

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye^{1 2}

Surface deformations caused by 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Gölbaşı Basin and their effects on settlements, Adıyaman/ Türkiye^{1 2}

Merve Sandıkçioğlu^{a*}  Ali Uzun^b  Belgin Sol^a  Serkan Sabancı^a 

^aSiirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Siirt, Türkiye.

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID: M.S. 0000-0002-7029-6156; A.U. 0000-0003-3854-2780; B.S. 0000-0002-6623-7903; S.S. 0009-0002-6008-5213

BİLGİ/INFO

Geliş/Received: 12.08.2023

Kabul/Accepted: 06.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Yüzey yırtılması
Ötelenme
Sıvılaşma
Kütle hareketi
Gölbaşı Havzası

Keywords:

Surface Rupture
Offset
Liquefaction
Mass movement
Gölbaşı Basin

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Sandıkçioğlu)

mervesandikcioglu@siirt.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1342050



Atf/Citation:

Sandıkçioğlu, M., Uzun, A., Sol, B., & Sabancı, S. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 87-99. <https://doi.org/10.17211/tcd.1342050>

ÖZ/ABSTRACT

Gölbaşı Havzası, Pazarcık ve Erkenek Segmentlerinin birleştiği alanda yer alan tektonik kökenli bir havzadır. Çalışmanın amacı, Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda meydana getirdiği yüzey deformasyonlarını ve bunların fiziki ve beşerî yapılar üzerindeki etkilerini incelemektir. Havza içinden yaklaşık GB-KD doğrultusunda geçen Pazarcık ve Erkenek fayları toplam 14 km boyunca izlenerek haritalanmıştır. Ayrıca deprem etkilerinin yerleşmelere göre dağılışı incelenmiştir. Verilerin görselleştirilmesinde ArcGIS 10.3.1 yazılımından faydalanılmıştır. Çalışma sahasında ötelenmeler, heyelanlar, küçük ölçekli çek-ayır (pull-apart) havzalar ve tektonik çöküntü gölcükleri (sag ponds) gözlenmiştir. Balkar'da ölçülen minik çek-ayır havzanın genişliği 15 m, uzunluğu ise 110 m'dir. Yüzey kırığı üzerinde gözlemlenen en büyük yanal ötelenme 430 ± 5 cm'dir. Sahada 100-200 cm arasında değişen düşey atımlar ölçülmüştür. Ayrıca depremin tetiklemesiyle yanal yayılma, kaya düşmeleri ve heyelan çatlakları oluşmuştur. Depremler nedeniyle kaynak suları kurumuş, yeni kaynaklar oluşmuş ve havza tabanında kum püskürmeleri meydana gelmiştir. Birikinti yelpazesi (alluvial fan) üzerinde kurulan Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşma nedeniyle bazı binalarda 2 m'ye varan oturmalar ve tilitmeler gözlenmiştir. Yeni yerleşmelerin planlanmasında diri fay hatlarından sakınılması ve sağlam ana kayaların seçilmesi, binaların zemin koşullarına uygun inşa edilmesi önerilmektedir.

Gölbaşı Basin is a tectonically originated basin located in the area where the Pazarcık and Erkenek segments junction. The aim of the study is to examine the surface deformations caused by the Kahramanmaraş earthquakes in the Gölbaşı Basin and their effects on physical and human structures. Pazarcık and Erkenek faults within the basin in an approximately SW-NE direction, were monitored and mapped for total of 14 km. Additionally, the distribution of earthquake effects according to settlements was examined. Data were mapped with ArcGIS 10.3.1 software. Offsets, landslides, small-scale pull-apart basins and sag ponds were observed in the study area. The small pull-apart basin measured in Balkar is 15 m wide and 110 m long. The longest lateral offset observed on the surface fracture is 430 ± 5 cm. In addition, vertical offsets were measured ranging from 100-200 cm. Lateral spreading, rockfalls and landslide cracks have occurred due to the trigger of the earthquake. Due to the earthquakes, the spring waters dried up and sand eruptions were formed. Due to liquefaction, sinks and tilts of up to 2 m have been observed in some buildings in the Gölbaşı centre, which was established on the alluvial fan. In the planning of new settlements, it is recommended to avoid active fault lines, choose solid bedrock, and construct buildings in accordance with ground conditions.

¹Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından hazırlanan doktora tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. This study forms a part of the doctoral thesis prepared by the first author under the supervision of the second author.

²Bu çalışma 3. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. This study was presented as an oral presentation at the 3rd Istanbul International Geography Congress.

Extended Abstract

Introduction

Gölbaşı Basin (Adıyaman) is a basin of tectonic origin located at the junction of the Pazarcık and Erkenek Segments of the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ). Administratively, it is mostly within the borders of Gölbaşı district of Adıyaman province. The basin is located on the EAFZ and due to the tectonic activity high probability of earthquakes. In fact, great earthquakes have occurred in the EAFZ and its immediate surroundings in the historical and instrumental periods. Paleo-seismological data showed that the youngest surface fractures dated in the Gölbaşı ve Türkoğlu segments correspond to the historical earthquakes in 1114 and 1513 (Karabacak et al., 2012: 369). The Gölbaşı Basin is one of the areas most affected by the 7.7 and 7.6 magnitude earthquakes that occurred on February 6, 2023. The basin is located at a distance of 65-97 km and 40-50 km, respectively, from the epicenters of these earthquakes. The aim of this study is to examine the surface deformations caused by the Kahramanmaraş earthquakes in the Gölbaşı Basin and their effects on physical and human structures.

Data and Method

After the earthquakes that took place on February 6, fieldwork was carried out for a total of 12 days, seven days between 17-24 February 2023 and five days between 12-16 April. Within the scope of the field studies carried out in February, total of 14 km of the surface rupture (Pazarcık and Erkenek Faults) was traced and its coordinates were taken and mapped. In addition, the distribution of the earthquake effect according to the settlements was examined. The offsets were measured with a measuring tape. In this study, it is traced surface rupture and offsets, pull-apart basins, and sag ponds were observed and measured. Mass movement triggered by earthquakes such as lateral spreading, rockfall and cracks of the landslide were mapped. In addition, the effect on the settlement of the earthquakes was investigated. In the Gölbaşı city center, located saturated water alluvial fan, some buildings sunk about two m because of liquefaction. Data were mapped with ArcGIS 10.3.1 software.

Results and Discussion

Earthquakes have resulted in significant deformations on the topography surface, surface deformations such as lateral and vertical offsets, landslides, pressure ridges, local depression areas, and significant destruction of human structures. The pull-apart basin formed in Balkar is 15 m wide and 110 m long. The longest lateral offset measured along the fault is 430 ± 5 cm. In addition, vertical offsets ranging from 100 cm to 200 cm were observed. Due to the earthquakes, the spring waters dried up, new springs were formed, railways buckled and mud volcanoes were formed at the base of the basin. Lateral spreading, landslide cracks and crevices and rockfalls have occurred in the study area due to the triggering of the earthquake. Small deltas in the lake collapsed towards the lake as a result of the lateral spreads along the southern shores of Gölbaşı Lake. In this area, which was measured on the shore of Gölbaşı Lake, approximately 6.45 ha area was underwater, and the shoreline

