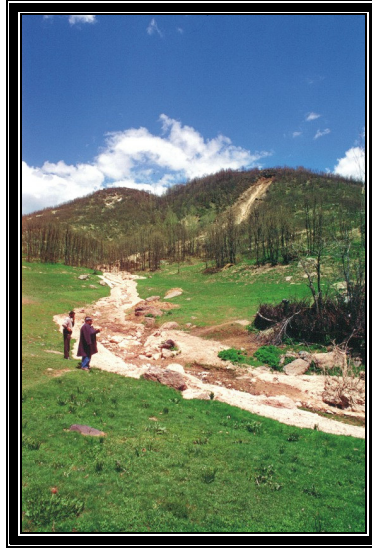




**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**1 MAYIS 2003  
ÇİMENLİ (BİNGÖL) DEPREMİ  
DEĞERLENDİRME RAPORU**



**Hazırlayanlar**

**Doç.Dr. Kadir Dirik  
Yard.Doç.Dr. Tekin Yürür  
Araş.Grv. Hünkar Demirbağ**

**Temmuz 2003**

**Ankara**

## ÖZET

1 Mayıs 2003 günü Doğu Anadolu Bölgesinde, Bingöl'ün yaklaşık 15 km KKB'sında meydana gelen, özellikle Bingöl ile Sancak Beldesi arasındaki bölgeyi etkileyen ve moment büyüklüğü 6.4 (Mw) (NEIC-USGS 2003) olan Çimenli-Bingöl depremi 177 vatandaşımızın yaşamını yitirmesine, 500'den fazla kişinin yaralanmasına, 2000 civarında yapının hasara uğramasına neden olmuştur. 9-13 Mayıs 2003 tarihlerinde Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından Doç.Dr. Kadir Dirik, Yard.Doç.Dr. Tekin Yürür ve Araş.Grv. Hünkar Demirbağ'dan oluşan üç kişilik bir ekip tarafından Bingöl-Sancak arasında kalan deprem bölgesinde bir inceleme gezisi yapılmıştır. Bu raporda, söz konusu inceleme sırasında gerçekleştirilen gözlemler ve yapılan ön değerlendirmeler sunulmaktadır. Bu değerlendirmelere göre, 1 Mayıs 2003 Çimenli-Bingöl depremi orta büyüklükte, odak derinliği farklı istasyonlara göre 5 ile 25 km arasında değişen bir deprem olup, uzun ve sürekli izlenebilen yüzey kırıkları oluşturmamıştır. Ancak, bölgenin morfolojisine de bağlı olarak çok sayıda heyelan oluşmuş ve kaya düşmeleri gerçekleşmiştir. Çimenli (Lek), Sudüğünü (Şırnan) doğusundaki Hanoçayırı mevkiinde ve Ağaçyolu'nun Kuzeyinde izlenebilen yüzey kırıklarının K45°B doğrultulu olması, bölgedeki önemli yapısal elemanlardan olan KB-GD gidişli Sütgölü-Göltepe fay zonunun bu depremde rol oynadığına işaret etmektedir. Deprem sırasında en çok hasar, Bingöl il merkezi ile Sütgölü-Göltepe fay zonunda meydana gelmiş olup, genelde tüm depremlerde olduğu gibi, bu depremde de kalitesiz inşaat ve deprem yönetmelikleri dikkate alınmaksızın yapılan yapılar hasarın artmasında önemli rol oynamıştır.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	SAYFA NO
1. Giriş	3
2. Bingöl civarının jeolojik özellikleri	3
3. Bölgenin tektonik özellikleri ve depremselliği	9
4. Çimenli-Bingöl depreminin özellikleri	15
4.1. Depremle ilgili sismik veriler	15
4.2. Artçı Sarsıntılar	17
4.3. Yüzey Deformasyonları	17
5. Yapısal hasarlar	25
6. Sonuçlar ve öneriler	28
Kaynaklar	29
Teşekkür	30
Abstract	31

## 1. GİRİŞ

1 Mayıs 2003'te, Türkiye deprem bölgeleri haritasına göre 1. derece deprem bölgesinde yer alan Sancak-Bingöl bölgesinde yerel saatle 03.27'de 6.4 (Mw) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Çok geniş bir alanda hissedilen depremde ilk belirlemelere göre 177 kişi yaşamını yitirmiş, 520 kişi yaralanmış, 82 yapı tümüyle yıkılmış, 1602 bina ise (4919 konut ve 599 iş yeri) ağır hasara uğramıştır. 1 Mayıs 2003 depreminin merkez üstü için değişik kuruluşlar tarafından farklı lokasyonlar ve derinlikler belirlenmiştir (Şekil 1). Aynı bölge, daha önce 22 Mayıs 1971 tarihinde meydana gelen ve 6.8 büyüklüğündeki depremden de etkilenmiştir. Bu depremde de 881 kişi hayatını kaybetmiş, 1157 kişi yaralanmış ve 3965 bina yıkılmıştır.

Bu depremde büyüklüğü 7'den fazla olan depremlerdeki gibi belirgin ve uzun yüzey kırıkları gelişmemesine rağmen yüzeyde, değişik araştırmacılar arasında tartışma yaratan çatlaklar ve yarılmalar gibi yüzey deformasyonları oluşmuştur.

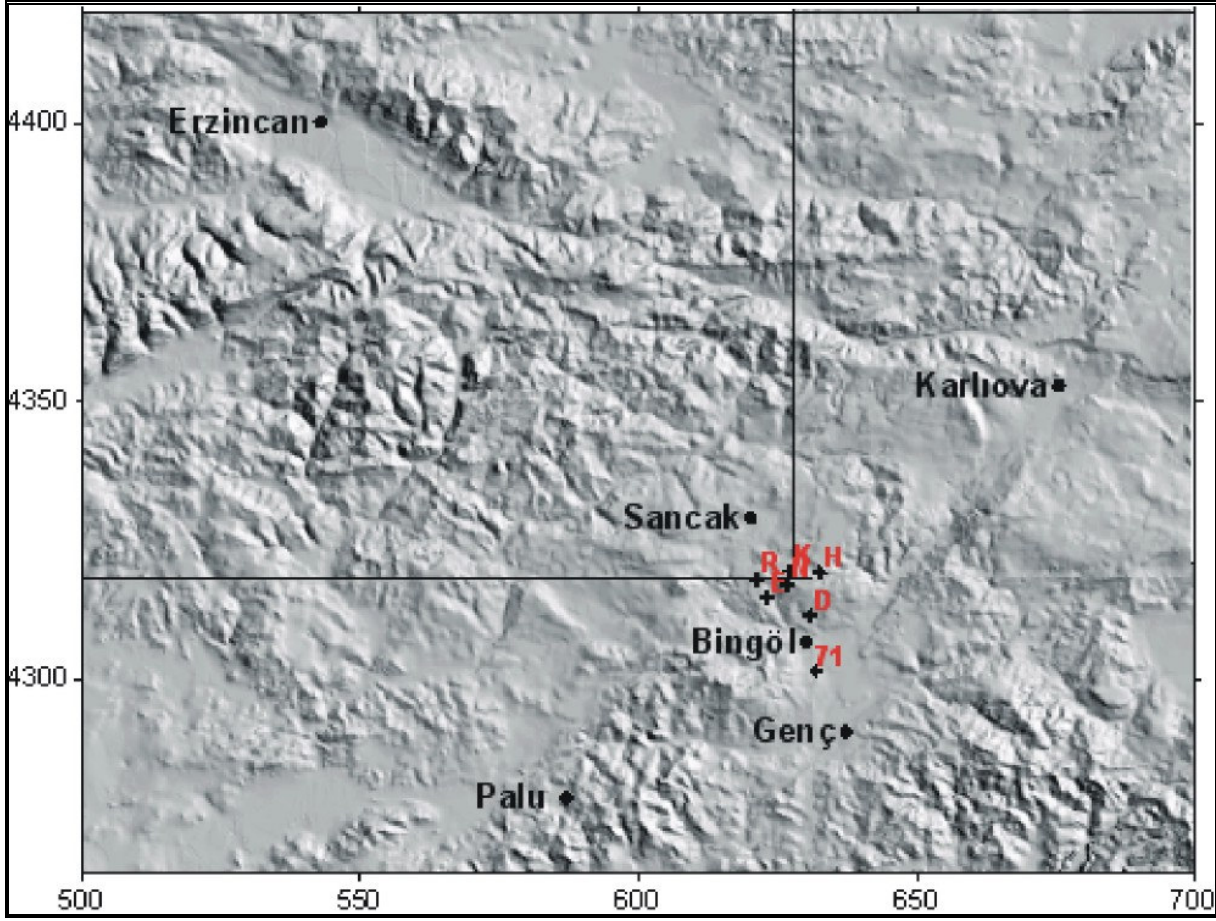
Ülkemizde, her depremde olduğu gibi, Bingöl ve civarındaki yerleşim alanlarında oluşan hasarın çoğunlukla inşaat kalitesinin düşük olması nedeniyle olduğu söylenebilir.

