İstanbul Yerbilimleri Dergisi, C.26, S.2, SS. 83-103, Y. 2013

BOZÜYÜK (BİLECİK)-OKLUBALI (ESKİŞEHİR) ARASININ NEOJEN STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

STRATIGRAPHY AND STRUCTURAL FEATURES OF NEOGENE SEQUENCE IN THE BOZÜYÜK (BİLECİK) - OKLUBALI (ESKİŞEHİR) AREA

Elif APAYDIN POŞLUK *, Hayrettin KORAL

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar – İstanbul

*Sorumlu yazar, Corresponding author

Öz

Bu çalışma Bozüyük (Bilecik) ve Oklubalı (Eskişehir) bölgesinde yer alan Neojen yaşlı birimlerin stratigrafik ve yapısal özelliklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Güney Marmara'da, Sakarya Kıtası ile Anatolid-Torid Bloğunun çarpışması sonucu şekillenen bu çalışma alanında Mesozoyik öncesi granodiyoritler ve Mesozoyik yaşlı metamorfikler ile ofiyolitik birimler ve kireçtaşları temel kaya birimlerini oluşturmaktadır. Bu temeli üzerleyen Neojen yaşlı birimler ise örtü birimleri olarak tanımlanmıştır. Örtü birimleri üste doğru Alt-Orta Miyosen yaşlı Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşı, Orta Miyosen yaşlı İnönü volkanitleri, Alt Pliyosen yaşlı Ilıca Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller olarak sıralanırlar.

Çalışma alanında Eskişehir Fay Zonu içinde batıdan doğuya doğru Ormangüzle, Bozalan, Kandilli ve İnönü Fayları tespit edilmiştir. Bu fayların KB-GD ve BKB-DGD doğrultulara sahip oldukları gözlenmiştir. KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylar, Neojen yaşlı istif içerisinde ani fasiyes değişimleri ile KD, GD ve GB yönelimli akıntı yapılarının gelişimine neden olmuştur. Bu faylar Alt-Orta Miyosen yaşlı Porsuk ve Akpınar Formasyonlarının oluşum koşulları ve ortamlarını denetlemiştir. Eğim atımlı bileşen de içeren BKB-DGD doğrultulu fayların görece daha genç tektonik rejim ile ilişkili olduğu ve Çukurhisar depreminde (2 Şubat 1956; M=6.4) görüldüğü üzere Eskişehir Fay Zonunun günümüzde deprem üretme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Neojen istifi, havza oluşumu, Eskişehir Fay Zonu, aktif fay

Abstract

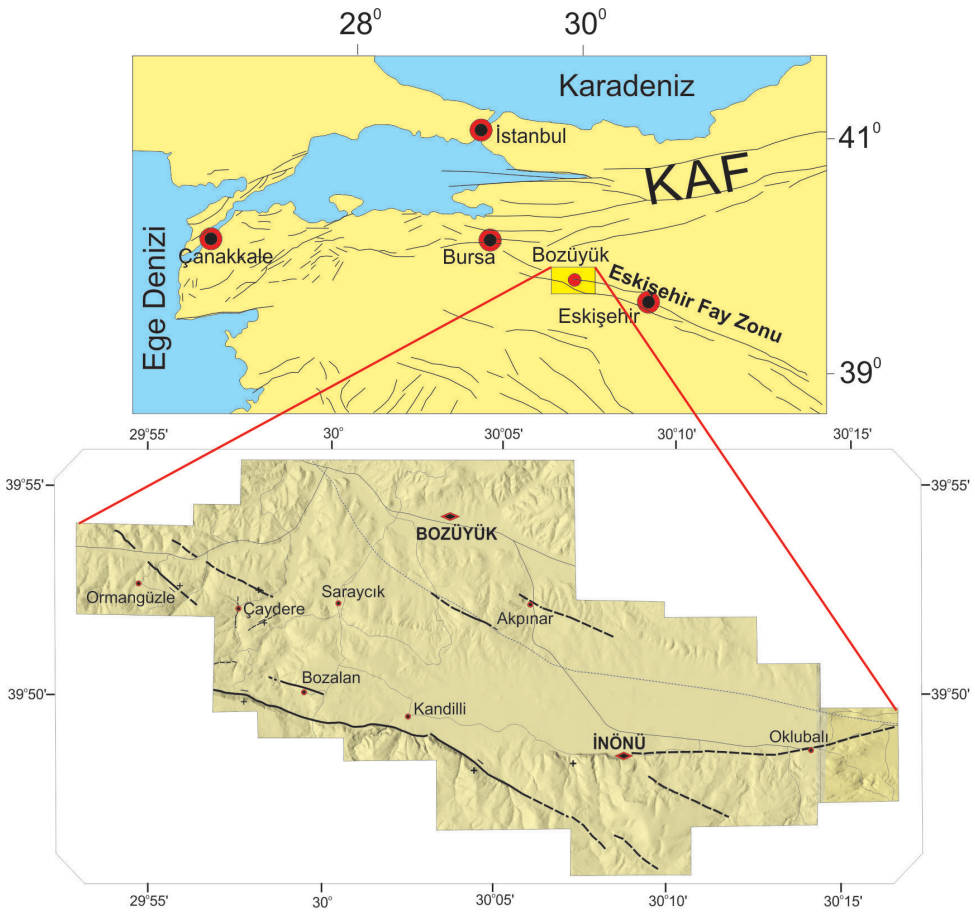
This study aims to explore the the stratigraphy and structural features of the Neogene units located in the Bozüyük (Bilecik) and Oklubalı (Eskişehir) area, formed as a result of the collision between the Sakarya and the Tauride-Anatolide blocks in southern Marmara. Pre-Mesozoic marbles, schists and granodiorites, Mesozoic marbles, schists, ophiolitic units and limestones are the basement rocks. Units which overlie the basement rocks are defined as cover units. Within the cover units, Neogene age units are observed. From the bottom to top, they are named as the lower-middle Miocene age Porsuk Formation and Akpınar Limestone, middle Miocene age İnönü Volcanics, lower Pliocene age Ilıca Formation and Quaternary alluvium.

The Ormangüzle, Bozalan, Kandilli and İnönü Faults are observed in the study area from the west to east inside the Eskişehir Fault Zone. These faults have NW-SE and WNW-ESE orientations. The strike-slip faults in NW-SE directions were responsible for the abrupt facies changes, and NE, SE and SW-oriented paleo-flow orientations. These faults controlled the formation of the lower-middle Miocene age Porsuk and Akpınar Formations of the Neocene sequence. Fault segments in WNW-ESE orientations with a dip-slip component are related to a later stage tectonic regime, and as noted in the Çukurhisar earthquake of February 2, 1956 (M=6.4) indicate a seismic potential of the Eskişehir Fault Zone.

Keywords: Neogene sequence, basin formation, Eskişehir Fault Zone, active fault

GİRİŞ

Çalışma alanı, Sakarya kıtası ile Anatolid-Torid bloğunun çarpışmasından etkilenen bölgede İzmir-Ankara-Erzincan Zonu üzerinde yer almaktadır. Bir çok araştırmacı tarafından çalışılan bu alan (Ör: Mc-Kenzie, 1978; Barka vd.,1995; Yaltırak vd., 1998, 2002, 2005; Tokay ve Altunel, 2005; Ocakoğlu, 2007; Selçuk ve Gökten, 2012) Batı Anadolu ile Orta Anadolu bölgeleri arasında Bilecik iline bağlı Bozüyük ilçesi ve Eskişehir iline bağlı Oklubalı köyü arasında konumlanmakta ve Eskişehir Fay Zonunun kolları ile sınırlanmaktadır (Şekil. 1)



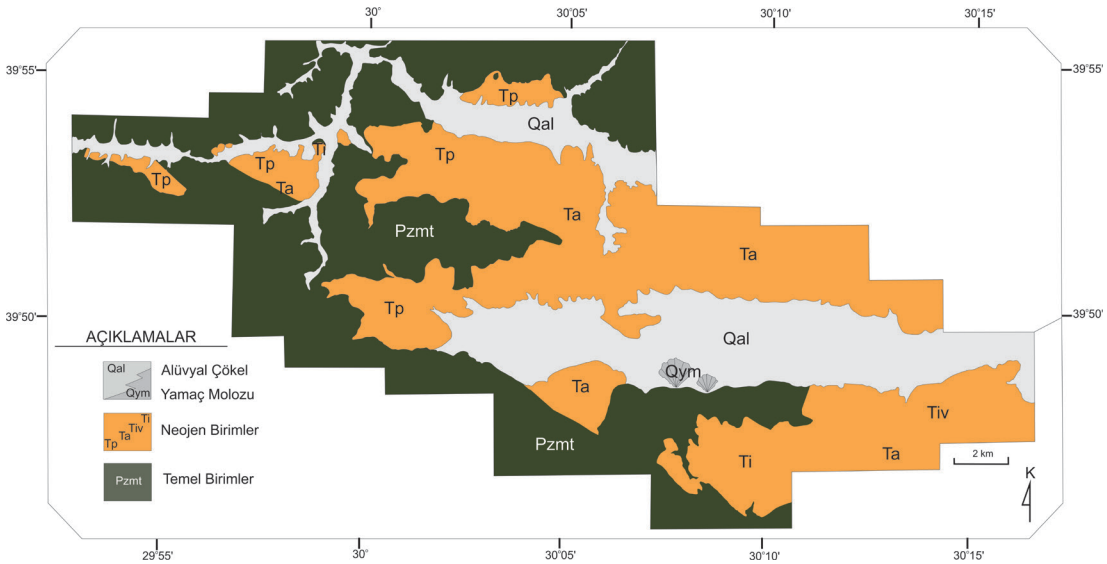
Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresinin yerbulduru haritası.
Figure 1. *Location map of the study area.*

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan Neojen yaşlı birimler, önceki çalışmalarda ayrıntılı olarak ayırtlanmamış ve önceki çalışmacılar tarafından stratigrafik kesitlerde benzer istifsel özelliklere sahip birimlere farklı isimler ve yaşlar önerilmiştir. Bu çalışmada, önceki çalışmalarda oluşan farklılıkları gidermek amacıyla bölgenin stratigrafisi yeniden incelenmiş, Neojen birimler tanımlanmış, tavan-taban ilişkilerini belirlenmiştir. Neojen yaşlı volkanik birimlerin yaşlarını belirlemeye yönelik $^{40}K/^{40}Ar$ yaş tayinleri yaptırılmış, sedimenter örneklerde ise fosil bulguları aranmıştır. Bunlara ek olarak çalışma alanında gözlenen çizgisel ve düzlemsel unsurlarda ayrıntılı olarak çalışılarak Neojen yaşlı kayaların stratigrafik istifini ve yapısal özelliklerini ortaya koymak ve çalışma alanı için Neojen dönemine ait jeolojik evrim modeli oluşturmak amaçlanmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

