ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

EOSEN YAŞLI AKÇAPINAR FORMASYONUNUN (KARABÜK, BATI KARADENİZ) SEDİMANTOLOJİSİ

Muhammed Sami US

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

EOSEN YAŞLI AKÇAPINAR FORMASYONUNUN (KARABÜK, BATI KARADENİZ) SEDİMANTOLOJİSİ

Muhammed Sami US

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Çalışma alanı İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonunun kuzeyinde Sakarya Zonu ve İstanbul Zonu'nun geçişindeki İntra Pontid Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu tez çalışma kapsamında Paleojen yaşlı istif içerisindeki Akçapınar Formasyonu (geç Eosen-?erken Oligosen) çökelleri araştırılmıştır. Akçapınar Formasyon'u Karabük iline bağlı Soğanlı Çayı çevresinde geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Havzanın genel stratigrafik istifi içerisinde tabanda bir karbonat platformunun ürünü olan Soğanlı Formasyonu üzerinde zamansal uyumsuz olarak bulunan Akçapınar Formasyonu, evaporit karakterli Pürçükören Formasyonu (jips, anhidrit) istiflerinin gözlemlendiği bölgelerde ise bu istif üzerine uyumlu olarak çökelmiştir, ayrıca tavanında Yunuslar Formasyonu ile uyumlu dokanak sergilemektedir. Akçapınar Formasyonu'nun detaylı bir şekilde sedimantolojisinin ve stratigrafisinin ortaya konulması bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışma sahası içerisinde belirlenen farklı lokasyonlardan 20 adet ölçülü stratigrafik kesit yapılmış, 13 adet lokasyondan ise nokta örnekler alınmıştır. Derlenen örneklerden hazırlanan ince kesitlerde öncelikle polarizan mikroskop çalışmaları, daha sonra ise detaylı SEM ve RAMAN çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında Akçapınar Formasyonu içerisinde arazi gözlemlerine dayanan, makro özellikte sekiz adet litofasiyes (Lf1-8) saptanmıştır. Ayrıca formasyonun karbonatlı birimlerinde de altı adet mikro fasiyes (Mf1-6), iki adet mikro alt fasiyes (Mf2a-b) tanımlanmıştır. Akçapınar Formasyonu'nun yaş verilerine destek olması amacı ile palinolojik örnekler incelenmiş, bu örneklerin kil mineralojisi aydınlatılmış, nemli, kurak-nemli çökelim koşullarının varlığı belirlenmiştir. Petrografik ince kesit ve arazi gözlemlerine dayalı çalışmalar ile ayrıntıları tam olarak ortaya konamayan litolojilerden de RAMAN ölçümleri ve SEM-EDS analizleri yapılmış, anoksik ortam koşullarını gösterir veriler elde edilmiştir. Bunlara ek olarak, saha ve laboratuvar verilerine dayanarak çökel sistemi üzerinde modelleme oluşturulmuş, jeokimyasal çalışmalar (^{18}O, ^{13}C, $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotopu ve esas oksit-iz element) kapsamında elde edilen bulgular ile birlikte geç Eosen-?erken Oligosen döneminde Akçapınar Formasyonu'nun sınırlı-kapalı koşullarda, sığ denizel-lagünel bir ortamda çökeldiği ortaya konmuştur.

Ocak 2021, 227 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karabük (Batı Karadeniz), Geç Eosen-?Erken Oligosen, Akçapınar Fm., Sedimantoloji

ABSTRACT

Ph.D Thesis

SEDIMENTOLOGY OF EOCENE AKÇAPINAR FORMATION (KARABÜK, WEST BLACK SEA, TURKEY)

Muhammed Sami US

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

The study area is located in the north of the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone, and situated at the Intra Pontid Belt in the transition of Sakarya and İstanbul Zones. Within the scope of this thesis, Akçapınar Formation (late Eocene-?early Oligocene) sediments in the Paleogene sequence are investigated. Akçapınar Formation outcrops in large areas around Soğanlı Stream in Karabük province. According to the general stratigraphic sequence of the basin Akçapınar Formation is located paraconformably over the Soğanlı Formation, which is the product of a carbonate platform at the bottom, and has been deposited conformably on this sequence in regions where the evaporitic Pürçükören Formation (gypsum, anhydrite) sequences are observed. It also exhibits conformable contact with the Yunuslar Formation at its top. The purpose of this thesis is to reveal the sedimentology and stratigraphy of Akçapınar Formation in detail. For this purpose, 20 measured stratigraphic sections were taken from different locations within the study area, and point samples were taken from 13 locations. Firstly polarizing microscopy studies, then detailed SEM and RAMAN studies were carried out in thin sections prepared from the collected samples. To this end this study, eight lithofacies (Lf1-8) with macro characteristics, were detected in the Akçapınar Formation. In addition, six micro facies (Mf1-6) and two micro subfacies (Mf2a-b) have been defined in the carbonate units of the formation. In order to support the age data of the Akçapınar Formation, palynological samples were examined, the clay mineralogy of these samples was investigated, and the existence of humid, arid-humid sedimentation conditions was determined. RAMAN measurements and SEM-EDS analyses were carried out in lithologies whose details could not be fully revealed by studies based simply on petrographic thin sections and field observations, and data showing anoxic environmental conditions were obtained. In addition to these, a model of the sedimentary system has been created based on the field and laboratory data, and together with the findings obtained within the scope of geochemical studies (^{18}O, ^{13}C, $^{87}Sr/^{86}Sr$ isotope and major oxide-trace element), it was revealed that the Akçapınar Formation was deposited in a shallow marine-lagoonal environment under restricted-closed conditions during the late Eocene-?early Oligocene period.

January 2021, 227 pages

Keywords: Karabük (Western Black Sea Region), Late Eocene-?Early Oligocene, Akçapınar Fm., Sedimentology

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

"**Eosen Yaşlı Akçapınar Formasyonunun (Karabük, Batı Karadeniz) Sedimantolojisi**" isimli bu doktora tez çalışması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında 2015-2021 yılları arasında Prof. Dr. Erdoğan TEKİN danışmanlığında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalar kapsamında maddi, manevi desteğini ve bilgi birikimini şahsımla paylaşan danışmanım sayın Prof. Dr. Erdoğan TEKİN'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Ankara Üniversitesi Bap Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 18L0443011 nolu ve Eosen Yaşlı Akçapınar Formasyonunun (Karabük, Batı Karadeniz) Sedimantolojisi' isimli doktora araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir. Bu nedenle şahsım adına Ankara Üniversitesi Bap Koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca doktora çalışmalarım sırasında bursiyer araştırmacı olarak görev aldığım TÜBİTAK tarafından desteklenen 116Y140 nolu proje çalışması için TÜBİTAK ve proje çalışma ekibine de ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Yine Ankara Üniversitesi bünyesinde ÖYP Koordinasyon birimine, YÖK-ÖYP Koordinatörlüğüne ve 35. Madde kapsamında görevlendirilmeme yardımcı olan başta Munzur Üniversitesi Rektörlüğü olmak üzere tüm Munzur Üniversitesi personeline doktora çalışmalarım sırasında gösterdikleri kolaylıklar için teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitelerinde katkı ve yönlendirmeleri için Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI'ya (Ankara Üniversitesi) ve Prof. Dr. Hükmü ORHAN'a (KTÜN) ve tez jüri üyeleri olarak görüş ve eleştirileri ile destek olarak, tezin şekillenmesine katkı koyan Prof. Dr. Muhittin GÖRMÜŞ'e (Ankara Üniversitesi) ve Prof. Dr. İsmail Ömer YILMAZ'a (ODTÜ) teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında karbonatlı kayaçların ince kesit örneklerinde tayin ve yönlendirmelerinden dolayı Prof. Dr. Baki Erdoğan VAROL'a (Ankara Üniversitesi), Prof. Dr. Muhittin GÖRMÜŞ'e (Ankara Üniversitesi), Prof. Dr. İsmail Ömer

YILMAZ'a (ODTÜ), Prof. Dr. Axel MUNNECKE'ye (FAU Erlangen-Nürnberg), palinolojik çalışmalar kısmında tayin ve yönlendirmelerinden dolayı Prof. Dr. Funda AKGÜN'e (Dokuz Eylül Üniversitesi), Doç. Dr. Mine Sezgül KAYSERİ ÖZER'e (Dokuz Eylül Üniversitesi), mineralojik XRD çalışmaları kapsamında Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ'a (Ankara Üniversitesi), paleontolojik tayinlerdeki katkıları için Prof. Dr. Mathias HARZHAUSER'e (Geological-Palaeontological Department, Natural History Museum Vienna) ve Dr. İzzet HOŞGÖR'e (Çalık Holding), RAMAN ölçümleri sırasında destek sağlayan Ankara Üniversitesi YEBİM'e (Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi) ve Dr. Kıymet DENİZ'e (Ankara Üniversitesi/YEBİM), jeokimya çalışmaları kapsamında izotop ölçümlerinde destek veren Prof. Dr. David DETTMAN'a (The University of Arizona), saha çalışmaları kapsamında yönlendiren Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ'a (Ankara Üniversitesi), Doç. Dr. İbrahim GÜNDOĞAN'a (Dokuz Eylül Üniversitesi), saha çalışmalarında refakat eden jeoloji müh. Emre PAMUK'a, jeoloji müh. Ozan Can İLHAN'a, inşaat müh. ögr. Muhammed Burak METİN'e (NÖHÜ) teşekkürlerimi sunarım.

Hayata gözlerimi açtığım ilk günden bugünüme dek hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri ile her daim yanımda olan **anneciğime** ve **babacığıma** en kalbi şükranlarımı sunar, naçizane bu çalışmamı kendilerine ithaf ederim. Yaşamım boyunca pek çok merhalede ve bu süreçte bana destek olan abim Halil İbrahim METİN'e, ablamlarım Esma METİN ve Emine KAYA'ya en kalbi şükranlarımı sunarım.

Akademik çalışmalarıma neredeyse başından beri eşlik eden ve bu süreç zarfında bana en yakın desteği veren, sabrını esirgemeyerek çalışmalarımı teşvik eden eşim **Hüsna US**'a, ailesine ve bu doktora tez çalışmalarım sırasında aramıza katılan oğlum **Osman Fahri Kerem US'**a da en kalbi şükranlarımı sunarım.

Muhammed Sami US

Ankara, Ocak 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK……..... i
ÖZET……..... ii
ABSTRACT…….. iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR..... iv
SİMGELER DİZİNİ……..... ix
ŞEKİLLER DİZİNİ……..... x
ÇİZELGELER DİZİNİ…….…… xiv
1. GİRİŞ……..…….. 1
1.1 Çalışma Yeri .....…….. 1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı……..……... 2
1.3 Önceki Çalışmalar…… 4
1.3.1 Doktora ve yüksek lisans tezleri .....……..…….. 8
1.3.2 Jeoloji raporları .....……..... 12
1.3.3 Çalışma alanı ile alakalı makaleler..... 15
1.3.4 Çalışma konusu ile alakalı makaleler..... 18
1.4 Materyal ve Yöntem……... 19
1.4.1 Saha çalışmaları……..……... 20
1.4.2 Laboratuvar çalışmaları ……..... 20
1.4.3 Ofis çalışmaları ……..……... 23
2. BÖLGESEL JEOLOJİ ve JEODİNAMİK GELİŞİM .....……. 24
3. GENEL JEOLOJİ ....…….. 28
3.1 Stratigrafi.....…….. 28
3.2 Kretase (Temel Birimler)..... 28
3.2.1 Ulus ve Abant Formasyonları (K_{ru}, K_{ra})..... 33
3.3 Paleosen Birimleri..... 33
3.3.1 Kışlaköy Formasyonu (Pg_k)..... 34
3.4 Eosen Birimleri..... 34
3.4.1 Safranbolu Formasyonu (Pg_s)..... 35
3.4.2 Karabük Formasyonu (Pg_{ka})..... 36
3.4.3 Karabük Formasyonu Çerçen Üyesi ($Pg_{kç}$) 36
3.4.4 Soğanlı Formasyonu (Pg_{so}) 37
3.4.5 Pürçükören Formasyonu (Pg_p) 38
3.4.6 Akçapınar Formasyonu (Pg_a) 39
3.5 Oligosen Birimleri..... 41
3.5.1 Yunuslar Formasyonu (Pg_y)..... 41
3.6 Miyosen Birimleri..... 42
3.6.1 Örencik Formasyonu ($Ng_ö$) 42
3.7 Alüvyon (Q_{al}) 42
3.8 Paleontolojik Veriler..... 43
3.8.1 Palinolojik çalışmalar..... 43
3.9 Jeolojik Enine Kesit Çalışmaları..... 49
3.9.1 Bağırsak Dere vadisi Halil Baba Çeşmesi Soğanlı Fm. tavan kesimi GD KB jeolojik enine kesiti..... 49
3.9.2 Bağırsak Dere antiklinal Akçapınar Fm. GD-KB jeolojik enine kesiti.... 50

3.9.3 Bağırsak Dere Mevkii Davutlar köy yolu üzeri Pürçükören Fm. yol yarması jeolojik enine kesiti..... 51
3.9.4 Bağırsak Dere Mevkii Davutlar köy yolu üzeri Yunuslar Fm. yol yarması jeolojik enine kesiti..... 53
3.9.5 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. jeolojik enine kesit çalışması... 54
4. SEDİMANTOLOJİ..... 55
4.1 Ölçülü Stratigrafik Kesit (ÖSK) Çalışmaları..... 55
4.1.1 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-1..... 55
4.1.2 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-2..... 58
4.1.3 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-3..... 60
4.1.4 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-4..... 62
4.1.5 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK 1-2..... 64
4.1.6 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (1. Kademe)..... 67
4.1.7 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (2. Kademe)..... 71
4.1.8 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (3.Kademe) 73
4.1.9 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (4.Kademe)..... 75
4.1.10 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (5.Kademe)..... 76
4.1.11 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (6.Kademe)..... 77
4.1.12 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (7.Kademe)..... 79
4.1.13 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (8.Kademe)..... 81
4.1.14 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (9.Kademe)..... 82
4.1.15 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (10.Kademe)..... 85
4.1.16 Belen Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması ÖSK..... 88
4.1.17 Tokatlı Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması ÖSK..... 90
4.1.18 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı ÖSK..... 92
4.1.19 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. kuzeydoğusu ÖSK..... 94
4.1.20 Recep Bey Köyü Ramazano Mh. yol yarması ÖSK..... 96
4.1.21 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması ÖSK (1.Kademe) 97
4.1.22 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması ÖSK (2.Kademe) 99
4.2 Nokta Örnek Çalışmaları..... 102
4.2.1 Tokatlı Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (20. Lokasyon)..... 102
4.2.2 Sofçular Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (21. Lokasyon)..... 103
4.2.3 Kuzyakahacılar Köyü güneyinde nokta örnek alım yeri (22. Lokasyon).. 103
4.2.4 Çerçen Köyü güneyinde nokta örnek alım yeri (23. Lokasyon)..... 104
4.2.5 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (24. Lokasyon)..... 105
4.2.6 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (25. Lokasyon)..... 106
4.2.7 Gündoğan Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (26. Lokasyon)..... 107
4.2.8 Gündoğan Köyü kuzeybatısı nokta örnek alım yeri (27. Lokasyon)..... 108
4.2.9 Gündoğan Köyü kuzeybatısı nokta örnek alım yeri (28. Lokasyon)..... 109
4.2.10 Bağırsak Dere nokta örnek alım yeri (2-29. Lokasyon)..... 110
4.2.11 Bilimkent maden ocağı yol yarması nokta örnek alım yeri (30. Lokasyon).. 110
4.2.12 Celepler Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (31. Lokasyon)..... 111
4.2.13 Göde Mh. terkedilmiş jips ocağı nokta örnek alım yeri (33. Lokasyon).. 112
4.2.14 Göde Mh. terkedilmiş jips ocağı nokta örnek alım yeri (34. Lokasyon).. 112
4.2.15 Kelağ Değirmeni mevkii nokta örnek alım yeri (40. Lokasyon)..... 113
4.3 Akçapınar Formasyonu'nun Fasiyes Analizi..... 114
4.3.1 Akçapınar Formasyonu'nun litofasiyesleri..... 114
4.3.1.1 Organik maddece zengin-laminalı koyu renkli kiltaşı (Lf 1) 116

4.3.1.2 Açık krem renkli-steril killi kireçtaşı (Lf 2)..... 116
4.3.1.3 Kahve-yeşil renkli kiltaşı (Lf 3)..... 117
4.3.1.4 Açık krem renkli-laminalı killi kireçtaşı (Lf 4) 117
4.3.1.5 Çört ara tabakalı killi kireçtaşı (Lf 5)..... 118
4.3.1.6 Sedimanter breş (Lf 6)..... 119
4.3.1.7 Beyaz renkli laminalı kiltaşı (Lf 7)..... 120
4.3.1.8 Açık yeşil renkli kiltaşı (Lf 8)..... 120
4.3.2 Akçapınar Formasyonu karbonatlarının mikro fasiyes analizi..... 121
4.3.2.1 Seyrek fosilli vaketaşı mikro fasiyesi (Mf1)..... 121
4.3.2.2 Algli istiftaşı mikro fasiyesi (Mf2)..... 123
4.3.2.2 1 Manganlı istiftaşı mikro alt fasiyesi (Mf2a)..... 123
4.3.2.2.2 Bitümlü istiftaşı mikro alt fasiyesi (Mf2b)..... 123
4.3.2.3 Pelletli tanetaşı mikro fasiyesi (Mf3)..... 124
4.3.2.4 Çört ara bantlı çamurtaşı mikro fasiyesi (Mf4)..... 125
4.3.2.5 Jipsli çamurtaşı-vaketaşı mikro fasiyesi (Mf5)..... 126
4.3.2.6 Limonitli çamurtaşı-vaketaşı mikro fasiyesi (MF6)..... 126
4.3.3 Akçapınar Formasyonu'nun fasiyes toplulukları..... 127
4.3.3.1 Akçapınar Formasyonu'nun litofasiyes toplulukları..... 127
4.3.3.1.1 Litofasiyes topluluğu-1..... 127
4.3.3.1.2 Litofasiyes topluluğu-2..... 127
4.3.3.2 Akçapınar Formasyonu karbonatlarının mikro fasiyes toplulukları..... 128
4.3.3.2.1 Mikro fasiyes topluluğu-1..... 128
4.3.3.2.2 Mikro fasiyes topluluğu-2..... 128
4.4 Yunuslar Formasyonu Lito Fasiyes Analizi..... 129
4.4.1 Yf1 kiltaşı litofasiyesi..... 129
4.4.2 Yf2 kumtaşı litofasiyesi..... 129
4.4.3 Yf3 çakıltaşı litofasiyesi..... 129
5. PETROGRAFİK ÇALIŞMALAR..... 131
5.1 Akçapınar Formasyonu Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri..... 131
5.2 Yunuslar Formasyonu Kırıntılı Birimlerinin Petrografik Özellikleri..... 155
5.3 Akçapınar Formasyonu Mikrodoku (SEM-EDS) Çalışmaları..... 156
6. MİNERALOJİK XRD ve RAMAN ÇALIŞMALARI..... 160
7. JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR..... 176
7. 1 Ana/Esas Oksit ve İz Element Çalışmaları..... 176
7. 2 ^{13}C, ^{18}O ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ İzotop Çalışmaları..... 183
8. TARTIŞMA..... 188
8.1 Akçapınar Formasyonu'nun Paleocoğrafik Evrimi ve Karbonat Platform Türü 188
8.2 Akçapınar Formasyonu'nun Genel Jeolojik Özellikleri..... 189
9. SONUÇLAR..... 192
10. ÇÖKELİM MODELİ..... 197
KAYNAKLAR..... 199
EKLER..... 215
ÖZGEÇMİŞ..... 223

SİMGELER DİZİNİ

δ-^{13}C	Karbon izotopu
δ-^{18}O	Oksijen izotopu
$^{87}Sr/^{86}Sr$	Stronsiyum izotopu
SiO_2	Silisyum dioksit
Al_2O_3	Alüminyum oksit
Fe_2O_3	Demir oksit
MgO	Magnezyum oksit
CaO	Kalsiyum oksit
Na_2O	Sodyum oksit
K_2O	Potasyum oksit
TiO_2	Titanyum dioksit
P_2O_5	Fosfor pentaoksit
MnO	Mangan oksit
Cr_2O_3	Krom oksit
Cu	Bakır
Ba	Baryum
Zn	Çinko
Ni	Nikel
Sr	Stronsiyum
Zr	Zirkonyum

Kısaltmalar

Fm	Formasyon
GD	Güneydoğu
KB	Kuzeybatı
MTA	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
ÖSK	Ölçülü stratigrafik kesit
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
XRD	X-Ray Difraktometre
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye'nin tektonik birlikleri, çalışma alanı yer buldurusu, intra pontid suturu şematik gösterimi 3
Şekil 2.1 Pontidlerin Geç Eosen-Oligosen paleocoğrafik gösterimi..... 27
Şekil 3.1 Çalışma alanın jeoloji haritası..... 30
Şekil 3.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kolon kesiti..... 31
Şekil 3.3 Farklı çalışmacılar tarafından bölgede gerçekleştirilen çalışmaların korelasyon tablosu..... 32
Şekil 3.4 Ulus Formasyon'u genel arazi görünümü..... 33
Şekil 3.5 Kışlaköy Formasyonu'nun genel arazi görünümü..... 34
Şekil 3.6 Safranbolu Formasyonu'nun iri yumrulu iç yapısı genel arazi görünümü... 35
Şekil 3.7 Karabük Formasyonu'nun genel arazi görünümü..... 36
Şekil 3.8 Karabük Formasyon'u Çerçen Üyesi kırmızı kumtaşları genel arazi görünümü..... 37
Şekil 3.9 Soğanlı Formasyonu kireçtaşlarının genel arazi görünümü..... 38
Şekil 3.10 Pürçükören Formasyonu jips-anhidritlerinin genel arazi görünümü..... 39
Şekil 3.11 Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşlarının genel arazi görünümü..... 40
Şekil 3.12 Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşlarının genel arazi görünümü ve yaprak fosili..... 41
Şekil 3.13 Yunuslar Formasyonu'nun genel arazi görünümü..... 42
Şekil 3.14 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait makro ve mikro fosiller (MF1 mikro fasiyesi arazi ve mikroskop görüntüleri)..... 44
Şekil 3.15 Çalışma alanından derlenen örneklere ait spor-polen türleri..... 48
Şekil 3.16 Bağırsak Dere Vadisi halil baba çeşmesi yanı Soğanlı Fm.'na ait GD-KB doğrultulu jeolojik enine kesit..... 49
Şekil 3.17 Antiklinal yapısının panoramik görüntüsü ve ölçekli şematik görüntüsü.. 50
Şekil 3.18 a) Fosilli seviyenin uzaktan görünümü, b) fosil tanelerinin yakın görünümü 51
Şekil 3.19 a) Bağırsak Dere Mevkii Davutlar Köy yolu üzeri yol yarması ve b) şematik gösterimi..... 52
Şekil 3.20 a) Bağırsak Dere Mevkii Davutlar Köy yolu üzeri Yunuslar Formasyonu yol yarması b) şematik gösterimi c) çapraz tabakalı kumtaşları..... 53
Şekil 3.21 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. Jeolojik enine kesit çalışması... 54
Şekil 4.1 a) Bağırsak Dere Vadisi boyunca çalışılan 5-9. Lokasyonların jeolojik harita üzerindeki konumu, b) Bölgenin Google Earth uydu görüntüsü..... 55
Şekil 4.2 a) Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması, b) şematik görüntüsü..... 56
Şekil 4.3 ÖSK-1 (5. Lokasyon-Ek 3)..... 57
Şekil 4.4 ÖSK-2 (6. Lokasyon-Ek 3)..... 58
Şekil 4.5 a) Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması 2. Kademe görüntüsü ve b) Kıvrımlı çört tabakaları..... 59
Şekil 4.6 ÖSK-3 üst seviyesi fosil kavkıları..... 60
Şekil 4.7 ÖSK-3 (7. Lokasyon-Ek 3)..... 61

Şekil 4.8 a) Kesit hattı panoramik görüntüsü, b) kesit hattı yol palyesi, c) formasyon içi kıvrımlanma, d) formasyon içi breşik zon/sedimanter breş, Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması……..... 62
Şekil 4.9 ÖSK-4 (8. Lokasyon-Ek 3)..... 63
Şekil 4.10 a) Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. panoramik görüntüsü b) taban yıkanmış kumtaşı-marn ardalanması, c) normal derecelenmeli, polijenik konglomera..... 64
Şekil 4.11 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK-1..... 65
Şekil 4.12 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK-2..... 66
Şekil 4.13 a) Pürçükören-Akçapınar Formasyon dokanağı, b) Soft sedimanter deformasyonlar (ÖSK 1. Kademe)..... 68
Şekil 4.14 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Pürçükören-Akçapınar Fm. (ÖSK 1. Kademe, 10. Lokasyon)..... 69
Şekil 4.15 a) 05/08/2013 tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait Google Earth görüntüsü b) 10/05/2017 tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait açılan yol yarmalarını gösterir Google Earth görüntüsü c) bölgeye ait jeoloji haritası d) güncel tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait yol yarmalarının tamamı..... 70
Şekil 4.16 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 2. Kademe)..... 71
Şekil 4.17 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 2. Kademe)... 72
Şekil 4.18 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 3. Kademe)..... 73
Şekil 4.19 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 3. Kademe)... 74
Şekil 4.20 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 4. Kademe)... 75
Şekil 4.21 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 5. Kademe)... 76
Şekil 4.22 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 6. Kademe)..... 77
Şekil 4.23 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 6. Kademe)... 78
Şekil 4.24 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 7. Kademe)..... 79
Şekil 4.25 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 7. Kademe) 80
Şekil 4.26 Breşik zon arazi görüntüsü..... 81
Şekil 4.27 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 8. Kademe)... 82
Şekil 4.28 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (9. Kademe)..... 83
Şekil 4.29 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 9. Kademe).. 84
Şekil 4.30 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (10. Kademe)..... 86
Şekil 4.31 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (10. Kademe ÖSK). 87
Şekil 4.32 Belen Köyü Güneydoğusu Köy Çıkışı Yol Yarması Akçapınar Fm arazi görüntüsü..... 88
Şekil 4.33 Belen Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK 89
Şekil 4.34 Tokatlı Köyü güneydoğusu Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı..... 90
Şekil 4.35 Tokatlı Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK.. 91
Şekil 4.36 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı Akçapınar Fm. Arazi görünümü..... 92
Şekil 4.37 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı Akçapınar Fm. ÖSK..... 93

Şekil 4.38 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. Kuzeydoğusu Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü..... 94
Şekil 4.39 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. Kuzeydoğusu Akçapınar Fm. ÖSK..... 95
Şekil 4.40 Ramazano Mh. Yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü..... 96
Şekil 4.41 Ramazano Mh. Yol yarması ÖSK..... 96
Şekil 4.42 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü..... 97
Şekil 4.43 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (1. Kademe)..... 98
Şekil 4.44 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüleri (2.Kademe)..... 100
Şekil 4.45 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (2. Kademe)..... 101
Şekil 4.46 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri..... 102
Şekil 4.47 Sofçular Köyü kuzeydoğusu Akçapınar-Pürçükören Formasyon dokanağı..... 103
Şekil 4.48 Kuzyakahacılar Köyü güneyinde Akçapınar Fm Nokta Örnek Alım Yeri. 104
Şekil 4.49 Çerçen Köyü güneyinde Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri..... 105
Şekil 4.50 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı görüntüsü..... 106
Şekil 4.51 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu köy çıkışı toprak yol yarması Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı ve nokta örnek alım yeri..... 107
Şekil 4.52 Gündoğan Köyü güneybatısı toprak yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri..... 108
Şekil 4.53 Gündoğan Köyü kuzeybatısı toprak yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri..... 109
Şekil 4.54 Gündoğan Köyü kuzeybatısı (Bekin Doruğu) toprak yol yarması Soğanlı Fm. Nokta örnek alım yeri..... 109
Şekil 4.55 Bağırsak Dere Nokta örnek alım yeri..... 110
Şekil 4.56 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri..... 111
Şekil 4.57 Celepler Köyü güneybatısı nokta örnek yeri..... 111
Şekil 4.58 Göde Mh. Terkedilmiş jips ocağı alt seviyesi Pürçükören Fm. Nokta örnek alım yeri..... 112
Şekil 4.59 Kelağ Değirmeni mevkii vadi içi yarmalar..... 113
Şekil 4.60 Lf1-Lf2 litofasiyeslerinin arazi görünümleri..... 117
Şekil 4.61 Lf3-Lf4 litofasiyeslerinin arazi görünümleri..... 118
Şekil 4.62 Lf5-Lf6 litofasiyeslerinin arazi görünümleri..... 119
Şekil 4.63 Lf7-Lf8 litofasiyeslerinin arazi görünümleri..... 121
Şekil 4.64 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf1 mikro fasiyesi arazi ve mikroskop görüntüleri..... 122
Şekil 4.65 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait a-Mf2, b-c Mf2a, d-Mf2b mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri..... 124
Şekil 4.66 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf3-Mf4, mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri..... 125
Şekil 4.67 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf5, Mf6 mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri..... 126

Şekil 4.68 Yunuslar Formasyonu Yf1, Yf2, Yf3 litofasiyeslerine ait arazi ve mikroskop görüntüleri..... 130
Şekil 5.1 Soğanlı ve Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri.. 137
Şekil 5.2 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 138
Şekil 5.3 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 139
Şekil 5.4 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 140
Şekil 5.5 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 141
Şekil 5.6 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 142
Şekil 5.7 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 143
Şekil 5.8 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 144
Şekil 5.9 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 145
Şekil 5.10 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 146
Şekil 5.11 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 147
Şekil 5.12 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 148
Şekil 5.13 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 149
Şekil 5.14 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 150
Şekil 5.15 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 151
Şekil 5.16 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 152
Şekil 5.17 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 153
Şekil 5.18 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri..... 154
Şekil 5.19 Yunuslar Formasyonu Yf2-3 litofasiyesinin ince kesit görünümleri..... 155
Şekil 5.20 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının SEM görünümleri..... 157
Şekil 5.21 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının SEM görünümleri..... 158
Şekil 5.22 Akçapınar Formasyonu çört örnekleri SEM görünümleri..... 159
Şekil 6.1 BMSU-13 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 165
Şekil 6.2 BMSU-23 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 166
Şekil 6.3 BMSU-40 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 167
Şekil 6.4 BMSU-64 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 168
Şekil 6.5 BMSU-113 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 169
Şekil 6.6 BMSU-120 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 170
Şekil 6.7 BMSU-141 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 171
Şekil 6.8 BMSU-152 nolu örneğe ait XRD difragtogramı..... 172
Şekil 6.9 BMSU-50 nolu örneğe ait RAMAN piki (mangan oksit)..... 173
Şekil 6.10 BMSU-53 nolu örneğe ait RAMAN piki (karbon)..... 174
Şekil 6.11 BMSU-98 nolu örneğe ait RAMAN piki (götit)..... 175
Şekil 7.1 Akçapınar Fm. esas oksit-iz element karşılaştırma grafikleri..... 181
Şekil 7.2 Akçapınar-Pila Spi-Fulra Fm.ları esas oksit, iz element karşılaştırma grafikleri..... 182
Şekil 7.3 $^{13}C/^{18}O$ izotop değerleri Milliman (1974) tablosu üzerindeki dağılımı..... 184
Şekil 7.4 Hoefs (1987) doğal oksijen izotop dağılım cetveli..... 185
Şekil 7.5 Baker ve Faillick (1989) çalışması farklı ortamlar C-O izotop dağılım grafiği..... 186
Şekil 7.6 $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop değerlerinin Burke (1982) eğrisi üzerindeki dağılımı..... 187

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Çalışma alanında gerçekleştirilen çalışmaların tür, alan ve konum dağılımları..... 5
Çizelge 3.1 Spor-polen örnekleri ve alındığı lokasyon dağılımı..... 45
Çizelge 4.1 ÖSK çalışmalarındaki litofasiyes dağılımı..... 115
Çizelge 6.1 Otuz adet örneğe ait XRD çalışması sonuçları ve paleoiklimsel yorumlar..... 161
Çizelge 6.2 On dört adet örneğe ait RAMAN çalışması sonuçları..... 164
Çizelge 7.1 Yirmi bir adet örneğe ait ana oksit ve iz element değerleri..... 179
Çizelge 7.2 On Sekiz adet örneğe ait ana oksit ve iz element değerlerinin korelasyon katsayı tablosu..... 180
Çizelge 7.3 On Sekiz adet örneğe ait ana oksit ve iz elementlerin istatistiksel parametreleri..... 180
Çizelge 7.4 Yirmi beş adet örneğe ait çeşitli izotop değerleri..... 183

1. GİRİŞ

Bu tez çalışması Batı Karadeniz Bölgesindeki Eosen-?Oligosen karbonatlı birimlerinin sedimantolojik incelemesini kapsar. Tez 10 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm giriş bölümü olup, bu bölümde çalışma alanının konumu, amaç ve kapsamı, önceki çalışmalar ve materyal-yöntem hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde genel jeolojiye içerisinde stratigrafi, paleontolojik bulgular ve jeolojik enine kesitler gibi konulara kısaca değinilmiş, çalışmanın ana konuları bölüm 4-10'da sunulmuştur. Bu bölümlerde sedimantoloji, petrografi-SEM, mineralojik XRD-RAMAN çalışmaları ve jeokimya çalışmalarına değinilmiştir. Son olarak çalışmadan elde edilen bulgular tartışma-sonuç bölümünde özetlenerek, havzaya ait çökelme modeli anlatılmıştır. Ayrıca kaynaklar kısmında çalışma içinde atfedilen yerli ve yabancı kaynaklar bulunmakta olup, ekler kısmında çalışma içerisinde bahsedilen çökelme modeli, jeolojik haritalara ve fasiyes panel diyagramlarına yer verilmiştir.

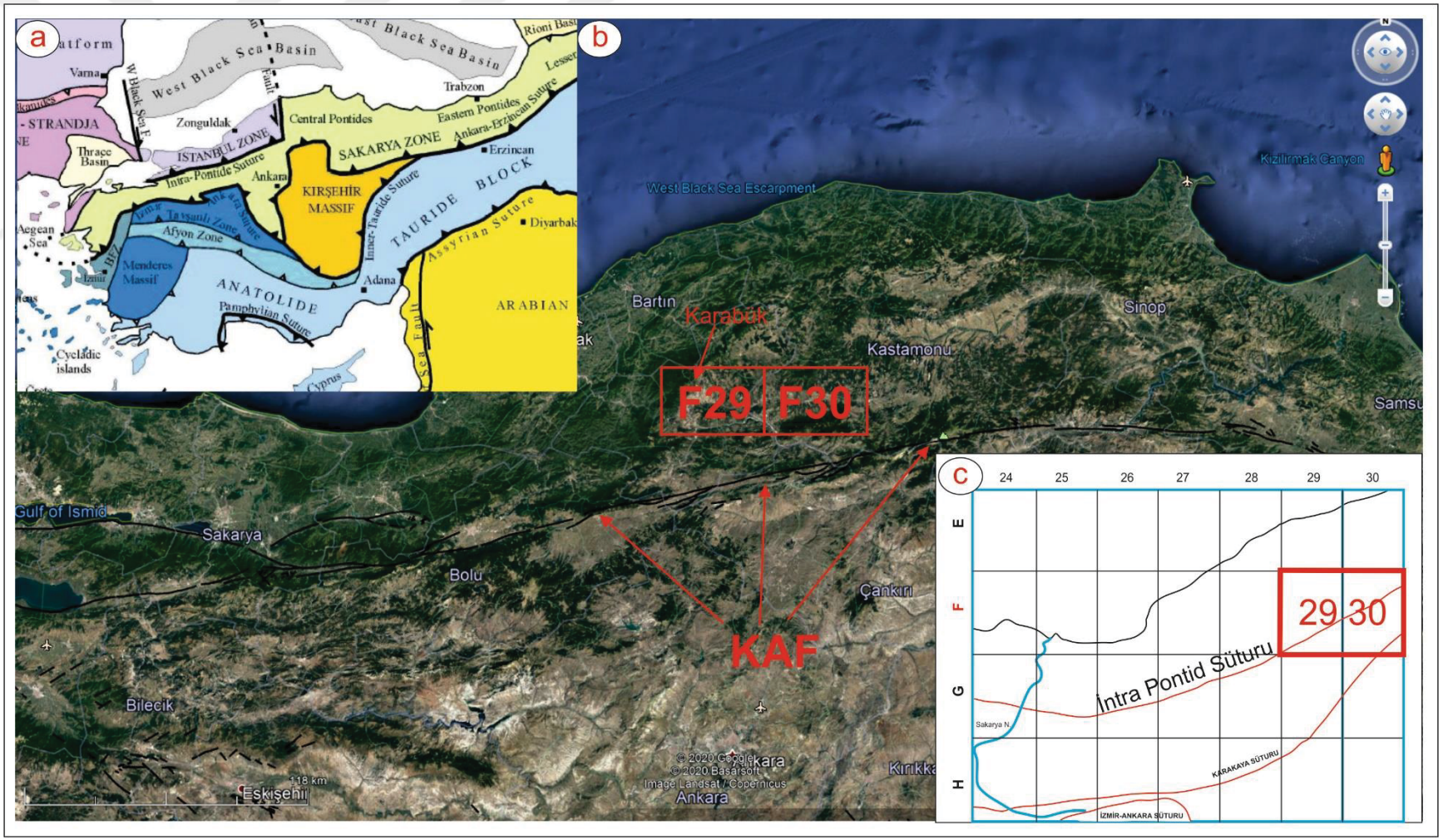
1.1 Çalışma Yeri

Çalışma alanı Karabük il sınırları içinde bulunan Kastamonu-Karabük karayolunun güneyinde kalan Soğanlı Çayı ve bu çayı aşağı yukarı kuzey-güney istikametinde kesen vadileri kapsamaktadır. Bu vadi yarmaları boyunca yüzlek veren Akçapınar Formasyonu'nun gözlendiği bölgelere ait yerleşim alanları sırasıyla F29 100.000'lik jeoloji haritasında (Şekil 1.1 a, b) ; Zopran Köyü (F29 d2), Kuzyakaöte Köyü (F29 c1), Gündoğan-Geren Köyleri arası (F29 c2), Karacalar-Kadıncı Köyleri arası (F29 c2), Üçbaş Köyü (F29 d3), Boyalı Köyü (F29 c4), Küçüksu Köyü (F29 c4), Pürçükören Köyü ve Abdullar Köylerini (F29 c2) kapsamaktadır. Akçapınar Formasyonu'nun doğuya doğru yanal devamı olan Uğuz ve Sevin (2011) tarafından Martlı formasyonu olarak isimlendirilen bu birime F30 100.000'lik jeoloji haritası içerisinde sırasıyla şu yerleşim alanlarında rastlanır; Sofçular Köyü (F30 d1), Taşpınar Köyü (F30 d1), Belen Köyü (F30 d1), Celepler Köyü ve Recepbey Köyleridir (F30 d1).

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Batı Karadeniz bölgesi jeolojik zenginlikleri dolayısıyla çokça incelenmiş, bilimsel araştırmaya ve teze konu edilmiştir (Güven 1977; Saner ve diğ., 1978-81; Kerey 1982 ; Akman 1993; Derman 1995; Şen 2001; Timur ve Aksay 2002; Okur 2014). Bölge İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonunun kuzeyinde Sakarya Zonu ve İstanbul Zonu'nun geçişindeki İntra Pontid Kuşağı üzerinde yer alır (Göncüoğlu ve diğ., 1987; Okay 1989; Tüysüz ve diğ., 1998) (Şekil 1.1 a). Bu zonların oluşumu sırasında Paleozoik'ten Geç Paleojen'e kadar değişik yaş aralıklarındaki metamorfik ve tortul kayalar bir araya gelmiştir (Erendil ve diğ., 1991). Coğrafik konum itibariyle (Şekil 1.1 b-c) Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) kuzeyinde kalan Paleojen sedimanter istifi, bölgede Sakarya ve İstanbul Zonu'nunda değişik alanlarda ve farklı yaş konaklarında gözlemlenirken, İntra pontid kuşağı üzerinde ve özellikle çalışma sahası içinde geniş yayılımlar sunmaktadır.

Bu doktora tez çalışmasının amacı; geniş yayılım gösteren bu Paleojen sedimanter istifi içinde bugüne kadar steril karbonatlar olduğu belirtilen ancak stratigrafik konumuna göre ?Geç Eosen yaşlı olarak kabul edilen Akçapınar Formasyonu'nun yeni paleontolojik (palinolojik) ve izotop ($^{87/86}$Sr) verileriyle kesin olarak yaşlandırılması, ayrıca uyumlu olarak verilen alt ve üst birimlerle olan dokanak ilişkilerinin (geçişli ve/veya küçük açısal uyumsuz ilişkili) aydınlatılması, çökel fasiyeslerinin detaylı olarak belirlenmesi ve mineralojik-jeokimyasal karakteristiklerinin ortaya konularak İntra Pontid kuşağı üzerindeki Geç Eosen paleocoğrafyasının bu çalışma ile aydınlatılması ve tüm bu verilerin blok diyagramlar üzerinde modellenmesini oluşturmaktadır.



Şekil 1.1 **a)** Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay 1989), **b)** Çalışma alanı yer buldurusu **c)** İntra Pontid Süturu şematik gösterimi (KAF: Kuzey Anadolu Fayı)

1.3 Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı ve çalışma konusuyla alakalı olarak yakın bölgelerde yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri, jeoloji raporları, çalışma alanı ile alakalı makaleler, çalışma konusu ile alakalı makaleler ayrı alt bölümler halinde hazırlanan bir çizelgede sunulmuştur (Çizelge 1.1). Bu çizelge içerisinde belirtilen çalışmalardan konu ile doğrudan alakalı olan çalışmalar özetlenmiş ve farklı çalışmacılar tarafından ön görülen stratigrafi genel jeoloji bölümünde bir karşılaştırma tablosu üzerinde gösterilmiştir (Bkz Şekil 3.3).

Çizelge 1.1'de sunulan çalışmalardan bold ve altı çizili sıra numarasına sahip çalışmalar çalışma alanı ve/veya konusu ile doğrudan alakalıdır. Bu çalışmalar içerisinden açık yeşil renk tonu ile vurgulanan çalışmacılar gerçekleştirdiği çalışmalarda bölge içerisinde değişik stratigrafik yaklaşımlarda bulunmuşlardır.

Çizelge 1.1 Çalışma alanında gerçekleştirilen çalışmaların tür, alan ve konum dağılımları

No	Araştırmacı	Araştırma Türü	Çalışma Alanı	Çalışma Konusu
	Doktora ve Yüksek Lisans Tezleri			
1	Güven, A., 1977.	Doktora tezi	Karabük	Sedimantoloji-stratigrafi
2	Kerey, İ.E., 1982.	Doktora tezi	Kuzey Batı Karadeniz	Sedimantoloji-stratigrafi
3	Tüysüz, O., 1985.	Doktora tezi	Ilgaz- Kargı	Tektonik
4	Boztuğ, D., 1988.	Doktora tezi	Daday-Devrekani	Min.-Pet.
5	Akman, Ü., 1993.	Doktora tezi	Amasra-Arıt	Jeomorfoloji-stratigrafi
6	Derman, A. S., 1995.	Doktora tezi	Batı Karadeniz	Basen Analizi
7	Özgen, N., 1997.	Doktora tezi	Batı Pontidler	Paleontoloji
8	Şen, Ş., 2001.	Doktora tezi	Karabük-Eflani	Sedimantoloji
9	Kadınkız, G., 2004.	Doktora tezi	Bolu-Mengen	Kömür jeolojisi
10	Akın, M., 2008.	Doktora tezi	Karabük-Eskipazar	Mühendislik jeolojisi
11	Yılmazer, Ö., 2009.	Doktora tezi	Karabük-Kısıklı	Mühendislik jeolojisi
12	Gücer, M.A., 2014	Doktora tezi	Kastamonu-Devrekani	Petroloji
13	Küçük, H. M., 2016.	Doktora tezi	Zonguldak-Amasra	Jeofizik
14	Boztuğ, D., 1983.	Yük. Lisans tezi	Daday-Devrekani	Min.-Pet.
15	Çiçek, M., 2008.	Yük. Lisans tezi	Kastamonu-Deliktaş	Min.-Pet.
16	Sinanoğlu, D., 2012.	Yük. Lisans tezi	Karabük-Safranbolu	Biyostratigrafi
17	Eroğlu, T., 2013	Yük. Lisans tezi	Sinop-Boyabat	Sedimantoloji
18	Okur, K., 2014.	Yük. Lisans tezi	Karabük-Safranbolu	Paleontoloji

Çizelge 1.1 Çalışma alanında gerçekleştirilen çalışmaların tür, alan ve konum dağılımları (devam)

19	Küçükkuş, N., 2014.	Yük. Lisans tezi	Batı Karadeniz	Petrol jeolojisi
20	Keleş, D., 2017.	Yük. Lisans tezi	Kastamonu-Araç	Mühendislik jeolojisi
	Jeoloji Raporları			
21	Saner ve diğ., 1981	TPAO rapor	Zonguldak ve civarı	Genel jeoloji
22	Yergök ve diğ., 1987	MTA rapor	Batı Karadeniz Bölgesi	Genel jeoloji
23	Barkurt ve diğ., 1990	MTA rapor	Kastamonu-Araç	Genel jeoloji
24	Erten ve Özcan 1997	MTA rapor	Safranbolu-Eflani-Araç	Linyit arama
25	Tüysüz ve diğ., 1998	TÜBİTAK rapor	Batı Karadeniz Bölgesi	Jeolojik harita yapımı
26	Herece ve Uysal 1999	MTA rapor	Düzce ve civarı	Genel değerlendirme
27	Timur ve Aksay 2002	MTA rapor	Karabük ve civarı	Jeolojik harita yapımı
28	Herece ve Akay 2003	MTA rapor	K.A.F hattı	Tektonik/jeolojik harita yapımı
29	Tüysüz ve diğ., 2004	Çalıştay rapor	Batı Karadeniz Bölgesi	Stratigrafik adlama
30	Uğuz ve Sevin 2011	MTA rapor	Kastamonu ve civarı	Jeolojik harita yapımı
	Çalışma Alanı ile Alakalı Makaleler			
31	Saner, S., 1978	Ulusal makale	Bolu ve civarı	Genel jeoloji/petrol jeolojisi
32	Saner ve diğ., 1980	Ulusal makale	Karabük-Safranbolu	Genel jeoloji
33	Saner, S., 1979/1980	Ulusal makale	Batı Karadeniz Bölgesi	Genel jeoloji/tektonik
34	Koçyiğit, A., 1987	Ulusal makale	Karabük-Safranbolu	Genel jeoloji/stratigrafi
35	Okay. A. I., 1989	Uluslararası makale	Batı Karadeniz/Pontidler	Yapısal jeoloji

Çizelge 1.1 Çalışma alanında gerçekleştirilen çalışmaların tür, alan ve konum dağılımları (devam)

36	Tari ve diğ., 2016	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Paleocoğrafya
37	Okay ve diğ., 2017	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Genel jeoloji/sedimantoloji
38	Erdem ve Taşgın 2019	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Mikro fasiyes
39	Okay ve diğ., 2020	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Genel jeoloji/sedimantoloji
40	Sancay ve Batı 2020	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Palinostratigrafi
41	Türkmen ve Çemen 2020	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Tektonik
	Çalışma Konusu ile Alakalı Makaleler			
42	Payros ve diğ., 1999	Uluslararası makale	İber Yarımadası	Eosen paleocoğrafya
43	Rögl 1999	Uluslararası makale	-	Paleocoğrafya
44	Pomar 2001	Uluslararası makale	-	Platform tipleri
45	Nebelsick ve diğ., 2005	Uluslararası makale	Alp kuşağı karbonatları	Fasiyes dinamikleri
46	Schulz ve diğ., 2005	Uluslararası makale	Avusturya	Paleocoğrafya
47	İslamoğlu ve diğ., 2008	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Paleocoğrafya
48	Sotak 2010	Uluslararası makale	-	Paleocoğrafya
49	Koç-Taşgın ve diğ., 2018	Uluslararası makale	Batı Karadeniz	Sedimantoloji

1.3.1 Doktora ve yüksek lisans tezleri

[1] Güven, A., 1977 Wales Üniversitesi'nde 'Karabük Bölgesi Eosen Formasyonlarının Stratigrafisi ve Sedimantolojisi' isimli doktora tezinde çalışma konusu ile ilgili olarak sırasıyla (alttan üste doğru) 5 adet formasyonu tanımlamıştır. Bunlar; 1)Safranbolu Fm, 2) Karabük Fm, 3) Soğanlı Fm, 4) Boyalı Fm ve 5) Terke (Volkanik) Formasyonlarıdır. Bölgenin Eosen geçmişi hakkında bilgi sunan bu çalışmada havzanın farklı bölgelerindeki temeli oluşturan kaya topluluklarından 5 farklı grupta bahsedilmiştir. Bunlar 1) Kretase Filişi, 2) Mesozoyik Kireçtaşları, 3) Paleozoyik Metamorfikleri, 4) Mesozoyik Ofiyoliti ve 5) Eosen Volkanik Fasiyesidir. Çalışmacı erken Eosen yaşında yaklaşık 100 m kalınlığında ölçtüğü Safranbolu Formasyonunu alttan üste doğru sırasıyla; Köydere, Küpler ve Bulak isminde 3 adet üyeye ayırmıştır. Bu üyelerden Köydere içerisinde C1 ve C2, Küpler içerisinde C3 ve Bulak içerisinde C4, C5 şeklinde farklı özelliklere sahip 5 adet fasiyes ayırdımı gerçekleştirilmiştir. Tanımlanan bu fasiyesler içerisinde tabanı oluşturan C1 ve C2 fasiyesleri bentik foraminifer içeriği bakımından zengin olup, alg, broyozoa ve ekinid parçaları içermektedir. Çalışma alanındaki en geniş yüzlekle temsil edilen Karabük Formasyonu kumtaşı, kiltaşı ve çamurtaşı litolojilerinden oluşmaktadır. Karabük Formasyonun çamurtaşı fasiyeslerine ait foraminiferlerden elde edilen yaş Orta ve Geç Eoseni göstermektedir. Oldukça kalın olan bu klastik birim Soğanlı Formasyonun karbonatları tarafından üzerlenmiştir. Çakmak ve Akyar olarak 2 adet üyeye ayrılan birim Akyar üyesi içerisinde C6 ve C7 fasiyeslerine, Çakmak üyesi içerisinde ise C8 ve CT1 fasiyeslerine ayrılmıştır. Bu üyeye göre birimin yaşı ?Geç Eosendir. Oldukça yoğun kıvrımlı bir yapıya sahip kiltaşı, silttaşı, kumtaşı ve evaporitli çamurtaşı fasiyeslerinden oluşan Boyalı Formasyonu maximum 150 m kalınlığa erişmektedir. İçerisinde makro veya mikro hiçbir fosile rastlanmadığı için ve tabanına gelen geç Eosen yaşlı Soğanlı Formasyonu ile aralarında herhangi bir zaman boşluğu bulunmadığı için göreceli olarak Boyalı Formasyonu en Geç Eosen yaşlı kabul edilmiştir. Çalışmacı tüm bu formasyonların değişik yerlerinden yaptığı pek çok ölçülü stratigrafik kesit çalışmaları, fasiyes ayırdımları, tane boyu analizleri, vektör analizleri ve bölgenin sedimatolojik özelliklerini değerlendirerek Karabük Formasyonun deltayik ve flüvyal karakterde olduğunu söylemiştir. Tüm bu

veriler ışığında havzanın paleocoğrafyası hakkında yorumlamalar yapılmış, ayrıca havzanın özet bir çökel modeli ortaya konmaya çalışılmıştır.

[2] Kerey, İ.E., 1982 Keele Üniversitesi'nde 'Kuzeybatı Türkiye'deki geç Karbonifer Kayalarının Stratigrafisi ve Sedimantolojisi' isimli doktora çalışmasında Batı Karadeniz Bölgesindeki farklı yerleşim alanlarında (Zonguldak, Amasra, Pelitova ve Azdavay) Karbonifer havzası temeline ait şu birimleri tespit etmiştir; 1) Nammuriyen-Westefaliyen formasyonları, 2) Permiyen kırmızı kumtaşları 3) Kreatase kireçtaşları ve 4) Filiş birimleridir. Bunlar içerisinde Namuriyen-Westfalen birimleri zengin mega-mikro floraya ve omurgasız faunasına sahiptir. Bu zengin flora ve fauna yardımı ile formasyonların kronostratigrafik sınırları belirlenmiştir. Tüm bu verilerin Batı Karadeniz bölgesi temelinin aydınlatılmasında ve Avrupa/Rusya Paleozoiği ile olan farklılıkların ortaya konulmasında büyük öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

[6] Derman, A. S., 1995'de Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Batı Karadeniz Bölgesinde Ulus Baseni'ndeki Karbonat Megabreşleri ve Diğer Kütle Akması Çökelleri' isimli doktora çalışmasında Ulus Fayı ve Karabük Fayı ile sınırlandırılmış Kretase yaşlı Ulus Basenini incelemiştir. Bu basen içindeki karbonatlı kayaların megabreşler şeklinde yeniden çökeldiği tespit edilmiştir. Bu çökelme esnasında oluşan breşler Geç Jura (Berriasian) yaşlı İnaltı Formasyonu ve Devoniyen (Vizeen) yaşlı Yılanlı Formasyonlarından malzeme almıştır. Basenin ilksel konumunun belirlenmesi ve ekonomik değerinin ortaya konulmasında basen içindeki karbonatların megabreşlerden farklılığının ortaya konulmasına çalışılmıştır.

[7] Özgen, N., 1997'de Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Batı Pontid'lerde Paleosen/Eosen Yüzlekleri ve Bentik Foraminiferleri' isimli doktora çalışmasında incelemelerini Batı Karadeniz Havzasının İntra Pontid kuşağı üzerinde yer alan Armutlu Yarımadası-Kastamonu yöreleri arasında gerçekleştirmiştir. Çalışmacı yaptığı gözlemler neticesinde Batı Pontidlerde genellikle sığ denizel karakterli olan Paleosen kireçtaşlarının Maastrihtiyen (Geç Kretase) birimleri üzerine uyumlu geldiğini, Eosen birimlerimin ise yine Paleosen birimleri

üzerine uyumlu olduğunu söylemiştir. Ancak havzanın batısında Paleosen-Eosen arasındaki bu uyumluluk zaman zaman Illerdian'nin (erken Eosen) çökelmemesi ile gözlenmez. Araştırmacı gerçekleştirdiği bu çalışmada Danian (erken Paleosen), Thanetian (Geç Paleosen), Ilerdian (erken Eosen), Kuviziyen ve Lütesiyen (Orta Eosen) düzeyleri üzerindeki bentik foraminifer türlerini tespit etmiş, bunların sistematik tanımlarını yaparak Alpin Kuşağı üzerinde bulunan Paleosen-Eosen bentik foraminifer dağılımı ile kısa bir karşılaştırma tablosu sunmuştur.

[8] Şen, Ş., 2001'de İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Karabük Safranbolu Havzasının Sedimanter Analizi ve Bölgedeki Diğer Çökel Havzalarla İlişkileri' isimli doktora çalışmasında Karabük-Safranbolu Havzasındaki birimleri; 1) Geç Kretase-erken Eosen yaşlı Ovacık grubu, 2) erken-orta Eosen yaşlı Bostanbükü grubu, 3) Orta Eosen yaşlı Boyalısüfla grubu adı altında 3 gruba ayırmıştır. Bunlardan Çingiller, Mıcık, Kışlaköy ve Alkısrak Formasyonları 1. gruba, Safranbolu, Karabük ve Çerçen'i 2. gruba, Soğanlı, Akçapınar ve Yunuslar Formasyonlarını ise 3. grup içerisinde sınıflamıştır. Çalışmacı yaptığı sedimantolojik gözlemler neticesinde Ovacık grubu birimlerini yelpaze deltası, çökmüş karbonat platformu, denizaltı yelpazesi, havza düzlüğü ve örgülü akarsu çökelleri içerisinde sınıflanırken, Bostanbükü Grubu çökellerini ramp, sınırlandırılmış karbonat platformu, yamaç eteği, denizaltı yelpazesi ve delta/akarsu ortamlarında sınıflandırmış, Boyalısüfla birimlerini ise sığ deniz, gel-git düzlüğü, lagün, sabka ve menderesli akarsu çökelleri kategorisi içinde belirtmiştir. Bu fasiyeslerden Ak1 olarak isimlendirilen, laminalı-ince tabakalı, yumrulu killi kireçtaşı litolojisinde olan birim kıvrımlı yapıda olup Soğanlı Formasyonu dolomitik kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Yer yer çörtlü ara seviyeler içermekte olan birim çalışmacı tarafından laminalı kireçtaşı seviyelerinin bulunması sebebiyle durgun su ortamı çökelimi olarak yorumlanmıştır. Kalınlığı yaklaşık 100 m'yi bulan bu istifteki çört tabakalarını oluşturan silisyumun kökeni bilinmemektedir. Ak2 fasiyesi üzerine ani geçişli olarak gelen Ak3 fasiyesi, içerisinde yumurulu ve tabakalı jipslerin bulunduğu bir çamurtaşı fasiyesidir. Burada buharlaşma ile oluşan jips çökellerinin varlığı sıcak-kurak iklim koşullarındaki sınırlı veya kapalı alanları temsil eden lagün-körfez yapıları şeklinde yorumlanmıştır. Laminalı killi kireçtaşı ve marn litolojisinden oluşan en üst fasiyes Ak4 fasiyesidir. Fasiyes içerisindeki laminalanmalar

korunaklı bir çökel ortamını temsil ederken, tane boyundaki derecelenme ortamdaki sınırlı akıntının bir göstergesidir. Tüm bu gözlemler neticesinde çalışmacı tarafından Soğanlı Formasyonu ve Akçapınar Formasyonu beraber düşünülerek özet bir blok diyagram üzerinde modellenmeye çalışılmıştır.

[16] Sinanoğlu, D., 2012' de Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Safranbolu Havzası (Karabük) Eosen Yaşlı Çökellerin Foraminifer Biyostratigrafisi' isimli yüksek lisans çalışmasında Karabük ili Safranbolu ilçesi civarında Orta-Geç Lütesiyeni temsil eden 6 adet cins ve 11 adet tür tayin etmiştir. Tayin edilen bu türlere dayanılarak Safranbolu Formasyonu için SBZ15 ve SBZ16 biyozonlarını ayırmıştır.

[17] Eroğlu, T., 2013' de Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği ' Boyabat (Sinop) Yöresinde Yüzeyleyen Geç Jura-Erken Kretase Yaşlı İnaltı Formasyonunun Mikrofasiyes Özellikleri' isimli yüksek lisans çalışmasında Orta Pontid'lerde yer alan, havza temelini oluşturan geniş bir yayılıma sahip platform tipi karbonatlardan oluşan İnaltı Formasyonunu incelemiştir. Burada gerçekleştirilen ölçülü kesit çalışmaları ve sistematik örneklem neticesinde bentik foraminiferler, algler, mercanlar, brakhipod ve gastropod türleri tespit edilip, birimlerin yaş ve litofasiyes farklılıklarını ortaya koymada kullanılmıştır. Bu farklılıklar Wilson (1975) standart mikro fasiyeslerine göre isimlendirilerek; 1) oolitik tanetaşı fasiyesi, 2) *Trocholina* sp.'lı vaketaşı, 3) *Thaumatoporella* sp.'lı oolitik istiftaşı ve 4) Alveosepta'lı onkoidal vaketaşı fasiyeleri ayrımı yapılmıştır.

[18] Okur, K., 2014'de Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Safranbolu Havzası'ndaki Eosen Alveolinlerinin Tanımları' isimli yüksek lisans çalışmasında Safranbolu Formasyonuna ait Alveolina türlerini tanımlamıştır. Tanımlanan bu türlere göre Safranbolu Formasyonun yaşı, depolanma ortamı hakkında sunulan bilgilerin yanı sıra havzanın derin, orta ve sığ kesimlerindeki Alveolin çeşitliliği hakkında tespitlerde bulunulmuştur.

[19] Küçükkuş, N., 2014'de Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği 'Batı Karadeniz Bölgesi'nde Yer Alan Zonguldak Formasyonu'nun Kuyu Verileriyle Petrofiziksel Özelliklerinin İncelenmesi' isimli yüksek lisans çalışmasında Batı Karadeniz bölgesinde yüzeyleyen havzada temel niteliğindeki kayaları oluşturan Karbonifer yaşlı Zonguldak Formasyonunun Amasra-Bartın civarında açılan kuyu logları ile petrofiziksel değerlendirmelerini yapmış, formasyonun hazne kaya özellikleri hakkında bilgi vermiştir.

1.3.2 Jeoloji raporları

[21] Saner ve diğ., 1981'de TPAO projesi kapsamında Zonguldak bölgesinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda yaklaşık 3000-3500 m kalınlıktaki Paleozoik istifi ve yaklaşık 5000 m kalınlıktaki Mesozoyik-Tersiyer istifinde hazne kaya yönünden umutlu dört adet seviye tespit edilmiştir. Bu kapsamda ilgili seviyelerin incelenebilmesi için bölgede jeolojik haritalama çalışmaları, ölçülü kesit çalışmaları ve jeofizik çalışmaları yapılarak bölgesel jeoloji aydınlatılmaya çalışılmıştır.

[22] Yergök ve diğ., 1987'de MTA projesi kapsamında Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi isimli çalışmalarında bölgenin genel jeolojisinin yanı sıra formasyonların sedimantolojik özellikleri ve tip kesit bölgeleri hakkında bilgi vermiştir. Güven 1977'nin kullandığı bazı formasyon isimlerini kullanarak havzada Paleosen-Eosen yaş aralığında 6 adet formasyondan bahsetmiştir. Bunlar; Çingiller Fm., Kışlaköy Fm., Alkısrak Fm., Safranbolu Fm., Çerçen Fm., Akçapınar Formasyonlarıdır. Çalışmacı yer yer jips ara katkılı seviyelerin ve çört bantlarının olduğu killi kireçtaşı ve dolomitik seviyelerin baskın olduğu bu formasyonu litolojik olarak kolaylıkla ayırt etmiştir.

[23] Barkurt ve diğ., 1990'da MTA projesi kapsamında Kastamonu-Araç ve Güneyinin Jeolojisi isimli raporda daha ziyade Ilgaz-Tosya masifi ile Daday masifi arasında kalan F30-F31 nolu bölgelerin jeolojisi ve stratigrafisi hakkında bilgi vermiştir. Yapılan bu çalışmada havzanın batısında (F29) bulunan formasyon isimleri ile şöyle bir deneştirme yapılmıştır; Safranbolu Formasyonu için Araç Formasyonu, Karabük Formasyonu için

Samatlar Formasyonu, Soğanlı Formasyonu için Terke formasyonu, Akçapınar Formasyonu için Şıhlar formasyonu, Güven 1980 çalışmasındaki Terke Volkanikleri için Hıratepe Formasyonu isimleri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmacılar bölgenin özet niteliğindeki genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesitini sunmuşlardır.

[24] Erten ve Özcan 1997'de MTA projesi kapsamında Karabük-Safranbolu-Eflani-Araç Çevresinin Tersiyer Jeolojisi ve Kömür Olanakları Raporu isimli çalışmalarında bölgedeki Tersiyer birimlerinin linyit potansiyeli ve bunların ekonomik değerlendirilmesi hakkında bilgi vermiştir. Bölgenin genel stratigrafisi için Saner ve diğ., 1979 tarafından kullanılan formasyon isimlendirmeleri tercih etmişlerdir.

[25] Tüysüz ve diğ., 1998'de TÜBİTAK projesi olarak gerçekleştirilen çalışmada Batı Pontid (İstanbul Zonu) ve Orta Pontid (Sakarya Zonu) Kuşaklarını birbirinden ayırmaya çalışmışlardır. Bu ayrımdaki temel kıstas Batı Pontid'lerin (İstanbul Zonu) temelinde paleozoyik istif bulunurken, Orta Pontid (Sakarya Zonu) temelinde Triyas yaşlı okyanusal kayalar bulunmaktadır. Havzada yapılan jeolojik harita çalışmaları kapsamında formasyon isimleri, Sinop ve Zonguldak paftaları alt başlıkları altında bulundukları tektonik kuşaklara göre yapılmıştır. Burada bizim çalışmalarımızda havza temeli olarak kabul edilen Bürnük, Ulus vb. Formasyonları Zonguldak paftası Batı Pontidler (İstanbul Zonu) içerisinde sınıflandırılmıştır.

[26] Herece ve Uysal 1999'da MTA projesi kapsamında 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Ön Değerlendirme Raporu isimli çalışmalarında Düzce'de KAF hattı üzerinde meydana gelen depremin yüzey kırıklarını incelemiştir. Kırık boyunca gelişen yapılar, kırığın oluşturduğu geometri, kırığın doğu-batı yönlü uzanımı gibi parametreler belirlenerek havzayı tektono-stratigrafik olarak şekillendirmede büyük öneme sahip olan KAF hattının bu bölge içerisindeki güncel verilerini haritaya aktarmıştır.

[27] Timur ve Aksay 2002'de MTA projesi bünyesinde 1/100.000 ölçekli F29 Zonguldak jeoloji haritaları yapımı kapsamında hazırladıkları raporda bölgedeki formasyonlarla ilgili kısa bir bilgi sunarak bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kolon

kesitini sunmuşlardır. Burada formasyonların litolojik özellikleri hakkında sunulan özet bilginin yanı sıra bölgedeki birimlerin doğrultu, eğim yönü, formasyon sınırı ve tektonizmaya bağlı olarak gelişen fay, kıvrım ve bindirme hatlarını gösterir jeoloji haritasını hazırlamışlardır.

[28] Herece ve Akay 2003'de MTA projesi kapsamında yaptığı çalışmada Karlıova-İzmit ve Gaziköy-Saros Körfezi aralarında bulunan Kuzey Anadolu Fay hattının 1/100.000'lik haritasını yapmıştır. Bu çalışmayla KAF'ın diri faylarının, ikincil faylarının ve eski faylarının geçtiği yerler belirlenerek adlandırılmıştır. Ayrıca KAF hattı boyunca temel kaya üniteleri ve onları açısal uyumsuzlukla örten havza birimlerinin tektonik-stratigrafik ilişkilerini gösterir bir kesit hazırlanmıştır.

[29] Tüysüz ve diğ., 2004'de MTA Genel Müdürlüğü adına yapılan 'Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri' isimli çalışma Türkiye Stratigrafi Komitesinin litostratigrafi birimleri için önerdiği formasyon isimlendirmeleri ve özelliklerini belirtmektedir. Burada formasyonlar 1) Prekambriyen litostratigrafi birimleri, 2) Paleozoyik litostratigrafi birimleri, 3) Triyas-Erken Kretase litostratigrafi birimleri ve 4) Geç Kretase-Eosen litostratigrafi birimleri adı altında 4 ana başlıkta toplanmıştır. Burada bizim çalışma konumuz ve alanımızla alakalı olan Akçapınar Formasyonu'ndan 4. Ana başlığın Güney Kuşak alt başlığı altındaki Safranbolu bölümünde bahsedilmiş, formasyon için Saner ve diğ., 1979 tarafından verilen isimlendirme esas alınmıştır. Safranbolu Havzasında önceki çalışmacılar tarafından değişik isimlendirmelerle sunulan formasyonlar bundan sonra gerçekleştirilecek çalışmalarda bir bütünlük teşkil etmesi için Çingiller, Kışlaköy, Alkısrak, Safranbolu, Karabük, Çerçen, Soğanlı, Akçapınar, Boyalı ve Yörük Formasyonları isimleri ile kullanılması kabul edilmiştir.

[30] Uğuz ve Sevin 2011'de 1/100.000 ölçekli F30 Kastamonu jeoloji haritaları yapımı için hazırladıkları MTA raporunda bölgede Paleozoikle başlayan Kuvaterner'e kadar devam eden formasyonlar hakkında bilgi sunmuşlardır. Ancak F29 Zonguldak paftasında bulunan birimlerin yanal devamı niteliğinde olan bu haritada Akçapınar Formasyonu (Tea rumuzuyla gösterilen birim) Eosen birimleri içerisinde yer alan Martlı

Formasyonu Killi Kireçtaşı Üyesi (Temkk) olarak adlandırılmıştır. Bu adlama Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından Tüysüz ve diğ., 2004' ün yaptığı çalışma kapsamında verdiği formasyon isimleri ile örtüşmemektedir.

1.3.3 Çalışma alanı ile alakalı makaleler

[31] Saner, S., 1978'de 'Orta Sakarya'daki Geç Kretase-Paleosen-Eosen Çökelme İlişkileri ve Anadolu'da Petrol Aramalarındaki Önemi' isimli makalede Orta Sakarya'nın kuzeyindeki Geç Kretase sonrası paleocoğrafyayı şu şekilde tasvir etmiştir; Güneyden kuzeye doğru başlayan regresyon sebebiyle havzada bir sığlaşma olmuştur fakat deniz tamamen çekilmemiştir. Bu sebeple havzanın kuzeyinde denizel Geç Kretase-Eosen devamlılık arz ederken, havzanın güneyinde bu periyod arasındaki Paleosen karasal bir istif olarak kendini gösterir. (Çalışma sahamızın oldukça güneyinde bulunan bu havza genel itibariyle Geç Kretase-Eosen dönemleri arasında gösterdiği regresif istif olarak benzerlik gösterse de çalışma sahamızdaki su derinliği daha sığ seviyelerde olup, yer yer evaporitik istifler sunmaktadır.)

[32] Saner ve diğ., 1980'de 'Safranbolu Havzasının Jeolojik Yapısı ve Tersiyer Paleocoğrafyası' isimli makalede havzanın kuzeyinde ve güneyinde Mesozoyik birimleri üzerinde uyumsuz bulunan birimleri farklı olarak tanımlamıştır. Havza kuzeyinde yaklaşık 1500 metreyi bulan kalınlıkta olan Karabük Formasyonuna karşılık güney kesimde Çerçen Fm., Soğanlı Fm., Akçapınar Fm. ve Yunuslar Fm. çökelmiştir. Ayrıca çalışmacılar havza güney ve kuzeyindeki bu farklı çökelimi özet bir modelle sunmuşlardır

[33] Saner, S., 1979/1980'de 'Batı Pontid'lerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuramıyla Açıklanması' isimli makalesinde Batı Karadeniz bölgesini içine alan Pontid kuşağının ve Karadeniz havzasının geçirdiği tektonik dönüşümü ve bu dönüşüm esnasında Pontid kuşağı üzerinde doğrudan oluşmuş havzaların (Boyabat, Çaycuma-Bartın ve Safranbolu) tektono-stratigrafik modelini vermiş, ayrıca bu havzalara komşu niteliğindeki Trakya, Sivas, Çankırı-Çorum, Haymana ve Tuz Gölü

havzaları gibi oluşum temelinde ofiyolitik karmaşığın bulunduğu regresif istiflerden oluşan bu basenler hakkında kısa bir bilgi sunmuştur.

[34] Koçyiğit, A., 1987 tarafından 'Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası Kuzey Kenarının Stratigrafisi ve Niteliği' isimli makalede havza temelini Çağlayan Formasyonu filişleri (Erken Kretase) ile başlatmıştır. Bu birimin üzerine uyumsuz olarak gelen erken Lütesiyen birimlerini ise alttan üste doğru şu şekilde sıralamıştır; Küpler Fm. (Kısıkdere ve Bulak üyesi), Gazez Fm., Hastarla Fm ve Armeşe Fm (Köydere ve Beşbinevler üyesi). Ayrıca havzada yaptığı gözlemler neticesinde erken Lütesiyen formasyonlarının yüksek enerjili sığ denizel ortamları, geç Pliyosen-Holosen formasyonların ise akarsu ortamlarını temsil ettiğini belirtmiştir.

[35] Okay. A. I., 1989'da Pontidlerdeki Suturlar ve Tektonik Birlikler isimli makalesinde Orta-Geç Mesozoyik dönemde Pontidleri oluşturan üç tektonik birliği şu şekilde sıralamıştır; 1-) Batıda Istıranca Masifi, 2-) İstanbul Zonu, 3-) Sakarya Zonu. Ayrıca burada iki zonun geçişi olan İntra Pontid suturu/kuşağı Geç Triyas-Erken Jura döneminde İstanbul Zonu (Paleozoyiği) ile Sakarya Zonunu (Karakaya Kompleksi) bir birinden ayıran hat olarak tarif edilmiştir. Senozoyik döneminde Safranbolu havzası bu hat üzerinde oluşmuştur.

[36] Tari ve diğ., 2016'da yaptığı çalışmada Batı Karadeniz şelfindeki sismik yansıma profillerinden elde edilen uyumsuzluk yüzeyinin tıpkı Akdeniz Bölgesindeki Mesiniyen tuzluluk krizi sonrası oluşan uyumsuzluk düzlemi ile ilişkilendirerek bu olayı araştırmıştır. Eosen sonunda Karadeniz'in izole hale gelmesi küresel ölçektekinden farklı bir deniz seviyesi değişimine sebep olmuştur. Çalışmacılar bu deniz seviyesi değişimine sebep olan üç büyük önemli olaydan biri olan Mesiniyen dönemindeki muhtemel etkiyi araştırmışlardır.

[37] Okay ve diğ., 2017'de yaptığı çalışmada Geç Kretase/Güncel Karadeniz Baseni ve Eosen-Oligosen Trakya Baseninin metamorfik ve magmatik kayaları içeren Istıranca Masifi ile Geç Kretase sonundaki yükselim ile ayrıldığını belirtmektedir. Çalışmacı

Eosen-Oligosen zaman aralığında İstanbul'un batısındaki Çatalca açıklığından bu iki basenin birleştiğini ortaya koymuştur. Burada Çatalca açıklığını şekillendiren tektonik unsurların yanı sıra, açıklık zamanında çökelen marn istiflerinin pelajik içerikli biyostratigrafisini de ortaya koymuştur.

[38] Erdem ve Taşgın 2019'da Kastamonu Tosya bölgesinde erken Eosen karbonatlarında yaptıkları çalışmada 8 adet mikro fasiyes ayırdımı yapmışlardır. Bunlar; 1-Milliolidli vaketaşı, 2-Porselen kavkılı vaketaşı, 3-Alveolinli vaketaşı-istiftaşı, 4-Alveolinli vaketaşı, 5- Algli vaketaşı, 6-Mercanlı- algli tanetaşı-istiftaşı, 7-Alveolinli-nummulitli vaketaşı-istiftaşı, 8- Nummulitli vaketaşı-istiftaşıdır. Çalışmacılar artan fasiyes numarasına göre sığ karbonat çökelim ortamından daha derin karbonat çökelim ortamına doğru tanımladıkları fasiyesleri şematize etmişlerdir.

[39] Okay ve diğ., 2020'de Batı Karadeniz Bölgesi, Trakya havzasında yaptığı çalışmada Karadeniz ile Trakya havzasındaki deniz bağlantısının geç Eosen-erken Oligosen zaman aralığındaki varlığını tespit etmiştir. Çalışmasında bölgesel çalışmalarda da değinilen Eosen sonunda Balkanlar, Anadolu ve İran kuşağını içine alan bir kara zonu oluşmuştur. Bu zonun oluşmasında tektonik yükselimin yanı sıra, deniz seviyesindeki düşüş, Karadeniz-Hazar denizinin açık okyanustan izole hale gelerek sınırlı denizel koşuları oluşturmasının büyük etkisi olmuştur. Çalışmacı Karadeniz ile Trakya havzasındaki Eosen-Oligosen çökellerine bakarak muhtemel bağlantının Çatalca boşluğu veya Kıyıköy-Pınarbaşı hattı üzerinden gelişebileceğini arazi gözlemlerinin yanı sıra biyostratigrafik bulgularla da tespit ederek açıklamaya çalışmıştır.

[40] Sancay ve Batı 2020'de Trakya havzası ve Batı Karadeniz bölgesinde Paratetisin paleocoğrafyasının önemli bir dilim olan Eosen-Oligosen sınırını içeren istifin palinostratigrafisini çalışmışlardır. Çalışma sonucunda palinomorf toplulukları ve organik malzeme bileşenleri geç Eosen-erken Oligosen döneminde sığ-açık denizel koşulların egemen olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışmacılar deniz palinomorflarının baskınlığını herhangi bir tatlı su girişimi olmadan depolanmanın Paratetisin izolasyonundan önce gerçekleştiğini söylemişlerdir.

1.3.4 Çalışma konusu ile alakalı makaleler

[43] Rögl 1999'da yaptığı çalışmada geç Eosen döneminde Hindistan levhasınn Asya levhası ile çarpışmasının sonucunda Tetis Okyanusunun batı kesiminin etkilendiğini, bunun sonucu olarak Akdeniz ve iç kıtasal Paratetis kalıntı denizlerinin oluştuğunu ifade etmiştir. Akdeniz baseninde açık okyanus bağlantıları Oligosen-Miyosen süreçlerinde devam etmesine rağmen, değişken bağlantı koşullarından kaynaklı olarak Doğu ve Batı Paratetis farklı denizel koşullar sergilemektedir. Paleocoğrafik olarak Trakya ve Batı Karadeniz basenini Paratetisin doğu kalıntısı olarak ele alırsak, Eosen-Oligosen geçişi sırasındaki Paratetisin izole hale gelmesi Trakya ve Batı Karadeniz alt havzalarının şekillenmesinde etkili olmuştur.

[44] Pomar 2001'de yaptığı çalışmada geniş bir yelpazede çeşitlilik sunan karbonat platformları için yapılan tanımlamaları ve kökensel oluşumlarını irdelemeye çalışmıştır. Doğru tanımlamaların yapılabilmesi için sismik görüntülemelerin ve fasiyes geometrilerinin belirlenmesinin oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır. Kökensel olarak platform tipini belirlemede topoğrafyanın yanı sıra iklime bağlı deniz seviyesi değişimleri de etkili olabilmektedir. Bu etki neticesinde denizel bağlantının giderek azalıp kaybolduğu havzalarda sınırlı/kapalı tipte platformlar oluşabilmektedir.

[45] Nebelsick ve diğ. 2005 çalışmasında Eosen-Oligosen zaman diliminde Alp karbonat kuşağı üzerindeki fasiyes dinamiklerini incelemiştir. Burada fasiyes dinamiği kavramını belirli bir zaman ve mekan diliminde filojenetik, ekolojik ve jeolojik etkilerle karbonat fasiyes tipindeki değişimler olarak tarif etmiştir. Sığ denizel karbonat çökellerinin incelediği bu çalışmada baskın olarak 14 ana fasiyes (alg, mercan ve foraminifer içeren) tipi dağılımları ile ele alınmıştır.

[46] Schulz ve diğ., 2005'te erken Oligosen safhasında Paratetis ve Karadeniz'in oluşumunu incelediği çalışmasında Avusturya'nın Molasse Basenini ele alamıştır. Paratetisin merkezinde oluştuğunu düşündüğü bu basende Paratetisin paleocoğrafik olarak açık deniz koşullarından sınırlı-kapalı koşullara geçişini-izolasyonunu gerek

litostratigrafik (siyah şeyller) , gerekese biyostratifrafik (NP23 zonu ve Paratethys bioprovince) olarak gözlemlemiştir. Tüm bunlar Eosen/Oligosen geçişini de içine kapsayan Senozoyik'in en uzun anoksik olayı olarak yorumlanmaktadır.

[47] İslamoğlu ve diğ., 2008'de yaptığı çalışmada Batı Tetis ile Doğu Paratetis arasında önemli bir kesişim noktası olan Trakya Baseni Oligosen çökel istiflerini incelemiştir. Bu çalışma kapsamında Eosen dönemi sığ karbonat platformu üzerine gelişen Oligosen istifi ve paleocoğrafik izolasyonu üç aşamada göstermiştir. Basen için bunlar; Rupeliyen döneminde Batı Tetis'in bir parçası, daha sonra erken Oligosen dönemi ve Tetis Okyanusundan izolasyon ve Geç Solenovian'da ise mangrov ve çeşitli mollusk türlerini içeren kıtasal bir bataklık olarak nitelendirilebilir.

[48] Sotak 2010'da 'Karpatlar Boyunca Eosen-Oligosen Geçişindeki Paleocoğrafya Değişimleri' isimli makalesinde Eosen-Oligosen yaşlı sedimanter istif tarafından kaydedilen iklimsel değişim dönemlerinden (PETM; Paleosen-Eosen termal maximum, MECO; Orta Eosen klimatik optimum, LECD; geç Eosen iklimsel bozulma, EOCC; erken Oligosen iklimsel soğuma) bahsederek, iklimin paleocoğrafya üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

[49] Koç-Taşgin ve diğ., 2018'de Bigadiç Havzası göl çökellerinde gerçekleştirdiği çalışmada havzada dolgu niteliğinde olan kiltaşı, marn, kireçtaşı gibi taban birimlerinin kayma-oturma yapıları, kaya düşmeleri, kaotik yapılar, klastik dayklar, sin sedimanter faylar ve breşik kireçtaşı gibi yumuşak tortul deformasyon unsurları tespit etmişlerdir. Tıpkı Akçapınar Formasyonu'nda olduğu gibi yapısında kil taşı, marn ve plastik davranış sergileyebilen birimler bulunduran Eosen-Oligosen-Miyosen yaşlı çökellerde sıklıkla yumuşak tortul deformasyona rastlanılmaktadır.

1.4 Materyal ve Yöntem

Çalışmanın başlıca materyali Karabük il sınırları içinde bulunan Kastamonu-Karabük karayolunun güneyinde kalan Soğanlı Çayı ve bu çayı aşağı yukarı kuzey-güney

istikametinde kesen vadileri kapsayan Eosen istifi içerisindeki Akçapınar Formasyonu ve bu formasyondan derlenen örneklerdir. İnceleme yöntemi ise saha, laboratuvar ve ofis çalışmaları olarak üç bölümde sunulmuştur.

1.4.1 Saha çalışmaları

Saha çalışmaları 2018, 2019 ve 2020 yıllarında yapılmıştır. Öncelikle bölgenin yapılmış jeoloji haritası (F29 c1-2,4/F30 d1-2) kontrol edilmiş, incelenen Eosen birimlerinin alttaki ve üsteki birimlerle olan dokanakları gözden geçirilmiştir. Jeoloji haritası yapılmamış, fakat yerine göre formasyonların sınırlarında eklemeler ve düzeltmeler yapılarak, harita revize edilmiştir (Ek 2-6).

Saha çalışmalarının ikinci bölümü, harita incelemeleri sırasında belirlenen yerlerden ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) yapmak şeklinde planlanmıştır. ÖSK'lar şerit metre-pusula yöntemi ile yapılmış, ölçümler sırasında kullanılan GPS cihazları ile alınan koordinatlar ÖSK çalışmaları şekil açıklamalarında verilmiştir. Örnekleme ise hem sedimantolojik özelliklerin değiştiği yerden, hem de monoton istiflerde daha sık ara ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleme sırasında başta tabakalanma durumu, litoloji ve tortul yapılar ayrıntılı şekilde kaydedilmiştir. Yapılan ÖSK sayısı 20'dir, bunlardan derlenen toplam örnek sayısı ise 250'dir.

1.4.2 Laboratuvar çalışmaları

Yukarıda belirtilen farklı dönemlerde ve saha içerisinde farklı alanlarda gerçekleştirilen ÖSK çalışmaları ve nokta örnek alımı çalışmaları kapsamında derlenen 250 adet el örneği Ankara Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü ince kesit laboratuvarında petrografik ve paleontolojik ince kesitleri yapılarak, yine aynı bölümde bulunan optik laboratuvarlarında polarizan mikroskoplar yardımı ile incelenmiştir. İnce kesit çalışmalarında kimyasal içeriği belirlenemeyen 14 farklı ince kesit üzerinden yaklaşık 29 adet farklı nokta için RAMAN çalışması gerçekleştirilmiştir.

Akçapınar Formasyona ait killi fasiyeslerden derlenen yaklaşık 30 adet palinolojik örnek spor-polenlere göre yaşlandırma, ortam ve paleoiklim verilerinin aydınlatılması amacı ile Ankara da Özel bir laboratuvar şirketi tarafından palinolojik kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kesitler polarizan mikroskoplar altında gözle spor-polen nokta sayımları yapılarak değerlendirilmiştir.

7 adet örnekten ayrıntılı mineralojik ve mikro doku tanımlaması çalışmaları kapsamında MTA MAT Dairesi bünyesindeki SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü bünyesindeki SEM laboratuvarı kullanılmıştır. Yine bu örnekler ait bazı ince kesitlerden detay nokta analizleri Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezindeki RAMAN laboratuvarında yapılmıştır.

Belirlenen 30 adet numune Ankara Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü ince kesit laboratuvarı bünyesinde bulunan halkalı öğütücüler yardımı ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Bu toz numunelerden mineralojik amaçlı tüm kaya ve kil çekim XRD çalışmaları MTA MAT dairesi bünyesindeki XRD laboratuvarında yapılmıştır. Cu X-ışın tüpü Panalytical X Pert Powder XRD analiz cihazı ile 4-70° arası, 15°/dk çekim hızı, Cu X-ışın tüpü Buruker D8 Advance XRD analiz cihazı ile 4-70° arası, 15°/dk çekim hızında gerçekleştirmiştir. Sedimantasyon yöntemi ile kil boyu bileşenleri (< 2 μm) ayrılan örneklerin kil fraksiyonu difraktogramları normal (N), Etilen Glikollü (EG) ve fırınlanma (300 ^{0}C ve 550 ^{0}C) işlemlerinden geçirilerek elde edilmiştir. Elde edilen difraktogramlar ASTM (1972) kartoteksi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Elementel analiz ve esas-ana oksit gibi parametrelerin belirlenmesi amacıyla 21 adet örnek uluslararası akreditasyona sahip ACME laboratuvarına gönderilmiştir. Perkin Elmer marka ICP-MS cihazı ile jeokimyasal analizler yapılmıştır. Lityum tetra borat ile eritiş pelletleri hazırlanan örnekler nitrikasitte çözülerek elde edilen çözeltilerin cihazda okuması alınmıştır. Ölçümlerdeki deteksiyon limitleri SiO_2 için %0.01, Al_2O_3 için %0.01, Fe_2O_3 %0.04, CaO için %0.01, MgO için %0.01, Na_2O için %0.01, K_2O %0.04,

MnO için %0.01, TiO_2 için %0.01, P_2O_5 için %0.01, Cr_2O_3%0.002, Ba için 5 ppm, AK için %0.1 olarak belirtilmiştir.

25 adet örnek için ^{18}O ve ^{13}C karbon izotoplarının ölçülmesi için örnekler uluslararası akreditasyona sahip Arizona Üniversitesi İzotop laboratuvarına gönderilmiştir. Karbonatlar için $d^{18}O$ ve $d^{13}C$ ölçümü otomatik karbonat hazırlama cihazının (KİEL-3) kütle spektrometresine (Finnigan MAT 252) bağlanması ile ölçülmüştür. Toz numuneler, 70 ° C'de vakum altında susuz fosforik asit ile reaksiyona sokulmuş ve izotop oranı ölçümleri NBS-19 ve NBS-18 standartlarının tekrarlanan ölçümlerine dayalı olarak kalibre edilmiştir. Hassasiyet, $d_{18}O$ için ± 0.1 ve $d_{13}C$ (1sigma) için ± 0.08'dir.

Karbonat örneklerinin yaşlandırılmasında, ortamsal verilerin elde edilmesinde kullanılan $Sr^{86/87}$ izotop ölçümleri uluslararası akreditasyona sahip ODTÜ merkez jeokimya laboratuvarına yapılmıştır. Numunelerden yaklaşık 100'er miligram tartılarak PFA şişelere aktarılmıştır. Numuneler, 10 mL De-iyonize su içinde 1 gün süreyle >100°C'lik ısıtıcı tabla üzerinde bekletilerek çözülmüştür. Isıtıcı tabla üzerinde buharlaşmaya yakın kurutulan örnekler 4 mL 6 N HCl içinde yine bir gün süreyle ısıtıcı tabla üzerinde tamamen çözülmüş, daha sonra tekrar ısıtıcı tabla üzerinde buharlaştırmaya yakın kurutularak 1 mL 2,5 N HCl içine alınmış ve kromatografiye hazır duruma getirilmiştir. Stronsiyum elementi, 2,5 N HCl asitle 2 mL hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak teflon kolonlarda ayrılmıştır. Stronsiyumun toplanmasından sonra 6 N HCl ile nadir toprak elementleri fraksiyonu toplanmıştır. Stronsiyum, tek Re-filamenti üzerine Ta-aktivatör ve 0,005 N H_3PO_4 kullanılarak yüklenmiş ve statik moda ölçülmüştür. $^{87}Sr/^{86}Sr$ verileri $^{86}Sr/^{88}Sr$=0,1194'e normalize edilmiştir. Ölçümler sırasında Sr NBS 987 standardı 0,710286±5 (n=2) olarak ölçülmüştür. Stronsiyum izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde gerekli bias düzeltmesi yapılmıştır. Ölçümler, Triton Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyindedir.

1.4.3 Ofis çalışmaları

Arazi çalışmaları ve çeşitli laboratuvar çalışmaları kapsamında yapılan gözlem ve değerlendirmeler ofis çalışmaları ile şekillendirilmiştir. Bunlar kısaca şu şekilde özetlenebilir;

1-Çalışma alanının farklı bölgelerini ve genel stratigrafisini temsil eden ölçülü stratigrafik kesitler, jeolojik enine kesitler, laboratuvar çalışmalarında elde edilen mikroskop görüntüleri ve üzerindeki belirteçler, jeolojik harita revizyonları ve lokasyonların jeolojik harita üzerinde düzenlenmesinde Corel Draw çizim programı yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

2-Jeokimyasal verilere ait istatistiksel çizelge/grafik ve tabloların oluşturulmasında ise Microsoft Excell programı kullanılmıştır.

