T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAFA GÖLÜ ÇÖKELLERİNİN LİTO-BİYO-KEMO STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE KUVATERNER EKOSİSTEMİ

Bilgehan TOKSOY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Özlem BULKAN

Haziran, 2014

İSTANBUL

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAFA GÖLÜ ÇÖKELLERİNİN LİTO-BİYO-KEMO STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE KUVATERNER EKOSİSTEMİ

Bilgehan TOKSOY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Özlem BULKAN

Haziran, 2014

İSTANBUL

Bu çalışma 13/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı tezli yüksek lisans programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:

İmza
Yrd.Doç.Dr. Özlem BULKAN(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza
Prof.Dr.Hayrettin KORAL
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza
Prof.Dr.Süleyman DALGIÇ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza
Prof.Dr.Sabah ŞAHİN YILMAZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza
Doç.Dr.Erol SARI
İstanbul Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği
Enstitüsü

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 37190 nolu Yüksek Lisans Tez projesi, 28942 nolu YADOP projesi, 17828 nolu ACİP projesi ve 113Y070 nolu TÜBİTAK Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans çalışmalarımın her aşamasında gösterdiği maddi manevi her türlü destek, yardım ve yönlendirmelerinden dolayı çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Özlem BULKAN'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Çalışma boyunca desteklerinden dolayı İTÜ EMCOL ekibine, Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY'a, Burak YALAMAZ'a, Dursun ACAR'a teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında yaptığım litostratigrafik çalışmalar için gerekli olan analizlerin yapılmasında her türlü yardımını esirgemeyen İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsündeki Doç. Dr. Erol SARI'ya teşekkür ederim. Çalışma kapsamında biyostratigrafik değerlendirmelerin yapılması, yorumlanmasında her zaman yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Elmas Kırcı ELMAS'a teşekkür ederim. Ayrıca İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Deniz Jeolojisi Laboratuvarı'nda görevli laborant Suat ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma kapsamında mikropaleontolojik örnek hazırlama aşamasında her türlü yardımını esirgemeyen Prof. Dr. İzver ÖZKAR ÖNGEN'e, minerolojik incelemelerdeki yardımlarından ötürü Prof. Dr. Sinan ÖNGEN'e ve Yrd. Doç. Dr. Namık Aysal'a teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında arazi çalışmalarımda yardımlarından ötürü Bafa Gölündeki tekne kaptanı İbrahim MEKECİ, Göl restaurant sahibi Cengiz DEMİREL ve yöre halkına teşekkür ederim.

Çalışma boyunca yardımlarını eksik etmeyen arkadaşlarım; E. Fazıl EDİŞ, Enis DURMAZ, Doğuş AKTAŞ, Mahşide HUT, Meltem SEZERER, Sibel ACIPINAR Tuğba GÖÇMEN ve U. Doruk ÇELİK'e teşekkür ederim.

Bütün çalışmam boyunca maddi manevi yardımlarını eksik etmeyen aileme teşekkür ederim.

Haziran 2014, Bilgehan TOKSOY

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **i**
İÇİNDEKİLER ..... **ii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **iv**
TABLO LİSTESİ ..... **ix**
ÖZET ..... **x**
SUMMARY ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. AMAÇ 1
1.2. ÇALIŞMA ALANI 1
1.2.1. Ulaşım 2
1.2.2. Coğrafik Özellikler 3
1.2.3. Drenaj ve Batimetrik Özellikler 8
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 10
2. MALZEME VE YÖNTEM **14**
2.1. SAHA ÇALIŞMALARI 14
2.2. ÖRNEK ALIM TEKNİKLERİ 15
2.2.1. Sondaj Yöntemi 16
2.2.2. Kajak Yöntemi 19
2.2.3 Hammer Coring Yöntemi 19
2.3. MİNEROLOJİK YÖNTEMLER 21
2.3.1. İnce Kesit Petrografisi 21
2.3.2. X Işınları Difraksiyonu (XRD) 22
2.3.4. Tane Boyu Analizi 23
2.4. JEOKİMYASAL YÖNTEMLER 26
2.4.1. ICP-MS Analizi 26
2.4.2. İnorganik Karbonat Analizi 26
2.4.3. Toplam Organik Karbon Analizi (TOK) 27
2.5. MİKROPALEONTOLOJİK YÖNTEMLER 28
2.5.1. Foraminifer Örnekleri 28
3. BULGULAR **29**
3.1. JEOLOJİ 29
3.1.1. Jeolojik Konum 29
3.1.2.Bafa Gölü ve Çevresinin Jeolojisi 40

3.2. LİTOSTRATİGRAFİ 58
3.2.1. Bataklık İstifinin Litostratigrafisi 58
3.2.2 Göl Çökellerinin Litostratigrafisi 83
3.3. BİYO-STRATİGRAFİ 91
3.4. KİMYASAL STRATİGRAFİ 99
3.4.1. Bataklık İstifine Ait Çökellerin Elementer Değişimi 100
3.4.2. Göl Çökellerinin Elementel Bileşimi 105
3.4.3. Göl Çökellerinin İnorganik Karbonat Bileşimi 109
3.4.4. Bataklık İstifine Ait Çökellerin Organik Madde Miktarı 114
3.4.5. Göl Çökellerinin Organik Madde Miktarı 115
4. TARTIŞMA VE SONUÇ 116
4.1 GÖL ORTAMININ ÖZELLİKLERİ VE DEĞİŞİMİ 116
4.1.1 Kırıntılı Malzeme Girdisi 116
4.1.2. Göl Su Seviyesi ve Enerji Düzeyi 120
4.1.3 Tuzluluk 124
4.1.4. Redoks Koşulları ve Organik Maddenin Korunumu 126
4.1.5. Organik Madde Üretimi 129
4.2 BAFA GÖLÜ'NÜN EKOLOJİK TARİHÇESİ 131
KAYNAKLAR 136
EKLER 144
ÖZGEÇMİŞ 147

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası 2

Şekil 1.2: Çalışma alanına ulaşım mesafeleri 3

Şekil 1.3: Çalışma alanının topoğrafya haritası. 5

Şekil 1.4: Bafa Gölünün drenaj haritası. 9

Şekil 1.5: Bafa Gölünün batimetri (derinlik) haritası ve eş derinlik eğrilerini gösteren batimetri (derinlik) haritası. 10

Şekil 2.1: a Göl tabanından alınan karotların lokasyonları ve su derinlikleri 15

Şekil 2.1: b Göl tabanından alınan karotların, gölün batı kısmında yapılan sondajın lokasyonu ve uzunlukları. 16

Şekil 2.2: Bafa Gölü batı kesimindeki bataklık alanda yapılan sondaj lokasyonu. 17

Şekil 2.3: Sondaj yöntemi ile alınan örnekler. 17

Şekil 2.4: Sondaj yönteminde kullanılan donatılar. 18

Şekil 2.5: Kajak yöntemi ile örnek alınımı. 20

Şekil 2.6: Hammer coring yöntemi ile numune alınması. 21

Şekil 2.7: XRD Cihazının çalışma prensibi. 23

Şekil 2.8: Bir minerale gönderilen X ışınlarının atomik düzlemden yansıması. 23

Şekil 2.9: Tane Boyu analizi için örnek hazırlama aşamaları. 24

Şekil 2.10: Toplam karbonat analizinin yapılış aşamaları. 27

Şekil 2.11: Shimatzu toplam organik karbon analizörü. 28

Şekil 3.1: Türkiye'nin tektonik birlikleri 30

Şekil 3.2: Batı Anadolu 'da gelişen Menderes Masifinin Jeolojik Sütun Kesiti. 31

Şekil 3.3: Bafa Gölü ve Civarı Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti. 33

Şekil 3.4: a Çalışma alanının fay haritası 34

Şekil 3.4 b Çalışma alanının fay haritası 35

Şekil 3.5: Menderes Masifinin dönemlere göre gelişimi 38

Şekil 3.6: Menderes Masifindeki Alpin Metamorfizmasının Tektonik Ortamı, Yaşı ve Oluşum Koşulları. 39

Şekil 3.7: Bafa Gölü'nün Evrimi 40

Şekil 3.8: Karakaya mevkii civarında doğal dış etmenler sonucu altere olmuş gnays birimi Kuzey yönünden mostra görünümü. 42

Şekil 3.9: Beşparmak Dağları mevkiinde bulunan gnays birimi içerisindeki yaklaşık 10 cm boyutundaki kuvars damarı (Bakış yönü KB). 42

Şekil 3.10: Yeşilköy Mevkii civarında gözlenen bantlı gnays biriminden el örneği görünümü. 42

Şekil 3.11: Karakaya Köyü mevkii civarında gözlenen gözlü gnays (Bakış yönü KB). 42

Şekil 3.12: Beşparmak Formasyonu'na ait muskovit ve klorit içeren milolitik gnays örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b). 43

Şekil 3.13: Beşparmak Formasyonuna ait biyotit, kuvars ve feldspat içeren protomilonit gnays örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b). 43

Şekil 3.14: Mezar Tepe civarında bulunan mostradaki kuvars damarlı şist birimi (Bakış yönü KD)..... 45

Şekil 3.15: Mezar Tepe Mevkii'nde gözlenen Bafa Formasyonu içerisinde yer alan şistlere ait yapraklanmalı yüzey (Bakış yönü KD). 45

Şekil 3.16: Şist biriminin lineasyon ve şistozite durumu (Graciansky, 1965). 46

Şekil 3.17: Bafa Formasyonun Bozdağ grubu ile geçişi (Ercan vd., 1985). 46

Şekil 3.18: Serçin Köyü civarlarında gözlenen Bafa Formasyonuna ait şistlerden mermerlere geçiş sunan mostranın görünümü (Bakış yönü yaklaşık güney). 47

Şekil 3.19: Bafa Formasyonuna ait lepidoplastik dokulu, kuvars ve klorit şist örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b). 48

Şekil 3.20: Bafa Formasyonuna ait lepidoplastik dokulu, milonitik şist örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b). 48

Şekil 3.21: Serçin Köyü mevkiinde bulunan Bozdağ Grubu'na ait altere olmuş, sarımsı bej renkli. 50

Şekil 3.22: Serçin Köyü mevkii'nde yer alan Bafa Gölü civarı Bozdağ Grubu mermerlerine ait bir mostra (Bakış yaklaşık Güney). 50

Şekil 3.23: Serçin Köyü civarında bulunan Bozdağ Grubu mermerlerinden kırık çatlaklı bir mostra görünümü (Bakış yönü GD). 50

Şekil 3.24: Bozseki Tepe Mevkii civarında Bozdağ Grubu mermerlerinde görülen kum arakatmanları (Bakış yönü GB). 50

Şekil 3.25: Akbük Formasyonuna ait yaklaşık 20 m kalınlığındaki mostranın genel görünümü (Bakış yönü GB). 51

Şekil 3.26: Pehlivan tepe civarında gözlenen Neojen yaşlı Akbük Formasyonuna ait kömür bantları (Bakış yönü GB)). 52

Şekil 3.27: Pehlivan tepe (Sarıkemer civarı) gözlenen istifin ölçülmüş stratigrafi kesiti.. 53

Şekil 3.28: Bozseki Tepe Mevkii Söke Formasyonu'na ait mostra örneği. 54

Şekil 3.29: Bafa Gölü kuzeydoğusunda yer alan Alüvyal birim (KD'den GB'ye bakış). 56

Şekil 3.30: Serçin Köyü mevkiinde bulunan Bozdağ Grubu mermerleri ile Alüvyal birimin dokanağı (Bakış yönü GB). 56

Şekil 3.31**:** Bafa Gölü ve çevresinin jeoloji haritası..... 57

Şekil 3.32: a Bataklık istifinin tavandan itibaren ilk 25 cm derinliğine kadar olan ayrıntılı litostratigrafisi (BS1)..... 63

Şekil 3.32: b Bataklık istifinin 25-55 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS2).. 64

Şekil 3.32: c Bataklık istifinin 55-102 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS3).. 65

Şekil 3.32: d Bataklık istifinin 102-167 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS4).. 66

Şekil 3.32: e Bataklık istifinin 167-225 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS5). 67

Şekil 3.32: f Bataklık istifinin 225-295 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS6). 68

Şekil 3.32: g Bataklık istifinin 225-352 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS7). 69

Şekil 3.32: h Bataklık istifinin 352-416 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS8). 70

Şekil 3.32: i Bataklık istifinin 416-486 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS9).. 71

Şekil 3.32: j Bataklık istifinin 486-554 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS10).. 72

Şekil 3.32: k Bataklık istifinin 554-620 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS11). 73

Şekil 3.32: l Bataklık istifinin 620-685 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS12).. 74

Şekil 3.32: m Bataklık istifinin 685-745 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS13). 75

Şekil 3.32: n Bataklık istifinin 745-805 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS14). 76

Şekil 3.32: o Bataklık istifinin 805-870 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS15). 77

Şekil 3.32: p Bataklık istifinin 870-930 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS16). 78

Şekil 3.32: r Bataklık istifinin 930-990 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS17). 79

Şekil 3.32: s Bataklık istifinin 990-1057 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS18). 80

Şekil 3.32: t Bataklık istifinin 1057-1124 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS19). 81

Şekil 3.32: u Bataklık istifinin 1124-1189 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS20). 82

Şekil 3.33: BAF 37 karotunun Litostratigrafisi. 85

Şekil 3.34: Baf 17 Karotunun silt-kil dağılımı. 86

Şekil 3.35: Baf 15 Karotunun silt-kil dağılımı. 87

Şekil 3.36: Baf 9 Karotunun silt-kil dağılımı. 88

Şekil 3.37: Baf 3 Karotunun silt-kil dağılımı. 89

Şekil 3.38: Batı-Doğu ekseni boyunca tane boyu dağılımları. 90

Şekil 3.39: Bataklık istifi boyunca %5 in üzerinde bolluk gösteren bentik foraminifer türleri. 95

Şekil 3.40: BAF3B karotu boyunca %5 in üzerinde bolluk gösteren bentik foraminifer türleri. 99

Şekil 3.41: a Bataklık istifi boyunca Ba, Sr, Ca, Na ve Mg elementelerinin derinlikle değişimleri. 101

Şekil 3.41: b Bataklık istifi boyunca Rb, K, As, Ti, Zr ve Al elementelerinin derinlikle değişimleri. 102

Şekil 3.41: c Bataklık istifi boyunca Th, Pb, Cr, Ni, Fe, Co, Zn elementelerinin derinlikle değişimleri. 103

Şekil 3.41: d Bataklık istifi boyunca U, Mo, Mn, V, P ve Cu elementelerinin derinlikle değişimleri. 104

Şekil 3.42: a BAF37 karotu boyunca Ba, Sr, Ca, Na ve Mg elementelerinin derinlikle değişimleri. 105

Şekil 3.42: b BAF37 karotu boyunca, Al, Ti, K Rb, As ve Zr elementelerinin derinlikle değişimleri. 106

Şekil 3.42: c BAF37 karotu boyunca Cu, Ni, Co, Zn, V elementelerinin derinlikle değişimleri. 107

Şekil 3.42: d Bataklık istifi boyunca Mo, U, Th, Fe, Pb ve Cr elementelerinin derinlikle değişimleri. 108

Şekil 3.43: Göl çökellerinin derinlik boyunca % $CaCO_3$ değişimleri. 109

Şekil 3.44: Bataklık istifi boyunca toplam organik karbon (TOC) miktarının değişimi. 114

Şekil 3.45: BAF37 karotu boyunca toplam organik karbon (TOC) miktarının değişimi. 115

Şekil 4.1: Bataklık istifi boyunca kırıntılı malzeme kaynaklarının göstergesi olan Al, Si, K ve Ti elementlerinin değişimleri. 117

Şekil 4.2: BAF37 karotu boyunca kırıntılı malzeme kaynaklarının göstergesi olan Al, K, ve Ti elementlerinin değişimleri. 118

Şekil 4.3: Bataklık istifi boyunca Si/Al, K/Al ve Ti/Al oranlarının değişimi. 118

Şekil 4.4: BAF37 karotu boyunca K/Al ve Ti/Al oranlarının değişimi. 119

Şekil 4.5: Bataklık istifi (b) ve BAF37 karotu boyunca (b) Zr+Rb/Sr oranındaki değişim. 120

Şekil 4.6: Bataklık istifi boyunca Mn/Al oranının ve As elementinin değişimi. 121

Şekil 4.7: BAF37 karotu boyunca Mn/Al oranının ve As elementinin değişimi. 121

Şekil 4.8: Bataklık istifi boyunca Zr/Rb oranının değişimi. 122

Şekil 4.9: BAF37 karotu boyunca Zr/Rb oranının değişimi. 123

Şekil 4.10: BAF3B karotu boyunca taneboyu, CaCO3, Foraminier % bolluğunun karşılaştırılması. 124

Şekil 4.11: Bataklık istifi boyunca Mg/Ca, Sr/Ca Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarının değişimi. 125

Şekil 4.12: BAF37 karotu boyunca Mg/Ca,, Sr/Ca Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarının değişimi. .. 126

Şekil 4.13: Bataklık istifi boyunca Cr, Zn, Ni ve V elementlerinin değişimi. 127

Şekil 4.14: BAF37 karotu boyunca V, Ni ve Zr elementlerinin değişimi. 127

Şekil 4.15: Bataklık istifi boyunca Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişim. 128

Şekil 4.16: BAF37 karotu boyunca Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişim. 128

Şekil 4.17: Bataklık istifi boyunca TOK miktarının ve P, Ba elementlerinin değişimi. 129

Şekil 4.18: BAF37 karotu boyunca TOK miktarının ve P, Ba elementlerinin değişimi. 130

Şekil 4.19: Göl ve çevresinde etkili olan ortamsal parametrelerin değişimi. 133

Şekil 4.20: Bataklık istifinin ortamsal, ekolojik yorumu. 134

Şekil 4.21: Göl çökellerinin zamana bağlı ortamsal, ekolojik yorumu. 135

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1: Aydın ili 1954-2013 yılları içinde gerçekleşen ortalama değerleri. 6

Tablo 1.2: Muğla ili 1954-2013 yılları içinde gerçekleşen ortalama değerleri. 6

Tablo 2.1: Tane boyutuna göre çökellerin sınıflandırılması. 25

Tablo 3.1: Bataklık istifi boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türleri. 92

Tablo 3.2: Bataklık istifi boyunca bentik foraminiferlerin sayısal bollukları..... 93

Tablo 3.3: Bataklık istifi boyunca bentik foraminiferlerin yüzdesel bollukları. 94

Tablo 3.4: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türleri. 96

Tablo 3.5: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türlerinin sayısal bollukları. 97

Tablo 3.6: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türlerinin yüzdesel bollukları. 98

Tablo 3.7: BAF17 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri..... 110

Tablo 3.8: BAF15 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri..... 111

Tablo 3.9: BAF9 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri. 112

Tablo 3.10: BAF3 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri. 113

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAFA GÖLÜNÜN LİTO-BİYO-KEMO STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE KUVATERNER EKOSİSTEMİ

Bilgehan TOKSOY

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özlem BULKAN

Ege Bölgesinde Menderes havzası içesinde yer alan Bafa Gölü, Aydın ve Muğla illerinin sınırları içerisinde yeralmaktadır. Göl, maksimum 21 m derinlikte ve yaklaşık 70 $km^{2'}$lik bir alanı kaplamaktadır. Bu çalışma kapsamında, Bafa Gölü ve çevresindeki çökellerin litolojik, biyolojik türler ve kimyasal özellikler anlamında stratigrafik (lito-biyo-kemo stratigrafik) özellikleri tespit edilerek, çevre jeolojisi ile ilgili değerlendirmelerin de ışığında göl ve çevresinin paleo-ekolojik özelliklerinin zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Bafa Gölü'nün batı kesiminde bulunan bataklık istifinden (BAP (ACİP): 17828 no'lu proje kapsamında alınan) sondaj yöntemi ile alınan çökel örnekleri (BS: 1189 cm) ve TÜBİTAK 113Y070 ve BAP (YADOP) 37190 no'lu projeleri kapsamında göl tabanından alınan BAF37 (417 cm), BAF17 (30 cm), BAF15 (40 cm), BAF9 (32 cm), BAF3 (30 cm), BAF3B (50 cm) karotlarında değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, karotlar 2 cm'lik aralıklarla örneklenerek litoloji, renk, su içeriği, fosil içeriği gibi makro gözlemlere göre litostratigrafik tanımlamaları yapılmıştır. Ayrıca BAF37, BAF17, BAF15, BAF9, BAF3 karotları boyunca tane boyu analizleri yapılmıştır. Biyostratigrafik özellikler kapsamında bentik foraminifer türleri incelenmiştir. Çökellerin kimyasal stratigrafik karakterizasyonu amacıyla, ICP-MS, SHİMATZU ve inorganik karbonat analizleri yapılmıştır. Bu analizler ile kırıntılı

girdisi, tuzluluk, birincil kimyasal ayrışma süreçleri, redoks koşulları ve organik madde üretimi, enerji düzeyi gibi ortam belirleyici özellikler incelenmiştir. Bataklık istifi boyunca tavandan ilk 50 cm bitki kalıntıları içeren bataklık çökelleridir. 50- 712 cm arası gölsel yer yer koyu renkli laminalar içeren, kum boyutu aşağılara doğru artan homojen kildir. 712-1189 cm arası ise kumlu mikalı killerle başlayıp kumlara doğru geçiş göstermektedir. Ayrınılı bir bakış açısıyla göl tabanında biriken güncel istif göl tabanından tavana doğru ilk 90 cm'lik kesimde su içeriği yüksek, yer yer küçük kavkı kırıkları içeren killer, 90-370cm aralığında yağımsı yeşilimsi renkli homojen killer ve organik madde içeriği yüksek koyu renkli, 370-417 cm arasında ise yer yer siyah laminalar ve kavkı parçaları içeren killer gözlenmektedir. Göl içerisinde alınan 5 karot boyunca yapılan tane boyu analizine göre, tane boyunun karot yüzeyine doğru kabalaşması ortamın sığlaştığını göstermektedir. Yine tane boyutu doğu kesimlere doğru kabalaşmaktadır. Bu çökellere ait toplam inorganik karbonat değerleri gölün doğu kesimlerine gidildikçe inorganik karbonat değerlerinin artış gösterdiği gözlenmiştir Yine, çökellerin kimyasal özellikleri gözetildiğinde gölün enerji düzeyi, kırıntı girdisi ve su kimyası ile ilgili bilgi edinilebilmektedir. BS istifi boyunca kırıntılı girdisi ile ilgili parametrelerin oranları rüzgar katkısı ile ilgili (K/Al; 0.2-0.1, Ti/Al; 0.07-0.03), rüzgar katkısı ile ilgili (Zr/Al;29.0-8.0) ve enerji düzeyi ile ilgili (Zr/Rb 4.5-1.0) değerlendirmeler yapılmıştır. Aynı oranlar BAF37 karotu boyunca daha farklı değerler alabilmektedir (K/Al;0.3-0.2; Ti/Al; 0.05-0.04; Zr/Al; 9.0-6; Zr/Rb; 1.0-0.3) arasında değişmektedir. Ayrıca redoks koşulları ve tuzluluk gibi suyun kimyasal özellikleri bataklık istifi ve göl çökellerinde yakın değerlerde tespit edilmiştir (BS: Th/U;5.0-2.5, Mg/ Ca;0.7-0.2; BAF37: Th/U; 5.7-1.5, Mg/ Ca; 0.4-0.2). BAF37 karotu üzerinde litostratigrafik ve biyostratigrafik değerlendirmeler ve önceki çalışmalarla yapılan karşılaştırmalar ışığındaincelenen istifin son 5750 yıllık bir arşivi barındırdığı düşünülmektedir. Biyostratigrafik değerlendirmeler bentik foraminifer çeşitliliğinin ve değişkenliğinin az oluşuna ve göl ortamına işaret etmektedir.

Özetlemek gerekirse, günümüzden 2350 yıl öncesine kadar su seviyesinin bağıl olarak yüksek olduğu düşünülebilir. Öncesindeki (GÖ 2350-4400 yılları arasında) düşük su seviyesine ait, GÖ 4400-5600 yılları arasında yüksek su seviyesine ait kayıtlara rastlanmıştır. Bu süreçler içerisinde göl suyunun kimyası da değişmiştir. Bu dönemden önce tuzlu olan göl suyu tatlı su karakteri kazanmıştır. Ayrıca göl suyunun tuzluluğu ile

göl suyundaki redoks miktarındaki değişimler eş zamanlı olarak gerçekleştiği gözlenmektedir. Enerji seviyesi de gözetilecek olursa, GÖ 1990-2700 yılları arasında rüzgar ile taşınma miktarında ve enerji düzeyinde belirgin artışlar görülmektedir. Bu artışlarla beraber rüzgar ile taşınan malzemenin kimyasal ayrışma miktarında da artışlar olmuştur.

Haziran, 2014, 161

Anahtar Kelimeler: Bafa Gölü, Litostratigrafi, Biyostratigrafi, Kimyasal Stratigrafi, Ekosistem, Kuvaterner

SUMMARY

M.SC. THESIS

LITHO-BIO-CHEMO-STRATIGRAPHICAL PROPERTIES OF LAKE BAFA SEDIMENTS AND QUATERNARY ECOSYSTEM

Bilgehan TOKSOY

Istanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Department of Geological Engineering

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Özlem BULKAN

Lake Bafa is characterized as one of the largest inland lakes around the Aegean coast of the Eastern Mediterranean. Contemporarily, lake exhibits the maximum water depth of 21m and a surface area of about 70 km^2. Litho-bio-chemical stratigraphical characteristics of the lake sediments are investigated within the frame of the study. Furthermore, time dependent changes in lake and surrounding paleoecological processes are identified. Wihtin the purpose, collected cores (karot numaraları) and dirilled section from the western swamp area ((BAP (ACİP): 17828 project, TÜBİTAK 113Y070 project and BAP (YADOP) 37190 project)) were used. High resolution sample set (2cm resolution) were identified in terms of lithological characteristics of the sediments, such as colour, water content, shells. Furthermore grain size distributions are investigated for BAF37, BAF17, BAF15, BAF9, BAF3 cores. Benthic foraminifera distributions were determinated to reconstruct the biostratigraphical frame of the study. Furthermore, sediments were characterizied applying ICP-MS, SHIMATZU and inorganic carbon analysis. Analytical dataset were used to identify the energy level, clastic input, water salinity, primary weathering conditions, redox conditions and organic matter productivity.

First 50cm interval indicates characteristic swamp muds with plant residues. 50-712cm interval was characterisied as laminated lake sediments, laminated clay-silt

intercolations and sand layers. Detailed characterisation of the lake sediments indicates high water containing homogenous clays (0 to 90cm interval), greenish homogenous and organic matter rich black clays (370 to 417cm interval), and dark banded or laminated and shell containing fine and coarse clays. Sediments collected along an east west direction within the lake indicates enhanced grain size distribution through the eastern parts, probably related to shallow water conditions. Furthermore, chemical composition of the sediments would allow us to determinate energy level, sediment input, water chemistry. Selected parameters in the sediments collected from the BS section indicates variations of sediment supply (K/Al; 0.2-0.1, Ti/Al; 0.07-0.03), eolian affect (Zr/Al;29.0-8.0) and energy level (Zr/Rb 4.5-1.0). Same parametres are determinated in the different ranges along the recent lake sediments (K/Al;0.3-0.2; Ti/Al; 0.05-0.04; Zr/Al; 9.0-6; Zr/Rb; 1.0-0.3). Additionally, redox conditions and salinity variations are determinated in similar ranges in recent lake sediments and swamp section (BS:Th/U;5.0-2.5, Mg/ Ca;0.7-0.2; BAF37: Th/U; 5.7-1.5, Mg/ Ca; 0.4-0.2). Lithostratigraphical and biostratigraphical corelations within the previous studies indicated that the sediment archive records the last 5750 years. Biostratigraphical investigations reflects the unsignificant changes of benthic foraminifera distributions and lake conditions.

Consequentelly, recent to 2350yr BP and 4400 to 5600yr BP periods indicates low water level and 2350 to 4400yr BP interval reflect relatively high water level signatures. Simultaneously during the high water level phases, water chemistry shows a tendency through the relatively high oxygen level and fresh water conditions. Additionally, eolian affect also was an important factor during the period of high energy environment during the 1990 to 2700yr BP interval. Chemical alterated sediments are were also contributed in to the sediments during this specific phase.

Jun, 2014, 161

Keywords: Lake Bafa, Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Chemostratigraphy, Ecosystem, Quaternary

1. GİRİŞ

1.1. AMAÇ

Bu çalışma kapsamında, Bafa Gölü çökellerinin litolojik, biyolojik ve kimyasal stratigrafik özellikleri ve çevre jeolojisinin (sedimentolojik özellikleri) ışığında göl ve çevresinin paleo-ekolojik özelliklerinin zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma Bafa Gölü ve çevresinde yapılmış litolojik, biyolojik ve kimyasal stratigrafik özelliklere dayanarak yapılmış en ayrıntılı yüksek lisans tez çalışması olması nedeniyle önem taşımaktadır.

1.2. ÇALIŞMA ALANI

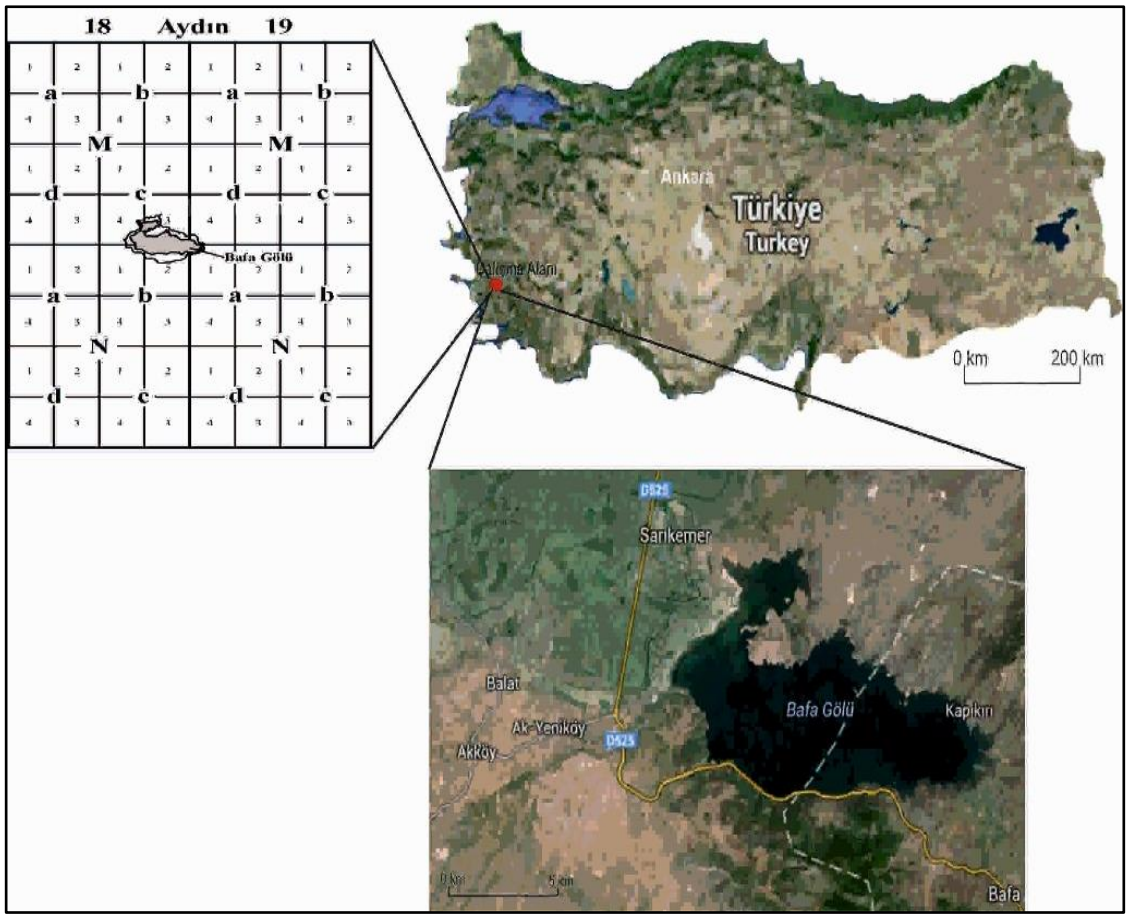
Çalışma alanını, Menderes Havzası içesinde yer alan Bafa Gölü ile yakın çevresi oluşturmaktadır. Ege Bölgesinde yer alan çalışma alanı, Aydın'ın Söke ilçesinin 25 km güneyinde, Söke-Milas karayolunun doğusunda Aydın ve Muğla illerinin sınırları içerisindedir (Şekil 1.1). Büyük Menderes Deltasının Güneydoğusunda bulunan göl ve drenaj alanı 1:25 000 ölçekli M18-c3, c4; M19-d4; N18-b1, b2; N19-a1 paftaları içerisinde yer almaktadır.

Doğu-Batı doğrultusunda uzanmakta olan Bafa Gölü K-G yönünde 4.6 km, D-B yönünde ise 15 km uzunlukta olmak üzere yaklaşık $70km^2$'lik bir alanı kaplamaktadır. Serçin Köyü civarında derinliği azalan Bafa Gölü' nün en yüksek su derinliği 20 metredir (DSİ, 1994).

İnceleme alanında, kuzeydoğudan batıya doğru gittikçe alçalan bir eğim gözlenmektedir, güneydoğu kısmı ise bir çukurluk halinde doğuya doğru uzanmaktadır. Güneyi ise göl havzasına dik uzanan dağlık bir alanla kaplıdır. Batı kısmı da Büyük Menderes Nehri ile sınırlanmaktadır.

Gölün doğu ve batı kıyıları düzlük diğer kıyıları ise sarptır. Ayrıca gölün içerisinde antik kalıntılar bulunan 4 kaya bloklarından ada vardır. Bu adalar gölün kuzey kısmında doğudan batıya doğru sırasıyla, Kargaasarı Adası, İkizce Adası ve Menet Adası, güney

kısmında ise Kahveasarı Adası yer alır (Bafa Gölü Tabiat Parkı Analitik Etüt ve Sentez Raporu, 2005).

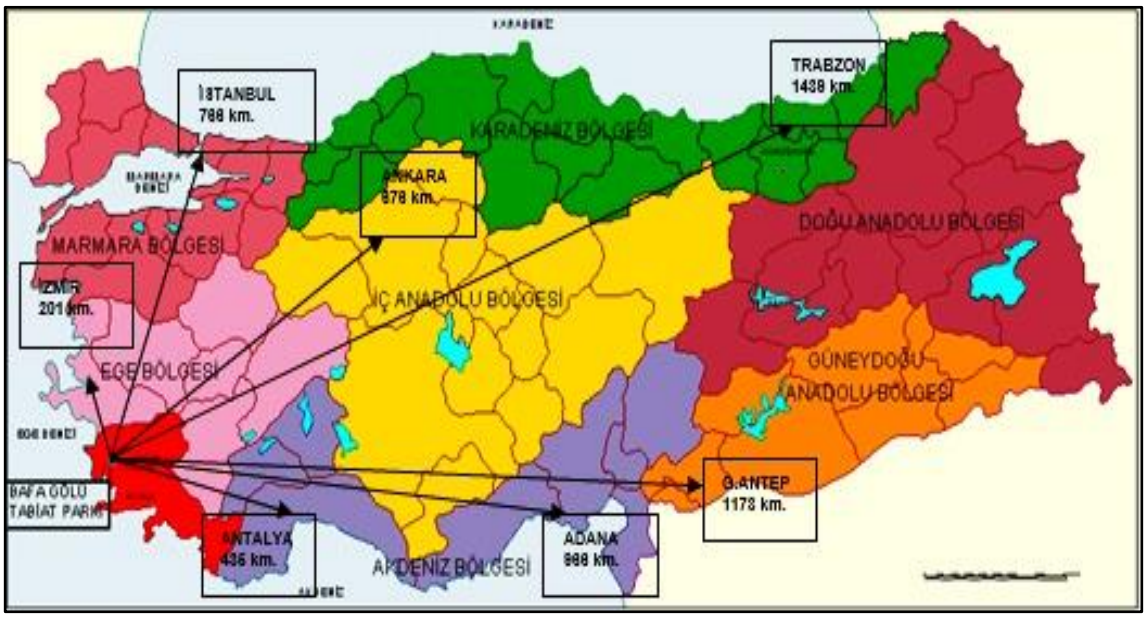


Şekil 1.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Earth görüntüsü).

1.2.1. Ulaşım

Çalışma alanı ulaşım olarak kolay denilebilecek bir konumdadır. Bölgeye İstanbul'dan ulaşım karayoluyla ve hava yoluyla sağlanabilmektedir. Karayoluyla ulaşım yaklaşık olarak 700 km mesafede ve 10 saat sürmektedir. Hava yoluyla ulaşım ise, İzmir Adnan Menderes Havalimanı ya da Bodrum Milas Havalimanından yaklaşık 45 dk sürmektedir. Bu hava alanlarından, çalışma alanına Söke güzergahından geçen herhangi bir araçla yaklaşık 2 saatte ulaşım mümkündür.

Bafa Gölü, (D525) Söke – Milas Devlet Karayolu ile Aydın- Söke İlçesine yaklaşık olarak 25 km mesafede olup, ulaşım karayolu ile sağlanabilmektedir. Bölge Aydın'a 90 km, Didim'e 30 km ve Söke'ye 20 km mesafede bulunmaktadır. Ulaşılabilirliğin en üst seviyede olması bölge açısından da önemli getiriler sağlamaktadır. Bölgenin batısındaki köylere ulaşım kolaydır. Bafa Gölünün batısında kalan Kapıkırı köyüne ise, D525 karayolunun devamında 1,5 km'lik mesafenin sonunda ulaşılabilmektedir. Buradan antik kentlere de ulaşılmaktadır. Serçin Köyü'nün ilk yerleşim alanlarına ise ulaşım oldukça güçtür. Burada bulunan toprak yollar mevsimsel koşullardan dolayı elverişsizdir.



Şekil 1.2: Çalışma alanına ulaşım mesafeleri (Bafa Gölü Tabiat Parkı Analitik Etüt ve Sentez Raporu, 2005).

1.2.2. Coğrafik Özellikler

Çalışma sahasının güney kesimleri göle dik uzanan dağlık alanla kaplıdır. Gölün yakın çevresi yükseltileri 300 m'leri bulan dağlarla çevrilidir. Kuzeyinde Beşparmak Dağları, Güneyinde ise İlbir Dağı bulunmaktadır.

Çalışma sahasındaki en yüksek tepe Yalçınkaya Tepe (350 m) olup diğer önemli tepeler; Çam Tepe (341 m), Eskiçam Tepe (258 m) Peynircik Tepe (200 m),

Ördekgediği Tepe (~150 m), Koca Tepe (118 m), Kır Tepe(~100 m), Azılı Tepe (130 m), Büyükasar Tepe (158 m), Karapınar Tepe (160 m), Kalabak Tepe (58 m), Burgaz Tepe (25 m)'dir.

İnceleme alanında kuzeydoğudan batıya doğru gittikçe alçalan bir eğim gözlenmektedir ve batı kısmında ise Büyük Menderes Nehrinin getirdiği alüvyonlarla kapanan gölün denizle bağlantısı yükseltisi fazla olmayan kıyı şeridi ile sınırlanmaktadır.

Gölü çevreleyen küçük mevsimlik dereler tarafından taşınan malzemelerin göl kıyılarında birikmesiyle oluşan açık renkli bir kıyı şeridi bulunmaktadır. Mevsimlik su seviyesi değişiklikleri sonucunda yüksek seviye zamanlarında sular altında kalan bölümler suların çekilmesiyle alüvyonlarla kaplı geniş düzlükler meydana getirmektedirler. Bafa Gölünün çevresinde drenaj alanı içerisinde çok fazla dereler bulunmaktadır. Bu dereler içinde mevsimsel dereler de olsa gölün drenaj alanın beslemektedirler.

Gölün batısında, göl ile Menderes Nehri arasında bağlantıyı kontrol etmek amacıyla Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yapılmış olan kanalın güneydoğu kısmında isimsiz, çok sayıda derecikler yer almaktadır. Bu kanal aracılığı ile sulama dönemlerinde Büyük Menderes Nehri'nin fazla suları göle verilmektedir. Göle doğru akan Yağhane Dere ve İkiz Deredir. Ayrıca, Dibcik Dere, Koyuntaşı Dere, Kavaklı Dere, Soğanlı Dere, İzmir Dere, Sırtlanini Dere, Küçüksırtlanini, Palamut Dere, Ayı Dere, Ağa Dere, Alimolla Dere, Karasulu Dere, Mersinetkırı Dere, Bal Dere, Ekici Dere, Karayavsak Dere, Ayı Dere, Kavaklı Dere, Kadel Dere ve Ulusluk Dere de gölün güney kısmında bulunan mevsimlik derelerdir.

Gölün doğu kısmında; Kıllı Dere, Angaralan Dere ve Çılcak Dere, kuzey kısmında, Hüsoğlan Dere, Abdurrahman Dere, Karaoğlan Dere, Hurma Dere, Büyükkapız Dere, Manlı Dere, Karaağaçlı Dere, Çakıllı Dereleri bulunmaktadır.

Şekil 1.3: Çalışma alanının topoğrafya haritası.

Çalışma alanının bulunduğu Aydın ve Muğla illerinde, genellikle Akdeniz İklimi görülmektedir. Yazları kuru ve sıcak, kışları ılık ve nemlidir. Bölge Akdeniz yarı-nemli iklim rejimindedir (Wagner, 2001). Akdeniz rejiminin etkisi ile 5-6 ay boyunca az yağış alır. Aralık-Ocak aylarında bölge en fazla yağışını alır. Bölgenin çevresindeki dağlara bağlı olarak yükseklerde yağış daha fazladır. Kar yağışı ve don seyrek olarak yükseklerde görülür (Brinkmann vd., 1990, 1991; Kasparek, 1988; Tuttahs, 1998; Knippig vd., 2008).

Tablo 1.1: Aydın ili 1954-2013 yılları içinde gerçekleşen ortalama değerleri (http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AYDIN).

AYDIN İLİ 1954 – 2013 YILLARI İÇİNDE GERÇEKLEŞEN ORTALAMA DEĞERLER												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.2	9.3	11.9	15.8	20.9	25.9	28.4	27.5	23.4	18.4	13.3	9.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	13.2	14.6	17.9	22.4	28.1	33.4	36.0	35.5	31.9	26.3	19.8	14.5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4.3	4.9	6.7	10.0	14.1	18.1	20.4	20.1	16.5	12.7	8.7	5.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m²)	107.0	93.3	70.0	54.1	34.3	12.6	4.0	1.8	12.9	42.1	80.0	124.6
AYDIN İLİ 1954 – 2013 YILLAR İÇİNDE GERÇEKLEŞEN EN YÜKSEK VE EN DÜŞÜK DEĞERLER												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.2	25.2	32.4	35.4	40.2	44.4	44.6	43.8	43.3	37.8	30.7	25.9
En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.6	-5.2	-5.0	-0.8	4.6	8.4	13.4	11.8	7.6	2.0	-2.0	-5.2

Tablo 1.2: Muğla ili 1954-2013 yılları içinde gerçekleşen ortalama değerleri (http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MUGLA).

MUĞLA İLİ 1954 - 2013 YILLARI İÇİNDE GERÇEKLEŞEN ORTALAMA DEĞERLER												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.5	6.1	8.6	12.4	17.6	22.9	26.3	26.1	21.6	15.9	10.5	7.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.0	11.0	14.3	18.6	24.3	29.8	33.4	33.6	29.3	23.1	16.6	11.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	1.6	1.9	3.6	6.9	11.2	16.2	19.6	19.6	15.1	10.1	5.7	3.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m²)	227.1	181.1	117.3	68.8	45.9	20.6	6.8	6.7	17.4	66.9	135.8	267.9
MUĞLA İLİ 1954 – 2013 YILLARI İÇİNDE GERÇEKLEŞEN EN YÜKSEK VE EN DÜŞÜK DEĞERLER												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20.9	21.2	26.8	31.2	35.7	40.8	42.1	41.2	38.8	35.0	27.6	20.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-11.0	-9.9	-8.5	-3.6	1.0	6.7	11.3	10.9	5.6	0.2	-6.1	-8.4

Yörede iklim Aralık, Ocak, Şubat aylarında soğuk ve yağışlı iken, yazın Temmuz ayında ısı 35-40˚C' ye ulaşmaktadır. Bölgenin 1954-2013 yılları arasında yapılan ölçümlere göre ortalama sıcaklığı kış ayları için 5-8˚C, yaz ayları için 26-28˚C'dir. Bu sıcaklık değerleri yıllar içinde sapmalara uğramaktadır. Bu sapmalar neticesinde

kaydedilen en yüksek sıcaklık Aydın ili için 27 Temmuz 1987 yılında 44,6 derece, Muğla ili için ise 27 Temmuz 2007 yılında 42,1 derecedir (Tablo 1.1-2).

Çalışma alanında, Akdeniz bitki örtüsünün en iyi şekilde görülebildiği çok sayıda bitki türü görülmektedir. Bu bitki türleri orkide gibi endemik bitki türlerini de içinde barındırır. Çalışma alanı ve çevresinde Akdeniz bitki coğrafyasına ait yaygın olarak görülen orman ağacı kızılçam ve karaçamdır (Atalay, 1983; Aydın Çevre Durum Raporu, 2006). Ayrıca bölgede zeytinlikler de yaygındır. Bölgenin 1000 metrelere kadar yükselen kesimlerinde de kızılçam görülmektedir. Bölgede görülen kızılçam ormanlarında meşe toplulukları egemendir ve bu meşe türleri; mazı meşesi, saçlı meşe ve palamut meşesidir. Bölgedeki Karaçam ağaçları ise 1000-1100 metre yükseklikteki kesimlerde görülmektedir. Dere içleri ve kenarlarında ise kestane ve çiçekli diş budak toplulukları bulunmaktadır. Kestane ağaçlarının arasında akçaağaç yapraklı üvez ve ıhlamur ağaçları da vardır. (Özdemir, 2009). Bu bölgedeki ormanlarda Aksöğüt, keçi söğüdü, akçakesme, meşe türleri, sarıçiçekli kızılcık, kırmızı meyveli kızılcık ile sandal, böğürtlen gibi maki türleri de bulunmaktadır. (Günal, 1986; Aydın Çevre Durum Raporu, 2006). Palamut meşesi ormanları 1000-1100 m yüksekliğe kadar yayılım göstermekte olup kızılçam ormanlarının altında sıklıkla geyik dikeni, yabani erik, sumak, ahlat, tesbih, yaban gülü, zakkum, defne, menengiç, kermes mesesi, akçakesme, adaçayı yapraklı laden, tüylü laden, katırtırnağı, katran ardıcı, karaçalı, hayıt bulunmaktadır (Günal, 1986). Alçak kesimlerde ise deniz kıyısından başlayarak "maki" adı verilen sert yapraklı, dikenli, her mevsimde yeşil kalabilen çalı toplulukları yer almaktadır. Makiler bazı bölgelerde boyları uzun ve sık fakat kuraklığın arttığı bölgelerde kısa boylu ve seyrek görülmektedir. Ayrıca Kıyı Ege Bölgesi'nin ve Akdeniz'in karakteristik türlerinden olan adaçayı, İzmir kekiği, kara kekik, lavanta gibi aromatik türler ve tıbbi papatyalar da bu bölgede oldukça bol miktarda yetişmektedir. Gölün içerisinde su bitkileri hakimdir. Göl çevresinde ise çorak ve tuzlu toprakları seven ılgınlara rastlanmaktadır.

Yöredeki toprak yapısı üç gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ilki genel olarak irili ufaklı çakıllar ile kum, kil, mil taşınıp depolanmasından oluşan azonal topraklardır. İkincisi iklim, ana kaya, doğal bitki örtüsüne bağlı olarak yayılış gösteren demir oksit ve

alüminyum oksit bileşiklerin fazla olduğu zonal topraklardır. Üçüncüsü de kumlu çakıllı olarak fliş ve volkanizmanın bulunduğu alanlarda kum oranı yüksek yer yerde kalkerlerin bulunduğu alanlarda kil ve marn oranı yüksek şekilde görülen intrazonal topraklar olmak üzere olmak üzere üç grupta ele alınabilir (Erinç, 1977).

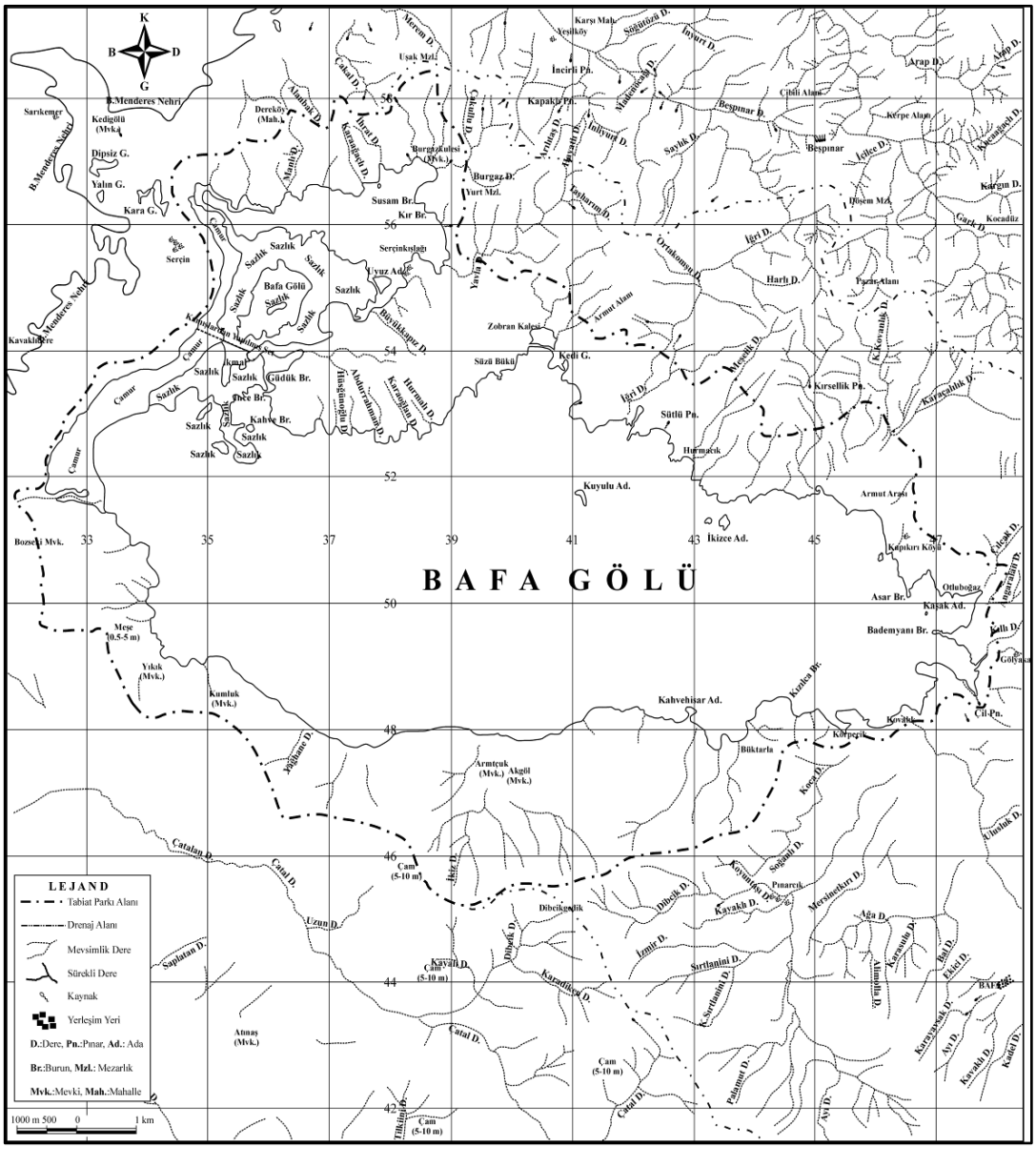
Çalışma alanında başlıca geçim kaynağı göl balıkçılığı ve zeytindir. Bafa Gölünün batısı kesimlerinde arıcılık ve turizmcilik de yaygındır. Özellikle Kapıkırı Köyünün arkeolojik ve doğal yapısı, burada, turizm sektörünün son yıllarda gelişmesine neden olmuştur. Bölgenin doğu kısımlarında, Serçin Köyü civarında tarımcılık ve mera hayvancılığına daha fazladır. Büyük Menderes Nehrinden sağlanan sulama kanalları yardımıyla pamuk tarımı bu bölgede yaygın olarak yapılmaktadır. Ayrıca bölgede sebze meyve üretimi yaygındır; bunlara ek olarak, az da olsa, ayçiçeği, mısır, buğday ekimi yapılmaktadır.

1.2.3. Drenaj ve Batimetrik Özellikler

Bafa Gölünün drenaj alanı kuzey doğusunda Büyük Menderes Nehri ve alüvyonları, batısında Beşparmak Dağları ile sınırlanmaktadır (Şekil 1.4). Bölgede, drenaj alanı içinde, gölü besleyen sürekli akarsu yoktur. Mevsimsel dereler, yağışın fazla olduğu aylarda, drenaj alanı içerisine akmaktadır.

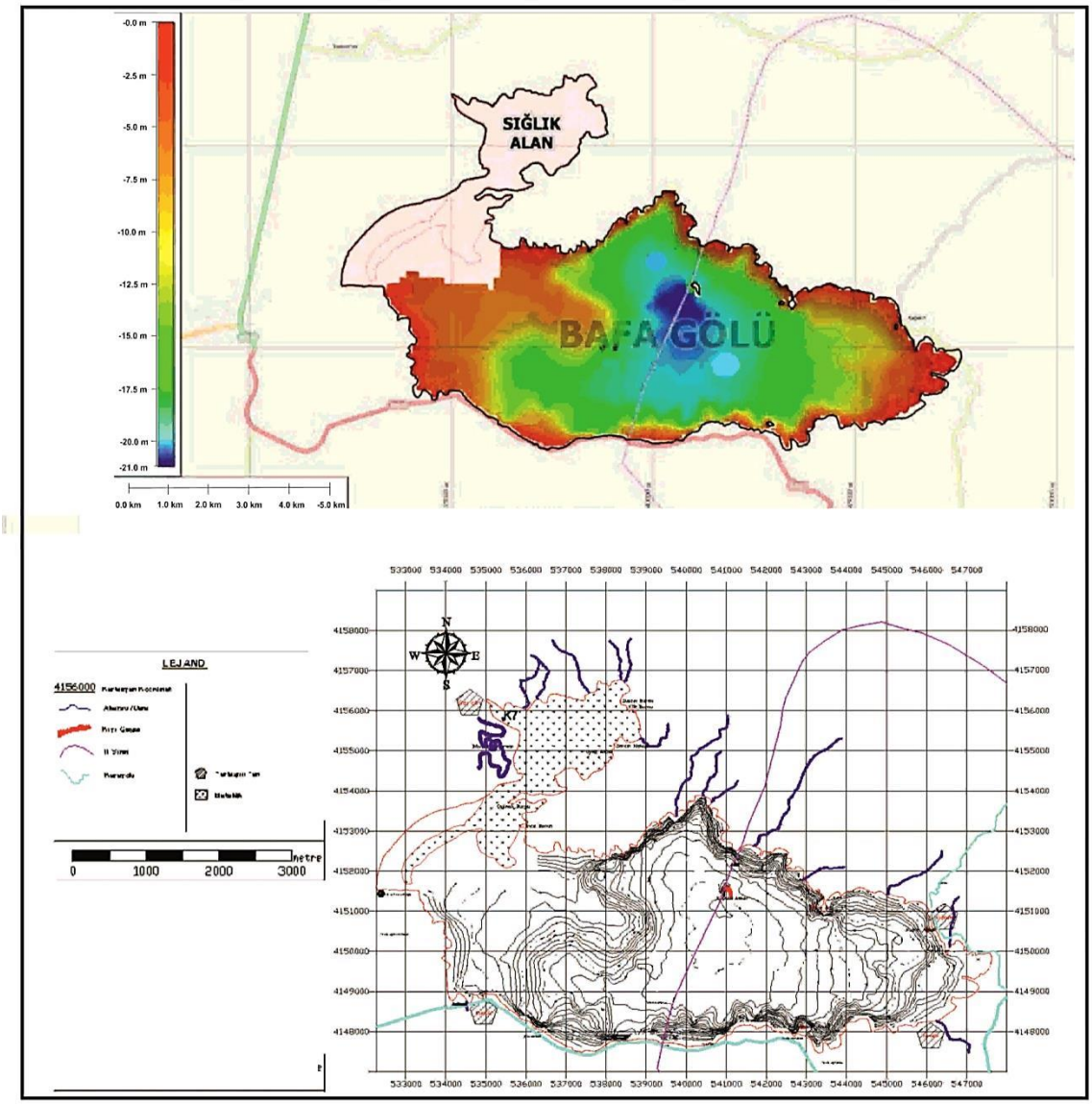
Bölgede DSİ tarafından 1985 yılında yapılan sedde ve birisi denizle, diğeri de Büyük Menderes Nehri ile bağlantıyı sağlamak amacıyla inşa edilen 2 regülatör bulunmaktadır. Göl seviyesi düştüğü dönemlerde, deniz bağlantısını sağlayan regülatör açılarak göle deniz suyu bırakılmakta, bazı dönemlerde de, Büyük Menderes kapakları açılarak tatlı su girişi sağlanmaktadır.

