

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



25 MART (M_w 5.5) ve 28 MART (M_w 5.5) 2004

AŞKALE (ERZURUM) DEPREMLERİ

DEĞERLENDİRME RAPORU

Rapor No:

JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



25 MART (M_w 5.5) ve 28 MART (M_w 5.5) 2004

AŞKALE (ERZURUM) DEPREMLERİ

DEĞERLENDİRME RAPORU

Ahmet DOĞAN

Cengiz YILDIRIM

Hakan A. NEFESLİOĞLU

Dr. Ömer EMRE

JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ

Nisan 2004, ANKARA

İÇİNDEKİLER:

1. GİRİŞ	3
2. BÖLGESEL AKTİF TEKTONİK ÖZELLİKLER.....	6
3. SİSMOLOJİK DATA	9
4. KAYNAK FAY (AŞKALE FAYI) ÖZELLİKLERİ	15
5. KÜTLE HAREKETLERİ VE ZEMİN DEFORMASYONLARI.....	20
5.1. Kütle Hareketleri	20
5.1.1. Kaya Düşmeleri	20
5.1.2. Kaymalar	22
5.1.2.1. Dairesel kaymalar.....	23
5.1.2.2. Düzlemsel kaymalar	28
5.2. Zemin Deformasyonları	30
Lokalite 1:.....	30
Lokalite 2:.....	31
Lokalite 3:.....	32
Lokalite 4:.....	34
6. YAPISAL HASARLARA İLİŞKİN GÖZLEMLER.....	35
7. DEĞERLENDİRME	44
DEĞİNİLEN BELGELER.....	46

1. GİRİŞ

25 Mart 2004 Perşembe günü saat 21:30:50 ve 28 Mart 2004 Pazar günü saat 06:51:10 da olmak üzere Doğu Anadolu bölgesinde Erzurum ilinin batısında yıkıcı etki yapan orta büyüklükte iki deprem meydana gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. 25.03.2004 ve 28.03.2004 Aşkale (ERZURUM) Depremlerinin Türkiye Diri Fay Haritasındaki Yeri (MTA, 1992)

Depremler Rize, Gümüşhane ve Erzincan gibi çevre illerde de hissedilmiştir. Dış merkez lokasyonları Erzurum Aşkale ilçesi yakınlarına rastlayan depremler Kandilli beldesi merkez olmak üzere çok sayıda kırsal yerleşmede hasara yol açmıştır. Orta büyüklükte olmalarına karşın aynı bölgede üç gün ara ile meydana gelen bu iki deprem beklenenin üzerinde gerçekleşen can ve mal kaybıyla dikkati çekmiştir. Depremlerde 9 yurttaşımız hayatını kaybetmiş, 51 kişi de yaralanmıştır. Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün tesbitlerine göre Erzurum'un merkez ile Ilica, Aşkale ve Çat ilçelerine bağlı köylerde toplam 1629 konut yıkılmış veya ağır hasar görmüştür.

Depremlerin meydana geldiği Aşkale yakın çevresinde MTA (1992) tarafından yayınlanmış olan Türkiye Diri Fay Haritası'nda bazı aktif faylar gösterilmiştir. Gerek depremlerin kaynağı olan fayların tanımlanması, gerekse meydana gelen hasarın jeolojik yapıyla olası ilişkisinin araştırılmasına yönelik Genel Müdürlük Makam Talimatı doğrultusunda Jeoloji

Etütleri Dairesi Başkanlığınca Çevre Jeolojisi ve Doğal Afet Araştırmaları Koordinatörlüğü
Diri Fay ve Paleosismoloji Araştırmaları ve Türkiye Heyelan Haritası Projesi elemanları
Ahmet Doğan, Cengiz Yıldırım ve Hakan Nefeslioğlu'ndan oluşan üç kişilik bir araştırma
ekibi görevlendirilerek afet bölgesinde arazi çalışması gerçekleştirmiştir. 02.04.2004 ile
08.04.2004 tarihleri arasında 7 günlük bir süreyi kapsayan arazi incelemesi sonucu bu
değerlendirme raporu hazırlanmıştır.

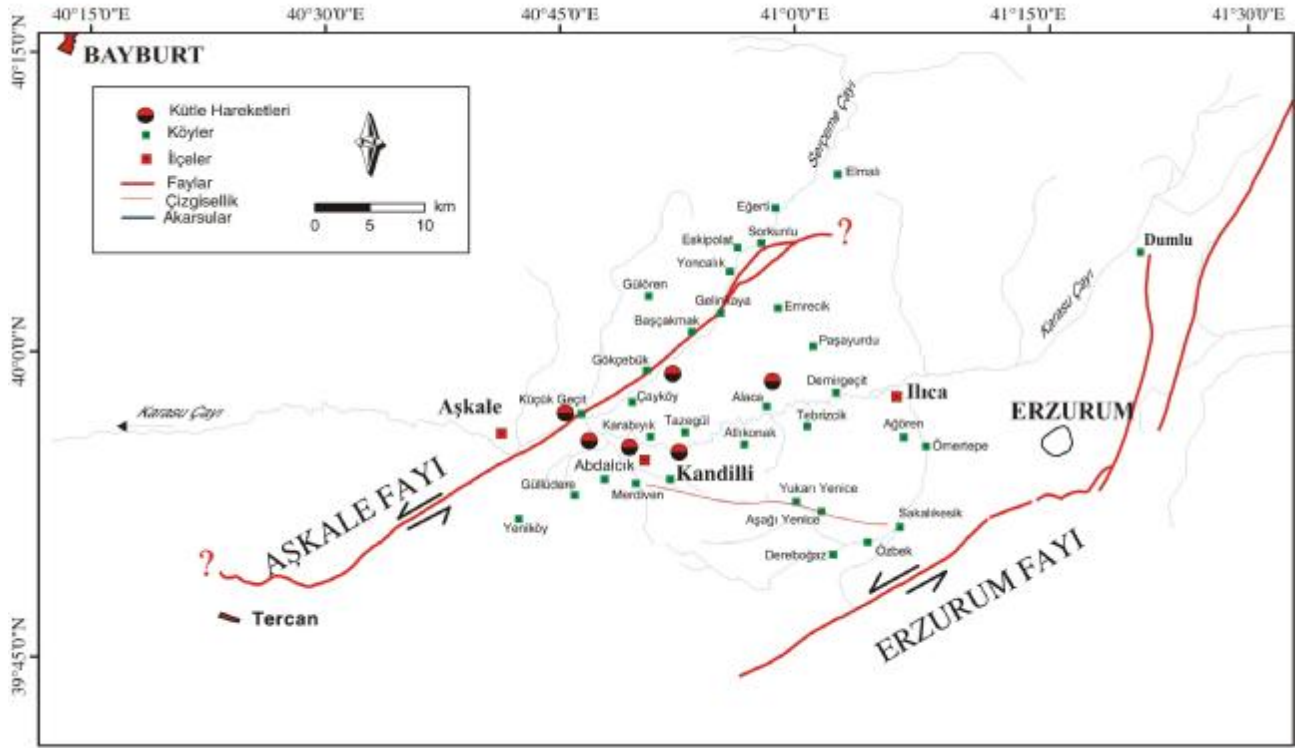
2. BÖLGESEL AKTİF TEKTONİK ÖZELLİKLER

Aşkale depremlerinin meydana geldiği bölge ülkemizin önemli deprem kuşaklarından biri olan Doğu Anadolu'da bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. 25.03.2004 ve 28.03.2004 Aşkale (ERZURUM) Depremlerinin Türkiye Diri Fay Haritasındaki Yeri (MTA, 1992)

Doğu Anadolu, Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhaları arasında Miyosen'de başlayan ve güncel olarak da süregelen kıta-kıta çarpışmasının sonucu K-G yönünde sıkışarak deformasyona uğramaktadır. Bölgede meydana gelen depremler bu tektonik rejimin eseridir. KD Anadolu bölgesinde neotektonik dönem yapıları genelde KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultusunda uzanır. KD-GB uzanımında zonal gidişler sunan aktif faylar sol yönlü, KB-GD uzanımlı olanlar ise sağ yönlü doğrultu atımlıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Aşkale (ERZURUM) çevresinin aktif fayları

D-B uzanımında olan yapılar ise genelde kıvrım ve bindirmelere karşılık gelmektedir (Şaroğlu 1985; Şaroğlu ve Güner 1983).