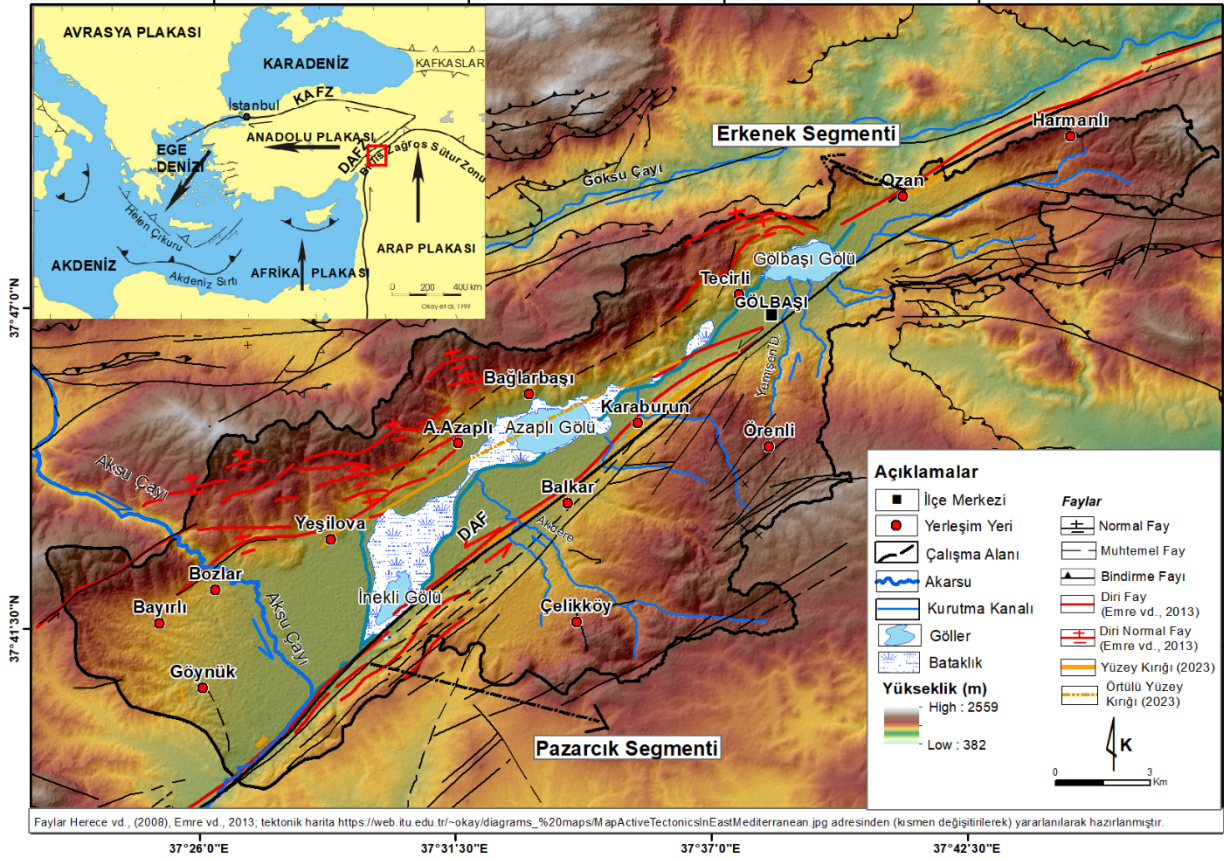
receded between 9 and 110 ± 5 m towards the land. Lateral spreadings around the lake have damaged agricultural areas, walking paths and infrastructure. The settlements where the destructive effect of the earthquake was observed are Gölbaşı center, Harmanlı, Aşağıazaplı, Bağlarbaşı and Yeşilova. The most important factors that increase the destructive effect of the earthquake in the basin are the deformations due to liquefaction and the establishment of settlements on the fault. Other important factors that increase the destructive effect are that most of the buildings in rural settlements are masonry buildings made of stone and adobe, the buildings are not built by the ground and they are not resistant to earthquakes. Due to liquefaction, settlements of up to 2 m were observed in some buildings in the Gölbaşı district center, which was established on the alluvial fan. Liquefaction was observed especially in Yeni Neighborhood, Yavuz Selim Neighborhood and Cumhuriyet Neighborhood. In particular, new and old reinforced concrete buildings that were not built in accordance with the ground and that were not resistant to earthquakes were severely damaged, demolished or sunk by earthquakes. Settlements such as Bayırlı and Başpınar – Abbasiye relatively less have been affected by the earthquake. The fact that the settlements are far from the fault, that they are located on solid bedrock, and that the buildings are relatively new, mostly one-two-floor, suitable for the ground and resistant to earthquakes have been effective in this situation. In order to be protected from the destructive effects of earthquakes, the surface rupture should be included in the zoning plans and construction should be allowed by considering the fault conservation distance. Some of the physical and human elements such as offset streams, roads, and tilted buildings from the deformations in the land should be protected in terms of education. In addition, the earthquake museum should be opened and the deformations in the field should be exhibited with photographs and models.

1. Giriş

Gölbaşı Havzası (Adıyaman), Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Pazarcık ve Erkenek Segmentlerinin birleştiği alanda yer alan tektonik kökenli bir havzadır. İdari olarak büyük oranda Adıyaman ilinin Gölbaşı ilçesi sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1).

Gölbaşı Havzası yer bilimleri açısından pek çok araştırmaya konu olmuştur (İmamoğlu, 1993; İmamoğlu & Gökten, 1996; Güneşli & Yüksel, 2006; Karabacak vd., 2012; Yönlü, 2012; Yönlü vd., 2012; Işık vd., 2015). Bu çalışmalar arasında neotektonik, morfolotektonik, deprensellik ve paleo-sismisite gibi konular öne çıkmaktadır.

Gölbaşı Havzası tarihsel dönemde şiddetleri IX ve X olan ve aletsel dönemde ve büyüklükleri 6.8 ve 6.0 olan yıkıcı depremlere sahne olmuştur (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023a, b; Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2023a, b). Bu depremler Antakya, Maraş, Malatya, Adıyaman ve Gaziantep illerine bağlı birçok yerleşmeyi de etkilemiştir. Örneğin 1513 yılında meydana gelen depremden Tarsus, Adana ve Malatya; 1544'deki depremden Doğanşehir, Malatya, Besni, Antep, Adıyaman, Maraş ve Elbistan; 1893'teki depremden Malatya, Besni, Adıyaman ve 1905'teki depremden Malatya, Adıyaman, Besni, Antep ve Maraş'ın etkilendiği belirtilmiştir (Ambraseys,



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

1989: 316 - 328). Bunlardan 1114 ve 1513 depremleri Gölbaşı ve Türkoğlu segmentlerinde paleosismolojik verilerle de belgelenmiştir (Karabacak vd., 2012: 369). Bu depremlerden sırasıyla 510 ve 909 yıl sonra 6 Şubat 2023 depremleri meydana gelmiş, Gölbaşı Havzası da dâhil olmak üzere çok geniş bir alanı etkilemiştir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre 7.7 büyüklüğünde meydana gelen Pazarçık (Kahramanmaraş) depreminde Hatay-Sincik (Adıyaman) arasında yaklaşık 400 km yüzey kırığı meydana gelmiştir (Aksoy vd., 2023; Parlak vd., 2023). Merkez üssü Ekinözü (Kahramanmaraş) olan 7.6 büyüklüğündeki depremde ise Bayrakdar vd., (2023)'ne göre Çardak Fayının 105 km; Parlak vd., (2023)'ne göre ise 147 km yüzey kırığı meydana getirdiği belirlenmiştir. Aksoy ve arkadaşları, Çelikkhan'dan Balkar'a (Gölbaşı) doğru sol yanıl atımların düştüğünü, fayın Balkar civarında sola sıçrama yaparak genişlemeli deformasyon oluşturduğunu belirtmiştir (Aksoy vd., 2023).

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda meydana getirdiği yüzey deformasyonları ve beşerî yapılar üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu kapsamda topografik yapı, zemin özellikleri, fay hatlarına uzaklık ve binaların deprem dirençliliği gibi yöreye ait özellikler incelenmiş ve afetin boyutları ile ilişkileri irdelenmiştir.

Çalışma büyük kısmıyla arazi gözlem ve incelemelerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sırasında Pazarçık ve Erkenek fayları boyunca topografya yüzeyinde yanıl ve düşey ötelemler, minik çek-ayır havzalar ve tektonik çöküntü gölcükleri

oluştugu görülmüştür. Depremlerin bazı heyelanları tetiklediği ve bunlara bağlı olarak topografya yüzeyinde önemli değişimlerin olduğu, bazı yerleşmelerin de bu heyelanlardan etkilendiği anlaşılmıştır. Öte yandan, havzadaki binaların depreme karşı dayanıksız olduğu ve zemin koşullarına uygun olmadığı, bunun da can ve mal kaybını artırdığı anlaşılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depremlerinden sonra 17-24 Şubat 2023 ve 12-16 Nisan 2023 tarihlerinde toplam 12 gün saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Şubat ayında gerçekleştirilen saha çalışmaları kapsamında İneklı Gölü'nün güneybatısından Gölbaşı ilçe merkezine (Pazarçık fayı) ve Ozan yerleşmesinden kuzeydoğuya doğru olan sahada (Erkenek fayı) fay izi takip edilerek Garmin eTrex 10 GPS ile koordinatlar (UTM-WGS 84 37K) alınmıştır. Ötelenme miktarları şerit metre ile ölçülmüş ve ArcMap programında işlenmiştir. Haritalandırılan yüzey kırığı ile aynı koordinat değerlerine sahip Türkiye Diri Fay Haritasındaki faylar (Şaroğlu vd., 1987) karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Çalışma sahasındaki yerleşmelerin yıkılmış, yıkılacak, ağır hasarlı, orta hasarlı, az hasarlı ve hasarsız bina sayıları Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Adıyaman İl Müdürlüğünden ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2023)'ten temin edilmiştir. Yerleşmelere göre yıkık, acil yıkılacak ve ağır hasarlı bina sayıları, hasar tespiti yapılan toplam bina sayısına oranlanarak (%) tabloya dönüştürülmüş ve ArcGIS 10.3.1 yazılımı ile haritalandırılmıştır. Böylelikle binaların hasar durumlarına göre depremden en fazla etkilenen yerleşmelerin dağılışı ve sebepleri belirlenmeye çalışılmıştır.

