KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EMET (KÜTAHYA) NEOJEN HAVZASI BOR PROSPEKSİYONU: HEDEF SAPTAMADA JEOKİMYASAL YÖNTEM GELİŞTİRME

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Cafer ÖZKUL

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. Selçuk TOKEL

KOCAELİ, 2008

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EMET(KÜTAHYA) NEOJEN HAVZASI BOR PROSPEKSİYONU: HEDEF SAPTAMADA JEOKİMYASAL YÖNTEM GELİŞTİRME

DOKTORA TEZİ

Cafer ÖZKUL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 15 Temmuz 2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 19 Ağustos 2008

Tez Danışmanı
Prof.Dr. Selçuk TOKEL
(.....)

Üye
Prof.Dr. Mithat Fırat ÖZER
(.....)

Üye
Yrd.Doç.Dr. Nezihi KÖPRÜBAŞI
(.....)

Üye
Prof.Dr. Cahit HELVACI
(.....)

Üye
Doç.Dr. Ercan ALDANMAZ
(.....)

KOCAELİ, 2008

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Jeolojik doğanın yeryuvarında sadece ülkemize sunduğu bor tuzları birikimleri büyük bir zenginlik kaynağımızdır. Jeolojik görünüm sadece bilinen bor havzalarımızda araştırmalar genişletilerek rezervlerimizi katlamanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Araştırma tekniği olarak sadece sondaj uygulanmaktadır. 500-1000 km^2'lik alanlarda birkaç yüz metrelik merceklerin bulunması çok zor, zaman alıcı ve pahalıdır. Mercekleri, sondaj için bir hedef olarak düşünürsek bu hedefi daha kolay, emin ve ucuz yöntemlerle saptamak amaç olarak ele alınmıştır. "Toprak Jeokimyası" prospeksiyon yönteminin borat aramalarında da hedef saptayıcı olarak kullanılabilirliği denenmiş ve sonuçta bu yöntemin çok ucuz ve etkin olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma sırasında her türlü imkanı sağlayan, değerli görüşlerini ve katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Selçuk TOKEL'e teşekkür ederim. Katkıları ve deneyimleriyle çalışmama yönveren Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ'a ve Dr. Mehmet SAVAŞ'a ayrıca teşekkür ederim

Arazi ve laboratuar çalışmalarım sırasında yardımcı olan Sayın Jeo. Yük. Müh. Ömer KAMACI'ya, Jeo. Müh. Seferhan BURAK'a, Jeo. Müh Enes ZENGİN'e, Jeo. Müh Tansu AYDIN'a ve Jeo. Müh Berk Tirali'ye teşekkür ederim.

Saha ve laboratuvar çalışmalarımızda gerekli desteği zamanında sunan ETİMADEN Emet Bor İşletme Müdürlüğü'ne içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma sırasında bana her türlü konuda yardımcı olan ve manevi desteğini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim. Buna ek olarak bu çalışmanın başından sonuna kadar katkıda bulunan ve isimlerini burada belirtemediğim herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜRLER i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ. ix
SİMGELER DİZİNİ x
ÖZET xi
İNGİLİZCE ÖZET xii
1. GİRİŞ 1
1.1. Genel Bilgiler ve Amaç 1
1.3. Çalışma Alanının Tanıtımı 4
1.4. Önceki Çalışmalar 5
2. HAVZA LİTOSTRATİGRAFİSİ VE LİTOLOJİSİ 15
2.1. Giriş 15
2.2. Temel Kayaçlar 15
2.2.1. Tanım 15
2.2.2. Litoloji 19
2.2.3. Yaş 23
2.3. Neojen Havzası Formasyonları 24
2.3.1. Taşbaşı formasyonu 24
2.3.1.1. Tanım 24
2.3.1.2. Litoloji 25
2.3.1.3. Ortam 25
2.3.1.4. Yaş 26
2.3.2. Köprücek felsik taban volkanitleri 26
2.3.2.1. Tanım 26
2.3.2.2. Litoloji 30
2.3.2.3. Yaş 37
2.3.3. Karbasan formasyonu 39
2.3.3.1. Tanım 39
2.3.3.2. Litoloji 40
2.3.3.3. Ortam 41
2.3.3.4. Yaş 41
2.3.4. Yeniceköy plaket kireçtaşları 41
2.3.4.1. Tanım 41
2.3.4.2. Litoloji 43
2.3.4.3. Ortam 43
2.3.4.4. Yaş 44
2.3.5. Beyköy formasyonu 44
2.3.5.1. Tanım 44
2.3.5.2. Litoloji 46
2.3.5.3. Ortam 46
2.3.5.4. Yaş 47
2.3.6. Ergünler taban kireçtaşları 47

2.3.6.1. Tanım 47
2.3.6.2. Litoloji 48
2.3.6.3. Ortam 49
2.3.6.4. Yaş 50
2.3.7. İğdeköy formasyonu 50
2.3.7.1. Tanım 50
2.3.7.2. Litoloji 51
2.3.7.3. Ortam 53
2.3.7.4. Yaş 53
2.3.8. Emet örtü kireçtaşları 54
2.3.8.1. Tanım 54
2.3.8.2. Litoloji 56
2.3.8.3. Ortam 57
2.3.8.4. Yaş 57
2.3.9. Merkezşıhlar formasyonu 58
2.3.9.1. Tanım 58
2.3.9.2. Litoloji 59
2.3.9.3. Ortam 59
2.3.9.4. Yaş 60
2.3.10. Dereköy mafik tavan volkanitleri 60
2.3.10.1. Tanım 60
2.3.10.2. Litoloji 61
2.3.10.3. Yaş 64
2.3.11. Traverten 64
2.3.12. Eski nehir taraçası 65
2.3.13. Alüvyon 66
2.4. Mineralizasyon 66
2.4.1. Giriş 66
2.4.2. Espey cevherleşmesi 67
2.4.3. Hisarcık cevherleşmesi 68
2.4.4. İğdeköy cevherleşmesi 73
2.4.5. Şeyhler cevherleşmesi 74
3. MAGMATİK KAYAÇLAR JEOKİMYASI 79
3.1. Giriş 79
3.2. Analitik Yöntemler 79
3.3. Kayaç Sınıflaması 79
3.4. Ana Element Karakteristikleri 84
3.5. İz Element Karakteristikleri 86
4. TOPRAK JEOKİMYASI İLE BOR PROSPEKSİYONU 92
4.1. Giriş 92
4.2. İndikatör ve İz Bulucu Element Seçimleri 93
4.3. Örnek Alımı ve Hazırlama 93
4.4. Konsantrasyon Tayinleri 95
4.5. Verilerin Yorumlanması 96
5. ANOMALİLERİN YORUMLANMASI 98
5.1. Giriş 98
5.2. İndikatör Olarak B Dağılımı 98
5.3. Yardımcı İndikatör Olarak Na Dağılımı 101
5.4. As Derişimi Dağılımı 105

5.5. Sb Derişimi Dağılımı 108
5.6. Sr Derişimi Dağılımı 111
5.7. K, Li, Cs, ve Be Derişim Dağılımları 113
5.8. Sonuçlar ve Öneriler 120
KAYNAKLAR 122
EKLER 128
ÖZGEÇMİŞ 141

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Dünya bor rezervi dağılımı (B_2O_3) 1
Şekil 1.2: 1/2000000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası üzerinde bor havzalarını sınırlayan alanın konumu; küçük alan Emet havzasını göstermektedir 3
Şekil 1.3: Çalışma alanının yer bulduru haritası 4
Şekil 1.4: Çalışma alanının genelleştirilmiş Neojen stratigrafisinin önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştıran korelasyon..... 6
Şekil 2.1: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti 16
Şekil 2.2: Temel kayaçlar içerisindeki mika şistlere ait bir görünüm (Küreci köyü güneydoğusu) 17
Şekil 2.3: Temel kayaçlar içerisindeki mermerlere ait bir görünüm (Eğrigöz köyü kuzeyi)..... 18
Şekil 2.4: Temel kayaçlar içerisindeki dolomitik kireçtaşlarına ait bir görünüm (İkibaşlı köyü güneybatısı)..... 18
Şekil 2.5: a) Temel kayaçlar içerisindeki granit ve aplit dayklarına ait bir görünüm. b) Granitlere ait makro görünüm (Göncek köyü batısı)..... 19
Şekil 2.6: Şistlere ait ince kesit fotoğrafı. Mikalarda sünek davranıştan kaynaklanan kıvrımlar a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Mus:Muskovit, Ku:Kuvars)..... 20
Şekil 2.7: Şistlere ait ince kesit fotoğrafı. Yüksek metamorfizma ürünü Garnet minerali a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Mus:Muskovit, Gar:Garnet)..... 21
Şekil 2.8: Mermerlere ait ince kesit fotoğrafı. Mermerlerde gözlenen granoblastik doku a)ÇN, b)TN (Kal: Kalsit) 21
Şekil 2.9: Rekristalize dolomitik kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. Granoblastik doku ve ikincil olarak gelişen kalsitler a)ÇN, b)TN (Kal: Kalsit) 22
Şekil 2.10: Granitlere ait tüm kristalli taneli doku gözlenen ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Plj:Plajioklas, Bi:Biyotit, Ku:Kuvars) 23
Şekil 2.11: a) Taşbaşı formasyonuna ait bir görünüm. b) Formasyon içerisindeki ait granit çakılları (Umutlu köyü güneydoğusu) 24
Şekil 2.12: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden dasitlere ait bir görünüm. b) Dasitlere ait makro görünüm (Köprücek beldesi kuzeybatısı)..... 28
Şekil 2.13: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden andezitlere ait bir görünüm (Köprücek beldesi kuzeybatısı)..... 28
Şekil 2.14: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden riyolitlere ait bir görünüm. b) Riyolitlere ait makro görünüm (Bahatlar köyü güneyi)..... 29
Şekil 2.15: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinin ürünü olan tüflere ait görünüm. b) Tüflere ait makro görünüm (Yenipınar köyü kuzeybatısı) 29
Şekil 2.16: Dasitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Kuvars Hamur ile reaksiyonu sonucu kemirilmiş a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Bi:Biyotit) 31
Şekil 2.17: Dasitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Kuvars Hamur ile reaksiyonu sonucu kemirilmiş. Killeşme kesit alanının geneline yayılmış a)ÇN, b)TN (Ku:Kuvars, Plj:Plajioklas) 31

Şekil 2.18: Dasitlere ait sferülitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Sf:Sferülitleşme) 32
Şekil 2.19: Andezitlere ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İkincil olarak kalsit oluşumu gerçekleşmiş a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Op:Opak, Ep:Epidot) 33
Şekil 2.20: Andezitlere ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Olivin mineralinde iddingsitleşme a)ÇN, b)TN (Plj: Plajioklas, İd:İddingsitleşme) 34
Şekil 2.21: Andezitlere ait hiyalopilitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Öz şekilli amfibol mineralleri a)ÇN, b)TN (Amf:Amfibol, Bi:Biyotit, Plj:Plajioklas) 35
Şekil 2.22: Riyolitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İri kuvars minerali hamur tarafından kemirilmiş a)ÇN, b)TN (Ku:Kuvars, Bi:Biyotit) 36
Şekil 2.23: Riyolitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Plj:Plajioklas) 36
Şekil 2.24: Tüflere ait volkanik cam bağlayıcısı içerisinde yer alan fenokristallerin ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Amf:Amfibol, Plj:Plajioklas) 37
Şekil 2.25: Karbasan formasyonuna ait görünüm (Karbasan beldesi kuzeybatısı)..... 39
Şekil 2.26: Karbasan kireçtaşına ait ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit) ... 40
Şekil 2.27: a) Yeniceköy plaket kireçtaşı formasyonuna ait görünüm. b) Plaket kireçtaşlarının makro görünümü (Yeniceköy beldesi güneybatısı) 42
Şekil 2.28: Yeniceköy kireçtaşına ait ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars) 43
Şekil 2.29: Beyköy formasyonuna ait görünüm (Yağcık köyü batısı)..... 45
Şekil 2.30: Ergünler taban kireçtaşlarına ait görünüm (Ergün damları doğusu)..... 48
Şekil 2.31: Ergünler taban kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. Kesitte az oranda kuvars kumu ve ikincil kalsit oluşumu a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars)..... 49
Şekil 2.32: İğdeköy formasyonuna ait görünüm. (Hisarcık ilçesi kuzeyi)..... 51
Şekil 2.33: a) İğdeköy formasyonu içerisindeki borat merceklerine ait görünüm. b) Borat merceklerini oluşturan kolemanit yumrularına ait makro görünüm (Eti Maden Hisarcık işletmesi) 52
Şekil 2.34: a) Emet örtü kireçtaşlarına ait görünüm. b) Kireçtaşları içerisindeki çört oluşumlarına ait makro görünüm (Eti Maden Hisarcık işletmesi) 55
Şekil 2.35: Emet örtü kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. İkincil gelişen iri kalsit taneleri a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars) 56
Şekil 2.36: a) Merkezşıhlar formasyonuna ait görünüm. b) Formasyona ait makro görünüm (Sarıayak köyü güneyi) 58
Şekil 2.37: a) Dereköy mafik tavan volkanitlerine ait görünüm. b) Bazaltlara ait makro görünüm (Dereköy beldesi kuzeyi)..... 61
Şekil 2.38: Bazaltlara ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Ol:Olivin, Prx:Piroksen, Amf: Amfibol) 62
Şekil 2.39: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Prx:Piroksen, Amf: Amfibol) 62
Şekil 2.40: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İkincil gelişen karbonatlaşma a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Prx:Piroksen) 63
Şekil 2.41: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Prx:Piroksen, Amf: Amfibol) 63
Şekil 2.42: Travertenlere ait görünüm (Doğanlar köyü kuzeyi) 65
Şekil 2.43: Eski nehir taraçasına ait görünüm (Malı damları kuzeyi) 66
Şekil 2.44: Espey Merceğinin NW-SE Yönlü Kesiti..... 69
Şekil 2.45: Espey Merceğinin SW-NE Yönlü Kesiti..... 70

Şekil 2.46: Hisarcık merceğinin NW-SE yönlü kesiti 71
Şekil 2.47: Hisarcık merceğinin SW-NE yönlü kesiti 72
Şekil 2.48: İğdeköy merceğinin W-E yönlü kesiti 75
Şekil 2.49: İğdeköy merceğinin S-N yönlü kesiti 76
Şekil 2.50: Şeyhler merceğinin W-E yönlü kesiti 77
Şekil 2.9: Şeyhler merceğinin N-S yönlü kesiti 78
Şekil 3.1: Volkanik kayaçların toplam alkali-silis (TAS) içeriklerine göre adlandırma diyagramı (Le Bas ve diğ., 1986); alkalen-subalkalen ayırım çizgisi Miyashiro (1978)'ya göredir 81
Şekil 3.2: Kayaçların K_2O-SiO_2 oranına göre sınıflama diyagramı (Pecerillo ve Taylor, 1976); [*I*: ark toleyit serisi, *II*: kalk-alkalen seri, *III*: yüksek-K kalk-alkalen seri, *IV*: şoşonit serisi] 83
Şekil 3.3: Analizi yapılan tüm volkanitlerin SiO_2-Zr/TiO_2 oranına göre adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977) da konumlanması. 84
Şekil 3.4: Analizi yapılan volkanitlerin Na_2O+K_2O ve CaO-SiO_2 diyagramı (Peacock, 1933) da konumlanması 85
Şekil 3.5: Analizi yapılan tüm kayaçların Na_2O+K_2O- FeOt - MgO (AFM) içeriklerine göre sınıflandırılması (Irvine and Baragar, 1971) 85
Şekil 3.6: Volkanik kayaçların ana element (TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5) - SiO_2 ikili değişim diyagramları 87
Şekil 3.7: Volkanik kayaçların iz element (Ba, Rb, Th, Nb, Sr, Zr, Y, V) - SiO_2 ikili değişim diyagramları 88
Şekil 3.8: Köprücek felsik taban volkanitlerinin Nb -Y jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramındaki konumlanmaları (Pearce ve diğ., 1984). 89
Şekil 3.9: Köprücek felsik taban volkanitlerinin. Hf-Rb/30-Ta*3 jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramında konumlanmaları (Harris ve diğ., 1986).. 90
Şekil 3.10: Dereköy mafik tavan volkanitlerinin Ti/Y-Nb/Y jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramındaki konumlanmaları (Pearce, 1982). 90
Şekil 4.1: Toprak horizonu 94
Şekil 5.1: Bor dağılım histogramı 99
Şekil 5.2: Bor dağılımı 100
Şekil 5.3: Sodyum dağılım histogramı 101
Şekil 5.4: Sodyum dağılımı 102
Şekil 5.5: Sodyum dağılımı (IDW) 103
Şekil 5.6: İğdeköy cevher merceği üzeri B-Na anomali grafiği 104
Şekil 5.7: Arsenik dağılım histogramı 105
Şekil 5.8: Arsenik dağılımı 106
Şekil 5.9: Şeyhler cevher merceği üzeri B-As anomali grafiği 107
Şekil 5.10: Kolemanit cevherini çevreleyen arseno-sülfür mineralleri 108
Şekil 5.11: Antimon dağılım histogramı 109
Şekil 5.12: Antimon dağılımı 110
Şekil 5.13: Stronsiyum dağılım histogramı 111
Şekil 5.14: Stronsiyum dağılımı 112
Şekil 5.15: Potasyum dağılım histogramı 114
Şekil 5.16: Lityum dağılım histogramı 114
Şekil 5.17: Sezyum dağılım histogramı 115
Şekil 5.18: Berilyum dağılım histogramı 115
Şekil 5.19: Potasyum dağılımı 116
Şekil 5.20: Lityum dağılımı 117

Şekil 5.21: Sezyum dağılımı 118
Şekil 5.22: Berilyum dağılımı 119
Şekil 5.23: Bor konsantrasyonu 3 boyutlu yüzey dağılımı ile saptanmış bor mercekleri ilgisi 120

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1: Espey Bölgesi Kolemanit Cevheri XRF Sonuçları..... 68
Tablo 2.2: Hisarcık Bölgesi Kolemanit Cevheri XRF Sonuçları..... 73
Tablo 3.1: Köprücek ve Dereköy volkanitlerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları..... 80

SİMGELER DİZİNİ

Ab : Albit
An : Anortit
As : Arsenik
Be : Berilyum
B : Bor
Cs : Sezyum
Crn : Korund
Ç.N. : Çift nikol
HFS : Kalıcılığı yüksek olan element
Hmt : Hematit
Hy : Hipersten
ICP-MS : Inductively caupled plasma emission spectroscopy
K/Ar : İzotropik yaş analiz yöntemi
K : Potasyum
LIL : Geniş iyonlu litofil element
Li : Lityum
LREE : Hafif nadir toprak element
Mg : Magnezyum
Na : Sodyum
Nb : Niyobyum
Ol : Olivin
Or : Ortoklas
Qtz : Kuvars
S : Kükürt
Sb : Antimon
Se : Selenyum
Sr : Stronsiyum
TAS : Toplam alkali-siliyum diyagramı
Th : Toryum
T.N. : Tek Nikol
U : Uranyum
XRF : x-ray fluorescence
Zr : Zirkonyum

EMET (KÜTAHYA) NEOJEN HAVZASI BOR PROSPEKSİYONU: HEDEF SAPTAMADA JEOKİMYASAL YÖNTEM GELİŞTİRME

Cafer ÖZKUL

Anahtar Kelimeler: Toprak jeokimyası, bor prospeksiyonu, Neojen borat yatakları, Emet havzası.

Özet: Dünya rezervlerinin ~% 67 si Batı Anadolu karasal borat birikimlerindedir. Bu birikimler Neojende çarpışma volkanizması ile birlikte görülen gölsel ortamda çökelmişlerdir. Bu volkaniklerin alkali kalsik, peralümin karakterleri, yüksek Rb, Th ve U değerleri, özellikle yüksek bor içerikleri kabuksal katkıyı işaret etmektedir. Ayrıca Nb, Ta ve Hf zenginleşmesi plaka ortası manto kökenini işaret etmektedir.

Bu basenler içinde, bilinen merceklerin dışında, daha bir çok mineralizasyon merceğinin varlığı düşünülebilir. Bunların ortaya çıkarılmasında jeokimyasal toprak prospeksiyonu uygulanabilir. Bu amaçla iki bilinen mineralizasyon merceği bulunan Emet-Hisarcık (Kütahya) Neojen havzası prospeksiyon için seçilmiştir.

600 km^2 lık havzada, yaklaşık 400 km^2 lik alan kapsayan örtü kayaçlar üzerinde 1 km lik aralıklarla oluşturulan grid üzerinde 370 adet toprakta B, As, Sb, Th, U, Nb, Zr, Se, Li, Be, Mg, Sr, Na, Cs, K ve S analizleri yapılmıştır. Çözelti için sıcak A.R. kullanılmış, son ölçümler ICP-MS teknolojisi ile yapılmıştır.

Veri işlem ve istatistik çalışmalarıyla yapılan yorumlamalardan sonra toprak anomalileri ile bilinen gömülü mineralizasyonların boyut ve bileşimleri karşılaştırılmış ve şu sonuçlar ortaya çıkmıştır; (I) Bor prospeksiyonu için B elementi en uygun indikatör elementtir. Anomalinin şiddeti ve şekli bilinen mercekle tam uyumludur. (II) B anomalisi ile birlikte yer almış Na anomalileri (temel değerin 30 katında) mercekte kolemanit ile birlikte bulunan Na lu boratların (üleksit, probertit) varlığını işaret etmektedir. (III) B anomalileriyle birlikte görülen yüksek As değerleri mineralizasyondaki realgar ve orpiment miktarlarının derecesi için bir göstergedir. (IV) B anomalileri dışında çok keskin As ve Sb anomalilerinin varlığı ekonomik değerde stibinit birikimini işaret edebilir. (V) K, Li, Cs ve Be anomalilerinin ortak sınırları, havza içinde dar bir oluk içinde çökelmiş boratlı killerin sınırları ile uyumludur. Sonuç olarak, sondajların yüksek maliyeti düşünülürse jeokimyasal toprak prospeksiyonu ile hedef saptandıktan sonra sondaj programlanmalıdır.

SOIL SURVEY FOR BORATE EXPLORATION IN EMET (KÜTAHYA) NEOGENE BASIN: OPTIMIZING GEOCHEMICAL TECHNIQUES FOR TARGET DEFINITION

Cafer ÖZKUL

Keywords: Soil geochemistry, borate prospection, Neogene borate deposits, Emet basin.

Abstract: Continental borate deposits in Western Turkey supply ~% 67 of world reserve. Those deposits were precipitated in lacustrine environment during periods of collisional volcanic activity of Neogene age. Alkali calcic, peraluminous character and high Rb, Th and U values, especially high boron contents reflecting some crustal contamination for these volcanics. Also enrichment of Nb, Ta and Hf indicate the within plate mantle source.

In these basins, beyond the known deposits, existance of many unknown mineralization lenses can be thought. Geochemical soil survey may be aplicable in order to explore new findings. For this purpose Emet-Hisarcık (Kütahya) Neogene basin, which contains two known borate lenses were chosen for this application.

Square grid of samples taken at 1 km intervals were used on the cover rocks of approximately 400 km^2. Total 370 soil sample were analysed for B, As, Sb, Th, U, Nb, Zr, Se, Li, Be, Mg, Sr, Na, Cs, K and S. Decomposition were made by A.R. solution. Estimation conducted by ICP-MS.

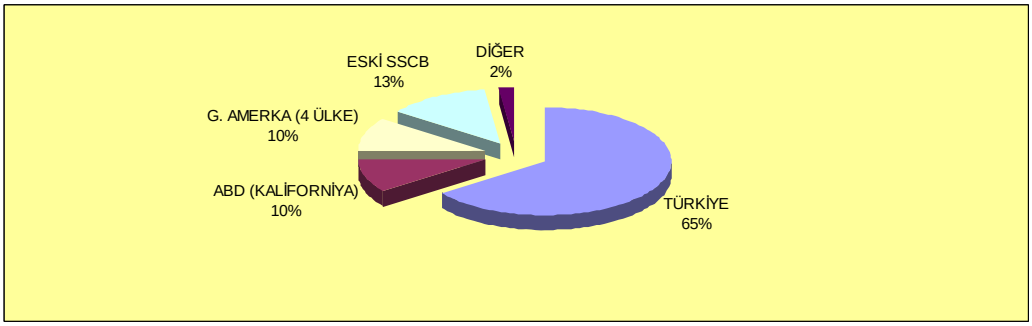
After data handling and statistical interpretations, relation between form and magnitute of the soil anomalies, shape and composition of the known underlying mineralization were compared. After this stage the results demonstrated that; (I) B is a most suitable indicator element for boron prospection. Magnitude and shape of the anomalies are perfectly consistent with the known borate lenses. (II) B anomalies together with the Na anomalies (up to 30 times higher than normal) indicate presence of higher amount of Na borates (ulexite, probertite) together with colemanite. (III) B anomalies with the high As values indicate the degree of presence of realgar and orpiment in the borate deposits. (IV) Very sharp As and Sb anomalies away from B anomalies indicate economic stibinite depositions. (V) K, Li, Cs and Be concentrations maps indicate the limits of the narrow basin in which borate bearing clayey formation deposited. It can be concluded that inasmuch as drilling is the most expensive method target definition by soil geochemistry should be established than the drilling oriented.

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler ve Amaç

Litofil karakterli bor elementinin kıta kabuğundaki ortalama derişimi 15 ppm olup çoğunluk sırasında 27. elementtir (Anovitz ve Grew, 1996). Ekonomik endüstriyel kaynak olabilmesi için 6000 ile 35000 kat konsantrasyonu (Clark katsayısı) gerekmektedir. Dünya üretiminin %90'ından fazlası literatürde "Karasal Senozoyik Borat Birikimleri" olarak tanımlanan, Neojen playa göl çökelimleriyle oluşumuş bor tuzu mineralleridir (Smith ve Medrano, 1996). Bu minerallerin 30'u aşkın çeşidi olmasına rağmen (Erd, 1980), toplam rezervin %80' ini Kolemanit ($Ca_2B_6O_{11}*5H_2O$), Boraks ($Na_2B_4*10H_2O$) ve Üleksit ($NaCaB_5O_6*8H_2O$) gibi Ca ve Na'lu sulu borat mineralleri oluşturmaktadır.

Bu üç önemli borat mineralinin yeryüzünde oluşturduğu toplam rezervin dağılımı Şekil 1.1'de özetlenmiştir. Bu diyagramda görüldüğü üzere dünya toplam rezervinin %65-80'i Türkiye'de bulunmaktadır. Bu birikimler havzalardaki merceklerin erozyonuyla mostra vermeleri veya arama sondajları (genellikle linyit aramaları) tarafından kesilmeleri sonucu bulunmuştur.



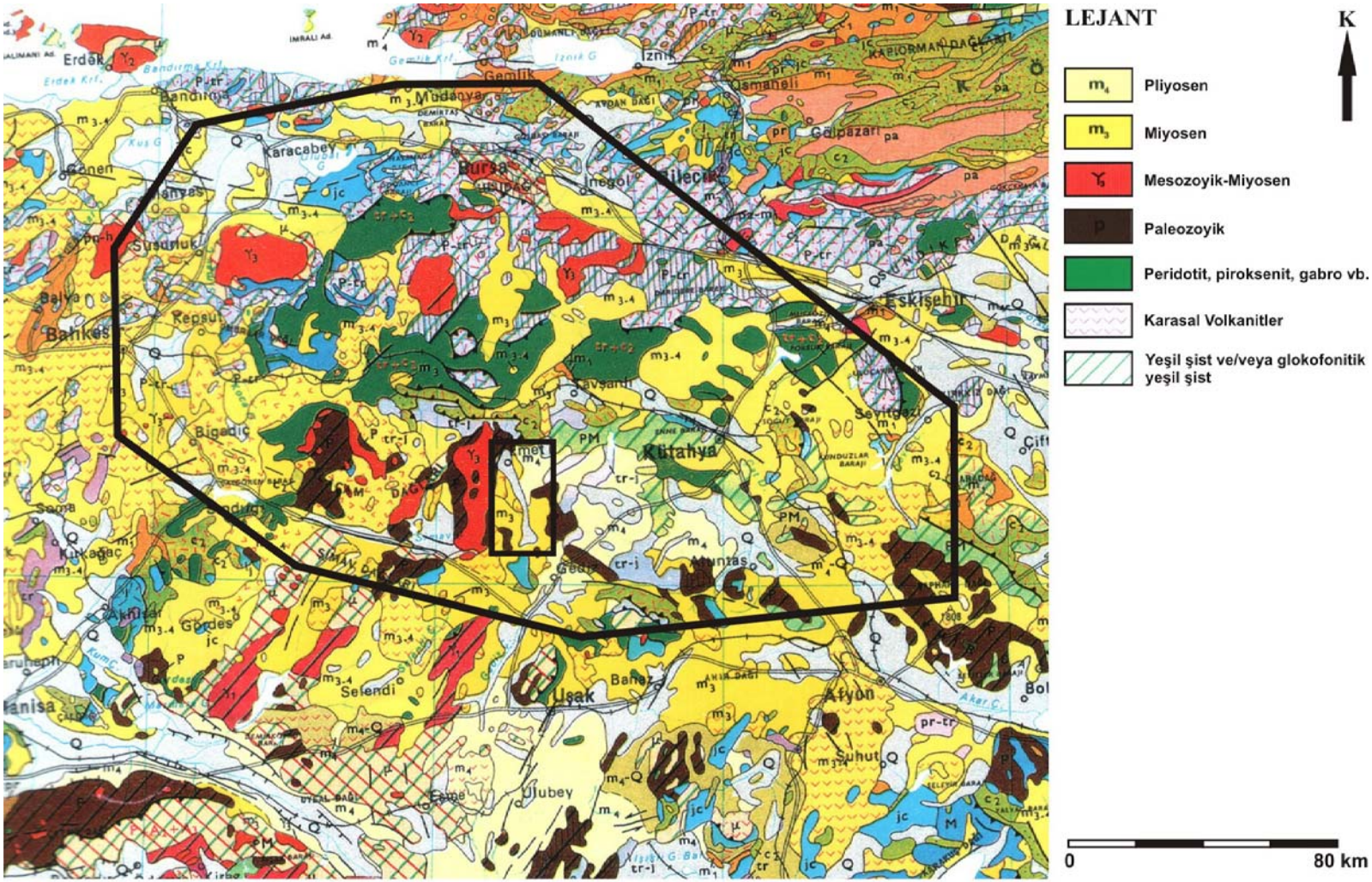
Şekil 1.1: Dünya bor rezervi dağılımı (B_2O_3).

Borun akıcı jeokimyasal karakteri, birimkilerin düzenli veya yarı düzenli mercek şeklinde görülmeleri, stratifikasyonun yataya yakın ve tektonizmadan etkilenmemiş

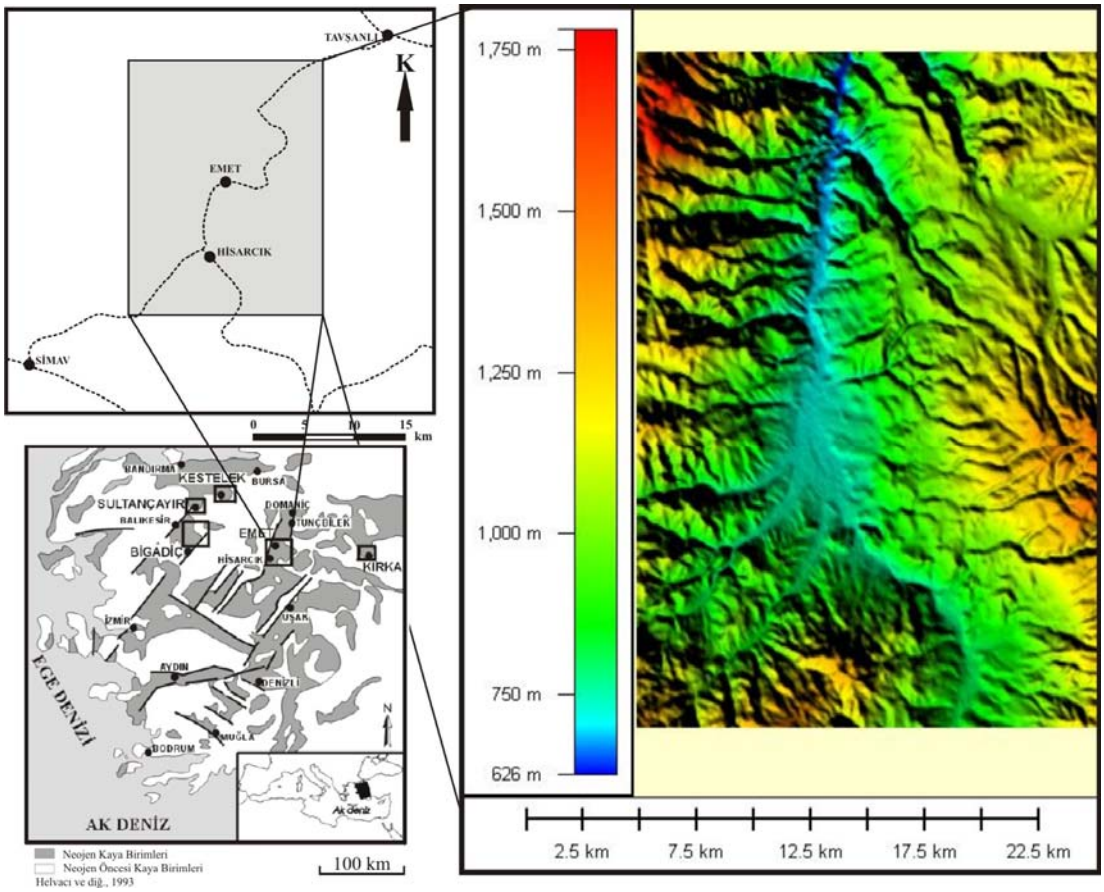
olması, depolanma derinliğinin sığlığı, topoğrafyanın sert olmaması gibi özellikler gölsel borat birikimlerinin aranmasında özellikle toprak jeokimyasını ideal kılmaktadır. Ancak rezervlerin ¾'ünün Türkiye'de bulunması, yakın zamana kadar üretimin talebi kolay karşılayabilir olması bor aramalarında yeni yöntemler geliştirilmesini pek zorlamamıştır. Karasal borat aramaları amacıyla yapılmış bir ilgili jeokimyasal prospeksiyon yöntemi ile ilgili bilimsel çalışmaya literatürde rastlanılmamasının nedeni de büyük olasılıkla budur.

Günümüzde ise bor kullanım alanlarının genişlemesi Türkiye'nin bor türevlerinde yaptığı üretim atılımları (2006 yılında Dünya üretiminin %36.5'i) ve bu üretimlere taleplerin her geçen gün artması (Eti Maden, 2006) yurdumuzda yeni bor rezervlerinin (işletimi kolay, tenörü yüksek ve saf) bulunmasını gündeme getirmiştir.

Bu nedenlerle bor birikimi açısından Dünya'da özel bir konumu olan Batı Anadolu Neojen havzalarında yeni borat rezervlerinin bulunması için jeokimyasal prospeksiyon uygulamasının "Hedef Saptama" yöntemi olarak geliştirilmesi düşünülmüştür. Bu amaçla bor bölgesi olarak bilinen Eskişehir-Kütahya-Balıkesir-Bandırma'nın çevrelediği alan içindeki Neojen Havzalarından (Şekil 1.2) Emet-Hisarcık Havzası yöntem uygulama alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1.3). Daha önce konumları saptanmış borat merceklerinin bulunduğu 600 km^2 havza içinde litostratigrafik çalışmalardan sonra karelajlanmış alan içinden alınan 370'i aşkın toprak örneği analizleriyle bor ve bora eşlik eden ve iz bulucu olabilecek elementlerin temel, eşik ve anomali değerlerinin saptanarak jeokimyasal dağılım modellerinin ortaya çıkarılması, 2 ve 3 boyutlu hazırlanan bu dağılım modelleriyle önceden saptanmış bulunan merceklerin konumlarının geometrik ilgisi, değişik element dağılım modelleri, mercek mineral bileşimleriyle olan muhtemel bağlantıları ve bütün bu irdelemelerin sonuçlanmasıyla bu yöntemin, olası bir havzada, yüksek maliyeti olan gelişigüzel sondajlama yerine sonuçta öncel, hedef saptamada ucuz ve kolay bir yöntem olarak kullanılabilirliğinin araştırılması çalışmanın başlıca amacını oluşturmuştur.



Şekil 1.2: 1/2000000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası üzerinde bor havzalarını sınırlayan alanın konumu; küçük alan Emet havzasını göstermektedir.



Şekil 1.3:Çalışma alanının yer bulduru haritası.

1.3. Çalışma Alanının Tanıtımı

Kütahya ili sınırları içerisindeki bulunan çalışma alanı; 1/25000 ölçekli Kütahya-J22-a2-a3-b1-b4-c1-d2 paftalarında yer alan Emet ilçesi ve civarıdır. Çalışma sahası oldukça engebeli olup Emet ilçesinde rakım 850 m civarındadır. Kütahya' nın 100 km güneybatısında yer alan Emet ilçesinin kuzeyinde Tavşanlı, doğusunda Çavdarhisar, güneybatısında Simav, güneyinde Gediz ve Hisarcık ilçeleri bulunmaktadır. Gediz'den 55 km ve Simav'dan 80 km. uzaklıkta bulunan Emet ilçesi bölgedeki en büyük ve en önemli yerleşim merkezlerinden birisidir. Emet'e 10 km. uzaklıktaki Hisarcık ilçesi zengin borat yataklarının bulunmasından sonra hızla gelişen diğer önemli yerleşim birimidir.

Yaklaşık K–G doğrultusunda bir ova şeklinde uzanan inceleme alanı batı ve güneyden yüksek tepelerle çevrilmiştir. Doğudan batıya ve kuzeyden güneye doğru

dereceli olarak yükselerek engebeli bir topografya kazanmaktadır. En düşük topografik seviyeyi Emet Çayı' nın (750 m.) yatağı, en yüksek kesimi ise Eğrigöz Dağ'ı (2181 m) oluşturur. Bölgenin en önemli su kaynağı güneyden kuzeye doğru akan Emet Çayı'dır. İkinci büyük çay ise Gürpınar ve Sarıayak bölgesinden doğan ve Günlüce Beldesi'nin güneybatısında Emet Çayı'na karışan Kocaçay'dır.

Çalışma alanı; Ege Bölgesinde bulunmasına rağmen oldukça karmaşık bir iklim yapısına sahiptir. Karasal iklim ile Batı Marmara–Ege Bölgesi'nin ılıman iklimi arasında geçiş yapan kuşak üzerinde yer alır. Yaz mevsiminde normalin üzerinde yağmur yağmakta ve gece-gündüz sıcaklık farkları 10–15 ^{0}C olabilmektedir. Bu sebeple yazları sıcak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir.

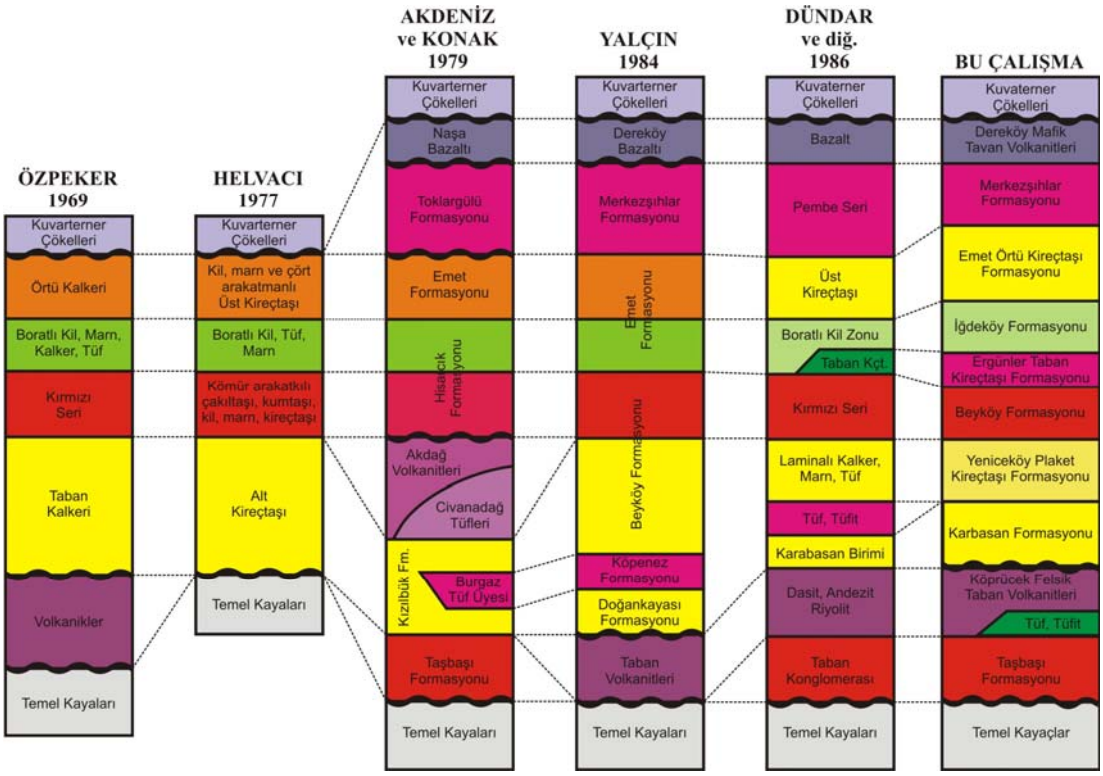
Çalışma alanının bitki örtüsünü yüksek kesimlerde ağırlıklı olarak karaçam ve meşe ağaçları oluşturur. Ayrıca sık fundalıklar, çalılıklar, ardıç ve köknar ağaçları da bölgenin bitki örtüsünde yer alır. Bazı bölgeler geçit vermeyecek derecede sık ve uzun ağaçlarla örtülüdür. Bölge halkı geçimini borat madeninde işçilik, kısmen de çiftçilik ve hayvancılık yaparak sağlar. Bölgenin ova ve düzlüklerinde en çok yetiştirilen tarım ürünleri; buğday, arpa, fiy, mısır, şeker pancarı ve meyve ağaçlarıdır.

1.4. Önceki Çalışmalar

Bölgede ilk olarak 1956'da Dr. J. Gawlik'le başlayan jeolojik çalışmalar, diğer araştırmacıların katılımlarıyla günümüze kadar devam etmiştir. Bu çalışmalar sonucunda ortaya konan bazı Neojen stratigrafileri ve bunlar arasındaki deneştirmeler Şekil 1.3'deki korelasyon çizelgesinde özetlenmiştir.

Gawlik (1956), Emet ve çevresinde gerçekleştirdiği çalışmada, Hisarcık'ın 1.5 km. GD'sundaki ana kolemanit yatağının varlığını belirleyerek Hisarcık'ın yanı sıra Espey ve Hamamköy kolemanit yataklarının jeolojik rezervini belirlemiştir. Emet bölgesinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlayarak bölgede 8 litostratigrafik birim ayırtlamıştır. Bunlar alttan üste doğru gnays, mermer, mikaşist ve serpantinlerden oluşan metamorfikler; taban kireçtaşları; kırmızı seri; borat mercekli

gri marn ve tüfler; örtü kireçtaşları; taraça molozu ve alüvyon ile taban kireçtaşlarının sedimantasyonunun son evrelerinde gelişen volkanizmaya bağlı olarak oluşan andezit, riyolit, dasit, bazalt ve tüflerdir.



Şekil 1.4: Çalışma alanının genelleştirilmiş Neojen stratigrafisinin önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştıran korelasyon.

Bekişoğlu (1961), bor tuzlarının oluşumunun andezitik-dasitik volkanizma ile ilişkili olduğunu belirterek, sedimanter istiflerin arasına zaman zaman tüflerin sokulduğunu vurgulamıştır. Boratlardaki kalsiyumun kökenini kireçtaşlarına bağlayarak, boratların kireçtaşı çökeliminden itibaren göle boşalan borca zengin çözeltiler yoluyla oluştuğunu savunmuştur.

Akkuş (1962), Kütahya'nın güneyi ile Gediz'in kuzeydoğusu arasında bulunan bölgede yaptığı incelemelerinde, Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçların üzerinde uyumsuz olarak Mesozoyik yaşlı rekristalize kireçtaşları ve bunlarla ilişkili Kretase yaşlı ofiyolitlerin yer aldığını, bunların üzerinde de Neojen yaşlı karasal göl kalkerleri geldiğini ve en üstte ise Kuvaterner yaşlı genç alüvyonun bulunduğunu belirtmiştir. Paleozoyik yaşlı formasyonların Hersiniyen, Mesozoyik yaşlı

formasyonların Laramiyen, Neojen yaşlı formasyonların ise Alpin Orojenezine maruz kaldıklarını belirtmiştir.

Kalafatçıoğlu (1964), Balıkesir–Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisini incelemiştir. Paleozoyik yaşlı metamorfik birimlerin üzerine gre ve kireçtaşlarından oluşan fosilli Permiyen'in uyumsuz olarak geldiğini ve üzerinde kireçtaşı, filiş, şist, radyolarit, volkanik breş, diyabaz ve serpantinitten oluşan Üst Kretase'nin bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca bölgedeki Neojen istifinin kaba ve ince taneli klastik malzeme ile silisli kireçtaşı ve volkanitlerden meydana geldiğini savunmuştur.

Özpeker (1969), Emet, Bigadiç, Kestelek borat yataklarının mineralojisini ve karşılaştırmalı jenetik etüdünü yapmıştır. Emet ilçesinde, Kutlubeyler ile Çağcağıl köyleri arasında kalan 200 km^2'lik bir alanı 1/25000 ölçeğinde haritalayarak, bölgede 7 litostratigrafik birim ayırtlamıştır. Bunlar alttan üste doğru, Paleozoyik yaşlı mermer, kalkşist ve mikalı kuvarsitlerden oluşan metamorfikler; Neojen yaşlı taban kireçtaşları, kırmızı seri pembe renkli dasit, genç riyolit ve ojit andezit karakterindeki volkanikler ile 4. zaman nehir konglomerası, taraça molozu ve alüvyondur.

Brown ve Jones (1971), Emet ve civarında yaptıkları çalışmalarda bölgedeki Neojen istifinin 300 m kalınlığında olduğunu ve kolemanit içeren birimlerin Üst Pliyosen'de oluştuğunu savunmuşlardır. Ayrıca volkanik aktivite sonucu oluşan gazların göl sularında çözünerek kil, marn, kireçtaşı ve tüflerden oluşan bir seri içinde ara katkılı olarak borat minerallerinin oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Helvacı (1977), Emet borat yataklarının jeolojisini ve mineralojisini ayrıntılı olarak incelemiştir. Emet havzasındaki borat yataklarının Orta Oligosen'de playa göllerinin çamurlarında oluştuğunu savunmuştur. Bor minerallerinin jeokimyasal farklılıklar gösteren iki sedimanter basende (Hisarcık ve Espey) oluşmuş ve volkanik tüfler, killer ile ardalanmalı bulunduklarını ileri sürmüştür. Ayrıca bölgede görülen ilk volkanizmanın bileşiminin riyolitten bazalta kadar geçiş gösterdiğini ve boratlarla beraber çökelen killerin illit- montmorillonit karakterinde olduğunu belirtmiştir.
Helvacı ve Firman (1977), Emet borat yataklarının jeolojik konumunu ve bor minerallerinin oluşumunu açıklamaya yönelik dokusal ve jenetik incelemeler

yaparak bor minerallerinin Orta Oligosen'de playa göllerinde, jeokimyasal farklılıklar gösteren iki sedimanter basende oluştukları ve tüfler ile killerin ardışık yataklandıkları sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada kolemanit, diğer bor mineralleri üzerinde durularak kolemanit, meyerhofferit, üleksit, tünelit, terujit, kahnit, hidroborasit ve viçit-A minerallerinin oluşum sırası ile birbirlerine dönüşümleri irdelenmiştir. Kolemanit mineralinin oluşumuna yönelik jenetik yorumlamalarda bulunularak bu mineralin üleksitin başkalaşımı veya inyoitin dehidrasyonu yoluyla kristalleşme olasılıkları tartışılmıştır. Çözünen kolemanitin kendi nodülleri etrafında yeniden kristalleşmesine değinilerek bu mineralin başkalaşım sonucunda diğer minerallere (viçit-A, hidroborasit, kalsit) nasıl dönüştüğü açıklanmıştır.

Ataman ve Baysal (1978), Türkiye'de bulunan borat yataklarının kil mineralojisine yönelik incelemelerde bulunarak, borat, karbonat ve fillosilikat minerallerinin önemli bir bölümünün pH'ın 9 civarında bulunduğu nispeten sıcak gölsel ortamlarda, otijenik olarak oluştuğu sonucunu savunmuşlardır. Emet bölgesindeki borat yataklarında bulunan killi seviyelerde montmorillonitin egemen olduğunu ve az miktarda illit ve kloritin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Akdeniz ve Konak (1979), Menderes Masifinin kuzey ve batısında yer alan Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci dolaylarında gerçekleştirdikleri incelemede bölgeyi 1/25000 ölçeğinde haritalayarak 10 litostratigrafik birim ayırtlamışlardır. Bunlar alttan üste doğru; Miyosen öncesi değişik yaş ve birimlerden oluşan temel kayaçları, Taşbaşı ve Kızılbük formasyonları, Civanadağ tüfleri, Akdağ volkanitleri, Hisarcık, Emet, Toklargölü formasyonları, Naşa bazaltı, alüvyon ve travertenlerdir.

Ercan (1979), Batı Anadolu'da geniş alanlarda mostralar veren, tüm Tersiyer ve Kuvaterner boyunca etkinliğini sürdüren kalk-alkalin ve alkalin karakterli volkanizmanın petrolojik incelemelerini karşılaştırmalı yaparak, plaka tektoniği açısından jenetik yorumlarda bulunmuştur.

Gün ve diğ. (1979), Emet Neojen havzasının jeolojisini ve yaş sorunlarını incelemişlerdir. İnceleme alanındaki temel kayaçların Üst Kretase ve daha öncesi yaşlı olduğunu, Neojen yaşlı kayaçların bunların üzerinde açısal uyumsuzlukla yer

aldığını belirtmişlerdir. Volkaniklerin ve tüflerin Miyosen yaşlı, bunların üzerine gelen sedimanter birimlerin ve bazaltların ise Pliyosen yaşlı olduklarını ifade ederek, Miyosen ile Pliyosen kayaçları arasında açısal bir uyumsuzluğun bulunduğunu vurgulamışlardır. Bunlar üzerinde uyumsuzlukla bulunan Pliyo–Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı birimlerin akarsu ortamında çökelmiş kaba taneli detritikler olduklarını savunmuşlardır.

Ercan ve diğ. (1982), Batı Anadolu'daki diğer volkanik kayaçlarla birlikte Gediz, Simav ve Emet çevresindeki volkanitlerde petrokimyasal çalışmalarda yapmışlardır. Araştırılan bölgede Orta Miyosen'den itibaren oluşmaya başlayan kalk-alkalin nitelikli kıta kabuğu ürünü volkanizmanın zamanla alkalin nitelik kazandığını ve Pliyosen'den itibaren Kuvaterner'e doğru alkali bazaltik volkanitlerin egemen olduğunu da savunmuşlardır.

Akbulut ve diğ. (1984), Emet ve çevresindeki Miyosen istifinin tabanında; dasit, andezit, bazalt ve tüflerden oluşan volkanitlerin bulunduğunu, bu volkanitlerin doğrudan temel metamorfitlerin üzerinde uyumsuz olduğunu ve üste doğru Miyosen çökel birimleriyle geçişli olduğunu ifade etmişlerdir. Miyosen çökel birimlerinin kumtaşları ile başladığını ve marn, kil, tüf ara katkılı mikritik dokulu plaket kireçtaşları ile devam ettiğini; Miyosen birimleri üzerine kırmızı-yeşil renkli kumtaşı düzeyi ile gelen Pliyosen tortullaşmasının, altta yeşil-gri renkli kil, tüf, marn, kireçtaşından yapılı "Boratlı birim" ve üstte marn-kireçtaşı ardalanmasından oluşan "Örtü birimi"nden ibaret olduğunu belirtmişlerdir.