Çalışma alanındaki birimler temel birimler ve örtü birimleri olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 2, 3). Mesozoyik öncesi metamorfikler, ofiyolitik birimler, Mesozoyik yaşlı metamorfikler ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları temel birimler olarak kabul edilmiştir. Örtü birimleri olarak irdelenen birimler

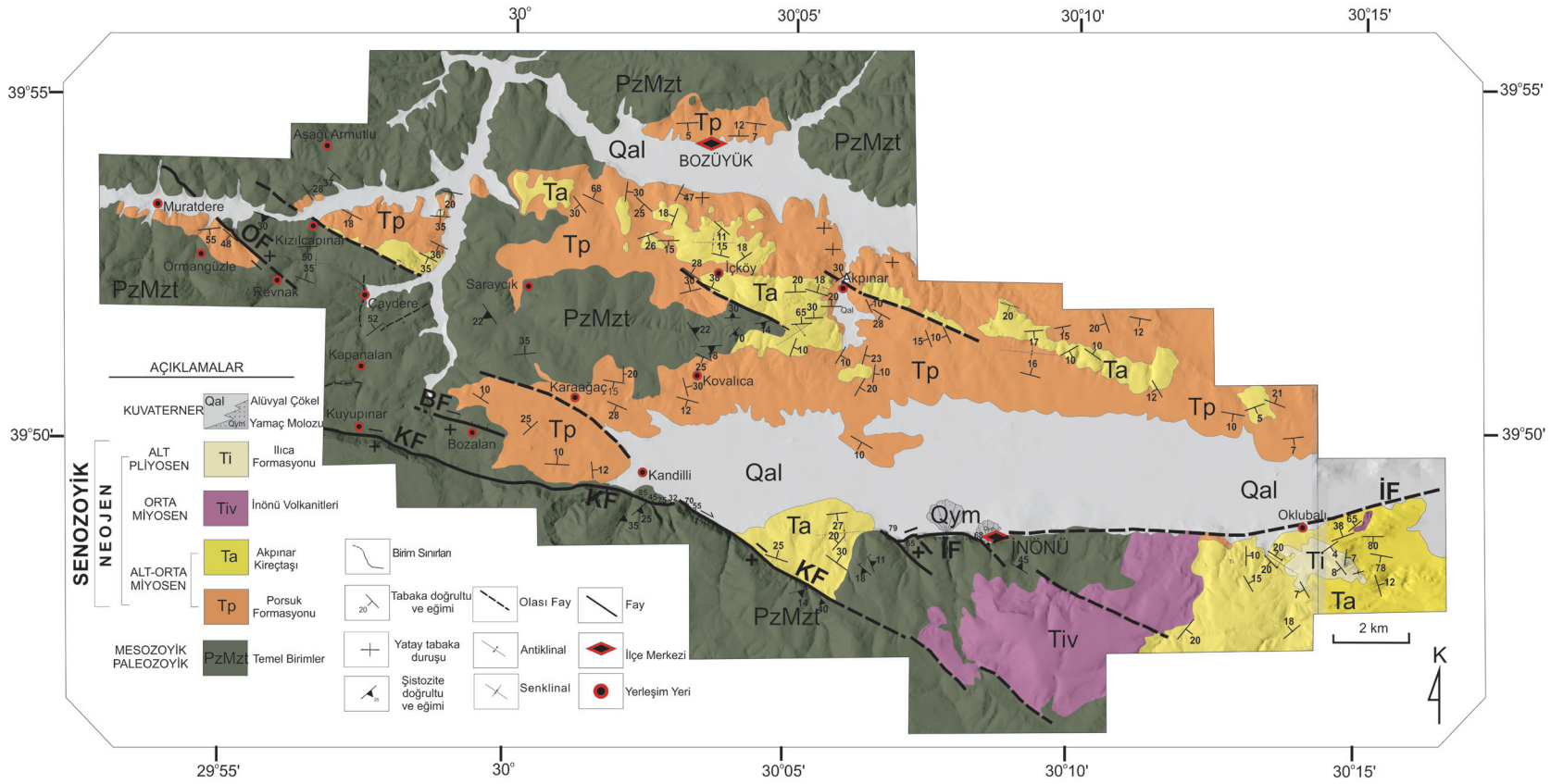
ise Miyosen ve daha genç yaşlı birimlerdir. Bu birimler Alt-Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan Porsuk Formasyonu ve bu birimin üzerinde geçişli olarak yer alan, benzer yaşlı, gölsel Akpınar Kireçtaşıdır (Şekil 3). Bu birimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla Orta Miyosen yaşlı volkanitler ile piroklastik kayaçlardan oluşan İnönü Volkanitleri ve Alt Pliyosen yaşlı az tutturulmuş, farklı kökenli bloklu çakıltaşı, kumtaşı ve fosilli kireçtaşından oluşan Ilıca Formasyonu gelmektedir. Örtü birimlerinin en üstünde güncel alüvyal çökel ve yamaç molozları yer alır (Şekil 3, 4).



Şekil 2. Çalışma alanında gözlenen temel birimler ve örtü birimlerin yayılımını gösteren harita.
Figure 2. *Map shows spread of basement and cover units observed in the study area.*

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER			<40	Qal Qym		Alüvyal çökeller, yamaç molozu
							Uyumsuz
	TERSİYER NEOJEN	ALT PLİYOSEN	ILICA FORMASYONU	50-400	Ti		Fosilli kireçtaşı Farklı kökenli çakıllardan oluşmuş, az tutturulmuş çakıltaşı
							Uyumsuz
		ORTA MİYOSEN	İNÖNÜ VOLKANİTLERİ	50-100	Tiv		Piroklast, trakiandezitik lavlar
		ALT-ORTA MİYOSEN	AKPINAR KİREÇTAŞI	10-70	Ta		Kumlu, kavkılı yer yer kristalize kireçtaşı
			PORSUK FORMASYONU	100-300	Tp		Silttaşı, kireçtaşı, marn ara bantlı, çakıltaşı ve kumtaşı
							Uyumsuz
PALEOZOYİK-MESOZOYİK			TEMEL BİRİMLER	1285-?	PzMzt		Kireçtaşı, Ofiyolit, Mavişist, kalkşist, Mermer, Grafit şist, klorit şist
							ÖLÇEKSİZ

Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Temel birimler için Gözler, 1985; Koçyiğit vd.,1991; Tokay, 2001'den yararlanılmıştır).
Figure 3. *Generalized stratigraphic section of the study area (Basement units are from Gözler, 1985; Koçyiğit et al.,1991; Tokay, 2001).*



Şekil 4. Bozüyük (Bilecik)-Oklubalı (Eskişehir) dolayı Neojen birimlerinin Jeoloji Haritası (OF: Ormangüzle Fayı, BF: Bozalan Fayı, KF: Kandilli Fayı, İF: İnönü Fayı).

Figure 4. *Geological map of Neogene units in the Bozüyük (Bilecik)-Oklubalı (Eskişehir) area. (OF: Ormangüzle Fault, BF: Bozalan Fault, KF: Kandilli Fault, İF: İnönü Fault).*

TEMEL BİRİMLER (PzMzt)

Çalışma alanındaki temel birimler (PzMzt) sırasıyla, Paleozoyik yaşlı Pazarcık Yapısal Karmaşığı (Koçyiğit vd., 1991), Triyas yaşlı İnönü Mermerleri (Servais, 1982), Dodurga Metamorfitleri (Koçyiğit vd., 1991) ile Arifler Melanjı (Küçükayman vd., 1987) ve Alt Jura-Üst Kretase yaşlı Bilecik Kireçtaşlarıdır (Granit ve Tintant, 1960).

ÖRTÜ BİRİMLER

PORSUK FORMASYONU (Tp)

Bazalt, tüf, tüfit gibi farklı kökenden çakıllar içeren çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn, jipsli marn ve kireçtaşından oluşan fluviyal ve gölsel çökeller, Gözler vd. (1996) tarafından Porsuk Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Önceki araştırmacılar (Gözler vd., 1996; Karakaş, 2006; Zeybek, 2007) kendi çalışma alanlarında gözledikleri Porsuk Formasyonunu, değişik depolanma koşullarına göre farklı fasiyeslere (Konglomera-kumtaşı, jips, çamurtaşı, dolomit,marn, kiltaşı vb.) ayırmışlardır. Bu çalışmada, yaygın olarak gözlenen konglomera-kumtaşı fasiyesi Porsuk Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Kireçtaşı ile tanınan fasiyes ise Akpınar Kireçtaşları (Koçyiğit vd., 1991) adı altında tanımlanmıştır (Bknz. Şekil 3, 4).

Porsuk Formasyonu, çalışma alanı sınırları içinde Muratdere köyü güneyinde, Ormangüzle köyü doğusunda, Çaydere köy yolu girişinde, Saraycık, Karaağaç ve Kovalca köyleri civarında, Bozüyük ilçe merkezi güneyinde, İçköy mevkii civarında, Akpınar köyü kuzeyinde İnönü ilçe merkezi ile Oklubalı köyü'nun kuzeyinde kalan kısım boyunca geniş bir yayılım gösterir (Bknz. Şekil 4). Porsuk Formasyonu, çalışma alanında az tutturulmuş, kötü boylanmış ve kötü yuvarlaklaşmış çört, mermer, şist, serpantinit çakıllarından ve volkanik-magmatik kayaçlardan oluşmuş çakıllardan oluşan çakıltaşı ile başlamaktadır (Şekil 5a).



