



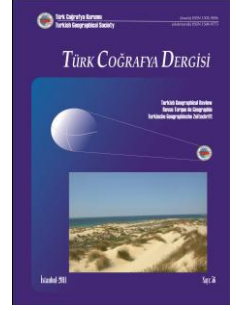
Türk Coğrafya Dergisi

<http://www.tck.org.tr>

Sayı 56: 23-37, İstanbul

Basılı ISSN 1302-5856

Elektronik ISSN 1308-9773



Hakemli Makale
Revised Article

8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular (Elazığ) Depremi; Yapı Malzemesi ve Yapı Tarzının Can ve Mal Kayıpları Üzerindeki Etkisi

Kovancılar-Okçular Earthquake on March 8, 2010; the Effect of Construction Material and Style on the Loss of Life and Property

Murat SUNKAR

ÖZET

Bu çalışmada; 08 Mart 2010 tarihinde Kovancılar ilçesinin (Elazığ) 30-35 km doğusunda meydana gelen deprem ile can ve mal kayıpları üzerinde yapı malzemesi ve tarzının etkisi değerlendirilmiştir. Bölgede 30.000'den fazla nüfusu etkileyen ve 42 kişinin ölümüne neden olan bu depremde ana şok Karakoçan Fayı, artçı şoklar ise Doğu Anadolu Fayı (DAF) üzerinde görülmüştür. Deprem Karakoçan Fayı ile DAF'nın kesişme sahasında oluşmuş, oldukça karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu depremde ortaya çıkan yüzey kırıkları, kütle hareketleri, yüksek maddi hasar ve can kayıpları DAF dışında Karakoçan Fayı üzerinde kalmaktadır. DAF üzerinde kalan yerleşmelerdeki hasarın da ana şoktan sonra ortaya çıkması, ana şokun Karakoçan Fayı'na bağlı olduğunun önemli yersel verileridir. Orta büyüklükte (M=6.0) bir depremde büyük can ve mal kayıplarının yaşanmasında jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin yanında yapı malzemesi ve yapı tarzının etkisi büyüktür. Kovancılar-Okçular depreminde can kayıplarının olduğu meskenlerin tamamı taştan yapılmıştır. Taş malzeme dışında taş, kerpiç ve delikli tuğlanın kullanıldığı karma yapılar büyük hasar görmüştür.

Anahtar kelimeler: Deprem, Kovancılar-Okçular, Doğu Anadolu Fayı (DAF), Karakoçan Fayı, Yapı malzemesi, Yapı tarzı

Geliş/Received : 17.01.2011
Kabul/Accepted: 29.09.2011

Firat Üniversitesi
İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi
Coğrafya Bölümü,
ELAZIĞ
(msunkar@firat.edu.tr)

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the earthquake which took place around 30 to 35 km east of Kovancılar district, Elazığ on March 8, 2010 and the effects of building material and fabric style on the loss of life and property. During the earthquake that affected more than 30.000 people including 42 deaths in the region, the main shock occurred on Karakoçan Fault, while after shocks clustered on the East Anatolian Fault (EAF). The earthquake having a conspicuous complicated pattern took place in the intersection area between Karakoçan Fault and EAF. Surface ruptures, mass movements, high economic damage and considerable loss of life were associated with the Karakoçan Fault, beyond EAF. That the damages were incurred after the main shock at the constructions settled down along the EAF is suggestive for the fact that the main shock was due to the Karakoçan Fault. Besides geological and geomorphological characteristics, the construction material and construction style have also considerable effects on the high loss of life and property in such a medium-scale (M= 6.0) earthquake. All of the dwellings where deaths occurred in Kovancılar-Okçular earthquake were made of stone. The mixed buildings made up of stone, adobe brick and hollow brick were also considerably damaged.

Key Words: Earthquake, Kovancılar-Okçular, East Anatolian Fault (EAF), Karakoçan Fault, Construction Material, Construction Style

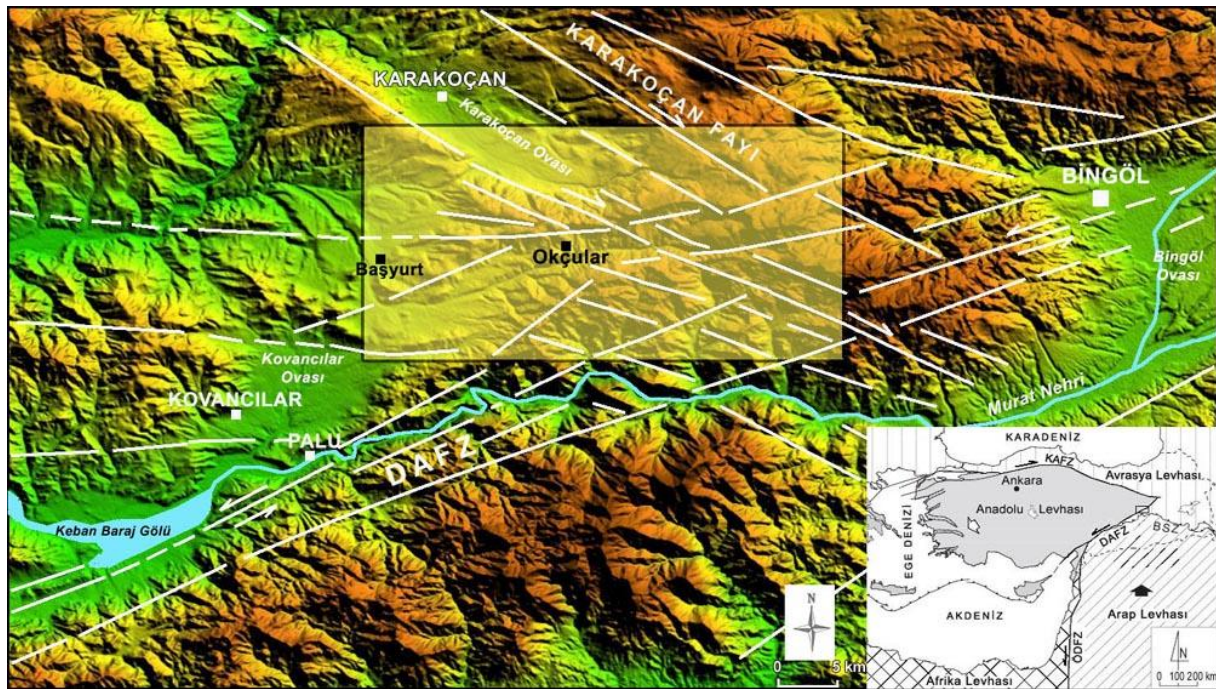
GİRİŞ

08.03.2010 tarihinde saat 04:32'de merkez üssü Elazığ'ın Kovancılar ilçesine 30-35 km uzaklıkta olan Okçular köyü ve çevresinde orta şiddetli bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından bu depremin büyüklüğü 6.0 olarak verilmiştir. Bu depremde ana şok, Doğu Anadolu Fayı (DAF) dışında Karakoçan Fayı üzerinde gerçekleşmiştir. Depremin büyüklüğü çok yüksek olmasa da yörede 30.000'den fazla nüfusu çeşitli şekilde etkilemiştir.

Kovancılar depreminde en büyük hasar ve can kayıpları Karakoçan Ovası'nı güneyden sınırlandıran dağlık alanın güney yamaçlarındaki kırsal yerleşmelerde görülmüştür. Bu depremde etkilenen 233 yerleşme biriminde 42 kişi hayatını kaybetmiş, 137 kişi yaralanmış ve 4000'in üzerinde mes-

kende ağır hasar meydana gelmiştir. Yörede sürdürülmekte olan hayvancılık faaliyeti de bu depremden önemli ölçüde etkilenmiştir. Kovancılar Kaymakamı'nın verilerine göre 235 büyükbaş, 2.797 adet küçükbaş hayvan telef olmuştur (<http://www.elazig.gov.tr>, son erişim 10.04.2010).

Depremde Karakoçan Ovası ile Gökdere (Palu) arasında kalan saha dışındaki alanlarda yıkılan bina bulunmamaktadır. Kovancılar, Karakoçan ve Palu ilçe merkezlerindeki binalarda ise küçük çaplı hasarlar görülmüştür. Özellikle Palu çevresinde görülen hasarlar 04:32'de meydana gelen depremden sonra 09:47'de oluşan 5.5 büyüklüğündeki artçı deprem sonrasında oluşmuştur. Ana şoktan sonra görülen ve 5'den büyük olan depremler DAF üzerinde olup yörede önemli bina hasarlarına yol açmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanının lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area

Depremin 3. günü depremden etkilenen alanlarda saha çalışması yapılmıştır. Ağır hasar gören yerleşmelerde meskenlerin yapım özellikleri ile yerleşme alanlarının jeomorfolojik özellikleri incelenmiştir. Yerleşme alanları dışında ise depremin morfolojiye yansımaları gözlenmiştir. Depremden hemen sonra yapılan bu gözlemler dışında yörede farklı tarihlerde jeomorfolojik çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen ön veriler bu çalışmadan önce II. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu'nda bildiri olarak sunulmuştur (Sunkar, 2010). Depremden sonra yapılan saha çalışmaları ve bu konuda hazırlanan raporlar ve yayınlar da değerlendirilerek bu çalışma hazırlanmıştır.