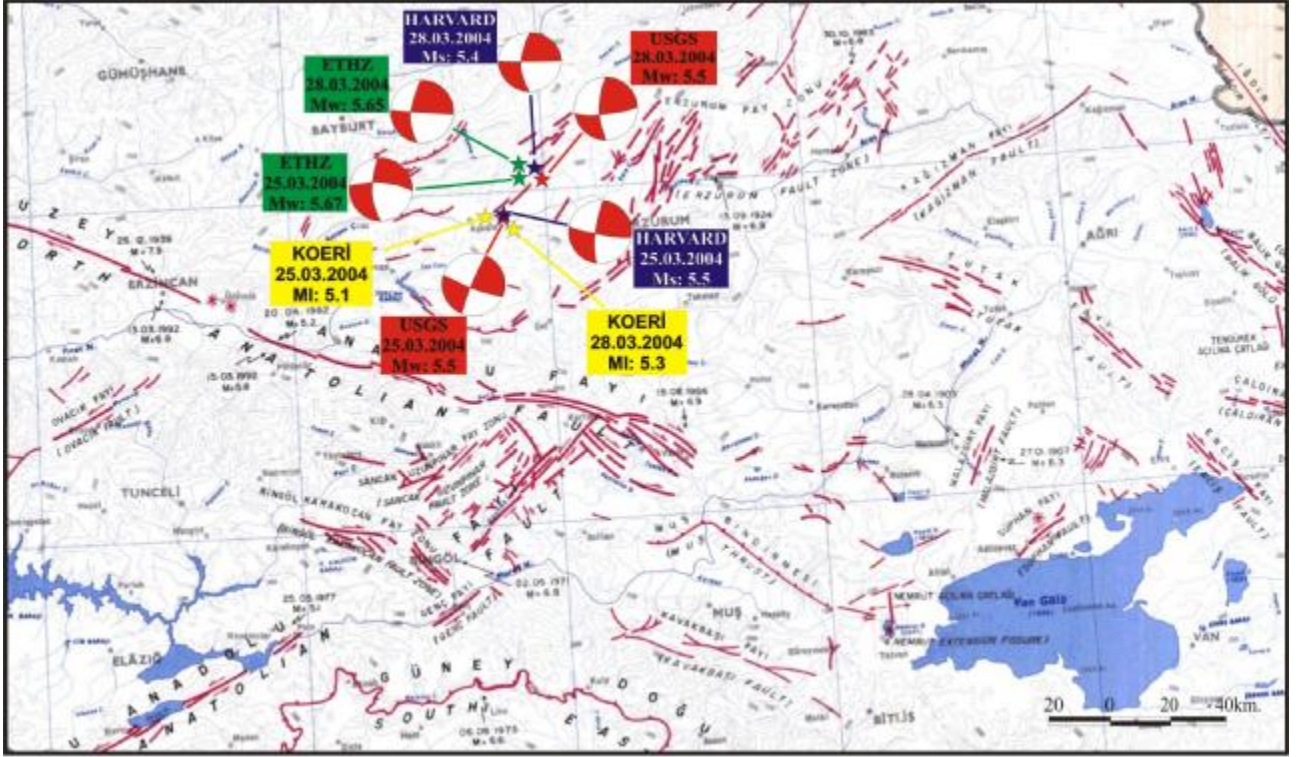
Aşkale depremlerinin meydana geldiği Erzurum yöresi Kuzey Doğu Anadolu'da yer alır. Bölge, batıdan yapısal olarak Kuzey Anadolu Fayı tarafından sınırlandırılır (Şekil 1). Erzurum yöresinde çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Uzunlukları açısından değerlendirildiğinde Erzurum havzasının kuzey ve kuzeydoğusunda kalan faylar daha uzundur. Bunlar Aşkale-İspir, Erzurum-Tortum, Horasan-Narman yöresi olmak üzere belirli alanlarda zonal gidiş sunmaktadırlar. Erzurum Fayı bölgenin en uzun aktif fayı niteliindedir. Yaklaşık 80 km uzunluğunda olan bu fay sol yönlü doğrultu atımlıdır (Şekil 2). Erzurum ovasını güney ve doğudan sınırlandırır. Bu fayın KD devamında Dumlu-Tortum ve Horsa-Narman yöresinde de uzunlukları birkaç 10 km yi aşan çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Aşkale-İspir arasında sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonu yer alır. Son depremler bu fay zonunun GB devamında meydana gelmiştir (Şekil 1). Kuzey Anadolu Fayı kuzeyinde kalan Erzurum havzası- Çat-Tercan arasında ise D-B genel doğrultusunda uzanan bindirmeler yaygındır.

Aktif fay yoğunluğu nedeniyle tarihsel ve aletsel dönemde Erzurum ili çok sık yıkıcı depremlerin meydana geldiği bir bölgedir. Son yüzyılda bölgede meydana gelmiş 1924 Horasan (M:6.8), 1939 Tercan (Ms:5.9), 1966 Varto (Ms:6.9), 1983 Horasan-Narman (Ms:6.8) depremleri can ve mal kaybıyla sonuçlanmış depremlerdir. Tarihsel dönemde de bölgenin çok sık yıkıcı depremlerden etkilendiği bilinmektedir. 1766, 1769, 1852 ve 1859 depremleri son 250 yılda bölgede can ve mal kaybıyla sonuçlanmış önemli büyük depremlerdir. 02.06.1859 depreminde Erzurum çevresinde meydana gelen depremde yaklaşık 15 000 kişinin yaşamını yitirdiği bilinmektedir.

3. SİSMOLOJİK DATA

Bölgede üç gün ara ile meydana gelen orta büyüklükteki iki depremden büyüklüğü Mw:5.5 (USGS) olan ilki 25.03.2004 günü Türkiye saati ile 21:30:50'de gerçekleşmiş ve bunu çok sayıda artçı deprem izlemiştir. İlk depremin ana şokundan üç gün sonraya rastlayan yine Mw:5.5 (USGS) büyüklüğündeki ikinci büyük şok ise 28.03.2004 günü saat 06:51:10 meydana gelmiştir.

Her iki depreme ilişkin çeşitli kuruluşlardan derlenen sismolojik bilgiler Tablo 1 ve Tablo 2 de gösterilmiştir. ETHZ hariç ilk depremin ana şok dışmerkezi için önerilen lokasyonlar Kandilli yakın çevresine rastlar. İkinci ana şok veya büyük şok için önerilen dışmerkez lokasyonları KOERİ hariç ilk şokun yaklaşık 10-12 km kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Aşkale, Erzurum Fayları, 25-28.03.2004 Depremleri dış merkez lokasyonları ve fay düzlemi çözümleri

Her iki ana şok için farklı kuruluşlarca değişik derinlikler önerilmektedir. İlk şok için KOERİ 5, USGS 18, ETHZ 10, HARVARD tarafından ise 10 km derinlikler önerilmektedir. İkinci ana şok için ise KOERİ 5, USGS 8, ETHZ 10, HARVARD ise 10 km derinlikleri önerilmiştir. USGS, ETHZ ve HARVARD tarafından yapılmış olan hızlı fay düzlemi çözümleri ilk ana

şokun doğrultu atımlı, ikinci ana şokun ters bileşenli doğrultu atımlı faylanmayla oluştuğuna işaret etmektedir (Şekil 3).

KOERİ verilerine göre birinci deprem ile ikinci deprem arasındaki üç günde magnitudü 2'nin üzerinde otuzüç artçı şok kaydedilmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. 25.03.2004 tarihli Aşkale (Erzurum) Depremine ilişkin çeşitli kuruluşlarca açıklanmış sismolojik bilgiler (**KOERİ:** Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, **USGS:** United State Geological Survey, **ETHZ:** Swiss Seismological Service, **HARVARD:** Harvard university Seismological Group)

Kuruluşun Adı	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyüklik
KOERİ	39.917	40.805	5	Ml: 5.1
USGS	39.925	40.857	18	Mw: 5.5
ETHZ	39.63	40.89	10	Mw: 5.7
HARVARD	39.93	40.86	10	Ms: 5.5