2. BÖLGESEL JEOLOJİ ve JEODİNAMİK GELİŞİM

Çalışma sahası içerisinde; Kambriyen ve öncesi dönemlere ait metamorfik temel kayaçlar bulunmasına rağmen, bu çalışma kapsamında sahada geniş yayılımları olan Kretase yaşlı Ulus ve Abant formasyonları (karmaşığı/bloklu filiş) temel birimler olarak kabul edilmiştir (Ketin ve Gümüş 1963; Akyol ve diğ., 1974; Yılmaz ve diğ., 1981). Temel formasyonları çalışılan havzanın kuzeybatısı ve güneyinde geniş yüzlekler vermekte olup, havzanın orta kesiminde daha çok Paleojen-Neojen istifleri gözlenmektedir (Ek 3-6).

Çalışma sahası içerisinde yaklaşık Doğu-Batı doğrultulu iki adet (Hatlardağ ve Karagöl) bindirme hattı gözlemlenmektedir. Bunlardan nispeten daha güneyde olanında Hatlardağ Bindirmesi (Şen 2001) Erken Kretase yaşlı Ulus Formasyonu erken Eosen (Kuviziyen) yaşlı Safranbolu Formasyonu'na ve erken-orta Eosen (geç Kuviziyen-erken Lütesiyen) yaşlı Karabük Formasyonunun Çerçen Üyesine (Saner ve diğ., 1979) bindirmiştir (Ek 3-4). Bindirmenin muhtemel yaşı erken Eosen'dir. Daha kuzeyde bulunan Karagöl Bindirmesi (Şen 2001) ise nispeten daha genç yaşta olup, Akçapınar Formasyonu'nun Yunuslar Formasyonu'na olan bindirmesi şeklinde gözlenmektedir.

Bindirmenin muhtemel taban yaşı erken Oligosendir. Genel olarak, Kuzey-Güney yönlü sıkışma rejimi ile oluşan büyük ölçekteki iki adet bindirme hattı; çalışma sahası içerisinde belirgin antiklinal, senklinal ve devrik tabakalı yapıların oluşmasında etkili olmuştur (Ek 3; Harita 1). Bahsedilen bu bindirme hatlarından Hatlardağ Bindirmesi daha ziyade çalışma alanı içerisindeki Safranbolu ve Soğanlı karbonat platformlarının yanı sıra Karabük Formasyonu Çerçen Üyesi kırıntılı birimlerini de etkileyerek özellikle Safranbolu Formasyonunda boyutu yaklaşık 30-50 cm'yi bulan iri yumrulara benzer yapıları oluşturmuştur (Şekil 3.6). Benzer şekildeki deformasyon yapılarına ise Soğanlı Formasyonu'nda büyük ölçekli antiklinal yapıları şeklinde rastlamak mümkündür (Şekil 3.9). Daha genç olan muhtemel erken Oligosen taban yaşlı olan ikinci bindirme ise Pürçükören Formasyonu ve özellikle Akçapınar Formasyonu'nu etkilemiştir (Tekin ve Us 2020). Yumuşak (soft) sedimanter deformasyon yapılarını (antiklinal-senklinal

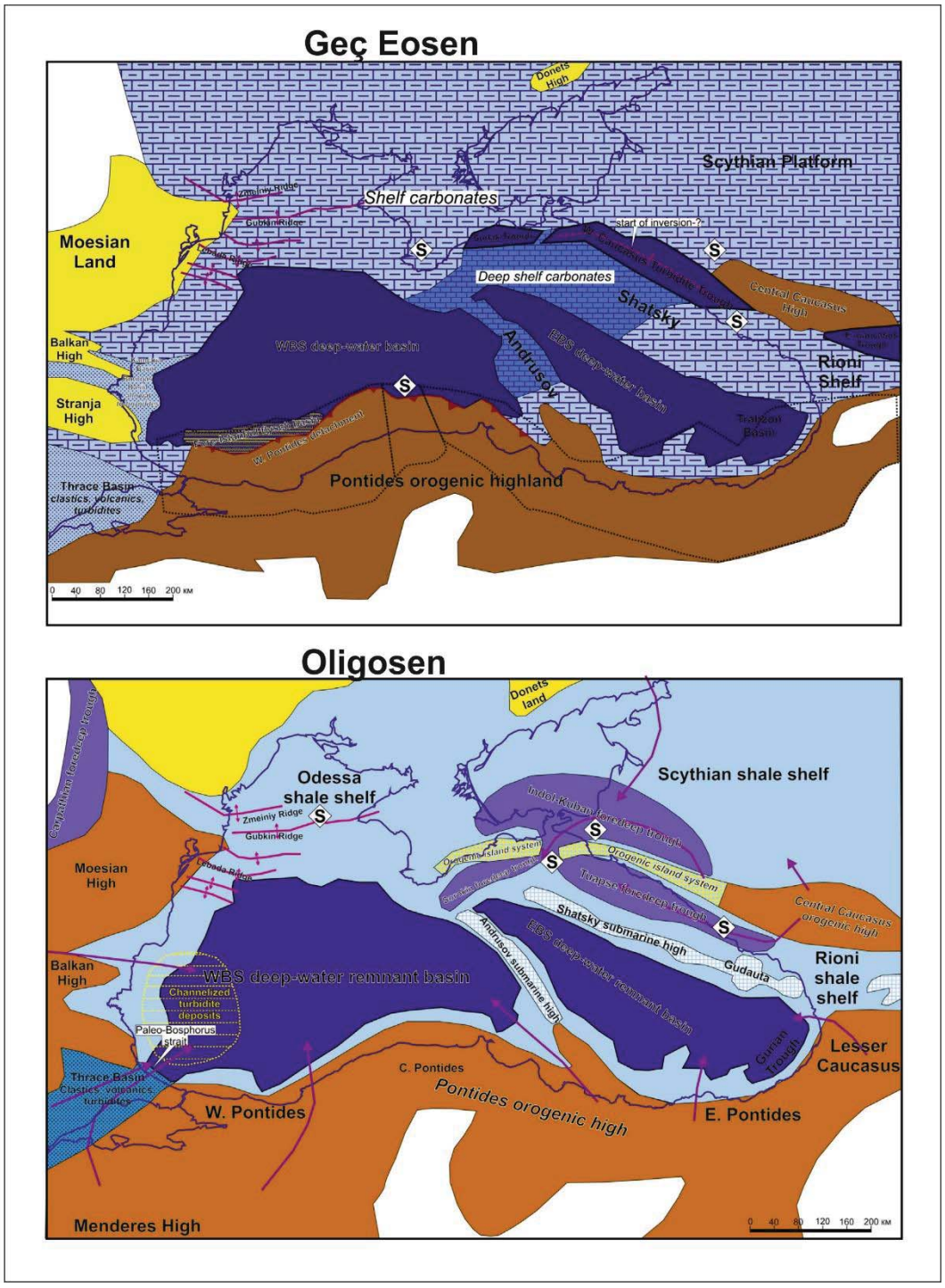
kıvrımlanmaları, mikro faylanmalar ve breşik zonlar gibi) sıklıkla barındıran Akçapınar Formasyonu'na ait büyük ölçekli (birkaç 10 metre) antiklinal ve senklinallerin muhtemel oluşum mekanizması bu şekilde olmalıdır (Şekil 4.2, 18, 24, 28, 30, 36, 38, 42, 44).

Çalışma sahasını dolaylı olarak ilgilendiren Karadeniz Havzası, Erken Kretase döneminde Doğu ve Batı havzalarından oluşmaktadır. Batı Karadeniz, Moezya Platformunun (Sırbistan) açılması sırasında şekillenirken (Okay ve diğ., 1994), Santoniyen-Kampaniyen döneminde Doğu Karadeniz Havzası Kırım'ın güneyindeki bir eksen etrafında saat yönünün tersine dönerek gelişmiştir (Görür ve Tüysüz, 1997; Hisarlı 2011; Çinku ve diğ., 2017). Karadeniz Havzası: Erken Kretase döneminde marjinal olarak açılan yay gerisi bir havza karakterinde gelişmiştir (Okay ve diğ., 1994; Okay ve Şahintürk 1997; Nikishin ve diğ., 2015). Bu tür çökel istifler, çalışma alanında temel birimler olarak kabul edilen Ulus ve Abant Formasyon'ları ile benzerlik göstermektedir.

Orta Eosen dönemine gelindiğinde İstanbul ve Sakarya blokları çarpışarak Batı ve Doğu Karadeniz havzalarının güneyinde Pontid sıradağ hattını oluşturmuştur (Görür, 1988; Robinson ve diğ., 1995; Yigitbaş ve diğ., 1995; Stephenson ve Schellart 2010). Çalışma alanı bu sıradağ hattı ile Batı Karadeniz havzasından ayrılmıştır. Güneyde kalan çalışma alanında, Eosen sonuna doğru sığlaşma ve karasal ortama geçiş fazları gözlemlenirken, kuzeyde Miyosen sonlarına doğru büyük deniz seviyesi düşüşleri gözlemlenmiştir (Okay ve Nikishin, 2015). Türkmen ve Çemen (2020) yaptıkları çalışmada Kretase-Eosen arasındaki süreçte normal faylanmaların Eosen dönemindeki kıvrım-bindrime (fold-thrust beld) yapılarına etkisini ve dolayısıyla havzanın geçirdiği tektono-stratigrafik gelişimi irdelemiştirler. Bu tektono-stratigrafik gelişime göre havzada 3 ana ünite gözlenmektedir. Bunlar sırasıyla; 1) Erken Devoniyen-Erken Kretase rift öncesi Paleozoyik sedimanter birimler, 2) Erken Kretase-Eosen rift esnası Mesozoyik sedimanter birimler, 3) Eosen'den günümüze olan rift sonrası, Pontid kuşağının oluşum dönemi sedimanter birimleridir. Buradaki rift sonrası dönem tektono-stratigrafik gelişim bakımından çalışma sahası ile benzerlikler sunmaktadır. Neotetis Okyanusu'nun kapanması esnasında Pontidler boyunca kıvrım-bindirme kuşağı şekillenmeye başlamış

ve bu kapanma Batı Karadeniz bölgesinde tektonik rejimi genişlemeliden-sıkışmalıya çevirerek, Eosen'den günümüze baskın olarak sıkışmalı karakterde havza gelişimin devam etmesine neden olmuştur (Robertson ve diğ., 2012). Benzer şekilde çalışma alanındaki temel birimler Ulus ve Abant formasyonları riftleşmeye bağlı olarak genişlemeli bir rejimde çökelmiştir (Şen 2001). Daha sonra baskın olarak güneyden kuzeye sıkışmalı rejim içerisinde bindirme hatlarının ve kıvrımlarının gözlemlendiği Soğanlı, Pürçükören ve Akçapınar formasyonlarının oluşumu gözlenmektedir. Kuzey-Güney sıkışma etkisi havzanın güneybatı kesiminde devrik kıvrımlanmalar ve ters faylarla daralırken, havzanın kuzeydoğu kesimi ise alansal olarak daha geniş kalmıştır (Timur ve Aksay 2002).

Küresel ölçekteki paleocoğrafya ya bakıldığında ise geç Eosen döneminde Avrasya ve Afrika kıtaları yakınlaşmaya başlamış, Hindistan Plakası kuzeyde Asya ile çarpışarak Alpin orojenezini başlatmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981; Şengör ve Yılmaz 1983; Okay ve Tüysüz 1999; Golonka 2004; van Hinsbergen ve diğ., 2020). Neotetis Okyanu'su yavaş yavaş kapanırken, Pontidler bu aşamada su üzerine çıkmaya başlamıştır (Okay ve Şahintürk, 1997; Popov ve diğ., 2004; Barrier ve diğ., 2018; Nikishin ve diğ., 2015) (Şekil 2.1). Erken Oligosen dönemine gelindiğinde ise Alpin-Karpatyan Havzası kapanarak, bugünkü Karadeniz Havzası şekillenmeye başlamıştır (Schmid ve diğ., 2019). Anadolu Plakası'nın yükselimindeki hızlanma Türkiye'nin tektonik birliklerinin oluşmasında ve iç havzaların gelişiminde önemli roller oynamıştır (Okay ve diğ., 2020). Arap Plakası'nın kuzeye doğru hareketi ile İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu'nun kuzeyindeki Pontidler'i hızla şekillendirmeye başlamıştır. Yaklaşık geç Eosen-?erken Oligosen yaşlı Akçapınar Formasyonu tüm bu jeodinamik süreç içerisinde giderek sınırlı ve daha sonra neredeyse tamamen denizel etkiye kapalı bir havzada çökelen birimlerden oluşmuştur.



Şekil 2.1 Pontidlerin Geç Eosen-Oligosen paleocoğrafik gösterimi (Nikishin ve diğ., 2015)

3. GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanı, Türkiye'nin Tektonik birlikleri ayrımına göre Sakarya Zonu ve İstanbul Zonu'nun geçişindeki İntra Pontid Kuşağı üzerinde yer alır (Şekil 1c). Burada çok sayıda Paleoziyik'ten Miyosen'e kadar değişen yaş aralığında birimler bulunur (Şekil 3.1). Ek 3-6 olarak verilen jeoloji haritası inceleme alanının yoğunlaştığı bölgeye aittir.

3.1 Stratigrafi

Bu çalışma her ne kadar tek birim üzerine (Akçapınar Formasyonu) yoğunlaşmış ise de, bu birimin jeoloji evrimini açıklayabilmek için daha geniş alanda yüzeyleyen birimlerle ilişkisine değinmek gerekmiştir. İnceleme alanında Kretase temel üzerine gelen yedi Paleojen birim (Kışlaköy, Safranbolu, Karabük, Soğanlı, Pürçükören, Akçapınar, Yunuslar Formasyonları), bunları uyumsuzlukla örten Neojen çökelleri bulunur (Şekil 3.2)

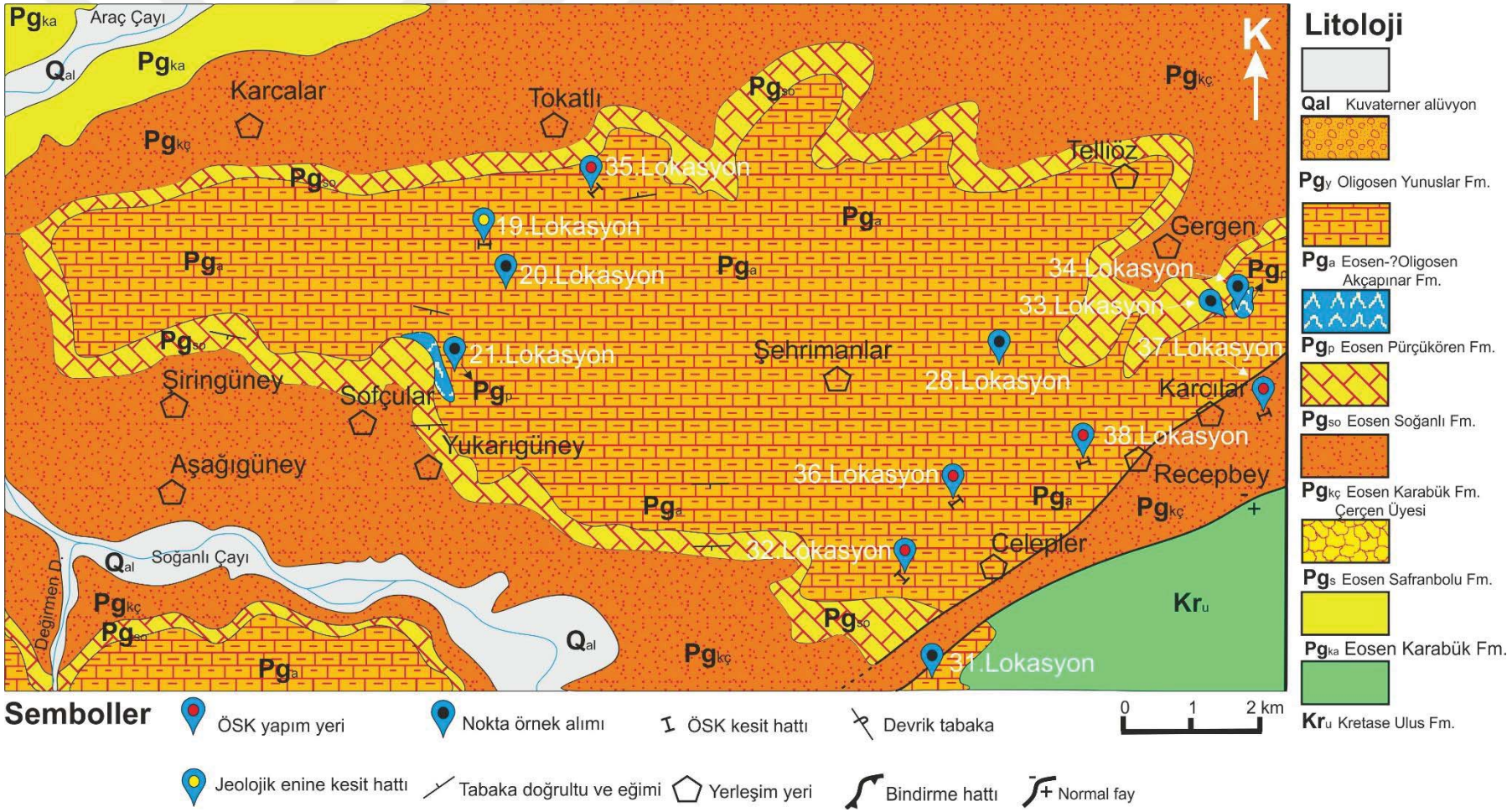
Aşağıda bu birimler temelden başlayarak kısaca özetlenmiştir. Bu çalışmada yeni birim adlaması olmadığı ve önceki çalışmalarda açıklanan litostratigrafik birimleri kullanıldığı için tip yeri, tip kesiti saha dağılımı gibi ayrıntılara girilmemiş, litolojik ve stratigrafik özelliklerine değinmekle yetinilmiştir. Bölgede yapılan çalışmalarda özellikle Akçapınar Formasyonu için değişik adlamalara gidilmiş bu durum kısmen karışıklık oluşturmuştur. Bu çalışmada ilk verilen isimlerin kullanılmasına dikkate edilmiş, diğerleri ayrı bir korelasyon tablosu olarak verilmiştir (Şekil 3.3).

3.2 Kretase (Temel Birimler)

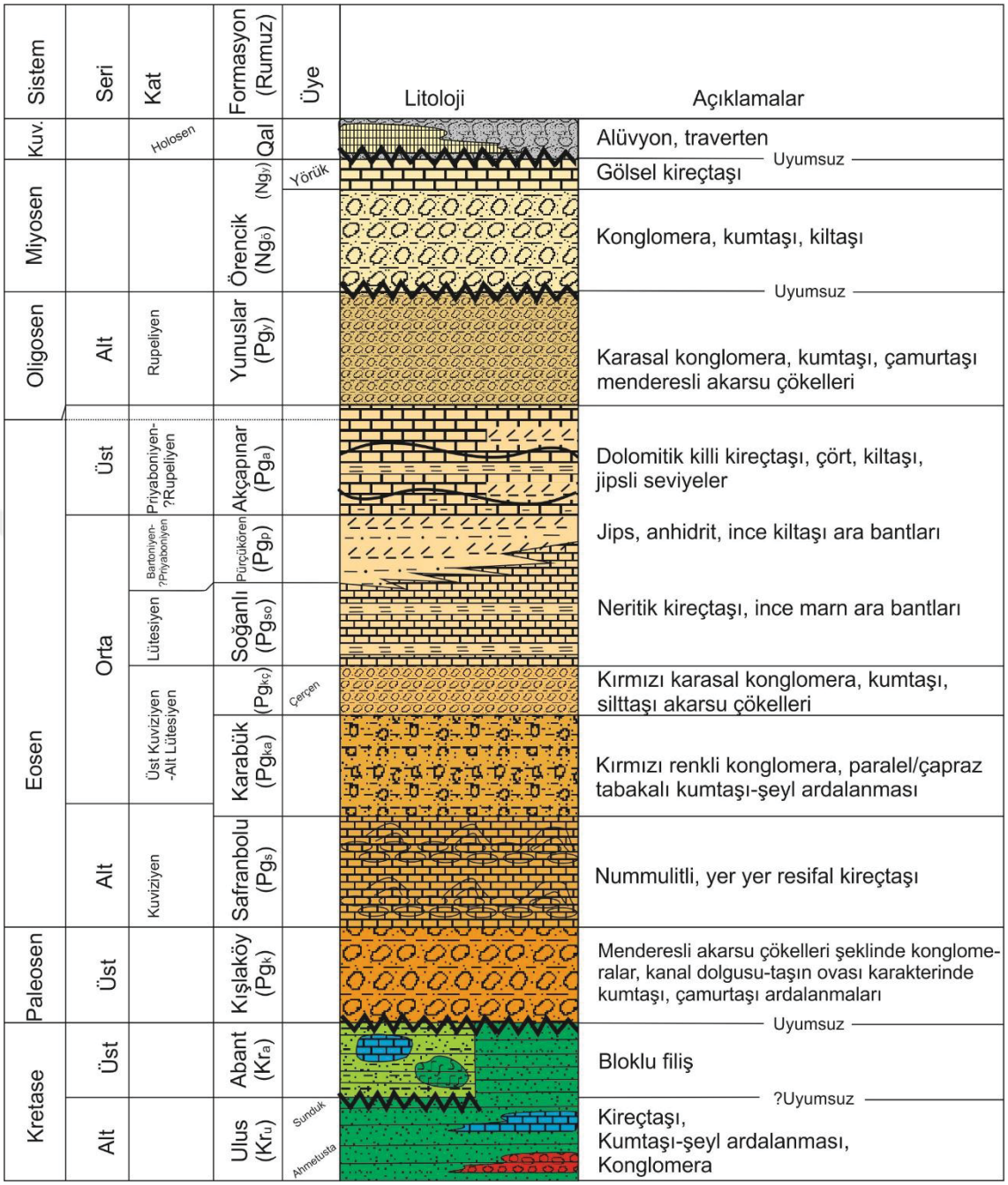
İnceleme alanının üzerinde olduğu Sakarya Zonu (=Sakarya Tektonik Zonu), farklı kökenlere ait birimlerin değişik ve çeşitli olaylar sonucu bir araya gelmesi ile oluşmuştur (Okay 2008: Geology of Turkey: a Synopsis). Sakarya Zonu'nda Paleozoik-Mesozoyik yaşlı tektonik birlikler bulunur, ancak inceleme alanında bunların göreceli en üst seviyeleri yüzeylemiştir (Şekil 3.1). Kretase yaşlı bu birimler, uyumsuzlukla

ayrıldığı için temel kabul edilmiş ve genelleştirilmiş stratigrafik kolan kesitte (Şekil 3.2) buna göre verilmiştir.

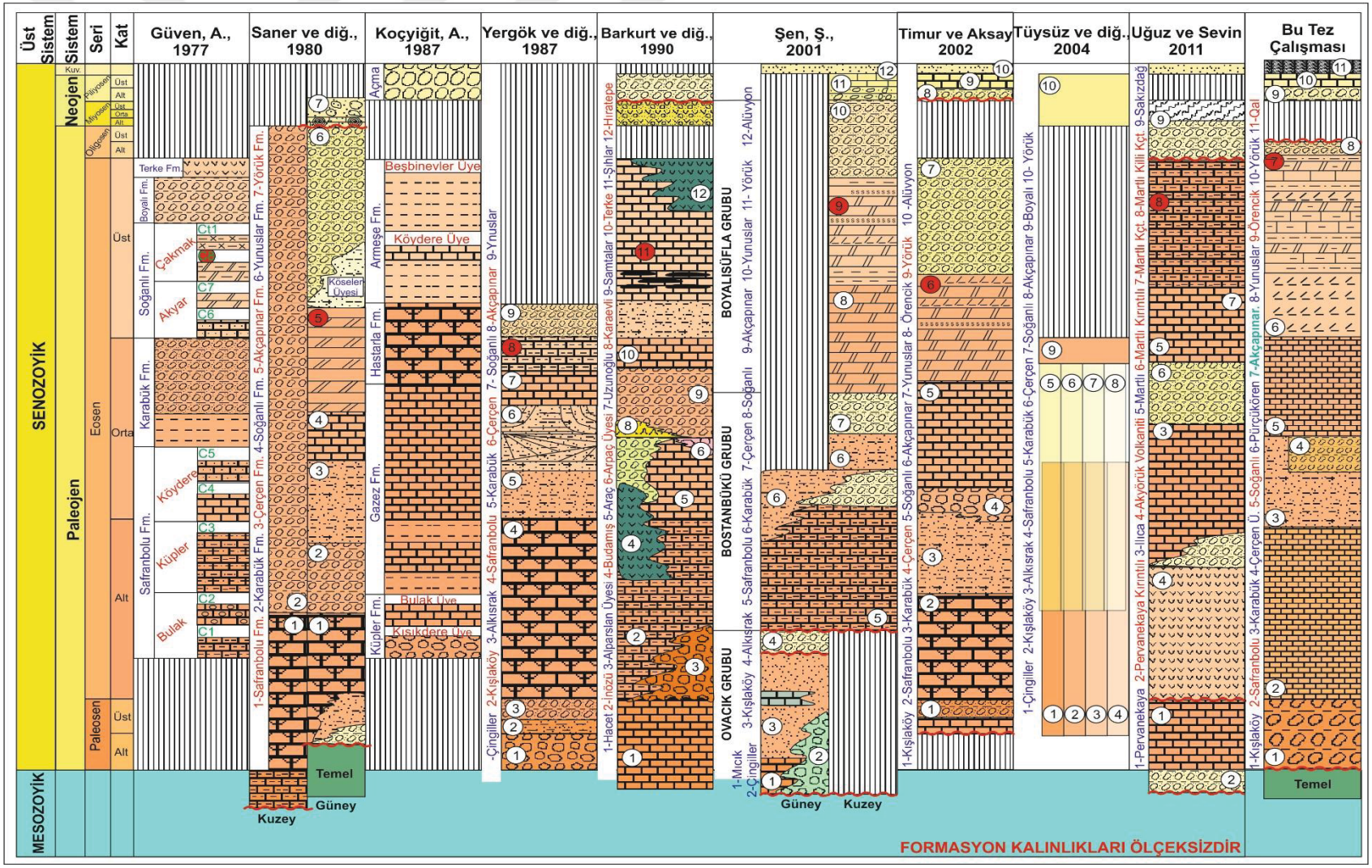
Burada açıklanması gereken bir husus ‘temel’ kavramının ‘havzalar’ için kullanıldığı, ancak Sakarya Zonu’ndaki Paleojen birimlerinin çökeldiği havzanın sınırlarının belli olmadığıdır. Bu denizel birimler çok geniş denizel ortamlarda birikmiş olmakla birlikte havza sınırlarını gösteren klasik verileri, örneğin havza kenarı ve kara arazileri gözlenmemektedir. Bu durum tektonik zon içerisinde olmanın doğal sonucu olsa gerekir. Zaten temel olarak nitelenen buradaki birimlerde metamorfizma gözlenmez. Temel birim ayrımı kolaylık diyedir.



Şekil 3.1 Çalışma alanın jeoloji haritası (Timur ve Aksay 2002, Uğuz ve Sevin 2011'den değişikle)



Şekil 3.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kolon kesiti (Uğuz ve Sevin 2011, Timur ve Aksay 2002, Tekin ve diğ., 2019'dan değişiklikle çizilmiştir)



Şekil 3.3 Farklı çalışmacılar tarafından bölgede gerçekleştirilen çalışmaların korelasyon tablosu

3.2.1 Ulus ve Abant Formasyonları (K_{ru}, K_{ra})

Ulus ve Abant Formasyonları çalışma alanındaki temel birimleri oluşturmakta olup, bunlardan Abant Formasyonu mostralarına daha çok havzanın güneybatı kesimlerinde rastlanılmaktadır. Bu birimlerden Ulus Formasyonu (Şekil 3.4) ilk kez Akyol ve diğ., (1974) çalışması tarafından adlandırılmış olup, Ketin ve Gümüşün 1963 de yaptığı Orta Pontidler çalışmasında Çağlayan Formasyonuna karşılık gelmektedir. Ulus Formasyonu genellikle kumlu kireçtaşı ara tabakalı, grimsi yeşil renkli kumtaşı, şeyl, marn ve konglomeralardan oluşmaktadır. Formasyon içerisinde kütle akma mekanizmaları ile yamaç veya yamaç altı ortamlara yerleşen kireçtaşı mega breşlerinden oluşan kısmı Sunduk Üyesi olarak isimlendirilmiştir. Daha yaşlı polijenik çakıllardan oluşan konglomera üyesi ise Ahmetusta Üyesi olarak adlandırılmıştır (Akyol ve diğ. 1974).

Şekil 3.4 Ulus Formasyon'u genel arazi görünümü (41° 9'20.23"K, 32°32'19.73"D)

3.3 Paleosen Birimleri

Bu zaman aralığında yer alan Kışlaköy Formasyonu aşağıda tanıtılmıştır.

3.3.1 Kışlaköy Formasyonu (Pg_k)

Havzada Paleojen birimlerinin tabanı olarak geniş yüzlekler halinde gözlemlenen bu birim Saner ve diğ., (1979-80) çalışması ile Kışlaköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.5). Bölgede yapılan önceki diğer çalışmalarda ise Mıcık, Çingiller ve Alkısrak Formasyonları olarak adlandırılmıştır (Şen 2001)(Şekil 3.3). Formasyon taban seviyelerinde genellikle silttaşı, kumtaşı, çakıltaşı gibi kırıntılı kayaçlardan oluşmakla birlikte karbonatlı seviyelerde içermektedir. Bu karbonatlı seviyelerden elde edilen fosil verilerine göre birim Timur ve Aksay 2002 tarafından Paleosen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Üzerlediği Ulus Formasyonu ile açısal uyumsuzluk gösteren Kışlaköy Formasyonun kalınlığı maximum 1500 metreye ulaşmakta olup, yanal yöndeki dağılımı değişik kalınlıklar sunmaktadır (Timur ve Aksay 2002).

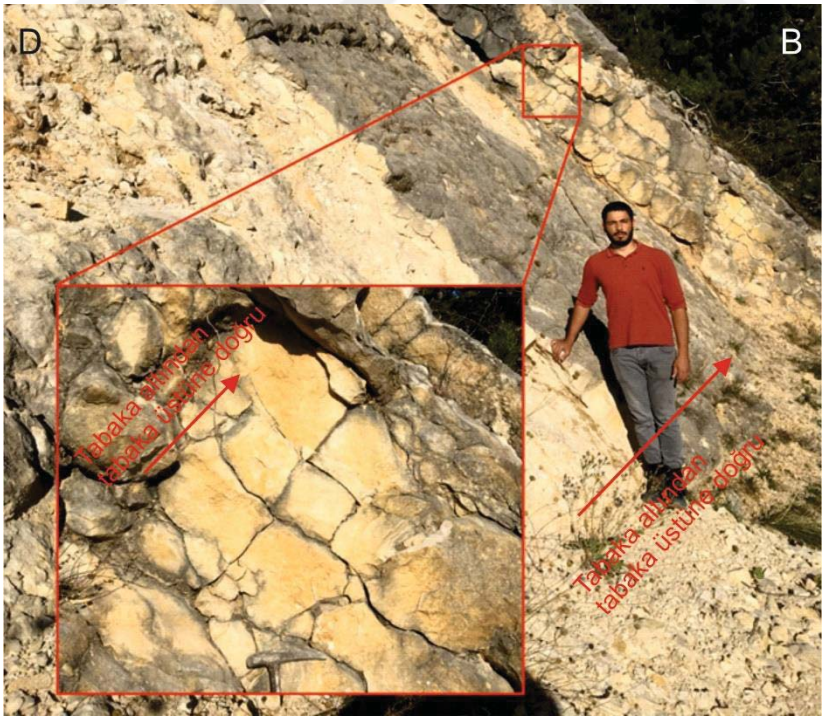
Şekil 3.5 Kışlaköy Formasyonu'nun genel arazi görünümü (41° 4'13.12"K, 32°53'18.87"D)

3.4 Eosen Birimleri

Bu zaman aralığında yer alan dört formasyonu kısaca aşağıda tanıtılmıştır.

3.4.1 Safranbolu Formasyonu (Pg_s)

Çalışılan bölgede başta Safranbolu ilçesi olmak üzere Karabük ilinin kuzey kesimlerinde oldukça geniş alanlar kaplayan Safranbolu Formasyonu (Şekil 3.6) Saner ve diğ., (1979-80) tarafından adlandırılmıştır. Tabanında konglomera, kumtaşı gibi kırıntılı seviyelerle başlayan formasyon üste doğru yaklaşık 500 m kalınlıktaki bir kireçtaşı katmanına geçer. Beyaz-sarımsı renkteki formasyon orta-kalın tabakalı yapıda olup içerisinde iri boyutta yumrulanmalar gözlenmektedir. Kireçtaşları içerisinde bol miktarda fosile rastlanmakta olup, Safranbolu Formasyonu yer yer resifal karakterdedir. İçerdiği Nummulites ve Alveolina türlerine göre birimin yaşı erken Eosen (Kuviziyen) olarak belirlenmiştir. Formasyon içerisinde belirlenen bol miktardaki nummulit, alveolin, miliolid, orbitolites ve iri bentiklerden *Nummulites cantabricus Schaub (1981)* ile diğer rotalid, mercan, alg cins ve türleri; sığ denizel ortam koşullarını yansıtan resif kompleksi ile neritik açık platform (kısmen derin denizel) koşullarına sahip ortamsal değişikliği göstermektedir (Saner ve diğ., 1979-80, Cerit 1983, Erendil ve diğ. 1991).



Şekil 3.6 Safranbolu Formasyonu'nun içinde eğim kazanmış kireçtaşı tabakaları ve iri yumrulu iç yapısı genel arazi görünümü (41°7'1.82"K, 32°57'48.97"D)

3.4.2 Karabük Formasyonu (Pg_{ka})

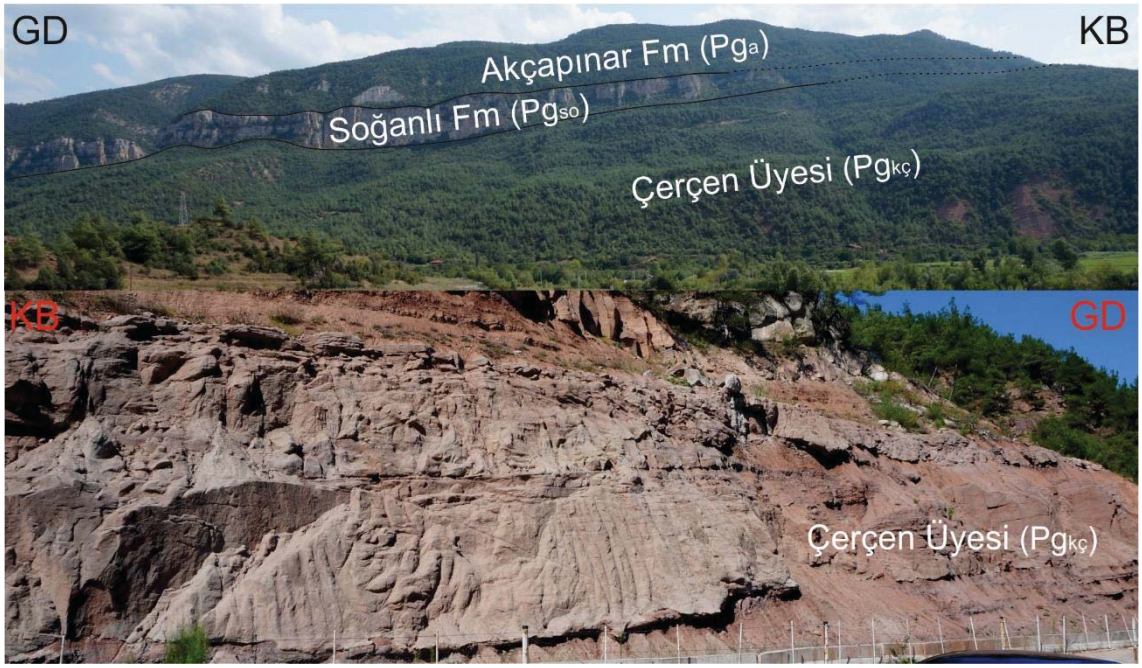
Saner ve diğ., (1979-80) çalışması tarafından adlandırılan birim tabanda gri-açık yeşil renkli marnlarla başlamakta olup, üst kesimlere doğru kiltaşı ve kumtaşı fasiyeslerine geçmektedir (Şekil 3.7). Karabük Formasyonu Karabük ilinin güneybatısından başlayarak doğuya doğru uzanan Araç Çayı boyunca açılmış vadilerin güney ve kuzey yamaçlarında oldukça geniş alanlarda gözlenmektedir. Tedrici geçişli olarak Safranbolu Formasyonu'nun üzerinde bulunan Karabük Formasyon'u yine bu formasyona ait olan Çerçen Üyesi ile uyumlu dokanak sergilemektedir. Saner ve diğ., 1979-80 çalışmasında birimin kalınlılığını havza içerisinde güney kesimlerde 450 m civarında, kuzey kesimlerde ise yaklaşık 1500 m civarında ölçmüştür. Yergök ve diğ., (1987) çalışmasında elde edilen nanno fosillere göre ve Tekin ve diğ., 2019 çalışmasına göre birimin yaşı erken-orta Eosen (geç Kuviziyen-erken Lütesiyen) olarak tespit edilmiştir.

Şekil 3.7 Karabük Formasyonu'nun genel arazi görünümü (41°13'2.15"K, 32°38'54.84"D)

3.4.3 Karabük Formasyonu Çerçen Üyesi ($Pg_{kç}$)

Karabük Formasyonu içindeki kırmızı-bordo renkli karasal konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan birim rengi ile Karabük Formasyonu'ndan oldukça

rahat ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.2). Polijenik çakıllardan oluşan konglomera birimleri taban formasyonlara ait çakılları içermektedir. Çerçen Üyesi içerisinde yer alan merceksi yapıdaki kumtaşları büyük ölçekli çapraz tabakalanmalar göstermektedir (Saner ve diğ., 1979-80). Bu üyeye havzanın pek çok yerinde sahanın bitki örtüsü ile kapalı olmasından dolayı, Soğanlı Çayının kuzey yamaçları üzerinde sulama amaçlı açılan kanalın sağ ve sol yarmalarında rastlamak mümkündür. Üzerine uyumlu olarak gelen Soğanlı Formasyonu dokanağını ise yine havza içerisinde Soğanlı çayının oluşturduğu vadilerin dik güney yamaçlarında gözlemlenir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Karabük Formasyon'u Çerçen Üyesi kırmızı kumtaşları genel arazi görünümü (41°10'32.87"K, 32°55'56.95"D)

3.4.4 Soğanlı Formasyonu (Pg_{so})

Birim Saner ve diğ., (1979-80) tarafından adlandırılmıştır. Beyaz, açık gri ve krem rengi tonlarda gözlemelenen Soğanlı Formasyonu orta-kalın tabakalı kireçtaşı litolojisinde olup ara ara masif yapıda bir özellik sunmaktadır (Şekil 3.9). Kireçtaşı tabakaları arasında marn seviyelerine rastlamak mümkündür. Yaklaşık 150 m kalınlığında gözlemlenen Soğanlı Formasyonu Saner ve diğ., (1979-80) ve Tekin ve diğ. (2019)'a göre Orta Eosen (Lütesiyen) olarak yaşlandırılmıştır. İçerdiği Rotalidae, Textularidae,

Miliolidae fosil toplulularına göre oldukça sığ bir ortamda çökeldiği yorumu yapılabilir. Formasyonu yanal olarak Araç ve Soğanlı Çayının oluşturduğu vadiler boyunca yaklaşık olarak D-B uzanımlı olarak yüzlek verir. Tabanında Karabük Formasyonu Çerçen üzerine uyumlu olarak gelen Soğanlı Formasyonu havza içerisinde batıdan doğuya doğru Bağırsak Dere mevkiinde, Bilimkent maden ocağı mevkiinde ve Sofçular Köyü kuzeydoğu yamacında Pürçükören formasyonu ile uyumlu dokanak sergiler. Evaporit karakterli Pürçükören Formasyonu'nun çökelmediği yerlerde Soğanlı Formasyonu Akçapınar Formasyonu ile uyumlu dokanaktadır (Tekin ve Us 2020).

Şekil 3.9 Soğanlı Formasyonu kireçtaşlarının genel arazi görünümü (41° 7'7.24"K, 32°44'44.59"D)

3.4.5 Pürçükören Formasyonu (Pg_p)

Baskın olarak evaporitik karakterde olan bu formasyon ilk kez Tekin ve diğ., (2019) çalışması tarafından tanımlanarak Pürçükören Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.9). Daha ziyade birincil ve ikincil karakterli jipslerden oluşan formasyon içerisinde masiv, tabakalı-bandlı, yumrulu (nodüler), jipsarenit, satin-spar ve selenitler gibi değişik jips fasiyeslerine rastlamak mümkündür. Yoğun bitki örtüsü ile kapalı havzada Pürçükören formasyonuna Bağırsak Dere mevkiinde, Bilimkent maden ocağı işletmeleri mevkiinde, İğdir Terke mevkiinde, Sofçular Köyü kuzeydoğu yamaçlarında

rastlanılmaktadır. Bunlardan Bilimkent maden ocağı işletmelerinin bulunduğu alan Pürçükören Formasyonun en tipik olarak gözlemlendiği yer olup, burada evaporitli seviyenin kalınlığı yaklaşık 30 m civarındadır. Evaporit fasiyesleri arasında bulunan çamurtaşı ve organik madde ihtiva eden kiltaşı katmanlarından alınan spor ve polen örneklerine göre yaşlandırılan birimin yaşı geç Eosen dir (Bartoniyen-?Priyoaboniyen). Bu formasyonun havza içerisinde doğu ve batıda gözlemlenen mostraları birkaç metre kalınlıkla sınırlandığı için ve içerisinde kırıntılı malzemeler barındırdığı için ekonomik olarak işletilememektedir (Tekin ve diğ. 2019).

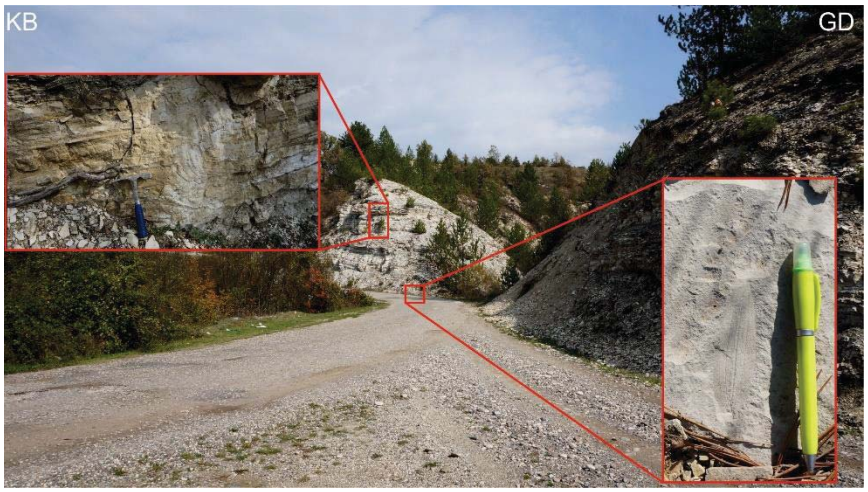
Şekil 3.10 Pürçükören Formasyonu jips-anhidritlerinin genel arazi görünümü (41° 8'22.15"K, 32°55'25.50"D)

3.4.6 Akçapınar Formasyonu (Pg_a)

Beyaz, sarımsı gri renkli killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kiltaşı ve çört ardalanmalarından oluşan birim ilk kez Saner ve diğ., (1979) tarafından adlandırılmıştır (Şekil 3.10-11). Formasyon içerisinde az da olsa evaporitik jips seviyelerine rastlanır. Tekin ve Us (2020) ve Tekin ve diğ., (2019) tarafından orta-kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyeleri arasında bulunan organik maddece zengin kiltaşlarından yapılan spor polen analizlerine dayanarak birimin yaşı geç Eosen-?erken Oligosen (Priaboniyen-

?Rupeliyen) olarak belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda içerisinde fosil tespit edilemeyen Akçapınar Formasyonuna ait bu çalışma kapsamında gastropod fosilleri olarak *Lymnaea urceolata* (Braun *in* Walchner, 1851), *Planorbarius* sp. indet. (Rafinesque, 1815, Dume´ril, 1806) (Harzhauser ve diğ., 2016) fosili ve bir adet yaprak fosili (*Daphnogene* sp.) bulunması yaşlandırmayı kolaylaştırmıştır. Bu fosillerin dağılımı formasyon içindeki sınırlı bir alanı işaret etmektedir. Killi kireçtaşı tabakalarının üst kesimlerinde ise sedimanter yapılara rastlanılmıştır. Bu çalışmada 2014 yılında Pürçükören Formasyonu'na ait olan Bilimkent jips-anhidrit maden ocağı için açılan yol yarmaları, Akçapınar Formasyonu'nun içyapısını ayrıntılı gözlemleme fırsatı sağlamıştır (Şekil 4. 15 b). Yarmalarda saha gözlemleri yanında ÖSK yapılma olanağı bulunmuştur (Şekil 4.15 c-d). Akçapınar Formasyonun altında bulunan Pürçükören formasyonu ile arazideki dokanağı (özellikle Pürçükören Formasyonunun tip lokalitesi olan Bilimkent maden ocağı mevkiinde) gözlenebilmektedir (Tekin ve Us 2020). Yaklaşık 190 m kalınlığa sahip olan Akçapınar Formasyonu içerisinde yoğun bir şekilde küçük ölçekte antiklinal, senklinal, kıvrım ve burulma yapıları gibi hemen hemen sedimantasyonla eş yaşlı pek çok deformasyon yapısı barındırmaktadır. Havza içerisinde Pürçükören Formasyonun çökelmediği alanlarda Akçapınar Formasyonu Soğanlı Formasyonu üzerinde zamansal uyumsuz olarak bulunmaktadır.

Şekil 3.11 Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşlarının genel arazi görünümü (41° 8'21.34"K, 32°55'35.43"D)



Şekil 3.12 Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşlarının genel arazi görünümü ve yaprak fosili (41°10'11.28"K, 33° 8'5.10"D)

3.5 Oligosen Birimleri

Bu zaman aralığında yer alan Yunuslar Formasyonu aşağıda tanıtılmıştır.

3.5.1 Yunuslar Formasyonu (Pg_y)

Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera litolojisinde ve karasal ortamda çökelen sarımsı gri renkli Yunuslar Formasyonu Saner ve diğ., (1979) tarafından adlandırılmıştır (Şekil 3.13). Çalışma alanında Bağırsak dere mevkiinden Boyalı köyüne giden asfalt yolun üst kotlarındaki yarmalar üzerinde tipik olarak gözlemlenen Yunuslar Formasyonu'nun yaklaşık kalınlığı 200 metredir. Tabanında Akçapınar Formasyonu ile uyumlu dokanak sergilerken, formasyonun tavan dokanağı çalışma sahası içerisinde çok sınırlı olarak Örencik Formasyonu ile zamansal uyumsuzdur. Tekin ve diğ., (2019) formasyon içerisinde bulanan kiltaşı seviyelerinden elde edilen spor-polen analizine göre formasyonun yaşı Erken Oligosen (Rupeliyen) olarak tespit etmişlerdir.

Şekil 3.13 Yunuslar Formasyonu'nun genel arazi görünümü (41° 6'59.06"K, 32°48'37.12"D)

3.6 Miyosen Birimleri

Bu zaman aralığında yer alan Örencik Formasyonu aşağıda tanıtılmıştır.

3.6.1 Örencik Formasyonu ($Ng_{ö}$)

Çalışma alanında içerisinde Bağırsak dere mevkiinden Boyalı Köyüne ulaşım sağlanan asfalt yol yarmalarında oldukça kalın gözlemlenen Yunuslar Formasyonu üzerinde Örencik Formasyonuna çok sınırlı bir kalınlıkta rastlanır. Yunuslar Formasyonu ile olan taban dokanağı oldukça sınırlıdır. Litolojik olarak kırmızı, sarımsı kırmızı, kahve renkli konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kiltaşı birimlerinden oluşmaktadır. Tekin ve Us (2020) tarafından kiltaşı ara katmanlarından alınan örneklerde yapılan spor-polen analizine göre formasyonun yaşı muhtemelen Miyosendir.

3.7 Alüvyon (Q_{al})

Çalışma alanında Araç Çayı, Soğanlı Çayı ve bu akarsu sistemlerine ait yaklaşık K-G doğrultudaki Bağırsak Dere ve Değirmen Dere mevkii gibi dere yatakların da geniş

yüzleler halinde alüvyon örtüye rastlanmaktadır. Alüvyon içerisinde havzadaki mevsimsel sellenmelerle taşınan oldukça iri boyutlu blok numunelerine de rastlamak mümkündür.

3.8 Paleontolojik Veriler

Akçapınar Formasyonu incelemeleri kapsamında yapılan enine kesit çalışmaları, ölçülü stratigrafik kesit çalışmaları ve nokta örnek çalışmaları kapsamında ağırlıklı olarak steril karbonatları içeren formasyon içerisinde nadiren de olsa fosil kayıtlarına rastlanılmıştır. Bu fosiller içerisinde bir adet tam yaprak fosili tespit edilerek adlandırılmıştır (Şekil 3.14 *Daphnogene* sp. Dr. Mine Sezgül Kayseri Özer tarafından tanımlanmıştır). Formasyon içerisinde bazı seviyelerde ise bol miktarda bitki kök ve kalıp izlerine rastlanmış ancak bunlar tanımlanamamıştır. Arazi ve mikroskop gözlemleri neticesinde çok ince kavkı yapısına sahip gastropod (*Lymnaea urceolata* Braun *in* Walchner, 1851 Dr. Müjde Gürsoy tarafından tanımlanmıştır), *Planorbarius* sp. indet. (Rafinesque, 1815, Dume´ril, 1806) (Prof. Dr. Mathais Harzhauser ve Dr. İzzet Hoşgör tarafından tanımlanmıştır) ve ostracod fosilleri tespit edilmiş (Şekil 4.1), ancak bu fosillerden ostracodlar için tam kavkı şekilleri ve morfolojik özelliklerinin tam gözlemlenememesinden dolayı tür, cins ayırdımda bulunulamamıştır. Diğer bulunan gastropod (Limnaea urceolata Braun *in* Walchner, 1851) örneği Akçapınar Formasyonunun yaşlandırılmasında spor-polen verilerine ek olarak Geç Eosen-Erken Oligosen aralığını verirken, *Planorbarius* sp. indet. Eosen-Oligosen yaş aralığında değerlendirilmiştir.

3.8.1 Palinolojik çalışmalar

Karabük-Ovacık havzasında Soğanlı Formasyonu, Pürçükören Formasyonu, Akçapınar Formasyonu ve Örencik Formasyonlarının organik maddece zengin kiltaşı, çamurtaşı katmanlarından ve evaporitli seviyeler (jips ve anhidrit) içindeki kil ara katkılı düzeylerden palinolojik olarak incelenmek üzere yapılan ölçülü kesit çalışmaları kapsamında örnekler alınmıştır. Alınan yaklaşık 28 adet örnek içerisinnde Akçapınar ve Örencik Formasyonu örneklerindeki spor/polen korunumunun çok kötü olduğu söylenebilir. Bu örnekler içerisinde Çizelge 3.1'de aşağıda koyu tonlarda gösterilen örneklerden seçilebildiği kadarı ile aşağıda sunulan spor-polen formları gözlemlenmiştir. Tüm bu spor-polen verilerinden

Akçapınar Formasyonu için elde edilen Geç Eosen-?Erken Oligosen (Priaboniyen-?Rupeliyen) yaş aralığı arazi gözlemlerinin yanı sıra $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop ölçümleri alınarak, Burke ve diğ., (1982) çalışmasındaki Burke eğrisi üzerine aktarılmış ve ilgili yaş aralığı teyit edilmiştir.

Şekil 3.14 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait makro ve mikro fosiller (MF1 mikro fasiyesi arazi ve mikroskop görüntüleri) (kırmızı çizgi ölçek=1 cm)

a. Gastropod (*Lymnaea urceolata*), **b.** *Daphnogene* sp., **c, d, e, f.** Gastropod (*Planorbarius sp.*indet.), **g-h,** ostracod.

Çizelge 3.1 Spor-polen örnekleri ve alındığı lokasyon dağılımı

No	Örnek Kodu	Slayt Adedi	Alındığı Yer	*Rudolphisporites* sp.	*Verrucatosporites* spp.	*Leiotriletes* sp.	*Polypodiaceoisporites marxheimemsis*	*Cicatricosisporites* sp.	*Abies* sp.	*Pinus haploxylon*	*Alnus* sp.	*Betula* sp.	*Carpinus* sp.	Eleagnaceae	*Ephedra* sp.	Icacinaceae	*Plicapollis pseudoexcelsus* sp.	*Subtriporopollenites* sp.	*Platycarya* sp.	*Juglans* sp.	*Minorpollis* sp.	*Triatriopollenites minimus* sp.	Myricaceae	Tilioideae	*Psilastephanoporites* sp.	*Quercus* spp.	Fagoideae	Castaneoideae	Sapotaceae	Pseudoschizaceae
1	BMSU-13	1	2. Lokasyon																											
2	**BMSU-15**	1	2. Lokasyon								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
3	**BMSU-17**	1	2. Lokasyon								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
4	BMSU-23	2	5. Lokasyon, 1.kademe																											
5	BMSU-36	2	8. Lokasyon, 4.kademe																											
6	**BMSU-49a**	1	9. Lokasyon Devamı							x																				
7	BMSU-58	1	11. Lokasyon																											
8	BMSU-64	1	15. Lokasyon																											
9	BMSU-81	1	17. Lokasyon																											
10	**BMSU-85**	1	18. Lokasyon								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
11	**BMSU-94**	1	18. Lokasyon Devamı								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
12	BMSU-118	1	32. Lokasyon																											
13	BMSU-119	1	32. Lokasyon																											
14	BMSU-120	1	32. Lokasyon																											
15	BMSU-124	1	35. Lokasyon																											
16	BMSU-136	1	37. Lokasyon																											
17	**BMSU-141**	1	39. Lokasyon								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
18	BMSU-143	1	39. Lokasyon																											
19	BMSU-145	1	39. Lokasyon																											
20	BMSU-147	1	39. Lokasyon																											
21	**BMSU-149**	1	39. Lokasyon Devamı								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		
22	BMSU-150	2	39. Lokasyon Devamı																											
23	BMSU-151	1	39. Lokasyon Devamı																											
24	BMSU-152	1	39. Lokasyon Devamı																											
25	BMSU-153	1	39. Lokasyon Devamı																											
26	BMSU-154	1	39. Lokasyon Devamı																											
27	**BMSU-155**	1	40. Lokasyon			x				x												x								
28	**BMSU-156**	1	40. Lokasyon								x	x	x	x		x	x	x		x		x			x		x	x		

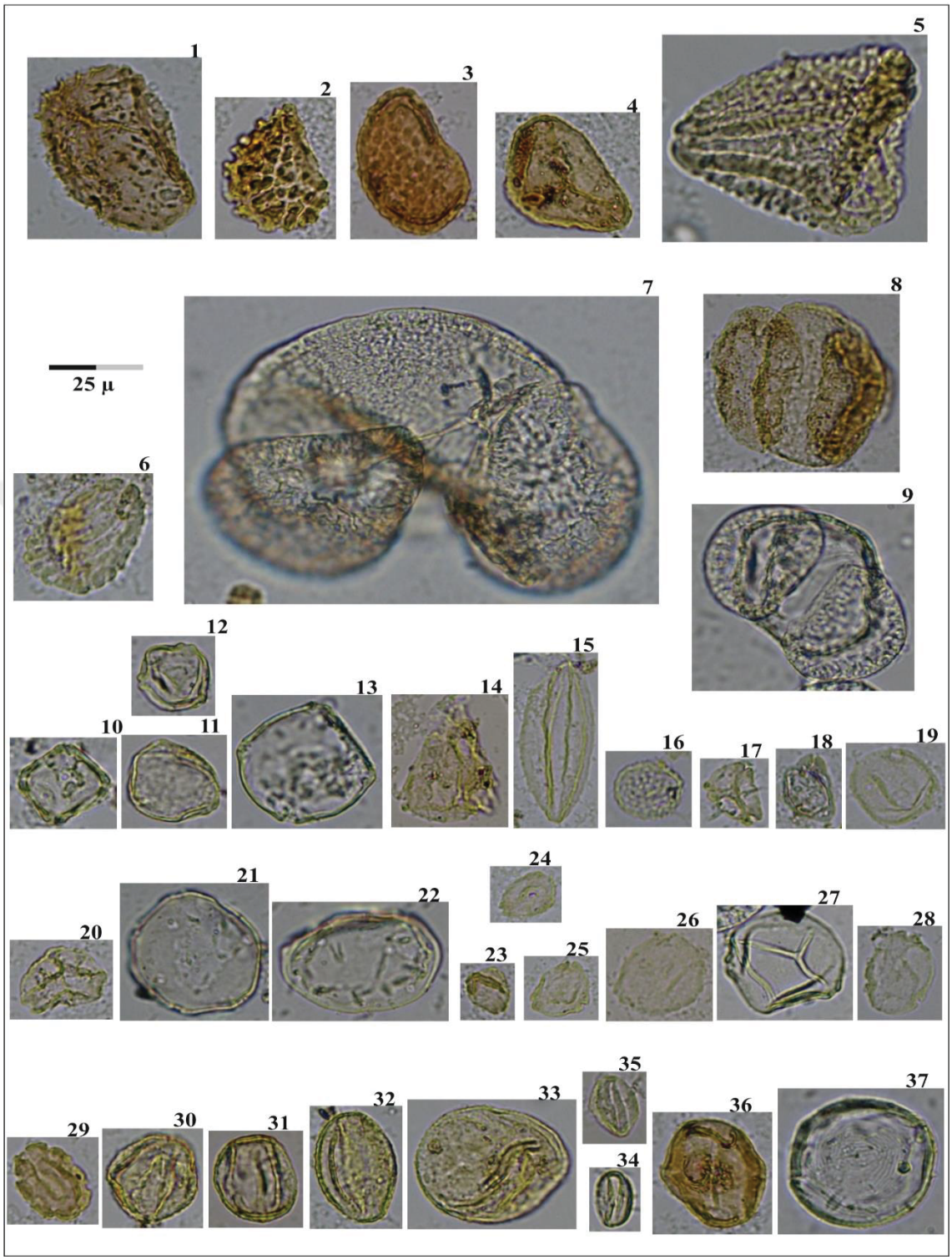
Litolojisinde ağırlıklı olarak killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kiltaşı, çamurtaşı, marn ve çört bantlarıyla temsil edilen Akçapınar Formasyonu içerisinde 13 ayrı ölçülü kesit

çalışması (2, 5, 8, 11, 15, 17, 18, 18d, 32, 35, 37, 39, 39d lokasyonlar) kapsamında alınan 26 adet örnekten, polen ve sporlar tanımlanmaya çalışılmıştır. 2. Lokasyon kapsamında (Bağırsak Dere mevkii, 41° 5'46.89"K, 32°48'22.93"D) antiklinal kanadından alınan BMSU-15, 17 örnekleri ve diğer ölçülü kesitlerden alınan BMSU-85, 94, 141 ve 149 nolu örnekleri ve nokta örneklerden olan BMSU-156 nolu örnek palinolojik olarak incelenebilmiştir. Diğer örnekler steril veya çok yetersiz sayıda palinotaksa içermektedir. İncelenen örneklerden tanımlanabilen angiosperm taksalar; *Alnus*, *Betula*, Caprifoliaceae, *Carpinus*, Castaneoideae, Eleagnaceae, Ephedraceae, Fagaceae, Fagoideae, Icacinaceae, Juglandaceae (*Plicapollis pseudoexcelsus, Subtriporopollenites constans, S. anulatus*), Juglandaceae-*Platycarya, Juglans, Minorpollis* sp., Myricaceae (*Triatriopollenites rurensis, Triatriopollenites minimus, Myricipites myricoides*), *Psilastephanoporites* sp., *Quercus*, Sapotaceae, *Tricolporopollenites* spp. Örneklerde, bolluk açısından hakim taksa topluluğu angiospermlere (24 taksa, %30-50) aittir. Angiospermler içinde Caprifoliaceae, Myricaceae ve tanımlanamayan Tricolpat/Tricolporat polen bolluğu söz konusudur. Spor yüzdesi %2-5 (5 taksa); Lygodiaceae, Cyatheaceae - *Leiotriletes* sp., Davaliaceae-*Verrucatosporites* spp., Schizaceae, *Anemia* - *Cicatricosisporites* sp., Schizaceae, Dicksoniaceae, Pteridaceae - *Polypodiaceoisporites marxheimemsis*, Anthocerotaceae - *Rudolphisporites* sp.) ve konifer yüzdesi %4-21 (2 taxa); Pinaceae-*Pinus haploxylon* tip; Arecaceae-*Arecipites* sp.) arasında değişmektedir (Şekil 3.15). Denizel fitiplankton tanımlanmamıştır. Birimin yaşı stratigrafik konumu ve palinolojik veriler dikkate alınarak **Geç Eosen-?Erken Oligosen** (**Priaboniyen-?Rupeliyen**) olarak değerlendirilebilir. Ayrıca spor polen analizi yapılan örneklerin kil mineral içeriğine bakıldığında, kil mineral birlikteliğinin illit, kaolinit ve kloritten oluşanlarında, ortamda nemli iklimin hakim olduğunu, kil mineral topluluğuna simektit mineralinin eşlik etmesi de ortamda nemli-kurak iklimin hakim olduğunu gösterebilir. Palinolojik veriler genel çizgilerde nemli koşullara işaret etmekte olup zaman zaman kurak periyodlar yaşanmış olmalıdır.

Litolojisi ağırlıklı olarak kumtaşı, çakıltaşı gibi kırıntılı birimlerden oluşan Örencik Formasyonu taban seviyesinde kumtaşı marn ardalanması ile başlamaktadır. Tabandaki kiltaşı seviyesinden alınan BMSU-49a nolu örnekte, çok kötü korunmuş polen

formlarına rastlanılmıştır. Bu örnekte, gymnospermlerden *Pinus haploxylon* tip (çok bol), *Abies*, *Cedrus*, angiospermlerden *Carpinus, Quercus* (yaprak döken), *Betula, Juglans* bol ve sucul/sukenarı angiospermlerden *Spargania, Salix* ile otsul formlardan Poaceae, Chenopodiaceae, Dipsacaceae, tanımlanamayan Tricolporate formlar ise seyrek olarak ayırtlanmıştır. Nonpolen palinomorflardan tatlı su koşullarına işaret eden Pseudoschizceae'nin varlığı söz konusudur. Bu fakir palinotaksa topluluğu Paleojen'den genç, olası Miyosen olabilecek bir yaşı işaret etmektedir.

40. Lokasyon kapsamında Kelağdeğirmeni mevkiinden alınan nokta örnekler kapsamında olası Soğanlı-Pürçükören Formasyonu geçişine ait BMSU-155 numaralı örnek incelenmiştir. Fosil içeriğinin çok fakir olmasına karşın, Akçapınar örnekleri ile kıyaslandığında, sporomorf korunumunun daha iyi ve tanımlama yapılabilecek düzeyde olduğu gözlenmiştir. Bu örnekte çok bol olarak Pinaceae-*Pinus haploxylon* ve *Cathaya* gymnosperm cinslerine, kurakçıl koşullara uyumlu otsullardan Ephedraceae, az bollukla ancak çeşitli olarak eğrelti aile ve cinsleri (*Leiotriletes* sp.,*Müerrigerisporites* sp., Polypodiaceae, Selaginellaceae, *Retitriletes* sp, *Rudolphisporis* sp., *Saxosporis* sp., *Taurucosporites verrucatus, Zlivisporis blanensis*) eşlik etmektedir. Ayrıca, seyrek olarak mangrove gerisi palmiyelerinden Araceae-*Psilatricolporites crassus* ile Arecaceae-*Longapertites* spp., Normapol (ilkel angiosprem) polenlerden *Interpollis* sp. ile *Minorpollis* sp. ve yine düşük bollukla Araliaceae, Caprifoliaceae, çeşitli Tricolpat-Tricolporat formlar (modern angiosperm) tanımlanmıştır (Şekil 3.15). Tek bir örnekten tanımlanmaya çalışılan bu palinotaksa topluluğunun **Eosen**, olasılı **Geç Eosen** yaşlı bir floraya işaret ettiği söylenebilir. Yine bu lokasyona ait olan BMSU 156 nolu örnekte çamgillerden *Pinus haploxylon* çok bol, çiçekli bitkilerden Caprifoliaceae bol, Ephedra, Aquifoliaceae az ve eğreltilerden *Leiotriletes* sp., *Polypodiaceoisporites* sp. az ve *Cicatricosisporites* sp. tek tük cinsler olarak tanımlanmıştır (Tüm bu spor-polen verileri Prof. Dr. Funda Akgün tarafından tanımlanmıştır). Bu fakir içeriğin izin verdiği ölçüde örneğin Akçapınar Formasyonu palinolojik içeriğine yakınlık sunduğu söylenebilir. Bu lokasyona ait örnekler Kelağdeğirmeni vadisi içerisindeki bir bindirme hattına çok yakın bir mesafedeki devrik tabakalar içerisinden alınmıştır. Bu sebeple arazideki stratigrafik ilişki net bir şekilde gözlemlenememiştir.



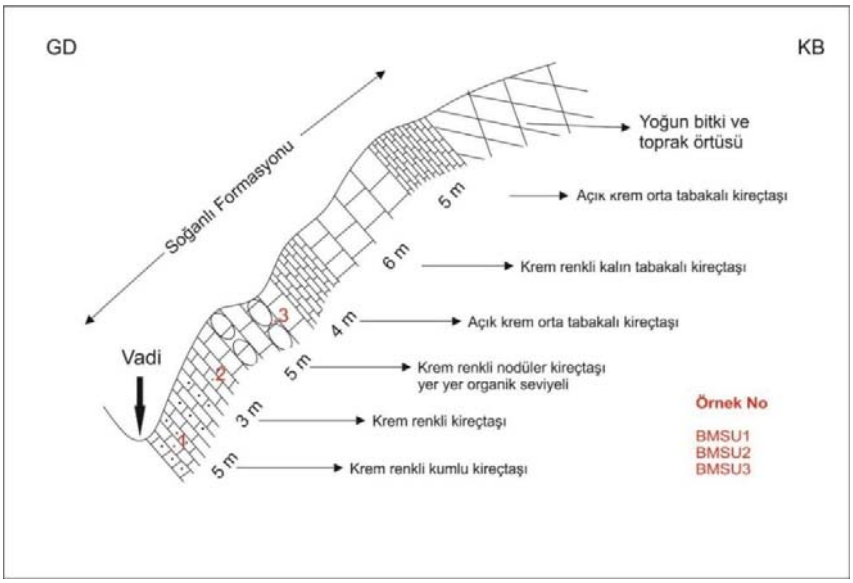
Şekil 3.15 Çalışma alanından derlenen örneklere ait spor-polen türleri

1.*Rudolphisporites* sp., 2,3. *Verrucatosporites* spp,.4.*Leiotriletes* sp.5. *Polypodiaceoisporites marxheimemsis*6. *Cicatricosisporites* sp.7. *Abies* sp.8,9. *Pinus haploxylon* 10. *Alnus* sp.11,12. *Betula* sp.13. *Carpinus* sp.14. Eleagnaceae15. *Ephedra* sp.16. Icacinaceae17,18. *Plicapollis pseudoexcelsus* sp.19. *Subtriporopollenites* sp.20. *Platycarya* sp.21,22. *Juglans* sp.23. *Minorpollis* sp.24. *Triatriopollenites minimus* sp.25-27. Myricaceae28. Tilioideae29. *Psilastephanoporites* sp.30-32. *Quercus* spp.33. Fagoideae34, 35. Castaneoideae36. Sapotaceae37. Pseudoschizaceae

3.9 Jeolojik Enine Kesit Çalışmaları

3.9.1 Bağırsak Dere vadisi Halil Baba Çeşmesi Soğanlı Fm. tavan kesimi GD KB jeolojik enine kesiti

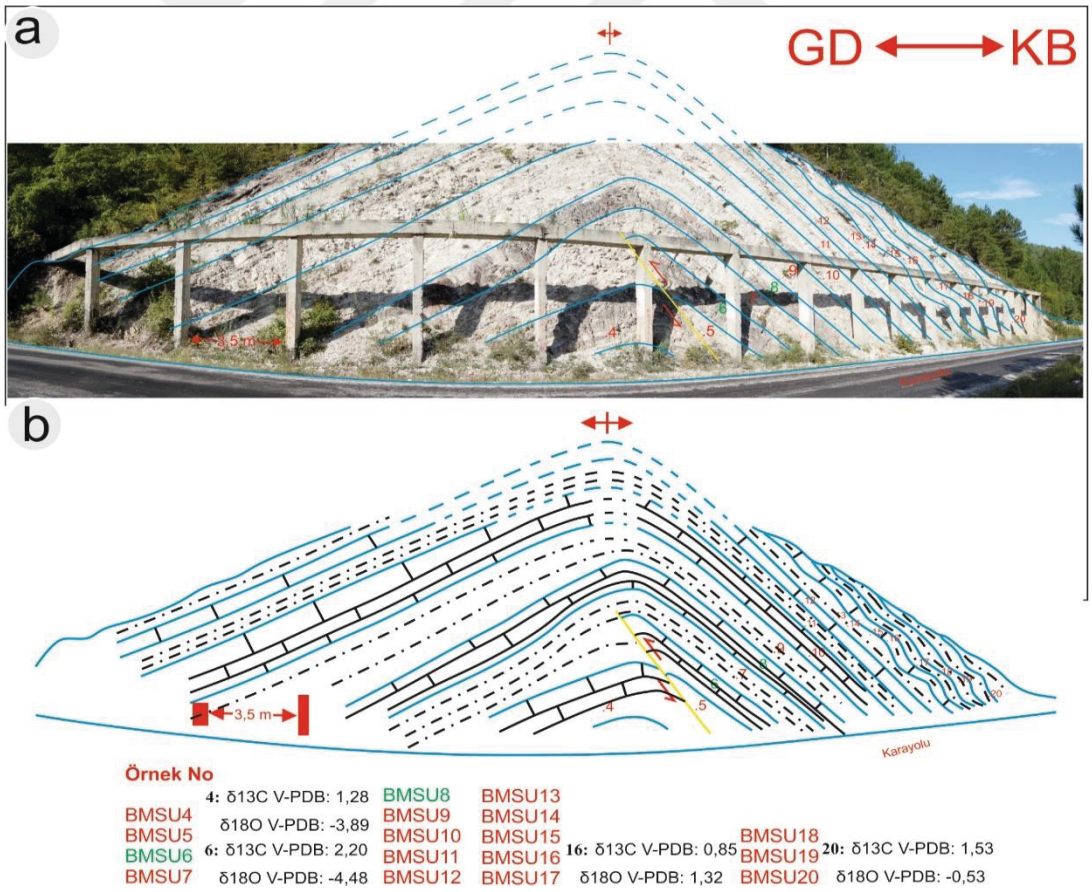
Bağırsak Dere mevkiinde (1. Lokasyon/Ek-2) yapılan GD-KB doğrultulu Soğanlı Fm.'na ait jeolojik enine kesit yaklaşık 28 m kalınlıklı olup, sırası ile aşağıdan yukarıya doğru şu birimler gözlemlenmiştir; 5m kalınlığında kumlu kireçtaşı, 3m kalınlığında kireçtaşı, 5m kalınlığında krem renkli nodüler yapılı yer yer organik maddeli seviyeler içeren kireçtaşı, 4m kalınlığında açık krem orta tabakalı kireçtaşı, 6m kalınlığında oldukça kalın tabakalara sahip kireçtaşı ve 5m kalınlığında orta tabakalı kireç taşlarından oluşmaktadır (Şekil 3.16). Stratigrafik konumuna göre Akçapınar Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenen Soğanlı Formasyonu bu mevkii de üst kesimlerinin yoğun bitki örtüsüyle kapalı olmasından dolayı Soğanlı-Akçapınar Fm. dokanağı gözlemlenememiştir. Bu kesit çalışması ile alakalı olarak Soğanlı Formasyonu'na ait farklı fasiyeslerden 3 adet el örneği petrografik ve paleontolojik inceleme amaçlı alınmıştır. İncelenen bu örneklerde *Fabiania* sp, *Alveolina* sp, *Orbitolites* sp., milliolid ve ostracod fosillerine rastlanılması sığ şelf-lagünel bir ortamı temsil etmesi bakımından tipiktir (Şekil 5.1).



Şekil 3.16 Bağırsak Dere Vadisi halil baba çeşmesi yanı Soğanlı Fm.'na ait GD-KB doğrultulu jeolojik enine kesit (41° 5'37.66"K, 32°48'27.00"D).

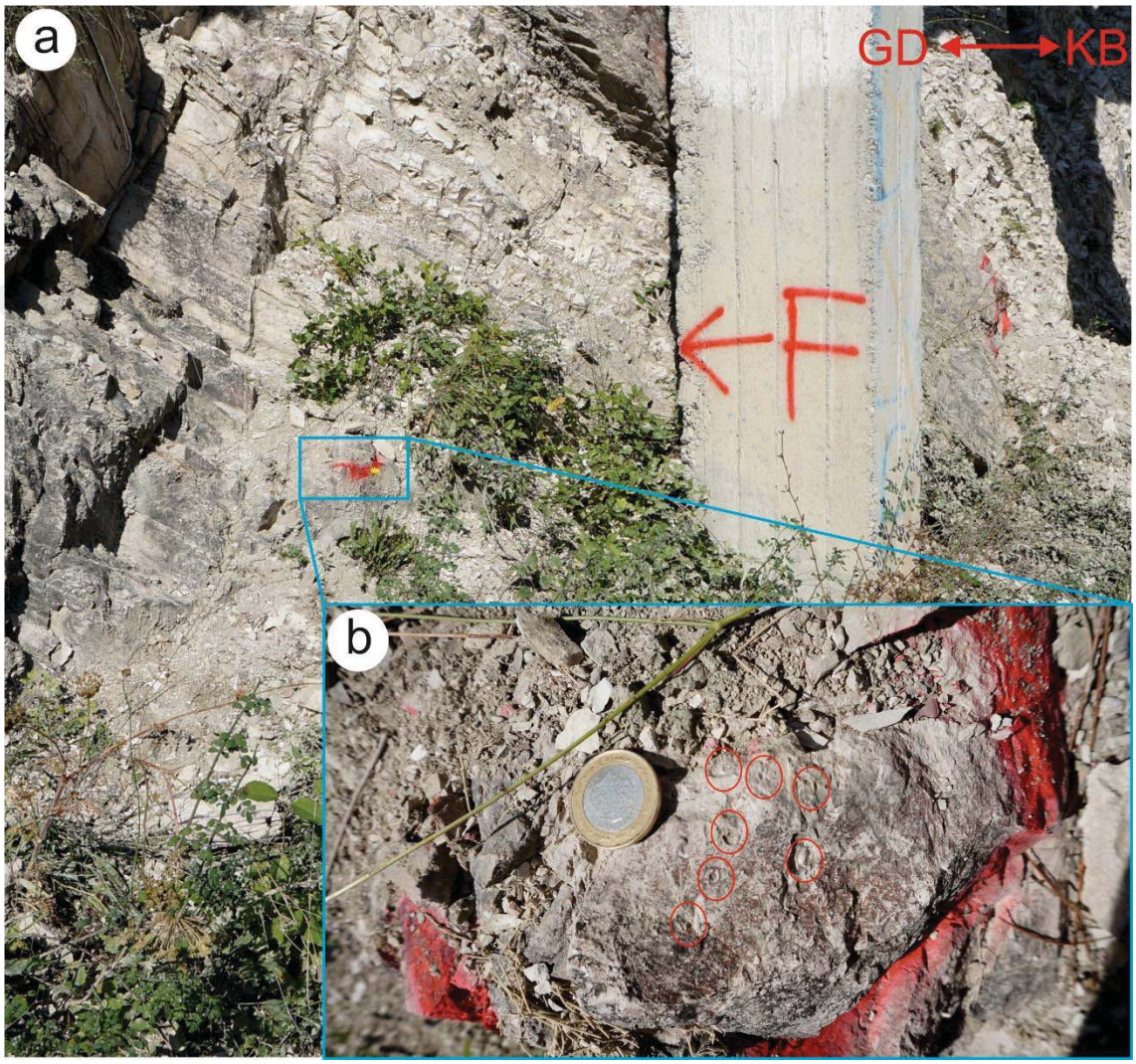
3.9.2 Bağırsak Dere antiklinal Akçapınar Fm. GD-KB jeolojik enine kesiti

Bağırsak Dere mevkiinde (2. Lokasyon/Ek-2) yola paralel olarak aşağı yukarı GD-KB doğrultusunda bulunan Akçapınar Formasyonu'na ait antiklinal yapısı killi kireçtaşı, organik maddeli hafif koyu renkli kiltaşı ardalanmalarından oluşmaktadır (Şekil 3.17 a). İstif merkezinde açılan karayolu yarması boyunca bir antiklinal gözlemlenir. Bu yapı simetrik bir formda olup, merkezinde ters fay bulunması sıkışma rejiminin bir ifadesi olarak yorumlanabilir. Antiklinal merkezinden KB kanadına doğru bir örnekleme yapılmış, uygun bulanan seviyelerden petrografik, paleontolojik, palinolojik ve jeokimyasal çalışmalarda değerlendirilmek üzere örnekler alınmıştır (Şekil 3.17 b). Burada BMSU-6 ve 8 numaralı örneğin bulunduğu seviyede ilk defa makro bir gastropod fosili (*Planorbarius sp.* indet Rafinesque, 1815, Dume´ril, 1806) seviyesine rastlanılmıştır (Şekil 3.18 a-b).



Şekil 3.17 **a)** Antiklinal yapısının panoramik görüntüsü ve **b)** ölçekli şematik görüntüsü (Örnek noktaları üzerine işaretlenmiştir) (41° 5'46.89"K, 32°48'22.93"D).

Bu fosil topluluğuna ek olarak, bu seviyenin hemen üzerinde bol fekal pelletli bir seviyenin olması ve taşınmış bitki-karofit kalıntılarına rastlanılması çökelim koşullarının oldukça sığ, korunaklı ve karasal ortamdan beslenen lagünel bir ortam olduğunu göstermektedir (Wanless ve diğ., 1981, Flügel 2004, Mojon ve diğ., 2018).

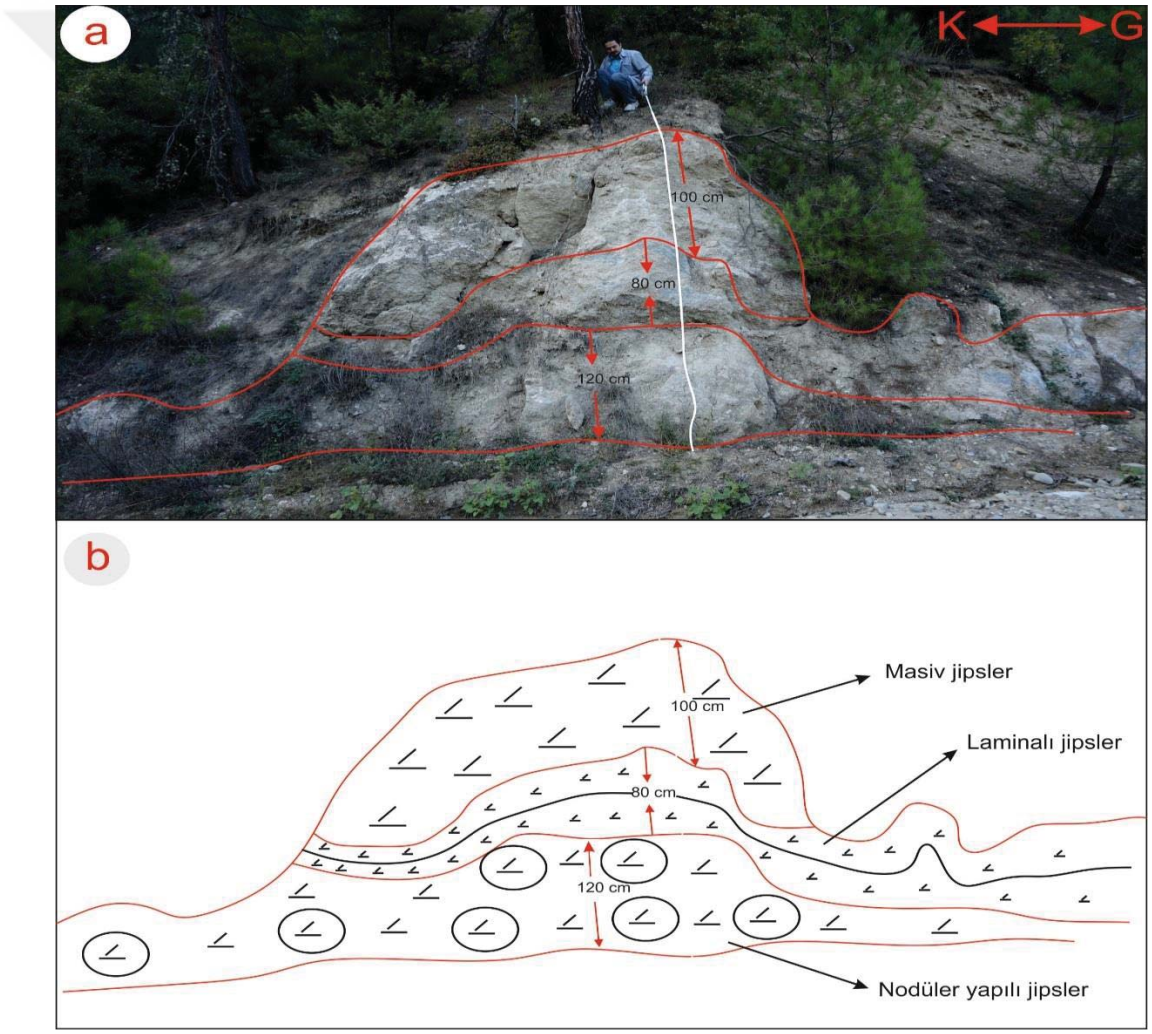


Şekil 3.18 **a)** Fosilli seviyenin uzaktan görünümü, **b)** fosil tanelerinin yakın görünümü (41° 5'46.89"K, 32°48'22.93"D).

3.9.3 Bağırsak Dere Mevkii Davutlar köy yolu üzeri Pürçükören Fm. yol yarması jeolojik enine kesiti

Bağırsak Dere mevkiinde (3. Lokasyon/Ek-2) Davutlar Köy Yolu üzerinde yapılan jeolojik enine kesit çalışmasında tabandan tavana 3m kalınlığında ölçülen istif, yaklaşık

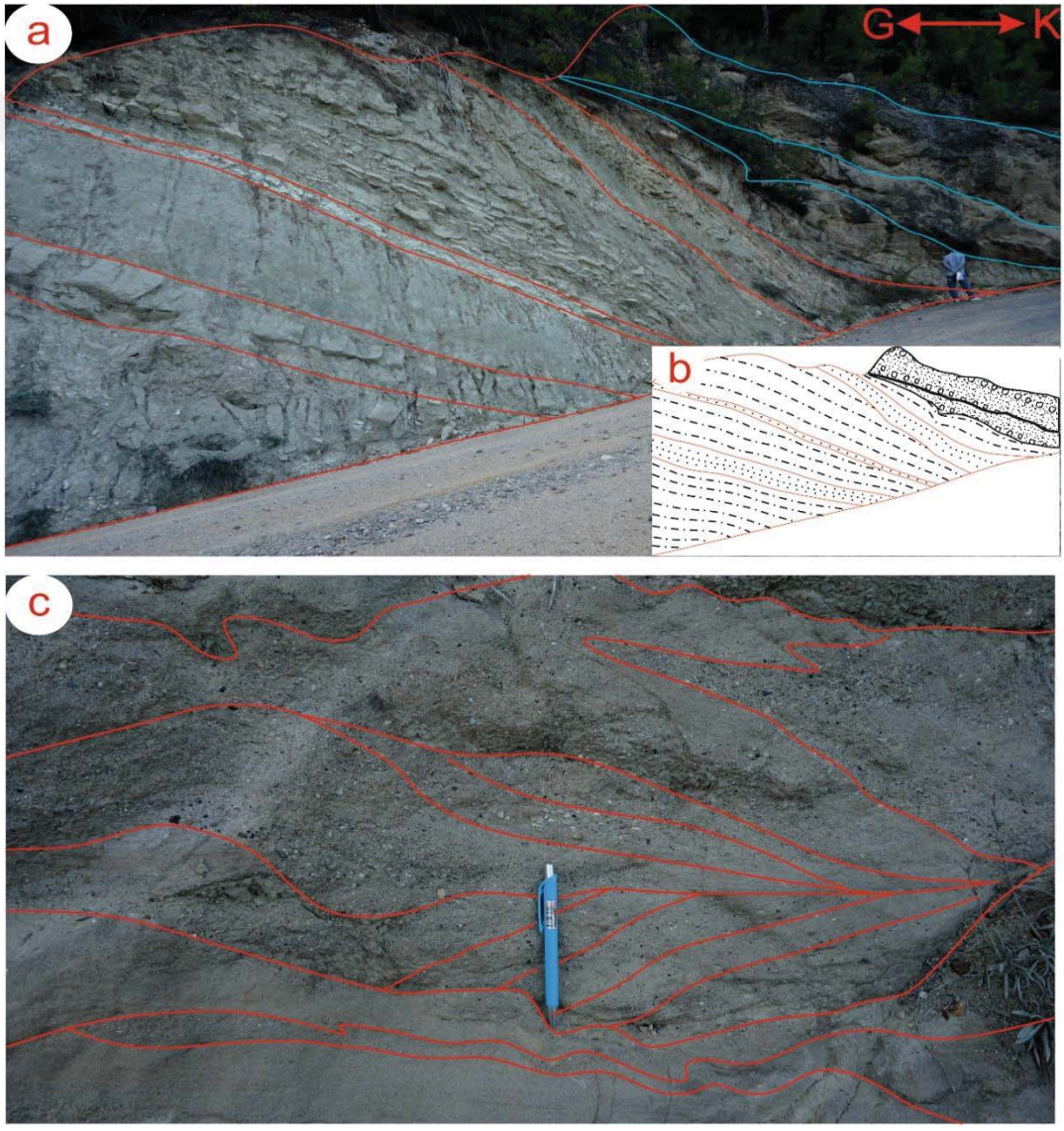
120 cm kalınlığında içerisinde yer yer nodüler yapılı jipslerin bulunduğu bir seviye ile başlar. Bu seviyenin üzerine 80 cm kalınlığında koyu gri renkli organik maddece zengin olan yer yer laminalı jipsler bulunmaktadır. Yaklaşık 100 cm kalınlığında masiv yapıda gözlemlenen yer yer nodüler jips kalıntıları içeren en üst evaporitli seviye bitki örtüsü ve topraklaşma zonu ile örtülü durumdadır (Şekil 3.19 a, b). Tabandaki nodüler jipsler çökelme sonrası diyajenez sürecinde kristal yapısındaki suyu kaybeden jipslerin tekrar su alarak oluşturduğu sahil sabkhası ortamlarını gösterdiği farklı çalışmacılar (Gündoğan vd. 2005, Tekin vd. 2010, Abdioğlu vd. 2015) tarafından da değişik mostralarda belirlenmiştir.



Şekil 3.19 **a)** Bağırsak Dere Mevkii Davutlar Köy yolu üzeri yol yarması ve **b)** şematik gösterimi (41° 6'2.43"K, 32°48'9.29"D).

3.9.4 Bağırsak Dere Mevkii Davutlar köy yolu üzeri Yunuslar Fm. yol yarması jeolojik enine kesiti

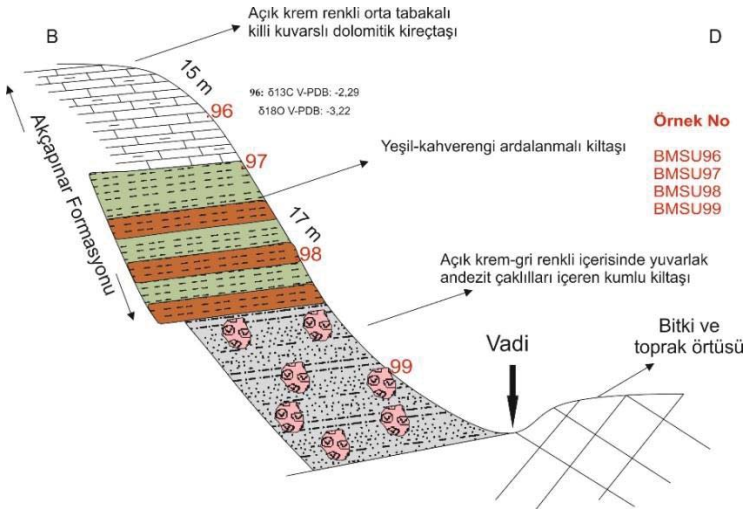
Bağırsak Dere mevkiinde (4. Lokasyon/Ek-2) Davutlar köy yolu üzerinde Yunuslar Formasyonu'na ait olan kırıntılı birim tabanda kumtaşı-marn-çamurtaşı ardalanması şeklinde gözlemlenirken, orta seviyelerde kaba kumtaşı, konglomera fasiyeslerine, en üst seviyelerde ise bol miktarda çapraz tabaka ve laminalanmalı kumtaşı, çamurtaşı fasiyeslerine geçmektedir (Şekil 3.20 a-c).



Şekil 3.20 **a)** Bağırsak Dere Mevkii Davutlar Köy yolu üzeri Yunuslar Formasyonu yol yarması **b)** şematik gösterimi **c)** çapraz tabakalı kumtaşları (41° 6'4.46"K, 32°48'11.70"D).