JEOLJİK ÖZELLİKLER

Kovancılar, Karakoçan, Palu ve Bingöl arasında kalan alanda Tersiyer birimleri geniş alan kaplamaktadır. Büyük hasar ve can kayıplarının görüldüğü sahalarda Üst Oligo-

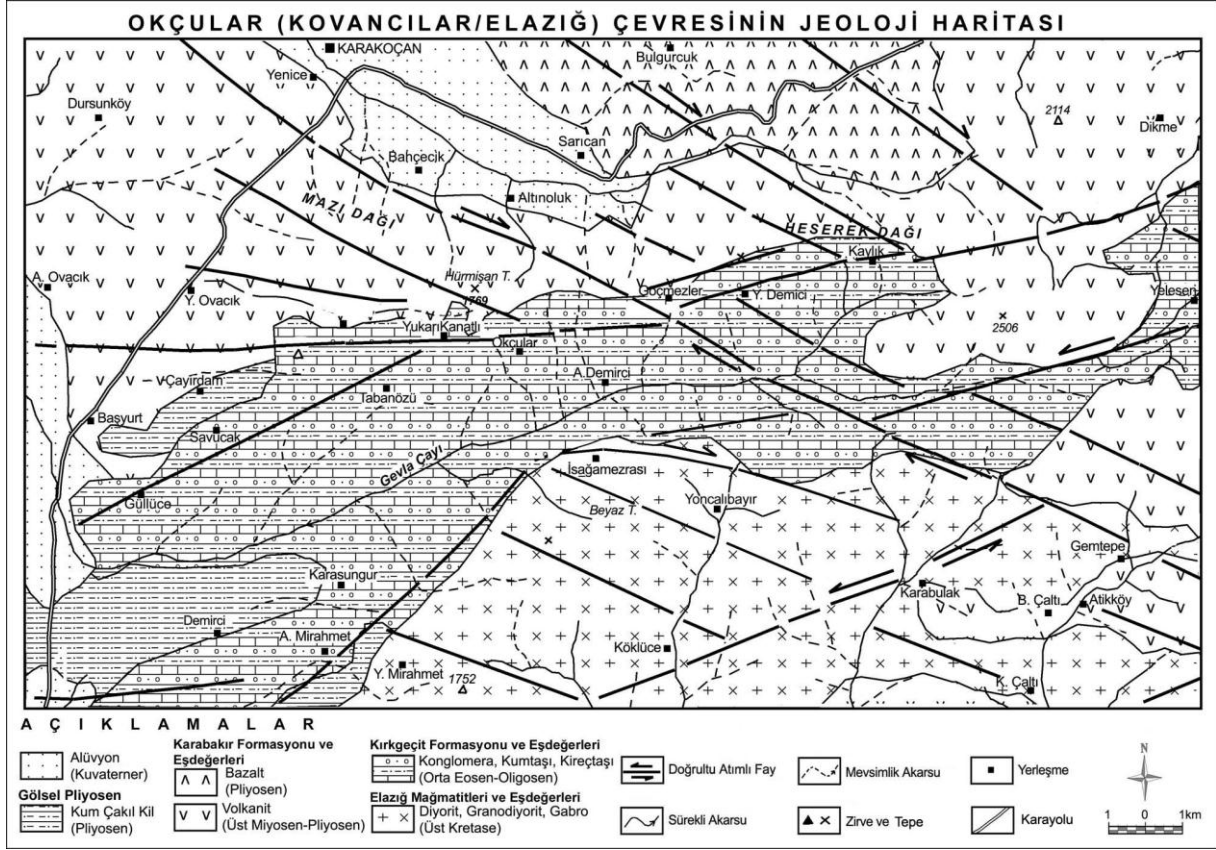
sen-Lütesiyen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu en yaygın birimi oluşturmaktadır (Şekil 2).

İnceleme alanının güneyinde en yaşlı birimi oluşturan Elazığ Mağmatitleri Perinçek (1979) tarafından adlandırılan Yüksekova Karmaşığı'na karşılık gelmektedir. Bölgede yapılan araştırmalarda bu isim yaygın olarak kullanılmıştır (Yazgan, 1981; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1982; Turan, 1984; Aksoy ve Tatar, 1990; Turan ve Bingöl, 1991).

Okçular çevresinde geniş yüzeyleme alanına sahip konglomera, kumtaşı ve kireçtaşları Kırkgeçit Formasyonu'nu oluşturmaktadır. Elazığ çevresinde yapılan çalışmalarda da bu adlama benimsenmiştir (Naz, 1979; Bingöl, 1988; Turan, 1984; Özkul ve Üşenmez, 1986; Tatar, 1987; Özkul, 1988; Aksoy ve Tatar, 1990; Turan ve Bingöl, 1991). Formasyon inceleme alanının güney-güneydoğusunda Elazığ Mağmatitleri üzerine açılı uyumsuzlukla gelir. İnceleme alanında ise alttan üste doğru, konglomera, kumtaşı, kumlu

kireçtaşı, algi kireçtaşı ve killi kireçtaşı litolojileriyle temsil edilir. Karakoçan çevresinde geniş alan kaplayan Üst Miyosen–Pliyosen yaşlı bazalt, tuf ve kireçtaşı üyesinden oluşan

kaya toplulukları ise Karabakır Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Yüksel, 2006).



Şekil 2. Okçular (Kovancılar/Elazığ) çevresinin jeoloji haritası MTA'nın 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Erzurum paftasından (2002) faydalanılmıştır

Figure 2. Geological map of the surrounding area of Okçular (Kovancılar/Elazığ) (based on Geological Map of Turkey (Erzurum sheet of 1/500.000 scale (2002) by the Mining Research and Exploration Institute of Turkey)

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde kalan inceleme alanı tektonik açıdan DAF ile Karakoçan Fayı'nın kesişme noktasında yer almaktadır (Şekil 3). DAF, Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhası arasındaki kıta-kıta çarpışması sonucu ortaya çıkmış bir transform faydır. Karlıova-Antakya arasında KD-GB doğrultusunda, toplam 580 km uzunluğunda ve sol yanal atımlıdır (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Şengör vd., 1985). Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde yapılan çalışmalarda atım ve yaş konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Şaroğlu vd., 1992; Tonbul, 1990; Herece ve Akay, 1992; Selçuk Biricik, 1993, 1994; Özdemir, 1994, 1996a, 1996b; Özdemir ve Tonbul, 1996; Bozkurt, 2001; Özdemir ve İnceöz, 2003; Aksoy vd., 2007). Özdemir ve İnceöz (2003) DAFZ boyunca akarsu ötelenmelerinin 0–250 m, 1–1,5 km, 4–5 km ve 5–32 km arasında değerler gösterdiğini tesbit etmişlerdir. Bu ötelenmeler 0–250 m Holosen, 1–1,5 km ve 4–5 km Pliyosen, 5–32 km ise Pliyosen dönemlerinde meydana geldiği belirtilmiştir. GPS ölçümleri fayın güncel kayma hızının Karlıova-Tükoğlu arasında $9 \pm 0,2$ mm/yıl, Tükoğlu Antakya arasında ise $638 \pm 0,3$ mm/yıl olduğu tespit edilmiştir (Reilinger vd., 2006). Fay zonu üzerinde yapılan çalışmalara göre Şaroğlu ve diğerleri

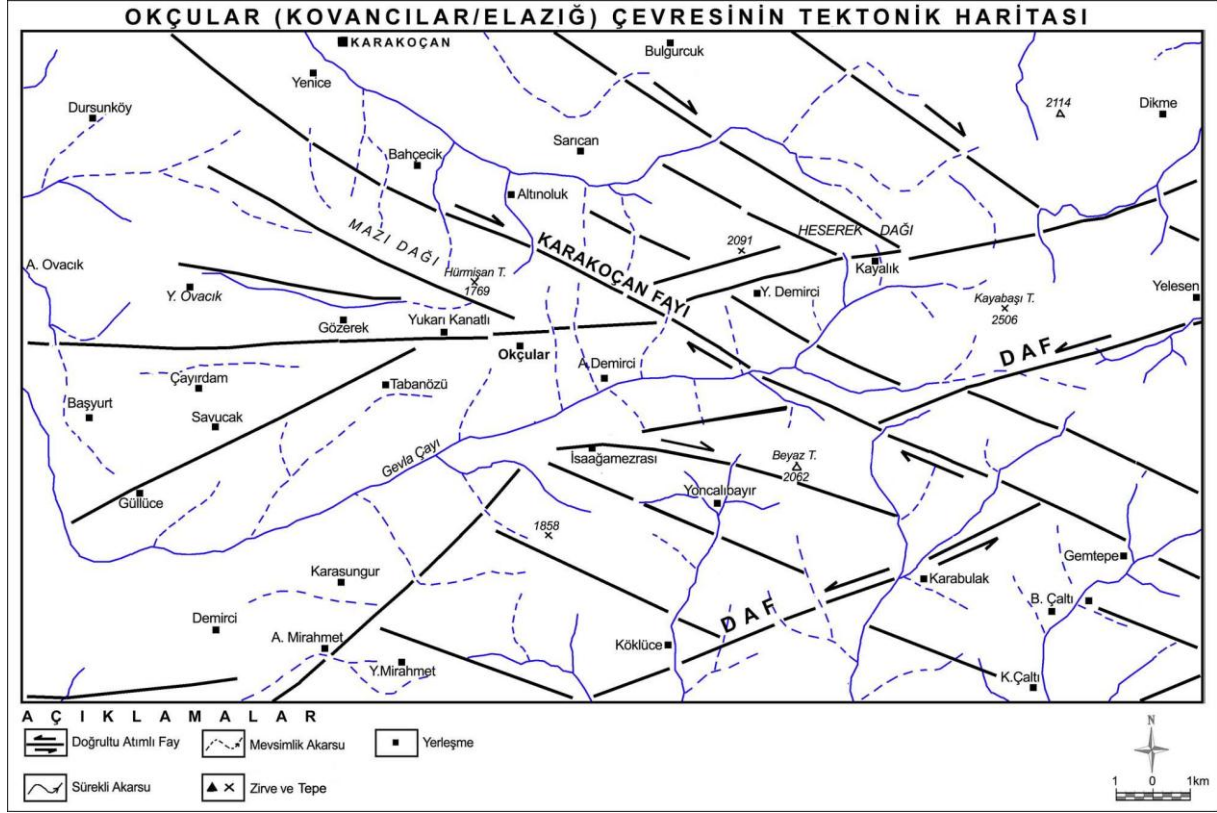
(1992) oluşum yaşının Geç Pliyosen ve toplam atımın 20–25 km, Herece (2008) Geç Pliyosen ve Pliyosen yaşlı ve toplam atımın farklı segmentler üzerinde 14,5 ile 24 km arasında değiştiğini belirtmiştir.

