



Adana İlinin Depremselliği ve Deprem Üretebilecek Fayları

Seismicity of Adana Province and Faults that may Produce Earthquakes

ULVİ CAN ÜNLÜGENÇ¹ Orcid: 0000-0002-4092-7041

AHMET CAN AKINCI¹ Orcid: 0000-0002-6608-6607

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam, ADANA

Geliş (received): 19/04/2024

Kabul (Accepted): 18/07/2024

ÖZ

Alp-Himalaya Dağ kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'nin güney kesimlerinde Afrika ve Arap levhaları, milyonlarca yıldır arasında sınır oluşturan transform Ölü Deniz Fay Zonu boyunca güneyden kuzeye doğru hareket ederek Anadolu levhacığını sıkıştırılmaktadır. Bu stres sonucunda Akdeniz'in içerisinde Kıbrıs'ın güney-güneybatı kesimlerinde Afrika Levhası Kıbrıs'ın altına dalmaya devam etmekte, ancak Kıbrıs'ın güneydoğu kesimlerinde ise bu tektonik suture kuzeydoğuya doğru Lazkiye ve Samandağ (Hatay) üzerinden ülke sınırlarımıza transform faylı bir hatla uzanmaktadır. Afrika ve Arap levhaları arasında sınır oluşturan yaklaşık kuzey-güney uzanımlı transform nitelikli Ölü Deniz Fay Zonu'nun bir segmenti Hatay bölgesinin kuzey kesimlerinde Kıbrıs tarafından gelen suture ile Serinyol taraflarında birleşirken bu bölgede üç levhanın bir noktada kesiştiği üçlü birleşme bölgesini oluşturmaktadır. Ölü Deniz Fay Zonunun diğer bir segmenti Suriye üzerinden Karasu grabeninin güney sınırı boyunca Gaziantep ilinin batı-kuzeybatısına doğru uzanmaktadır. İlimizin yakın güney kesimlerinde yer alan bu tektonik suturlar Adana bölgesini depremsellik açısından aktif duruma getirmektedir. Adana bölgesinin sismisitesi, belirtilen bu suturlar ile birlikte Doğu Anadolu Fay Zonu, Ecemiş Fay Zonu, Hellenic-Kıbrıs yayı ve dalları gibi aktif faylar tarafından kontrol edilmektedir. Adana ili ve yakınında geçmişte depremler üretmiş ve gelecekte de üretebilecek aktif faylarımız bulunmaktadır. İlimize yakın olan yerlerdeki faylardan bazıları: Adana il merkezinin D-GD kesimindeki Yumurtalık Fayı, Ceyhan-Karataş Fayı, Misis-Yakapınar bölgesinden kuzey yönünde İmamoğlu ilçe merkezine doğru uzanan İmamoğlu (Misis-Yakapınar) Fayı, Kozan'dan güneybatıya doğru Adana Baseninin içerisinden Çatalan barajının kuzeyinden KD-GB uzanımında Mersin'e doğru uzanan Kozan Fayıdır. Bunlarla birlikte Osmaniye yakınlarında yaklaşık kuzey-güney uzanıma sahip Toprakkale ve daha kuzey kesimlerde Savrun ve Çokak fayları bulunmaktadır. Adana ili batısında yaklaşık K15-25D uzanımına sahip sol yönlü doğrultu

atımlı Ecemiş Fay Zonu yer almaktadır. Belirtilen bu faylar bölgenin depremselliğini denetleyebilecek yüzey kırıkları olup, bu çalışmada bu faylar ile ilgili bilgiler sunulmuş ve 2023 Şubat depremleri ardından genel bir değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adana, Depremsellik, Aktif faylar, Doğu Anadolu Fayı, Anadolu levhacığı

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ ulvican@cu.edu.tr

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam, ADANA

ABSTRACT

The African and Arabian plates limited by transform Dead Sea Fault Zone, located in the southern parts of Türkiye on the Alpine-Himalayan Mountain belt, are compressing our Anatolian platelet by moving from South to North along the Dead Sea Fault Zone for millions of years. As a result of these compressions, the African Plate continues to subduct underneath Cyprus in the south-southwestern parts of Cyprus in the Mediterranean, but in the southeastern parts of Cyprus, this tectonic suture extends northeastwards to our country borders with a transform fault lineament through Latakia and Samandağ (Hatay). While a segment of the transform Dead Sea Fault Zone, which presents approximately a north-south trend and forms the border between the African and Arabian plates, merges with the suture extending from Cyprus in the northern parts of the Hatay region around the Serinyol side, it forms a triple junction zone where three plates intersect at one point in this region. Another segment of the Dead Sea Fault Zone extends through Syria, along the southern border of the Karasu graben, towards the west-northwest of Gaziantep province. These tectonic sutures located in the near southern parts of Adana province also put our region active in terms of seismicity. The seismicity of the Adana city is controlled by active faults such as the Eastern Anatolian Fault Zone, Ecemiş Fault Zone, Hellenic-Cyprus arc and its branches, along with these mentioned sutures. There are active faults in and near Adana province that have produced earthquakes in the past and may do so in the future. Some of the faults in places close to our city: Yumurtalık Fault in the E-SE part of Adana city center, Ceyhan-Karataş fault, İmamoğlu (Misis-Yakapınar) Fault, which extends from the Misis-Yakapınar region towards the İmamoğlu district to the north direction, and the Kozan Fault, which extends from Kozan to the Southwest, within the Adana Basin, from the North of the Çatalan Dam, towards Mersin in a NE-SW direction. Apart from these, there are the Toprakkale fault, which have an approximately North-south trending, near Osmaniye, and Savrun and Çokak faults in the far northern parts. In the West of Adana province, there is the left-lateral strike-slip Ecemiş Fault Zone which extends approximately N15-25E. The specified faults are surface ruptures that can control the seismicity of the region, and in this study, information regarding these faults has been presented along with a general evaluation following the February 2023 earthquakes.

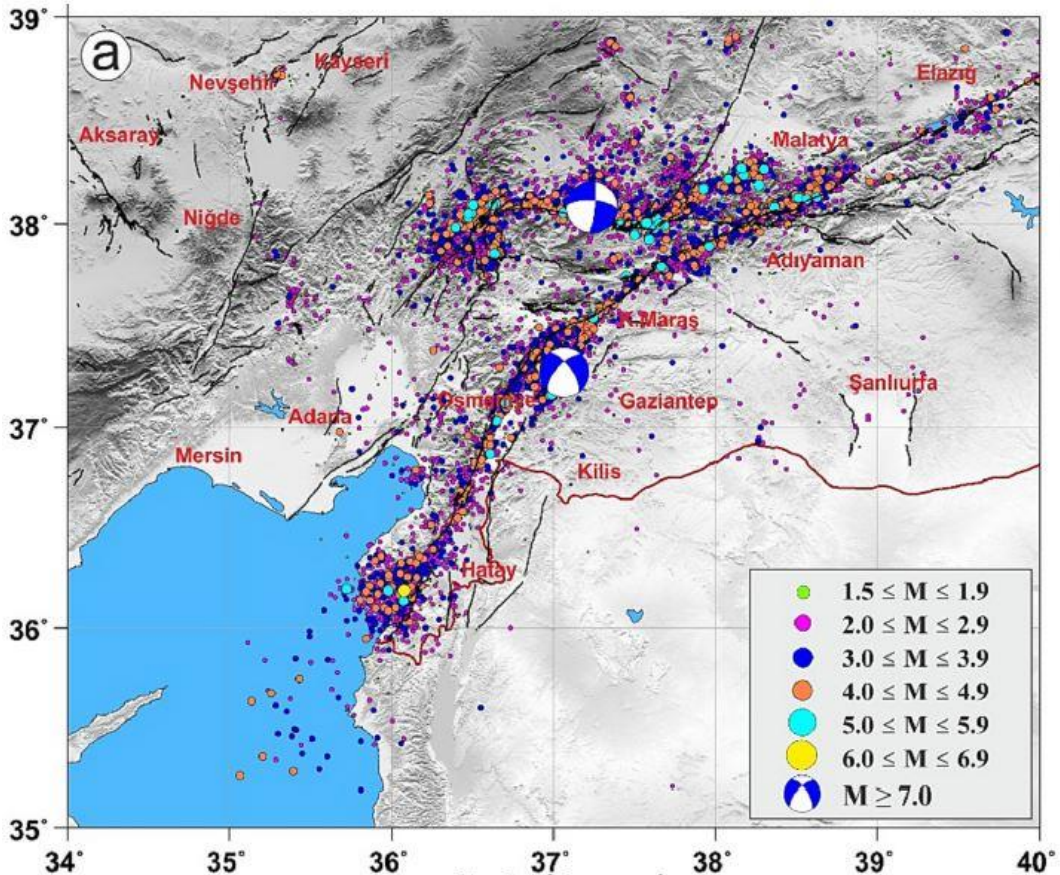
Keywords: Adana city, seismicity, active faults, East Anatolian Fault Zone, Anatolian platelet.

GİRİŞ

Türkiye yerküre üzerinde depremler üretebilecek aktif fay zonları ile çevrelenmiş bir coğrafya üzerinde yer almaktadır. Anadolu Bloğu, kuzeyde Avrasya, güneyde Afrika ve Arap levhaları arasında sıkışmalı/çarpışmalı tektonik rejim etkisi altında, Alp-Himalaya dağ silsilesi üzerinde yer alan bir deprem ülkesi konumundadır. Bu kompresyonel jeodinamik etkileşim sonucunda ülkemiz Kıbrıs'ın güney-güneybatı kesimleri boyunca Akdeniz'in içerisinde Afrika levhası-Anadolu levhacığı arasında (Afrika levhasının Anadolu levhası altına daldığı) bir dalma-batma olayının devam ettiği ve sismik açıdan aktif olan bir bölge tarafından sınırlanmaktadır. Kızıldeniz'den ülkemize doğru uzanan Ölüdeniz Fay Zonu Afrika ve Arap levhalarını birbirinden ayıran transform faylı bir sınırdır. Her iki levha bu transform faylı sınır boyunca göreceli hızlarla kuzeye Anadolu levhacığının yer aldığı bölgeye doğru hareket etmekte ve Anadolu Bloğunu sürekli olarak sıkıştırılmaktadır. Arap-Afrika levhaları ile Anadolu levhacığının bir araya geldiği Hatay'ın Amik Ovası (Serinyol ve yakın civarı) Ölüdeniz Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonunun birleştiği yer sismik yönden oldukça aktif üçlü birleşme bölgesini oluşturmaktadır (Över ve Ünlügenç, 1998; Över vd., 2002, 2004a), Amik ovası (Antakya) civarında levhaların birleştiği-birbirini sıkıştırdığı bölgeyi oluşturmaktadır. Arap levhasının milyonlarca yıl boyunca kuzeye doğru olan bu hareketi neticesinde günümüzde Arap levhası-Anadolu Bloğunun sınırları boyunca kıta-kıta çarpışması gerçekleşmekte ve bu sınır boyunca depremler meydana gelmektedir. Sol Yanal Doğrultu Atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu bu uzun süreli kıta-kıta çarpışmaları nedeniyle meydana gelmiştir. Uzun yıllar boyunca bu suture boyunca biriken potansiyel enerjinin anlık olarak kinetik enerjiye dönüşmesiyle yer kabuğunda özellikle aktif olan fay zonlarında depremler oluşmaktadır. Nitekim, çok uzun yıllar boyunca birikmiş olan potansiyel enerji Amanos fayı ile paralel konumda bulunan (Amik Ovasının güney sınırını oluşturan) Ölüdeniz Fay Zonunun ülkemize uzandığı doğu kolu üzerinde episantrı Gaziantep'in 22 km batı-kuzeybatısındaki Sofalaca bölgesinde 6 Şubat 2023 tarihinde 7.8 büyüklüğünde bir depremin meydana gelmesine neden olmuştur. Bu deprem aynı bölgede Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca dört segmentin kırılmasına neden olmuş ve aynı gün içerisinde yine Doğu Anadolu Fay Zonunun yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan kuzey segmenti olan Sürgü-Çardak Fayı üzerinde 7.6 büyüklüğünde bir diğer depremin meydana

