

Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolunun Geyve-Gemlik arasındaki kesiminin tektonostratigrafik evrimi

Bülent DOĞAN^{*1}, Okan TÜYSÜZ²

¹İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

²İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Kuzey Anadolu Fay Sistemi güney kolu üzerinde neotektonik dönemde oluşan düzlük alanlar birbirine Mekece-İznik koridoru ile bağlanan Geyve-Pamukova ve İznik Havza'larıdır. Geyve-Pamukova Havza'sının litostratigrafisi alttan üste doğru; yanal geçişli Geyve-Pınarlı, Hocaköy ve Çardak formasyonlarını içerir. Hocaköy formasyonu güney bloktan gelen drenajın, Geyve formasyonu ise Sakarya Nehri'nin desteği ile oluşmuştur. Bunun yanında Sakarya Nehri'nin havza açılımından günümüze değin uğradığı sağ yanal atımlı deformasyon Geyve formasyonunun gelişmesinde birincil etkidir. İznik Havza'sında ise Erken Khazarian'dan günümüze alttan üste doğru İznik, Hocaköy ve Solöz formasyonları çökelmiştir. Geyve-Pamukova Havzası güney kenarındaki KD-GB doğrultulu sağ yanal atımlı Sarıgazi Fayının açılmalı dönmesi sonucunda gelişmiş gevşek S biçimli çek-ayır havza şeklinde oluşmuştur. İznik Havzası ise güney kenarındaki KD-GB doğrultulu sağ yanal atımlı Dırazali fayının, BKB-DGD doğrultulu sağ yanal oblik bir normal fay olan Gürle fayına sıçraması ile birlikte oluşmaya başlamıştır. Havzanın kuzey kenarındaki KB-GD doğrultulu sağ yanal oblik normal fay karakterli Orhangazi fayı ise havzanın Geyve-Pamukova Havzasına göre daha simetrik açılmasına destek olmuştur. İnceleme alanının bütününe hakim olan sağ yanal basit makaslmalı sistem İznik Havza'sının ise daha geniş ölçekli çek-ayır havza şeklinde açılmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolu, Tektonostratigrafi, Gevşek S biçimli çek-ayır havza.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Bülent DOĞAN. doganb3@yahoo.com; Tel: (535) 742 71 13.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Programında tamamlanmış olan "Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolunun Geyve-Gemlik arasındaki kesiminin tektonostratigrafik evrimi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 03.12.2010 tarihinde dergiye ulaşıp, 03.01.2011 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 29.02.2012 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Bu makaleye "Doğan, B., Tüysüz, O., (2011) 'Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolunun Geyve-Gemlik arasındaki kesiminin tektonostratigrafik evrimi', İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 10: 4, 107-118" şeklinde atıf yapabilirsiniz.

The Tectonostratigraphic Evolution of the Geyve-Gemlik Fragment of the Southern Strand of North Anatolian Fault System

Extended abstract

Strands of the North Anatolian Fault System (NAFS) in the Marmara Region were re-named within the content of this Ph. D. thesis. This fault system has been defined as horse-tail splitting into three strands as the Northern Strand of the North Anatolian Fault System (NAFSNS), Southern Strand of the North Anatolian Fault System (NAFSSS) and Southern-a Strand of the North Anatolian Fault System (NAFSSS-a). Lithostratigraphy, morphotectonic features, structural geology, basin models and historical earthquakes of the region were studied by this study for the Geyve-Pamukova and İznik basins located between Geyve (Sakarya), Mekece (Sakarya), İznik (Bursa) and Gemlik (Bursa) on the NAFSSS and bordered by the Armutlu-Ovacık Zone in north and the Sakarya Zone in south.

Six main faults (Sarigazi, Mekece, Dirazali, Gürle, Orhangazi, Umurbey) and three fault zones developed by the secondary segments related to the six main faults were mapped as the NAFSSS in the region. The Sarigazi main fault in the east of the study area and in the Geyve-Pamukova basin and the Geyve Fault Zone (GFZ) were created by the secondary segments. Deposits of the Geyve-Pamukova basin were mapped based on the lithostratigraphic facies. The units from the bottom to the top of the basin were classified into four formations as Geyve (Qg), Pınarlı (Qp), Çardak (Qc) and Hocaköy (Qh). The Geyve formation was divided into Kollu pebblestone (Qgk) and Beylik clastic (Qgb) members and Çardak formation was sub-divided into Ayvalık (Qga) and Yanıkorman (Qcy) clastic members.

The Kollu pebblestone member deposited at the base of the Geyve-Pamukova basin is a debris-flow deposit. The source for this member is Sakarya River and its small tributaries. Beylik clastic member of the Kollu pebblestone defines channel and set-point environments of the same river. The present deposition of these units in the southern edge of the basin is directly related to the deformation caused by the right lateral displacements by the Sarigazi fault in Sakarya River.

Alluvial fan Hocaköy formation overlies these basal units with uplifting of southern block by the Sarigazi fault. The southern edge of the basin is formed by the right lateral fault. However, flood-plain sediments of the Pınarlı formation are deposited on the northern edge, where the deformation effect is less. The youngest unit is the Çardak formation located in the middle of the basin. This formation resembles to the Geyve formation.

Architecture of the İznik Basin along the NAFSSS developed when the step-over of the northwesterly striking Dirazali fault to Gurle fault triggered westerly step-over of the Gurle fault to east-westerly striking Umurbey fault due to simple dextral shear kinematics and north-northwesterly, south-southwesterly transtensional deformation. This basin architecture was also supported by the southerly dipping, dextral oblique Orhangazi fault that is identified at the northern edge of the İznik fault.

The vertical displacement of southern edge of the basin by the right lateral faulting caused disconnections to the sea level. As a result, the İznik formation was deposited in a brackish water environment. After the sedimentation phase in the basin, the dominant right lateral oblique movement of the Gurle fault located between the Umurbey and Dirazali faults elevated the İznik formation approximately 60 m from the basin surface. Additionally, the Orhangazi fault which has the same character as the Gurle fault controlled the İznik and Hocaköy formations located in the western section of northern edge of the basin.

The slickenlines pointing out a right lateral oblique normal faulting indicate a rotation with simple shearing and transtension for the right lateral fault system. The basin was formed as lazy S shaped pull-apart basin that was created by the right lateral faulting and NNE-SSW dilatation. This neo-tectonics shows that the İznik basin is a pull-apart basin developed with a transtensional right lateral faulting. Almost all of the structural features of the right lateral simple shearing strain ellipsoid were developed during the all stages of the basin opening.

Keywords: Southern Strand of the North Anatolian Fault System, Tectonostratigraphy, Lazy S shaped pull-apart basin.