3.9.5 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. jeolojik enine kesit çalışması

Tokatlı Köyü güneybatısında (19. Lokasyon/Ek-5) Akçapınar Formasyonu'na ait D-B doğrultusunda gerçekleştirilen jeolojik enine kesit çalışmasında formasyona ait yaklaşık yüzeylemiş 32 m kalınlığında bir istif ölçülmüştür (Şekil 3.21). Vadi tabanından üst kotlara doğru ilerlenirken vadinin tabana yakın kısmında istif içerisinde andezit çakılları ihtiva eden bir alüvyon örtüye rastlamak mümkündür. Bu birim içinden alınan çakıl örnekleri ince kesit çalışmaları sırasında traki andezit doku göstermiştir. Bu andezit karakterli çakıl-blok boyutlu malzemenin kökeninin çalışma sahasının kuzey doğusunda bulunan volkanik karakterli Hıratepe Formasyonu olduğu düşünülmektedir. Hıratepe Formasyonu ilk kez Barkurt ve diğ., 1990 çalışması kapsamında adlandırılmıştır. Formasyonla alakalı olarak çok sınırlı bir alanda yayılım gösteren bu volkanik birimin yay volkanizmasının bir ürünü mü yoksa kabuk kalınlaşmasına bağlı karasal bir volkanizma ürünü mü olduğu net bir şekilde tespit edilememiştir. Stratigrafik konumuna bakarak volkanik birim için ?üst Eosen yaş aralığı uygun görülmüştür (Barkurt ve diğ.,1990). Akçapınar Formasyonu'na ait istifte yaklaşık 17 m kalınlığında yeşil-kahverengi tonda ardalanma gösteren kiltaşı birimine rastlanmıştır. Bu kiltaşı ardalanmasından yıkama amaçlı alınan örneklerde herhangi bir makro veya mikro fosil kalıntısına rastlanılmamıştır. İstifin en üst kısmını oluşturan 15 m kalınlıklı açık krem renkli orta tabakalı killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı litolojisine rastlanılmıştır.

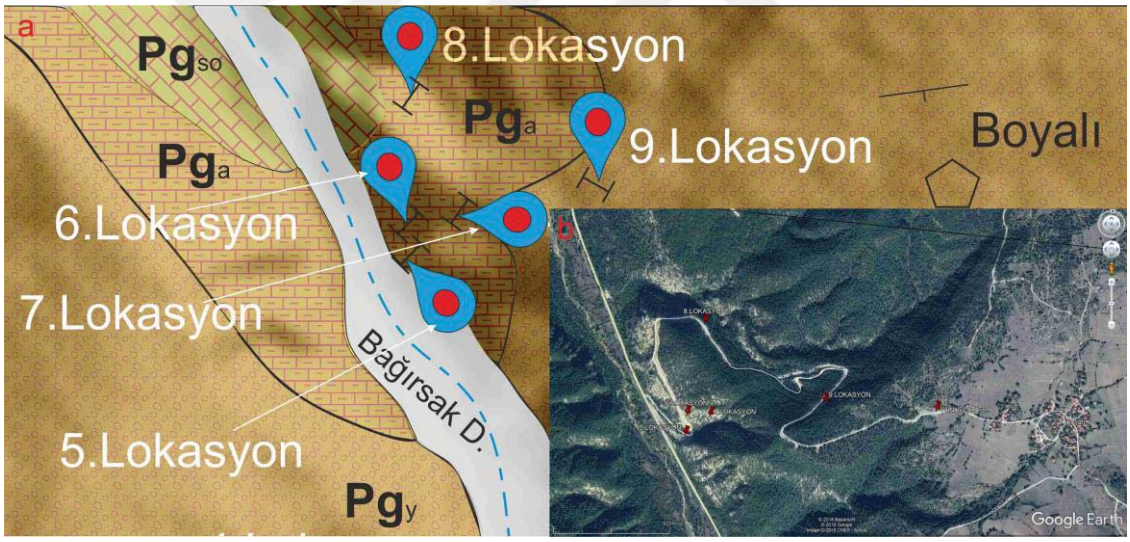


Şekil 3.21 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. Jeolojik enine kesit çalışması (41°11'19.65"K, 33° 1'2.02"D).

4. SEDİMANTOLOJİ

4.1 Ölçülü Stratigrafik Kesit (ÖSK) Çalışmaları

Çalışmanın ana konusunu oluşturan Akçapınar Formasyonu'nun çökel sistemini fasiyes analizi kavramıyla aydınlatabilmek ve tabanında-tavanında bulunan Soğanlı, Yunuslar Formasyonları ile olan stratigrafik ilişkisinin gözlenmesi ve sistematik bir örnekleme geliştirmek amacıyla çalışma alanı içerisinde jeolojik haritalar (Şekil 4.1 ve Ek 3-6) üzerinden tespit edilen yerlerden Akçapınar Formasyonu için 20 adet, Yunuslar Formasyonu için 2 adet ÖSK yapılmıştır. Burada Akçapınar Formasyonu için sedimantoloji çalışmaları kapsamında belirlenen litofasiyesler ve mikro fasiyesler, Yunuslar Formasyonu için belirlenen litofasiyesler gerçekleştirilen ÖSK çizimleri üzerinde farklı renklerde çizgisel olarak gösterilmiştir.

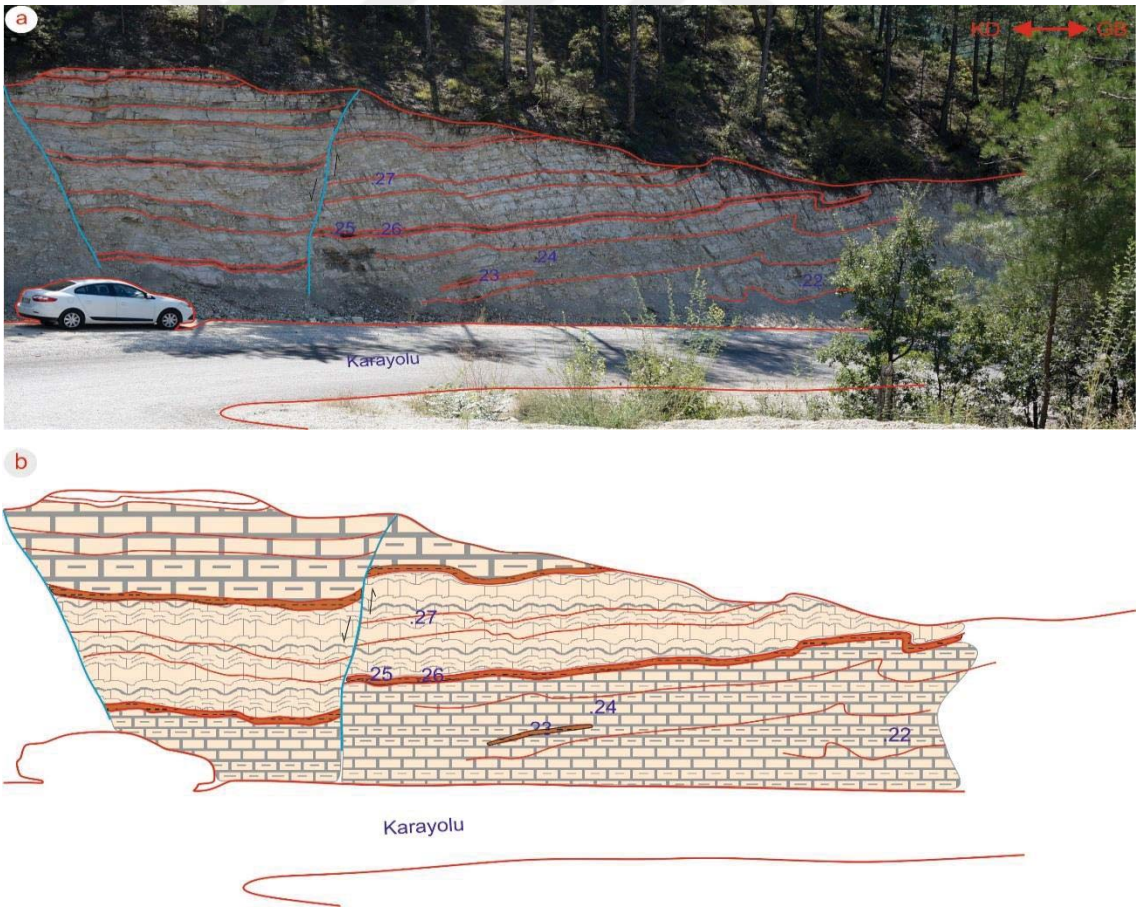


Şekil 4.1 **a)** Bağırsak Dere Vadisi boyunca çalışılan 5-9. Lokasyonların jeolojik harita üzerindeki konumu, **b)** Bölgenin Google Earth uydu görüntüsü. (**Pg_y**: Yunuslar Fm., **Pg_a**: Akçapınar Fm., **Pg_{so}**: Soğanlı Fm.).

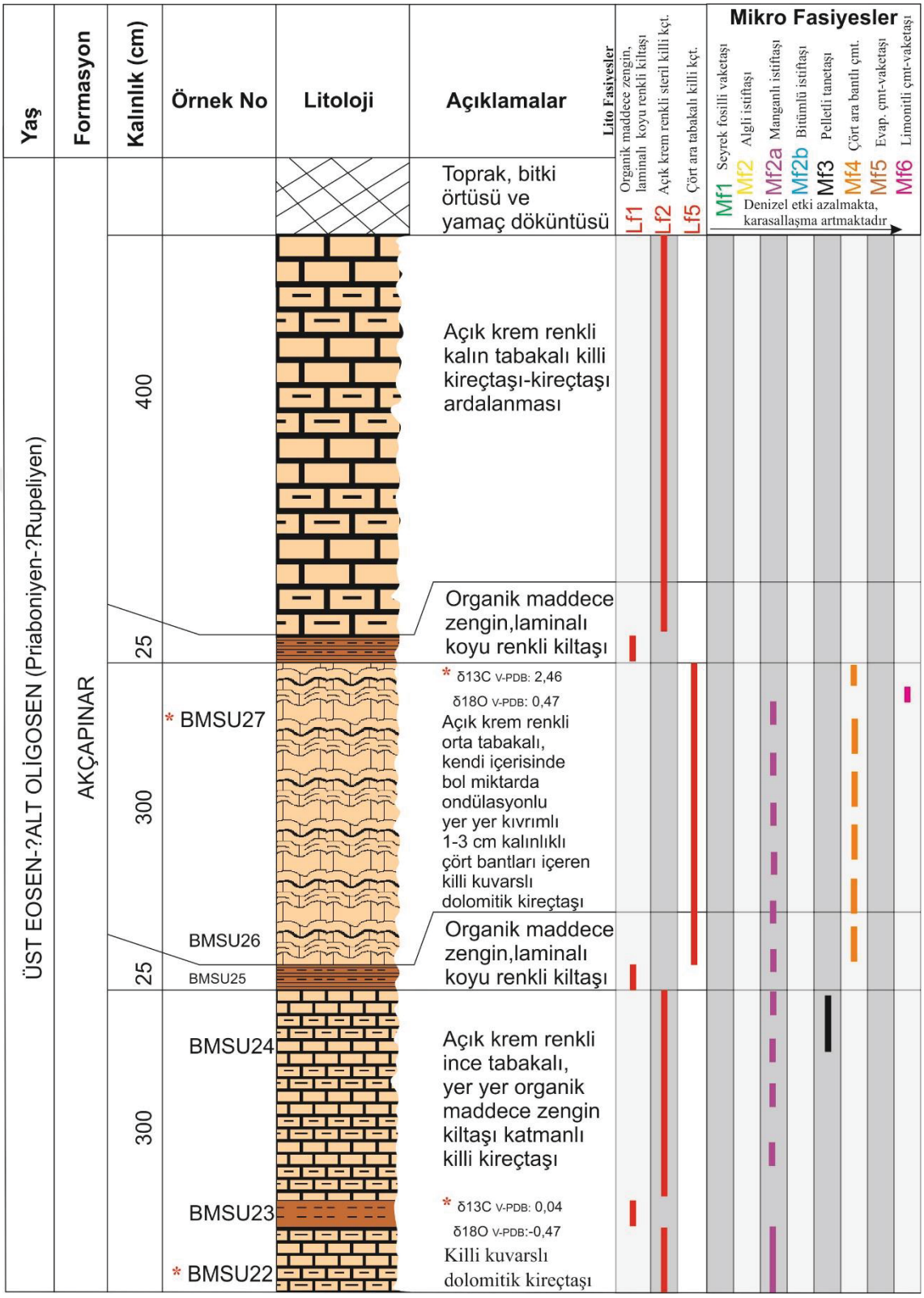
4.1.1 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-1

Bağırsak Dere mevkiinde (5. Lokasyon-Ek 3) yapılan KD-GB doğrultulu Akçapınar Fm.'na ait (Şekil 4.2 a-b) ölçülü stratigrafik kolon kesit yaklaşık 10,5 m kalınlıklı olup, aşağıdan yukarıya doğru 3 m kalınlıklı killi kireçtaşı, 25 cm kalınlıklı organik maddece

zengin laminalı kiltaşı, 3 m kalınlıklı ince-orta tabakalı kıvrımlı killi kireçtaşı, 25 cm kalınlıklı organik maddece zengin laminalı kiltaşı ve 4 m kalınlıklı kalın tabakalı killi kireçtaşı ardalanmalarından oluşmaktadır (Şekil 4.3). Koyu renkli sert morfolojili çört tabakalarına yaklaşık 3 m'lik bir zon içerisinde sıklıkla rastlanılmaktadır. Ayrıca sedimantasyon ile eş yaşlı olduğu normal karakterli bir faylanmaya Şekil 4.3 a- b'deki yol yarmasında rastlanılmıştır. ÖSK kapsamında alınan BMSU kodlu 23 numaralı örnek zengin organik içerikli olmasına rağmen yetersiz palino taksa içermektedir. Ayrıca BMSU kodlu 22, 24 ve 27 nolu örneklerden yapılan petrografik incelemelerde Mf2a, Mf3, Mf4 ve çok sınırlı bir alanda Mf6 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. Burada baskın olarak Mf2a fasiyesinin yaygın olması karasal kökenli bitkisel malzeme gelimini göstermekte olup, fekal pellet kalıntıları sığ denizel çökel koşulları temsil etmektedir (Wanless ve diğ. 1981).



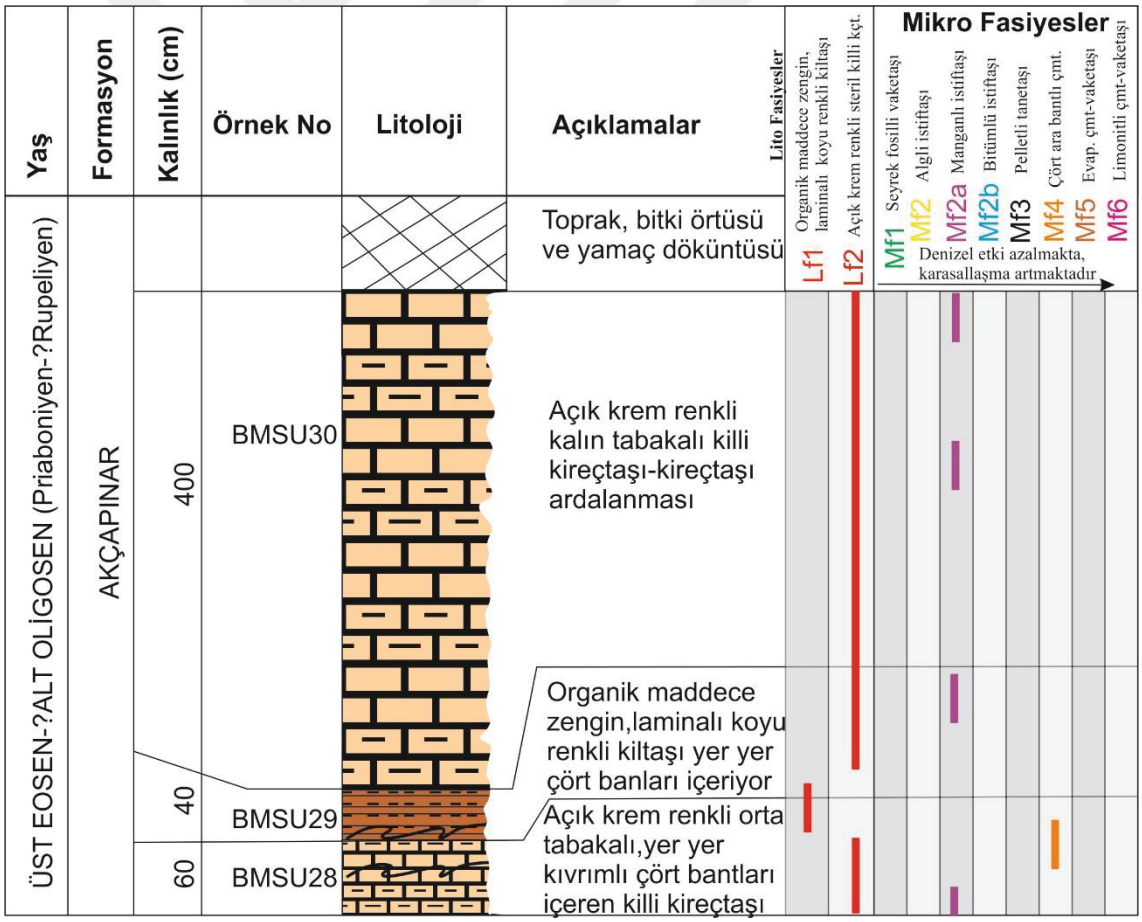
Şekil 4.2 **a)** Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması, **b)** şematik görüntüsü (41° 6'53.54"K, 32°48'12.94"D).



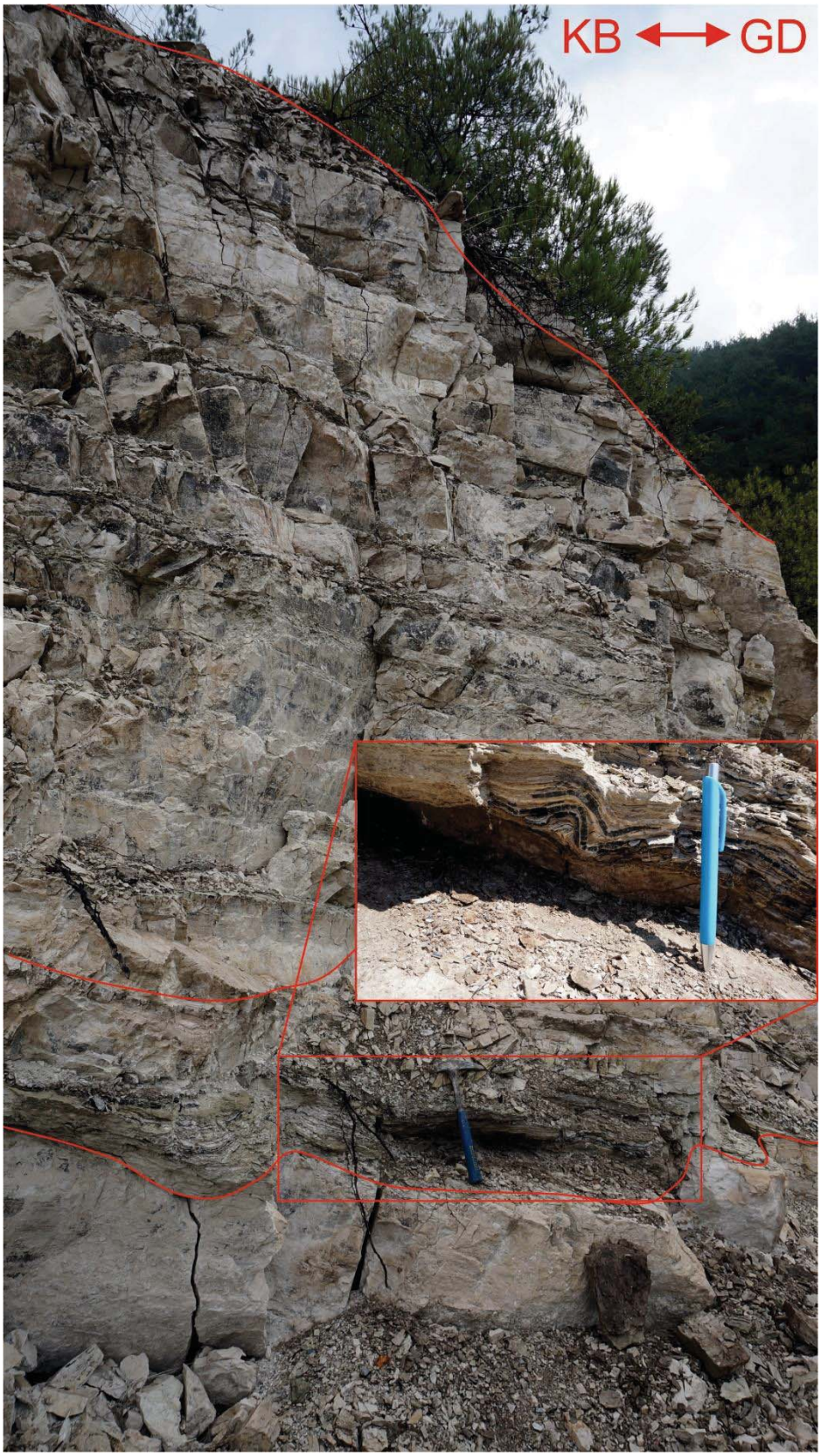
Şekil 4.3 ÖSK-1 (5. Lokasyon-Ek 3) (41° 6'53.54"K, 32°48'12.94"D).

4.1.2 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-2

Bağırsak Dere mevkiinde 6. Lokasyon dahilinde (Şekil 4.1 ve Ek 3) yapılan bu ölçülü stratigrafik kolon kesit (Şekil 4.4) tabanda yaklaşık 60 cm kalınlıklı içerisinde birkaç santimetre kalınlıkta kıvrımlı çört seviyelerinin bulunduğu killi kireçtaşı birimi ile başlamıştır (Şekil 4.5 a-b). Birimin üzerinde 40 cm kalınlıklı organik maddece zengin laminalı kiltaşı bulunmaktadır. En üst seviyesi ise yaklaşık 4 m kalınlıklı açık krem renkli killi kireçtaşından oluşmaktadır. Bu ÖSK kapsamında yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2a ve çok sınırlı bir bölgede Mf4 fasiyeslerine rastlanılmıştır. Sığ ve nispeten daha düşük oksijen seviyeli ortamları temsil eden Mf2a fasiyesi zaman zaman düşük dereceli hidrotermal çözeltilerce etkilenmiş olup, fosil içermeyen killi kireçtaşı birimleri ile sonlanmıştır.



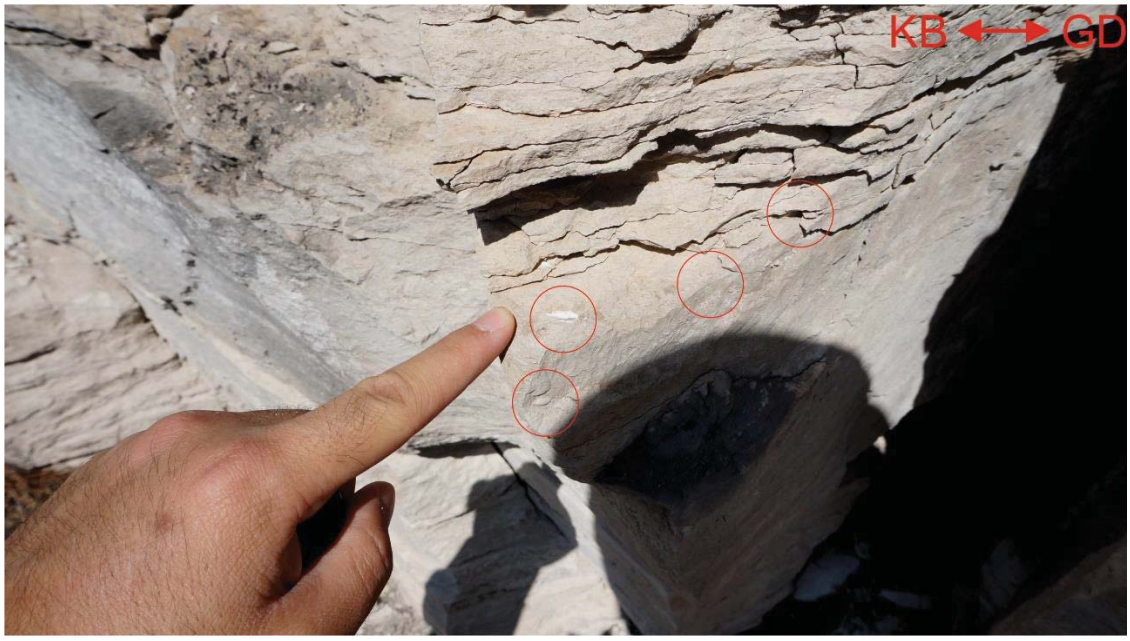
Şekil 4.4 ÖSK-2 (6. Lokasyon-Ek 3) (41° 6'56.50"K, 32°48'12.87"D).



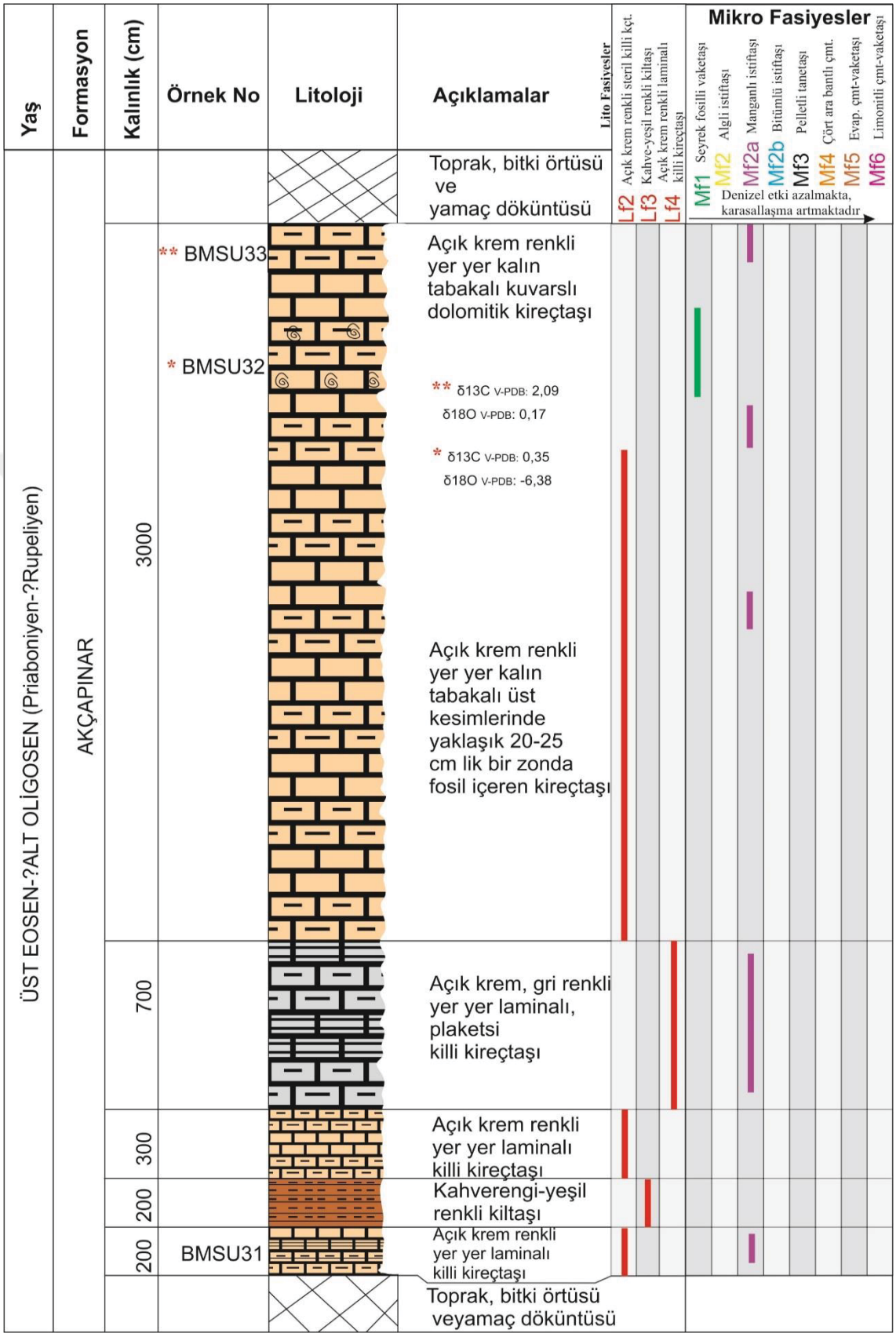
Şekil 4.5 **a)** Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması 2. Kademe görüntüsü ve **b)** Kıvrımlı çört tabakaları (41°6'56.50"K, 32°48'12.87"D).

4.1.3 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-3

Bağırsak Dere mevkiinde 7. Lokasyonda (Şekil 4.1 ve Ek 3) yapılan bu ölçülü stratigrafik kolon kesit tabanda yaklaşık 2 m kalınlıklı açık krem renkli yer yer laminalı killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine 2 m kalınlıklı kahverengimsi-yeşil tonlarında bir kiltaşı seviyesi gelmektedir. Bu birimin üzerinde ise 3 m kalınlıklı açık krem renkli yer yer laminalı killi kireçtaşı bulunmaktadır. 7 m kalınlığında killi kireçtaşı seviyesinin üzerinde bulunan birim açık krem gri renkli olup yer yer plaketimsi-laminalı killi kireçtaşı seviyeleri içermektedir. Bu istifin en üst seviyesini oluşturan yaklaşık 30 m kalınlığındaki killi kireçtaşı litolojisi oldukça kalın tabakalanma göstermektedir. Bu birim üst kesimlere doğru yaklaşık 20-25 cm kalınlığında bir ara zonda ince kavkılı türleri tayin edilemeyen gastropod fosiller gözlenmiştir (Şekil 4.6). Bu ÖSK kapsamında (Şekil 4.7) istifin üst kısımlarında sınırlı bir zonda Mf1 fasiyesine rastlanırken, ara ara tabaka katmanları ara seviyelerinde Mf2a fasiyesi gözlenmiştir. Bu mikro fasiyesler sığ ve sınırlı-kapalı denizel koşulları yansıtırken, ağırlıklı olarak steril killi kireçtaşı birimlerinin bulunması canlı aktivitesinin son derece kısıtlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6 ÖSK-3 üst seviyesi fosil kavkıları (41° 6'56.66"K, 32°48'17.37"D).

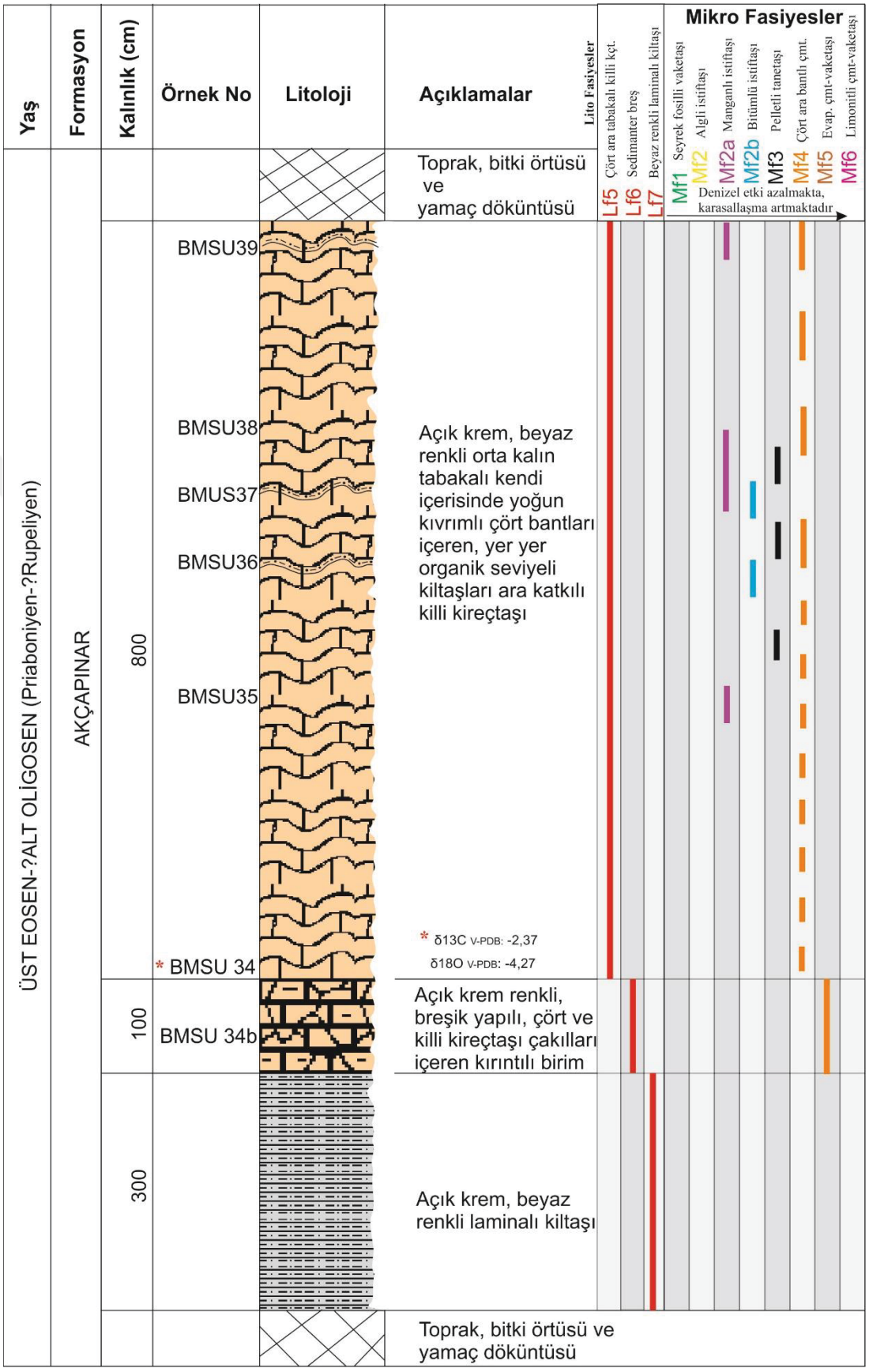


Şekil 4.7 ÖSK-3 (7. Lokasyon-Ek 3) (41° 6'56.66"K, 32°48'17.37"D).

4.1.4 Bağırsak Dere mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri yol yarması ÖSK-4

Bağırsak Dere mevkiinde 8. Lokasyonda (Şekil 4.1 ve Ek 3) yapılan bu ölçülü stratigrafik kolon kesit tabanda yaklaşık 3 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli laminalı kiltaşı seviyesi ile başlamıştır. Üzerine 1 m kalınlığında breşik dokuda içerisinde yer yer köşeli yapıda çört çakılları ve intraformasyonel litoklastlar içeren birim bulunmaktadır. Yaklaşık 8 m kalınlığında bu birimin üzerine gelen istif taban kısımlarında açık krem renkli orta-ince tabakalı içerisinde yoğun kıvrımlı kiltaşı ve killi kireçtaşı seviyeleri içerirken, üst seviyelerinde içerisinde yer yer organik maddeli kiltaşları ve yoğun kıvrımlı çört seviyeleri barındıran açık krem-beyaz renkli killi kireçtaşı litolojisinden oluşmaktadır (Şekil 4.8 a-d). Bu seviye üzerine tekrar Mf2a, Mf2b, Mf3 ve tekrarlı Mf4 fasiyesleri gelerek (Şekil 4.9) sığ denizel, düşük enerjili ve sınırlı-kapalı bir dönem devam etmiştir (Flügel 2004, Boggs 2009).

Şekil 4.8 **a)** Kesit hattı panoramik görüntüsü, **b)** kesit hattı yol palyesi, **c)** formasyon içi kıvrımlanma, **d)** formasyon içi breşik zon/sedimanter breş, Bağırsak Dere Mevkii Boyalı Köyü yolu üzeri Akçapınar Formasyonu yol yarması (41° 7'9.88"K, 32°48'5.13"D).

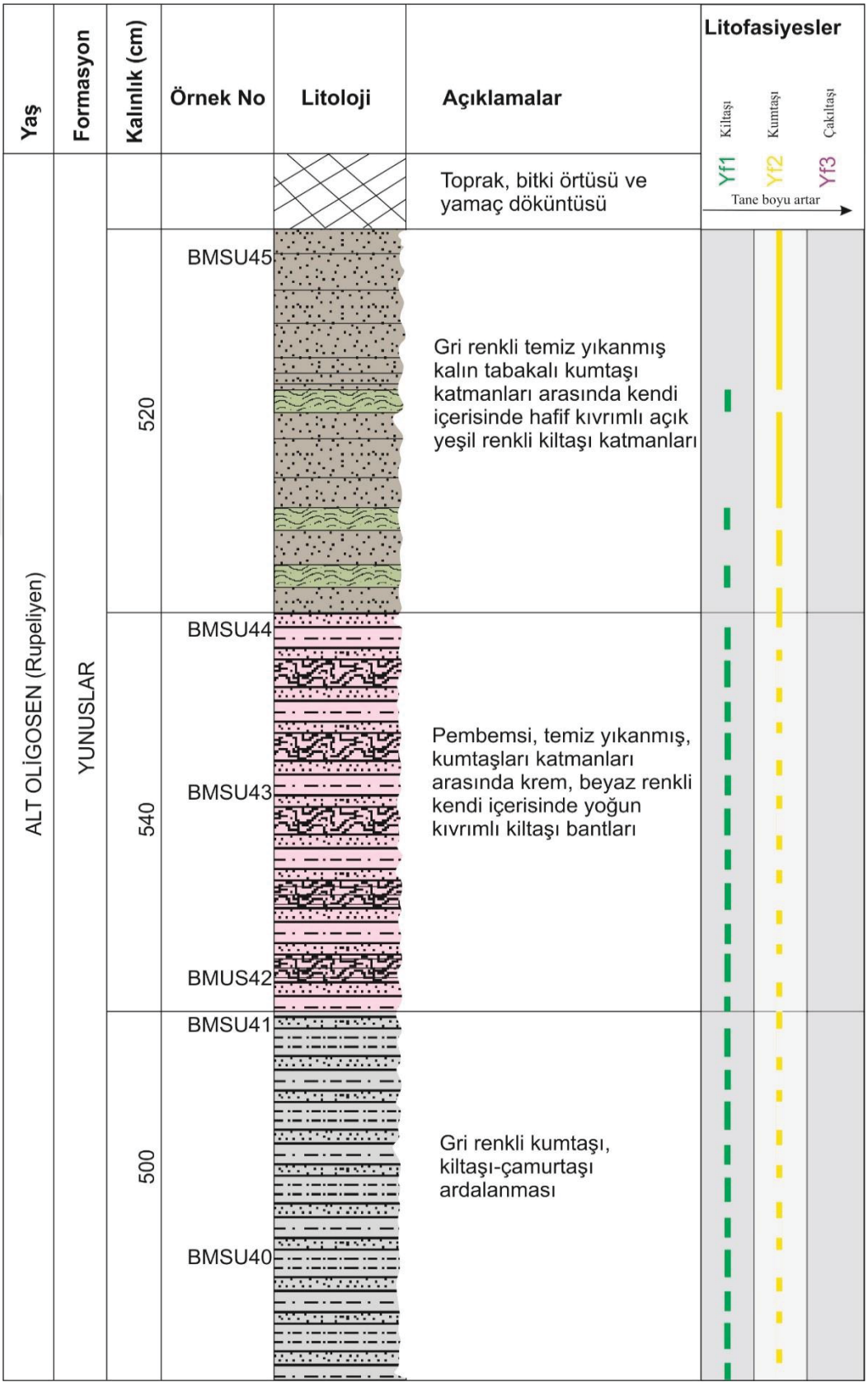


Şekil 4.9 ÖSK-4 (8. Lokasyon-Ek 3) (41° 7'10.03"K, 32°48'14.49"D).

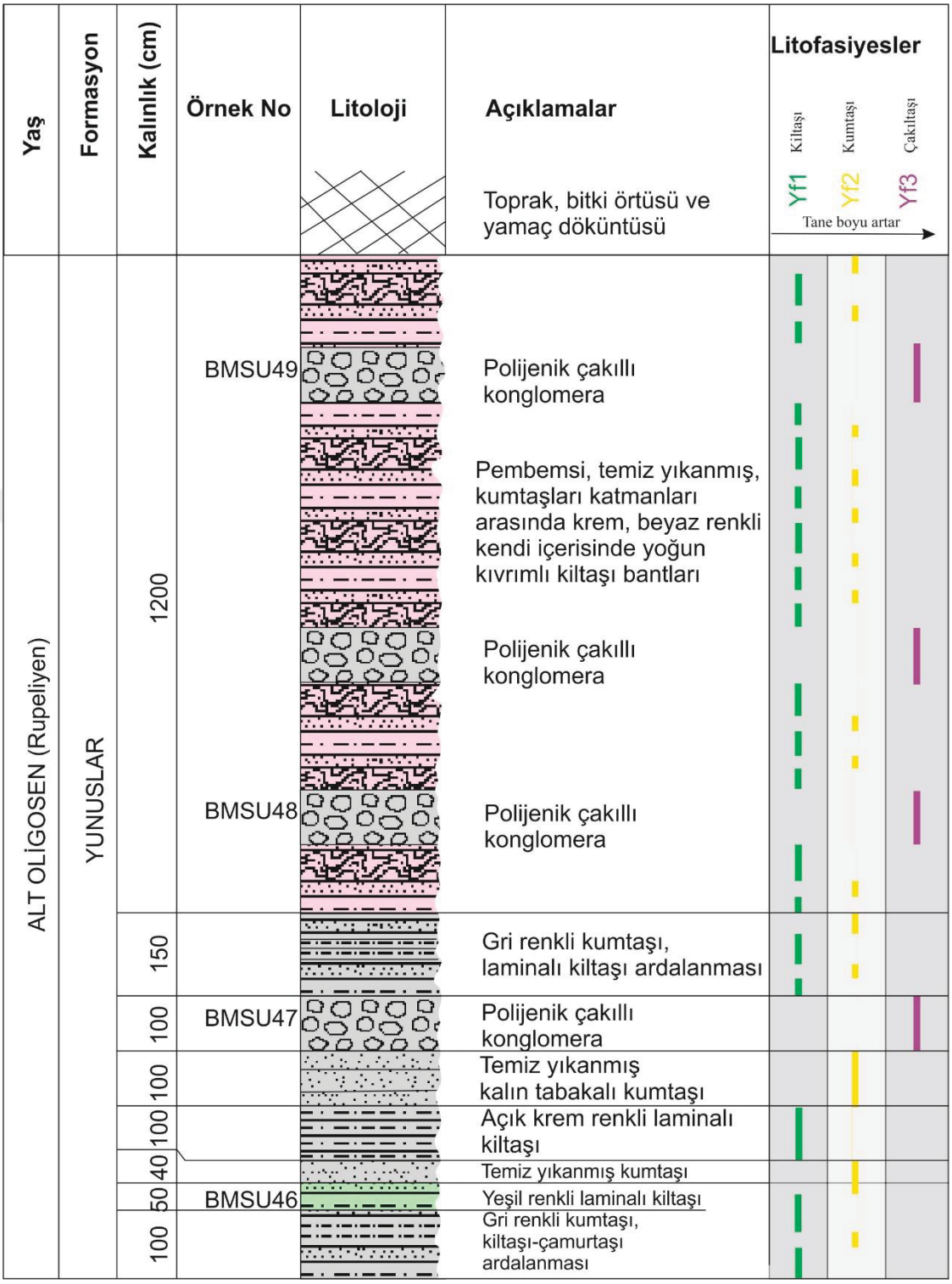
4.1.5 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK 1-2

Akçapınar Formasyonu üzerine uyumlu olarak çökelen Yunuslar Formasyonu'nun tabanını oluşturan bu ölçülü stratigrafik kesit sırası ile alttan üste doğru şu birimlerden oluşmaktadır; tabandaki yaklaşık 5 m kalınlığında gri renkli kumtaşı-marn ardalanmalı birimin (Şekil 4.10 a,b) üzerine 5,4 m kalınlığında hafif pembemsi renkte temiz-yıkanmış kumtaşı katmanları arasında krem-beyaz renkli kendi içerisinde yoğun kıvrımlı kiltaşı bantları ihtiva eden birim çökelmiştir. Bu istifin en üst kısmında ise yaklaşık 5,2 m kalınlığında gri renkli yıkanmış kumtaşları arasında hafif kıvrımlı kiltaşları bulunduran katman çökelmiştir. Bu istifin devamı niteliğindeki kademede ise başlangıç seviyelerine göre tane boyu kabalaşarak istifin en üst seviyesini polijenik çakıllı genellikle normal derecelenmeli (Şekil 4.10 c) ve ara ara kendi içerisinde kıvrımlı kiltaşı katmanları bulunduran konglomera birimleri oluşturmaktadır. Bu ölçülü stratigrafik kesitler (Şekil 4.11-12) kapsamında Yf1 kiltaşı, Yf2 kumtaşı, Yf3 çakıltaşı fasiyesleri belirlenmiştir. Genel olarak menderesli akarsu istifi özelliklerindeki bu formasyonda çakıltaşı ve kaba kumtaşı fasiyesleri kanal dolgularını temsil ederken, çamurtaşı fasiyesleri taşkın düzlüklerini temsil etmektedir (Timur ve Aksay 2002). Yf2 fasiyesinde rastlanılan kırıklı nummulit fosilleri Soğanlı ve Safranbolu Formasyonları'ndan bu formasyonun malzeme aldığını göstermektedir.

Şekil 4.10 **a)** Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. panoramik görüntüsü **b)** taban yıkanmış kumtaşı-marn ardalanması, **c)** normal derecelenmeli, polijenik konglomera (41°7'0.34"K, 32°48'39.16"D).



Şekil 4.11 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK-1 (41° 7'0.34"K, 32°48'39.16"D)



Şekil 4.12 Boyalı Köyü yol yarması Yunuslar Fm. ÖSK-2 (41° 7'0.34"K, 32°48'39.16"D)

4.1.6 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (1. Kademe)

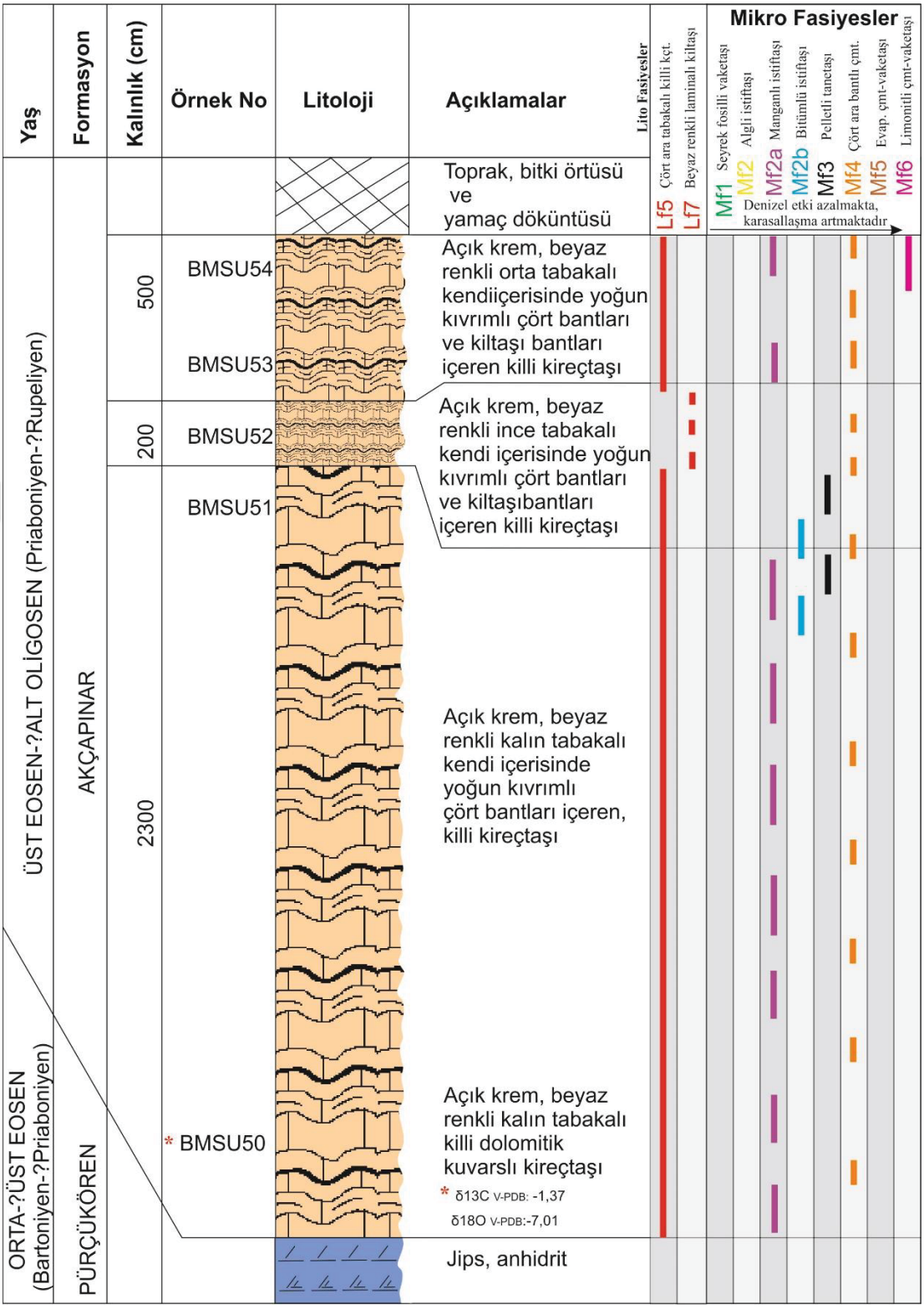
Akçapınar Formasyonu için Güven (1977) tarafından Batı Karadeniz Bölgesi Karabük ili civarındaki Soğanlı Çayı ve dolaylarında gerçekleştirilen ilk çalışmada Soğanlı Formasyonu'nun Çakmak Üyesi adlaması kabul görmüştür. Saner ve diğ., 1979'da gerçekleştirdiği çalışmada ise bu birim için bu bölgede Akçapınar Formasyonu ismini tercih ederek, ilk kez kullanmıştır. Sonraki yıllarda Barkurt ve diğ., 1990 çalışmasında Şıhlar Formasyonu ismini F29 paftasındaki bu birimin F30 paftasındaki devamı olan formasyon için kullanmışlardır. Yine aynı coğrafik alan içerisinde Şen 2001'de, Timur ve Aksay 2002'de yaptığı çalışmada Akçapınar Formasyonu ismini tercih etmiştir. Tüysüz ve diğ., 2004'de gerçekleştirdiği 'Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri' isimli çalışma Karabük ili civarındaki Soğanlı Çayı ve dolaylarında yüzlek veren bu birim için Stratigrafi Adlama Kuralları (1986) kriterlerine uygun olarak ilk kez kullanıldığı Saner ve diğ., 1979 çalışmasındaki Akçapınar Formasyonu ismini kabul etmiştir. Gerçekleştirilen bu doktora tezi çalışmasında ise Saner ve diğ., 1979 çalışmasında ilk kez kullanılan ve Türkiye Stratigrafi Komitesince uygun görülen Akçapınar Formasyonu ismi kullanılmıştır (Şekil 3.3).

Pürçükören mevkiinde (10. Lokasyon) yapılan D-B doğrultulu Akçapınar Fm.'na ait ölçülü stratigrafik kesit yaklaşık 28 m kalınlıklı olup (Şekil 4.13-14), sırası ile aşağıdan yukarıya doğru şu birimler gözlemlenmiştir; 23 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli kalın tabakalı ve kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 2 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli ince tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları ve kiltaşı bantları içeren killi kireçtaşı, 5 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli orta tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları ve kiltaşı bantları içeren killi kireçtaşlarından oluşmaktadır (Us ve Tekin 2019a). Formasyon içerisinde gözlemlenen yoğun kıvrımlanmalar soft sedimanter deformasyonları yansıtmaktadır (Şekil 4.13 a-b) (Us ve Tekin 2019b). Stratigrafik konumuna göre Pürçükören Formasyonu üzerine Akçapınar Formasyonu uyumlu olarak gelmektedir (Şekil 4.13 a).

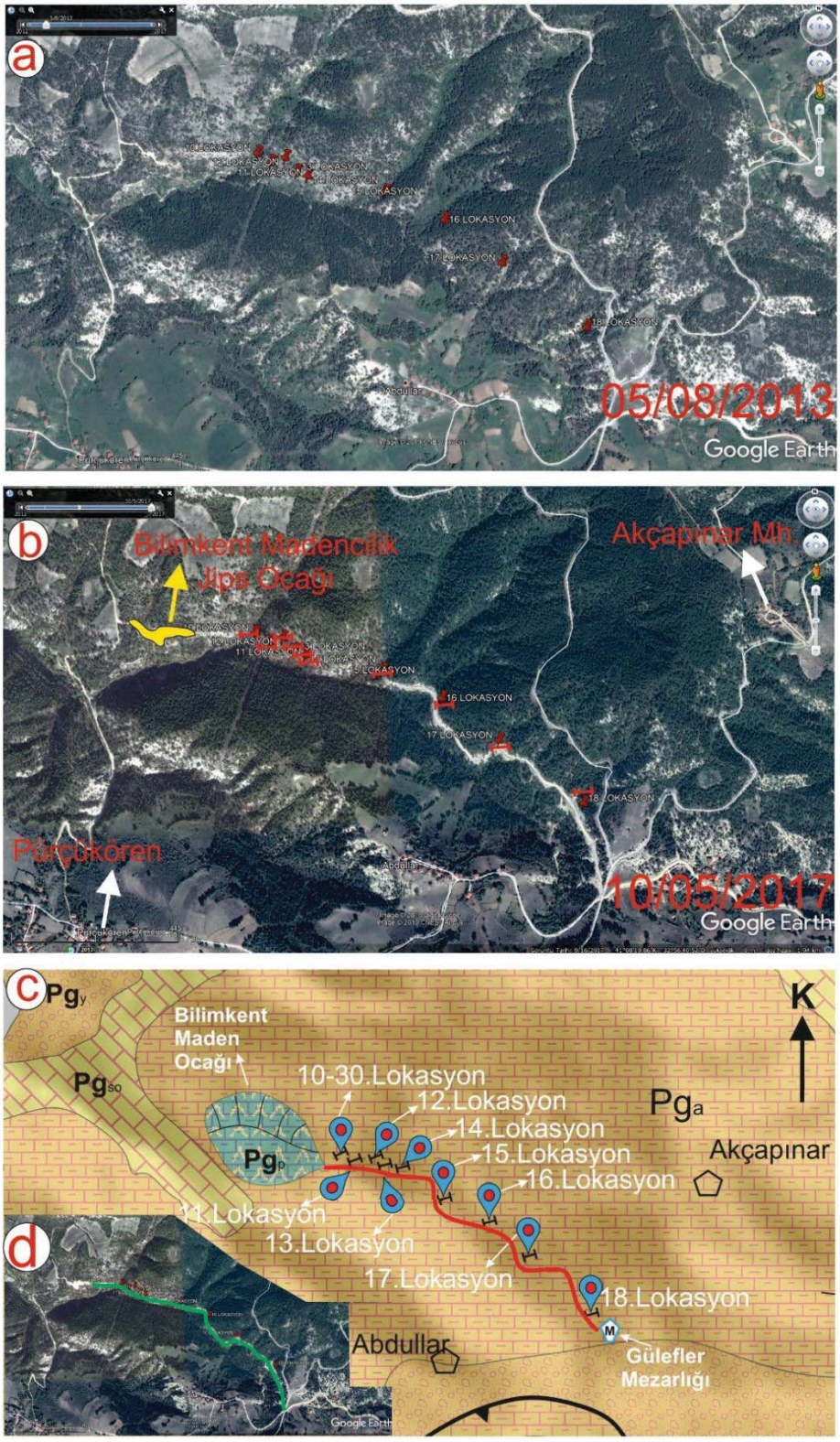
Akçapınar Formasyonu ismi verilen bu birim için Güven (1977) çalışmasında (Güven 1977 çalışmasına göre Soğanlı Formasyonu'nun Çakmak Üyesi) Çakmak Tepe en iyi

gözlemlendiği lokalite olarak ifade edilerek, yapılan harita üzerinde gösterilmiştir. Ancak bu harita üzerindeki ilgili tepeye ait yaklaşık 985 m civarındaki rakım bilgisi hariç herhangi bir koordinat verisi bulunmamaktadır. Saner ve diğ., 1979 çalışmasında Akçapınar Mh. ve dolayları, Yergök ve diğ., 1987 çalışmasına göre F29-c4 paftasındaki Körücük Tepe ve dolayları ile F29-c3 paftasındaki Ganibeyler Köyü Değirmen dere mevkii tip lokalite olarak önerilip, bu öneriler Tüysüz ve diğ., 2004 çalışması kapsamında da ele alınmıştır. Bu çalışmalardan farklı olarak Timur ve Aksay 2002'de yaptığı çalışmada ise Akçapınar Mahallesinin 1 km güneydoğusundaki Kelağ değirmeni mevkiini tip lokalite olarak önermiştir. Ancak gerçekleştirilen bu doktora tez çalışmasında 2014 yılında Pürçükören Formasyonu'na ait olan Bilimkent jips-anhidrit maden ocağını işletme amaçlı olarak açılan yol yarmaları (Şekil 4.15 a-d) Akçapınar Formasyonu'nun gerek istifsel iç yapısını, gerekse geçirdiği yumuşak (soft) sedimanter deformasyonu anlamada önemli bir kazanım olmuştur. Bu kapsamda 10-18. Lokasyonlardan gerçekleştirilen ölçülü stratigrafik kesit çalışmaları (Şekil 4.15 c-d) Akçapınar Formasyonu'nun Pürçükören Fm. ile olan dokanak ilişkisini ve en belirgin özelliklerini göstermesi açısından tipik olduğu için Akçapınar Formasyonu'na yeni tip lokalitesi olarak önerilmiştir (Us ve Tekin 2019c).

Şekil 4.13 **a)** Pürçükören-Akçapınar Formasyon dokanağı, **b)** Soft sedimanter deformasyonlar (ÖSK 1. Kademe) (41° 8'21.70"K, 32°55'36.05"D).



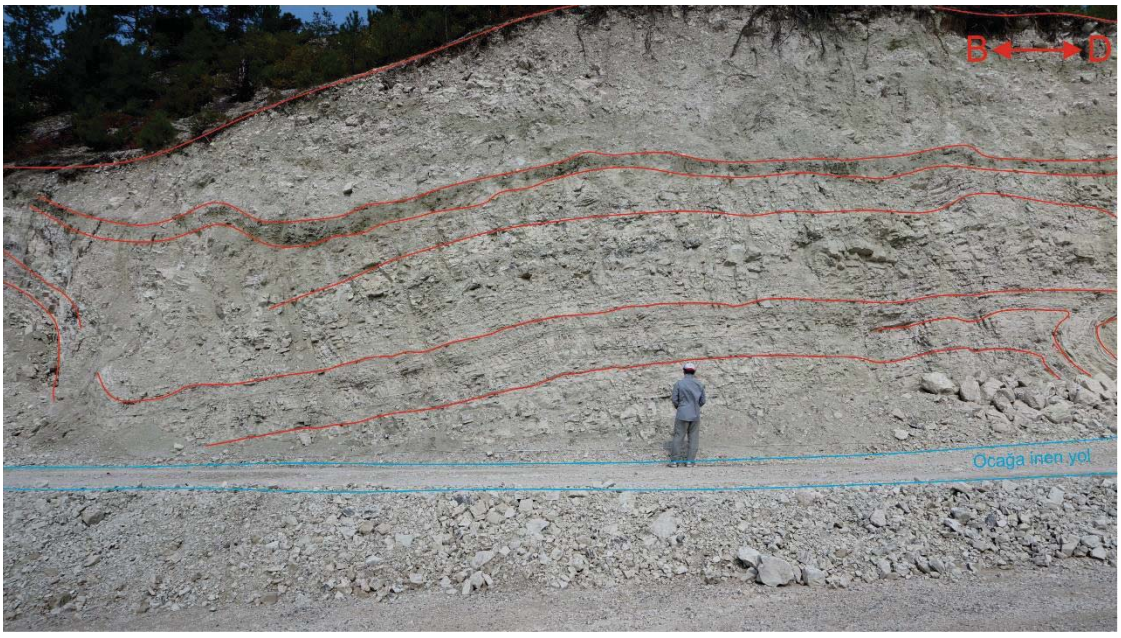
Şekil 4.14 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Pürçükören-Akçapınar Fm. (ÖSK 1. Kademe, 10. Lokasyon) (41° 8'22.03"K, 32°55'35.67"D).



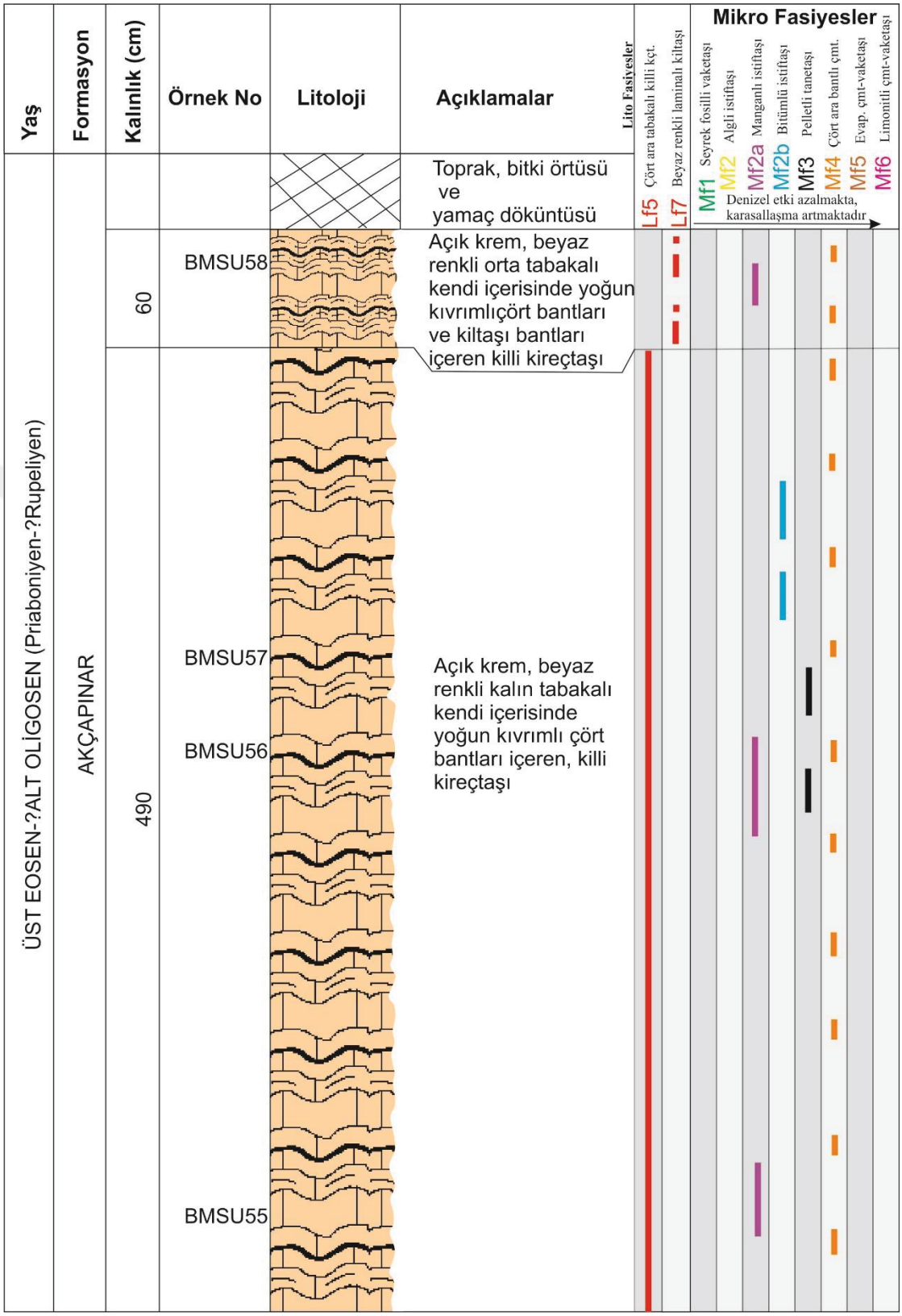
Şekil 4.15 **a)** 05/08/2013 tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait Google Earth görüntüsü **b)** 10/05/2017 tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait açılan yol yarmalarını gösterir Google Earth görüntüsü **c)** bölgeye ait jeoloji haritası **d)** güncel tarihli Bilimkent Madencilik Ocağına ait yol yarmalarının tamamı (yeşil renkli çizgi).

4.1.7 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (2. Kademe)

10. Lokasyonda ölçülen birimin (Şekil 4.14 b-c) biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.16). Tabanda yaklaşık 4,9 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine 0,6 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, orta tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi gelmektedir (Şekil 4.17). Formasyon içerisinde gözlemlenen bazı oturma yapıları jeolojik yük ve tektonik aktivitenin etkisi ile soft sedimanter olarak gelişmiştir. Bu ÖSK kapsamında incelenen örneklerde Mf2a, Mf2b, Mf3 ve Mf4 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. Burada özellikle manganlı istiftaşı fasiyesine ve nadiren de olsa bitümlü seviyelere rastlanılması organik malzemenin korunabildiği nispeten daha düşük oksijenli ortamları göstermektedir. Fosilsiz olan bu istifte, çok dar bir aralıkta sığ koşulları temsil eden fekal pelletli bir zon gözlenmiştir. Tüm bu istif zaman zaman düşük dereceli hidrotermal çözeltilerin çökelttiği çört seviyeleri ile ardalanmalıdır. Genel olarak çökel koşulları çok sığ karakterli ve düşük enerjili bir ortamı temsil etmektedir.



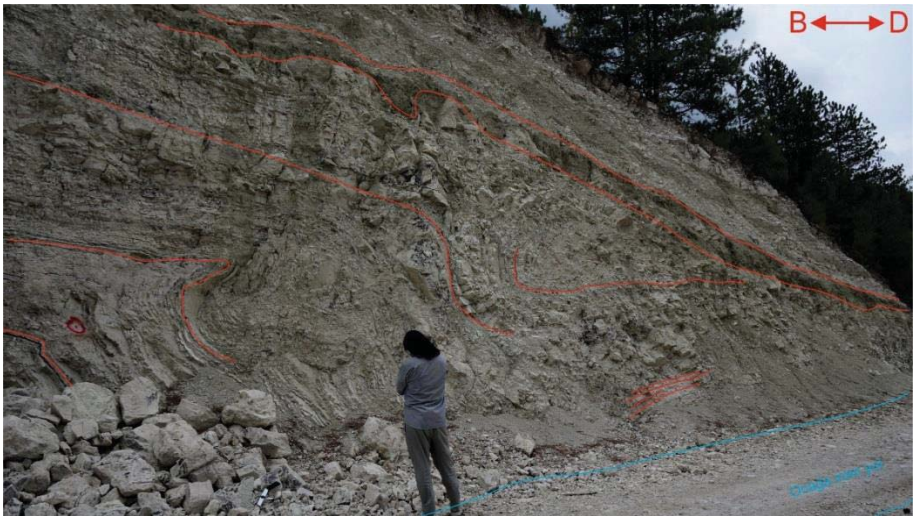
Şekil 4.16 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 2. Kademe,) (41°8'21.17"K, 32°55'37.21"D)



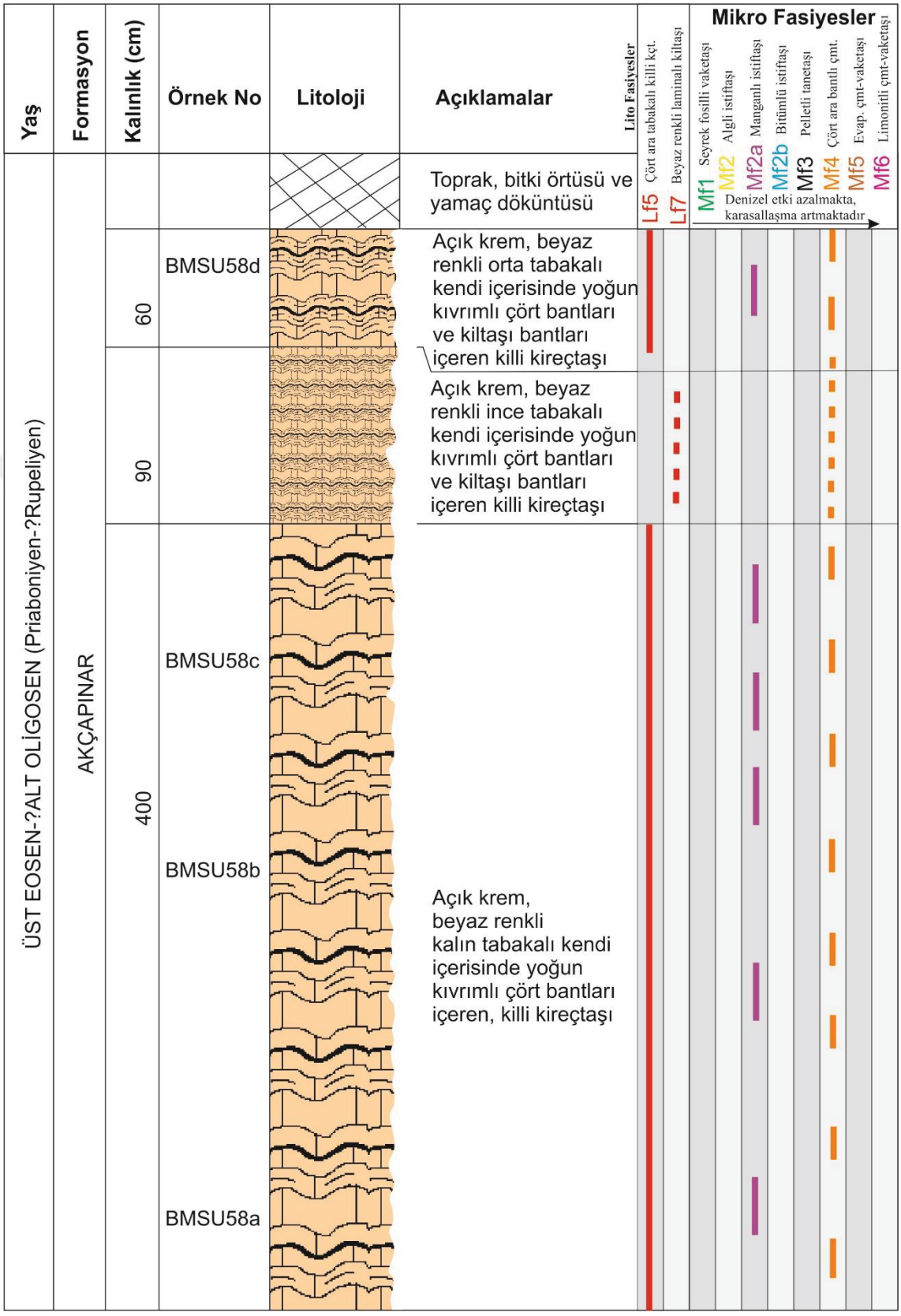
Şekil 4.17 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 2. Kademe, 11. Lokasyon) (41° 8'21.17"K, 32°55'37.21"D)

4.1.8 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (3.Kademe)

11. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.18). Tabanda yaklaşık 4 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine 0,9 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, ince tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları ve kiltaşı bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi gelmektedir (Şekil 4.19). İstif 0,6 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, orta tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları ve kiltaşı bantları içeren killi kireçtaşı birimi ile sonlanmaktadır. Bu istif kapsamında yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde Mf2a ve Mf4 fasiyeslerine rastlanılmıştır. Askı yükü olan kil malzeme gelimi esnasında bitkisel kökenli malzemenin de taşınması-yıkanması ve nispeten düşük oksijenli ortamlarda depolanması sonucu tabaka ara yüzeylerinde manganlı seviyeleri oluşturmuştur. Formasyon içerisinde gözlemlenen küçük ölçekli bazı kayma-oturma, antiklinal, senklinal ve kıvrım yapıları soft sedimanter olarak gelişmiştir. Benzer yapılara Alfaro ve diğ., 1997, Ettensohn ve diğ., 2011 çalışmalarında da rastlanılmıştır. Bu soft sedimanter deformasyonda jeolojik yükün yanı sıra, bölgede bulunan tektonik bindirme hatlarının da etkili olduğu düşünülmektedir.



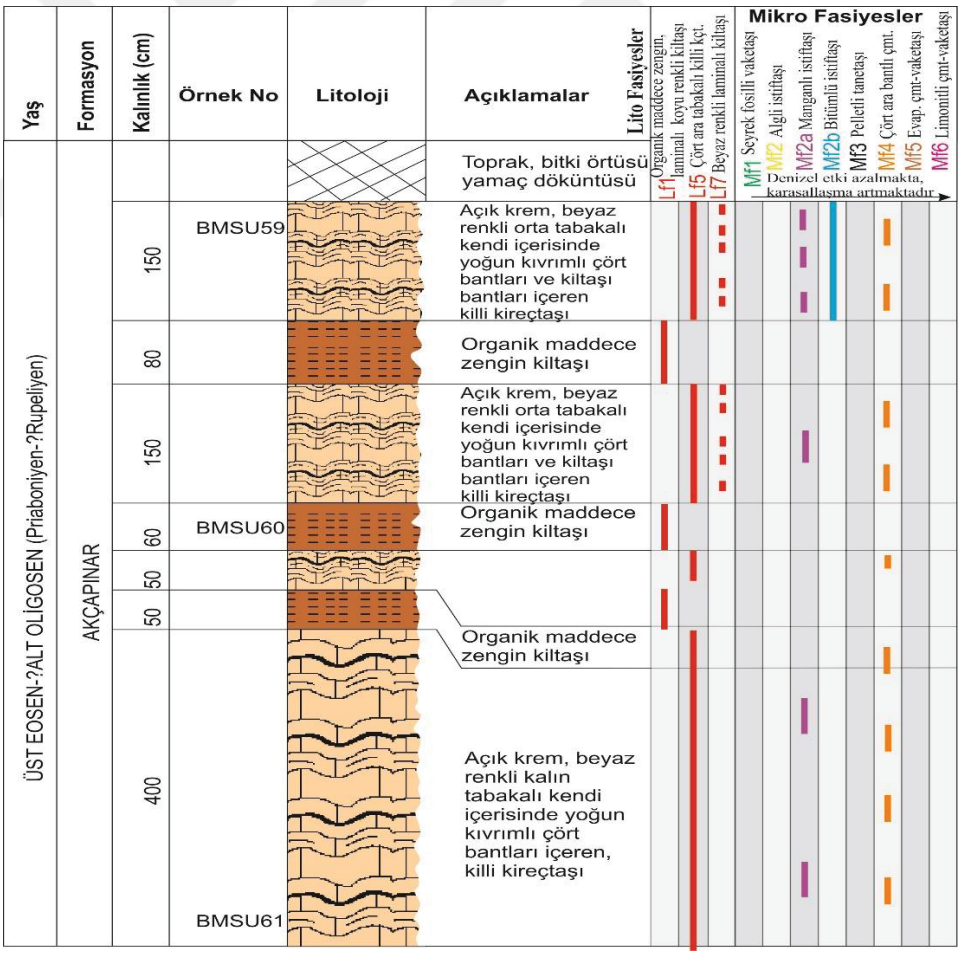
Şekil 4.18 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 3. Kademe) (41° 8'21.51"K, 32°55'38.84"D)



Şekil 4.19 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 3. Kademe, 12. Lokasyon) (41° 8'21.51"K, 32°55'38.84"D)

4.1.9 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (4.Kademe)

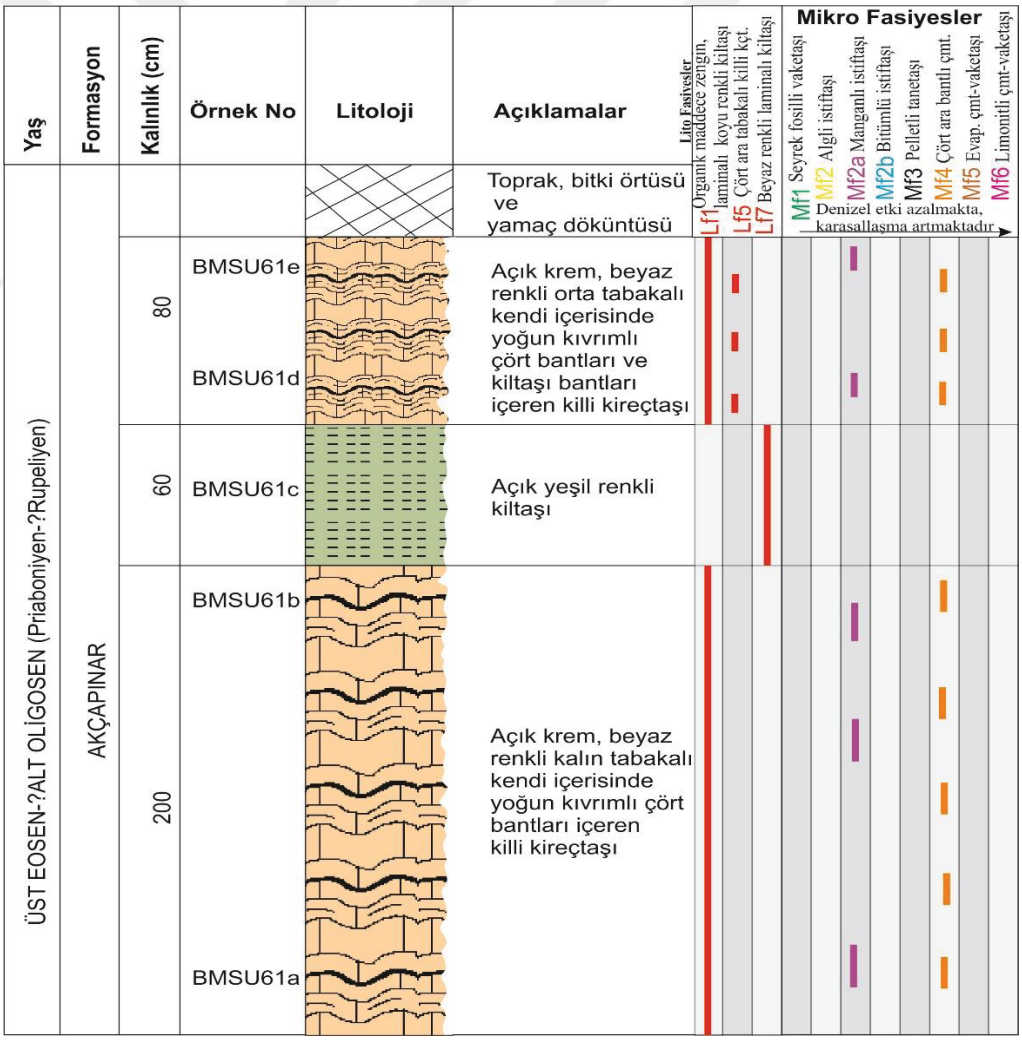
12. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit (Şekil 4.20) yaklaşık D-B doğrultu olarak alınmıştır. Tabanda yaklaşık 4 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine kalınlıkları yaklaşık 0,5-1,5 m arasında değişen organik maddece zengin kiltaşı ve yer yer kıvrımlı çört bantları içeren birimlerin ardalanması gelmektedir. Bu ÖSK kapsamında yapılan ince kesitlerde Mf2a, Mf2b ve Mf4 fasiyeslerine rastlanılmıştır. İstifin üst kesimlerinde taze yüzeylerinden kırılan el örnekleri belirgin şekilde hidrokarbon kokusu yaymaktadır. Sınırlı alanda da olsa rastlanılan bu bitümlü istif taşı fasiyesi, tabanda sığ denizel koşullarda çökelen killi kireçtaşı birimlerinin üzerindeki lokal anoksik koşulları temsil etmektedir.



Şekil 4.20 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 4. Kademe, 13. Lokasyon) (41° 8'20.21"K, 32°55'40.10"D).

4.1.10 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (5.Kademe)

13. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit (Şekil 4.21) yaklaşık D-B doğrultu olarak alınmıştır. Tabanda yaklaşık 2 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine kalınlıkları yaklaşık 0,6-0,8 m arasında değişen yeşil renkli kiltaşı ve açık krem-beyaz renkli, orta tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi gelmektedir. Yapılan ince kesit çalışmaları ve arazi gözlemleri neticesinde Mf2a karbonat çökeliminden sonra içerisinde herhangi bir canlı emaresi teşkil etmeyen askı yükü karakterinde bir kiltaşı çökelimi olmuş, bu çökelim tekrardan Mf4 fasiyesli karbonat fazı ile devam etmiştir.

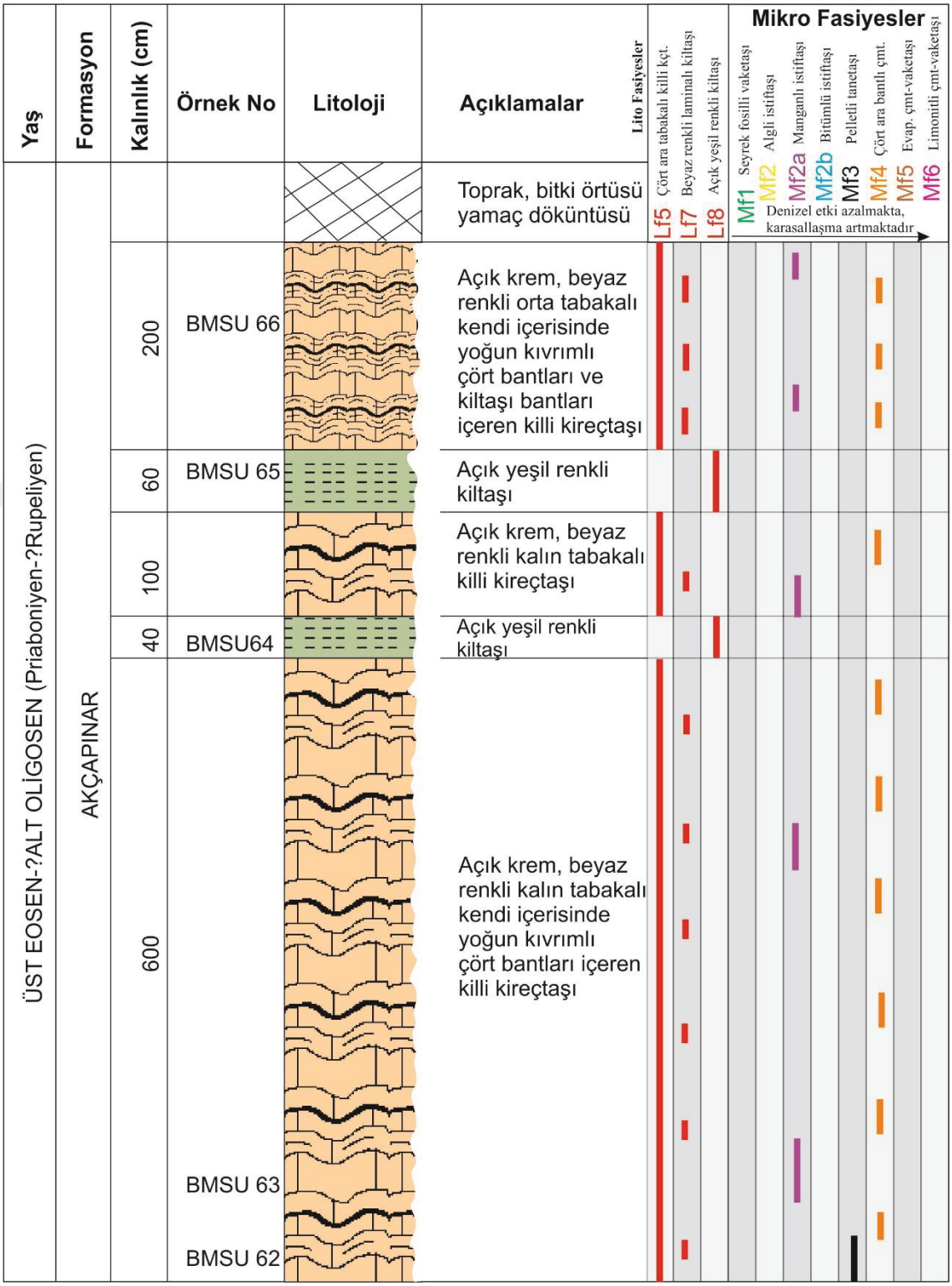


Şekil 4.21 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 5. Kademe, 14. Lokasyon) (41° 8'19.84"K, 32°55'41.30"D)

4.1.11 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (6.Kademe)

14. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.22). Tabanda yaklaşık 6 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine kalınlıkları yaklaşık 0,4-2 m arasında değişen yeşil renkli kiltaşı ve açık krem-beyaz renkli, orta tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı tekrarlanması gelmektedir (Şekil 4.23). Yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde tabanda sınırlı bir alanda biyotürbasyon yapıları ile beraber pelletli tanetaşı (Mf3) fasiyesine rastlanması çok sığ fakat canlı aktivitesi olan bir alanı göstermektedir (Boggs 2009). Bu fasiyes üzerine yer yer manganlı istiftaşı fasiyesi gelmiş, tüm bu çökelim esnasında düşük dereceli hidrotermal çözeltiler karbonat çökelimini sıklıkla etkilemiştir. Kesit hattını oluşturan yol yarması boyunca gözlemlenen kıvrımlı ve ondüleli yapı soft sedimanter deformasyonları göstermektedir (Şekil 4.22).

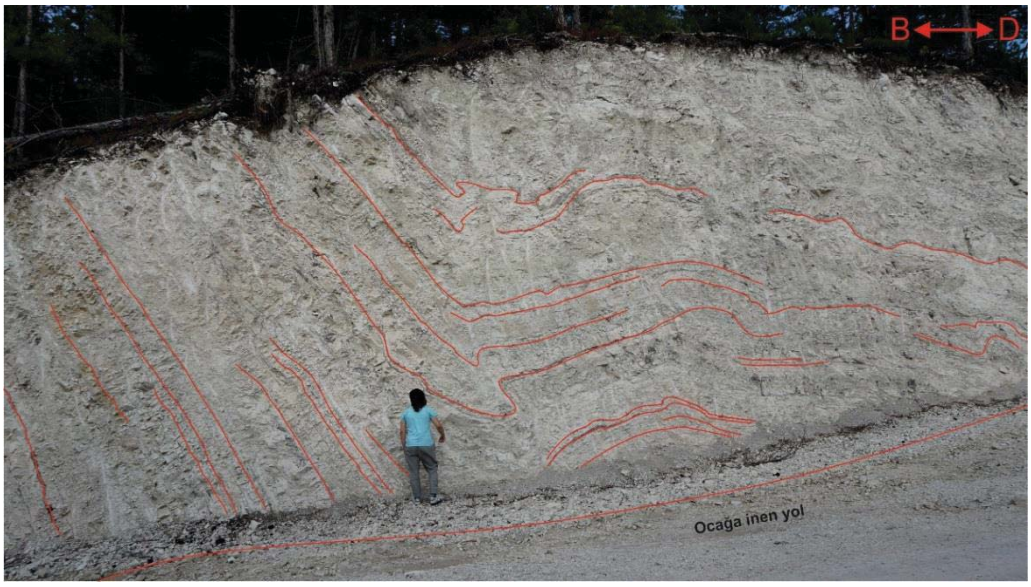
Şekil 4.22 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 6. Kademe) (41° 8'18.11"K, 32°55'50.09"D).



