

**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU**  
**ÇEVRE, ATMOSFER YER VE DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA GRUBU**

**AKGÖL (BURDUR) GRABENİNİN**  
**NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ VE KENAR**  
**FAYLARININ DEPREMSELLİĞİ**

**YDABAG: 109 Y 168**

**FİNAL RAPORU**

28 / 12 / 2010  
ANKARA



ODTÜ Mühendislik Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Laboratuvarı

**Proje Adı: AKGÖL (BURDUR) GRABENİNİN NEOTEKTONİK  
ÖZELLİKLERİ VE KENAR FAYLARININ DEPREMSELLİĞİ**

**Proje Kodu: ÇAYDAĞ-109 Y 168**

**Proje Yürütücüsü: Prof.Dr. Ali Koçyiğit (ODTÜ)**

**Araştırmacı:**

**Orta Doğu Teknik Üniversitesi :**

Şule Deveci Gürboğa (Doktora Öğr.)

**TÜBİTAK**

## BÖLÜM-I.

### AKGÖL (BURDUR) GRABENİNİN NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ VE KENAR FAYLARININ DEPREMSELLİĞİ

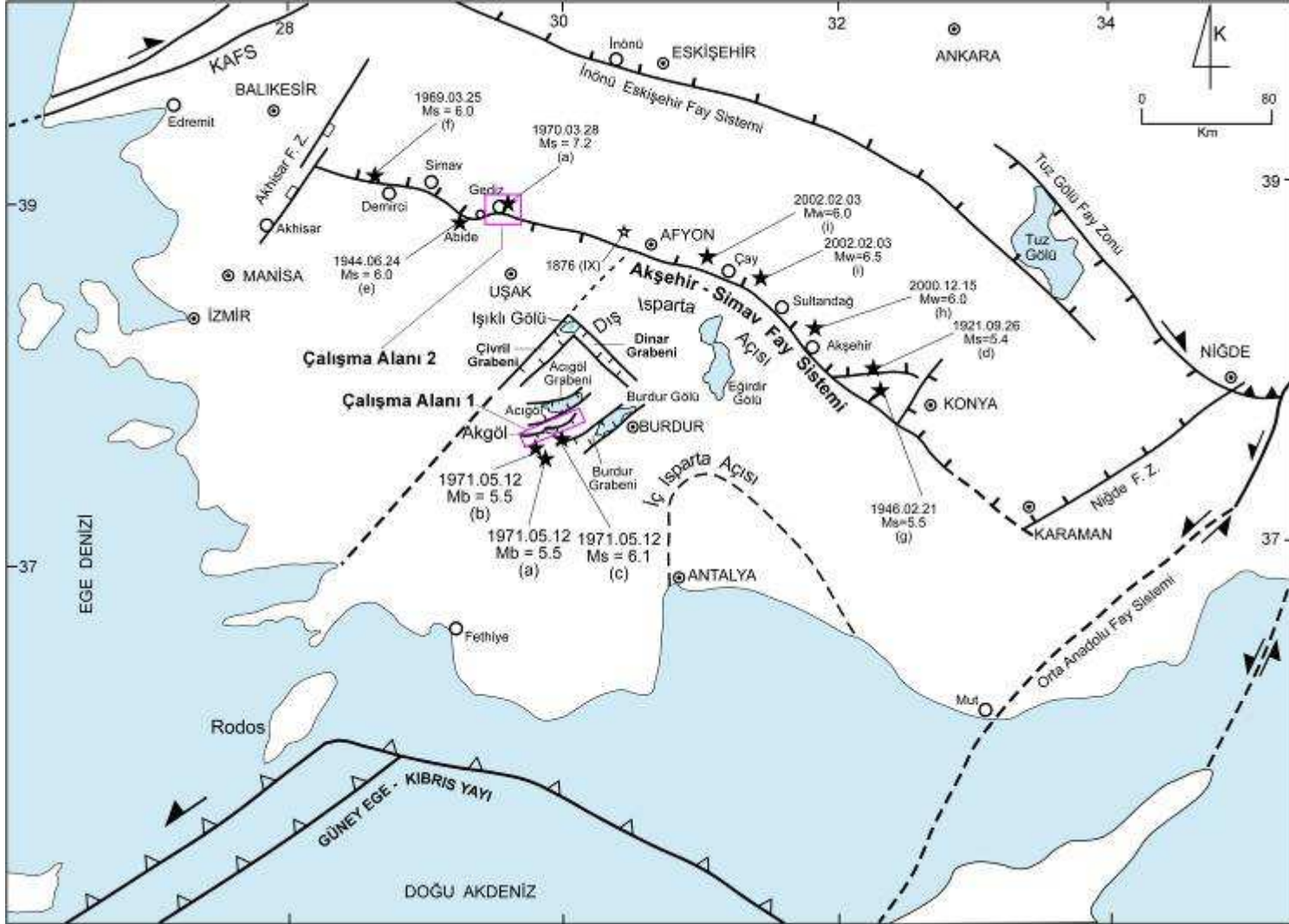
#### 1.GİRİŞ

##### 1.1.Çalışma Alanı

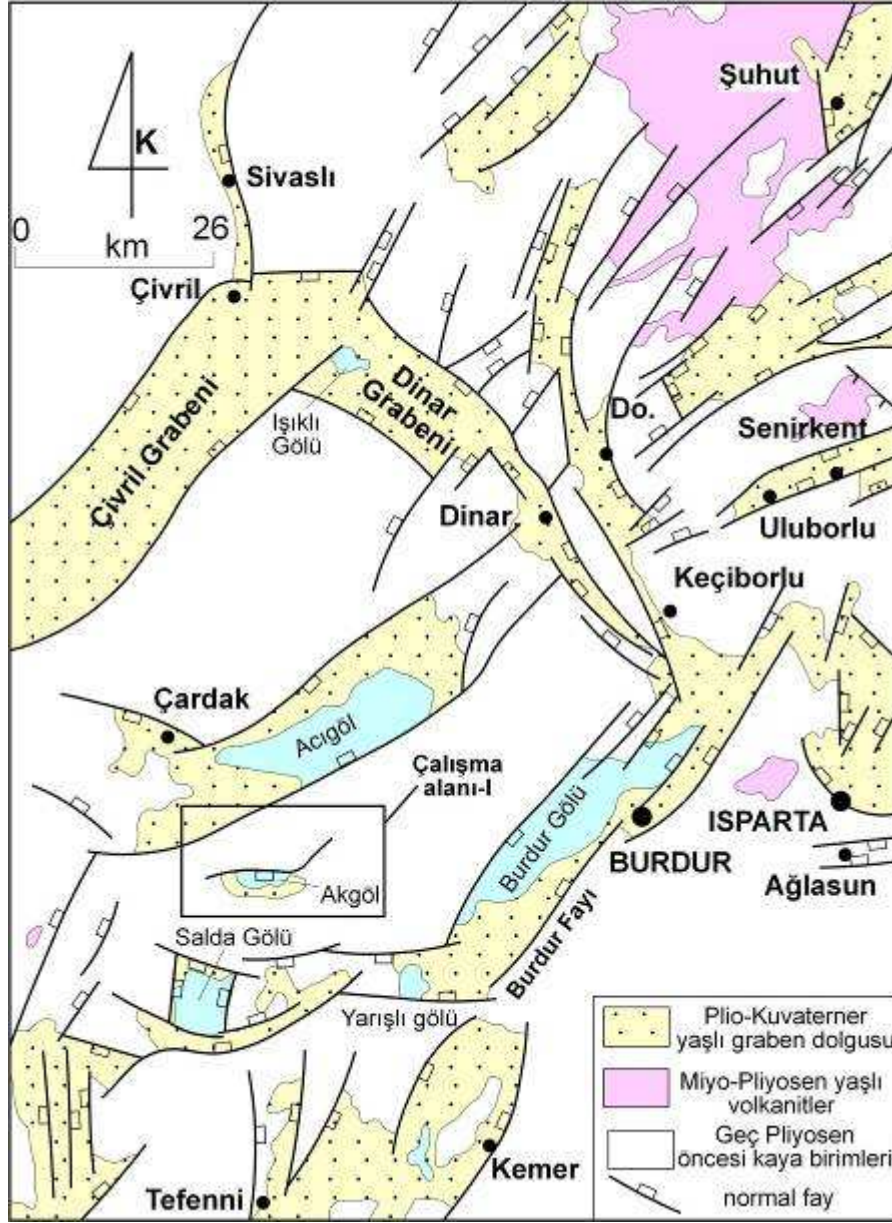
Araştırmaya konu olan Akgöl güncel grabeni, Isparta Açısı' nın batı kanadında yer alan genişlemeli bir çöküntü alanıdır (Şekil 1). Güneyde Burdur grabeni ile kuzeyde Acıgöl grabenini birbirinden ayıran Söğütdağı horstunun doruk kesiminde yer alan çalışma alanı yeni saptanmış bir grabendir (Şekil 2). Yaklaşık olarak 29°.37'.30'' – 30°.30'.00'' doğu boylamları ve 37°.37'.30'' – 37°.45'.00'' kuzey enlemleri ile sınırlanan çalışma alanı 1/25.000 ölçekli M23-c2, M23-c1, M23-d2 topoğrafik paftaları içinde kalır ve yaklaşık 400 km<sup>2</sup> büyüklüğündedir.

##### 1.2. Konu, Kapsam ve Amaç

Proje kapsamında gerçekleştirilecek olan araştırmanın üç ana konusu ve amacı vardır. Bunlardan ilki, yeni saptanmış ve henüz literatüre geçmemiş olan Akgöl (Burdur) grabeninin neotektonik özelliklerini ortaya koymak ve grabenin kenar faylarını analiz ederek oluşturabilecekleri enbüyük depremi hesaplamaktır. İkincisi, kaynağı literatürde tartışmalı olan 12 Mayıs 1971 Mb= 5.5 “Burdur Depremi”nin, Burdur Fayı'ndan mı yoksa Akgöl grabeninin kenar faylarından mı kaynaklandığının araştırılması ve tartışılmasıdır. Üçüncü ve son amacı ise, Ms= 7.1 büyüklüğündeki 28 Mart 1970 Eskigediz depreminin (Ambraseys, 2001) yüzey kırıklarından bazılarını da içeren Erdoğmuş-Yenigediz grabeninde, yönetimimde doktora çalışmalarını sürdüren öğrencim Şule Deveci (Gürboğa)'nin paleosismolojik çalışmalarına (tarihsel depremleri ve bunların yinelenme aralığını belirlemeye dönük hendek çalışmalarına) katkı sağlamaktır. Bu üç amacı gerçekleştirmeye yönelik olarak iki ayrı çalışma alanı seçilmiştir (Şekil 1). Her ikisi de güneybatı Türkiye genişlemeli neotektonik bölgesinde bulunan çalışma alanlarından ilki, Göller bölgesini karakterize eden ve güneyde Burdur grabeni ile kuzeyde Acıgöl grabeni arasındaki Söğütdağı horstunun doruk kesiminde yer alan Akgöl ve yakın çevresidir (Şekil 2). Akgöl grabeninin özellikle kuzey, batı ve doğu kenarları aktif faylarla sınırlıdır. Bu fay-



**Şekil 1.** Güneybatı Türkiye’de levha içi önemli aktif fay sistemlerini, kuşaklarını ve önerilen çalışma alanlarını gösteren yalınlaştırılmış harita. (a) McKenzie 1978; (b) Taymaz ve Price 1992; (c) Ambraseys 2001; (d) Grabert 1971; (e) Ambraseys ve Tchalenko 1972; (f) Eyidoğan ve Jackson 1985; (g) Soysal ve diğ. 1981; (h) Taymaz ve Tan 2001; (i) Kalafat ve diğ. 2002; KAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi.



**Şekil 2.** Çalışma alanı ve yakın çevresindeki önemli deprem kaynaklarını ve ana yapıları gösteren yalınlaştırılmış harita.

lar  $M_b = 5.5$  büyüklüğündeki 12 Mayıs 1971 “Burdur Depremi”nin episantırına (Taymaz ve Price 1992) 2.5-3 km uzaklıktadır. Ancak literatürde (Taymaz ve Price 1992; Yılmaztürk ve Burton 1999) anılan depremin, episantıra 43 km uzaklıktan ve güneyden geçen Burdur Fayı’ndan kaynaklandığı rapor edilmiştir. Çünkü, depremin oluştuğu tarihte ve öncesinde, deprem episantırına daha yakın olan Akgöl grabeni ve kenar fayları henüz bilinmiyordu.

Özetle, Akgöl grabeni ve kenar faylarının ayrıntılı olarak haritalanması, fayların analiz edilmesi ve fayların üretebilecekleri en büyük deprem büyüklüğünün hesaplanması projenin ana amacıdır. Akgöl grabeni, kuzeyde yer alan Acıgöl grabeninden araya giren

Sögütüdağı horstu ile ayrılır ve Acıgöl grabeni (EK-I), bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Projenin ikinci amacı ise, Erdoğan-Yenigediz grabeninde ve yönetiminde sürdürülmekte olan doktora tezinin paleosismik çalışmalarına katkı sağlamaktır. Paleosismoloji çalışmaları, 28 Mart 1970 Ms = 7.1 Gediz depreminin Erdoğan beldesi içinde ve yakın çevresinde saptanmış olan yüzey kırıkları üzerinde gerçekleştirilmiştir. 1970 Gediz depreminin tüm yüzey kırıkları daha önce Ambraseys ve Tchalenko (1972) tarafından ayrıntılı olarak haritalanmış ve yayımlanmıştır. Bu nedenle, yüzey kırıklarının yeniden haritalanması (Erdoğan beldesi ve yakın çevresi dışında) bu projenin kapsamı dışındadır.

### 1.3. Çalışma Yöntemleri

Projeyi gerçekleştirmek ve belirtilen amaca ulaşmak için üç aşamalı bir çalışma yürütülmüştür. Bunlar, ön büro çalışmaları, arazi çalışması ve son büro çalışması olup son olarak da rapor yazımıdır. Ön büro çalışması sırasında, Akgöl ve yakın çevresinin değişik ölçekli hava fotoğrafları ile uydu görüntüleri incelenerek bir ön çizgisellik haritası elde edilmiştir. Yine aynı aşamada anılan alan ve yakın çevresindeki konuyla ilgili literatür çalışması ve sismik verileri (tarihsel ve aletsel dönemde oluşmuş depremler) kataloglardan derlenmiştir. İkinci aşamada faylar arazide 1/25.000 ölçeğinde haritalanmış ve faylarla ilgili parametreler (fayın türü, uzunluğu, yaşı, atım miktarı, doğrultusu, eğim miktarı ve yönü, vb.) ile fayın türünü belirlemeye dönük kayma vektörleri (fay aynası, kayma çizgileri, yan yatım açıları) doğrudan arazide ölçülerek yerinde analiz edilmiş ve çizilmiştir. Üçüncü ve son aşamada ise, arazide gözlem ve ölçüm yolu ile elde edilen tüm veriler büroda birlikte değerlendirilip uygun bilgisayar programları ile analiz edilmiş ve Akgöl grabeni ile yakın çevresinin neotektonik haritası (**yeni bir çıktı**) bu yöre için ilk kez hazırlanmıştır. Diğer taraftan, ikinci çalışma alanında (Erdoğan ve Gümele yerleşkeleri yakın çevresinde), daha önce izi saptanmış ve çizilmiş (Ambraseys ve Tchalenko 1972) olan 28 Mart 1970 Eskigediz depremi Erdoğan yüzey kırığı üzerinde, tarihsel depremleri belirlemeye dönük iki adet hendek açılmış, açılan hendeklerden C14 tarihlendirmesi için uygun (organik maddece zengin) örnekler alınmış ve bu örnekler Beta Analitik Laboratuvarında (Amerika) yaşlandırılmıştır.

Sonuç olarak Akgöl ve çevresinden elde edilen arazi verileri ile büro değerlendirmesiyle elde edilen tüm veriler, birlikte değerlendirilip yorumlanarak bu alana dönük ayrıntılı ve özgün bu sonuç raporu yazılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Birinci inceleme alanı Akgöl ve yakın çevresi olup, bu alanı içine alan ve hakemli süreli bültenlerde yayımlanmış altı önemli çalışma vardır. Bunlar sırayla Koçyiğit (1984), Taymaz ve Price (1992), Price ve Scott (1994), Eyidoğan ve Barka (1996), Temiz ve diğ. (1997), Yılmaztürk ve Burton (1999).

- *Koçyiğit (1984), Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim* adlı makalesinde, güneybatı Türkiye'deki neotektonik rejimin ve ilgili ana yapıların genel özelliklerini ortaya koymuş ve bunları şekil ve haritalarla göstermiştir; yazar ayrıca, Isparta Açısı'nın batı kanadını şekillendiren KD-gidişli Burdur, Acıgöl ve Çivril grabenleri ile KB-gidişli Dinar grabenini ve kenar faylarını ilk kez haritalayıp adlamıştır.

- *Taymaz ve Price (1992), The May 12 Burdur Earthquake Sequence, SW. Turkey: a synthesis of seismological and geological observations* adlı makalelerinde, 12 Mayıs 1971 depreminin ana ve artçıl şoklarının fay düzlemi çözümünü yapmışlar ve 12 km derinlikte gerçekleştiğini hesapladıkları ana depremin, deprem episantrından 43 km uzaklıkta yer alan "Burdur Fayı"ndan kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

- *Price ve Scott (1994) Fault-hide Rotations, at the Edge of a Zone of Continental Extension: Southwest Turkey* adlı makalelerinde, Burdur, Acıgöl ve Çivril çöküntülerini yarım grabenler olarak yorumlamışlar, bu grabenlerin Pliyosen sırasında var olduğunu, daha sonra etkinliklerini yitirdiklerini, Kuvaterner sırasında ise yeniden etkinlik kazanarak KB-GD yönde genişlemeye yol açtığını ve genel olarak K-G yönlü genişlemeden farklı olan bu durumun ise, bu bölgenin, saatin tersi yönünde ve düşey bir eksen etrafındaki dönmesi ile ilgili olduğunu vurgulamışlardır.

- *Eyidoğan ve Barka (1996), 1 Ekim 1995 Dinar Depremi; Kaynak özellikleri ve Sismotektonik Yorumu* adlı çalışmalarında,  $M_s = 6.1$  büyüklüğündeki 1 Ekim 1995 Dinar depremini analiz etmişler ve depremin 8-12 km derinliğinde ve KB-gidişli Dinar normal fayından kaynaklanmış olduğunu vurgulamışlardır.

- *Temiz ve diğ. (1997), Kinematics of the Plio-Quaternary Burdur-Dinar cross fault system in SW Anatolia (Turkey)* adlı çalışmalarında, KD-gidişli Çivril, Acıgöl ve Burdur grabenleri ile KB-gidişli Dinar grabenindeki Pliyo-Kuvaterner yaşlı sedimanlardaki fay kayma verilerini analiz etmişler ve sonuçta bu bölgede KB ve KD yönlerinde olmak üzere iki ayrı yönlü genişlemenin varlığını rapor etmişlerdir.

