



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BOZÜYÜK (BİLECİK) GÜNEYDOĞUSU TERSİYER İSTİFİ
STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

Jeo. Müh. Elif APAYDIN POŞLUK

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Genel Jeoloji Programı**

Danışman

Prof.Dr. Hayrettin KORAL

Şubat, 2013

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BOZÜYÜK (BİLECİK) GÜNEYDOĞUSU TERSİYER İSTİFİ
STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

Jeo. Müh. Elif APAYDIN POŞLUK

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Genel Jeoloji Programı**

Danışman

Prof.Dr. Hayrettin KORAL

Şubat, 2013

İSTANBUL

2601100435 Öğrenci numaralı Elif APAYDIN POŞLUK tarafından hazırlanan bu çalışma 24/12/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Prof. Dr. Hayrettin KORAL (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Simav BARGU
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. İzver ÖZKAR ÖNGEN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Ali ELMAS
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM
Yıldız Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin 22056 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübesini paylaşan, sabırla çalışmalarımı yönlendiren, ufkumu genişleten değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hayrettin KORAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında hiç eksilmeyen destekleri, teşvik edici tutumları ve değerli fikirleriyle ile bana büyük moral sağlayan, yardım ve bilgilerini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İzver ÖZKAR ÖNGEN ve Sayın Doç. Dr. Ali ELMAS'a teşekkür ederim.

Lisans dönemimde üzerimde emeği olan, fosillerimi tanımlayarak çalışmamı bir adım ileriye taşıyan, hocam, Sevinç KAPAN-YEŞİLYURT'a teşekkür ederim.

Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak sorularımı cevapsız bırakmayan Yard. Doç. Dr. Yakup Çelik, Yard. Doç. Dr. Şamil ŞEN ve Yard. Doç. Dr. Namık AYSAL'a teşekkür ederim.

Jürimde bulunan ve görüşleriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Simav BARGU ve Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında birikimlerini benimle paylaşan Ar.Gör. Dr. Murat YILMAZ, Ar. Gör. Özge KARSLIOĞLU'na, tezimin yazım ve düzeltme aşamalarında da fikirleriyle bana destek veren Ar. Gör. Dr. Ziya GÖRÜCÜ, Jeoloji Yüksek Mühendisi Alper ŞENGÜL ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Göksel DURSUN'a teşekkür ederim.

Laboratuvar ve büro çalışmalarım sonrasında yardımlarını esirgemeyen, Jeoloji Mühendisi Merve MENTEŞ, Jeoloji Mühendisi Esra ALKAN, Jeoloji Yüksek Mühendisi Fatih ŞEN, Jeoloji Mühendisi Onur ALKAÇ'a ayrıca arazi çalışmalarına da destek olan Jeoloji Mühendisi Serdar AKGÜNDÜZ'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında destekleriyle beni yüreklendiren, hep yanımda olduklarını bildiğim aileme şükranlarımı sunarım.

Her zaman ve her koşulda bana cesaret veren, tezimin her aşamasında yanımda olan meslektaşım, yol arkadaşım, eşim Evren POŞLUK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat, 2013

Elif APAYDIN POŞLUK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	V
TABLO LİSTESİ	X
KISALTMA LİSTESİ	XI
ÖZET	XII
SUMMARY	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İNCELEMENİN AMACI VE KAPSAMI	1
1.2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI	2
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.2. BÖLGESEL JEOLojİ VE NEOTEKTONİK ÖZELLİKLER	7
2.2.1. Bölgesel Jeoloji	7
2.2.1.1. Sakarya Zonu	8
2.2.1.2. İzmir-Ankara Erzincan Zonu (İAEZ)	8
2.2.1.3. Tavşanlı Zonu.....	9
2.2.2. Neotektonik Özellikler	10
2.2.3. Eskişehir Fay Zonu	10
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	13
3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI	13
3.2. BÜRO ÇALIŞMALARI.....	13
4. BULGULAR	15
4.1. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ	15
4.1.1. Giriş	15

4.1.2. Temel Birimler (PzMzt).....	16
4.1.2.1. Metamorfik Birimler.....	16
4.1.2.2. Arifler Melanji.....	20
4.1.2.3. Bilecik Kireçtaşları	21
4.1.3 Örtü Birimleri	22
4.1.3.1. Porsuk Formasyonu (Tp)	22
4.1.3.2. Akpınar Kireçtaşı (Ta)	30
4.1.3.4. Ilıca Formasyonu (Ti)	39
4.1.3.5. Kuvaterner Yaşlı Birimler	45
4.2. YAPISAL JEOLojİ	46
4.2.1. Tabaka Duruşları.....	46
4.2.2. Faylar	48
4.2.2.1. Ormangüzle Fayı(OF).....	53
4.2.2.2. Kızılcapınar Fayı(KzF).....	53
4.2.2.3. Bozalan Fayı(BF).....	54
4.2.2.4. Kandilli Fayı(KF).....	55
4.2.2.5. İnönü Fayı(İF).....	59
4.2.3. Depremsellik	63
4.3. İNÖNÜ VOLKANİTLERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	65
4.3.1 Majör Element Jeokimyası	65
4.3.1.1. Sınıflama	65
4.3.2 İz Element Jeokimyası	67
4.3.3 Tektonik Ortam.....	68
4.3.3.1. Örümcek Diyagramlar	70
4.4. JEOKRONOLOJİ.....	72
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	74
5.1. TARTIŞMA	74
5.1.1 Bölgenin Jeolojik Evrimi ve Ortamsal Yorumu.....	74
5.1.2. Bölgenin Neotektonik-Aktif Tektonik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	80
5.2. SONUÇLAR	82
KAYNAKLAR.....	84

EKLER.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1: Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	1
Şekil 2. 1: Anadolu ve yakın dolayındaki tektonik birlikler ve suture zonlarını gösteren harita. Çalışma alanının bulunduğu bölge beyaz renkli daire ile işaretlenmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999).....	7
Şekil 2. 2: Anadolu'nun neotektonik alt bölümleri. Seyrek noktalı alanlar açılma bölgelerini, çapraz alanlar sıkışma bölgelerini, dikey çizgili alanlar ise kompleks yapılar içeren bölgeleri temsil etmektedir (Barka ve diğ., 1995).....	11
Şekil 4. 1: Çalışma alanında gözlenen temel birimler ve örtü birimleri.....	15
Şekil 4. 2: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Temel birimler için Gözler, 1985; Koçyiğit ve diğ.,1991; Tokay, 2001'den yararlanılmıştır).	17
Şekil 4. 3: Çalışma alanının kuzeybatısında, Bozüyük-Mekece kara yolunda gözlenen mikaşistler.	18
Şekil 4. 4: Bozüyük-Mekece-Bursa kavşağı, Metamorfik temel, Mermer ve Granitoid sınırları.	18
Şekil 4. 5: Kandilli Köyü güneyi, Mesozoyik yaşlı mermerlerinin genel görünümü.	19
Şekil 4. 6: İnönü güneybatısı; Mermerler ile mavişistlerin uyumlu sınırı.	20
Şekil 4. 7: Çalışma alanının güneyinde bulunan ofiyolitik birimler ile Ilıca Formasyonu'nun açısal uyumsuz sınırı.	21
Şekil 4. 8: Çalışma alanının kuzeybatısındaki Bilecik Kireçtaşları tabakalarına ait genel görünüm.	22
Şekil 4. 9: Bozüyük ilçe merkezi civarında gözlenen kötü boylanmış ve kötü yuvarlaklaşmış volkanik-metamorfik çakıllardan oluşan çakıltaşı.....	24
Şekil 4. 10: Porsuk Formasyonu K80B/20GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=27.	25
Şekil 4. 11: Porsuk Formasyonu K80B/20GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontür diyagramı n=27.....	25
Şekil 4. 12: Porsuk Formasyonu K80B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=10.	26
Şekil 4. 13: Porsuk Formasyonu K80B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontur diyagramı n=10.....	26

Şekil 4. 14: Porsuk Formasyonu K72B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=10.	27
Şekil 4. 15: Porsuk Formasyonu K72B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontur diyagramı n=10.	27
Şekil 4. 16: Bozüyük ilçe merkezi güneyi, İçköy mevki (Hızlı Tren 36 nolu tünel girişi), ÖSK 3 (EK-3) başlangıcı, tabanda killi kireçtaşı ile başlayan birim, kömür seviyesi, çakıltası ve kireçtaşı olarak devam etmekte, killi kireçtaşı üzerine kömür seviyesi gelmektedir.	28
Şekil 4. 17: Çaydere Köy yolu ÖSK 1 (EK-1) güzergahı- Çakıltası-kumtaşı.	29
Şekil 4. 18: Çalışma alanı Güneydoğusu, İnönü istasyonu civarı. Akpınar Kireçtaşı-Porsuk Formasyonu uyumlu Sınırı.	30
Şekil 4. 19: ÖSK 4- (EK-4) Örnek noktaları.	31
Şekil 4. 20: BE-46 no'lu örnek içinde gözlenen metamorfik kırıntı (Çapraz ışık).	33
Şekil 4. 21: BE-40/1(1.0 mm büyütme)- BE-40(500µm büyütme) no'lu örneklerde gözlenen laminasyon (Düz ışık).	34
Şekil 4. 22: BE-39 (500µm büyütme) no'lu örnekte gözlenen sparitik doku (Düz ışık).	34
Şekil 4. 23: Bozüyük ilçe merkezi güneydoğusu Porsuk Formasyonu ile Akpınar Kireçtaşının faylı sınırı. Hızlı tren yol yarması.	35
Şekil 4. 24: Çalışma alanının doğusu (Akpınar Köyü yakını) Akpınar Kireçtaşları içerisindeki erime boşlukları. Hızlı tren yol yarması.	36
Şekil 4. 25: İnönü ilçesi güneydoğusu (Çukurhisar mevki) gözlenen piroklastik birimler.	37
Şekil 4. 26: A-B) BE-9 No'lu örneğin ince kesit görüntüsü(200µm büyütme)- Mikrolitik-porfirik doku. Camsı hamur içinde serpantinleşmeye başlamış olivin, piroksen, plajiyoklas ve opak mineraller bulunmaktadır.	38
Şekil 4. 27: A-B) BE-36 No'lu örneğin ince kesit görüntüsü(1 mm büyütme)- iğnemsilifsi plajiyoklas mikrolitleri olan, olivin ve piroksen fenokristalleri içeren camsı bazalt dokusu (olivin fenokristalleri serpantinleşmeye başlamıştır).	38
Şekil 4. 28: Bozüyük Çaydere Köyü yolu, Köyiçi tepe civarında alınan şematik kesit.	41
Şekil 4. 29: Köyiçi Tepe civarında gözlenen karbonat yumruları içeren (siyah çizgi ile konturlanmıştır) çakıltası birimi.	41
Şekil 4. 30: Çaydere yolu girişi-Ilıca Formasyonunda gözlenen volkanik kökenli çakıllar ve karbonat yumruları (Siyah çizgi ile konturlanmıştır).	42

Şekil 4. 31: BE-49 no'lu örnek (Oklubalı köyü) içinde gözlenen ostracod kavkısı (Çapraz ışık).....	43
Şekil 4. 32: BE-49 no'lu örnek (Oklubalı köyü) içinde gözlenen ooidler ve ve tatlı su alglerinin oluşturduğu konsentrik yapılar (Çapraz ışık).	43
Şekil 4. 33: Oklubalı civarında Ilıca Formasyonunda bulunan Planorbarius thiollieri (MICHAUD) fosil örnekleri.	44
Şekil 4. 34: İnönü Havzası alüvyal çökelleri.	45
Şekil 4. 35: Çalışma alanının güneyinde bulunan Kandilli Fayı (KF) üzerinde gözlenen yamaç molozu.	46
Şekil 4. 36: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait kutup noktaları diyagram n=74....	47
Şekil 4. 37: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait kontur diyagramı n=74.	47
Şekil 4. 38: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait doğrultu gül diyagramı n=74.	47
Şekil 4. 39: Fay Düzlemleri ve yatımlarının stereonet üzerinde gösterilmesi	51
Şekil 4. 40: Fay Düzlemlerinin kutup noktalarını gösteren diyagram n=40.	52
Şekil 4. 41: Fay Düzlemlerine ait kontur diyagramı n=40.	52
Şekil 4. 42: Fay düzlemlerine ait doğrultu gül diyagramı n=40 (Siyah oklar KB-GD doğrultulu fayların sıkışma yönünü, beyaz oklar D-B doğrultulu fayların sıkışma yönünü gösterir).	52
Şekil 4. 43: Temele ait kireçtaşları ile Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu arası birim arasında yer alan Ormangüzle Fayı (OF).	53
Şekil 4. 44: Akpınar Kireçtaşlarını kesen Kızılcapınar Fayı'na (KzF) ait fay çizikleri.	54
Şekil 4. 45: Bozalan Fayına (BF) ait fay düzlemi.	54
Şekil 4. 46: İnönü Ovası batısından Kandilli Fayı'nın (KF) genel görünümü.	55
Şekil 4. 47: Kandilli Fayı K- G/90 fay düzlemi ve üzerindeki G'ye dalımlı fay çizikleri.	56
Şekil 4. 48: Kandilli Fayı üzerinde birçok asılı vadi gelişmiştir. Bu fotoğraf H87 (Tablo 4.3) nolu lokasyondaki asılı vadiyi göstermektedir.	57
Şekil 4. 49: H102 (Tablo 4.3) nolu lokasyon K35B/55KD doğrultulu aurorite mineralli (Tokay, 2001) fay aynası ve üzerindeki fay çizikleri.	58
Şekil 4. 50: H102 (Tablo 4.3) K30B/40KD doğrultulu fay düzlemi ve fay çizikleri.	59
Şekil 4. 51: İnönü ilçe merkezi kuzeyinden İnönü Fayı'nın genel görünümü.	60
Şekil 4. 52: İnönü ilçe merkezinde gözlenen mağaralar.	60
Şekil 4. 53: K42B/68 KD fay düzlemi ve üzerinde gelişen fay çizikleri.	61

Şekil 4. 54: K22B/58KD ölçülen fay düzlemi ve üzerindeki fay çizikleri.....	62
Şekil 4. 55: Eskişehir ve civarında, 1900 ve sonrası yıllarda meydana gelmiş, büyüklükleri 2.0 ile 6.4 arasında olan tüm depremlerin dağılımları. (http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Veritabani/DDA.aspx?param=3).....	63
Şekil 4. 56: Eskişehir ve çevresinde 20. yy'da meydana gelen magnitüdü 4'ün üzerindeki depremlerin episantırlarını gösteren harita. İnce çizgiler 20 Şubat 1956 Eskişehir depremine ait izoseistler (Öcal 1959'dan alınmıştır). Kalın çizgi bu depremde kırılan fay segmentini göstermektedir. Fay düzlemi çözümü McKenzie (1972) tarafından 20 Şubat 1956 depremi için geliştirilmiştir (Altunel ve Barka, 1998).....	64
Şekil 4. 57: İnönü Volkanitlerinin a) TAS: Toplam alkali-SiO ₂ (Middemost (1984)'dan uyarlanarak) ve b) Zr/TiO ₂ 'ya karşı Si ₂ O (Winchester ve Floyd, 1977'den uyarlanarak) diyagramlarındaki yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.	66
Şekil 4. 58: İnönü Volkanitleri örneklerinin AFM (Irvine ve Baragar (1971)'dan uyarlanarak). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.....	66
Şekil 4. 59: Bathchelor ve Bowden (1985) diyagramlarında İnönü Volkanitlerinin yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.....	69
Şekil 4. 60: Y+Nb'ye karşı Rb ve Y'ye karşı Nb (Pearce, 1984'dan uyarlanarak) diyagramlarında İnönü Volkanitlerinin yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.....	69
Şekil 4. 61: İnönü Volkanitleri örneklerinin MORB' a karşı normalize diyagramı (MORB, Pearce, 1983'dan uyarlanarak). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.	71
Şekil 4. 62: İnönü Volkanitleri örneklerine ait nadir toprak elementlerinin Kayaç/Kondrit'e karşı normalize diyagramı (Boynton, 1984'dan uyarlanmıştır). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.....	72
Şekil 5. 1: A) Yerden jeofizik (yerçekimi) görüntü kontur haritası, B) Havadan jeofizik (manyetik) görüntü kontur haritası (Mumcu, 1975; Tokay, 2001).	76
Şekil 5. 2: İnönü havzasına ait jeofizik (rezistivite) verilerden yararlanılarak hazırlanmış jeolojik kesitler (Mumcu, 1975).	77

Şekil 5. 3: Bozüyük ve İnönü Havzalarının gelişim evrelerini gösteren blok diyagramlar.	79
Şekil 5. 4: İnönü-Sultandere arasında tespit edilen fay yüzeylerine ait gül diyagramı ve doğrultu atımlı transtansiyonal fay zonundaki yapıların yüzey izlerini gösteren yatay kesit. F kıvrım, RF ters fay, NF normal fay, T tansiyon çatlağı, R ve R'Riedel shears (Altunel ve Barka, 1998).....	81
Şekil 5. 5: Doğrultu atımlı faylarla ilişkili ana gerilme (stress) yönlerini gösteren diyagram.	81

TABLO LİSTESİ

Tablo 4. 1: İnce kesit yaptırılan örneklerin lokasyonları	32
Tablo 4. 2: İnce kesit yaptırılan örneklerin lokasyonları	42
Tablo 4. 3: Çalışma alanında gözlenen fayların lokasyonları ve ölçümleri.	49
Tablo 4. 4: Jeokimya analizleri ile belirlenen ana element değerleri.	65
Tablo 4. 5: Jeokimya analizleri ile belirlenen iz element değerleri.	67
Tablo 4. 6: İnönü Volkanitlerine ait $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ yaşlandırma sonuçları	73

KISALTMA LİSTESİ

Ar:	argon
GSK:	genelleştirilmiş stratigrafik kesit
K:	potasyum
My:	milyon yıl
Olv:	olivin
ÖSK:	ölçülü stratigrafik kesit
Prks:	piroksen

ÖZET

BOZÜYÜK (BİLECİK) GÜNEYDOĞUSU TERSİYER İSTİFİ STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Bu çalışma, Güney Marmara’da yer alan ve Sakarya kıtası ile Anatolid-Torid bloğunun çarpışması sonucu şekillenen Bozüyük (Bilecik) havzası ve güneydoğusundaki Tersiyer yaşlı kayaların stratigrafik istifini ve yapısal özelliklerinin ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma alanında Tersiyer yaşlı birimler önceki çalışmalarda yeterince ayırtılmamıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanındaki temel birimleri üzerleyen Tersiyer yaşlı örtü birimler ve sınırları yeniden gözden geçirilerek bölgenin stratigrafisi belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki Mesozoyik öncesi mermerler, şistler ve granodiyoritler, Mesozoyik yaşlı mermerler, şistler, ofiyolitik birimler ve kireçtaşları çalışma alanının temel kayalarını oluşturmaktadır. Çalışma alanında temeli üzerleyen birimler ise örtü birimleri olarak tanımlanmıştır. Bu alanda Tersiyere ait kayalar içinde Paleojen yaşlı birimlere rastlanmamış, çalışma alanında Neojen yaşlı birimler gözlenmiştir. Neojen yaşlı birimler alttan üste doğru Porsuk Formasyonu, Akpınar Kireçtaşları, İnönü Volkanitleri, Ilıca Formasyonu ve Holosen yaşlı alüvyal çökeller olarak isimlendirilmiştir.

Önceki çalışmalarda da olduğu gibi, Porsuk Formasyonunda ve Akpınar Kireçtaşlarında fosil bulunamamış ve bölgesel korelasyonla yaşı Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir. İnönü volkanitlerinin yaşı K^{40} - Ar^{40} yaş analizi ile Orta Miyosen olarak belirlenmiştir. Ilıca Formasyonunda *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) fosilleri bulunmuş ve bu formasyonun yaşının Üst Pliyosen öncesine kadar uzadığı belirlenmiştir.

Çalışma alanı Bozüyük ve İnönü civarında Eskişehir Fay zonunda batıdan doğuya doğru Ormangüzle, Kızılcapınar, Bozalan, Kandilli ve İnönü Fayları tespit edilmiştir. Bu fayların KB-GD ve BKB-DGD uzanımlı olduğu bulunmuştur.

Günümüzde sismik aktivitesini koruyan bu zondaki faylardan KB-GD doğrultulu olanların incelenen alanın Neojen stratigrafisinin oluşumunda Alt Pliyosen sonuna kadar etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BKB-DGD doğrultulu fayların ise 2 Şubat 1956 Çukurhisar depreminde gözlemlendiği üzere deprem üretme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir.

SUMMARY

STRATIGRAPHY AND STRUCTURAL FEATURES OF TERTIARY SEQUENCE IN THE SOUTHEASTERN BOZÜYÜK (BİLECİK) AREA

This study aims to explore the stratigraphy of Tertiary rocks and structural features located in Bozüyük, province of Bilecik formed as a result of collision between the Sakarya continent in the southern Marmara and the Tauride-Anatolide block. Tertiary aged units in the study area have not been detailed in the previous studies. In accordance with this aim, stratigraphy of the study area is determined by restudying the Tertiary aged cover units and their relations with each other.

Pre-Mesozoic marbles, schists and granodiorites, Mesozoic marbles, schists, ophiolitic units and limestones are basement rocks in the study area. The units which lie over the basement units are defined as cover units. Paleogene age Tertiary units are not discovered in this area. Neogene aged units are observed. Neogene aged units are named as the Porsuk Formation, Akpınar Limestones, İnönü Volcanites, Ilıca Formation and Quaternary alluvials from the bottom to the top.

As a in previous studies, fossils were not observed in the Porsuk Formation and Akpınar Limestones and their age were assumed as Lower-Middle Miocene using the regional correlation of units concerned. The age of İnönü Volcanite was defined as Middle Miocene with K^{40} - Ar^{40} dating analyses. *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) is founded in the Ilıca Formation and the age of this formation is determined as extending up to the Upper Pliocene.

The Ormangüzle, Kızılcapınar, Bozalan, Kandilli and İnönü Faults are observed within the Eskişehir Fault Zone to the west and east of the study area around the towns of Bozüyük and İnönü. These faults have orientations in NW-SE and WNW-ESE directions.

It is understood that some of these faults in this zone still keeping their seismic activities. Those in NW-SE directions, were effective for formation of the Neocene

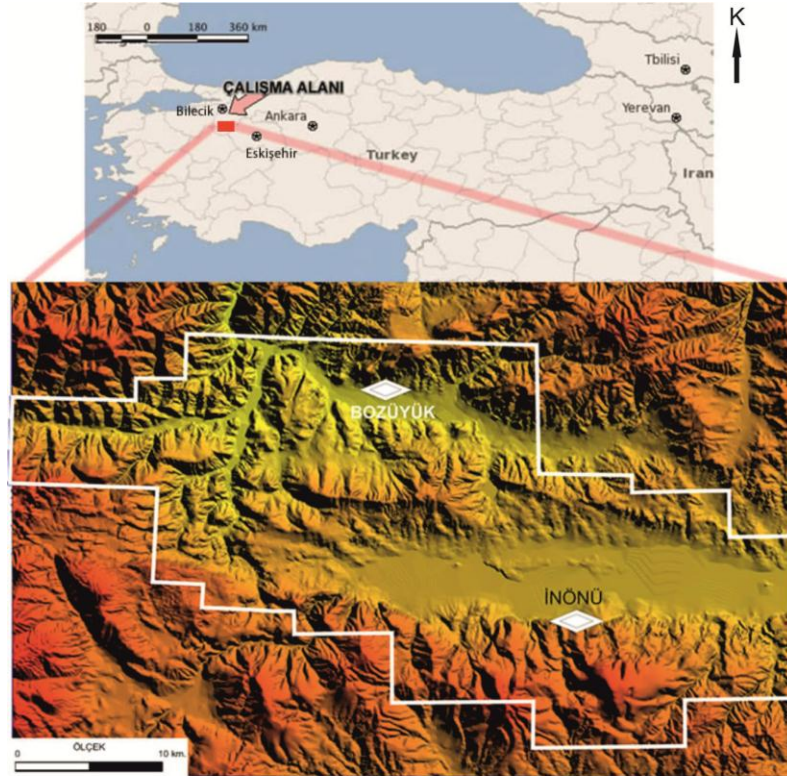
sequence in the study area till the end of Lower Pliocene. Faults in WNW-ESE directions are determined to have a potential of producing earthquakes as exemplified in the Çukurhisar earthquake dated 2 February 1956.

1. GİRİŞ

1.1. İNCELEMENİN AMACI VE KAPSAMI

Bu inceleme, Sakarya kıtası ile Anatolid-Torid bloğunun çarpışmasından etkilenen bölgede, Bilecik iline bağlı Bozüyük ilçesi ve dolayında yer alan Tersiyer yaşlı kayaların stratigrafik istifini ve yapısal özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma alanı Eskişehir I 24 a1, a3, a4 ve Kütahya I 23 b2, b3 paftaları olmak üzere 5 adet 1/25000'lik jeoloji haritası alanını kapsamaktadır.

Bölgedeki Tersiyer yaşlı birimler önceki çalışmalarda ayrıntılı ayırtlanmamıştır. Stratigrafik kesitlerde önceki çalışmacılar benzer istifsel özelliklere sahip birimlere farklı isimler ve yaşlar önerilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanındaki Tersiyer yaşlı birimler yeniden çalışılarak, önceki çalışmalarda ortaya çıkan bu jeolojik sorunlara çözüm aranmıştır. Aynı zamanda çalışma alanındaki tektonik unsurlar incelenmiş, bölgenin yapısal özellikleri ortaya konularak bölge için Tersiyer jeolojik evrim modeli oluşturulmuştur.



Şekil 1. 1: Çalışma alanının yer bulduru haritası

Çalışma alanının jeolojisini, stratigrafisini ve yapısal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla, MTA, TCDD ve TPAO gibi kurumların bölge ile ilgili raporlarından, inceleme alanı hakkındaki yüksek lisans ve doktora tezlerinden ve bölge ile ilgili makalelerden yararlanılmıştır.

İnceleme alanında stratigrafi kurallarına uyularak 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (EK-5) jeolojik enine kesitler (EK-6) ve Genelleştirilmiş ve Ölçülü Stratigrafik Kesitler (GSK ve ÖSK) hazırlanmıştır. Ayrıca saha çalışmalarından elde edilen verilerle, bölgenin yapısal özelliklerini ortaya koymak amacıyla stereonet abakları, "DIPS" ve "MyFAULT" isimli bilgisayar yazılımları kullanılarak gül ve kontür diyagramları oluşturulmuştur.

Çalışma alanındaki birimlerden alınan örneklerden ince kesitler yaptırılarak mineralojik ve petrografik tayinler yapılmış ve bu numunelerden gerekli görülenleri ilgili Acme Laboratuvarlarına (Kanada) gönderilerek jeokimyasal analiz, Gottingen Üniversitesi (Almanya)'ne gönderilerek yaş tayini analizleri yaptırılmıştır. Jeokimya örnek sonuçları GCDKit programında değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışma alanındaki Porsuk Formasyonundan alınan kömür örnekleri üzerinde birim yaşlarını ve ortamsal koşulları belirleyebilmek amacı ile polen araştırmasına gidilmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında Bozüyük ve dolayının jeolojisi, Tersiyer stratigrafisi ve yapısal özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

1.2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Çalışma alanı Bilecik iline bağlı Bozüyük ilçesi ve Eskişehir iline bağlı İnönü ilçesi merkezleri ile bunlara bağlı köyleri kapsamaktadır. Bu köyler, Aşağıarmutlu, Kızılcapınar, Ormangüzle, Revnak (Fındıklıoluk), Kapanalan, Çaydere, Kuyupınar, Saraycık, Akpınar, Karaağaç, Kovalca, Kandilli, Poyra, Tavukçu ve Oklubalı'dır.

Çalışma alanı oldukça sert topoğrafyaya sahiptir. Bu bölge içerisinde yüksekliği yaklaşık 1300 metreye kadar ulaşan çok sayıda yükseltiler bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; Kuzudoruğu Tepe (1333 m), Kocababa Tepe (1287 m), Çalındoruk (1281

m), Yeldeğirmeni (1230 m) Kocabayır Tepe (1225 m), Karadede Tepe (1211 m), Eskikale Tepe (1150 m), Tekekuz Tepe (1077 m), Yelli Tepe (1071 m) ve Kocatuzla Tepe (1044 m)' dir.

Çalışma alanı geniş bir drenaj ağına sahiptir. Bölgede bulunan akarsular dandiritik drenaja sahiptir. Çalışma alanında yer alan en önemli dereler ise Sarısu, Karayavuk, Muratdere, Karaağaç, Kocadere, Değirmendüzü ve Karasu dereleridir.

Bölgede ulaşım ise; Bozüyük- Mekece- Adapazarı Karayolu (D650), Eski Bozüyük- Kütahya Karayolu, Bozüyük- Kütahya- Antalya Karayolu (D650), Bozüyük Çevreyolu (E90), Bozüyük- İnegöl- Bursa Karayolu'ndan (D200) ve Ankara- İstanbul konvansiyonel tren hattından sağlanmaktadır. Ayrıca bölgede Ankara- İstanbul Hızlı Tren Projesi II. Etap (İnönü-Köseköy) inşaatı devam etmektedir.

Çalışma alanındaki hakim iklim, Koçman (1993) tarafından yapılmış olan iklim tipi ve iklim bölgeleri sınıflandırmasına göre yarı kurak İç Anadolu iklimi ile yarı nemli Marmara iklimi arasında bir geçiş bölgesinde yer almaktadır. Bölgede en yüksek sıcaklık Temmuz ayında gözlenmektedir (41,5°), en soğuk ay ise Şubat'tır (-14,5°). Bölge Türkiye ortalamasının üzerinde yağış almaktadır. En çok yağış aldığı aylar aralık ve ocak aylarıdır, en kurak ay ise ağustos ayıdır (<http://www.dmi.gov.tr>).