D-B uzanımlı olan Bafa Gölünün en derin kısmı 20-22 metredir. Doğuda Serçin Köyüne doğru gidildikçe derinliği azalmaktadır. Burada derinliğin azaldığı uç kısımlar eski Serçin Gölü olarak adlandırılmaktadır. Zaman zaman kuruyan bu kısım yağışın fazla olduğu ve gölün besleniminin fazla olduğu zamanlarda sular altında kalmaktadır (Şekil1.5)



Şekil 1.4: Bafa Gölünün drenaj haritası (Bafa Gölü Tabiat Parkı Analitik Etüt ve Sentez Raporu, 2005).

Batı kısmında ise Beşparmak dağlarına doğru nispeten derinliği azalan Bafa gölünün güneyinden kuzeye doğru gölün orta noktasına gidildikçe derinliği kademeli olarak artmaktadır. Gölün orta noktasına doğru derinlik maksimuma ulaşmaktadır. Buradan kuzeye doğru derinlik ani değişimler göstererek azalmaktadır.



Şekil 1.5: Bafa Gölünün batimetri (derinlik) haritası ve eş derinlik eğrilerini gösteren batimetri (derinlik) haritası (Özel vd., 2011).

1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Batı Anadolu'nun tektonik ve yapısal olarak çok değişken oluşu çok sayıdaki araştırmacıların farklı disiplinli çalışmalar ile bu bölge çalışmasına neden olmuştur. Bu sebeple bölgede yapılan en önemli çalışmalara yer verilecektir.

HAMILTON (1840) Menderes Masifi kayaları ile ilgili ilk jeolojik tanımlamaları yapmıştır.

TCHIHATCHEFF "Asie Mineure" kitabının 1869 da yayımlanan, jeolojiye bölümünde Masifi K-G doğrultulu bir kesit boyunca kat eden, gnays, granulit, mikaşist, kloritşist, sleytşist, kalkşist ve killişistten bahsetmiştir.

PHILIPPSON (1910-1915), Batı Anadolu'nun jeolojisi üzerine yazdığı eserinde; Ege Bölgesindeki tektoniğin yaşını genç olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Menderes Masifinin ilk detaylı haritasını yayınlamıştır ve Masifin kapladığı alana "Lidya-Karya Masifi" adını vermiştir.

PAREJAS (1940) ise Masifi "Menderes Masifi" olarak ilk kez adlandırmıştır.

EGERAN ve YENER (1944), Türkiye Jeoloji Haritasının İzmir Paftasına ait açıklamalarda ilk kez bu adı kullanmıştır.

WIPPERN (1964), Menderes Masifinin, tortul kayaçların metamorfizması sonucu oluştuğunu söylemiştir. SCHUILING bu metamorfizmanın oluş zamanının Geç Mesozoyik olduğundan bahsetmiştir.

DORA (1985), Menderes Masifinin evrimini yaş analizleri yaparak değerlendirmiştir.

ŞAROĞLU, vd. (1987), Batı Anadolu'da tektonik olayları incelemiştir. Ayrıca Türkiye'nin Diri Fay Haritasını yayınlamıştır.

OKAY (1989), Menderes Masifindeki Eosen yaşlı yapıları diğer araştırmacılardan farklı gözle bakmış ve bu yapıları güneye dalımlı büyük bir yatık kıvrımla açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca bu çalışma ile Aydın dağlarındaki stratigrafik ve metamorfik terslenmenin sebebini araştırmıştır.

ERDOĞAN ve GÜNGÖR (1992), Batı Anadolu'da Menderes Masifi metamorfizmasının gelişimini Likya Napları ile ilişkilendirerek Masifi ayrıntılı çalışmışlardır.

BARGU ve TURGUT (1993), Büyük Menderes ve Küçük Menderes arasındaki bölgede yer alan Miyosen tortullarında gelişen kıvrımlar ve bunların özellikleri ile Büyük Menderes Grabeninin ilişkisini açıklamışlardır.

YILMAZ (1997), Balkanlardan Toroslara kadar uzanan Batı Anadolu gerilmeli bölgesi olan geniş bir alanı incelemiştir. Menderes masifinin kökenini, oluşum mekanizması ve yaşı ile Magmatik toplulukların oluşum yaş ve nedenlerini Kuzey-Güney gerilme rejiminin başlangıç zamanını ve sürekliliğini ele almıştır. Bu çalışma ile birlikte Neojen örtü birimlerinin oluştukları tektonik rejim ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

CANDAN ve DORA (1998), tarafından derlenen ve Mainz Üniversitesi'nde Menderes Masifi üzerine yapılan bir çalıştayda 1: 750 000 ölçekli "Menderes Masifinin Genelleştirilmiş Jeoloji Haritası" sunulmuştur.

YANKO, vd. (1999), tarafından yapılan çalışmada Karadeniz'de farklı yerlerden (şelf, lagüni körfez gibi) alınmış olan örneklerde foraminifer topluluğu üzerinde çalışmıştır. Çalışmada foraminifer topluluklarının tuzluluk ve ortam ayırtlarına göre sınıflamıştır. Ayrıca bu çalışmada Karadeniz Holosen sedimentlerinde hiç bir planktik foraminifer türüne rastlanmamış ve yüksek çeşitlilikte bentik foraminiferler çalışılmıştır.

HAKYEMEZ, vd. (1999), Gediz ve Büyük Menderes grabeninin Geç Kuvaterner evrimin ele almıştır. Bu çalışmada bölgenin jeomorfolojisi ve aktif tektoniği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır ve bölgenin Geç Kuvaterner evrim sürecinde aktif tektonizmanın önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

BRUCKNER, vd. (1999), tarafından Büyük Menderes Deltası paleocoğrafik açıdan, ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu çalışmada jeolojik, jeoarkeolojik, jeomorfolojik çalışmalar yapılmıştır ve bu çalışmalar doğrultusunda Myus, Söke ovası ve Büyük Menderes Deltasının jeolojik evrimi karşılaştırılmıştır.

MULLENHOFF; vd. (2004, 2006), Büyük Menderes deltasını ayrıntılı bir şekilde araştırmış ve deltanın ilerlemesi sürecinde oluşan Bafa Gölünün evrimini sedimentolojik mikrofauna ve palinolojik olarak açıklamıştır.

KNIPPING; vd. (2008), Büyük Menderes Havzası ve Bafa Gölünde palinolojik ve sedimentolojik çalışmalar yapmıştır. İnsan etkisi ile birlikte bölgedeki sedimentolojik süreci ayrıntılı bir şekilde incelemiştir.

KAZANCI; vd. (2009), Büyük Menderes Grabeninin Kuvaterner evrimini araştırmıştır. Bu evrimde sismik aktivitelerin önemli rol oynadığını belirtmektedir. Büyük Menderes Havzasının sedimanlarını ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve bu sedimanların kökenini araştırmıştır.

AVŞAR; vd. (2009), Büyük Menderes Nehri önü kıta sahanlığı bölgesinde güncel bentik foraminifer toplulukları üzerinde çalışmışlardır. Çalışma kapsamında bentik foraminiferleri litoloji ve $CaCO_3$ içeriğine göre değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada $CaCO_3$ konsantrasyonu genel olarak düşük olduğu ve aglutine kavkılı foraminifer bireylerinin bolluğu ve homojen dağılımı deniz suyu sıcaklığının düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir.

ÖN-AKÇER; vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin batısında son 6000 yıldaki değişim kayıtları araştırılmıştır. Bu araştırmada Uludağ Buzul, Yeniçağa, Bafa göllerinden alınan çökeller üzerinde fiziksel, jeokimyasal, paleontolojik ve izotopik özellikler belirlenmiştir. Paleontolojik çalışmalarda bentik foraminiferler ve ostracodlarla ortam yorumları yapılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. SAHA ÇALIŞMALARI

Bu çalışma kapsamında yapılan saha çalışmaları, genel jeolojik incelemeleri, göl çevresindeki bataklık alandan ve göl tabanından örnek alımını içermektedir.

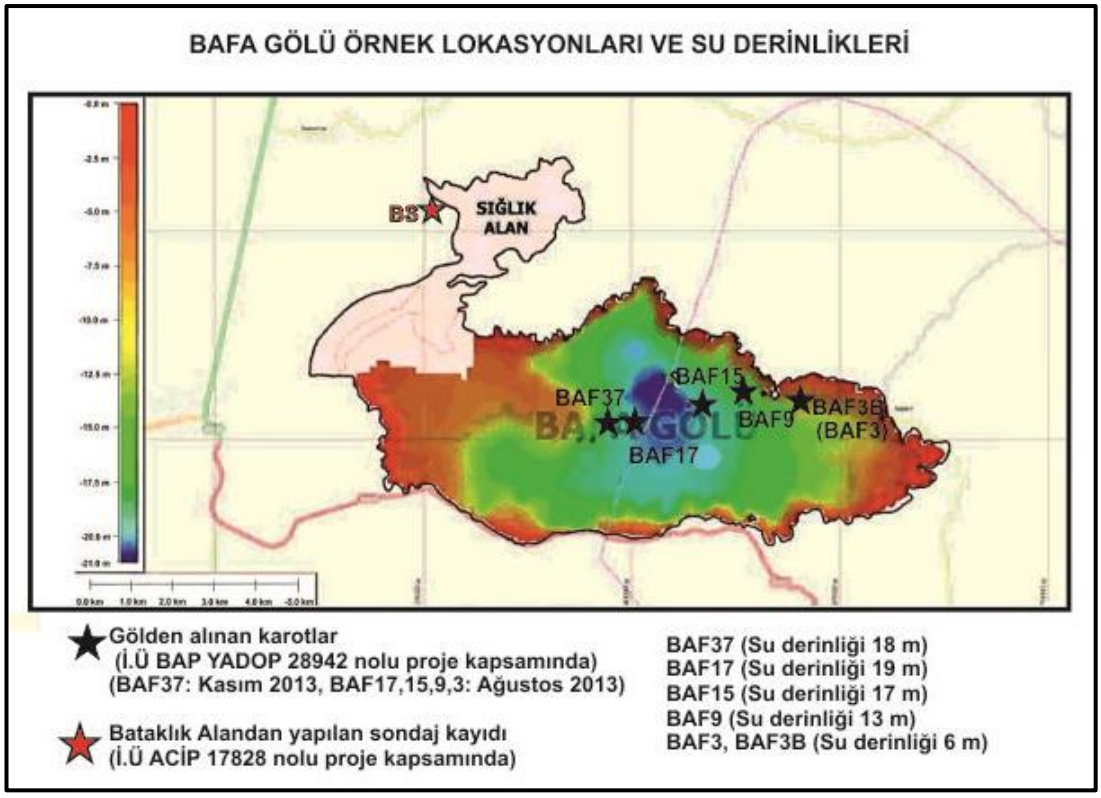
Bu proje kapsamında 2012-2014 yılları arasında Bafa Gölü ve çevresinde toplam dört saha çalışması yapılmıştır. Bu saha çalışmalarından ilk ikisi Ekim-Aralık 2012 dönemini kapsamaktadır. İlk gezi kapsamında çevre jeolojisi değerlendirilmiş, Kuvaterner istifi ve morfolojik yapı incelenmiştir. İkinci gezi kapsamında gölün etrafında jeolojik incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda gölün batı kesimindeki bataklık alandan İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 17828 nolu ACİP projesi kapsamında 11,89 metre uzunlukta sondaj çalışması yapılmıştır.

Temmuz-Ağustos 2013 döneminde Bafa Gölü ve çevresinde üçüncü kez saha çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada gölün çevresi jeolojik açıdan incelenek, göl tabanından örnekleme yapılacak yerler belirlenmiştir. Bölgenin jeolojisi incelenmiş ve çeşitli laboratuvar çalışmaları için kayaç örnekleri alınmıştır. Ayrıca gölün doğu kesiminde gözlenen ve genel olarak kumtaşı ve çakıltaşı ardalanmasından oluşan flüviyal ve yer yer laminalı açık sarı renkli ince taneli kum ve küçük çakıltaşlarının ardalandığı alüvyal istifin stratigrafik ve litolojik özelliklerini yansıtan kesit ölçülerek örneklenmiştir. Genç çökeller içeren istiften kesit ölçülmüş ve ayrıntılı tanımlaması (renk, doku, fosil içeriği, sedimenter yapısı) yapılmıştır. Göl çevresinin jeolojisinin tanınması ve Kuvaterner istifinin incelenmesinin ardından göl tabanının özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalara başlanılmıştır. Bunun için Ağustos-Kasım 2013 döneminde saha çalışmaları yapılmıştır. Gölün üzerinde İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 37190 nolu Yüksek Lisans Tez projesi ve 28942 nolu YADOP projesi kapsamında Kajak yöntemi ile alınan örnekler kullanılmıştır. Ekim 2013 döneminde yapılan saha çalışmalarında ise Hammercoring yöntemi ile örnekler alınmıştır.

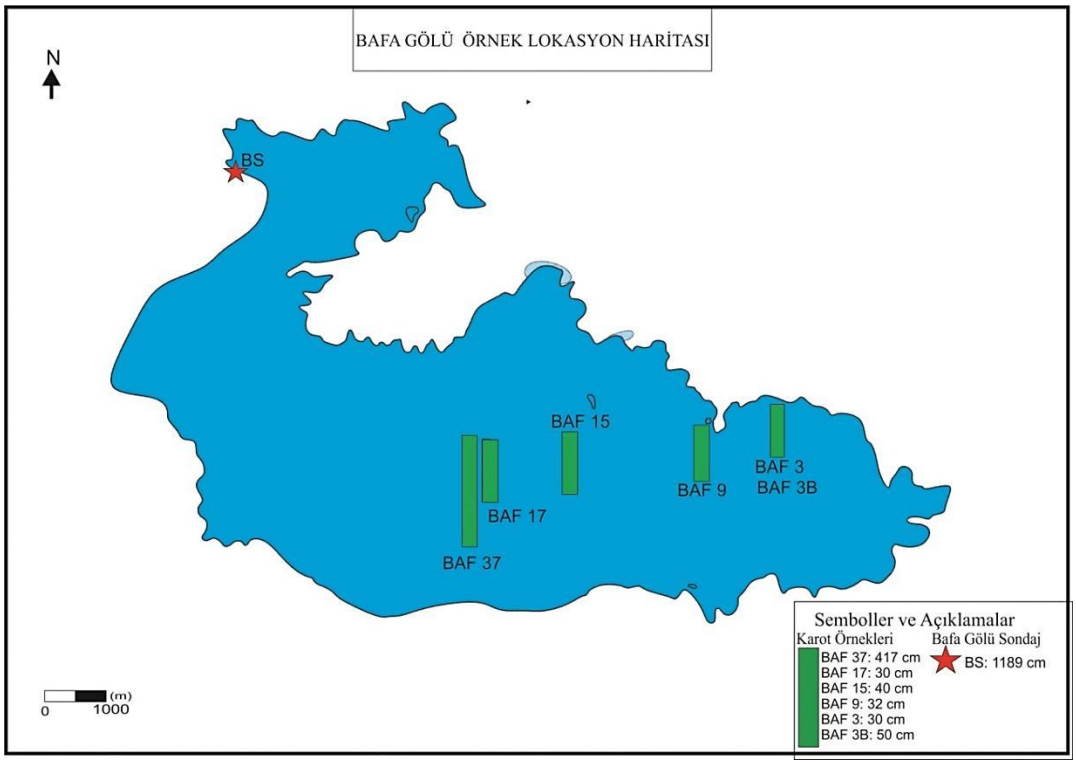
2.2. ÖRNEK ALIM TEKNİKLERİ

Paleoekoloji araştırmalarında özellikle geçmiş dönemlerdeki iklim verilerini tespit etmek için kullanılan en önemli araçlardan biri göl tabanından alınan karotlardır. Alınan karotlardan yararlanılarak göl çökellerindeki; fiziksel, kimyasal ya da biyolojik sonuçlardan göl kaydının çıkarılması mümkün olmaktadır.

Bu amaçla göl tabanı boyunca karot alımı için Kajak yöntemi ve Hammer coring yöntemi ile örnekler alınmıştır. Ayrıca gölün batı kesiminden sondaj yöntemi ile örnekler alınmıştır. İlgili karotların alındığı su derinliklerine ait bilgiler batimetri haritasında ayrıntılantırılmıştır (Şekil 2.1 a). Örnek yerleri ve alınan karotların uzunlukları Şekil 2.1 b'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: a Göl tabanından alınan karotların lokasyonları ve su derinlikleri (Batimetri haritası Özel vd., (2011)' den alınmıştır, karot lokasyonları ve su derinlikleri ilgili projeler kapsamında yapılmıştır.)



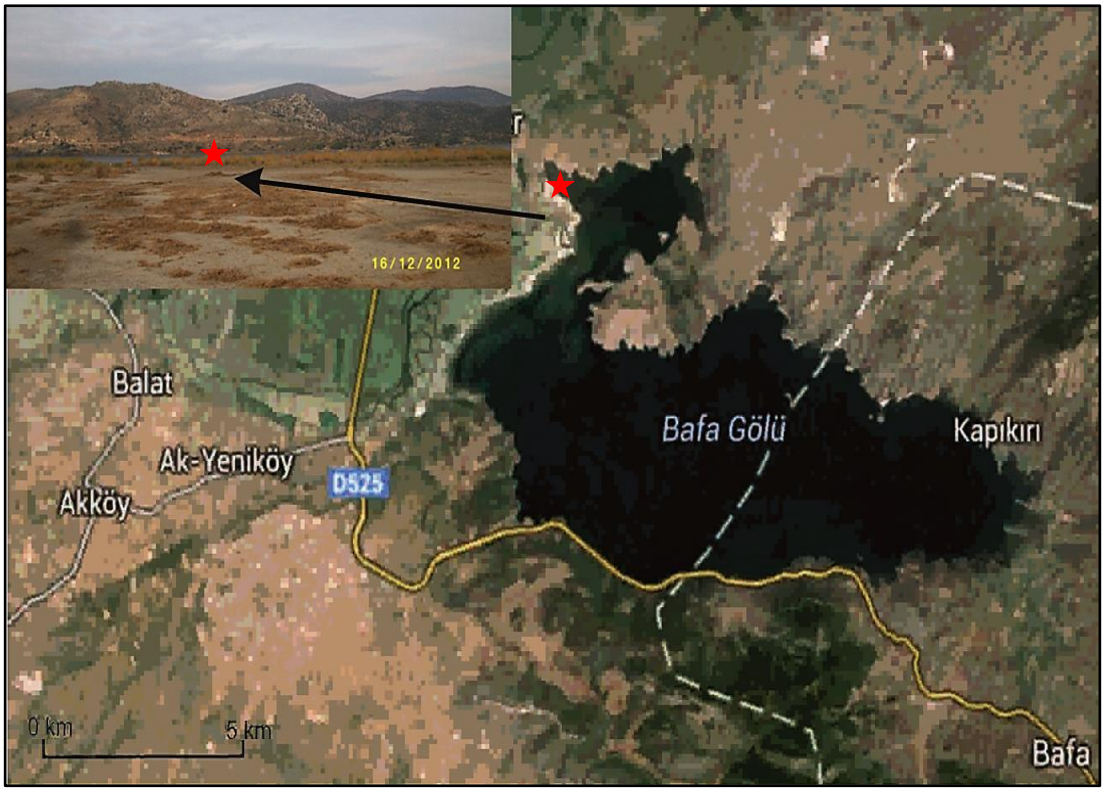
Şekil 2.1: b Göl tabanından alınan karotların, gölün batı kısmında yapılan sondajın lokasyonu ve uzunlukları.

2.2.1. Sondaj Yöntemi

Göl sedimanında daha derin örnek almak amacıyla Aralık 2012 döneminde gölün batı kesimindeki bataklık alandan sondaj çalışması yapılmıştır (Şekil 2.2). Yapılan sondaj ilk 20-30 cm darbeli sondaj ilerlemiş daha sonraki kesimler 1189 cm'ye kadar döner (rotary) sondaj yapılmıştır. Alınan örnekler (Şekil 2.3) karot sandıklarına konularak örnekler açılana kadar +4˚C de muhafaza edilmiştir.

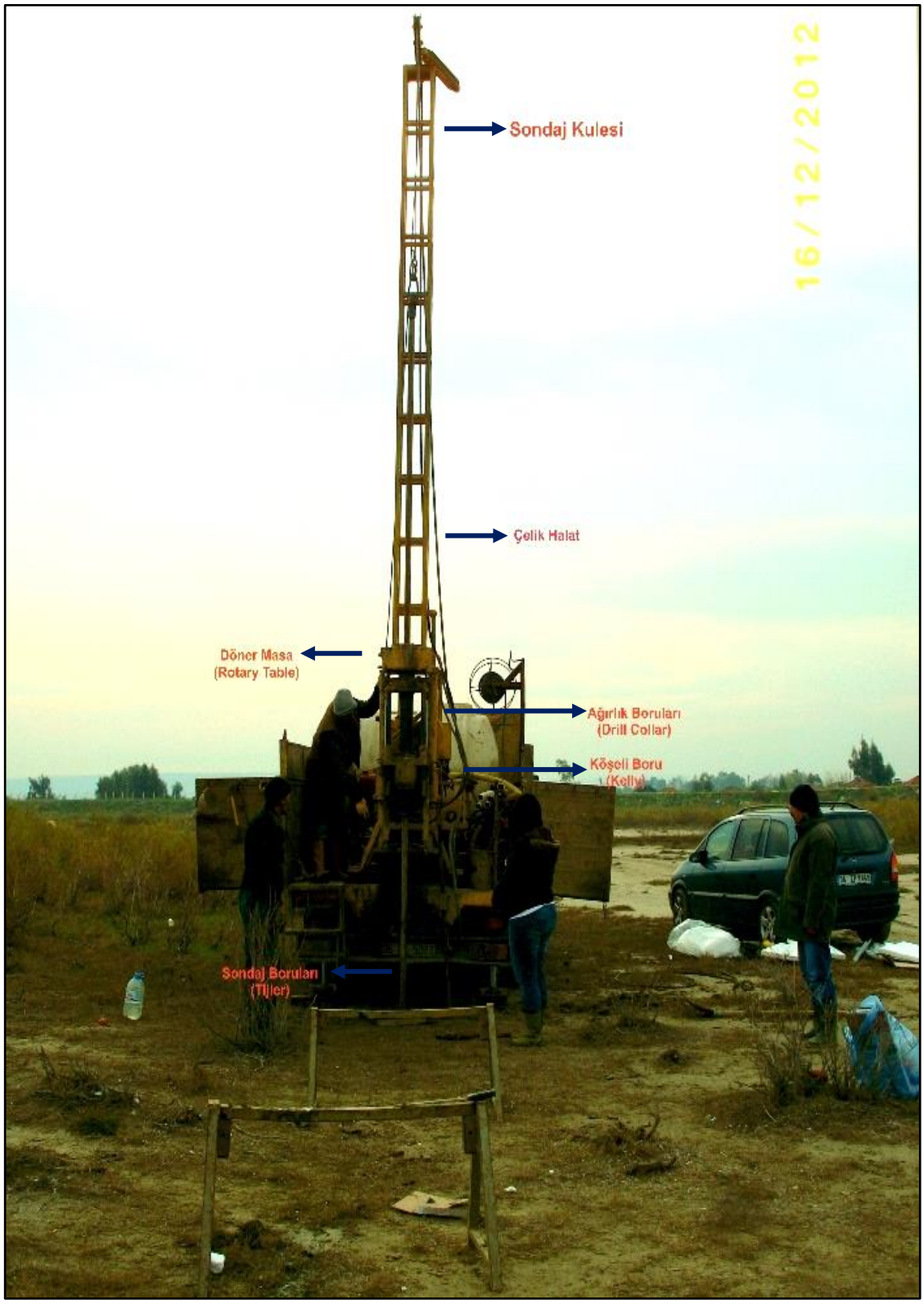
Döner sondaj yöntemi derin sondaj yapmak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Sediman örneğin alınması için gerekli enerji, matkaba verilen ağırlık ve dönme hareketi ile sağlanır. Matkap bir boru dizisinin ucunda yeraltına indirilir ve döndürülür. Dönerken üzerine gelen ağırlık etkisiyle ve dişleri aracılığıyla ile sediman örneği alınır. Sediman örneği boru dizisinin (ağırlık borusu, sondaj borusu, köşe borusu) içinden pompalan hava veya bir sıvı ile tabandan alınarak boru ile delik arasında kalan aralıktan yer yüzeyine taşınır (Şekil 2.4). Sistem süreklidir, sondaja ara vermeden sediman örnekleri

yukarıya taşınır (Yolcubal, 2008). Alınan karot örnekleri karot sandıklarına konularak muhafaza edilir.



Şekil 2.2: Bafa Gölü batı kesimindeki bataklık alanda yapılan sondaj lokasyonu.

Şekil 2.3: Sondaj yöntemi ile alınan örnekler.



Şekil 2.4: Sondaj yönteminde kullanılan donatılar.

2.2.2. Kajak Yöntemi

Kajak Yöntemi ile Ağustos 2013 döneminde göl tabanından BAF 17 (30 cm), BAF 15 (40 cm), BAF9 (32 cm), BAF3 (30 cm), BAF3B (50 cm) karot örnekleri alınmıştır. Kajak karotiyeri mekanik bir kuvvet uygulamaksızın insan gücü ile çalışır. Karotiyer sistemi; PVC boru ve bunun kafasına monte edilen ağırlık (~30 kg), piston sisteminden oluşmaktadır. Karotiyer ile örnek alımı; tekne üzerinde kullanılan sistemin ağırlıkları monte edilir ve piston kontrol edilir (Şekil 2.5-1). Karotiyer sistemi; piston ve üzerine tutturulmuş vakumlama sistemi ile çalışır. Karotiyer su tabanına 1-2 cm yukarıdan bırakılarak kendi ağırlığı ile (gravite) tabana saplanması sağlanır (Şekil 2.5-2). Su tabanına saplanan sistem kontrollü bir şekilde halatlarından çekilerek yüzeye çıkarılır (Şekil 2.5-3). Ucunda tutucu (core catcher) olmamasından dolayı alınan örneğin PVC borudan kaymaması için su yüzeyine çıkmadan kapağı kapatılarak örnek muhafaza edilir. Alınan sediman ya örneklenerek ya da PVC boru içerisinde +4˚C de muhafaza edilir (Şekil 2.5-4,5).

2.2.3 Hammer Coring Yöntemi

Hammer coring yöntemi ile Ekim-Kasım 2013 döneminde BAF37 (410 cm) karot alınmıştır. İTÜ EMCOL tarafından hazırlanan yüzer platform; şişme muz üzerine yerleştirilmiş özel malzemeden (su üzerinde yüzebilen) imal edilmiştir ve platformun üzerine kurulan sistemin yüksekliği yaklaşık 2,5 metredir.

Karot alımı sırasında kullanılan platformun hareketi, kullanılan teknenin yardımı ile sağlanmıştır (Şekil 2.6A). Gölde, çalışma boyunca, platformun su üzerinde sabit kalabilmesi için 4 adet demir atılmış ve tekneye de bir halatla bağlantı yapılmıştır (Şekil 2.6B). Kullanılan karotiyer sistemi; karotiyer, PVC boru, baskı kolları, tutucu çeneler (karot sistemini su üzerinde tutmak ve aşağı güvenli indirmek için), çelik halat, piston el vinci, motor, sediman tutucu (core catcher) oluşur.

Şekil 2.5: Kajak yöntemi ile örnek alınımı.

Karot düzeneği hazırlandıktan sonra, tutucu çenelerin içerisinden geçirilerek suya indirilmiştir. Bütün bağlantıların kontrolü yapıldıktan sonra, iki kişi tarafından yavaş ve dik bir konumda karotiyer aşağı indirilirken, üçüncü kişi karotiyer üzerinden gelen çelik halatı el vinci ile gergin bir şekilde tutulmuştur. Bunun nedeni karotiyer ucundaki pistonun açılmadan karotiyerin tabana dik bir şekilde ulaşmasını sağlamaktır (Şekil 2.6C). Belirli bir mesafeden kontrollü olarak serbest bırakılan karot göl tabanına saplanır. Aynı zamanda çelik teldeki gerginlik yine kontrol altında tutulmalıdır. Tabana saplanan karot üzerine sistemin ağırlıkları çakılmaya başlanılmıştır (Şekil 2.6C-D). Çakılmanın etkisi ile PVC boru göl tabanında daha derine iner. Alınan karot numunesi yavaş ve dikkatli bir şekilde motor yardımıyla yukarıya doğru çekilir. Çelik halat el vinci ile ara sıra kontrol edilerek örnek ile birlikte yüzeye çıkarılır. Karotiyer dışarı çıkarıldıktan sonra üzerindeki çamur tabakası temizlenir. PVC borunun altına monte edilen örnek tutucu (core catcher) sökülerek PVC borunun altına kapak takılır. Alınan örnek PVC boru içerisinde örnekleme yapılıncaya kadar +4˚C de muhafaza edilir.

Şekil 2.6: Hammer coring yöntemi ile numune alınması.

2.3. MİNEROLOJİK YÖNTEMLER

2.3.1. İnce Kesit Petrografisi

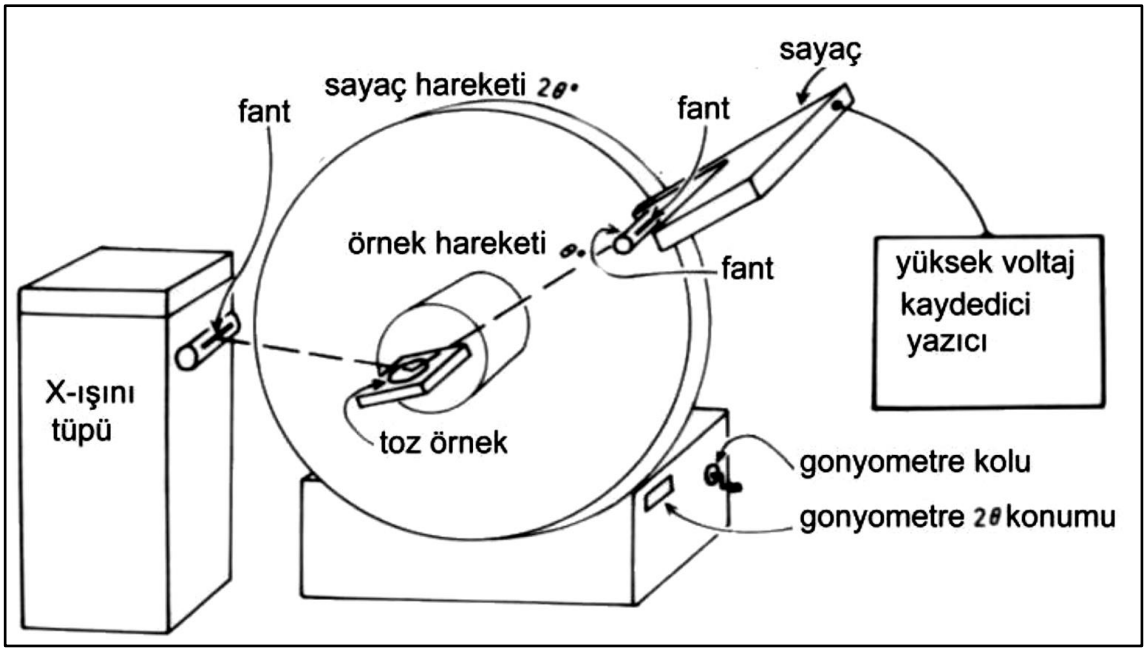
Çalışma alanından örneklenen kayaç örneklerinin petrografik ve minerolojik özelliklerini belirlemek amacıyla ince kesitler hazırlanmıştır. İnce kesitleri hazırlanması, incelenmesi ve fotoğraf çekimleri İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mineroloji Petrografi Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Alınan örnekler, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kayaç Kesme ve Taş İnceltme Laboratuvarı'nda Clipper marka kayaç kesme aleti ile kesilmiş ve Maden Yatakları – Jeokimya Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda Struers marka Discoplan – TS model kesit inceltme aleti ile inceltilmiştir.

Çalışma alanından örneklenen kayaç örnekleri yaklaşık kibrit kutusu büyüklüğünde kesilir. Kesilen parça mikroskopta inceltilerek mineral optik özelliklerini incelemek için (30 μ kalınlıkta) cam lamele yapıştırılmıştır. Yapılan inceltmedeki amaç mineral

tanelerinin ışığı geçirmesini sağlamaktır. Hazırlanan ince kesitlerin minerolojik incelemeleri İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mineroloji Petrografi Anabilim Dalı'ndaki polarizan mikroskoplarda yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında alınan numunelerden; inceleme alanı içerisinde yer alan Beşparmak Formasyonuna ait iki adet gnays, Bafa formasyonuna ait 2 adet şist örneği kesilip inceltilerek mikroskopik olarak incelemeye hazır hale getirilmiştir. Kayaçlardan hazırlanan ince kesitler tek nikol ve çift nikolde görüntülenerek fotoğraflanmıştır.

2.3.2. X Işınları Difraksiyonu (XRD)

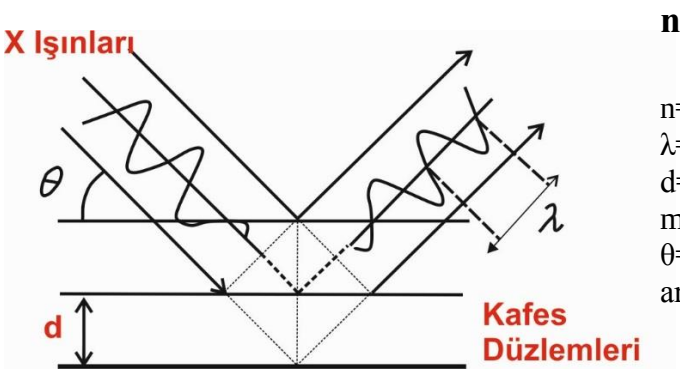
Örneklerin minerolojik bileşimlerinin saptanması amacıyla İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mineroloji Petrografi Anabilim Dalı'na ait laboratuvarda bulunan 1975 yılında alınmış Philips marka XRD Cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.7 XRD Cihazının çalışma prensibi (Öngen, 2012).

Cihaz kapalı devre su soğutucusu ve tazyikli su sağlama, X-ışını oluşturan yüksek voltaj jeneratörü ve X-ışını tüpü/lambası, X-ışını difraktometresi, Elektronik kule (detektör, yükseltici ve sayaç) ve yazıcıdan oluşmaktadır. Analiz için örnekler agat havanda öğütülmüştür. Öğütülen örnek tutucu göze yerleştirilerek analize hazır hale getirilmiştir

(Şekil 2.7). XRD de minerallerin belirlenebilmesindeki temel prensip her mineral üzerine gönderilen X ışınlarının yansımasıdır. Bragg Yasası'na göre X ışını her mineralin üzerine uygun bir açıyla düşen ışın ile atomik düzlem arasındaki açı (difraksiyon açısı: θ) belirlenmesi gerekir (Şekil 2.8). Analiz sonucu elde edilen difraktogramlardaki piklerin yatay eksendeki iz düşümleri 2θ dir. θ açısı; 2θ değerleri yardımıyla hesaplanır. 2θ değerleri atomik düzlemler arasındaki mesafe değerlerine dönüştürülür (nλ = 2d sinθ).



nλ = 2d sinθ

n= tam sayı
λ= dalga boyu
d= atomik düzlemler arasındaki mesafe
θ= düşen ışın ile atomik düzlem arasındaki açı

Şekil 2.8: Bir minerale gönderilen X ışınlarının atomik düzlemden yansıması.

2.3.4. Tane Boyu Analizi

Örneklerin tane boyu analizi İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü kapsamında bulunan deniz jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır. Çökellerde tane boyu dağılımı; çökelin istatistiksel anlamda tanımlanması, depolanma ortamının incelenmesi ve depolanma süreçleri hakkında yorum yapılması açısından önemlidir. Tane boyunun küçülmesi yüzey alanını arttırır, yüzey alanı arttıkça da daha fazla metali bünyesi alır. Tane boyu analizinde çökelin içerisinde bulunan çözünebilir tuzlar, kil boyutundaki malzemenin tanelerinin bir araya gelip daha büyük taneleri oluştururlar, bu da analiz sonuçlarının hatalı çıkmasına neden olur. Bu nedenle sedimentteki tuzların uzaklaşması için 2 cm aralıklarla örneklenen karot örneklerinin her biri en az iki defa distile su ile yıkanmıştır. Daha sonra çökmeye bırakılan karışım bir gün bekletilmiştir. Çökel üzerindeki su berraklaşınca sifon ile çekilmiştir. Ardından ıslak örnek 40˚C'de etüvde kurutulmuştur. Eğer örnek içerisinde kil gibi ince malzeme yok ise 100 ˚C'de de kurutulabilir. Kurutulan örneklerin ağırlığı ölçülerek not edilmiştir (Şekil 2.9A).

Şekil 2.9: Tane Boyu analizi için örnek hazırlama aşamaları.

Kuruyan her bir örnek üzerine, %10'luk kalgon $(NaPO_3)_6$'lu su konularak bir gün bekletilmiştir (Şekil 2.9B). Kalgon çözeltisinde bekletilmesindeki amaç tanelerin birbirinden ayrılmasıdır. Kalgonlu ıslak örnek 0.063 mm'lik elek üzerinde musluk altında yıkanarak kaba taneli (kum-çakıl) malzemeler ile ince taneli (silt-kil) malzemelerin ayrılması sağlanmıştır (Şekil 2.9C-D-E-F). Yıkama işlemi yapılırken eleğin üzerinde kaba malzemeler kalır eleğin altındaki toplama kabında ise ince malzemeler toplanır. Eleğin üzerindeki kaba malzemeler toplanarak 100 ˚C'de etüvde kurutulmuştur (Şekil 2.9G). Daha sonra ağırlıkları tartılmıştır. İnce malzemeler ise bilgisayar kontrollü lazer saçılımlı sedigraph aleti ile analizi yapılmıştır (Şekil 2.9I-J).

Eleğin üzerindeki kaba taneli kısım bir kaba aktarılarak, etüvde 100 ˚C'de kurutulmuştur. Örneklerin içerdiği boyut gurupları % cinsinden aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

%Çakıl+%Kum = (GSW / W)*100	%Çamur = 100 – (% çakıl + % kum)

GSW: 2 mm'lik elek üzerinde kalan çökelin kuru ağırlığı

W: Numunenin toplam kuru ağırlığı.

Kil ve silt değerleri ise sedigraph aletinde yapılan analiz sonucunda çıkan değerlerin yüzde cinsinden hesaplanması ile bulunmuştur. Hesaplanan yüzde değerler, derinlik değerlerine göre MATLAB programı kullanılarak çökellerin tane boyu dağılımları çizilmiştir. Göl çökellerin çakıl, kum, silt, kil boyutu Folk (1980) sınıflamasındaki değerlere göre yapılmıştır (Tablo 2.1). Tane boyutuna göre çökellerin sınıflaması excel programında yüzde ve tane çapı(Φ) değerlerine göre grafik olarak çizilmiştir.

Tablo 2.1: Tane boyutuna göre çökellerin sınıflaması (Folk, 1980).

Tane Çapı Milimetre (mm)	Tane Çapı Mikrometre (µm)	Tane Çapı Phi (Φ)	Wentworth Derecesi
4096		-12	Blok
256		8	Kaba çakıl
64		-6	Çakıl
4		-2	İnce çakıl
------2--------	----------	-- -1 --	————————
1.00		0.0	Çok kaba kum
0.50	500	1.0	Kaba kum
0.25	250	2.0	Orta Kum
0.125	125	3.0	İnce kum
------**0.0625**-	----------63------	--4.0---	Çok ince kum
		4.5	Çok kaba silt
0.031	31	5.0	Kaba silt
0.0156	15.6	6.0	Orta silt
0.0078	7.8	7.0	İnce silt
			Çok ince silt
------**0.0039**-	--------3.9---------	---8.0-	————————
0.00006	0.06	14.0	Kil

2.4. JEOKİMYASAL YÖNTEMLER

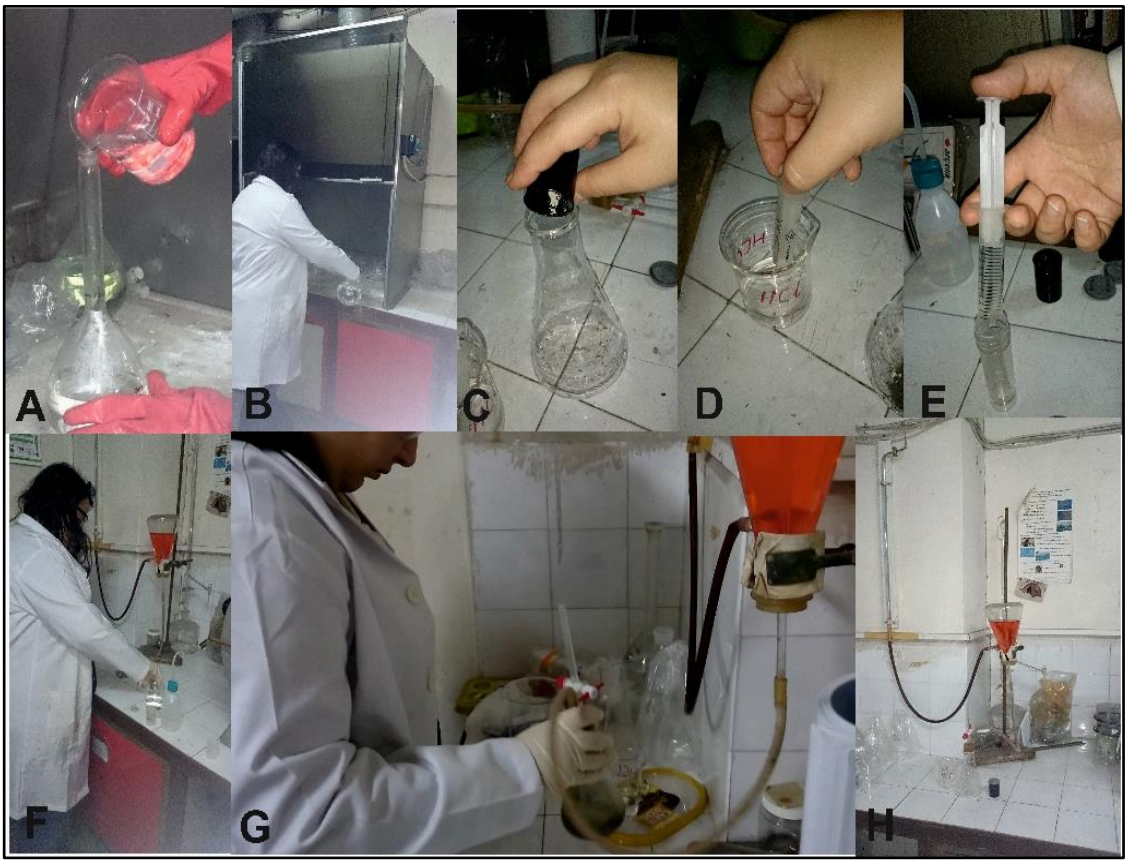
2.4.1. ICP-MS Analizi

Göl tabanından alınan 2 karot boyunca 2 cm hassasiyetle alınan 49 örnekten Acme Laboratuvarlarında (Kanada) kimyasal analizler yaptırılmıştır. Analizler için 40 °C'de kadar kurutulan örneklerden 10 gr alınarak agat havanda pudra boyutuna indirgenmiştir. Acme Laboratuvarlarında yapılan 4A ve 4B grubu ve 1EX grubu kimyasal analizleri, ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrofotometre) tekniğiyle yapılmıştır. Bu yöntem katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde ölçülmesine olanak sağlayan bir analiz tekniğidir. Bu analiz yönteminde örnek elektromanyetik indüksiyonla 10,000 °K sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından iyonize edilir ve iyonize edilen elementler kütle spektrometresi tarafından ayrıştırılır. Bu işlemden sonra element derişimleri bir dedektör (elektron çoklayıcı) tarafından ölçülür. Örnekteki tüm elementlerin derişimleri hızlı biçimde (1 ile 2 dakika içerisinde) ölçülür.

2.4.2. İnorganik Karbonat Analizi

İnorganik Karbonat Analizi İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsünde Deniz Jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır. Toplam karbonat miktarı, % ağırlık kalsiyum karbonat olarak hesaplanmıştır. Örnekler 4M HCl ile muamele edilip örnek ile reaksiyon vermesi sonucu çıkan CO_2 gazının volümetrik olarak ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Loring ve Lantara, 1992).

2 cm'lik örneklenen karot örnekleri etüvde 100 ˚C'de kurutularak agat havanda öğütülmüştür. Öğütülmüş örneklerden 1 gr tartılmıştır. 250 ml'lik erlene örnekler konularak (Şekil 2.10 C) üzerine şırınga yardımıyla hazırlanan 4 M'lik HCl çözeltisi eklenir (Şekil 2.10 A-B-D-E). Erlenin kapakları sıkıca kapatılarak çalkalanır ve çıkan CO_2 volümetrik olarak ölçülür (Şekil 2.10 F-G). Bu ölçümler belli gramajlardaki örneklere uygulanarak standart eğri oluşturulur. Standart eğriyi oluşturmak için 0. 02, 0.04, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3 gr örnek tartılır ve yukarıda uygulanan işlemler her gramajdaki örneğe uygulanarak standart eğriler oluşturulur. Bu eğriye göre de hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 2.10: Toplam karbonat analizinin yapılış aşamaları.

2.4.3. Toplam Organik Karbon Analizi (TOK)

Toplam organik karbon analizi İTÜ EMCOL Loboratuvarlarında ve İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin YADOP 28942 nolu projesi kapsamında TOC Analizi Acme Laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır. İTÜ EMCOL Loboratuvarlarında örnekler Shimatzu TOK Analizörü kullanılarak karbon analizi yapılmıştır (Şekil 2.11).

Analizlerde ilk olarak örnek 900^0 de yakılarak toplam karbon (TK) değeri bulunmuştur. Daha sonra inorganik karbon (TİK) değeri örnek asitle muamele edilerek çıkan CO_2 miktarından ölçülmüştür. Toplam organik karbondan inorganik karbon değeri çıkarılarak toplam organik karbon (TOK) değeri elde edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucu % ağırlık olarak hesaplanmaktadır.

Şekil 2.11: Shimatzu toplam organik karbon analizörü.

2.5. MİKROPALEONTOLOJİK YÖNTEMLER

2.5.1. Foraminifer Örnekleri

Bafa Gölü'nün doğu kısmında yapılan sondaj örneklerinden ve gölün içerisinden alınan karot örneklerinden foraminifer örnekleri hazırlanmıştır. Sondaj örnekleri belirli aralıklarla 2 cm örneklenerek toplam 20 örnek, göl içerisinde alınan BAF3 karotu boyunca belirli aralıklarda 2 cm örneklenerek toplam 13 örnek üzerinde çalışılmıştır. Örnekler 0,063 mm elek üzerinde yıkanarak çamurundan ayrılmıştır. Elek üzerinde kalan örnekler ise oda sıcaklığında kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Paleontoloji Laboratuvarı bünyesinde bulunan mikroskop ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Deniz Jeolojisi Mikroskop Laboratuvarı bünyesinde bulunan mikroskop ile incelenmiştir.

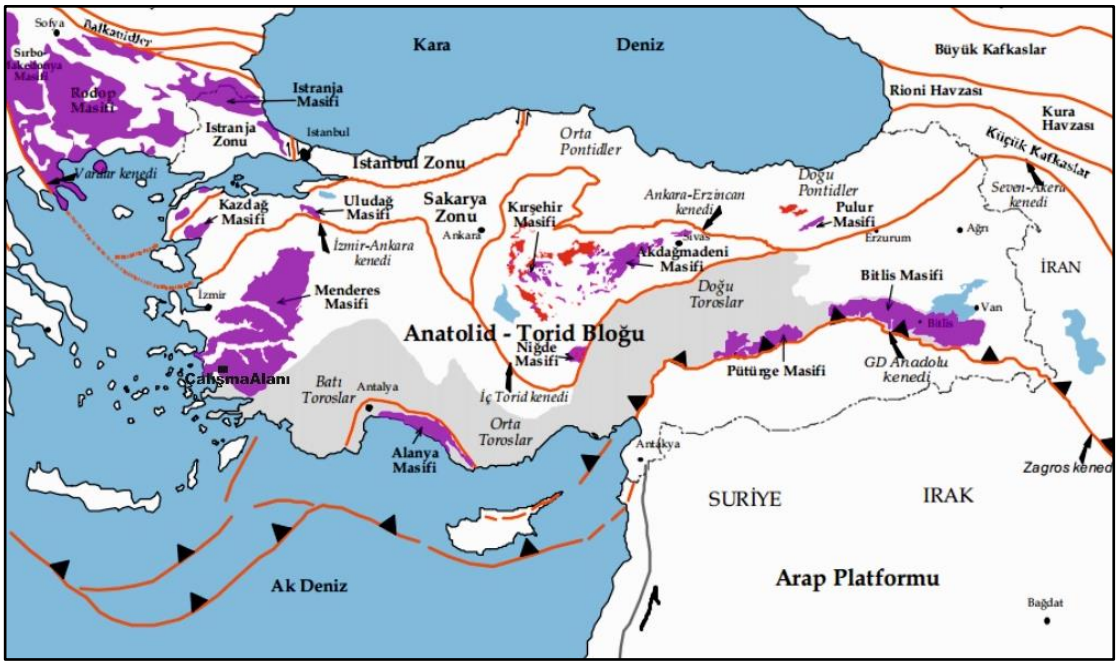
3. BULGULAR

Bu bölümde ilk olarak bölgenin jeolojik konumu ile Bafa Gölünün yakın çevresindeki stratigrafik birimler tanıtılacaktır. Daha sonra da, Bafa Gölü çökellerinin lito-stratigrafisi tartışılarak, gölün ve yakın çevresinin evrimi hakkında değerlendirmeler yapılacaktır. Lito-stratigrafik özelliklerle beraber göl çökellerinin biyo-stratigrafisi ve kimyasal-stratigrafisi ayrı başlıklar altında sunulacak ve tartışılacaktır. Göl çökellerinin Lito-stratigrafik, biyo-stratigrafik ve kemo-stratigrafik özellikleri ise gölün doğu-batı güzergâhı boyunca alınmış BAF17, BAF15, BAF9, BAF3 karotları ve gölün doğu kesiminden yapılmış sondaj (BS) kayıtları boyunca yapılan değerlendirmeleri içermektedir. Göl çökellerinin jeokimyasal özellikleri kimyasal-stratigrafi başlığı altında sunulacaktır. Biyo-stratigrafi başlığı altında ise karotlar boyunca yapılan mikropaleontolojik çalışmalar sunulacaktır. Ayrıca karotlar boyunca yapılan minerolojik analizlerde ayrı başlık altında sunulacaktır. Göl çökellerinin lito-stratigrafik, biyo-stratigrafik ve kemo-stratigrafik özellikleri değerlendirilmiş ve bu veriler ışığında Bafa Gölü'nün çökelme ortamı ve Kuvaterner ekolojik tarihçesi tartışılmıştır.

3.1. JEOLOJİ

3.1.1. Jeolojik Konum

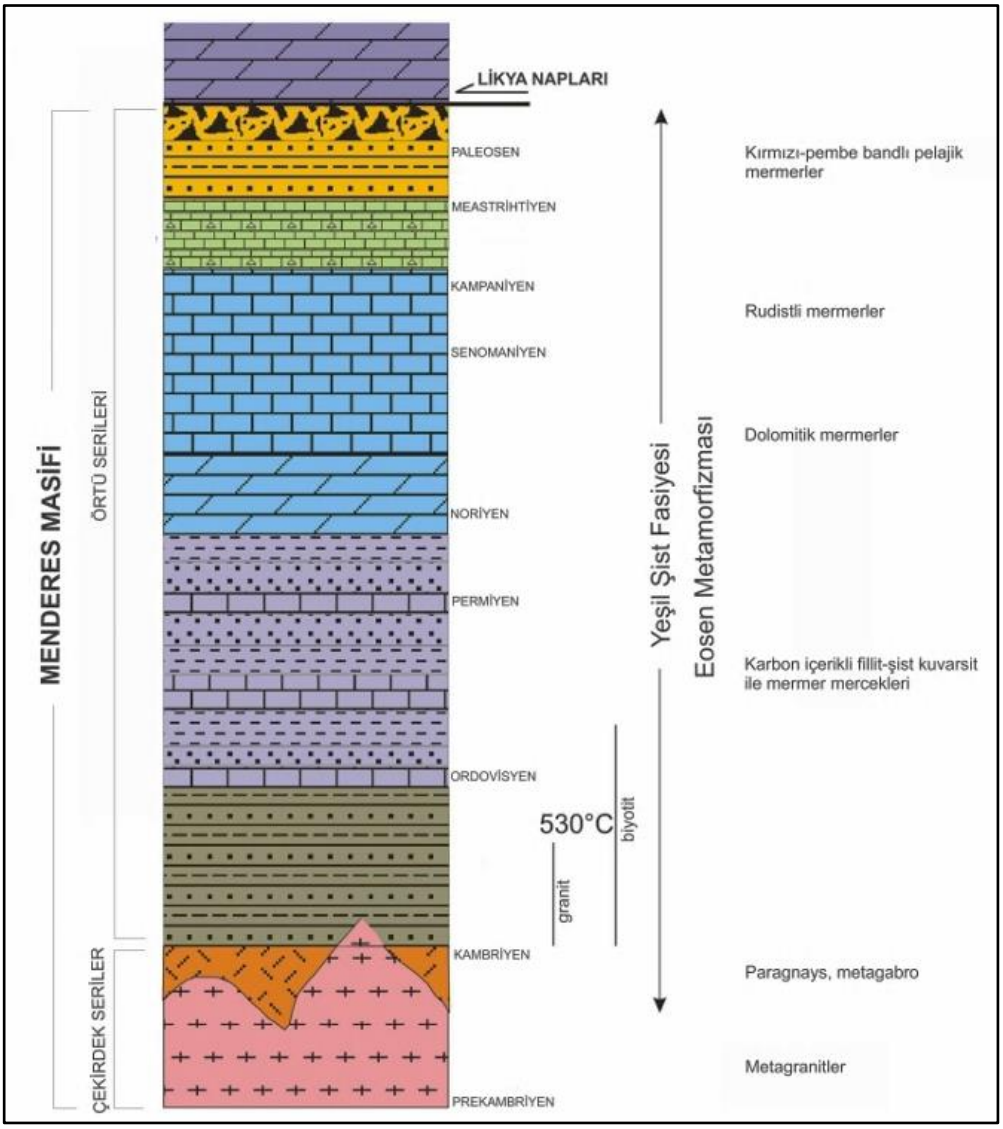
Türkiye'nin 5 temel tektonik birliğinden olan Torid-Anatolid bloğu üzerinde Bafa Gölü ve yakın çevresi yer almaktadır (Robertson, 2000, Şengör ve Yılmaz, 1981). Kuzeyde İzmir-Ankara, güneyde İç Torid keneti tarafından sınırlanan Torid-Anatolid bloğu üzerinde; Tavşanlı Zonu, Afyon Zonu, Bornova Filiş Zonu, Menderes Masifi bulunmaktadır (Okay ve Tüysüz,1999). Bafa Gölü ve çevresi Menderes Masifi üzerinde bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Türkiye'nin tektonik birlikleri (Yılmaz, 1997).

Bafa Gölü ile Muğla arasındaki alanda Menderes Masifi istifi (Şekil 3.2) alttan üste doğru, Prekambriyen gnayslar; Alt Paleozoyik yaşlı mikaşistler; Permo-Karbonifer yaşlı metakuvarsit, fillat ve rekristalize kireçtaşları; Mesozoyik yaşlı kalın tabakalı, rekristalize, neritik kireçtaşları; yaşı Alt Eosene kadar uzanan rekristalize pelajik kireçtaşı ve filişten oluşmaktadır. Menderes Masifinin en genç birimi olan Eosen filişi üzerine, tektonik bir dokanakla Orta Eosende Likya Napları yerleşmiştir(Ashworth ve Evirgen, 1984; Okay, 1985; Satır ve Friedrichsen, 1986). Likya naplarının Menderes Masifi üzerine yerleşmesiyle bölgede rejional bir metamorfizma meydana gelmiş olup, Likya naplarının alt kesimlerini de etkilemiştir (Şengör vd., 1984; Okay, 1985).

Menderes Masifinde Eosen metamorfizması dışında Pan-Afrikan yaşta bir metamorfizmanın izleri Prekambriyen gnayslarında gözlenmiştir (Okay, 1985). Menderes Masifi, Bafa Gölü ve çevresindeki en alt birimi temsil etmekte olup, otokton konumdadır.



Şekil 3.2: Batı Anadolu 'da gelişen Menderes Masifinin Jeolojik Sütun Kesiti (Okay, 2002).

