

MADEN TETKİK VE ARAMA DERGİSİ

Türkçe baskı

2005

Sayı: 130

İÇİNDEKİLER

Eskişehir Fay Zonunun İnönü-Dodurga Çevresinde Neotektonik Aktivitesi	Fatma Tokay ve Erhan Altunel	1
İstanbul Bölgesindeki Andezitik Daykların Konumları: Kretase'de Gerilme Dağılımına Bir Yaklaşım	Zahide Özgörüş ve Aral I. Okay	17
Batı Torosların (Sandıklı GB'sı, Afyon) Geç Neoproterozoyik ve Erken Paleozoyik Yaşlı Birimlerinin Jeolojisi ve Petrografisi	Semih Gürsu ve M. Cemal Göncüoğlu	29
Antalya Tufalarının Litofasiyes Özellikleri	Erdal Koşun, Ayşe Sarıgül ve Baki Varol	57
Tortullarda Toplam Şeker Miktarının Emmerich-A Metoduyla Tayini ve Önemi: Afyon-Karamık Gölü Örneği	Gültekin Kavuşan ve Ahmet Orhan	71
Maden Tetkik ve Arama Dergisi Yayım Kuralları		

GENEL MÜDÜR
Mehmet ÜZER

REDAKSİYON KURULU
Eşref ATABEY (Başkan)
Neşat KONAK
Agah KÖKER
Cengiz OKUYUCU
Deniz İ.ÖNENÇ
İlker ŞENGÜLER
Halil YUSUFOĞLU

Bu sayının basıma hazırlama çalışmaları:

Editör: M.Cemal GÖNCÜOĞLU

Editör Yardımcısı: Semih GÜRSU,

Şükrü YURTSEVER (Başkan), Abir ÇATMA, Osman GÖKMENOĞLU, Erkan EKMEKÇİ ve Alev ÖZBAY'dan oluşan Redaksiyon Kurulu tarafından başlatılmış ve son düzeltmelerin yapılması ile basımın gerçekleştirilmesi 12/12/2005 tarihinde göreve gelen yeni Redaksiyon Kurulu tarafından yapılmıştır.

YAZI İNCELEME KURULU

Demir ALTINER
Filippo BARATOLA
Michele CARON
Vedat DOYURAN
Tandoğan ENGİN
H. Yavuz HAKYEMEZ
Robert HALL
Erdal HERECE
Lucas HOTTINGER
Gilbert KELLING
Ali KOÇYİĞİT
Engin MERİÇ

Teoman NORMAN
Aral OKAY
Sönmez SAYILI
Gürol SEYİTOĞLU
Ercüment SİREL
Fuat ŞAROĞLU
Vedia TOKER
Reşat ULUSAY
Taner ÜNLÜ
Baki VAROL
Yücel YILMAZ
Louistte ZANINETTI

BU SAYIDA KATKI SAĞLAYAN HAKEMLER

Ali KOÇYİĞİT, Ömer EMRE, Erhan ALTUNEL, Ergun GÖKTEN, Hüseyin KOZLU, Necati TURHAN, Mehmet ÖZKUL, Zeki ÇAMUR, Selahattin KADİR

YAYIM YÖNETMENİ

Nesrin Gülgün HASBAY
e-mail: qulqun@mta.gov.tr

YAZIŞMA ADRESİ

MTA Dergisi Editörlüğü
Jeoloji Etütleri Dairesi
06520 ANKARA
editorluk@mta.gov.tr

Maden Tetkik ve Arama Dergisi yılda iki kez çıkar. Her sayı Türkçe ve yabancı dilde olmak üzere iki ayrı baskı halinde yayımlanır. Dergide yayımlanan makalelerin özleri GEOREF, CHEMICAL ABSTRACTS, MINERALOGICAL ABSTRACTS gibi uluslararası endekslerde yer almaktadır.

Maden Tetkik ve Arama Dergisinin Türkçe ve yabancı dil baskısı ücreti karşılığında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, BDT Dairesinden doğrudan veya posta ücreti ödenerek yazışma ile ilde edilebilir.

e-mail: bdt@mta.gov.tr

MTA Dergisi yayım kuralları, yazı formatı, bilgi-telif devir formlarına ve önceki sayılarda yayınlanan makalelerin tam metinlerine http://www.mta.gov.tr/mta_web/kutuphane/index.asp adresinden ulaşılabilir

ISSN: 1304-334X

© Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)

Basım Tarihi: 2006

ESKİŞEHİR FAY ZONUNUN İNÖNÜ - DODURGA ÇEVRESİNDE NEOTEKTONİK AKTİVİTESİ

Fatma TOKAY* ve Erhan ALTUNEL**

ÖZ.- Batı Anadolu genişleme bölgesinin kuzey-kuzeydoğu sınırını oluşturan Eskişehir fay zonu batıda İnegöl ile doğuda Tuz Gölü arasında yer alır. Eskişehir fay zonunda 20. yüzyılda büyüklüğü 4 ve üzerinde olan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bunlardan 20 Şubat 1956 Eskişehir (Çukurhisar) depremi (M=6.4) bu fay üzerinde meydana gelen en büyük depremdir. Buna karşın gerek GPS ölçümleri ve gerekse morfolojik özellikleri açısından aktif olduğu bilinen Eskişehir fay zonu içinde yer alan İnönü-Dodurga segmentinde tarihsel ve aletsel kayıtlarda önemli bir depreme rastlanmamıştır. Sağ yönlü doğrultu atım bileşenli oblik bir fay olan İnönü-Dodurga segmenti yaklaşık BKB-DGD ve D-B doğrultusunda uzanarak morfolojide keskin bir çizgisellik oluşturur. İnönü-Dodurga segmenti, güneyinde yer alan KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fayların İnönü havzasında son bulmalarına neden olur. Rezistivite verileri, İnönü havzasını kuzeyden ve güneyden sınırlayan fayların ve ayrıca gömülü fayların varlığını gösterir. İnönü-Dodurga segmentinin güney kenarı boyunca asılı vadiler yer almaktadır. Eskişehir fay zonu üzerindeki mevcut deprem kayıtları, jeofizik verileri ve asılı vadilerin varlığı İnönü-Dodurga segmentinin aktif olduğunu ve güncel morfolojinin gelişmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Neotektonik, Eskişehir fay zonu, İnönü-Dodurga segmenti, aktif fay.

GİRİŞ

Genel doğrultusu BKB-DGD olan Eskişehir fay zonu batıda İnegöl'den doğuda Tuz Gölü'ne kadar uzanır ve birbirini takip eden segmentlerinden oluşur (Koçyiğit, 2000; Bozkurt, 2001) (Şekil 1). Eskişehir fayı (McKenzie, 1978; Okay, 1984; Şengör ve diğerleri, 1985; Barka ve diğerleri, 1995) olarak adlandırılan bu zon Şaroğlu ve diğerleri (1987) tarafından Eskişehir-Bursa fay zonu olarak adlandırılmış, batıda Uludağ'dan doğuda Kaymaz'a kadar uzandığı belirtilerek İnegöl yöresi, İnönü-Dodurga fay zonu, Eskişehir fay zonu ve Kaymaz fayı olarak alt bölümlere ayrılmıştır. Türkiye Diri Fay haritasında (Şaroğlu ve diğerleri, 1992) da gösterilen tüm bu alt bölümler Altunel ve Barka (1998) tarafından Eskişehir fay zonu olarak değerlendirilmiştir. Eskişehir fay zonu, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya fay zonu ile birleştirilerek Trakya-Eskişehir fay zonu olarak da adlandırılmıştır (Yaltırak ve diğerleri, 1998; Sakınç ve diğerleri, 1999; Aksu ve diğerleri, 2002). Dirik ve Erol

(2003), Tuzgölü havzasının batı kenarını kontrol eden Ilica, Yeniceoba, Cihanbeyli fay zonlarının muhtemelen Eskişehir fay zonu ile birleştiğini belirterek tüm bu zonları Eskişehir-Sultanhanı fay sistemi içerisinde değerlendirmiştir. İnönü-Eskişehir fay zonu olarak da adlandırılan Eskişehir fay zonu İnegöl ile Tuz Gölü arasında uzandığı belirtilmektedir (Koçyiğit, 2000; Bozkurt, 2001).