Çalışma alanının, Güney Marmara'nın nemli iklimi ile İç Anadolu'nun kurak iklimi arasında bir geçiş sahasında yer alması, bölgenin bitki örtüsünde çeşitlenmeye yol açmıştır. Bozüyük'ün doğu sınırını oluşturan Söğüt ve İnönü'ye doğru olan kesimlerinde Antropojen Step toplulukları mevcut iken, kuzeybatısında Karasu boğazından itibaren ve batısında Aksu vadisinden itibaren meşe, gürgen ve karaçam topluluklarının bulunduğu ormanlar yer kaplamaktadır (Altaş, 2009).

2. GENEL KISIMLAR

2.1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki araştırmacılar tarafından çalışma alanı içerisinde yapılan çalışmaların çoğu, bölgedeki mineral kaynakları üzerine yoğunlaşmıştır. Bölgedeki ilk jeoloji çalışmaları MTA Enstitüsü tarafından yaptırılan 1/500.000 (Erentöz, 1975) ve 1/100.000 (Gözler ve diğ., 1996) ölçekli jeoloji haritalarıdır. Ayaroğlu'nun (1979) Bozüyük metamorfitlerinin petrokimyasal özellikleri isimli çalışmasında, Bozüyük-Söğüt (Bilecik) yöresinde Paleozoyik oluşukları Bozüyük metamorfitleri olarak adlandırılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak, bölgenin temelini oluşturan bu birimin metamorfizma derecesi ve köken kayaçlarını belirlenmiştir.

Çalışma alanı ile ilişki olan diğer araştırmalar kronolojik sırayla aşağıdaki şekildedir:

ALTINLI (1973), “Orta Sakarya Jeolojisi” isimli makalesinde, doğuda Bursa ovasından, batıda Nallıhan yakınlarına, kuzeyde Mekece'den güneyde Söğüt ilçesine kadar olan alanda gözlemlediği kaya birimlerinin litolojik özelliklerini, fasiyes değişimlerini, yaş konaklarını, çökeltme ortamlarını ve yapı katına dayandırılan yapısal jeolojilerini tanıtmıştır. Bu kaya birimleri temeli oluşturan magmatitler ile volkanitler, Üst Permiyenden genç spilitler, Üst Kretasenin ofiyolit dizisi ile tüfleri, Paleosenin Sarıcakaya volkanitleri, Neojenin andeziti, tüfü ve Pliyosenin bazaltlarıdır.

OKAY (1981), Tavşanlı kuzey doğusunda yaptığı çalışmada, İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitli melanj birimlerinin yüksek basınç/düşük sıcaklık koşullarında mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olduklarını ifade eder.

OKAY (1984), Kuzeybatı Anadolu'da farklı zamanlarda gelişmiş dört metamorfik kuşak ayırtlar. En kuzeyde olanı Pontid jeotektonik kuşağı içindeki Karakaya Metamorfitleri'dir. Büyük bölümü bazik volkanik kayaçlardan oluşan ve metamorfizma derecesi orta basınç Barroviyen tipi olan kuşaktır (Sakarya Zonu). Karakaya Metamorfitleri'nin güneyinde Pontid-Torid kenedi boyunca yüksek basınç/düşük sıcaklık kuşağı yer alır (Tavşanlı Zonu). Bu kuşağın da güneyinde yeşil şist fasiyesinde

metamorfizma geçirmiş kırıntılı ve karbonatlardan oluşan üçüncü bir kuşak yer alır (Afyon Zonu). Gnays, amfibolit ve mermerlerden oluşan dördüncü kuşak ise Karakaya Metamorfitleri'nin altında tektonik pencereler şeklinde yüzeyler (Uludağ ve Kazdağ Masifi).

GÖZLER ve diğ. (1985), "Eskişehir ve civarının jeolojisi sıcak su kaynakları" isimli makalelerinde Eskişehir ili çevresi ve kuzey bölümünde bulunan birimleri ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Bölgedeki istif alttan üste doğru Jura öncesi oluşmuş ofiyolit-metamorfik-metadetritik tektonik birlik, Jura, dönemi detritik ve kireçtaşları, Paleosen, Eosen, Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayalar ve bunların üzerine gelen Pleyistosen yaşlı gevşek tutturulmuş kum, çakıl ve kilaşları olarak belirlemişlerdir. Yazarlar bölgede derinlik kayacı olarak porfirik dokulu granitler, volkanik kayalar olarak ise andezitler, tüfler ve bazaltlar bulunduğunu söylemişlerdir.

KOÇYİĞİT ve diğ. (1991), "İnegöl-Bilecik-Bozüyük Arasında Kalan Alanın Jeolojik Etüdü" isimli TPAO Proje çalışmalarında, bölgede bulunan jeolojik birimler ayrıntılı olarak incelenmişlerdir. Çalışmada bölgede bulunan temel birimler Pazarcık Yapısal Karmaşığı, Bozüyük Granitoidi, Dodurga Metamorfitleri, Neojen birimler ise İnegöl Grubu, Kuzudoruğu Formasyonu ve alüvyon olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bölgede yer alan birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri, stratigrafik ve tektonik özellikleri belirlenmiş, bölgeye ait jeoloji ve yapı haritaları, dikme kesitler ve enine kesitler hazırlanmıştır.

SİYAKO ve diğ. (1991), "Bozüyük-İnönü-Eskişehir-Alpu-Beylikova-Sakarya Çevresinin Tersiyer Jeolojisi" isimli çalışmalarında Tersiyer yaşlı formasyonların, Neotetisin kuzey kolunu oluşturan bir okyanus ürünü olan temel kaya üzerinde uyumsuzlukla bulunduğu belirtilmiştir. Çalışma alanındaki Neojen birimleri batıda Bozüyük'ten Doğuda Sakarya nehrine kadar olan 160 km. bir hat boyunca takip etmişler, Bozüyük-İnönü çevresi ile İnönü-Beylikova-Sakarya olarak iki ayrı stratigrafik istife ayırmışlardır. Bozüyük-İnönü bölgesi istifini Miyosen yaşlı Beke Formasyonu, Tunçbilek Formasyonu Demirbilek Üyesi, Pliyosen yaşlı Çökköy Formasyonu, Emet Formasyonu, Tersiyer yaşlı volkanitler ve Kuvaterner birimler olarak tanımlamışlardır.

Çalışma alanındaki Revnak-Çaydere-Saraycık köyleri çevresinde kömür içeren formasyonlarda kömür potansiyeli olduğundan bahsetmişlerdir.

GÖZLER ve diğ. (1996), Tetisin kuzey kolunun kapanımıyla bir dizi tektonik olayların geliştiğini ve formasyonların çarpışma kuşağı özellikleri sergilediğini belirtmişlerdir. İnönü metamorfizmalarının Triyas yaşlı kıtasal kabuk malzemesinin karakterize etmekte ve üzerine dilimler halinde ofiyolitler ve melanjlar gelmekte olduğunu savunmuşlardır.

ALTUNEL ve BARKA (1998), batıda Uludağ (Bursa) ile doğuda Kaymaz (Eskişehir) arasında uzanan Batı-Kuzeybatı, Doğu-Kuzeydoğu doğrultulu Eskişehir Fay Zonu'nun Ege-Batı Anadolu bloğunu Orta Anadolu bloğundan ayıran sağ yönlü doğrultu atımlı normal bileşenli bir fay olduğunu belirtmiştir ve en az Pleistosen'den bu yana aktif olan bu fay zonunun genç çökel havzalarının oluşumunda da önemli rol oynadığı ve transtansiyonel bir fay zonu olduğunu savunmuşlardır.

KOÇYİĞİT (2000), yaptığı çalışmada Eskişehir Fayı'nın, İnönü segmenti civarındaki atım verilerini değerlendirerek, bu fay üzerinde 0,07-0,13 mm/yıl mertebesinde bir düşey devinim hızının olduğunu ileri sürmüştür.

TOKAY ve ALTUNEL (2005), "Eskişehir Fay Zonunun İnönü Dodurga Segmentinin Neotektonik Aktivitesi" isimli makalelerinde, kuzeybatıda İnegöl ile güneydoğuda Tuz Gölü arasında yer alan Eskişehir Fay Zonunun İnönü-Dodurga segmentini incelemişlerdir. Segmenti D-B doğrultulu İnönü Fayı ve KB-GD doğrultulu Kandilli Fayı olarak ikiye ayırmış ve bu segmentteki en önemli depremin 20 Şubat 1956 (M=6,4) depremi olduğunu belirtmişlerdir. Bu noktadan hareket eden araştırmacılar bölgede yaptıkları jeolojik, morfolojik ve jeofizik araştırmalardan yola çıkarak bahsedilen İnönü-Dodurga segmentinin, büyüklüğü en fazla 6-6,5 olan deprem üretebileceği sonucuna varmışlardır.

OCAKOĞLU (2007), Eskişehir Fay Zonu'nun, Anadolu plakası içerisinde önemli ana yapılardan biri olduğunu, Bozüyük ve Alpu arasında uzanan, 15 km. genişliğinde, 100 km. uzunluğunda ve uzunlukları 5 ile 25 km. arasında değişen 21 segmentten oluştuğunu belirtmiştir. Bu fayların baskın karakterinin eğim atımlı normal fay olmasına

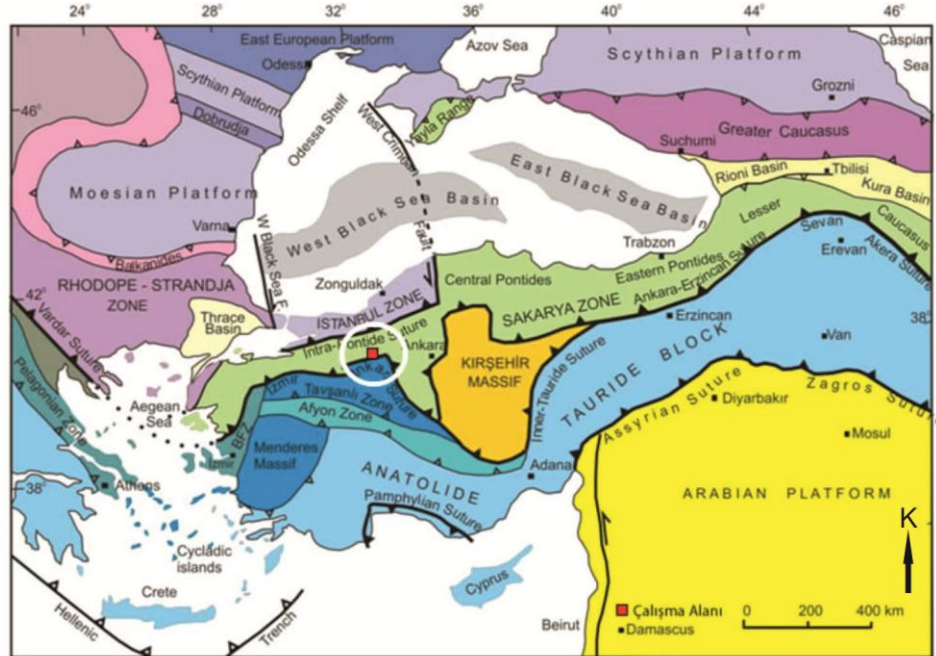
karşın, daha batıda sağ yönlü bileşeninde olduğunu ve tahmin edilen düşey yerdeğiştirme miktarının 450 m.den fazla olduğuna değinmiştir. Miyosen yaşlı birimlerin üzerinde küçük değerli açısız uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı karasal çökellerinin geldiğini ve bu birimlerin Eskişehir Fay Zonu tarafından kesildiğini belirtmiştir.

YÜKSEL PROJE (2009), "Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren Projesi" kapsamında çalışma alanından geçen güzergah jeolojisi çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmalarda bölgede yapılan araştırma sondajlarından da yararlanılarak güzergah jeolojisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2.2. BÖLGESEL JEOLJİ VE NEOTEKTONİK ÖZELLİKLER

2.2.1. Bölgesel Jeoloji

Ülkemizin kuzeybatı bölümünde yer alan çalışma alanı, tektonostratigrafik yapı-özellikleri açısından kuzeyden güneye doğru “Sakarya zone, “Ankara-İzmir-Erzincan Zonu” ve” Tavşanlı Zonu’na ait birlikleri içerir.(Şekil 2.1).



Şekil 2. 1: Anadolu ve yakın dolayındaki tektonik birlikler ve suture zonlarını gösteren harita. Çalışma alanının bulunduğu bölge beyaz renkli daire ile işaretlenmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999).

Bu bölümde bölgenin jeolojik evriminin anlaşılabilmesi açısından sırasıyla Sakarya Zonu, Ankara-İzmir-Erzincan Zonu, Tavşanlı Zonu ve Eskişehir Fay Zonu'nun genel özellikleri özetlenecektir.

2.2.1.1. Sakarya Zonu

Sakarya Zonu, kuzeyde İç-Pontid, güneyde İzmir-Ankara Kenet Kuşağı'na, Batıda Biga Yarımadası'ndan doğuda Doğu Karadeniz dağlarına doğru uzanmaktadır. Sakarya Zonu'nun temeli deforme olmuş, metamorfik ve metamorfik olmayan Paleozoyik yaşlı birimlerinden oluşmuştur. Bu temel Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerle örtülmüştür (Yılmaz, 1997).

Şengör ve diğ (1984) ve Okay (1989) çalışmalarında Sakarya Zonu'nun Liyas (Jura) ve öncesi çökel kayalarının temelini, Karakaya Kompleksi olarak adlandırmışlardır. Eroskay (1965) tarafından Derbent kireçtaşı olarak adlandırılan Permiyen yaşlı bloklarını kapsayan spilitik bazalt, çamurtaşı, radyolarit, feldspatik kumtaşı, kuvarsit, konglomera ve silttaşından meydana gelen Karakaya kompleksi üzerine uyumsuzlukla gelen Alt Jura yaşlı kaba kırıntılılardan (Altınlı, 1973) yola çıkarak Permo-Triyas yaşlı olarak kabul edilmiştir (Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1990). Okay ve diğ. (1990) Karakaya Karmaşığının farklı tektono-stratigrafik birimlerden meydana geldiğini belirtmektedirler. Bütün bu birimler Liyas öncesinde Triyas çanağında gelişmiş bir topluluktur (Genç, 1992). Karmaşık ve yoğun bir deformasyon geçiren bu topluluk, yeşilşist ve glokofanlı yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır (Yılmaz, 1981a).

2.2.1.2. İzmir-Ankara Erzincan Zonu (İAEZ)

İzmir-Ankara-Erzincan Zonu (İAEZ), İzmir'den başlayarak Bursa-Eskişehir- Ankara yönüne doğru devam eden bir yayılım sunan ofiyolitli melanaj ve ultramafik kayalardan oluşan bir kuşaktır İAEZ ilk olarak Brinkmann (1966) tarafından tanıtılmıştır. Kaya (1992) tarafından ultramafik ve metamorfik (yeşilşist ve mavişist) bir temel olarak yeniden tanımlanmıştır.

İAEZ Lavrasya ve Gondvana arasındaki Tetis Okyanusu'nun, kuzey kolunun kapanmasıyla, Sakarya Kıtası (Şengör ve Yılmaz, 1981) ile Anatolid-Torid bloğunun çarpışması sonucu gelişen yitim-üzerleme-yüksek basınç/düşük sıcaklık (YB/DS) metamorfizması ve magmatizma ürünleri ile ofiyolitik melanj kaya birimlerinin bir araya geldiği zon olarak tanımlanabilir (Blumenthal, 1946; Brinkmann, 1966; 1972; 1976; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984b; Kaya, 1991; 1992; Okay ve Siyako, 1991).

Erken Kretase'de başlayan ve Erken Eosen'e kadar devam eden okyanusal kabuğun kuzey yönlü yitimiyle Sakarya Kıtası altında tüketilmesi sonucunda ada yayı, toleyitik ve yüksek magnezyumlu okyanusal kabuk ile melanj kaması gelişmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğ., 2001; Robertson, A.H.F., 2002). Buradaki supra-subduction zonu ofiyolitleri, Üst Kretase'de ekaylı dilimler halinde güneye doğru Anatolid-Torid Bloğu üzerine bindirmiş farklı deformasyon yapıları sunan farklı yaş ve kaya topluluklarını içeren kaotik özellikli ofiyolitik melanjin oluşumunu sağlamıştır (Çoğulu, 1967; Nebert, 1975; Koçyiğit ve diğ., 1991).

2.2.1.3. Tavşanlı Zonu

Tavşanlı Zonu, Anatolid-Torid Bloku'nun kuzeybatı kenarında yer alır ve bu bloğun Kretase'de yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB/DS) koşullarında metamorfizma geçirmiş kesimini oluşturur. Tavşanlı Zonu, kuzeyde İzmir-Ankara kenedi boyunca Sakarya Zonu ile sınırlanır; batıda Bornova Fliş Zonu, güneyde ise Afyon Zonu ile dokanaktadır (Okay, 2009), (Şekil 2.1).

Ofiyolitler, YB/DS metamorfizması geçirmiş metaçört ve meta-şeyl ardaşanmasından oluşan metavolkano-sedimenter istif olan mavi şistler, serpantinitleşmiş peridotitler ve mermerler Tavşanlı Zonu'nu oluşturur. Tavşanlı Zonu'nun yaşı Üst Jura-Alt Kretase olarak belirtilmiştir (Servais, 1982; Okay ve Kelley, 1994; Gautier, 1984; Kalafatçıoğlu, 1962; Önen ve Hall, 1993; Harris ve diğ., 1994).

2.2.2. Neotektonik Özellikler

Türkiye’de kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler-Toridler ve Arap Otoktonu olmak üzere başlıca üç ana kuşak tektonik birlik bulunmaktadır (Şengör, 1979; 1980; 1984; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1980, 1984). İzmir-Ankara-Erzincan Süturu boyunca Sakarya Kıtası ile Anatolid-Torid platformun çarpışması Paleosen-Erken Eosen döneminde olmuştur. Bunu takip eden dönemde sıkışma devam etmiş ve kabuk kalınlaşmış, ve daha sonra granitik magma yerleşmiştir. Bunu takiben Batı Anadolu alanlarında çekirdek kompleksi gelişmiş ve domlaşma meydana gelmiştir. Bu domlaşmanın bugünkü farklı doğrultudaki grabenlerin oluşumuna sebep olduğu düşünülmektedir. Bunu Erken-Orta Miyosen döneminde termal çökme takip etmiştir (Seyitoğlu ve Scott, 1991; Yılmaz 1997).

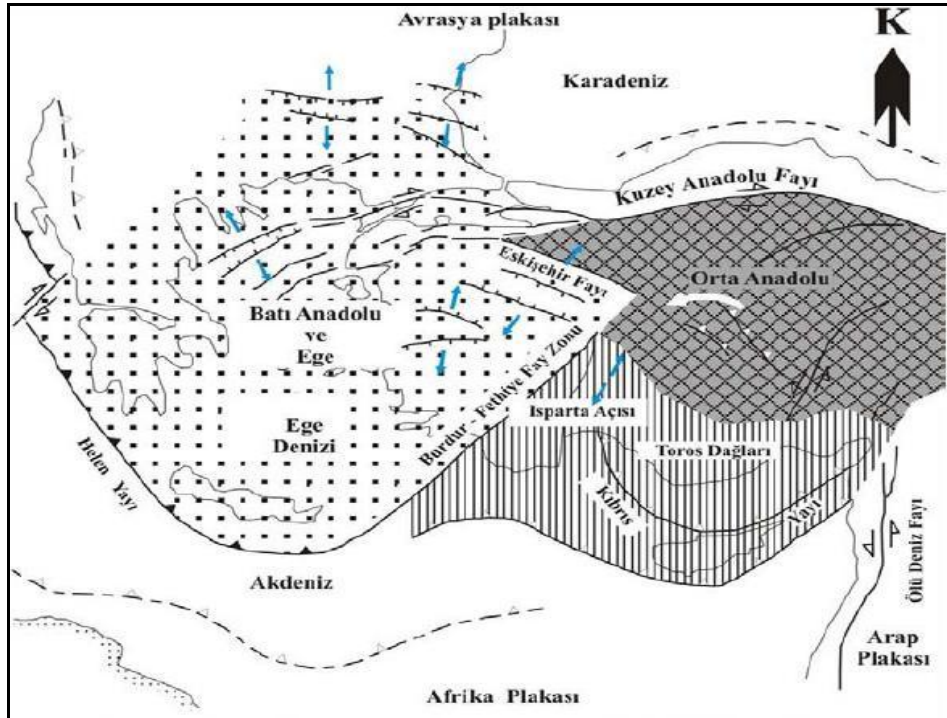
Serravaliyen (12 My)'den itibaren Neotetis'in kapanması ve güneydeki Arap Levhası ile kuzeydeki Anatolid-Torid kıtasının çarpışmasını takiben Neotektonik dönem başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1991; Şengör, 1980). Bu dönemle birlikte Türkiye’de, yoğun volkanik faaliyetin olduğu bilinmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1987). Çarpışmayla, Doğu Akdeniz’de Ege/Kıbrıs Hendeği Bitlis Kenet Kuşağı, çarpışma sonrası Anadolu levhasının batıya kaçışını sağlayan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), günümüzün bölgedeki tektonik çatısını oluşturan başlıca yapısal unsurlar olarak gelişmiştir.

2.2.3. Eskişehir Fay Zonu

Batı’da Uludağ (Bursa) ile Doğu’da Kaymaz (Eskişehir) arasında uzanan fay McKenzie, 1978; Okay, 1984; Şengör ve diğ., 1985; Barka ve diğ., 1995 tarafından Eskişehir fayı olarak adlandırılmıştır. Şaroğlu ve diğ'nin 1987'deki çalışmalarına göre fay, Eskişehir- Bursa fay zonu olarak adlandırılmış, İnegöl yöresi, İnönü-Dodurga fay zonu, Eskişehir Fay Zonu ve Kaymaz fayı olarak alt bölümlere ayrılmıştır. Bunun yanında Eskişehir Fay Zonu, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya fay zonu ile birleştirilerek Trakya-Eskişehir Fay Zonu olarak da adlandırılmıştır (Yaltırak ve diğ., 1998, 2002, 2005; Sakıncı ve diğ., 1999; Aksu ve diğ., 2002). Dirik ve Erol (2003), Tuzgölü havzasının batı kenarını kontrol eden Ilıca, Yeniceoba, Cihanbeyli fay

zonlarının muhtemelen Eskişehir Fay Zonu ile birleştiğini belirterek tüm bu zonları Eskişehir-Sultanhanı fay sistemi içerisinde değerlendirmiştir. Tokay ve Altunel (2005), Eskişehir Fay Zonu'nun, batıda İnegöl ile doğuda Tuz Gölü arasında yer aldığını ve İnönü-Dodurga segmentinin yaklaşık BKB-DGD ve D-B doğrultusunda uzandığını belirtmişlerdir. Ocakoğlu (2007)'ye göre Eskişehir Fay Zonu, BKB-DGD doğrultulu, batıda Bozüyük (Bilecik) ve doğuda Alpu(Eskişehir) arasına uzanan, yaklaşık 100 km. uzunluğunda; uzunlukları 5 ile 25 km. arasında değişen 21 segmentten oluşmaktadır.

Eskişehir Fay zonu batısında yer alan İnegöl yöresinde Kaymakçı (1991) tarafından yapılan çalışmada, İnegöl havzası güney kenarının aktif verrev atımlı normal faylarla sınırlı olduğu ve havzadaki genişleme yönünün KD-GB olduğunu belirtilmiştir. Eskişehir Fay Zonu, Kuzey Anadolu Fay (KAFZ) normal faylarla temsil edilen Batı Anadolu açılma bölgesi arasındaki sınırı belirler (Şekil 2.2, Barka ve diğerleri, 1995; Altunel ve Barka, 1998). Eskişehir Fay Zonunun sağ yönlü doğrultu atımlı ve normal bileşenli fay zonu olduğu Şengör ve diğerleri (1985), Şaroğlu ve diğerleri (1992), Barka ve diğerleri (1995) ve Altunel ve Barka (1998) tarafından belirtilmiştir.



Şekil 2. 2: Anadolu'nun neotektonik alt bölümleri. Seyrek noktalı alanlar açılma bölgelerini, çapraz alanlar sıkışma bölgelerini, dikey çizgili alanlar ise kompleks yapılar içeren bölgeleri temsil etmektedir (Barka ve diğ., 1995)

GPS verilerine göre Batı-Orta Türkiye, Anadolu bloğunun saat yönü tersine dönmesi ile batıya doğru yer değiştirmektedir. Anadolu bloğunun orta kısmındaki iç deformasyon 2 mm/yıldan azdır (Reilinger ve diğ., 1997). Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'ndan oluşan iki büyük transform yapı arasında kalan Anadolu bloğu yaklaşık 25 mm/yıl hız ile batıya doğru hareket etmektedir (Straub, 1996; Straub ve diğ., 1997; Reilinger ve diğ., 1997; Kahle ve diğ., 1998; McClusky ve diğ., 2000).

Anadolu bloğunun Batı Anadolu bölümü ise yaklaşık 30 mm/yıl hız ile güneybatıya doğru hareket etmektedir (Barka ve diğ., 1995). Bu veriler Batı Anadolu'nun Fethiye-Burdur Fay Zonu ve Eskişehir Fay Zonu ile Orta Anadolu'dan ayrıldığını, batı ve güneybatıya doğru hareket ettiğini ve Batı Anadolu bloğunun batıya doğru hareket hızının kuzeyden güneye doğru arttığını göstermektedir (Barka ve diğ., 1995).

Altunel ve Barka (1998)'a göre, Pleyistosen ve Holosen birimlerinde görülen depolanma sırasına ve sonrasına ait faylar, Eskişehir Fay Zonunun en az Pleyistosen'den bu yana aktif olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte Yaltırak ve diğ., (2002 ve 2005)'ne göre Eskişehir fayı, Marmara Denizi'ni de katederek, Orta Anadolu'dan KB Anadolu'da, Trakya havzasına kadar uzanmaktadır ve Neotektonik dönem öncesi eski bir Paleotektonik hat ile başlamıştır. Böylelikle, fayın başlangıç yaşı daha eski devirlere kadar uzamaktadır.

Eskişehir Fay Zonu üzerindeki deprem kayıtları incelendiğinde 1900-2012 yılları arasında zon üzerinde büyüklüğü 4 ve üzerinde birçok deprem olduğu görülmüştür. Bu deprem kayıtları içerisinde en önemlisi 20 Şubat 1956 tarihinde Çukurhisar (Öcal, 1959) çevresinde meydana gelen ve büyüklüğü $M=6,4$ olan depremdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları sırasında inceleme alanında bulunan kayaçların litolojik ve yapısal özellikleri incelenmiştir. Gözlemlenen fay, tabaka, yapraklanma, kırık, eklem, çatlak, eski akıntı yönleri ve kıvrımlar çalışma alanına ait 1 / 25.000 ölçekli (I23-b2, I23-b3, I24-a1, I24-a3, I24-a4) topoğrafik harita üzerine işlenerek ayrıntılı jeoloji haritası oluşturulmuştur (EK 5). Bu jeoloji haritası ve haritadan yola çıkılarak hazırlanan Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesit(GSK) ile kayaçların bölgedeki dağılımları, birbirleri ile olan ilişkileri, çalışma alanının stratigrafik ve yapısal özellikleri ortaya konarak bölgenin Tersiyer stratigrafik istifi ve bölgenin jeolojik evrimi anlaşılmıştır. Ayrıca belli güzergahlar boyunca Ölçülü Stratigrafik Kesitler (ÖSK) hazırlanmış ve Neojen çökellerin tavan-taban ilişkileri belirlenmiştir. Saha çalışmaları sırasında topoğrafik harita, Brunton ve Silva marka jeolog pusulası, lup, jeolog çekici, seyreltilmiş asit (HCL), fotoğraf makinesi ve Garmin marka GPS aygıtı kullanılmıştır.

3.2. BÜRO ÇALIŞMALARI

Sahadan derlenen veriler sonucunda oluşturulan jeolojik harita bilgisayar ortamına aktarılarak Corel Draw V.15.0 programında çizilmiştir. Çalışma alanında tespit edilen ve pusula yardımı ile ölçülen fayların düzlemleri ve fay çizikleri, tabakaların doğrultu ve eğimleri, binik yapı gösteren çakılların akış yönelimleri stereografik yöntemlerle değerlendirilmiş ‘DIPS V.2.1’ ve ‘MyFAULT’ programları ile bilgisayara aktarılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında farklı lokasyonlardan alınan örnekler gruplandırılarak petrografik analiz yapabilmek amacı ile İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında 55 adet ince kesit hazırlanmıştır.

İnce kesitlerin mikroskopta tanımlamaları yapılırken aynı zamanda İnönü Volkanitlerinden alınan örneklerden kimyasal analiz ve jeokronolojik yaş tayini için uygun örnekler belirlenmiştir.

Porsuk Formasyonu içerisinde bulunan kömürlü seviyelerden üç adet kömür numunesi alınarak polen tayini ile yaş belirlemek amacı ile preparat hazırlanmış, ancak polen izine rastlanamamıştır.

Volkanitlerin 2 tanesinden jeokronojik örnek hazırlanmıştır. İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mineraloji - Petrografi Anabilim Dalında bulunan Kırmızı-Öğütme Laboratuvarında 5-10 mm boyutuna küçülmeye kadar çeneli kırıcıda kırılmıştır. Daha sonra elekten geçirilerek farklı boyutlara ayrılmıştır. 63µ-125µ boyutunda olanların bir kısmı önce mıktanıstan geçirilmiştir. Mıknatıslanma özelliği göstermeyenler ise manyetik separatörden geçirilerek mafik ve felsik minerallere ayrılmıştır. Ayrılan felsik mineraller sodyumpolitungstattan geçirilerek, yoğunluğu 2,9'dan fazla olan minerallerin çöktürülmesi sağlanmıştır. Çöken felsik mineraller etüvde kurutulduktan sonra içlerinde Zirkon minerali aranmış fakat bulunamamıştır. Bunun üzerine ayrılan diğer örnekler, K^{40}/Ar^{40} yaş tayin analizi için Gottingen Üniversitesi (Almanya)'ne gönderilmiştir.