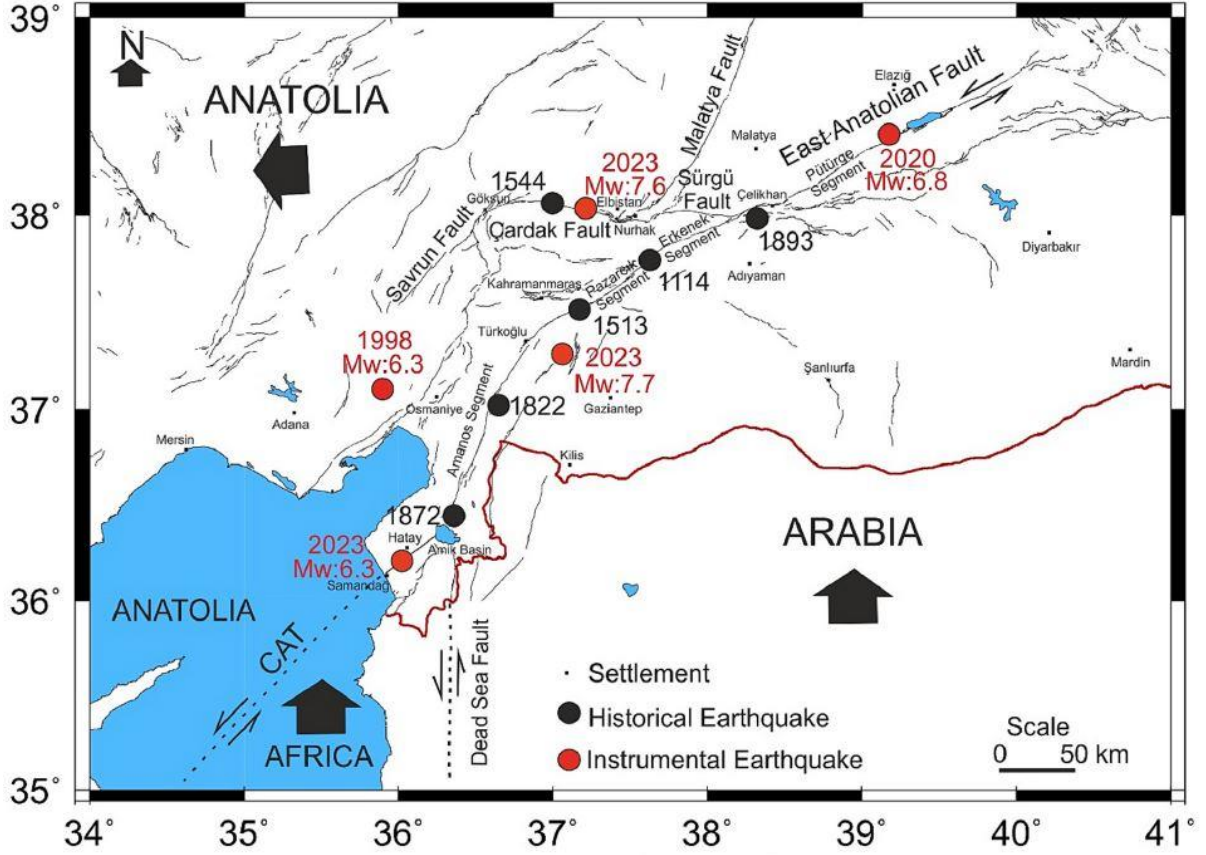
gelmesine neden olmuştur. Bu yıkıcı depremlerden 14 gün sonra da 20.2.2024 tarihinde Samandağ ve Antakya'da 6,3 (Mw) büyüklüğünde meydana gelen deprem Kıbrıs-Antakya Transform Fayı (CAT) üzerinde meydana gelmiş olup (Över vd., 2023), bölge ve yakın civarında birçok insanın yaşamını yitirmesine ve binaların yıkılmasına neden olmuştur (Şekil 1, 2).

Doğu Akdeniz'de yer alan Çukurova bölgesi ve çevresi levhaların bir araya geldiği üçlü birleşme bölgesine yakın olması nedeniyle 1. ve 2. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölge, majör olarak, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) Ecemiş Fay Zonu (EFZ) ve Helen-Kıbrıs Yayı (CAT; Över vd., 2004a, b) gibi önemli aktif tektonik yapılar arasında sismik açıdan etkin bir alan içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). Dolayısı ile belirtilen bölgenin sismik aktivitesi son günlerde yaşanan büyük depremlerin oluşmasına neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı Adana ili ve yakın çevresinde yer alan Ceyhan-Karataş, Yumurtalık, İmamoğlu (Misis), Kozan, Savrun, Saimbeyli, Osmaniye-Toprakkale fayları gibi önemli fay hatları hakkında mevcut bilgileri derleyerek 2023 Şubat depremlerinin ardından bölgenin sismisitesi açısından çok yönlü bir değerlendirmesini yapmaktır.



Şekil 1. 6.2.2023 depremlerinin Focal Analizi ve aktif fay zonları üzerindeki ana şok episantri lokasyonları (06-20.02.2023 arası) ve artçı deprem dağılımı (Över vd., 2023).

Figure 1. Focal Analysis of the earthquakes on 6.2.2023 and main shock epicenter locations on active fault zones (between 06-20.02.2023) and aftershock distribution (Över et al., 2023).



Şekil 2. Bölgede tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelen yıkıcı depremleri gösteren harita. (Wessel and Smith, 1998; Över et al., 2023)

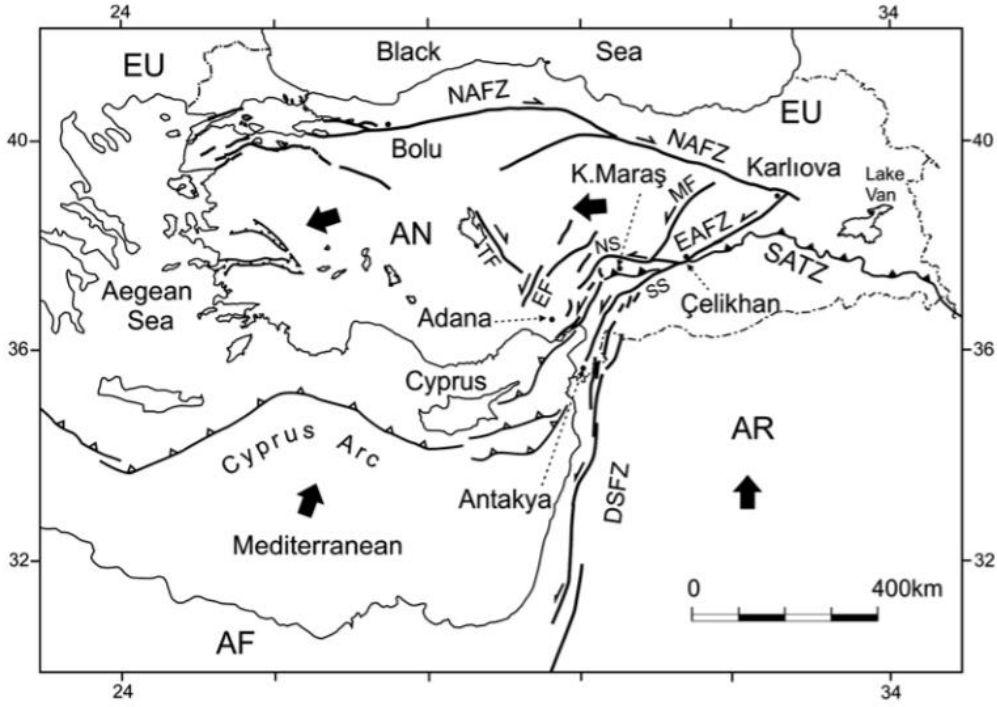
Figure 2. Map showing destructive earthquakes occurred during historical and instrumental periods in the region. (Wessel and Smith, 1998; Över et al., 2023)

BÖLGEYİ ÇEVRELEYEN BAŞLICA FAYLAR VE DEPREMSELLİK

Ülkemiz tektonik konumu nedeniyle yerküre üzerinde her an depremler oluşturabilecek levha hareketlerinin sınır oluşturduğu aktif fay zonları ile çevrelenmiş bir coğrafya üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle; jeolojik kökenli doğal afetlerin başında gelen deprem, Türkiye'nin birçok kesimlerinde sıklıkla yaşanmaktadır. Ülkemizi yaklaşık doğu batı

yönünde boydan boya kesen yaklaşık 1550 km uzunluğundaki Sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı olan ve yaklaşık 560 km uzunluğundaki Sol Yanal Doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonları (DAFZ) boyunca Türkiye’de büyüklü-küçüklü birçok depremler meydana gelmiştir (Şekil 3). Türkiye Levhacığı (Anadolu Levhacığı-AN) kuzeyde Avrasya (EU), güneyde Afrika (AF) ve Arap (AR) levhaları arasında geç Miyosen dönemine kadar sürekli sıkıştırıldığından bir deprem ülkesi konumundadır. Bölge geç Miyosen sonrasında da transtansiyonel rejim etkisi altında bulunmaktadır (Över vd., 2002; Över vd., 2004a).