Yalçın (1984), Emet Neojen gölsel baseninin genelleştirilmiş stratigrafik istifini ve bu istifi oluşturan birimlerin; jeolojik, mineralojik – petrografik özelliklerini belirleyerek simektit ve borat minerallerinin oluşumuna açıklık getirmiştir. Ayrıca karbonat ve kolemanit minerallerindeki eser elementlerin dağılımını saptamıştır. Bu amaç doğrultusunda inceleme alanının yaklaşık 245 km^2'lik 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını oluşturarak formasyon mertebesinde dokuz litostratigrafik birimi ayırtlamıştır. Litostratigrafik birimlerden aldığı 530 örneğin tüm kayaç ve mineral fraksiyonlarında (kolemanit, karbonat, kil) optik ve elektron mikroskop, XRD, ana ve iz element çözümlemelerini yaparak, istifteki mineralojik–petrografik ve

jeokimyasal değişimlerini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre çalışma alanında volkanizmanın üç ana evrede etkin olduğunu belirlemiş ve Emet sedimanter baseninin jeolojik evrimi ve paleocoğrafik gelişimini ortaya koymuştur.

Helvacı (1984), Emet borat yataklarını oluşturan playa göllerinin ortamsal özelliklerini açıklayarak bu göllerin kurak veya yarı kurak iklim koşulları altında, termal kaynaklar ve yüzey sularıyla beslendiklerini vurgulamıştır. Volkanizma ve sismik aktivite açısından aktif olan bir sahada yer alan bu playa göllerinin birbiriyle ayrık veya bağlantılı olabileceği sonucuna varmıştır. Ayrıca Ca, B, Mg, Sr, As ve S gibi elementlerin kaynağını araştırarak özellikle B, As ve S'ün Tersiyer volkanik kayalarından türeyerek onlarla ilişkili sıcak sularla çökelme ortamına geldiği sonucuna varmıştır.

Yalçın ve diğ. (1985), Neojen yaşlı Emet gölsel baseninin güney kesiminin (Hisarcık) 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak sedimantolojik – tektonik özelliklerini belirlemişlerdir. Bölgede Alt Miyosen yaşlı "Taban volkanitleri", Orta Miyosen yaşlı "Köpenez formasyonu" ve Pliyosen yaşlı "Dereköy bazaltı" olmak üzere üç ana evrede etkin olan volkanizmanın yanı sıra sedimantasyonla yaşıt tektonik etkinliğin varlığını saptamışlardır.

Dündar ve diğ. (1986), Emet gölsel basenindeki Neojen istifinin Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik temel üzerine diskordan olarak geldiğini ve bor tuzu yataklarının Neojen formasyonları içerisinde yer aldığını ve bu istifin volkanitler, klastik ve kimyasal göl çökelleri olarak üç ayrı fasiyeste oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bölgenin 1/25000 ölçekte jeoloji haritasını yapmışlardır. Ayrıca bölgede meydana gelen volkanizmanın üç ayrı evrede devam ettiğini ve volkanizma sonrası çıkan ekssolüsyonların bortuzlarını oluşturduğunu belirtmişlerdir. 1983–1985 yılları arasında bölgede görünür bor tuzu rezervini arttırmak amacıyla yaptıkları toplam 12 adet sondaj sonucunda Doğanlar–İğdeköy bölgesinde ayrı bir cevherli seviyenin varlığını ve bu seviyenin bölgedeki en kalın cevherleşme olduğunu tespit etmişlerdir. Doğanlar – İğdeköy bor tuzu sahasında Na-Ca'lu bir bor minerali olan probertitin varlığını ilk defa saptamışlardır. Bölgede yer alan bor tuzu yataklarında cevher ve

killer içerisinde ekonomik boyutta elde edilebilecek oranda arsenik (orpiment ve realgar) minerallerinin bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Helvacı (1986), Emet ve civarındaki Tersiyer kayaçlarının Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar üzerine uyumsuzlukla oturduğunu, Neojen tortullarının yatay ve düşey fasiyes değişimleri gösterdiklerini tespit etmiştir. Ayrıca Neojen istifi içerisinde yer alan boratlı zonun kalınlığı 0–100 m arasında değişmekte olup en yüksek kalınlığa kuzey yataklarında erişmekte olduğunu belirtmiştir. Neojen istifini kesen KD-GB uzanımlı aktif fayların yol verdiği termal kaynakların, traverten ve kükürt çökeltmeye günümüzde de devam ettiği saptamıştır.

Yalçın ve Gündoğdu (1987), Emet Neojen havzasındaki gölsel istifin mineralojik-petrografik özellikleri incelemişlerdir. Ayrıca simektit, klinoptilolit, analsim, opal-CT, kuvars, Kfeldispat, jips, kükürt, realgar ve orpiment minerallerinin diyajenetik süreçler sırasında; karbonat ve borat minerallerinin ise kimyasal çökelme sonucunda oluştukları tespit edilmiştir. Araştırmacılara göre; yaklaşık K-G doğrultusunda uzanan Ca ve Na-Ca borat fasiyeslerinin alansal dağılımına kükürt ve sülfat mineralleri eşlik etmektedir.

Akyol ve Akgün (1993), Batı Anadolu'da, Neojende oluşan graben alanlarında genellikle kırıntılı ve karbonatlı tortullar ile volkanitlerin gözlendiğini belirtmişlerdir. Bu havzalarda borat içeren Neojen yaşlı tortullarda yaptıkları palinolojik çalışmalarda, Bigadiç, Kestelek, Emet ve Kırka bor yataklarının zengin mikrofloraya sahip ince kömür bant ve mercekleri ile killi düzeyler içerdiklerini ifade ederler. Söz konusu mikroflora incelendiği zaman, inceleme yapılan havzalarda birbirinden farklı özellikler sunan iki polen topluluğunun (alt ve üst polen topluluğu) varlığı ortaya konabilmektedir. Alt ve üst polen topluluğu olarak adlanan bu iki topluluk, hem havzalar arasında deneştirme yapılmasını, hem de toplulukların ait oldukları düzeylerin yaşı ile toplulukların oluşumları sırasındaki paleoiklim ve paleocoğrafya hakkında bilgi edinilmesine olanak sağladığını vurgulamaktadırlar. Bununla birlikte Orta Miyosen yaşını veren alt polen topluluğu; Çan, Orhaneli, Soma, Selendi, Şahinali bölgelerinde aynen gözlenir ve Batı Anadolu'nun bu dönemde ormanlarla kaplı olduğunu belgeler. Benzer sonuca Tire ve Sarıçay bölgelerinde incelenen

memeli faunası ile de ulaşılmıştır. Bu topluluğu içeren düzeylerde yer alan kömür mercekli kum, kil, kalkerli şeyl gibi tortullar, kıyı kesiminde yer yer bataklıkların geliştiği çevresi ormanlarla kaplı ve yüksekçe dağlarla çevrili bir gölde çökeldiği kanısına varılmıştır. Üst polen topluluğu ise, Geç Tortoniyen yaşlıdır. Genelde nemli ılık bir iklimi simgelemekle birlikte, alt polen topluluğuna oranla iklimin, daha kurak ve daha serin olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca araştırmacılar Batı Anadolu'nun o dönemde step olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu step içinde, yer yer, örneğin üst polen topluluğunu içeren dört havzada olduğu gibi savan parkların varlığı söz konusu olduğunu da savunmuşlardır.

Çolak (1995), K–G uzanımlı Emet Neojen baseninin içerisinde iki büyük kolemanit yatağı bulunduğunu (Espey ve Hisarcık) belirtmiştir. Bu yataklarda bor tuzları ile birlikte bulunan killerin mineralojisini incelemiştir. Bununla birlikte Espey bor tuzu yatağında bulunan killerin ağırlıklı olarak illit ve daha sonra simektit karakterinde olduklarını, Hisarcık bor tuzu yatağında bulunan killerin ise ağırlıklı olarak olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Kırka bor tuzu yatağında bulunan killerinde ağırlıklı olarak simektit ve daha sonra illit karakterinde olduklarını tespit etmiştir. Killerin seramik yapımında kullanılabilirliğini de incelemiştir.

Ercan ve diğ. (1996), Batı Anadolu'da geniş alanlarda mostra veren Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaç topluluklarından örnek alarak yaş problemlerine açıklık getirmek için K/Ar ve Rb/Sr yöntemleri ile radyometrik yaş tayinleri yapmışlar ve bölgedeki volkanik aktivitenin yorumlanmasında jeokimyasal veriler elde etmişlerdir. Ölçülen en eski yaş 18.0 ± 0.2 milyon yıl olarak andezit türüde ve kalkalkalen nitelikli Selendi volkanitlerine, en yeni yaş ise 100.000 – 200.000 yıl ile alkali nitelikli bazaltik Kula volkanitlerine ait olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Seyitoğlu ve diğ. (1997), Batı Anadolu'daki (Uşak-Selendi-Emet) Miyosen yaşlı volkanizmayı K/Ar yöntemine göre değerlendirerek yaşlandırmışlardır. Buna göre Erken Miyosen'de bölgede meydana gelen volkanizmanın kalkalkalin ve silisik karakterde başladığını, Orta Miyosen'de ise volkanizmanın alkalin ve daha mafik bir karakter sergilediğini belirtmiştir. Bu durumun olasılıkla, genişleme tektonizmasının bir sonucu olarak kabuksal kirlenmenin zamanla azalmasını yansıttığını

savunmuştur. Ayrıca araştırmacıların üzerinde durdukları diğer bir konuda, değişken olan Nb/Y, Ti/Y ve Th/Nb oranlarının litosferik mantonun heterojenik olarak iki süreçte zenginleştiğini işaret etmesidir.

Yılmaz (1997), incelenen bölgenin temelini oluşturan Menderes metamorfik kayaçlarının esas metamorfizmasının 35 my önce gerçekleştiğini, Eğrigöz çevresindeki diğer plütonların Neotetis Okyanusu'nun kapanımına ve Pontid ile Anatolit-Torid bloğunun çarpışmasına bağlı olarak geliştiğini belirtmiştir. Eğrigöz plütonunun kalkalkali monzogranit bileşimli olduğunu ve yaşının 20–24,6 my arasında olduğunu da savunmuştur.

Floyd ve diğ. (1998), Batı Anadolu'daki borat yataklarının orta-yüksek K'lu kalkalkali volkanizma ve ayrımlaşmış eş magmatik alkali trakibazalt-trakidasit lav serileri ile ilişkili olduğunu savunmuşlardır. Bununla birlikte araştırmacılar borat yataklarına eşlik eden ignimbiritleri bor minerallerinin oluşumuna katkısı açısından 'verimli' ve 'verimsiz' olmak üzere iki bölümde sınıflamışlardır. Jeokimyasal analizlerin yorumlanması sonucunda ise B ilksel kaynağının, yitim zonundaki pelajik tortulların ve altere olmuş okyanus kabuğunun suyunu kaybetmesi ile ortaya çıkan LIL bakımından zengin akışkanlar olduğu kanısına varmışlardır.

Delaloye ve Bingöl (2000), Batı ve Kuzeybatı Anadolu'daki granitoyidleri yaşlarına göre sınıflamışlar ve granitoyidlerin kuzeyden güneye doğru gençleştiğini ve en yaşlı granitlerin (Kambriyen-Orta Jura)Kuzey Anadolu'da olduklarını, güneyde yer alan granitlerin ise daha genç (Geç Kretase-Geç Miyosen) olduklarını belirtmişlerdir. K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş tayini yapmışlar ve Eğrigöz Plütonu'nun 20 ± 0,7 – 24,6 ± 1,4 my yaşta olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Helvacı ve Alonso (2000), Anadolu (Türkiye) ve Puna (Arjantin) yer alan, borat yataklarının karşılaştırmasını yapmışlardır. Buna göre Türkiye'de bulunan borat yataklarının yaşı Erken Miyosen (16–0 my.), Arjantin'de bulunan borat yataklarının ise Geç Miyosen'de (5–7 my.) oluştuklarını belirtmişlerdir. Ayrıca borat yataklanmalarının oluştuğu havzaların temelinde yer alan kayaçlarda da farklılık

olduğunu (Türkiye; metamorfik kayaçlar, Arjantin; magmatik kayaçlar) ve iki bölgede de aynı karakterde volkanizmanın etkin olduğunu ifade etmişlerdir.

Gemici ve diğ. (2003), Emet ve civarındaki termal su kaynaklarının kaynak kayasının metamorfik kayaçlar olduğunu vurgulamışlardır. Termal suların yüzeyde ölçülen sıcaklıklarının 33–54 ^{0}C arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca termal suların baskın olarak Ca-Mg-SO_4-HCO_3 karakterli olduğunu ve yüksek SO_4 içeriğine sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Çolak ve diğ. (2003), İğdeköy-Emet (Kütahya) civarında bulunan kolemanit yataklarının toprakta ve yeraltı sularında As konsantrasyonuna etkilerini araştırmışlardır. Yeraltı sularında yüksek As konsantrasyonunu tespit etmiştir (0.07-7.754 mg L^{-1}) ve sebebinin de boratlarla birlikte eş zamanlı çökelen As minerallerinin çözülmesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte topraktaki As konsantrasyon dağılımının dikkate değer olmadığını (<0,01–7,11 mg kg^{-1}) belirtmişlerdir.

Helvacı ve diğ. (2004), Batı–Orta Anadolu yer alan Bigadiç, Sultançayır, Kestelek, Emet ve Kırka borat yataklarından, Soma linyit ve Beypazarı trona yataklarından kil örnekleri almışlardır. Ayrıca Acıgöl, Salda, Yarışçı, Burdur, Eğirdir, Tersakan, Bolluk, Karapınar (Acıgöl) ve Tuz Gölü ile bazı jeotermal kaynaklardan su örnekleri alınmıştır. Tüm örneklerde mevcut ve potansiyel Li miktarları araştırılmıştır (killerde; %0,17–0,58 Li_2O, göl sularında; 0.30–325 mg/L Li^{+}). Özellikle borat yataklarında alınan örnekler kil örneklerinde ve Tuz Gölü'nden alınan su örneklerinde ekonomik değerde Li oranları tespit edildiği belirtilmiştir. Bununla birlikte özellikle Li elementinin geleceğin stratejik ve teknolojik unsuru olduğunun üzerinde durulmuştur.

2. HAVZA LİTOSTRATİGRAFİSİ VE LİTOLOJİSİ

2.1. Giriş

Seçilen bu havza üzerinde toprak jeokimyası prospeksiyon yönteminin ekonomik ve etkin bir şekilde uygulanabilirliği açısından havza litostratigrafik olarak önce, Neojen öncesi Temel Kayaçlar ve bu temelin üzerinde gelişmiş (büyük olasılıkla majör grabenler boyunca) Neojen karasal formasyonları olarak gruplanmıştır. Neojende gelişmiş bu playa gölü çökelleri, borat birikiminden önceki taban birimleri, boratlı seviye ve bunların üzerinde gelişmiş örtü birimleri olarak belirlenerek 1/25000 ölçekli 6 paftayı içine alan 600 km^2'lik bir alanın haritalanması tamamlanmıştır. Sonuçta jeokimyasal örneklemenin yapılacağı örtü birimlerinin kesin olarak sınırlanmasıyla örneklemede ve analiz masraflarında büyük ölçüde ekonomi sağlanmıştır.

Litostratigrafik birimlerin adlandırılmasında, bir jeolojik yazım geleneğine uyularak, bölgede ilk ayrıntılı çalışmada bulunan Helvacı ve diğ. (1976) ve Helvacı (1977)'nin tanımlamalarının değiştirilmemesine özen gösterilmiştir. Ayrıca havzanın litostratigrafik kompilasyonunda Dündar ve diğ. (1986)'nın verilerinden geniş ölçüde yararlanılmıştır.

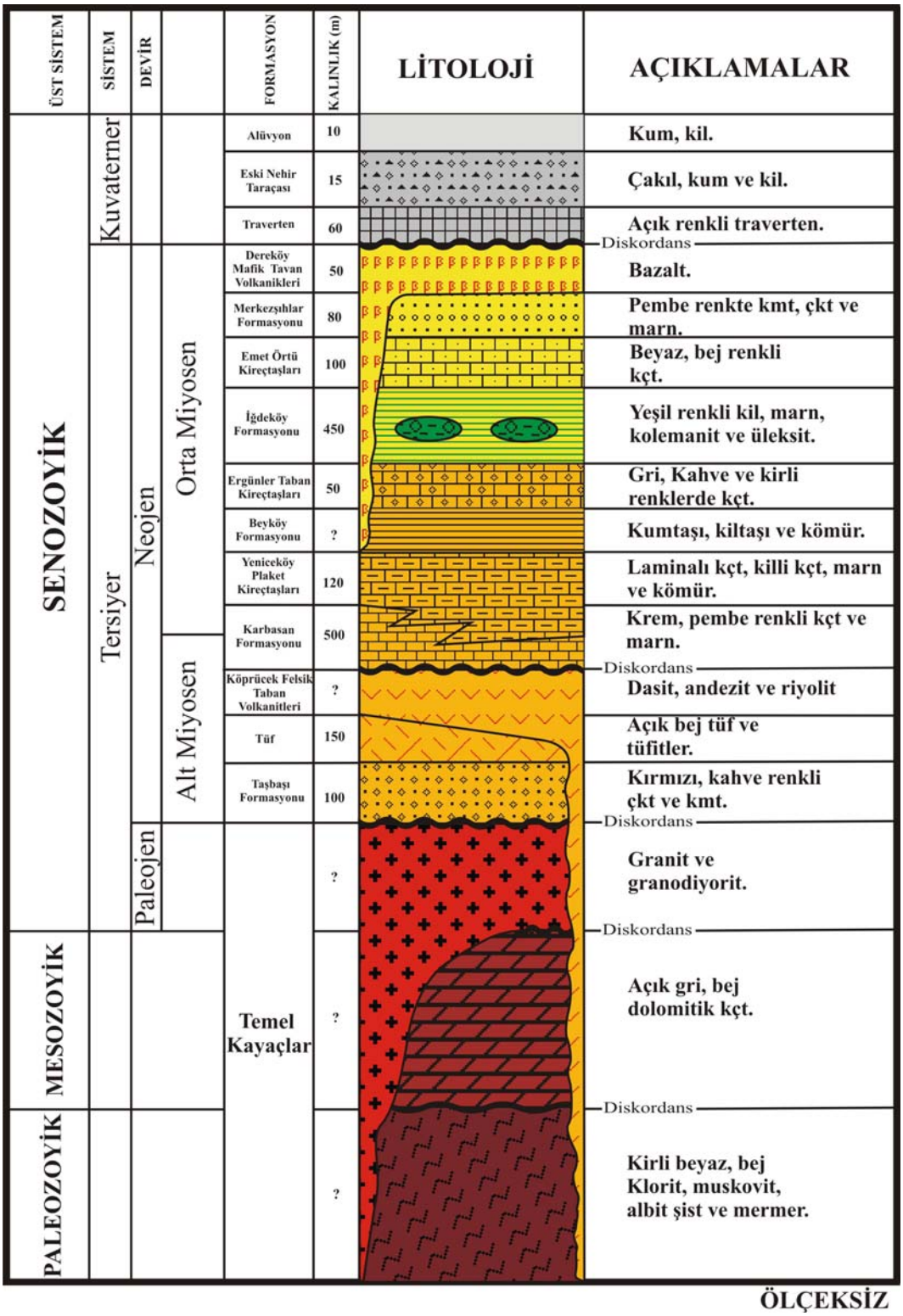
Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kompilasyonu, Şekil 2.1'de ve 1/25000 ölçekli litostratigrafik haritası Ek 1'de sunulmuştur.

2.2. Temel Kayaçlar

2.2.1. Tanım

Emet havzasının temelini, değişik yaş ve litolojilerde kayaçlar oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı dışında kalması nedeniyle ayrıntılı incelenmeyen birim; mermer,

mika şist, kalk şist, klorit şist, dolomitik kireçtaşı ve granitoyitlerle temsil edilir. Bunlar topografik olarak en yüksek kesimleri oluştururlar ve havzayı bir set şeklinde sınırlarlar.



Şekil 2.1: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

Çalışma alanında daha önce çalışmış olan araştırmacılardan Özpeker (1969), birimi metamorfik kayaçlar; Helvacı (1977) ile Gün ve diğ. (1979), temel kayaçlar olarak adlandırmıştır. Akdeniz ve Konak (1979), başlıca yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş şistleri; Sarıcasu formasyonu (Şekil 2.2), kristalize kireçtaşlarını; Arıkaya formasyonu (Şekil 2.3), dolomitik kireçtaşlarını; Budağan kireçtaşı (Şekil 2.4) ve granitoyitleri ise Eğrigöz granitoyitleri (Şekil 2.5) adı altında incelemiştir. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984) tarafından temel kayaçlar olarak adlandırılan birim, Dündar ve diğ. (1986) tarafından eski temel olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmada, Neojen öncesi birimler ayırtlanmadan temel kayaçlar olarak adlandırılmıştır.



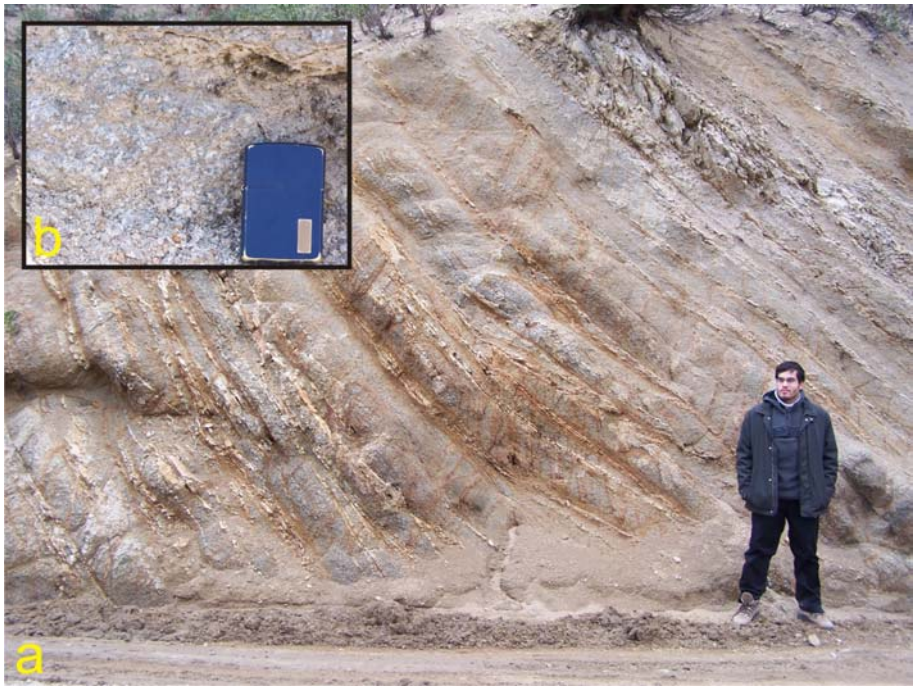
Şekil 2.2: Temel kayaçlar içerisindeki mika şistlere ait bir görünüm (Küreci köyü güneydoğusu).



Şekil 2.3: Temel kayaçlar içerisindeki mermerlere ait bir görünüm (Eğrigöz köyü kuzeyi).



Şekil 2.4: Temel kayaçlar içerisindeki dolomitik kireçtaşlarına ait bir görünüm (İkibaşlı köyü güneybatısı).



Şekil 2.5: a) Temel kayaçlar içerisindeki granit ve aplit dayklarına ait bir görünüm. b) Granitlere ait makro görünüm (Göncek köyü batısı).

Mermerler, Emet Neojen havzasının doğusunda ve kuzeyinde; şistler, batısında, doğusunda ve kuzeyinde; dolomitik kireçtaşları, Eğrigöz Beldesi kuzeyinde; granitoyitler ise havzanın batısında gözlenmektedir.

Neojen volkanitleri ve sedimanter birimleri, temel kayaçlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

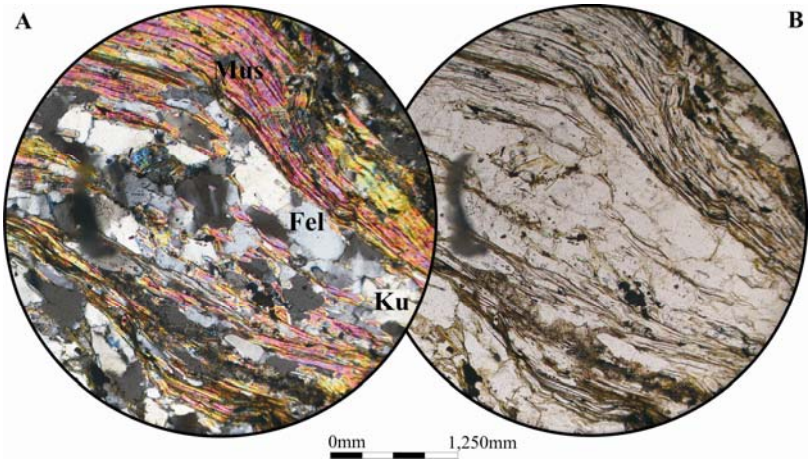
Akdeniz ve Konak (1979), Budağan kireçtaşı olarak adlandırdığı dolomitik kireçtaşları için 150–600 m, şistleri dahil ettiği Sarıcasu Formasyonu için 1000–1200 m ve Arıkaya formasyonunu oluşturan mermerler için 100–120 m kalınlık vermiştir. Dündar ve diğ., (1986) ise metamorfik ve metamorfik olmayan temel kayaçlarını birlikte haritalayarak 500 m kalınlık vermektedir.

2.2.2. Litoloji

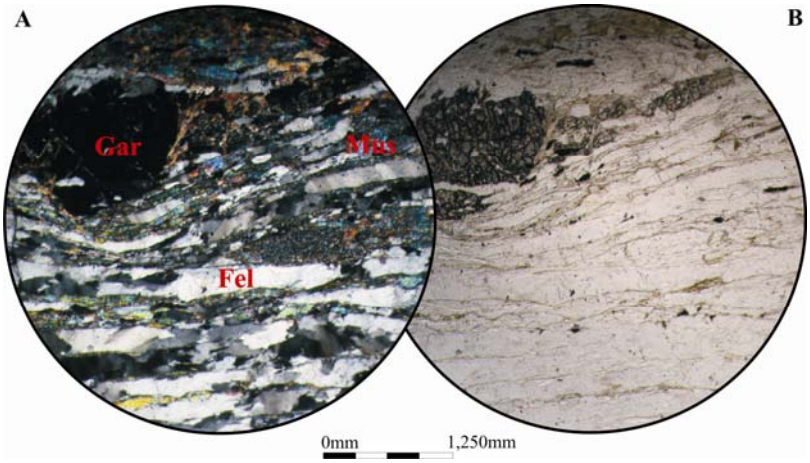
İnceleme alanında topografik olarak yüksek kesimleri oluşturan temel kayaçlar, mermer, şist, dolomitik kireçtaşları ve granitoyitlerden oluşmaktadır.

Şistlerin taze yüzeyleri gri, yeşil, kirli beyaz renklerde, bozunma yüzeyleri sarımsı kırmızımtırak, koyu gri arasında değişen renklerde, yer yer ipek parlaklığında gözlenmektedir. Makro ölçekte mika pulları, kuvars, kalsit, klorit minerallerinin görülebildiği şistlerde tabakalanma gözlenmemektedir. Klorit şistler açık yeşil renkli, çok ince taneli, kalk şistler kirli beyaz renkli, mikaşistler ince taneli, gri, beyaz renklerde gözlenmektedir ve şistiyetleri mükemmeldir.

Şistler optik mikroskop altında incelendiğinde, genellikle lepidoblastik ve porfirolepidoblastik dokudadır. Muskovit, biyotit, serisit, feldispat, yer yer mozaik doku oluşturan kuvars olağan olarak gözlenen minerallerdir. Yaygın olarak opak minerallere de rastlanır. Bazı örneklerde sünek davranıştan dolayı oluşan mikro kıvrımlı yapılar tespit edilmiştir (Şekil 2.6). Genelde düşük-orta metamorfizma ürünü olan şistlerde nadiren yüksek metamorfizma ürünü olan garnet mineraline rastlamak mümkündür (Şekil 2.7). Özellikle feldispatlarda alterasyon kendini serisitleşme ve kaolenleşme olarak gösterir. İnce kesitleri incelenen kayaçlar mikaşist ve klorit-serisitşist olarak adlandırılmıştır.



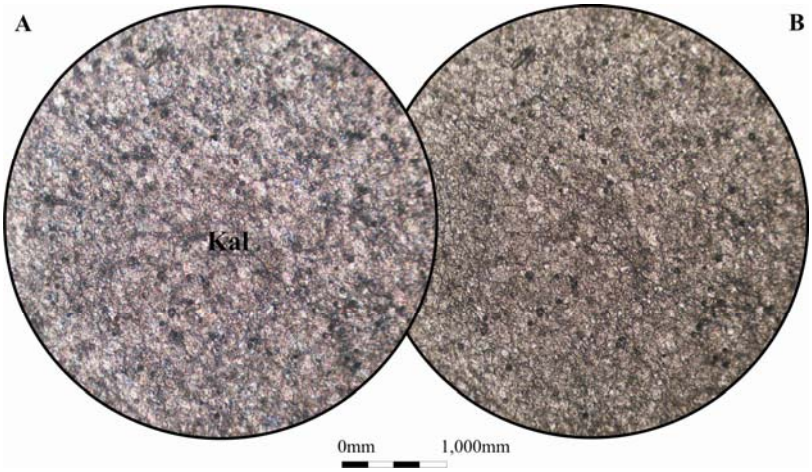
Şekil 2.6: Şistlere ait ince kesit fotoğrafı. Mikalarda sünek davranıştan kaynaklanan kıvrımlar a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Mus:Muskovit, Ku:Kuvars).



Şekil 2.7: Şistlere ait ince kesit fotoğrafı. Yüksek metamorfizma ürünü Garnet minerali a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Mus:Muskovit, Gar:Garnet).

Mermerler, koyu gri, beyaz renklerde, masif yapıdadır ve içlerinde makroskobik olarak büyük kalsit taneleri gözlenmektedir. Ayrıca açık gri renkte ve ince taneli rekristalize tipleri de mevcuttur.

Eğrigöz beldesi ve civarından alınan mermer örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde; granoblastik doku gösteren sparitik kalsit tanelerinden oluştuğu gözlenmektedir. Ayrıca çatlaklarında ikincil olarak gelişmiş iri kalsit tanelerine ve yer yer opak minerallere rastlamak mümkündür (Şekil 2.8).

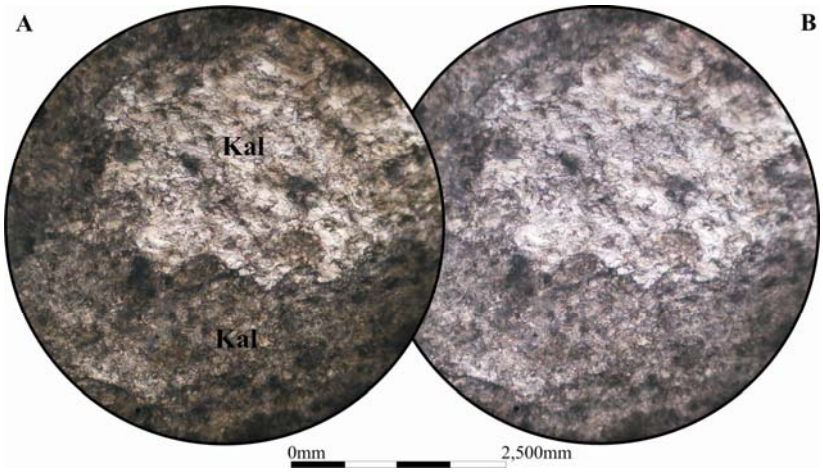


Şekil 2.8: Mermerlere ait ince kesit fotoğrafı. Mermerlerde gözlenen granoblastik doku a)ÇN, b)TN (Kal: Kalsit).

Dolomitik kireçtaşları, kirli beyaz, açık gri, koyu gri ve yer yer siyah renklerdedir. Kırıklı yapı gösteren dolomitik kireçtaşlarında kırıklar damar görünümündeki kalsitle

dolmuş olarak gözlenmektedir. Kırılma yüzeyleri düzensiz olan dolomitik kireçtaşları belirsiz tabakalanmalı ve bloklar halindedir.

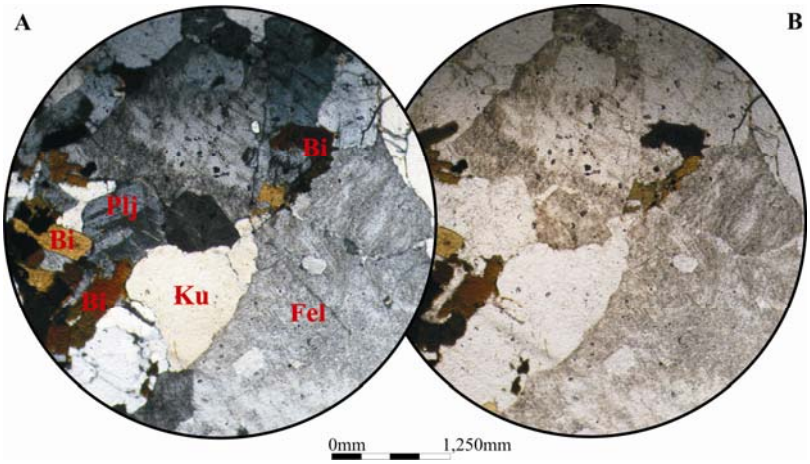
Mesozoyik yaşlı rekristalize dolomitik kireçtaşları ise granoblastik dokunun hakim olduğu, orta-iri taneli sparitik kalsit tanelerinden oluşmaktadır. Ayrıca belirsiz foliasyon gözlenmektedir. Çatlaklar yaygın bir biçimde gözlenen ve ikincil olarak gelişen Fe-oksit minerallerince doldurulmuştur (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: Rekristalize dolomitik kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. Granoblastik doku ve ikincil olarak gelişen kalsitler a)ÇN, b)TN (Kal: Kalsit).

Çalışma alanının batısında yer alan granitoyitler, Hasanlar ve Yeniceköy Beldeleri'nin batısında, Göncek Köyü'nün kuzey ve batısında gözlenmektedir. Kenar kesimleri porfirik dokuludur ve pegmatit ile aplit daykları gözlemlenir. Taze yüzeyleri beyaz–pembe arasında değişen renklerde; bozunma yüzeyleri ise kahverengi– kırmızımsı sarı renklerdedir. Granitoyitler, el örneklerinde holokristalin tanesel dokuludur. Kuvars, feldispat (ortoklas), plajiyoklas (oligoklas ve andezin) ve biyotit makroskobik olarak kesitte görülebilen minerallerdir.

Eğrigöz granitoyitinden alınan kayaç örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde tüm kristalli taneli dokuya sahip oldukları ve K feldispat, biyotit, plajiyoklas ve kuvars minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir. K feldispatlarda Karlspad ikizlenmesi ve pertitik-grafik yapı, plajiyoklaslarda polisentetik ikizlenme ve kuvarslarda dalgalı sönme olağandır. Biyotitler iyi gelişmiş dilinimlere sahiptir ve alterasyon olarak kloritleşme ile yer yer opaklaşma gözlemlenir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Granitlere ait tüm kristalli taneli doku gözlenen ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Plj:Plajioklas, Bi:Biyotit, Ku:Kuvars).

Neojen çökelleri içerisinde, özellikle Taban Konglomerası'nda irili ufaklı granitoyit çakıllarına rastlanılmaktadır.

2.2.3. Yaş

Bölgede çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969), Helvacı (1977), Yalçın (1984), Dündar ve diğ. (1986) de birimin yaşını Paleozoyik olarak kabul etmektedirler. Akdeniz ve Konak (1979) ise şist ve mermerlerin, Menderes Masifi'nin metamorfik örtüsünün KB kesimini oluşturduğunu ve yaşının Paleozoyik olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar dolomitik kireçtaşlarının Üst Triyas–Maestrihtiyen yaşlı olduğunu ifade etmişlerdir. Granitoyitlerin yaşı ise; Kalafatçıoğlu (1964)'e göre Devoniyen, Dora (1969)'a göre Kretase'den genç, Öztunalı (1973)'e göre 167 ± 14 my, Akdeniz ve Konak (1979)'a göre Üst Kretase ile Alt Miyosen arası, Yılmaz (1997)'ye göre 20–24,6 my ve Delaloye ve Bingöl (2000)'e göre ise 20 ± 0,7–24,6 ± 1,4 my olarak kabul edilir. Bu çalışmada metamorfik birimin yaşı, inceleme alanında ve yakın çevresindeki stratigrafiye göre Paleozoyik, dolomitik kireçtaşlarının Üst Triyas–Maestrihtiyen ve granitoyitlerin ise 20-24.6 my olarak benimsenmiştir.

2.3. Neojen Havzası Formasyonları

2.3.1. Taşbaşı formasyonu

2.3.1.1. Tanım

Neojen öncesi temel kayaçları üzerine açılı uyumsuzlukla üzerleyerek Neojen istifinin tabanında yer alan, koyu kırmızı-kahve renkli, gevşek, tutturulmamış kaba çakıltaşları ve kumtaşlarından oluşan alüvyal birim Taşbaşı formasyonu adı altında incelenmiştir (Şekil 2.11). Birim, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından adlandırılmıştır.

Birim, bölgede daha önce inceleme yapmış olan Kalafatçıoğlu (1964) tarafından "Bazal konglomerası"; Bingöl (1977) tarafından "Kırantarla formasyonu"; Helvacı (1977) tarafından "Taban çakıltaşı-kumtaşı"; Ercan ve diğ. (1978) tarafından "Kürtköy formasyonu" olarak adlandırılmaktadır. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984) birimi "Doğankayası formasyonu" içerisine dahil etmekte, Dündar ve diğ. (1986) ise "Taban konglomerası" olarak adlandırmaktadır. Özpeker (1969) taban çakıltaşlarının varlığından hiç söz etmemektedir.



Şekil 2.11: a) Taşbaşı formasyonuna ait bir görünüm. b) Formasyon içerisindeki ait granit çakılları (Umutlu köyü güneydoğusu).

Taşbaşı formasyonu, inceleme alanı içerisinde Samrık Köyü batısında Samrık Deresi boyunca ve Göncek Köyü güneyinde Sekdere boyunca fazla yüksek olmayan topografik düzeylerde gözlenmektedir.

Birim, temel kayaçlarına ait şist ve mermer çakılları ile granit çakıllarından oluşmaktadır ve genellikle oksidasyondan dolayı koyu kırmızı, kahverengimsi renklerdedir. Ancak kumtaşlarının hakim olduğu birimin üst kısımlarında grimsi ve yeşilimsi renkler gözlenmektedir.

Taşbaşı formasyonu, temel kayaçları üzerinde diskordan olarak bulunmaktadır. Üst sınırı ise tüf ve tüfitlerle konkordan olup dereceli geçişlidir.

Birimin kalınlığı Akdeniz ve Konak (1979) tarafından çakıltaşları için 5–25 m ve kumtaşları için ise 25-50 m olarak ölçülmüştür.

2.3.1.2. Litoloji

Birim içerisinde temel kayaçlarına ait mermer, klorit şist, kalk şist, mika şist çakılları ve granit çakılları gözlenmektedir.

Mermer çakılları koyu gri, beyaz ve bej renklerde, şistler yeşil, kirli beyaz renklerde granit çakılları ise beyaz, pembe renklerde gözlenmektedir. Genellikle köşeli olan çakıllar karbonatlı çimento ile gevşek tutturulmuşlardır. Bloktan ince taneliye kadar değişen boyutlarda gözlenen çakıllarda, derecelenme ve tabakalanma belirgin değildir. Kötü boylanma gösteren çakıllarda ise imbrikasyon gözlenmemektedir.

2.3.1.3. Ortam

Taban konglomerası, Emet havzasının genellikle batı ve kuzey kesimlerinde gözlenmektedir. Bu da Neojen başında havzaya malzeme gelişinin batıdan olduğunu göstermektedir (Dündar ve diğ., 1986).

Karasal malzemeden oluşmuş olan formasyon iri tane boyu, kötü boylanması, hemen yakınındaki kayaların malzemesini bol olarak bulundurması, tanelerin köşeli olması ve geometrileri dik şevler kenarındaki alüvyal yelpaze birikintileri olmasını göstermektedir.

2.3.1.4. Yaş

Akdeniz ve Konak (1979), Taşbaşı formasyonu olarak adlandırdıkları bu birime, üzerinde yer alan Kızılbük formasyonu ile geçiş seviyelerinden alınan örnekler içerisinde Orta–Üst Miyosen yaşını veren polenlerin bulunması nedeni ile Alt–Orta Miyosen yaşını vermektedirler. Gün ve diğ. (1979) birime Orta Miyosen, Ercan ve diğ. (1982) Alt Miyosen yaşını vermektedirler. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984) fosillerle yaşı Orta Miyosen olarak belirlenen Beyköy formasyonunun altında yer alması nedeniyle birime Alt–Orta Miyosen yaşını vermektedir.

Bu çalışmada, Paleozoyik yaşlı metamorfik temel kayaçları üzerinde ve Neojen sedimanter istifinin tabanında yer alan birimin yaşı, stratigrafik ilişkilere dayanarak Alt Miyosen olarak kabul edilmektedir.

2.3.2. Köprücek felsik taban volkanitleri

2.3.2.1. Tanım

Köprücek felsik taban volkanitleri; dasit, andezit ve riyolit gibi değişik kompozisyondaki lavlardan ve tüflerden oluşmaktadırlar. Çalışma alanında oldukça geniş bir alanda yayılım gösterirler.

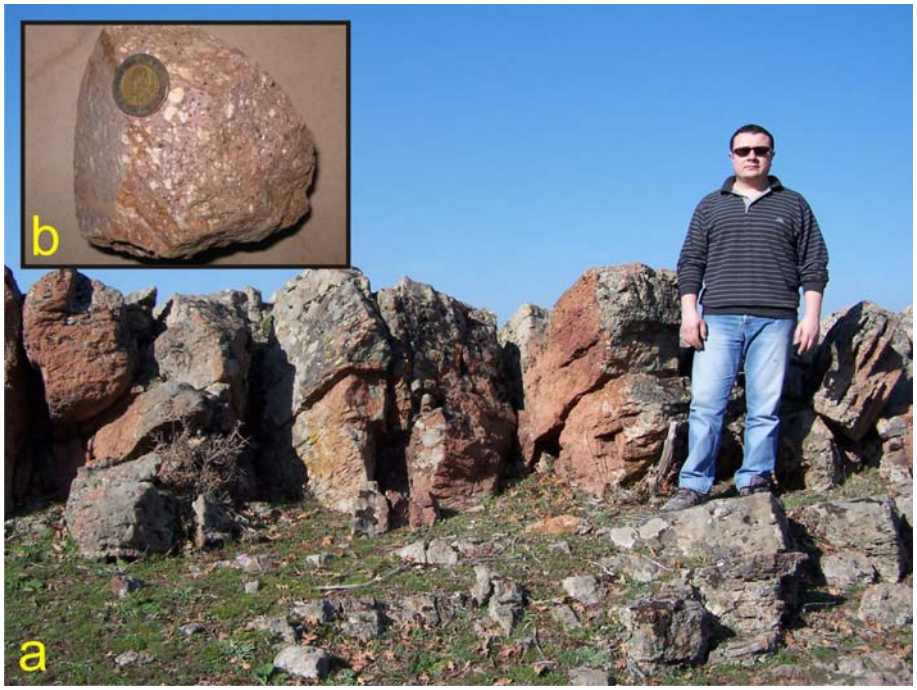
Bölgede daha önce inceleme yapmış olan Özpeker (1969), dasit ve andezitleri “Volkanikler” olarak adlandırmakta ve tüfleri taban kalkeri içine dahil etmektedir. Helvacı (1977), tüflerin plaketli kireçtaşları içerisinde mercekler şeklinde bulunduğunu ileri sürmektedir. Volkanikler, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından “Akdağ Volkanikleri”, tüfler ise “Civanadağ Tüfleri” olarak adlandırılmaktadır. Birim, Gün ve diğ. (1979) tarafından “ volkanikler”, Yalçın (1984) tarafından ise

“Taban Volkanikleri” olarak tanımlanmaktadır. Yalçın (1984), tüfleri Köpenez Formasyonu’na dahil etmekte ve çalışmasında Abdüsselemoğlu (1977) ’nun Yayla formasyonu olarak adlandırdığı birimin tüf ve aglomeralar ile temsil edilen ayırtlanmamış üst kısmına eşdeğer olduğunu belirtmektedir. Ercan ve diğ (1982), dasit ve andezitleri “Karaboldere Volkanikleri” olarak tanımlamaktadır. Dündar ve diğerleri (1984) ise inceleme alanındaki ilk volkanizma ürünleri olarak belirttikleri birimi “Dasit ve Andezitler” olarak; tüfleri “tüf ve tüfitler” olarak adlandırmaktadır. Bu çalışmada, birimin açık renkli bileşenlerden oluşması ve Köprücek Köyü civarında geniş yayılım göstermesi, inceleme alanı içerisinde cevherli zonu içeren İğdeköy formasyonu altında yer alması nedeniyle “Köprücek felsik taban volkanitleri” olarak tarafımızdan adlandırılmaktadır.

Birim, inceleme alanı içerisinde gözlenen dasit, andezit, riyolit ve tüfler ile temsil edilmektedir. Dasitler (Şekil 2.12), havzanın kuzeydoğu kesiminde Köprücek tepe ve Kırtaş tepe civarında, havzanın batı kesiminde Kocaharman tepe, Sivrikaya tepe, Kayabaşı tepe, Kocagüney tepe ve Göz tepe civarında, andezitler (Şekil 2.13) ve riyolitler (Şekil 2.14), inceleme alanının kuzeyinde Cevizdere ve Köprücek tepe civarında, tüfler (Şekil 2.15) ise inceleme alanı içerisinde Yenipınar Köyü kuzeyi ve kuzeydoğusunda, Kurtdere Köyü kuzeydoğusunda ve Yağcık Köyü batısında yayılım göstermektedir.

Birim içerisindeki volkanik kayaçların, altındaki ve üstündeki birimlerle sınırları, diskordandır ve kalınlığı 300 m civarındadır (Yalçın; 1984).

Tüfler ise volkaniklerle yanal geçişlidirler. Ercan ve diğ. (1982), tüfler için 500–600 m, Yalçın (1984) ise 201 m kalınlık vermektedir.



Şekil 2.12: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden dasitlere ait bir görünüm. b) Dasitlere ait makro görünüm (Köprücek beldesi kuzeybatısı).



Şekil 2.13: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden andezitlere ait bir görünüm (Köprücek beldesi kuzeybatısı).



Şekil 2.14: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinden riyolitlere ait bir görünüm. b) Riyolitlere ait makro görünüm (Bahatlar köyü güneyi).



Şekil 2.15: a) Köprücek felsik taban volkanitlerinin ürünü olan tüflere ait görünüm. b) Tüflere ait makro görünüm (Yenipınar köyü kuzeybatısı).

2.3.2.2. Litoloji

Birim üzerinde yapılan makroskobik incelemelerde, dasit mostraları, büyük bloklar halinde masif yapılı gözlenmektedir. Taze yüzeyleri pembe renklidir. İçlerindeki kuvars, feldispat ve biyotit fenokristalleri pembe renkli hamur içerisinde gözle ayırt edilebilmektedir. Atmosferik nedenlerle feldispatların bozunup dökülmesi kayaca boşluklu bir görünüm kazandırmıştır. Köprücek tepe ve civarından alınan örnekler, diğer bölgelere oranla daha felsik ve tane boyları daha küçüktür.

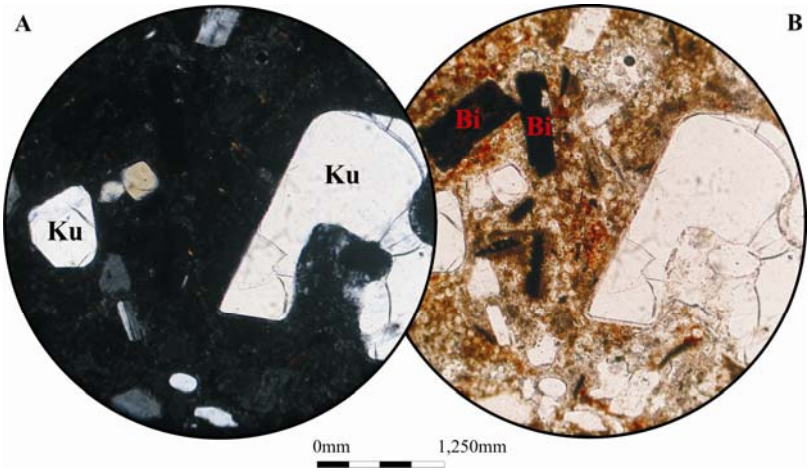
Köprücek tepe ve civarından alınan dasit örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde, kesitlerde porfirik doku hakim durumdadır. Ayrıca sferülitik porfirik, vitrofirik porfirik ve mikrogranüler porfirik dokuda gözlenmektedir. Plajiyoklas, kuvars, biyotit ve amfibol fenokristalleri kesit alanında seçilmektedir. Fenokristaller sferülitik büyüme gösteren camsı materyalden ibaret mikrolitik hamur ile bağlandığı görülmektedir. Hamur, önemli oranda volkanik cam, plajiyoklas mikrolitleri, biyotit ve opak mineraller içermektedir.

Özşekilli plajiyoklas fenokristalleri andezin bileşiminde olup, hem polisentetik ikizlenme hem de zonlu yapı göstermektedir. Albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslarda, serisitleşmeler ve killeşmeler tespit edilmiştir.

Özşekilsiz kuvars mineralleri, beyaz, açık sarı renklerde ve çatlaklı görülmektedir. Magma ile reaksiyon sonucu kemirilmiş ve özşekilsiz hale gelmiş korrode kuvars minerali anhedral dokuya sahiptir (Şekil 2.16).

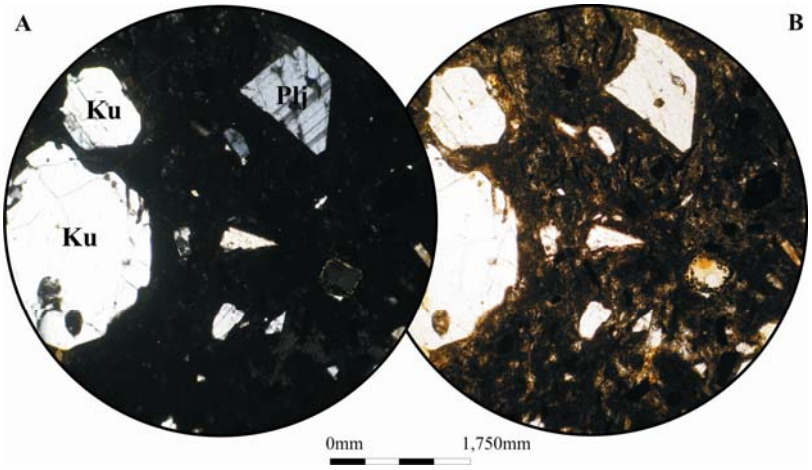
Ferromagnezyen mineral olarak biyotit ve amfibol kristalleri gözlenmektedir. Özşekilli–yarı özşekilli biyotit kristallerinde, tek yöndeki belirgin dilinimleri boyunca kloritleşmeler gözlenmektedir. İki yönde dilinime sahip amfibol mineralleri ise yarı özşekillidir.

Kesitte, hamur içinde ve fenokristallerde opak minerallere de rastlanılmaktadır.



Şekil 2.16: Dasitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Kuvars Hamur ile reaksiyonu sonucu kemirilmiş a)ÇN, b)TN (Fel:Feldispat, Bi:Biyotit).

Çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Kayabaşı tepe ve Kocaharman tepe civarından alınan dasit örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde; vitrofirik porfirik doku gözlenmektedir (Şekil 2.17). Kuvars, amfibol, plajiyoklas ve biyotit fenokristalleri, aynı minerallerden oluşan mikrokristalli bir hamur içinde bulunmaktadır.



Şekil 2.17: Dasitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Kuvars Hamur ile reaksiyonu sonucu kemirilmiş. Killeşme kesit alanının geneline yayılmış a)ÇN, b)TN (Ku:Kuvars, Plj:Plajioklas).