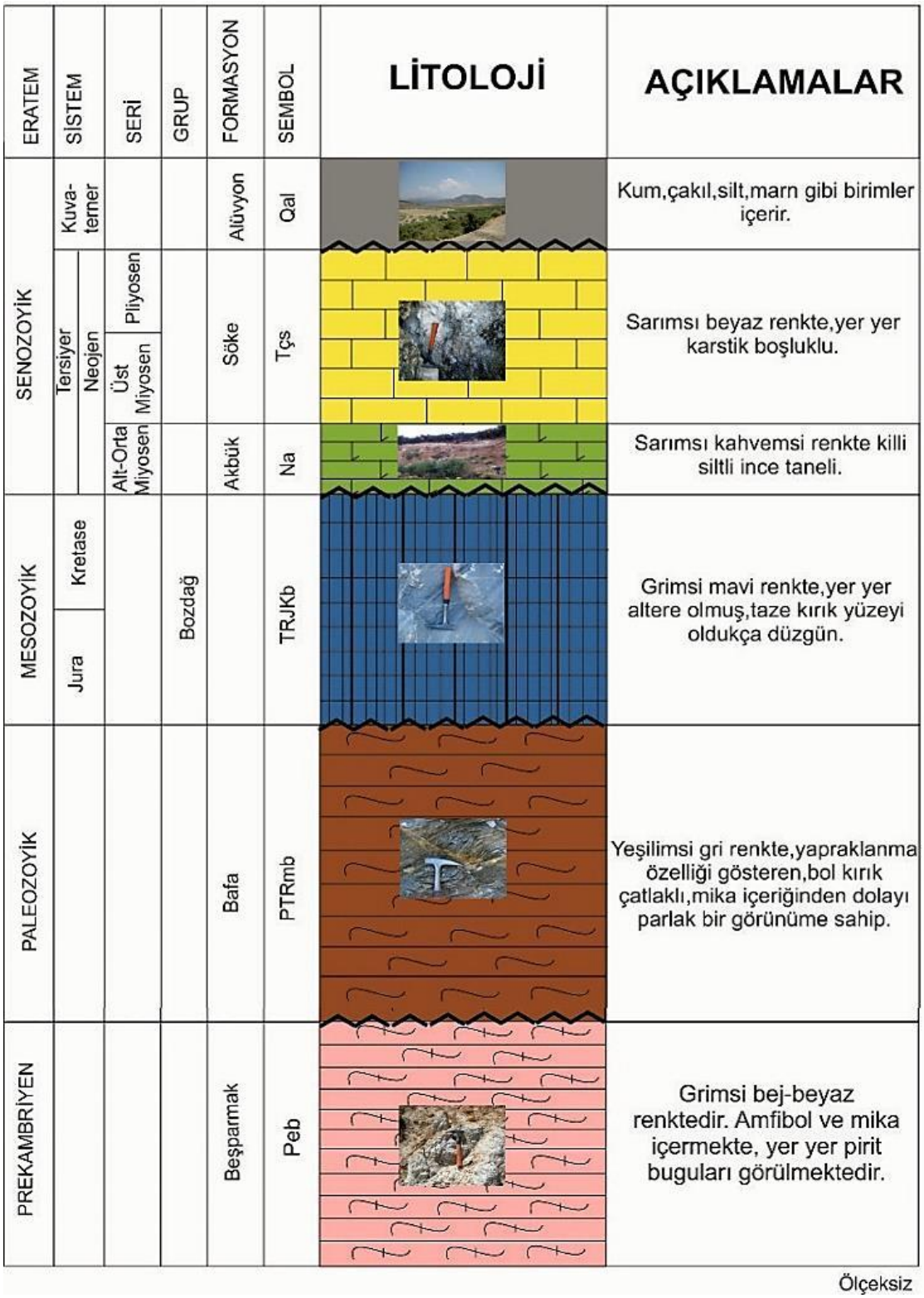
Bafa Gölünün yakın çevresindeki istif, Paleozoyik yaşlı bir metamorfik bir temelden başlayarak Kuvaterner yaşlı genç çökellere kadar uzanmaktadır. Bölgede en yaşlı birim olarak Menderes metamorfikleri görülmektedir ve Paleozoyik yaşlı şistler temel olarak gözlemlenmektedir. İstifte üste doğru gidildikçe Menderes metamorfiklerine ait mermerler gözlenmektedir. Bargu ve Turgut (1993)'un bölgede yaptığı çalışmalara göre mermerler Jura-Kretase yaşlıdır ve çalışma alanı içerisinde yer yer ardalanmalı olarak

görülmektedir. İstifte Miyosen dönemine ait karasal olarak çökelen Akbük Formasyonu olarak adlandırılan birim Menderes metamorfikleri üzerine gelmektedir (Bargu ve Turgut, 1993). Bu birim üzerine Ercan vd. (1985)'a göre yaşı Üst Miyosen-Pliyosen olan Söke Formasyonu'na ait kireçtaşları çökelmektedir. Bu birimler ortamsal olarak yorumlandığında karasal çökeller oldukları görülmektedir (Ercan vd., 1985). Bölgede bütün istifin üzerine en genç yaşlı Alüvyon birimi gelmektedir (Şekil 3.3). Kuvaterner yaşlı bu birim, Bafa Gölüne ait gölsel çökeller ve Büyük Menderes nehrinin malzemelerine ait çökeller olup, hala çökelmeye devam etmektedir (Kazancı vd., 2009).

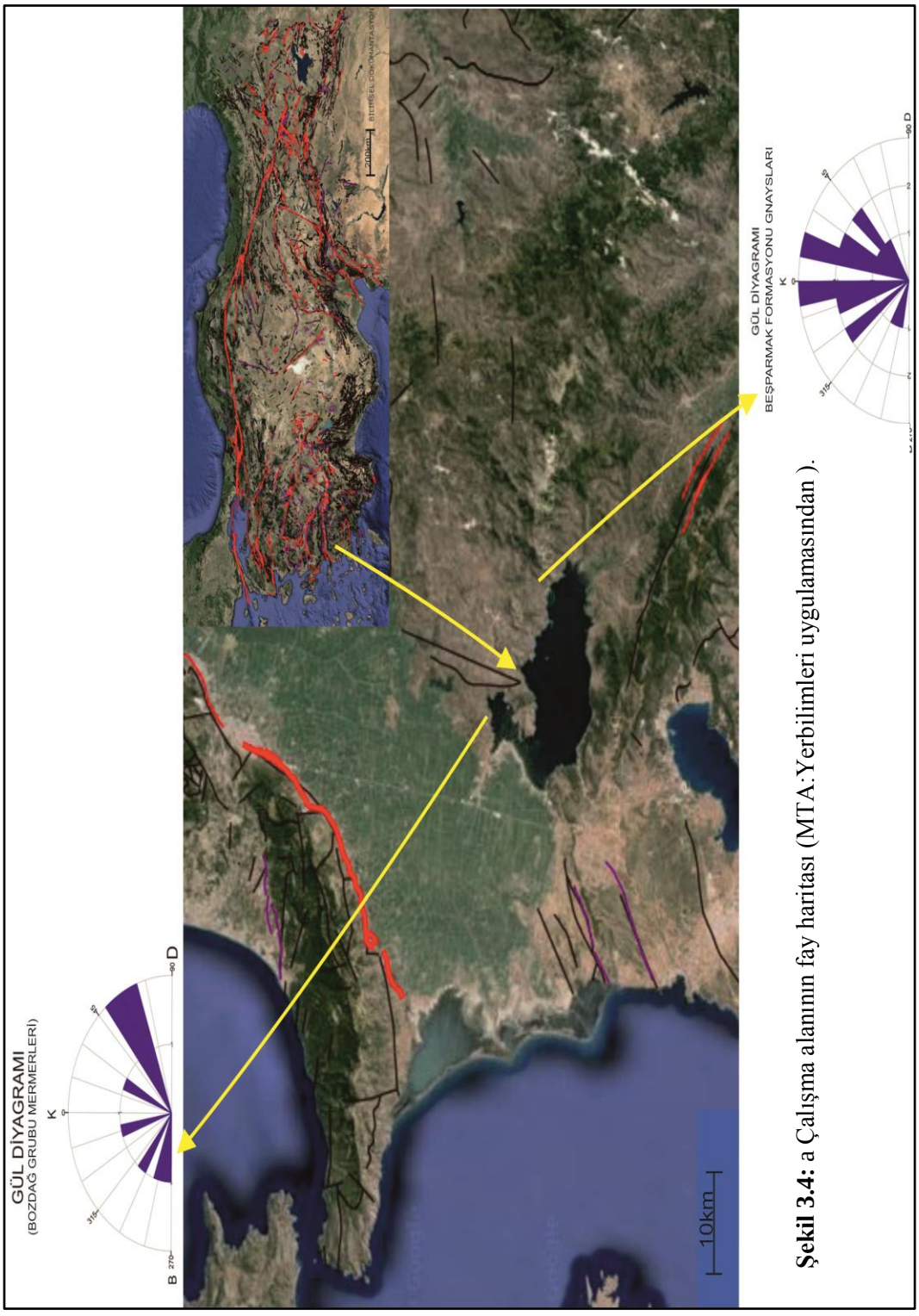
Batı Anadolu genel olarak aktif bir bölge olmasına rağmen Bafa Gölü yapısal olarak çok da karmaşık olmayan bir bölgede yer almaktadır. İnceleme alanının kuzey doğusunda Büyük Menderes Deltası ve Söke dolayında yüzeylenen benzer özellikteki Söke Formasyonu'nda, sıkışma rejimi altındaki gölsel çökellerde, eksenleri KB-GD gidişli kıvrımlar gelişmiştir (Bargu ve Turgut,1993). Ercan vd. (1985) tarafından yapılan çalışmalarda bölgede etkin olan tektonik deformasyonlar sonucu kıvrımlanmalardan söz edilmiştir, fakat çalışma alanı içerisinde büyük ölçüde bir kıvrımlanma gözlenmemiştir. Çalışma alanında KB-GD yönlü sıkışmaya bağlı olarak şistler içerisinde küçük ölçekli kıvrımlara rastlanmıştır.

Batı Anadolu'da Miyosen ve Miyosen sonrası egemen olan hızlı gerilmelerin sonucu büyük aktif faylar meydana gelmiştir (Şekil 3.4 a). Jeomorfolojiyi de aynı zamanda kontrol etmekte olan bu faylar yarı-graben sisteminde Üst Miyosen-Alt Pliyosen döneminde oluşmuştur (Bargu ve Turgut, 1993).

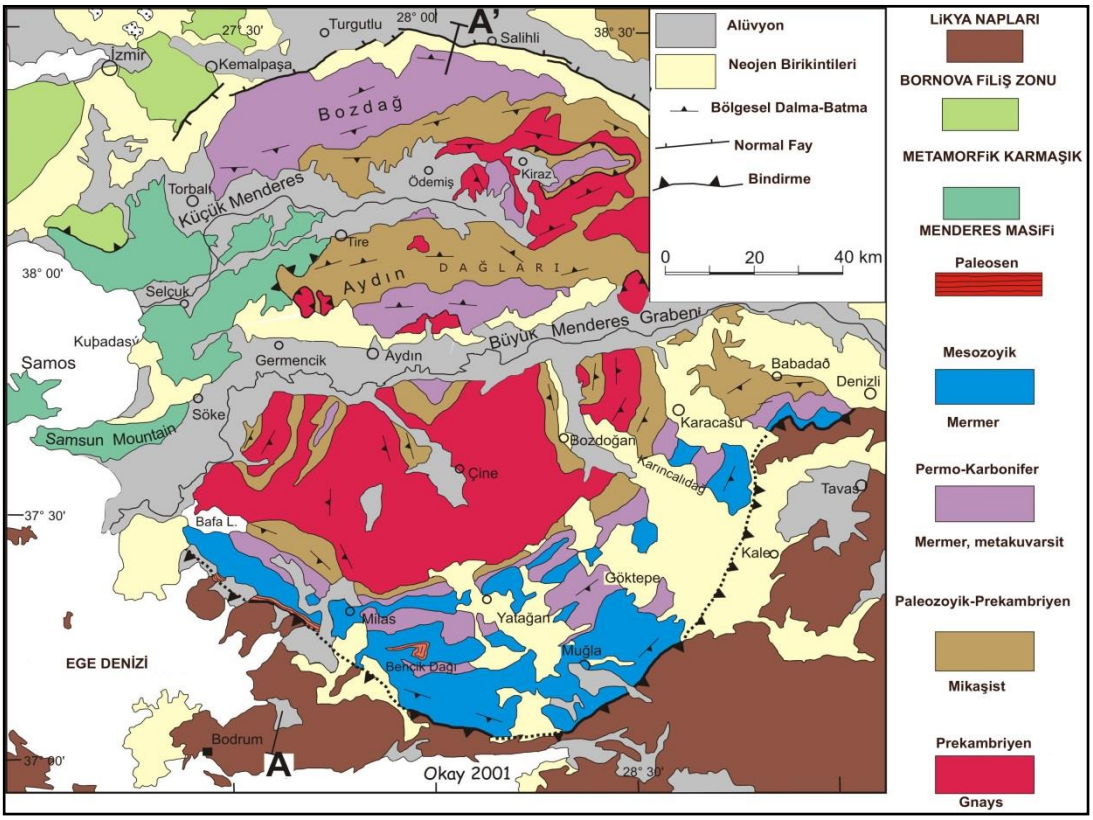
İnceleme alanı içerisinde Menderes Masifinde etkin tektonizma sonucu Menderes Masifi mermerlerinde bol miktarda kırık–çatlak yüzeyleri gözlenmiştir. Bu mermerlerden kırık-çatlak ölçümleri alınmış olup, gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 3.4 b). Yapılan gözlemler sonucu kırık-çatlak ve lineasyon yüzeyleri birbirine paralel KB-GD yönlü oldukları gözlenmektedir (Gragıansky,1965).



Şekil 3.3: Bafa Gölü ve Civarı Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti.



Şekil 3.4: a Çalışma alanının fay haritası (MTA:Yerbilimleri uygulamasından).



Şekil 3.4: b Çalışma alanın da yer aldığı Batı Anadolu'nun jeoloji haritası (Okay, 2001).

Menderes masifinin örtü kayaları içinde Permiyen'den Kretase'ye kadar çıkan kaya birimleri arasında etkin tektonik deformasyonlar sonucu gelişen metamorfizma, diğer yapısal şekillerde olduğu gibi, diskordansa ait verileri tartışılır hale getirmiştir (Ercan; vd., 1985). Fakat gözle görülür bir uyumsuzluk olmasa da birimler arasında aralarındaki yaş farkından dolayı açılı uyumsuzluklar söz konusudur. İnceleme alanında şistler ile mermerler arasında açılı bir uyumsuzluk gözlenmektedir. Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimi ise, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çökeli örtmektedir.

Schuiling (1962) tarafından yapılan çalışmada temel ve örtü kayaçlarda, yapraklanmayı bazen verev bazen de dike yakın bir açıyla kesen, aynı zamanda açık kıvrımlar oluşturan kuvars damarları gelişmiştir. Gri boz-kirli sarı süt beyaz renkli 1,5-2 cm arasında değişen kalınlıklı ve KB ile GD doğrultusunda gelişmiş olan küçük kuvars damarları Bafa Formasyonu'nda gözlemlenmektedir.

Bölgenin jeolojik evrimini iki kısımda inceleyebiliriz;

I. Kuvaterner Öncesi Jeolojik Evrim
II. Kuvaterner Sonrası Jeolojik Evrim

Kuvaterner Öncesi Jeolojik Evrim

Batı Anadolu'nun jeolojik temelini Menderes Masifi olarak adlandırılan metamorfik kayaç topluluğu oluşturmaktadır. Menderes Masifinin temelini, gözlü, granitik ve bantlı gnayslarla migmatitten yapılı gnays birimi oluşturmaktadır. Bu birimin üstünü uyumlu bir izlenim veren şiştler örtmektedir. Masifin temel birimini oluşturan ve yaşı 750-550 my öncesine kadar uzanan granit kökenli gnaysların ilk metamorfizması Erken Paleozoikte meydana gelmektedir. Bu evreyi Eosen-Ordovisiyen arası sakin bir çökelme dönemi izlemiştir (Erol, 1996).

Batı Anadolu'da yüzey veren Menderes Masifi ana hatlarıyla Geç Alpin sıkışma tektoniği ile biçimlenmiş karmaşık bir tektonik içyapı sunmaktadır. Bu litostratigrafik istifi; 1-Pan-Afrikan temel (çekirdek serisi) ve 2-Paleozoyik - Erken Tersiyer yaşı seri (örtü serisi) olmak üzere iki ana üniteye ayrılmaktadır (Candan vd., 2010).

Pan-Afrikan temel, paragnays ve onları uyumlu olarak üzerleyen mikaşistlerden yapılı yaygın migmatitleşme gösteren Geç Neoproterozoyik metakırıntılı bir seri ve bunlar içerisine sokulmuş, Pan-Afrikan gabro ve granitoid yapılıdır. Çekirdek ve örtü birimleri arasındaki ilksel dokanak ilişkisi bölgesel bir uyumsuzluk karakterindedir. Örtü serisine ait Paleozoyik yaşlı birimler fillit, kuvarsit ve mermerlerden oluşmuş olup Triyas yaşlı metagranitler tarafından kesilmektedir. Mesozoyik örtü birimleri altta Triyas - Geç Kretase yaşlı platform türü mermerlerle karakterize edilmektedir. Üst Kampaniyen - Üst Maastrihtiyen pelajik mermerler ve üzerleyen Orta Paleosen - Eosen yaşlı filiş türü bloklu birim örtü serisinin en üst birimlerini oluşturmaktadır (Candan vd., 2011).

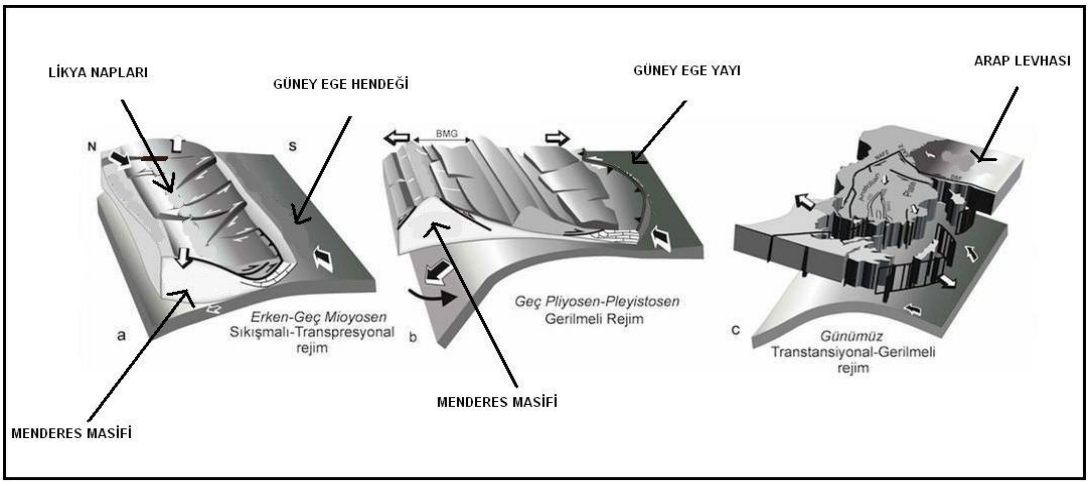
Pan-Afrikan temelden elde edilen metamorfizma yaşları Gondvana süper kıtasının bütünleşmesi sürecinin son evresiyle uyum göstermektedir. Pan-Afrikan temeldeki paragnays ve şistlerin ilksel kayalarının, Geç Neoproterozoyik'te Doğu - Batı Gondvana arasında yer alan bir havzanın pasif kıta kenarı ortamında çökeldiği düşünülmektedir.

Bu havzanın Geç Neoproterozoyik'te kapanması ve Doğu - Batı Gondvana'nın çarpışmasıyla sonuçlanan süreçte Pan-Afrikan temel derin gömülmeye uğramış olduğu düşünülmektedir (Candan vd., 2011). Örtü serileri Pan-Afrikan temel ile birlikte Eosen'de genelde 'Menderes Ana Metamorfizması' olarak adlandırılan ve yeşil şist - alt amfibolit fasiyesi koşullarında gerçekleşen Barrow türü bir bölgesel metamorfizmadan etkilenmiştir. Buna karşın Mesozoyik serilerden elde edilen yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizmasına yönelik bulgular bu başkalaşım kompleks bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Masif'in örtü serisinden ve Masif üzerindeki metamorfik olmayan en yaşlı tortul örtü biriminden elde edilen fosil bulguları Alpin yaşlı metamorfizmayı biyostratigrafik olarak Eosen – Oligosen aralığına sıkıştırmaktadır (Candan vd., 2011).

Anatolitler'e ait tektonik zonların Alpin metamorfizmaları, ana hatlarıyla Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kapanması ve Paleojen'deki çarpışma ile ilişkilendirilmektedir. Bu model içerisinde, Anatolid – Torid Platformu'nun Menderes Masifi'ne karşılık gelen kesimi Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun yitimi ve izleyen evredeki kıtasal çarpışma sürecinde şiddetli iç ekaylanmaya uğramıştır. Oluşan dilimler Eosen Oligosen'de kuzeyde bulunan Afyon Zonu, güneye geçmekte olan Likya Napları ve ofiyolit diliminden yapılı yük altında farklı derinliklere gömülmüş ve gömülme derinlikleriyle ilişkili olarak değişen koşullarında metamorfizmaya uğramıştır (Candan vd., 2010).

Orta Masifteki simetrik çekirdek kompleks oluşumu ise Orta-Geç Miyosende gerçekleşmiştir (Şekil 3.5). Masifte Pliyosende gelişen genç graben fayları tüm sıyrılma faylarını kesmektedir (Erol, 1996).

Sonuç olarak; Menderes masifinin çekirdek kısmı Alt Paleozoik veya daha eski (kambriyen öncesi) yaşta; şist-kılıf serileri üst Paleozoyik ve mermer-kılıf ise alt seviyelerinde Permiyen, ortası Triyas-Liyas ve üst seviyeleri üst Kretase yaşındadır.



Şekil 3.5: Menderes Masifinin dönemlere göre gelişimi (Erol,1996).

Batı Anadolu'da Erken Oligosen'in başında sıkışmalı tektonik rejimin genleşmeli tektonik rejime dönüşümü konusunda çeşitli hipotezler üretilmiştir. Başlıca şu olasılıklardan söz edilmektedir (Seyitoğlu ve Scott, 1996) :

1) Kıtasal çarpışma sonucu kalınlaşmış olan kabuğun yerçekiminin etkisiyle çökmesi (Orojenik çökme modeli);

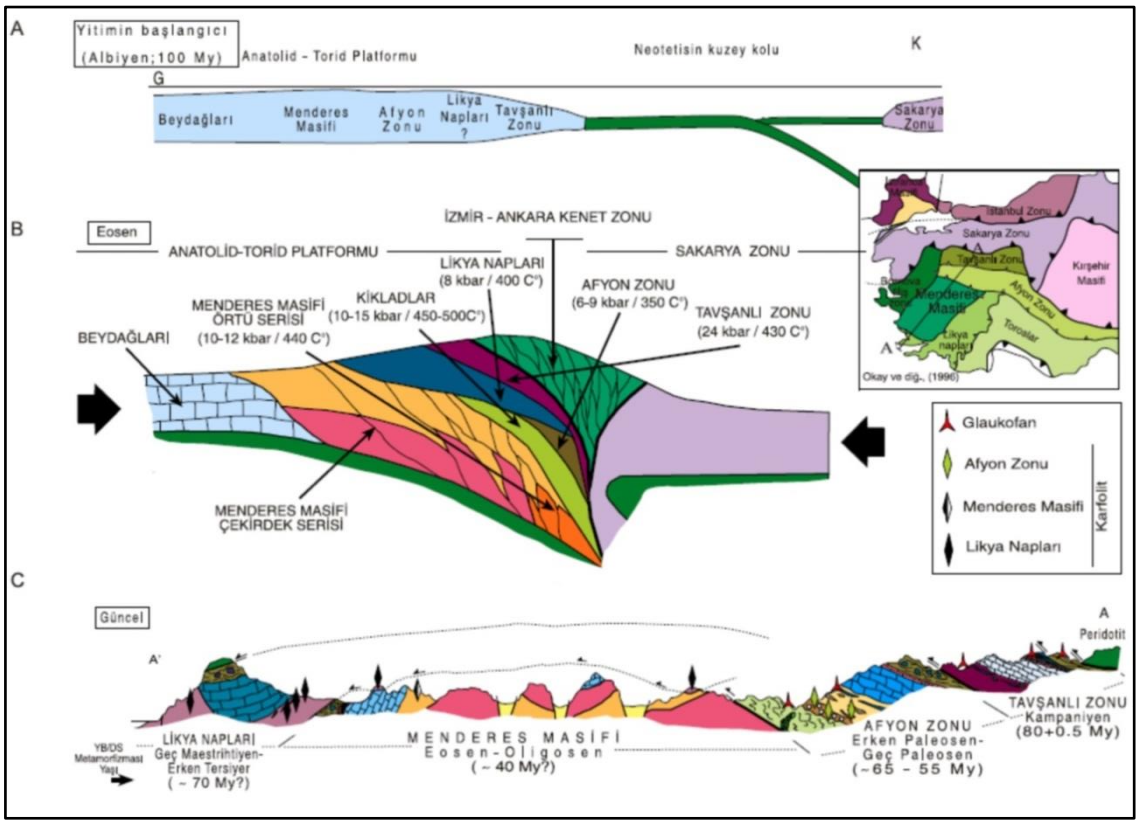
2) Litosferik levha kopması ya da sıyrılması

3) Hellenik dalma zonunun güneye göçü sonucu ada yayı arkasında gerçekleşen genleşme ortamı(Geri çekilme ve yay arkası riftleşmesi modeli)

4) Anadolu mikro kıtasının Doğu Anadolu'daki kıtasal çarpışmayı izleyen sıkışma evresi sonucu, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fayları boyunca batıya kaçmasına (Tektonik kaçış modeli) bağlı gerçekleşen genleşme

5) Diğer mekanizmalardan bir kısmının kombinasyonu

Batı Anadolu'daki sıkışma rejiminin (Şekil 3.6) G-K yönlenmeli gerilmeli rejime dönüşümünün başlangıcıyla ilgili Oligosen sonu-Miyosen bağlı zaman aralığı konusunda yaygın görüş birliği bulunmaktadır (Bozkurt ve Satır, 2000; Gessner vd., 2001a; Işık vd., 2003; Ring vd., 2003; Seyitoğlu vd., 2004; Thomson ve Ring, 2006).



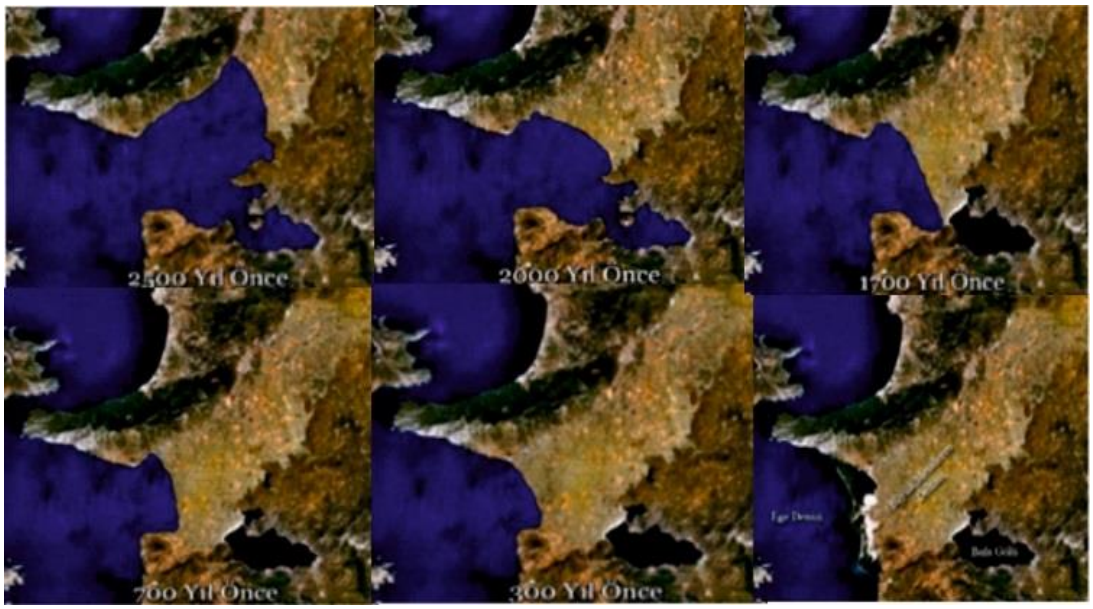
Şekil 3.6 Menderes Masifindeki Alpin Metamorfizmasının Tektonik Ortamı, Yaşı ve Oluşum Koşulları (A:Albiyen'de Anatolid-Torid platformu ve Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun konumu, B:Eosen'de Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunda gelişen yığışım kompleksi. Şematik kesitte Anatolidler'e ait tektonik zonlarının göreceli yapısal konumları gösterilmekte, C: Anatolidler'e ait tektonik zonların günümüzdeki ilişkilerini gösteren jeolojik kesit) (Rimmele vd., 2003, Candan vd., 2005, Candan 2011' den değiştirilerek).

Kuvaterner Sonrası Evrim

Bafa Gölü coğrafik olarak bir zamanlar açık denizin bir parçası olup ana karanın derinlerine kadar uzanan Miletos Körfezi'nin arka kısmını oluşturmaktaydı. Arkeolojik araştırmalara göre (Peschlow-Bindokat, 2005), bu körfezde, körfez girişini denetleyen Miletos, Naulochos, ayrıca Myus (Avşar), Pyrrha Latmos Herekliası ve gölün kuzey kıyısını oluşturan dağın adını taşıyan, Hereklia'dan önce küçük kent Latmos ve Milatos'a ait liman yeri Ioniapolis bulunmaktaydı.

Geç antik dönemden itibaren Büyük Menderes nehrinin taşıdığı alüvyonlar, Latmos Körfezi'nin denizle bağlantısını gittikçe keserek Orta Çağ sonlarına doğru burasını göle

dönüştürmüştür (Özel; vd., 2011). Bafa Gölü Ege Deniz'inin kapanması sonucu Ege Denizi'nin bir parçası olan göl Büyük Menderes'in taşıdığı alüvyonlar ile birlikte, kıyıdan kilometrelerce içerde kalmıştır. Bafa Gölü akarsuyun taşıdığı alüvyonların birikmesi sonucu oluşmuş bir set gölüdür. Bafa Göl yaklaşık 2500 yıl önce Büyük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonların birikmesiyle oluşmaya başlamıştır (Şekil 3.7). Bu birikinti sonucunda günümüz Büyük Menderes deltası oluşmuştur.



Şekil 3.7: Bafa Gölü'nün Evrimi (Atalay, 1987).

3.1.2.Bafa Gölü ve Çevresinin Jeolojisi

Menderes Metamorfikleri

Bölgede en yaşlı birim olarak, Menderes metamorfikleri görülmektedir. Fakat; çalışma alanı içerisinde Menderes metamorfiklerine ait birimlerden sadece Menderes Masifi şistleri ve mermerlerine rastlanılmaktadır.

Bölge yapılan önceki çalışmalar doğrultusunda Menderes metamorfiklerine ait kayaçlar çeşitli araştırmacılar tarafından adlandırılmıştır. Bu çalışmalar göz önüne alınarak

inceleme alanında bulunan metamorfiklere ait temeli oluşturan Paleozoik yaşlı şistleri Bafa Formasyonu (Akat, vd., 1975), Jura- Kreatese yaşlı mermerleri Bozdağ Grubu (Boray, vd., 1973; Akat, vd., 1975) adı altında incelenmektedir.

Beşparmak Formasyonu (Peb)

Formasyon, başkalaşım kayaçların temelini oluşturan gözlü gnayslarla temsil edilmekte olup, en iyi Beşparmak dağlarında gözlenmesinden dolayı Beşparmak Formasyonu olarak tanımlanmıştır (Öztürk ve Koçyiğit,1982).

Beşparmak Formasyonu, inceleme alanının kuzey ve kuzeydoğusunda yaygın olup, başlıca Yeşilköy sınırlarından başlayarak Karakaya köyü ve Beşparmak dağları boyunca uzanmaktadır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan gnays birimi grimsi renkte olup, taze kırık yüzeyi bej beyaz renkte gözlenmektedir. İçerisinde bol miktarda amfibol, biyotit, mika gözlenmektedir.

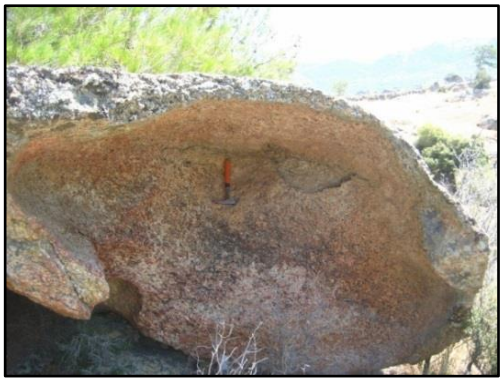
Menderes masifinin Karakaya Köyü mevkiinde Beşparmak Dağlarına doğru olan kısımlarında gözlü gnayslar, Yeşilköy mevkii civarlarında ise bantlı gnayslar gözlenmektedir (Şekil 3.8). Değişik boyutlu, oval şekilli gözlerin uzun eksenleri genellikle kayaçtaki egemen foliasyona paralel veya paralele yakın olup, gözler biyotit ve uzamış kuvars taneleri ile sarılmış olarak gözlenmektedir (Akkök,1983). Bantlı gnayslara ise yalnızca gnays karmaşığının kuzeybatı kesiminde küçük mercekler şeklinde rastlanmaktadır (Şekil 3.9). Bunların yapıları ve dokuları oldukça karışıktır. Bazı kesimlerde bantlar düzlemsel ise de; çoğu yerde kıvrılmış veya kırılmış durumdadır (Akkök,1983).

İnceleme alanının Karakaya Köyü Mevkii'de gözlenen gözlü gnays birimini grimsi renkte olup taze kırık yüzeyi olup, altere yüzey rengi oksitlenme ve dış etkenlerden dolayı kırmızımsı renkte gözlenmektedir (Şekil 3.10). Gnaysların alt seviyelerinde gözlü gnayslar bulunurken daha üst seviyelerinde bantlı gnayslara geçiş görülmektedir. Ayrıca bölgede Beşparmak Formasyonu içerisinde yaklaşık 2 cm-10 cm aralığında kuvars damarları gözlenmektedir (Şekil 3.11).

Şekil 3.8: Karakaya Köyü mevkii civarında gözlenen gözlü gnays (Bakış yönü KB).

Şekil 3.9: Yeşilköy Mevkii civarında gözlenen bantlı gnays biriminden el örneği görünümü.

Şekil 3.10: Beşparmak Dağları mevkiinde bulunan gnays birimi içerisindeki yaklaşık 10 cm boyutundaki kuvars damarı (Bakış yönü KB).



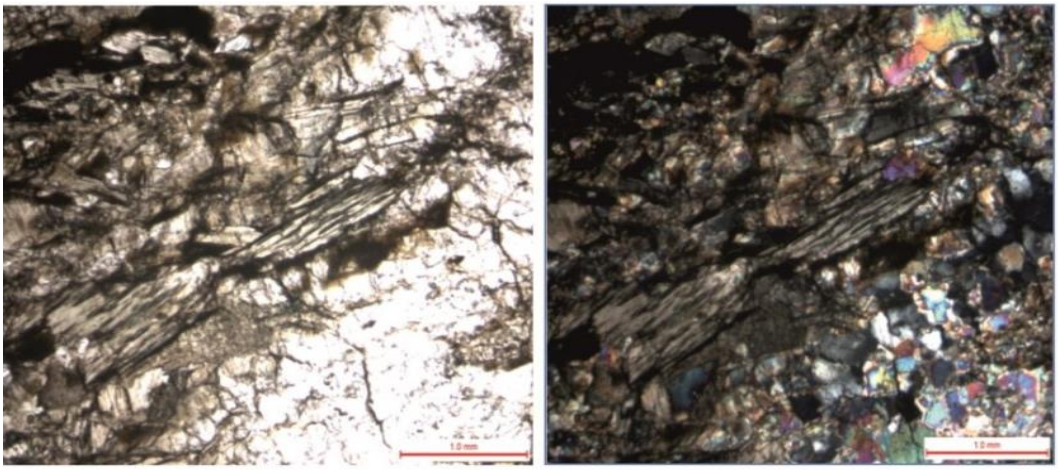
Şekil 3.11: Karakaya mevkii civarında doğal dış etmenler sonucu altere olmuş gnays birimi Kuzey yönünden mostra görünümü.

Schuiling (1962) yapmış olduğu mineralojik çalışmalarda Beşparmak Formasyonu içerisinde grafit ve zirkonun varlığından bahsetmiş fakat inceleme alanı içerisinde yapılan çalışmalarda gnayslar içerisinde iri zirkon ve grafit gözlenememiştir.

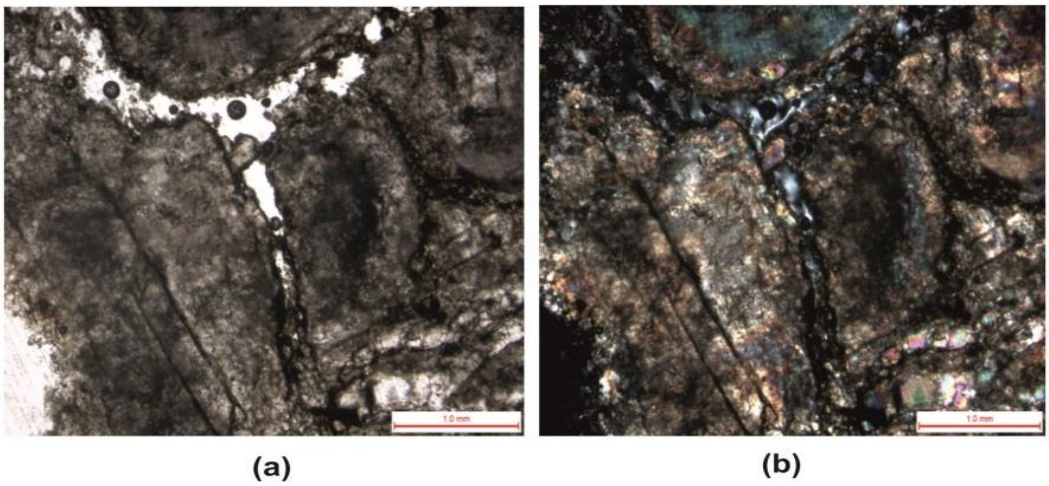
Formasyona ait iki örnek üzerinde minerolojik incelemeler yapılmıştır. Bu örneklerden ilki içerisinde foliasyon düzlemleri boyunca klorit ve muskovit mineralleri ve bunların aralarında feldspat mineralleri gözlenen milonitik gnaystır (Şekil 3.12). Bantlı bir yapı sunan milonitik gnays içerisinde iri zirkonlara rastlanmamıştır. Bantlı gnayslar

içerisindeki açık renkli feldspatlar ile koyu renkli feldspatlar arasında yaklaşık bir oran bulunmaktadır.

Beşparmak Formasyonu'na ait ikinci örneğin (protomilonit (İri Gözlü) gnays) minorolojik bileşiminde ise çoğunlukla kuvars ve feldspat mineralleri gözlenmiştir (Şekil 3.13). Feldspatlar içerisinde kaolinitik alterasyon egemendir. Ayrıca ezilmiş, kırılmış, kenarları yuvarlanmış porforaklastlar çevresinde kızıl renkli biyotitler gözlenmiştir.



Şekil 3.12: Beşparmak Formasyonu'na ait muskovit ve klorit içeren milolitik gnays örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b).



Şekil 3.13: Beşparmak Formasyonuna ait biyotit, kuvars ve feldspat içeren protomilonit gnays örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b).

Beşparmak Formasyonu, Menderes metamorfiklerinin temelini oluşturmaktadır. İstifte üste doğru gidildikçe Menderes metamorfiklerine ait şist birimine geçiş görülmektedir. İnceleme alanında ise, Yeşilköy mevkii yakınlarında Beşparmak Formasyonundan Bafa Formasyonuna geçiş gözlenmektedir. Beşparmak Formasyonu, uzun dönemli metamorfizma geçirmiş bir metamorfik istifin temelini oluşturmasından dolayı, ileri derecede kırıklı bir yapı sergilemektedir. Tabanının görülememesi nedeniyle, gerçek bir kalınlık ölçülememiştir. Buna karşın, görünen kesimi yaklaşık 1000-1100 m kalınlıktadır (Öztürk ve Koçyiğit, 1981).

Menderes metamorfiklerinin yaşı, bugüne kadar saha gözlemlerine dayanılarak verilen yaştan daha ileri bir aşama gösterememiş ve bunun sonucu da değişik yaşlar önerilmiştir. Beşparmak Formasyonunu oluşturan gözlü gnayslar, Kaaden (1954), Schuiling (1962), Brinkmann (1966)'a göre Prekambriyen yaşındadır. Jaeger (1974;Akdeniz ve Konak, 1979 da) Pb/Sr yöntemiyle yaptığı yaş belirlemesinde, gözlü gnaysların yaşını 490+90 my olarak saptamıştır. Diğer taraftan istifin üzerinde yer alan Bafa Formasyonu ile açılı bir uyumsuzlukla ayrılması ve ona göre daha ileri derecede başkalaşım geçirmiş olması gibi saha ve laboratuvar verilerinin radyometrik yaş bulgularıyla birlikte değerlendirilmesinde, Beşparmak formasyonu için Prekambriyen yaşı öngörülmektedir (Öztürk ve Koçyiğit, 1981).

Bafa Formasyonu (PTRmb)

Bu formasyon, çalışma alanının kuzey doğusunda, Sarıkemer Beldesi, Serçin Köyü ve Bafa Gölü çevresinde, Akat ve diğerleri (1975) tarafından, daha önce Bafa formasyonu olarak adlanmıştır. Yapılan ayırtlamalar, köken kayaları belirlemek için ayrı olarak rumuzlandırılmıştır. Pelitik kökenli metamorfitler PTRmb, bazik ve ultrabazik kökenli metamorfitler PTRmb1, her iki grubun ayırtlanamadığı yerlerde ise PTRm rumuzu kullanılmıştır (Ercan vd., 1985). Çalışma alanında geniş yüzlekler veren bu formasyon yer yer değişik özellikler göstermektedir. Tipik olarak Avşar Köyü güneyinde gözlenmektedir. Çalışma alanında formasyonun taze kırık yüzeyi grimsi yeşilimsi renklerde olup, altere yüzey rengi yağmur suları ve demir oksitlenmesinden dolayı turuncumsu kahve renklerde gözlenmektedir. Birimde görülen en belirgin yapı

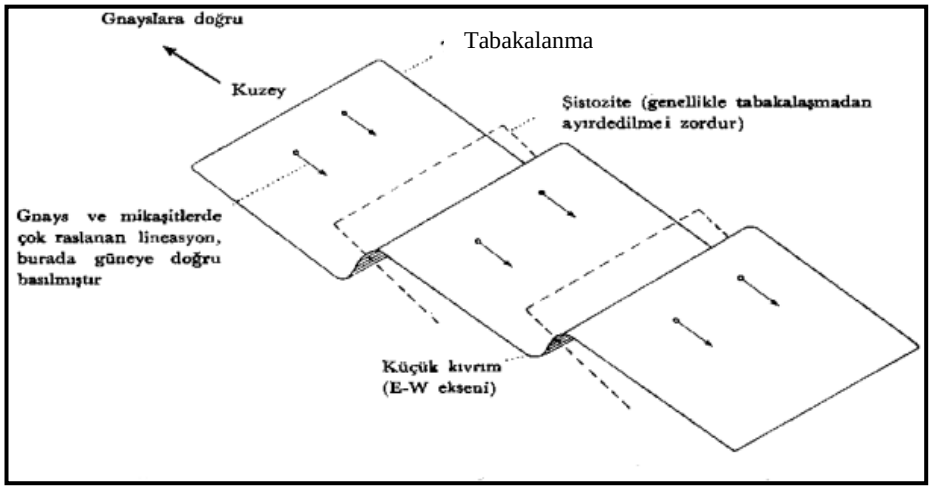
yapraklanmadır (Şekil 3.14). Ayrıca bol kırık çatlaklı yüzeylere sahip ve yoğun mika içeriğinden dolayı parlak bir görünümdedir. Birim içerisinde yer yer kuvars damarları da gözlenmekte olup, yaklaşık olarak 2 cm-10 cm kalınlığında görülmektedir (Şekil 3.15). Bafa Formasyonu tümü ile yeşil şist metamorfizmasına uğramıştır. Çoğu ardalanmalı olarak gözlenen kaya birimleri birbirine yanal ve düşey geçişler sunan mercek ve kama şekillerinde bulunur (Akdeniz ve Konak 1979).

Şekil 3.14: Mezar Tepe Mevkii'nde gözlenen Bafa Formasyonu içerisinde yer alan şistlere ait yapraklanmalı yüzey (Bakış yönü KD).

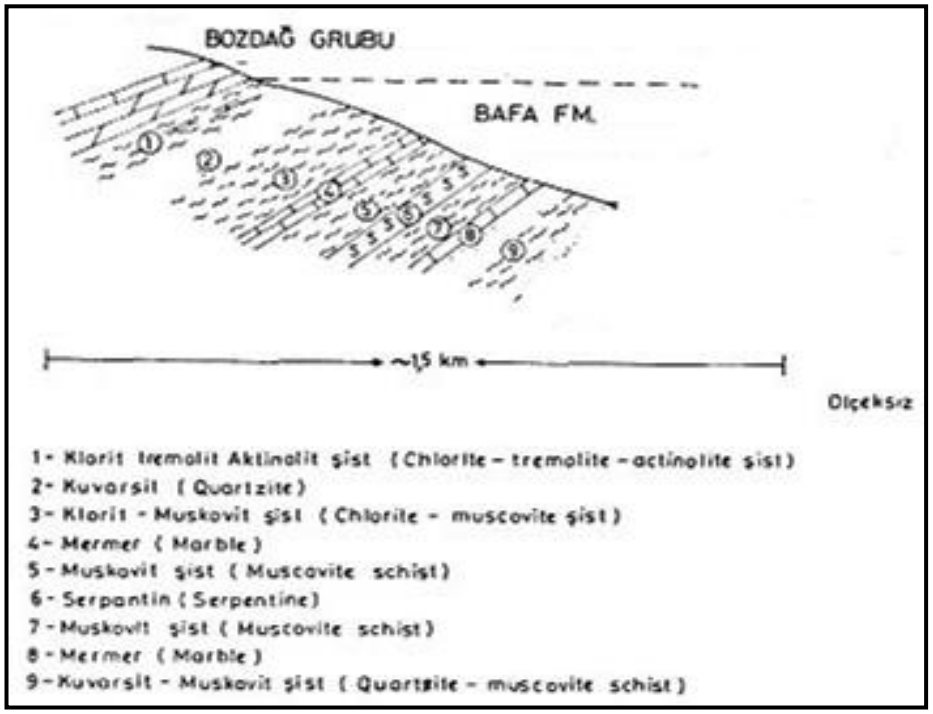
Şekil 3.15: Mezar Tepe civarında bulunan mostradaki kuvars damarlı şist birimi (Bakış yönü KD).

Örtü mikaşistleri içinde lineasyon, şistozite eğimine paralel ve mika ile kayaç içerisinde yer alan diğer minerallerin ezik, çok küçük parçaları lineasyonu takip eder ve bunlar taze kırık yüzeyi üzerinde gözle görülebilirler. Bundan dolayı; tabakalar bazı yerlerde Doğu-Batı yönlü küçük kıvrımlanmalar göstermekte ve kıvrımların ekseninin lineasyona dik olmakla beraber mermerlere kadar dom örtüsünde görülen yapı hatlarına paralel olduğu önceki çalışmalar doğrultusunda tespit edilmiştir. Bu küçük kıvrımlar en dış zonlarda bulunmakta olup bu iki lineasyonun birbirine göre yaş durumları belirlenememiştir. Özetle mikaşistlerde şistozite eğimine paralel, sadece örtü tabakanın deformasyonlarına bağlı olan küçük kıvrım sistemine diktir (Şekil 3.16) (Gragiansky,1965). Fakat; çalışma alanı içerisinde örtü siştlerin mermer dokanağında kıvrım ekseni ve lineasyon arasındaki daha önceki çalışmalarda bahsedilen ilişki gözlenememiştir.

KB-GD uzanımlı Bafa formasyonu, üst düzeylerde karbonatça zenginleşen ve tedricen Bozdağ grubunu oluşturan ve alt kısımlarında Orta-Üst Triyas yaşı veren karbonatlar ile geçişlidir (Şekil 3.17, 18) (Ercan vd., 1985).

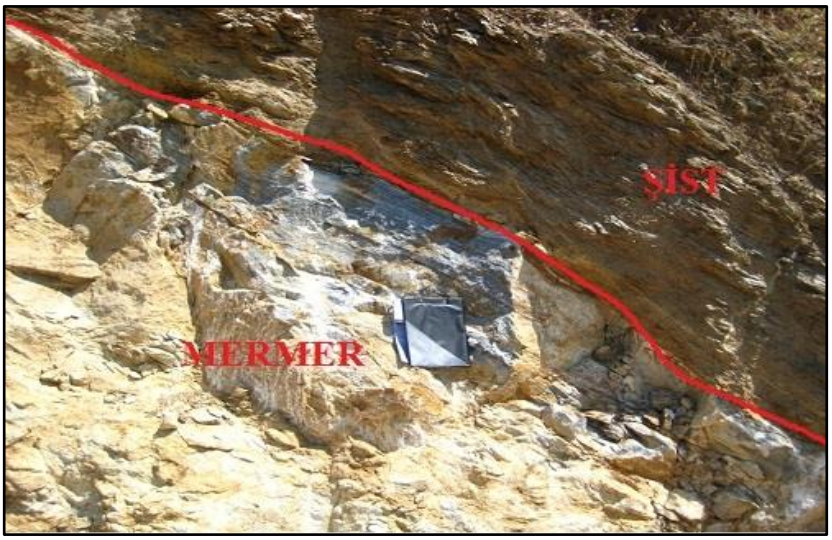


Şekil 3.16: Şist biriminin lineasyon ve şistozite durumu (Graciansky, 1965).



Şekil 3.17: Bafa Formasyonun Bozdağ grubu ile geçişi (Ercan vd., 1985).

Bozdağ grubu karbonatlarının tabakalanmaları ile Bafa Formasyonunun foliasyonları uyumlu olmasına rağmen bu dokanağın altında, Bafa formasyonu'nun üst düzeylerinde yer alan kuvarsitler, konglomeratik görünümdedir. Bu durum, formasyonun tümü ele alındığında, üst düzeylere doğru regresif bir karakterin varlığını göstermektedir (Ercan vd., 1985).

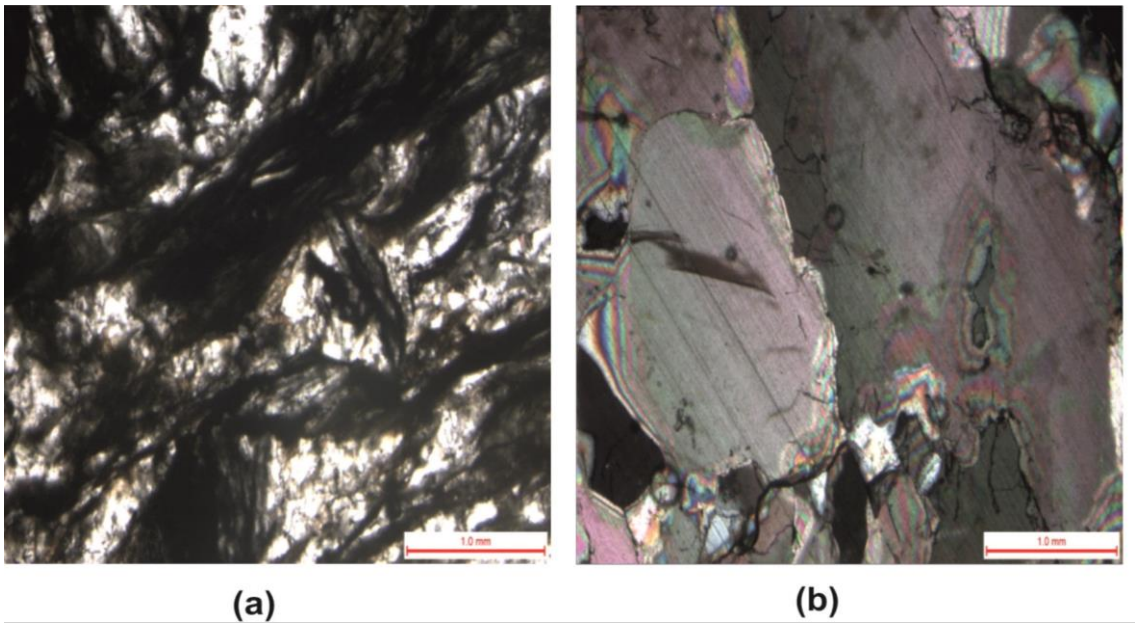


Şekil 3.18: Serçin Köyü civarlarında gözlenen Bafa Formasyonuna ait şistlerden mermerlere geçiş sunan mostranın görünümü (Bakış yönü yaklaşık güney).

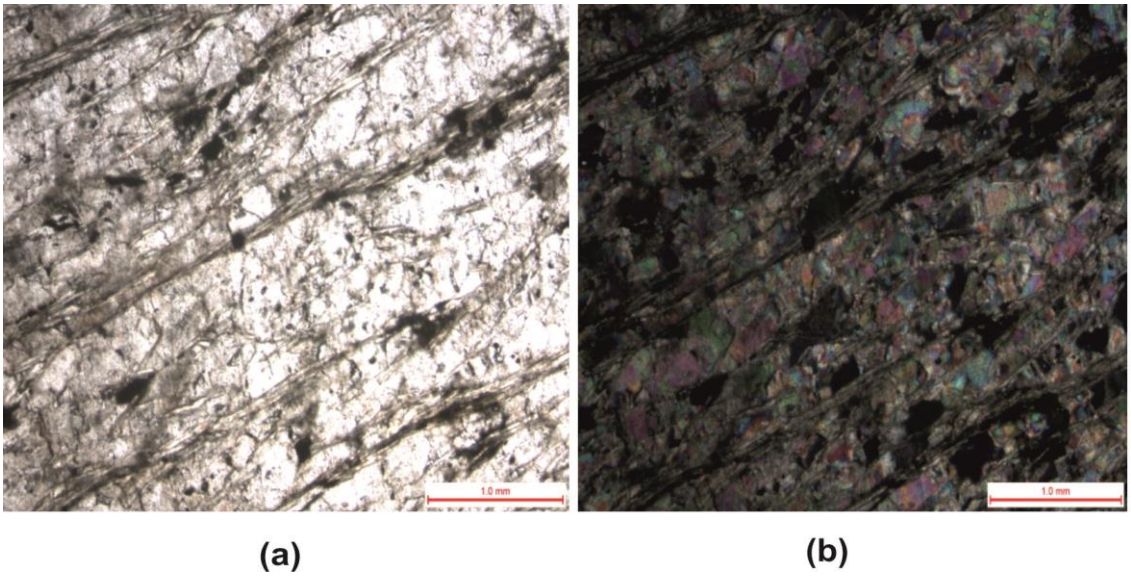
Önceki çalışmalara ve mikroskop incelemelerine göre Bafa formasyonunu oluşturan metamorfiklerin; klorit şist, serisit şist, kuvarsit, kalkşist, aktinolit şist, amfibolit, serpantin, muskovit şist, tremolit şist, biyotit şist, granat şist vb. türlerde oldukları saptanmıştır. Yer yer serpantinleşmiş peridotitler yer yer de ince mermer bantları bulunmaktadır.

Formasyona ait iki örnek üzerinde minerolojik incelemeler yapılmıştır. Bu örneklerden ilki içerisinde hidrotermal kuvars damarı gözlenen lepidoplastik dokulu şisttir (Şekil 3.19). Kuvars, klorit, biyotit ve muskovit içermektedir. Kuvarsca zengin katmanlarla kloritçe zengin katmanlar ardalanmalı olarak gözlenmektedir. İkinci örnek ise lepidoplastik dokulu milonitik şisttir. Şistozite düzlemleri klorit mineralleriyle belirginleşmiştir (Şekil 3.20).

Çalışma alanında bulunan Serçinkışlası Köyü, Avşar Köyü ve Çakır tepe Mevkii sınırları içerisinde yayılım göstermektedir. Kalınlığı hakkında kesin bir şey söylemek olanaksızdır. Bafa formasyonu fosil içermemektedir, ancak alttaki Beşparmak Formasyonu Prekambriyen yaşlı, üstte yer alan Bozdağ grubu Jura-Kretase yaşlı olduğundan, Paleozoyik yaşı verilmiştir (Ercan vd., 1985).



Şekil 3.19: Bafa Formasyonuna ait lepidoplastik dokulu, kuvars ve klorit şist örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b).



Şekil 3.20: Bafa Formasyonuna ait lepidoplastik dokulu, milonitik şist örneğinin tek nikoldeki görünümü (a), çift nikoldeki görünümü (b).

Bozdağ grubu (TRJKb)

İnceleme alanında, geniş yüzlekleri gözlenebilen Bozdağ grubu, Bafa formasyonunu geçişli olarak üstlemektedir. Çalışma alanı güneyinde Milas (Muğla) çevresinde yapılan çalışmalarda (Boray ve diğerleri, 1973; Akat ve diğerleri, 1975) iki ayrı formasyon olarak haritalanan bu birimler, ayırtlanamadıkları yerlerde Bozdağ grubu olarak adlandırılmışlardır. Bu araştırmada, formasyon aşamasında bir ayırtlama ve haritalama yapılamadığından, bölgesel deneştirme açısından grup aşamasında değerlendirilmiş ve Bozdağ grubu olarak adlandırılmasında yarar görülmüştür (Ercan vd., 1985).

Çalışma alanında Bozdağ Grubu tipik olarak, Serçin Köyü civarı ve Bozseki Tepe Mevkii civarında görülmektedir. Bozdağ Grubu mermerleri yer yer çok ince şist ara katkılara sahip ve bol miktarda mika ve kuvarsit içermektedir. Yüksek sıcaklık ve basınca maruz kaldığından, yüksek sertlik derecesine sahip ve dayanımı fazla olduğundan kolayca kırılamamaktadır (Şekil 3.21).

