AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU 28. ÇALIŞTAYI

ATAG 28

BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı
Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi Aydın Kamp Şefliği
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi - Merkez Kampüsü
Atatürk Kongre Merkezi - İsabey Salonu
05-07 Kasım 2025 Aydın

AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU
ATAG 28. ÇALIŞTAYI

BİLDİRİ ÖZLERİ KİTABI

https://mta.gov.tr/ATAG28/

5 – 7 Kasım 2025

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

AYDIN

İncirliova Segmenti'nin Holosen Etkinliğine Dair Paleosismolojik İlk Bulgular, Büyük Menderes Grabeni, Türkiye

Akın KÜRÇER[a], Çağatay ÇAL[a], Oğuzhan YALVAÇ[a], Halil GÜRSOY[b], Hasan ELMACI[a]

[a] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye. (Sorumlu yazar: akin.kurcer@mta.gov.tr)
[b] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye.

Büyük Menderes Grabeni (BMG), Batı Anadolu'nun genişlemeli tektonik rejimi altında gelişmiş başlıca yapısal unsurlardan biridir. D-B ve KD-GB uzanımlı iki bölümden oluşan ve toplam 170 km uzunluğa sahip olan BMG'nin genişliği 5 ile 15 km arasında değişir. Buharkent (Aydın) ile Ortaklar (Germencik, Aydın) arasında D-B doğrultusunda uzanan ve toplam 110 km uzunluğa sahip olan BMG'nin kuzey kenarı, doğudan batıya doğru sırasıyla Buharkent, Pamukören, Atça, Umurlu ve İncirliova segmentleri ile sınırlıdır.

Aydın'ın doğusu ile Ortaklar arasında, yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan 32 km uzunluğundaki İncirliova Segmenti, birbirine koşut ya da yarı koşut normal fay parçalarından oluşur. İncirliova Segmenti'nin en doğu parçası, Aydın dolayında Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılılarla Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesi çökelleri ve kolüvyonların sınırını oluşturur. İncirliova (Aydın) kuzeyinde ise bu parça, Paleozoyik veya Prekambriyen yaşlı Menderes Masifi'ne ait metagranitlerle Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırıntılı ve karbonatlı kayaçları birbirinden ayırır. Segmentin, daha batı parçaları çoğunlukla Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesi ve yamaç molozları içerisinde izlenir. Aydın şehir merkezinin güneyinde, Ovaeymir Mezarlığı çevresinde, Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılı çökeller yaklaşık D-B doğrultulu bir horst yapısı oluşturarak havza içerisinde belirgin hale gelmiştir.

Bu çalışmada, İncirliova Segmenti boyunca, İkizdere ve Ovaeymir dolaylarında hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 26 m uzunluğunda, 6 m genişliğinde ve ortalama 4 m derinliğinde kazılan İkizdere Hendeği'nde 18 stratigrafik seviye tanımlanmıştır. Hendek mikrostratigrafisi ve fay kollarının farklı stratigrafik seviyeler altında sonlanma ilişkileri gibi paleosismolojik ölçütler değerlendirilerek beş deprem belirlenmiştir. İkizdere Hendeği'nde, Roma Dönemi'ne (MÖ 27 – MS 476) ait olduğu değerlendirilen seramik parçaları içeren kanal çökellerinin birden fazla depremden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu veri, İncirliova Segmenti'nin son 2000 yıl içinde yüzey faylanmasına yol açan depremler ürettiğine işaret etmektedir. Aydın ve çevresinde büyük hasara yol açan ve 3000 kişinin ölümüne neden olan 22 Şubat 1653 depreminin, İncirliova Segmenti'nden kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmektedir. Aydın'ın güneyinde, Ovaeymir Mezarlığı yakınında kazılan Ovaeymir Hendeği, 21 m uzunluğa, 6 m genişliğe ve 3 m derinliğe sahiptir. Hendek alanının bulunduğu bölge yüzeyden tesviye edildiğinden, Ovaeymir Hendeği yapısal bir hendek olarak değerlendirilmiştir. Hendekte gözlenen fayların genç çökellerle ilişkisini belirlemek amacıyla, Ovaeymir Hendeği'nin yaklaşık 10 m doğusundaki mezarlık yarması temizlenmiş ve önemli veriler elde edilmiştir. İkizdere Hendeği'nde belirlenen depremlerin tarihlendirilmesi ve paleosismolojik yorumlara nicel bir çerçeve kazandırılması amacıyla radyokarbon (^{14}C) numuneleri derlenmiş ve analiz için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) gönderilmiştir. Elde edilecek sonuçlar, İncirliova Segmenti'nin paleosismik geçmişinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Preliminary Paleoseismological Evidence for Holocene Activity of the İncirliova Segment, Büyük Menderes Graben, Türkiye

Akın KÜRÇER[a], Çağatay ÇAL[a], Oğuzhan YALVAÇ[a], Halil GÜRSOY[b], Hasan ELMACI[a]

[a] General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye
(Corresponding author: akin.kurcer@mta.gov.tr)
[b] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye

The Büyük Menderes Graben (BMG) is one of the major structural elements developed under the extensional tectonic regime of western Anatolia. The BMG consists of two parts trending E-W and NE-SW, with a total length of 170 km and a width ranging from 5 to 15 km. The northern boundary of the BMG, extending NW–SE between Buharkent (Aydın) and Ortaklar (Germencik, Aydın) over a total length of 110 km, is bounded from east to west by the Buharkent, Pamukören, Atça, Umurlu, and İncirliova segments.

The İncirliova Segment**,** approximately 32 km long and trending NW-SE between eastern Aydın and Ortaklar, consists of parallel or sub-parallel normal fault strands. Its easternmost part, near Aydın, marks the boundary between Pliocene–Quaternary continental clastic deposits and Quaternary alluvial fan deposits and colluvium. North of İncirliova (Aydın), this segment separates Paleozoic or Precambrian Menderes Massif metagranites from Pliocene–Quaternary clastic and carbonate rocks. The western parts of the segment are mostly observed within Quaternary alluvial fans and colluvial deposits. South of the Aydın city center, near the Ovaeymir Cemetery, Pliocene–Quaternary continental clastic deposits form a NW-SE trending horst structure, becoming prominent within the basin.

In this study, trench-based paleoseismological investigations were conducted along the İncirliova Segment, focusing on the İkizdere and Ovaeymir areas. In the İkizdere Trench, which measures 26 m in length, 6 m in width, and 4 m in average depth, 18 stratigraphic levels were identified. By evaluating paleoseismological criteria, such as trench stratigraphy and the termination of fault strands at different stratigraphic levels, five earthquake were recognized. In the İkizdere Trench, channel deposits containing ceramic fragments, interpreted as belonging to the Roman Period (27 BC – 476 AD), were found to have been affected by multiple earthquakes. These data indicate that the İncirliova Segment has produced surface-faulting earthquakes over the last 2,000 years. It is also suggested that the 22 February 1653 earthquake, which caused extensive damage in Aydın and surrounding areas and resulted in approximately 3,000 deaths, may have originated from the İncirliova Segment. The Ovaeymir Trench, excavated near the Ovaeymir Cemetery south of Aydın, measures 21 m in length, 6 m in width, and 3 m in depth. Since the trench area had been leveled at the surface, it has been considered a structural trench. To determine the relationship of the observed faults with young deposits, the cemetery scarp located approximately 10 m east of the Ovaeymir Trench was cleaned, yielding significant data. To date the earthquakes identified in the İkizdere Trench and to provide a quantitative framework for paleoseismological interpretations, radiocarbon (^{14}C) samples were collected and sent to Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) for analysis. The results are expected to shed light on the paleoseismic history of the İncirliova Segment.

POSTER BİLDİRİLERİ

/

POSTERS

Aydın ve Çevresinde Yürütülen Paleosismolojik Çalışmaların Değerlendirmesi, Batı Anadolu, Türkiye

Akın KÜRÇER[a], Çağatay ÇAL[a], Oğuzhan YALVAÇ[a], Ahmet BAYRAK[a], Halil GÜRSOY[b], Hasan ELMACI[a]

[a] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye. (Sorumlu yazar: akin.kurcer@mta.gov.tr)
[b] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye.

Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarında, Menderes Nehri'nin verimli alüvyal toprakları üzerinde yer alan Aydın kenti, yaklaşık 1,2 milyon nüfusu ile Batı Anadolu'nun en önemli ticaret ve turizm merkezlerinden biridir. Antik çağlardan günümüze kesintisiz yerleşime sahne olan Aydın, Karia ve İonia bölgeleri arasında bir geçiş alanında yer alması nedeniyle, kent sınırları içerisinde Tralleis, Nysa, Aphrodisias, Magnesia, Priene, Alabanda, Alinda, Mastaura ve Amyzon gibi antik kentlere ev sahipliği yapmaktadır. Diri faylarla olan konumsal ilişkileri nedeniyle Aydın ve çevresindeki antik kentlerin yok olmasında veya terk edilmesinde depremler belirleyici bir faktör olmuştur. Aydın kent merkezi ve bağlı ilçelerin büyük bir kısmı doğrudan diri fayların tehlikesi altındadır. Ayrıca, il merkezi ve ilçelerin çoğu alüvyon yelpazeleri ya da Menderes Nehri'nin taşkın ovası çökelleri üzerinde yer almaktadır. Suya doygun ve sıkışmamış bu tür zeminler, sıvılaşma, yanal yayılma ve zemin büyütmesi gibi ikincil deprem etkilerine karşı oldukça hassastır. Bu tür zeminler üzerinde inşa edilmiş yapılar, yalnızca yakın mesafedeki depremlerden değil, uzak mesafedeki sarsıntılardan da etkilenebilir. Buna ilaveten, Büyük Menderes Grabeni'nin havza geometrisi ve grabendeki gevşek dolgu malzemeleri, sismik dalgaların hapsolmasına (havza etkisi) neden olarak yer hareketinin süresini uzatmakta ve genliğini artırarak yapısal hasarı büyütmektedir.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2024 ve 2025 yıllarında, Aydın ve çevresindeki diri faylar üzerinde aktif tektonik ve paleosismolojik çalışmalar yürütülmüştür. Bu kapsamda, Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarını kontrol eden Atça, Umurlu, İncirliova ve Söke Segmentleri; daha batıda yer alan Kuşadası Fay Zonu, Davutlar Fayı ve Efes Fayı; kuzeyde yer alan Kiraz Fayı ve Büyük Menderes Grabeni'nin güneyinde yer alan çapraz normal faylar olan Çine, Bozdoğan, Karacasu ve Göktepe Fayları üzerinde hendek tabanlı paleosismoloji çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Büyük Menderes Grabeni'nin güney kenarını sınırlandıran Pirlibey, Yenipazar, Baltaköy ve Bağarası Segmentleri üzerindeki çalışmalar henüz başlatılmış olup 2026 yılında bu faylar üzerindeki paleosismolojik çalışmaların tamamlanması hedeflenmektedir. Tamamlanan paleosismolojik çalışmalar, Türkiye Diri Fay Haritası'nda Kuvaterner fay mertebesinde değerlendirilen faylar da dahil olmak üzere, Aydın ve çevresindeki fayların Holosen'de (son 11.650 yıl) yüzey faylanmasına yol açan depremler üreten diri faylar olduğunu ortaya koymuştur. Paleosismolojik çalışmalardan elde edilen bulgular, fayların uzunluğu, üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü, Aydın'a olan uzaklığı ve eğim yönü gibi ölçütler birlikte değerlendirildiğinde; Büyük Menderes Grabeni'nin kuzeyini sınırlayan İncirliova, Umurlu ve Atça segmentleri Aydın için en önemli deprem tehlike kaynağı diri faylar olarak belirlenmiştir. Bu fayların yanı sıra, Kuşadası Fay Zonu, Söke Fayı, Kiraz Fayı, Büyük Menderes Grabeni'nin Pamukören ve Buharkent segmentleri ile Çine, Yatağan, Baltaköy ve Yenipazar fayları da Aydın'ı etkileyebilecek özellikte diğer önemli diri faylar olarak dikkat çekmektedir. Türkiye'nin deprem tehlikesi en yüksek illerinden biri olan Aydın'da, gerekli önlemlerin derhal alınması büyük önem taşımaktadır.

Evaluation of Paleosismological Studies Conducted in Aydın and Its Surroundings, Western Anatolia, Türkiye

Akın KÜRÇER[a], Çağatay ÇAL[a], Oğuzhan YALVAÇ[a], Ahmet BAYRAK[a], Halil GÜRSOY[b], Hasan ELMACI[a]

[a] General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Department of Geological Research, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye.
(Corresponding author: akin.kurcer@mta.gov.tr)
[b] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Türkiye.

The city of Aydın, situated on the fertile alluvial soils of the Menderes River along the northern margin of the Büyük Menderes Graben, is home to approximately 1.2 million of population and ranks among one of the most important trade and tourism centers in Western Anatolia. Aydın, a continuous settlement since antiquity, is situated in a transitional zone between the regions of Caria and Ionia. Consequently, it houses ancient cities such as Tralleis, Nysa, Aphrodisias, Magnesia, Priene, Alabanda, Alinda, Mastaura, and Amyzon within its boundaries. Due to its spatial distance to active faults, earthquakes have played a curcial role in the destruction or abandonment of these ancient settlements. The city center of Aydın and most of its districts are directly exposed to the seismic hazards posed by these active faults. Moreover, much of the urban area is situated on alluvial fans or floodplain deposits of the Menderes River. These water-saturated and unconsolidated sediments are highly susceptible to secondary earthquake effects, including liquefaction, lateral spreading, and ground amplification.

Between 2024 and 2025, the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) conducted active tectonic and paleosismological investigations on the active faults in Aydın and its surroundings. Within this scope, trench-based paleosismological studies were carried out on the Atça, Umurlu, İncirliova, and Söke segments controlling the northern margin of the Büyük Menderes Graben; the Kuşadası Fault Zone, Davutlar Fault, and Efes Fault in the western part; the Kiraz Fault in the north; and the cross-cutting normal faults along the southern margin of the graben, including the Çine, Bozdoğan, Karacasu, and Göktepe faults. Investigations of the Pirlibey, Yenipazar, Baltaköy, and Bağarası segments along the southern margin of the Büyük Menderes Graben have only recently commenced, with the goal of completing paleosismological studies on these faults by 2026.

These paleosismological studies indicate that the faults in Aydın and its surroundings, including previously identified as Quaternary faults on the Active Fault Map of Turkey, are active and have generated surface-rupturing earthquakes throughout the Holocene (the past 11,650 years). Based on the paleosismological data and considering criteria such as fault length, maximum potential earthquake magnitude, distance to Aydın, and fault dip direction, the İncirliova, Umurlu, and Atça segments along the northern margin of the Büyük Menderes Graben have been identified as the primary seismic hazard sources for Aydın. In addition, the Kuşadası Fault Zone, Söke Fault, Kiraz Fault, the Pamukören and Buharkent segments of the graben, as well as the Çine, Yatağan, Baltaköy, and Yenipazar faults, represent other significant active faults capable of affecting the city. As one of the provinces in Türkiye most at risk from earthquakes, it is crucial that appropriate mitigation measures are promptly implemented in Aydın.

6 Şubat 2023 Pazarcık Depremi (M_W7,7) Sonrasında Amanos Segmenti Üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları

Nursena AYKUT[a], Musa BALKAYA[b], Aynur DİKBAŞ[c], Muhammed Seyyid DEMİR[a], Deniz Anıl AYMUTLU[d] H. Serdar AKYÜZ[d]

[a] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 34500, Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye.
(Sorumlu yazar: nursena.aykut@ogr.iuc.edu.tr)
[b] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Teknolojisi Programı, 46040, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye.
[c] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500, Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye.
[d] İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü Maden Fakültesi, 34469, Sarıyer, İstanbul, Türkiye.

Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) güney kesimininde yer alan Amanos Segmenti, Türkoğlu (Kahramanmaraş) ile Kırıkhan (Hatay) arasında K30°D genel doğrultusu ile yaklaşık 115 km uzunluğunda sol-yanal doğrultu atımlı aktif bir faydır. Segment, kuzeyden güneye doğru sırasıyla Nurdağı, Hassa ve Kırıkhan alt segmentlerinden oluşur ve Karasu Vadisi'ni batıdan sınırlar. Aletsel ve tarihsel deprem katalogları incelendiğinde, Amanos Segmenti üzerinde birçok yıkıcı depremin meydana geldiği görülmektedir. Bu kayıtlar, segmentin büyük deprem üretme potansiyelini açıkça göstermektedir. Son olarak, 6 Şubat 2023 tarihinde DAFZ üzerinde meydana gelen Pazarcık (Kahramanmaraş) depreminde (M_W7,7) Narlı, Gölbaşı, Erkenek ve Pazarcık segmentleri ile birlikte Amanos segmenti de kırılmıştır ve segment üzerinde 4 metreye ulaşan sol-yanal yer değiştirmeler ölçülmüştür.

Amanos segmenti boyunca alüvyonlar, alüvyal yelpazeler, çöküntü alanları, bataklık alanlar ve bazalt akıntıları dikkat çeken Kuvaterner yaşlı oluşumlardır. Ayrıca; kuru dere ve akarsu ötelenmeleri, fay sarplıkları, çizgisel vadiler, uzamış sırtlar, kapatan sırtlar ve basınç sırtları gibi doğrultu-atımlı fay morfolojisini işaret eden jeomorfolojik yapılar segment boyunca belirgin bir şekilde izlenebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Amanos segmentinin kuzey kesiminde yer alan Nurdağı alt segmenti üzerindeki Bademli lokasyonunda paleosismolojik araştırma amacıyla faya dik geometride bir hendek kazısı (Bademli hendeği) gerçekleştirilmiştir. Hendek lokasyonu; fayın genç birimleri kesmesi, geçmiş deprem olay seviyelerin korunabileceği uygun sedimantasyon koşulları, düşük yeraltı su seviyesi ve ulaşım imkânları dikkate alınarak seçilmiştir. Hendek lokasyonundaki tarla sınırında 3,90 m'lik sol yanal ötelenme ölçülmüştür. Fayın bu lokasyondaki doğrultusu (K30°D) dikkate alınarak, K60°B doğrultusunda açılan hendek 36 m uzunluğunda, ortalama 3 m derinliğinde ve 1,6 m genişliğindedir. Hendek duvarlarında ağırlıklı olarak kolüvyal çökeller ve bunları deşen kanallar yer alır. Hendeğin GD tabanında kireçtaşı temel görülür. Yer yer çakıl ve blok içeren ince taneli seviyeler temeli örtmüştür. Bademli hendeğinden elde edilen veriler, 2023 depremi öncesinde meydana gelmiş iki eski depremi işaret etmektedir. Belirlenen olay seviyelerinin tarihlendirilebilmesi amacıyla farklı stratigrafik seviyelerden Karbon-14 tarihlendirme yöntemine uygun örnekler alınmış ve analiz edilmek üzere laboratuvara gönderilmiştir. Bu numunelerin tarihlendirilmesi ile segment üzerinde meydana gelen yüzey kırığı üretmiş iki eski deprem tarihlendirilecektir.

Bu çalışma 123Y473 no'lu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

Paleoseismological Studies on the Amanos Segment Following the February 6, 2023 Pazarcık Earthquake (Mw7.7)

Nursena AYKUT[a], Musa BALKAYA[b], Aynur DİKBAŞ[c], Muhammed Seyyid DEMİR[a], Deniz Anıl AYMUTLU[d] H. Serdar AKYÜZ[d]

[a] Istanbul University-Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, 34500, Büyükçekmece, Istanbul, Türkiye.
(Corresponding author: nursena.aykut@ogr.iuc.edu.tr)
[b] Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Vocational School of Technical Sciences, Construction Technology Program, 46040, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye.
[c] Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 34500, Büyükçekmece, Istanbul, Türkiye.
[d] Istanbul Technical University, Faculty of Mining, Ayazağa Campus, 34469, Sarıyer, Istanbul, Türkiye.

The Amanos Segment, located in the southern part of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ), is an active left-lateral strike-slip fault extending approximately 115 km between Türkoğlu (Kahramanmaraş) and Kırıkhan (Hatay), with a general strike of N30°E. The segment consists of the Nurdağı, Hassa, and Kırıkhan subsegments from north to south, and bounds the Karasu Valley on the west. Instrumental and historical earthquake catalogues indicates that numerous destructive earthquakes have occurred on the Amanos Segment, clearly demonstrating its high potential for generating large earthquakes. Most recently, during the 6 February 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) earthquake (M_W7.7) on the EAFZ, the Amanos Segment ruptured along with the Narlı, Gölbaşı, Erkenek, and Pazarcık segments, where left-lateral displacements of up to 4 meters were measured.

Along the Amanos Segment, alluvium, alluvial fans, depressions, wetlands, and basalt flows are prominent Quaternary-aged formations. In addition, geomorphic indicators of strike-slip faulting, such as dry stream and river offsets, fault scarps, linear valleys, elongated ridges, shutter and pressure ridges, are clearly observed along the fault trace.

In this study, a paleoseismological trench excavation (the Bademli Trench) was conducted across the Nurdağı subsegment, located in the northern part of the Amanos Segment, at the Bademli site. The trench site was selected considering several factors: the fault cuts through young deposits, favourable sedimentary conditions for preserving past event horizons, low groundwater level, and accessibility. At the trench site, a left-lateral displacement of 3.90 m was measured along a field boundary. The trench was excavated perpendicular to the fault, along N60°W direction, measuring 36 m in length and ~3 m in depth and 1.6 m in width. The trench walls are mainly composed of colluvial deposits dissected by channels, underlain by limestone bedrock exposed at the south eastern base of the trench. Fine-grained layers locally containing gravel and blocks overlie the bedrock. Data obtained from the Bademli Trench reveal evidence of two paleoearthquakes that occurred prior to the 2023 event. In order to determine the time intervals of paleo events, samples collected from different stratigraphic levels submitted to the laboratory for radiocarbon dating.

This study is supported by TÜBİTAK project number 123Y473.

Phoenix Antik Kenti'nden Jeolojik, Hidrojeolojik ve Arkeosismolojik Gözlemler ve Değerlendirmeler (Taşlıca, Muğla)

Güneş ANLIAK[a]

[a] Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Fen Bilimleri Entitüsü, Akdeniz Üniversitesi Dumlupınar Bulvarı, 07070, Konyaaltı, Antalya, Türkiye.
(Sorumlu yazar: anliakguness@gmail.com)

Dünya'daki önemli aktif tektonik kuşaklardan biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'deki antik yerleşim alanlarında meydana gelen depremlerin çok disiplinli yöntemlerle incelenmesi, hem arkeolojik tarihçenin anlaşılması hem de güncel sismik tehlikelerin değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Taşlıca köyü (Marmaris, Muğla) sınırlarında yer alan Phoenix antik kenti ve dolaylarının hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konması ve antik kenti etkileyen tarihsel depremlerin jeoloji ve arkeosismoloji yöntemleriyle araştırılması amaçlanmıştır.

Jeolojik çalışmalar; Phoenix Antik Kenti ve dolaylarında yüzeyleyen karbonatlı kayaların, litolojik özellikleri nedeniyle karstlaşmaya uygun olduğunu ve bu durumun yer altı suyu dolaşımını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur.

Bölgenin tarihsel süreçte karşılaştığı en önemli sorunlardan biri olan su kıtlığı, detaylı olarak ele alınmıştır. Antik döneme ait sarnıç ve su depolama sistemleri analiz edilerek, dönemin su yönetim stratejileri değerlendirilmiş ve günümüz için sürdürülebilir su yönetimi açısından öneriler geliştirilmiştir.