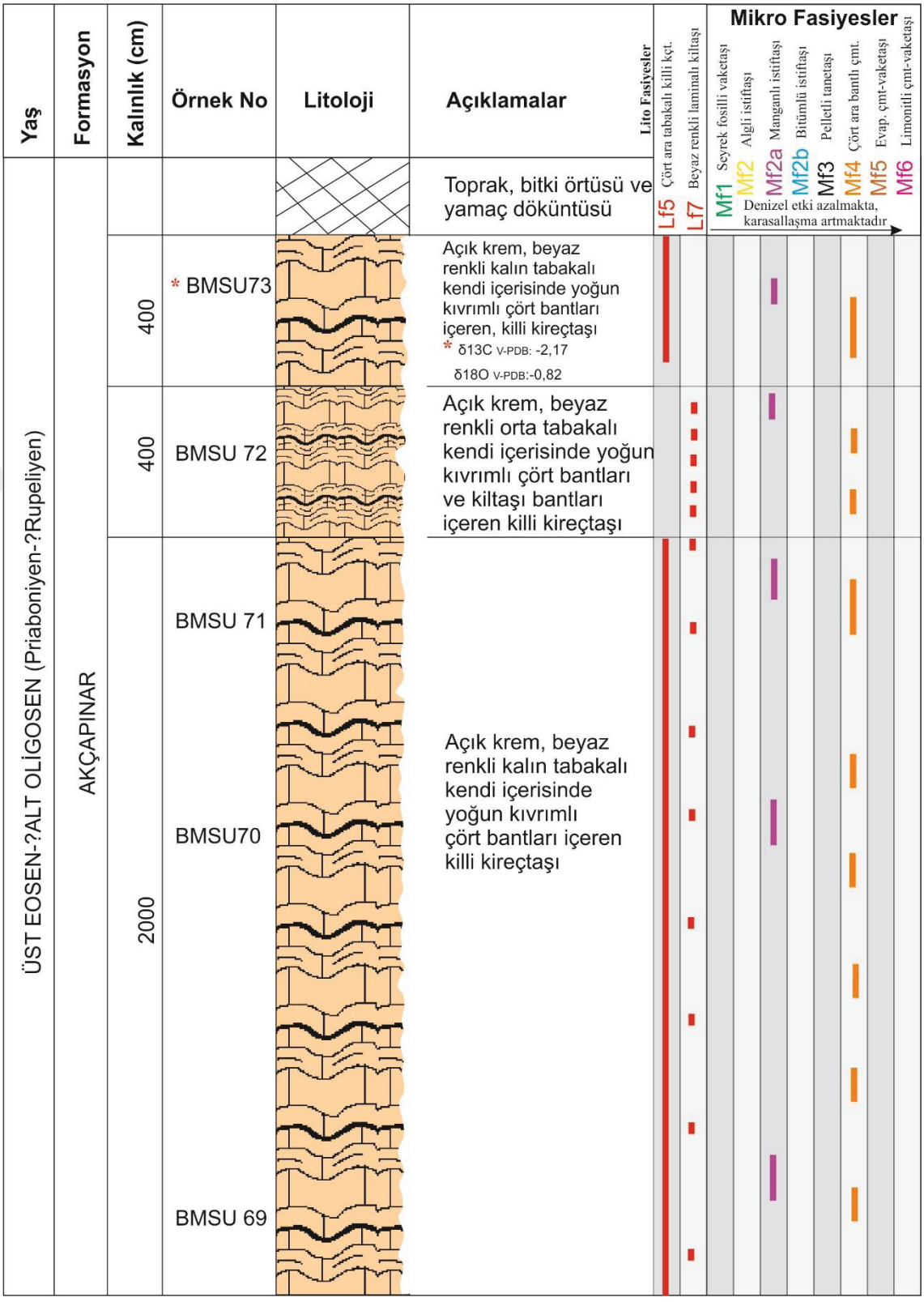
Şekil 4.23 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 6. Kademe, 15. Lokasyon) (41° 8'18.11"K, 32°55'50.09"D)

4.1.12 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (7.Kademe)

15. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.24). Tabanda yaklaşık 20 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi ile başlamıştır. Birimin üzerine kalınlıkları yaklaşık 4 er metre olan açık krem-beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı tekrarlanması gelmektedir (Şekil 4.25). Yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2a ve Mf4 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. Bu istif içinde yol yarmalarında ve ince kesitlerde rastlanılan çört seviyeleri genellikle mikro kristalen dokulu kuvarslardan oluşmaktadır. Kalsedonların aksine bu doku biraz daha hızlı soğumayı göstermektedir. Silis içeriğinin farklı hızda soğuma ürünleri Hesse (1989) ve (Ledesma-Vazquez ve diğ., 1997) tarafından da değişik çalışmalarda not edilmiştir. Genel anlamda oldukça açık renkli tonlara sahip bu kesit içerisinde koyu kahverengi tonları ile adeta bir kılavuz şeklinde gözlemlenen çört tabakları killi kireçtaşı fasiyesleri ile beraber soft sedimanter olarak deforme olmuş ve tabaka ara yüzeylerinde ondülasyonlu bir devrik antiklinal-senklinal dizilimi meydana getirmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (ÖSK 7. Kademe) (41° 8'15.39"K, 32°55'56.69"D).

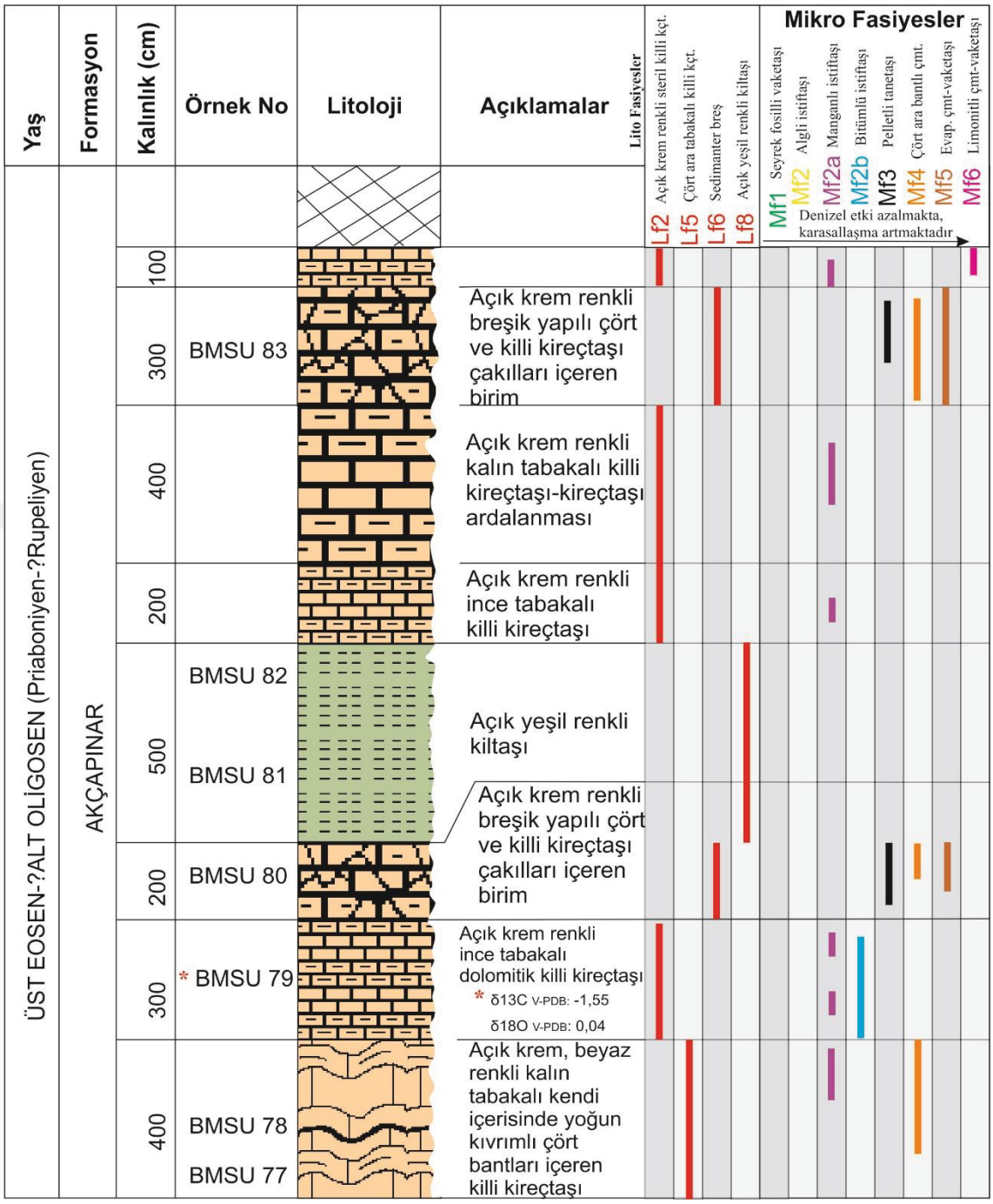


Şekil 4.25 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 7. Kademe, 16. Lokasyon) (41° 8'15.39"K, 32°55'56.69"D)

4.1.13 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (8.Kademe)

16. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit yaklaşık D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.26). Tabanda yaklaşık 4 m kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, kalın tabakalı, kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı seviyesi üzerine 3m kalınlıklı ince tabakalı daha az deforme olmuş killi kireçtaşı birimi gelmiştir. Bu birimin üzerine 0,8 m kalınlıklı intra formasyonel çakıllar içeren oldukça kırık ve çatlak yapıdaki breşik zon gelmektedir. Breşik zon üzerine çökelen yaklaşık 5 m kalınlıklı açık yeşil kiltaşı fasiyesinden palinolojik ve mineralojik (XRD) inceleme amaçlı örnek alınmıştır. Bu fasiyes üzerinde sırası ile 2 ve 4 m kalınlığında açık krem renkli, ince-kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyesi bulunmaktadır. Bu seviyenin üzerinde yine yaklaşık 3 m kalınlıklı bir breşik zon bulunmaktadır. Bu istifin en üst kesiminde ise yaklaşık 1 m kalınlığında ince tabakalı bir killi kireçtaşı fasiyesi gelmektedir. Bu istif kapsamında yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2a, Mf2b, Mf3, Mf4, Mf5 ve Mf6 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. Tabanda yer alan manganlı ve bitümlü istif taşı fasiyesleri organik malzemenin korunabildiği nispeten daha düşük oksijenli seviyeli ortamları yansıtırken, istif içerisinde 2 farklı seviyede içerisinde pek çok fasiyesten intraklast bulundurabilen breşik zona rastlanılmıştır. Bu breşik zonda farklı özellikteki fasiyesler yer yer jips çimentoludur. Sedimantasyon sırasındaki lokal tektonik aktiviteyi gösteren bu olay sığ ortam fasiyes kırıntılarını içermektedir.

Şekil 4.26 Breşik zon arazi görüntüsü (41° 8'11.41"K, 32°56'3.00"D).

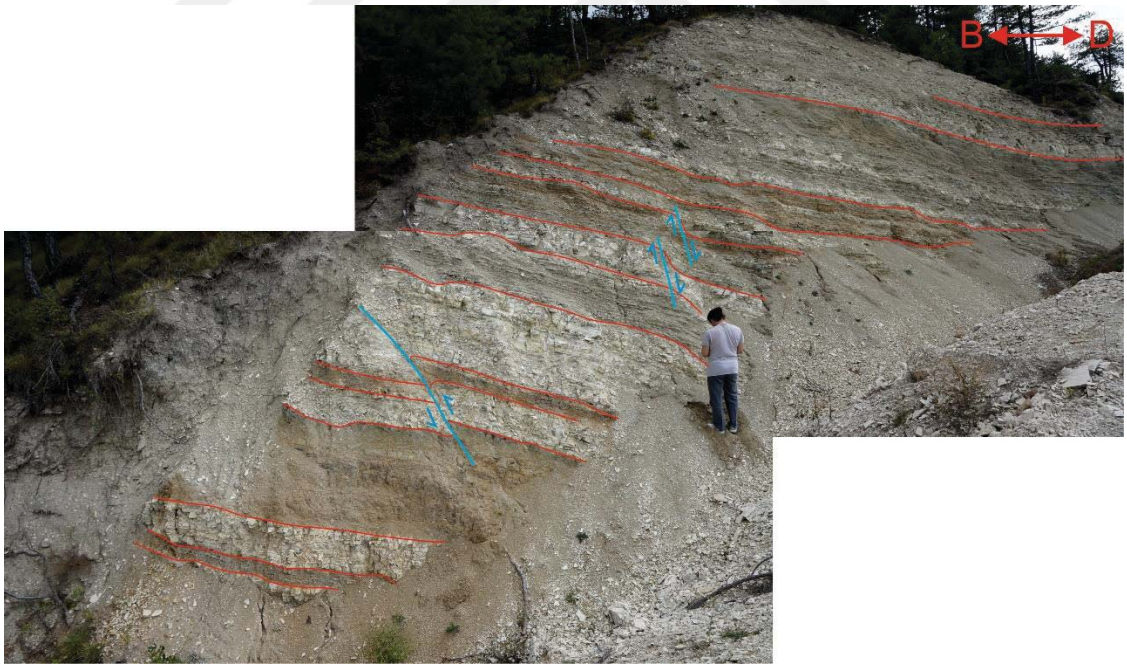


Şekil 4.27 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 8. Kademe, 17. Lokasyon) (41° 8'11.41"K, 32°56'3.00"D)

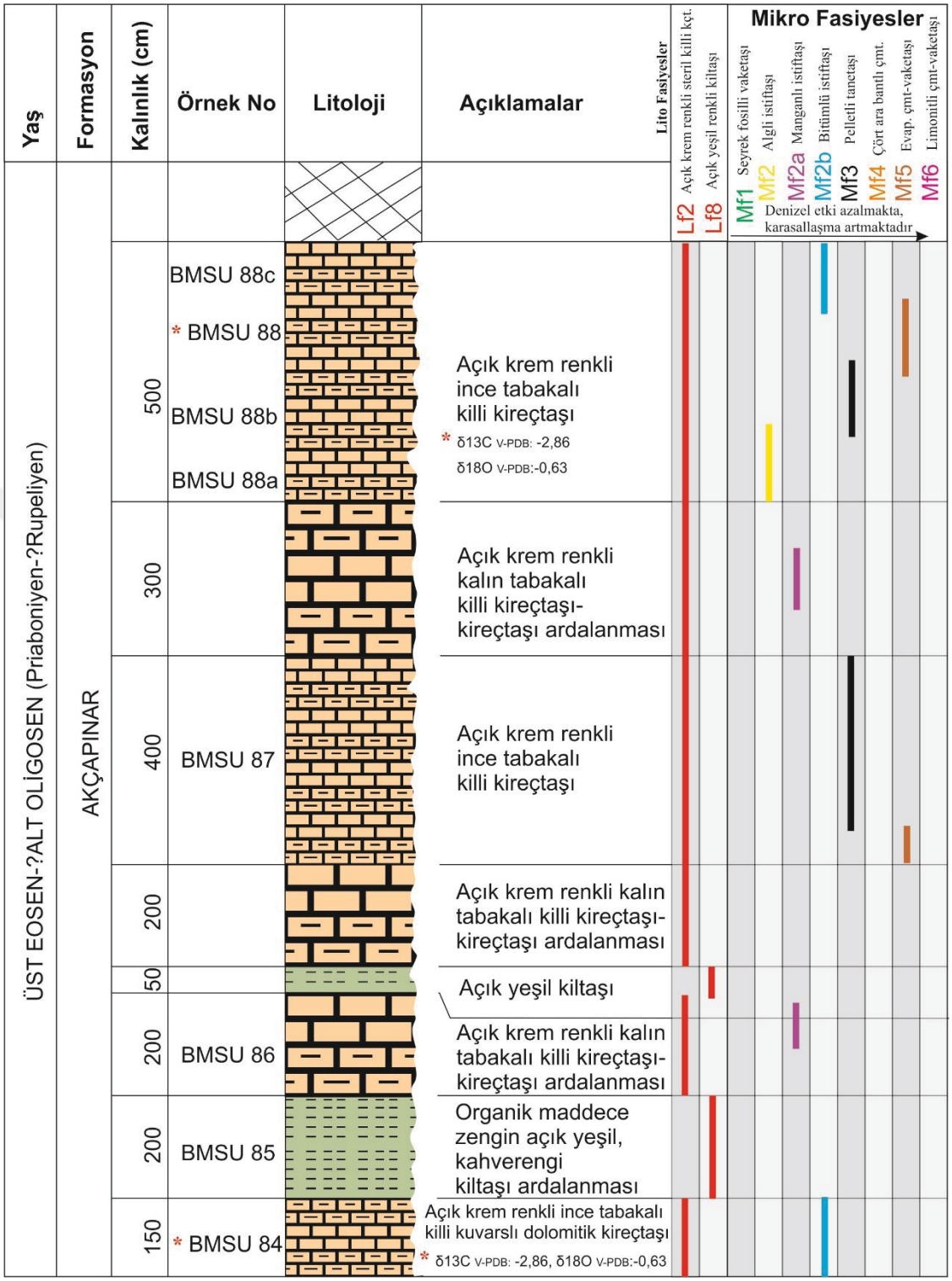
4.1.14 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (9.Kademe)

17. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.28). Tabanda yaklaşık 1,5 m

kalınlıklı açık krem-beyaz renkli, ince tabakalı, killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı seviyesi üzerine 2 m kalınlıklı organik maddece zengin açık yeşil-kahverengi kiltaşı katmanı gelmektedir. Ara seviyesinde yine 0,5 m kalınlıklı bir kiltaşı katmanı bulunan yaklaşık 4,5 m kalınlığında ki istif açık krem renkli kalın tabakalı killi kireçtaşı ardalanmasından oluşmuştur. Bu ardalanmanın üzerine yaklaşık 12 m kalınlığında açık krem renkli kalın-ince tabakalı killi kireçtaşı fasiyesleri gelmektedir. Bu istif kapsamında yapılan ince kesit çalışmalarında istifin taban kesiminde anoksik koşulları temsil eden Mf2b bitümlü istif taşı fasiyesine rastlanılmıştır. İstifin üst kesimlerine doğru Mf3 ve Mf1 fasiyesinin gözlenmesi canlı aktivitesi yanı sıra çok düşük enerjili ve sığ çökel koşullarını temsil etmekte, sınırlıda olsa bu ortamda Mf5 fasiyesi ile evaporit çökelimi gözlenmektedir. İstif içerisinde çökelim esnasında soft sedimanter olarak meydana gelmiş ilk deformasyon ters faylanma olup, daha sonra meydana gelen deformasyon normal karakterli küçük ölçekli bir faylanmadır (Şekil 4.29).



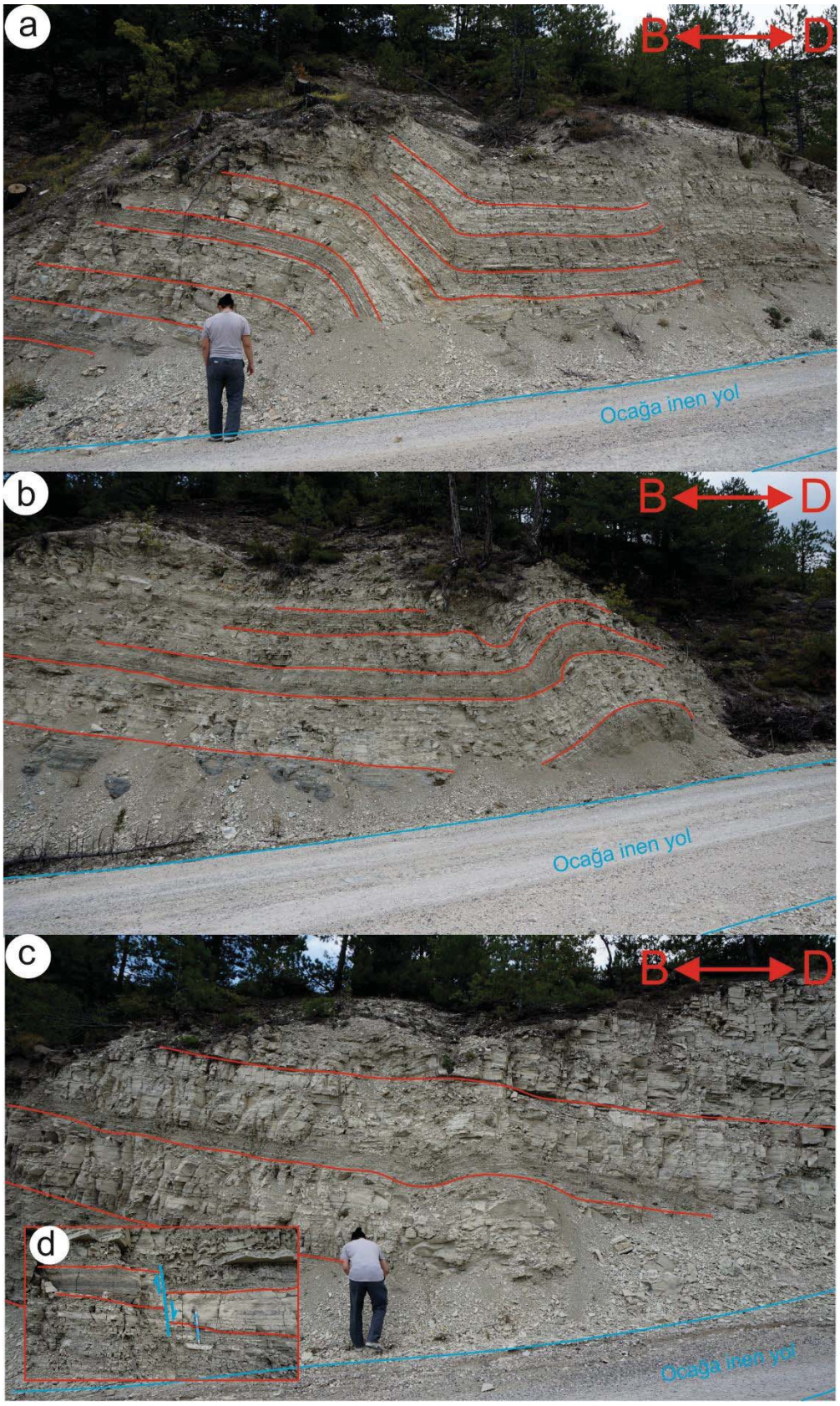
Şekil 4.28 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (9. Kademe) (41° 8'5.46"K, 32°56'12.25"D)



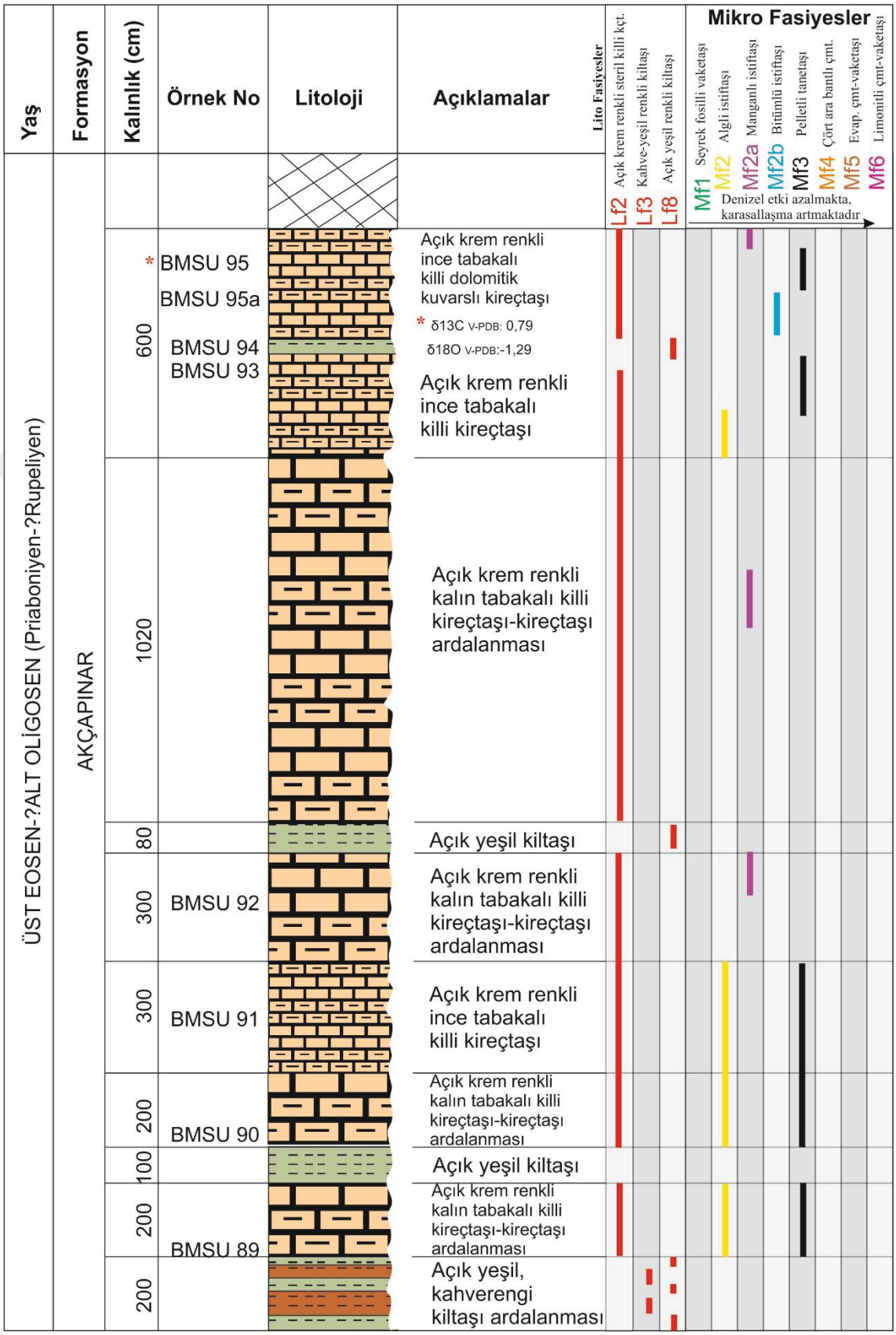
Şekil 4.29 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (ÖSK 9. Kademe, 18. Lokasyon) (41° 8'5.46"K, 32°56'12.25"D)

4.1.15 Bilimkent maden ocağı yol yarması ÖSK (10.Kademe)

18. Lokasyonda ölçülen birimin biraz daha üst kotlardaki devamı niteliğindeki bu ölçülü stratigrafik kesit D-B doğrultu olarak alınmıştır (Şekil 4.30 a-c). Tabanda yaklaşık 2 m kalınlıklı açık yeşil-kahverengimsi renkteki kiltaşı ardalanması ile başlayan istif, 2 m kalınlıklı açık krem renkli, kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyesi ile devam etmiştir. Bu birimin üzerine sırasıyla; 1 m kalınlıklı laminalanma gösteren kiltaşı, 2 m kalınlıklı kahverengi kiltaşı, 3 m kalınlıklı açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, 3 m kalınlıklı açık krem renkli kalın tabakalı killi kireçtaşı, 0,8 m kalınlıklı açık yeşil renkli kiltaşı, 10,2 m kalınlıklı açık krem renkli kalın tabakalı killi kireçtaşı ve 6 m kalınlıklı açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşından oluşan birimler gelmektedir (Şekil 4.31). Bu istif kapsamında yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde Mf2, Mf2a, Mfb ve Mf3 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. Burada alg yaygıları içeren ve pelletli fasiyeslerin baskın olması sığ denizel, düşük enerjili ve sakin-çalkantısız bir ortamı göstermesi bakımından tipiktir (Horodyski ve diğ., 1977, Flügel 2004). İstifin üst kesimlerinde killi kireçtaşı tabakaları arasında kil seviyelerinden alınan örneklerde zengin palinolojik içeriğe rastlanmış ve buradaki palinotaksa incelenerek belirlenmiştir. İstif içerisinde rastlanılan küçük ölçekli antiklinal, senklinal, kıvrım ve normal faylanma gibi pek çok deformasyonel unsur soft sedimanter olarak gelişmiştir (Şekil 4.30 a-d). Kil içeriği yüksek olan seviyeler daha elastik bir davranış sergileyip kıvrımlarınken, karbonatça zengin birimler mikro faylanmalar ile kırıklanmıştır (Şekil 4.30 d).



Şekil 4.30 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (10. Kademe) (41° 8'5.46"K, 32°56'12.25"D).

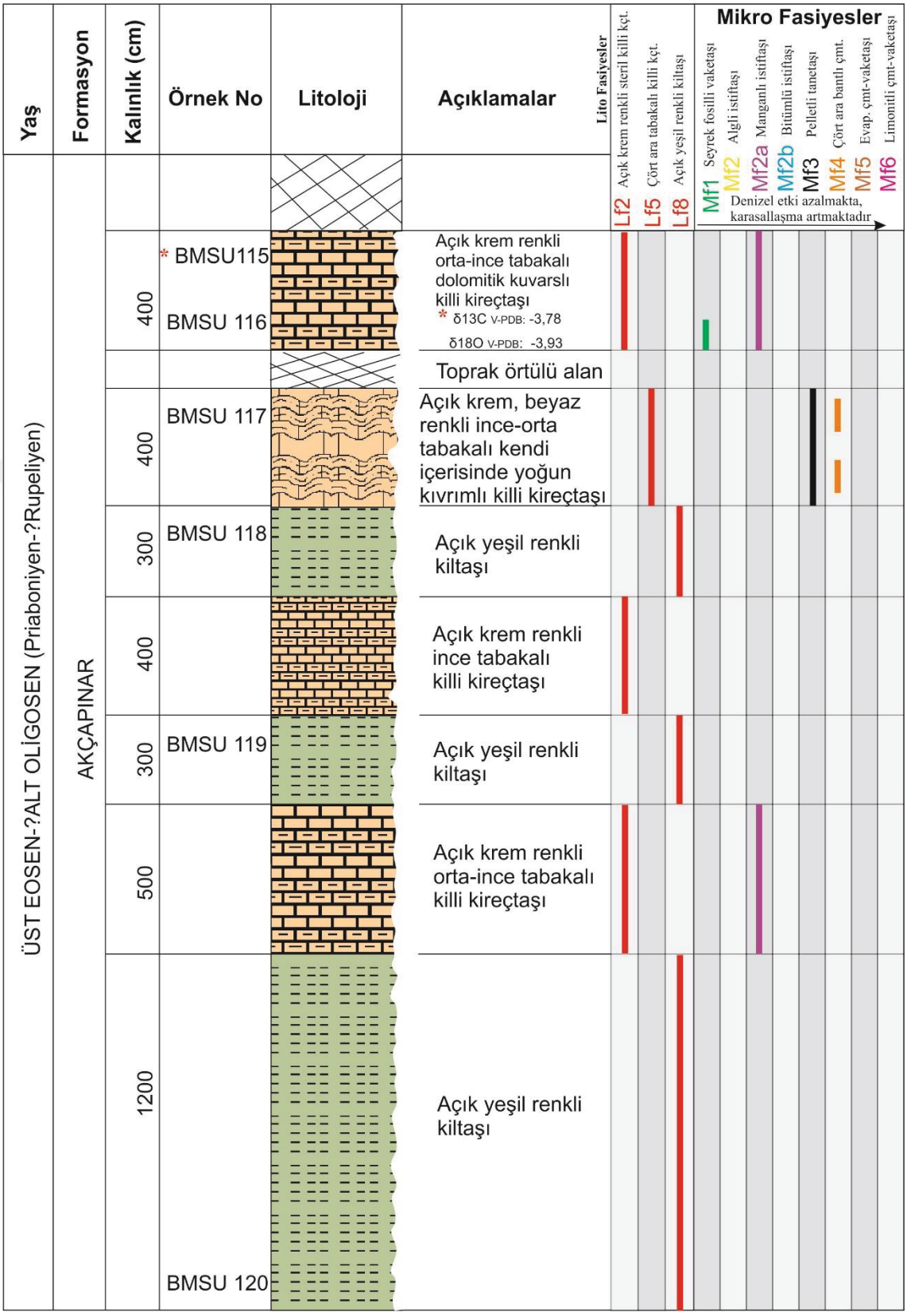


Şekil 4.31 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. (10. Kademe ÖSK, 18. Lokasyon devamı) (41° 8'5.46"K, 32°56'12.25"D).

4.1.16 Belen Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması ÖSK

32. Lokasyon dahilinde (Ek-6 harita 4) Belen Köyü güneydoğusunda Akçapınar Formasyonu'na ait KB-GD doğrultulu (Şekil 4.32) yaklaşık 35 m kalınlığında bir ölçülü stratigrafik kesit yapılmıştır (Şekil 4.33). Bu ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 12 m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 5m kalınlığında açık krem renkli orta-ince tabakalı killi kireçtaşı, 3m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 4m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, 3m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 4m kalınlığında kendi içinde yoğun kıvrımlı beyaz renkli, killi kireçtaşı ve toprak örtünün üzerinde 4m kalınlığında açık krem renkli orta-ince tabakalı killi kireçtaşı bulunmaktadır. Açık krem renkli killi kireçtaşı litofasiyesinden yapılan ince kesit çalışmalarında bol miktarda fecal pelletli seviyeye rastlanılmıştır. Bu seviyenin altında bulunan açık yeşil renkli kiltaşı litofasiyesinden spor-polen analizlerinde oldukça fakir bir palinotaksa sunmaktadır. Kurak-nemli iklim koşulları temsil eden simektit, klorit, ilit grubu kil mineralleri yapılan XRD çalışmaları ile tespit edilmiştir.

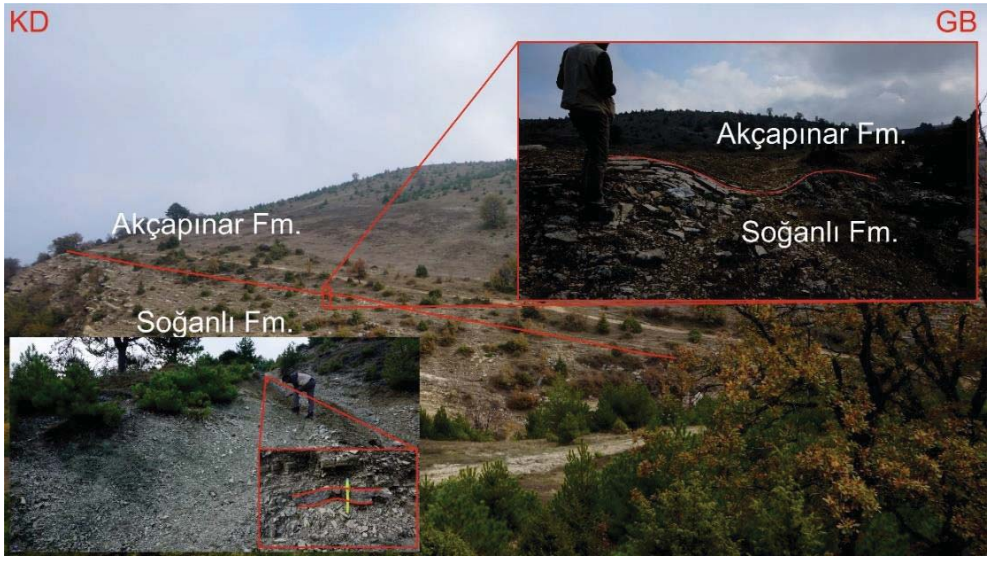
Şekil 4.32 Belen Köyü Güneydoğusu Köy Çıkışı Yol Yarması Akçapınar Fm arazi görüntüsü (41° 9'4.46"K, 33° 4'51.17"D)



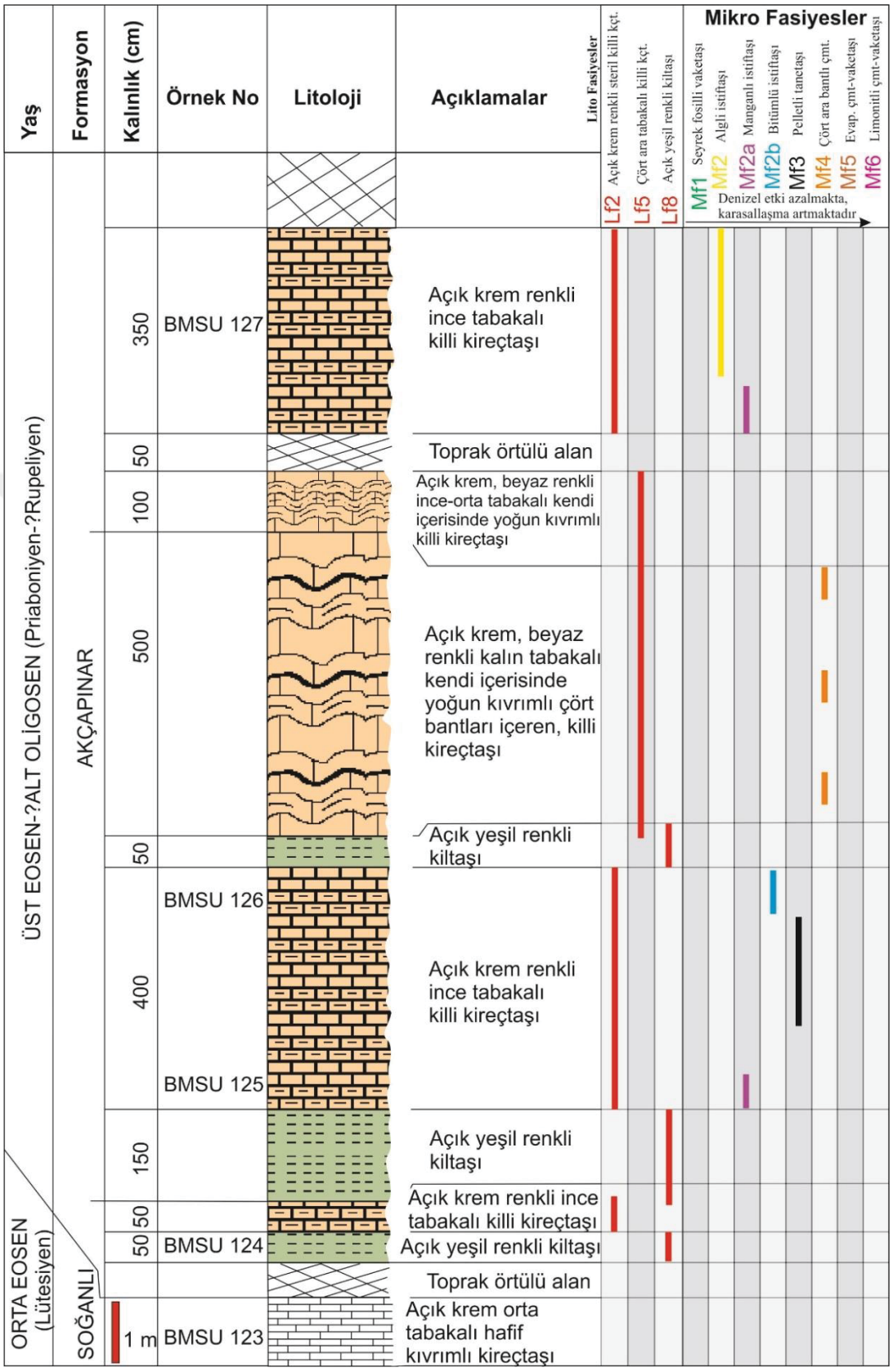
Şekil 4.33 Belen Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (41° 9'4.46"K, 33° 4'51.17"D)

4.1.17 Tokatlı Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması ÖSK

35. Lokasyon (Ek-6 harita 4) kapsamında Tokatlı Köyü güneydoğusunda köy çıkışı toprak yol yarmasında Soğanlı-Akçapınar Fm. dokanağı gözlemlenmiştir (Şekil 4.34). Hafif kıvrımlı Soğanlı Fm. kireçtaşı birimi üzerinde bulunan bu uyumlu dokanak arazinin bu kesiminin yamaç döküntüsü ile kapalı olması sebebiyle çok sınırlı bir alanda gözlemlenmiştir (Şekil 4.34). Bu dokanağın hemen üst kesiminde bulunan Akçapınar Formasyonu'na ait yaklaşık 17 m kalınlığında bir ÖSK yapılmıştır (Şekil 4.35). Bu ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 0,5 m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 0,5 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, 1,5 m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 4 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, 0,5 m kalınlığında açık yeşil kiltaşı, 5m kalınlığında açık krem-beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 5m kalınlıklı bu fasiyesin yaklaşık 1 m kalınlığında ince-orta tabakalı benzeri ve son olarak 3,5 m kalınlıklı açık krem renkli killi kireçtaşı litofasiyesi ile sonlanmıştır. Derlenen örneklerden yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2, Mf2a, Mf2b, Mf3 ve Mf4 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. İstif içerisindeki killi seviyelerden yapılan mineralojik XRD çalışmaları kapsamında simektit, klorit ve illit grubu killerle rastlanılmıştır



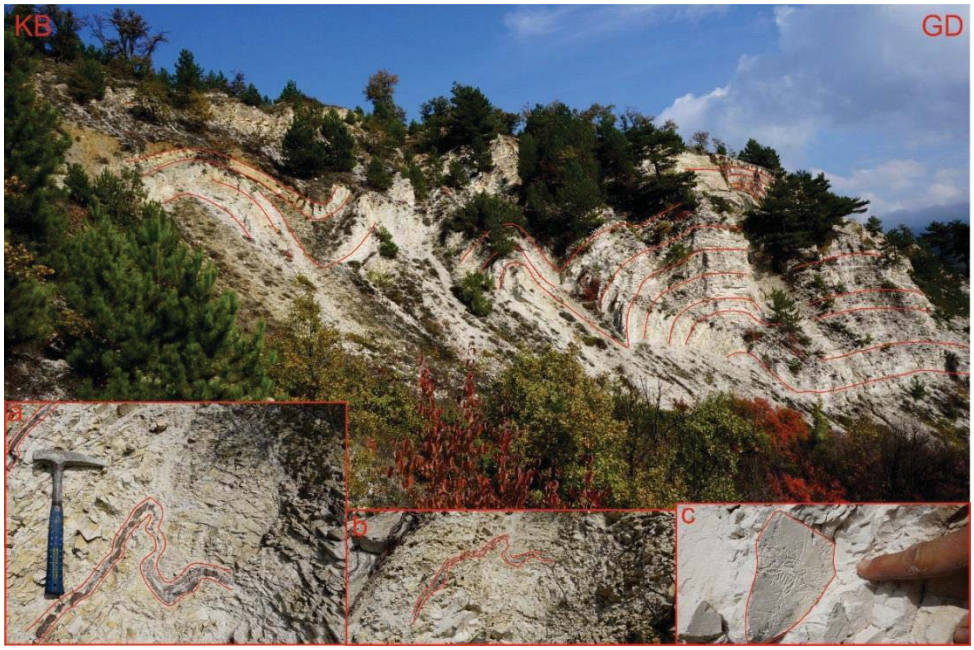
Şekil 4.34 Tokatlı Köyü güneydoğusu Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı (41°11'42.31"K, 33° 2'0.10"D)



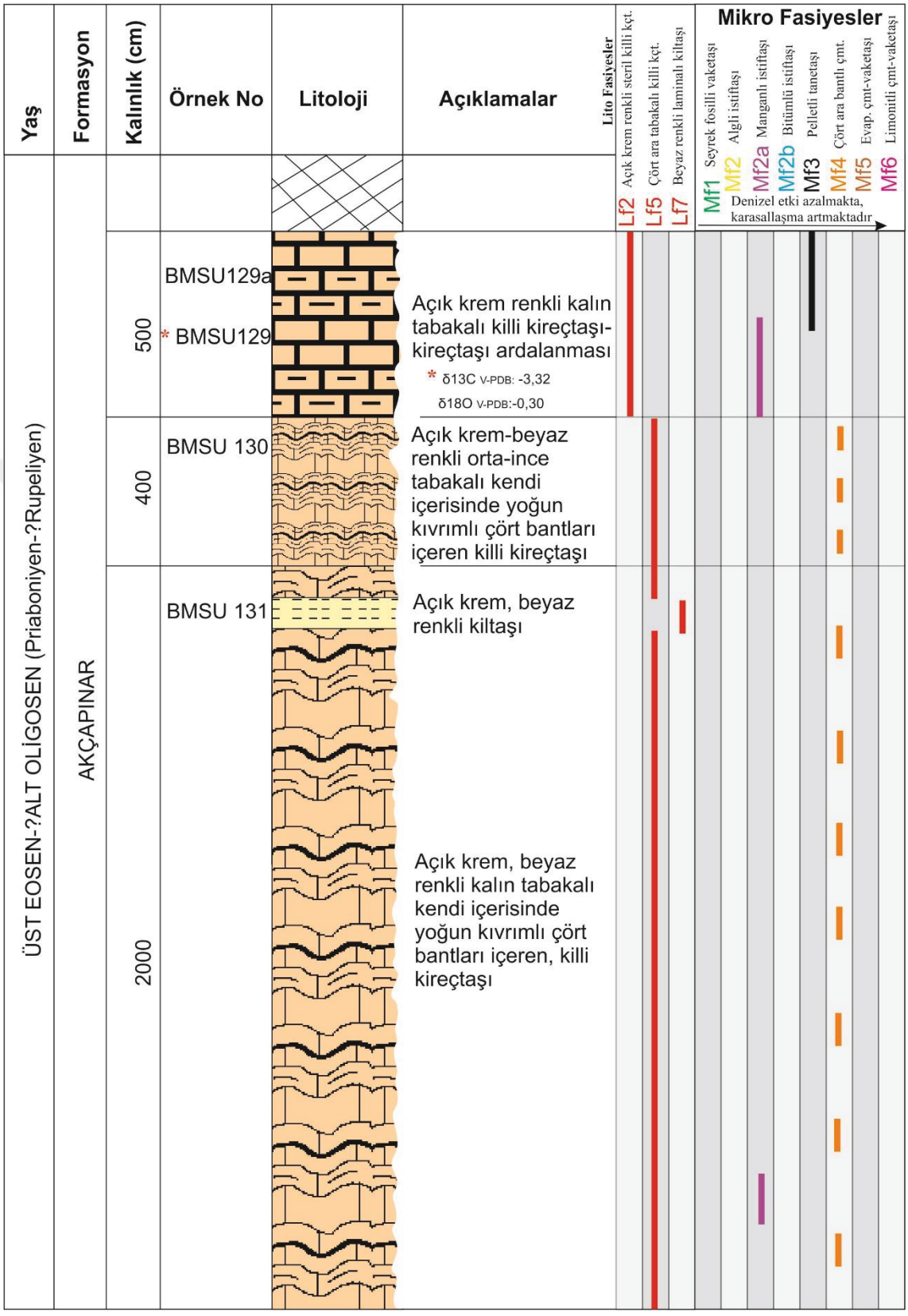
Şekil 4.35 Tokatlı Köyü güneydoğusu köy çıkışı yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (41°11'42.31"K, 33° 2'0.10"D)

4.1.18 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı ÖSK

36. Lokasyon (Ek-6 harita 4) kapsamında Celep Köyü kuzeydoğu yamacında yapılan çalışmada Akçapınar Fm. ait yaklaşık 29 m kalınlığında bir istif ölçülmüştür (Şekil 4.36). Gerçekleştirilen ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 20 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 4 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli, ince-orta tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı ve 5 m açık krem renkli kalın tabakalı killi kireçtaşı litofasiyesleri gözlenmektedir (Şekil 4.37). Oldukça dik yamaçlar üzerinde yüzlek veren bu birimin içerisinde 10-15 m büyüklüğünden 15-20 cm büyüklüğüne kadar soft sedimanter olarak deforme olmuş antiklinal ve senklinal yapılarına rastlamak mümkündür. İstif içerisinde oldukça yoğun kıvrımlanmalar gösteren çört bantlarının kalınlıkları 3-5 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.37 a-b). Açık krem renkli killi kireçtaşı litofasiyesinde ise biyotürbasyon izlerine rastlanılmaktadır. İstifin en üst kesiminden yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2a ve Mf3 mikro fasiyesine rastlanılmıştır. Özellikle fecal pelletli seviyeler ve biyotürbasyonlar sığ çökelim koşullarını temsil etmektedir (Şekil 4.37c).



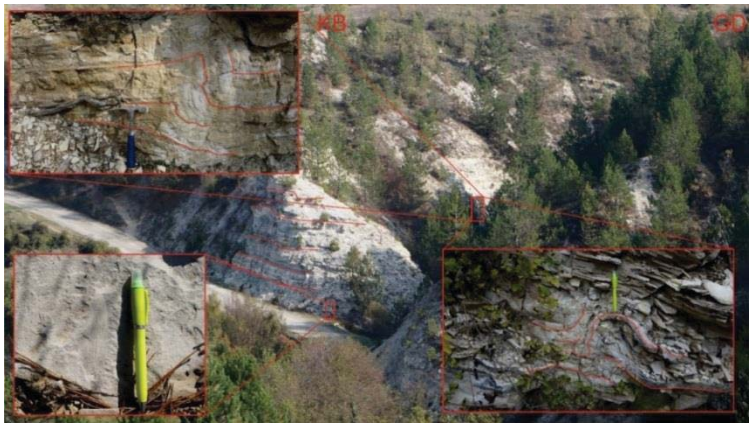
Şekil 4.36 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı Akçapınar Fm. Arazi görünümü (41° 9'34.60"K, 33° 5'17.66"D)



Şekil 4.37 Celep Köyü kuzeydoğu yamacı Akçapınar Fm. ÖSK (41°9'34.60"K, 33° 5'17.66"D)

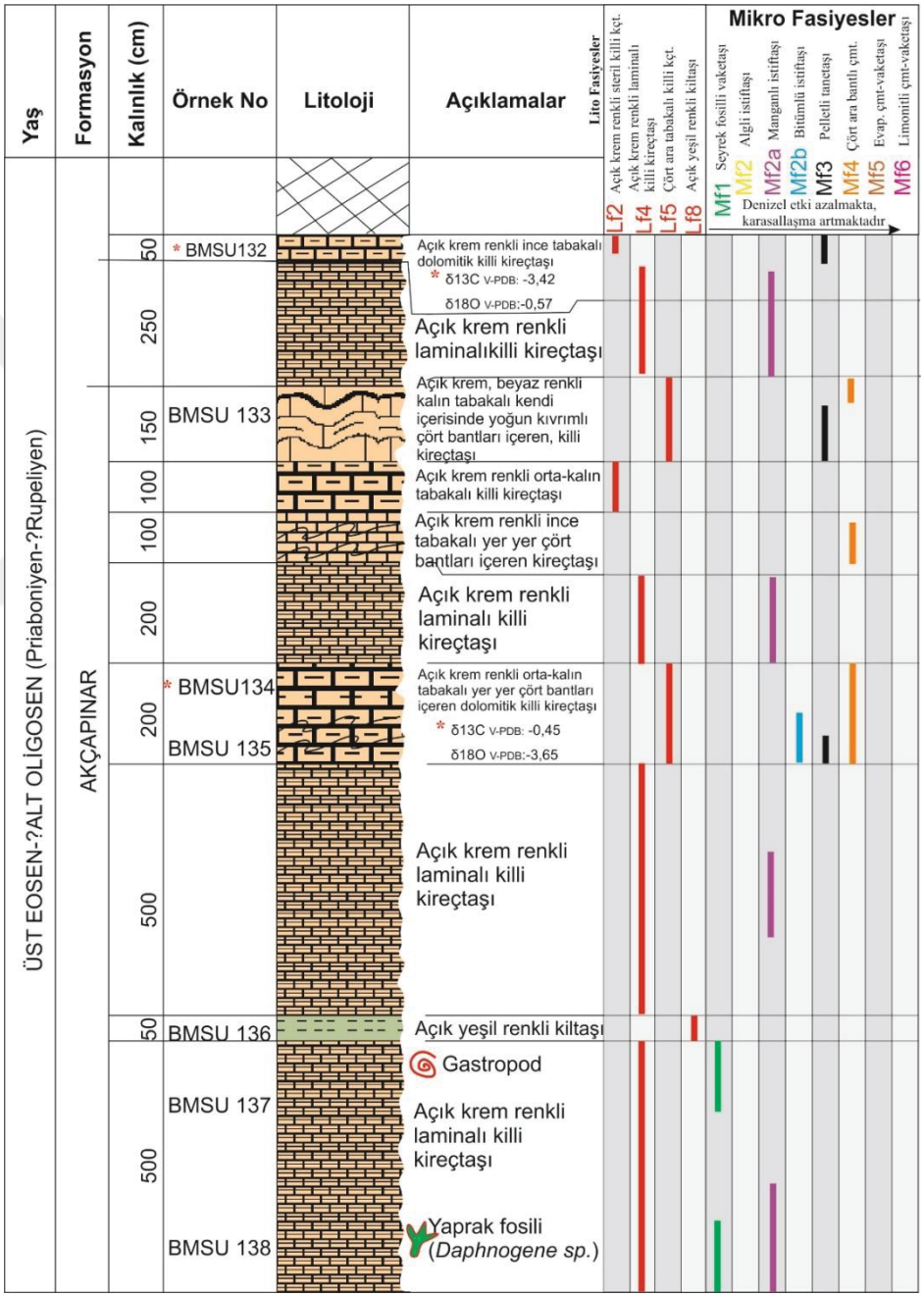
4.1.19 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. kuzeydoğusu ÖSK

37. Lokasyon (Ek-6 harita 4) kapsamında Recep Bey Köyü Karcılar Mh. kuzeydoğusunda yapılan çalışmada Akçapınar Fm. ait yaklaşık 21 m kalınlığında bir istif ölçülmüştür (Şekil 4.38). Yol yarmasını hemen hemen dik kesen vadi boyunca istifin iç yapısı net olarak gözlemlenmiştir. Burada Akçapınar Formasyonu içerisinde açık krem renkli killi kireçtaşı fasiyesleri arasında rastlanılan çört bantlarının 0,5-1 m arasında değişen boyutlardaki kıvrım yapılarına rastlamak mümkündür. İstifin yol yarması ile başlayan taban kısmında bir adet gastropod (*Lymnaea urceolata*) fosili ve bir adet çok iyi korunmuş defne yaprağı (*Daphnogene* sp.) fosiline rastlanılmıştır (Şekil 4.38). Akçapınar Formasyonun baskın çökelim ortamının sığ denizel, kapalı-sınırlı, zaman zaman acı su olduğu dikkate alınırsa bulunan gastropod fosilinin kısmen de olsa tatlı su girişiminin olduğu ortamı temsil etmektedir. Bulunan bu defne yaprağının (*Daphnogene* sp.) sıcak iklim koşullarını temsil etmesi de bir diğer önemli paleoklimatolojik veridir. Gerçekleştirilen ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 5 m kalınlığında açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 0,5 m kalınlığında yeşil renkli kiltaşı, 5 m kalınlığında açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 2 m kalınlığında açık krem renkli orta-kalın tabakalı yer yer kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 2 m kalınlığında açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 1 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı yer yer kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 1 m kalınlığında açık krem renkli orta-kalın tabakalı killi



Şekil 4.38 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. Kuzeydoğusu Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (41°10'12.03"K, 33° 8'5.79"D).

kireçtaşı, 1,5 m kalınlığında açık krem beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 2,5 m kalınlığında açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı ve 0,5 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı ile sonlanmıştır (Şekil 4.39).

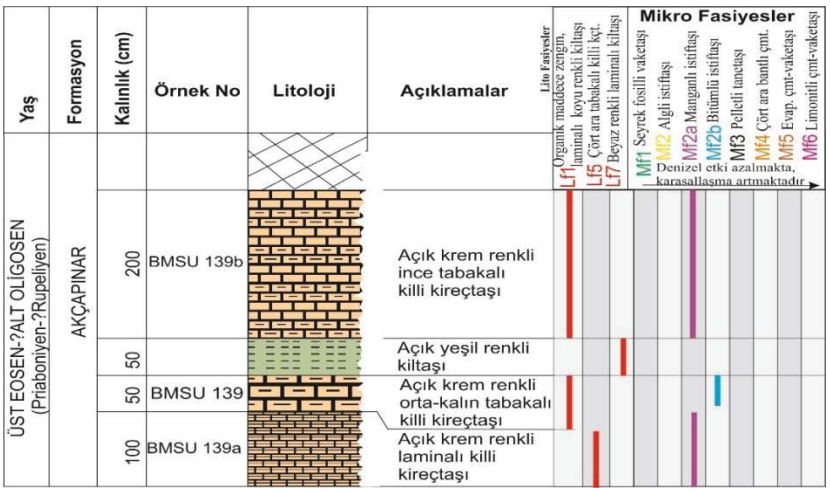


Şekil 4.39 Recep Bey Köyü Karcılar Mh. Kuzeydoğusu Akçapınar Fm. ÖSK (41°10'12.03"K, 33° 8'5.79"D)

4.1.20 Recep Bey Köyü Ramazano Mh. yol yarması ÖSK

38. Lokasyon (Ek-6 harita 4) kapsamında Recep Bey Köyü Ramazano Mh. Yol yarmasında yapılan çalışmada Akçapınar Fm. ait yaklaşık 4 m kalınlığında bir istif ölçülmüştür. Bölgedeki tektonizma sonucu batıya doğru eğim kazanan tabakalar görünmektedir (Şekil 4.40). Gerçekleştirilen ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 1 m kalınlığında açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 0,5 m kalınlığında açık krem renkli orta kalın tabakalı killi kireçtaşı, 0,5 m kalınlığında açık yeşil renkli kiltaşı ve 2 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı fasiyesleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.41). Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmalarında Mf2a ve M2b mikro fasiyeslerine rastlanımıştır. Bu fasiyesler organik malzemenin korunabildiği anoksik çökelim koşullarını göstermektedir.

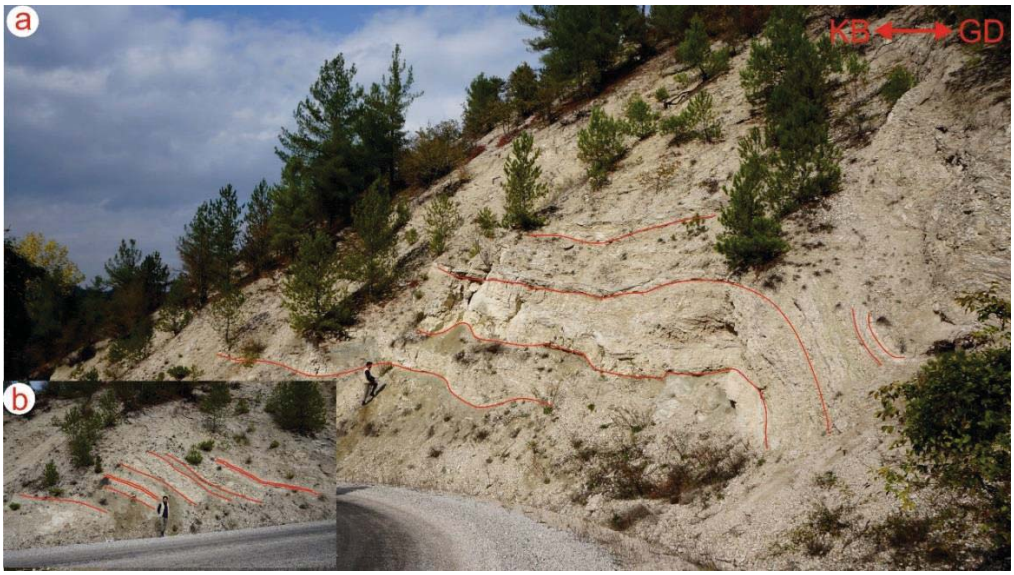
Şekil 4.40 Ramazano Mh. Yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü



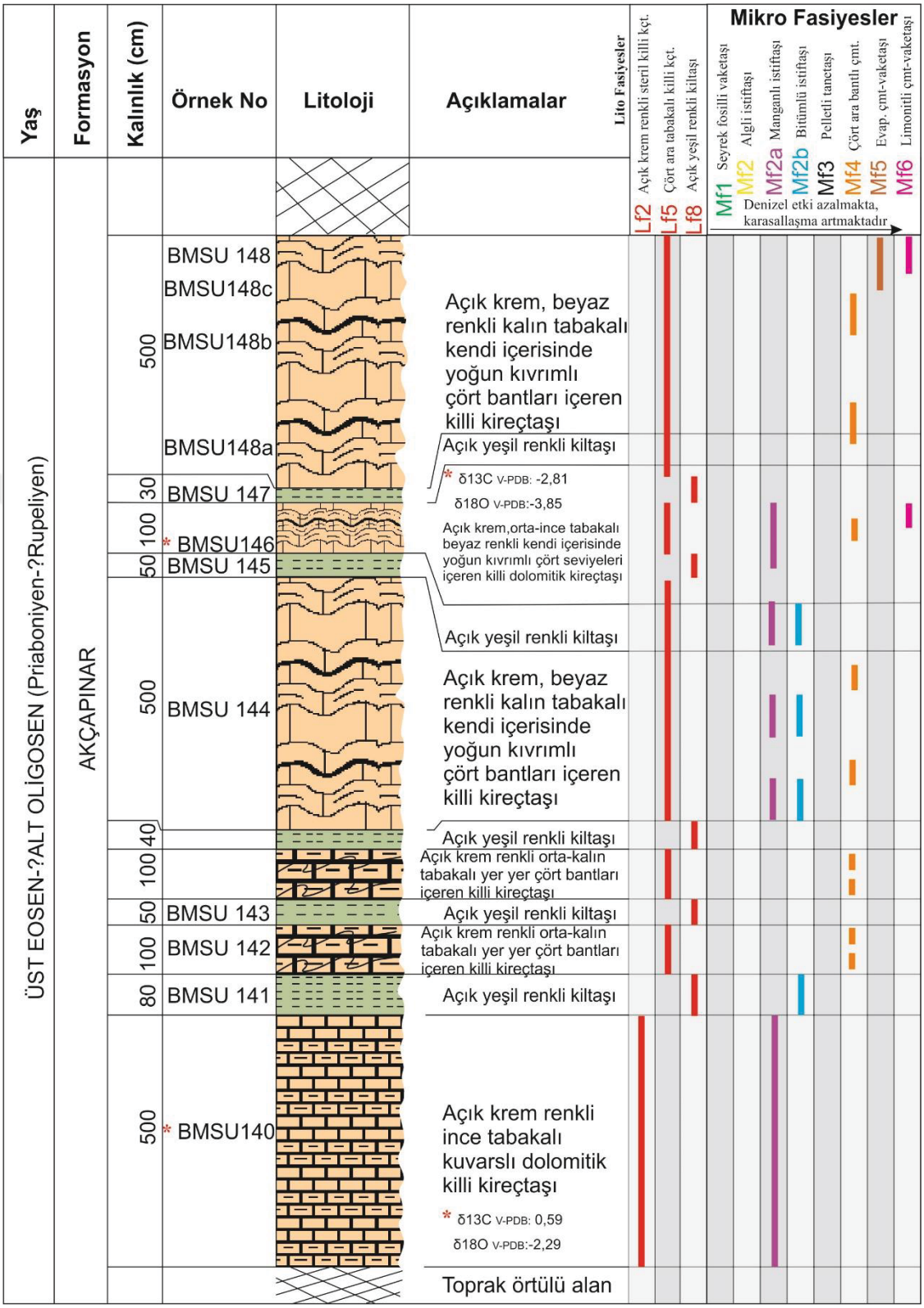
Şekil 4.41 Ramazano Mh. Yol yarması ÖSK (41° 9'52.88"K, 33° 6'29.28"D).

4.1.21 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması ÖSK (1.Kademe)

39. Lokasyonda (Ek-4 harita 2) Değirmen Dere mevkiinde pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köy yolu üzerindeki yarmalarda (Şekil 4.42 a-b) bir adet ÖSK çalışması yapılmıştır. Gerçekleştirilen ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu birimler ölçülerek örneklenmiştir; 5 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, kalınlıkları 0,8-1 m arasında değişen açık yeşil kiltaşı-açık krem renkli orta-kalın tabakalı yer yer çört bantları içeren killi kireçtaşı ardalanmalı fasiyesin üzerine 5 m kalınlıklı açık krem beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 0,5 m kalınlıklı açık yeşil kiltaşı, 1 m kalınlıklı açık krem beyaz renkli orta-ince tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört seviyeleri içeren killi kireçtaşı, 0,3 m kalınlıklı açık yeşil kiltaşı ve 5 m kalınlıklı açık krem beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı litofasiyeslerinden oluşmaktadır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde Mf2a, Mf2b, Mf4, Mf5 ve Mf6 mikro fasiyeslerine rastlanılmıştır. ÖSK kapsamında tabandan alınan kiltaşı örnekleri makro veya mikro fosil içermemesine rağmen zengin palinotaksaya sahiptir. Bu lokasyonlarda yapılan ÖSK çalışmaları sırasında, muhtemel tektonizma etkisi ile soft sedimanter olarak deforme olmuş ve eğim kazanmış çeşitli boyutlarda pek çok kıvrımlanmaya rastlanılmıştır (Şekil 4.42 a-b).



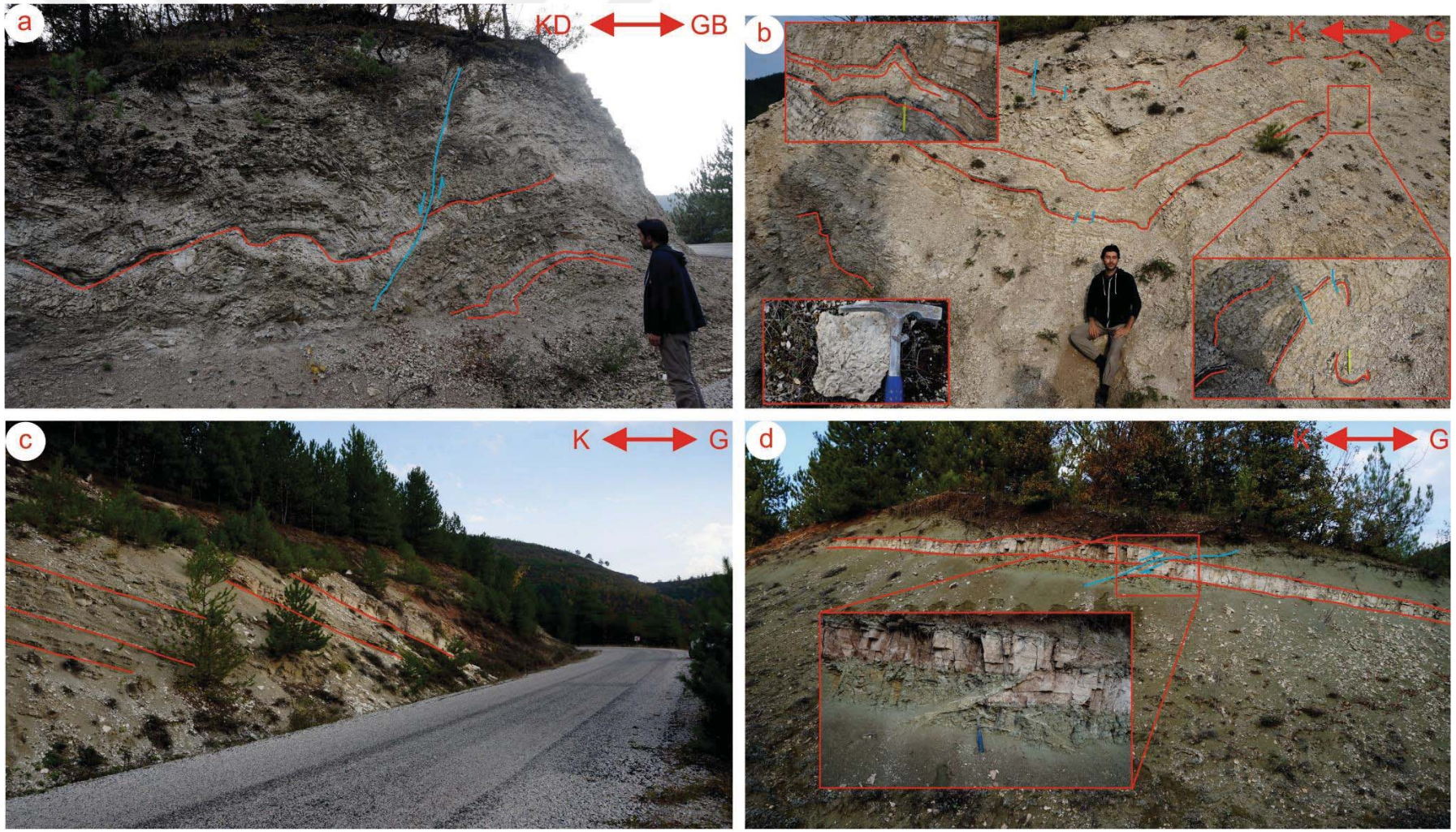
Şekil 4.42 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüsü (1.Kademe) (41° 8'2.13"K, 32°57'16.25"D).



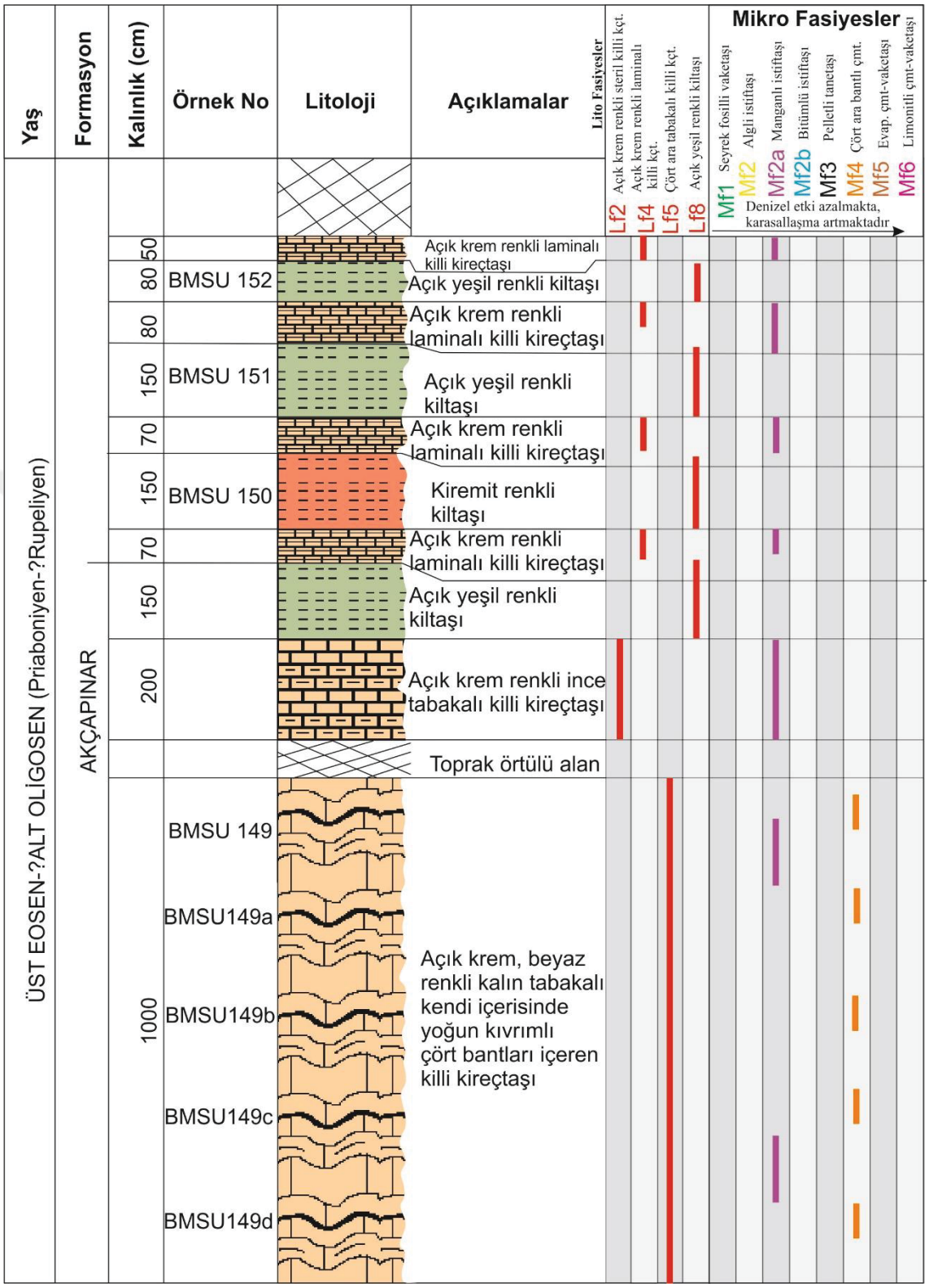
Şekil 4.43 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (1. Kademe)(41° 8'2.13"K, 32°57'16.25"D)

4.1.22 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması ÖSK (2.Kademe)

39. Lokasyonun devamı (Ek-4 harita 2) Değirmen Dere mevkiinde pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köy yolu üzerindeki yarmaların devamında (Şekil 4.44 a-d) bir adet ÖSK çalışması yapılmıştır. Gerçekleştirilen ÖSK çalışmasında alttan üste doğru sırası ile şu litofasiyesler ölçülerek örneklenmiştir; 10 m kalınlığında açık krem-beyaz renkli kalın tabakalı kendi içerisinde yoğun kıvrımlı çört bantları içeren killi kireçtaşı, 2 m kalınlığında açık krem renkli ince tabakalı killi kireçtaşı, 1,5 m kalınlığında açık yeşil renkli kiltaşı, 0,7 m kalınlıklı açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 1,5 m kalınlığında kiremit renkli kiltaşı, 0,7 m kalınlıklı açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 1,5 m kalınlığında açık yeşil renkli kiltaşı, 0,8 m kalınlıklı açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, 0,8 m kalınlığında açık yeşil renkli kiltaşı ve 0,5 m kalınlıklı açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı fasiyesi ile sonlanmıştır (Şekil 4.45). Buradan alınan örneklerde gerçekleştirilen ince kesit çalışmalarında Mf2a ve MF4 mikro fasiyesine rastlanılmıştır. İstif içerisinde daha ziyade tabana yakın bölümlerde sıklıkla çört ara tabakalı killi kireçtaşı birimleri çökelirken, üst kesimler askı yükü olan kil içerikli litofasiyesleri çökeltmiştir. Bu killi birimlerden alınan örnekler organik malzeme bakımından yeterli olmasına rağmen, içerdiği spor-polen toplulukları tanınmaya çok elverişli değildir. Bu lokasyona ait tabakalar soft sedimanter olarak sıklıkla deforme olup, zaman zaman yüksek eğim açılı tabakalar, zaman zaman da küçük ölçekli antiklinal ve senklinal yapıları oluşturmuşlardır (Şekil 4.44 a-b). Bu deformasyon yapıları içerisinde açık krem renkli killi kireçtaşına göre daha koyu renkte bulunan çört bantları adeta deformasyonu yansıtmada bir kılavuz seviye niteliğindedir (Şekil 4.44 b). Deforme olan bu killi kireçtaşı tabaklarının üst yüzeylerinde biyotürbasyon izlerinin görülmesi canlı aktivitesinin yanı sıra, sığ çökelim ortamlarını göstermektedir. Çökel sistemleri üzerinde etkili olan küçük ölçekli lokal tektonik aktiviteler istif içerisinde kimi zaman normal, kimi zaman ise ters faylar ile net bir şekilde gözlemlenmiştir (Şekil 4.44 a,d).



Şekil 4.44 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. Arazi görüntüleri (2.Kademe)(a, b: 41° 7'59.74"K, 32°57'14.25"D c, d: 41° 7'53.52"K, 32°57'16.71"D)



Şekil 4.45 Pasa sahası güneydoğusu Gümelik Köyü yol yarması Akçapınar Fm. ÖSK (2. Kademe) (41° 7'53.52"K, 32°57'16.71"D).

4.2 Nokta Örnek Çalışmaları

Akçapınar Formasyonu ile ilgili yapılan jeolojik enine kesit çalışmaları, ÖSK çalışmalarının yanı sıra çalışma alanı içerisinde jeolojik haritalar (Ek 3-6) üzerinden tespit edilen yerlerden arazi koşullarının kapalı olması ve mostranın çok sınırlı gözlemlenebilmesi sebebiyle 15 adet nokta örnek alım çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu örnekler diğer tüm örneklerle beraber incelenerek çalışma içinde petrografi bölümünde sunulmuştur.

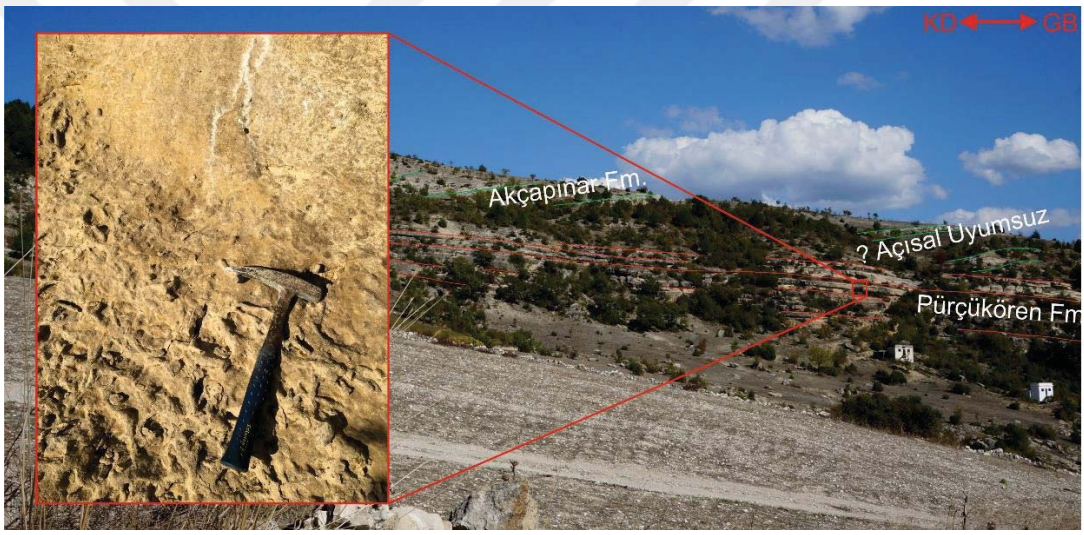
4.2.1 Tokatlı Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (20. Lokasyon)

Tokatlı Köyü güneybatısında (Ek 6/20. Lokasyon) Akçapınar Formasyonu'na ait yol üzerindeki yarmadan petrografik olarak incelenmek üzere örnek alınmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmada içerisinde fosil barındırmayan steril bir killi kireçtaşı dokusu ile karşılaşılmıştır. Sınırlı-kapalı ortam koşullarında çökelen bu birim muhtemel acısu karakterinde bir ortamı temsil etmekte olup, el örneklerinde lamina düzlemlerinin net bir şekilde gözlemlenmesi sakin hidrodinamik koşulları göstermektedir. Burada istif içindeki laminalanmalar zaman zaman orta-kalın tabakalı bir yapı sergilemekte olup, toplamda yaklaşık 5-6 m kalınlığındadır. Bu istifin üst seviyeleri toprak ve bitki örtüsü ile kapalı durumdadır (Şekil 4.46).

Şekil 4.46 Tokatlı Köyü güneybatısı Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri (41°11'1.65"K, 33° 1'13.56"D)

4.2.2 Sofçular Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (21. Lokasyon)

Sofçular Köyü kuzeydoğusunda (Ek 6/21. Lokasyon) yapılan gözlemde Akçapınar Formasyonu-Pürçükören Formasyonu dokanağı ?açısal uyumsuz olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.47). Bu lokasyonda genel olarak jips ve anhidrit gibi evaporitik fasiyeslerden oluşan Pürçükören Formasyonu içinde bol miktarda biyotürbasyonlu jips ve anhidrit seviyeleri gözlenmiştir. Bu seviyeler üzerine çökelim gösteren Akçapınar Formasyonu el örneklerinde çoğu zaman steril killi kireçtaşı litofasiyesinden oluşmakta olup, bu istifin üst kesimlerinde yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde bol miktarda fecal pellet laminalanmaları gösteren Mf3 mikro fasiyesine rastlanılmıştır.



Şekil 4.47 Sofçular Köyü kuzeydoğusu Akçapınar-Pürçükören Formasyon dokanağı (41°10'1.36"K, 33° 0'22.85"D)

4.2.3 Kuzyakahacılar Köyü güneyinde nokta örnek alım yeri (22. Lokasyon)

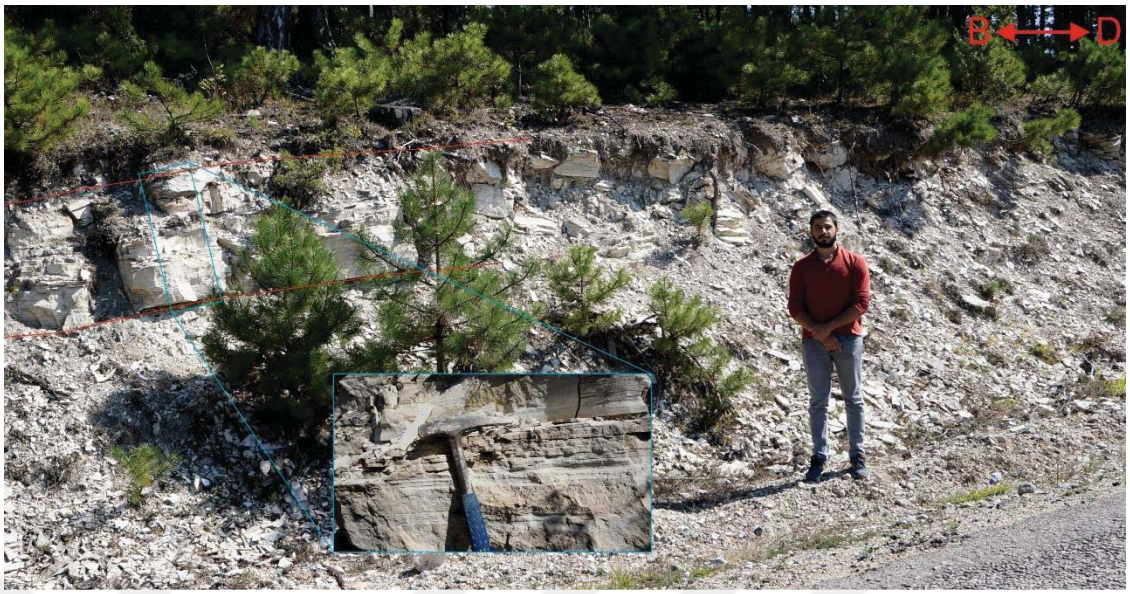
Kuzyakahacılar Köyü güneyinde (Ek 5/22. Lokasyon) gözlemlenen Akçapınar Formasyonuna ait açık krem renkli orta-kalın tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu örneklem kapsamında yapılan ince kesit çalışmalarında bol miktarda fecal pellet içeren Mf3 mikro fasiyesine rastlanılmıştır. Bu lokasyondan yaklaşık olarak güneye bakıldığında D-B doğrultulu Soğanlı Çayı tarafında oluşturulmuş vadiler içerisinde bitki örtüsü egemen olmayan

alanlarda Akçapınar-Soğanlı Formasyonu'nun dokanağını gözlemlenmektedir (Şekil 4.48).

Şekil 4.48 Kuzyakahacılar Köyü güneyinde Akçapınar Fm Nokta Örnek Alım Yeri (41°10'42.80"K, 32°46'50.52"D)

4.2.4 Çerçen Köyü güneyinde nokta örnek alım yeri (23. Lokasyon)

Çerçen Köyü güneyinde (Ek 5/23. Lokasyon) gözlemlenen Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu örnekler kapsamında yapılan ince kesit çalışmalarında mikritik laminalanmalar arasında sıkılıkla fecal pelletli Mf3 fasiyesine rastlanılmıştır. Lamina oluşumları düşük enerjili ve durgun koşulları belirtirken, fecal pelletler canlı aktivitesinin olduğu sığ koşulları göstermektedir (Macintyre 1985). Bu lokasyon bölgede aşağı yukarı en yüksek topoğrafik kodu oluşturmaktadır. Akçapınar Formasyonu'nun yayılımına bakıldığında havzadaki neredeyse en kuzey bölge olan bu alanda Akçapınar Formasyonu'nun kalınlığı yaklaşık 3 m civarındadır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49 Çerçen Köyü güneyinde Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri (41°10'27.77"K, 32°48'41.09"D)

4.2.5 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (24. Lokasyon)

Üçbölük Köyü kuzeydoğusunda (Ek 5/24. Lokasyon) gözlemlenen Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde fecal pelletlerden oluşan laminalanmalar sıklıkla biyotürbasyon oygulamaları tarafından kesilmiştir. Bu durumu çok sığ koşullarda çökelen bu karbonat çamurunun canlılar tarafından birkaç kez tüketildiğini göstermektedir. Bu lokasyon bölgede Araç Çayının oluşturduğu vadiler boyunca güneyde kalmakta olup, topoğrafik olarak bölgede yüksek kodları teşkil etmektedir. Gerek Araç Çayı tarafından oluşturulan vadiler, gerekse topoğrafik kodun yüksek olması bölgede Soğanlı-Akçapınar Formasyonu dokanağının (zamansal uyumsuz) gözlemlenmesine olanak tanımaktadır (Şekil 4.50).

Şekil 4.50 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı görüntüsü (41°10'50.78"K, 32°51'56.87"D)

4.2.6 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu nokta örnek alım yeri (25. Lokasyon)

Üçbölük Köyü kuzeydoğusu, köy çıkışındaki (Ek 5/25. Lokasyon) toprak yol yarması üzerinde hafif çengel yapılı bir kıvrım içerisinde Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmaları neticesinde bol miktarda fecal pelletli Mf3 fasiyesine ve nadiren de olsa kılcal bitüm içeren Mf2b fasiyesine rastlanılmıştır. Havza içerisinde hemen hemen bütün Akçapınar Formasyonu'na ait yüzleklerde rastlanılan koyu kahve-siyah renklerdeki, 3-5 cm kalınlıklı Lf5 çört ara tabakalı killi kireçtaşı litofasiyesine burada da sıklıkla rastlamak mümkündür. Bu litofasiyesin altında ve üstünde alınan bazı el örnekleri içerisinde bulunan iri gözenekler ikincil kalsit mineralleri tarafından doldurularak jeopedal yapılarını oluşturmaktadır (Şekil 4.51). Buradaki iri gözenekli kanal şekilli boşluklar istif içindeki çörtleri çökelten düşük dereceli hidrotermal çözeltileri taşımış olabilir. Bu çört bantları Akçapınar Formasyonu'nun geçirdiği soft sedimanter deformasyonlar neticesinde kıvrımlı veya ondüleli bir yapı kazanmıştır. Şekil 4.51'de sunulan panoramik fotoğrafta Soğanlı-Akçapınar Formasyonu'nun dokanağını (zamansal uyumsuz) net bir şekilde görmek mümkündür.

Şekil 4.51 Üçbölük Köyü kuzeydoğusu köy çıkışı toprak yol yarması Soğanlı-Akçapınar Fm. Dokanağı ve nokta örnek alım yeri (41°10'43.00"K, 32°51'50.87"D).

4.2.7 Gündoğan Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (26. Lokasyon)

Gündoğan Köyü güneybatısında (Ek 5/26. Lokasyon) gözlemlenen Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmalarında fecal pellet laminalanmaları gösteren Mf3 mikro fasiyesine ve çok sınırlı bir alanda mangan kalıntıları gösteren Mf2a manganlı istiftaşı fasiyesine rastlanılmıştır. Bu lokasyon da gözlenen Akçapınar Formasyonu'nun kalınlığı yaklaşık 3 m olup, yoğun bitki örtüsü sebebiyle kapalı vaziyettedir (Şekil 4.52). Baskın olarak formasyon içerisinde rastlanan killi kireçtaşı fasiyesi steril olup, fosil içeriğine rastlanılmamıştır. Açık krem renkli steril killi kireçtaşı fasiyesi içerisinde yoğun miktarda laminalanmalar gözlemlenmiştir. Açılan orman yol yarmaları vasıtasıyla takip edilebilen istifin bu kesiminde çört ara tabakalarına rastlanılmamıştır.

Şekil 4.52 Gündoğan Köyü güneybatısı toprak yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri (41°10'0.96"K, 32°52'38.48"D).

4.2.8 Gündoğan Köyü kuzeybatısı nokta örnek alım yeri (27. Lokasyon)

Gündoğan Köyü kuzeybatısında (Ek 5/27. Lokasyon) gözlemlenen Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmalarında nadiren de olsa fecal pelletli Mf3 fasiyesine rastlanılmıştır. İstifin geri kalan kısmı steril killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu lokasyon bölgede Araç Çayının oluşturduğu vadiler boyunca güneyde kalmakta olup, topoğrafik olarak bölgede yüksek kodlarda bulunmaktadır. Burada gözlemlenebilen Akçapınar Formasyonu kalınlığı yaklaşık 1-1,5 m civarındadır, tabakalar hemen hemen yatay bir eğime sahiptir (Şekil 4.53). Bu bölgede yoğun bitki örtüsü sebebiyle Soğanlı-Akçapınar Formasyonu dokanağını tespit etmek mümkün değildir.

Şekil 4.53 Gündoğan Köyü kuzeybatısı toprak yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri (41°11'0.78"K, 32°53'55.58"D)

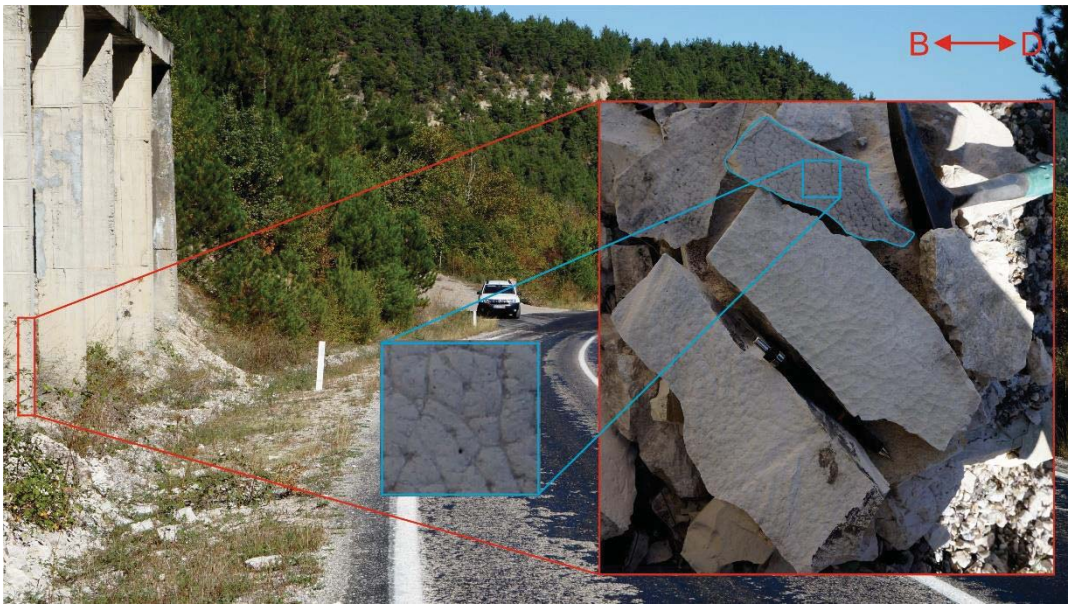
4.2.9 Gündoğan Köyü kuzeybatısı nokta örnek alım yeri (28. Lokasyon)

Gündoğan Köyü kuzeybatısı Bekin Doruğu mevkiinde (Ek 5/28. Lokasyon) toprak yol yarması üzerinde Soğanlı Formasyonuna ait açık krem renkli hafif kumlu miliolid fosilleri içeren kireçtaşı örneği petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı alınmıştır. Bu lokasyon üzerinde yoğun bitki örtüsü sebebiyle Soğanlı-Akçapınar Fm. dokanağını görmek mümkün değildir (Şekil 4.54). Ancak bu lokasyonun biraz daha güneyindeki sarp topografya üzerinden Soğanlı çayı tarafından açılan vadiler boyunca güney yönünde oldukça dik adeta falez görünümü sunan yüksek topoğrafya boyunca sert çıkıntılar şeklinde Soğanlı-Akçapınar Fm. dokanağı çok net bir şekilde izlenmiştir.