Yaş tayini için alınan örneklerden jeokimya analizi de yaptırılmıştır. Bunun için; örnekler 2-3 mm boyutuna kadar çeneli kırıcıda kırılmıştır. 2-3 mm boyutuna indirilen örnekler laboratuvarda agat havanda 600 mesh boyutuna getirilinceye kadar öğütülmüştür. Toz haline gelen örnekler 15-20 gramlık poşetlerle jeokimyasal analiz için Acme Laboratuvarları'na (Kanada) gönderilmiştir. Gelen sonuçlar GCDKit programında değerlendirilmiştir.

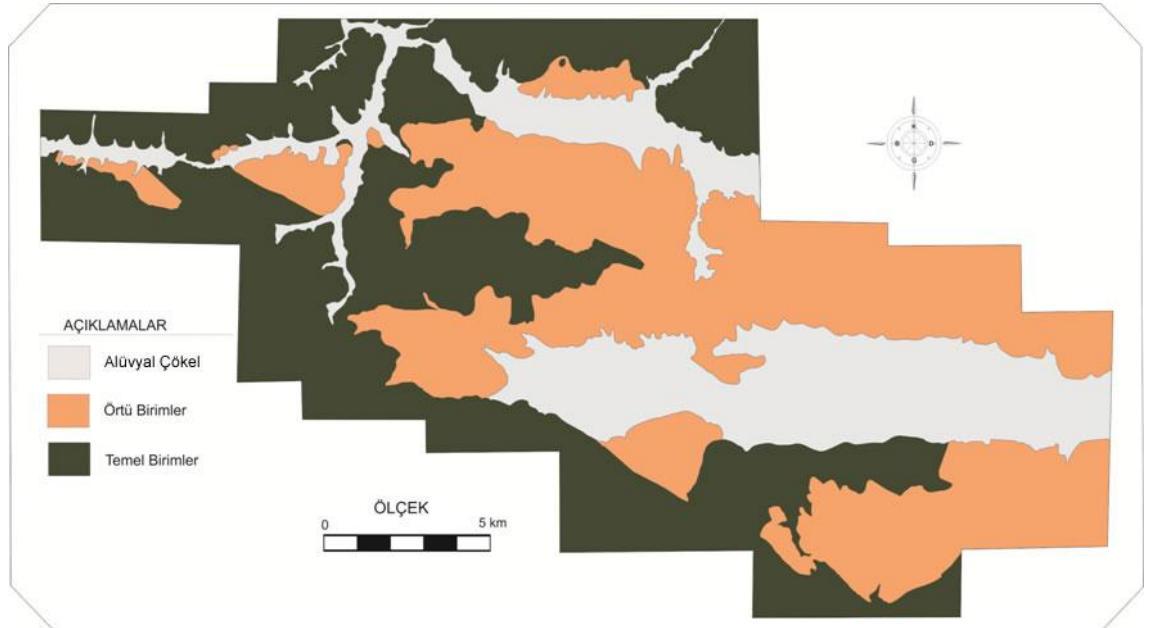
Tüm çalışmalardan derlenen veriler ışığında bölgenin Tersiyer Stratigrafik İstifi ve yapısal özellikleri ortaya konmuştur.

4. BULGULAR

4.1. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

4.1.1. Giriş

Çalışma alanının jeolojisi incelenirken daha önceki çalışmalardan yararlanılmıştır. Ancak farklı araştırmacılar tarafından önerilmiş, farklı stratigrafik tanımlamalardan dolayı bölgenin jeolojisinin daha detaylı irdelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu amaçla bölgedeki birimler Temel Birimler ve Örtü Birimleri olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 4.1). Mesozoyik öncesi metamorfikler, ofiyolitik birimler, Mesozoyik yaşlı metamorfikler ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları temel birimler olarak kabul edilmiştir. Örtü birimleri olarak irdelenecek olan birimler ise Miyosen ve daha genç yaşlı birimleridir. Bu birimler Alt-Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn ardalanması ve bu birimin üzerine uyumlu olarak gelen, eş yaşlı gölsel kireçtaşıdır. Bu birimlerinde üzerine açısal uyumsuzlukla Orta Miyosen yaşlı volkanitler ile piroklastik kayalar ve Alt Pliyosen yaşlı az tutturulmuş, farklı kökenli bloklulu çakıltaşı, kumtaşı ve fosilli kireçtaşı birim gelmektedir. Örtü birimlerinin en üstünde güncel alüvyal çökel ve yamaç molozları yer alır. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4. 1: Çalışma alanında gözlenen temel birimler ve örtü birimleri

4.1.2. Temel Birimler (PzMzt)

Çalışma alanında yer alan Miyosen öncesi birimler temel birimler olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışma alanındaki temel birimleri “Mesozoyik Öncesi” ve “Mesozoyik ve Sonrası” birimler olmak üzere gruplandırmak mümkün olsa da, tez konusu Neojen birimleri kapsadığı için temel birimler sadece türlerine göre başlıklara ayrılmıştır.

4.1.2.1. Metamorfik Birimler

Çalışma alanındaki temel birimler ağırlıklı olarak metamorfik birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler Bozüyük ilçesinin kuzey ve kuzeybatı tarafı ile İnönü ilçesinin güney ve güneybatısında yayılım göstermektedir. Çalışma alanının temeli çoğunlukla metamorfik birimlerden oluşmasına rağmen Bozüyük ilçesinin kuzeyinde yine temele ait magmatik kökenli birimlere de rastlanmaktadır.

Bozüyük ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan metamorfik temel, İzmir- Ankara Kenet Kuşağı Kuzey Sınırının kuzeyinde bulunur. Bu metamorfik birim, birbirleri ile tektonik ilişkili olarak yer alan genellikle yeşil şist oluşum koşullarında metamorfizmaya uğramış sleyt, fillat türü kayaları, mavi şist koşullarında metamorfizmaya uğramış kayaları ve mermer, granit, gnays gibi değişik kaya birimlerini kapsar (Şekil 4.3). Yapılan çalışmalarda metamorfik temel birimler için farklı isimler ve Silüriyen ile Üst Kretase arasında değişen çeşitli yaşlar verilmiştir (Yılmaz, 1977; Ayaroğlu, 1979; Servais, 1982; Okay, 1984; Genç, 1986; Yılmaz ve diğ., 1990; Koçyiğit ve diğ., 1991). Bu çalışmada Koçyiğit ve diğ., (1991) tarafından önerilen Pazarcık Yapısal Karmaşığı ismi kullanılmıştır.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR			
MEZOSÖYİK	KUVATERNER			<40	Q al Q y m		Alüvyal çökeller, yamaç molozu			
	R E S İ Y E N	ALT PLİYÖSEN	İLİCA FORMASYONU	50-400	T ı		Uyumsuz Fosilli kireçtaşı Farklı kökenli çakıllardan oluşmuş, az tutturulmuş çakıltası			
		ORTA MİYOSEN	İNÖNÜ VOLKANİTLERİ	50-100	T i v		Uyumsuz Piroklast, trakiandezitik lavlar			
		ORTA MİYOSEN ALT MİYOSEN	AKPINAR KİREÇTAŞI	10-70	T a k		Kumlu, kavkılı yer yer kristalize kireçtaşı			
		ORTA MİYOSEN ALT MİYOSEN	PORSUK FORMASYONU	100-300	T p		Silttaşı, kireçtaşı, marn ara bantlı, çakıltası ve kumtaşı			
MEZOSÖYİK	KRETASE	ALT	R E S İ Y E N	B İ R İ M L E R	P z M z t		Uyumsuz Kireçtaşı			
	JURA	ÜST					Uyumsuz			
	S A S						Ofiyolit			
							Mermer			
	PALEOZOYİK							Uyumsuz Mavişist, kalkşist		
							Mermer			
				PAZARCIK YAPISAL KARMAŞIĞI			Bozüyük Granitoidi			

ÖLÇEKSİZ

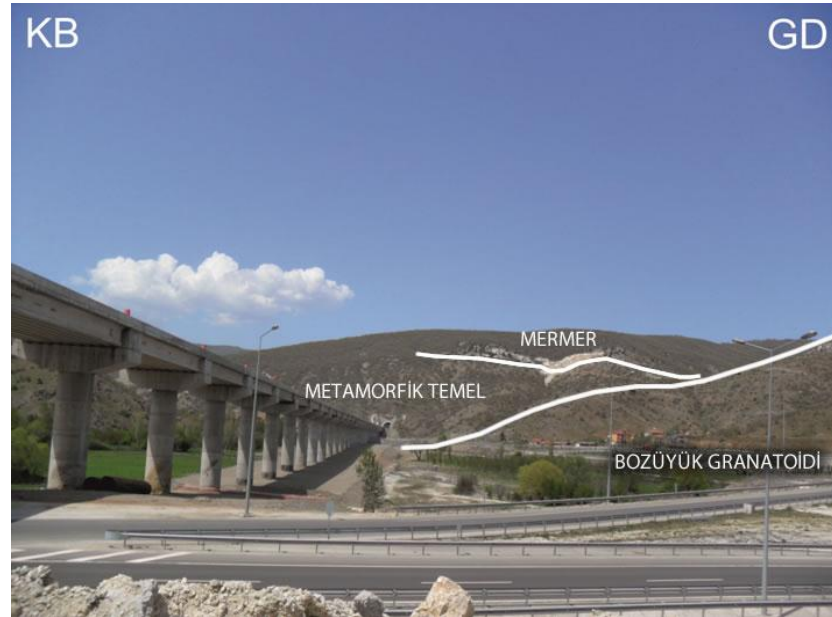
ÖLÇEKSİZ

Şekil 4. 2: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Temel birimler için Gözler, 1985; Koçyiğit ve diğ.,1991; Tokay, 2001'den yararlanılmıştır).



Şekil 4. 3: Çalışma alanının kuzeybatısında, Bozüyük-Mekece kara yolunda gözlenen mikaşistler.

Çalışma alanının kuzeyi ile kuzeybatısı arasındaki sarplıkları bej renkli, çok kırık ve çatlak içeren mermer blokları oluşturmaktadır. Çalışma alanının kuzey bölümünde metamorfik temel radyometrik yaşını 272 milyon yıl olarak belirlemiş (Servais,1982) Bozüyük Granitoidi tarafından kesilmiştir (Koçyiğit ve diğ., 1991) (Şekil 4.4).



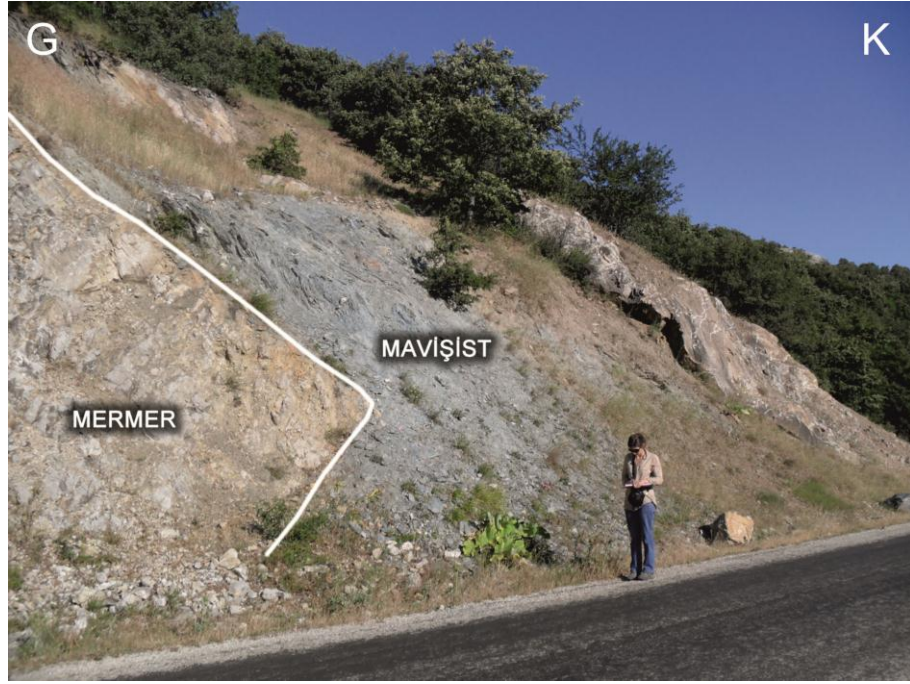
Şekil 4. 4: Bozüyük-Mekece-Bursa kavşağı, Metamorfik temel, Mermer ve Granitoid sınırları.

Çalışma alanındaki bir diğer temel birim ise İnönü Ovası ve Saraycık Köyü güneyinde, Dodurga ve Kovalıca Köyü çevresinde gözlenen Mesozoyik yaşlı mermerlerdir. (Servais, 1984). (Şekil 4.5), orta kalın katmanlı, beyaz-kirli beyaz, sarımsı renkte ve yer yer şist ara katkılıdır. İnceleme alanında tabanı görülemeyen ve 200-250 m görünür kalınlığa sahip birim üzerine keskince bir dokanakla uyumlu olarak eş yaşlı mavişistler ve kalkışistler gelir. Mavişistler ve kalkışistler, Koçyiğit ve diğ. (1991)'nin çalışmasında Dodurga Metamorfikleri olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4. 5: Kandilli Köyü güneyi, Mesozoyik yaşlı mermerlerinin genel görünümü.

Dodurga Metamorfikleri, Kandilli Köyü, Bozalan Köyü civarı ile İnönü ilçesi güneybatısında yüzlek veren, yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfizması gösteren ve metabazalt, metaçört ile metaşeyllerden oluşan volkano sedimanter istiftir (Gözler ve diğ., 1996). Mavişistler ile mermerlerin dokanak sınırlarında, şistler kıvrım kazanmışlardır (Şekil 4.6). Mavişistler ofiyolitler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tokay (2001) yaptığı çalışmada bu birimin kalınlığını 700-1000 m arasında olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4. 6: İnönü güneybatısı; Mermerler ile mavişistlerin uyumlu sınırı.

4.1.2.2. Arifler Melanjı

Köken olarak mermer, şist, çamurtaşı ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarını blok olarak bulunduran bazik ultrabazik kayaç topluluğu, çalışma alanının ofiyolitlerini oluştururlar. Küçükayman ve diğ. (1987) tarafından “Arifler Melanjı” olarak adlandırılan bu karışık birim, çalışma alanının batı ve güneydoğu kesimlerinde görülmektedir. İnceleme alanında görünür kalınlığı 100-150 m. civarındadır (Şekil 4.7).



Şekil 4. 7: Çalışma alanının güneyinde bulunan ofiyolitik birimler ile Ilica Formasyonu'nun açısal uyumsuz sınırı.

4.1.2.3. Bilecik Kireçtaşları

Çalışma alanının kuzey-kuzeybatısında gözlenen kireçtaşları ilk olarak 1960 yılında Granit ve Tintant tarafından Bilecik Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Beyaz-bej-gri renkli, orta-kalın katmanlı, çok çatlaklı, yer yer silis ara katkılı ve biyosparitik-biyomikritik kaya özelliğindedir (Gözler ve diğ., 1985).

Bargu (1982) çalışmasında Bilecik Kireçtaşı'nın tipik bir platform karbonatları özelliğinde olduğunu ve denizel ortamda çökeltiğini belirtmiştir. Birimin içinde görülen kumlu ve oolitik kireçtaşları ortamın sık bir denizel çökelme ortamı olduğunu gösterir. Yine birimin içerisinde tespit edilen ammonit fosili ve bol alglerle oolitlerin ve kireçtaşlarının varlığı enerjisi düşük sık bir ortamın varlığını belirtmektedir. Ayrıca nadiren bulunan Calpionella gibi Tintinid'lerin varlığı da, platformun yer yer derinleştiğini göstermektedir (Bargu, 1982). Çalışma alanında görünür kalınlığı 30-35 metredir (Şekil 4.8).



Şekil 4. 8: Çalışma alanının kuzeybatısındaki Bilecik Kireçtaşları tabakalarına ait genel görünüm.

Bilecik Kireçtası' nın kapsadığı Parahoplites anpusticascus, Desmoseras defficile, Dasycladaceae, Textulariidae, Verneuillinae, Calpionella sp. gibi fosillere göre yaşı Orta-Üst Jura ve Üst Jura olarak (Gürpınar, 1976) verilmiş ise de bugünkü bulgulara dayanarak yaşı Geç Jura- Erken Kretase olarak verilmektedir.

4.1.3 Örtü Birimleri

Bu bölümde, çalışmanın esas konusunu oluşturan Tersiyer yaşlı kayalar, örtü birimleri adı altında incelenmiştir. Çalışma alanında Paleojen yaşlı birimlere rastlanmamıştır. Miyosen yaşlı Neojen birimler ile Güncel birimler, bu tezde örtü birimler olarak adlandırılmıştır. Örtü birimleri çalışma alanında geniş alanlar kaplar.

4.1.3.1. Porsuk Formasyonu (Tp)

Bazalt, tüf, tüfit gibi farklı kökenden çakıllar içeren çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, marn, jipsli marn ve kireçtaşından oluşan fluviyal ve gölsel çökeller, Gözler ve diğ. (1996) tarafından Porsuk Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu istif aynı zamanda Baş ve

diğ. (1983) tarafından Beke Formasyonu olarak adlandırılan akarsu çakıldaşları ve Tunçbilek Formasyonu Demirbilek üyesi olarak adlandırılan akarsu malzemeleri ve göl malzemesinden meydana gelen kil, kömür, silttaşı, kumtaşı, tuf, konglomera ve kireçtaşı ile de denk sayılabilir.

Önceki araştırmacılar, çalışma alanlarında gözledikleri Porsuk Formasyonunu farklı fasiyeslere ayırmışlardır. Bu çalışmada fasiyes ayrımı yerine bu birimin önceki çalışmalarda konglomera-kumtaşı fasiyesi olarak belirlenen kısmı, Porsuk Formasyonu olarak isimlendirilmiş ve kireçtaşı ile tanınan fasiyesine ise farklı isim verilmiştir.

Porsuk Formasyonu çalışma alanının güney kesiminde Bozüyük-İnönü arasında geniş alanlar boyunca yüzlek vermektedir. Birim en altta çakıldaşı ve kumtaşı ile başlar. Çakıldaşı orta ve iri büyüklükte genelde granit çakılları olmak üzere, şist, mermer, tuf, radyolarit çakıllarını içermekte olup, yer yer oldukça sıkı tutturulmuştur. Kumtaşları bantlar halinde çakıldaşlarının arasında yer alır, Çakıldaşları ve kumtaşları birbirleriyle yanal ve düşey geçişler sunar. Birim üste doğru kumtaşı, marn, tuf ile ardalanmalı olarak devam etmektedir. Birim genellikle sarı, beyaz ve grimsi olarak gözlenir. Alttaki konglomera ve kumtaşlarıyla düşey ve yanal geçişli olarak bulunan istif içerisinde bazalt akıntıları da görülmektedir (Gözler ve diğ, 1996).

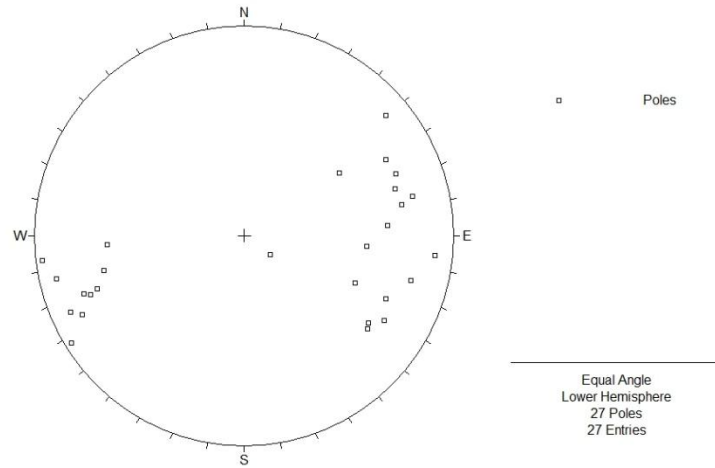
Çalışma alanında Porsuk Formasyonu incelendiğinde birimin az tutturulmuş çakıldaşı ile başladığı, marn ve kumtaşı birimine geçiş yaptığı görülmüştür. Çakıldaşı seviyelerinde 20-70 cm arasında değişen tabaka kalınlıkları gözlenmektedir. Akarsu çökeli olan çakıldaşlarını oluşturan çakıllar, farklı lokasyonlarda farklı özellikler gösterirler. Çakılların derecelenmeleri, boylanmaları ve yuvarlaklaşmaları bölgesel farklılık sunar, fakat kökensel olarak benzerdirler. Porsuk Formasyonu'na ait çakıldaşları, çört, mermer, şist, serpantin ve yanı sıra volkanik ve magmatik kayalardan oluşmuş çakıllardan meydana gelmektedir. Bozüyük ilçe merkezi civarında gözlenen çakıldaşı genellikle kötü boylanmış ve kötü yuvarlaklaşmış farklı kökenli iri çakıllardan oluşmuştur (Şekil 4.9). Bunun yanında aynı civarda bulunan farklı mostralarda ise kumtaşı-kumtaşı tabakalarıyla geçişli bir istif sunan, ağırlıklı olarak çört kökenli, köşeli küçük çakıllardan oluşmuş çakıldaşları gözlenmiştir. Özellikle tane destekli çakıldaşlarında, orta-iri çakılların üst üste gelmesiyle oluşmuş binik yapılar gözlenmiştir.

Porsuk Formasyonunu çakıtaşlarını çökelten akarsuyun akış yönünün belirlenmesi amacı ile tabakalardaki çakıllarda bulunan binik yapıların ara kesitlerinden gidiş ve dalımları ölçülmüştür. Farklı lokasyonlardan alınan ölçümler, ölçüm yapılan lokasyon ve tabakalara göre gruplanmış ve bu tabakalara ait doğrultu- eğimlere göre yataylanarak ilksel çökelme konumlarına ulaşılmıştır (Şekiller 4.10-4.15).

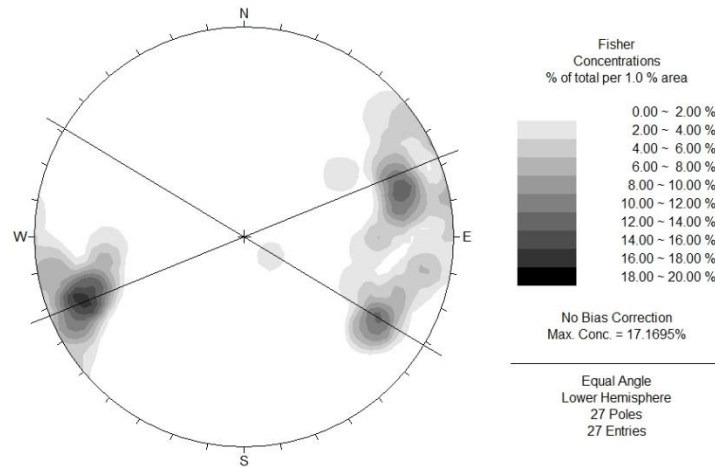


Şekil 4. 9: Bozüyük ilçe merkezi civarında gözlenen kötü boylanmış ve kötü yuvarlaklaşmış volkanik-metamorfik çakıllardan oluşan çakıtaşı.

Çaydere köy yolu girişinde gözlenen K80B/20GB doğrultu ve eğimli tabakada toplam 27 adet binik yapı ölçülmüştür. Alt yarım küre için hazırlanan kontür diyagramında eski akıntı yönünün G69B, K74D ve G58D olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 4.10, Şekil 4.11).

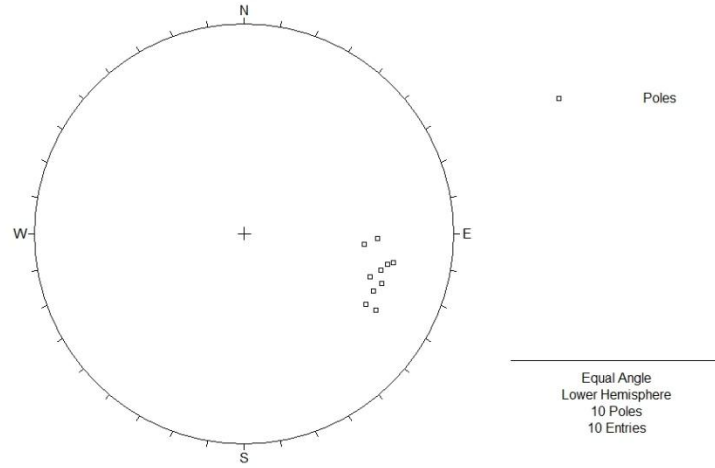


Şekil 4. 10: Porsuk Formasyonu K80B/20GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=27.

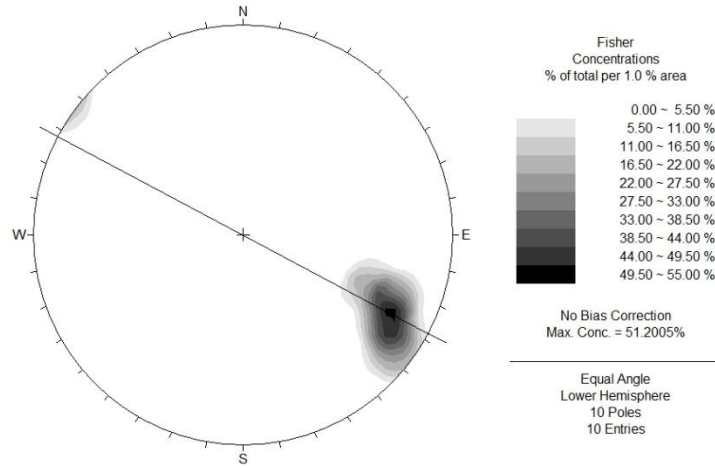


Şekil 4. 11: Porsuk Formasyonu K80B/20GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontür diyagramı n=27.

Çaydere köy yolu girişinden yaklaşık 1 km içeride bulunan Mersu Alabalık tesislerinin karşısında gözlenen, K80B/35GB doğrultu ve eğimli tabakada ölçülen 10 adet binik yapı sonucu eski akıntı yönünün G63D olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 4.12, 4.13).

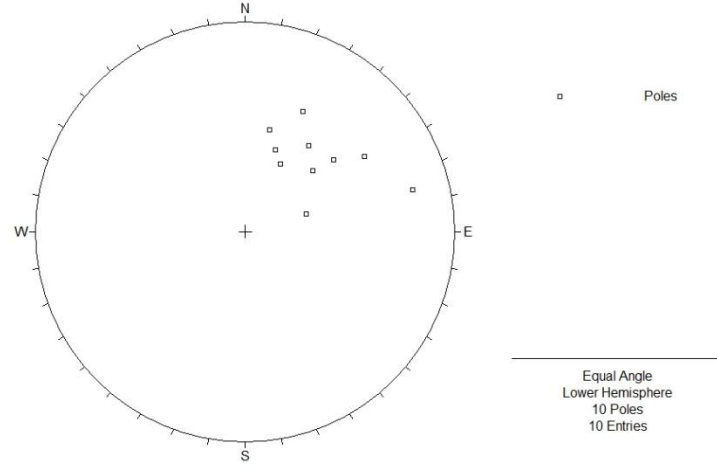


Şekil 4. 12: Porsuk Formasyonu K80B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=10.

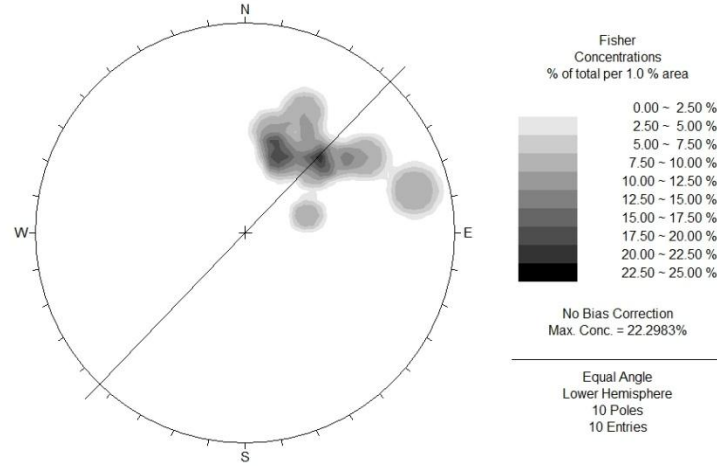


Şekil 4. 13: Porsuk Formasyonu K80B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontur diyagramı n=10.

Kızılcapınar Köyü kuzeyinde gözlenen K72B/35GB doğrultu ve eğimli tabakada ölçülen 10 adet binik yapı sonucu eski akıntı yönünün K45D olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 4.14, 4.15).



Şekil 4. 14: Porsuk Formasyonu K72B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kutup noktaları n=10.



Şekil 4. 15: Porsuk Formasyonu K72B/35GB doğrultulu tabakada ölçülen binik yapılara ait kontur diyagramı n=10.

Çakıl-kum-kiltaşı ardalı şeklinde gözlenen mostralarda küçük ölçekli faylar ölçülmüştür. Faylara ait veriler de bölgenin yapısal özelliklerini ortaya koymak amacıyla "Yapısal Jeoloji" bölümünde anlatılacaktır. Kiltaşı birimlerinde yer yer bitümlü seviyelere rastlanmakta, formasyonun üst seviyelerine yakın kömürleşme gözlenmektedir. Bu bitümlü seviyelerden alınan kömür örnekleri laboratuvara gönderilerek polen analizi yaptırılmak üzere preparatlar hazırlanmıştır. Hazırlanan

preparatlarda polen bulunamamış, kömürü oluşturan ağacın *Pinus* (Çam) ailesinden olduğu sonucuna varılmıştır (Prof. Dr. Ünal Akkemik ile yapılan sözlü görüşme).