Eskişehir fay zonu, paleotektonik dönemde Türkiye tektonik çatısının oluşumunda önemli rolü olan İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonuna paraleldir (Okay, 1984) ve bu zon içerisinde yer alan Anatolid-Torid platformu üzerinde gelişmiştir. İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu boyunca yerleşmiş BKB-DGD uzanımlı İnönü ve İnegöl havzalarının, Sakarya kıtasının güney ve Anatolid-Torid platformunun kuzey kenarındaki kayalarla süreksizlikle üzerlediği, bu her iki havzanın İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonunun geç sıkışma rejiminden miras kaldığı ve bu havzala-

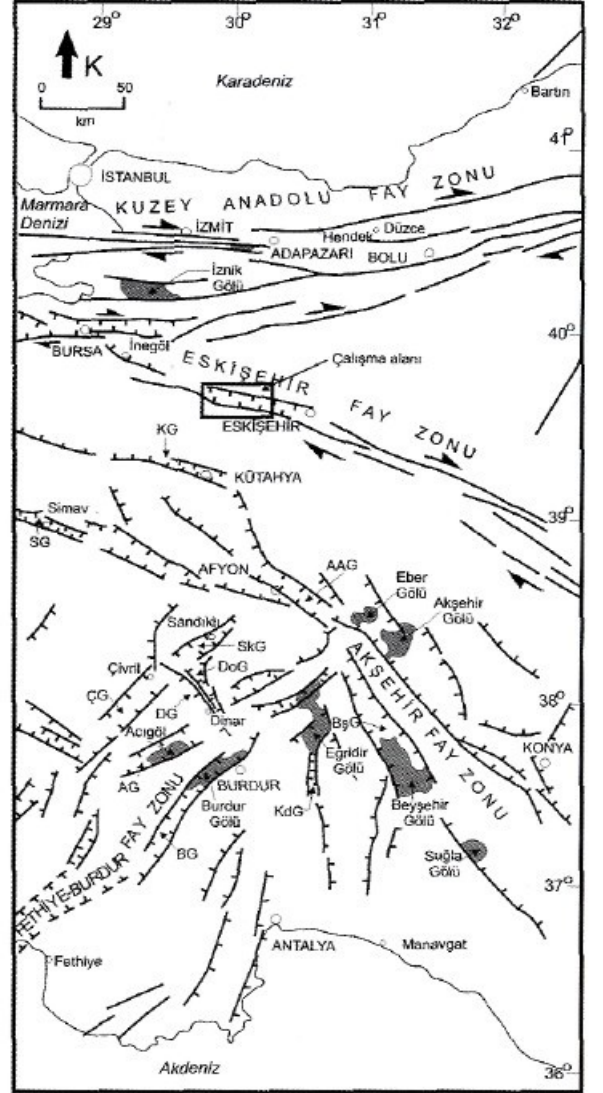
MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Balgat-Ankara, ftokay@mta.gov.tr

** Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480, Meşelik-Eskişehir, ealtunel@ogu.edu.tr

rın son genişleme rejimi ile üzerlendiği belirtilmiştir (Koçyiğit ve Kaymakçı, 1995). Eskişehir fay zonu batısında yer alan İnegöl yöresinde Kaymakçı (1991) tarafından yapılan çalışmada İnegöl havzası güney kenarının aktif veriv atımlı normal faylarla sınırlı ve havzadaki genişleme yönünün KD-GB olduğunu belirtilmiştir.

Eskişehir fay zonu, doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay (KAF) zonu ile genelde normal faylarla temsil edilen Batı Anadolu açılma bölgesi arasındaki sınırı belirler (Şekil 1) (Barka ve diğerleri, 1995; Altunel ve Barka, 1998). Eskişehir fay zonunun sağ yönlü doğrultu atımlı ve normal bileşenli fay zonu olduğu Şengör ve diğerleri (1985), Şaroğlu ve diğerleri (1992), Barka ve diğerleri (1995) ve Altunel ve Barka (1998) tarafından ortaya konmuştur.

Koçyiğit (2003)'in yaptığı çalışmada Orta Anadolu iki alt neotektonik bölgeye ayrılmıştır. Bunlar: (1) Konya-Eskişehir neotektonik bölgesi ve (2) Kayseri-Sivas neotektonik bölgesidir. Birinci alt neotektonik bölge, çekme türü bir neotektonik rejim ve veriv atımlı normal faylanma ile karakterize edilir. İkinci alt neotektonik bölge ise sıkışma-genişleme türü bir neotektonik rejim ve egemen olarak doğrultu atımlı faylarla nitelendirilir. Orta Anadolu'nun batı yarısını denetleyen çekme türü neotektonik rejim ile oluşan yapılardan bir tanesi de İnönü-Eskişehir fay zonedir. Orta Anadolu'yu karakterize eden neotektonik rejimlerin başlangıç yaşı erken Pliyosen sonrası olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen arazi verilerine göre Orta Anadolu'nun Orta Pliyosen'den beri yaklaşık 2 mm/yıllık bir hızla bir deformasyon geçirmekte olduğu belirtilir. Eskişehir fay zonu, yapılan bu çalışmada en kuzeybatıda İnegöl İlçesi batısı ile güneydoğuda Sultanhan arasında uzanan 430 km uzunluğunda, 15-25 km genişliğinde, batı yarısı genel olarak BKB-, doğu yarısı ise KB-gidişli, önemli sağ yanal doğrultu atım bileşeni olan veriv atımlı normal bir fay zonu olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1- İsparta Açısı ve yakın çevresinin başlıca yapısal öğelerini gösteren yalınlaştırılmış harita (Koçyiğit, 2000 ve Bozkurt, 2001'den alınmıştır). İşaretlenmiş bölüm çalışma alanını gösterir. Yarım oklu kalın çizgiler doğrultu atımlı fayları ve ok görelî hareket yönünü gösterir. Çentikli kalın çizgiler ise normal fayları gösterir ve dişler düşen blok tarafındadır. AG-Acıgöl Grabeni, BG-Burdur Grabeni, ÇG-Çivril Grabeni, DG-Dinar Grabeni, KG-Kütahya Grabeni, SG-Simav Grabeni, AAG-Akşehir-Afyon Grabeni, BŞG-Beyşehir Grabeni, DoG-Dombayova Grabeni, KdG-Kovada Grabeni, SKG-Sandıklı grabeni.

GPS verilerine göre Batı-Orta Türkiye, Anadolu bloğunun saat yönü tersine dönmesi ve batıya doğru yer değiştirmesi ile karakterize edilir. Anadolu bloğunun orta kısmındaki iç deformasyon 2 mm/yırdan azdır (Reilinger ve diğerleri, 1997). Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'ndan oluşan iki büyük transform yapı arasında kalan Anadolu bloğu yaklaşık 25 mm/yıl hız ile batıya doğru hareket etmekte (Straub, 1996; Straub ve diğerleri, 1997; Reilinger ve diğerleri, 1997; Kahle ve diğerleri, 1998; McClusky ve diğerleri, 2000) ve Anadolu bloğunun alt bölümü olan Batı Anadolu ise yaklaşık 30 mm/yıl hız ile güneybatıya doğru hareket etmektedir (Barka ve diğerleri, 1995). Bu veriler Batı Anadolu'nun Fethiye-Burdur fay zonu ve Eskişehir fay zonu ile Orta Anadolu'dan ayrıldığını, batı ve güneybatıya doğru hareket ettiğini ve Batı Anadolu bloğunun batıya doğru hareket hızının kuzeyden güneye doğru arttığını göstermektedir (Barka ve diğerleri, 1995).

Eskişehir fay zonu, ülkemizin önemli neotektonik yapılarından birini oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı Eskişehir fay zonunun İnönü-Dodurga arasındaki kısmının neotektonik özelliklerini ortaya koymaktır. Bu amaçla, çalışma alanının hava fotoğrafları incelenmiş, fay zonu boyunca ayrıntılı jeolojik ve jeomorfolojik gözlemler yapılmış, tarihsel ve aletsel dönemlere ait deprem kayıtları incelenmiş ve İnönü havzasında yapılan sismik kesitler de gözden geçirilerek fay zonunun özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır (Tokay, 2001).

ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

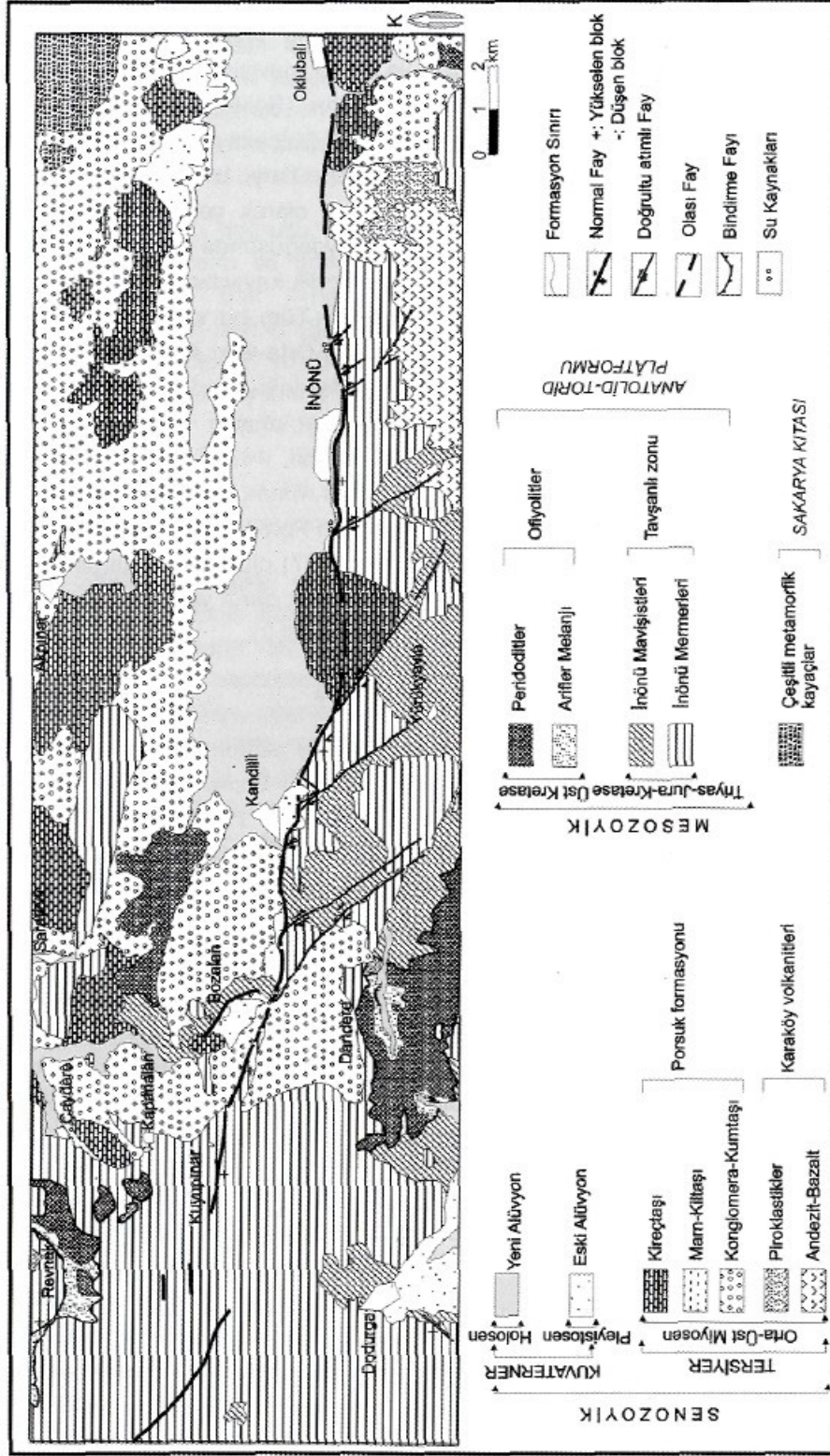
Bu çalışmanın amacı gereği, bölgenin jeolojisine ayrıntılı girmeden Eskişehir fay zonu ve yakın çevresinde yer alan birimlerin dağılımı ve özellikleri özetle verilecektir.

İnceleme alanının temelini Tavşanlı zonuna (Okay, 1984) ait İnönü mermerleri (Servais, 1982) ve İnönü mavişistleri (Gözler ve diğerleri, 1997) oluşturur (Şekil 2). Bu temel üzerinde Arifler melanji (Küçükayman ve diğerleri, 1987) ve peridotitler (Okay, 1984; Gözler ve diğerleri, 1997) tektonik olarak yer alır. Ayrıca çalışma alanının kuzeydoğusunda Sakarya Kitasına ait çeşitli metamorfik kayalar küçük bir mostra halinde yüzeyler. Tüm bu kayaları açısız uyumsuzlukla örten Orta-Geç Miyosen yaşlı karasal istif alttan üste doğru andezitik, bazaltik lâv ve piroklastiklerden oluşan Karaköy volkanitleri (Baş ve diğerleri, 1983) ile girik konglomera, kumtaşı, kilitaşı, marn, ve gölsel kireçtaşlarından meydana gelen Porsuk formasyonundan (Gözler ve diğerleri, 1997) oluşur. Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlar daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla örterler (Şekil 2).

Tavşanlı zonu

Anatolid-Torid plâtförmünün en kuzey ucunu oluşturan ve İzmir-Erzincan kenet zonu en güneyinde yer alan Tavşanlı zonu altta İnönü mermeri ile temsil edilir. Üste doğru yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş metaçört ve metaşeyl ardalanmasından oluşan metavolcano-sedimanter istif olan İnönü mavişistlerine geçer (Okay, 1984). Tavşanlı zonuna ait kayaların çökelme yaşının muhtemelen Paleozoyik ve Mesozoyik'in büyük bir kısmını kapsadığı metamorfizmanın ise Turoniyen-Alt Senomaniyen zaman aralığında geliştiği düşünülmektedir (Okay, 1984).

İnönü ovası güneyinde, Kovalca köyü dolaylarında ve Dodurga çevresinde geniş mostra veren İnönü mermerleri (Şekil 2) orta-kalın katmanlı, beyaz, kirli beyaz, sarımsı, açık gri renkli ve yer yer şist arakatlıdır. İnceleme alanında banı görülemeyen ve 200-250 m arasında görü-



Şekil 2- İnönü-Dodurga dolayının jeolojisi haritası (Küçükayman ve diğerleri, 1987 ve Gözler ve diğerleri, 1997 den değiştirilerek alınmıştır.)

nür kalınlığına sahip olan İnönü mermerlerinin üzerinde keskince bir dokanakla uyumlu olarak İnönü mavişistleri yer alır. Bu birim İnönü güneyinde, Esnemez ile Yürükyayla arasında ve Dordurga güneyinde mostra verir (Şekil 2). Ofiyolitler tarafından tektonik olarak üzerlenen İnönü mavi şistlerinin inceleme alanındaki kalınlığı kesin olmamakla birlikte 700-1000 m arasında değiştiği söylenebilir. Olasılı Alt Kretase yaşında olduğu varsayılan (Okay, 1984) mavişistlerden Mihalhçık dolayında K/Ar yöntemiyle 65 ve 82 my'lık yaşlar elde edilmiştir (Çoğulu ve Krumenacher, 1967).

Ofiyolitler

Çalışma alanı ve yakın çevresinde görülen ofiyolitler, melanj ve peridotitlerden oluşmuştur (Gözler ve diğerleri, 1997). Genelde koyu yeşil, kahverengi ve kırmızımsı renkli melanj radyolarit, çamurtaşı, kireçtaşı, metadetritik, diyabaz, serpantin, peridotit, gabro ve büyük bir olasılıkla İnönü mavişistlerine ait metamorfik kayaların tektonik olarak bir araya gelmesiyle oluşmuştur. İnceleme alanında görünür kalınlığı yer yer 100-150 m'ye ulaşmaktadır.

Büyük kütleler halinde gözlenen peridotitlerin % 90'a yakın bölümü harzburgit ve dunitten oluşmaktadır (Okay, 1984; Gözler ve diğerleri, 1997). İnceleme alanında peridotitlerin yaygın olarak buldukları yerler ise İnönü güneyi, Esnemez, Darıdere ve Çokçapınar köyleri civarındadır (Şekil 2). Koyu yeşil, yeşil, açık yeşil gibi yeşilin değişik tonlarında renkler sunan peridotitlerin tektonik zonlarında yaygın serpantinleşmelere ve ofikalsit oluşumlarına rastlanır. Özellikle tektonik zonlarda ve nap karakterli olan peridotitlerin üst kesimlerinde gözlenen lisvenitler; sarımsı kahverengi ve kirlili sarı renklere olup uzaktan bakıldığında renkleri ve sert morfolojileriyle farkedilebilir.