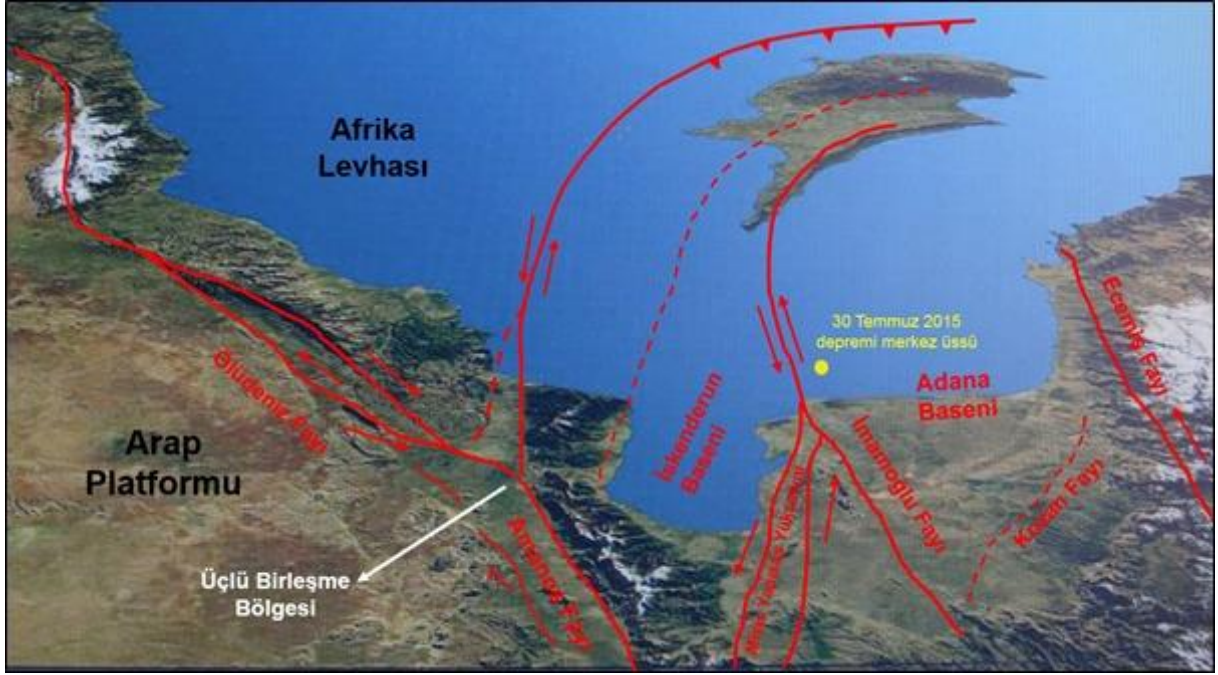
Türkiye’nin Güneydoğu kesimlerinde meydana gelen depremlerin üzerinde olduğu fay hatları uzun yıllardır birçok yerbilimci tarafından ilgi duyularak çalışılan ve farklı segmentlerle tanımlanan 560 km uzunlukta Sol yanal Doğrultu Atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)’dur. Yaklaşık 2 milyon yıl öncesinden günümüze değin hareket ettiği bilinen Doğu Anadolu Fay Zonu; Karlıova (Bingöl)’dan başlayarak, Elazığ, Malatya, Adıyaman, Kahramanmaraş illeri üzerinden Hatay Bölgesine kadar 5-25 km genişlikte aktif bir deformasyon kuşağı şeklinde uzanım göstermektedir (Şaroğlu vd., 1992; Westaway, 2004; Herece, 2008; Duman ve Emre, 2013; Akıncı ve Ünlügenç, 2023; Ünlügenç vd, 2023; Över vd., 2023). Bölgede deprem üretebilecek diğer bir önemli fay sistemi, Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) olup, bu fay zonu Kızıldeniz’den kuzeye doğru uzanan ve ülkemizde Hatay bölgesinin kuzey kesimine kadar uzanmakta olup, diğer bir kolu ise Karasu vadisi güneyinden kuzeydoğu yönünde Gaziantep’e kadar uzanan Arap-Anadolu levhalarının sınırını oluşturan bir fay zonudur.



Şekil 3. Türkiye'nin aktif fay hatları haritası (Duman ve Emre 2013).

Figure 3. Map of active fault lines in Turkey (Duman and Emre, 2013).

Ülkemizdeki depremlerin oluşmasına neden olan jeolojik faktör, yer kabuğu üzerinde yer alan levha ve levhacıkların kabuk üzerindeki süreklilik arz eden bağıl hareketleridir. Bu levhalar bazen birbirine doğru yaklaşır (Afro-Arap levhalarının Anadolu levhacığı sınırları), bazen birbirinden uzaklaşırlar (Kızıldeniz'in açılması gibi), bazen de levhalar birbirlerinden transform faylı sınırlar (Ölü Deniz Fayı gibi) boyunca hareket ederler. Arap ve Afrika levhaları Anadolu Blokunun güneyinde yer almakta olup, kuzeye doğru hareketleri nedeniyle Anadolu Blokunu sürekli olarak kuzeye doğru sıkıştırılmaktadır. Arap ve Afrika levhaları da Kızıldeniz rifti ve kuzeyinde yaklaşık olarak Kuzey-Güney uzanımlı Ölü Deniz Fay Zonu ile sınırlandırılmaktadır. Afrika levhasının kuzey sınırı Akdeniz'in içinde Kıbrıs'ın güney kesimlerinde okyanusal kabuk yapısı ile Kıbrıs'ın altına dalmaktadır (Şekil 3, 4; Ünlüenç, 1993).

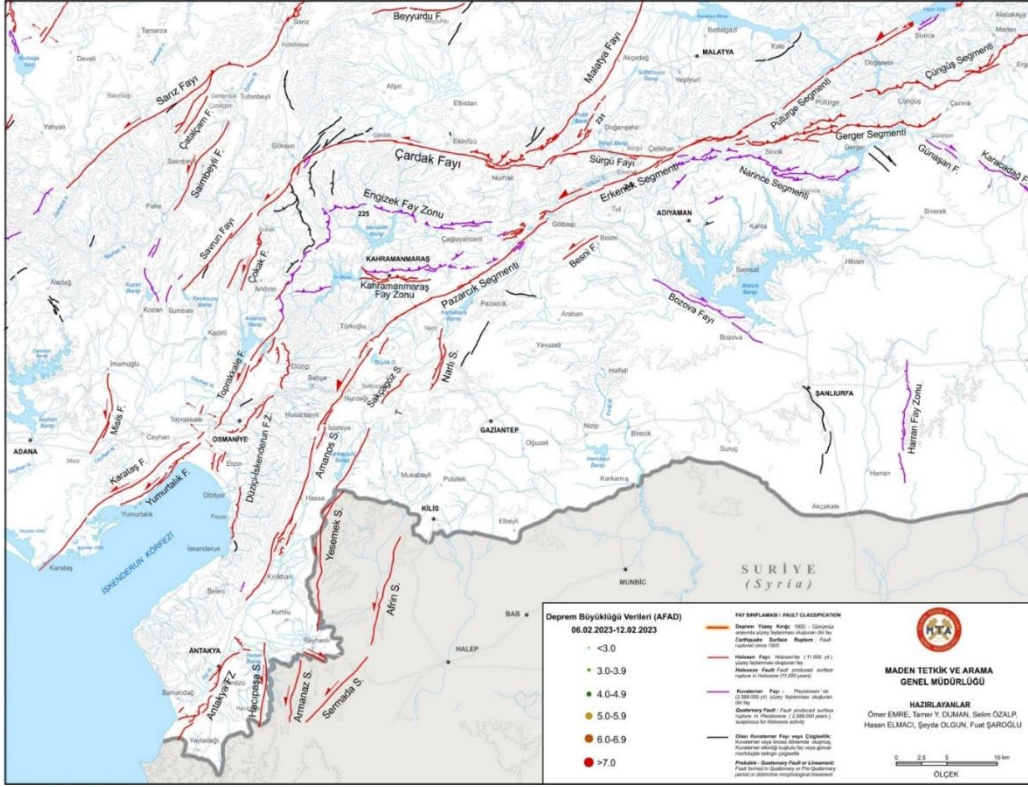


Şekil 4. Çukurova Bölgesi ve yakın civarının levha sınırlarını gösterir major tektonik hatları (Ünlüenç vd., 2011, Ünlüenç ve Akıncı, 2017, 2018, Ünlüenç vd., 2021, 2022).

Figure 4. Major tectonic lineaments showing the plate boundaries of the Çukurova Region and its vicinity (Ünlüenç et al., 2011; Ünlüenç and Akıncı, 2017, 2018; Ünlüenç et al., 2021, 2022).

ÇEVRE İLLERDEKİ AKTİF FAYLAR

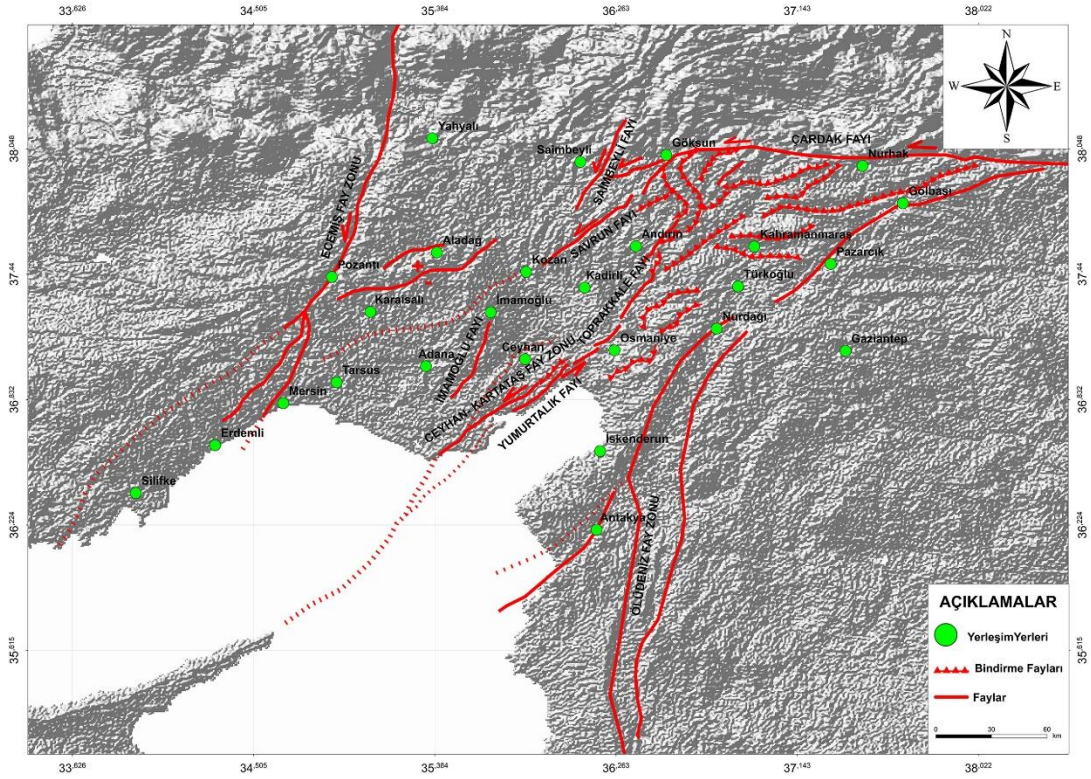
Afro-Arap levhalarının transform Ölüdeniz Fay Zonu boyunca göreceli hızlarla sürekli kuzeye doğru hareketleri, kuzeyindeki Anadolu Bloku arasında depremlerin oluşmasına olanak sağlayan aktif faylarla sınırlanan sismikçe aktif tektonik bir zon oluşturmuştur. Yılda yaklaşık 1,8-2 cm kuzey yönlü bir hareket yaparak Afrika levhasından transform Ölüdeniz Fayı boyunca hareket eden Arap levhası özellikle Miyosen döneminden bu yana kuzeyindeki Anadolu levhacığını sürekli sıkıştırmaktadır. Anadolu levhacığı kuzeyindeki Avrasya Levhası ile sınırlanan bölgedeki sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneyde sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) arasında kinematik olarak batıya doğru (20-25 mm/yıl) hareket etmektedir (Westaway, 2004; Herece, 2008; Duman, ve Emre, 2013; Menekşe, 2016; Emre, ve diğ, 2016).