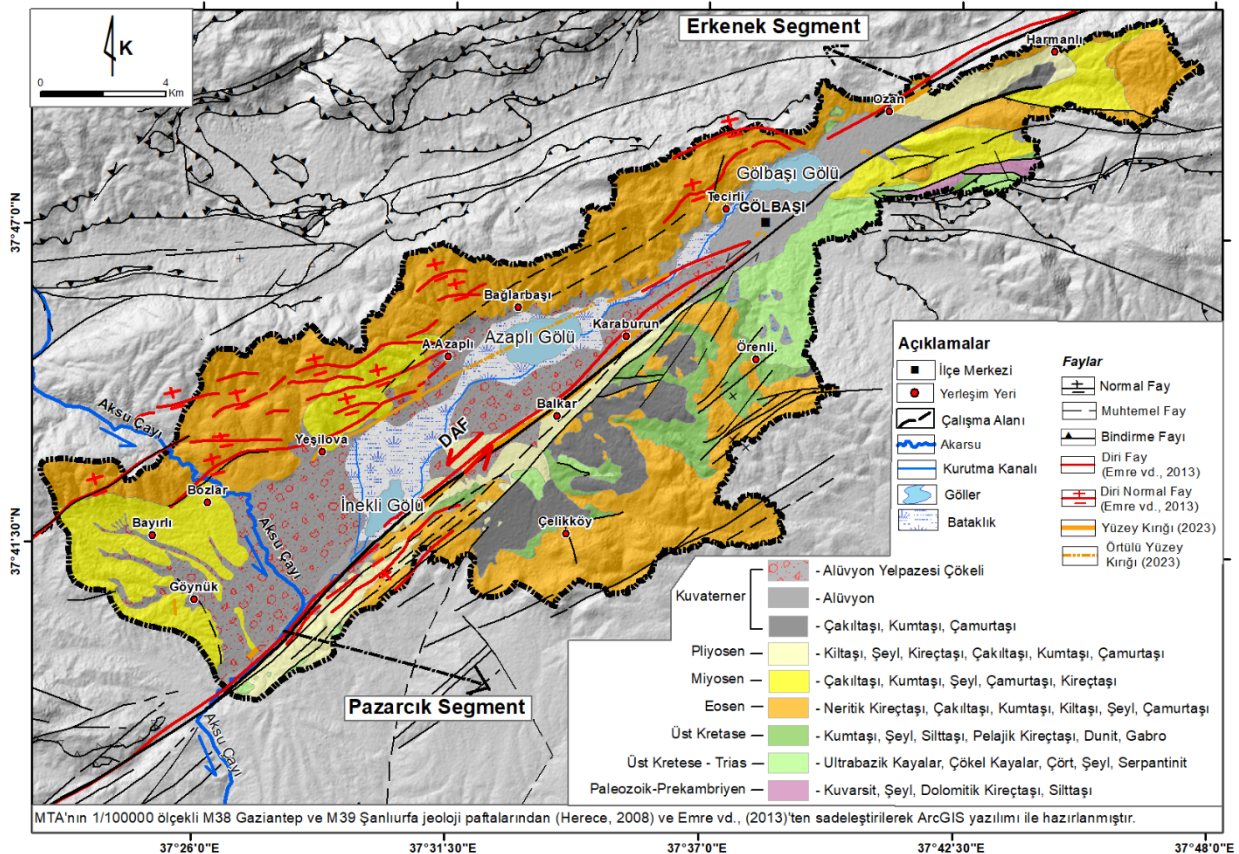
3. Bulgular

3.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney yönlü yaklaşması ve buna bağlı olarak Bitlis-Zağros Bindirme Kuşağı (BZBK) boyunca çarpışması ile Neotetis'in güney kolu kapanmış ve Anadolu'da Neotektonik dönem başlamıştır (Şengör & Yılmaz, 1981), (Şekil 1). Bu dönemde, Anadolu plakası sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF) arasında batıya doğru hareket etmeye başlamıştır (Şengör, 1980). Ayrıca, BZBK boyunca bindirmeler meydana gelmiş, Mesozoik ve Paleozoik yaşlı alloktan birimlerle Tersiyer yaşlı otokton birimler yan yana gelmiştir (Çoban & Dalkılıç, 2018), (Şekil 2).

Gölbaşı Havzası'nın da üzerinde geliştiği DAFZ doğuda Karlıova (Bingöl) dolaylarından başlayıp GB yönünde Akdeniz'e doğru uzanan bir fay kuşağıdır (Arpat & Şaroğlu, 1972; Işık vd., 2015). Bu fay zonu üzerinde farklı araştırmacılar çeşitli segmentler ayırmışlardır (Şaroğlu vd., 1987; Herece, 2008; Emre vd., 2013). Bunlardan Pazarcık ve Erkenek segmentleri Gölbaşı Havzası'nın şekillenmesinde etkili olmuştur. Bu iki fay segmenti bazı çalışmalarda farklı isimlerle de anılmıştır (Şaroğlu vd., 1987; Herece, 2008; Emre vd., 2013). Biz de yaygın kullanımları nedeniyle Pazarcık ve Erkenek isimlerini tercih ettik. Bu iki fay segmentinden Erkenek Fayı Gölbaşı Gölü'nün kuzeybatısındaki Ozan köyü civarından başlamakta ve kuzeydoğuya doğru devam etmektedir. Pazarcık fayı ise Gölbaşı Gölü'nün güneydoğusundan başlamakta, Karaburun ve Balkar köyleri üzerinden güneybatıya doğru devam etmektedir (Şekil 3). Bu faylar boyunca havza tabanı çökmüş, çevre dağlık alanlar yüksek eğimli yamaçlarla havza tabanından ayrılmıştır. Gölbaşı Havzası GB-KD doğrultu-

sunda 38 km uzunluğa ve KB-GD yönünde 20 km genişliğe sahiptir. Havza tabanının genişliği GB'dan KD'ya doğru azalmakta ve Harmanlı'da 1,5 km'ye kadar düşmektedir. Gölbaşı Havzası bazı yazarlara göre çek-ayır karakterli bir oluşuma sahiptir (Bircik, 1994; Herece, 2008). Bazı araştırmacılar ise, bu görüşe katılmamakta ve oluşumun fay kaması (fault wedge) şeklinde gerçekleştiğini ifade etmektedir (İmamoğlu, 1993; İmamoğlu & Gökten, 1996). Arazi çalışmaları sırasında, havzanın kuzey yamacı önünde, Karaburun'un kuzeyi ile Aşağıazaplı, Yeşilova arasında, göl ve bataklıkların örttüğü bölümler hariç, GB-KD yönlü bir yüzey yırtılması tespit edilmiştir. Bu yırtılma Herece (2008) ve Emre vd. (2013)'ün çalışmalarındaki faylarla uyumludur (Şekil 3). Ayrıca, deprem nedeniyle bu hat boyunca, Yeşilova-Aşağıazaplı-Bağlarbaşı arasında bazı yeni kaynaklar oluşmuş, bazı kaynakların suyu artmış, bazı kaynaklar ise kurummuştur. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, havzayı kuzeyden sınırlandıran ve şekillenmesinde rol oynayan bir fayın varlığı kabul edilmelidir. Bu yeni tespitler ve sahanın güneybatı yönünde genişleyen bir havza morfolojisine sahip olması, şekillenmede İmamoğlu (1993)'ün de belirttiği üzere, fay kaması tektoniğinin etkili olduğu söylenebilir. Gölbaşı Havzası'nda anakaya, farklı yaş ve özellikteki kayalardan oluşmaktadır. Havza tabanında Kuvaterner yaşlı alüvyal araziler geniş yayılış gösterirken, yamaçlara doğru çıkıldıkça Tersiyer, Mesozoik ve Paleozoik yaşlı birimlere geçilir (Şekil 2). Havza tabanında genç çökellerin varlığı ve taban suyunun yüksek olması, deprem sırasında zemin sıvılaşmasına bağlı yıkımların artmasına sebep olmuştur. Gölbaşı Havzası, uygun jeomorfolojik yapısı nedeniyle bölgenin önemli demiryolu ve karayollarının geçiş güzergâhları üzerinde yer alır. 6 Şubat depremleri sırasında bu ulaşım şebekeleri olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca, havza tabanı gerek yüksek tarımsal potansiyeli ve gerekse ulaşım eksenlerinin olumlu etkisi ile



Şekil 2. Çalışma sahasının jeolojisi haritası.

Figure 2. Geological map of the study area.