Bu raporda, depremden dokuz gün sonra yazarlar tarafından Bingöl ve civarında yapılan gözlemler, elde edilen bulgular ışığında hazırlanan ön değerlendirmeler sunulmuştur. Rapor yazımında yazarların gözlemleri ile birlikte, bölgeyle ilgili önceki çalışmalardan, değişik kuruluşların odak çözümlerine ve artçı kayıtlarına yer verdikleri internet sayfalarından ve Yüksel Projenin deprem sonrası bölgede yaptığı sondajların loglarından yararlanılmıştır.

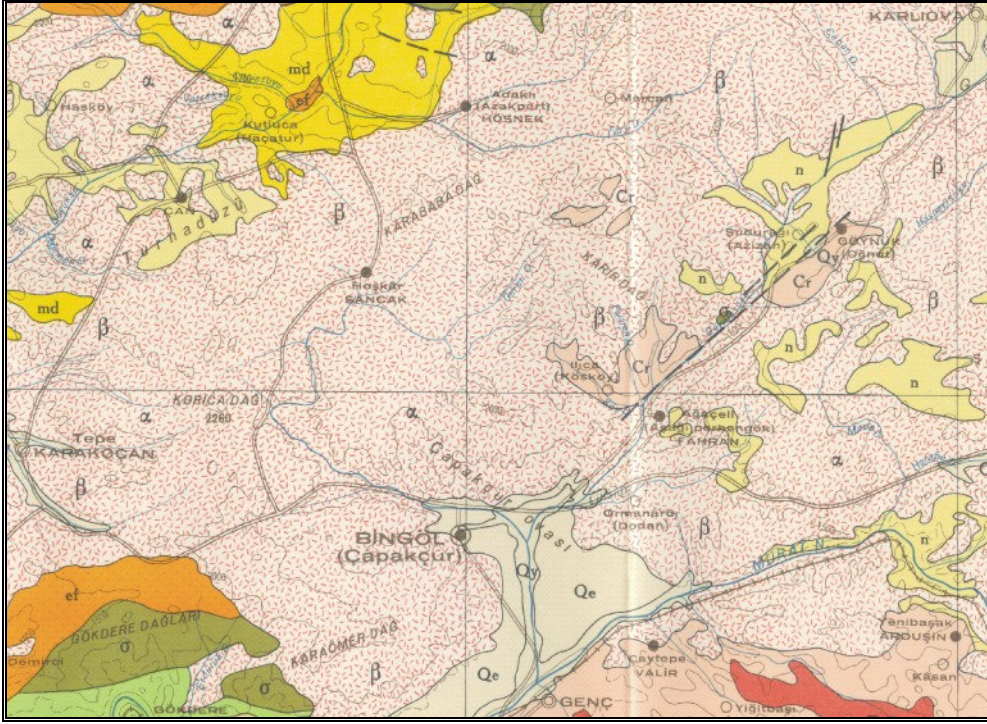
## 2. BİNGÖL CİVARININ JEOLojİK ÖZELLİKLERİ

Depremin etkili olduğu bölgede arazi gözlemlerine dayalı ayrıntılı çalışmalar bulunmamaktadır. Ancak eski çalışmaları (örneğin Seymen ve Aydın, 1972; Herece ve Akay, 1992) göz önüne alarak yaptığımız arazi gözlemlerine göre bölgede yüzeyleyen kayalar temel ve örtü kayaları olmak üzere iki grupta toplanabilir. Çalışma alanında genelde Doğu Anadolu Yığılım Prizması içinde yer alan metamorfik kayalar temeli, Oligo-Miyosen yaşlı çökellerle, erken Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik kayalar ve genç çökeller örtü kayalarını

oluşturmaktadır (Şekil 2). Ayrıca Bingöl Havzası içinde depolanan Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı sedimanlar da bu çökellerin içinde önemli bir yer tutar.



Şekil 1. Erzincan-Palu-Karlıova üçgenini ve 1 Mayıs 2003 Çimenli-Bingöl depremi merkez üstünü gösteren, 1/250.000 ölçekli topoğrafik haritadan üretilmiş sayısal arazi modeli. Kısaltmalar: 71: 1971 Bingöl depreminin merkezüstü (Eyidoğan vd., 1991); değişik kuruluşlara göre 1 Mayıs 2003 depreminin merkezüstü konumları: D: Deprem Araştırma Dairesi (DAD-ERD, 2003); E: European Mediterranean Seismological Center (EMSC, 2003); H: Harvard Üniversitesi, Sismoloji Merkezi (Harvard, 2003); K: Kandilli Rasathanesi, Kandilli (2003); N: NEIC-USGS (2003); R: Redpuma, İsviçre Sismoloji Servisi (ETHZ, 2003).



Şekil 2. Deprem bölgesinin jeolojik haritası (MTA 1963'ten alınmıştır).

## 2.1. Temel Kayaçlar

### 2.1.1. Metamorfik kayaçlar

Genç'in doğusunda, Ağaçeli'nin kuzeyinde ve Göynük civarında yüzeyleyen ve düşük dereceli metamorfizma geçirmiş kayaçlar genelde siyah-gri renkli klorit şist, kalkışist ve fillitlerden oluşur. Mermerlerin ise birimin içinde bantlar halinde yer aldığı gözlenir.

## 2.2. Örtü Kayaçları

### 2.2.1. Oligo-Miyosen çökeller

Göynük vadisinin güney girişi ile Kaplıca'nın batısında, şistler ile volkanikler arasında gözlenen bu birim bol fosilli marn ve kalkerler ile temsil edilir. Fosil içeriklerine göre killi marnların yaşı Üst Oligosen, kalkerlerin yaşı ise Akitanian-Alt Burdigaliendir (Seymen ve Aydın, 1972).

### 2.2.2. Volkanit ve volkano-sedimanter kayaçlar

Bölgede oldukça geniş bir yayılıma sahip olan bu kayaçlar genelde bazaltik, yer yer andezitik ve traki-andezitik lav, tüflerden ve aglomeralardan oluşur. İstif yer yer dasitik dayklar tarafından kesilmektedir (Şekil 3). Tabanında Alt Miyosen kalkerlerinin bulunması ve



Şekil 3. KB-gidişli verrev sağ yanal atımlı faylarla kesilmiş Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanitlerin genel görünümü (Bingöl-Balıklıçay yol üzeri, KB'ya bakış)

Bingöl'ün güneyinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı gölsel-eski akarsu çökelleri ile yanal ve düşey geçişli olması nedeniyle bölgedeki volkanik faaliyetlerin Miyosende başlayıp, Pliyo-Kuvaterner'e kadar sürdüğü ileri sürülmektedir (Seymen ve Aydın 1972).

### 2.2.3. Bingöl havzası çökelleri

Karlıova'dan başlayarak güneye doğru Göynük vadisini izleyen GB-gidişli Doğu Anadolu Fay sistemi'nin, Bingöl'ün yaklaşık 10 km doğusunda sağa sıçraması sonucu içinde Çeltiksuyu, Sarıçiçek gibi yerleşim alanları ile küçük mahallelerin yer aldığı 'çek-ayır havzası' tipinde karmaşık bir çöküntü havzası gelişmiştir. Yaklaşık 10 km genişliğinde ve 20 km uzunluğunda, kuzeyden Göynük Çayı, kuzeydoğudan Murat Nehri, batıdan Bingöl (Çapakçur) ve Bayram (Gayt) çayları tarafından beslenen havzanın suyu güneyde, Genç civarında Göynük Çayı ile birleşen Murat Nehri tarafından boşaltılmaktadır.