- *Yılmaztürk ve Burton (1999), Earthquake source parameters as inferred from the body waveform modeling, southern Turkey* adlı makalelerinde,  $M_b = 5.5$  büyüklüğündeki 12



Mayıs 1971 “Burdur depremi ana şokunu analiz ederek depremin 27 km derinlikte gerçekleştiğini ve depremin, deprem episantırına 40 km uzaklıktan geçen ve listrik özellik sergileyen “Burdur Fayı”ndan kaynaklanmış olduğunu vurgulamışlardır. Özetle bu altı çalışmanın hiç birisinde, inceleme alanları içinde yer almasına karşın, Akgöl grabeni ve graben kenar faylarından söz edilmemiştir. Gerçekleştirilmiş olan hızlı destek projesi kapsamında yapılan ayrıntılı çalışmalarla, literatürdeki bu eksiklik giderilmiştir.

İkinci çalışma alanı Akşehir-Simav Fay Sisteminin (ASFS) kuzeybatı kesimi içinde yer alır. ASFS güneydoğuda Karaman ile kuzeybatıda Sındırgı arasındaki alanda yaklaşık 10-30 km genişlikte, 500 km uzunlukta, genel olarak KB-GD gidişli ve süreksiz yüzlekler sunan verev atımlı normal bir fay sistemidir. İlk Koçyiğit ve Deveci (2005) tarafından haritalanıp adlanan fay sisteminin güneydoğu yarısı kuzeyde yar alan İç Anadolu bölgesi ile güneyde yer alan Isparta Açısı arasındaki coğrafik sınırı oluştururken, sistemin kuzeybatı yarısı Batı Anadolu bölgesi içinde uzanır ve en kuzeybatıda KD-gidişli Akhisar fay Kuşağı ile kesişerek sonlanır. Yüksek sismik etkinliği gerek tarihsel (örneğin: 94, 1766, 1873, 1876, 1896 depremleri) ve gerekse güncel depremlerle (örneğin: 1921, 1944, 1946 1969, 1970, 2000 ve 2002 depremleri gibi) kanıtlanmış olan (Ambraseys ve Tchalenko 1972; Eyidoğan ve Jackson 1985; Eyidoğan ve diğ. 1991; Ambraseys ve Finkel 1995; Koçyiğit ve Özacar 2003, Taymaz ve diğ. 2002) ASFS'nin ikinci inceleme alanını da içeren kesiminde ve yakın çevresinde hakemli-süreli bültenlerde yayımlanmış beş önemli çalışma bulunmaktadır. Bunlar sırayla Grabert (1971), Ambraseys ve Tchalenko (1972), Tokay ve Doyuran (1979), Yalçın ve diğ. (1985), Eyidoğan ve Jackson (1985). Grabert (1971) 28 Mart 1971 Gediz depreminin yaklaşık K-G gidişli ve D-B-gidişli fayların kesişmesinden kaynaklandığını belirtmekte, depremden yaklaşık iki ay sonra deprem yerinde yaptığı gözlemlerde yüzey kırıkları boyunca gelişen yatay atımların 40 cm, düşey atımların ise 275 cm ye ulaşmış olduğunu rapor etmiştir. Ambraseys ve Tchalenko (1972) 28 Mart 1971 Gediz depreminin hemen yakın sonrasında deprem bölgesine gitmişler ve deprem yüzey kırıklarını haritalamışlardır; yazarlara göre deprem yüzey kırıkları D-B ve KKB-olmak üzere iki doğrultuda egemen olarak gelişmiş ve normal fay niteliğinde olup, yüzey kırıkları boyunca gelişmiş yatay atım miktarı 30 cm, düşey atım miktarı ise 220 cm dir. Tokay ve Doyuran (1979), yeni yerleşim alanının belirlenmesi amacıyla bölgenin faylarına yönelik çizgisellik haritasını yapmışlar ve bu çizgiselliklerin bölgedeki deprem episantırlarıyla olan ilişkilerini yorumlamışlardır. Yalçın ve diğ. (1985), inceleme alanımızı da içine alan geniş bir bölgenin genel jeolojik özelliklerini ortaya koydukları çalışmalarında



bu bölgenin stratigrafik dikme kesitini hazırlamışlar, kıvrımları ortaya koymuşlar ancak inceleme alanımızdan geçen herhangi bir fayın varlığından söz etmemişlerdir. 28 Mart 1970 Gediz depremi artçıl şoklarının fay düzlemi çözümleri ve faylanma modeli ile ilgili en ayrıntılı çalışma Eyidoğan ve Jackson (1985) tarafından yapılmıştır. 28 Mart 1970 Gediz Depremi'nin odak derinliği McKenzie (1978) tarafından 18 km olarak hesaplanmış olmasına karşın, Eyidoğan ve Jackson (1985), Gediz depremine yol açan faylanmanın 6 ile 10 km derinlikleri arasında gerçekleştiğini ve faylanmanın normal-listrik özellikle olduğunu vurgulamışlardır. Özetle Gediz depremi yüzey kırıkları üzerinde bugüne değin herhangi bir paleosismoloji çalışması yapılmamış olup, literatürdeki bu eksiklik, yine aynı hızlı destek projesinden sağlanan olanakla bir dereceye değin giderilmiştir. Bir dereceye değin diyoruz, çünkü yeterli sayıda örneğin yaşlandırılması için parasal kaynak sağlanamamıştır.

### **3. AKGÖL GRABENİ**

Çalışma alanımızın kuzey kenarında yer alan fakat incelemesi proje kapsamı dışında bulunan ana yapı Acıgöl grabenidir. Acıgöl grabeni, genelde Güneybatı Türkiye'de olduğu gibi, iki evrede gelişmiş (Episodik gelişim) bir yapı (üzerlemiş havza) olup, birbirlerinden açılı uyumsuzlukla ayrılmış iki istif ya da iki ayrı dolgu içerir (Koçyiğit ve diğ. 2000; Koçyiğit ve Özacar 2003; Koçyiğit 2005; Koçyiğit & Deveci, 2007). Acıgöl grabeninde daha yaşlı olan temel kayalar deformasyon geçirmiş (kıvrımlanmış, ters ve doğrultu atımlı faylanmaya uğramış) olup, hem grabenin ilk oluşumu sırasında grabeni denetleyen genişleme rejiminin (ilk evre genişlemeli tektonik rejim) kayıtlarını, hem de ilk evredeki graben oluşumunu sona erdiren ve onu deforme eden daralma rejiminin kayıtlarını içerir (Koçyiğit 2005). Toplam kalınlıkları yaklaşık olarak 1.5 km den daha büyük olan bu istif, bölgesel literatürde Likya Napları olarak bilinmektedir (Graciansky 1968; Okay 1989). Buna karşın, proje kapsamında çalışılmış olan Akgöl grabeni, üzerlemiş bir havza olmayıp neotektonik dönemde gelişmiş güncel bir graben olup, Acıgöl grabeni ile ancak Geç Pliyosen'de başlayan ortak gelişim tarihçesine sahiptir.

Akgöl grabeni genel olarak 3.5-9 km genişlikte 30 km uzunlukta , batı yarısı yaklaşık D-B gidişli, doğu yarısı ise KKD-gidişli aktif bir çöküntü alanıdır. Grabenin batı ve doğu yarısı birlikte değerlendirildiğinde, Akgöl ana grabeni yaklaşık L-biçimli bir çöküntü alanıdır (EK-I). Akgöl grabeninin doğu yarısı, batı yarısına oranla daha geniş olup, Alanköy horstu ile iki alt grabene bölünmüştür (EK-1). Bunlar, batıda D-B uzamınla

Bayındır alt grabeni ve doğuda KD-GB uzanımlı Alanköy alt garbenidir. Akgöl grabeninin neotektonik özellikleri iki ana başlık altında incelenmiştir. Bunlar sırayla graben dolgusu, başka bir deyişle grabenin stratigrafik özellikleri, diğeri ise grabenin gelişimini denetleyen graben kenar faylarıdır.

### **3.1. Stratigrafi**

İnceleme alanının stratigrafisi projenin başlıca amacı içinde yer almaktadır. Çünkü, fayların yaşı, atımı ve etkinliklerinin (diri olup olmadıklarının) belirlenebilmesi için, burada inceleme alanı ve yakın çevresinin ayrıntılı bir stratigrafik kesitinin çıkarılması gerekmektedir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde yüzeyleyen kayaçlar, yaş ve türlerine göre iki kategoriye ayrılır: (1) yaşlı temel kayalar ve (2) güncel graben (neotektonik graben) dolgusudur (Şekil 3). Pliyosen öncesi yaşlı temel kayalar projenin kapsamı dışındadır ve onlarla ilgili ayrıntıya girilmemiştir. Mesozoyik yaşlı temel kayalar egemen olarak ultramafitler ve yeniden kristalleşmiş karbonatlarla temsil edilir. Temel kayaların alansal dağılımı EK-1'deki neotektonik harita üzerinde koyu yeşil renkle gösterilmiştir. Ayrıca, temel kayaların yapısal-stratigrafik konumları jeoloji enine kesitlerinde (EK-II'de A-A', B-B' ve C-C' jeoloji enine kesitleri) daha ayrıntılı ve iki boyutta gösterilmiştir. Diğer taraftan, proje kapsamında ayrıntılı olarak açıklanması gereken ve grabenin oluşumuyla yaşıt graben dolgusu (neotektonik dolgu) ise, neotektonik harita ve jeoloji enine kesitlerinde gri ve sarı renk tonlarında boyanmış ve kaya-stratigrafi simgeleriyle belirtilmiştir (EK- 1).

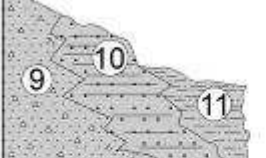





#### **3.1.1 Yaşlı Temel Kayalar**

Yaşlı temel kayalar egemen olarak ultramafitlerle temsil edilir. Bunlar başlıca Mesozoyik yaşlı peridotit ve serpantinitlerdir. Ultramafitler altta, iyi tabakalanmış, yeniden kristalleşmiş çatlaklı ve dolomitleşmiş denizel kireçtaşları üzerinde tektonik bir dokunakla yer alır (Şekil 3). Ultramafitlerin üst kesimleri ileri derecede günlenmiş peridotit, serpantinit ve gabrodan oluşur. Ultramafitler ve onun üzerindeki gabrolar, yine tektonik bir dokunakla ofiyolitli karışık (melanj) tarafından üzerlenir. Ofiyolitli karışık başlıca, yeniden kristallenmiş farklı boyuttaki dolomitik kireçtaşı, peridotit, serpantinit, radyolarit ve yastık lav bloklarının ince taneli bir hamur içindeki tektono-sedimanter karışımından oluşur. Melanjı oluşturan değişik boyut ve fasiyes özelliğine sahip bloklar, egemen olarak kumtaşı ve şeyillerden oluşan bir hamur içinde yarı yüzer konumdadır. Yaşlı temel kayalar kendi

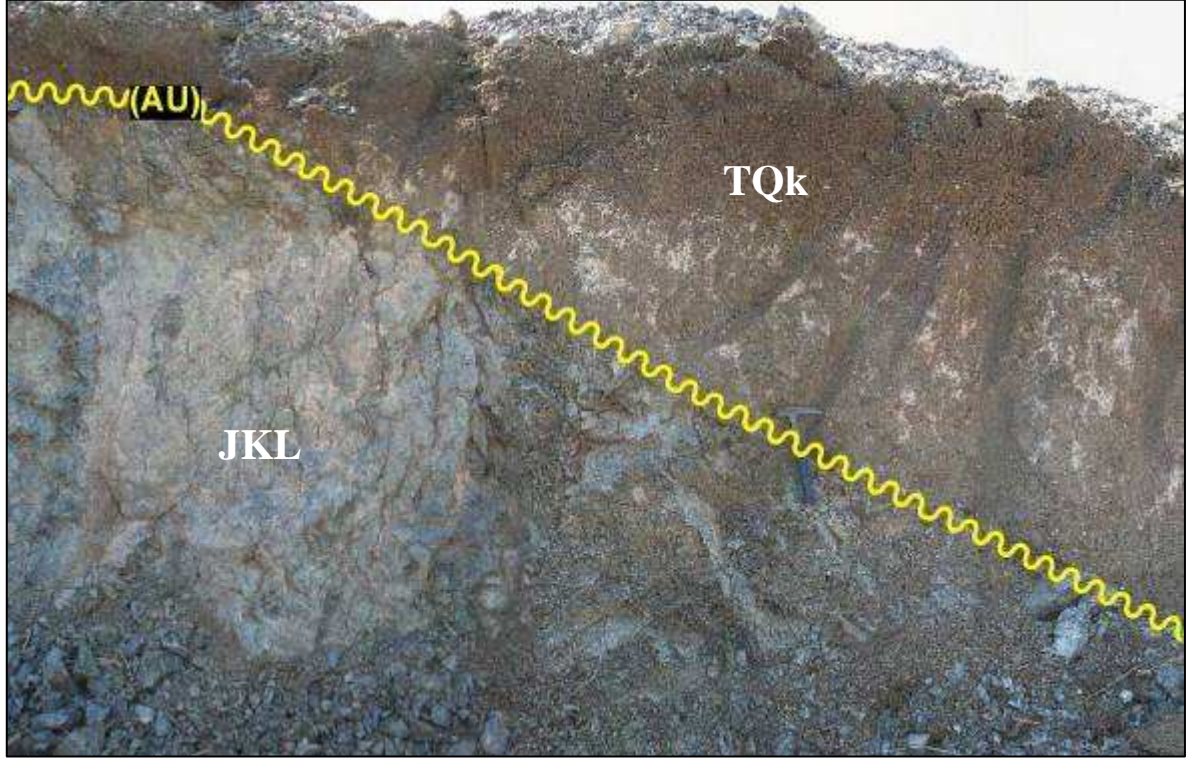
aralarında yer yer iyi korunmuş stratigrafik ilişki sunmakla birlikte, birbirleriyle çoğunlukla tektonik ilişkilidir, başka bir deyişle büyük açılı bindirme faylarıyla birbirleri üzerine itilmiştir (Şekil 3).

### **3.1.2. Graben Dolgusu**

Güncel graben dolgusu yaşlı birimlerin aşınım yüzeyi üzerinde açılı uyumsuzluk ile yer alır (Şekil 4) ve başlıca kırmızı kırıntılı tortullarla temsil edilir. Toplam 235 m kalınlıktaki kırmızı kırıntılılar burada Kızılören Formasyonu olarak adlanmıştır (Şekil 3) Kızılören Formasyonu seçilmemiş, çoğun gevşek ya da zayıfça tutturulmuş olup egemen olarak çakıl-blok boyutlu çakıltaşlarıyla temsil edilir. Bununla beraber ayrıca çakıltaşı, üzerlemiş yelpaze-önlük tortulları, talus konisi tortulları, güncel plaj kumları ve organik maddece zengin gölsel çamur ve siltleri de içerir (Şekil 3).

Birim	Yaş	Kalınlık	Kayatürü	Tanımlar	Tektonik Dönem
Kızılören Formasyonu	Kuvaterner	65 m		11. soda bakımından zengin çamur ve kum. 10. çakıl ve kum. 9. çoğun çapları 2 m ye ulaşan kireçtaşı bloklarından oluşan gevşek tutturulmuş talus çökelleri.	Yeni tektonik dönem
		35 m		8. zayıfça tutturulmuş, derecelenmesiz, çoğun tektür bileşenli yelpaze çakıltaşları. 7. gri-beyaz renkli, zayıf tutturulmuş, çapraz tabakalı delta çökelleri.	
Geç Pliyosen	50 m	150 m		6. iyi pekişmiş, derecelenmesiz, kalın tabakalı kırmızımsı eski talus çakıltaşları.	Yeni tektonik dönem
		150 m		5. gevşek tutturulmuş, karasal çakıltaşı ve kırmızı çamurtaşı ardalanması. Bu istif iyi yuvarlaklaşmış çapı 70 sm'e kadar ulaşan farklı yaş, köken ve fasiyesli çakıllar içerir.	
Likya Napları	Triyas - Kretase	> 1.5 km		4. iyi tutturulmuş ve tabakalanmış, tek tür bileşenli çakıltaşı (eski yelpaze çökelleri).	Eski tektonik dönem
		> 1.5 km		3. farklı boydaki yeniden kristallenmiş kireçtaşı, peridotit, serpantin, radyolarit, ve yastık lav bloklarının ofiyolitik kumtaşından oluşan bir hamur içerisindeki tektono-sedimanter karışımı. x: ters fay 2. günlenmiş peridotit, serpantin ve gabro. x: ters fay 1. iyi tabakalanmış, yeniden kristallenmiş, çatlaklı, dolomitik denizel kireçtaşı	

Şekil 3. Akgöl grabeninin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.



**Şekil 4.** Graben dolgusu (Kızılören Formasyonu: TQk) ile yaşlı temel kayalar (Likya Napları: JKL) arasındaki açılı uyumsuzluğun (nonkonformiti : AU) yakın görünümü (yer: Armutköy güneyi).

Güncel graben dolgusunu oluşturan birimler, oluşum ortamı ve tane boyutuna göre iki ana fasiyese ayrılır: (a) iri taneli kenar fasiyesi ve (b) ince taneli graben ortası fasiyesi. İri taneli kenar fasiyesi, faylarla denetlenen graben kenarlarındaki yüksek alanlardan, graben içine akmakta olan ve tektonik etkinlik nedeniyle yataklarını derine kazmış bulunan akarsuların çökelttiği yakınsak *yelpaze tortulları* ve yelpazelerin, zaman içinde fay sarplıklarında birikmiş olan yamaç döküntüleriyle (yerçekimi denetiminde taşınıp birikmiş kolüviyal sedimanlar) birleşmesi sonucu oluşan *yelpaze-önlük tortullarıyla* (Şekil 5) temsil edilir. Bu istifler genel olarak tektür bileşenli, boylamasız, yapısız, iyi pekişmiş /ya da gevşek tutturulmuş, çakıltaşı ve kırmızı çamurtaşı ardaşımıyla temsil edilir (Şekil 6). Çakıltaşı düzeyleri yer yer iyi yuvarlaklaşmış ve çapları 70 santimetreye varan bloklar da içerir. Kenar fasiyesleri, kenar fayları tarafından yükseltip parçalanmış olup, yer yer faylara asılı fay taraçaları olarak yüzeylemektedir (EK-1). Bu nedenle fay taraçaları, bir taraftan fayların etkinliğini, diğer taraftan fayların düşey atım miktarını hesaplamada kullanılan çok önemli bir morfolitik belirteçdir.





**Şekil 5.** Yelpaze-önlük tortullarının iç yapısı ve yakın görünümü (yer: Güvercintaşı Deltası yakın kuzeyi).



**Şekil 6.** Çakıltaşı (a) ve kırmızı çamurtaşı (b) ardalanmasından oluşan graben dolgusu (yer: Örencik alt grabeni güney kenarı).



İri taneli graben kenar fasiyeslerinin aksine, grabenin ortalarına doğru gidildikçe, sediman tane boyutunda gözle görülür düzeyde küçülme gözlenir ve kenar fasiyesleri yanal ve düşey yönde graben ortası ince taneli fasiyeslere geçiş gösterir. Graben ortası fasiyeslerinin alt seviyeleri iyi tutturulmuş, derecelenmesiz, kalın tabakalı yaklaşık 50 sm'ye varan kalınlıkta kırmızımsı eski talus çakıltaşlarıyla başlar. Bunların üzerinde ise açık gri ve kirli beyaz renklere delta çökelleri yer alır. Delta çökelleri gevşek tutturulmuş, çok iyi yuvarlaklaşmış, tane boyutu 0.5-10 sm arasında değişen çoğun kireçtaşı, bazan da peridotit-serpantinit çakıllarından oluşan çakıltaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasıyla temsil edilir. Çakıltaşı ve kumtaşları dereceli katmanlanma ve deltalara özgü çapraz katmanlanma gösterir (Şekil 7). Delta çökellerinin üzerinde ise, gevşek tutturulmuş çakıl ve kum boyutunda yer yer soda bakımından zengin çamur ve kumlardan oluşan sedimanter istif yer alır (Şekil 8).