Arkeosismolojik gözlemlere göre, Phoenix antik kenti'nde doğrudan büyük bir deprem izine ya da deprem kaynaklı yüzey deformasyonuna rastlanmamış olsa da bazı mimari öğelerde çatlaklar ve yapısal düzensizlikler gözlenmiştir. Bu tür deformasyon yapıları zamana bağlı doğal aşınma, malzeme yorgunluğu ve çevresel faktörlerle ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışma, Phoenix antik kenti'nin jeolojik, arkeosismolojik ve hidrojeolojik özelliklerine ilişkin özgün veriler sunmakta olup, bölgenin sismik tehlike değerlendirmesi ve doğal kaynak yönetimi açısından daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Geological, Hydrogeological, and Archaeoseismological Observations and Evaluations from the Ancient City of Phoenix (Taşlıca, Muğla)

Güneş ANLIAK[a]

[a] Department of Geological Engineering, Institute of Natural and Applied Sciences, Akdeniz University, Dumlupınar Boulevard, 07070, Konyaaltı, Antalya, Türkiye.
(Corresponding author: anliakguness@gmail.com)

Turkey, located on the Alpine-Himalayan orogenic belt one of the most active tectonic zones in the world contains numerous ancient settlements where the investigation of past earthquakes through multidisciplinary approaches is essential. Such studies are important both for understanding archaeological history and for assessing present-day seismic hazards.

This study aims to reveal the hydrogeological characteristics of the ancient city of Phoenix and its surroundings, located within the borders of Taşlıca Village (Marmaris, Muğla), and to investigate historical earthquakes that affected the city using geological and archaeoseismological methods.

Geological investigations have shown that the carbonate rocks outcropping around the Ancient City of Phoenix are prone to karstification due to their lithological characteristics, which negatively affect groundwater circulation in the area.

One of the major historical challenges of the region water scarcity has been examined in detail. Ancient cisterns and water storage systems were analyzed to evaluate the water management strategies of the period, and recommendations were developed for sustainable water management today.

According to archaeoseismological observations, although no direct evidence of a large earthquake or surface deformation related to seismic activity was found in the ancient city of Phoenix, cracks and structural irregularities were observed in certain architectural elements. These deformation features are attributed to long-term natural weathering, material fatigue, and environmental factors rather than seismic events.

This study presents original data on the geological, archaeoseismological, and hydrogeological characteristics of the ancient city of Phoenix and contributes to a better understanding of the region in terms of seismic hazard assessment and natural resource management.

Gediz Grabeni'nin Güney Kenarında Akçapınar Segmenti Kaynaklı Deprem Kayıtları, Batı Anadolu, Türkiye

Ahmet BAYRAK[a], Ersin ÖZDEMİR[a], Can GÜVEN[a], A. Rasimcan ÖZTÜRKER[b], Ozan KARAYAZI[a], Onur TIĞLI[a], Hasan ELMACI[a]

[a] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye. (Sorumlu yazar: ahmet.bayrak@mta.gov.tr)
[b] MTA Uluslararası Madencilik A.Ş., 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.

Genişlemeli tektonik rejimle ifade edilen Batı Anadolu, Anadolu Bloğu'nun batıya yönelen hareketi ile Ege–Kıbrıs dalma-batma zonu arasındaki etkileşimden türeyen karmaşık tektonik süreçlerle tanımlanır. Batı Anadolu'da etkin olan K-G yönlü genişlemeli tektonik rejim altında gelişmiş olan D-B doğrultulu normal faylar, güncel morfolojiyi ve deprem tehlikesini belirleyen başlıca unsurlardır. Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Grabenleri; yüksek açılma hızları, belirgin fay sarplıkları ve genç çökellerle olan yapısal ilişkileri sayesinde aktif tektoniğin en çarpıcı göstergelerini oluşturur.

Gediz Grabeni'nin güney kanadını denetleyen faylardan biri olan Akçapınar Segmenti, Türkiye Diri Fay Haritası'na göre, Holosen aktivitesine sahip bir normal fay olarak tanımlanmıştır. Salihli Havzası'nın batısında KB-GD doğrultusunda uzanan Akçapınar Segmenti, Manisa ili Ahmetli ilçesinden itibaren KD-GB doğrultulu olarak İzmir İli Kemalpaşa ilçesinin Bağyurdu mahallesine kadar uzanmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen "Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi" (TÜRKPAP) kapsamında, D-B genel doğrultulu, 55°-70° K eğimli ve 16 km uzunluğa sahip olan Akçapınar Segmenti üzerinde; Akçapınar Mahallesinin doğusunda, paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir.

Akçapınar Segmenti üzerinde meydana gelen tarihsel dönem depremlerinin belirlenmesi ve bölgenin deprem tehlikesinin ortaya konması amacıyla kazılan Akçapınar Hendeği'nde paleosismolojik açıdan kayda değer veriler elde edilmiştir. Hendek, paleosismolojik ölçütler ve stratigrafik ilişkiler göz önüne alınarak yorumlanmıştır. Çökel özellikleri nedeniyle Holosen (?) yaşta olabileceği değerlendirilen birimleri kesen ve farklı stratigrafik seviyelerin altında sonlanan fay kollarına göre en az 3 deprem tespit edilmiştir. Radyokarbon (^{14}C) ve Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) tarihlendirme yöntemleriyle depremlerin oluş zamanlarının belirlenmesi amacıyla, olay düzlemlerinin altından ve üstünden numuneler derlenmiştir. Tarihlendirme sonuçları, Akçapınar Segmenti üzerinde meydana gelen depremlerin zamanı, tekrarlanma aralığı, son depremden günümüze kadar geçen süre ve kayma hızı gibi deprem tehlikesine esas parametrik fay bilgilerinin elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Earthquake Records Attributable to the Akçapınar Segment on the Southern Margin of the Gediz Graben, Western Anatolia, Türkiye

Ahmet BAYRAK[a], Ersin ÖZDEMİR[a], Can GÜVEN[a], A. Rasimcan ÖZTÜRKER[b], Ozan KARAYAZI[a], Onur TIĞLI[a], Hasan ELMACI[a]

[a]General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye. (Corresponding author: ahmet.bayrak@mta.gov.tr)
[b]MTA International Company, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.

Western Anatolia, stated by an extensional tectonic regime, is defined by complex tectonic processes arising from the interaction between the westward motion of the Anatolian Block and the Hellenic–Cyprus subduction zone. Under the prevailing NS extensional regime, EW striking normal faults are the principal elements that form the current morphology and seismic hazard. The Gediz, Büyük Menderes, and Küçük Menderes grabens present the most notable indicators of active tectonics owing to their high extension rates, distinct fault scarps, and structural relationships with young sediments.

One of the faults controlling the southern margin of the Gediz Graben, the Akçapınar Segment, is classified on the Active Fault Map of Turkey as a Holocene active normal fault. West of the Salihli Basin, the Akçapınar Segment trends NW–SE and from the Ahmetli District of Manisa Province, continues NE–SW to the Bağyurdu neighborhood of Kemalpaşa District, İzmir Province. Within the scope of the "Turkey Paleoseismology Research Project" (TÜRKPAP) coordinated by the General Directorate of MTA, a paleoseismological trench was conducted east of Akçapınar on the Akçapınar Segment, which has an generally E–W strike, dips 55°–70° to the north, and is ~16 km long.

Paleoseismologically significant data were obtained from the Akçapınar Trench, excavated to identify historical-period earthquakes on the Akçapınar Segment and to evaluate the seismic hazard of the region. The trench was interpreted based on paleoseismological criteria and stratigraphic relationships. According to the fault branches that cut through the units—interpreted as possibly Holocene (?) in age due to their sedimentary characteristics—and terminate beneath different stratigraphic levels, at least three earthquakes have been identified.To determine event timings, samples were collected immediately below and above the event horizons for radiocarbon (^{14}C) and Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating. The dating results will contribute to deriving key fault parameters essential for seismic-hazard assessment namely the timing of earthquakes on the Akçapınar Segment, recurrence interval, elapsed time since the most recent event, and slip rate.