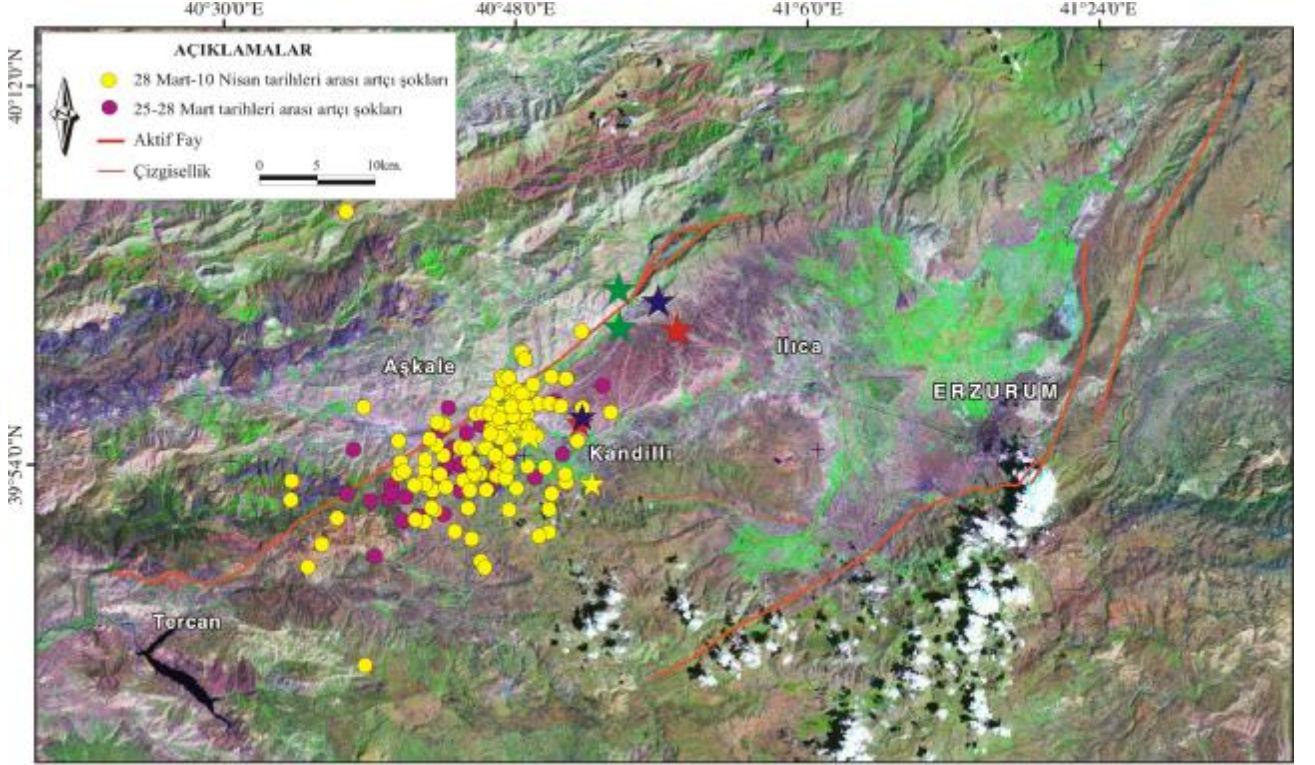
Tablo 2. 28.03.2004 tarihli Aşkale (Erzurum) Depremine ilişkin çeşitli kuruluşlarca açıklanmış sismolojik bilgiler (**KOERİ:** Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, **USGS:** United State Geological Survey, **ETHZ:** Swiss Seismological Service, **HARVARD:** Harvard university Seismological Group)

Kuruluşun Adı	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyüklik
KOERİ	39.877	40.868	5	Ml: 5.3
USGS	39.997	40.959	8	Mw: 5.5
ETHZ	43.30	40.70	10	Mw: 5.7
HARVARD	40.02	40.94	10	Ms: 5.4

Tablo 3. 25 03 2004 Aşkale Depreminin Artçışokları (Kandili Rasathanesi)

TARİH	SAAT	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	Md	Ml	YER
27.03.2004	21:46:53	39.8732	40.6177	15.4	3.7	--	AŞKALE
27.03.2004	21:43:17	39.8908	40.7177	5.0	3.4	--	AŞKALE
27.03.2004	21:41:11	39.8942	40.7330	7.4	3.4	--	AŞKALE
27.03.2004	12:33:23	39.8748	40.7627	5.4	3.5	3.3	AŞKALE
27.03.2004	11:12:25	39.9030	40.7830	5.0	3.7	--	AŞKALE
27.03.2004	10:49:21	39.9428	40.8318	7.4	3.4	--	AŞKALE
27.03.2004	09:42:28	39.8898	40.7718	5.0	3.7	3.5	AŞKALE
27.03.2004	06:43:50	39.8785	40.6630	5.0	3.9	--	AŞKALE
27.03.2004	04:45:52	39.9082	40.6250	14.7	3.5	--	AŞKALE
27.03.2004	02:41:06	39.9022	40.7185	4.3	3.3	--	AŞKALE
27.03.2004	01:42:13	39.9018	40.7187	5.0	3.3	--	AŞKALE
27.03.2004	00:11:37	39.8688	40.6598	9.2	3.7	--	AŞKALE
26.03.2004	19:48:20	39.8238	40.6448	5.3	3.2	--	AŞKALE
26.03.2004	17:29:12	39.8740	40.7332	7.0	3.6	--	AŞKALE
26.03.2004	17:04:53	39.9535	40.8808	5.0	3.8	--	AŞKALE
26.03.2004	12:22:15	39.9393	40.7232	5.0	3.8	3.9	AŞKALE
26.03.2004	09:27:04	39.8562	40.7157	10.8	3.4	--	AŞKALE
26.03.2004	06:19:01	39.9013	40.8390	2.1	3.6	--	AŞKALE
26.03.2004	06:08:24	39.8702	40.6772	5.0	3.5	--	AŞKALE
26.03.2004	05:29:47	39.8505	40.6740	6.8	3.6	--	AŞKALE
26.03.2004	01:23:06	39.8828	40.8095	5.0	3.6	--	AŞKALE
26.03.2004	01:05:49	39.9253	40.7558	5.0	3.6	--	AŞKALE
26.03.2004	00:09:22	39.9228	40.7135	5.0	--	4.1	AŞKALE
25.03.2004	23:54:26	39.9013	40.7843	5.0	3.8	--	AŞKALE
25.03.2004	23:17:40	39.8875	40.7002	5.0	3.9	--	AŞKALE
25.03.2004	23:10:01	39.9187	40.7410	5.0	3.8	--	AŞKALE
25.03.2004	22:48:53	39.9132	40.7083	5.0	3.8	--	AŞKALE
25.03.2004	21:52:40	39.9205	40.7118	5.0	3.6	--	AŞKALE
25.03.2004	21:45:26	39.8545	40.6902	5.0	3.6	--	AŞKALE
25.03.2004	21:43:36	39.8950	40.7200	5.0	3.6	--	AŞKALE
25.03.2004	21:41:10	39.9083	40.7262	5.0	3.6	--	AŞKALE
25.03.2004	21:38:50	39.8665	40.6405	5.0	3.4	--	AŞKALE
25.03.2004	21:37:40	39.8732	40.6643	5.0	3.3	--	AŞKALE

İkinci şok sonrasında kaydedilen artçı deprem sayısı ise yaklaşık 120 dolayındadır (Tablo 4) (Şekil 4). İlk ana şoku izleyen artçılar genelde Kandilli-Aşkale-Tercan arasında yoğunlaşmıştır. Buna karşılık ikinci şok sonrasındaki artçı depremlerin ise genelde ilk ana şokun kuzeyine doğru saçıldığı görülür (Şekil 4).



Şekil 4. 25 Mart ve 28 Mart Aşkale Depremleri ana ve artçı şoklarının Landsat TM uydu görüntüsü üzerinde gösterimi (Artçı şoklar Kandilli'den)

Tablo 4. 28 03 2004 Aşkale Depreminin Artçışokları (Kandilli Rasathanesi)