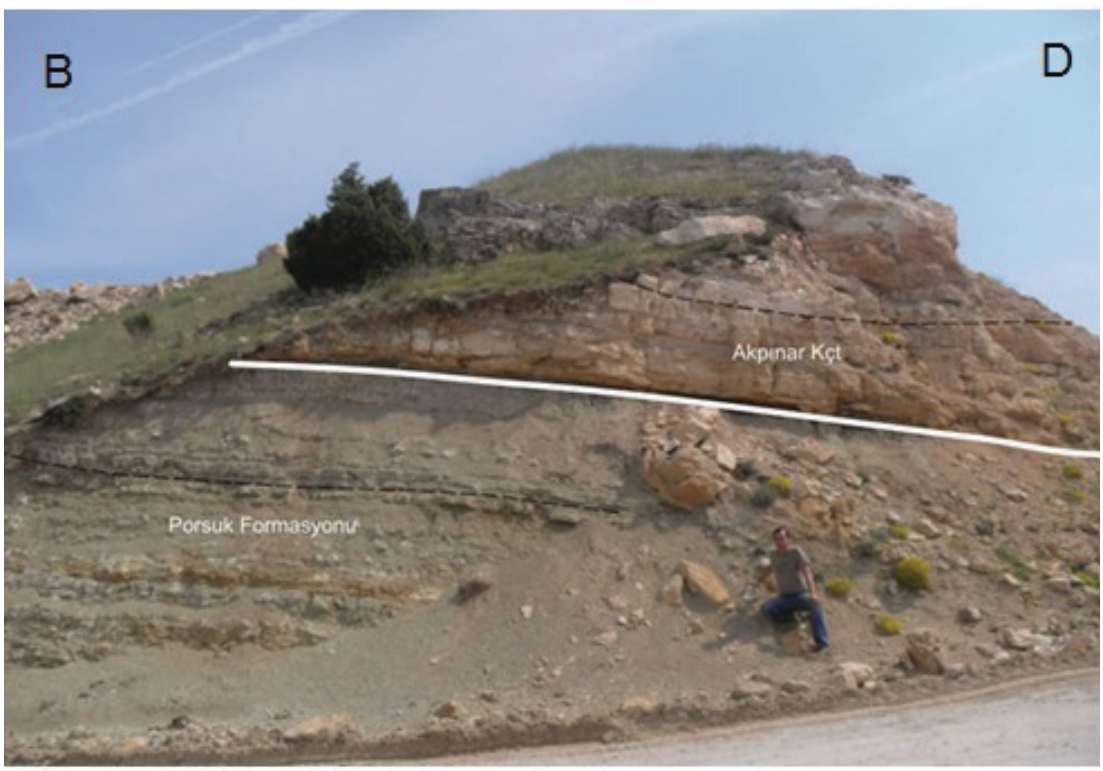
Şekil 5. a) Bozüyük ilçe merkezi civarında gözlenen, Porsuk Formasyonunun alt kesimlerini oluşturan, kötü boylanmış ve kötü yuvarlaklaşmış volkanik-metamorfik çakıllardan oluşan çakıltaşı; **b)** Çalışma alanı kuzeybatısı, Çaydere köy yolunda gözlenen Porsuk Formasyonunun çakıltaşı-kumtaşı birimlerine ait genel görünüm.

Figure 5. a) *Poorly-sorted and sub-rounded congomerate of volcanic-metamorphic gravels that compose the base segment of the Porsuk Formation observed in the vicinity of Bozüyük city center;* **b)** *Northwest of study area. General view of conglomera-sandstone units observed along the Çaydere road.*

Üste doğru kumtaşı, marn ve kiltaşından oluşan litolojilere geçiş yapar (Şekil 5b). Porsuk Formasyonu içindeki kumtaşı ve kiltaşı birimlerinde kömür seviyeleri gözlenmektedir. Tane destekli çakıltaşlarında, orta-iri (30-150 mm) çakılların üst üste gelmesiyle oluşmuş binik yapılar gözlenmektedir. Yer yer yanal-düşey geçişli olduğu Akpınar Kireçtaşı ile sınır oluşturduğu üst seviyelerinde ise kireçtaşı bloklu (>300 mm) düzeyler gözlenmiştir. Formasyonun yaşı bölgesel korelasyonla Alt-Orta Miyosen olarak önerilmiştir (Gözler vd., 1985, Gözler vd., 1996, Tokay, 2001).

AKPINAR KİREÇTAŞLARI (Ta)

Önceki çalışmacılar (Gözler vd., 1996; Karakaş, 2006; Zeybek, 2007) tarafından Porsuk Formasyonunun üst fasiyesi olarak kabul edilen gölsel kireçtaşları, Koçyiğit vd. (1991) tarafından Akpınar Kireçtaşları olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanı sınırları içinde Akpınar Kireçtaşları Çaydere köy yolu üzerinde, Saraycık köyü kuzeyinde, İçköy mevkii civarında, Akpınar köyü doğusu boyunca ve Oklubalı köyü civarına Porsuk Formasyonu üzerine yanal ve düşey geçişli olarak gelir (Bknz. Şekil 3 ,4). Kandilli köyü güneydoğusunda ise Kandilli Fayı boyunca Mesozoyik yaşlı metamorfik temel ile dokanak halindedir. Bu gölsel kireçtaşları, bej-kirli beyaz renkli, orta-kalın tabakalıdır (Şekil 6). Porsuk Formasyonu ile geçiş yaptığı taban kısımlarında, Akpınar Kireçtaşlarının killi-kumlu olduğu görülmektedir. Tabandan tavana doğru gidildikçe kireçtaşlarının saflığı artar ve içlerinde fosil kavkıları gözlenir. Tavan kesimlerinde kireçtaşları kristalize dokudadır. Genel olarak Akpınar Kireçtaşları içinde gastropod, pelecypod ve ostracod kavkıları ile alg kalıntıları bulunduğu için Folk (1959)'un kireçtaşı sınıflamasına göre bu kireçtaşları için biyoklastlı mikrit-intraklastlı mikrit tanımlaması yapılabilir. Akpınar Kireçtaşlarının Porsuk Formasyonu ile eş yaşlı olduğu (Alt-Orta Miyosen) düşünülmektedir (Koçyiğit vd.,1991; Gözler vd.,1996).



Şekil 6. Çalışma alanı Güneydoğusu, İnönü ilçesi kuzeyinde bulunan İnönü tren istasyonu civarında Porsuk Formasyonunun üst sınırı ile uyumlu Akpınar Kireçtaşlarının orta-kalın tabakaları. Tabakalar kesikli çizgi ile gösterilmiştir.

Figure 6. *Southeast of the study area near the İnönü railway station in İnönü towhship. Medium-thick bedding of the Akpınar Limestone lies at the top of the Porsuk Formation. The dashed lines indicate the bedding.*

İNÖNÜ VOLKANİTLERİ (Tiv)

Baş vd. (1983), Küçükayman vd. (1987) ve Siyako vd. (1991) tarafından Karaköy Volkanitleri, Koçyiğit vd. (1991) tarafından Kuzudoruğu Formasyonu olarak tanımlanan andezitik-bazaltik lavlar ve piroklastik birimler, bu çalışmada İnönü Volkanitleri olarak adlandırılmıştır. İnönü ilçesi güneyi ve İnönü-Kütahya karayolunda Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşlarının üzerinde uyumsuz olarak yer aldığı gözlenen volkanitler (Bknz. Şekil 3, 4), bazalta benzer bir görünüm sunmalarına rağmen, jeokimyasal analizler sonucunda andezitik lavlar olarak değerlendirilmiştir (Apaydın Poşluk, 2013). Vesiküller boşluklar içerirler ve siyahımsı-gri renklidirler. Almanya Göttingen Üniversitesinde yaptırılan $^{40}K/Ar^{40}$ yaş tayin analizi sonuçlarına göre volkanitlerin yaşı 15.0-15.5 My'dır. Bu yaşlar da Orta Miyosen (Langiyen)'e karşılık gelmektedir (Tablo 1).

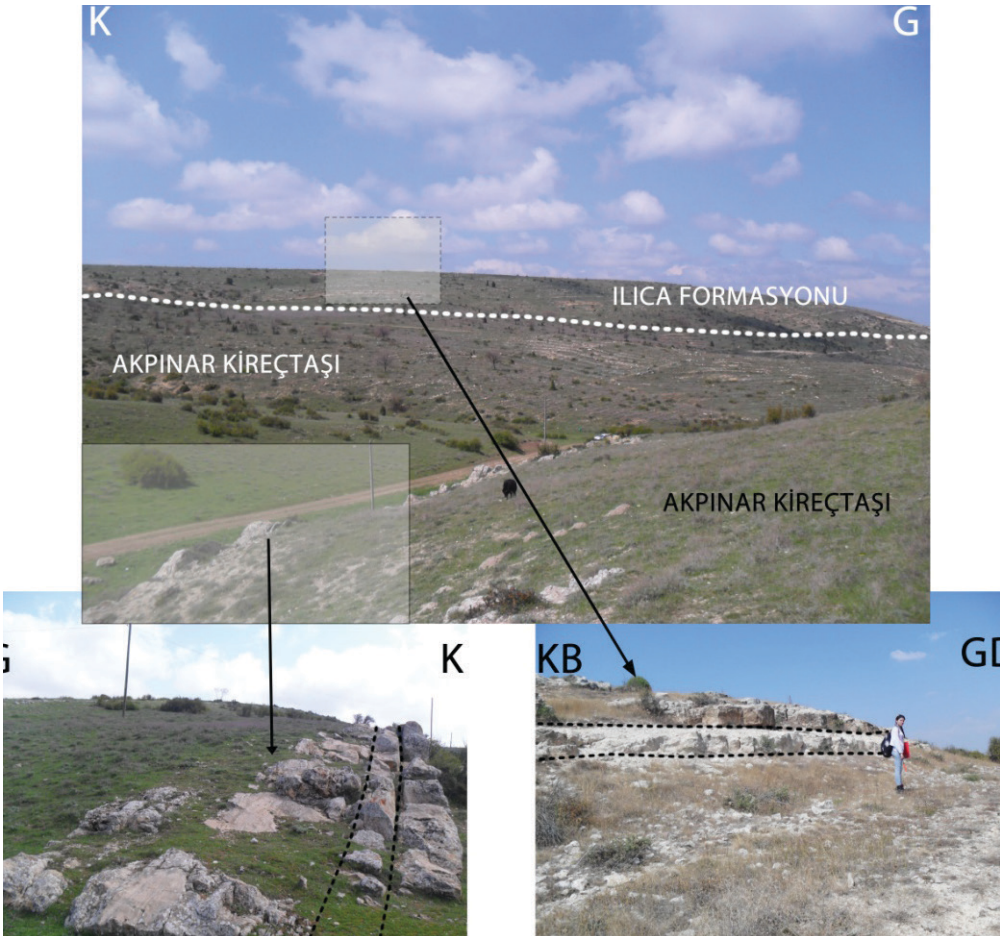
Tablo 1. İnönü Volkanitlerine ait $^{40}K/Ar^{40}$ yaşlandırma sonuçları.
Table 1. *$^{40}K/Ar^{40}$ dating results on the İnönü Volcanics.*

Ar-Isotopic Abundance			Spike Isotopic Comp.		Decay Constants				
^{40}Ar:	99,6000%		^{40}Ar:	0,0099980%	:	5,810E-01		^{40}K:	0,011670%
^{38}Ar:	0,0630%		^{38}Ar:	99,9890000%	:	4,962E-02		K_2O/K	0,8302
^{36}Ar:	0,3370%		^{36}Ar:	0,0009998%			Atomic Weight		
Standart Tempreture Pressure (STP)					tot:	5,543E-10	[g/mol]:		
	0°;	760mm			Molar Volume		tot Ar:		39,9477
	Hg				[ml]:	22413,8	^{40}Ar:		39,9624
Normal Atmosphere (DIN 1343)							tot K:		39,1027
273,15K									
1013,25mbar									