Çalışma alanında, Porsuk Formasyonunun yerel olarak değişkenlik gösterdiği lokasyonlar da bulunmaktadır. Bozüyük ilçe merkezinin yaklaşık güneydoğusunda İçköy mevkiinde Porsuk Formasyonun tabanı gözlenmektedir. Taban ince kömür seviyeleri ve orta kalınlıkta killi kireçtaşı ardalanması ile başlar, üzerine orta kalınlıkta çakıltaşı seviyesi gelir. Çakıltaşı yine orta-kalın tabakalı killi kireçtaşı seviyesi ile devam eder daha sonra tavana doğru kumlu-şeylli birime geçer. Yapılan ölçülü stratigrafik kesitte 2-5 metrelik kireçtaşı-kumlu kireçtaşı ile 0,5-5 metrelik marn seviyeleri, 50 cm kalınlığında kömür bantları gözlenmiştir (Şekil 4.16) (EK 3).



Şekil 4. 16: Bozüyük ilçe merkezi güneyi, İçköy mevki (Hızlı Tren 36 nolu tünel girişi), ÖSK 3 (EK-3) başlangıcı, tabanda killi kireçtaşı ile başlayan birim, kömür seviyesi, çakıltaşı ve kireçtaşı olarak devam etmekte, killi kireçtaşı üzerine kömür seviyesi gelmektedir.

Çalışma alanının batısında kalan Çaydere Köyü yolunun girişinden başlayarak yapılan ölçülü stratigrafik kesitte ise, Porsuk Formasyonu tabandan tavana ölçülmüştür (EK 1). Çakıltaşıyla başlayan kesit, kumtaşı, kiltası ardalanmasıyla devam eder ve kalınlığı 3-5 m olan şeyl ara katkılı marnlar, kumlu kireçtaşları içerir (Şekil 4.17). Porsuk

Formasyonunun yer yer yanal ve düşey geçişli olduğu Akpınar Kireçtaşları ile sınır oluşturduğu tavan kısmında ise kalınlığı 17 metreyi bulan kireçtaşı bloklu seviyeleri de mevcuttur.



Şekil 4. 17: Çaydere Köy yolu ÖSK 1 (EK-1) güzergahı- Çakıltaşı-kumtaşı.

Yapılan ölçülü stratigrafik kesitlerde Porsuk Formasyonunun kalınlığının 300 m ye kadar ulaştığı gözlenmiştir.

Önceki çalışmalarda, bu çalışma alanı sınırlarında gözlenen Porsuk Formasyonunun içinde yaş verilebilecek herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Bu sebepten araştırmacılar formasyon için farklı yaşlar önermişlerdir. Gözler (1985), Ercan (1978) ve Baş (1983)'ın çalışmalarına da dayanarak, birim için bölgesel deneştirmeler ile Geç Miyosen yaşını önermiştir. Gözler ve diğ, (1996)'ın birimin yaşını Orta-Üst Miyosen olarak önermişlerdir. Karakaş (2006) ve Zeybek (2007) çalışmalarında, çalışma alanı dışında kalan ve Sivrihisar tarafında gözlenen kiltası-marn ve çamurtaşı-kiltası birimlerini Porsuk Formasyonunun fasiyesleri olarak ayırtlamışlar ve bu fasiyeslerin içlerinde buldukları Gastrapod ve Ostracod fosillerine dayanarak, formasyon yaşını Pliyosen olarak önermişlerdir.

Çalışma alanında Porsuk Formasyonundan yıkama örnekleri alınmış fakat yaş verebilecek karakteristik bir fosile rastlanmamıştır. Önceki çalışmalarla kıyaslanarak ve bölgesel korelasyon ile Porsuk Formasyonunun yaşı bu çalışmada Alt-Orta Miyosen olarak önerilmiştir.

4.1.3.2. Akpınar Kireçtaşı (Ta)

Önceki çalışmacılar (Gözler ve diğ., 1996; Karakaş, 2006; Zeybek, 2007) tarafından Porsuk Formasyonunun üst fasiyesi olarak kabul edilen gölsel kireçtaşları, Koçyiğit ve d. (1991) tarafından Akpınar Kireçtaşları olarak adlandırılmıştır.

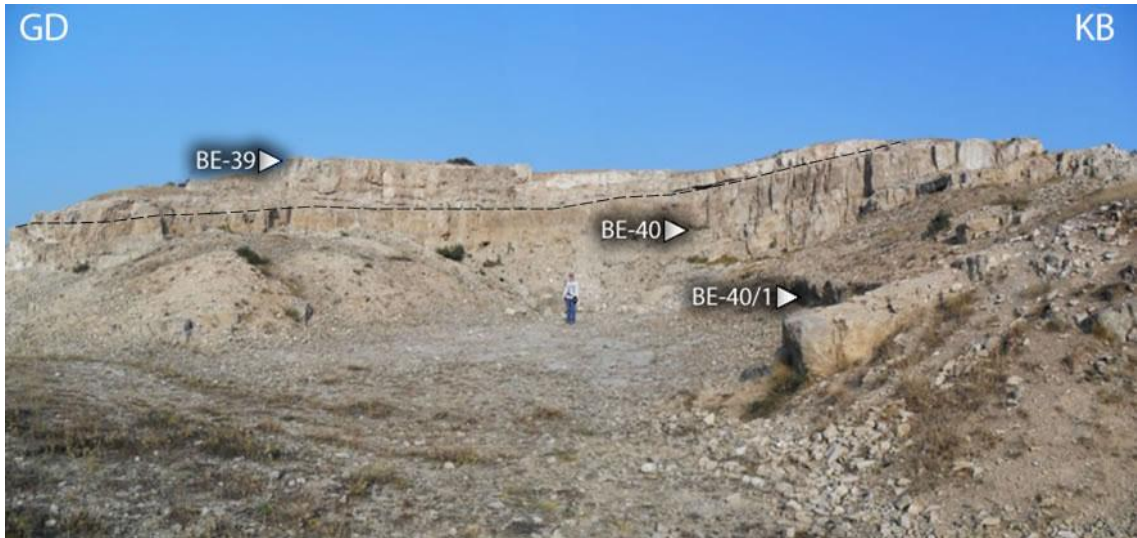
Genel olarak tatlı su algli gölsel kireçtaşında oluşan bu birim, beyaz, sarı, grimsi bej renklerde. Orta katmanlıdır ve yer yer silisifiye özellik sunar. Porsuk Formasyonuna ait marn ve kilaşları üzerine geçişli bulunan birim, bazen doğrudan çakıltası ve kumtaşları üzerinde yer alabilmektedir (Şekil 4.18). Birim bazen de marn, sittaşı gibi ince taneli kırıntılılarla yanal-düşey geçişlidir.

Akpınar Kireçtaşı, çalışma alanında özellikle Akpınar Köyü dolaylarında gözlenir. Bununla birlikte batıda Çaydere Köyü çevresinde, güneyde Kandilli Köyü güneydoğusunda, doğuda ise İnönü ilçe merkezinin kuzeyinde Akpınar Kireçtaşları gözlenmiştir. Genelde yükseltileri oluşturan tepelerde bej-kirli beyaz renkli, orta-kalın tabakalı olarak bulunurlar (Şekil 4.18). Düşük açılı kıvrım-ondüleli yapısı ile dikkat çeken kireçtaşı istiflenmesi farklı kotlarda gözlenmektedir.



Şekil 4. 18: Çalışma alanı Güneydoğusu, İnönü istasyonu civarı. Akpınar Kireçtaşı-Porsuk Formasyonu uyumlu Sınırı

Akpınar Kireçtaşlarından yapılan ÖSK 2 ve ÖSK 4 no'lu ölçülü stratigrafik kesitlerde (EK-2, EK-4), Porsuk Formasyonu ile geçiş yaptığı taban kısımlarında, Akpınar Kireçtaşlarının killi-kumlu olduğu görülmektedir. Tabandan tavana doğru gidildikçe kireçtaşlarının saflığı artar, fosil kavkılarları gözlenir. Tavan sayabileceğimiz kısımlarda da kireçtaşı kristalize dokuda olup, sertliği ve dayanımı yüksektir. Bu ayırım çalışma alanının orta kesimine denk gelen Akpınar Köyü kuzeybatısı ÖSK 4 noktasının (EK-4) alttan üste 3 farklı noktasından alınan örneklerle hazırlanan ince kesitlerde açıkça görülmektedir (Şekil 4.19). Tabana yakın kireçtaşları mikritik iken tavana yaklaştıkça içindeki sparit miktarı artmış ve en sonunda sparikalsit halini almıştır.



Şekil 4. 19: ÖSK 4- (EK-4) Örnek noktaları.

Akpınar Kireçtaşının gözlemlendiği yerlerden el örnekleri ve yıkama örnekleri alınmış, alınan örnekler fosil içeriği araştırmasına uygun şekilde hazırlanmıştır. Yıkama örneklerinden yaşı kesinleştirebilecek ve göl ortamını karakterize edecek mikrofossil bulunamamıştır. El örneklerinden hazırlanan ince kesitlerde ise hem deniz hem de göl ortamında yaşamını sürdürebilen ve günümüze kadar gelen gastropod, pelecypod ve ostracod kavkılarları ile alg kalıntıları bulunmuştur.

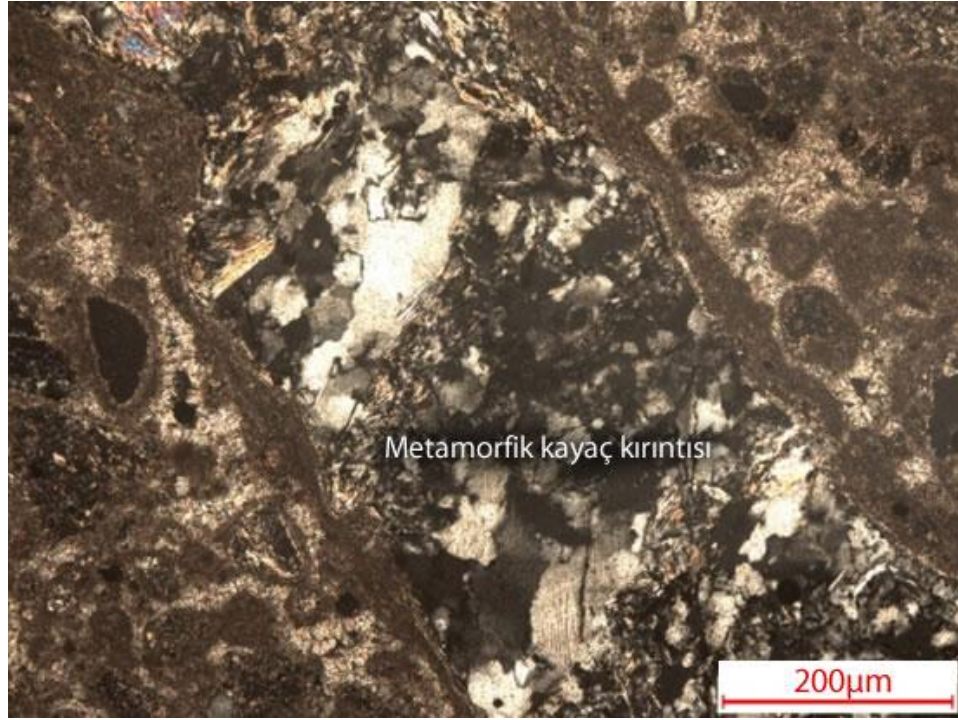
El örnekleri ve ince kesitler değerlendirilirken, alındıkları lokasyonlara göre (Tablo 4.1) çalışma alanının batısından doğusuna doğru sıralandırılmıştır. Bu örnek ve kesitlerin

üzerlerinde yapılan detaylı incelemeler, kireçtaşlarını sınıflandırmayı ve oluşum ortamları hakkında yorum yapmayı mümkün kılmıştır.

Tablo 4. 1: İnce kesit yaptırılan örneklerin lokasyonları

Örnek Adı	Koordinat	Lokasyon
BE-9	⁰² 58583- ⁴⁴ 07622	L3
BE-10	⁰² 58583- ⁴⁴ 07622	L3
BE-36	⁰² 57840- ⁴⁴ 09345	G61
BE-37	⁰² 47680- ⁴⁴ 19922	H1
BE-38	⁰² 47647- ⁴⁴ 19959	H1
BE-39	⁰² 47647- ⁴⁴ 19959	H1
BE-40/1	⁰² 47647- ⁴⁴ 19959	H1
BE-41	⁰² 47176- ⁴⁴ 19241	H2
BE-43	⁰⁷ 52886- ⁴⁴ 16602	H12
BE-43/1	⁰⁷ 52886- ⁴⁴ 16602	H12
BE-44	⁰² 44037- ⁴⁴ 19786	H26
BE-45	⁰² 43993- ⁴⁴ 19762	H26
BE-46	⁰² 60889- ⁴⁴ 08449	H31
BE-51	⁰² 51817- ⁴⁴ 10945	H36
BE-52	⁰² 51817- ⁴⁴ 10945	H36
BE-65	⁰² 50663- ⁴⁴ 16849	H70
BE-72	⁰⁷ 54970- ⁴⁴ 18758	H82
BE-73	⁰⁷ 54964- ⁴⁴ 18746	H82
BE-75	⁰⁷ 54964- ⁴⁴ 18746	H82
BE-78/2	⁰² 52034- ⁴⁴ 11328	H90
BE-79/2	⁰² 52238- ⁴⁴ 11000	H91

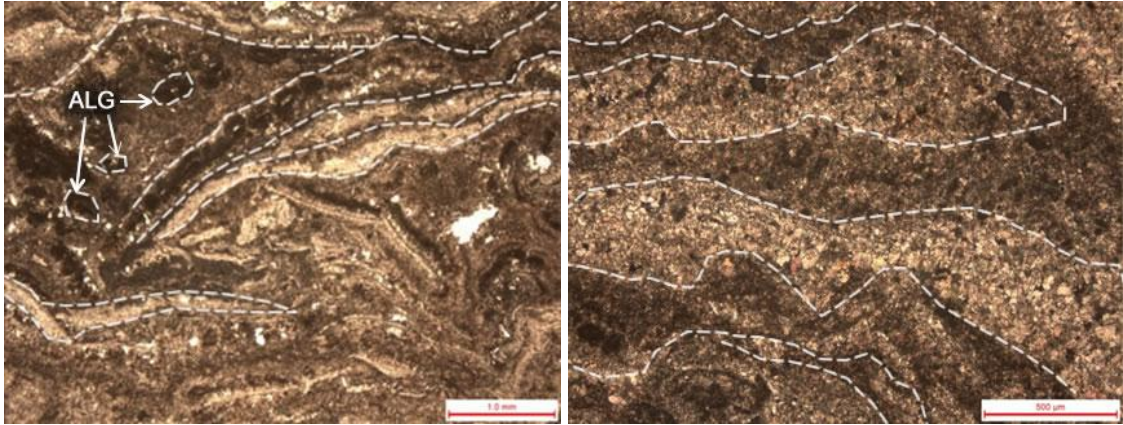
Elde edilen verilen ışığında ve sınıflandırma için karakteristik özellik gösteren kireçtaşlarının ince kesitleri incelendiğinde Akpınar Kireçtaşlarının genellikle mikritik kireçtaşlarından oluştuğu söylenebilir. Örneklerin hemen hemen hepsi kırıntılı ve kavkılıdır. Ancak Oklubalı'nın batısından alınan BE-46 nolu örnek diğerlerinden farklı olarak metamorfik kaya kırıntısı içermektedir (Şekil 4.20).



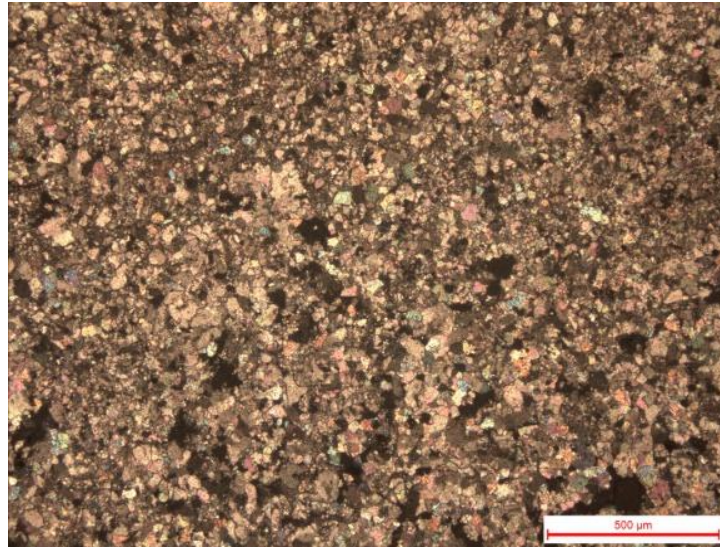
Şekil 4. 20: BE-46 no'lu örnek içinde gözlenen metamorfik kırıntı (Çapraz ışık).

Akpınar Kireçtaşlarının mikritik dokuda olduğu ve içerisinde kırık kavkı (gastropod, pelecypod ve ostracod) ve alg parçaları bulundurduğu gözlenmiştir (Şekil 20, 21). Kırıntı içeren karbonat çamurlu Akpınar Kireçtaşları için (Şekil 4.20) Folk (1959)'un kireçtaşı sınıflamasına göre biyoklastlı mikrit-intraklastlı mikrit tanımlaması yapılabilir. Dolayısıyla bu örneklerin oluşum ortamı için çalkantılı bir göl ve göl kıyısı ortamı tanımlaması yapmak mümkündür.

Bozüyük ilçe merkezinin güney tarafında bulunan ve lamine olarak gözlenen kireçtaşları BE-40/1 ve çalışma alanında alındıkları lokasyondaki kota göre BE-40/1 'in üzerinde bulunan BE-40 nolu (Şekil 4.21) kireçtaşı örnekleri daha sakin bir göl ortamının ürünüdür. Çünkü sakin ortamda oluşan gölsel istiflerin en önemli özelliği laminasyondur. Aynı zamanda, ince kesit görüntülerine bakıldığı zaman düşük kotta olan BE-40/1'in mikritik olduğu görülürken, BE-40 nolu örnekte sparitleşmeler görülmektedir. Kot olarak BE-40/1 ve BE-40'nın üstünde bulunan BE-39 (Şekil 4.22) örneği diğer kireçtaşı örneklerinden farklı olarak tamamen kristalize yani sparitik kireçtaşı özelliğindedir. Bu durumda BE-39-40 ve 40/1 örnekleri için kıyı ortamından nispeten uzak, çalkantının olmadığı, sakin göl ortamı ürünleridir denebilir.



Şekil 4. 21: BE-40/1(1.0 mm büyütme)- BE-40(500µm büyütme) no'lu örneklerde gözlenen laminasyon (Düz ışık).



Şekil 4. 22: BE-39 (500µm büyütme) no'lu örnekte gözlenen sparitik doku (Düz ışık).

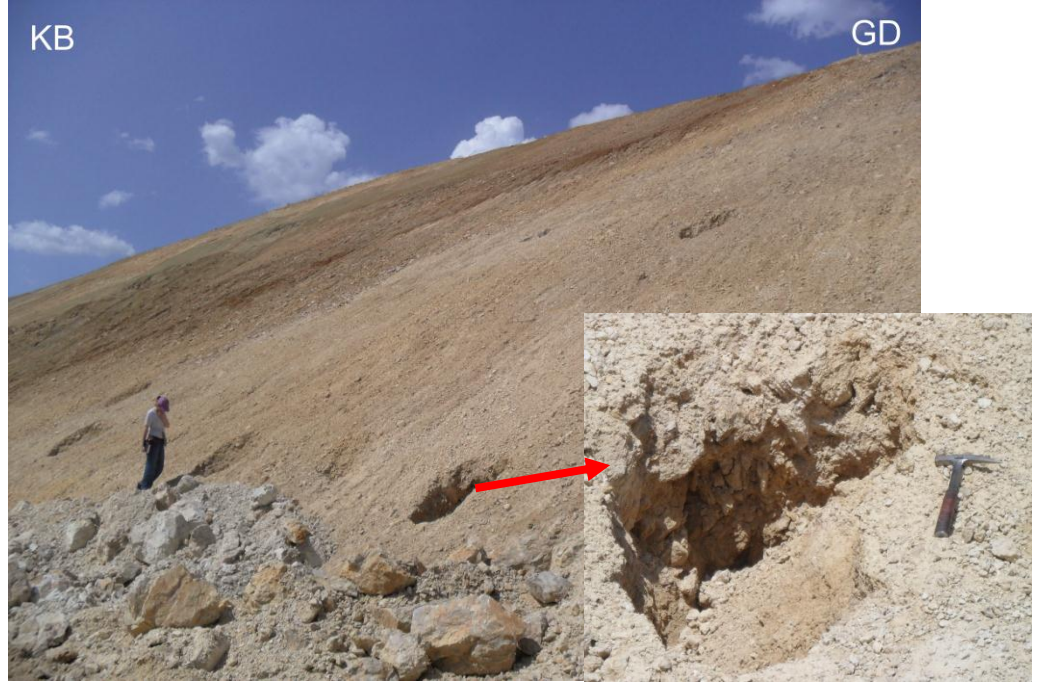
İncelenen örneklerden çalışma alanının eski bir tatlı su göl havzası olduğu yorumu yapılabilir. Sparitik ve laminalı kireçtaşlarının bulunduğu orta kesim, gölün nispeten derin yeri, biyoklastlı mikritlerin bulunduğu ve batı kısımlar ise birbirleriyle eşlenik olarak göl havzasının kıyı-kıyıya yakın çalkantılı yerleri olduğu söylenebilir.

Akpınar Kireçtaşının yaşı Porsuk Formasyonu ile eş yaşı olarak Alt-Orta Miyosen (Koçyiğit vd.,1991, Gözler vd.,1996) olarak önerilmektedir.

Çalışma alanında Bozüyük ilçe merkezinin güneydoğusundaki hızlı tren güzergahında, Porsuk Formasyonu ile Akpınar Kireçtaşlarının dokanağı faylıdır (Şekil 4.23). Burada bulunan Akpınar Kireçtaşları içinde tipik kahvemsî-bal renkli ışınal aragonit kristalleri gözlenmiştir. Aragonitler, kalsitten daha duraysız olduğu için sık bulunmaz. Yüzeye yakın bölgelerde çok sınırlı fiziko-kimyasal koşullar altında oluşur. Deneysel çalışmalar aragonitlerin daha ziyade sıcak sulardan, kalsitin ise aynı çözeltide soğukta oluştuklarını göstermiştir (İnan ve Tanyolu, 1982). Bu durumda dokanağı oluşturan fay kaynaklı bir sıcak su geliminden bahsetmek mümkündür. Ayrıca, faylı dokanağa yakın kesimlerde erime boşlukları da gözlenmektedir (Şekil 4.24). Bu da sıcak su varlığı ihtimalini kuvvetlendirmektedir.



Şekil 4. 23: Bozüyük ilçe merkezi güneydoğusu Porsuk Formasyonu ile Akpınar Kireçtaşının faylı sınırı. Hızlı tren yol yarması.



Şekil 4. 24: Çalışma alanının doğusu (Akpinar Köyü yakını) Akpinar Kireçtaşları içerisindeki erime boşlukları. Hızlı tren yol yarması.

4.1.3.3. İnönü Volkanitleri (Ti)

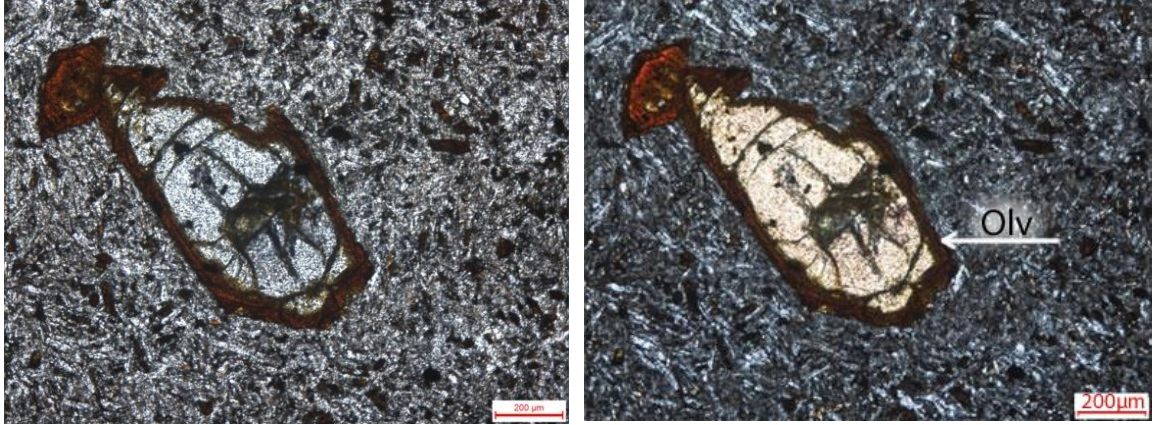
Çalışma alanının güneydoğu bölümünde yer alan İnönü-Kütahya yolunda andezitik-bazaltik lavlar ve piroklastik birimler gözlenmektedir. Bu birimler, çalışma kapsamında İnönü Volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Bu birime benzer birimler Baş ve diğ. (1983) tarafından Karaköy Volkanitleri, Koçyiğit ve diğ. (1991) tarafından Kuzudoruğu Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Küçükayman ve diğ. (1987) ve Siyako ve diğ. (1991) çalışmalarında birim için yine Karaköy Volkanitleri ismini kullanmışlardır. Bununla birlikte bu birimi, trakiandezitler ve bunlarla kesilen bazaltlar olarak da tanımlamışlardır.

Piroklastikler tuf ara katkılı aglomeralarla temsil edilirler. Gri-koyu gri renkli, orta-kalın katmanlı aglomeralar genelde orta boyda volkanik parçalarının tuf hamur malzemesiyle çimentolaması sonucu oluşmuştur (Şekil 4.25). Ayrıca az oranda metamorfik kayaç parçaları içerir. İnce ara düzeyler şeklindeki tüfler aglomeralara göre daha açık renkli ve orta katmanlıdır (Küçükayman ve diğ., 1987).



Şekil 4. 25: İnönü ilçesi güneydoğusu (Çukurhisar mevki) gözlenen piroklastik birimler.

Volkanitler içerisinde işletilen taş ocaklarının üst seviyelerinde, gözenekli yapı belirgindir. Alt seviyeler ise boşluksuz yapıda olup, grimsi-siyah renklidir. Çalışma alanında görülen volkanitlerin türünü tam olarak belirleyebilmek için öncelikle araziden alınan el örneklerinden ince kesitler yaptırılmış ve petrografik açıdan değerlendirilmiştir. BE-9 nolu örnek mikrolitik ağırlıklı olmak üzere porfirik dokudadır. Camsı hamur içinde bol miktarda opak mineral, ufak plajyoklas mikrolitleri, piroksen ve bol olivin içermektedir. Olivinler serpantinleşmeye başlamışlardır (Şekil 4.26).

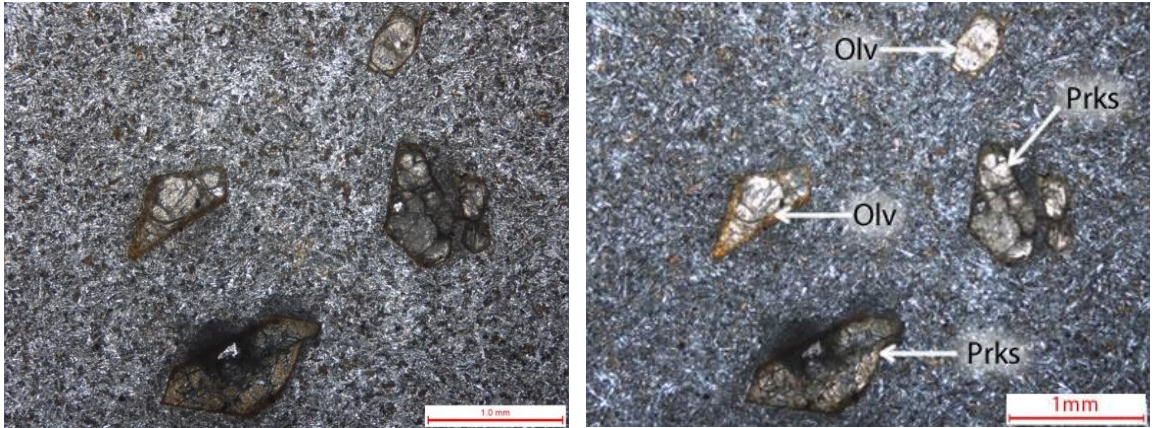


A) Tek nikol

B) Çift nikol

Şekil 4. 26: A-B) BE-9 No'lu örneğin ince kesit görüntüsü(200µm büyütme)- Mikrolitik-porfirik doku. Camsı hamur içinde serpantinleşmeye başlamış olivin, piroksen, plajiyoklas ve opak mineraller bulunmaktadır

BE-36 nolu örnek, ufak, iğnemsili-plajiyoklas mikrolitleri olan, olivin ve piroksen fenokristalleri içeren camsı bir bazalt görünümü sunmaktadır (Şekil 4.27).



A) Tek nikol

B) Çift nikol

Şekil 4. 27: A-B) BE-36 No'lu örneğin ince kesit görüntüsü(1 mm büyütme)- iğnemsili-plajiyoklas mikrolitleri olan, olivin ve piroksen fenokristalleri içeren camsı bazalt dokusu (olivine fenokristalleri serpantinleşmeye başlamıştır).

Çalışma alanı sınırları içinde kalan volkanitler, bazalta benzer bir görünüm sunmalarına rağmen, jeokimyasal analizler sonucunda (Bölüm 4.3) andezitik lavlar olarak değerlendirilmiştir. İçi boş vesiküller içerirler ve siyahımsı-gri renklidirler.