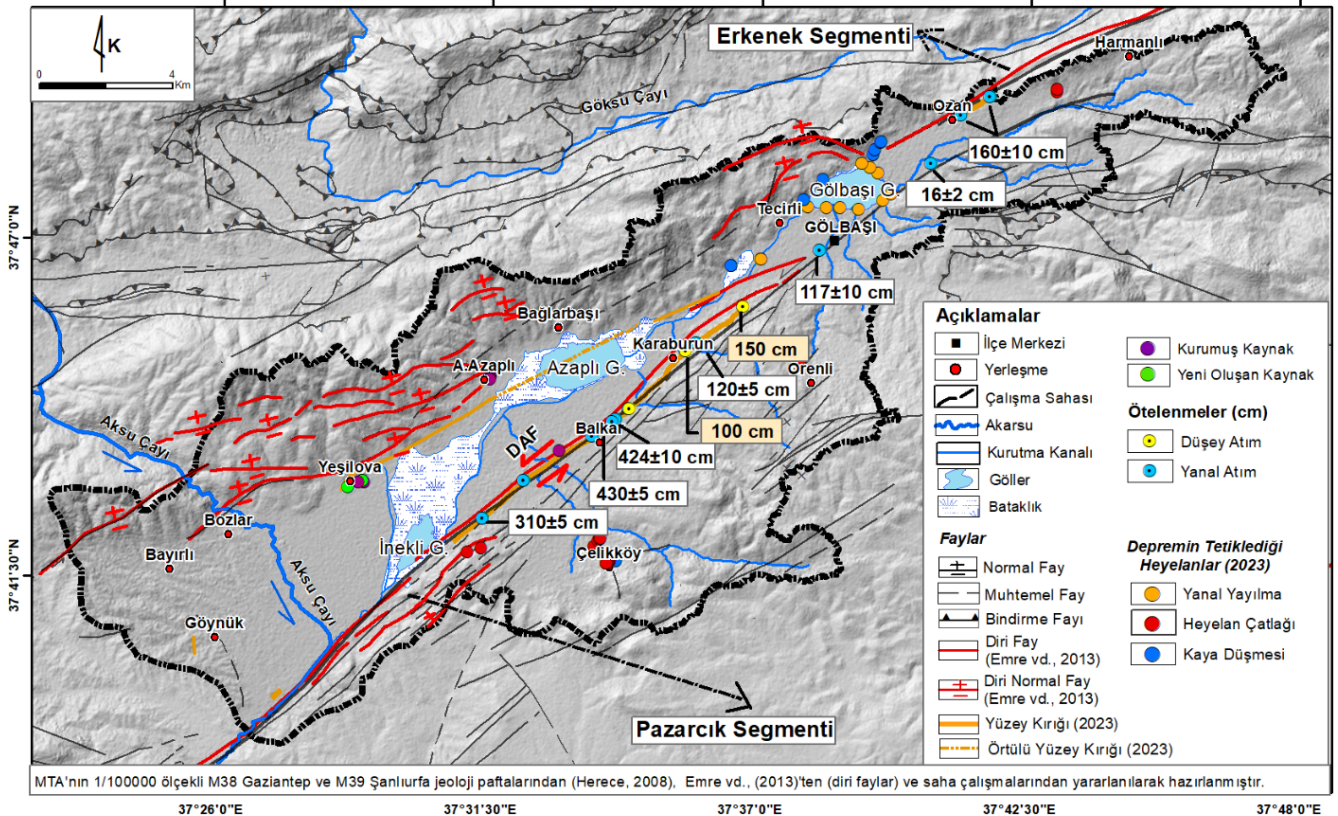
başta Gölbaşı ilçe merkezi olmak üzere, Karaburun, Balkar, Aşağıazaplı ve Yeşilova gibi yerleşmelere ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle alüvyon yelpazesi üzerine kurulan Gölbaşı yerleşmesi depremler sırasında zemin sıvılaşmasına uğramış, çökme, oturma, devrilme ve yan yatma şeklinde yıkımlar meydana gelmiştir. Bazı çok katlı binaların (kat sayısı beş ve üzeri) bir veya iki katlı olanlara nazaran sıvılaşmadan daha fazla etkilendiği gözlenmiştir. Gölbaşı ilçe merkezindeki yıkımların bir diğer sebebi ise bazı binaların doğrudan fay hattı üzerinde inşa edilmesi olmuştur. Benzer şekilde, deprem sonrası yapılan bazı çalışmalarda zemin sıvılaşmasına bağlı oturmaların yanında, zemin taşıma gücü yenilmelerinin yıkımlarda etkili olduğu belirtilmiştir (Gücek vd., 2023; Altunışık vd., 2023). Yamaçlara doğru çıkıldıkça, özellikle kireçtaşı gibi nispeten sağlam zeminler üzerinde kurulmuş olan yerleşmeler (depreme dirençsiz binalar hariç) ise depremlerden daha az zarar görmüştür.

3.2. Yüzeysel Deformasyonları

Arazi çalışmaları kapsamında, Pazarcık ve Erkenek faylarının havza içindeki toplam 14 km'lik bölümü takip edilmiştir. Yüzeysel kırıklarının MTA tarafından hazırlanan Diri Fay Haritasındaki faylarla tam olarak örtüşmediği ve biraz daha güneylerinden ve yaklaşık onlara paralel olarak devam ettiği görülmüştür (Şekil 3). İki kırık arasındaki fark Pazarcık Fayında Karaburun - Gölbaşı arasında yaklaşık 370 m'yi, Erkenek Fayında ise 250 m'yi bulmaktadır. Bu durum önceki haritanın ölçek hassasiyetinden ya da alüvyal zeminlerde eski yüzey kırığının zamanla izlerinin silinmiş olması ve haritalamanın morfolojik belirteçler takip edilerek yaklaşık olarak yapılmasından kaynaklanmış olabilir. Yeni imar planı hazırlanırken ve bunda fay sakinim mesafeleri belirlerken güncel yüzey kırığının dikkate alınması önemlidir.

Saha çalışmaları sırasında Pazarcık ve Erkenek fayları dışında, Yeşilova ve Aşağıazaplı köyü çevresinde yaklaşık KD-GB yönlü, Göynük köyü batısında ise yaklaşık K-G yönlü yüzey yırtılmaları tespit edilmiştir. Bazı yüzey kırıkları üzerinde bazı minik çek-ayır havzalar ile küçük gölcükler oluşmuştur (Fotoğraf 1a, b). Örneğin Balkar yerleşmesi yakınlarında oluşan bir minik çek-ayır havza (Genişlik: 15, Uzunluk:110 m) içindeki ev kısmen zarar görmüştür. Yüzeysel kırığı boyunca akarsu yatakları ve yollarda kolayca izlenebilen yanal ve düşey atımlar gözlemlenmiştir (Fotoğraf 1c, d). Bunlardan en büyük yanal ötelenme 424 ± 10 cm - 430 ± 5 cm; en küçük yanal ötelenme ise 16 cm olarak ölçülmüştür (Fotoğraf 1d; Tablo 1). Ayrıca 100 cm ila 150 cm arasında değişen düşey atımlar ve yer yer de 335 cm'ye varan yarılımlar gözlemlenmiştir. Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşmaya bağlı olarak kum püskürmeleri oluşmuştur (Fotoğraf 1e). Depremler nedeniyle Balkar yerleşmesinde bir adet, Aşağıazaplı köyünde 100 m'lik hat boyunca dört adet su kaynağı kurummuştur. Yeşilova köyünde ise birkaç yıl önce kurummuş olan bir kaynak tekrar akışa geçmiş, mevcut kaynak sularının debileri yükselmiş ve yeni kaynaklar oluşmuştur (Şekil 3; 4f).

Çalışma sahasında depremin tetiklediği kütle hareketleri yanal yayılma, başlangıç halindeki heyelan çatlakları ve yarıkları ile kaya düşmesi şeklinde meydana gelmiştir (Şekil 3). Yanal yayılmalar Gölbaşı Gölü çevresinde gözlenmiştir. Gölbaşı Gölü'nün güney kıyıları boyunca depremin tetiklediği yanal yayılmalar sonucunda göl kıyısında Yemişen ve Kırkbayır derelerinin oluşturduğu küçük dotalarda çökmeler meydana gelmiştir. Ölçümü yapılan bu alanda yaklaşık 6,45 ha alan su altında kalmış, kıyı çizgisi 9 ila 110 ± 5 m arasında karaya doğru gerilemiştir (Fotoğraf 2a). Bu nedenle eskiden üniversite yerleşkesi olan Gölbaşı su sporları merkezindeki binalar ve park alanının önemli bir



Şekil 3. Çalışma sahasındaki ötelenmelerin, heyelanların ve depremden etkilenen su kaynaklarının dağılışı.
Figure 3. Distribution of offsets, mass movements, and springs affected by the earthquakes.

kısmı su altında kalmıştır (Fotoğraf 2b). Ayrıca Gölbaşı Gölü çevresindeki özellikle gölün kuzeydoğusundan Gölbaşı Tabiat Parkı arasındaki sahada derinlikleri 2,20 m'yi ve genişlikleri ise 6 m'yi bulan yarıklar meydana gelmiştir (Fotoğraf 2a, c). Depremin tetiklediği heyelanlar tarım alanları, yürüyüş yolları, yerleşkeler ve altyapıya zarar vermiştir (Fotoğraf 2c). Heyelan çatlakları ve yarıkları Mimar Sinan Mahallesi (Gölbaşı), Örenli köyü yolu üzeri, Çelik köyü İstasyon mezarası çevresi, Yeni Mahalle (Har-

manlı) yolu üzeri ve Organize Sanayi Bölgesinde gözlenmiştir (Şekil 3; Fotoğraf 2d). Kaya düşmeleri ise yüksek eğim değerlerine sahip, bol çatlaklı kireçtaşı üzerinde meydana gelmiştir. Kaya düşmeleri Gölbaşı Gölü'nün batısındaki Tabiat Parkı yürüyüş yolu, Tecirli mezarasının ve Gölbaşı Gölü'nün kuzeydoğusunda, Harmanlı, Çelik köyü yakınlarında tespit edilmiştir (Şekil 3).