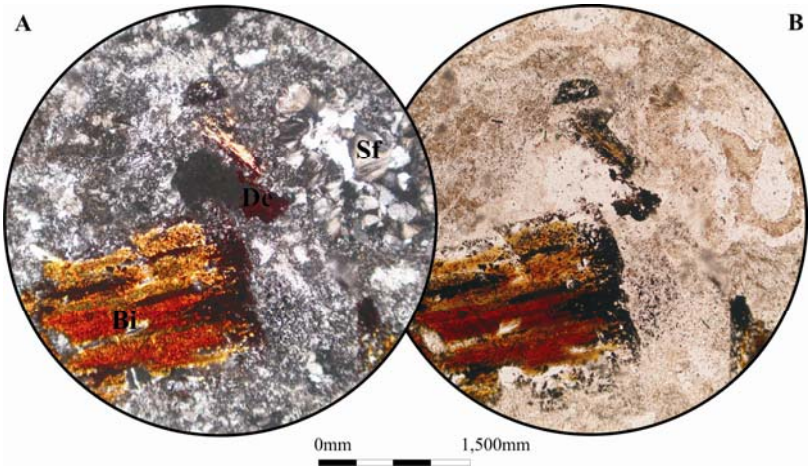
Plajiyoklaslar oligoklas bileşimdedir. Hem polisentetik ikizlenme hem de zonlu yapı gösteren plajiyoklaslar çoğunlukla serisitleşmiştir.

Özşekilsiz kuvars kristalleri beyaz renkte ve çatlaklı yapı göstermektedir. İçlerinde apatit kapanımlarına rastlanılmıştır.

Ferromagnezyen mineral olarak biyotit ve amfibol mineralleri görülmektedir. Özşekilli biyotit kristallerinde alterasyon sonucu ikincil mineralleşme ürünü olarak klorit ve demir oksit gözlenmektedir. Altere amfibol mineralleri ve opak mineraller kesitte gözlenen diğer minerallerdir.

Kayacın genelinde killeşme alterasyonu hakimdir.

Çalışma alanının güney batısında yer alan Kale tepe ve Göz tepeden alınan dasit örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde; sferülitik porfirik ve vitrofirik porfirik dokunun hakim olduğu, kuvars, plajiyoklas, biyotit ve amfibol fenokristallerinin kesit alanında yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18: Dasitlere ait sferülitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Sf:Sferülitleşme).

Plajiyoklas fenokristalleri, andezin bileşiminde olup, hem albit ikizlenmesi hem de zonlu yapı göstermektedir. Albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaslarda serisitleşmeler ve killeşmeler yaygın olarak görülmektedir.

Özşekilsiz kuvars mineralleri, irili ufaklı taneler halinde, beyaz, açık sarı renklerde ve çatlaklı görülmektedir. Magma ile reaksiyon sonucu kemirilmiş ve özşekilsiz hale gelmiş korrode kuvars minerali anhedral dokuya sahiptir.

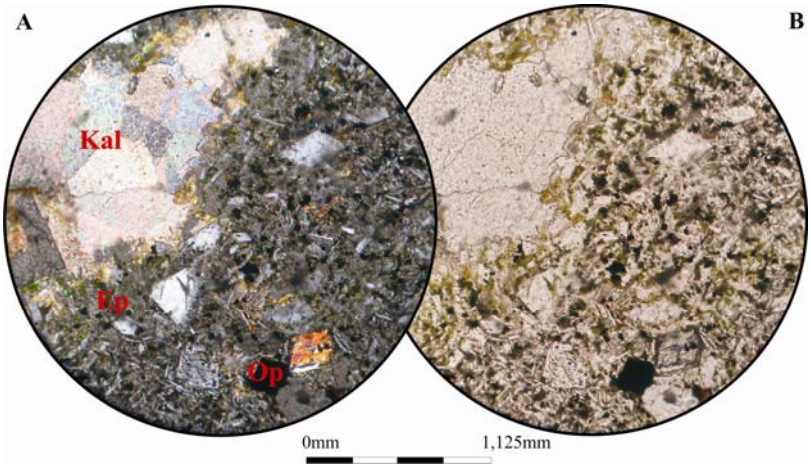
Ferromagnezyen mineral olarak biyotit ve amfibol kristalleri gözlenmektedir. Özşekilli–yarı özşekilli biyotit kristallerinde, tek yöndeki belirgin dilinimleri

boyunca kloritleşmeler gözlenmektedir. İki yönde dilinime sahip amfibol mineralleri ise yarı özşekillidir.

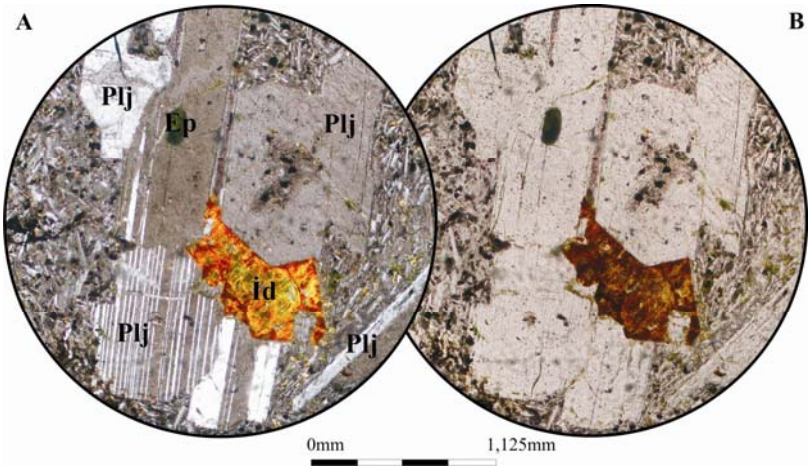
Kesitte hamur içinde ve fenokristallerde opak minerallere de rastlanılmaktadır.

Çalışma alanı içerisindeki andezitler masif yapılıdır. Taze yüzeyleri koyu kahve-grimsi mavi renkli, ayrışmış kısımları koyu yeşil, yer yer koyu gri renklerdedir. İçerisindeki biyotit fenokristalleri gözle ayırt edilebilmektedir. Andezitlerin dış yüzeylerinde atmosferik olaylara bağlı gelişen bozunmalar gözlenmektedir.

Köprücek tepe ve civarından alınan andezit örneklerinin hiyalomikrolitik porfirik ve mikrogranüler porfirik dokulu olduğu tespit edilmiştir. Fenokristaller çoğunlukla volkanik camdan, daha az da plajiyoklas, biyotit mikrolitlerinden oluşan kahverengi, mikrokristalli hamur içerisinde gelişigüzel yönlenmişlerdir (Şekil 2.19). Hamur boşluklu doku göstermektedir. Plajiyoklas, amfibol, klinopiroksen (ojit) ve nadiren de olsa olivin, başlıca fenokristallerdir (Şekil 2.20).



Şekil 2.19: Andezitlere ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İkincil olarak kalsit oluşumu gerçekleşmiş a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Op:Opak, Ep:Epidot).



Şekil 2.20: Andezitlere ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Olivin mineralinde iddingsitleşme a)ÇN, b)TN (Plj: Plajioklas, İd:İddingsitleşme).

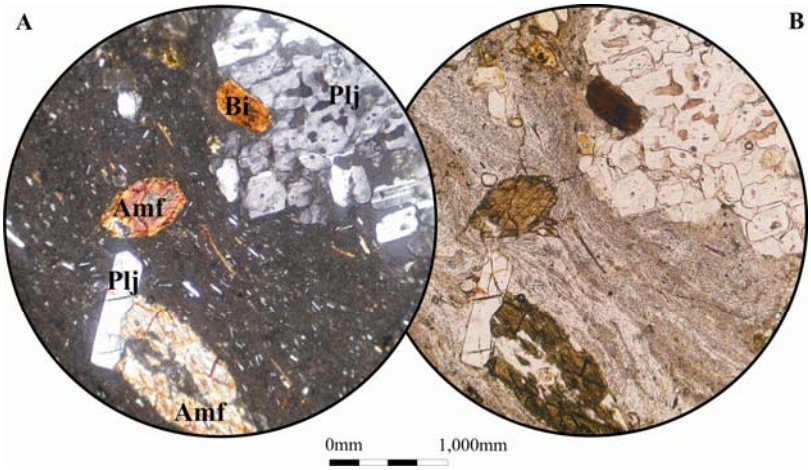
Özşekilli plajiyoklaslar, andezin bileşiminde olup polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı gösterirler. Plajiyoklaslarda serisitleşmeler ve daha yaygın olarak elek dokusuna rastlanılmaktadır.

Özşekilli–yarı özşekilli amfibol minerallerinde kloritleşmeler görülmektedir (Şekil 2.21).

Ayrışmamış özşekilli piroksen mineralleri ojit karakterindedir. Piroksenlerde sektör zonlanması gözlenmektedir.

Olivin fenokristalleri bazı örneklerde kesit alanında çok az gözlenmekle birlikte genellikle iddingsitleşerek kırmızımtrak bir görünüm kazanmışlardır.

Kesitlerde ikincil mineral olarak kalsit, epidot ve klorit mineralleri yer almakta ve opak mineraller ise hem hamurda, hem de fenokristallerde gözlenmektedir.



Şekil 2.21: Andezitlere ait hiyalopilitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. Özşekilli amfibol mineralleri a)ÇN, b)TN (Amf:Amfibol, Bi:Biyotit, Plj:Plajioklas).

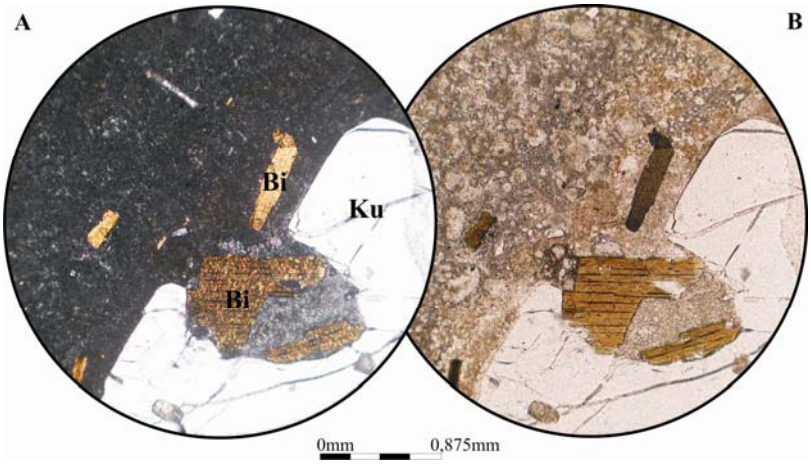
Riyolitler bej-koyu krem renkli, diğer volkaniklere göre dayanımlı, sert ve düzenli eklemlidir. El örneğinde kuvars, feldispat ve biyotit minerallerine ait fenokristaller çıplak gözle seçilebilmektedir.

Çalışma alanının doğusunda yer alan Kırklar tepeden alınan riyolit örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde; kesitte, vitrofirik porfirik ve mikrogranüler porfirik dokunun hakim olduğu, kuvars, plajioklas, biyotit, amfibol ve sanidin fenokristalleri gözlenmektedir. Fenokristaller, volkanik cam, biyotit ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan hamurla birbirlerine bağlanmaktadır (Şekil 2.22 ve 2.23).

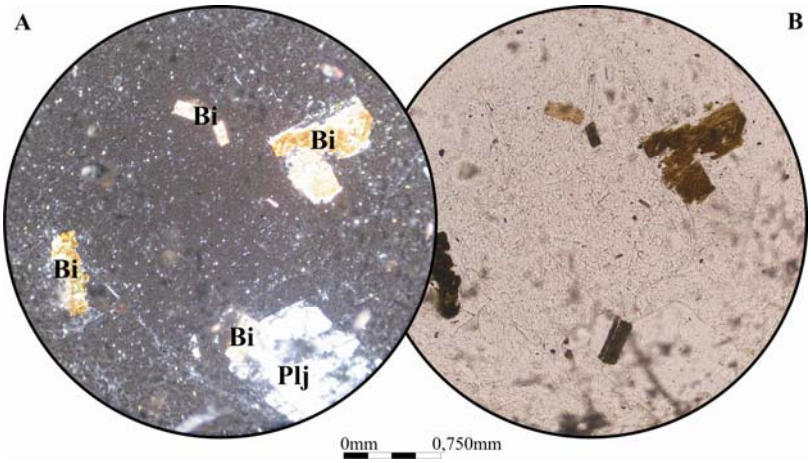
Özşekilli plajiyoklas fenokristalleri andezin karakterindedir. Plajiyoklaslar hem polisentetik ikizlenme hem de zonlanma göstermektedir. Ayrıca plajiyoklas mineralleri üzerinde serisitleşme yaygın olarak gözlenir.

Kuvars minerali kesitte az miktarda görülür. Özşekilsiz, beyaz renkli ve çatlaklıdır. Magma ile reaksiyon sonucu korrode olmuş kuvars minerali anhedral dokuya sahiptir.

Biyotit fenokristalleri kesitte özşekilli–yarı özşekilli, ince uzun kristaller halinde gözlenir. Tek yönlü dilinimleri oldukça belirgindir. Kesitte bol miktarda görülmektedir. Dilinimler boyunca kloritleşme gözlenmektedir.



Şekil 2.22: Riyolitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İri kuvars minerali hamur tarafından kemirilmiş a)ÇN, b)TN (Ku:Kuvars, Bi:Biyotit).



Şekil 2.23: Riyolitlere ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Plj:Plajioklas).

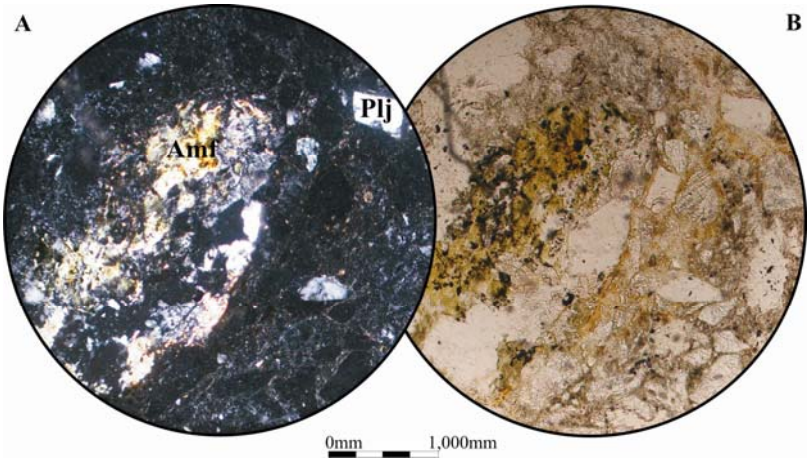
Çift yönlü dilinim gösteren, yarı özşekilli amfibol mineralleri, kesitte genellikle canlı renklerde gözlenir.

Sanidin fenokristalleri kesit alanında yaygın değildir. Genellikle özşekilsiz ve çatlaklı bir yapıdadır.

Kesitte opak mineraller ve bazı örneklerde genele yayılmış kalsitleşme olağandır.

Tüfler, genellikle açık, bej ve beyaz renklerde, ince taneli olarak gözlemlenmektedir. Makroskobik olarak kuvars ve koyu renkli mineral olarak biyotit tanımlanmaktadır. Tabakalanma göstermeyen birim, yumuşak olduğundan elle ufalanabilmektedir. Tüfler içerisinde killeşmeler gözlenmektedir.

Çalışma alanı içerisinde Kuz tepe civarından alınan tüf örneklerinin optik mikroskop incelemelerinde, kayaçların vitrofirik dokulu olduğu tespit edilmiştir. Kahve renkli, volkanik cam ve mikro kristallerden oluşan hamur içerisinde yüzen az kuvars, biyotit, amfibol ve plajiyoklas fenokristalleri görülmektedir (Şekil 2.24). Hamuru oluşturan volkanik cam, fenokristallerden fazladır. Kuvars kristalleri beyaz renkli, çatlaklı, korrede halde gözlenmektedir. Plajiyoklas fenokristalleri, oligoklas bileşimindedir. Kesit alanında ferromagnezyen mineral olarak yer alan biyotitlerde, kloritleşmeler gözlenmektedir. Hamurda büyük ölçüde killeşme mevcuttur.



Şekil 2.24: Tüflere ait volkanik cam bağlayıcısı içerisinde yer alan fenokristallerin ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Amf:Amfibol, Plj:Plajioklas).

Çalışma alanı içerisinde, yer yer felsik taban volkanitlerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşan ve küçük ocaklar şeklinde işletilen, ekonomik kaolenit yatakları bulunmaktadır.

2.3.2.3. Yaş

Bölgede inceleme yapmış olan Yalçın (1984), çalışmasında; tüflere, fosil yaşı Orta Miyosen olarak tespit edilmiş olan Beyköy formasyonunun altında yer alması nedeniyle Orta Miyosen yaşını vermektedir. Tüfler içerisinde tespit ettiği volkaniklere ait kayaç parçalarına dayanarak dasit ve andezitlerin, yaşı fosillerle Orta–Üst Miyosen olarak saptanmış birimlerin altında yer alması nedeniyle Batı Anadolu'da yaygın Alt Miyosen–Üst Pliyosen yaşlı volkanizmanın (Borsi ve diğ.,

1972; Benda ve diğ., 1974; Fytikas ve diğ., 1976; Becker-Platen ve diğ., 1977; Bingöl, 1977; Ercan, 1979; Sunder, 1982; Gündoğdu, 1982) ilk ürünleri (Alt Miyosen) olma olasılığını güçlendirdiğini savunmaktadır. Gün ve diğerleri (1979), volkaniklere, Bingöl'ün (1977) Muratdağı güneyindeki Karacahisar volkaniklerinde K/Ar yöntemiyle ölçtüğü 16.9 ± 0.2 – 20.9 ± 0.4 milyon yıllar arasında tespit ettiği radyometrik yaşlara dayanarak, Orta Miyosen yaşını vermektedirler. Tüflerin ve volkaniklerin yanal geçişli olduğunu, bu nedenle volkaniklerde yapılan radyometrik yaş tayininin tüfler için de geçerli sayılabileceğini ve Alt–Orta Miyosen yaşlı olduğunu kabul etmektedirler.

Akdeniz ve Konak (1979), çalışma alanındaki stratigrafi ilişkilerine dayanarak ve yakın çevredeki volkaniklerle deneştirilerek volkanizmanın başlangıç yaşının Orta Miyosen olduğunu savunmaktadırlar. Fosil bulundurmayan Civanadağ tüflerinin ise, altında yer alan Kızılbük Formasyonu ile yanal geçişli olmasından dolayı Orta–Üst Miyosen yaşlı olduğunu savunmaktadırlar. Ercan ve diğ. (1982), Karaboldere Volkanikleri olarak adlandırdıkları ilk volkanizma ürünlerinin Orta–Üst Miyosen, tüflerin ise Alt Miyosen yaşlı olduğunu belirtmektedirler.

Dündar ve diğ. (1986), dasit ve andezitlerin taban konglomerasından sonra çıkan volkanizmanın ilk ürünleri ve yaşının Alt–Orta Miyosen olduğunu, tüflerin ise üstündeki birimlere göre Orta–Üst Miyosen yaşlı olduğunu belirtmektedirler. Seyitoğlu ve diğ. (1997), K/Ar yöntemi ile tespit ettikleri 20,3 ± 0,6 (biyotit) milyon yıllık radyometrik yaşlara dayanarak birimin Erken Geç Miyosen yaşlı olduğunu kabul etmişlerdir. Helvacı ve Alonso (2000), K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş ölçümü ile 19 ± 0,2 (biyotit) milyon yıllık bir değer elde etmişlerdir. Tarafımızdan yapılan arazi çalışmasında; dasit, andezit ve riyolitlerin yaşı, Cevizdere kuzeyinde, taban konglomerası üzerinde görülmeleri nedeniyle ve diğer araştırmacıların elde ettikleri radyometrik yaş verilerine dayanarak Alt Miyosen olarak kabul edilmektedir.

2.3.3. Karbasan formasyonu

2.3.3.1. Tanım

Çalışma alanının güneydoğusunda yer alan Karbasan Beldesi ve civarında, plaket kireçtaşları ve marnlarla yanal geçişli birim, Akbulut ve diğ. (1984) tarafından adlandırılmıştır.

Birim, bölgede daha önce inceleme yapmış olan Özpeker (1969)'in taban kalkeri olarak adlandırdığı birimin bantlı kalkerler şeklinde gözlenen kısmına eşdeğerdir. Diğer araştırmacılardan Abdüsselamoğlu (1979), birimi konglomera, kumtaşı ve şeyl ile temsil edilen Yayla formasyonuna, Akdeniz ve Konak (1979), Kızılbük formasyonuna, Gün ve diğ., (1979) detritik kireçtaşı, çakıltaşı, kumtaşı birimine dahil etmektedirler. Yalçın (1984)'ın Beyköy formasyonu olarak adlandırdığı birimin alt kısmına eşdeğer olarak tanımlanan kireçtaşları, Dündar ve diğ. (1986) tarafından Karbasan birimi olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: Karbasan formasyonuna ait görünüm (Karbasan beldesi kuzeybatısı).

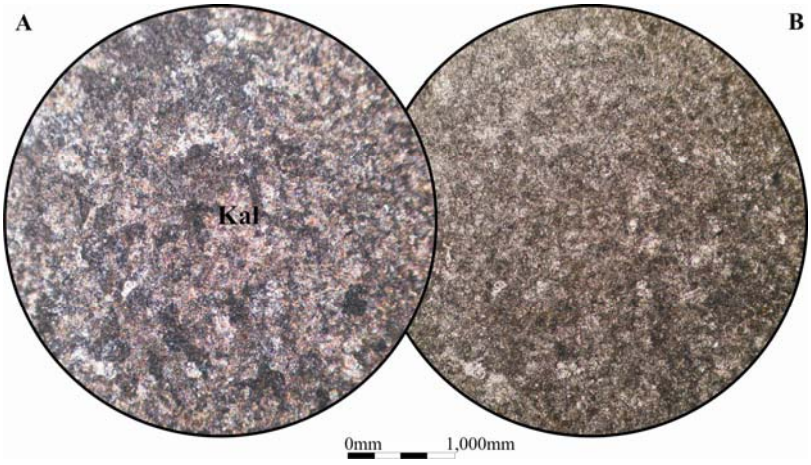
Birim, altında yer alan temel kayaçları ile uyumsuz dokanağa sahiptir ve Beyköy formasyonu tarafından da konkordan olarak üzerlenmektedir.

Bölgede inceleme yapmış olan Akbulut ve diğ., (1984) ile Dündar ve diğ., (1986), formasyonun kalınlığını 500 m olarak vermektedirler.

2.3.3.2. Litoloji

Çalışma yapılan bölgenin güneydoğusunda yayılım gösteren birim; tabanda sarımsı renkte tüfler, kırmızımsı ve yeşilimsi renkte kumtaşları ile üst seviyelerde kırmızımsı bej, beyazımsı gri alacalı renklerde kumlu, marnlı, orta-kalın katmanlı sparitik kireçtaşları ile temsil edilir. İçerdikleri çört kırıntıları ve dalgalı-paralel laminalanma bu kireçtaşının en belirgin özellikleridir. Ayrıca birimin üst seviyelerinde tüf merceklerine ve iz fosillere rastlanılmaktadır.

Çalışma alanının doğusunda yer alan ve Karbasan beldesi ve civarında yayılım gösteren birimden alınan örneklerin optik mikroskop incelemelerinde; formasyonu oluşturan karbonatlı kayaçlar sparit olarak adlandırılmıştır. Ayrıca kesit üzerinde yer yer büyük kalsit taneleri gözlenmektedir ve herhangi bir kavkı parçasına rastlanılmamıştır (Şekil 2.26).



Şekil 2.26: Karbasan kireçtaşına ait ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit).

2.3.3.3. Ortam

Tabanda yer alan çapraz katmanlı kumlar dalgaların etkisin altındaki sahil kısmını, marnlar ve kireçtaşları ise durgun veya hafif akıntılı göl ortamını yansıtırlar. Tüf mercekleri gölün karayla sıkı ilişkisi olduğunun göstergesidir.

2.3.3.4. Yaş

Dündar ve diğ. (1986) tarafından bölgede yapılan incelemelerde, formasyonda yer alan kumtaşlarından elde edilen yaprak fosilleri;

-Cinnamomum lanceolatuın (Unger) Heer
-Cinnamomıum scheuchzeri Heer

olarak tanımlanmış ve Miyosen yaşı verilmiştir. Bu çalışmada birimin yaşı, bölgedeki stratigrafide göz önüne alınarak Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

2.3.4. Yeniceköy plaket kireçtaşları

2.3.4.1. Tanım

Çalışma alanında, beyaz, bej ve kirli sarı renkli, merceksel kum, kömür ve tüf ara katmanlı, düzgün plakalar halinde kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marn ardalanmasından oluşan birim, Yeniceköy plaket kireçtaşları adı altında incelenmiştir (Şekil 2.27).

Birim, bölgede daha önce inceleme yapmış olan; Özpeker (1969)'in taban kalkeri olarak adlandırdığı birimin krem renkli, ince düzgün plakalar şeklinde gözlenen ayırtlanmamış alt kısmına eşdeğerdir. Diğer araştırmacılardan Abdüsselamoğlu (1977), birimi konglomera, kumtaşı ve şeyl ile temsil edilen Yayla formasyonuna; Akdeniz ve Konak (1979), Kızılbük formasyonuna; Gün ve diğ. (1979), detritik kireçtaşı, çakıltaşı, kumtaşı birimine dahil etmektedirler. Yalçın (1984)'ın Beyköy formasyonu olarak adlandırdığı birimin ayırtlanmamış alt kısmına eşdeğer olarak tanımladığı kireçtaşları, Dündar ve diğ. (1986) tarafından laminalı kalker ve marnlar

olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca bölgede ilk ayrıntılı çalışmalarda bulunan araştırmacılardan birisi olan Gawlik (1956), birimi yassı kalkerler olarak adlandırmaktadır. Bu çalışmada birim, litolojik özellikleri en iyi Yeniceköy ve civarında gözlendiğinden Yeniceköy plaket kireçtaşı formasyonu olarak adlandırılmıştır.



Şekil 2.27: a) Yeniceköy plaket kireçtaşlarına ait görünüm. b) Plaket kireçtaşlarının makro görünümü (Yeniceköy beldesi güneybatısı).

Çalışma alanının batısında geniş yayılım gösteren beyaz, bej ve kirli sarı renkli, düzgün plakalar halinde kartonsu görünümüyle topografik olarak genellikle alçak bölgelere karşılık gelmektedir.

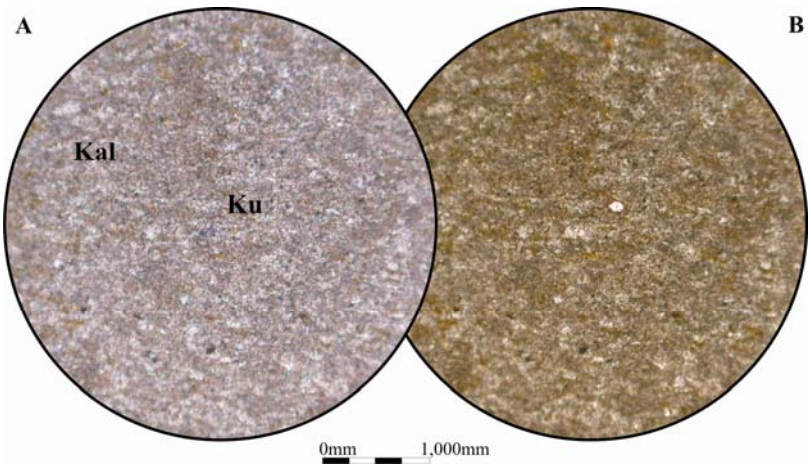
Birim, altında yer alan Köprücek feslik taban volkanitleri ile uyumsuz dokanağa sahiptir. Beyköy formasyonu tarafından da konkordan olarak üzerlenmektedir.

Bölgede inceleme yapmış olan Özpeker (1969), birime 150 – 200 m; Yalçın (1984), 60 m; Helvacı (1977), 150 m; Dündar ve diğ. (1986) 50 – 250 m arasında kalınlık vermektedirler.

2.3.4.2. Litoloji

Birim, kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marnlardan oluşmaktadır. Kireçtaşları beyazımsı renkte iken, killi kireçtaşları ve marnlar krem, bej, sarımsı beyaz, koyu bej renklerde gözlenmektedir. Birim plakalar halinde düzgün tabakalanma göstermektedir ve tabaka kalınlıkları orta tabakalıdan laminaya varan (0.2 mm) kalınlıklarda görülmektedir. Killi kireçtaşları ve marnlar yumuşak olduğundan kolay kırılabilmekte ve kırılma yüzeyleri konkoidal gözlenmektedir. Birim içerisinde bol yaprak fosillerine rastlanılmaktadır. Bununla birlikte kum, kömür ve tüf ara düzeylerine rastlamak mümkündür.

Laminalı kireçtaşlarından oluşan ve çalışma alanı içerisinde geniş yüzlekler veren birimin optik mikroskop incelemeleri, kireçtaşlarının genellikle mikrosparitlerden oluştuğunu, laminalanmaya paralel olarak %15 oranında küçük Gastropod kavkı parçalarının gözlendiğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra kesit alanında gözlenen boşluklar ikincil olarak kuvarsla doldurulmuştur (Şekil 2.28).



Şekil 2.28: Yeniceköy plaket kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars).

2.3.4.3. Ortam

Plaket kireçtaşları ve marnlar tatlı su göl ortamında kimyasal yolla çökelmiştir. Oldukça düzenli tabakalanma göstermeleri, gölün çökelim esnasında durgun veya

hafif akıntılı olduğunu ortaya koymaktadır. Kireçtaşlarının killi bileşimi, çökelimi sırasında, göl suyunda ince kil taneciklerinin bulunduğunun kanıtıdır. Yer yer mercekler şeklinde gözlenen kırıntılı birimler çapraz katmanlanma göstermelerinden dolayı dalga etkisinde kalmış kıyı ortamını yansıtmaktadır. Ayrıca birimin bölgede geniş yayılım göstermesi, gölün en fazla bu evrede yayılıma ulaştığının göstergesidir.

2.3.4.4. Yaş

Bölgede inceleme yapmış olan araştırmacılardan Kalafatçıoğlu (1964), Planorbis fosiline dayanarak Miyosen; Gün ve diğ. (1979) ve Bingöl (1977), kömür örneklerinin polen analizlerinden elde ettikleri Orta Miyosen, Akdeniz ve Konak (1979), birimdeki kömürlü seviyelerin spor ve polen kapsamına dayanarak Orta-Üst Miyosen; Yalçın (1984), Emet formasyonu olarak adlandırdığı fosilli birimin altında yer alması ve elde ettiği fosil verileri nedeniyle Üst Miyosen yaşını vermektedir. Diğer araştırmacılardan Dündar ve diğ. (1986), birimin yaşını elde ettikleri,

-Planorbarius indet
-Cyraulus

fosillerine dayanarak genel olarak Miyosen-Pliyosen olarak vermiştir. Bu çalışmada birimin yaşı, Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

2.3.5. Beyköy formasyonu

2.3.5.1. Tanım

Beyköy formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn ve kömürlü seviyelerden oluşan birimin mostralarında yeşil, kahverengi ve kırmızımsı renkler hakimdir (Şekil 2.29). Birim içerisinde tane boyu oldukça çeşitlilik göstermektedir. Tabakalanma belirgin olarak gözlenmemektedir. Genellikle kuzey-güney yönlü Emet çayı boyunca mostra vermektedir.



Şekil 2.29: Beyköy formasyonuna ait görünüm (Yağcık köyü batısı).

Birim, bölgede daha önce çalışmış olan Özpeker (1969)'in tanımladığı kırmızı seri ile eşdeğerdir. Helvacı (1977)'nın kırmızı formasyon olarak adlandırdığı birim, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından yaklaşık aynı birimlerle Hisarcık formasyonuna dahil edilmekte ve formasyonun ayırtlanmamış alt kısmına karşılık gelmektedir. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984)'ın çalışmasına göre birim Beyköy formasyonunun ayırtlanmamış üst kısmına karşılık gelmektedir. Dündar ve diğ., (1986) ise birimi kırmızı seri olarak adlandırmaktadırlar. Bu çalışmada birim, mostralarında kırmızı rengin hakim olması ve tipik olarak Beyköy ve civarında gözlenmesi nedeniyle Beyköy formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Birim inceleme alanı içerisinde, Beyköy–Yoncaağaç köyü arasında, Doğanlar köyü ve civarında, Emet ilçesinin kuzeyinde ve batısında geniş alanlarda yayılım göstermektedir.

Beyköy formasyonunun alt sınırı Yeniceköy plaket kireçtaşı formasyonu ile üst sınırı ise Ergünler alt kireçtaşları ile uyumludur.

Bölgede çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969), birimin kalınlığını 125 m; Helvacı (1977), 125 m; Yalçın (1984), 294 m; Akbulut ve diğ. (1984), 150 m ve Dündar ve diğ. (1986) ,70–250 m. olarak belirtmektedirler.

2.3.5.2. Litoloji

Çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve marnlı seviyelerden oluşan birim içerisinde kömür ve jips bantları ile tüf mercekleri bulunmaktadır. Çok çeşitli tane boylarına sahip olan birim, oldukça zayıf çimentolanma gösterir.

Birim içerisinde temele ait yeşilimsi gri renkli, orta boylanmış şist çakılları, bej renkli mermer çakılları ve pembe beyaz renkli granitoyit çakılları ve taban volkanitlerine ait çakıllar kumlu killi yer yer karbonatlı çimentoyla çok gevşek tutturulmuş olduğu görülmektedir. Çakıl boyları 5–20 cm. arasında değişmektedir. Küt köşeli ve yarı yuvarlak çakılların boylanma derecesi düşüktür. Seyrek de olsa yer yer metrik boyutlara varan bloklarda gözlenmektedir. Kumtaşları; kahverengi, kırmızı, sarımsı renklerde, orta–kaba taneli, zayıf tutturulmuş ve dağılgan özellik taşırlar. Kiltaşı ve marnlar; beyazımsı, açık gri ve yeşilimsi gri renklerde, kumtaşlarıyla ardalanmalı olarak bulunurlar. Kömürlü seviyeler birim içerisinde küçük mercekler halinde gözlenmektedir.

2.3.5.3. Ortam

Beyköy formasyonu, içerisinde iri ve ince taneli malzemelerin düzensiz bir şekilde yığışım göstermesi, tortullaşmanın hızlı gerçekleştiğinin ipuçlarını vermektedir. Bu, havzayı besleyen akarsuların akış hızlarında ve malzeme taşıma kapasitelerinde büyük artışlar olması ile mümkündür. Birim içerisinde ince taneli malzeme tortullaşmanın zaman zaman yavaşladığını göstermektedir. Tüflerin birim içerisinde düzensiz dağılımı büyük kısmının karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca yine birim içerisinde gözlenen kömür oluşumları sığlaşan playa–bataklık ortamı ile bölgede var olan bitki örtüsünü işaret etmektedir. Akarsu ile taşınan malzemenin hızlı sedimantasyonu sonucu üzeri örtülen organik malzeme, kömür bantlarının oluşumunu sağlamıştır.

2.3.5.4. Yaş

Bölgede daha önce çalışmış olan Akdeniz ve Konak (1979), birim içerisinde aşağıdaki ostrakodları ayırtlamıştır;

-Cyprinotus cf. salinus (BRADY)
-Ilyopris cf. brady (SARS)

Akdeniz ve Konak (1979), bu fosillere dayanarak birime Alt Pliyosen yaşını vermiştir. Diğer araştırmacılardan Dündar ve diğ. (1986), yaptıkları polen analizleriyle birimin yaşını Orta – Üst Miyosen olarak belirlemektedir. Yalçın (1984) ise birimi,

-Planorbarius sp
-Helicidae

gastropod fosillerine dayanarak Neojen yaşlı olarak benimsemiştir. Bu çalışmada birimin yaşı, Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

2.3.6. Ergünler taban kireçtaşları

2.3.6.1. Tanım

Ergünler taban kireçtaşları, Beyköy formasyonu üzerinde konkordan olarak bulunan ve İğdeköy formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenen, yeşil renkte kumtaşı ara düzeyleri içeren, beyaz, gri ve bej renklerde gözlemlenen, tabakalı kireçtaşı birimi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.30).

Birim, bölgede çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969), “Boratlı kil, marn, kalker, tüf”, Helvacı (1977), “Boratlı kil, tüf, marn”, Akdeniz ve Konak (1979), “Hisarcık formasyonu” ve Yalçın (1984), “Emet formasyonu” içerisine stratigrafi birimi olarak ayırtlanmadan dahil etmişlerdir. Ayrıca bölgede çalışan diğer araştırmacılardan Gawlik (1956), alt kireçtaşlarından hiç söz etmemekte; Dündar ve diğ. (1986) ise

birimi alt kireçtaşı olarak adlandırmaktadır. Bu çalışmada birim, çalışma alanının kuzeyinde yer alan Ergünler damları mevkiinde gözlenmesinden ve boratlı zonun altında yer alması nedeniyle Ergünler taban kireçtaşları olarak tarafımızdan adlandırılmıştır.

Birim inceleme alanı içerisinde Tuzla tepe ve Büyükardıç tepe ve Hisarcık-Hamamköy karayolu üzerinde ve Ergünler damları mevkiinde, çalışma alanı içerisinde dar bir alanda küçük yüzlekler halinde gözlenmektedir.

Kirli beyaz, bej ve gri renklerde, tabakalanma gösteren birimin alt ve üstündeki birimlerle sınırları konkordandır. Birimin kalınlığı Dündar ve diğ. (1986) tarafından 50 m olarak verilmiştir.



Şekil 2.30: Ergünler taban kireçtaşlarına ait görünüm (Ergün damları doğusu).

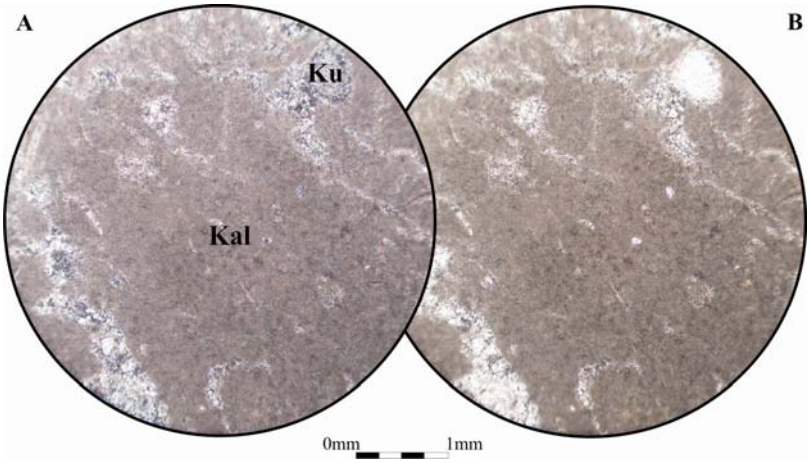
2.3.6.2. Litoloji

Birim kirli beyaz, bej ve gri renklerde kireçtaşlarından ve kumtaşı ara düzeylerinden oluşmaktadır. Oldukça masif ve sert görünüme sahip kireçtaşları, orta – kalın tabakalıdır. Tabaka kalınlıkları 10–50 cm arasında değişim göstermektedir. Yer yer kumlu kireçtaşı özelliği gösteren birimin üst seviyelerinde çört bantları yer alır.

Kireçtaşları boşluklu yapı göstermekle beraber, boşluklar ikincil kalsit kristalleri tarafından doldurulmuştur.

Kumtaşları, yeşil renkte ve masif görünümlüdür. Yer yer çakıl parçaları içerir ve karbonat çimentoludur. Tabaka kalınlıkları 10–40 cm arasında değişmektedir.

Çalışma alanı içerisinde çok dar bir alanda yüzlekler veren birimi oluşturan kireçtaşları, optik mikroskop incelemelerinde; %60-70 arasında biyoklast içeren biyomikritlerden oluştuğunu ortaya koymaktadır. Alg ve gastropod kavkı parçaları kesit alanın üzerinde gözlenmektedir. Ayrıca düzensiz çatlak sistemi gelişmiş ve boşluklar iri kalsit tanelerince doldurulmuştur. Bunun yanı sıra %5 oranında kuvars kumu mevcuttur (Şekil 2.31).



Şekil 2.31: Ergünler taban kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. Kesitte az oranda kuvars kumu ve ikincil kalsit oluşumu a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars).

2.3.6.3. Ortam

Birim, giderek derinleşen göl ortamında kimyasal çökelmeyi yansıtmaktadır. Oldukça düzenli tabakalanma göstermeleri gölün çökelim esnasında durgun veya hafif akıntılı olduğunu göstermektedir. Kumlu kireçtaşları, çökelim sırasında göl suyunda ince kum taneciklerinin bulunduğunun, kumtaşları ise göle kırıntılı malzeme getirimindeki artışın kanıtıdır. Çört bantları volkanizma sonrası silisce zengin sıcak suların varlığını ispatlamaktadır.

.2.3.6.4. Yaş

Dündar ve diğ. (1986), Alt kireçtaşı olarak tanımladıkları birimin yaşını, Üst Miyosen yaşlı Kırmızı serinin üzerinde ve Pliyosen yaşlı Üst kireçtaşlarının altında yer alması nedeniyle Pliyosen olarak öngörmüşlerdir. Bu çalışmada birimin yaşı, bağıl stratigrafi ilişkilerine dayanılarak Orta Miyosen olarak benimsenmiştir.

2.3.7. İğdeköy formasyonu

2.3.7.1. Tanım

İğdeköy formasyonu, Ergünler taban kireçtaşı formasyonu üzerinde konkordan olarak bulunur ve Emet formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir. Yeşil renkli yarı konsolide kiltaşı ve silttaşının egemen olduğu istif, içerisinde ayrıca bor tuzu düzeyleri ile az oranda tüfit ve ince kireçtaşı-marn ara tabakalarının bulunduğu, evaporitik gölsel çökelimi yansıtan birim olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.32).

Birim, bölgede daha önce çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969) tarafından "Boratlı kil, marn, kalker ve tüf" ve Helvacı (1977) tarafından "Boratlı kil, tüf ve marn" olarak tanımlanmaktadır. Diğer araştırmacılardan Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Hisarcık formasyonun ayırtlanmamış üst kısmına, Yalçın (1984) tarafından ise Emet formasyonunun ayırtlanmamış alt kısmına dahil edilmektedir. Dündar ve diğ. (1986) ise birim boratlı yeşil kil zonu olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada birim, tipik olarak İğdeköy ve civarında gözlenmesi nedeniyle İğdeköy formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Birim, inceleme alanı içerisinde, İğdeköy'ün doğusu, Hisarcık'ın KD'su, Hamamköy'ün doğusu, Merkezşeyhler ve civarı ile Killik mevkiinde dar alanda mostra vermektedir.



Şekil 2.32: İğdeköy formasyonuna ait görünüm. (Hisarcık ilçesi kuzeyi).

Yeşil – gri renkli killer içerisindeki borat seviyeleri ve kirli beyaz, gri renkli, tabakalı marnlardan oluşan birimin alt ve üstündeki birimlerle sınırları uyumludur.

Birimin kalınlığını, Özpeker (1977), 30–60 m; Helvacı (1977), 0–100 m; Akdeniz ve Konak (1979), 60–80 m; Yalçın (1984), 34–75 m ve Dündar ve diğ. ise 50–450 m olarak belirtmektedirler.

2.3.7.2. Litoloji

Kiltaşı ve silttaşı egemen istifiyle temsil edilen birim içerisinde ayrıca tüfit, kireçtaşı, marn seviyeleri ile bor tuzu mercekleri mevcuttur. Birim taban kireçtaşlarının üzerine kiltaşı, marn ve ince tabakalı kireçtaşı seviyeleri ile konkordan olarak gelir. Daha sonrasında istif bor tuzu merceklerini de ihtiva eden; yeşilimsi renkte tüf ara katkılı killi seviyelere doğru değişim gösterir. Killi seviyelerde gözlenen yeşilimsi renk tabandan tavana doğru çıkıldıkça koyu yeşil ve koyu gri renklere doğru değişim gösterir. Genel olarak yağımsı ve cilalı parıltılı bir görünüm sunan killerin, Dündar ve diğ. (1986) tarafından yapılan çalışmalarda montmorillonit türünde olduğu ve seramik hammaddeleri açısından yeterli değere sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Aynı killer için Helvacı (1977), montmorillonit ve illit türünde olduklarını

belirtmiştir. Killer genellikle kolemanit yumrularının etrafını bir film halinde sarmaktadır. Kolemanit yumrularının çapı 5–60 cm boyutlarına ulaşabilmekte ve ışınsal bir görünüm sunmaktadır. Arsenikçe zengin olduğu bilinen kiltaşı, birkaç düzeyde 5–10 cm çapında realgar ve orpiment mineralleri bulundurur. Dündar ve diğ. (1986), örnekleme yaptığı bu seviyelerde % 10-46 civarında arsenik, % 3-20 civarında kükürt içeriği saptamıştır. İstifin üst kısımlarda ise egemen olarak marnlı seviyeler mevcuttur. Marnlar tabandan tavana doğru gidildikçe yeşilden kirli beyaz ve griye doğru renk farklılığı gösterir. Ayrıca toprağımsı yapıda, turbalı ve kolemanit yumruludur. Hem kil, hem de marn seviyeleri organik maddece zengindir.



Şekil 2.33: a) İğdeköy formasyonu içerisindeki borat merceklerine ait görünüm. b) Borat merceklerini oluşturan kolemanit yumrularına ait makro görünüm (Eti Maden Hisarcık işletmesi).

Emet ve Hisarcık açık işletmelerinde yapılan incelemelerde kolemanit oluşumları değişik şekil ve büyüklüklere sahip yumrular halinde gözenmektedir (Şekil 2.33). Çoğunlukla, bir merkezden itibaren gelişmiş ışınsal yapılı yumrular şeklindedir. Yumrular birbirleri ile bağlantısız olup kil örtüsüyle ayrılmış görülmektedir. Kolemanit yumrularının çatlak ve boşluklarında sarı veya sarımsı–turuncu renkli orpiment, kırmızımsı–sarı–turuncu renkli realgar yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 2.33). Hisarcık açık işletmesindeki cevherli seviye, Emet açık işletmesindeki cevherli seviyeye oranla daha yoğun miktarda arsenik minerali içermektedir.

Birim içerisinde kolemanit yumruları arasında bor minerallerinden üleksit gözlenmektedir. Üleksit beyaz renkli, şeffaf cam parlaklığında ve birbirine paralel sıralanmış iğneler şeklinde gözlenmektedir.

Emet Neojen havzasında yer alan borat yataklarında; terujit, meyerhofferit, probertit, tünellit, kahnit, hidroborasit ve viçit – A gibi yerel oluşumlar şeklinde borat mineralleri de belirlenmiştir (Helvacı ve Firman, 1977; Helvacı ve Orti, 1998; Helvacı, 1984; Çolak ve diğ. 2000). Kalsit, jips, elementer kükürt, realgar, orpiment borat olmayan ana minerallerdir (Helvacı, 2003).

2.3.7.3. Ortam

İnce taneli kil ve marnlarla ara tabakalı kolemanit merceklerinden oluşan birimin tortullaşması göl-bataklık ortamında, kimyasal yolla ve yavaş meydana gelmiştir. Birim içerisinde gözlenen kolemanit yumrularının oluşumu, özellikle sığ su etkisinde kalan bataklık ortamını yansıtır. Aynı zamanda ortamdaki bitüm miktarındaki artış killerin renginde koyulaşmaya sebebiyet vermiştir. Siltli yeşil killer daha duraysız çalkantılı bir ortamı yansıtır (Dündar ve diğ. 1986). Marnlar ise kimyasal çökelmenin gerçekleştiği göl ortamını yansıtmaktadır. Birim içerisindeki diğer bileşenlerin, kimyasal çökellerle ardalanmalı ve düzgün tabakalanmalı gözlenmeleri, tortullaşmanın gölün derince kısımlarında ve yavaş gerçekleştiğini göstermektedir. Yalçın (1984), birim içerisinde saptadığı ostrakodlardan Heterocypris cinslerinin ortam suyu sıcaklığının 35 – 51.5 ºC arasında bulunduğu koşullarda yaşadığını belirtmektedir (Van Morkhoven, 1962).

2.3.7.4. Yaş

Bölgede daha önce çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969), birime Neojen yaşını vermiştir. Akdeniz ve Konak (1979), yeşil renkli marnlar içerisinde tanımladıkları;

-Cypinotus cf. salinus (BRADY)
-İlyocypris cf. brady (SARS)
-Ostrakod indet

fosillerine dayanarak Pliyosen yaşını vermiştir. Gün ve diğ. (1979) ise Gediz havzasında aynı seviyede Alt Pliyosen yaşını veren formlar bulmuştur. Yalçın (1984), aynı bölgede yaptığı çalışmada, boratlı zonu temsil eden bir sondaj karotu örneğinde aşağıdaki ostrakodlar saptanmıştır:

-Eucypris cf. staraubi
-Eucypris cf. clufcifons
-Heterocypris sp.

Yalçın (1984), bu fosil topluluğuna dayanarak birime Üst Miyosen–Pliyosen yaşını vermektedir. Dündar ve diğ. (1986), birimin altındaki fosil ve polenlere örneklerine dayanarak yaşının Pliyosen olduğunu belirtmektedir. Diğer araştırmacılardan Helvacı ve Alonso (2000) tarafından birim içindeki tüflü seviyelerinden alınan örneklerden K/Ar yöntemiyle ölçtüğü 16,8 ± 0,2 My (biyotit) radyometrik yaştır. Ayrıca çalışma alanının güneyinde yer yer birim üzerine Dereköy mafik tavan volkanitleri gelmektedir. Volkanitlerin yaşı 14,9 ± 0,3 My (Seyitoğlu ve diğ. 1997) ve 15,4 ± 0,2 (Helvacı ve Alonso, 2000) tespit edilmiştir. Bu nedenle birimin yaşı tespit edilen yaşlardan daha yaşlı olması gerekir. Bu çalışmada, birimin yaşı, radyometrik yaş verileri ve stratigrafik ilişkilere dayanarak Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

2.3.8. Emet örtü kireçtaşları

2.3.8.1. Tanım

Emet örtü kireçtaşları, çalışma alanı içerisinde İğdeköy formasyonun üzerinde uyumlu olarak bulunan ve Merkezşıhlar formasyonu tarafından konkordan olarak üzerlenen, çörtlü gölsel kireçtaşı ve ince marn seviyelerinden oluşan birim olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: a) Emet örtü kireçtaşlarına ait görünüm. b) Kireçtaşları içerisindeki çört oluşumlarına ait makro görünüm (Eti Maden Hisarcık işletmesi).

Bölgede çalışmış araştırmacılardan Özpeker (1969), birimi “Örtü kalkeri”; Helvacı (1977), “Üst kireçtaşı”; Akdeniz ve Konak (1979) ise “Emet formasyonu” olarak adlandırmışlardır. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984) tarafından Emet formasyonu olarak adlandırılan birimin ayırtlanmamış üst kesimine eşdeğer olan birim, Dündar ve diğ. (1986) tarafından “Üst örtü kireçtaşı” olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada ise birim tipik olarak Emet ve civarında gözlenmesi ve geniş alanlarda yayılım göstermesi nedeniyle Emet örtü kireçtaşları olarak adlandırılmıştır

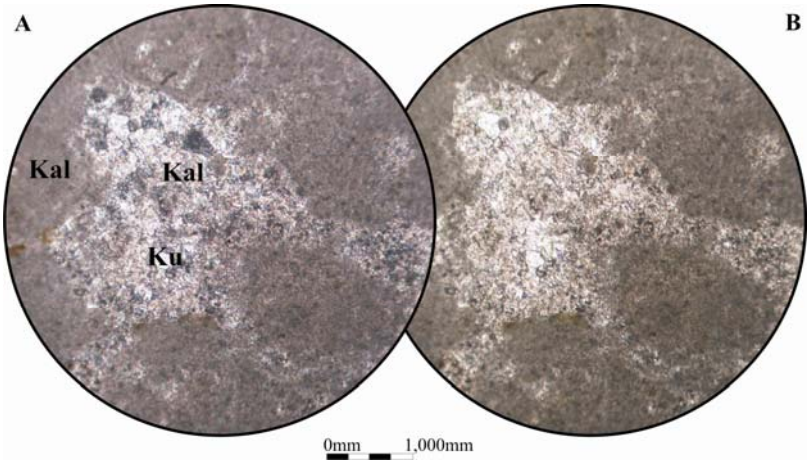
Birim çalışma alanı içerisinde Emet çayı vadisinin doğusunda oldukça oldukça geniş bir alanda yayılım göstermektedir.