Yukarıda adı geçen akarsular tarafından beslenen ve fay kontrollü gelişen havzanın kenar fasiyeslerini Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesi, yamaç molozu (colluvium) gibi iri taneli klastik malzeme oluştururken ortada kalan kesimde ince taneli sedimanlar hakim görünmektedir. Batıda, Bingöl ve Bayram çaylarının havzaya ulaştığı, Bingöl il merkezinin de üzerinde bulunduğu, kesimde her iki akarsuyun çok süratli şekilde aşınmaya uğrayan yüksek alanlardan taşıdığı malzeme çökerek genişliği 2-2.5 km, uzunluğu 6 km ye

ulaşan ve görünür kalınlığı 50 metreyi aşan bir alüvyon yelpazesi oluşturmuştur. Havza çökelleri daha sonra tektonik olayların etkisiyle yükselerek değişik seviyelerde görülen taraçaları oluşturmuştur. Ayrıca, havzanın batı kesiminde çökellerin yükselmesiyle beraber Bingöl ve Bayram Çayları'nın düşey yöndeki aşındırması hızlanmış ve yamaçları oldukça dik vadiler oluşmuştur. Bu vadi yamaçlarında, üzerinde Bingöl il merkezinin de yer aldığı, alüvyon yelpazesi-havza kenarı fasiyesini simgeleyen birim açıkça görülmektedir (Şekil 4)

Bingöl il merkezinin de yer aldığı Bingöl çayının güneyinde, havza kenarına yakın kesimde yapılan ve 15-29 metre derinliğe kadar inen sondaj loglarından alınan bilgiye göre bu bölgedeki taraça çökelleri kahverenkli, yer yer gri renkli, orta sıkı-çok sıkı, yer yer bloklu, killi kumlu çakıl, siltli çakıllı kumdan oluşmakta, taneler genelde köşeli, yarı yuvarlak-yarı köşeli olup bloklar tabana doğru artmakta ve boyları 60 cm'ye ulaşabilmektedir. Kumlu ve çakıllı seviyelerin granüler yapısı gereği yeraltısuyu dolaşımına izin vermesi gerekirken sondajların çoğunda yer altı suyuna rastlanmamış ve bir kısmında da 4.00 metre civarında yer altı suyuna rastlanmıştır. Bingöl il merkezinin doğusuna doğru birim, kahverenkli, çok sıkı, yer yer bloklu killi kumlu, iyi boylanmış çakıl; kırmızımsı kahverenkli, çok katı çakıllı kil ve gri renkli çok sıkı, yer yer bloklu killi çakıllı kum ardalanmasına geçer.



Şekil 4. Bingöl il merkezinin de üzerinde yer aldığı alüvyon yelpazesi-havza kenarı çökelleri (Bingöl-Balıkçıy yol başlangıcı, Bingöl tarafı).



Bingöl çayının kuzeyinde kalan kesimde taraça çökelleri genelde kahverenkli, sıkı-çok sıkı killi siltli kumlu çakıl ve kahve-gri renkli, çok sıkı killi çakıllı kum ar dalanması ile karakterize olur. Klastik malzeme genelde yarı yuvarlak-yarı köşeli olup yer yer boyutu 25-30 cm ye ulaşan blokludur.

Havzanın kuzey kenarında yer alan Ekinyolu civarında, derinliği 15 m' ye ulaşan sondaj kuyularında görülen kahve-gri renkli, sıkı-çok sıkı yer yer siltli çakıllı kum bantlı ve bloklu killi kumlu, yarı yuvarlak-yarı köşeli çakıl, ve iri bloklu seviyeler çok tipik bir kenar fasiyesini yansıtmaktadır. Çakıl ve bloklar volkanik kökenli olup blok boyutları 70 cm'ye ulaşmaktadır.

Havza ortasında yer alan Çeltiksuyun'da yapılan ve derinliği 21 metreyi bulan sondaj kuyularında görülen malzeme ise ilk 7 metrede kahve-gri renkli bloklu kumlu çakıl bantlı, kahverenkli çok katı-sert kumlu siltli kil, killi silt ile karakterize edilirken alt seviyeler kahverenkli orta sıkı kum, çok katı-sert kil ve silt ar dalanması ile temsil edilir. Yaklaşık 17.40-19.00 metreler arasındaki açık kahverenkli, çok katı, yüksek plastisiteli ve kavkılı siltli kil karakteristik bir seviye teşkil eder. Sondaj kuyularının birbirlerine uzaklığı yaklaşık 50 şer metre olmasına rağmen kuyulardaki yer altı suyu seviyesi 5 ile 15 m. arasında değişmektedir.

Bingöl Havzasının güney'inde yer alan Genç İlçesi civarında yapılan ve derinliği 15 metre civarında olan sondaj kuyularında kahverenkli sert çakıllı, kumlu kil, kötü boylanmalı kum, yer yer gri-kahve renkli çok sıkı kumlu çakıl kesilmiştir. Çakıllar genelde yarı yuvarlak-köşeli şist ve kuvartzdandır oluşmaktadır.

Bingöl havzası içinde, yukarıda açıklanan Pliyo-Kuvaterner çökellerinin haricinde, Bayram Çayı, Bingöl Çayı, Göynük Çayı, Gülbahar Dere ve Murat Nehrinin oldukça geniş sel yataklarında çok gevşek çakıllı silt kil ve kumdan oluşan güncel alüvyonun depolanması sürmektedir.

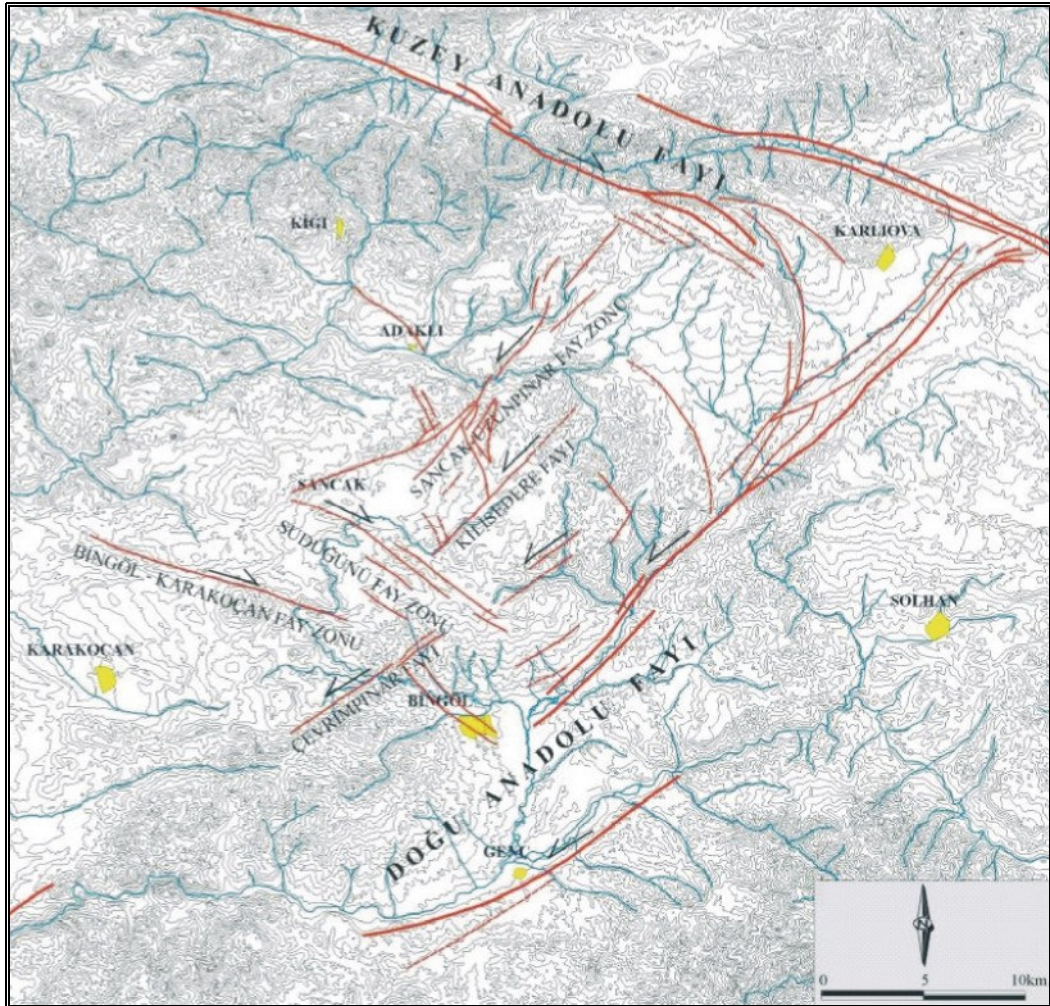
#### **2.2.4. Diğer Kuvaterner çökeller**