Şekil 5. GD Anadolu Bölgesindeki Aktif Fay Zonlarını gösterir harita (Emre ve diğ., 2013).

Figure 5. Map showing the active fault zones in the Southeastern Anatolia Region (Emre et al., 2013).

Afro-Arap levhalarının sürekli olarak kuzeye doğru hareketleri Türkiye'nin neo-tektonik dönemde üzerinde sürekli depremler üreten Sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Sol Yanal Doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nin oluşmasını sağlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Perinçek vd., 1987; Perinçek ve Çemen, 1990). Son depremler yoğun olarak Sol Yanal Doğrultu Atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde meydana gelmiş olup, bu zon Karlıova'dan Hatay bölgesine kadar farklı araştırmacılarca incelenmiş ve farklı segmentler halinde değerlendirilmiştir (Şaroğlu vd., 1992; Duman ve Emre 2013; Ünlügenç vd., 2023; Över vd., 2002, 2004a, 2023). Bölgede son yaşanan depremler, Ölüdeniz Fay Zonu'nun Türkiye sınırlarına ulaştığı kesimlerde Yesemek segmentinin kuzey ucunda (Gaziantep'in BKB'sı), Sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonunun daha çok orta ve güney kesimlerindeki segmentlerinde (Amanos, Pazarcık, Gölbaşı, Erkenek), kuzey kol üzerindeki Sürgü-Çardak Fay segmenti üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 1, 5, 6).



Şekil 6. İnceleme bölgesindeki aktif fayların geometrileri (Ünlüenç ve diğ., 2023).

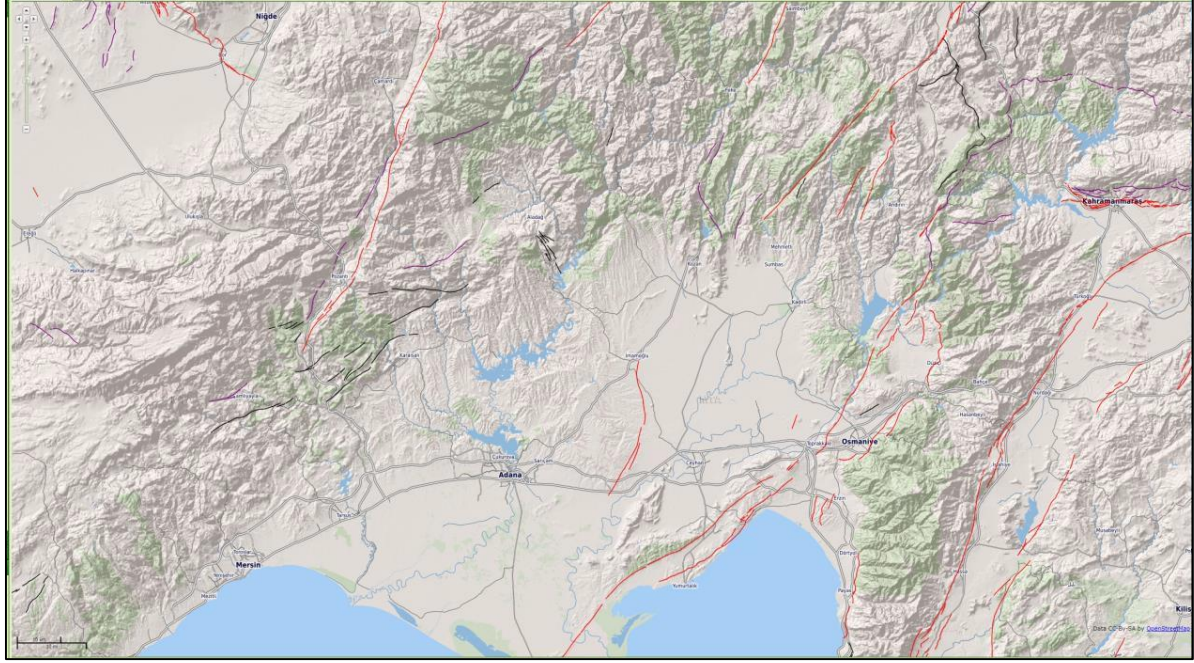
Figure 6. Geometries of the active faults in the study area (Ünlüenç et al., 2023).

ADANA BÖLGESİ CİVARINDAKİ FAYLAR

Doğu Akdeniz’de yer alan Çukurova bölgesi ve çevresi, depremler üretebilecek önemli fay hatlarına yakın bir konumda bulunmakta olup, 1. ve 2. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölge, major olarak, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) Ecemiş Fay Zonu (EFZ) ve Helen-Kıbrıs (HKY) yayı gibi önemli aktif tektonik yapılar arasında sismik açıdan etkin bir alanın sınırlarının içerisinde yer almaktadır (Şekil 2, 3). Dolayısı ile belirtilen bölgedeki sismik aktiviteler son günlerde yaşadığımız büyük depremlerin oluşmasını sağlamıştır.

Adana ili ve yakınında ise geçmişte depremler üretmiş ve gelecekte de üretebilecek nitelikte aktif fayları barındırmaktadır. Bunların başlıcaları; Adana şehir merkezinin D-GD’sunda bulunan Ceyhan-Karataş fayı, Yumurtalık Fayı, Misis-Yakapınar bölgesinden kuzey yönünde İmamoğlu ilçe merkezine doğru uzanan İmamoğlu (Misis-Yakapınar) Fayı, Kozan bölgesinden Adana Baseninin içerisinden Çatalan Barajının kuzeyinden KD-GB uzanımlı Kozan Fayı’dır. Bunların dışında biraz daha uzak kesimlerde olmak üzere Osmaniye

yakınlarında Toprakkale ve daha kuzey kesimlerde ise Savrun, Çokak fayları ile Adana havzasını batıda sınırlayan Sol yanal doğrultu atımlı Ecemiş Fay Zonu bulunmaktadır (Şekil 5, 6). Bu faylar bölgenin depremselliği ve tektonik konumu açısından büyük önem arz etmektedir (Şekil 6).



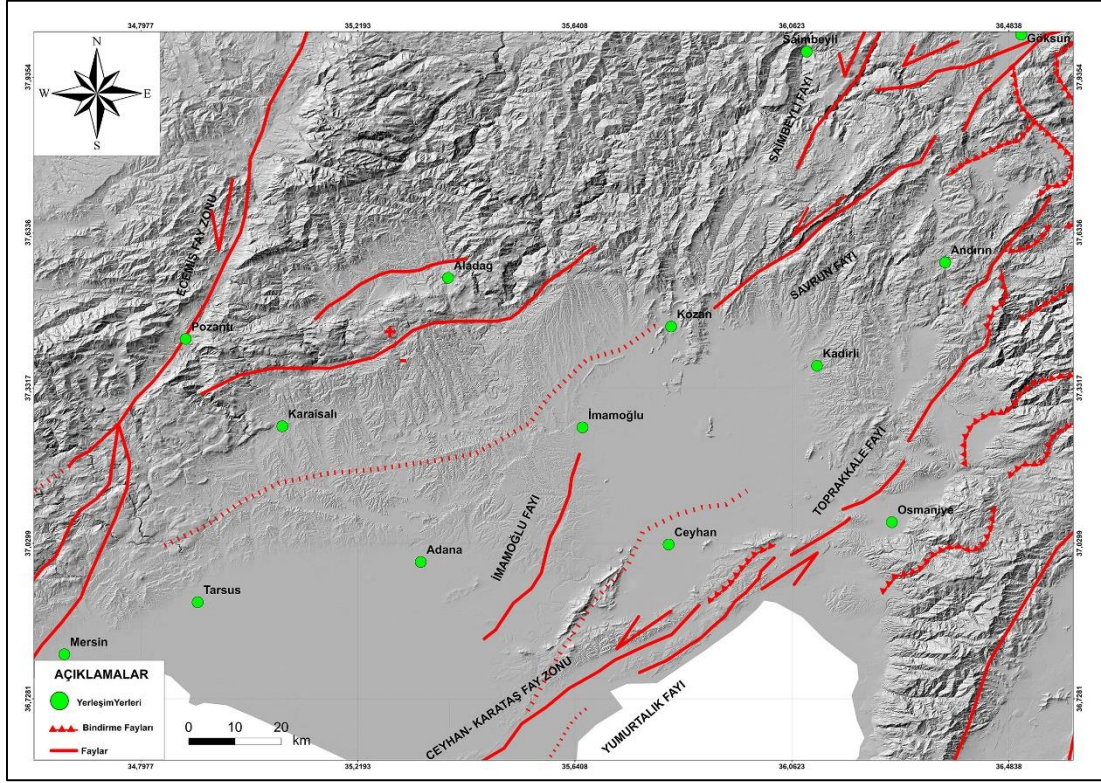
Şekil 7. Çukurova Bölgesindeki önemli Aktif fay hatlarının kabartma uydu fotoğrafı üzerindeki konumları.

Figure 7. Locations of significant active fault lines in the Çukurova Region on a relief satellite image.