Sample:		Spike [No.]	K2O [Wt. %]	$^{40}Ar^*$ [n1/g] STP	$^{40}Ar^*$ [%]	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

ILICA FORMASYONU (Ti)

Gözler vd. (1996), alttan üste doğru konglomera-kumtaşı, marn-kiltaşı ve kireçtaşından oluşan istif Ilıca Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Çalışma alanının doğusundaki Oklubalı köyü civarında gözlenen Akpınar Kireçtaşlarının üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alan ve temel birimlere ait serpantin, çört kırıntıları içeren, yatay-yataya yakın konumlu beyaz, sarımsı-boz renkli, yüksek poroziteli, kırıntılı, fosil kavkılı, ooidli kireçtaşı düzeyleri, Ilıca Formasyonu olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7). Bu kireçtaşı Folk (1959)'un kireçtaşı sınıflamasına göre algli biyoklastlı mikrit-intraklastlı mikrit olarak isimlendirilmiş ve Ocakoğlu (2007)'nun çalışması da göz önüne alınarak gölsel kireçtaşları olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanının kuzeybatısında, Porsuk Formasyonunun üzerinde, açısal uyumsuzlukla yataya yakın düşük açılarla duran, açık kahverengi-boz renkli, kum bağlayıcılı, yer yer dağılgan, karbonat yumru içeren volkanik ve ofiyolitik kökenli, az yuvarlaklaşmış, iri çakıllı, ani çökelme ürünü olan çakıltaşı birimi de bu formasyonun fasiyesi olarak yorumlanmıştır.



Şekil 7. Oklubalı köyü güneyi-Akpınar Kireçtaşları üzerine açısal uyumsuzlukla gelen Ilıca Formasyonuna ait kireçtaşları.
Figure 7. *South of Oklubalı village- Limestone belonging to the Ilıca Formation lies unconformably on the Akpınar Limestone.*

Ilıca Formasyounu kireçtaşı seviyelerinde bulunan Planorbarius thiollieri (MICHAUD) fosillerine (Sözlü görüşme, Sevinç KAPAN-YEŞİLYURT; Şekil 8) ve Ocakoğlu (2007)'na göre birimin yaşı Alt Pliyosen olarak belirlenmiştir.



Şekil 8. Oklubalı köyü güneyinde gözlenen Ilıca Formasyonuna ait kireçtaşlarında bulunan fosil örnekleri.
Figure 8. *Planorbarius thiollieri (MICHAUD) fossil samples in limestones of the Ilıca Formation observed south of Oklubalı village.*

KUVATERNER YAŞLI BİRİMLER (Qal-Qym)

Alüvyal çökeller (Qal) ve yamaç molozları (Qym) Kuvaterner yaşlı birimler olarak tanımlanmıştır. Alüvyal çökeller, çalışma alanının sınırları içinde olan Sarısu Deresi, Değirmendere, Karasu Deresi ve Armutlu Dere yatakları ile civarında, yamaç molozları ise Ormangüzle köyü yolu ve güneybatısında Çaydere, Kuyupınar, Kapanalan köy yolu boyunca yer yer gözlenmiştir (Bknz. Şekil 3, 4). Ayrıca güneyde kalan Kandilli Fayı ile oluşmuş sarplıkların eteklerinde ve İnönü ilçesi yakınında İnönü Mermerleri döküntülerinden oluşmuş belirgin yamaç molozu birikintileri gözlenmiştir.

BİNİK YAPILAR- ESKİ AKINTI ANALİZLERİ

Porsuk Formasyonu ile Ilıca Formasyonunun çakıltaşı düzeylerindeki çakıl binik yapıların ara kesitlerinin gidiş ve dalımları ölçülmüştür. Farklı lokasyonlardan alınan ölçümler ölçülmüş oldukları tabaka düzlemlerinin eğimleri yataylanarak ilksel çökelme konumlardaki akıntı yönlerine ulaşılmıştır.

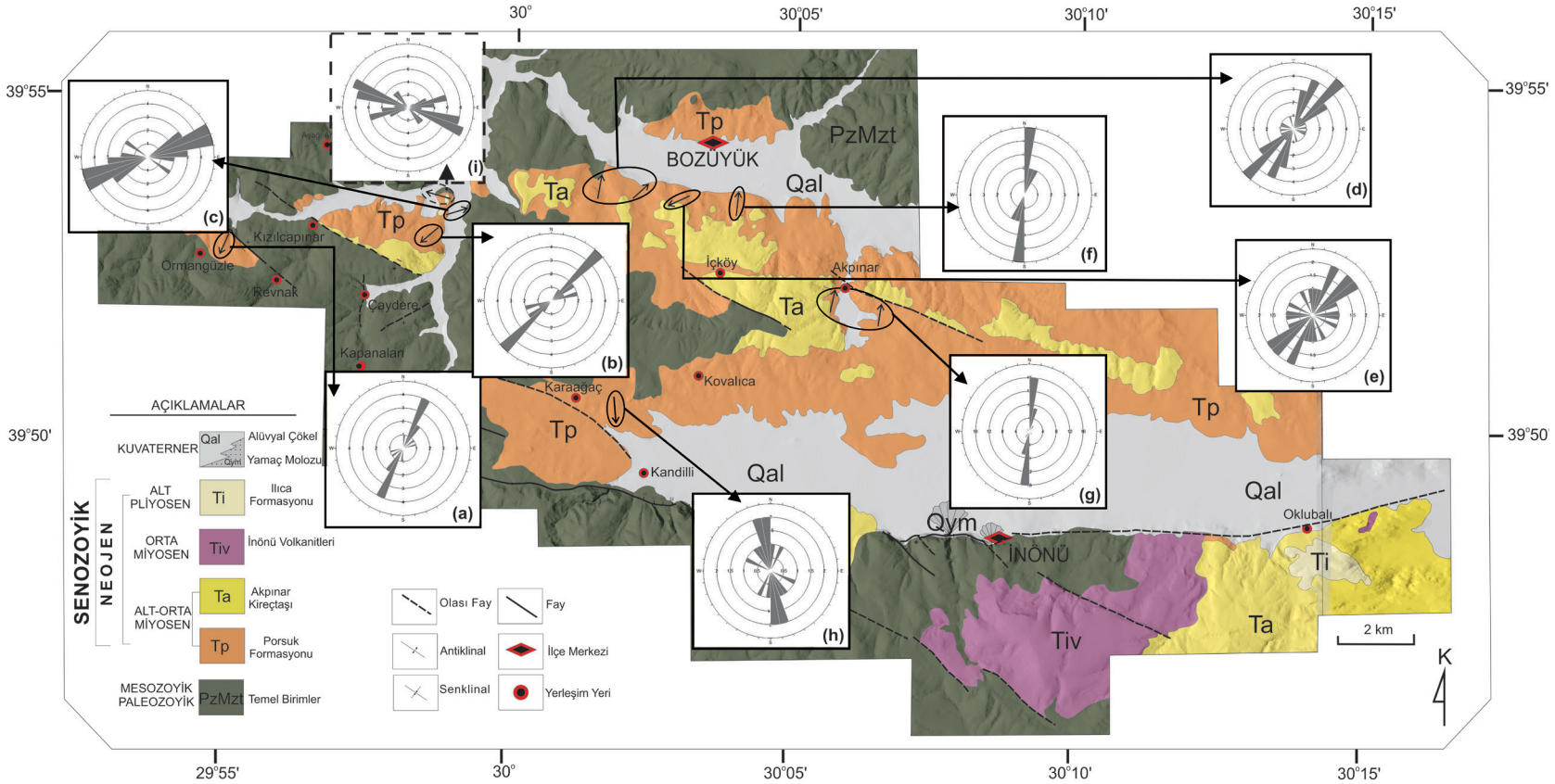
Buna göre çalışma alanın batısında bulunan Ormangüzle köyü civarında gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşlarına ait K42^{o}B/40^{o}GB doğrultu ve eğimli tabakada ölçülen toplam 9 adet binik yapıdan eski akıntı yönünün G24^{o}B (a) olabileceği; Çaydere köy yolu girişinden yaklaşık 2 km içeride bulunan K50^{o}B/40^{o}GB doğrultu ve eğimli tabakada ölçülen 16 adet binik yapıdan eski akıntı yönünün G50^{o}B (b); Çaydere köy yolu girişinde gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşlarına ait K80^{o}B/20^{o}GB doğrultu ve eğimli tabakada ölçülen toplam 21 adet binik yapıda eski akıntı yönünün G68^{o}B, K73^{o}D (c) olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 9).

Bozüyük ilçe merkezinin yaklaşık güneybatısında gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşlarına ait K22^{o}B/25^{o}KD doğrultu ve eğimli tabakada 11 adet binik yapı, K8^{o}D/30^{o}GD doğrultu ve eğimli tabakada 10 adet binik yapı ölçülmüş ve eski akıntı yönünün K44^{o}D olabileceği (d); Bozüyük ilçe merkezinin güneyinde gözlenen K45^{o}D/12^{o}KB doğrultu ve eğimli tabakada toplam 14 adet binik yapı ölçülmüş ve eski akıntı yönünün G65^{o}B olabileceği (e), yaklaşık aynı bölgede bulunan K18^{o}D/10^{o}GD doğrultu ve eğimli tabakada toplam 10 adet binik yapı ölçülmüş ve eski akıntı yönünün K6^{o}D (f) olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 9).

Akpınar köyü merkezi civarında gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşlarına ait K25^{o}B/10^{o}KD doğrultu ve eğimli tabakada ölçülmüş 9 adet binik yapı ve D-B/20^{o}K doğrultu ve eğimli tabakada ölçülmüş 20 adet binik yapıdan ise eski akıntı yönünün K7^{o}D (g) olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 9).

Karaağaç köyü batısında gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşlarına ait K8^{o}D/10^{o}GD doğrultu ve eğimli tabakada 9 adet binik yapı ölçülmüş ve eski akıntı yönünün G15^{o}D (h) olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 9).

