

YENİŞEHİR HAVZASININ (BURSA) NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ VE JEOLJİK GELİŞİMİ

NEOTECTONIC FEATURES AND GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE YENİŞEHİR BASIN (BURSA)

Murat YILMAZ¹, Hayrettin KORAL²

¹ İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı 34320, Avcılar-İSTANBUL

² İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı 34320, Avcılar-İSTANBUL

ÖZ: Bu çalışmanın amacı, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) tartışmalı güney kolunun yer aldığı Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda ve Bursa ilinin kuzey doğusunda yer alan Yenişehir havzasının yapısal özelliklerini ve jeolojik gelişimini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Yenişehir Havzası'nın batısındaki Seymen Köyü ile doğusundaki Ebeköyü kapsayan alanın jeolojisi ve neotektonik özellikleri incelenmiştir. Bölgenin temel kayalarla Sakarya Kıtası'na ait Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimler oluşturur. Temel birimlerini, Orta-Üst Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonu, Pliyosen yaşlı Alaylı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri uyumsuzlukla örtmektedir. Yenişehir Havzası batıdan yaklaşık K50°D doğrultulu Seymen Fay Zonu, doğudan ise K65°-70°D doğrultulu Kovanlık Fay Zonu ile sınırlanmaktadır. Çalışma alanındaki Pliyosen yaşlı çökeller bu iki fay zonundaki tektonizmadan etkilenmişler, alüvyonlar ise bu iki fay zonunun kontrolünde gelişmiştir. Bölgede meydana gelmiş tarihsel depremler, günümüzde de meydana gelen küçük-orta büyüklükteki depremlerin çözümleri ve fayların morfolojik izleri Seymen ve Kovanlık Fayları'nın aktif faylar oldukları ve Kuzey Anadolu Fayı'nın bir parçası olarak değerlendirilebileceklerini göstermektedir. Üst Miyosen-Kuvaterner yaşlı çökellerin yer aldığı Yenişehir Havzası Geç Kuvaterner'den beri söz konusu aktif fayların kontrolünde gelişmiş bir çek-apar havzası olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenişehir Havzası, Pliyo-Kuvaterner, Çek-Ayar Havza, Kuzey Anadolu Fayı (KAF)

ABSTRACT: This study aims to discover the geological development of the Yenişehir Basin, located to the east of Bursa in the southeastern part of Marmara region. Therefore, we examined the geological and neotectonic features of the basin in the vicinity of Seymen Village located in the west of the basin and Ebeköy Village located in the east, where the North Anatolian Fault (NAF) is considered to pass through. In the basin, Paleozoic and Mesozoic units of the Sakarya continent constitute the basement rocks. They are overlain by the Gemiciköy Formation of Middle-Upper Miocene, the Alaylı Formation of Pliocene, and alluvial deposits of Quaternary. Yenişehir Basin is bordered in the west by the Seymen fault, which has a N50E orientation and in the east by the Kovanlık fault, which has a N65-70E orientation. The Pliocene aged deposits in the study area were affected by these two faults and the alluvium deposits developed within the control of these two faults. Historical earthquakes, the focal solutions of small-medium size earthquakes, morphological traces of the faults show that the Seymen and Kovanlık faults are active faults and they can be considered to be a part of the North Anatolian Fault. The Yenişehir Basin in which the Upper Miocene-Quaternary aged deposits are found can be interpreted as a pull-apart basin formed during the late Quaternary period.

Keywords: Yenişehir Basin, Plio-Quaternary, Pull-Apart Basin, North Anatolian Fault (NAF)

GİRİŞ

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Marmara Denizi'nin doğusunda Dokurcun vadisinde kuzey, orta ve güney olmak üzere kollara ayrılır (Şekil 1a). Sapanca Gölü, İzmit Körfezi ve Kuzey Marmara çukurlukları Saros Körfezindeki Kuzey Ege çukurluğuna birleştiren kol, kuzey kol olarak bilinir (Şengör, ve diğ., 1985;

Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Armijo ve diğ., 1999; Herece ve Akay, 2003). Orta kol ise, İzmit Gölü, Gemlik Körfezi ile Marmara Körfezi üzerinden Marmara Denizi'nin güney kıyısında boyunca batıya devam etmektedir (Koçyiğit, 1988; Barka, 1997). Güney kol, orta koldan Pamukova yakınlarında ayrılır ve Yenişehir, Bursa, Ulubat ve Manyas Gölleri'nin güneyinden

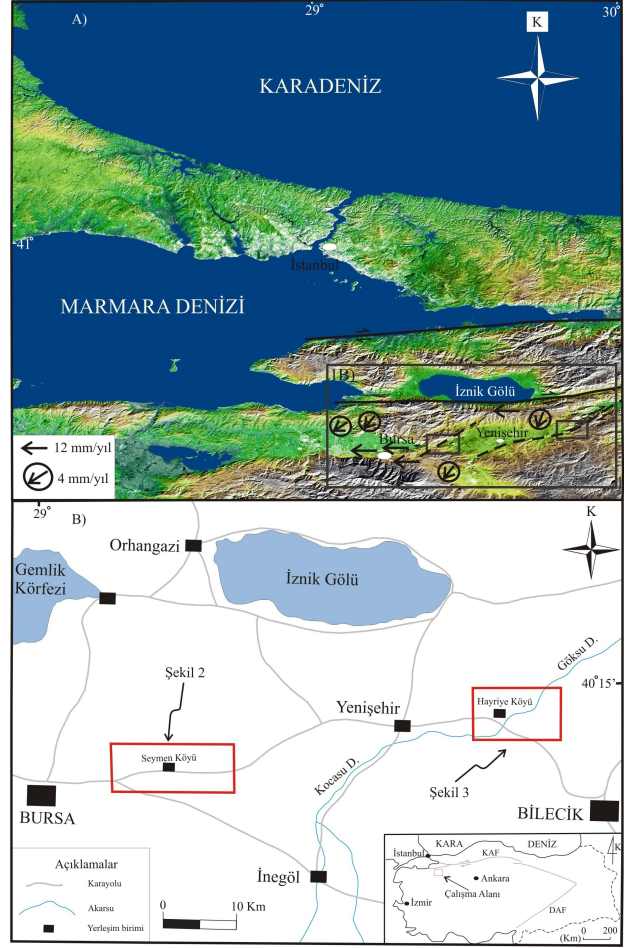
geçerek GB-KD yönünde Edremit Körfezine doğru uzanır (Herece, 1990; Yalıtık, 2002). Ancak KAF'nın güney kolunun varlığı tartışma konusudur (Barka, 1992; Barka, 1997).

KAF'nın güney kolu ile ilgili görüşler çoğunlukla deprem verilerinden yararlanılarak ortaya konmuş olup (Crampin ve Evans, 1986), fayın bu kolunun yer aldığı düşünülen inceleme alanında daha önce üst Tersiyer yaşlı birimlerle ilgili ayrıntılı çalışma yoktur. Halbuki bölgede Yenişehir Ovası ve Bursa Ovası gibi Tersiyer çökellerinin yer aldığı havzalar bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışma ile Marmara Bölgesinin güneydoğusunda, Yenişehir Havzasındaki Bursa İline bağlı Yenişehir ilçesinin yaklaşık 25 km batısındaki (Erdoğan Köyü ile Marmaracık Köyü arası) ve 22 km doğusundaki (Ebeköy ile Dereyörük Köyü arası) iki farklı bölgenin jeolojik haritalarının oluşturulması, neotektonik yapıların belirlenmesi ve jeolojik evrimin ortaya konulmasını amaçlamıştır (Şekil 1b). Buna bağlı olarak neotektonik dönemde Marmara Bölgesinde etkisini göstermeye başlayan Kuzey Anadolu Fayı'nın, Yenişehir havzasının oluşumunda ve gelişiminde nasıl bir etkisi olduğu bu çalışma kapsamında araştırılmıştır. Elde edilen neotektonik ve stratigrafik veriler ışığında, Yenişehir havzasının oluşum ve gelişim mekanizması araştırılmış ve bunların Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolu ile ilişkili olup olmadığı bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

Bölgenin temelinde selyt-fillat, kalkıştı, mermer, metaçamurtaşı, serpantin, kuvars şist, kloritli şist ve kireçtaşı blokları içeren, yeşilşist fasiyesinde çok evreli metamorfizmaya uğramış Permo-Triyas yaşlı Yenişehir metamorfite (Pty) yer alır (Genç, 1992). Bu kaotik kayalar topluluğunun üzerine açılmal uyumsuz olarak gelen ve genellikle mikritik, spartik, oolitik ve yer yer kumlu kireçtaşlarından oluşan Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik kireçtaşı (Jb) yer alır. Bunların üzerinde ise görsel çökellerden oluşan Orta-Üst Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonu (Tg) aşıl uyumsuz olarak bulunur. Pliyosen yaşlı Alaylı formasyonu (Ta) ise Gemiciköy formasyonu ve daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Blok, çakıl, kum ve kil boyutunda malzemeden meydana gelmiş Kuvaterner yaşlı Alüvyon (Qal) ise bütün birimleri örter (Şekiller 2, 3 ve 4).

