

# MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



## 1 MAYIS 2003 BİNGÖL DEPREMİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Rapor No: 10585

JEOLOJİ ETÜTLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

9 Mayıs 2003, ANKARA

# MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



## 1 MAYIS 2003 BİNGÖL DEPREMİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Dr. Ömer Emre**

**Erdal Herece**

**Ahmet Doğan**

**Oktay Parlak**

**Dr. Volkan Özaksoy**

**Rukiye Çıplak**

**Dr. Selim Özalp**

**JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ**

**9 Mayıs 2003, Ankara**

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa No</b>
1. Giriş.....	1
2. Bölgesel Aktif Tektonik Özellikler ve Deprem Aktivitesi .....	1
3. 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi.....	6
3.1. Sismolojik Veriler.....	6
3.2. Aktif Faylar ve Deprem Kaynağı.....	7
3.3. Depremde Gelişmiş Kütle Hareketleri ve Zemin Deformasyonları .....	14
3.4. Hasar Dağılımında Jeolojik Yapının Etkisi.....	16
4. Sonuç ve Öneriler.....	18
5. Yararlanılan Kaynaklar.....	21

## 1. GİRİŞ

1 Mayıs 2003 günü saat 03.27'de Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bingöl ilinde Mw: 6.4 (USGS) büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). Dış merkez üstü Bingöl şehrinin yaklaşık 15 km kuzeyine rastlayan orta büyüklükteki bu deprem Güney Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz yöresi de dahil olmak üzere geniş bir alanda hissedilmiştir. Depremde, büyük bir kısmı Bingöl kent merkezinde olmak üzere 176 yurttaşımız hayatını kaybetmiş, 500'den fazla kişi yaralanmıştır. Depremde, Bingöl kent merkezinde bazı binalar tamamen yıkılmış, çok sayıda binada ise orta ve ağır hasar gelişmiştir. Hasar dağılımına ilişkin henüz resmi açıklamalar bulunmamasına karşın Bingöl kent merkezi dışındaki hasarın Bingöl ile Sancak beldesi arasındaki köylerde yoğunlaştığı gözlenmiştir.

Genel Müdürlüğümüzce görevlendirilen yedi kişilik araştırma ekibi depremin ilk günü bölgeye hareket etmiş ve depreme kaynaklık eden fayın belirlenerek, özelliklerinin ortaya konulması ve jeolojik yapının hasar dağılımına etkisinin araştırılması amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

## 2. BÖLGESEL AKTİF TEKTONİK ÖZELLİKLER VE DEPREM AKTİVİTESİ

1 Mayıs 2003 Bingöl depremi ülkemizde aktif fayların en yoğun olduğu alanlardan biri olan Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni içerisinde meydana gelmiştir. Deprem, Türkiye'nin aktif tektonik çatısında önemli iki büyük yapısal unsur olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın birleştiği Karlıova batısında yer alan Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeninde gerçekleşmiştir (Şekil 2). Bu iki transform fay arasındaki Anadolu levhacığının doğu ucunu oluşturan Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni içerisindeki aktif faylar MTA Genel Müdürlüğü'nce yayınlanmış olan Türkiye Diri Fay Haritası(Şaroğlu ve diğerleri,

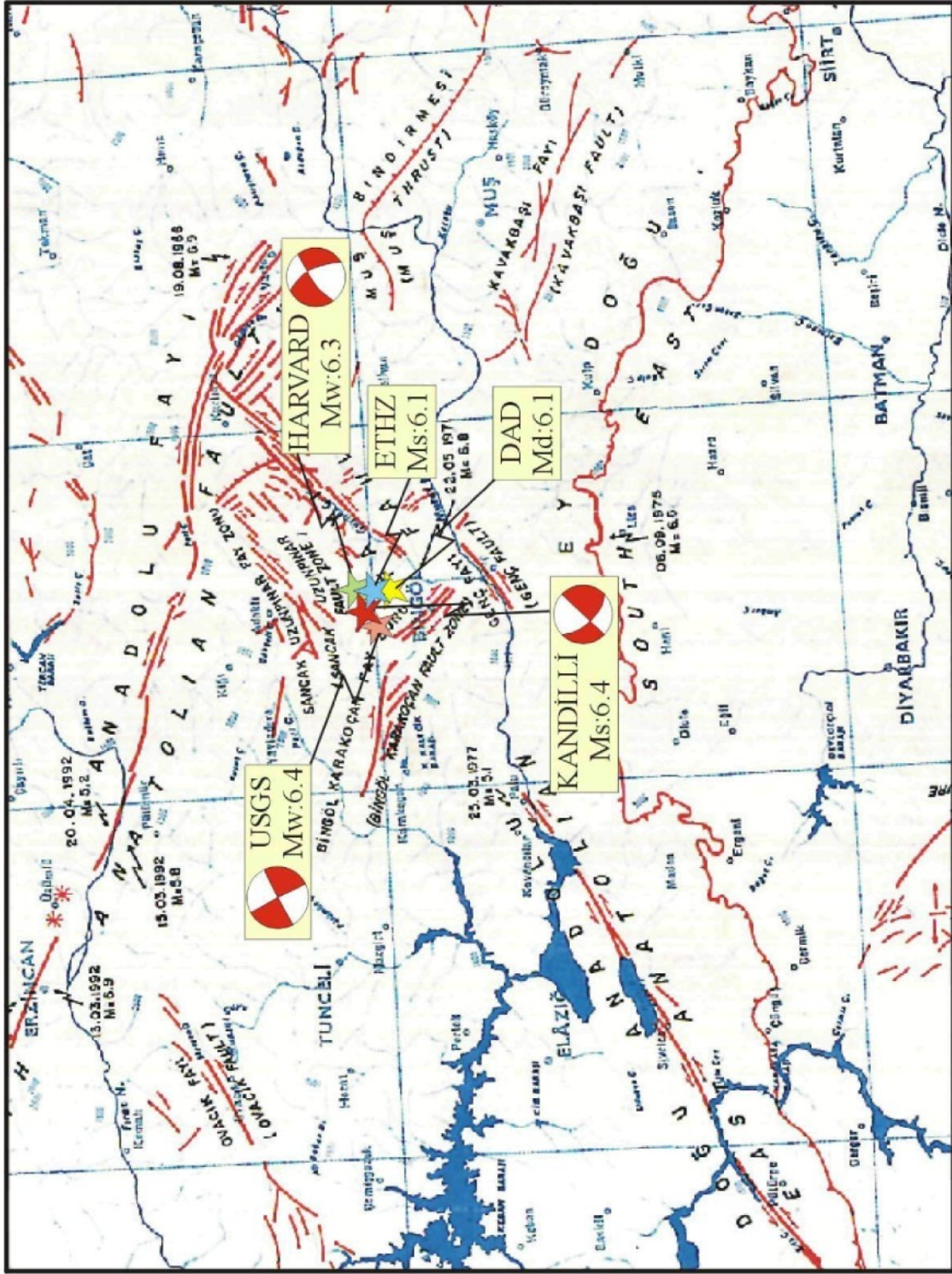


Şekil 1. Türkiye Dirifay Haritası (MTA, 1992) ve 1 Mayıs 2003 Bingöl Depreminin yeri.

1992)'nda gösterilmiş bulunmaktadır (Şekil 1,2). Bu üçgen yapısal olarak doğuda Karlıova üçlü birleşmesi, kuzeyde KAF boyunca yer alan Erzincan çek-ayır baseni, güneyde ise DAF'nın Palu-Bingöl arasındaki sıkışmalı sıçrama bölgesinde gelişmiş Gökdere yükselimiyle sınırlıdır. Anadoluyu D-B yönünde 1600 km uzunluğuyla boydan boya kateden KAF'nın Erzincan havzası ile Kargapazarı arasında kalan kesimi yaklaşık 120 km uzunluğundadır. Adı geçen üçgeni sınırlandıran bu kesimde KAF, Kargapazan ve Yedisu olmak üzere başlıca iki büyük geometrik segmentten oluşur. Karlıova- Antakya arasında yaklaşık 580 km uzunluğunda olan DAF'nın Bingöl-Karlıova arasındaki kesimi ise yaklaşık 65 km uzunluğundadır. KAF ve DAF transform fayları tarafından sınırlandırılan Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni içerisinde bu iki ana faya çapraz (conjugate) gelişmiş çok sayıda aktif fay haritalanmış bulunmaktadır (Şekil 2). Bunlardan, KAF'dan GB'ya doğru ayrılan kollar şeklinde gelişmiş olanlar sol yönlü doğrultu atımlı olup, DAF'na paralel uzanırlar. Mevcut bilgilere göre Munzur dağları güneyindeki Ovacık Fayı, Pülümür Fayı, Sancak-Uzunpınar Fay Zonu bu üçgen içerisinde sol yönlü olan en belirgin aktif faylardır. KB-GD doğrultulu ve sağ yönlü Bingöl-Karakoçan fay zonu ise DAF'na çapraz uzanır. Üçgenin doğusuna rastlayan ve aynı zamanda Anadolu levhacığının da en doğu ucunu oluşturan Karlıova havzası batısında ise KAF ve DAF arasında, bu iki fayı birbirine bağlayan ve batıya içbükey, doğu blokları aşağıda izlenen normal bileşenli faylar yer alır.

