:4223604N Z: 853 m.).

**Dokanak ilişkileri:** Şelmo formasyonu, Fırat formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Çalışma alanının güneybatısında, üstte Pliyosen-Kuvaterner (Perinçek, 1979) Karacadağ grubu volkanitlerine bağlı Kuşdoğan bazaltları ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı (Perinçek, 1979) çökeller ile alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Kalınlığı 500 metreye ulaşır (Perinçek, 1979).

**Fosil kapsamı ve yaşı:** Şelmo formasyonu Orta-Üst Miyosen yaşlı kabul edilmektedir (Yılmaz ve Duran, 1997).

**Çökelme ortamı:** Şelmo formasyonu, plaj kumları-geçiş-gel/git düzlüğü ve playa ortamları gibi genelde karasal ortam fasiyeslerini yansıtır (Yılmaz ve Duran, 1997).

**Deneştirme:** Formasyon daha önce Adıyaman formasyonu (Krummenacher ve Periam, 1958), Bakhtiari formasyonu (Kellogg, 1960), Fars grubu (Bryant, 1960), Lahti formasyonu (Aktürk, 1979), Şenköy formasyonu (Masson, 1986) gibi birçok isimlerle incelenmiştir.

#### 2.4. Kuşdoğan Bazaltı (Plku)

**Tanım ve dağılım:** Karacadağ grubunun ilk fazını oluşturan bazaltların üç ayrı lav akıntısından oluştuğunu belirterek bunlardan ilki Kuşdoğan bazaltı olarak tanımlanmışlardır (Ercan ve diğ., 1991).

İnceleme alanında Kalkan Köyünün güneybatısın'da yüzlek vermektedir.

**Litoloji:** Kuşdoğan bazaltı, koyu gri, siyah renkli, olivin bazalt ve olivin-ojit bazalt türünde, porfirik dokulu, olivin, ojit ve plajiyoklaz fenokristalli, yer yer gaz boşluklu, boşluklar kalsit dolguludur. Birimi oluşturan lavlarda köşeli bloklar halinde ayrışma gözlenir ve üzerinde kısmen toprak örtüsü görülmektedir (Ercan ve diğ., 1991; Şekil 2.5.).

**Dokanak ilişkileri:** İnceleme alanının güneybatısında yüzlek veren Kuşdoğan bazaltı, Şelmo formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer alır.

Birimin kalınlığı yaklaşık 300 metreye kadar ulaşır (Haksal, 1981; Şaroğlu ve Emre, 1987; Ercan ve diğ., 1991).

**Yaşı:** Kuşdoğan bazaltı Üst Pliyosen yaşlı olarak kabul edilmektedir (Haksal, 1981; Şaroğlu ve Emre, 1987; Ercan ve diğ., 1991).

**Deneştirme:** Kuşdoğan bazaltı daha önce Ercan ve diğ. (1991) tarafından K1 bazaltı olarak incelenmiştir.





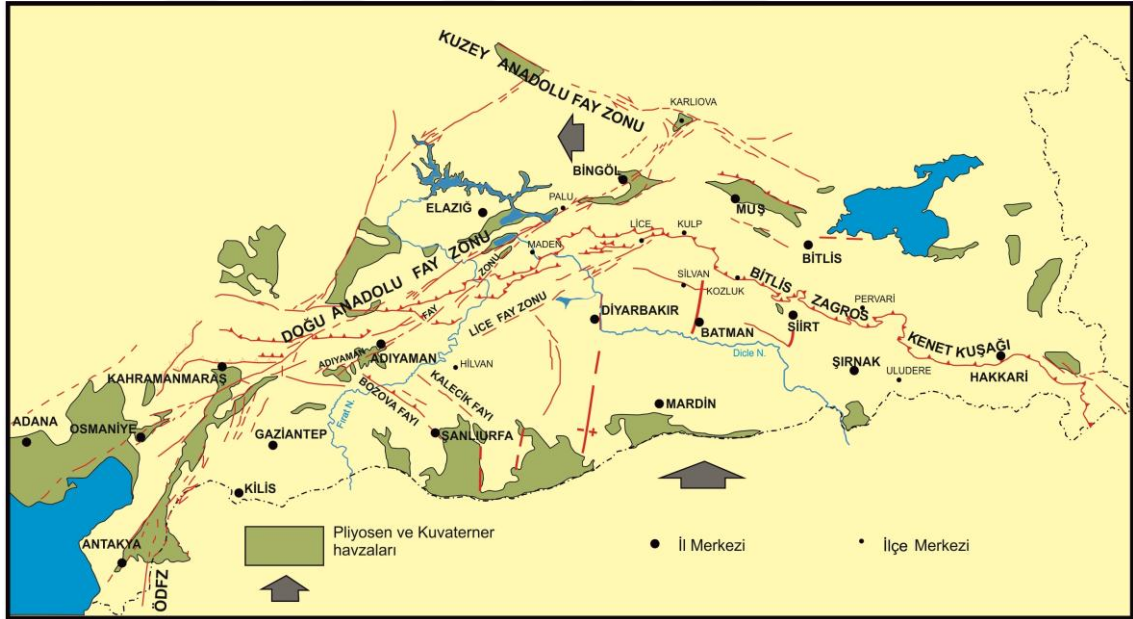
**Şekil 2.5.** Kuşdoğan bazaltından bir görünüm (Kalkan köyü., Çekim yönü: Kuzeydoğu'ya bakış; Koordinatlar: X:594188E Y:4222424N Z: 738 m.).

### 3. TEKTONİK VE PALEOCOĞRAFİK GELİŞİMİ

#### 3.1. Tektonik

Paleozoyik-Mesozoyik döneminde, zaman zaman duraysız platform niteliğinde olan bölge, Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen'de, Arap plakası ile Anadolu-Torid platformu arasından kaynaklanan Koçali-Karadut naplarının yerleşimine sahne olmuştur.

Miyosen sonlarında, Anadolu-Torid platformu ile Neotetisin kuzey kolundan kaynaklanan Bitlis-Pötürge-Malatya napları ve Çüngüş-Hakkari napının bölgeye yerleşimine bağlı olarak, bölge etkilenerek kıvrılmış, kırılmış ve kendi içinde ekaylanmıştır. İnceleme alanında kuzeyden güneye bindirmeler, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu ters ve normal faylar ile yine büyük bir çoğunluğu kuzeybatı-güneydoğu gidişli antiklinal ve senklinaller gelişmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Güneydoğu anadolu bölgesi'nde yer alan önemli tektonik hatlar (Perinçek ve diğ., 1987).

#### 3.2. Jeolojik Evrim

Güneydoğu Anadolu sürüklenim kuşağını etkileyen tektonik olaylar dizisi, Arabistan kıtasının kuzey kenarında şelfte çökelen birimleri yoğun olarak etkilemiştir. Sürüklenim kuşağında bulunan allokon birimlerin dokanak ilişkilerini etkilemiştir (Perinçek, 1977). Bu dönemler, Geç Kretase ve sonrasında;

1. Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen,

2. Erken Paleosen,

3. Orta Eosen sonrası,

Erken Miyosen sonrasıdır.

Arabistan kıtası şelf alanında hemen hemen eşit zamanlarda etkisini gösteren etkin tektonizma dönemlerini;

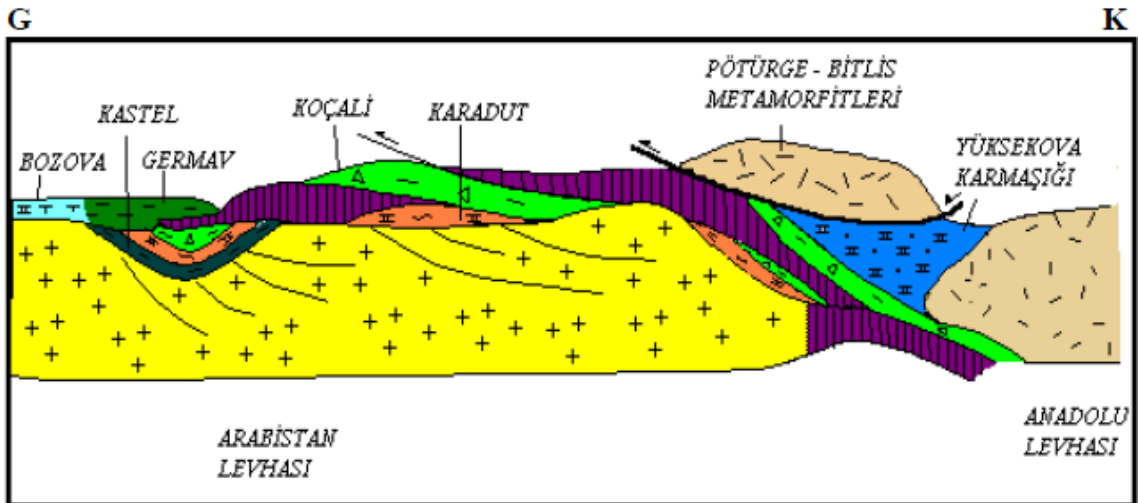
1. Erken Maastrichtiyen transgresyonu,

2. Geç Paleosen-Erken Eosen transgresyonu,

3. Erken Miyosen transgresyonu,

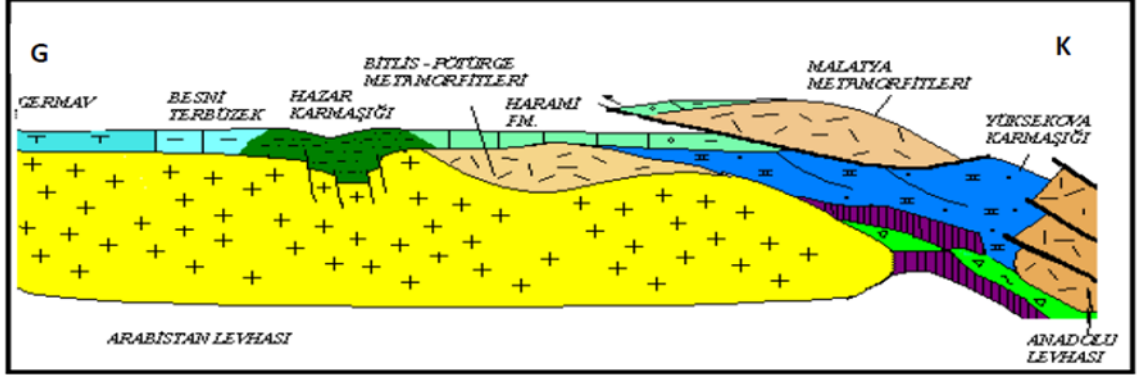
4. Geç Miyosen transgresyonu izlemiştir.

Tektonik etkinliğin Erken Maastrichtiyen sonunda Toros orojenik kuşağında azalmasına paralel olarak, güneyde Arabistan kıtası şelfinde sakin bir dönem başlamıştır. Şelf alanında güneyden kuzeye doğru gelişen transgresyon ile Koçalı ve Karadut karmaşıkları önce kırıntılı kayalarla temsil edilen Terbüzek çakıltası üyesi-Antak formasyonu, sedimantasyonun sürmesiyle karbonat ile temsil olunan Besni formasyonu tarafından örtülmüştür (Sungurlu, 1974; Perinçek, 1979 ve 1980; Şekil 3.2.).



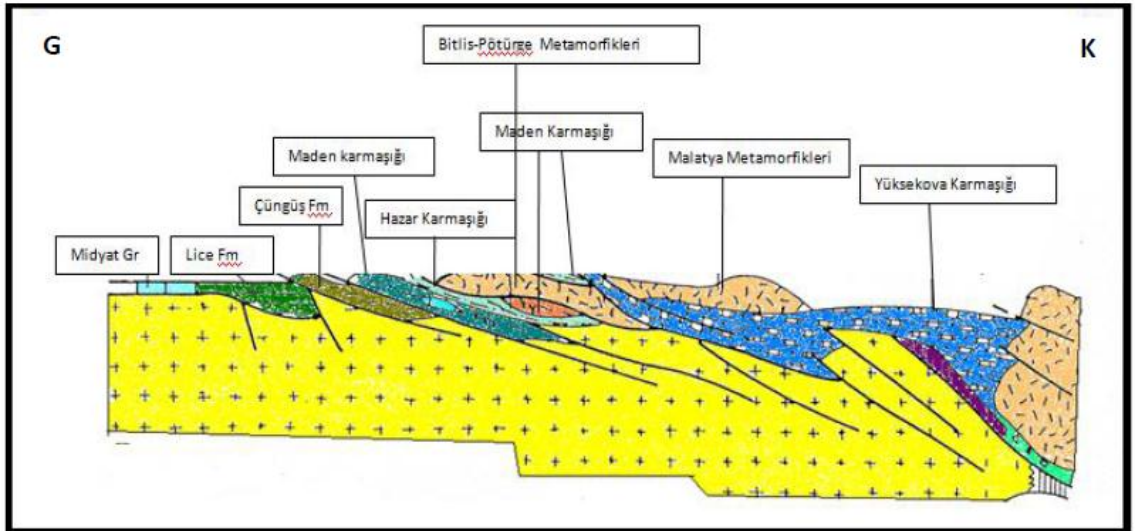
Şekil 3.2. Maastrichtiyen'de Koçalı ve Karadut karmaşıklarının şematize enine kesiti (Perinçek, 1977).

Ortam koşullarının giderek sakinleşmesi ve denizin kısmen derinleşmesi ile Geç Maastrichtiyen karbonatı üstte ve yanal yönde güneye doğru yerini Germav formasyonuna bırakmıştır (Tuna, 1973; Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Geç Maastrichtiyen-Paleosen'de Besni ve Germav formasyonlarının şematize enine kesiti (Perinçek, 1977).

Erken Paleosen tektonizmasının güneyde Arabistan kıtası şelfindeki izleri yer yer görülmektedir (Perinçek, 1980). Erken Paleosen tektonizmasının etkisi ile kenar kıvrımları kuşağının kuzey kenarında regresyon oluşmuştur. Erken Paleosen sonrasında tektonik etkinliğin azalmasıyla Geç Paleosen transgresyonunu Erken Eosen transgresyonu izlemiş ve Midyat grubu bu dönemde çökmeye başlamıştır (Perinçek, 1977; Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Eosen'de Midyat Grubunun şematize enine kesiti (Perinçek, 1977).

Toros Orojenik kuşağında Orta Eosen dönemi kabukta gerilme tektoniğinin etkin olduğu, genelde deniz seviyesinin yükseldiği, genişleme rejimi ile temsil edilir. Maden karmaşığı bu dönemde kenarları normal faylarla sınırlı bir havzada çökmüştür.

Güneydoğu Anadolu'nun hemen hemen tümünün sular altında kaldığını gösterir (Perinçek, 1977).

Toros orojenik kuşağında Orta Eosen boyunca izlenen genişleme rejimi yerini Geç Eosen'de sıkışma rejimine bırakmıştır. Orta Eosen sonrası Geç Eosen başlarında etkin olan tektonik fazın etkisiyle Arabistan kıtası şelfinde bir regresyon olayı başlamıştır (Perinçek, 1977).

Güneydoğu Anadolu'nun otokton şelf alanını etkileyen Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olduğu gibi, Eosen-Oligosen denizinin geometrisini de değiştirmiştir. Böylece gelişen yan kapalı havzalarda Germik formasyonunun evaporitleri ve sınırlı ortam karbonatları çökelmiştir (Perinçek, 1977).

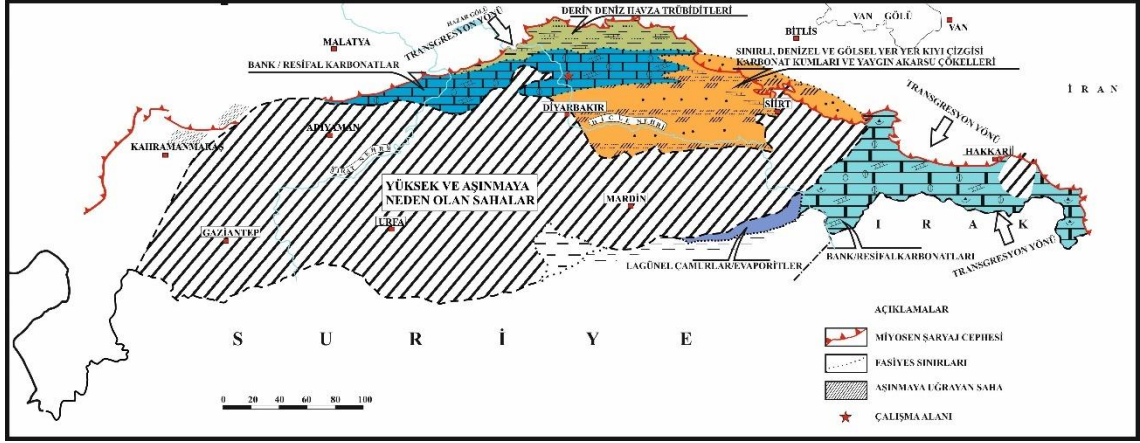
Arabistan şelfinin kuzey kenarını temsil eden Güneydoğu Anadolu şelfinde Orta Eosen sonrası tektonik aktivitenin azalarak sürmesi nedeniyle deniz seviyesi Geç Eosen-Oligosen döneminde sürekli düşmüştür. Geç Miyosen de bölgenin kuzeyi alçalmaya, deniz seviyesi yükselmeye başlamış ve bunun ürünü olarak transgresif bir istifin çökmesi gerçekleşmiştir (Perinçek, 1977).

Miyosen, tektonizmanın oldukça etkin geçtiği bir dönemdir. Sıkışma tektoniğinin Orta Miyosen başlarında etkinlik kazanmasıyla Lice formasyonunun çökeldiği Erken Miyosen çanağı genelde kapanmıştır. Böylece Güneydoğu Anadolu'nun günümüzdeki tektonik konumunu belirleyen sürüklenimler gelişmeye başlamıştır (Perinçek, 1977).

### **3.3. Erken Miyosen Döneminde Çökme Ortamları ve Paleocoğrafya**

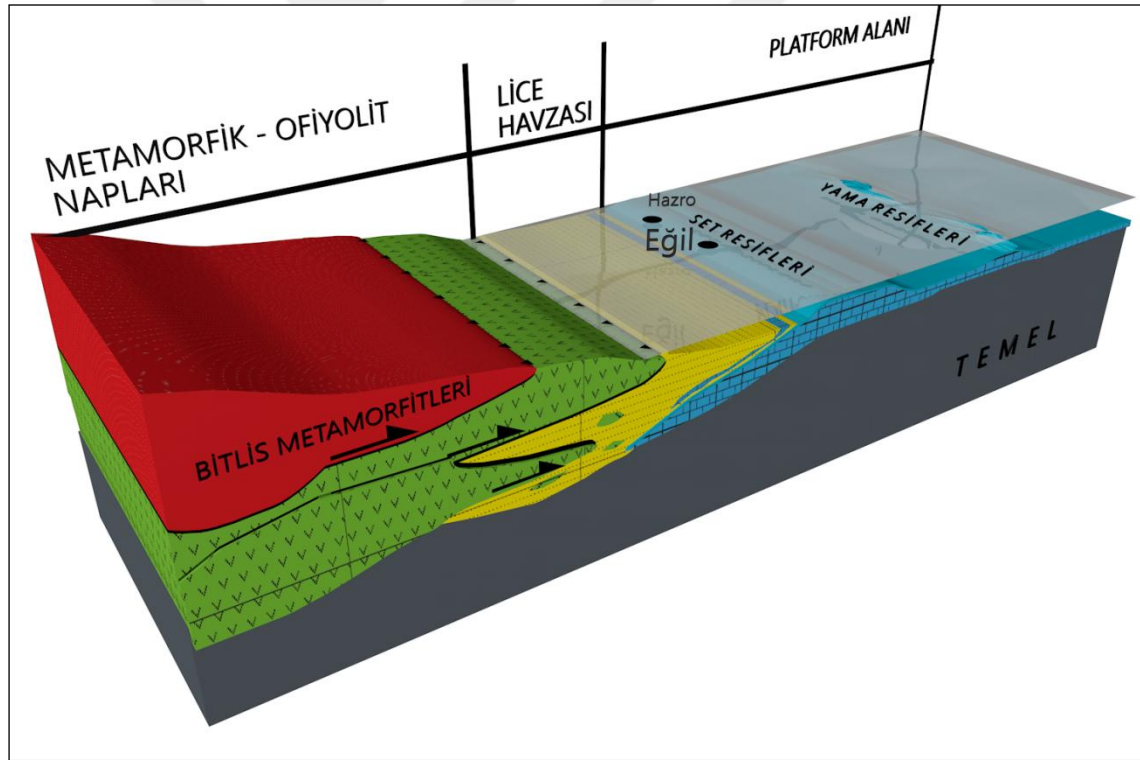
Erken Miyosen döneminde deniz, önündeki kara alanlarını aşarak güney ve güneydoğu yönünde ilerleyerek Fırat, Lice ve Kapıkaya formasyonlarının çökmesine neden olmuştur (Duran ve diğ., 1988).

Silvan grubu içerisinde yer alan tüm formasyonlar kuzeyden gelen transgresif denizin ürünleri olarak yorumlanmıştır. Güney kesimlerde ise şeyl, marn ve evaporitlerle karakterize olan Kapıkaya formasyonu, Irak ve Suriye'deki aynı yaş ve fasiyesteki birimlerin kuzey, kuzeybatı devamında yer alır (Duran ve diğ., 1988; Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Silvan grubunun Erken Miyosen dönemindeki fasiyes dağılımı (Duran ve diğ., 1988'den değiştirilerek alınmıştır).

Transgresif Fırat formasyonunun tabanında karbonat çakıltası özelliğinde bir seviye yer almaktadır. Fırat formasyonu tipik bank/resifal türde karbonat yığılmak fasiyesleriyle yer yer resif/bank gerisi (lagünel) fasiyesleri içerir (Şekil 3.6.)



Şekil 3.6. Güneydoğu Anadolu Miyosen paleocoğrafyasını gösteren blok diyagram (Erdoğan ve Yavuz, 2002'den değiştirilerek alınmıştır).

Fırat formasyonu tedrici olarak Lice formasyonuna geçer. Fırat formasyonunun çökeliminden sonra derinleşmeye başlayan koşullarda Lice formasyonu çökelmeye başlamıştır. Başlangıçta pelajik ve tane akması fasiyeslerinin iç içe olduğu yamaç, açık deniz fasiyesleri çökelirken, derinleşmenin İyice arttığı ye havza karakterinin kazanıldığı şartlarda genellikle türbiditik fasiyesler çökelmiştir (Duran ve diğ., 1988).



#### 4. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanı ve çevresinde Türkiye Tektonik Ana Birlikleri açısından Midyat Grubunun alt grubu olarak Gaziantep formasyonu, Silvan Grubunun alt grubu olarak Fırat formasyonu, Şelmo formasyonu ve Karacadağ Grubunun alt grubu olarak da Kuşdoğan Bazaltları yer almaktadır.

Çeşitli evrelerde etkili olan dağ oluşum hareketleri sonucunda bölgedeki kayaçlar yer yer kıvrımlı kırıklı yapılar kazanmıştır.

Çalışma alanı içerisinde olan Gaziantep, Fırat ve Şelmo formasyonları tabakalanma ve kıvrımlanma göstermiştir.

Bölge, jeolojik süreç içerisinde önemli tektonik olaylara maruz kalmıştır. Bunun sonucunda pek çok tektonik yapı gelişmiştir. Gelişen bu yapılar Anadolu levhası ve Arap Levhalarının Geç Kretase'den günümüze değin birbirleriyle olan karşılıklı hareketlerin sonucudur.

Bölgede en önemli kıvrımlanma olayı Orta Geç Miyosen döneminde Arap ve Anadolu levhalarının çarpışmaya başlaması sonucunda meydana gelmiştir. Bu kıvrımlanma sonucu yaşlı birimler hep birlikte kıvrımlanmış ve bölgenin bu günkü kıvrımlı topografyası meydana gelmiştir.

İnceleme alanı; Arap bloğu üzerinde bulunan kenar kıvrımları kuşağında bulunmaktadır. Bitlis Kenet Kuşağı'nın güneyinde yer alan kenar kıvrımları kuşağı, jeolojik süreç içinde önemli tektonik olaylara uğramıştır. Bitlis Kenet Kuşağı (Güneydoğu Anadolu Bindirmesi) boyunca devam eden K-G yönlü sıkışmalar Geç Pliyosen'e kadar kuzeyden gelen bindirmeler ve bindirme önünde Arap Plakasında gelişen kıvrım eksenleri D-B yönlü olan kıvrımlanmalara neden olmuştur. Bu süreç içinde yine Arap Plakası üzerinde yaklaşık K-G yönlü açılma çatlakları gelişmiş ve bu çatlaklardan Karacadağ ve Yavuzeli bazaltları yüzeye çıkararak geniş alanlara yayılmışlardır. Bu süreç belli aralıklarla son dönemlere kadar devam edip ve bazaltların farklı faz hallerinde gelişmesine neden olmuşlardır. Bu sıkışmada kıvrım eksenleri D-B yönünde bulunan kıvrımlanmalar ve bindirmelerle karşılanamaz duruma gelince Geç Pliyosende makaslama kırıkları şeklinde sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) oluşmaya halen devam etmekte olup, bu faylar Türkiye'nin depremselliğinde aktif olarak rol alır (İmamoğlu, 1993).



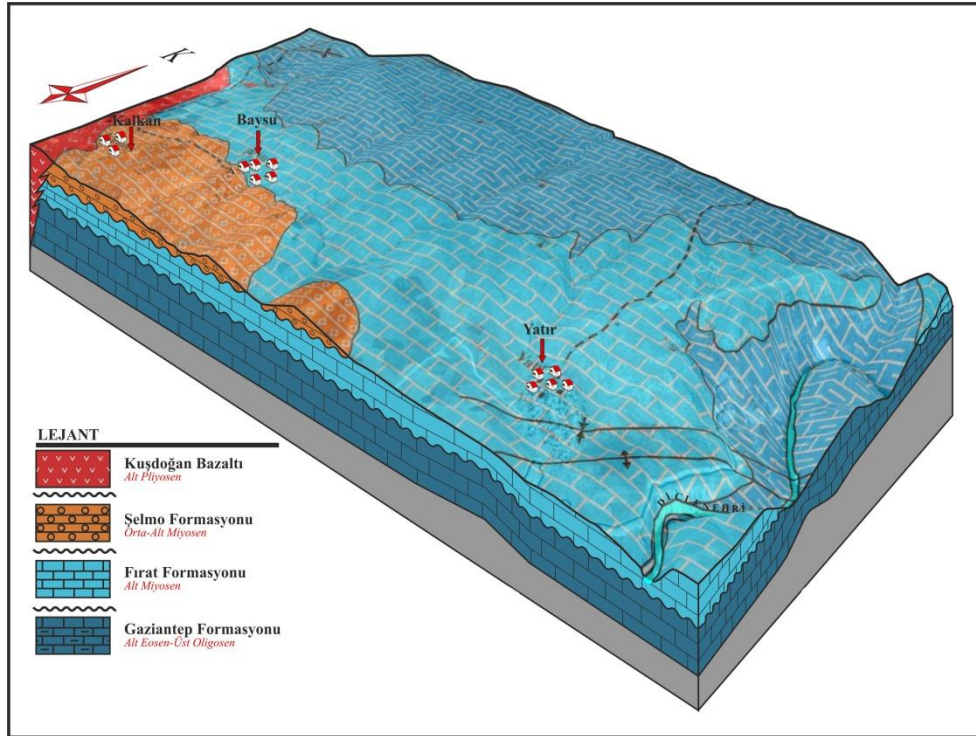
#### 4.1. Tabakalanma

İnceleme alanındaki birimler genelde belirgin tabakalanmalıdır. Gaziantep ve Fırat formasyonları ince orta yer yer kalın tabakalıdır. Şelmo formasyonu çakıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, kiltası seviyeleri orta kalınlıkta belirgin yer yer çapraz tabakalanma gösterir.

#### 4.2. Kıvrımlar

Miyosen sonlarında, Anadolu-Torid platformu ile Neotetisin kuzey kolundan kaynaklanan Bitlis-Pötürge-Malatya napları ve Çüngüş-Hakkari napının bölgeye yerleşimine bağlı olarak, bölge etkilenerek kıvrılmış, büyük bir çoğunluğu kuzeydoğu-güneybatı gidişli antiklinal ve senklinaller gelişmiştir.

Çalışma alanındaki en yaşlı birim, sahada gözlenen, killi-tebeşirli kireçtaşlarından oluşan Eosen-Oligosen yaşlı Gaziantep formasyonu ve bunların üzerinde ise uyumsuz olarak gelen Lice Gurubu'na dahil olan, genelde algli kireçtaşlarından oluşan Erken Miyosen yaşlı, Fırat formasyonları kıvrımlanmış ve büyük bir çoğunluğu kuzeydoğu-güneybatı gidişli antiklinal ve senklinaller gelişmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanının üç boyutlu jeoloji haritası.

### 4.3. Uyumsuzluklar

İnceleme alanında ayırt edilen kaya-stratigrafi birimleri arasında farklı dönemlerde geliştiği saptanan uyumsuzluklar bulunmaktadır.

Önemli jeolojik olayların başlangıcı olan Geç Eosen döneminde, Geç Eosen rejyonel regresyonunun başladığı bazı alanların yükselerek kara haline dönüştüğü dönemde inceleme alanı aşınmaya maruz kalmıştır (Duran ve diğ., 1988).

Midyat grubu (Erken Eosen-Geç Oligosen Gaziantep formasyonu) ile Silvan grubu (Erken Miyosen Fırat formasyonu) birimlerini çökeltlen denizel ortamın farklı özelliklere sahip olduğu ve birbirleriyle bağlantısız oldukları görülmektedir (Duran ve diğ., 1988). Birimler birbiri ile uyumsuz (Diskonformite) olarak yüzeylemektedir. Orta-Geç Miyosen yaşlı Şelmo formasyonu, Fırat formasyonu üzerine uyumsuz (Diskonformite) olarak gelmektedir. Son evrede ise Geç Pliyosen yaşlı Kuşdoğan bazaltları uyumsuz (Diskonformite) olarak yüzeylemektedir (Şekil 4.1).

### 4.4. Faylar

Fırat formasyonunda yer alan faylar, doğrultu atımlı faylardan oluşmaktadır. Bölgedeki doğrultu atımlı fayın genel gidişi KD-GB doğrultuludur (Şekil 4.1., Ek-1).

## 5. FIRAT FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ PETROGRAFİSİ

Fırat formasyonu kireçtaşlarından 5 noktadan ÖSK alımı yapılmıştır (Şekil 5.2, Ek- 1). Alınan 72 numunedan 69'undan ince kesiti yaptırılmış ve bu ince kesitler polarizan mikroskopta incelenerek, mikroskobik özellikleri tanımlanmıştır. Yapılan inceleme sonucunda 2'si çamurtaşı, 5'i vaketaşı, 41'i istiftaşı ve 21'i tanetaşı olarak adlandırılmıştır (Dunham, 1962).

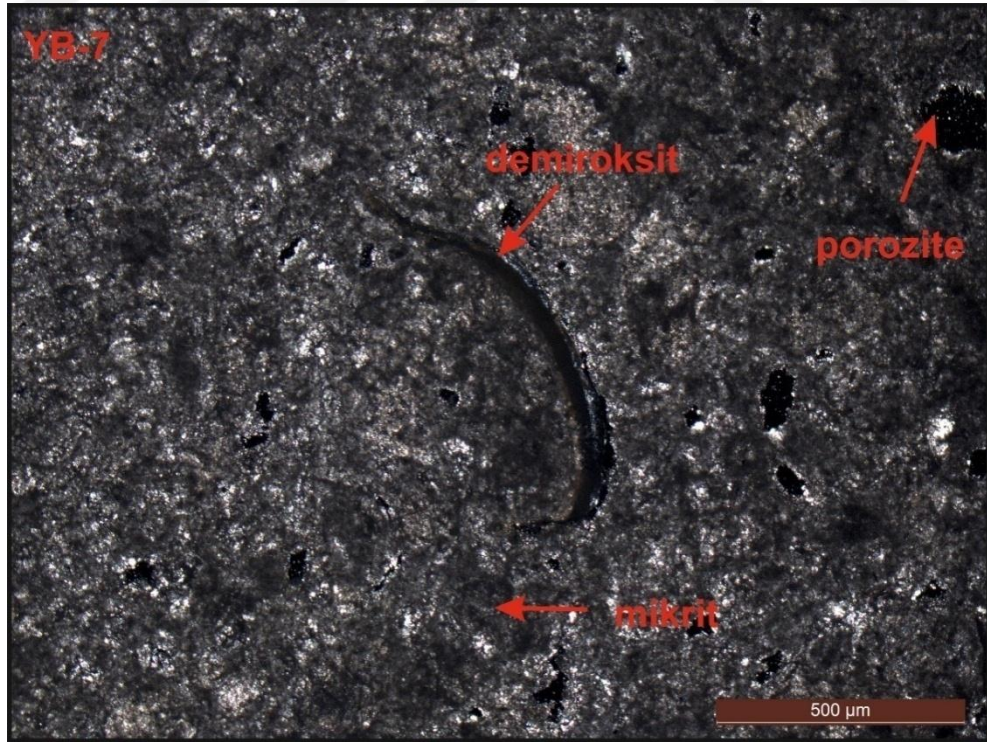
Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünde 3 numunenin SEM-EDX çekimleri yapılmıştır.

### 5.1. Fırat Formasyonu Kireçtaşlarının Mikrofasiyeleri

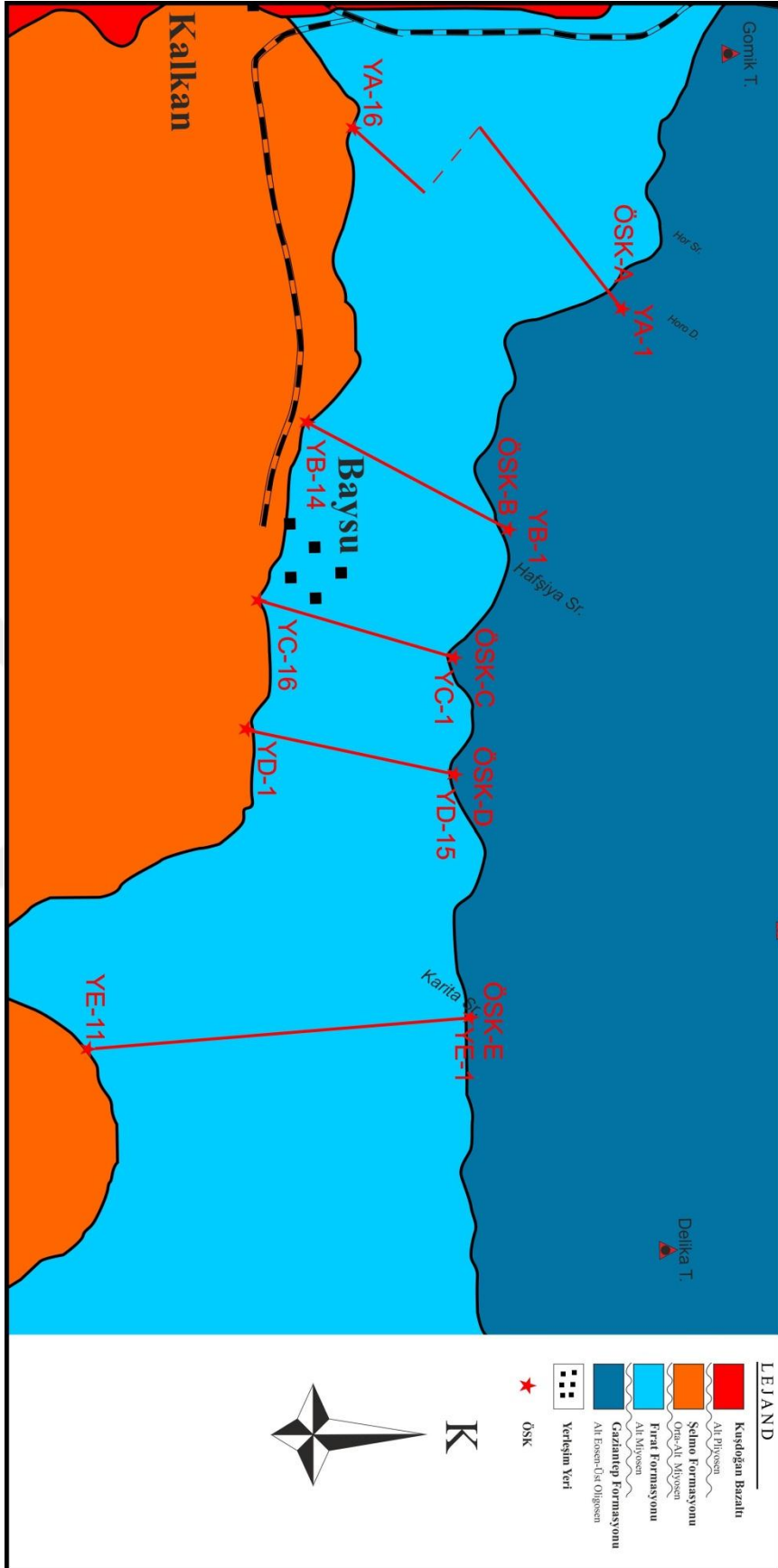
Kireçtaşları Dunham (1962)'a göre 4 mikrofasiyese ayrılmıştır. Örnek lokasyonlarının mikrofasiyelere göre karşılaştırılması yapılmıştır (Ek-2).

#### 5.1.1. Kireçtaşı fasiyesi 1 (kf1) [çamurtaşı]:

Bu fasiyes siyah renkli mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. İskeletsel taneler çok az bulunmaktadır (Şekil 5.1.).



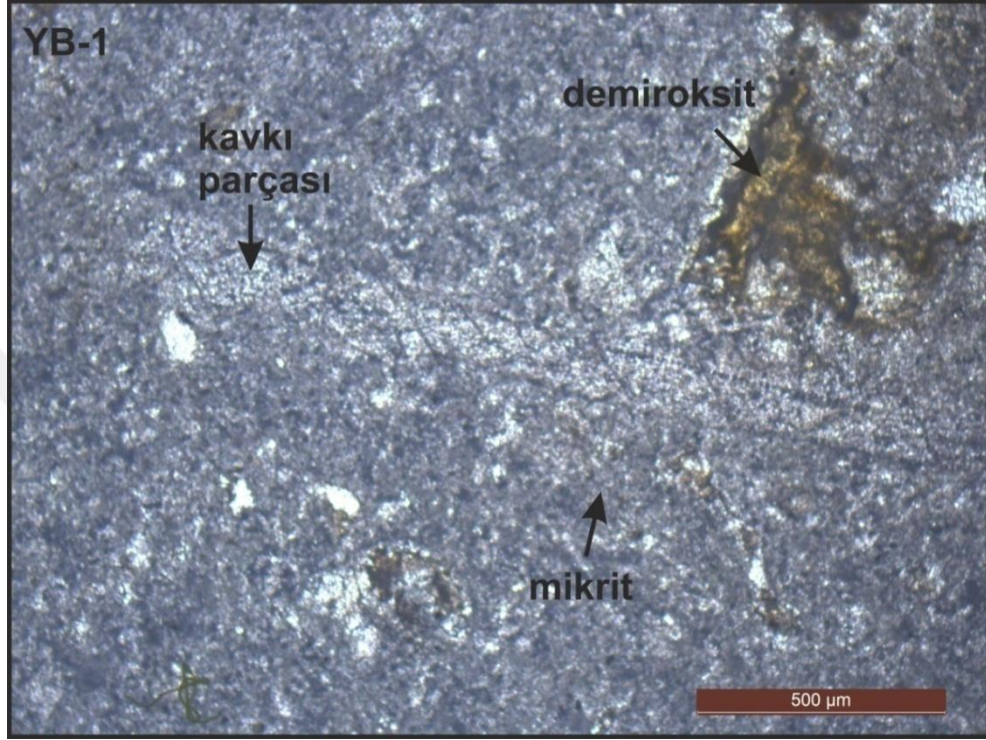
Şekil 5.1. Mikritik kalsit ince kesiti (Kayaç adı: Çamurtaşı, N: YB-1; Büyütme 4x, görünüm çift nikol).