İmamoğlu (Misis-Yakapınar) Fayı

İmamoğlu (Misis-Yakapınar) Fayı Adana şehir merkezinin yaklaşık olarak 20 km doğu kesiminden başlayarak kuzey yönünde Adana'nın İmamoğlu ilçe merkezine kadar yay şeklinde uzanan aktif bir fay hattıdır (Şekil 7, 8). Bu fay hattı genellikle Çukurova'nın düzlük tarımsal kesimlerinden geçmekte ve fay sarplığı gibi önemli bir morfolojik yapı sunmamaktadır. Misis Fayı ile ilgili elde edilen veriler genellikle bölgeden alınmış olan sismik yansıma profillerinin incelenmesi ve yorumu ile elde edilebilmektedir. İmamoğlu (Misis-Yakapınar) fayının ters bileşenli sol yanal doğrultu atımlı bir fay olduğu görülmektedir (Ünlügenç, 1993). 2 Şubat 2019 tarihinde İmamoğlu (Misis) fay hattının yaklaşık 10 km doğusunda, merkez üssü Ayşehoca köyü dolaylarında olan $M=4,5$

büyükliğünde ve bölgeye yaklaşık 35 km uzaklıkta bulunan Adana şehir merkezinden de hissedilen bir deprem meydana gelmiştir. Ayrıca, 27 Haziran 1998 yılında Adana’da meydana gelen ölümlere ve yıkımlara da neden olan 6.3 büyüklüğündeki “Adana depremi” de bu fay hattı üzerinde meydana gelmiştir.



Şekil 8. Adana ili civarındaki aktif faylar (Ünlügenç ve diğ., 2023).

Figure 8. Active faults in the vicinity of Adana Province (Ünlügenç et al., 2023).

Ceyhan-Karataş Fayı

Ceyhan-Karataş Fayı, yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritasına göre İskenderun Körfezi kuzeyinde K40°D uzanımlıdır. Doğuda Osmaniye ile batıda Karataş ilçesi arasında parçalı olarak yaklaşık 64 km boyunca izlenebilen fay, ters atım bileşenli sol yanal doğrultu atım karakterindedir. Fayın kuzey bloğu morfolojik olarak daha yukarıda bulunmaktadır. Karataş fayının doğudaki 16 km’lik kısmı Erken-Orta Miyosen yaşlı Karataş Formasyonu içerisinde, 38 km uzunluktaki orta kısmı Karataş Formasyonu ile Kuvaterner çökelleri arasındaki dokanakta ve kıyı çizgisine karşılık gelen 10 km’lik batı kesimi ise Kuvaterner çökelleri içerisinde yer almaktadır. Karataş yöresinde Akdeniz’e ulaşan fay, deniz tabanından güneybatı yönünde Kıbrıs’a doğru devam etmektedir (Şekil 6, 8). 3 Ocak

1994'te Kurtkulağı Mb= 5.0 ile 30 Temmuz 2015'te Tuzla Açıkları-Adana (Akdeniz) merkez üssünde yerel saat ile 01:00'de aletsel büyüklüğü Kandilli rasathanesi tarafından Ml=5.2 olarak bildirilen depremler Karataş Fayı'nın güncel aktivitesini göstermektedir. Yapısal saha gözlemlerinde fay boyunca dere ötelenmeleri, uzamış sırtlar gibi güncel aktiviteyi ve doğrultu atımlı fay zonunu karakterize eden morfolojik yapılar gözlenmiştir. Fayın, Geç Holosen dönemi çökellerinde izlenen faylanma ve deformasyonlara bağlı olarak 2 büyük depremin meydana geldiği belirtilmiştir (Yavuzoğlu vd. 2016). Ceyhan-Karataş fayı Akdeniz kıyı çizgisine ve güneyindeki Yumurtalık fayına yaklaşık paralel bir uzanım boyunca devam etmekte olup, sadece 2-3 metrelik düşey eğimli bir fay sarplığı sunmaktadır (Şekil 7, 8).

Yumurtalık Fayı

Yumurtalık-Karagedik arasında, 62 km uzunlukta, birbirine paralel çok sayıda parçalardan oluşan KD-GB gidişli faylar Yumurtalık Fayı olarak adlandırılmıştır (Şaroğlu vd. 1987). Yumurtalık-İmraniye arasında, 24,5 km'lik bölümünde çok belirgin olan fay, morfolojik olarak çok belirgin olup, kıyıya paralel olarak uzanır (Şekil 7, 8). Bu bölümde, K50D uzanımlı olan fay, Orta-Üst Miyosen yaşlı sedimanter birimleri keser. Fay, Yumurtalık-Kocatepe arasındaki düzlükleri morfolojik olarak sınırlar. Kocatepe-İncirli çiftliği arasında kıyıyı denetleyen fay, İncirli çiftliği-İmraniye arasında, Kuvaterner yaşlı bazaltlar ile Miyosen yaşlı çökelleri keser. İncirli-İmraniye arasında, morfolojide sola ötelenmeler ve doğu blokta düşmeler izlenmektedir. İmraniye-Delihalil Mahallesi arasında, 4 km'lik bölümde, fay bir volkan konisini kesmektedir. Üçtepe volkan konisi boyunca 2.5 km izlenen fayın gidişi yaklaşık K30B uzanımındadır (Demirtaş, 2019).

Toprakkale Fayı

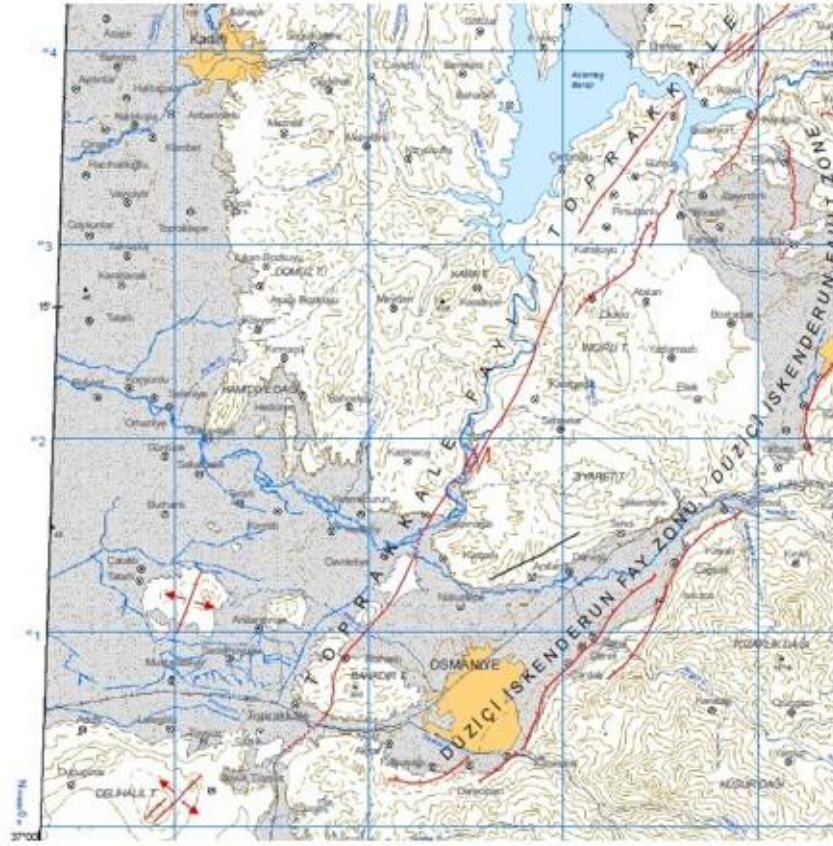
Doğu Anadolu Fayı'nın kuzey kolunu temsil eden Sürgü-Misis Fay Sistemi'nin güney-güneybatıya doğru yönelen bir segmenti olarak değerlendirilen Toprakkale Fayı, yenilenen Türkiye Diri Fay Haritasında Holosen yaşlı fay olarak değerlendirilmiştir (Kara vd., 2020). Toprakkale Fayı, yaklaşık K33°D doğrultulu olarak uzanan ve yaklaşık 52 km uzunlukta normal bileşenli sol yanıl doğrultu atımlı bir faydır. Toprakkale Fayı, birbirlerinden bir sekme yapısı ile ayrılan, kuzey ve güney olarak isimlendirilen iki fay segmentinden

oluşmaktadır (Şekil 7, 8). Yaklaşık 20 km uzunluktaki kuzey bölüm çoğunlukla Geç Miyosen yaşlı kırıntılı çökelleri kesmekte olup, yer yer de bu çökellerle Erken Maestrihtiyen-Geç Kampaniyen yaşlı ofiyolitlerin dokanağını belirler. Fayın güney segmenti üzerinde ise aktif faylanma verileri daha belirgindir. Yaklaşık 30 km uzunluktaki Güney bölüm, Ceyhan Nehri ve kolları üzerindeki taşkın ovası çökellerini ve Kuvaterner yaşlı Delihalil volkanizmasının kayaçlarını kesmektedir (Şekil 9, 10).



Şekil 9. Adana-Osmaniye illeri ve yakın çevresinin Deprem Tehlike Kaynakları (Kara vd., 2020).

Figure 9. Earthquake hazard sources in Adana-Osmaniye provinces and their vicinity (Kara et al., 2020).

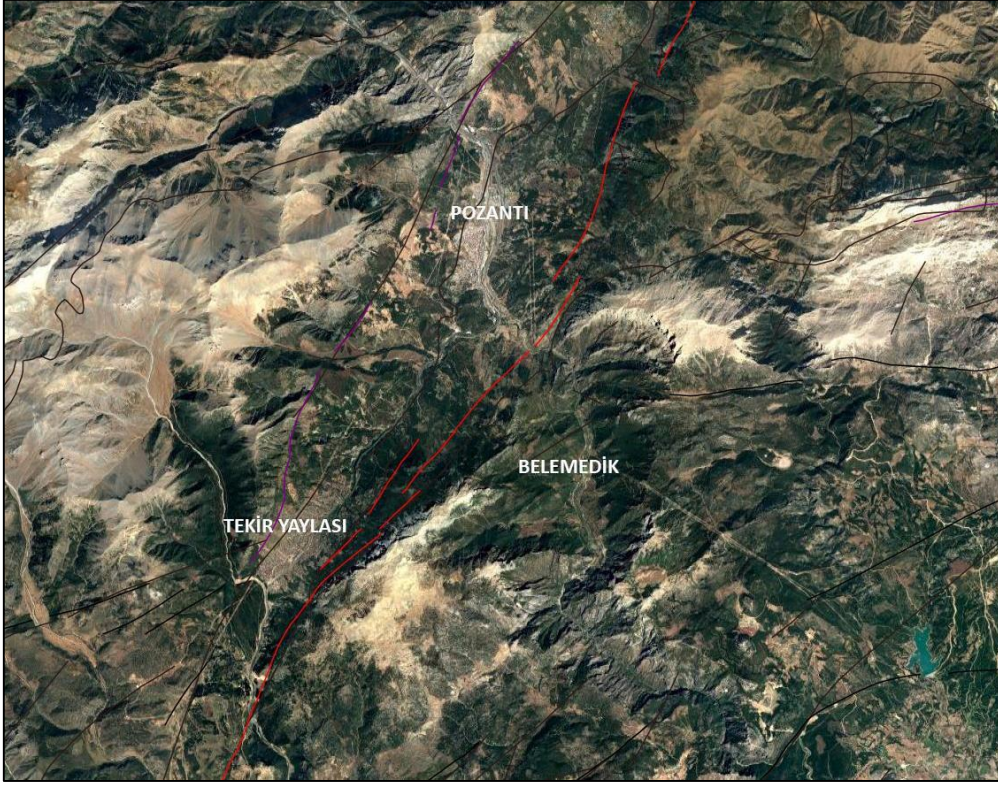


Şekil 10. Sol yönlü doğrultu atımlı Toprakkale fayının ve daha doğudaki İskenderun-Düziçi Fay hattının uzanımını gösterir eşyükseleti haritası (MTA harita arşivinden).