**Şekil 7.** Güvercintaş Deltası ve iç yapısının yakın görünümü. a. yatay taban tabaka seti, b. eğimli ön tabaka seti, c. yatay tavan tabaka seti (arka planda Akgöl gölü ve güney kenar fay sarplığı görülmektedir).





**Şekil 8.** Soda bakımından zengin karbonatlı çamur ve kumul kumlarından oluşan en üst graben dolgusu (yer: Akçaköy yakın doğusu).

### **3.2. Akgöl Grabeni'nin Yapısı ve Kenar Fayları**

Akgöl grabeni 3.5-9 km genişlikte, 30 km uzunlukta diri bir çöküntü alanı olup, kuzey ve batıdan Söğüt dağı, güney ve doğudan ise Tınazdağı horstlarıyla çevrelenir (Ek-I). Graben taban yüksekliği (batıda 989 m, doğuda 1077 m) ile çevre horstların doruk noktaları yükseklikleri (kuzeyde 1741m ve 1801 m; güneyde 1139 ve 1246 m; doğuda ise 1264 m) arasındaki rölyef farkı kuzeyde 712-812 m, güneyde 150-257 m ve doğuda ise yaklaşık 187 m olup, bu değerler, Akgöl grabeninin kuzey kenarının güney kenarına göre daha aktif ve bakışsız (asimetrik) olduğunu gösterir. Akgöl grabeninin bakışsız gelişimi, grabenin kuzey kenar fay sarplıklarının daha dik, daha yüksek ve daha yeni (aşınmamış ya da az aşınmış) olmasıyla da belirginlik kazanır.

İnceleme alanımıza Eosen sırasında yerleşmiş olan Likya Napları'nın aşınım yüzeyi üzerinde ve geç Pliyosen'de tek bir çöküntü alanı olarak gelişmeye başlayan Akgöl grabeni, daha sonra Alanköy alt horstu ile birbirinden ayrılan iki alt grabene bölünmüştür. Bunlar sırayla Bayındır ve Alanköy alt grabenleri olarak adlanmıştır (EK-I ve Şekil 9). Bayındır alt grabeni, Akgöl ana grabeninin batı yarısını oluşturur ve önemli kesimi, son 30 yıldır etkisini sürdüren genel ve küresel iklim değişimlerine bağlı olarak tümüyle kurumuş

olan ve projenin de adını aldığı Akgöl Gölü tarafından kaplanır. Bayındır alt grabeni batıda Ürünlü ile doğuda Dereköy arasında uzanır ve yaklaşık D-B gidişlidir. Batıdan yaklaşık KKD- gidişli Ürünlü fayı, kuzeyden Akgöl fay kuşağının D-B gidişli kesimi, güneyden ise yine D-B gidişli Bayındır fay kuşağı ile sınırlanır (EK-I). Bayındır alt grabenine göre daha geniş olan Alanköy alt grabeni güneyde Beyköy-Büyükkyaka, kuzeyde ise yaklaşık olarak Armutköy ve Örencik köyleri arasında uzanır. Alanköy alt grabeni batıdan Akgöl fay kuşağının yaklaşık KKD-gidişli doğu kesimi, güneyden D-B gidişli Bayındır fay kuşağı, doğudan ise D-B ve K-G gidişli ve birbirleriyle kesişen çok sayıda yapısal fay segmenti ile sınırlanır. Diğer taraftan Alanköy alt grabeni birisi KD- ve diğeri K-G gidişli iki kola daha (sırayla Armutköy ve Örencik köylerinin içinde yer aldığı kesimler) ayrılmış olup, özellikle K-G gidişli Armutköy kolu kendi içinde, K-G ve D-B gidişli faylar tarafından, yeniden değişik boyutta ve çok sayıda alt bloğa bölünmüştür (EK-I). Alanköy alt grabeni de, yaklaşık 30 yıl önce, kendi adıyla anılan Alanköy gölü tarafından kaplanıp şekillenirken, günümüzde bu göl de çok küçük bir alana çekilmiş durumdadır (EK-I).

Akgöl grabeninin oluşumunu denetleyen ve grabenin günümüzdeki biçim ve geometresini kazanmasında birinci derecede rol alan ana yapılar sırayla Akgöl ve Bayındır fay kuşaklarıdır. Bunların dışında, grabenin gerek doğu ve gerekse batısında yer alan çok



**Şekil 9.** Akgöl grabeninin genel görünümü (ön planda Alanköy, batı-kuzaybatıya bakış).

sayıda önemli tekil faylar da saptanmıştır (EK-I). Fay kuşakları ve önemli tekil faylar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmış ve analiz edilmiştir.

### **3.2.1. Kuzey Kenar Fayları**

Akgöl grabeni, yakın kuzeyinde yer alan Acıgöl grabeninden, araya giren Söğütadağı horstu ve bu horstun güney kenarını sınırlayıp güneye graben içine doğru eğimli, değişik uzunlukta bir seri normal fay segmenti tarafından ayrılır. Bu faylar Akgöl grabeni güney kenarını sınırlayıp denetleyen faylar olup tümü Akgöl fay kuşağı olarak adlanmıştır. Akgöl fay kuşağı ve önemli bazı tekil faylar aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

#### **3.2.1.1. Akgöl Fay Kuşağı**

Akgöl grabeninin kuzey kenarını belirleyip denetleyen en önemli yapısal öge olan Akgöl fay kuşağı batı-güneybatıda Hayriye köyü ile doğu-kuzeydoğuda Armutköy arasında yüzeyler (EK-I). Akgöl fay kuşağı, genel gidişi DKD olmakla birlikte, uzanımı boyunca değişik gidişler (batıdan doğuya doğru KB, D-B, KD, D-B, KD ve KKD gibi) sunar ve eğimli faylara özgü bükümlü bir fay izine sahiptir. Akgöl fay kuşağı yaklaşık 0.5-2 km genişlikte, 30 km uzunlukta, güney-güneydoğuya eğimli (41° ile 86° arasında değişen eğimlerle) verem atımlı normal fay karakterli bir deformasyon alanıdır. Akgöl fay kuşağı paralel-yarı paralel, sık aralıklı (0.2-1 km), değişik uzunlukta (0.5-10 km) ve değişik gidişli çok sayıda yapısal fay segmentinden oluşur. Bunlardan en önemli ve potansiyel aktif fay segmentleri batıdan doğuya doğru Hayriye, Ürünlü, Çalova, Akgöl ve Alanköy fayları olarak haritalanıp adlanmıştır. Bu faylar güncel graben dolgusu ile graben kenarı arasında uzanır ve Akgöl fay kuşağının ana fay segmentleridir (EK-I). Diğer faylar is graben tabanına göre daha yüksekteki seviyelerde yüzeyler, daha kısa, ana fay ile aynı yöne eğimli ve günümüzde sentetik fay özelliğindeki yapısal ögelerdir. Ana fay segmentlerinin özellikleri aşağıda öz biçimde açıklanmıştır.

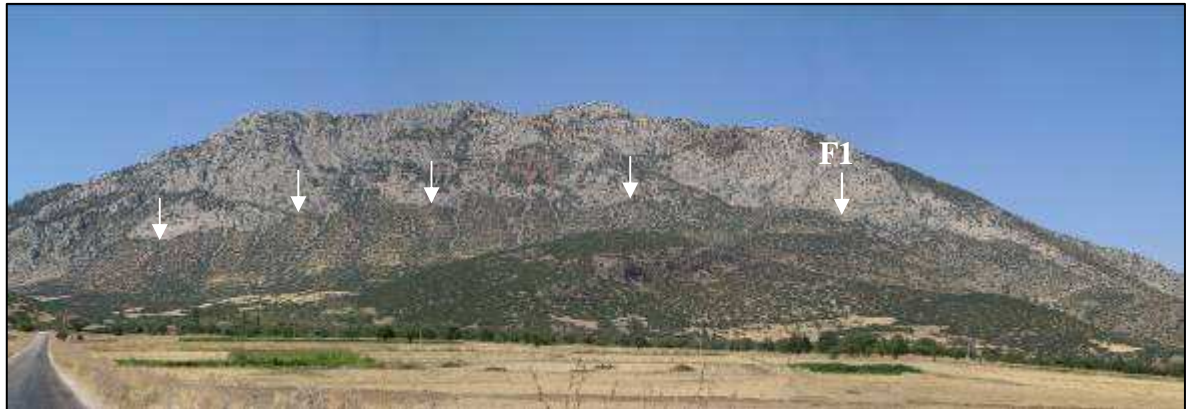
#### **3.2.1.2. Hayriye ve Ürünlü Fayları**

Hayriye fayı batıda inceleme alanımız dışında başlar ve doğuya doğru sırayla KB, D-B ve KD gidişler izleyerek en doğuda K-G gidişli Aşağı Kırılı fayı tarafından kesilerek sonlanır. Toplam 10 km uzunlukta olan Hayriye fayı eğri bir fay izine sahip olup güney-güneydoğuya dikçe (70°) eğimlidir. Benzer geometriye sahip olan Ürünlü fayı da, Hayriye yerleşkesinin kuzeyinden başlar, doğuya doğru Hayriye fayına paralel olarak uzanır ve kuzeydoğuda yaklaşık D-B gidişli Çalova fayı tarafından kesilerek sonlanır (EK-I). Gerek Hayriye ve gerekse Ürünlü fayları normal karakterli olup, uzanımları boyunca, Likya naplarının Jura-Kretase yaşlı dolomitik kireçtaşlarını ve onların üzerinde tektonik olarak

yer alan ultramafitleri keser ve düşey yönde ötelir. Ani yamaç eğimi değişimi, dikçe eğimlenmiş fay sarpılığı, üçgen yüzeyler; faya asılı, alt kesimleri iyice pekişmiş, kalın katmanlı-masif ve faya doğru eğimlenmiş (25° ye kadar) fakat üst kesimleri gevşek-boylamasız yamaç döküntüleri (colluvial wedge), fay breşleri ve oksitlenmiş fay aynaları, her iki fayın da varlığını ve potansiyel olarak diri olduğunu gösteren önemli morfolojik ve doğrudan fay düzlemiyle ilgili belirteçlerdir. Deprem episantır dağılımı da (EK-III ve EK-IV), Hayriye ve Ürünlü faylarının sismik olarak da diri olduğunu göstermektedir.

### 3.2.1.3. Çalova Fayı

Yaklaşık 4.5 km uzunluğunda, D-B gidişli ve güneye dikçe eğimli normal bir fay olan Çalova fayı, doğuda Akgöl Boğazı ile batıda Karakuş Kayası yöresinin yakın güneyi arasında yüzeyler. Aynı zamanda Bayındır alt grabeninin kuzey kenarını da belirleyip denetleyen Çalova fayı, uzanımı boyunca Likya naplarının Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarını ve onların üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitli karışığı keser ve düşey yönde yaklaşık 0.5 km kadar ötelir (EK-I ve EK-II' de A-A' jeoloji enine kesiti). Hayriye ve Ürünlü fayları boyunca gözlenmiş olan morfolojik ve doğrudan fay düzlemiyle ilgili tüm fay belirteçleri Çalova fayı boyunca da gözlenir. Özellikle çizgisel dizimli yoğun bitki örtüsü ve güneye graben içine doğru bakan dikçe eğimli fay aynası, fayın varlığını belirten çok ayırtman iki belirteçtir (Şekil 10).



**Şekil 10.** Güneyden kuzeye doğru Çalova fay sarpılığı ve fay izinin genel görünümü (beyaz oklar fayın yüzeydeki izini göstermektedir: F1).

### 3.2.1.4. Akgöl Fayı

Doğuda Alanköy yerleşkesi batısı ile batıda Kızıl deltası arasında yüzeyleyen Akgöl fayı, yaklaşık 9 km uzunluğunda, D-B gidişli, bükümlü fay izine sahip ve güneye dikçe eğimli (70°-85°) verem atımlı normal bir faydır. Bayındır alt grabeninin kuzey, Söğütadağ horstunun ise güney kenarını sınırlar ve denetler (EK-I). Akgöl fayı, doğu ucunda iki kola



ayrılır ve uzanımı boyunca, Jura-Kretase yaşlı yeniden kristallşmiş dolomitik kireçtaşlarını keser, düşey yönde 0.7 km kadar ötelere ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusu ile tektonik olarak karşı-karşıya getirir (EK-I ve EK-II' de B-B' jeoloji enine kesiti). Güneye graben içine doğru bakan dikçe eğimli fay sarplığı, üçgen yüzeyler, fayın genel gidişine paralel olarak dizilmiş alüvyon yelpazesi ve deltalar (örneğin: Güvercintaşı ve Kızıl deltaları), ezilip-parçalanmış kayalar (fay breşleri) ve yer yer iyi gelişip korunmuş fay aynaları (EK-I de S.1A, 1B ve 1C), Akgöl fayının varlığını ve diri bir yapısal öge olduğunu belgeler. Deprem episanmtırlarının dağılımı (EK-III) Akgöl ana fayının sismik olarak diri olduğunu göstermektedir. Fay düzlemleri ancak eğimin dikleştiği ve eski alüvyon yelpazelerinin tekrar aşınarak göle doğru taşındığı alanlarda gözlenebilmektedir (EK-1' de S.1A, 1B & 1C). Akgöl fayı Güvercintaş deltasının hemen kuzeyinde bulunan ani yükselimlerde (fay sarplığında) iyi korunmuş fay aynaları sunar (Şekil 11). Fay aynaları üzerinde birbirini üzerine kazınmış iki farklı kayma vektörü seti (kayma çizgileri, fay basamağı ve yan yatım açıları) sunar (Şekil 12). Kayma vektörü setlerinden ilkinin yan yatım açısı küçüktür ve doğrultu atımlı faylanmayı, ikincisi ise büyüktür ve normal faylanmayı belgeler (Şekil 12 de S-1 ve S-2). Normal faylanma vektörleri doğrultu atımlı faylanma vektörlerini kesmiş ve yer yer aşındırmıştır. Bu gözlem, doğrultu atımlı faylanmanın daha yaşlı bir sıkışma evresini (eski tektonik dönemi), normal faylanmanın ise daha genç olup Pliyo-Kuvaterner yaşlı neotektonik dönemi temsil ettiğini



**Şekil 11.** Akgöl fay aynasının yakın görünümü (S.1A' da kuzeye bakış).

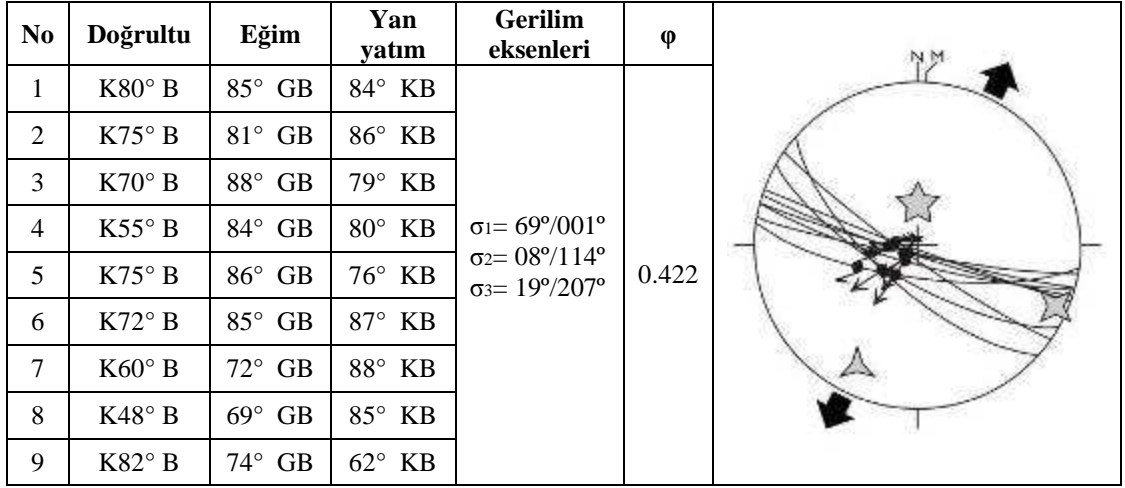
göstermektedir. Üzerlemiş fay aynalarından alınan kayma verilerinden ilkinin (Şekil 12 de S-1) Schmidt alt yarıküre stereoneti üzerine izdüşümü, Akgöl fayının ilkin (geç Pliyosen öncesi eski tektonik dönemde), yaklaşık kuzey-güney yönde etkin olmuş en büyük sıkışma geriliminden ( $\sigma_1$ ) kaynaklanmış doğrultu atımlı bir fay olduğunu kanıtlamıştır (Şekil 13). Aynı fay aynası üzerindeki diğer kayma vektörü setinin (Şekil 12 de S-2) aynı yöntemle



**Şekil 12.** S.1B de Akgöl fay aynasının yakın görünümü. S-1, doğrultu atımlı fay aynası; S-2, normal fay aynası

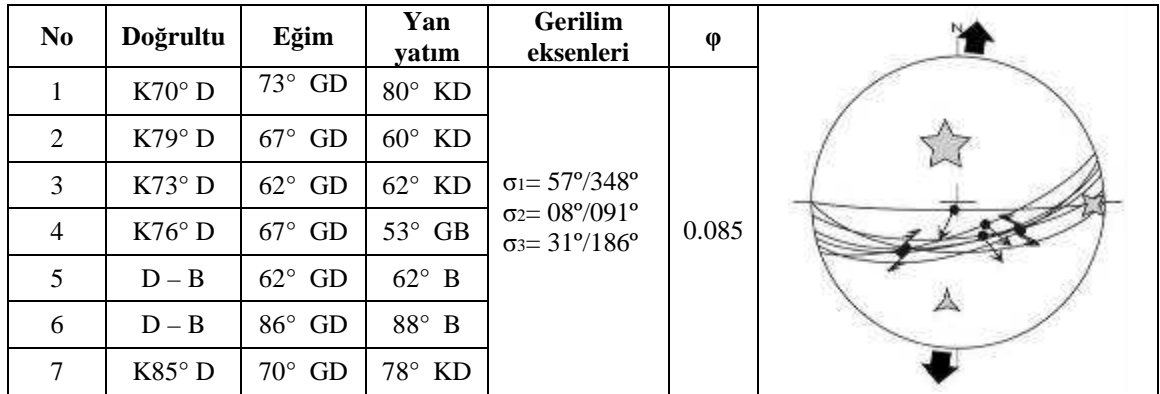
No	Doğrultu	Eğim	Yan yatım	Gerilim eksenleri	$\phi$	
1	K60° B	49° GB	27° KB	$\sigma_1 = 40^\circ/347^\circ$ $\sigma_2 = 49^\circ/151^\circ$ $\sigma_3 = 08^\circ/250^\circ$	0.493	
2	K52° B	41° GB	32° KB			
3	K85° B	63° GB	31° KB			
4	K71° B	48° GB	26° KB			
5	K80° B	77° GB	37° KB			
6	K40° B	44° GB	39° KB			

**Şekil 13.** Şekil 14'de S-1 kayma verileri seti ve kayma verilerinin Schmidt alt yarı küre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü. Birbirine doğru bakan içi dolu büyük oklar yerel sıkışma yönünü gösterir.