TARİH	SAAT	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (km)	Mİ	Mİ	YER
12.04.2004	10:21:02	39.9217	40.7663	5.0	3.2	--	CAYKÖY
12.04.2004	09:54:00	39.9155	40.7718	13.5	3.1	--	CAYKÖY
12.04.2004	09:21:15	39.9343	40.7508	5.0	3.0	--	AŞKALE
12.04.2004	05:05:45	39.9412	40.7668	7.9	3.0	--	CAYKÖY
12.04.2004	04:36:59	39.8907	40.8213	5.0	3.5	--	KANDİLLİ
12.04.2004	03:18:04	39.9260	40.7182	5.0	3.3	--	AŞKALE
12.04.2004	02:52:15	39.8865	40.7127	8.8	3.0	--	AŞKALE
11.04.2004	20:31:07	39.8867	40.7543	5.0	3.2	--	AŞKALE
11.04.2004	15:47:33	39.9160	40.8132	12.0	3.2	--	KANDILLI
11.04.2004	15:19:18	40.4300	41.2795	25.4	2.9	--	ISPIR
11.04.2004	14:01:11	39.9965	40.8610	12.1	2.9	--	CAYKÖY
11.04.2004	07:33:28	39.8178	40.7528	4.1	3.0	--	AŞKALE
11.04.2004	01:20:34	39.9278	40.7110	14.2	3.0	--	AŞKALE
10.04.2004	22:54:22	39.9412	40.8152	13.8	3.0	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	18:55:38	39.8853	40.7467	15.2	3.1	--	AŞKALE
10.04.2004	17:55:08	39.9817	40.7990	5.0	3.3	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	17:52:57	39.9247	40.8002	11.7	2.7	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	16:45:48	39.9325	40.8028	7.8	3.7	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	14:58:10	39.9325	40.7982	9.8	3.4	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	14:53:48	39.9230	40.8037	10.2	3.7	--	ÇAYKÖY
10.04.2004	09:13:34	39.8848	40.7700	14.6	2.9	--	AŞKALE
10.04.2004	01:08:07	39.8817	40.7373	15.8	2.9	--	AŞKALE
09.04.2004	18:54:23	39.8602	40.7413	5.0	2.7	--	AŞKALE
09.04.2004	17:19:27	39.7383	40.6332	5.0	3.1	--	ASKALE
09.04.2004	14:56:39	39.8127	40.7573	5.0	2.8	--	ASKALE
09.04.2004	14:52:16	40.0947	40.6218	31.7	2.8	--	ASKALE
09.04.2004	13:08:38	39.8415	40.7272	5.0	2.8	--	ASKALE
09.04.2004	11:50:37	39.8870	40.7480	7.9	3.6	--	ASKALE
09.04.2004	10:12:39	40.4370	41.1867	30.7	3.1	--	ISPIR
08.04.2004	10:55:09	39.9080	40.7340	4.8	3.2	--	ASKALE
08.04.2004	01:36:44	39.8877	40.7818	13	3.2	--	KANDİLLİ
07.04.2004	20:43:10	39.9023	40.7168	5.0	4.0	--	AŞKALE
07.04.2004	18:12:55	39.9515	40.7857	11.3	3.3	--	AŞKALE
07.04.2004	11:05:59	39.8397	40.8228	13.2	3.2	--	AŞKALE
07.04.2004	08:16:56	39.8882	40.6713	8.4	3.2	--	AŞKALE
06.04.2004	15:39:57	39.9188	40.7747	2.1	3.0	--	ASKALE
06.04.2004	12:59:43	39.9283	40.7710	13.8	3.0	--	ASKALE
06.04.2004	12:47:42	39.9622	40.7782	5.0	3.4	--	ASKALE
05.04.2004	16:00:41	39.9200	40.7778	4.1	3.2	--	AŞKALE
05.04.2004	15:56:23	39.9350	40.7582	9.1	3.3	--	AŞKALE
05.04.2004	15:51:41	39.9195	40.7887	9.6	3.2	--	AŞKALE
04.04.2004	22:14:28	39.8845	40.7715	5.0	3.6	--	AŞKALE
04.04.2004	21:41:53	39.9755	40.8023	5.0	3.5	--	AŞKALE
04.04.2004	14:59:09	39.9110	40.8543	5.2	3.0	--	AŞKALE
04.04.2004	14:11:38	39.8962	40.7745	9.2	3.3	--	AŞKALE
04.04.2004	11:29:54	39.9217	40.8045	5.0	2.9	--	AŞKALE

03.04.2004	22:10:30	39.9385	40.7955	5.0	3.6	--	AŞKALE
03.04.2004	17:16:52	39.8830	40.7795	8.3	3.1	--	AŞKALE
03.04.2004	17:10:23	39.8735	40.7602	5.0	3.4	--	AŞKALE
03.04.2004	16:02:46	39.9502	40.7843	5.0	3.7	--	AŞKALE
03.04.2004	15:50:52	39.8752	40.7912	13.6	3.4	--	AŞKALE
03.04.2004	15:47:33	39.9353	40.7803	5.0	--	4.1	AŞKALE
03.04.2004	11:51:21	39.9498	40.7725	4.9	3.1	--	AŞKALE
03.04.2004	10:15:49	39.8973	40.7428	12.6	3.0	--	AŞKALE
03.04.2004	06:44:23	39.9020	40.7698	13.5	3.2	--	AŞKALE
03.04.2004	06:41:53	39.9073	40.7398	14.4	3.2	--	AŞKALE
03.04.2004	03:43:19	39.9435	40.7892	5.0	3.4	--	AŞKALE
03.04.2004	03:00:26	39.9125	40.7795	13.2	3.0	--	AŞKALE
03.04.2004	01:22:52	39.8927	40.7820	12.7	2.9	--	AŞKALE
03.04.2004	00:36:26	39.8575	40.7828	13.6	3.0	--	AŞKALE
02.04.2004	20:52:15	39.8995	40.7742	5.0	3.6	--	AŞKALE
02.04.2004	15:48:27	39.9600	40.8437	4.3	3.0	--	ASKALE
02.04.2004	14:19:25	39.9535	40.7890	5.0	2.8	--	AŞKALE
02.04.2004	06:22:53	39.9347	40.7778	6.8	2.9	--	AŞKALE
02.04.2004	06:15:29	39.8498	40.6957	7.2	3.0	--	AŞKALE
02.04.2004	05:55:53	39.9162	40.7775	5.0	3.1	--	AŞKALE
02.04.2004	05:05:37	39.9513	40.8048	5.4	2.8	--	AŞKALE
02.04.2004	04:02:50	39.8737	40.7433	5.0	3.3	--	AŞKALE
02.04.2004	03:53:57	39.8700	40.8272	9.8	3.2	--	AŞKALE
02.04.2004	02:07:32	39.8370	40.8125	5.0	3.0	--	ASKALE
02.04.2004	02:03:18	39.8787	40.8423	3.8	3.3	--	AŞKALE
02.04.2004	01:54:30	39.9418	40.7917	5.0	3.0	--	AŞKALE
02.04.2004	01:17:02	39.9055	40.7850	5.0	3.4	--	AŞKALE
02.04.2004	00:57:31	39.9518	40.7942	5.9	3.0	--	ASKALE
02.04.2004	00:56:31	39.8745	40.7045	5.0	2.9	--	AŞKALE
02.04.2004	00:26:08	39.9147	40.7748	15.4	3.2	--	AŞKALE
02.04.2004	00:19:38	39.9365	40.8603	5.0	3.0	--	AŞKALE
01.04.2004	23:42:04	39.9413	40.8265	5.0	3.1	--	ASKALE
01.04.2004	23:15:28	39.9070	40.7582	5.0	3.7	3.7	AŞKALE
01.04.2004	23:13:15	39.8953	40.7468	5.0	2.8	--	AŞKALE
01.04.2004	22:09:47	39.8515	40.6870	5.6	3.4	--	AŞKALE
01.04.2004	20:54:53	39.9617	40.8288	5.0	3.4	--	AŞKALE
01.04.2004	20:31:50	39.9598	40.7795	6.1	3.5	3.5	AŞKALE
01.04.2004	19:33:01	39.9393	40.8382	3.7	3.0	--	AŞKALE
01.04.2004	19:31:11	39.9488	40.7992	6.5	3.1	3.0	AŞKALE
01.04.2004	18:17:49	39.9562	40.8103	10	3.4	--	AŞKALE
01.04.2004	18:16:33	39.9390	40.8020	5.0	3.3	3.3	AŞKALE
01.04.2004	18:15:41	39.8917	40.8032	6.1	2.7	--	ASKALE
01.04.2004	18:05:00	39.9065	40.7607	14.3	2.8	--	AŞKALE
01.04.2004	17:20:24	39.9343	40.7645	5.0	3.1	--	ASKALE
01.04.2004	13:53:57	39.9315	40.7890	6.4	3.3	--	AŞKALE
01.04.2004	11:35:21	39.9302	40.7753	5.0	--	4.6	AŞKALE
01.04.2004	11:31:12	39.9393	40.7865	5.0	4.0	--	AŞKALE
01.04.2004	08:27:15	39.8593	40.7065	9.2	3.0	--	AŞKALE
01.04.2004	07:39:17	39.8362	40.7440	5.0	3.5	--	AŞKALE