DAF, uzunlukları 45–145 km arasında değişen 6 ana yapısal bölümden oluşmaktadır. Bunlar kuzeydoğudan güneybatıya doğru Karlıova-Bingöl, Palu-Hazar Gölü, Hazar Gölü Sincik, Çelikhan-Erkenek, Gölbaşı-Türkoğlu ve Türkoğlu-Antakya bölümleridir (Şaroğlu vd., 1992). Fayın bu bölümleri arasında aralı-aşmalı açılmalı ve sıkışmalı sıçrama veya bükümlerle birbirinden ayrılmaktadır. Karlıova-Bingöl ve Palu-Hazar Gölü bölümleri arasında Gökdere yükselimi, Hazar Gölü-Sincik ve Çelikhan-Erkenek bölümleri arasında Sincik yükselimi fayın ana bölümleri arasında sıkışmalı sıçramalardan gelişmiş morfolotektonik yapılarıdır (Şaroğlu vd., 1987, 1992; Herece, 2008). Bu yapılardan Gökdere yükselimi inceleme alanını batıdan sınırlandırmaktadır.

Palu-Gökdere kuzeyinde yer alan Karakoçan Fayı yöredeki diğer önemli aktif fayı oluşturmaktadır. Karakoçan Fay Zonu 6–10 km genişliğinde, 50 km uzunluğunda, KB doğrultusunda, sağ yanal doğru atımlı levha içi yeni ve aktif bir yapıdır. Bu zon uzunlukları 0,5–17 km arasında değişen,

birbirine koşut-yarı koşut uzanımlı, yer yer sık aralıklı (100 m) çok sayıda yapısal fay segmentlerinden oluşmaktadır. Karakoçan Fay Zonu içerisinde gelişen en önemli yapı, üzerinde Karakoçan ilçesi ve çok sayıda beldenin yer aldığı Karakoçan çek-ayır havzasıdır. Karakoçan Fayı'nın deneti-

minde gelişimini sürdüren en yaşlı havza dolgusu Geç Pliyosen yaşlı Kızılca travertenidir. Bu nedenle fayın yaşı Pliyo-Kuvaterner'dir (Koçyiğit, 2003). Karakoçan Fayı KB-GD doğrultusunda, DAF'a çapraz ve sağ yanallı doğrultu atımlı ikincil bir faydır.



Şekil 3. Okçular (Kovancılar/Elazığ) çevresinin tektonik haritası
Figure 3. Tectonic map of the surrounding area of Okçular (Kovancılar/Elazığ)

JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

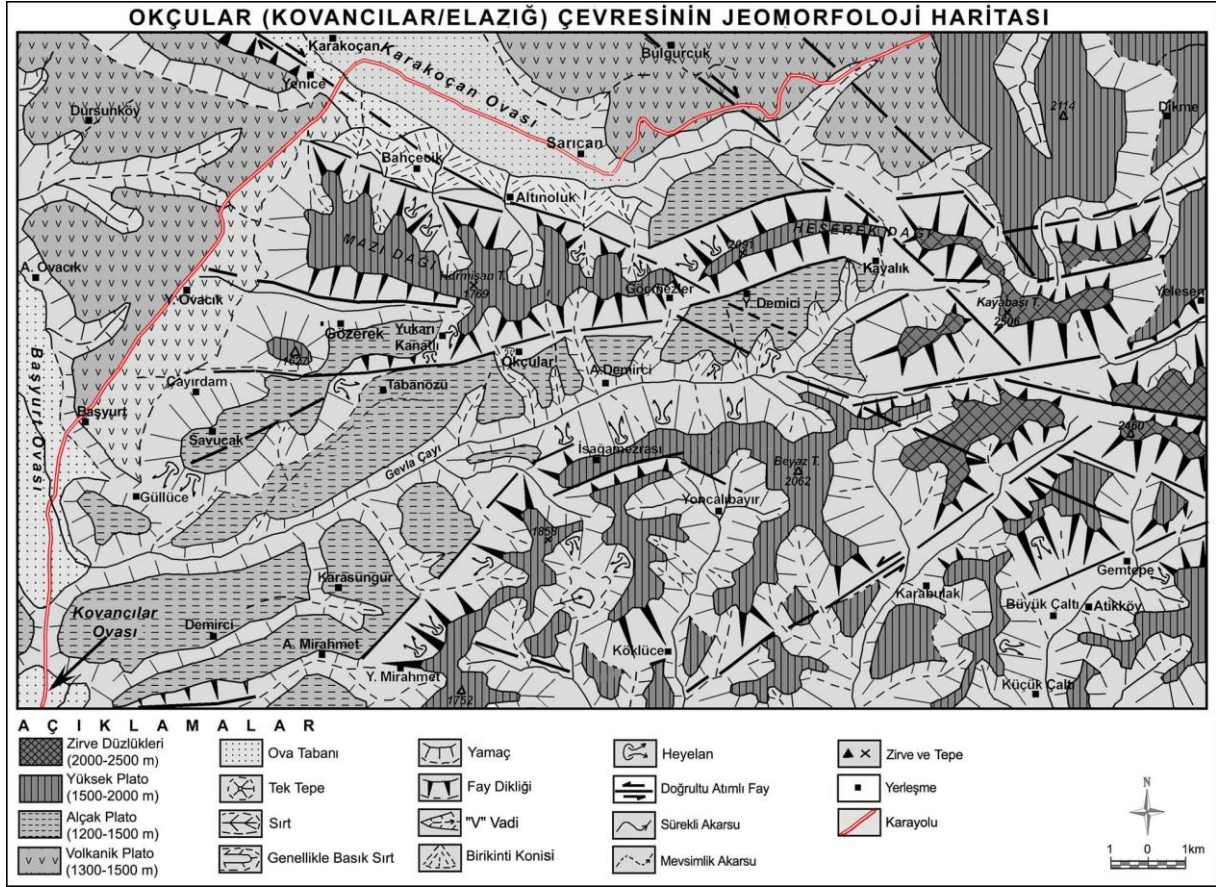
Kovancılar-Okçular depreminde büyük hasarın görüldüğü saha kuzeyde Karakoçan, güneybatıda Kovancılar, batıda Başyurt ve doğuda Bingöl Ovası arasında yüksek topoğrafyayı oluşturmaktadır. Can kayıpları ve yüksek hasarın görüldüğü Okçular çevresi ise jeomorfolojik açıdan vadi özelliği göstermektedir. Eğimin yüksek olduğu vadi yamaçlarından tabana doğru küçük sırtlar uzanmaktadır. Bu şekildeki morfolojik yapının yarılma derecesi yüksektir. Litolojiye bağlı olarak bu yamaçlar üzerinde çok sayıda aktif ve eski heyelanlar gelişmiştir (Şekil 4). Yine dağlık alanların etek kesimlerinde kalın etek döküntüleri yer almaktadır. İnceleme alanında kırsal yerleşmelerin kurulduğu yamaçlarda yüksek eğim ve yoğun kütle hareketleri yörenin tektonik açıdan çok hareketli olduğunu göstermektedir.

Bingöl-Palu arasında kalan bu alanda heyelanlar en yoğun kütle hareketi olarak görülmektedir. Öyle ki yerleşmelerin bir bölümü Yukarı Kanatlı köyünde olduğu gibi eski heyelan sahasına kurulmuştur (Foto 1). Bu depremde eski heyelanların harekete geçmesi ve yeni heyelanların oluşması önemli yapısal hasarlara neden olmuştur.