Serçin Köyü Civarında bulunan Bozdağ Grubu'na ait mermerlerde, bölgede görülen tektonik etkiler nedeniyle bol miktarda keskin kırıklı, düzensiz, baklava görünümlü çatlaklı yüzeyler görülmektedir. Kırık çatlak yüzeylerin varlığından dolayı maden olarak işletilebilmesi mümkün görülmemektedir (Şekil 3.22). Tipik görünümü mavimsi grimsi renklerde olup, altere olmuş yüzeyler sarımsı bej renklerdedir. Altere olmuş yüzeylere göre, taze kırık yüzeyi oldukça düzgün bir görünüm sunmaktadır (Şekil 3.23). Bozseki Tepe Mevkiinde bulunan Bozdağ Grubu'na ait mermerler, kumtaşı arakatmanları içermektedir. Bu ara katmanlar bej-kahverengimsi olup, yaklaşık 0,5-1 cm kalınlığındadır (Şekil 3.24). Alt dokanağında Bafa formasyonu ile geçişlidir. Üzerinde uyumsuz olarak Akbük formasyonu yer almaktadır.

Çalışma alanında bulunan Serçin Köyü ve Hurma Burnu mevkii sınırlarından Sarıkemer Beldesine kadar yayılım göstermekte olup, Bozseki Tepe mevkii çevresinde de gözlenmektedir. Geniş bir alanda yayılımı izlenen birimin kalınlığı kesin olarak saptanamamıştır. İnceleme alanında bulunan Bozdağ Grubu'na ait mermerlerde fosile rastlanmamış olup, önceki incelemeler göz önünde bulundurularak birimin Bozdağ Grubu mermerlerine ait olduğu söylenebilmektedir. Önceki çalışmalar kapsamında kimi

yerlerde Orta-Üst Triyas, kimi yerlerde ise Jura-Kretase yaşlı fosillere rastlanmış olup, inceleme alanında yer alan mermerlerin Jura-Kreatse yaşlı olduğu gözlenmektedir (Akat vd., 1975).

Şekil 3.21: Serçin Köyü civarında bulunan Bozdağ Grubu mermerlerinden kırık çatlaklı bir mostra görünümü (Bakış yönü GD).

Şekil 3.22: Serçin Köyü mevkii'nde yer alan Bafa Gölü civarı Bozdağ Grubu mermerlerine ait bir mostra (Bakış yaklaşık Güney).

Şekil 3.23: Serçin Köyü mevkiinde bulunan Bozdağ Grubu'na ait altere olmuş, sarımsı bej renkli.

Şekil 3.24: Bozseki Tepe Mevkii civarında Bozdağ Grubu mermerlerinde görülen kum arakatmanları (Bakış yönü GB).

Akbük Formasyonu (Na)

Akbük Formasyonu yaygın olarak Akbük Limanı Kuzeybatısında görülmekte olup, çalışma alanının güneybatısında Pehlivan Tepe Mevkii'nde gözlenmektedir. Çalışma alanında Söke Formasyonu içerisinde küçük bir alanda, yamaç molozuyla iç içe girmiş bir yapı sunmaktadır. Birim sarımsı kahvemsi renklerde, killi siltli, ince taneli, parlak

mika pulcukları içeren karma bir yapıya sahiptir (Şekil 3.25). Yer yer kömür damarları ve boşluk yapıları da gözlenmiştir (Şekil 3.26). Birimin dayanımı ve sertliği oldukça düşüktür.

Şekil 3.25: Akbük Formasyonuna ait yaklaşık 20 m kalınlığındaki mostranın genel görünümü (Bakış yönü GB).

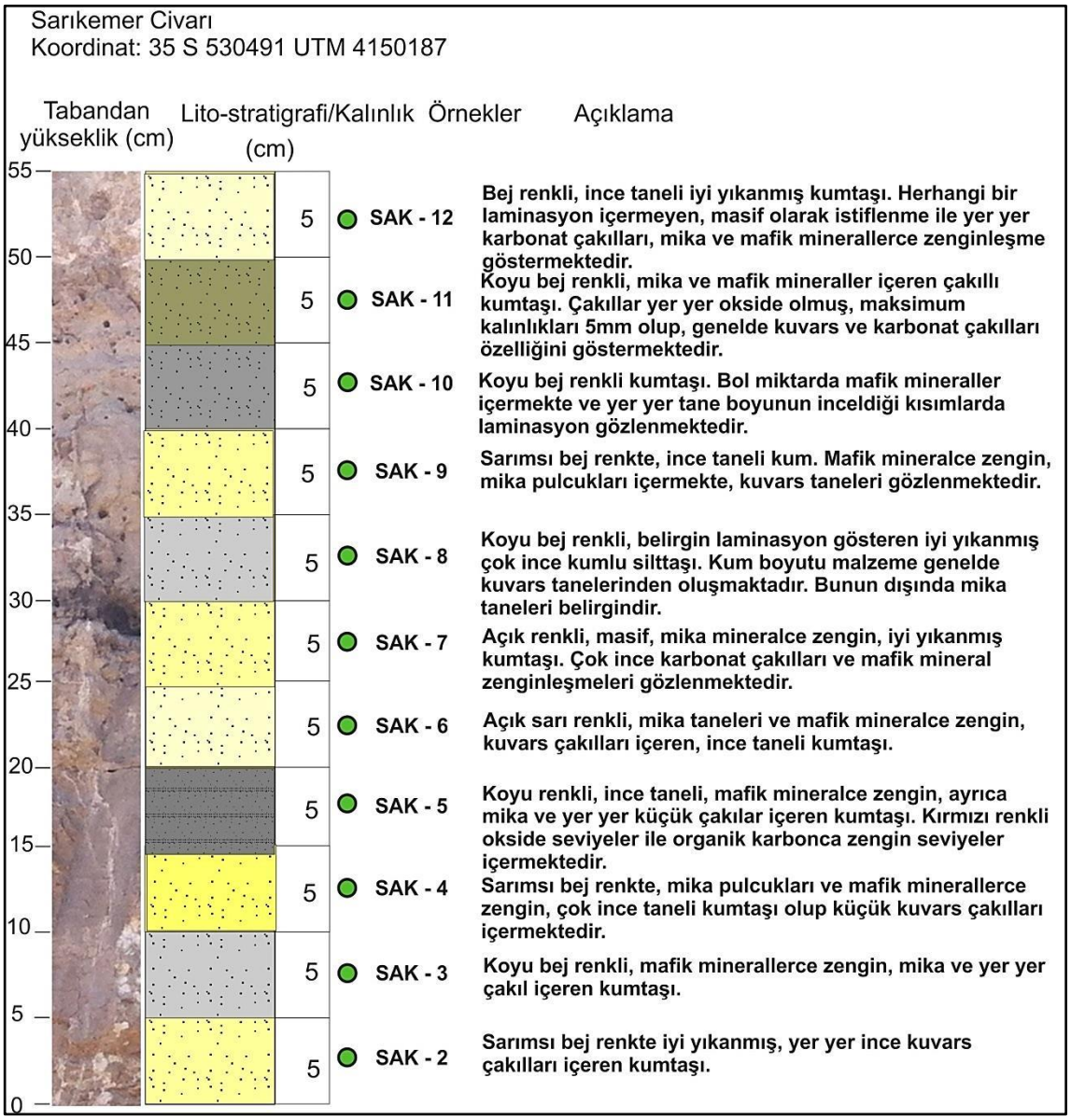
Formasyon tabanında ince bir çakıltaşı seviyesi gözlenir. Üste doğru sarı-krem renkli kumlu-killi kireçtaşları ve marnlara geçilir. Orta-ince tabakalı marnlar düzenli tabakalanma gösterirler. Akbük Formasyonu'nun altında Menderes metamorfikleri yer alır.

Akbük Formasyonu'ndan alınan kayaç örneğinin X-Işını düzeneği ile gerekli aşamalardan geçerilerek kayacın mineralojik içeriği belirlenmiştir. Kayaç içerisinde; kuvars, muskovit, albit, klorit, zeolit minerallerine rastlanmıştır. Formasyon karasal kırıntılı bir çökel olup Menderes masifi metamorfiklerinin etkileri gözlenmektedir (Ek3).

İnceleme alanında ise Menderes metamorfiklerine ait Bozdağ grubu mermerleri ile uyumsuz bir geçiş gözlenmektedir. Formasyonun üstünde ise daha genç yaşlı olan Söke formasyonu'na ait kireçtaşları uyumsuz olarak gelmektedir. Birim Pehlivan Tepe civarında yaklaşık 15-20 m kalınlıklarda bir yayılım göstermektedir. Bol gastopod kavkıları ve pelecypoda kavkı izleri içeren Akbük Formasyonu'nun yaşı Neojen olarak düşünülmüştür (Bargu ve Turgut, 1993).

Şekil 3.26: Pehlivan tepe civarında gözlenen Neojen yaşlı Akbük Formasyonuna ait kömür bantları (Bakış yönü GB).

Pehlivan tepe kesitine ait, organik madde ve mafik mineral zenginleşmeleri içeren kalınlığı 55 cm olan karakteristik geçiş zonu ayrıntılı olarak şekil 3.26'da tanımlanmıştır. Bu geçiş zonunun altında kalınlığı 185 cm olan masif ince marnlı killer bulunur. Ayrıntılı değerlendirilen kesimin üstünde 260 cm kalınlığında, ince-kaba çakıllı seviyeler ve hatta daha üst kısımlarda olan blok boyutlu malzeme bulunmaktadır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27: Pehlivan tepe (Sarıkemer civarı) gözlenen istifin ölçülmüş stratigrafi kesiti.

Söke Formasyonu

Söke'den batı ve kuzeye doğru giderek genişleyen bir alanda yüzeylenen birimin alt düzeyleri Söke yakın çevresinde, üst düzeyleri ise batı ve kuzeye doğru gözlenebilir, istifin tabanının ve giderek üst düzeylerinin Söke'de gözlenmesi nedeniyle Söke Formasyonu olarak adlanmıştır (Ercan, vd., 1985). Çalışma alanında Söke Formasyonu,

Pehlivan Tepe ve civarında tipik olarak gözlenmektedir. Formasyon, bej beyaz renkli olup, sert, dayanımlı, yer yer karstik boşluklar içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Altere olmuş yüzeyi turuncumsu-kahverengi olup, taze kırık yüzeyi parlak bej renk sunmaktadır (Şekil 3.28).

Şekil 3.28: Bozseki Tepe Mevkii Söke Formasyonu'na ait mostra örneği.

Konglomera-kumtaşı birimleri üzerinde genellikle uyumlu ve kimi yerlerde geçişli olarak killi kireçtaşları yer alır. Gri, beyaz renkli, mikrokristalin, bol fosilli ve düzgün katmanlı olan bu killi kireçtaşları, 30-40 m kalınlığa erişirler. Alttaki konglomera-kumtaşı birimlerinin akarsu ortamı ürünü olmalarına karşın, üstteki bu killi kireçtaşları gölsel ortamlarda oluşmuşlardır. Bol ostrakod ve gastropod fosillidirler.

Killi kireçtaşları üzerinde de yer yer konglomera-kumtaşı-kireçtaşı-silttaşı-kiltaşı-marn ardalanmaları bulunur. Yaklaşık 200 m kalınlık sunan bu birimler, akarsu ortam ürünü olduklarından, bölgede akarsu ve gölsel ortam koşullarının sık sık tekrarlandığı belirlenmektedir (Ercan, vd., 1985).

Alüvyon (Qal)

İnceleme alanının kuzeybatısında bulunan, yamaç molozları, döküntü birikintileri ile Büyük ve Küçük Menderes nehirlerinin taşıdığı ve çökelttiği, geniş alana yayılan malzeme alüvyon olarak adlandırılmaktadır. Bu birimin bulunduğu alan Söke Ovası olarak bilinmektedir (Ercan, vd., 1985).

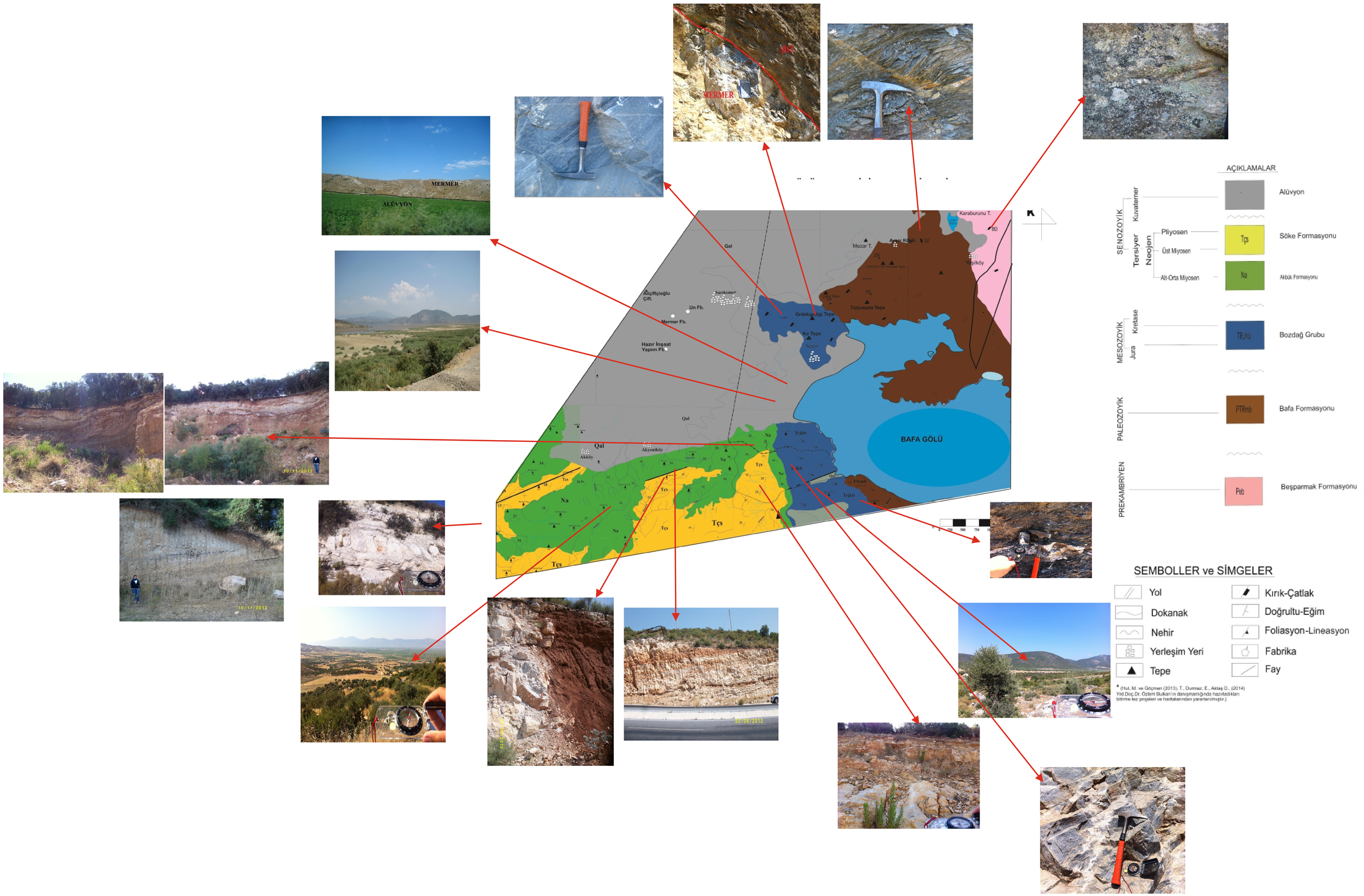
Bölgede Alüvyon, Sarıkemer Beldesi ve kuzeybatısında yer alan geniş bir alanda tipik olarak gözlenmektedir ve yer yer sıkı tutturulmuş, yer yer de tutturulmamış olup, çok çeşitli boylarda taneler içermekte ve Büyük Menderes Nehri'nin akıntılarının getirdiği kum, çakıl, silt, marn gibi birimleri içerisinde barındırmaktadır (Şekil 3.29). Çalışma alanında bulunan alüvyonlar, nehir boyları ve çevresinde düzlükler oluşturmakta olup, bunlar kum-mil boyutunda taneler olarak gözlenmektedirler (Ercan, vd., 1985).

İnceleme alanı içerisinde yer alan alüvyon genel olarak ekili alanları kapladığından geniş bir gözleme imkan vermemektedir. İnceleme alanında Avşar Köyü ve civarında Bafa Formasyonu, Serçin Köyü ve Bozseki Tepe mevkiinde Bozdağ Grubu ve Pehlivan Tepe mevkiinde Söke Formasyonu ile uyumsuz olarak geçiş gözlenmektedir.

Bölgedeki alüvyonlar altında, Pliyo-Pleyistosen konglomera ve kumtaşlarına rastlamak olasıdır. Sarıkemer Beldesi ve Bafa Gölü'nün inceleme alanı içerisinde kalan kısmında ise Masifin mermerleriyle geçiş gözlenmektedir (Şekil 3.30). Bölgedeki en genç birim olan Alüvyon, Kuvaterner yaşlıdır.

Şekil 3.29: Bafa Gölü kuzeydoğusunda yer alan Alüvyal birim (KD'den GB'ye bakış).

Şekil 3.30: Serçin Köyü mevkiinde bulunan Bozdağ Grubu mermerleri ile Alüvyal birimin dokanağı (Bakış yönü GB).



Şekil 3.31: Bafa Gölü ve Çevresinin jeoloji haritası
(Hut, M. ve Göçmen (2013), T., Durmaz, E., Aktaş D., (2014) Yrd.Doç.Dr. Özlem Bulkan'ın danışmanlığında hazırladıkları bitirme tez projeleri ve haritalarından yararlanılmıştır.)

3.2. LİTOSTRATİGRAFİ

Bafa Gölü'nden doğu-batı ekseni boyunca alınan 5 karottan (Şekil 2.1). Baf37 karotuna ait tanımlama ayrıntılı olarak aşağıda ele alınmıştır. Bunun yanısıra gölün batı kesimindeki bataklık alandan yapılmış olan sondaj ile temsil edilen istifin ayrıntılı Litostratigrafisi de ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

3.2.1. Bataklık İstifinin Litostratigrafisi

Gölün batısındaki bataklık alandan 1189 cm'lik sondajın her bir adımı tavandan tabanamdoğru BS1, BS2, BS3, …, BS20 olarak aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Şekil 3.32a, b, c, d…….u).

Bataklık istifinin ilk 25 cm'lik kısmında yüzeydeki bitkisel toprağa ait kalıntılar içeren üst yüzeyi daha ince 20 cm'den sonra iyi yıkanmış kum gözlenmiştir. Sondajdaki ilk seviye olduğu için yüzeyle aynı özellikleri göstermektedir (Şekil 3.32 a).

BS2 (sondajın tavandan itibaren 25-55 cm aralığı) litoloji,renk, su içeriği gibi makro gözlemlere göre üç farklı lito-zona ayrılmıştır. Bu birimler sırasıyla karotun 0-6, 6-26, 26-41 cm aralıklarını kapsamaktadır. İlk birim koyu kahverenkli mikalı kildir (0-6 cm). İkinci birim (6-26 cm) sarımsı kahverenkli killi kumdur. Üçüncü birim ise (26-41 cm) yer yer organik maddece zengin kısımlar içeren kahverenkli çamurdur (Şekil 3.32 b).

BS3 (sondajın tavandan itibaren 55-102 cm aralığı) arasındaki çökellere ait litoloji, renk, su içeriği, fosil içeriği gibi makro gözlemlere göre yedi lito-zona ayrılmıştır. Üstte koyu kahverenkli killi kumlar yer alır (0-4 cm). Bunun altında (4-15 cm) kahverenkli daha plastik kil bulunmaktadır. Aşağı doğru (15-18 cm) kahverenkli iyi yıkanmış kumlar ile daha alt kısımlarda daha açık renkli kumlara geçiş görülür (18-22 cm). 22-25 cm aralığı ile 15-18 cm aralığına ait çökeller aynı özellikler gösteren kumlardan oluşmaktadır. Bunlar alt kısımlarda sarımsı çok ince killere geçiş yapar. Bu birim yer yer siyah bant şeklinde organik maddece zengin zonlar içermektedir (25-34 cm). Açık renkli kumlu son birim (34-47 cm) ise çok küçük kavkı parçaları ve ostrakod içeren birimdir (Şekil 3.32 c).

B4 (sondajın tavandan itibaren 102-167 cm aralığı) makro gözlemlere göre üç lito-zona ayrılmıştır. İlk birim açık kahverenkli turuncumsu kaba malzeme içermeyen, küçük mika parıltıları bulunduran kildir (0-30 cm). İkinci birim (30-35 cm) koyu kahverenkli mikalı kumdur. Üçüncü birim (35-65 cm) çok ince yük plastisiteli çamurdur. Bu birim yer yer ayırt edilebilen sarımsı turuncu varvlar,47-49 cmler arasında belirgin varvlar içermektedir (Şekil 3.32 d).

BS5 (sondajın tavandan itibaren 167-225 cm aralığı) karotu litoloji,renk, su içeriği, fosil içeriği gibi makro gözlemlere göre dört lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-19 cm arası sarımsı renkli çok ince kildir. İkinci birim olan 19-24 cm arası ise yağımsı kahverenkli kum merceği içeren (17-24 cm) çok ince çamurdur. Üçüncü birim (24-46 cm) belli belirsiz laminalı grimsi sarı renkli kumlu kildir. Bu birimin 24-30 cm arasında kum miktarı daha fazladır ve 36-46 cm arasında ise konkav şeklinde laminalı birimler gözlenmektedir (Şekil 3.32 e). Dördüncü birim yer yer organik maddece zengin siyah renkli zonlar içermek olan grimsi sarı renkli ardalanmalı laminalı çamurdur (46-57 cm).

BS6 (sondajın tavandan itibaren 225-295 cm aralığı) yedi lito-zona ayrılmıştır. İlk birim su içeriği yüksek açık kahverenkli çamurdur (0-20 cm). İkinci birim (20-27 cm) sarımsı kahverenkli kil ve grimsi kahverenkli kum (kum mercekleri) içermektedir. Üçüncü birim (27-32 cm) gri renki çok ince çamurdur. Dördüncü birim sarımsı yağımsı yeşil renkli ince kildir. Bu birim yer yer turuncu renkli birimler içermektedir (32-41 cm). Beşinci birim ise homojen açık gri renkl, ince kildir (41-55 cm). Altıncı birim mika pulcukları şçeren koyu kahverenkli kumlu kildir (55-60 cm). Koyu gri renkli kumlu son birim (60-68 cm) ise bol küçük kavkı ve kavkı parçalarıdır (Şekil 3.32 f).

BS7 (sondajın tavandan itibaren 295-352 cm aralığı) üç lito-zona ayrılmıştır. İlk birim kavkı içermeyen sarımsı-turuncumsu gri renkli ince kildir (0-20 cm). İkinci birim (20-40 cm) kurşuni gri renkli mikalı yer yer kavkı kırıkları içeren kumdur. Üçüncü birim (40-58 cm) Bol kırıklı kavkılı özellikler son 4 cm yoğun kavkıdan oluşan kumlu kavkı çamurudur (Şekil 3.32 g).

BS8 (sondajın tavandan itibaren 352-416 cm aralığı) altı lito-zona ayrılmıştır. İlk birim kum damarları içeren turuncumsu kahve renkli çok ince kildir (0-13 cm).Bu birimin son

1 cmde kum bandı gözlenmektedir. İkinci birim (13-27 cm) sarımsı bej renkli yer yer kum bandları içeren ve organik maddece zengin nokta şeklinde zonlar içeren homojen kildir. Üçüncü birim (27-34 cm) koyu gri renkli az miktarda kil içeren kavkılı kumdur. Dördüncü birim koyu gri renkli kum merceği ve bunun içerisinde gastrapod içeren homojen kildir (34-48 cm). Beşinci birim ise (58-65 cm) yer yer okside olmuş kalın kavkı parçalı kumdur (48-58 cm). Altıncı birim son 1 cm okside olan ince kumdur (Şekil 3.32 h).

BS9 (sondajın tavandan itibaren 416-486 cm aralığı) makro gözlemlere göre beş lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-18 cm arası sarımsı turuncu renkli yer yer kum ve gastrapod içeren çok ince kildir. İkinci birim gri renkli homojen görünümlü organik maddece zengin kısımlar içeren kildir (18-42 cm). Üçüncü birim (42-56 cm) çok küçük kavkı kırıntıları içeren son 1 cm okside olmuş kumlu kildir. Dördüncü birim organik madde içeriği yüksek zonlar ve kavkı kırıkları içeren siltli kildir (56-66 cm). Beşinci birim (66-70cm) yağımsı yeşil renkli çok ince killi çamurdur (Şekil3.32 i).

BS10 boyunca (sondajın tavandan itibaren 486-554 cm aralığı) İlk birim 0-4 cm arası sarımsı renkli homojen kildir. 4-6 cm arası koyu gri renkli kavkı parçası içermeyen ince kildir(0-10 cm). İkinci birim (10-20 cm) üst 2 cm'si kavkı içeren killi kumdur. Üçüncü birim (20-40 cm) yeşilimsi gri renkli seyrek kavkılı çamurdur. Dördüncü birim ise silt mercekleri (55-57 cm) içeren ve bu mercekler dışında homojen olan ince çamurdur(40-67 cm) (Şekil 3.32 j).

BS11 (sondajın tavandan itibaren 554-620 cm aralığı) dört lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-20 cm arası kildir. Bu birimin ilk 3 cm'si siltli, birimin alt kısımlarına doğru (10 cmden sonra) ise su içeriği yüksek ince çamur son 1 cm is koyu gri renkli kavkılı kumdur.. İkinci birim (20-24 cm) kahverenkli kavkılı ince kumdur. Üçüncü birim (20-40 cm) gri renkli gastrapod kavkılı kildir. Bu birim 42-48 cmler arasında kum merceği içermektedir.Dördüncü birim (54-66 cm) koyu gri renkli bol mikalı kavkısız killi siltli kumdur (Şekil 3.32 k).

BS12 (sondajın tavandan itibaren 620-685 cm aralığı) göre beş lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-10 cm arası açık bej renkli bol kavkı parçalı kili ince kumdur. İkinci birim su

içeği yüksek koyu gri renkli gastropod parçalı ince kildir (10-40 cm). Üçüncü birim (40-51 cm) bej renkli masif iyi yıkanmış kumdur. Bu birimin son 5 cmsi siyah-bej renkli varvlıdır. Dördüncü birim açık bej renkli killi kum, yer yer daha koyu renkli mika bantları içeren kumlu birimdir (51-64 cm). Beşinci birimdde (64-68 cm) 1mm kalınlğında siyah kil ve açık renkli kumlu seviyelerin laminalı olarak ardalandığı gözlenmiştir (Şekil 3.32 l).

BS13 (sondajın tavandan itibaren 685-745 cm aralığı) üç lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-36 cm arası kildir. Bu birimin 0-14 cm'si kavkı parçalı kum merceği içeren sarımsı kahverenkli kil, 14-36 cm'si çok küçük kavkılı yer yer bütün gastrapod içeren killi kumdur. İkinci birim (36-46 cm) yağımsı koyu yeşil renkli homojen kavkısız ince kildir. Bu birimin ilk 1cm'si /36-37 cm) kurşuni gri renkli siltli kildir. Üçüncü birim (46-60 cm) kahverengimsi gri renkli mikalı kavkısı çok ince siltli kumdur (Şekil 3.32 m).

BS14 (sondajın tavandan itibaren 745-805 cm aralığı) beş lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-7 cm arası kahverenkli bütün kavkılar içeren kumlu siltli kildir. İkinci birim koyu gri renkli bol kavkı kırıklı ve bütün kavkılı mikalı siyahımsı kildir (7-12 cm). Üçüncü birim (12-27 cm) mavi yeşil yağımsı gri renkli su içeriği yüksek homojen kildir. Dördüncü birim koyu gri renkli 32-37 cm arasında yoğun laminasyon gösteren, bu aralık dışında homojen kumlu kildir (27-50 cm). Beşinci birim (50-60 cm) belirgin laminasyonlar (organik madde ve kil seviyeleinin ardalanması) gösteren siyahımsı kurşini renkli kumlu kildir (Şekil 3.32 n).

BS15 (sondajın tavandan itibaren 805-870 cm aralığı) beş lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-4 cm arası sarısımsı kahverenkli bütün kavkı içeren kildir. Bu birimin ilk santimetresi kumlu kildir. İkinci birim (4-26 cm) mavi yeşil yağımsı gri renkli kırıklı kavkılı kum bandı içeren (6-8, 7-9 cm) kildir. Üçüncü birim (26-36 cm) koyu gri renkli mikalı kumlu silttir. Dördüncü birim kavkı içermeyen masif kahverenkli kumdur (36-56 cm). Beşinci birim (56-65 cm) yağımsı mavimsi gri renkli laminasyon ve kavkı içermeyen yüksek su içerikli kompak kildir (Şekil 3.32 ö).

BS16 (sondajın tavandan itibaren 870-930 cm aralığı) üç lito-zona ayrılmıştır. İlk birim kavkı parçalı grimsi kahverenkli killi kumdur (0-16 cm). İkinci birim (16-32 cm) gri

homojen kildir. Üçüncü birim (32-60 cm) grimsi kahverenkli laminasyonlu siltli kumdur (Şekil 3.32 p).

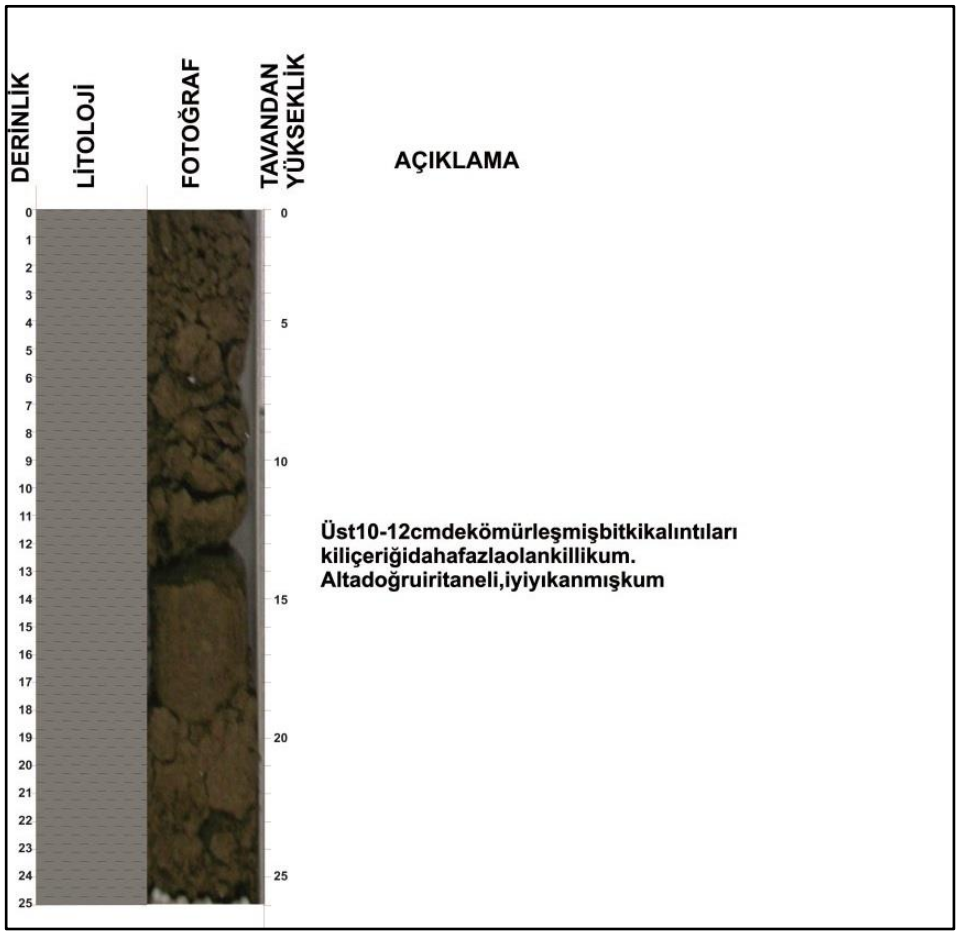
BS17 (sondajın tavandan itibaren 930-990 cm aralığı) dört lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-14 cm arası kahverenkli su içeriği yüksek kildir. İkinci birim (14-24 cm) gri renkli çok ince homojen yüksek su içerikli yer yer siyah renkli organikçe zengin birimler içeren kildir. Bu birimin 14-19 cm'si kırık kavkı kahverenkli kırıklı kavkılı kumdur. Üçüncü birim (24-47 cm) üstte gri renkli killi siltli kumla başlayıp aşağıya doğru ince kuma dereceli olarak artan tane boyuna sahip kahverenkli kumdur.koyu gri renkli mikalı kumlu silttir. Dördüncü birim (47-60 cm) ise açık gri renkli laminasyonlar içeren kumlu kildir (Şekil 3.32 r).

BS18 (sondajın tavandan itibaren 990-1057 cm aralığı) üç lito-zona ayrılmıştır. İlk birim kavkı parçalı grimsi kahverenkli killi kumdur (0-16 cm). İkinci birim (16-32 cm) gri homojen kildir. Üçüncü birim (32-60 cm) grimsi kahverenkli laminasyonlu siltli kumdur (Şekil 3.32 s).

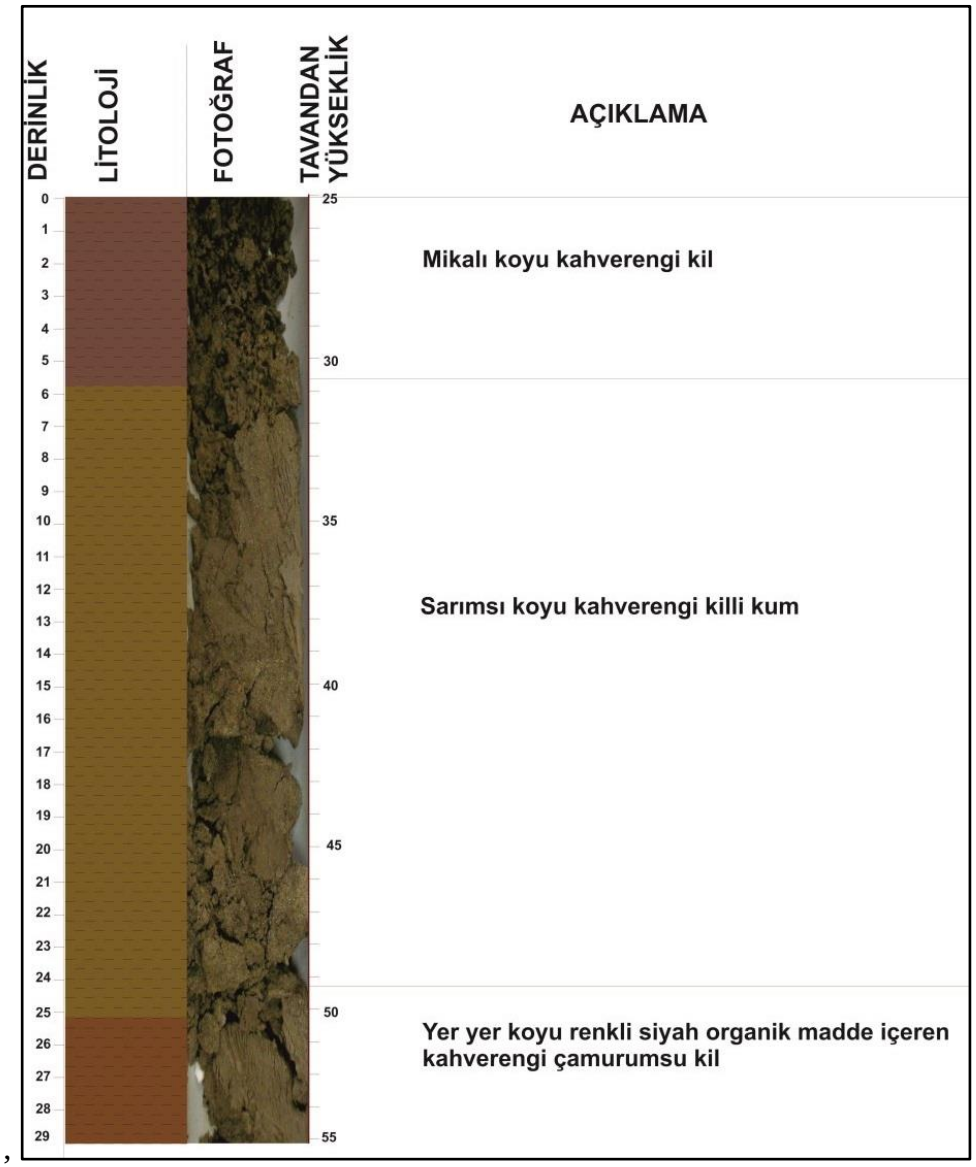
BS19 (sondajın tavandan itibaren 1057-1124 cm aralığı) dört lito-zona ayrılmıştır. İlk birim 0-13 cm arası kahverenkli, küçük kavkılar içeren su içeriği yüksek kildir. İkinci birim (13-27 cm) grimsi koyu bej renkli, 13-20 cm arasında siyah renkli, konkav organikçe zengin laminalar içeren mikalı kumdur. Üçüncü birim (27-52 cm) gri renkli, içerisinde kavkı bulunmayan mikalı masif kumdur. Dördüncü birim (52-67 cm) ise koyu gri renkli, kahverengimsi laminasyonlar içeren kumlu kildir (Şekil 3.32 t).

BS 20 (sondajın tavandan itibaren 1124-1189 cm aralığı) iki lito-zona ayrılmıştır. İlk birim grimsi kahverenkli killi kumdur (0-20 cm). İkinci birim (20-65cm) grimsi kahverenkli bol mikalı kaba taneli kumdur. Bu birim içerisinde çok küçük kavkı kırıkları gözlenmektedir (Şekil 3.32 u).

Bütün tanımlamalara göre; bataklık istifi boyunca tavandan ilk 50 cm bitki kalıntıları içeren bataklık çökeller, 50- 715 cm arası gölsel yer yer koyu renkli laminalar içeren, kum boyutu aşağılara doğru artan homojen kil, 712-1189 cm arası ise kumlu mikalı killerle başlayıp kumlara doğru geçiş göstermektedir.

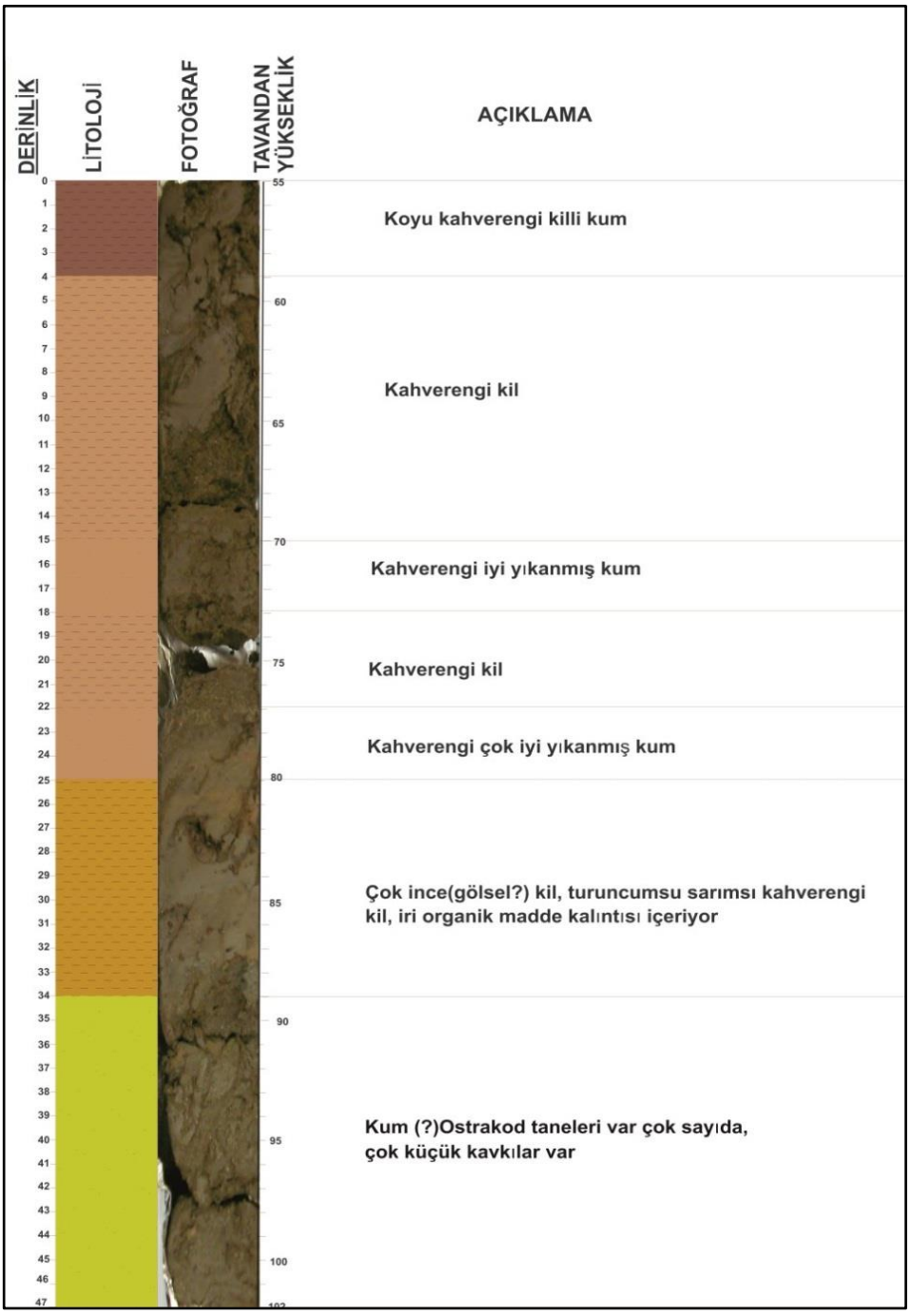


Şekil 3.32: a Bataklık istifinin tavandan itibaren ilk 25 cm derinliğine kadar olan ayrıntılı litostratigrafisi (BS1).

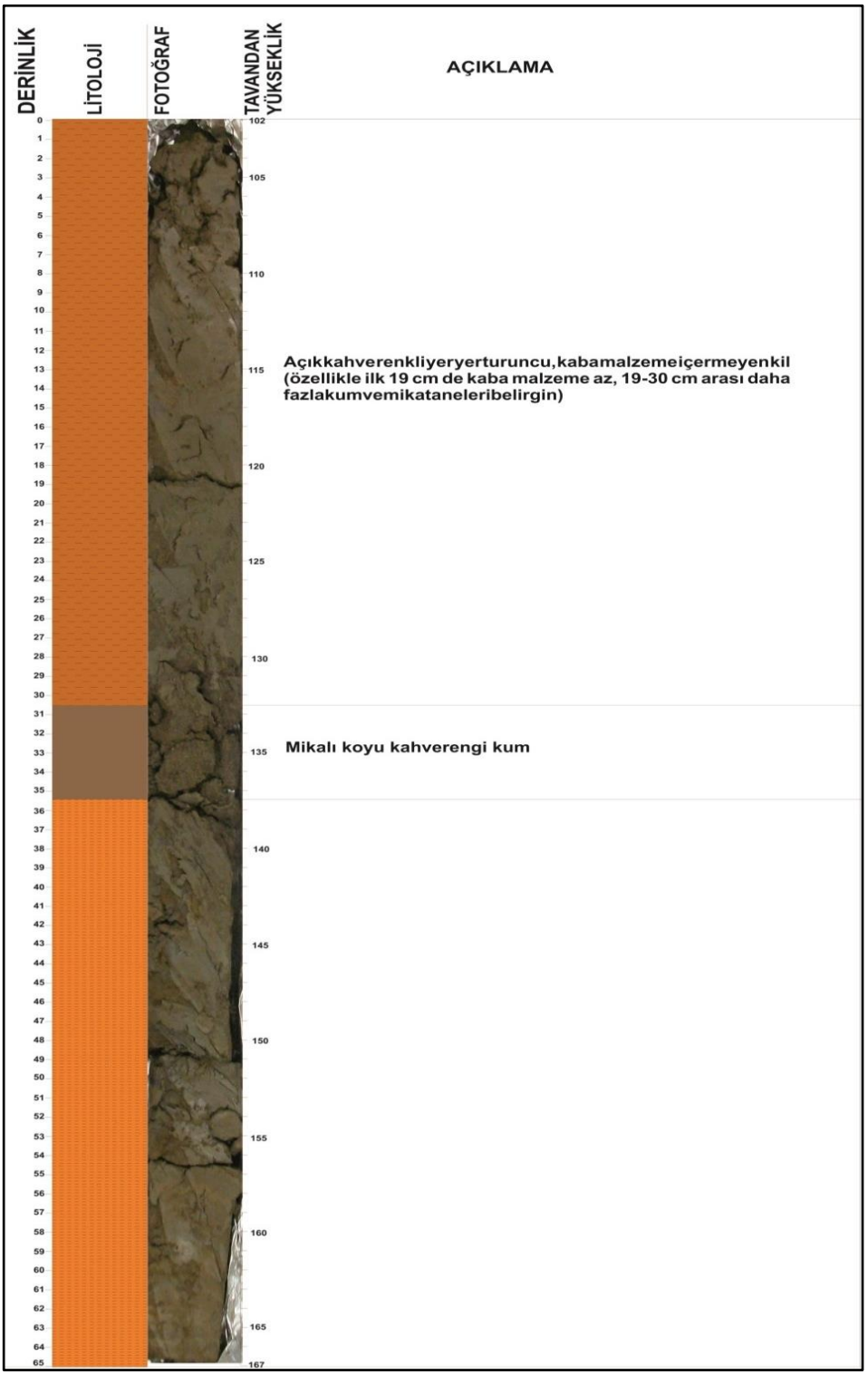


,

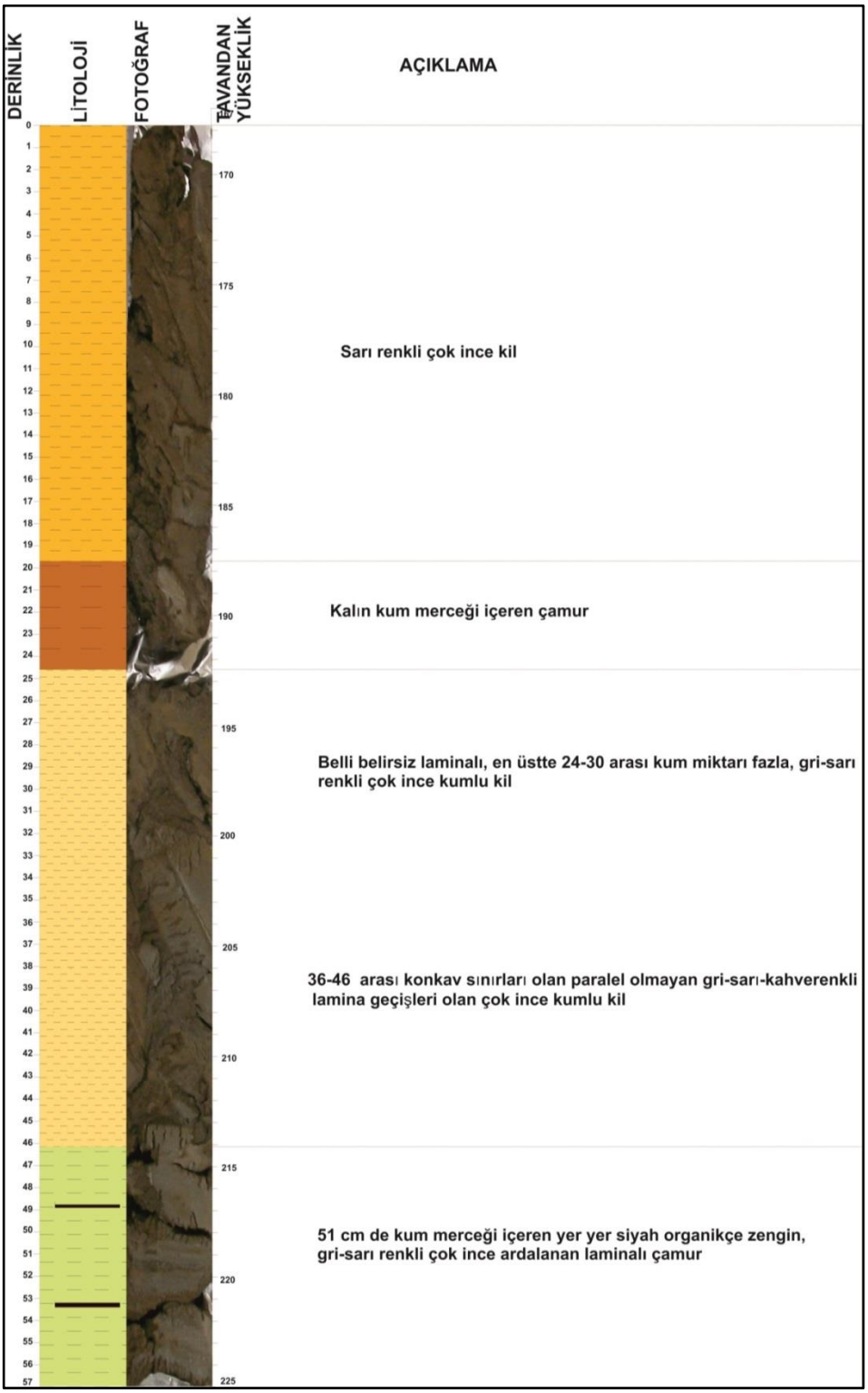
Şekil 3.32: b Bataklık istifinin 25-55 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS2).



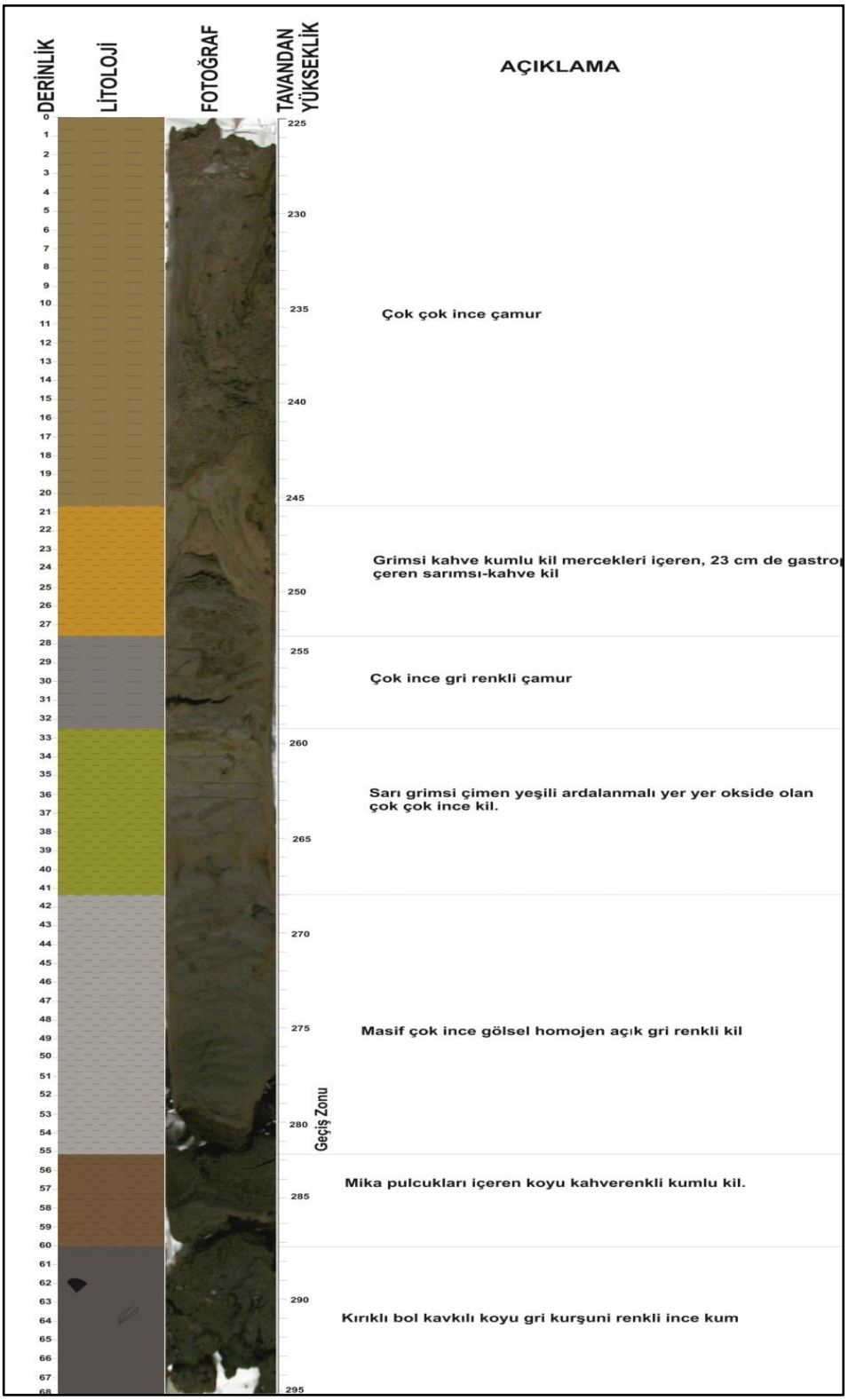
Şekil 3.32: c Bataklık istifinin 55-102 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS3).



Şekil 3.32: d Bataklık istifinin 102-167 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS4).



Şekil 3.32: e Bataklık istifinin 167-225 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS5).

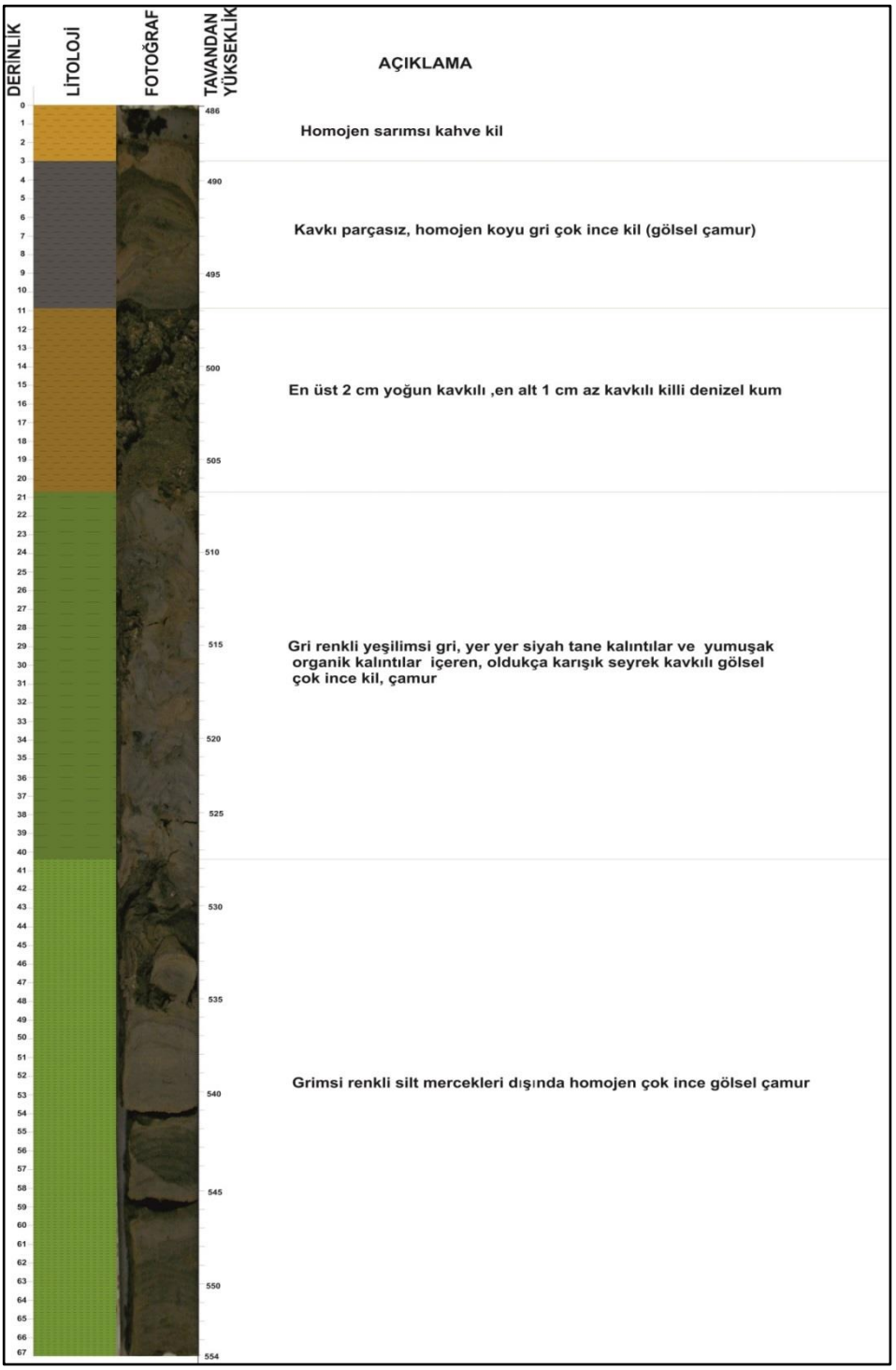


Şekil 3.32: f Bataklık istifinin 225-295 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS6).