01.04.2004	00:29:16	39.9620	40.7850	5.4	3.0	--	AŞKALE
31.03.2004	08:57:09	39.8158	40.5760	12.5	2.9	--	AŞKALE
31.03.2004	03:46:37	39.8692	40.5595	9.3	3.5	--	AŞKALE
31.03.2004	00:22:53	39.8835	40.5610	5.0	3.3	--	AŞKALE
30.03.2004	22:47:08	39.9143	40.6707	5.0	3.5	3.5	AŞKALE
30.03.2004	21:54:19	39.8898	40.6980	6.7	3.1	--	AŞKALE
30.03.2004	21:05:41	39.8992	40.6978	5.0	3.0	--	AŞKALE
30.03.2004	11:41:12	39.8812	40.6935	9.8	3.1	--	AŞKALE
29.03.2004	03:58:24	39.8970	40.6732	6.9	3.5	--	AŞKALE
29.03.2004	03:43:19	39.8900	40.6758	5.0	3.5	--	AŞKALE
28.03.2004	16:40:27	39.8580	40.8237	5.0	3.8	--	AŞKALE
28.03.2004	15:18:44	39.9100	40.7095	11.5	3.5	--	AŞKALE
28.03.2004	13:02:38	39.8802	40.6980	4.2	3.8	--	AŞKALE
28.03.2004	10:14:05	39.8848	40.8405	5.8	3.4	--	AŞKALE
28.03.2004	10:03:55	39.8538	40.6067	4.2	3.6	--	AŞKALE
28.03.2004	09:53:42	39.9180	40.7653	5.5	3.6	--	AŞKALE
28.03.2004	09:01:04	39.9332	40.8887	5.0	3.2	--	AŞKALE
28.03.2004	08:25:19	39.8608	40.7043	12.9	3.6	--	AŞKALE
28.03.2004	08:12:55	39.9012	40.7702	5.0	--	3.7	AŞKALE
28.03.2004	07:55:01	39.8337	40.5912	12.8	3.9	3.8	AŞKALE
28.03.2004	07:49:00	39.8790	40.6865	5.0	3.5	--	AŞKALE
28.03.2004	07:29:33	39.8773	40.7192	5.0	3.6	--	AŞKALE
28.03.2004	07:26:26	39.9148	40.7027	5.0	4.0	4.0	AŞKALE
28.03.2004	07:15:22	39.9412	40.6355	5.0	3.7	--	AŞKALE

4. KAYNAK FAY (AŞKALE FAYI) ÖZELLİKLERİ

Meydana gelen depremlerin aletsel dışmerkez lokasyonları Erzurum ilinin Aşkale ilçesi doğusuna rastlar. Depremlerde gerçekleşen hasar dağılımı da aynı alanda yoğunlaşmıştır. MTA'nın yayımlamış olduğu Türkiye Diri Fay Haritası'nda (Şaroğlu ve diğ., 1987, 1992) Aşkale kuzeydoğusunda KD-GB uzanımlı aktif bir fay zonu gösterilmiştir (Şekil 1, 2). Son depremler bu fay zonunun güney ucunda gerçekleşmiştir. Depremlerin meydana geldiği bölgede Koçyiğit ve diğerleri (1985; 2001) tarafından sol yönlü doğrultu atımlı Tercan-Aşkale Fay zonu tanımlanmıştır. MTA tarafından ayrıntılı jeoloji haritalaması gerçekleştirilmiş olan bu fay zonununun Aşkale yöresindeki bölümü Aşkale fayı olarak adlandırılmış olup fay boyunca sol yönlü jeolojik ötelenmeler belirgindir (Tarhan ve diğerleri, 1992). Fay, Miyosen ve daha yaşlı kaya topluluklarında izlenmektedir.

Depremler sonrasında yapılan hava fotoğrafı analizi ve arazi çalışmalarıyla Aşkale Fayı'nın geometrisi ve Holosen aktivitesine ilişkin saha bulguları derlenmiştir. Aşkale Fayı, Aşkale kuzeydoğusundaki Eskipolat köyü ile Tercan arasında yaklaşık 40 km uzunluğundadır (Şekil 2). Bindirme niteliğindeki uç kısımları hariç fay K55⁰D genel doğrultusunda çizgisel gidiş sunar. Tercan doğusunda fay D-B genel doğrultusunda uzanan bindirmeye bağlanır. Kuzeye dalımlı olan bu bindirmede ofiyolitik kayalar güneydeki Miyosen yaşlı çökel kaya toplulukları üzerine itilmiştir (Tarhan ve diğerleri, 1992). Gökdere ile Gelinkaya köyleri arasında kalan 40 km'lik bölümünde fay sol yönlü doğrultu atımlıdır. Miyosen yaşlı çökel kayalar ile ofiyolitik kayaları keser. Tercan-Aşkale arasında fay dağlık bir alanı kateder. Bu kesimde genel topografik yapıda fayın çizgiselliği izlenebilmesine karşın yoğun heyelan ve erozyon süreçleri nedeniyle aktif fay morfolojisine ilişkin bulgular sınırlıdır. Aşkale yöresi ve kuzeydoğusunda ise fayın Holosen aktivitesini gösteren sol yönde ötelenmiş drenaj formları çok belirgindir. (Foto 1)



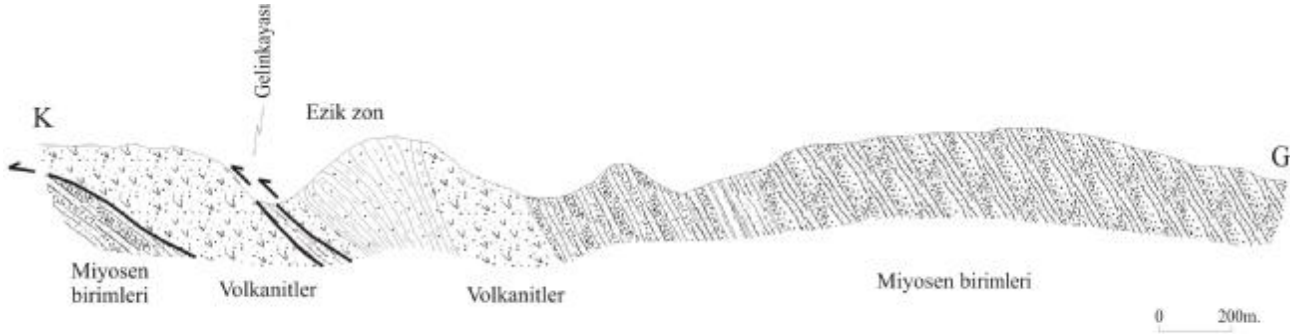
Foto 1: Gökçebük Köyü güneyinde güncel drenaj da sol yönlü ötelenme.
Bakış doğuyadır.

Serçeme deresi batısında fay tarafından dik olarak kesilen Holosen vadilerinde 70 metreye ulaşan sol yönlü ötelenmeler izlenmiştir (Foto 2).



Foto 2: Gökçebük Köyü güneyinde Holosen vadilerinde 70 m'ye varan sol yönlü ötelenmeler. Bakış batıyadır.

Küçükgeçit köyü ile Aşkale ilçesi arasında Karasu nehri vadisi ise fay tarafından yaklaşık 8 km sol yönde ötelenmiştir (Şekil 2). KD ucuna rastlayan Gelinkaya-Eskipolat arasında Aşkale Fayı ani bir bükümlüyle yön değiştirerek kuzey yönlü bir uzanım kazanır. Bu bükümün doğusunda fayın devamlılığı hakkında ayrıntılı veri toplanamamıştır. Gelinkaya yöresinde fay güney bloğu kuzeye doğru itilen bir ters fay/bindirmeye dönüşür (Şekil 5).



Şekil 5. Serçeme Çayı vadisinde Gelin kaya köyünde Aşkale Fay Zonu'nun jeolojik enine kesiti (Ölçeksiz). Aşkale Fayı bu lokasyonda güney bloğu kuzeye doğru itilen bir bindirme niteliğindedir.

Bu bendin yakın kuzeyinde yer alan ve kuzeye dalımlı Yesirçöl bindirmesi (Akdeniz 1994, Timur 2000) ile Aşkale Fayının yapısal bağlantısı gözlenememiştir. Bölgesel tektonik yapı içerisinde Aşkale Fayı'nın kıvrım/bindirme zonunda sonlandığı yorumlanabilmektedir. Bulgular Aşkale fayının sol yönlü doğrultu atımlı aktif bir fay olduğunu göstermektedir. 25 ve 28 Mart tarihlerinde meydana gelen iki depreme en yakın aktif fay Aşkale Fayı'dır. Ancak, yüzey kırığı gelişmemiş olması nedeniyle son depremlerin Aşkale fayından kaynaklandığını söylemek güçtür. Gerek ana şok lokasyonları gerekse artçı şok dağılımı bu fay boyunca sıralanmaktadır. Hasar dağılımı da aletsel verilerle uyumlu olup en fazla hasar artçı depremlerin olduğu alanlarda yoğunlaşmıştır. Mevcut saha bilgilerimize göre, episantral bölge yakın çevresinde, fay düzlemi çözümleriyle deneştirilebilecek başka aktif faylar bulunmamaktadır. Çeşitli kuruluşlarca önerilen ana şok lokasyonları Aşkale Fayı yakın çevresinde yer almakta ve yine artçı depremlerin bu fay yakınında kabaca fayın doğrultusuna uygun olarak sıralandıkları görülmektedir. Fay düzlemi çözümlerinde de Aşkale fayının doğrultusuyla deneştirilebilen düzlemler sol yönlü faylanmaya işaret etmektedir. Tüm bu

bulgular birlikte değerlendirildiğinde 25 ve 28 Mart depremlerinin Aşkale Fayı'ndan kaynaklandığı yorumlanabilmektedir.