Çalışma alanında yer alan önemli dere yataklarında oluşan alüvyon, dağların dik yamaçları eteklerinde gelişen talus örtüsü ve Sancak'ın doğusunda yer alan çöküntü ile Kuşkondu ve Arıcılar civarındaki düz alanlarda depolanan çökeller diğer Kuvaterner çökelleri oluşturur. Bunların en önemlisi, bu depremin en önemli yüzey deformasyonlarından biri olan Hanoçayırı kütle hareketinin geliştiği ve Sudüğünü'nün yaklaşık 1,5 km doğusunda kalan mevkidir. Bu kütle hareketi, tabanında tüfitlerin yer aldığı, KKD-GGB doğrultusunda,

yaklaşık 100 metre genişliğinde ve 750 metre uzunluğundaki vadi tabanında depolanmış olan malzeme içinde gelişmiştir. Bu malzeme, seyrek olarak dağılgan, az sert köşeli-yarı köşeli, volkanit kökenli (genelde tüfit) çakıl içeren açık kahverenkli, çok gevşek-gevşek kumdan oluşur.

### 3. BÖLGENİN TEKTONİK ÖZELLİKLERİ VE DEPREMSELLİĞİ

Doğu Anadolu bölgesinde Palu-Karlıova-Erzincan üçgeni içinde yer alan Bingöl ili ve civarı Türkiye'nin en aktif ve en önemli deprem kuşaklarından olan KB-gidişli sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile KD-gidişli sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin etkisi altındadır. Eşlenik (conjugate) faylar olan bu iki önemli fay sistemine paralel, çoğunlukla kısa ve devamlı olmayan fay zonları ise bölgenin önemli tektonik elemanlarıdır (Şekil 5).



Şekil 5. Bölgeyi etkileyen fay zonlarını gösteren topoğrafik harita (Emre vd. 2003)

### 3.1. KD-gidişli faylar

Başta Doğu Anadolu fay sistemi olmak üzere buna paralel Sancak-Uzunpınar fay zonu ile, Karapınar (Şekil 7) ve Kilisedere fayları bu gruptaki faylardır.

#### 3.1.1. Doğu Anadolu fay sistemi (DAFS)

DAFS, Karlıova-Antakya arasında yaklaşık 600 km uzunluğa sahip sol yanal atımlı önemli bir aktif fay sistemidir. Bu fay sisteminin yaklaşık 65 km lik kısmı Sarıçiçek (Bingöl)-Kargapazarı (Karlıova) arasında yer alır (Göynük fay zonu) ve güney ucunda, Göynük vadisinden gelen bu fay segmentinin Bingöl'ün 10 km doğusunda sağa sıçraması sonucu içinde Çeltiksuyu, Sarıçiçek gibi yerleşim alanları ile küçük mahallelerin yer aldığı, yaklaşık 10 km genişliğinde ve 20 km uzunluğunda 'çek-ayır havzası' tipinde kompleks bir çöküntü havzası olan Bingöl-Genç havzasını kontrol eder. Doğrultu atımlı fay zonlarına ait tipik morfolojik özellikler birkaç kilometre genişliğindeki Göynük vadisi boyunca izlenebilmekte olup dere ötelenmeleri, fay gölleri (sag-pond), lineer vadiler ve sırtlar (shutter ridge) tipik yüzey şekilleridir (Şekil 6).



Şekil 6. Doğu Anadolu Fay Sistemine ait Göynük fay zonu'nun tipik görünümü (Bingöl-Karlıova yol üzeri, doğuya bakış).

Fay boyunca gelişen sol yanal atım Seymen ve Aydın'a (1972) göre 15 km, Şaroğlu ve diğerlerine (1987) göre ise 17 km dir. Bingöl ve civarında oluşmuş en son yıkıcı deprem 6.8 (Ms) büyüklüğündeki 22 Mayıs 1971 Bingöl depremidir (Ambraseys ve Jackson 1998) ; Seymen ve Aydın 1972, Arpat ve Şaroğlu 1972). Göynük vadisi boyunca yaklaşık 40 km uzunluğunda sürekli olmayan yüzey kırıkları oluşmuş ve bu yüzey kırıkları boyunca 30 cm ye varan sol yönlü ötelenmeler meydana gelmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Seymen ve Aydın, 1972). Bu depremde 881 kişi hayatını kaybetmiş, 1157 kişi yaralanmış, 3965 bina yıkılmış ve 6950 binada ağır hasar oluşmuştur.

### **3.1.2. Sancak-Uzunpınar fay zonu**

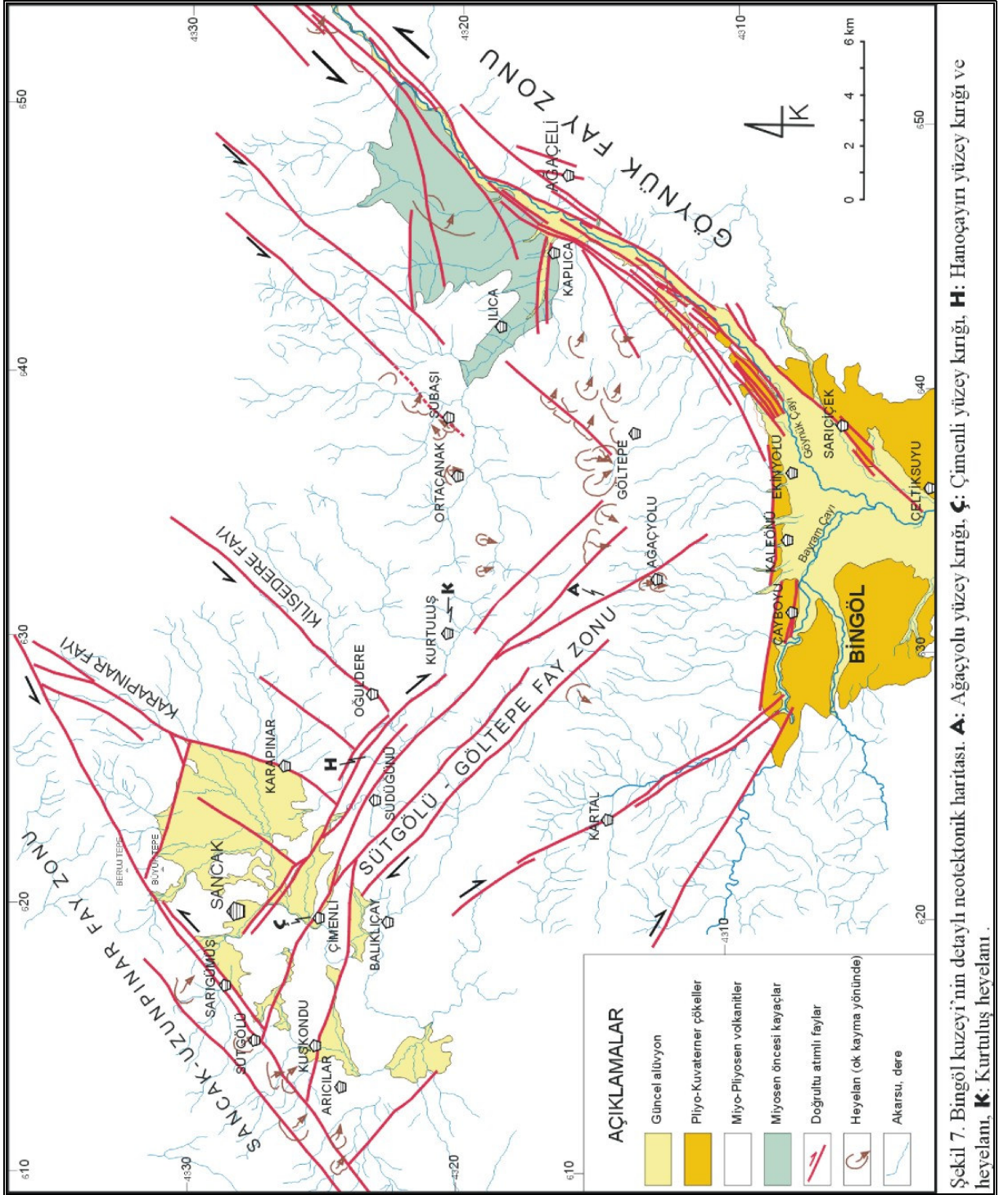
DAFS'ye paralel gelişmiş olan KD-gidişli sol yanal atımlı fayların en önemlilerinden olan ve yaklaşık 40 km uzunluğa sahip, Sancak-Uzunpınar fay zonu (Şaroğlu vd. 1987), Sancak güneybatısındaki Arıcılar (Şoğ) köyü batısı ile Adaklı beldesi doğusundaki Uzunpazar arasında uzanır. Arıcılar köyünün batısından itibaren belirgin bir morfolojiyle kendini belli eden fay zonu, KD'ya doğru, Sarıgümüş (Simsor) köyünün doğusundaki çöküntünün batı kenarını kontrol ederek Sancak'ın kuzeyinde Beruj tepe ile Büyük tepe arasından geçerek çizgisel vadiler boyunca devam eder (Şekil 7). Ötelenmiş dereler, uzamış sırtlar, heyelanlar, fay sarplıkları ve fay gölleri bu fay zonunun belli başlı morfolojik özellikleridir. Ömer vd. (2003), fay zonu boyunca yaptıkları incelemelerde genç vadiler boyunca 50-60 metrelik sol yönlü ötelemeler izlenebildiğini belirtmişlerdir. Bu veriler, Sancak-Uzunpınar fay zonu'nun aktif olduğunun kanıtıdır.