Giriş

Kuzey Anadolu Fay Sisteminin Marmara Bölgesi'ndeki geometrisi ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Okay vd., 2000; Le Pichon vd., 2000; Armijo vd., 2002). İnceleme alanı Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolunun (KAFSGK) üzerinde yer alır (Şekil 1). Bölgenin güneyini Sakarya Zonu, kuzeyini ise Armutlu-Ovacık Zonu oluşturur. (Okay ve Tüysüz, 1999). İnceleme alanındaki havzaları oluşturan faylar, aynı zamanda bu havzalarda oluşan kendisi ile yaşıt birimlerin çöklimini de denetlemiştir. Akartuna (1968), Geyve-Pamukova havzası çökellerinin İzmit Körfezi güney kenarındaki çökeller ile aynı ve Ponsiyen-Pliyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Koçyiğit (1988), Geyve-Pamukova havzasındaki çökelleri Doğantepe formasyonu adı ile ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı olarak tanımlamıştır. Emre ve diğerleri (1998) ise aynı havzadaki çökellerin Adapazarı ovası güneyindeki Karapürçek formasyonu ile aynı olduğunu belirtmiştir. Chaput (1936) İzmit Gölü güneyinde bugünkü göl seviyesinden 30-40 m daha yüksekte olan çökellerin gölsel özellikli olduğunu belirtmiştir. Ardel (1949), Akartuna (1968), İzmit Gölü kıyı civarı çökellerinin göl fasiyesinde olduğunu belirtmiştir. Sezen (1992), İzmit Gölü güney kenarındaki Kuvaterner yaşlı alüvyonu akarsu çökeli olarak belirtmiştir.

İslamoğlu (2008), İzmit Gölü'nün KAFSGK'dan önce Marmara Denizi'nin bir körfezi olduğunu ve bugün gölün kuzey kıyısındaki çökellerin

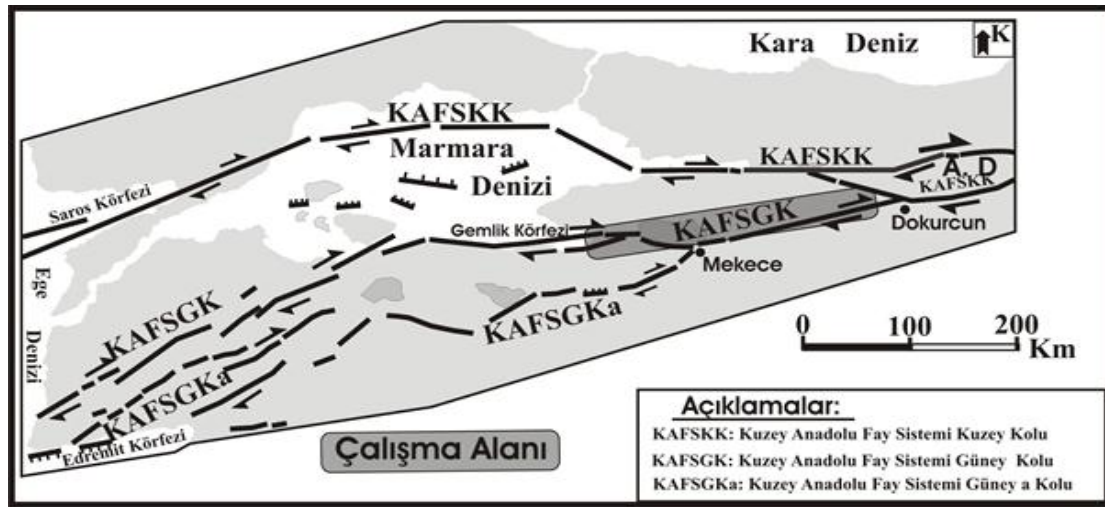
barındırdığı Erken Khazarian yaşlı bivalv fosillerinin acı-tuzlu su ortamını karakterize ettiğini belirtmiştir. Koçyiğit (1988), Geyve-Pamukova havzasını güney kenarı aktif doğrultu atımlı fay, kuzey kenarı ise Bayırakçehir ters fayı ile sınırlanan karmaşık bir çek-ayır havza olarak açıklamıştır. Bargu (1982) Mekece-İznik koridoru ve İznik havzasının güney kenarında normal fay olduğunu belirtmiştir. Şengör (1979), Mudurnu ve batısı alanda D-B doğrultulu graben alanlarını sınırlayan faylar bulunduğunu, Barka (1992, 1997) ise Geyve-Pamukova havzasının KAFSGK üzerinde bulunan çek-ayır havza olduğunu belirtmiştir (Şekil 1).

Bu çalışmanın amacı KAFSGK üzerindeki Geyve-Pamukova ve İznik havzaları ile bunları birbirine bağlayan Mekece-İznik koridorunun bölgedeki neotektonik dönem fayları ile ilişkisini belirlemek ve özellikle havzaların oluşumunda etkin olan fay geometrisinin kinematik analizini de yaparak havzaların tektonostratigrafik evrimini netleştirmektir.

Stratigrafi

Geyve-Pamukova Havzası

İnceleme alanının doğusunda yer alan ve 210km² alana sahip olan bu havzanın çökelleri güney, orta ve kuzey olmak üzere üç alanda ayırılmıştır. Güney kenarda temel kayaların üzerinde Geyve ve Hocaköy ortada Çardak, kuzey kenarda ise Pınarlı formasyonları yüzeyler.



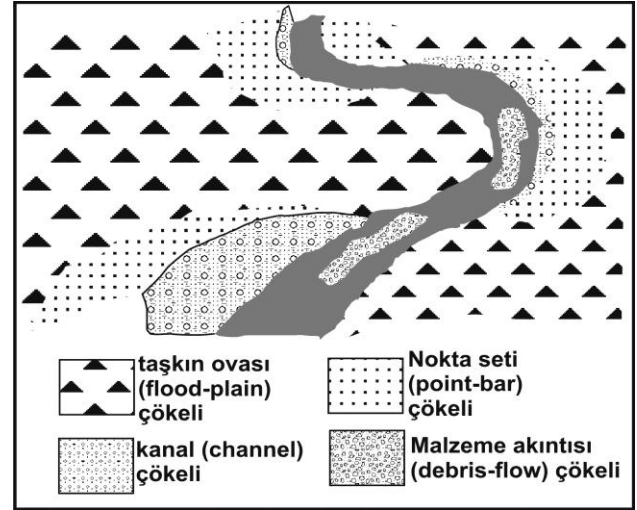
Şekil 1. KAFS'nin Marmara Bölgesindeki geometrisi ve çalışma alanı (Barka, 1992; Barka, 1997; Okay vd 2000; Le Pichon vd 2000, Armijo vd 2002'den değiştirilerek), (A.D:Almacık Dağı)

Geyve formasyonu (Qg)