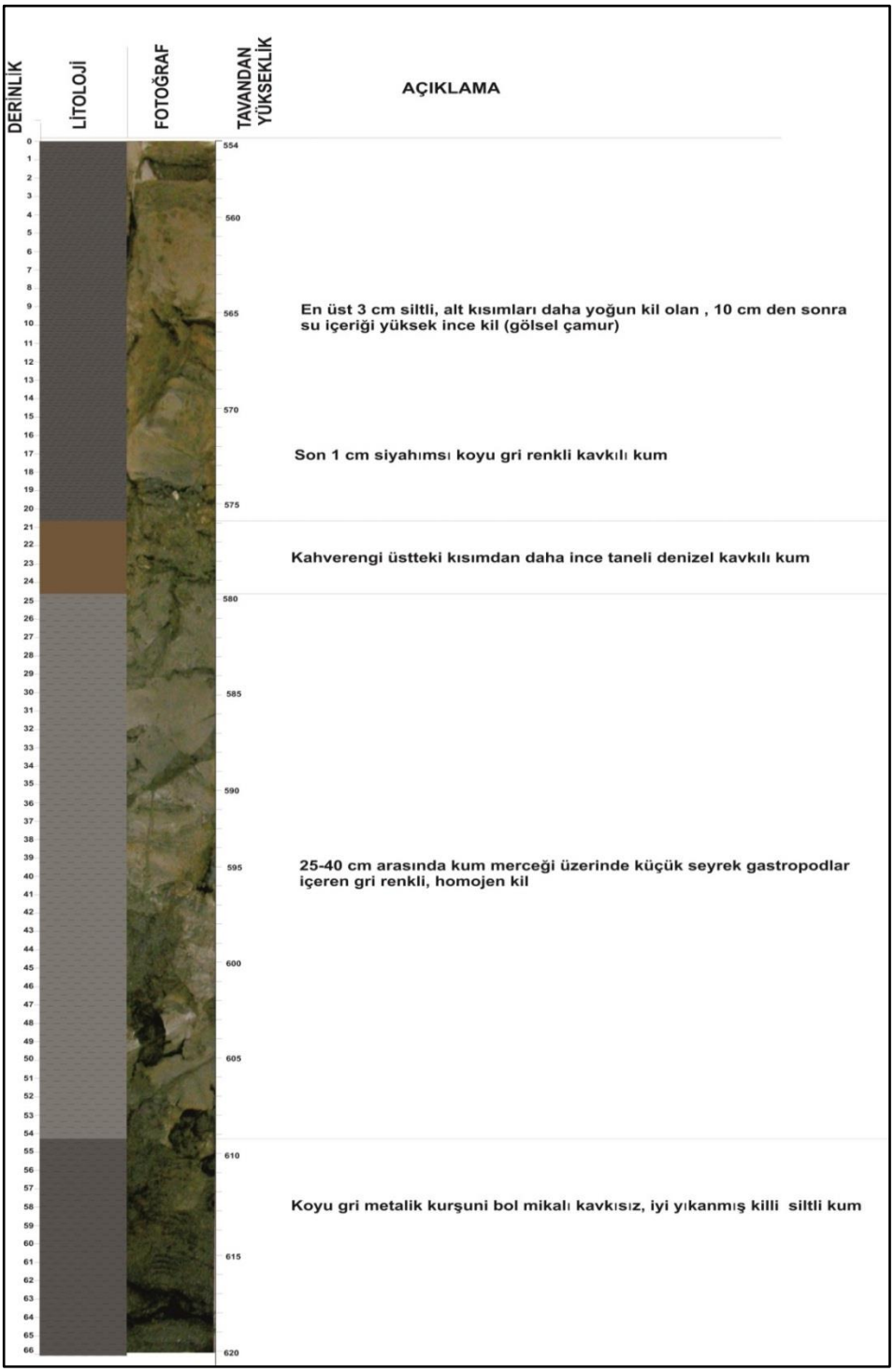
Şekil 3.32: g Bataklık istifinin 225-352 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS7).

Şekil 3.32: h Bataklık istifinin 352-416 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS8).

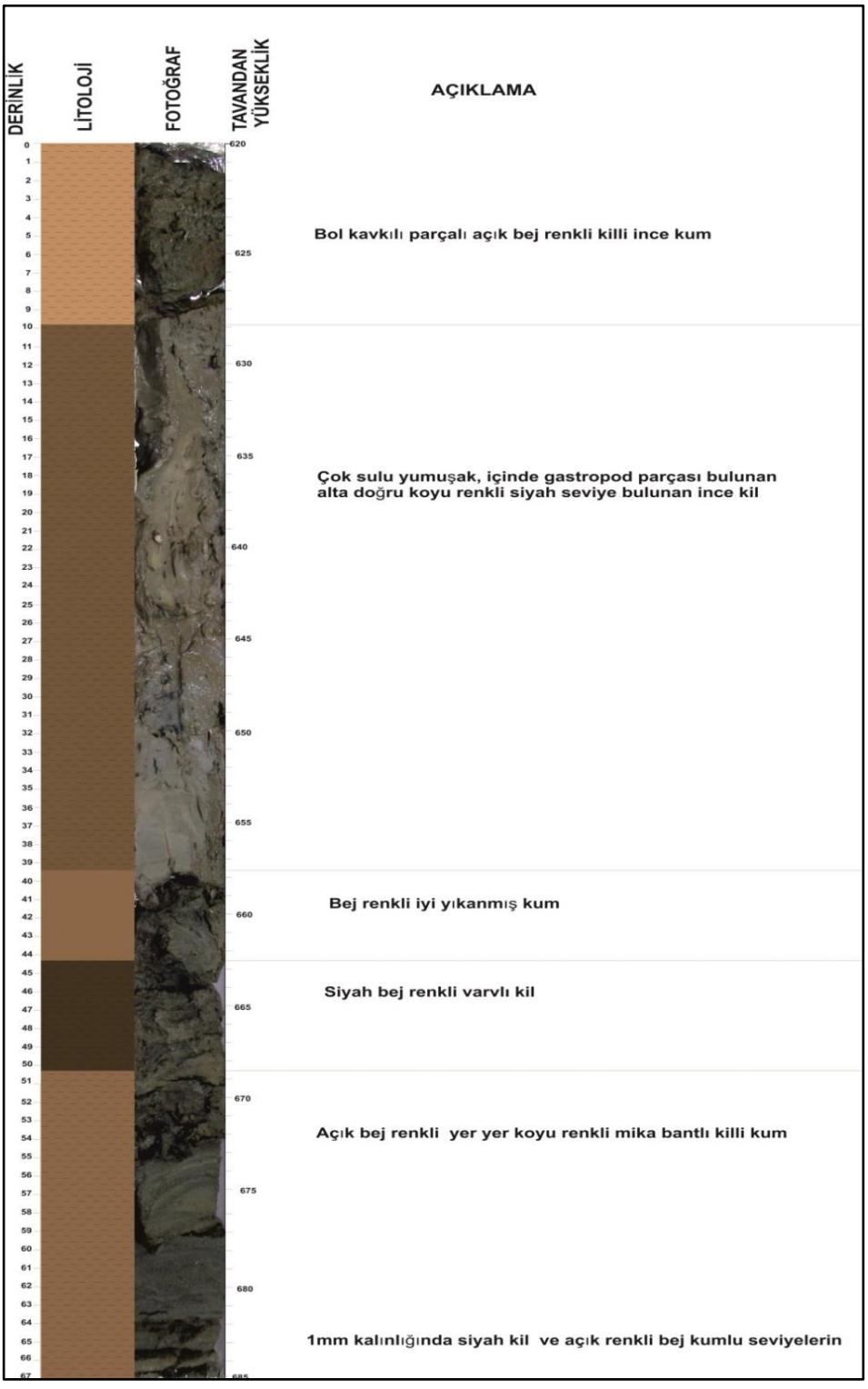
Şekil 3.32: i Bataklık istifinin 416-486 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS9).



Şekil 3.32: j Bataklık istifinin 486-554 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS10).

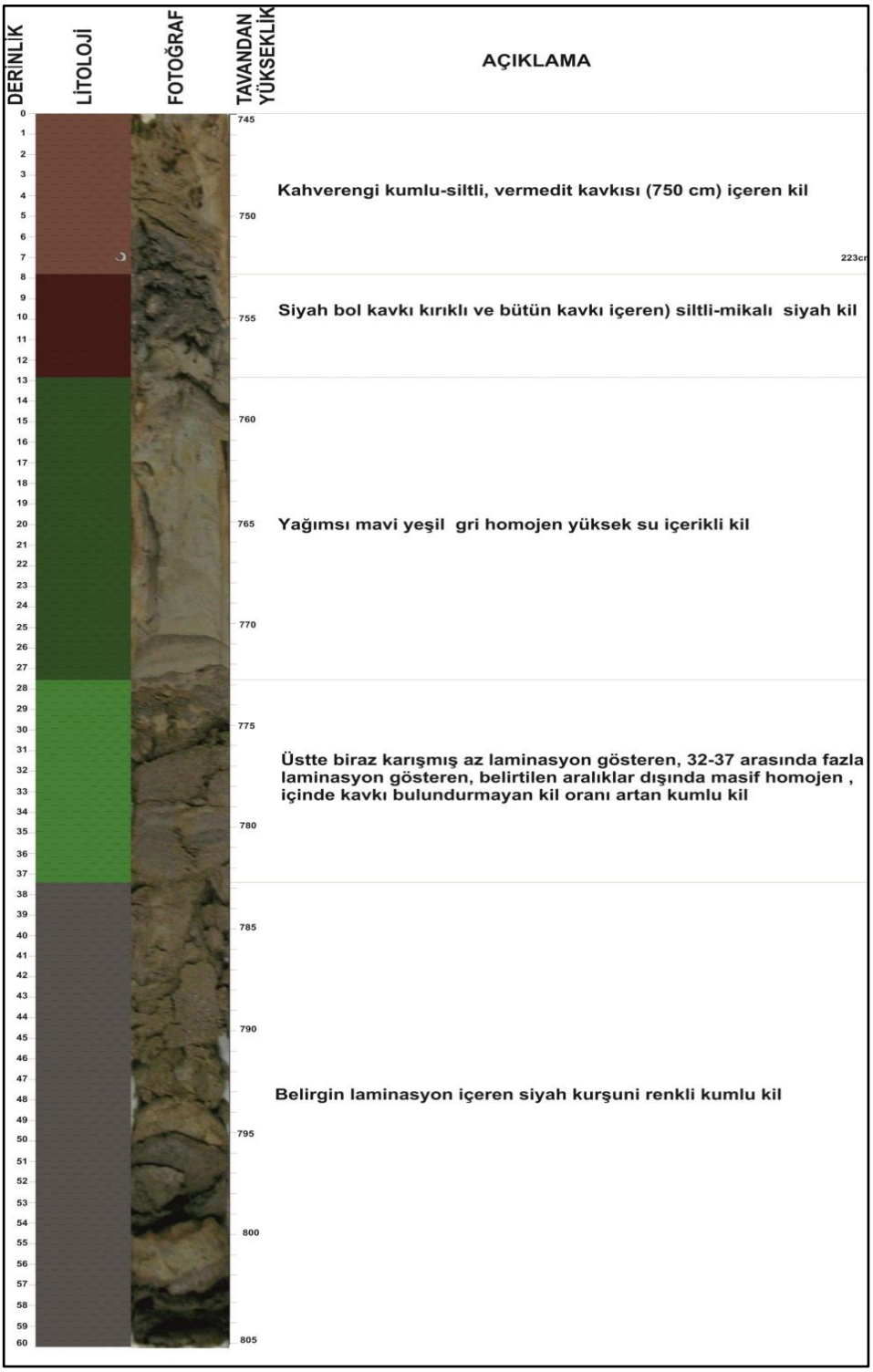


Şekil 3.32: k Bataklık istifinin 554-620 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS11).

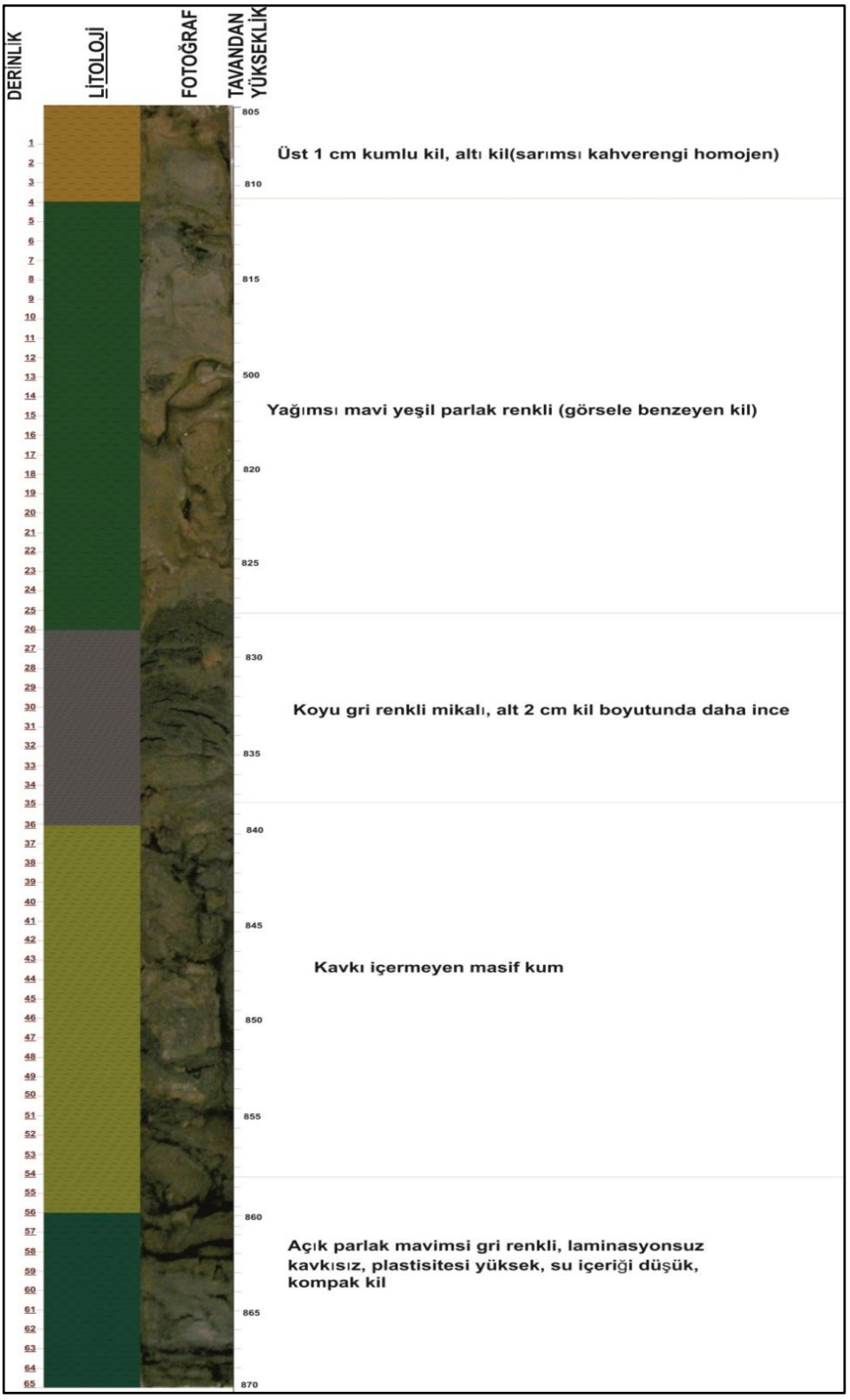


Şekil 3.32: l Bataklık istifinin 620-685 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS12).

Şekil 3.32: m Bataklık istifinin 685-745 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS13).



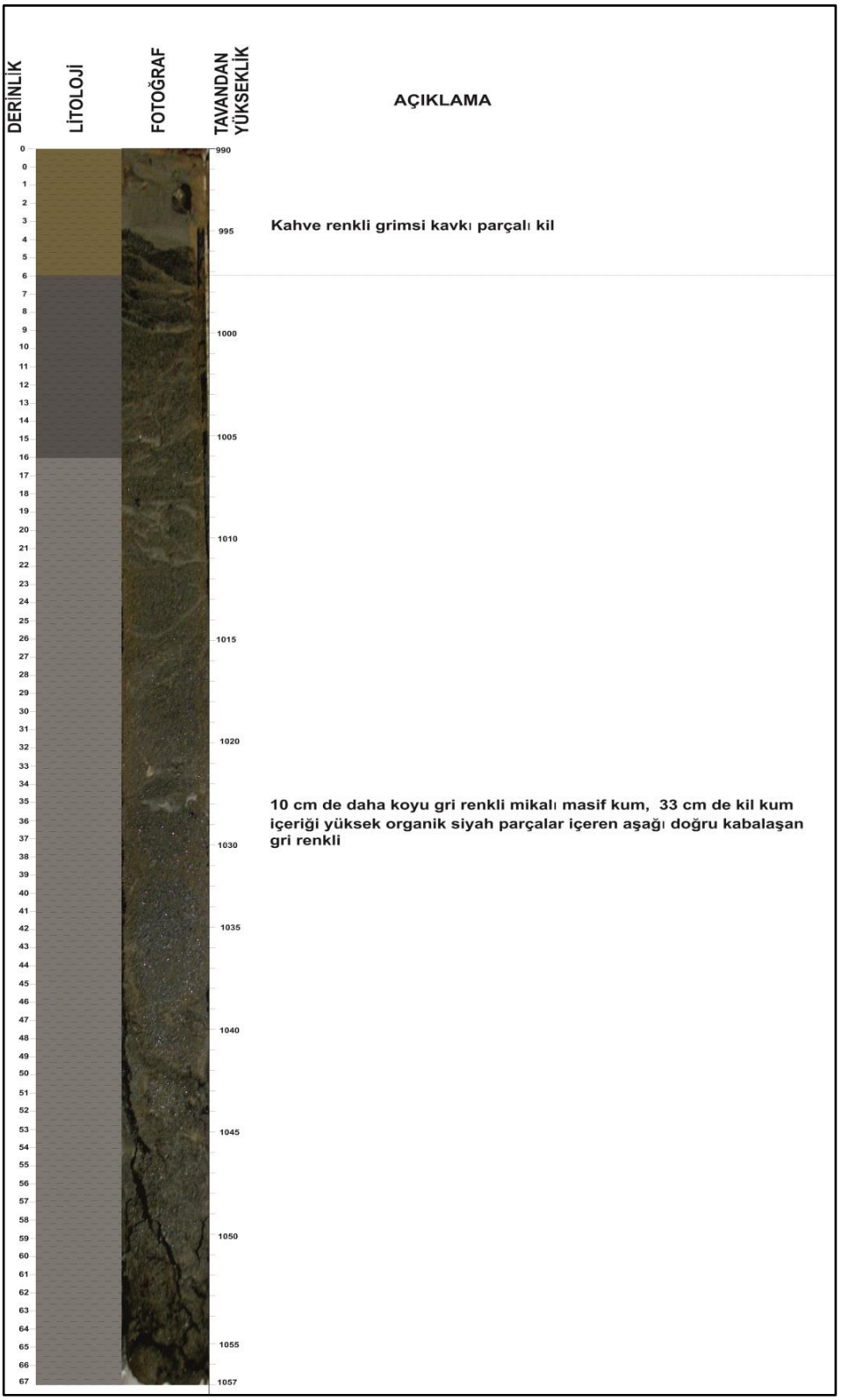
Şekil 3.32: n Bataklık istifinin 745-805 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS14).



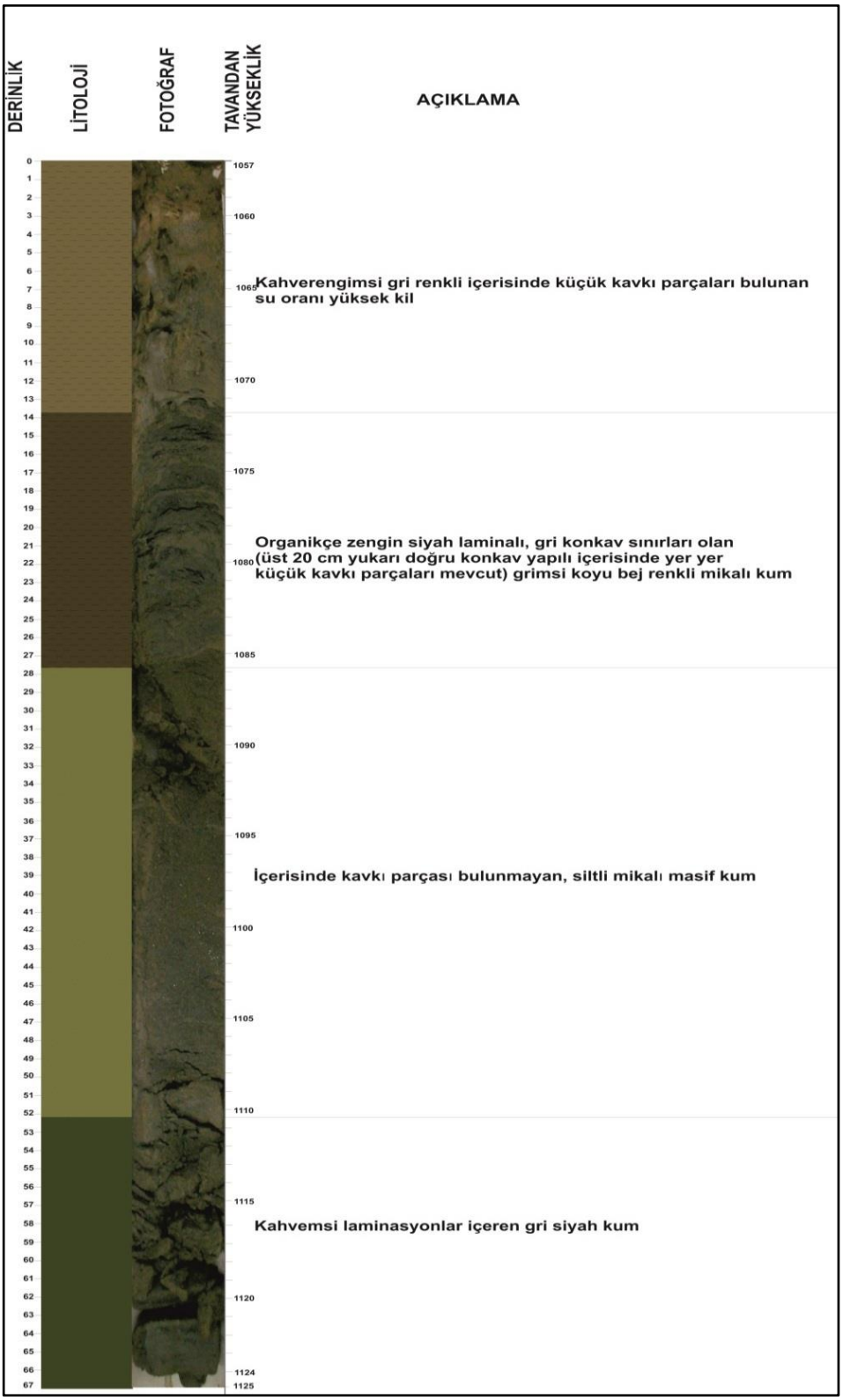
Şekil 3.32: o Bataklık istifinin 805-870 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS15).

Şekil 3.32: p Bataklık istifinin 870-930 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS16).

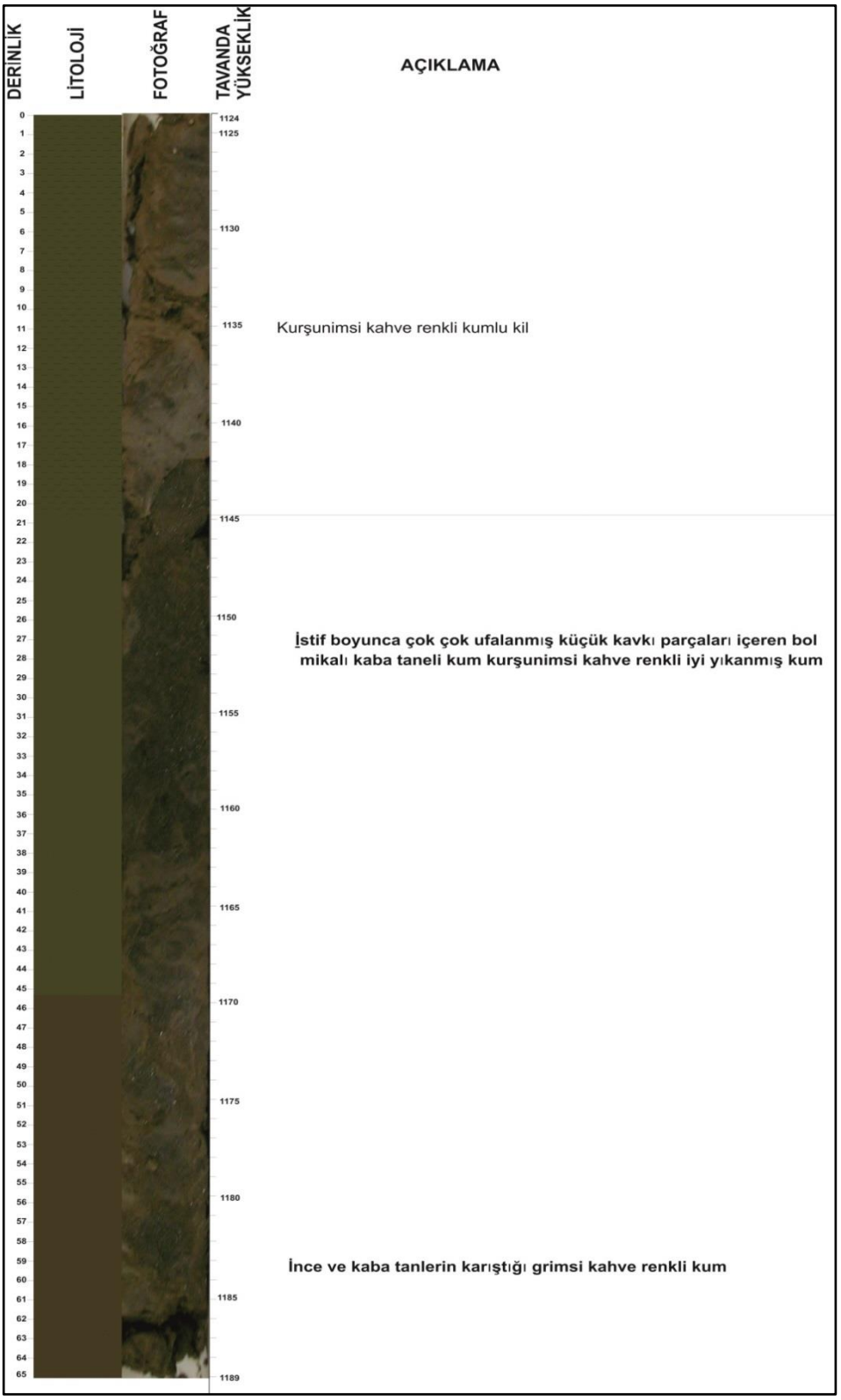
Şekil 3.32: r Bataklık istifinin 930-990 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS17).



Şekil 3.32: s Bataklık istifinin 990-1057 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS18).



Şekil 3.32: t Bataklık istifinin 1057-1124 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS19).



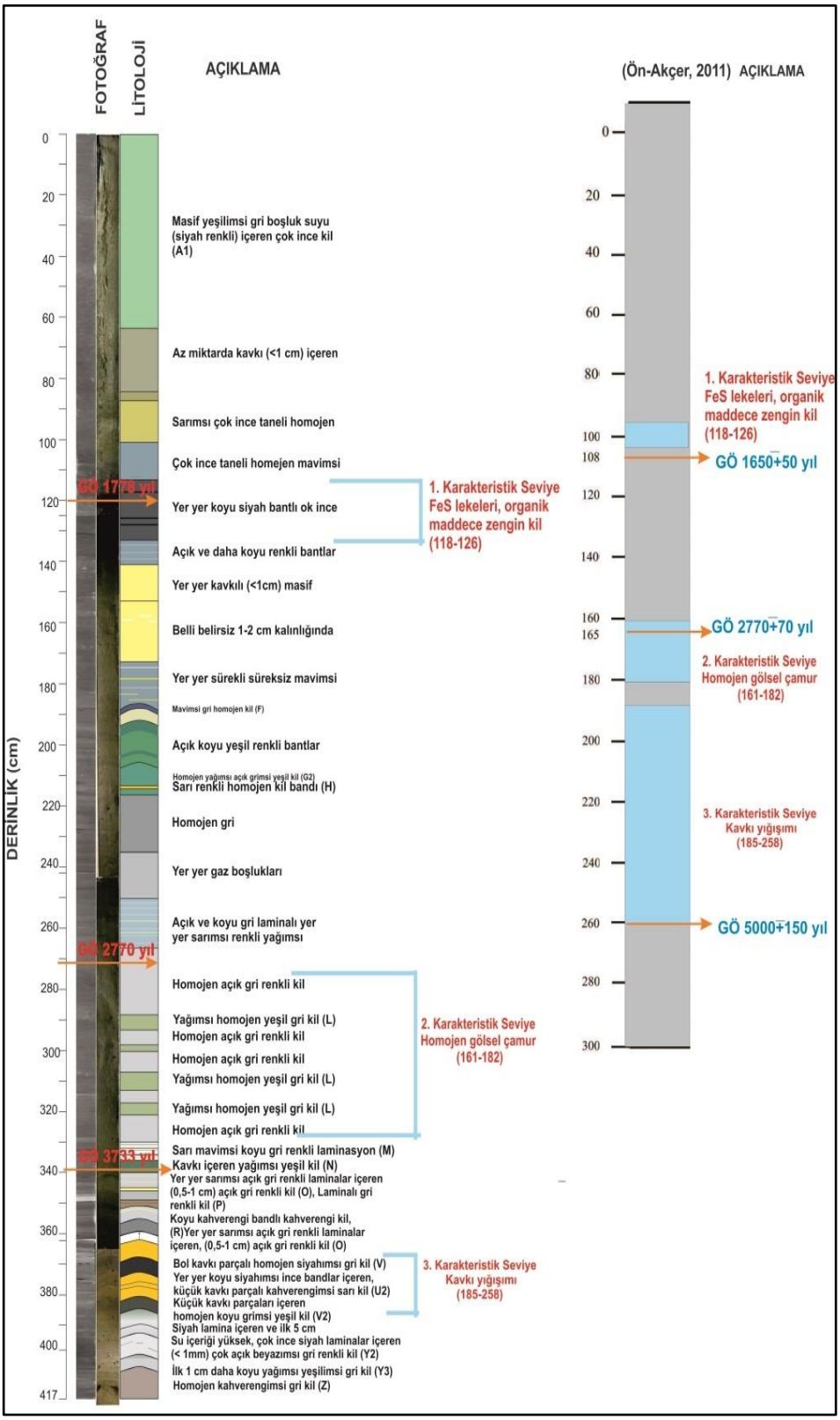
Şekil 3.32: u Bataklık istifinin 1124-1189 cm aralığının ayrıntılı litostratigrafisi (BS20).

3.2.2 Göl Çökellerinin Litostratigrafisi

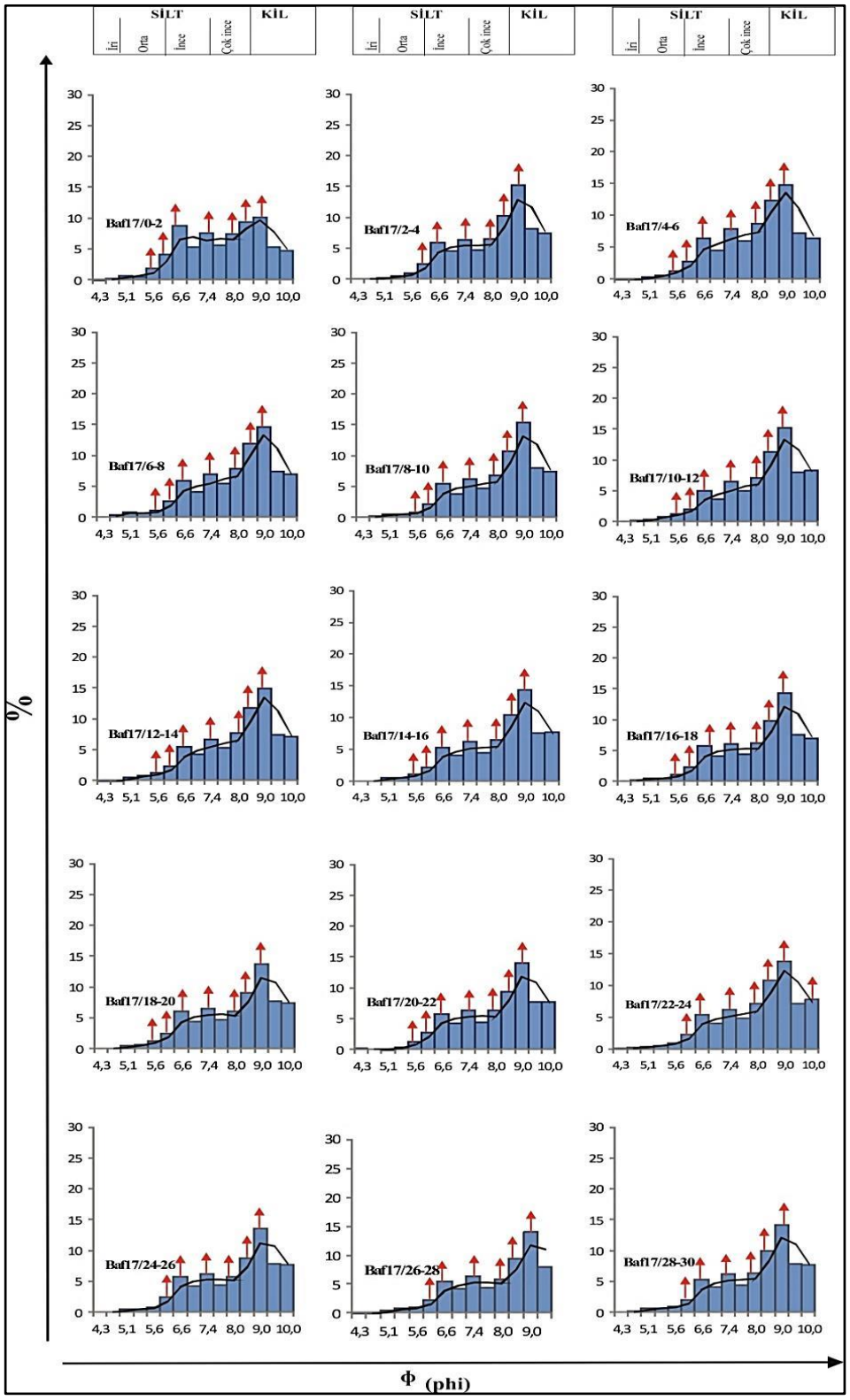
Gölden alınan BAF4, BAF9, BAF15, BAF17, BAF37 karotlarından BAF37'ye ait stratigrafi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. BAF 37 karotu litoloji, renk, su içeriği, fosil içeriği gibi makro gözlemlere göre farklı lito-zonlara ayrılmıştır (Şekil 3.33). BAF37 karotunun tavanından 63 cm derinliğe kadar masif yeşilimsi gri boşluk suyu (siyah renkli) içeren çok ince kil bulunmaktadır(A1). Bunun altında 63-85 cm arasında az miktarda kavkı (<1 cm) içeren kahverengimsi gri yeşil kil (A2) ile (85-88 cm) homojen yeşilimsi sarı ince kil (B1) geçişi görülür. 88-100 cm aralığında sarımsı çok ince taneli homojen kil (B2) aşağıya doğru 100-118 cm arasında daha ince taneli homejen mavimsi gri kil (C) görülür. Karotun tavandan 118-126 cm derinliğinde yer yer koyu siyah bantlı çok ince taneli homojen siyah renkli kil (118-126 cm) ile açık ve daha koyu renkli bantlar içeren mavimsi çok ince taneli gri kil ardalanmalı olarak görülür (126-140 cm). Karotun tavandan 140-150 cm arasında yer yer kavkılı (<1 cm) masif sarımsı kil (D1) ile 150-172 cm arasındaki belli belirsiz 1-2 cm kalınlığında sarımsı kil geçişli olarak görülür (D2). Bunun altında yer yer sürekli süreksiz mavimsi gri, sarı ve açık gri bantlar içeren kil (172-185 cm) ile mavimsi gri homojen kil (F:185-188 cm) bulunmaktadır. Karotun 150-172 cm aralığına ile 188-195 cm aralığına ait çökeller aynı özellikleri gösteren ince kilden oluşmaktadır. Aşağılara doğru 195-210 cm ile 210-218 cm aralığında açık koyu yeşil renkli bantlar içeren yağımsı grimsi yeşil kil ile homojen yağımsı açık grimsi yeşil kil geçişi görülmektedir. Karotun 214-216 cm aralığında Sarı renkli homojen kil bandı (H) bulunmaktadır. Bunun altında homojen gri renkli kil (I1: 216-236 cm) ile yer yer gaz boşlukları içeren homojen açık gri renkli kil (I2: 236-250) geçişi görülmektedir. Karotun tavandan 250-265 cm'leri arasında açık ve koyu gri laminalar içeren yer yer sarımsı renkli yağımsı parlaklığı olan kil bulunmaktadır. Bundan sonra 265-330 cm'leri arasında homojen açık gri renkli kil (K: 265-290, 295-308, 315-318, 322-330 cm) ile yağımsı homojen yeşil gri kilin (L:290-295, 308-315, 318-322 cm) ardalanmalı geçişi görülmektedir. Karotun 330-336 cm'leri arasında sarı mavimsi koyu gri renkli laminasyonlu kil (M) bulunmaktadır. Bunun aşağısında kavkı içeren yağımsı kil (N:336-340 cm) ile yer yer sarımsı gri renkli laminalar içeren kil (O:340-345, P:345-350 cm) bulunmaktadır. Karotun 350-353 cm aralığında Koyu kahverengi bandlı kahverengi kil (R) ile 340-345 cm aralığındaki çökellerle aynı

özellikte olan açık gri renkli laminalar içeren kil bulunmaktadır (O: 353-360 cm). Karotun 356 cm ve aşağısına doğru yer yer belli belirsiz kalın bandlar içeren koyu gri kil (S: 356-360), yağımsı parlaklığı olan homojen kil (T: 360-363 cm) ile kahverengimsi sarı kil (U: 363-370 cm) geçişli görülmektedir. Karotun tavandan 370-375 cm aralığında bol kavkılı siyahımsı kil bulunmaktadır (V). Bunun aşağısında 375 cm ile 388 cm aralığında yer yer koyu siyahımsı ince bandlar içeren, küçük kavkı parçalı kahverengimsi sarı kil (U2: 375-382 cm) ile küçük kavkı parçaları içeren homojen koyu grimsi yeşil kil (V2: 382-388) geçişi görülmektedir. Karotun tavandan 388-396 cm aralığında siyah lamina içeren ve ilk 5 cm daha koyu olan yağımsı parlaklığındaki yeşilimsi gri kil (Y1) ile su içeriği yüksek, çok ince siyah laminalar içeren (<1mm) çok açık beyazımsı gri renkli kil (Y2: 396-405 cm) bulunmaktadır. Karotun 405-417 cm'leri arasında İlk 1 cm daha koyu yağımsı yeşilimsi gri kil (Y3: 405-410 cm) ile homojen kahverengimsi gri kil (Z: 410-417 cm) arasında geçiş görülmektedir. BAF37 karotunda litolojik özelliklere bakılarak Akçer-Ön (2011) yapmış olduğu çalışma ile karşılaştırılarak sedimantasyon hızı hesaplanmıştır. Her iki karotta benzer görülen litolojik özellikler belirteç olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.33) Bu belirteçler gölden alınan karotlarda görülen benzer FeS lekeleri barındıran, organik maddece zengin, siyah killer, homojen gölsel killer ve bol kavkılı (vermidit, bivalvia) zonlardır.

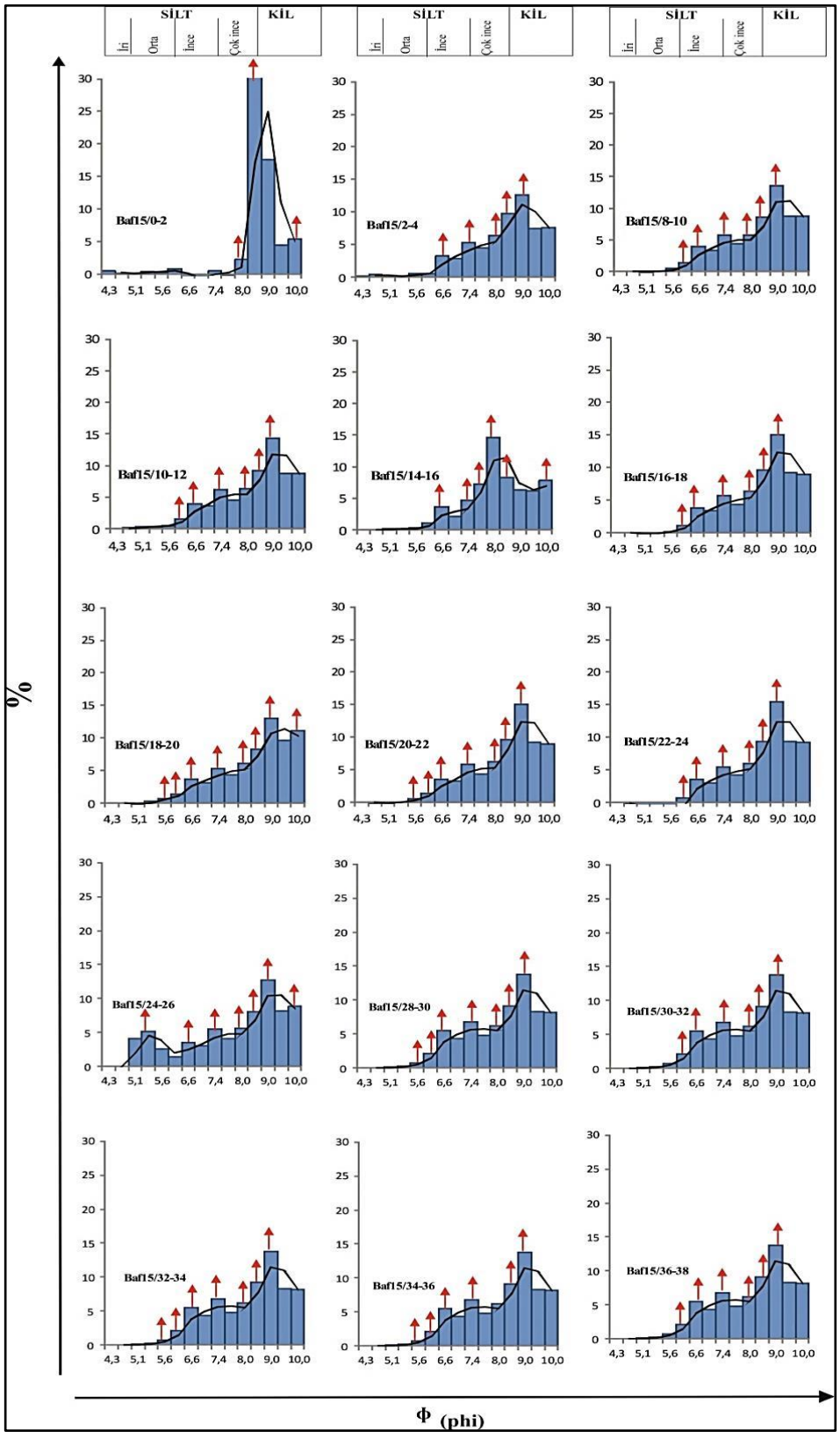
Tane boyu analizinden elde edilen histogramlar ile BAF17 karotu boyunca 15 örnek için silt+kil dağılımı belirlenmiştir. Histogramlara bakıldığında her bir örneğin birbirlerine benzer dağılım sergiledikleri saptanmıştır. Bu dağılımlar ince silt-kil arasında yoğunlaşmaktadır. Bu örneklerin çökelme ortamında tane boyunu kontrol eden tek bir mekanızmanın var olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.34). BAF15 karotu boyunca örnekler birbirlerine yakın dağılım gösterseler de kil oranlarının fazla olduğu belirlenmiştir. Bu artış örneklerin çökelme ortamında malzeme girdisinin artışını (silt-kil gelimi) ve enerji düzeyinde azalma olduğunu göstermektedir (Şekil 3.35). Tane boyu analizinden elde edilen histogramlar BAF9 karotu boyunca ince silt-kil arasında olduğu derinlere doğru kil boyutunda yoğunlaştığı gözlenmektedir (Şekil 3.36). BAF3 karotu boyunca 13 örneğin histogramları ortta siltten kile doğru artış göstermektedir. Bu da örneklerin çökelme ortamının enerji seviyesinin düştüğüne işaret etmektedir (Şekil 3.37).



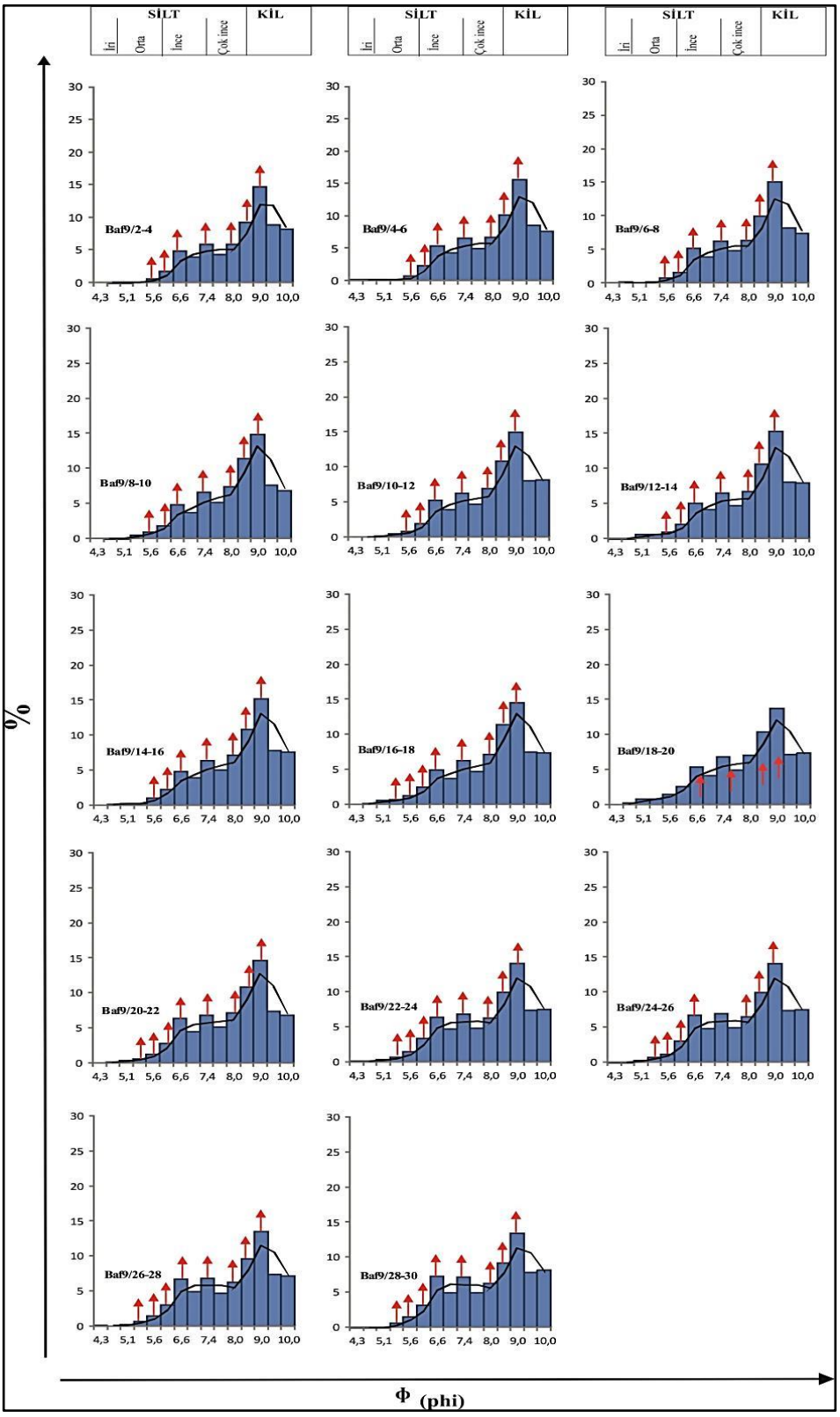
Şekil 3.33: BAF 37 karotunun Litostratigrafisi.



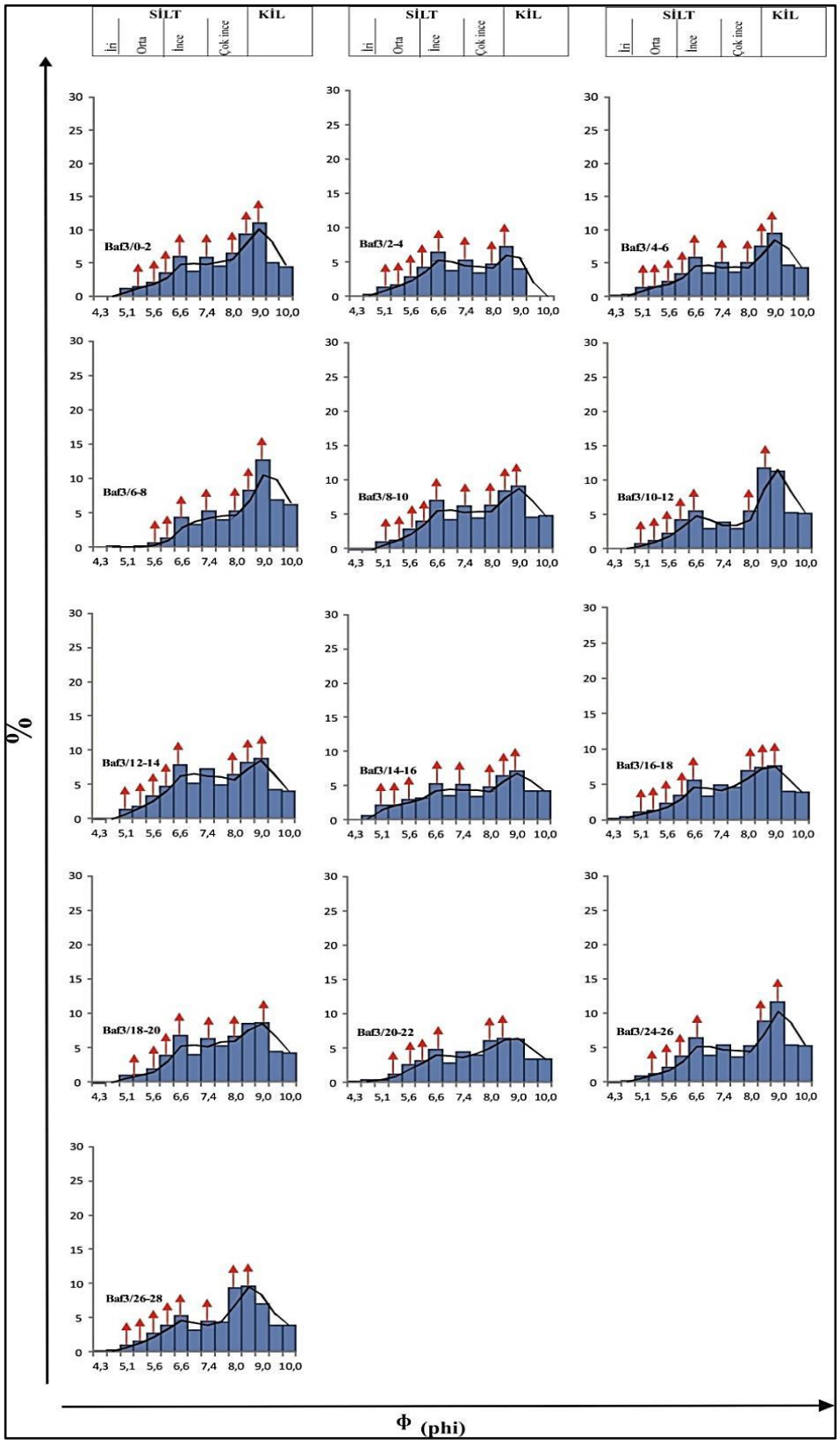
Şekil 3.34: BAF17 Karotunun silt-kil dağılımı.



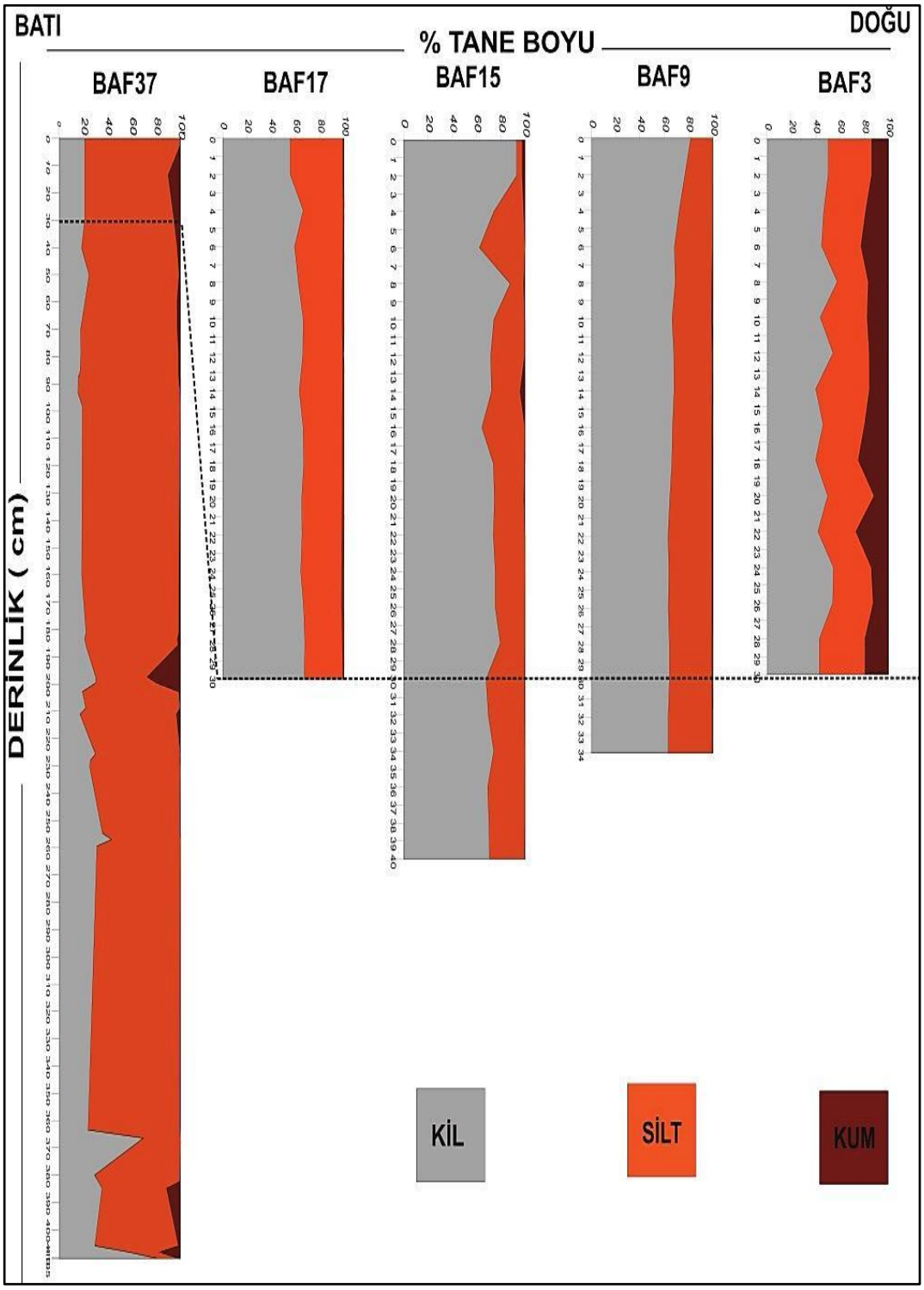
Şekil 3.35: BAF15 Karotunun silt-kil dağılımı.



Şekil 3.36: BAF9 Karotunun silt-kil dağılımı.



Şekil 3.37: BAF3 Karotunun silt-kil dağılımı.



Şekil 3.38: Batı-Doğu ekseni boyunca tane boyu dağılımları.

Göl çökellerinin tane boyu analizleri gölün farklı kesimlerinden derlenen 5 karota ait çökellerde (BAF37, BAF17, BAF15, BAF9, BAF3) yapılmıştır. Tane boyutlarına ait değerlendirmeler (silt+kil) histogramlar halinde ve % dağılım ve 2 cm çözünürlüklü

olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.34-3.37) Genel olarak BAF 37 karotuna ait çökellerin tane boyları %28kil, %68 silt, %4 kum içermektedir. BAF17 karotunda ortalama kum, silt ve kil içeriğinin sırasıyla, %1.5, %34 ve % 64, BAF15 karotunda %0.7, %28.7 ve %70,6dır. BAF9 karotunda ise ortalama kum, silt, kil sırasıyla %0.7, %32, %67.3 ve BAF3 karotunda ise %18, %34, %40'lardadır. Tane boyunun karot yüzeyine doğru kabalaşması ortamın sığlaştığını ve enerji seviyesinin arttığını gösterir. Ayrıca tane boyu değerlerinde de gölün doğu kısmına doğru kabalaşma görülmektedir (Şekil 3.38).