Bu birimin yaşı, Küçükayman ve diğerleri (1987) ne göre Meastrihtiyen sonu-Eosen başı arasındadır.

Porsuk formasyonu

Konglomera, kumtaşı, kiltası, marn ve göl sel kireçtaşlarından meydana gelen akarsu ve göl sel çökeller Porsuk formasyonu olarak ayırtlanmıştır (Gözler ve diğerleri, 1997). Çalışma alanında oldukça yaygın mostra veren konglomera-kumtaşı, Çaydere, Kapanalan, Bozalan köyleri doğusunda, Darıdere ve Kandilli köylerinin kuzeyinde Oklubalı köyünün güneyinde ve Akpınar köyü dolaylarında yüzeyletir (Şekil 2). Malzeme aldığı kayacın cinsi ve rengi ile ilgili olarak koyu kırmızı, kahverengi, boz, sarımsı boz, gri, yeşilimsi gri renklerde görülmektedir. Konglomeralar arasında bantlar halinde kumtaşları yer alır ve birbirleriyle yanal ve düşey geçişler sunar. Genelde konglomera ve kumtaşlarının üzerinde, kireçtaşlarının alt kesimlerinde nispeten ince bir ara düzey şeklinde, yeşil, sarı, boz gibi renkler gösteren marn-kiltası gözlenmektedir. Marn ve kiltaları arasında da yer yer çok ince bantlar halinde kireçtaşlarını görmek mümkündür. Altta ki konglomera ve kumtaşlarıyla düşey ve yanal geçişli olarak bulunan birimin aralarında bazalt akıntıları görülmektedir (Gözler ve diğerleri, 1997). Beyaz, gri, sarımsı bej renklerde olan göl sel kireçtaşları, orta-kalın ve düzgün tabakalanmalıdır. Daha çok tepelerde korunan birim seyrek çört bantlı, çoğunlukla gözenekli ve yer yer silisifiedir.

Porsuk formasyonunun yaklaşık kalınlığı 100-300 m arasında değişmektedir. Porsuk formasyonunun içerisinde yaş verecek herhangi bir fosile rastlanmamış ancak bölgesel korelasyonla yaşının Orta-Geç Miyosen olabileceği varsayılmıştır (Gözler ve diğerleri, 1997).

Karaköy volkanitleri

İnönü İlçesi güneyi ve güneydoğusunda tipik olarak yüzeyletir birim (Şekil 2) andezitik özellikli lâv ve piroklastiklerle temsil edilir. Genellikle

tabanında yaklaşık 1-10 m arasında değişen kalınlıkta Porsuk formasyonuna ait konglomera ve kumtaşlarının yer aldığı birimin kalınlığı 50-100 m arasında değişir. Piroklastikler tuf arakatlı aglomeralarla temsil edilir. Gri-koyu gri renkli, orta-kalın katmanlı aglomeralar genelde orta boyda volkanik kayaç parçalarının tuf hamur malzemesiye çimentolanması sonucu oluşmuştur. Andezitik-bazaltik bileşimli lavlar ise gri-koyu gri renkli, yer yer akma yapılı, üst düzeyleri gözeneklidir. Servais (1982) birimden K/Ar yöntemiyle 14,2 my'lık (Orta Miyosen) yaş elde etmiştir.

Kuvaterner

Çalışma alanında eski ve yeni alüvyon olarak adlandırılan Kuvaterner genellikle dere kıyılarındaki ve sırtlar arasındaki yüzlek çökellerle temsil edilir. Temele ait tüm kayaların çakıl ve bloklarını içerir, boylanma ve derecelenme göstermez.

Eski alüvyon, Kuvaterner öncesi tüm litolojilerin değişik türdeki blok, çakıl ve kumlarıyla çamur ve şiltlerden oluşmaktadır ve renkte buna bağlı olarak değişir. Yer yer çapraz tabakalanma gösteren birim, gevşek tutturulmuş ve kalın tabakalanmalıdır. Temel kaya birimleri ve Orta-Üst Miyosen çökelleri üzerinde uyumsuz olarak bulunan formasyon yeni alüvyonla örtülmektedir. Birimin killi seviyelerinde bulunan omurgalı fosillere göre yaşı Erken Pleyistosen (Willafrankiyen)'dir (Gözler ve diğerleri, 1984).

Yeni alüvyon, Sarısu deresi ve diğer akarsuların getirip biriktirdiği genellikle tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil gibi materyallerden meydana gelmektedir.

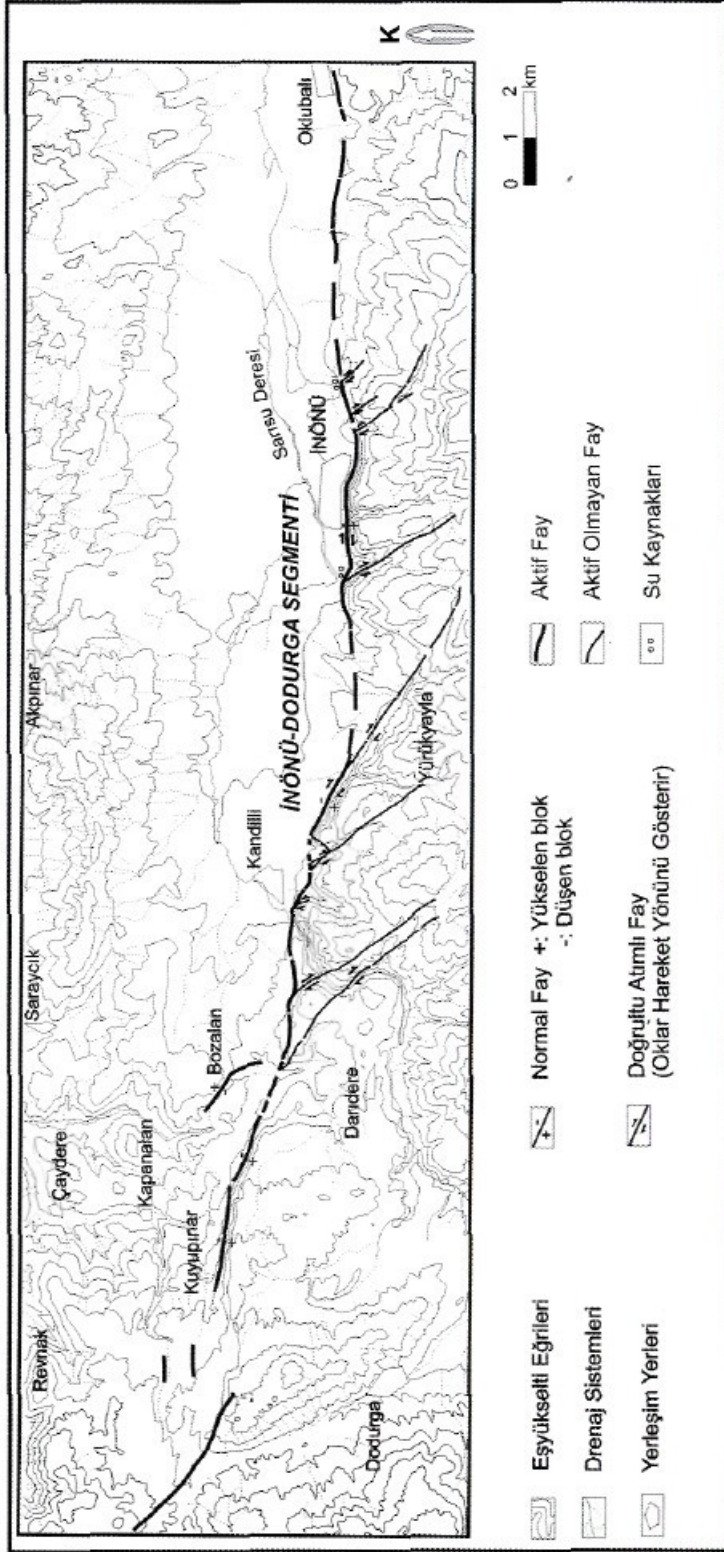
İNÖNÜ-DODURGA ARASINDA ESKİŞEHİR FAY ZONU