Şekil 5.2. Fırat formasyonuna ait ÖSK ve numune yerlerini gösterir harita.

### 5.1.2. Kireçtaşı fasiyesi 2 (kf2) [vaketaşı]:

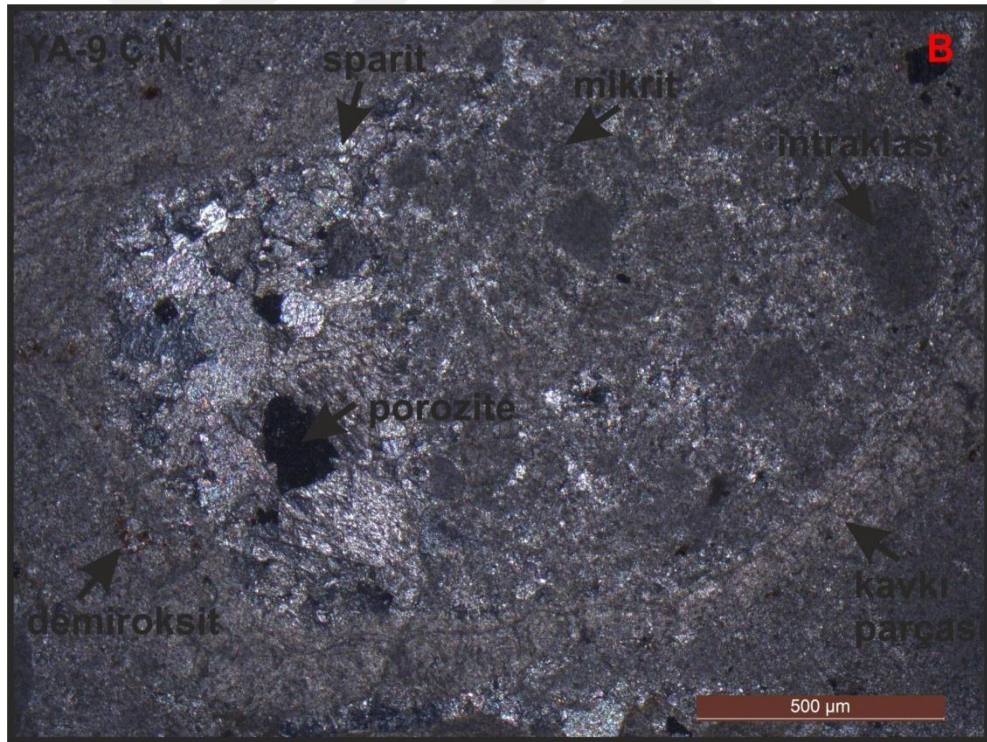
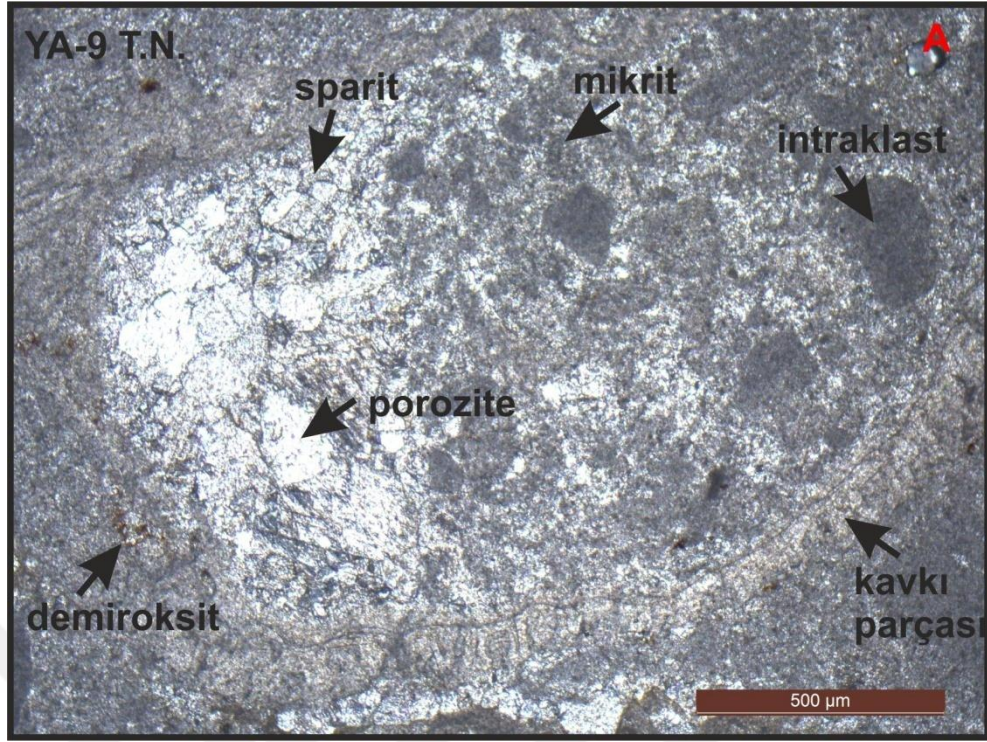
Bu fasiyeste mikrit ve az miktarda sparit bağlayıcı olarak görülmektedir. İskeletsel tanelerden fosiller görülmemekte; intraklast, ooid ve pelledler görülmemektedir (Şekil 5.3.).



Şekil 5.3. Kavkı parçalı, mikritik bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YB-8; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

### 5.1.3. Kireçtaşı fasiyesi 3 (kf3) [istiftaşı]:

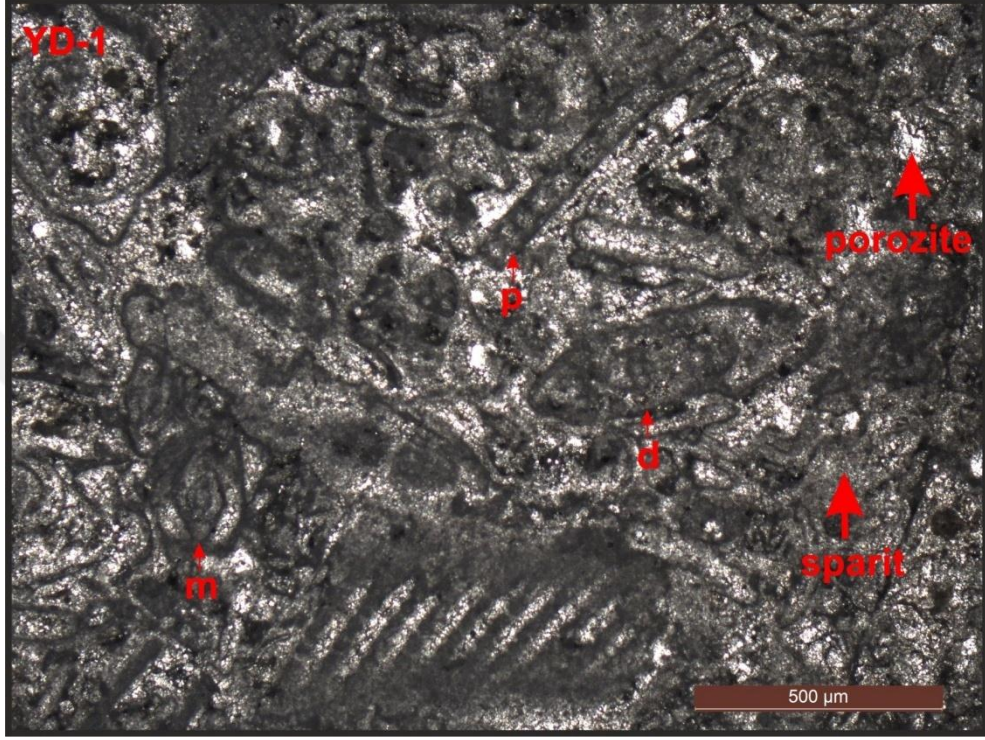
Bu fasiyeste mikrit ve sparit bağlayıcı olarak görülmekte olup, bol miktarda fosil, fosil parçaları, az miktarda intraklast taneleri ve çok az miktarda pelled görülmektedir (Şekil 5.4.a-b).



Şekil 5.4. A-B. İntraklast taneli, kavkı parçalı, mikrit ve az miktarda sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YA-9; Büyütme 4x, görünüm A:tek nikol, B:çift nikol).

#### 5.1.4. Kireçtaşı fasiyesi 4 (kf4) [tanetaşı]:

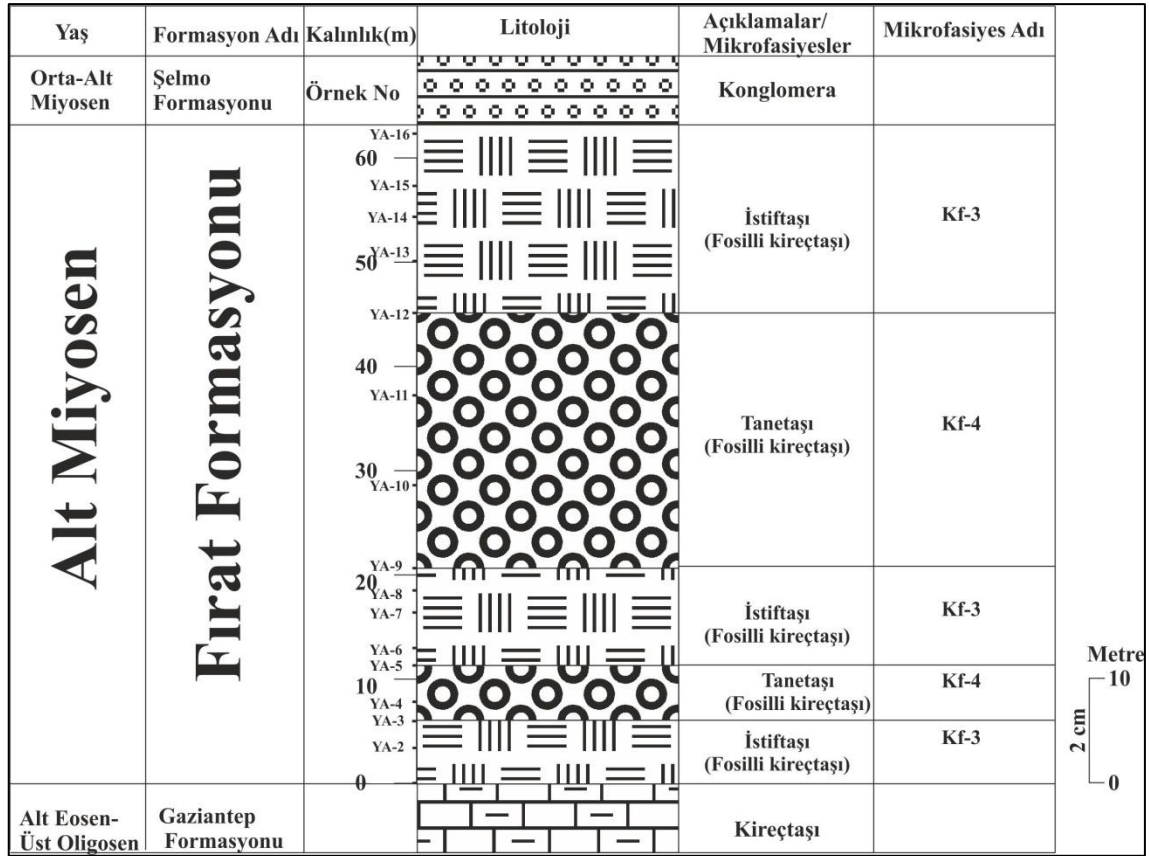
Bu fasiyeste sparit ve az miktarda mikrit bağlayıcı olarak görülmekte olup, bol miktarda fosil, fosil parçaları, az miktarda intraklast taneleri ve çok az miktarda pelledlerin olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.5.).



Şekil 5.5. Bol fosilli (p:peneroplis sp., m:millioidae, d:dentritina cf. rangid orbigny), sparit dolgulu kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YD-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

#### 5.2. ÖSK A'dan Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:

ÖSK-A'dan alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 595549E-4224260N ile 594918E-4223209N koordinatları arasından alınmıştır. A lokasyonundaki kireçtaşları tabanda (YA-2) bol fosilli kireçtaşlarıyla başlar, orta seviyeler nispeten daha az fosilli, intraklast ve pelled taneleri içerir. Üst seviyelere (YA-16) gidildikçe fosil miktarlarında tekrar artış olduğu görülmektedir (Şekil 5.6).



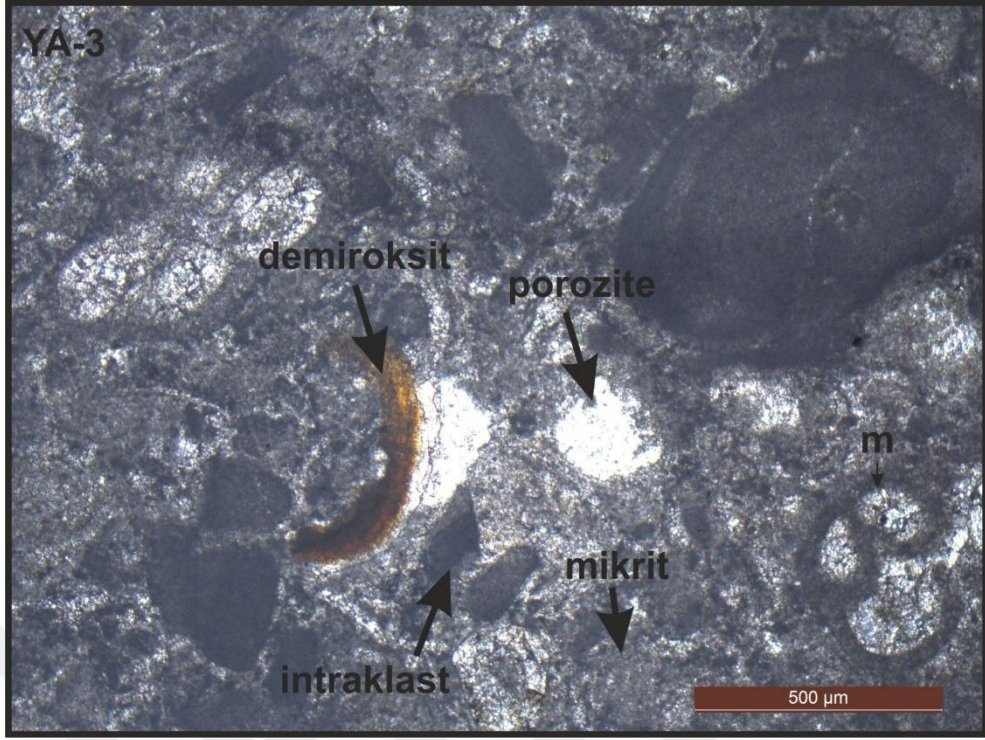
Şekil 5.6. ÖSK-A Mikrofasiyes dikme kesiti.

Kireçtaşları içerisinde % 15-43 oranında intraklast, %25-93 fosil, % 1-3 pelled, %3-25 sparit ve %3-35 mikrit bulunmaktadır (Tablo 5.1, Şekil 5.7-5.8.).

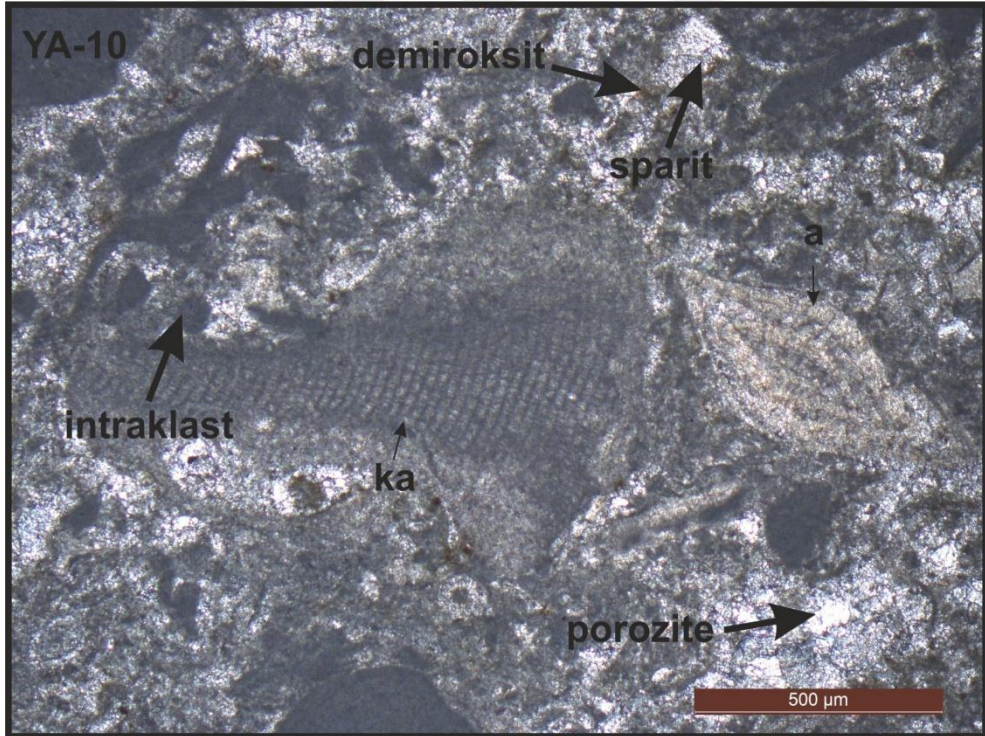
Tablo 5.1. ÖSK-A'dan alınan örneklerin mikroskobik özellikleri

| Kesit No | Kalsit İçeriği % | Dolomit İçeriği % | Allokemler |              |        |          | Ortokomler |          | Kayacın Adı<br>(Dunham, 1962) |
|----------|------------------|-------------------|------------|--------------|--------|----------|------------|----------|-------------------------------|
|          |                  |                   | Fosil %    | İntraklast % | Ooid % | Pelled % | Sparit %   | Mikrit % |                               |
| YA16     | 100              |                   | 79         |              |        |          |            | 21       | İSTİFTAŞI                     |
| YA15     | 100              |                   | 93         |              |        |          |            | 7        | İSTİFTAŞI                     |
| YA14     | 100              |                   | 64         |              |        |          | 4          | 32       | İSTİFTAŞI                     |
| YA13     | 100              |                   | 84         |              |        |          | 4          | 12       | İSTİFTAŞI                     |
| YA12     | 100              |                   | 85         |              |        |          | 12         | 3        | TANETAŞI                      |
| YA11     | 100              |                   | 86         |              |        |          | 11         | 3        | TANETAŞI                      |
| YA10     | 100              |                   | 25         | 43           |        | 2        | 25         | 5        | TANETAŞI                      |
| YA9      | 100              |                   | 30         | 37           |        | 3        | 5          | 25       | İSTİFTAŞI                     |
| YA8      | 100              |                   | 42         | 15           |        | 1        | 7          | 35       | İSTİFTAŞI                     |
| YA5      | 100              |                   | 88         |              |        |          | 12         |          | TANETAŞI                      |
| YA4      | 100              |                   | 85         |              |        |          | 12         | 3        | TANETAŞI                      |
| YA3      | 100              |                   | 53         | 15           |        | 1        | 8          | 23       | İSTİFTAŞI                     |
| YA2      | 100              |                   | 66         |              |        |          | 3          | 31       | İSTİFTAŞI                     |





**Şekil 5.7.** Bol fosilli (m: milliolidae), kavkı parçalı, intraklast taneli ve mikrit bağyacı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YA-3; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



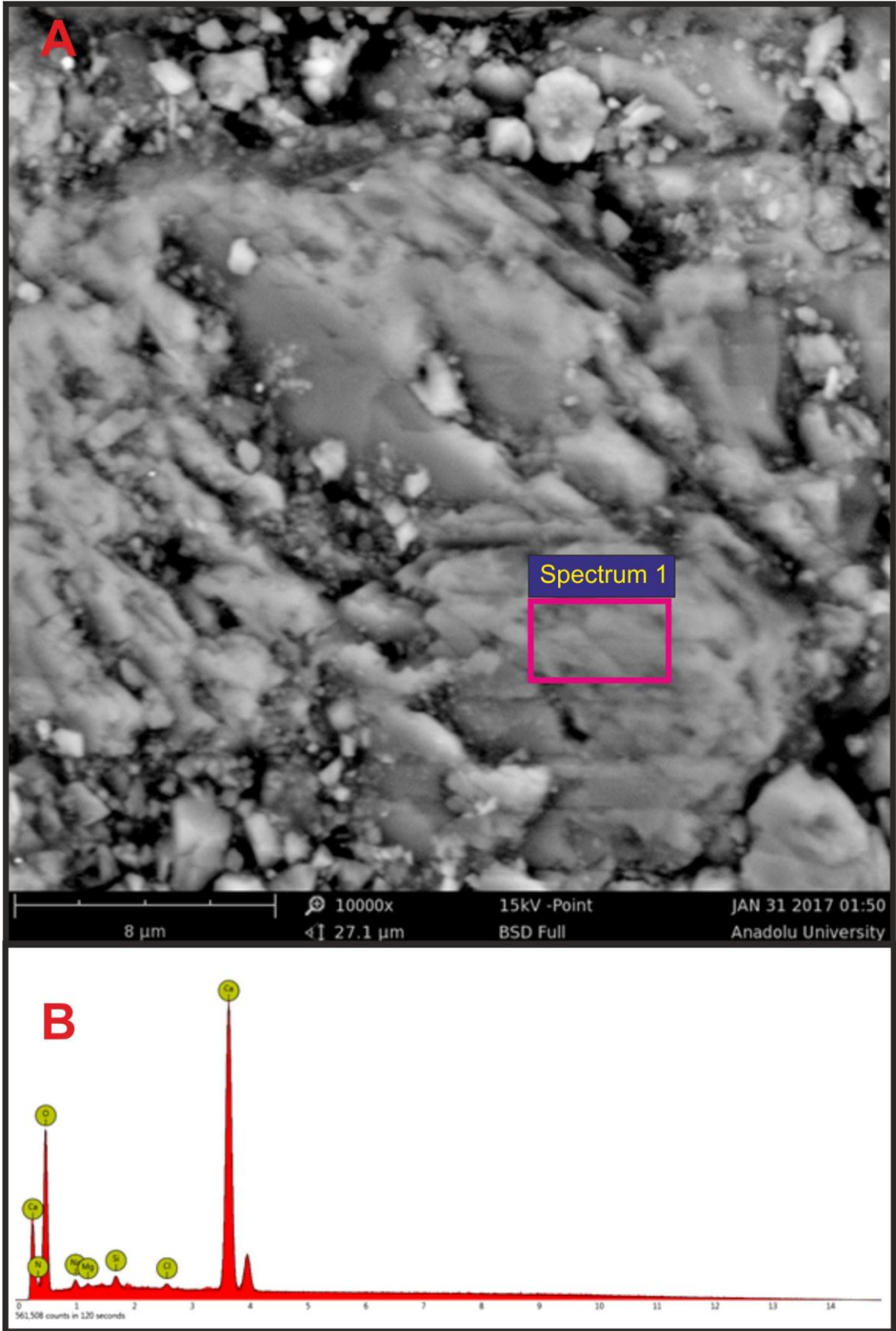
**Şekil 5.8.** Bol fosilli (a: amphistegina sp., ka: kırmızı alg), intraklast taneli, sparit bağlayıcı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YA-10; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

ÖSK- A'dan alınan numunelerin mikroskopik özelliklerine bakıldığında %3-6 oranında poroziteli, az çatlaklı, çatlaklar sparikalsit dolgulu ayrıca demiroksit yüzeyleri gözlenmiştir. Bu ölçülü stratigrafi kesitinden alınan numunelerin mikroskopik özellikleri göz önünde tutularak Dunham (1962) sınıflamasına göre Fırat formasyonu kireçtaşları istifası ve tanetaşı şeklinde oldukları belirlenmiştir (Tablo 5.1.).

ÖSK-A'dan alınan örneklerden (YA-2) yaptırılan SEM (taramalı elektron mikroskop) incelemesi sonucu yarı özşekilli-özşekilsiz, ince- kristalli kalsit kristalleri tespit edilmiş ve EDX diyagramı çizdirilmiştir (Şekil 5.9. A-B). Bu numunelere ait EDX'e göre mineral bileşimleri de tablo 5.2.'de verilmiştir.

**Tablo 5.2.** YA-2 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1)

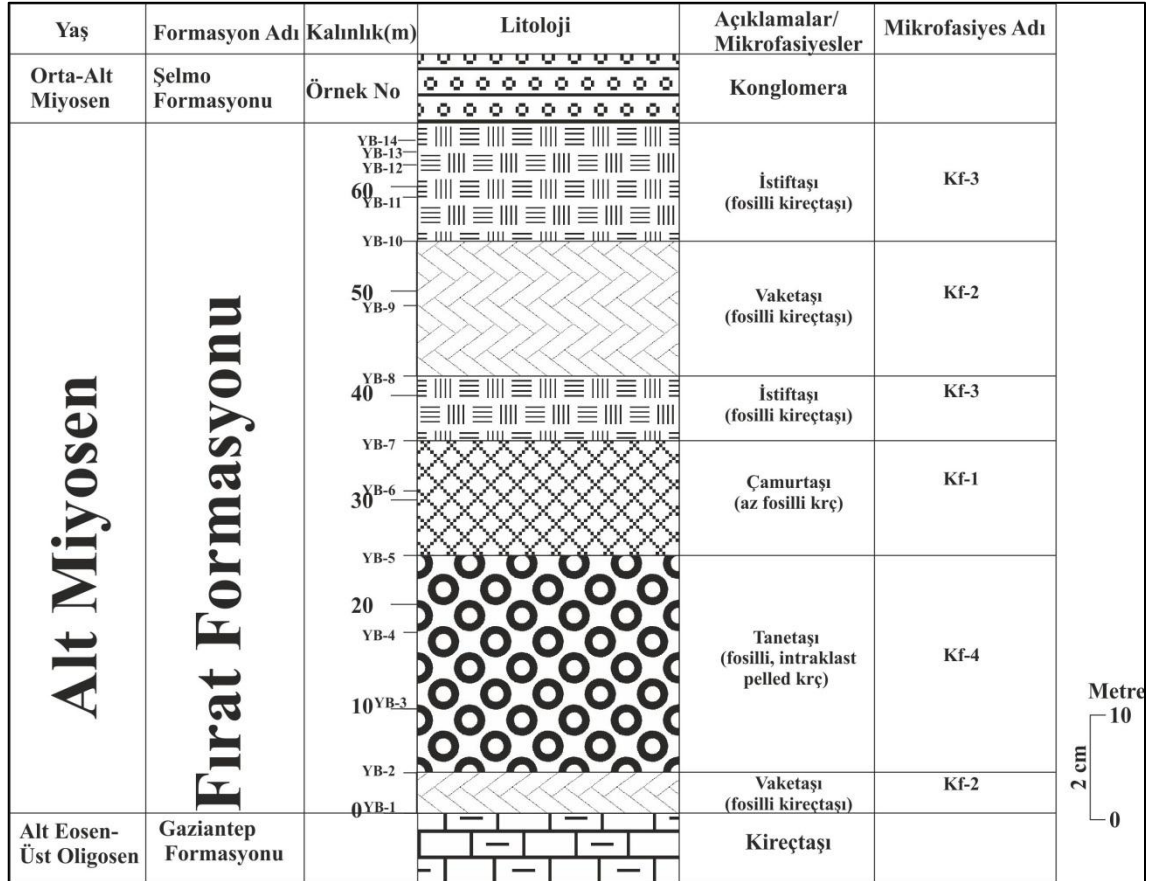
| Element Number | Element Symbol | Element Name | Confidence | Atomic% | Weight |
|----------------|----------------|--------------|------------|---------|--------|
| 20             | Ca             | Calcium      | 100        | 15,5    | 31,3   |
| 8              | O              | Oxygen       | 100        | 76,8    | 61,8   |
| 14             | Si             | Silicon      | 100        | 0,4     | 0,6    |
| 7              | N              | Nitrogen     | 100        | 5       | 3,5    |
| 11             | Na             | Sodium       | 100        | 1,7     | 1,9    |
| 17             | Cl             | Chlorine     | Manual     | 0,2     | 0,4    |
| 12             | Mg             | Magnesium    | Manual     | 0,3     | 0,4    |



**Şekil 5.9.** A-B. İnce kristalli, özşekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfı (EDX) (N: YA-2).

### 5.3. ÖSK B'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:

ÖSK-B'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 596492E-4224260N ile 596010E-4223030N koordinatları arasından alınmıştır. B lokasyonundaki kireçtaşları tabanda (YB-1) bol fosilli kireçtaşlarıyla başlar, orta seviyeler nispeten daha az fosillidir. Üst seviyelere (YB-14) gidildikçe fosil miktarlarında tekrar artış olduğu görülmektedir (Şekil 5.10.).



Şekil 5.10. ÖSK-B Mikrofasiyes dikme kesiti.

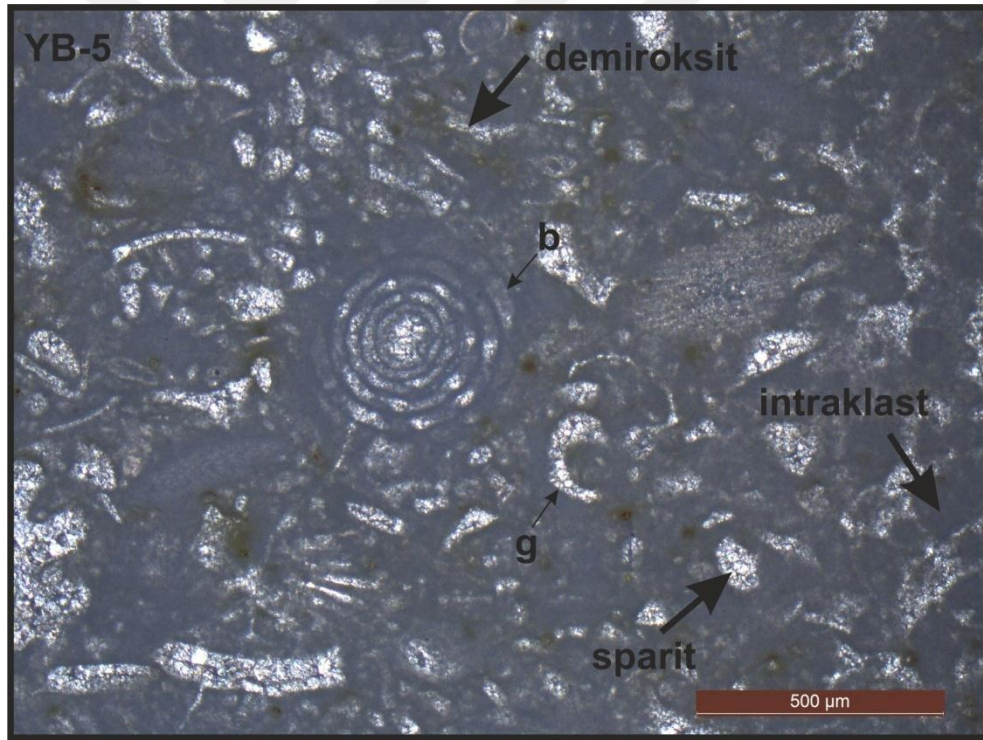
Kireçtaşları içerisinde % 3-49 oranında intraklast, % 1-92 fosil, % 1-2 pelled, % 4-24 sparit ve % 4-89 mikrit bulunmaktadır (Tablo 5.3, Şekil 5.11-14. ).

ÖSK- B'dan alınan numunelerin mikroskopik özelliklerine bakıldığında %2-5 oranında porozite, yüzeylerde çatlaklanmalar ve bu çatlaklar sparikalsit dolgulu ayrıca demiroksit yüzeyleri gözlenmiştir.

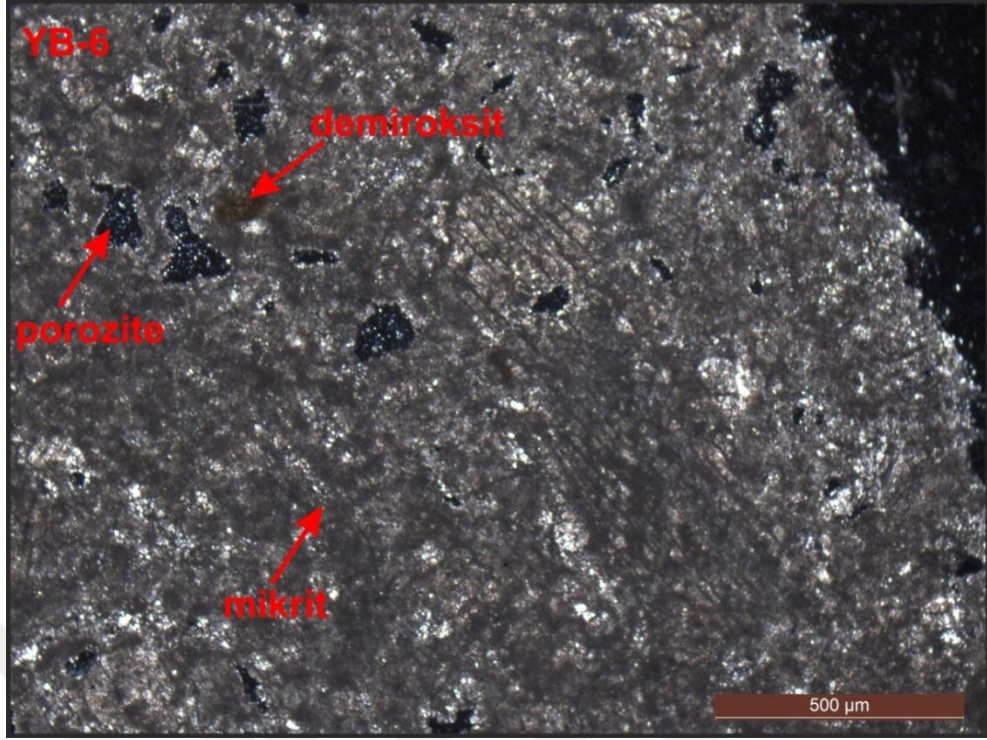
Bu ölçülü stratigrafi kesitinden alınan numunelerin mikroskopik özellikleri göz önünde tutularak Dunham (1962) sınıflamasına göre Fırat formasyonu kireçtaşlarının istiftaşı, vaketaşı, çamurtaşı ve tanetaşı şeklinde oldukları belirlenmiştir (Tablo 5.3.).

Tablo 5.3. ÖSK-B'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri.

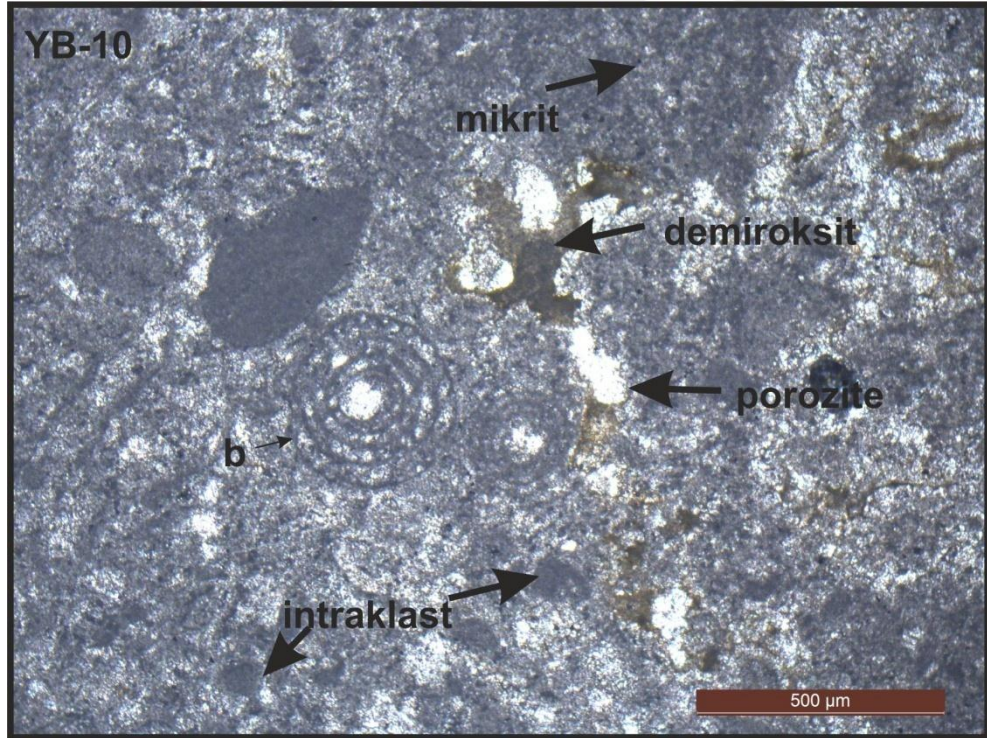
| Kesit No | Kalsit İçeriği % | Dolomit İçeriği % | Allokemler |              |        |          | Ortokomler |          | Kayacın Adı<br>(Dunham, 1962) |
|----------|------------------|-------------------|------------|--------------|--------|----------|------------|----------|-------------------------------|
|          |                  |                   | Fosil %    | İntraklast % | Ooid % | Pelled % | Sparit %   | Mikrit % |                               |
| YB14     | 100              |                   | 81         |              |        |          |            | 19       | İSTİFTAŞI                     |
| YB13     | 100              |                   | 78         |              |        |          |            | 22       | İSTİFTAŞI                     |
| YB12     | 100              |                   | 76         |              |        |          |            | 24       | İSTİFTAŞI                     |
| YB11     | 100              |                   | 92         |              |        |          |            | 8        | İSTİFTAŞI                     |
| YB10     | 100              |                   | 35         |              |        |          | 5          | 60       | VAKETAŞI                      |
| YB9      | 100              |                   | 25         | 5            |        |          | 15         | 55       | VAKETAŞI                      |
| YB8      | 100              |                   | 55         |              |        |          |            | 45       | İSTİFTAŞI                     |
| YB7      | 100              |                   | 1          |              |        |          | 10         | 89       | ÇAMURTAŞI                     |
| YB6      | 100              |                   | 3          |              |        |          | 10         | 87       | ÇAMURTAŞI                     |
| YB5      | 100              |                   | 20         | 49           |        | 1        | 15         | 5        | TANETAŞI                      |
| YB4      | 100              |                   | 61         | 13           |        | 2        | 24         |          | TANETAŞI                      |
| YB3      | 100              |                   | 79         |              |        |          | 17         | 4        | TANETAŞI                      |
| YB2      | 100              |                   | 88         |              |        |          | 12         |          | TANETAŞI                      |
| YB1      | 100              |                   | 10         | 3            |        |          | 4          | 83       | VAKETAŞI                      |



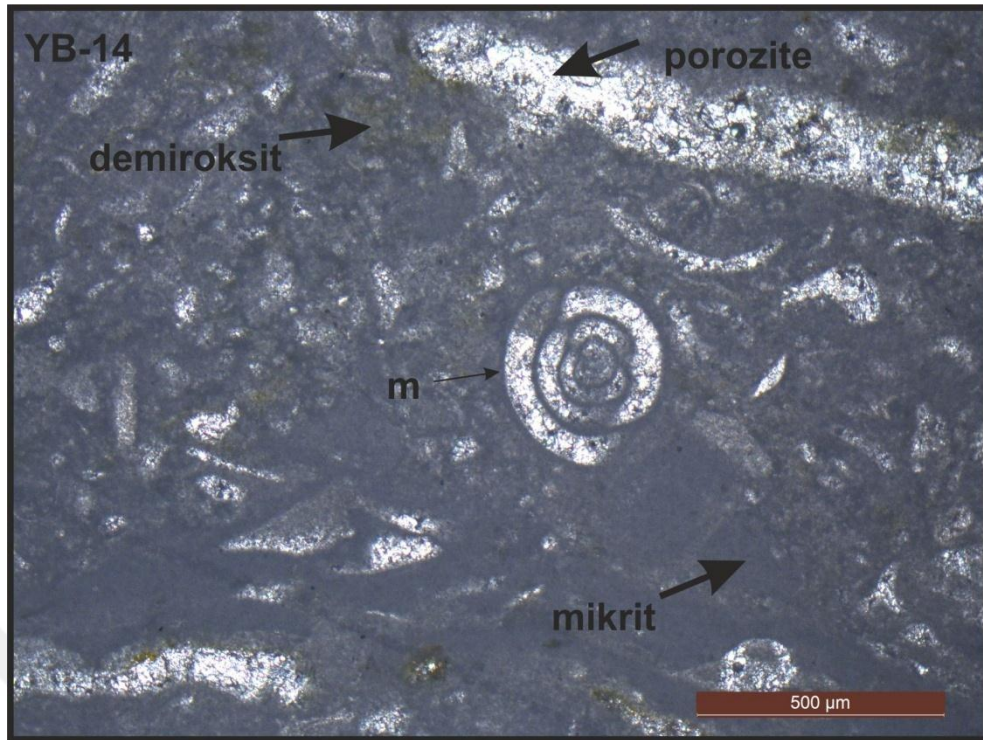
Şekil 5.11. Bol fosilli (b: borealis curdica (reichel), g: gastropod), kavkı parçalı, intraklast taneli, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti ( N: YB-5; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



Şekil 5.12. Mikrit dokulu, demiroksitli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Çamurtaşı; N: YB-6; Büyütme 4x, görünüm çift nikol).