Yukarıda belirtilen aktif faylar nedeniyle Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni Türkiye'de yıkıcı deprem aktivitesinin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Gerek tarihsel, gerekse son yüzyıldaki aletsel kayıtlar bu faylar boyunca çok sayıda yıkıcı depremin geliştiğini gösterir (Şekil 3). Son yüzyılda KAF'nın Erzincan-Varto arasında kalan kesiminde can kaybı ile sonuçlanan, yıkıcı özellikteki 17 Ağustos 1949 Elmalıdere (Ms:6.9), 19 Ağustos 1966 Varto (Ms: 6.8), 26 Temmuz 1967 Pülümür-Kığı (Ms:6.0) depremleri meydana

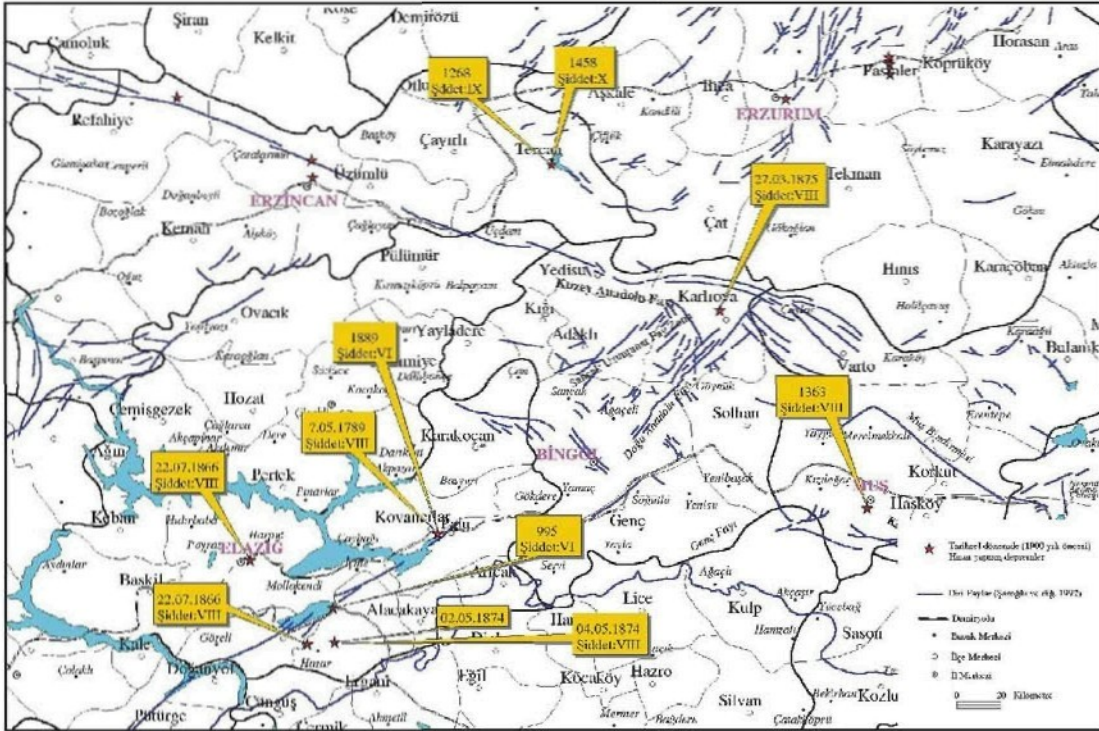




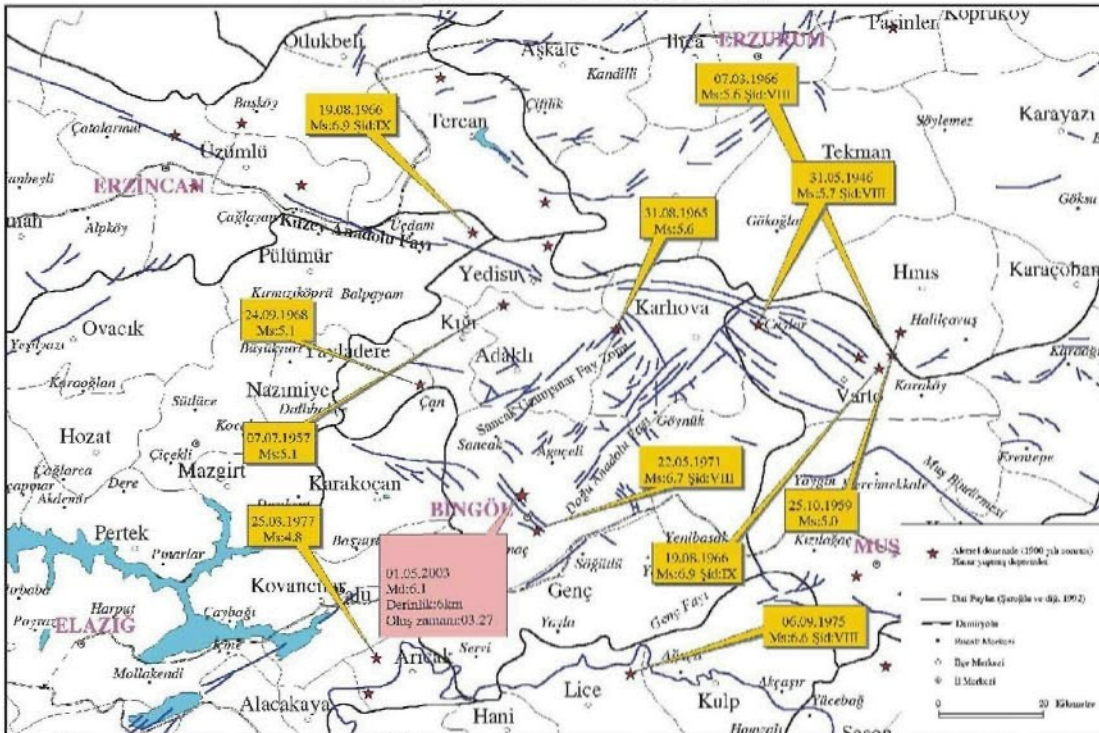
**Şekil 2. 1** Mayıs 2003 Bingöl Depreminin çeşitli kuruluşlarca önerilen ana şok dış merkez lokasyonlarının Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 1992)'ndaki yeri ve fay düzlemi büyümleri. Mw: Sismik moment büyüklüğü, Ms: Yüze dalgası büyüklüğü, Md:Süre büyüklüğü cinsinden depremin büyüklüğünü gösterir.



BİNGÖL ve YAKIN ÇEVRESİNDE  
TARİHSEL DÖNEMDE HASAR YAPMIŞ DEPREMLER



BİNGÖL ve YAKIN ÇEVRESİNDE  
ALETSEL DÖNEMDE HASAR YAPMIŞ DEPREMLER



Şekil 3. Bingöl-Karlıova-Erzincan arasında meydana gelen tarihsel ve aletsel dönem depremlerinin Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 1992) üzerindeki dağılımı (<http://www.deprem.gov.tr> adresinden alınmıştır).



gelmiştir (Ambraseys, 1988). KAF boyunca, bölgede meydana gelen en son yıkıcı deprem ise 13 Mart 1992 tarihindeki Ms: 6.8 büyüklüğündeki Erzincan depremidir. DAF'nın Bingöl-Karlıova arasında kalan kesiminde ise 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi (Ms: 6.8) meydana gelmiştir. Bu iki ana fay arasında kalan Bingöl-Karlıova- Erzincan üçgeni içerisindeki aktif faylar boyunca son yüzyılda can ve mal kaybına da neden olan orta büyüklükteki depremlerin meydana geldiği bilinmektedir (Şekil 3). Bunlar, 7 Temmuz 1957 Kiğı (Ms: 5.1), 24 Nisan 1968 Çan (Kiğı) (Ms: 5.1), 5 Aralık 1995 Kiğı (Ms:5.7) ve 3 Şubat 2003 Pülümür (Mw: 6.1) depremleridir. Aletsel veriler ve bu araştırmada toplanan saha bulguları 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminin de DAF ve KAF arasındaki bu üçgen içerisinde gelişen orta büyüklükte bir deprem olduğunu göstermektedir.

### **3. 1 MAYIS 2003 BİNGÖL DEPREMİ**

#### **3.1. SİSMOLOJİK VERİLER**

1 Mayıs 2003 Bingöl depremi yerel saatle 03.27 de meydana gelmiştir. Önerilen ana şok dış merkez lokasyonlan depremin Bingöl kentinin yaklaşık 15 km kuzey-kuzeybatısında gerçekleştiğini göstermektedir (Şekil 2). Çeşitli kuruluşlarca verilen deprem parametreleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Depremin moment büyüklüğü USGS tarafından Mw: 6.4 olarak tanımlanmıştır. Derinliği için ise 6 ila 15 km arasında değerler önerilmiştir (Çizelge 1). Yapılan fay düzlemi çözümleri depremin doğrultu atımlı faylanma sonucu oluştuğunu göstermektedir (Şekil 2).