Genel olarak BKB-DGD doğrultusunda uzanan Eskişehir fay zonu, İnönü

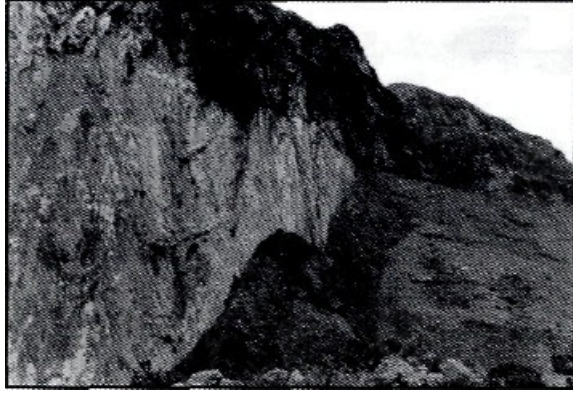
Dodurga arasında D-B ile BKB-DGD arasında değişmektedir. Araştırma alanı içerisinde Dodurga kuzeyi ile Oklubalı köyü arasında uzanan, İnönü havzasını güneyden sınırlayan ve yaklaşık 33 km uzunluğundaki bölüm İnönü-Dodurga segmenti olarak ayırt edilmiştir (Şekil 3) (Tokay, 2001; Tokay ve Altunel, 2001). İnönü-Dodurga segmentinin aktivitesine ait özellikleri belirlemek amacıyla jeolojik, jeomorfolojik gözlemlerden ve jeofizik verilerinden yararlanılmıştır.

Jeolojik gözlemler

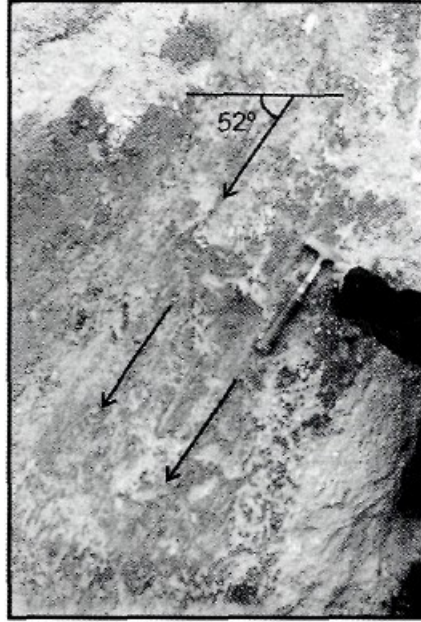
İnönü havzasının güneyinde yer alan İnönü-Dodurga segmenti, İnönü-Okklubalı köyü arasında yaklaşık D-B doğrultusunda uzanırken Kandilli ve batısında ise yaklaşık BKB-DGD doğrultusudur (Şekil 3). İnönü güneyinde gözlenen fay; yamaç molozu ve alüvyon ile Mesozoyik yaşlı mermerlerin dokanağını oluşturur. Fay düzlemleri önünde gelişen yamaç molozları, fay aynasındaki çeşitli yapısal özelliklerin korunmasını sağlamış ve yamaç molozlarının değişik amaçlarla alınması sonucu bazı kesimlerde fay aynaları yüzeye çıkmıştır (Şekil 4). Bu fay düzlemleri genel olarak K70-80B doğrultulu ve 70° KD ve 90° eğimlerde, iyi korunan fay aynalarında fay breşi gözlenmektedir. Kaymanın düşey yönde olduğunu gösteren fay çiziklerinin yanı sıra ölçüm yapılan pek çok fay düzleminde verev hareketi gösteren fay çizikleri de oldukça belirgindir. K67D/86° KB konumlu fay aynasında sapma açısı 52° KD'ya dalımlı fay çizikleri ve verev hareketin varlığını göstermektedir (Şekil 5). Yine Kandilli köyü güneyinde yaklaşık KB-GD doğrultusunda uzanan, Mesozoyik yaşlı mermerler ile Kuvaterner çökelleri arasında sınır oluşturan fay düzleminde, K70B/77° KD konumlu fay aynasında 44° KD'ya dalımlı fay çizikleri de verev hareketin varlığını desteklemektedir. Kandilli güneyinde gözlenen fay aynalarında fay killeri oldukça belirgin olarak gözlenmektedir.



Şekil 3- İnönü-Dodurga dolayının topografik haritasında neotektonik dönem fayları. Kontur aralığı 50 metredir.



Şekil 4- İnönü güneyinde, yamaç molozlarının alınmasıyla yüzeye çıkan fay aynasının görünümü.



Şekil 5- İnönü güneyinde, fay aynasında verev atımı gösteren fay çizikleri (çekiç ve oklar fay çiziklerine paraleldir).

İnönü'nün doğusunda, Mesozoyik mermerleriyle faylı dokanak oluşturan Orta-Üst Miyosen çökellerinde, yaklaşık D-B doğrultulu ana

fay düzlemine paralel gelişen sentetik ve yer yer de antitetik faylar gözlenir. Orta-Üst Miyosen yaşlı kireçtaşlarında ve altındaki kilittaşlarında, kuzeyinde yer alan İnönü havzasına doğru gelişmiş sentetik faylar oldukça belirgindir. Daha doğuda yer alan Oklubals köyü güneyi ve güneybatısında, İnönü havzasının tabanında biriken Kuvaterner çökelleri ile Orta-Üst Miyosen yaşlı birimler arasında dokanak boyunca fay belirgin olarak görülememektedir. Ancak, havza tabanı ile güneydeki yükseklikler arasında yaklaşık D-B doğrultusundaki ani topoğrafik farklılık, alüvyon yelpazesinde gelişen basamaklanma faylanmanın bir sonucudur. Ayrıca İnönü'nün batısında gözlenen Orta-Üst Miyosen çökellerinde yaklaşık D-B doğrultusunda gelişen morfolojik basamaklanma da muhtemelen bu fayla gelişmiştir.

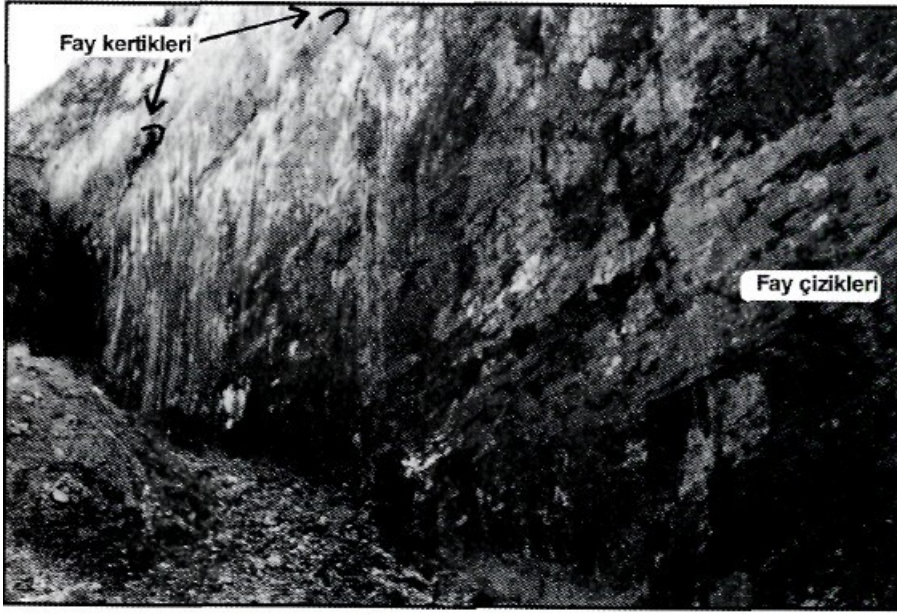
İnceleme alanının batı kesiminde sadece Mesozoyik mermerlerinde gözlenen fay yaklaşık 200 m düşey atım miktarı ile ani topoğrafik farklılık sunmaktadır. K60-86B doğrultusunda 60-85° KD'ya eğimli fay düzlemleri oldukça aşınmıştır. Bu fay düzleminin düşen bloğunda K87B doğrultulu iki antitetik fay görülür ve bu fayların kuzey blokları yaklaşık 2 m yükselmiştir.