Tablo 1. Çalışma sahasında ölçülen ötelenmeler ve çek-ayır havzalar.
Table 1. Offsets and pull-apart basins measured in the study area.

Segment	Mevkii	Koordinat		Ötelenen unsur ve ötelenme türü	Atım miktarı (cm)	
		X	Y			
Pazarcık	Gölbaşı Merkez	380022	4182608	Kaldırım, yanal atım	117±10	
	Karaburun	376500	4179978	Kilit taşlı yol, yanal atım	120±5	
	Karaburun	377743	4180956	Düşey atım	150	
	Karaburun	376031	4179618	Düşey atım	100	
	Balkar	373901	4177537	Kilit taşlı yol, yanal atım	310±5	
	Balkar	374289	4177871	Küçük kanal, yanal atım	380±5	
	Balkar	374334	4177905	Düşey atım	165±5	
	Balkar	373826	4177483	Akarsu yatađı	424±10	
	Balkar		373553	4177280	Minik çöküntü gölleri (Sag ponds)	-
			373546	4177275		
			373535	4177265		
			373530	4177262		
	Balkar	373524	4177253	Küçük kanal	430±5 cm	
	Balkar		373168	4176975 4177045	Minyatür çek – ayır havza	
			373253			
	Balkar		373212	4177016	Çit	285±10
	Balkar		372592	4176660	Minyatür çek – ayır havza	
	Balkar – İstasyon mezarası arası		371153	4175700	Tren yolu	95±5
Balkar – İstasyon mezarası arası		371215	4175775	Minyatür çek – ayır havza	-	
İstasyon mezarası		369902	4174582	Akarsu yatađı	310±5	
Gölbaşı		383375	4185249	Yol çizgisi	16±2	
Erkenek	Ozan	384284	4186697	Ev ve merdiven basamađı	160±10	
	Ozan	385158	4187251	Ađaç sırası	160±10	



Fotoğraf 1. Çalışma sahasında meydana gelen yüzey deformasyonları: Balkar ve İnekli Gölü arasındaki küçük çek-ayır havza (a), Balkar'da tektonik çöküntü gölcüğü (b), Depremler nedeniyle yolda (c) ve dere yatağında (d) meydana gelen ötelenmeler, Aşağıazaplı köyünde kurumuş çeşme (e) ve Gölbaşı'nda oluşan kum püskürmesi (f).

Photo 1. Surface deformations in the study area: Small pull-apart basin between Balkar and İnekli Lake (a), sag pond in Balkar (b), offsets on road (c) and stream bed (d) due to the earthquakes, dried spring in Aşağıazaplı village (e) and sand eruption (f) formed in Gölbaşı.

3.3. Depremlerin İnsan ve Eserlerine Zararları ve Bunların Yerleşmelere Göre Dağılışı

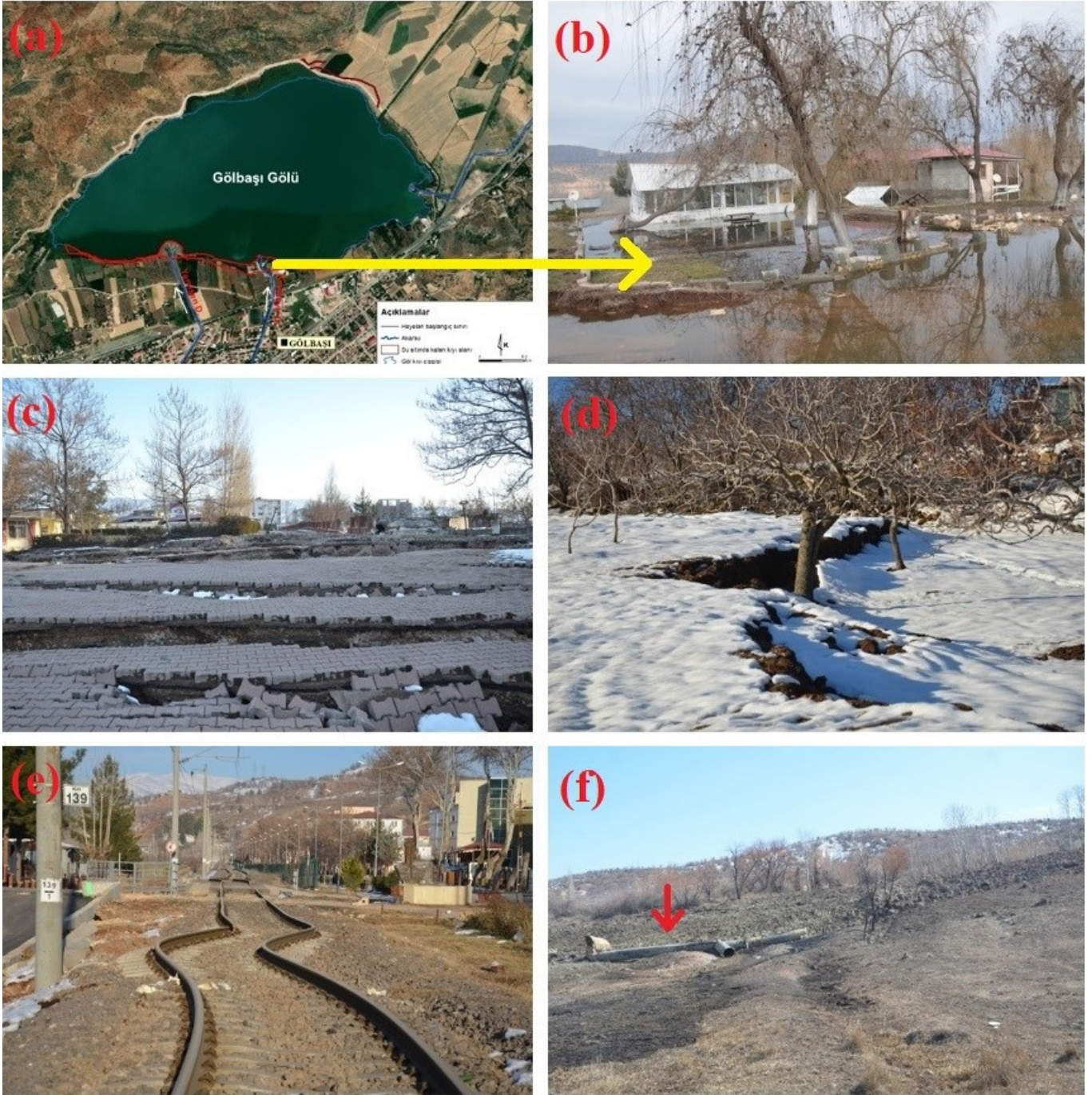
6 Şubat depremleri Gölbaşı Havzası'ndaki beşerî yapılar üzerinde ciddi yıkımlara sebep olmuştur. Bu kapsamda konutlar ve işyerleri çökmüş, elektrik, içme suyu ve kanalizasyon şebekeleri tahrip olmuş, demiryolu ve karayolu gibi altyapı sistemleri zarar görmüş ve doğal gaz boru hattı patlamıştır (Fotoğraf 2e, f).

Arazi çalışmaları, hastane kayıtları, AFAD verileri ve muhtarlar ile yapılan görüşmelere göre 6 Şubat depremlerinde Gölbaşı Havzası'nda toplam 367 kişi hayatını kaybetmiştir. En fazla can kaybı Gölbaşı ilçe merkezi (299) ile Harmanlı beldesinde (42)

meydana gelmiştir. Harmanlı yerleşmesinde iki kişi deprem esnasında sobanın devrilmesi ve kerpiç evde çıkan yangın nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Diğer yerleşmelerden yedisinde can kaybı meydana gelmezken diğer beş yerleşmede toplamda 26 kişi hayatını kaybetmiştir (Tablo 2).