Birimin kalınlığı Özpeker (1969) tarafından 50–150 m, Helvacı (1977) tarafından 400 m, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından 50–250 m arasında verilmektedir. Yalçın (1984), Emet formasyonunun bol çört seviyeleri içeren en üst kısmının 50 m kalınlığa sahip olduğunu belirtmektedir. Dündar ve diğ. (1986) ise birim için 30–150 m kalınlık vermektedir.

2.3.8.2. Litoloji

Kireçtaşları beyaz, krem ve bejimsi renklerde, boşluklu, yersel sert ve düzensiz kırıklıdır. Düzgün orta–kalın tabakalanmalı, bol gastropod ve ostrakod fosillidir. Yer yer tabaka kalınlıkları 1–2 m kalınlığa ulaşabilmektedir. İnce taneli kireçtaşları içerisindeki boşlukları dolduran çörtler kahverengi, gri, mavi, koyu mavi renklerde yumrular halinde gözlenmektedir. Çörtler cam parlaklığında veya donuk kırılma yüzeylidirler ve uzun eksenleri tabakalanmaya paraleldir. Dış yüzeyleri düz olmayan çörtlerin içlerinde bulundukları kireçtaşları ile olan kontakları girintili ve çıkıntılı gözlenmektedir. Çörtler ince taneli kireçtaşlarına sert bir görünüm kazandırmaktadır.

Emet çayının doğusunda geniş alanlarda yüzlekler veren kireçtaşlarından alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin optik mikroskop incelemelerinde, birim mikritlerden oluşmaktadır. Kesit alanında %20 oranında belirsiz kavkı parçaları gözlenmektedir. Kayacın birincil dokusu %40 oranında bozulmuş, çatlak ve boşluklar iri kalsitler, yer yerde kuvarslar tarafından doldurulmuştur (Şekil 2.35).



Şekil 2.35: Emet örtü kireçtaşlarına ait ince kesit fotoğrafı. İkincil gelişen iri kalsit taneleri a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Ku:Kuvars).

Marnlar beyaz, kirli beyaz ve krem renklerinde, kireçtaşı tabakaları arasında ince bant ve mercekler şeklinde bulunurlar.

Örtü kireçtaşları 5–10^0 eğime sahiptir ve yatay konumlarını koruyarak düz bir topografya oluştururlar. Düzlükler falezler şeklinde derin vadiler tarafından kesilmiştir.

2.3.8.3. Ortam

Kireçtaşlarının ince taneli olması ve bol gastropod fosili içermesi tatlı su göl ortamını yansıtmaktadır. Kireçtaşları içinde görülen çörtlerin uzun eksenlerinin tabakalaşmaya paralel olması, dış yüzeylerinin girintili çıkıntı şekillerde düzensiz olması, kireçtaşlarının boşluk ve çatlaklarını doldurmaları, çörtlerin kireçtaşı çökeliminden sonra oluştuklarını göstermektedir. Çörtleri oluşturan silisli suların muhtemel kaynakları ise post volkanizma kaynaklı sıcak solüsyonlardır. Çörtleşmeyi sağlayan silisin kireçtaşı içerisindeki çökelimi, yeraltı suyu veya sıcak solüsyonlarda bulunan karbondioksitin kireçtaşlarını eritmesi ve oluşan boşlukların doldurması yoluyla gerçekleşebileceği düşünülmektedir.

2.3.8.4. Yaş

Daha önceki araştırmacılardan Gawlik (1956) ve Özpeker (1969), birime Neojen yaşını; Helvacı (1977), Orta Oligosen; Akdeniz ve Konak (1979), Orta-Üst Pliyosen yaşını vermektedirler. Gün ve diğ. (1979) Gediz havzasında birim içerisinde aşağıdaki fosilleri tanımlamışlardır:

-Planopbarins thiollierei (MICHAUD)
-Planorbis (coretus) corneus (Linne)
-Theodoxus of. soceni (JEKELIUS)
-Lymnea indet
-Helicidas
-Unionidas

Gün ve diğ. (1979), bu fosillere dayanarak birime Orta–Üst Pliyosen yaşını vermektedirler. Diğer araştırmacılardan Dündar ve diğ. (1986) ise birime Pliyosen yaşını vermektedirler.

Birim geçiş ilişkisiyle üzerinde yer aldığı Orta Miyosen yaşlı İğdeköy formasyonundan daha gençtir. Ayrıca radyometrik yaş verileri elde edilen Dereköy mafik tavan volkanitleri ile havza genelinde dokanağı bulunmaz. Bu nedenle birimin, stratigrafik ilişkiler göz önünde bulundurularak Orta Miyosen yaşlı olabileceği düşünülmektedir.

2.3.9. Merkezşıhlar formasyonu

2.3.9.1. Tanım

Merkezşıhlar formasyonu, Emet örtü kireçtaşları üzerinde yer alan ve Dereköy bazaltları tarafından üzerlenen, düzensiz yığışımlar halinde gözlenen çakıltaşı, kireçtaşı, marn birimi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36: a) Merkezşıhlar formasyonuna ait görünüm. b) Formasyona ait makro görünüm (Sarıayak köyü güneyi).

Bölgede çalışmış araştırmacılardan Gawlik (1956), Özpeker (1969) ve Helvacı (1977), birimden hiç söz etmemektedirler. Diğer araştırmacılardan Akdeniz ve Konak (1979), birimi “Toklargölü formasyonu”; Gün ve diğ. (1979), “Tutturulmamış detritikler”; Yalçın (1984), “Merkezşıhlar formasyonu” olarak adlandırmışlardır.

Dündar ve diğ. (1986) ise birimi “Pembe seri” olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada birim, tipik olarak Merkezşıhlar köyü ve civarında gözlenmesinden ve geniş alanlarda yayılım göstermesinden dolayı Merkezşıhlar formasyonu olarak benimsenmiştir.

Çalışma alanının kuzeydoğusunda ve güneydoğusunda yayılım gösteren, yatay veya yataya yakın konuma sahip ve topografik olarak alçak kesimleri oluşturan birimin alt sınırı Emet örtü kireçtaşları ile uyumlu, üst sınırı ise Dereköy bazaltları ile uyumsuzdur.

Birimin kalınlığı Akdeniz ve Konak tarafından 160 m, Yalçın (1984) tarafından 50 m, Dündar ve diğ. (1986) tarafından ise 30–80 m olarak belirtilmektedir.

2.3.9.2. Litoloji

Birimin egemen litolojisini çevredeki bütün litolojilerin çakıl ve bloklarını içeren kaba detritikler oluşturur. Kötü boylanma gösteren, pembe, bej ve alacalı renklerde killi malzemeyle nadiren iyi tutturulmuş çakıltaşları içerisinde yer yer kum ve kumlu marn merceklerine rastlanır. Çakıltaşları içerisinde baskın olarak gri renkli köşeli kireçtaşı parçaları bulunmaktadır. Çakıltaşı seviyesi içerisinde temele ait köşeli, yeşil renkli şist, beyaz renkte kuvarsit ve kirli beyaz renkte mermer parçaları ile Neojen birimlerine ait kireçtaşı parçaları gözlenmektedir. Bununla birlikte birim içerisinde killi ve çakıllı çamurtaşı düzeyleri ara katkılı olarak yer almaktadır. Bu kayaç türleri birim içerisinde birbirine geçiş göstermekte olup, düzensiz bir yığışım sergilemektedir.

2.3.9.3. Ortam

Birim, Neojen göl havzasında örtü kireçtaşlarının çökelmesinden sonra nispeten düzleşen göl ortamında çökelmiştir. Birim içerisindeki detritiklerin köşeli olmaları, kötü boylanma göstermeleri ve düzensiz bir yığışım sergilemeleri yüksek enerjili bir akarsu ağıyla taşındıklarını ve zaman zaman sakinleşen göl ortamında kireçtaşlarının çökeldiklerini göstermektedir (Dündar ve diğ., 1986).

2.3.9.4. Yaş

Çalışma alanında Akdeniz ve Konak (1979) tarafından yapılan çalışmada birimin içerisinde Üst Pliyosen yaşlı örtü kireçtaşlarına ait çakılları bulundurması nedeniyle, yaşının Üst Pliyosenden genç olduğunu savunulmaktadır. Yalçın (1984), Emet formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunması nedeniyle birimin yaşını Pliyosen olarak, Dündar ve diğ. (1986) ise Pliyo–Kuvaterner olarak belirtmektedirler. Bu çalışmada birimin yaşının stratigrafik ilişkiler göz önünde bulundurularak Orta Miyosen yaşlı olarak benimsenmiştir.

2.3.10. Dereköy mafik tavan volkanitleri

2.3.10.1. Tanım

Dereköy mafik tavan volkanitleri, Emet Neojen sedimanter istifinin en üstünde yer alan ve çalışma alanındaki en genç volkanizmayı temsil eden, grimsi siyah ve koyu kahve renkli, yoğun gaz boşluklu ve alkali karakterdeki bazaltlar olarak tanımlanmaktadır. En geniş yayılıma Dereköy ve civarında ulaşır. Çalışma alanında bor tuzu merceklerini içeren İğdeköy formasyonunu örtmesi nedeniyle Dereköy mafik tavan volkanitleri olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.37).

Çalışma alanında daha önce inceleme yapan araştırmacılardan Özpeker (1969), “Ojit andezitler”; Helvacı (1977), “Piroksen andezit”; Akdeniz ve Konak (1979) ile Ercan ve diğ. (1982), birimi “Naşa Bazaltı” olarak adlandırmaktadırlar. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984), en geniş yayılıma Dereköy civarında ulaştığından birimi “Dereköy bazaltı” olarak tanımlamamaktadır. Gün ve diğ. (1979) ile Dündar ve diğ. (1986) ise birimi “Bazaltlar “ adı altında incelemişlerdir.



Şekil 2.37: a) Dereköy mafik tavan volkanitlerine ait görünüm. b) Bazaltlara ait makro görünüm (Dereköy beldesi kuzeyi).

Dereköy mafik tavan volkanitleri, daha yaşlı gölsel sedimanter birim üzerine uyumsuzlukla gelmekte ve Kuvaterner oluşukları tarafından da uyumsuzlukla üzerlenmektedir.

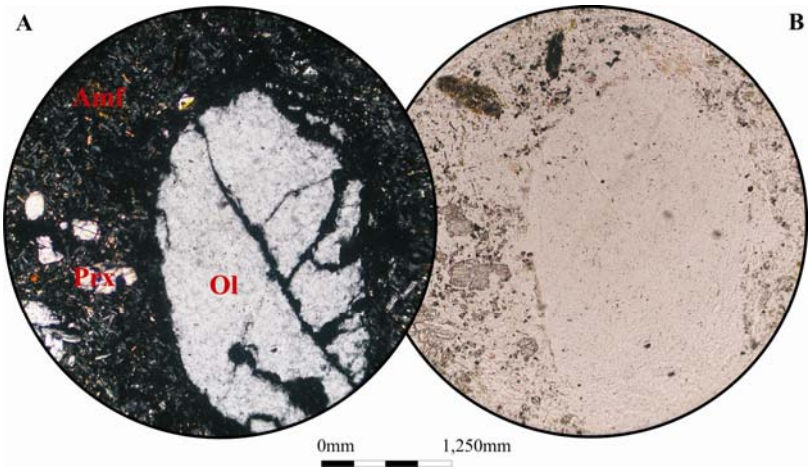
Birimin görünür kalınlığını Yalçın (1984) 25–50 m, Gün ve diğ. (1979) ise 0-25 m arasında değiştiğini belirtmektedir.

2.3.10.2. Litoloji

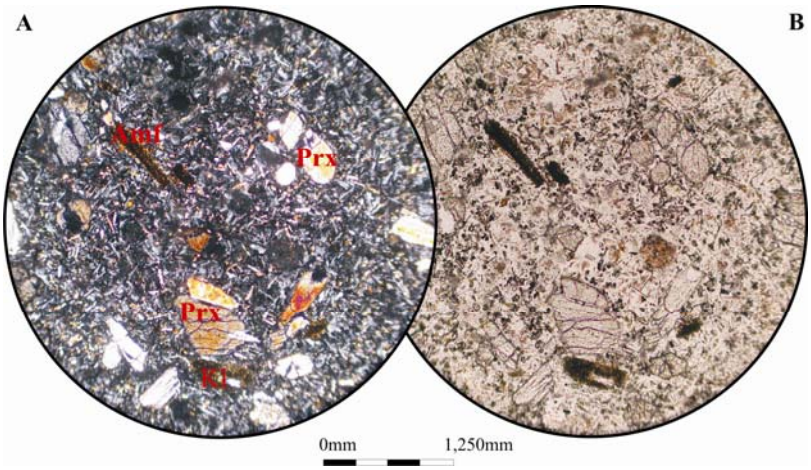
Bazaltlar masif kütleler halinde, taze yüzeyleri grimsi siyah, bozunma yüzeyleri ise koyu kahve renginde gözlenmektedir. Genele yayılmış hidrotermal alterasyon ve düzensiz gelişen çatlaklar ile bu çatlakları dolduran ikincil kalsit oluşumları göze çarpar. Yerinde ayrışmış kütleler keskin kenarlı ve şekilsizdir.

El örneklerinde doku genellikle ince taneli olup amigdoloidal bir yapıya sahiptir. Gaz boşlukları çoğunlukla ikincil kalsit minerali tarafından doldurulmuştur. Feldispat, biyotit ve olivin fenokristalleri çıplak gözle seçilebilmektedir.

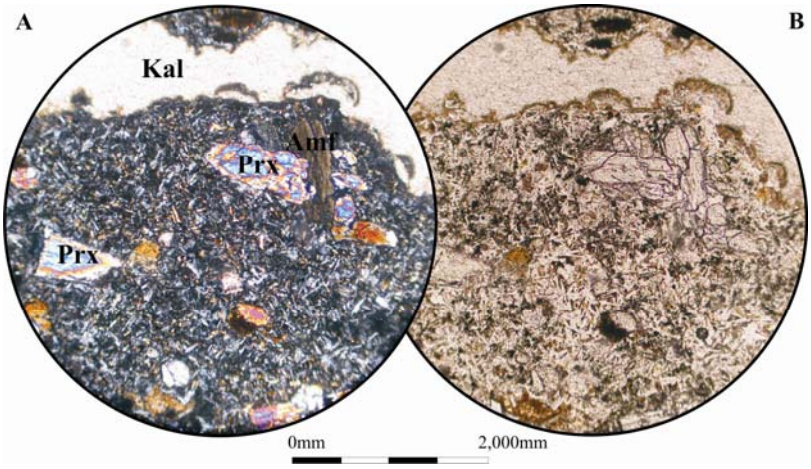
Çalışma alanının güneyinde dar bir alanda, Dereköy beldesi ve civarında, yüzlekler veren bazaltlardan alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin optik mikroskop incelemelerinde, porfirik dokuya sahip oldukları tespit edilmiştir. Plajiyoklas, biyotit, klinopiroksen (ojit), amfibol ve olivin fenokristalleri, kahverengi–siyah renkli volkanik cam, plajiyoklas mikrolitleri ve az oranda opak minerallerden oluşan matriksle bağlandığı görülmektedir (Şekil 2.38 ve 2.39). Matrikste alterasyon ürünü killeşmeler gözlenmektedir. Ayrıca veziküler doku gözlenen örneklerde boşluklar, ikincil kalsit minerallerince doldurulmuştur (Şekil 2.40).



Şekil 3.38: Bazaltlara ait vitrofirik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Ol:Olivin, Prx:Piroksen, Amf: Amfibol).

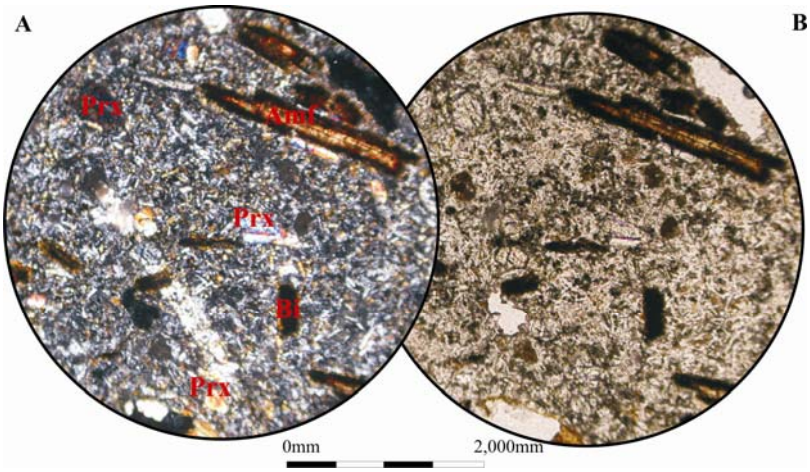


Şekil 3.39: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Prx:Piroksen, Amf: Amfibol).



Şekil 2.40: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı. İkincil gelişen karbonatlaşma a)ÇN, b)TN (Kal:Kalsit, Prx:Piroksen).

Kesit içerisindeki fenokristallerin büyük bir kısmını oluşturan piroksen mineralleri klinopiroksen (ojit) karakterindedir. Zayıf pleokroizma gösteren özşekilli ve kısa prizmatik ojit kristalleri yeşil, sarı, pembe alacalı renklerdedir ve sektör zonlanması göstermektedir (Şekil 2.41).



Şekil 2.41: Bazaltlara ait mikrolitik porfirik dokulu ince kesit fotoğrafı a)ÇN, b)TN (Bi:Biyotit, Prx:Piroksen, Amf: Amfibol).

Özşekilli ve yarı özşekilli biyotit fenokristalleri, kızılımsı kahverenginde gözlenmekte, tek yönde belirgin dilinimleri boyunca kloritleşmeler ve kenar kısımlarına doğru opaklaşmalar görülmektedir.

İri taneli Olivin fenokristalleri, kesit alanında özşekilli ve yarı özşekilli olarak gözlenmekte olup birçok yerde iddingsitleşmiştir.

Plajiyoklas fenokristalleri, labrador bileşimindedir. Kesit içerisinde daha çok zonlu yapı gösteren plajiyoklaslar, yer yer albit ikizlenmesi de gösterirler.

Ayrıca kesit alanında opak mineraller ve aksesuar minerali olarak da apatit gözlenmektedir.

2.3.10.3. Yaş

Bölgede daha önce inceleme yapmış olan araştırmacılardan Akdeniz ve Konak (1979), birime stratigrafik ilişkilerine dayanarak Kuvaterner yaşını vermektedir. Gün ve diğ. (1979) ile Dündar ve diğ. (1986), birime Pliyosen yaşını vermektedirler. Diğer araştırmacılardan Yalçın (1984) da birimin İğdeköy formasyonu üzerinde uyumsuzlukla bulunması nedeniyle Pliyosen yaşlı olduğunu düşünmektedir. Helvacı ve Alonso (2000), birimin yaşını K/Ar yöntemiyle 15.4 ± 2 (feldispat) milyon yıl olarak tespit etmişlerdir. Seyitoğlu ve diğ. (1997) ise, K/Ar yöntemiyle birimin yaşının 14.9 ± 0.3 (whole rock) milyon yıl olduğunu belirtmektedir.

Bu çalışmada birimin yaşı Neojen istifinin en üstünde yer alması ve Kuvaterner oluşukları tarafından üzerlenmesi, ayrıca diğer araştırmacılar tarafından elde edilen radyometrik yaş verilerine dayanarak Orta Miyosen kabul edilmektedir.

2.3.11. Traverten

Daha yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelen Kuvaterner oluşuklarından travertenler inceleme alanı içerisinde Hamamköy, Sefaköy ve Yeniceköy civarında yayılım göstermektedir.

Travertenler sarımsı kahverengi ve grimsi beyaz renklerde, belirsiz tabakalanmalı, kompakt kütleler halinde gözlenmektedir. Traverten oluşumu, faylardan çıkan sıcak sulardan çökelen mineraller ile gerçekleşmektedir. Günümüzde de traverten

oluşumları devam etmektedir. Travertenler genellikle boşluklu bir yapıya sahiptir ve içlerinde bitki, kök ve dal izlerine rastlamak mümkündür (Şekil 2.42).

İnceleme alanında daha önce çalışmış araştırmacılardan Akdeniz ve Konak (1979), birimin kalınlığını 10 – 12 m; Gün ve diğ. (1979) 75 m; Yalçın (1984), 50 m; Dündar ve diğ. (1986) ise 60 m olarak belirtmektedirler.



Şekil 2.42: Travertenlere ait görünüm (Doğanlar köyü kuzeyi).

2.3.12. Eski nehir taraçası

Emet havzasının ortasında kuzeye doğru akan Emet çayının zamanla yatak değiştirmesi ile gri–bej renklerde, ince taneliden iri taneliye kadar değişen boyutlarda, yuvarlak ve köşeli, temel kayaçlara ait çakıllar, kireçtaşı parçaları, taban ve tavan volkaniklerine ait çakılların karbonatlı ve kumlu çimento ile tutturulmasından oluşmuştur. Çakıllarda, G–K yönlü imbrikasyon gözlenmektedir (Şekil 2.43).

Birimin kalınlığı Gün ve diğ. (1979) 150 m, Yalçın (1984) 25 m, Dündar ve diğ. tarafından (1986) 5-15 m olarak verilmektedir.



Şekil 2.43: Eski nehir taraçasına ait görünüm (Malı damları kuzeyi).

2.3.13. Alüvyon

Çalışma alanındaki alüvyon birikimi, Emet çayının K-G yönünde açtığı vadi boyunca gelişimini sürdürmektedir. Vadi tabanında akarsu kanalı ve taşkın düzlüğü çökelleri şeklinde yarı yuvarlak–köşeli çakıllar, silt ve kil boyutundaki pekişmemiş sedimanlardan oluşur ve kötü boylanmaya sahiptir. Birim içerisinde, genellikle temel ve volkanik kayaçlara ait çakıllar gözlenmektedir. Birime hakim olan renkler, gri ve siyahımsı gridir.

Bölgede çalışmış araştırmacılardan Akdeniz ve Konak (1979), birimin kalınlığını 40 m; Gün ve diğ. (1979) 0–75 m; Yalçın (1984), 0.5–20 m; Dündar ve diğ. (1986) 10 m olarak belirtmektedirler.

2.4. Mineralizasyon

2.4.1. Giriş

Batı Anadolu'da geniş yayılım gösteren Neojen havzaları, değişik boyutlarda ve mineralojide borat yatakları içermektedir. Emet bor tuzu cevherleşmesi de bunlardan

biridir. Bölgede yataklanma, belli B_2O_3, CaO, Na_2O, ve MgO derişikliğine erişmiş doğal eriyiklerden, karasal bölgelerde kapalı-tuzlu-alkalin göl fasiyeslerinde, kimyasal çökelme yolu ile gelişmiştir. Kimyasal çökelimi denetleyen etmenler çözeltinin bileşimi, pH düzeyi ve sıcaklıktır.

Emet bor tuzu havzasının playa göl tortullarının litolojisi genel olarak; çakıltaşı, kumtaşı, tüf, tüfit, kiltaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşur. Bor tuzu merceklerinin oluştuğu düzeyler alttan ve üstten kireçtaşı ve kiltaşları ile sınırlıdır.

Bor tuzu yataklarının geometrisi, genel olarak Neojen tortullarının içinde merceksel yapılar şeklindedir. Ayrıca ince bantlar halinde sık sık tortullarla ardalanma gösterirler. Bölgede baskın ana cevher kolemanit minerali olmasına karşın, bu minerale eşlik eden diğer bor mineralleri (üleksit, meyerhofferit, üleksit, probertit, tünellit, terüjit, kahnit, hidroborasit ve viçit-A) ve bor olmayan mineraller de (kalsit, jips, sölestin, elementer kükürt, realgar ve orpiment) mevcuttur (Helvacı, 2003).

Bölgede Eti Holding tarafından işletilen 2 adet bor tuzu merceği bulunmaktadır. Bunlar; Emet ilçesinin kuzeyinde yer alan Espey ve Hisarcık ilçesinin güneydoğusunda yer alan Hisarcık açık ocak işletmeleridir. Ayrıca İğdeköy ve Şeyhler bölgelerinde sondaj aramaları ile tespit edilmiş ve şimdiye kadar işletilmemiş gömülü halde 2 adet cevher merceği daha da bulunmaktadır.

Bu merceklerin yataklanma biçimleri ve boyutları, mercekler üzerinde ve civarında gerçekleştirilmiş 270 adet sondaj logunun “Eghas” ve “Netcad” programlarında erterpolasyonu ile sağlanan kesitlerde gösterilmiştir.

2.4.2. Espey cevherleşmesi

Emet ilçesinin 2 km kuzeyinde yer alan cevherleşme 6 km^2 lik (3x2 km) bir alana yayılmaktadır. Cevher merceğinin kalınlığı 5-100 m arasında değişmektedir (Şekil 2.44 ve Şekil 2.45). Ortalama olarak 50 m kalınlıktadır. Cevherleşmede, baskın mineral kolemanittir (%90 oranında). Az oranda üleksit ve diğer bor mineralleri ile Arseno-sülfür mineralleri de mevcuttur.

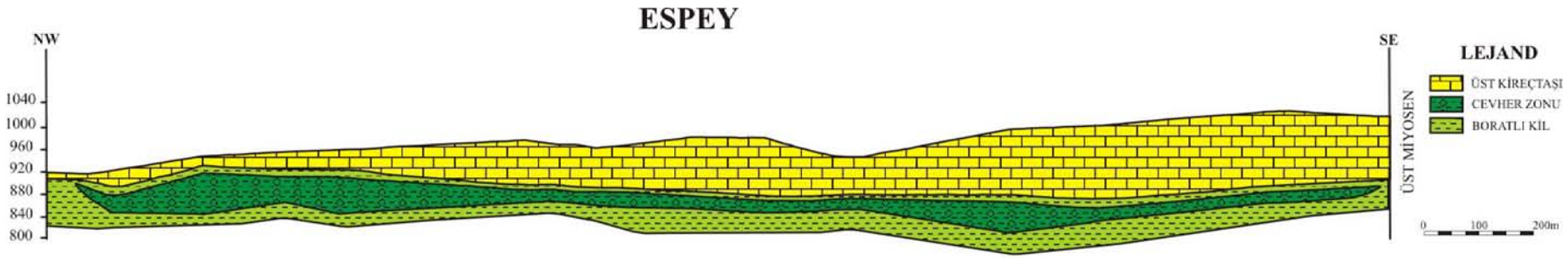
Espey bölgesinden alınan 11 kolemanit örneğinin XRF ile ana ve bazı eser element analizleri yapılmıştır (Tablo 2.1). Ortalama % 35 B_2O_3 oranına sahip olan kolemanit örneklerinde, As oranı ortalama olarak 820 ppm civarındadır.

Tablo 2.1: Espey Bölgesi Kolemanit Cevheri XRF Sonuçları.

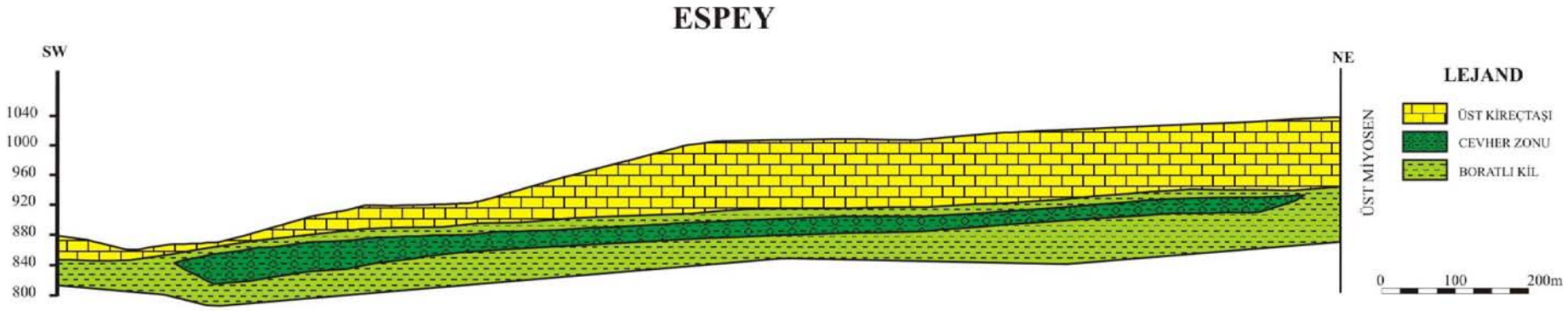
NUMUNE NO	B_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	$Al_2O_3+TiO_2$ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SrO (%)	Fe (%)	As (ppm)	SO_4 (%)
Espey-1	28,12	13,66	0,85	2,58	18,77	5,72	3,67	0,59	1500	0,14
Espey-2	40,13	7,49	0,71	1,76	23,5	1,95	2,42	0,5	375	0,09
Espey-3	44,33	4,78	0,56	1,08	24,18	1,52	1,56	0,39	455	0,05
Espey-4	22,01	19,77	1,31	4,69	16,59	8,42	4,43	0,91	1270	0,17
Espey-5	34,17	10,41	0,68	1,71	22,43	3,3	2,06	0,48	860	0,07
Espey-6	38,17	8,74	0,68	1,67	22,89	2,64	1,91	0,47	1370	0,07
Espey-7	39,76	4,69	0,46	0,66	26,7	1,64	0,22	0,32	725	0,004
Espey-8	44,58	3,90	0,47	0,80	26,01	1,74	0,62	0,33	270	0,01
Espey-9	28,3	11,9	0,79	2,19	20,51	4,64	2,94	0,53	455	0,11
Espey-10	32,1	17,39	1,25	4,57	17,51	3,78	4,53	87	425	0,17
Espey-11	34,63	12,53	0,97	3,08	19,09	3,26	0,68	0,68	1345	0,13
ORTALAMA	35,12	10,48	0,79	2,25	21,65	3,51	2,28	8,38	822,7	0,09

2.4.3. Hisarcık cevherleşmesi

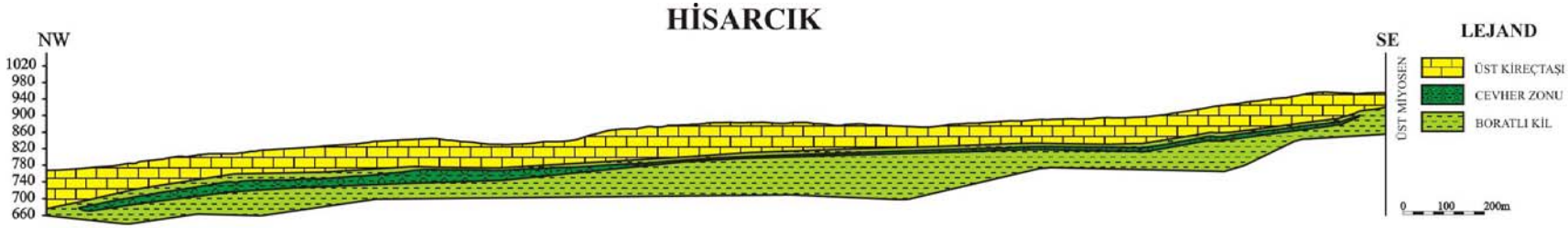
Hisarcık ilçesinin güneydoğusunda yaklaşık 3 km^2 lik (3x1 km) bir alanda yayılım gösterir. Cevherin kalınlığı ortalama 20 m civarındadır (Şekil 2.46 ve Şekil 2.47). Cevherleşmede, baskın mineral kolemanittir (%90 oranında). Üleksit ve diğer bor mineralleri oluşumları da mercek içerisinde yer almaktadır. Ayrıca Espey bölgesine oranla daha fazla Arseno-sülfür minerali ve ince kükürt bantları Hisarcık cevherleşmesinde gözlenmektedir.



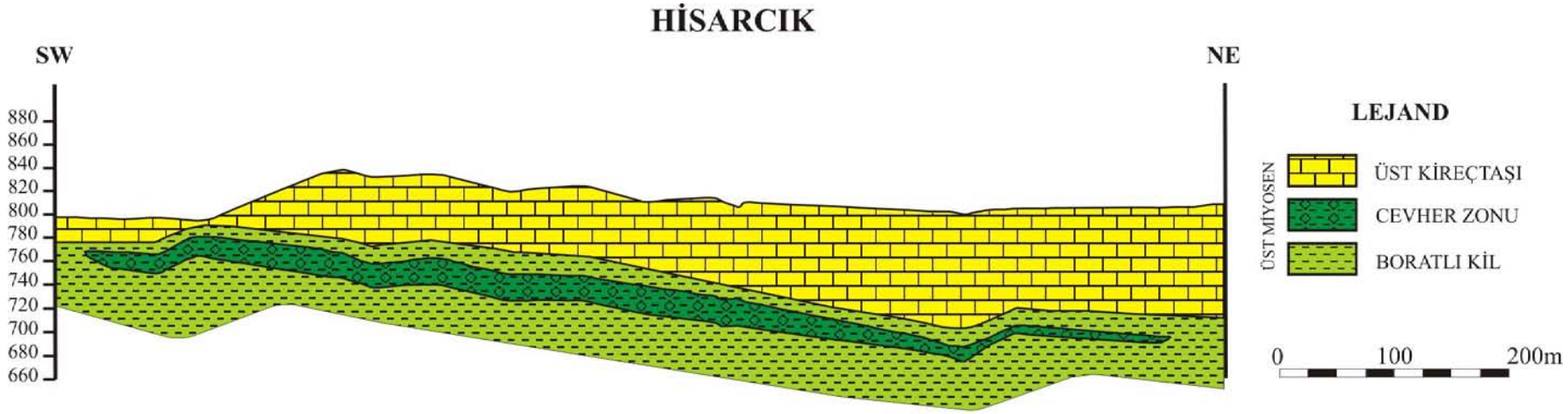
Şekil 2.44: Espey merceğinin NW-SE yönlü kesiti.



Şekil 2.45: Espey merceğinin SW-NE yönlü kesiti.



Şekil 2.46: Hisarcık merceğinin NW-SE yönlü kesiti.



Şekil 2.47: Hisarcık merceğinin SW-NE yönlü kesiti.

Hisarcık bölgesinden alınan 25 kolemanit örneğinin XRF ile ana ve bazı eser element analizleri yapılmıştır (Tablo 2.2). Ortalama % 35 B_2O_3 oranına sahip olan kolemanit örneklerinde, As oranı ortalama olarak 750 ppm civarındadır.

Tablo 2.2: Hisarcık Bölgesi Kolemanit Cevheri XRF Sonuçları.

NUMUNE NO	B_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	$Al_2O_3+TiO_2$ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SrO (%)	Fe (%)	As (ppm)	SO_4 (%)
Hisarcık-1	26,18	17,48	0,73	1,66	16,26	4,58	3,78	0,51	745	0,21
Hisarcık-2	28,64	13,93	0,69	1,85	17,24	4,4	4,38	0,48	705	0,23
Hisarcık-3	40,63	5,57	0,36	0,65	23,61	2,48	1,7	0,25	330	0,13
Hisarcık-4	43,96	4,32	0,31	0,48	24,38	2,1	1,23	0,22	220	0,11
Hisarcık-5	35,65	7,69	0,43	0,79	22,15	3,12	2,14	0,3	480	0,15
Hisarcık-6	35,51	7,98	0,5	1,03	20,71	3,04	2,36	0,35	570	0,16
Hisarcık-7	32,21	10,84	0,61	1,68	19,12	3,24	2,96	0,43	825	0,19
Hisarcık-8	27,95	11,8	0,62	1,53	19,19	3,79	3,8	0,43	965	0,2
Hisarcık-9	39,59	7,21	0,52	1,17	23,14	2,78	2,49	0,36	1885	0,16
Hisarcık-10	28,79	10,93	0,58	1,3	19	3,65	3,26	0,41	715	0,19
Hisarcık-11	41,67	7,11	0,45	0,99	23,72	2,78	2,09	0,31	475	0,14
Hisarcık-12	34,43	8,13	0,44	0,78	21,86	3,41	2,15	0,3	535	0,15
Hisarcık-13	29,95	12,24	0,65	1,99	17,08	3,37	3,42	0,46	1375	0,21
Hisarcık-14	26,01	18,06	0,92	2,4	14,92	5,54	4,81	0,64	850	0,25
Hisarcık-15	29,23	16,78	0,79	2,46	15,93	4,54	5,2	0,55	815	0,26
Hisarcık-16	42,06	5,36	0,36	0,67	23,59	2,44	1,65	0,25	665	0,13
Hisarcık-17	43,79	5,18	0,34	0,6	23,95	2,32	1,44	0,24	385	0,12
Hisarcık-18	36,67	7,69	0,44	0,85	21,97	3,15	2,19	0,31	765	0,15
Hisarcık-19	36,29	8,48	0,53	1,19	20,29	3,19	2,5	0,37	855	0,16
Hisarcık-20	24,66	22,2	0,84	2,26	16,89	7,14	0,97		1120	0,29
Hisarcık-21	30,25	19,95	0,91	3	17,1	5,16	0,8		885	0,32
Hisarcık-22	42,44	5,56	0,37	0,75	24,08	2,46	1,2		532	0,16
Hisarcık-23	45,21	4,31	0,3	0,5	24,06	2,01	1,54		461	0,12
Hisarcık-24	40,49	6,55	0,37	0,73	23,98	2,86	0,9		643	0,18
Hisarcık-25	38,26	8,63	0,47	1,14	22,39	3,29	1,27		956	0,24
ORTALAMA	35,22	10,16	0,54	1,30	20,66	3,47	2,41	0,38	750,2	0,18

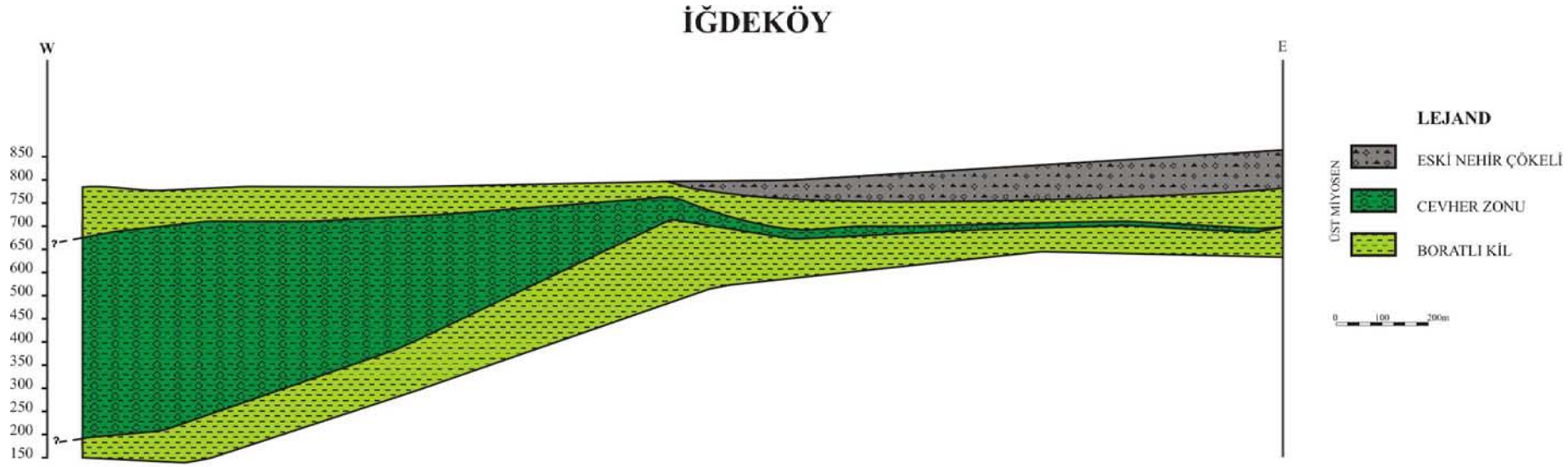
2.4.4. İğdeköy Cevherleşmesi

Hisarcık ilçesinin 1 km kuzeyinde İğdeköy ve Doğanlar köyü arasında yaklaşık 10 km^2 lik (5x2 km) bir alanda yayılım gösterir. Cevher merceğinin kalınlığı 15-500 m

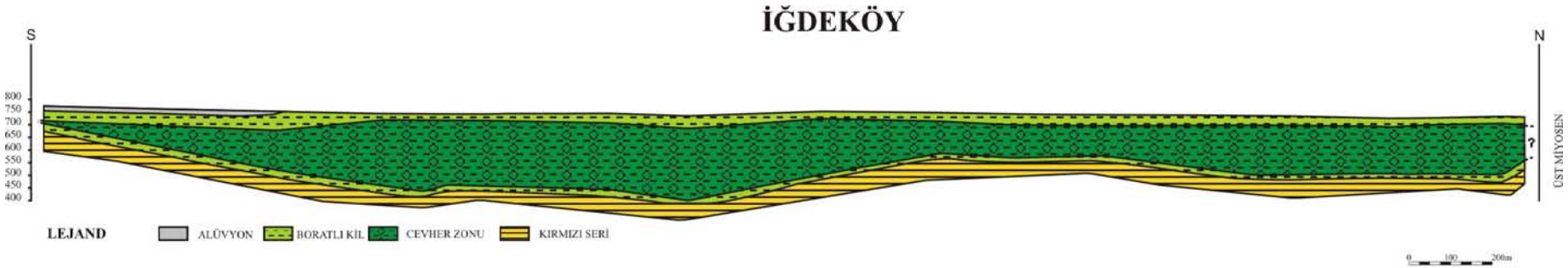
arasında değişmektedir (Şekil 2.48 ve Şekil 2.49). Cevherleşmede, baskın mineraller kolemanit, üleksit, hidroborasit ve probertittir. Arseno-sülfür mineralleri ve jips oluşumları bölgede yapılan sondajlarla elde edilen diğer verilerdir.

2.4.5. Şeyhler Cevherleşmesi

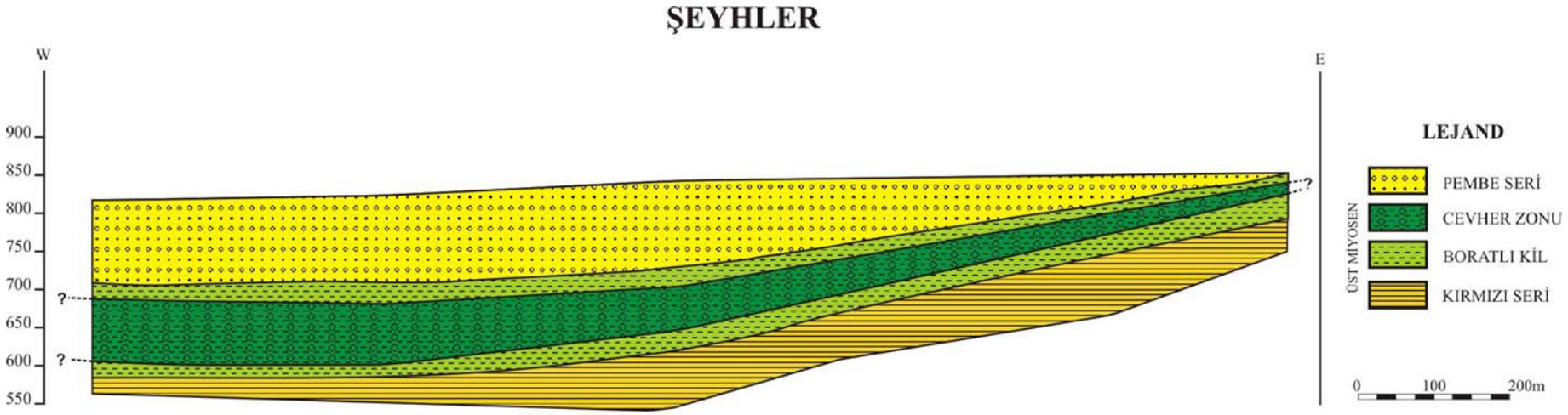
Merkezşeyhler beldesinin 1 km kuzeybatısında yaklaşık 3,2 km^2 lik (1,8x1,8 km) alanda yayılım gösterir. Cevher merceğinin kalınlığı 20-80 m arasında değişmektedir (Şekil 2.50 ve Şekil 2.51). Bölgede yapılan sondajlar neticesinde elde edilen verilere göre cevherleşmede, baskın mineral kolemanittir (%90 oranında). Üleksit ve diğer bor mineralleri oluşumları da mercek içerisinde yer almaktadır.



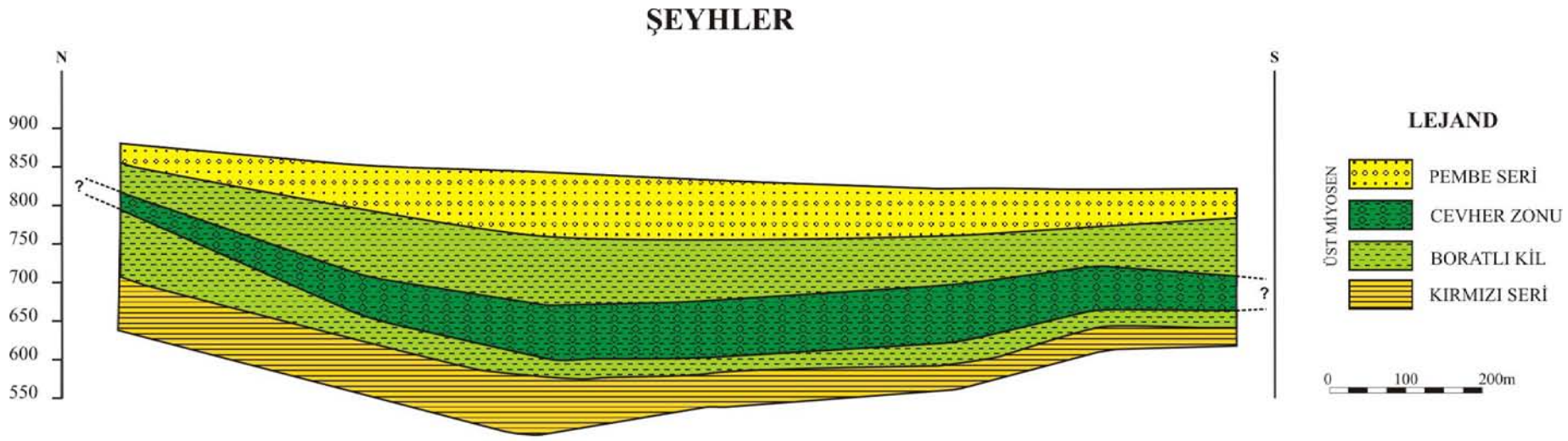
Şekil 2.48: İğdeköy merceğinin W-E yönlü kesiti.



Şekil 2.49: İğdeköy merceğinin S-N yönlü kesiti.



Şekil 2.50: Şeyhler merceğinin W-E yönlü kesiti.



Şekil 2.51: Şeyhler merceğinin N-S yönlü kesiti.

3. MAGMATİK KAYAÇLAR JEOKİMYASI

3.1. Giriş

Emet bor tuzu havzasının Neojen volkanizmasını oluşturan Alt Miyosen yaşlı Köprücek felsik taban volkanitleri ile Orta Miyosen yaşlı Dereköy mafik tavan volkanitlerini oluşturan ana magmaların başlıca kimyasal karakteristiklerini saptayarak bu volkanitlerin jeotektonik yerleşimlerini irdelemek ve özellikle bor içeriği açısından karşılaştırmak amacıyla kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerde çoğunlukla alterasyona uğramamış, volkanizmanın farklı evrelerini temsil eden örnekler alınmıştır. Kimyasal analizler için Köprücek taban volkanitlerinden 24 adet, Dereköy tavan volkanitlerinden ise 4 adet örnek seçilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Bu petrokimya çalışmasının amacı, volkanik ve volkanik hidrotermal proseslerle göl sularına getirilen bor elementinin kaynağını irdelemektir. Bu nedenle volkanitlerin jenezi ve bor içeriği açısından zenginliği incelenmiştir.