Figure 10. Contour map showing the extent of the left-lateral strike-slip Toprakkale fault and the Iskenderun-Düziçi fault line to the east (from MTA map archives).

Ecemiş Fay Zonu

Orta Toroslar ile Doğu Toroslar arasında sınır oluşturan Sol Yanal Doğrultu Atımlı Ecemiş Fay Zonu, Adana havzasının kuzeybatı-batı sınırını oluşturmaktadır. Adana ile Mersin il sınırları boyunca güneyde Akdeniz'e ve Tekir Yayla'ya yakın kolları da Mersin'in Kuzey kesimlerinden güneybatıya doğru uzanmaktadır (Şekil 11). Son dönemlerde sismik açıdan aktif görülmeyen ve Orta Anadolu'nun neotektonik unsurlarından biri olan Ecemiş Fayı Pozanti'den kuzey kesimlere doğru Kamışlı, Burç, Çamardı üzerinden Sultansazlığı bölgesi ve daha kuzey kesimlerine kadar uzunlu-kısalı fay segmentleri ile temsil edilmektedir. Erdağ (2007) fayın Sultansazlığı çek-ayır havzasının güneyinden başlayarak yaklaşık K25°D doğrultusunda uzandığını ve Pozanti'nin GB'sına kadar fayın uzunluğunun yaklaşık 120 km olduğunu belirtmektedir.



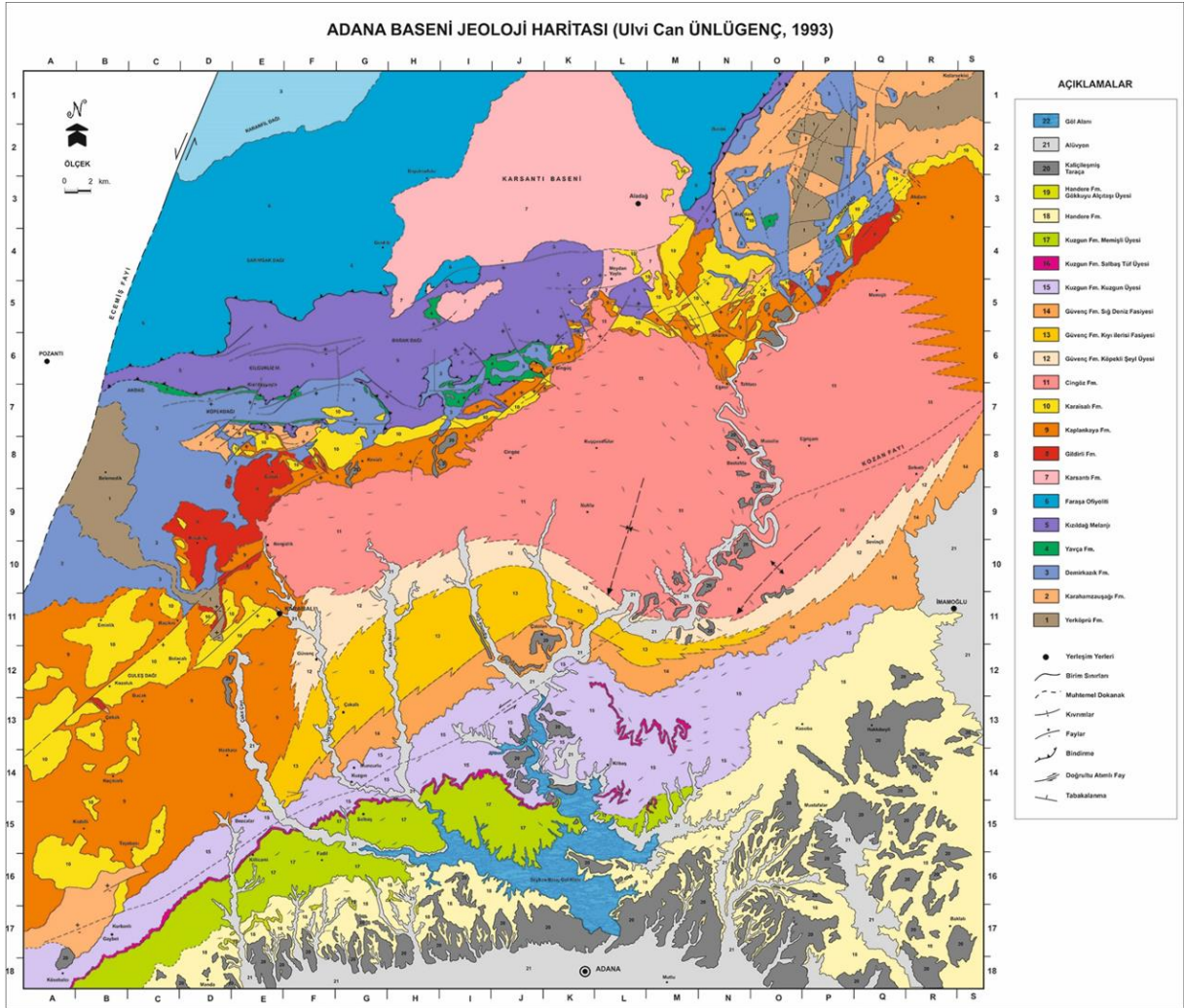
Şekil 11. Ecemiş Fayı'nın Pozanti, Belemelik ve Tekir civarındaki uzanımının uydu fotoğrafı üzerindeki görünümü (Ünlügenç ve Akıncı, 2019).

Figure 11. Satellite image showing the extent of the Ecemiş Fault in the vicinity of Pozanti, Belemelik, and Tekir (Ünlügenç and Akıncı, 2019).

Savrun ve Kozan fayları

Savrun ve Kozan Fayları Perinçek vd. (1987) tarafından KD-GB gidişli normal faylar olarak tanımlanmaktadır. Doyuran vd. (1989) hem Savrun hem de Kozan faylarının toplam uzunluğunun 200 km olduğu ileri sürmektedir. Kozan fayının Savrun Fay Zonu'nun güneybatı uzantısı olduğu (Şekil 8, 12) ve Savrun bölgesinin Arap levhasının kuzey kenarındaki bir kenet zonu boyunca oluşan ve neotektonik dönemde yeniden aktifleşen eski bir zayıflık zonu olduğu belirtilmektedir (Pampal, 1984; Perinçek vd., 1987). Kozan Fayı, Kozan bölgesinden Adana havzasının orta kesimlerinden yaklaşık Kuzeydoğu-Güneybatı uzanımlı olarak havzayı kesen normal bileşeni bulunan sol yanal doğrultu atımlı bir fay olduğu belirtilmektedir (Ünlügenç, 1993). 6 Şubat depremleri ardından Adana yöresinin sismisitesi için oldukça tartışmalı hale gelen Savrun Fayı için bazı çalışmacılar (Prof. Dr. Süleyman Pampal, Prof. Dr. Cenk Yalıtırak) sosyal medya üzerinden aktif olduğunu

gösteren herhangi bir veri elde etmediklerini belirtirken güncellenen diri fay haritasında (MTA) halen aktif (Holosen Fayı) olarak görülmektedir.



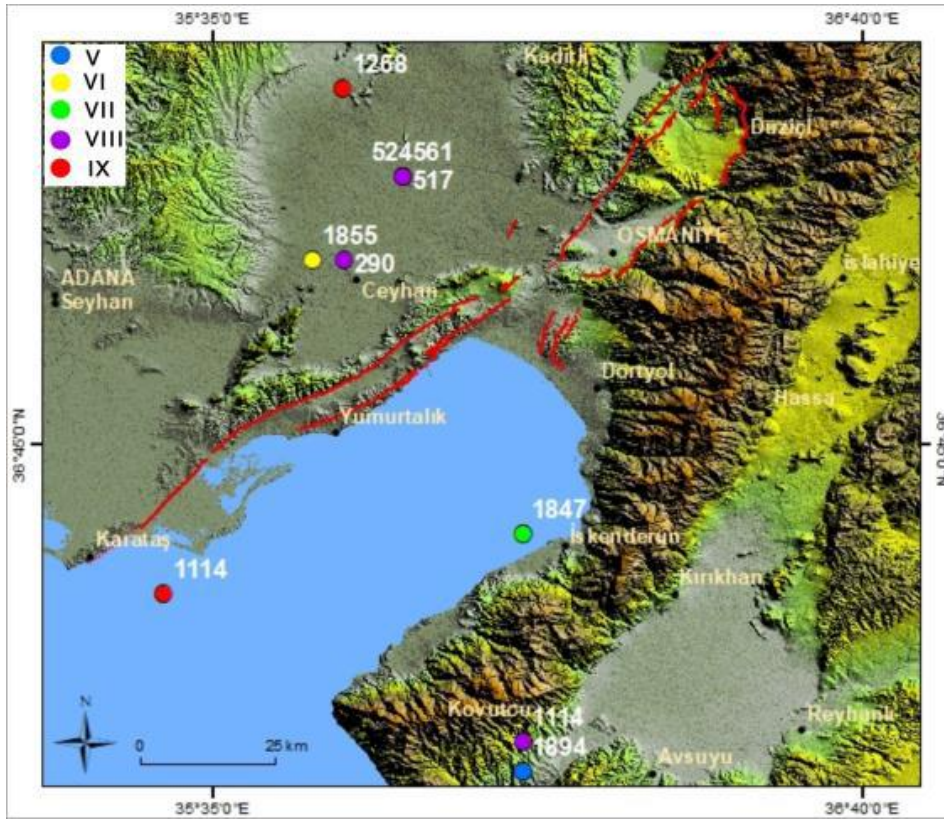
Şekil 12. Adana Havzasının Jeoloji haritası ve Kozan Fayının havza içerisindeki konumu (Ünlüenç, 1993).