3.3. BİYO-STRATİGRAFİ

Bu çalışmada göl çökellerinin ve bataklık istifinin içerdiği bentik foraminiferlere bakılarak sayısal ve yüzdesel bollukları hesaplanmıştır. Gölün batı kesiminde yapılan sondaj (BS) ve doğu kesiminden alınan karotlar (BAF3B) üzerinde çalışılmıştır. Gölün batı kesimindeki bataklık istifi boyunca (1189 cm) 20 örnek üzerinde bentik foraminiferlere bakılmıştır.

Bataklık istifine ait örneklerde; *Ammonia compacta* Hofker, *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny), *Ammonia* spp., *Ammonia tepida* (Cushman), *Elphidium* sp., *Haynesina depressula* (Walker and Jacob), *Porosononion subgranosum* (Egger), *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny bentik foraminifer türleri gözlenmiştir (Tablo 3.1)

Sondaj istifi boyunca *Ammonia parkinsoniana* yüzeyden 260 cm, 500 cm, 749 cm, 776 cm derinliklerde, *Ammonia* spp. 279 cm, 776 cm, 874 cm, 993 cm, 1007 cm derinliklerde, *Ammonia tepida* 382 cm,393 cm, 528 cm, 749 cm, 769 cm, 874 cm, 881 cm derinliklerde ve *Haynesina depressula* ise 260 cm, 528 cm, 769 cm, 881 cm, 993 cm derinliklerde artış göstermektedir (Tablo 3.2-3).

Sondaj istifi boyunca görülen bentik foraminiferlerin bollukları yüzde olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3). Bu yüzdelere bakıldığında %5 in üzerinde bolluk gösteren türler; *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia* spp., *Ammonia tepida* ve *Haynesina depressula'*dır (Şekil 3.39).

Tablo 3.1: Bataklık istifi boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türleri.

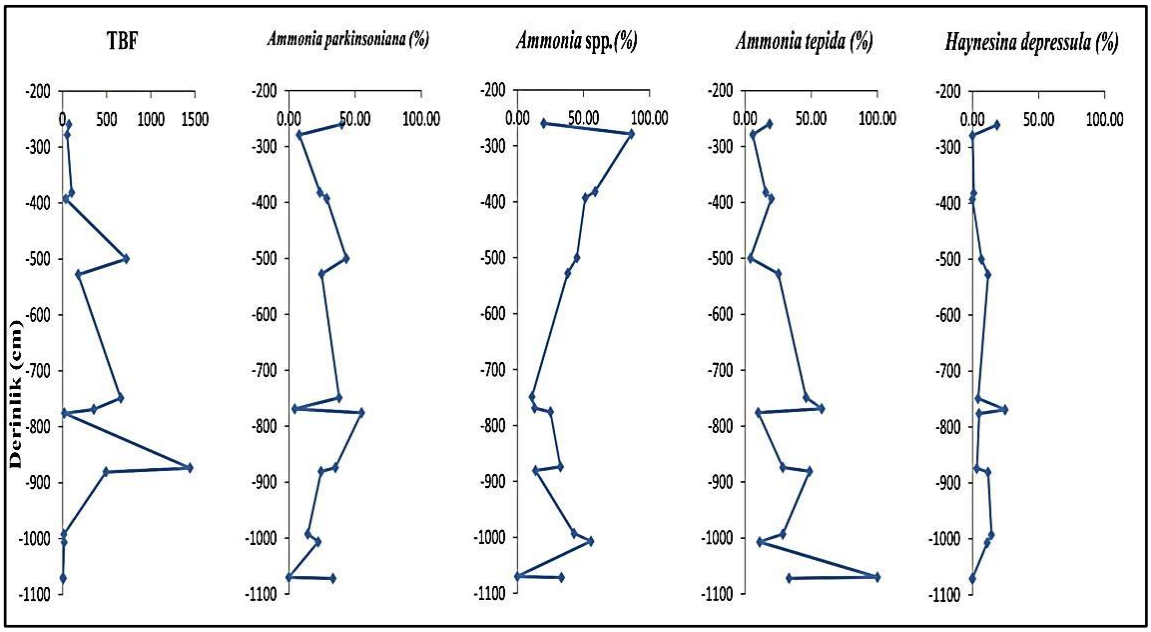
Karot No	Derinlik (cm)	*Ammonia compacta* Hofker, 1969	*Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839)	*Ammonia* spp.	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Elphidium* sp.	*Haynesina depressula* (Walker and Jacob,1798)	*Porosononion subgranosum* (Egger, 1857)	*Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, 1826
BS-FM1 (BS6 62-63 cm)	-260		*	*	*	*	*		
BS-FM2 (BS6 62-63 cm)	-279		*	*	*				
BS-FM3 (BS8 29-30 cm)	-382		*	*	*		*		*
BS-FM4 (BS8 40-42 cm)	-393		*	*	*				
BS-FM5 (BS10 13-14 cm)	-500		*	*	*	*	*	*	
BS-FM6 (BS10 26-30 cm)	-528		*	*	*		*		
BS-FM8 (BS14 2-4 cm)	-749		*	*	*	*	*	*	
BS-FM9 (BS14 7-8 cm)	-769		*	*	*		*		
BS-FM10 (BS14 21-22 cm)	-776		*	*	*	*	*		
BS-FM13 (BS16 2-4 cm)	-874		*	*	*		*	*	
BS-FM14 (BS16 9-11 cm)	-881	*	*	*	*	*	*		
BS-FM15 (BS18 0-3 cm)	-993		*	*	*		*		
BS-FM16 (BS18 16-17cm)	-1007		*	*	*		*		
BS-FM17 (BS19 11-13 cm)	-1070				*				
BS-FM18 (BS16 13-15 cm)	-1072		*	*	*				

Tablo 3.2: Bataklık istifi boyunca bentik foraminiferlerin sayısal bollukları.

Karot No	Derinlik (cm)	*Ammonia compacta*	*Ammonia parkinsoniana*	*Ammonia* spp.	*Ammonia tepida*	*Elphidium* sp.	*Haynesina depressula*	*Porosonorion subgranosum*	*Quinqueloculina laevigata*	TBF
BS-FM1 (BS6 62-63 cm)	-260	0	28	14	13	2	13	0	0	70
BS-FM2 (BS6 62-63 cm)	-279	0	4	44	3	0	0	0	0	51
BS-FM3 (BS8 29-30 cm)	-382	0	24	60	16	0	1	0	1	102
BS-FM4 (BS8 40-42 cm)	-393	0	10	18	7	0	0	0	0	35
BS-FM5 (BS10 13-14 cm)	-500	0	313	325	29	2	49	3	0	721
BS-FM6 (BS10 26-30 cm)	-528	0	44	68	45	0	21	0	0	178
BS-FM8 (BS14 2-4 cm)	-749	0	250	73	304	2	28	2	0	659
BS-FM9 (BS14 7-8 cm)	-769	0	16	46	205	0	87	0	0	354
BS-FM10 (BS14 21-22 cm)	-776	0	11	5	2	1	1	0	0	20
BS-FM13 (BS16 2-4 cm)	-874	0	508	470	412	0	48	6	0	1444
BS-FM14 (BS16 9-11 cm)	-881	2	120	68	240	4	58	0	0	492
BS-FM15 (BS18 0-3 cm)	-993	0	2	6	4	0	2	0	0	14
BS-FM16 (BS18 16-17cm)	-1007	0	4	10	2	0	2	0	0	18
BS-FM17 (BS19 11-13 cm)	-1070	0	0	0	4	0	0	0	0	4
BS-FM18 (BS16 13-15 cm)	-1072	0	2	2	2	0	0	0	0	6

Tablo 3.3: Bataklık istifi boyunca bentik foraminiferlerin yüzdesel bollukları.

Karot No	Derinlik (cm)	TBF	%*Ammonia compacta*	%*Ammonia parkinsoniana*	%*Ammonia* spp.	%*Ammonia tepida*	%*Elphidium* sp.	%*Haynesina depressula*	%*Porosononion subgranosum*	%*Quinqueloculina laevigata*
BS-FM2 (BS6 62-63 cm)	-260	70	0.0	40.0	20.0	18.6	2.9	18.6	0.0	0.0
BS-FM1 (BS6 62-63 cm)	-279	51	0.0	7.8	86.3	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
BS-FM3 (BS8 29-30 cm)	-382	102	0.0	23.5	58.8	15.7	0.0	1.0	0.0	1.0
BS-FM4 (BS8 40-42 cm)	-393	35	0.0	28.6	51.4	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BS-FM5 (BS10 13-14 cm)	-500	721	0.0	43.4	45.1	4.0	0.3	6.8	0.4	0.0
BS-FM6 (BS10 26-30 cm)	-528	178	0.0	24.7	38.2	25.3	0.0	11.8	0.0	0.0
BS-FM8 (BS14 2-4 cm)	-749	659	0.0	37.9	11.1	46.1	0.3	4.25	0.3	0.0
BS-FM9 (BS14 7-8 cm)	-769	354	0.0	4.52	13.0	57.9	0.0	24.6	0.0	0.0
BS-FM10 (BS14 21-22 cm)	-776	20	0.0	55.0	25.0	10.0	5.0	5.0	0.0	0.0
BS-FM13 (BS16 2-4 cm)	-874	1444	0.0	35.2	32.5	28.5	0.0	3.3	0.4	0.0
BS-FM14 (BS16 9-11 cm)	-881	492	0.4	24.4	13.8	48.8	0.8	11.8	0.0	0.0
BS-FM15 (BS18 0-3 cm)	-993	14	0.0	14.3	42.9	28.6	0.0	14.3	0.0	0.0
BS-FM16 (BS18 16-17cm)	-1007	18	0.0	22.2	55.6	11.1	0.0	11.1	0.0	0.0
BS-FM17 (BS19 11-13 cm)	-1070	4	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0.0	0.0	0.0
BS-FM18 (BS16 13-15 cm)	-1072	6	0.0	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0



Şekil 3.39: Bataklık istifi boyunca %5 in üzerinde bolluk gösteren bentik foraminifer türleri.

Gölün doğu kesiminden alınan Baf3B karotu (50 cm) boyunca hazırlanan 13 örnek üzerinde bentik foraminerlere bakılmıştır. BAF 3B karotu boyunca bentik foraminifer türlerinden, *Ammonia compacta* Hofker, *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny), *Ammonia* spp., *Ammonia tepida* (Cushman), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland), *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *Elphidium advenum* (Cushman), *Elphidium crispum* (Linnaeus), *Elphidium macellum* (Fichtel and Moll), *Elphidium* sp., *Haynesina depressula* (Walker and Jacob), *Porosononion subgranosum* (Egger), *Rosalina* sp. gözlenmiştir (Tablo 3.4).

BAF3B karotu boyunca *Ammonia parkinsoniana* yüzeyden 10 cm, 38 cm, 42 cm derinliklerde, *Ammonia* spp. 6 cm, 14 cm, 26 cm, 34 cm, 38 cm, 50 cm derinliklerde, *Ammonia tepida* 10 cm, 18 cm, 22 cm, 30 cm, 42 cm, 46 cm, 50 cm derinliklerde artış göstermektedir (Tablo 3.5-6). BAF3B karotu boyunca yüzdesel bolluklara bakıldığında %5 in üzerinde bolluk gösteren türler; *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia* spp., *Ammonia tepida*'dır (Şekil 3.40).

Tablo 3.4: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türleri

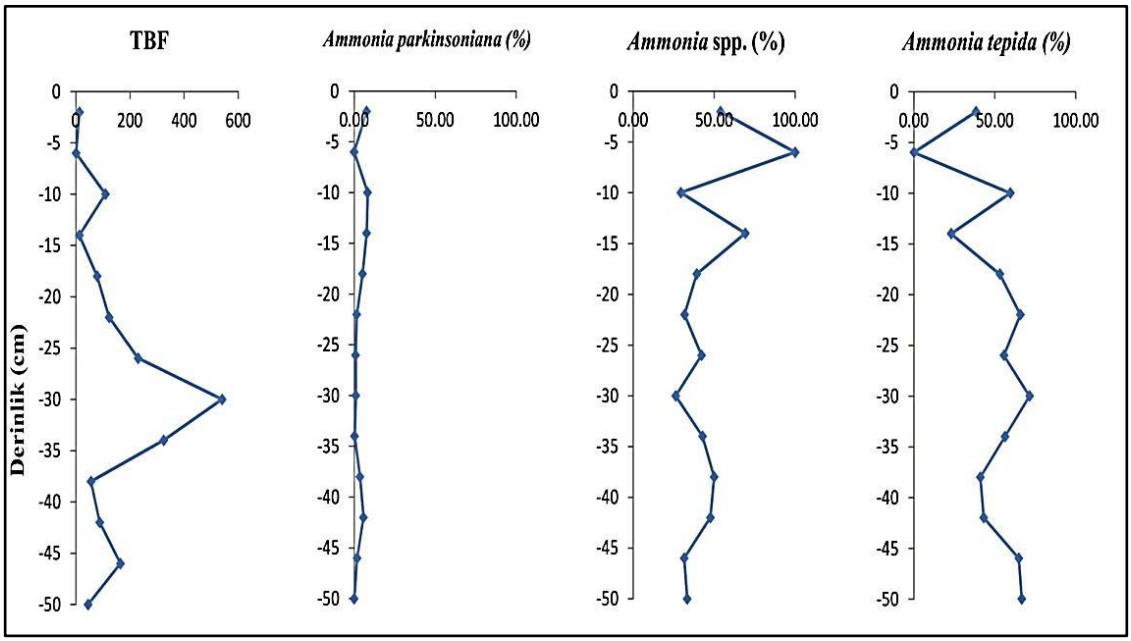
Karot No	Derinlik (cm)	*Ammonia compacta* Hofker (1969)	*Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839)	*Ammonia* spp.	*Ammonia tepida* (Cushman, 1926)	*Aubignyna perlucida* (Heron-Allen & Earland, 1913)	*Elphidium aculeatum* (d'Orbigny, 1846)	*Elphidium advenum* (Cushman, 1922)	*Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)	*Elphidium macellum* (Fichtel and Moll, 1798)	*Elphidium* sp.	*Haynesina depressula* (Walker and Jacob,1798)	*Porosononion subgranosum* (Egger, 1857)	*Rosalina* sp.
BAF3B FM1	-2		*	*	*									
BAF3B FM3	-6			*										
BAF3B FM5	-10		*	*	*	*						*		*
BAF3B FM7	-14		*	*	*									
BAF3B FM9	-18	*	*	*	*		*							
BAF3B FM11	-22	*	*	*	*									
BAF3B FM13	-26		*	*	*				*	*	*			
BAF3B FM15	-30	*	*	*	*	*		*		*	*		*	
BAF3B FM17	-34		*	*	*					*				
BAF3B FM19	-38	*	*	*	*						*			
BAF3B FM21	-42	*	*	*	*							*		
BAF3B FM23	-46		*	*	*					*		*		
BAF3B FM25	-50			*	*									

Tablo 3.5: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türlerinin sayısal bollukları.

.Karot No	Derinlik (cm)	*Ammonia compacta*	*Ammonia parkinsoniana*	*Ammonia* spp.	*Ammonia tepida*	*Aubignyna perlucida*	*Elphidium aculeatum*	*Elphidium advenum*	*Elphidium crispum*	*Elphidium macellum*	*Elphidium* sp.	*Haynesina depressula*	*Porosononion subgranosum*	*Rosalina* sp.	TBF
BAF3B FM1	-2	0	1	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
BAF3B FM3	-6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BAF3B FM5	-10	0	9	32	65	1	0	0	0	0	0	1	0	1	109
BAF3B FM7	-14	0	1	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
BAF3B FM9	-18	1	4	31	42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	79
BAF3B FM11	-22	1	2	39	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
BAF3B FM13	-26	0	2	97	128	0	0	0	1	1	1	0	0	0	230
BAF3B FM15	-30	2	5	142	386	1	0	1	0	1	1	0	1	0	540
BAF3B FM17	-34	0	1	139	183	0	0	0	0	2	0	0	0	0	325
BAF3B FM19	-38	2	2	28	23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	56
BAF3B FM21	-42	2	5	42	38	0	0	0	0	0	0	1	0	0	88
BAF3B FM23	-46	0	3	52	107	0	0	0	0	1	0	2	0	0	165
BAF3B FM25	-50	0	0	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45

Tablo 3.6: BAF3B karotu boyunca gözlemlenen bentik foraminifer türlerinin yüzdesel bollukları.

Karot No	Derinlik (cm)	% *Ammonia compacta*	% *Ammonia parkinsoniana*	% *Ammonia* spp.	% *Ammonia tepida*	% *Aubignyna perlucida*	% *Elphidium aculeatum*	% *Elphidium advenum*	% *Elphidium crispum*	% *Elphidium macellum*	% *Elphidium* sp.	% *Haynesina depressula*	%*Porosononion subgranosum*	% *Rosalina* sp.
BAF3B FM1	-2	0.0	7.69	53.8	38.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM3	-6	0.0	0.00	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM5	-10	0.0	8.26	29.4	59.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9
BAF3B FM7	-14	0.0	7.69	69.2	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM9	-18	1.3	5.06	39.2	53.2	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM11	-22	0.8	1.63	31.7	65.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM13	-26	0.0	0.87	42.2	55.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM15	-30	0.4	0.93	26.3	71.5	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0
BAF3B FM17	-34	0.0	0.31	42.8	56.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM19	-38	3.6	3.57	50.0	41.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0
BAF3B FM21	-42	2.3	5.68	47.7	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
BAF3B FM23	-46	0.0	1.82	31.5	64.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.2	0.0	0.0
BAF3B FM25	-50	0.0	0.00	33.3	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Şekil 3.40: BAF3B karotu boyunca %5 in üzerinde bolluk gösteren bentik foraminifer türleri.

3.4. KİMYASAL STRATİGRAFİ

Bu çalışmada göl çökellerinin elementel bileşimi ile minerolojik bileşimi ve bunların bollukları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ile taşınmış inorganik malzemenin olası kaynakları belirlenmiştir. Göl çökelleri ortama taşınarak gelen veya su kütlesi içerisinde bulunan organik ve inorganik bileşenleri içermektedir (Hakanson ve Jansson, 1983; Berner 1981; Siebold ve Berger, 1982; Bagander, 1976). Bu inorganik bileşenler rüzgarlar, akarsular, aerosoller vb. ile taşınarak göl çökellerinde birikebilirler. Taşınmış (allokton) organik bileşenler de gölün drenaj alanında benzer taşınma yolları ile taşınıp göllere ulaşabilmektedir. Bunların olası kaynakları ağaçlar, yapraklar, polenler, otlar olup, çökellerdeki bollukları; göl çevresindeki yaygınlıkları ile su kütlesinde ve diyajenez boyunca ne kadar korundukları ile ilişkilidir (Bulkan, 2009).

Göl ortamının tuzluluk, redoks gibi biyolojik süreçleri ve kimyasal süreçleri göl ortamındaki otokton ve biyolojik kaynaklı element zenginleşmeleri ile ilgilidir. Göl ortamındaki bu süreçleri etkileyen ve bu süreçlerden aynı zamanda etkilenen diğer paratmetre ise birincil organik madde üretimidir. Çökellerdeki birincil organik madde üretimi ve zenginleşmeleri suyun kimyasal ve fiziksel özelliklerine, nitrojen ve fosfor gibi besin kaynaklarına ve korunma miktarlarına bağlıdır (Bulkan, 2009).

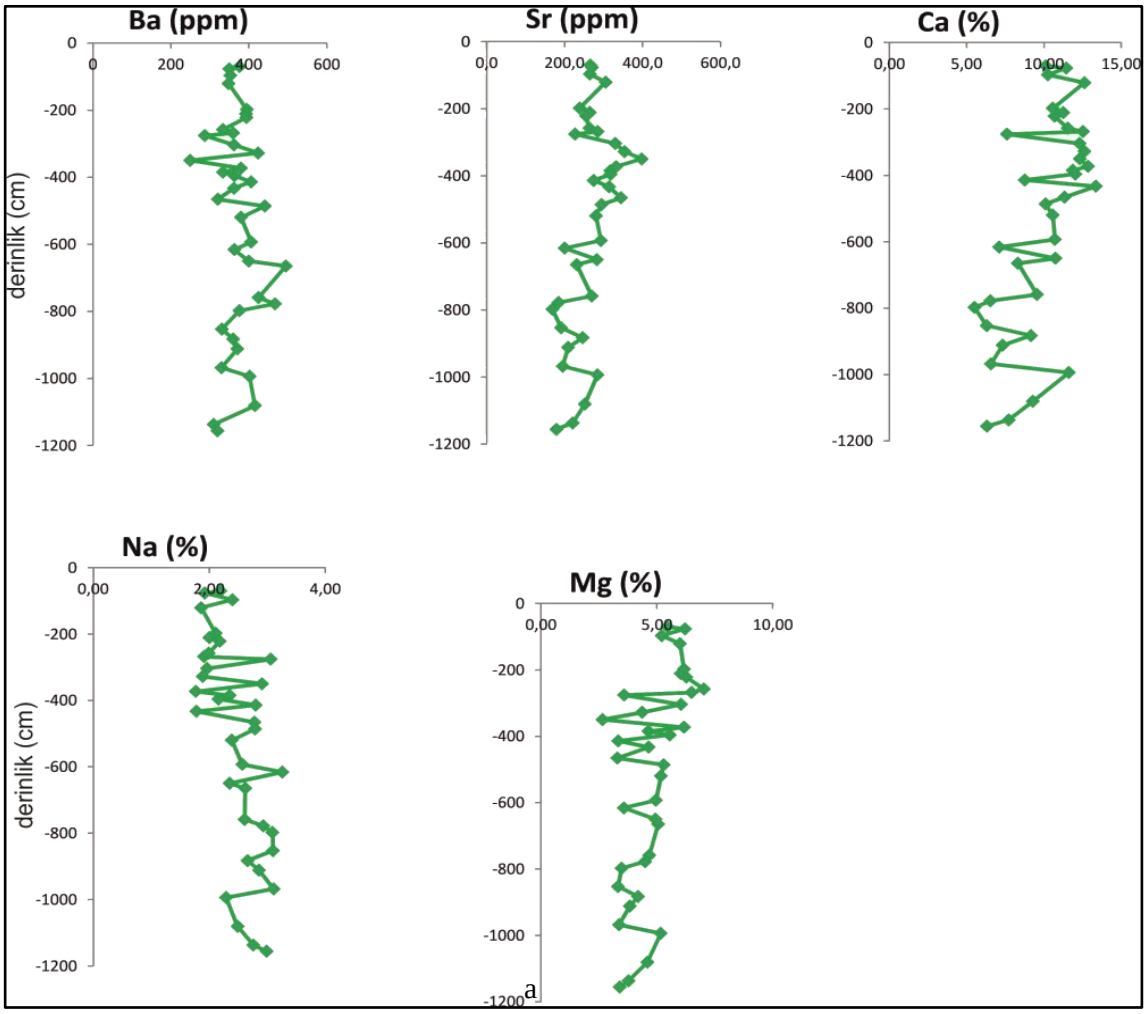
Bu kapsamda Bafa Gölü ve çevresinin paleo-ekolojinin değerlendirimesi amacıyla jeokimyasal özellikler de değerlendirilmiştir. Bu kapsamda sondaj istifi ve göl tabanından alınan karotlara ait çökellerde toplam organik karbon ölçümleri ile ICP-MS analizi ile saptanan element dağılım ve bollukları değerlendirilmiştir. Ayrıca göl tabanından alınan 4 kısa karot üzerinde inorganik karbonat analizi yapılmıştır.

3.4.1. Bataklık İstifine Ait Çökellerin Elementer Değişimi

Bataklık istifi boyunca seçilen 32 elementin değişimleri (Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, Fe, As, U, Th, Sr, Sb, Bi, V, Ca, P, La, Cr, Mg, Ba, Ti, Al, Na, K, Zr, Ce, Ta, Sc, Rb, Re, Se) ICP-MS analizi ile belirlenmiştir. Elementlerin miktarları yüzde veya ppm cinsinden ifade edilmiştir. Ayrıca Fe, Mg, Na, Ca P gibi elementlerin oksit formlarına ait değerler kullanılmıştır.

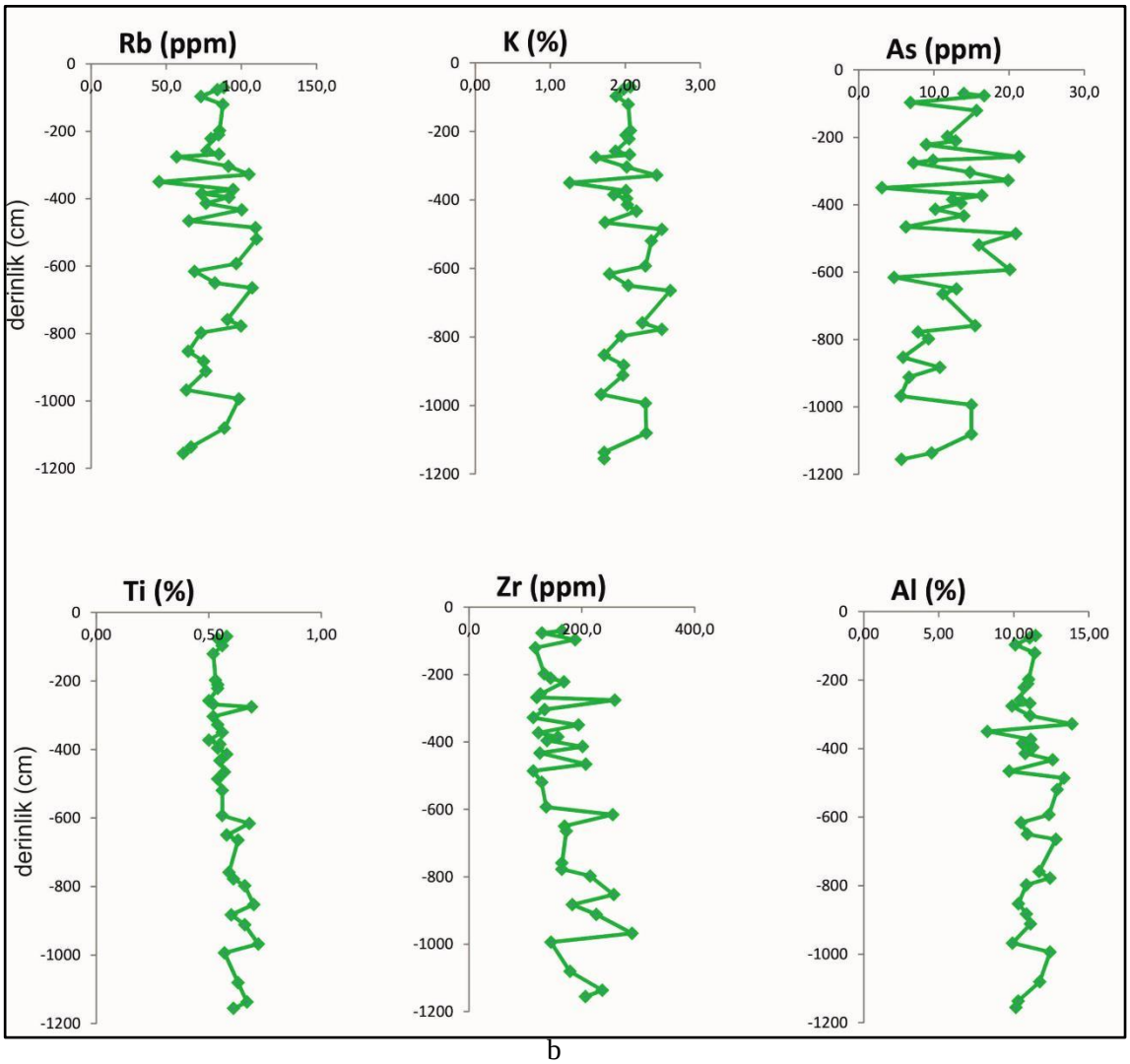
Bu çalışmada farklı ortamsal koşullara duyarlı olan, zenginleşme süreçleri, kaynakları ve taşınma süreçleri benzerlik gösteren elementler aynı grupta ele alınmıştır. Buna bağlı olarak üç temel grup saptanmıştır.

- Birincil zenginleşme süreçlerinin baskın olduğu birinci grup; Sr, Ca, Na, Ba, Mg
- Kırıntılı taşınma süreçleriyle bağlantılı olarak artış gösteren elementlerin oluşturduğu ikinci grup; As, Ti, Zr, Al, K, Rb
- Kimyasal süreçler ve kırıntılı taşınma mekanizmalarının kontrolünde zenginleşen üçüncü grup; Co, Pb, Fe, Th, Cr, Ni, Mo, U, V, S, Zn, Mn
-



Şekil 3.41: a Bataklık istifi boyunca Ba, Sr, Ca, Na ve Mg elementelerinin derinlikle değişimleri.

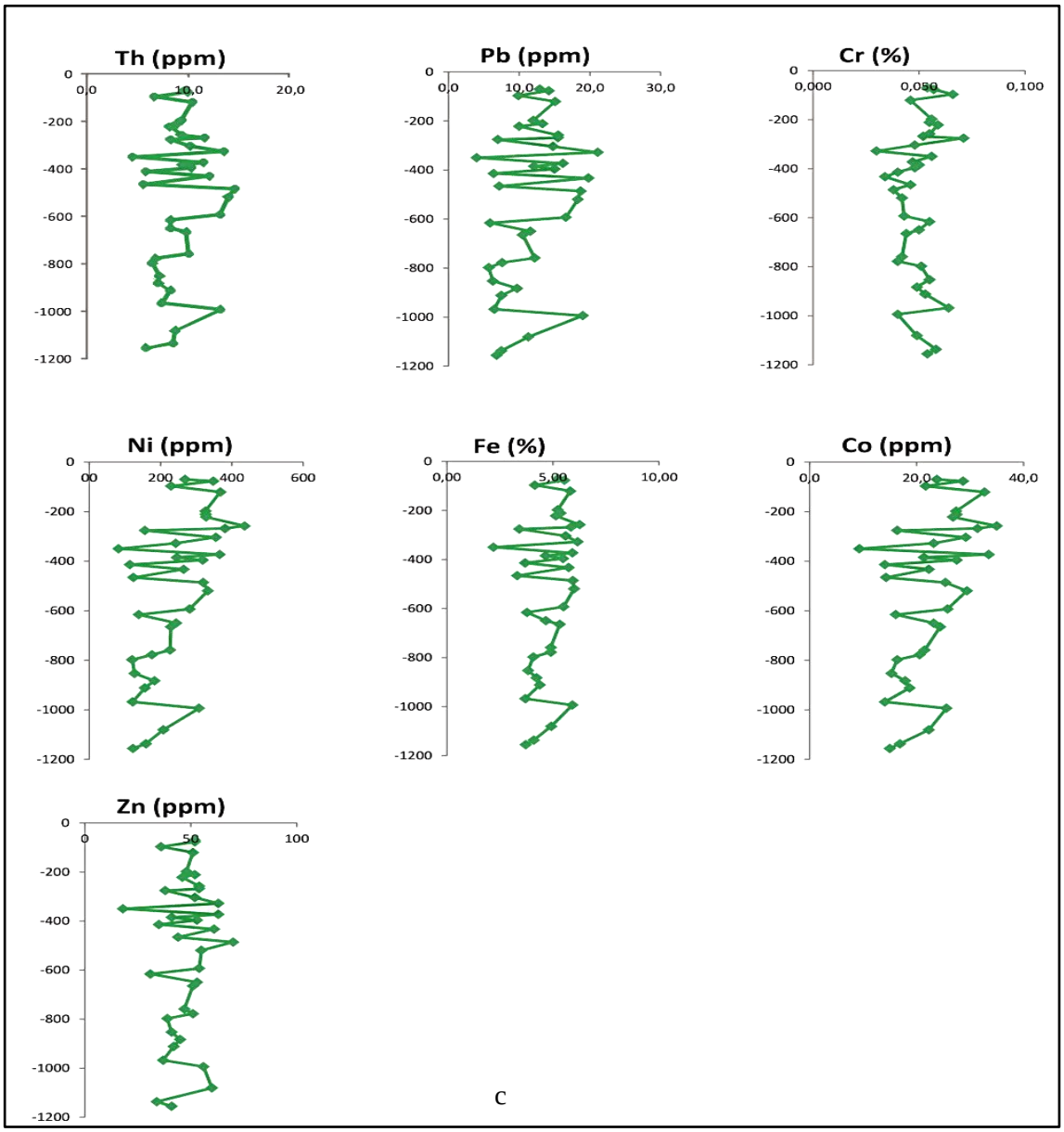
Birinci grup elementlerden benzer trendlere sahiptir. Birincil üretkenlik ve bunların kimyasal koşulları ile ilişkilendirilen baryum, kalsiyum ve stronsiyum bataklık istifi boyunca 266-266 cm,650-665 cm aralıklarında ve 994 cm de benzer artışlar göstermektedir (Şekil 3.41 a).



b

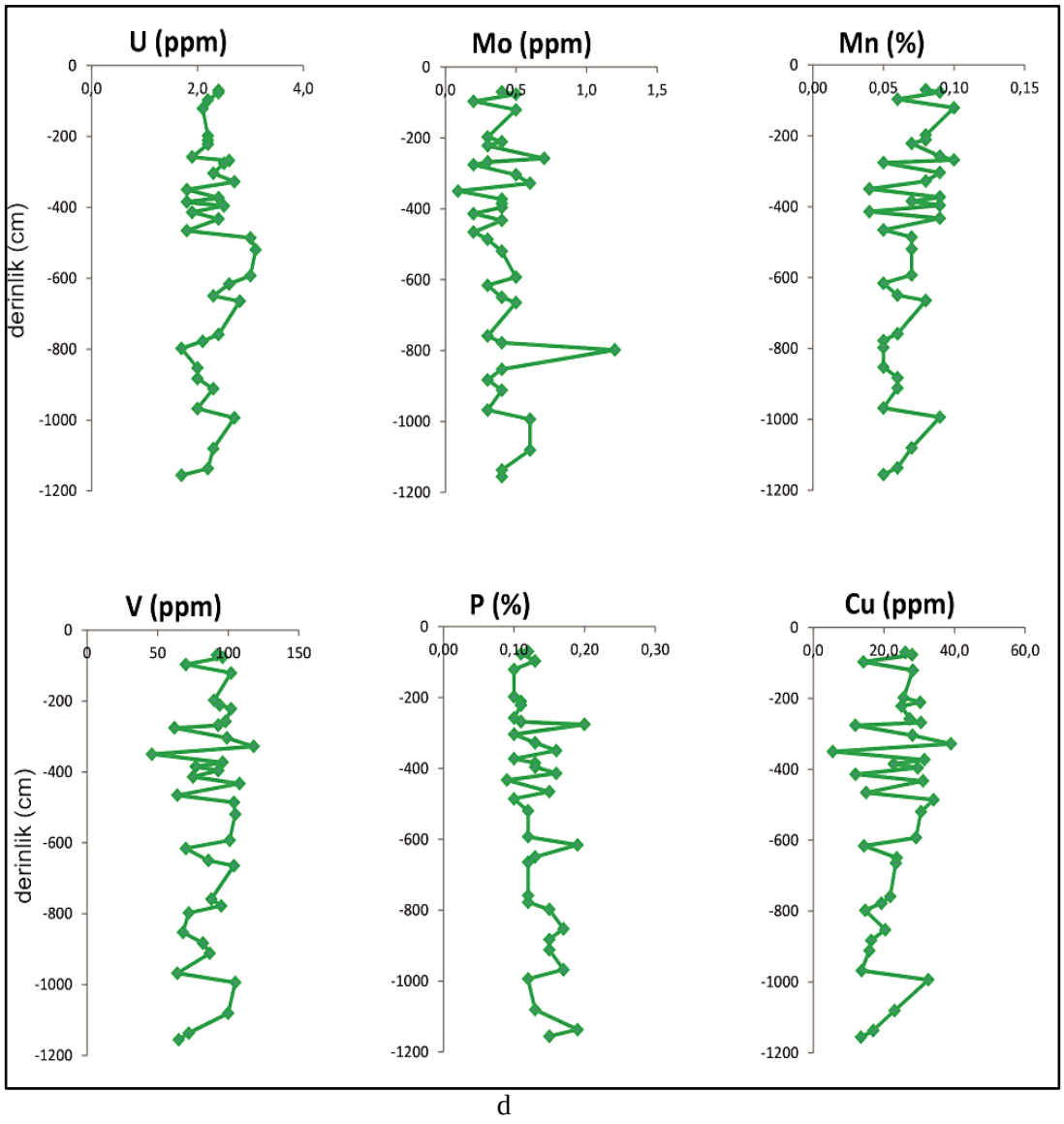
Şekil 3.41: b Bataklık istifi boyunca Rb, K, As, Ti, Zr ve Al elementelerinin derinlikle değişimleri.

Çökelme ortamındaki kırıntılı girdisi temsil eden ikinci grup elementler Al, Rb, As, K, Ti, Zr benzer ternler gösterir. Bataklık istifinin sonlarına doğru ise Ti, Zr'nin trenlerindeki değişim farklılaşmaktadır. Bir genelleme yapılacak olursa karotun üst seviyelerinde kırıntılı girdisinin göstergesi olan elementler nispeten daha fazla miktarda bulunmaktadır (Şekil 3.41 b).



Şekil 3.41: c Bataklık istifi boyunca Th, Pb, Cr, Ni, Fe, Co, Zn elementelerinin derinlikle değişimleri.

İndirgen ortamlardaki sedimanlarda yoğunlaşan Co, Ni, V ve Zn gibi anoksik koşullarda zenginleşen elementler karot boyunca elementlerin değişimlerin bakıldığında indirgen koşulları temsil eden elementlerin trendleri birbirine çok yakın olarak değişmektedir . Ni, Fe ve Co elementlerinin trendleri de birbirine çok yakındır. Bu elementler bataklık istifinin tavandan, 75-77 cm, 119-121 cm, 256-258 cm, 394-396 cm, 518-520 cm, 993-994 cm aralığında artış gösteren trendlere sahiptir (Şekil 3.41 c).



d

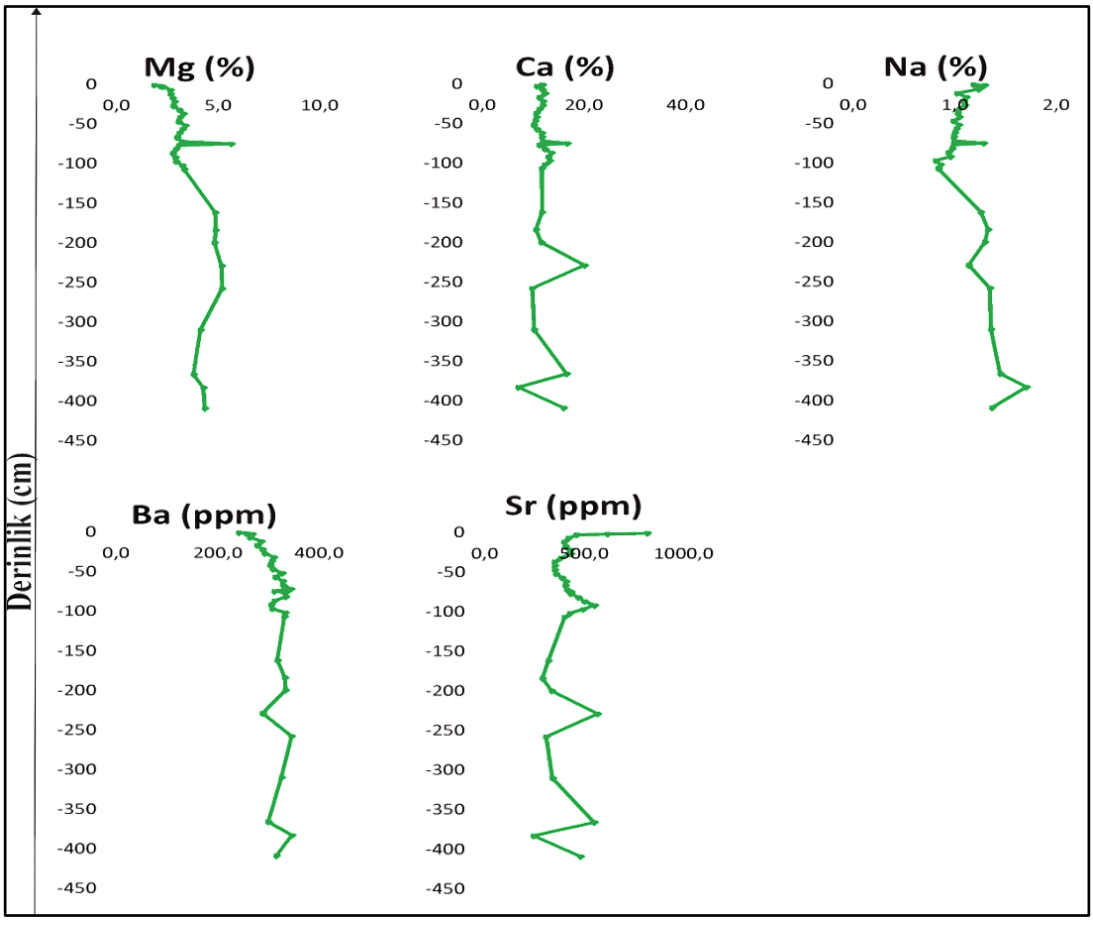
Şekil 3.41: d Bataklık istifi boyunca U, Mo, Mn, V, P ve Cu elementelerinin derinlikle değişimleri.

Göl çökellerinde Mn konsantrasyonunun yükselmesi oksik taban suyu koşullarının göstergedir (Arthur vd., 1991, Calvert, 1987, Rachold and Brumsack, 2001). Gölün sediman/su ara yüzeyinde meydana gelen indirgen koşullar altında çözülebilir Mn^{+2} yarıoksik taban suyu içerisindeki sedimanların içinde birikir (Bruland, 1983). Bataklık istifi boyunca Mn elementini trendlerine baktığımızda ilk 500 cm nin çok değişken olduğunu 650 cm ve 994 derinliklerde ise artışlar yaptığı gözlenmektedir (Şekil 3.41 d).

3.4.2. Göl Çökellerinin Elementel Bileşimi

BAF 37 karotu boyunca seçilen 34 elementin değişimleri (Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, Fe, As, U, Th, Sr, Sb, Bi, V, Ca, P, La, Cr, Mg, Ba, Ti, Al, Na, K, Zr, Ce, Ta, Sc, Li, S, Rb, Re, Se) ICP-MS analizi ile belirlenmiştir. Elementlerin miktarları yüzde veya ppm cinsinden değerlendirilmiştir. BS istifine benzer olarak üç farklı zenginleşme sürecine bağlı olarak çökellerde bulunan element grupları aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

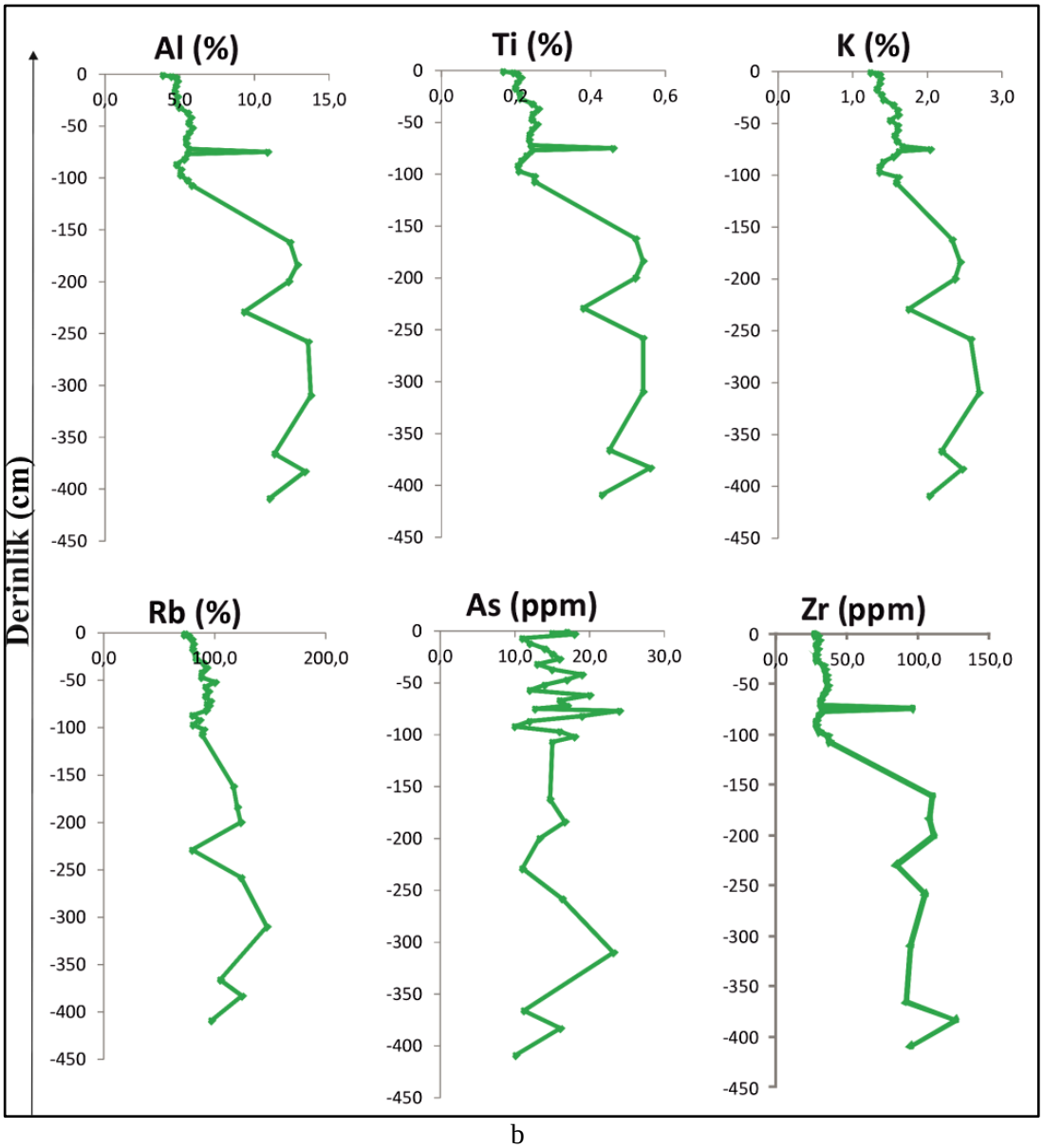
- Birinci grup; Sr, Ca, Na, Ba, Mg
- İkinci grup; As, Ti, Zr, Al, K, Rb
- Üçüncü grup; Cu, Pb, Fe, Th, Cr, Ni, Mo, U, V, S, Zn, Mn



a

Şekil 3.42: a BAF37 karotu boyunca Ba, Sr, Ca, Na ve Mg elementelerinin derinlikle değişimleri.

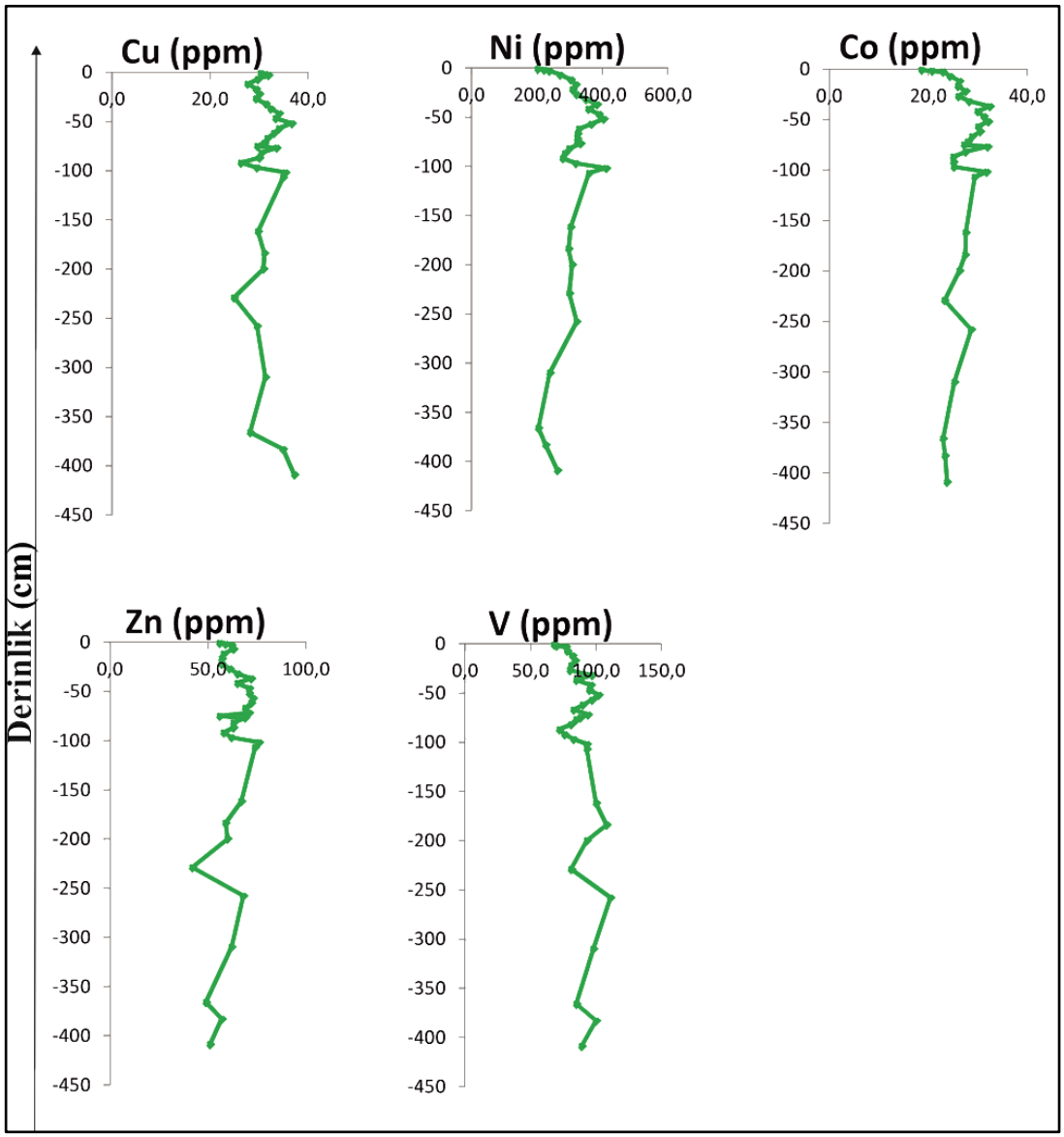
Karotun derinlik boyunca Ba, Na, Ca ve Sr birbirlerine benzer trendler göstermektedir. Bu elementlerin artış gösterdiği seviyeler; gölün tabanından itibaren 75 cm, 92 cm, 229 cm, 258 cm, 366 cm, 383 cm derinlikleridir (Şekil 3.42 a).



b

Şekil 3.42: b BAF37 karotu boyunca, Al, Ti, K Rb, As ve Zr elementelerinin derinlikle değişimleri.

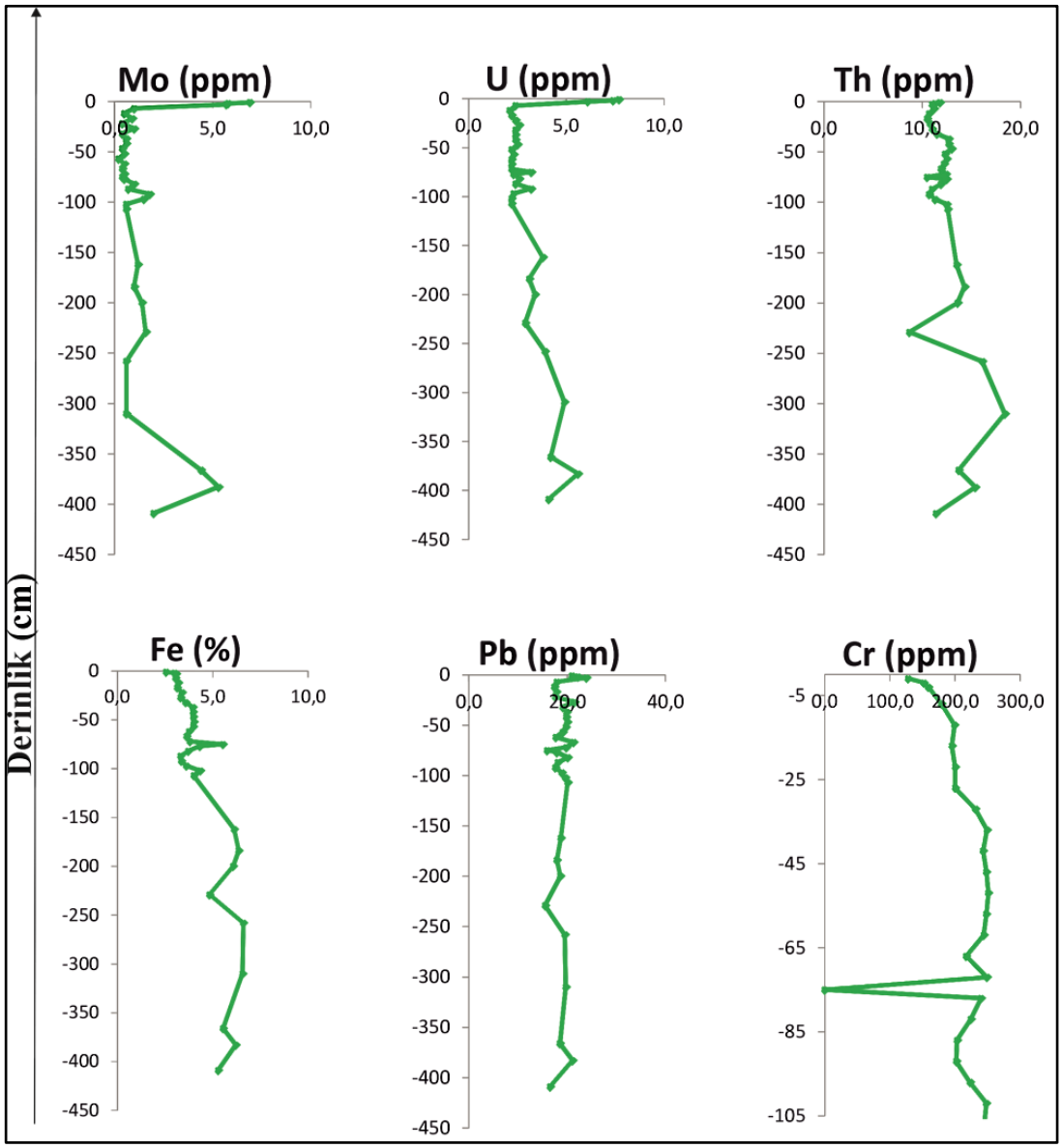
İkinci grup elementler; çökelme ortamındaki kırıntılı girdisini temsil etmektedirler. Bu trendlere bakıldığında Alüminyum, potasyum, titanyum, arsenik, zirkon değerlerinin göl tabanından 75 cm, 102 cm, 162 cm, 258 cm, 383 cm derinliklerde arttığı görülmektedir.



c

Şekil 3.42: c BAF37 karotu boyunca Cu, Ni, Co, Zn, V elementelerinin derinlikle değişimleri.

Üçüncü grup elementlerinden Fe, Ni, Co, Ti, Mn gibi elementler silisiklastik girdisiyle ilişkili elementlerdir. İndirgen koşul göstergeleri; bir sedimanter istifin depolanması sırasında veya depolandıktan sonra artış gösteren, indirgenmeye duyarlı iz elementlerin bollukları (Cr, Mn, Ni, Co, vb.) ile açıklanabilmektedir (Rachold and Brumsack 2001). Bu elementlerden Ni ve Co elementleri benzer trenler göstermektedir (Şekil 3.42 c).



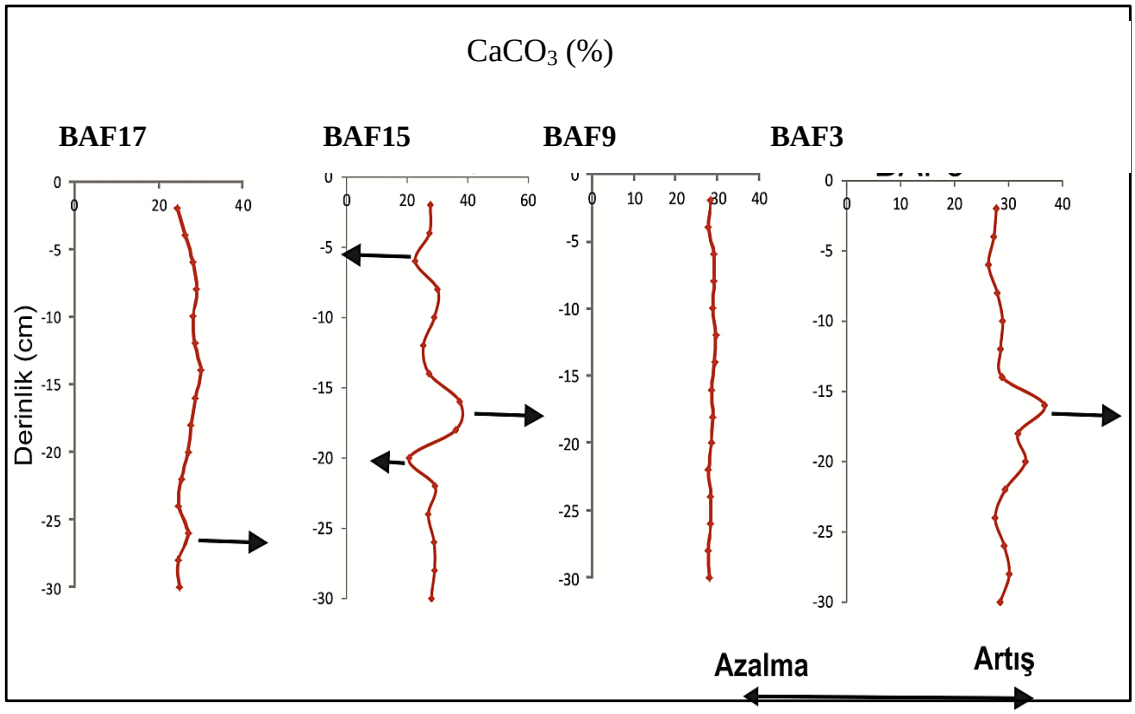
d

Şekil 3.42: d Bataklık istifi boyunca Mo, U, Th, Fe, Pb ve Cr elementelerinin derinlikle değişimleri.