3.2. Analitik Yöntemler

Tungsten-karbid öğütücüde -80 mesh boyutuna indirgenen toz örnekler Si ve B hariç diğer element ölçümleri için HNO_3-$HClO_4$-HF sıcak asitte çözeltisinde, B için Na_2O_2 ergitmesi+asit çözeltisi Si için $LiBO_2$ ergitmesi yöntemleri kullanılmıştır.Son ölçümler (Si hariç) ICP-MS teknolojisi ile ACME (Kanada) laboratuarlarında, Si ise XRF tekniği ile (Emet-ETİBOR) laboratuarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.3. Kayaç Sınıflaması

Kimyasal veriler kullanılarak toplam Alkali-SiO_2 (Şek 3.1); K_2O-SiO_2 (Şek 3.2); SiO_2-Zr/TiO_2 adlandırma (Şek 3.3) diyagramlarında havza volkanitleri gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Köprücek ve Dereköy volkanitlerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

Örnek No	NBv 3	NBv 5	NBv 25	NBv 31	NBv 32	NBv 36	NBv 41	NBv 44	NBv 47	NBv 48
wt %										
SiO_2	66,73	66,51	70,77	63,36	59,79	54,72	78,82	58,26	73,86	76,58
TiO_2	0,51	0,48	0,38	0,96	0,57	1,23	0,26	0,22	0,51	0,38
Al_2O_3	15,58	16,08	14,19	16,94	11,24	19,97	10,16	8,61	12,85	11,43
Fe_2O_3	3,06	3,35	2,59	5,25	2,79	6,18	1,86	1,37	2,40	2,42
MnO	0,02	0,05	0,03	0,04	0,11	0,13	0,03	0,04	0,03	0,04
MgO	0,32	0,53	0,51	0,66	0,60	0,80	0,38	0,51	0,70	0,73
CaO	0,29	0,64	2,60	5,41	18,91	10,53	1,40	25,25	2,00	1,92
Na_2O	0,73	0,90	3,24	3,17	1,99	3,13	2,72	1,83	3,28	2,73
K_2O	11,56	10,29	4,43	2,92	2,81	2,05	3,27	2,80	3,35	2,65
P_2O_5	0,20	0,17	0,26	0,27	0,20	0,27	0,11	0,11	0,02	0,12
Min. wt%										
Qtz	17,80	20,27	29,57	22,46	13,74	9,18	47,69	7,79	36,91	45,98
An	0,42	2,28	11,16	23,61	13,56	34,72	5,90	7,12	10,18	9,00
Hy	0,78	1,32	1,28	1,64	0,00	0,00	0,90	0,00	1,71	1,82
Ab	6,17	7,70	27,66	27,07	17,00	26,65	23,26	15,56	28,00	23,35
Or	68,90	61,40	26,47	17,37	16,72	12,23	19,50	16,66	19,97	15,83
Ol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Crn	1,75	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,78
Hmt	3,09	3,38	2,61	5,30	2,81	6,23	1,88	1,39	2,42	2,44
ppm										
Ba	1113	731	780	760	672	1106	665	627	1084	764
Rb	418,7	393	207,2	118,3	96,6	164,6	113,6	105,3	145,7	83,8
Th	21,2	18,9	16,5	12,3	11	7	15,7	12,8	16	15,5
Nb	15,7	14,6	13,5	11,3	10,3	9,1	12,2	8,3	14	10,5
La	39,1	37,5	30	30,3	27,7	22,4	24,1	26,5	28,4	32,2
Ce	72	69	61	58	52	45	38	42	47	59
Sr	47	43	208	340	357	609	164	258	267	195
Zr	48	49,8	28,2	83	135,5	126,5	39,2	35,3	40	37,4
Y	20,2	20,7	19,3	23,6	22,8	24,6	14	17	10,8	17,8
Mo	24,1	40,5	30,5	42,5	29,1	18,6	89,7	22,2	70,4	51,1
Pb	29,4	29,5	30,7	24,1	28	16,6	20,9	24,6	30,2	26,2
W	4,9	4	5	2,9	2,7	1,7	3,9	2,4	6	2,6
Sn	5,8	6,3	6,9	3,6	2,9	2	2,3	3,1	4,2	4,3
As	19	40	87	31	23	15	33	82	50	14
Zn	22	29	36	60	46	81	22	28	35	39
Cu	9,1	12,4	10,1	13,9	9,1	10,6	21,7	6,1	17,5	14,7
Ni	109,5	196,8	141,5	205,6	143,6	84,5	476,1	99,8	318,2	235,1
Sc	6	5	4	12	8	21	3	3	5	4
V	24	27	32	127	29	271	34	14	30	27
Cr	107,6	195,7	125,4	208,7	150,2	99,7	469,3	58,7	279	206,4
Co	5,8	6	3,8	8,1	5,8	14,5	8	3	8	6,9
U	4,5	3,2	5	2,8	3,7	2,2	4,5	4,5	4,9	3,1
Be	3	2	3	3	2	3	2	4	3	2
Hf	2,2	2,2	1,3	2,9	4,3	4,2	1,4	1,4	1,7	1,5
Ta	2,2	1,9	1,8	1,3	1,1	0,8	1,2	1,1	1,6	1,5
Li	19	18,9	23	24,1	20,5	16,7	24,6	19,7	37,7	38,8
B	30	45	51	28	33	27	25	44	73	43

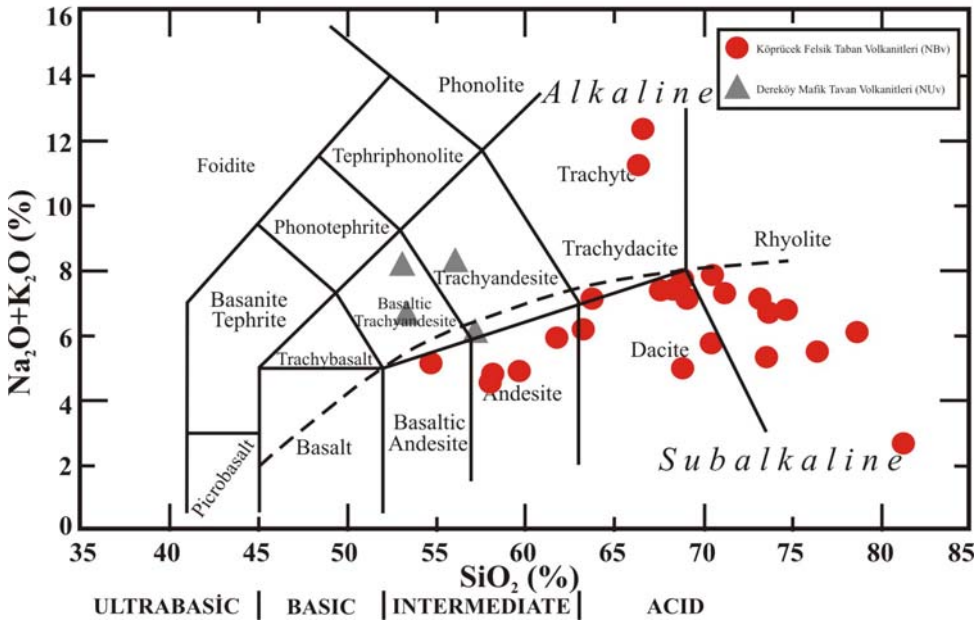
Tablo 3.1: (Devam) Köprücek ve Dereköy volkanitlerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

Örnek No	**NBv 49**	**NBv 70**	**NBv 71**	**NBv 72**	**NBv 73**	**NBv 74**	**NBv 75**	**NBv 76**	**NBv 77**	**NBv 78**
wt %										
SiO_2	71,26	69,00	58,12	63,85	68,42	61,83	67,68	73,71	70,63	69,22
TiO_2	0,42	0,60	0,86	0,43	0,52	1,30	0,66	0,53	0,58	0,54
Al_2O_3	14,21	14,34	13,92	13,66	15,13	14,64	14,64	12,92	15,23	14,94
Fe_2O_3	2,66	4,03	11,61	8,71	4,02	7,85	4,63	3,40	4,09	4,15
MnO	0,06	0,03	0,17	0,20	0,06	0,12	0,08	0,06	0,05	0,06
MgO	0,61	0,25	4,84	1,92	0,50	1,64	0,80	1,92	0,75	0,78
CaO	2,42	2,85	4,97	2,91	2,78	5,41	2,98	1,04	1,82	2,10
Na_2O	3,07	3,99	4,28	2,85	3,76	3,47	3,76	1,08	3,04	3,25
K_2O	4,13	3,70	0,17	4,21	3,59	2,37	3,55	4,17	2,64	3,80
P_2O_5	0,16	0,20	0,06	0,27	0,22	0,36	0,23	0,16	0,18	0,18
Mineral wt%										
Qtz	32,11	26,42	16,30	23,19	26,86	21,16	25,59	47,15	38,53	30,74
An	11,30	10,37	18,44	12,19	12,81	17,50	12,68	4,35	8,30	9,71
Hy	1,53	0,31	10,95	4,83	1,22	3,01	1,97	4,82	1,83	1,91
Ab	26,23	34,10	36,55	24,28	32,06	29,61	32,06	9,22	25,97	27,66
Or	24,64	22,04	1,00	25,05	21,39	14,18	21,21	24,87	15,71	22,63
Ol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Crn	0,58	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	5,09	4,38	1,97
Hmt	2,68	4,07	11,72	8,79	4,06	7,92	4,68	3,43	4,13	4,18
ppm										
Ba	800	883	92	88	1013	864	891	1095	1346	1397
Rb	148,6	122,5	3,3	105,6	119,1	62,8	141,1	150,1	80,1	120,9
Th	18,7	15,4	0,2	3,5	15,7	8,8	15,4	18,9	26,7	23,9
Nb	12,3	15	1	5,4	13	13,1	15,8	14	17,8	17,7
La	34,8	32,4	1,8	13,8	58,6	25,5	35	40,6	48,7	47,2
Ce	63	54	4	24	88	49	61	60	77	74
Sr	226	330	169	80	317	459	330	78	236	274
Zr	50,5	185,9	30,2	59,6	164,9	189	193,7	52,7	51,7	52,4
Y	20,5	24	19,1	16,2	34,7	26	27,9	17,6	22,1	20,5
Mo	39,4	49,1	36,8	12	41,8	27,1	69,5	12	56	101,9
Pb	33	36,9	1	11,1	36,9	27,1	35,1	35,2	51,8	47,3
W	4,2	3,7	1	0,8	3,1	2	3,9	4,6	3,6	5,6
Sn	6,3	4,2	0,4	1,7	3,7	3	4	2,7	3,6	3,6
As	19	176	2	3	18	21	15	16	40	41
Zn	43	57	88	109	74	80	55	106	49	67
Cu	19,2	11,6	195	87,7	11,1	9,6	15	9,1	18,1	31,2
Ni	191,7	244,7	189,4	62,3	214,9	132,8	333,5	61,4	269,9	505,8
Sc	5	10	37	15	10	21	11	8	9	7
V	30	49	348	76	59	253	45	61	47	50
Cr	150,8	249,9	221,7	84,2	211,3	170,7	381,4	71,1	312,9	562
Co	11,6	6,2	35,7	11,3	8	14,3	8,5	7,9	8,8	12,4
U	6,3	3,3	0,1	1	3,3	2,7	4,1	2,6	4,4	4,6
Be	3	3	0,9	1	3	3	3	2	2	3
Hf	2	5,4	1,2	1,9	4,8	5,2	5,3	1,9	2,1	2,3
Ta	1,7	1,3	0,1	0,3	1,1	0,9	1,2	1,1	1,5	1,4
Li	26,3	21,6	14,6	5,7	15,9	15,8	21,9	20,7	25,4	29,6
B	61	31	16	28	22	17	24	29	19	19

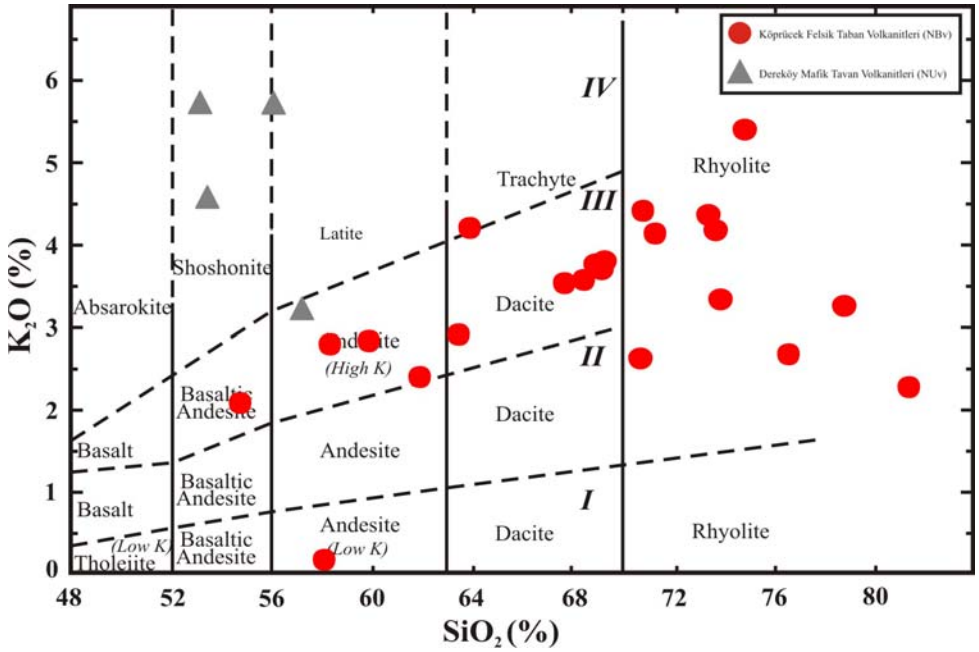
Tablo 3.1: (Devam) Köprücek ve Dereköy volkanitlerine ait örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

Örnek No	**NBv 79**	**NBv 80**	**NBv 81**	**NBv 82**	**NUv 2**	**NUv 3**	**NUv 8**	**NUv 9**
wt %								
SiO_2	68,95	74,82	73,35	81,43	53,10	57,24	53,47	56,10
TiO_2	0,55	0,36	0,34	0,33	1,96	1,89	1,71	1,76
Al_2O_3	18,61	13,02	12,92	13,13	13,90	14,26	11,75	14,07
Fe_2O_3	4,13	3,62	2,52	1,02	7,18	7,22	6,66	7,55
MnO	0,04	0,01	0,05	0,01	0,09	0,08	0,08	0,12
MgO	0,85	0,17	0,70	0,25	4,39	5,06	4,96	4,33
CaO	0,78	0,22	1,90	0,15	9,65	6,76	13,33	6,34
Na_2O	1,18	1,29	2,71	0,33	2,42	2,76	2,02	2,46
K_2O	3,72	5,40	4,36	2,27	5,70	3,15	4,53	5,70
P_2O_5	0,19	0,11	0,14	0,08	0,60	0,60	0,49	0,57
Mineral wt%								
Qtz	45,69	46,50	36,43	70,87	0,00	11,47	1,23	5,15
An	2,95	0,67	8,83	0,43	10,34	17,39	9,70	10,58
Hy	2,08	0,41	1,73	0,61	0,00	10,45	0,00	6,71
Ab	10,06	11,00	23,10	2,87	20,64	23,52	17,26	21,06
Or	22,16	32,20	26,00	13,50	33,98	18,73	27,00	33,98
Ol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
Crn	11,65	4,84	0,54	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Hmt	4,17	3,65	2,54	1,02	7,24	7,28	6,72	7,62
ppm								
Ba	1261	700	744	494	454	447	379	466
Rb	120,2	247,3	158,3	82	225,1	105,6	168,3	238,1
Th	21,9	20,7	20,3	20,4	10,5	11,9	8,9	12,1
Nb	15,6	14,6	14,4	15,5	28,7	35,7	23,4	33,2
La	46,4	35	35,4	35,4	54,3	66,5	47,4	60,2
Ce	73	58	57	55	108	109	98	108
Sr	71	314	214	145	610	629	518	563
Zr	55,3	42	47,4	46,3	489,6	532,6	420,5	504,5
Y	18,5	13,5	19,1	28,5	23,1	25	22,5	23,2
Mo	61,5	11,9	23	22,4	26,2	15,7	19,2	23,7
Pb	35,8	33,3	40,7	30,8	7,6	8,8	6,4	8,2
W	3,5	4,4	3,4	3,4	1,7	1,4	1	1,5
Sn	8,3	3,9	4,4	4,3	4,3	4,6	3,9	4,4
As	6	44	16	33	37	22	18	43
Zn	44	14	39	12	81	71	75	70
Cu	45,1	3,8	7	5,9	73,3	54	42,5	51
Ni	262	48,9	108,8	106,1	234,3	203	218,4	227,7
Sc	7	4	5	4	16	19	17	20
V	48	35	28	21	170	158	149	177
Cr	342	63,3	112,4	98,1	316,8	310,8	325,9	352,8
Co	29,7	1,6	5,2	2,8	26,6	33,3	31,4	34,2
U	3,2	3,4	6	3,4	4,5	4,9	3,2	3,8
Be	2	2	3	1	6	6	4	6
Hf	2,2	1,7	1,8	1,8	15,3	15,2	13,2	14,4
Ta	1,4	1,6	1,6	1,5	2,4	2,2	2	2,1
Li	8,1	9,1	5,3	28,3	15,2	18,1	19,8	13,8
B	28	80	56	23	12	7	9	15

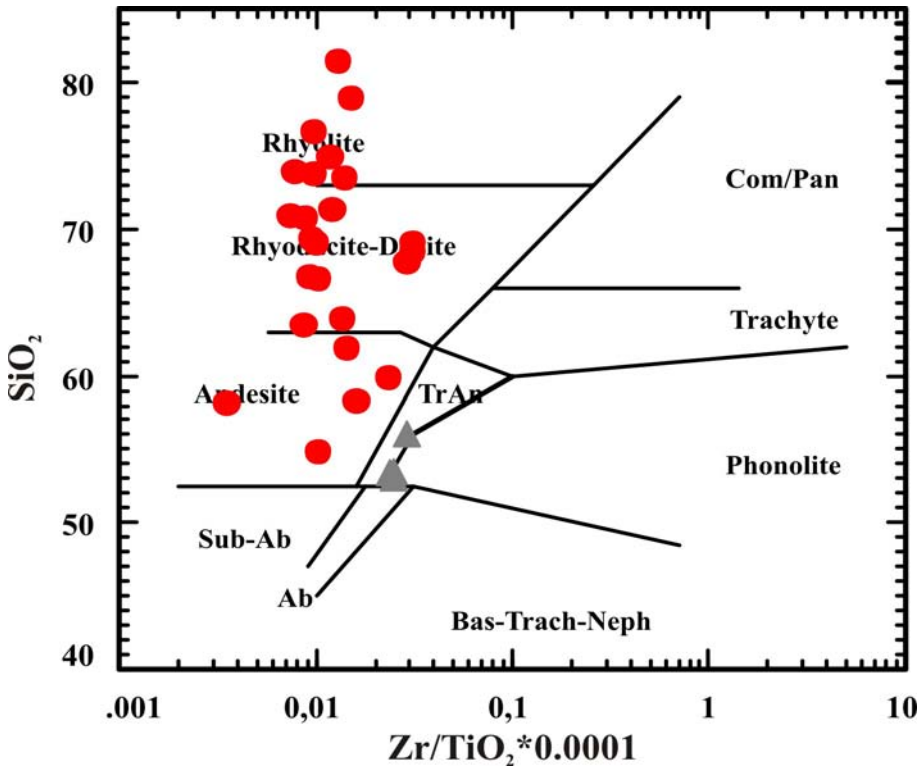
Sonuçta Taban volkanitlerinin (~ 20 my yaşlı) Andezit-Riyodasit-Riyolit topluluğu, Tavan volkanitlerinin ise Bazaltik-Bazaltik Trakiandezit topluluğu oluşturduğu görülmüştür.



Şekil 3.1: Volkanik kayaçların toplam alkali-silis (TAS) içeriklerine göre adlandırma diyagramı (Le Bas ve diğ., 1986); alkalen-subalkalen ayırım çizgisi Miyashiro (1978)'ya göredir.



Şekil 3.2: Kayaçların K_2O-SiO_2 oranına göre sınıflama diyagramı (Pecerillo ve Taylor, 1976); [*I*: ark toleyit serisi, *II*: kalk-alkalen seri, *III*: yüksek-K kalk-alkalen seri, *IV*: şoşonit serisi].



Şekil 3.3: Analizi yapılan tüm volkanitlerin SiO_2-Zr/TiO_2 oranına göre adlandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977) da konumlanması.

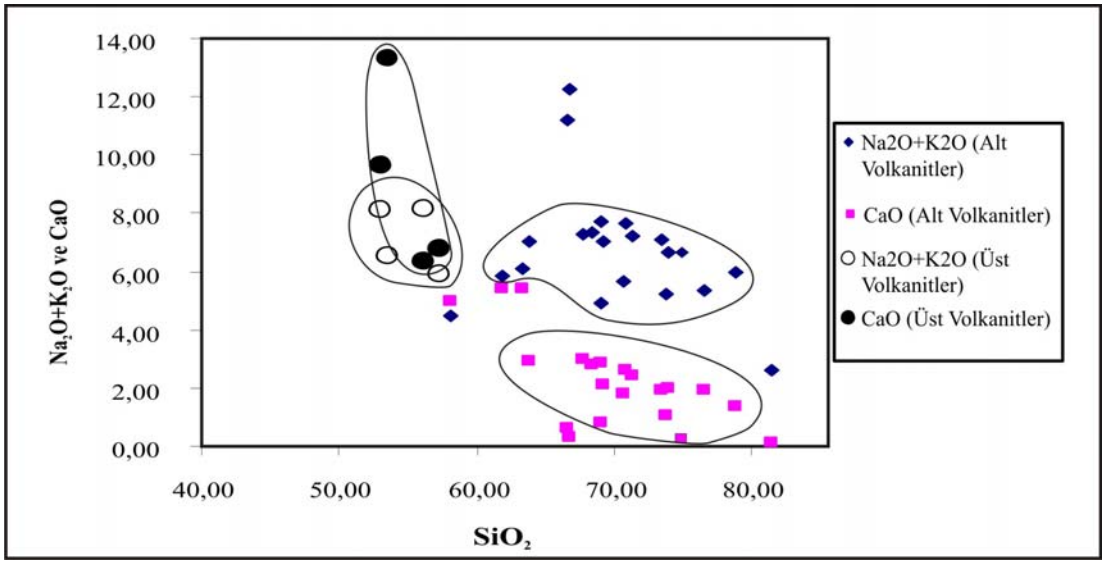
3.4. Ana Element Karakteristikleri

Volkanizmanın ana magma sınıflamasını ve olası jeotektonik yerleşimini saptamak açısından kimyasal olarak önce alkali-kireç ilgisi ve alümina doygunluğu araştırılmıştır.

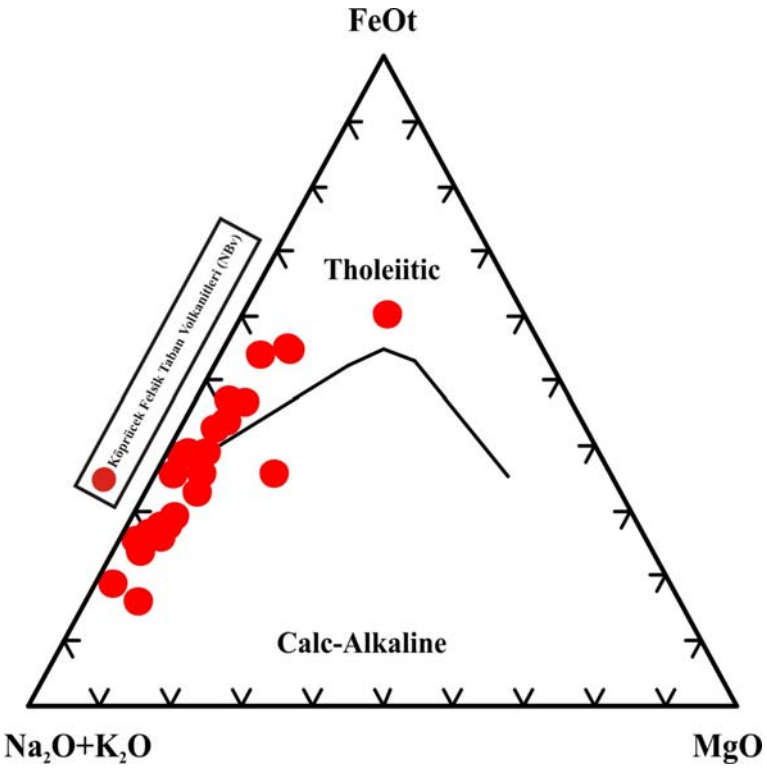
Analizi yapılan 24 adet taban volkanitlerinden ikisinde aşırı karbonatlaşmanın mikroskopta görülmesi üzerine ana element karakteristikleri açısından devre dışı bırakılmıştır.

Bir magmatik seride alkali-kireç ilgisini gerçek olarak saptayan Peacock (1933) diyagramı volkanitlerin % 60-80 SiO_2 aralığında olduğundan, diğer bir deyişle bazik ürünlerin yokluğundan dolayı tam çizilememiştir. Ancak % 60-80 SiO_2 aralığında Ca miktarı % 1-6 aralığında bulunmaktadır (Şekil 3.4). Bu veriler kimyasal karakterleri saptanmış ana magma türleriyle (Marjorie, 1989) karşılaştırıldığında hem alt hem de üst volkanitlerin daha düşük CaO miktarları ve daha yüksek alkali içerikleri

açısından gerçek kalk-alkalen seriyle benzerliği bulunmadığı, alkali seriye yakın alkali kalsik karakterde olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4: Analizi yapılan volkanitlerin Na_2O+K_2O ve CaO-SiO_2 diyagramı (Peacock, 1933) da konumlanması.



Şekil 3.5: Analizi yapılan Sub-alkalen kayaçların Na_2O+K_2O- FeOt - MgO (AFM) içeriklerine göre sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971).

Alümina doygunluğu açısından incelendiğinde taban volkanitlerine ait 22 adet örneğin tümü peralümin (Al_2O_3>$CaO+Na_2O+K_2O$) karakterde, tavan volkanitlerinde ise 3 adet örnek metalümin 1 adet örnek ise peralümin karakterde çıkmıştır.

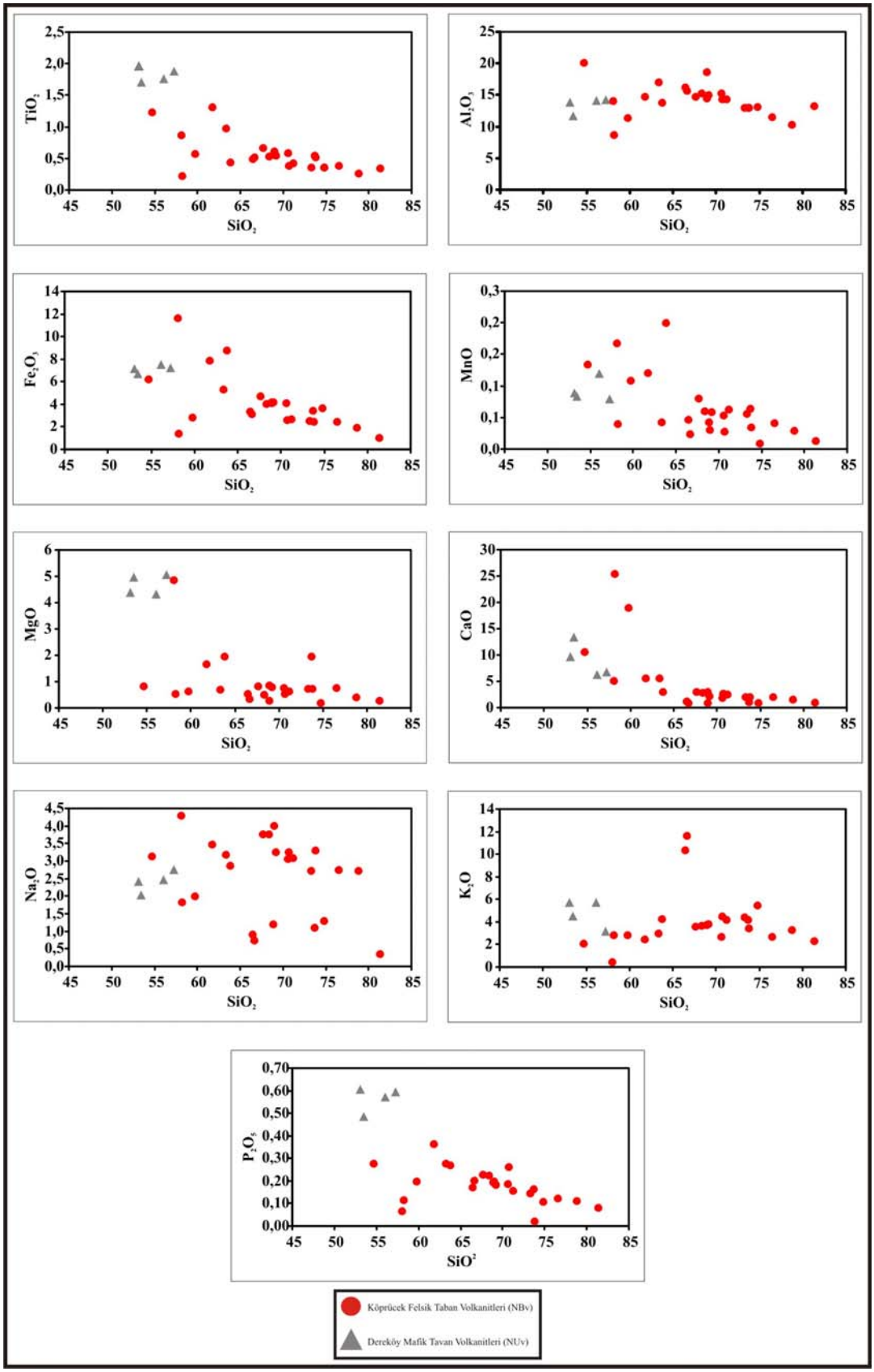
Ayrımlılaşmanın Mg-Alkali çizgisiyle ifade edildiği ve bu süreçte Fe zenginleşmesinin irdelendiği AFM diyagramında (Şekil 3.5), taban volkanitlerinin toleyite yakın demirce zenginleşme gösterdiği ve felsik ürünlerinde de alkali zenginleşmesi olduğu gözlenmektedir.

Harker diyagramı olarak adlandırılan, farklılaşmanın SiO_2 yüzdesi ile gösterildiği ve bu farklılaşma sürecinde tüm volkanitlerde elementlerin konsantrasyon yönsemesi (trendi) Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Mafik üyeler olmadığından yönsemeler tam görülememektedir. Ancak felsik topluluklarda yönsemeler yaklaşık olarak görülebilmektedir.

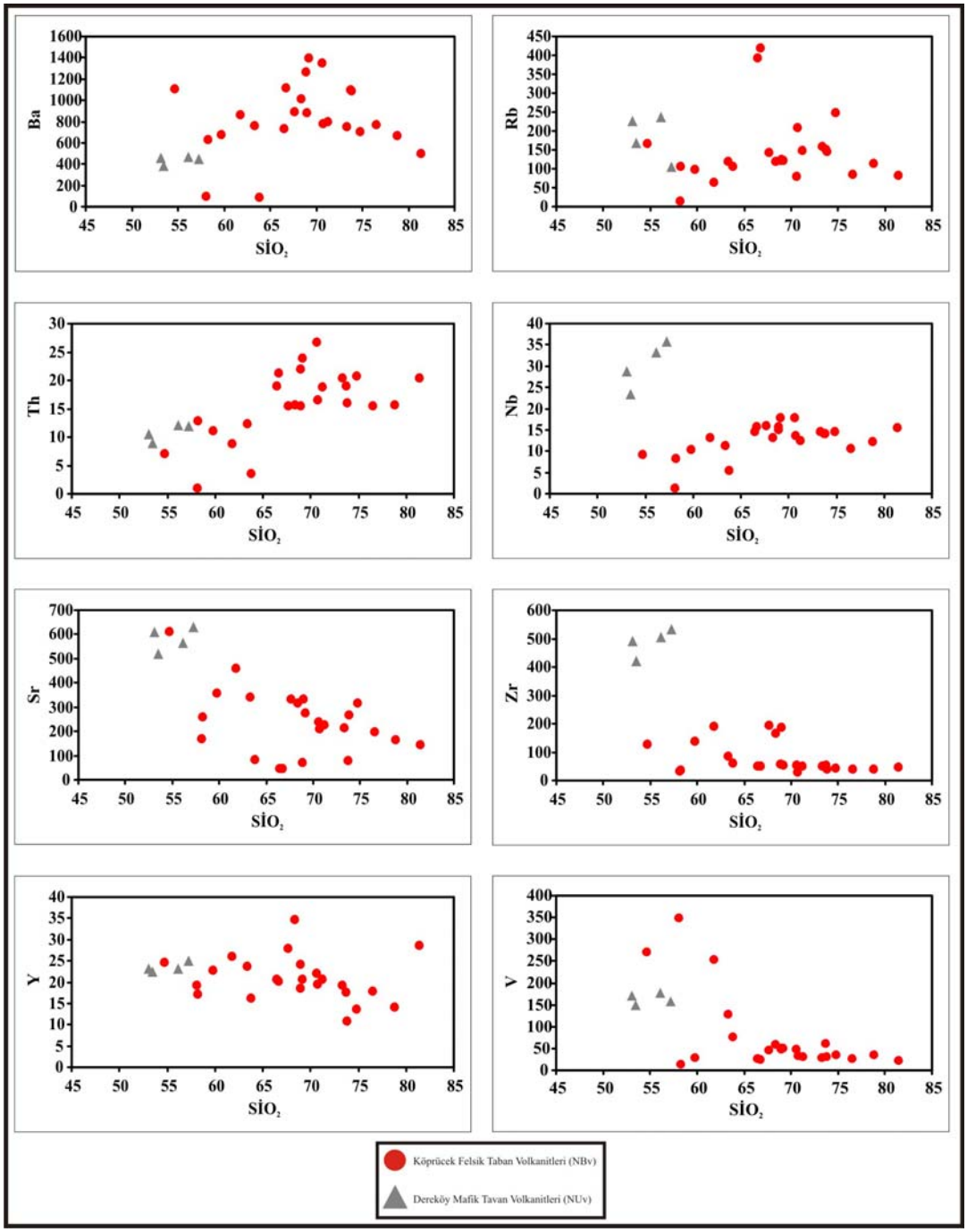
3.5. İz Element Karakteristikleri

Kuvvetli litofil karakterde geniş iyon çaplı (LIL) elementler gerek taban ve gerekse de tavan volkanitlerinde zenginleşme göstermektedir (Rb: x=152-184 ppm; Th: x=13-30 ppm; U: x=3,7-4 ppm). Bu veriler gerçek kalk-alkalen serilere göre, Rb ~ 3 kat; Th ~ 3 kat; U ise ~ 3 kat daha yüksektir.

Ortamda kalıcılığı yüksek (HFS) elementler her iki volkanik seviyede de zenginleşme göstermektedir (Nb: x=13-30; Y: x=20-23; Hf: x=2-14; Ta: x=1-2). Bu durum kalk-alkalen serisinin aynı SiO_2 içeriğine sahip üyeleri ile karşılaştırıldığında, Nb taban volkanitlerinde 2, tavan volkanitlerinde ise 6 kat; Y hemen hemen aynı derişimlerde; Hf taban volkanitlerinde benzer konsantrasyonlarda, tavan volkanitlerinde ise ~ 6 kat; Ta ise her seviyede de 4 kat zengin olduğu görülmektedir. La, Ce gibi hafif nadir topraklar (LREE) ise taban volkanitlerinde ~ 2; tavan volkanitlerinde ise ~ 3 kat, kalk-alkalen serinin benzer üyelerine göre daha zengin olduğu görülmektedir.



Şekil 3.6: Volkanik kayaçların ana element (TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5) - SiO_2 ikili değişim diyagramları.



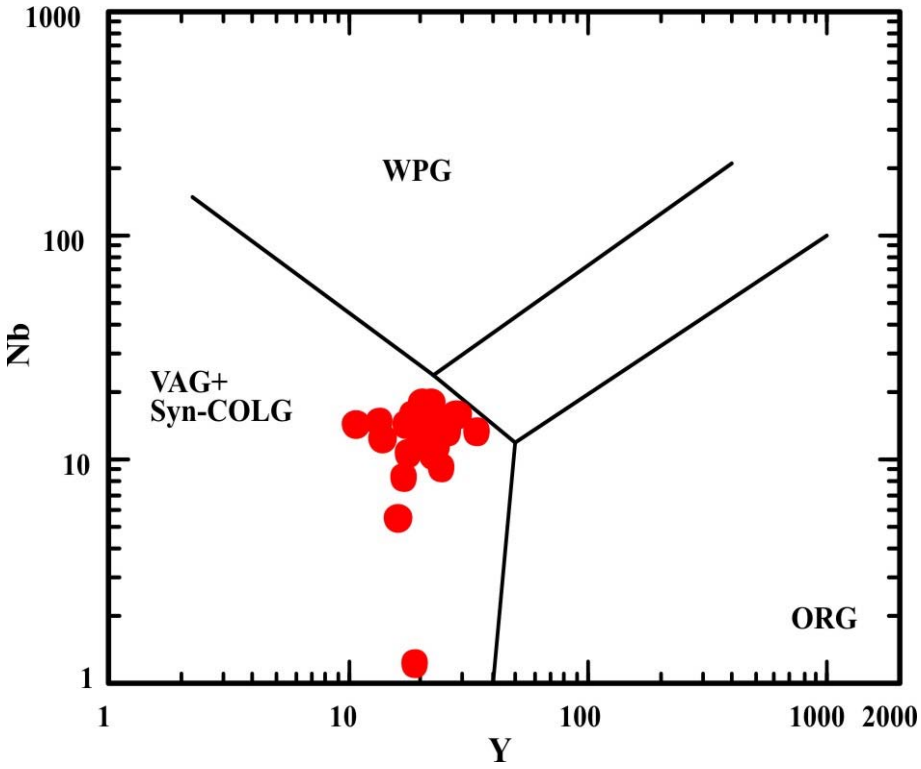
Şekil 3.7: Volkanik kayaçların iz element (Ba, Rb, Th, Nb, Sr, Zr, Y, V) - SiO_2 ikili değişim diyagramları.

3.6. Sonuçlar

Her iki volkanik birim de alkali-kalsik, taban volkanitlerinin peralümin ve tavan volkanitlerinin metalümin karakterde olması; yüksek Rb, Th ve U içerikleri; Nb, Y, Ta ve Hf gibi elementlerce de yitim kökenli volkanitlere göre zenginleşmiş olmaları,

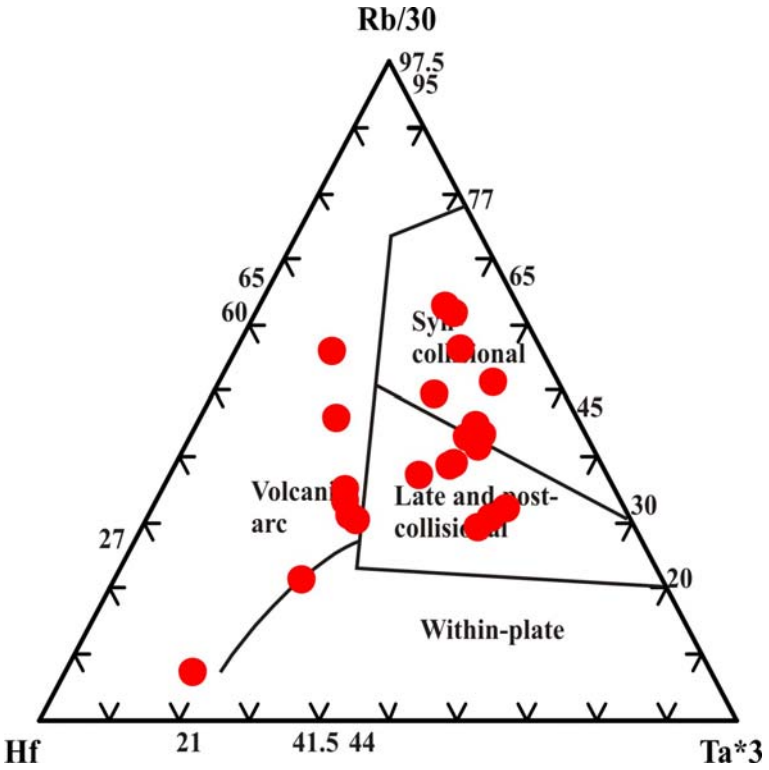
bunların gerçek kalk-alkalen magma ürünleri olmayıp, plaka ortası manto ile kıta kabuğu karışımından türemiş volkanik ürünler olduğunu işaret etmektedir.

Volkanitlerin jeotektonik yerleşimlerinin irdelenmesi için felsik taban volkanitleri LIL elementlerinin HFS elementlerine oranlanması olarak granitik bileşimdeki magmatikler için hazırlanmış ayırtman diyagramlarda (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9) bunların çarpışma ile eş zamanlı oluşmuş bir magmatik aktiviteden türemiş olduklarını işaret etmektedir. Mafik tavan volkanitleri ise Ti/Y-Nb/Y ayırtman diyagramında yine plaka ortasında (muhtemelen çarpışma ile) oluşmuş alkali-toleyitik karakterde bir magmatik ürün olarak konumlandırılmıştır (Şekil 3.10).

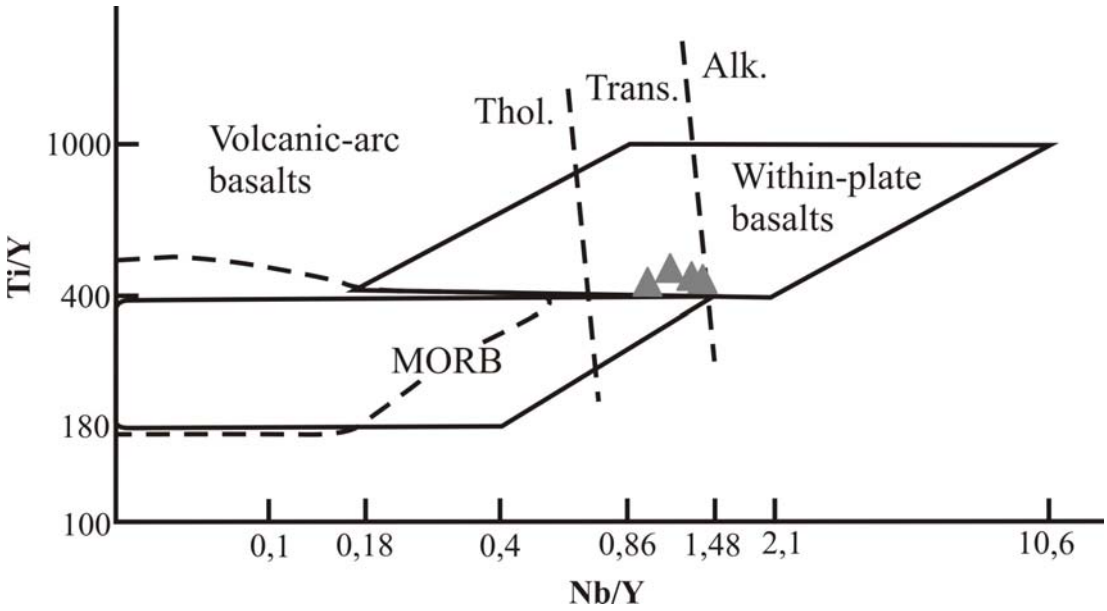


Şekil 3.8: Köprücek felsik taban volkanitlerinin Nb -Y jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramındaki konumlanmaları (Pearce ve diğ., 1984).

Kökeninde kabuksal malzemenin hakim olduğu belli olan bu volkanitler, dolayısıyla bor açısından zengindir (x=35 ppm). Bu veriler, ortalama bor değeri 20 ppm'den küçük (London ve diğ., 1996) olan yitim felsik volkanitlerine göre daha yüksektir.



Şekil 3.9: Köprücek felsik taban volkanitlerinin. Hf-Rb/30-Ta*3 jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramında konumlanmaları (Harris ve diğ., 1986).



Şekil 3.10: Dereköy mafik tavan volkanitlerinin Ti/Y-Nb/Y jeotektonik yerleşim ayırtman diyagramındaki konumlanmaları (Pearce, 1982).

Havzanın temel metamorfik kayaçlarında da bor içeriklerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Bu değerler, yarı volkanik sokulumların neden olabileceği hidrotermal çevrim sürecinde borun her iki kayaç biriminden de sökülebileceğini düşündürebilir.

Bu olasılık bu çalışmanın limitleri dışında kalan ayrı bir araştırma konusudur.

4. TOPRAK JEOKİMYASI İLE BOR PROSPEKSİYONU

4.1. Giriş

Jeokimya yazınında “Karasal borat yataklanmaları” ile ilgili bir toprak jeokimyası prospeksiyon yöntemine rastlanmamıştır. İndikatör olarak kullanılacak bor elementinin aletsel analizindeki teknik zorluklar ve saptanabilirlik sınırının yüksek oluşu, yöntemin uygulanacağı havza alanının genişliği, iz bulucu olarak seçilebilecek elementlerin olası olarak düşünülmesi (daha önce yapılmış bir örnek çalışma yoktur) bu yöntemde karşılaşılan başlıca zorluklardır. Bu nedenle planlanacak saha oryantasyonu, analitik yöntemlerin seçimi, dağılım maddelerinin saptanması ve sonuçta jeokimyasal haritaların hazırlanması hususları ayrıntılı programlanmıştır.

Analitik harcamalarda ekonomik olmak aynı zamanda en etkin jeokimyasal verileri elde etmek amacıyla çalışmalar iki bölümde yürütülmüştür. 1. etapta boyutları önceden saptanmış merceklerin iz düşüm alanına en az bir veya iki örnek düşecek şekilde 2 km. aralıkla karelaj (grid) yapılarak örnek alınmış ve bunlardan 12 adet elementin analizleri sağlanmıştır. Bu verilerin dağılım modelleri, önceden saptanmış merceklerin harita üzerindeki iz düşüm alanlarıyla birlikte yorumlandıktan sonra ayrıntılı 2. etap çalışmalarında değişiklikler yapılmıştır. İlk çalışmada indikatör ve iz bulucu element olarak kullanabilirliği anlaşılan elementlerin tümünün harita üzerinde ortak bir şekilde temel değer olarak görülen bölümü 2. etap çalışmalarında örnekleme alanı dışında tutulmuş ve dolayısıyla ayrıntılı araştırma alanı daraltılmıştır. Mineralizasyonun olabileceği gösterilen alanlarda ise karelaj 1 km. aralığa indirgenmiş dolayısıyla daha sıklaştırılmıştır.

İz bulucu olabilecek anlamlı bir dağılım göstermeyen elementler gruptan çıkarılarak yerlerine yeni elementler konulmuştur.

4.2. İndikatör ve İz Bulucu Element Seçimleri

Boratların ana elementi olan bor doğal olarak akıcılığı ve kil boyutu malzeme içinde absorbe olma özelliği açısında bu çalışma da indikatör element olarak seçilmiştir.

İz bulucu olabilecek mobiliteleri uygun diğer elementlerin seçiminde şu parametreler göz önüne alınmıştır.

1. Boratların ana katyonu olarak Ca ve Na (ancak Ca toprak alkali elementi olduğundan analizi düşünülmemiştir)

2. Diğer nadir bor minerallerinde ana katyon olarak bulunabilecek Mg, Sr, As

3. Bor ile atomik özellikleri (Z ve R) benzer diğer litofil elementler Ba, Li, Nb, Th, U, As, Sb ve Cs

Sonuçta 1. etap örnekleri için B, As, Sb, U, Th, Sr, K, Se, Nb, Zr, Be ve Li analizleri seçilmiş, 2. etap örneklerde ise U, Th, Se ve Zr elementleri çıkartılarak yerlerine, toprak alkali olmasına rağmen, kil oluşumlarıyla (simektit) ilgili dolayısıyla Mg, boraks ve üleksit mineralleri içindeki varlığı dolayısıyla Na, mercekler içinde görülen sülfür bantlarının (~ 5 cm kalınlığında) indikatörü oalrak S eklenmiştir.

4.3. Örnek Alımı ve Hazırlama

İdeal örnekleme aralığı seçimi için, harita üzerinde izdüşümleri belirlenmiş mineralizasyon merceklerinin izdüşüm boyutları esas alınmıştır. 1. ve 2. etap örnek karelajları ve numaralanmaları 1:50000 ölçekli harita üzerinde aynı renk ve simgelerle belirtilmiştir (Ek 3).

Örnek alım noktaları GSP yardımıyla tespit edilmiş ancak olası kirlenmeden sakınmak ve uygun toprak kesitine (taşınmamış, kazılmamış, tarımsal amaçla önceden kullanılmamış) rastlamak amacıyla noktadan en fazla 50 m. uzaklaşılabilmiştir.

Örneklerin tümü (alüvyon üzerindeki 24 adet örnek hariç) yerinde oluşmuş toprak örtüden alınmıştır. Tüm zonları içeren toprak kalınlığı 40-50 cm. yi geçmemektedir. “A” zonu az gelişmiş olup 10-15 cm. yi genelde geçmemektedir. Sarımsı-bej renkli kil oranı yüksek (genelde hakim kil oranı simektit grubudur) “B” zonu ise en gelişmiş zon olarak belirgindir. (Şek. 4.1). Kireçtaşları üzerinde gelişmiş topraklarda ise, mikrit çamuru hakimdir. Genellikle kil cinsinin simektit olması ayrıca mikrit varlığı dolayısıyla toprak pH’nın yükselmesi topraktaki “B” absorbisyonunu arttıran öğeler olarak saptanmıştır (Hamurcu ve diğ., 2003). B zonu yer yer “C” zonuna benzer kalınlıkta ana kaya çakılları (2-3 cm) ile zenginleşmiştir. (Şek. 4.1)



Şekil 4.1: Toprak Horizonu

Genel literatüre uygun olarak örnekleme için absorbsyonun en fazla oluştuğu “B” zonu seçilmiştir. Çalışma alanında “B” zonunun ortalarına rastlayan derinlik genel olarak 30 cm. ölçülmüş ve bütün örneklemelerde bu derinlik korunmaya çalışılmıştır.

Toprak jeokimyası prospeksiyonu literatüründe, birlikteliği sağlamak amacıyla, genelde kabul görmüş bir kural olarak, 500 g. lık alınan örnek, kapalı mekanda kurutulmuş, topaklaşmış bloklar lastik çekiçle dövülerek ufalanmış, kayaç kırıntıları ayıklanmış, kalan malzeme eleklenerek -80 mesh fraksiyonu çözündürme işlemi için ayrılmıştır.

Çözündürmede sıcak asitte total (veya totale yakın) yöntem kullanılmıştır. 0,5 g. örnek (bor analizi için 15 g) AR (HCl, HNO_3, H_2O) çözelti içinde 95°C de çözündürülerek 10 ml. tamamlanmıştır.

4.4. Konsantrasyon Tayinleri

Prospeksiyonda indikatör olarak kullanacağımız bor elementinin aletsel yöntemlerle analizinde karşılaşılan güçlükler nedeniyle jeokimyasal ve petrokimyasal araştırmalarda borun önemi neredeyse hiç irdelenmemiştir.

Kendi laboratuarımızda yaptığımız öncel çalışmalarda da A.A.S. ve X.R.F. yöntemlerinde bor elementinin 50-100 ppm altındaki konsantrasyonlarda duraylılık (sensitivity), doğruluk (accuracy), kesinlik (precision) açısından başarı sağlanamamıştır. Sprektrafotometre ise (carminic asitle işlem) ıslak kimya işlemlerinin yoğun olduğu manuel bir yöntem olduğundan prospeksiyona uygun değildir.

8000 K sıcaklıktaki plazma lambasının spektoremetrede uygulanması bor gibi zor emisyon veren elementlerin spektrometrik analizleri sağlanmış ve bunun kütle spektoremetresiyle kombinasyonu ile (ICP-MS teknolojisi) borun duyarlılığı 1 ppb mertebesine kadar indirilmiştir.

Günümüzde bu teknolojileri kullanan profesyonel merkezi laboratuarların kurulması örneklerin laboratuarda hazırlanarak son ölçüm için sertifikalı laboratuarlara gönderilmesine olanak sağlanmıştır. Bu prospeksiyon çalışmalarındaki yoğun analiz işlemlerinde son derece zaman kazandırıcı ve ekonomik olmaktadır.

Bu çalışmada seçilen elementin AR çözeltisinden son tayinleri ICP-MS (ultratrace) teknolojisi ile ACME (Kanada) laboratuarlarında yaptırılmıştır. Ancak ACME ile özel görüşülerek sadece bor analizlerinde duyarlılığın 1 ppm mertebesine indirilmesi için 15 g. lık örnek kullanılması ve analiz süreçlerinde borosilikat gereçlerinin kullanılmaması sağlanmıştır. Toprak analizlerinin sonuçları Ek 4'de verilmiştir.

4.5. Verilerin Yorumlanması

Element konsantrasyon verileri önce; (1) log-normal dağılım gösteren temel değer toplulukları, (2) cevherleşmeye yakın örneklerde yayılma ile oluşmuş, yaklaşık log-normal ancak ortalama derişim değerleri temel değer topluluklarından çok daha yüksek, farklı standart sapması olan anomali toplulukları olarak gruplandırılmaya çalışılmıştır. Bu toplulukların bir bölümü örtüşmüştür. Dolayısıyla ayrışım çizgisi kesin olarak belirlenemez. Bu durumda bu ortak alan eşik değer olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmada temel, eşik ve anomali değerlerinin ayırtlanmasında aşağıdaki ana parametreler temel olarak göz önüne alınmıştır.

1. Temel değer saptamasında histogram üzerinde belirlenmiş topluluğun ortalama (X) değeri esas alınmış ve bu değer genel literatürde verilmiş toprak değerleriyle deneştirilmiştir.

2. Anomali değerlerinin tespitinde ise histogramın sağ uzantısında oluşmuş ikinci bir topluluğun varlığı araştırılmıştır.

3. Anomali olarak kabul edilen bu topluluğun harita üzerindeki konumu ile, merceklerin izdüşümlerinin konumları karşılaştırılmış ve izdüşüm alanı içinde kalan değerler gerçek anomali değeri olarak kabul edilmiştir.

4. Bu iki topluluğun kesişme alanındaki ortak olan değer eşik değer olarak tanımlanabilir. Eşik değer alt sınırı ise ortalama temel değer (x) artı iki standart sapma değerine yakın bir değer olarak kabul edilmiştir.

4.6. Jeokimyasal Haritaların Hazırlanması

Karelaj alanı içindeki örneklerin element konsantrasyon dağılım modelleri, her element için ayrı hazırlanmış "Konsantrasyon Haritası" üzerinde sunulmuştur. Yorumlama için kullanabileceğimiz bu haritalar, verilerin değişim değerleri göz önünde bulundurularak, istediğimiz aralıklarda konturlanmasıyla hazırlanmıştır.

Jeokimyasal verilerin konturlanmasında literatürde IDW (Inverse distance weighting) ve kriging yöntemleri kullanılmaktadır. Kontur aralıkları, verilerin değişim aralıkları göz önüne alınarak istenilen şekilde seçilebilir. Bu çalışmada indikatör ve iz bulucu elementlerin dağılımları için her iki yöntemde denenmiş ancak Kriging yönteminde ortaya çıkan anomali dağılımları mercek izdüşümleri üzerinde daha anlamlı konumlanmıştır. Bu nedenle raporumuzda Kriging yöntemiyle hazırlanmış dağılım haritaları sunulmuştur.

Kriging yönteminde, bilinmeyen bir noktanın değeri için, etrafındaki değeri bilinen noktalardan faydalanılmıştır. Bu teknik, noktanın değerini etrafındaki değerlerin ağırlıklı doğrusal kombinasyonu olarak hesaplar (Tüysüz ve Yaylalı 2005).

Kontur sınıf aralıklarının, hesaplanan temel eşik ve anomali değerlerinin oranlarına göre temel eşik sınırı değerlerinin katlarının geometrik dizilimleri olarak verilmesi (Örn., temel değer 100 ise 100-200-400-800-… gibi) bir çok çalışmada anomali bölgesini en gerçekçi belirleme biçimi olarak seçilmiştir. Ancak kosantrasyon haritalarının hazırlanmasında kullandığımız programlarda aralıklar bu şekilde seçildiğinde çoğunlukla çıktıların hatalı olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu programlarla hazırlanan dağılım haritalarında, programların kendi hesaplamasıyla belirlediği (10 a ayrılmış) konsantrasyon sınıf aralıkları değiştirilmeden verilmiştir.

IDW ve Kriging yöntemlerinin bilgisayar programları ARCGIS 9.0 versiyonu adı altında geçici lisans ile "İşlem GIS" firması tarafından bölümümüze sağlanmıştır.

5. ANOMALİLERİN YORUMLANMASI

5.1. Giriş

Araştırmamızın ana amacı hedefin (mineralizasyonun) saptanması, diğer bir değişle elde edilen anomalinin, varlığı bilinen mineralizasyon konumlarına uygunluğunun irdelenmesidir. Sonuçta bilinenden elde edilecek parametrelerle bilinmeyenleri saptamaktır.