Ana şoku çok sayıda artçı şok izlemiştir (Şekil 4). Artçı depremler Türkiye Diri Fay Haritası'nda (MTA, 1992) gösterilmiş olan Sancak-Uzunpınar fay zonu ile Bingöl-Karakoçan fay zonları arasında yoğun bir kümelenme göstermektedir (Şekil 2,4). Artçı şokların dağılımı ana şok dış merkez lokasyonu çevresindeki bir alanda yoğun bir kümelenme gösterir. Ana şok dış merkezinden uzaklaştıkça seyrek saçılmış olan artçı şoklarda,

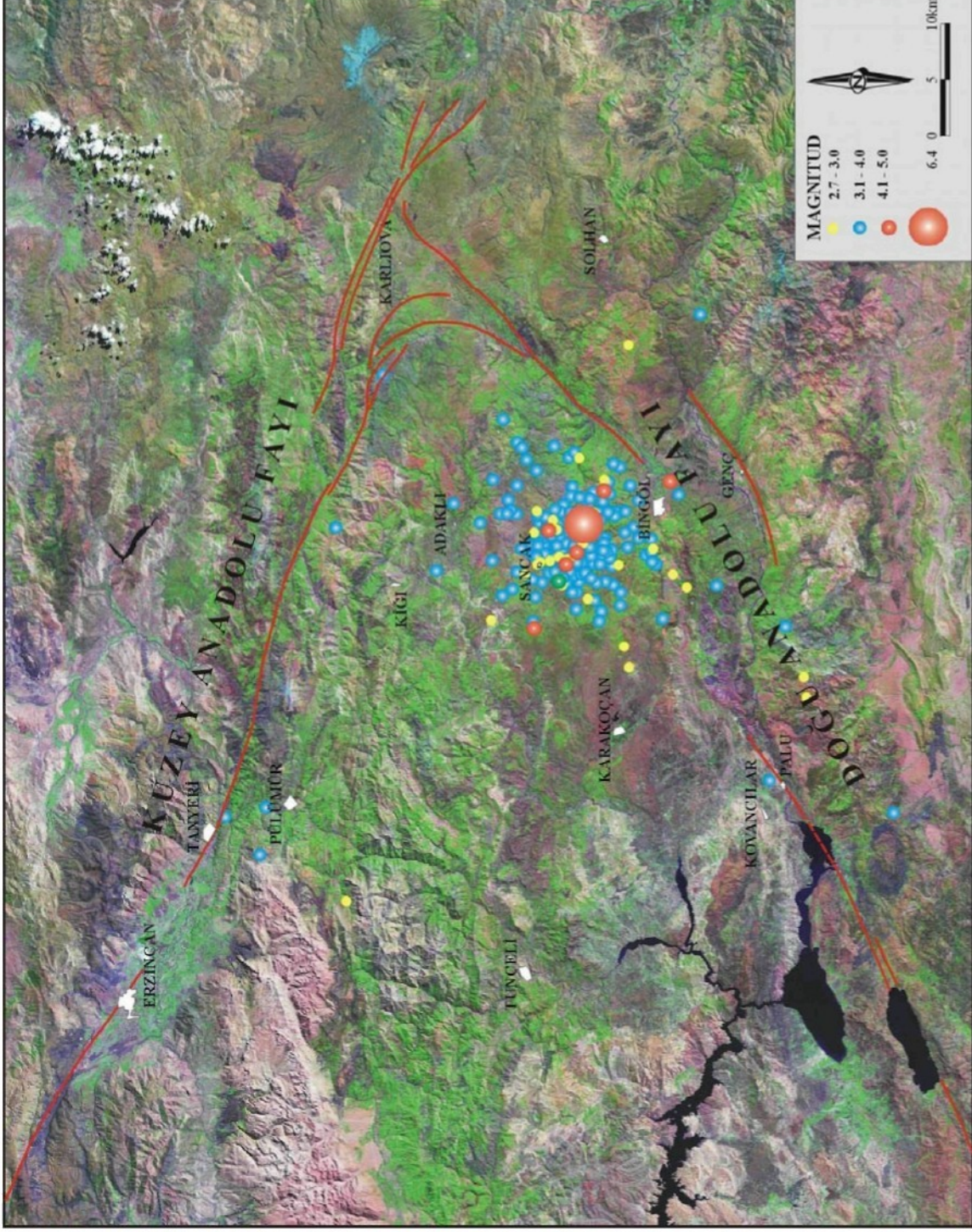
**Çizelge 1. 1 Mayıs 2003 Bingöl Depreminin sismolojik parametreleri.**

Kaynak	Tarih	Dış Merkez Lokasyonu		Derinlik (km)	Doğrultu	Eğim	Dalı	Büyüklik		
		Enlem	Boylam					M <sub>d</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>w</sub>
KOERI	01.05.2003	39.0107	40.4923	10	NP1 225° NP2 135°	90° 62°	28° 180°		6.4	
USGS	“	38.991	40.462	10	NP1 64° NP2 154°	88° 90°	0° -178°			6.4
HARVARD CMT	“	39.01	40.53	15	NP1 332° NP2 236°	68° 75°	-164° -22°			6.3
ETHZ	“	39.0	40.5	10					6.1	
AIGM DAD	“	38.94	40.51	6				6.1		

bölgedeki aktif fayların doğrultularına uyumlu bir yönlenme izlenmektedir. 1971 Bingöl depremi (Ms:6.8) yüzey kırığının gelişmiş olduğu DAF'nın Göynük vadisi bölümünde (Seymen ve Aydın, 1971; Arpat ve Şaroğlu, 1972), Bingöl ovasındaki birkaç depremin dışında artçı deprem gelişmemiş olması dikkat çekicidir. Buna karşın, DAF'nın Hazar Gölü-Palu ile Bingöl-Karlıova ve Genç segmentleri arasındaki sıkışmalı sıçrama bölgesinde yer alan Gökdere yükseliminde izlenen depremler, olasılıkla burada yer alan bindirmeye bağlı olarak gelişmiştir.

### 3.2. AKTİF FAYLAR VE DEPREMİN KAYNAĞI

Saha çalışmaları esnasında öncelikle DAF zonu incelenmiş ve bu fay boyunca yüzey kırılmasına yorumlanabilecek bulgulara rastlanmamıştır. Ana şok lokasyonu ve artçı depremlerin kümelenmesi depremin Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeninin doğu kesiminde, DAF zonu dışında kalan ve KD-GB ve KB-GD doğrultularında birbirine çapraz (conjugate) uzanan çok sayıda aktif fayın yer aldığı bölgede geliştiğine yorumlanmıştır. Bu çapraz fay