Grafiklere daha ayrıntılı bakıldığında U, Th elementlerinin birbirine benzer trendler gösterdiğini görülmektedir (Şekil 3.42 d). Bu elementler çökellerde çözünemez oksitler olarak süspansiyonla taşındıkları için diyajenez ve kimyasal ayrışma süreçlerinden etkilenmezler (Tribovillard vd., 1994). Antropojenik kirlilik ile ilgili fikir veren Pb ise karotun derinliklerine doğru daha düşük değerler göstermektedir.

3.4.3. Göl Çökellerinin İnorganik Karbonat Bileşimi

Göl tabanından 4 farklı lokasyonlardan alınan karotların (BAF17, BAF15, BAF9, BAF3) inorganik karbonat bileşimleri değerlendirilmiştir (Tablo 3.7-8-9-10). Gölün merkezine yakın olan BAF17 karotundaki inorganik karbonat miktarı %24-30 arasındadır. BAF 15 karotunda ise %21-37 arasında BAF9 karotunda % 27-29, BAF3 karotunda %26-36 arasında değişmektedir. Derinlik boyunca inorganik karbonat miktarı göl tabanında 10 cm, 16 cm, 20 cm, 26 cm derinliklerde artmaktadır (Şekil 3.43). Gölün doğu kesimlerine gidildikçe ortalama inorganik karbonat değerlerinin artış gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 3.43: Göl çökellerinin derinlik boyunca % $CaCO_3$ değişimleri.

Tablo 3.7: BAF17 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri

Karot No	Derinlik	Yaş Sediment (Gr)	Kuru Sediment (Gr)	Ys-Ks (Su Oranı)	Porozite	$CaCO_3$ Ml	$CaCO_3$ %
Baf 17 0-2 cm	-2	4,47	1,61	2,86	64,0	31,8	24,46
Baf 17 2-4 cm	-4	7,26	3,26	4	55,1	34,3	26,38
Baf 17 4-6 cm	-6	6,44	2,6	3,84	59,6	36,7	28,23
Baf 17 6-8 cm	-8	5,85	2,58	3,27	55,9	37,8	29,08
Baf 17 8-10cm	-10	6,25	2,23	4,02	64,3	36,7	28,23
Baf 17 10-12 cm	-12	5,46	2,2	3,26	59,7	37,2	28,62
Baf 17 12-14 cm	-14	5,47	2,21	3,26	59,6	39,1	30,08
Baf 17 14-16 cm	-16	4,84	2,05	2,79	57,6	37,4	28,77
Baf 17 16-18 cm	-18	3,59	1,64	1,95	54,3	36,1	27,77
Baf 17 18-20 cm	-20	4,05	1,78	2,27	56,0	35,1	27,00
Baf 17 20-22 cm	-22	6,31	3,08	3,23	51,2	33,0	25,38
Baf 17 22-24 cm	-24	4,92	2,4	2,52	51,2	32,2	24,77
Baf 17 24-26 cm	-26	3,38	1,6	1,78	52,7	35,2	27,08
Baf 17 26-28 cm	-28	2,83	1,22	1,61	56,9	32,1	24,69
Baf 17 28-30 cm	-30	3,03	1,44	1,59	52,5	32,4	24,92

Tablo 3.8: BAF15 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri

Karot No	Derinlik	Yaş Sediment (Gr)	Kuru Sediment (Gr)	Ys-Ks (Su Oranı)	Porozite	$CaCO_3$ ml	$CaCO_3$ %
Baf 15 0-2 cm	-2	2,53	1,29	1,24	49,0	36,0	27,69
Baf 15 2-4 cm	-4	2,33	1,17	1,16	49,8	35,6	27,38
Baf 15 4-6 cm	-6	1,61	1	0,61	37,9	29,5	22,69
Baf 15 6-8 cm	-8	2,97	1,44	1,53	51,5	39,1	30,08
Baf 15 8-10cm	-10	3,35	1,62	1,73	51,6	37,7	29,00
Baf 15 10-12 cm	-12	1,97	1	0,97	49,2	33,0	25,38
Baf 15 12-14 cm	-14	2,5	1,25	1,25	50,0	35,5	27,31
Baf 15 14-16 cm	-16	2,92	1,41	1,51	51,7	37,0	37,40
Baf 15 16-18 cm	-18	2,64	1,28	1,36	51,5	36,8	36,10
Baf 15 18-20 cm	-20	2,22	1,18	1,04	46,8	26,9	20,69
Baf 15 20-22 cm	-22	2,4	1,17	1,23	51,3	38,0	29,23
Baf 15 22-24 cm	-24	2	1,03	0,97	48,5	35,1	27,00
Baf 15 24-26 cm	-26	3,26	1,66	1,6	49,1	37,6	28,92
Baf 15 26-28 cm	-28	4,85	2,46	2,39	49,3	37,8	29,08
Baf 15 28-30 cm	-30	3,73	1,83	1,9	50,9	36,5	28,08
Baf 15 30-32 cm	-32	3,84	2,23	1,61	41,9	38,0	29,23
Baf 15 32-34 cm	-34	2,6	1,36	1,24	47,7	37,6	28,92
Baf 15 34-36 cm	-36	3,39	1,65	1,74	51,3	37,0	28,46
Baf 15 36-38 cm	-38	2,29	1,18	1,11	48,5	37,3	28,69
Baf 15 38-40 cm	-40	3,18	1,54	1,64	51,6	37,0	28,46

Tablo 3.9: BAF9 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri.

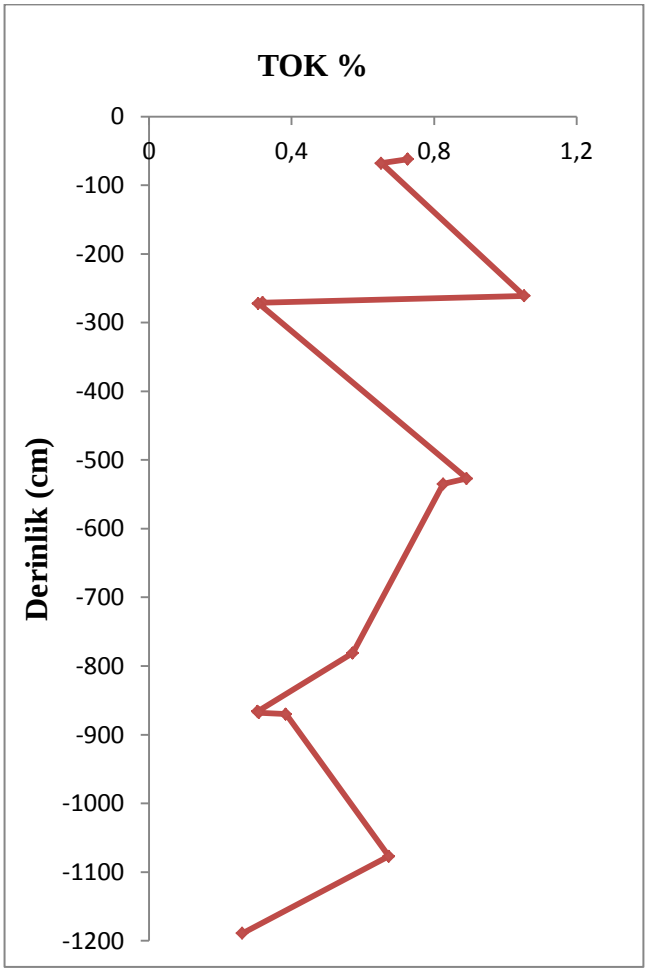
Karot No	Derinlik	Yaş Sediment (Gr)	Kuru Sediment (Gr)	Ys-Ks (Su Oranı)	Porozite	$CaCO_3$ ml	$CaCO_3$ %
Baf 9 0-2 cm	-2	3,19	1,19	2	62,7	37	28,46
Baf 9 2-4 cm	-4	5,1	2,05	3,05	59,8	36,2	27,85
Baf 9 4-6 cm	-6	3,96	1,67	2,29	57,8	37,9	29,15
Baf 9 6-8 cm	-8	3,79	1,59	2,2	58,0	38	29,23
Baf 9 8-10cm	-10	3,7	1,69	2,01	54,3	37,6	28,92
Baf 9 10-12 cm	-12	3,4	1,6	1,8	52,9	38,5	29,62
Baf 9 12-14 cm	-14	4	1,89	2,11	52,8	38,1	29,31
Baf 9 14-16 cm	-16	3,59	1,68	1,91	53,2	37,3	28,69
Baf 9 16-18 cm	-18	3,95	1,81	2,14	54,2	37,6	28,92
Baf 9 18-20 cm	-20	4,55	2,14	2,41	53,0	37,1	28,54
Baf 9 20-22 cm	-22	3,32	1,56	1,76	53,0	36,3	27,92
Baf 9 22-24 cm	-24	3,97	1,96	2,01	50,6	36,9	28,38
Baf 9 24-26 cm	-26	3,62	1,6	2,02	55,8	36,9	28,38
Baf 9 26-28 cm	-28	4,7	2,03	2,67	56,8	36,2	27,85
Baf 9 28-30 cm	-30	4,14	2,01	2,13	51,4	36,6	28,15

Tablo 3.10: BAF3 karotu boyunca $CaCO_3$ değerleri.

Karot No	Derinlik	Yaş Sediment (Gr)	Kuru Sediment (Gr)	Ys-Ks (Su Oranı)	Porozite	$CaCO_3$ ml	$CaCO_3$ %
Baf 3 0-2 cm	-2	3,97	1,98	1,99	50,1	36,1	28
Baf 3 2-4 cm	-4	2,87	1,39	1,48	51,6	35,5	27
Baf 3 4-6 cm	-6	3,25	1,69	1,56	48,0	34,2	26
Baf 3 6-8 cm	-8	2,83	1,38	1,45	51,2	36,3	28
Baf 3 8-10cm	-10	2,56	1,12	1,44	56,3	37,6	29
Baf 3 10-12 cm	-12	3,1	1,52	1,58	51,0	37,1	29
Baf 3 12-14 cm	-14	2,53	1,18	1,35	53,4	37,5	29
Baf 3 14-16 cm	-16	2,82	1,21	1,61	57,1	47,7	37
Baf 3 16-18 cm	-18	2,65	1,24	1,41	53,2	41,3	32
Baf 3 18-20 cm	-20	2,68	1,32	1,36	50,7	43,1	33
Baf 3 20-22 cm	-22	2,35	1,25	1,1	46,8	38,2	29
Baf 3 22-24 cm	-24	2,89	1,46	1,43	49,5	35,8	28
Baf 3 24-26 cm	-26	3,64	1,74	1,9	52,2	38	29
Baf 3 26-28 cm	-28	3,43	1,45	1,98	57,7	39,2	30
Baf 3 28-30 cm	-30	3,89	1,9	1,99	51,2	37	28

3.4.4. Bataklık İstifine Ait Çökellerin Organik Madde Miktarı

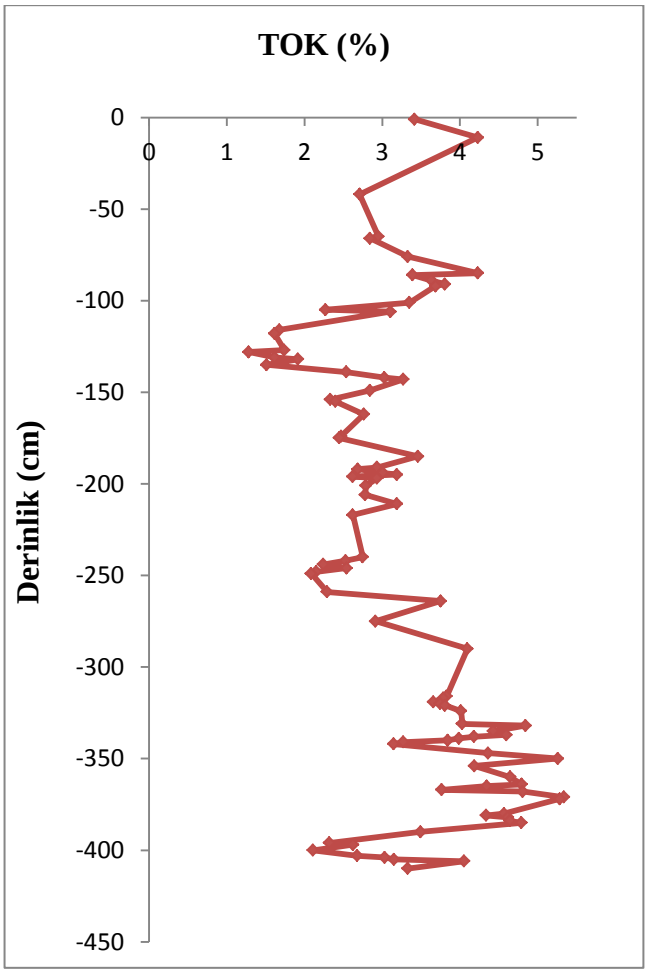
Gölün batı kesimindeki bataklık alanda yapılan sondaj kayıtlarına ait (BS) çökellerin ortalama toplam organik karbon miktarı %0,5'dir. Göl'den derlenen BAF 37 karotunda ise daha yüksek değerler (%3,3) gözlenmiştir. Bataklık istifi (BS) boyunca karotları boyunca TOK miktarı % 0,2-1 arasında değişmektedir. İstifin TOK değerlerinde 261 cm, 527 cm, 1077 cm derinliklerde artış göstermektedir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44: Bataklık istifi boyunca toplam organik karbon (TOC) miktarının değişimi.

3.4.5. Göl Çökellerinin Organik Madde Miktarı

BAF37 karotu boyunca toplam organik karbon miktarı % 1,2-5,3 arasında değişmektedir. Karotun derinlik boyunca TOK miktarında göl tabanından 11 cm, 85 cm, 106 cm, 139 cm, 142 cm, 195cm, 211 cm, 264 cm, 290 cm, 324 cm, 337 cm,347 cm, 364 cm, 384 cm, 406 cm derinliklerde artış gözlenmektedir (Şekil 3.45).



Şekil 3.45: BAF37 karotu boyunca toplam organik karbon (TOC) miktarının değişimi.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Bafa Gölü ve çevresinin Kuvaterner yaşlı çökel kayıtları incelenmiştir. Bu doğrultuda çökellerin litostratigrafik, biyostratigrafik ve kimyasal stratigrafik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında gölün Doğu-Batı ekseni boyunca, litolojik, kimyasal ve biyolojik özelliklerin derinliğe bağlı değişimleri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

4.1 GÖL ORTAMININ ÖZELLİKLERİ VE DEĞİŞİMİ

Bafa Gölünün çökelme koşullarındaki değişimler fiziksel ve kimyasal parametler yardımıyla değerlendirilecektir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin etkileri göz önünde bulundurularak gölün ekolojik özellikleri alt başlıklara altında tartışılıcaktır.

4.1.1 Kırıntılı Malzeme Girdisi

Bu kısımda çevreden göle taşınan kırıntılı malzemelerin olası kaynakları ve taşınma süreçlerindeki değişimler değerlendirilmiştir. Bu amaçla kırıntılı/karbonat oranı (Zr+Rb/Sr) ile Al, Ti, K, Si elementlerinin konsantrasyonlarındaki değişimlerden faydalanılmıştır.

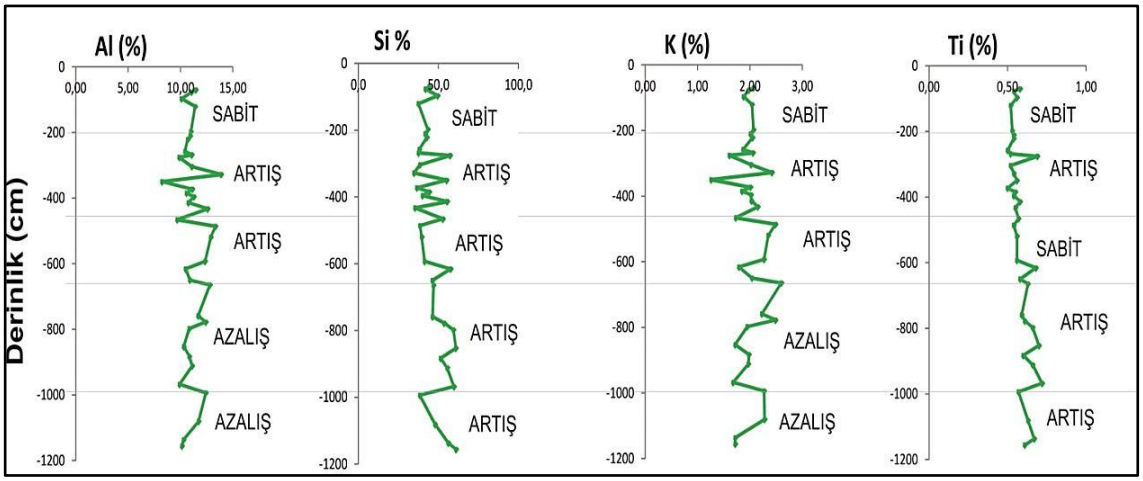
Bafa Gölü ve çevresinde kırıntılı malzeme üretebilecek çevre kayaçlara ek olarak karbonatça zengin litolojiler de bulunmaktadır. Bunun yanısıra gölde birincil çökelim ürünü alarak zenginleşen karbonat fraksiyonu da yorumlamalarda göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple malzeme girdisinin kaynağının ve oransal değişimini belirlemek amacıyla Zr+Rb/Sr oranından yararlanılmıştır (Dypvik ve Harris, 2001).

Göle farklı kırıntılı malzeme kaynaklarından taşınan malzemenin derinliğe bağlı değişimlerinin belirlenebilmesi amacıyla Al, Ti, K, Si elementlerindeki değişimlerden de yararlanılmıştır (Şekil 4.1,2). Bu elementlerden Si kaba boyutlu zor ayrışan kuvars gibi malzemelerle, Al, Ti feldispat ve kil mineralleri, potasyumca zengin kayalar ile ilişkilidir ((Tribovillard vd., 1994, Racki vd., 2001, Bulkan, 2009).

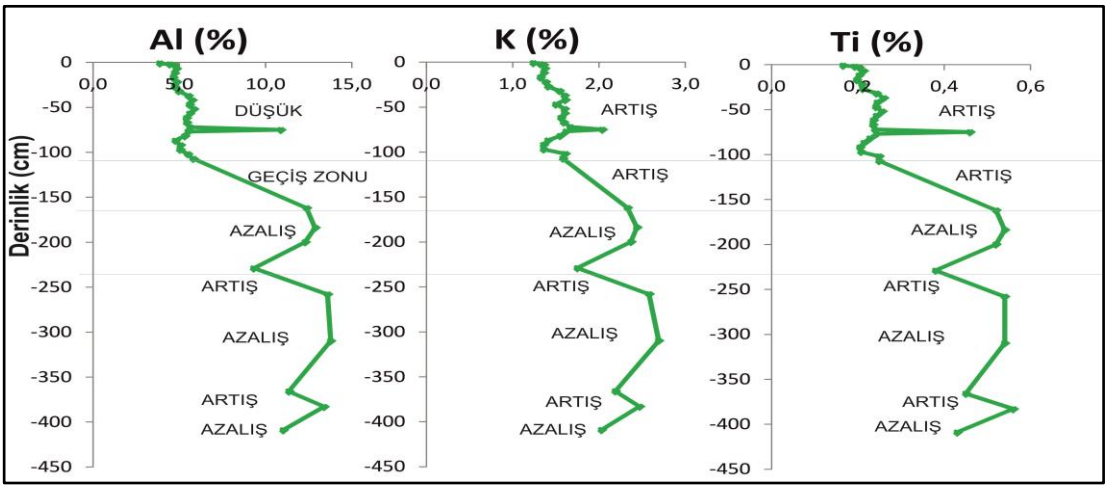
Malzeme girdisindeki farklı kaynakların etkinliğindeki değişimlerin saptanması için Al, Ti ve Ca (denizel çökeller için) elementleri normalizasyon referansı olarak kullanılmaktadır (Racki vd., 2001). Çalışmada hem göl hemde denizel çökellere uygulanabilir olan Al elementi normalizasyon amacıyla kullanılmıştır.

Bataklık istifi boyunca Al, Ti, K, Si değerlerine ait trendlerin karakterine göre 4 farklı zon ayrılmıştır (Şekil 4.1). İstifin ilk 200 cm'de kırıntılı girdisinin şiddetinin çok değişmediği, 200-650 cmler arasında ise artış gösterdiği gözlenmiştir. 650-1000 cmler ile 1000-1100 cm arasında ise K ve Al azalırken Ti ve Si değerleri artmaktadır (Şekil 4.2).

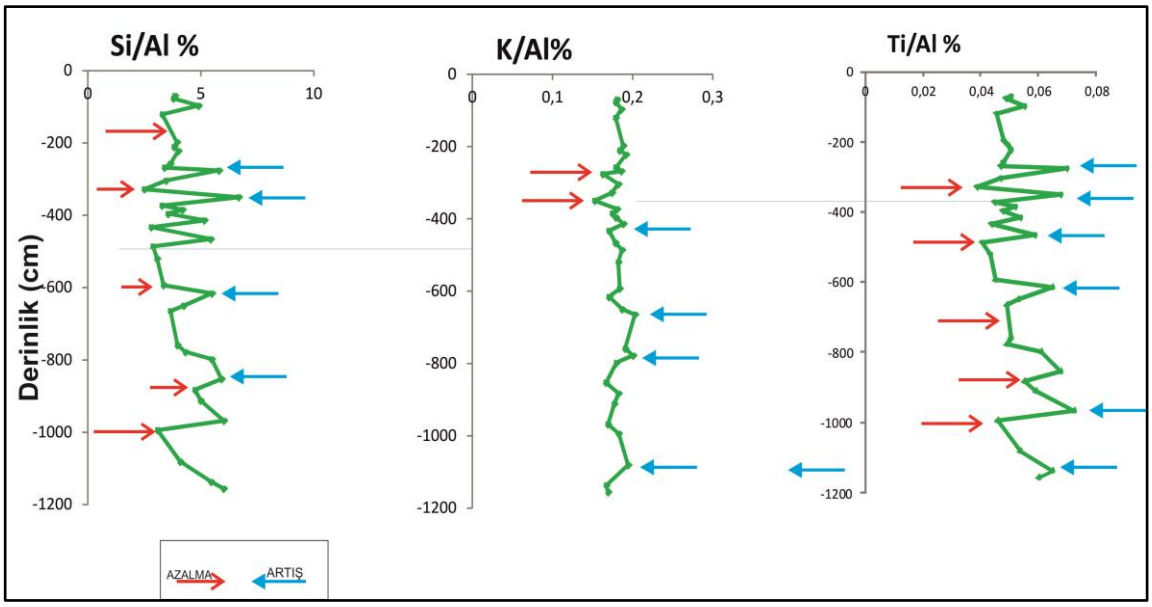
Bunun yanı sıra Ti ve Si elementlerinin Al normalize değerleri derinlikle artış göstermektedir, K/Al trendi ise stabildir. (Şekil 4.3). Buna göre Ti ve Si elementlerinin hem kaynaklarının aynı olabileceği hem de taşınma sürecindeki benzerlikler önerilebilir.



Şekil 4.1: Bataklık istifi boyunca kırıntılı malzeme kaynaklarının göstergesi olan Al, Si, K ve Ti elementlerinin değişimleri.



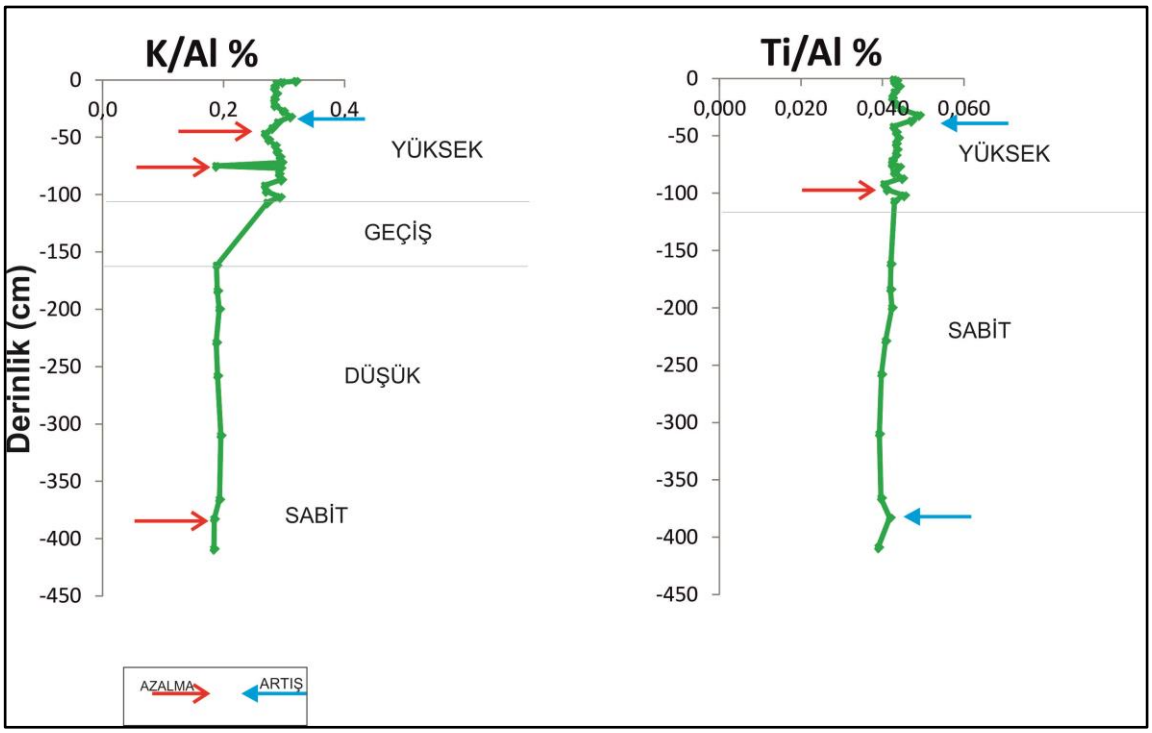
Şekil 4.2: BAF37 karotu boyunca kırıntılı malzeme kaynaklarının göstergesi olan Al, K, ve Ti elementlerinin değişimleri.



Şekil 4.3: Bataklık istifi boyunca Si/Al, K/Al ve Ti/Al oranlarının değişimi.

BAF37 karotu boyunca üstten itibaren 150 cm'lik kesiminde Ti/Al ve K/Al oranlarına göre bağıl olarak yüksek değerler almaktadır. Daha ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde 75 cm, 102 cm, 162 cm, 258 cm, 383 cm derinliklere ait çökelerin Al, Ti ve K değerleri

yüksektir (Şekil 4.2). Ancak genel olarak karot boyunca kırıntılı girdisi göstergeleri kırıntılı girdisindeki derinliğe bağlı azalmaya işaret etmektedir (Şekil 4.4).

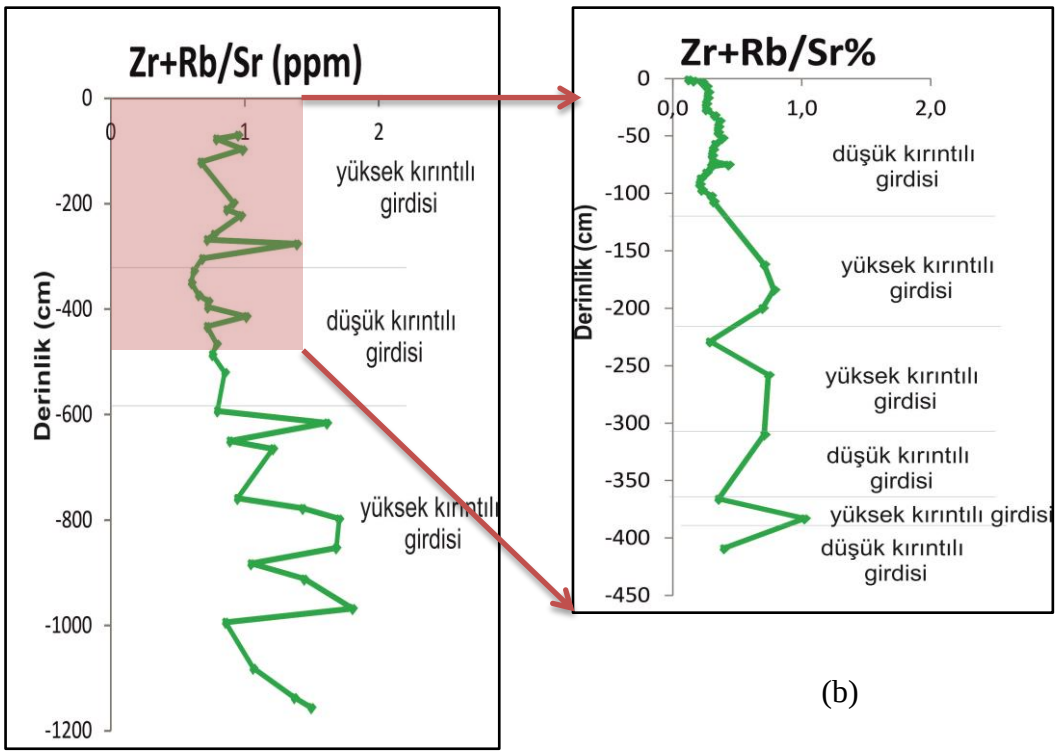


Şekil 4.4: BAF37 karotu boyunca K/Al ve Ti/Al oranlarının değişimi.

Malzeme girdisinin kaynağının ve oransal değişiminin belirlemesi amacıyla kırıntılı/karbonat (Zr+Rb/Sr) oranı kullanılmıştır. Kırıntılı kaynaklardan sağlanan malzemenin karbonat kaynaklarına oranına göre; bataklık istifi boyunca üç farklı faz ayrılmıştır. Tavandan itibaren 0-250 cm arasında ortalama Zr+Rb/Sr oranınından yüksek değerler (>1), 250-580 cm arasında ortalama orandan düşük değerler (>1), 580-1200 cm arasında ise ortalamadan yüksek değerler (>1) görülmektedir. Ancak genel trend derinlikle artış eğilimindedir (Şekil 4.5 a).

BAF37 karotu boyunca kırıntılı/karbonat (Zr+Rb/Sr) oranına göre üç farklı faza ayrılmıştır. 0-100 cm arasında nispeten düşük ortalama değerde kırıntılı girdisi, 100-410 cm arasında yüksek ortalama değerler ancak üç seviyede (225, 378, 410 cm) düşük

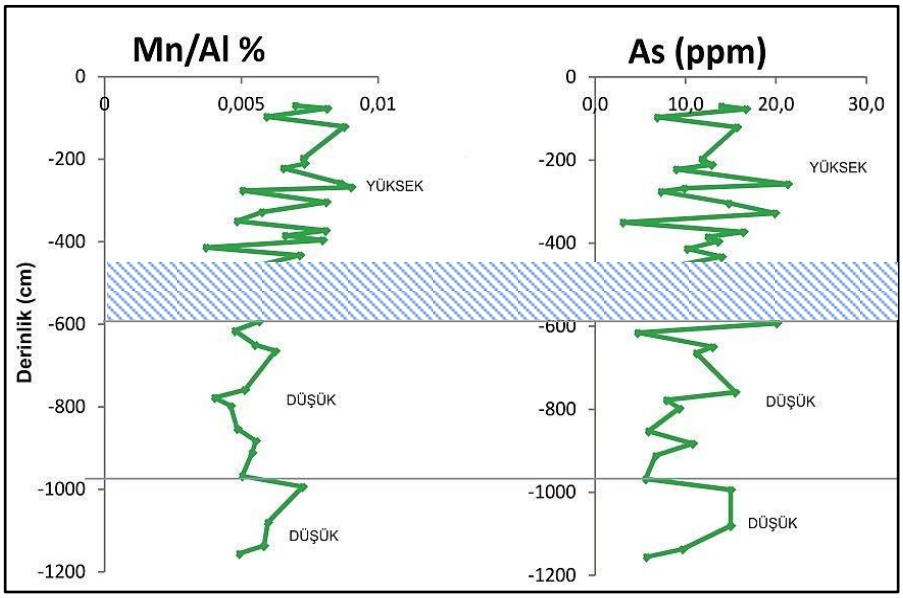
değerler gözlenmektedir. Düşüş gösteren bu üç seviye dışında genel trend derinlikle artış eğilimindedir. Bu durum karotun tabanına doğru (daha yaşlı çökellerde) çökellere olan kırıntılı katkısının daha yüksek olduğunu düşündürmektedir (Şekil 4.5 b).



Şekil 4.5: Bataklık istifi (b) ve BAF37 karotu boyunca (b) Zr+Rb/Sr oranındaki değişim.

4.1.2. Göl Su Seviyesi ve Enerji Düzeyi

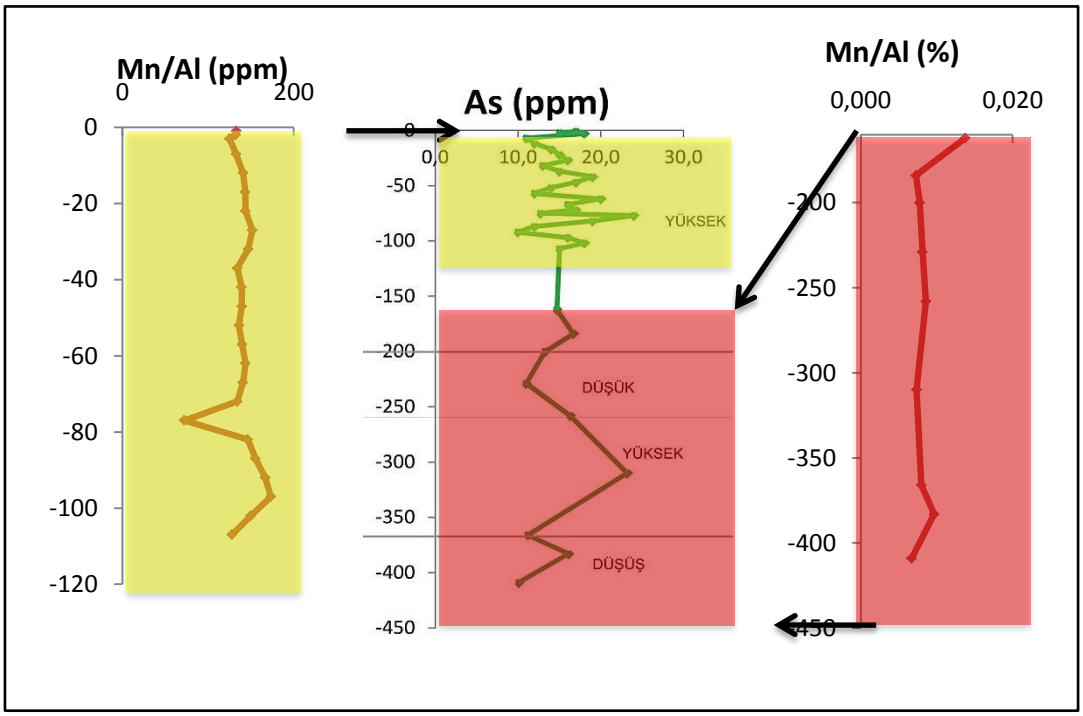
Göl çökellerinde Mn ve As elementleri ile Mn/Al oranı su seviyesindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Göl çökellerinde Mn konsantrasyonunun yükselmesi oksik taban suyu koşullarının göstergedir (Arthur ve Dean, 1991, Calvert ve Pedersen 1993, Rachold ve Brumsack 2001). Gölün sediman/su ara yüzeyinde meydana gelen indirgen koşullar altında çözülebilir Mn^{+2} yarıoksik taban suyu içerisindeki sedimanların içinde birikir. (Bruland 1983, Landing ve Bruland 1980). BS istifi boyunca, Mn/Al oranının derinliğe bağlı değişimleri ile As elementinin değerleri benzerlikler göstermektedir. Her iki parametre de tavandan itibaren ilk 450 cm'de değişken olmakla beraber yüksek değerler almaktadır. Alt kesimlerdeki düşük değerler ise bağıl olarak daha sığ koşullara işaret etmektedir (Şekil 4.6).



Açıklama: değerlendirme dışı tutulan seviyeler

Şekil 4.6: Bataklık istifi boyunca Mn/Al oranının ve As elementinin değişimi.

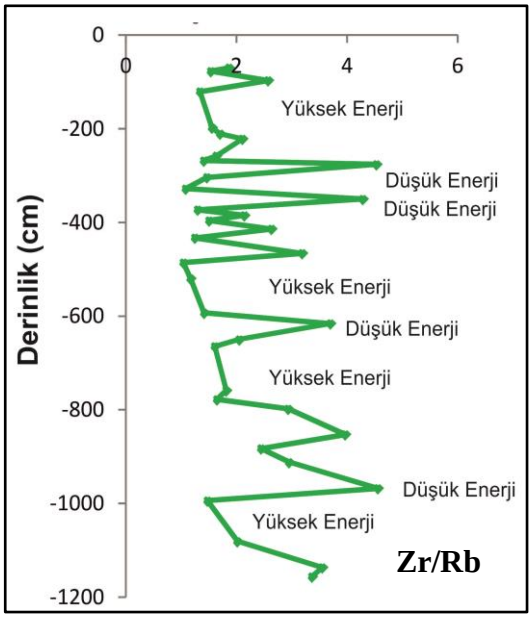
BAF37 karotunda derinlik ekseni boyunca Mn/Al değişimleri ile As değişimleri birlikte değerlendirilmiştir. Her iki parametrenin trendleri benzer değişimler göstermektedir (As elementinin artış gösterdiği 322 cm derinliği hariç) (Şekil 4.7). Bunun yanı sıra hem BS istifinin hem de BAF37 karotunun eş zamanlı çökelen güncele yakın genç çökellerine ait parametreler (As: 10-20 ppm) aynı aralıkta ve belirgin dalgalanmalar göstermektedir.



Şekil 4.7: BAF37 karotu boyunca Mn/Al oranının ve As elementinin değişimi.

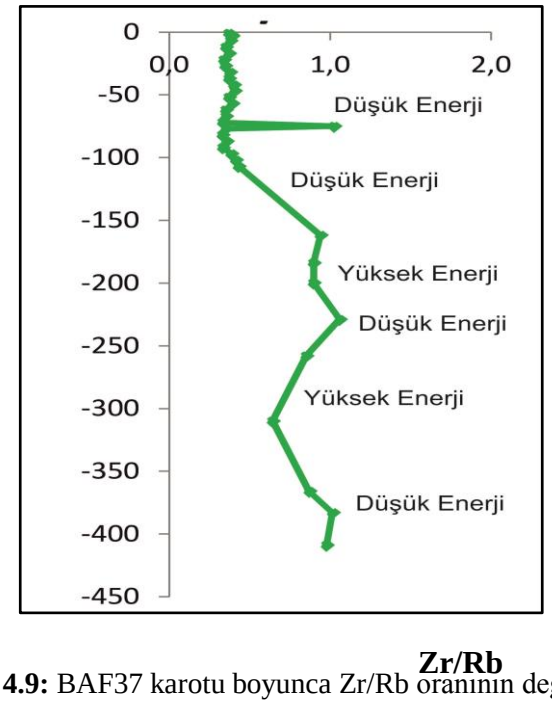
(Sarı renk ile gösterilen kısım hem Mn/Al oranın hemde As değerlerinin ppm olarak ifade edildiği karotun tavandan itibaren 120 cm'sini göstermektedir. Kırmızı renkli aralıklar ise Mn/Al oranın yüzde olarak, As miktarının ise ppm olarak ifade edildiği zona karşılık gelmektedir.)

Göl çökellerinin oluştuğu dönemde gölün enerji düzeyini belirlemek amacıyla Zr/Al, Si/Al oranlarından yararlanılmıştır. Kaba taneli malzemeler yüksek enerji koşullarında çökelirken, ince taneli kırıntılılar ise düşük enerji koşullarında çökelirler. Al, Zr elementleri ince kil malzemeden türediği için, Si ve Rb daha kaba, dayanımlı malzemeyi temsil ettiği için bu elementlerin oranı kaba ve ince malzeme oranındaki değişimleri yansıtmaktadır. İnce malzemeli kırıntıların göle taşınması daha düşük enerji koşullarını gerektirdiği için Zr/Rb oranıın yüksek, Si/Al oranınında düşük olması bu ortamları temsil etmektedir ((Tribovillard vd., 1994, Racki vd., 2001, Bulkan, 2009). BAF37 ve BS istifi boyunca Zr/Rb oranları incelenmiştir. Bataklık istifine ait Zr/Rb oranının değişimi yüksek enerjili ortamdaki çökelime işaret etmektedir (Şekil 4.8). BS istifi boyunca göl suyu seviyesinin ve enerji düzeyinin yüksek olduğu dönemlerin belirteci 0-200cm, 650-780 cm aralıklarında gözlenmektedir.



Şekil 4.8: Bataklık istifi boyunca Zr/Rb oranının değişimi.

BAF37 karotu boyunca Zr/Rb oranının daha dar bir aralıkta değişimi düşük enerjili ortamdaki çökelimin belirtecidir. Özellikle karotunun 55-60 cm ve 100-175 cm arasındaki değerler düşük enerji koşulları işaret etmektedir (Şekil 4.9). BAF37 ve BS istiflerini birlikte değerlendirecek olursak, gölün doğudan batıya doğru enerji düzeyi artığı önerilebilir.

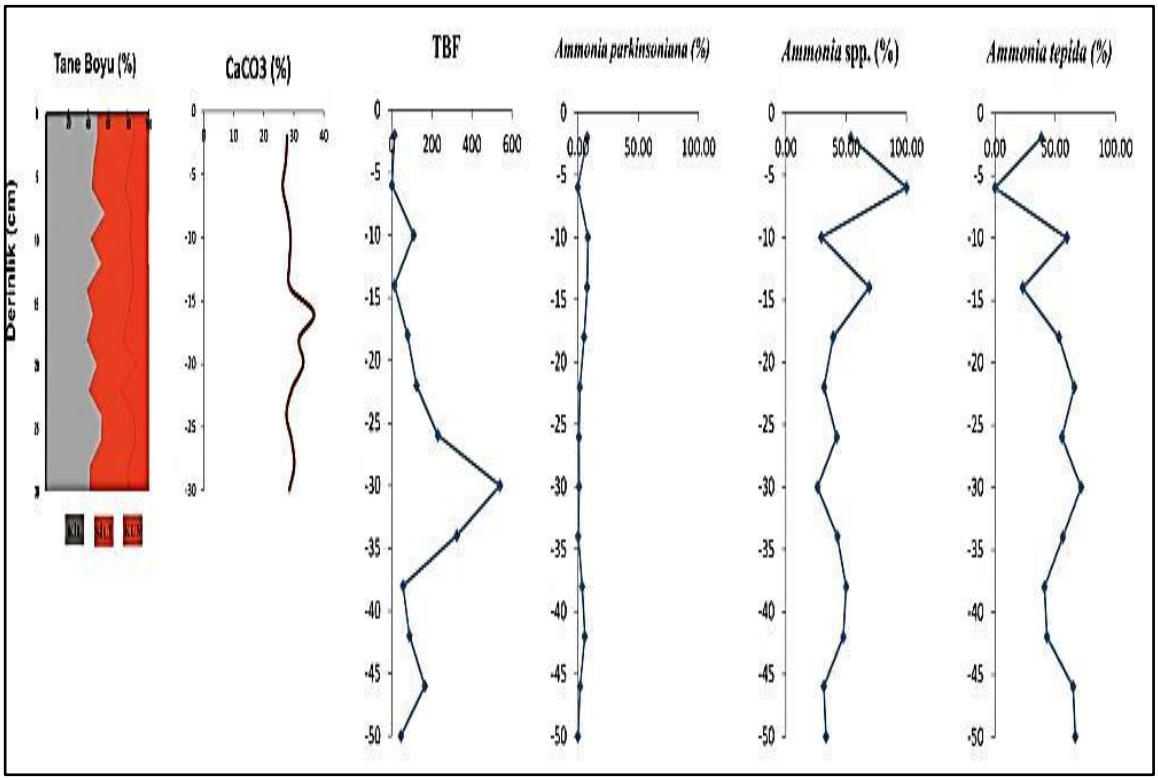


Şekil 4.9: BAF37 karotu boyunca Zr/Rb oranının değişimi.

Göl içerisinde alınan 5 karot boyunca yapılan tane boyu analizine tane boyunun karot yüzeyine doğru kabalaşması ortamın sığlaştığını gösteren parametrelerden biridir. Gölü doğu batı eksen olarak değerlendirirsek tane boyutu doğu kesimlere doğru tane boyu değerleri artmaktadır. Bu veriler ışığında zaman içinde gölün sığlaşan ve enerji düzeyi artan bir çökelme ortamı haline geldiği söylenebilir.

BAF3B karotu boyunca tane boyu, $CaCO_3$ konsantrasyonunun ve bentik foraminifer türlerini karşılaştırırsak; *Ammonia tepida*'nın $CaCO_3$ konsantrasyonunun (%18-22) nispeten düşük, çamurlu, kumlu-çamur içeren göl sedimanları içerisinde fazla olduğu ve daha çok kumlu, kumlu çamurlu göl sedimanlarında ise *Elphidium crispum* gözlenmektedir (Şekil 4.10) (Avşar; vd., 2009).

Çökellere ait toplam inorganik karbonat değerleri %24.5 ile %31 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmada karotlar boyunca bentik foraminifer çeşitliliğinin ve değişkenliğinin az oluşu göl ortamını göstermektedir (Akçer-Ön, 2011).



Şekil 4.10: BAF3B karotu boyunca taneboyu, CaCO3, Foraminier % bolluğunun karşılaştırılması.

4.1.3 Tuzluluk

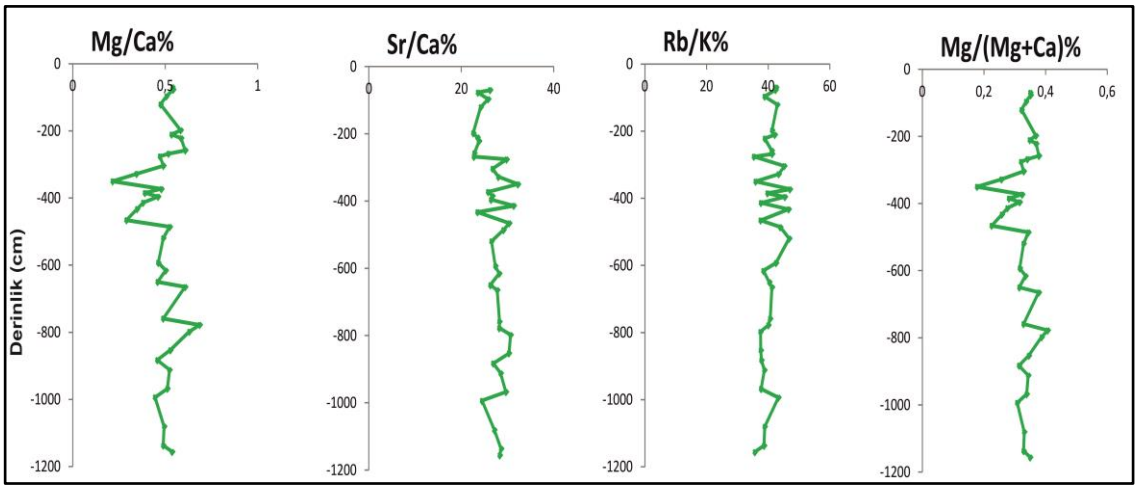
Göl suyunun tuzluluğu ve alkalinitesi hakkında bilgi sağlayabilmek için Mg/Ca, MgO/CaO, Sr/Ca ve Rb/K gibi oranlar kullanılabilmektedir. Gölün drenaj alanının hidrolojik koşullardaki değişimler su kimyası değişimlerine yol açabilmektedir (Alçiçek, 2007, Hunstman-Mapila vd.,. 2006).

Mg ve Sr elementlerinin artışı, kapalı havzalarda göl suyunun buharlaşma konsantrasyonu sırasında oluşan paleotuzluluğun bir göstergesidir (Alçiçek 2007,

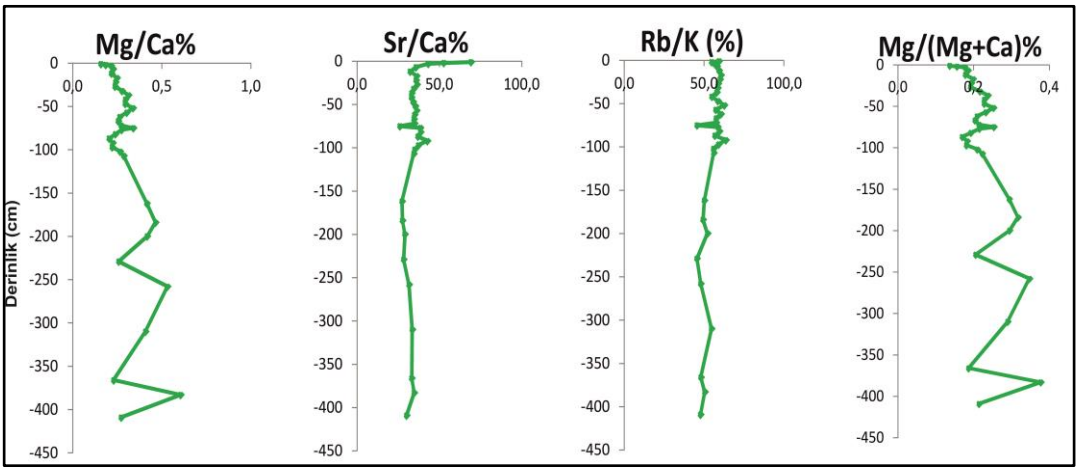
Gassevd., 1987). Bunun yanı sıra Mg/Ca ve Sr/Ca oranları kalsiyum karbonatın çökelimi ile artış gösterir (Alçiçek,2007, Eugster ve Kelts 1983). Rb/K oranı tatlı su ortamında okyanus sularına göre daha fazla miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle tuzluluk göstergesi olarak Rb/K oranı da kullanılır. İllitin ayrışması ile K, Rb ile yer değiştirir ve Rb/K oranı artar. Bu nedenle Rb/K oranı arttıkça ortamın tuzluluğu da artar (Alçiçek, 2007, Taylor and McLennan 1985).

BS istifi boyunca 200-370 cm derinliklerinde Mg/Ca, Sr/Ca ve Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarındaki azalış bu dönemlerde bağıl olarak tatlı su koşullarına, 650-800 cm, 900-1050 cm derinliklerde Mg/Ca, Sr/Ca, Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarındaki artış bu dönemlerde tuzluluğun fazla olduğuna işaret etmektedir (Şekil 4.11).

BAF37 karotunda 230-250, 260-360, cm'leri arasında Mg/Ca, Sr/Ca, Mg/Mg+Ca, Rb/K oranlarındaki düşüş, bu dönemlerde tuzluluğun az olduğu dolayısıyla evoporasyonun az olduğuna ve soğuk bir dönemin hüküm sürdüğüne işaret etmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11: Bataklık istifi boyunca Mg/Ca, Sr/Ca Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarının değişimi.

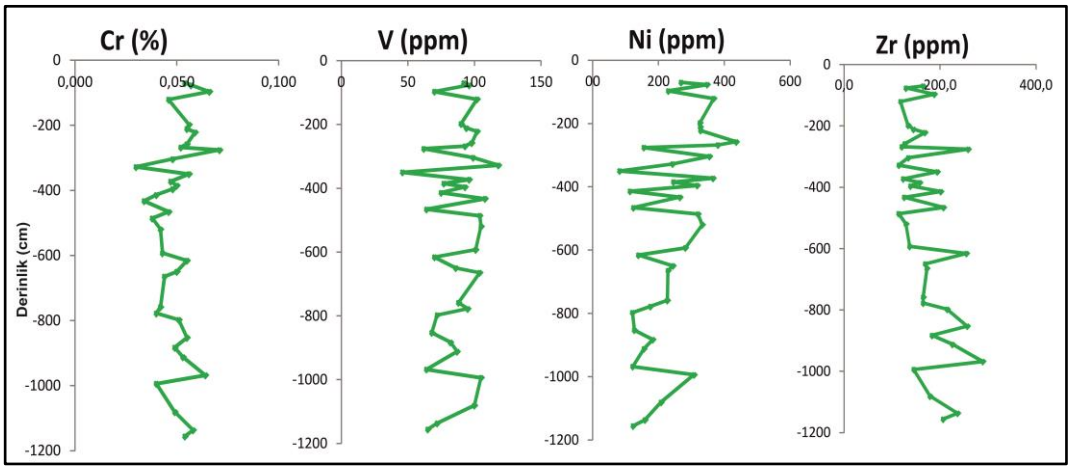


Şekil 4.12: BAF37 karotu boyunca Mg/Ca,, Sr/Ca Rb/K, Mg/Mg+Ca oranlarının değişimi.

4.1.4. Redoks Koşulları ve Organik Maddenin Korunumu

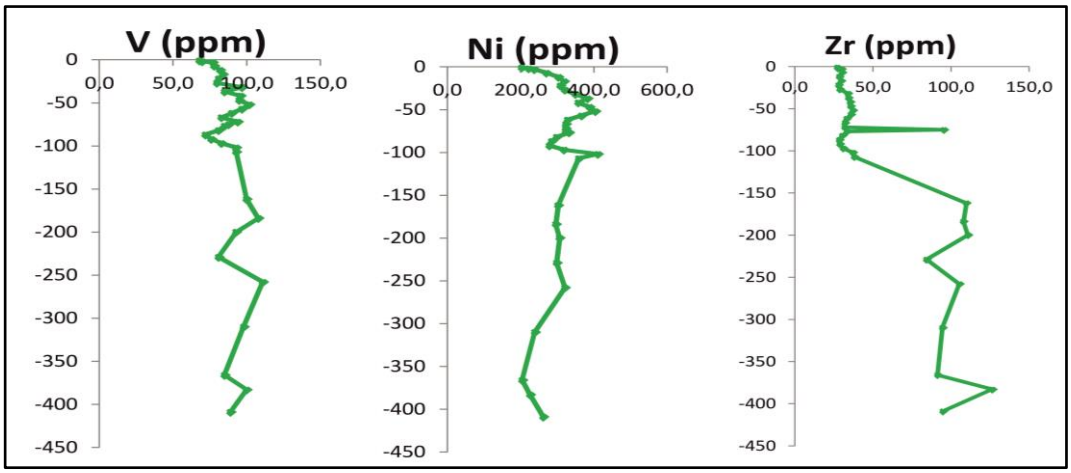
Bu çalışmada redoks koşulları oksijenli (oksik), yarı oksijenli (suboksik), oksijensiz (anoksik) olarak değerlendirilmiştir. (Tyson ve Pearson, 1991). Redoks koşullarına duyarlı elementler oksitleyici koşullarda çözünebilmektedir. İz elementlerin zenginleşmesi oksijeni tüketilmiş çökelme ortamlarında mümkündür (Tribovillard vd., 1994, Racki vd., 2001, Bulkan, 2009). Bu nedenle Cr, Zn, Ni ve V'un redoks parametresi olarak kullanılır. Klastik malzeme ile ilgili olarak çökellerde bulunan Co aynı zamanda anoksik koşullarda çok düşük miktarlarda oluşur ve bu durum redoks parametresi olarak kullanımını sınırlar. Aynı şekilde anoksik koşullarda Ni' nin çökellerde birikmesi V'a göre daha az olduğunu bilinmektedir (Lewan ve Maynard, 1982,Lewan,1984, Tribovillard vd., 1994). Bu nedenle V/V+Ni oranı redoks koşullarını derecelendirmede kullanılabilir.

Bataklık istifi boyunca Cr, Zn, Ni ve V elementlerinin ortalama konsantrasyonları daha yüksektir ve genel olarak derinlikle artış eğilimindedir (Şekil 4.13). Bu durum istifin alt kesimlerindeki çökellerin daha indirgen koşulların ürünü olduğunun belirtecidir.



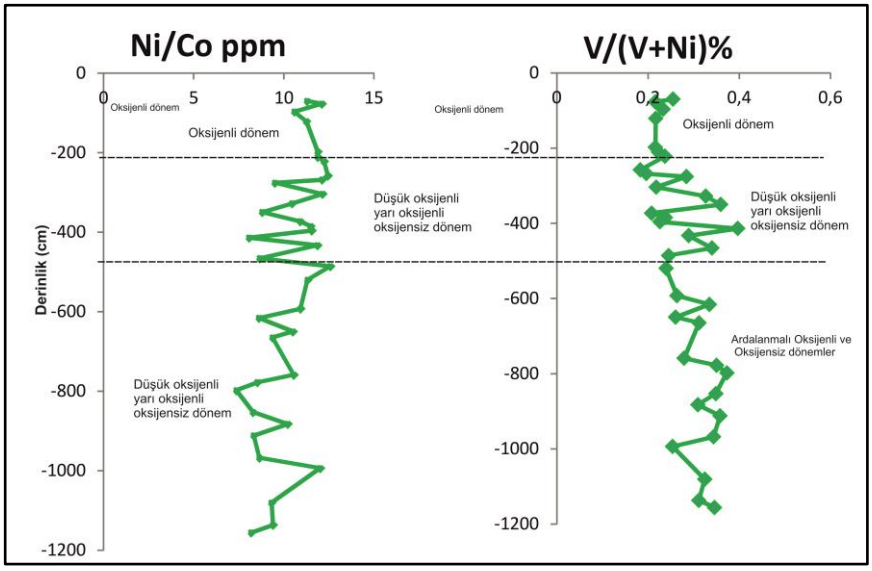
Şekil 4.13: Bataklık istifi boyunca Cr, Zn, Ni ve V elementlerinin değişimi.