**Şekil 14.** Şekil 14’de S-2 kayma verileri seti ve bu kayma verilerinin Schmidt alt yarı küre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu büyük oklar yerel genişleme yönünü gösterir.

Benzer şekilde, Akgöl fayı üzerindeki diğer bir fay aynasından (S.1C) ölçülen kayma verilerinin Schmidt alt yarı küre stereoneti üzerine izdüşümü, Akgöl fayının verev atımlı normal bir fay olduğunu ve günümüzde, Bayındır alt grabeninin, Akgöl fayı boyunca K-G yönde genişlemesini sürdürdüğünü bir kez daha kanıtlamıştır (Şekil 15 ve 16).



**Şekil 15.** Akgöl fay üzerindeki diğer bir fay aynası (S.1C) üzerinden ölçülen kayma verileri ve bu verilerin Schmidt alt yarı küre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu büyük oklar yerel genişleme yönünü gösterir.

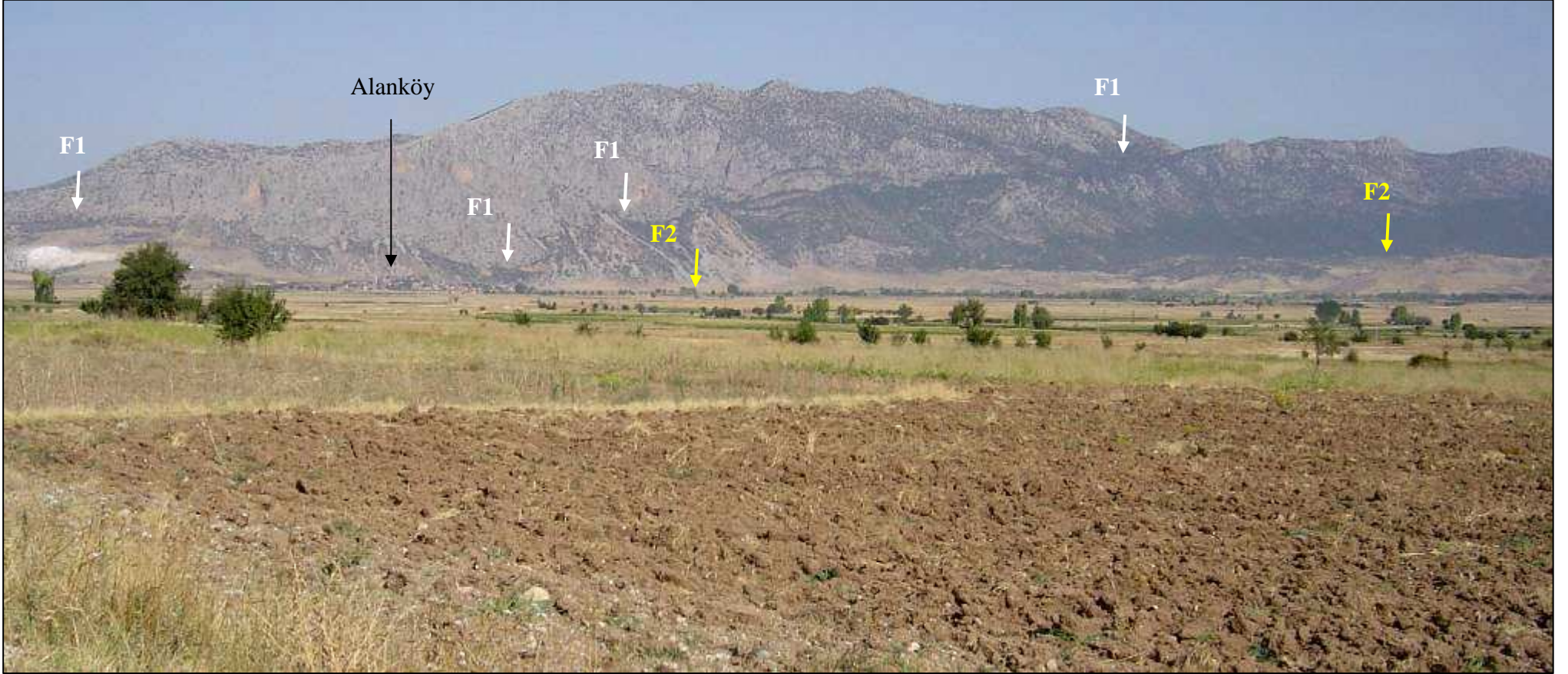


No	Doğrultu	Eğim	Yan yatım	Gerilim eksenleri	$\phi$	
1	K47° D	85° KB	69° KD	$\sigma_1 = 68^\circ/116^\circ$ $\sigma_2 = 19^\circ/268^\circ$ $\sigma_3 = 09^\circ/001^\circ$	0.416	
2	K44° D	86° KB	62° KD			
3	K65° D	81° KB	66° KD			
4	K60° D	78° KB	58° KD			
5	K62° D	75° KB	48° KD			
6	K74° D	68° KB	46° KD			
7	K68° D	66° KB	70° KD			
8	K88° D	71° KB	76° KD			
9	K66° D	48° KB	85° KD			
10	K75° D	51° KB	83° KD			
11	K65° D	60° KB	44° KD			
12	K75° B	64° KD	62° KD			
13	K51° D	79° KB	68° KD			
14	K48° D	71° KB	67° KD			
15	K60° D	54° KB	64° KD			
16	K80° B	58° KD	67° KD			
17	K65° D	66° KB	65° KD			

**Şekil 16.** Akgöl fay aynasından (S.1C) ölçülen kayma verileri ve bu verilerin Schmidt alt yarı küre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu büyük oklar yerel genişleme yönünü gösterir.

### 3.2.1.5. Alanköy Fayı

Kuzeydoğuda Armutköy kuzeyi ile güneybatıda Alanköy batısı arasında yüzeyleyen Alanköy fayının inceleme alanımız içinde kalan uzuluğu 10.5 km dir. Güneybatıda ve Bayındır alt grabeninin doğu ucunda Akgöl fayından ayrılan Alanköy fayı, önce doğu-kuzeydoğu yönünde, sonra KD yönünde ve en sonunda da (Armutköy kuzeyinde) kuzey yönüne dönerek Alanköy alt grabeninin kuzeybatı kenarını izler ve en sonunda inceleme alanımız dışına çıkar (Şekil 17) Alanköy fayı aslında çok yakın aralıklı (10-200 m), birbirine paralel dizilimli ve aynı yöne eğimli (ortalama 60°) birden çok fay düzleminde oluşan normal karakterli bir deformasyon kuşağıdır. Ancak, harita ölçeğinin küçük oluşu nedeniyle bu fay düzlemlerinin tümü haritada ayrı ayrı gösterilememiştir. Genel gidişi KKD olan Alanköy fayı, Alanköy alt grabeninin kuzeybatı kenarını ve Söğütadağı horstunun ise güneydoğu kenarını sınırlar ve denetler. Alanköy fayı uzanımı boyunca, Triyas-Jura-Kretase yaşlı yeniden kristalleşmiş dolomitik kireçtaşlarını keser ve onları düşey yönde yaklaşık 0.7 km kadar öterler (EK-II de C-C' jeoloji enine kesiti). Ani yamaç eğimi değişimi, grabene doğru bakan dikçe eğimli fay sarplığı, üçgen yüzeyler, fay eteğinde birikmiş kalın kolüviyal kamalar, fayın izine paralel ve çizgisel dizilimli yoğun bitki örtüsü ve talus konileri (Şekil 18), bir kenarını faya yaslamış Alanköy gölü, ezilip-parçalanmış kayalar (fay breşleri), fayın aşağıya düşen tavan bloğunun (üzerinde Alanköy



**Şekil 17.** Alanköy alt grabeni ve onun kuzey kenarını sınırlayıp denetleyen Alanköy Fay sarplığının genel görünümü (F1-F2: faylar, kuzeybatıya bakış).



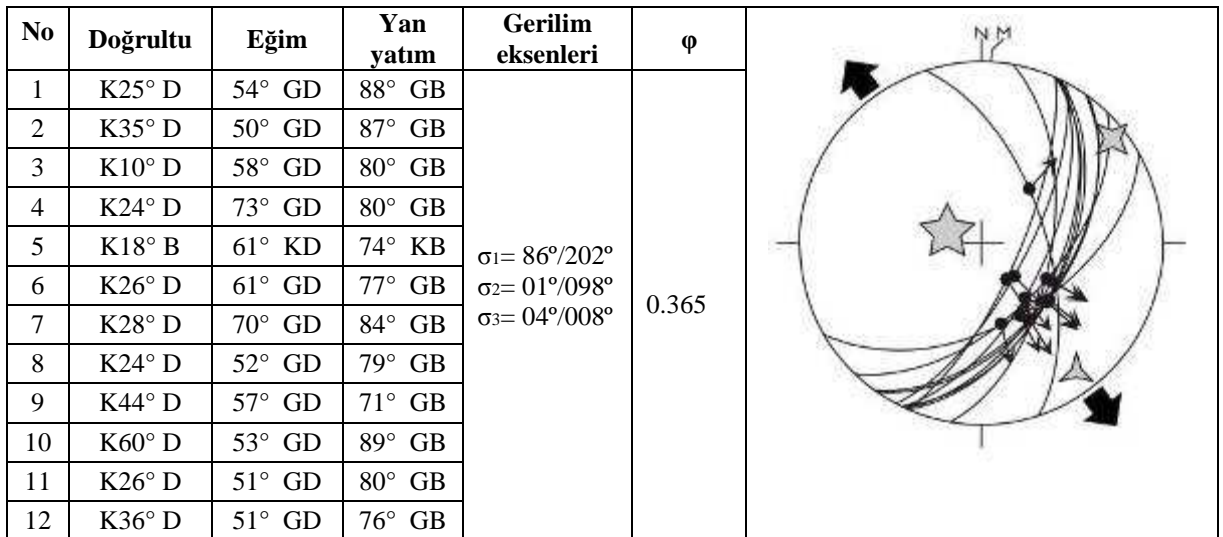


**Şekil 18.** Alanköy alt grabeni, Alanköy fay sarplığı (F1 ve F2), sarplık eteğinde birikmiş kalın kolüvyal kama ve fay izine paralel dizilmiş talus konilerinin (Tk) genel görünümü (KKB' ya bakış).

yerleşkesinin bulunduğu güney blok) kuzeybatıya faya doğru eğimlenmiş olması, daha yaşlı kayaların (Triyas-Jura-Kretase yaşlı dolomitik kireçtaşları) Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusu ile tektonik olarak karşı-karşıya getirilişi gibi morfolotektonik belirteçlerin yanısıra, fayın yer yer iyi gelişip-korunmuş fay aynaları (Şekil 19) sunması hem fayın varlığını hem de diri olduğunu gösterir. Fay aynaları üzerinden ölçülen kayma verilerinin Schmidt alt yarıküre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü, Alanköy fayının verev atımlı normal bir fay olduğunu ve Alanköy alt grabeninin bu fay boyunca KB-GD yönde gelişimini sürdürdüğünü belgelemektedir (Şekil 20).



Şekil 19. Alanköy fay aynasının (EK-I' de S.2) yakın görünümü (kuzey-kuzeybatıya bakış).



Şekil 20. Alanköy fay aynasından (S.2) ölçülen kayma verileri ve bu verilerin Schmidt alt yarı küre stereonetine üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu büyük oklar yerel genişleme yönünü gösterir.



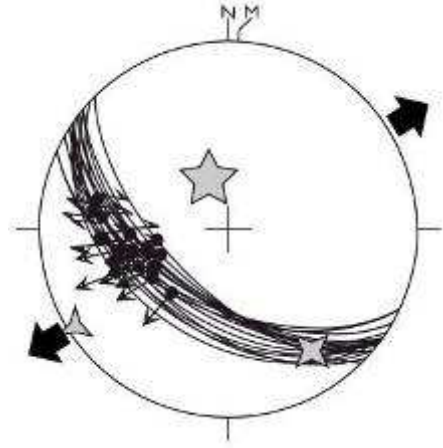
### 3.2.1.6. Akyolboğazı Fayı

Bu yapısal öge aslında, kuzeyde yer alan Acıgöl grabeninin güney kenar faylarına (Başpınar ve Çaltı fayları) asılı kalmış eski bir vadi (Akyolboğzı asılı vadisi) üzerinde Pliyo-Kuvaterner dönemde gelişmiş ve daha sonra bu asılı vadinin, kuzeydeki Acıgöl grabeni ile güneydeki Akgöl grabenini birbirine bağlayan K-G-gidişli yeni bir transfer zona (enine graben) dönüşmesine yol açmıştır (EK-I). Akyolboğazı fayı yaklaşık K-G gidişli, 5 km uzunluğunda, batıya doğru dikçe (85°) eğimli verev atımlı normal bir faydır. Dikçe eğimli fay sarplığı, iyi pekişmiş ve faya doğru eğimlenmiş kolüviyal kamalar, Triyas-Jura-Kretase yaşlı dolomitik kireçtaşlarının Pliyo-Kuvaterner yaşlı kolüviyal kamalarla tektonik olarak karşı-karşıya getirilişi ve yer yer iyi gelişip-korunmuş fay aynaları sunması (Şekil 21), Akyolboğzı fayının varlığını ve diri bir fay olduğunu belgeler. Fay aynaları üzerinden ölçülen kayma verilerinin Schmidt alt yarıküre stereoneti üzerine stereografik izdüşümü, Akyolboğazı fayının verev atımlı normal karakterli olduğunu ve Akyolboğazı grabeninin bu fay boyunca KD-GB yönde gelişimini sürdürdüğünü belgelemektedir (Şekil 22 ).



Şekil 21. Akyolboğazı fay sarplığı ve fay aynasının genel görünümü (kuzey-kuzeydoğuya bakış).

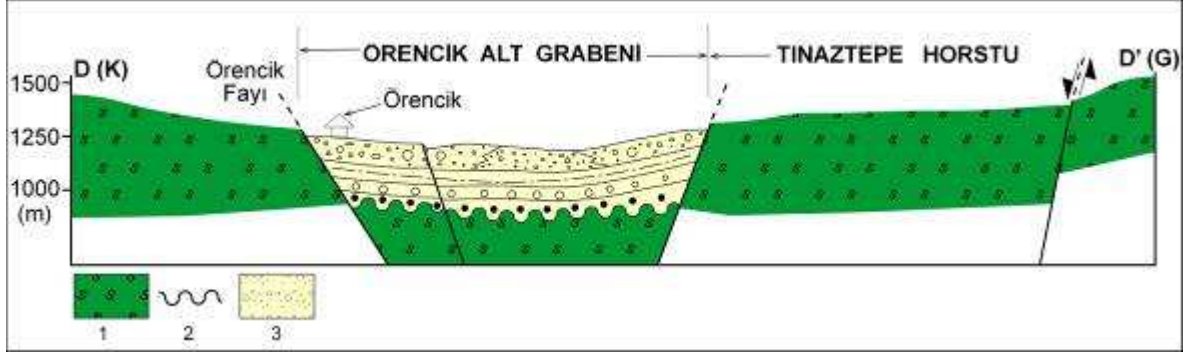
No	Doğrultu	Eğim	Yan yatım	Gerilim eksenleri	$\phi$
1	305°	45°G	49°B	$\sigma_1= 67^\circ/339^\circ$ $\sigma_2= 23^\circ/146^\circ$ $\sigma_3= 05^\circ/238^\circ$	0.221
2	303°	55°G	42°B		
3	310°	59°G	70°B		
4	313°	49°G	41°B		
5	310°	46°G	42°B		
6	306°	41°G	64°B		
7	305°	47°G	50°B		
8	307°	60°G	68°B		
9	315°	64°G	72°B		
10	305°	60°G	57°B		
11	310°	62°G	75°B		
12	305°	53°G	76°B		
13	308°	59°G	70°B		
14	305°	58°G	74°B		
15	305°	53°G	76°B		
16	295°	56°G	63°B		
17	295°	54°G	80°B		
18	300°	58°G	60°B		
19	305°	50°G	58°B		
20	300°	58°G	71°B		



**Şekil 22.** Akyoboğazı fay aynasından (S.3) ölçülen kayma verileri ve bu verilerin Schmidt alt yarıküre stereonetine üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu oklar yerel genişleme yönünü gösterir.

### 3.2.1.7. Örencik Fayı

Yaklaşık 4 km uzunlukta, K60°D gidişli normal bir fay olup, Örencik köyü ve yakın güneybatısında yüzeyler (EK-I). Alanköy alt grabeni, kuzey kesiminde biri K-G, diğeri ise KD-gidişli iki alt grabene daha ayrılır. Bunlardan Kuzeydoğu gidişli çöküntü alanı Örencik alt grabeni olup, bu çöküntü alanının kuzeybatı kenarı Örencik fayı tarafından sınırlanır ve denetlenir. Örencik fayı, uzanımı boyunca Geç Kretase yaşlı peridotit ve serpantinitle keser ve düşey yönde 200 m kadar öteleler (Şekil 23). Ani yamaç eğimi değişimi, ezilip-parçalanmış serpantinitle (fay breşi), yatağı saptırılmış dereler ve yaşlı birimler ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusunun tektonik olarak karşı-karşıya getirilişi Örencik fayının morfotektonik belirteçleridir.



Şekil 23. EK-I’de D-D’ çizgisi boyunca geçen jeoloji enine kesiti. 1. Geç Kretase yaşlı peridotit-serpantinit, 2. nankonformiti, 3. Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusu.

### 3.2.2. Güney Kenar Fayları

Akgöl grabeninin güney kenarı da, grabenin kuzey kenarı gibi, değişik uzunluk ve değişik doğrultuda gelişmiş çok sayıda normal fay segmenti tarafından sınırlanır ve denetlenir. Bunlardan önemli bazıları batıdan doğuya doğru sırayla Bayındır fay kuşağı, Bayındır fayı, Aşağıonacak fayları ve Çardak faylarıdır. Bu fayların genel özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.2.2.1. Bayındır Fay Kuşağı

Batıda Kırılı köyü ile doğuda Büyükyaka köyü arasında yüzeyleyen Bayındır fay kuşağı yaklaşık 0.5-1.5 km genişliğinde, 20 km uzunluğunda ve D-B gidişli normal faylarla karakterize edilen bir deformasyon alanıdır. Akgöl grabeninin güney kenarını sınırlayıp denetleyen Bayındır fay kuşağı birbirine paralel-yarı paralel uzanımlı, değişik uzunlukta (0.8-18 km), kuzeye graben içine doğru eğimli, basamak türü yer biçimi oluşturan çok sayıda yapısal fay segmentinden oluşur (EK-I). Fay segmentleri, uzanımları boyunca, Likya Napları’na ait peridotit ve serpantinitleşmiş peridotitleri keser ve düşey yönde 0.3 km kadar öteleler (EK-II de A-A’ ve B-B’ jeoloji enine kesitleri). Bayındır fay kuşağının ana fayı da, fayın en iyi görüldüğü yerin adıyla Bayındır fayı olarak adlanmıştır.