Figure 12. Geological map of the Adana Basin and the location of the Kozan Fault within the basin (Ünlüenç, 1993).

ADANA BÖLGESİNİN DEPREM GEÇMİŞİ

Bölgedeki tarihsel ve aletsel dönem deprem kayıtlarına bakıldığında M.Ö. 69 yılından günümüze kadar bölgede orta ve büyük ölçekli birçok depremin olduğu görülmektedir (Şekil 13, 14). 1114 ve 1268 yıllarında meydana gelen IX şiddetindeki depremler Çukurova bölgesindeki ilk önemli deprem kayıtlarındandır. 1500-1800 yılları arasındaki dönemde Tarsus-Antakya-Halep ekseninde sıklıkla meydana gelen, hasar yapıcı depremler dikkat

çekicidir. Özellikle 1600'lı yılların başlarından 1800'lü yılların ortalarına kadar olan dönemde Halep ve Antakya kayıtlarına giren birçok depremin olduğu görülmektedir (Şekil 15). Büyük olasılıkla Doğu Anadolu Fay Zonu tarafından üretilmiş olan 1513 depremi Tarsus-Adana-Malatya ekseninde yıkıcı etki yaratmış ve tüm Doğu Akdeniz bölgesinde hissedilmiştir. Daha sonra bölgede etkili olan en büyük depremler 1822 yılında Antakya ve 1872 yılında Amik Gölü'nde meydana gelmiş ve Çukurova bölgesini de içine alan bir coğrafyada önemli bir hasara neden olmuştur (Şekil 15). 19. yüzyılda, özellikle 1855 ve 1872 depremlerinden sonra bölgede büyük depremler açısından bir etkinliğin olmadığı gözlenmektedir.

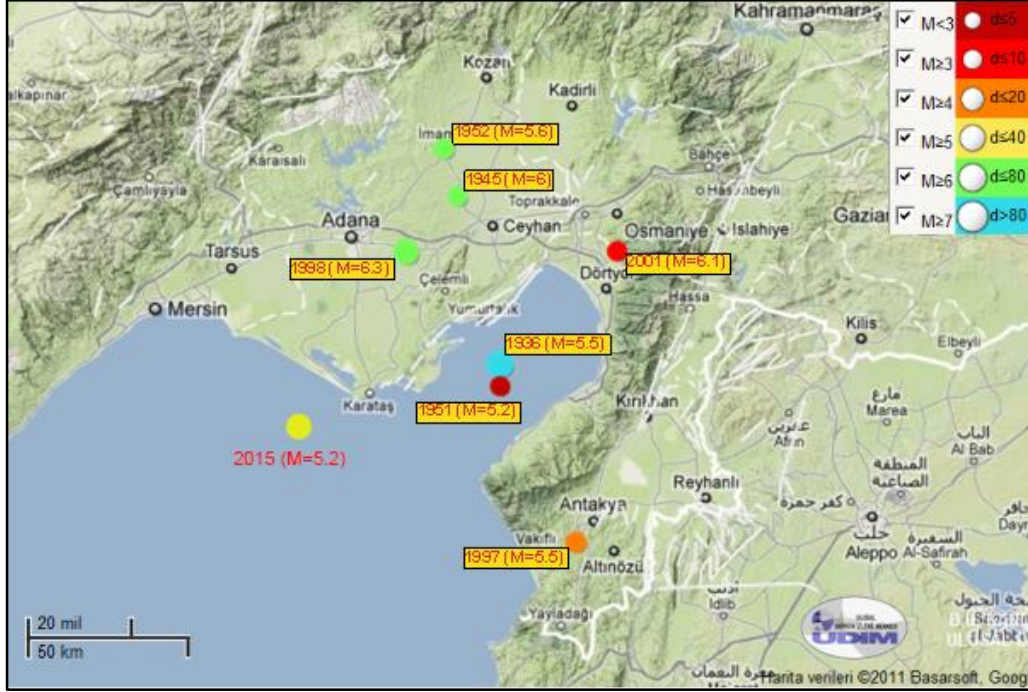


Şekil 13. Çukurova bölgesinde meydana gelen tarihsel depremleri gösterir harita (Soysal vd., 1981).

Figure 13. Map showing historical earthquakes in the Çukurova region (Soysal et al., 1981).

Bölgemize yakın durumda bulunan ve aktif durumda bulunan Ceyhan-Karataş Fayı, Yumurtalık Fayı, İmamoğlu Fayı, Kozan Fayı, Toprakkale Fayı, Savrun Fayı, Doğu Anadolu Fay Sisteminin uzantıları ve/veya onun etkisinde oluşmuş bir yapı olarak değerlendirilebilecek yer kırıklarıdır (Şekil 6, 8, 9). 20. yüzyılda bölgede orta ve küçük

ölçekte birçok deprem meydana gelmiştir. 1945 yılından günümüze kadar olan dönemde Çukurova ve yakın çevresinde 5.2-6.3 (M) büyüklüğünde dikkat çekici altı adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 14).

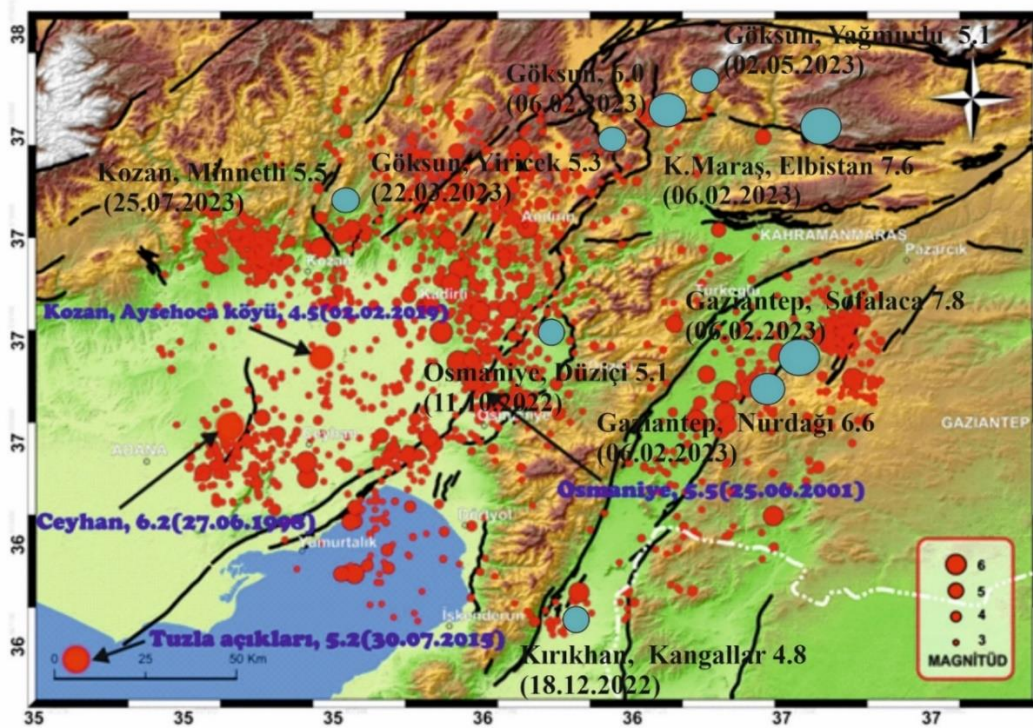


Şekil 14. Çukurova bölgesi ve yakın çevresinde aletsel dönemde meydana gelmiş önemli depremler (B.Ü., Kandilli Rasathanesi, Deprem Araştırma Merkezi (2011)).

Figure 14. Significant earthquakes recorded during the instrumental period in the Çukurova region and its vicinity (B.Ü., Kandilli Rasathanesi, Deprem Araştırma Merkezi, 2011).

Andırın kuzeydoğusundan başlayıp Ceyhan'a, oradan da Yumurtalık ilçesine uzanan Toprakkale Fayı, Ceyhan-Karataş Fayı ve güney uzantısında yer alan Yumurtalık Fayı, Çukurova bölgesini kuzeydoğu-güneybatı yönünde boydan boya kat eden bir faylardır. Bu faylar Doğu Anadolu Fay sisteminin etkisi ile oluşmuş faylar olup, bölgenin sismisitesini denetleyen en etkin yapılardır (Şekil 9). Savrun-Kozan üzerinden güneye doğru uzanan İmamoğlu (Misis) Fayı da bölgedeki aktif faylardan biri olup bu fay 1945 yılında 6.0 büyüklüğünde bir deprem üretmiştir (Şekil 14). Daha sonra, 1998 yılında da 6.3 büyüklüğündeki Adana-Ceyhan depremi bu fay üzerinde meydana gelmiş ve Çukurova bölgesinde yıkıcı hasara neden olmuştur (Şekil 14, 15). 1997 yılında Hatay'da meydana gelen 5.7 büyüklüğündeki deprem ve 2001 yılında Dörttyol (Hatay)'da meydana gelen 5.4 büyüklüğündeki deprem, 2001 yılında Osmaniye'de meydana gelen 6.1 büyüklüğündeki deprem, 30 Temmuz 2015 yılında Adana-Karataş-Tuzla açıklarında 5.2 büyüklüğündeki

deprem Ceyhan–Karataş fay hattını Kuzey Kıbrıs tektonik uzanımına bağlayan segmente sadece 20 km uzaklıkta gerçekleşmiştir. 2 Şubat 2019'da İmamoğlu Fay Zonuna (yaklaşık 10 km) çok yakın bir bölgede, Adana ilinin sadece 35 km KD'sunda Ayşehoca-Kozan köyü yakınlarında 4,5 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 14). 2020 yılında Osmaniye-Sumbas civarında 4.0 büyüklüğünde; Kadirli civarında 4.0 büyüklüğünde; Adırın civarında 4.0 büyüklüğünde; Ceyhan-Körkuyu civarında 4.0 büyüklüğünde, 2021 yılında Adana-Karaisalı Nergizlik civarında 3.9-4.0 büyüklüğünde; Adana Karaisalı-Çevlik civarında 3.8 büyüklüğünde; Osmaniye-Kadirli-Kösepinarı civarında 4.3; Osmaniye-Düziçi-Ellek civarında 4.3 büyüklüğünde, 2022 yılında Adana-Ceyhan-Ceyhanbekirli civarında 3.9; Adana Karaisalı-Gildirli civarında 3.9; Adana Ceyhan-Tatarlı civarında 3.8; Osmaniye Düziçi-Çerçioğlu civarında 5.1 büyüklüğünde meydana gelen ve en son 18.12.2022 tarihinde Hatay-Kırıkhan-Kangallar civarında meydana gelen 4.8 büyüklüğündeki depremler, bölgede meydana gelen önemli sismik olaylar olarak kayıtlara geçmiştir.