Benzer şekilde, BAF 37 boyunca da redoksa duyarlı elementlerin (Cr, Zn, Ni ve V) konsantrasyonları derinlikle artmaktadır (Şekil 4.14). Bu durum her iki kayıdında benzer redoks değişim eğilimlerini barındırdığını göstermektedir.

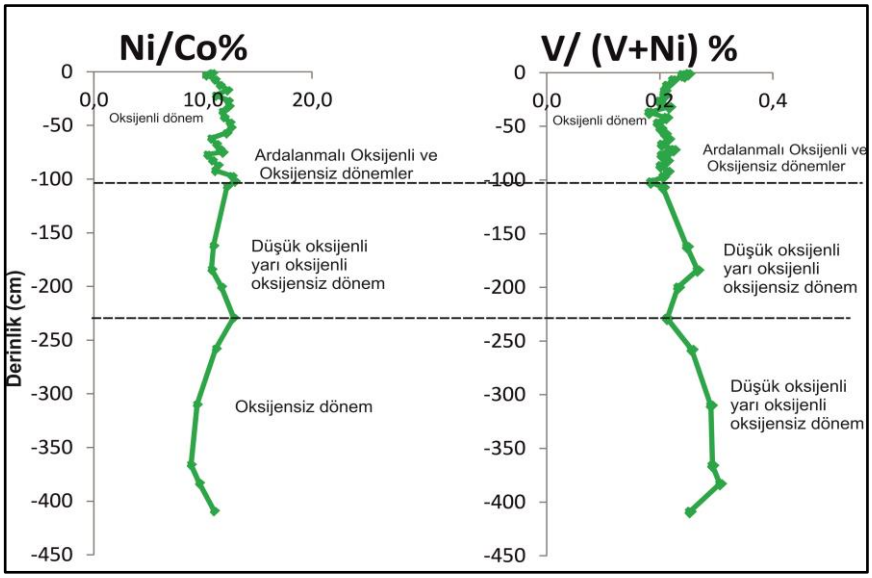


Şekil 4.14: BAF37 karotu boyunca V, Ni ve Zr elementlerinin değişimi.

Bataklık istifi boyunca paleo-redoks koşullarının belirlenmesi amacıyla Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişimler incelenmiştir. Bu oranlardaki değişim değişim dört farklı karakteristik zona işaret etmektedir. Bağıl olarak daha oksijenli koşullar derinlikle bağıl olarak daha oksijensiz koşulların belirteçlerine sahiptir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Bataklık istifi boyunca Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişim.



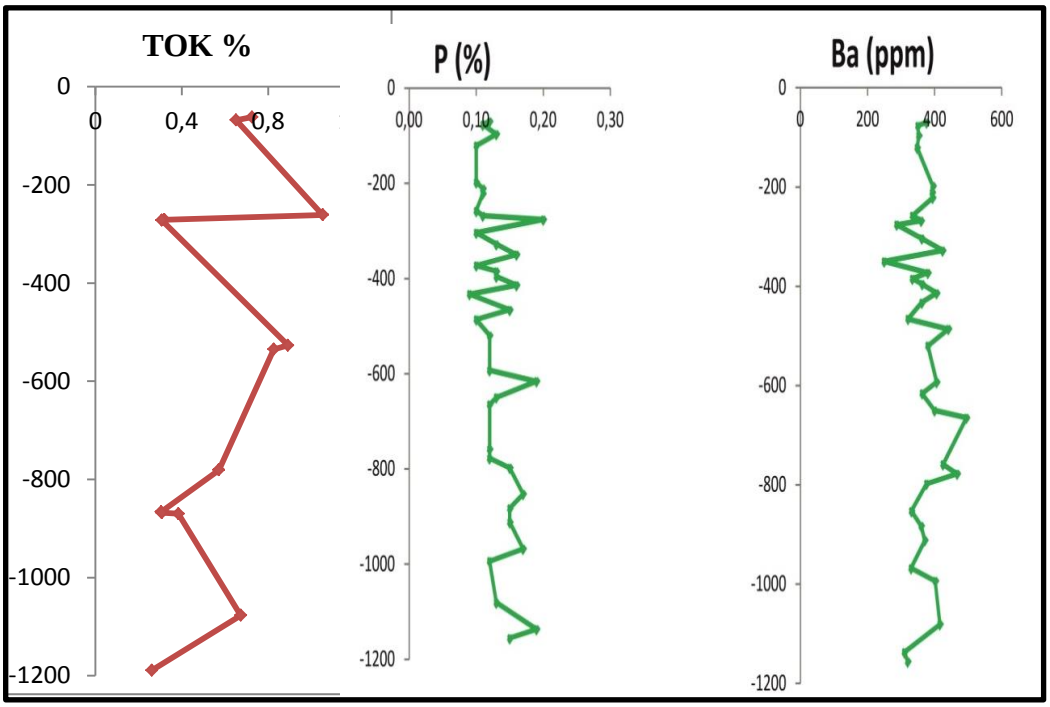
Şekil 4.16: BAF37 karotu boyunca Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişim.

BAF37 karotu boyunca paleo-redoks koşullarının belirlenmesi amacıyla Ni/Co ve V/V+Ni oranlarındaki değişimleri incelenmiştir(Şekil 4.16). BAF37 boyunca bu

elementleri dört farklı karakteristik aralığa işaret etmktedir. Karot boyunca Oksijenli dönemden başlayarak derinlikle oksijensiz koşullar daha belirgin hale gelmektedir. BAF37 ve BS karotları boyunca redokskoşullarına baktığımızda BS karotlarının redoks koşullarının daha değişken ve ardalanmalı olduğunu söyleyebiliriz.

4.1.5. Organik Madde Üretimi

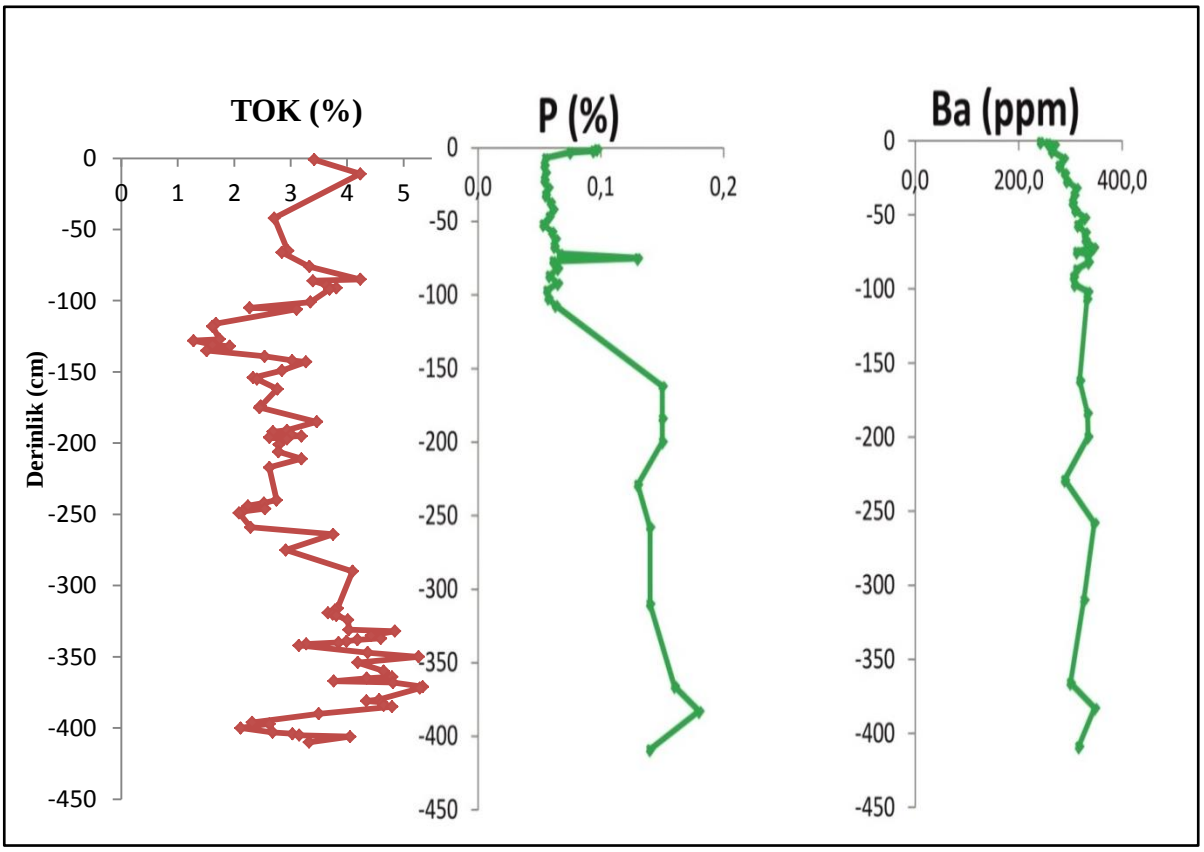
Organik Madde üretimindeki değişimlerin saptanmasında Ba, P konsantrasyonları ile TOK miktarları kullanılmıştır. Organik madde üretimini kontrol eden en önemli besin kaynağıdır. P elementi endüstriyel atıklar, tarım arazilerinde kullanılan kimyasallar gibi insan etkisi ile oluşup göl çökellerinde miktar olarak artış göstermektedir. Çoğu göllerde bu artış ötrafikasyona sebep olmaktadır (Hakanson ve Jansson 1983, Vollenwieder, 1968, Rolich, 1969, Golterman, 1975, Wetzal, 1975). Ancak bunlar insan etkisi olmaksızın çökellerde çevresel koşullara, taşınma süreçlerine ve iklime bağlı olarak ya da geri kazanım süreçleriyle artış gösterebilmektedir.



Şekil 4.17: Bataklık istifi boyunca TOK miktarının ve P, Ba elementlerinin değişimi.

BS karotları boyunca P, Ba ve TOK değerlerine bakıldığında 230-440 cm arasında ardalanmalı olarak artış ve azalma eğilimleri sergilemektedir. (Şekil 4.17).

Bu düşük değerler organik maddenin degredasyonununda etkisinin olabileceği söylenebilir. Derinlere doğru ise nispeten artış göstergese BAF37 karotundaki olduğu gibi artan bir değere sahip değildir.



Şekil 4.18: BAF37 karotu boyunca TOK miktarının ve P, Ba elementlerinin değişimi.

P konsantrasyonu BAF37 karotu boyunca üst kesiminde 0-155 cm arasında daha düşük olup, derinlikle konsantrasyonu artış göstermektedir. Biyolojik üretkenliğin göstergesi olan Ba elementi P'a bezer trend göstergesede ilk 150 cm'de P elementinden daha fazla artış göstermektedir. Bu durum besin maddesi P'nin ortamda canlılar tarafın tekrar tekrar kullanılması ile düşük konsantrasyon göstermesinin sonucu olabilir. Düşük konsantrasyonun sebebi ile P elementinde organik madde üretimi ile ilgili gösterge

olarak kısıtlı kalabilmektedir. Buna karsın Ba konsantrasyonunun yüksek oluşu organik madde zenginleşmesinin izlerini tutma açısında TOK miktarı gibi önemli parametredir.

BAF37 karotunda P, Ba elementlerinin ve TOK miktarı trendleri benzer eğilimler göstermektedir. Karotun boyunca derine doğru bu değerler artmaktaır. Karotun 0-110 cm aralığında Ba değerlerinin yüksek olmasına rağmen TOK değerlerinin belirgin olarak düşüşü ilgili seviyelerin çökelimi sırasında degredasyon süreçlerinin etkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu aralıktaki düşük değerler sedimantasyonla eş zamanlı yada sonrasında oksijenli koşullara bağlı olabilir. 110-450 cm arasında Ba ve TOK miktarı P girdisi tarafından denetlenmektedir. Bu durumda karot boyunca derinlerde organik madde üretiminin oldukça yüksek olduğu dönemlere karşılık geldiğini gözlenmektedir (Şekil 4.18). Genelleme yapılırsa BAF37 karotu boyunca organik madde üretimi daha fazla olduğu söylenebilir.

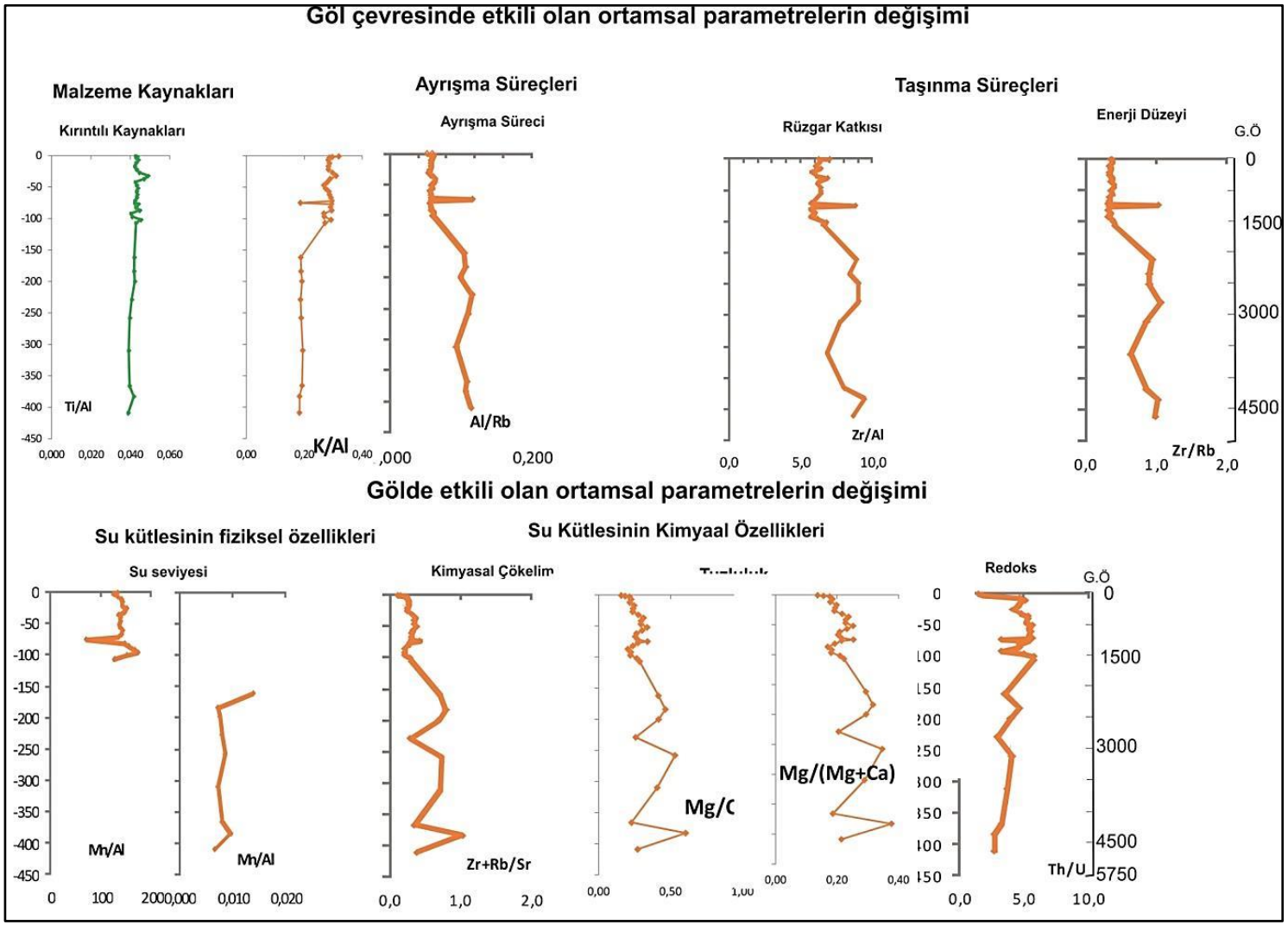
4.2 BAFA GÖLÜ'NÜN EKOLOJİK TARİHÇESİ

Bafa Gölü ve çevresinin paleo-ekolojik evrimi, göl çökellerinin litostratigrafik, biostratigrafik ve kimyasal stratigrafik özellikleri doğrultusunda değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda gölün içerisinde alınan BAF37 karotu ile gölün batı kesiminden yapılan sondaj istifi üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen bulgular, göl ve çevresinin ortamsal koşulları ve gölün karakteri hakkında bilgi sağlamıştır.

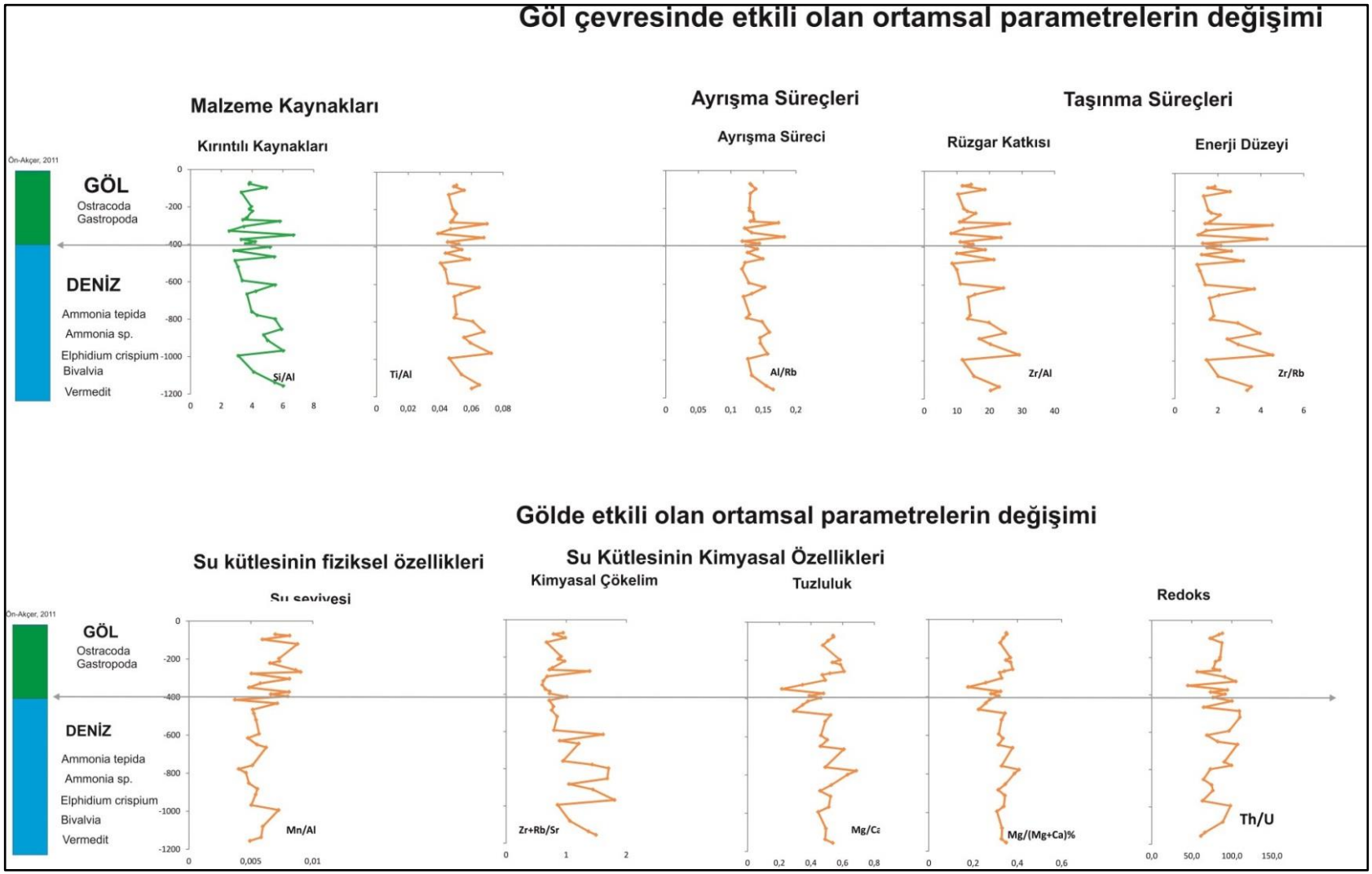
Önceki çalışmalara ait (Mülenhof vd., 2004, Akçer-Ön, 2011) litostratigrafik ve biyostratigrafik değerlendirmeler ile BAF37 karotuna ait benzer verilerin karşılaştırılması ile bu karotun son 5750 yıllık çökel arşivini barındırdığı düşünülmektedir (Şekil 4.19). Benzer bir yaklaşımla bataklık istifi boyunca 2500 yıl önce gerçekleşmiş olan (Mülenhof vd., 2004, Knipping vd., 2008) deniz-göl geçişinin işaretçileri belirlenmiştir (Şekil 4.20).

Elde edilen veriler ışığında Holosen boyunca üç temel evre ayırtlanmıştır (Şekil 4.21). Bunlardan en eskisi GÖ 5600-4400, ikincisi GÖ 4400-2350, üçüncüsü ise GÖ 2344-0 aralıklarıdır. Bu dönemler içerisinde Bafa Gölü'nün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin zaman içindeki değişmleri; su kimyasındaki (redoks ve tuzluluk) ve fiziksel özelliklerdeki (enerji düzeyi, su seviyesi) değişimler kapsamında ilgili parametreler

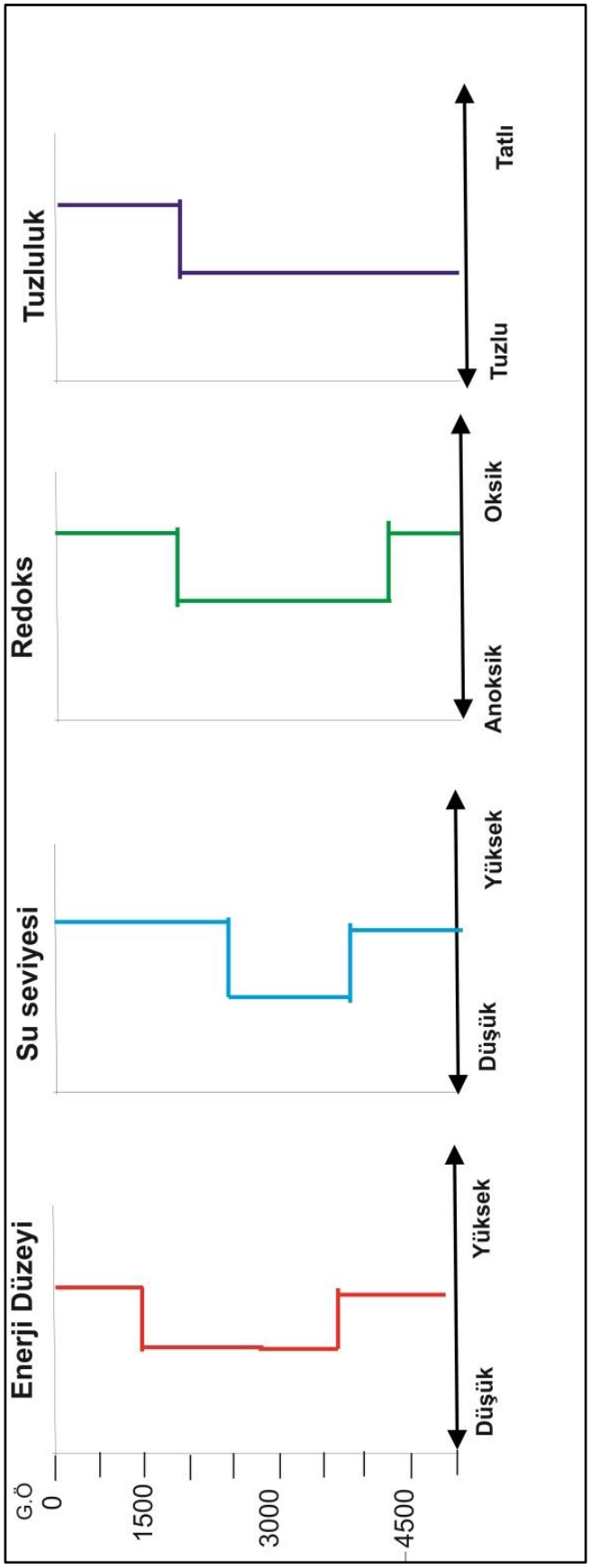
(Th/U, Mg/Ca, Mg/Mg+Ca, Ti/Al, K/Al, Zr/Rb) yardımıyla belirlenmiştir. İlgili parametreler yardımıyla GÖ 0-2350, 4400-5600 yılları arasında su seviyesinin bağıl olarak yüksek olduğu, GÖ 2350-4400 arasında ise düşüş gösterdiği önerilmektedir. Su kimyasındaki en belirgin değişiklik günümüzden yaklaşık 2000 yıl öncesinde gerçekleşmiştir. Bu dönemden önce tuzlu olan göl suyu tatlı su karakteri kazanmıştır. Ayrıca göl suyunun tuzluluğu ile redoks koşullarındaki değişimler eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir. Göle taşınan malzemenin ayrışması taşınma süreçleri ile ilgili parametreler değerlendirilerek, zaman içindeki değişimler saptanmıştır. GÖ 1990-2700 yılları arasında rüzgar ile taşınma miktarında ve enerji düzeyinde belirgin artışlar görülmüştür. Bu artışlarla beraber rüzgar ile taşınan malzemenin kimyasal ayrışma miktarında da artışlar olmuştur.



Şekil 4.19: Göl ve çevresinde etkili olan ortamsal parametrelerin değişimi.



Şekil 4.20: Bataklık istifinin ortamsal, ekolojik yorumu.



Şekil 4.21: Göl çökellerinin zamana bağlı ortamsal, ekolojik yorumu.

KAYNAKLAR

Akat, U., Öztürk, E.M., Öztürk, Z. ve Çağlayan, A., 1975. Menderes Masifi Güneyi GB Toros Kuşağı İlişkisi: MTA Raporu, No. 5488, 58s., Ankara

Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979, Menderes Masifinin Simav Dolayındaki Kayabirimleri ve Metabazik, Metaultramatik Kayaların Konumu : Türkiye Jeol. Kur. Bült, 22, 175 -178.

Akkök, R., 1983. Structural and Metamorphic Evolution of the Northern Part of the Menderes Massif. New Data From Derbent Area and Their Implications Fort He Tecto-Nics of the Massif. Journal Geology, 91, 342-350

Alçiçek, M.C., 2007. Tectonic development of an orogen-top rift recorded by its terrestrial sedimentation pattern: the Neogene Eşen Basin of southwestern Anatolia, Turkey. Sediment. Geol.

Arthur, M.A. and Dean, W.E. 1991. A holistic geochemical approach to cyclomania: examples from Cretaceous pelagic limestone sequences. In: Cycles and Events in Stratigraphy. Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A. (eds.), Springer, pp. 126-166. Berlin.

Ashworth, J. R. ve Evirgen, M. M., 1984, Garnet and Associated Minerals in the Southern Margin of the Menderes Massif, Southwest Turkey: Geological Magazine, 121, 323-337

Atalay İ. 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. Ege Üniversitesi Edebiyat

Atalay, İ., 1987 Türkiye Jeomorfolojisine Giriş Ege Üniv. Ed. Fak. Yay. No:12 İzmir.

Avşar, N., Meriç, E., Çevik, M. G., ve Dinçer, F., 2009, Büyük Menderes Nehri önü (Batı Türkiye) kıta sahanlığı bölgesi güncel bentik foraminifer toplulukları. H. Ü. Yerbilimleri, 30 (2), 127-144.

Aydın Çevre Durum Raporu, 2006, Aydın Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Aydın

Bafa Gölü Tabiat Parkı Analitik Etüt ve Sentez Raporu, (UDGP), 2005, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Milli Parklar Dairesi Başkanlığı, Ankara

Bagander, L.V., 1976, Sediment description: In: Dybern BI, Ackefors H, Elmgren R (eds) Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Baltic Mar Biol, Publ 1 Stockholm, 35-50.

Bargu, S. ve Turgut, M., 1993, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Grabenleri Arasındaki Bölgenin Miyosen ve Miyosen Sonrası Yapısal Özellikleri: İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi, 1-2-3, 25-35, İstanbul.

Berner, 1981, A new Geochemical Classification of Sedimentary Environments J. Sedim. Petrol, V.51, P.359-365.

Boray, A., Akat U., Akdeniz, N., Akçaören, Z., Çağlayan, A., Günay, E., Korkmazer, B. Öztürk, E. M. and Sav, H. 1973. Menderes Masifinin Güney Kenarı Boyunca Bazı Önemli Sorunlar ve Bunların Muhtemel Çözümleri, Cumhuriyetin 50 Yılı Yerbilimleri Kongresi, 11-20, Ankara.

Bozkurt, E., ve Satır, M., 2000. The southern Menderes Massif (western Turkey): geochronology and exhumation history. Geology Journal, 35, 285-296.

Brinkmann, R., 1966, Geotektonische Gliederung von West Anatolien : M.T.A. Dergisi, 66, 61 - 74.

Brinkmann, R., Köhler, R., Heins, J. U., Rösler, S., 1990. Menderes Delta, Zustant und Gefaehrdungen Eines Ost-Mediterranean Flussdeltas.Hannover: Institut für Landschaftsflege und Naturschutz.

Brinkmann, R., Köhler, B., Heins, J-U, Rösler, S., 1991. Menderes-Delta. Zustand und Gefährdung Eines Ostmediterranen Flussdeltas. (Arbeitsbericht Des Fachbereichs Stadt- und Landschaftsplanung der Gesamthochschule Kassel 99), Kassel.

Bruland, K.W., 1983, Trace elements in sea water. In Chemical Oceanography, Vol. 8, eds. J.P. Riley and R. Chester, Acad. Press, pp. 157-220, Chapter 45.

Bulkan, Ö., 2009 Marmara Gölü (Manisa) Çökellerinin Jeokimyasal Özellikleri ve Yörenin Kuvaternerdeki Paleo-Ekolojik Evrimi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış).

Calvert, S. E., 1987, Oceanographic Controls on the Accumulation of Organic Matter in Marine Sediments, In: Brooks, J. and Fleet, A. J. (Eds), Marine Petroleum Source Rocks, P. 137-151.

Calvert, S.E., Pedersen, T.F., 1993. Geochemistry of Recent oxic and anoxic marine sediments: implications for the geological record. Mar. Geol. 113, 67 – 88.

Candan, O., ve Dora, O.Ö., 1998. Menderes Masifinin genelleştirilmiş jeoloji haritası. DEU Jeoloji Mühendisliği Bölümü Bornova-İzmir (yayımlanmamış).

Candan, O., Çetinkaplan M., Oberhansli R, Rimmelé, G. Ve Akal C., 2005. Alpine high-pressure / Low temperature metamorphism of Afyon Zone and implication for metamorphic evolution of western Anatolia, Turkey. Lithos, 84, 102-124.

Candan, O., Dora, O.Ö., Oberhaensli, R., Koralay, O.E., Çetinkaplan, M., Akal, C., Satır, M., Chen, F. ve Kaya, O., 2010. Menderes Masifi'nin Pan- Afrikan Temelin

Stratigrafisi ve Gondvana'nın Geç Neoproterozoyik/Kambriyen Evrimi ile ilişkisi. Chester, R. (Eds.), Academic Press, 8, 157-220, London.

Candan, O., Oberhaensli, R ., Dora, O.Ö., Çetinkaplan, M., Koralay, O.E., Rımmele, G., Chen, F. Akal, C., 2011. Menderes Masifi''nin Pan-Afrikan Temel Ve Paleozoyik - Erken Tersiyer Örtü Serilerinin Polimetamorfik Evrimi. MTA Dergisi, 142, 123-165.

Dora, Ö., Candan, O. ve Kun, N., 1985, Menderes Masifinin Yapısı İçinde Zımpara Yataklarının Konumu: Türkiye Jeoloji Kurultayı-1985, Bildiri Özetleri Kitabı, 71.

DSİ, 1994. Bafa Gölü Limnoloji Raporu, DSİ. Ankara.

Dypvik H. and Harris, N.B., 2001, Geochemical Facies Analysis of Fine Grained Siliciclastics Using Th/U, Zr/Rb and (Zr+Rb)/Sr RATİOS, CHEMİCAL GEOLOGY 181 (1-4), 131-146

Egeran, N. ve Yener, H., 1944. Notes explicatives de la Carte Géologique de la Turquie, Feville Izmir, Maden Tetkik ve Arama.

Ercan, T., Akat, U., Günay, E. ve Savaşçın, Y., 1985, Söke-Selçuk-Kuşadası Dolaylarının Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrokimyasal Özellikleri: Maden Teknik ve Arama Dergisi, 105/106, 15-38.

Erdoğan, B., ve Güngör, T., 1992. Menderes Masifi kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi: Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, C4/I, 9-34.

Erinç, S., 1977, Vejetasyon Coğrafyası, İstanbul Üniverstesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 92, İstanbul.

Erol, O., 1996, Photo-Geomorhological Study of the Büyük Menderes Delta: Aegean Geomorhological Journal, 9, 1–42, İzmir.

Eugster, H.P. and Kelts, K. 1983. Lacustrine chemical sediments, In: Chemical Sediments and Geomorphology. Goudie, A.S. and Pye K. (eds.). Academic Press, pp. 321-368, London.

Folk, R. L. (1980): Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill, ISBN 0914696149, Austin.

Gasse, F., Fontes, J.C., Plaziat, J.C., Carbonel, P., Kaczmarska, I., De Decker, P., Soulié-Marsche, I., Callot, Y. and Depeuble, P.A. 1987. Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from north Sahara. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology, 60, 1-46.

Gessner, K., Piazolo, S., Güngör, T., Ring, U., Kröner, A. ve Passchier, C. W., 2001a. Tectonic Significance of Deformation in Granitoid Rocks of the Menderes Nappes, Anatolide Belt, Southwest Turkey. International Journal Earth Science, 89, 766-780.

Golterman, 1975, Physiological Limnology, Elsevier, Amsterdam, 489.

Graciansky, P. H., 1965, Menderes Masifinin Güney Kıyısı Boyunca Görülen Metamorfizma Hakkında Açıklamalar: MTA Derg., 62, 47-58, Ankara.

Gracıansky, P. H., 1972, Recherches Geologiques Dans Le Taurus Lycien, Fac. Sci. Universite Paris-Sud (Orsay), Vol.896, 762p.

Günal, N., 1986, Gediz-Büyükmenderes Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü (Doktora Tezi), İstanbul.

Hakanson, M., Jansson, L., 1983. Principles of Lake Sedimentology, 1 St Ed. Springer, Berlin, Heidelberg.

Hakyemez, Y., Erkal, T., Göktaş, F., 1999, Late Quaternary Evolution of the Gediz and Buyuk Menderes Grabens, Western Anatolia, Turkey: Quaternary Science Reviews, 18, 549 - 554, Ankara.

Hamilton. W., 1841. Researches in Asia Minor, Pontus and Ermenia. London.

Kaaden, G. ve Metz, K., 1954, Datça - Muğla - Dalaman Çayı Arasındaki Bölgenin Jeolojisi : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 5/1-2, 71 -170.

Kasparek, M., 1988. Bafasee. Natur und Geschichte in der Türkishen Agais. Max Kasparek Verlag, Heidelberg.

Kazancı, N., Dündar, S., Alçiçek, M. C. ve Gürbüz, A., 2009, Quaternary Deposits of the Büyük Menderes Graben in Western Anatolia, Turkey: Implications for River Capture and the Longest Holocene Estuary in the Aegean Sea: Marine Geology, 264, 165–176.

Knipping, M., Müllenhoff, M., Brückner, H., 2008. Human Induced Landscape Changes Around Bafa Gölü (Western Turkey). Veget Hist. Archaeobot, 17: 365-380.

Landing, W.M. and Bruland, K.W., 1980. Manganese in the North Pacific. Earth Planet. Sci. Lett., T49T, 45–56.

Lewan, M.D., Maynard, J.B., 1982, Factors Controlling Enrichment of Vanadium and Nickel in the Bitumen of Organic Sedimentary Rocks: Geochimica et Cosmochimica Acta, 46, 2547–2560.

Lewan, M.D., 1984, Factors Controlling the Proportionality of Vanadium to Nickel in Crude Oils: Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 2231–2238.

Loring, D. H. ve Rantala, R. T. T. (1992): Manual for the Geochemical Analyses of Marine Sediment Sand Suspended Particulate Matter. Earth-Sci Rev 32, 235-283.

Müllenhoff, M., 2004. the Evolution of Lake Bafa (Western Turkey) Sedimentological, Microfaunal and Palynological Results, G. Schernewski und T. Dolch (Hrsg.): Geographie der Meere und Küsten of the Water Framework Directive in Turkey.

Müllenhoff, M., Brückner H., Handl M., 2006. Geoarchaeological Evidence for Rapid Landscape Change in Western Turkey—The Example of the Maeander (Büyük Menderes) Delta. Tübinger Geowiss Abh. A73. Geol Paläontol Inst Univ Tübingen, Tübingen, pp 77–78.

Okay, A.İ., 1985, Bafa Gölü-Muğla-Uşak Arasında Menderes Masifi ve Allokton Birimlerin İlişkisi ve Metamorfizması: Tpao Arama Grubu Rap., 2030.

Okay, A., 1989, Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 109, 45 – 58, Ankara.

Okay ve Tüysüz, 1999, Tethyan Stures of Northern Turkey. In: Duradnd B., Jolivet G., Horvoth F., Serrane M (Eds) the Mediterranean Basins: Tertrary Extension Within the Alphine Orogen, Geo. Soc. Lond. Spec. Publ.,156,475-515.

Okay, A., 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Masif: a new structural modal. International Journal Earth Science, 89, 709-727.

Okay, A.I., 2002, Jadeite-chloritoid-glaucophane-lawsonite schists from northwest Turkey: unusually high P/T ratios in continental crust. Journal of Metamorphic Geology, 20, 757-768.

Ön Akçer, S., 2011, Uludağ Buzul, Yeniçağa ve Bafa Gölleri ile Küçükçekmece Lagünü'nde (Batı Anadolu) Geç Holosen Dönemine Ait Yüksek Çözünürlü İklim Kayıtları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Öngen, S., Petrografide Laboratuar Analiz Teknikleri, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul Üniversitesi,2012.

Özdemir, Y., 2009, Büyük Menderes Nehri Havzasının Arazi Kullanımı ve Su Yönetimi Açısından İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı (Doktora Tezi), İstanbul.

Özel, D., Doğan, Y., Eftellioğlu, M., Günay, C., Sert, İ., Bafa Gölü'nün Jeolojisi - Jeofiziği Ve Oşinografisinin Araştırılması Projesi Sonuç Raporu, 110y002 Nolu Tübitak Projesi,2011, İzmir.

Öztürk, A., Koçyiğit, A., 1983, Menderes Grubu Kayalarının Temel-Örtü İlişkisine Yapısal Bir Yaklaşım (Selimiye-Muğla), Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 26, 99 - 106.

Parejas, E. (1940): La tectonique transversale de la Turquie. - Revue de la Faculte des Sciences de l'Universite d'Istanbul. - Serie B, tome V, fasc. 3-4, İstanbul.

Peschlow-Bindokat, A. 2005: Herakleia am Latmos. Stadt und Umgebung, Istanbul.

Philıipson, A. (1910/15) : Reisen und Forschungen im westlîchen Kleinasien. Peterm. Mitt., Heft 1-5, Gotha.

Rachold, V., Brumsack, H. J., 2001, Inorganic Geochemistry of Albian Sediments From the Lower Saxony Basin Nw Germany: Paleoenvironmental Constraints and orbital cycles. Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 174, 121-143.

Racki, G., Racka, M., Matyhja, H., Develeeschouwer, X., 2001, the Frasnian/Famennian Boundary İnterval in the South Polish-Moravian Shelf Basin: İntegrated Event-Stratigraphical Approach, Paleogeogr. Pleoclimatol. Paleoecol,181,251-297.

Rimmele, G., Oberhansli, R., Goffe, B., Jolivet L., Candan O. ve Çetinkaplan, M., 2003. First evidence of high-pressure metamorphism in the "cover series" of the southern Menderes Massif: Tectonic and metamorphic implications for the evolution of SW Turkey. Lithos, 71, 19-46.

Ring, Johnson, C., Hetzel, R. ve Gessner, K., 2003.Tectonic Denudation of A, Late Cretaceous -Tertiary Collusional Belt-Regionally Symetric Cooling Geological Magazine, 140, 421-441.

Robertson, A.H.F. 2000. Mesozoic-Tertiary Tectonic-Sedimentary Evolution of a South Tethyan Oceanic Basin and its Margin in Southern Turkey, In (eds; Bozkurt, E, Winchester, J. A. and Piper, J. D. A.) Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, Special Publications, 173:97-138.

Rolich, 1969, Eutrophication: causes, consecquences, correctives. Natl. Acad Sci,Washington, 661.

Satır, M. ve Friedrichsen, H., 1986, the Origin and Evolution of the Menderes Massif, W-Turkey: A Rubidium/Strontium and Oxygen Isotope Study: Geologische Rundschau, 75, 703-715.

Schuiling, R. D., 1962, Türkiye'nin Güneybatısındaki Menderes Migmatit Kompleksinin Petrolojisi, Yaşı ve Yapısı Hakkında: Maden Tetkik ve Arama Enst.Derg., 58, 71-85, Ankara.

Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1992, the Age of the Büyük Menderes Graben (West Turkey) and İts Tectonic İmplications: Geol. Mag. 129, 239–242.

Seyitoğlu, G., Işık, V, ve Çemen, İ., 2004. Complete Tertiary exhumation history of the Menderes massif, western Turkey: an alternative working hypotesis. Geological Magazine, 139/1, 15-26.

Siebold, E., Berger, W.H., 1982, The Sea Floor An Introduction To Marine Geology. Springer, Berlin Heidelberg New York 288 p.

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremselliği. MTA, Rapor No: 8174.

Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.

Şengör, A. M. C., Satır, M. ve Akkök, R., 1984, Timing of Tectonic Events in the Menderes Massif, Western Turkey: İmplications for Tectonic Evolution and Evidence for Pan-African Basement in Turkey: Tectonics, 3, 693-707.

Taylor, S.R. and McLennan, S.M. 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution, Blackwell, Malden, Mass.

Tchihatcheff, P., 1869. De L'asie Mineure. Paris, 174 S.

Thomson, S.N. ve Ring, U., 2006. Thermochronologic Evaluation of Post Collision Extension in the Anatolide Orogen, Western Turkey. Tectonics, 25.

Trıbovıllard, N., Algeo, T., Lyons T., Riboulleau, A., 2006, Trace Metals As Paleoredox and Paleoproductivity Proxies: An Update, Chemical Geology, 232, 12–32.

Tribovillard, N.P., Desprairies, A., Lallier–Verges, E., Bertrand, P., Moureau, N., Ramdani, A., Ramanampisoa, L., 1994, Geochemical study of organic–matter rich cycles from the Kimmeridge Clay Formation of Yorkshire (UK): productivity versus anoxia: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 108, 165–181.

Tuttahs, G., 1998. Milet und das Wasser. Ein Beispiel für die Wasserwirtschaft Einer Antiken Stadt. (Forum Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Universität Gh Essen 12). Universität Essen.

Tyson R.V., Pearson T.H., 1991, Modern and ancient continental shelf anoxia: an overview. In : Tyson RV, Pearson TH (eds) Modern and ancient continental Shelf the Geological Soc, London, p 1-24.

Vollenweider, R.A. 1968. The Scientific Basis of Lake and Stream Eutrophication with Particular Reference to Phosphorus and Nitrogen as Factors in Eutrophication, DAS/CSI/67-27 (Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development).

Wagner, H., 2001. der Mittelmeerraum. Wbg, Darmstadt.

Wetzal, 1975, Limnology. Sounders, Philadelphia, 743p.

Wippern, J., 1964, Menderes Masifinin Alpidik Dağ Teşekkülü İçindeki Durumu : M.T.A. Dergisi, 62, 71-79.

Yanko, V.,1990, Stratigraphy and paleogeography of the marine Pleistocene and Holocene deposits of the southern seas of the USSR. Mem. Soc. Geol. It., 44, 167-187.

Yılmaz, 1997, Geology of Western Anatolia, In Active Tectohics of Nortwestern Anatolia-The Marmara Poly-Project, Edited By C. Schindler and Pfister, Vdf, Eth, Zurich, Pp30-50.

Yolcubal, İ., Sondaj Teknikleri Ders Notu, Kocaeli Üniversitesi, 2008.

www.google.com/earth/

www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AYDIN

www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MUGLA

www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2013-yili-iklim-degerlendirmesi.

www.yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx

EKLER

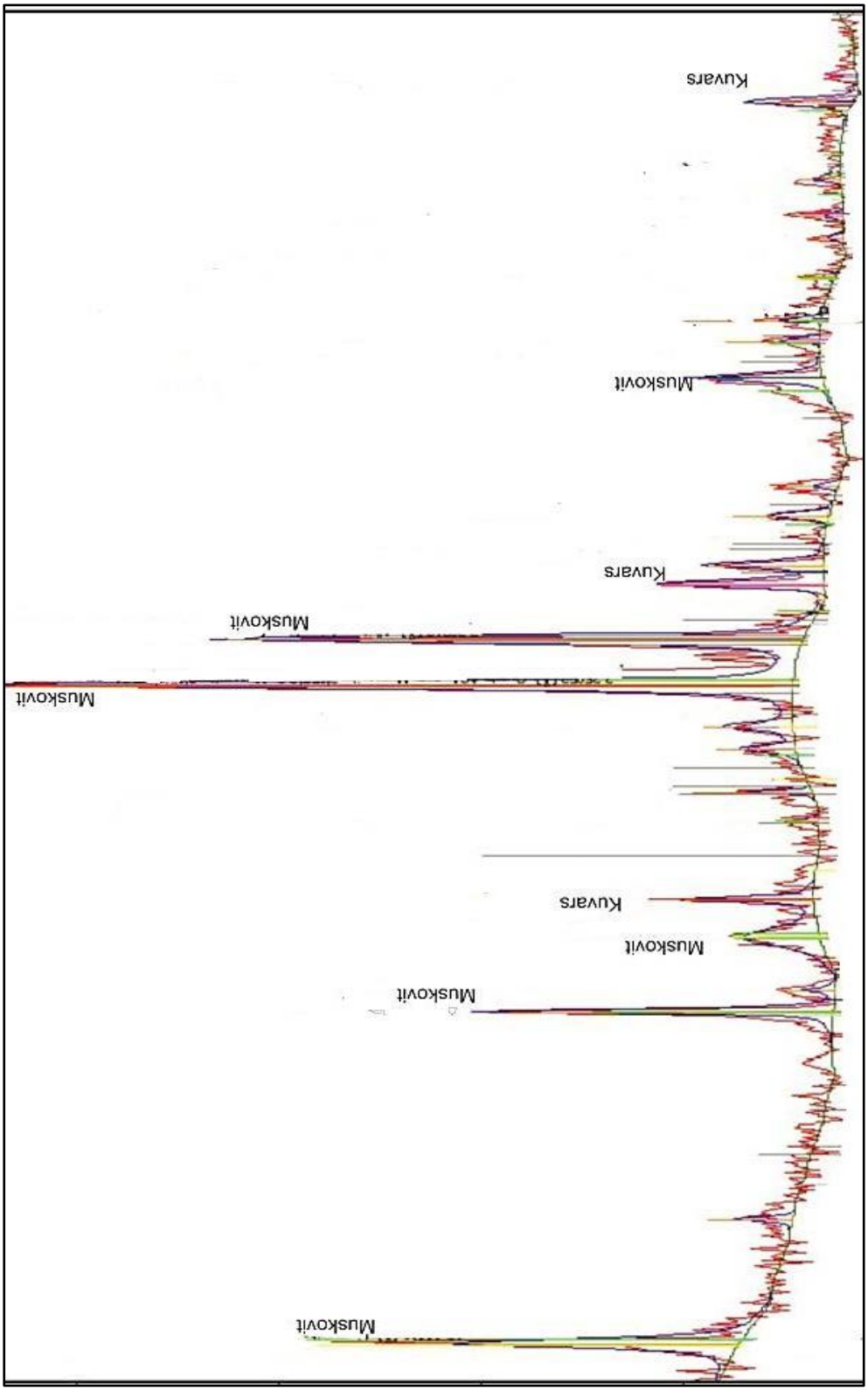
EK1. İnceleme alanında alınan numunelerde yapılan mineralojik incelemeler sonucu formasyonların tanımlanması.

Örnek No	Formasyon Adı	Kullanılan Yöntem	Tanımlama
1	Beşparmak Formasyonu	Mikroskop	Milonitik Gnays. Foliasyon düzlemleri boyunca klorit ve muskovit mineralleri gözlenmiş olup, aralarında feldspat bulundurur. İri zirkonlara rastlanmamıştır. Bantlı bir yapı sunmaktadır.
2	Beşparmak Formasyonu	Mikroskop	Protomilonit (İri Gözlü) Gnays. Ezilmiş, kırılmış, kenarları yuvarlanmış porforaklastlar içermektedir. Çevresinde kızıl renkli biyotitler mevcuttur. Çoğunlukla kuvars ve feldspat içermekte olup çoğunlukla feldspattan oluşmaktadır. Feldspat içerisinde kaolinitik alterasyon egemendir.
3	Bafa Formasyonu	Mikroskop	İçerisinde hidrotermal kuvars damarı gözlenmektedir. Lepidoplastik dokuludur. Kuvars, klorit, biyotit ve muskovit içermektedir. Kuvarsca zengin katmanlarla kloritçe zengin katmanlar ardalanmalı olarak gözlenmektedir.
4	Bafa Formasyonu	Mikroskop	Milonitik Şist. Lepidoplastik dokuludur. Şistozite düzlemleri klorit mineralleriyle belirginleşmiştir. İçerisinde kil, kum taneleri gözlenmiş olup, köken kayası killi kumtaşı olabilir.
5	Bozdağ Grubu	Mikroskop	Rekritalize olmuş çok ufak taneli mikritik kireçtaşı. İçerisinde çok az kum tanesi olup milonitik yapıdadır. Yer yer ince sparit damarları gözlenmektedir. Çoğunlukla kalsit ve dolomit kristallerinden oluşur.

EK 2. Mikroskopik ve XRD incelemeleri sonucu formasyonlara ait kayaçlar içerisinde gözlenen mineral yoğunluğu (xxx= Baskın, xx=Orta, x=Seyrek).

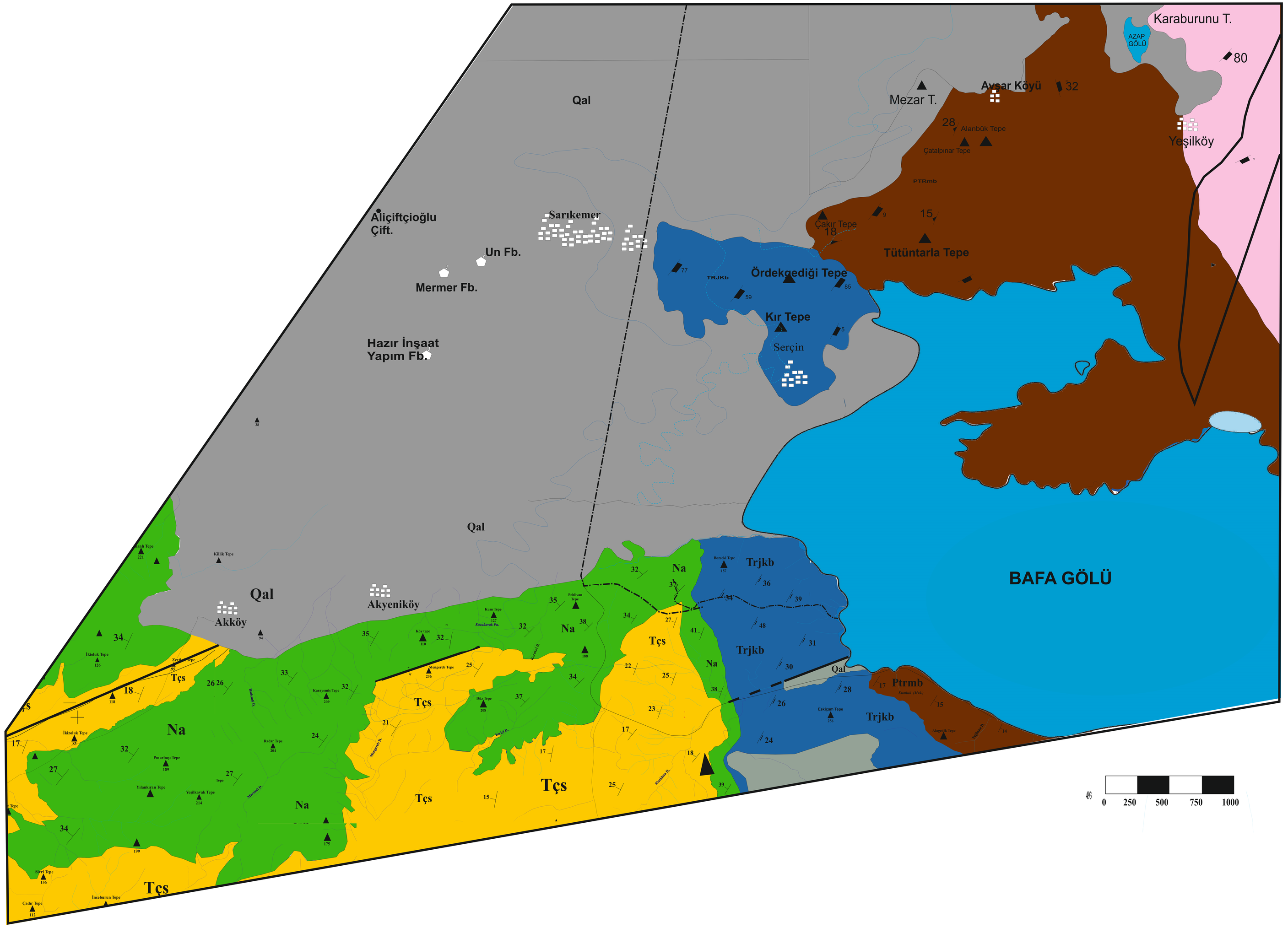
Örnek No	Formasyon Adı	Kullanılan Yöntem	Kuvars	Muskovit	Feldspat	Kil	Klorit	Biyotit	Kalsit
1	Beşparmak Formasyonu	Mikroskop	xxx	xx	xx	-	xx	-	-
2	Beşparmak Formasyonu	Mikroskop	xx	x	xxx	xx	x	xx	-
3	Bafa Formasyonu	Mikroskop	xxx	x	x	-	xxx	-	-
4	Bafa Formasyonu	Mikroskop	xx	x	x	xx	xxx	-	-
5	Bozdağ Grubu	Mikroskop	-	-	-	x	-	-	xxx
6	Akbük Formasyonu	XRD	xxx	xxx	x	xx	x	-	-

EK 3. Akbük Formasyonu!na ait örneğin XRD sonucu



EK 4

BAFA GÖLÜ ÇEVRESİNİN JEOLOJİ HARİTASI (TOKSOY, 2014)*



K

AÇIKLAMALAR

SENOZOYİK	Kuvaterner	-	Alüvyon
	Tersiyer Neojen — Pliyosen	Tçs	Söke Formasyonu
	Tersiyer Neojen — Üst Miyosen	Tçs	Söke Formasyonu
	Tersiyer Neojen — Alt-Orta Miyosen	Na	Akbük Formasyonu
MESOZOYİK	Kretase	TRJKb	Bozdağ Grubu
	Jura	TRJKb	Bozdağ Grubu
PALEOZOYİK		PTRmb	Bafa Formasyonu
PREKAMBRİYEN		Peb	Beşparmak Formasyonu

SEMBOLLER ve SİMGELER

- Yol
- Dokanak
- Nehir
- Yerleşim Yeri
- Tepe
- Kırık-Çatlak
- Doğrultu-Eğim
- Foliasyon-Lineasyon
- Fabrika
- Fay

* (Hut, M. ve Göçmen (2013), T., Durmaz, E., Aktaş D., (2014) Yrd.Doç.Dr. Özlem Bulkan'ın danışmanlığında hazırladıkları bitirme tez projeleri ve haritalarından yararlanılmıştır.)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Bilgehan TOKSOY
Uyruğu	T.C
Doğum tarihi, Yeri	Beykoz 10.05.1990
Telefon	0543 860 22 40
E-mail	toksoybilgehan@gmail.com
Web adres	

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ /	
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ /	
Lisans	Kocaeli Üniversitesi	2012
Lise	Üsküdar Cumhuriyet Lisesi (Y.D.A)	2008

Makaleler / Bildiriler

Sari E., Bulkan Ö., Çağatay N., Toksoy B., Ali Kurt M., "Heavy Metal Pollution Assessment In Core Sediments And Mussel From The Bafa Lake", Uluslararası katılımlı 6. jeokimya sempozyumu, İÇEL, TÜRKİYE, 14-17 Mayıs 2014, ss.182-184.

Toksoy B., Bulkan Ö., Çağatay M.N. , Sari E., Yalamaz B., Gürevin C., Durmaz E., Aktaş D., "Bafa Gölü Çökellerinin Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri", 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı, ANKARA, TÜRKİYE, 14-18 Nisan 2014, ss.770-771.