### **3.1.3. Karapınar fayı**

Sudüğünü'nün KD'sunda, ve volkanitler içinde başlayan fay (Şekil 7, 8) Sancak çöküntüsünün doğu kenarını kontrol ederek kuzeyde Sancak-Uzunpınar fay zonuna birleşir.

### **3.1.3. Kilisedere fayı**

KD-gidişli diğer bir fay ise Kilisedere fayıdır. Hanoçayırı güneydoğusunda, ana nehrin kuzeydoğuya dirsek yaptığı kesimde başlayan fay, içinde Oğuldere köyünün de yer aldığı Kilise deresini kontrol ederek KD'ya doğru devam eder.





Şekil 8. Volkanitler içindeki Karapınar fay zonunun izleri.

### **3.2. KB-gidişli faylar**

Bu gruptaki en önemli faylar Bingöl-Karakoçan ve Sütgözü-Göltepe fay zonlarıdır.

#### **3.2.1. Bingöl-Karakoçan fay zonu**

Yaklaşık 40 km uzunluğunda olan ve iki segmentten oluşan bu fay zonunun batı segmenti K70°B doğrultulu olup 20 km uzunluğunda, Bingöl'den geçen doğu segmenti ise K50°B doğrultulu olup 12 km uzunluğundadır (Şaroğlu vd. 1987) (Şekil 5).

#### **3.2.2. Sütgözü-Göltepe fay zonu**

Yaklaşık 28 km uzunluğunda ve 5 km genişliğinde olan fay zonu batıda Sancak-Uzunpınar fayı ile kesiştiği Sütgözü (Zağ) civarından başlayarak GD-ya doğru, içinde büyük can kaybının ve hasarının meydana geldiği Çimenli köyü (Şekil 9), Hanoçayırı mevki (Şekil 10), Kurtuluş köyünü de (Şekil 11) alacak şekilde birbirine paralel birkaç segment halinde Göltepe batısına kadar devam eder (Şekil 8). Bu fay zonu içindeki yerleşim alanlarının, başta Çimenli köyü olmak üzere, 1971 Bingöl depremde de hasar görmüş olması, bu fay zonunun o depremde de kısmen tetiklendiğini göstermektedir. Genelde Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı andezitik ve dasitik volkanitler içinde gelişen fay zonu, batı kesimde bazı çöküntülerin



Şekil 9. Çimenli köyünün bir kısmının üzerinde yer aldığı sırttan KB'ya bakış.



Şekil 10. Hanoçayırı mevkiinin ve heyelanın genel görünümü



Şekil 11. Sütgözü-Göltepe fay zonu'nun Kurtuluş'tan genel görünümü (güneye bakış)

kenarını da kontrol eder. Çizgisel vadiler, fay diklikleri, heyelanlar, sırtlar ve çöküntüler fay zonu boyunca izlenen önemli morfolojik özelliklerdir (Şekil 9, 10, 11).

#### **4. ÇİMENLİ-BİNGÖL DEPREMİNİN ÖZELLİKLERİ**

##### **4.1. Depremle ilgili sismik veriler**

###### **4.1.1 Deprem merkezüstü konumu**

Ana sarsıntının merkezüstü, değişik kuruluşlara göre Bingöl ilinin kuzey veya kuzey-kuzeybatısında yer almaktadır (Çizelge 1, Şekil 1). Bunlardan R (Redpuma, İsviçre Sismoloji Merkezi) ve D (Deprem Araştırma Dairesi) merkezüstleri arasında 10 km den fazla bir mesafe vardır. Deprem, 22 Mayıs 1971'de Bingöl'de hasar yaratmış olan depremin merkezüstüne (Eyidoğan vd., 1991) (Şekil 1'de 71 ile gösterilmiştir) yakındır. 1971 depreminin merkezüstünün, Doğu Anadolu Fayı'nın izi üzerinde yer aldığı görülmektedir. 2003 depreminin değişik yerlerde verilen merkezüstü konumları ise bu fayın kuzeyinde kalmaktadır.



Çizelge 1. Değişik kaynaklara göre 1 Mayıs 2003 depremi parametreleri

KAYNAK	TARİH	YEREL SAAT	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK (km)	BÜYÜKLÜK
DAD	01.05.2003	03:27:04	38.94	40.51	6.0	6.1 (Md)
KOERİ	01.05.2003	03:27:04	39.01	40.47	5.0	6.4 (Md)
EMSC	01.05.2003	03:27:04	38.97	40.42	10.0	6.6 (Mw)
USGS	01.05.2003	03:27:04	38.99	40.46	25.0	6.4 (Mw)
REDPUMA	01.05.2003	03:27:04	39.00	40.40	10	6.1 (Ms)
HARVARD	01.05.2003	03:27:13.2	39.01	40.53	15	6.3 (Mw)

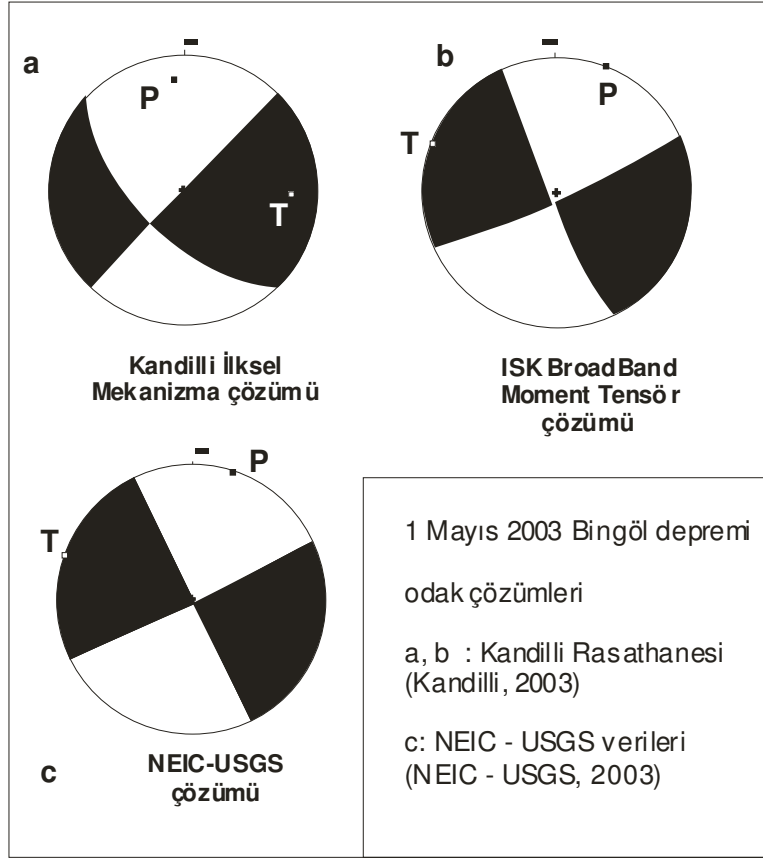
**DAD:** Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem araştırma Dairesi, **KOERİ:** Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, **EMSC:** European Mediterranean Seismological Center, **USGS:** United States Geological Survey, **REDPUMA:** İsviçre Sismoloji Merkezi, **HARVARD:** Harvard Üniversitesi, Sismoloji Merkezi.