İnceleme alanının doğu bölgesinde az tutturulmuş çakıltaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşından oluşan Gemiciköy formasyonu Eroskay (1965) tarafından Gemiciköy (Bilecik ili) dolayında tanımlanmıştır. Birim tabanda yer yer beyaz-boz, yer yer de kırmızımsı renkli iri çakıltaşı ile başlamaktadır. Çakıltaşı köşeli, kötü boylanmış ve çeşitli boyutludur. Birim içerisinde çakıllı seviyeler ve kumtaşı, siltaşı gibi tane boyu incelen çapraz tabakalar bulunur. En üst seviyesinde ise beyaz renkli laminalar katkılı marn-kireçtaşına geçer. Gemiciköy formasyonu ile Yenişehir metamorfite arasındaki açılmal uyumsuz ilişki Marmaracık Köyü'nde gözlenebilmektedir.



Şekil 1: İnceleme alanının a) morfolojisi, siyah çizgiler bölgedeki fay kollarının göstermektedir ve b) yer buldurular haritası. Dikdörtgen şekilli kutular çalışma bölgelerini göstermektedir. Ok işaretleri bölgedeki GPS vektörlerini göstermektedir (Reilinger ve diğ., 1997; Le Pichon ve diğ., 1999).

Figure 1: a) Morphology, black lines display fault branches in the region and b) location map of the investigation area. Rectangle boxes display study areas. GPS vectors in the region are shown with arrows (Reilinger ve diğ., 1997; Le Pichon ve diğ., 1999).

Önceki çalışmalarda, Gemiciköy formasyonu içerisinde göl ortamın temsil eden sedimentolojik özellikler ve fosiller tespit edilmiş ve bundan dolayı birimin görsel bir ortamı temsil ettiği düşünülmüştür (Ürgün, 1956; Altın, 1965, 1973a; Eroskay 1965; Gürnar, 1976; Saner, 1977; Bargu 1982; Genç, 1986). Gemiciköy formasyonu içerisindeki marn ve kireçtaşı düzeylerinden elde edilen Planorbis, Serpula, Ostracod ve Gastropodların tatlısu türleri olması da görsel ortamı kanıtlamaktadır (Bargu, 1982; Genç, 1992). Gemiciköy formasyonunun tabanında görülen iri çakıltaşların akarsu ve seller gibi yüksek enerjili bir ortamda oluştuğu düşünülmüştür (Genç, 1992). Altın (1973),

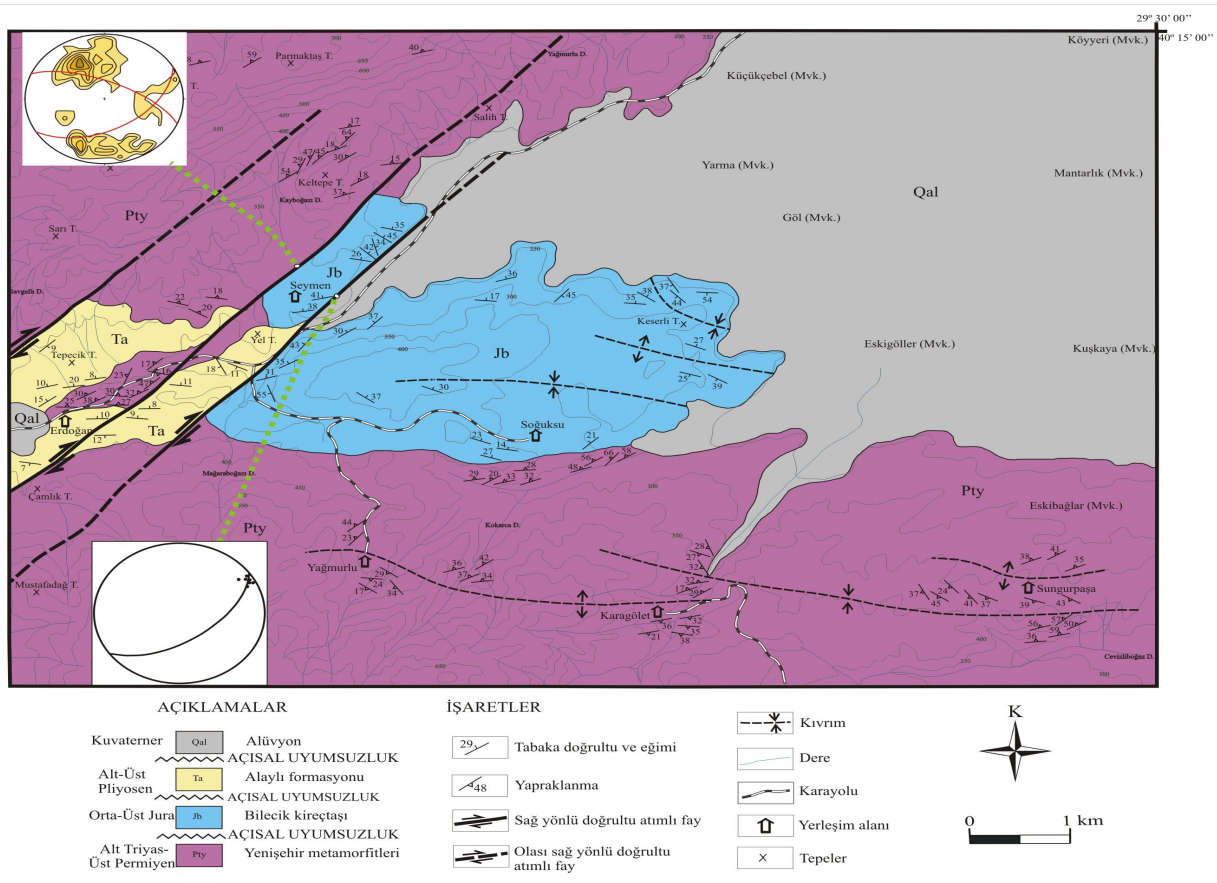
kireçtaşı içerisinde Orta Miyosen yaşını veren *Clansilia sp.*, *Physa sp.*, *Tuderella sp.*, *Leucochroopsis sp.*, *Viviparus sp.*, *Helix sp.* ile *Pupa sp.*, *Chara sp.* vb. fosiller bulunduğunu belirtmiştir. İnceleme alanı civarında yapılan diğer çalışmalarda birimin içerisinde Planorbis, Serpula, Ostracoda, Gastropoda ve Pelecypoda türleri ve cinsleri tespit edilerek birimin yaşı Orta Miyosen ve Orta-Üst Miyosen olarak belirlenmiştir (Eroskay, 1965; Gürpınar, 1976; Bargu 1982; Demirkol, 1973).