#### 3.2.2.2. Bayındır Ana Fayı

Bayındır köyünün yaklaşık 2 km kuzeybatısından başlayan Bayındır ana fayı (Şekil 24), güneydoğu yönde Bayındır köyü’ne değin devam eder. Bayındır köyü’nde iki kola ayrılan ana fay, iki kola ayrıldığı yerden başlayarak gidişini de D-B yöne değiştirir ve yaklaşık 0.5 km aralıklı ve birbirine koşut iki ayrı fay segmenti olarak doğuya doğru sırayla Dereköy ve Büyükyaka köylerine değin devam eder ve orada sona erer (EK-I). Ana fayın yaklaşık 6 km uzunluğundaki kuzey kolu Dereköy fayı, güneydeki 18 km uzunluğundaki

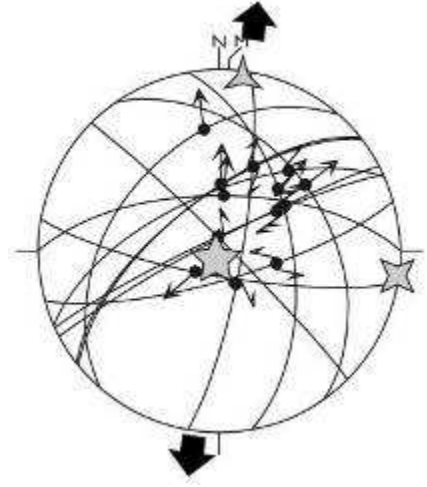


kolu ise Bayındır fayı olarak adlanmıştır. Güncel Bayındır alt grabeninin güney kenarını sınırlayıp denetleyen Dereköy fayı, göreceli olarak çizgisel bir fay izine sahip olup, diğerine göre kuzeye daha dik bir açı ( $75^\circ$ ) ile eğimlidir. Dereköy fayı, uzanımı boyunca Peridotit ve serpantinitleşmiş peridotitleri keser, onları düşey yönde öter ve Kuvaterner yaşlı graben dolgusu ile tektonik olarak karşı-karşıya getirir (EK-I). Bayındır ana fayı ise daha eğri bir fay izi sergilemekte olup güneye doğru ortalama  $70^\circ$  lik bir açı ile eğimlidir. Bayındır ana fayı, uzanımı boyunca peridotit, serpantinitleşmiş peridotit, Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı graben dolgularını keser, düşey yönde öter ve onları birbirleriyle tektonik olarak karşı-karşıya getirir. Ani yamaç eğimi değişimi, üçgen yüzeyler, yataklarını derine kazmış ve saptırmış dereler, ezilip-parçalanmış kayalar (fay breşleri), fayın genel gidişine paralel dizilmiş ve kısmen biçim değiştirmiş yelpaze-deltalar (örneğin: Dereköy ve Bayındır deltaları gibi), faylar tarafından kesilip-parçalanmış, yükseltilmiş ve faya asılı kalmış Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırmızı kırıntılılar (fay taraçaları) gibi morfolojik belirteçlerin yanısıra, yer yer iyi gelişip korunmuş fay aynaları (EK-I de S.4), Bayındır fay kuşağının ana fay segmentlerini temsil eden Dereköy ve Bayındır faylarının varlığını ve potansiyel diri faylar olduğunu belgelemektedir. Bununla birlikte, deprem episantır dağılımı (EK-III) Bayındır ana faylarının sismik olarak da diri olduğunu göstermektedir. Fay aynasından ölçülen kayma verilerinin Schmidt alt yarıküre stereonetleri üzerine stereografik izdüşümü, Bayındır ana fayının verev atımlı normal karakterli olduğunu ve Bayındır alt grabeninin, Bayındır fayı boyunca K-G yönde genişlemesini günümüzde de sürdürdüğünü göstermektedir (Şekil 25).



Şekil 24. Bayındır ana fayı ve fay sarplığının genel görünümü (batı-kuzeybatıya bakış)

No	Doğrultu	Eğim	Yan yatım	Gerilim eksenleri	$\phi$
1	K65° D	84° KB	59° KD	$\sigma_1= 86^\circ/202^\circ$ $\sigma_2= 01^\circ/098^\circ$ $\sigma_3= 04^\circ/008^\circ$	0.365
2	K52° D	66° KB	55° KD		
3	K62° D	85° KB	54° KD		
4	K51° D	66° KB	71° KD		
5	K41° B	41° KB	56° KD		
6	K66° D	64° KB	47° KD		
7	D – B	65° K	88° KD		
8	K80° B	79° GB	81° KD		
9	K74° D	77° GD	67° GB		
10	K45° B	86° KD	85° GB		
11	K10° B	57° KD	68° GB		
12	K35° B	40° KD	88° GB		
13	K10° D	10° GD	77° GB		
14	K65° D	84° KB	59° KD		
15	K52° D	66° KB	55° KD		
16	K62° D	85° KB	54° KD		
17	K51° D	66° KB	71° KD		
18	K41° B	41° KB	56° KD		
19	K66° D	64° KB	47° KD		
20	D – B	65° K	88° KD		



**Şekil 25.** Bayındır fay aynası (S.4) üzerinde ölçülen kayma verileri ve bu verilerin Schmidt alt yarıküre stereonetine üzerine stereografik izdüşümü. İçi dolu oklar yerel genişleme yönünü gösterir.

### 3.2.2.3. Orhanlı Fayı

Kuzeybatıda Kırılı köyü ile güneydoğuda Orhanlı köyü arasında yüzeyleyen Orhanlı fayı, değişik uzunlukta ve bindirimli dizilimli (en echelon) üç ayrı fay segmentinden oluşur (EK-I). Toplam 10 km uzunlukta, K70°B gidişli ve kuzeydoğuya graben içine doğru yaklaşık 60° ile eğimli normal bir yapısal öge olan Orhanlı fayı, uzanımı boyunca, Akgöl grabeninin Geç Pliyosen sırasında oluşmuş olan ilk kenarını belirler. Orhanlı fayı, Likya naplarının peridotit ve serpantinleşmiş peridotitleri ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusunu (kaba kırıntılar) keser, düşey yönde 100 m kadar ötelir ve bu iki birimi tektonik olarak karşı-karşıya getirir (EK-I ve EK-II de A-A' ve B-B' jeoloji enine kesitleri). Ezilip parçalanmış kayalar, kuzeydoğuya bakan dikçe eğimli fay sarplığı (Şekil 26) ve ani yamaç eğimi değişimi, Orhanlı fayının önemli morfolojik belirteçleridir. Deprem episantur dağılımı, Orhanlı fayının sismik olarak da diri olduğunu göstermektedir (EK-III).



**Şekil 26.** Orhanlı fay sarplığının genel görünümü (beyaz oklar fayın yüzeydeki izini gösterir; güney-güneybatıya bakış).

#### **3.2.2.4. Aşağıonacak Fayları**

Kuzeyde Gökçeyaka ve güneyde Büyükyaka köyleri arasında yüzeyleyen Aşağıonacak fayşarı, Alanköy alt grabeni güney kesiminin doğu kenarını sınırlar ve denetler (EK-I ). Aşağıonacak fayları birbirine paralel, yakın aralıklı, değişik uzunluklu batıya ve doğuya doğru dikçe eğimli beş yapısal fay segmentinden oluşur. Bu fay segmentleri, peridotit ve serpantinleşmiş peridotitleri keser, düşey yönde 250 m kadar ötelir ve onları, Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırmızı çakıltaşlarıyla (graben dolgusu) tektonik olarak karşı-karşıya getirir (EK-II de C-C' jeoloji enine kesiti). Ani yamaç eğimi değişimi, grabene doğru bakan ve dikçe eğimli fay sarplığı, derine kazmış ve saptırılmış dere yatakları Aşağıonacak faylarının önemli morfotektonik belirteçleridir. Genç dere yataklarının saptırılmış (deflected) olması bu fayların potansiyel diri faylar olduğuna yorulabilir.

#### **3.2.2.5. Çardak Fayları**

Örencik alt grabeninin güney kenarı, değişik uzunlukta (0.3-3.5 km) ve değişik doğrultularda (D-B, K-G ve KD) gelişmiş çok sayıda yapısal fay segmenti tarafından sınırlanır ve denetlenir. Kuzeydoğuda Kavacık köyü ile güneybatıda Akçaköy arasında yüzeyleyen faylar Çardak fayları olarak adlanmıştır (EK-I). Genel olarak, D-B gidişli fay

segmentleri, diğerleri tarafından ötelenir. Fay segmentleri, uzanımları boyunca peridotit ve serpantinleşmiş peridotitleri keser, düşey yönde 250 m kadar öteler ve onları, Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırmızı çakıltaşlarıyla (graben dolgusu) tektonik olarak karşı-karşıya getirir (Şekil 23). Ani yamaç eğimi değişimi, grabene doğru bakan ve dikçe eğimli fay sarplığı, derine kazmış ve saptırılmış dere yatakları, ezilip-parçalanmış kayalar ve yer yer korunmuş fay aynaları, Çardak faylarının önemli morfotektonik ve doğrudan fay düzlemleriyle ilgili belirteçleridir. Genç dere yataklarının saptırılmış (deflected) olması bu fayların potansiyel diri faylar olduğuna yorulabilir. Genel olarak Gerek Aşağıonacak ve gerekse Çardak fayları, Alanköy alt grabeninin Geç Pliyosen sırasındaki ilk sınırını belirlemektedir.

### **3.2.2.6. Küçükova-Çukurca Alt Grabenleri ve Kenar fayları**

İnceleme alanının güneybatı kesiminde, Tınazdağı horstu içinde gelişmiş değişik boyutta bir seri alt graben ve alt horst daha bulunmaktadır. Bunlar sırayla Küçükova ve Çukurca alt grabenleri olarak adlanmıştır (EK-I). Her iki alt graben de, gerek köken ve gerekse oluşum yaşı açısından Akgöl grabeni ile aynıdır. Bunlardan Çukurova alt grabeni yaklaşık 0.1-2 km genişlikte, 5 km uzunlukta ve KB-gidişli diri bir çöküntü alanıdır. Hayriye köyü'nün yakın güneydoğusunda yüzeyleyen Küçükova alt grabeninin özellikle güneybatı kenarı yakın aralıklı, kuzeydoğuya graben içine doğru eğimli (58°), basamak türü yer biçimi sunan, yarı çizgisel-büklümlü (curvi-linear-curved) fay izine sahip iki önemli fay tarafından belirlenir ve denetlenir. Bunlar sırayla BKB-gidişli, 5 ve 7 km uzunlukta Küçükova ve Otlugöl faylarıdır (EK-I). Fay segmentleri, uzanımları boyunca Likya naplarının peridotit ve serpantinleşmiş peridotitlerini keser, düşey yönde yaklaşık 200 m kadar öteler ve yaşlı birimleri, Pliyo-Kuvaterner yaşlı graben dolgusu ile tektonik olarak karşı-karşıya getirir. Ani yamaç eğimi değişimi, dikçe eğimli fay sarplığı, yatağı saptırılmış dereler, ezilip-parçalanmış kayalar (fay breşi) ve yaşlı birimlerin daha genç birimlerle tektonik olarak karşı-karşıya getirilişi, Küçükova ve Otlugöl faylarının arazi belirteçleridir. Deprem episanır dağılımı (EK-III), Küçükova fayının sismik olarak da diri olduğunu göstermektedir.

#### **4. AKGÖL GRABENİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ: 12 Mayıs 1971 Mb=5.5 “Burdur Depremi” nin Yeri ve Kaynağı**

Yukarıda ayrıntılı olarak açıklanmış olduğu gibi, Akgöl grabeninin batı, kuzey ve güney kenarını sınırlayan ana faylar (master faults), morfotektonik verilere göre en azından potansiyel diri faylardır (EK-III). Bunlar sırayla Hayriye fayı, Ürünlü fayı, Çalova fayı, Akgöl fayı, Alanköy fayı ve Bayındır ana faylarıdır (EK-III). Bu fayların arazide saptanmış olan uzunlukları da sırayla 10 km, 10 km, 4.5 km, 9 km, 10.5 km ve 18 km dir. Fayların uzunlukları baz alındığında, bu faylardan kaynaklanacak en büyük depremlerin büyüklükleri yine sırayla  $M_w = 6.3$ ;  $M_w = 6.3$ ,  $M_w = 5.9$ ,  $M_w = 6.1$ ,  $M_w = 6.3$  ve  $M_w = 6.5$  dir (Wells ve Coppersmith 1994). Bu değerler, Akgöl grabeni kenar faylarının küçük ve orta büyüklükte deprem üretme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, kataloglarda, Akgöl grabeni kenar faylarından kaynaklanmış orta ya da daha büyük bir deprem bulunmamaktadır. Bunun iki önemli nedeni olabilir: (1) Akgöl grabeni ve kenar fayları bu çalışmaya değin bilinmiyordu ve (2), bu faylardan kaynaklanmış depremler olsa bile, bu depremlerin kaynağı, bu bölgede literatürden bilinen başka bir faya yorumlanıyordu. Nitekim 12 Mayıs 1971 Mb = 5.5 “Burdur Depremi”nin kaynağı da, deprem episantırının güneydoğusundan ve yaklaşık 43 km uzağından geçmesine rağmen (Şekil 1 ve 2), Burdur Fayı olarak rapor edilmiştir (Taymaz ve Price 1992).

12 Mayıs 1971 Mb = 5.5 “Burdur Depremi”nin kaynak parametreleri değişik kayıt istasyonları ve değişik yazarlara göre değişmektedir. Örneğin, Taymaz ve Price’a (1992) göre fayın doğrultusu  $230 \pm 5$ , eğimi  $35 \pm 5$ , yan yatım açısı  $105 \pm 10$ , ve derinliği  $12 \pm 2$  km; ISC’a göre deprem episantır koordinatları 37.64 N-2972 E, büyüklüğü Mb = 5.5, derinlik ise 30 km dir. 12 Mayıs 1971 Mb = 5.5 “Burdur Depremi”nin episantırı Küçükova grabeni içine düşmektedir (EK-III). Ancak, gerek Uluslararası Sismoloji Merkezi’nin (ISC) ve gerekse Taymaz ve Price’ın (1992), bu depremmle ilgili odak mekanizması çözümleri dikkate alındığında, bu depremin Küçükova grabenin güney kenarını sınırlayan ve kuzeydoğuya eğimli olan Küçükova ve Otlugöl faylarından kaynaklanmış olması olası değildir. Çünkü, bu fayların deprem episantırına yatay uzaklığı 0.5 ve 1 km dir. Diğer taraftan Taymaz ve Price’a (1992) göre depreme kaynaklık eden fayın eğimi  $36^\circ K$ , deprem odak derinliği ise 12 km; benzer şekilde, ISC’in verilerine göre depremin odak derinliği 30 km, kaynak fayının eğimi ise  $56^\circ K$ . Ayrıca, Taymaz ve Price (1992) daha önce, bu depremin, inceleme alanımızın güneyinde yer alan Burdur grabeni güney kenarını sınırlayıp denetleyen ve kuzeybatıya eğimli Burdur Fayı’ndan kaynaklanmış olduğunu

rapor etmişlerdir. Halbuki Burdur fayı deprem episantırına yatay olarak 43 km uzakta bulunmaktadır ve bu faydan kaynaklandığı öne sürülen ve 12 km ya da 30 km derinliğe sahip bir depremin (12 Mayıs 1971 Mb = 5.5 depremi) episantırı, kaynak faya sırayla 16 ya da 20 km yatay uzaklıkta bulunması gerekir. Özetle, eğer odak mekanizması çözümü ile elde edilen deprem parametreleri (Taymaz ve Price 1972) doğru ise, bu deprem, Burdur Fayı'ndan da kaynaklanamaz. Bu durumda depremin kaynağı, deprem episantırının 2.5-3 km kuzeyinden geçen, güneye dikçe eğimli (70°) Hayriye ve Ürünlü faylarından biri olmalıdır. Bu bağlamda, Hayriye ve Ürünlü fayları Akgöl ve Küçükova grabenlerinin kuzey-kuzeybatı kenarını sınırlayan normal karakterli ana faylar, Küçükova ve Otlugöl fayları ise antitetik özellikli normal faylardır (EK-III). Nitekim, 12 Mayıs 1971 depremi sırasında, Alanköy alt grabeni içinde yer alan Alanköy tümüyle yıkılmış ve köy, bugünkü yerine taşınarak yeniden kurulmuştur (EK-III). Anılan bu ağır hasar, her ne kadar zemin etileri göz önüne alınsa bile, Alanköy yerleşkesinin deprem episantırından çok da uzakta olmadığını göstermektedir.

## BÖLÜM – II.

### 1970.03.28 Ms = 7.1 GEDİZ DEPREMİNDE OLUŞAN ERDOĞMUŞ YÜZEY KIRIĞI ÜZERİNDE YAPILAN PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMA

#### 5. Giriş

##### 5.1. Çalışma Alanı-2

Proje kapsamında önerilen ve bu araştırmaya konu olan ikinci çalışma alanı ise Akşehir-Simav Fay Sistemi'nin (ASFS) batı kesimi üzerinde yer alan Erdoğan-Yenigediz Grabeni ve yakın çevresidir (Şekil 1). ASFS güneydoğuda Karaman ile kuzeybatıda Sındırgı arasındaki alanda yaklaşık 10-30 km genişlikte, 500 km uzunlukta, genel olarak KB-GD gidişli ve süreksiz yüzlekler sunan veriv atımlı normal bir fay sistemidir. İlk Koçyiğit ve Deveci (2005) tarafından haritalanıp adlanan fay sisteminin güneydoğu yarısı kuzeyde yer alan İç Anadolu bölgesi ile güneyde yer alan Isparta Açısı arasındaki coğrafik sınırı oluştururken, sistemin kuzeybatı yarısı Batı Anadolu bölgesi içinde uzanır ve en kuzeybatıda KD-gidişli Akhisar fay Kuşağı ile kesişerek sonlanır. Yüksek sismik etkinliği gerek tarihsel (örneğin: 94, 1766, 1873, 1876, 1896 depremleri) ve gerekse güncel depremlerle (örneğin: 1921, 1944, 1946 1969, 1970, 2000 ve 2002 depremleri gibi) kanıtlanmış olan (Ambraseys ve Tchalenko 1972; Eyidoğan ve Jackson 1985; Eyidoğan ve diğ. 1991; Ambraseys ve Finkel 1995; Koçyiğit ve Özacar 2003, Taymaz ve diğ. 2002) ASFS'nin ikinci inceleme alanını da içeren kesiminde ve yakın çevresinde hakemli-sürelî bültenlerde yayımlanmış beş önemli çalışma bulunmaktadır. Bunlar sırayla Grabert (1971), Ambraseys ve Tchalenko (1972), Tokay ve Doyuran (1979), Yalçın ve diğ. (1985), Eyidoğan ve Jackson (1985). Bu beş çalışmanın kapsam ve sunucu, raporun önceki bölümünde kısaca açıklandığı için burada yinelenmeyecektir.

28 Mart 1970 Gediz depremi artçıl şoklarının fay düzlemi çözümleri ve faylanma modeli ile ilgili en ayrıntılı çalışma Eyidoğan ve Jackson (1985) tarafından yapılmıştır. 28 Mart 1970 Gediz Depremi'nin odak derinliği McKenzie (1978) tarafından 18 km olarak hesaplanmış olmasına karşın, Eyidoğan ve Jackson (1985), Gediz depremine yol açan faylanmanın 6 ile 10 km derinlikleri arasında gerçekleştiğini ve faylanmanın normal-listrik özellikte olduğunu vurgulamışlardır. Buna karşın, 1970 Gediz depreminin kaynak fayının haritalaması ve depremden kaynaklanan yüzey kırıkları üzerinde üzerinde bugüne değin herhangi bir paleosismoloji çalışması yapılmamıştır. Literatürdeki bu eksiklik, bu proje



kapsamında gerçekleştirilen ayrıntılı jeoloji haritalaması ve iki adet hendek çalışması ile bir dereceye değin gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar aşağıda öz biçimde açıklanmıştır.