İnönü-Dodurga segmentine genel olarak bakıldığında taban bloktaki ana fay düzlemi gerisinde, üst seviyelere doğru basamaklar şeklinde gelişmiş ve farklı eğim açlarına sahip fay düzlemleri görülür. İnönü-Dodurga segmentinin aktivitesine bağlı olarak gelişen bu düzlemlerin doğrultulan birbirine paraleldir.

Ayrıca inceleme alanında KB doğrultusunda kabaca birbirine paralel uzanan faylar görülür (Şekil 3). Özellikle Kandilli güneyi-Yürükyayla arasında ve İnönü'nün hemen batısında gözlenen bu fay düzlemleri K30-50B doğrultulu 70° KD ve 90° eğimlerde. Fay aynaları üzerinde net olarak gözlenen doğrultuya paralel gelişmiş fay çizikleri ve kertiklere dayanarak bunların sağ yanal atımlı faylar olduğu belirgindir (Şekil 6). Bu

fay düzlemlerinde düşey ve/veya vevrev atımı belgeleyecek herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Fay yüzeylerinde makaslama sonucu, yaklaşık 2 cm kalınlıktaki bölüm şisti bir yapı kazanmış, 50-60 cm'lik kesimde ise parlak, macunumsu görünüm almış fay killeri görülmüştür. Çalışma alanında kabaca birbirine paralel uzanan bu sağ yanal atımlı fayların kuzey uçları

İnönü havzasında, İnönü-Dodurga segmentinde sonlanmaktadır. Bu sağ yanal atımlı faylara ait herhangi bir iz havza kuzeyinde gözlenmemektedir. İnceleme alanında yer alan sağ yanal atımlı faylar ile İnönü-Dodurga segmentinin kesiştiği noktalarda biri İnönü'nün batısında, diğeri de İnönü'nün doğusunda olmak üzere 2 sıcak su kaynağı mevcuttur (Şekil 3).



Şekil 6- İnönü güneybatısında sağ yanal atımlı fay yüzeyinde doğrultuya paralel gelişmiş fay çizikleri ve kertiklen.

Jeomorfolojik ve morfotektonik gözlemler

İnönü çevresinde (Şekil 3) paleotektonik dönemin yapısal izlerini taşıyan yüksek bir düzlük sistemi bulunur. Aşınım kökenli bu düzlükler, Triyas'dan Üst Miyosen sonlarına kadar olan zaman aralığında yaşlandırılan çeşitli formasyonlar üzerinde gelişmiş olup olasılıkla Pliyosen yaşlıdır. Bu aşınım yüzeyi günümüzde Kuyupınar-İnönü-Oklubalı hattının güneyinde yükselmiş olarak bulunmasına rağmen sahanın kuzeybatı ve kuzey bölümünde kısmen daha düşük sevi-

yelerde yer almaktadır. Aşınım yüzeyinin Kuyupınar-Oklubalı hattında birdenbire sonlandığı görülür. Bu hattın kuzeyinde ona paralel uzanan Kuvaterner çökel alanı oluşmuştur. Yaklaşık D-B uzanımlı bu çökel havzasının özellikle güney kenarı fay denetimlidir. Fayın kuzeyinde yer alan İnönü havzası içerisinden yaklaşık D-B gidişli Sarısu deresi geçmektedir. Ayrıca araştırma alanını akaçlayan Sarısu deresinin fay hattına dik uzanan güney kollan D-B uzanımlı ana akarsuya kuzeye akışlarla birleşmektedir. Bu yan kollanın oluşturduğu vadiler genç olup, taban

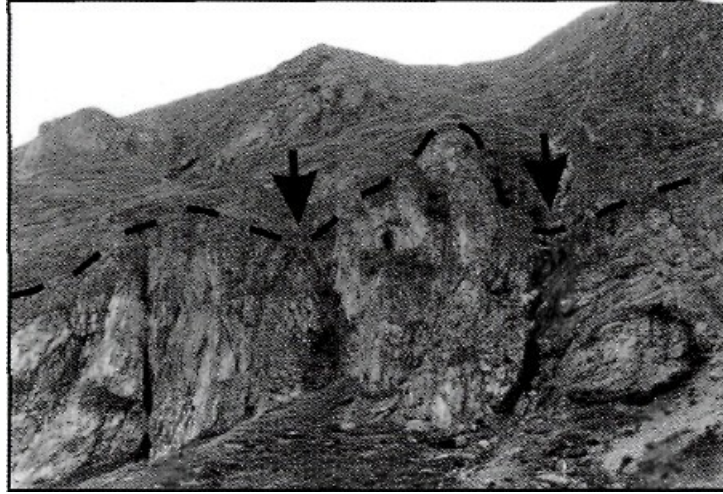
bloktaki gençleşme başları çok belirgindir. Vadi yamaçlarında yoğun kütle hareketleri bulunmaktadır. Sarısu deresinin İnönü-Dodurga segmenti güney bloğundaki yan kollan saplanmış gömük mendereslere yerleşmiştir. Bu vadi formları fayın taban bloğundaki yükselmeye bağlı olarak şekillenmiştir. Kandilli dolayında, Sarısu deresinin akaçlama alanının geniş olması yani derenin yükünün fazla olmasına karşın eğimin azaldığı kesimlerde, olması gereken yelpaze oluşumunu sağlayamamıştır.

Kuyupınar-Oklubalı hattı boyunca gelişen fay dikliklerinde yüzeyleyen mermerlerde askıda kalmış yer altı karst drenaj sistemi (mağaralar) belirgindir. Bu kesimlerde, yükselen blokta izlenen asılı vadilerin havza tabanından olan görelî yükseklikleri 70 metreye ulaşır (Şekil 7). Özellikle İnönü ilçesi güneyinde sayıca artış gösteren

asılı vadilerde geriye doğru gençleşme başları oldukça belirgindir.

İnceleme alanının kuzey bölümünde ise yamaçlar az eğimli, ova tabanına geçişler güneyindeki gibi ani değildir. Pliyosen aşınım yüzeylerinin Kuvaterner çökelleri tarafından üzerlendikleri gözlenir. Çalışma alanın kuzeydoğusunda kalan alan ise kısmen bloklanarak, kısmen de GD yönünde eğimlenerek yükselmiş durumdadır.

Günümüzde, Sarısu deresi tarafından akaçlanan İnönü havzası, yaklaşık D-B uzanlı asimetrik bir küvet morfolojisi sunmaktadır. Havzanın kuzeyindeki genel jeomorfolojik yapıda güneye eğimlenmeler belirgin olup bunlar olasılıkla İnönü-Dodurga segmentinin tavan bloğunda gerçekleşmiştir (Şekil 3).



Şekil 7- İnönü güneyinde, fayın taban bloğunda gelişen asılı vadiler (oklar asılı vadileri gösterir.)

Jeofizik veriler

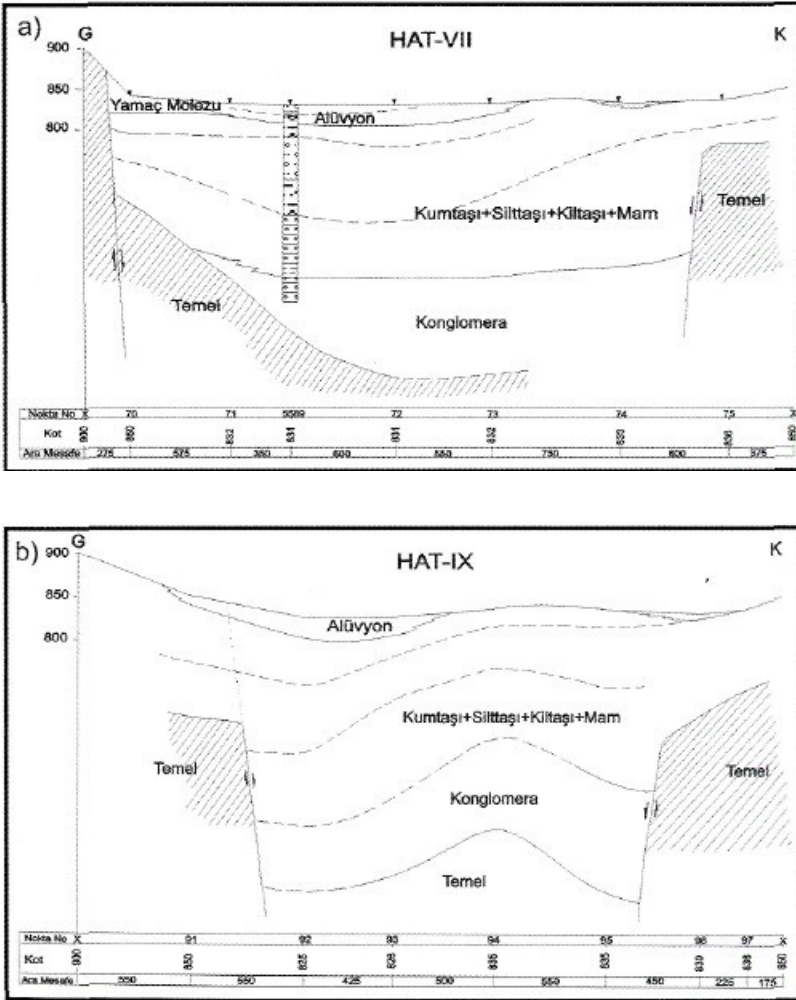
Bu bölümde, MTA Genel Müdürlüğü ve DSİ III. Bölge Müdürlüğünden sağlanan, farklı amaçlarla hazırlanmış gravite, aeromanyetik ve rezistivite verileri değerlendirilmiştir.