Şekil 5.13. Fosilli (b: borelis curdica (reichel)), intraklast taneli, mikritik bağlayıcılı, demiroksitli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YB-10; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

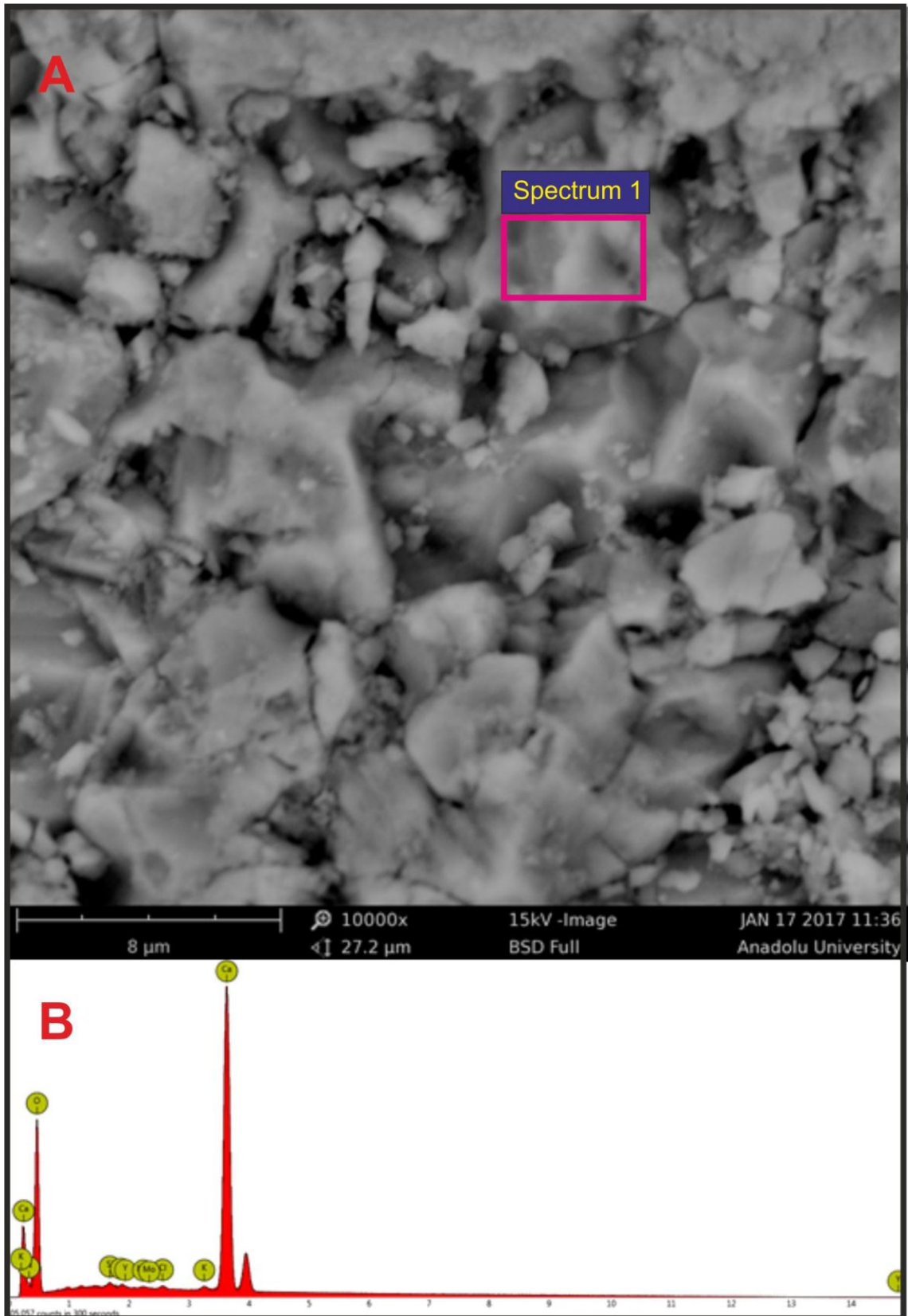


**Şekil 5.14.** Fosilli (m: milliolidae), kavkı parçalı, mikritik bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YB-14; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

ÖSK-B'den alınan YB-7 nolu örnekten yaptırılan SEM (taramalı elektron mikroskop) incelemesi sonucunda, özşekilsiz, ince- kristalli kalsit kristalleri tespit edilmiş ve EDX diyagramı çizdirilmiştir (Şekil 5.15. A-B). Bu numunelere ait EDX'e göre mineral bileşimleri de tablo 5.4.'te verilmiştir.

**Tablo 5.4.** YB-7 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1).

| Element Number | Element Symbol | Element Name | Confidence | Atomic% | Weight |
|----------------|----------------|--------------|------------|---------|--------|
| 20             | Ca             | Calcium      | 100        | 15,6    | 31,4   |
| 8              | O              | Oxygen       | 100        | 78,7    | 63,4   |
| 7              | N              | Nitrogen     | 100        | 5,1     | 3,6    |
| 19             | K              | Potassium    | 100        | 0,2     | 0,3    |
| 14             | Si             | Silicon      | Manual     | 0,2     | 0,2    |
| 39             | Y              | Yttrium      | Manual     | 0,1     | 0,5    |
| 17             | Cl             | Chlorine     | Manual     | 0,1     | 0,2    |
| 42             | Mo             | Molybdenum   | Manual     | 0,1     | 0,3    |

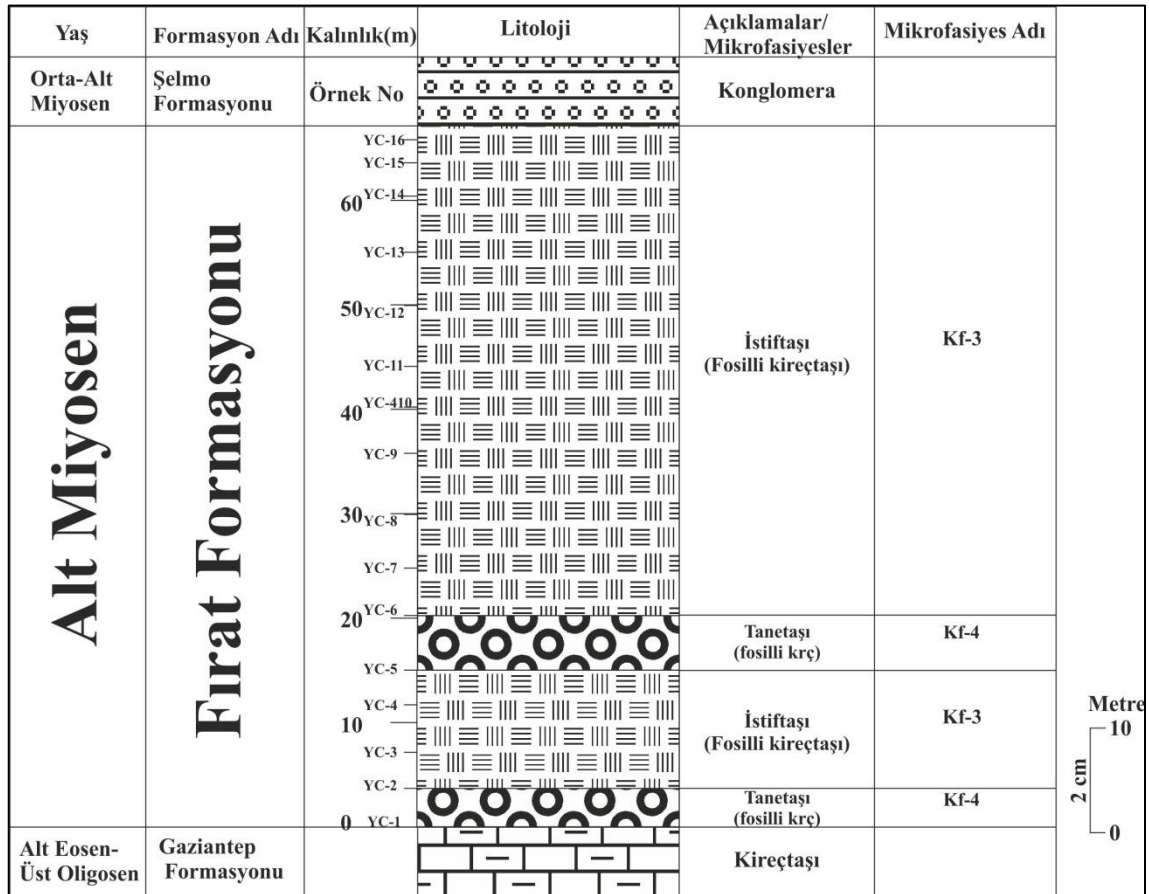


Şekil 5.15. A-B. İnce kristalli, özşekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfı (EDX) (N: YB-7).



#### 5.4. ÖSK C'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:

ÖSK-C'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 596983E-4223680N ile 596740E-4222863N koordinatları arasından alınmıştır. C lokasyonundaki kireçtaşları tabanda (YC-1) bol fosilli kireçtaşlarıyla başlar, üst seviyelere (YC-16) gidildikçe çok sayıda fosil ve kavkı parçaları görülmektedir (Şekil 5.16.).



Şekil 5.16. ÖSK-C Mikrofasiyes dikme kesiti.

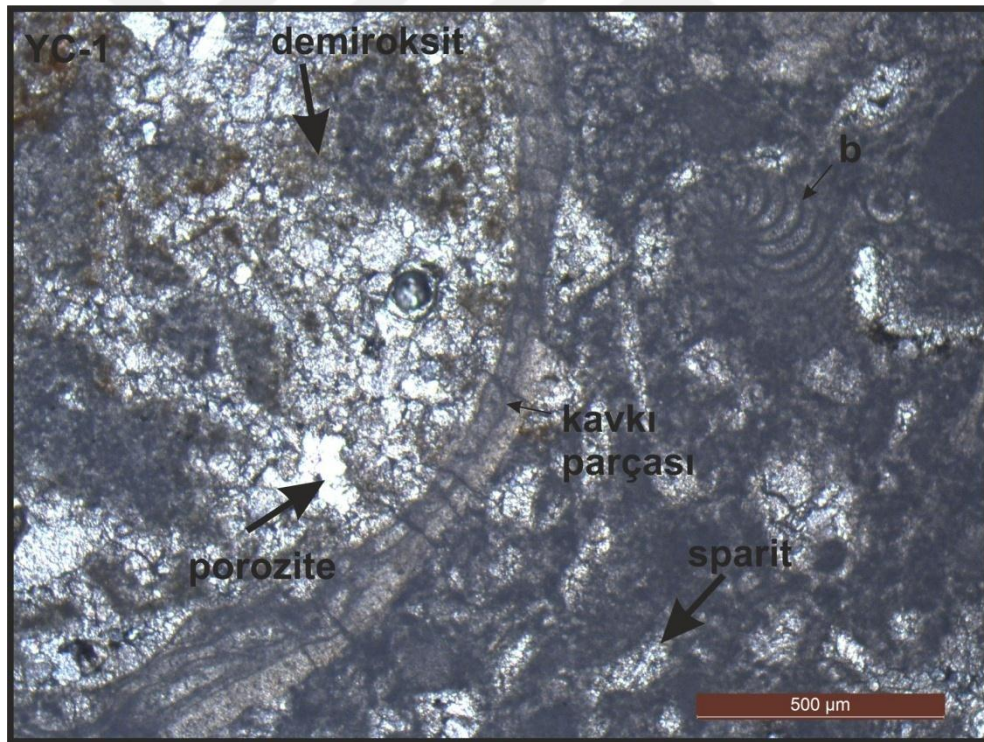
Kireçtaşları içerisinde %5 oranında intraklast, %12-86 fosil,%3-36 sparit ve %11-61 mikrit belirlenmiştir (Tablo 5.5., Şekil 5.17.-5.18).

ÖSK-C'den alınan numunelerin mikroskobik özelliklerine bakıldığında %3-8 oranında porozite, az çatlaklı, çatlaklar sparikalsit dolgulu, yer yer yüzeylerde oksitlenmeler ve çatlaklar boyunca demiroksitlenme yüzeyleri gözlenmiştir.

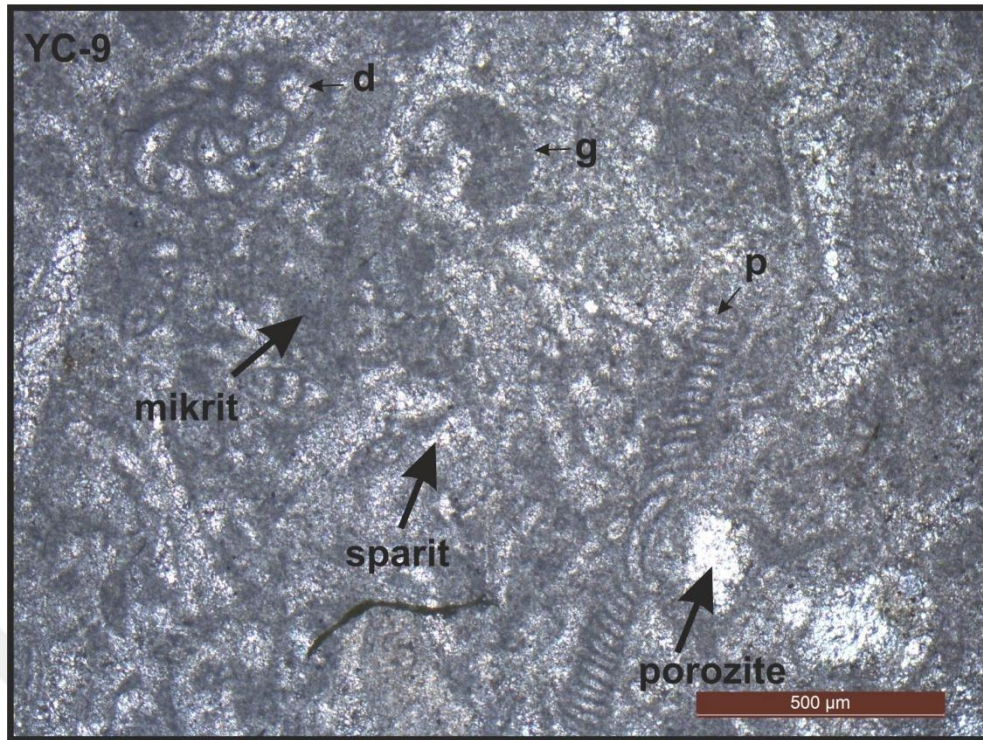
Bu ölçülü stratigrafi kesitinden alınan numunelerin mikroskobik özellikleri göz önünde tutularak Dunham (1962) sınıflamasına göre Fırat formasyonunda istiftaşı ve tanetaşı şeklinde oldukları belirlenmiştir (Tablo 5.5.).

Tablo 5.5. ÖSK-C'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri.

| Kesit No | Kalsit İçeriği % | Dolomit İçeriği % | Allokemler |              |        |          | Ortokomler |          | Kayacın Adı<br>(Dunham, 1962) |
|----------|------------------|-------------------|------------|--------------|--------|----------|------------|----------|-------------------------------|
|          |                  |                   | Fosil %    | İntraklast % | Ooid % | Pelled % | Sparit %   | Mikrit % |                               |
| YC16     | 100              |                   | 86         |              |        |          |            | 14       | İSTİFTAŞI                     |
| YC15     | 100              |                   | 63         |              |        |          | 7          | 30       | İSTİFTAŞI                     |
| YC14     | 100              |                   | 86         |              |        |          |            | 14       | İSTİFTAŞI                     |
| YC13     | 100              |                   | 86         |              |        |          | 3          | 11       | İSTİFTAŞI                     |
| YC12     | 100              |                   | 41         |              |        |          | 17         | 42       | İSTİFTAŞI                     |
| YC11     | 100              |                   | 43         |              |        |          | 21         | 36       | İSTİFTAŞI                     |
| YC10     | 100              |                   | 79         |              |        |          | 6          | 15       | İSTİFTAŞI                     |
| YC9      | 100              |                   | 84         |              |        |          | 4          | 12       | İSTİFTAŞI                     |
| YC8      | 100              |                   | 67         |              |        |          | 6          | 27       | İSTİFTAŞI                     |
| YC7      | 100              |                   | 65         |              |        |          | 7          | 28       | İSTİFTAŞI                     |
| YC6      | 100              |                   | 45         | 5            |        |          | 4          | 46       | İSTİFTAŞI                     |
| YC5      | 100              |                   | 40         |              |        |          | 35         | 25       | TANETAŞI                      |
| YC4      | 100              |                   | 20         |              |        |          | 25         | 55       | İSTİFTAŞI                     |
| YC3      | 100              |                   | 25         |              |        |          | 30         | 45       | İSTİFTAŞI                     |
| YC2      | 100              |                   | 12         |              |        |          | 36         | 61       | İSTİFTAŞI                     |
| YC1      | 100              |                   | 83         |              |        |          | 17         |          | TANETAŞI                      |



Şekil 5.17. Fosilli (b: borelis curdica), kavkı parçalı, sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaş; N: YC-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

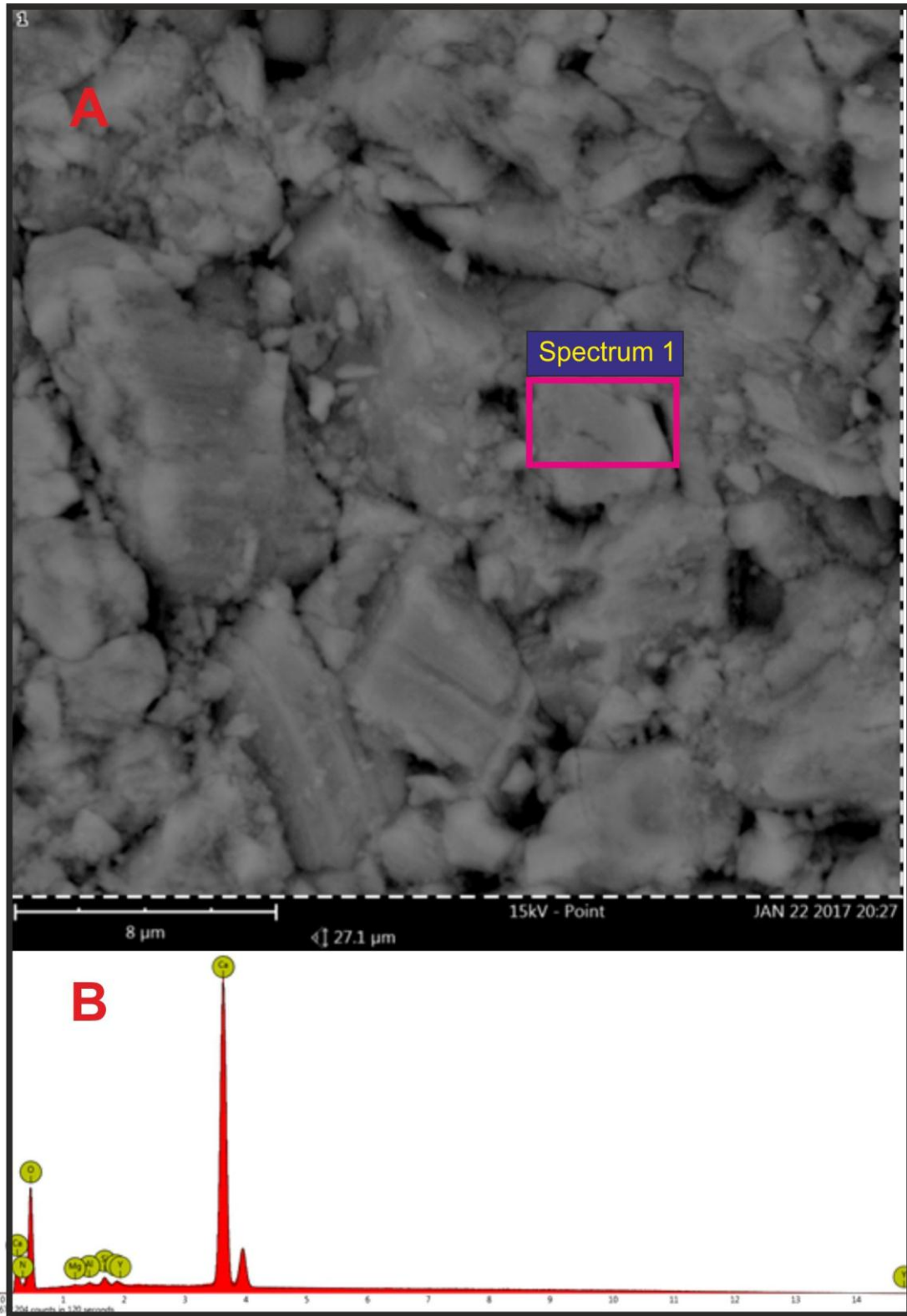


**Şekil 5.18.** Fosilli (p: peneroplis sp., d: dentritina cf. rangid orbigny, g: gastopod), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YC-9; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

ÖSK-C'den alınan YC-16 nolu örnekten yaptırılan SEM (taramalı elektron mikroskop) incelemesi sonucu yarı özşekilli-özşekilsiz, ince- orta kristalli, kalsit kristalleri tespit edilmiş ve EDX diyagramı çizdirilmiştir (Şekil 5.19. A-B). Bu numunelere ait EDX'e göre mineral bileşimleri de tablo 5.6.'da verilmiştir.

**Tablo 5.6.** YC-16 no'lu numunenin SEM-EDX çekimine göre bileşimi (Spectrum 1).

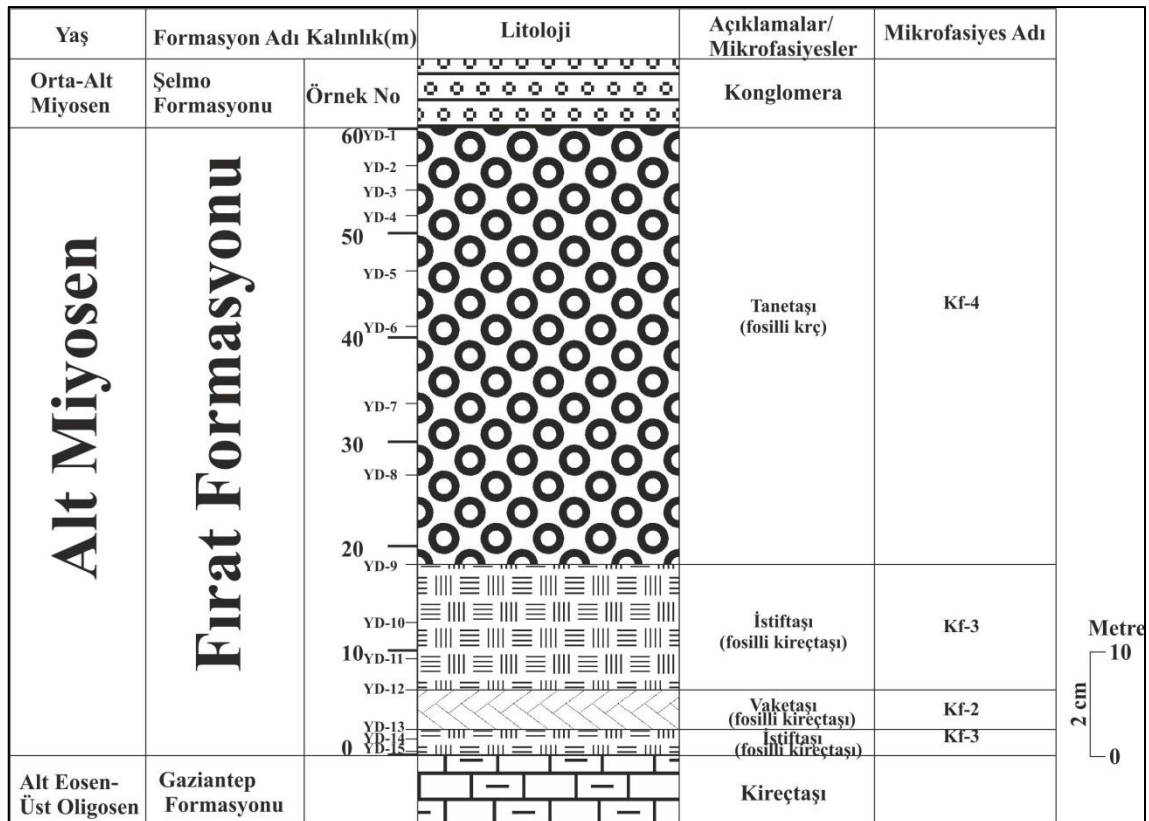
| Element Number | Element Symbol | Element Name | Confidence | Atomic% | Weight |
|----------------|----------------|--------------|------------|---------|--------|
| 20             | Ca             | Calcium      | 100        | 21,2    | 40     |
| 8              | O              | Oxygen       | 100        | 73      | 54,9   |
| 14             | Si             | Silicon      | 100        | 0,4     | 0,6    |
| 39             | Y              | Yttrium      | 100        | 0,2     | 1      |
| 7              | N              | Nitrogen     | 100        | 4,7     | 3,1    |
| 13             | Al             | Aluminium    | Manual     | 0,2     | 0,3    |
| 12             | Mg             | Magnesium    | Manual     | 0,2     | 0,2    |



Şekil 5.19. A-B. İnce kristalli, yarı özşekilli-özşekilsiz kalsit kristalleri (SEM) ve enerji dağılımlı X-Ray tayfi (EDX) (N: YC-16).

### 5.5. ÖSK D'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:

ÖSK-D' den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 597414E-4223621N ile 597191E-4222720N koordinatları arasından alınmıştır. D lokasyonundaki kireçtaşları tabanda (YD-15) bol fosilli, en üst seviyelere (YD-1) gidildikçe fosil ve kavkı parçaları miktarı artmaktadır (Şekil 5.20.).



Şekil 5.20. ÖSK-D Mikrofasiyes dikme kesiti.

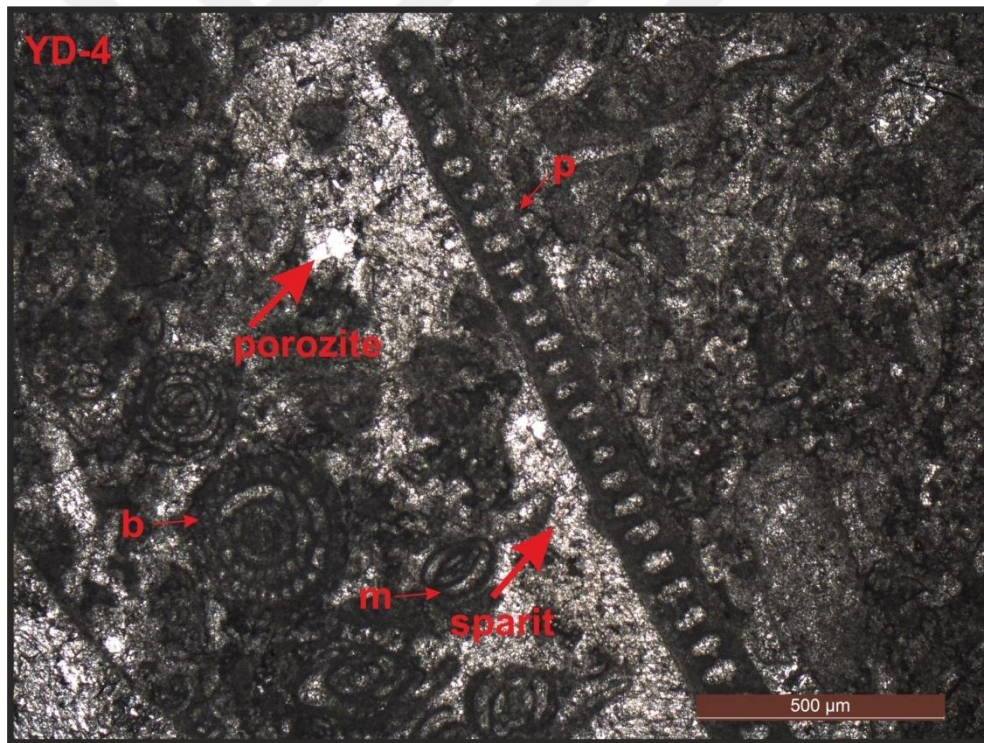
Kireçtaşları içerisinde %28-93 oranında fosil, %2 pelled, %4-18 sparit ve %4-57 mikrit bulunmaktadır (Tablo 5.7., Şekil 5.21-23.).

ÖSK-D'den alınan numunelerin mikroskobik özelliklerine bakıldığında %2-8 oranında poroziteli, az çatlaklı, çatlaklar sparikalsit dolgulu ve çatlak boyunca demiroksit gözlenmiştir.

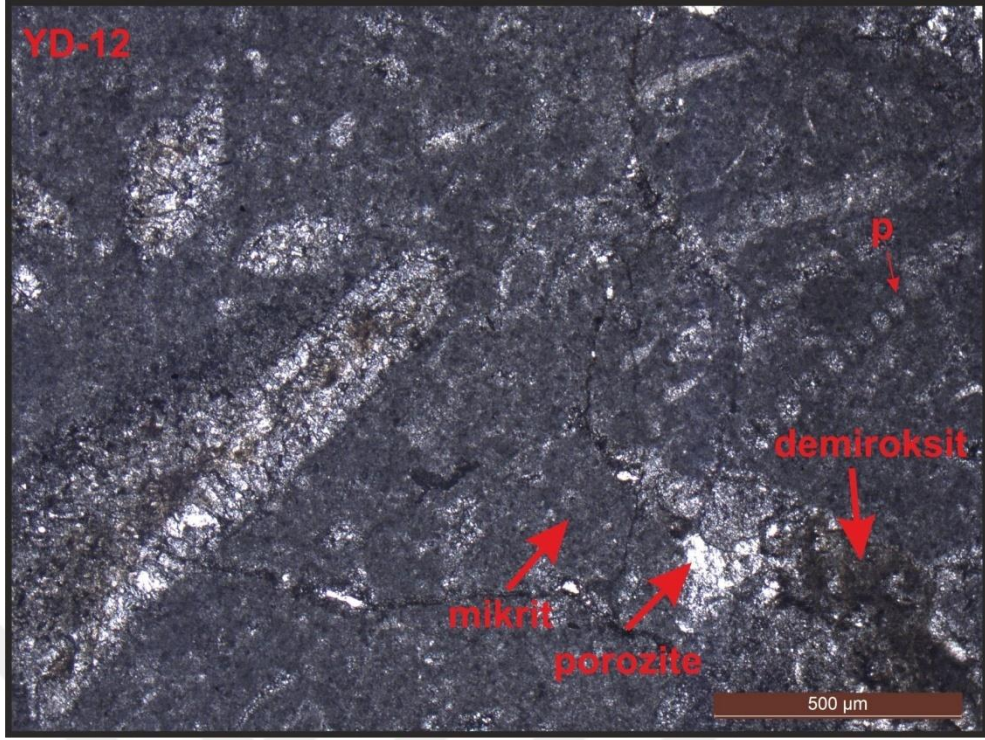
Bu ölçülü stratigrafi kesitinden alınan numunelerin mikroskobik özellikleri göz önünde tutularak Dunham (1962) sınıflamasına göre Fırat formasyonu kireçtaşları istiftaşı, vaketaşı ve tanetaşı şeklinde oldukları belirlenmiştir (Tablo 5.7.).

Tablo 5.7. ÖSK-D'den alınan örneklerin mikroskopik özellikleri.

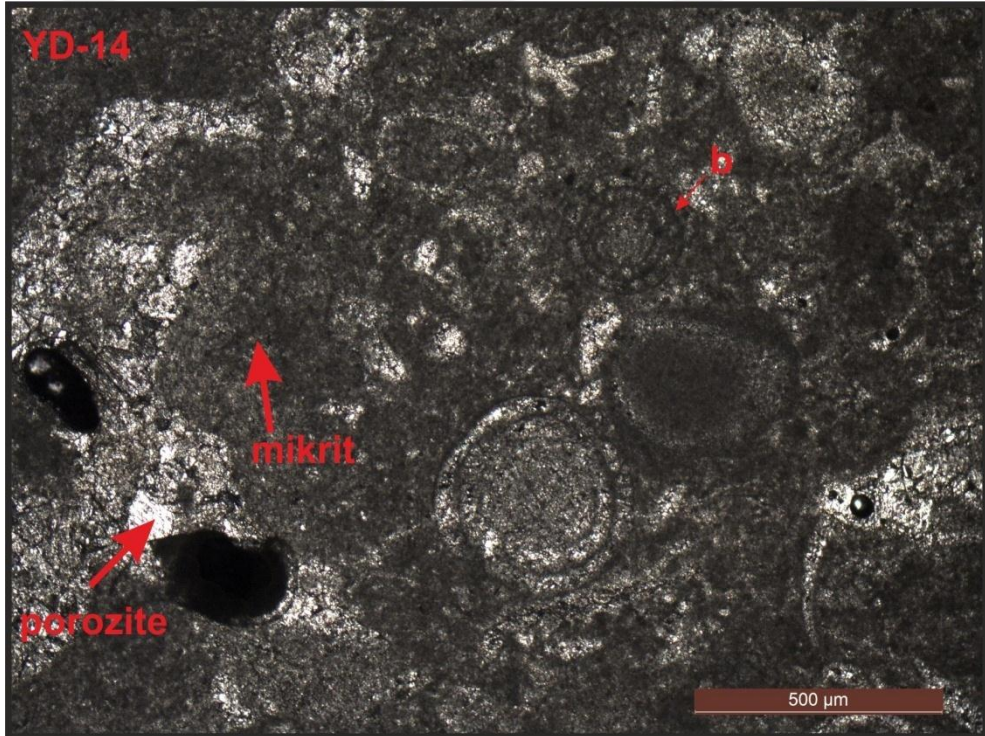
| Kesit No | Kalsit İçeriği % | Dolomit İçeriği % | Allokemler |              |        |          | Ortokemler |          | Kayacın Adı<br>(Dunham, 1962) |
|----------|------------------|-------------------|------------|--------------|--------|----------|------------|----------|-------------------------------|
|          |                  |                   | Fosil %    | İntraklast % | Ooid % | Pelled % | Sparit %   | Mikrit % |                               |
| YD1      | 100              |                   | 86         |              |        |          | 14         |          | TANETAŞI                      |
| YD2      | 100              |                   | 84         |              |        |          | 10         | 6        | TANETAŞI                      |
| YD3      | 100              |                   | 83         |              |        | 2        | 15         |          | TANETAŞI                      |
| YD4      | 100              |                   | 84         |              |        |          | 12         | 4        | TANETAŞI                      |
| YD5      | 100              |                   | 84         |              |        |          | 16         |          | TANETAŞI                      |
| YD6      | 100              |                   | 93         |              |        |          | 7          |          | TANETAŞI                      |
| YD7      | 100              |                   | 76         |              |        |          | 18         | 6        | TANETAŞI                      |
| YD8      | 100              |                   | 92         |              |        |          | 8          |          | TANETAŞI                      |
| YD9      | 100              |                   | 79         |              |        |          | 8          | 13       | İSTİFTAŞI                     |
| YD10     | 100              |                   | 60         |              |        |          | 6          | 34       | İSTİFTAŞI                     |
| YD11     | 100              |                   | 59         |              |        |          | 4          | 37       | İSTİFTAŞI                     |
| YD12     | 100              |                   | 28         |              |        |          | 15         | 57       | VAKETAŞI                      |
| YD13     | 100              |                   | 46         |              |        |          | 6          | 48       | İSTİFTAŞI                     |
| YD14     | 100              |                   | 38         |              |        |          | 6          | 56       | İSTİFTAŞI                     |
| YD15     | 100              |                   | 40         |              |        |          | 4          | 56       | İSTİFTAŞI                     |



Şekil 5.21. Fosilli (p:peneroplis sp. b:borealis curdica (reichel), m:milliolidae), kavkı parçalı, sparit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti(Kayaç adı: Tanetaşı; N: YD-4; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



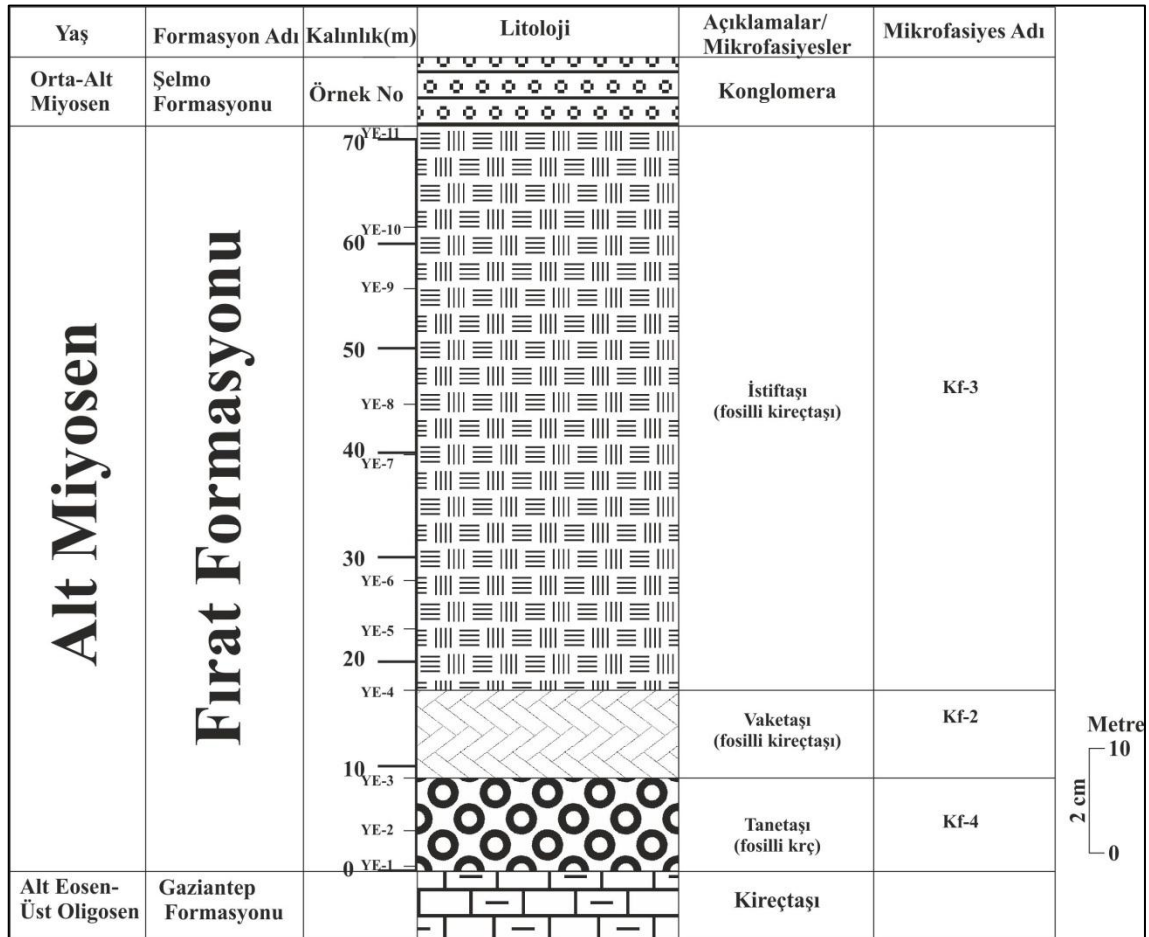
**Şekil 5.22.** Fosilli (p:peneroplis), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YD-12; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



**Şekil 5.23.** Fosilli (b:borelis curdica (reichel)), kavkı parçalı, mikrit bağlayıcılı, az miktarda sparit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YD-14; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

### 5.6. ÖSK E'den Alınan Numunelerin Petrografik Özellikleri:

ÖSK-E'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 598377E-4223675N ile 598378E-4222240N koordinatları arasından alınmıştır. E lokasyonundaki kireçtaşları tabanda bol fosilli, orta seviyelerde fosil miktarları yer yer azalmakta ve en üst seviyelere gidildikçe fosil miktarı ve kavkı parçaları artmaktadır (Şekil 5.24.).