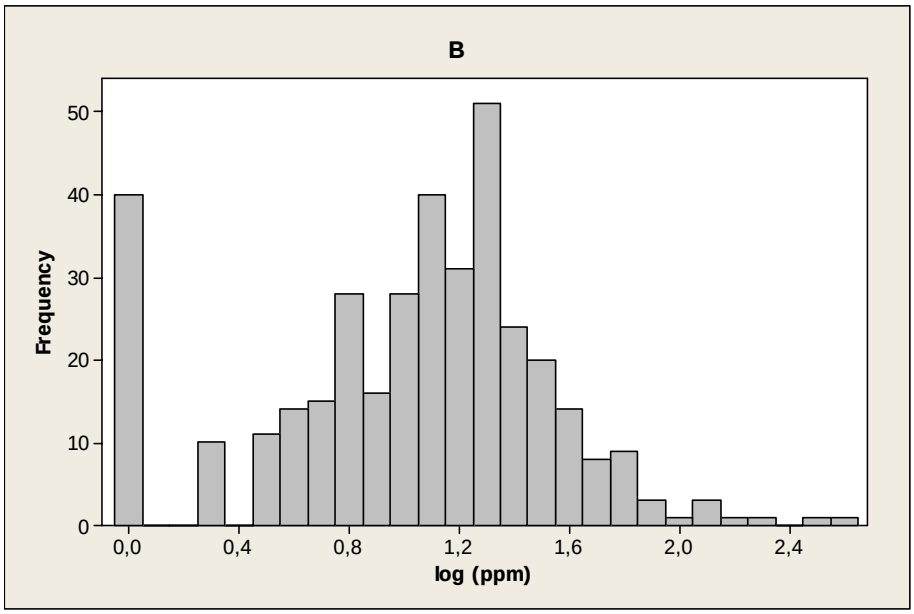
Hedefteki mineralizasyon konumunu ve muhtemel bileşimini işaret edebilecek ana indikatör minerallerin dağılımları, ayrıca bu mineralizasyon merceklerinin oluştuğu çökelme çanağının (oluk) konumunu belirleyebilecek diğer elementlerin (bu araştırmada "izbulucu" elementler olarak nitelendirebiliriz) dağılım modelleri aşağıda irdelenmiştir.

Derişim dağılımları incelenen bu elementlerin topraktaki olağan derişimlerinin (temel değer) değişim sınırları Connor ve Shacklette (1975); Rose ve diğ. (1981)'den alınmıştır.

Elementlerin yüzeysel koşullarda, Eh-pH koşullarına göre jeokimyasal hareketlilik (mobilite) değerleri ise, Perel'man (1967)'de belirtilen K katsayısı (yeryüzü veya yeraltı suyu içinde bulanan çözünmüş bir katı maddenin bileşimindeki herhangi bir elementin konsantrasyonunun, o elementin suyun temasta bulunduğu kayaç içindeki konsantrasyonuna oranı) doğrultusunda, K>10; aşırı hareketli, K=1-10; hareketli, K=0,1-1; az hareketli ve K=<0,1; hareketsiz olarak değerlendirilmiştir.

5.2. İndikatör Olarak B Dağılımı

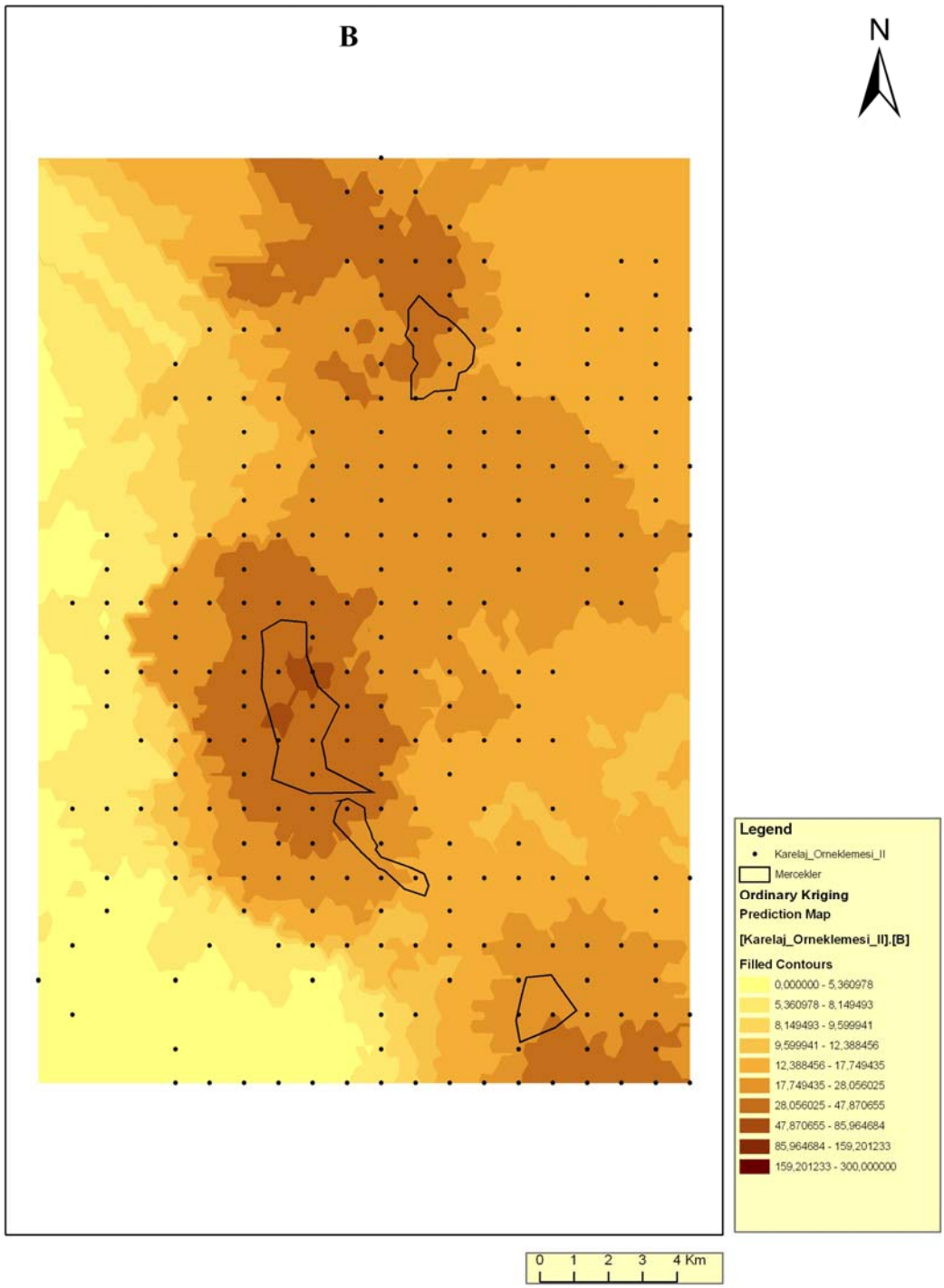
Histogram (Şekil 5.1) ve Bor dağılım modeli konsantrasyon kontur haritası (Şekil 5.2) de sunulmuştur.



Şekil 5.1: Bor dağılım histogramı.

Yeryuvarı toprak bor derişimi temel değer aralığı ?-30 ppm dir. Çalışma alanında temel temel değeri oluşturan küme ortalaması (x) 15 ppm olarak bulunmuştur. x+s = 30 ppm ise eşik değer olarak seçilebilir. Borun okside, pH=5-8 civarı ortamlarda hareketliliği çok yüksek (K>10) olduğundan yayılımı geniş model verecektir. Dolayısıyla 60 ppm den yüksek değerler anomali olarak kabul edilebilir.

Harita üzerinde anomali değerlerinin mercek izdüşümleri ile birebir örtüştüğü dolayısıyla bor konsantrasyonunun indikatör olarak kullanılabileceği kesin olarak görülmektedir (Şekil 5.2 ve Şekil 5.23).

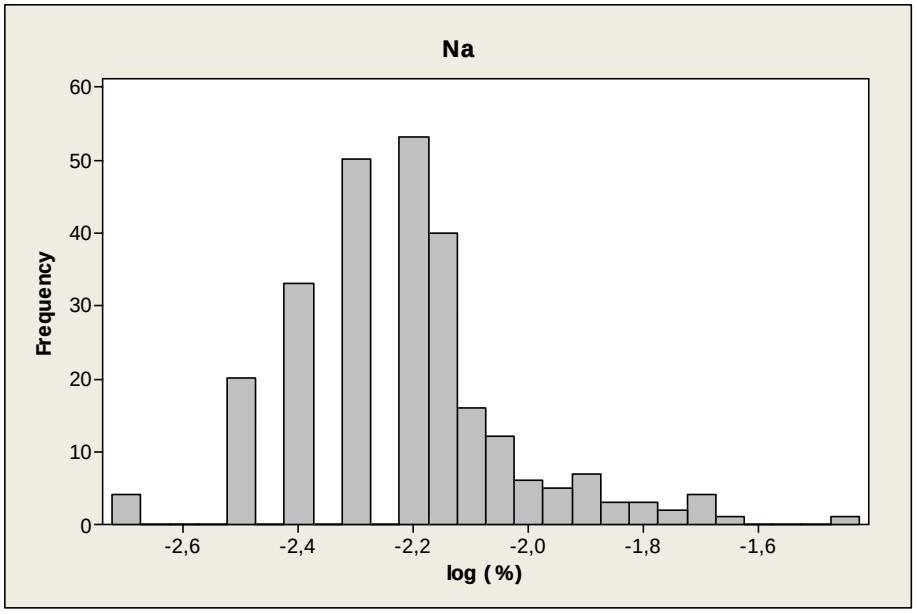


Şekil 5.2: Bor dağılımı

5.3. Yardımcı İndikatör Olarak Na Dağılımı

Na dağılımı, merceklerin mineralojik kompozisyonlarını yüzeydeki yayılım modellerine etki edip etmeyeceği açısından dikkatle incelenmiştir.

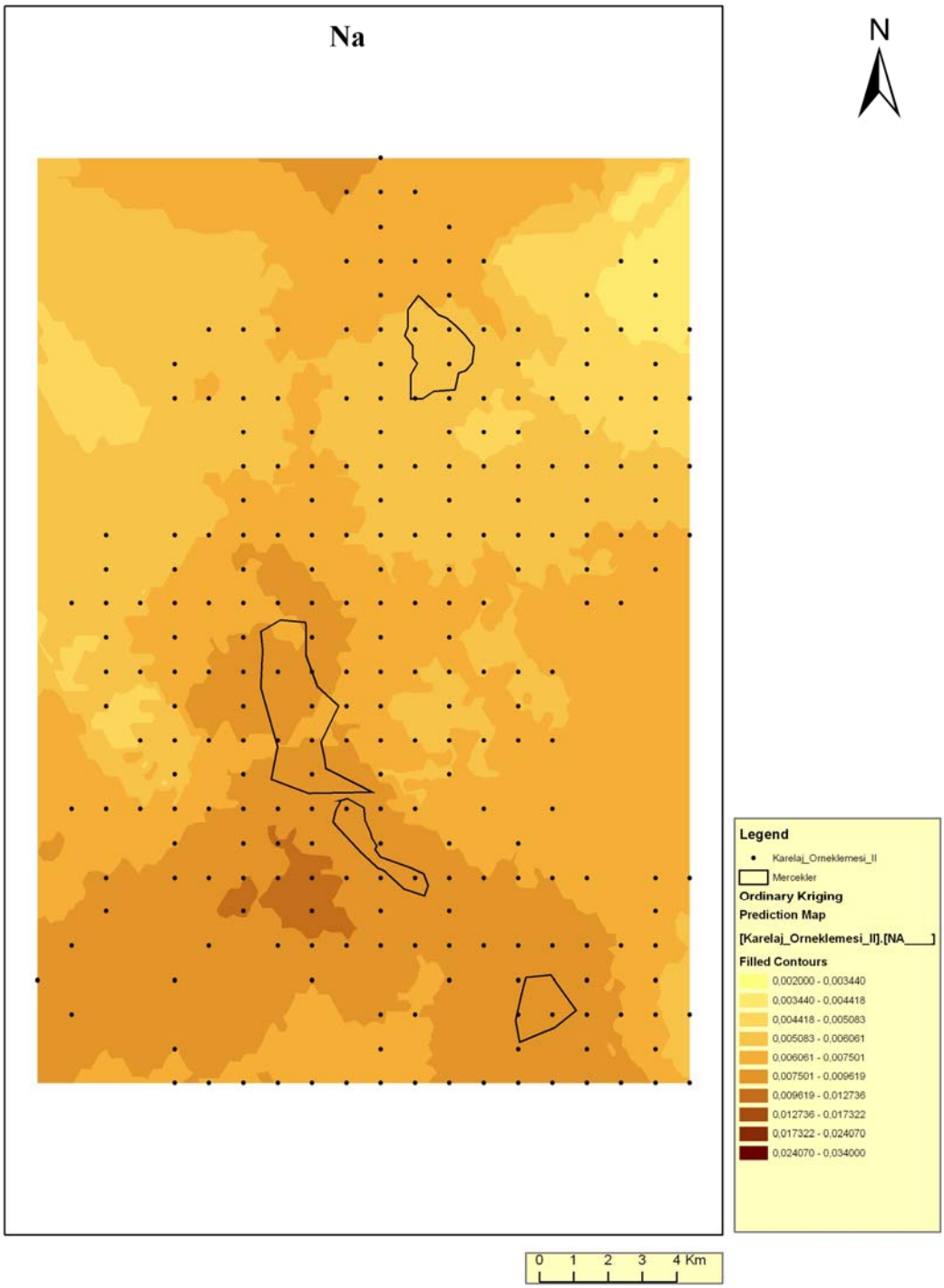
Bölgede Na temel değer topluluğu ortalama derişimi x=%0.005, x+s=%0.009 eşik değer olarak kabul edilebilir. %0.01-0.34 arası değerler anomali topluluğunu işaret etmektedir. Bu dağılımlar Şekil 5.3 (histogram) ve Şekil 5.4 (harita) de verilmiştir.



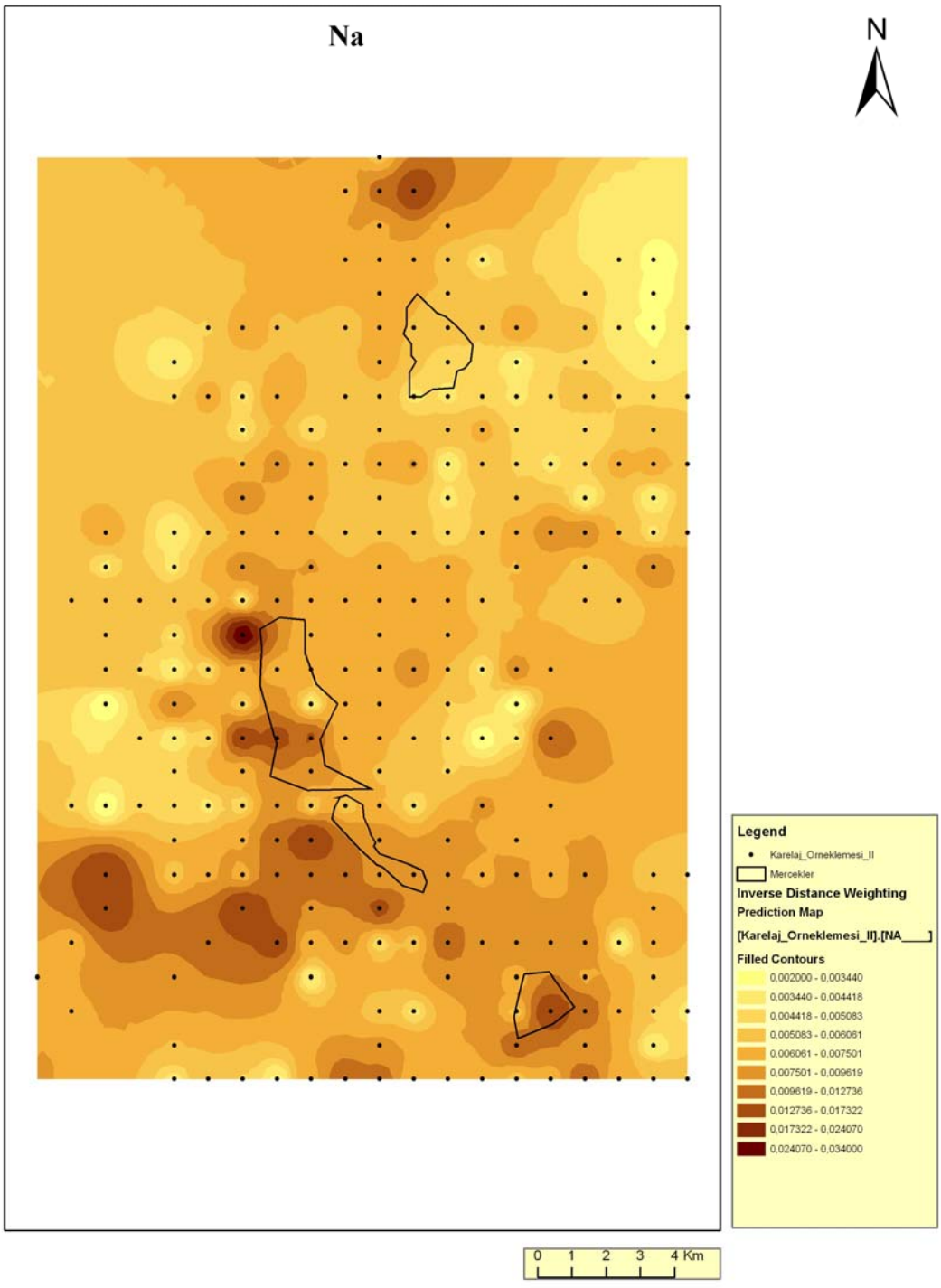
Şekil 5.3: Sodyum dağılım histogramı.

Anomali alanlarının görüldüğü bölgeler İğdeköy (üleksit+probertit) ve Şeyhler (kolemanit+üleksit) merceklerinin civarlarıdır. Espey (%90 kolemanit) merceği civarı Na konsantrasyonu ise yakında anomali vermemekte, eşik değer sınırı civarında olmaktadır. Na pH=5-8 civarı ortamlarda hareketli (K=1-10) olduğundan B'a göre daha az bir alanda yayılım gösterir. IDW yöntemiyle hazırlanmış diğer bir Na konsantrasyon haritasında bu durum daha açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 5.5).

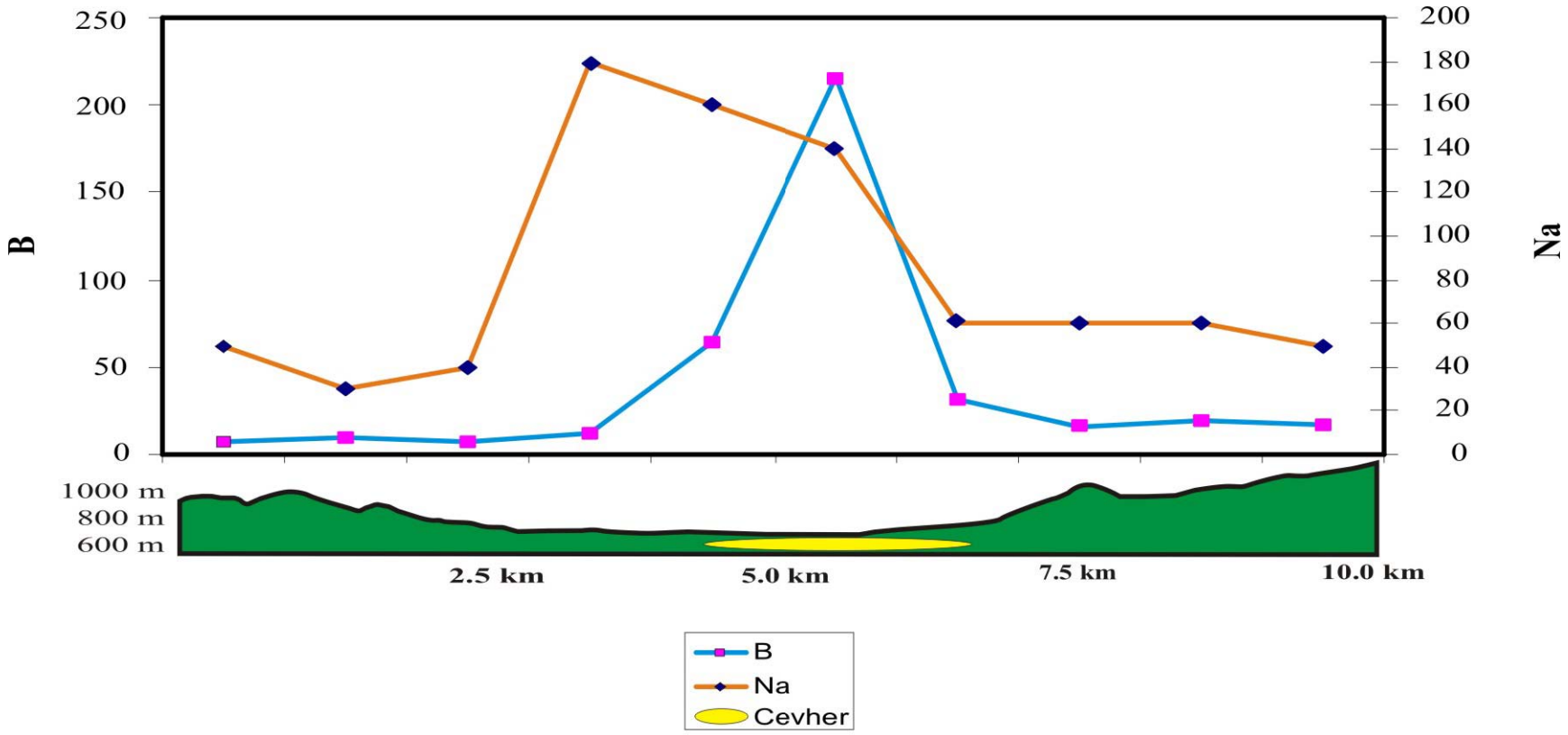
Yorumlamada Na anomalileri Bor anomalileri ile beraber yorumlanmalı, ikisinin beraber görüldüğü alanlarda Na'lu boratların varlığı düşünülmelidir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Sodyum dağılımı



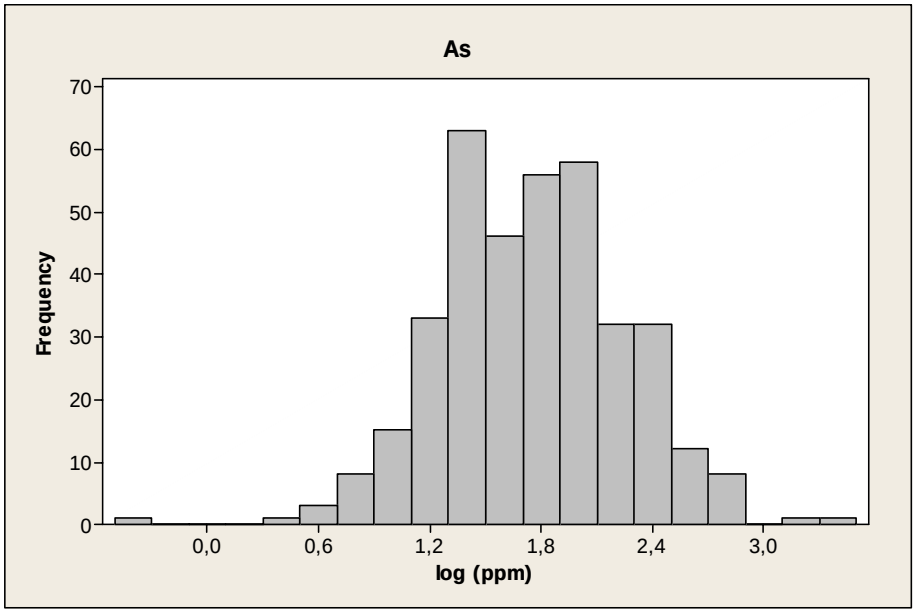
Şekil 5.5: Sodyum dağılımı (IDW)



Şekil 5.6: İğdeköy cevher merceği üzeri B-Na anomali grafiği.

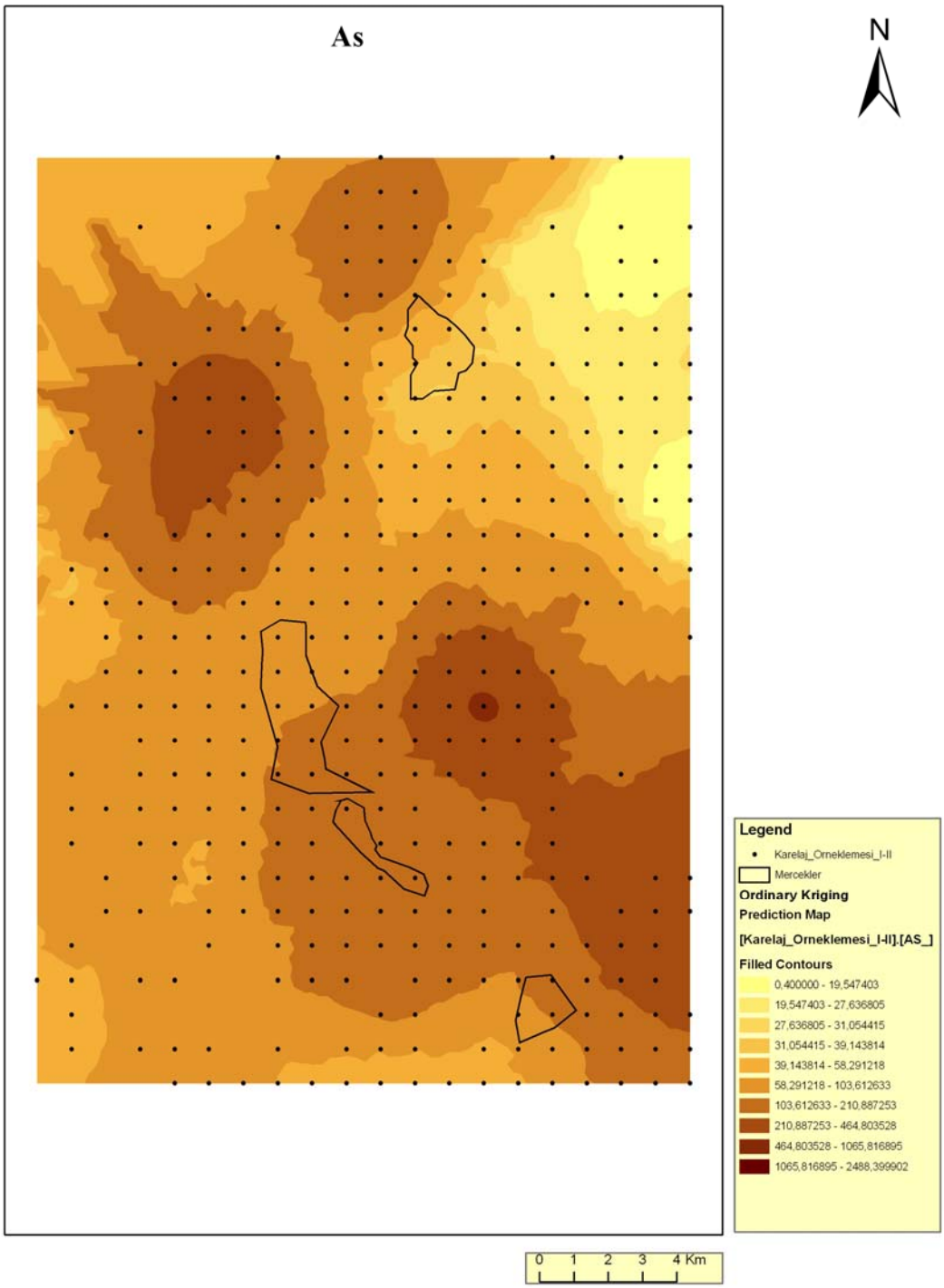
5.4. As Derişimi Dağılımı

Bölgedeki As konsantrasyonu dağılımları Şekil 5.7 (histogram) ve Şekil 5.8 (harita) de sunulmuştur.

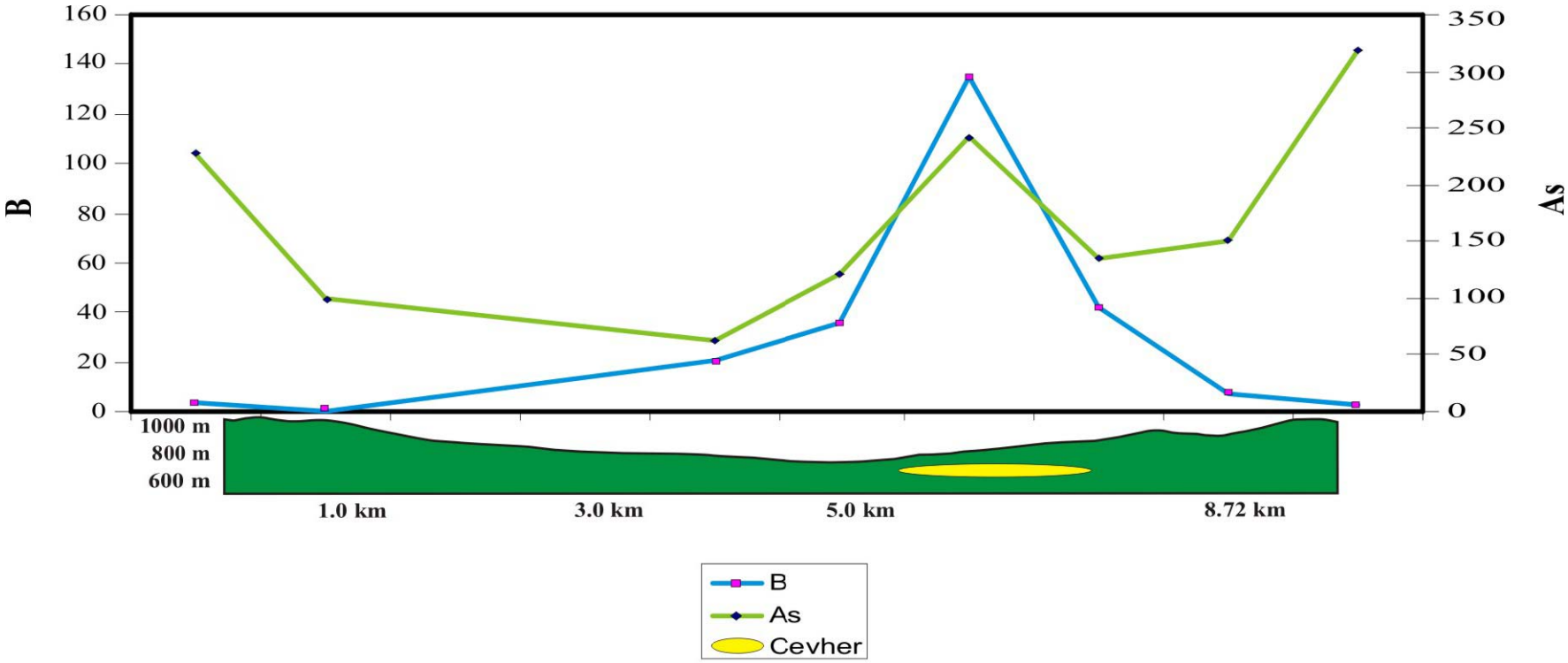


Şekil 5.7: Arsenik dağılım histogramı.

Önceden yapılmış arama sondaj karotlarında (özellikle İğdeköy batısı) 5-15 cm kalınlıklara ulaşan realgar-orpiment birikimlerine rastlanılmıştır. Ayrıca cevher (kolemanit) yumrularının kendilerini çevreleyen kil dokanaklarında sıvama şeklinde arsenik mineralleşmesi olağandır (Şekil 5.10). Dolayısıyla havzada jeolojik malzeme As açısından olağanüstü zengindir, dolayısıyla bölgeye has temel değer topluluğunun ortalama değeri x=25 ppm olarak kabul edilmelidir (yeryuvarı üzerinde saptanan genel toprak As derişimi x=7,5 ppm, x+2s ise 10ppm'i geçmez). Bölgede x+x=100 ppm değerini bölgesel eşik değeri aşan anomali değerinin alt sınırı olarak kabul edebiliriz. Çevresel koşullarda (pH=5-8), hareketli (K=1-10) olan As, 1000 ppm aşan anomali değerleri ile haritada iki alanda toplanmıştır: İğdeköy merceği 4 km doğusu Kırgıl köyü ve Espey merceği 5 km batısı Yağcık köyü. Saptanan bu hedefler üzerinde yapılacak sondajlar ile ekonomik olabilecek As cevherleşmesi merceklerine büyük bir olasılıkla ulaşılabilir. Cevher merceği üzerinde B-As zenginleşmesi Şekil 5.9'da sunulmuştur.



Şekil 5.8: Arsenik dağılımı.



Şekil 5.9: Şeyhler cevher merceği üzeri B-As anomali grafiği.



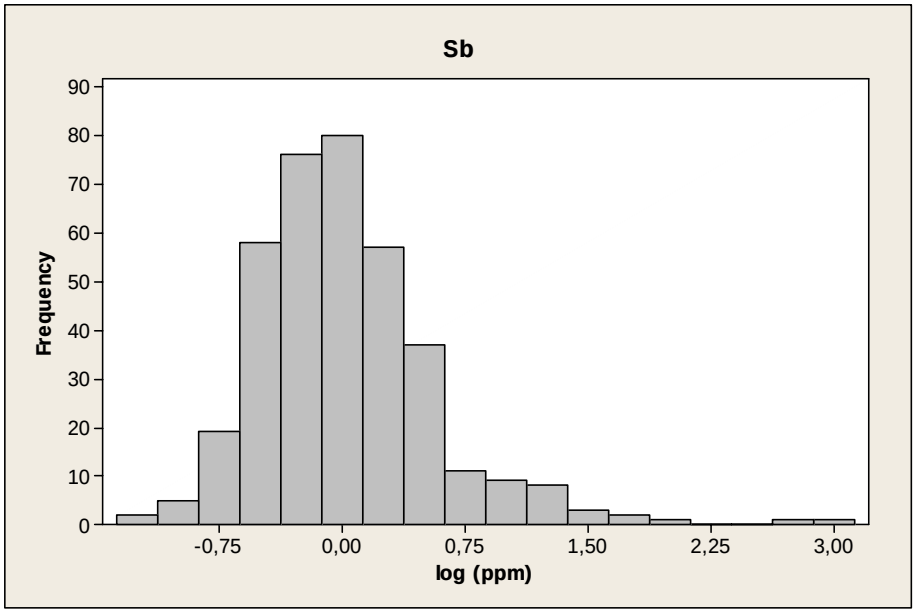
Şekil 5.10: Kolemanit cevherini çevreleyen arseno-sülfür mineralleri.

Diğer taraftan Türkiye toprak As kirliliği üst sınırı olan 20 ppm (2001 yönetmeliği) nin 100 katına ulaşan bu alanların acilen iskan dışı bırakılması gerekmektedir. Bu projenin katkılarıyla yürütülen paralel bir çalışmada da (Özkul ve diğ., 2008), bölge kuyu suları As içeriği açısından limit değerin ortalama 20 kat üzerinde bulunmuştur.

5.5. Sb Derişimi Dağılımı

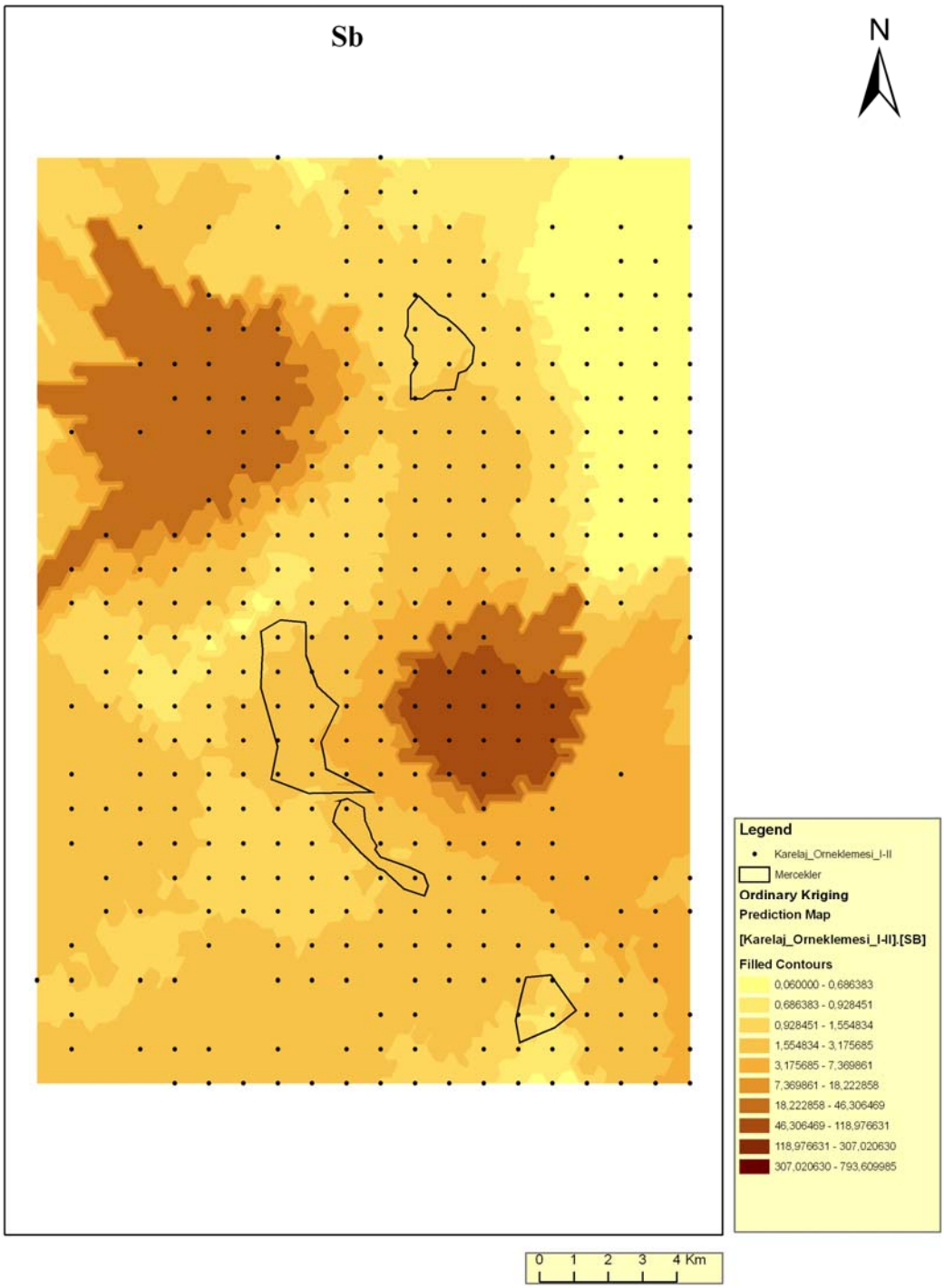
Havza toprağı antimon derişimi dağılımı Şekil 5.11 (histogram) ve Şekil 5.12 (harita) olarak sunulmuştur. Saptanan temel değer (x=1 ppm) yeryuvarı genel toprak ortalama değeri ile (x=1 ppm) aynıdır.

Konsantrasyon dağılımı incelendiğinde, Sb derişimlerinin temel değerinin 300-800 katına ulaşan değerlerde iki alanda çok kesin anomali verdiği görülmektedir. Çevresel koşullarda (pH=5-8), hareketli (K=1-10) olan Sb'nin verdiği bu anomaliler, bor anomalileri bölgeleri ile ilgisi olmayan ancak As anomalileri ile birebir çakışan bir konumda yer alır. Kesin anomali veren bu iki nokta teletermal sıvıların göle ulaştığı boşalma noktalarını işaret etmektedir.



Şekil 5.11: Antimon dağılım histogramı.

Özellikle İğdeköy bor merceğinin 4 km doğusunda 3-4 km çapında dairesel bir alan içinde yapılacak sondaj ekonomik açıdan çok önemli olabilecek antimon cevherleşmesini çok büyük bir olasılıkla ortaya çıkaracaktır.



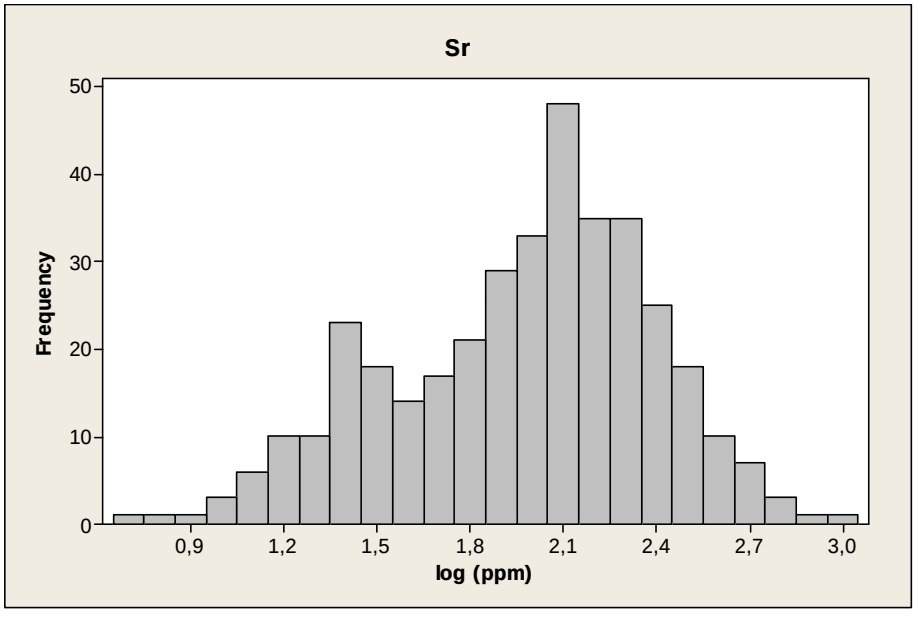
Şekil 5.12: Antimon dağılımı.

5.6. Sr Derişimi Dağılımı

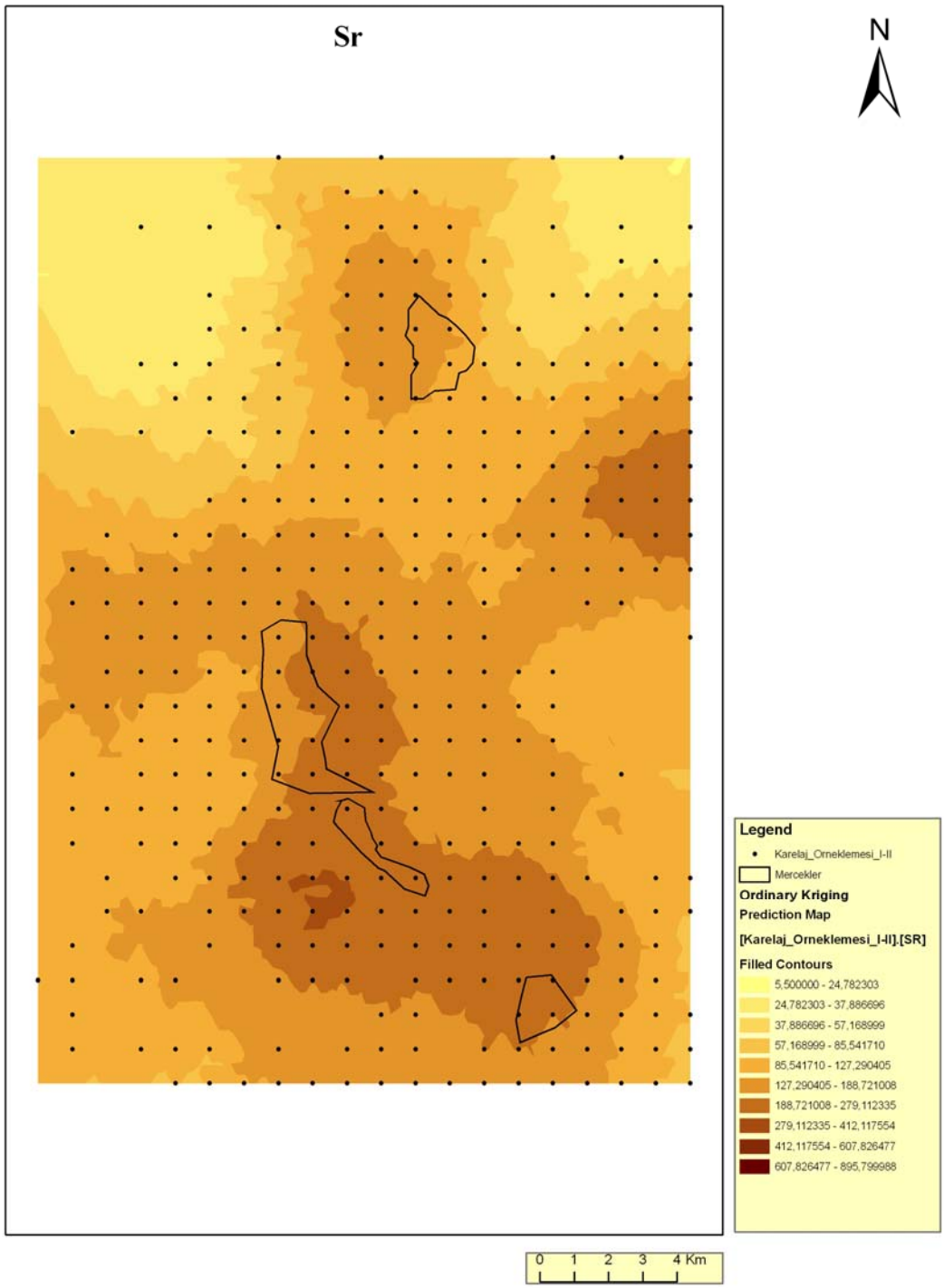
Stronsiyum konsantrasyon dağılımı yorumu havza mineralizasyonunda iki açıdan önemlidir;

1. Ca lu boratlar (kolemanit) içeren mineralizasyonda stronsiyumun varlığı (Hisarcık kolemanitlerinde SrO ortalaması %2.4, Espey kolemanitlerinde ise %2.2 dir).
2. Bu mineralizasyonların civarında yapılan sondajlarda Sölestin mineralinin yer yer saptanması.

Topraktaki temel değer dağılımları 10-100 ppm olan ve pH=5-8 olduğu okside ortamlarda hareketli bir jeokimyasal davranış gösteren stronsiyumun bölgedeki dağılımları Şekil 5.13 (histogram) ve Şekil 5.14 (harita) üzerinde gösterilmiştir. 895 ppm e kadar ulaşan anomali bölgeleri borat mercekleri üzerinde yer almıştır. Havzanın doğusunda yer alan anomali ise muhtemelen sölestin birikimini işaret etmektedir.



Şekil 5.13: Stronsiyum dağılım histogramı.



Şekil 5.14: Stronsiyum dağılımı

5.7. K, Li, Cs ve Be Derişim Dağılımları

Havza içerisinde borat birikimlerinin K-G-GB uzantısında dizilmektedir. K, Cs, Li ve Be derişim dağılımlarının da bu uzantıyla aynı konumda uzanan bir oluk içinde yer aldığı gözlemlenmektedir. Ayrıca bu oluk içinde çevresel koşullarda (okside ve pH=5-8) K ve Be, az hareketli (K<0,1-10); Li ve Cs ise hareketli (K=1-10) bir jeokimyasal davranış sergileyebileceği öngörülmektedir.

Bu dağılım modelinin nedeni büyük bir olasılıkla havzanın içinde aynı uzantıda bir oluk içinde yer almış, borlu kil seviyesi olarak adlandırılmış yeşil renkli, %2-5 klorit içeren (Çolak, 1995) kil formasyonunun varlığıdır.

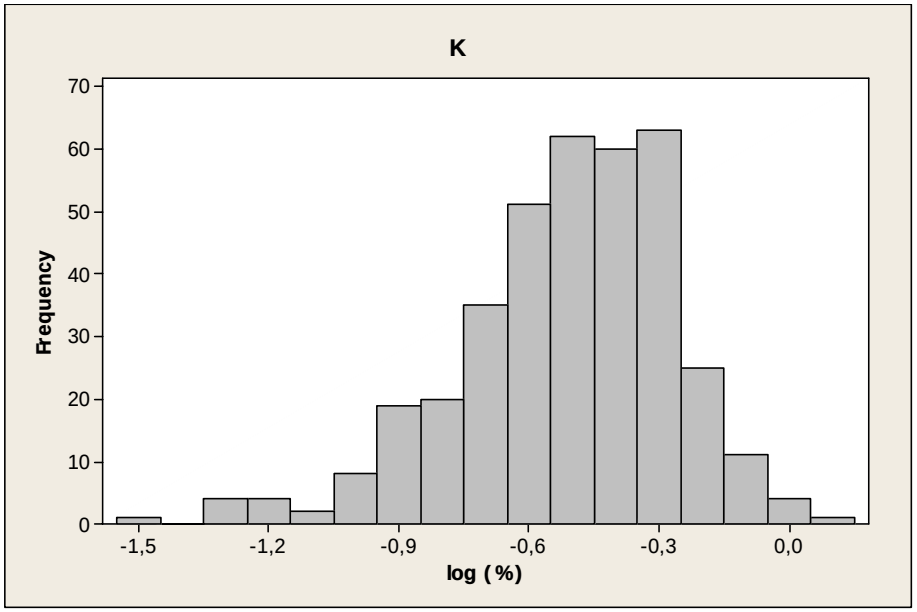
K dağılımı Şekil 5.15 (histogram) ve Şekil 5.19 (harita) da sunulmuştur. Havza içinde temel değeri x=%0,3 olarak belirlenen K'un, bu oluk boyunca, x+2s=%0,64 den %1,35 e varan değerlerde anomaliler verdiği görülür. Bu oluşumun nedeni kil formasyonunun %20-90 oranında K'lu kil (illit) içermesi (analiz değerleri Çolak, 1995) ve ayrıca K açısından zengin riyolitik tüflerin ayrışarak kil boyutunda havza içerisinde birikmesidir.

Li dağılımı Şekil 5.16 (histogram) ve Şekil 5.20 (harita) de verilmiştir. Temel değer x=20 ppm dir. x+s=50 ppm den başlayan anomali değerleri yine aynı oluk içinde 270 ppm e varan değerlere ulaşır. Bu kil zonu içinde Li değeri 0,26 ppm (Helvacı, 2003) ulaşan Li'lu saponitlerin (Çolak ve diğ., 2000) varlığı, Li anomalilerinin oluşumunu açıklamaktadır.

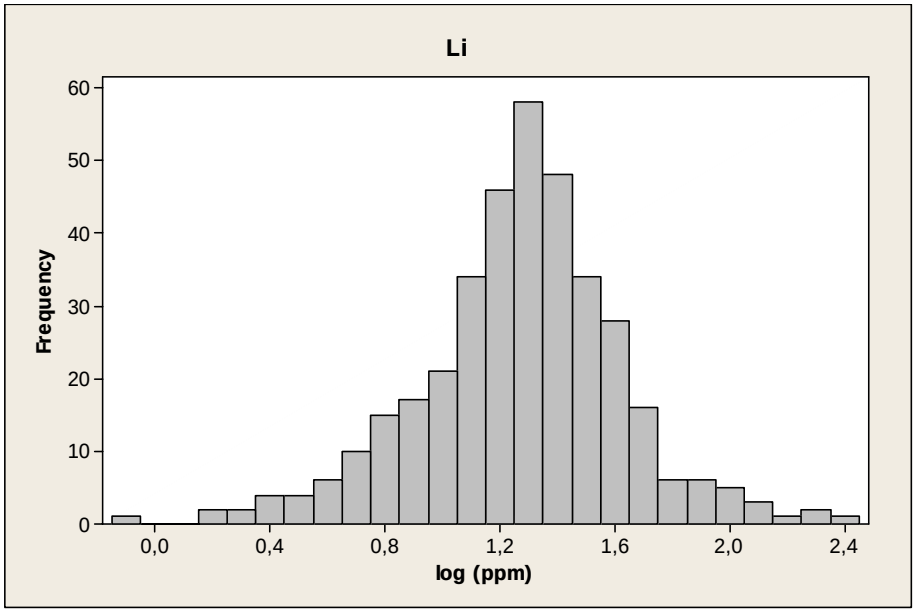
Cs dağılımı Şekil 5.17 (histogram) ve Şekil 5.21 (harita) şeklinde özetlenmiştir. ~ 10 ppm olan temel değer derişimi çok belirgin bir şekilde yine aynı oluk boyunca 390 ppm e varan anomali değerlerine ulaşmıştır. Bu nedenle bu anomali sahalarında Lepidolit, Karnalit ve Avogadrit ($K\ Cs\ B\ F_4$) gibi sezyum içeren tuzların varlığı mutlaka araştırılmalıdır.