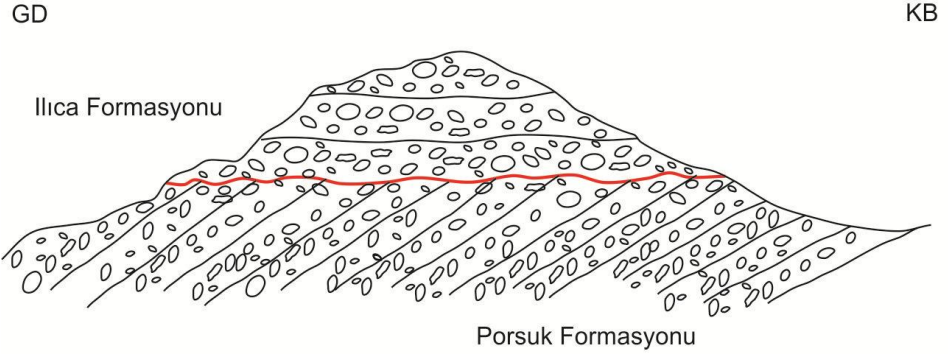
Baş (1983; 1986), Karaköy volkanitleri adlamasıyla incelediği andezit ve bazalt bileşimli lavları, herhangi bir jeokronolojik veriye dayanmaksızın Orta Pliyosen yaşında kabul etmiştir. Bu birimi, stratigrafik konumuna bağlı olarak fosil verileriyle tarihlendirilen birimlere kıyasla yaşlandırmıştır. Baş (1987), Tavşanlı- Domaniç- Kütahya yöresindeki dasit, riyolit bileşimli volkanitleri Orta Miyosen, andezit, bazaltik andezit bileşimli volkanitleri ise Pliyosen volkanizması olarak değerlendirmiştir. Baş (1983; 1986; 1987), lavların mineral bileşimlerini ortopiroksen, plajiyoklas ve klinopiroksen olarak belirlemiştir. Çok az örnekte olivine rastlamış ve dolgu minerallerinde kuvars olduğunu tespit edilmiştir (Özburan, 2009). Servais (1982) K^{40}/Ar^{40} yaş tayin analizi ile volkanitlerden 14,2 My'lık yaş elde etmiştir. Ocakoğlu (2007) çalışmasında, çalışma alanına çok yakın bir bölgeden aldığı volkanitler üzerinde yaptırdığı K^{40}/Ar^{40} yaş tayin analizi ile 15.7 ± 0.7 My'lık yaş elde etmiştir. Bu değerler Orta Miyosen'e karşılık gelmektedir. Çalışma alanında, Akpınar Kireçtaşlarının üzerinde yer alan volkanitler, Orta Miyosen yaşı ile uyum içerisindedir. Arazi çalışmaları sırasında alınan volkanit örneklerinden ikisi K^{40}/Ar^{40} yaş tayin analizine uygun olarak hazırlanmış ve Almanya Göttingen Üniversitesine gönderilmiştir. Gelen sonuçlara göre volkanitlerin yaşı 15.0-15.5 My'dır. Bu yaşlar da Orta Miyosen(Langiyen) 'e karşılık gelmektedir.

4.1.3.4. Ilıca Formasyonu (T1)

Gözler ve diğ. (1996) alttan üste doğru konglomera-kumtaşı, marn-kiltaşı ve kireçtaşından oluşan istif, ve bu istif kesen bazaltlar ile volkanik faaliyetler sonucu oluşmuş aglomera, tuf ve tüfitleri Ilıca Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Ilıca Formasyonu'nun en alt seviyelerini; yeşilimsi-kırmızımsı, alacalı, ani depolanma sonucu iri ve küçük parçaların kil, çamur ve FeO ile çimentolanmasıyla oluşmuş konglomera ve kumtaşları oluşturur. Bu seviyenin üzerinde ise; siyah, koyu gri, yeşilimsi renklerde, iri-orta boyda volkanik kayaç parçaları ve piroklastik malzemeden oluşan aglomera yer alır. Aglomeranın üst seviyelerinde yer alan tuf ve tüfitler; beyaz, sarımsı, boz, pembe renklerde, çoğunlukla silifiye olmuş, aralarında silis akıntıları ve silisleşmiş ağaç parçaları içerir. Tuf ve tüfitler, üst seviyelerinde yer alan kil ve marnlarla yanal geçişli; killi kireçtaşlarıyla düşey geçişlidir. Tüm bu birimleri kesen bazalt ve andezitler ise; koyu kahverengimsi, siyah, kırmızımsı pembe renklerde olup,

gölsel çökeller arasında lav akıntıları şeklinde görülür Bazalt ve andezitlerin üzerinde marn ve kilaşından oluşan bir birim yer alır. Yeşil kirli beyaz ve kiremit renginde ince killi kireçtaşları ile ardalanmalı, bazalt akıntıları ile ara katkılı olan bu birim, diğer birimlerle yatay ve düşey geçislidir. Ilıca Formasyonunun en üst seviyelerini ise; beyaz, sarımsı-boz renkli, yüksek poroziteli killi ve kumlu kireçtaşları oluşturur. Ilıca Formasyonu Miyosen yaşlı birimin üzerine uyumsuzlukla geldiği ve Pliyosen (Willafransiyen) yaşlı Akçakaya Formasyonu altında yer aldığı için oluşum yaşı Pliyosen olarak düşünülmüştür. Ilıca Formasyonunu 50-400m civarına değişen kalınlıklarda görmek mümkündür (Gözler ve diğ., 1996). Tez çalışması kapsamında, çalışma alanının doğu kesiminde yer alan Oklubalı civarında gözlenen, temel birimlere ait serpantin, çört gibi parçalar içeren taban çakıtaşı biriminin üzerine gelen ve önceki çalışmacılar tarafından Porsuk Formasyonu (Gözler ve diğ., 1996; Karakaş, 2006; Zeybek, 2007) ve Akpınar Kireçtaşları (Koçyiğit ve diğ., 1991) olarak tanımlanan beyaz, sarımsı-boz renkli, yüksek poroziteli killi ve kumlu kireçtaşları Ocakoğlu (2007) çalışması da göz önüne alınarak Ilıca Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Ocakoğlu (2007), Oklubalı köyünün doğusunda kalan kısımda *Anancus arvernensis*, *Hipparion* sp. and *Gazella* sp. gibi omurgalı fosillerinin (Sickenberg ve Tobien, 1975) tip yerlerini belirterek birimin yaşını Alt Pliyosen olarak vermiştir.

Çalışma alanının batısında yer alan Çaydere köyü yolu girişi Köyiçi tepe civarında Porsuk Formasyonunun üzerinde, aşıl uyumsuzlukla düşük açılarla olarak duran (Şekil 4.28) yatay tabakalı (Şekil 4.29) açık kahverengi- boz renkli, kum bağlayıcılı, yer yer dağılgan karbonat yumru içeren (Şekil 4.30) volkanik ve ofiyolitik kökenli, az yuvarlaklaşmış, iri çakıllı dağılgan, ani çökelme ürünü olan çakıtaşı gözlenmektedir. Porsuk Formasyonundan genç olan bu birim Ilıca Formasyonunun çakıtaşı birimi ile denkleştirilmiştir.



Şekil 4. 28: Bozüyük Çaydere Köyü yolu, Köyiçi tepe civarında alınan şematik kesit.



Şekil 4. 29: Köyiçi Tepe civarında gözlenen karbonat yumruları içeren (siyah çizgi ile konturlanmıştır) çakıltası birimi.



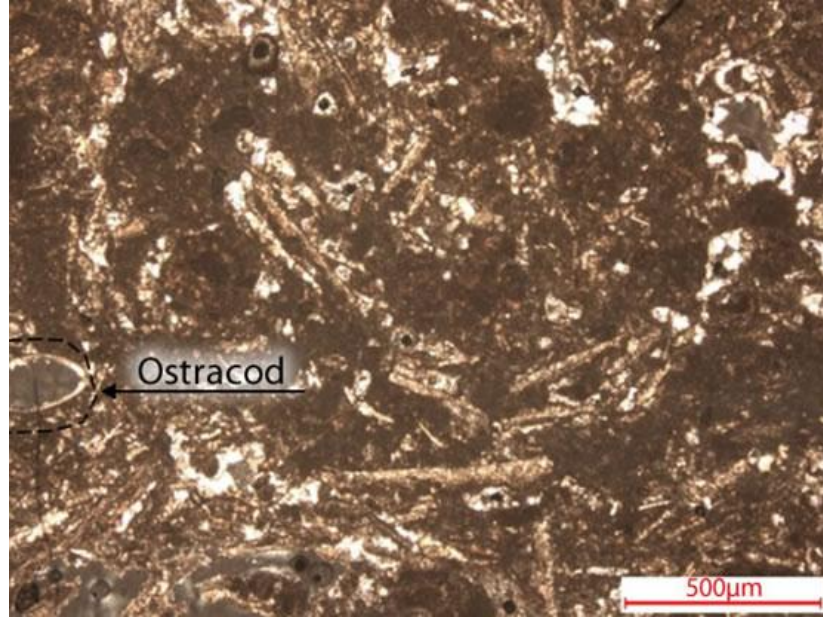
Şekil 4. 30: Çaydere yolu girişi-İlca Formasyonunda gözlenen volkanik kökenli çakıllar ve karbonat yumruları (Siyah çizgi ile konturlanmıştır).

Oklubalı köyünün güneybatısından İlca Formasyonuna ait kumlu, fosilli kireçtaşlarından el örnekleri alınmış, bu el örneklerinden mikro fosil tayini ve petrografik analiz için uygun olanlardan ince kesitler hazırlanmıştır (Tablo 4.2).

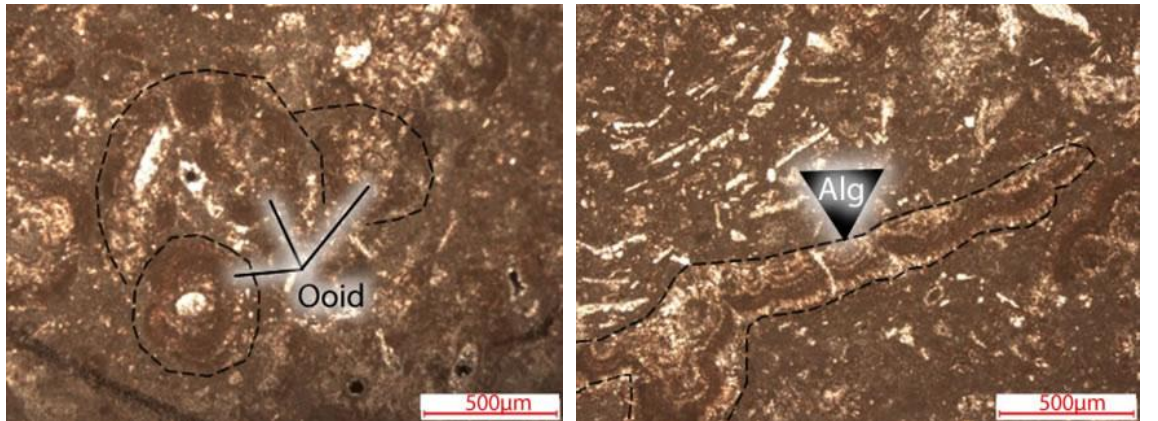
Tablo 4. 2: İnce kesit yaptırılan örneklerin lokasyonları

Örnek Adı	Koordinat	Lokasyon
BE-48	⁰² 63456- ⁴⁴ 10731	H34
BE-49	⁰² 63456- ⁴⁴ 10731	H34
BE-50	⁰² 63456- ⁴⁴ 10731	H34
BE-81	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-82	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-83	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-85	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-86	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-87	⁰² 63351- ⁴⁴ 10109	H98
BE-89	⁰² 63531- ⁴⁴ 10430	H99

Akpınar Kireçtaşlarında olduğu gibi Ilıca Formasyonuna ait kireçtaşlarında da kırık kavkı (ostracod, gastropod ve pelecypod) parçaları (Şekil 4.31) ve ooid bulundurmaktadır. İnce kesitlerde, parçalanmış, kopmuş, konsentrik ooidler ve tatlı su alglerinin (Johnson, 1961) oluşturduğu konsentrik yapılar (Şekil 4.32) gözlenmiştir.



Şekil 4. 31: BE-49 no'lu örnek (Oklubalı köyü) içinde gözlenen ostracod kavkısı (Çapraz ışık).



Şekil 4. 32: BE-49 no'lu örnek (Oklubalı köyü) içinde gözlenen ooidler ve ve tatlı su alglerinin oluşturduğu konsentrik yapılar (Çapraz ışık).

Ilıca Formasyonuna ait kireçtaşları için Folk (1959)'un kireçtaşı sınıflamasına göre biyoklastlı mikrit-intraklastlı mikrit tanımlaması yapılabilir.

Tüm bu veriler değerlendirildiğinde, çalışma alanını içine alan eski havzada Porsuk Formasyonunun çökelimini sağlayan akarsudan daha genç ikinci bir akarsu-göl ortamının Ilıca Formasyonunu oluşmasına sebep olduğu söylenebilir. Oluşan bu göl ortamında da kireçtaşları çökelmiştir.

Oklubalı köyü civarındaki Ilıca Formasyonuna ait kireçtaşları içerisinde gastropod makrofosilleri gözlenmiştir. Yrd. Doç. Dr. Sevinç KAPAN YEŞİLYURT tarafından Alt Pliyosen yaşlı *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) olarak tanımlanmıştır (Şekil 4. 33). *Planorbarius*lar tatlı su göl ortamını karakterize ederler. Fransa ve İtalya'da (Sardinia) *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD)'lerin yaşları Üst Pliyosen'e kadar çıkmaktadır (Esu, 1980). Yaş konağı göz önüne alındığında kireçtaşı biriminin Ilıca Formasyonuna ait olduğu görüşü kuvvetlenmektedir.



Şekil 4. 33: Oklubalı civarında Ilıca Formasyonunda bulunan *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) fosil örnekleri.

4.1.3.5. Kuvaterner Yaşlı Birimler

Alüvyal çökeller ve yamaç molozları bu çalışmada Kuvaterner yaşlı birimler olarak tanımlanmıştır.

➤ Alüvyal Çökeller (Qal)

Genellikle tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil gibi materyallerden meydana gelmektedir. Alüvyal çökeller, çalışma alanımızın sınırları içinde olan Sarısu Deresi, Değirmendere, Karasu Deresi ve Armutlu Dere yatakları ile civarında gözlenmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4. 34: İnönü Havzası alüvyal çökelleri.

➤ Yamaç Molozu (Qym)

Çalışma alanında bulunan alüvyonlar gibi, yamaç molozları da tutturulmamış çakıl, kum, silt, ve kil gibi materyallerden oluşur. Yamaç molozunu oluşturan çakıllar köşelidir ve kökenleri üzerledikleri birim ile benzerlik gösterir. Çalışma alanının kuzeybatısında Ormangüzle Köyü yolu ve güneybatısında Çaydere, Kuyupınar, Kapanalan köy yolu boyunca yer yer yamaç molozu görülmüştür. Ayrıca güneyde kalan Kandilli Fayı ile oluşmuş sarplıkların eteklerinde de İnönü Mermerlerinden oluşmuş belirgin yamaç molozu birikintileri gözlenmiştir (Şekil 4.35).



Şekil 4. 35: Çalışma alanının güneyinde bulunan Kandilli Fayı (KF) üzerinde gözlenen yamaç molozu.

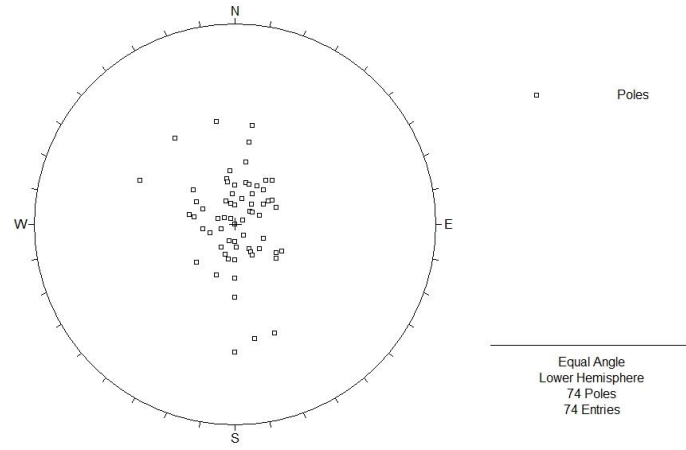
4.2. YAPISAL JEOLojİ

Çalışma alanında bulunan stratigrafi birimlerindeki düzlemsel ve çizgisel yapılardan alınan ölçümler kullanılarak kontür ve gül diyagramları oluşturulmuştur. Bu şekilde çalışma alanının yapısal özellikleri belirlenip, bölgenin jeolojik evrim modelini ortaya koymak amaçlanmıştır.

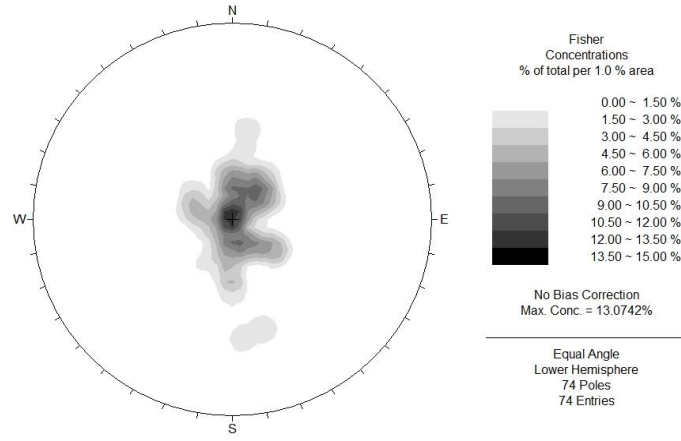
4.2.1. Tabaka Duruşları

Çalışma alanından bulunan örtü birimlerin tabaka duruşları ölçülmüş ve alt yarım küre diyagramlar oluşturulmuştur .

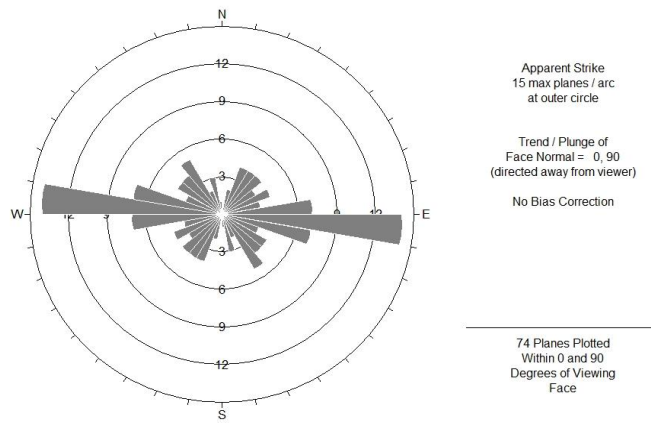
Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşlarından alınan toplam 74 adet tabaka düzlemi ölçüsü diyagramlara konulduğunda tabakalarının ortalama doğrultu ve eğimleri, K78D/11KB ,K64B/17GB olarak bulunmuştur (Şekil, 4.36, 4.37, 4.38).



Şekil 4. 36: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait kutup noktaları diyagramı n=74.



Şekil 4. 37: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait kontur diyagramı n=74.



Şekil 4. 38: Neojen yaşlı birimlerin tabakalarına ait doğrultu gül diyagramı n=74.

4.2.2. Faylar

Çalışma alanındaki faylar, topografyadaki ani yükselti farklılıkları, litolojilerin ani sonlanması, tabaka eğimlerindeki ani kısa mesafelerdeki değişiklikler, fay düzleminin ve düzlem üzerindeki fay çiziklerinin belirlenmesi sonucunda tespit edilmiştir

Arazi çalışmalarının öncesinde Google Earth programı yardımıyla yapılan incelemelerde çizgisellikler belirlenmiştir. Bu belirlenen çizgiselliklerin bir çoğunun arazi incelemelerinde, faylara karşılık geldiği görülmüştür (Tablo 4.3).

Eskişehir Fay zonunun kolları olarak değerlendirilen, çalışma alandaki faylar batıdan doğusuna doğru KB-GD doğrultulu Ormangüzle (OF), Kızılcapınar (KzF), Bozalan (BF), ve Kandilli (KF) fayları ile BKB-DGD doğrultulu İnönü (İF) fayları olarak sıralamak mümkündür.

Çalışma alanında KB-GD doğrultulu fayları dik kesen bazı çizgisellikler de gözlenmiştir. Çalışma alanının kuzeybatısında bulunan Kızılcapınar Köyü civarında ana doğrultuya antitetik gelişen KD-GB fay düzlemlerinin yanı sıra, farklı gözlem noktalarında Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşları içinde ölçülen küçük ölçekli faylar da mevcuttur.

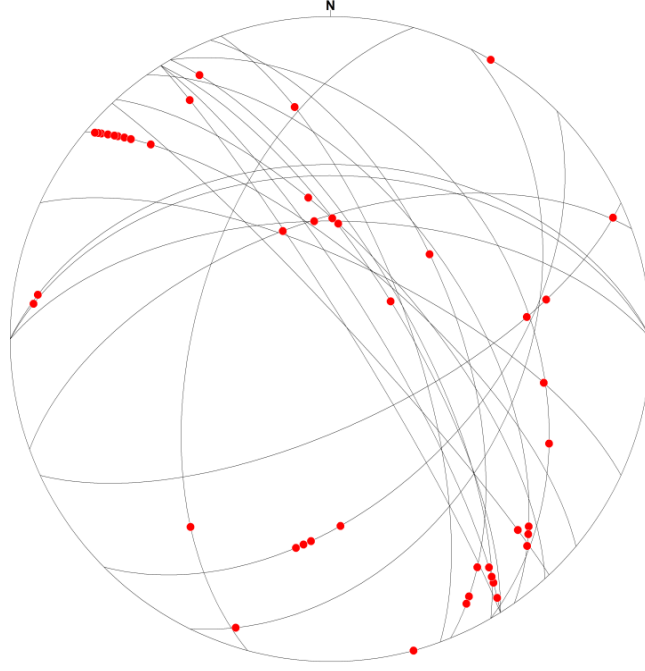
Bunların yanında, Google Earth programında gözlenen, fakat arazi çalışmaları sırasında düzlemleri bulunamayan çizgiselliklerden bazıları haritaya işlenip, birim sınırları ile birlikte çalışma alanının jeolojisi oluşturulduğunda jeoloji haritasında (EK 5) anlamlı bir patern ortaya çıkmaktadır. Bu çizgiselliklerin KB-GD doğrultulu fay sistemine paralel olmaları, olası bu çizgiselliklerin fay olma ihtimallerini güçlendirmektedir. Çalışma alanında ölçülen ve bir çoğunda sağ yönlü atım gözlenen tüm faylar yatım açıları ile birlikte Şekil 4.39 de stereonet ağı üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 4. 3: Çalışma alanında gözlenen fayların lokasyonları ve ölçümleri.

Koordinat	Lokasyon	Düzlem No	Fay Düzlemi		Yatım	Yatım Yönü
			Doğrultu	Eğim		
⁰² 46746- ⁴⁴ 10118	G17	-	D-B	85K	-	-
"	"	-	K20B	47GB	-	-
⁰² 47956- ⁴⁴ 20402	G18	-	K30D	35KB	-	-
"	"	-	K33D	7GD	-	-
⁰² 48158- ⁴⁴ 19951	G20	-	K55D	50GD	-	-
"	"	-	K7D	2KB	-	-
"	"	-	K20B	8KD	-	-
⁰⁷ 55618- ⁴⁴ 14168	H7	-	K50B	60KD	36	KB
⁰⁷ 50934- ⁴⁴ 19604	H22	-	K65D	68GD	5°	GD
"	"	-	K65D	68GD	42°	GD
"	"	-	K65D	68GD	35°	GD
⁰² 48347- ⁴⁴ 18035	H65	1	K65B	70KD	145°	GD
"	"	2	K15D	55KB	35°	GB
⁰² 49500- ⁴⁴ 16490	H68	-	K40D	70GD	-	-
⁰² 49584- ⁴⁴ 19414	H83	-	K45B	58GD	-	-
⁰² 43917- ⁴⁴ 16216	H86	-	K-G	90	30°	K
⁰² 46481- ⁴⁴ 11800	H87	1	K-G	90	165°	G
"	"	2	K-G	90	165°	G
"	"	3	K43B	85KD	162°	GD
"	"	4	D-B	75	-	-
⁰² 55966- ⁴⁴ 10870	H100	1	K42B	68KD	70°	KD
"	"	"	K42B	68KD	68°	KD
"	"	"	K42B	68KD	60°	KD
"	"	2	K60B	70KD	-	-
"	"	"	K40B	65KD	-	-
"	"	3	D-B	60K	86°	B
"	"	4.1	K70B	60KB	88°	KB
"	"	4.2	K80D	50KB	-	-
"	"	4.3	K35D	80KB	-	-
"	"	4.4	D-B	65K	-	-
⁰² 46852- ⁴⁴ 12194	H101	1	D-B	48K	170°	KD
"	"	2	K80D	52KB	-	-
"	"	3	D-B	45K	12°	D
"	"	4	K80D	40KB	170°	KD
⁰² 47225- ⁴⁴ 11906	H102	1	K35B	55KD	160°	GD
"	"	"	K35B	55KD	162°	GD

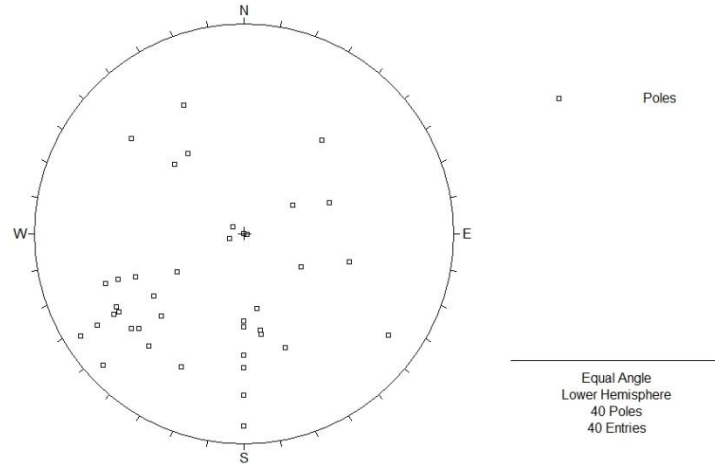
Tablo 4.3: Çalışma alanında gözlenen fayların lokasyonları ve ölçümleri (Devamı)

Koordinat	Lokasyon	Düzlem No	Fay Düzlemi		Yatım	Yatım Yönü
			Doğrultu	Eğim		
"	"	"	K35B	55KD	165°	GD
"	"	2	K30B	40KD	138°	GD
"	"	3	K45D	50GD	120°	GD
"	"	"	K45D	50GD	132°	GD
"	"	"	K45D	50GD	128°	GD
"	"	"	K45D	50GD	130°	GD
⁰² 48400- ⁴⁴ 20266	H104	-	K30B	30GB	-	-
⁰² 47139- ⁴⁴ 12076	H105	1	K50B	70KD	20°	KB
"	"	"	K50B	70KD	10°	KB
"	"	"	K50B	70KD	5°	KB
"	"	"	K50B	70KD	7°	KB
"	"	"	K50B	70KD	9°	KB
"	"	"	K50B	70KD	12°	KB
"	"	"	K50B	70KD	4°	KB
"	"	"	K50B	70KD	14°	KB
"	"	"	K50B	70KD	3°	KB
"	"	2	K32B	70KD	0	-
"	"	3	K30B	70KD	-	-
"	"	"	K30B	70KD	10°	KB
"	"	4	K20B	70KD	30°	KB
"	"	5	K32B	72KD	0°	
⁰² 53234- ⁴⁴ 11191	H106	1	K32B	85KD	15°	KB
"	"	2	K22B	58KD	172°	GD
⁰² 53234- ⁴⁴ 11191	H106	2	K22B	58KD	168°	GD
"	"	"	K22B	58KD	170°	GD
"	"	"	K22B	58KD	160°	GD
"	"	3	K32B	79KD	175°	GD
"	"	"	K32B	79KD	170°	GD
"	"	"	K32B	79KD	168°	GD
"	"	"	K32B	79KD	165°	GD

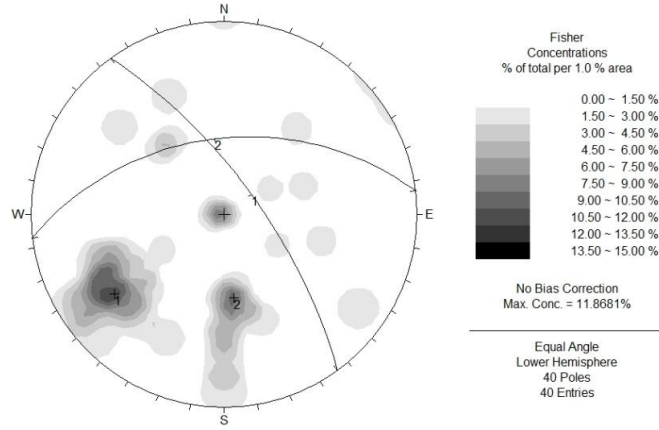


Şekil 4. 39: Fay Düzlemleri ve yatımlarının stereonet üzerinde gösterilmesi

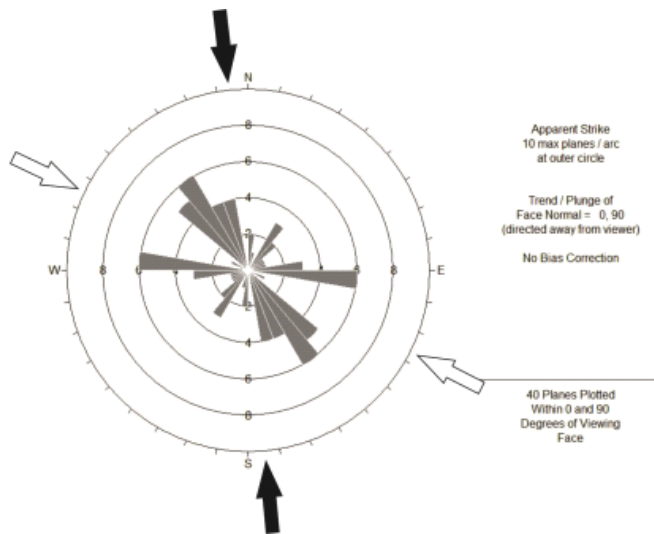
Normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğu bilinen Eskişehir Fay Zonu üzerindeki fay düzlemlerine ait kutup noktalarından (Şekil 4.40) alt yarım küre için kontur diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 4.41). Ortalama fay düzlemi değerleri, kontur diyagramı üzerinde, yoğunluğun en çok olduğu alanların düzlem yayı çizilerek bulunmuştur. Şekil 4.41' de görülen kontur diyagramında 1 nolu yay K56B/70KD, 2 nolu yay K84D/46KB doğrultu ve eğimli ortalama fay düzlemlerini göstermektedir. Gül diyagramında fay düzlemlerinin hakim yönleri görülmektedir. Sağ yönlü atımın gerçekleşmesi için KB-GD doğrultulu fayların KKB-GGD yönlü sıkışması, D-B doğrultulu fayların da KB-GD yönlü sıkışması gerekmektedir (Şekil 4.42).