Şekil 5.24. ÖSK-E Mikrofasiyes dikme kesiti.

Kireçtaşları içerisinde %17-94 oranında fosil, %5 pelled, %3-35 sparit ve %8-70 mikrit belirlenmiştir (Tablo 5.8., Şekil 5.25-27.).

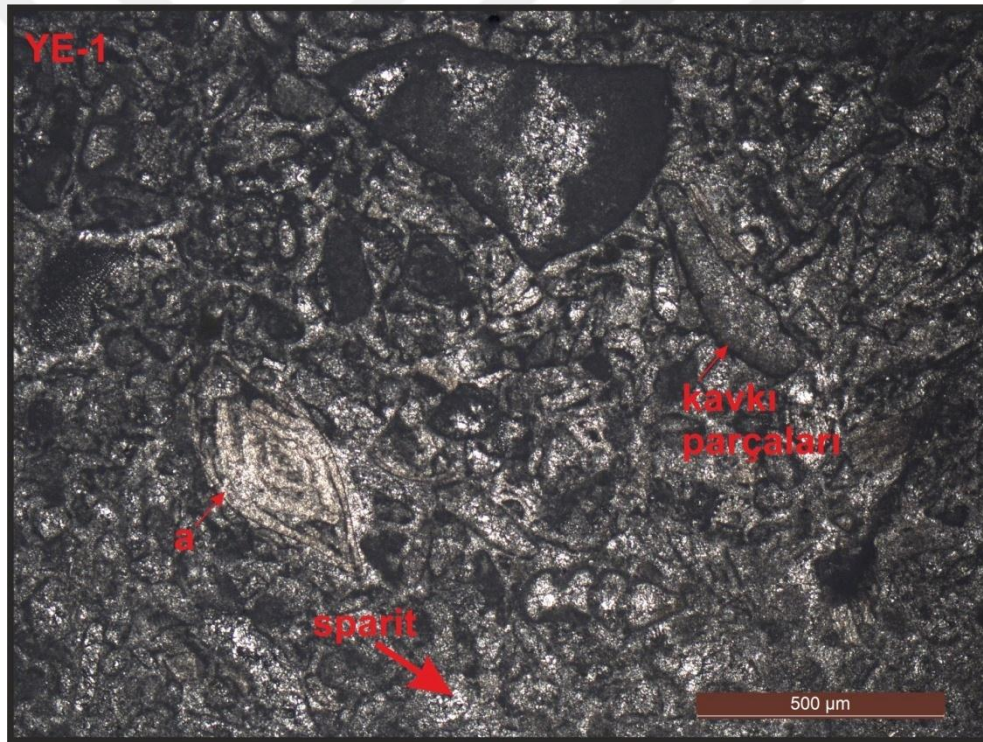
ÖSK-E'den alınan numunelerin mikroskopik özelliklerine bakıldığında az poroziteli, az çatlaklı, çatlak boyunca demiroksitlenme belirlenmiştir.

Bu ölçülü stratigrafi kesitinden alınan numunelerin mikroskopik özellikleri göz önünde tutularak Dunham (1962) sınıflamasına göre Fırat formasyonu kireçtaşının istiftaşı, vaketaşı ve tanetaşı şeklinde oldukları belirlenmiştir (Tablo5.8.).

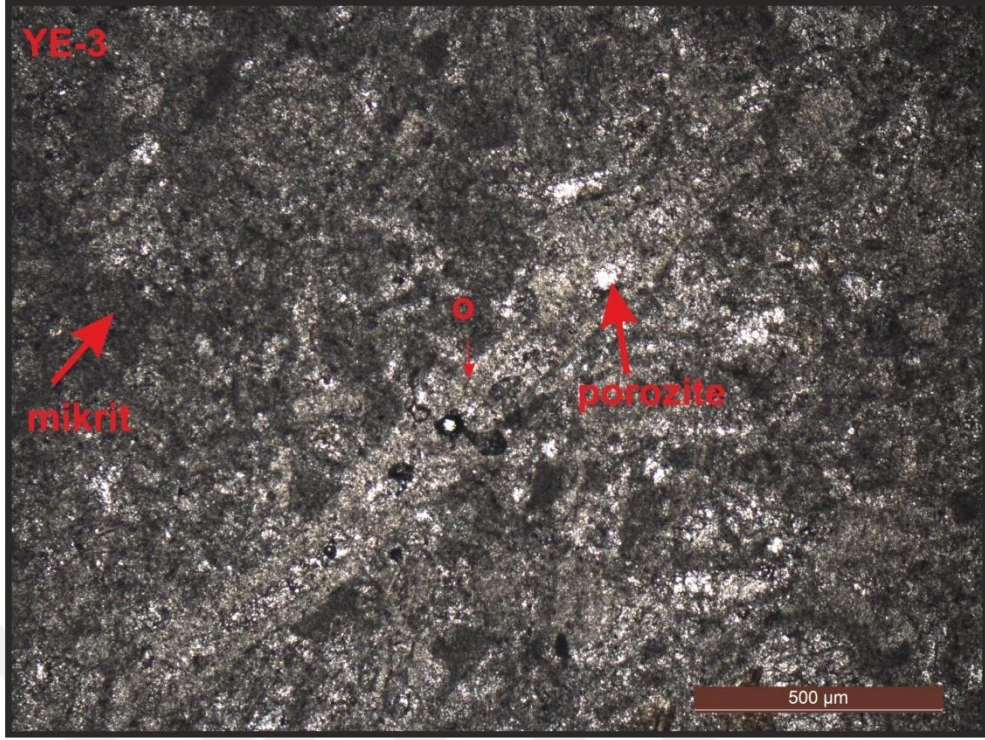


Tablo 5.8. ÖSK-E'den alınan örneklerin mikroskobik özellikleri.

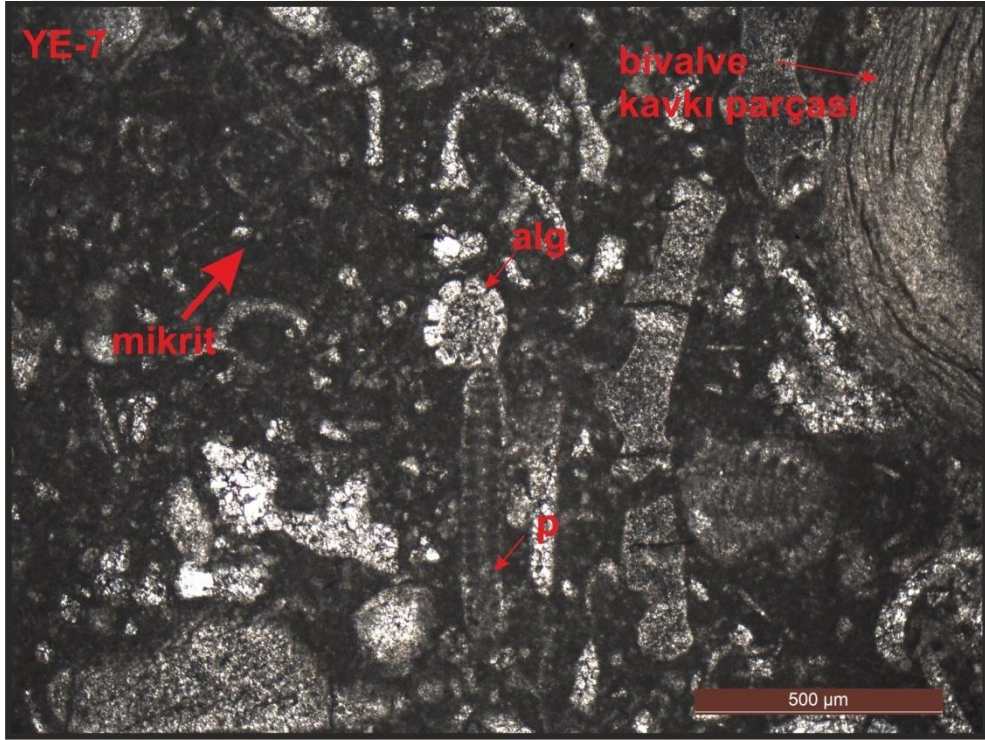
| Kesit No | Kalsit İçeriği % | Dolomit İçeriği % | Allokemler |              |        |          | Ortokomler |          | Kayacın Adı<br>(Dunham, 1962) |
|----------|------------------|-------------------|------------|--------------|--------|----------|------------|----------|-------------------------------|
|          |                  |                   | Fosil %    | İntraklast % | Ooid % | Pelled % | Sparit %   | Mikrit % |                               |
| YE11     | 100              |                   | 77         |              |        |          | 3          | 20       | İSTİFTAŞI                     |
| YE10     | 100              |                   | 68         |              |        |          | 7          | 25       | İSTİFTAŞI                     |
| YE9      | 100              |                   | 70         |              |        | 5        | 10         | 15       | İSTİFTAŞI                     |
| YE8      | 100              |                   | 83         |              |        |          | 4          | 13       | İSTİFTAŞI                     |
| YE7      | 100              |                   | 92         |              |        |          |            | 8        | İSTİFTAŞI                     |
| YE6      | 100              |                   | 88         |              |        |          |            | 12       | İSTİFTAŞI                     |
| YE5      | 100              |                   | 86         |              |        |          |            | 14       | İSTİFTAŞI                     |
| YE4      | 100              |                   | 17         |              |        |          | 35         | 48       | İSTİFTAŞI                     |
| YE3      | 100              |                   | 20         |              |        |          | 10         | 70       | VAKETAŞI                      |
| YE2      | 100              |                   | 91         |              |        |          | 9          |          | TANETAŞI                      |
| YE1      | 100              |                   | 94         |              |        |          | 6          |          | TANETAŞI                      |



Şekil 5.25. Fosilli (a:amphistegina sp.), kavkı parçalı, sparit bağlayılı, az miktarda mikrit taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Tanetaşı; N: YE-1; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



**Şekil 5.26.** Fosilli (o:operculina sp.), kavkı parçalı, mikrit bağlayılı, az miktarda spart taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: Vaketaşı; N: YE-3; Büyütme 4x, görünüm tek nikol).



**Şekil 5.27.** Fosilli (p:peneroplis sp, alg ), kavkı parçalı (bivalve), mikrit bağlayılı, az miktarda spart taneli kireçtaşı ince kesiti (Kayaç adı: İstiftaşı; N: YE-7 Büyütme 4x, görünüm tek nikol).

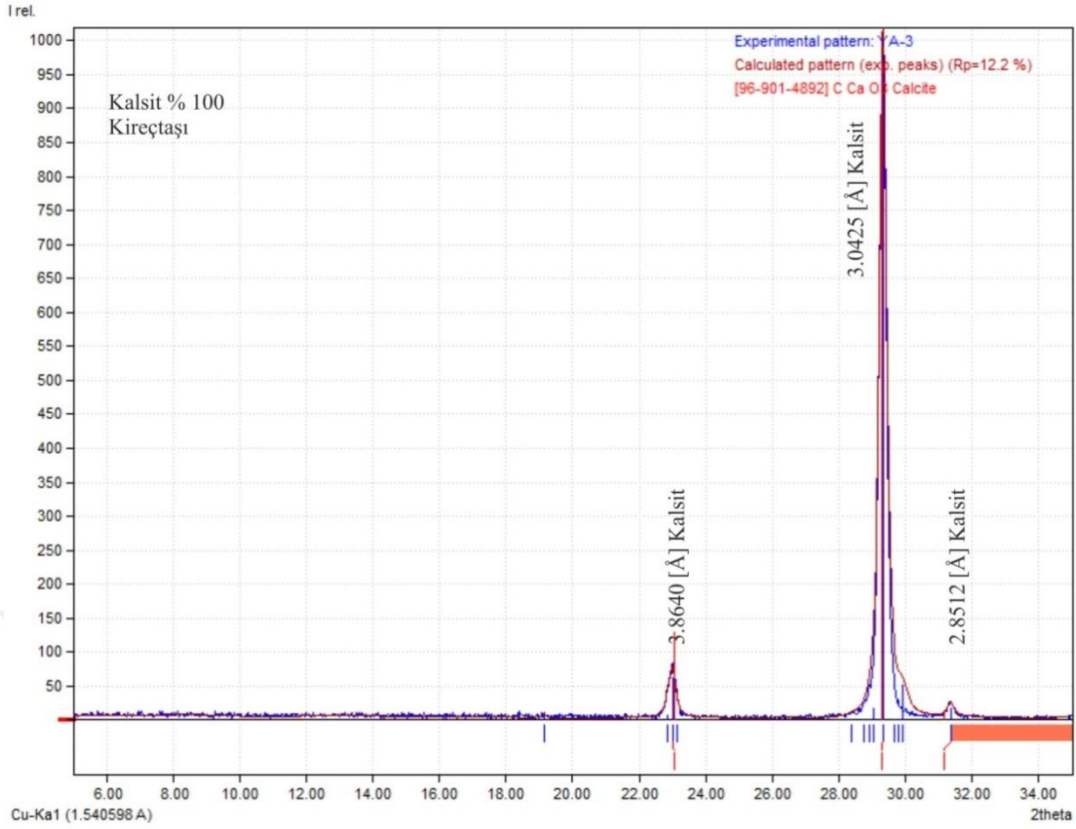
## 6. MİNERALojİK XRD ÇALIŞMALARI

İnceleme alanından alınan numunelerin XRD analizi yöntemiyle kalsit (3,034 Å) ve dolomit (2,886 Å) d104 pikleri çizdirilmiştir. 10 numunenin 10'u kalsit olarak tespit edilmiştir (Tablo 6.1.).

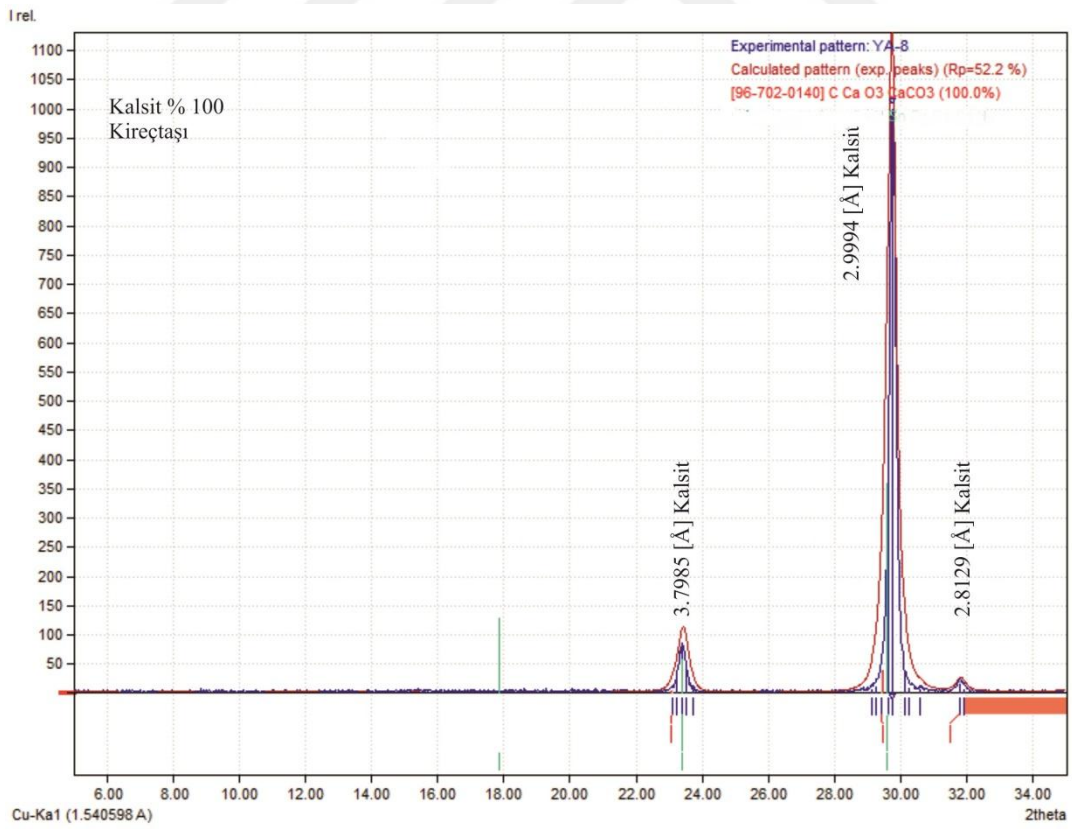
**Tablo 6.1.** İnceleme alanında Fırat formasyonu kireçtaşı kayaç örneklerinin XRD sonuçları.

| <b>Numune No</b> | <b>Kalsit %</b> | <b>Dolomit %</b> | <b>Feldispat %</b> | <b>Kuvars %</b> |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------|-----------------|
| <b>A-3</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>A-8</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>B-4</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>B-7</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>C-4</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>C-16</b>      | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>D-2</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>D-14</b>      | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>E-3</b>       | 100             | 0                | 0                  | 0               |
| <b>E-11</b>      | 100             | 0                | 0                  | 0               |

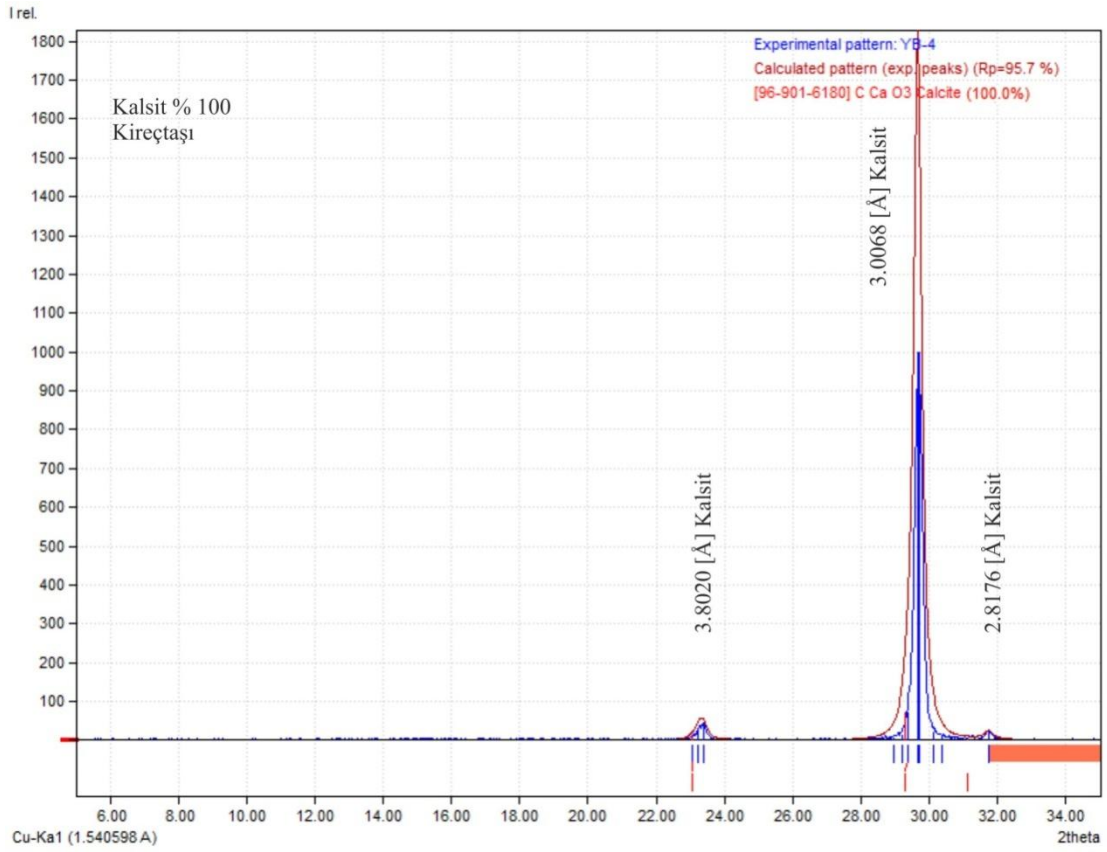
XRD Analizi sonucunda alınan numune örnekleri %100 Kalsit ve pikleri: A-3 : 3.0425 [Å] (Şekil 6.1.), A-8: 2.9994 [Å] (Şekil 6.2.), B-4: 3.0068 [Å] (Şekil 6.3.), B-7: 3.0674 [Å] (Şekil 6.4.), C-4: 3.0132 [Å] (Şekil 6.5.), C-16: 3.0377 [Å] (Şekil 6.6), D-2: 3.0132 [Å] (Şekil 6.7.), D-14: 3.0377 [Å] (Şekil 6.8.), E-3: 3.0151 [Å] (Şekil 6.9.), E-11: 3.0365 [Å] (Şekil 6.10) olarak belirlenmiştir.



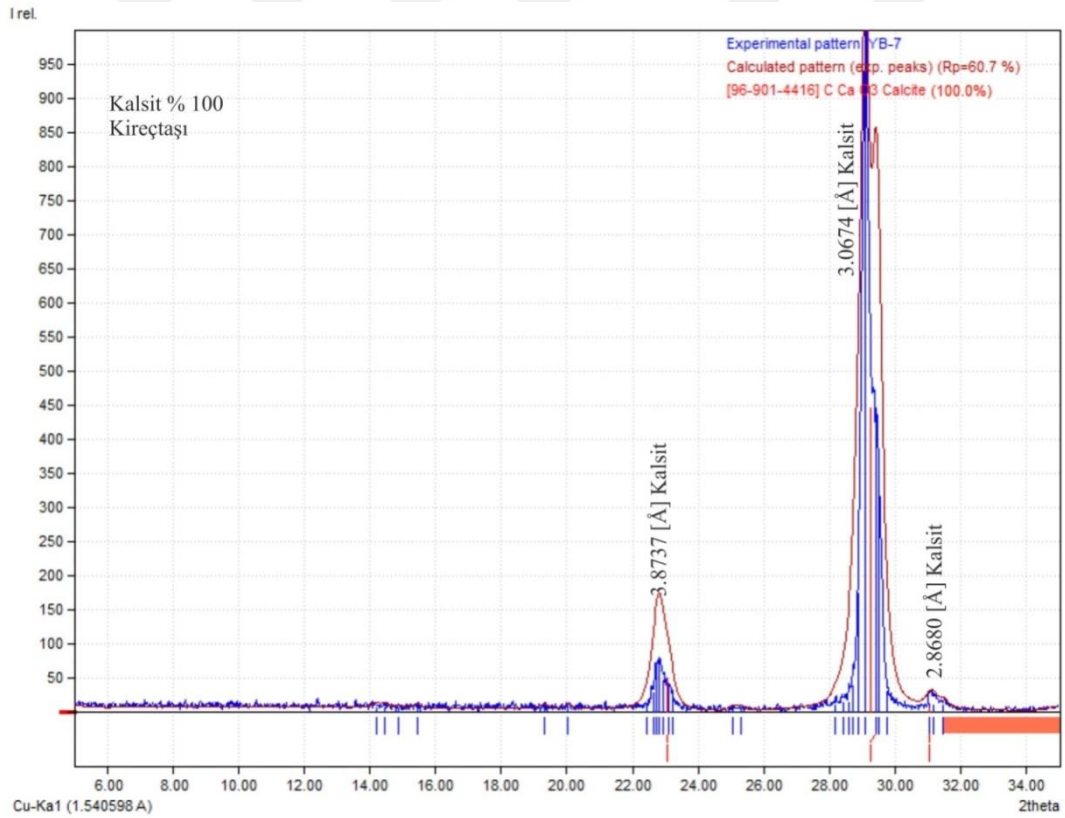
Şekil 6.1. A-3 no'lu numunenin XRD grafiği.



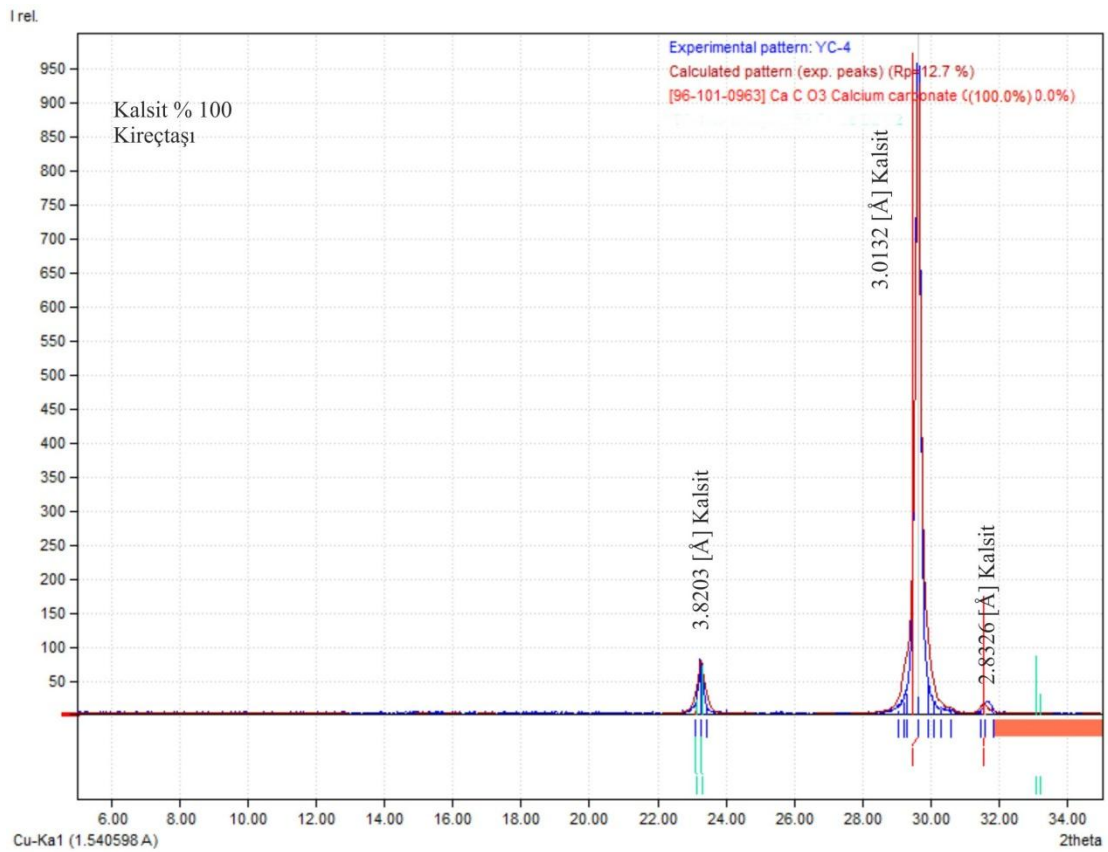
Şekil 6.2. A-8 no'lu numunenin XRD grafiği.



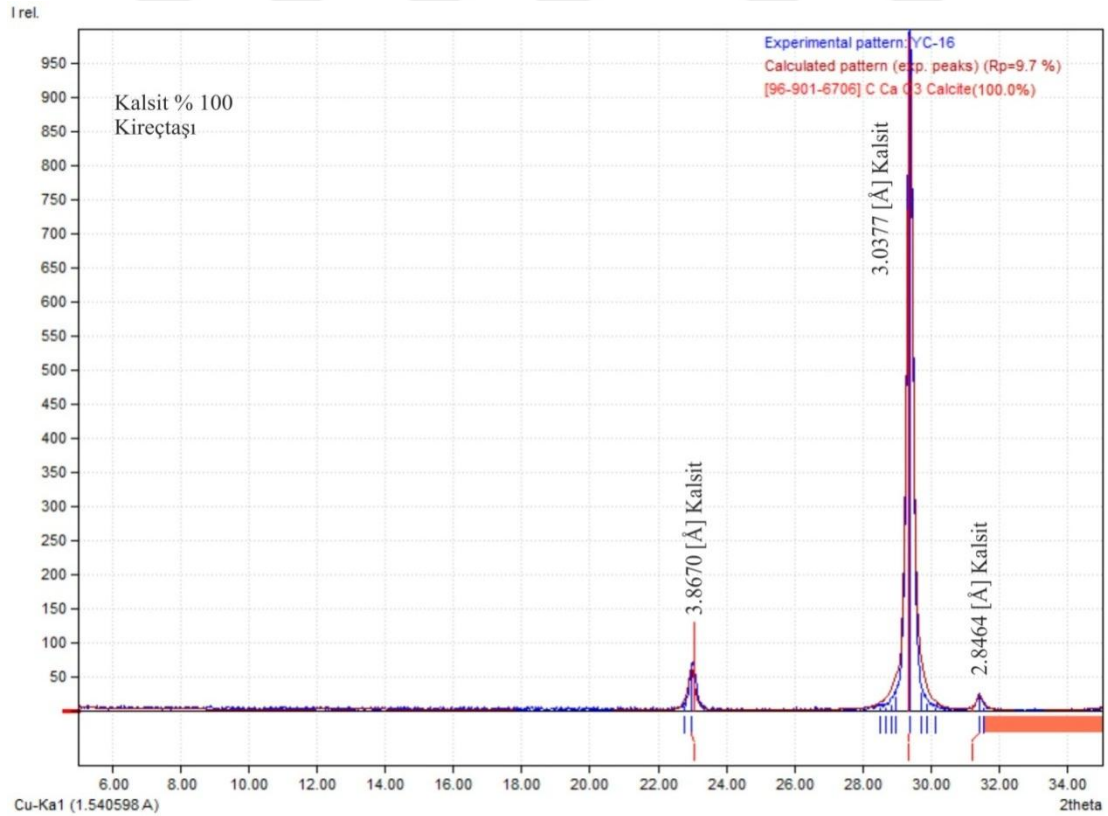
Şekil 6.3. B-4 no'lu numunenin XRD grafiği.



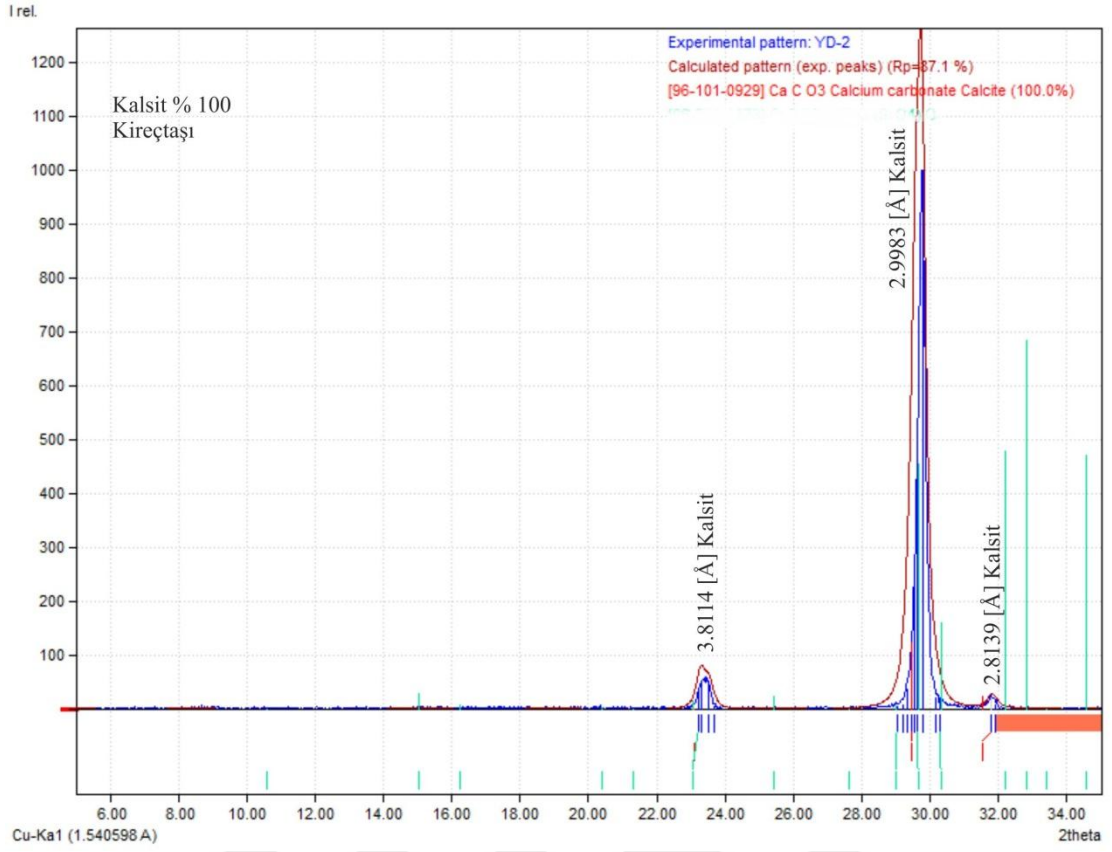
Şekil 6.4. B-7 no'lu numunenin XRD grafiği.



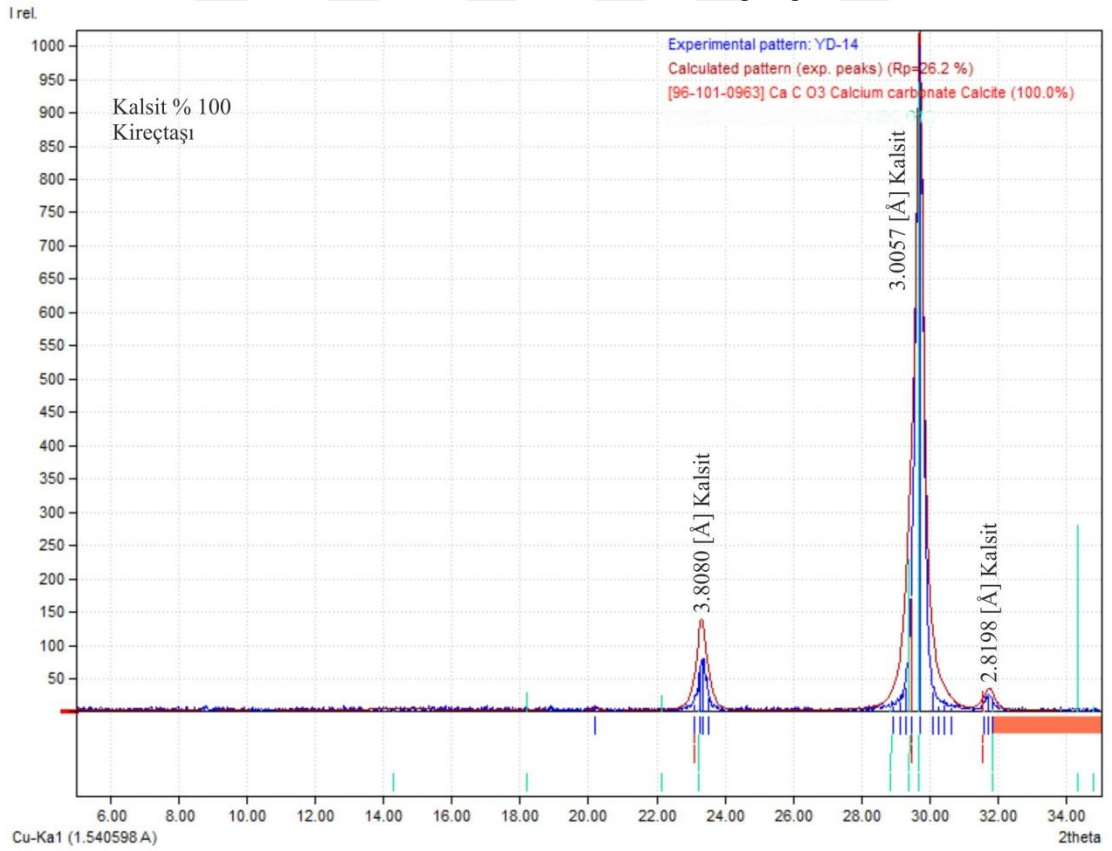
Şekil 6.5. C-4 no'lu numunenin XRD grafiği.