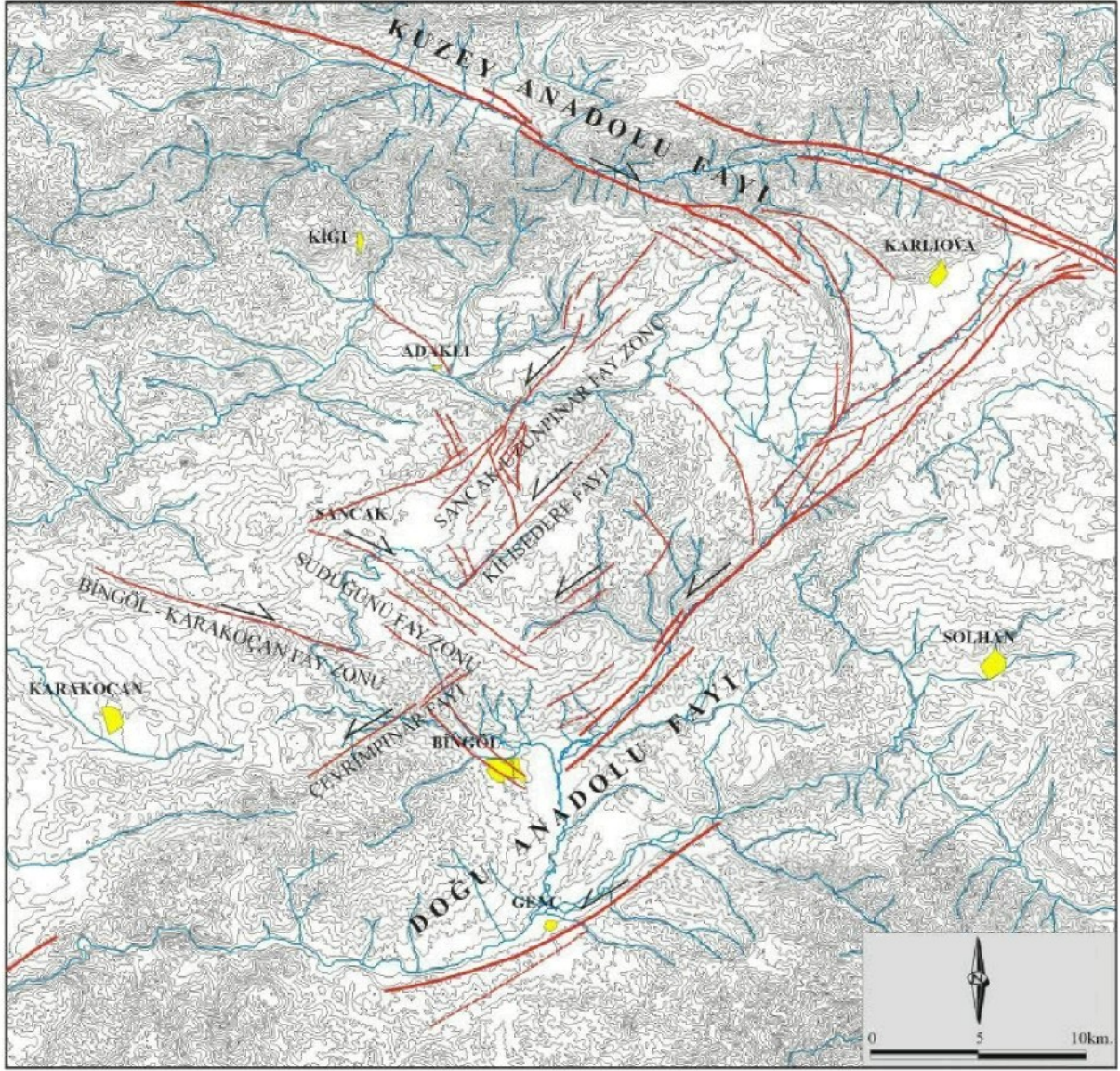


Şekil 4. Landsat TM uydu görüntüsünde Bingöl-Erzincan-Karlıova üçgeni ve 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi ana şok lokasyonu ve artçı şokların dağılımını (sismolojik veriler Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınmıştır).

sistemi içerisinde KD-GB doğrultulu olanlar DAF, KB-GD doğrultulu olanlar ise KAF'na paraleldir. Bu fayların çoğunluğu Türkiye Diri Fay Haritası'nda gösterilmiş bulunmaktadır. Araştırma esnasında yapılan hava fotoğrafı incelemesi ve saha gözlemlerinde, bunlara ek olarak belirlenen fayları da içeren, depremin ana şok merkez üstü çevresindeki aktif fayların uzanımları Şekil 5'te gösterilmiştir. Artçı depremler genelde Bingöl-Adaklı-Sancak-Karakoçan arasında yoğunlaşmıştır. Bu bölgede birbirine çapraz uzanan ve uzunlukları birkaç km ile 40 km arasında değişen çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Bu faylar KD-GB ve KB-GD doğrultusunda belirli zonlarda yoğunlaşma gösterirler ve çoğunlukla da konjugeyti olan faylara yaklaştıklarında sonlanırlar. Bu çapraz fay sistemi içerisinde Sancak-Göynük Çayı vadisi ile Uzunpazar arasında KD-GB uzanımlı faylar daha uzun olup morfolojide de KB-GD uzanımlı olanlara göre daha belirgindir. Bingöl-Sancak-Karakoçan arasında ise KB-GD doğrultulu faylar uzun olup morfolojide daha baskındırlar. Bu faylar boyunca depremde gelişmiş olabilecek yüzey kırılmasına rastlanılmamıştır. Ancak, depreme neden olan faylanmanın anlaşılması açısından yapılabilecek olan sismolojik çalışmalara ışık tutabileceği düşüncesiyle aşağıda depremin merkez üstü bölgesindeki fayların özelliklerine ilişkin özet bilgi verilmiş ve depremin kaynağı tartışılmıştır.

**Sol Yönlü Doğrultu Atımlı Aktif Faylar:** Bölgede KD-GB doğrultusunda uzanan en önemli aktif fay Sancak-Uzunpazar (Uzunpazar) fay zonudur. Sancak beldesi batısındaki Söğütgölü köyü ile Adaklı beldesi doğusundaki Uzunpazar mahallesi arasında uzanan sol yönlü doğrultu atımlı bu fay zonu yaklaşık 40 km uzunluğunda olup  $K50^{\circ}D$  genel doğrultuludur (Şekil 5). Kuzeydoğu ucunda çizgisellik şekline dönüşen fay KAF'nın sıkışmalı bir sıçrama büklümü niteliğindeki Elmalı Çayı bendine bağlanır. Güney ucuna rastlayan Sancak beldesi yöresinde ise batıya doğru açılan iki kola ayrılır. Bu araştırma esnasında saha denetlemesi yapılan güneyindeki 20 km'lik bölümünde Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanit





Şekil 5. Bingöl-Karlıova-Kiğı arasındaki aktif fay haritası.

ve volkano-sedimanterleri kesen fayın Holosen aktivitesini gösteren jeomorfolojik unsurlar çok belirgindir (Foto 1). Ötelenmiş dereler, ötelenmiş ve uzamış sırtlar ve fay gölleri bunların başlıcalarıdır (Foto 2). Sancak kuzeyindeki Yeşilova köyü yöresindeki bazı genç vadilerde fay boyunca 50-60 metrelik sol yönlü ötelenmeler izlenebilmektedir. Fayın bazı kesimlerinde ise eski depremlere ilişkin yüzey kırılması belirtisi olabilecek fay sarplıkları seçilebilmektedir (Foto 3,4). KD-GB uzanımlı ve sol yönlü doğrultu atımlı diğer bir aktif fay ise Kilise dere fayıdır (Şekil 5). Sancak beldesi doğusunda Oğuldere ile Çamlıca köyleri yolunun Kilise dere bölümüne rastlayan yarmasında volkanitler içerisinde fayın ezilme zonu

çok belirgindir (Foto 6,7). Bu fay boyunca artçı deprem dizilimi dikkati çeker. Bingöl kentinin 8 km batısından geçen Çevrîmpınar fayı da sol yönlü doğrultu atımlıdır (Foto 7). Dikme ve Çiçekdere köyleri arasında  $K40^{\circ}D$  doğrultusunda uzanan bu fay yaklaşık 20 km uzunluğundadır. Bayram çayı kuzeyinde kalan kesiminde belirgin olarak izlenen fay güney ucunda morfolojik eğim kırıklığı oluşturan bir çizgisellik şeklinde izlenmiştir.