Gravite kontur haritasından düşük yoğunlukla temsil edilen alüvyon ve genç çökeller ile yoğunluğu nispeten daha yüksek kayaların birbirinden ayrımında yararlanılmıştır. Gravite kontur anomalilerine göre İnönü havzası, temel en derin ve genç çökellerin en kalın olduğu alanı

göstermektedir. Havzanın kuzey ve güneyinde gözlenen ani değer değişimleri İnönü havzasının faylarla sınırlandırılmış olabileceğini gösterir. İnönü havzasının kuzey ve güneyinde aeromanyetik kontur anomalilerinde gözlenen manyetik şiddetteki ani değer değişimleri, arazide denetlenen faylarla ve gravite verileri ile uyumluluk göstermektedir.

İnönü havzasında yapılan 5 adet, yaklaşık kuzey-güney yönlü rezistivite profil çalışmalarına göre İnönü havzasında temel birimin üzerinde

kalınlığı 30-100 m arasında değişen çakıltaşı yer alır. Çakıltaşı üzerinde farklı kalınlık ve dizilişlerde kumtaşı, kiltaşı, çakıltaşı ve marn görülür. Bunların toplam kalınlığı 100-250 m arasında değişmektedir. Alüvyonun kalınlığı ise ovada en fazla 40 m'dir (Mumcu, 1975). Ayrıca bu jeofizik rezistivite verilerinden, İnönü havzasında, batıda Kandilli'den doğuda Oklubalı köyüne kadar uzanan, biri güneyde diğeri kuzeyde olmak üzere yaklaşık D-B doğrultulu iki fay yorumlanmıştır (Şekil 8 a, b).



Şekil 8- İnönü havzasının rezistivite kesitleri, (a) Hat-VII Elektrik yapı kesiti, (b) Hat-IX Elektrik yapı kesiti (Mumcu, 1975).

Kuzeyde gelişen fay gömülü konumdadır. Bu kesitlere göre İnönü havzası güney ve kuzeyden faylarla sınırlandırılmış bir graben görünümündedir.

DEPREMSELLİK

Orta Anadolu bölgesini karakterize eden faylar, yaklaşık 1000-2000 yıl aralıklarla oluşan büyük deprem, 100-300 yıl ve 10-30 yıl aralıklarla oluşan orta ve küçük deprem üretme potansiyeline sahiptir (Koçyiğit, 2003). Eskişehir fay zonu, birinci derece deprem bölgesi olan Kuzey Anadolu Fay zonu ile Ege bölgesi arasında yer alır. Deprem aktivitesi açısından önemli iki bölge arasında kalan Eskişehir fay zonunu oluşturan fayların çoğu aktif olup küçük ve orta büyüklükte deprem üretme potansiyeline sahiptir. Tarihsel kayıtlar içerisinde V şiddetinde olduğu rapor edilmiş Eskişehir ilinin doğusunda 39.75-31.10 koordinatları arasında yer alan Beylikahır (Eskişehir) depremi vardır (Soysal ve diğerleri, 1981) ve bu depremin Eskişehir fay zonu içerisinde olduğu Koçyiğit (2003) tarafından belirtilmiştir. Son yüzyıllık aletsel dönem içerisinde Bursa-Eskişehir arasında, 39.5-40.3 enlem ve 29.0-31.0 boylamları arasında magnitüdü 4 ve üzerinde 53 adet deprem meydana gelmiştir. Eskişehir fay zonunda ve çevresinde görülen magnitüdü 4 ve üzerinde depremlerin dış merkez dağılımları, gözardı edilemeyecek bir deprem aktivitesini göstermektedir. Eskişehir fay zonu üzerinde son yüzyılda kayıt edilmiş en önemli deprem 20 Şubat 1956 (M=6.4) Eskişehir depremidir. Depremin merkez üssü Eskişehir'in yaklaşık 10 km batısında yer alan Çukurhisar yakınlarındadır (Öcal, 1959). Depremin odak mekanizması çözümü (McKenzie, 1972) sağ yanal doğrultu atım bileşeni bulunan normal faylanma olduğunu gösterir.

GPS ölçümlerine göre Orta Anadolu'nun iç deformasyon hızı 2 mm/yıldan daha azdır (Reilinger ve diğerleri, 1997). Altunel ve Barka (1998) yaptıkları çalışmada tarihsel ve aletsel deprem verileri ve GPS ölçümlerini (Barka ve diğerleri, 1995; Reilinger ve diğerleri, 1997) değerlendirerek Eskişehir fay zonu üzerindeki hareket hızının 1-2 mm/yıl mertebesinde olduğunu belirtmektedir. Koçyiğit (2003) ise yaptığı arazi gözlemleri sonucu Eskişehir fay zonu üzerindeki normal devinim hızının yaklaşık 0.07-0.13 mm/yıl olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Eskişehir fay zonu İnönü-Dodurga segmentinin neotektonik özellikleri, jeolojik ve jeomorfolojik çalışmalar, tarihsel deprem aktivitesi, değişik amaçlarla yapılmış jeofizik kesitlerin değerlendirilmesi ve GPS ölçüm değerleri göz önüne alınarak araştırılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen veriler birbirini destekler nitelikte fayın İnönü havzası güneyinde yaklaşık D-B doğrultusunda, Kandilli ve batısında ise yaklaşık BKB-DGD doğrultusunda uzandığını göstermektedir. Ayrıca, jeomorfolojik ve jeofizik veriler, İnönü havzasını kuzeyde sınırlayan yaklaşık D-B doğrultusunda antitetik fayların olduğunu göstermektedir.

Eskişehir fay zonu, İnönü-Dodurga arasında fay düzlemlerinde 52° ve 44° KD'ya dalımlı fay çizikleri sunmaktadır. Bu veriler de fay zonunun sağ yönlü doğrultu atım bileşeni olan verev fay olduğunu desteklemektedir. Genel olarak BKB gidişli olan bu fay boyunca gelişen güncel genişleme yönü KKD-GGB'dir.

İnönü havzası güneyinde, KB-GD doğrultusunda kabaca birbirine paralel uzanan sağ yanal atımlı fayların kuzey uçları İnönü-Dodurga segmenti tarafından kesilmektedir. KB-GD uzanımlı

doğrultu atımlı fayların İnönü-Dodurga fayı tarafından kesilmeleri, İnönü-Dodurga fayının bu faylardan daha genç olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu fayların kesiştiği noktalarda, İnönü'nün batısında ve doğusunda olmak üzere sıcak su kaynakları vardır. Kaynakların yüzeye çıktığı noktalar yer altı suyuna yol oluşturan tektonik yapıların düşüm noktalardır (Altunel ve Hancock, 1993) ve kaynakların varlığı muhtemelen İnönü-Dodurga fayının aktivitesine bağlıdır.