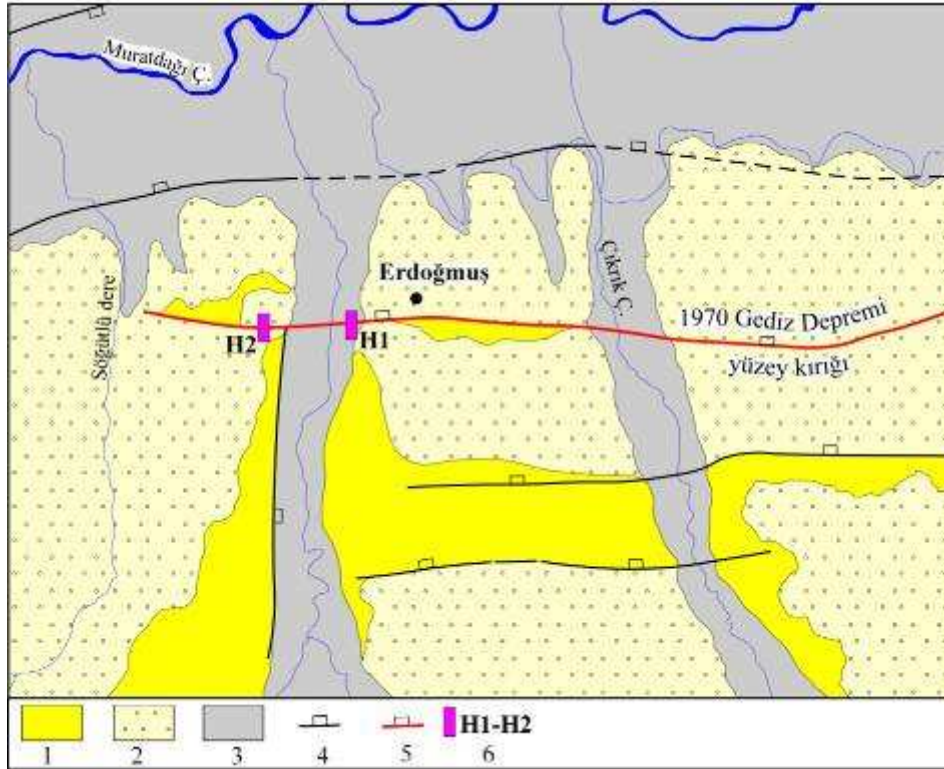
## 5.2. Kapsam ve Amaç

Erdoğmuş-Yenigediz grabeninin ikinci çalışma alanı olarak seçilmesinin ana amacı, 28 Mart 1970 tarihinde oluşan Gediz depremidir. Depremin hemen sonrasında, Gediz ve çevresini kapsayan geniş bir alanda, deprem yüzey kırıkları gözlenip haritalanmış olmasına karşın (Ambraseys ve Tchalenko (1972), depremin hangi fay ya da faylardan kaynaklanmış olduğu yeterince irdelenmemiş ve kaynağı oluşturan fay arazide haritalanmamıştır. Bu eksikliği gidermek için bu bölgede daha önce, Doktora tezi kapsamında bir çalışma başlatılmış olup, bu çalışmalar son üç yıldır sürdürülmektedir. Bu alanda son üç yıldır sürdürülen arazi çalışmaları sonucunda graben ve yakın çevresi 1/25.000 ölçeğinde haritalanmış, stratigrafik dikme kesiti oluşturulmuş, graben kenar fayları haritalanıp analiz edilmiş, 1970 depreminin Erdoğmuş beldesi ve yakın çevresindeki önemli bazı yüzey kırıkları yeniden haritalanmış, ancak aynı faylardan kaynaklanmış tarihsel depremlerin olup olmadığı bugüne değin araştırılmamıştır. Gerek literatürdeki bu eksikliği gidermek ve gerekse anılan bölgenin deprem tehlike analizinin yapılmasına baz oluşturacak harita ve paleosismolojik verileri toplamak amacıyla, bu yeni proje kapsamında, Erdoğmuş-Yenigediz grabenini sınırlayan faylardan tarihsel dönemlerde oluşmuş veya olabilecek depremlerin araştırılması ve yaşlandırılmasına dönük ikinci bir çalışma daha planlanmıştır. 1970 Gediz depreminin tüm yüzey kırıklarının haritalanması bu yeni çalışmanın kapsamı dışındadır, çünkü yüzey kırıkları daha önce haritalanmıştır (Ambraseys ve Tchalenko 1972).

Çalışma başlangıcında, Paleosismolojinin en temel uygulamalarından biri olan hendek çalışmalarının, 28 Mart 1970 yılında meydana gelen Gediz depreminin ( $M_s=7.1$ ) (McKenzie 1978; Eyidoğan ve Jackson 1985) yaklaşık D-B gidişli yüzey kırığı boyunca seçilen iki noktasında yapılması öngörülmüştür. Bunlar Erdoğmuş beldesi ve Gümeleköy'dür. Ancak depreme kaynaklık eden fayın her iki noktadaki izi değerlendirildiğinde, bu çalışmanın sadece Erdoğmuş beldesinde yapılmasının daha uygun olabileceği sonucuna varılmış ve Erdoğmuş beldesinin batısında 2 adet hendek açılmasına karar verilmiştir.

### 5.3. Hendek Yeri Belirleme ve Hendek Çalışmaları

Hendek yeri belirlemede en sağlıklı yol, daha önce oluşmuş bir depremin yüzey kırığının ya da fayın yüzeydeki bilinen izinin kullanılmasıdır. Bu görüşten hareketle Erdoğmuş beldesi batısında daha ayrıntılı bir saha çalışması ve jeolojik harita alımı yapılarak, yüzey kırığının yeri daha sağlıklı olarak çizilmiş ve yüzey kırığı üzerinde sediman kalınlığı ve fasiyesin hendek açılmasına en uygun olduğu iki noktası seçilmiştir (Şekil 27 da H1 ve H2). Kazı çalışmalarına başlamadan önce, 1970 depreminin yüzey kırığının geçtiği yerler hakkında, Erdoğmuş beldesinde yaşayan ve depremi yaşamış olan ileri yaşlı insanlardan, arazide ve yerinde yeniden bilgi alınmış ve seçilen iki noktanın doğruluğu konusunda emin olunmuştur (Şekil 28). Ayrıca, Seçilen bu iki hendek yerinden

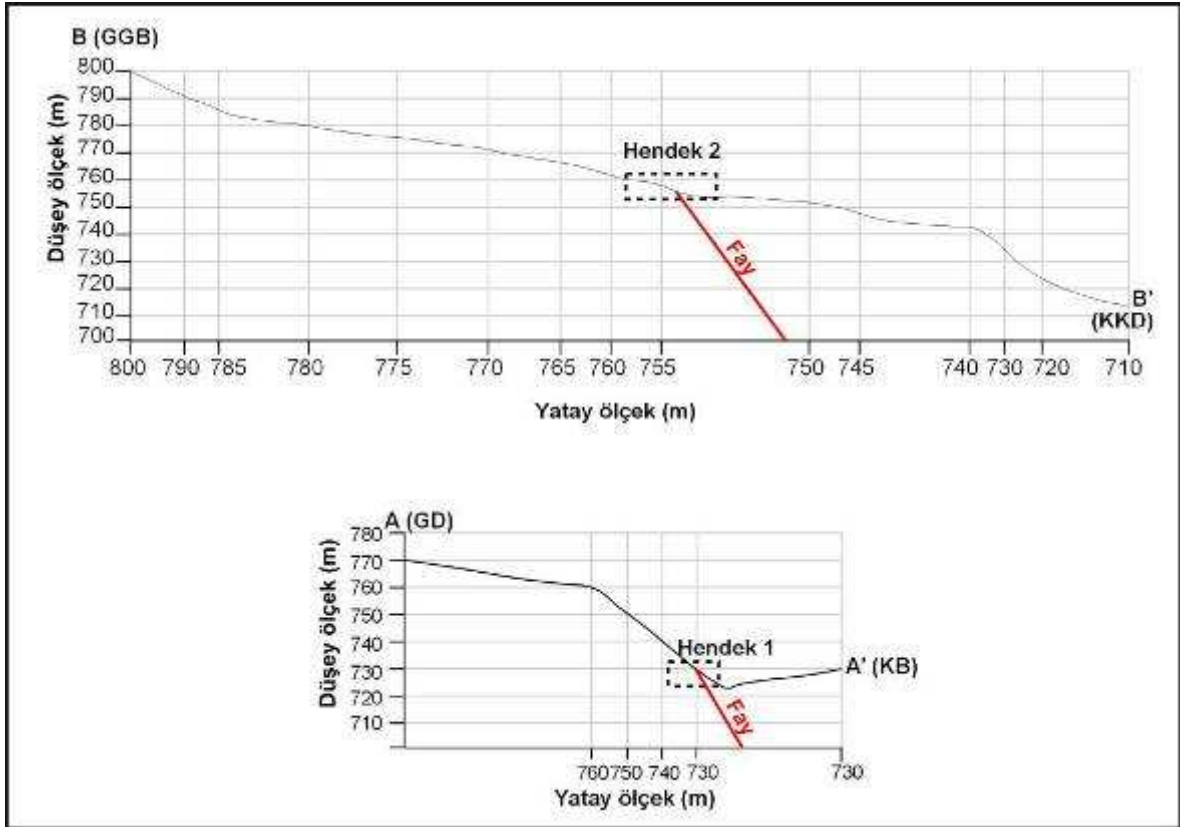


Şekil 27. Hendek-1 (H1) ve Hendek-2 (H2)' nin yakın çevresinin jeolojik haritası. 1. Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı kireçtaşı-marn ardalanmalı istif, 2. Pliyo-Kuvaterner yaşlı taraça çökelleri, 3. Kuvaterner yaşlı taşkın ovası sedimanları, 4. normal faylar, 5. 1970 depremi yüzey kırığının izi ve 6. hendek yerleri.

iki adet jeoloji enine kesiti de çizilmiştir (Şekil 29). Yüzey kırığı boyunca deprem sırasında gelişmiş olan düşey yerdeğiştirme, gerek topoğrafyada ve gerekse H1'den geçen KB-GD yönlü ve H2'den geçen KKD-GGB yönlü jeolojik kesitlerdeki ani yamaç eğimi değişiminden de açık biçimde görülmektedir (Şekil 29).



Şekil 28. 1970 depremi sonucunda oluşan düşey yerdeğiştirmenin günümüzde gözlenen konumu (yer: Erdoğan köyü Sandıklı yolu çıkışı, doğuya bakış).



Şekil 29. H1 ve H2' den geçen farklı doğrultulu jeolojik enine kesitler.



## 5.4. Hendek Kazı Çalışmaları

### 5.4.1. Hendek – 1 (H1)

H1 Erdoğmuş beldesinin yakın batısında Kör derenin doğu yamacındaki taşkınovası sedimanları içinde, yaklaşık olarak 35708696D – 4314510K koordinatlarında, 735 m kotunda ve fayın oluşturduğu yüzek kırığının genel gidişine dik olarak 11 m uzunluğunda ve 4 m derinliğinde açılmıştır (Şekil 30). İlk metreden itibaren fay kırığı açıkça gözlenmiştir. Hendeğin doğu duvarı kazı çalışmaları bittikten sonra temizlenmiş ve haritalama işlemi (giritleme) yapılmıştır (Şekil 31). Bu haritalama sırasında hem birimlerdeki toplam yerdeğiştirme miktarı belirlenmiş hem de örnek alınacak yerler işaretlenerek örnek alımından önceki çalışmalar tamamlanmıştır. Şekil 32’de hazırlanan hendek haritası ve alınan 6 organik örneğin yeri görülmektedir.

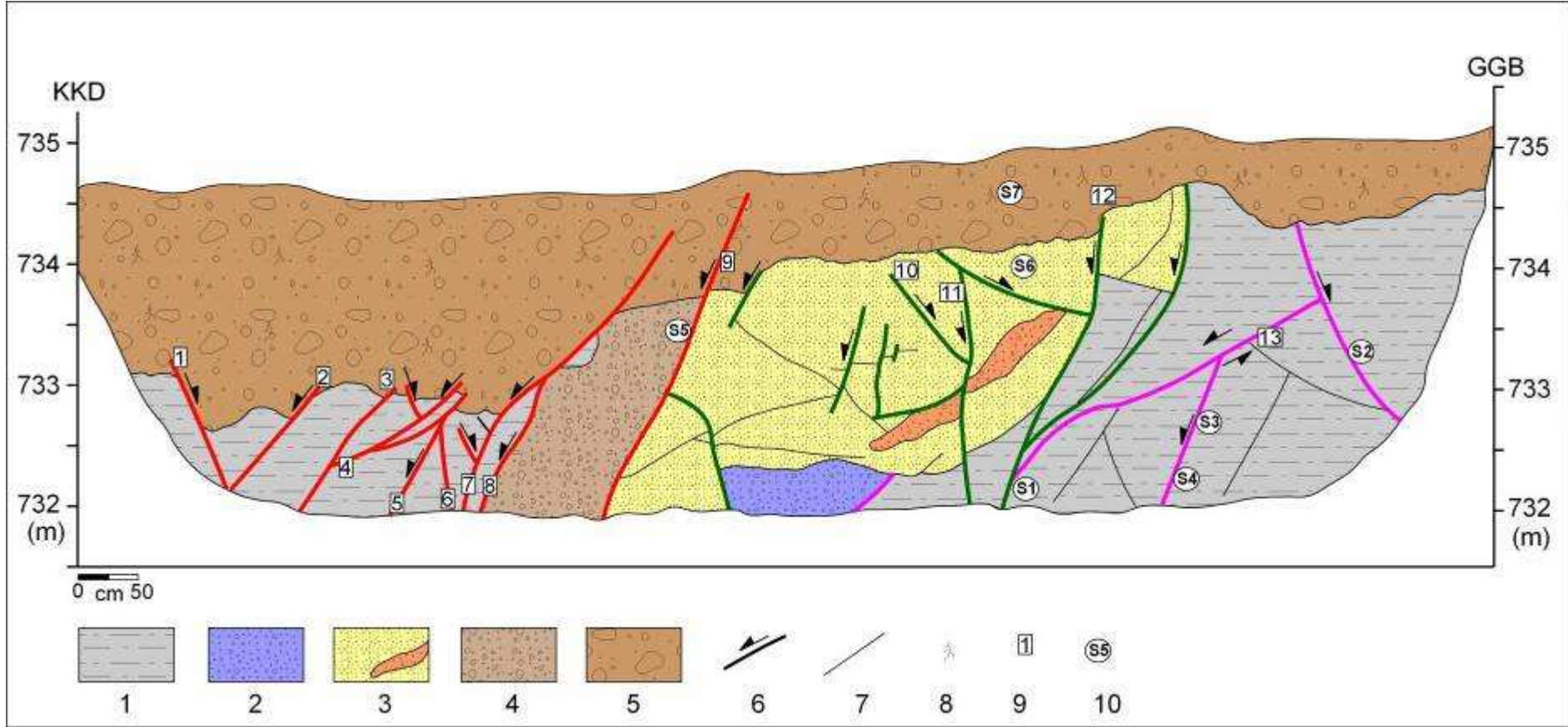


Şekil 30. Doğudan batıya doğru 1 nolu hendek yerinin görünümü.





**Şekil 31.** 1 nolu hendeğin doğu duvarının temizlenmesinden sonraki panoramik görünümü.



**Şekil 32.** 1 nolu hendek logu. 1. Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı marnlı seviye, 2. koyu renkli iri taneli çakıltaşları, 3. ince taneli yer yer kaba taneli çakıl mercikleri içeren kumtaşı seviyesi, 4. 1970 depremi sonucunda fayın önünde biriken kolüviyal kama, 5. güncel taşkın ovası sedimanları, 6. normal faylar (farklı renkler farklı depremleri göstermektedir), 7. çatlaklar, 8. bitki kökleri, 9. ölçülen faylar ve 10. tarihlendirme örneklerinin alındığı yerler.



Bir nolu hendek (H1) çalışması sonunda, hendekte görülen paleosismitler (Şekil 32' de yeşil ve pembe ile çizilmiş faylar ve ilgili atımlar), bu hendek yerinde, 1970 Gediz depremi öncesi iki ayrı depremin daha gerçekleşmiş olduğunu göstermektedir. Ancak kesin sonuçlar tarihlendirme sonrasında alınmıştır.

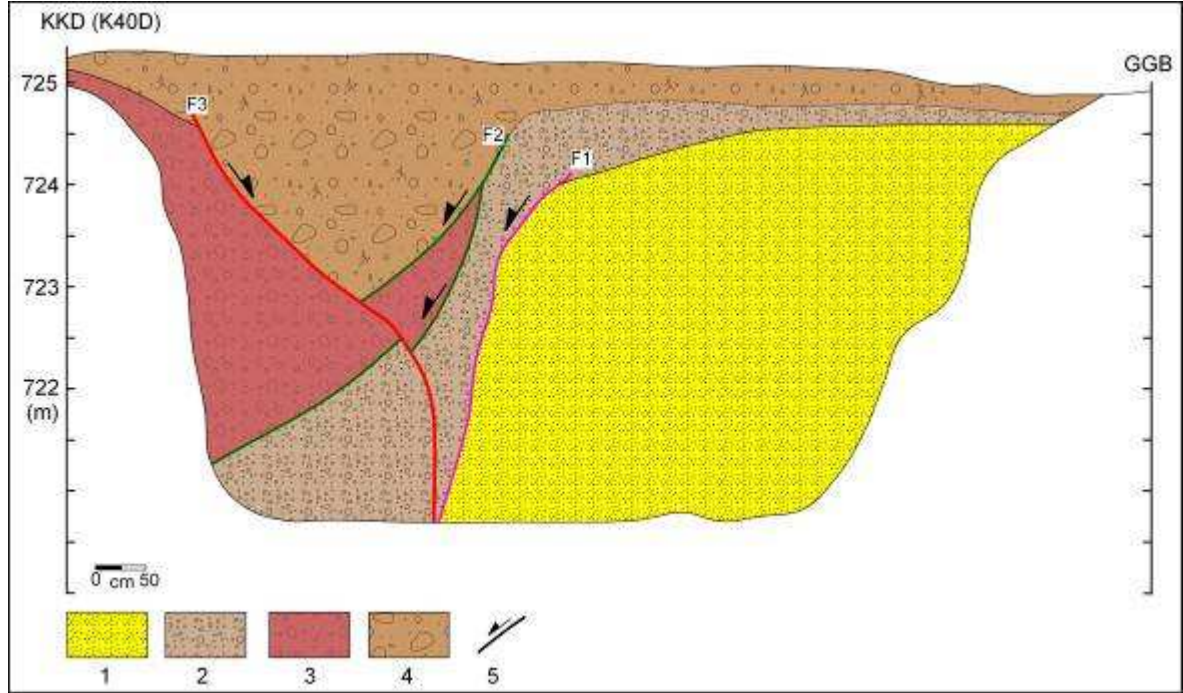
#### 5.4.2. Hendek – 2 (H2)

H2 hendeği Kör derenin batı yamacında ve yine taşkınovası sedimanları içinde yaklaşık olarak 35708418D – 4314289K koordinatlarında, 725 m kotunda ve fayın oluşturduğu yüzek kırığının genel gidişine dik olarak 7 m uzunluğunda ve 5 m derinliğinde açılmıştır (Şekil 27 ve 33). Bu hendekteki malzemenin sert oluşu ve kazma sırasındada bazı küçük göçmeler olması nedeniyle çalışmalar yeterince ayrıntılı yürütülememiştir. Fakat sonuç olarak hendeğin batı duvarının temzilenmesi ve haritalanması işlemleri tamamlanmıştır.