#### 4.1.2. Deprem odak çözümü

Kurtuluş-Bingöl depremine ait iki odak çözümü, Kandilli Rasathanesinin Internet sayfasında (Şekil 12a ve b) gösterilmiştir. İki çözümün birbirlerine göre farkları vardır. "İlksel Mekanizma çözümü" çerçevesinde, hesaplanan fay düzlemleri  $K45^{\circ}D/90/28^{\circ}$  KD [doğrultu/eğim/sapma açısı (rake)] ve  $K45^{\circ}B/62^{\circ}GB/00^{\circ}$  'dır. Bu çözüme göre, deprem yerkabuğundaki K-G doğrultulu ve yataya yakın (dalım  $19^{\circ}$ ) sıkışma kuvvetleri (P axis) ile D-B doğrultulu ve yataya yakın (dalım  $20^{\circ}$ ) açılma kuvvetleri (T axis) etkisi ile olmuştur. "ISK BroadBand Moment Tensör çözümü"nde ise eğimleri düşeye yakın iki fay düzlemi görülmektedir. Bu düzlemlerin doğrultuları da bir önceki çözüme göre farklıdır:  $K27^{\circ}B$  ve  $K63^{\circ}D$ . Sıkışma kuvvetlerinin doğrultusu  $K20^{\circ}D$ , açılma kuvvetlerinin doğrultusu ise,  $K60^{\circ}B$ 'dir.

Bunlara göre, KD-GB uzanımlı fay düzlemi sol yönlü, ve yüksek eğimli bir faya karşılık gelmektedir.

Deprem odak çözümünü veren bir diğer kuruluşta NEIC-USGS (2003)'tür (Şekil 12c). Bu çözümde de, fay düzlemleri hemen hemen düşey konumdadırlar. Hareketin sapma açıları da (rake) yataya çok yakın ( $0^{\circ}$  ve  $2^{\circ}$ ) olmaları dolayısı ile, depremde doğrultu atımlı faylanmanın rol oynamış olduğunu göstermektedir. Sıkışma eksenini (P axis) yataya yakın ve  $K20^{\circ}D$ , açılma eksenini (T axis) ise yataya yakın ve  $K70^{\circ}B$  doğrultularındadır.



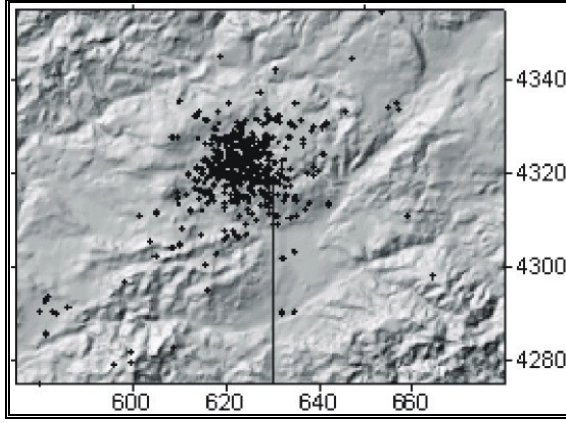
Şekil 12. 1 Mayıs 2003 Çimenli Bingöl depreminin odak çözümleri.

#### 4.2. Artçı sarsıntılar

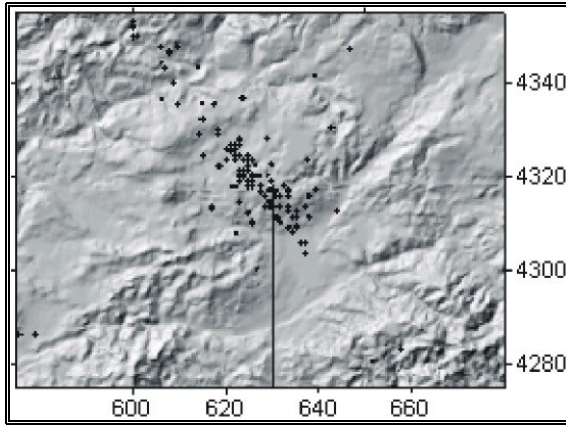
Kurtuluş-Bingöl depreminin artçı sarsıntularına ait konum verileri Kandilli rasathanesi (Şekil 13a) ve Deprem Araştırma Dairesi (DAD) (Şekil 13b) tarafından İnternet sitelerinde verilmiştir. Bu dağılımlar incelendiğinde, Kandilli rasathanesi verileri ile ana sarsıntı sonrası deprem fayının etkinliğini gösterebilecek bir doğrusallık belirlenmemektedir. Buna karşın, DAD verileri belirgin bir şekilde KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır. Bu gözlem, odak çözümü ile saptanmış olan iki fay düzleminde KB-GD doğrultulu olanın deprem sırasında etkin olduğunu göstermektedir. Bu fayın doğrultusu, arazi gözlemlerimiz sırasında depreme bağlı olarak geliştiklerini düşündüğümüz kırıkların doğrultusuna da yakındır.

#### 4.3. YüzeY Deformasyonları

1 Mayıs 2003 depremi sırasında Sütgölü-Göltepe fay zonu içinde yüzeY kırıkları, yanal yayılmalar, şev yenilmeleri, kaya düşmeleri ve çamur-moloz akmaları gibi değişik yüzeY deformasyonları gelişmiştir. Ayrıca Göltepe ve Ortaçanak-Kaplıcalar arası gibi çok heyelanlı



Şekil 13. a) Kandilli rasathanesi verilerine göre artçı sarsıntıların dağılımı.



Şekil 13. b) Deprem Araştırma Dairesi verilerine göre artçı sarsıntıların dağılımı.

bölgelerde, eski heyelanların sarsıntı nedeniyle tetiklendiği, gerilme çatlaklarının oluştuğu ve yerleşim alanlarında tahribata neden olduğu görülmüştür.

#### 4.3.1. Yüzey Kırıkları

Bölgede deprem sonrası en çok tartışılan yüzey deformasyonlarından birisi yüzey kırıklarıdır. Deprem sırasında sürekli ve belirgin bir yüzey kırığı oluşmamasına rağmen arazi gözlemlerimiz sırasında Çimenli köyünün batısında yer alan sırt boyunca, Hanoçayırı mevkiinde ve Ağaçyolu'nun 2 km kuzeyindeki sırt boyunca yüzey kırıkları gözlenmiştir. Bunlardan ilki Çimenli köyü'nün bir kısmının da üzerinde bulunduğu KB ucunda gözlenmiş olup, çatlak üzerinde bulunan evlerin de yıkılmasına neden olmuştur (Şekil 14). Ayrıca bu sırt boyunca çatlaklarda gelişmiştir (Şekil 15). Üzerinde en çok tartışılan diğer bir yüzey deformasyonu Hanoçayırı mevkiinde gelişmiştir (Şekil 16). Yüzey kırığının Sütgözü-Göltepe fay zonunun kollarında biri üzerinde gelişmesi, deformasyonun sadece alüvyal malzeme üzerinde değil, doğuda meşelik alan içinde de kılcal çatlak halinde devam etmesi (Şekil 14), doğrultu atımlı faylara özgü en-echelon patern sunması nedeniyle bu deformasyonun öncelikle deprem yüzey kırığı olarak geliştiği, daha sonra suya doygun olan alüvyon da

oturma-yıkılma ve sıvılaşmayı takiben eğim doğrultusunda akmaya başladığı düşünülmektedir. Diğer bir yüzey kırığı, fay zonunun GD ucunda bulunan Ağaçyolu'nun 2 km kuzeyindeki sırt üzerinde gözlenmiştir (Şekil 17).

#### 4.3.2. Yanal Yayılmalar

Sütgözü-Göltepe fay zonu içinde yanal yayılmalar Hanoçayırı mevkiinde, ana deformasyon hattının yaklaşık 1 km güneyinde ve ona oblik olarak gelişmiştir (Şekil 18). Ancak bu kesimde herhangi bir sıvılaşma izine rastlanmamıştır.