Şekil 4.54 Gündoğan Köyü kuzeybatısı (Bekin Doruğu) toprak yol yarması Soğanlı Fm. Nokta örnek alım yeri (41°10'55.81"K, 32°54'20.91"D)

4.2.10 Bağırsak Dere nokta örnek alım yeri (2-29. Lokasyon)

Bağırsak Dere mevkiinde 2. Lokasyona çok yakın bir noktadan (Ek 3/29. Lokasyon) Akçapınar Formasyonu içinden alınan el örneklerinde tabaka üst yüzeylerinde bol miktarda biyotürbasyon ve yağmur izlerine rastlanmıştır (Şekil 4.55). Daha önceki çalışmalarda bu lokasyon kapsamında fosilli bir seviyenin ve bol miktarda fecal pelletli Mf3 tanetaşı fasiyesinin bulunması çökelim koşullarının oldukça sığ denizel, korunaklı (sınırlı-kapalı) ve düşük enerjili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.55 Bağırsak Dere Nokta örnek alım yeri (41° 5'46.78"K, 32°48'22.38"D).

4.2.11 Bilimkent maden ocağı yol yarması nokta örnek alım yeri (30. Lokasyon)

Pürçükören mevkiinde yapılan D-B doğrultulu Akçapınar Fm.'na ait ölçülü stratigrafik kesit çalışması 10. Lokasyon kapsamında sunulmuştur. 30. Lokasyon kapsamında ise (Ek 4/30. Lokasyon) burada yapılan gözlemler neticesinde Akçapınar Fm.'na ait açık krem renkli killi kireçtaşı litolojisindeki birim içerisinde biyotürbasyon izlerine rastlanılmıştır (Şekil 5.56). Ayrıca muhtemel su altı heyelanı ile oluşan çok küçük ölçekli bir kaotik yapılı depolanma sistemine rastlanılmıştır. Buradaki muhtemel heyelan sedimantasyon esnasında meydana gelen bir tektonik olay tarafından tetiklenmiştir. Bunun sonucu olarak karbonat çamuru bireşleşmiş, karbonat ve silis

intraklastları ile farklı boyutlarda (birkaç cm. den birkaç dm.ye) kil parçaları beraber gözlemlenmiştir (Şekil 4.56).

Şekil 4.56 Bilimkent Maden Ocağı yol yarması Akçapınar Fm. Nokta örnek alım yeri (41° 8'22.03"K, 32°55'35.67"D).

4.2.12 Celepler Köyü güneybatısı nokta örnek alım yeri (31. Lokasyon)

Celepler Köyü güneybatısı mevkiinde (aynı zamanda Çaykaşı Köyü kuzeydoğusu köy çıkışına karşılık gelen bölge Ek 6/31. Lokasyon) toprak yol yarması üzerinde yaklaşık 4 m kalınlıklı Akçapınar Formasyonu'na ait açık krem renkli ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı biriminden petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı alınan örneklerde bol miktarda bitki kök kalıp izlerine rastlanılmıştır (Şekil 4.57). Bu kesitlerden yapılan RAMAN çalışmaları neticesinde ise Mf2a mangan oksitli seviyelere rastlanılmıştır.

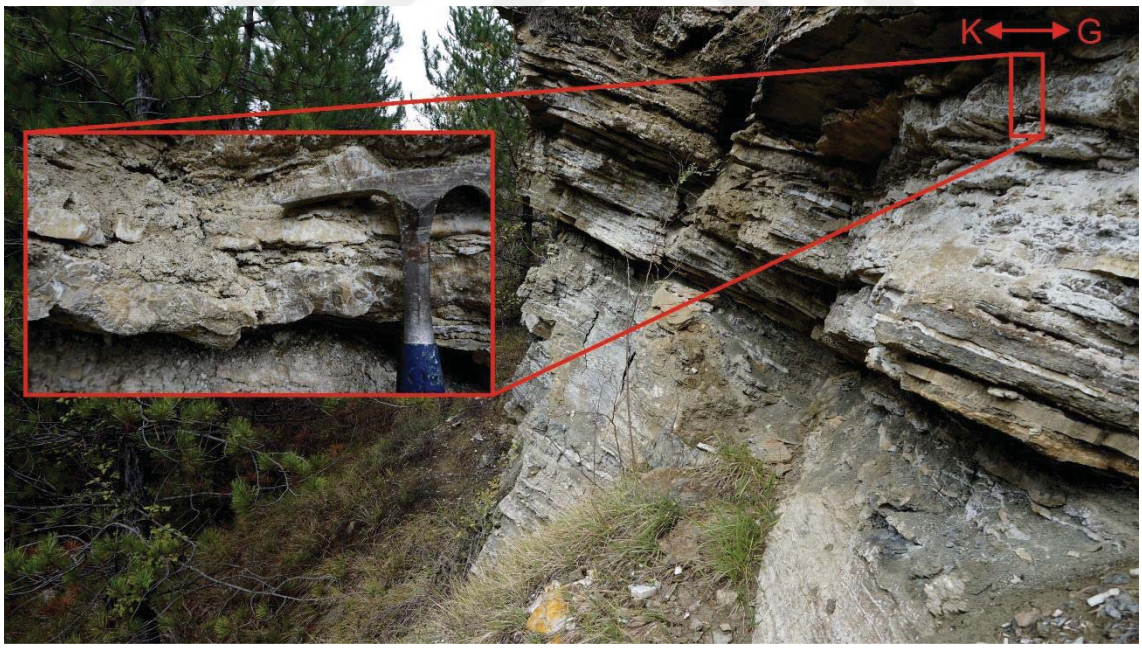
Şekil 4.57 Celepler Köyü güneybatısı nokta örnek yeri (41° 8'21.93"K, 33° 5'5.56"D).

4.2.13 Göde Mh. terkedilmiş jips ocağı nokta örnek alım yeri (33. Lokasyon)

Göde Mahallesi terk edilmiş jips ocağı üst seviyelerinden (Ek 6/33. Lokasyon) Akçapınar Formasyonu'na ait petrografik inceleme amaçlı örnek alınmıştır. Bu kapsamda yapılan ince kesit çalışmasında fecal pelletli Mf3 fasiyesine rastlanılması sığ çökel koşullarını göstermektedir.

4.2.14 Göde Mh. terkedilmiş jips ocağı nokta örnek alım yeri (34. Lokasyon)

Göde Mahallesi terk edilmiş jips ocağı (Ek 6/34. Lokasyon) alt seviyelerinden Pürçükören Formasyonu'na ait petrografik ve mineralojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır. Buradan alınan örnekler çoğunlukla jips-anhidrit fasiyesinde olup, laminalı çamurtaşı katmanları arasında ikincil satin-spar jipsleride görmek mümkündür (Şekil 4.58). İşletme amaçlı açılan ocakta evaporit fasiyesleri arasında çok miktarda kırıntılı malzeme (kum, kil) olması sebebiyle ocak terk edilmiştir.



Şekil 4.58 Göde Mh. Terkedilmiş jips ocağı alt seviyesi Pürçükören Fm. Nokta örnek alım yeri (41°10'48.85"K, 33° 7'49.34"D).

4.2.15 Kelağ Değirmeni mevkii nokta örnek alım yeri (40. Lokasyon)

Değirmen Derenin güneybatısında bulunan Kelağ Değirmeni mevkiinden (Ek 4/40. Lokasyon) palinolojik ve mineralojik inceleme amaçlı nokta örnekler alınmıştır. Bu örneklerden iki tanesi yaklaşık 1,5 m kalınlığındaki yeşil renkli kiltaşı katmanından olup, bir tanesi kumlu kireçtaşı örneğidir. İstif içerisinde çok kalın olmamakla beraber 2.cil satin-spar jips kalıntılarına rastlanılmıştır (Şekil 4.59). Kiltaşı örneklerinde yapılan yıkamalarda mikro veya makro fosil örneğine rastlanılmamış, ancak yapılan spor-polen çalışmalarında zengin bir palino taksa içeriği tespit edilerek geç Eosen-erken Oligosen yaş aralığı verilmiştir. Bu lokasyonun aşağı yukarı doğu-batı doğrultuda uzanan bir bindirme hattına (Hatlardağı Bindirmesi) çok yakın olması sebebiyle ve vadinin yoğun bitki örtüsü ile kapalı olmasından dolayı muhtemel Soğanlı-Akçapınar Formasyonu geçişi tam tespit edilememiştir.

Şekil 4.59 Kelağ Değirmeni mevkii vadi içi yarmalar (41° 7'40.10"K, 32°57'5.31"D)

4.3 Akçapınar Formasyonu'nun Fasiyes Analizi

Bu bölümde Akçapınar Formasyonu'nun fasiyes analizi sunulmuştur. Litofasiyes ayırdımında birimin litolojisine ek olarak renk, doku, tabaka kalınlığı, geometrisi, yanal devamlılığı ve tane boyu gibi kavramlar dikkate alınmıştır (Kwetche ve diğ., 2018, Banerjee ve diğ., 2018). Fasiyes isimlendirmelerinde ve ayırdımında karbonatlı kayaçlar için Wilson (1975) çalışması ve mikro fasiyesler için Tucker (1985) çalışmalarındaki prensipler dikkate alınmıştır. Burada öncelik arazide gerçekleştirilen ÖSK çalışmaları, jeolojik enine kesit çalışmaları ve nokta örnek alımı sırasındaki litofasiyes tanımlamalarına, daha sonra ise bu çalışmalar sonrası gerçekleştirilen ince kesit çalışmaları dahilinde mikro fasiyes tanımlamalarına yer verilmiştir.

Fasiyes toplulukları kavramı bireysel olarak fasiyeslerin kalınlık, yanal devamlılık, fosil içeriği, tortul yapılar ve fauna (türler, dağılımları ve bollukları) gibi pek çok kavramı ortak bir çatı altında toplamaya çalışarak daha sağlıklı yorumların yapılmasına imkan vermektedir. Akçapınar Formasyonu için bu bölümün son kısımlarında önerilen bu fasiyes toplulukları neticesinde, ortamsal yorumlamalar ve depolanma sistemleri hakkında bilgiler sunulmuştur. Gerek litofasiyesler, gerekse mikro fasiyesler fasiyes toplulukları altında gruplandırılarak, Akçapınar Formasyonu'nun çökel sistemi modellemesi ve mikro fasiyeslerin yanal olarak devamlılığını gösteren panel diyagramlar hazırlanmıştır (Ek7-8).

4.3.1 Akçapınar Formasyonu'nun litofasiyesleri

Yukarıda belirtildiği gibi litofasiyes tanımları özellikle ÖSK ve jeolojik enine kesit çalışmaları sırasındaki arazi gözlemlerine dayandırılmış olup, genellikle makro özellikte tanımlamaların yanı sıra organik maddece zengin, steril gibi bazı adlamalar analiz, spor-polen çalışmaları ve mikroskop çalışmalarının sonucudur. Bu kapsamda 8 adet litofasiyesin ÖSK'lara ait dağılımını gösteren çizelge 4.1 ve litofasiyesler ile ilgili gerekli açıklamalar aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.1 ÖSK çalışmalarındaki litofasiyes dağılımı

	ÖSK'ların Dağılımı																				
LİTO FASİYESLER	**5.Lok. ÖSK-1**	**6.Lok. ÖSK-2**	**7.Lok. ÖSK-3**	**8.Lok. ÖSK-4**	**10.Lok. ÖSK 1. kademe**	**11.Lok. ÖSK 2. kademe**	**12.Lok. ÖSK 3. kademe**	**13.Lok. ÖSK 4. kademe**	**14.Lok. ÖSK 5. kademe**	**15.Lok. ÖSK 6. kademe**	**16.Lok. ÖSK 7. kademe**	**17.Lok. ÖSK 8. kademe**	**18.Lok. ÖSK 9. kademe**	**19.Lok. ÖSK 10. kademe**	**32.Lok. ÖSK-1**	**35.Lok. ÖSK-1**	**36.Lok. ÖSK-1**	**37.Lok. ÖSK-1**	**38.Lok. ÖSK-1**	**39.Lok. ÖSK-1.kademe**	**39.Lok. ÖSK-2.kademe**
Lf 1-Organik maddece zengin-laminalı koyu renkli kiltaşı	X	X						X	X										X		
Lf 2-Açık krem renkli-steril killi kireçtaşı	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X		X	X
Lf 3-Kahve-yeşil renkli kiltaşı			X											X							
Lf 4-Açık krem renkli-laminalı killi kireçtaşı			X															X			X
Lf 5-Çört ara tabakalı killi kireçtaşı	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Lf 6-Sedimanter breş				X								X									
Lf 7-Beyaz renkli laminalı kiltaşı				X	X	X	X	X	X	X	X						X		X		
Lf 8-Açık yeşil renkli kiltaşı										X		X	X	X	X	X		X		X	X

4.3.1.1 Organik maddece zengin-laminalı koyu renkli kiltaşı (Lf 1)

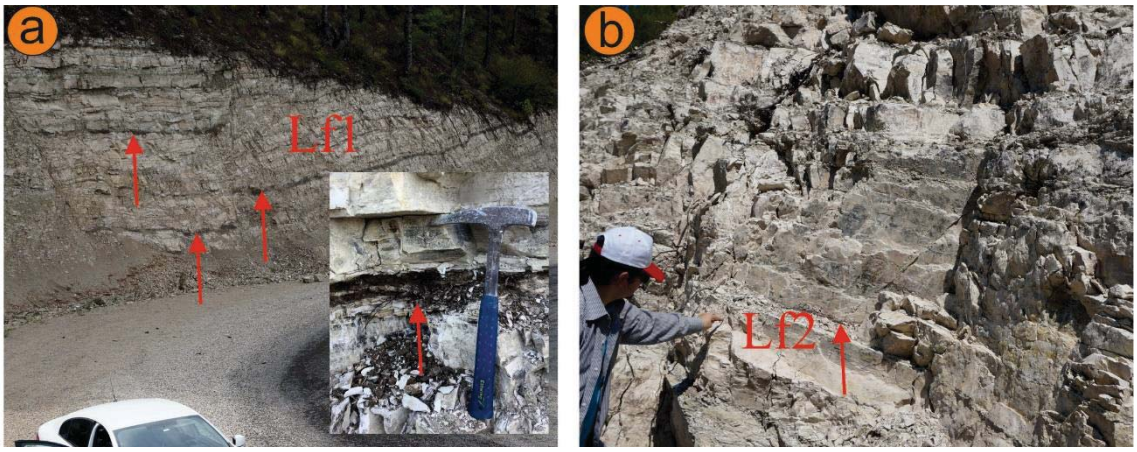
Kahverengi, koyu kahverengi tonlarında gözlemlenen bu birim kiltaşı litolojisinden oluşmaktadır (Şekil 4.60 a). Yapılan ÖSK ve jeolojik enine kesit çalışmalarında bu fasiyesin genel kalınlığı 25-40 cm civarında olup, yalnızca 13. Lokasyon kapsamında yapılan ölçümde 200 cm lokal bir kalınlık vermiştir. Yanal yöndeki devamlılığı birkaç yüz metre ile sınırlı olup, arazinin bitki örtüsü ile kapalı olmasından dolayı çok fazla takip edilememiştir. Bu seviyelerden spor-polen analizi için alınan örneklerde yapılan kimyasal ayrıştırma işlemleri neticesinde zengin bitkisel kökenli organik malzemeye rastlanılmış, bu organik malzeme içerisindeki uygun spor polen türleri tayin edilmeye çalışılmıştır.

Yorum: Bu fasiyes kapsamında alınan örneklerden yapılan yıkama işlemleri neticesinde hiçbir makro ve mikro fosil örneğine rastlanılmamıştır. Örnekler içerisinde zengin bitkisel organik malzemenin bulunması, renginin koyu tonlarda olması ve lamina ölçeğinde kil seviyeleri içermesi düşük enerjili askı yükü malzemenin çökeldiği anoksik ortamları göstermektedir. Benzer bir fasiyes Eosen-Oligosen geçişinde, Paratetis kuşağı üzerinde Ozsvart ve diğ., 2016 çalışmasında Karpatlar bölgesinde de tespit edilmiştir.

4.3.1.2 Açık krem renkli-steril killi kireçtaşı (Lf 2)

Açık krem renkli tonlarda gözlemlenen bu birim, fosil içermeyen killi kireçtaşı litolojisinden oluşmaktadır (Şekil 4.60 b) Arazi gözlemlerinde tabaka kalınlıkları 20 cm ile 1,5 m arasında değişirken, toplam fasiyes kalınlığı yer yer 30 m'yi bulabilmektedir. Yanal yönde kilometrelerce devamlılığa sahip olan bu fasiyes, sahada ancak doğal vadi yarmaları veya yol yarmaları boyunca takip edilebilmektedir.

Yorum: Arazi çalışmaları kapsamında bu fasiyesin oldukça kalın tabakalar vermesi çökel dönemindeki nispeten daha uzun sabit hidrodinamik koşulları göstermektedir. İçeriğinde fosil bulundurmaması ise canlı yaşamına elverişli olmayan daha çok kapalı-sınırlı ve acısu karakterli sığ denizel bir ortamı temsil etmektedir (Wilson 1975).



Şekil 4.60 Lf1-Lf2 litofasiyeslerinin arazi görünümleri

4.3.1.3 Kahve-yeşil renkli kiltaşı (Lf 3)

Kahvemsi-yeşil tonlarda gözlemlenen bu fasiyes kiltaşı litolojisinde olup, herhangi bir tabakalanma veya laminalanma göstermemektedir (Şekil 4.61 a). Arazi gözlemlerinde 60-80 cm'lik bir kalınlığa sahip olan bu fasiyes yanal olarak birkaç km devamlılığa sahiptir. Kiltaşı ara katmanlarından spor-polen çalışmalarında kullanılmak üzere örnekler alınmış bazı seviyeleri fakir, bazı seviyeleri ise az miktarda korunaklı palinotaksa içermektedir. Laboratuvar çalışmalarında yapılan yıkamalar neticesinde içerisinde herhangi bir fosil kaydına rastlanılmamıştır.

Yorum: Karbonat çökeliminin kesintiye uğradı dönemlerde askı yükü olan malzemenin çökelmesiyle oldukça düşük enerjili, sığ bir ortamda bu fasiyesin çökeldiği göstermektedir. Yapılan mineralojik XRD çalışmaları neticesinde simektit, klorit ve illit grubu kil minerallerinden oluşması kurak-nemli iklim periyodlarının tekrarlı döngüsünü ifade etmektedir. Singer 1984, Deepthy ve Balakrishnan 2005 çalışmalarında iklimin kil mineral çökelleri üzerindeki etkilerini benzer fasiyeslerle sunmuşlardır.

4.3.1.4 Açık krem renkli-laminalı killi kireçtaşı (Lf 4)

Arazi çalışmalarında açık krem-beyaz renkli içerisinde laminalanmalar ihtiva eden birim killi kireçtaşı litolojisinde olup, maximum 5 m kalınlıklı olarak gözlenmiştir

(Şekil 4.61 b). Yanal devamlılığı birkaç 10 km olup, bitki örtüsü ile kapalı olmayan tüm vadi ve yarmalar boyunca gözlemlenebilmektedir. Araziden alınan taze kırılmış örnek yüzeylerinde kil içeriği elde beyaz renkli bir toz bırakmaktadır.

Yorum: Benzer fasiyesin havza içerisinde karbonat çökeliminin devam ettiği dönemlerde oldukça düşük enerjili-sakin denizel bir ortamda çökeldiği ifade edilmiştir (Cabral ve diğ., 2019). Mevsimsel değişimler laminalanma yüzeyleri olarak gözlenmektedir. Yapılan arazi ve ince kesit çalışmalarında herhangi bir fosil kalıntısına rastlanılmamıştır.

Şekil 4.61 Lf3-Lf4 litofasiyeslerinin arazi görünümleri

4.3.1.5 Çört ara tabakalı killi kireçtaşı (Lf 5)

Arazi gözlemlerinde koyu kahve, siyaha yakın tonlarda rengi ile genel olarak açık renkli kayaçlar içerisinde adeta bir iz seviye şeklinde çört seviyeleri rahatlıkla ayırt edilmektedir (Şekil 4.62 a). Mineralojik bileşiminin silis içerikli olduğu göz önüne alınırsa, oldukça sert olan morfolojisi aşınmaya karşı çok dayanıklıdır. Arazideki mostralarında 1-5 cm arasında değişken kalınlıklarda olan bu fasiyes yanal olarak bazen birkaç km devamlılığa sahiptir.

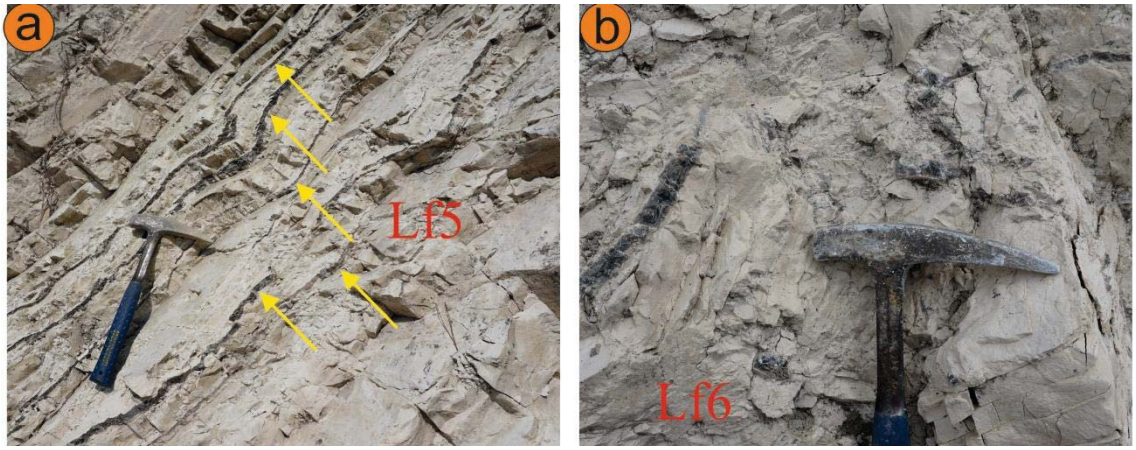
Yorum: Alınan el örneklerinin mineralojik incelemelerinde mikro kristalen kuvarsların yanı sıra kalsedon minerallerine de rastlanılmıştır. Bu tür oluşumlar düşük dereceli

hidrotermal etkileri işaret ederken (Gliozzo 2019), arazi çalışmaların da bu fasiyeslerin sıklıkla tavan ve taban killi kireçtaşı fasiyesleri ile beraber mikro ve makro ölçekte antiklinal, senklinal, kıvrım gibi deformasyon unsurları kazanması, sedimantasyon ile eş yaşlı bir düşük dereceli hidrotermal etkiyi işaret etmektedir.

4.3.1.6 Sedimanter breş (Lf 6)

Akçapınar Formasyonu çökel sistemi içerisindeki hemen her litofasiyesden malzeme alan bu birim içerisinde özellikle oldukça köşeli hatlara sahip çört parçaları ve killi kireçtaşı parçalarına çakıl-blok boyutunda rastlanılmaktadır (Şekil 4.62 b). Daha yumuşak hatlardaki kiltaşı intraklastları açılmış yüzeyler boyunca erozyona uğrayarak, boşluklu bir yapı meydana getirmişlerdir. Bu fasiyes birkaç m kalınlığında olup, yanal devamlılığı birkaç metre ile sınırlıdır.

Yorum: Muhtemel su altı ortamda oluşan bu çok küçük ölçekli kaotik yapıyı gösteren bu fasiyes, sedimantasyon esnasında meydana gelen local bir faylanma ile tetiklenerek oluşan küçük ölçekli bir heyelanın ürünüdür (Shanmugam 2017, Agnon ve diğ., 2006,). Bunun sonucu olarak karbonat çamuru breşleşmiş, karbonat ve silis intraklastları ile farklı boyutlarda (birkaç cm. den birkaç dm.ye) kil parçaları beraber gözlemlenmiştir (Prof. Dr. B. Varol sözlü görüşme).



Şekil 4.62 Lf5-Lf6 litofasiyeslerinin arazi görünümleri

4.3.1.7 Beyaz renkli laminalı kiltaşı (Lf 7)

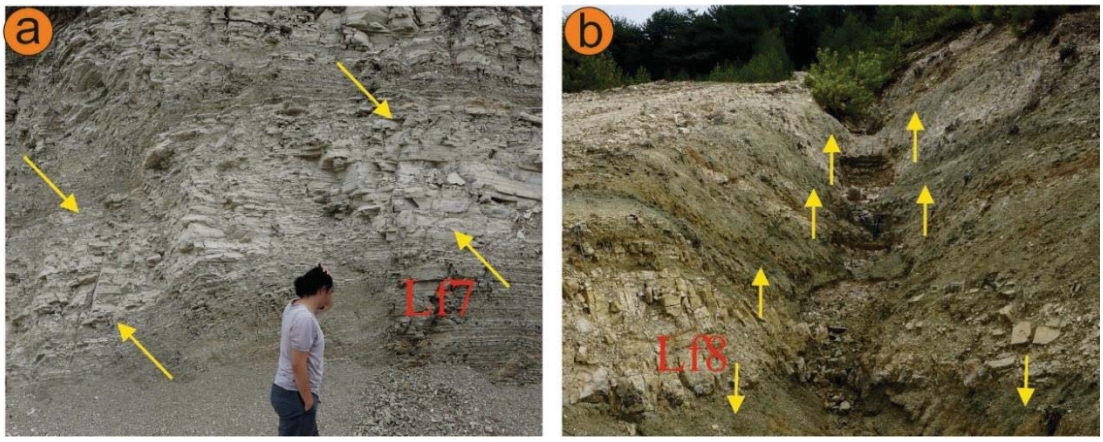
Arazi çalışmaları sırasında süt beyaz rengi ile kolaylıkla ayırt edilmektedir. Kiltaşı litolojisinde olan bu fasiyesde dikkatli bakıldığında lamina yüzeyleri gözlenmekte olup, kırılan bazı lamina düzlemleri boyunca bitki kök kalıp izlerine rastlanılmıştır (Şekil 4.63 a). Kalınlığı birkaç metre ile sınırlı olup, yanal devamlılığı birkaç km'yi bulabilmektedir. Karbonat ağırlıklı fasiyelere göre daha elastik bir davranış sergileyerek, oldukça yoğun kıvrımlar içermektedir.

Yorum: Çökel sistemi içerisinde bir diğer farklı periyod da askı yükü malzemesi olarak çökelen bu fasiyes gösterdiği laminalanma dolayısıyla oldukça sakin, düşük enerjili bir ortamda depolanmıştır. Laminalanmalar mevsimsel değişikleri (Gilbert 1978) ifade Ederken, içerisinde bitki kök kalıp izlerine rastlanılması ortamın kıyıya yakın ve karasal bir alandan beslendiğinin muhtemel göstergesidir (Rich 1989).

4.3.1.8 Açık yeşil renkli kiltaşı (Lf 8)

Arazi gözlemleri sırasında açık yeşil-soluk renkleri ile tanınan birim litolojik olarak kiltaşından oluşmaktadır. Derlenen örneklerde yapılan yıkamalar içerisinde makro veya mikro ölçekli bir fosil kalıntısına rastlanılmamıştır (Şekil 4.63 b). Genellikle 3-5 m kalınlıkta olup havzanın doğu kesimindeki vadi ve yol yarmalarında daha sık ve geniş yayılımlı olarak bulunmaktadır.

Yorum: Çökelim ortamı içerisinde genellikle çok sığ koşullarda askı yükü karakterinde çökelen bu birim düşük enerjili bir ortamın ürünüdür. Yapılan mineralojik XRD çalışmalarında rastlanan klorit grubu mineraller mevcut açık yeşil-soluk yeşil tonlardaki rengin oluşmasında etkili olmuştur (Haldar ve Tisjar 2014).



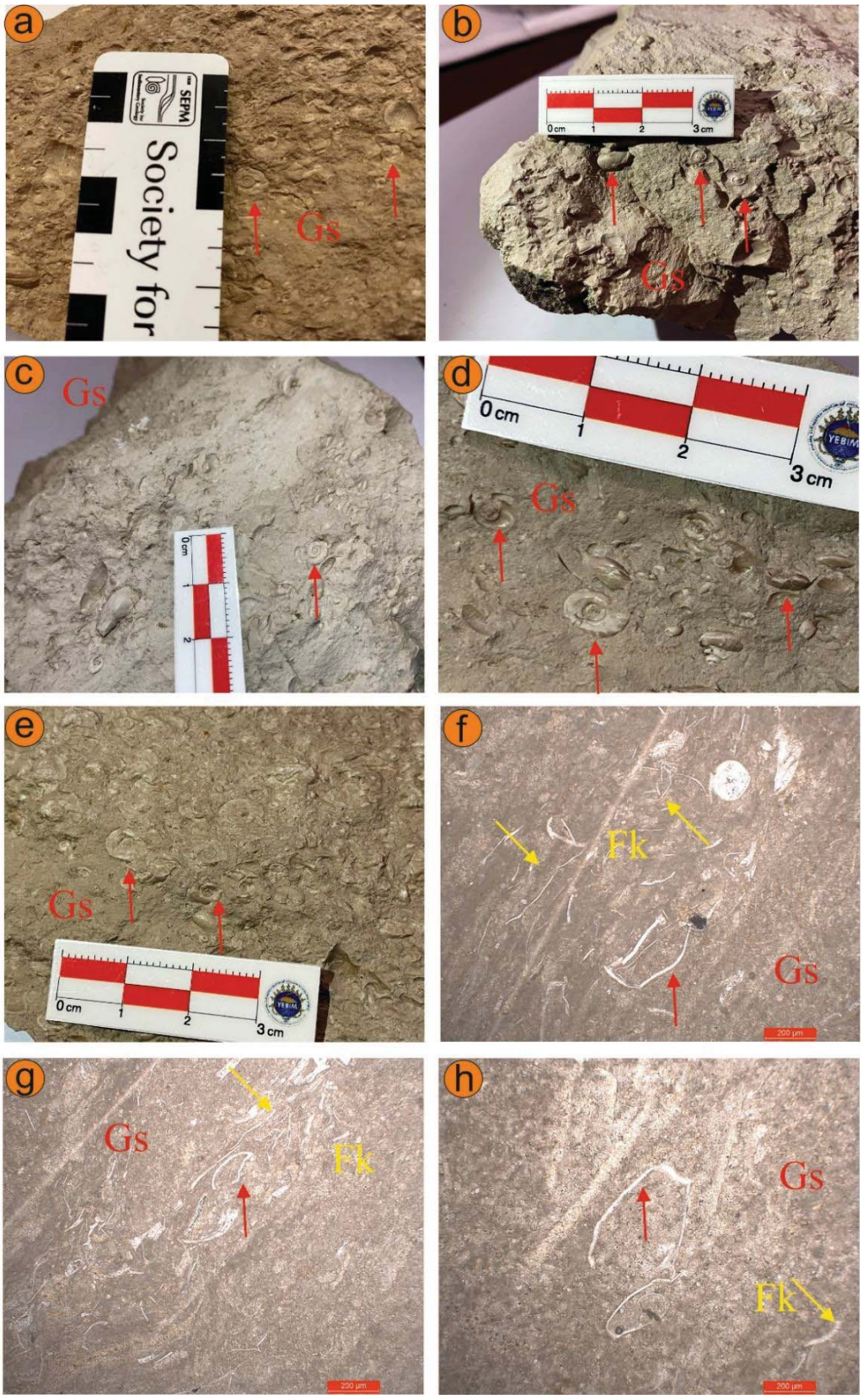
Şekil 4.63 Lf7-Lf8 litofasiyeslerinin arazi görünümleri

4.3.2 Akçapınar Formasyonu karbonatlarının mikro fasiyes analizi

Ölçülü stratigrafik kesit, enine jeolojik kesit ve nokta örnek alımı çalışmalarında derlenen kireçtaşı örneklerinin ince kesitlerinin mikroskop altında incelenmesi ile Akçapınar Formasyonu'na ait 6 adet farklı mikro fasiyes ve 2 adet alt mikro fasiyes tanımlanmıştır. Ayrıca bu mikro fasiyesler F1-F6 aralığında harfler ile birlikte numaralandırılarak yapılan ÖSK'lar üzerinde çizgisel olarak gösterilmiştir. Söz konusu bu mikro fasiyes numara sırasındaki rakamsal artış (1-6) çökel ortamının gittikçe sığlaştığını ve zamanla karasallaştığını temsil etmektedir. Bu mikro fasiyesler kısaca aşağıda belirtilen şekilde özetlenmeye çalışılmıştır.

4.3.2.1 Seyrek fosilli vaketaşı mikro fasiyesi (Mf1)

Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşı çökelleri içerisinde nadiren de olsa gerek makro, gerek mikro fosil kalıntılarına rastlanılmıştır. Bu fosiller gastropod, ostrakod, yaprak fosili ve bitki kök izleri içeriğinde olup genellikle çok ince kavkıya sahiptir (Şekil 3.14 a-h ve 4.64 a-h). Çok geniş yaş aralığına sahip olması ve tam tane morfolojileri tespit edilemediği için buradaki ostrakod fosillerden tür ve yaş tayinleri yapılamamıştır. Bu fosiller içerisinde *Lymnaea urceolata* Braun *in* Walchner, 1851 gastropod örneklerine rastlanılması acısu ortamında çökeldiği düşünülen bu formasyon için muhtemelen kısıtlı alanlarda zaman zaman tatlı su girişlerinin olduğunu göstermektedir (Braun, 1851). Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre biyomikrit, Dunham (1962) sınıflamasına göre fosilli vaketaşı olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 4.64 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf1 mikro fasiyesi arazi ve mikroskop görüntüleri (Gs Gastropod *Planorbarius* sp. indet.) , (**f-h** Fk:Fosil kırıkları biyomikrit-fosilli vaketaşı)

4.3.2.2 Algli istiftaşı mikro fasiyesi (Mf2)

Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşı örneklerinden yapılan ince kesit çalışmalarında yanal devamlılığı çok fazla olmayan mikro algal yaygılara rastlanılmıştır (Şekil 4.65a). Sığ çökelim ve düşük enerjili ve oksijensiz ortamları temsil etmesi bakımından tipik olan bu yapılar Akçapınar Formasyonu'nun çökelim ortamı da dikkate alındığında muhtemelen bu fasiyesin siyanobakteriyal faaliyetler sonucu oluştuğunu göstermektedir (Riding 2000). Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre biosparit, Dunham (1962) sınıflamasına göre algli istiftaşı olarak isimlendirilmiştir.

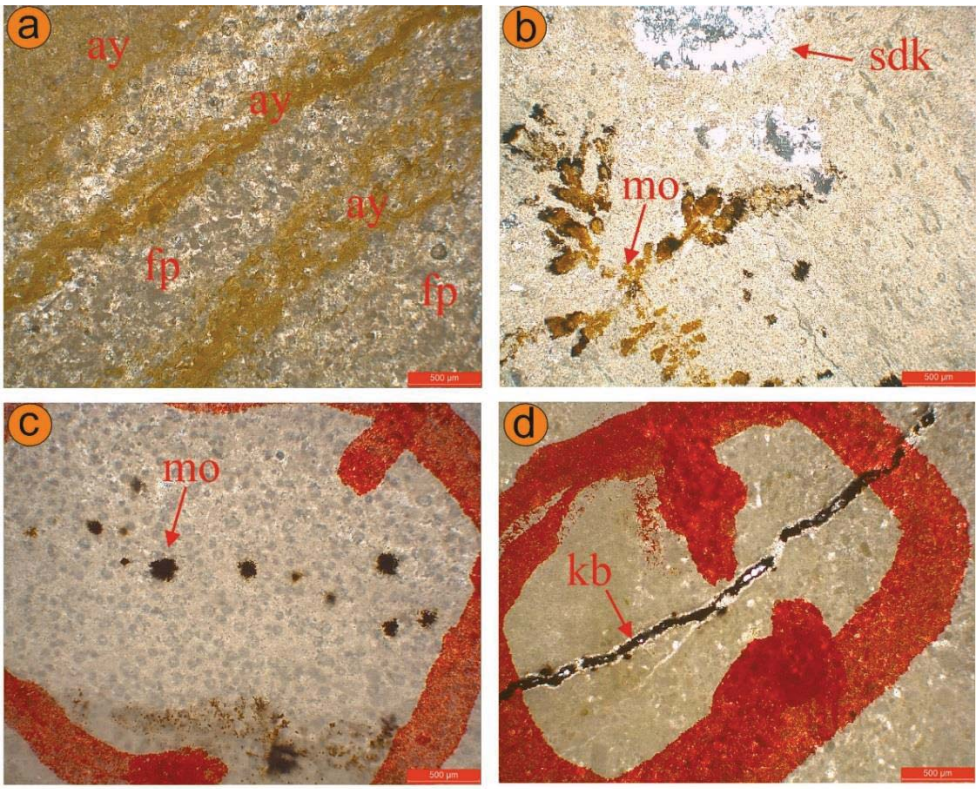
4.3.2.2 1 Manganlı istiftaşı mikro alt fasiyesi (Mf2a)

Akçapınar Formasyonu'na ait bazı killi kireçtaşı örnekleri içerisinde makro ölçekte bol miktarda bitki kök kalıp izlerine rastlanılmıştır. Dayanıksız-otsu bir yapıya sahip olan bu a bu tür bitki kökleri fosilleşemeyip sadece tabaka ara yüzeylerinde kalıp iz fosiller şeklinde gözlemlenmektedir. Yapılan bazı ince kesit çalışmaları ve bu kesitler üzerinde şüpheye düşülen noktalardan RAMAN ölçümleri neticesinde tespit edilen manganlı seviyeler oksijensiz ortam koşullarında bitkisel kökenli malzemenin çök küçük ölçekli mangan sıvamaları şeklindeki muhtemel dönüşümü göstermektedir (Şekil 4.65 b-c). Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre manganlı biomikrosparit, Dunham (1962) sınıflamasına göre manganlı istiftaşı olarak isimlendirilmiştir.

4.3.2.2.2 Bitümlü istiftaşı mikro alt fasiyesi (Mf2b)

Akçapınar Formasyonu'na ait bazı killi kireçtaşı örnekleri taze yüzeylerinden kırıldıklarında yoğun bir şekilde hidrokarbon kokusu yaymaktadır. Bu tür örneklerden yapılan ince kesit çalışmalarında tabaka ara düzlemlerinde ilksel olarak muhtemel akışkan özellikte kılcal yaygılara rastlanılmıştır. Bunlar üzerinde yapılan RAMAN ölçümlerin bir kısmında elde edilen karbon pikleri Jehlicka ve diğ., 2003 çalışmasında sedimanter birimler içindeki katı bitüm karbon pikleri ile benzerlik göstermektedir. Bir kısım örnekler ölçüm esnasında oluşan yüksek ısı sebebi ile yanarak sağlıklı sonuçlar vermemiştir. El örneklerinde ve ince kesitlerde organik malzeme kökenli bu tür koyu

tonlarda (Patnode 1941) gözlenen bu tür eser miktarda kılcal bitüm oluşumları anoksik koşullarda depolanan pellet, alg yaygısı gibi organik madde içerikli sedimanların hızlı olgunlaşarak ekonomik olmayan bitüm oluşumlarına örnek gösterilebilir (Şekil 4.65 d). Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre bitümlü biyomikrosparit, Dunham (1962) sınıflamasına göre bitümlü istiftaşı olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 4.65 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait **a**-Mf2, **b-c** Mf2a, **d**-Mf2b mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri (**a.** Fecal pellet (fp), alg yaygıları (ay), **b-c** mangan oksit (mo), **d.** kılcal bitüm (kb) (a-biosparit/fosilli vaketaşı, b-c biomikrosparit/manganlı istiftaşı, d-biomikrosparit/bitümlü istiftaşı)

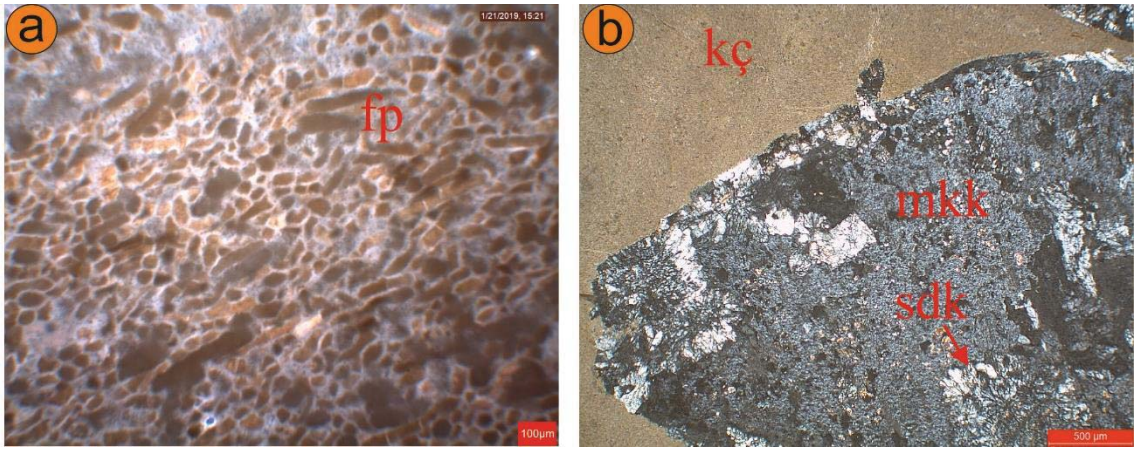
4.3.2.3 Pelletli tanetaşı mikro fasiyesi (Mf3)

Akçapınar Formasyonu içerisinde nadiren fosilli seviyelerle karşılaşılmasına rağmen yapılan ince kesit çalışmalarında sıklıkla fekal pelletli seviyelere rastlanılmaktadır. Baskın acısu karakterinde olan bu gibi formasyonlarda deniz suyuna oranla daha az karbonat bulunmakta, bu sebeple fosilleşen türler genellikle ince kavkılı olmaktadır.

Fosilleşme oranının sınırlı olmasına karşı bu tür sığ denizel ortama uyum sağlan pek çok muhtemel canlı türüne ait dışkılar fosilleşerek fekal pelletli seviyeleri oluşturmuşlardır (Macintyre 1985, Flügel 2004, Boggs 2009)(Şekil 4.66 a). Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre biyopelsparit, Dunham (1962) sınıflamasına göre pelletli tanetaşı olarak isimlendirilmiştir

4.3.2.4 Çört ara bantlı çamurtaşı mikro fasiyesi (Mf4)

Akçapınar Formasyonu içerisinde yaklaşık 1-5 cm kalınlığında koyu renkli killi kireçtaşı seviyeleri ile beraber yumuşak sedimanter (soft sedimanter) olarak kıvrımlanmış pek çok çört seviyesine rastlanılmaktadır. Yapılan ince kesit çalışmalarında bu çört seviyeleri tabaka düzlemleri boyunca mikro kristalen dokuda kuvars ya da sferülitik kalsedonlar şeklinde gözlemlenmiştir (Gliozzo 2019) (Şekil 4.66 b). Düşük dereceli hidrotermal çözeltiler vasıtasıyla havza içerisine taşınan ve sedimantasyon esnasında burada çört seviyelerinin çökelmesine sebep olan bu çözeltileri getiren muhtemel mekanizma Hıratepe Fm. volkanikleri (Barkurt ve diğ., 1990) ve havza içerisinde oluşan sin sedimanter fay/kırık sistemleridir. Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre çörtlü mikrit, Dunham (1962) sınıflamasına göre çört ara bantlı çamurtaşı olarak isimlendirilmiştir



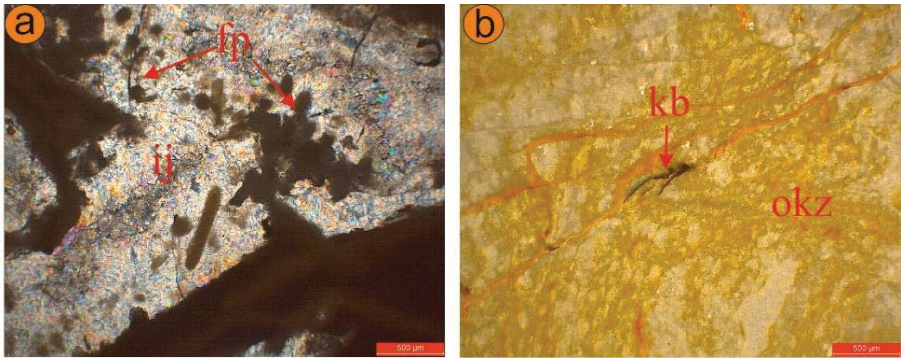
Şekil 4.66 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf3-Mf4, mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri (**a.** Fecal pellet (fp), **b.** sferülitik dokulu kalsedon (sdk), mikro kristalen kuvars (mkk), (a-biopelsparit/pelletli tanetaşı,b-çörtlü mikrit/çörtlü çamurtaşı).

4.3.2.5 Jipsli çamurtaşı-vaketaşı mikro fasiyesi (Mf5)

Sığ ortam koşularında çökelen Akçapınar Formasyonu killi kireçtaşı istifi içerisinde arazi çalışmalarında kalınlığı birkaç santimetre ile sınırlı çamurlu jips ve anhidrit çökellerine rastlanılmıştır. Muhtemelen tabanda Pürçükören Formasyonu'na ait jips ve anhidrit fasiyeslerinin çözünüp tekrar kristallenmesi ile oluşan bu ikincil jips ve anhidritler yapılan ince kesit çalışmalarında da gözlemlenmiştir (Şekil 4.67 a). Bu tür evaporitli fasiyesler mevsimsel kurak periyodları ve sabhka ortamlarını göstermesi bakımından farklı bölgelerde El Tabakh ve diğ., 1998, Warren 2010, Roveri ve diğ., 2020 gibi değişik çalışmacılar tarafından da gözlemlenmiştir. Bu mikro fasiyese ait kireçtaşları Folk (1959) sınıflamasına göre jipsli mikrit, Dunham (1962) sınıflamasına göre jipsli çamurtaşı-vaketaşı olarak isimlendirilmiştir**.**

4.3.2.6 Limonitli çamurtaşı-vaketaşı mikro fasiyesi (MF6)

Akçapınar Formasyonu'nun çökeldiği havza içerisinde muhtemel mevsimsel kuraklığın en yoğun olarak yaşandığı dönemde sığ denizel ortam koşullarında çökelen sedimanlar zaman zaman atmosferik etkiye maruz kalarak günlenmişlerdir. Bu atmosferik etki sebebiyle sediment içerisinde az miktarda bulunan demir elementi oksitlenerek götit, limonit gibi mineraller oluşturmuştur. İnce kesit çalışmalarında sarımtırak, kahverengi ve koyu renk tonlarında (Şekil 4.67 b) gözlemlenen bu fasiyesin mineralojik bileşimi RAMAN ölçümleri ile aydınlatılmıştır.



Şekil 4.67 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarına ait Mf5, Mf6 mikro fasiyeslerine ait mikroskop görüntüleri (**a.** İkincil jips (ij), fecal pellet (fp), **b.** oksidasyon zonu (okz), kılcal bitüm (kb) (a-jipsli mikrit/jipsli çamurtaşı-vaketaşı, b- limonitli mikrit/limonit çamurtaşı-vaketaşı)

4.3.3 Akçapınar Formasyonu'nun fasiyes toplulukları

Akçapınar Formasyonu'nda tespit edilen litofasiyeslerin ve mikro fasiyeslerin bireysel olarak özellikleri verilmiştir. Bir litofasiyesin veya mikro fasiyesin birden fazla ortamda ya da tekrarlı olarak gözlenmesi ortamsal yorumlama açısından değişkenlikler sunmaktadır. Bu sebeple fasiyes toplulukları oluşturularak, bu toplulukları temsil eden ortam parametreleri belirlenmiş ve yorumlamalarda kullanılmıştır. Burada litofasiyes toplulukları ve mikro fasiyes toplulukları ayrı alt başlıklar altında sunularak değerlendirilmiştir.

4.3.3.1 Akçapınar Formasyonu'nun litofasiyes toplulukları

4.3.3.1.1 Litofasiyes topluluğu-1

Bu topluluğu oluşturan litofasiyesler (Organik maddece zengin laminalı koyu renkli kiltaşı (Lf 1), Kahve-yeşil renkli kiltaşı (Lf 3), Beyaz renkli laminalı kiltaşı (Lf 7), Açık yeşil renkli kiltaşı (Lf 8)) kiltaşı litolojisinde olup, zaman zaman laminalanmalar göstermektedir. İçerisindeki organik malzeme miktarı ile alakalı olarak topluluktaki bazı litofasiyesler koyu tonlarda gözlemlenirken, bazı fasiyesler klorit grubu kil mineralleri içeriği nedeniyle açık yeşil tonlarda gözlemlenmektedir. Genel olarak çökel sistemi içerisinde askı yükü malzemelerin sakin denizel koşullarda çökeldiği, havzanın nispeten daha derin kısımlarını temsil etmektedir. Tek düze olarak çok ince taneli malzeme gelimi sınırlı enerjideki bir akış rejimini-kaynak potansiyelini göstermektedir.

4.3.3.1.2 Litofasiyes topluluğu-2

Bu topluluğu oluşturan litofasiyesler (Açık krem renkli steril killi kireçtaşı (Lf 2), Açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı (Lf 4), Çört ara tabakalı killi kireçtaşı (Lf 5), Sedimanter breş (Lf 6)) kireçtaşı litolojisinde olup, laminalanmalar ve çört ara tabakalı fasiyesleri içermektedir. Bu litofasiyes topluluğunun, süspansiyon malzemenin çökelimi sonrası karbonat çökelimine uygun oldukça sığ ve korunaklı koşullarda oluştuğu düşünülmektedir. Sedimantasyon esnasında tektonik olarak aktif olan bölgede

kaynağı muhtemelen Hıratepe Fm. volkaniklerinden (Barkurt ve diğ., 1990) türemiş düşük dereceli hidortermal çözeltilerin etkileri, çört ara tabakaları şeklinde gözlemlenmektedir. Zaman zaman bu tektonik aktiviteler karbonat çökelimi içerisinde breşik zonların oluşumuna sebep olmuştur.

4.3.3.2 Akçapınar Formasyonu karbonatlarının mikro fasiyes toplulukları

4.3.3.2.1 Mikro fasiyes topluluğu-1

Bu fasiyes topluluğunu oluşturan mikro fasiyesler (Seyrek Fosilli Vaketaşı Mikro Fasiyesi (Mf1), Algli İstiftaşı Mikro Fasiyesi (Mf2), Manganlı İstiftaşı Mikro Alt Fasiyesi (Mf2a) ve Bitümlü İstiftaşı Mikro Alt Fasiyesi (Mf2b)) organik malzemenin korunabildiği nispeten daha az oksijenli ortamları temsil etmesinin yanı sıra, nadiren de olsa tatlı su girişimlerine maruz kaldığı için bu koşullara adapte olmuş *Lymnaea urceolata* Braun *in* Walchner, 1851 gastropod fosilleri barındırabilmektedir. Fasiyes topluluğunda karbonatlı kayaların çökelimine imkan verecek koşulların gözlenmesi, alg yaygıları ve kılcal bitümler gibi oluşumların varlığı Horodyski ve diğ., 1977, Flügel 2004 değişik çalışmacılar tarafından çökelim ortamının sığ ve sınırlı olduğunu şeklinde yorumlanmıştır.

4.3.3.2.2 Mikro fasiyes topluluğu-2

Bu fasiyes topluluğunu oluşturan mikro fasiyesler (Pelletli Tanetaşı Mikro Fasiyesi (Mf3), Jipsli Çamurtaşı-Vaketaşı Mikro Fasiyesi (Mf5), Limonitli Çamurtaşı-Vaketaşı Mikro Fasiyesi (MF6)) karbonat çökeliminin geliştiği ve karbonat çamurunu tüketen canlı aktivitelerinin gözlemlendiği çok sığ koşullardan, evaporasyon ile oluşmuş jips/anhidrit minerallerinin oluştuğu ve oksidasyon gibi doğrudan atmosferik etkilerin gözlenebildiği giderek karasallaşan ortam koşullarına geçişi göstermektedir (Warren 2016).

4.4 Yunuslar Formasyonu Lito Fasiyes Analizi

Yunuslar Formasyonunda ait yapılan ölçülü kesit çalışmalarında (Şekil 4.11-12) ve ince kesit çalışmaları sonucunda kırıntılı birimlerden oluşan bu formasyon için üç adet lito fasiyes ayırtlanmıştır. Bu fasiyesler tipik olarak menderesli akarsu çökelleri özellikleri sunmakta olup (Timur ve Aksay 2002), tane boyu büyüklüklerine göre sırasıyla şu şekildedir;

4.4.1 Yf1 kiltaşı litofasiyesi

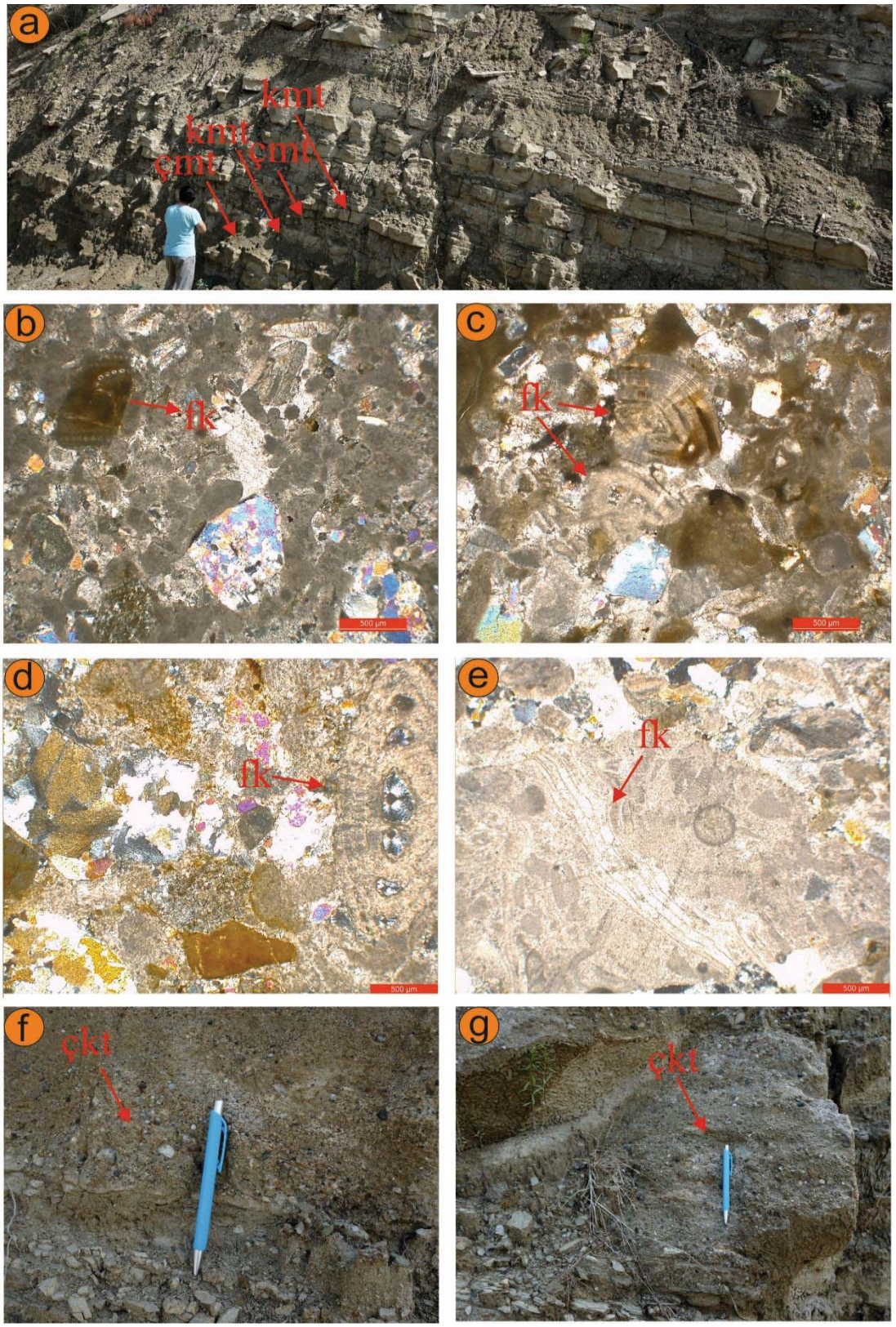
Arazi çalışmaları sırasında özellikle Yunuslar Formasyonu taban kesimlerinde açık yeşil-gri renkli yaklaşık 20-25 cm tabaka kalınlığında kiltaşı katmanlarına rastlanılmıştır (Şekil 4.68 a). Bu fasiyes devamında gri renkli yer yer laminalanmalı tabaka kalınlığı 20-30 cm arasında değişen kumtaşı fasiyesi ile ardalanma göstermektedir (Şekil 4.68 a).

4.4.2 Yf2 kumtaşı litofasiyesi

Yunuslar Formasyonu taban kesimlerinde tavana doğru Yf1 kiltaşı fasiyesi ile ardalanma gösteren bu Yf2 kumaşı fasiyesi temiz ve yıkanmış özellikte olup, tabaka kalınlığı 20-30 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.68 a). Bu fasiyes bazı ara seviyelerde tabanda bulunan Safranbolu ve Soğanlı Formasyonlarının içerdiği nummulit, alevolin gibi fosillerin kırıklı, parçalanmış olan taşınmış formlarını içermektedir (Şekil 4.68 b-e). Taşınmış fosil içeriği Yunuslar Formasyonu'nun paleo drenaj sahasında Safranbolu ve Soğanlı Formasyonlarının bulunduğunu işaret etmektedir.

4.4.3 Yf3 çakıltaşı litofasiyesi

Yunuslar Formasyonu içerisinde kiltaşı ve kumtaşı fasiyesleri üzerinde, istifin gittikçe yukarı doğru olan kesiminde polijenik çakıllı, çoğunlukla normal derecelenmeli yaklaşık 40-50 cm tabaka kalınlıklarına ulaşabilen gri renkli çakıltaşı fasiyeslerine rastlanılmıştır (Şekil 4.68 f-g).



Şekil 4.68 Yunuslar Formasyonu Yf1, Yf2, Yf3 litofasiyeslerine ait arazi ve mikroskop görüntüleri (a: 41° 6'59.06"K, 32°48'37.12"D) (**a, f-g** Arazi görünümü, **b-e.** fosil kırıntısı (**fk**), litik arenit)

5. PETROGRAFİK ÇALIŞMALAR

5.1 Akçapınar Formasyonu Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri

Çalışma alanında Akçapınar Formasyonu'na ait gerçekleştirilen gerek ÖSK, gerekse nokta örnekleme kapsamında alınan kayaç örneklerinin tamamı polarizan mikroskopta incelemek için ince kesit yaptırılmıştır. Bu ince kesitlerin değerlendirilen görüntüleri Şekil 5.1-18 arasında sunulmuştur. Burada yalnızca Şekil 5.1 içerisinde Akçapınar Formasyonu'nun tabanında bulunan ve Akçapınar Formasyonu'ndan farklı özelliklerde (sığ-açık denizel) bir karbonat platformunun ürünü olan Soğanlı Formasyonu ile alakalı birkaç ince kesit görüntüsü sunulmuştur.

Böylece petrografik çalışmalarda 6 adet mikro karbonat fasiyesi (Mf1-seyrek fosilli vaketaşı fasiyesi, Mf2-algli istiftaşı fasiyesi, Mf3-pelletli tanetaşı fasiyesi, Mf4-çört ara bantlı çamurtaşı fasiyesi, Mf5-evaporitli çamurtaşı-vaketaşı fasiyesi, Mf6-limonitli çamurtaşı-vaketaşı fasiyes) ve 2 adet karbonat mikro alt fasiyesi (Mf2a-manganlı istiftaşı fasiyesi, Mf2b-bitümlü istiftaşı fasiyesi) tanımlanmıştır. Bunlara ait havza içerisinde farklı lokasyonlardan temin edilen örneklerin detaylı petrografik görüntülerde Şekil 5.1-18'de açıklamaları ve belirteçleri ile sunulurken, öncesinde Şekil 5.1-18'e ait açıklamalar verilmiştir.

Şekil 5.1'de Soğanlı Formasyonu'na ait kireçtaşı örneklerinde *Fabiania* sp, *Alveolina* sp, *Orbitolites* sp., milliolid ve ostracod fosilleri, jeopetal yapı, iç boşluklarda meteorik çimento ve organik malzemeye rastlanmıştır. Özellikle millioid fosillerinin bol olması sığ şelf-lagünel bir çökel ortamını göstermektedir. Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde ise pelletli matriks ve kalsit dolguları gözlenmiştir (Şekil 5.1 **a-g** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre fosilli istiftaşı, **h** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı).

Şekil 5.2'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneklerinde bitki parçaları (? kök izleri) karofitler, ince kavkılı gastropod ve pelecypod kavkı kırıntıları, tam şekilli

gastropod ve fecal pelletli seviyelere rastlanılmıştır. Özellikle fecal pelletli seviyeler sığ lagünel çökelim ortamlarını göstermesi açısından tipiktir (Macintyre 1985, Flügel 2004, Boggs 2012) (Şekil 5.2 **a-e** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre fosilli istiftaşı, **f-h** Folk 1959'a göre pelsparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı).

Şekil 5.3'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde sırasıyla mikro kristalen kuvarslar, ostracod fosili, laminalı seviyelerde fecal pelletler gözlenmektedir. Fecal pelletli seviyeler sığ lagünel çökelim ortamlarını gösterirken, mikro kristalen kuvarslar sedimantasyonla eş zamanlı havzaya hidrotermal çözelti (sıcak su) gelimini göstermektedir (Dongya ve diğ., 2017) (Şekil 5.3 **a-b** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre fosilli istiftaşı, **c-d** Folk 1959'a göre pelsparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı, **e-h** Folk 1959'a göre biosparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı).

Şekil 5.4'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde sırasıyla gözeneklerde jips çimento-dolguya karbonat çimento arasında rastlanılmaktadır. Fecal pelletli seviyeler sığ çökel koşullarını göstermektedir. Kısmen de olsa iri jips taneleri arasında anhidrit kalıntılarının bulunması bu jipslerin ikincil olduğunu göstermektedir. Kayaç gözeneklerinde yer yer meteorik çimentoya da rastlamak mümkündür (Şekil 5.4 **a-b** Folk 1959'a göre biosparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı, **c-e** Folk 1959'a göre jipsli mikrit, Dunham 1962'ye göre jipsli çamurtaşı-vaketaşı, **f** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı, **g-h** Folk 1959'a göre biosparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı).

Şekil 5.5'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde sırasıyla fecal pelletli laminalar ve bu laminaların kontağında mikro kristalen kuvarslar gözlenmektedir. Kurama çatlakları ve oksidasyon zonları sedimanın zaman zaman kuruyarak atmosferik koşullara çıkıp, yüzeylediğini ve okside olduğunu göstermektedir. Bu esnada oluşan intraklast parçalarının arasında ikincil jipsler çökelmiştir (Şekil 5.5 **a-c** Folk 1959'a göre biosparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı, **d-f** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı, **g** Folk 1959'a göre jipsli mikrit, Dunham

1962'ye göre jipsli çamurtaşı-vaketaşı, **h** Folk 1959'a göre biosparit, Dunham 1962'ye göre tanetaşı).

Şekil 5.6'da Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde sırasıyla sin-sedimanter sferülitik dokulu kalsedon çökelimlerinin yanı sıra mikro kristalen kuvars dokusuda gözlenmektedir. Fecal pelletli lamina düzlemleri arasında mikro ölçekli bir breşik zon sedimantasyon sırasındaki küçük ölçekli bir tektonik aktiviteyi göstermektedir. Bu zon içerisinde yer yer pelletler içeren intraklast tanelere de rastlanılmaktadır (Şekil 5.6 **a** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı, **b-e** Folk 1959'a göre çörtlü mikrit, Dunham 1962'ye göre çörtlü çamurtaşı, **f-h** Folk 1959'a göre çörtlü mikrit, Dunham 1962'ye göre çört ara bantlı çamurtaşı).

Şekil 5.7'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde karabonat-çatlak dolgusu kuvars kontağının yanı sıra çok net kuvars üzeri çevresel büyüme (over-growth) yapıları tespit edilmiştir. Bu yapıların hidrotermal etkiyi göstermesi oldukça tipiktir. Lamina yüzeylerinde oldukça uzun düzlemler halinde kılcal bitüm oluşumlarının gözlemlenmesi ise ortamın anoksik olduğunu gösteren bir diğer parametredir (Patnode 1941) (Şekil 5.7 **a-d** çört, **e-f** Folk 1959'a göre bitümlü biomikrit, Dunham 1962'ye bitümlü vaketaşı, **g-h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı).

Şekil 5.8'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneği içerisinde lamina yüzeylerinde kılcal bitüm oluşumları ve mangan oksitli zonlar gözlenmektedir. Fecal pelletli seviyelerin yoğun olduğu bazı zonlarda ise biyojenik oygulama (biyotürbasyon) yapılarına rastlanır. Sediman üzerinde oygulama yapabilen canlı varlığı çökelim koşullarının çok sığ gel-git üstü zon ve hatta mevsimsel olarak kuruduğunu göstermektedir (Gingras ve diğ., 2008, Dashtgard 2011) (Şekil 5.8 **a** Folk 1959'a göre bitümlü biomikrit, Dunham 1962'ye bitümlü vaketaşı, **b-c** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **d** Folk 1959'a göre manganlı biomikrit, Dunham 1962'ye göre manganlı vaketaşı).

Şekil 5.9'da Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde mikro kristalen kuvarslar ve karbonat çimento içerisinde çok uzun hatlar boyunca lamina düzlemleri üzerinde ince kuvars damarlarına rastlanılmıştır. Bazı kesitlerde erime boşlukları içerisinde jeopetal yapıları veya ikincil kalsit dolguyu görmek mümkündür (Şekil 5.9 **c-h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı).

Şekil 5.10'da Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde karbonat çimentoda yer yer mikro kristalen kuvarslara yer yer nispeten daha iri kuvars damarlarına rastlanılmıştır. Fecal pelletli zonlarda oluşmuş gözeneklere zaman zaman ikincil jipsler çökelmiştir. Bunun yanı sıra karbonat çimento içerisinde kılcal bitümler ve mangan oksitli alanlar görmek mümkündür. Fecal pelletler çok sığ gel-git üstü çökelim zonunu temsil ederken, mangan oksitli zonlar organik malzemenin korunabildiği nispeten daha düşük oksijenli seviyeli ortamları göstermektedir (Macintyre 1985, Flügel 2004, Boggs 2009) (Şekil 5.10 **a-c** çört, **d** Folk 1959'a göre bitümlü biomikrit, Dunham 1962'ye bitümlü vaketaşı, **e-h** Folk 1959'a göre manganlı pelmikrit, Dunham 1962'ye manganlı vaketaşı).

Şekil 5.11'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde fecal pelletli zonlarında ve iri boşluklar içerisinde ikincil jips çökellerine rastlanılmıştır. Genel olarak çok sığ çökel koşulları hakim olup, bazı iri jips mineralleri içerisinde ilksel kökeni gösteren anhidrit kalıntılarına rastlanılması evaporasyona uygun kurak koşulları da göstermektedir (Şekil 5.11 **a-h** Folk 1959'a göre jipsli mikrit, Dunham 1962'ye göre jipsli çamurtaşı-vaketaşı).

Şekil 5.12'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde karbonat çimentonun çok iri sferülitik dokulu kalsedon oluşumları ile kontağı gözlenmektedir. Bu kalsedonlar zaman zaman mikro kristalen kuvarslar içinde de yer alır. Ayrıca bazı örneklerde çok yoğun sarımsı tonlarda oksidasyon zonlarına (limonitleşme) ve bu zonlar içerisinde kılcal bitüm kalıntılarına rastlamak mümkündür. Bütün bu emareler organik malzemenin korunabildiği nispeten anoksik koşullardan, atmosferik etkinin gözlenebildiği daha karasal ortamlara geçişi temsil etmektedir (Hwang ve diğ., 1998)

(Şekil 5.12 **a-d** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı, **e-g** Folk 1959'a göre limonitli mikrit, Dunham 1962'ye göre limonitli çamurtaşı-vaketaşı, **h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı-vaketaşı).

Şekil 5.13'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde fecal pelletli seviyelerde yer yer biyojenik oygulara rastlanılmıştır. Bu fecal pelletli laminalanmalar zaman zaman siyanobakteriyal faaliyetlerin bir sonucu olan alg yaygısı şeklindeki yapılarla ardalanma göstererek sığ çökelim, düşük enerjili durgun su ortamı ve daha az oksijenli ortamları temsil etmektedirler (Riding 2000) (Şekil 5.13 **a-b** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **c-g** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre algli istiftaşı, **h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı-vaketaşı).

Şekil 5.14'da Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde alg yaygısı ve fecal pelletli aradalanmalar çok sığ, düşük enerjili sakin koşulları gösterirken, yüzeyleyen sedimanın oksidasyonu yani atmosferik etki ile götit minerali oluşumu tespit edilmiştir. Karbonat çimento içerisinde muhtemel yüzey suları etkisi ile iri erime boşluklarına da rastlanılmıştır (Boggs 2009) (Şekil 5.14 **a-b** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre algli istiftaşı, **c-h** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı).

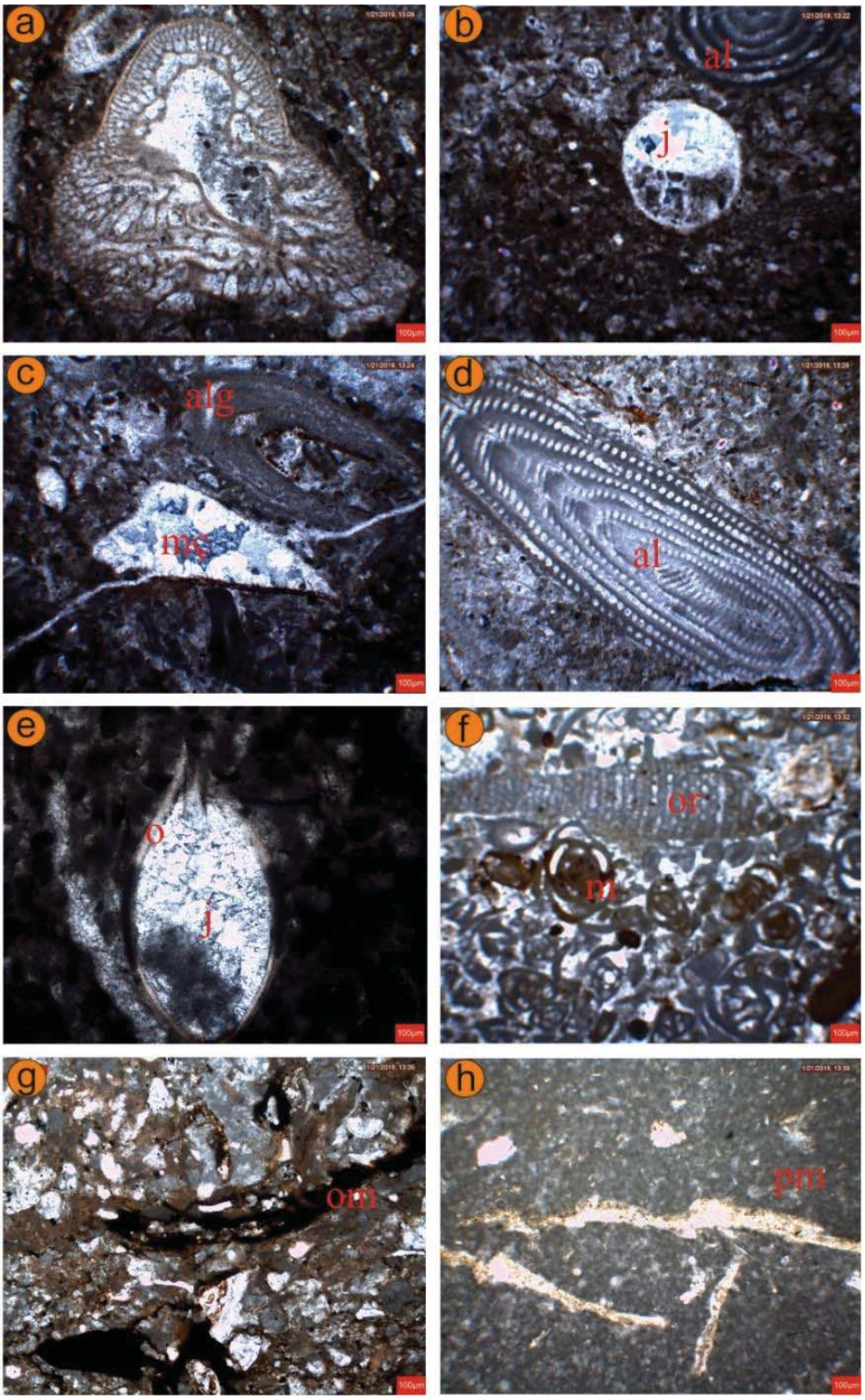
Şekil 5.15'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde çok sınırlı bir alanda taşınmış ?andezit çakıllarına rastlanılmıştır. Bunun kaynağının örneklem noktasının kuzey doğusunda bulunan volkanik birimlerden oluşan Hıratepe Formasyonu (? geç Eosen; Barkurt ve diğ., 1990) olabileceği düşünülmüştür. Hıratepe Formasyonu'nda yapılan diğer örneklemelerde andezit çakıllı birimlerin yanı sıra piroklastik alglomera ve yoğun silis çökelleri içeren kalsedonlu seviyelere de rastlanılmıştır. Bu seviyelerden yapılan ince kesit çalışmalarında hialoklastik porfiritik dokuda demiroksitleşmiş, kloritleşmiş ve opasitleşmiş volkanik kaya parçalarına rastlanılmıştır. Fecal pelletli zonların yanı sıra karbonat çamuru ve sık tekrarlanan mikro kristalen kuvars dokanağını görmek mümkündür. Lamina ara yüzeyleri içinde ise kılcal

bitüm oluşumlarına ve oksidasyon zonlarına rastlanılır (Şekil 5.15 **c-d** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **e-f** Folk 1959'a göre limonitli mikrit, Dunham 1962'ye göre limonitli çamurtaşı-vaketaşı, **g-h** Folk 1959'a göre bitümlü biomikrit, Dunham 1962'ye bitümlü vaketaşı).

Şekil 5.16'da Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerisinde mangan oksitli bölgelerin yanısıra fecal pelletli laminalara da rastlamak mümkündür. Formasyon içerisinde nadir olarak rastlanılan fosil parçalarının çok ince kabuklu olması ortamın baskın acısu karakterinde olduğunu işaret etmektedir (Şekil 5.16 **a-b** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **c-e** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı-vaketaşı, **f** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **g-h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı-vaketaşı).

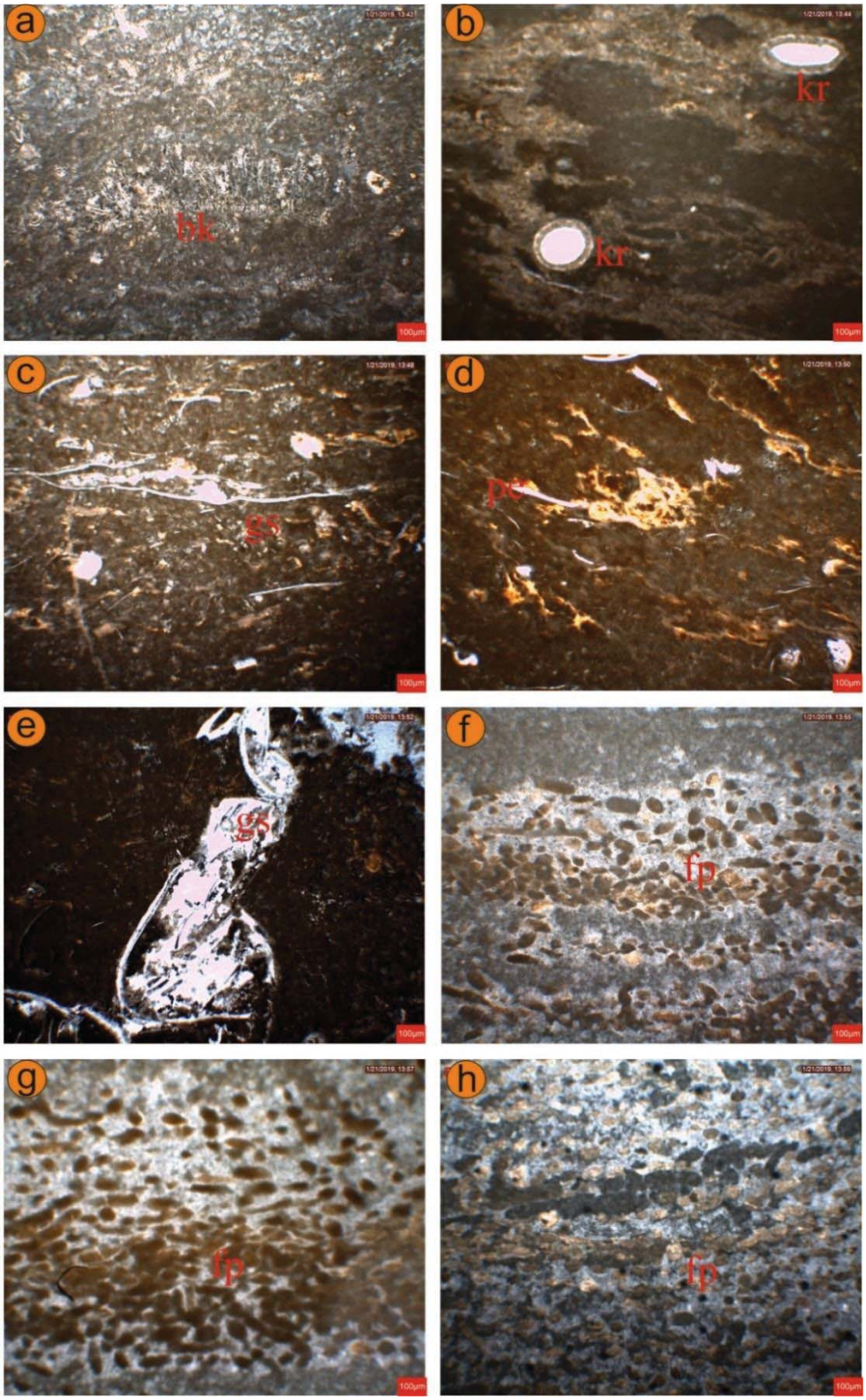
Şekil 5.17'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerinde fecal pelletli seviyeler, alg yaygıları ve mikro kristalen kuvars laminaları dokanak şeklinde gözlemlenmiştir. Sıcak su gelimi bazen çok ani soğumalı ve sınırlı olup, çok ince düzlemler halinde kuvars çökelimine, bazen de daha yavaş soğumalı geniş yayılımlar halinde iri kristalli kuvars çökelimine neden olabilmektedir (Gliozzo 2019). Kuruma çatlakları ise mevsimsel kuraklık dönemlerini göstermede oldukça tipiktir (Şekil 5.17 **a-d** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **e-f** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre algli istiftaşı, **g-h** Folk 1959'a göre mikrit, Dunham 1962'ye göre çamurtaşı-vaketaşı).

Şekil 5.18'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri içerinde fosil kırıntıları, fecal pelletli seviyeler, kuvars damarlarının yanı sıra kılcal bitümlü seviyelere rastlanılmıştır. Kılcal bitümlü seviyeler ortamın muhtemel anoksik olduğunu gösteren önemli bir parametredir (Patnode 1941) (Şekil 5.18 **a-c** Folk 1959'a göre kötü yıkanmış biosparit, Dunham 1962'ye göre istiftaşı, **d-f** Folk 1959'a göre çörtlü mikrit, Dunham 1962'ye göre çört ara bantlı çamurtaşı, **g-h** Folk 1959'a göre bitümlü biomikrit, Dunham 1962'ye bitümlü vaketaşı).