Birim D-B uzanımlı Sakarya Nehri'nin güneyinde ve 80-130m arasında değişen kotlarda yüzeyler. Kollu çakıltaşı (Qgk) ve Beylik kırıntılı (Qgb) olmak üzere iki üyeye ayrılmıştır. Kollu çakıltaşı üyesinin çakıllarının tane çapı 10-30 cm arasında, yuvarlaklık ve küreselliği kötü, matriksi kum, tutturulma derecesi ise zayıftır. Üyenin taneleri Sakarya Zonu'na ait temel kayalardan aşındırılmıştır. Kollu çakıltaşı üyesi belirlenen bu özellikleri ve sahadaki görüntüsü ile benzeri Eisbacher (1983)'te tanımlanan malzeme akıntısı çökellerine benzer. Beylik kırıntılı üyesi ise kum matriksli çakıl, kum ardalanmalı çakıl, kil ara seviyeli kum-sade kum seviyelerinin ardalanmasından oluşur. Üye sarı, açık kahverengi ve açık gri renklerde izlenir. Tanelerin kayaç türünü şist, çört, şeyl, bazalt, granit, serpantin gibi kayaçların oluşturması ve iyi yassılaşmış, yuvarlanmış olması tane kaynağının havzanın konumuna göre uzak olduğunu gösterir. Beylik kırıntılı üyesinin tabakalanması belirgin veya yarı belirgindir. İçindeki imbrikasyon yönü ve çapraz tabakalanma eğim yönlerinden elde edilen paleoakıntı yönlerinin hem güney hem de kuzeye doğru olması, birimi geliştiren akarsuyun menderesli olduğunu gösterir. Beylik kırıntılı üyesi içinde izlenen sade kum seviyeleri orta-kötü tutturulmuş olup yarı belirgin tabakalanma gösterirler. Bu düzeyler çakıllı seviyelere oranla akarsu enerjisinin kanal dışına doğru göreceli azalması ile gelişir. Beylik kırıntılı üyesi, Kollu çakıltaşı üyesine oranla daha düşük enerji seviyesine sahip benzeri Spencer ve diğerleri (2008) tarafından tanımlanan akarsu kanal ve nokta seti çökel ortamlarına benzer. Buna göre Geyve formasyonu, KAFSGK ile denetlenmiş olan menderesli bir nehrin malzeme akıntısı, kanal ve nokta seti çökel ortamlarını tanımlar (Şekil 2).

Hocaköy formasyonu (Qh)

İnceleme alanının doğusundan batısına uzanımı devamlı olan bu birim, bölgede 80-140m arasındaki kotlarda yüzeyler. Geyve-Pamukova havzasının güney kenarında kuzeye oranla daha yoğun izlenen birim genellikle bölgedeki ana genç fayların önünde izlenir (Şekil 3).



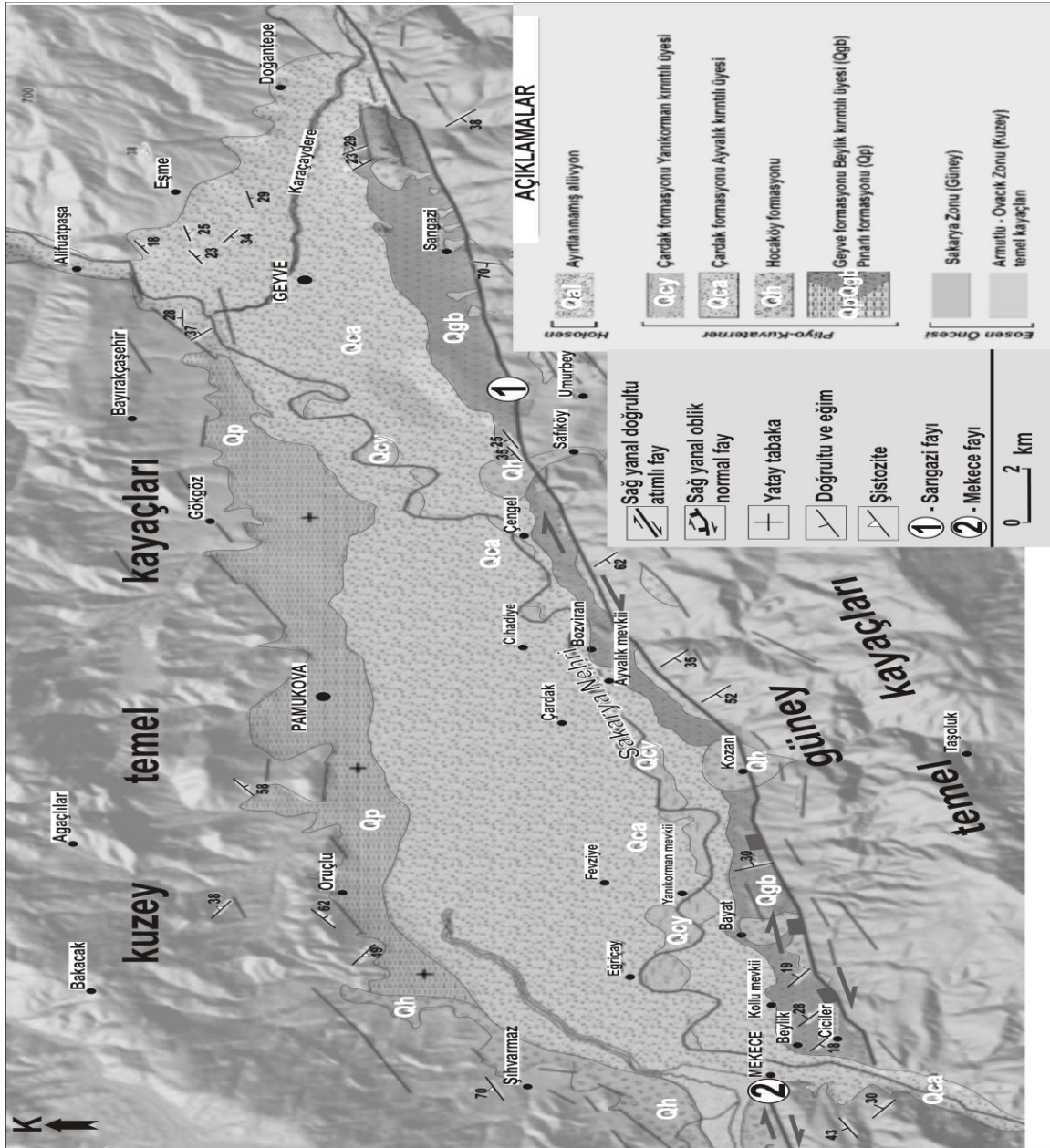
Şekil 2. Kollu çakıltaşı ve Beylik kırıntılı üyelerini geliştiren Sakarya Nehri'nin kanal geometrisi ve yakın civarı çökeltme ortamları (Nichols, 1999)

Birimin tabanında kum matriksli iri çakıl seviyesi, bunun üzerinde ise az çakıllı kum-kum matriksli küçük tane çaplı çakıl seviyeleri ardalanmalıdır. Birimin tanelerini Geyve-Pamukova havzasında güney blok su bölüm çizgisi içindeki kumtaşı, marn ve kireçtaşları oluştururken, Mekece-İznik koridoru ve İznik havzasında ise bunlara andezitler de katılır. İznik havzası kuzeyinde ise taneler genellikle şistlerden oluşur. Birimin kum matriksli iri çakıl seviyelerinde tane çapı 5-90cm arasında değişirken, taneler bütünüyle şekilsiz ve köşeli olup kısa mesafeden taşınmışlardır.

Az çakıllı kum seviyelerinin çakıl taneleri ortayı yuvarlaklıkta olup tane çapı 5-10cm arasında değişir. Birim yukarıda belirtilen özelliklerine, bölgedeki genç faylara ve morfolojik konumuna göre alüvyal yelpaze çökellerine benzer (Şekil 4).

Çardak formasyonu (Qc)

Çardak formasyonu havzanın orta bölümünde yer alır. Birimin altında Ayvalık (Qca) üstünde ise Yanıkorman (Qcy) kırıntılı üyeleri bulunur. Ayvalık üyesi kum matriksli çakıl-kum ardalanması ile izlenirken, koyu kahverengi ve sarı renklerindedir. Birim içindeki çakılların tane kayaç türünü şist, andezit, serpantin, granit, dolomit ve arkoz oluşturur.