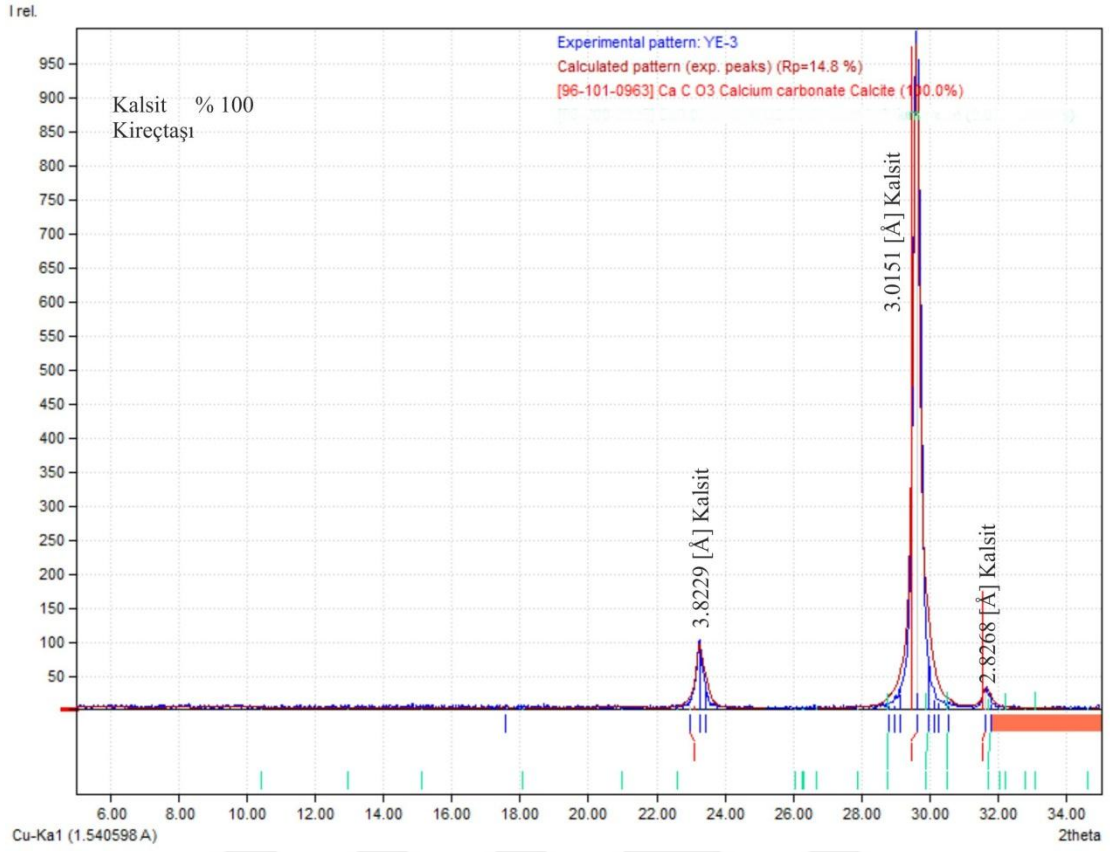
Şekil 6.6. C-16 no'lu numunenin XRD grafiği.



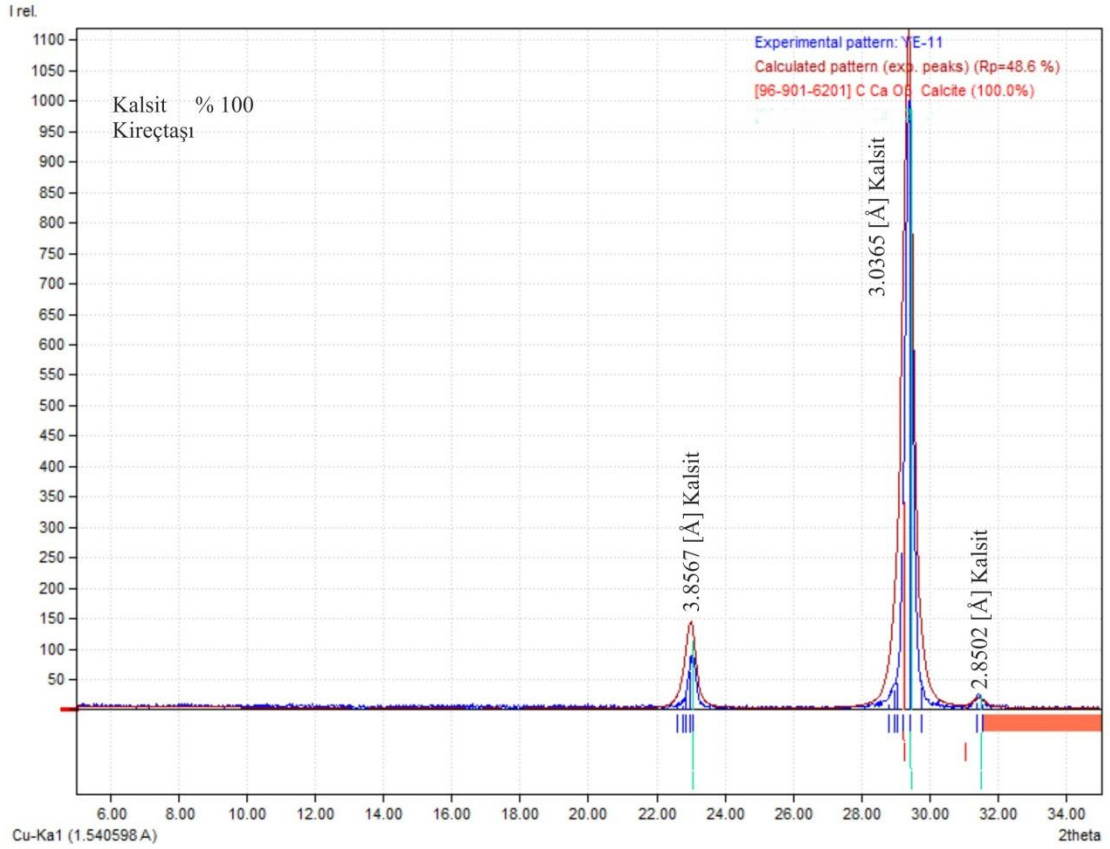
Şekil 6.7. D-2 no'lu numunenin XRD grafiği.



Şekil 6.8. D-14 no'lu numunenin XRD grafiği.



Şekil 6.9. E-3 no'lu numunenin XRD grafiği.



Şekil 6.10. E-11 no'lu numunenin XRD grafiği.



## 7. BİYOSTRATİGRAFI

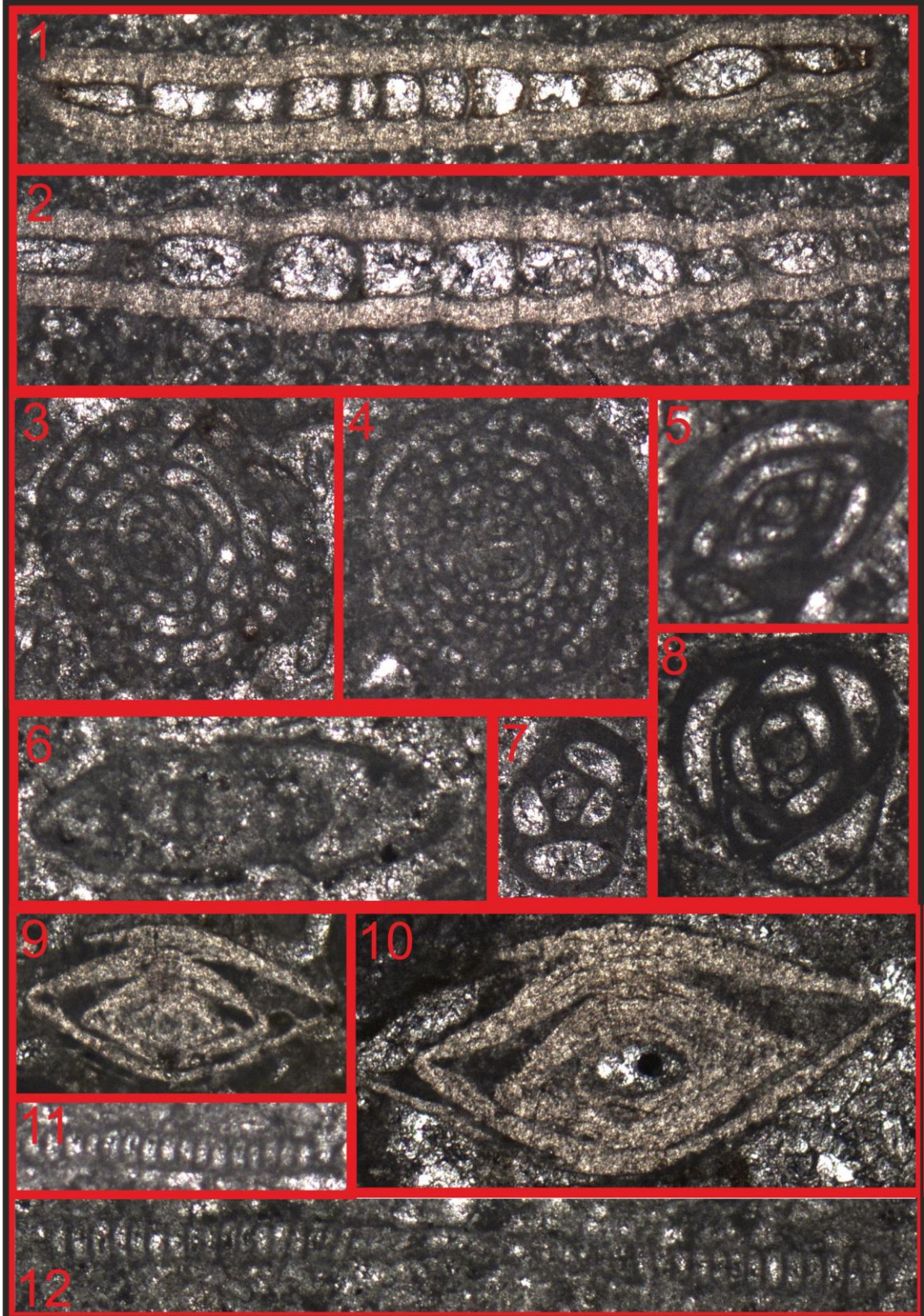
Biyostratigrafik çalışma için öncelikle kesitlerdeki fosil verilerinin tümü ortaya konulmaya çalışılmış ve stratigrafik dağılımları mümkün olduğunca takip edilmiştir. Elde edilen tüm fosiller içinde buldukları litoloji ve stratigrafik dizilim göz önüne alınarak tekrar incelenmiş ve kesitlerin yaş aralıkları belirlenmiştir.

### 7.1. Paleontolojik Bulgular

Eğil ve çevresindeki (Diyarbakır) Erken Miyosen yaşlı Fırat formasyonunun paleoortamsal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla 5 ÖSK'dan 72 adet numune alınmış ve içerisinde bentik foraminiferlerden 6 cins tanımlanmıştır. Bu ÖSK'lara ait açıklamalar aşağıda belirtilmiştir.

### 7.2. Bentik Foraminifer Dağılımı

Çalışma alanında bentik foraminiferlerin gözleendiği stratigrafik kesitlere ait örnekler, Dr. Fatma GEDİK tarafından incelenerek Burdigaliyen yaşlı bentik foraminiferlerden; *Dendritina cf. Rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.* ve *Miliolidae*, cinsleri tanımlanmıştır (Şekil 7.1.).

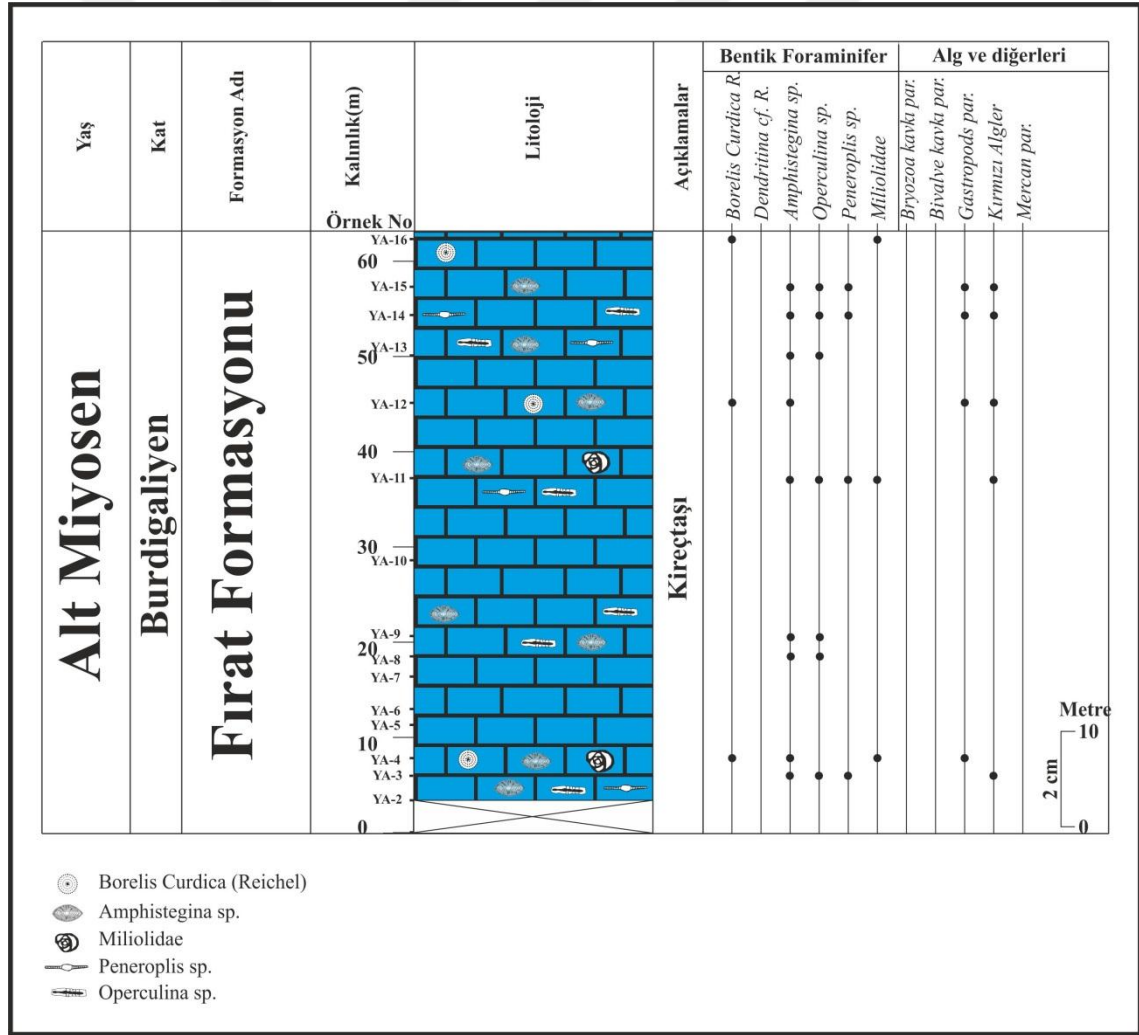


**Şekil 7.1.** Fırat formasyonuna ait bentik foraminiferlerin ölçeksiz incekesit görünümü (1-2: *Operculina* sp., 3-4: *Borelis Curdica* (Reichel), 5-7-8: *Miliolidae*, 6: *Dentritina* cf. *rangid* Orbigny, 9-10: *Amphistegina* sp., 11-12: *Peneroplis* sp..)

### 7.3. ÖSK A'dan Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı

ÖSK-A'dan alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 595549E-4224260N ile 594918E-4223209N koordinatları arasından alınmıştır. Bu kesit, Gaziantep formasyonu üzerinde 63m. olarak ölçülmüş ve kesit boyunca 16 adet örnek derlenmiştir (Şekil 7.2.).

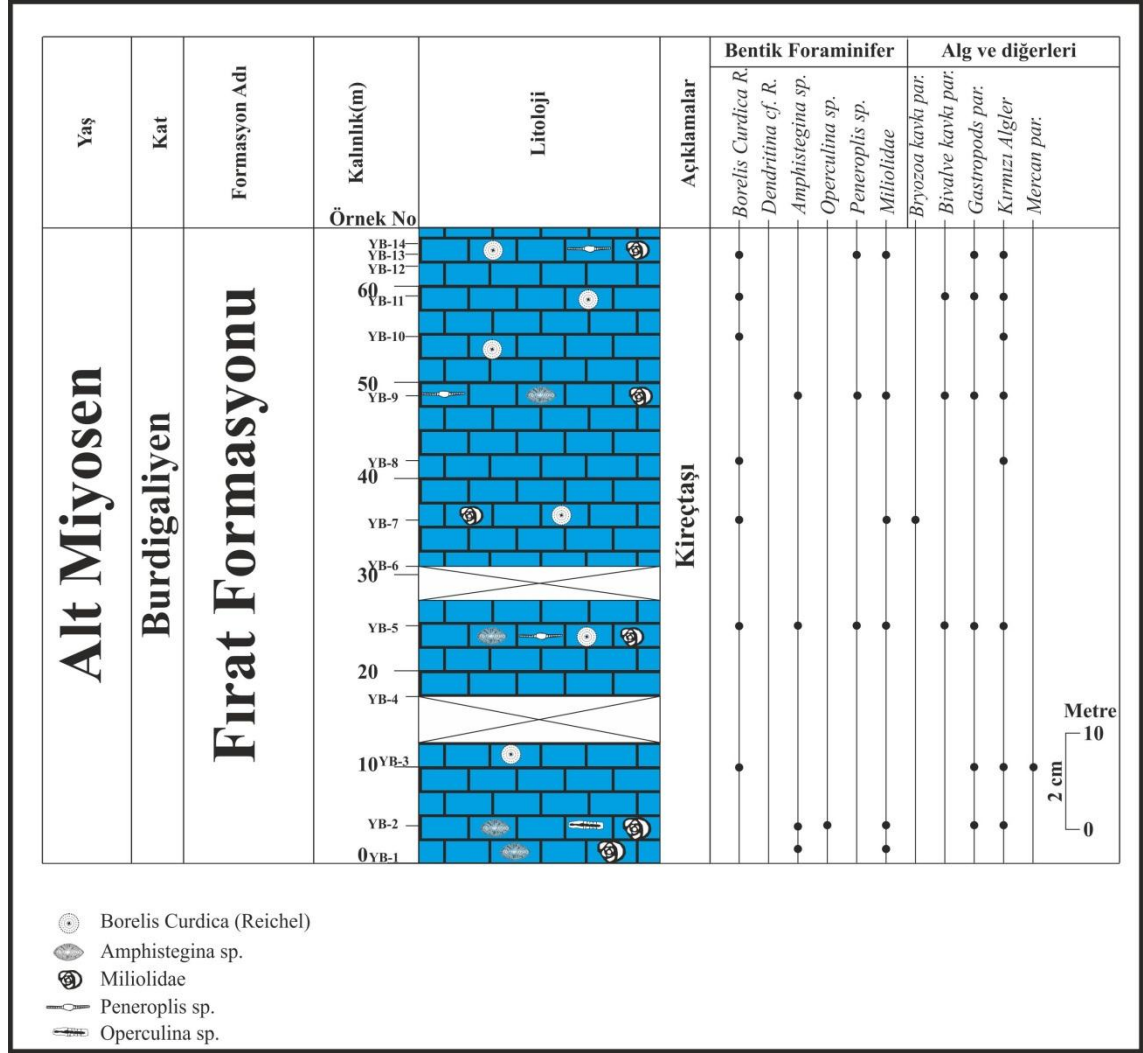
ÖSK-A'da gözlenen Fırat formasyonunda saptanan bentik foraminifer cinsleri, alg ve diğer fosiller şunlardır: *Peneroplis* sp., *Borelis Curdica* (Reichel), *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., *Miliolidae*, bol miktarda kırmızı algler, gastropods, mercan, bivalv ve kavkı parçaları. Hemen hemen her seviyede bol iri bentik foraminifer faunasına kırmızı algler, gastropods, bryozoa ve mercanlar eşlik etmiştir. Gaziantep formasyonu ile dokanak halinde olan en üst seviyede yaklaşık 6 metre boyunca fosil saptanmamıştır (Şekil 7.2.).



Şekil 7.2. ÖSK-A'da tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.

#### 7.4. ÖSK B'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı

ÖSK-B'dan alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 596492E-4224260N ile 596010E-4223030N koordinatları arasından alınmıştır. Bu kesit, Gaziantep formasyonu üzerinde 66m. olarak ölçülmüş ve kesit boyunca 14 adet örnek derlenmiştir (Şekil 7.3.).

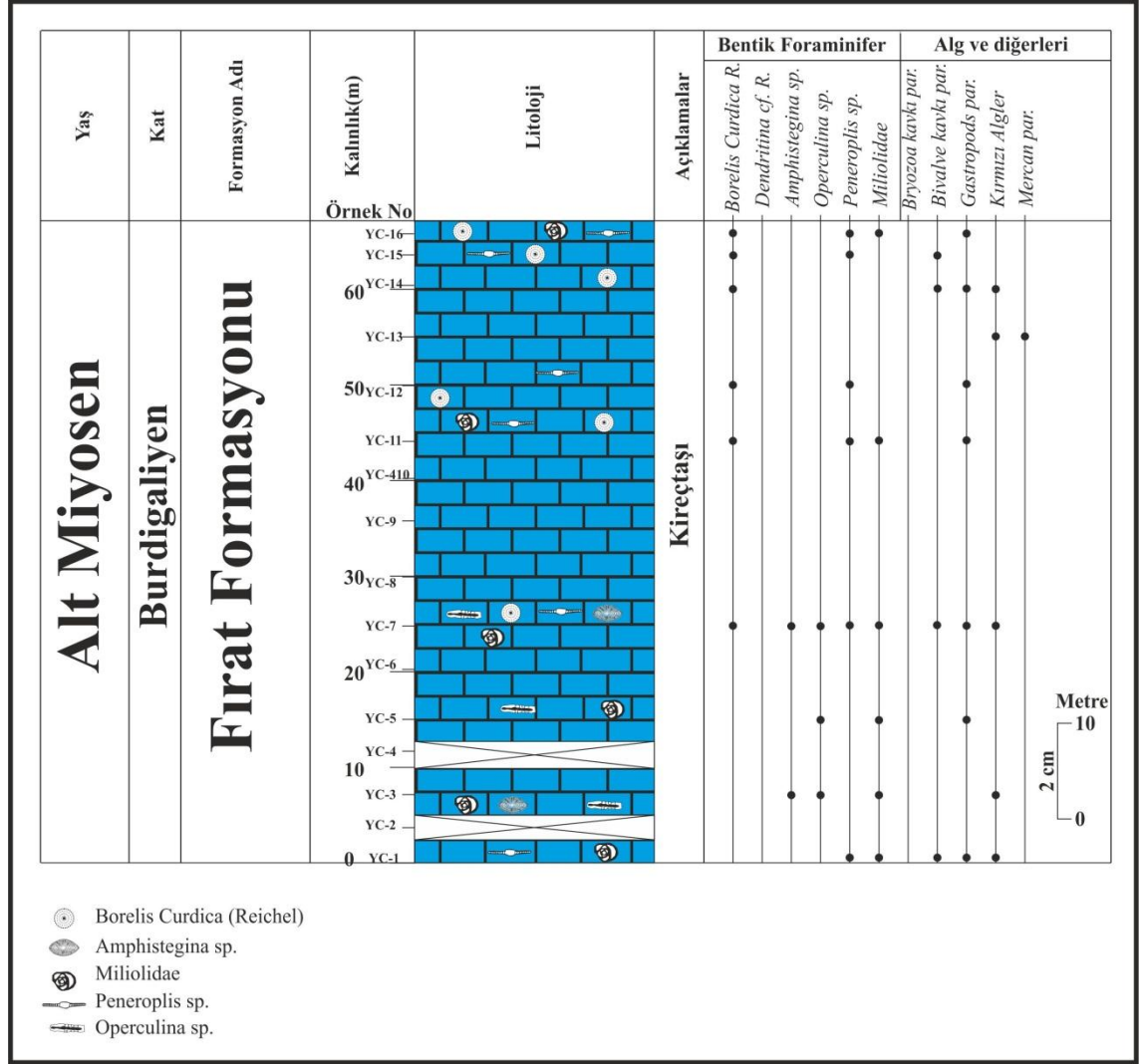


Şekil 7.3. ÖSK-B'den tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.

ÖSK-B'de gözlenen Fırat formasyonunda saptanan bentik foraminifer cinsleri, alg ve diğer fosiller şunlardır: *Peneroplis* sp., *Borelis Curdica* (Reichel), *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., bol miktarda Miliolidae, kırmızı algler, gastropods, bryozoa, bivalve kavkı parçaları ve mercanlar tanımlanmıştır. Hemen hemen her seviyede bol iri bentik foraminifer faunasına kırmızı algler, gastropods, bryozoa ve mercanlar eşlik etmiştir. Taban seviyelerinde bol miktarda bulunan fosiller orta seviyelere doğru gittikçe azalmakta ve üst seviyelere doğru gidildikçe fosil miktarında tekrar artış gözlenmektedir. ÖSK-B'de 13-17m ve 27-31m seviyeleri boyunca fosil saptanmamıştır.

### 7.5. ÖSK C'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı

ÖSK-C'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 596983E-4223680N ile 596740E-4222863N koordinatları arasından alınmıştır. Bu kesit, Gaziantep formasyonu üzerinde 67m. olarak ölçülmüş ve kesit boyunca 16 adet örnek derlenmiştir (Şekil 7.4.).

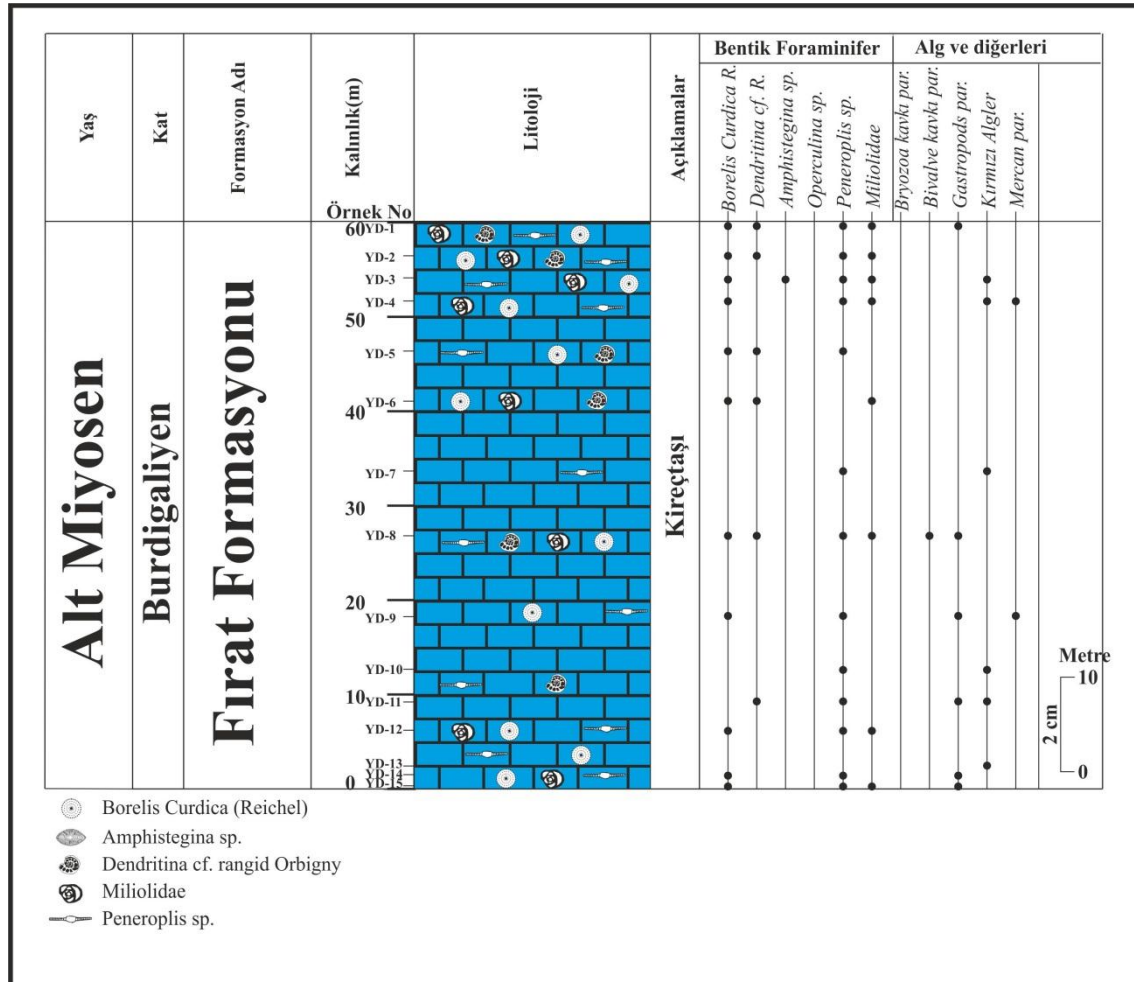


Şekil 7.4. ÖSK-C tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.

ÖSK-C'de gözlenen Fırat formasyonunda saptanan bentik foraminifer cinsleri, alg ve diğer fosiller şunlardır: *Peneroplis* sp., *Borelis Curdica* (Reichel), *Amphistegina* sp., *Operculina* sp., bol miktarda Miliolidae, kırmızı algler, gastropods, bryozoa ve mercan tanımlanmıştır. Hemen hemen her seviyede bol iri bentik foraminifer faunasına Miliolidae, kırmızı algler, gastropods, bivalve kavka parçaları ve mercanlar eşlik etmiştir. Taban seviyelerinde bol miktarda bulunan fosiller orta seviyelere doğru gidildikçe azalmakta ve üst seviyelere doğru gidildikçe fosil miktarında tekrar artış gözlenmektedir.

## 7.6. ÖSK D'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı

ÖSK-D'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 597414E-4223621N ile 597191E-4222720N koordinatları arasından alınmıştır. Bu kesit, Gaziantep formasyonu üzerinde 60m. olarak ölçülmüş ve kesit boyunca 15 adet örnek derlenmiştir (Şekil 7.5.).

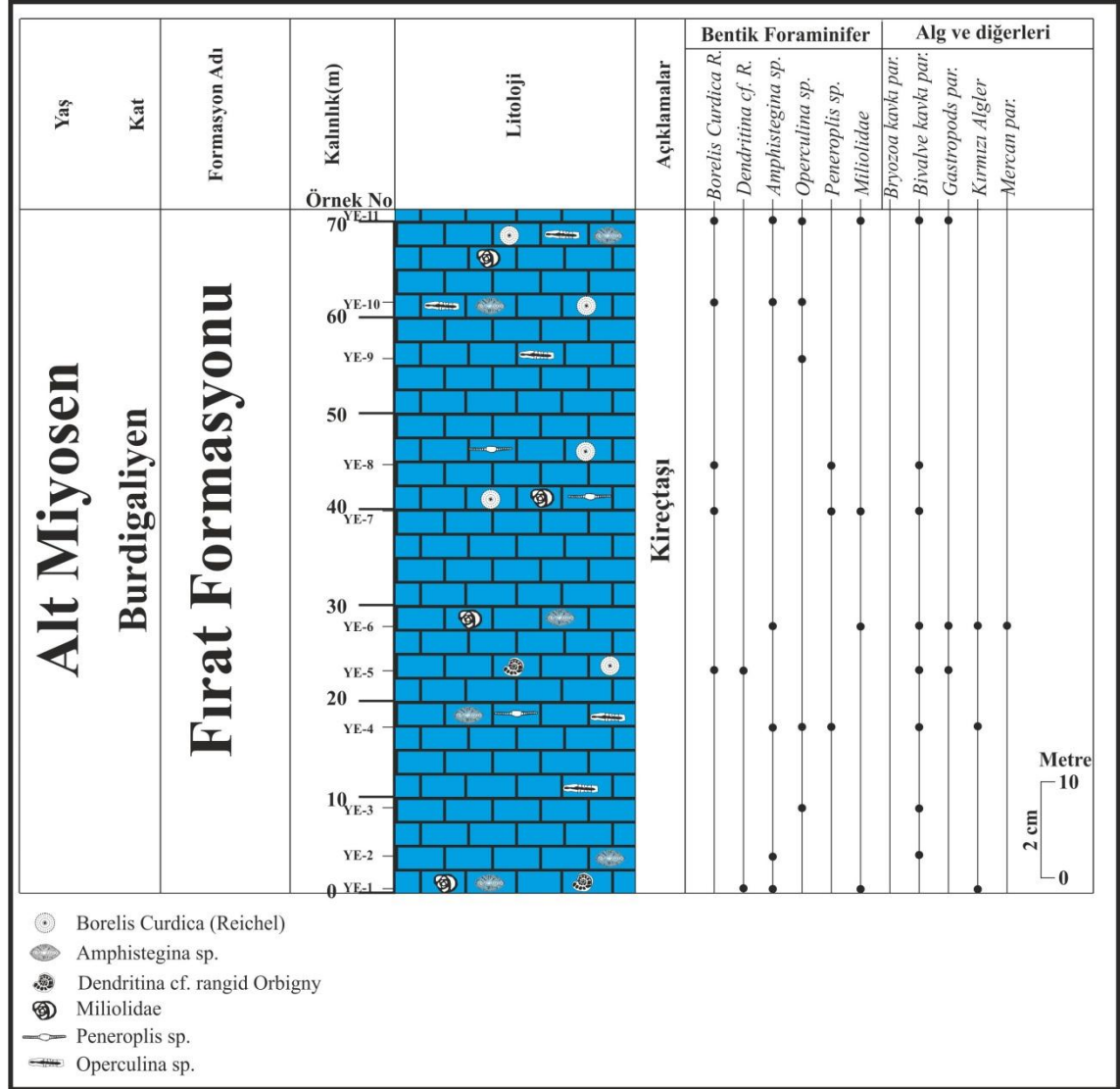


Şekil 7.5. ÖSK-D'de tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.

ÖSK-D'de gözlenen Fırat formasyonunda saptanan bentik foraminifer cinsleri, alg ve diğer fosiller şunlardır: *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Dendritina cf. rangid Orbigny*, ve bol miktarda Miliolidae, kırmızı algler, gastropods, bryozoa, mercan tanımlanmıştır. Hemen hemen her seviyede bol iri bentik foraminifer faunasına Miliolidae, kırmızı algler, bivalve kavkı parçaları, gastropods, bryozoa ve mercanlar eşlik etmiştir.

### 7.7. ÖSK E'den Alınan Numunelerin Foraminifer ve Alglerin dağılımı

ÖSK-E'den alınan numuneler, Elazığ L44d1 paftası, 598377E-4223675N ile 598378E-4222240N koordinatları arasından alınmıştır. Bu kesit, Gaziantep formasyonu üzerinde 71m. olarak ölçülmüş ve kesit boyunca 11 adet örnek derlenmiştir (Şekil 7.6.).

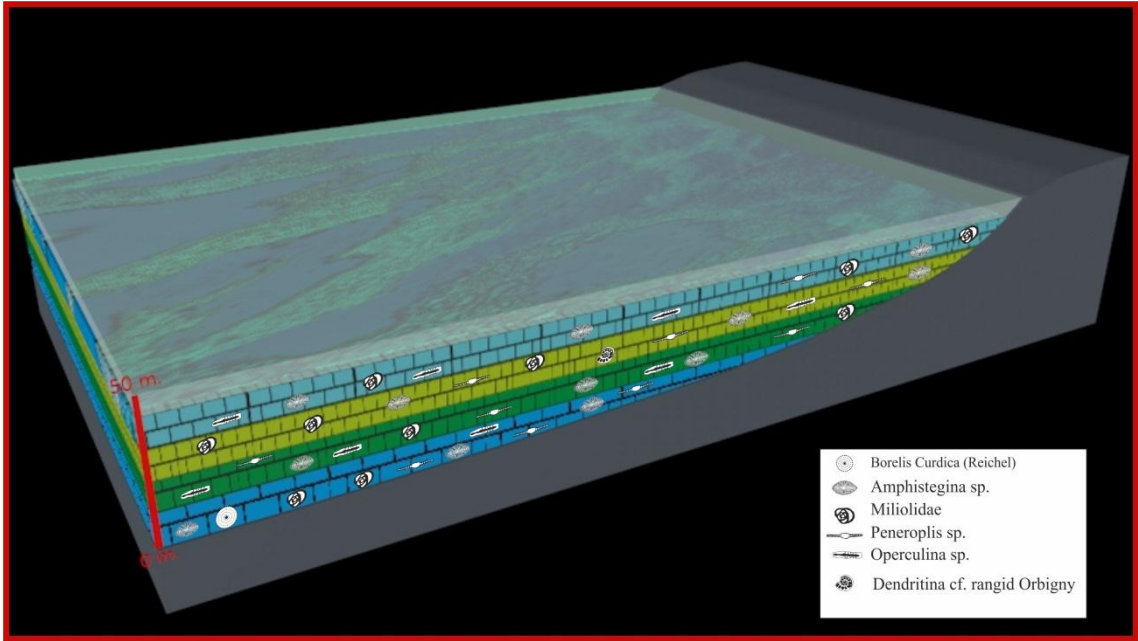


Şekil 7.6. ÖSK-E'de tespit edilen bentik foraminiferler ve kırmızı alglerin stratigrafik dağılımları.

ÖSK-E'de gözlenen Fırat formasyonunda saptanan bentik foraminifer cinsleri, alg ve diğer fosiller şunlardır: *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.*, *Dendritina cf. rangid Orbigny*, bol miktarda Miliolidae, kırmızı algler, gastropods, bivalve kavkı parçaları ve mercan tanımlanmıştır. Hemen hemen her seviyede bol iri bentik foraminifer faunasına kırmızı algler, gastropods, bryozoa ve mercanlar eşlik etmiştir.

## 7.8. Ortamsal Yorum

Fırat formasyonundan alınan örneklere ait kesitlerde tanımlanabilen mikrofauna; *Borelis Curdica* (Reichel), *Dentritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.*, *Miliolidae*, *Alg.*, *Gastropod* ve *Bivalve* kavkı kesitlerinin varlığı ile karakterizedir. Mevcut fauna “Burdigaliyen” yaşını işaret etmektedir. İnceleme alanındaki Burdigaliyen yaşlı fosiller, Fırat formasyonu kireçtaşı fasiyeslerinin çok sığ/sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir (Şekil 7.7.).



Şekil 7.7. Fırat formasyonuna ait karbonatların çökeltme ortamını gösteren blok diyagramı.



## 8. FIRAT FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ JEOKİMYASI

İnceleme alanından alınan 30 numunenin ACME analytical laboratuvarında ICP-MS'te ana oksit, iz-eser element ve nadir toprak element analizi yaptırılmıştır.

Numunelerin XRD çekimleri, kimyasal analiz sonuçları ve petrografik incelemeleri birbiriyle uyumludur. 25 adet numune  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerlerinin tespiti için Arizona Üniversitesi duraylı izotop laboratuvarına gönderilmiştir.

İnceleme alanındaki Fırat formasyonu kireçtaşlarının kimyasal analizi sonucunda,  $\text{CaCO}_3$  oranının % 98-99 mol arasında,  $\text{MgCO}_3$  oranının % 0.21-1.35mol arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 8.1.).