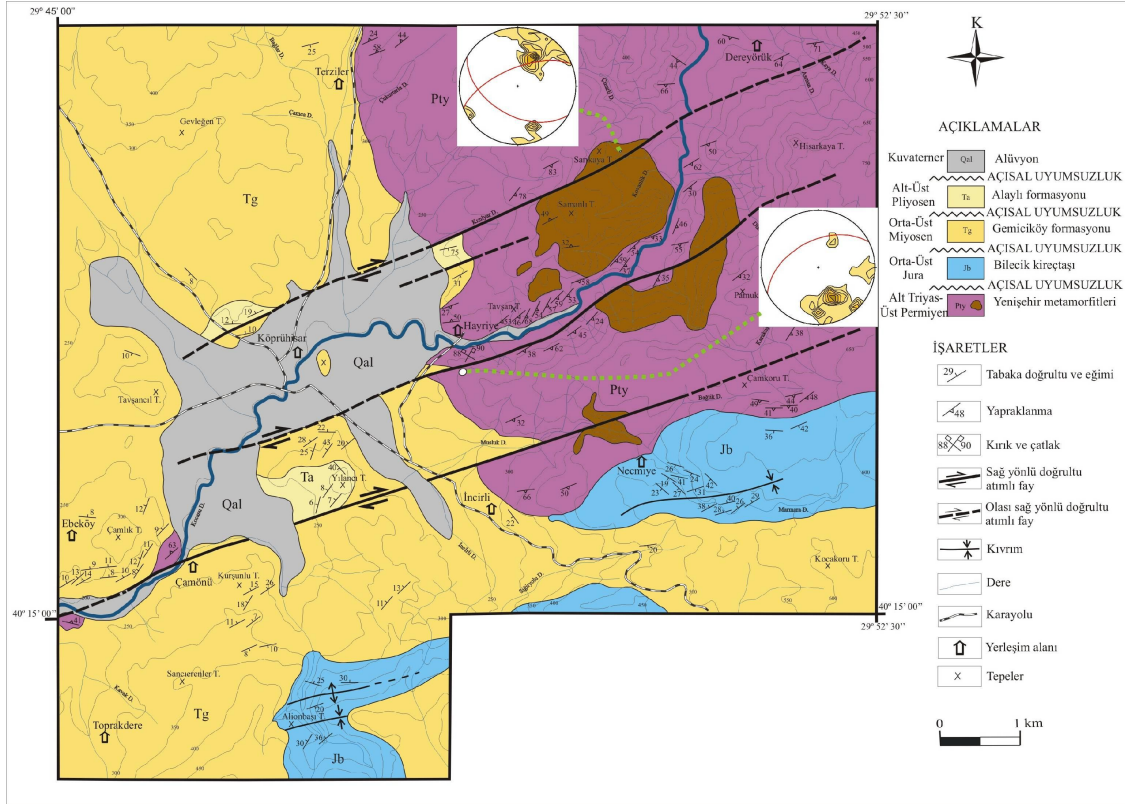
Gemiciköy formasyonu ve daha yaşlı birimler, çakıllı düzeyler içeren, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan ve kırıntılıların egemen olduğu Alaylı formasyonu ile açsal uyumsuzluk ile örtülmektedir. Birimin alt seviyeleri hiçbir düzen göstermeyen matris destekli çakıllardan oluşur (Genç, 1992). Çakıllar köşeli veya az yuvarlanmıştır. Genellikle sarımsı renkli kumtaşı seviyeleri arasında sık sık kırmızı çamur bağlayıcılı çakıllı seviyeleri ve yer yer kırmızı renkli çamurtaşı düzeyleri görülür. Bu düzeyler çakıllı seviyeleri arasında ara seviyeler halinde uzanır. Çok

kötü boylanmış, irili-ufaklı, az da olsa binik yap gösteren çakıllı seviyelerde derecelenme ve tabakalanma gibi sedimenter yapılar nadiren gözükmektedir. Birimin bol kaba kırıntılı olduğu kısımlarda karbonat hiç yoktur.

Çalışma alanında Alaylı formasyonunun yaşını ortaya koyacak fosil tespit edilememiştir. Ancak Genç (1992) Alaylı formasyonunun yaşını Gemiciköy formasyonu ile arasındaki stratigrafik ilişkiyi dikkate alarak Pliyosen olarak önermiştir.

Yenişehir ovasının güncel örtüsünü oluşturan alüvyal çökeller kötü tutturulmuş, yarı köşeli ve yarı yuvarlak blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzemelerden oluşmaktadır ve stratigrafik olarak altındaki birimleri açsal uyumsuzlukla örtmektedir. Birim 125 m'ye ulaşan bir kalınlığa sahiptir (Bargu, 1982).





Şekil 3: İnceleme alanının doğu bölgesinin jeoloji haritası. Steografik diyagramlar fay zonları yakınında yer alan birimlerde gözlenen kırık ölçümlerini göstermektedir.

Figure 3: Geological map of eastern part of the study area. Steographic diagrams show fracture orientations measured in units near the fault zone.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ		FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
		DEVRE	DEVRE					
SENOZOYİK	KUVATERNER				0-125	Qal		Alüvyon-Yamaç molozu AÇISAL UYUMSUZLUK
		TERKİBER NEOJEN	PLİYÖSEN	ALT-ÜST		<80	Ta	
	MIYÖSEN		ORTA	GEMCİKÖY FORMASYONU	0-250	Tg		Çakıllıtaşı, kumtaşı, marm, kireçtaşı ardalanması AÇISAL UYUMSUZLUK
MESOZOYİK	JURA	ÜST	MALM	BİLEÇİK KİREÇTAŞI	250-800	Jb		Kireçtaşı AÇISAL UYUMSUZLUK
		ORTA	DOĞER					
PALEOZOYİK	TRİYAS	ALT TRİYAS		YENİŞEHİR METAMORFİKLERİ	?	Pts		Sleyt-fillat, kalkışit, mermer, metaçamurtaşı, kuvars sist. kloritli şist rekristalize kireçtaşı blokları
		ÜST PERMİYEN						

ÖLÇESİZ

Şekil 4: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

Figure 4: Generalized stratigraphic columnar section of the investigation area.

YAPISAL ÖZELLİKLER

Çalışma alanı içerisinde havzayı doğudan ve batıdan sınırlayan iki fay zonu belirlenmiştir. Havzayı batıdan sınırlayan zon Seymen Fay Zonu, doğudan sınırlayan zon ise Kovanlık Fay Zonu olarak isimlendirilmiştir.

a) Seymen Fay Zonu:

İnceleme alanının batısında Erdoğan Köyü'nün güneybatısından başlayarak Seymen Köyü'nün kuzeybatısına doğru devam eden ve birbirine paralel 3 faydan oluşur (Şekil 2,5a). Altın (1965) bu bölgede yaptığı çalışmada Seymen Köyü'nün hemen kuzeyinden geçen faya Seymen Fayı ismini vermiştir. Bu çalışmada, Seymen Fayı'na paralel olacak şekilde 2 fay kolu daha tespit edilmiştir. Bu faylardan birincisi Yel Tepe ve Seymen Köyü'nün güneyinden (Şekil 6), ikincisi ise Erdoğan Köyü ve Tepecik Tepe'nin kuzeyinden geçer. Seymen Fay Zonunu oluşturan bu fayların genel doğrultusu K50D olarak ölçülmüştür. Seymen Fay Zonu boyunca, Seymen Köyü batısında Alaylı formasyonu olasılıkla faylanma sırasındaki aşınma nedeniyle sol yanal atımlı bir görüntü vermesine karşılık, haritalanan jeolojik birimler toplamda 2 km'lik sağ yön bileşeni olan atım göstermektedir (Şekil 2).