Çeşitli kuruluşlarca önerilen her iki ana şok lokasyonları genelde Aşkale fayının doğu bloğunda konumlanmıştır. Önerilen dışmerkez lokasyonlarından ilk ana şok Kandilli yöresinde ikinci ana şok ise bunun yaklaşık 10-12 km kuzeyinde fayın bindirme bileşen kazandığı kuzey ucuna rastlamaktadır. Öte yandan, KOERİ verilerine göre ilk şoku izleyen artçılar Kandilli-Aşkale-Tercan arasında daha çok fayın güney yarısında, ikinci ana şoku izleyen artçıların ise kuzey yarısında yoğunlaştığı dikkati çekmektedir (Şekil 5). Bu raporda kullanılan ana şok dışmerkez lokasyonları ve artçı depremlerin dağılımı ilk depremin fayın güney yarısında ikinci depremin ise kuzeyinde gerçekleştiğine yorumlanabilir. Ancak, iki ana şok dışmerkez lokasyonunun birbirine çok yakın olduğuna ilişkin değerlendirmeler de yapılmaktadır (Mustafa Aktar, sözlü görüşme, Nisan 2004). Saha bulguları ile fay düzlemi çözümleri arasında bir uyum söz konusu olup ilk şoka ilişkin çözümler sol yönlü doğrultu atımı, ikinci ana şoka ilişkin fay düzlemi çözümleri ise ters faylanma bileşeni göstermektedir. Aşkale fayı boyunca yapılan saha gözlemlerinde yapısal kökenli yüzey deformasyonuna rastlanmamıştır. Buna karşın, mikro-morfolojik veriler (fay sarplıkları, ötelenmiş drenaj vb) bu fay boyunca geç Holosen'de yüzey kırılmasıyla sonuçlanmış daha büyük magnitudlü depremlerin meydana gelmiş olduğunu göstermektedir.

5. KÜTLE HAREKETLERİ VE ZEMİN DEFORMASYONLARI

Yağış ve sismik aktivitenin kütle hareketlerini tetikleyen iki önemli faktör olduğu bilinmektedir. Depremlerin meydana geldiği bölgenin yakın kuzeyinde 2003 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1:25.000 ölçeğinde heyelan envanter haritalaması gerçekleştirilmiş olup heyelanların yaygın olduğu bilinmektedir. Bölgenin bu özelliği nedeniyle araştırma kapsamına kütle hareketleri de dahil edilmiş ve özellikle meydana gelen hasarlar ile tetiklenmiş heyelanlar arasındaki ilişkilerin irdelenmesi ön planda tutulmuştur.

Saha bulguları, 25 ve 28 Mart Aşkale depremlerinin mevsim itibariyle karların eridiği döneme denk gelmesi nedeniyle mevcut bazı heyelanları tetikleyerek bunlara reaktivite kazandırdığını, bazı alanlarda ise yeni kütle hareketlerinin oluşmasına yol açtığını ortaya koymuştur. Ayrıca bazı alüvyon düzlükleri üzerinde yer alan çizgisel mühendislik yapılarında izlenen yapısal hasarların zemin özelliklerine bağlı olarak geliştiği yönünde bulgulara rastlanmıştır. Aşağıda bu iki konuda yapılan gözlemler ve bunlara bağlı olan yapısal hasarlar hakkında bilgi verilmiştir.

5.1. Kütle Hareketleri

İncelenen alanda depremin tetiklemeyle oluşmuş kaya düşmesi ve kaymalar gözlenmiştir. Kaya düşmeler az sayıdadır. Buna karşın kaymalar yaygın olup bunlar reaktivite olmuş ve depreme bağlı olarak yeni oluşmuş dairesel ve düzlemsel kaymalar şeklinde gözlenmiştir.

5.1.1. Kaya Düşmeleri

Sahada iki ayrı lokasyonda kaya düşmesi gözlenmiştir. Bunlardan bir tanesi Kandilli'yi Küçükgeçit Köyü'ne bağlayan yol üzerinde, Kemer kaya Tepesi yamaçlarında yola doğru gerçekleşmiştir (Foto 3).



Foto 3: Kemer Kaya Tepesi kuzey yamacında depremle meydana gelmiş kaya düşmeleri. Bakış batıyadır.

Düşmeler, eklemlili kireçtaşı biriminde meydana gelmiştir. Düşen blokların yaklaşık boyutları 30×30×30 cm ile 150×80×80 cm arasında değişmektedir. Blokların kopma zonundan itibaren yuvarlanma mesafeleri yaklaşık olarak 475 m'dir. Bölgede iklimin oldukça sert olması, gece gündüz sıcaklık farklarının yüksekliği ve donma çözünme olaylarının etkinliği fiziksel bozunma süreçlerini oldukça hızlandırmaktadır. Buna bağlı olarak, sahada depremler öncesinde de iklim süreçlerine bağlı olarak kaya düşmelerinin meydana geldiği anlaşılmaktadır.

Bir diğer kaya düşmesi, Küçükgeçit Köyü kuzeyinde Taşınbaşı Tepe'den köye doğru gerçekleşmiştir (Foto 4).



Foto 4: Küçükgeçit Köyü batısında depremle meydana gelmiş kaya düşmeleri.
Bakış kuzeybatıyadır.

Taşınbaşı Tepe, yamaçları oldukça fazla eğimli bir ada tepe olup Miyosen yaşlı, eklemlili kireçtaşından oluşmaktadır. Tabakaların doğrultusu $K40^0D$ eğim yönü batı ve eğim miktarı ise 68^0 'dir. Köy, Taşınbaşı Tepesi'nin doğu cephesi ile Serçeme Çayı'nın alüvyal sekisi üzerinde yer alır. Burada kaya düşmeleri Taşınbaşı Tepesi'nin doğu cephesinde meydana gelmiştir. Düşen bloklar, kopma zonunun hemen aşağısında biriktiğinden köy düşmelerden zarar görmemiştir. Blokların boyutları yaklaşık $10 \times 10 \times 10$ cm ile $150 \times 50 \times 50$ cm arasında değişmektedir.

5.1.2. Kaymalar

Sahada, depremler tarafından tetiklenen 4 ayrı dairesel kayma ile birbirine yakın iki lokalitede, anakaya üzerinde gerçekleşmiş düzlemsel kayma gözlenmiştir.

5.1.2.1. Dairesel kaymalar

Tetiklenen dairese kaymalardan ilki, Kandilli beldesindeki lise binasının kuzey tarafına yaklaşık 20-25 m mesafededir (Foto 5).



Foto 5: Kandilli Lisesi kuzeyinde meydana gelmiş dairese kaymaların ta kısımları. Bakış güncydoğuyadır.

Kayma, Karasu Deresi vadisinin güney kenarında yeralan pekişmemiş çakıltaşı ve yer yer çamurtaşından oluşan akarsu sekisini güncel taşkın ovasından ayıran diklik üzerinde gelişmiştir. Lise binasının vadiye bakan kuzey tarafında gelişen kaymanın derinliği 5-6 m olarak tahmin edilmektedir. Kayma henüz tamamlanmamıştır. Yüze yde, ta kısmında 10-15 cm arasında açılmış tansiyon çatlakları izlenmektedir.

İkinci dairesel kayma lisenin hemen kuzey batısında bulunan yol dolgusunda gerçekleşmiştir (Foto 6).



Foto 6: Kandilli-Karabıyık Köyü yolu üzerinde meydana gelmiş dairesel kaymalar. Bakış güncedir.

Kandilli beldesini Karabıyık Köyüne bağlayan bu yol, güneyde eski alüvyal sekinin dikliğine yaslanıp güneyden kuzeye doğru güncel taşkın ovasını verevine aşarak vadinin diğer yakasına, Karabıyık köyüne kadar uzanır. Kaymanın gerçekleştiği yol dolgusu kil içeriği yüksek taşkın ovası çökelerinden oluşur. Kayma'lar yolun özellikle Kandilli beldesinin üzerine kurulduğu eski alüvyal sekiye yaslandığı kesimlerde görülmekte olup doğrultusu yola paralel kayma yönü ise doğu'ya doğrudur. Kayma derinliği 4-5 m olarak tahmin edilmektedir. Bir önceki kaymada olduğu gibi bu kayma da henüz tamamlanmamıştır. Taç kısmında 10-15 cm açıklığında tansiyon çatlakları görülürken, taç kısmının 1.5-2 m gerisinde 5-10 cm açıklığında, bir başka kayma düzlemine ait olduğu düşünülen tansiyon çatlakları izlenmektedir.