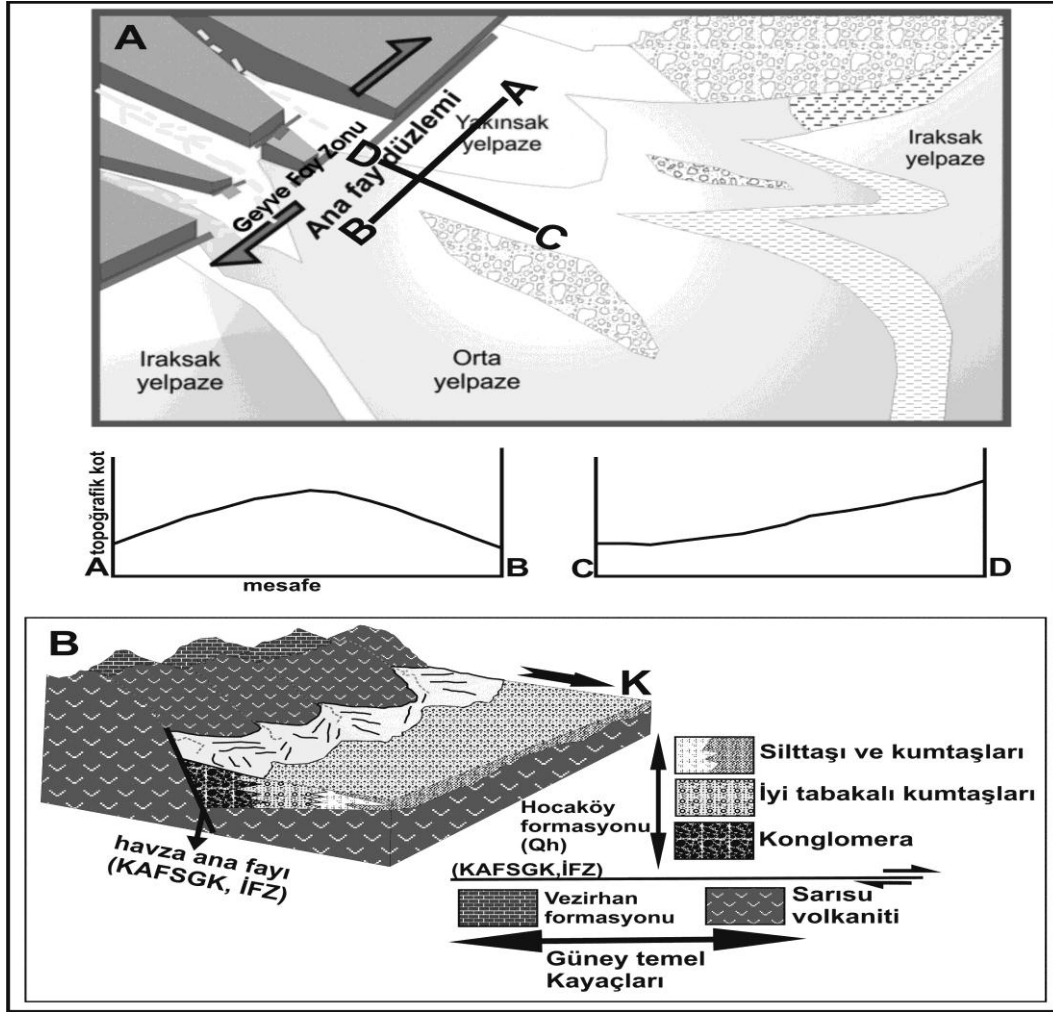
Şekil 3. Geyve- Pamukova havzasının neotektonik dönem jeoloji haritası

Taneler iyi yuvarlaklaşmış olup orta ve kötü tuturulmuştur. Şekil 3'te belirtildiği üzere birim içindeki paleoakıntı yönleri hem kuzeye hem de güneye doğrudur. Ayvalık kırmtılı üyesi içinde izlenen ve eli boyayan siyah renkli sıvıların demiroksit olduğu belirlenmiştir. Bu özellikleri birim Beylik kırmtılı üyesi ile benzerdir. Yanıkorman üyesi ise Sakarya Nehri kanalının çok yakın civarında çok küçük ve çok az çakıllı kum ve sade kum şeklinde aralanması izlenir. Açık gri ve kahverengi renklerinde ve tabakalanması

belirgindir. Üye içinde gelişmiş en iyi tabaka içi sedimanter yapı yarı belirgin ve belirgin şekilde gelişmiş asimmetrik ripıl marklardır. Çardak formasyonunun tane morfolojik özellikleri, egemen kayaç bileşeni ve sedimanter yapıları Geyve formasyonu ile benzerdir.

Pınarlı formasyonu (Qp)

Birim, Geyve-Pamukova havzasının kuzey kenarında geniş alan kaplar. Açık kahverengi ve sarı renkli kil ara seviyeli kum matriksli çakıl



Şekil 4. A- tipik bir alüvyal yelpaze olan Hocaköy formasyonunun gelişimi, bölümleri ve çökeldiği alandan alınan farklı topoğrafik kesitler B- fay denetiminde gelişen alüvyal yelpazenin bölümlerinde çökelen litolojinin yelpaze morfolojisine göre konumu (Collinson, 1986'dan değiştirilmiştir)

(maksimum tane çapı 5cm)-kum-az miktarda çamur ve kil bantlarının ardalanmasından oluşur. Birimde tabakalanma az belirgin olup yatazdır. Taneler orta-iyi yuvarlak ve orta-iyi tutturulmuştur. Pınarlı formasyonu taşkın düzlüğü çökeli olup havzanın tabanında Geyve formasyonu ile yanall geçişlidir.