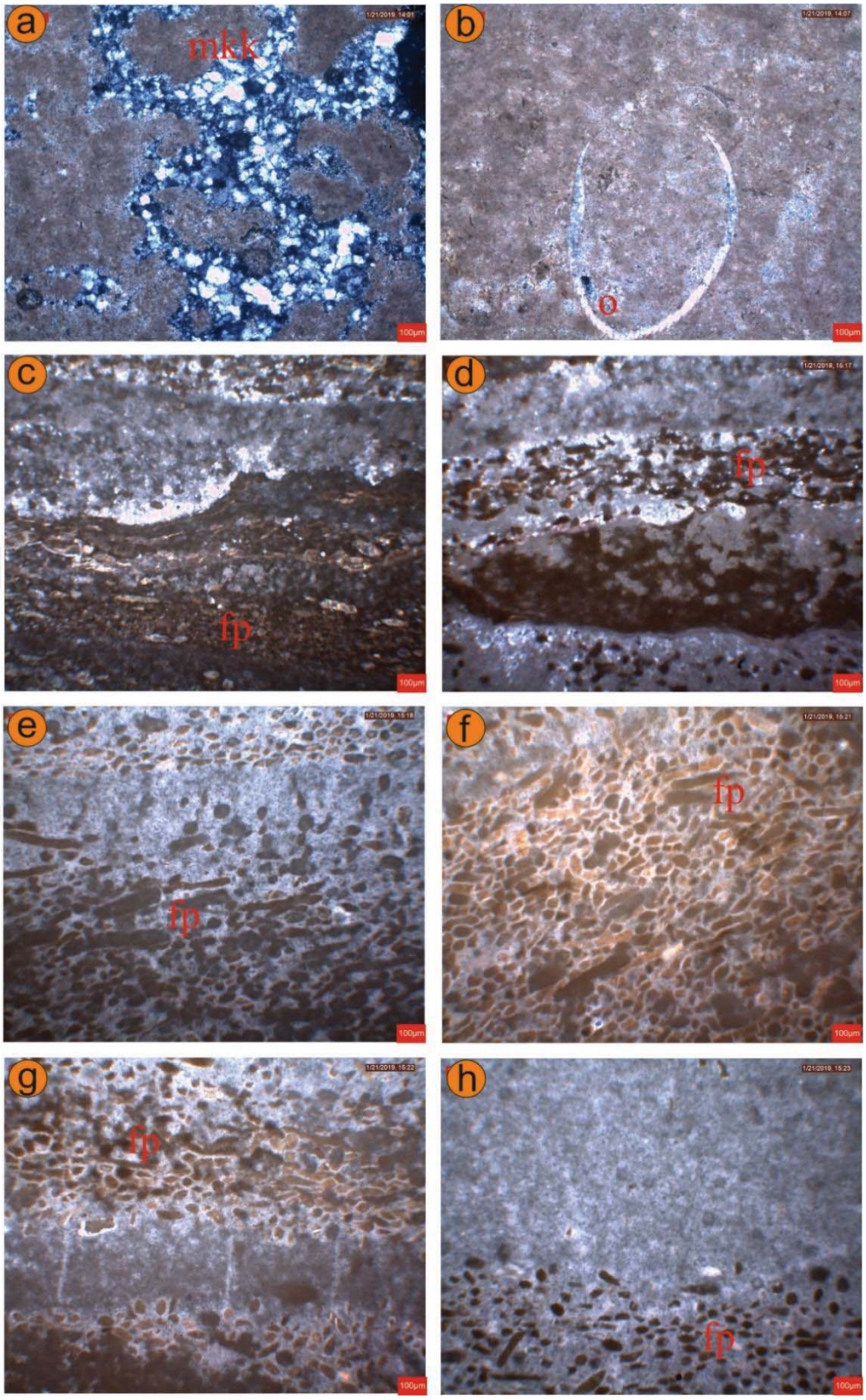
Şekil 5.1 Soğanlı ve Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. *Fabiania* sp., **b.** Jeopetal yapı (j), *Alveolina* sp.(al), **c.** Meteorik çimento (mç), alg, **d.** *Alveolina* sp. (al), **e.** Ostracod kavkısında (o) jeopetal yapı (j), **f.** miliolid formları (m) ve *Orbitolites* sp. (or), **g.** organik maddeli (om) kumlu kireçtaşı, **h.** Pelletli matriks (pm) ve kalsit dolgular, (a-e BMSU-1, f-g BMSU-2 kötü yıkanmış biosparit/fosilli istiftaşı), (h BMSU-4 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı)



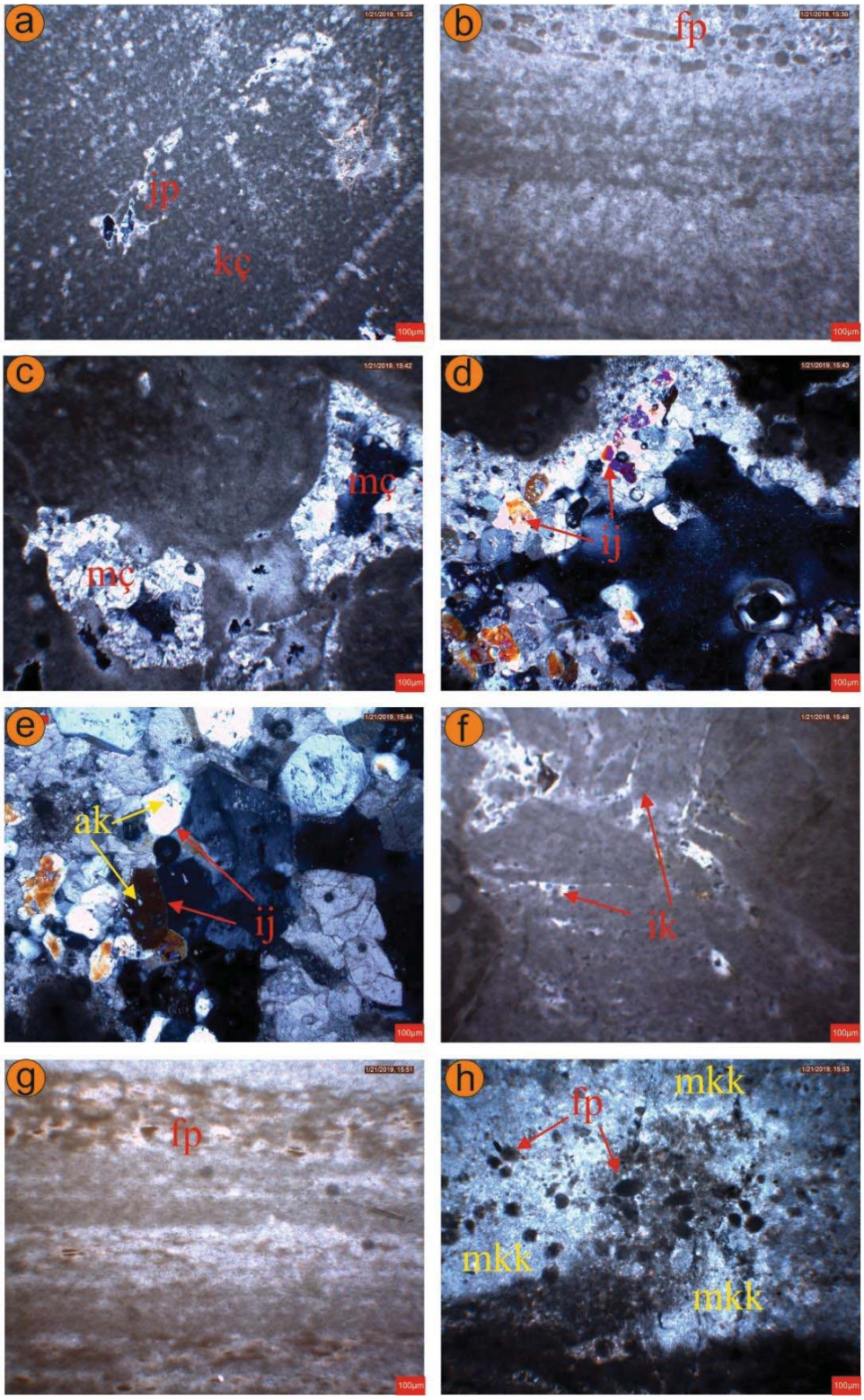
Şekil 5.2 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Bitki Kökü (bk), **b.** Karofitler (kr), **c.** Gastropod kavksı (gs), **d**. pelecypod kavkı kırıntıları (pe), **e.** Gastropod kavksı (gs), **f, g, h** Fecal pellet (fp), (a-b BMSU-5, c-e BMSU-6 kötü yıkanmış biosparit/fosilli istiftaşı), (f-h BMSU-7 pelsparit/tanetaşı)



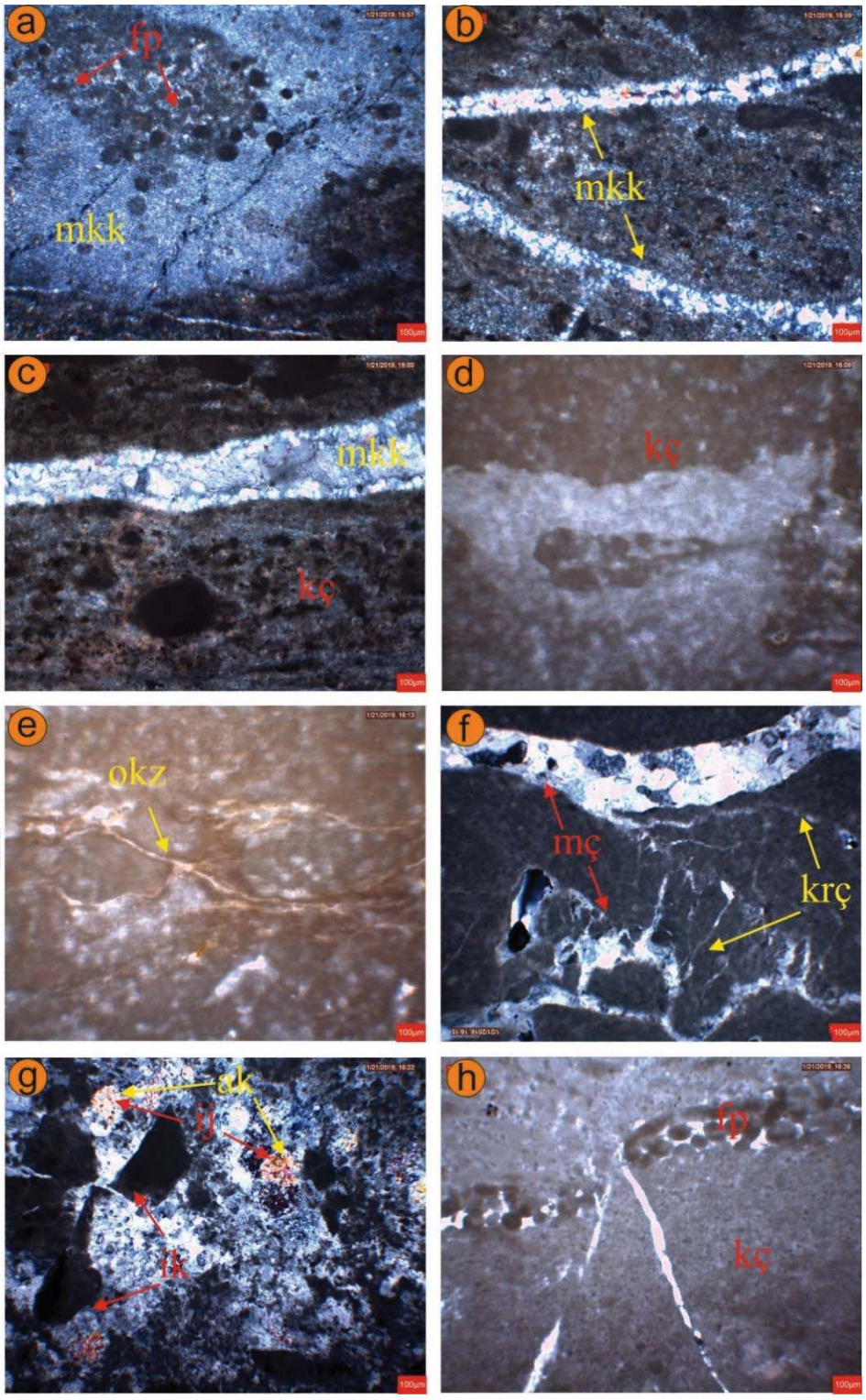
Şekil 5.3 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Mikro kristalen kuvars (mkk), **b.** Ostracod kavkısında (o), **c, d, e, f, g, h.** Fecal pellet (fp), (a-b BMSU-8 kötü yıkanmış biosparit/fosilli istiftaşı), (c-d BMSU-9 pelsparit/tanetaşı), (e-h BMSU-10 biosparit/tanetaşı)



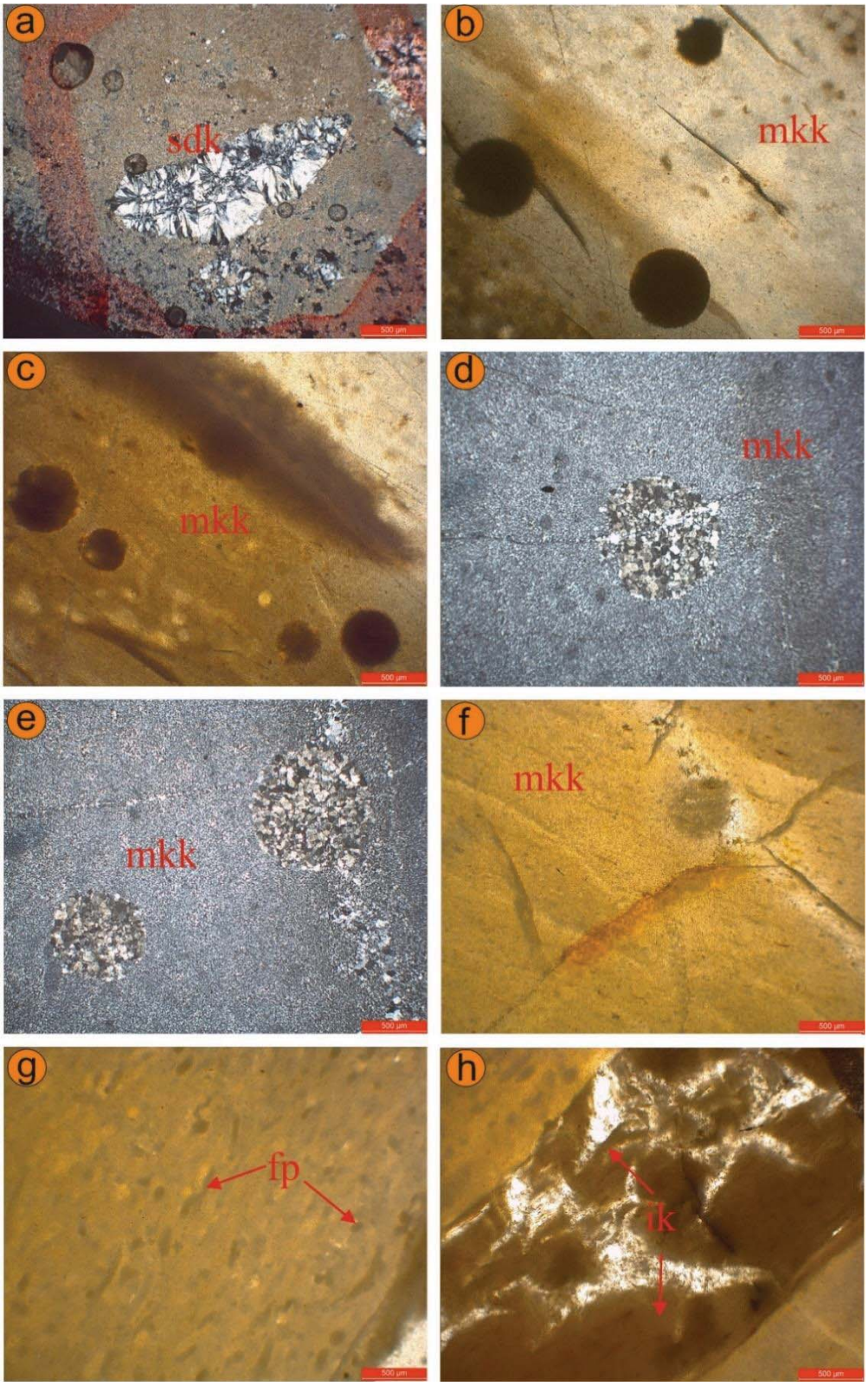
Şekil 5.4 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Jips çimento (jp), karbonat çimento (kç), **b.** Fecal pellet (fp), **c.** Meteorik çimento (mç), **d.** İkincil jipsler (ij), **e.** İkincil jipsler (ij), anhidrit kalıntıları (ak), **f.** İntra klastlar (ik) **g.** Fecal pellet (fp), **h.** Fecal pellet (fp), mikro kristalen kuvars (mkk), (a-b BMSU-12 biosparit/tanetaşı), (c-e BMSU-19 jipsli mikrit/jipsli çamurtaşı-vaketaşı), (f BMSU-20 mikrit/çamurtaşı), (g BMSU-24, h BMSU-26 biosparit/tanetaşı)



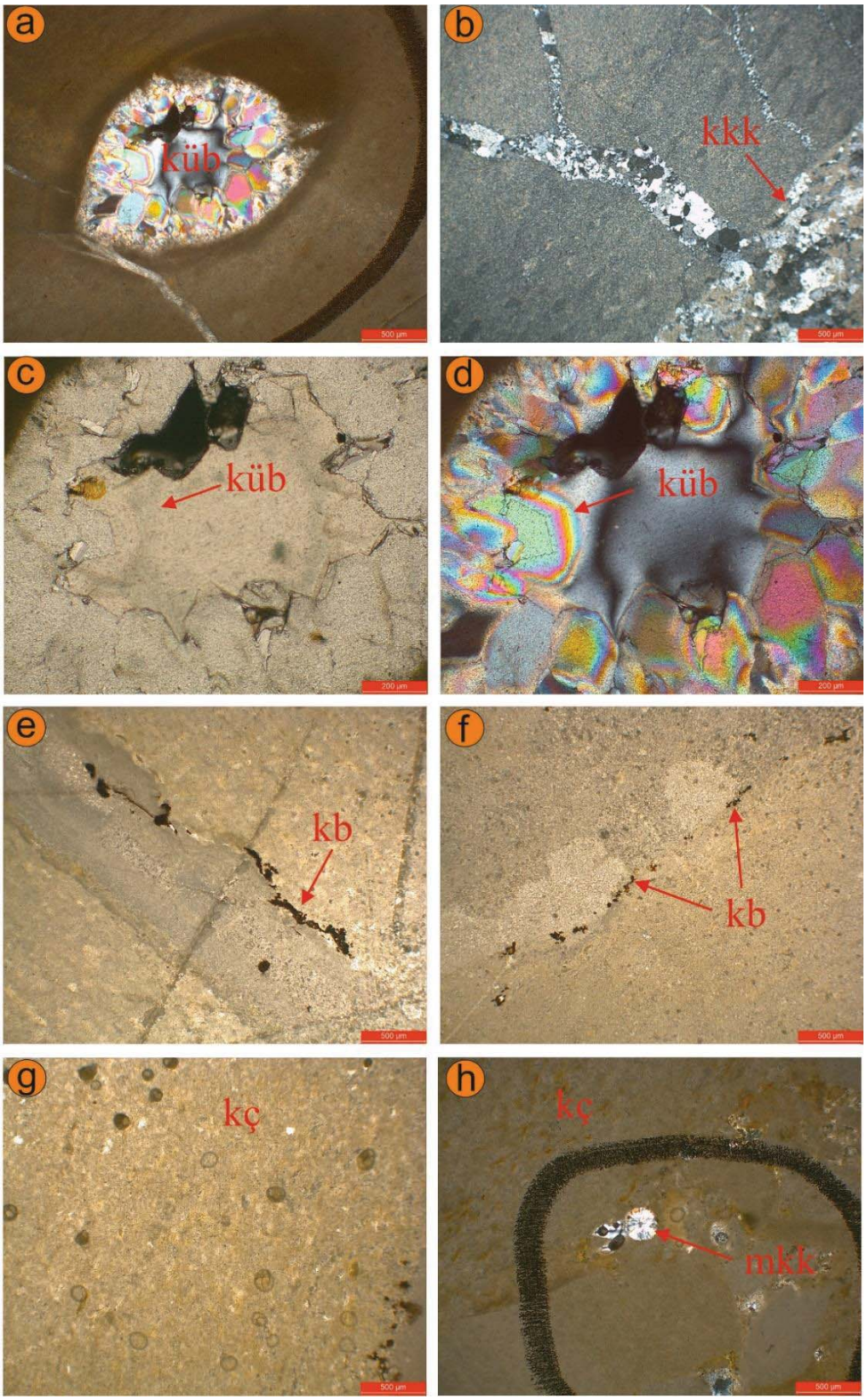
Şekil 5.5 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Fecal pellet (fp), mikro kristalen kuvars (mkk), **b.** Mikro kristalen kuvars (mkk), **c.** Mikro kristalen kuvars (mkk), karbonat çimento (kç), **d.** Karbonat çimento (kç), **e.** Oksidasyon zonu (okz), **f.** Kuruma çatlakları (krç), meteorik çimento (mç), **g.** İntra klastlar (ik), İkincil jipsler (ij), anhidrit kalıntıları (ak), **h.** Fecal pellet (fp), karbonat çimento (kç) (a-c BMSU-26 biosparit/tanetaşı), (d-e BMSU-27, f BMSU-30 mikrit/çamurtaşı), (g BMSU-34 jipsli mikrit/jipsli çamurtaşı-vaketaşı), (h BMSU-35 26 biosparit/tanetaşı)



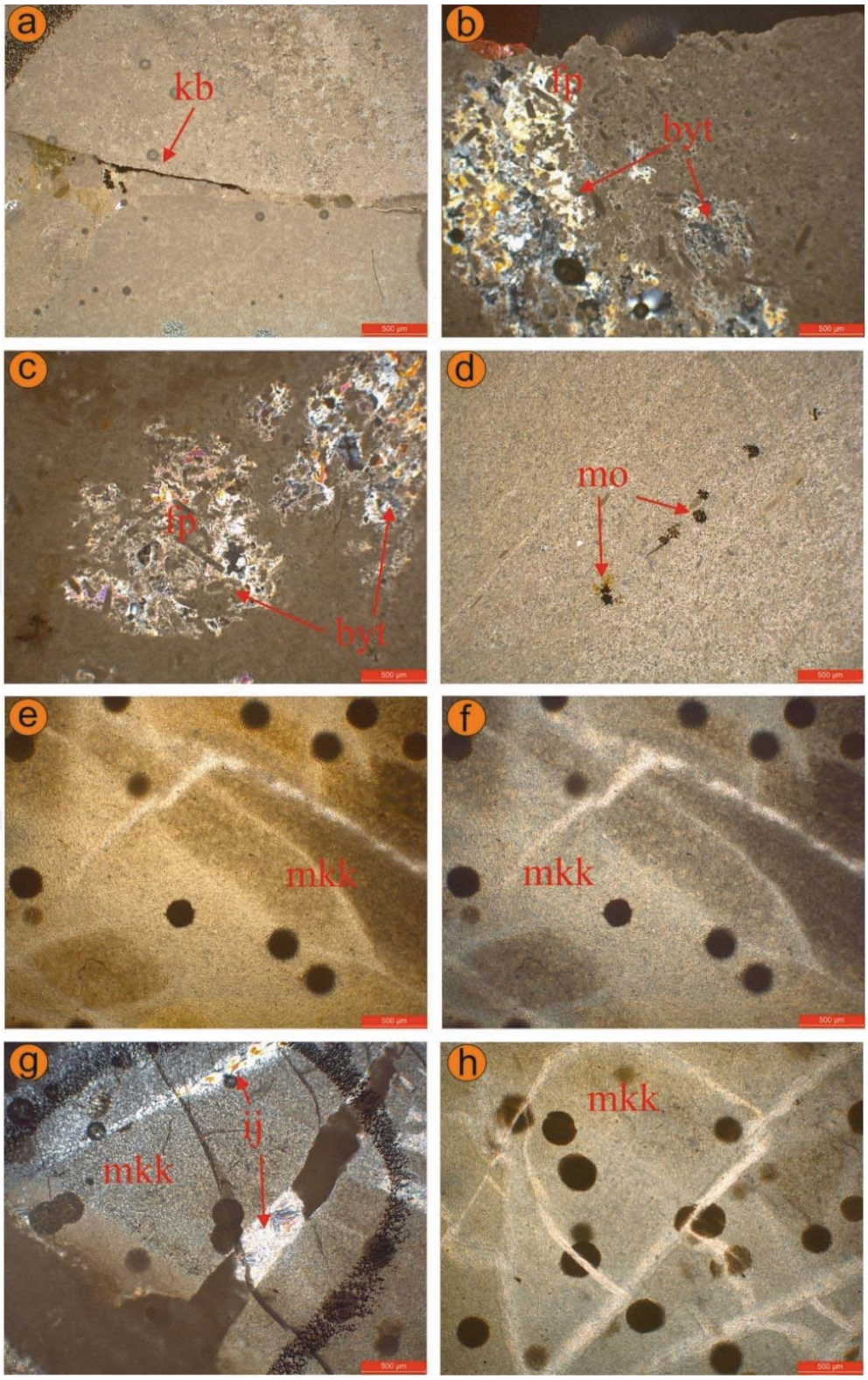
Şekil 5.6 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Sferülitik dokulu kalsedon (sdk), **b, c, d, e, f.** Mikro kristalen kuvars (mkk), **g.** Fecal pellet (fp), **h.** intraklastlar (ik) (a BMSU-51 mikrit/çamurtaşı), (b-e MSU-53 çörtlü mikrit/çörtlü çamurtaşı), (f BMSU-54, g BMSU-56, h BMSU-57 çörtlü mikrit/çört ara bantlı çamurtaşı).



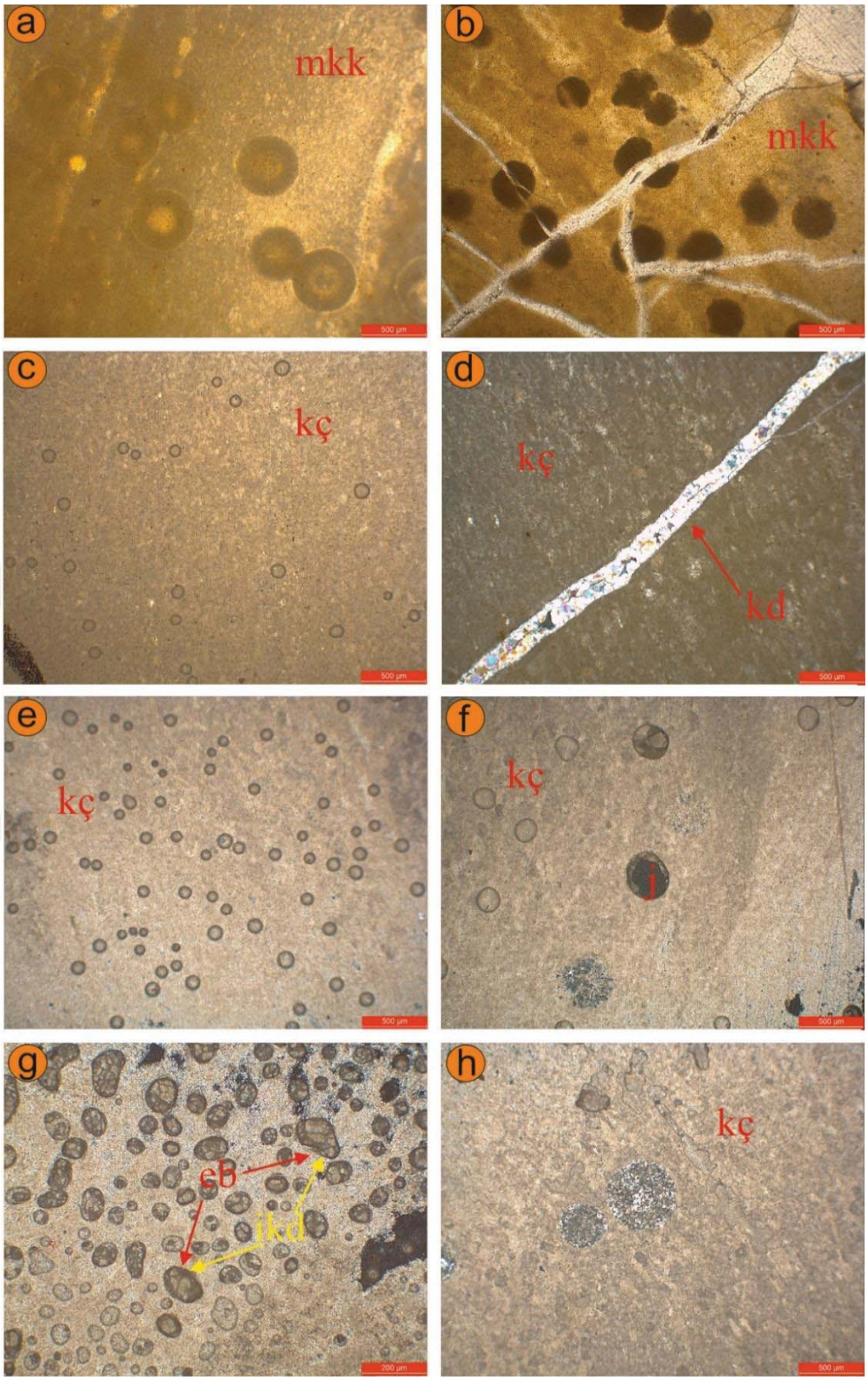
Şekil 5.7 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Kuvars üzeri büyüme (küb), **b.** Karbonat kuvars kontağı (kkk), **c, d.** Kuvars üzeri büyüme (küb), **e. f.** Kılcal bitüm (kb), **g.** Karbonat çimento (kç), **h.** Karbonat çimento (kç), mikro kristalen kuvars (mkk) (a-d BMSU-57 çört), (e-f BMSU-59 bitümlü biomikrit/bitümlü vaketaşı), (g BMSU-61, h BMSU-62 mikrit/çamurtaşı).



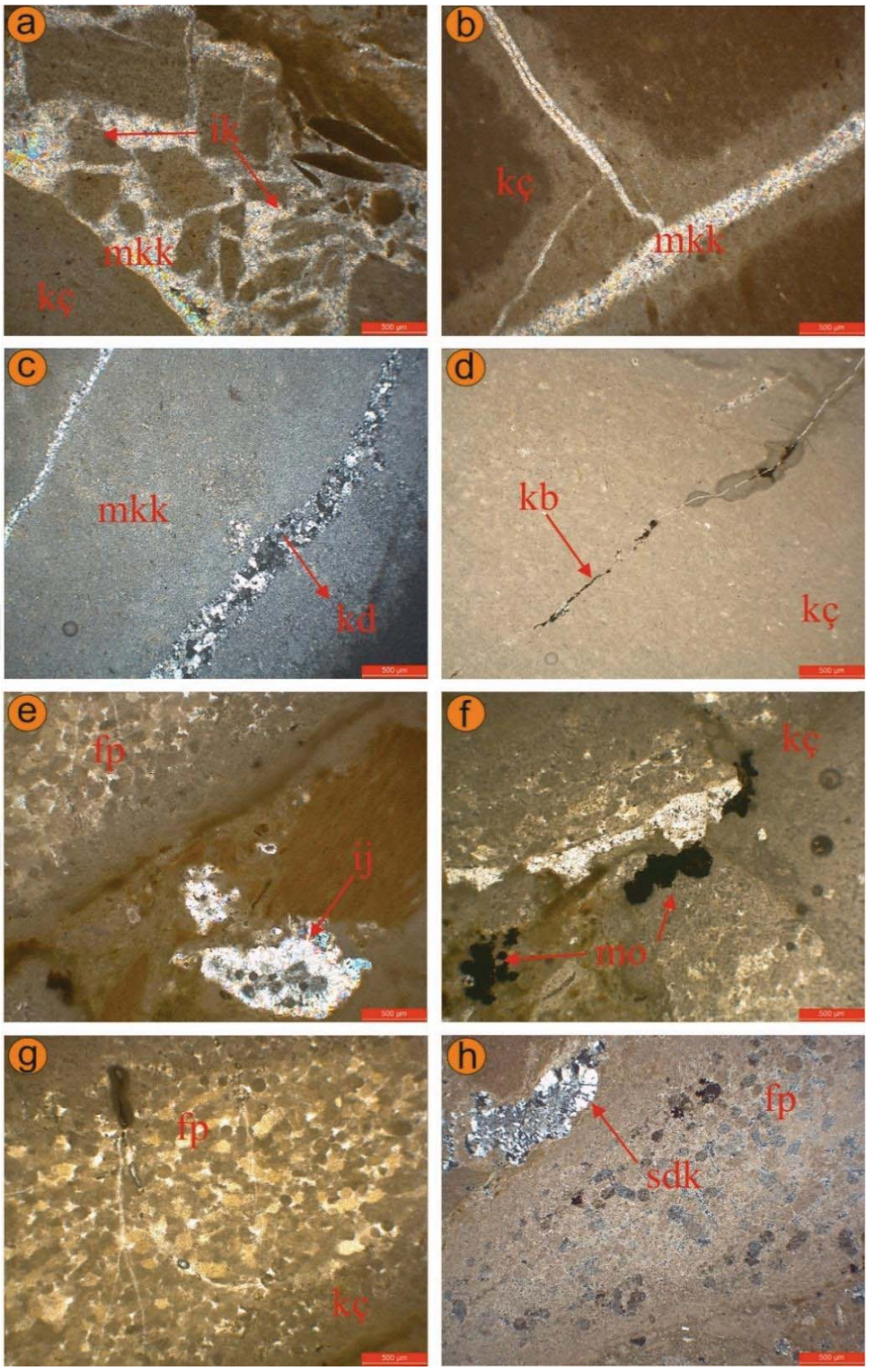
Şekil 5.8 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Kılcal Bitüm (kb), **b, c.** Fecal pellet (fp), biyotürbasyon (byt), **d.** Mangan oksit (mo), **e, f, g, h.** Mikro kristalen kuvars (mkk), ikincil jipsler (ij) (a BMSU-62 bitümlü biomikrit/bitümlü vaketaşı), (b-c BMSU-63 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (d BMSU-68 manganlı biomikrit/manganlı vaketaşı), (e-h BMSU-70)



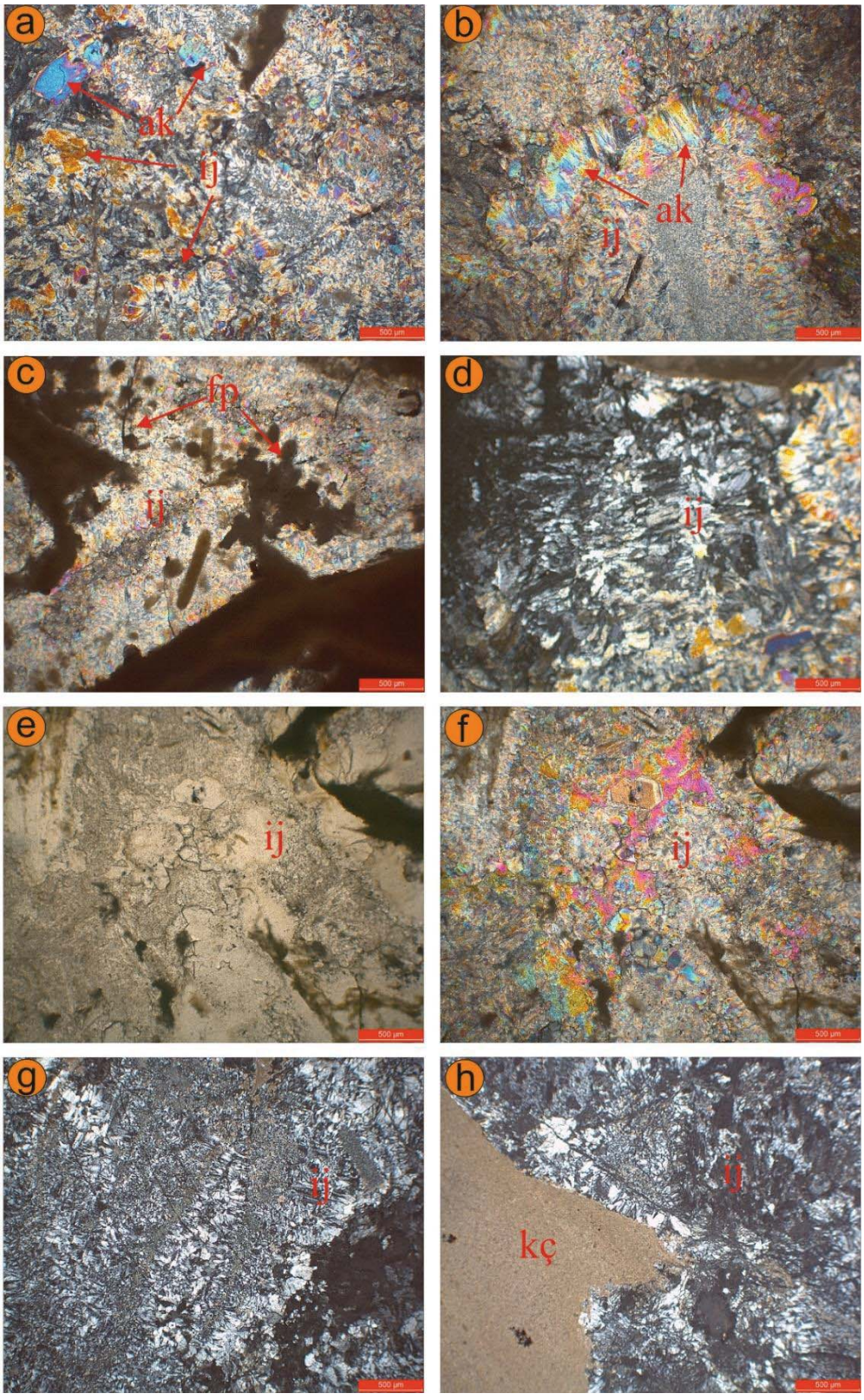
Şekil 5.9 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, b. Mikro kristalen kuvars (mkk), **c, d.** Karbonat çimento (kç), kuvars damarı (kd), **e, f.** Karbonat çimento (kç), jeopetal yapı (j), **g.** Erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd), **h.** Karbonat çimento (kç) (a BMSU-71), (b BMSU-72), (c BMSU-73), (d BMSU-75), (e-h BMSU-76) (c-h mikrit/çamurtaşı).



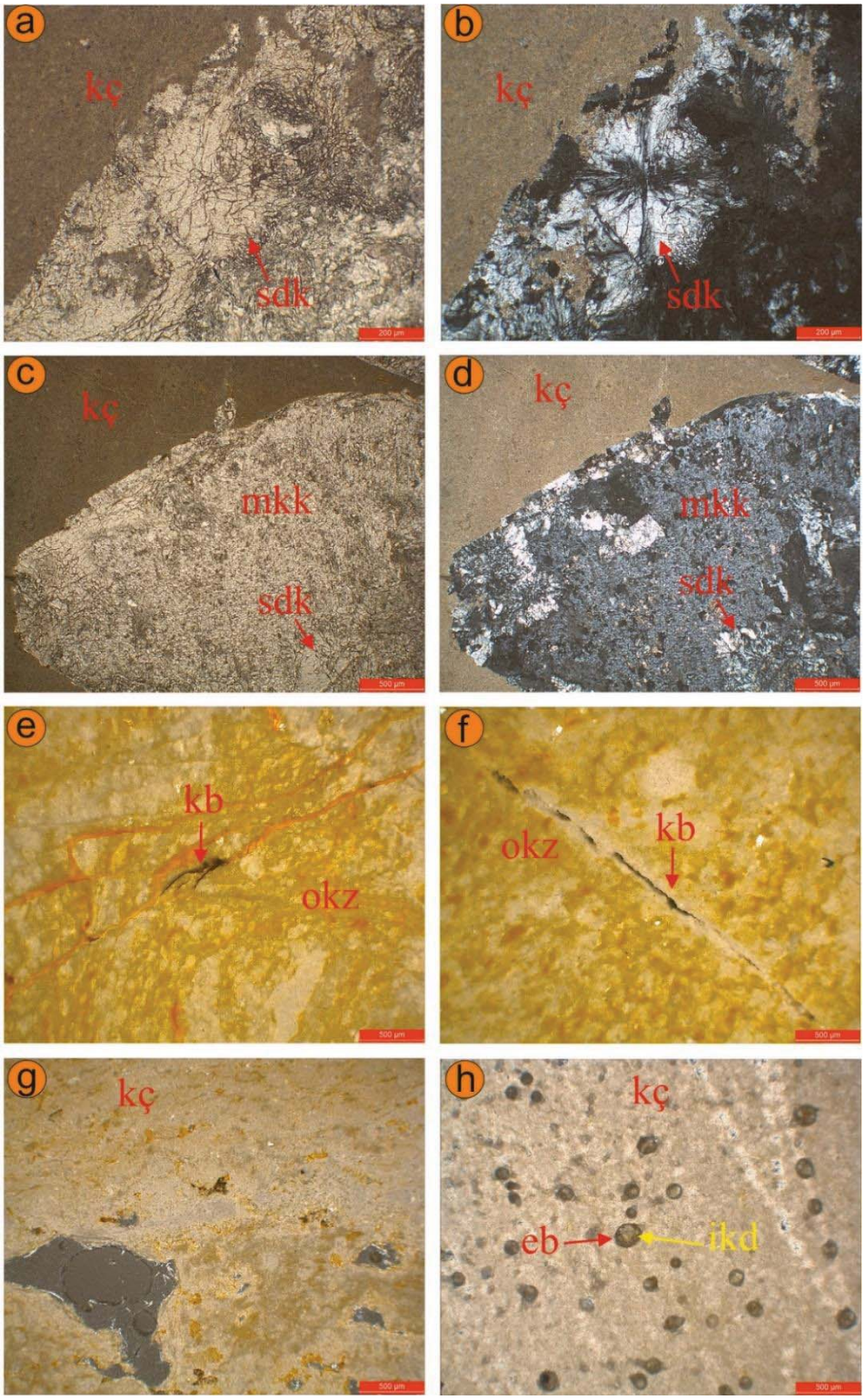
Şekil 5.10 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, Mikro kristalen kuvars (mkk), karbonat çimento (kç), intraklastlar (ik), **b.** Mikro kristalen kuvars (mkk), karbonat çimento (kç), **c.** Mikro kristalen kuvars (mkk), kuvars damarı (kd), **d.** Karbonat çimento (kç), Kılcal bitüm (kb), **e.** Fecal pellet (fp), ikincil jips (ij), **f.** Karbonat çimento (kç), mangan oksit (mo), **g.** Fecal pellet (fp), karbonat çimento (kç), **h.** Fecal pellet (fp), sferülitik dokulu kalsedon (sdk) (a-c BMSU-78 çört), (d BMSU-79 bitümlü biomikrit/bitümlü vaketaşı), (e-h BMSU-80 manganlı pelmikrit/manganlı vaketaşı).



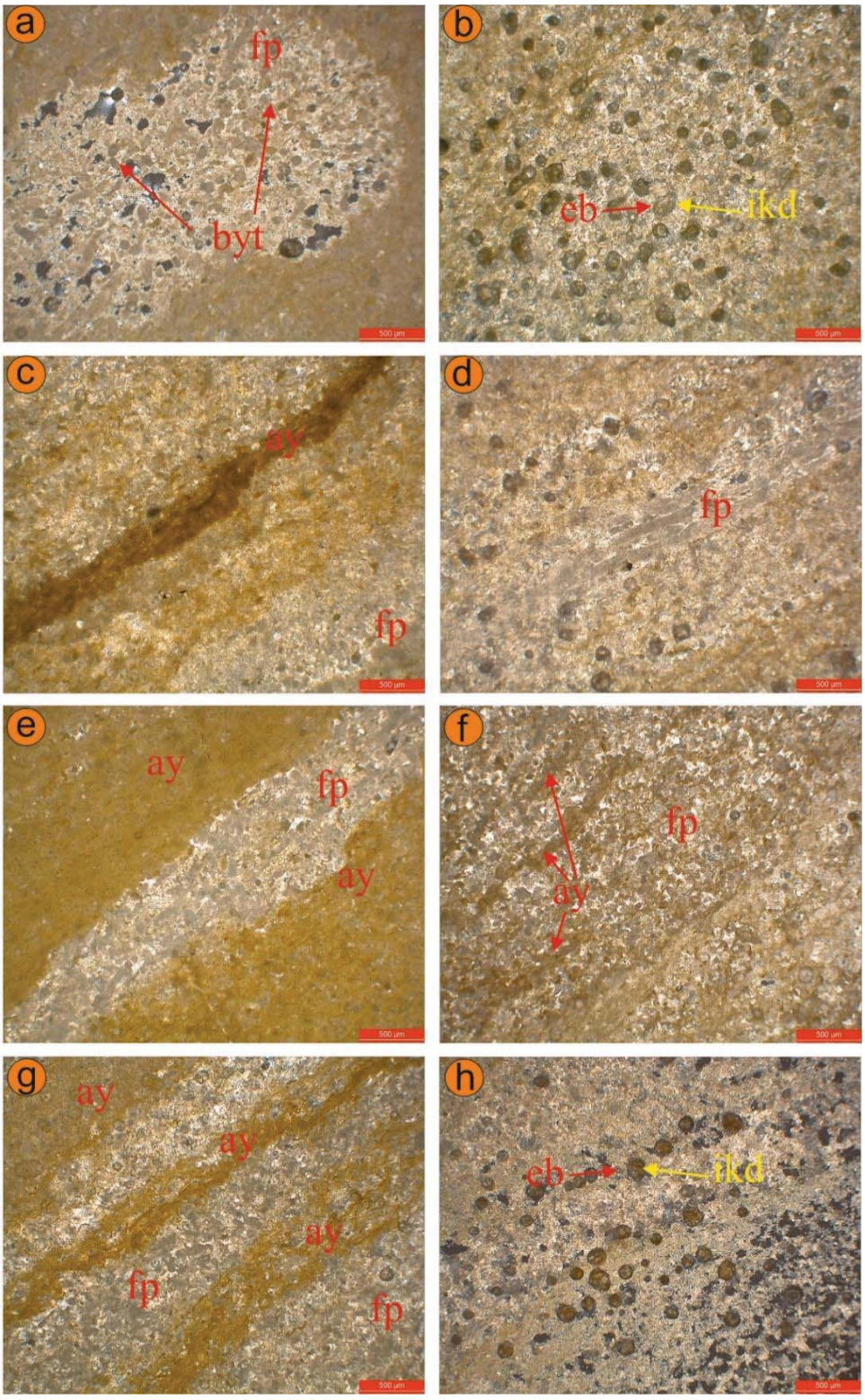
Şekil 5.11 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, b İkincil jips (ij), anhidrit kalıntıları (ak), **c,** İkincil jips (ij), fecal pellet (fp), **d, e, f, g.** İkincil jips (ij), **h.** İkincil jips (ij), karbonat çimento (kç) (a-h BMSU-83 jipsli mikrit/jipsli çamurtaşı-vaketaşı).



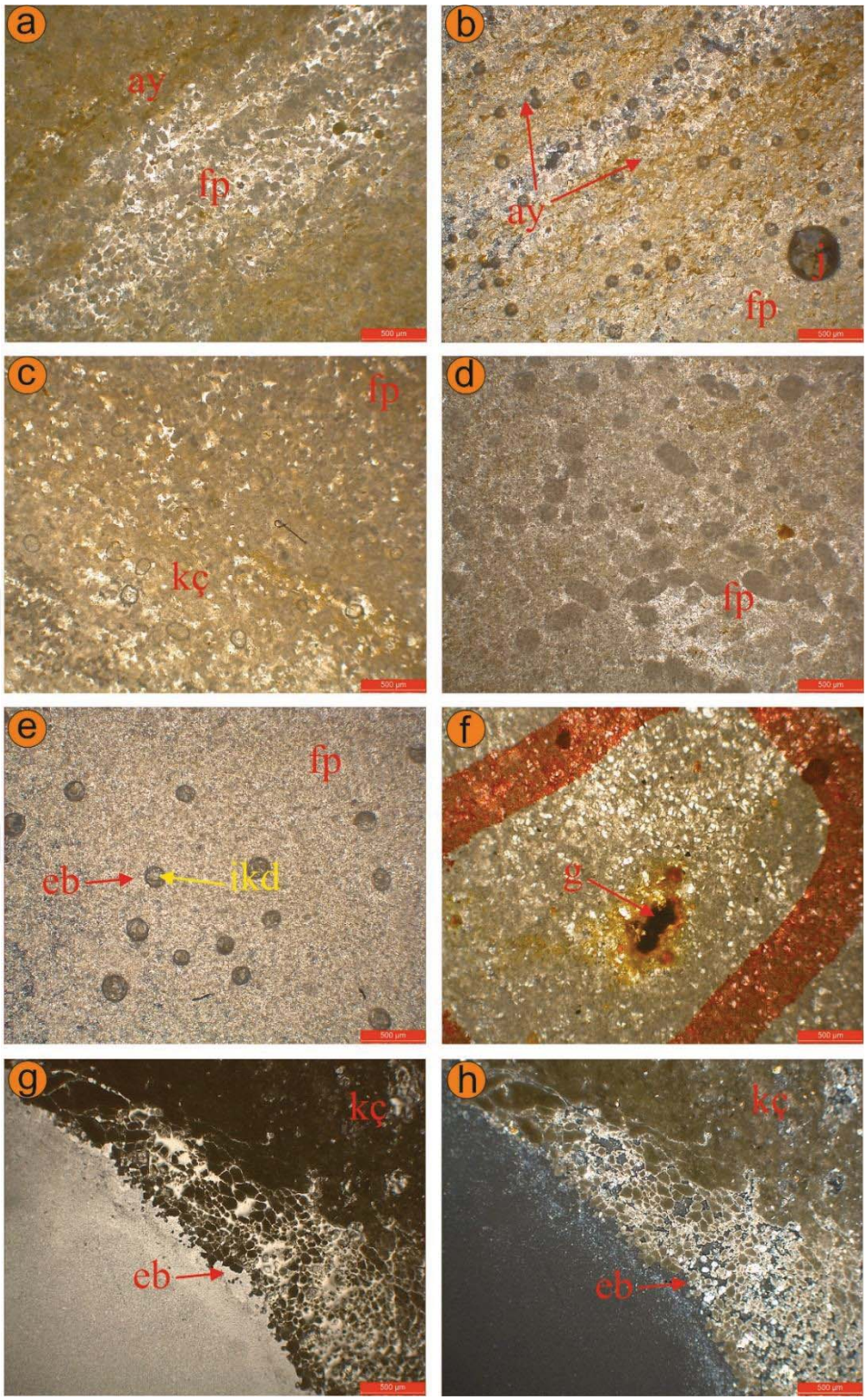
Şekil 5.12 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, b. Karbonat çimento (kç), sferülitik dokulu kalsedon (sdk), **c, d.** Karbonat çimento (kç), sferülitik dokulu kalsedon (sdk), mikro kristalen kuvars (mkk), **e, f.** Oksidasyon zonu (okz), kılcal bitüm (kb), **g, h.** Karbonat çimento (kç), erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd) (a-d BMSU-83 mikrit/çamurtaşı), (e-g BMSU-84 limonitli mikrit/limonitli çamurtaşı-vaketaşı), (h BMSU-86 mikrit/çamurtaşı-vaketaşı).



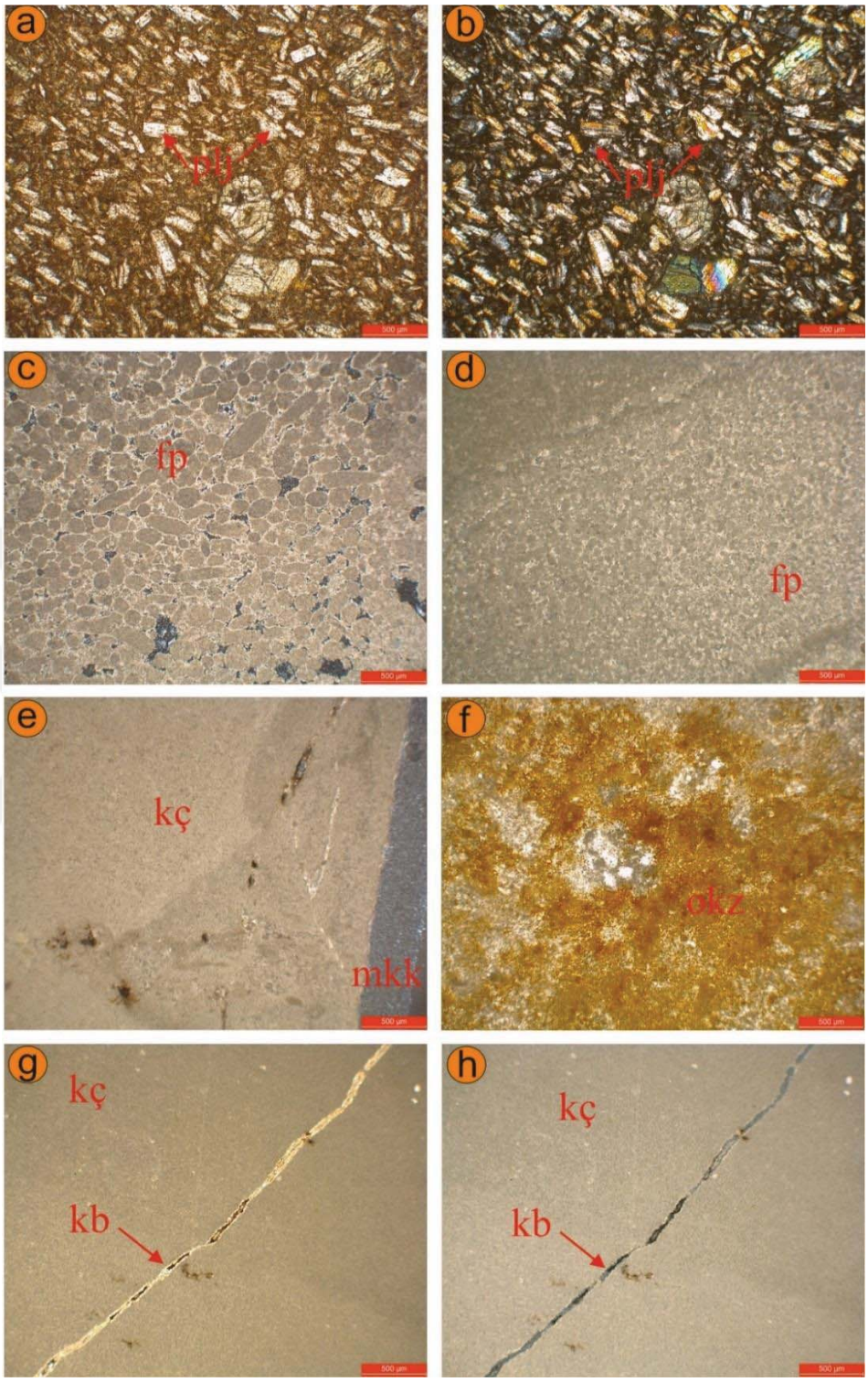
Şekil 5.13 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a. Fecal pellet (fp), biyotürbasyon (byt), **b.** Erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd), **c.** Fecal pellet (fp), alg yaygıları (ay), **d.** Fecal pellet (fp), **e, f, g.** Fecal pellet (fp), alg yaygıları (ay), **h.** Erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd) (a-b BMSU-87 kötü yıkanmış biosparit/ istiftaşı), (c-d BMSU-88, e BMSU-89, f-g BMSU-90 kötü yıkanmış biosparit/algli istiftaşı), (h BMSU-91 mikrit/çamurtaşı-vaketaşı).



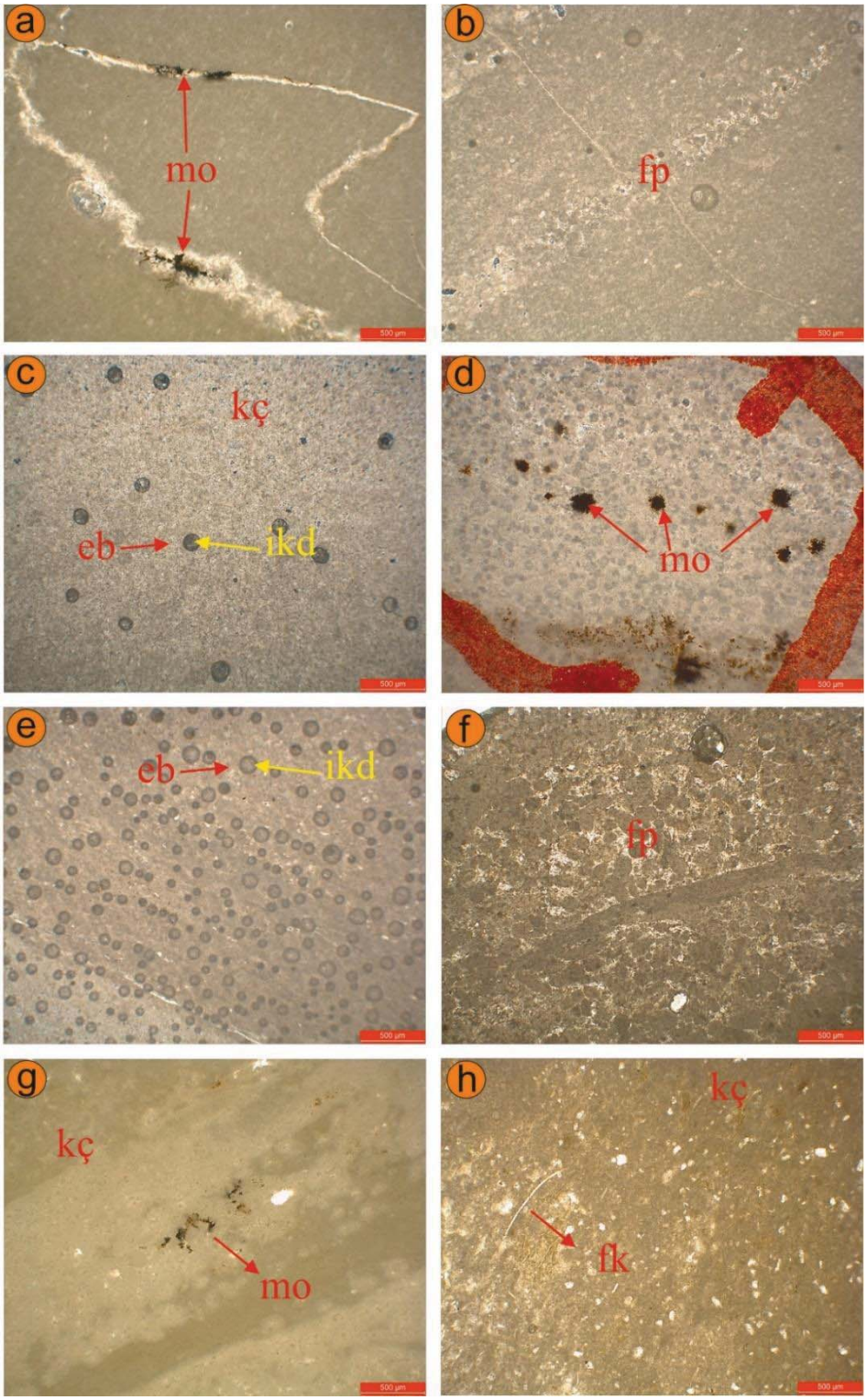
Şekil 5.14 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, b. Fecal pellet (fp), alg yaygıları (ay), **c, d.** Karbonat çimento (kç), fecal pellet (fp), **e.** Fecal pellet (fp), erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd), **f.** Oksidasyon zonu (okz), götit (g), **g, h.** Erime boşlukları (eb), karbonat çimento (kç) (a-b BMSU-93 kötü yıkanmış biosparit/algli istiftaşı), (c BMSU-95, d-e BMSU-96, f-h BMSU-98 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı).



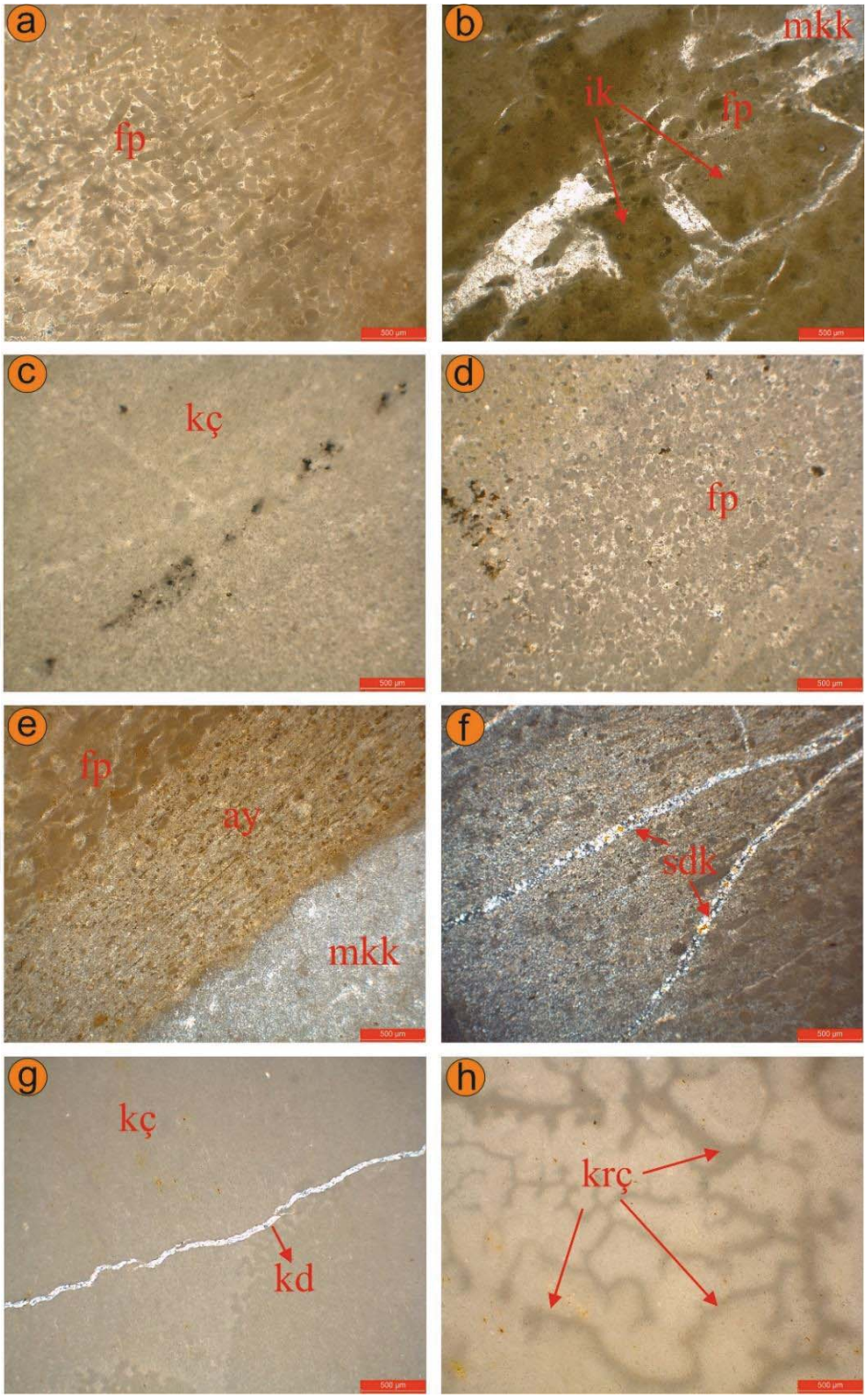
Şekil 5.15 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, b. Taşınmış andezit çakılları, plajiyoklaz (plj), **c, d.** Fecal pellet (fp), **e.** Karbonat çimento (kç), mikro kristalen kuvars (mkk), **f.** Oksidasyon zonu (okz), **g, h.** Karbonat çimento (kç), kılcal bitüm (kb) (a-b BMSU-99 andezit), (c BMSU-101, d BMSU-102 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (e BMSU-103, f BMSU-104 limonitli mikrit/limonitli çamurtaşı-vaketaşı), (g-h BMSU-107 bitümlü biomikrit/bitümlü vaketaşı)



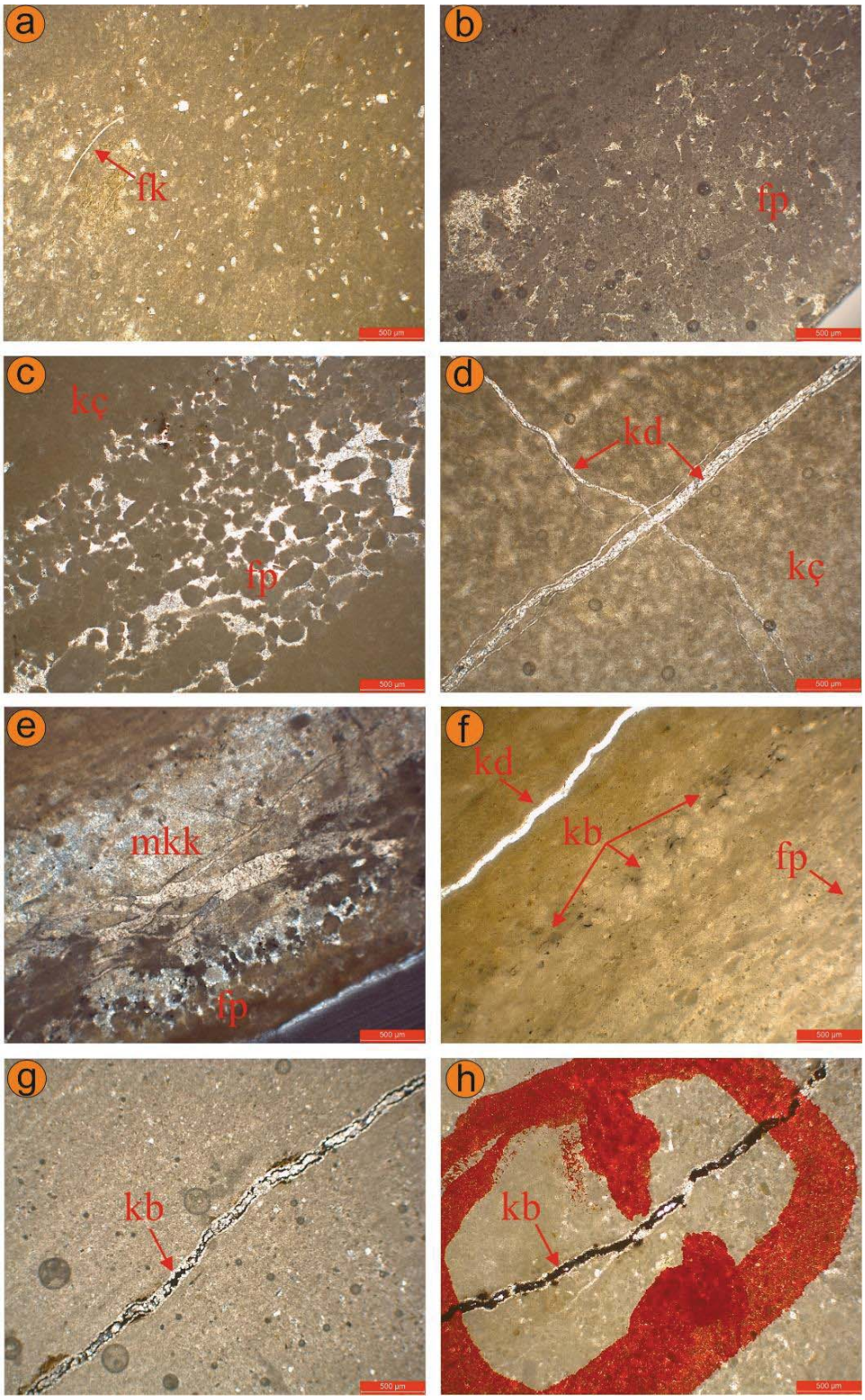
Şekil 5.16 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, Mangan oksit (mo), **b.** Fecal pellet (fp), **c,** Karbonat çimento (kç), erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd), **d.** Mangan oksit (mo), **e,** erime boşlukları (eb), ikincil kalsit dolguları (ikd), **f.** Fecal pellet (fp), **g,** Karbonat çimento (kç), mangan oksit (mo), **h.** Karbonat çimento (kç), fosil kırıntısı (fk) (a-b BMSU-109 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (c BMSU-110, d-e BMSU-115 mikrit/çamurtaşı-vaketaşı), (f BMSU-121 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (g-h BMSU-116 mikrit/çamurtaşı-vaketaşı)



Şekil 5.17 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, Fecal pellet (fp), **b.** Fecal pellet (fp), intraklastlar (ik), mikro kristalen kuvars (mkk), **c.** Karbonat çimento (kç), **d.** Fecal pellet (fp), **e.** Fecal pellet (fp), alg yaygıları (ay), mikro kristalen kuvars (mkk), **f.** Sferülitik dokulu kalsedon (sdk), **g.** Karbonat çimento (kç), kuvars damarı (kd), **h.** Kuruma çatlakları (krç) (a-b BMSU-117, c BMSU-125, d BMSU-129 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (e-f BMSU-126 kötü yıkanmış biosparit/algli istiftaşı), (g-h BMSU-128 mikrit/çamurtaşı-vaketaşı)



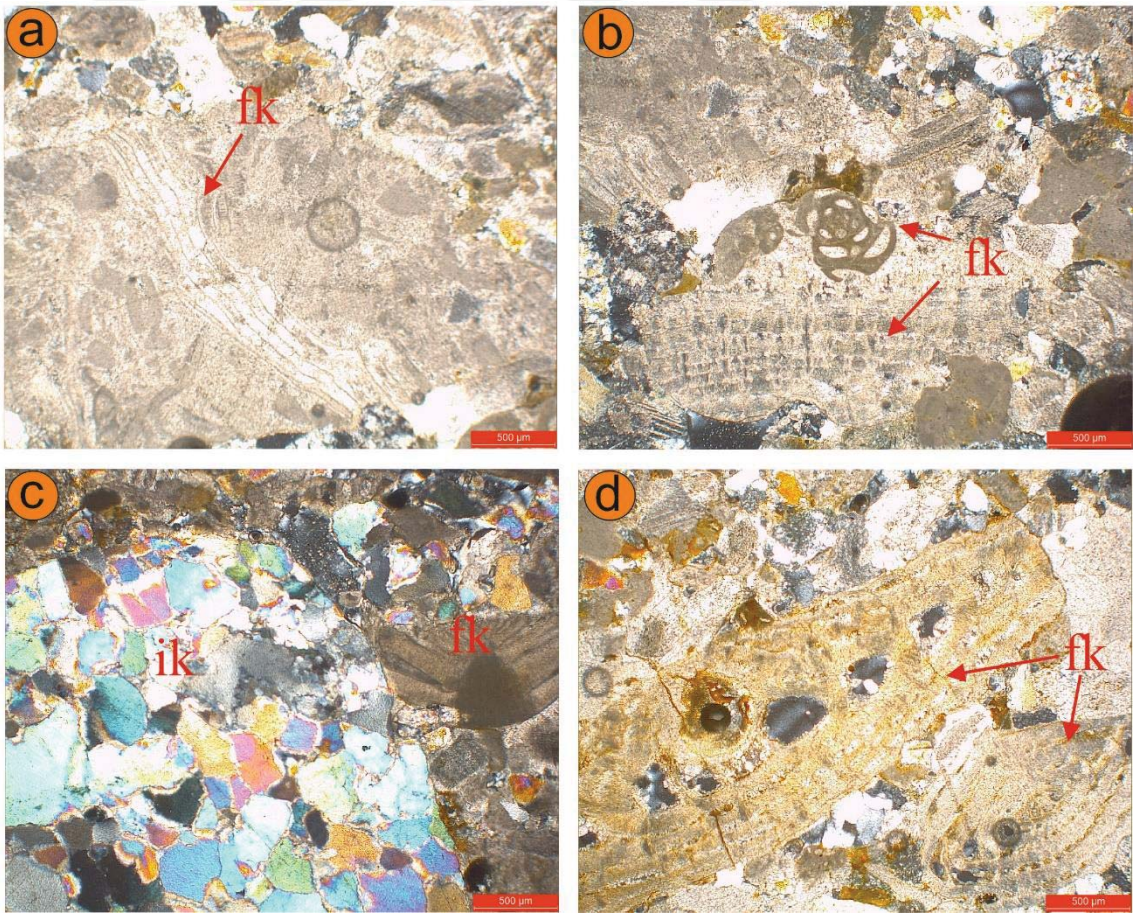
Şekil 5.18 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının ince kesit görünümleri

a, Fosil kırıntısı (fk), **b.** Fecal pellet (fp), **c.** Karbonat çimento (kç), fecal pellet (fp), **d.** Karbonat çimento (kç), kuvars damarı (kd), **e.** Fecal pellet (fp), mikro kristalen kuvars (mkk), **f.** Fecal pellet (fp), kuvars damarı (kd), kılcal bitüm (kb), **g, h.** kılcal bitüm (kb) (a BMSU-121, b BMSU-132, c BMSU-133 kötü yıkanmış biosparit/istiftaşı), (d BMSU-134 e-f BMSU-135 çörtlü mikrit/çört ara bantlı çamurtaşı), (g-h BMSU-139 bitümlü biomikrit/bitümlü vaketaşı)

5.2 Yunuslar Formasyonu Kırıntılı Birimlerinin Petrografik Özellikleri

Çalışma alanında Akçapınar Formasyonu-Yunuslar Formasyonu uyumlu dokanağında yapılan ölçülü stratigrafik kolon kesit çalışmaları (Şekil 4.11-12) kapsamında derlenen örneklerin petrografisi ve mikroskop görüntüleri Şekil 5.19' da sunulmuştur.

Şekil 5.19'da Yunuslar Formasyonu'nun litik arenit (Folk ve diğ., 1970) karakterindeki kumtaşlarında taşınmış fosil kırıntıları ve extra fromasyonel klastik tanelere rastlanılmıştır. Bu klastik tanelere bakıldığında Yunuslar Formasyonu Akçapınar Formasyonu'ndan fecal pelletli taneler, Soğanlı ve Safranbolu Formasyonundan ise bol miktarda taşınmış kırıklı fosil parçaları almıştır.



Şekil 5.19 Yunuslar Formasyonu Yf2-3 litofasiyesinin ince kesit görünümleri

a. Fosil kırıntısı (fk), **b.** Fosil kırıntısı (fk), **c.** Fosil kırıntısı (fk), intraklastlar (ik), **d.** Fosil kırıntısı (fk) (a-c BMSU-48, d BMSU-49 litik arenit).

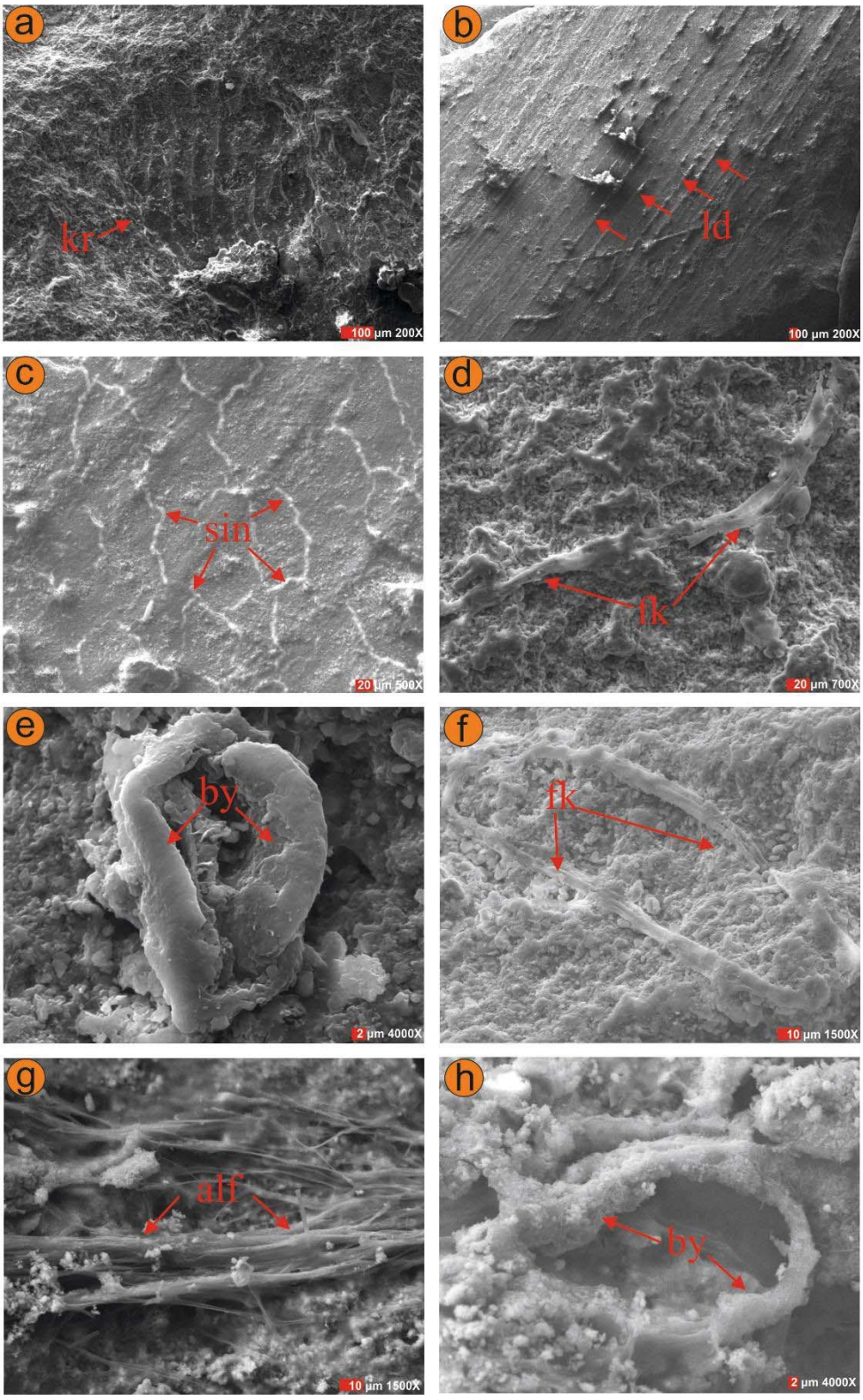
5.3 Akçapınar Formasyonu Mikrodoku (SEM-EDS) Çalışmaları

Akçapınar Formasyonu ile alakalı olarak derlenen örneklerden taramalı elektron mikroskobu (SEM) altında yapılan çalışmalarda aşağıdaki mikro doku görüntülerine ve sonuçlarına ulaşılmıştır. Görüntüleme işlemi esnasında şüphelenilen noktalardan noktasal analiz (EDS) gerçekleştirilerek ilgili grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şekil 5.20'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örnekleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntülerinde ince kesitlerde rastlanılan karofit fosillerine, lamina düzlemlerine, syneresis (büzülme) çatlaklarına, fosil kırıntılarına, bakteriyel yapılara ve alg filamentlerine rastlanılmıştır. Özellikle bakteriyel yapıların varlığı ortamın muhtemel anoksik koşullarda geliştiğini gösteren bir parametredir. Ayrıca syneresis çatlaklarının varlığı çok sığ ortam koşullarındaki tektonik hareketliliğin bir göstergesi olabilmektedir (Plummer ve Gostin, 1981, Pratt 1998).

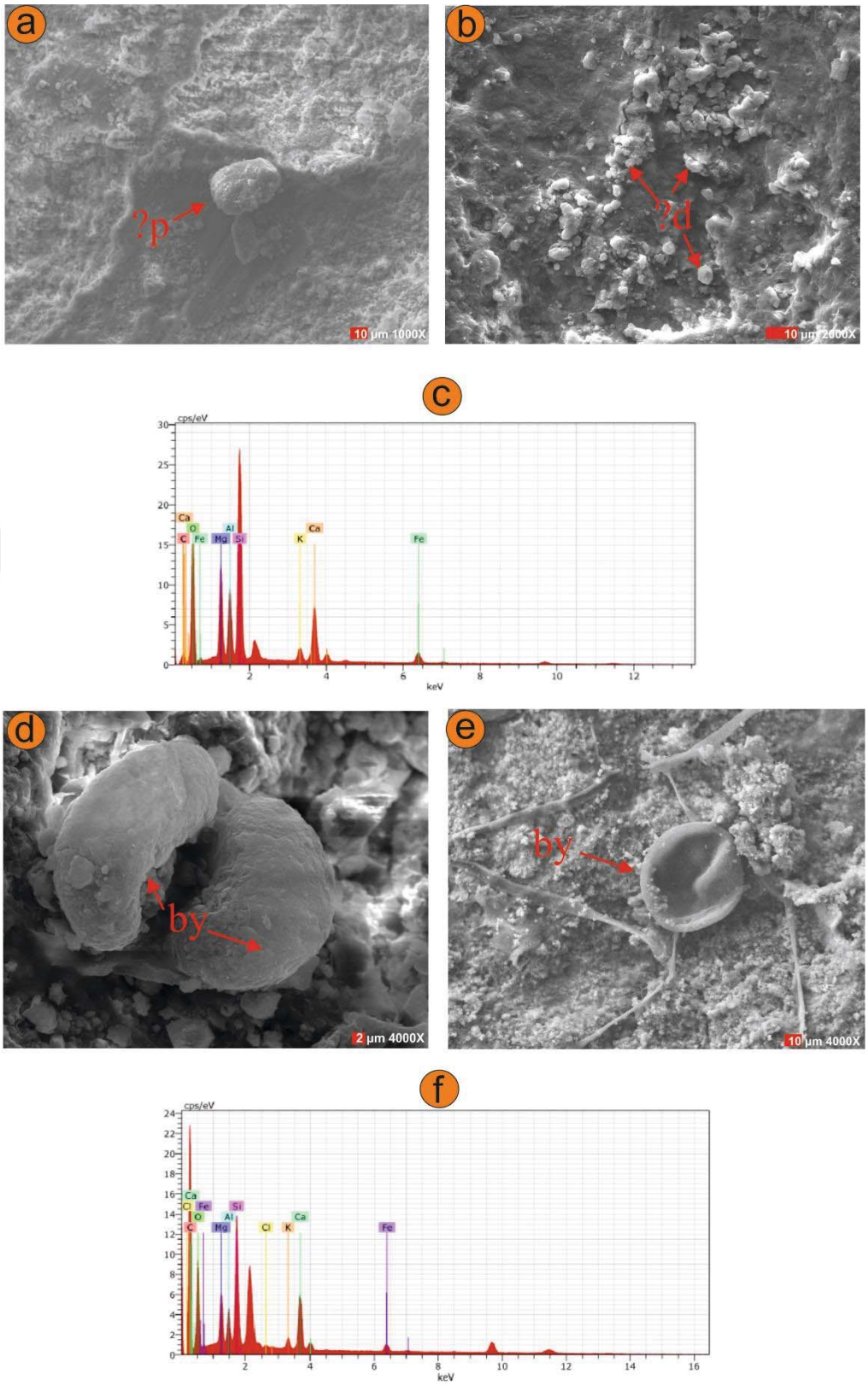
Şekil 5.21'de Akçapınar Formasyonu'na ait killi kireçtaşı örneklerine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDS) görüntülerinde ince kesitlerde rastlanılan pelletlere rastlanılmıştır. Gözle görünemeyecek kadar küçük dolomit kristallerinin muhtemel bakteriyel faaliyetler sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Mastandrea ve diğ., 2006).

Şekil 5.22'de Akçapınar Formasyonu çört örneklerinde rastlanılan mikro nodüler yapıların detaylı taramalı elektron mikroskobu görüntülerinde bu yapıların küresel formlarının tamamen silis çeperli olduğu tespit edilmiştir. Bu silis çeper içerisinde öz şekilli halit minerallerine rastlanılmıştır. Bu çört tabakalarını ve silisyum çeperi oluşturan yapının tamamen silis ve geçirimsiz olduğu düşünülürse, içerisindeki halit oluşukları ilksel olarak çörtleri oluşturan düşük dereceli hidrotermal etki ile gelerek oluştuğu düşünülmektedir.



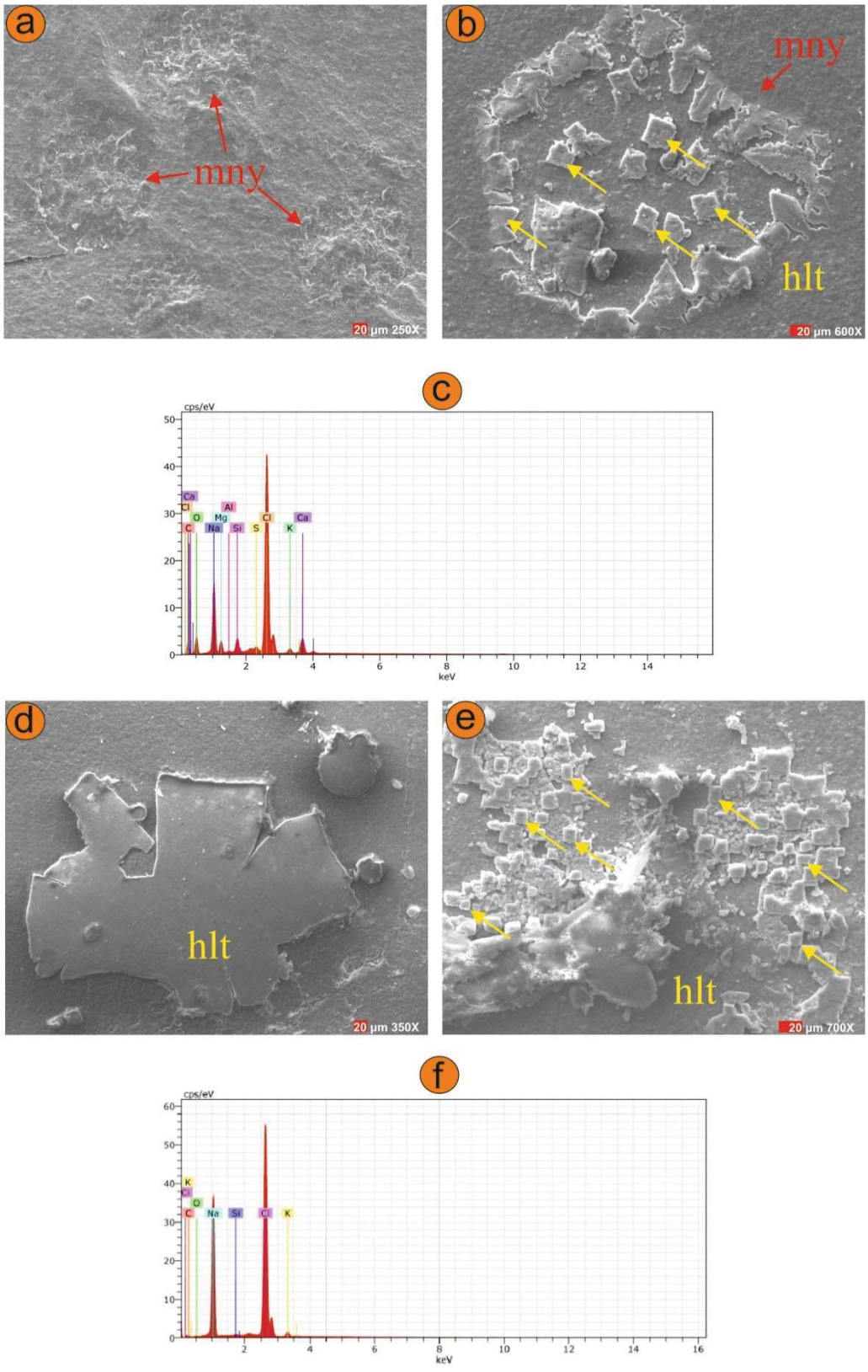
Şekil 5.20 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının SEM görünümleri

a, Karofitler (kr), **b.** Lamina düzlemleri (ld), **c.** Sinerisis çatlakları (sin), **d.** Fosil kırıntısı (fk), **e.** Bakteriyal yapılar (by), **f.** Fosil kırıntısı (fk), **g.** Alg flamentleri (alf), **h.** Bakteriyal yapılar (by)



Şekil 5.21 Akçapınar Formasyonu kireçtaşlarının SEM görünümleri

a, ? Pelletler (?p), **b.** ? Dolomit (?d), **c.** a'nın EDX grafiği, **d.** ? Bakteriyal yapılar (by), **e.** ? Bakteriyal yapılar (by), **f.** d'nin EDX grafiği



Şekil 5.22 Akçapınar Formasyonu çört örnekleri SEM görünümleri

a, Mikro nodüler yapılar (mnd), **b.** Mikro nodüler yapılar (mnd), halit (hlt) **c.** b'nin EDX grafiği, **d, e.** Halit (hlt), **f.** d'nin EDX grafiği

6. MİNERALOJİK XRD ve RAMAN ÇALIŞMALARI

Çalışma alanından spor-polen analizi için derlenen örneklerin tamamından ve bunlara ilave bazı örneklerden ve palinolojik verilere dayalı paleo ortam verilerinin desteklenmesi amacıyla XRD tüm kaya-kil analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda analizi yapılan örneklerin listesi Çizelge 6.1'de sunulmuştur. Bu çizelge içerisinde yeşil tonda belirtilen örneklere ait olan difragtogramlar (TK-tüm kaya, N-normal çekim, G-etilen glikollü çekim ve 550 C'de fırınlanmış çekim) Şekil 6.1-8 arasında verilmiştir. Burada kil mineralojisi muhtevası benzerde olsa havzada çok farklı lokasyonlara sahip örneklerin bulunması havza içerisinde özellikle karbonat fazından bağımsız olarak hareket eden askı yükü kil çökeliminin devamlılığını göstermesi bakımından oldukça tipiktir (Şekil 6.1-8). Bu askı yükü malzemenin çökelimi havzada derin kısımlarda daha kalın istifler, kenar kısımlar da ise daha ince istifler şeklinde bir farklılık oluşturmuştur. Çizelge 6.1'de sunulan tüm kaya bileşimi ve kil çekim bileşimindeki mineraller çoktan aza doğru bolluk gösterir şekilde sıralanmıştır. Örneklerin kil mineralojisi bileşimine bakılarak simektit-illit grubu mineral içeriği için kurak-nemli, klorit-illit grubu mineral içeriği için nemli şeklinde özet bir paleoiklimsel yoruma gidilmiştir.

Polarizan mikroskop çalışmaları kapsamında ince kesitlerde anlaşılamayan bazı noktalar RAMAN çalışmaları ile aydınlatılmaya çalışılmıştır. 14 farklı ince kesit üzerinde yaklaşık 29 adet noktasal bölge çalışılarak elde edilen sonuç değerleri Çizelge 6.2'de sunulmuştur. Bu değerlere ait yeşil tonlu işaretmiş örneklerin karakteristik pik görüntüleri Şekil 6.9-11 arasında verilmiştir. RAMAN çalışmaları sırasında karbon içeriğine oldukça sık rastlanılması anoksik koşullarda depolanan ve ince kesitlerde sıklıkla rastlanılan pelletli ve algli seviyelerin hızlı bir şekilde olgunlaşarak kılcal bitümlere dönüştüğünün muhtemel sebeplerindendir. Yine çok sığ ortamda depolanan sedimanların zaman zaman su seviyesi değişimleri nedeniyle yüzeye çıkması ve atmosferik etkiye maruz kalması çeşitli oksit minerallerinin (götit, manyetit, mangan oksit) gözlenmesi ile ilişkilendirilebilir (Boggs 2012). İnce kesit çalışmaları kapsamında tespit edilen bazı kılcal bitümlü seviyelerinden RAMAN ölçümleri alınmak istenmiştir. Ancak ölçüm sırasında oluşan yüksek ısıdan dolayı karbonca zengin alanlarda yanmalar meydana gelmiş, bu sebeple sağlıklı ölçümler alınamamıştır.