Alaca Köyü'nün kuzey doğusunda yer alan Yayla Dere vadisinde kabaca kuzey-güney doğrultulu sığ kaymalar görülmüştür. Kaymalar çoğunlukla vadinin batı kesiminde olup doğu

kesiminde nispeten azdır. Yanyana birden fazla olan bu kaymaların toplam uzunluğu yaklaşık 600 m'dir. Kaymalar Yayla Dere'nin taşkın ovasıyla vadinin killi marnlı Miyosen karasal çökellerinden oluşmuş yamaçların geçişinde gelişmiştir. Burada zeminde yamaçlardan ayrılmış çakıllar görülse de genellikle kil içeriği yüksek bir litoloji görölmektedir. Bu akarsu sekisi ile yamaçların geçişinde gelişen sığ kaymalar 25 Mart ve 28 Mart Aşkale depremlerinde tekrar aktivite kazanmıştır (Foto 7).



Foto 7: Alaca Köyü kuzeydoğusunda Yayla Dere vadisinde gelişmiş sığ kaymalar. Bakış kuzeydir.

Özellikle birinci depremden sonra köye, sözü edilen sığ kaymaları keserek gelen içme suyu şebekesi hasar görmüştür (Foto 8).



Foto 8: Alaca Köyü içme suyu şebekesinde sığ kaymalardan dolayı gelişen hasar. Bakış güneyedir.

Bununla birlikte yine aynı lokasyonda, köyün başlıca geçim kaynağını oluşturan büyükbaş ve küçükbaş hayvanların su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan su şebekesi depremler sonrasında kullanılmaz hale gelmiştir (Foto 9).



Foto 9: Alaca Köyü kuzeydoğusunda Yayla Dere vadisinde sığ kaymalardan kaynaklanan su şebekesindeki hasar. Bakış güneybatıdır.

Gökçebük Köyü'nün batısında tali yolda görülen kaymalar eski bir heyelan kütleinin reaktivitesi sonucu oluşmuştur (Foto 10).



Foto 10: Gökçebük Köyü batısında tali yolda görülen eski bir heyelan kütleinin reaktivite kazanması. Bakış güneydir.

Kayma, kil içeriği yüksek, volkanik kökenli ayrılmış zemin malzemesinde gerçekleşmektedir. Kayma derinliği 4-5 m olarak tahmin edilmekte ve kaymanın henüz tamamlanmadığı görülmektedir. Kaymanın taç kısmında, yolun üzerinde 4-5 cm aralığında tansiyon çatlakları izlenmektedir.

Dairesel kaymalardan bir diğeri de Aşkale ilçe merkezinin güneyinde yer alan Miyosen karbonatlarından oluşmuş taşocağında gözlenen dairesel kaymalardır (Foto 11).



Foto 11: Aşkale ilçe merkezi güneydoğusunda taşocağında görülen dairesel kaymalar. Bakış güneydoğuyadır.

Bu kaymalar daha çok KD-GB doğrultusunda olup kayma yönü kuzey-kuzeybatıya doğrudur.

5.1.2.2. Düzlemsel kaymalar

Depremle birlikte tetiklenen düzlemsel kaymalardan ilki Alaca Köyü'nü Kandilli'ye bağlayan yolun hemen güneyinde yer alan anakaya sekisinin dikliği üzerinde gerçekleşmiştir (Foto 12).



Foto 12: Alaca Köyü - Kandilli Yolu üzerinde meydana gelmiş düzlemsel kayma. Bakış güneyedir.

Kayma Miyosen karasal çökellerinin tabakalı Marn biriminde düzlemsel kayma yüzeyi üzerinde gerçekleşmiştir. Kayma derinliği 2.5-3 m derinlikte bulunmakta ve konumu 345/52 olarak ölçülmektedir. Kayma sonucunda, karayolu geçici olarak kullanıma kapanmıştır.

Yine, Alaca Köyü'nü Kandilli'ye bağlayan yol üzerinde, aynı anakaya sekisinin dikliğini takiben Miyosen karasal çökellerinin tabakalı Marn birimlerinde kuzey doğuya bakan yamaçlarda tetiklenen düzlemsel kaymalar gelişmiştir (Foto 13).



Foto 13: Alaca-Kandilli yolu üzerinde görülen sığ düzlemsel kaymalar.
Bakış güncybatıyadır.

Bu kaymalar henüz tamamlanmamıştır. Kayma düzlemlerinin derinliğinin yaklaşık olarak 2-3 m arasında olduğu düşünülmektedir.

25 Mart (M_w 5.4) ve 28 Mart (M_w 5.4) 2004 Aşkale depremleri meydana getirdikleri yer ivmesiyle sahada farklı lokasyonlarda çeşitli tipte kütle hareketlerinin tetiklenmesine neden olmuştur. Tetiklenen heyelanlar depremin aletsel ve makrosismik episantral bölgesine rastlamaktadır. Kaymalarda izlenen yüzey deformasyonları genelde tansiyon çatlakları şeklindedir. Gözlenebilen örnekler bölgedeki diğer heyelan kütlelerinde tetiklenme yoluyla

stabilitenin bozulmuş olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, deprem sonrasında bölgedeki heyelanların reaktivitesinde artış olasılığı sözkonusu olabilir.

5.2. Zemin Deformasyonları

Sözkonusu iki depremde; Aşkale- Erzurum arasındaki Demiryolu hattında ve Küçük Geçit köyündeki karayolu köprüsünde olmak üzere dört lokalitede zemin deformasyonu gözlenmiştir.

Lokalite 1:

Kandilli yakın batısındaki (4419473 N, 0654292 E,) lokalitede demiryolu yayvan bir yamaç kenarında güney tarafı dolgu bir zemin üzerinden yaklaşık doğu-batı yönünde geçmektedir. Bu yamacın batısının 50 metrelik kısmında güneye doğru zeminde depremle dairesel kaymalar gelişmiştir (Foto 14).



Foto 14: Aşkale-Erzurum demiryolunda meydana gelmiş sığ dairesel kaymalar. Bakış batıyadır.

50 metrenin üzerinde bir zonda gelişen zemin oturması ile demiryolu düşey ve güneye doğru 10-15 cm. kaymıştır. Demiryolunun her iki rayı arasındaki deformasyon derecesi de farklıdır.



Foto 15: Küçükgeçit Köyü doğusundaki demiryolu köprüsünün orta ayağında depremle meydana gelmiş deformasyon. Bakış doğuyadır.

Batıdaki köprüünün sabit ayak üzerinde güneye doğru 7 cm, doğudaki köprüünün sabit ayak üzerinde yine aynı yönde 4 cm kayma gelişmiştir.

Lokalite 3:

Üçüncü deformasyon ise demiryolu köprüsünün 200 m. batısında Aşkale Fayı ile demiryolunun kesiştiği yerde gözlenmiştir (Foto 16, 17).



Foto 16: Küçükgeçit Köyü'nde demiryolu üzerinde depremle meydana gelmiş zemin deformasyonları. Bakış doğuyadır.



Foto 17: Küçükgeçit Köyü'nde demiryolu üzerinde depremle meydana gelmiş zemin deformasyonları. Bakış doğuyadır.

Buradaki deformasyon zemin oturması veya kayması şeklinde olmayıp K80⁰D doğrultulu demiryolu raylarının birkaç cm yanal ve düşey yönde hareketi ve rayların birleşme yerlerinin açılması şeklinde gözlenmiştir. Mevsim normallerinde iki ray arasındaki mesafenin 3 mm. olması beklenirken 143 m lik deformasyon zonunda toplam 18.3 cm net açılma ölçülmüştür. Bu açılma miktarının Küçük Geçit köyündeki K65⁰D gidişli fayın doğrultusuna düşürülmesi ile raylarda sol yönde gelişmiş 20.5 cm. bir atım dikkati çeker (Şekil 6). Ayrıca deformasyon zonunun doğu kısmı da 4-5 cm. Yükselmiştir. Buradaki deformasyondan demiryolu raylarının herikisi de aynı miktarda etkilenmiştir.

Lokalite 4:

Son lokalite ise Küçük Geçit köyü batısında Erzurum Aşkale karayolu altından geçen demiryolunu geçebilmek için betonarme yapılı yaklaşık kuzey-güney yönlü karayolu köprüsüdür (Şekil 6). Köprü her iki tarafta üç olmak üzere 6 adet kolon üzerinde durmaktadır. Bu kolon etrafı çakıl-toprak ile doldurulmuş ve etrafı beton ile sıvanmıştır. Bu beton sıva 55⁰-60⁰ demiyoluna doğru eğimlidir. Köprü yaklaşık 20m. uzunluğunda olup köprünün beton kısmında kesme ve çatlama yoktur. Bu lokalitedeki deformasyon köprüde değil köprünün kenar dolgusunda gelişmiştir. Dolgunun demiryoluna bakan kısmında oturmadan dolayı beton dolgu sıvası kabarmış ve dikey yönde birçok yerinden çatlamıştır. Köprünün dolguya yaslandığı kuzey ve güney kenarındaki dolguda ise 20-30cm. Oturmalar gelişmiş ve araçların geçişini engellemiştir (Foto 18).