Şekil 4. 40: Fay Düzlemlerinin kutup noktalarını gösteren diyagram n=40.



Şekil 4. 41:Fay Düzlemlerine ait kontur diyagramı n=40.



Şekil 4. 42: Fay düzlemlerine ait doğrultu gül diyagramı n=40 (Siyah oklar KB-GD doğrultulu fayların sıkışma yönünü, beyaz oklar D-B doğrultulu fayların sıkışma yönünü gösterir).

4.2.2.1. Ormangüzele Fayı(OF)

Çalışma alanının en batısında bulunan KB-GD doğrultulu, ters bileşenli bir fay olan Ormangüzele Fayı (OF) (H83, Tablo 4.3) (Şekil 4.43) temele ait kireçtaşları ile Neojen yaşlı Porsuk Formasyonuna ait, belirgin tabakalanma göstermeyen, az tutturulmuş ve yer yer orta- iyi yuvarlaklaşmış çakıllar içeren kumlu-siltli birimin dokanağını oluşturur. Ormangüzele fayına ait düzlem K45B/58KD olarak ölçülmüştür.



Şekil 4. 43: Temele ait kireçtaşları ile Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu arası birim arasında yer alan Ormangüzele Fayı (OF).

4.2.2.2. Kızılcapınar Fayı(KzF)

Ormangüzele fayı'nın güneybatısında Kızılcapınar fayı (KzF) (H22, Tablo 4.3) bulunmaktadır. KB-GD doğrultulu, GD tarafında temel birimler ile Akpınar Kireçtaşları arasında sınır oluştururken, KB'da Akpınar Kireçtaşlarını kesmektedir. Kireçtaşları içindeki bu fayın antitetik bileşeni K65D/68GD olarak, fay düzlemindeki yatım açıları ise 5°, 35° ve 42° GD olarak ölçülmüştür (Şekil 4.44).



Şekil 4. 44: Akpınar Kireçtaşlarını kesen Kızılcapınar Fayı'na (KzF) ait fay çizikleri.

4.2.2.3. Bozalan Fayı(BF)

Çalışma alanının güneybatısında KD-GB gidişli Bozalan fayı (BF) (H7, Tablo 4.3) bulunmaktadır. Bozalan Köyü ve kuzeybatısı boyunca gözlenen temel kayalar eğim atımlı normal bir fay olan Bozalan fayı tarafından kesilmektedir. Köy merkezinin batısında gözlenen fay düzleminde, fayın K50B doğrultulu ve 60KD eğimli olduğu ölçülmüştür (Şekil 4.45).



Şekil 4. 45: Bozalan Fayına (BF) ait fay düzlemi.

4.2.2.4. Kandilli Fayı(KF)

Kandilli Fayı (KF) Bozalan fayının batısında bulunur. Bu fay İnönü ilçesinin güneyinden Kuyupınar Köyüne doğru KB-GD istikametinde uzanır (Şekil 4.46). Kandilli Fayı, Tokay ve Altunel (2005) tarafından Eskişehir Fay Zonunun, İnönü-Dodurga Segmenti batısında kalan eğim atım bileşeni olan sağ yönlü doğrultu atım karakterli parçası olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. 46: İnönü Ovası batısından Kandilli Fayı'nın (KF) genel görünümü.

Kandilli Fayı, temel birimler ile Neojen yaşlı birimlerin sınırını oluşturur. Bu sınır boyunca temel kayalar fayın yükselen güney bloğunda yer alır ve morfolojik olarak yükseltileri oluşturur. Neojen birimler ise düşen kuzey blokta bulunur ve temel birimlerce sınırlanmıştır.

Arazi çalışması boyunca Kandilli Fayı dört ayrı lokasyon hattında incelenmiştir. Bu lokasyonlarda bu faya ait düzlemler ve üzerinde bulunan fay çiziklerinin yatım açıları ölçülmüştür.

H87 (Tablo 4.3) nolu lokasyon hattında Kandilli Fayı temel kayalar ile Akpınar Kireçtaşlarının dokanağını oluşturur. Bu hat boyunca duruşları K55B/45KD, K- G/90, K43B/85KD ve D-B/75K olmak üzere dört adet fay düzlemi ölçülmüştür. K-G/Düşey ve 15° G yatıma K43B/85KD ve 18° GD yatım açılarıdır (Şekil 4.47). Bu hat üzerinde asılı vadi ve İnönü Mermerlerinden oluşan fay breşleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4. 47: Kandilli Fayı K- G/90 fay düzlemi ve üzerindeki G'ye dalımlı fay çizikleri.



Şekil 4. 48: Kandilli Fayı üzerinde birçok asılı vadi gelişmiştir. Bu fotoğraf H87 (Tablo 4.3) nolu lokasyondaki asılı vadiyi göstermektedir.

H101 (Tablo 4.3) nolu lokasyon hattında Kandilli Fayı temel kayaları içinden devam etmektedir. İnönü Mermerler üzerinde bulunan düzlemlerden dört farklı ölçüm alınmıştır. D-B/48K duruşlu fay düzlemi üzerinde 10° GD yatımlı fay çizikleri mevcuttur. K80D/52KB, 12° KD yatım açısına sahip D-B/45K ve 10° KD yatım açısına sahip K80D/40KB doğrultulu düzlemler de lokasyon boyunca ölçülen diğer düzlemlerdir.

Kandilli Fayı tarafından kesilmiş İnönü Mermerleri, H102 (Tablo 4.3) nolu istasyonda breşleşmiş olarak gözlenmiştir. K35B/55KD doğrultulu Mangan mineral (aurorite) sıvımalı fay aynası üzerinde 20° GD, 18° GD ve 15° GD yatıma sahip fay çizikleri kolayca görülmektedir (Şekil 4.49).



Şekil 4. 49: H102 (Tablo 4.3) nolu lokasyon K35B/55KD doğrultulu aurorite mineralli (Tokay, 2001) fay aynası ve üzerindeki fay çizikleri.

H102 (Tablo 4.3) nolu lokasyonda bulunan bir diğer fay düzlemi K30B/40KD doğrultu ve eğimli, düzlemde bulunan fay çizikleri ise 42° GD'ya yatımlıdır (Şekil 4.50). K45D/50GD doğrultu ve eğimli fay düzleminde bulunan fay çiziklerinin yatımı 48° , 50° , 52° ve 60° GD'ya olarak ölçülmüştür.



Şekil 4. 50: H102 (Tablo 4.3) K30B/40KD doğrultulu fay düzlemi ve fay çizikleri.

4.2.2.5. İnönü Fayı(İF)

Tarafımızdan İnönü fayı (İF) (Şekil 4.51) olarak isimlendirilen normal bileşeni olan sağ yönlü doğrultu atımlı fay, BKB-DGD yönünde uzanır ve İnönü Havzası'nı güneyden sınırlar. İnönü fayı, çalışma alanında, İnönü Ovası'nın Kuvaterner çökelleriyle, temel kayaların ve Neojen çökellerin arasındaki sınırı oluşturur. İnönü Mermerleri bu sınırın güney bloğu tarafındadır ve sınır boyunca sarp bir morfoloji sunar. İnönü ilçe merkezindeki bu sarplıklarda mağaralar gelişmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4. 51: İnönü ilçe merkezi kuzeyinden İnönü Fayı'nın genel görünümü.



Şekil 4. 52: İnönü ilçe merkezinde gözlenen mağaralar.

Arazi çalışmaları sırasında İnönü fayı iki farklı lokasyon hattı boyunca incelenmiştir. İnönü ilçe merkezi yakınındaki H100 (Tablo 4.3) nolu lokasyon hattında ölçülen fay düzlemleri temel birime ait Mesozoyik yaşlı mermerler üzerinde gelişmiştir.

Dört farklı düzlem olarak ölçülen, kendi içinde de dalgalanmalar sunan bu düzlemlerden ilki K42B/68 KD doğrultu ve eğimlidir. $70^{\circ}, 68^{\circ}$ ve 60° KD'ya yatımlı fay çizikleri mevcuttur (Şekil 4.53).



Şekil 4. 53: K42B/68 KD fay düzlemi ve üzerinde gelişen fay çizikleri.

Diğer iki fay düzlemi K60B/70KD ve D-B/60KD doğrultu ve eğimli düzlemlerdir. Bu iki fay düzlemi üzerinde yatım ölçülememiştir.

H100 (Tablo 4.3) nolu lokasyondaki son düzlem farklılıklar sunar. Fay düzlemleri, K70D/60KB, K80D/50KB, K35D/80KB ve D-B/65K doğrultu ve eğimli olarak ölçülmüştür.

H106 nolu lokasyon çalışma alanındaki İnönü Fayına ait düzlemin en net görüldüğü yerdir. Kandilli Fayında gözlenen mineral cilaları bu lokasyonda da mevcuttur. Kendi içinde dalgalanmalar sunan düzlem boyunca üç farklı ölçüm alınmıştır. İlki K32B/85KD doğrultu ve eğimli olan düzlem üzerinde 15° KB yatıma sahip fay çizikleri bulunmaktadır. K22B/58KD olarak ölçülen bir diğer düzlemde bulunan fay çiziklerinde yatım 8° , 10° , 12° , 20° GD'ya olarak ölçülmüştür (Şekil 4.54). Bir diğer düzlem ise K32B/79 KD doğrultu ve eğimlidir. Fay çizikleri ise 5° , 10° , 12° , 15° GD'ya yatımlıdır.



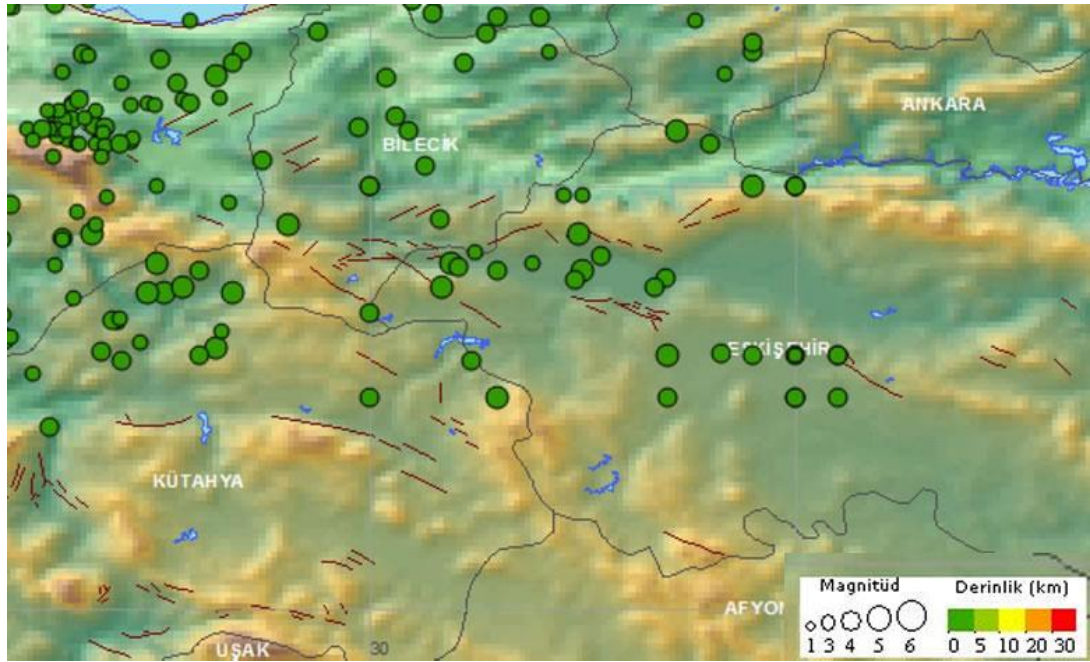
Şekil 4. 54: K22B/58KD ölçülen fay düzlemi ve üzerindeki fay çizikleri.

Ölçülen tüm fay düzlemlerine ek olarak, çalışma alanının güneydoğusunda bulunan volkanitlerde birimin içinde yanal atımlı faya benzeyen KB-GD gidişli çizgisellik gözlenmektedir.

4.2.3. Depremsellik

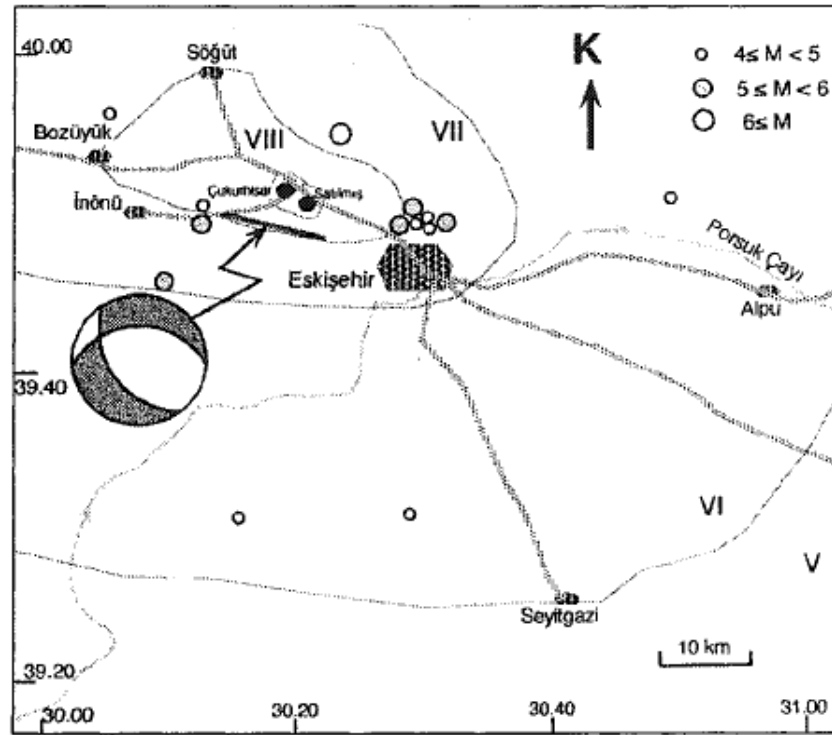
Çalışma alanının depremselliği incelenirken, tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelmiş depremler araştırılmıştır. Bu araştırma sırasında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nin ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Dairesi'nin kayıtlarından yararlanılmıştır.

Tarihsel dönemde önemli birkaç deprem olmasına rağmen bunlardan hiçbiri çalışma alanı sınırlarında gerçekleşmemiştir. 1900 yılından günümüze kadar olan aletsel dönemde bölgede 2.0'dan büyük bir çok deprem olmuştur (Şekil 4.55). Bu depremlerin en önemli olanı ise 20 Şubat 1956 tarihli Çukurhisar Depremidir ($M=6,4$) (Şekil 4.56).



Şekil 4. 55: Eskişehir ve civarında, 1900 ve sonrası yıllarda meydana gelmiş, büyüklükleri 2.0 ile 6.4 arasında olan tüm depremlerin dağılımları.

(<http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Veritabani/DDA.aspx?param=3>)



Şekil 4. 56: Eskişehir ve çevresinde 20. yy'da meydana gelen magnitudü 4'ün üzerindeki depremlerin episantırlarını gösteren harita. İnce çizgiler 20 Şubat 1956 Eskişehir depremine ait izoseistler (Öcal 1959'dan alınmıştır). Kalın çizgi bu depremde kırılan fay segmentini göstermektedir. Fay düzlemi çözümü McKenzie (1972) tarafından 20 Şubat 1956 depremi için geliştirilmiştir (Altunel ve Barka, 1998).

Çukurhisar Depremi, Bilecik ve Eskişehir arasındaki bölgede yoğun hasara neden olmuştur. Söğüt çevresindeki köylerde önemli hasar vardır. Bozüyük ve Çukurhisar arasındaki demiryolu hasara uğramıştır (Eyidoğan ve diğ, 1990). Öcal (1959a), depremin etkilediği alan (makrosismik alan) 35000 km^2 olarak hesaplamıştır. Kuzey Anadolu ve Marmara bölgesindeki il ve ilçelerimizde kuvvetle hissedilmiştir.

4.3. İNÖNÜ VOLKANİTLERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde çalışma alanının güneydoğusunda bulunan İnönü Volkanitlerinden alınan örneklerden iki tanesi (BE9-BE36'nolu) üzerinde yaptırılan esas element oksitler, iz ve nadir toprak element jeokimyasal analizleri değerlendirilecektir. Örnekler 2-3 mm boyutuna kadar çeneli kırıcıda kırılmıştır. 2-3 mm boyutuna indirilen örnekler laboratuvarda agat havanda 600 mesh boyutuna getirilinceye kadar öğütülmüştür. Toz haline gelen örnekler 15-20 gramlık poşetlerle jeokimyasal analiz için Acme Laboratuvarları'na (Kanada) gönderilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları ile İnönü Volkanitlerinin jeokimyasal karakteristiklerinin belirlenmesi ve tektonik ortamlarının yorumlanması amaçlanmıştır. Volkanitlerin adlandırılması ve tektonik ortamın yorumlanması 'GCDKit V. 2,3' programı kullanılarak yapılmıştır.

4.3.1 Majör Element Jeokimyası

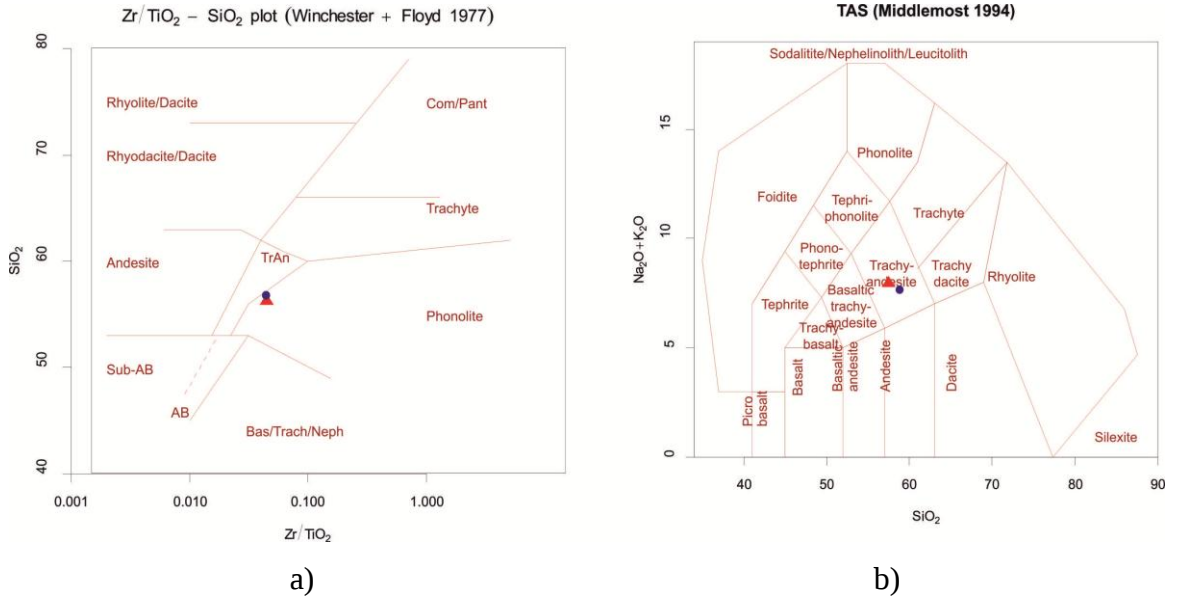
Bu bölümde İnönü Volkanitlerinden elde edilen majör (ana) element jeokimyasal verileri değerlendirilecektir. İnönü Volkanitlerinden alınan örneklerin esas element analiz sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4. 4: Jeokimya analizleri ile belirlenen ana element değerleri.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	
BE-9	56,45	16,7	5,77	3,62	6,26	3,6	4,15	0,92	0,47	0,11	0,019	
BE-36	56,88	16,23	5,29	3,21	6,38	3,45	4	0,93	0,48	0,07	0,018	

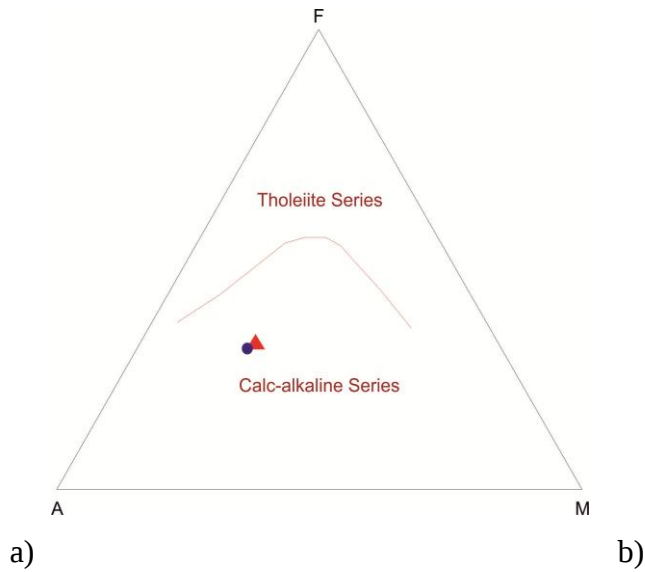
4.3.1.1. Sınıflama

İnönü Volkanitlerini sınıflandırmak için öncelikle kayaçların adlandırılması yoluna gidilmiştir. Örneklerin, Winchester ve Floyd (1977)'un Zr/TiO₂-SiO₂ diyagramında Fonolit-Trakiandezit sınırına ve Middlemost (1994)'un TAS (Toplam alkali-SiO₂) diyagramında "Trakiandezit" alanına düştüğü görülmüştür (Şekil.4.57 a,b).



Şekil 4. 57: İnönü Volkanitlerinin a) TAS: Toplam alkali-SiO₂ (Middemost (1984)'dan uyarlanarak) ve b) Zr/TiO₂'ya karşı Si₂O (Winchester ve Floyd, 1977'den uyarlanarak) diyagramlarındaki yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.

Sınıflandırmanın ikinci aşaması ise magma karakterinin belirlenmesidir. İnönü Volkanitlerinden alınan örnekler, AFM (A= Na₂O+K₂O, F= FeO+ 0,8998Fe₂O₃, M=MgO, Irvine ve Baragar (1971) diyagramı kullanılarak sınıflandırılmıştır. İncelenen örneklerin, Kalk-alkalen alanda bulunduğu görülmüştür (Şekil.4.58).



Şekil 4. 58: İnönü Volkanitleri örneklerinin AFM (Irvine ve Baragar (1971)'dan uyarlanarak). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.

İnönü Volkanitlerinden alınan örneklerde, Al_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O ve Fe_2O_3 , SiO_2 arttıkça azalmakta ve negatif trend göstermektedir (Tablo 4.3). Buna karşılık CaO , TiO_2 ve P_2O_5 , SiO_2 arttıkça artarak pozitif bir trend gösterir.

Bu durum olağan kristal ayrışmasının bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. CaO değerinin artması Ca 'ca zengin plajiyoklasların ve klinopiroksenin ortama dahil olduğunu göstermektedir. Fe_2O_3 , MgO değerlerinin azalması da piroksen, amfibol ve biyotit gibi ferromagnezyum minerallerinin kristalizasyonuna bağlı olarak gelişmiştir. ve Na_2O değerinin azalması ise kristal ayrışmasının alkali feldspat kristallenmesiyle sona yaklaştığını gösterir.

4.3.2 İz Element Jeokimyası

Kayaçların iz ve nadir toprak element bileşimleri kayaçların mineralojik bileşimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Esas elementler ve iz elementlerin bazıları kayaç oluşturan ana minerallerin bünyesinde toplanırken, bazı iz elementler ve nadir toprak elementleri daha çok aksesuar minerallerin bünyesinde toplanır (Mason ve Moore, 1982; Wilson, 1989; Lipin ve Mckay, 1989). İz elementlerin magma içindeki davranışları tıpkı esas element davranışları gibi önemlidir. İz elementler bazı esas elementlerin yerine geçer. Bundan dolayı magmada kristal ayrışma, mixing ve asimilasyon gibi magma odası işlemlerinin izlenmesinde önemli rol oynarlar. İnönü Volkanitlerinin iz element analiz sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4. 5: Jeokimya analizleri ile belirlenen iz element değerleri.

İz Elementler (ppm)			İz Elementler (ppm)		
Örnek no:	BE-9	BE-36	Örnek no:	BE-9	BE-36
İz elementler			İz elementler		
Ni	66	77	Sm	7,30	7,77
Sc	13	13	Eu	1,70	1,80
LOI	1,5	2,6	Gd	5,71	6,00
Ba	1260	1344	Tb	0,81	0,81
Be	4	<1	Dy	4,50	4,16
Co	15,7	17,3	Ho	0,84	0,79

Tablo 4. 6: Jeokimya analizleri ile belirlenen iz element değerleri (Devamı)

İz Elementler (ppm)			İz Elementler (ppm)		
Örnek no:	BE-9	BE-36	Örnek no:	BE-9	BE-36
İz elementler			İz elementler		
Cs	2,1	9,6	Er	2,39	2,24
Ga	16,4	17,1	Tm	0,35	0,35
Hf	9,8	9,5	Yb	2,15	2,21
Nb	27,1	26,9	Lu	0,34	0,33
Rb	146,4	145,7	Mo	1,1	1,7
Sn	2	3	Cu	18,8	21,8
Sr	763,0	815,4	Pb	3,2	4,2
Ta	1,8	1,8	Zn	49	71
Th	17,6	17,9	Ni	46,4	62,2
U	4,3	4,9	As	1,0	1,0
V	104	111	Cd	<0.1	<0.1
W	14,4	2,7	Sb	<0.1	<0.1
Zr	409,3	410,0	Bi	<0.1	<0.1
Y	23,9	22,7	Ag	<0.1	<0.1
La	67,8	71,1	Au	0,9	0,8
Ce	126,5	133,5	Hg	<0.01	<0.01
Pr	12,98	13,72	Tl	<0.1	<0.1
Nd	47,2	52,7	Se	<0.5	<0.5

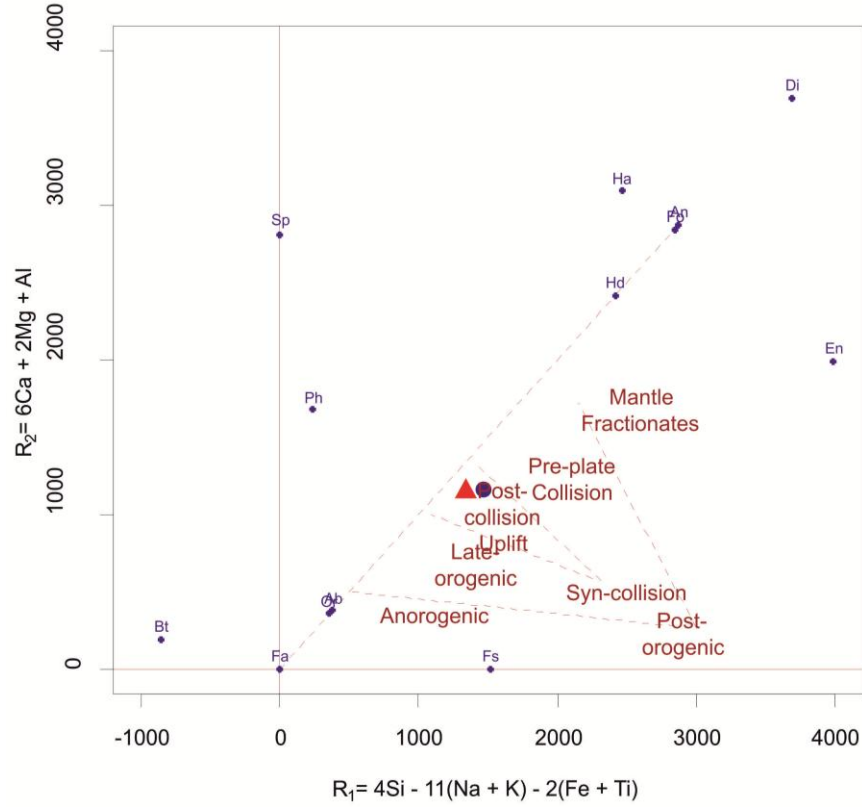
Tablo 4.5'e bakıldığında, Ba, Sr Zr, La, Ce ve Rb elementlerinin SiO₂ (Tablo 4.4) miktarı arttıkça arttıkları görülmüştür. Bu elementlerden Ba, Rb ve Sr genel olarak magma içerisinde mobilitesi yüksek elementler olduğundan alterasyona karşı duyarlı elementlerdir.

Örneklerde artan SiO₂ ile Y oranının giderek azalması amfibol başta olmak üzere mafik mineral kristalizasyonunun önemli olduğunu gösterir.