Bergama Fayı'nın Holosen Aktivitesine İlişkin Paleosismolojik Bulgular, Batı Anadolu, Türkiye

Hakan AYDOĞAN[a], Volkan ÖZAKSOY[b], Hasret Ozan AVCI[a], Gözde ALTUNTAŞ[c], Ali Atalay YÜCE[a], Devrim ERŞEN[c], Hasan ELMACI[c]

[a] MTA Uluslararası Madencilik A.Ş., 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.
(Sorumlu yazar: hakanaydoganjeo@gmail.com)
[b] Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye.
[c] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.

Türkiye Diri Fay Haritası verilerine göre Bergama Fayı, yaklaşık 10 km uzunluğunda, Holosen aktivitesine sahip normal bir fay olarak tanımlanmıştır. Genel doğrultusu K65°D ve eğimi 65–70° KB olarak belirlenmiştir. Yunt Dağı'nın kuzeybatı yamacında yer alan fay üzerinde gerçekleştirilen detaylı arazi çalışmaları, fayın morfolojik ve yapısal özelliklerini ortaya koymuştur.

Bergama Fayı üzerinde açılan iki paleosismolojik hendek ve gerçekleştirilen arazi gözlemleri, fayın sağ yanal doğrultu atım bileşeninin baskın, normal bileşeninin ise oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Fay, genellikle Miyosen yaşlı piroklastik birimler ile Kuvaterner yaşlı çökeller arasında dokanak oluşturmaktadır.

Kaşıkçı Hendeği'nde yapılan çalışmalar, Holosen döneminde (son ~11.000 yıl) en az üç büyük depremin meydana geldiğine işaret etmektedir. Depremlerin oluş zamanlarının belirlenebilmesi amacıyla hendekten örnekler alınmış ve ilgili laboratuvarlara analiz için gönderilmiştir. Bu analizlerin sonuçlanmasının ardından, depremlerin tekrarlanma aralıkları ve son depremden günümüze geçen süre gibi parametreler detaylı olarak değerlendirilecektir. Kaşıkçı hendeklerinde, farklı seviyelerde Roma dönemine ait künkler ve kiremit parçaları tespit edilmiştir. Bu buluntuların faylanma mekanizmasıyla deforme olduğu ve yer değiştirdiği gözlemlenmiş, böylece tarihsel dönemlerde de fay aktivitesinin etkileri somut olarak belgelenmiştir.

Bu çalışma, Bergama Fayı'nın Holosen dönemi aktivitesini ve deprem üretme potansiyelini ortaya koyarak, bölgesel tektonik değerlendirmelerine önemli katkılar sağlamaktadır.

Paleoseismological Findings on the Holocene Activity of the Bergama Fault, Western Anatolia, Türkiye

Hakan AYDOĞAN[a], Volkan ÖZAKSOY[b], Hasret Ozan AVCI[a], Gözde ALTUNTAŞ[c], Ali Atalay YÜCE[a], Devrim ERŞEN[c], Hasan ELMACI[c]

[a] MTA International Company, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.
(Corresponding author: hakanaydoganjeo@gmail.com)
[b] Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Antalya, Türkiye.
[c] General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.

According to the data from the Active Fault Map of Turkey, the Bergama Fault has been defined as a normal fault approximately 10 km long with Holocene activity. Its general strike is N65°E, and its dip ranges between 65–70° NW. Detailed field studies conducted along the fault, which is located on the northwestern side of Yunt Mountain have revealed the morphological and structural characteristics of the fault.

Two paleoseismological trenches excavated along the Bergama Fault, together with detailed field observations, indicate that the fault is dominated by a right-lateral strike-slip component, whereas its normal component is relatively limited. The fault generally forms a contact between Miocene pyroclastic units and Quaternary deposits.

Studies carried out in the Kaşıkçı Trench indicate that at least three major earthquakes occurred during the Holocene (within the last ~11,000 years). In order to determine the timing of these events, samples were collected from the trench and sent to relevant laboratories for analysis. Once these analyses are completed, parameters such as earthquake recurrence intervals and the time elapsed since the most recent event will be evaluated in detail. In the Kaşıkçı trenches, terracotta water pipes and roof tile fragments from the Roman period were identified at different stratigraphic levels. These archaeological remains were observed to have been deformed and displaced by faulting, thus providing tangible evidence of historical fault activity.

This study offers important contributions to regional tectonic assessments by revealing the Holocene activity and earthquake-generating potential of the Bergama Fault.

Marmara Depremine Hazırlık: Kuzey Anadolu Fayı Üzerinde Deterministik Bir Analiz

Süleyman Fatih BURAŞOĞLU[a], Asude Ayşe KAHVECİOĞLU[a], Selin ÖZEGE[a], Bahadır FAKI[a], Cengiz ZABCI[a,b]

[a] İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34467 Sarıyer, İstanbul, Türkiye.
(Sorumlu yazar: burasoglu20@itu.edu.tr)
[b] İstanbul Teknik Üniversitesi, T. İş Bankası Marmara Aktif Fay Tehlike ve Risk Uygulama ve Araştırma Merkezi, 34467, Sarıyer, İstanbul, Türkiye.

Marmara Denizi çevresindeki aktif fay sistemleri, Türkiye'nin en yoğun nüfuslu yerleşimlerinden biri olan İstanbul için önemli bir deprem tehlikesi oluşturmaktadır. Ancak bu bölgede kullanılan deterministik deprem tehlike analizleri, fay geometrisi ve yer sarsıntısı tahmin denklemlerindeki (GMPE) farklılıklar nedeniyle birbirinden oldukça farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu çalışma, söz konusu belirsizliklerin etkisini incelemek amacıyla Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi kesimi için önerilen farklı fay modellerini kullanarak olası kırılma senaryolarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir.

Bu kapsamda, Marmara Denizi'nde tanımlanan farklı segment modelleri temel alınarak çeşitli kırılma kombinasyonlarına dayalı deprem senaryoları oluşturulmuştur. Analizlerde, Kocaeli ili Gebze ilçesine bağlı Denizliköy civarında yaklaşık 40 km²'lik bir pilot alan seçilmiştir. Bölgenin detaylı jeoloji haritası arazi gözlemleriyle hazırlanmış, zemin birimlerinin mühendislik özellikleri literatürden derlenerek modele uyarlanmıştır. Altı farklı GMPE denklemi kullanılarak hesaplanan yer sarsıntısı değerleri, AFAD-TADAS veri tabanında yer alan ivmeölçer kayıtlarıyla karşılaştırılmış ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Gerçek kayıtlarla en yüksek uyumu gösteren denklem için ($r = 0.4$) seçilen senaryo büyüklükleri, fay-ölçüm noktası uzaklıkları ve zemin parametreleri kullanılarak 11 farklı yer ivmesi (PGA) haritası üretilmiştir. Karşılaştırma amacıyla aynı işlem farklı bir GMPE ile tekrarlanmış ve toplam 22 harita değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, seçilen pilot alanda olası deprem senaryoları için hesaplanan maksimum PGA değerleri 0.20 g ile 0.36 g arasında değişmektedir. Farklı GMPE'ler arasındaki fark %40'a kadar çıkmakta olup, bu durum Marmara Denizi çevresindeki deterministik tehlike analizlerinde model seçiminin sonuçlar üzerindeki kritik etkisini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, farklı GMPE ve fay modellerinin karşılaştırmalı kullanımıyla Marmara Bölgesi için yerel ölçekte daha güvenilir tehlike değerlendirmeleri yapılabileceğini göstermektedir. Bulgular, İstanbul ve çevresi için güncel yer hareketi senaryolarının yeniden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Preparing for the Marmara Earthquake: A Deterministic Analysis of the North Anatolian Fault

Süleyman Fatih BURAŞOĞLU[a], Asude Ayşe KAHVECİOĞLU[a], Selin ÖZEGE[a], Bahadır FAKI[a], Cengiz ZABCI[a,b]

[a] İstanbul Technical University, Faculty of Mining, Ayazağa Campus, 34467, Sarıyer, Istanbul, Türkiye.
(Corresponding author: burasoglu20@itu.edu.tr)
[b] İstanbul Technical University, T. İş Bankası Marmara Active Fault Hazard and Risk Application and Research Center, 34467 Sarıyer, İstanbul, Türkiye.