Çalışma alanının batısında kalan Çaydere köy yolu girişinde gözlenen Porsuk Formasyonu çakıltaşları üzerinde uyumsuzlukla bulunan Ilıca Formasyonu çakıltaşlarına ait K50^{o}B/30^{o}GB doğrultu ve eğimli tabakada toplam 40 adet binik yapı ölçülmüş ve eski akıntı yönünün K76^{o}B (i) olabileceği yorumlanmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çakılların binik yapılarından saptanan eski akıntı yönleri ve verilerin kontür diyagramları. Düz çerçeveler Porsuk Formasyonuna, kesikli çerçeve ise Ilıca Formasyonuna ait diyagramları göstermektedir (Fay adlamaları Şekil 4'deki gibidir).

Figure 9. *Contour diagram of paleocurrent directions detected from imbrication of gravels. Solid-line diagrams are related to the Porsuk Formation, a dashed-line diagram is related to the Ilıca Formation (Fault names as in Figure 4).*

YAPISAL JEOLOJİ

Çalışma alanında bulunan stratigrafik birimlerdeki düzlemsel ve çizgisel yapılardan alınan ölçümler kullanılarak oluşturulan kontür ve gül diyagramları sonucunda çalışma alanının yapısal özellikleri belirlenmiştir.

FAYLAR

Çalışma alanında yer alan ve ayrıntılı olarak incelenen faylar, Eskişehir Fay Zonu üzerindeki (KB-GD doğrultulu Ormangüzle (OF), Bozalan (BF), ve Kandilli (KF) fayları ile BKB-DGD İnönü Fayı (İF)'dır (Bknz. Şekil 4). Çalışma alanında gözlenen bu faylar, Eskişehir Fay Zonu'nun segmentleri olarak değerlendirilmiştir (Apaydın Poşluk, 2013).

ORMANGÜZLE FAYI (OF)

Çalışma alanının en batısında bulunan KB-GD doğrultulu, ters atım bileşenli bir fay olan Ormangüzle Fayı (OF) (Bknz. Şekil 4) 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 (Şekil 10). Ormangüzle fayına ait düzlem K45°B/58°KD olarak ölçülmüştür.



Şekil 10. Çalışma alanının batısında gözlenen temele birimlere ait kireçtaşları ile Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu arasında yer alan Ormangüzle Fayı (OF).
Figure 10. *Ormangüzle Fault (OF) between the Neogene aged Porsuk Formation and limestone of the basement units observed south of the study area.*

BOZALAN FAYI (BF)

Çalışma alanının güneybatısında KB-GD gidişli Bozalan Fayı (BF) bulunmaktadır (Bknz. Şekil 4). Bozalan köyü ve kuzeybatısı boyunca gözlenen temel kayalar eğim atımlı normal bir fay olan Bozalan fayı tarafından kesilmektedir. köy merkezinin batısında gözlenen fay düzlemi, K50°B doğrultulu ve 60°KD eğimli olarak ölçülmüştür (Şekil 11).



Şekil 11. Çalışma alanının güneybatısındaki Bozalan köy merkezinin kuzeyinde yer alan Bozalan Fayına (BF) ait fay düzlemi.
Figure 11. *Fault plane of the Bozalan Fault (BF) at north of Bozalan village in southwest of the study area.*

KANDİLLİ FAYI (KF)

Kandilli Fayı (KF) Bozalan Fayının batısında bulunur (Bknz. Şekil 4). Bu fay İnönü ilçesinin güneyinden Kuyupınar köyüne doğru KB-GD istikametinde uzanır (Şekil 12a). 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 12. a) İnönü Ovası batısından Kandilli Fayı'nın (KF) genel görünümü; **b)** Kandilli köyünün güneydoğusunda yer alan Kandilli Fayı üzerindeki K35B/55KD doğrultulu fay düzlemi. Aurorite mineralli (Tokay, 2001) fay aynası ve üzerindeki fay çizikleri.

Figure 12. a) *General view of Kandilli Fault (KF) from west of İnönü Plain;* **b)** *N35W/ 55 NE trending fault plane, fault covered with aurorite mineral (Tokay, 2001) and slickensides on the Kandilli Fault (KF), southwest of Kandilli village.*

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 alçalan kuzey blokta bulunur ve temel birimlerce sınırlanmıştır. Kandilli Fayının pek çok yüzeyi Mangan minerali (Aurorite, Tokay 2001) sıvamalıdır.

Kandilli Fayının temel kayalar ile Akpınar Kireçtaşlarının dokanağını oluşturduğu hat boyunca duruşları K55^{o}B/45^{o}KD, K-G/Düşey, K43^{o}B/85^{o}KD ve D-B/75^{o}K olmak üzere dört adet fay düzlemi ölçülmüştür. K-G/Düşey düzlemdeki fay çizikleri 15^{o}G yatımlı, K43^{o}B/85^{o}KD düzlemdeki fay çizikleri ise 18^{o}GD yatımlıdır.

Kandilli Fayının temel kayaları içinden devam ettiği bölgede İnönü Mermerleri içinde bulunan D-B/48^{o}K duruşlu fay düzlemi üzerinde 10^{o}K yatımlı fay çizikleri; K80^{o}D/52^{o}KB konumlu ve D-B/45^{o}K konumlu fay düzlemleri üzerinde 12^{o}D yatım açılı ve K80^{o}D/40^{o}KB konumlu düzlemi üzerinde 10^{o}KD yatım açılı fay çizikleri ölçülmüştür.

Kandilli Fayı tarafından kesilmiş İnönü Mermerleri breşleşmiş olarak gözlenmiştir. K35^{o}B/55^{o}KD konumlu Mangan mineral (Aurorite, Tokay, 2001) sıvamalı fay aynası üzerinde 15^o-20^o GD yatıma sahip fay çizikleri görülmektedir (Şekil 12b) Aynı lokasyonda bulunan K30^{o}B/40^{o}KD doğrultu ve eğimli bir diğer fay düzleminde fay çizikleri 42^{o}GD yatım açılı olarak K45^{o}D/50^{o}GD doğrultu ve eğimli fay düzleminde bulunan fay çizikleri 48^o-60^{o}GB yatım açılı olarak ölçülmüştür.

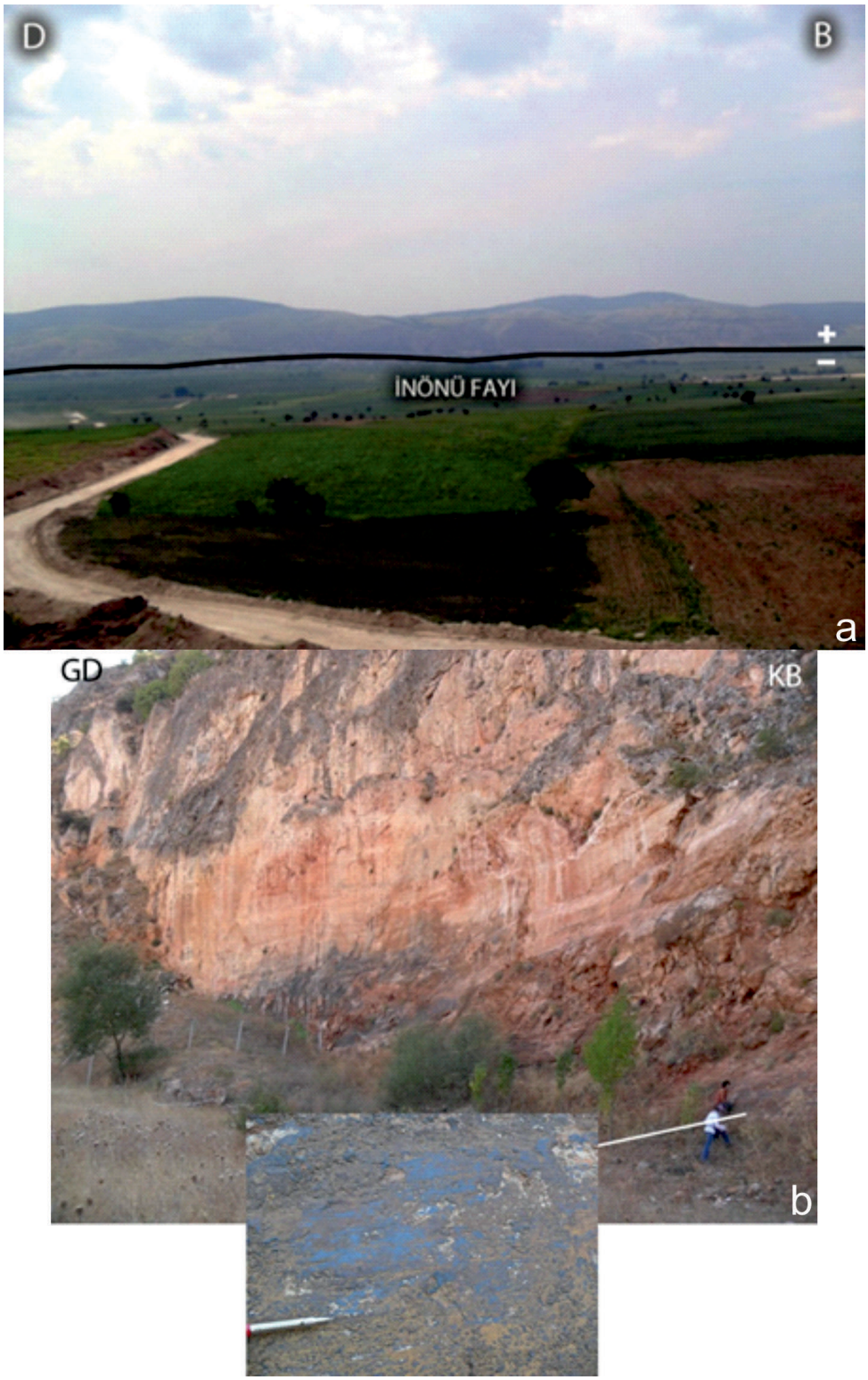
İNÖNÜ FAYI (İF)

Bu çalışmada İnönü Fayı (İF) olarak isimlendirilen normal bileşeni olan sağ yönlü doğrultu atımlı fay, BKB-DGD yönünde uzanır ve İnönü Havzası'nı güneyden sınırlar (Bknz. Şekil 4; Şekil 13a). 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.