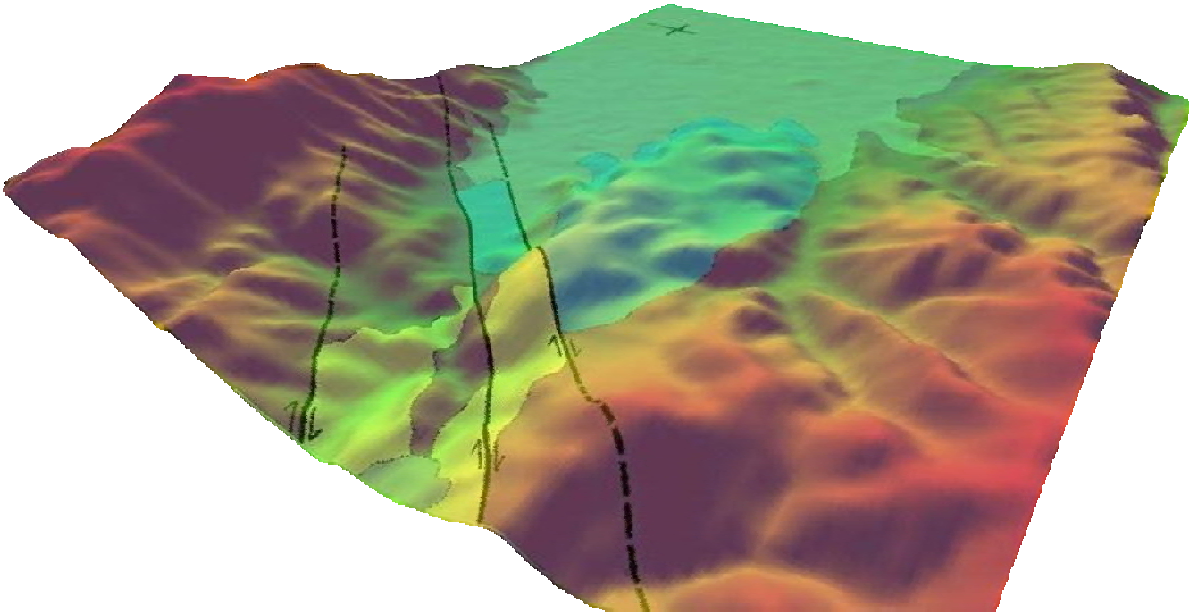
b) Kovanlık Fay Zonu:

Çalışma alanının doğusunda Ebe köyün kuzeyinden ve güneyinden geçerek Köprühisar Köyü, İncirli Köyü ve Hayriye Köyü'nün yakın çevresinden kuzeydoğuya doğru devam eder ve yaklaşık K65-70D doğrultuludur (Şekil 3,5b). Bu fay zonu en iyi Kocasu çayının aktığı vadide Permiyen yaşlı kireçtaşlarının sarp yamaçlarını oluşturan Kovanlık Kayaşklarında

gözlemlendiği için Kovanlık Fay Zonu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 7). Bu zonu oluşturan faylardan birincisi, Köprühisar Köyü ve Hayriye Köyü'nün kuzeyinden, ikincisi, Köprühisar Köyü ve Hayriye Köyü (Şekil 7), üçüncüsü ise, Çamönü Köyü ve İncirli Köyü kuzeyinden geçer (Şekil 3). Çalışma alanı içerisinde fay zonu üzerinde 1,5 km'ye ulaşan sağ yön bileşenli atımlar tespit edilmiştir.

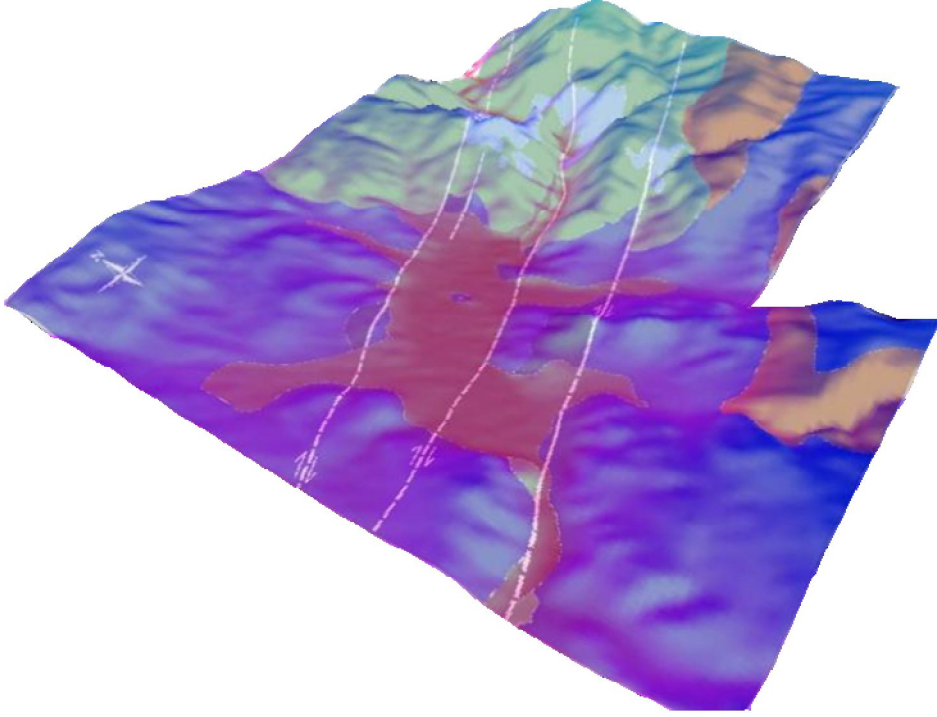
İnceleme alanında Tersiyer öncesi birimlerde ölçülen kırık çatlak sistemlerinde iki farklı yönde yönelim gözlenmiştir (Şekil 2, 3). Bunlardan bazıları fay zonlarının yönelimi ile uyumludur. Diğerleri ise KB yönünde egemendirler.

İnceleme alanındaki Yenişehir metamorfikleri ve Bilecik kireçtaşları içerisinde kırıklar tespit edilmiştir. Bu kırıklar eksenleri doğu-bat veya K80-85D uzanımlı olan antiklinal ve senklinallerdir (Şekil 2 ve 3). Bunlara örnek olarak çalışma alanının batısında, Yenişehir metamorfikleri içerisinde, Yağmurlu Köyü ve Karagölet Köyü yakın kuzeyinde bir antiklinal, bu antiklinalın kuzeyinde Sungurpaşa Köyü'nün güneyinden geçen bir senklinal ve bu senklinalin kuzeyinde ise Sungurpaşa Köyü'nün kuzeyinden geçen bir antiklinal verilebilir. Bilecik kireçtaşlarının içerisinde ise, Soğuksu Köyü'nün kuzeyinde birbirini kuzeye doğru takip eden bir senklinal, bir antiklinal ve tekrar bir senklinal tespit edilmiştir. Çalışma alanının doğusunda ise; Bilecik kireçtaşları içerisinde, Alionbaşı Tepe civarında bir antiklinal ve bir senklinal, Necmiye Köyü'nün hemen güneydoğusunda ise, bir senklinal tespit edilmiştir.

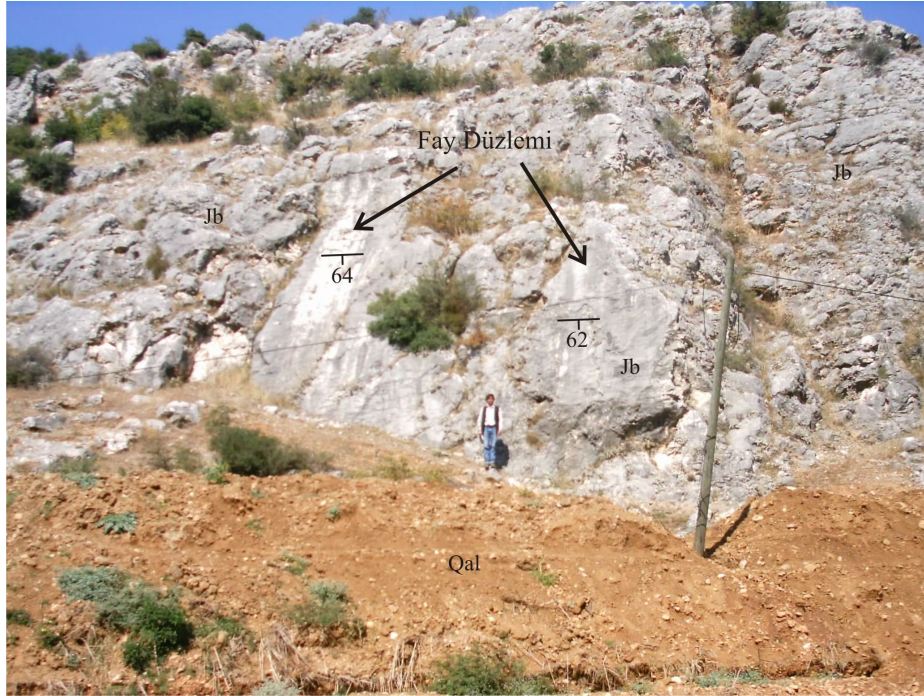


Şekil 5a: Çalışma alanının batı bölgesinin üç boyutlu morfoloji ve jeoloji haritası.