The active fault systems beneath the Marmara Sea pose a significant seismic hazard for Istanbul, one of the most densely populated metropolitan areas in Türkiye. However, deterministic seismic hazard analyses in this region often yield highly variable results due to differences in fault geometry and the choice of ground motion prediction equations (GMPEs). This study aims to assess the influence of such uncertainties by comparing different fault models proposed for the North Anatolian Fault (NAF) segment within the Marmara Sea through scenario-based deterministic analyses.

Several rupture scenarios were constructed based on alternative segment geometries defined for the NAF. A pilot area of approximately 40 km² was selected near Denizliköy, Gebze (Kocaeli Province), where a detailed geological map was prepared through field observations, and engineering parameters of the surface formations were compiled from the literature. Six GMPEs were applied to estimate the expected ground motions, which were then compared with accelerometer records obtained from the AFAD-TADAS database. Correlation analysis revealed that the GMPE showing the best agreement with the observed data had a correlation coefficient of 0.4. Using this relationship, scenario magnitudes, fault-to-site distances, and local site parameters were used to generate 11 peak ground acceleration (PGA) maps. For comparison, the same procedure was repeated with a different GMPE, yielding a total of 22 PGA maps.

The results indicate that the maximum PGA values within the pilot area range from 0.20 g to 0.36 g, depending on the rupture scenario and GMPE selection. The observed discrepancies—up to 40% between models—highlight the critical role of model choice in deterministic hazard assessments for the Marmara region.

This study demonstrates that the comparative use of multiple GMPEs and fault geometries can provide more reliable local-scale seismic hazard estimates. The findings emphasize the need to revisit current ground motion scenarios for Istanbul and its vicinity.

Lyrbe Antik Kenti'nin Arkeosismolojisi

Su Güneş KABAKLI[a], Erdal KOŞUN[b], Işıl IŞIKLIKAYA-LAUBSCHER [c]

[a] Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07070 Konyaaltı, Antalya, Türkiye.
(Sorumlu yazar: sugunesk@gmail.com)
[b] Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07070 Konyaaltı, Antalya, Türkiye.
[c] J.W. Goethe Üniversitesi Arkeoloji Bölümü Önasya ve Klasik Arkeoloji Anabilim Dalı, D-60629 Frankfurt, Almanya.

Antalya ili, Manavgat ilçesi sınırları içerisinde yer alan Lyrbe antik kentinde gerçekleştirilen yüzey araştırma çalışması kapsamında yürütülen yapısal ve jeoarkeolojik incelemeler, deprem kaynaklı deformasyon izleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Toros Dağları'nın güney eteklerinde ve Anadolu Levhası'nın güneyinde yer alan bölge, karmaşık bir deformasyon alanıdır. Doğal korunaklı bir tepe üzerinde yer alan yerleşimin surlarla çevrili kent merkezinde gerçekleştirilen gözlemlerde, yapı kalıntılarında görülen yer değiştirmiş duvar blokları, yapı temellerindeki ötelenmeler, sismik etkinin kuzey-güney yönlü bir deformasyon ekseni boyunca geliştiğine ve yapı elemanlarında kuzeye doğru bir asimetrik etkinin varlığına işaret eder. Bölgenin sismotektonik yapısı ile literatürdeki paleosismolojik bulgular, arazide saptanan deformasyonların uzun dönemli fay aktivitesi ve benzer bir deprem mekanizmasıyla geliştiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, arkeolojik verilerin jeolojik ve sismotektonik analizlerle birlikte değerlendirilmesinin, antik dönem depremlerinin yorumlanmasında ve Güneybatı Anadolu'nun tektonik evriminin anlaşılmasında önemli katkılar sağlayacak nitelikte olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, saha verilerinin yanı sıra antik dönemde bölgeyi etkileyen depremlere dair tarihsel kaynaklar ve komşu kentlerdeki başlıca arkeolojik veriler karşılaştırmalı olarak incelenmiş, böylece Lyrbe'de izleri görülen depremlerin tarihsel dönem depremlerle ilişkisi kurulmuştur.

Archaeoseismology of the Ancient City of Lyrbe

Su Güneş KABAKLI[a], Erdal KOŞUN[b], Işıl IŞIKLIKAYA-LAUBSCHER [c]

[a] Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 07070 Konyaaltı, Antalya, Türkiye. (Corresponding author: sugunesk@gmail.com)
[b] Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 07070 Konyaaltı, Antalya, Türkiye.
[c] J.W. Goethe University, Department of Archaeology, Institute of Near Eastern and Classical Archaeology, D-60629 Frankfurt, Germany.

Within the scope of the surface survey conducted at the ancient city of Lyrbe, located within the borders of Manavgat district, Antalya province, structural and geoarchaeological investigations focused on identifying earthquake-induced deformation traces. The region, situated on the southern foothills of the Taurus Mountains and along the southern margin of the Anatolian Plate, represents a complex deformation zone. Observations made in the walled city center, located on a naturally protected hill, revealed displaced wall blocks and dislocated building foundations, indicating that seismic activity developed along a north–south-oriented deformation axis, producing an asymmetric northward displacement in architectural elements. The seismotectonic structure of the region, together with paleoseismological data reported in the literature, suggests that the detected deformation patterns are the result of long-term fault activity and a consistent earthquake mechanism. The results demonstrate that integrating archaeological evidence with geological and seismotectonic analyses provides significant insights into the interpretation of ancient earthquakes and the tectonic evolution of southwestern Anatolia. In this study, historical records of earthquakes that affected the region in antiquity and major archaeological evidence from neighboring cities were examined comparatively, thereby establishing a correlation between the deformation traces observed at Lyrbe and historical-period earthquakes.

Sındırgı Fayı ve Yakın Çevresinde Depremsellik ve Tektonizma İlişkisi: Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bütünleşik Bir İnceleme

Abdulsamet ULAŞ[a], Seda ÇAKIR[b], Bahadır BOZYÜRÜK[c], Enes ULAŞ[d]

[a] Dokuz Eylül Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35000, İzmir, Türkiye.
(sorumlu yazar abdulsamet.ulas@ogr.deu.edu.tr)
[b] İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Tezli Yüksek Lisans, 34290, İstanbul, Türkiye
[c] Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Tezli Yüksek Lisans, 54055, Sakarya, Türkiye.
[d] Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06000, Ankara, Türkiye.

Batı Anadolu, genişlemeli tektonik rejimin etkisi altında gelişen ve yoğun deprem aktivitesiyle karakteristik bir deformasyon bölgesidir. Anadolu Bloğu'nun batıya doğru hareketi ve Afrika Levhası ile olan etkileşimi, kuzey–güney yönlü genişlemeli tektonik rejim altında gelişen doğu–batı doğrultulu normal faylar tarafından şekillendirilen grabenlerin gelişimini sağlamıştır. Bu sistemin önemli bileşenlerinden biri olan Sındırgı Fayı, güncel deformasyonun ve depremselliğin mekânsal karakterinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, Sındırgı Fayı ve yakın çevresinde depremsellik ve tektonizma ilişkisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknikleri bütünleştirilerek incelenmiştir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) deprem kataloglarından elde edilen veriler, sayısal yükseklik modelleri (DEM) ve Sentinel-2 MSI Level-2A (B2, B3, B4, B5–B7, B8, B8A, B11, B12 ve SCL) bantları; çizgisellik ve litoloji analizlerinde SWIR-ağırlıklı kompozitler (B12, B8A, B4) kullanılmış olup; termal analiz gerektiğinde ise Landsat 8/9 TIRS (Band 10/11) görüntüleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) Türkiye Jeoloji Veri Tabanı (TJVT) verileri birlikte değerlendirilmiştir. CBS ortamında, faylar, çizgisellikler, eğim değişimleri, drenaj ağları ve deprem dış merkezi dağılımları analiz edilmiştir.Çizgisellik analizi, yüzeydeki doğrusal yapıları belirleyerek fay zonlarının yönelimlerini ve gerilme bölgelerini tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir. Çalışma kapsamında,uzaktan algılama tabanlı çizgisellik analizi, fay zonlarının yüzeyde oluşturduğu çizgisel yapıların yönelim ve yoğunluklarını ortaya koyarak aktif deformasyon alanlarını belirlemiştir.