Şekil 33. Kuzeyden güneye 2 (H2) nolu hendek yerinin yakından görünümü.

Yapılan hendek logunda gözlenmiş olan paleosismitler (değişik stratigrafik konuma sahip kolüviyal kamalar (Şekil 34 de 2, 3 ve 4) ve onların faylarla ilişkisi, H2 de 1970 depremi (Şekil 34 de F3) dışında ve ondan daha önce gerçekleşmiş iki ayrı depremin daha varlığını göstermiştir (Şekil 34 da F2 ve F1 fayları). Ancak, kolüviyal kamaları oluşturan fasiyesler içinde organik maddece zengin ve tarihlendirmeye uygun örnek saptanamadığı için bu depremler tarihlendirilememiştir.



**Şekil 34.** 2 nolu hendek logu. 1. sarı renkli, ince taneli, çoktür bileşenli kumtaşı seviyesi; 2. çok tür bileşenli, yoğun deformasyona uğramış çakıl-kum; 3. koyu renkli, çok tür bileşenli çakıltaşı-kumtaşı birimleri; 4. güncel taşkın ovası sedimanları, 5. faylar; F1, ilk tarihsel depremle ilgili faylar, F2, ikinci tarihsel deprem ile ilgili faylar ve F3 1970 Gediz depremi ile ilgili faylar.

Özetle, 1970 Gediz depreminin kaynağı olan Erdoğmuş fayı üzerinde 2 hendek (H1 ve H2) açılmıştır. 1 nolu hendekten yerleri Şekil 32 de ayrıntılı olarak gösterilen toplam 7 adet organik örnek alınmış (S1, S2, S3, S4, S5, S6 ve S7), buna karşın, 2 nolu hendekten yeterli organik malzeme bulunamaması nedeniyle örnek alınamamıştır. Alınan 7 organik örneğin stratigrafik konumları gözönüne alındığında, S3 ve S4 nolu örneklerin aynı seviyeyi temsil etmelerinden dolayı, S4 örneği tarihlendirmeye gönderilmek üzere seçilmiştir. Toplamda 6 adet organik örnek (S1, S2, S4, S5, S6 ve S7) Beta Analitik laboratuvarına tarihlendirilmek üzere gönderilmiş ve sonuçlar alınmıştır (Tablo-1).



**Tablo 1.** Beta Analitik Laboratuvarlarından alınan C14 tarihlendirme sonuçları.

<b>Sample Data</b>	<b>Measured Radiocarbon Age</b>	<b><math>^{13}\text{C}/^{12}\text{C}</math> Ratio</b>	<b>Conventional Radiocarbon Age(*)</b>
S-1	106.7 +/- 0.5 pMC	-25.9 o/oo	106.9 +/- 0.5 pMC
S-2	114.8 +/- 0.6 pMC	-26.5 o/oo	115.1 +/- 0.6 pMC
S-4	107.3 +/- 0.5 pMC	-25.7 o/oo	107.5 +/- 0.5 pMC
S-5	113.1 +/- 0.5 pMC	-26.3 o/oo	113.4 +/- 0.5 pMC
S-6	970 +/- 40 BP	-22.4 o/oo	1010 +/- 40 BP
S-7	1030 +/- 40 BP	-23.0 o/oo	1060 +/- 40 BP

Tablo 1’ de de görüldüğü gibi her bir örnek için farklı yaş aralıkları belirlenmiştir. Bu yaşlar pMC ve BP cinsinden olmak üzere iki farklı formatta sunulmuştur. pMC (percentage of modern carbon) güncel karbon oranı olarak adlanır ve bu oran kullanılarak elde edilen tarihler istenilen hassasiyetteki veriler değildir. Kısacası, S1, S2, S4 ve S5 organik örneklerinden istenilen hassasiyette tarihler elde edilememiştir ve bunların eski depremlerin tespitinde kullanılması mümkün değildir. Bu önemli parametre dikkate alındığında, tarihlendirmeye gönderilen 6 örneğin sadece 2 tanesi (S6 ve S7) uygun yaş aralığı vermiştir.

S6 ve S7 örneklerinin tarihlendirme sonuçlarına bakıldığında ortalama 50 yıllık bir fark görülmektedir. Bu iki örneğin hendekten alındıkları yerler incelendiğinde ise yaklaşık tarihler vermeleri mümkün görülmemektedir. Bu durumdan yola çıkılarak, S6 nolu örneğin alındığı noktadaki bir kirlenmeden dolayı böyle bir sonucun elde edilmiş olması muhtemeldir. Sonuç olarak, yapılan hendek çalışmasından alınan 6 adet örnekten sadece 1 tanesi sağlıklı sonuç vermiştir. S7 organik örneğinin verdiği tarih aralığı 1060 +/- 40 BP dir ve 1970 Gediz depreminden önce bu faydan kaynaklanan en son depremin bu olduğu düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında, Erdoğanlı fayının kaynaklık ettiği son iki büyük deprem (1060 +/- 40 BP ve 1970 depremleri) kullanılarak, aynı faydan kaynaklanacak olan yıkıcı depremlerin yinelenme aralığı 910 +/- 40 yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak bu sonuç bir ön bulgudur ve bu sonuç daha çok örneğin yaşlandırılmasıyla denetlenmelidir.

## 6. SONUÇLAR

İki ayrı çalışma alanında (Akgöl grabeni ve yakın çevresi ile Erdoğmuş-Yenigediz grabeni) sürdürülen ayrıntılı jeolojik haritalama ve paleosismoloji çalışmaları sonucu aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Kuzeyde yer alan Acıgöl grabeni ile güneyde yer alan Burdur grabeni birbirinden Söğütdağı-Tınazdağı horstları ile ayrılmaktadır. Bu iki graben daha önce literatürden bilinmektedir. Proje kapsamında yapılan ayrıntılı jeolojik haritalama sonucu (**EK-I: yeni bir çıktı**), Söğütdağı-Tınazdağı horstları arasında ve diğer iki grabene göre daha yüksekte bulunan Pliyo-Kuvaterner yaşlı yeni ve diri bir çöküntü alanının varlığı saptanmış ve bu çöküntü alanı Akgöl grabeni olarak adlanmıştır.

2. Akgöl grabenini batı, kuzey ve güney kenarı boyunca sınırlayıp denetleyen iki fay kuşağı ve çok sayıda tekil fay saptanmış ve adlanmıştır. Bunlar Akgöl fay kuşağı ve Bayındır fay kuşaklarıdır. Akgöl fay kuşağı grabenin batı ve kuzey kenarını denetlemekte olup, bu fay kuşağının ana fay segmentleri batıdan doğuya doğru Hayriye, Ürünlü, Çalova, Akgöl ve Alanköy faylarıdır. Bayındır fay kuşağı ise grabeni güneyden sınırlayıp denetlemekte olup ana fay segmentleri Dereköy ve Bayındır faylarıdır.

3. Grabenin kuzey ve güney kenar fayları boyunca, grabenin oluşumundan günümüze kadar geçen süre içinde birikmiş en büyük düşey yerdeğiştirme miktarları sırayla 0.8 km ve 0.3 km olup, bu değerler Akgöl grabeninin asimetrik gelişim gösterdiğini belgelemektedir.

4. yatağı saptırılmış ve derine kazmış fay denetimli dereler, faylanmış-biçim değiştirmiş yelpaze-deltalar, faylara asılı kalmış fay taraçaları, iyice pekişmiş ve faylara doğru eğimlenmiş kolüviyal kamalar ve üzerlemiş değişik yaşlı yelpazeler, en azından ana fayların (Hayriye, Ürünlü, Çalova, Akgöl, Alanköy, Dereköy ve Bayındır fayları) diri olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, 1900-2010 yılları arasında, inceleme alanımız içinde oluşmuş deprem episantr dağılımı ve fay haritası kullanılarak yapılan sismotektonik harita (**EK-III: Akgöl ve yakın çevresinin sismotektonik haritası: yeni bir çıktı**) ile doğrulanmıştır.

5. Ana fay segment uzunlukları baz alınarak Hayriye, Ürünlü, Çalova, Akgöl, Alanköy ve Bayındır faylarından kaynaklanacak en büyük depremlerin büyüklükleri sırayla  $M_w = 6.3$ ;  $M_w = 6.3$  .,  $M_w = 5.9$  .,  $M_w = 6.1$  .,  $M_w = 6.3$  ve  $M_w = 6.5$  olarak hesaplanmıştır ( Wells ve Coppersmith 1994).

6. Literatürde Burdur Fayı'ndan kaynaklandığı rapor edilmiş olan 1971.05. 12, Mb = 5.5 'Burdur Depremi'nin, Akgöl grabeni batı kenarını sınırlayıp denetleyen Hayriye ya da Ürünlü faylarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

7.1970..03.28 Ms = 7.1 Gediz depreminin kaynaklanmış olduğu fay arazide haritalanmıştır.

8. Erdoğmuş beldesi yüzey kırığı üzerinde yapılan paleosismoloji çalışmaları sırasında açılan hendeklerde, Gediz depremi öncesi aynı faydan iki tarihsel depremin daha kaynaklanmış olduğunu gösteren paleosismitler elde edilmiş fakat bunlardan bir adeti yaşlandırılabilmiştir. Buna göre, 1970 depremi öncesi aynı faydan kaynaklanan tarihsel deprem 1060+/-40 BP dir. Böylece, aynı faydan gerçekleşen son iki yıkıcı deprem arasındaki zaman dilimi de (1060+/-40 BP-1970 = 910 +/- 40 yıl), bu faydan kaynaklanacak yıkıcı depremler için yinelenme aralığını 910 +/- 40 yıl olarak vermektedir. Ancak bu sonucun, daha çok örnekleme ile yeniden doğrulanması gerekir.

## 7. KAYNAKLAR

- Ambraseys, N.N., Tchalenko, J.S., 1972. Seismotectonic aspects of the Gediz, Turkey, Earthquake of March 1970. *Geophys. J.R. Astr. Soc.* 30, 229-252.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F., 1995. The Seismology of Turkey and adjacent areas: A historical Review, 1500-1800. Eren Yayıncılık ve Kitapçılık Limited Şirketi, İstanbul.
- Ambraseys, N.N. 2001. Reassessment of earthquakes 1900-1999 in the Eastern Mediterranean and Middle East. *Geophysical Journal International* 145, 471-485..
- Eyidoğan, H., Jackson, J., 1985. A seismological study of normal faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz earthquakes of 1969-1970 in western Turkey: implications for the nature and geometry of deformation in the continental crust. *Geophys. J.R. Astr. Soc.* 81, 569-607.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., Değirmenci, E., 1991. Türkiye büyük depremleri makro sismik rehberi (1900-1988). İTÜ. Maden Fak., Jeofizik Müh. Bölümü yayınları, 198 s.
- Eyidoğan, H. ve Barka, A., 1996. 1 Ekim 1995 Dinar Depremi; Kaynak özellikleri ve Sismotektonik Yorumu, S .D.U. DC Mühendislik Sempozyumu Jeofizik Mühendisliği Bildirileri Kitabı. 51-56.
- Grabert, H., 1971. 28 Mart 1970 tarihinde Batı Anadolu'da meydana gelen depremin nedenini teşkil eden iki önemli arıza elamanının kesişmesi. *MTA Dergisi* 77, 22-29.
- Graciansky, P.-C. 1968: Stratigraphie des unités superposées dans le Taurus Lycien et place dans l'arc dinaro-taurique. *MTA Dergisi*, 71, 29-41.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *TJK Bül. C.27*, 1-16.
- Koçyiğit, A., Ünay, E. & Saraç, G. 2000. Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the Isparta Angle: a key study in the Akşehir-Afyon graben, Turkey. *Geological Society, London, Special Publication* 173, 405-421.
- Koçyiğit, A. & Ozacar, A. 2003. Extensional neotectonic regime through the NE edge of the outer Isparta Angle, SW Turkey: New field and seismic data. *Turkish Journal of Earth Sciences* 12, 67-90.
- Koçyiğit, A. 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey . *Geodinamica Acta*, 18, 167-208.



- Koçyiğit, A., Deveci, Ş., 2005. Akşehir-Simav Fault System: commencement age of neotectonic regime and seismicity, SW Turkey. Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, Özler Kitabı, s.26.
- Koçyiğit, A., & Deveci, Ş., 2007. A N-S-trending active extensional structure, the Şuhut (Afyon) graben: Commencement age of the extensional neotectonic period in Isparta Angle, SW Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, volume 16, pp. 391-416.
- McKenzie, D., 1978. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: the Aegean Sea and Surrounding Regions, Geophys. J. R. Ast. Soc., 55, 217-254.
- Okay, A. 1989. Geology of the Menderes massif and Lycian nappes in the south of Denizli. MTA Dergisi, 109, 45-58.
- Price, F.,C & Scott., B., 1994. Fault-hide Rotations, at the Edge of a Zone of Continental Extension: Southwest Turkey. Journal of Structural Geology. 16. 381-392.
- Yalçın, H., Semelin, B. & Gündoğdu, M.N. 1985. Emet Gölsel Neojen Baseninin Jeolojik İncelemesi (Hisarcık Güneyi) [Geological investigation of Emet lacustrine basin of Neogene age (south of Hisarcık)]. Hecettepe Üniv., Yerbilimleri 12, 39 – 52 [In Turkish with English abstract].
- Yılmaztürk, A. & Burton, P. W., 1999. Earthquake source parameters as inferred from the body waveform modeling, southern Turkey. Geodynamics 27, 469–499.
- Taymaz, T. ve Price, S., 1992. The May 12 Burdur Earthquake Sequence, SW. Turkey: a synthesis of seismological and geological observations. Geophys. J. Int., 108, 589-603.
- Taymaz, T., Tan, O., Ozalaybey, S. & Karabulut, H. 2002. Source characteristics of February 3, 2001 Cay-Sultanda. Earthquake (Mw = 6.5) sequence in SW Turkey: a synthesis of seismological observations of body-waveforms, strong motions, and aftershock seismicity survey data. 1st International Symposium of İstanbul Technical University, the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, İstanbul, Turkey, Abstracts, p. 60.
- Temiz., H., Poisson, A., Andrieux, J., and Barka, A., 1997. Kinematics of the Plio-Quaternary Burdur-Dinar cross fault system in SW Anatolia (Turkey). Annales Tectonica, v.XI, n. 1-2, 102-113.
- Tokay M., ve Doyuran, V., 1979. Eski Gediz kentinde mikrobölgelendirme çalışmaları: Bull. of the Geological Society of Turkey, Vol. 22, p. 211-214.
- Wells, D.L. & Coppersmith, S. R. 1994. New Empirical Relationships among magnitude Rupture length, Rupture width, Rupture Area and surface Displacement. Bulletin of Seismological Society of America 84, 974–1002.

## 8. VERİLEN BİLDİRİLER

1) Gürboga (Deveci), Ş., & Koçyiğit, A. 2009. A new extensional structure: Akgöl (Afyon-Burdur) modern graben and its neotectonic to seismic characteristics. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 13. Toplantısı (ATAG 13). Bildiri Özleri kitabı, s. 24.

### ÖZ

#### Yeni bir genişleme yapısı: Akgöl (Afyon-Burdur) güncel grabeni, ve Onun yenitektonik-sismik özellikleri

Şule Gürboğa<sup>1</sup> & Ali Koçyiğit<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Lab. TR-06531, TÜRKİYE (E-mail: sdeveci@metu.edu.tr)

### Öz

Akgöl güncel grabeni, yeni saptanmış ve Isparta Açısı'nın batı kanadında yer alan genişlemeli bir çöküntü alanıdır. Akgöl grabeni yerel ölçekte, güneydeki Burdur grabeni ile kuzeydeki Acıgöl grabenini birbirinden ayıran Söğütadağı ana horstu'nun doruk kesiminde yer alır. Akgöl grabeni 3.5-9 km genişlikte, 30 km uzunlukta ve kuzeye doğru iç bükey geometriye sahip aktif bir çöküntü olup, başlıca peridotit ve serpantin gibi ultramafitlerden oluşan bir aşınım yüzeyi üzerinde gelişmiştir. Akgöl grabeninin batı yarısı BKB, doğu yarısı ise KD gidişlidir. Akgöl grabeni kuzeyden Akgöl ve Alanköy fay kuşaklarıyla, güneyden ise Bayındır fay kuşağı ile belirlenip sınırlanır. Grabenin kuzey ve güney kenar fayları boyunca birikmiş olan toplam düşey atım miktarı sırayla 0.3 km ve 0.8 km'dir. Bu atım miktarları, Akgöl güncel grabeninin bakışsız gelişim tarihçesini gösterir. Akgöl ana grabeni, K-G gidişli Alanköy alt horstu ile iki alt grabene bölünmüştür. Bunlar Akgöl gölünü de içeren Bayındır alt grabeni ve Alanköy alt grabenleridir. Akgöl ana grabeni yaklaşık 0.2 km kalınlıkta güncel graben dolgusu (neotektonik dolgu) içerir. Güncel graben dolgusu Mesozoyik yaşlı ultramafitlerin aşınım yüzeyi üzerinde açılı uyumsuzluk ile yer alır ve başlıca kırmızı kırıntılı tortullarla temsil edilir. Kırmızı kırıntılılar seçilmemiş, çoğun gevşek ya da zayıfça tutturulmuş çakıl-blok bileşeni egemen çakıltaşı, üzreliş yelpaze-önlük tortulları, talus konisi tortulları, güncel plaj kumları ve organik maddece zengin gölsel çamur ve siltlerden oluşur.

Akgöl grabeninin kuzey kenar fayları iyi gelişip korunmuş, oldukça yeni fay aynası sergiler. Fay aynalarının yeni (oksidlenmemiş ve aşındırılmamış) oluşu, graben kuzey kenar faylarının aktif oluşunun bir belgesidir. Nitekim  $M_b = 5.5$  büyüklüğündeki 12 Nisan 1971 "Burdur Depremi"nin episantrı, güneye doğru eğimli olan Akgöl ana fayının tavan bloğu üzerinde ve fayın izine 4 km uzaklıkta yer alır. Bu depremin fay düzlemi çözümü ile yeni arazi gözlem ve bulguları (örneğin, çalışma alanında yeni aktif fayların saptanmış olması gibi), 12 Nisan 1971 "Burdur Depremi"nin, deprem episantrına 43 km uzaklıktan geçen Burdur Fay Kuşağı'ndan çok, Akgöl güncel grabeninin kuzey kenar faylarından kaynaklanmış olduğunu gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Akgöl güncel grabeni, 12 Nisan 1971 Burdur Depremi.