Mekece-İznik koridoru ve İznik havzası

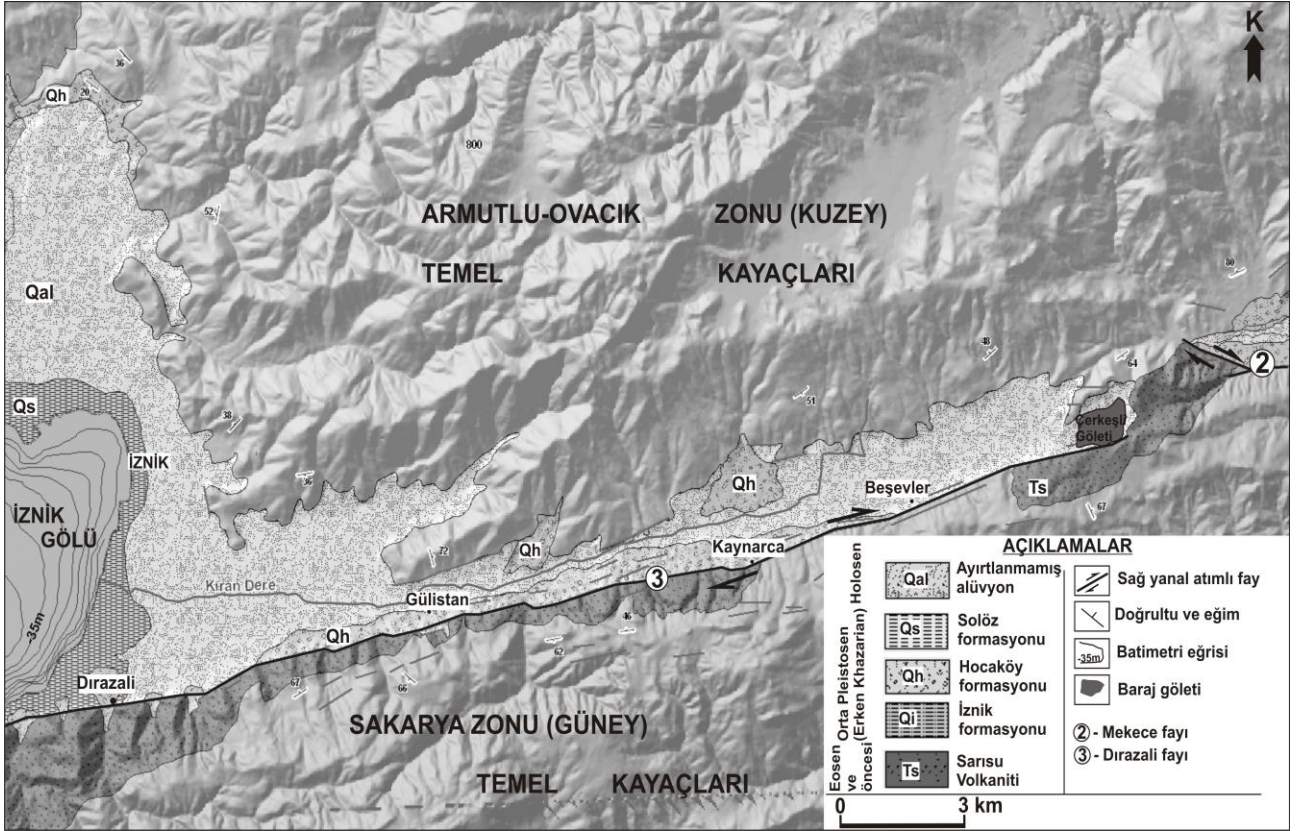
KAFSGK üzerindeki Mekece-İznik koridoru ve İznik havzası ise diğer bir çökel alanıdır. Havzada temel kayaçların üzerine güney kenarda İznik, Solöz ve Hocaköy kuzey kenarda ise İznik ve Hocaköy formasyonları gelir (Şekil 5, 6).

İznik havzasındaki yalıtışları ise göl kıyısının yakın civarında yüzeyler.

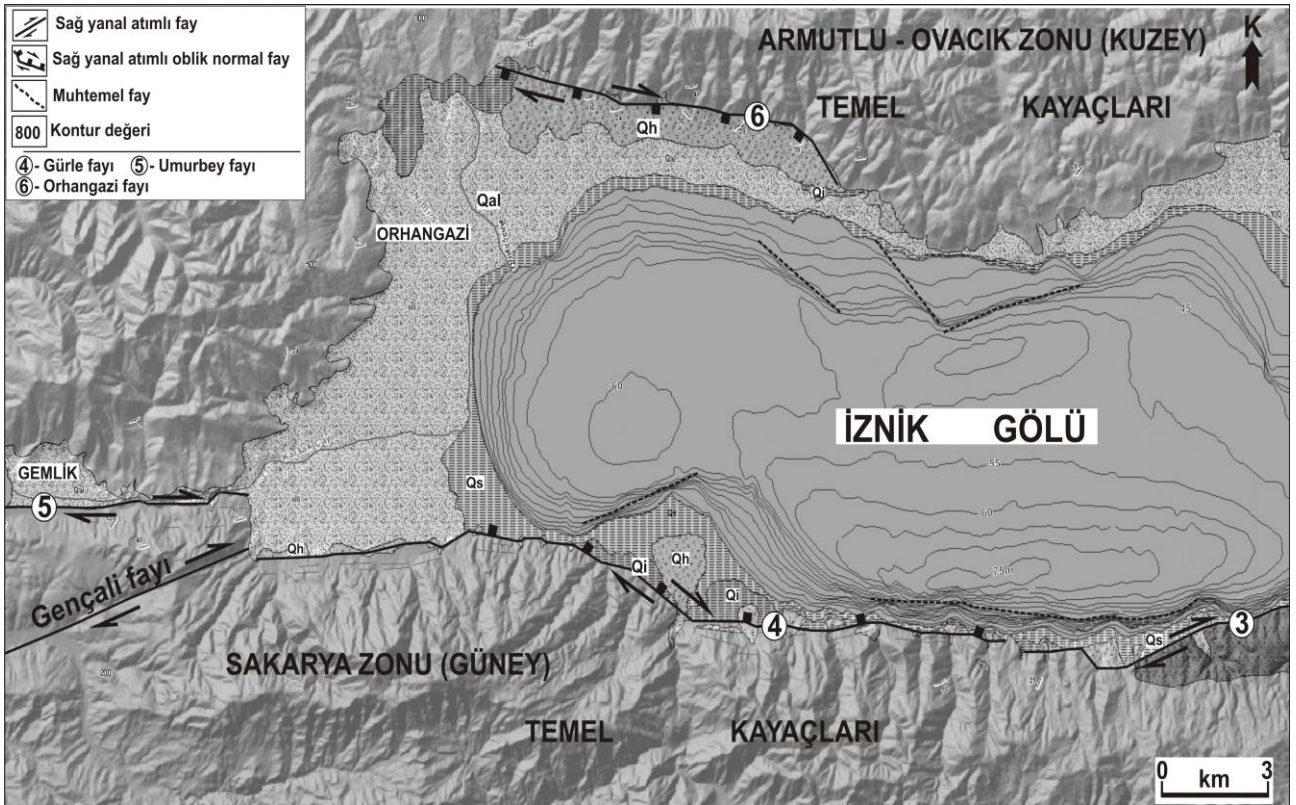
İznik formasyonu (Qi)

İznik havzasının güney kenarında Dırazali ile Karsak, kuzey kenarında ise Keramet-Yeniköy arasında izlenir. Bargu (1982) tarafından adlandırılmış olan bu birim kahverengi, olup küçük çakıllı kum, kum ve marn ardalanması şeklindedir (Şekil 7).

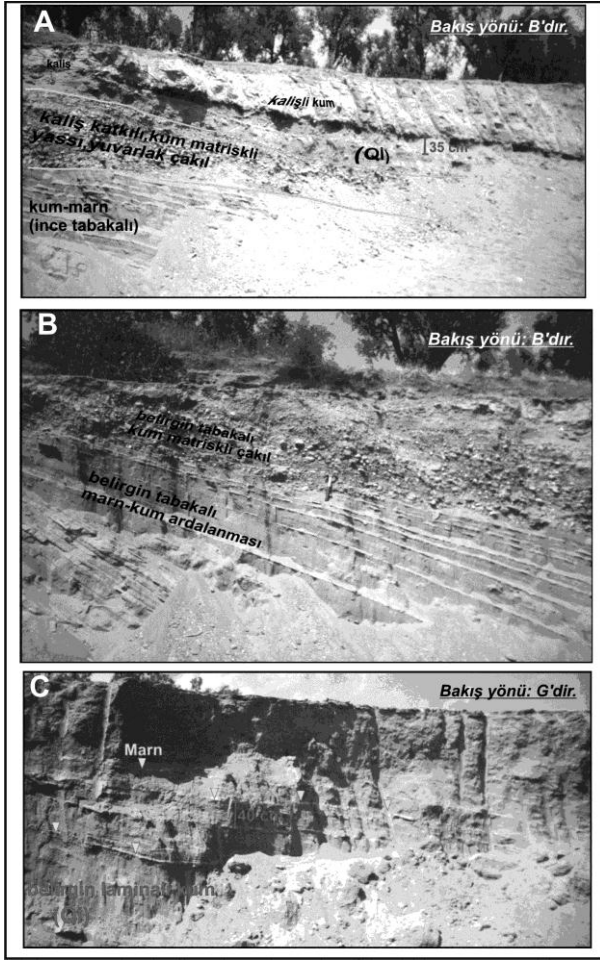
Birim içindeki marn seviyeleri ayırt edici olup inceleme alanındaki diğer Pliyo-Kuvaterner birimlerinde bulunmaz. Birimin bölgenin temel kayaçları ile arasındaki sınırı KAFSGK içindeki faylar belirler.