Elde edilen bulgular, Sındırgı Fayı boyunca depremlerin bir bölümünün doğu–batı uzanımlı normal fay parçaları üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Bu veri, bölgedeki depremselliğin güncel tektonik rejimle ilişkili olabileceğine işaret etmektedir.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (BM-SKH)'nden "Afetlere Dayanıklı Şehirler ve Yerleşimler" (Hedef 11), "İklim Eylemi" (Hedef 13) ve "Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar" (Hedef 16) ile doğrudan ilişkili olan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; CBS ve uzaktan algılama yöntemlerinin aktif fay davranışlarının belirlenmesinde ve bölgesel deprem tehlikesi analizlerinde etkin araçlar olabileceğini ortaya koymuştur. Sındırgı Fayı'nın deprem tehlikesine ışık tutmayı hedefleyen bu çalışma bölgesel afet risk yönetimine ve sürdürülebilir planlama politikalarına katkı sağlayabilecek niteliktedir.

An Integrated GIS-Based Investigation of the Seismicity and Tectonism Relationship in the Sındırgı Fault and Its Surroundings

Abdulsamet ULAŞ[a], Seda ÇAKIR[b], Bahadır BOZYÜRÜK[c], Enes ULAŞ[d]

[a] Dokuz Eylül University, Department of Geography, 35000, İzmir, Türkiye.
(Corresponding author: abdulsamet.ulas@ogr.deu.edu.tr)
[b] İstanbul University, Graduate School of Social Sciences, Master's Program in Geography, 34290, İstanbul, Türkiye.
[c] Sakarya University, Graduate School of Social Sciences, Master's Program in Geography, 54055, Sakarya, Türkiye.
[d] Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06000, Ankara, Türkiye.

West Anatolia is a region characterized by pronounced deformation and intense seismic activity that developed under an extensional tectonic regime. The westward movement of the Anatolian Block and its interaction with the African Plate have promoted the formation of grabens controlled by east–west–trending normal faults that developed under a north–south extensional regime. The Sındırgı Fault, a major component of this system, plays a critical role in shaping the spatial character of contemporary deformation and seismicity.

In this study, the relationship between seismicity and tectonism in and around the Sındırgı Fault was investigated by integrating Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques. Data from the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) earthquake catalogs, digital elevation models (DEMs) and Sentinel-2 MSI Level-2A imagery (B2, B3, B4, B5–B7, B8, B8A, B11, B12 and SCL) were evaluated; SWIR-weighted composites (B12, B8A, B4) were used for lineament and lithological analyses, and where thermal information was required Landsat 8/9 TIRS (Bands 10/11) imagery and the General Directorate of Mineral Research and Exploration's (MTA) Turkey Geological Database (TJVT) were also incorporated. Within the GIS environment, faults, lineaments, slope variations, drainage networks and the spatial distribution of earthquake epicentres were analysed. Lineament analysis, which identifies linear surface features, was employed to delineate fault zones, determine their orientations and detect zones of concentrated strain. Remote-sensing-based lineament mapping revealed the orientations and densities of linear features produced by fault zones, thereby highlighting areas of active deformation.

The results indicate that a portion of the seismicity along the Sındırgı Fault is concentrated on east–west-oriented normal fault segments, suggesting a linkage between the observed seismicity and the current regional tectonic regime.

Related to the United Nations Sustainable Development Goals (UN-SDGs) notably "Sustainable Cities and Communities" (Goal 11), "Climate Action" (Goal 13) and "Peace, Justice and Strong Institutions" (Goal 16) the findings demonstrate that GIS and remote sensing methods are effective tools for identifying active fault behaviour and for regional seismic-hazard analyses. This study, which aims to shed light on the seismic hazard associated with the Sındırgı Fault, can contribute to regional disaster risk management and to more sustainable planning policies.

Owl Lake Fayı Kayma Hızının Lidar Verileri ve Sarplık Gerilemesi Modelleri ile Sınırlandırılması, Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri

Gözde ALTUNTAŞ[a], Francisco GOMEZ[b], Sean POLUN[b]

[a] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06530, Çankaya, Ankara, Türkiye.
(Sorumlu yazar: gozde.altuntas@mta.gov.tr)
[b] Missouri Üniversitesi – Columbia, Jeolojik Bilimler Bölümü, Columbia, Missouri, Amerika Birleşik Devletleri.

Owl Lake Fayı (OLF), Doğu Kaliforniya'da Garlock Fayı'ndan kuzeydoğuya doğru ayrılarak Ölüm Vadisi yönüne uzanan, yaklaşık 19–25 km uzunluğunda, sol yanal doğrultu atımlı aktif bir faydır. Bu fay, bölgesel gerilimin Garlock Fayı'nın orta kesimlerinden Ölüm Vadisi bölgesindeki fay sistemlerine aktarılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Tektonik açıdan önemli olmasına karşın, OLF'nin kinematik özellikleri ve sismik davranışı hakkında mevcut bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu fay, Ölüm Vadisi'nin genişlemeli tektonik rejimi ile Mojave Çölü'nün transpresyonel tektonik rejimi arasında yer alan önemli, ancak yeterince araştırılmamış bir bağlantıyı temsil etmektedir. Önceki çalışmalarda bildirilen kayma hızı değerleri 0,5 ile 7,8 mm/yıl arasında geniş bir aralıkta değişmekte olup, bu durum fayın bölgesel deformasyonun paylaşımındaki rolünü ve ilişkili deprem tehlikesini değerlendirmede belirsizlikler yaratmaktadır.

Bu çalışma, OLF'nin kayma hızını daha kesin biçimde belirlemek ve kinematik özelliklerini daha iyi anlamak amacıyla jeomorfolojik, jeodezik ve kronolojik verilerin bütünleşik analizine dayanmaktadır. Yaklaşık 4,6 nokta/m² yoğunluğa sahip yüksek çözünürlüklü hava LiDAR verileri, fayın ayrıntılı biçimde haritalanması ve alüvyon yelpazeleri ile akarsu yatakları gibi yanal ötelenmiş jeomorfolojik birimlerin ölçülmesi için kullanılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında, kinematik GPS ölçümleri ve düşük irtifa drone fotogrametrisi ile yapılan gözlemler, küçük ölçekli ötelenmelerin yüksek doğrulukla belirlenmesini sağlamıştır. Yer değiştirmiş yüzeylerin yaşlarını tahmin etmek için sarplık gerilemesi modellemesi uygulanmış ve bu sayede kayma hızının nicel olarak hesaplanması mümkün olmuştur. Ayrıntılı mikro-topografik analizler ayrıca yaklaşık 75–100 cm büyüklüğündeki küçük ötelenmeleri ortaya koymakta olup bunların son yüzey kırığı oluşturan depremle ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

Neotektonik araştırmalar ve analizler, OLF'nin 1,1–1,4 mm/yıl arasında bir kayma hızına sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, fayın Garlock Fayı sisteminin doğu kesiminde dağılmış doğrultu atımlı deformasyonun önemli bir bölümünü karşıladığını ve M~7,2 büyüklüğünde deprem üretebileceğini ortaya koymaktadır. Tahmini tekrarlanma aralığı 1030-1430 yıl olup, bu bulgular OLF'nin Doğu Kaliforniya'daki ana fay sistemleri arasındaki kayma aktarım mekanizmalarının anlaşılmasında kilit bir rol oynadığını göstermektedir. Çalışma, ayrıca OLF'nin bölgesel deprem tehlikesi değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken önemli bir aktif sismojenik yapı olduğunu vurgulamaktadır.

Constraining the Slip Rate of the Owl Lake Fault by Using Lidar Data and Fault Scarp Degradation Models, California, United States of America

Gözde ALTUNTAŞ[a], Francisco GOMEZ[b], Sean POLUN[b]

[a] General Directorate of Mineral Research and Exploration, Department of Geological Research, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye.
(Corresponding author: gozde.altuntas@mta.gov.tr)
[b] University of Missouri - Columbia, Department of Geological Sciences, Columbia, Missouri, United States.