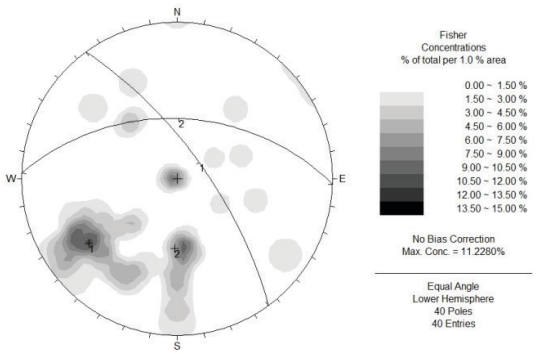
İnönü ilçe merkezi yakınında ölçülen fay düzlemleri temel birime ait Mesozoyik yaşlı mermerler üzerinde gelişmiştir. Dört farklı düzlem olarak ölçülen, kendi içinde de farklılıklar sunan bu düzlemlerden ilki K42^{o}B/68^{o}KD doğrultu ve eğimlidir ve 60^o-70^{o}KD'ya yatımlı fay çizikleri mevcuttur. Diğer iki fay düzlemi K60^{o}B/70^{o}KD ve D-B/60^{o}KD doğrultu ve eğimli düzlemlerdir. Bu iki fay düzlemi üzerinde yatım ölçülememiştir. Aynı gözlem noktasında fay düzlemleri, K70^{o}D/60^{o}KB, K80^{o}D/50^{o}KB, K35^{o}D/80^{o}KB ve D-B/65^{o}K doğrultu ve eğimli olarak ölçülmüştür.

Mineral cilaları İnönü Fayına ait düzlemin en net görüldüğü gözlem noktasında da mevcuttur. Kendi içinde farklılıklar sunan düzlem boyunca üç farklı ölçüm alınmıştır. İlki K32^{o}B/85^{o}KD doğrultu ve eğimli olan düzlem üzerinde 15^{o}KB yatıma sahip fay çizikleri bulunmaktadır. K22^{o}B/58^{o}KD olarak ölçülen bir diğer düzlemde bulunan fay çiziklerinde yatım 8^o-20^{o}GD olarak ölçülmüştür (Şekil 13b). Bir diğer düzlem ise K32^{o}B/79^{o}KD doğrultu ve eğimlidir. Fay çizikleri ise 5^o-15^{o}GD'ya yatımlı olarak ölçülmüştür.

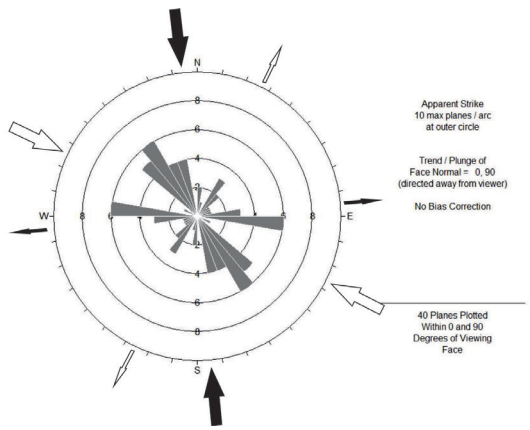
Ormangüzle (OF), Bozalan Fayı (BF), Kandilli (KF) fayı ve İnönü Fayı (İF)'nın düzlemleri kullanılarak kontür diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 14). Fay düzlemlerinin egemen konumu kontür diyagramı üzerinde ölçüm yoğunluğunun en çok olduğu alanlara karşılık gelen düzlemler olarak belirlenmiştir. Şekil 14'de görülen kontür diyagramında 1 nolu yay çalışma alanındaki K36^{o}B/70^{o}KD, 2 nolu yay K84^{o}B/46^{o}KD doğrultu ve eğimli baskın fay düzlemlerini göstermektedir. Bu fay düzlemlerinde sağ yönlü atımın gerçekleşmesi için KB-GD doğrultulu fayların KKB-GGD yönlü sıkışması, BKB-DGD doğrultulu fayların da KB-GD yönlü sıkışması gerekmektedir (Şekil 15). Çalışma alanında ölçülen ve birçoğunda sağ yönlü atım gözlenen tüm faylar Şekil 16'da stereonet ağı üzerinde gösterilmiştir.



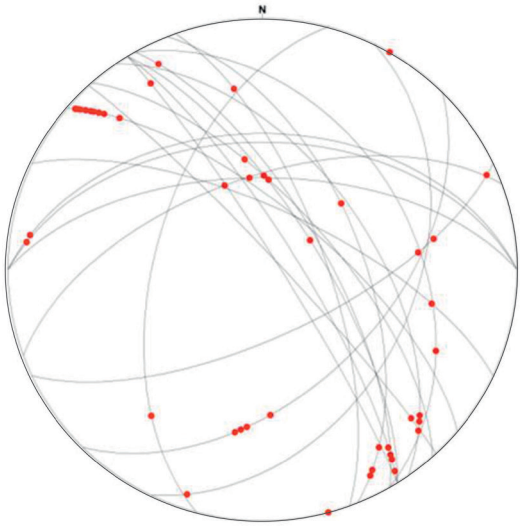
Şekil 13. a) İnönü ilçe merkezi kuzeyinden İnönü Fayı'nın (İF) genel görünümü; **b)** İnönü ilçe merkezi doğusu, İnönü Fayı (İF) üzerinden K22°B/58°KD olarak ölçülen fay düzlemi ve üzerindeki fay çizikleri.
Figure 13. a) *General view of İnönü Fault (İF) from north of the İnönü townshi;* **b)** *East of İnönü township, N22W/58NE trending fault plane and slickensides on the İnönü Fault (İF).*



Şekil 14. Çalışma alanında incelenen fay düzlemlerine ait kontür diyagramı (n=40 Alt yarım küre, eşit açı).
Figure 14. *Contour diagram of fault planes in the study area (n=40, lower hemisphere, equal angle).*



Şekil 15. Fay düzlemlerine ait doğrultu gül diyagramı (n=40, Bu fayların sağ yönlü olabilmesi için gerekli maksimum sıkışma (stres) yönleri oklarla gösterilmiştir. Büyük siyah oklar KB-GD doğrultulu fayların, büyük beyaz oklar BKB-DGD doğrultulu fayların sıkışma yönünü gösterir. Küçük siyah oklar KB-GD doğrultulu fayların, küçük beyaz oklar BKB-DGD doğrultulu fayların açılma yönünü gösterir).
Figure 15. *Rosette diagram belongs to fault planes (n=40, Essential maximum stress direction are shown by arrows for these faults to be dextral. Big black arrows show compression direction for NW-SE trending faults; big white arrows show compression direction for WNW-ESE trending faults; small black arrows show extension direction for NW-SE trending faults; small white arrows show extension direction for WNW-ESE trending faults).*



Şekil 16. Çalışma alanındaki fay düzlemleri ve fay çiziklerinin yatımlarının alt yarım küre için hazırlanan stereonet üzerinde gösterilmesi.
Figure 16. *Lower hemisphere stereonet shows orientations of fault planes and slickensides in the study area.*

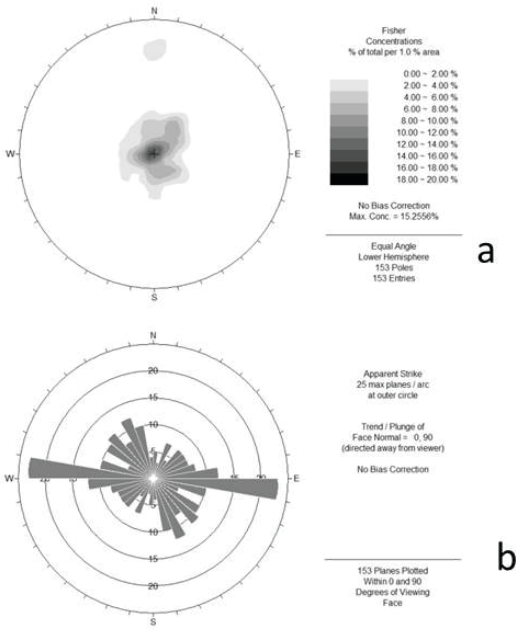
TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışma alanı, Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunu oluşturan, İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'na (Şengör ve Yılmaz 1981) ait birimler üzerinde üzerinde ve Batı Anadolu ile Orta Anadolu bölgeleri arasında yer almaktadır. Bu okyanus kuzeydeki Sakarya Kıtası ile güneydeki Anatolid-Torid Platformunun birbirine yakınlaşması sonucunda Geç Kretase- Erken Eosen'de kapanmıştır (Harris vd., 1994; Okay vd., 2001). Buna bağlı olarak çalışma alanı Miyosen öncesi döneme kadar yükselim halindedir.

Batı Anadolu için başlıca dört ayrı görüş ve tektonik model önerilmiştir. Bu modeller sırasıyla a) Tektonik kaçış modeli (Şengör, 1982), b) Yay gerisi yayılma modeli (McKenize, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979; Okay ve Satır, 2000), c) Orojenik çökme ve yayılma Modeli (Orogenic Collapse and Spreading Model, Seyitoğlu ve Scott, 1991, 1992) ve d) İki evreli graben oluşum modelidir Koçyiğit vd., 1999; Yılmaz vd., 2000; Bozkurt ve Park, 1994; Bozkurt, 2000; Bozkurt, 2001; Bozkurt ve Oberhanslı, 2001; Bozkurt, 2003; Bozkurt ve Sözbilir, 2004). Bu model ve görüşler genel olarak değerlendirildiğinde Batı Anadolu' da farklı yönlü gerilmelere bağlı olarak D-B ve K-G yönlü Ege tipi çapraz grabenlerin var olduğu (Şengör, 1987), grabenlerin Miyosen ve Miyosen sonrası olmak üzere iki fazda oluştuğu (Çiftçi ve Bozkurt, 2009) ve graben sistemini normal fayların oluşturduğu sonucu ortaya çıkarılabilir (Sözbilir, 2002).

Eskişehir Fay Zonu McKenzie (1978), Okay (1984), Şengör vd. (1985), Barka vd. (1995) tarafından Batı'da Uludağ (Bursa) ile Doğu'da Kaymaz (Eskişehir) arasında uzanan fay olarak adlandırılmıştır. Şaroğlu vd. (1987)'nin çalışmalarına göre bu fay, Eskişehir-Bursa fay zonu olarak adlandırılır, İnegöl fayı, İnönü-Dodurga fay zonu, Eskişehir Fay Zonu ve Kaymaz fayı olarak alt bölümlere ayrılır. Bunun yanında Eskişehir Fay Zonu, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya fay zonu ile birleştirilerek Trakya-Eskişehir Fay Zonu olarak da adlandırılmıştır (Yaltırak vd., 1998, 2002, 2005; Sakınç vd., 1999; Aksu vd., 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 ve baskın olarak normal karakterli, batıda Bozüyük (Bilecik) ve doğuda Alpu (Eskişehir) arasına uzanan, yaklaşık 100 km. uzunluğunda; uzunlukları 5 ile 25 km. arasında değişen 21 segmentten oluşmaktadır. Selçuk ve Gökten (2011)'e göre İnönü-Eskişehir Fay Sistemi (İEFS) olarak adlandırılan bu fay, 15-25 km genişlikte, 400 km uzunlukta, KB ile BKB gidişli, egemen olarak doğrultu atımlı faylanma ile karakterize edilen aktif bir deformasyon kuşağıdır. Eskişehir Fay Zonunun normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atımlı fay olduğu da öngörülmüştür (Şengör vd., 1985; Şaroğlu vd., 1992; Barka vd., 1995 ve Altunel ve Barka, 1998). Altunel ve Barka (1998)'e göre, Pleyistosen ve Holosen birimlerinde görülen depolanma ile eş yaşlı ve daha genç faylar, Eskişehir Fay Zonunun en az Pleyistosen'den bu yana aktif olduğunu göstermektedir. Yaltırak vd. (2002 ve 2005)'e 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.