Şekil 5. Mekece-Iznik koridorunun neotektonik dönem jeoloji haritası



Şekil 6. Iznik havzasının neotektonik dönem jeoloji haritası (diğer açıklamalar için bkz Şekil 5)



Şekil 7. İznik formasyonunun A- Solöz 'de, B- Solöz batısı, C- Heceler 'deki görünüşleri

İznik formasyonu içinde İslamoğlu (2008) tarafından *Didacna subpramidata* ve *Didacna nov. Sp.* olmak üzere iki tür tuzlu-acı su bivalv fosili bulunmuştur. Yazar bu fosillerin Erken Khazarian yaşlı olduğunu ve Kuzey Karadeniz (Ponto-Caspian) bölgesinde Neveeskaya (1963) tarafından belirlenen bivalv türleri ile aynı olduğunu belirtmiştir. İznik Gölü'nün başlangıçta Marmara Denizi'nin bir körfezi olduğunu ve bölgeye KAFSGK'nun girmesi ile bu körfezin göl halini aldığını belirtmiştir. İznik formasyonunun bugün 115-145m arasındaki kotlarda bulunması bölgedeki genç fayların etkisidir.

Solöz formasyonu (Qs)

İznik Gölü güneyinin kıyıya yakın kesimlerinde gölün kuzeyinde ise İznik-Orhangazi yolunun güneyinde yer alan birim 90-100m arasındaki kotlarda yüzeyler. Solöz formasyonu küçük çakıllı

kum, kum ara seviyeli kalışlı kil ardalanması, kum matrisli iri çakıl merceklerini içeren seviyelerden oluşur. Birimde genellikle beyaz, nadiren de kahverengi renkleri hakimdir. Solöz formasyonunun çakılları yassı, tabakalanması belirgin ve yataydır. Birimde genellikle küçük taneli seviyeler belirgin ve daha kalın olduğundan birimin çökeltme ortamı enerjisi düşüktür. İznik formasyonunun çökeltiminden sonra hızla deniz bağlantısı kesilen bölge göl şeklini aldığından birim, bölgedeki en genç göl çökeltimidir.

Alüvyon ve yalıtışları (Qal)

İnceleme alanının bütününde ayırtılmamış alüvyon bölgedeki tüm birimleri diskordans ile örter. Yalıtışları ise sadece İznik Gölü'nün kıyısı civarında yüzeyler. Gölün güney kıyısındaki yalıtışları bu alandaki genç ana fayların aktivitesi ile 10-16 göle doğru eğim kazanmış iken batı ve kuzey kıyısındaki yalıtışlarında tabakalanma belirgin değildir. Yalıtışları karbonatça zengin yeraltı ve yüzey sularının etkisi ile göl kenarındaki çakılların kumlar ile birlikte yüksek enerjili ortamda çimentolanması sonucu oluşur.

Yapısal jeoloji ve kinematik analiz

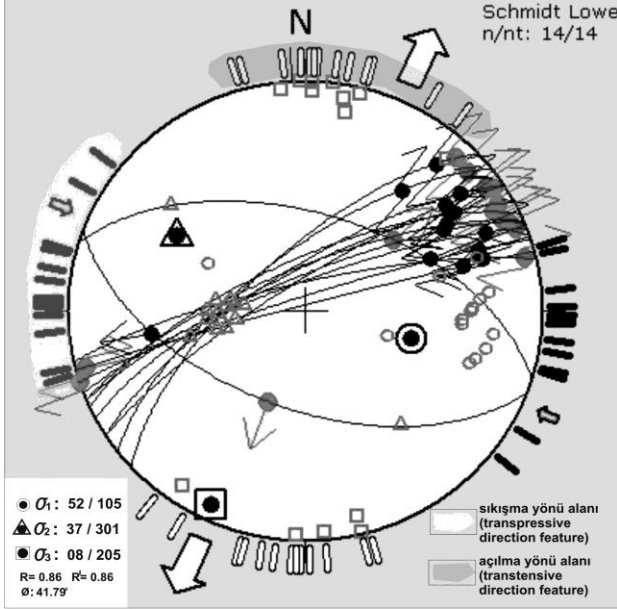
İnceleme alanında neotektonik dönemdeki yapısal unsurları bütünüyle KAFSGK oluşturmuştur. Bölgede sağ yanal atımlı ana faylar Sarıgazi, Mekece, Dırazali, Gürle, Orhangazi ve Umurbey faylarıdır. Bununla birlikte ikincil segmentler de bölgedeki sağ yanal deformasyonu oluşturan diğer yapısal unsurlardır.

Sarıgazi fayı

KAFSGK, Dokurcun'dan (Sakarya) ayrılır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Bozkurt, 2001). Sarıgazi fayı da doğuda Geyve Koruboğazı'ndan batıda Ciciler'e kadar toplam 30km uzunluğa sahiptir. Fay üzerinde belirgin morfolojik unsurlar üçgen yüzey ve basınç sırtları olup bunlar; Bull ve McFadden (1977)'de belirtilen benzerlerine uygundur.

Sarıgazi fayı Geyve-Pamukova havzasının dolgu birimleri ile güney blok temel kayaları arasındaki sınırdan izlenirken aynı zamanda dolgu birimlerinin içinde de bu fayla sinsedimanter olan küçük faylar

izlenir (Şekil 3). Fay üzerindeki toplam 14 lokasyonda alınan fay düzlemi ve çizdiği ölçüleri ile kinematik analizi Delvaux ve Sperner (2003)'ün geliştirdiği win-tensör isimli bilgisayar programında yapılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Sarıgazi fayı boyunca temel kayalar ile havza çökelleri arasındaki fay düzlemleri esas alınarak oluşturulan kinematik analiz (n/nt: Ölçü Sayısı)

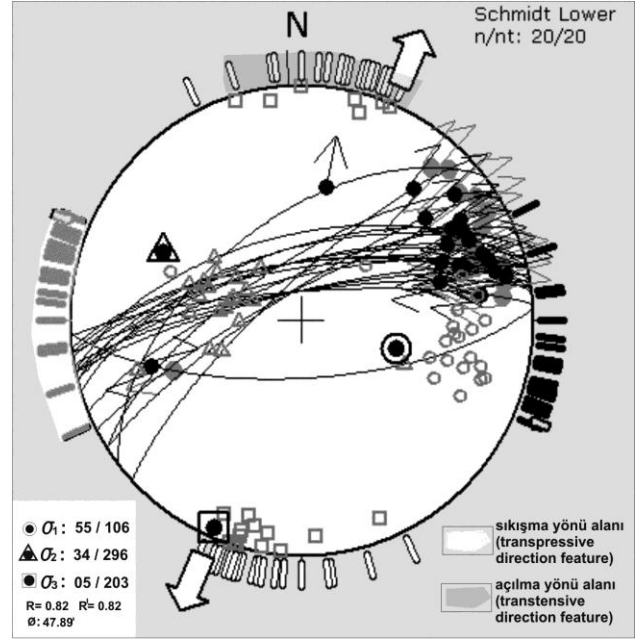
Buna göre bölgenin deformasyonunda Sarıgazi fayı ile oluşan KD-GB yönlü açılma, KB-GD yönlü sıkışma kuvvetleri etkili olmuştur.