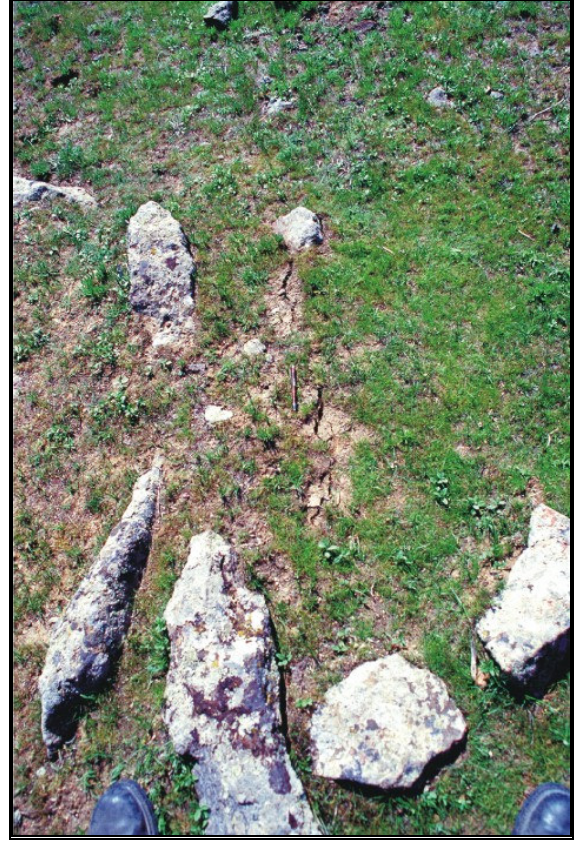
#### 4.3.3. Çamur-Moloz Akmaları ve diğer heyelanlar

1 Mayıs 2003 depreminin en dikkati çeken özelliği, deprem sırasında oldukça önemli kütle hareketlerinin oluşmasıdır. Bu kütle hareketlerinin bir kısmı Sütgözü-Göltepe fay zonu içinde oluşurken, diğer bir kısmı da fay zonunda uzakta, bölgenin morfolojisine bağlı olarak oluşmuştur. Fay zonu içindeki kütle hareketleri çoğunlukla çamur-moloz akması şeklinde delişmiştir. Bunların en önemlileri Hanoçayırı mevkiinde (Şekil 10, 19), Kurtuluş'un doğusunda (Şekil 20, 21) ve Ağaçyolu'nun kuzeyinde (Şekil 22) gelişmiştir. Hanoçayırı kütle hareketi, o mevkide oluşan yüzey kırığına bağlı olarak, taç kısmındaki suya doygun, kalınlığı yaklaşık 5 metre olan alüvyondaki yanal yayılma-sıvılaşma ve yıkılma ile başlamış, aşağı doğru ise uzunluğu 500 metreye ulaşan çamur akmasına dönüşmüştür. Kurtuluş kütle hareketi



Şekil 14. Çimenli köyünde yıkımın en fazla olduğu sırt üzerinde oluşan çatlağın yıkılan ev içindeki görünümü.

Şekil 15. Çimenli köyünün bir kısmının üzerinde yer aldığı sırt boyunca gözlenen çatlaklar.



Şekil 16. Hanoçayırı Mevkiinde oluşan heyelanın taç kısmı ve yüzey kırığının KD'ya doğru devam eden kesimi.



Şekil 17. Ağaçyolu'nun 2 km kuzeyinde sırt üzerinde gelişen yüzey yarığı (bakış GD'ya).



Şekil 18. Hanoçayırı mevkiinde gelişen yanıl yayılma (bakış G'ye).



Şekil 19. Hanoçayırı kütle hareketinin en-echelon patern sergileyen doğu kenarı (bakış G'ye)



Şekil 20. Kurtuluş heyelanının taç kısmı (bakış K'ye)



Şekil 21. Kurtuluş heyelanında gelişen çamur-moloz akması



Şekil 22. Ağaçyolu'nun 2,5 km kuzeyinde gelişen heyelan (bakış GB'ya)

de oldukça dik bir yamaç üzerinde yer alan (Şekil 20), tamamen altere olmuş, suya doymun tüfit ve büyük bloklu volkanik breş içinde gelişmiş olup yıkılma ile başlayan hareket daha sonra çamur-moloz akmasına dönüşmüştür (Şekil 21). Deprem bölgesindeki kütle hareketlerinin en önemli nedeni, bölgedeki volkanik kayaların aşırı derecede altere olması ve hızlı aşınma nedeniyle dik yamaçların mevcut olmasıdır. Dik yamaçlardaki yerleşim alanları ile, heyelanlar üzerindeki düzlüklerde yer alan Ağaçyolu, ve bilhassa Göltepe gibi yerleşim alanları büyük risk altındadır. Nitekim bu gibi yerleşim alanlarında, deprem sırasında büyük hasar meydana gelmiştir. Fay zonunun dışında da, bilhassa Göynük vadisi boyunca sarsıntıya bağlı olarak dik yamaçlarda heyelanların geliştiği görülmüştür.

#### **4.3.4. Kaya Düşmeleri**

Bölgedeki birimlere bakıldığında dik yamaçlardaki volkanitlerin ve çok derin yarılmış alüvyon yelpazelerinin boyutları birkaç metreye varan bloklar içerdiği görülür. Deprem sırasında oluşan sarsıntıya bağlı olarak bu bloklar zıplama (Şekil 23) veya devrilme şeklinde yerlerinden koparak, ve yamaç boyu kayarak veya yuvarlanarak kaya düşmelerini oluşturmuştur. Bu tür kütle hareketleri depremi takip eden ilk saatlerde bazı köy yollarının kapanmasına neden olmuştur.





Şekil 23. Kurtuluş heyelanının olduğu kesimde zıplama ile yer değiştiren kaya bloğu



Şekil 24. Kurtuluşun doğusunda, yol üzerinde görülen yarılmalar (bakış K'ye).

#### **4.3.5. Şev yenilmeleri**

Bunların en önemlisi Göynük çayı'nın GD yamacı boyunca, çaya paralel olarak izlenen açılma yapılarıdır. Bu tür yapılara Sudüğünü-Ortaçanak yolu üzerinde de sıkça rastlanılmıştır (Şekil 24).

### **5. YAPISAL HASARLAR**

1 Mayıs 2003 Çimenli (Bingöl) depreminde 1971 depremi ölçüsünde yıkım meydana gelmemesine rağmen 177 kişi yaşamını yitirmiş, 520 kişi yaralanmış, 82 yapı tümüyle yıkılmış, 1602 bina ise (4919 konut ve 599 iş yeri) ağır hasara uğramıştır. Değişik yerleşim alanları içinde en büyük can kaybı ise Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulu (YİBO) yatakhane binasında meydana gelmiştir (Şekil 25). Bu okul ile aynı projeye sahip Kaleönü YİBO derslik binasında da benzer hasarların oluşması bu okulların projelerinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiğini gözler önüne sermektedir. Bingöl il merkezinde meydana gelen hasarlarla Çeltiksuyunda YİBO'nun yatakhane bloğunun yıkılması zemin koşullarına değil tamamen projelendirme hataları ile bina kalitesinin düşüklüğüne bağlıdır (Şekil 26). Diğer büyük can kaybı ve yapısal hasar Sancak beldesinin güneyinde yer alan Çimenli köyünde meydana gelmiştir. 13 kişinin öldüğü ve 10 kişinin yaralandığı bu köyde 1971 depreminde de büyük hasar meydana gelmiştir. Diğer tüm köylerde olduğu gibi bu köydeki yapısal hasarın ve ölümlerin en büyük nedeni, büyük taş blokların kullanıldığı, tutturucu malzemenin az olduğu yığma taş binaların çökmesidir. Aynı köylerde tutturucu malzemenin kullanıldığı taş yığma binalar ile betonarme binalarda ya çok az yada hiç hasarın oluşmadığı görülmüştür (Şekil 27). Depremi yaratan fay zonu içinde yer alan Sudüğünü ve Balıklıçay köylerinde çift şerefeli cami minarelerinde hasar olmaması da dikkat çekicidir (Şekil 28, 29).



Şekil 25. Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulu pansiyonunun deprem sonrası kurtarma çalışmaları sırasındaki görünümü. ( Akşam Gazetesi )



Şekil 26. Çeltiksuyu YİBO dersane binasının gördüğü hasara karşın, arka planda az hasarlı lojman binası ve hiç hasar görmeyen su deposu.