Figure 5a: 3-D morphological and geologic map of the western part of the study area.

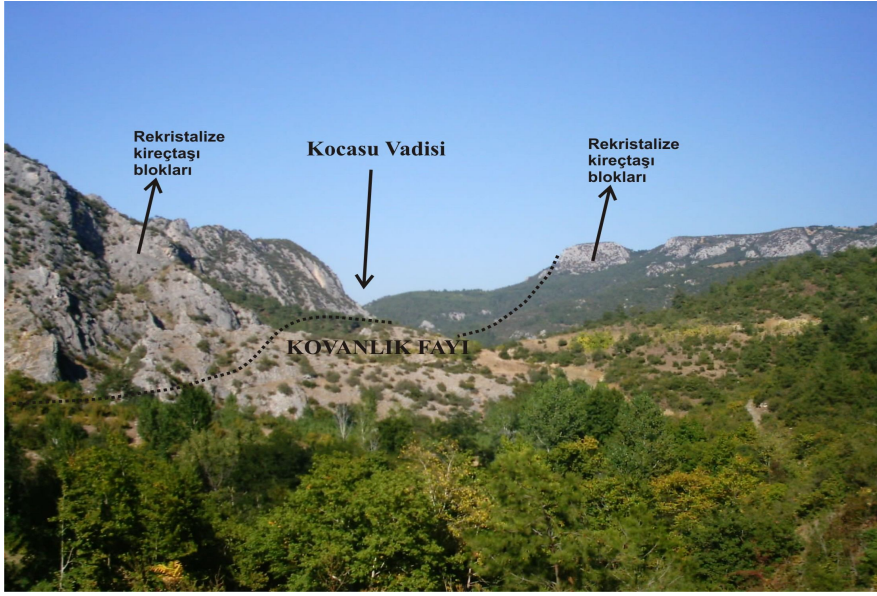


Şekil 5b: Çalışma alanının doğu bölgesinin üç boyutlu morfoloji ve jeoloji haritası .
Figure 5b: 3-D morphological and geologic map of the eastern part of the study area.



Şekil 6: Çalışma alanının batı bölgesinde, Yel Tepe ve Seymen Köyünün güneyinden geçen Seymen Fay zonuna ait fay düzleminin bir görünümü. Fay düzlemi Bilecik kireçtaşı (Jb) ile alüvyon (Qal) sınırını oluşturmaktadır. Bakış yönü KB.

Figure 6: At the western side of the study area, fault plane of the Seymen fault, passes through the south side of Seymen Village and Yel Tepe. The fault plane forms the boundary between the Bilecik limestone and alluvial deposits. Faces NW.



Şekil 7: Çalışma alanının doğu bölgesinde, Hayriye Köyü ile Dereyörük Köyü arasındaki Kocasu Vadisinden geçen Kovanlık Fay zonuna ait fayın görünümü. Bakış yönü KD.

Figure 7: At the eastern area of study, the Kovanlık Fault Zone follows the Kocasu Valley between Hayriye Village and Dereyörük Village. Faces NE.

GPS VE DEPREMSELLİK

Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolu yakınındaki GPS verileri KAF'nin kuzey kolu üzerindeki yıllık 24 mm'lik batıya hareketine göre daha azdır (Straub ve Kahle, 1993). İnceleme alanı ve yakın çevresinde yaklaşık D-B uzantılı hareket yönüne sahip ve 12 mm/yıl hareket hızına ulaşan (Reilinger ve diğ., 1997), GB yönünde harekete sahip ve yaklaşık 4 mm/yıl hareket hızına ulaşan (Le Pichon ve diğ., 1999) GPS vektörleri tespit edilmiştir (Şekil 1a).

Bölgede bugüne kadar büyüklüğü beşten küçük ($M < 5$) birçok deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen bu depremler genel olarak Yenişehir Havzasını sınırlayan fay zonları üzerinde yer almaktadır (Şekil 8). Tarihsel kayıtlara göre havza içerisinde büyük bir deprem olmamıştır. Yenişehir civarındaki bölgelerde 715 yılında İznik Gölü'nün yakın doğusunda, 1855'te kısa aralıklarla Bursa'nın Gürsu ilçesi yakınlarında 3 adet tarihsel deprem meydana gelmiştir (Şekil 8). Bu depremlerin büyüklükleri ve yerleri konusunda kesin bir bilgi yoktur. Fakat Bursa yakınındaki depremlerin odak noktasının Seymen Fay Zonu'nun güneybatı devamında gösterilmeleri ilgi çekicidir. Kovanlık Fay Zonu üzerindeki düşük magnitudü depremlerin yoğunluğu, Seymen Fay Zonu üzerindeki depremlerin yoğunluğu kadar fazla değildir. Bununla birlikte 19.04.2004 yılında meydana gelen ve odak noktası Kovanlık Fay Zonu'nun güneybatı devamında olan Yenişehir depremi ($M=2.6$), bölgenin deprem aktivitesini göstermesi açısından diğer bir ilgi çekici noktadır (Gürbüz ve diğ., 2000). Bu bölgede, Ekim-Aralık 1995 yılında meydana gelen dört deprem tespit

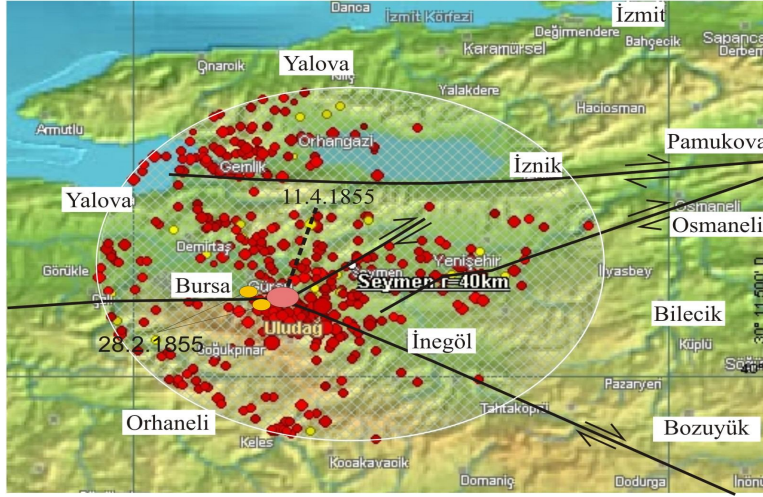
edilmiş ve bunların her birinde sağ yanal atım bileşen belirlenmiştir (Gürbüz ve diğ., 2000), (Şekil 9).

TARTIŞMA

Güneydoğu Marmara bölgesinde bulunan ve yaklaşık 1200 km² lik bir alanı kaplayan Yenişehir Havzası, Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolu üzerinde yer almaktadır. Havza, doğuda Kovanlık Fay Zonu ve batıda Seymen Fay Zonu tarafından sınırlanmaktadır (Şekil 2, 3). Havzanın doğu sınırını oluşturan Kovanlık Fay Zonu yaklaşık K65-70D doğrultuludur. Bu bölgede var olan jeolojik birimlerin sınırlı özellikleri dikkate alındığında, fay zonu sağ yönlü doğrultu atımlı bir özellik sunmaktadır (Şekil 3,5b). Kocasu Vadisindeki kireçtaşı birimlerini biçen bu faya ait birçok düşeyeye yakın düzlem tespit edilmiştir. Ancak yüzeyde mostra veren bu düzlemlerin birçoğu Kocasu çayının derin kesilmiş vadisinin oluşumu sırasında aşınmaya uğramışlardır (Şekil 7). İnceleme alanının batısında ise havzanın batı sınırını oluşturan Seymen Fay Zonu yaklaşık K50D gidişli olup Kovanlık Fay Zonu gibi sağ yönlü doğrultu atımlı bir özellik sunar. Seymen Fay Zonu inceleme alanının batı bölgesinde, Seymen Köyü yakınında net bir şekilde gözlenmektedir. Seymen Köyünün hemen kuzeydoğusundaki fay düzlemi üzerinde fay çizikleri ölçülmüş ve yanal yönde hareket izleri tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu bölgede Bilecik kireçtaşının ayrıntılı jeoloji haritası üzerindeki sınır özellikleri dikkate alındığında yaklaşık 2 km'lik sağ yönlü atım (Şekil 2, 5a) göze çarpmaktadır ki Yenişehir bölgesinde meydana gelmiş depremlerin çözümleri depremleri oluşturan fayların sağ yönlü doğrultu atımlı