2) Gurboga, Ş., & Koçyiğit, A. 2010. Palaeoseismological results on the source of 1970.03.28 Gediz earthquake. The Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia Conference being held in Ankara, Turkey, on 4-8 October 2010. *The Geological Society of America*.

### **Palaeoseismological Results on the Source of 1970.03.28 Gediz Earthquake**

Şule Deveci Gürboğa<sup>1</sup> & Ali Koçyiğit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Middle East Technical University, Department of Geological Engineering, Çankaya,  
TR-06531 Ankara, Turkey

#### **Abstract**

The Akşehir-Simav Fault System (ASFS), a 10-30 km wide, 500 km long and NW-SE-trending discontinuous oblique-slip normal fault system is a seismogenic belt in western Turkey. The seismogenic characteristic of ASFS is proved many times by large earthquakes such as the 94, 1766, 1873, 1876 and 1896 as historical, the 1921, 1944, 1946, 1969, 1970, 2000 and 2002 as recent earthquakes which caused heavy damages. All these events occurred on the different segments of the ASFS. In the study area, we focused on the Erdoğmuş Fault which is probably the source of 1970.03.28 Ms = 7.1 Gediz earthquake.

Two cross trenches were excavated on the flood plain of Kör stream along the Erdoğmuş fault near west of Erdoğmuş village where the morphology of surface rupture formed during 1970 event is still well-exposed. At first trench (KT – 1), the stratigraphy consists of 6 different units generally flood plain deposits at the top, fluvial sediments (colluvial wedge) and lake deposits (limestone-marl) at the bottom. A series of fault present in this trench. Main displacement took place along the major fault (source of 1970 event) but minor amount of displacement can be observed along the secondary and third order faults. In the second trench (KT – 2), five different stratigraphic units were identified that contains all the same units as in KT – 1 without lake deposits at the bottom. According to structural, sedimentologic and stratigraphic observations on the wall of trenches, at least 2 different events were revealed except 1970 earthquake. Relative dating was used to evaluate the trenches, for the reason that only one of samples taken for radiocarbon dating could be dated (1050 BP) because of the pMC (percentage of modern carbon) amount.

It is concluded that before the 1970 earthquake, at least two palaeoearthquakes are present. According to slow slip amount and 12 km-length of the Erdoğmuş Fault, recurrence interval of Mw=7.1 earthquake should be very broad. By using the 1050 and 1970 events, it is possible to say that there is approximately 920 year for a future earthquake produced by the Erdoğmuş fault. For the further study, determination of another palaeoearthquake (older) which was not dated should be investigated by retrenching studies.

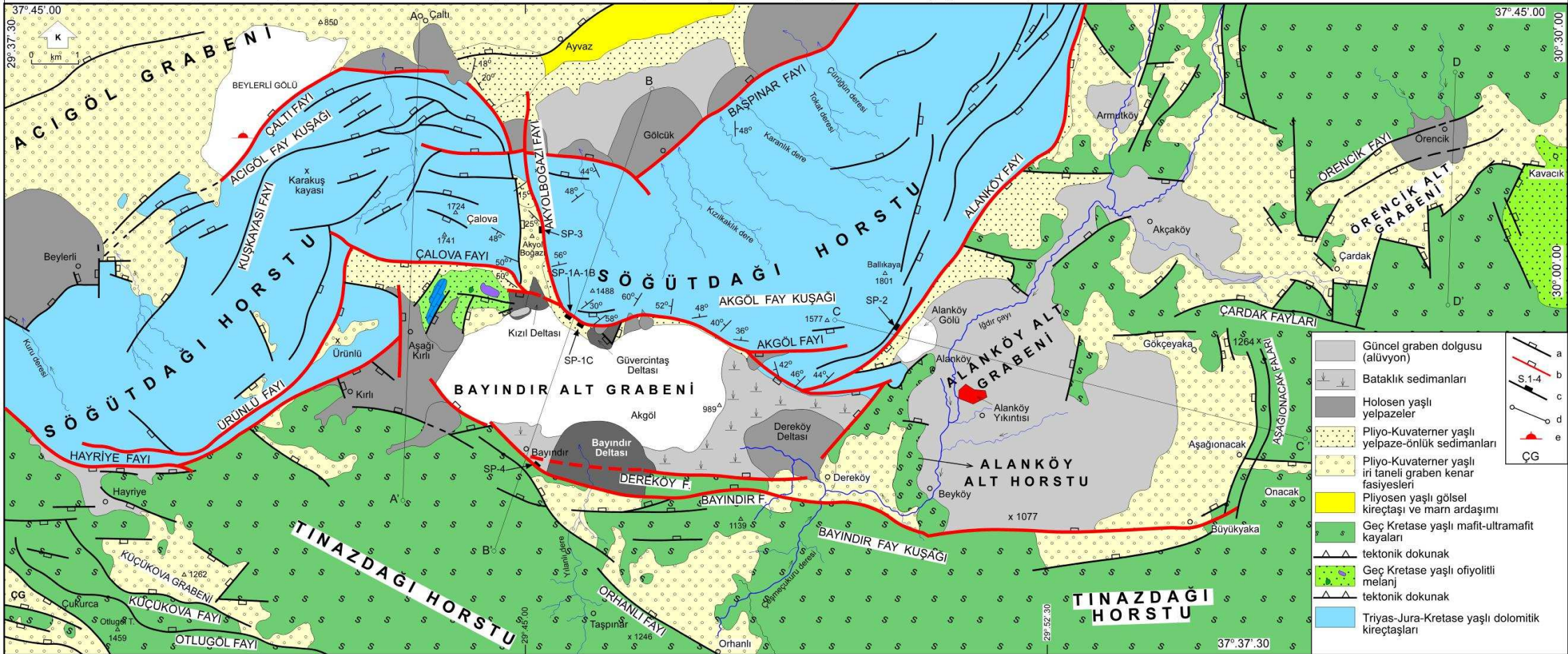
**Keywords:** palaeoseismology, Erdoğmuş Fault, 1970 Gediz earthquake, western Turkey.

## İÇİNDEKİLER

<b>BÖLÜM-I. AKGÖL (BURDUR) GRABENİNİN NEOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ VE KENAR FAYLARININ DEPREMSELLİĞİ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1.Çalışma Alanı.....	1
1.2. Konu, Kapsam ve Amaç .....	1
1.3. Çalışma Yöntemleri .....	4
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>5</b>
<b>3. AKGÖL GRABENİ.....</b>	<b>7</b>
3.1. Stratigrafi .....	8
3.1.1 Yaşlı Temel Kayalar .....	8
3.1.2. Graben Dolgusu .....	9
3.2. Akgöl Grabeni'nin Yapısı ve Kenar Fayları .....	14
3.2.1. Kuzey Kenar Fayları .....	16
3.2.1.1. Akgöl Fay Kuşağı .....	16
3.2.1.2. Hayriye ve Ürünlü Fayları .....	16
3.2.1.3. Çalova Fayı .....	17
3.2.1.4. Akgöl Fayı .....	17
3.2.1.5. Alanköy Fayı .....	21
3.2.1.6. Akyolboğazı Fayı.....	25
3.2.1.7. Örencik Fayı .....	26
3.2.2. Güney Kenar Fayları.....	27
3.2.2.1. Bayındır Fay Kuşağı .....	27
3.2.2.2. Bayındır Ana Fayı.....	27
3.2.2.3. Orhanlı Fayı .....	29
3.2.2.4. Aşağınacak Fayları .....	30
3.2.2.5. Çardak Fayları.....	30
3.2.2.6. Küçükova-Çukurca Alt Grabenleri ve Kenar fayları .....	31
<b>4. AKGÖL GRABENİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ: 12 Mayıs 1971 Mb=5.5 “Burdur Depremi” nin Yeri ve Kaynağı.....</b>	<b>32</b>
<b>BÖLÜM – II. 1970.03.28 Ms = 7.1 GEDİZ DEPREMİNDE OLUŞAN ERDOĞMUŞ YÜZEY KIRIĞI ÜZERİNDE YAPILAN PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMA .....</b>	<b>34</b>
<b>5. Giriş .....</b>	<b>34</b>
5.1. Çalışma Alanı-2 .....	34
5.2. Kapsam ve Amaç .....	35
5.3. Hendek Yeri Belirleme ve Hendek Çalışmaları .....	36
5.4. Hendek Kazı Çalışmaları .....	38
5.4.1. Hendek – 1 (H1) .....	38
5.4.2. Hendek – 2 (H2) .....	41
<b>6. SONUÇLAR.....</b>	<b>44</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>46</b>
<b>8. VERİLEN BİLDİRİLER.....</b>	<b>48</b>

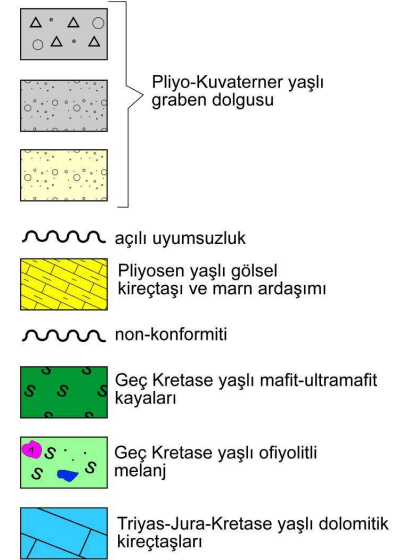
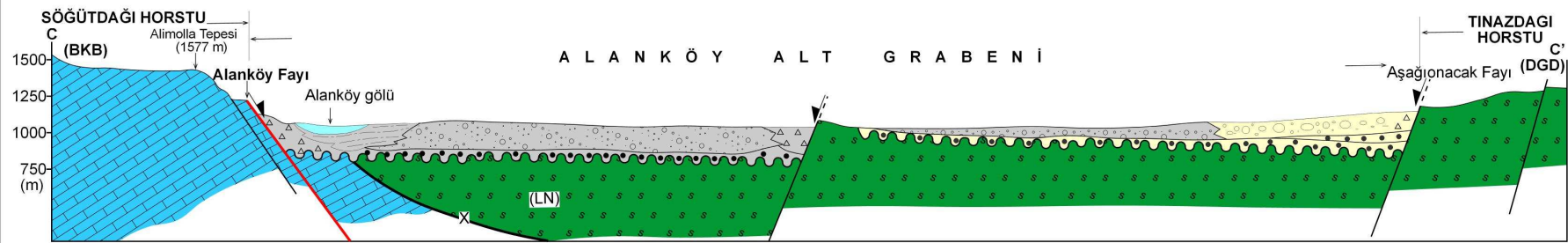
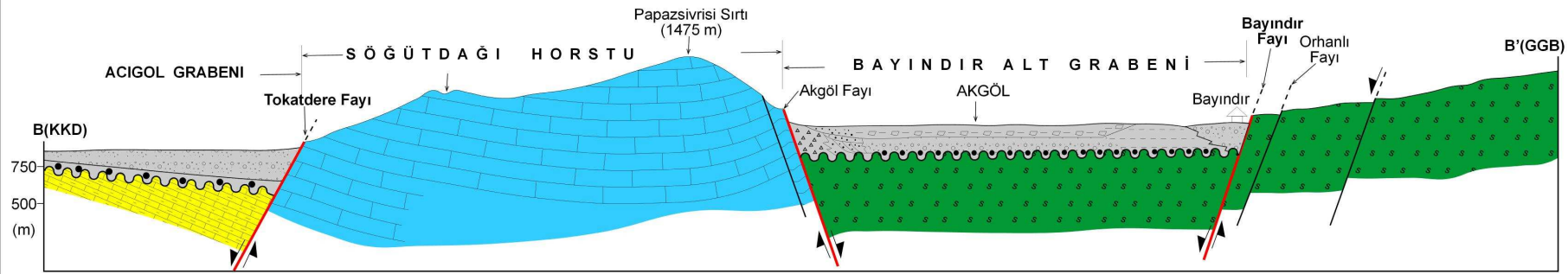
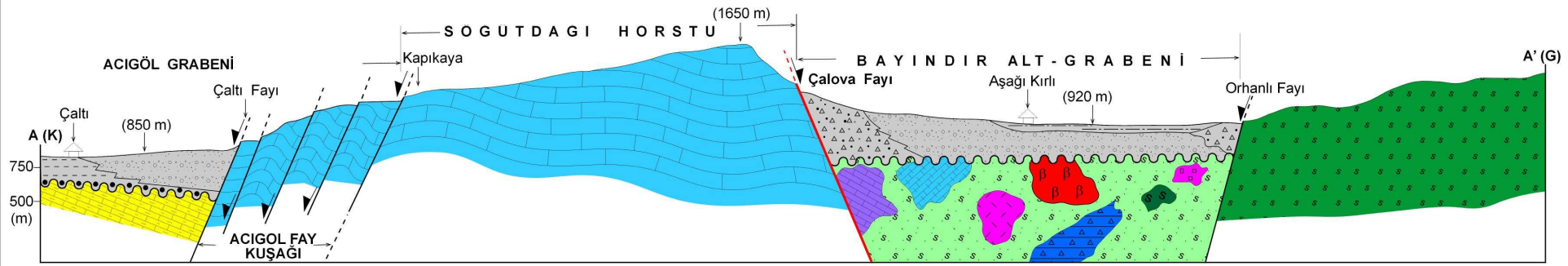


**EK -I. Akgöl grabeni ve çevresinin jeolojik haritası. a. normal faylar, b. diri normal faylar, c. fay aynası, d. jeoloji enine kesit çizgileri, e. kaplıca, ÇĞ. Çukurca grabeni.**

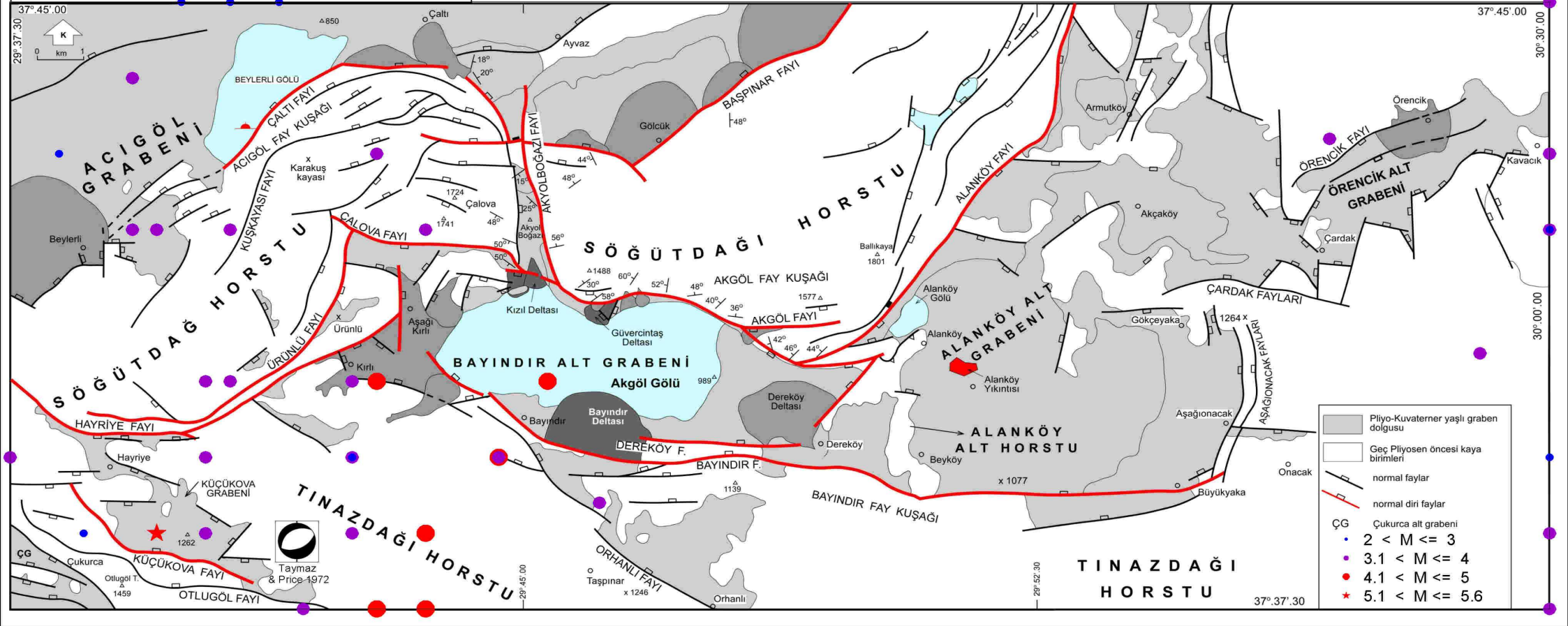




EK - II. Akgöl grabeni ve yakın çevresinden geçen jeoloji enine kesitleri.



EK - III. Akgöl grabeni ve yakın çevresinin sismotektonik haritası



**EK-IV.** 1900-2010 yılları arasında Akgöl grabeni ve yakın çevresinde oluşmuş olan depremler (Kandilli Gözlemevi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

No	Enlem	Boylam	Büyükük	Tarih	Yer
1	29,49	37,37	3,6	710519	
2	29,52	37,37	4,5	710515	
3	29,52	37,37	4,2	711207	
4	29,54	37,37	4,4	710513	
5	30	37,37	3,4	890610	
6	29,43	37,38	5,5	710512	
7	29,45	37,38	3,5	950429	
8	29,51	37,38	3,2	710519	
9	29,54	37,38	4,6	710515	
10	30	37,38	3,5	710516	
11	30	37,38	3,2	890419	
12	29,37	37,39	3,8	800914	
13	29,45	37,39	3,4	810918	
14	29,51	37,39	3,4	710515	
15	29,57	37,39	4,8	660122	
16	29,57	37,39	4,6	710514	
17	29,57	37,39	3,4	710515	
18	29,57	37,39	3,7	710601	
19	30	37,39	2,8	890110	
20	29,45	37,4	3,7	710518	
21	29,46	37,4	3,4	801012	
22	29,51	37,4	3,7	710604	
23	29,52	37,4	4,8	710517	
24	29,59	37,4	4,7	710513	
25	29,42	37,42	3,4	710512	
26	29,42	37,42	3,3	710516	
27	29,42	37,42	3,1	890224	
28	29,43	37,42	3,2	780815	
29	29,46	37,42	3,1	710523	
30	29,54	37,42	3,3	710515	
31	29,54	37,42	3,7	830226	
32	30	37,42	3,3	710512	
33	30	37,42	3,3	710514	
34	30	37,42	3,1	710514	
35	30	37,42	3,3	710520	
36	29,39	37,43	2,9	950927	
37	29,52	37,43	3	951231	
38	30	37,43	3,5	710520	
39	29,42	37,44	3,3	891027	
40	29,46	37,45	2,9	951020	
41	29,48	37,45	2,9	951013	
42	30	37,45	3,6	670818	
43	29,48	37,37	3	980619	



44	29,4	37,38	2,9	902	
45	29,611	37,384	3,1	2003,04,08	TEFENNI (BURDUR)
46	29,383	37,389	3	2004,07,25	ACIPAYAM (DENIZLI)
47	29,51	37,39	2,9	990108	
48	29,972	37,404	3,3	2004,05,05	TEFENNI (BURDUR)
49	30	37,42	2,8	981110	
50	29,52	37,43	3,4	990710	
51	29,91	37,432	3,1	2002,11,24	
52	29,44	37,45	2,9	981112	