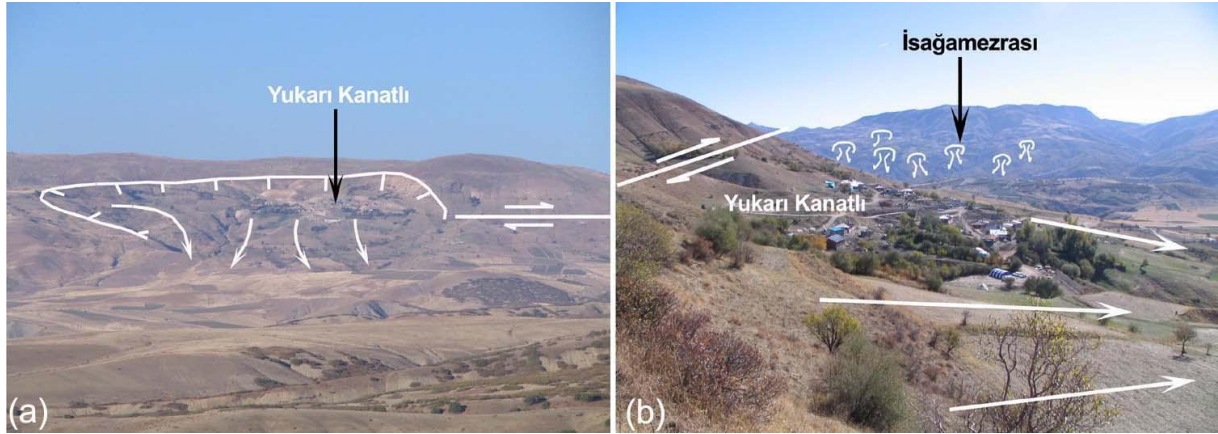
BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ

İnceleme alanı ve çevresinde geçmişte önemli depremlerin yaşandığı ve gelecekte şiddetli depremlerin görülebileceği yapılan diğer çalışmalarda ortaya konulmuştur (Tonbul 1990; Özdemir ve Tonbul 1990; Tonbul ve Özdemir 1994a; 1994b; İnceöz ve İnce 1999; Mor, 2008). DAF, tarihsel ve aletsel dönemde yıkıcı özelliklerde büyük depremler üretmiş olup tarihsel dönemlerde fay zonuna yakın yerleşmelerde büyük can kayıpları ve yıkımlar meydana gelmiştir (Ambraseys, 1989). Bu depremlerin büyük bölümünün magnitüd değeri 5-7 arasında değişmektedir (Tablo 1).

19. ve 20. yüzyılda DAFZ üzerinde yıkıcı depremler yaşanmıştır. İnceleme alanı için önemli olan ve yakın dönemde görülen 22.05.1971 Bingöl, 25.03.1977 Palu ve 01.05.2003 Bingöl depremleridir. 1971 Bingöl depreminde 878, 1977 Palu depreminde 8, 2003 Bingöl depreminde ise 176 kişi hayatını kaybetmiştir. Okçular ve çevresindeki yerleşmeler 1971, 1977 ve 2003 yılındaki depremlerden önemli ölçüde etkilenmiş ve depremden sonra yörede çok sayıda deprem konutu yapılmıştır.



Şekil 4. Okçular (Kovancılar/Elazığ) çevresinin jeomorfoloji haritası
Figure 4. Geomorphologic map of the environs of Okçular (Kovancılar/Elazığ)



Fotoğraf 1. Yukarı Kanatlı köyü eski heyelan alanı üzerinde yer almakta olup 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminde büyük hasar görmüştür (a). Deprem sonrasında yeni konutlar da eski heyelan sahasına yapılmıştır (b).

Photo 1. Yukarı Kanatlı village is located in a former landslide area and was considerably damaged during Kovancılar-Okçular earthquake, March 8, 2010 (a). Afterwards the earthquake, new houses have also been constructed in the former landslide area (b).

8 MART 2010 KOVANCILAR-OKÇULAR (ELAZIĞ) DEPREMİ

8 Mart 2010 tarihinde Kovancılar'ın (Elazığ) doğusunda yaşanan ana şoku çok sayıda artçı deprem izlemiştir. Bunlardan 3 tanesinin büyüklüğü 5'in üzerindedir (Tablo 2). TÜBİTAK-MAM tarafından depremin ikinci günü kayıt almaya başlayan ve 6 istasyondan oluşan mikrodeprem ağı verilerinden elde edilen episantr dağılımları Palu-Gökde

kuzeyinde KD-GB doğrultusunda bir yoğunluk göstermektedir (Şekil 5).

Okçular çevresinde deprem şiddetinin 7 olduğu arazi gözlemleri ve hasar tesbit çalışmaları sonrasında netlik kazanmıştır (Şekil 6). Kovancılar, Karakoçan, Palu ve Bingöl doğusunda deprem şiddetli hissedilmiştir. Can kayıplarının tamamı şiddet 7 olduğu eşdeprem (izoseist) eğrisi içerisinde kalmaktadır.

Tablo 1. Elazığ ve Çevresinde Görülen Büyük Depremler (M=4.3>)
Table 1. Major Earthquakes around Elazığ and Its Surroundings (M=4.3>)

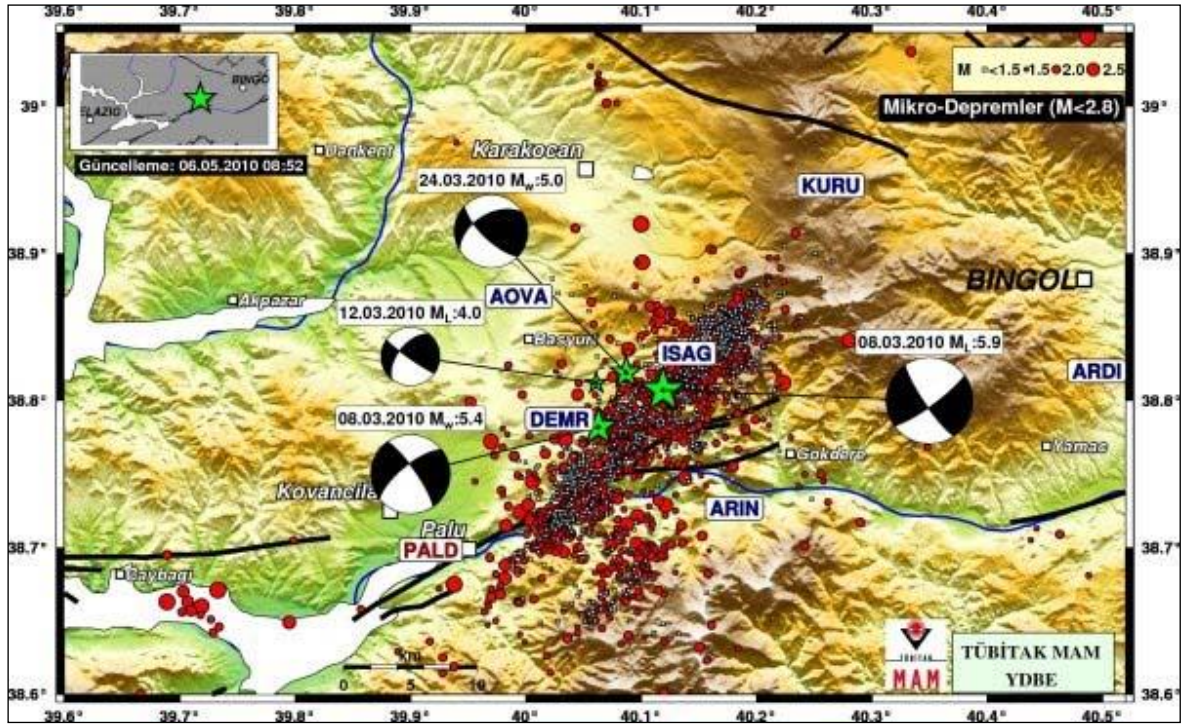
Lokasyon	Tarih	Enlem	Boylam	Şiddet (MM)	Magnitüd
Palu	29.05.1789	-	-	VII	7.0
Karlıova	12.05.1866	-	-	-	7.2
Hazar Gölü Güneyi	1866	38.7	39.2	-	5.5
Palu-Hazar Gölü	03.05.1874	-	-	IX	7.1
Maden-Diyarbakır	1874	38.8	38.8	-	6.1
Keban-Hazar-Sincik	27.03.1875	-	-	VI	6.7
Karlıova-Palu	1875	39.0	41.0	-	6.1
Palu	1889	38.89	40.50	V	4.3
Hazar Gölü-Sincik	02.03.1905	-	-	-	6.8
Karlıova	17.08.1949	-	-	IX	6.7
Pülümür	26.07.1967	-	-	VIII	5.9
Bingöl	22.05.1971	-	-	VIII	6.8 (7.1)
Lice	06.09.1975	-	-	VIII	6.6
Palu	25.03.1977	-	-	-	5.1
Doğanşehir	05.05.1986	-	-	VIII	5.9
Doğanşehir	06.06.1986	-	-	VIII	5.6
Pülümür	15.03.1992	-	-	VII	5.8
Kiğı	05.12.1995	-	-	VI+	5.7
Karlıova	13.04.1998	-	-	VI	5.0
Pülümür	27.01.2003	-	-	VII	6.2
Bingöl	01.05.2003	-	-	VIII	6.4

Afet işleri Deprem Dairesi Başkanlığı, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü verileri (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/default.htm>, son erişim:10.04.2010)

Tablo 2. 8-9 Mart 2010 Tarihlerinde Kovancılar Doğusunda Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Tarafından Ölçülen Ana ve Artçı Şoklar (Mw≥4.0)