Be dağılımı (Şek 5.18 ve 5.22) K, Li ve Cs dağılımları ile aynı örneği vermektedir. Yeryuvarında topraktaki konsantrasyon x=1 ppm i geçmeyen Be havza içindeki

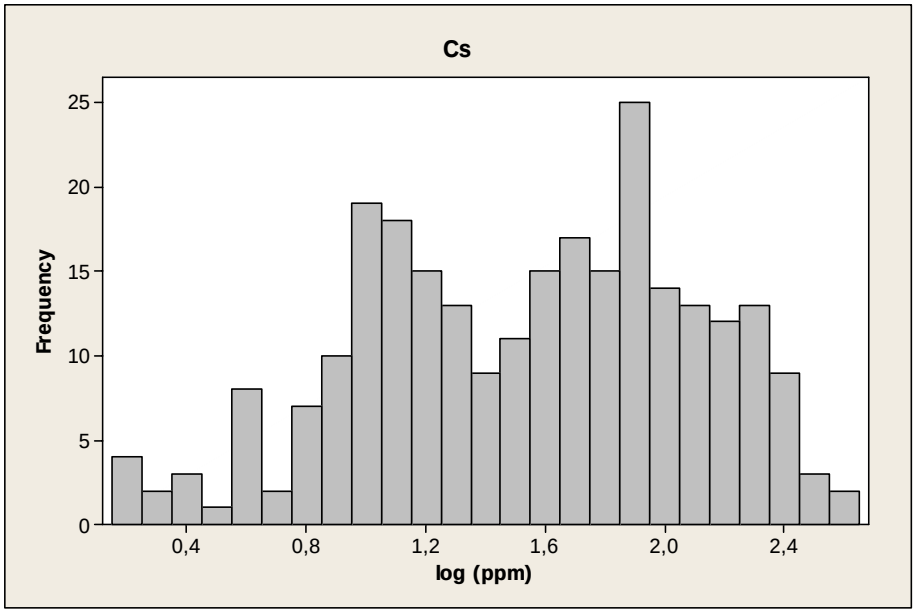
oluğun orta kısımlarında (İğdeköy batısı) 10.8 ppm e kadar ulaşan anomali alanları oluşturur.



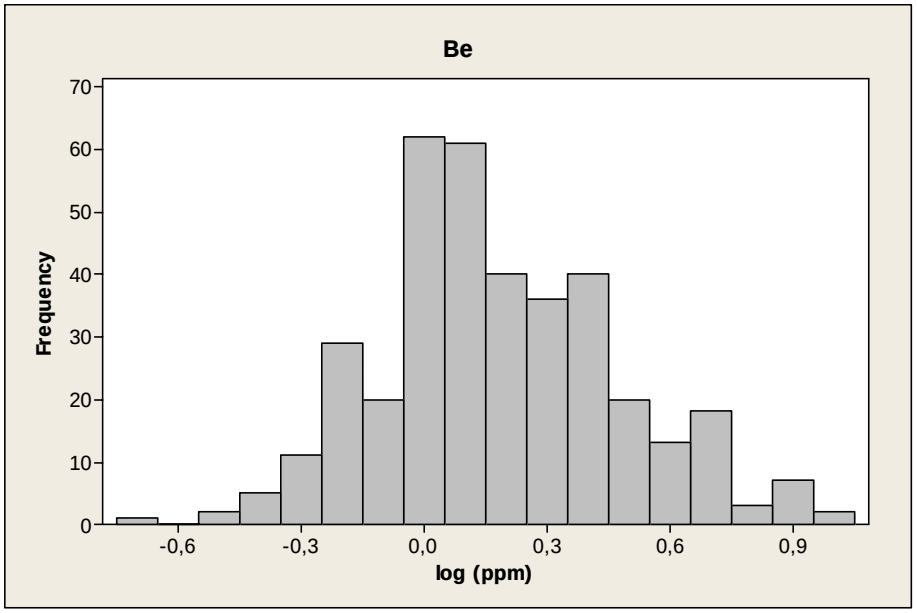
Şekil 5.15: Potasyum dağılım histogramı.



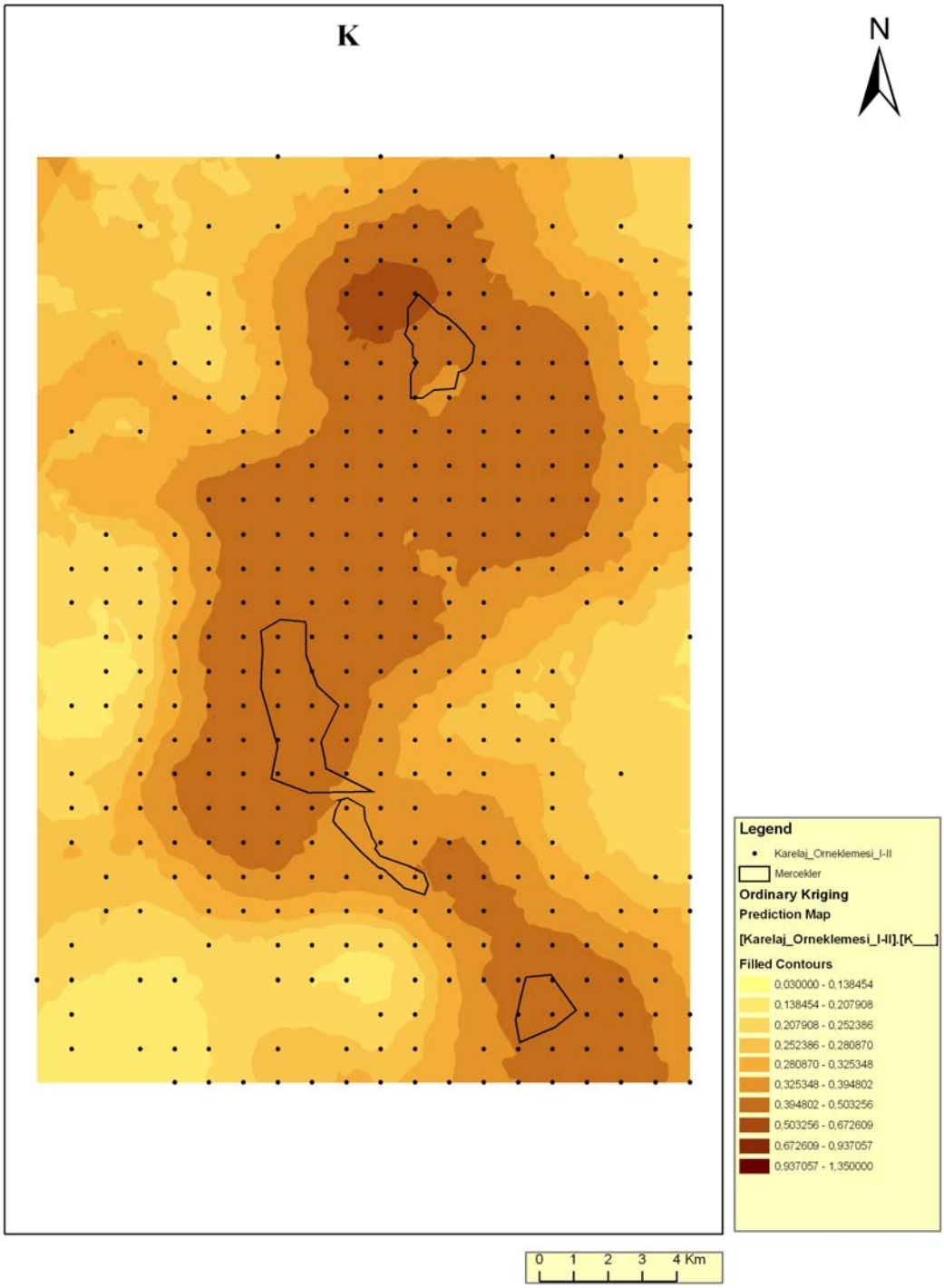
Şekil 5.16: Lityum dağılım histogramı.



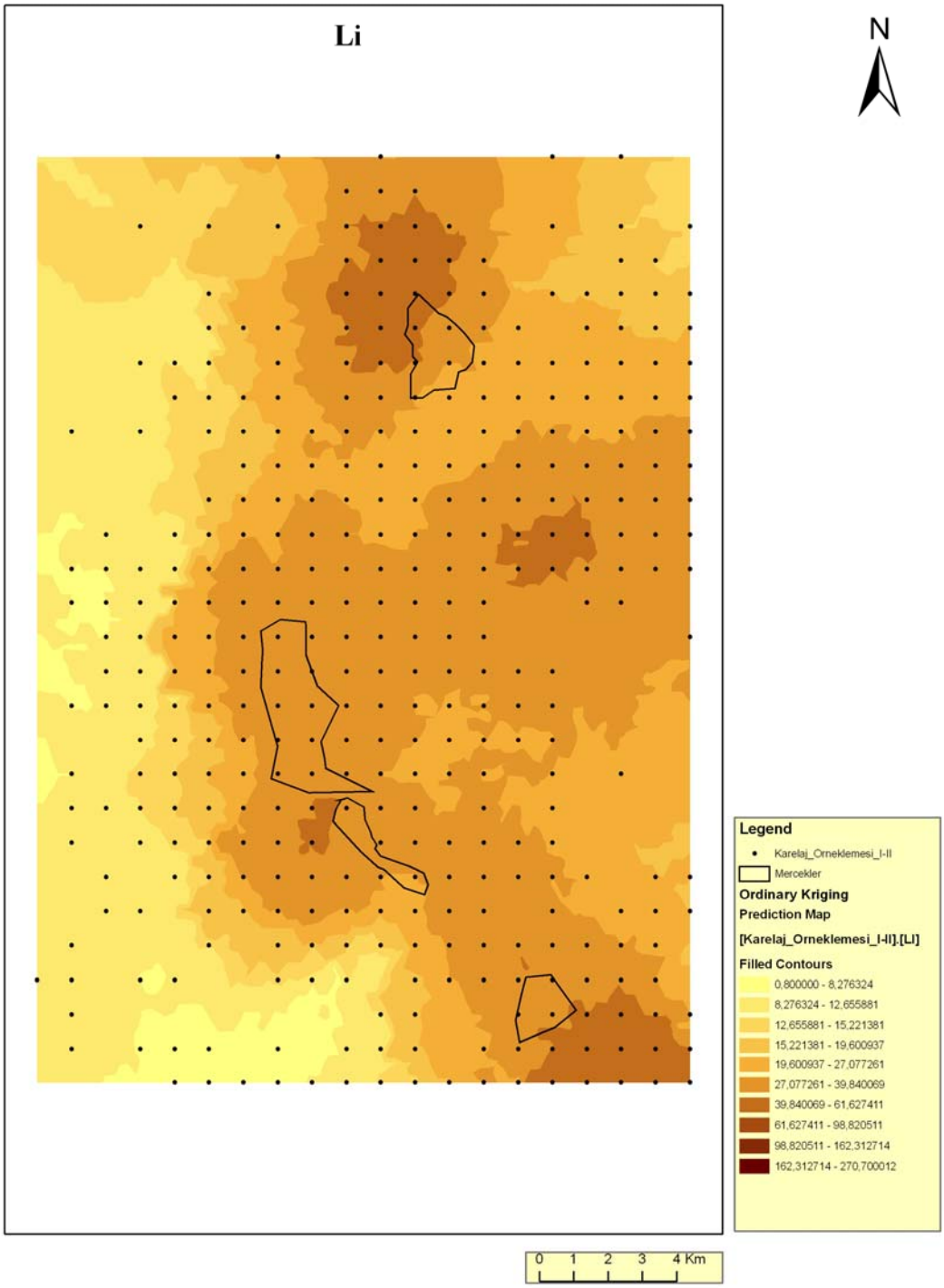
Şekil 5.17: Sezyum dağılım histogramı.



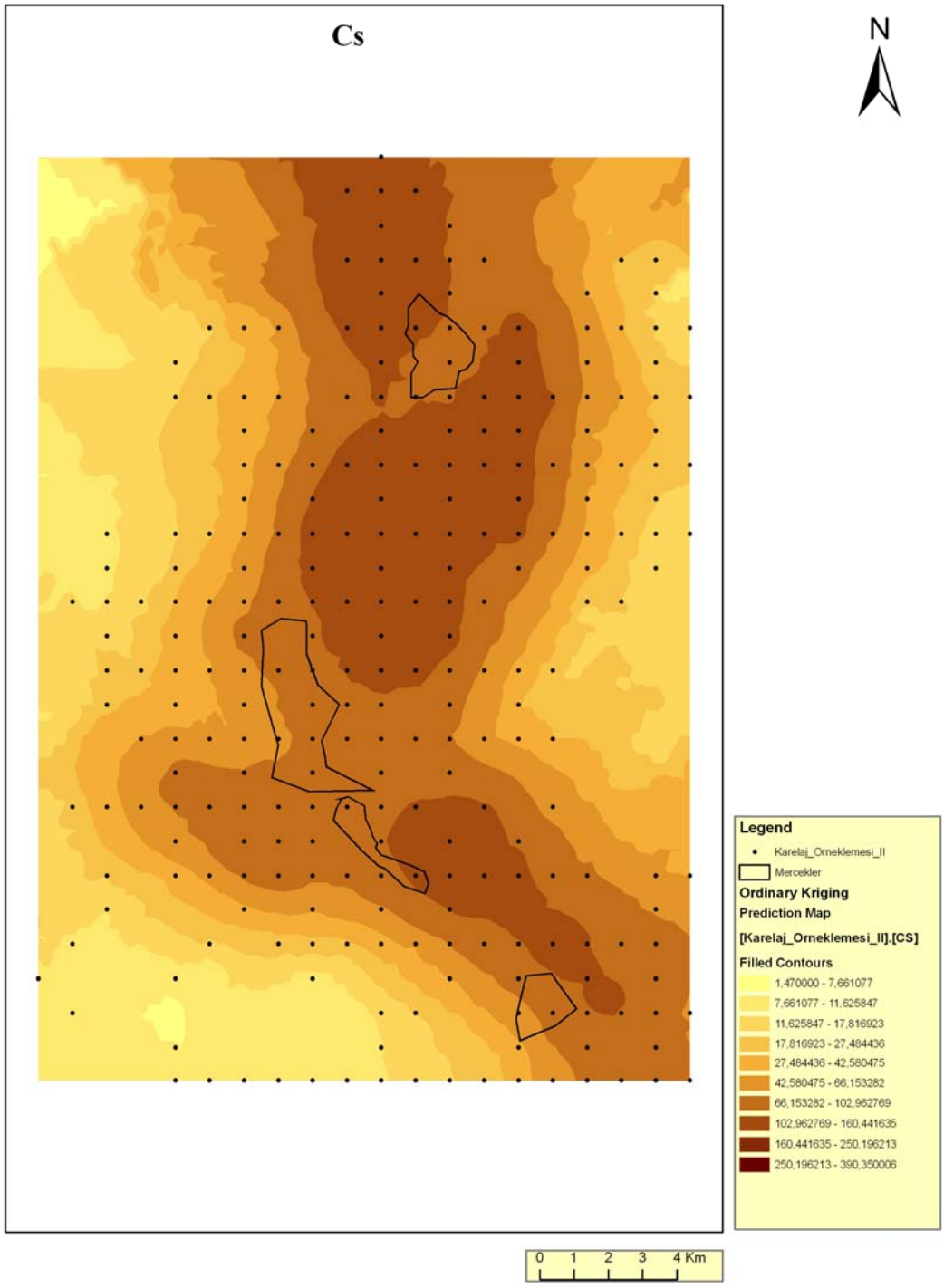
Şekil 5.18: Berilyum dağılım histogramı.



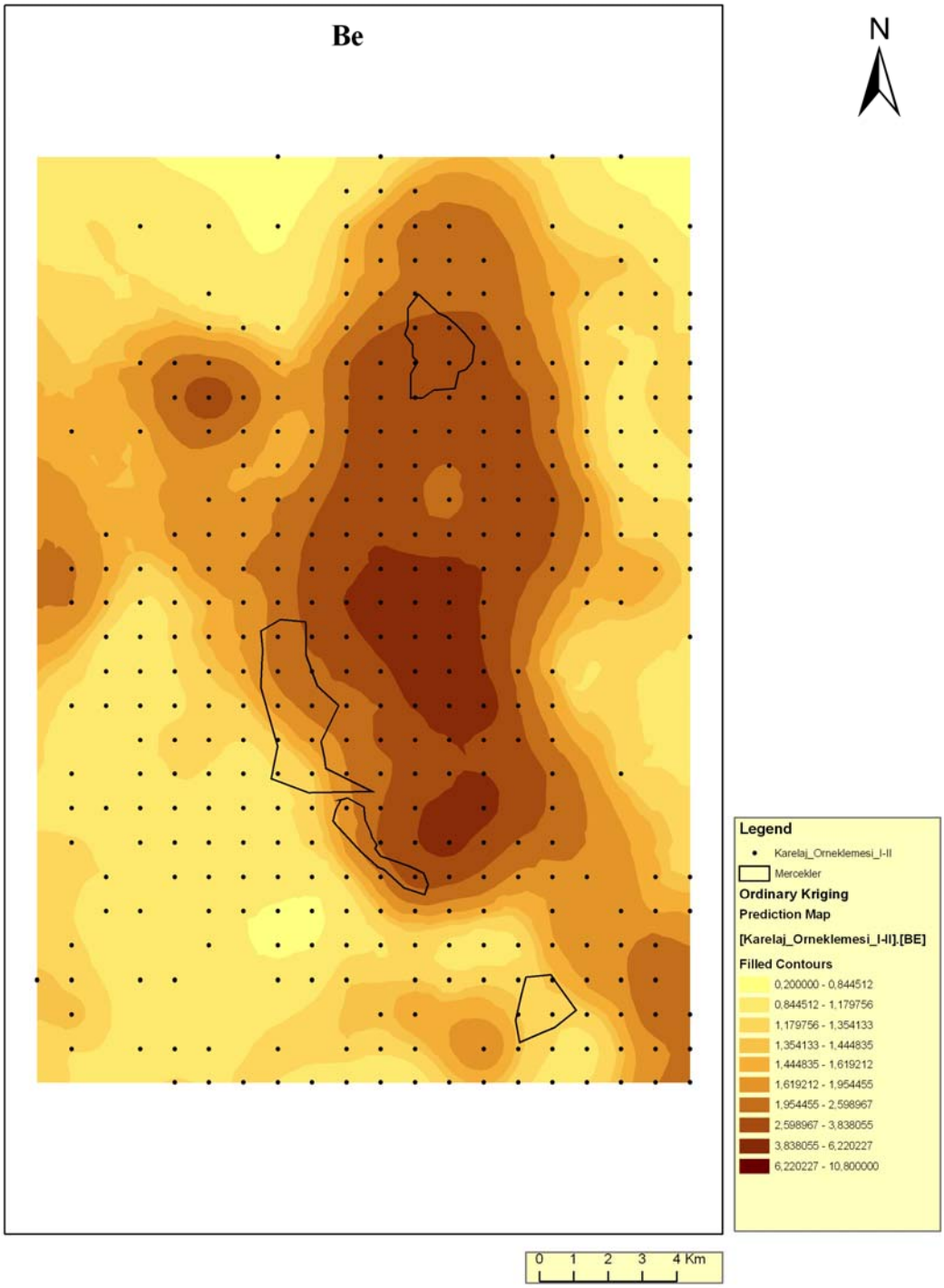
Şekil 5.19: Potasyum dağılımı.



Şekil 5.20: Lityum dağılımı.



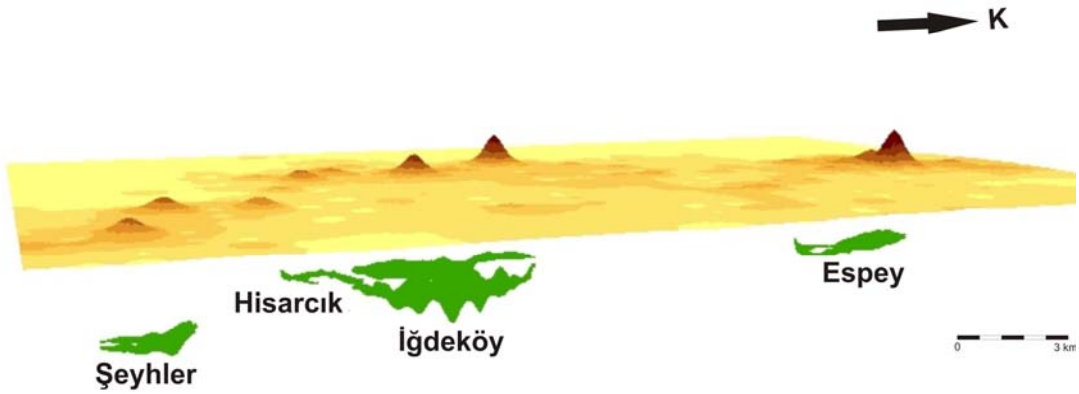
Şekil 5.21: Sezyum dağılımı.



Şekil 5.22: Berilyum dağılımı.

5.8. Sonuçlar ve Öneriler

Güncel teknikler kullanılarak uygulanan bu toprak prospeksiyon yöntemiyle, bu çalışmanın amacında belirtilen “Karasal Borat Birikim Havzalarında Hedef Saptama” nın mümkün olabileceği saptanmıştır.



Şekil 5.23: Bor Konsantrasyonu 3 Boyutlu Yüzey Dağılımı İle Saptanmış Bor Mercekleri İlgisi.

Ana sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Bor elementi derişim anomalisi, mineralizasyon merceğinin boyutlar ve yataklanma geometrisiyle tam uyumlu olarak konumlanmaktadır. Şekil 5.14’de sunulan 3 boyutlu bor yüzey dağılım diyagramında bu uyum çok net bir şekilde görülmektedir. Dolayısıyla B, prospeksiyonda tek başına indikatör element olarak kullanılabilir.

2. B anomalisi ile çakıştırılarak yorumlanabilecek Na, Sr ve As anomalileri, olası borat birikimlerinin bileşimi ve kalitesi hakkında fikir verebilir. Na, mineralizasyonda boraks, üleksit ve probertit gibi Na boratların varlığını; Sr, Ca boratların (kolemanit gibi) birikimde çoğunluk gösterebileceğini; As ise cevher yumrularının realgar ve orpiment ile sıvanmış olabileceğini işaret eder.

3. As ile Sb anomalilerinin B anomalilerinden ayrı olarak tek başına veya beraber anomali vermeleri, bu konsantrasyon alanı altında belki de ekonomik açıdan çok

uygun olabilecek, işletilebilir (özellikle antimon) cevher birikimlerinin varlığını işaret edebilir.

4. K, Li, Cs ve Be element dağılımları, göl içinde mineralizasyon merceklerinin oluştuğu killi çökelim oluklarının sınırlarını belirlemekte, "iz bulucu" olarak değerlendirilebilir.

İğdeköy merceğinin batı ve kuzeybatı uzantıları B anomalisi dağılım modeline uygun olarak sondajlarla araştırılabilir.

Şeyhler merceğinin kuzeybatı yönünde devamı yine bu bölgedeki B anomali dağılımına uygun bir şekilde sondajlarla aranmalıdır.

İğdeköy merceği 4 km doğusu Kırgıl köyü civarındaki antimon anomalisi (Şek 5.6a) üzerinde bir sondaj yapılmalıdır.

Emet havzasında yapılan bu prospeksiyonun aynen örneği Kırka-Bigadiç-Sultançayırı-Kestelek ve bu havzaların civarında bulunan değer Neojen göl çökelimi alanlarında da uygulanmalıdır. Şekil 1.2'de sınırları verilen bu bölge içindeki Neojen göl çökelim alanlarının bu şekilde prospeksiyonu ile şimdiye kadar varlığı saptanmış mümkün bor rezervlerinin miktarı birkaç yıl içinde katlanabilir. Saptanacak bu rezerv stoğunun içinden yüzeye en yakın, işletilmesi kolay ve bileşimi en saf mineralizasyon merceklerinin öncelikle işletilmeye alınarak, maliyet ve kalite açısından Türkiye'ye büyük bir rekabet gücü kazandırılabilir.

Çalışılan bu 600 km^2 lik havzanın araştırılmasında 300'e yakın bir sondaj yapıldığı, aynı alan içinde gerçekleştirilen bu prospeksiyonun maliyetinin ise, bir sondaj maliyetinin kesri kadar bir tutarda olduğu düşünüldüğünde, uygulanabilirliği kesin kanıtlanmış bu prospeksiyon yönteminin önemi açıkça belli olmaktadır.

KAYNAKLAR

Abdüsselamoğlu, M.Ş., "The Palaeozoic and Mesozoic in the Gebze Region"- ***Explanatory text and excursion guidebook: 4 th Colloguium on the Aegean Region, Excursion,*** 4. İTÜ Maden Fak., İstanbul, (1977).

Akbulut, A., Aygün, A. ve Dündar, A., "Emet Yöresi Bortuzu Sahalarının Jeolojisi ve Çökel Ortamları", ***MTA Dergisi,*** 101/102, 20-46, (1984).

Akdeniz, N. ve Konak, N., "Simav – Emet – Dursunbey – Demirci Yörelerinin Jeolojisi", ***MTA Derleme Raporu,*** No. 6547, (yayımlanmamış), (1979).

Akkuş, M., "Kütahya-Gediz Arasındaki Sahanın Jeolojisi", ***M.T.A. Derg.,*** no. 58, Ankara, (1962).

Akyol E. ve Akgün F., "Bigadiç, Kestelek, Emet ve Kırka boratlı Neojen Tortullarının Palinolojisi", ***MTA Dergisi,*** *111*, 165-173. (1993).

Anovitz L.M. ve Grew E.S., "Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Boron: An Introduction", eds: Grew E.S., Anowitz L.M., Boron-Mineralogy, ***Petrology And Geochemistry. Rev Mineral,*** 33: 1-40, Mineral Soc Am Washington. DC. (1996).

Ataman, G. ve Baysal, O., "Clay Mineralogy Of Turkish Borate Deposits", ***Chemical Geology.*** *22*, 233-247, (1978).

Becker-Platen, JB., Benda, L. ve Steffens, P., "Litho-und Biostratigraphische Deutung Radiometrischer Alterbestimmungen aus dem Jungtertiär der Türkei", ***GeoL Jb***. B, 25, 139467, (1977).

Bekişoğlu, K. A., "Türkiye'de Bor Yatakları ve Bunların Arzettiği Ehemmiyet", ***MTA Derleme Raporu,*** 3400 (yayınlanmamış), (1961).

Benda, L., Meulenkamp, J.E, ve Zacharîasse, W.J., "Biostratigraphic Correlations in the Eastern Mediterranean Neogene, 1. Correlation Between Planctonic Foraminiferal Uvigerinid, Sporomhorphal and Mammal Zonations of the Cretan and Italian Neogene", ***Newsl. Stratigr,,*** 3, 3, 205-2171974

Bingöl, E., "Geology and Main Rock Unit Petrology of Muratdağı" ***Bulletin of the Geological Society of Turkey,*** (1977).

Borsi, S., Ferrara, C, Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., "Geohronology and Petrology of Recent Volkanıcs of Eastern Aegean Sea", ***Bulletin Volcanologique,*** 36/ 3 473-496, (1972).

Brown, W.W. ve Jones, K.D., "Borate Deposits of Turkey". In A.S. Campbell (Editor), ***Geology and History of Turkey. Petroleum Exploration Society,*** Libya, Tripoli. Pp.483-492, (1971).

Connor, J.J. ve Shacklette, H.T., "Background Geochemistry of Some Rocks, Soils, Plants and Vegetables in the Conterminous United States", ***U.S. Geeol. Survey Prof. Paper***, 574-F, (1975).

Çolak, M., "The Emet, and Kırka borate mines (Turkey) 1- Mineralogy and Chemistry of the Clays 2-Ceramic Applications of Their Tailing Products". Ph., D. Thesis, ***Fribourg University,*** Switzherland, (1995).

Çolak, M., Helvacı, C., ve Maggetti, M., "Saponite from the Emet Colemanite Mines, Kütahya, Turkey". ***Clays and Clay Minerals,*** Vol.48, No.4, 409-423, (2000).

Çolak, M., Gemici, Ü., ve Tarcan, G., "The Effects of Colemanite Deposits on the Arsenic Concentrations of Soil and Ground Water in İgdeköy-Emet, Kütahya, Turkey", ***Water, Air and Soil Pollution,*** 149, 1-4 127-143 (2003).

Delaloye, M., ve Bingöl, E., "Granitoids from Western and Northwestern Anatolia: Geochemistry and modelling of Geodynamic Evolution", ***International Geology Review,*** 42, 241-268, (2000).

Dora, Ö., "Karakoca granit masifinde petrolojik ve metalojenik etüdler", ***MTA Dergisi,*** 58, 46-62, (1969).

Dündar, A., Güngör, N., Gürsel, T., Özden, M. ve Özyeğin, E., "Kütahya – Emet Bölgesi Bortuzu Yatağı Nihai Değerlendirme Raporu", (yayımlanmamış), Ankara, (1986).

Ercan, T., Dinçel. A., Metin, S., Türkecan, A., ve Günay, E., "Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi", ***TJK Bült.,*** 22, 185-198, (1978).

Ercan, T., "Batı Anadolu, Trakya ve Ege Adalarındaki Senozoyik Volkanizması", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 19, 23-46, (1979).

Ercan, T., Günay, E. ve Savaşçın, M.Y., "Simav ve Çevresindeki Senozoyik Yaşlı Volkanizmanın Bölgesel Yorumlanması", ***MTA Dergisi,*** 97/98, 87-101, (1982).

Ercan, T., Satır, M., Sevin, D., Türkecan, A., Batı Anadolu' daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı Volkanik Kayaçlarda Yeni Yapılan Radyometrik Yaş Ölçümlerinin Yorumu, ***MTA Dergisi,*** 119, 103-112, (1996).

Erd, R.C., "The Minerals of Boron. In: Thompson, R. (Ed.), Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry", ***Longman,*** New York, pp. 7–71. (1980).

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, Ankara, (2006).

Fytikas, M, Givliani, O, Innocenti, F., Marinelli, G. ve Mazzuoli, R, "Geochronological Data on Recent Magmatism of the Aegean Sea". ***Tectonophysics,*** 31» T29-T34, (1976).

Floyd, P.A, Helvacı. C., ve Mittwede, S.K., "Geochemical Discrimination of Volcanic Rocks Associated with Borate Deposits: An Exploration Tool?", ***Journal of Geochemical Exploration,*** 60, 185-205, (1998).

Gawlik, J., "Emet (Kütahya) Neojen' indeki Borat Zuhuruna Ait Rapor", ***MTA Derleme Raporu,*** No. 2479, (yayımlanmamış), (1956).

Gemici, Ü., Tarcan, G., Çolak, M. ve Helvacı, C., "Hydrogeochemical and Hydrogeological Investigations of Thermal Water in The Emet Area (Kütahya, Turkey)" ***Applied Geochemistry,*** vol.19, p.105-117, (2003).

Gün, H., Akdeniz, N. ve Günay, E., "Gediz ve Emet Güneyi Neojen Havzalarının Jeolojisi ve Yaş Sorunları", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 8, 1-13, (1979).

Gündoğdu, "Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojisi, Mineralojisi ve Jeokimyası", Doktora tezi, ***Hacet. Üniv.,*** 386 s. (yayımlanmamış), (1982).

Hamurcu, M., Özaytekin, H.H., Mıkaılsoy, F.D. ve Gezgin, S., "Bazı Kil Tiplerinin Bor Adsorpsiyon Kapasitelerinin Belirlenmesi", ***S. Ü. Ziraat Fak. Dergisi,*** 17 (31), 41-47, (2003).

Harris, N.B.W., Pearce, J.A. ve Tindle, A.G., "Geochemical Characteristic of Collision-zone Magmatism", ed: Coward, M.P. and Reis, A.C., ***Collision Tectonics. Spec. Publ. Geol. Soc.,*** 19, 67-81, (1986).

Helvacı, C. ve Firman, R.J., "Geological Setting and Mineralogy of Emet Borate Deposits, Turkey", ***Trans. Inst. Min. Metall. (Section B. Appl. Earth Sci.),*** 85, B. 142-152, (1976).

Helvacı, C., "Geology, Mineralogy and Geochemistry of The Borate Deposits and Associated Rocks of The Emet Valley, Turkey", Ph.D. Thesis, ***University Of Nothingham,*** England, (1977).

Helvacı, C., Fırman, R. J., "Emet Borat Yataklarının Jeolojik Konumu ve Mineralojisi", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 2, 17-29, (1977).

Helvacı, C., "Occurrence of rare borate minerals: Veatchite-A, Tunellite, Teruggite and Cahnite in the Emet Borate Deposit, Turkey", ***Mineral Deposita,*** Vol. 19, 217-226, (1984).

Helvacı, C., "Stratigraphic and Structural Evolotion of the Emet Borate Deposits, Western Anatolia", ***Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Araştırma Raporları,*** No:1080, (1986).

Helvacı, C., Stamatakis, M. G., Zagouroglou, C., ve Kanaris, J., "Borate Minerals and Related Authigenic Silicates in Northeastern Mediterranean Late Miocene Continental Basins", Explor. Mining Geol., Vol. 2, No. 2, pp. 171-178, (1993).

Helvacı, C. ve Orti, F., "Sedimantology and Diagenesis of Miocene Colemanite-Ulexite Deposits (Western Anatolia, Turkey)", ***Journal of Sedimentary Research***, 68. 1021-1033, (1998).

Helvacı, C. ve Alonso, N.R., "Borate Deposits of Turkey and Argentina; A summary and Geological Comparison", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** Vol.9, pp.1-27, (2000).

Helvacı, C., "Türkiye Borat Yatakları: Jeolojik Konumu, Ekonomik Önemi ve Bor Politikası", ***Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,*** Cilt 5, No. 1, s. 4-41, (2003).

Helvacı C., Mordoğan, H., Çolak, M. ve Gündoğan, İ., "Presence and Distiribuiton of Lithium in Borate Deposits and Some Recent Lake Waters of West-central Turkey", ***International Geology Review,*** Vol. 46., No.2, P.177-190, (2004).

Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., "A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks", ***Can. J. Earth Sci.,*** 8, 448-523, (1971).

Kalafatçıoğlu, A., "Balıkesir – Kütahya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi", ***TJK Bülteni,*** 9,1-2, 46-62, (1964).

Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., "A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkalisilica Diagram", ***Journal of Petrology,*** 27**,** 445-450, (1986).

London, D., Morgan, G.B. ve Wolf, M.B., "Boron in Granitic Rocks and Their Contact Aureoles. in Boron: Mineralogy, Petrology and Geochemistry" ed: Grew, E.S. and Anovitz, L.M., ***Reviews in Mineralogy, Mineralogical Society of America,*** 33 299-325, (1996).

Marjorie, W., “Igneous Petrogenesis”, ***Unwin Hyman,*** p.466, London, (1989).

Miyashiro A., “Nature of Alkalic Volcanic Rocks Series”, ***Contributions to Mineralogy and Petrology,*** vol 66:91-104, (1978).

Özkul, C., Tokel, S. ve Savaş, M., “Emet-Hisarcık (Kütahya) Bor Havzasının B-As Açısından Çevre Jeokimyası”, ***II. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiri Kitabı,*** Ankara, (2008).

Özpeker, I., “Batı Anadolu Borat Yataklarının Mukayeseli Jenetik Etüdü”, Doktora Tezi, ***İTÜ,*** 116, (1969).

ÖZTUNALI, Ö., “Maden Yatakları Oluşumları ve Değerlendirilmeleri”, İstanbul. (1973):

Peacock, M. A., ***Zeits.Krist.,*** vol.86, p. 203, (1933).

Pearce, J.A., “Trace Element Characteristics of Lavas From Desructive Plate Boundaries”, ed: Thorpe, R.S., Andesites, ***Willey,*** Chichester, pp. 525-548, (1982).

Pearce, J.A., Harris, N.B.W. ve Tindle, A.G., “Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks”, ***J. Petrol.,*** 25, 956-983, (1984).

Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., “Geochemistry of Eocene Calcalkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey”, ***Contrib. Mineral. Petrol.,*** 58, 63-91, (1976).

Perel’man, A.I., “Geochemistry of Epigenesis”, ***Plenum Press,*** New York, pp. 266, (1967).

Rose, A.W., Herbert, E.H. ve Webb, J.S., “Geochemistry in Mineral Exploration”, ***Academic Press Inc.,*** London, (1981).

Seyitoğlu, G., Anderson, D., Nowell, G. ve Scott, B., “The Evolution From Miocene Potassic to Quaternary Sodic Magmatism in Western Turkey: Implications for Enrichment Processes in The Lithospheric Mantle”, ***Journal of Volcanology And Geothermal Research,*** 76, 127-147, (1997).

Smith, G.I. ve Medrano, M.D., “Continental borate deposits of Cenozoic age”, ed: Grew, E.S., Anovitz, L.M., Boron, Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Reviews in Mineralogy, vol. 33. ***Mineralogical Society of America,*** pp. 263–298, (1996).

Sunder, M., “Kırka (Eskişehir) Çevresinin Jeolojisi ve Sankaya Borat Yataklarının Oluşumu: ***TÜBİTAK 7. Bilim Kong. Yerbilimleri Seksiyonu Tebliğler Kitabı,*** 105-117, (1982).

TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ, 24609, (2001).

Tüysüz, N. ve Yaylalı, G., "Jeoistatistik Kavramlar ve Bilgisayarlı Uygulamalar", ***KTÜ Yayınları,*** no:220, s. 382, Trabzon, (2005).

Van Morkhoven, F. P. M., "Post Paleozoic Ostracoda", ***Elsevier,*** v:2, 1-478. (1962).

Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., "Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Immobile Elements", ***Chemical Geology,*** 20, 325-343, (1977).

Yalçın, H., "Emet Neojen Gölsel Baseninin Jeolojik ve Mineralojik – Petrografik İncelemesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** Ankara, (1984).

Yalçın, H., Semelin, B. ve Gündoğdu, N., "Emet Gölsel Neojen Baseninin Jeolojik İncelenmesi (Hisarcık güneyi)", ***Yerbilimleri,*** 12, 39-52. **(**1985).

Yalçın, H. ve Gündogdu, N., "Neojen Yaşlı Emet Gölsel Volkanosedimanter Baseninin Mineralojik-Petrografik İncelenmesi", Neoformasyon Minerallerinin Oluşumu ve Dağılımı, ***Yerbilimleri,*** 14, 45-61, **(**1987).

Yılmaz, Y., "Türkiye'nin Jeolojik Tarihinde Magmatik Etkinlik ve Tektonik Evrimle İlişkisi", ***Ketin Simpozyumu,*** 63-81. (1997).

EKLER

EK-1: Emet (Kütahya) Neojen Havzasının Jeoloji Haritası.
EK-2: Toprak Örnekleme Haritası.
EK-3: Kayaç Örnekleme Haritası.

Ek-4 1. Etap Örneklemeleri

NOKTALAR	X	Y	As	U	Th	Sr	Sb	B	K(%)	Se	Nb	Zr	Be	Li
ET-1	692000	4366000	43,00	0,60	3,50	66,50	0,62	3,00	0,17	0,20	0,25	2,10	0,50	6,50
ET-2	700000	4366000	66,70	0,40	2,00	54,10	0,51	9,00	0,31	0,40	1,14	5,60	1,00	12,70
ET-3	702000	4366000	0,40	0,30	3,80	5,50	0,07	0,90	0,23	0,10	0,08	0,40	0,40	1,70
ET-4	688000	4364000	29,20	0,60	5,60	13,50	0,35	1,00	0,20	0,20	0,27	1,40	0,80	18,70
ET-5	690000	4364000	35,10	0,60	6,20	14,30	1,21	5,00	0,47	0,09	0,30	5,30	1,40	21,80
ET-6	692000	4364000	10,80	0,20	2,60	26,10	0,34	2,00	0,15	0,09	0,20	1,40	0,20	5,50
ET-7	694000	4364000	115,40	0,60	11,60	35,60	0,42	19,00	0,42	0,09	0,39	10,70	1,90	26,00
ET-8	696000	4364000	119,90	0,40	5,10	113,00	1,62	76,00	0,62	0,30	0,92	9,60	2,50	81,00
ET-9	700000	4364000	8,10	0,40	2,40	21,50	0,13	2,00	0,17	0,09	0,43	13,10	0,80	31,30
ET-10	702000	4364000	4,40	0,40	4,50	13,20	0,11	1,00	0,13	0,20	0,13	2,30	0,80	12,80
ET-11	704000	4364000	3,60	0,20	3,80	9,90	0,08	1,00	0,17	0,09	0,29	1,10	0,60	12,60
ET-12	690000	4362000	48,20	0,90	6,50	12,70	3,78	0,90	0,12	0,10	0,16	0,70	0,70	7,00
ET-13	694000	4362000	55,10	0,80	16,70	23,70	0,32	52,00	0,81	0,20	0,81	18,00	1,40	45,60
ET-14	696000	4362000	118,40	0,60	8,10	337,40	0,95	371,00	1,35	0,20	0,16	7,50	1,30	195,40
ET-15	698000	4362000	24,70	0,30	8,70	17,60	1,00	9,00	0,54	0,10	0,21	17,00	2,30	20,60
ET-16	700000	4362000	47,10	0,70	6,40	11,40	0,64	4,00	0,37	0,20	0,36	14,00	1,50	25,00
ET-17	702000	4362000	19,90	0,40	8,00	64,20	0,19	19,00	0,53	0,20	0,14	7,60	1,00	27,10
ET-18	704000	4362000	19,40	0,40	5,40	23,20	0,37	13,00	0,31	0,30	0,83	7,10	0,80	19,00
ET-19	688000	4360000	132,50	1,00	5,60	31,80	3,11	3,00	0,46	0,40	1,75	4,40	1,50	11,80
ET-20	690000	4360000	51,40	1,10	9,00	50,80	0,74	0,90	0,18	0,10	0,23	1,50	1,10	15,80
ET-21	692000	4360000	23,80	1,40	7,40	28,80	1,89	5,00	0,32	0,20	0,19	4,10	1,00	8,20
ET-22	694000	4360000	25,60	0,90	15,80	118,30	1,09	72,00	0,90	0,10	2,91	9,20	3,00	139,70
ET-23	696000	4360000	23,90	0,70	7,20	142,70	0,89	65,00	0,62	0,10	2,85	13,10	5,30	55,00
ET-24	698000	4360000	34,40	0,40	4,50	62,20	1,29	13,00	0,46	0,20	2,19	12,80	5,30	27,40
ET-25	700000	4360000	29,00	0,30	9,40	47,80	1,44	24,00	0,90	0,10	0,10	15,40	1,90	31,90
ET-26	702000	4360000	16,10	0,40	6,90	18,30	0,31	3,00	0,26	0,30	0,51	10,70	1,40	17,20
ET-27	704000	4360000	56,20	0,50	21,20	132,20	0,16	16,00	0,13	0,10	0,81	6,10	2,10	33,80
ET-28	686000	4358000	5,10	4,60	19,10	19,30	0,19	0,90	0,31	0,20	1,75	1,70	1,50	9,10
ET-29	688000	4358000	43,30	0,60	5,80	31,50	0,64	1,00	0,13	0,20	0,17	1,70	0,40	5,30
ET-30	690000	4358000	139,30	0,50	6,40	43,90	41,39	5,00	0,26	0,10	0,38	2,00	1,30	18,70
ET-31	692000	4358000	738,30	1,80	5,60	44,30	10,00	12,00	0,25	0,20	0,21	1,20	1,30	20,50
ET-32	694000	4358000	108,30	1,40	6,30	140,20	1,50	31,00	0,49	0,10	0,75	2,30	2,30	32,90
ET-33	696000	4358000	30,60	0,40	5,20	102,00	2,61	13,00	0,31	0,20	1,49	10,50	4,80	18,80
ET-34	700000	4358000	26,90	0,30	5,70	32,20	0,39	8,00	0,39	0,09	0,31	13,50	1,30	17,80

Ek-4 1. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	U	Th	Sr	Sb	B	K(%)	Se	Nb	Zr	Be	Li
ET-35	702000	4358000	26,10	0,40	8,10	77,80	0,26	14,00	0,29	0,10	0,44	7,20	1,00	38,60
ET-36	704000	4358000	17,00	0,50	12,00	120,40	0,28	32,00	0,57	0,09	0,26	17,00	1,60	35,70
ET-37	690000	4356000	150,60	0,90	7,90	64,90	0,65	7,00	0,94	0,30	0,88	0,90	1,50	23,70
ET-38	692000	4356000	41,50	0,80	4,90	95,50	0,74	14,00	0,51	0,20	1,67	7,20	2,70	27,00
ET-39	694000	4356000	146,70	1,60	4,40	136,80	2,15	23,00	0,41	0,30	1,28	3,50	3,00	33,40
ET-40	696000	4356000	34,10	0,40	6,20	59,20	1,67	6,00	0,43	0,30	0,75	11,20	2,40	17,20
ET-41	698000	4356000	64,50	0,30	4,90	89,50	3,22	38,00	0,61	0,40	1,27	11,60	3,20	49,60
ET-42	700000	4356000	30,60	0,30	8,30	67,50	1,63	10,00	0,66	0,20	0,39	13,90	3,40	20,40
ET-43	702000	4356000	30,00	0,60	6,90	151,40	0,55	18,00	0,38	0,30	1,27	8,00	1,20	34,20
ET-44	704000	4356000	10,10	0,60	7,30	258,50	0,28	25,00	0,54	0,10	0,14	14,20	1,20	40,00
ET-45	686000	4354000	34,60	4,90	7,90	189,80	0,87	3,00	0,34	0,10	0,57	3,80	2,80	14,80
ET-46	688000	4354000	80,70	0,90	2,60	322,70	0,92	3,00	0,13	0,30	0,22	1,50	0,90	5,00
ET-47	690000	4354000	25,50	0,70	17,80	30,10	0,43	3,00	0,57	0,10	0,41	3,10	2,30	15,60
ET-48	692000	4354000	85,40	1,40	5,60	331,00	0,79	49,00	0,50	0,30	1,13	3,90	2,30	76,30
ET-49	694000	4354000	13,30	0,50	1,80	130,50	1,60	8,00	0,20	0,30	0,77	2,10	1,70	12,50
ET-50	696000	4354000	75,20	0,40	1,40	135,90	2,70	30,00	0,49	0,40	1,23	5,80	4,70	29,40
ET-51	698000	4354000	42,20	0,30	4,30	98,90	1,92	28,00	0,59	0,30	1,43	10,30	4,70	52,30
ET-52	700000	4354000	45,00	0,40	10,20	126,50	0,36	8,00	0,53	0,20	2,28	17,50	2,60	43,20
ET-53	702000	4354000	7,80	0,50	13,80	237,70	0,14	39,00	0,45	0,30	0,41	18,70	2,30	73,80
ET-54	704000	4354000	72,20	1,20	8,80	82,60	1,29	7,00	0,23	0,40	1,04	4,80	1,30	31,90
ET-55	688000	4352000	65,10	0,90	2,60	250,30	1,16	0,90	0,11	0,30	0,15	0,90	0,60	6,50
ET-56	690000	4352000	61,70	1,60	20,80	29,40	0,25	13,00	0,62	0,30	2,05	2,40	2,00	31,20
ET-57	692000	4352000	62,90	0,70	8,10	86,80	1,32	21,00	0,72	0,20	0,87	9,30	2,50	32,90
ET-58	694000	4352000	19,40	1,60	8,60	579,70	0,59	41,00	0,84	0,10	0,43	11,40	2,10	51,70
ET-59	696000	4352000	60,00	0,50	9,50	113,70	3,28	37,00	0,72	0,10	0,27	13,80	2,70	62,00
ET-60	698000	4352000	29,00	0,50	5,50	79,20	0,55	21,00	0,39	0,20	0,88	7,60	1,30	66,40
ET-61	704000	4352000	22,60	0,40	6,80	72,80	0,54	0,90	0,05	0,50	0,08	2,40	0,90	24,50
ET-62	686000	4350000	31,00	13,70	7,60	24,30	0,33	0,90	0,14	1,40	0,56	1,00	0,60	3,70
ET-63	688000	4350000	113,10	2,50	11,70	125,40	0,69	5,00	0,31	0,10	0,62	2,10	1,20	19,60
ET-64	690000	4350000	21,30	0,80	15,50	31,00	0,34	11,00	0,53	0,10	0,54	4,50	1,40	16,50
ET-65	692000	4350000	253,40	1,40	7,20	144,80	9,53	50,00	0,37	0,30	0,51	3,40	1,90	36,10
ET-66	696000	4350000	83,20	0,50	3,50	145,00	1,51	21,00	0,32	0,50	0,99	6,20	3,60	35,10
ET-67	698000	4350000	2488,40	0,70	11,40	231,20	793,61	21,00	0,38	0,09	0,62	9,80	10,80	42,80
ET-68	700000	4350000	36,20	0,80	3,50	134,90	1,18	24,00	0,31	0,10	0,78	4,10	1,60	46,40

Ek-4 1. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	U	Th	Sr	Sb	B	K(%)	Se	Nb	Zr	Be	Li
ET-69	686000	4348000	28,50	3,60	14,80	18,00	2,18	1,00	0,34	0,09	1,67	2,10	1,50	11,80
ET-70	688000	4348000	94,30	1,20	4,40	160,60	0,89	18,00	0,23	0,09	0,74	1,60	0,80	18,10
ET-71	690000	4348000	163,30	0,60	9,00	52,40	1,67	43,00	0,55	0,09	1,15	2,30	1,20	23,60
ET-72	692000	4348000	74,60	1,10	7,50	121,00	1,54	16,00	0,46	0,09	0,88	5,90	1,50	23,10
ET-73	694000	4348000	204,90	0,80	4,20	121,60	1,04	18,00	0,44	0,10	1,06	6,80	2,30	32,70
ET-74	696000	4348000	55,00	0,30	1,70	98,80	1,26	12,00	0,26	0,20	0,79	4,80	2,50	17,10
ET-75	698000	4348000	282,30	0,60	5,30	177,00	2,52	15,00	0,30	0,10	0,72	8,30	4,10	41,80
ET-76	700000	4348000	421,00	0,80	13,20	18,60	3,82	14,00	0,46	0,09	0,14	14,50	3,30	69,50
ET-77	702000	4348000	73,80	0,80	9,80	22,70	1,14	12,00	0,16	0,40	0,31	1,50	0,60	9,20
ET-78	686000	4346000	99,70	0,80	4,50	23,40	4,55	12,00	0,45	0,10	1,42	3,00	1,60	18,40
ET-79	688000	4346000	204,50	2,70	8,00	229,80	2,33	3,00	0,17	0,20	0,40	2,30	1,20	9,40
ET-80	690000	4346000	31,80	1,30	13,50	31,40	0,53	11,00	0,40	0,09	1,79	2,50	1,30	17,30
ET-81	696000	4346000	93,50	0,60	1,50	257,10	1,04	19,00	0,34	0,20	1,08	5,90	4,30	22,50
ET-82	698000	4346000	56,60	0,50	5,00	162,20	0,97	20,00	0,44	0,09	0,47	5,10	1,50	37,60
ET-83	700000	4346000	440,30	1,00	6,30	104,60	20,54	15,00	0,26	0,10	1,04	8,80	3,30	16,00
ET-85	688000	4344000	9,80	2,00	6,50	18,00	0,11	0,90	0,13	0,09	0,19	9,00	0,50	0,80
ET-86	690000	4344000	5,20	2,20	10,70	109,80	1,68	21,00	0,52	0,09	0,08	5,40	1,50	19,20
ET-87	692000	4344000	221,20	1,00	1,90	895,80	0,62	20,00	0,21	0,30	0,42	1,80	0,90	95,60
ET-88	694000	4344000	120,90	1,60	2,10	319,50	1,83	15,00	0,32	0,20	0,33	2,30	0,70	14,60
ET-89	696000	4344000	252,60	1,50	4,30	160,70	3,53	8,00	0,23	0,40	0,56	2,60	1,30	8,70
ET-90	698000	4344000	146,10	1,20	5,30	400,00	0,95	104,00	0,74	0,10	0,76	6,10	1,90	91,20
ET-91	700000	4344000	101,70	0,40	2,80	129,50	0,50	19,00	0,32	0,20	0,98	6,40	1,70	20,40
ET-92	702000	4344000	297,20	0,80	5,40	112,30	1,47	15,00	0,31	0,30	0,62	8,80	2,70	21,70
ET-93	704000	4344000	662,80	2,00	15,20	37,60	6,32	7,00	0,29	0,09	1,11	12,10	1,50	20,10
ET-95	686000	4342000	23,80	0,70	4,90	63,10	1,14	5,00	0,17	0,10	0,93	4,00	1,00	8,10
ET-96	688000	4342000	130,20	0,60	8,20	73,50	1,69	8,00	0,21	0,20	0,11	3,00	1,10	11,90
ET-97	692000	4342000	133,00	1,60	9,30	35,50	3,27	3,00	0,24	0,10	0,67	4,70	0,80	8,10
ET-98	694000	4342000	56,40	3,30	14,10	117,30	0,81	17,00	0,15	0,09	0,36	8,10	2,00	5,60
ET-99	696000	4342000	132,00	3,60	15,50	29,40	2,30	2,00	0,19	0,10	0,26	12,10	1,60	10,60
ET-100	698000	4342000	196,20	1,40	4,90	356,10	0,86	134,00	0,74	0,10	0,78	7,20	1,80	121,20
ET-101	700000	4342000	104,70	0,50	3,60	271,70	3,46	30,00	0,45	0,20	0,78	4,20	1,40	38,00
ET-102	702000	4342000	323,10	1,10	4,40	189,60	1,41	20,00	0,39	0,30	0,53	1,20	1,40	16,30
ET-103	686000	4340000	7,10	0,80	6,30	14,60	0,25	1,00	0,19	0,20	1,89	2,10	0,60	10,60
ET-104	688000	4340000	92,30	1,60	7,30	129,10	1,06	1,00	0,16	0,60	0,12	0,60	0,90	3,40