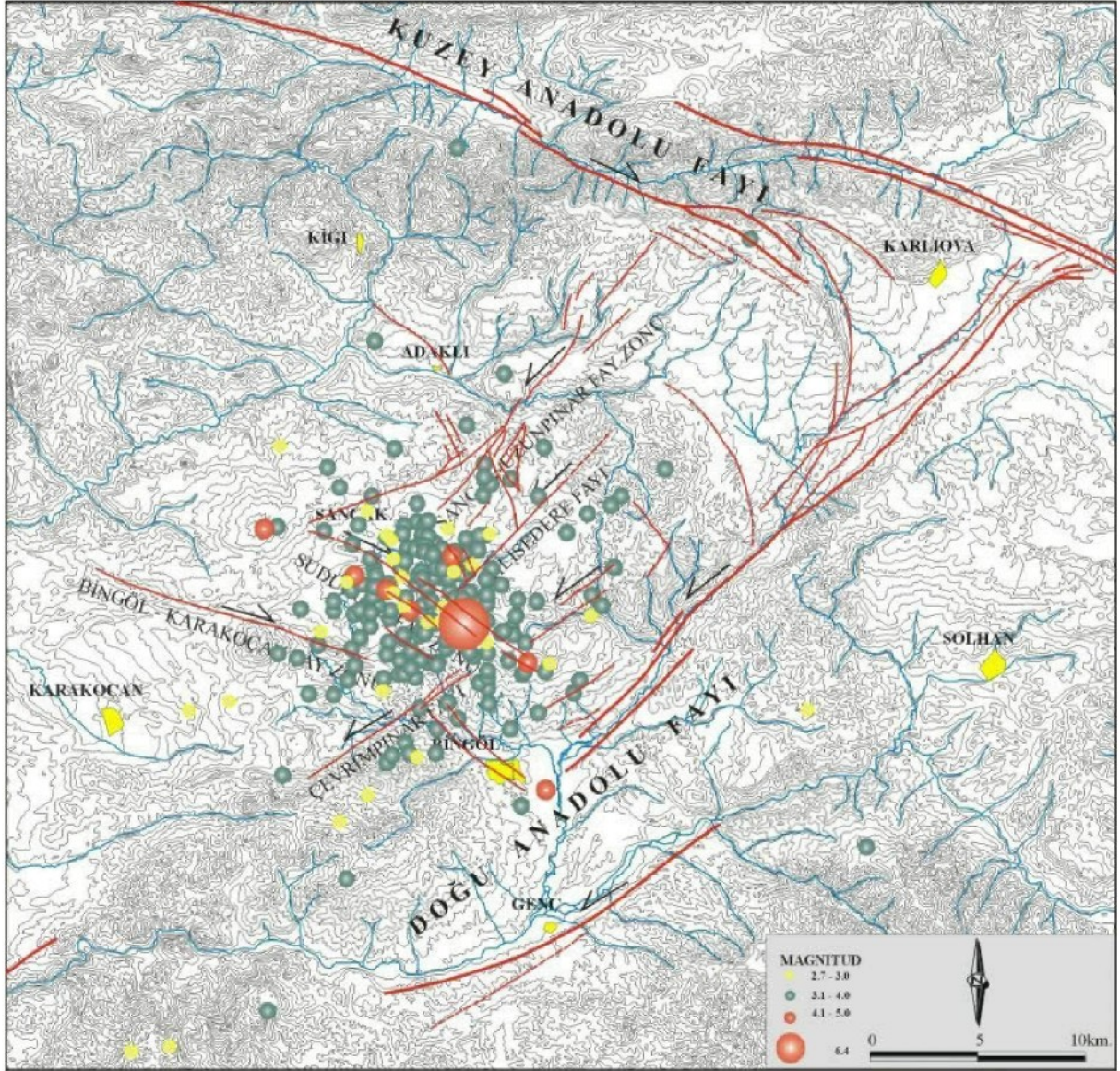
**Sağ Yönlü Doğrultu Atımlı Aktif Faylar:** Bölgedeki çapraz fay sistemi içerisinde KB-GD uzanımlı olanlar sağ yönlü doğrultu atımlıdır. Deprem dış merkez üstü bölgesinde bu doğrultuda iki fay zonu bulunmaktadır (Şekil 5). Bunlardan Bingöl-Karakoçan fay zonu yaklaşık 40 km uzunluğundadır (Şaroğlu ve diğerleri, 1987). Bu fay zonu iki alt segmentten oluşur. Karakocan kuzeyindeki batı segmenti  $K70^{\circ}B$  doğrultulu olup 20 km uzunluğundadır. Batıdaki devamlılığı ayrıntılı incelenmemiş olan bu segment tek bir faydan oluşur ve sağ yönlü doğrultu atım morfolojisi belirgindir. Bingöl kenti içerisinde geçen doğu segmenti ise  $K50^{\circ}B$  doğrultulu olup 12 km uzunluğundadır. Bu kesimde fay birbirine paralel iki çizgisellik şeklinde izlenir (Şaroğlu ve diğerleri, 1987). Bingöl-Karakoçan fay zonunun bu iki segmenti arasında yaklaşık 6 km'lik bir boşluk mevcuttur ve bu alandan KD-GB doğrultulu Çevrîmpınar fayı geçmektedir (Şekil 5). Bingöl-Karakoçan fay zonuna paralel olarak uzanan Sudüğünü fay zonu ise yaklaşık 20 km uzunluğundadır.  $K60^{\circ}B$  genel doğrultusunda uzanan bu fay zonu 5 km genişlikte, birbirine paralel ve uzunlukları 4-10 km arasında değişen, sağ yönlü doğrultu atımlı beş alt faydan oluşur. Bunlardan Sudüğünü ile Göltepe köyleri arasında uzanan üç fay morfolojide çok belirgindir. Zon içerisinde en uzun olan fay batı ucunda çizgiselliğe dönüşerek Sancak-Uzunpınar fayının güney ucunda son bulmaktadır.

**Deprem Kaynağı:** Yukarıda tanımlanan faylar boyunca ayrıntılı inceleme yapılmış ancak deprem sırasında yüzey faylanmasma yorumlanabilecek deformasyonlar gelişmediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle saha gözlemlerine dayanılarak 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminin bölgede yukarıda belirtilen hangi faydan kaynaklandığı konusunda yorum yapılamamaktadır.

Fay düzlemi çözümleri depremin doğrultu atımlı faylanmayla oluştuğunu göstermektedir (Şekil 2). Bununla birlikte Harvard ve Kandilli Rasathanesinin fay düzlemi çözümleri, kırılmanın 22-28°'lik normal faylanma bileşeni olabileceğine işaret etmektedir. Bu çözümlerden elde edilmiş olan 1. ve 2. düzlem doğrultuları Şekil 5'te verilen aktif fay haritasındaki KD-GB ve KB-GD uzanımlı çapraz fayların uzanımına uygundur. Aletsel hata paylan gözardı edilirse, çeşitli kuruluşlarca önerilen ana şok lokasyonları ve artçı şokların yoğun kümelenmesi sol yönlü doğrultu atımlı Kilise dere ve Çevrîmpınar fayları ile sağ yönlü doğrultu atımlı Sudüğünü fay zonunun oluşturduğu üçlü kesişme yöresinde odaklanmaktadır (Şekil 6). Kandilli, USGS ve ETHZ'nin fay düzlemi çözümlerinde verilen 1. düzlem doğrultuları, uzunluğu 15 km olan Kilise dere fayı ve 20 km olan Çevrîmpınar fayının haritalanmış doğrultusu ile uyumludur. Harvard'ın L, Kandilli, USGS ve ETHZ'nin 2. düzlem doğrultuları ise batı ucundaki çizgiselliği de dahil edildiğinde toplam uzunluğu 20 km'ye ulaşan Sudüğünü fay zonuna uyumluluk gösterir (Şekil 2,6). Ana şoka ilişkin fay düzlemi çözümlerindeki iki olasılıkta; KB doğrultulu düzlem esas alındığında depremin sağ yönlü bir faylanma sonucu geliştiği ve bununda olasılıkla Sudüğünü fayından, KD doğrultulu düzlem esas alındığında ise faylanmanın sol yönlü Kilise dere veya Çevrîmpınar fayından kaynaklanmış olduğu tartışılabilir.

Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgenini sınırlandıran KAF ve DAF'nın belirli segmentlerinde son yüzyılda meydana gelen depremlerle deformasyon enerjisi boşalımı gerçekleşmiştir. DAF'nın Karlıova ve Göynük çayı segmentlerinde sırasıyla 1866 ve 1971 depremleri oluşmuştur. Bu fayın Bingöl güneyindeki kesimi olan Genç fayında ise son 100-150 yıldır yüzey yırtılması ile sonuçlanmış büyük deprem bilinmemektedir. Kuzey Anadolu fayında ise son yüzyılda Yedisu doğusundaki Elmalı bendinde 1949 (Ms 6.9), Kargapazan segmentinde ise 1966 (Ms:6.9) Varto depremleri meydana gelmiştir. 1992 Erzincan depremi ise bu fayın Yedisu segmenti batısına rastlayan Erzincan havzası doğusunda gerçekleşmiştir.





Şekil 6. Bingöl-Karlıova-Kiğı arasındaki aktif fay haritası üzerinde 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi ana şok lokasyonu ve artçı depremlerin dağılımı. (sismik veriler Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınmıştır)

Bu seri depremlerin arasında kalan Yedisu segmentinde ise en son büyük deprem 1784 te meydana gelmiştir. Kuzey Anadolu fayında MTA - Japon Jeolojik Araştırma Kurumu (GSJ) ortaklığında yapılan paleosismoloji çalışmaları, fay boyunca aynı segment üzerinde yüzey yırtılmasıyla sonuçlanan büyük depremlerin ortalama 250-400 yılda bir tekrarlandığına yorumlanabilmektedir. Dolayısıyla KAF üzerinde 65 km uzunluğundaki Yedisu segmenti boyunca bir sismik boşluktan bahsedilebilmektedir (Barka ve diğerleri, 1988).



Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeninin içerisinde ise son yüzyılda orta büyüklükte depremler gelişmiştir. 3 Şubat 2003 Pülümür depremi (Mw: 6.1) bunların en sonuncusudur, 1 Mayıs 2003 depremi, söz konusu bu üçgenin 1971 Bingöl depremi ile Pülümür depremi arasında kalan çapraz fay sistemi içerisinde gelişmiştir. Depremin meydana gelmesinde bu iki depremden kaynaklanmış tetiklenme olup olmadığı konusunda veri yoktur. Ancak, bu üçgen içerisindeki tektonik deformasyon yoğunluğu dikkate alındığında özellikle birbirinin çaprazı (conjugate) niteliğinde olan bu fay sistemlerinde meydana gelen büyük bir depremin eşlenik çapraz fayları etkileyerek tetikleme ve yeni depremlere yol açması kinematik açıdan olağandır. Herhangi bir deprem sonrasında, kaynak faydaki deformasyon enerjisinin boşaldığı dolayısıyla belirli bir süre aynı fay üzerinde büyük depremlerin meydana gelmeyeceği kabul edilir. Ancak, yukarıda belirtilen fay paterni ve bölgesel anlamda gerçekleşen son depremlerle Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni içerisinde, üzerinde deprem meydana gelmemiş olan aktif fayların, uzunluklarıyla orantılı büyüklükte yeni depremler üretmesi beklenmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda üçgen içerisinde eldeki bilgilere göre bilinen, KAF'nın Yedisu segmenti, DAF'nın Genç segmenti, Ovacık fayı, Sancak-Uzunpınar ve Bingöl-Karlıova fay zonları Bölgede olası yeni deprem kaynakları olarak değerlendirilebilir. Uzunlukları nedeniyle bu faylardan kaynaklanabilecek deprem büyüklükleri 6'dan büyük olabilecektir.