Şekil 27. Balıklıçay köyünde hiç hasar görmeyen betonarme ev.



Şekil 28. Sütgözü-Göltepe fay zonu içinde yer almasına rağmen minaresi hasar görmemiş olan Sudüğünü Camisi minaresi.



Şekil 29. Cami binası hafif hasar görmesine rağmen hiç hasar görmeyen Balıklıçay Camisi'nin çift şerefeli minaresi.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- i. 1 Mayıs 2003 depremi, Doğu Anadolu fay sisteminin batı kesiminde yer alan Sütgölü-Göltepe fay zonundan kaynaklanmıştır. Erzincan-Palu-Karlıova üçgeni içinde yer alan bu fay zonu yaklaşık KB-gidişli olup batıda Sütgölünden başlar ve doğuda Göltepe'ye kadar birkaç segment halinde devam eder. 1971 Bingöl depreminde de bu fay zonu içinde yer alan yerleşim alanlarının hasar görmesi, bu fay zonunun o depremde de tetiklendiği kuşkusunu doğurmaktadır.
- ii. Karmaşık bir çek-ayır havza olan Bingöl havzasının çökelti birimleri Bingöl il merkezinin de üzerinde yer aldığı alüvyon yelpazesi-havza kenarı çökelleri, havza ortası çökelleri ve oldukça geniş sel yataklarında görülen güncel alüvyonlardır. Bölgedeki yükselmeye bağlı olarak mevcut akarsuların düşey yönde hızlıca aşındırması oldukça dik yamaçlı terasların oluşmasını sağlamıştır. Yapılan sondajlar, günümüzde terasların üzerinde yer alan, Bingöl il merkezi ile Genç ilçesinin de üzerinde bulunduğu havza kenarı birimleri ile Çeltiksuyu'nun üzerinde yer aldığı terastaki havza ortası birimlerinde sıvılaşmaya potansiyeli bulunmadığını deprem yönetmeliğine uygun yapılaşmaya açık olabileceğini göstermektedir. Buna karşın sıvılaşma potansiyeli bulunan ve taşkına açık güncel, oldukça geniş sel yataklarının yapılaşmaya kesinlikle kapatılması gerekmektedir.

- iii. Terasların yapılaşmaya müsait olmasına rağmen Bingöl ve Bayram çaylarının derin vadiler oluşturması, oldukça dik vadi yamaçlarını olası kütle hareketlerine açık hale getirmiştir. Bu nedenle teraslar üzerindeki yapılaşmalar için vadi kenarlarında bir emniyet şeridi bırakılmalıdır.
- iv. Jeolojik ve morfolojik konumu nedeniyle bölgede çok sayıda heyelanlı alan mevcuttur. Sadece deprem sarsıntıları değil aşırı yağışlar da bu alanlardaki kütle hareketlerini tetiklemektedir. Bu depremde olduğu gibi, aşırı yağışları takip eden bir deprem sarsıntısı aşırı derecede hasara neden olmakta ve hatta deprem merkezüstünden çok uzaklarda dahi kütle hareketlerini tetiklemektedir. Bu nedenle bölgedeki kütle hareketlerine oluşabileceği alanların belirlenmesi, bu bölgelerdeki yapılaşmanın durdurulması ve gerekirse yerleşkelerin yerlerinin değiştirilmesi gerekmektedir.
- v. Genelde kamu binalarındaki ağır hasar ve Yatılı Bölge İlköğretim Okullarındaki benzer hasarların oluşması bu binaların projelerinin yeniden gözden geçirilmesini gündeme getirmelidir.
- vi. Ülkemiz, bu depremde de olduğu gibi, her 2-3 yılda bir can ve mal kaybına neden olan yüksek büyüklükte depremlerle sarsılmaktadır. Ülkemizin, deprem bölgesi olduğu gerçeğinden yola çıkarak, tüm yapılaşma, yerleşim planlarımızı tekrar incelemeli ve denetim birimlerimizin etkinliğini arttırmalıyız.

## KAYNAKLAR

- Ambrasseys, N.N. and Jackson, J.A., 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophys.J.Int.*, 33, 390-406.
- Arpat, E., ve Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler. *MTA Dergisi* 73, 1-9.
- DAD-ERD, 2003, <http://www.deprem.gov.tr/> (Temmuz 2003)
- Emre, Ö., Herece, E., Doğan, A., Parlak, O., Özaksoy, V., Çıplak, R., Özalp, S., 2003. 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi değerlendirme raporu. *MTA Rap.No.* 10585.
- EMSC, 2003. <http://www.emsc-csem.org> (Centre Sismologique Euro - Mediterranéen / Euro - Mediterranean Seismological Centre (CSEM / EMSC), France)
- ETHZ, 2003. <http://www.seismo.ethz.ch> (Swiss Seismological Service, ETH Zurich).
- Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U. and Değirmenci, E., 1991. Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988). İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl., 199 s.
- Harvard, 2003. <http://www.seismology.harvard.edu> (Harvard University Seismology).

Herece, E., ve Akay, E., 1992. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı. Türkiye 9. Petrol Kongresi-Ankara, 361-372.

Kandilli (2003). <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bingol.htm> (Temmuz 2003)

MTA, 1963, 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Erzurum Paftası.

NEIC-USGS (2003). [http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/03\\_EVENTS/eq\\_030501/neic-tgac\\_q.html](http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/03_EVENTS/eq_030501/neic-tgac_q.html) (Temmuz 2003).

Seymen, İ., ve Aydın, A., 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi. MTA Derg., 79, 1-8.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A., 1987, Türkiye'nin aktif fayları ve depremsellikleri. MTA Rapor no. 8174, 394 s.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri fay Haritası, MTA yayını.

## **TEŞEKKÜR**

Yazarlar, bu raporun hazırlanabilmesi için gerekli arazi çalışmasının maddi koşullarını hazırlayan Hacettepe Üniversitesi Rektörü Sayın Prof. Dr. Tunçalp ÖZGEN, Rektör Yardımcısı Sayın Prof. Dr. Hasan BAYHAN'a ve Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Erçin KASAPOĞLU'na en içten teşekkürlerini sunarlar. Bingöl ve yakın çevresinde yapılmış olan sığ zemin sondajlarına ait logları incelemeleri için kolaylık sağlayan Yüksel Proje elemanlarından Sayın Yüksek Jeoloji Mühendisi Hasan ÖZASLAN'a; arazi çalışmaları öncesi, saha hakkında ayrıntılı bilgi veren bölüm elemanlarından Sayın Prof. Dr. Erkan AYDAR'a teşekkür ederler. Ayrıca, arazi çalışmaları öncesinde kalınan Diyarbakır'da yardımlarını ve misafirperverliklerini gördükleri Sayın Dilavuz IŞIK ve Dr. Uğur IŞIK hanımefendilerle, arazi çalışmalarında çeşitli katkılarda bulunan Balıklıçay (Masalla) köyü sakinlerinden Molla Mehmet BAKİ ve oğlu Ağa BAKİ'ye teşekkür ederler.

## 1 MAY, 2003 ÇİMENLİ (BİNGÖL) EARTHQUAKE EVALUATION REPORT

### ABSTRACT

An earthquake (6.4 Mw, NEIC-USGS, 2003) occurred at the Eastern Anatolia, at about 15 km NNW of the Bingöl town. The quake caused damage particularly between Bingöl and the Sancak district (177 casualties, > 500 wounded persons, ~ 2000 buildings damaged). This report reflects the field observations undertaken in the area between Sancak and Bingöl, by the team of the Geological Engineering Department of the Hacettepe University composed of Dr. Kadir DİRİK, Dr. Tekin YÜRÜR and geologist Hünkar DEMİRBAĞ. These observations considered with seismic data indicate that the Çimenli-Bingöl earthquake is a moderate earthquake with focal depths ranging between 5 to 25 km according to different data sources; the quake does not produced long and continuous ground ruptures but several landslides and rock falls. The N45°W direction of the ground ruptures observed at Çimenli (Lek), at Hanoçayırı locality at the east of Sudüğünü (Şırnan) and at the north of Ağaçyolu suggests that the NW-SE trending Sütgölü-Göltepe fault zone, one of the major fracture zones of the region, have played a role in this earthquake. Important damage is observed to occur along the Sütgölü-Göltepe fault zone and the Bingöl city, and is caused, as in almost every case in Turkey, by improper building conditions without taking into consideration the Turkish Earthquake Design Code.