The Owl Lake Fault (OLF) is an active, 19–25 km long, left-lateral strike-slip fault that branches northeastward from the Garlock Fault toward Death Valley in eastern California. It plays a critical role in transferring regional strain from the central Garlock Fault into the fault systems of the Death Valley region. Despite its tectonic significance, the OLF remains poorly constrained in terms of its kinematics and seismic behaviour. The fault represents an important yet understudied link between the extensional regime of Death Valley and the transpressional domain of the Mojave Desert. Previous slip-rate estimates vary widely between 0,5 and 7,8 mm/yr, leading to uncertainty in assessing the fault's contribution to regional strain partitioning and associated earthquake hazard.

This study aims to refine the slip rate and better understand the kinematic characteristics of the OLF by integrating geomorphic, geodetic, and chronologic datasets. High-resolution airborne LiDAR data (~4,6 points/m²) were used to delineate the fault trace and measure laterally offset geomorphic markers such as alluvial fans and stream terraces. Field investigations supported by kinematic GPS and low-altitude drone-based photogrammetry provided precise ground validation and small-offset measurements. Scarp degradation modelling was applied to estimate the ages of displaced surfaces, allowing for quantitative slip-rate calculations. The detailed microtopographic data also reveal subtle offsets (75–100 cm) that likely correspond to the most recent surface-rupturing earthquake.

Neotectonic investigations and analyses indicate a slip rate of 1,1–1,4 mm/yr, which suggests that the OLF accommodates a measurable portion of the total shear distributed across the eastern Garlock Fault system. Based on offset geomorphology and fault geometry, the OLF is capable of generating earthquakes up to M~7,2 with an estimated recurrence interval of 1030-1430 years. These results highlight the significance of the OLF in understanding slip transfer mechanisms between major fault systems in eastern California and underscore the need to consider it as part of the broader regional seismic hazard framework.

DİZİN

A. Rasimcan ÖZTÜRKER, 8, 9, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 81, 82
Abdulsamet ULAŞ, 89, 90
Adil TARANCIOĞLU, 28, 29
Ahmet BAYRAK, 6, 7, 8, 9, 48, 49, 50, 51, 75, 76, 81, 82
Ahmet M. AKOĞLU, 28, 29
Ahmet ÖKELER, 28, 29
Akın KÜRÇER, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 26, 27, 50, 51, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76
Alberto REFICE, 36, 37
Ali Atalay YÜCE, 8, 9, 50, 51, 83, 84
Ali CANKURTARANLAR, 16, 17
Ali DUMAN, 62, 63
Alpay ÖZDEMİR, 30, 32
Antonio ANNIS, 36, 37
Asude Ayşe KAHVECİOĞLU, 85, 86
Aynur DİKBAŞ, 46, 47, 77, 78
Bahadır BOZYÜRÜK, 89, 90
Bahadır FAKI, 85, 86
Binali Bilal BEYTUT, 30, 32, 38, 39
Burak KOTAN, 16, 17
Can GÜVEN, 8, 9, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 81, 82
Caner TAŞKÖPRÜ, 54, 55
Cem AÇIKGÖZ, 28, 29
Cengiz ZABCI, 1, 2, 85, 86
Cengiz YILDIRIM, 3, 4
Çağatay ÇAL, 6, 7, 8, 9, 26, 27, 50, 51, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76
Çağlar ÖZKAYMAK, 56, 57
Çiğdem TEPE, 60, 61, 62, 63
Deniz A. AYMUTLU, 46, 47
Deniz Anıl AYMUTLU, 77, 78
Denizhan VARDAR, 16, 17
Devrim ERŞEN, 8, 9, 64, 65, 83, 84
Doğukan Mert ÖZCAN, 56, 57
Domenico CAPOLONGO, 36, 37
Donna L. WHITNEY, 40, 41
Efe Turan AYRUK, 30, 32
Eikichi TSUKUDA, 42, 43
Ekrem ZOR, 28, 29
Elifnur YURDAKUL, 36, 37
Elisa ARNONE, 36, 37
Emre TABAR, 54, 55
Enes ULAŞ, 89, 90
Erdal KOŞUN, 87, 88
Ersin ÖZDEMİR, 8, 9, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 81, 82
Esmanur DOĞRU, 60, 61, 62, 63
Fatih SEVİM, 28, 29
Fatma CANASLAN ÇOMUT, 52, 53
Fernando NARDI, 36, 37
Figen ESKİKÖY, 30, 32
Francisco GOMEZ, 91, 92
Fulsen ÖZEN, 54, 55
Gökhan ATICI, 20, 21
Gözde ALTUNTAŞ, 8, 9, 50, 51, 83, 84, 91, 92
Gözde DUMAN, 54, 55
Gülsen UÇARKUŞ, 16, 17
Gültekin ERTEN, 34, 35, 64, 65
Güneş ANLIAK, 79, 80
H. Serdar AKYÜZ, 46, 47, 77, 78
Hakan AYDOĞAN, 8, 9, 50, 51, 58, 59, 83, 84
Halil GÜRSOY, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76
Hasan ELMACI, 6, 7, 8, 9, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 58, 59, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 81, 82, 83, 84
Hasan SÖZBİLİR, 54, 55
Hasret Ozan AVCI, 9, 50, 51, 58, 59, 83, 84
Hilal YALÇIN, 24, 25, 26, 27
Hiroko KİTAJİMA, 42, 43
Hisao KONDO, 42, 43
Işıl IŞIKLIKAYA-LAUBSCHER, 87, 88
İlayda SAPMAZ, 54, 55
İsmail KAHRAMAN, 8, 9
İsmet ELMA, 56, 57
Kamil ERKAN, 40, 41
Kaung Si THU, 52, 53
M. Cengiz TAPIRDAMAZ, 28, 29
M. Seyyid DEMİR, 46, 47
Macit KARADAĞLAR, 52, 53
Mahdi MOTAGH, 52, 53
Mehmet ERGİN, 28, 29
Mehmet UTKU, 18, 19
Muhammed Seyyid DEMİR, 77, 78
Muhammed TURĞUT, 30, 32, 38, 39

Musa BALKAYA, 46, 47, 77, 78
Mustafa Cengiz TAPIRDAMAZ, 28, 29
Mustafa KOŞMA, 28, 29
Mutlu İÇHEDEF, 54, 55
Nihal AKYOL, 22, 23
Nursena AYKUT, 46, 47, 77, 78
O. Sinan AKÇİZ, 46, 47
Oğuzhan YALVAÇ, 6, 7, 8, 9, 26, 27, 50, 51, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76
Onur AKYOL, 16, 17
Onur TAN, 14, 15, 30, 32
Onur TIĞLI, 48, 49, 81, 82
Ozan AVCI, 8
Ozan KARAYAZI, 8, 9, 26, 27, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 81, 82
Ökmen SÜMER, 56, 57, 60, 61, 62, 63
Özlem KARAGÖZ TAN, 14, 15
Patrice F. REY, 40, 41
Qaiser MEHMOOD, 12, 13
Rafael BRAS, 36, 37
Rahşan ÇAKMAK, 30, 32
Salvo GİAMMANCO, 54, 55
Sean POLUN, 91, 92
Seda ÇAKIR, 89, 90
Selim ÖZALP, 8, 9, 42, 43, 50, 51
Selin ÖZEGE, 85, 86
Semih ERGİNTAV, 16, 17, 30, 32
Semih ESKİ, 60, 61, 62, 63
Sean POLUN, 91, 92
Sen LYU, 52, 53
Senem TEKİN, 12, 13, 44, 45
Su Güneş KABAKLI, 87, 88
Sude KÜÇÜKAVCI, 60, 61, 62, 63
Süleyman Fatih BURAŞOĞLU, 85, 86
Şeyda OLGUN, 44, 45
Şule GÜRBOĞA, 52, 53
Taylan SANÇAR, 30, 32
Tolga ÇAN, 12, 13
Uğur DOĞAN, 30, 32, 38, 39
Volkan KARABACAK, 56, 57
Volkan ÖZAKSOY, 8, 9, 10, 11, 83, 84
Ziyadin ÇAKIR, 30, 32