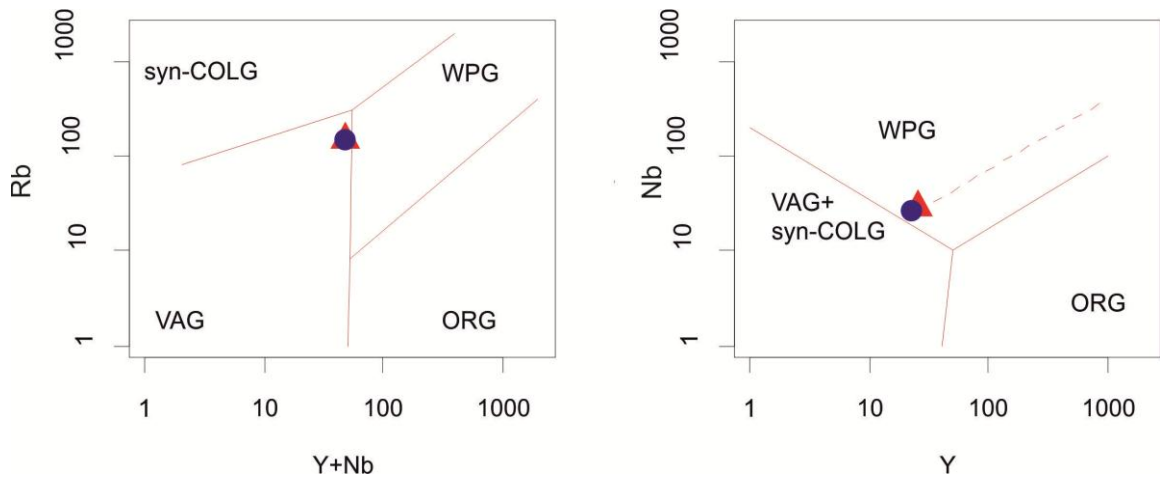
4.3.3 Tektonik Ortam

İnönü Volkanitlerinin nasıl bir tektonik ortamda oluştuğunu belirlemek amacıyla magma içinde kalıcılığı yüksek (immobile) elementlerin kullanıldığı tektonik ortam

ayırt diyagramlarından yararlanılmıştır. Örnekler sırasıyla Bathchelor ve Bowden (1985) ve Y+Nb'ye karşı Rb ve Y'ye karşı Nb (Pearce, 1984) diyagramlarına izdüşülmüştür (Şekil 4.593, 4.60).



Şekil 4. 59: Bathchelor ve Bowden (1985) diyagramlarında İnönü Volkanitlerinin yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.



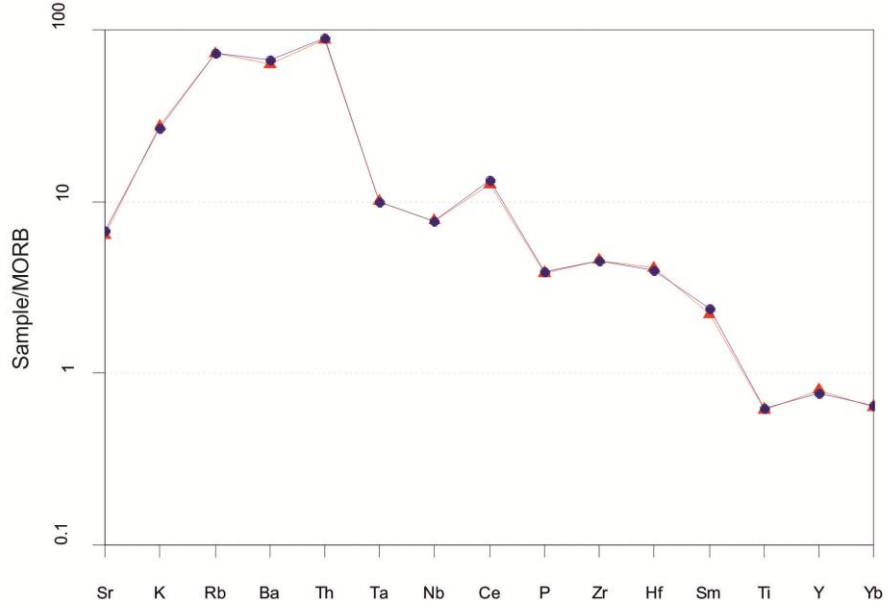
Şekil 4. 60: Y+Nb'ye karşı Rb ve Y'ye karşı Nb (Pearce, 1984'dan uyarlanarak) diyagramlarında İnönü Volkanitlerinin yeri. Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.

Bathchelor ve Bowden (1985) diyagramlarında İnönü Volkanitlerine ait örnekler çarpışma sonrası (post-collision) tektonik ortam bölgesine düşmüştür. Pearce (1984) Y+Nb'ye karşı Rb grafiğinde de farklı ortamların kesiştiği nokta civarına düşen örnekler çarpışma sonrası (post-collision) tektonik ortamı karakterize edecek biçimde değerlendirilir.

4.3.3.1. Örümcek Diyagramlar

Örümcek diyagramlar paleo-tektonik ortamı bilinmeyen bir örnekteki çok sayıda element konsantrasyonunun, ortalama bir okyanus ortası sırt bazaltındaki ve okyanus rifti granitlerindeki element konsantrasyonuna oranlanması sonucu hazırlanan diyagramlardır. Bu diyagramın yatay ekseninde elementler belirli sıraya göre dizilirler. Bir elementin duraylılığı, o elementin iyon potansiyeli ile temsil edilir. Genel olarak iyon potansiyeli < 3 ile > 12 olan elementler duraylı; iyon çapı $3 > X > 12$ arasında olan elementler ise duraysız olarak kabul edilir (Loughnan, 1969). Duraysız olan Sr, K, Rb ve Ba elementlerinin konsantrasyonları sıvı fazlarının davranışı ile; duraylı olan Y, Zr, Ti, Nb ve Ta elementlerinin konsantrasyonları magmanın kimyasal ve kristal-ergiyik işlemlerinin davranışı ile kontrol edilir (Rollinson, 1993). Örümcek diyagramlarda düşey eksen logaritmiktir ve göz önüne alınan kayacın ortalama MORB'a oranını gösterir. Eğer incelenen kaya tipik MORB bileşiminde ise o zaman $y=1$ çizgisi elde edilecektir. 1 çizgisinin yukarısında veya aşağısında elde edilecek element konsantrasyonları kaynak alan ve tektonik ortam ile ilişkilidir. Örümcek diyagramların yorumlanması ortaya çıkan desenin değerlendirilmesiyle yapılır. Kaynak alanın kısmi ergime derecesi ve fraksiyonel kristalizasyon, element konsantrasyonlarını değiştirebilir. Ancak genel desen üzerinde herhangi bir etki yapmaz (Üçtaş, 2005).

İnönü Volkanitlerine ait Kayaç/MORB diyagramına (Şekil 4.61) bakıldığında Nb ve Ti elementlerinde ani bir düşüş gözlenmektedir. Bu elementlerdeki negatif anomali kayaçların ana mağmasının gelişiminde yitim bileşeninin varlığına veya kıta kabuğu kirlenmesine işaret edebilir (Pearce, 1983).

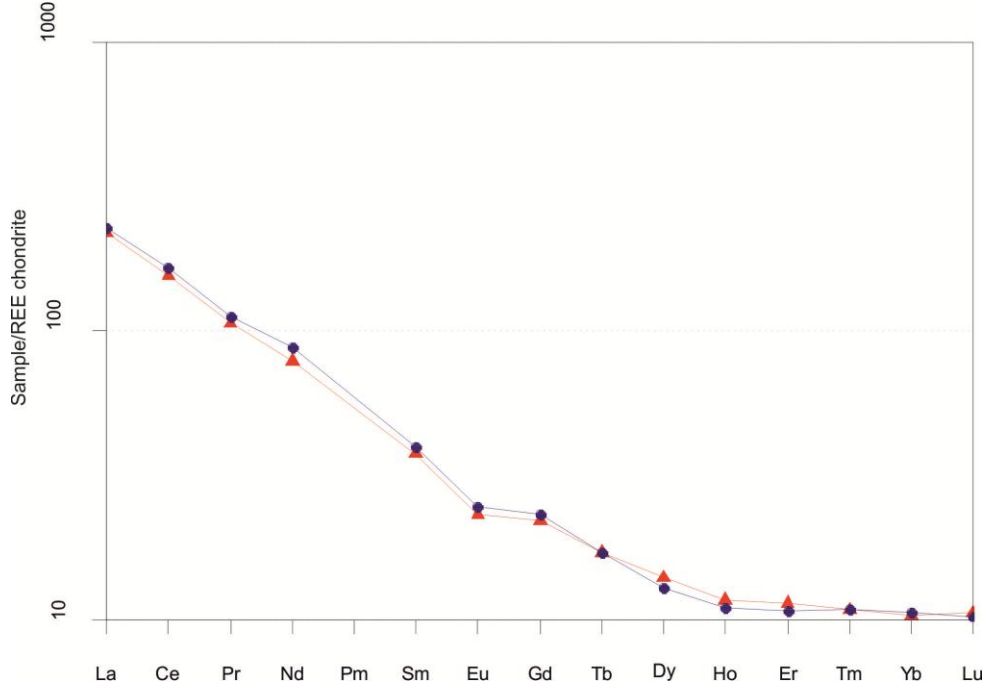


Şekil 4. 61: İnönü Volkanitleri örneklerinin MORB' a karşı normalize diyagramı (MORB, Pearce, 1983'dan uyarlanarak). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.

Nadir Toprak Elementleri (REE) magmatik kayaçların beslenme alanı, asimilasyon ve fraksiyonel kristalizasyonu hakkında önemli bilgiler verirler. Bazalt ve bazaltik andezit bileşimli ergiyiklerde REE konsantrasyonları granat, amfibol, manyetit ve piroksen kristalizasyonu ile kontrol edilirken, plajiyoklas kristalizasyonu da Eu elementinin konsantrasyonu ile kontrol edilir. Aynı zamanda Eu anomalisi, plajiyoklas fraksiyonasyonu geçirmiş ve önemli ölçüde Eu tüketimine uğramış kıta kabuğu malzemesine bağlı kirlenmeyi işaret edebilir. Yüksek La, Th ve Ce içeriği çarpışma sonrası granitler için karakteristiktir (Harris ve diğ., 1986)

Nadir toprak elementlerinin kondrit değerlerine normalize edilmesiyle ortaya çıkan trendler (Şekil 4.62) incelendiğinde İnönü Volkanitleri örneklerinde hafif nadir toprak elementlerinin (LREE) ve ağır nadir toprak elementlerinin (HREE) LREE' den HREE' ye doğru negatif bir trend izlediği görülür. İnönü Volkanitlerinde Eu anomalisi göze çarpar. Tablo 4.4'e bakıldığında Th değerinin 17,6-17,9, La değerinin 67,8-71,11 ve Ce değerinin 126,5-133,5 olduğu görülür. Bu durumda İnönü Volkanitleri için kıta kabuğu

malzemesi ile kirlenmiş mağmanın çarpışma sonrası aktivitesi ile oluştuğu yorumu yapılabilir.



Şekil 4. 62: İnönü Volkanitleri örneklerine ait nadir toprak elementlerinin Kayaç/Kondrit'e karşı normalize diyagramı (Boynton, 1984'dan uyarlanmıştır). Üçgen simge BE-9, daire simge BE-36 nolu örneği göstermektedir.

4.4. JEOKRONOLOJİ

Argon atmosferin yaklaşık %1' ni oluşturmaktadır. Argonun ^{36}Ar , ^{38}Ar ve ^{40}Ar olmak üzere üç duraylı izotopu vardır. ^{40}Ar atmosferik argonun %99,6' sını oluşturur. K-Ar yaş tayini, ^{40}K ile ^{40}Ar ' nun radyoaktif bozunmasına göre yapılır. Volkanik kayaları yaşlandırmak için, ^{40}Ar 'nün ne kadarının atmosferik olduğu ve ne kadarının ^{40}K ' nun radyoaktif bozunması sonucunda olduğunun belirlenmesi gerekir. Atmosferdeki ^{40}Ar ile ^{36}Ar ' nun atomik oranının sabit (295,5) olduğu bilindiği için söz konusu yaşlandırma mümkündür. Bu oran esas alınarak ^{36}Ar ' nun ölçümü, atmosferik olan ^{40}Ar ' nun miktarını saptamayı mümkün kılmaktadır. Arta kalan ^{40}Ar radyojenik olarak tanımlanır ve kayanın yaşı ^{40}K ' nun radyojenik ^{40}Ar ' nun oranına eşittir (Şen, 2012).

Çalışma alanında bulunan İnönü volkanitlerinden alınan örneklerin 2 tanesi üzerinde Almanya'da Georg-August-Universität Göttingen Geowissenschaftliches Zentrum der Abt. Isotopengeologie Laboratuvarı'nda Prof. Dr. Klaus Wemmer tarafından $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ yaşlandırması yapılmıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4. 7: İnönü Volkanitlerine ait $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ yaşlandırma sonuçları

Ar - Isotopic Abundance ⁴⁰Ar : 99,6000% ³⁸Ar : 0,0630% ³⁶Ar : 0,3370%		Spike-Isotopic Comp. ⁴⁰Ar : 0,0099980% ³⁸Ar : 99,9890000% ³⁶Ar : 0,0009998%		Decay Constants [1/a]: : 5,810E-11 : 4,962E-10 tot: 5,543E-10		Potassium ⁴⁰K : 0,011670% K₂O/K : 0,8302		
						Standard Temperature Pressure (STP) 0° C; 760 mm Hg Normal Atmosphere (DIN 1343) 273,15K; 1013,25 mbar		
Sample		Spike [No.]	K2O [Wt. %]	⁴⁰Ar * [nl/g] STP	⁴⁰Ar * [%]	Age [Ma]	2s-Error [Ma]	2s-Error [%]
Be - 9	WR	4758	4,33	2,10	78,13	15,0	0,4	2,7
Be - 36	WR	4756	4,31	2,16	86,24	15,5	0,3	1,9

Bu sonuçlara göre BE-9 ve BE-36 nolu örnekler Langiyen (Orta Miyosen) döneminde oluşmuşlardır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

5.1. TARTIŞMA

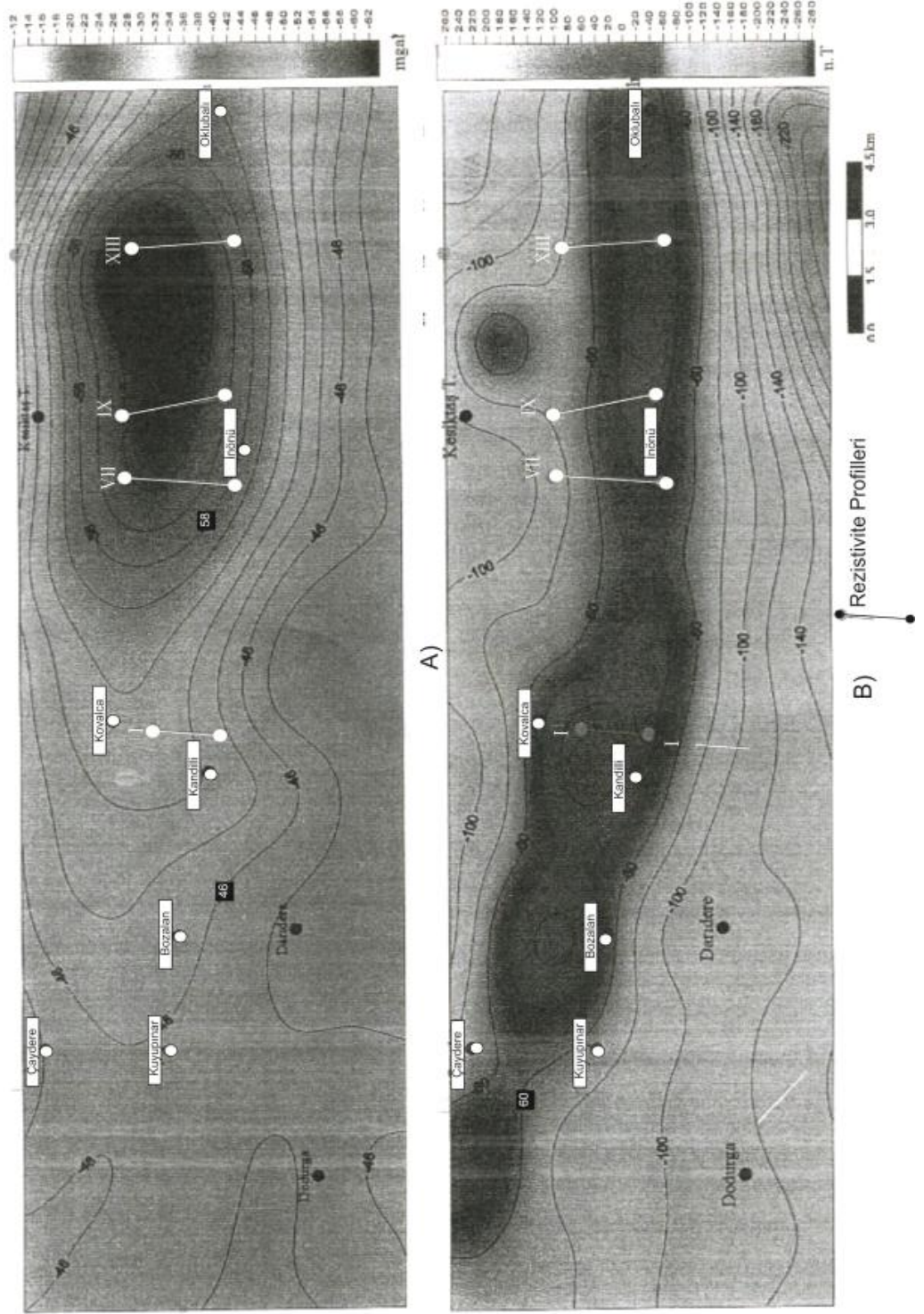
5.1.1 Bölgenin Jeolojik Evrimi ve Ortamsal Yorumu

Miyosen öncesi dönemde kadar yükselim halinde olan bölgede Alt Miyosen döneminden itibaren DKD-BGB yönlü genişlemeli (extansyonel) tektonik hareketler etkili olmuş ve yaklaşık kuzey-güneyden faylarla sınırlanan grabenler oluşmuştur. (Bozüyük-İnönü havzaları). Havzada yapılmış olan K-G yönlü jeofizik(rezistivite) verilerinde yorumlanan faylar, grabenleri sınırlayan fayların varlığını doğrulamaktadır (Mumcu, 1975, Şekil 5.1). İnönü civarında bulunan IX ve VII nolu hatların (Şekil 5.2 a,b) rezistivite verilerinde, kuzey ve güneydeki faylar net bir şekilde görülmektedir. İnönü- Oklubalı arasındaki XIII nolu hata (Şekil 5.2 c) ve yaklaşık Kandilli-Kovalca arasında bulunan I nolu hata (Şekil 5.2 d) ait rezistivite verilerinde ise sadece güney yönde faylar görülmektedir. Bu durum ya hat güzergahlarının yeterince uzun olmamasına, ya da kuzeyde bulunan fayların Neojen yaşlı çökeller tarafından örtülmüş olmasına bağlanabilir.

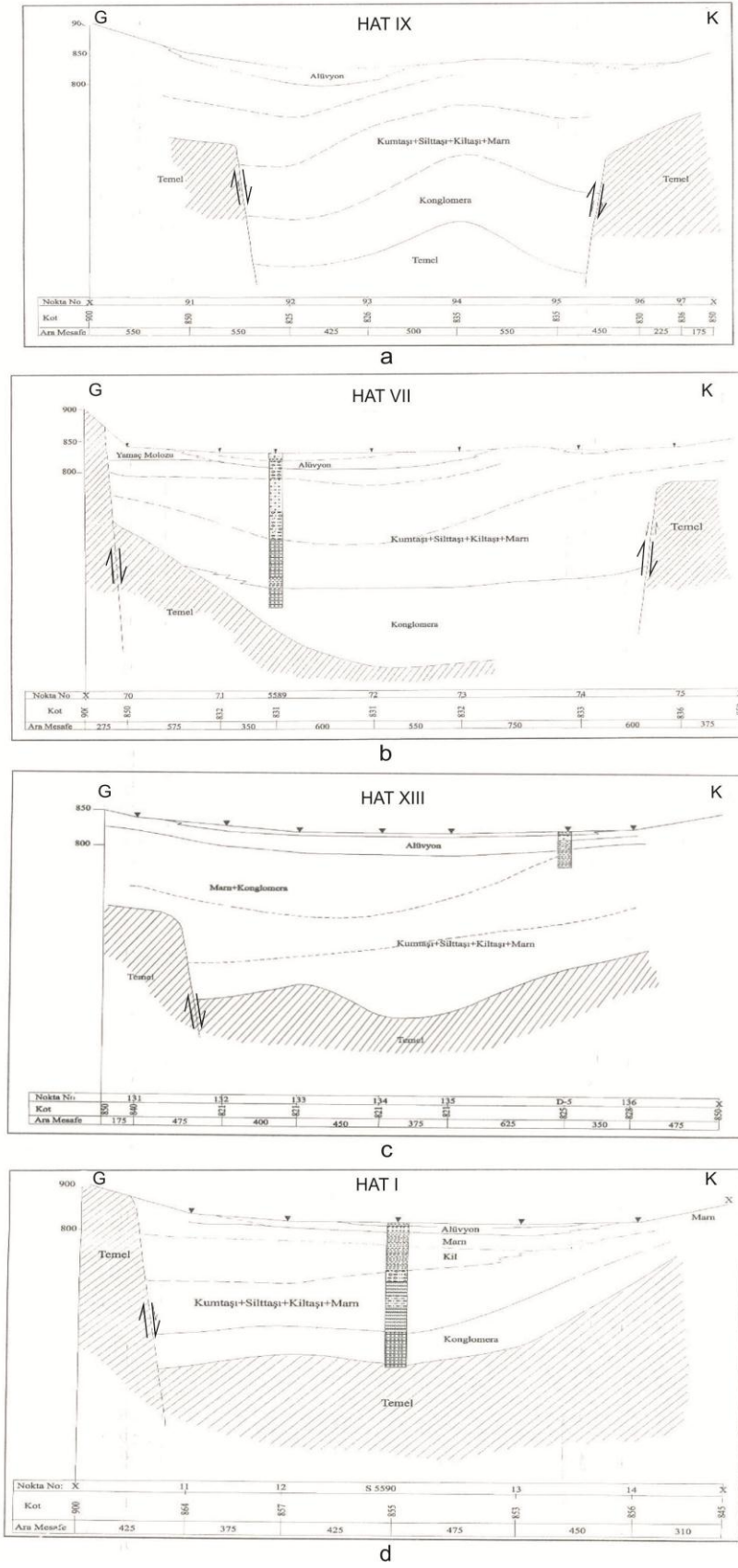
BKB-DKD doğrultusunda uzanan grabenler, önce akarsu egemen çökel alanları oluşturmuştur. Porsuk Formasyonu böyle bir çökelme alanının ürünüdür. Porsuk Formasyonuna ait taban çakıltaşlarındaki çakıllar binik yapı sunmaktadır. Farklı lokasyon ve tabaka düzlemlerinden ölçülen binik yapılara göre eski akıntı yönleri K45D, K74D, G58D, G63D, G69B 'dur. Eski akıntı yönlerinde farklılık olması ve çakılların kötü boylanmalı olması, akarsunun menderesli olma ihtimalini arttırmaktadır. Tabandan tavana doğru gidildikçe çakılların daha düzenli ve küçük olması, kumtaşı, silttaşı ve kilitaşı birimlerine geçiş yapması akarsu rejiminin değiştiğini, akarsuyun enerjisinin düştüğünü göstermektedir (Önal, 1997). Aynı zamanda hem kuzeyden hemde güneyden beslenmenin olması havzanın kuzey-güneyden faylarla sınırlı olduğu ile uyumludur. Porsuk Formasyonu'nun tabanında kömürlü seviyeler ve marnlar nadiren gözlenir. Bunun nedeni bataklık ortamının gelişmemiş olması olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte tavanına yaklaştıkça daha kalın görülen marnlar ve kömür seviyeleri

ortamın bataklık ortamına geçtiğine işaret etmektedir. Olasılıkla Orta Miyosen'de akarsu çökelleri ile göl çökelleri eş zamanlı oluşmuşlardır.

Porsuk Formasyonu ile üzerindeki (bazen yanal-düşey geçişli) Akpınar Kireçtaşları, çalışma alanının batısından doğusuna doğru petrolojik özellikler açısından bölgesel farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar göz önüne alındığında çalışma alanının batı ve doğu kesimlerinin gölün kenar ve sığ kısımları, çalışma alanının orta kesminin (Akpınar Köyü kuzeybatısı) ise gölün daha derin kısımlarını olduğu söylenebilir. Yerden (yerçekimi) ve havadan (manyetik) jeofizik görüntüleriyle oluşturulan anomali haritaları da bu bölgede diğer yerlere kıyasla temelin derinde bulunduğunu ve sedimenter birim kalınlığının arttığını göstermektedir (Şekil 5.2; Mumcu, 1975; Tokay, 2001). Porsuk Formasyonunda ve Akpınar Kireçtaşlarında ortam ve yaş belirleyebilecek mikro ve makrofosillere rastlanmamıştır.



Şekil 5. 1: A) Yerden jeofizik (yerçekimi) görüntü kontur haritası, B) Havadan jeofizik (manyetik) görüntü kontur haritası (Mumcu, 1975; Tokay, 2001).

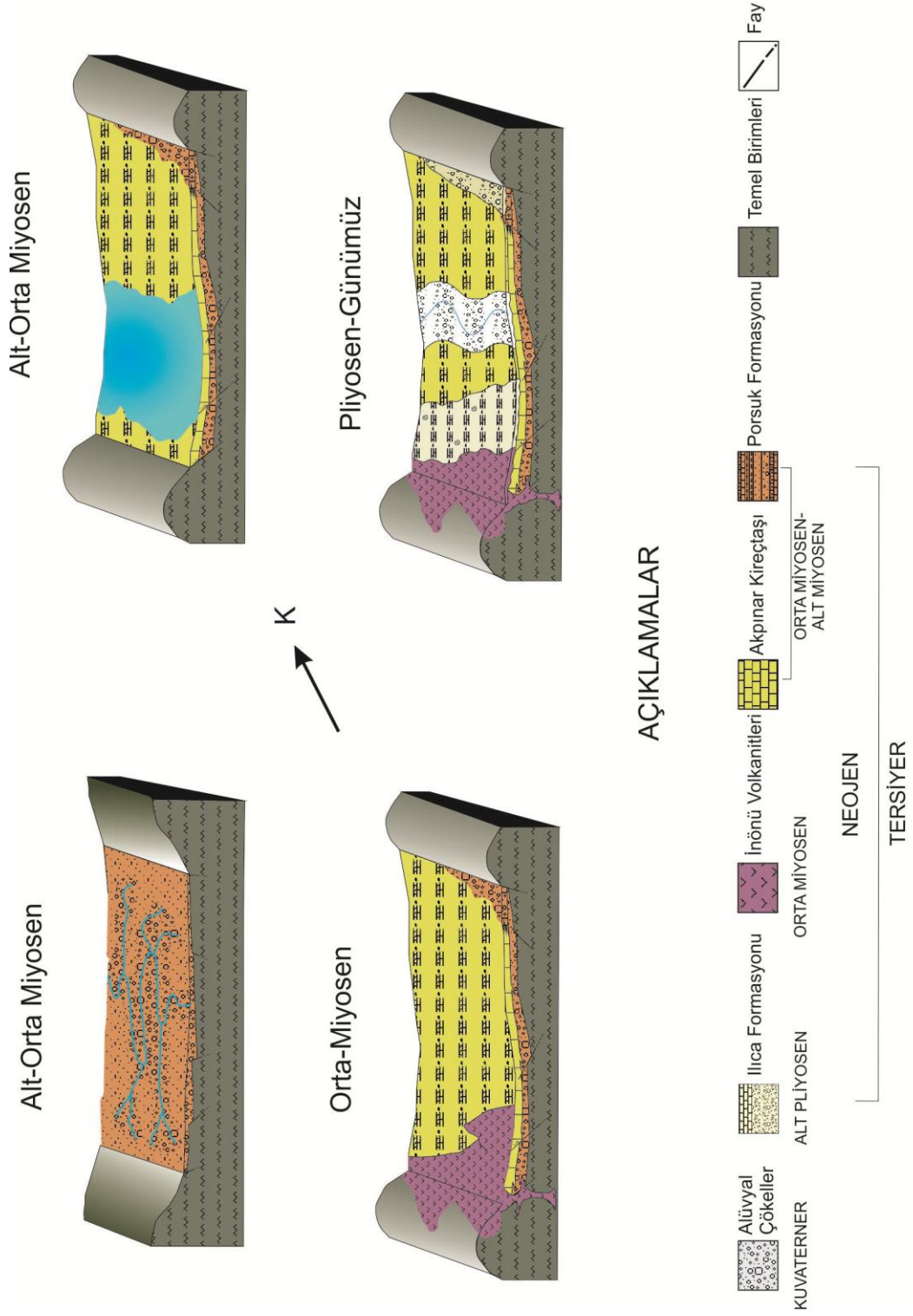


Şekil 5. 2: İnönü havzasına ait jeofizik (rezistivite) verilerden yararlanılarak hazırlanmış jeolojik kesitler (Mumcu, 1975).

Orta Miyosen döneminde etkin andezitik volkanik faaliyet ile birlikte kireçtaşları volkanitler tarafından kesilmiştir ve örtülmüştür. Çalışma alanının güneydoğusundaki volkanitler sedimenter birimlerin üzerinde bulunduğundan, kireçtaşlarıyla eş yaşlı bir volkanizmadan söz edilemez. Volkanitlerin oluşumu Akpınar Kireçtaşlarının oluşumunda daha gençtir.