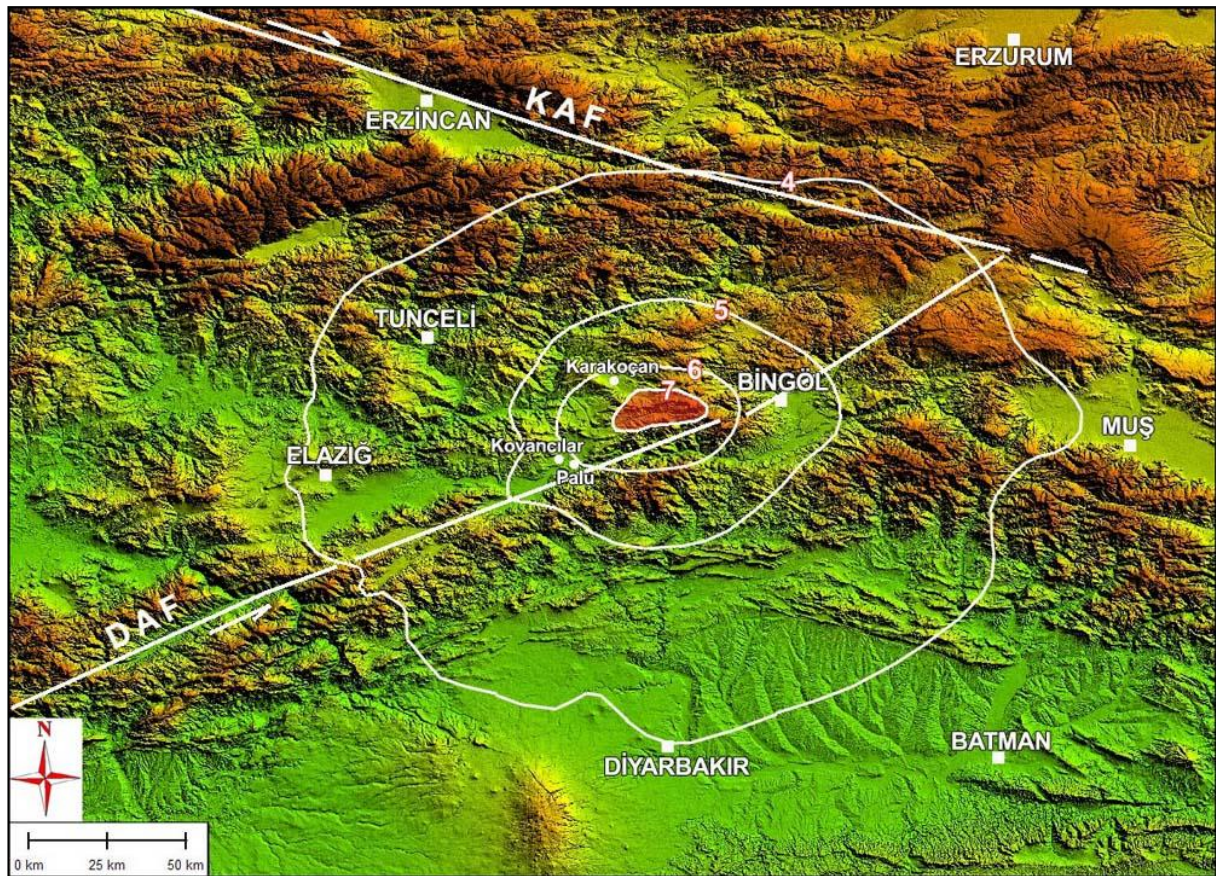
Table 2. Main Shocks and Aftershocks (Mw ≥4.0) measured on March 8-9, 2010 in the East of Kovancılar by Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute

Tarih	Saat	Enlem (K)	Boylam (D)	Derinlik (km)	Büyükklük (Mw)	Lokasyon
08.03.2010	04:32:31	38.80	40.09	5.0	6.1	Başyurt-Karakoçan
08.03.2010	05:20:24	38.86	40.23	5.0	4.1	Gökdere-Palu
08.03.2010	09:47:38	38.78	40.06	5.0	5.5	Başyurt-Karakoçan
08.03.2010	10:11:21	38.73	40.07	5.0	4.3	Gökdere-Palu
08.03.2010	11:00:46	38.82	40.06	5.0	4.8	Başyurt-Karakoçan
08.03.2010	12:14:23	38.77	40.11	5.0	5.1	Başyurt-Karakoçan
08.03.2010	13:12:10	38.74	40.14	5.0	5.3	Gökdere-Palu
08.03.2010	16:17:34	38.78	40.14	5.0	4.1	Gökdere-Palu
08.03.2010	17:04:51	38.75	40.02	5.0	4.7	Başyurt-Karakoçan
09.03.2010	02:09:18	38.78	40.08	5.0	4.0	Başyurt-Karakoçan
09.03.2010	08:14:57	38.74	40.13	5.0	4.2	Başyurt-Karakoçan
09.03.2010	09:21:23	38.88	40.25	5.0	4.2	Başyurt-Karakoçan
09.03.2010	09:34:35	38.75	40.14	5.0	4.1	Başyurt-Karakoçan



Şekil 5. 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminin TÜBİTAK MAM YDBE istasyonları tarafından tespit edilen mikro-deprem ($M < 2.8$) aktivitesi (http://www.ydbe.mam.gov.tr/DEPAR/2010_03_08_Elazig/index.html)

Figure 5. Micro-earthquake ($M < 2.8$) activity of Kovancılar-Okçular earthquake occurring on 8 March 2010 Kovancılar-Okçular as determined by TUBITAK MRC EMSI stations ($M < 2.8$) (http://www.ydbe.mam.gov.tr/DEPAR/2010_03_08_Elazig/index.html)



Şekil 6. 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminin şiddet haritası (Kalafat vd., 2010'dan faydalanılmıştır).

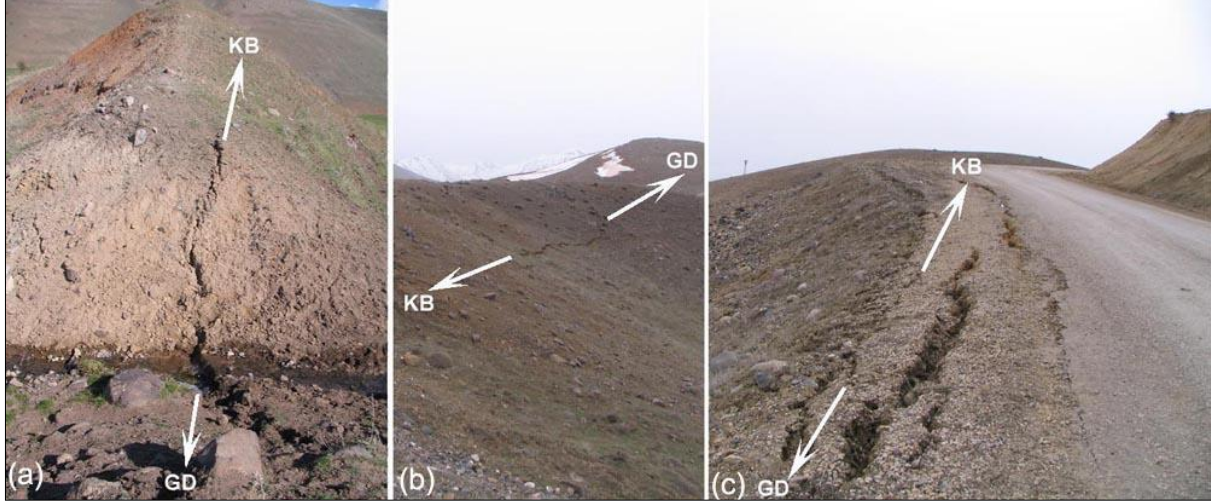
Figure 6. Seismic intensity map of Kovancılar-Okçular earthquake occurring on March 8, 2010 (reference was made to Kalafat vd., 2010).

Deprem sonrasında yapılan değerlendirmelerde ana şokun merkez üssü konusunda farklı görüşler beyan edilse de

ağırlıklı olarak DAF üzerinde olduğu kabul edilmiştir. Depremden sonra hazırlanan ön raporların tamamında ana şok

ve artçı depremlerin koordinatlarına göre depremin DAF'ın Palu-Bingöl arasında kalan bölümü üzerinde meydana geldiği belirtilmiştir (Bakır vd., 2010; Celep vd., 2010; Emre vd., 2010; Kalafat vd., 2010; Yılmaz ve Uran, 2010). Bu raporların hazırlık aşamasında yörede yapılan arazi gözlemlerinin hiçbirinde DAF üzerinde yüzey kırıklarına rastlanılmamıştır. Depremin ikinci günü kayıt almaya başlayan mikrodeprem ağının sismik verileri dikkate alınarak bu

sonuca ulaşılmıştır. Tarafımızdan yapılan arazi gözlemlerinde ise Karakoçan Fayı üzerinde KB-GD doğrultulu yüzey kırıkları görülmüştür (Foto 2). Yüzey kırıkları dışında, artçı depremlerin dağılımında da KB-GD doğrultusunda kısmi bir yoğunluk görülmektedir. Yüzey kırıkları, yüksek hasarın olduğu alanlar ve morfolojik birimlerin analizine göre bu depremde ana şok Karakoçan Fayı üzerinde gerçekleşmiştir.



Fotoğraf 2. Kovancılar-Okçular depreminde, Karakoçan Ovası güneyindeki dağlık alanda KB-GD doğrultusunda gelişen yüzey kırıkları. (a) Bahçecik güneyinde, (b) ve (c) Yukarı Demirci Kayalık arasında görülmüştür. Bahçecik güneyindeki yüzey kırıklarında doğrultu atım yanında düşey atım da gözlenmiştir. (c) Okçular-Kayalık arasında yol boyunca gelişen kırılmalar ((a) ve (b) ana kaya üzerinde, (c) dolgu zeminde gelişmiştir).