Depremlerde yıkımları artıran başlıca sebepler arasında çoğu yerde binaların zemine uygun inşa edilmemesi, binaların deprem dirençlerinin zayıf olması ve faya yakınlık gibi özellikler olduğu anlaşılmıştır.

Saha gözlemleri sırasında, ciddi yıkımların meydana geldiği Gölbaşı ilçe merkezindeki Yenimahalle, Yavuz Selim, Fatih ve Cum-



Fotoğraf 2. Depremin tetiklediği heyelan (yanal yayılma) nedeniyle kıyı çizgisi değişen Gölbaşı Gölü (a) ve su altında kalan yerleşme (b), Gölbaşı Gölü kıyısındaki su sporları merkezi alanındaki yanal yayılma (c) ve Örenli köyü yolu üzerinde heyelan taç kısmı (d), depremden etkilenen tren rayları (e), doğalgaz boru hattı (f).

Photo 2. Gölbaşı Lake, whose coastline has changed due to the landslide (lateral spreading) triggered by the earthquakes (a), the damaged settlement (b), lateral spreading in the water sports centre area on the shore of Gölbaşı Lake (c) and landslide crown crack on the road to Örenli village (d), railway lines buckled during the earthquake (e) and natural gas pipeline affected by the earthquake (f).

huriyet mahallelerinde zeminin alüvyal çökellerden oluştuğu ve yıkımların genellikle zemin sıvılaşmasına bağlı olarak meydana geldiği görülmüştür (Fotoğraf 3a, b). Benzer şekilde alüvyal zeminlerde inşa edilen birçok köy yerleşmesinde de binaların zarar gördüğü belirlenmiştir. Buna karşılık, nispeten sağlam zeminler üzerinde inşa edilen Bayırlı, Başpınar - Abbasiye (Bozlar) ve Çelik gibi yerleşmeler depremi hafif hasarlarla atlattır (Tablo 3).

Binaların depreme dirençsiz olması da yıkımların boyutunu artırmıştır. Nitekim arazi gözlemleri sırasında mühendislik kurallarına uyulmadan inşa edilen zayıf dirençli binaların çöktüğü ya

Tablo 2. Çalışma sahasındaki can kaybı.

Table 2. Loss of life in the study area.

Yerleşme	Can kaybı	Yerleşme	Can kaybı
Gölbaşı Merkez	299*	Karaburun	4
Aşağıazaplı köyü	7	Ozan	4
Bağlarbaşı köyü	0	Tecirli Mezrası	0
Yeşilova	5	Örenli	0
Balkar	0	Bozlar	6
Çelikköy	0	Göynük	0
Harmanlı (Yenimahalle ve Cumhuriyet Mahalleleri)	42	Bayırlı	0
Toplam can kaybı			367

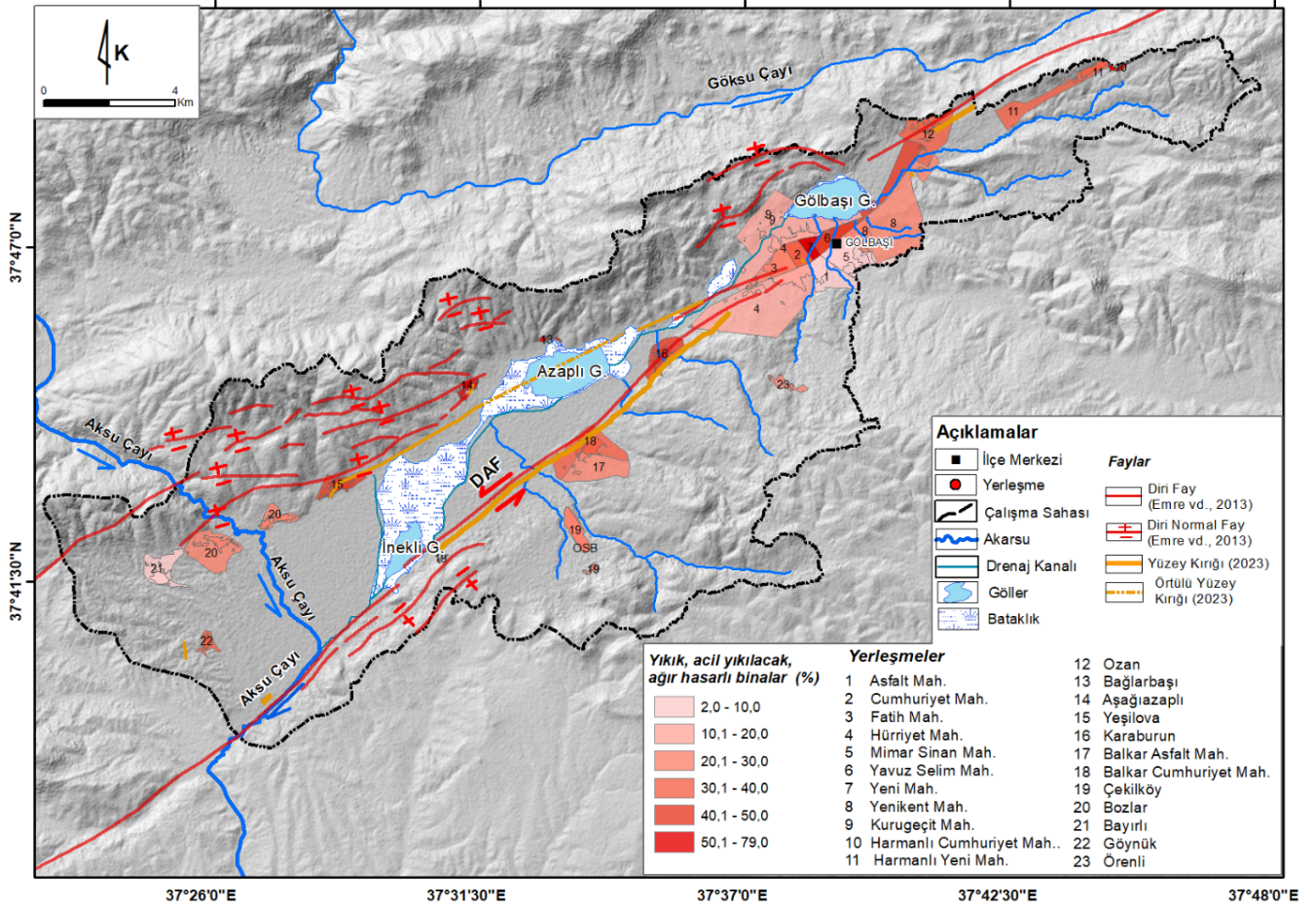
Tablo 3. Yerleşmelerin hasar sayıları ve oranları.

Table 3. Damage numbers and rates of the settlements.

Yerleşme	Toplam bina sayısı	Hasar tespiti yapılan toplam bina sayısı	Yıkık - acil yıkılacak	Yıkık, acil yıkılacak, ağır hasarlı	Orta hasarlı	Az hasarlı-hasarsız	Yıkılmış-acil yıkılacak-ağır hasarlı (%)	Orta hasarlı(%)	Az hasarlı-hasarsız (%)	Toplam (%)
1 Asfalt mahallesi	585	553	8	40	6	507	7	1	92	100
2 Cumhuriyet mahallesi	715	709	80	276	61	372	39	9	52	100
3 Fatih mahallesi	825	793	29	208	22	563	26	3	71	100
4 Hürriyet mahallesi	640	595	30	107	42	446	18	7	75	100
5 Kurugeçit mahallesi	428	383	13	64	12	307	17	3	80	100
6 Mimar Sinan mahallesi	721	675	17	66	33	576	10	5	85	100
7 Yavuz Selim mahallesi	444	429	39	188	9	232	44	2	54	100
8 Yeni mahalle	674	634	57	343	69	222	54	11	35	100
9 Yenikent mahallesi	507	459	8	108	79	272	24	17	59	100
10 Aşağıazaplı köyü	197	190	26	100	5	85	53	3	45	100
11 Bağlarbaşı köyü	39	37	3	20	3	14	54	8	38	100
12 Yeşilova	211	207	31	98	4	105	47	2	51	100
13 Balkar	717	674	77	196	32	446	29	5	66	100
14 Çelikköy	172	149	7	37	7	105	25	5	70	100
15 Harmanlı	606	527	194	287	16	224	54	3	43	100
16 Karaburun	372	359	90	156	15	188	43	4	52	100
17 Ozan	353	311	49	114	15	182	37	5	59	100
18 Örenli	47	38	0	11	1	26	29	3	68	100
19 Göynük*	92	92	4	37	3	52	40	3	57	100
20 Bayırlı*	317	250	1	6	18	226	2	7	90	100
21 Bozlar*	501	487	49	122	14	351	25	3	72	100
Toplam	9163	8551	812	2584	466	5501				

Not/ Annotation: 1-9 arasındaki mahalleler Gölbaşı ilçe merkezinde yer almaktadır. Neighborhoods 1-9 are located in Gölbaşı district center.