İnönü-Dodurga segmentinde, ana fay düzlemi gerisinde basamaklar şeklinde gelişmiş ve değişik eğim açılarındaki fay düzlemlerinin varlığı ve asılı vadilerde gözlenen basamaklanma, aktif normal fay yüzeylerinde yaygın olarak görülen morfolojik yapılarıdır. Bu yapılar da İnönü-Dodurga fay sarplığının oluşması için fayın birden fazla hareket ettiğinin gösteleridir.

Ayrıca morfotektonik gözlemlere ilişkin tüm veriler değerlendirildiğinde Pliyosen dönemde oluşan yelpazenin aşınım yüzeyinin daha sonraki dönemde (Pleyistosen-Holosen) yaklaşık D-B yönlü bir fay ile parçalandığını ve bu faya paralel uzanan bir çökel alanının şekillendiğini gösterir. Dodurga, Darıdere, Yürükayla, Oklubalı güneyi Pliyosen aşınım yüzeyi, İnönü-Dodurga segmenti ile kesintiye uğratılırken kuzey çökmüş, ad! geçen köylerde ise yüzeyin bloklanarak yükseldiği söylenebilir.

İnönü-Dodurga segmentinde gözlenen genç topografya, ana fay düzlemi gerisinde gözlenen basamaklanma, asılı vadiler, sıcak su kaynakları ve Eskişehir fay zonunda aletsel dönemde oluşan depremler fay zonunun günümüzde aktif olduğunu göstermektedir.

Eskişehir fay zonu üzerindeki deformasyon hızının düşük olması büyük depremlerin tekrarlanma aralıklarının geniş olmasına neden ola-

bilir. Eskişehir fay zonu birbirini takip eden segmentlerden oluşmuştur. Eskişehir fay zonunu oluşturan bu segmentler farklı zamanlarda aktivite gösterebilirler. İnönü-Dodurga segmenti üzerinde tarihsel ve aletsel kayıtlarda önemli bir deprem olmamasına rağmen depremlerin tekrarlanma aralıklarının geniş olması ve M=6.4 olan Eskişehir (Çukurhisar) depreminin büyüklüğü göz önünde bulundurulursa İnönü-Dodurga segmentinin de deprem üretme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında sunulan "Yüksek Lisans Tezi'nin bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazarlar çalışma sırasında arazi olanağı için MTA Genel Müdürlüğüne, çalışma süresince saha ve diğer konulardaki yardımları için Dr. Neşat Konak'a (MTA) ve değerli fikirleri için Mustafa Keçer'e (MTA) teşekkür eder.

Yayına verildiği tarih, 1 Nisan 2004

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aksu, A.E., Yaltırak, C. ve Hiscott, R.N. 2002. Quaternary paleoclimatic-paleoclimatographic and tectonic evolution of the Marmara Sea and environs. *Marine Geology*, 190, 9-18.
- Altunel, E. ve Hancock, P.L. 1993. Active fissuring faulting in Quaternary travertines at Pamukkale, western Turkey. Stewart, I.S., Vita-Finzi, C. ve Owen, LA (ed.). *Neotectonics and Active Faulting* da. *Zeitschrift Geomorphologie Supplementary*. 94, 285-302.
- , ve Barka, A. 1998. Eskişehir fay zonunun İnönü-Sultandere arasında neotektonik aktivitesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 41, 2, 41-52.

- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C. 1995. The İsparta angle: its importance in the neotectonics of the eastern Mediterranean region. Pişkin, Ö., Ergün, M., Savaşçın, M.Y. ve Tarcan, G. (ed.). IESCA-1995 Proceedings da, 3-17.
- Baş, H., Akıncı, H., Dinçel, A., Okumuş, A., Kiral, K. ve Şen, MA. 1983. Domanıç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7293, 83s- Ankara (yayımlanmamış).
- Bozkurt, E. 2001. Neotectonics of Turkey - a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Çoğulu, E. ve Krummenacher, D. 1967. Problemes geochronometriques dans la partie N de l'Anatolie Centrale (Turquie). *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 47, 825-833.
- Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A. 1984. Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 103,40-54.
- , —————, Ergül, E. ve Asutay, H.J. 1997. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9973, 86s. Ankara (yayımlanmamış).
- Kahle, KG., Straub, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst, K., Veis, G., Kastens, K. ve Cross, P. 1998. The strain field in the eastern Mediterranean estimated by repeated GPS measurements. *Tectonophysics*, 294, 237-252.
- Kaymakçı, N. 1991. Neotectonic evolution of the İnegöl (Bursa) basin. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 73s. Ankara (yayımlanmamış).
- Koçyiğit, A. 2000. Güneybatı Türkiye'nin depremselliği. BADSEM 2000-Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2000, izmir, 30-39.
- Koçyiğit, A. 2003. Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği. *Türkiye Petrol Jeologları Bülteni Özel Sayı*, 5, 1-24.
- , A. ve Kaymakçı, N. 1995. İnönü-İnegöl superimposed basins and initiation age of extensional neotectonic regime in west Turkey. *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region 1995*, 9-14 October, İzmir-Güllük, Turkey, 33.
- Küçükayman, A., Genç, Ş., Gök, L., Kar, H. ve Ateş, M. 1987. Bozüyük-Tavşanlı-Kütahya arasındaki jeolojisi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8356, 98s. Ankara (yayımlanmamış).
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nardaria, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealep, A., Toksöz, N. ve Veis, G. 2000. Global positioning system constraints on the plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and the Caucasus. *J. Geophys. Res.*, 105, 5695-5719.
- McKenzie, D. 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
- , D. 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt. *The Aegean Sea and Surrounding regions. Geophys. J. Roy. Astro. Soc.*, 55, 217-254.
- Mumcu, N. 1975. Eskişehir ve İnönü Ovaları jeofizik rezistivite etüt raporu. Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü, 49s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Okay, A.I. 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar. *Ketin Sempozyumu*, 20-21 Şubat 1984, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, 83-92.

- Öcal, N. 1959. 20 Şubat 1956 Eskişehir zelzelesi'nin makro- ve mikrosismik etüdü. İstanbul Teknik Üniversitesi Sismoloji Enstitüsü Yayını, 49s.
- Reilinger, R.E., McClusky, S., Oral, M.B., King, R.W., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I., Lenk, O. ve Sanlı, I. 1997. Global positioning system measurements of present day crustal movement in the Arabia-Africa - Eurasia plate collision zone. *Journal of Geophysical Research*, 102, 9983-9999.
- Sakıncı, M., Yalıtırak, C. ve Oktay, F.Y. 1999. Palaeogeographical evolution of the Thracian Neogene Basin and the Tethys-Paratethys relations at northwestern Turkey (Thrace). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 153, 17-40.
- Servais, M. 1982. Collision et suture tethysienne en Anatolie Centrale Etude structurale et metamorphique (HP-BT) de la zone Nord Kütahya: Doktora Tezi, Paris Üniversitesi, Fransa, 349s. (yayımlanmamış).
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y. 1981. Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem katalogu (M.Ö. 2100-M.S. 1900). TÜBİTAK proje no. TBAG-341, 87s.
- Straub, C. 1996. Recent crustal deformation and strain accumulation in the Marmara sea region, NW Anatolia inferred from GPS measurements. Ph.D. Thesis, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, 122s (yayımlanmamış).
- , Kahle, H.G. ve Schindler, C. 1997. GPS and geological estimates of the tectonic activity in the Marmara Sea region, NW Anatolia. *J. Geophys. Res.* 102, 27587-27601.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. 1987. Türkiye'nin aktif fayları ve deprensellikleri. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8174, 394s. Ankara (yayımlanmamış).
- , ————— ve ————— 1992. 1:1 000 000 Türkiye diri fay haritası. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Biddle, K.T. ve Christie-Blick, N. (ed.). *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation* da. *Soc. of Eco. Paleo. and Min. Spec. Publ.*, 37, 227-264.
- Tokay, F. 2001- Eskişehir fay zonunun İnönü-Dodurga segmentinin neotektonik özellikleri. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 67s, (yayımlanmamış).
- , ve Altunel, E- 2001. Eskişehir fay zonunun İnönü-Dodurga çevresinde neotektonik özellikleri. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu Beşinci Toplantısı (ATAG-5) Bildiri Özetleri*, 15-16 Kasım 2001, Ankara. 14.
- Yalıtırak, C., Alpar, B. ve Yüce, H. 1998. Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (northeastern Aegean Sea, Turkey). *Tectonophysics*, 300, 227-248.