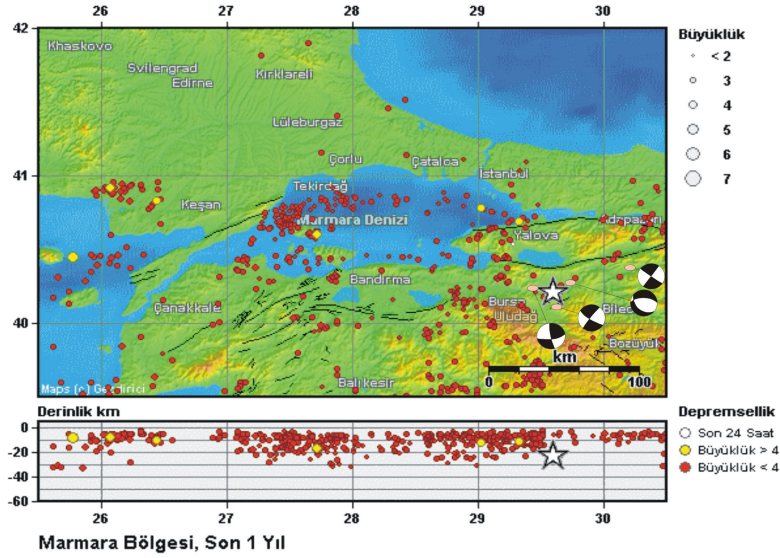
bir geometriye sahip olduklarını göstermiştir (Gürbüz ve diğ. 2000). Tespit edilen bu sonuç, bu çalışmadaki jeolojik veriler ile uyumludur. Çalışma alanında ayrıca gözlenen kırıklar ve kıvrımlar (Şekil 2,3) çoğunlukla

paleotektonik evrim sürecinin ürünü olarak değerlendirilmişlerdir. Ancak bunların KAF'nın ilk oluşum evresi ile ilişkileri incelenmeye değer bir konudur.



Şekil 8: Güneydoğu Marmara bölgesinde, Yenişehir (Bursa) ve civarında, son on yılda (1995–2005) meydana gelmiş ve büyüklüğü beşten küçük ($M < 5$) olan depremlerin ve tarihsel dönemde meydana gelmiş depremlerin dağılımı (B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

Figure 8: Map showing earthquake epicenters and historical earthquake epicenters that occurred in the southeastern of Marmara region, Yenişehir (Bursa) and its surroundings in the last decade (1995–2005). Magnitudes are smaller than 5 ($M < 5$) (Boğazici University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute).

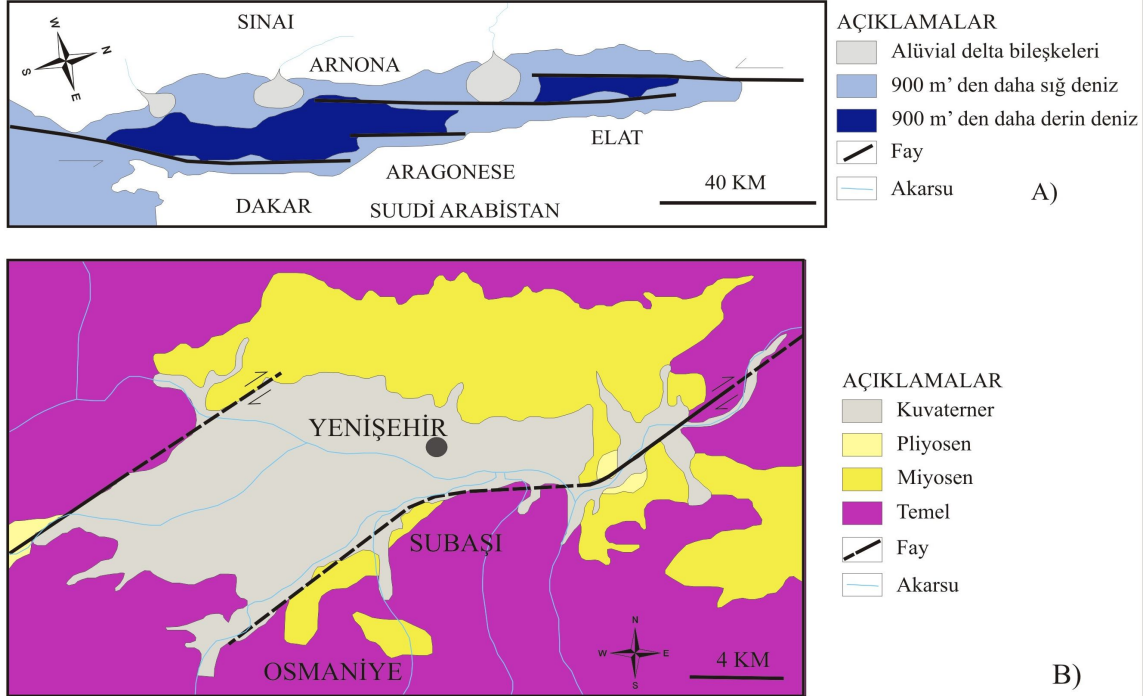


Şekil 9: Marmara Bölgesinde 2004-2005 yılında meydana gelmiş depremlerin dağılımı. Harita üzerinde gösterilen deprem çözümleri, Seymen ve Kovanklı Fay Zonu üzerinde meydana gelmiş depremlerin çözümleri olup, depremlerin sağ yönlü bir mekanizma ile meydana geldiğini göstermektedir.

Figure 9: The distribution of earthquakes that occurred in the Marmara region in years 2004-2005. The earthquake solutions shown on the map are of the earthquakes that are located in Seymen and Kovanklı Fault Zones. They indicate dextral strike-slip mechanisms.

Tartışmanın en önemli kısmını Yenişehir havzasının oluşumu ve gelişiminde, Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolunun varlığı ve havzayı doğudan ve batıdan sınırlayan fayların etkin olup olmadığı oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolu olarak düşünülen bu zon üzerinde Kovank Fay Zonu ile Seymen Fay Zonu tespit edilmiş ve ayrıntılı jeoloji haritası üzerinde değerlendirilmiştir. Faylarla sınırlanan bölgede kalınlığı 125 m'ye varan alüvyonun varlığı bu fayların denetimini ve genç oluşunu desteklemektedir. Bunun yanında her iki fay zonu üzerinde meydana gelmiş ve günümüzde halen meydana gelen küçük-orta büyüklükteki depremler bu fayların aktif olduğunun bir göstergesidir. Yenişehir havzası büyüklüğü beşten küçük ($M < 5$) depremlerin oluştuğu bir bölgede yer almaktadır. Bu sismik yoğunluk bölgenin orta-büyük ölçekli deprem üretme potansiyeline sahip olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Bu bağlamda 11.04.1855 yılında meydana gelmiş hasar verici depremin belirlenen yeri havzayı batıdan sınırlayan Seymen Fay Zonu ile ilişkili olabileceğini akla getirmektedir. M.T.A.'nin 1992 yılında yayınlamış olduğu Türkiye diri fay haritasında, Yenişehir bölgesinde herhangi bir aktif fayın varlığından bahsedilmemiş olması bu çalışmadaki bulgulara ters düşmektedir.