Kaynaklar/ References: Hasar tespit sayıları Adıyaman Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, (2023) ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2023) (* Göynük, Bayırlı, Bozlar'a ait veriler) kaynaklarından alınmıştır; oranlar hesaplanmış ve tabloleştirilmiştir. The data of damage assessment number were obtained from Adıyaman Provincial Directorate of Environment, Urbanization and Climate Change, (2023) and Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, (2023), (* Data of Göynük, Bayırlı, Bozlar); ratios were calculated and presented in a table.



Şekil 4. Yıkık ve ağır hasarlı bina hasar durumlarının yerleşmelere göre dağılışı.

Şekil 4. Distribution of collapsed and severely damaged buildings by settlement.



Fotoğraf 3. Yerleşmelerde yıkılan ve hasar gören binalar: Sivilleşme nedeniyle binaların devrilmesi (a) ve zemine batması (b), Ozan yerleşmesinde yığma taş bina (c), Harmanlı'da yıkık kerpiç ev (d), Gölbaşı merkezde taşıyıcı unsurların dağılması ile yıkılan bir bina (e), Karaburun'da fayın üzerine inşa edilen ve faydan etkilenen betonarme bina (f).

Photo 3. Buildings destroyed and damaged in the settlements: toppling (a) and sinking (b) the building due to liquefaction, the masonry stone in Ozan settlement (c), ruined adobe building in Harmanlı (d), in Gölbaşı centre a building collapsed due to the failure of columns (e), reinforced concrete buildings affected by the fault in Karaburun (f).

da ağır hasar aldığı, yeterli mühendislik hizmeti almış az katlı ve betonarme binaların ise zarar görmediği ya da hafif hasarlarla depremi atlattığı görülmüştür. Nitekim yıkılan ya da ağır hasar alan, özellikle kırsal alanlardaki binaların genellikle eski ve yığma duvar şeklinde inşa edildiği ve taşıyıcı sistemlerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Fotoğraf 3c, 7d). Ayrıca şehir merkezindeki bazı binaların da yumuşak kat nedeniyle çöküğü, bazı binaların ve cami minarelerinin sağlam binaların üzerine devrildiği görülmüştür (Fotoğraf 3e). Depremin zararlarını artıran bir diğer faktör ise fay hatlarına yakınlık olmuştur. Özellikle yüzey kırıkları üzerine denk gelen binalar depremden olumsuz etkilenmiştir (Fotoğraf 3f).

Buna karşılık yüzey kırıklarından en az 20 – 25 m uzaklıkta yer alan ve dayanıklı olarak inşa edilen binanın herhangi bir hasar

almadığı gözlenmiştir.

Havzada 6 Şubat depremlerinde hasar tespiti yapılan 8551 binadan 2584'ü deprem esnasında yıkılmış, acil yıkılacak ve ağır hasarlı iken 466'sı orta hasarlı, 5501'i ise az hasarlı ve hasarsız olarak kaydedilmiştir (Tablo 3). En çok yıkıma uğrayan yerleşmeler %50'yi geçen oranlarla Yenimahalle, Harmanlı, Bağlarbaşı ve Aşağıazaplı köyleri olmuş; bunları Yeşilova, Karaburun, Göynük ve Ozan köyleri takip etmiştir (Tablo 3; Şekil 4).

Depremlerden daha az etkilenen yerleşmeler ise, Gölbaşı ilçe merkezinde Asfalt, Mimar Sinan ve Kurugeçit mahalleleri, kırsal alanlarda ise Bayırlı, Bozlar ve Çelik köyleri olmuştur (Tablo 3; Şekil 4).

4. Tartışma ve Sonuç

6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Gölbaşı Havzası'nda önemli yıkımlara can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Özellikle havza içinden geçen Pazarcık ve Erkenek Fayları boyunca topografya yüzeyinde önemli yırtılmalar ve beşerî yapılar üzerinde önemli hasarlar meydana gelmiştir. Örneğin onlarca kilometrelerce devam eden yüzey kırıkları, bu kırıklar boyunca düşey ve yanal atımlar, minik çek ayır havzalar ve heyelanlar meydana gelmiştir. Bunlara ek olarak yöredeki bazı kaynak sularının kurduğu, bazı yeni kaynakların oluştuğu, geçmişte kuruyan bazı kaynak sularının yeniden su akıtmaya başladığı ve bazı kaynakların sularının çoğaldığı anlaşılmıştır. Ayrıca, havza tabanındaki tarlalarda yarım m'ye varan çökmeler, göller ve sulak alanların su seviyelerinde mevsim normallerinden fazla yükselmeler gözlemlenmiş, göl alanı genişlemiş tarım alanları su altında kalmıştır. Ayrıca konutlar ve işyerleri yıkılmış, elektrik, içme suyu ve kanalizasyon şebekeleri tahrip olmuş, doğalgaz boru hattı, demiryolu ve karayolu gibi altyapı sistemleri zarar görmüştür. Başta Gölbaşı ilçe merkezi olmak üzere, alüvyal dolgular üzerinde inşa edilen binalar zemin sıvılaşması ve buna bağlı zeminin taşıma gücünü kaybetmesi nedeniyle çökmüş, bazı binalar devrilmiş ve çok ciddi can ve mal kayıpları meydana gelmiştir. Mühendislik hizmeti alınmadan yapılan eski yağma yapılar da depremlere dayanamamış ve çoğunlukla çökmüştür. Deprem sırasında 367 kişi hayatını kaybetmiş, 2584 bina deprem esnasında yıkılmış ağır hasar, 466'sı orta hasar almış, 5501'inin ise az hasarlı ve hasarsız olduğu anlaşılmıştır.

Gölbaşı Havzası'nda yıkımları artıran başlıca sebepler arasında zemin sıvılaşması, binaların yağma olması, çoğu yerde binaların zemine uygun inşa edilmemesi, binaların beton kalitesinin düşük olması, deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmemesi ve kolonların kesilmesi nedeniyle deprem dirençlerinin zayıf olması ve fayın yerleşmeden geçmesi gibi özellikler olduğu anlaşılmıştır. Nitekim 1999 depreminde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Turoğlu, 2004: 72).

Arazi gözlemleri sırasında havzanın kuzey yamacı önünde, Karaburun'un kuzeyi ile Yeşilova arasında, göl ve bataklıkların örtüldüğü bölümler hariç, GB-KD yönlü bir yüzey yırtılması tespit edilmiştir. Bu yüzey kırığı, Herece (2008) ve Emre vd. (2013)'ün çalışmalarındaki faylarla da uyumludur (Şekil 3). Ayrıca, deprem nedeniyle Yeşilova- Aşağıazaplı-Bağlarbaşı arasında bazı yeni kaynaklar oluşmuş, bazı kaynakların suyu artmış, bazı kaynaklar ise kurummuştur. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, havzayı kuzeyden sınırlandıran ve şekillenmesinde rol oynayan bir fayın varlığı kabul edilmelidir. Bu yeni tespitler ve sahanın güneybatı yönünde genişleyen bir havza morfolojisine sahip olması, şekillenmede İmamoğlu (1993)'ün de belirttiği üzere, fay kaması tektoniğinin etkili olduğu söylenebilir.