Çalışma alanındaki faylara (Ormangüzle Fayı (OF), Bozalan Fayı (BF), Kandilli (KF) fayı ve İnönü Fayı (İF) ait ölçümlerden elde edilen gül diyagramlarından, KB-GD ve BKB-DGD doğrultulu iki farklı fay düzlemi görülmektedir (Bknz. Şekil 16). Bu doğrultular, havzanın doğrultusu ve Neojen ve sonrası çökellerin genel doğrultularıyla uyum içerisindedir (Şekil 17a,17b).

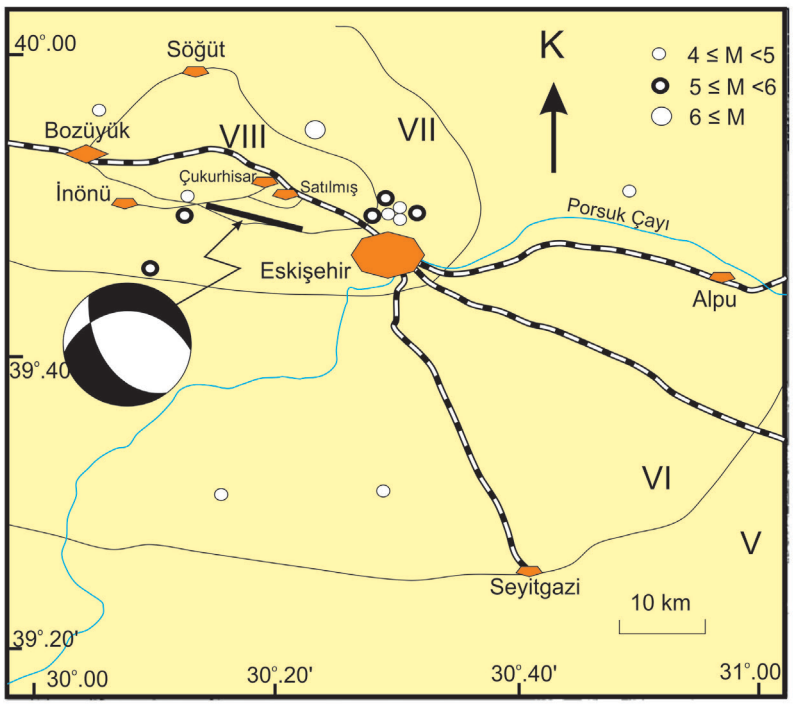


Şekil 17. a) Çalışma alanında gözlenen Neojen birimlerin tabakalarına ait kontür diyagramı (n=153, Alt yarım küre, eşit açı); **b)** Çalışma alanında gözlenen Neojen birimlerin tabakalarına ait doğrultu gül diyagramı (n=153).

Figure. 17. a) *Contour diagram belongs to Neogene units observed at study area (n=153, lower hemisphere, equal angle);* **b)** *Rosette diagram belongs to Neogene units at study area (n=153).*

Çalışma alanındaki stratigrafik birimlerin jeoloji haritası üzerindeki dağılımları ile tektonik veriler birlikte değerlendirildiğinde KB-GD doğrultulu fayların BKB-DGD (kabaca D-B) doğrultulu faylara göre görece yaşlı oldukları gözlenmiştir. KB-GD doğrultulu faylar Bozüyük ve güneyindeki Neojen istifinin genel gidişi ile; BKB-DGD (kabaca D-B) doğrultulu faylar ise İnönü havzasının Kuvaterner örtüsü ile uyum içersindedir. BKB-DGD doğrultulu faylar, KB-GD doğrultulu fayları kesmektedir ki bu iki fay grubunun göreceli yaşları ile uyum içersindedir (Bknz, Şekil 4). Başkaca bir veri de görece daha genç olan BKB-DGD doğrultulu fayların sıkışma ve çekme yönleri ile (Bknz, Şekil 16) güncel GPS verileri ve önceki saha çalışmalardan elde edilen sismolojik verilerin uyumudur (örn. Barka ve Reilinger, 1997). Bu sonuç ayrıca 20 Şubat 1956 (M=6,4) Çukurhisar depremi fay çözümüyle ve İnönü yakın dolayının neotektonik özelliklerine yönelik yapılan çalışma-

larla paralellik gösterir (Barka ve Altunel, 1998; Ocakoğlu ve Açıkalın, 2010; Ocakoğlu vd., 2006) (Şekil 18). Bu fay çözümüne göre 1956 faylanması D-B sağ yönlü bir fay veya KB-GD sol yönlü bir fay düzleminden birinde gerçekleşmiş olmalıdır. Arazi verilerinden yararlanılarak depremin BKB-DGD doğrultulu düzlem üzerinde gerçekleştiğini öngörülmektedir.



Şekil 18. Eskişehir ve çevresinde 20. yy'da meydana gelen magnitüdü 4'ün üzerindeki depremlerin episantırlarını ve 1956 Eskişehir depreminin fay çözümünü gösteren harita (Altunel ve Barka, 1998). İnce çizgiler 20 Şubat 1956 Eskişehir depremine ait izoseistlerini (Öcal 1959'dan alınmıştır), kalın çizgi bu depremde kırılan fay segmentini göstermektedir.

Figure 18. *Map showing episantrs of M>4 earthquakes that occurred around Eskişehir'in the 20th century. Thin lines are isoseists of the 20th February 1956 Eskişehir earthquake (from Öcal 1959). Thick line is the fault segment that activated during the 1956 earthquake.*

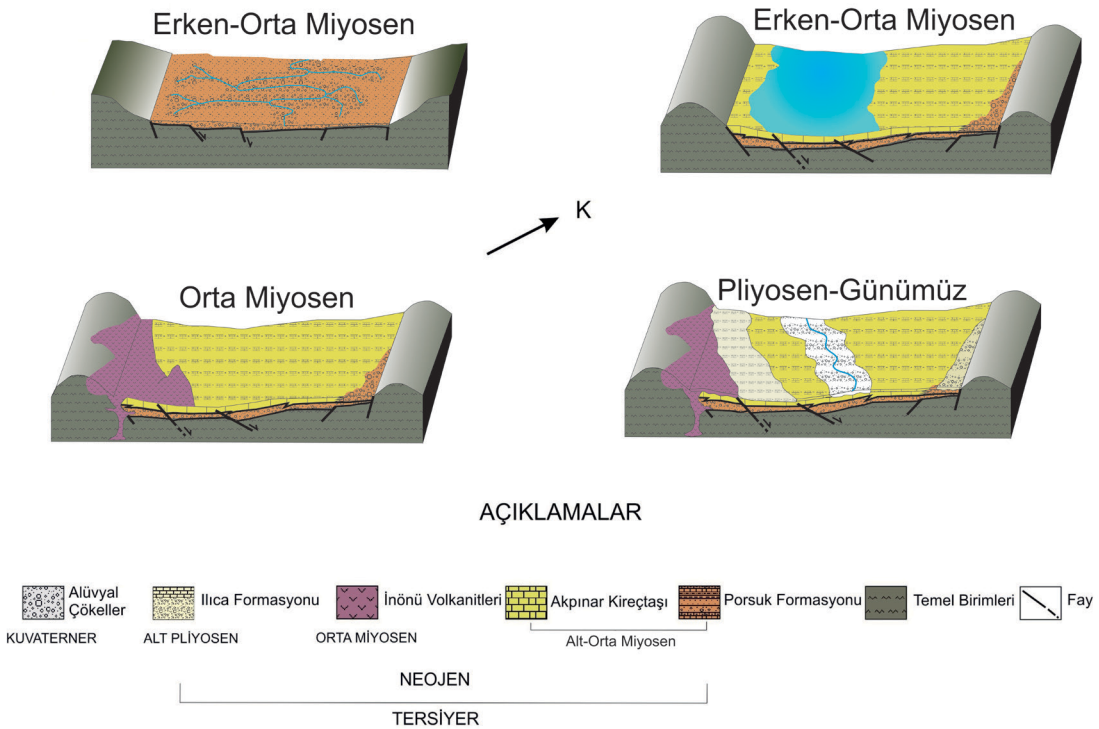
Çalışmanın konusu alanda, Erken Miyosen döneminden itibaren DKD-BGB yönlü genişlemeli (extensional) tektonik hareketler etkili olmuş ve yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu yönlerinden faylarla sınırlanan grabenler oluşmuştur (Bozüyük-İnönü havzaları). Havzada yapılmış olan K-G yönlü jeofizik (rezistivite) verilerinde yorumlanan faylar (Mumcu, 1975) ile bu çalışmada sahada verileri toplanan faylar bu tezi doğrulamaktadır.

Çalışma alanında Erken Miyosen'de KB-GD doğrultusunda uzanan grabenler, önce akarsu egemen çökel alanları oluşturmuştur (Şekil 19). Porsuk Formasyonu böyle bir çökelme alanının ürünüdür. Porsuk Formasyonuna ait çakıltaşlarındaki çakıllar binik yapı sunmaktadır. Farklı lokasyon ve tabaka düzlemlerindeki binik yapılardan ölçülen eski akıntı yönlerinde (G24^{o}B, G50^{B}D, G68^{o}B, K73^{o}D, K44^{o}D, G65^{o}B, K6^{o}D, K7^{o}D, G15^{o}D; Bknz, Şekil 9) farklılık olması ve bazılarının yüksek dalım açılı olması, çakılların yer yer kötü yuvarlakmış, köşeli olması (Bknz, Şekil 5a) ve eski çalışmalarda da (örn. Gözler vd., 1996) belirtilen ani birim geçişleri bölgedeki tektonik aktivitenin işareti olarak yorumlanmıştır. Düşük açılı ve farklı yönelimli binik yapılar, çakılların kötü boylanmalı olması ise akarsuyun dönemsel veya yersel olarak menderesli olma ihtimalini düşündürmektedir.