Mekece fayı

İnceleme alanındaki Mekece fayı yaklaşık 5km uzunluk ve K70°D, D-B ve K50°B doğrultuları ile Mekece ile Çerkeşli Göleti'nin doğusu arasında izlenir.

Dırazali fayı

Çalışma alanında Çerkeşli-Müşküre arasında uzunluğu yaklaşık 30km olan bu fay K50°-80°D ve yer yer de D-B doğrultularında izlenir. Dırazali fayı güney yükseliminin cephesinde üçgen yüzey, sağ yanal ötelenmiş dere ve basınç sırtları oluşturmuştur. Bu fay üzerinde alınan fay düzlemi ve çizdiği ölçülerine göre bölgenin KD-GB yönünde çekme gerilmesine uğradığı, KB-GD yönünde ise sıkıştığı görülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Dırazali fayı boyunca temel kayalar ile havza çökelleri arasındaki fay düzlemleri esas alınarak oluşturulan kinematik analiz

Gürle fayı

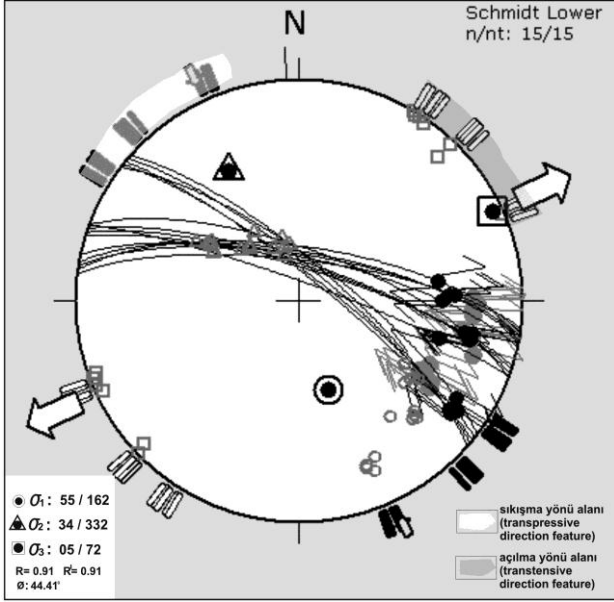
Bölgedeki diğer bir fay ise sağ yanal atımlı açılmayı sağlayacak şekilde deformasyon oluşturan Gürle fayıdır. Bu fay İznik Gölü'nün güney kenarında K30°-80°B ve D-B doğrultularında izlenir. Fay boyunca gelişen en önemli morfolojik yapı üçgen yüzeylerdir.

Gürle fayının kinematik analizi sonucu sağ yanal oblik normal fay şeklinde davrandığı belirlenmiştir (Şekil 10).

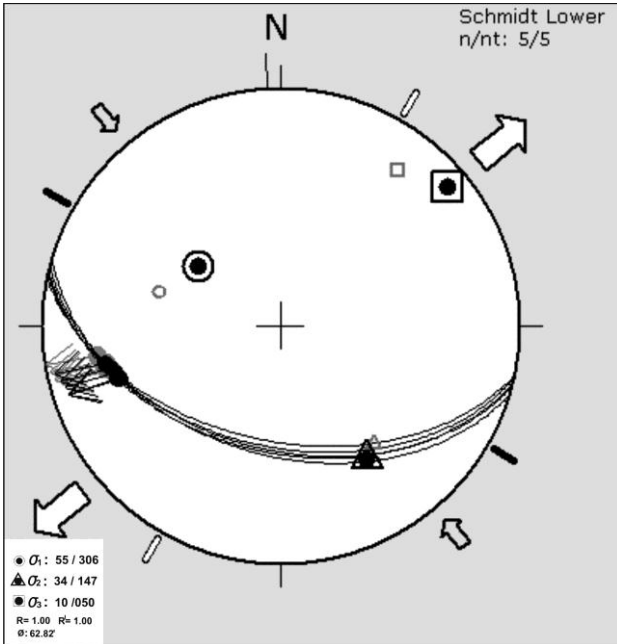
Orhangazi fayı

İnceleme alanında Öztürk vd (2009) tarafından normal fay şeklinde haritalanan ve adlanan bu fay yaklaşık 9km uzunluğunda olup K70°B ve D-B doğrultuları arasındadır. Bu fayın oluşturduğu en önemli morfolojik unsurlar kapatan sırtlar (shutter ridge) ve sağ yanal ötelenmiş derelerdir. Fay boyunca Çakırlı batısındaki Tekeci Dere'de 21m, Üreğil batısındaki Değirmen Dere'de ise 23m sağ yanal atım belirlenmiştir. Temel kayalar ile havza dolgununu oluşturan birimlerin arasında ölçülen yapısal verilerden fayın kinematik analizi yapılmış olup KD-GB yönlü çekme gerilmesi ile KB-GD yönlü sıkış-

manın varlığı belirlenmiştir. Sağ yanal oblik normal fay şeklinde olan Orhangazi fayının İznik havzasının açılmasını kuzey kenardan etkilediği belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 10. Gürle fayı boyunca temel kayalar ile havza çökelleri arasındaki fay düzlemleri esas alınarak oluşturulan kinematik analiz



Şekil 11. Orhangazi fayı boyunca temel kayalar ile havza çökelleri arasındaki fay düzlemleri esas alınarak oluşturulan kinematik analiz

Umurbey fayı

İnceleme alanının Karsak-Gemlik arası kesimini oluşturan bu ana fay, toplam 10 km uzunlukta ve D-B doğrultuda izlenir.

Tektonostratigrafik evrim

KAFSGK boyunca haritalanan altı ana fay bölgede bütünüyle sağ yanal atımlı deformasyona yol açmıştır. Bu deformasyonun KAFSCK ile karşılaştırıldığında yaklaşık son 5 milyon yıl içinde gerçekleşmesi, biri Geyve-Pamukova diğeri de İznik olmak üzere iki farklı havzanın oluşmasını sağlamıştır.

Geyve-Pamukova havzası sağ yanal fay olan Sarıgazi fayı ile güney kenarından denetlenmiştir. Bu havzanın KAFS üzerindeki benzerleri Erzincan ve Şuşehri havzalarıdır. Hempton ve Dunne (1984) havzanın güney kenardaki ana sağ yanal atımlı fayların bükülmesi sonucu oluşan çek-ayır havza olduğunu belirtmiştir. Erzincan havzası ise kuzey kenarındaki sağ yanal fayın bükülmesi sonucu oluşmuş çek-ayır havzadır (Aydın ve Nur, 1982). Buna göre Geyve-Pamukova havzası Sarıgazi ve Mekece fayları arasındaki 1.8km'lik sıçrama ile güney kenarından açılmalı şekilde dönen fay ile sınırlanmış olarak 26x6km boyutlarında oluşmuş gevşek "S" biçimli bir çek-ayır havza türüdür.