### **3.3. DEPREMDE GELİŞMİŞ KÜTLE HAREKETLERİ VE ZEMİN DEFORMASYONLARI**

1 Mayıs 2003 Bingöl depreminde yaygın olarak kaya düşmesi, moloz akması, kayma ve eski heyelanlarda tetiklenme ile bazı alanlarda yanal yayılma türünden kütle hareketleri gelişmiştir. Ayrıca, bazı yapay dolgu zeminlerde gerilme çatlaklarının geliştiği gözlenmiştir. Araştırmada depremde gelişmiş olan kütle hareketleri ve zemin deformasyonlarına ilişkin tüm afet bölgesini kapsayan özel bir çalışma yapılmamış, bu konuda deprem fayını araştırma esnasındaki çalışmalarda elde edilen bilgilerle yetinilmiştir.

Depremde sayısal olarak en fazla gelişen kütle hareketinin kaya düşmesi ve moloz akmaları olduğu gözlenmiştir. Kaya düşmeleri özellikle andezit ve bazalt gibi lavların yüzelediği ve kornişler oluşturduğu yamaç zonlarında yaygın olarak gelişmiştir. Bazı alanlarda yuvarlanan kaya bloklarının çapları 2 metreyi bulmaktadır (Foto 9). inceleme yapılan alanlar içerisinde kaya düşmeleri yaygın olarak Oğuldere köyü yöresinde Kilise dere, Bingöl batısında Bayram çayı vadisi yamaçları, Göynük çayı vadisinin bazı kesimleri ile bu akarsuya batıdan birleşen yan kol vadileri ve Bingöl kenti kuzeyindeki Gölyaka köyü yöresindeki dik eğimli yamaçlarda gözlenmiştir. Kaya düşmelerinin gelişmiş olduğu yamaç eteklerinde eski depremlerde gelişmiş blok ve taş dizilimleri bölgede meydana gelmiş eski depremlerin paleosismolojik kanıtları olarak değerlendirilebilir. Kuru moloz akmalarına ise daha çok Göynük Çayı vadisinin dik yamaçları ile Sancak beldesi yöresindeki yol yarmalarında rastlanmıştır (Foto 10,11).

Deprem esnasında bölgede irili ufaklı çok sayıda küçük çaplı heyelan gelişmiş, büyük çaplı bazı eski heyelanlarda ise tetiklenmeler izlenmiştir, inceleme bölgesinde küçük çaplı heyelanlar yaygın olarak, depremin ana şokunun yer aldığı Sancak yöresinde, volkanik tüf ve kırıntılı kaya birimlerinin yüzelediği dik yamaç zonları ve yol yarmaları ile içerisinden Bingöl-Karlıova karayolunun geçtiği Göynük Çayı vadisinde izlenmiştir. Bu vadi boyunca, özellikle vadi tabanına yakın dik eğimli yamaçlarda çok sayıda heyelan geliştiği görülmüştür. Bu karayolunun, Çobantaşı köyü, Soğuksu Mahallesi kesiminde iki alanda depremde gelişmiş heyelandan etkilendiği gözlenmiştir (Foto 12,13). Bingöl kenti kuzeyinde İçpınar, Göltepesi, Çukurca, Çiçekdere köylerinin yerleşmiş olduğu dağ eteği boyunca gözlenen büyük boyutlu eski heyelan kütlelerinde depremin tetiklemesi sonucu gelişmiş çok sayıda gerilme çatlaklarına rastlanmıştır (Foto 14).

Sancak beldesi, Oğuldere köyü, Hano çayırı mevkiinde sıvılaşma sonucu gelişmiş yanal yayılma malzemesi suyun etkisiyle yaklaşık 700-800 metre uzunluğunda bir çamur

akmasının gelişmesine neden olmuştur (Foto 15,16). Buradaki yanal yayılma kaolinize olmuş beyaz renkli riyolitik tüfler ile bunun üzerinde yer alan ve 3°-10° arasında topografik yüzey eğimi olan kum ve şiltten oluşan alüvyon dokanağında gelişmiştir.

Göynük Çayı vadisinin Ilıcalar beldesi ile güneyindeki Beyaztoprak mahallesi arasında kalan kesiminde, vadinin doğu yamacında yer alan sulama kanalı boyunca uzanan dolgu yolun yaklaşık 3 km uzunluğundaki kesiminde deprem nedeniyle gerilme çatlakları şeklinde gelişmiş yüzey deformasyonu izlenmiştir. 1971 Bingöl depremi yüzey kırığının gelişmiş olduğu DAF zonunda, aralıklı olarak izlenen bu çatlakların bazı kesimlerde 100 metreye varan uzunluklarda süreklilik sunduğu gözlenmiştir (Foto 17,18).

Depremde sıvılaşma gelişmiş olma olasılığı bulunan Bingöl ovasındaki Bayram ve Göynük çayları taşkın ovasında arazi koşullarının uygun olmaması nedeniyle gözlem yapılamamıştır.

### **3.4. HASAR DAĞILIMINDA JEOLJİK YAPININ ETKİSİ**

1 Mayıs 2003 Bingöl depreminde meydana gelen hasarlar, yapı türü farklılığı nedeniyle Bingöl kent merkezi ve kırsal alan olmak üzere iki kategoride incelenebilir. Araştırma esnasında edinilen ancak resmi olmayan bilgilere göre Bingöl kentinde 8 bina tamamen yıkılmış, çok sayıda bina ise ağır ve orta hasar görmüştür (Foto 19,20, 21). Kentin eski bölümleri Bingöl ve Bayram çaylarının Bingöl ovasına açıldıkları alanlarda gelişmiş Pleyistosen yaşlı alüvyon yelpazesi çökelleri üzerinde, doğuya doğru olan yeni yapılaşma alanları ise akarsu taraçası çökelleri üzerine kurulmuştur. Kentin kurulu olduğu yelpazelerin yüzeyleri akarsular tarafından yarılmıştır. Yelpaze çökelleri iri çakıl, çakıl ve şiltten oluşur. Ovaya yakın kesimlerdeki akarsu taraçaları ise kanal malzemesi olan tutturulmamış çakıl, kum ve şiltten oluşur. Kent yerleşmesinin bulunduğu alandaki kaya türlerinin mühendislik özelliklerine ilişkin araştırmalar bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Dolayısıyla, kentte

meydana gelen hasarda zemin özelliklerinin etkisine ilişkin bir değerlendirme yapılamamaktadır. Ancak genel bir yaklaşım çerçevesinde, kent yerleşimi bütününde kaya türü özelliklerinin doğudan batıya yani, ova yönüne doğru gidildiğinde görel olarak çakıl boyutundan daha ince taneli sedimentlere doğru genel bir değişim gösterdiğinden bahsedilebilir. Yeraltı suyu seviyesinin de ova kesiminde yüzeye daha yakın olduğu tahmin edilmektedir. Bingöl İl Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nde kurulu olan Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün ivme ölçer kayıtlarında yer ivmesi değerleri kuzey-güney doğrultusunda 545.5 mili g, doğu-batı doğrultusunda 276.8 mili g ve düşey doğrultuda da 472.3 mili g olarak ölçülmüştür (<http://www.deprem.gov.tr>). Zemin özelliklerinin depremde ölçülen yer ivmesi üzerinde büyütme etkisinin olup olmadığı yapılacak olan ayrıntılı incelemelerle ortaya konabilecektir.

Tamamen yıkılmış binalar dışında kent içerisinde orta ve ağır hasarlı binaların dağılımı konusunda bilgi edinilememiştir. Dolayısıyla, hasar dağılımında kaya türü değişimlerinin etkisi olup olmadığı konusunda eldeki verilerle yorum yapılamamaktadır. Depremde en fazla can kaybının meydana geldiği Çeltiksuyu Yatılı ilköğretim Bölge Okulu ise Göynük Çayı'nın sekisi üzerinde inşaa edilmiştir. Okulun bulunduğu bina, bu sekiyi oluşturan taşkın ovası çökellerinden oluşan bir zemin üzerinde bulunmaktadır. Bu eğitim kompleksinde yıkılan Pansiyon binası ve giriş katı üzerine çökmüş olan okul binası betonundaki agrega malzemesi içerisinde çapları bazen 15-20 cm'ye ulaşan, yuvarlak akarsu çakıllarının varlığı gözlenmiştir. Konunun uzmanı olunmamasına rağmen bu eğitim kompleksindeki hasarın zeminden çok yapı kusurundan kaynaklandığı söylenebilmektedir (Foto 22, 23,24).