Ana oksit içerikleri;  $\text{SiO}_2$  içeriği % 0.06-0.84,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  % 0-0.19,  $\text{CaO}$  % 54.90-56.80,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  % 0.1-0.13,  $\text{MgO}$  % 0.11-0.64,  $\text{K}_2\text{O}$  % 0-0.2,  $\text{Na}_2\text{O}$  % 0,  $\text{TiO}_2$  % 0-0.02,  $\text{MnO}$  %0,  $\text{P}_2\text{O}_5$  % 0.01-0.22 olarak saptanmıştır. TOT/C'nin değişim aralığı % 11.93-12.66 aralığında belirlenmiştir (Tablo 8.2.).

Sr içeriğinin 25.5-351.8 ppm, Ba içeriğinin 2-10 ppm ve Rb içeriğinin de 0.1-1.0 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 8.3). Nadir toprak element içerikleri Tablo 8.4'de verilmiştir.

**Tablo 8.1.** Fırat formasyonu karbonatlı kayaların % MgCO<sub>3</sub> - CaCO<sub>3</sub> mol içerikleri

| <b>Örnek No</b> | <b>CaO/MgO</b> | <b>MgCO<sub>3</sub><br/>%molar</b> | <b>CaCO<sub>3</sub><br/>%molar</b> |
|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| YA-3            | 244,22         | 0,48                               | 99,52                              |
| YA-4            | 268,43         | 0,43                               | 99,57                              |
| YA-8            | 330,76         | 0,35                               | 99,65                              |
| YA-11           | 296,68         | 0,39                               | 99,61                              |
| YA-12           | 294,95         | 0,40                               | 99,60                              |
| YA-16           | 293,58         | 0,40                               | 99,60                              |
| YB-1            | 173,53         | 0,67                               | 99,33                              |
| YB-4            | 85,78          | 1,35                               | 98,65                              |
| YB-7            | 472,67         | 0,25                               | 99,75                              |
| YB-9            | 329,76         | 0,35                               | 99,65                              |
| YB-11           | 308,94         | 0,38                               | 99,62                              |
| YB-14           | 351,50         | 0,33                               | 99,67                              |
| YC-2            | 435,38         | 0,27                               | 99,73                              |
| YC-4            | 568,00         | 0,21                               | 99,79                              |
| YC-5            | 512,64         | 0,23                               | 99,77                              |
| YC-8            | 434,54         | 0,27                               | 99,73                              |
| YC-10           | 470,17         | 0,25                               | 99,75                              |
| YC-15           | 512,73         | 0,23                               | 99,77                              |
| YC-16           | 311,61         | 0,37                               | 99,63                              |
| YD-2            | 223,68         | 0,52                               | 99,48                              |
| YD-4            | 282,65         | 0,41                               | 99,59                              |
| YD-6            | 267,90         | 0,44                               | 99,56                              |
| YD-8            | 267,33         | 0,44                               | 99,56                              |
| YD-12           | 376,20         | 0,31                               | 99,69                              |
| YD-14           | 377,33         | 0,31                               | 99,69                              |
| YE-2            | 375,80         | 0,31                               | 99,69                              |
| YE-3            | 513,91         | 0,23                               | 99,77                              |
| YE-5            | 244,78         | 0,48                               | 99,52                              |
| YE-8            | 311,06         | 0,38                               | 99,62                              |
| YE-11           | 214,77         | 0,54                               | 99,46                              |

**Tablo 8.2.** Fırat formasyonu karbonatlı kayaların ana oksit içerikleri

| 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 % | MnO % | Ateş Kaybı % | Toplam % |
|----------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|---------------------|--------------------|-------|--------------|----------|
| YA-3     | 0,29               | 0,09                             | 0,07                             | 0,23  | 56,17 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,0         | 99,96    |
| YA-4     | 0,20               | 0,06                             | 0,01                             | 0,21  | 56,37 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,0         | 99,96    |
| YA-8     | 0,20               | 0,05                             | 0,13                             | 0,17  | 56,23 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,96    |
| YA-11    | 0,19               | 0,07                             | 0,01                             | 0,19  | 56,37 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,0         | 99,96    |
| YA-12    | 0,40               | 0,14                             | 0,01                             | 0,19  | 56,04 | 0                   | 0,01               | 0     | 43,0         | 99,96    |
| YA-16    | 0,42               | 0,17                             | 0,07                             | 0,19  | 55,78 | 0                   | 0,02               | 0     | 43,2         | 99,96    |
| YB-1     | 0,48               | 0,16                             | 0,10                             | 0,32  | 55,53 | 0                   | 0,02               | 0     | 43,3         | 99,95    |
| YB-4     | 0,59               | 0,18                             | 0,11                             | 0,64  | 54,90 | 0                   | 0,02               | 0     | 43,5         | 99,97    |
| YB-7     | 0,13               | 0,05                             | 0,01                             | 0,12  | 56,72 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,8         | 99,98    |
| YB-9     | 0,26               | 0,09                             | 0,01                             | 0,17  | 56,06 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,3         | 99,97    |
| YB-11    | 0,59               | 0,19                             | 0,10                             | 0,18  | 55,61 | 0                   | 0,02               | 0     | 43,1         | 99,96    |
| YB-14    | 0,39               | 0,05                             | 0,01                             | 0,16  | 56,24 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,98    |
| YC-2     | 0,13               | 0,05                             | 0,05                             | 0,13  | 56,60 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,9         | 99,98    |
| YC-4     | 0,10               | 0,00                             | 0,01                             | 0,10  | 56,80 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,9         | 99,98    |
| YC-5     | 0,18               | 0,03                             | 0,01                             | 0,11  | 56,39 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,2         | 99,97    |
| YC-8     | 0,06               | 0,03                             | 0,01                             | 0,13  | 56,49 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,2         | 99,97    |
| YC-10    | 0,20               | 0,05                             | 0,09                             | 0,12  | 56,42 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,97    |
| YC-15    | 0,06               | 0,00                             | 0,01                             | 0,11  | 56,40 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,3         | 99,98    |
| YC-16    | 0,43               | 0,13                             | 0,07                             | 0,18  | 56,09 | 0                   | 0,01               | 0     | 43,0         | 99,97    |
| YD-2     | 0,84               | 0,14                             | 0,11                             | 0,25  | 55,92 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,6         | 99,95    |
| YD-4     | 0,45               | 0,07                             | 0,05                             | 0,20  | 56,53 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,6         | 99,97    |
| YD-6     | 0,42               | 0,07                             | 0,07                             | 0,21  | 56,26 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,9         | 99,96    |
| YD-8     | 0,57               | 0,10                             | 0,01                             | 0,21  | 56,14 | 0                   | 0,00               | 0     | 42,9         | 99,97    |
| YD-12    | 0,13               | 0,04                             | 0,01                             | 0,15  | 56,43 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,2         | 99,97    |
| YD-14    | 0,07               | 0,03                             | 0,01                             | 0,15  | 56,60 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,97    |
| YE-2     | 0,32               | 0,07                             | 0,01                             | 0,15  | 56,37 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,0         | 99,96    |
| YE-3     | 0,07               | 0,03                             | 0,04                             | 0,11  | 56,53 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,97    |
| YE-5     | 0,30               | 0,12                             | 0,05                             | 0,23  | 56,30 | 0                   | 0,02               | 0     | 42,9         | 99,96    |
| YE-8     | 0,38               | 0,06                             | 0,05                             | 0,18  | 55,99 | 0                   | 0,00               | 0     | 43,1         | 99,96    |
| YE-11    | 0,48               | 0,16                             | 0,17                             | 0,26  | 55,84 | 0                   | 0,01               | 0     | 42,8         | 99,94    |
| Standart | 57,99              | 14,29                            | 7,60                             | 3,39  | 6,27  | 3,73                | 2,17               | 0,40  |              |          |

**Tablo 8.3.** Fırat formasyonu karbonatlı kayaların iz element içerikleri

| Örnek No | Ba ppm | Rb ppm | Sr ppm | Si ppm  | Al ppm |
|----------|--------|--------|--------|---------|--------|
| YA-3     | 7      | 0,6    | 216,6  | 1355,59 | 238,17 |
| YA-4     | 6      | 0,5    | 194,7  | 934,89  | 158,78 |
| YA-8     | 5      | 0,4    | 181    | 934,89  | 132,32 |
| YA-11    | 3      | 0,4    | 171,8  | 888,15  | 185,24 |
| YA-12    | 5      | 0,8    | 199,2  | 1869,78 | 370,48 |
| YA-16    | 8      | 0,8    | 146    | 1963,27 | 449,87 |
| YB-1     | 7      | 0,8    | 304    | 2243,74 | 423,41 |
| YB-4     | 10     | 0,7    | 25,5   | 2757,93 | 476,34 |
| YB-7     | 4      | 0,3    | 110,9  | 607,68  | 132,32 |
| YB-9     | 7      | 0,3    | 200,3  | 1215,36 | 238,17 |
| YB-11    | 7      | 1      | 226,7  | 2757,93 | 502,8  |
| YB-14    | 5      | 0,3    | 123,4  | 1823,04 | 132,32 |
| YC-2     | 4      | 0,3    | 146,9  | 607,68  | 132,32 |
| YC-4     | 3      | 0,2    | 103    | 467,45  | 0      |
| YC-5     | 5      | 0,4    | 127,4  | 841,4   | 79,39  |
| YC-8     | 3      | 0,2    | 116,2  | 280,47  | 79,39  |
| YC-10    | 4      | 0,4    | 114,4  | 934,89  | 132,32 |
| YC-15    | 4      | 0,2    | 79,2   | 280,47  | 0      |
| YC-16    | 5      | 0,6    | 125,9  | 2010,02 | 344,02 |
| YD-2     | 6      | 0,5    | 154    | 3926,54 | 370,48 |
| YD-4     | 9      | 0,5    | 163,2  | 2103,51 | 185,24 |
| YD-6     | 10     | 0,3    | 177,2  | 1963,27 | 185,24 |
| YD-8     | 6      | 0,4    | 148,5  | 2664,44 | 264,63 |
| YD-12    | 6      | 0,2    | 124,8  | 607,68  | 105,85 |
| YD-14    | 6      | 0,2    | 148,1  | 327,21  | 79,39  |
| YE-2     | 5      | 0,5    | 209    | 1495,83 | 185,24 |
| YE-3     | 2      | 0,1    | 121,3  | 327,21  | 79,39  |
| YE-5     | 4      | 0,7    | 186,7  | 1402,34 | 317,56 |
| YE-8     | 5      | 0,5    | 201,3  | 1776,29 | 158,78 |
| YE-11    | 4      | 0,6    | 351,8  | 2243,74 | 423,41 |
| Standart | 480,3  | 24,8   | 431,7  |         |        |

**Tablo 8.4.** Fırat formasyonu karbonatlı kayaların nadir toprak element içerikleri

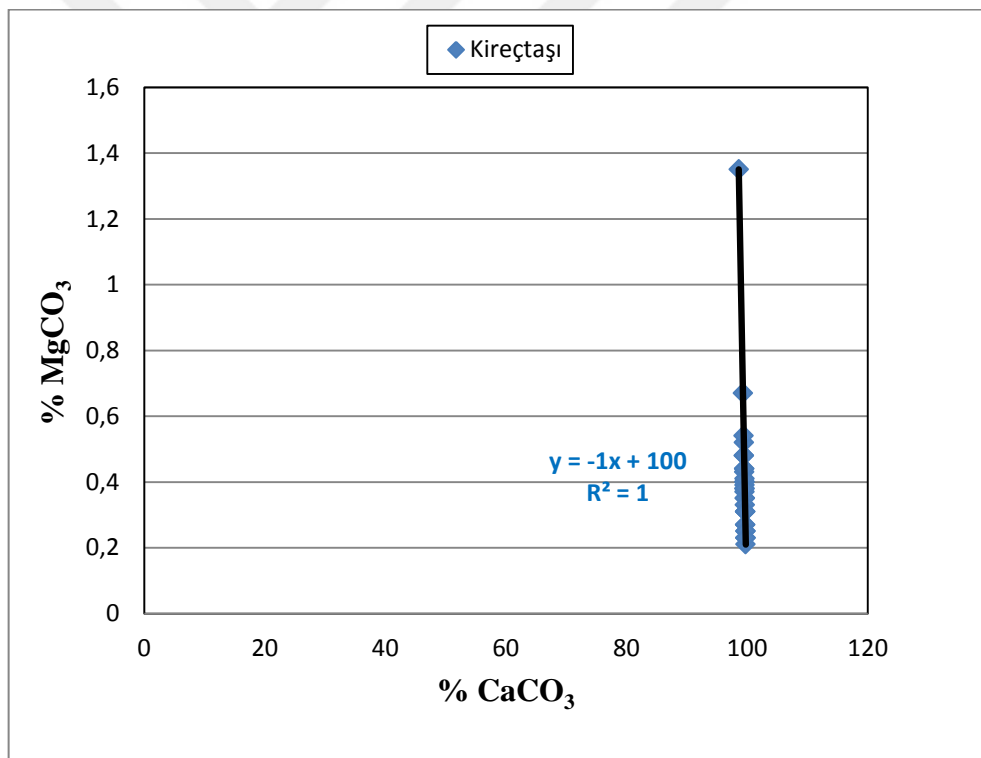
| Örnek No | La  | Ce   | Pr   | Nd   | Sm   | Eu   | Gd   | Tb   | Dy   | Ho   | Er   | Tm   | Yb   | Lu   | TOT/C % | TOT/S % |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| YA-3     | 0,7 | 0,4  | 0,09 | 0,4  | 0,05 | 0,02 | 0,11 | 0,01 | 0,11 | 0    | 0,06 | 0    | 0    | 0    | 12,04   | 0       |
| YA-4     | 2,1 | 0,9  | 0,1  | 0,1  | 0    | 0    | 0,08 | 0,01 | 0,06 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 12,01   | 0       |
| YA-8     | 0,8 | 0,6  | 0,09 | 0,3  | 0,05 | 0    | 0,06 | 0,01 | 0,09 | 0    | 0,06 | 0    | 0    | 0    | 12,65   | 0       |
| YA-11    | 0,7 | 0,9  | 0,11 | 0,5  | 0,05 | 0    | 0,1  | 0,01 | 0,09 | 0    | 0,04 | 0    | 0    | 0    | 12,78   | 0       |
| YA-12    | 0,7 | 1    | 0,14 | 0,5  | 0,07 | 0,04 | 0,12 | 0,01 | 0,08 | 0    | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0    | 12,4    | 0       |
| YA-16    | 0,9 | 1,3  | 0,17 | 0,7  | 0,1  | 0,03 | 0,18 | 0,02 | 0,14 | 0,04 | 0,1  | 0,01 | 0,09 | 0    | 12,53   | 0       |
| YB-1     | 1,2 | 1,2  | 0,16 | 0,7  | 0,1  | 0,02 | 0,12 | 0,02 | 0,13 | 0,02 | 0,08 | 0    | 0    | 0    | 11,94   | 0       |
| YB-4     | 0,9 | 1,1  | 0,17 | 0,7  | 0,12 | 0,03 | 0,16 | 0,02 | 0,1  | 0,03 | 0,07 | 0    | 0,06 | 0    | 12      | 0       |
| YB-7     | 0,7 | 0,7  | 0,12 | 0,4  | 0,06 | 0    | 0,08 | 0,02 | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0    | 0,05 | 0    | 11,98   | 0       |
| YB-9     | 0,7 | 0,7  | 0,11 | 0,4  | 0,06 | 0,02 | 0,12 | 0,02 | 0,13 | 0,03 | 0,09 | 0    | 0    | 0    | 12,19   | 0       |
| YB-11    | 1,6 | 1,9  | 0,29 | 1,4  | 0,22 | 0,05 | 0,26 | 0,04 | 0,22 | 0,05 | 0,16 | 0,02 | 0,13 | 0,02 | 12,09   | 0       |
| YB-14    | 0,8 | 0,7  | 0,11 | 0,4  | 0,08 | 0    | 0,14 | 0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,07 | 0    | 0,06 | 0    | 11,79   | 0       |
| YC-2     | 1   | 0,8  | 0,14 | 0,6  | 0,07 | 0,03 | 0,14 | 0,02 | 0,12 | 0,03 | 0,08 | 0    | 0,07 | 0    | 11,81   | 0       |
| YC-4     | 0,6 | 0,5  | 0,05 | 0,1  | 0    | 0    | 0,07 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 11,99   | 0       |
| YC-5     | 1   | 0,7  | 0,1  | 0,5  | 0,1  | 0,02 | 0,1  | 0,01 | 0,09 | 0    | 0,07 | 0,01 | 0,06 | 0    | 11,96   | 0       |
| YC-8     | 0,9 | 0,8  | 0,07 | 0,3  | 0,06 | 0    | 0,1  | 0,01 | 0,07 | 0    | 0,08 | 0    | 0    | 0    | 12,3    | 0       |
| YC-10    | 0,8 | 1    | 0,13 | 0,5  | 0,07 | 0    | 0,11 | 0,02 | 0,09 | 0    | 0,06 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 12,16   | 0       |
| YC-15    | 1,1 | 0,6  | 0,06 | 0,1  | 0    | 0    | 0,05 | 0,01 | 0,06 | 0    | 0,03 | 0    | 0    | 0,01 | 12,26   | 0       |
| YC-16    | 0,8 | 0,7  | 0,11 | 0,4  | 0,08 | 0,03 | 0,11 | 0,01 | 0,11 | 0    | 0    | 0    | 0,05 | 0    | 12,17   | 0       |
| YD-2     | 1,7 | 2    | 0,27 | 1,2  | 0,18 | 0,05 | 0,29 | 0,04 | 0,25 | 0,07 | 0,15 | 0,02 | 0,11 | 0,01 | 12,28   | 0       |
| YD-4     | 1,3 | 1,5  | 0,22 | 0,7  | 0,16 | 0,05 | 0,19 | 0,03 | 0,19 | 0,05 | 0,15 | 0,01 | 0,1  | 0,02 | 12,27   | 0       |
| YD-6     | 1,4 | 2,2  | 0,25 | 1,1  | 0,21 | 0,05 | 0,26 | 0,04 | 0,16 | 0,05 | 0,14 | 0,02 | 0,11 | 0,02 | 12,02   | 0       |
| YD-8     | 1,9 | 2,5  | 0,31 | 1,1  | 0,2  | 0,04 | 0,26 | 0,04 | 0,21 | 0,06 | 0,13 | 0,02 | 0,11 | 0,02 | 12,34   | 0       |
| YD-12    | 0,6 | 0,6  | 0,08 | 0,3  | 0    | 0    | 0,1  | 0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,05 | 0    | 0    | 0    | 11,97   | 0       |
| YD-14    | 0,9 | 0,4  | 0,06 | 0,3  | 0    | 0    | 0,06 | 0    | 0,05 | 0    | 0,04 | 0    | 0    | 0    | 12      | 0       |
| YE-2     | 1,3 | 1,7  | 0,19 | 0,7  | 0,14 | 0,04 | 0,18 | 0,03 | 0,15 | 0,03 | 0,1  | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 12,19   | 0       |
| YE-3     | 1,2 | 0,7  | 0,12 | 0,4  | 0    | 0,03 | 0,12 | 0,02 | 0,1  | 0,04 | 0,1  | 0,01 | 0    | 0,01 | 12,29   | 0       |
| YE-5     | 2,2 | 2,8  | 0,32 | 1,4  | 0,25 | 0,07 | 0,28 | 0,04 | 0,22 | 0,05 | 0,14 | 0,02 | 0,1  | 0,02 | 11,82   | 0       |
| YE-8     | 1,1 | 1,4  | 0,15 | 0,6  | 0,13 | 0,03 | 0,15 | 0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,09 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 12      | 0       |
| YE-11    | 2,4 | 2,7  | 0,25 | 1,2  | 0,16 | 0,04 | 0,23 | 0,04 | 0,23 | 0,07 | 0,15 | 0,02 | 0,14 | 0,03 | 12,2    | 0,02    |
| STD      | 12  | 29,8 | 3,62 | 13,4 | 3,01 | 0,88 | 2,9  | 0,58 | 2,84 | 0,62 | 1,86 | 0,28 | 1,78 | 0,28 |         |         |

### 8.1. Majör Element Jeokimyası (Ana Oksit)

Fırat formasyonu karbonatlı kayaların mol %  $MgCO_3$ -mol %  $CaCO_3$  grafiğinde  $MgCO_3$  içeriği ile  $CaCO_3$  içeriği arasında negatif ilişkinin olduğu gözlenmektedir (Şekil 8.1.). Pearson korelasyonu katsayısına göre  $R^2$  değeri 1 olarak hesaplanmıştır ve korelasyonda çok yüksek ilişki görülmektedir (Tablo 8.5.).

**Tablo 8.5.** Pearson korelasyon katsayı parametresi.

| Korelasyon Katsayısı | Gücü              |
|----------------------|-------------------|
| 0,00 - 0,25          | Çok Zayıf İlişki  |
| 0,26 - 0,49          | Zayıf İlişki      |
| 0,50 - 0,69          | Orta İlişki       |
| 0,70 - 0,89          | Yüksek İlişki     |
| 0,90 - 1,00          | Çok Yüksek İlişki |



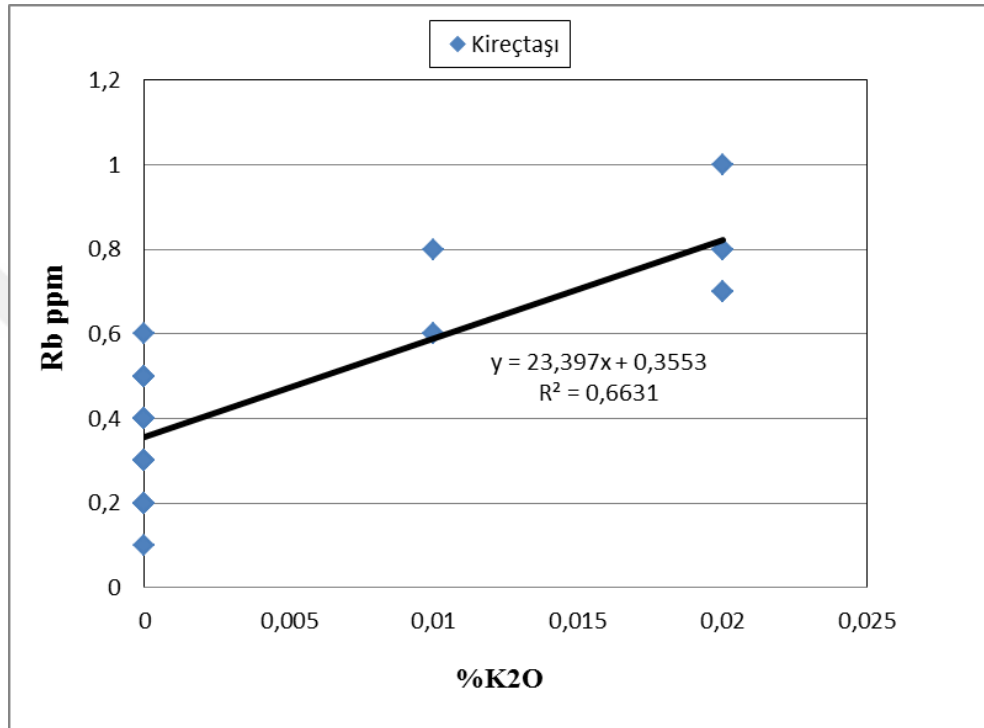
**Şekil 8.1.** Mol %  $MgCO_3$  – mol %  $CaCO_3$  grafiği.

Alınan örnekler Mg oranı çok düşük kireçtaşlarından oluşmaktadır. Tüm numunelerdeki  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $MnO$ ,  $TiO_2$  ve  $P_2O_5$  içerikleri çok düşüktür.

Fırat formasyonu kireçtaşlarının ana oksit element değerlerini  $CaO$ ,  $MgO$ , değerlerinde artış gözlenirken;  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $MnO$  değerlerinde ise

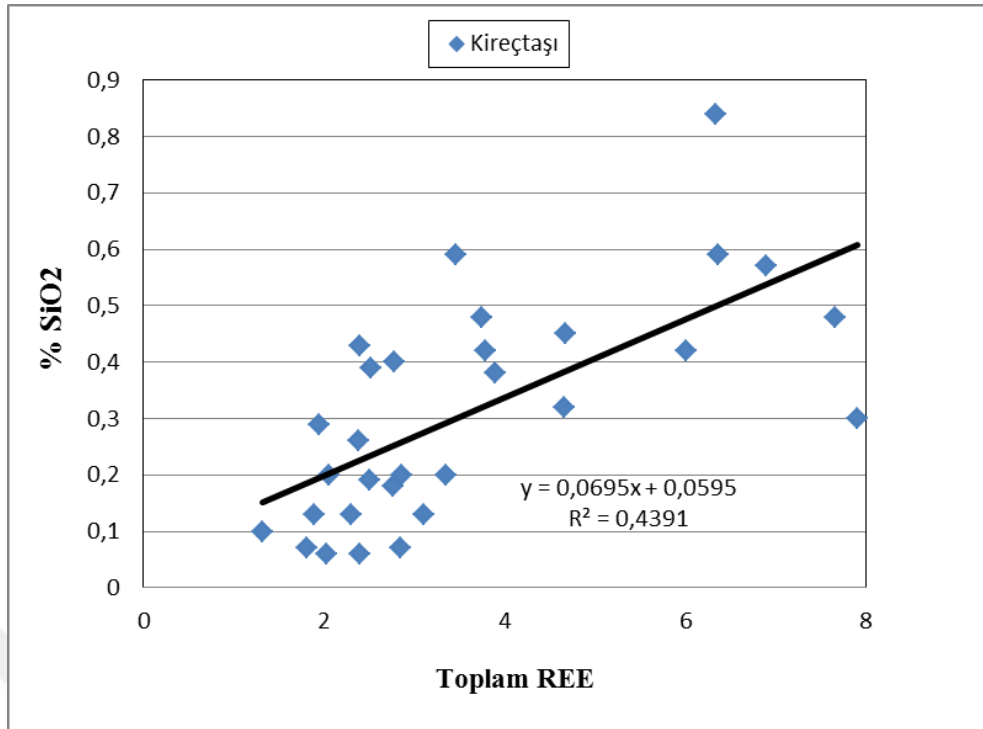
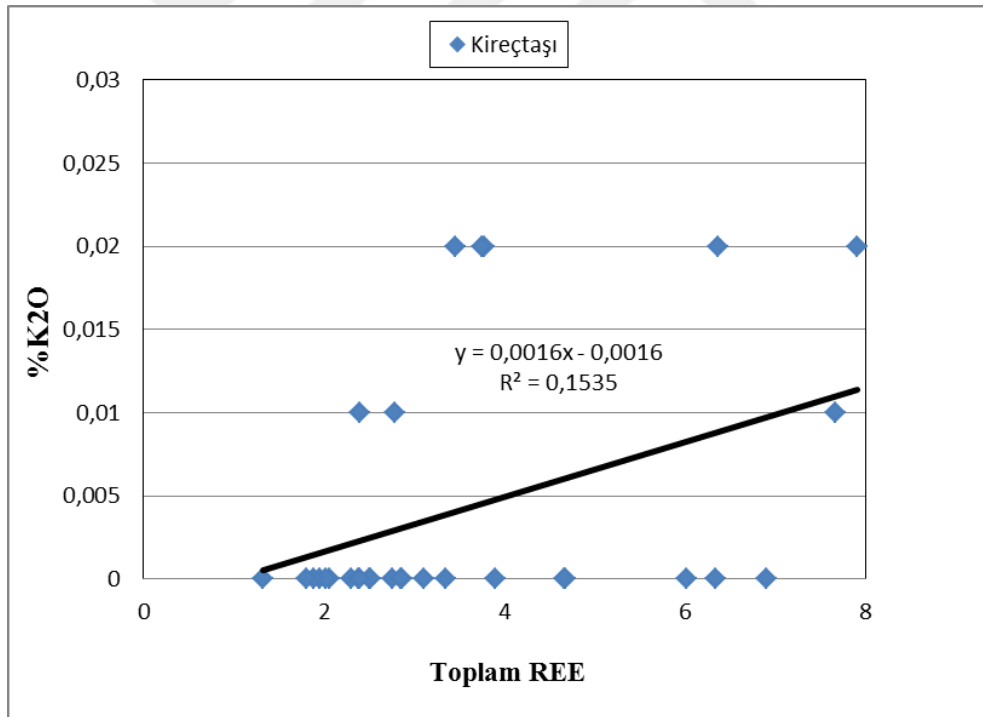
azalış olduğu belirtilmiştir (Tablo 8.2.). Bu ilişki kayaçların kil ve karbonat içeriği arasındaki negatif ilişkiyi belirtmektedir.

% K<sub>2</sub>O – Rb grafiğinde, Rb içeriği ile % K<sub>2</sub>O arasında pozitif bir korelasyon gözlenmektedir (Şekil 8.2). Rb ve K<sub>2</sub>O arasındaki pozitif korelasyon karbonatlar içerisindeki killerin denizel orijinli olduğunu destekler (Rao, 1989). Bu da Fırat formasyonu kireçtaşlarının denizel orijinli olduğunu göstermektedir.

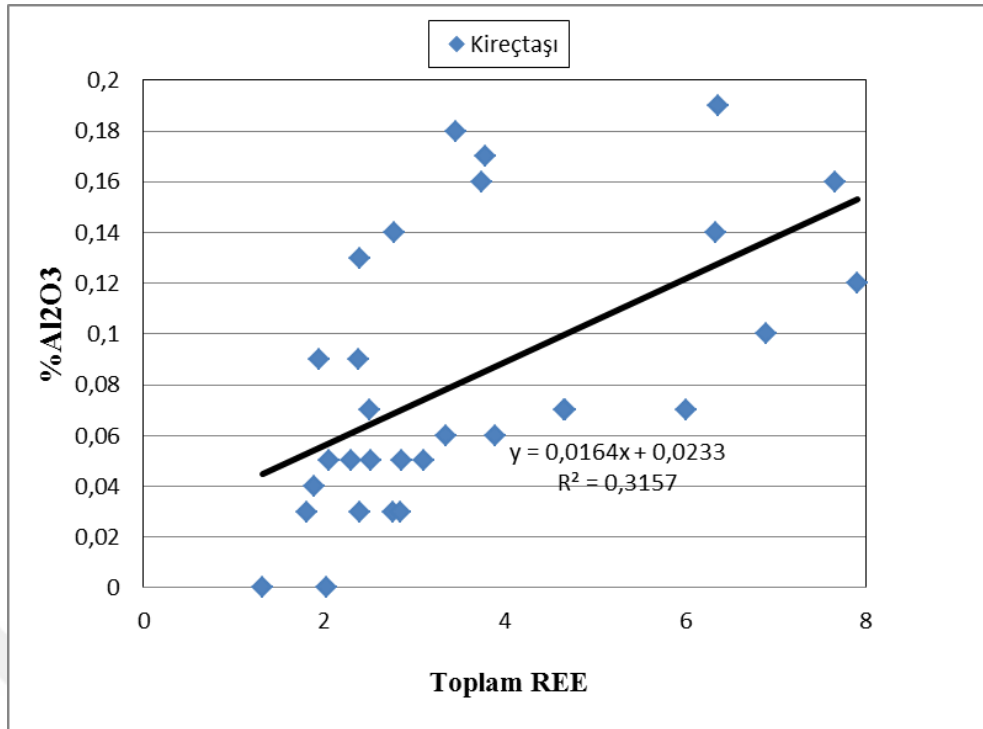


Şekil 8.2. %K<sub>2</sub>O – Rb grafiği.

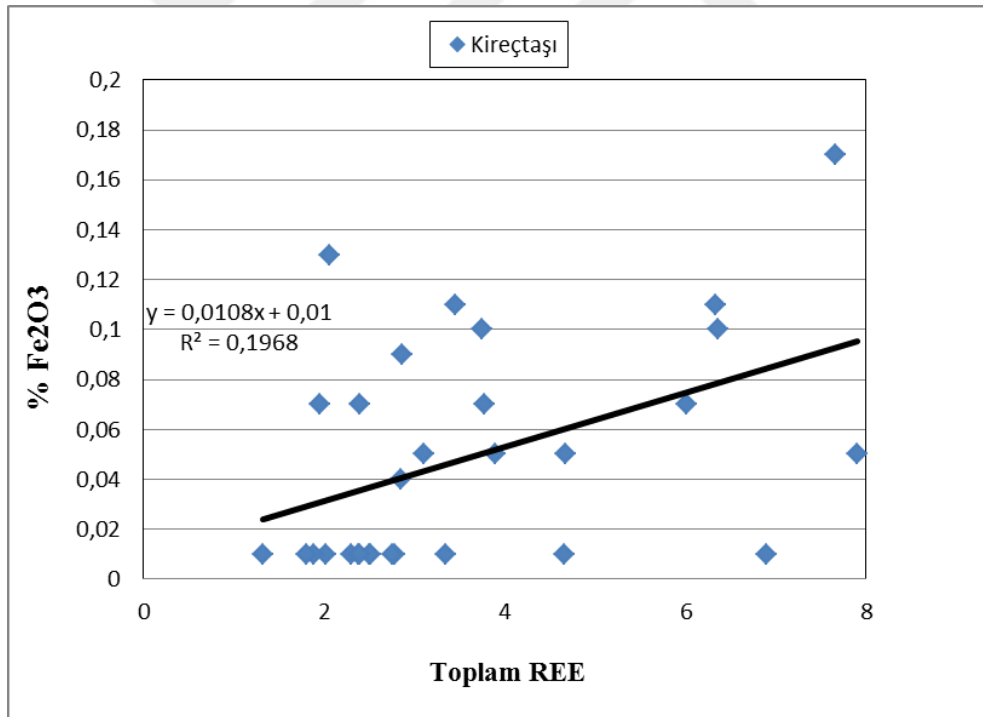
Fırat formasyonu kireçtaşlarına ait Majör elementlerin toplam REE ile ilişkisini gösteren grafikleri çizdiğimizde zayıf derecede pozitif korelasyon SiO<sub>2</sub> ile belirtilmektedir (Şekil 8.3, Tablo 8.5.). Zayıf pozitif korelasyon K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile belirtilmektedir (Şekil 8.4-8.6). MgO ile çok zayıf pozitif korelasyon ilişkisi belirtilmektedir (Şekil 8.7, Tablo 8.5.). CaO ile çok zayıf negatif korelasyon ilişkisi belirtilmektedir (Şekil 8.8). Dolayısıyla bu ilişkilere göre, REE' nin karbonat fazıyla ilişkisi zayıf negatif korelasyona sahip olduğundan dolayı havzaya gelen kırıntılı malzemeden kaynaklandığını göstermektedir (Dinç 2010).

Şekil 8.3. % SiO<sub>2</sub> - Toplam REE grafiği.Şekil 8.4. % K<sub>2</sub>O - Toplam REE grafiği.

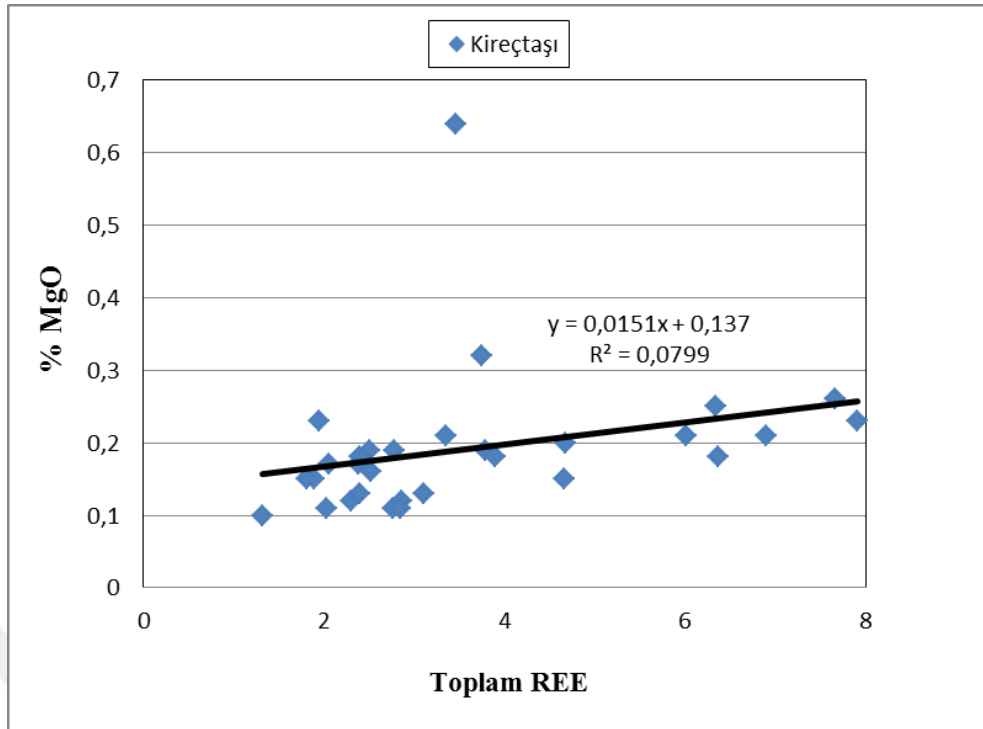




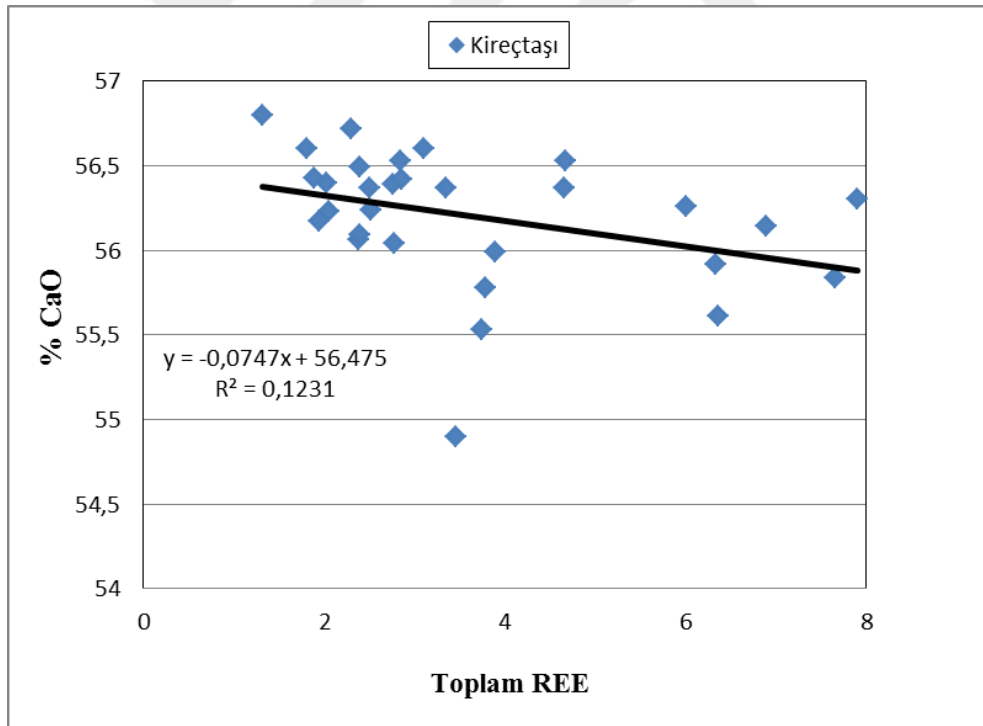
Şekil 8.5. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Toplam REE grafiği.