İznik havzası ise teorik benzeri Wu ve diğeri (2009)'da belirtildiği üzere Dırazali ve Umurbey fayları ile bunlar arasında kalan güneyden Gürle, kuzeyden ise Orhangazi fayları ile denetlenir. Havza bu şekli ile büyük ölçekli çek-ayır havzanın açılmalı (transtensional) türüdür.

Sonuçlar

- İznik Havzası'ndaki çökellerin litostratigrafisi belirlenmiş ve birimlerin çökeltme ortamları bölgenin yapısal unsurları ile karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.
- İznik havzası sağ yanal deformasyon ile güney kenarından D-B ve KB-GD uzanımı devamlı olan, kuzey kenarından ise devamlı olmayan sağ yanal oblik normal ana faylar ile denetlenen geniş ölçekli çek-ayır havza şeklinde gelişmiştir.

- Geyve-Pamukova havzasının çökelleri, sağ yanal atımlı ve kısmen de oblik normal olan Sarıgazi fayı ile gelişmiş ve şekillenmiştir. Bu çökellerin Sakarya Nehri kaynaklı olanları ve güney bloktaki drenajın etkisi ile oluşmaları birbirinden ayrılmıştır.
- KAFSGK bölgenin neotektonik döneminde bütünüyle etkin olan tek tektonik kaynaktır.

Kaynaklar

- Akartuna, M., (1968). Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi, *İstanbul Üniv. Fen Fak. Monografileri* (Tabii ilimler kısmı), 20, 105.
- Ardel, A., (1949). Armutlu Yarımadası (Jeolojik ve morfolojik etüd), *Türkiye Coğrafya Dergisi*, Ankara, 12-13.
- Armijo, R., Meyer B., Navarro, S., King, G., Barka A., (2002). Asymmetric slip partitioning in the sea of Marmara pull-apart, a clue to propagation processes of the North Anatolian fault *Terra Nova*, **14**, 2, 80-86.
- Aydın, A. and Nur, A., (1982). Evolution of pull-apart basins and their scale indipence, *Tectonics*, **1**, 91-105.
- Bargu, S., (1982). İznik-Yenişehir (Bursa)-Osmaneli alanının jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, **3**, 1-2, 191-233.
- Barka, A.A. ve Kadinsky-Cade, K., (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, **7**, 663-684.
- Barka, A.A., (1992). The North Anatolian Fault Zone, *Anneles Tectonicae*, **6**, 174-195.
- Barka, A., (1997). Neotectonics of the Marmara region. *Active Tectonics of Northwestern Anatolia- The Marmara Poly-Project*, 55-87.
- Boothroyd, J. C., (1972). Coarse-grained sedimentation on a braided outwash fan Northeast Gulf of Alaska. Tech Rep no. 6, Coastal Research Division, University, of South Carolina Columbia, 127.
- Bozkurt, E., (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, **14**, 1-3, 3-30.
- Bull, W.B., McFadden, L., (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Dohering, D.O. (Ed.), *Geomorphology in Arid Regions*. Publ. *In Geomorphology*. State University of New York, Binghamton, 115-138.
- Chaput, E., (1936). Voyages d'études geologiques et geomorphogeniques en Turquie. Mem. de l'Inst. Français d'archeologie d'Istanbul II, Paris, France.
- Collinson, J. D., (1986). Alluvial sediments. In: *Sedimentary Environments and Facies* (ed H.G Reading) *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, 20-62.
- Delvaux, D., Sperner, B., (2003). New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. *Geological Society, of London, Special Publcation*, **212**, 75-100.
- Eisbacher, G.H., (1983). Slope stability and mountain torrents, Fraser Lowlands and Southern Coast Mountains, British Columbia. Field trip guidebook. Geological Association of Canada, Mineralogical Association of Canada Canadian Geophysical Union, Joint Annual Meeting, Victoria BC. 46.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, E., (1998). Neogene-Quaternary evolution of the Eastern Marmara Region, Northwest Turkey. *Reprinted from Bulletin of the Mineral research and exploration*, 120, Ankara.
- Hempton, M.R., ve Dunne, L.A., (1984). Sedimentation in pull-apart basins: active examples in Eastern Turkey. *Journal of Geology*, **92**, 513-530.
- Hooke, R. LEB., (1967). Processes on arid-region alluvial fans. *Journal of Geology* **75**, 438-460.
- İslamoğlu, Y., (2008). Middle Pleistocene bivalves of the İznik lake basin (Eastern, Marmara, NW Turkey) and a new paleobiogeographical approach. *International Journal Earth Science (Geol Rundsch)*, **98**, 8, 1981-1990.
- Koçyiğit, A., (1988). Tectonic setting of the Geyve Basin: Age and total displacement of the Geyve Fault Zone. In, *1987 Melih Tokay Symposium Special Published Middle-East Technical University*, Ankara, Turkey, 81-104.
- Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lapinay, M., Meyer, B., Saatçılar, R ve Tok, B., (2001). The Active Main Marmara fault, *Earth and Platernary Science Letters*, **192**, 4, 595-616.
- Neveeskaya, L.A., (1963). Bestimmungstabella zweiklappiger mollusken mariner Quartarsedimentedes Schwarzmeerbeckens. *Akademie der Wissenschaften SSSR Arbetien des Palaontologischen Instutes*, **96**, 1-211.
- Nichols, G.J., (1999). Sedimantology and Stratigraphy, *Basin Blackwell Science*, London, 111-134.

- Okay, A.İ. ve Tüysüz, O., (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. The Mediterranean Basin: Tertiary extension with in the Alpine Orogen (eds: B. Durand, L. Jolivet, F. Horvath ve M. Séranne), *Special Publication Geological Society of London*, **156**, 475-515.
- Okay, A.İ., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E., Kuşçu, İ., (2000). Active faults and evolving strike-slip basins in the marmara sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics*, **321**, 189-218.
- Öztürk, K., Yaltrak, C., Alpar, B., (2009). The Relationship Between the Tectonic Setting of the Lake İznik Basin and the Middle Strand of the North Anatolian Fault, *Turkish Journal of Earth Science*, **18**, 209-224.
- Sezen, F., (1992). İznik Gölü Güney Kesiminin Jeolojik – Tektonik İncelenmesi. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Müh Prog, Ankara, 237-265.
- Spencer, H.W., Ziegler, A.D. ve Bundarnsin T., (2008). Floodplain deposits channel changes and riverbank stratigraphy of the Mekong River area at the 14th-Century city of Chiang Saen, Northern Thailand, *Geomorphology*, **101**, 3, 510-523.
- Şengör, A.M.C., (1979). The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of Geological Society London*, **136**, 269-282.
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakınc, M., Eyidođan, H., Görür, G., Le Pehon, X., (2005). The North Anatolian Fault: A new look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **33**, 13-112.
- Wu, J.E., McClay, K., Whitehouse, P., Dooley, T., (2009). 4D analogue modelling of transtensional pull-apart basins. *Marine and Petroleum Geology*, **26**, 1608–1623.