Kırsal kesimdeki köylerde daha çok toprak çamuru ile yapılmış taş yığma binalarda hasar olduğu gözlenmiştir (Foto 25,26,27). Kırsal kesimdeki hasarlarda dikkati çeken diğer bir özellik de, tıpkı Bingöl kentinde olduğu gibi okul binalarının çoğunluğunun yıkılmış yada



ağır hasarlı olmasdır (Foto 28). Heyelan kütleleri üzerinde bulunanlar hariç kırsal kesimde en fazla yapı hasarının depremin merkez üstü olan Bingöl-Sancak arasındaki köylerde meydana geldiği görölmüştür. Göynük vadisi, Bingöl kuzeyindeki dağ eteğinde bulunan İçpınar, Göltepe ve Çiçekdere köylerindeki hasarda heyelan tetiklenmelerinin önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Depremde gelişmiş veya tetiklenmiş olan heyelanlar Göynük vadisinden geçen Bingöl-Karlıova yolunun Çobantaşı kesiminde bazı deformasyonlar ve göçmelere yol açmıştır. Ayrıca Yolçatı-Sancak yolunun yaklaşık 7. km si ile Ortaçanak köyü yöresindeki köy yollarının bazı kesimlerinin depremde gelişmiş olan küçük çaplı heyelan ve moloz akmalarından etkilendiği görölmüştür.

#### **4. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bingöl ilinin de yer aldığı Bingöl-Karlıova-Erzincan üçgeni aktif tektonik konumu nedeniyle ölkede depremlerin çok sık meydana geldiği bir bölgedir. Son yüzyılda bu üçgeni sınırlandıran KAF ve DAF boyunca ve üçgen içerisindeki faylarda çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Kaba bir genellemeyle DAF ve KAF boyunca gelişen depremlerin, üçgenin içerisindeki faylardan kaynaklanan depremlerden daha büyük magnitüde olduğu yorumlanabilir. Üçgen içerisindeki faylar boyunca orta büyüklükte depremlerin geliştiği dikkati çekmektedir, 1 Mayıs 2003 Bingöl depremi de (Mw: 6.4) üçgen içerisinde gerçekleşen orta büyüklükte bir depremdir. Bu son deprem Bingöl batısında, birbirine çapraz uzanan sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı fayların yoğun olduğu Bingöl-Sancak arasındaki bir bölgeden kaynaklanmıştır. Ana şokun yer aldığı ve artçı kümelenmesinin yoğunlaştığı bu bölgede sol yönlü Kilise dere, Çevrimpınar fayları ile sağ yönlü doğrultu atımlı Sudüğünü fay zonu yer alır. Depremin ana şokuna ilişkin fay düzlemi çözümleri faylanmanın doğrultu atımlı olduğunu göstermektedir. Yüzey kırığı oluşmamış olması nedeniyle depremin ana şok

lokasyonu yakın çevresinde yer alan faylardan hangisi üzerinde gerçekleştiği ve kırılmanın niteliği konusunda yorum yapılamamaktadır.

Depremın meydana geldiği bölge yakın çevresinde çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Ana şok dış merkezi çevresindeki faylar dışında Sancak-Uzunpınar fayı, Bingöl-Karakoçan fayı ve güneyde DAF'nın bir segmenti olan Genç Fayı ve detay haritalaması yapılamamış olan Gökdere bindirmesi bunların en önemlileridir. Bu faylar üzerinde son yüzyılda yüzey kırılmasıyla sonuçlanan depremlerin meydana gelmediği bilinmektedir. Ayrıca, Kuzey Anadolu Fayı'nın son 220 yıldır büyük deprem üretmemiş Yedisu segmenti de bölgeye çok yakındır. Uzunlukları 25 ile 50 km arasında değişen bu faylar bölgede magnitudü 6 veya daha büyük depremlere yol açabilecek büyüklükte olan aktif tektonik yapılardır. Son depremin, yakın çevredeki bu fayları tetikleyerek bölgede yeni bir depreme yol açması olasıdır. Bingöl kentinin bu faylara olan uzaklığı birkaç km ile 50 km arasında değişmektedir. Dolayısıyla, gerek Bingöl kenti, gerekse bu faylar çevresindeki belde ve köy yerleşmelerinin 1 Mayıs 2003 depremi sonrasında da bu faylardan kaynaklanabilecek olası depremlerin tehlikesi altında olduğu söylenebilir.

Ölümlerle sonuçlanan hasarların geliştiği Bingöl kenti Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyon zeminler üzerinde kuruludur. Depremde gelişmiş zemin davranışları konusunda kent yerleşmesinde gözlem yapılamamıştır. Ancak yüksek yer ivmesi değerlerinin ölçülmüş olması depremden Bingöl kenti yerleşiminde litolojik özelliklere bağlı zemin büyütmesi ihtimalini düşündürmektedir. Bu nedenle, depremden gelişmiş hasar ile zemin özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amacıyla ayrıntılı zemin mühendislik araştırmalarına gerek vardır. Bu çalışmalardan elde edilecek sonuçlar kentin yeniden imarı ve onarımında temel veri kaynaklarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Kırsal kesimdeki bazı hasarlarda depremden birlikte gelişen veya eski heyelan kütlelerinin depremlerle tetiklenerek reaktivite kazanmış olmasının rol oynadığı gözlenmiştir.

Kaya türü özellikleri ve morfolojisi nedeniyle bölgede heyelanlar çok yaygındır ve bazı köyler heyelan kütleleri üzerinde bulunmaktadır. Bu nedenle, gerek olası depremler açısından, gerekse normal süreçler açısından bölgedeki heyelanların ayrıntılı haritalanarak yerleşme ve ulaşım altyapısında yarattıkları risklerin ortaya konulması gerekmektedir.

Doğal yapısı nedeniyle deprem sonrasında Bingöl kentinin yeniden yapılandırılmasına yönelik planlama ve uygulama çalışmalarında bazı jeolojik problemlerle karşılaşılması olağandır. Kent ve alternatif yerleşme veya kentsel gelişme alanları genelde Kuvaterner yaşlı gevşek alüvyon düzlükleri ile çevredeki yamaç zonlarında bulunmaktadır. Alüvyon düzlükleri genelde gevşek zemin özelliğindedir. Hava fotoğraflarında yapılan ön değerlendirmeler, Bayram ve Göynük Çayları boyunca geniş bir taşkın yatağı bulunduğunu göstermektedir. Çevredeki dağ eteklerinin bazı kısımları ise heyelanlar nedeniyle duraysızlık problemi içermektedir. Tüm bu özellikleri nedeniyle Bingöl kentinin deprem sonrasında yeniden yapılandırılması sürecinde, yer seçimi ve kentsel gelişme alanlarının planlaması çalışmalarına esas olmak üzere öncelikle kent yakın çevresinin "Temel Yerbilim Haritaları" ile "Doğal Afet Tehlike Haritaları"nın hazırlanması ve yer seçiminin bu verilere dayandırılması, belirlenebilecek alternatif alanlarda ise yapılacak olan ayrıntılı zemin etüdü çalışmaları esas alınarak İmar Uygulama Planlarının üretilmesi gereklidir. Deprem tehlikesi yüksek olan tüm çağdaş ülkelerde uyulan bu yöntemin uygulanması ile deprem tehlikesi her zaman gündemde olan Bingöl kentinin gelecekteki depremleri daha az can ve mal kaybı ile atlması mümkün olabilecektir.

## 5. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Ambraseys, N.N, 1988, Engineering seismology. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 17, 1-105.
- Arpat, E. ve Şaroğlu F., 1972, Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler. MTA Dergisi 73, 1-9.
- Barka, A.A., Toksöz, N., Gülen, L. and Kadinsky-Cade, K., 1988, The structure, seismicity and the earthquake potential of the eastern part of the North Anatolian Fault Zone. Spec. Publ., 14, 307-352, Hacettepe Univ., Ankara.
- Herece, E. ve Akay, E., 1992, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı. Türkiye 9. Petrol Kongresi, 17-21.02.1992, 361-372, Ankara.
- Seymen, İ. ve Aydın, A., 1972, Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi. MTA Dergisi, 79.
- Şaroğlu F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987, Türkiye'nin aktif fayları ve depremsellikleri. MTA Rapor no: 8174, 394 s. (yayınlanmamış).
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası. MTA yayını.
- Taymaz, T., Eyidođan, H. and Jackson, J., 1991, Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey), Geophysical Journal International - Oxford, 106,537- 550.
- DAD: T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi  
<http://www.deprem.gov.tr/>
- ETHZ (İsviçre Sismoloji Servisi): <http://seismo.ethz.ch/>
- HARVARD: Harvard Üniversitesi Sismoloji Laboratuvarı  
<http://www.seismology.harvard.edu/>
- KOERI: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü,  
<http://www.koeri.boun.edu.tr/>
- USGS: Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar Kurumu,  
<http://earthquake.usgs.gov/>

# ***FOTOĞRAFLAR***





Foto 1. Sancak beldesi batısında Sarıgümüş köyü yöresinde Sancak-Uzunpınar fayının genel morfolojik görünümü. Bakış KD'yadır.