Çizelge 6.1 Otuz adet örneğe ait XRD çalışması sonuçları ve paleoiklimsel yorumları (**P-?R: Piriyaboniyen-?Rupeliyen)**

	Örnek No	**Litoloji**	**Alındığı Yer/Formasyon**	**Yaş**	**XRD Tüm Kaya Bileşimi**	**XRD Tüm Kil Bileşimi**	**Paleoiklimsel Yorum**
1	BMSU-13	Yeşil renkli kiltaşı-marn	2. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, mika, illit, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri, amorf malzeme	Simektit, klorit	**Kurak-nemli**
2	BMSU-15	Yeşil renkli kiltaşı-marn	2. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, mika, illit, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri, amorf malzeme	Simektit, klorit	**Kurak-nemli**
3	BMSU-17	Sarımtırak kumtaşı	2. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	A. feldispat, amfibol, dolomit, kuvars, plajiyoklaz, granat, kil mineralleri, amorf malzeme	Simektit, illit	**Kurak-nemli**
4	BMSU-23	Koyu renkli, organik maddece zengin kiltaşı	5. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, illit, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri,	Simektit, klorit, illit, ?kaolinit	**Kurak-nemli**
5	BMSU-36	Koyu renkli, organik maddece zengin kiltaşı	8. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, mika, illit, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri, amorf malzeme, granat	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
6	BMSU-40	Gri renkli kiltaşı	9. Lokasyon/Yunuslar	Rupeliyen	Dolomit, kalsit, mika, illit, a. feldispat, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
7	BMSU-58	Krem-açık yeşil renkli kiltaşı	11. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, mika, illit, a. feldispat, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
8	BMSU-64	Yeşil renkli kiltaşı	15. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, mika, illit, a. feldispat, kuvars, plajiyoklaz,kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
9	BMSU-81	Yeşil, koyu kahve renkli kiltaşı	17. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, mika, illit, a. feldispat, kuvars, plajiyoklaz, kil mineralleri	Klorit, illit	**Nemli**

Çizelge 6.1 Otuz adet örneğe ait XRD çalışması sonuçları ve paleoiklimsel yorumları **(P-?R: Piriyaboniyen-?Rupeliyen)** (devam)

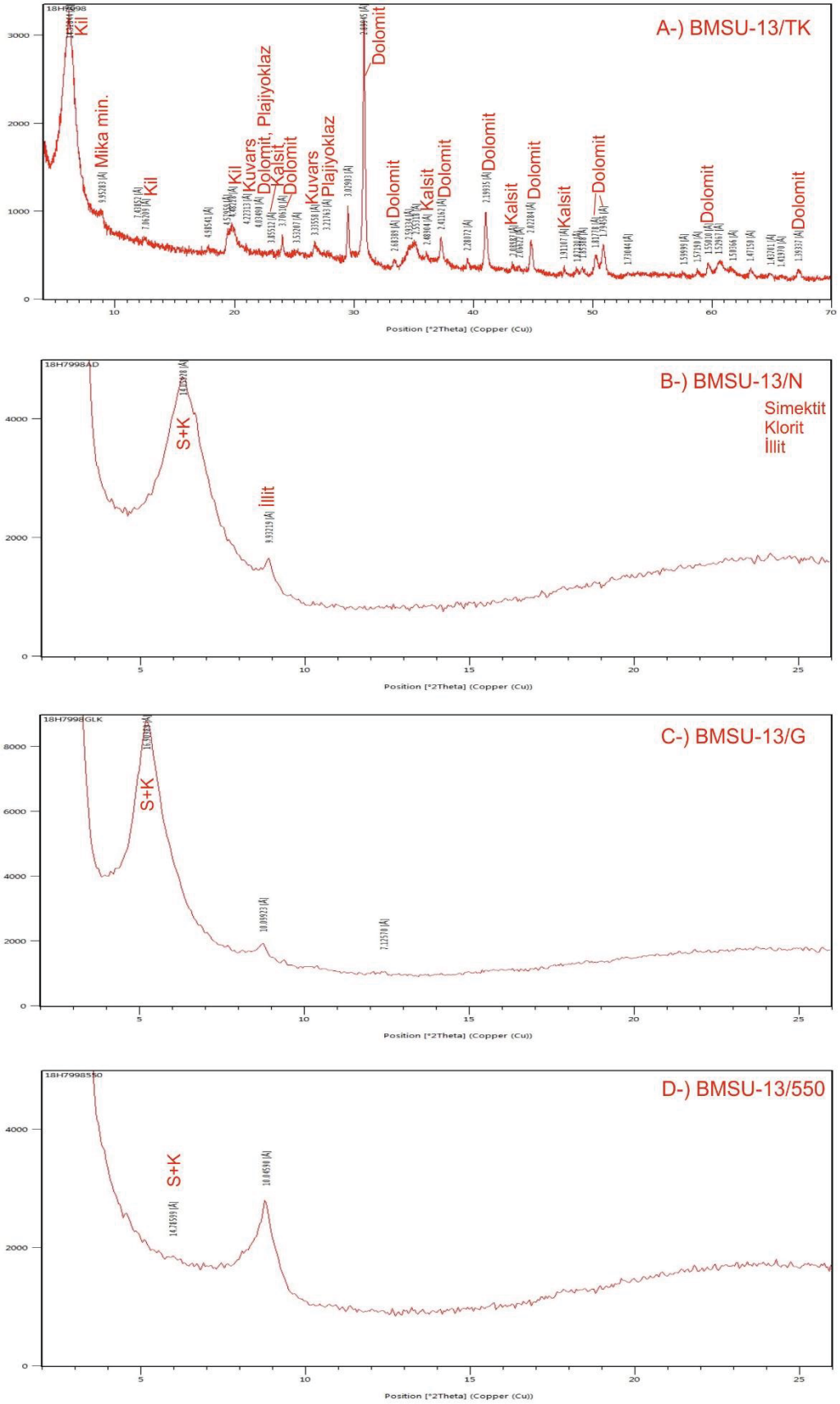
10	BMSU-85	Yeşil, koyu kahve renkli kiltaşı	18. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, mika, illit, a. feldispat, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
11	BMSU-94	Açık yeşil renkli kiltaşı	18. Lok. Devamı/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, illit	**Kurak-nemli**
12	BMSU-112	Açık krem renkli kiltaşı	2. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kuvars, a. feldispat	-	....
13	BMSU-113	Açık krem renkli kiltaşı	11. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, ?granat, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
14	BMSU-118	Açık yeşil renkli kiltaşı	32. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, serpantin, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
15	BMSU-119	Açık yeşil renkli kiltaşı	32. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, serpantin, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
16	BMSU-120	Açık yeşil, kahve renkli kiltaşı	32. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, a. feldispat, serpantin, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
17	BMSU-124	Açık yeşil renkli kiltaşı	35. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, a. feldispat, serpantin, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
18	BMSU-136	Açık yeşil renkli kiltaşı	37. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, piroksen, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
19	BMSU-141	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kuvars, mika, illit, kil mineralleri	Simektit, illit	**Kurak-nemli**

Çizelge 6.1 Otuz adet örneğe ait XRD çalışması sonuçları ve paleoiklimsel yorumları (**P-?R: Piriyaboniyen-?Rupeliyen)** (devam)

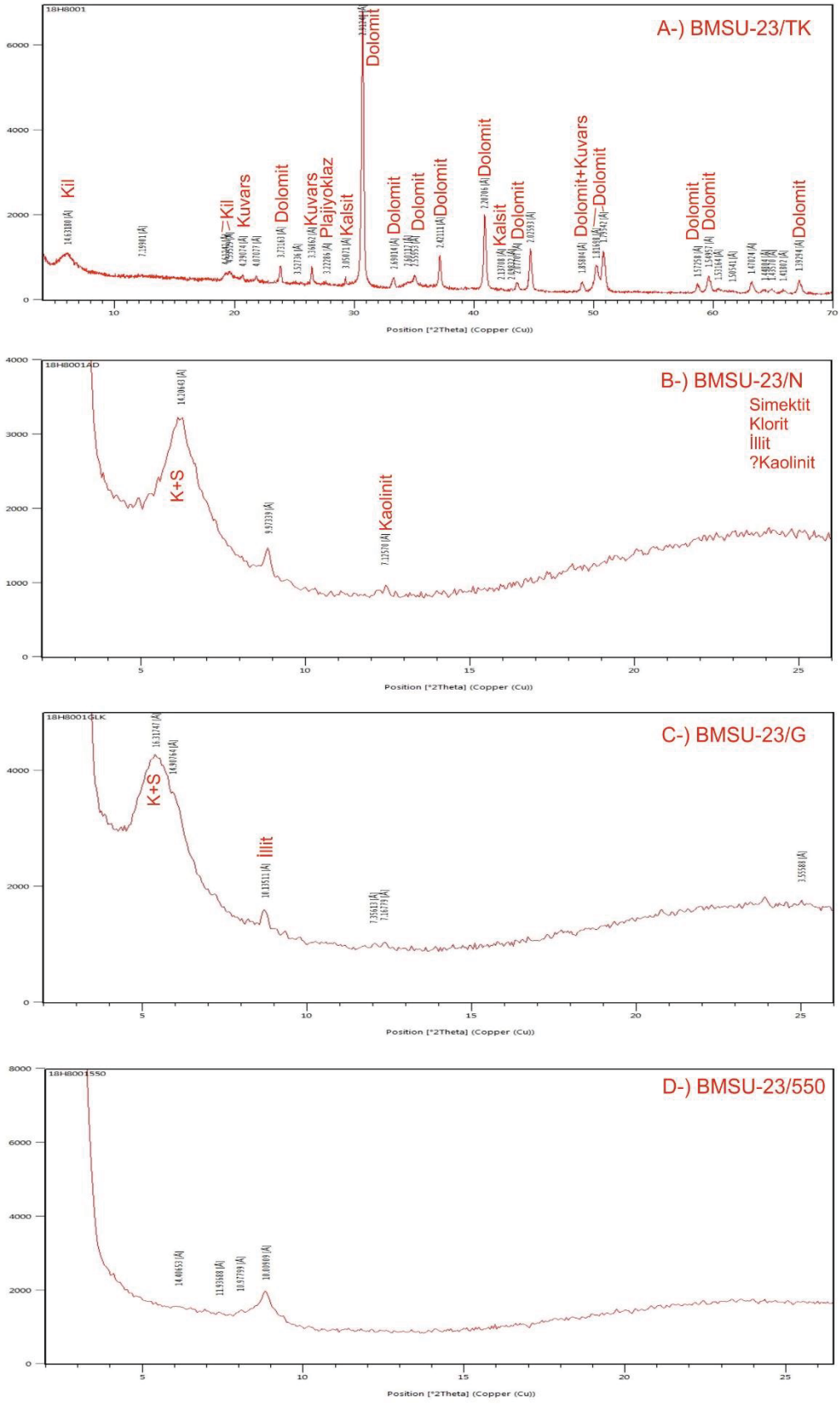
20	BMSU-143	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, a. feldispat, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
21	BMSU-145	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
22	BMSU-147	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lokasyon/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, a. feldispat, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
23	BMSU-149	Açık krem renkli kumlu kiltaşı	39. Lok. Devamı/Akçapınar	P-?R	A. feldispat, serpantin, plajiyoklaz, kuvars, mika, illit, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, montmorillonit	**Kurak**
24	BMSU-150	Kiremit renkli kiltaşı	39. Lok. Devamı/Akçapınar	P-?R	Kuvars, kalsit, dolomit, , kil mineralleri	Montmorillonit	**Kurak**
25	BMSU-151	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lok. Devamı/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, a. feldispat, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, illit	**Kurak-nemli**
26	BMSU-152	Açık yeşil renkli kiltaşı	39. Lok. Devamı/Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, kil mineralleri	Simektit, illit	**Kurak-nemli**
27	BMSU-153	Koyu yeşil kiltaşı	Nokta Örnek/ Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
28	BMSU-154	Koyu yeşil kiltaşı	Nokta Örnek/ Akçapınar	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, amorf malzeme, kil mineralleri	Simektit, klorit, illit	**Kurak-nemli**
29	BMSU-155	Açık yeşil renkli kiltaşı	Nokta Örnek/ ?	P-?R	Jips, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, amorf malzeme, kil mineralleri	Klorit, illit	**Nemli**
30	BMSU-156	Açık yeşil renkli kiltaşı	Nokta Örnek/ ?	P-?R	Dolomit, kalsit, kuvars, mika, illit, plajiyoklaz, kil mineralleri	Klorit, illit	**Nemli**

Çizelge 6.2 On dört adet örneğe ait RAMAN çalışması sonuçları

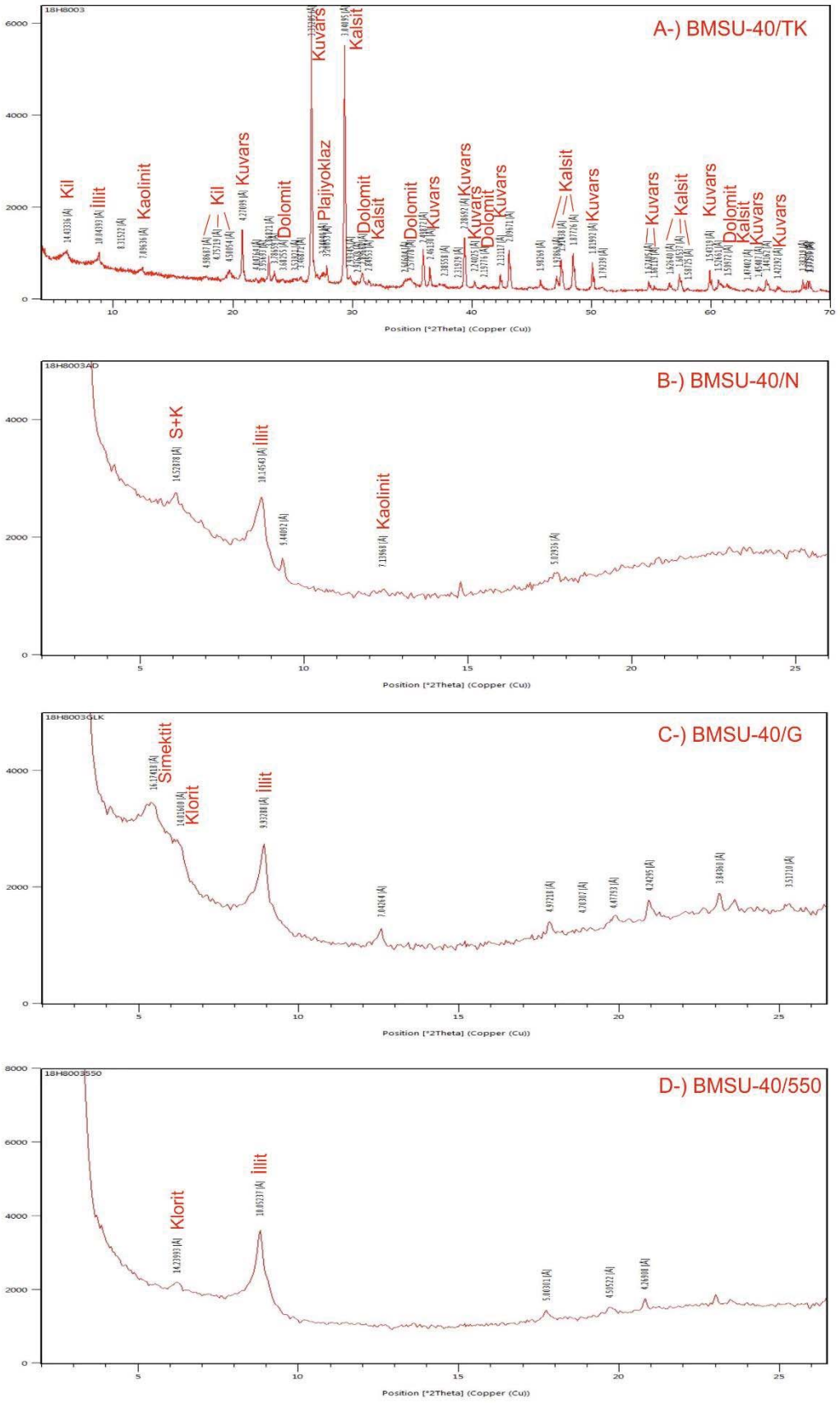
Sıra No	ÖrnekNo	Lokasyon	Shift Değeri	Sonuç	Kimyasal Formül
1	BMSU-34	8. Lokasyon	1646,93/1531,08/1506,43/1420,98/1357,72/1328,14/1231,19/1086,58/919,79/710,27/622,36/501,58	Aragonit/anhidrit	CaCO3 / CaSO4
2	BMSU-50	10. Lokasyon	1911,93/1378,01/1287,8/1094,40/815,84/733,07/641,23/293,02	Mangan oksit/siderit	MnO/ FeCO3
3	BMSU-51	10. Lokasyon	462,95	Kalsedon	SiO2
4	BMSU-53	10. Lokasyon	1572,22/1385,82/1282,48/466,96	Karbon	C
5	BMSU-59	13. Lokasyon	633,11	Manyetit	FeO·Fe2O3
6	BMSU-70	16. Lokasyon	1368,27/657,48	Karbon	C
7	BMSU-79	17. Lokasyon	1372,74/1285,04/1095,53/813,28/614,70	Manyetit	FeO·Fe2O3
8	BMSU-80	17. Lokasyon	1097,09/616,90/494,32/369,71/295,75	Manyetit	FeO·Fe2O3
9	BMSU-84	18. Lokasyon	1899,06/1590,99/1356,41/1093,64/678,85/281,17	Karbon	C
10	BMSU-98	19. Lokasyon	1604,20/1111,23/929,65/612,50/559,92/490,08	Götit	HFeO2 - FeO(OH)
11	BMSU-105	24. Lokasyon	1374,76/1287,06/812,27/394,95/403,81	Karbon	C
12	BMSU-115	31. Lokasyon	1370,04/1244,61/1094,80/661,80/646,19/571,42/509,80/462,96	Manganezdioksit	MnO_2
13	BMSU-139	38. Lokasyon	625	Dolomit/Manyetit	FeO·Fe2O3
14	BMSU-146	39. Lokasyon	1087,97/712,13/283,60	Kalsit	CaCO3



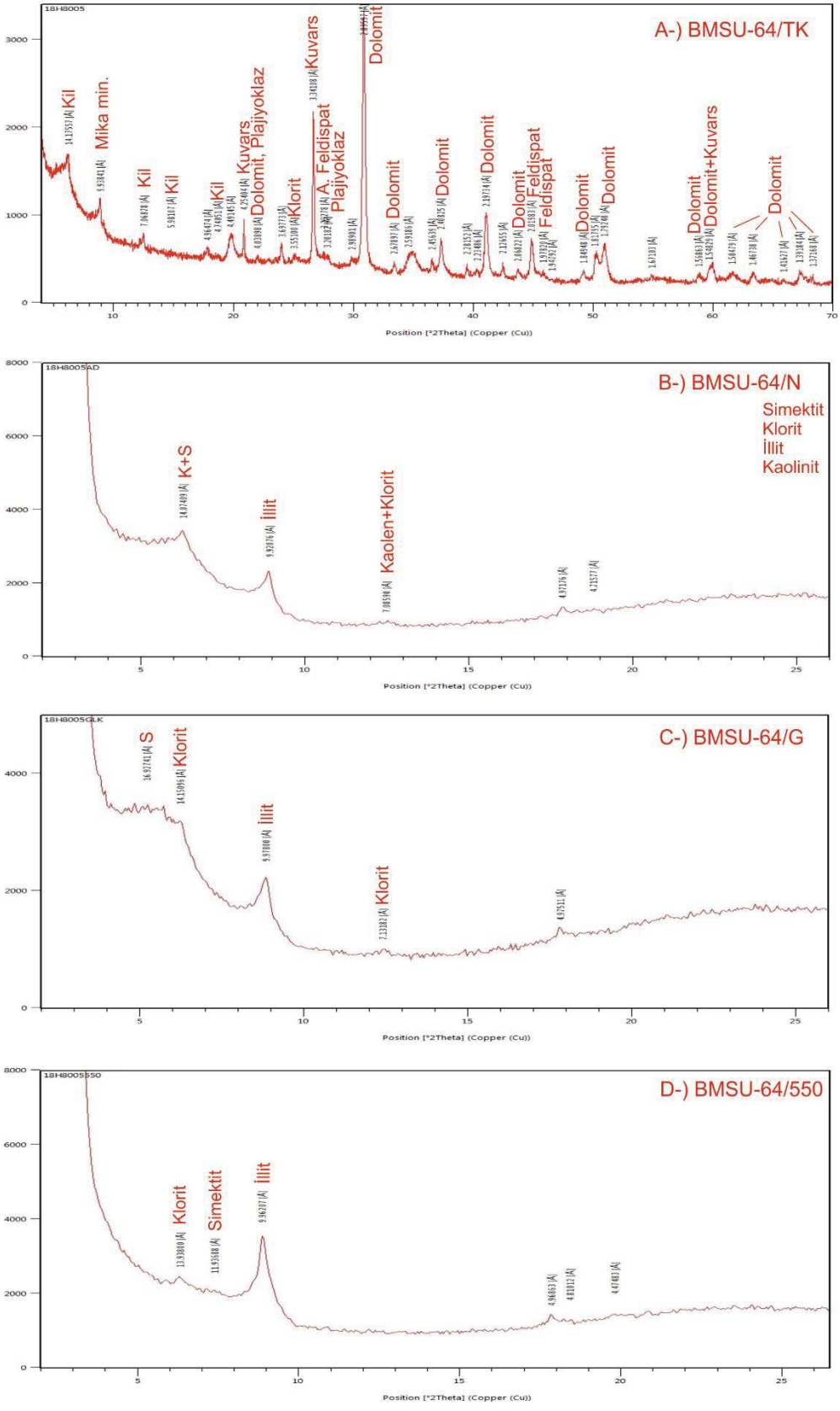
Şekil 6.1 BMSU-13 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



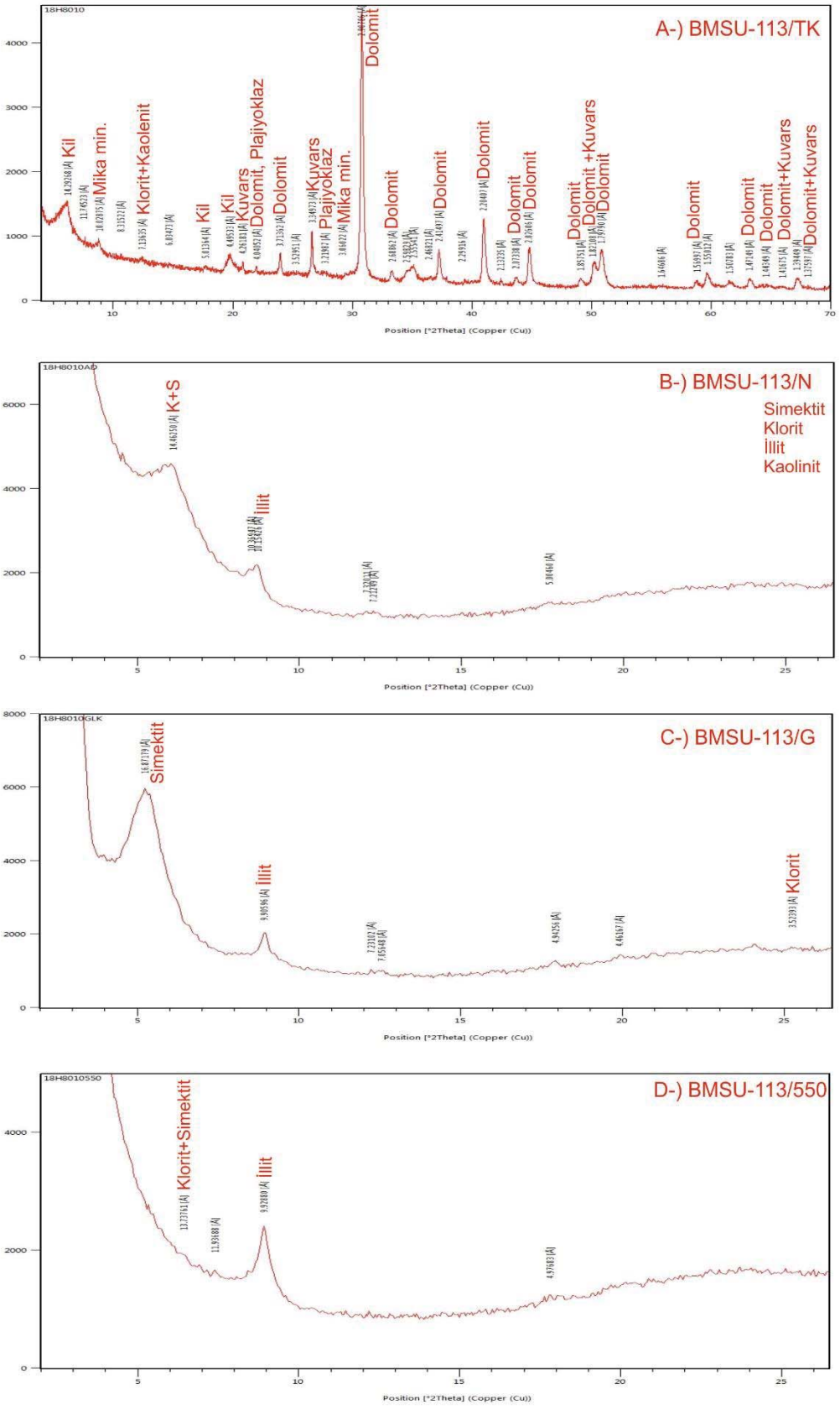
Şekil 6.2 BMSU-23 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



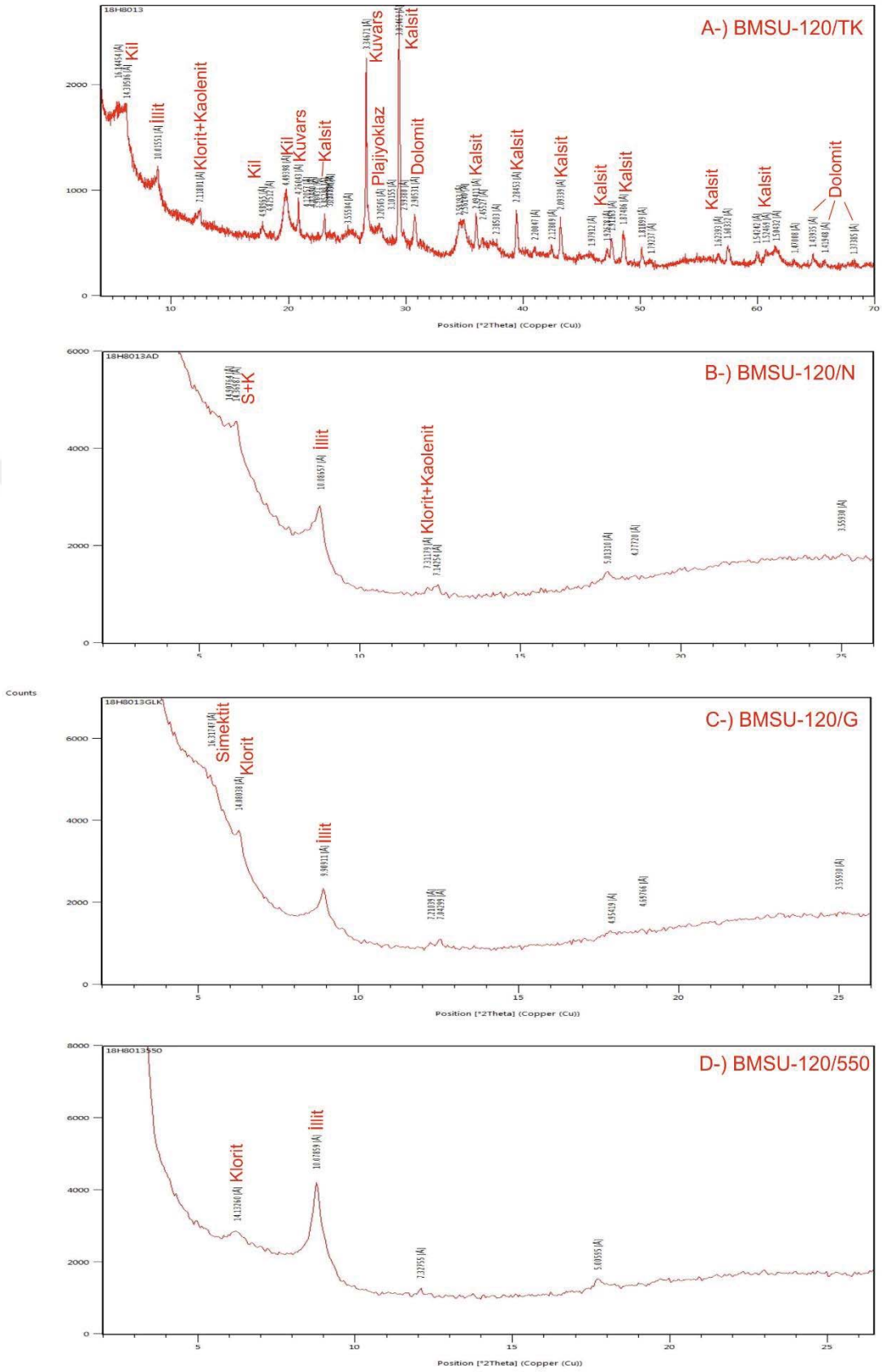
Şekil 6.3 BMSU-40 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



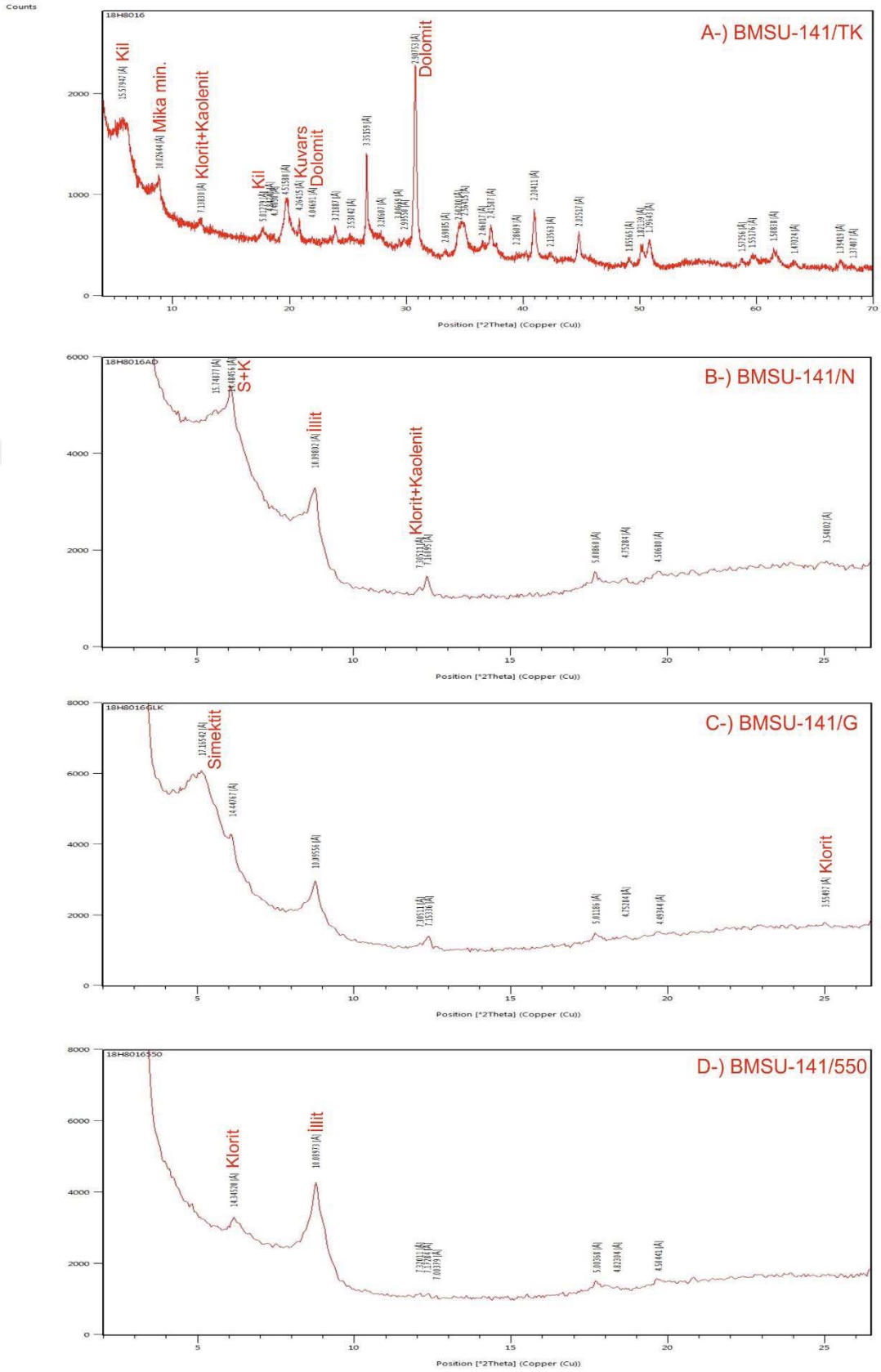
Şekil 6.4 BMSU-64 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



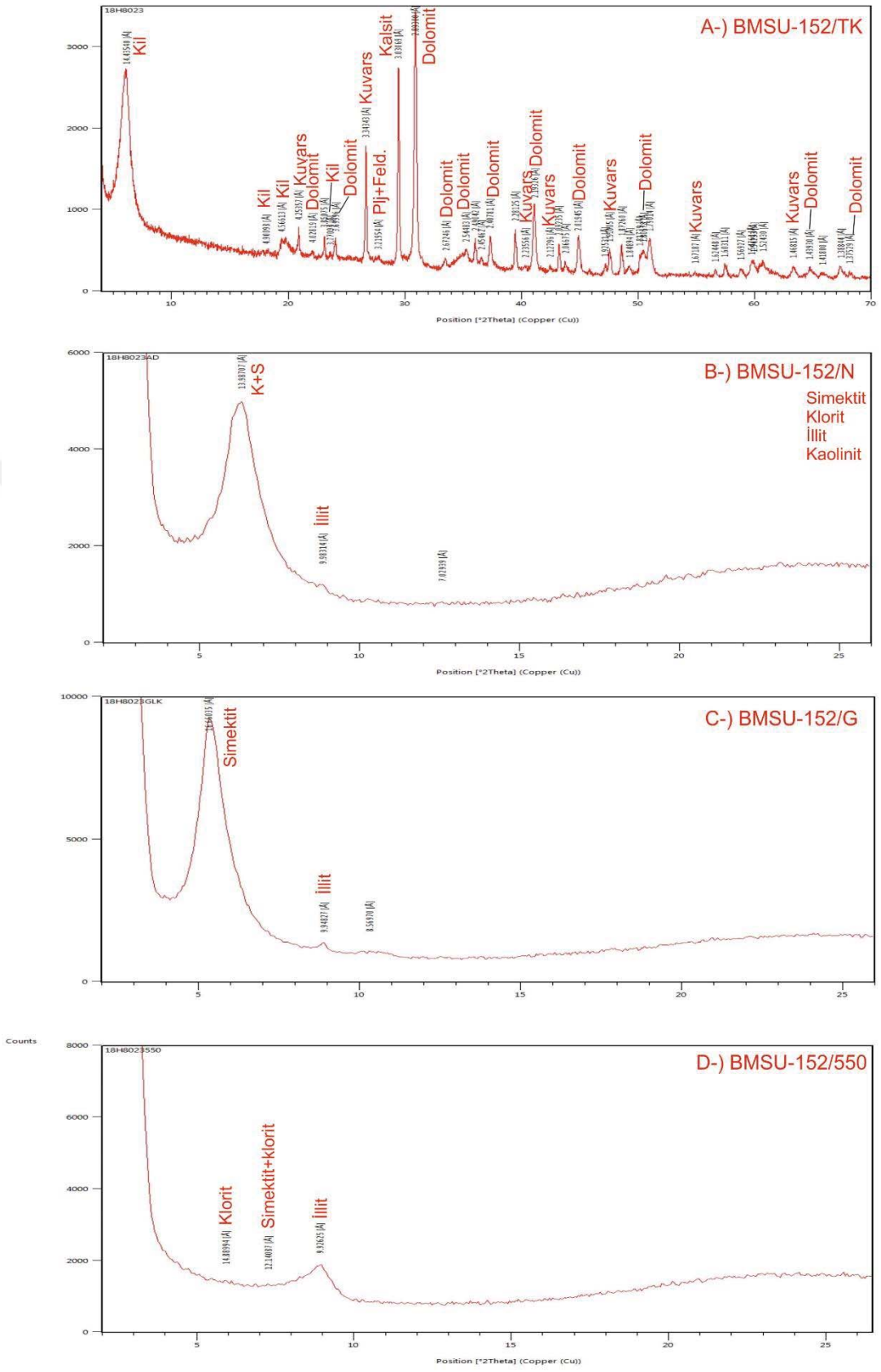
Şekil 6.5 BMSU-113 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



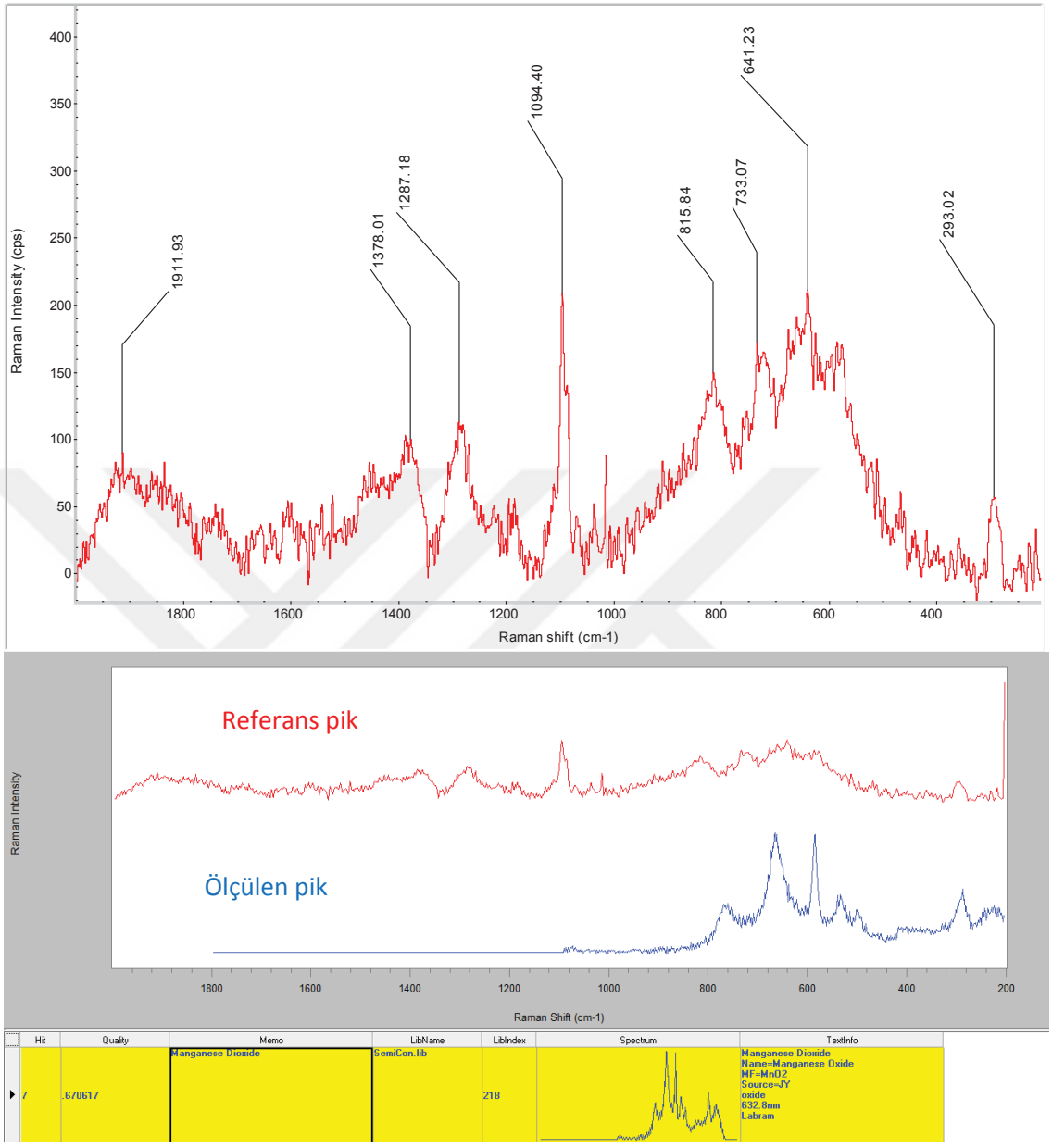
Şekil 6.6 BMSU-120 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



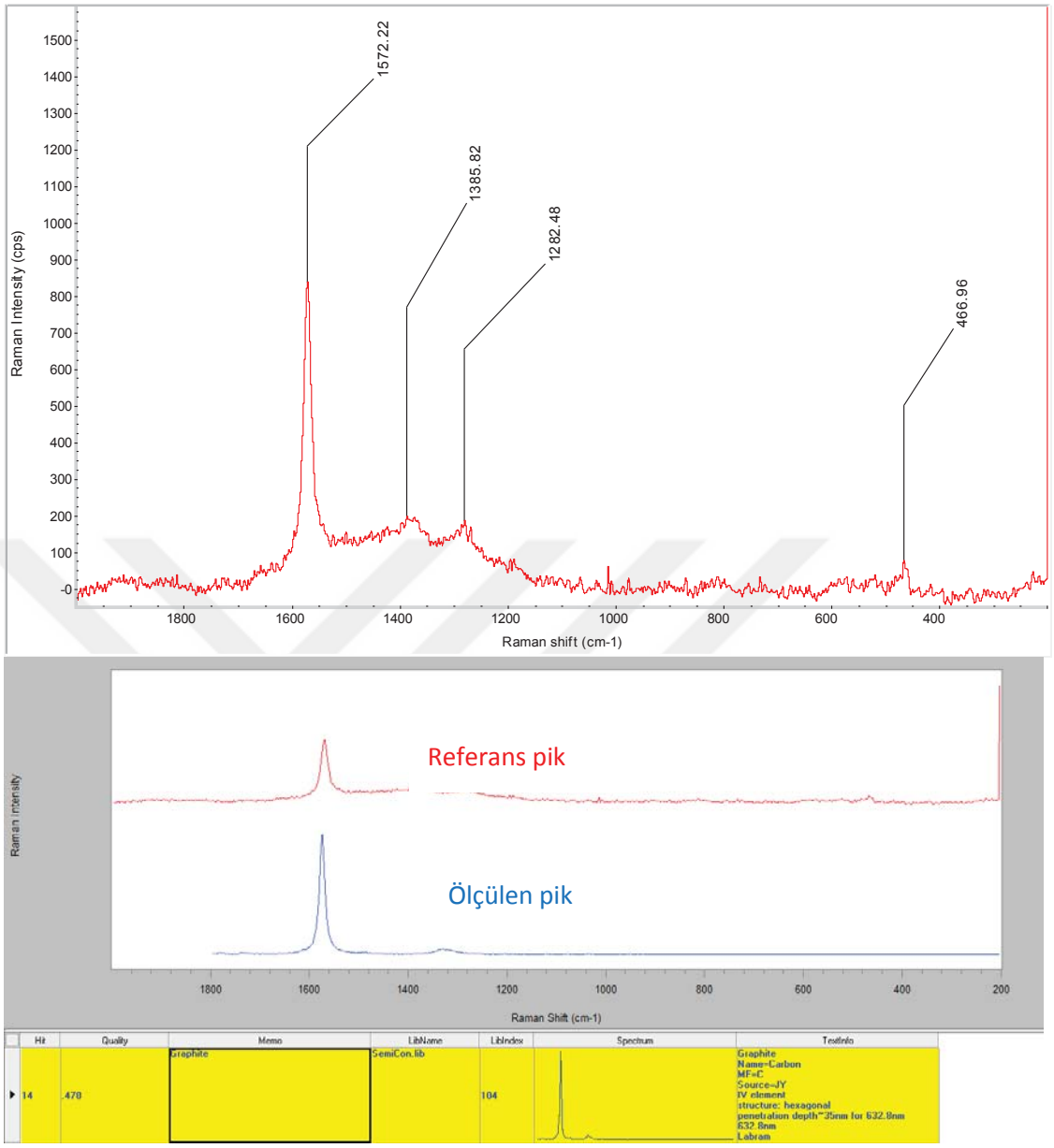
Şekil 6.7 BMSU-141 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



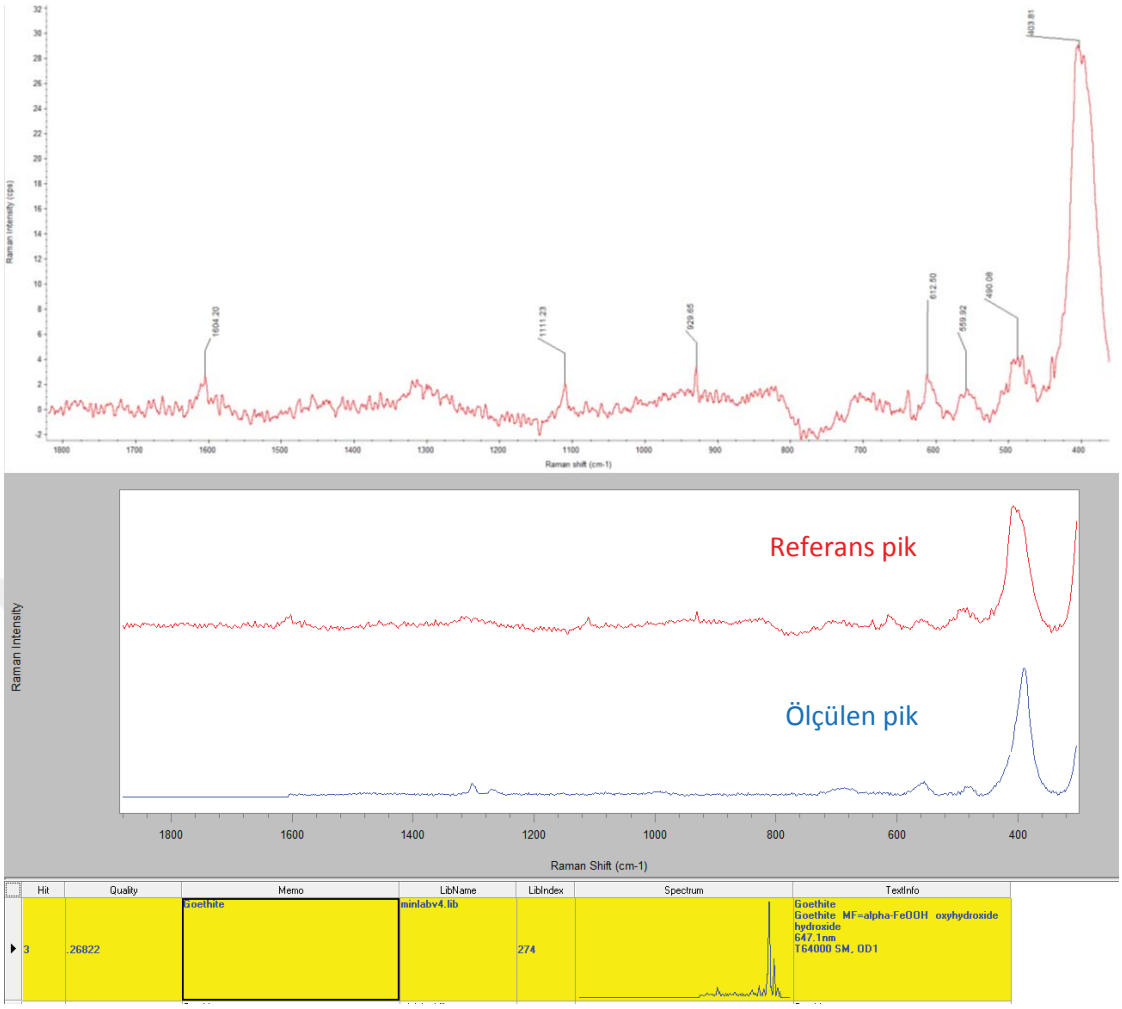
Şekil 6.8 BMSU-152 nolu örneğe ait XRD difragtogramı



Şekil 6.9 BMSU-50 nolu örneğe ait RAMAN piki (mangan oksit)



Şekil 6.10 BMSU-53 nolu örneğe ait RAMAN piki (karbon)



Hit	Quality	Memo	LibName	LibIndex	Spectrum	TextInfo
3	26822	Goethite	minlabv4.lib	274		Goethite Goethite MF=alpha-FeOOH oxyhydroxide hydroxide 647.1nm T64000 SM, OD1

Şekil 6.11 BMSU-98 nolu örneğe ait RAMAN piki (götit)

7. JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

7. 1 Ana/Esas Oksit ve İz Element Çalışmaları

Ana/esas oksit ve iz elementleri belirleme amacı ile seçilen 21 adet örnekten ICP-MS çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu örneklere ait ana oksit değerleri Çizelge 7.1'de yüzde olarak, iz element değerleri ise ppm cinsinden sunulmuştur. Çizelge 7.1 içerisinden seçilen 18 adet karbonatlı örneğe ait ana oksit ve iz element değerlerinin korelasyon katsayı tablosu Çizelge 7.2'de sunulmuş, devamında ise yine bu örneklere ait değerlerin istatistiksel parametreler Çizelge 7.3'de verilmiştir.

Akçapınar Formasyonu'na ait 18 adet killi kireçtaşı örneğinden yapılan ana oksit çalışmalarında SiO_2 değerleri % 20,2 ile % 0,21 arasında değişirken ortalama değer % 7,5'dir (Çizelge 7.1). Karbonat örnekleri içerisinde yüksek miktarda SiO_2 içeriğinin gözlenmesi ince kesit çalışmalarında da sıklıkla karşılaşılan sedimantasyon esnasında ortama silis içerikli bir düşük dereceli hidrotermal sıvının geldiğinin göstergesidir. MgO değerleri killi kireçtaşı içerisinde sıklıkla rastlanılan dolomit minerali sebebiyle % 21,7 ile % 1,5 arasında değişirken ortalama değer % 14,3'dür. CaO değerleri hakim mineralin karbonat olduğu kireçtaşı örneklerinde % 53,22 ile % 24,4 arasında değişirken ortalama değer % 31'dir, yine bu örneklem içerisinde iz element sonuçlarına bakıldığında Cu^{+2} değerleri 102 ppm ile 5 ppm arasında değişirken ortalama değer 11,5 ppm, Ba^{+2} değerleri 769 ppm ile 8 ppm arasında değişirken ortalama değer 98 ppm, Zn^{+2} değerleri 32 ppm ile 6 ppm arasında değişirken ortalama değer 4,1 ppm, Ni^{+2} değerleri 174 ppm ile 173 ppm (pek çok değer 20 ppm'in altındadır) arasında değişirken ortalama değer 18,3ppm, Sr^{+2} değerleri 1941 ppm ile 226 ppm arasında değişirken ortalama değer 794 ppm, Zr^{+2} değerleri 15 ppm ile 5 ppm arasında değişirken ortalama değer 6,3 ppm dir. Tüm bu veriler dikkate alınarak karbonatlı kayaçların litoloji isimlendirmesi killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı (**Kkd kçt.)**, kuvarslı dolomitik kireçtaşı (**Kud kçt.**), killi dolomitik kuvarslı kireçtaşı (**Kdok kçt)**, dolomitik kireçtaşı (**D kçt.)**, Kireçtaşı (**Kçt)**, Dolomitik kuvarslı kireçtaşı (**Dk kçt)** şeklinde yeniden düzenlenmiştir (Çizelge 7.1 ve Çizelge 7.4).

Bu sonuçlara bakıldığında **SiO_2** değeri Cr_2O_3 ve Al_2O_3 değeri ile pozitif orta korelasyon göstermektedir.

Al_2O_3 değeri ise Zr ve K_2O değeri ile pozitif orta korelasyon gösterirken, Cr_2O_3 ve TiO_2 ile pozitif yüksek korelasyon, P_2O_5 ve Na_2O ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

Fe_2O_3 değeri ise Zr ve K_2O değeri ile pozitif orta korelasyon gösterirken, Cr_2O_3 ve TiO_2 ile pozitif yüksek korelasyon, P_2O_5 ve Na_2O ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

MgO değeri ise Na_2O ile pozitif orta korelasyon gösterirken, MnO ve CaO negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

CaO değeri ise Zn ile pozitif yüksek korelasyon, MnO ile pozitif orta korelasyon ve Cr_2O_3 ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

Na_2O değeri ise Cr_2O_3 ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

K_2O değeri ise Zr, Ba, Cr_2O_3 ve TiO_2 ile pozitif orta korelasyon göstermektedir.

TiO_2 değeri ise Zr ve Cr_2O_3 ile pozitif orta korelasyon gösterirken, Zn ve P_2O_5 ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

P_2O_5 değeri ise Cr_2O_3 ile negatif orta korelasyon göstermektedir.

MnO değeri ise Cr_2O_3 ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

Cr_2O_3 değeri ise Zr ile pozitif orta korelasyon gösterirken, Sr, Zn ve Cu değerleri ile ile negatif yüksek korelasyon göstermektedir.

Cu değeri ise Zn ile pozitif orta korelasyon göstermektedir.

Ölçülen ana/esas oksit değerleri ve iz element değerli karşılaştırılma yapılmak üzere çeşitli grafiklere aktarılmıştır (Şekil 7.1-2). Burada ağırlıkça % CaO değeri SiO_2 ve MgO değerleri ile ters orantılı (Şekil 7.1 a-b), Fe_2O_3, Sr, Ba ve AK (ateşte kayıp) değerleri ile doğru orantı göstermektedir (Şekil 7.1 c-f). Ağırlıkça % SiO_2 değerleri Sr (ppm), Ba (ppm), Cu (ppm) ve Zr (ppm) değerleri ile karşılaştırıldığında doğrusal bir orantı vermektedir. Bu değerlendirmeler dikkate alındığında özellikle çok yüksek Sr (1941 ppm) ve Ba (769 ppm) değerlerinin olması baskın olarak kapalı havza özelliği gösteren bu sığ denizel-lagünel sedimanter çökel sisteminin zaman zaman denizel etkilere maruz kalabildiğini (yüksek Sr içeriği sebebiyle) ve ortama düşük dereceli

hidrotermal çözeltilerin gelerek çökel sisteminde Sr-Ba değerlerini sıklıkla etkileyebildiğini göstermektedir (Miller ve diğ., 1991, Palmer ve diğ., 2004, Miller ve diğ., 2008). Akçapınar Formasyonu tabanında bulunan evaporitik karakterdeki Pürçükören Formasyonundan zaman zaman çözünmeyle gelen ve petrografik çalışmalarda da rastlanılan ikincil jips oluşumları (taneler arası çimentolanma şeklinde) çökel sistemini etkileyen ve Sr değerlerinin yüksek çıkmasına neden olan bir başka parametre olabilir.

Akçapınar Formasyonu'nun tüm karbonatlı kayaçlarına ait esas/ana oksit değerleri ve iz element değerleri grafiklere aktarılmıştır (Şekil 7.2 e-f). Bu grafiklerdeki kırmızı tonlarda çizilen değerler sırasıyla esas/ana oksit-AK (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O) parametrelerini, mavi tonlarda çizilen değerler ise iz element (Cu, Ba, Zn, Ni, Sr, Zr) parametrelerini göstermektedir. Kapalı-sınırlı, sığ denizel-lagünel karakterli bir ortamda çökeldiği düşünülen Akçapınar Formasyonu'na ait bu değerler Geç Eosen döneminde farklı paleocoğrafyalarda çökelmiş iki adet sığ denizel-lagünel karbonat fasiyesi ağırlıklı formasyon ile karşılaştırılmıştır. Bu formasyonlardan ilki olan Pila Spi Formasyonu orta-geç Eosen yaşlı olup, Kuzey Irak bölgesinde yüzlek vermektedir. Tobia ve diğ., (2020) çalışmasında arazi çalışmalarının yanı sıra, jeokimyasal ve izotopik veriler ışığında formasyonun çökelim paleocoğrafyasını zaman zaman denizel etkilere maruz, zaman zaman ise karasal kökenli malzeme ile beslenen bir lagünel ortam olarak belirlemiştir. Bu formasyonun esas oksit-AK ve iz element değerleri (Şekil 7.2 c-d). Akçapınar Formasyonu ilgili değerleri ile karşılaştırıldığında yakın benzerlikler göstermektedir (Şekil 7.2 c-f). Karşılaştırma yapılan bir diğer formasyon ise Fulra Formasyonu olup, bu formasyon Kuzey Hindistan civarında yüzlek vermektedir. Srivastava ve Singh (2019) çalışmasında yaklaşık 10 km genişliğinde, 40 km uzunluğundaki bu formasyon için orta Eosen yaş aralığını belirlemiştir. Sığ denizel, ramp içi (inner ramp) ve açık denizle sürekli bağlantılı bir ortamda çökeldiği düşünülen bu formasyona ait esas oksit değerleri (Şekil 7.2 g) Akçapınar Fm. ile karşılaştırıldığında çok benzerlik göstermemesine rağmen Fulra formasyonuna ait iz element değerlerinin (Şekil 7.2 h) Akçapınar Fm. iz element değerleri (Şekil 7.2 f) ile benzerlik göstermesi (özellikle Ba ve Sr değerleri), Akçapınar Formasyonu'nun da zaman zaman denizel etkileşimde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 7.1 Yirmi bir adet örneğe ait ana/esas oksit ve iz element değerleri

		Ana oksit değerleri (%)											İz element değerleri (ppm)												
Örnek No	**Litoloji**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**TiO_2**	**P_2O_5**	**MnO**	**Cr_2O_3**	**Cu**	**Ba**	**Zn**	**Ni**	**Co**	**Sr**	**Zr**	**Ce**	**Y**	**Nb**	**Sc**	**AK**	**Top.**
BMSU-4*	Kkd kçt.	11,48	0,76	0,35	14,86	31,93	0,14	0,10	0,03	0,06	0,02	<0.002	8	130	<5	<20	<20	883	12	<30	<3	<5	<1	39,9	99,73
BMSU-22	Kkd kçt.	5,85	0,85	0,43	19,95	27,66	0,26	0,17	0,04	0,04	<0.01	<0.002	9	90	<5	<20	<20	355	6	<30	<3	<5	1	44,4	99,66
BMSU-27	Kkd kçt.	8,50	0,63	0,37	19,84	27,08	0,22	0,11	0,03	0,04	0,01	<0.002	11	302	22	<20	<20	614	6	<30	<3	<5	<1	42,7	99,66
BMSU-84	Kkd kçt.	11,47	1,74	0,93	17,73	25,32	0,13	0,83	0,08	<0.01	0,03	0,004	16	769	6	<20	<20	1833	14	<30	3	<5	2	41,1	99,69
BMSU-134*	Kkd kçt.	11,14	1,09	0,55	13,78	31,67	0,14	0,13	0,06	0,05	0,03	0,002	102	70	32	<20	<20	1476	13	<30	<3	6	1	40,9	99,76
BMSU-6	Kud kçt.	3,12	<0.01	<0.04	3,35	50,39	0,15	<0.01	<0.01	0,15	<0.01	<0.002	<5	76	<5	<20	<20	870	<5	<30	<3	<5	<1	42,7	99,92
BMSU-33	Kud kçt.	10,59	0,24	0,10	21,78	25,54	0,27	0,06	<0.01	0,07	0,03	<0.002	7	29	8	<20	<20	226	9	<30	<3	<5	<1	41,3	99,97
BMSU-101	Kud kçt.	5,99	0,10	0,05	18,45	29,84	0,27	0,03	<0.01	0,11	0,02	<0.002	7	19	<5	<20	<20	320	<5	<30	<3	<5	<1	44,8	99,68
BMSU-107	Kud kçt.	1,69	0,09	0,05	19,19	31,37	0,33	0,02	<0.01	0,07	0,02	<0.002	<5	18	<5	<20	<20	322	8	<30	<3	<5	<1	46,8	99,67
BMSU-140	Kud kçt.	3,28	0,31	0,16	19,20	30,64	0,16	0,05	0,01	0,05	<0.01	<0.002	8	13	<5	<20	<20	796	6	<30	<3	<5	<1	45,7	99,68
BMSU-146	Kud kçt.	2,19	0,25	0,12	16,08	34,80	0,24	0,06	0,01	0,08	0,02	<0.002	5	8	<5	174	<20	501	10	<30	<3	<5	<1	45,8	99,72
BMSU-50*	Kdok kçt.	22,20	2,11	1,08	14,51	24,39	0,08	0,47	0,09	0,03	0,02	0,005	17	85	10	<20	<20	341	15	<30	3	<5	3	34,7	99,74
BMSU-95*	Kdok kçt.	14,74	0,40	0,19	13,14	31,28	0,16	0,05	0,02	0,05	0,02	<0.002	8	59	<5	<20	<20	1909	5	<30	<3	<5	<1	39,5	99,77
BMSU-96*	Kdok kçt.	9,56	0,97	0,50	5,35	42,74	0,10	0,15	0,05	0,04	0,04	0,003	9	38	<5	<20	<20	1941	10	<30	<3	<5	<1	40,2	99,90
BMSU-79	D kçt.	2,12	0,23	0,09	19,60	30,63	0,28	0,05	0,01	0,15	0,02	<0.002	6	35	<5	<20	<20	701	<5	<30	<3	<5	<1	46,4	99,67
BMSU-132	D kçt.	0,77	0,07	<0.04	18,07	33,43	0,25	0,01	<0.01	0,09	0,02	<0.002	<5	15	<5	<20	<20	729	<5	<30	<3	6	<1	46,9	99,69
BMSU-32	Kçt.	0,21	<0.01	<0.04	1,54	53,22	0,10	<0.01	<0.01	0,12	0,05	<0.002	6	93	<5	<20	<20	673	<5	<30	<3	<5	<1	44,6	99,96
BMSU-115	Dk kçt.	18,18	0,24	0,11	15,19	27,09	0,08	0,04	0,01	0,11	0,02	<0.002	<5	16	<5	173	<20	607	6	<30	<3	<5	<1	38,6	99,74
BMSU-37	Çört	90,17	0,09	<0.04	0,27	4,69	0,04	0,03	<0.01	0,01	<0.01	<0.002	5	42	<5	<20	<20	142	6	<30	<3	<5	<1	4,6	99,95
BMSU-53	Çört	98,00	0,10	0,04	0,12	0,17	0,05	0,04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	7	145	<5	<20	49	90	<5	<30	<3	<5	<1	1,4	99,90
BMSU-57	Çört	84,91	0,10	<0.04	2,69	4,52	0,07	0,03	<0.01	0,03	<0.01	<0.002	8	149	<5	<20	25	386	<5	<30	<3	<5	<1	7,5	99,90

NOT: Arazi çalışmaları kapsamında derlenen örneklerin Çizelge 7.1'deki jeokimyasal değerleri kapsamında litolojileri yeniden düzenlenerek şu kısaltmalar kullanılmıştır: **Kkd kçt.:** Killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı, **Kud kçt.**: Kuvarslı dolomitik kireçtaşı, **Kdok kçt:** Killi dolomitik kuvarslı kireçtaşı, **D kçt.:** Dolomitik kireçtaşı, **Kçt:** Kireçtaşı, **Dk kçt:** Dolomitik kuvarslı kireçtaşı ***: XRD'**de kil minerali tespit edilmiştir.

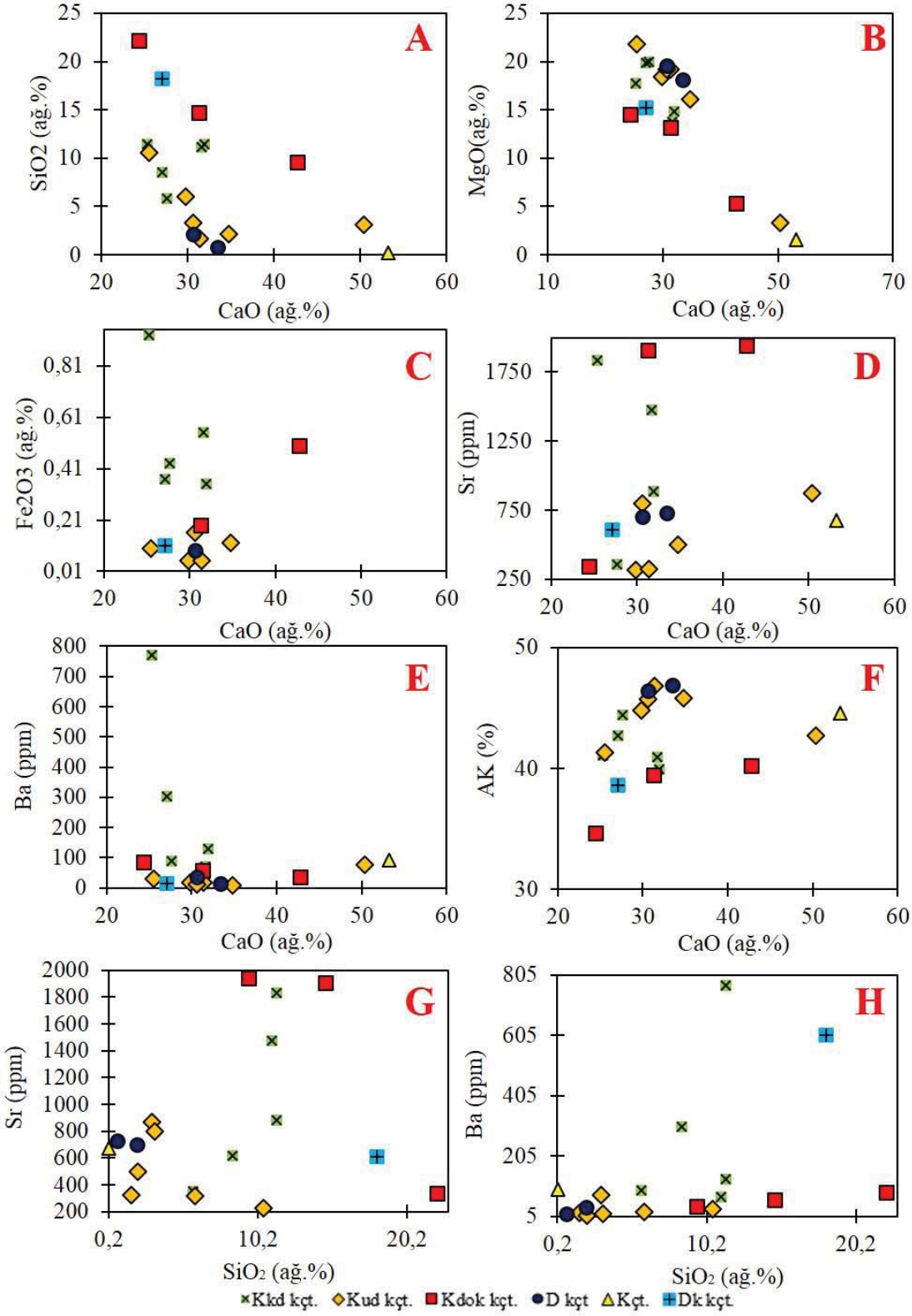
Çizelge 7.2 On sekiz adet örneğe ait ana oksit ve iz element değerlerinin korelasyon katsayı tablosu

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	Cu	Ba	Zn	Ni	Sr	Zr
Zr	0,33	0,76	0,74	-0,26	-0,06	-0,37	0,66	0,79	-0,25	0,39	0,6	0,39	0,37	-0,21	1	0,17	1
Sr	0,23	0,34	0,34	-0,38	0,18	-0,49	0,35	0,25	-0,22	0,32	-0,62	0,29	0,41	0,22	-1	1	
Ni	-1	1	1	1	1	1	1	0,08	-1	0,08	-	-	-1	-	1		
Zn	-0,33	-0,25	-0,24	-0,42	0,93	-0,01	-0,57	-0,63	-0,14	-0,18	-0,89	0,81	-0,37	1			
Ba	0,19	0,57	0,59	0,09	-0,23	-0,22	0,85	0,52	-0,29	0,05	0,28	0,01	1				
Cu	0,23	0,29	0,29	-0,07	-0,08	-0,24	0,06	0,37	-0,22	0,1	-0,73	1					
Cr_2O_3	0,78	0,91	0,92	0,36	-0,6	-0,7	0,67	0,85	-0,98	-0,63	1						
MnO	-0,18	0,3	0,27	-0,77	0,74	-0,42	0,28	0,42	0,13	1							
P_2O_5	-0,46	-0,63	-0,63	-0,27	0,47	0,14	-0,54	-0,61	1								
TiO_2	0,53	0,99	0,99	-0,25	-0,26	-0,47	0,82	1									
K_2O	0,42	0,85	0,86	-0,08	-0,39	-0,44	1										
Na_2O	-0,57	-0,63	-0,6	0,63	-0,26	1											
CaO	-0,51	-0,27	-0,24	-0,88	1												
MgO	0,06	-0,34	-0,31	1													
Fe_2O_3	0,57	1	1														
Al_2O_3	0,62	1															
SiO_2	1																

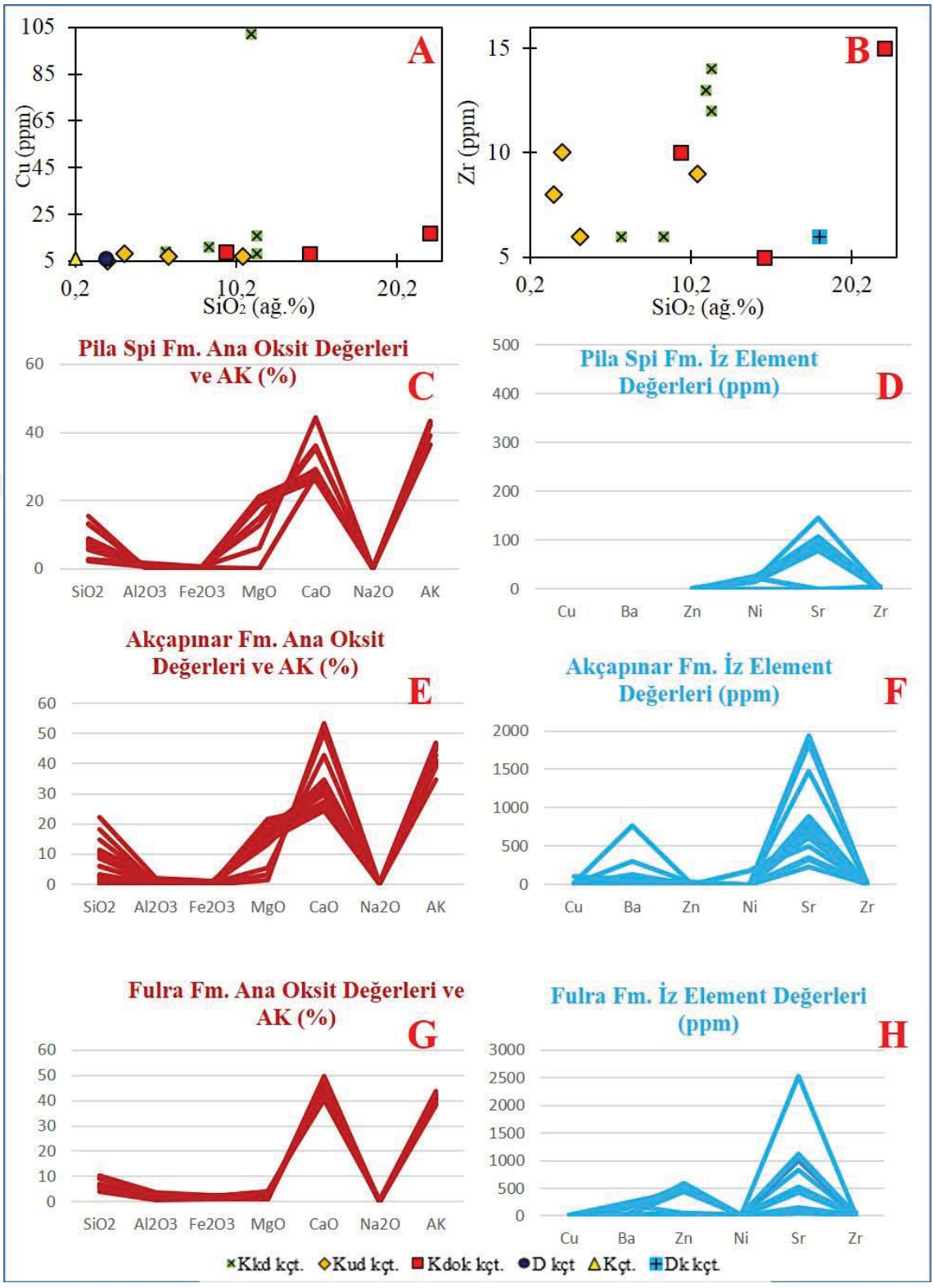
r>+0,90 Pozitif yüksek korelasyon
+0,60>**r**>+0,90 Pozitif orta korelasyon
r<-0,90 Negatif yüksek korelasyon
-0,60>**r**>-0,90 Negatif orta korelasyon

Çizelge 7.3 On sekiz adet örneğe ait ana oksit ve iz elementlerin istatistiksel parametreleri

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	Cu	Ba	Zn	Ni	Sr	Zr
Max.	22,2	2,11	1,08	21,7	53,22	0,33	0,83	0,09	0,15	0,05	0,005	102	769	32	174	1941	15
Min.	0,2	0,1	0,1	1,5	24,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	8,0	6,0	173	226,0	5,0
Ortalama	7,5	0,5	0,3	14,3	31,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	11,5	98,2	4,1	18,3	794,6	6,3
Std. Sapma	6,0	0,5	0,3	5,7	7,9	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1	170,1	7,8	50,4	536,3	3,6
Top. Örnek	18,0	16,0	15,0	18,0	18,0	18,0	16,0	12,0	17,0	15,0	4,0	14,0	18,0	5,0	2,0	18,0	13,0



Şekil 7.1 Akçapınar Fm. esas oksit-iz element karşılaştırma grafikleri



Şekil 7.2 Akçapınar-Pila Spi-Fulra Fm.ları esas oksit, iz element karşılaştırma grafikleri

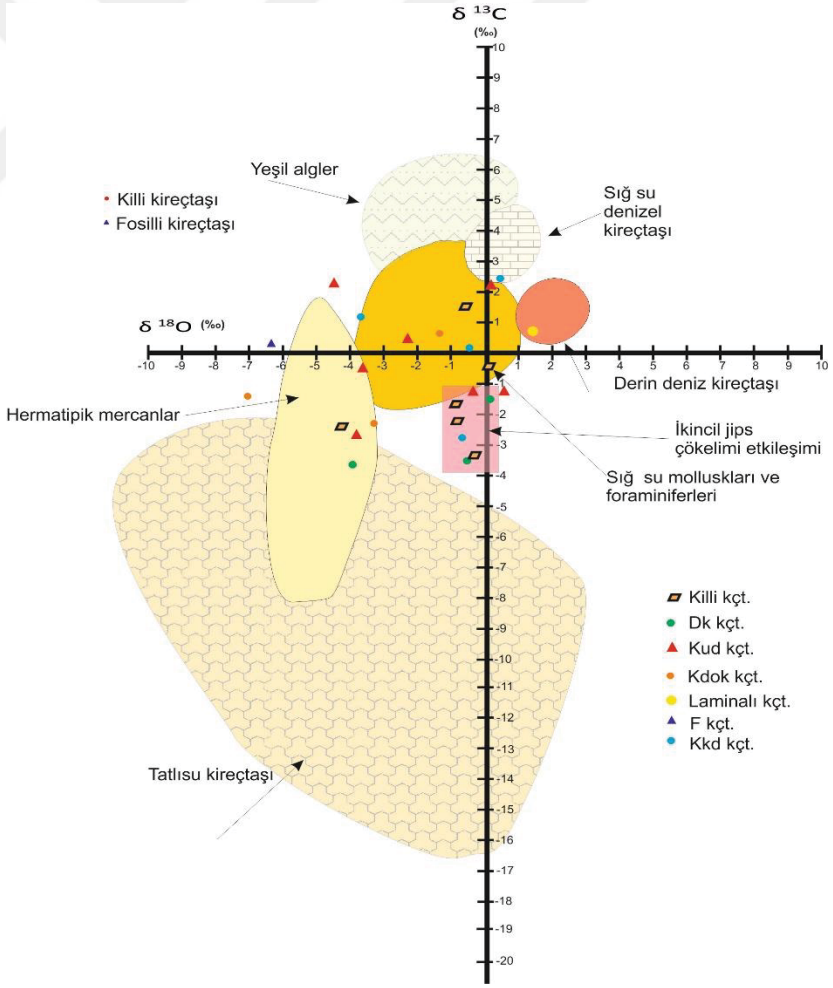
7. 2 ^{13}C, ^{18}O ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ İzotop Çalışmaları

Karbon ve oksijen izotoplarının belirlenmesi amacı ile seçilen 25 adet örnekten yapılan izotop ölçümlerinde Çizelge 7.4'deki değerler elde edilmiştir. Bunlara ilaveten Akçapınar Formayonu'nun en tipik olarak gözlemlendiği 10-18.lokasyonlar arasından seçilen 4 adet örnekte Stronsiyum izotop analizi yapılmıştır. $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop değerleri 0,707401-0,707841 arasında değişmektedir. Havza içerisinde oldukça geniş bir alanı temsil eden örneklerde $^{13}C_{V\text{-}PDB}$ izotop değerleri -3,78 ile 2,46 arasında değişmektedir. $\delta\text{-}^{18}O_{V\text{-}PDB}$ izotop değerleri ise -7,01 ile 1,32 arasında değişmektedir. $\delta\text{-}^{18}O_{V\text{-}PDB}$ değerleri Gonfiantini 1978 çalışmasındaki aşağıdaki denklem vasıtasıyla Hoefs (1987), Baker ve Faillick (1989) diyagramlarına aktarılabilmesi için $\delta\text{-}^{18}O_{SMOW}$ değerlerine dönüştürülmüştür. Gerçekleştirilen bu dönüşüm sonrası $\delta\text{-}^{18}O_{SMOW}$ değerleri 25,39-31,37 arasında değişmektedir ($\delta\text{-}^{18}O_{SMOW} = 1.03091*\delta\text{-}^{18}O_{V\text{-}PDB} + 30.01$ (Gonfiantini 1978 denklemi).

Çizelge 7.4 Yirmi beş adet örneğe ait çeşitli izotop değerleri (Kkd kçt.: Killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı, Kud kçt.: Kuvarslı dolomitik kireçtaşı, Kdok kçt: Killi dolomitik kuvarslı kireçtaşı, D kçt.: Dolomitik kireçtaşı, Kçt: Kireçtaşı, Dk kçt: Dolomitik kuvarslı kireçtaşı)

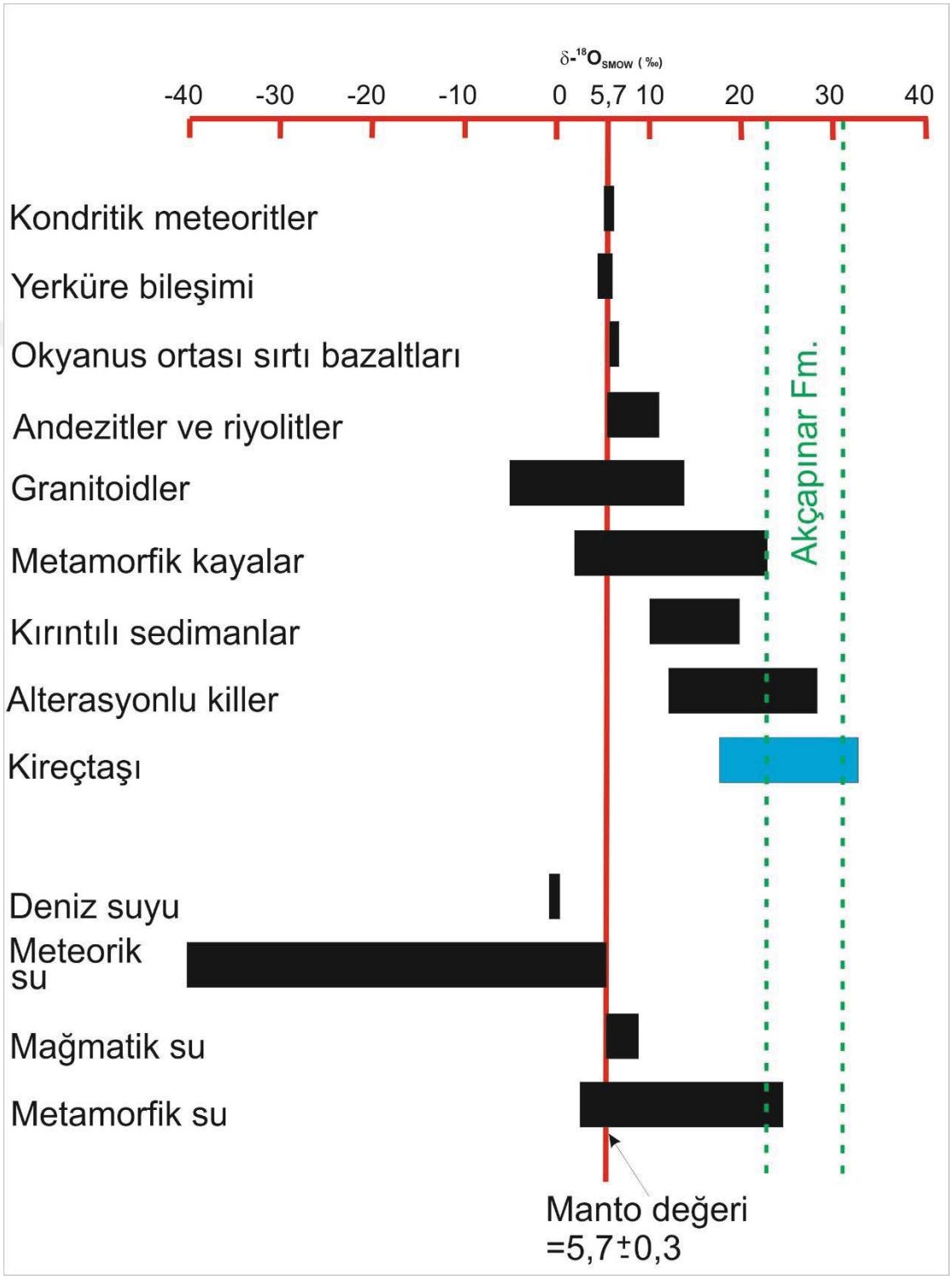
	Örnek	Litoloji	Lokasyon	$\delta\text{-}^{13}C_{V\text{-}PDB}$	$\delta\text{-}^{18}O_{V\text{-}PDB}$	$\delta\text{-}^{18}O_{SMOW}$	$^{87}Sr/^{86}Sr$
1	**BMSU-4**	Kkd kçt.	2. Lok.	1,28	-3,89	26,00	-
2	**BMSU-22**	Kkd kçt.	5. Lok.	0,04	-0,47	29,52	-
3	**BMSU-27**	Kkd kçt.	5. Lok.	2,46	0,47	30,49	-
4	**BMSU-84**	Kkd kçt.	18. Lok.	-2,86	-0,63	26,69	-
5	**BMSU-6**	Kud kçt.	2. Lok.	2,20	-4,48	25,39	-
6	**BMSU-33**	Kud kçt.	7. Lok.	2,09	0,17	30,18	-
7	**BMSU-101**	Kud kçt.	21. Lok.	-1,28	-0,32	25,96	-
8	**BMSU-107**	Kud kçt.	25. Lok.	-1,35	0,52	29,43	-
9	**BMSU-134**	Kud kçt.	37. Lok.	-0,45	-3,65	26,00	-
10	**BMSU-140**	Kud kçt.	39. Lok.	0,59	-2,29	25,39	-
11	**BMSU-146**	Kud kçt.	39. Lok.	-2,81	-3,85	31,37	-
12	**BMSU-16**	Laminalı kçt.	2. Lok.	0,85	1,32	31,37	-
13	**BMSU-50**	Kdok kçt	10. Lok.	-1,37	-7,01	29,17	0,707822 ± 9
14	**BMSU-95**	Kdok kçt.	18. Lok.	0,79	-1,29	30,14	0,707401 ± 8
15	**BMSU-96**	Kdok kçt.	19. Lok.	-2,29	-3,22	30,54	-
16	**BMSU-115**	Dk kçt.	31. Lok.	-3,78	-3,93	26,25	-
17	**BMSU-79**	D kçt.	17. Lok.	-1,55	0,04	28,68	0,707604 ± 6
18	**BMSU-132**	D kçt.	37. Lok.	-3,42	-0,57	26,04	-
19	**BMSU-20**	Killi kçt.	2. Lok.	1,53	-0,53	29,46	-
20	**BMSU-34**	Killi kçt.	8. Lok.	-2,37	-4,27	25,61	-
21	**BMSU-73**	Killi kçt.	16. Lok.	-2,17	-0,82	29,08	0,707841 ± 18
22	**BMSU-88**	Killi kçt.	18. Lok.	-1,77	-0,91	29,68	-
23	**BMSU-106**	Killi kçt.	25. Lok.	-0,44	0,12	29,70	-
24	**BMSU-129**	Killi kçt.	36. Lok.	-3,32	-0,30	27,65	-
25	**BMSU-32**	Fosilli kçt.	7. Lok.	0,35	-6,38	23,43	-

Farklı lokasyonlara ait bu örnekler mineraloji, petrografi ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı (Kkd kçt.), kuvarslı dolomitik kireçtaşı (Kud kçt.), killi dolomitik kuvarslı kireçtaşı (Kdok kçt), dolomitik kireçtaşı (D kçt.), dolomitik kuvarslı kireçtaşı (Dk kçt), killi kireçtaşı, laminalı kireçtaşı ve fosilli kireçtaşı şeklinde isimlendirilmiştir (Çizelge 7.4) Farklı litoloji ve farklı lokasyonlara ait olan bu değerler ortamsal parametrelerin yorumlanması için Milliman (1974) çalışmasındaki diyagramın üzerine koyulduğunda çeşitli alanlarda dağılımlar göstermiştir (Şekil 7.3). Bu dağılımlar genele olarak sığ su mollusklar ve foraminiferleri, hermatipik mercanlar ve ikincil jips çökelimi etkileşimi alanlarının olduğu bölgelerde kümelenmektedir. Bu veriler, arazi gözlemleri ve diğer çalışmalar neticesinde sınırlı-kapalı, sığ denizel-lagünel ortamda çökeldiği düşünülen Akçapınar Formasyonu'nun paleocoğrafik özelliklerini desteklemektedir.



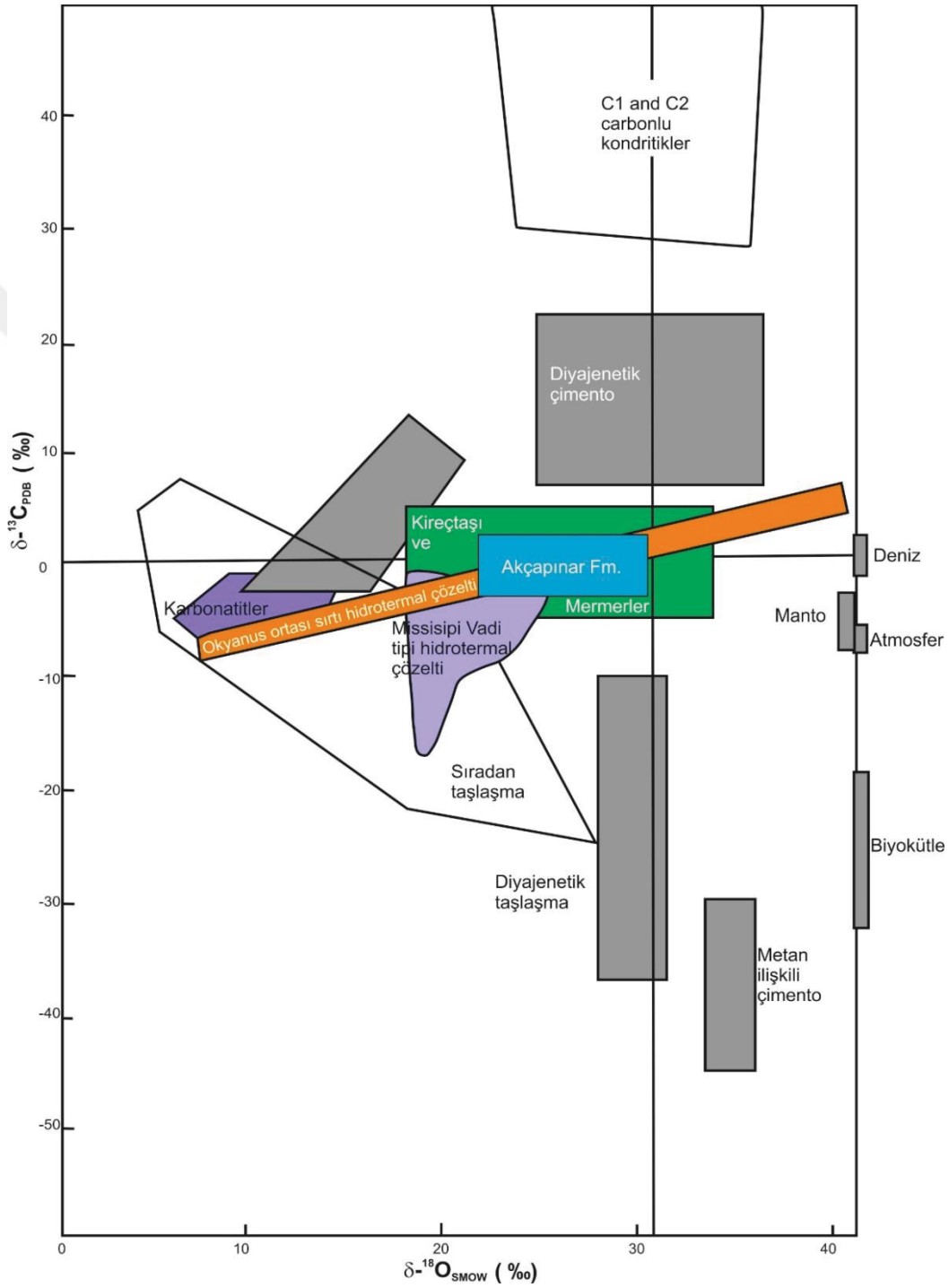
Şekil 7.3 $^{13}C/^{18}O$ izotop değerleri Milliman (1974) tablosu üzerindeki dağılımı

Gonfiantini (1978) denklemi ile SMOW'a dönüştürülen δ-^{18}O değerleri Şekil 7.4 deki Hoefs (1987) grafiğine aktarıldığında Akçapınar Fm. oksijen izotop ölçümleri kireçtaşı aralığına düşmektedir (Şekil 7.4).



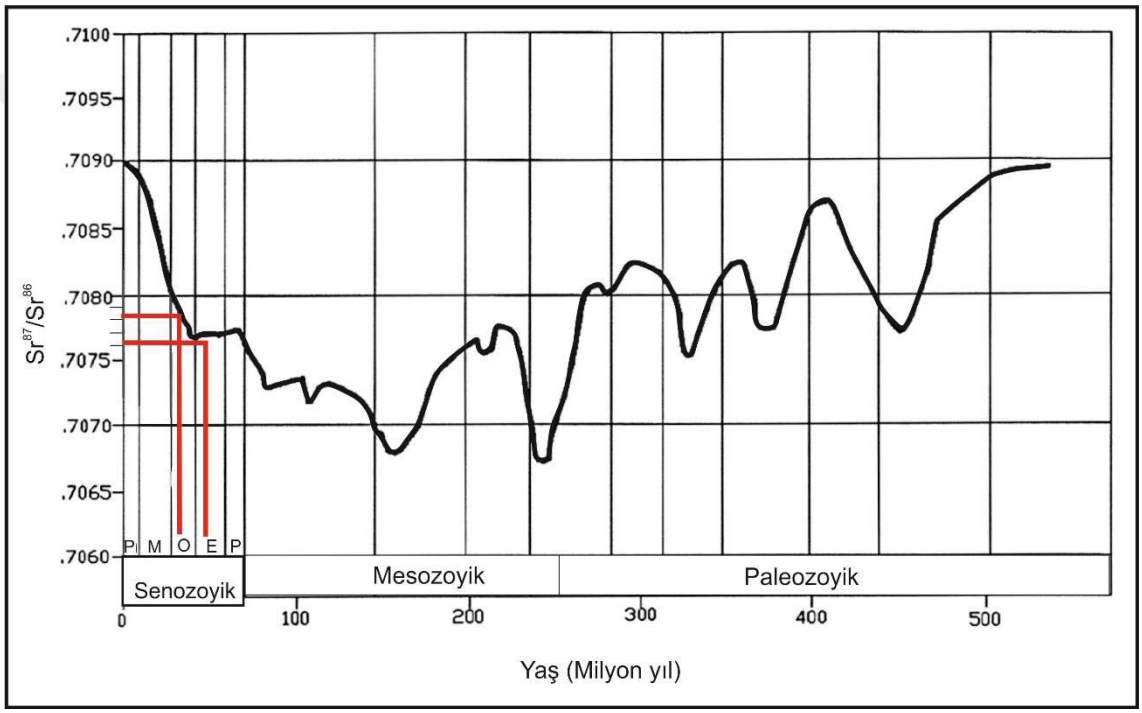
Şekil 7.4 Hoefs (1987) doğal oksijen izotop dağılım cetveli

Benzer şekilde elde edilen δ-$^{18}O_{SMOW}$ değerleri ile $^{13}C_{V\text{-}PDB}$ izotop değerleri Baker ve Faillick (1989) çalışması grafiğindeki x ve y eksenlerine yerleştirildiğinde Akçapınar Formasyonu'na ait olan örnekler kireçtaşı ve mermer aralığına düşmektedir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Baker ve Faillick (1989) çalışması farklı ortamlar C-O izotop dağılım grafiği

Bilimkent maden ocağı işletme yolu üzerindeki yarmalardan alınan örneklere ait $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop değerleri Çizelge 7.4'de sunulmuştur. Buradaki değerler formasyon yaşının kabaca belirlenmesi için Burke ve diğ., 1982' de yaptığı $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotopunun jeolojik zaman tablosu değişimi eğrisi üzerine aktarıldığında (Şekil 7.6) elde edilen değerlerin Paleojen (Eosen-Oligosen) aralığında olduğu görülmektedir. Burada seçilen bir adet örnekte (BMSU-95) muhtemel yüksek kil içeriğinden kaynaklı bir kontaminasyon sebebi ile $^{87}Sr/^{86}Sr$ değeri oldukça düşük çıkmış ve bu veri ilgili tabloda kullanılmamıştır.



Şekil 7.6 $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop değerlerinin Burke (1982) eğrisi üzerindeki dağılımı

8. TARTIŞMA

Önceki çalışmalar kısmında bahsedilen yerli ve yabancı çalışmalarda Akçapınar Formasyonu'nun paleocoğrafik evrimi ve karbonat platform türü ile alakalı çok sınırlı bir veri bulunmaktadır. Buna mukabil, Akçapınar Formasyonu'nun bazı genel jeolojik özellikleri ağırlıklı olarak yerli çalışmacılar tarafından irdelenmiştir. Bu incelemeler sırasında taban-tavan dokanak ilişkileri, jeolojik yaş verisi, fasiyes bulguları ve fosil içeriği gibi bazı genel jeolojik kavramların farklı şekilde değerlendirildiği ve yorumlandığı, jeokimyasal bulgular ve çökelme ortamı-modelleri gibi bazı kavramların ise daha önce hiç ele alınmadığı görülmüştür. Bu farklı değerlendirmeler dikkate alınarak tartışma bölümü farklı iki alt başlık içerisinde derlenerek aşağıda sunulmuştur.

8.1 Akçapınar Formasyonu'nun Paleocoğrafik Evrimi ve Karbonat Platform Türü

Güncel konumu itibariyle Sakarya ve İstanbul Zonu'nun kesişiminde İntra Pontid Kuşağı olarak isimlendirilen bölge üzerinde yer alan Akçapınar Formasyonu'nu tabanında kırıntılı birimlerden oluşan oldukça kalın bir Eosen istif üzerinde çökelmiştir. Burada Eosen tabanını temsil eden Safranbolu Formasyonu açık denizel-şelf karakterinde olup, içerisinde bol miktarda nummulitli seviyelerin yanı sıra resifal karakterli kireçtaşı fasiyesleri de barındırmaktadır. Havzada ilk karbonat çökelim fazını temsil eden bu platform başlangıçta küresel ölçekli "Paleosen-Eosen Maksimum Isınma" (PETM: Paleocene-Eocene Thermal Maximum) olayına bağlı olarak östatik deniz seviyesi yükselimi ile gelişen "yamaç/yokuş" tipi karbonat platformu" karakterindedir. Alt Eosen (Üst Kuviziyen)'den itibaren havzanın derinleşmesiyle birlikte silisiklastik çökelim başlamıştır (Karabük Fm.). Bu evrede Safranbolu Karbonat platformu, delta-türbidit birlikteliğinin silisiklastikleri tarafından boğularak sonlandırılmıştır. Bu deniz ilerlemesini takip eden deniz çekilmesinin son evresinde ise menderesli akarsu çökelleri (Çerçen Üyesi) depolanmıştır. Havzada regresif evreyi takip eden dönemde (Orta Eosen; Üst Lütesiyen) bölgesel ölçekli sıkışma tektoniği ve yine küresel ölçekli "Orta Eosen Klimatik Yükselimi" (MECO: Middle Eocene Climatic Optimum)'ne bağlı olarak gelişen östatik deniz seviyesi yükselimiyle birlikte yeniden ikinci karbonat platformu oluşturmuştur (Soğanlı Fm.). Bu karbonat platformu 100-

150m. kalın lığında olup, korunaklı kıyı bölümlerinde miliolid, orbitolites, rotalid, textularid, pelecypod, yeşil alg ve ostracod'lu karbonatlar çökelirken; kıyı-kıyı önü ortamlarında ise yoğun olarak kırmızı alg ve alveolin, ile seyrek nümmülit topluluğunu içeren bank tipi karbonatlar çökelmiştir (Tekin ve diğ. 2019 b). Eosen sonu tektonik yükselim ve iklimsel ısınma evresi tüm bu istif üzerine evaporitik karakterde (jips-anhidrit fasiyesli) Pürçükören Formasyonunu çökeltirken, giderek sığlaşan kapalı-sınırlı karakterdeki denizel etkileşimin nadiren gerçekleşebildiği bu ortam ağırlıklı olarak killi karbonat ve kil seviyeleri çökelterek Akçapınar Formasyonu'nu oluşturmuştur. Çökelim esnasındaki genel olarak K-G güney yönlü sıkışma ve tektonik aktivite Akçapınar Formasyonu'nu yumuşak (soft) sedimanter olarak deforme etmiştir.