Ek-4 1. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	U	Th	Sr	Sb	B	K(%)	Se	Nb	Zr	Be	Li
ET-105	690000	4340000	30,40	1,30	9,50	12,00	1,94	6,00	0,24	0,10	2,41	5,60	0,90	9,00
ET-106	692000	4340000	7,90	0,90	11,10	9,10	5,92	4,00	0,52	0,20	0,57	1,20	1,80	10,00
ET-107	694000	4340000	16,40	3,40	20,50	212,10	0,19	0,90	0,33	0,30	0,18	11,10	2,10	5,10
ET-108	696000	4340000	28,00	4,10	23,90	162,20	0,43	1,00	0,21	0,20	0,16	8,40	1,20	5,90
ET-109	698000	4340000	15,30	1,00	5,70	29,70	0,48	8,00	0,39	0,20	1,99	86,30	3,90	17,30
ET-110	700000	4340000	126,90	0,90	6,80	142,80	0,78	25,00	0,46	0,20	0,45	3,70	1,40	41,70
ET-111	702000	4340000	104,30	0,80	7,60	172,20	0,59	39,00	0,54	0,30	0,25	3,30	1,10	24,20
ET-112	704000	4340000	21,80	0,50	9,80	6,60	0,53	4,00	0,22	0,10	0,54	7,40	1,40	13,80

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-113	695000	4366000	35,20	31,90	0,49	0,73	32,00	0,01	0,34	0,05	202,67	0,18	0,90	41,00
ET-114	694000	4365000	65,70	27,30	0,64	0,33	4,00	0,01	0,06	0,07	16,31	0,16	0,40	20,70
ET-115	695000	4365000	17,30	214,90	0,09	0,42	27,00	0,01	0,24	0,05	138,49	0,12	0,70	32,20
ET-116	696000	4365000	212,20	38,30	0,99	0,37	17,00	0,02	0,23	0,05	92,71	0,08	1,80	31,70
ET-117	695000	4364000	749,70	248,60	1,33	0,29	22,00	0,01	0,34	0,20	72,01	0,26	2,30	13,70
ET-118	697000	4364000	35,00	82,80	1,42	0,75	52,00	0,01	0,62	0,08	134,83	0,49	2,70	81,00
ET-119	694000	4363000	252,40	51,10	0,48	0,58	19,00	0,01	0,39	0,06	123,82	0,10	1,50	16,20
ET-120	695000	4363000	58,70	137,10	0,76	0,76	67,00	0,01	0,56	0,10	238,92	0,98	1,60	58,00
ET-121	696000	4363000	33,90	163,00	1,54	0,62	14,00	0,01	0,31	0,07	104,28	0,72	2,50	17,80
ET-122	697000	4363000	48,00	56,60	2,28	0,42	10,00	0,01	0,30	0,08	53,24	0,77	2,00	11,40
ET-123	698000	4363000	15,90	12,50	0,61	0,46	8,00	0,00	0,41	0,03	53,20	0,21	3,30	11,70
ET-124	702000	4363000	7,60	24,90	0,27	0,43	14,00	0,00	0,25	0,03	7,39	0,19	2,40	17,20
ET-125	703000	4363000	11,90	15,00	0,28	0,31	6,00	0,00	0,28	0,01	1,47	0,10	0,70	4,70
ET-126	695000	4362000	151,00	387,30	0,57	0,98	163,00	0,01	0,72	0,06	369,01	0,57	1,80	88,90
ET-127	697000	4362000	14,60	158,70	1,29	0,77	10,00	0,01	0,37	0,04	66,49	0,37	1,00	13,50
ET-128	701000	4362000	15,00	16,50	0,19	0,41	9,00	0,01	0,25	0,03	17,88	0,06	1,50	14,40
ET-129	703000	4362000	7,40	99,70	0,18	0,34	11,00	0,00	0,19	0,09	5,37	0,73	2,20	16,10
ET-130	690000	4361000	183,70	38,50	0,74	1,32	5,00	0,01	0,22	0,08	9,70	0,26	0,80	18,90
ET-131	691000	4361000	63,50	32,50	5,75	0,61	5,00	0,01	0,29	0,10	10,49	0,27	1,40	15,00
ET-132	692000	4361000	70,80	60,50	4,51	0,68	5,00	0,01	0,19	0,07	11,16	0,31	0,50	10,30
ET-133	694000	4361000	124,10	96,10	0,37	0,58	27,00	0,01	0,43	0,07	59,55	0,25	1,00	21,70
ET-134	695000	4361000	115,60	453,00	0,74	0,69	67,00	0,01	0,47	0,05	198,66	0,71	2,00	46,30
ET-135	696000	4361000	23,90	160,00	1,22	0,59	15,00	0,01	0,20	0,06	55,40	0,76	3,10	12,50
ET-136	697000	4361000	35,10	70,90	2,97	0,76	8,00	0,01	0,28	0,10	77,52	0,63	4,10	17,80
ET-137	698000	4361000	17,90	48,80	0,62	0,44	7,00	0,01	0,20	0,07	56,93	0,82	3,40	12,80
ET-138	699000	4361000	39,50	25,10	0,33	0,38	19,00	0,01	0,33	0,04	284,72	0,43	1,40	22,90
ET-139	701000	4361000	16,70	129,70	0,20	0,42	23,00	0,01	0,32	0,02	37,49	0,07	1,10	22,30
ET-140	702000	4361000	20,20	24,10	0,29	0,47	17,00	0,00	0,34	0,05	5,74	0,11	0,80	17,50
ET-141	703000	4361000	17,40	65,00	0,17	0,51	18,00	0,00	0,32	0,04	20,28	0,08	1,20	18,90
ET-142	704000	4361000	51,20	56,40	0,33	0,62	14,00	0,00	0,22	0,04	10,93	0,20	0,70	17,90
ET-143	689000	4360000	11,50	41,60	0,45	0,31	2,00	0,00	0,11	0,04	1,67	0,29	2,30	3,20
ET-144	695000	4360000	22,40	57,20	0,62	0,49	16,00	0,01	0,30	0,07	87,67	0,94	4,70	19,20
ET-145	697000	4360000	17,20	65,60	1,79	0,88	18,00	0,00	0,41	0,07	41,62	0,59	1,40	16,90
ET-146	699000	4360000	20,20	95,20	0,31	0,68	23,00	0,00	0,64	0,05	118,53	0,15	1,10	29,40

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-147	701000	4360000	17,90	25,00	0,48	0,37	8,00	0,01	0,25	0,03	12,17	0,16	0,80	13,80
ET-148	703000	4360000	14,30	121,30	0,23	0,39	10,00	0,00	0,19	0,04	11,68	0,27	0,90	12,60
ET-149	689000	4359000	16,90	55,60	0,57	0,63	7,00	0,01	0,39	0,02	2,59	0,80	2,20	9,10
ET-150	690000	4359000	1887,70	37,70	430,82	0,35	12,00	0,01	0,25	0,01	41,24	0,26	8,70	9,70
ET-151	691000	4359000	265,90	24,40	109,53	0,47	9,00	0,00	0,25	0,01	40,80	0,17	2,60	16,00
ET-152	692000	4359000	23,40	24,90	4,12	0,55	12,00	0,01	0,33	0,02	39,54	0,43	1,80	5,90
ET-153	694000	4359000	11,90	265,30	0,21	0,28	9,00	0,01	0,12	0,01	45,20	0,91	1,40	21,70
ET-154	695000	4359000	19,40	95,40	0,79	0,70	26,00	0,01	0,59	0,02	181,14	0,76	5,10	34,60
ET-155	696000	4359000	27,40	221,90	0,97	0,36	32,00	0,00	0,28	0,01	81,13	0,67	3,60	17,20
ET-156	697000	4359000	33,60	112,40	3,40	0,73	13,00	0,00	0,32	0,01	48,01	0,24	1,30	14,90
ET-157	698000	4359000	77,20	93,80	3,09	0,42	9,00	0,01	0,24	0,01	68,25	0,61	2,60	12,50
ET-158	699000	4359000	33,80	98,80	2,85	0,65	19,00	0,00	0,60	0,01	148,11	0,24	3,50	21,80
ET-159	700000	4359000	20,30	25,90	0,87	0,70	18,00	0,01	0,68	0,01	212,28	0,46	3,40	25,10
ET-160	701000	4359000	47,10	168,50	0,37	0,57	21,00	0,01	0,30	0,01	39,08	0,47	0,70	37,30
ET-161	702000	4359000	29,60	83,40	0,54	0,59	20,00	0,01	0,40	0,03	74,30	0,93	1,00	24,60
ET-162	703000	4359000	17,10	212,20	0,25	0,40	11,00	0,01	0,20	0,01	6,50	0,44	1,40	20,60
ET-163	704000	4359000	21,70	21,10	0,47	0,33	16,00	0,01	0,31	0,01	24,32	0,07	1,10	17,40
ET-164	691000	4358000	169,20	22,40	74,43	0,30	11,00	0,00	0,17	0,01	39,78	0,21	1,10	12,00
ET-165	693000	4358000	84,40	57,60	4,94	1,14	14,00	0,00	0,21	0,02	36,28	0,09	0,70	22,00
ET-166	695000	4358000	17,50	95,80	0,44	0,52	19,00	0,01	0,45	0,01	91,16	1,40	3,80	18,60
ET-167	697000	4358000	21,60	154,20	1,13	0,53	36,00	0,01	0,24	0,01	84,74	0,84	3,90	13,00
ET-168	698000	4358000	35,00	81,00	2,90	0,40	40,00	0,01	0,37	0,01	306,44	0,80	4,90	26,30
ET-169	699000	4358000	26,50	89,70	0,50	0,61	11,00	0,01	0,51	0,01	14,09	0,76	2,60	15,20
ET-170	701000	4358000	24,50	138,90	0,27	0,50	6,00	0,00	0,50	0,01	23,87	0,05	1,00	14,10
ET-171	703000	4358000	25,70	179,50	0,30	0,59	21,00	0,01	0,35	0,01	40,33	0,13	1,20	41,60
ET-172	691000	4357000	96,00	70,80	1,73	0,79	13,00	0,01	0,43	0,02	34,11	0,41	1,30	24,00
ET-173	692000	4357000	100,00	169,60	3,14	0,92	15,00	0,01	0,29	0,03	32,16	0,76	1,10	18,30
ET-174	693000	4357000	21,20	34,00	0,35	0,76	21,00	0,01	0,72	0,02	75,60	0,67	1,40	27,40
ET-175	694000	4357000	106,50	56,90	0,47	0,57	11,00	0,01	0,54	0,04	164,58	0,68	2,40	12,60
ET-176	695000	4357000	23,50	150,10	0,71	0,63	33,00	0,01	0,51	0,06	236,57	1,60	5,40	27,80
ET-177	696000	4357000	31,10	103,30	2,94	1,15	16,00	0,01	0,63	0,01	74,41	0,11	1,30	24,00
ET-178	697000	4357000	36,10	66,10	2,12	1,09	13,00	0,00	0,57	0,01	70,86	0,05	1,30	18,30
ET-179	698000	4357000	81,40	120,20	2,41	0,55	40,00	0,01	0,58	0,01	390,35	0,59	3,70	43,00
ET-180	699000	4357000	34,00	125,40	1,78	0,44	12,00	0,01	0,36	0,03	64,73	0,49	2,90	10,10

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-181	700000	4357000	40,50	121,00	0,63	0,64	9,00	0,00	0,45	0,03	9,64	0,41	2,10	16,50
ET-182	701000	4357000	26,60	229,60	0,30	0,63	19,00	0,01	0,38	0,01	32,80	0,12	1,00	47,20
ET-183	702000	4357000	28,20	215,60	0,35	0,60	35,00	0,01	0,50	0,05	64,13	0,68	1,00	39,00
ET-184	703000	4357000	13,60	526,40	0,30	0,45	15,00	0,01	0,21	0,03	11,55	0,39	0,70	20,80
ET-185	704000	4357000	11,30	313,10	0,24	0,45	20,00	0,01	0,26	0,01	5,68	0,24	1,00	29,10
ET-186	691000	4356000	304,50	45,50	0,25	0,60	23,00	0,01	0,46	0,01	14,91	0,62	1,80	27,90
ET-187	693000	4356000	65,50	115,40	0,63	0,64	11,00	0,01	0,43	0,03	100,03	0,52	1,70	18,50
ET-188	695000	4356000	75,50	97,70	1,46	0,48	11,00	0,01	0,29	0,02	117,37	0,68	4,70	21,00
ET-189	697000	4356000	74,60	111,30	2,99	0,43	4,00	0,00	0,12	0,01	16,36	0,14	0,50	7,70
ET-190	699000	4356000	101,30	85,20	3,75	0,62	63,00	0,01	0,56	0,01	222,04	0,65	5,30	100,40
ET-191	701000	4356000	46,90	90,00	0,52	0,59	7,00	0,00	0,37	0,01	7,03	0,19	2,00	13,10
ET-192	703000	4356000	2,70	424,80	0,06	0,22	1,00	0,00	0,03	0,01	2,90	0,13	1,30	16,00
ET-193	687000	4355000	23,50	8,70	1,57	0,24	1,00	0,01	0,18	0,03	4,02	1,70	1,20	4,40
ET-194	689000	4355000	754,60	16,60	20,14	0,25	5,00	0,00	0,23	0,04	14,38	0,53	2,50	9,20
ET-195	690000	4355000	180,80	158,80	0,97	0,37	7,00	0,01	0,14	0,04	16,33	0,45	1,70	8,60
ET-196	691000	4355000	172,00	75,40	0,22	0,54	22,00	0,01	0,49	0,01	34,00	0,60	1,50	22,50
ET-197	692000	4355000	102,70	82,60	0,23	0,64	15,00	0,01	0,64	0,01	30,15	0,32	1,10	17,40
ET-198	693000	4355000	66,00	141,70	0,38	0,82	49,00	0,01	0,56	0,04	213,14	0,63	2,90	53,40
ET-199	694000	4355000	90,10	79,40	1,75	0,56	13,00	0,01	0,28	0,04	144,43	1,01	4,60	24,70
ET-200	695000	4355000	23,50	226,10	0,35	0,57	62,00	0,01	0,60	0,01	219,92	0,20	4,90	38,40
ET-201	696000	4355000	16,10	134,00	1,29	0,37	9,00	0,01	0,25	0,03	59,32	0,58	2,20	15,40
ET-202	697000	4355000	41,10	43,30	2,27	0,60	8,00	0,00	0,38	0,03	51,03	0,21	1,50	13,50
ET-203	698000	4355000	85,50	34,90	3,15	0,63	8,00	0,01	0,37	0,05	52,96	0,21	2,20	22,90
ET-204	699000	4355000	63,50	167,70	0,72	0,57	45,00	0,01	0,51	0,06	244,22	0,51	6,40	56,70
ET-205	700000	4355000	30,50	189,50	0,37	0,65	34,00	0,01	0,52	0,03	58,51	1,15	1,50	55,20
ET-206	701000	4355000	26,00	344,30	0,25	0,75	33,00	0,01	0,47	0,02	29,34	0,14	1,90	102,80
ET-207	702000	4355000	19,30	341,90	0,24	0,49	27,00	0,01	0,30	0,01	27,02	0,14	0,60	36,00
ET-208	703000	4355000	10,70	256,00	0,17	0,48	17,00	0,00	0,31	0,03	17,41	0,31	1,40	26,20
ET-209	704000	4355000	6,10	119,00	0,26	0,49	18,00	0,01	0,26	0,04	16,92	0,78	1,00	43,70
ET-210	687000	4354000	19,10	50,70	0,66	0,67	4,00	0,00	0,37	0,04	4,04	0,79	1,50	12,70
ET-211	689000	4354000	122,80	154,70	6,49	0,43	6,00	0,00	0,17	0,01	19,82	0,24	1,10	8,60
ET-212	691000	4354000	148,70	301,30	0,34	0,42	7,00	0,01	0,25	0,04	21,84	0,95	2,70	10,80
ET-213	693000	4354000	121,60	222,00	0,67	0,65	31,00	0,01	0,40	0,05	154,48	1,21	3,50	38,30
ET-214	695000	4354000	40,40	177,90	0,64	0,70	44,00	0,01	0,59	0,03	245,32	0,53	2,40	54,30

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-215	697000	4354000	51,20	145,70	1,66	0,40	26,00	0,01	0,31	0,05	183,69	0,80	5,10	31,30
ET-216	699000	4354000	23,40	288,70	0,69	0,29	17,00	0,01	0,14	0,03	36,10	0,63	2,40	20,80
ET-217	701000	4354000	214,10	18,90	1,32	0,67	4,00	0,01	0,12	0,03	3,63	0,26	0,90	28,20
ET-218	703000	4354000	8,80	68,40	0,16	0,47	13,00	0,01	0,32	0,02	6,82	0,24	1,90	24,20
ET-219	686000	4353000	14,40	23,20	1,39	0,46	1,00	0,01	0,28	0,01	13,82	0,48	3,10	7,00
ET-220	687000	4353000	79,10	379,80	2,27	0,53	2,00	0,01	0,11	0,02	8,17	0,27	1,30	7,20
ET-221	688000	4353000	68,20	319,40	1,19	0,45	8,00	0,01	0,17	0,01	7,76	0,80	0,80	6,30
ET-222	689000	4353000	162,40	194,90	1,19	0,29	4,00	0,01	0,08	0,01	14,45	0,24	1,10	4,00
ET-223	690000	4353000	100,10	58,30	0,52	0,48	18,00	0,01	0,39	0,01	37,82	1,93	1,10	15,10
ET-224	691000	4353000	19,30	22,40	0,17	0,41	15,00	0,00	0,41	0,01	35,44	0,74	1,10	14,20
ET-225	692000	4353000	90,60	211,90	1,90	1,26	23,00	0,01	0,31	0,01	25,31	0,46	0,90	28,70
ET-226	693000	4353000	116,10	166,30	1,55	0,53	35,00	0,01	0,44	0,03	94,22	0,90	3,70	21,60
ET-227	694000	4353000	65,70	134,60	0,80	0,64	37,00	0,01	0,51	0,01	129,42	1,43	4,90	32,50
ET-228	695000	4353000	102,80	147,80	3,80	0,49	18,00	0,01	0,28	0,02	82,52	1,17	8,30	18,30
ET-229	696000	4353000	101,60	202,30	1,60	0,35	27,00	0,01	0,24	0,01	106,20	0,77	6,50	20,70
ET-230	697000	4353000	339,60	131,40	3,92	0,54	27,00	0,01	0,48	0,02	117,79	1,02	7,20	34,00
ET-231	698000	4353000	25,20	136,50	0,69	0,35	11,00	0,01	0,22	0,01	23,49	0,72	2,20	23,80
ET-232	701000	4353000	202,20	16,40	0,84	0,38	6,00	0,00	0,11	0,01	1,70	0,35	0,90	14,90
ET-233	702000	4353000	22,00	110,70	0,44	0,57	8,00	0,01	0,34	0,02	15,64	0,51	1,70	32,70
ET-234	687000	4352000	4,60	48,00	0,70	0,48	3,00	0,00	0,27	0,01	10,70	0,12	0,60	7,00
ET-235	689000	4352000	26,40	26,00	0,36	0,47	12,00	0,00	0,44	0,01	39,49	1,97	1,50	12,70
ET-236	691000	4352000	240,60	466,10	0,37	4,50	300,00	0,03	0,71	0,02	263,69	0,43	1,50	209,80
ET-237	693000	4352000	30,80	127,00	0,35	0,63	16,00	0,01	0,39	0,01	55,05	0,78	2,40	18,60
ET-238	695000	4352000	29,70	25,20	0,24	0,70	5,00	0,01	0,41	0,01	62,72	0,36	5,30	20,80
ET-239	697000	4352000	386,70	84,80	15,06	0,45	24,00	0,01	0,48	0,01	256,10	1,02	9,10	28,50
ET-240	687000	4351000	99,30	390,10	1,08	0,42	6,00	0,01	0,09	0,02	12,44	0,18	0,70	4,70
ET-241	688000	4351000	37,30	179,20	0,48	0,55	6,00	0,01	0,16	0,01	20,49	0,72	1,10	8,10
ET-242	689000	4351000	18,30	20,00	0,22	0,29	5,00	0,00	0,29	0,01	24,08	0,74	1,10	8,30
ET-243	690000	4351000	22,70	39,60	0,23	0,53	12,00	0,00	0,46	0,01	8,28	0,43	1,40	15,10
ET-244	691000	4351000	21,90	51,80	0,33	0,56	17,00	0,01	0,48	0,01	10,60	1,33	1,20	13,30
ET-245	692000	4351000	63,30	108,10	0,98	0,72	21,00	0,01	0,42	0,01	75,47	0,38	2,70	21,70
ET-246	693000	4351000	65,00	199,80	0,69	0,79	35,00	0,01	0,53	0,01	128,23	0,28	2,70	36,80
ET-247	694000	4351000	92,30	249,60	0,93	0,72	35,00	0,01	0,51	0,01	151,96	0,60	3,00	37,60
ET-248	695000	4351000	24,80	234,60	0,44	0,72	36,00	0,01	0,40	0,01	122,61	0,28	1,50	45,10

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-249	696000	4351000	84,50	291,50	1,89	0,51	29,00	0,01	0,34	0,01	208,76	1,04	7,60	22,20
ET-250	697000	4351000	310,70	118,70	24,99	0,36	14,00	0,01	0,26	0,01	81,63	0,89	7,30	20,80
ET-251	698000	4351000	190,30	64,40	15,39	0,40	6,00	0,00	0,23	0,01	8,85	1,18	2,50	14,00
ET-252	699000	4351000	61,90	134,40	0,67	1,08	22,00	0,01	0,25	0,01	21,41	0,47	0,80	22,90
ET-253	700000	4351000	25,60	136,30	0,50	0,65	23,00	0,01	0,26	0,01	13,05	0,31	0,90	21,40
ET-254	687000	4350000	104,30	27,40	0,84	0,29	2,00	0,00	0,12	0,01	8,96	0,06	1,70	4,10
ET-255	689000	4350000	169,50	429,60	0,68	0,96	7,00	0,01	0,05	0,01	12,19	0,16	0,60	8,80
ET-256	691000	4350000	23,70	35,30	0,41	0,44	11,00	0,00	0,36	0,01	11,19	1,17	0,70	9,30
ET-257	693000	4350000	67,00	205,90	4,55	0,66	24,00	0,00	0,38	0,01	106,42	0,18	2,70	28,40
ET-258	694000	4350000	260,70	174,50	12,72	0,87	26,00	0,01	0,27	0,01	78,48	0,31	1,90	23,20
ET-259	695000	4350000	82,80	189,00	1,19	0,23	8,00	0,01	0,08	0,01	51,56	0,23	0,80	12,90
ET-260	697000	4350000	331,10	148,10	27,29	0,37	16,00	0,01	0,26	0,01	81,99	0,56	5,70	17,90
ET-261	699000	4350000	438,10	280,10	3,67	0,26	10,00	0,00	0,12	0,01	9,57	0,64	1,30	12,20
ET-262	688000	4349000	63,80	308,80	2,34	0,47	7,00	0,01	0,15	0,01	20,58	0,21	0,80	10,00
ET-263	689000	4349000	90,50	22,50	2,30	0,52	10,00	0,00	0,35	0,01	68,39	0,08	1,80	20,90
ET-264	690000	4349000	30,90	29,10	0,54	0,50	7,00	0,00	0,46	0,01	19,37	0,30	1,50	11,10
ET-265	691000	4349000	53,80	110,00	2,35	0,99	12,00	0,02	0,29	0,02	14,28	0,65	1,00	14,40
ET-266	692000	4349000	87,50	177,80	2,02	1,11	64,00	0,02	0,52	0,01	44,92	0,86	0,90	25,50
ET-267	693000	4349000	85,40	585,80	0,68	1,86	216,00	0,01	0,92	0,01	83,60	0,05	1,70	92,50
ET-268	694000	4349000	69,60	276,70	0,86	0,98	31,00	0,01	0,55	0,01	81,29	0,18	1,90	48,00
ET-269	695000	4349000	75,30	96,50	1,57	0,63	16,00	0,01	0,49	0,01	122,80	0,89	4,80	21,80
ET-270	696000	4349000	342,90	177,70	22,92	0,74	20,00	0,01	0,20	0,01	40,49	0,26	1,80	17,40
ET-271	697000	4349000	183,30	183,70	10,29	0,42	17,00	0,01	0,33	0,01	50,33	0,32	3,50	24,60
ET-272	698000	4349000	220,50	120,40	46,31	0,13	3,00	0,00	0,05	0,01	4,29	0,47	1,20	4,00
ET-273	699000	4349000	260,00	71,20	11,90	0,33	7,00	0,00	0,26	0,01	9,49	0,67	2,60	13,70
ET-274	700000	4349000	54,80	92,00	1,32	2,00	52,00	0,01	0,27	0,01	31,45	0,41	1,00	26,70
ET-275	689000	4348000	117,30	23,60	0,66	0,76	23,00	0,01	0,80	0,01	216,41	0,13	1,50	22,30
ET-276	691000	4348000	50,00	81,80	2,40	0,87	7,00	0,01	0,28	0,01	13,55	0,58	0,70	11,20
ET-277	693000	4348000	182,60	216,70	2,76	0,98	19,00	0,01	0,17	0,01	24,33	0,14	0,40	28,80
ET-278	695000	4348000	276,20	184,90	1,15	0,65	18,00	0,01	0,40	0,03	93,39	0,36	1,50	30,00
ET-279	697000	4348000	53,30	250,40	2,78	0,44	22,00	0,01	0,31	0,01	51,46	0,28	3,30	29,70
ET-280	686000	4347000	9,50	82,10	0,63	1,15	9,00	0,01	0,10	0,01	1,72	0,16	0,50	2,00
ET-281	687000	4347000	254,60	15,70	14,99	0,23	1,00	0,00	0,13	0,01	3,70	0,14	1,20	3,10
ET-282	688000	4347000	31,70	95,60	3,23	0,45	13,00	0,01	0,33	0,01	90,45	0,20	0,60	15,90

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-283	689000	4347000	37,10	18,10	0,96	0,44	7,00	0,00	0,39	0,01	67,71	0,49	1,10	12,90
ET-284	690000	4347000	64,00	81,00	1,03	0,68	10,00	0,00	0,51	0,01	51,14	0,25	1,00	20,30
ET-285	691000	4347000	38,30	34,20	0,65	0,59	57,00	0,00	0,61	0,01	124,23	0,23	1,00	23,80
ET-286	692000	4347000	227,40	299,10	0,95	1,09	86,00	0,01	0,70	0,03	237,23	1,05	1,10	71,70
ET-287	693000	4347000	159,80	183,00	3,84	0,60	19,00	0,00	0,18	0,01	34,62	0,27	1,30	17,70
ET-288	694000	4347000	37,70	187,00	1,16	0,79	21,00	0,01	0,37	0,01	23,46	0,23	1,60	33,20
ET-289	695000	4347000	110,80	155,50	1,00	0,51	10,00	0,01	0,22	0,01	67,21	0,40	2,00	17,90
ET-290	696000	4347000	244,90	118,10	8,31	0,42	19,00	0,00	0,27	0,01	129,46	0,34	4,10	33,20
ET-291	698000	4347000	80,40	194,30	0,70	0,56	34,00	0,01	0,49	0,01	226,67	0,23	8,00	37,80
ET-292	700000	4347000	280,00	125,80	20,66	0,18	12,00	0,01	0,14	0,02	8,06	0,41	2,40	7,20
ET-293	689000	4346000	12,00	112,10	0,65	0,55	0,90	0,01	0,35	0,01	51,76	0,10	1,00	10,80
ET-294	691000	4346000	12,80	24,50	0,40	0,57	13,00	0,01	0,58	0,01	153,35	0,25	0,90	19,00
ET-295	692000	4346000	58,90	79,70	0,96	0,80	12,00	0,01	0,41	0,01	76,58	1,09	0,90	13,20
ET-296	693000	4346000	269,00	723,50	0,77	3,00	118,00	0,02	0,33	0,01	171,94	0,87	1,40	142,50
ET-297	695000	4346000	196,40	111,70	0,96	0,58	2,00	0,01	0,38	0,01	110,24	1,26	3,60	20,50
ET-298	697000	4346000	86,00	51,20	1,52	0,75	0,90	0,01	0,54	0,03	172,44	1,17	7,80	25,80
ET-299	699000	4346000	88,20	290,10	1,20	0,43	4,00	0,01	0,23	0,01	89,09	0,38	1,10	38,60
ET-300	687000	4345000	32,90	187,40	1,13	0,52	0,90	0,02	0,43	0,01	10,26	0,27	1,50	4,00
ET-301	689000	4345000	106,00	118,90	0,91	0,21	0,90	0,01	0,20	0,01	4,55	0,42	1,40	6,40
ET-302	690000	4345000	21,40	309,00	0,47	1,44	0,90	0,01	0,11	0,01	14,28	0,12	0,50	4,60
ET-303	691000	4345000	37,20	56,30	0,63	0,46	15,00	0,01	0,41	0,01	88,03	0,86	1,10	16,40
ET-304	692000	4345000	266,30	182,50	1,15	1,79	50,00	0,01	0,57	0,01	136,79	0,17	1,10	57,70
ET-305	693000	4345000	57,00	201,80	0,67	1,02	12,00	0,01	0,35	0,01	34,84	0,74	0,80	24,70
ET-306	694000	4345000	490,20	347,30	0,71	1,29	14,00	0,01	0,43	0,01	92,18	0,37	0,90	49,30
ET-307	695000	4345000	180,90	389,30	0,90	0,57	59,00	0,01	0,43	0,01	80,20	0,21	0,50	39,80
ET-308	696000	4345000	58,70	85,70	0,40	0,65	14,00	0,01	0,48	0,01	162,64	1,29	5,10	23,60
ET-309	697000	4345000	78,20	192,50	0,53	0,72	13,00	0,01	0,48	0,01	192,91	0,73	2,60	37,40
ET-310	698000	4345000	50,30	110,50	0,36	0,47	0,90	0,01	0,31	0,01	76,99	1,03	2,20	18,60
ET-311	699000	4345000	623,80	178,00	0,97	0,51	16,00	0,01	0,38	0,04	153,97	0,34	1,30	22,60
ET-312	700000	4345000	41,40	149,40	1,04	0,32	0,90	0,01	0,20	0,01	44,48	0,48	1,30	15,20
ET-313	701000	4345000	117,50	276,50	0,71	0,36	19,00	0,01	0,33	0,01	59,06	0,46	1,90	26,00
ET-314	703000	4345000	718,80	47,50	7,72	0,23	0,90	0,01	0,16	0,01	10,89	0,31	1,40	12,30
ET-315	704000	4345000	271,40	35,10	1,21	0,35	0,90	0,01	0,21	0,01	12,44	0,71	1,20	10,40
ET-316	687000	4344000	62,30	117,00	0,70	0,35	2,00	0,02	0,27	0,01	7,28	1,06	0,70	8,80

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-317	691000	4344000	46,30	149,20	1,14	0,65	6,00	0,02	0,26	0,01	6,78	0,76	0,60	6,00
ET-318	693000	4344000	11,70	269,80	0,43	1,81	6,00	0,01	0,30	0,01	17,68	0,28	0,50	22,30
ET-319	695000	4344000	122,30	352,90	1,34	0,53	0,90	0,02	0,29	0,01	48,26	0,27	1,40	8,90
ET-320	697000	4344000	160,30	254,80	0,20	0,97	25,00	0,01	0,58	0,01	167,13	0,14	0,60	40,70
ET-321	703000	4344000	702,00	185,40	1,87	0,25	0,90	0,01	0,19	0,01	10,17	0,64	0,60	6,10
ET-322	686000	4343000	124,40	107,60	2,53	0,54	2,00	0,01	0,23	0,01	13,11	0,66	1,30	10,90
ET-323	690000	4343000	80,70	187,00	2,33	1,05	0,90	0,01	0,18	0,01	7,69	0,35	1,00	7,80
ET-324	692000	4343000	61,30	468,60	0,81	0,84	5,00	0,02	0,14	0,01	16,49	0,29	0,60	10,80
ET-325	693000	4343000	50,00	114,30	0,85	0,92	5,00	0,01	0,19	0,01	9,25	0,34	0,40	14,50
ET-326	694000	4343000	109,10	180,60	1,50	0,39	7,00	0,01	0,20	0,01	11,86	0,32	1,50	4,80
ET-327	695000	4343000	213,00	405,30	2,31	0,13	0,90	0,00	0,06	0,01	2,71	0,28	0,50	2,40
ET-328	696000	4343000	270,30	88,20	3,55	0,16	5,00	0,01	0,14	0,01	9,97	0,78	1,30	5,70
ET-329	697000	4343000	280,60	172,80	12,55	0,69	32,00	0,01	0,16	0,01	33,09	0,26	0,70	17,00
ET-330	698000	4343000	23,60	449,30	0,30	0,87	16,00	0,01	0,31	0,01	78,75	0,11	0,30	29,60
ET-331	699000	4343000	27,60	649,70	0,32	0,89	16,00	0,01	0,26	0,01	77,63	0,11	0,30	24,60
ET-332	700000	4343000	47,10	233,70	1,23	0,58	17,00	0,01	0,52	0,01	325,04	0,15	2,10	41,50
ET-333	701000	4343000	466,60	196,80	1,49	0,54	20,00	0,01	0,51	0,01	84,83	0,56	1,90	33,80
ET-334	702000	4343000	43,00	136,70	2,57	0,32	6,00	0,00	0,19	0,01	15,69	0,13	1,10	15,60
ET-335	703000	4343000	165,80	89,80	0,58	0,54	33,00	0,01	0,45	0,01	233,64	0,47	2,90	45,70
ET-336	685000	4342000	17,60	53,70	0,99	0,56	8,00	0,01	0,36	0,01	12,15	0,91	1,50	29,10
ET-337	689000	4342000	32,80	213,60	0,92	1,69	4,00	0,01	0,15	0,01	6,96	0,15	0,80	6,60
ET-338	693000	4342000	279,70	74,40	3,22	0,20	4,00	0,00	0,07	0,01	3,77	0,13	0,80	4,50
ET-339	697000	4342000	50,90	456,40	1,22	0,59	19,00	0,01	0,17	0,10	43,64	0,34	0,80	23,20
ET-340	699000	4342000	39,00	220,40	0,88	0,78	25,00	0,01	0,45	0,01	50,05	0,14	1,30	26,40
ET-341	701000	4342000	103,70	159,20	1,05	0,51	18,00	0,01	0,38	0,01	92,16	0,31	2,30	27,30
ET-342	703000	4342000	677,60	106,90	2,86	0,40	18,00	0,01	0,39	0,01	106,31	0,66	3,40	21,50
ET-343	686000	4341000	12,00	301,80	0,36	0,24	4,00	0,01	0,06	0,01	4,37	0,38	2,50	8,30
ET-344	695000	4341000	227,20	127,00	5,70	0,19	4,00	0,01	0,19	0,01	7,28	0,45	1,40	6,00
ET-345	696000	4341000	100,40	40,20	3,85	0,42	1,00	0,00	0,30	0,01	10,98	0,06	2,10	14,50
ET-346	699000	4341000	61,90	124,00	1,41	0,71	21,00	0,01	0,35	0,01	19,94	0,45	1,00	22,20
ET-347	700000	4341000	121,80	237,70	0,80	0,62	36,00	0,02	0,50	0,17	72,42	0,65	1,00	27,90
ET-348	701000	4341000	242,80	277,60	0,79	1,18	135,00	0,01	0,88	0,01	156,27	0,29	1,10	116,70
ET-349	702000	4341000	135,00	104,60	0,33	0,43	42,00	0,01	0,46	0,01	180,99	0,46	0,80	52,20
ET-350	703000	4341000	149,90	17,00	15,36	0,52	7,00	0,01	0,41	0,01	19,89	0,58	4,20	23,60

Ek-4 2. Etap Örneklemeleri (devam)

NOKTALAR	X	Y	As	Sr	Sb	Mg (%)	B	Na (%)	K (%)	S (%)	Cs	Nb	Be	Li
ET-351	704000	4341000	319,20	44,10	10,43	0,28	3,00	0,00	0,25	0,06	2,11	0,48	1,60	11,50
ET-352	689000	4340000	133,30	82,20	6,97	2,87	2,00	0,01	0,05	0,01	2,56	0,06	0,70	1,50
ET-353	695000	4340000	19,50	244,10	0,35	0,16	0,90	0,01	0,19	0,01	14,02	0,09	1,00	2,80
ET-354	699000	4340000	53,80	380,50	0,88	1,09	13,00	0,01	0,29	0,01	12,89	0,12	1,10	23,70
ET-355	701000	4340000	16,10	106,00	0,42	0,53	16,00	0,01	0,31	0,01	63,08	0,25	0,50	28,20
ET-356	703000	4340000	38,10	14,50	0,75	0,27	14,00	0,00	0,25	0,01	61,33	0,37	1,30	14,30
ET-357	689000	4339000	103,80	38,30	1,79	0,33	4,00	0,00	0,21	0,01	8,29	0,62	1,60	6,50
ET-358	690000	4339000	147,50	78,00	0,78	0,15	1,00	0,01	0,11	0,01	13,34	0,10	1,20	3,00
ET-359	691000	4339000	51,50	63,90	2,26	0,38	8,00	0,01	0,36	0,01	16,18	0,61	1,30	8,10
ET-360	692000	4339000	54,80	10,50	1,97	0,07	1,00	0,00	0,13	0,01	1,84	0,20	1,10	2,40
ET-361	693000	4339000	22,10	73,70	0,61	0,16	1,00	0,01	0,24	0,01	3,73	0,16	0,80	2,30
ET-362	694000	4339000	11,30	561,30	0,28	0,23	1,00	0,01	0,48	0,01	9,10	0,03	0,60	2,10
ET-363	695000	4339000	68,70	251,70	1,56	3,59	5,00	0,01	0,16	0,01	11,35	0,09	0,60	41,60
ET-364	696000	4339000	20,10	87,60	1,34	0,64	20,00	0,01	0,32	0,01	9,48	0,33	0,50	27,40
ET-365	697000	4339000	28,40	45,30	0,64	0,74	14,00	0,01	0,31	0,02	13,76	0,37	1,30	16,70
ET-366	698000	4339000	22,20	53,80	0,41	0,78	14,00	0,01	0,44	0,02	20,15	0,56	1,50	18,90
ET-367	699000	4339000	43,20	137,70	0,42	0,86	18,00	0,01	0,42	0,03	22,05	0,72	0,90	23,80
ET-368	700000	4339000	31,60	136,10	0,52	0,62	19,00	0,01	0,38	0,01	21,87	0,08	0,80	24,70
ET-369	701000	4339000	140,00	141,40	0,52	0,51	31,00	0,01	0,52	0,01	53,58	1,00	1,20	24,40
ET-370	702000	4339000	55,30	84,80	0,27	1,08	62,00	0,01	0,57	0,01	181,50	0,16	1,30	270,70
ET-371	703000	4339000	354,80	128,40	1,00	0,38	15,00	0,01	0,37	0,04	97,80	0,54	2,50	16,40
ET-372	704000	4339000	94,50	48,90	6,94	0,36	13,00	0,01	0,46	0,04	23,36	1,26	2,80	16,80

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Eskişehir'de doğdu. İlköğrenimini Kütahya'nın Emet ilçesinde, orta ve lise öğrenimini ise Kütahya'da tamamladı. 1996 yılında KOÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazanıp 2000 yılında mezun oldu. 2000-2003 yılları arasında KOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl KOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimine başladı. Halen Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

EMET (KÜTAHYA) NEOJEN HAVZASININ JEOLOJİ HARİTASI

CAFER ÖZKUL 2008

EK-1

SENOZOYİK
- KUVATERNER
- TERSİYER
  - Orta Miyosen
  - Alt Miyosen

PALEOZOYİK MEŞOZOYİK

- Alüvyon
- Eski Nehir Taraçası
- Traverten
- Bazalt } MAFİK TAVAN VOLKANİTLERİ
- Merkezşıhlar Fm. (Kumtaşı) } TAVAN ÇÖKELLERİ
- Emet Örtü Kireçtaşları } TAVAN ÇÖKELLERİ
- İğdeköy Fm. (Kiltaşı) } CEVHER ZONU
- Ergünler Taban Kireçtaşları } TABAN ÇÖKELLERİ
- Beyköy Fm. (Çakıltaşı, Kumtaşı) } TABAN ÇÖKELLERİ
- Yeniceköy Plaket Kireçtaşları } TABAN ÇÖKELLERİ
- Karbasan Fm. (Kireçtaşı) } TABAN ÇÖKELLERİ
- Dasit, Andezit, Riyolit } FELSİK TABAN VOLKANİTLERİ
- Tüf } FELSİK TABAN VOLKANİTLERİ
- Taşbaşı Fm. (Taban Konglomerası)
- Mika şist, Klorit şist Mermer, Granit } TEMEL KAYAÇLAR

- Akarsu
- Formasyon Sınırı
- Yerleşim Merkezi
- Normal Fay

0 1 km

K

Eğrigöz
Küreci
Alanbağ
Çağcağ
Köprücek
Samrık
Azant
Yağcık
EMET
Sarıyak
Gürpınar
Bahatlar
Yenice
Uzunçam
Doğanlar
Değdeköy
Göncek
Kırgı
Peyhçakır
HİSARCIK
Hasanlar
Beyköy
Eskibeyköy
A. Yoncaağaç
Y. Yoncaağaç
Karbasan
Yenipınar
Hamamköy
Merkezyılar
Kutlubeyler
Kurtdere

TOPRAK ÖRNEKLEME HARİTASI

CAFER ÖZKUL 2008

EK-2

SENOZOYİK
- KUVATERNER
- TERSİYER
  - Orta Miyosen
  - Alt Miyosen

PALEOZOYİK MESOZOYİK

- Alüvyon
- Eski Nehir Taraçası
- Traverten
- Bazalt } MAFİK TAVAN VOLKANİTLERİ
- Merkezşıhlar Fm. (Kumtaşı) } TAVAN ÇÖKELLERİ
- Emet Örtü Kireçtaşları
- İğdeköy Fm. (Kiltaşı) } CEVHER ZONU
- Ergünler Taban Kireçtaşları } TABAN ÇÖKELLERİ
- Beyköy Fm. (Çakıltaşı, Kumtaşı)
- Yeniceköy Plaket Kireçtaşları
- Karbasan Fm. (Kireçtaşı)
- Dasit, Andezit, Riyolit } FELSİK TABAN VOLKANİTLERİ
- Tüf
- Taşbaşı Fm. (Taban Konglomerası)
- Mika şist, Klorit şist Mermer, Granit } TEMEL KAYAÇLAR
- Akarsu
- Formasyon Sınırı
- Yerleşim Merkezi
- Normal Fay
- Geniş Karelaj Örnek Alım Noktası
- Sık Karelaj Örnek Alım Noktası

0 1 km

K

Küreci, Eğrigöz, Alanbaþý, Köprücek, Çaðcaðý, Samrýk, Azant, Yaðcýk, EMET, Sarýyayak, Gürpýnar, Bahatlar, Yenice, Doðanlar, Göncek, Ýdrisköy, Kýrgý, Peyhçakýr, HÝSARCIK, Hasanlar, Beyköy, Akibeyköy, A. Yoncaaðaç, Y. Yoncaaðaç, Karbasan, Hamamköy, Kutlubeyler, Kurtdere, Merkezpýnlar, Uzunçam

ET-1 ET-2 ET-3 ET-4 ET-5 ET-6 ET-7 ET-8 ET-9 ET-10 ET-11 ET-12 ET-13 ET-14 ET-15 ET-16 ET-17 ET-18 ET-19 ET-20 ET-21 ET-22 ET-23 ET-24 ET-25 ET-26 ET-27 ET-28 ET-29 ET-30 ET-31 ET-32 ET-33 ET-34 ET-35 ET-36 ET-37 ET-38 ET-39 ET-40 ET-41 ET-42 ET-43 ET-44 ET-45 ET-46 ET-47 ET-48 ET-49 ET-50 ET-51 ET-52 ET-53 ET-54 ET-55 ET-56 ET-57 ET-58 ET-59 ET-60 ET-61 ET-62 ET-63 ET-64 ET-65 ET-66 ET-67 ET-68 ET-69 ET-70 ET-71 ET-72 ET-73 ET-74 ET-75 ET-76 ET-77 ET-78 ET-79 ET-80 ET-81 ET-82 ET-83 ET-84 ET-85 ET-86 ET-87 ET-88 ET-89 ET-90 ET-91 ET-92 ET-93 ET-94 ET-95 ET-96 ET-97 ET-98 ET-99 ET-100 ET-101 ET-102 ET-103 ET-104 ET-105 ET-106 ET-107 ET-108 ET-109 ET-110 ET-111 ET-112

ET-113 ET-114 ET-115 ET-116 ET-117 ET-118 ET-119 ET-120 ET-121 ET-122 ET-123 ET-124 ET-125 ET-126 ET-127 ET-128 ET-129 ET-130 ET-131 ET-132 ET-133 ET-134 ET-135 ET-136 ET-137 ET-138 ET-139 ET-140 ET-141 ET-142 ET-143 ET-144 ET-145 ET-146 ET-147 ET-148 ET-149 ET-150 ET-151 ET-152 ET-153 ET-154 ET-155 ET-156 ET-157 ET-158 ET-159 ET-160 ET-161 ET-162 ET-163 ET-164 ET-165 ET-166 ET-167 ET-168 ET-169 ET-170 ET-171 ET-172 ET-173 ET-174 ET-175 ET-176 ET-177 ET-178 ET-179 ET-180 ET-181 ET-182 ET-183 ET-184 ET-185 ET-186 ET-187 ET-188 ET-189 ET-190 ET-191 ET-192 ET-193 ET-194 ET-195 ET-196 ET-197 ET-198 ET-199 ET-200 ET-201 ET-202 ET-203 ET-204 ET-205 ET-206 ET-207 ET-208 ET-209 ET-210 ET-211 ET-212 ET-213 ET-214 ET-215 ET-216 ET-217 ET-218 ET-219 ET-220 ET-221 ET-222 ET-223 ET-224 ET-225 ET-226 ET-227 ET-228 ET-229 ET-230 ET-231 ET-232 ET-233 ET-234 ET-235 ET-236 ET-237 ET-238 ET-239 ET-240 ET-241 ET-242 ET-243 ET-244 ET-245 ET-246 ET-247 ET-248 ET-249 ET-250 ET-251 ET-252 ET-253 ET-254 ET-255 ET-256 ET-257 ET-258 ET-259 ET-260 ET-261 ET-262 ET-263 ET-264 ET-265 ET-266 ET-267 ET-268 ET-269 ET-270 ET-271 ET-272 ET-273 ET-274 ET-275 ET-276 ET-277 ET-278 ET-279 ET-280 ET-281 ET-282 ET-283 ET-284 ET-285 ET-286 ET-287 ET-288 ET-289 ET-290 ET-291 ET-292 ET-293 ET-294 ET-295 ET-296 ET-297 ET-298 ET-299 ET-300 ET-301 ET-302 ET-303 ET-304 ET-305 ET-306 ET-307 ET-308 ET-309 ET-310 ET-311 ET-312 ET-313 ET-314 ET-315 ET-316 ET-317 ET-318 ET-319 ET-320 ET-321 ET-322 ET-323 ET-324 ET-325 ET-326 ET-327 ET-328 ET-329 ET-330 ET-331 ET-332 ET-333 ET-334 ET-335 ET-336 ET-337 ET-338 ET-339 ET-340 ET-341 ET-342 ET-343 ET-344 ET-345 ET-346 ET-347 ET-348 ET-349 ET-350 ET-351 ET-352 ET-353 ET-354 ET-355 ET-356 ET-357 ET-358 ET-359 ET-360 ET-361 ET-362 ET-363 ET-364 ET-365 ET-366 ET-367 ET-368 ET-369 ET-370 ET-371 ET-372

KAYAÇ ÖRNEKLEME HARİTASI

CAFER ÖZKUL 2008

EK-3

SENOZOYİK
- KUVATERNER
- TERSİYER
  - Orta Miyosen
  - Alt Miyosen

PALEOZOYİK MESOZOYİK

- Alüvyon
- Eski Nehir Taraçası
- Traverten
- Bazalt } MAFİK TAVAN VOLKANİTLERİ
- Merkezşıhlar Fm. (Kumtaşı) } TAVAN ÇÖKELLERİ
- Emet Örtü Kireçtaşları
- İğdeköy Fm. (Kiltaşı) } CEVHER ZONU
- Ergünler Taban Kireçtaşları } TABAN ÇÖKELLERİ
- Beyköy Fm. (Çakıltaşı, Kumtaşı)
- Yeniceköy Plaket Kireçtaşları
- Karbasan Fm. (Kireçtaşı)
- Dasit, Andezit, Riyolit } FELSİK TABAN VOLKANİTLERİ
- Tüf
- Taşbaşı Fm. (Taban Konglomerası)
- Mika şist, Klorit şist Mermer, Granit } TEMEL KAYAÇLAR

- Akarsu
- Formasyon Sınırı
- Yerleşim Merkezi
- Normal Fay

0 — 1 km

- NUI, NBI_2, NBI_1 — Yeniceköy Plaket Kireçtaşları, Ergünler Taban Kireçtaşları, Emet Örtü Kireçtaşları
- NUV — Dereköy Mafik Tavan Volkanitleri
- NBV — Köprücek Felsik Taban Volkanitleri
- Bm — Temel Kayaçlar

K

Küreci, Eğrigöz, Azant, Yenice, Doğanlar, Göncek, Hasanlar, Yenipınar, Kurtdere, Beyköy, Eskibeyköy, A. Yoncaağaç, Y. Yoncaağaç, Hamamköy, Kutlubeyler, Yağcık, EMET, HİSARCIK, Çağcağı, Alanbağı, Köprücek, Sarıyayak, Gürpınar, Bahatlar, Uzunçam, Yağdeköy, Kığı, Peyhçakı, Merkezpınlar, Karbasan

NBv-1, NBv-3, NBv-5, NBv-7, NBv-10, NBv-25, NBv-31, NBv-32, NBv-36, NBv-41, NBv-43, NBv-44, NBv-47, NBv-49, NBv-70, NBv-71, NBv-72, NBv-73, NBv-74, NBv-75, NBv-77, NBv-78, NBv-79

Bm-9, Bm-12, Bm-13, Bm-16, Bm-17, Bm-18, Bm-19, Bm-20, Bm-21, Bm-22, Bm-23, Bm-24, Bm-26, Bm-27, Bm-28, Bm-29, Bm-30, Bm-31, Bm-32, Bm-33, Bm-34, Bm-35, Bm-36, Bm-37, Bm-38, Bm-39, Bm-40

NUv-2, NUv-3, NUv-8