Foto 2. Sancak kuzeyi, Yeşilova köyü yöresinde Sancak-Uzunpınar fayı boyunca gelişmiş ötelenmiş sırtlar ve dereler.



Foto 3. Büyük Başköy doğusunda Sancak-Uzunpınar fayının genel morfolojik görünümü.



Foto 4. Sancak-Uzunpınar fay zonunda gelişmiş fay-sed gölü.



Foto 5. Sancak-Uzunpınar fayında eski deprem aktivitesini gösteren fay sarplıkları.



Foto 6. Oğuldere köyü yöresinde Kilise dere fayının genel görünümü.



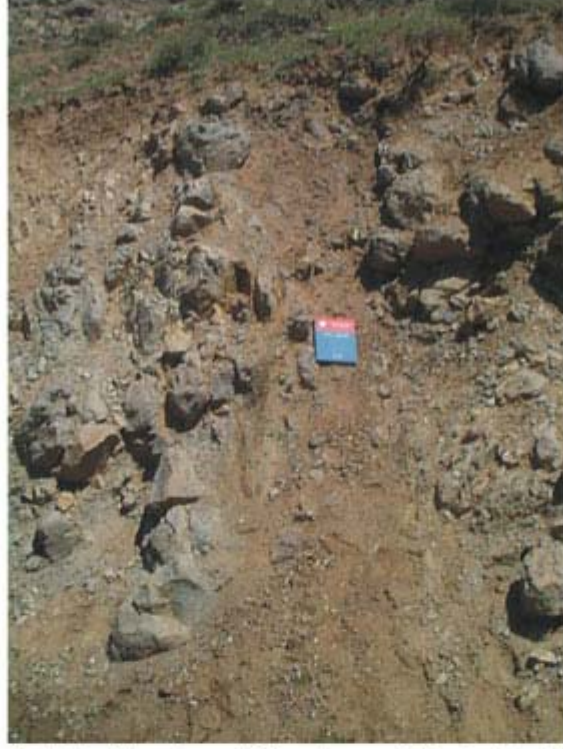


Foto 7. Oğuldere-Kurtuluş köy yolunun Kilise dere vadisi kesiminde Miyosen-Pliyosen volkanitlerinde gelişmiş Kilise dere fayının ezik zonu.



Foto 8. Çiçekdere köyünden GB'ya doğru Çevrîmpınar fayının genel görünümü.



Foto 9. Sancak-Arıcalar köy yolunda depremde gelişmiş ve çapı 2 m'ye yaklaşan yuvarlanmış kaya bloku.



Foto 10. Göynük çayı vadisinde depremin tetiklemesi sonucu gelişmiş moloz akmaları.





Foto 11. Çiçekdere köyünde depremde gelişmiş kaya-moloz akması.



Foto 12. Bingöl-Karlıova yolunun Çobantaşı köyü, Soğuksu mevkiinde depremde gelişmiş dairesel kayma tipindeki bir heyelan.



Foto 13. Yolçatı-Sancak yolunda depremde tetiklenerek reaktivite kazanmış heyelanlar.



Foto 14. Bingöl-Göltepe köyü kuzeyinde eski bir heyelan topuğunda depremin tetiklemesiyle gelişmiş gerilme çatlakları.





Foto 15. Oğuldere köyü kuzeyindeki Hano Çayırı mevkiinde depremde gelişmiş yanıl yayılma sonucu meydana gelen çamur akmasının genel görünümü. Çamur akması yaklaşık 750 m boyunca vadi tabanını kaplamıştır.



Foto 16. Foto 15'teki yanıl yayılmanın taç bölümü ve çevresinin yakından görünümü.



Foto 17-18. Göynük çayı vadisi batısında, Beyaztoprak mahallesi ile Ilıca beldesi arasındaki sulama kanalı boyunca yer alan toprak dolgu yolda depremde gelişmiş gerilme çatlağı niteliğindeki deformasyonlar.





Foto 19-20. Bingöl kent merkezinde depremde giriş katı mukavemetsizliği nedeniyle ağır hasar görmüş bina örnekleri.





Foto 21. Bingöl Lisesi pansiyon binası duvarlarının dış yüzeyinde gelişmiş çatlamlar.



Foto 22. Bingöl şehir merkezine KD'dan genel bakış. Kent, dağ eteğinde alüvyon yelpazesi, ova bölümünde ise akarsu taraçaları üzerinde yapılanmıştır. En alt düzlük ise taşkın ovası niteliğindedir.



Foto 23. Depremde tamamen göçmüş ve 84 öğrenci ile 1 öğretmenin ölümüne yolaçmış olan Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulu pansiyon binasının görünümü.



Foto 24. Kolonların kırılması sonucu 2. ve 3. katları giriş katı üzerine oturmuş olan Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulunun depremden sonraki görünümü.





Foto 25. Foto 24'teki çöken giriş katının yakından görünümü. Binanın 2. ve 3. katları, çöken giriş katı dersanelerindeki demir profilden yapılmış sıraların üzerine oturmuştur.



Foto 26. Kırsal yerleşmelerde (Beyaztoprak mahallesi) çamur harçla inşa edilmiş bir yapıda meydana gelmiş hasar örneği.



Foto 23. Depremde tamamen göçmüş ve 84 öğrenci ile 1 öğretmenin ölümüne yolaçmış olan Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulu pansiyon binasının görünümü.



Foto 24. Kolonların kırılması sonucu 2. ve 3. katları giriş katı üzerine oturmuş olan Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulunun depremden sonraki görünümü.





Foto 25. Foto 24'teki çöken giriş katının yakından görünümü. Binanın 2. ve 3. katları, çöken giriş katı dersanelerindeki demir profilden yapılmış sıraların üzerine oturmuştur.



Foto 26. Kırsal yerleşmelerde (Beyaztoprak mahallesi) çamur harçla inşa edilmiş bir yapıda meydana gelmiş hasar örneği.





Foto 27. Beyaztoprak mahallesi (Bingöl) ilköğretim okulunda izlenen hasar. Bu okulun, 22.05.1971 Bingöl depreminden sonra yapılmış olmasına karşın Doğu Anadolu Fay zonu üzerine inşa edildiği dikkati çekmektedir.



Foto 28. Göltepesi köyünde depremde gelişmiş kaya yuvarlanması sonucu çökmüş bir ağıl.

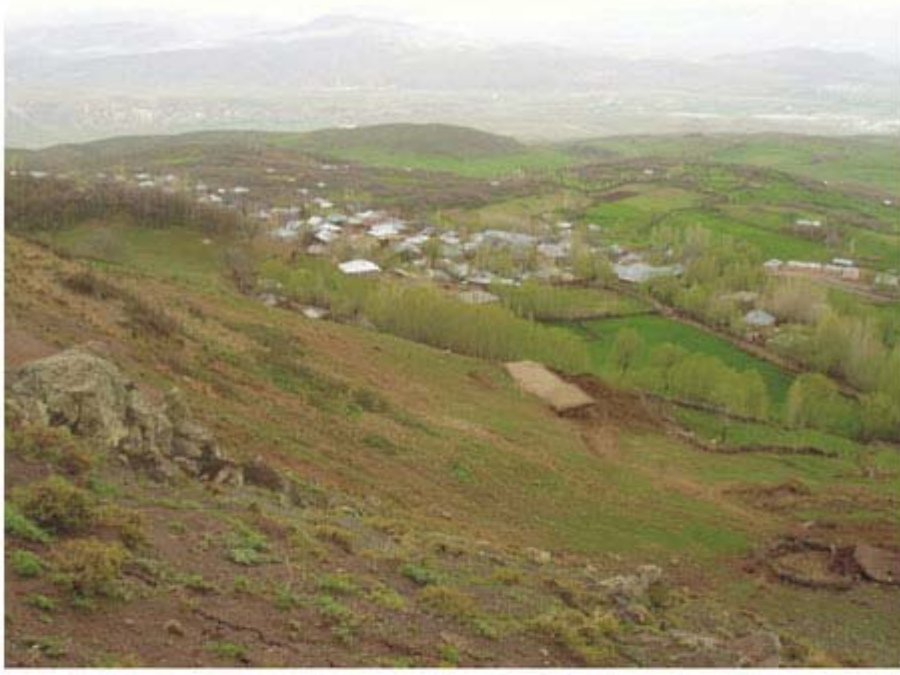


Foto 29. Heyelanlı bir bölgede kurulu olması nedeniyle deprem hasarının fazla olduğu kırsal yerleşmelere bir örnek: Göltepe köyü.



Foto 30. Heyelanlı bir zeminde kurulu olan Göltepe köyünde hasar görmüş bir yapı örneği.