Foto 18: Aşkale-Erzurum karayolu köprüsünde depremle meydana gelen yükselme. Bakış batıyadır.

Zemin oturmasından dolayı gelişen deformasyon ile karayolu asfalt döşemesinde yola dik ve boydan boya kesen doğu-batı yönde kırıklar gelişmiştir. Gelişen bu kırıklar köprü kenarından başlayarak güney ve kuzeye doğru 50m. civarında devam etmektedir.

6. YAPISAL HASARLARA İLİŞKİN GÖZLEMLER

Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün afet bölgesinde yaptığı tespitlere göre depremde Erzurum Merkez ilçe ile Aşkale, Ilıca ve Çat ilçelerine bağlı 80 köyde toplam 2934 bina (işyeri+konut+ahır) ağır hasarlı/yıkılmış, 16 binanın orta , 2423 binasında az hasarlı olduğu tespit edilmiştir. Hasarın %40.8'i Aşkale'de, %39.8'i Ilıca'da %10'u Çat ve %9.3'ü Merkez'de gerçekleşmiştir.

Bir genelleme yapılacak olursa en yoğun ağır hasarlı yerleşmelerin depremin ana şok lokasyonu yer aldığı ve artçıların yoğunlaştığı Kandilli beldesi yakın çevresinde bulunduğu dikkati çekmektedir. Depremde ağır hasar gören veya yıkılan binaların tamamına yakını

çamur harç kullanılarak inşa edilmiş taş yığma yapılardır (Foto 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27).



Foto 19: Alaca Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 20: Alaca Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 21: Atlikonak Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 22: Ortabahçe Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 23: Tazegül Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 24: Tazegül Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 25: Alaca Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 26: Küçükgeçit Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.



Foto 27: Küçükgeçit Köyünde geleneksel yığma yapılarda depremde meydana gelen hasar.

Ancak Kandilli beldesinde Lise, PTT, Sağlık Ocağı, Jandarma karakolu ve Askeri Garzinona ait bazı binalardan oluşan betonarme kamu yapılarında ağır hasarlarının meydana gelmiş olduğu dikkati çekmektedir (Foto 28, 29, 30,31,32).



Foto 28: Kandilli Lisesi'nin kuzey tarafında depremde meydana gelen hasar ve çatlaklar.



Foto 29: Kandilli ilçesi PTT binasında meydana gelen hasar ve çatlaklar.



Foto 30: Kandilli ilçesi Askeri Gazinonun binasında meydana gelen hasar ve çatlaklar.



Foto 31: Kandilli ilçesi Sağlık Ocağı binasında meydana gelen hasar ve çatlaklar.:



Foto 32: Kandilli ilçesi Jandarma Karakol binasında meydana gelen hasar ve çatlaklar.

Meydana gelen ağır hasarların esas olarak vasıfsız yapılarla ilgili olmasına karşın jeolojik konum açısından değerlendirildiğinde depremin aletsel dış merkezi yakın çevresindeki en

yoğun hasarların genelde alüvyon zeminler üzerinde kurulu kırsal yerleşmelerde yoğunlaştığı dikkati çekmektedir. En yoğun hasarlar Serçeme Çayı ile Aşkale-Ilıca arasında Karasu çayı vadileri boylarında kurulu köylerde gerçekleşmiştir. Bu alanlardaki zeminler mevsim itibarıyla yeraltı suyunun yüksek olduğu pekişmemiş alüvyon ile yine çamurtaşı, silt, çakıltaşı ardalanmasından oluşan akarsu sekisi çökellerinden oluşmaktadır. Yoğun hasarın izlendiği Tazegül, Karabıyık, Alaca, Küçükgeçit, Ortabahçe, Merdiven, Gökçebük, Çayköy, Kandilli gibi yerleşmeler bu tür zeminlerde kuruludur.. Erzurum ovası güneybatısında Kümbet deresi boyunca yer yer bataklıkların izlendiği ve depremin merkezine uzak olan Dereboğazı, Özbek, Sakalikesik, Ömertepe köylerinde ortaya çıkan ağır hasarlarda da olasılıkla zemin özelliklerinin belirleyici olduğu sanılmaktadır.

7. DEĞERLENDİRME

Sismolojik veriler ve hasar dağılımı göz önüne alındığında 25 Mart ve 28 Mart depremlerinin Aşkale fayından kaynaklandığı söylenebilmektedir. Aşkale fayı sol yönlü doğrultu atımlı olup uzunluğu yaklaşık 40 km'dir. Fay üzerinde ölçülebilen en fazla yerdeğiştirme yaklaşık 8 km dir. Geç Holosen drenaj formlarında ise 70 metreye varan ötelenmeler belirgindir. Sismolojik veriler ilk depremin sol yönlü doğrultu atımlı, ikinci depremin ise ters bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı faylanmayla oluştuğuna işaret etmektedir. Bu değerlendirmeler saha bulgularıyla deneştirilebilir olup ilk depremin fayın doğrultu atımlı kısmının orta kesiminde, ikinci büyük şokun ise ters fay bileşenli olduğu kuzey kesiminde gerçekleştiğini göstermektedir. Jeomorfolojik bulgular Aşkale fayı üzerinde geç Holosen'de yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış daha büyük depremlerin meydana geldiğini gösterir.

Aşkale depremlerinde bekleninin üzerinde ağır hasarların meydana gelmesi öncelikle bölgede geleneksel kırsal yapı tipi olan çamur harçlı taş yığma yapılarla ilgilidir. Ancak, en fazla ağır hasarların nehir boylarında pekişmemiş alüvyon ve eski alüvyonlarda kurulu olan köylerde gerçekleşmiş olması hasar dağılımında yerel jeolojik özelliklerin de etkili olduğunu göstermektedir.

Aşkale depremleri orta büyüklükteki depremlerin ($M_w:5.5$) geleneksel yapı tipi nedeniyle Doğu Anadolu'da beklenenin çok üzerinde can kaybı ve maddi hasara yol açabileceğini gösteren son örneklerdir. Halen uygulamada olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası kapsamında Erzurum ilinin büyük çoğunluğu 2. derece deprem bölgesi olarak tanımlanmıştır. Ancak Erzurum yöresinde deprem kaynağı olan çok sayıda aktif fay bulunmaktadır. Tarihsel kayıtlar bu faylar üzerinde yıkıcı büyük depremlerin meydana gelmiş olduğunu göstermektedir. Doğu Anadolu bölgesinin en büyük yerleşmesi olan Erzurum kenti yakınında bulunan Erzurum Fayı yaklaşık 80 km uzunluğundadır. Paleosismolojik davranışları hakkında yeterli bilginin mevcut olmadığı bu fay magnitudü 7 den büyük deprem üretebilecek uzunlukta bir faydır. Bu nedenle son depremlere rağmen Erzurum ve

yakın çevresi ülkede deprem tehlikesi yüksek olan bölgelerden biri olarak değerlendirilmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

1. Akdeniz, N., Akçören, F. ve Timur, E., 1994. Aşkale-İspir arasının jeolojisi, MTA Rapor No: 9731.
2. Koçyiğit, A., Öztürk, A., İnal, S. ve Gürsoy, E., 1985. Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonostratigrafisi ve Mekanik Yorumu, Cum. Üniv. Müh. Fak. Yerbil. Dergisi, 2, 2-15.
3. Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S. ve Kuloshvili, S., 2001. Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: Implication for Transition from Thrusting to Strike-slip Faulting. *Geodinamica Acta*, 14, 177-195.
4. Şaroğlu, F. Ve Güner, Y., 1981. Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, Volkanizma ilişkileri. *TJK Bülteni*, 24/2, 39-50.
5. Şaroğlu, F., 1985. Doğu Anadolu'nun Neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi. Doktora Tezi, İstanbul üniv.
6. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. MTA Rapor No: 8174, 394s.
7. Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992. The East Anatolian Fault Zone of Turkey, *Annales Tectonicae (Special Issue)*, V.olume:VI, 99-125.
8. Tarhan, N., Deveciler, E., Karabalık, N.N., Akdoğan, E., Çolak, T. ve Kar, H., 1992. Aşkale-Çat (Erzurum) dolayının jeolojisi, MTA Rapor No: 9447.
9. Timur, E., 2000. Yesirçöl Dağı (Aşkale-Erzurum) ve dolayının stratigrafisi, *İst. Üniv. Müh. Fak. Terbil. Dergisi*, Cilt:13, Sayı:1-2, s.85-99.