Yenişehir Havzasının, bu iki sağ yönlü doğrultu atımlı fay zonu arasında bulunması bir çek-ayır havza modelini düşündürmektedir (Şekil 10b). Yenişehir havzasının bir çek-ayır havzası olduğu düşüncesi daha önceleri Barka (1992) ve Yalınrak (2002) tarafından ileri sürülmesine karşılık bulgularıyla ortaya konulmamıştır. Bu çalışmaya göre, Yenişehir Havzası, Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolu üzerinde gelişmiş eşkenar dörtgen şekilli bir havzadır. Havzanın doğusunda ve batısında yer alan fayların geometrik ilişkileri bakımından Türkiye'deki Hazar Gölü ve Kızıldeniz'in kuzeyindeki Ölüdeniz Fayı üzerinde bulunan Elat Körfezi'nin (Akaba Körfezi) oluşum mekanizmasına benzetilebilir. Hazar Gölü sol yönlü Doğu Anadolu Fay sisteminin üzerinde yer alan çek ayır havza özelliğindedir (Hempton, 1983). Yaklaşık 180 km uzunluğunda, 15-25 km genişliğinde ve 1850 m derinliğe sahip olan Elat Körfezi içerisinde üç tane birbirine yakın ve geometrik olarak romboidal şekle sahip çek-ayır havzası bulunmaktadır (Ben-Avraham ve diğ., 1979) (Şekil 10a). Bu üç havza yaklaşık K20-25D doğrultulu kademeli faylarla sınırlanmaktadır. Havzaların içerisindeki çökellerin ölçülmüş kalınlığı yaklaşık 2-3 km'dir.

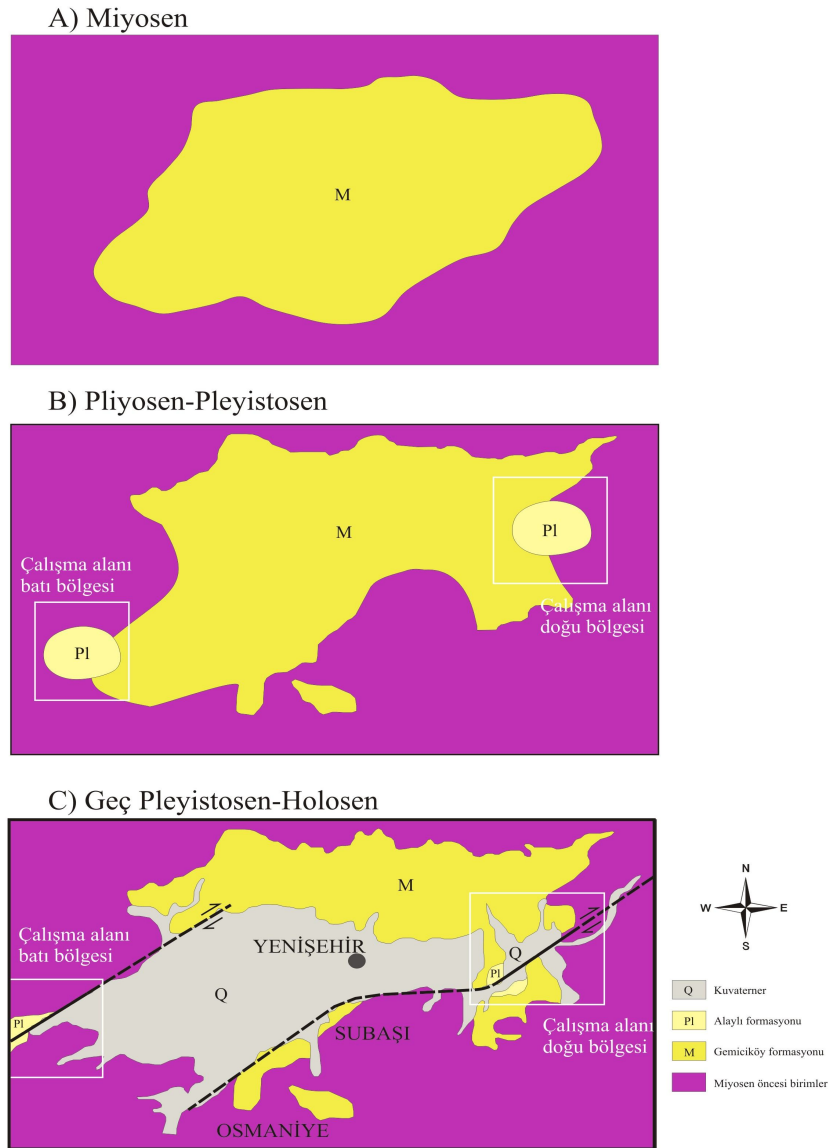


Şekil 10: Geometrik açıdan birbirine benzer özellik gösteren Yenişehir Havzası ile Elat Körfezi'nin (Aqaba) karşılaştırılması; a) Elat Körfezi (Ben-Avraham ve diğ., 1979) b) Yenişehir Havzası (M.T.A., 1989' den alınmış derlenmiştir).

Şekil 10: Correlation maps that have similar geometrical features between Yenişehir Basin and Gulf of Elat (Aqaba); a) Gulf of Elat (Ben-Avraham et al., 1979) b) Yenişehir Basin (taken and collected from M.T.A., 1989).

Yenişehir havzasının neotektonik dönemdeki jeolojik ve yapısal gelişimi 3 evrede gerçekleşmiştir. Yenişehir Havzası'nın tabanında görsel kökenli Gemiciköy formasyonunun oluşu, Orta-Üst Miyosen dönemini içeren birinci evrede bölgenin görsel çökellerle örtüldüğünü göstermektedir (Şekil 11a). İkinci evre de Pliyosen dönemde Alaylı formasyonu çökelmiştir. Marmara Bölgesinde, Kuzey Anadolu Fay'ının yaşının Pliyosen-Pleyistosen olarak önerilmesi nedeniyle Alaylı Formasyonu'nun yaşı KAF'ın oluşum yaşı ile ilişkilendirilebilir (Örneğin, Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992). Alaylı formasyonunun

Seymen ve Kovanlık fayları arasında yer alması bu faylarla genetik bir ilişkiyi çağrıştırmaktadır. Bununla birlikte, bu formasyonun çökeltim alanının ayrıntılı araştırılması gereklidir. Alaylı formasyonunun köşeli ve moloz akması şeklindeki genç çökelleri bu dönemde Yenişehir dolayının yükselmesini ve akarsuların hızlandırmasını göstermektedir (Şekil 11b). Geç Pleyistosen-Holosen döneminde bölgede, aşınmalar devam etmiş, Seymen ve Kovanlık Zonları'nın denetlediği alüvyon düzlükleri şekillenmiştir (Yılmaz, 2006) (Şekil 11c).



Şekil 11: Yenişehir Havzasının neotektonik dönemdeki jeolojik gelişimi; a) Miyosen Evresi b) Pliyosen-Pleyistosen Evresi c) Pleyistosen-Holosen Evresi (M.T.A. 1989' dan derlenmiştir).

Figure 11: Geological development of the Yenişehir Basin in the neotectonic period; a) Miocene period b) Pliocene-Pleistocene period c) Pleistocene-Holocene period (Data is from M.T.A., 1989).

SONUÇLAR

Çalışma alanındaki en yaşlı birim Permo-Triyas yaşlı Yenişehir Metamorfik Topluluğudur. Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik kireçtaşı Yenişehir metamorfiklerinin üzerinde yer almaktadır. Orta-Üst Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonu, Pliyosen yaşlı Alaylı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar Miyosen öncesi birimleri örtmektedirler. Yenişehir Havzası doğuda Kovanlık Fay Zonu, batıda Seymen Fay Zonu ile sınırlanmaktadır. Kovanlık Fay Zonu K65-70D, Seymen Fay Zonu ise K50D doğrultuludur. Arazide gözlenen, fay düzlemleri ve bu düzlemler üzerindeki fay çizikleri ve depremlerin odak çözümleri havza sınırlarındaki fayların sağ yönlü doğrultu atım bileşeni olan faylar olduğunu göstermektedir. Bu iki fay zonu üzerinde veya yakınında geçmişte meydana gelmiş ve günümüzde de halen meydana gelen küçük ve orta büyüklükteki depremler, bu fayların aynı zamanda aktif olduğunun da bir göstergesidir. Fayların yaşı ise, inceleme alanındaki Pliyosen yaşlı çökelleri kesmesinden dolayı Pliyosen'den genç olmalıdır. Seymen Fay Zonu ile Kovanlık Fay Zonu'nun geometrik özellikleri bakımından Kuzey Anadolu Fay'ının Marmara Bölgesindeki kollar ile benzer özellik göstermektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, Kuzey Anadolu Fay'ının güney kolunun Bursa ile Geyve (Düzce) arasındaki gidişi net bir şekilde ortaya konmamıştır. Bu çalışma sonucunda, Seymen ve Kovanlık Fay Zonlarının, Kuzey Anadolu Fay'ının Bursa ile Geyve arasındaki güney kolunun bir parçası olduğu önerilmektedir. Yenişehir Havzası düzlüğü ise KAF'nın güney kolunun parçası olan Seymen Fay Zonu ile Kovanlık Fay Zonu'nun Geç Kuvaternerdeki aktifliği neticesinde ortaya çıkmış bir çek-ayır havzası olarak yorumlanmıştır.