Çalışma alanının kuzeybatısında Porsuk Formasyonun üzerine açısız uyumsuzlukla düşük açılarla gelen farklı kökenli, kötü boylanmalı, iri çakıllı, tutturulmamış çakıltaşlarından, doğusunda ise volkanitlerin üzerinde gözlenen, temele ait parçalardan oluşan taban çakılı üzerine gelen kireçtaşlarından oluşan Ilıca Formasyonu bulunmaktadır. Kireçtaşları içinde Alt Pliyosen yaşlı ve tatlı su göl ortamını karakterize eden *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) fosilleri bulunmuştur. Sözü edilen fosillerin yaş aralığı da dikkate alındığında göz önüne alındığında, havzanın kuzeybatısında Erken Pliyosen döneminde ikinci bir akarsu rejiminin etkinliği olduğu söylenebilir. Doğuda ise sonra çökelim devam etmiş havza derinleşmiş ve göl ortamına geçiş yapmıştır. Batıda gözlenen çakıltaşı biriminleri ile Porsuk Formasyonu arasında gözlenen açısız uyumsuzluk, bölgenin tektonik etkiler altında bulunduğuna da işaret etmektedir.

Yukarıda bahsedilen verilerden yola çıkılarak oluşturulan havza jeolojik evrimini anlatan blok diyagram modelleri Şekil 5.3'de verilmiştir.



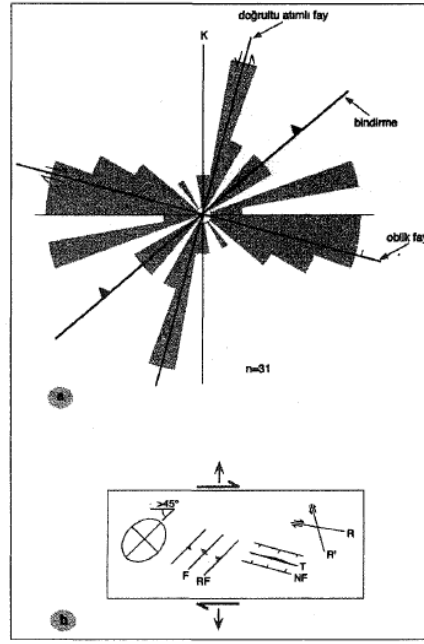
Şekil 5. 3: Bozüyük ve İnönü Havzalarının gelişim evrelerini gösteren blok diyagramlar.

5.1.2. Bölgenin Neotektonik-Aktif Tektonik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

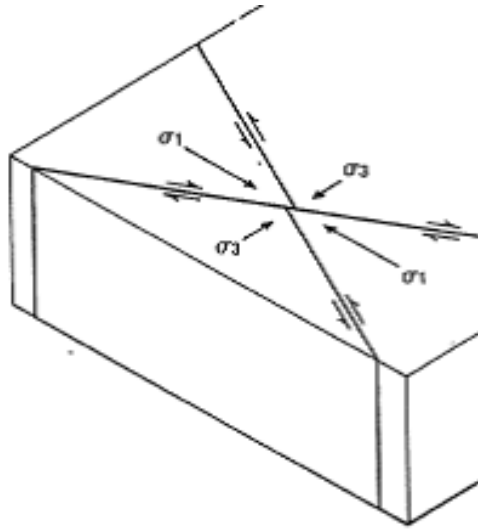
Çalışma alanındaki faylara ait ölçümlerden elde edilen gül diyagramlarında, KB-GD ve D-B doğrultulu iki farklı fay düzlem görülmektedir (Şekil 4.45). Bu doğrultular, havzanın doğrultusu ve Neojen çökellerin genel doğrultularıyla uyum içerisinde.

İnönü-Sultandere bölgesinin neotektonik özelliklerine yönelik Altunel ve Barka (1998) tarafından yapılan çalışmada İnönü-Sultandere arasında tespit edilen fay düzlemlerinin gül diyagramında (Şekil 5.5) BKB-DGD doğrultulu düzlemlerin yanısıra KD-GB doğrultulu fay düzlemleri görülmektedir. Bu yayında kullanılan Çukurhisar depremi fay çözümüne göre ise, faylanma D-B sağ yönlü bir fay veya KB-GD sol yönlü bir fay düzleminde gerçekleşmiş olmalıdır. Halbuki, aynı çalışmada 20 Şubat 1959 tarihli Çukurhisar Depreminin ($M=6,4$) arazi verileri sunularak BKB-DGD doğrultulu düzlem üzerinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Şekil 4.60).

Bu tez çalışmasında BKB-DGD düzlemin yanısıra KB-GD doğrultulu düzlemin de varlığını gösteren veriler derlenmiştir (Şekil 4.45). Dolayısıyla, BKB-DGD düzlemin aktifliği kanıtlanırken KB-GD doğrultulu sağ yönlü fayların (Şekil 5.4, 5.5) aktif olmadığı olasılığı ortaya çıkmaktadır. Kandilli Köyü doğusunda temel birimler ile Akpınar Kireçtaşı arasında sınır oluşturan ve Akpınar yaşlı birimlerin çökelim ortamını kontrol eden KB-GD doğrultulu yaşlı fayların varlığı (EK-5) bu olasılığı desteklemektedir. Böylelikle, bölgedeki bütün fayların günümüzde aktif olarak değerlendirilemeyeceği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5. 4: İnönü-Sultandere arasında tespit edilen fay yüzeylerine ait gül diyagramı ve doğrultu atımlı transtansiyonal fay zonundaki yapıların yüzey izlerini gösteren yatay kesit. F kıvrım, RF ters fay, NF normal fay, T tansiyon çatlağı, R ve R'Riedel shears (Altunel ve Barka, 1998).



Şekil 5. 5: Doğrultu atımlı faylarla ilişkili ana gerilme (stress) yönlerini gösteren diyagram.

5.2. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Bozüyük (Bilecik) güneydoğusu ve civarının Tersiyer istifi stratigrafisini ve yapısal özelliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda bölgenin 1/25000 ölçekli haritası hazırlanarak, çalışma alanında yer alan birimler ve birimlerin birbirleriyle olan ilişkileri saptanmıştır. Çalışma alanında bulunan stratigrafik birimler tez adıyla ilişkili olarak Tersiyer öncesi birimler temel birimler ve Tersiyer yaşlı örtü birimler olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanındaki Tersiyer birimler içerisinde Paleojen yaşlı birimler bulunmamaktadır. Dolayısıyla örtü birimler olarak tanımlanan kayalar Neojen yaşlı birimlerden oluşmaktadır.

Örtü birimlerin tabanında çakıltası, kumtaşı, kıltaşı, marndan oluşan ve menderesli akarsu ortamı temsil eden karasal Porsuk Formasyonu bulunmaktadır. Çalışma alanında Porsuk Formasyonundan yıkama örnekleri alınmış fakat yaş verebilecek karakteristik bir fosile rastlanmamıştır. Önceki çalışmalarda (Gözler ve diğ., 1985, Gözler ve diğ., 1996, Tokay 2001, Karakaş, 2006 ve Zeybek, 2007) göz önüne alınarak Porsuk Formasyonunun yaşı Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Porsuk Formasyonu üzerine gölssel gastrapod, pelecypod ve ostracod kavkılı ve algli, intraklastı-biyoklastlı mikrit özelliğindeki Akpınar Kireçtaşları (yer yer yanal düşey geçişli) gelmektedir. Bu birimler birbirleriyle bazen faylı sınırlar sunsalar da Akpınar Kireçtaşları ile Porsuk Formasyonu uyumlu ve geçişlidir. Kireçtaşlarından alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerde yaş verebilecek karakteristik bir fosile rastlanmamıştır ve bu birimin yaşı Alt-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Akpınar Kireçtaşlarını kesen ve örten İnönü Volkanitlerine ait Kayaç/MORB (Şekil 4.65) diyagramında görülen Nb ve Ti elementlerindeki negatif anomali, kayaçların ana magmasının gelişiminde kıta kabuğu kirlenmesine işaret ettiğinden, aynı şekilde Kayaç/Kondrit diyagramında (Şekil 4.62) görülen Eu elementindeki negatif anomali de kıta kabuğu malzemesine bağlı kirlenmeyi gösterdiğinden İnönü Volkanitleri için kıta kabuğu malzemesi ile kirlenmiş magmanın çarpışma sonrası aktivitesi ile oluştuğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4.59, 4.60).

Çalışma alanının diğer bir Neojen yaşlı birimi Ilıca Formasyonudur. Ilıca Formasyonunun çakıltası birimi, batıda az tutturulmuş, orta yuvarlaklaşmış ve farklı kökenlere ait kötü boylanmalı çakıllardan oluşan ve killi-kumlu seviyeler içeren bir akarsu çökeli olan Alt-Orta Miyosen yaşlı Porsuk Formasyonunun üzerine düşük açılarla gelmektedir, doğuda ise Ilıca Formasyonuna ait taban çakılı ve biyoklastlı mikrit-intraklastlı mikrit özelliğindeki kireçtaşları, volkanitlerin üzerinde gözlenmektedir. Oklubalı civarında kireçtaşı seviyelerinden alınan örneklerde *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) makrofosilleri bulunmuştur. *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) tatlı su göl ortamını temsil eder ve yaşları Fransa ve İtalya'da (Sardinia) Üst Pliyosen'e kadar çıkmaktadır (Esu, 1980). Örtü birimlerin en üst seviyesini ise çalışma alanında bulunan derelerin etrafında bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller ile yamaç molozları oluşturur.

Bölgenin yapısal özelliklerini ortaya koymak amacıyla yapılan arazi çalışmalarında düzlemsel ve çizgisel yapılarla ilişkili çeşitli ölçümler alınmıştır. Düzlemsel yapılar fay düzlemleri ve tabakalardır. Çizgisel yapılar ise çakıltası birimlerinde gözlenen, binik yapı gösteren çakılların ara kesitleridir.

Eskişehir Fay Zonunun kolları olan ve arazide düzlemleri ölçülebilen faylar çalışma alanının batısından doğusuna doğru KB-GD doğrultulu Ormangüzle, Bozalan, Kandilli, faylarıdır. Çalışma alanının güneydoğusundaki İnönü Fayı BKB-DGD doğrultuludur. 2 Şubat 1956 Çukurhisar depremi ($M=6,4$) bölgedeki faylardan bazılarının (BKB-DGD doğrultulu olanlar) aktivitelerini sürdürdüklerini göstermektedir.

Çalışma alanındaki birimlere ait tabaka düzlemleri, foliasyon ve şistozite ölçüm sonuçlarına göre, Neojen yaşlı birimlerin ortalama doğrultusu BKB-DGD, temel birimlerin ortalama doğrultusu da KB-GD' dur. Çalışma alanında bulunan birimlerin doğrultu ve eğimleri, havzanın genel doğrultusu ile uyumludur. KD-GB ve KB-GD yönlerindeki binik yapılar havzanın gelişimi ile uyumludur ve Bozüyük ve İnönü Havzalarındaki fayların, havzanın gelişiminde etkin olduğuna işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- AKDENİZ, N., KONAK, N., 1979, Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi, *M.T.A. Raporu*, No: 6547.
- AKKEMİK, Ü., 2012. Sözlü Görüşme. İstanbul üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
- AKSU A. E., YALTIRAK C. ve HISCOTT R.N., 2002, Quaternary Paleoclimatic Paleocenographic and Tectonic Evolution of the Marmara Sea and Environs. *Marine Geology*, 190: 9-18.
- ALTAŞ N, T., 2009, *Bozüyük Kent Coğrafyası*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- ALTINLI, İ. E., 1973, Orta Sakarya jeolojisi, *Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri kongresi*, MTA Enst. Ankara, s. 159–191.
- ALTUNEL, E., BARKA, A. 1998. Eskişehir fay zonunun İnönü-Sultandere arasındaki neotektonik aktivitesi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 41/2.
- AYAROĞLU, H., 1979. Bozüyük metamorfitlelerinin (Bilecik) petro kimyasal özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 22, 1, 101-107.
- BARGU, S., 1982, The Geology of İznik – Yenisehir (Bursa)– Osmaneli (Bilecik) area, *İ.Ü. Yerbilimleri*, 3, 1-2 .191-234.
- BARKA, A., REILINGER, R., ŞAROĞLU, F. ve ŞENGÖR, A.M.C., 1995, The Isparta angle: its importance in the neotectonics of the eastern Mediterranean region. *IESCA*.
- BAŞ H., AKINCI H., DINÇEL A., OKUMUS A., KIRAL K., SEN M. A.,. 1983, Domaniç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7293*
- BAŞ, H., 1986, Domaniç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 27, 11-18.
- BAŞ, H., 1987, Tavşanlı-Domaniç volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Tersiyer volkanizmasındaki önemi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 67-80.
- BATCHELOR R.A., BOWDEN P., 1985, Petrogenetic interpretation of graniitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical. Geology*. 48: 43-55.
- BLUMENTHAL, M., 1946, Die neue geologische Karte der Türkei und einige ihrer stratigraphisch tektonischen Grundzüge, *Eclogae Geologicae Helvetia*, 39/12.

- BRINKMANN, R., 1976, Geology of Turkey, *Ferdinand Enke Verlag*, Stuttgart, 158.
- BRINKMANN, R., 1972, Mesozoic troughs and crustal structure in Anatolia, *Geological Society America Bulletin*, 83, 819-826.
- BRINKMANN, R., 1966. Geotektonische Gliederung von Westanatolien, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 603-618.
- CANN, J.R., 1970, Rb, Sr, Y, Zr and Nb in some ocean – floor basaltic rocks, *Earth Planet Sci. Letters*, 10.
- ÇOĞULU, E., 1967, Etude petrographique de la region de Mihalıççık (Turquie)”, *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 47, 683-824.
- ÇOKYAMAN, S., COŞAR, N., SİYAKO, S., 1991. Bozüyük-İnönü-Eskişehir-Alpu-Beylikova-Sakarya Çevresinin Tersiyer Jeolojisi, *MTA raporu*, 9281.
- Devlet meteoroloji işleri genel müdürlüğü, <http://www.dmi.gov.tr> [Ziyaret Tarihi: 20 Mayıs 2012].
- DİRİK K. ve EROL O., 2003, Tectonomorphologic Evolution of Tuzgölü and Surrounding Area, Central Anatolia-Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists, Special Publications 5, 27–46.
- ERCAN T., DİNÇEL A., METİN, S.; TÜRKECAN A., ERDOĞDU G., 1978, Uşak Yöresindeki Neojen Havzalarının Jeolojisi: *Türkiye Jeoloji. Kurultayı. Bülteni.*, 21: 97- 106.
- ERENTÖZ, C., 1975. 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*.
- EROSKAY, S.O., 1965, Pasalar bogazı-Gölpazarı sahasının jeolojisi, *İ .Ü. Fen Fak. Mecm. Seri B*, 3–4, 135–170.
- ESU, D., 1980, Neojene Freshwater Gastropods and Their evolution in the Western Mediterraren Area, *Geologica Roma*, Roma, 19 pp:231-249.
- EYİDOĞAN, H., GÜÇLÜ, U., ZUHAL, U., DEĞİRMENCİ, D., 1990, Türkiye Büyük Depremler Makro Sismik Rehberi 1900-1988, İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 78.
- FOLK, R. L.F., 1959, Practical Petrographic Classification Of Limestones, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologist*, 43, 1.
- GAUTIER, Y., 1984, Déformations et métamorphismes associés à la fermeture téthysienne en Anatolie Centrale (Région de Sivrihisar, Turquie), Ph.D. Thesis, *Universite de Paris-Sud*, Centre d'Orsay, Fransa, 236.

- GENÇ, S.C., 1986, *Geology of the region between Uludag and the İznik Lake*, Guide Book for the field excursion along western Anatolia, Turkey, MTA Enstitüsü, 19-25.
- GENÇ, S.C., 1992, İznik-İnegöl (Bursa) Arasındaki Tektonik Birliklerin Jeolojik Ve Petrolojik İncelenmesi, *PhD. Thesis İTÜ*, 521.
- GÖZLER, M.Z., CEVHER, F., ERGÜL, E., ASUTAY, H.J., 1996, Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, 9973, 88.
- GÖZLER, M.Z., CEVHER, F., KÜÇÜKAYMAN, A., 1985, Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları, *MTA Dergisi*, 103/104, 40-54.
- GRANİT, Y. ve TİNTANT, H., 1960, *Observations preliminaires sur le Jurassique de la region de Bilecik (Turquie)*, C.R. Accad. Sci., 251, 1801-1803.
- HARRIS, N.B.W., KELLEY, S., OKAY, A.I., 1994, *Post-Collision Magmatism And Tectonics in Northwest Anatolia*, Contrib Mineral Petrol, 117:241-252..
- İNAN, K., ve TANYOLU, E., 1981, *Mineraloji I*, Doyuran Matbaası, İstanbul, 240.
- IRVINE, T.N. ve BARAGAR, W.R.A., 1971, A Guide to the chemical classification of the Common Volcanic Rocks, *Can. J. Earth Sci.*, 8, 523 – 548.
- JOHNSON, J., H., 1961, *Limestone Building Algae And Algal Limestones*, Colorado School Of Mines. p:295.
- KAHLE K. G., STRAUB C., REILINGER R., McCLUSKY S., King R., Hurst K., Veis G., Kastens K. ve Cross P., 1998. The Strain Field in The Eastern Mediterranean Estimeted by Repeated GPS Measurements. *Tectonophysics*. 294: 237-252.
- KALAFATÇIOĞLU, A., 1962, Tavşanlı-Dağardı Arasındaki Bölgenin Jeolojisi Ve Serpantin İle Kalkerlerin Yaşı Hakkında Not, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara.
- KAPAN YEŞİLYURT, S., 2012.Sözlü Görüşme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- KARAKAŞ, Ö.,2006, *Sivrihisar-Biçer Civarı Neojen (Üst Miyosen) Basenindeki Kil Parajenezlerinin Ortamsal Yorumu*, Yüksek Lisans Tezi A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KAYA, O., 1991, Batı ve Kuzeybatı Anadolu’da ofiyolitik ve ilgili kayalar üzerine yeni jeolojik veriler, *44. türkiye jeoloji kurultayı bildiriler kitabı*, T.M.M.O.B., Jeoloji Mühendisleri Odası, 43.

- KAYA, O., 1992, Constraints on the age, stratigraphic and structural significance of the ophiolitic and adjoining rocks in the western parts of Turkey: In: *International Earth Sciences Congress on Aegean Regions (IESCA 1990)*, Proceedings II, 193-209.
- KAYMAKÇI, N. 1991, *Neotectonic evolution of the İnegöl (Bursa) basin*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KOÇMAN A, 1993, Türkiye İklimi, *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, No:72, İzmir.
- KOÇYİĞİT A. ve KAYMAKÇI N., 1995, İnönü-İnegöl Superimposed Basins and Initiation age of Extensional Neotectonic Regime In West Turkey. *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region 1995*, 9-14 October, İzmir-Güllük, Turkey, 33.
- KOÇYİĞİT A., 2000, Orta Anadolu'nun Genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. *Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma (WORKSHOP)*, TPJD özel sayı 5: 1-26.
- KOÇYİĞİT, A., KAYMAKÇI, N., ROJAY, B., ÖZCAN, E., DİRİK, K., ÖZÇELİK, Y., 1991, İnegöl-Bilecik-Bozüyük arasında kalan alanın jeoloji etüdü, *TPAO Raporu*, 3049, 139.
- KÜÇÜKAYMAN, A., GENÇ, Ş., GÖK, L., KAR, H. VE ATEŞ, M., 1987, Bozüyük-Tavşanlı-Kütahya arasının jeolojisi, *Maden Tetkik Arama Enstitüsü*, 83,56, 99.
- LIPIN B. R. and MCKAY G. A., 1989, Geochemistry and mineralogy of rare earth elements, *Reviews in Mineralogy*, 21. *Mineralogical Society of America*, 348.
- MASON, B. and MOORE, C.B. 1982, *Principles of Geochemistry*, 4th edition, New York: J. Wiley and Sons.
- MC KENZIE, D.P., 1978, *Active Tectonics of the Alpine-Himalayan belt the Aegean sea and surrounding regions (tectonics of Aegean region)*, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 55, 217-254.
- McCLUSKY S., BALASSANIAN S., BARKA A. A., DEMİR C., ERGINTAV S., GEORGIEV I., GÜRKAN O., HAMBURGER M., HURST K., KAHLE H., KASTENS K., KEKELIDZE G., KING, R., KOTZEV V., LENK O., MAHMOUD S., MISHIN A., NADARIA M., OUZOUNIS A., PARADISSIS D., PETER Y., PRILEPIN M., REILINGER R., SANLI I., SEEGER H., TEALEP A., TOKSÖZ N., VEIS, G., 2000, Global Positioning System Constraints on the Plate Kinematics and Dynamics in the Eastern Mediterranean and the Caucasus. *J. Geophys. Res.*, 105: 5695-5719.
- MIDDLEMOST, E.A.K., 1994, Naming materials in the magma igneous rock system, *Earth Sci. Rev.*, 37: 215-224.

- MUMCU, N., 1975, *Eskişehir ve İnönü Ovaları Jeofizik Rezistivite Etüd Raporu*, DSI III. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir.
- NEBERT, K., 1975, Eskişehir'in kuzeyindeki, Mihalgazi-Dağküplü köyleri yöresinin jeoloji haritası ve maden çalışmaları hakkında rapor, *M.T.A. Raporu*, No: 5776.
- OCAKOGLU F., 2007, A Re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 31, 91–103.
- OKAY, A., TÜYSÜZ, O., 1999, Tethyan Sutures Of Northern Turkey, In The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen, *Geological Society of London*, Special Publication no. 156, 475–515.
- OKAY, A.I., 1981, Kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 24 (1); 85-95.
- OKAY, A.I., 1984, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar, *Ketin Sempozyumu*, Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara, 83-92, 20-21.
- OKAY, A.I., 1989, Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey, *Tectonic Evolution of the Tethyan Region*, 109-115.
- OKAY, A.I., KELLEY, S.P., 1994, Tectonic Setting, Petrology and Geochronology of Jadeite+Glaucophane and Chloritoid+Glaucophaneschists from North-West Turkey, *J. Metamorphic Geol.*, 12-455-456
- OKAY, A.I., TANSEL, İ., TÜYSÜZ, O., 2001, Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey, *Geological Magazine*, 138, 117-142.
- ÖCAL, N., 1959, Eskişehir Zelzelesinin Makro Ve Mikrosismik Etüdü, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 38 (2),1-22.
- ÖNALAN, M., 1997, *Çökelbilimi (Sedimentoloji) Cilt I Çökelmenin Fiziksel İlkeleri Fasiyes Analizleri ve Karasal Çökelme Ortamları*, İÜ Matbaası, İstanbul.
- ÖNEN, A.P., HALL, R., 1993, Ophiolites and related metamorphic rocks from the Kütahya Region, North-West Turkey, *Geological Journal*, 28, 399-412.
- ÖZBURAN, M., 2009, *Kütahya Ve Çevresinin Neotektonik İncelemesi*, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- PEARCE, J.A., 1982, Trace Element Charecteristics of Lavas From Destructive Plate Boundaries, *Andesites*, Wiley, Chichester, 525 – 548.
- PEARCE, J.A., 1983, Role of the Sub-continental Litosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins, *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva, Nantwich, 230 – 249.

- REILINGER, R.E., MCCLUSKY, S.C., ORAL, M.B. KING, W., TOKSOZ, M.N., 1997, Global Positioning System measurements of present day crustal movements in the Arabian Africa-Eurasia plate collision zone, *J. Geophys. Res.* 102, 9983–9999.
- ROBERTSON, A.H.F., 2002, Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region, *Lithos*, 65, 1-67.
- ROLLINSON, H. R., 1993, Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation, *Longman Scientific and Technical*, 352.
- ROLLINSON, H. R., 1993, *Using Geochemical Data Evaluation, Presentation, Interpretation*, Longman Scientific and Technical, London.
- SAKINÇ M., YALTIRAK C. ve OKTAY F. Y., 1999, Palaeogeographical Evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethys-Paratethys relations at Northwestern Turkey (Thrace), *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 153: 17-40.
- ŞAROĞLU F., EMRE Ö. ve BORAY A. 1987, Türkiye'nin Aktif Fayları ve Depremsellikleri, *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8174*, 394 s. Ankara.
- SICKENBERG, O., ve TOBIEN, H., 1975., New Neogene and Lower Quaternary vertebrate fauna in Turkey. *Newsletters in Stratigraphy* 1 (3), 51–61.
- ŞENGÖR, A.M.C., 1984, The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia, *Geological Society of America Special Publication*, 195. xi+82.
- ŞENGÖR, A.M.C., 1980, Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, *Türkiye Jeoloji Kurumu Konferanslar Serisi*, 2, 40, Ankara.
- ŞENGÖR, A.M.C., 1979, The North Anatolian Transform fault: its age, offset and tectonic significance, *Journ. Geol. Soc. London*, 136, 269–282.
- ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, In: Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, *Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Special Publication*, 37, 227-264.
- ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ve ŞAROĞLU, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, 37, 227-264.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., 1981, *Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach*, *Tectonophysics*, 75, 181-241.

- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., KETIN, I., 1980, Remnants of a pre-late Jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permo-Triassic Paleo-Tethys?”, *Geological Society of America Bulletin*, 91(Part I), 599-609.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., SUNGURLU, O., 1984, Tectonics of the Mediterranean Cimmerids: Nature and evolution of the western termination of Paleo Tethys, in: *Geological Evolution of the Mediterranean*, *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 17, 77–112.
- SERVAIS M. 1982, Collision et Suture Tethysienne en Anatolie Centrale Etude Structurale et Metamorphique (HP-BT) de la Zone Nord Kütahya, *Doktora Tezi*, Paris Üniversitesi, Fransa, 349.
- SEYİTOĞLU, G., SCOTT, B.C., 1991, Late Cenozoic Crustal and Basin Formation in West Turkey, *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- STRAUB C., KAHLE H. G., Schindler C., 1997, GPS and Geological Estimates of the Tectonic Activity in the Marmara Sea Region, NW Anatolia. *J. Geophys. Res.*, 102: 27587-27601.
- STRAUB C., 1996. Recent Crustal Deformation and Strain Accumulation in the Marmara Sea Region, NW Anatolia Inferred From GPS Measurements. Ph.D. Thesis, *Eidgenössische Technische Hochschule* (ETH) Zürich, 122.
- ŞEN F., 2012. Kadıköy-Kartal (İstanbul) Metro Hattı Boyunca Paleozoyik İstifteki Volkanik Sokulumların Petrolojik Özellikleri Ve Tektonizma İle İlişkisi Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- TOKAY, F., ALTUNEL, E., 2005, Neotectonic activity of Eskişehir fault zone in vicinity of İnönü–Dodurga area: *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, v. 130, 1–15.
- TOKAY., F. 2001. Eskişehir Fay Zonunun İnönü-Dodurga Segmentinin Neotektonik Özellikleri. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 67s,
- ÜÇTAŞ, Z., 2005. Menderes Masifi Kuzeydoğusundaki Tektonik Birliklerin Stratigrafisi, Deformasyon Tarihçesi Ve Neo-Tektonik Rotasyonu, Simav, Kütahya. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- WILSON, M., 1989, *Igneous Petrogenesis*, Academic Division of Unwin Hyman Ltd, ISBN 0-04-552025-9
- WINCHESTER, J.A. ve FLOYD, P.A., 1977, Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Immobile Elements, *Chem. Geol.*, 20, 325 – 343.

- YALTIRAK, C., ALPER, B. ve YÜCE, H., 1998, Tectonic Elements Controlling the Evolution of the Gulf of Saros (Northeastern Aegean Sea, Turkey). *Tectonophysics*, 300: 227-248.
- YALTIRAK, C., SAKINÇ, M., AKSU, A. E., HISCOTT, R., GALLEB, B., ÜLGEN, U. B., 2002, Late Pleistocene Uplift History Along Southwestern Marmara Sea Determined from Raised Coastal Deposits and Global sea Level Variations. *Mar. Geol.* 190: 283-306.
- YALTIRAK C., YALÇIN T., YÜCE G., BOZKURTOĞLU E., 2005, Water-Level Changes in Shallow Wells Before and After the 1999 Izmit and Düzce Earthquakes and Comparison with Long-Term Water-Level Observations (1999–2004), NW Turkey, *Turkish J. Earth Sci.*, 14: 281-309.
- YALTIRAK, C., 2002, Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Mar. Geol.* 190, S0025–3227(02)00360–2.
- YILMAZ, Y., 1981a, *Sakarya kıtası güney kenarının tektonik evrimi*, , İ.Ü. Yerbilimleri, 11, 1-2, 33-52.
- YILMAZ, Y., 1977, Bilecik-Söğüt dolayındaki “Eski temel karmaşığı”nın peterojenetik evrimi, Doçentlik Tezi, İ.Ü. Fen Fak. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü.
- YILMAZ, Y., TÜYSÜZ, O., YİĞİTBAŞ, E., GENÇ, S.C., ŞENGÖR, A.M.C., 1997, Geology and tectonic evolution of the Pontides, in: Robinson, A.G. (ed) *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, *American Association of Petroleum Geologists*, 68, 138-226.
- YILMAZ, Y., 1997, *Geology of Western Anatolia*, The Marmara Poly Project: A multidisciplinary approach by Space Geodesy, Geology, Hydrogeology, *Geothermics and Seismology*, 31–53.
- YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş., 2009. *Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi Bozüyük ripajı proje raporu* (Yayımlanmamış).
- ZEYBEK, B., 2007, Porsuk Formasyonu (Pliyosen) Evaporitlerinin Jeokimyasal İncelemesi, Orta Sakarya Bölgesi, İç Anadolu, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, s.91., Ankara.

EKLER

EK-1. ÖSK 1

EK-2. ÖSK 2

EK-3. ÖSK 3

EK-4. ÖSK 4

EK-5. Bozüyük (Bilecik) Dolayı Tersiyer Havzasının Jeoloji Haritası

EK-6. Bozüyük (Bilecik) Dolayı Tersiyer Havzasının Jeolojik Enine Kesitleri

ÖZGEÇMİŞ

18.05.1985 tarihinde İstanbul'da doğdu. Orta eğitimini İstanbul'da Kabataş Erkek Lisesinde tamamladı. 2004 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümüne girdi. 2008 yılında Lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans programına kayıt oldu. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Genel Jeoloji Anabilim Dalında, Araştırma Görevlisi olarak göreve atanmasıyla eş zamanlı olarak İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği A.B.D' na yatay geçiş ile kayıt oldu.