Şekil 8.6. % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Toplam REE grafiği.



Şekil 8.7. % MgO - Toplam REE grafiği.

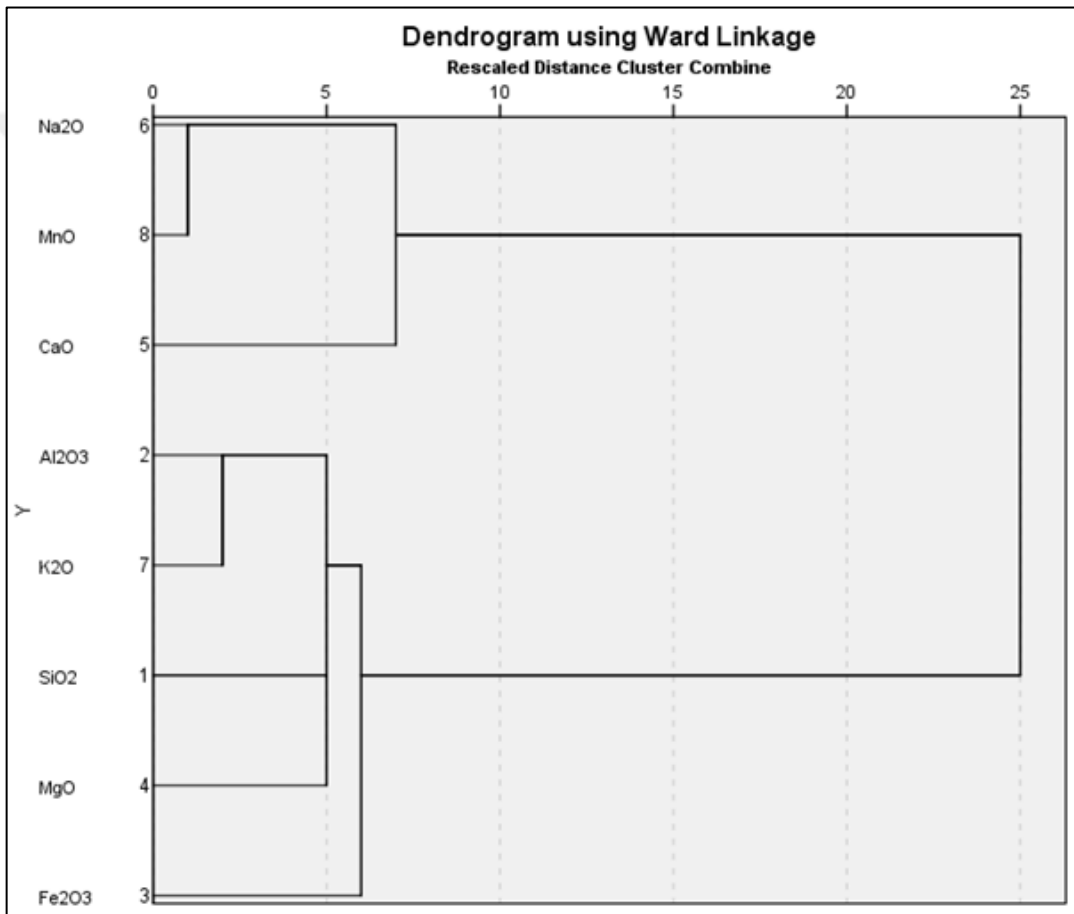


Şekil 8.8. % CaO - Toplam REE grafiği.

Majör elementlerin birbiriyle ilişkili korelasyonunu yaptığımızda en kuvvetli pozitif korelasyon  $K_2O$ -  $Al_2O_3$  arasında, en kuvvetli negatif korelasyon  $CaO$ - $Al_2O_3$  arasında görülmektedir (Tablo 8.6., Şekil 8.9.).

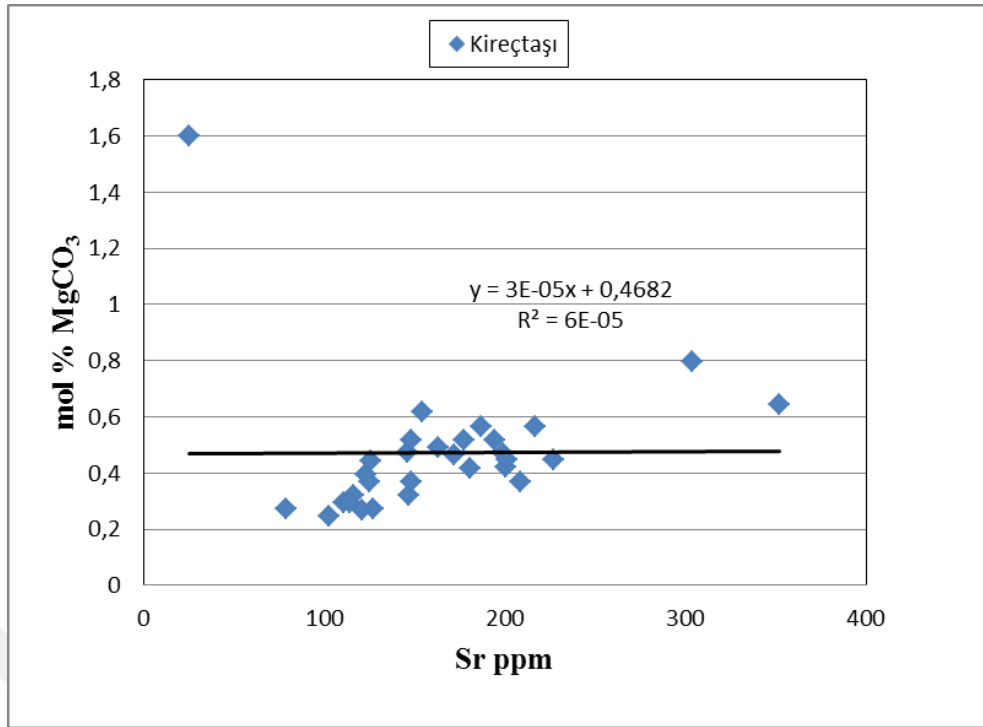
**Tablo 8.6.** Fırat formasyonu kireçtaşlarına ait majör elementlerin korelasyon matrisi.

|                                  | 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 % | MnO % |
|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------|--------|---------------------|--------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub> %               | 1                  |                                  |                                  |         |        |                     |                    |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % | 0,803**            | 1                                |                                  |         |        |                     |                    |       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % | 0,546**            | 0,608**                          | 1                                |         |        |                     |                    |       |
| MgO %                            | 0,583**            | 0,649**                          | 0,487**                          | 1       |        |                     |                    |       |
| CaO %                            | -0,727             | -0,845                           | -0,598                           | -0,824  | 1      |                     |                    |       |
| Na <sub>2</sub> O %              | 0                  | 0                                | 0                                | 0       | 0      | 1                   |                    |       |
| K <sub>2</sub> O %               | 0,465**            | 0,820**                          | 0,469**                          | 0,567** | -0,728 | 0                   | 1                  |       |
| MnO %                            | 0                  | 0                                | 0                                | 0       | 0      | 0                   | 0                  | 1     |

**Şekil 8.9.** Fırat formasyonu karbonatlı kayalarda majör elementlerin Cluster analiz diyagramı.

## 8.2. İz-Eser Element Jeokimyası

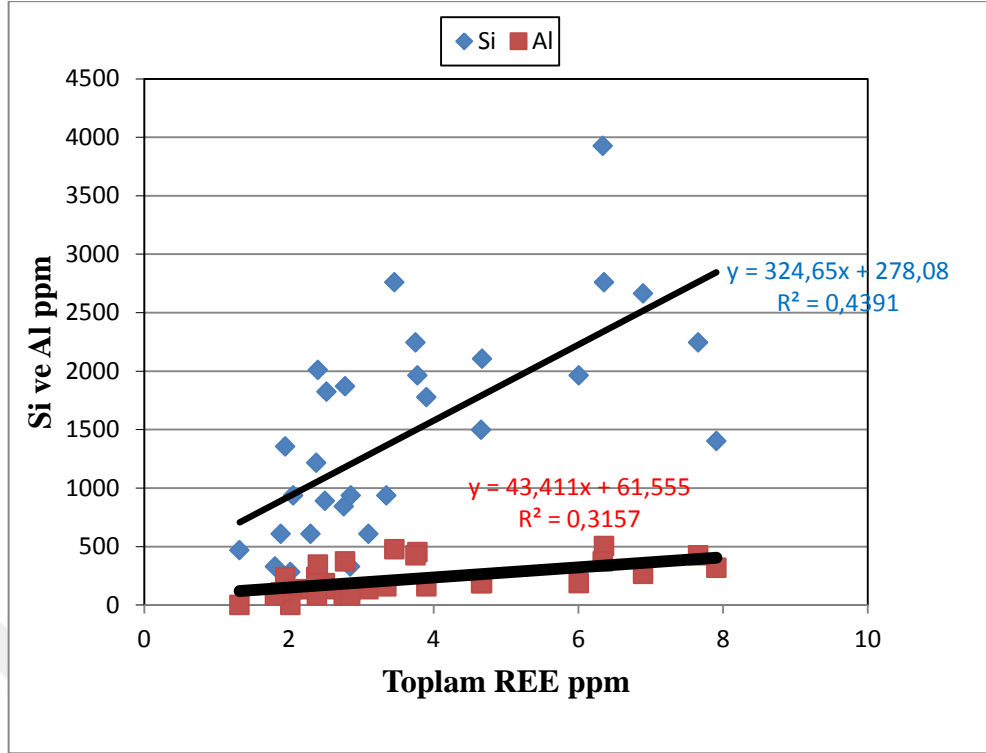
Fırat formasyonu kireçtaşı numunelerinin mol % MgCO<sub>3</sub> - Sr (ppm) grafiğinde Sr ile % MgCO<sub>3</sub> arasında kuvvetli pozitif bir ilişki vardır (Şekil 8.10).



Şekil 8.10. Mol % MgCO<sub>3</sub> - Sr (ppm) grafiği.

Friedman (1965), Rao (1989)'dan güncel denizel kireçtaşlarında düşük Ba içeriği (<60 ppm) ve tatlı su kireçtaşlarında daha yüksek Ba içeriği (>60 ppm) bulunduğunu belirlemiştir (Dinç 2010). Dinç (2010)'dan Menteşe dolomitleri çalışmasında Ba içeri değerleri 0-33 ppm aralığında bulup karbonatların denizel kökenli olduğunu belirtmiştir. İnceleme alanındaki Fırat formasyonu kireçtaşı Ba değerleri 3-10 ppm (ortalama 5,5)'dir (Tablo 7.1). Fırat formasyonu kireçtaşlarının Ba içeriği <60 ppm olduğundan, bu sonuç karbonatların denizel kökenli olduğunu destekler niteliktedir.

Fırat formasyonu kireçtaşı örnekleri için toplam nadir toprak element (REE) konsantrasyonlarına karşı Al ve Si (ppm) konsantrasyonlarının karşılaştırılması pozitif bir ilişki sergilemektedir (Şekil 8.11.). Kireçtaşlarındaki Al 0-476.34 ppm (ortalama=218.76 ppm), Si 280.47-2757.93ppm (ortalama=1453.76 ppm) şeklinde olup nispeten yüksek oranlardadır (Tablo 8.3).

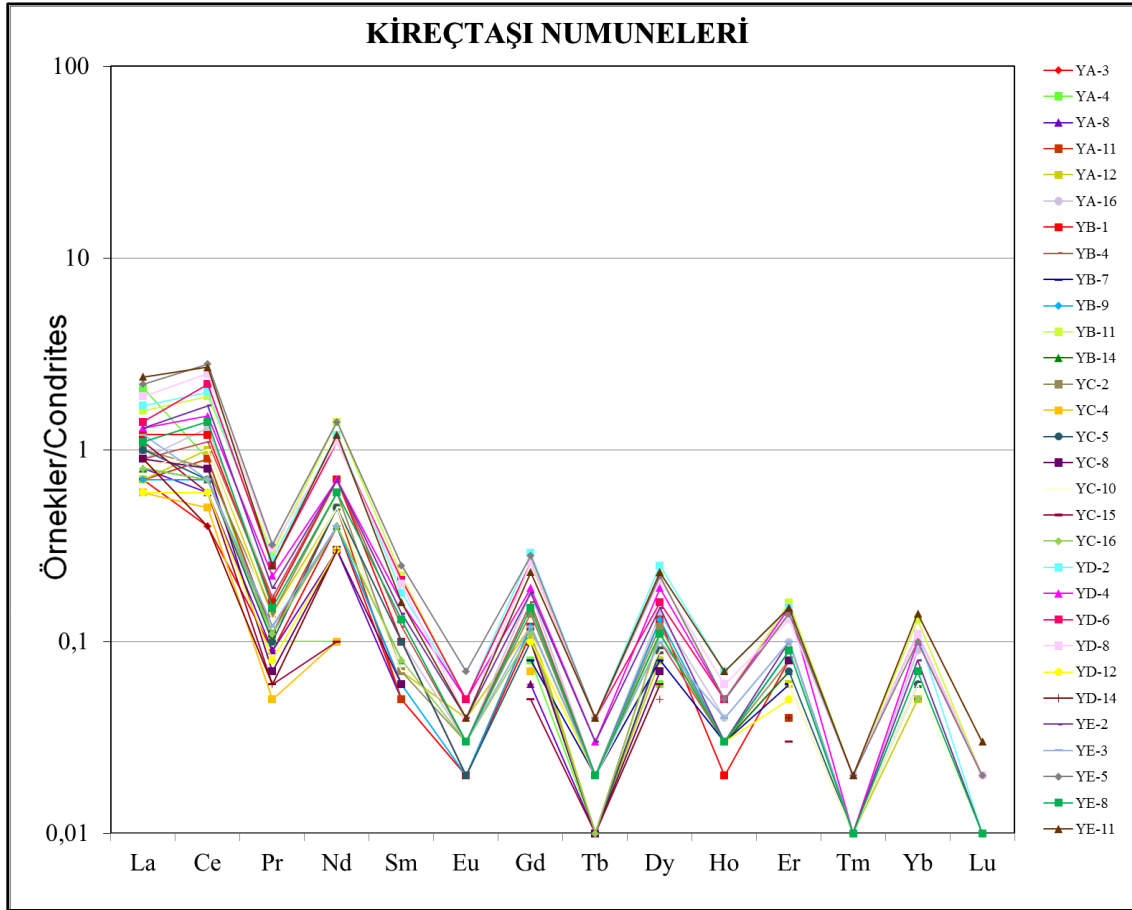


Şekil 8.11. Kireçtaşlarındaki Si ve Al (ppm) - Toplam REE grafiği.

Örneklerin çoğunda Al 200ppm, Si ise 1000 ppm'in üzerindedir. Dolayısıyla bu kireçtaşları örneklerindeki toplam REE içerikleri Al ve/veya Si konsantrasyonlarının yükselmesiyle çok az artmaktadır. Bu da siliklastik kirlenmenin de önemsiz olduğunu göstermektedir (Banner ve diğ. 1988).

Fırat formasyonu kireçtaşı örneklerinin REE bakımından tüketildiği görülmektedir. Oksidasyon koşulları Ce'nin çökmesine ve zenginleşmesine neden olurken, indirgeyici koşullar çökeltelerde negatif Ce anomalisine neden olur. Burada incelenen karbonatlı kayaçlar değişken (pozitif - negatif) Ce anomalisi negatif Eu anomalileri sergilemektedir (Şekil 8.12).

Pozitif Ce anomalileri, çoğunlukla dentritik girdi diyajenetik atma ve paleo-redoks koşullarını içerir. (Nath ve diğ., 1997, Madhavaraju ve Ramasamy, 1999; Madhavaraju ve Lee, 2009; Madhavaraju ve diğ., 2010).



**Şekil 8.12.** Fırat formasyonu kireçtaşlarının NASC (Haskin ve diğ. 1968; Gromet ve diğ. 1984) normalleştirilmiş REE diyagramı.

Çalışma alanındaki örneklerin, Ce ve Eu anomalileri için:

$$Ce/Ce^* = [Ce / (0.5La + 0.5Pr)]_{SN} \quad (\text{Nance ve Taylor, 1976}), \quad (8.1)$$

$$Eu^* = Eu_N / [2/3Sm_N + 1/3Gd_N] \quad (\text{Lawrence ve diğ., 2006}), \quad (8.2)$$

denklemleri kullanılmıştır.  $Ce/Ce^*$ 'in anomalisi 1'in altında (negatif olması ortamın indirgen olduğunu belirtir) ve  $Eu/Eu^*$ 'in anomalisi 1'in üstünde olması depolanma ortamının indirgen koşullara doğru gittiği bilgisini vermektedir (Kato ve Isoxaki 2009, Luo ve diğ., 2003). Fırat formasyonu kireçtaşı örneklerinin anomali değerleri pozitif Ce anomalisi vermektedir. Eu anomali değerleri örneklerin çoğunda sifıra yakın çıktığından dikkate alınmamıştır. Pozitif Ce anomali değerleri depolanma ortamının oksik koşullara sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 8.7.).

İz elementlerin birbiriyle ilişkili korelasyonunu yaptığımızda en kuvvetli pozitif korelasyon Rb-Al arasında görülmektedir (Tablo 8.8, Şekil 8.13).

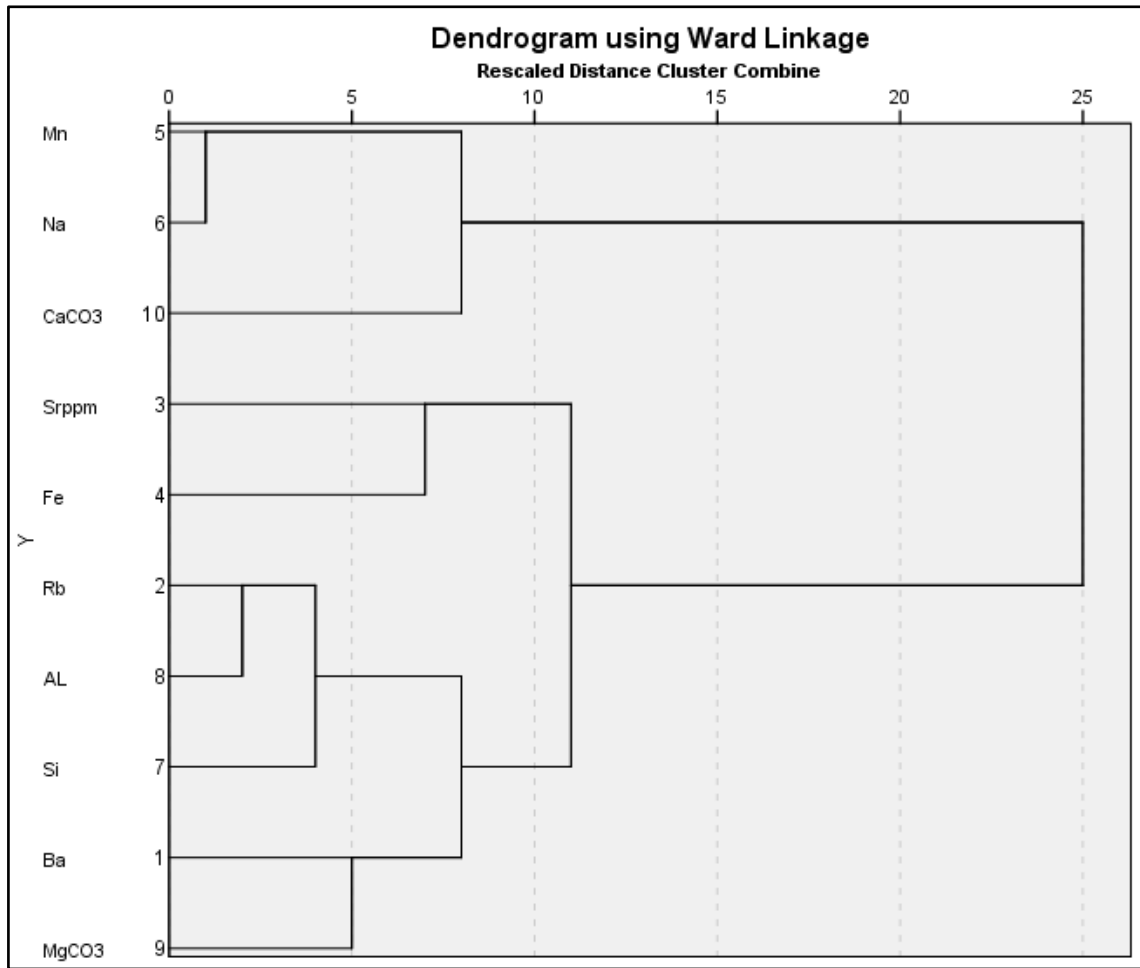
Nadir toprak elementlerinin birbiriyle ilişkili korelasyonunu yaptığımızda en kuvvetli pozitif korelasyon Pr-Gd arasında görülmektedir (Tablo 8.9, Şekil 8.14).

**Tablo 8.7.** Fırat formasyonu kireçtaşlarının Ce/Ce\*-Eu/Eu\* değerleri

| <b>Örnek No</b> | <b>Ce/Ce*</b> | <b>Eu/Eu*</b> |
|-----------------|---------------|---------------|
| YA-3            | 1,013         | 0,001         |
| YA-4            | 0,818         | 0,000         |
| YA-8            | 1,348         | 0,000         |
| YA-11           | 2,222         | 0,000         |
| YA-12           | 2,381         | 0,004         |
| YA-16           | 2,430         | 0,004         |
| YB-1            | 1,765         | 0,002         |
| YB-4            | 2,056         | 0,004         |
| YB-7            | 1,707         | 0,000         |
| YB-9            | 1,728         | 0,002         |
| YB-11           | 2,011         | 0,012         |
| YB-14           | 1,538         | 0,000         |
| YC-2            | 1,404         | 0,003         |
| YC-4            | 1,538         | 0,000         |
| YC-5            | 1,273         | 0,002         |
| YC-8            | 1,649         | 0,000         |
| YC-10           | 2,151         | 0,000         |
| YC-15           | 1,034         | 0,000         |
| YC-16           | 1,538         | 0,003         |
| YD-2            | 2,030         | 0,011         |
| YD-4            | 1,974         | 0,009         |
| YD-6            | 2,667         | 0,012         |
| YD-8            | 2,262         | 0,009         |
| YD-12           | 1,765         | 0,000         |
| YD-14           | 0,833         | 0,000         |
| YE-2            | 2,282         | 0,006         |
| YE-3            | 1,061         | 0,000         |
| YE-5            | 2,222         | 0,019         |
| YE-8            | 2,240         | 0,004         |
| YE-11           | 2,038         | 0,008         |

**Tablo 8.8.** Fırat formasyonu kireçtaşları iz elementlerinin korelasyon matrisi

|                         | <b>Ba</b> | <b>Rb</b> | <b>Sr</b> | <b>Fe</b> | <b>Mn</b> | <b>Na</b> | <b>Si</b> | <b>AL</b> | <b>MgCO<sub>3</sub></b> | <b>CaCO<sub>3</sub></b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Ba</b>               | 1         |           |           |           |           |           |           |           |                         |                         |
| <b>Rb</b>               | 0,416     | 1         |           |           |           |           |           |           |                         |                         |
| <b>Sr</b>               | 0,05      | 0,457     | 1         |           |           |           |           |           |                         |                         |
| <b>Fe</b>               | 0,279     | 0,499     | 0,404     | 1         |           |           |           |           |                         |                         |
| <b>Mn</b>               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |           |           |           |                         |                         |
| <b>Na</b>               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |           |           |                         |                         |
| <b>Si</b>               | 0,566     | 0,669     | 0,281     | 0,538     | 0         | 0         | 1         |           |                         |                         |
| <b>AL</b>               | 0,494     | 0,867     | 0,397     | 0,555     | 0         | 0         | 0,836     | 1         |                         |                         |
| <b>MgCO<sub>3</sub></b> | 0,59      | 0,496     | 0,009     | 0,487     | 0         | 0         | 0,585     | 0,683     | 1                       |                         |
| <b>CaCO<sub>3</sub></b> | -0,56     | -0,721    | -0,216    | -0,598    | 0         | 0         | -0,73     | -0,851    | -0,824                  | 1                       |

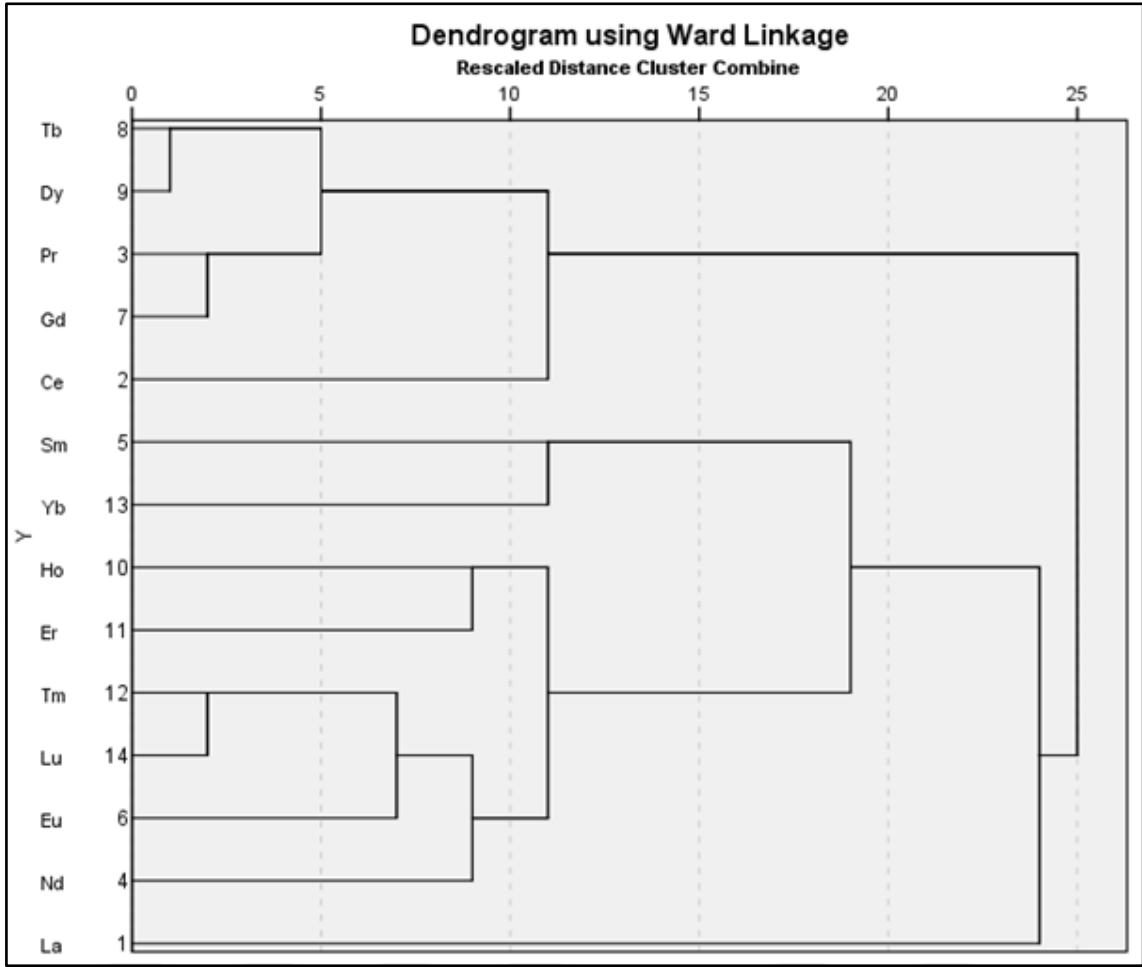


Şekil 8.13. Fırat formasyonu kireçtaşları iz elementlerin Cluster analiz diyagramı.

Tablo 8.9. Fırat formasyonu kireçtaşlarının nadir toprak elementlerin korelasyon matrisi

|    | La    | Ce    | Pr    | Nd    | Sm    | Eu    | Gd    | Tb    | Dy    | Ho    | Er    | Tm    | Yb    | Lu |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| La | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ce | 0,818 | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Pr | 0,737 | 0,945 | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Nd | 0,669 | 0,911 | 0,96  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Sm | 0,608 | 0,892 | 0,936 | 0,937 | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Eu | 0,58  | 0,786 | 0,861 | 0,84  | 0,842 | 1     |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Gd | 0,677 | 0,912 | 0,96  | 0,949 | 0,922 | 0,864 | 1     |       |       |       |       |       |       |    |
| Tb | 0,689 | 0,893 | 0,931 | 0,899 | 0,863 | 0,762 | 0,927 | 1     |       |       |       |       |       |    |
| Dy | 0,681 | 0,851 | 0,913 | 0,91  | 0,856 | 0,803 | 0,917 | 0,925 | 1     |       |       |       |       |    |
| Ho | 0,617 | 0,787 | 0,833 | 0,802 | 0,722 | 0,709 | 0,863 | 0,913 | 0,866 | 1     |       |       |       |    |
| Er | 0,569 | 0,794 | 0,85  | 0,866 | 0,828 | 0,773 | 0,867 | 0,888 | 0,883 | 0,863 | 1     |       |       |    |
| Tm | 0,696 | 0,879 | 0,872 | 0,863 | 0,816 | 0,789 | 0,872 | 0,824 | 0,79  | 0,727 | 0,814 | 1     |       |    |
| Yb | 0,586 | 0,825 | 0,861 | 0,852 | 0,872 | 0,766 | 0,864 | 0,826 | 0,799 | 0,764 | 0,766 | 0,833 | 1     |    |
| Lu | 0,755 | 0,846 | 0,787 | 0,746 | 0,715 | 0,661 | 0,744 | 0,808 | 0,739 | 0,713 | 0,759 | 0,837 | 0,734 | 1  |





Şekil 8.14. Fırat formasyonu kireçtaşlarının nadir toprak elementlerin Cluster analiz diyagramı.

Nadir toprak elementleri Fe-Mn oksi-hidroksitlere adsorbsiyonda önemli bir taşıma aracıdır (Yang ve diğ., 2002). Ağır mineraller (monazit, allanit, zirkon gibi) ile taşınma diğer bir etmendir ancak muhtemel birimlerinin depolanma ortamına uzaklığı ağır mineraller ile taşınma ihtimalini önemsiz hale getirmektedir (Yang ve diğ., 2002; Rengarajan ve Sarin 2004).

Fırat formasyonu kireçtaşları için yapılan korelasyon çalışmaları ve cluster analizleri ile REE'lerin ilişkili olduğu ve birlikte hareket ettiği elementler belirlenmiştir. Kil minareleri ve Fe oksi-hidroksitlerin REE ile ilişkisine bakıldığında çok zayıf bir korelasyon sergilediği, Karbonatlı kayaç örnekleri REE'lerinin kontrol faktörleri olarak havzaya gelen kırıntılı malzemeden kaynaklandığını göstermiştir.

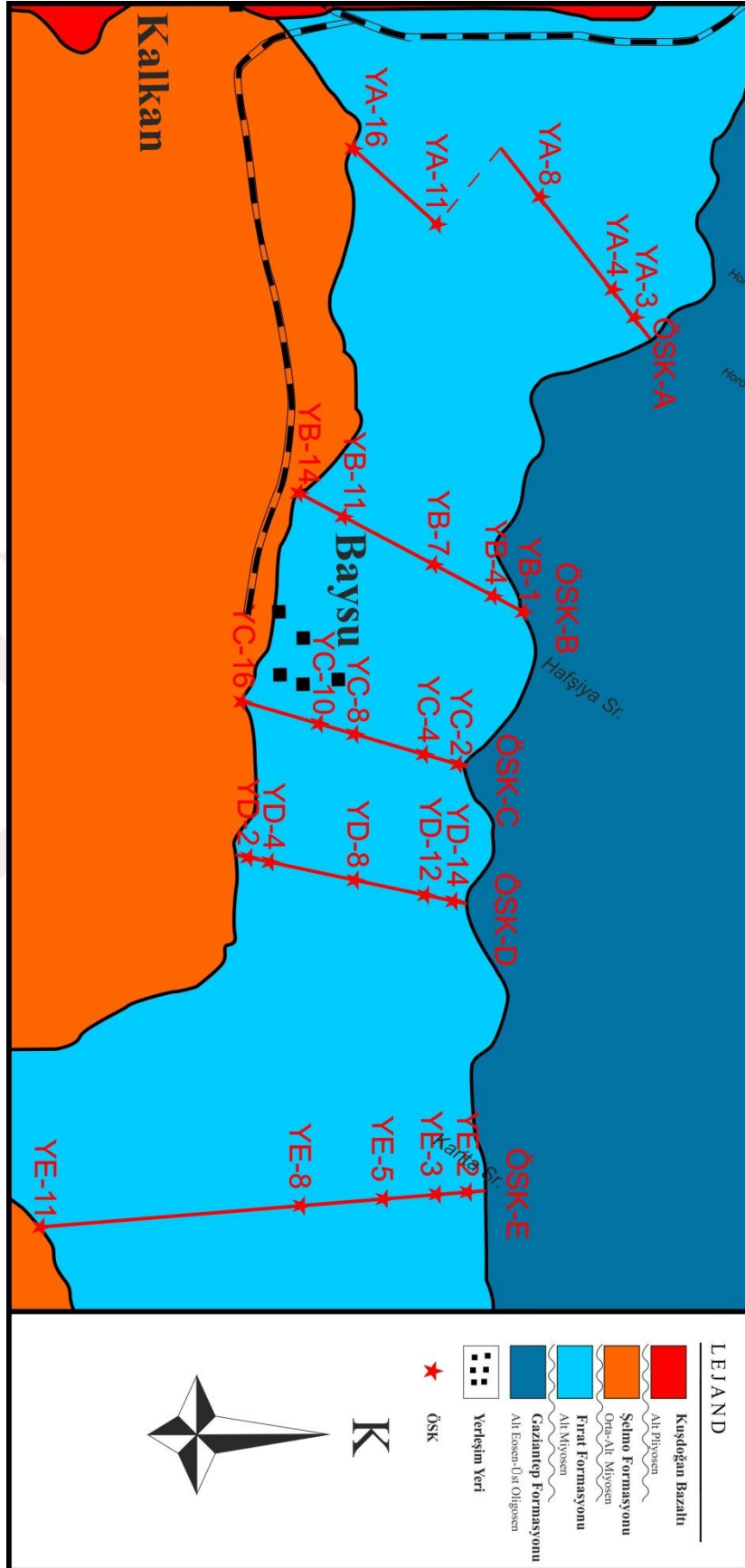
### 8.3. Duraylı İzotop Jeokimyası

#### 8.3.1. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ İzotopları

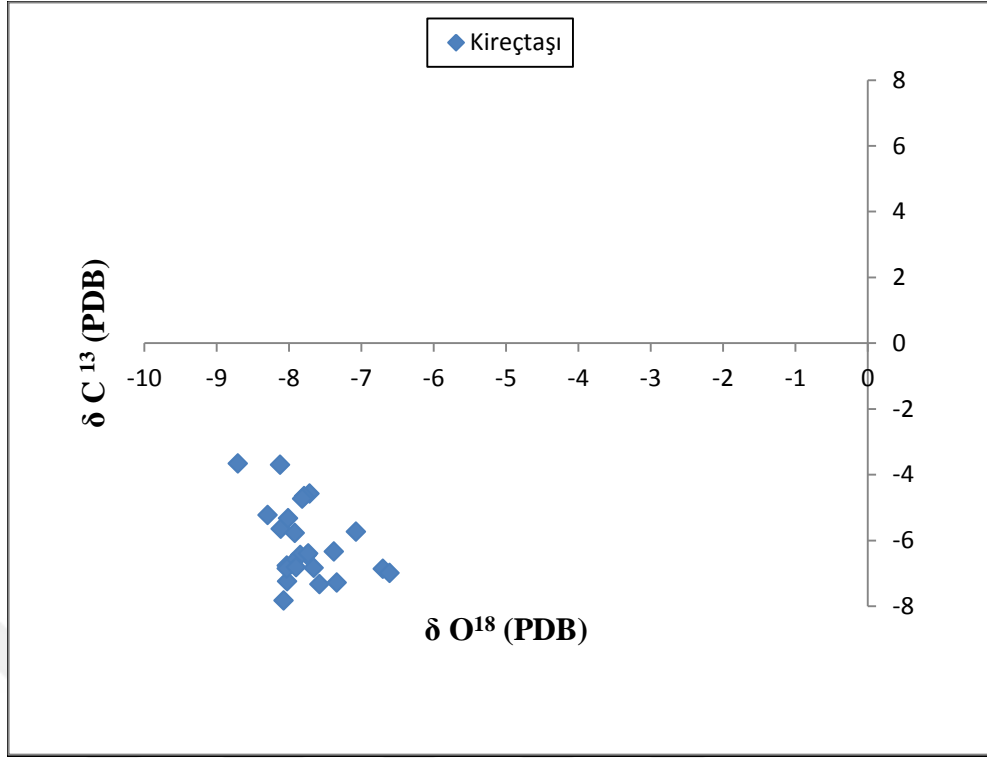
İnceleme alanındaki 5 adet ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK) noktasından alınan örneklerden (Şekil 8.15) petrografisi, dokusu, ana oksit ve iz element içeriklerine bakılarak seçilen 25 adet numune,  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  izotop değerlerinin tespiti için Arizona Üniversitesi duraylı izotop laboratuvarına gönderilmiştir. Fırat formasyonu kireçtaşlarının  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri ‰ -6.61 ile ‰ -8.71 PDB (ort. ‰ -7.76 PDB) arasında,  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ‰ -3.70 ile ‰ -7.83 PDB (ort. ‰ -6.09 PDB) arasında değişmektedir (Tablo 8.9; Şekil 8.16). Karbonatlı kayalar için paleosıcaklık  $T(^{\circ}\text{C})=15.7-4.36(\delta^{18}\text{O}_{\text{kalsit-su}})+0.12(\delta^{18}\text{O}_{\text{kalsit-su}})^2$  denkleminde yararlanılarak hesaplanmıştır (Epstein ve diğ., 1953; Craig, 1961; Hays ve Grossman, 1991). Fırat formasyonu karbonatlı kayalardaki kireçtaşlarının oluşum ortamı sıcaklığı  $50^{\circ}\text{C}$  -  $63^{\circ}\text{C}$  arasında değişmektedir. Ortalama oluşum ortamı sıcaklığı  $57^{\circ}\text{C}$ 'dir (Tablo 8.10).

**Tablo 8.10.** Fırat formasyonu kireçtaşlarının  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ve oluşum ortamı sıcaklığı değerleri.

| Örnek No | $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) | $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) | T Sıcaklık |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| YA-3     | -7,71                       | -4,57                       | 56         |
| YA-4     | -8,29                       | -5,22                       | 60         |
| YA-8     | -8,11                       | -5,65                       | 59         |
| YA-11    | -8,01                       | -5,33                       | 58         |
| YA-16    | -7,92                       | -5,78                       | 58         |
| YB-1     | -8,71                       | -3,66                       | 63         |
| YB-4     | -7,58                       | -7,33                       | 56         |
| YB-7     | -8,03                       | -6,77                       | 58         |
| YB-11    | -6,70                       | -6,87                       | 50         |
| YB-14    | -6,61                       | -6,99                       | 50         |
| YC-2     | -7,75                       | -6,45                       | 57         |
| YC-4     | -8,02                       | -7,24                       | 58         |
| YC-8     | -7,84                       | -6,44                       | 57         |
| YC-10    | -7,73                       | -6,40                       | 57         |
| YC-16    | -7,34                       | -7,29                       | 54         |
| YD-2     | -7,94                       | -6,68                       | 58         |
| YD-4     | -8,03                       | -6,86                       | 58         |
| YD-8     | -8,07                       | -7,83                       | 59         |
| YD-12    | -7,90                       | -6,81                       | 58         |
| YD-14    | -7,66                       | -6,84                       | 56         |
| YE-2     | -7,79                       | -4,66                       | 57         |
| YE-3     | -7,38                       | -6,34                       | 54         |
| YE-5     | -8,12                       | -3,70                       | 59         |
| YE-8     | -7,07                       | -5,74                       | 53         |
| YE-11    | -7,82                       | -4,73                       | 57         |



Şekil 8.15. C ve O izotop örneklerinin yerleri.