Bir karbonat platform türünün anlaşılabilmesi için havza sınırı, saha yayılımı ve o birimin morfolojik özelliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanı sıra, küresel olarak deniz seviyesi değişimleri ve tektonik etki platform türünün evriminde çok önemli iki parametredir. Bölgesel olarak ise iklim, deniz suyu kimyası ve biyolojik çeşitlilik tane tipini, fasiyesleri ve platformu oluşturan bazı elementleri kontrol etmektedir (Bosence 2005). Tüm bu bileşenler dikkate alınarak öncelikle saha gözlemleri, daha sonra ise fasiyes çalışmaları akabinde Akçapınar Formasyonu'nun çok sığ denizel koşullar altında, kapalı-sınırlı bir karbonat platformu türünde baskın olarak acısu karakterinde ve nadiren de olsa denizel etkileşimin gözlendiği bir izole bir karbonat platformunda giderek sığlaşarak ve karasallaşarak evrildiği düşünülmektedir.

8.2 Akçapınar Formasyonu'nun Genel Jeolojik Özellikleri

Saner ve diğ., 1979 çalışması ve sonrasında gerek Yergök ve diğ., 1987, gerekse Şen 2001, Timur ve Aksay 2002, Tüysüz ve diğ., 2004 çalışmalarına bakıldığında Akçapınar Formasyonu'nun stratigrafik pozisyonu için genel kanı tabanında Soğanlı Formasyonu ile uyumlu, tavanda ise Yunuslar Formasyonu ile uyumlu veya tedrici geçişli dokanaklara sahip olduğu şeklindedir. Bu doktora tez çalışması kapsamında Akçapınar Formasyonu tabanında yeni arazi verileri ışığında (özellikle Akçapınar Formasyonu için önerilen yeni tip lokalite güzergahında yapılan çalışmalar) Tekin ve diğ., 2019 çalışmasında ilk kez adlandırılan Pürçükören Formasyonu ile uyumlu, Pürçükören

Formasyonu'nun çökelmediği alanlarda ise Soğanlı Formasyonu ile zamansal uyumsuz olarak, tavanında ise Yunuslar Formasyonu ile uyumlu olarak stratigrafik ilişkisi tespit edilmiştir (Şekil 3.2).

Stratigrafik konum belirlenmesi amacıyla yürütülen arazi çalışmalarından derlenen örnekler paleontolojik, palinolojik ve izotop çalışmaları kapsamında değerlendirilerek önceki çalışmacıların (Güven, 1977; Saner ve diğ., 1979; Koçyiğit, 1987; Yergök ve diğ., 1987; Barkurt ve diğ., 1990; Şen, 2001; Timur ve Aksay, 2002; Tüysüz ve diğ., 2004; Uğuz ve Sevin, 2011) neredeyse tamamen göreceli olarak erken-orta Eosen olarak yaşlandırdığı Akçapınar Formasyonu'nu ilk kez kat mertebesinde geç Eosen-?erken Oligosen (Priyaboniyen-?Rupeliyen) olarak yaşlandırılmıştır (Şekil 3.2).

Güven (1977) ve (Şen 2001) tarafından içerisinde yalnızca litofasiyeslerin tanımlandığı, sınırlı miktarda mikroskobik özelliğin gözlemlendiği ve tanımlamalar içinde iç içe geçmiş litolojilerin bulunduğu Akçapınar Formasyonu içerisinde bu doktora tez çalışması kapsamında daha kapsamlı bir litofasiyes ve mikro fasiyes tanımlaması yapılmıştır. Bu tanımlamalar içerisinde açık krem renkli-steril killi kireçtaşı (Lf 2), kahve-yeşil renkli kiltaşı (Lf 3), açık krem renkli-laminalı killi kireçtaşı (Lf 4), beyaz renkli laminalı kiltaşı (Lf 7), açık yeşil renkli kiltaşı (Lf 8) lito fasiyesleri ve algli istiftaşı mikro fasiyesi (Mf2), jipsli çamurtaşı-vaketaşı mikro fasiyesi (Mf5), limonitli çamurtaşı-vaketaşı (MF6) mikro fasiyesleri önceki pek çok çalışmacı tarafından benimsenen sığ, düşük enerjili çökelim koşullarını destekler niteliktedir. Bu fasiyesler içerisinde değişik çalışmacılar tarafından bahsedilen fakat kökeni hakkında bir bilgi bulunmayan sileksit bantları, yani çört tabakalarının kökeni düşük dereceli hidrotermal çözeltiler olarak belirlenmiştir. Bu çözeltileri oluşturan kaynağının muhtemelen Hıratepe Fm. volkanikleri (Barkurt ve diğ., 1990) olduğu, havza içerisine taşınma şeklinin de sin sedimanter fay/kırık sistemleri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca şu ana kadar hiçbir çalışmacı tarafından fasiyes toplulukları kavramı oluşturulmamış ve yapılan yorumlarda kullanılmamıştır. Bu doktora tez çalışması kapsamında ayırt edilen mikro fasiyesler ve fasiyes toplulukları ayrı ayrı ele alınmıştır. Buna ilaveten ÖSK çalışmalarında belirtilen fasiyes korelasyonu yapılmış ve bu korelasyonun yanal devamlılığını izleyebilmek için panel diyagramlar oluşturulmuştur (Ek 7-8).

Arazi gözlemleri neticesinde bir kısım önceki çalışmacılar (Saner ve diğ., 1980; Barkurt ve diğ., 1990; Timur ve Aksay, 2002) tarafından Akçapınar Formasyonu tamamen makro veya mikro fosil içermeyen, steril kayaçlardan oluşmaktadır fikri kabul görmüştür. Bir kısım önceki çalışmacılar ((Soğanlı Formasyonu'nun Çakmak Üyesi için Güven 1977); Yergök ve diğ., 1987; Şen, 2001)) ise formasyon içerisinde fosil gözlemlemiş ancak bu fosillerle ilgili detaylı bir tayin yapamamakla beraber fosil bulunan seviye hakkında stratigrafik ve sedimantolojik yeterli bir bilgi aktaramamıştır. Bu doktora tez çalışmasında Mf1-seyrek fosilli vaketaşı fasiyesi kapsamında 2 adet gastropod türü (*Lymnaea urceolata* Braun in Walchner, 1851, *Planorbarius* sp. indet. Rafinesque, 1815), 1 adet yaprak fosili (*Daphnogene* sp.) tespit edilerek ilgili seviler formasyon içinde belirtilmiştir (Şekil 4.1).

Daha önce hiçbir çalışmacı tarafından yapılmayan jeokimyasal değerlendirmeler kapsamında Akçapınar Formasyonu'nda yapılan mineralojik XRD değerlendirmelerinin yanı sıra yapılan $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop çalışmaları yaş verilerini destekler nitelikte olup, ^{13}C ve ^{18}O izotop analizleri, karbonat çökellerinin sığ denizel ortam koşullarında oluştuğunu göstermektedir (sığ su mollusklar ve foraminiferleri, hermatipik mercanlar, kireçtaşı çökelim alanı). Jeokimya çalışmalarında elde edilen esas oksit ve iz element verileri Akçapınar Formasyonu ile eş yaşlı ve benzer paleocoğrafik özellikler gösteren Pila Spi Formasyonu (Kuzey Irak bölgesinde) (Tobia ve diğ., 2020) ve Fulra Formasyonu (Kuzey Hindistan) (Srivastava ve Singh 2019) mukayeseli olarak karşılaştırılıp, Akçapınar Fm. için yapılan yorumlamalar teyit edilmiştir (Çizelge 7.1-2, Şekil 7.1-6).

Şen 2001 çalışmasında Soğanlı ve Akçapınar Formasyonları'nın çökelme ortamları birbiriyle ilişkili olduğu görüşü kabul edildiği için bu iki formasyon beraber ele alınıp tek bir blok diyagram üzerinde modellenmiştir. Bu doktora tezi çalışmaları kapsamında yeni saha çalışmaları ve yeni fasiyes tanımlamaları ışığında Akçapınar Formasyonu mikro fasiyesleri ve litofasiyes toplulukları ele alınarak çökelim modeli oluşturulmuştur (Ek 1).

9. SONUÇLAR

Batı Karadeniz Bölgesi Karabük ili ve civarlarında yüzlek veren Akçapınar Formasyonuna ait ilgili literatür özetlenerek, bu kapsamdaki çeşitli araştırmacıların çalışmalarından derlenen, aynı birimlerin farklı adlama ve yaş konaklarının daha net anlaşılabilmesi amacı ile yapılan stratigrafik korelasyon tablosu şekil 3.3'de sunulmuştur. Burada daha ziyade çalışmada elde edilen bulgulara ve sonuçlara maddeler halinde değinilmiştir.

1-) Çalışma alanında 20 adet Akçapınar Fm. ve 2 adet Yunuslar Fm.'ları birimlerini içeren farklı lokasyonlardan toplamda 22 adet ölçülü stratigrafik kolon kesit yapılmış ve 13 adet lokasyon belirlenerek Akçapınar Formasyonundan nokta örnek alınmıştır. Gerçekleştirilen bu ÖSK çalışmaları ile Akçapınar Formasyonu için 8 adet litofasiyes belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla; Lf 1 Organik maddece zengin laminalı koyu renkli kiltaşı, Lf 2 açık krem renkli steril killi kireçtaşı, Lf 3 kahve-yeşil renkli kiltaşı, Lf 4 açık krem renkli laminalı killi kireçtaşı, Lf 5 çört ara tabakalı killi kireçtaşı, Lf 6 sedimanter breş, Lf 7 beyaz renkli laminalı kiltaşı, Lf 8 açık yeşil renkli kiltaşıdır. Bu çalışmalara ek olarak 6 adet farklı mikro fasiyes, 2 adet mikro alt fasiyes tespit edilmiştir. Bunlar; Mf1-seyrek fosilli vaketaşı fasiyesi, Mf2-algli istiftaşı fasiyesi, Mf2a-manganlı istiftaşı fasiyesi, Mf2b-bitümlü istiftaşı fasiyesi, Mf3-pelletli tanetaşı fasiyesi, Mf4-çört ara bantlı çamurtaşı fasiyesi, Mf5-evaporitli çamurtaşı-vaketaşı fasiyesi, Mf6-limonitli çamurtaşı-vaketaşı fasiyesleridir. Gerek litofasiyesler gerekse mikro fasiyesler yapılan ÖSK'lar üzerinde çizgisel olarak gösterilmiştir. Ayrıca ÖSK çalışması yapılan istiflerdeki çok büyük ölçekli olmayan antiklinal, senklinal, kıvrım, burulma-burkulma, mikro faylanmalar gibi sedimantasyon ile hemen hemen eş yaşlı olan deformasyon unsurları ilgili arazi fotoğrafları üzerine aktarılmaya çalışılmıştır. Akçapınar Formasyonu'nun tavan dokanağında olan Yunuslar Formasyonu ile ilgili 2 adet ÖSK çalışması yapılmış olup bu çalışmalar kapsamında 3 adet farklı litofasiyes belirlenmiştir. Bunlar; Yf1-kiltaşı litofasiyesi, Yf2-kumtaşı litofasiyesi, Yf3-çakıltaşı litofasiyesleridir.

2-) Akçapınar Formasyonu'nda gerçekleştirilen ÖSK çalışmaları ile Mf1 mikro fasiyesi kapsamında gastropod fosilleri (*Lymnaea urceolata* Braun in Walchner, 1851 Dr. Müjde Gürsoy tarafından tanımlanmıştır), (*Planorbarius* sp. indet. Rafinesque, 1815, Dume´ril, 1806 Dr. Mathais Harzhauser ve Dr. İzzet Hoşgör tarafından tanımlanmıştır) ve yaprak fosili (*Daphnogene* sp. Dr. Mine Sezgül Kayseri Özer tarafından tanımlanmıştır) bulguları ilk kez tespit edilmiş, sıklıkla bitki kök kalıp izlerine rastlanılmıştır (Şekil 3.14).

3-) ÖSK çalışmaları sırasında kil ara katkılı seviyelerden alınan yaklaşık 28 adet palinolojik numunenin değerlendirilmesi ile Akçapınar Formasyonu geç Eosen-?erken Oligosen (Priyaboniyen-?Rupeliyen) olarak yaşlandırılmıştır. Bu kapsamda tespit edilen spor-polen formları (Tüm bu spor-polen verileri Prof. Dr. Funda Akgün tarafından tanımlanmıştır) şekil 3.15'de sunularak ilgili levhaya ait açıklamalar devamında verilmiştir

4-) Spor-polen çalışmalarında incelenen örneklerin tamamının XRD çalışmaları ile tüm kaya ve kil mineral birliktelikleri tespit edilmiştir. Palinoloji çalışmalarına ek olarak bu sonuçlar paleoiklim yorumlarında kullanılmak üzere Çizelge 6.1'e aktarılarak sunulmuştur. Bu çizelge içerisinde örneklere ait lokasyonlar, litoloji, örneğin tüm kaya bileşimi, kil içereğinin yanı sıra paleoiklimsel yorumlarda sunulmuştur (kil mineralojisi içeriği Doç Dr. Zehra Karakaş tarafından yorumlanmıştır). Seçilen bazı örneklere ait (yeşil ton vurgulu) karakteristik pikleri gösteren difragtogramlar ise şekil 6.1-8 arasında verilmiştir

5-) İnce kesit çalışmalarında kimyasal içeriği belirlenemeyen 14 farklı ince kesit üzerinden yaklaşık 29 adet farklı nokta için RAMAN çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile çeşitli mineral ve oksidasyon zonlarının varlığı kanıtlanmış (Çizelge 6.2), ölçümlere ait bazı karakteristik shift değerleri şekil 6.9-11 arasında sunulmuştur. Burada ince kesitlerde sıklıkla rastlanılan fecal pelletli zonların arasında oksidasyon yüzeylerinin bulunması sedimantasyonun mevsimsel olarak kesintiye uğrayıp,

yüzeylemesini göstermesi açısından tipiktir. Ayrıca kılcal bitümlü seviyeler ve mangan oksitli alanlar anoksik ortamı gösterir bir diğer parametredir.

6-) ÖSK çalışmaları sırasında Akçapınar Formasyonu'na ait derlenen örneklerden yaklaşık 400 adet petrografik ve paleontolojik inceleme amaçlı ince kesit yaptırılarak bunlar polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda çeşitli fosil, mineral, doku görüntüleri ve kayaç adlamaları 8'erli gruplar halinde yaklaşık 18 adet şekil içinde mümkün mertebe üzerinde belirteçli olarak açıklamaları ile beraber sunulmuştur (Şekil 5.1-18).

7-) İnce kesit çalışmalarında aydınlatılamayan noktalar için detaylı SEM ve EDS çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında elde edilen görüntü ve grafikler şekil 5.20-22'de açıklamaları ile beraber verilmiştir. Bu çalışma esnasında tespit edilen bakteriyel yapılar anoksik ortamları da göstermektedir. İnce kesit görüntülerinde küresel (globüler) formalara sahip olan (şekil 5.2 b), SEM görüntülerinde ise kalıp ve dış süs izlerine rastlanılan formun karofit gyrogonite olduğu tespit edilmiştir (Dr. Josep Sanjuan Girbau tarafından tanımlanmıştır. Sanjuan ve diğ., 2014; Sanjuan ve Martin Closas 2014; Sanjuan ve Martin Closas 2015). Tatlı su ve acısu ortamlarında gözlemlenebilen karofitler Siluriyen'den günümüze kadar olan ki dönemde korunaklı, sığ ve düşük enerjili ortamları gösterir biyostratigrafik bulgular olarak kabul edilmiştir (Sanjuan ve Alqudah 2018).

8-) ÖSK çalışmaları sırasında Akçapınar Formasyonu'na ait 21 adet örnekten ICP-MS çalışmaları gerçekleştirilmiş, elde edilen esas oksit ve iz element değerleri çizelge 7.1'de sunulmuştur. Burada karbonatlı örneklere ait esas oksit ve iz element değerleri Microsoft excell programı yardımı ile korele edilerek korelasyon katsayı tablosu oluşturulmuş, (çizelge 7.2) ardından kısaca element veya oksitler arasındaki korelasyon türleri ifade edilerek sunulmuştur. Ayrıca Çizelge 7.3'de bu örneklere ait istatistiksel parametrelerin dağılımı belirtilmiştir. Tüm bu değerlendirmeler kapsamında arazi çalışmalarından derlenen örnekler Kkd kçt.: Killi kuvarslı dolomitik kireçtaşı, Kud kçt.: Kuvarslı dolomitik kireçtaşı, Kdok kçt: Killi dolomitik kuvarslı kireçtaşı, D kçt.:

Dolomitik kireçtaşı, Kçt: Kireçtaşı, Dk kçt: Dolomitik kuvarslı kireçtaşı şeklinde yeniden isimlendirilerek, kısaltmaları kullanılmıştır.

9-) ÖSK çalışmaları sırasında Akçapınar Formasyonu'na ait 25 adet örnekten ^{13}C ve ^{18}O izotop analizi, 4 adet örnekten ise $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop analizi yapılmıştır. Bu analizlere ait sonuçlar Çizelge 7.4'de sunulmuştur. Tablodaki δ-$^{13}C_{V\text{-}PDB}$, δ-$^{18}O_{V\text{-}PDB}$ ve δ-$^{18}O_{SMOW}$ izotop değerleri Milliman (1974), Hoefs (1987) ve Baker ve Faillick (1989) çalışmalarındaki diyagram üzerine aktarılarak ilgili veriler yorumlanmaya çalışılmıştır. Yine bu tabloda belirtilen $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop değerleri Burke (1982) eğrisi üzerine aktarılarak Akçapınar Formasyonun yaş aralığı hakkında bir yorumlama yapılmıştır.

10-) ÖSK çalışmalarının ve diğer saha çalışmalarının neticesinde Akçapınar Formasyonu'nun yayılım gösterdiği (Ek-2 Google Earth görüntüsü harita dağılımları) F29c4 paftasının ilgili kısmı (Ek-3 harita 1), F29c2 paftasının ilgili kısmı (Ek-4 harita 2), F29c1 ve F29c2 paftalarının ilgili kısımları (Ek-5 harita 3) ve F29c2, F30d1, F30d2 paftalarının ilgili kısımları (Ek-6 harita 4) revize edilip, lejantları hazırlanarak beraberlerinde ekler kısmında sunulmuştur. Burada Ek-6 harita 4 içerisinde ilk kez farklı çalışmacılar tarafından farklı formasyon ve simge ile gösterilen Akçapınar Formasyonu tek çatı altında haritalanarak uygun lejantı hazırlanmıştır.

11-) ÖSK çalışmaları, arazi gözlemleri ve mikroskop çalışmaları neticesinde 6 adet farklı mikro fasiyes ile 2 adet alt mikro fasiyes tayini yapılan Akçapınar Formasyonu kireçtaşları için bu mikro fasiyeslerin yanal değişim ve devamlılığın gözlenmesi amacıyla panel diyagram korelasyon çalışmaları yapılmıştır (Ek 7-8 Mikro Fasiyeslerin Korelasyonu Gösteren Panel Diyagram). Bu kapsamda havzanın batı kesiminden doğuya doğru 2, 6, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 39, 35, 36, 32, 38 ve 37. Lokasyon kapsamında yapılan ÖSK ve mikro fasiyes analizleri havza içerisinde klavuz bir seviye (örneğin; siyah şeyller, tüf katmanı veya yanal devamlı bir evaporitik sitif gibi) bulunmadığı için mümkün mertebe ölçüldüğü rakımlarda ve topoğrafya da dikkate alınarak mikro fasiyes korelasyonu üzerine yerleştirilmiş, burada mikro fasiyes topluluğu-1 (Mft-1) için Ek-7, fasiyes topluluğu-2 (Mft-2) için Ek-8 dizayn edilmiştir.

Artan numara sayısındaki mikro fasiyes değişimi denizel etkinin giderek azalmakta olduğunun yanı sıra, karasallaşmanın giderek baskınlaştığını ifade etmektedir. Burada mikro fasiyeslerin yanal devamlılığının ayrı ayrı ele alacak olursak; Mf1 (seyrek fosilli vaketaşı) mikro fasiyesi havza içerisinde göreceli olarak orta kesimlerde kaybolmakta ve daha ziyade batı ve doğu kesimlerde gözlenmektedir. Bu mikro fasiyes içerisindeki tatlı su girişimlerinin küçük bir kanıtı olabilecek gastropod türlerinin olması havzanın uç kesimlerinde bir miktar daha fazla tatlı su girdisinin olduğunu göstermektedir. Mf2 (algli istiftaşı) mikro fasiyesi yayılımına bakıldığında daha çok sakin, düşük enerjili ortam koşullarının tercih eden mikro algal yaygıların dağılımı batı ve orta kesimlerde gözlenmektedir. Havza içerisinde hemen hemen en fazla yanal devamlılığa sahip olan Mf2a (manganlı istiftaşı) mikro alt fasiyesi ortamın anoksik ve bitki egemen sığ koşullarda seyrettiğini ifade etmektedir. MF2a mikro alt fasiyesi desenine oldukça paralel fakat daha az sıklıkta gözlemlenen MF2b (bitümlü istiftaşı) mikro alt fasiyesi ise organik malzemenin bitüme dönüşüp koruna bildiği, oksijensiz depolanma ortamını göstermesi bakımından oldukça tipiktir. Çok sığ koşulları ve burada çok az miktarının fosilleşme olanağı bulabildiği, canlı faaliyetlerini göstermesi bakımından oldukça tipik olan Mf3 (pelletli tanetaşı) mikro fasiyesine havza içerisinde oldukça geniş bir yanal devamlılıkla rastlanır. Muhtemel sıcak su girişleri, sin sedimanter faylanma, kırık hatları ve çatlak sistemleri gibi etkilerle gelen hidrotermal çözeltilerin çökelttiği Mf4 (çört ara bantlı çamurtaşı) mikro fasiyesine ise havza içerisinde hemen hemen tüm bölgede rastlanıp, bu mikro fasiyes doğuya doğru göreceli olarak azalmaktadır. Havza içerisinde gerek işletilen, gerekse terk edilmiş jips-anhidrit ocaklarına yakın bölgelerde Mf5 (jipsli çamurtaşı-vaketası) mikro fasiyesine daha sık rastlanılması tabandaki Pürçükören Formasyonu ile etkileşimi göstermektedir. Genellikle çok sığ ve sakin koşuları temsil eden çökel sistemi mevsimsel etkiye bağlı olarak zaman zaman kuraklık dönemleri yaşamıştır. Bu kuraklık dönemlerine denk gelen periyotlarda su üzerine çıkan sedimanlar atmosferik etki ile oksitlenerek Mf6 (limonitli çamurtaşı-vaketaşı) mikro fasiyesini oluşturmuşlardır. Bu mikro fasiyes buharlaşma etkisine paralel olarak gözlenmekte olup, göreceli olarak havzanın batı kesiminde daha yaygındır. Tüm bu mikro fasiyes birliktelikleri ve bu birlikteliklerin arazide gözlemlenen tekrarlanmaları çökelim koşullarının devirselliğini ifade etmektedir.

10. ÇÖKELİM MODELİ

Yapılan tüm arazi gözlemleri, analizler ve laboratuvar çalışmaları neticesinde Akçapınar Formasyonu'nun gerek mikro fasiyeslerin, gerekse litofasiyes toplulukları blok diyagramlar üzerinde özet olarak modellenmeye çalışılmıştır (Ek-1 a-c). Arazi gözlemleri sırasında sahada oldukça geniş bir yayılım sunan Soğanlı karbonat platformu (Pg_{so}) üzerinde sığlaşma ve buharlaşma etkisi ile evaporitik karakterde Pürçükören Formasyonu (Pg_p) çökelmiş, bu çökel sistemini sınırlı-kapalı platform tipinde sığ denizel-lagünel koşullarda zaman zaman acısu karakterinde bir depolanma ortamının ürünü olan Akçapınar Formasyonu (Pg_a) takip etmiştir. Baskın olarak çok sığ ve zaman zaman acısu karakterinde olan bu formasyon içindeki kireçtaşlarında Mf1 (seyrek fosilli vaketaşı) mikro fasiyesine çökel sistemi içerisinde sıklıkla rastlanılmamaktadır. Bunun sebebi havza içerisinde yoğun canlı yaşamaması ve fosilleşme ihtimalinin düşük olmasıdır. Havza içerisine sınırlı miktarda da olsa tatlı su girişlerinin olduğu alanlarda tatlı-acısu ortamına adapte olmuş gastropodlu Mf1 mikro fasiyeslerine rastlamak mümkündür (Ek-1 a) (Braun, A. 1851). Yine havza içerisinde yaygın olmamakla beraber küçük algal yaygılar şeklinde Mf2 mikro fasiyesine rastlamak mümkündür. Gerek drenaj alanı, gerekse havza içerisindeki bitkisel kökenli kalıntı malzemesi tabaka ara yüzeylerinde manganlı seviyeler yani Mf2a mikro fasiyesinin oluşumuna sebep olmuştur. Manganlı seviyelerin varlığı oksijensiz ortamları göstermesi bakımından tipiktir. Havza içerisindeki korunan organik malzemenin çok az bir kısmı ise kılcal bitümler şeklinde Mf2b mikro fasiyesini oluşturmaktadır. Ekonomik olmayacak kadar çok az bir hacim teşkil eden bu fasiyes taze kırılmış örnek yüzeylerinde hafifçe hidrokarbon kokusu yayarken, anoksik koşulları göstermesi bakımından tipiktir (Riding 2000) (Ek-1 a). İçerisinde organik malzeme barındıran karbonat çamuru, giderek sığlaşan havza içerisinde bir takım canlılar için besin kaynağı olmuştur.

Karbonat çamurunu tüketen canlılar fecal pelletli seviyelerin oluşmasına sebep olarak Mf3 (pelletli tanetaşı) mikro fasiyesini çökeltmiştir (Macintyre 1985). Mikroskop altında yapılan ince kesit çalışmalarında fecal pellet morfolojilerindeki farklılıklar sediment üzerinde ez azından birkaç farklı canlı türünün aktivitesini göstermektedir. Arazide koyu renkli, sert morfolojisi ile tanınan Mf4 (çört ara bantlı çamurtaşı) mikro

fasiyesine havza içerisinde neredeyse tüm mikro fasiyesler içerisinde yanal devamlılığı birkaç on metre ile sınırlı şekilde rastlanır. Yapılan ince kesit çalışmalarında mikro kristalen kuvars ve sferülitik dokuda kalsedonların bu fasiyes içerisinde gözlenmesi düşük dereceli bir hidrotermal çözeltiyi işaret etmektedir. Her ne kadar arazi gözlemleri neticesinde bu tür hidrotermal çözeltiyi oluşturacak kaynaklara sıklıkla rastlanılmasa da Hıratepe Fm. volkaniklerinden (Barkurt ve diğ., 1990) türemiş düşük dereceli hidortermal çözeltilerin (sıcak su) gelimi havza içerisinde oluşan sin sedimanter fay ve kırık sistemleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Havzada sedimantasyon esnasında belirli periyodlarla devam eden bu gelim, daha sonra havza içerisindeki sedimanların antiklinal ve senklinal gibi deformasyon unsurları oluşturması ile çeşitli şekiller kazanmıştır (Ek-1 b).

Mf1'den Mf6'ya doğru artan sayıdaki fasiyes numaraları havza içerisinde çökel sisteminin göreceli olarak sığlaşıp, giderek karasallaştığını ifade etmektedir. Ek-1 b üzerinde gösterildiği gibi yıkanma ve/veya çözülme etkisi ile tabandaki Pürçükören Formasyonu'ndan gelen malzeme Mf5 (jipsli çamurtaşı-vaketaşı) mikro fasiyesinin çökeliminde etkili olmuştur. Sedimanın tamamen kuruyarak atmosferik etkiye maruz kaldığı dönemde ise sediman üzerinde bol miktarda kuruma çatlağı oluşarak (El Tabakh ve diğ., 1998, Warren 2010, Roveri ve diğ., 2020), içerisinde demir elementi ihtiva eden mineraller oksitlenerek limonitli Mf6 mikro fasiyeslerini oluşturmuşlardır (Ek-1 b).

Akçapınar Formasyonu içerisinde mikroskobik olarak incelenen mikro fasiyeslerin yanı sıra, makroskobik olarak arazide gözlemlenen lito fasiyesler, kireçtaşlarından oluşan litofasiyes topluluğu (LfT-2) ve kiltaşlarından oluşan litofasiyes topluluğu (LfT-1) adı altında gruplandırılmışlardır. Söz konusu bu iki ayrı litofasiyes topluluğu da çökel modeli üzerinde şematize edilerek gösterilmiştir (Ek-1 c). Burada askı yükü malzemesi karakterinde olan LfT-1 havzanın nispeten daha derin kısımlarında, kireçtaşı litolojisindeki LfT-2 ise daha sığ-sakin ve havza kenarı kısımlarda çökelmiştir.

KAYNAKLAR

Abdioğlu, E., Arslan, M., Aydinçakir, D., Gündoğan, I. 2015. Stratigraphy, mineralogy and depositional environment of the evaporite unit in the Aşkale (Erzurum) sub-basin, Eastern Anatolia (Turkey). Journal of African Earth Sciences, 111, 100–112.

Agnon, A., Migowski, C., Marco, S. 2006. Intraclast breccias in laminated sequences reviewed: recorders of paleoearthquakes. In: Enzel, Y., Agnon, A., Stein, M. (Eds.), Frontiers in Dead Sea Paleoenvironmental Research. GSA Special Paper, 401, 195-214.

Akın, M. 2008. Eskipazar (Karabük) Travertenlerinin Bozunmasının Araştırılması. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 280, Ankara.

Akman, Ü. 1993. Amasra-Arıt Arasının Jeolojisi. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 209, Ankara.

Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göger, E., Güner, Y., Şarağlu, F., Şentürk, İ., Tütüncü, K., Uysal, Ş. 1974, 1:50.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi. MTA yayınları.

Alfaro, P., Moretti, M., Soria, J.M. 1997. Soft-sediment deformation structures induced by earthquakes (seismites) in Pliocene lacustrine deposits (Guadix-Baza Basin, Central Betic Cordillera). Eclogae Geologicae Helvetiae, 90, 531-540.

ASTM. 1972. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint committee on powder diffraction standarts, Pennsylvania.

Baker, A.J. and Fallick, A.E. 1989. Evidence from Lewisian limestones for isotopically heavy carbon in two-thousand-millionyear-old seawater. Nature, 337, 352-354.

Banerjee, S., Khanolkar, S., Saraswati, P.K. 2018. Facies and depositional settings of the middle eocene-oligocene carbonates in kutch. Geodinamica Acta, 30, 119–136.

Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Örçen, S., Can, B., Dağar, Z., Bilgi., C., Karabıyıkoğlu, M., Süer, T. 1990. Kastamonu-Araç güneyinin jeolojisi. MTA Raporu No: 9079 (yayımlanmamış).

Barrier, E., Vrielynck, B., Brouillet, J., Brunet, M. 2018. Paleotectonic Reconstruction of the Central Tethyan Realm. Tectonono-Sedimentary-Palinspastic maps from Late Permian to Pliocene. CCGM/CGMW, Paris, http://www.ccgm.org. Atlas of 20 maps (scale: 1/15 000 000).

Boggs, Sam., 2009. Petrology of Sedimentary Rocks, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Boggs, Sam., 2012. Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Upper Saddle River, N.J. :Pearson Prentice Hall

Bosence, D. 2005. A genetic classification of carbonate platforms based on their basinal and tectonic settings in the Cenozoic. Sedimentary Geology, 175, 49-72.

Boztuğ, D. 1983. Daday-Devrakani masifikuzeyindeki Büyükçay-Elmalıçay granitik sokulumu. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 149, Ankara.

Boztuğ, D. 1988. Daday-Devrakani Masifi Güneybatı Kesiminin Mineralojik petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi. Doktora tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 232, Ankara.

Braun, A. 1851. Darstellung der geognostischen Verhaltnisse des Mainzer Beckens und seiner fossilen Fauna und Flora. In: Walchner, F.A. (Ed.) Handbuch der Geognosie zum Gebrauche bei seinen Vorlesungen und zum Selbststudium mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden. Christian Theodor Gross, Karlsruhe, pp. 1121-1169.

Burke, W.H., Denıson, R.E., Hetherıngton, E.A., Koepnıck, R.B., Nelson, H.F., Otto, J.B. 1982. Variation Of Seawater 87sr/86sr Throughout Phanerozoic Time. Geology, 10, 516-519.

Cabral, F.A.A., Silveira, A.C., Ramos, G.M.S., Miranda, T.S., Barbosa, J.A., Neumann, V.H. 2019. Microfacies and diagenetic evolution of the limestones of the upper part of the Crato Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. Brazilian Journal of Geology, 49(1), 20180097.

Cerit, O. 1983. Mengen (Bolu KD) yöresinin jeolojik incelenmesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 160, Ankara.

Cinku, M., Heller, F., Ustaomer, T. 2017. New paleomagnetic results from Upper Cretaceous arc-type rocks from the northern and southern branches of the Neotethys ocean in Anatolia. International Journal of Earth Sciences, 106, 2575-2592.

Çiçek, M. 2008. Elmalıçay Granitoyidinde (Kastamonu-Deliktaş) bulunan aplit ve pegmatit dayklarının seramik hammaddesi olarak kullanılabilirliği. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 59, Adana.

Dashtgard, S.E. 2011. Linking invertebrate burrow distributions (neoichnology) to physicochemical stresses on a sandy tidal flat: implications for the rock record. Sedimentology, 58 (6), 1303-1325.

Deepthy, R. and Balakrishnan, S. 2005. Climatic control on claymineral formation: evidence from weathering profiles devel-oped on either side of the Western Ghats. Journal of EarthSystem Science, 114, 545-556.

Derman, A.S. 1995. Cretaceous Megabreccias and Other Mass Flow Deposits in The Eastern Ulus Basin, Western Black Sea Region of Turkey. Ph.D thesis (unpublished). Middle East Tecnical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Deparment of Geological Engineering, 229, Ankara.

Dongya, Z., Dianwei, Z., Quanyou, L., Zhijun, J., Zhiliang, H., 2017. Activity of silica–rich hydrothermal fluid and its impact on deep dolomite reservoirs in the Sichuan Basin, Southern China. Acta Geologica Sinica (English Edition), 91(6), 2214–2229.

Duméril, A.M.C. 1806. Zoologie analytique, ou me´thode naturelle de classification des animaux, rendue plus facile a` l'aide de tableaux synoptiques. Paris, Allais

Dunham, R.L. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Memoir American Association Petroleum Geologists, 1, 108-121.

El-Tabakh, M., Schreiber, B.C., Warren, J.K. 1998. Late fibrous fracture-fill within non-marine strata of the Newark Rift Basin, Eastern North America. Journal of Sedimentary Research, 68, 88-99.

Erendil, M., Aksay, A., Oral, A., Tuncay, G., Temren, A. ve Kuşçu, İ., 1991. Bolu masifi ve çevresinin jeolojisi. M.T.A Rapor No: 9425 (yayımlanmamış), 55.

Eroğlu, T. 2013. Boyabat (Sinop) yöresinde yüzeylenen geç jura-erken kretase yaşlı inaltı formasyonunun mikrofasiyes özellikleri. Yüksek lisan tezi (basılmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 51, Trabzon.

Erten, H. ve Özcan, F. 1997. Karabük-Safranbolu-Eflani-Araç Çevresinin Tersiyer Jeolojisi ve Kömür Olanakları M.T.A Rapor No: No:10296 (yayımlanmamış).

Ettensohn, F.R., Zhang, C., Gao, L., Lierman, R.T. 2011.Soft-sediment deformation in epi-continental carbonates as evidence of paleoseismicity with evidence for a possiblenew seismogenic indicator: accordion folds. Sedimentary Geology, 235, 222-233.

Flügel, E. 2004. Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Springer, 976, Heidelberg-Berlin-New York.

Folk, R.L. 1959. Practical petrographic classification of limestones. Bulletin American Association Petroleum Geologists, 43, 1-38.

Folk, R.L., Andrews, P.B., Lewis, D. W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 13, 937-968.

Gilbert, R. 1978. Varves, In: Sedimentology. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Berlin, Heidelberg.

Gingras, M.K., Dashtgard, S.E., MacEachern, J.A., Pemberton, S.G. 2008. Biology of shallow-marine ichnology: a modern perspective. Aquatic Biology, 2, 255-268.

Gliozzo, E. 2019. Variations on the silica theme: classifcation and provenance from Pliny to current supplies, In: Artioli G, Oberti R (eds) EMU notes in mineralogy, the contribution of mineralogy to Cultural Heritage, 20 (2). The Mineralogical Society, 59–131, Twickenham, UKGolonka, J., 2004. Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. Tectonophysics 381, 235– 273.

Golonka, J. 2004. Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. Tectonophysics, 381, 235-273.

Gonfiantini, R. 1978. Standards for stable isotope measurements in natural compounds. Nature, 271, 534-536.

Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşçu, I., Ürgün, B.M. 1987. Geology of the Armutlu Peninsula. Guidebook for the field excursion along western Anatolia, Turkey. General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Ankara, 1-19.

Görür, N. 1988. Timing of opening of the Black Sea basin. Tectonophysics, 147, 247-262.

Görür, N. and Tüysüz, O. 1997. Petroleum geology of southern continental margin of the Black Sea, In: A. Robinson (Ed.), Regional and Petroleum geology of the Black Sea and Surrounding Region. AAPG Memoir, 68, 241-254.

Gücer, M.A. 2014. Devrekani (Kastamonu, Türkiye) Metamorfitlerinin Petrokimyası, Petrolojisi ve Jeokronolojisi. Doktora tezi (basılmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 356, Trabzon.

Gündoğan, İ., Önal, M., Depçi, T. 2005. Sedimentology, petrography and diagenesis of Eocene-Oligocene evaporites: the Tuzhisar formation, SW Sivas Basin, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 25, 791-803.

Güven, A. 1977. Stratigraphy and Sedimentology of Eocene Formations, Karabük Area, Turkey. Ph.D Thesis (unpublished). University of Wales, 307, Swansea.

Haldar, S.K. and Tišljar, J. 2014. Chapter 2- Basic Mineralogy, Editor(ler): S.K. Haldar, Josip Tišljar, Introduction to Mineralogy and Petrology, Elsevier, sayfa 39-79, ISBN 9780124081338.

Harzhauser, M., Neubauer, T.A., Kadolsky, D., Pickford, M. and Nordsieck, H. 2016. Terrestrial and lacustrine gastropods from the Priabonian (upper Eocene) of the Sultanate of Oman. Paläontologische Zeitschrift, 90(1), 63-99.

Herece, E. ve Akay E. 2003. Kuzey Anadolu Fayı Atlası, M.T.A Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi:2, 1-61, 1:100.000 ölçekli 13 ayrı harita.

Herece, E. ve Uysal K., 1999. 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ön Değerlendirme Raporu, M.T.A. Rapor No: 10256.

Hesse, R. 1989. Silica diagenesis: Origin of inorganic and replacement cherts. Earth-Sciences Reviews, 26, 253–284.

Hisarli, Z.M. 2011. New paleomagnetic constraints on the late Cretaceous and early Cenozoictectonic history of the Eastern Pontides. Journal of Geodynamics, 52, 114-128.

Hoefs, J. 1987. Stable isotope geochemistry 3 rd edition. Spinger-Verlag, 241, Berlin.

Horodyskı, R.J., Bloeser, B., Vonder Haar, S. 1977. Laminated algal mats from a coastal lagoon, Laguna Mormona, Baja California, Mexico. Journal of Sedimentary Petrology, 47, 680-696.

Hwang, R.J., Teerman, S.C., Carlson, R.M. 1998. Geochemical comparison of reservoir solid bitumens with diverse origins. Organic Geochemistry, 29, 505-517.

İslamoğlu, Y., Harzhauser, M., Gross, M., Jimenez-Moren, G., Coric, S. 2008. From Tethys to Eastern Paratethys: Oligocene depositional environments, paleoecology and paleobiogeography of the Thrace Basin (NW Turkey). International Journal of Earth Sciences, 99, 183-200.

Jehlicka, J., Urban, O., Pokorny, J. 2003. Raman spectroscopyof carbon and solid bitumens in sedimentary and metamorphic rocks. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 59, 2341-2352.

Kadınkız, G. 2004. Bolu-Mengen Eosen Yaşlı Kömürlerin Jeolojik Konumu ve Özellikleri. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 141, Ankara.

Keleş, D. 2017. Kastamonu, Araç, İhsanlı Köyü kireçtaşlarından gözenekli (poroz) beton üretiminde dane boyutu-porozite ve mukavemet ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 95, İstanbul.

Kerey, İ.E. 1982. Stratigraphical and Sedimentological Studies of Upper Carboniferous Rock İn Northwestern Turkey. Ph.D Thesis, Keele University, 232, UK.

Ketin, İ.ve Gümüş, A., 1963. Sinop-Ayancık arasında 3. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi. TPAO raporu, No: 288, 37 s.

Koç-Tasgin, C., Diniz-Akarca, C. 2018. Soft-sediment deformation structures related to tectonomagmatic activity: A case study from the borate-bearing lacustrine deposits of early Miocene Bigadiç Basin, NW Turkey. Sedimentary Geology, 373, 32-47.

Koçyiğit, A. 1987. Karabük-Safranbolu Tersiyer havzası kuzey kenarının stratigrafisi ve niteliği. TJK. Bülteni, 30-1, 61-69.

Küçük, H.M. 2016. Batı Karadeniz Zonguldak-Amasra açıklarında gaz ve gaz hidratların jeolojik ve jeofizik yöntemlerle araştırılması. Doktora tezi (basılmamış). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 356, İzmir.

Küçükkuş, N. 2014. Batı Karadeniz bölgesi'nde yer alan Zonguldak formasyonu'nun kuyu verileriyle petrofiziksel özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 150, Ankara.

Kwetche, P., Ntamak-Nida, M.J., Nitcheu, A.L.D., Etame, J., Owono, F.M., Mbesse, C.O., Kissaaka, J.B.I., Ngon, G.N., Bourquin, S., Bilong, P. 2018. Facies analysis and sequence stratigraphy of Missole Outcrops: N'Kapa Formation of the south-eastern edge of Douala Sub-Basin (Cameroon). Earth Science Research, Canadian Center of Science and Education,7, 35-54.

Ledesma-Vázquez, J., Berry, R.W., Johnson, M.E., Gutierrez-Sanchez, S. 1997. El Mono chert a shallow basin member of the Pliocene Infierno Formation, Baja California Sur, México, in Johnson, M.E., Ledesma J. (eds), Pliocene carbonates and related facies flanking the Gulf of California: Geological Society of America, Special Paper, 318, 73-82.

Macintyre, I.G. 1985. Submarine cements-the peloidal question. SEPM Special Publication, 36,109-116.

Mastandrea, A., Perri, E., Russo, F., Spadafora, A., Tucker, M. 2006. Microbial primary dolomite from a Norian carbonate platform: Northern Calabria, southern Italy. Sedimentology, 53, 465-480.

Miller, K.G., Wright, J.D., Fairbanks, R.G. 1991. Unlocking the ice house: Oligocene-Miocene oxygen isotopes, eustasy, and margin erosion. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 96, 6829-6848.

Miller, K.G., Browning, J.V., Aubry, M.P., Wade, B.S., Katz, M.E. 2008. Eocene-Oligocene global climate and sea-level changes: St. Stephens Quarry, Alabama. GSA Bulletin, 120, 34-53.

Milliman, J.D. 1974. Recent sedimentary carbonates. Pt. 1: Marine carbonates. Springer, 375, Berlin.

Mojon, P.O., De Kaenel E., Kälin, D., Becker, D., Pirkenseer, C.M., Rauber, G., Ramseyer, K., Hostettler, B., Weidmann, M. 2018. New data on the biostratigraphy (charophytes, nannofossils, mammals) and lithostratigraphy of the Late Eocene to Early Late Miocene deposits in the Swiss Molasse Basin and Jura Mountains. Swiss Journal of Palaeontology, 137:1-48.Nature, 271, 534-536.

Nebelsick, J.H., Rasser, M.W., Bassi, D. 2005. Facies Dynamics in Eocene to Oligocene circumalpine carbonates. Facies, 51, 207-226.

Nikishin, A.M., Okay, A., Tüysüz, O., Demirer, A., Wannier, M., Amelin, N., and Petrov, E. 2015. The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 2: Tectonic history and paleogeography: Marine and Petroleum Geology, 59, 656-670.

Okay, A.I. 2008. Geology of Turkey: A synopsis. Anschnitt, 21, 19-42.

Okay, A.I. and Nikishin, A.M. 2015. Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurasia in the Black Sea Region. International Geology Review, 57(5-8), 1051-1076.

Okay, A.I. and Şahintürk, Ö. 1997. Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A. G. (Ed.) Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, OK, Memoirs, 68, 291-311.

Okay, A.I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Durant, B., Jolivet, F., Horvath, F., Seranne, M. (ed.). The Mediterranean basin: Tertiary extension within the Alpine orogen. Geological Society Special Publication 156, 475-515.

Okay, A.I., Şengör, A.M.C., Görür, N. 1994. Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. Geology, 22, 267-270.

Okay, A.I., Zattın, M., Özcan, E., Sunal, G., 2020. Uplift of Anatolia. Turkish Journal of Earth Sciences. 29, 696-713.

Okay., A.I, Özcan, E., Hakyemez, A., Siyako, M., Sunal, G. 2017. The Thrace Basin and the Black Sea: the Eocene-Oligocene marine connection. Geological Magazine, 156,39-61.

Okay., A.I. 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. A.M.C. Şengör (Ed), Tectonic evolution of Tethyan region: Nato Advanced Science Institute (ASI) Series, C 259, 109-116.

Okay., A.I., Simmons, M., Özcan, E., Starkie, S., Bidgood, M. 2020. Eocene-Oligocene succession at Kıyıköy (Midye) on the Black Sea coast in Thrace. Turkish Journal of Earth Sciences, 29, 139-153.

Okur, K. 2014. Safranbolu havzası'ndaki Eosen alveolinlerinin tanımları. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 130, Eskişehir.

Ozsvart, P., Kocsis, L., Nyerges, A., Györi, O., Pálfy, J. 2016. The Eocene-Oligocene climate transition in the Central Paratethys.Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 459, 471-487.

Özgen, N. 1997. Batı Pontid'lerde Paleosen Eosen Yüzlekleri ve Bentik Foraminiferleri. Doktora tezi (basılmamış). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 301, Sivas.

Özgen-Erdem, N. and Koç-Tasgin, C. 2019. Microfacies and Depositional Environment of the Ilerdian Carbonates in the North-Western Tosya (SE Kastamonu) Region, Northern Turkey. Journal of the Geological Society of India, 93 (6), 704-712.

Palmer, M.R, Helvacı, C., Fallick, A.E. 2004. Sulphur, sulphate oxygen and strontium isotope composition of Cenozoic Turkish evaporites. Chemical Geology, 209, 341-356.

Patnode, H.W. 1941. Relation of organic matter to color of sedimentary rocks. AAPG Bullerin, 25, 1921-1933.

Payros, A., Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X. 1999. The South Pyrenean Eocene carbonate megabreccias revisited: new interpretation based on evidence from the Pamplona Basin. Sedimentary Geology, 125, 165–194.

Plummer, P.S. and Gostin, V.A. 1981. Shrinkage cracks: Desiccation or synaeresis? Journal of Sedimentary Petrolgy, 51, 1147-1156.

Pomar, L. 2001. Types of carbonate platforms: a genetic approach. Basin Research, 3, 313-334.

Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steinninger, F.F., Shcherba, I.G., Kovac, M. 2004. Lithological-paleogeographical maps of Paratethys. 10 Maps Late Eocene to Pliocene. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 250, 1-46.

Pratt, B.R. 1998. Syneresis cracks: subaqueous shrinkage in argillaceous sediments caused by earthquake-induced dewatering. Sedimentary Geology, 117, 1-10.

Rafinesque, C.S. 1815. Analyse de la nature ou tableau de l'univers et des corps organise´s. Palermo: Privately published

Rich, F.J. 1989. A review of the taphonomy of plant remains in lacustrine sediments. Review of Palaeobotany and Palynology, 58,33-46.

Riding, R. 2000. Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms. Sedimentology, 47 (1), 179-214.

Robertson, A., Parlak, O., Ustaomer, T. 2012. Overview of the Palaeozoic-Neogene evolution of Neotethys in the Eastern Mediterranean region (southern Turkey, Cyprus, Syria) In : Petroleum Geoscience, 18, 4, 381-404.

Robinson, A., Giacomo S., Sierd C., John R. 1995. Stratigraphic evolution of the Black Sea: inferences from basin modelling. Marine and Petroleum Geology, 12 (8), 821-835.

Roveri, M., Lugli, S., Manzi, V., Reghizzi, M., Rossi, F.P. 2020. Stratigraphic relationships between shallow-water carbonates and primary gypsum: insights from the Messinian succession of the Sorbas Basin (Betic Cordillera, Southern Spain). Sedimentary Geology, 404, 105678.

Rögl, F. 1999. Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene Paleogeography (Short Overview). Geologica Carpathica, 50, 339-349.

Sancay., R.H. and Batı, Z. 2020. Late Eocene to Early Oligocene palynostratigraphy of the Western Black Sea, Eastern Paratethys. Turkish Journal of Earth Sciences, 29,115-138.

Saner, S. 1978. Orta Sakarya'daki Üst Kretase-Paleosen-Eosen çökelme ilişkileri ve Anadolu'da petrol aramalarındaki önemi. Türkiye 4. Petrol Kongresi, 95-115.

Saner, S. 1979/1980. Batı pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kavramı ile açıklanması, Kuzeybatı Türkiye: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 93/94, 1-19.

Saner, S., Siyako, M., Aksoy, Z., Bürkan, K. A., Demir, O. 1981. Zonguldak dolayının jeolojisi. TPAO Raporu No:1020.

Saner, S., Taner, İ., Aksoy, Z., Siyako, M., Bürkan K. A., 1979. Karabük-Safranbolu bölgesinin jeolojisi.TPAO Rap. No: 1322 (yayınlanmamış).

Saner, S., Taner, İ., Aksoy, Z., Siyako, M., Bürkan, K.A. 1980. Safranbolu havzasının jeolojik yapısı ve Tersiyer paleocoğrafyası. Türkiye 5. Petrol Kongresi, s. 111-122, Ankara.

Sanjuan, J. and Alqudah, M. 2018. Charophyte flora from the Miocene of Zahle (Beeka Valley, Lebanon). Biostratigraphic, palaeoenvironmental and palaeobiogeographical implications. Geodiversitas, 40 (10), 195-209.

Sanjuan, J. and Martín-Closas C. 2014. Taxonomy and palaeobiogeography of charophytes from the Upper Eocene-Lower Oligocene of the Eastern Ebro Basin (Catalonia, NE Spain). Geodiversitas, 36 (3), 385-420.

Sanjuan, J. and Martín-Closas C. 2015. Biogeographic history of two Eurasian Cenozoic charophyte lineages. Aquatic Botany, 120 (A), 18-30.

Sanjuan, J., Martín-Closas, C., Costa, E., Barberà X., Garcés, M. 2014.Calibration of Eocene-Oligocene charophyte biozones in the Eastern Ebro Basin (Catalonia, Spain). Stratigraphy, 11 (1), 61-81.

Schaub, H. 1981. Nummulites et assilines de la Tethys Paleogene: taxonomie, phylogenese et biostratigraphie. Memoires Suisses de Paleontologie, 104, 105, 106: 1-236.

Schmid, S.M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Georgiev, N., Kounov, A., Matenco, L., Oberhansli, R., Pleuger, J., Schefer, S., Schuster, R., Tomljenovic, B., Ustaszewski, K., van Hinsbergen, D.J.J. 2019. Tectonic Units of the Alpine Collision Zone between Eastern Alps and Western Turkey. Gondwana Research, 78, 308-374.

Schulz, H.M., Bechtel, A, Sachsenhofer R.F. 2005. The birth of the Paratethys during Early Oligocene: from Tethys to a Black sea analogue. Global and Planetary Change, 49, 163-176.

Shanmugam, G. 2017. Global case studies of soft-sediment deformation structures (SSDS): Definitions, classifications, advances, origins, and problems. Journal of Palaeogeography, 6, 251-320.

Sinanoğlu, D. 2012. Safranbolu havzası (Karabük) eosen yaşlı çökellerin foraminifer biyostratigrafisi. Yüksek lisans tezi(basılmamış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 85, Elazığ.

Singer, A. 1984. The paleoclimatic interpretation of clay minerals in sediments. a review. Earth-Sciences Review, 21, 251-293.

Sotak, J. 2010. Paleoenvironmental changes across the EoceneOligocene boundary: insights from the Central-Carpathian Paleogene Basin. Geologica Carpathica, 61, 1-26.

Srivastava, V.K, and Singh, B.P. 2019. Depositional environments and sources for the middle Eocene Fulra Limestone Formation, Kachchh Basin, western India: Evidences from facies analysis, mineralogy, and geochemistry. Geological Journal, 54 (1),62-82.

Stephenson, R. and Schellart, W.P. 2010. The Black Sea back-arc basin: insights to its origin from geodynamic models of modern analogues. In: Sosson, M., Kaymakci, N., Stephenson, R.A., Bergerat, F., Starostenko, V. (Eds.), Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, Geological Society, London, Special Publications, 340, 11-21.

Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları, 1986. Türkiye Stratigrafi Komitesi, MTA yayını, 28s. Ankara.

Şen. Ş. 2001. Krabük-Safranbolu Havzasının Sedimanter Analizi ve Bölgedeki Diğer Çökel Havzalarla İlişkileri. Doktora tezi (basılmamış). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 195, İstanbul.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1983. Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım: Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi No:1, Ankara.

Tari, G., Fallah, M., Schell, C., Kosi, W., Bati, Z., Sipahioğlu, N.Ö., Krezsek, Cs., Schleder, Zs., Kozhuharov, E., Kitchka A., 2016. Why are there no Messinian evaporites in the Black Sea? Petroleum Geoscience, 22, 381-391.

Tekin, E. ve Us, M.S. 2020. Eosen Yaşlı Akçapınar Formasyonunun (Karabük, Batı Karadeniz) Sedimantolojisi. isimli Ankara Üniversitesi B.A.P 18L0443011 nolu proje final raporu (yayınlanmamış).

Tekin, E., Varol, B., Ayyıldız, T. 2010. Sedimentology and paleoenvironmental evolution of Messinian evaporites in Iskenderun-Hatay basin complex, Southern Turkey. Sedimentary Geology, 229, 282-298.

Tekin, E., Varol, B., Ayyıldız, T., Herece, E., Akgün, F., Gündoğan. İ., Karakaş, Z.S., Akıska, E., Özer, M.S., Us, M.S., Demiral, B. 2019. Batı Karadeniz Bölgesi (Düzce-Bolu-Karabük) Paleojen Evaporitlerinin Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Havza Evrimi isimli TÜBİTAK 116Y140 nolu proje final raporu (yayınlanmamış).

Tekin, E., Varol, B., Herece, E., Akgün, F., Gündoğan. İ., Karakaş, Z.S., Ayyıldız, T., Akıska, E., Us, M.S., Özer, M.S., 2019 b. 'Drowned and Rebirth of A Platform Type Carbonates: An Example From The Karabük Paleogene Basin (West Black Sea Region)'. 72.Türkiyr Jeoloji Kurultayı p. 576-578.

Timur, E. and Aksay, A. 2002. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 30 Zonguldak-F29 Paftası, 20s. MTA.

Tobia, F.H., Jalel, H.S, Rasul, A.K. 2020. Elemental and isotopic geochemistry of carbonate rocks fromthe Pila Spi Formation (Middle–Late Eocene), Kurdistan Region, Northern Iraq: implication for depositional environment. Arabian Journal of Geosciences, 13, 925.

Tucker, M.E. 1985. Shallow-marine carbonate facies and facies models. Geological Society London, Special Publications, 18(1), 147-169.

Türkmen, Ö. and Çemen, İ. 2020. Role of the Cretaceous normal faults on the formation of the Eocene (Pontide) fold-thrust belt structures in offshore Akcakoca-Amasra area, Western Black Sea basin, Turkey. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 163.

Tüysüz, O. 1985. Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırdı ve Araştırılması (Petrolojik İnceleme). Doktota tezi (basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 431, İstanbul.

Tüysüz, O., Aksay, A., Yiğitbaş, E. 2004. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi 1, 92.

Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, T. ve Tarı, U., 1998. Batı Karadeniz Bölgesi'nin tektonik birliklerini ayırdı ve 1/500000 M.T.A rapor ölçekli jeoloji haritasının hazırlanması. TÜBİTAK Rap. No. YDABÇAG-17.

Uğuz, F.M. ve Sevin, M. 2011. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 144 Kastamonu-F30 Paftası, 33s. MTA.

Us, M.S. and Tekin, E. 2019a. Sedimentological Properties of The Akcapınar Formation (Karabuk, West Black Sea Region, Turkey). WMESS 2019, 09-13 September 2019 Prague, Czech Republic., 142.

Us, M.S. and Tekin, E. 2019b. Soft Sedimentary Structures And Related Facies of The Akcapınar Formation (Karabuk, West Black Sea Region, Turkey). WMESS 2019, 09-13 September 2019 Prague, Czech Republic,143.

Us, M.S. ve Tekin, E. 2019c. Akçapınar Formasyonu (Karabük, Batı Karadeniz Bölgesi) İçin Önerilen Yeni Tip Kesit Hattı ve Sedimantolojik Özellikleri. SÇG 2019 Çalıştayı 05-08 Eylül 2019 Elazığ.Türkiye, 27-28.

van Hinsbergen, D.J., Torsvik, T.H., Schmid, S.M., Maţenco, L.C., Maffione, M., Vissers, R.L., Gürer, D., Spakman, W. 2020. Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic. Gondwana Research, 81, 79-229.

Wanless, H.R., Burton, E.A., Dravis, J. 1981. Hydrodynamics of carbonate fecal pellets. Journal of Sedimantary Petrology 51 (1),27-36.

Warren, J.K. 2010. Evaporites through time: tectonic, climatic and eustatic controls in marine and nonmarine deposits. Earth-Sciences Review, 98, 217-268.

Warren., J.K. 2016. Evaporites: A Geological Compendium. Second Edition, Springer International Publishing, 1813, Berlin.

Wilson, J.L. 1975. Carbonate Facies in Geologic History., Springer-Verlag, 471, Berlin Heidelberg New York.

Yergök, A. F., Akman, Ü., İplikçi, E., Karabalık, N. N., Keskin, İ., Mengi, H., Umut, M., Armağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, H. ve Çetinkaya, A. 1987. Batı Karadeniz Bölgesinin jeolojisi (I). MTA Rap. No. 8273 (yayınlanmamış).

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A.M., Yiğitbaş, E. 1981. Abant (Bolu) - Dokurcan (Sakarya) arasındaki Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. Yerbilimleri, 1, 239 - 261.

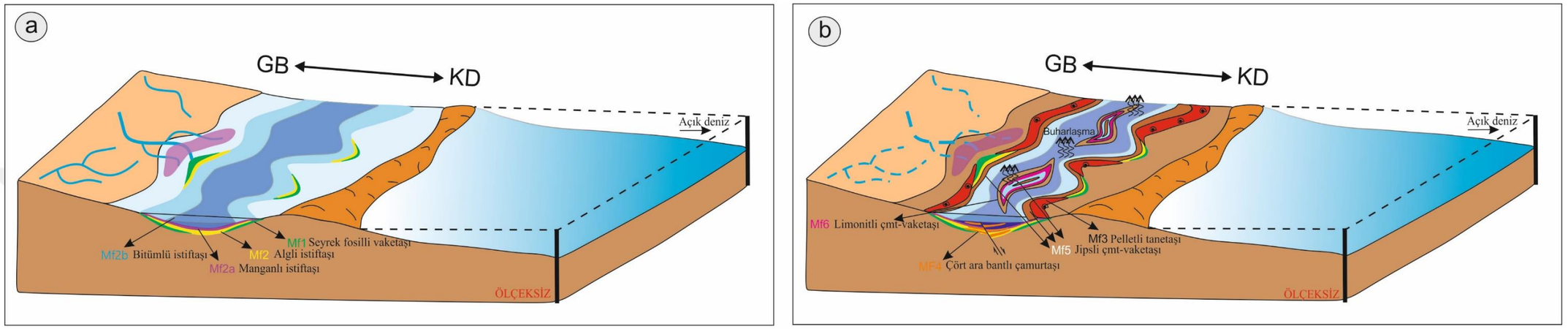
Yılmazer, Ö. 2009. Karabük Kısıklı Tünelli Geçişinin Jeotekniği. Doktora tezi (basılmamış).Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 146, Adana.

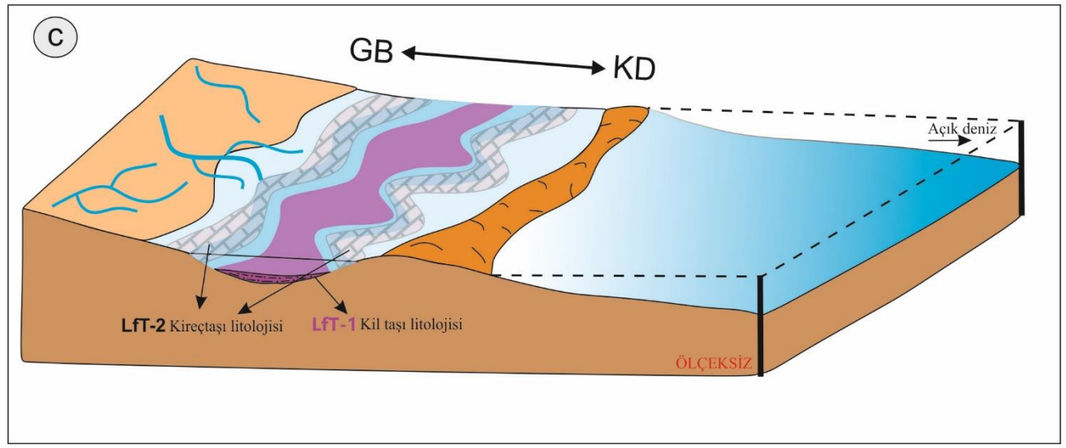
Yiğitbaş E., Yılmaz Y., Sengor A.M.C., 1995. Transcurrent plate boundary along the Rhodop -Pontide fragment: Northwestern Turkey, European Union of Geosciences Strasbourg, France, 176-176.

EKLER

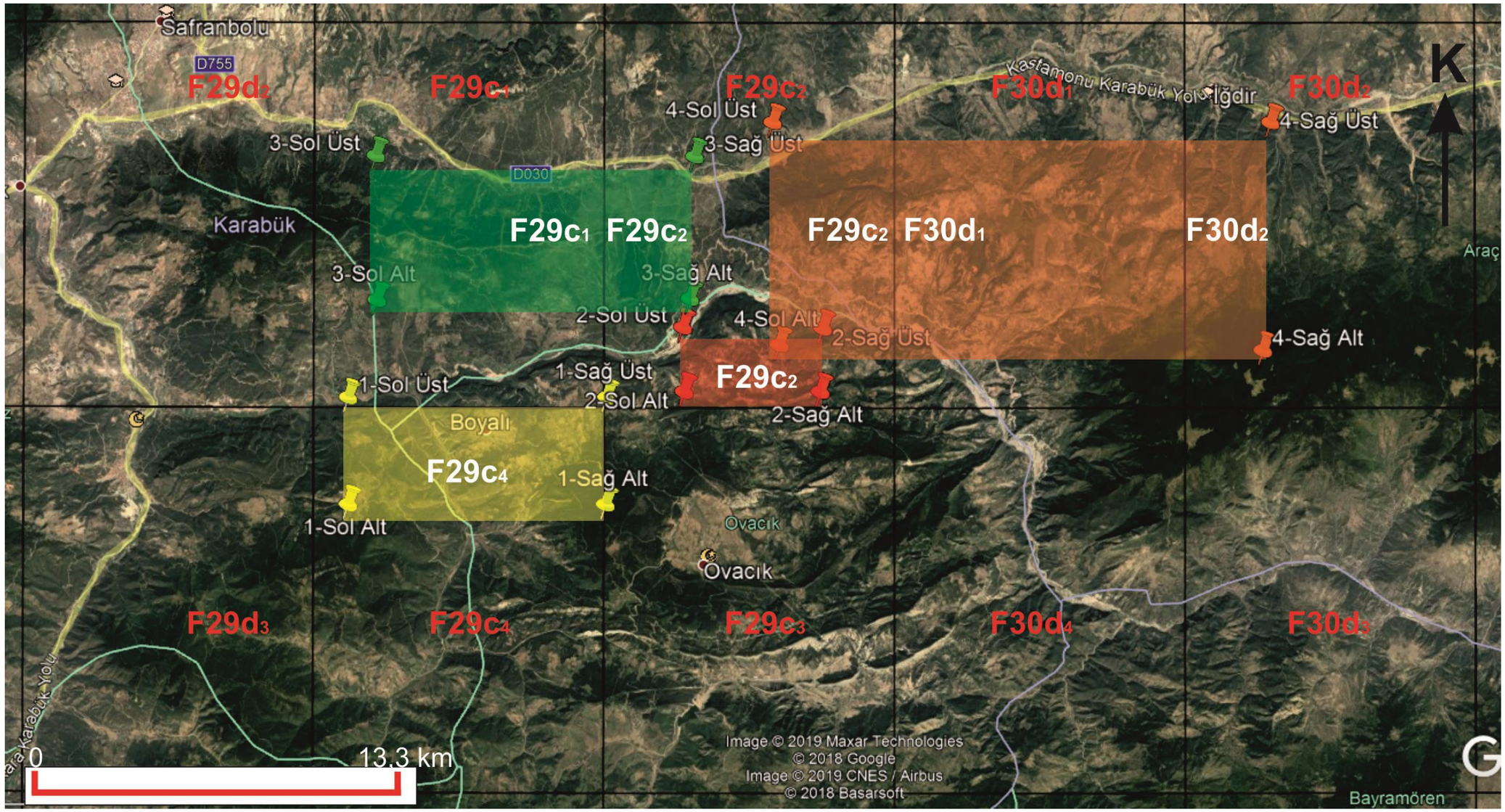
EK 1 ÇÖKELİM MODELLERİ
EK 2 HARİTA DAĞILIMLARINI GÖSTERİR ŞEKİL
EK 3 HARİTA-1
EK 4 HARİTA-2
EK 5 HARİTA-3
EK 6 HARİTA-4
EK 7 MİKRO FASİYES KORELASYONU (mikro fasiyes topluluğu-1 için)
EK 8 MİKRO FASİYES KORELASYONU (mikro fasiyes topluluğu-2 için)

EK 1 ÇÖKELİM MODELLERİ

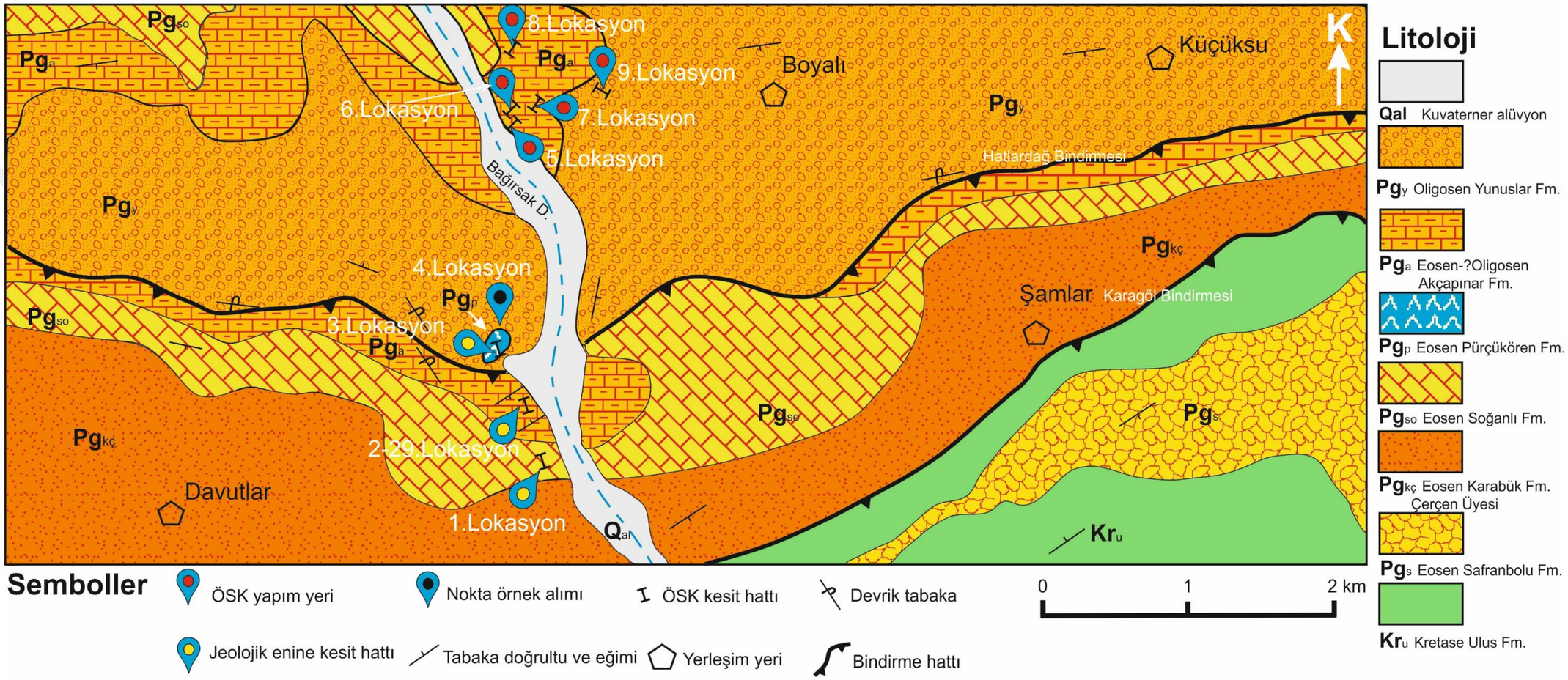




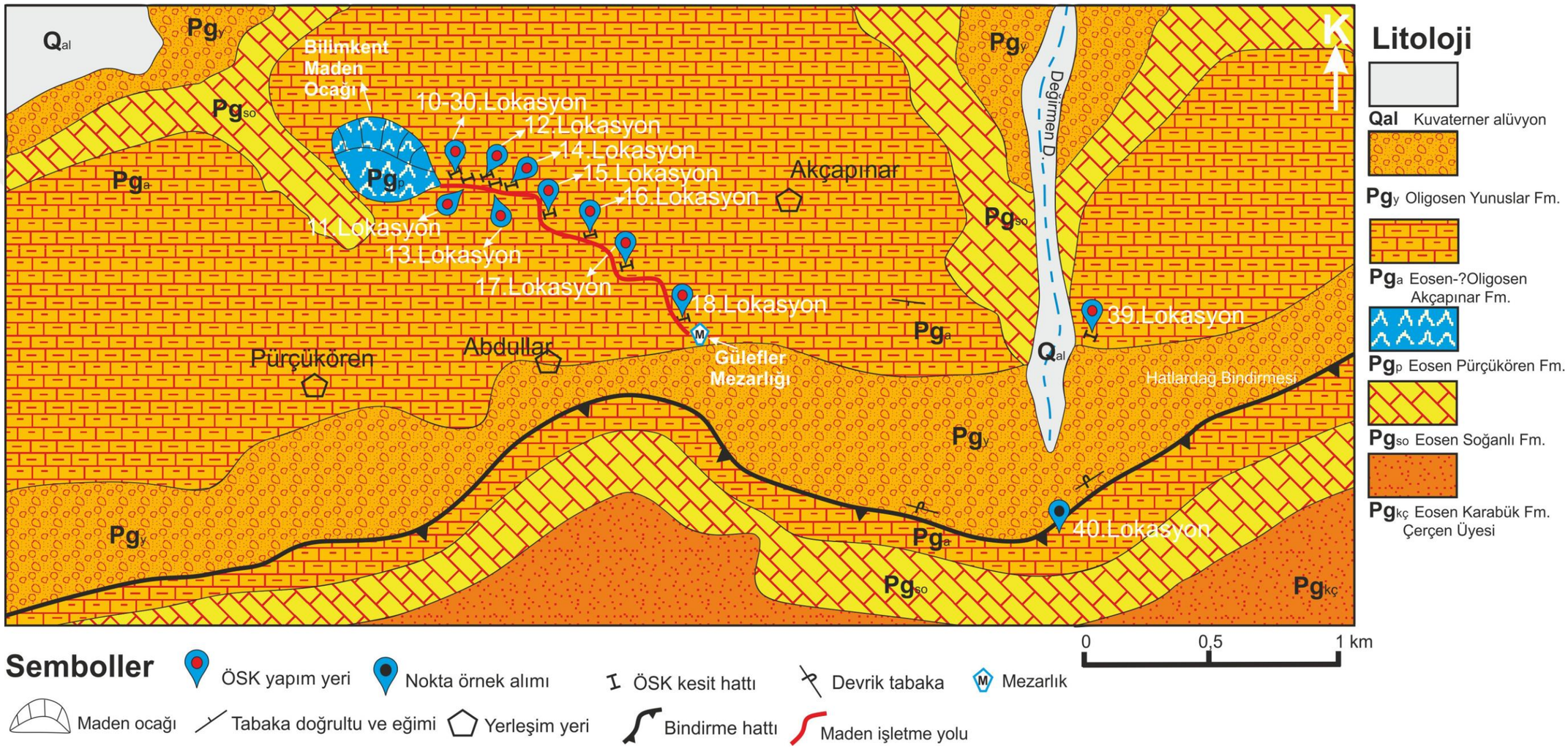
EK 2 HARİTA DAĞILIMLARI



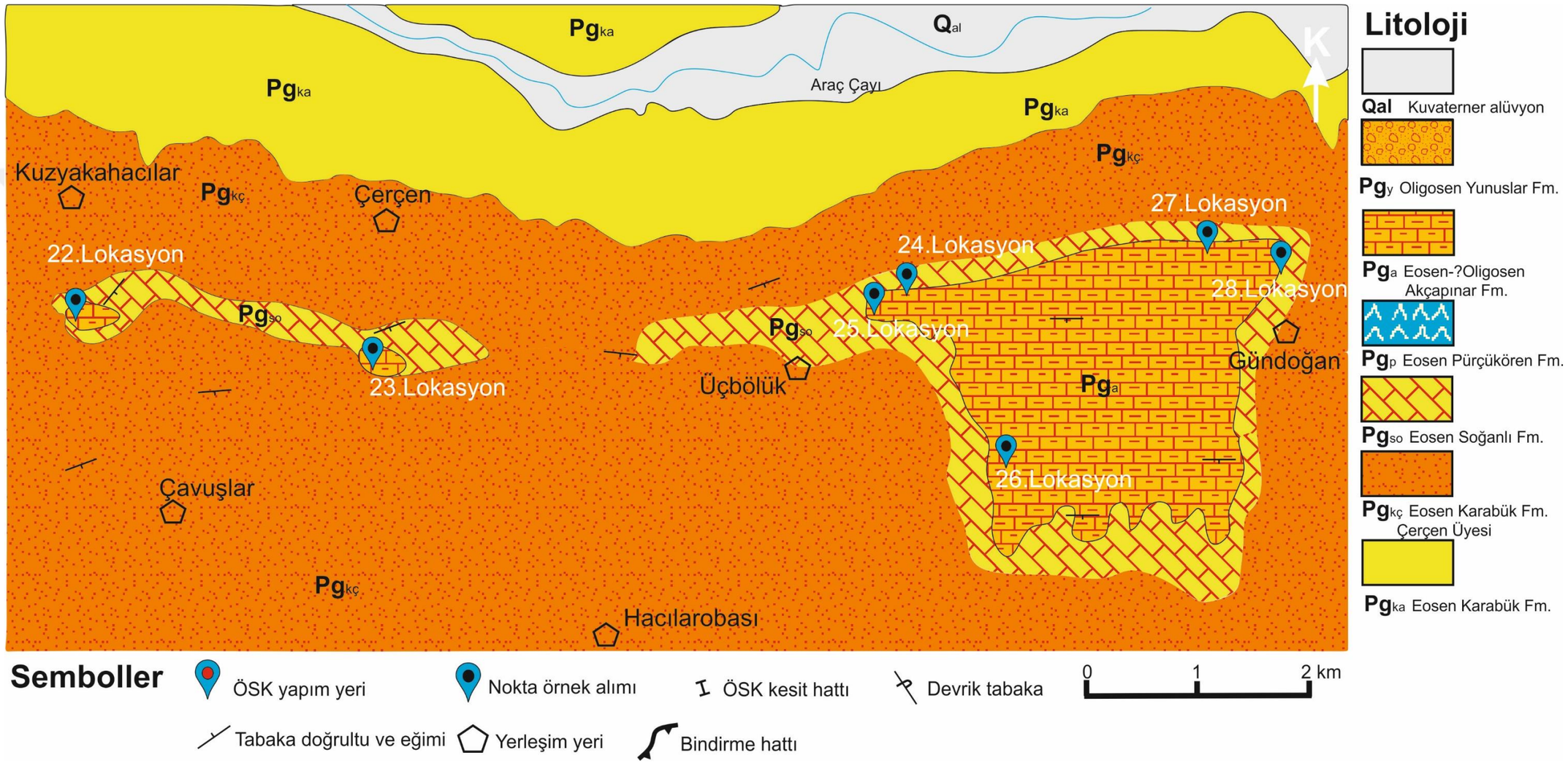
EK 3 HARİTA-1


8.Lokasyon
9.Lokasyon
6.Lokasyon
7.Lokasyon
5.Lokasyon
4.Lokasyon
3.Lokasyon
2-29.Lokasyon
1.Lokasyon
Bağırsak D.
Boyalı
Küçüksu
Davutlar
Şamlar
Hatlardağ Bindirmesi
Karagöl Bindirmesi
K
Litoloji
Qal Kuvaterner alüvyon
Pgy Oligosen Yunuslar Fm.
Pga Eosen-?Oligosen Akçapınar Fm.
Pgp Eosen Pürçükören Fm.
Pgso Eosen Soğanlı Fm.
Pgkç Eosen Karabük Fm. Çerçen Üyesi
Pgs Eosen Safranbolu Fm.
Kru Kretase Ulus Fm.
Semboller
ÖSK yapım yeri
Nokta örnek alımı
ÖSK kesit hattı
Devrik tabaka
Jeolojik enine kesit hattı
Tabaka doğrultu ve eğimi
Yerleşim yeri
Bindirme hattı
0
1
2 km

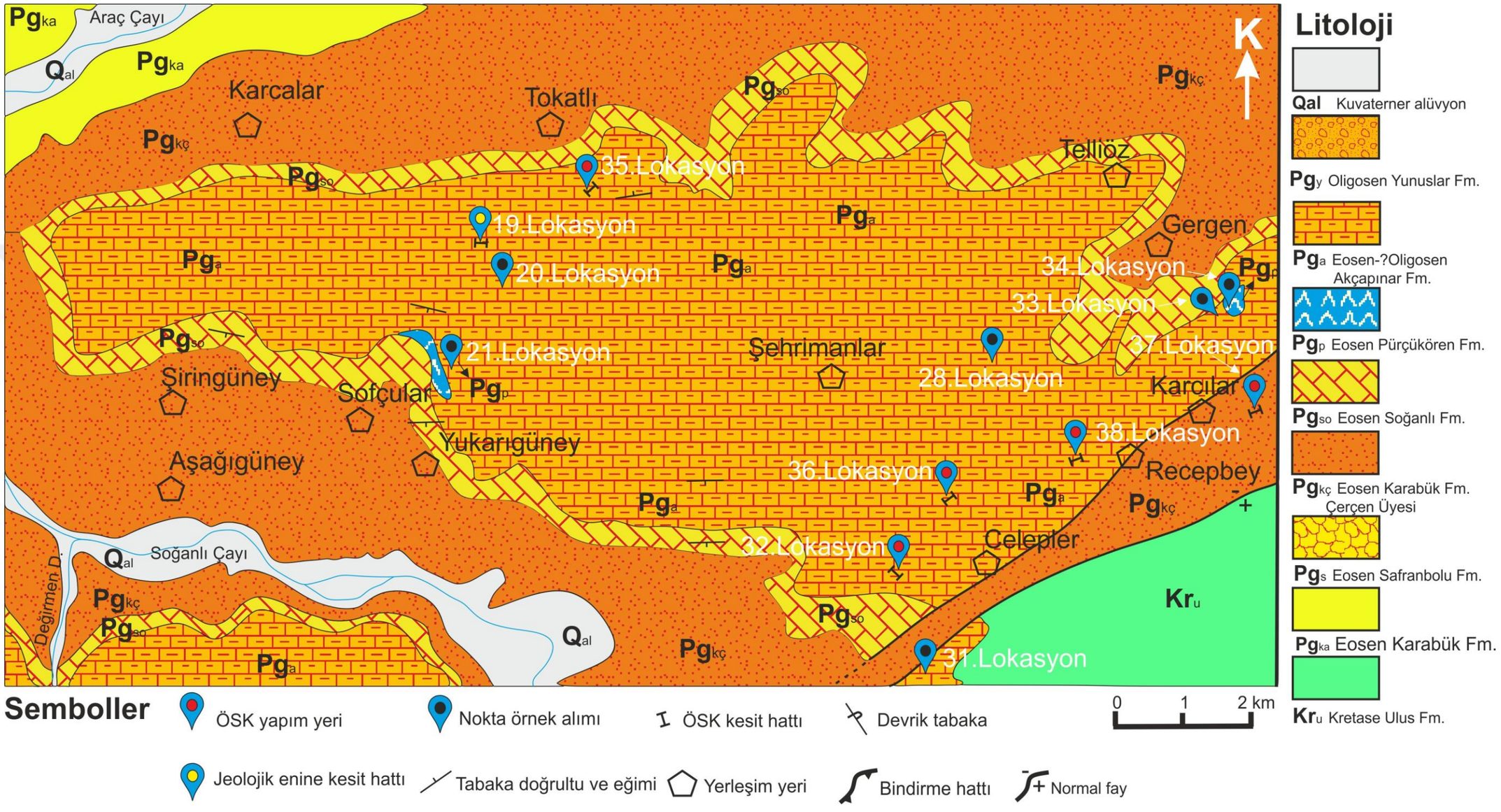
EK 4 HARİTA-2


Qal
Pgy
Pgso
Pgp
Pga
Pgç
Pgkç
Billmkent Maden Ocağı
10-30.Lokasyon
12.Lokasyon
14.Lokasyon
15.Lokasyon
16.Lokasyon
11.Lokasyon
13.Lokasyon
17.Lokasyon
18.Lokasyon
39.Lokasyon
40.Lokasyon
Akçapınar
Abdullar
Pürçükören
Gülefler Mezarlığı
Değirmen D.
Hatlardağ Bindirmesi
K
0
0,5
1 km
Litoloji
Qal Kuvaterner alüvyon
Pgy Oligosen Yunuslar Fm.
Pga Eosen-?Oligosen Akçapınar Fm.
Pgp Eosen Pürçükören Fm.
Pgso Eosen Soğanlı Fm.
Pgkç Eosen Karabük Fm. Çerçen Üyesi
Semboller
ÖSK yapım yeri
Nokta örnek alımı
ÖSK kesit hattı
Devrik tabaka
Mezarlık
Maden ocağı
Tabaka doğrultu ve eğimi
Yerleşim yeri
Bindirme hattı
Maden işletme yolu

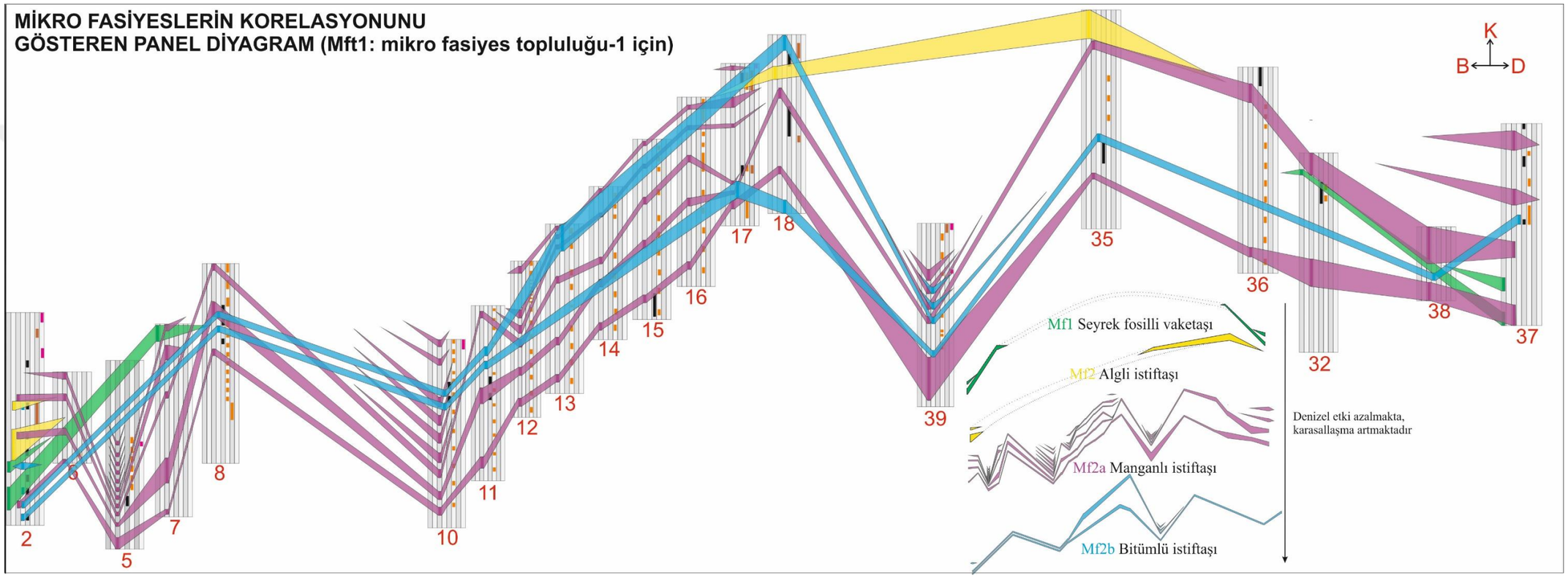
EK 5 HARİTA-3


Pgka
Qal
Araç Çayı
K
Pgka
Pgka
Pgkç
Kuzyakahacılar
Pgkç
Çerçen
27.Lokasyon
24.Lokasyon
22.Lokasyon
28.Lokasyon
Pgso
25.Lokasyon
Pgso
Gündoğan
23.Lokasyon
Üçbölük
Pga
26.Lokasyon
Çavuşlar
Pgkç
Hacılarobası
Litoloji
Qal Kuvaterner alüvyon
Pgy Oligosen Yunuslar Fm.
Pga Eosen-?Oligosen Akçapınar Fm.
Pgp Eosen Pürçükören Fm.
Pgso Eosen Soğanlı Fm.
Pgkç Eosen Karabük Fm. Çerçen Üyesi
Pgka Eosen Karabük Fm.
Semboller
ÖSK yapım yeri
Nokta örnek alımı
ÖSK kesit hattı
Devrik tabaka
0
1
2 km
Tabaka doğrultu ve eğimi
Yerleşim yeri
Bindirme hattı

EK 6 HARİTA-4


Araç Çayı
Karcalar
Tokatlı
Telliöz
Gergen
Şehrimanlar
Sofçular
Siringüney
Aşağıgüney
Yukarıgüney
Karcılar
Recepbey
Celepler
Soğanlı Çayı
Değirmen D.
35.Lokasyon
19.Lokasyon
20.Lokasyon
21.Lokasyon
34.Lokasyon
33.Lokasyon
37.Lokasyon
28.Lokasyon
38.Lokasyon
36.Lokasyon
32.Lokasyon
31.Lokasyon
K
Litoloji
Qal Kuvaterner alüvyon
Pgy Oligosen Yunuslar Fm.
Pga Eosen-?Oligosen Akçapınar Fm.
Pgp Eosen Pürçükören Fm.
Pgso Eosen Soğanlı Fm.
Pgkç Eosen Karabük Fm. Çerçen Üyesi
Pgs Eosen Safranbolu Fm.
Pgka Eosen Karabük Fm.
Kru Kretase Ulus Fm.
Semboller
ÖSK yapım yeri
Nokta örnek alımı
ÖSK kesit hattı
Devrik tabaka
Jeolojik enine kesit hattı
Tabaka doğrultu ve eğimi
Yerleşim yeri
Bindirme hattı
Normal fay
0 1 2 km

EK 7 MİKRO FASİYESLERİN KORELASYONU GÖSTEREN PANEL DİYAGRAM (Mft1 İçin)



EK 8 MİKRO FASİYESLERİN KORELASYONU GÖSTEREN PANEL DİYAGRAM (Mft2 İçin)