Photo 2. Surface ruptures developing in the NE-SW direction along the mountainous area in the east of Karakoçan Plain in Kovancılar-Okçular earthquake. (a) found in the south of Bahçecik, (b) and (c) found between Yukarı Demirci and Kayalık villages. Besides strike slips, vertical slips were also observed in the surface ruptures developing in the south of Bahçecik. (c) Ruptures between Okçular and Kayalık ((a) and (b) developed on the main rock and (c) developed on the land fill)

Karakoçan Fayı ana şokla enerjisini boşalttığı için bu fay üzerinde artçı depremler fazla görülmemiştir. Ana şokla birlikte bölgede yaşanan hareketlilik daha sonradan Palu'nun kuzeydoğusunda yer alan DAF'nın küçük segmentlerini harekete geçirmiştir. Nitekim Palu-Gökdere arasında DAFZ üzerinde kalan yerleşmelerdeki hasar ana şoktan sonraki depremlerde ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

8 MART 2010 KOVANCILAR-OKÇULAR (ELAZIĞ) DEPREMİNDE YAPI MALZEMESİ VE YAPI TARZININ CAN VE MAL KAYIPLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

8 Mart 2010 tarihinde Kovancılar'ın doğusunda yaşanan orta ölçekli bu depremde önemli can ve mal kayıpları yaşanmıştır (Tablo 3 ve 4). Orta şiddetli bu depremde kayıpların fazla olmasında en önemli faktörü yapı malzemesi ve yapı tarzı oluşturmaktadır (Sunkar, 2010; Akkar vd., 2011).

Bu depremde en fazla can kaybı 19 kişi ile Okçular köyünde yaşanmıştır. Okçular depremin şiddetli hissedildiği alanlardaki en büyük kırsal yerleşmedir. Okçular'dan sonra Yukarı Demirci'de 14, Yukarı Kanatlı, Göçmezler ve Kayalık yerleşmelerinde 3'er kişi olmak üzere toplamda 42 kişi hayatını kaybetmiştir.

Tablo 3. 08.03.2010 Tarihinde Kovancılar Doğusunda Meydana Gelen Depremde Ölü ve Yaralıların Köylere Göre Dağılımı

Table 3. Distribution of Deaths and Injuries in Villages during the Kovancılar Earthquake on 08.03.2010

Köyler	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
Okçular	19	57
Yukarı Demirci	14	22
Beyhan	-	18
Yukarı Kanatlı	3	9
Göçmezler	3	8
Yukarı Değirmenci	-	7
Kayalık	3	6
Yılbaşı	-	5
Gökdere	-	3
Köprüdere	-	2
Toplam	42	137

Kaynak: <http://www.elazig.gov.tr>, son erişim 10.04.2010

Not: Ölenlerin 10'u kız çocuğu, 10 erkek çocuk, 8'i yetişkin erkek, 14'ü yetişkin kadın

Table 4. 08.03.2010 Tarihinde Kovancılar Doğusunda Meydana Gelen Depremde İlçelere Göre Etkilenen Yapıların Durumu
Table 4. Status of Affected Buildings in the Districts during the Kovancılar Earthquake on 08.03.2010

Yapı Tipi İlçeler	Kullanılmaz Mesken Sayısı	Kullanılmaz Ahrır Sayısı	Kullanılmaz İşyeri Sayısı	Kullanılmaz Diğer
Karakoçan	841	637	2	106
Kovancılar	1203	973	3	101
Palu	1577	1226	31	71
Toplam	3621	2836	36	278

Kaynak: <http://www.elazig.gov.tr>, son erişim 10.04.2010

Kovancılar Doğusundaki Kırsal Meskenlerde Kullanılan Yapı Malzemesi

Yörede özellikle kırsal meskenlerin yapımında kullanılan yapı malzemesi yakın çevreden temin edilmiştir. Sahanın dağlık karakterine uygun olarak yapılarda taş malzeme ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Meskenlerin yapımında kullanılan taş malzeme yörede geniş alan kaplayan volkanik kayalardan alınmaktadır. Bazalt ve tüflerden oluşan bu kayalardan beton harç kullanılarak yapılan meskenler sağlam yapılardır. Bu kullanım dışında küçük taş ve toprak harcın kullanıldığı yapılar ise büyük hasar görmüş, hatta tamamına yakını yıkılmıştır (Foto 3). Benzer durum 28 Mart 1970 Gediz depreminde de gözlenmiştir (Erinç vd., 1970).



Fotoğraf 3. Kovancılar depreminde yüksek hasarın olduğu alanlardaki taş yapılar. İri taş ve beton harç kullanılan yapıların sağlam, diğerlerinin ağır hasarlı olduğu görülmüştür ((a),(b), (c) Okçular; (d), (e), (f), (g) Yukarı Demirci;(h), (i) Kayalık).

Photo 3. Stone buildings highly damaged during the Kovancılar earthquake. It was observed that buildings made of concrete grout and dimension stones were sound and solid, where as the others were highly damaged ((a),(b), (c) Okçular; (d), (e), (f), (g) Yukarı Demirci; (h), (i) Kayalık).

Dağlık ve plato alanlarında kullanılan taş malzemeye karşın havza tabanlarında yer alan meskenlerde kerpiç malzeme öne çıkmaktadır. Usulüne uygun olarak dökülen kerpiç malzemenin ağaç hatıllarla iyi desteklendiği meskenler çok az hasarlı veya hasarsızdır. Kerpiç, taş ve delikli tuğla kullanılarak yapılan meskenlerde de hasar fazladır (Foto 4).

Yerleşmeler arasında kerpiç yapımında bazı önemli yapısal farklılıklar görülmüştür. Şöyle ki kerpiç yapımında ideal toprak ve yeterli miktarda saman kullanılması zorunludur. Dağlık alanlarda tarım arazilerinin sınırlı olması ve sürdürülen hayvancılık faaliyeti kerpiç yapımında yeterli saman

kullanımını etkilemiştir. Çünkü elde edilen saman hayvanların beslenmesinde kullanılmıştır. Kerpiç yapımındaki bu farklılık havza tabanlarından dağlık alanlara çıkıldıkça kerpiç yapılarda hasarın yükselmesine yol açmıştır.

Yörede son yıllarda delikli tuğla ve çimento kullanılarak yapılan binaların sayısında artış görülmektedir. Bu malzemelerin kullanıldığı yapılar hasarsız veya az hasarlı yapılar. Hatta 2003 Bingöl depreminden sonra yapılan meskenler bu depremden etkilenmemiştir. Fakat zemin ve yapım açısından sorunlu bazı beton binalar büyük hasar görmüştür. Kayalık köyünde son yıllarda delikli tuğla ve betondan

yapılan meskenlerin büyük hasar görmesi doğrudan zemin, kullanılan malzeme ve yapım teknikleriyle ilgilidir (Foto 5).



Fotoğraf 4. Kovancılar-Okçular depreminde taş ve kerpiçten yapılan karma yapılar ile eski kerpiç yapılar hasar görmüştür. Okçular'da taş ve kerpiçten yapılan meskenlerin taştan yapıları yıkılırken kerpiç bölümleri yıkılmamıştır.

Photo 4. The mixed buildings made of stone and adobe brick and old buildings made of adobe brick were damaged in Kovancılar-Okçular earthquake. In Okçular, stone sections of the dwellings made of stone and adobe brick were demolished, while adobe brick sections have survived.



Fotoğraf 5. 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminin etkilediği alanlarda sağlam zeminlerde beton kullanılarak yapılan meskenler hasarsız veya çok az hasarlıdır. Kayalık'da yapılan beton binaların ağır hasar görmesi zemin ve yapım tekniklerinden kaynaklanmaktadır.

Photo 5. In the areas affected by Kovancılar-Okçular earthquake, the buildings made of concrete on solid and sound grounds were not or slightly damaged. High level of damages in concrete buildings constructed in Kayalık village is due to the soil structure of the area and construction techniques used.

Kovancılar Doğusundaki Kırsal Meskenlerin Yapı Tarzı

Kovancılar-Okçular depremi, yapı tarzının hasar üzerinde ne derecede etkili olduğunu ortaya koyan önemli bir depremdir. Deprem şiddeti VII'yi bulduktan sonra, yapı tarzı ve kalitesi hasar derecesini belirleyen en önemli faktördür (Erinç ve diğ., 1970). Bu depremde hasarın fazla olduğu alanlardaki yapı tarzı çok çeşitlilik göstermektedir (Foto 6). Kovancılar doğusunda tesbit edilen yapı tarzları; (1) Ahşap karkaslı tuğla veya kerpiç dolgulu yapılar (Bağdadi), (2) Birinci katı veya tamamı taş yapılar, (3) Taş ve kerpiç yapılar, (4) Taş, tuğla ve kerpiç yapılar, (5) Kerpiç yapılar, (6) Betonarme yapılar.

Bu depremde en fazla can kaybının olduğu Okçular'da yukarıda sıralanan yapı tarzlarının tamamını bir arada görmek mümkündür. Okçular dışında can kayıplarının görüldüğü Yukarı Kanatlı, Yukarı Demirci, Göçmezler ve Kayalık

yerleşmelerindeki meskenlerin tamamı taş yapılardan oluşmaktadır. Okçular'da da can kayıplarının olduğu meskenler taştan yapılmıştır. Taş yapılardan sonra taş ve kerpiç yapıların büyük bölümü ağır hasar görmüştür. Tamamen kerpiçten yapılan ve sık ağaç hatıllarla desteklenen yapılar da ise hasar çok düşüktür (Foto 6). Ancak tekniğine uygun yapılmayan kerpiç ve toprak damlı yapılar önemli ölçüde etkilenmiştir (Foto 4). En düşük hasar betonarme yapılarda görülmüştür. Yığma betonarme yapıların bir bölümü hasar görmüş iken karkas yapılar hasarsızdır (Foto 5).