KATKI BELİRTME

İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği M. Yılmaz'ın T-586/17032005 sayılı proje ile desteklemiştir. Yazarlar, görsel fosillerin yorumlanmasında katkı sağlayan Prof. Dr. İzver ÖNGEN'e, bu çalışmanın depremsellik kısmının yorumlanmasında sağlamış olduğu verilerle katkı sağlayan Yard. Doç. Dr. Şakir ŞAHİN'e ve arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı Yard. Doç. Dr. Hasan EMRE'ye teşekkür ederler.

SUMMARY

The study area covers Seymen and Erdoğan villages, located to the west of Yenişehir (Bursa) depression and Ebeköy, Köprühisar and Hayriye villages located to the east of Yenişehir depression in the southeast of Marmara region. The geology and the neotectonic features of the study area are within the scope of this research. The study area, in which the southern branches of North Anatolian Fault (NAF) is

situated, comprises a Paleozoic basement belonging to the Sakarya Continent, Mesozoic and Senozoic units and cover rocks. The Paleozoic basement consists of Permo-Triassic Yenişehir Metamorphics. The Mesozoic sequence contains the Middle-Upper Jurassic age Bilecik Limestone. The Senozoic units are made up of Middle-Upper Miocene Gemiciköy Formation and Lower-Upper Pliocene Alaylı Formation and Quaternary alluvial deposits. These units, which overlie unconformably the older units, covers the surface area of the Yenişehir Basin.

Seymen and Kovanlık fault zones, which displays many morphological characteristics of an active fault are located to the west and east of the Yenişehir basin, respectively. The basin is bounded at the west by the Seymen fault zone which has nearly N50E direction, and at the east by the Kovanlık fault zone, which has nearly N65-70E direction. The alluvial and Pliocene age deposits have developed in the control of these two fault zones in the study area. The rupture solutions of small-medium magnitude recent earthquakes and historical earthquakes in the area indicate that Seymen and Kovanlık fault zones are active faults. All of these data suggest that the fault zones observed in the study area can be considered as a part of the North Anatolian Fault and during Plio-Quaternary period Yenişehir basin a pull-apart basin developed in the control of these active faults.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Altın, İ.E., 1965, Yenişehir havzasının jeolojisi ve hidrojeolojisi, İ.Ü. Fen Fak. Mecm. Seri B, Cilt XXX, s.1-2, s.31-51.
- Altın, İ.E., 1973a, Orta Sakarya Jeolojisi, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri kongresi, MTA Enst. Ankara, s. 159-191.
- Armijo, R., Meyer, B., Barka, A.A., Hubert, A., 1999, Westward propagation of the North Anatolian fault into the Northern Aegean: timing and kinematics, *Geology* 27, 267-170.
- Bargu, S., 1982, The Geology of İznik - Yenişehir (Bursa)- Osmaneli (Bilecik) area, İ.Ü. Yerbilimleri, 3, 1-2 .191-234.
- Barka, A.A., and Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquakes activity, *Tectonics* , 7, 663-684.
- Barka, A.A., 1992, The North Anatolian Fault, *Annales Tectonicae*, 6, 164-195.
- Barka, A.A., 1997, Neotectonics of the Marmara Region, The MARMARA Poly Project: A multidisciplinary approach by Space Geodesy, Geology, Hydrogeology, Geothermics and Seismology, pp. 55-87.

- Ben-Avraham, Z., Almagor, G., Garfunkel, Z., 1979**, Sediment and structure of the Gulf of Elat (Aqaba)-northern Red Sea, *Sedimentary Geology* 23, 239-267.
- Crampin, S. and Evans, R., 1986**, Neotectonics of the Marmara Sea region of Turkey, *Journal of the Geological Society*, v. 143, no. 2, p. 343-348.
- Demirkol, C., 1973**, Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik ili) dolayının jeolojisi, İ.Ü. Fen Fak. Doktora tezi.
- Eroskay, S.O., 1965**, Paşalar boğazı-Gölpazar sahasının jeolojisi, İ.Ü. Fen Fak. Mecm. Seri B, XXX, 3-4, 135-170.
- Genç, S.C., 1986**, Geology of the region between Uludağ and the Iznik 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 incelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ. 521.
- Granit, Y. ve Tintant, H., 1960**, Observations preliminaires sur le Jurassique de la region de Bilecik (Turquie), *C.R. Accad. Sci.*, 251, 1801-1803.
- Gürbüz, C., Aktar, M., Eyidoğan, H., Cisternas, A., Haessler, H., Barka, A., Ergin, M., Turkeli, N., Polat, A., Ucer, S.B., Kuleli, S., Barış, S., Kaypak, B., Bekler, T., Zor, E., Biçmen, F., Yoruk, A., 2000**, The seismotectonic of the Marmara region (Turkey): results from a microseismic experiment, *Tectonophysics* 316, 1-17.
- Gürp nar, O., 1976**, Geological investigation of the Bilecik-İnegöl-Yenişehir territories together with a study of engineering properties of the Bilecik limestone, İ.Ü. Fen Fak. Mecm. Seri B, 40 (1-4), 83-113.
- Hempton, M.R., 1983**, Sedimentation in pull-apart basins: modern examples from eastern Turkey, *Am. Assoc. Pet. Geol., Bull.*, 67, 482.
- Herece, E., 1990**, The Yenice-Gönen earthquakes of 1953 and some examples of recent tectonic events in the Biga peninsula of Northwestern Turkey, *Bull. Min. Res. And Expl. Inst. of Turkey*, 11, 1-15.
- Herece, E. Ve Akay, E., 2003**, Kuzey Anadolu Fay (KAF) atlas [Atlas of the North Anatolian Fault (NAF)], Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Koçyiğit, A., 1988**, Tectonic setting of the Geyve basin: Age and total displacement of the Geyve fault zone, *METU Journ. of Pure Appl. Sci.*, 21, 1-3, 81-104.
- Le Pichon, X., Taymaz, T., Şengör, A.M.C., 1999**, The Marmara Fault and the future İstanbul Earthquake, *Proc. ITU-IAHS International Conference on the Kocaeli Earthquake, İstanbul*, 41-54.
- M.T.A., 1989**, 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, İstanbul Paftası, Ankara.
- 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.
- Saner, S., 1977**, Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı alanının jeolojisi, eski çökme ortamlar ve çökmenin evrimi, İ.Ü. Fen Fak. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, Doktora tezi, 312 s.
- Straub, C., and Kahle, H.G., 1993**, Global Positioning System (GPS) estimates of crustal deformation in the Marmara Sea region, Northwestern Anatolia, *Earth and Planetary Science Letters* 121, 495-502.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992**, 1:2.000.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, M.T.A., Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., And 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, Spec. Publ.*, 37, 227-264.
- Ürgün, S., 1956**, Gölpazarı-Geyve-Taraklı-Göynük civarının jeolojisi, MTA Raporu n.2711.
- Yaltrak, C., 2002**, Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Mar. Geol.* 190, S0025-3227(02)00360-2.
- Yılmaz, Y., 1977**, Bilecik-Söğüt dolayındaki "Eski temel karmaşığı"nın petrojenetik evrimi, İ.Ü. Fen Fak. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü (Doçentlik tezi), 196 s.
- Yılmaz, M., 2006**, Yenişehir (Bursa) havzasının neotektonik dönemdeki yapısal özellikleri ve jeolojik gelişimi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 86 s.

Yayına Geliş - Received : 06.03.2007

Yayına Kabul - Accepted : 06.12.2007