Şekil 8.16. Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlarının  $\delta^{18}\text{O}$  ve  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) izotop değerlerinin karşılaştırılması.

## 9. TARTIŞMA

### 9.1. Petrografik Yorumlar

Formasyon, altta krem-beyazımsı-kirli sarı renkli, pembemsi orta-kalın tabakalı, yer yer tabakasız kireçtaşları ile başlamakta, bunların üzerine kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı ve bol fosil kavkılı kireçtaşı gelmektedir. En üst bölümünü ise beyazımsı krem-kirli sarı renkli, kalın-çok kalın tabakalı biyoklastik kireçtaşlarından oluşturmaktadır.

Birimi oluşturan kireçtaşlarından alınan örneklerde foraminiferlerden *Victoriella sp.*, *Miogypsiium sp.*, *Operculina sp.*, *Elphidium sp.*, *Spiroclypeus sp.*, *Globoigerinoides sp.*, *Rotalia sp.*, *Amphistegina sp.*, ve *Lepidocyclina sp.* fosilleri bulunmuştur. Bu foraminifer topluluğundan *Migypsina* ve *Lepidocyclina*'lar kireçtaşlarının yaşının Geç Oligosen ile Erken Miyosen aralığında olduğunu göstermektedir (Erdoğan ve Yavuz, 2002). Birimi oluşturan kireçtaşları çalkantılı sığ su ortamında çökelmiştir.

İnceleme alanında Fırat formasyonu 60-71m kalınlığında görülmüştür. İncelenen kesit örneklerinde bentik foraminiferlerden *Dendritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.* *Miliolidae*, cinsleri tanımlanmıştır (Şekil 7.1.). Ayrıca çok miktarda kırmızı algler, gastropods, bivalve kavkı parçaları, mercan tanımlanmıştır. Mevcut faunaya göre formasyon yaşı Burdigaliyen yaşını temsil etmektedir. İnceleme alanındaki Burdigaliyen yaşlı fosiller, Fırat formasyonu kireçtaşı fasiyeslerinin çok sığ/ sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir

### 9.2. Jeokimyasal Yorumlar

Kireçtaşlarının oluşumu oldukça karmaşık ve problemlili bir konuyu teşkil etmektedir. Kireçtaşlarının oluşumunu belirleyebilmek için petrografisi (doku, kristal şekli, kristal boyutu v.b.), jeokimyası (ana oksit ve iz element içeriği,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  ve Sr izotop içeriği v.b.), oluşum ortamı, alt-üst sınır ilişkileri v.b. birlikte incelenmelidir. Fırat formasyonu kireçtaşı oluşumu bu bilgiler ışığında, kireçtaşı ile ilgili daha önceki çalışmalar da göz önüne alınarak açıklanmaya çalışılacaktır.

Tez çalışması kapsamında yapılan arazi çalışmasında Eğil-Baysu köyü bölgesinde bulunan Fırat formasyonuna ait 5 adet ölçülendirilmiş stratigrafik kesit (ÖSK) alımı yapılmıştır. İnceleme alanından alınan numunelerin XRD analizi yöntemiyle kalsit (3,034 Å) pikleri çizdirilmiştir.

Si, Al, Ti ve K genellikle kil mineralleri ile birlikte bulunurlar. Bu elementlerin pozitif ilişkisi kökenlerinin kil mineralleri olduğuna işaret etmektedir. Genellikle kil içeriğini temsil eden  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  en fazla bitümlü kayalarda bulunurken, en az ise karbonatlı marn örneklerinde tespit edilmiştir (Attar, 2015). İnceleme alınan örneklerdeki ana oksit değerleri;  $\text{SiO}_2$  (%0.07-0.84),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%0-0.19),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%0.01-0.17),  $\text{TiO}_2$  (%0-0.02),  $\text{K}_2\text{O}$  (%0-0.02) ve  $\text{Na}_2\text{O}$  (%0) aralığında olup kil içeriğinin çok az miktarda olduğunu ve/veya bulunmadığını göstermektedir.

$\text{CaO}$  (%55.53-56.80) değerleri  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  gibi dentritik kökeni temsil eden ana element oksitlerle negatif korelasyon göstermektedir. Bu ilişki çökelme ortamındaki farklı ikinci bir fazı göstermektedir. İkinci faz olarak  $\text{CaO}$  birlikteliği göze çarpmaktadır. Bu durum  $\text{CaO}$ 'nun karbonat kaynaklı özellikle kalsit mineralleri, daha sonra ise gastropod gibi fosil kalıntıları ile alakalı olduğuna işaret etmektedir (Mukhopadhyay ve diğ., 1998).

Bitümlü kayaç örneklerinde organik maddeye ait karbon değerlerinin TOT/C değerini yükselttiği tahmin edilebilir (Zanin ve diğ., 2010). TOT/C değeri bitümlü kayaçlar içerisinde genel olarak organik karbon tarafından kontrol edilirken, marda ise  $\text{CaCO}_3$  tarafından kontrol edilmektedir (Zanin ve diğ., 2010). TOT/C içeriğinin fazla olmasının sebebi toplam karbonun büyük kısmının organik karbon olmasıdır (Attar, 2015). Alınan örneklerin TOT/C içeriği %11.93-12.66 aralığında değişmekte olup, yüksek karbonat ve düşük kil içeriğine sahip olduğunu göstermektedir.

Ce anomalileri de depolanma ortamının redoks koşullarını tarif etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ce'un 1'in altında olması anoksik koşullara yani denizin oksijensizliğine işaret etmektedir (Kato ve Isoxaki 2009, Luo ve diğ., 2003). Fırat formasyonun Ce anomalileri 1'in üstünde değerleri temsil etmektedir. İnceleme alanından alınan örneklerde pozitif Ce anomalileri tespit edilmiştir. Bu değerler depolanma ortamının oksik koşullara sahip olduğunu göstermektedir.

Rao (1989)'dan Kuvaterner öncesi kireçtaşlarının Sr içeriğinin yaklaşık ortalamasının 320 ppm civarında olduğunu belirtmiştir. Fırat formasyonuna ait kireçtaşı örneklerinde Sr içeriğinin ortalaması 163.3 ppm'dir.

Denizel ortamlarda oluşan karbonatlar, tatlı su ortamlarında oluşan karbonatlara göre  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  bakımından daha zengindirler (Land ve diğ., 1975). Karbonat minerallerinin diyajenezin de yağmur suyu çok etkilidir (Land ve diğ., 1975). Tatlı su, denizel koşullarda oluşmuş karbonatlara nüfuz ederse, onlarda bulunan  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  miktarını azaltır (Land ve diğ., 1975). İnceleme alanında  $\delta^{13}\text{C}$  ve  $\delta^{18}\text{O}$  miktarının

negatif çıkması birimin sığ ve çok sığ denizel ortamlarda oluşumu esnasında meteorolojik ve tatlı su kaynaklarına maruz kaldığını göstermektedir. Fırat formasyonu kireçtaşı örneklerindeki Sr oranları, Veizer ve diğ.'nin (1977) belirttiği oranın çok aşağısındadır. Dolayısıyla bu kaybın meteorik diyajenez sonucu olduğunu, yani denizel–meteorik karışım zonu karbonatları olduğunu düşündürmektedir.

Deniz suyunda çökelen kalsit içindeki Fe ve Mn'in denge konsantrasyonu sırasıyla 2-39ppm ve 1ppm'dir (Veizer 1983). Menteşe dolomitlerinin Fe ve Mn konsantrasyonları sırasıyla 0-4057 ppm (ortalama=1026 ppm) ve 0-155 ppm (ortalama=17 ppm) arasındadır (Dinç, 2010). Menteşe dolomitleri içerisindeki dolomitlerdeki bu elementlerin yüksek içeriği, muhtemelen bu elementlerin ya indirgen şartlar altında Fe veya Mn'ca zengin sıvılardan depolandığını ya da gömülme diyajenezi esnasında dolomit kafesi içersine tercihli olarak girdiğini gösterir (Dinç, 2010). Fırat formasyonu kalsitlerinin Fe konsantrasyonları 69.94-1189.05 ppm (ortalama=342.73 ppm) arasında değişmekte olup, kalsitler içerisindeki Fe elementinin yüksek içeriği, muhtemelen bu elementin indirgen şartlar altında Fe'ce zengin sıvılardan depolandığını düşündürmektedir.

Karbonatlardaki REE içeriğinin karbonat olmayan minerallerden (örneğin ince taneli silisiklastik materyal) özellikle bu safha %5'i aştığı zaman etkilenebileceğini kanıtlamıştır (Banner ve diğ., 1988). Fırat formasyonu kireçtaşları SEM çalışmalarında terrijen ya da ötijenik kil minerallerine rastlanmamıştır. Bundan dolayı karbonat olmayanlardan bir katkı varsa bile bu çok düşük miktardadır. Bu sonuç jeokimyasal analizler tarafından da desteklenmektedir (Tablo 8.1-4).

Fırat formasyonu kireçtaşlarının izotop karakterine bakıldığında, kalsitlerin  $\delta^{18}\text{O}$  değerleri genel olarak ‰-8.71 ile ‰-6.61 (PDB) arasında,  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri ‰-7.83 ile ‰-3.66 (PDB) aralığında değişmektedir.

İnceleme alanımızdaki kireçtaşlarının petrografik özellikleri, fosil içeriği, ana ve iz element içerikleri ile izotop içeriği gözönüne alındığında, çok sığ/ sığ denizel ortamda çökelişi ifade etmektedir.

## 10. EKONOMİK JEOLJİ

Kireçtaşı ekonomik olarak; doğal yapı taşı malzemesi, kaplama malzemesi, beton agregası, çimento hammaddesi ve yol agregası (yol yapımında kullanılan dolgu) malzemesi olarak çeşitli bir çok alanda kullanılmaktadır.

Geleneksel yapım yöntemlerinde kireçtaşı kesme taş ya da moloz taş olarak kullanılmakla beraber, ana bağlayıcılardan biri olan kirecin de hammaddesidir.

Dünyada kireçtaşı ürünleri kadar çok çeşitli kullanım amacı olan bir başka ürün mevcut değildir. İnsanlığın kireçtaşını ne zaman fırınlarda yakıp sönmemiş kirece dönüştürdüğü ve daha sonra suyla söndürüp harç yapımında kullandığı tam olarak bilinmemekle beraber, Türkiye'nin doğusunda bulunan kireç harçlı kalıntılar tarih öncesine dayanmaktadır (Dinç, O., 2004).

Karbonatlar temel bir endüstriyel hammadde olup, kullanımının % 84'ü kimyasal ve endüstriyel amaçlı, %12'si refrakter ve yol yapımında; %4'ü yapılarda ve tarımsal faaliyetlerdedir. Bunlara ek olarak, demir çelik üretiminde, yüksek fırınlarda kireç olarak önemli miktarlarda kullanıldığı da bilinmektedir. Kaliteli bir kireç üretiminde, kireçtaşının belirli fiziksel,ve kimyasal özelliklere sahip olması gerekir. Ayrıca kireç üretiminde kullanılan teknolojiler de önemli olmaktadır.

Çalışma alanının batı-güneybatı yönündeki sahalarda Fırat formasyonu kireçtaşlarından mermer üretimi yapılmaktadır.



## 11. SONUÇLAR

Eğil ve çevresindeki Fırat formasyonu ile ilgili yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Fırat formasyonu kireçtaşları ince kesit çalışmalarına göre Dunham (1962)'a göre 4 fasiyese ayrılmıştır.

- a) Kireçtaşı fasiyesi 1 (kf1) [çamurtaşı],
- b) Kireçtaşı fasiyesi 2 (kf2) [vaketaşı],
- c) Kireçtaşı fasiyesi 3 (kf3) [istiftaşı],
- d) Kireçtaşı fasiyesi 4 (kf4) [tanetaşı] ,

2. Erken Miyosen yaşlı Fırat formasyonu kireçtaşlarının kimyasal analizi sonucunda, CaCO<sub>3</sub> oranının %99-100mol arasında, MgCO<sub>3</sub> %0-1mol arasında değiştiği belirlenmiştir. Ana oksit içerikleri; SiO<sub>2</sub> içeriği %0.06-0.84, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği %0-0.19 arasında değişmektedir. TOT/C'nin değişim aralığı %11.93-12.66 arasındadır. Sr içeriği 25.5-351.8ppm, Ba içeriği 2-10ppm ve Rb içeriği 0.1-1.0ppm arasında değişmektedir. Fırat formasyonu kireçtaşları Ba içeriği değerleri 3-10ppm (ortalama 5,5) arasında ve <60ppm olduğundan buradaki karbonatların denizel kökenli olduğunu ifade etmektedir.

3. Fırat formasyonu kireçtaşlarının, δ<sup>18</sup>O değerleri ‰-6.61 ile ‰ -8.71 PDB (ort. ‰ -7.76 PDB) arasında, δ<sup>13</sup>C değerleri ‰ -3.70 ile ‰ -7.83 PDB (ort. ‰ -6.09 PDB) arasında değişmektedir. İnceleme alanında δ<sup>13</sup>C ve δ<sup>18</sup>O miktarının negatif çıkması birimin sığ ve çok sığ denizel ortamlarda oluşumu esnasında meteorolojik ve tatlı su kaynaklarına maruz kaldığını göstermektedir.

4. İnceleme alanından alınan numunelerin XRD analizi yöntemiyle kalsit (3,034 Å) ve dolomit (2,886 Å) d104 pikleri çizdirilmiştir. 10 numunenin 10'u %100 kalsit, olarak tespit edilmiştir.

5. Fırat formasoyunu kireçtaşlarının oluşumu için paleosıcaklık (Epstein ve diğ., 1953; Craig, 1961; Hays ve and Grossman, 1961)'e göre hesaplanmış ve Fırat formasyonu karbonatlı kayaçlardaki kireçtaşlarının oluşum ortamı sıcaklığı 50°C - 63°C arasında değişmektedir. Ortalama oluşum ortamı sıcaklığı 57 °C'dir.

6. Çalışma alanında geniş yayımlı gözlenen Erken Miyosen yaşlı Fırat formasyonu denizel birimlerin biyostratigrafik araştırılması sonucunda *Dendritina cf. rangid Orbigny*, *Peneroplis sp.*, *Borelis Curdica (Reichel)*, *Amphistegina sp.*, *Operculina sp.* ve *Miliolidae* türlerine ait fosil faunasının varlığı ile karakterize olduğu

belirlenmiştir. Fırat formasyonuna ait mevcut fauna Erken Miyosen (Burdigaliyen) yaşını işaret etmektedir.

7. Fırat formasyonu kabonatlarından alınan örneklerde, çok sığ-sığ su ortamını karakterize eden bentik foraminifer zonu tanımlanmıştır.



## 12. KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji Raporu ve petrol olanakları: *TPAO Arama Grubu*, Rapor no:917, ANKARA, 45.
- Aktürk, A., 1979, Kuzey Irak ve Güneydoğu Türkiye stratigrafilerinin karşılaştırılması: *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın*, No: 6, 203-207.
- Attar, A.F., 2015, Dodurga sahası bitümlü kayaçlarının nte içerikleri ve ortamsal içerikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, ANKARA, 93-97.
- Banner, J.L., Hanson, G.N. and Meyers, W.J., 1988. Water-rock interaction history of regionally extensive dolomites of the Burlington-Keokuk Formation (Mississippian): İstotopic evidence, In: *Sedimentology and Geochemistry of Dolostones (eds.: Shukla, V., Baker, P.A.)*, *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ.*, No:43, 97-114.
- Bau, M., 1991. Rare-earth element mobility during hydrothermal and metamorphic fluid-rock interaction and the significance of the oxidation state of europium, *Chemical Geology*, v, 93, 219–230.
- Blakslee, G., Sturz, C., ve Hassen, M., 1960, Regional geologic compilation report of Southeast Turkey and adjacent areas (Tidewater Oil Company Report): *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü*, 116.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçmeleri AR/TPO/261 nolu saha ile Reşan-Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etüdları: *TPAO Arama Grubu*, Rapor No:162, 52.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Kozlu, H., 2009. Hazro (Diyarbakır) bölgesi Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı sedimanter istifin mineralojisi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 21(1), 53-81.
- Bryant, G.F., 1960, Stratigraphie report of the Penbeğli-Tutköy area, Petroleum District VI, Southeast Turkey (American Overseas Petroleum (AMOSEAS) Report): *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi*, (TPAO Arama Grubu), Rapor No: 647, Kutu No:323, Rapor No:12, 27, (yayımlanmamış).
- Choquette, P.W. ve Steinen, R. P. 1980, Mississippian non-supratidal dolomite, Ste. Genevieve limestone, Illionis Basin: evidence for mixed-water dolomitization, In: *Concepts and models of dolomitization (eds.: Zenger, D.H., Dunham J.B. and Ethington, R. L.)*. *SEPM. Spec. Publ.*, 28, 163-196.
- Craig, Harmon, 1961, Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters: *Science*, v. 133, 1833-1834.
- Cross, P., Dercourt, J., Günay, Y., Fourcade, E., Beiller, J., Manivit, H., Kozlu, H., Lauder, J. (1999). Güneydoğu Türkiyedeki arap platformunda Senoniyende derinleşen Albiyen-Senomaniyen yaşlı karbonat rampı, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 11, 57-77.

- Dinç, S., 2010, Kasımlar Çevresindeki (Eğirdir Güneydoğusu) Üst Triyas yaşlı menteşe dolomitlerinin sedimantolojik ve jeokimyasal incelenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, KONYA, 144-167.
- Dinç, O., 2004. Endüstriyel Hammaddeler Kireçtaşları, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya.
- Dunham, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: *Classification of carbonate rocks (eds.: W. E. Ham)*, AAPG, 108-121.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. ve Perinçek, D., 1988, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli: *TPJD Bülteni*, c.1/2, 99-126.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, L., Perinçek, D., 1989; Güneydoğu Anadolu'da Midyat Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve paleocoğrafyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli: *TPAO Araştırma Merkezi*, Rapor No:2563.
- Duran, O. ve Yılmaz, E., 1997, Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton ve allokon birimler stratigrafisi adlama sözlüğü (Lexicon). *TPAO Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayınları*, No:31.
- Ehinola, O.A., Shengfei, Q. and Onibonoje A. A. 2010. The paleoenvironmental significance of pyritic nodules from lokpanta oil shale interval in the petroleum system of lower Benue Trough, Nigeri, *Petroleum and Coal*, v. 52(2), 110-122.
- Ekim, E. ve Gönülden, P., 1985, TPAO'nun VI. Bölgedeki 243 ve 244 nolu Gaziantep sahaları hakkında jeolojik rapor: *Petrol Dai. Bşk. teknik arşivi*, Ankara, (yayımlanmamış),
- Epstein, S. and Mayeda, T.K., 1953, Variations of the  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ratio in natural waters: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 4, 213-224.
- Ercan, T., Şaroğlu, F., Turhan, N., Matsuda, J. I., U, T., Fujitani, T., v.d., 1991, Karacadağ volkanitlerinin jeolojisi ve petrolojisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 6, 118-133.
- Erdoğan, B., Yavuz, A.B., 2002, Güneydoğu Anadolu'nun Miyosen paleocoğrafyası ve mermer yatakları ilişkisi, DEÜ Mühendislik Fakültesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, Mayıs, İzmir, Cilt; 4 Sayı: 2, 53-64.
- Foley, E. J., 1937, Raman dağ jeolojisi hakkında rapor: *MTA Derleme*, No: 249, 11.
- Friedman, G.M., 1965. Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. *J. sedim. Petrol*, 35, 643-655.
- Fu, X., Wang, J., Zeng, Y., Tan, F. and He, J. 2010. Geochemistry and origin of rare earth elements (REEs) in the Shengli River oil shale, northern Tibet, China, *Chemie der Erde* (Article in press).

- Genç, S., 1985, Bitlis masifi Lice-Kulp (Diyarbakır) ve Çöçekyazı-Gökay (Hizan, Bitlis) yöreleri gnays ve amfibolitlerinin köken sorununun irdelenmesi: *JMO Dergisi*, No: 23, 31-38.
- Gökaltun, E., 1997. Atmosferik Kirleticilerin Kuru ve Islak Çökeltme Mekanizmalarının Kireçtaşlarındaki Parlaklık Kaybına Etkisi, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul.
- Gromet, L. F., Dymek, R. F., Haskin, L. A. and Korotev, R. L., 1984. The "North American shale composite": *its compilation, major and trace element characteristics*, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48, 2469-2482.
- Günay, Y., 1998, Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi-Stratigrafisi: *TPAO Arama Grubu Başkanlığı*, Ankara, Rapor No: 3939, 37.
- Güven. A., Dinçer, A., Tuna, E. M. ve Çoruh, T., 1991, Stratigraphic evolution of the Campanian-Paleocene autochthonous succesion of the Southeast Anatolia: *Ozan Sungurlu Symposium Proceedings*, 238-261.
- Haksal, A., 1981, Petrographie und Geochemie des Schildvulkans Karacadağ, "Unpublished doctoral dissertation", *University of Hamburg, Germany*.
- Haskin, L. A., Haskin, M. A., Frey, F. A. and Wildman, T. R., 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths, In: *Origins and distribution of the elements* (eds.: Ahrens, L. H.), 1, 889-911.
- Hays P.D. and Grossman E.L., 1991, Oxygen isotopes in meteoric calcite cements as indicators of continental paleoclimate. *Geology* 19, 441-444.
- İmamoğlu, M.Ş., 1993, Gölbaşı-Pazarcık-Narlı (K.Maraş) arasındaki sahada Doğu Anadolu Fayının neotektonik incelemesi. Doktora tezi, *A.Ü. FBE, Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalı*, 138.
- Kato, Y. and Isozaki, Y. 2009. Comment on "Evaluation of palaeo-oxygenation of the ocean bottom cross the Permian-Triassic boundary" by Kakuwa (2008): *Was the Late Permian deep-superocean really oxic? Global and Planetary Change*, v. 69, 79-81.
- Kellogg, H.E., 1960, Stratigraphic report, Hazro area, Petroleum District V, SE Turkey (Ametican Overseas Petroleum (AMOSEAS) Report): *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi*, Kutu No:126, Rapor No:l, 42, (yayımlanmamış).
- Ketin, İ., 1953, Çermik (Diyarbakır) bölgesinin 1/50.000 mıkyaşlı jeolojik lövesine ait kısa bir rapor (memuar), MTA Derleme No: 2056, 7, (yayımlanmamış).
- Ketin, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, *İst. Teknik Üniv. Kütüphanesi*, Sayı: 1259, 595.
- Land, L.S., Salem, M.R.I. and Morrow, D.W., 1975. Paleohydrology of ancient dolomites: *geochemical evidence*. *AAPG Bull.*, 59, 1602-1625.
- Lawrence, M.G., Greig, A., Collerson, K.D., Kamber, B.S., 2006. Rare earth element and yttrium variability in South East Queensland waterways. *Aquatic Geochemistry* 12, 39-72.

- Luo, Y., Gao, S., Yuan, H., Liu, X., Deltlef, G., Jin, Z. and Sun, M. 2003. Ce anomaly in minerals of eclogite and garnet pyroxenite from Dabie-Sulu ultrahigh pressure metamorphic belt: Tacking subducted sediment formed under oxidizing conditions, *Science in China Series D: Earth Sciences*, v. 47 (10), 920-930.
- Lustrino, M., Keskin, M., Mattioli, M., Lebedev, V.A., Chugaev, A., Sharkov, E., Kavak, O. 2010, "Primordial Activity of the Largest Cenozoic Shield Volcano of the Circum-Mediterranean Area: Mt. Karacadağ, SE Turkey", *European Journal of Mineralogy*, 22 (3), 343-362.
- Madhavaraju, J., González-León, C.M., Lee, Y.I., Armstrong-Altrin, J.S., Reyes-Campero, L.M., 2010, Geochemistry of the Mural Formation (Aptian-Albian) of the Bisbee Group, Northern Sonora, Mexico: *Cretaceous Research*, 31, 400-414.
- Madhavaraju, J., Lee, Y.I., 2009, Geochemistry of the Dalmiapuram Formation of the Uttatur Group (Early Cretaceous), Cauvery Basin, southeastern India: Implications on provenance and paleoredox conditions: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26, 380-394.
- Madhavaraju, J., Ramasamy, S., 1999, Rare earth elements in limestones of Kallankurichchi Formation of Ariyalur Group, Tiruchirapalli Cretaceous, Tamil Nadu: *Journal of the Geological Society of India*, 54, 291-301.
- Masson, C.R., 1986, *Ap. J., (Letters)*, 302, 27.
- Mukhopadhyay, P.K., Goodarzi, F., Crandlemire, A.L., Gillis, K.S., MacNeil, D.J. and Smith, W.D. 1998. Comparison of coal composition and elemental distribution in selected seams of the Sydney and Stellarton Basins, Nova Scotia, Eastern Canada. *Int. J. Coal Geol.*, v. 37, 113-141.
- Nance, W.B., Taylor, S.R., 1976. Rare earth element patterns and crustal evolution-I. Australian post-Archean sedimentary rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta* 40, 1539-1551.
- Nath, B.N., Bau, M., Ramlingeswara Rao, B., Rao, Ch.M., 1997, Trace and rare earth elemental variation in Arabian Sea sediments through a transect across the oxygen minimum zone: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61, 2375-2388.
- Önem, Y., 1967, V. Bölge muhtelif sahalarındaki çalışmalara dair jeolojik rapor: *TPAO Arama Grubu*, Rapor No: 339, 20.
- Önenç, D. İ., 2003, Ocak açılımını ve blok kullanımını etkileyen koşullar. *Mermer blok çıkarma teknolojileri semineri, 12-17 Ocak 2003*, Ankara. *TMMOB Maden Mühendisleri Odası*.
- Peksü, M., 1958a, Haydarlı section (Esso Standard (Turkey) Inc.): *TPAO Arama Grubu*, Arşiv No: 969, (yayımlanmamış).
- Peksü, M., 1958b, İncesu section (Esso Standard (Turkey) Inc.): *TPAO Arama Grubu*, Arşiv No: 968, (yayımlanmamış).
- Peksü, M., 1969, Proposed rock unit nomenclature, Petroleum District V. and VI. SE-Turkey: *TPAO Arama Grubu*, Arşiv No: 5158, (yayımlanmamış).

- Periam, C.E. ve Krummenacher, R., 1958, The geology of the Eastern part of District VI, SE Turkey (N.V. Turkse Shell Report): *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi*, Kutu No: 352, Rapor No: 4, 37, (yayımlanmamış).
- Perinçek, D., Günay, K., Kozlu, H., 1987, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildirileri*, Ankara, 89–103.
- Perinçek, D., Özkaya, İ. 1981. Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimler Enstitüsü Bülteni*, 8,91-101.
- Perinçek, D., 1977, Çelikhhan-Sincik-Koçalı (Adıyaman ili) alanının jeolojik incelenmesi: *TPAO Arama Grubu*, Ankara, Rapor No: 1394, 30.
- Perinçek, D., 1979, The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ- Malatya area: *Geol. Soc. of Turkey*, No: 22.
- Perinçek, D., 1980, Softek antiklinalinde ve yakın dolayında Mardin grubu ile diskordanskapamı olasılıklı Beloka formasyonu petrol olanakları: *TPAO Arama Grubu*, Rapor No: 1430, 28, (yayımlanmamış).
- Perinçek, D. (1990). Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, Güneydoğu Anadolu Türkiye: *TPJD Bülteni*, cilt. 2/1, 21-68.
- Perry, ve Yalçın, K., 1957, Tavan structure (south) section (Esso Standard (Turkey) Inc.): *TPAO Arama Grubu*, Arşiv no. 924.
- Potter, P.E., 1978, Petrology and chemistry of modern big river sands: *The Journal of Geology*, v. 86, 423-449.
- Rao, C. P., 1989. Geochemistry of the Gordon Limestone (Ordovician), Mole Creek, Tasmania, *Australian Jour. Earth Sci.*, 36, 65-71.
- Rengarajan, R., Sarin, M. M. 2004, Distribution of rare earth elements in the Yamuna and the Chambal rivers, India, *Geochem. J.*, 38, 551–569.
- Saltık, O., Göktepel, A., Soytürk, N. ve Saka, K., 1968, Şeyhhamza kuzeyi-Lice normal seksiyonu: *TPAO Arama Grubu*, Arşiv No: 5172, Sarıdaş, B., 1987, (yayımlanmamış).
- Schmidt, G.C., 1961, Startigraphy and petroleum possibilities of central District VI, Turkey: *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi*, Kutu No:332, Rapor No:4, 43s.(TPAO Arama Grubu, Rapor No:767 ), (yayımlanmamış).
- Sungurlu, O., 1974, V. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi, *Türkiye 2. Petrol Kongresi, Tebliğler*, Ankara, 85–107.
- Şahankaya, S., 1958, Garzan-Germik antiklinalinin strüktürel etüdü hakkında: *TPAO Arama Grubu*, Rapor No: 104, 8. (yayımlanmamış).
- Şaroğlu, F. ve Emre, Ö., 1987, “Karacadağ volkanitlerinin genel özellikleri ve GD. Anadolu otoktonundaki yeri”: *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 384-391.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1984, Doğu Anadolunun Neotektoniği ve ilgili Magmatizması, *Ketin Sempozyumu*, 149-162.

- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, *Türkiye jeoloji Kurumu, Konferans serisi: 2*.
- Tanyol, Ç., Yakar, H. ve Ediger, V.Ş., 1997, Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton istifinin biyostratigrafi atlası: *TPAO Eğitim Yayınları*, No:30, 510.
- Tardu, T., Akçay, Y., 1990. 'Güneydoğu Anadolu'da seçilmiş bazı stratigrafi birim ve birliklerinin sismik stratigrafik analizi', *Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri*, 240-246.
- Taşman, C. E., 1933, Dicle ile Mardin ve Suriye hudutları arasındaki mıntıkanın petrol ihtimalatı hakkında rapor: MTA Derleme No: 216, 7.
- Terlemez, H. Ç. I., Şentürk, K., Ateş, Ş., Sümengen, M. Ve Oral, A., 1992, Gaziantep dolayının ve Pazarcık-Şakçagöz-Kilis-Elbeyli-Oğuzeli arasının jeolojisi, *M. T. A. Ankara*, Rapor No: 9526, (yayımlanmamış).
- Tolun, N., 1954, Arama Grubu, Arşiv No: 1804, 3s. (yayımlanmamış). Güneydoğu Anadolu'nun stratigrafisi ve tektoniği: M.T.A. Derleme No: 2147, 95. (yayımlanmamış).
- Tolun, N., 1955, Besni, Adıyaman, Samsat arası bölgelerinin jeolojik etüdü: *M.T.A. Derleme No: 2251*, 51, (yayımlanmamış).
- Tolun, N., 1960, MTA Derleme No: 2389, 47s. (yayımlanmamış). Stratigraphy and tectonics of Southeastern Anatolia: *Revue de la Faculte des Sciences de University Istanbul, Time XXV*, Fase. 3-4, serie B, 204-264.
- Toprak, V. ve Kavak, O.. 2012, "Sur İçi (Diyarbakır) Tarihi Binalarındaki Silindirik Kaya Kolonların Jeolojik İncelemesi", *İBB Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, Sayı: 11, 23-36.
- Tuna, D., 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu: *TPAO, Ankara*, Rapor No: 813, 13, (yayımlanmamış).
- Usta, D. ve Beyazççek, H., 2006, Adana ilinin jeolojisi, *M. T. A. Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü*, Adana, (yayımlanmamış).
- Veizer, J., Lemieux, B., Jones, B., Gibling, M.R. and Savelle, J., 1977. Sodium: paleosalinity indicator in ancient carbonate rocks, *Geology*, 33, 317-320.
- Veizer, J., 1983. Chemical diagenesis of carbonates: Theory and application of trace element technique, In: *Stable isotopes in sedimentary geology (eds.: Arthur, M.A., Anderson, T.F., Kaplan, I.R., Veizer, J., Land, L.S.)*, *Soc. Econ. Paleont. Miner. Short Course*, 10, 3-100.
- Watanabe, T., Naraoka, H., Nishimura, M., Kinoshita, M. and Kawai, T. 2003. Glacial interglacial changes in organic carbon, nitrogen and sulfur accumulation in Lake Baikal sediment over the past 250 kyr, *Geochemical Journal*, v.37, 493-502.
- Weill, D.F. and Drake, M.J. 1973. Europium Anomaly in Plagioclase Feldspar: Experimental Results and Semiquantitative Model, *Science*, v. 180 (4090), 1059-1060.



- Wilson, H.H. ve Krummenechar, R., 1959, Geology and oil prospects of the Gaziantep, *Arama Grubu*, Arşiv No: 916, (yayımlanmamış).
- Yang, S.Y., Jung, H.S., Choi, M.S. and Li, C.X. 2002. The rare earth element compositions of the Changjiang (Yangtze) and Huanghe (Yellow) river sediments, *Earth and Planetary Science Letters*, v. 201, 407-419.
- Yıldırım, M. ve Yılmaz, Y., 1991, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ekaylı zonu, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 3, 57-73.
- Yıldırım, M.A., 2006, "Diyarbakır İli Hani İlçesi Mermerlerinin Jeolojisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Teknolojik Özellikleri ve Mühendisliği Bölümü*, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- Yılmaz, E., ve Duran, O. 1997, Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton ve allokton birimler stratigrafi adlama sözlüğü (Lexicon). *TPAO Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayınları* No.31.
- Yılmaz, E., ve Yiğitbaş, E.. 1990. SE Anadolu'nun Farklı Ofiyolilik-Metamorfik Birlikleri ve Bunların Jeolojik Evrimdeki Rolü: *Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri*, Ankara.
- Yılmaz, Y., 1982, Amonos dağlarının tektoniği: *TPAO Arama Grubu*, Ankara, Rapor No: 1653, 91.
- Yılmaz, Y., 1983, "Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım:" *TJK Yerbilimleri Özel Dizisi*. 1, 75.
- Yüzer, E., 1997. Türkiye'nin Doğal Taşları, *Gün Matbaası*, İstanbul.
- Zanin, Y.N., Eder, V.G., Zamirailova, A.G. and Krasavchikov, V.O. 2010. Models of the REE distribution in the black shale Bazhenov Formation of the West Siberian marine basin, Russia, *Chemie der Erde (Article in press)*.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Yusuf DEMİR  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : BATMAN-1985  
**Telefon** : 0506 807 00 08  
**e-mail** : yusuf72demir@gmail.com

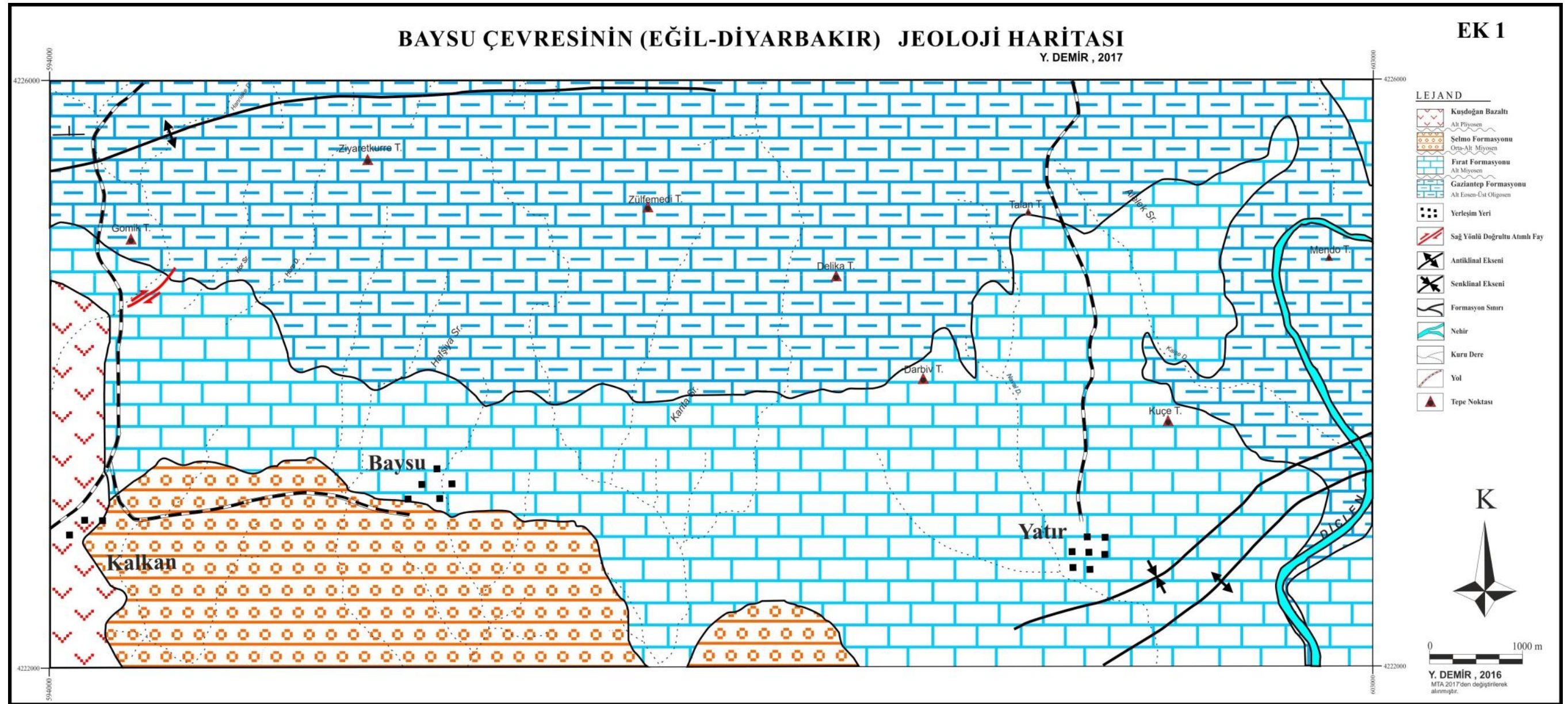
### EĞİTİM

| Derece     | Adı, İlçe, İl                             | Bitirme Yılı |
|------------|---|--------------|
| Lise       | : Batman Fatih Lisesi                     | 2002         |
| Üniversite | : Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği | 2013         |

### İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl  | Kurum                                | Görevi     |
|------|--------------------------------------|------------|
| 2013 | Aba Yol Asfaltlama İnşaat Madencilik | Tünel Şefi |

## EKLER



# BAYSU VE ÇEVRESİNİN (EĞİL-DİYARBAKIR) FASIYES KORELASYONU EK-2

Y. DEMİR, 2017