Kovancılar ve Palu çevresindeki bazı yerleşmelerde 1977 Palu, 2003 Bingöl ve 2010 Kovancılar depremlerinden sonra yapılan deprem konutlarını bir arada görmek mümkündür (Foto 7).



Fotoğraf 6. Kovancılar-Okçular depreminde yüksek hasarın olduğu alanlarda çeşitli ve karmaşık yapılar görülmüştür ((a) Göçmezler, (b)Yukarı Demirci, (c) Bayramyazı, (d), (e), (f) Okçular)

Photo 6. Diverse and mixed buildings were observed in highly damaged areas after Kovancılar-Okçular earthquake ((a) Göçmezler, (b)Yukarı Demirci, (c) Bayramyazı, (d), (e), (f) Okçular).

Kovancılar ve Palu çevresinde farklı tarihlerde yapılmış deprem konutlarının yaygın olarak görülmesi, yörenin deprem açısından yüksek riskli olduğunu göstermektedir. Yöredeki deprem konutları ve yapım tarihleri dikkate alındığında 1977'de Palu depreminde DAF'nın Palu doğusunda kalan bölümü, 2003 Bingöl depreminde DAF'nın Bingöl batısında kalan bölümünün kırıldığı söylenebilir.

TARTIŞMA

8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminin merkez üssü ve diğer özellikleri konusunda farklı veriler bulunmaktadır. Bu depremde ana şokun aletsel büyüklüğü KRDAE tarafından ML=6.0; T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) tarafından ML=5.8; United States Geological Survey (USGS) tarafından Mw=6.1; European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC) tarafından da Mw=6.0 değerlerinde tesbit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Farklı Kaynaklara Göre 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular Depreminin Ait Veriler

Table 5. Data Concerning Kovancılar-Okçular Earthquake on March 8, 2010 according to Different Sources

Kaynak	Saat (GMT)	Enlem (N)	Boylam (E)	Derinlik (km)	Büyüklük
KRDAE	02:32:31	38.807	40.100	5.00	ML 6.0
DDB	02:32:30	38.7752	40.0295	5.01	ML5.8
USGS	02:32:34	38.873	39.981	12.00	Mw 6.1
EMSC	02:32:35	38.84	40.00	10.00	Mw 6.0

Ulusal ve uluslararası deprem araştırma merkezlerinin verilerine göre depremin merkez üssü Karasungur köyüne karşılık gelmektedir. Karasungur depreminin merkez üssünde yer almasına rağmen hasar düşüktür. Bu yerleşmedeki hasar aynı gün 09:47'de yaşanan 5.5 büyüklüğündeki artçı depremden sonra görülmüştür. Sismik ve hasar verilerindeki farklı durum depremin merkez üssünün de farklı olduğunu göstermektedir.

8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminden sonra hazırlanan raporların tamamında bu depremin DAF'na bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Bakır ve diğ., 2010; Celep ve diğ., 2010; Emre ve diğ., 2010; Kalafat ve diğ., 2010; Yılmaz

ve Uran, 2010). Raporların hazırlık aşamasında yapılan arazi çalışmalarının hiçbirinde DAFZ üzerinde yüzey kırıklarına rastlanılmamıştır. Bu nedenle artçı şokların merkez üslerinin dağılışı dikkate alınmıştır.



Fotoğraf 7. Kovancılar doğusunda yaşanan deprem sonrasında TOKİ tarafından yapılan konutlar ((c) Okçular; (d) Göçmezler). 1977 Palu ve 2003 Bingöl depremlerinden sonra yörede çok sayıda deprem konutu yapılmıştır (a), Tabanözü; (b) Kayalık). Bu durum 1977'de Palu-Hazar, 2003'de Karlova-Bingöl segmentlerinin kırıldığını göstermektedir.

Photo 7. Houses constructed by TOKİ (Housing Development Administration of Turkey) afterwards the earthquake striking east of Kovancılar ((c) Okçular; (d) Göçmezler). After Palu (1977) and Bingöl (2003) earthquakes, a great number of earthquake houses have been constructed in the region ((a), Tabanözü; (b) Kayalık). This indicates that Palu-Hazar and Karlova-Bingöl segments were broken in 1977 and 2003, respectively.

Depremden sonra yörede tarafımızdan yapılan arazi çalışmalarında Karakoçan Fay Zonu içerisinde çok sayıda yüzey kırığına rastlanılmıştır (Foto 2). Yüzey kırıkları dışında can kaybı ve büyük hasarın olduğu alanlar da DAFZ dışında kalmaktadır. DAFZ üzerinde kalan yerleşmelerdeki hasarlar ana şoktan sonra görülen ve artçı olarak nitelendirilen 5'in üzerindeki depremlerde oluşmuştur. Yine kütle hareketlerinin çoğu DAFZ dışında gerçekleşmiştir. Bu morfolojik gözlemler dışında TÜBİTAK-MAM YDBE istasyonlarının artçı şoklarının dağılışında önemli bazı artçıların DAFZ dışında Karakoçan Fayı üzerinde kaldığı görülmektedir. Bütün bu morfolojik gözlemler ve sismik verilere göre bu depremin ana şoku DAFZ dışında Karakoçan Fayı üzerinde gerçekleşmiştir. Ana şok dışında artçı olarak nitelendirilen ve 5'in üzerindeki depremler ise DAF'na bağlıdır.

DAF'nın farklı segmentlerinin, farklı tarihlerde yaşanan depremlerde kırıldığı ancak Palu-Bingöl arasındaki bölümünün uzun süre kırılmadığı ve depremin DAFZ üzerinde

oluştugu savunulmaktadır. Palu-Bingöl arasında farklı tarihlere çok sayıda deprem konutunun yapılması bu alandaki segmentlerin kırıldığını göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular depreminde ana şok Karakoçan Fayı, artçı şoklar ise DAFZ üzerinde gerçekleşmiştir. Orta şiddetteki bu depremde can ve mal kayıplarının fazla olması yapı tarzı ve malzemesinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte yerleşmelerin kurulmuş olduğu yerin zemin ve jeomorfolojik özellikleri deprem şiddetini artırmıştır. Şöyle ki can kayıplarının görüldüğü yerleşmeler eğim değeri yüksek yamaç ve eski heyelan alanları üzerinde kurulmuştur.

Can kayıplarının görüldüğü meskenlerin tamamı taştan yapılmıştır. Depremde yıkılan ve ağır hasar gören yapıların tamamına yakını taş, taş ve kerpiçin kullanıldığı karma yapılarıdır. Yıkılan taş meskenlerin yapımında küçük taş ve

çamur harç kullanılmış, yeterince ağaç hatıllarla desteklenmemiştir. Kaba taşların kullanıldığı meskenler hasarlı olup yıkılmamıştır. Bazı meskenlerde ise kaba taşlar duvarın dış bölümünde, küçük taşlar iç bölümde kullanılmıştır. Hasarın olduğu kerpiç yapılarda kerpiç yapımında bağlayıcı olarak yeterli saman katılmamış ve yapı hatıllarla fazla desteklenmemiştir.

Hasar gören betonarme yapıların zemin açısından riskli alanlarda yapıldığı, dikey ve yatay kolanlarla yeterince desteklenmediği görülmüştür.

Yörede yaşayan halkın mesken yapımında göstermiş olduğu bu rahatlık geçmiş dönemlerde yaşanan depremlerden ders alınmadığını göstermektedir. Yörede 1977 Palu ve 2003 Bingöl depreminde önemli hasar görülmüş ve sonrasında çok sayıda deprem konutu yapılmıştır. 2010 yılında yaşanan deprem sonrasında TOKİ tarafından yaptırılan ve bir bölümü yapım aşamasında olan afet konutları ile yer-

leşmeler yapı açısından tamamen yenilenmiştir. Yer seçiminde Yukarı Kanatlı dışında isabetli kararlar alınmıştır. Yukarı Kanatlı eski heyelan üzerinde yer aldığı için yüksek riskli bir yerleşmedir.