Şekil 15. Bölgede 1998-2023 yılları arasında 4 büyüklüğünün üzerinde meydana gelen deprem episantırlarının işaretlendiği harita (Ünlüenç ve diğ., 2023).

Figure 15. Map indicating the epicenters of earthquakes with magnitude greater than 4 that occurred between 1998 and 2023 in the region (Ünlüenç et al., 2023).

SONUÇLAR

Levhaların bir araya geldiği üçlü birleşme bölgesine yakın-komşu olması nedeniyle, Çukurova bölgesi ve çevresi büyük depremler üretebilecek önemli aktif faylarını kapsamaktadır. Çukurova bölgesinin sismisitesi, belirtilen bu süturlar ile birlikte Doğu Anadolu Fay Sistemi, Ecemiş Fay Zonu, Hellenic-Kıbrıs yayı ve dalları gibi ana aktif yapılar tarafından kontrol edilmektedir. İlimize yakın olanlardan bazıları: Adana il merkezinin D-GD kesimindeki Yumurtalık Fayı, Ceyhan-Karataş Fayı, Misis bölgesinden İmamoğlu ilçe merkezine kadar uzanan İmamoğlu (Misis-Yakapınar) fayı, Kozan'dan güneybatıya doğru uzanan ve Adana Çatalan barajının kuzeyinden Mersin'e doğru uzanan KD-GB uzanımlı Kozan Fayı, Adana doğusunda Toprakkale civarından geçen ve yaklaşık kuzey-güney uzanıma sahip Toprakkale Fayı ve Adana batısında yaklaşık K15-20D uzanımına sahip sol yönlü doğrultu atımlı Ecemiş Fayı'dır (Orta Anadolu Fayı). Burada, Ceyhan-Karataş, Yumurtalık, İmamoğlu, Toprakkale faylarının bazı kesimlerinde ters bileşenli sol yönlü atıma sahip oldukları dikkat çekmektedir. Özellikle Adana kentine çok yakın bir konumda yer alan İmamoğlu fayı, birkaç on yılda önemli depremler üretmiştir. Güneydeki Karataş ve Yumurtalık fayları Doğu Anadolu fayının en GD uzanımı niteliğinde ve Akdeniz kıyı şeridinde paralele yakın bir uzanımla deniz altından GB yönünde devam etmektedir. Ecemiş fayı ise Gülek-Pozantı-Elekgölü koridoru boyunca dar bir koridorda izlenebilmekte ve geçtiği hat boyunca (K10-20D) özellikle Elekgölü-Çukurbağ ve Demirkazık yöreleri civarında karakteristik geniş alüvyon konileri oluşturmaktadır. Uzun süredir bölgede sessizliğini koruyan bu fayın, Gülek ve daha güney kesimlerindeki uzanımının güneye (Akdeniz'e doğru) ve güneybatıya (Bolkar Dağları güney kesimleri) doğru segmentlerinin bulunduğunu sahasal olarak destekleyen yerel mostralara bulunmakla beraber detay çalışılması gereken önemli bir husustur. Toprakkale fayı Osmaniye'nin Toprakkale ilçesinin hemen kuzeydoğu kesiminden geçmekte ve K-G'ye yakın bir uzanıma sahip olup, bazı önemli morfolojik oluşumlar sunmakta, ancak inceleme alanında ana fay ile ilişkisi kesin olarak belirlenebilen karakteristik düzlemleri sunmamaktadır. Sonuç olarak bölgedeki bahse konu bu fay zonlarının ve risklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla sahasal, sismik (jeofizik) ve paleosismolojik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmalar yürütülürken yeni ve mevcut yapı stoğunun da depreme dirençli bir standarta getirilmesi için gerekli çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akıncı, A. C., Ünlüenç, U.C., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri: Sahadan Jeolojik Veriler, Değerlendirme ve Adana için Etkileri. *Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 38(2), ss. 553-569, Adana.
- Demirtaş, R., 2019. Türkiye diri fayları, deprem etkinlikleri, paleosismolojik çalışmalar ve gelecek deprem potansiyelleri, 303 s.
- Doyuran, V., Gülkan, P. and Koçyiğit, A., 1989. Seismotectonic evaluation of the Akkuyu Nuclear Power plant site. Geology Geophysics research center, Middle East Technical University, Ankara, 69.
- Duman, T. Y., Emre, Ö., 2013. The East Anatolian Fault: Geometry, Segmentation and Jog Characteristics, Geological Society, Special Publication, 372:495-529, London.
- Erdağ, D.Ş., 2007. Ecemiş Fay Zonu'nun Yahyalı (kayseri)-pozantı (Adana) Arasında Kalan Kesimin Morfotektoniği Ve Paleosismik Aktivitesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 186 s.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F., 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., & Çan, T., 2016. Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1-47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0041-2>.
- Esat, K., Seyitoğlu, G., 2023. 6.2.2023 Kahramanmaraş depremleri ön inceleme raporu. Ankara.
- Herece, E., 2008. Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası. General Directorate of Mineral Research and Exploration. Special Publications, Ankara, Serial Number, 13, 359.
- Kara, M., Ünlüenç, U.C., Elmacı, H., Duman, T.Y., 2020. Yumurtalık Fayı'nın Holosen Aktivitesinin Araştırılması (Ceyhan-Adana). *Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35 (1), ss. 183-193, Adana.

- Menekşe, A., 2016. Probabilistic Seismic Hazard Assessment For East Anatolian Fault Zone Using Planar Source Models, M.Sc Thesis, Natural and Applied Sciences of METU, 132s.
- Över S, Ünlügenç U.C., 1998. Seismotectonic Evidence of the Antioch Triple Junction and Resent Temporal Change in Quaternary to Present-day Stress State Along Hatay Region (SE-Turkey), Third International Geology Symposium, Proceeding Book, p. 98, Ankara.
- Över, S., Ünlügenç, U.C., Bellier, O., 2002. Quaternary stress regime change in the Hatay region (SE Turkey). *Geophys. J. Int.* 148, 1–14.
- Över, S., Özden, S., Ünlügenç, U.C., 2004a. Late Cenozoic stress distribution along the Misis Range in the Anatolian, Arabian, and African plate intersection region, SE Turkey. *TECTONICS*, Vol. 23, TC3008, doi:10.1029/2002TC001455, 2004.
- Över, S., Kavak, K.S., Bellier, O., Özden, S., 2004b. Is the Amik Basin (SE-Turkey) a Triple Junction Area? Analyses of SPOT XS Imagery and Seismicity. *Int. J. Remote Sens.* 25 (19), 3857–3872.
- Över, S., Demirci, A., Özden, S., 2023. Tectonic implications of the February 2023 Earthquakes (Mw7.7, 7.6 and 6.3) in south-eastern Türkiye. *Tectonophysics* 866 (2023) 230058
- Pampal, S., 1984. Kadirli-Kozan-Feke (Adana) Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektonik Özellikleri, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Perinçek, D. and Çemen, İ., 1990. The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey. *Tectonophysics*, 172, 331-340.
- Perinçek, D., Günay, Y. and Kozlu, H., 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler. Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildirileri, 89-103.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok Y., 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel deprem Kataloğu. TUBITAK, Proje no. TBAG 341, İstanbul, 86 pp.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A. 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri, Institute of Mineral Research and Exploration Report, 8174.

- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992. The East Anatolian Fault Zone of Turkey, *Annales Tectonicae*, 6:99-125.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution Of Turkey: A Plate Tectonic Approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Ünlüenç, U.C., 1993. Controls on Cenozoic sedimentation in the Adana Basin, Southern Turkey (Ph.D. Thesis), Keele University, UK. Two Volumes, Volume 2, figures, logs and maps. pp. 229.
- Ünlüenç, U.C., Akıncı, A.C., Güneyli, H., 2011. Çukurova Basen Kompleksinin Tektonik Elementleri, *ATAG 15*, 19-22 Ekim 2011, s 6., Adana.
- Ünlüenç, U. C., Akıncı, A. C., 2017. Kızıldere-Güvelođlu (Ceyhan-Adana) Civarının Tektono-Stratigrafisi, *Çukurova Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 32(2):85-99, Adana.
- Ünlüenç, U.C., and Akıncı, A.C., 2018. Geodynamical Evolution of the Misis Structural High, Ceyhan (Adana), Southern Turkey. 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Antalya/Turkey. 7–11 May 2018, Cilt 1, ss. 374-379, Antalya, Turkey.
- Ünlüenç, U.C., Akıncı, A.C., 2019. Çukurova Bölgesinde Deprem Üreten (Aktif) Fayların Geometrilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Bireysel Araştırma Projesi Proje No: FBA-2017-8064.
- Ünlüenç, U.C., Akyıldız, M., ve Akıncı, A.C., 2021. Anavarza Antik Kenti (Adana-Osmaniye) Civarının Jeolojisi ve Depremselliği Hakkında Genel Bilgiler. *Anazarbos ve Anavarza Kitap bölümü*, Cilt 1, 31-48 Aralık, 2021, ISBN:978-625-8430-28-8.
- Ünlüenç, U.C., Akıncı, A.C., Öçgün, A.G., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş- Gaziantep Depremleri; Adana İli ve Yakın Kesimlerine Yansımaları. *Yerbilimleri (Geosound)*, Haziran, 2023, Sayı: 57, s. 1-41, Adana.
- Ünlüenç, U.C., Türkmen, S., Çetin, H., Güneyli, H., Nurlu, N., Akıncı, A. C., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri (Mw 7,8- Mw 7,6) Değerlendirme ve Saha Gözlem Raporu, Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, https://jeoloji.cu.edu.tr/storage/Duyurular/cu_deprem23.pdf

- Westaway, R. 2004. Kinematic Consistency between the Dead Sea Fault Zone and The Neogene and Quaternary Left-Lateral Faulting in SE Turkey. *Tectonophysics*, 391, 203–237.
- Yavuzoğlu, A., Özalp, S., Elmacı, H., Kara, M., Yurtseven, E., Duman, T.Y., 2016. Karataş fault: a paleoseismological glance to the Neotectonics of İskenderun bay. *Abstracts Geological Congress of Turkey 69*, April 11-15, p 469.
- AFAD, T.C., Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı, İnternet sitesi, <https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu>.
- EMSC, The European-Mediterranean Seismological Centre İnternet sitesi, <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>.