Erken-Orta Miyosen'de akarsu çökelleri ile göl çökelleri eş zamanlı oluşmuşlardır (Şekil 19). Orta Miyosen döneminde etkin andezitik volkanik faaliyet ile birlikte kireçtaşları İnönü Volkanitleri (15 My-15.5 My; Bknz, Tablo 1) tarafından kesilmiştir ve örtülmüştür (Şekil 19). Önceki çalışmacılar tarafından (Gözler vd., 198; Gözler vd., 1996; Koçyiğit

vd., 1991; Tokay, 2001) bölgesel korelasyonla yaşı Alt-Orta Miyosen olarak belirtilen Porsuk Formasyonu ve Akpınar Kireçtaşlarını keserek örten İnönü Volkanitlerinden elde edilen jeokronolojik yaş verisi (Bknz, Tablo 1) bu bölgedeki sedimenter birimlerin yaşı ile ilişkili veri de oluşturmuştur.

Ilıca Formasyonu göz önüne alındığında, bölgede aşınma evresi sonucu ikinci bir akarsu-göl rejiminin etkinliği oluğu söylenebilir (Şekil 19). Akpınar Kireçtaşlarının üzerinde açısal uyumsuzlukla gelen Ilıca Formasyonu bu dönemi temsil etmektedir. Pliyosen'de çalışma alanının doğu kesiminin derinleşerek göl ortamına geçtiği, burada bulunan ve tatlı su göl ortamını karakterize eden *Planorbarius thiollieri* (MICHAUD) fosilleri içeren kireçtaşlarından çıkarılabilir. Bu döneme ait olduğu düşünülen çakıltaşlarından ölçülen binik yapılara göre eski akıntı yönü K76°B'dır (Bknz, Şekil 9). Bu dönemde hangi tektonik rejimin etkin olduğu bu çalışma kapsamında incelenmemekle birlikte BKB-DGD doğrultulu fayların günümüzde aktivitelerini sürdürdükleri belirlenmiştir. Bu sonuç ile önceki bazı çalışmalarda ifade edilenin aksine KB-GD doğrultulu sağ yönlü fayların günümüzde aktif olmadığı, fakat erken- orta Miyosen döneminde etkin oldukları görüşü ortaya çıkmaktadır.



Şekil 19. Bozüyük ve İnönü Havzalarının gelişim evrelerini gösteren blok diyagramlar.
Figure 19. *Block diagrams showing the geological evolution of the Bozüyük and İnönü basins.*

KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında sunulan Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünü kapsamaktadır ve Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 22056 numaralı projesi ile desteklenmiştir. Arazi çalışmaları boyunca yardımlarını esirgemeyen Jeo. Yük. Müh. Serdar AKGÜNDÜZ'e, Jeo. Yük. Müh. Evren POŞLUK'a ve makaleye yapıcı katkılarda bulunan iki hakem ile editör Prof. Dr. Timur USTAÖMER'e teşekkür ederiz.

SUMMARY

Study area is located between Western Anatolia and Center Anatolia, but it is dissimilar to these regions in respect to their tectonic features. This study aims to explore structural features and stratigraphic sequence of the Neogene units deposited in the Bozuyuk (Bilecik) - Oklubalı (Eskişehir) area, a zone of collision between the Sakarya continent

and the Anatolides. The stratigraphy of the study area is determined in the field by investigating the interrelationship of the Neogene age units which lie over the basement rocks. A geological model is proposed for the formation of the Neogene basin.

Pre-Mesozoic age marbles, schists and granodiorites, Mesozoic age marbles, schists, ophiolitic units and limestones are considered basement units. Neogene cover units are the Porsuk Formation, Akpınar Limestone, İnönü Volcanites, Ilıca Formation, and Quaternary alluvium from the bottom to the top. Paleontological data which could yield a geological age are not observed in the Porsuk Formation and the Akpınar Limestone. The $^{40}K/Ar^{40}$ dating analyses on trachy-andesite of the overlying İnönü Volcanics indicate middle Miocene ages. Fossils are discovered in the limestone of the Ilıca Formation in Oklubalı (İnönü-Eskişehir) village, and the age is determined to be Pliocene.

Imbrication orientations of the fluvial sediments in the Porsuk and Ilıca Formations and structural data on faults are determined in study area. Gravels in conglomerates of the Porsuk Formation present an imbrication. Paleocurrent directions are S24°W, S50°W, S68°W, N73°E, N44°E, S65°W, N°6E, N7°E, S15°E according to imbrications measured from different locations and bedding planes. Differences in paleocurrent directions, poorly-sorted gravels increase the meander probability of a river. Paleocurrent direction is measured N76°W from gravels of the Ilıca Formation. Based on sedimentary and structural data collected in the Neogene basin, the faults in NW-SE directions are considered to be influential during the formation of the Neocene stratigraphy in the study area. However, faults in WNW-ESE orientations in the Eskişehir Fault Zone still keep their seismic activity and have a potential of producing damaging earthquakes as indicated by the Çukurhisar earthquake of February 2, 1956 (M=6.4).

DEĞİNİLEN BELGELER

Aksu, A. E., Yaltırak, C. ve Hiscott, R.N., 2002. Quaternary Paleoclimatic Paleocenographic and Tectonic Evolution of the Marmara Sea and Environs. Marine Geology, 190: 9-18.

Altunel, E., Barka, A. 1998. Eskişehir fay zonunun İnönü-Sultandere arasındaki neotektonik aktivitesi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 41/2.

Apaydın Poşluk, E., 2013. Bozüyük (Bilecik) Güneydoğusu Tersiyer İstifi ve Yapısal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

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., Akıncı, H., Dinçel, A., Okumus, A., Kıral, K., Sen, M. A., 1983. Domaniç-Tavsanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlügü Rapor No: 7293

Bozkurt, E., 2000. Timing of extension on the Büyük Menderes Graben, western Turkey, and its tectonic implications, in: Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Geological Society Special Publication no. 173. Geological Society of London, 385–403.

Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis Geodinamica Acta, 14, 3-30.

Bozkurt, E., 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey. Geodinamica Acta, 16, 61.81.

Bozkurt, E., Oberhänsli, R., 2001. Menderes Massif (Western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution: a synthesis. International Journal of Earth Sciences, 89, 679.708.

Bozkurt, E., Park, R.G., 1994. Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in western Anatolia, Turkey. Journal of Geological Society, 151, 213-216.

Bozkurt, E., Sözbilir, H. 2004. Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two extension in western Turkey. Geological Magazine, 141, 63-79

Çiftçi, N., B., Bozkurt, E., 2009. Evolution of the Miocene sedimentary fill of the Gediz Graben, SW Turkey. Sedimentary Geology, 216, 49-76.

Dirik, 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.

Folk, R. L.F., 1959. Practical Petrographic Classification Of Limestones, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologist, 43, 1.

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.

Granit, Y. ve Tintant, H., 1960. Observations preliminaires sur le Jurassique de la region de Bilecik (Turquie), C.R. Accad. Sci., 251, 1801-1803.

Kapan Yeşilyurt, S., 2012. Sözlü Görüşme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliğ Bölümü.

Karakaş, Ö., 2006. Sivrihisar-Biçer Civarı Neojen (Üst Miyosen) Basenindeki Kil Parajenezlerinin Ortamsal Yorumu, Yüksek Lisans Tezi A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Koçyiğit, A. 2003. Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Bülteni Özel Sayı, 5, 1-24.

Koçyiğit, A., Kaymakçı, N., Rojay, B., Özcan, E., Dirik, K., Özçelık, Y., 1991. İnegöl-Bilecik-Bozüyük arasında kalan alanın jeoloji etüdü, TPAO Raporu, 3049, 139.

Koçyiğit, A., Yusufoğlu, H., Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey. Journal of Geological Society of London, 156, 605–616.

Küçükayman, A., Genç, Ş., Gök, L., Kar, H. VE Ateş, M., 1987. Bozüyük-Tavşanlı-Kütahya arasının jeolojisi, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, 83,56, 99.

Le Pichon, X., Angelıer, J.,1979. The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. Tectonophysics, 60, 1– 42.

Mckenzie, 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.

Mumcu, N., 1975. Eskişehir ve İnönü Ovaları Jeofizik Rezistivite Etüd Raporu, DSİ III. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir.

Ocakoğlu, F., Açıkalın S., Gökçeoğlu, C., Nefeslioğlu, H., A., Sönmez, H., 2006. Back-analysis of source fault identification by using attenuation equation and damage data: February 20 1956 Eskisehir Earthquake (NW Anatolia Turkey) example; Bull. Eng. Geol. Environ. 66(3) 353–360.

Ocakoğlu, 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.

Ocakoğlu, F., 2007. Field evidences of secondary surface ruptures occured during the 20 February 1956 Eskişehir earthquake in the NW Anatolia. Journal of Earth System Sciences, 119(6), 841-851.

Okay, A. İ., Satır, M., 2000. Coeval Plutonism and Metamorphizm Core Complex in Northwest Turkey. Geological Magazine, 137, 495-516.

Okay, A.I., 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar, Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara, 83-92, 20-21.

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.

Sakınç, M., Yaltırak, 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.

Selçuk, S.A., Gökten, E., 2012. Neotectonic Characteristics of the İnönü-Eskişehir Fault System in the Kaymaz (Eskişehir) Region: Influence on the Development of the Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ Basin. Turkish Journal of Earth Sciences,v.21, 521-545.

Servaıs M. 1982. Coilision et Suture Tethysienne en Anatotie Centrale Etude Structurale et Metamorphique (HP-BT) de la Zone Nord Kütahya, Doktora Tezi, Paris Üniversitesi, Fransa, 349.

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., 1992. The age of Büyük Menderes Graben (West Turkey) ve its tectonic implications. Geological Magazine, 129, 239-242

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic extension ve basin formation in West Turkey. Geological Magazine, 128, 155-166.

Sözbilir, H., 2002. Geometry and origin of folding in the Neogene sediments of the Gediz graben, western Anatolia, Turkey. Geodinamica Acta, 15, 277.88.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987. Türkiye'nin Aktif Fayları ve Depremsellikleri, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlügü Rapor No: 8174, 394 s. Ankara.

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., 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., Satır, M., Akkök, R., 1984. The timing of tectonic events in yhe Menderes Massif, western Turkey: implication for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. Tectonics, 3, 693-707.

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

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,

Yaltırak, C., Yalçın, 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.

Yaltırak, C., Alper, B., Yüce, H., 1998. Tectonic Elements Controlling th Evolution of the Gulf of Saros (Northeastern Aegean Sea, Turkey). Tectonophysics, 300: 227-248.

Yaltırak, C., Sakınç, M., Aksu, A. E., Hıscott, 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.

Yılmaz, Y., Genç, S. C., Gürer, O. F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A. 2000. When did the western Anatolian grabens begin to develop in: Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Geological Society of London, Special Publication, 173, 353–384.

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.