Yörede yaşanan depremler ve sonrasında kırsal meskenlerde görülen değişim deprem uygulamaları açısından örnek çalışmadır. Bu depremden fazla etkilenen yerleşmelerdeki meskenler 1977 Palu ve 2003 Bingöl ile 2010 Kovancılar depreminde yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonrasında ise yıkılan konutların yerine yenileri yapılmıştır. Böylece yerleşmelerdeki meskenlerin tamamı yenilenmiştir. Bu dönüşüm uzun dönemde depremlerle olduğundan önemli can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Kovancılar doğusunda yaşanan bu durum, deprem riski yüksek olan bütün kırsal yerleşmeler için örnek olmalıdır. Deprem riski yüksek kırsal yerleşmelerdeki dönüşüm Kovancılar'daki dönüşümden farklı olarak bir defada tamamlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- AKKAR, S., ALDEMİR, A., ASKAN, A., BAKIR, S., CANBAY, E., DEMİREL, İ. O., ERBERİK, M. A., GÜLERCE, Z., GÜLKAN, P., KALKAN, E., PRAKASH, S., SANDIKKAYA, M. A., SEVİLGİN, V., UĞURHAN, B. ve YENİER, E. (2011). "8 March 2010 Elazığ-Kovancılar (Turkey) Earthquake: Observations on Ground Motions and Building Damage". *Seismological Research Letters* 82 (1): 42–58
- AKSOY, E. İNCEÖZ, M. ve KOÇYİĞİT, A. (2007). "Lake Hazar Basin: A Negative Fower Structure on The East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey". *Turkish Journal of Earth Sciences* 16: 319–338.
- AKSOY, E. ve TATAR, Y. (1990). "Van ili Doğu-Kuzeydoğu Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği". *TÜBİTAK Doğa Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi* 14: 628 – 644
- AMBRASEYS, N.N. (1989). "Temporary seismic quiescence: SE Turkey". *Geophysical Journal* 96: 311–331.
- ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F. (1972). "Doğu Anadolu Fayı İle İlgili Bazı Gözlemler ve Düşünceler". *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi* 78: 44–50.
- BAKIR, S., CANBAY, E., ERBERİK, A., GÜLERCE, Z., ALDEMİR, A., ve DEMİREL, İ. O. (2010). *8 Mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ) Depremi Ön İnceleme Raporu*, Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi.
- BARKA, A.A. ve KADINSKY-CADE K. (1988). "Strike-Slip Fault Geometry İn Turkey And Influence On Earthquake Activity". *Tectonics* 7(3): 663–684.
- BİNGÖL, A.F. (1982). "Elazığ-Pertek-Kovancılar Arası Volkanik Kayaçlarının Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi". *Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi* 1: 9–21.
- BİNGÖL, A.F. (1988). "Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey)". *Fırat University Journal of Science and Engineering* 3(2): 1–17.
- BOZKURT, E., 2001, Neotectonics of Turkey-a synthesis, *Geodynamica Acta* 14, p.3-30
- CELEP, Z., ERKEN, A., İLKİ, A., TAŞKIN, B. (2010). *8 Mart-2010 Kovancılar- Elazığ Depremi Ön Mühendislik Raporu*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü.
- EMRE Ö., DUMAN T.Y., ÖZALP, S., ELMACI, H. (2010). *8 Mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ) Depremi Değerlendirme Raporu*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- ERİNÇ, S., BİLGİN, T., BENER, M., SUNGUR, K., ERER, S. ve GÖÇMEN, K. (1970). *28 Mart 1970 Gediz Depremi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü.
- HERECE, E. ve AKAY, E. (1992). "Karlıova-Çelikhan arasında Dogu Anadolu Fayı". *Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildiriler*: 361–372. Ankara.
- HERECE, E. (2008). *Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- İNCEÖZ, M. ve İNCE, S.C. (1999). "Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Palu çevresinde yapısal ve morfolotektonik özellikleri". *İstanbul Teknik Üniversitesi Aktif Tektonik Araştırma Grubu İkinci Toplantısı, Bildiriler Kitabı*: 98-110. İstanbul
- KALAFAT, D., ZÜLFİKAR, C., VURAN, E., KAMER, Y. (2010). *8 Mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ) Depremi*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü.
- KOÇYİĞİT, A. (2003). "Karakoçan Fay Zonu: Atımı, Yaşı, Etkin Stres Sistemi ve Depremelliği". *ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı 01-03 Ekim 2003*: 9-10. Van: Yüzüncüyıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

- MOR, A. (2008). Karakoçan İlçesi'nin Coğrafi Etüdü. Elazığ: Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış).
- MTA (2002). *1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Erzurum Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- NAZ, H. (1979). Elazığ-Palu Dolayının Jeolojisi. TPAO Rapor No: 1360, (Yayımlanmamış). Ankara.
- ÖZDEMİR, M.A. (1994). Örmeli Çayı Havzasının (Pütürge-Malatya) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi (Yayımlanmamış).
- ÖZDEMİR, M.A. (1996a), "Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Sincik (Adıyaman) ile Hazar Gölü (Elazığ) arasındaki jeomorfolojik özellikleri". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8(1): 191-217.
- ÖZDEMİR, M.A. (1996b). "Uluova boğazı ile Baltası ovası (Elazığ doğusu) arasında Murat nehri vadisinin jeomorfolojisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8(1): 263-310.
- ÖZDEMİR M.A. ve İNCEÖZ, M. (2003). "Doğu Anadolu Fay Zonunda (Karlıova-Türkoğlu arasında) akarsu ötelenmelerinin tektonik verilerle karşılaştırılması". *Afyonkocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 5(1): 89-114.
- ÖZDEMİR, M.A., ve TONBUL, S. (1990). "Kovancılar ovası ve Palu çevresinin (Elazığ Doğusu) uygulamalı jeomorfoloji bakımından incelenmesi". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 4(2): 209-233.
- ÖZDEMİR, M.A. ve TONBUL, S. (1996). "Kömürhan boğazı (Malatya-Elazığ)". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8(1): 239-262.
- ÖZKUL, M. ve ÜŞENMEZ, S. (1986). "Elazığ kuzeydoğusunda derin deniz konglomeralarının sedimantolojik incelenmesi". *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 1(2): 53-57.
- ÖZKUL, M. (1988). Elazığ Batısında Kırkgeçit Formasyonu Üzerinde Sedimantolojik İncelemeler, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (Yayımlanmamış).
- PERİNÇEK, D. ve ÖZKAYA, İ. (1981). "Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi". *Yerbilimleri Dergisi* 8: 91-101.
- PERİNÇEK, D. (1979). "The Geology of Hazro-Korudağ-Çüngüs-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region", *Guide Book*: 3-33. Ankara: TJK Yayını.
- REILINGER, R., MCCLUSKY, S., VERNANT, P., LAWRENCE, S., ERGINTAV, S., ÇAKMAK, R., OZENER, H., KADIROV, F., GULIEV, I., STEPANYAN, R., NADARIYA, M., HAHUBIA, G., MAHMOUD, S., SAKR, K., ARRAJEHI, A., PARADISSIS, D., AL-AYDRUS, A., PRILEPIN, M., GUSEVA, T., EVREN, E., DMITROTS, A., FILIKOV, S.V., GOMEZ, F., AL-GHAZZI, R., KARAM, G. (2006). "GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions". *Journal of Geophysical Research* 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- SELÇUK BİRİCİK, A. (1993). "Hazar (Gölcük) Depresyonu (Elazığ)". *Türk Coğrafya Dergisi* 28: 45-63.
- SELÇUK BİRİCİK, A. (1994), "Gölbasi depresyonu". *Türk Coğrafya Dergisi* 29: 3-81.
- SUNKAR, M. (2010). "8 Mart 2010 Kovancılar (Elazığ) depreminin sebep ve sonuçlarına ait ilk gözlemler". *II. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı 2010 (Prof. Dr. Oğuz EROL Onuruna)*: 106-123. Afyonkarahisar
- ŞAROĞLU, F., EMRE, E. ve KUŞÇU, İ. (1992). "The East Anatolian Fault zone of Turkey", *Annales Tectonicae* 6: 99-125
- ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö., BORAY, A. (1987). Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. Ankara: MTA Rapor No. 8174 (Yayımlanmamış).
- ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F. (1985). "Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape; Turkey as a case study". *Strike-Slip Faulting And Basin Formation* (Ed. K.T. Biddle ve N. Christie-Blick): 227-264. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication
- TATAR, Y. (1987). "Elazığ bölgesinin genel tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler". *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi* 14: 295-308.
- TONBUL, S. ve ÖZDEMİR, M.A. (1994a). "Doğu Anadolu Fayının (DAF) tektonik özelliklerinin Palu civarında (Elazığ doğusu) jeomorfolojik ölçütlerle belirlenmesi". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 6(1-2): 267-279.
- TONBUL, S. ve ÖZDEMİR, M.A. (1994b). "Doğu Anadolu Fayı'nın Palu civarında (Elazığ doğusu) jeomorfolojik birimlere yansımaları üzerine gözlemler". *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafya Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 3: 275-290.
- TONBUL, S. (1990). "Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi" *Atatürk Dil ve Tarih Yüksek Kurulu Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 1(2): 229-359.
- TURAN, M. (1984). Baskil-Aydınlar (Elazığ) Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış).
- TURAN, M., ve BİNGÖL, A.F. (1991). "Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono-stratigrafik özellikleri". Çukurova Üniversitesi Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Tebliğler: 213-217. Adana.
- YAZGAN, E. (1981). "Doğu Toroslar'da etkin bir paleokita kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya-Elazığ. Doğu Anadolu", *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi* 7: 83-104.
- YILMAZ, N. ve URAN, T. (2010). *8 Mart 2010 Elazığ Depremleri Değerlendirme Raporu*. Ankara: Başbakanlık

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem dairesi Başkanlığı.	http://www.elazig.gov.tr (son erişim: 10.04.2010)
YÜKSEL, S. (2006). Okçular (Kovancilar/Elazığ) Alanının Stratigrafisi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisli Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).	http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/default.htm (son erişim: 10.04.2010)
	http://www.ydbe.mam.gov.tr/DEPAR/2010_03_08_Elazig/index.html

Yazar hakkında

Yrd. Doç. Dr.
Murat Sunkar
Fırat Üniversitesi
İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi
Coğrafya Bölümü
ELAZIĞ

Genel ve uygulamalı jeomorfoloji, doğal afetler, doğal risk planlaması, hidrografik analizler ve Kuvaterner Jeomorfolojisi konularında çalışmalarını sürdürmektedir. Araştırmacı uygulamalı çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojilerinden faydalanmaktadır.