Saha çalışmalarında dikkati çeken önemli hususlardan biri de deprem sırasında oluşan yüzey kırığının Türkiye Diri Fay Haritası (Emre vd., 2013) ile tam olarak örtüşmemesidir (Şekil 3, 4). Bu durum alüvyal dolgunun fayı örtmesinden kaynaklanmış olmalıdır. Bu nedenle alüvyal örtülü alanlarda fay sakınım mesafelerinin daha geniş tutulması önemlidir. Esasen, ilgili literatürde doğrudan atımlı faylarda fay sakınım bantlarının en az 40 m (20+20 m), en çok 100 m (50+50 m) olması gerektiği ifade edilmiştir (Gürboğa vd., 2016). Yeni yapılaşma alanlarında bu du-

rumun göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

Gölbaşı Havzası DAFZ üzerinde yer alması nedeniyle, geçmişte olduğu gibi gelecekte de depremler yaşanacaktır. Bu nedenle aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gelecekteki olası depremlerin zararlı etkilerinin en aza indirilmesinde katkı yapabilir:

- Depremin yıkıcı etkilerinden kaçınmak için faya belli mesafeye kadar yapılaşmamak önem taşımaktadır. Bu açıdan fayın geçtiği Gölbaşı, Karaburun, Balkar, Ozan gibi yerleşmelerde güncel fay hatları imar planlarına işlenmeli ve faydan sakınım mesafesi dikkate alınarak inşaata izin verilmelidir. Fay sakınım mesafesi içinde kalan alanlar ise, yeşil alan olarak değerlendirilebilir.
- Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşma riski bulunan alanlarda zorunlu değilse inşaata izni verilmemelidir. Zorunlu hallerde ise zemin etütleri yapılmalı, zemin iyileştirilmeli ve binalara kat sayısı sınırlaması getirilmelidir.
- Binalar deprem yönetmeliğine uygun yapılmalı ve yapılan binalar ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından denetlenmelidir.
- Araziye deformasyonlardan bazıları örneğin, yanal ötelenmiş akarsu, yol, devrilmiş bina gibi fiziki ve beşerî unsurlardan birkaçı eğitim açısından korunmalıdır. Ayrıca deprem müzesi açılarak sahadaki deformasyonlar fotoğraf ve maketlerle sergilenmelidir. Bu halkın bilinçlenmesi ve deprem hafızasının canlı kalması açısından önem taşımaktadır.
- Balkar beldesinde acil toplanma alanı olarak belirlenen sahadan fayın geçtiği gözlenmiştir. Toplanma alanları gibi güvenli alanların seçiminde afet tehlikesi olan alanlardan kaçınılmalıdır.

Çıkar Çatışması/ Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar Katkısı/ Author Contribution: Çalışma konsepti M.S. ve A.U. tarafından belirlenmiştir. Saha çalışması ve verilerin toplanması M.S., B.S., S.S. tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale yazımı diğer yazarlar ile istişare edilerek M.S. tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale A.U. tarafından eleştirel bir şekilde okunarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve sadeleştirilmiştir. *The study concept was determined by M.S. and A.U. Fieldwork and data collection were conducted by M.S., B.S., and S.S. The article was written by M.S. in consultation with other authors. A.U. critically reviewed the article, made necessary corrections, and simplified it.*

Teşekkür ve Katkı Belirtme: Bu çalışma 123D066 numaralı TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. 17-24 Şubat 2023 tarihindeki arazi çalışmalarındaki destekleri nedeniyle Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü öğretim elemanı Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Ülgen'e teşekkür ederiz. *This study has been supported within the scope of the TÜBİTAK 1002-C Emergency Support Program for Field Studies Focused on Natural Disasters, with project number 123D066. We extend our thanks to Dr. İbrahim Ülgen, faculty member at the Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Siirt University, for his participation in the fieldwork conducted between February 17th and 24th, 2023.*

Kaynakça

- Adıyaman Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2023). 16.04.2023 tarihli kesinleşmemiş hasar tespit verileri.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023a). *Tarihsel dönem deprem kataloğu (2000 BC-1900 AD)*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://dep-rem.afad.gov.tr/event-historical>
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023b). *Aletsel dönem deprem kataloğu (1900-Günümüz $M \geq 4.0$)*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://dep-rem.afad.gov.tr/event-instrumental>
- Aksoy, E., Akgün, E., Softa, M., Kocbulut, F., Sözbilir, H., Tatar, O., & Erol, S. C. (2023). 6 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) depreminin Doğu Anadolu Fay Zonu Erkenek ve Pazarcık segmentleri üzerindeki etkisi: Çelikhana-Gölbaşı (Adıyaman) arasından gözlemler. *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 5(1), 85-104. <https://doi.org/10.46464/tdad.1280408>.
- Altunışık, A.C., Günaydın, M., Yurdakul, M., Demirkaya, E., Nas, M., Adanur, S., vd. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık $M_w = 7.7$ ve Elbistan $M_w = 7.6$) depremleri ve artçıları, saha gözlemlerini, yapısal hasarlarını ve ileriye yönelik önerilerini içeren değerlendirme raporu. <https://www.ktu.edu.tr/tr/haber/ktuden-deprem-raporu>.
- Ambraseys, N. N. (1989). Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophysical Journal International*, 96(2), 311-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1989.tb04453.x>.
- Arpat, E. & Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler. *MTA Dergisi*, 78, 33-39. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/598799>.
- Bayrakdar, C., Halis, O., Canpolat, E., Döker, M. F., & Keserci, F. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi ($M_w 7.6$) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 83, 7-22. <https://doi.org/10.17211/tcd.1281680>
- Biricik, S. A., (1994). Gölbaşı Depresyonu. *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 53-81. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tcd/issue/21258/228165>.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *Hasar tespit sorgulama*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://hasartespit.csb.gov.tr/>
- Çoban, M. & Dalkılıç, H. (2018). 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Şanlıurfa M39 Paftası, no: 262, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H. & Şaroğlu, F. (2013). *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası*, Özel Yayın Serisi-30, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara. ISBN: 978-605-5310-56-1.
- Gücek, S., Afacan, K. B., & Zorluer, İ. (2023). 6 Şubat 2023 depremleri sonrası zemin büyütmesi ve sıvılaşma gerçeği: An- takya, Gölbaşı, Türkoğlu örnekleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(3), 740-752. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1298648>.
- Güneyli, H. & Yüksel, Ö. (2006, 2-4 Kasım). *Doğu Anadolu Fay Sistemi, Gölbaşı-Türkoğlu segmentinin paleosismitiyesi: Ön sonuçlar* [Konferans sunum özeti]. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir. <http://web.deu.edu.tr/atag10/pdf/25-atag10-guneyli.pdf>.
- Gürboğa, Ş., Gökçe, O., & Tüfekçi, M. K. (2016). Türkiye’de yüzey faylanması tehlikesinin değerlendirilmesi ve fay sakinim bantlarının oluşturulması. *Doğal Kay. ve Eko. Bült.*, 29-45. https://www.mta.gov.tr/dosyalar/images/dog-alkaynaklar/makaleler/447/tr_20221024112929_447_4_6e69e665.pdf
- Herece, E. (2008). Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası (Özel yayın serisi-13). *Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- İşık, V., Seyidoğlu, G., Çağlayan, A., Herece, E. & Mutlu, H. (2015). *Doğrultu Atımlı Ana Fay Zonlarının yapısal analizi ve yaşlandırılması: Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonunda çalışmalar*. 111Y227. TÜBİTAK. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/proje/ara?q=Do%4C%9Fruitu+At%4C%B1ml%4C%B1+Ana+Fay+Zonlar%4C%B1n%4C%B1n+yap%4C%B1sal+analizi+&searchName=>
- İmamoğlu, M. Ş., (1993). *Gölbaşı (Adıyaman) – Pazarcık – Narlı (K.Maraş) arasındaki sahada Doğu Anadolu Fayı’nın Neotektonik incelenmesi* (Yayın no. 29900) (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Tez Merkezi.
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2023a). *Kandilli Tarihsel Depremler*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/tarihsel-depremler/>. Erişim Tarihi: 25.04.2023.
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2023b). *Büyük Depremler*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/> Erişim Tarihi: 25.04.2023.
- Karabacak, V., Akyüz, H. S., Kıyak, N. G., Altunel, E., Meghraoui, M. & Yönlü, Ö. (2012). *Doğu Anadolu Fay Zonu’nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) arasındaki kesimin Geç Kuaterner aktivitesi*. 109Y043. TÜBİTAK.
- Parlak, O., Yavuzoğlu, A., Bayrak, A., Karayazı, O. & Olgun, Ş. (2023). 06 Şubat 2023 Ekinözü (Kahramanmaraş) Depremi ($M_w 7,6$) saha gözlemleri ve ön değerlendirmeler. *MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi* 3, 81-98. <https://www.mta.gov.tr/mtayerbilimleri/article/show/56.html>.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. & Boroy, A. (1987). *Türkiye’nin Diri Fayları ve Depremsellikleri* (Yayın no. 8174). MTA.

- Şengör, A.M.C. (1980). *Türkiye'nin Neotektoniđi'nin esasları*. Türkiye Jeoloji Kurumu.
- Şengör, A. M. C. & Yılmaz, Y. (1981). *Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach*. *Tectonophysics*, 75(3-4), 181-241. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90275-4)
- Turoğlu, H. (2012). Zemin sıvılaşmasının 17 Ağustos 1999 depremde Adapazarı'ndaki hasara etkisi. *Coğrafya Dergisi*, 12, 63-74. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/231194>.
- Yönlü, Ö. (2012). *Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) arasındaki kesiminin Geç Kuvaterner Aktivitesi* (Yayın no. 317848) [Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Tez Merkezi.
- Yönlü Ö., Altunel E., Karabacak V. & Akyüz H.S. (2012). Evolution of the Gölbaşı Basin and its implications for the long term fault offset on the East Anatolian Fault Zone, Turkey. *Journal of Geodynamics*, 65, 272-281. <ps://doi.org/10.1016/j.jog.2012.04.013>.