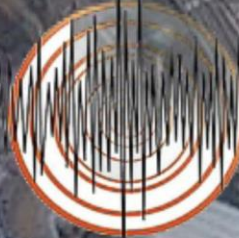


ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ ve Bölgemize Etkileri Sempozyumu BİLDİRİ ÖZLERİ



28 Şubat - 1 Mart 2024
Çukurova Üniversitesi
Mithat ÖZSAN Amfisi
ADANA

Başkan: Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ
Sekreterler:
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Can AKINCI
Doç. Dr. Nusret NURLU

Düzenleme Kurulu

Başkan: Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Sekreter: Dr.Öğr. Üyesi. Ahmet Can AKINCI

Sekreter: Doç. Dr. Nusret NURLU

Prof.Dr. Sedat TÜRKMEN

Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY

Prof.Dr. Hasan ÇETİN

Prof. Dr. Kemal GÜRBÜZ

Prof.Dr. Atike NAZİK

Prof.Dr. Osman PARLAK

Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ

Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa YEĞİN

Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK

Suphi CİVELEK

Dr. Mehmet TATAR

Arş. Gör. Dr. Emine ŞEKER ZOR

Arş. Gör. Dr. Burcu GÖREN KARATAŞ

Arş. Gör. Dr. Sevim Yasemin ÇİÇEKLİ

Arş. Gör. Süleyman KARAHAN

Emrah ŞİMŞEK (PhD)

Hande SONSUN (PhD)

Ali Gökhan ÖÇGÜN (PhD)

Sibel AKARPINAR MERAL

Heyyam TANİ

Erol Levent VURAL



Bilim Kurulu

Prof. Dr. Yücel YILMAZ	Prof. Dr. Murat GÜL
Prof. Dr. Orhan TATAR	Prof. Dr. İsak YILMAZ
Prof. Dr. Okan TÜYSÜZ	Prof. Dr. Züheyra KAMACI
Prof. Dr. Süleyman PAMPAL	Prof. Dr. Kemal GÜRBÜZ
Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ	Prof. Dr. Atike NAZİK
Prof. Dr. Semir ÖVER	Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ
Prof. Dr. Doğan KALAFAT	Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR
Prof. Dr. Şükrü ERSOY	Doç. Dr. Nusret NURLU
Prof. Dr. Ertan BOL	Doç. Dr. Hayati KOÇ
Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY	Prof. Dr. Ahmet ÖZBEK
Prof. Dr. Erhan ALTUNEL	Doç. Dr. Tülin SELVİ ÜNLÜ
Prof. Dr. Orhan POLAT	Dr. Öğr. Üyesi Ulaş İnan SEVİMLİ
Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN	Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK
Prof. Dr. Şakir ŞAHİN	Asist. Prof. Dr. Tuğçe BAŞER
Prof. Dr. Süha ÖZDEN	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Can AKINCI
Prof. Dr. Bülent KAYPAK	Dr. Öğretim Üyesi Mustafa YEĞİN



ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ VE BÖLGEMİZE ETKİLERİ

ÖNSÖZ

Ülkemiz, kendisini çevreleyen Afrika, Arap ve Avrasya levhalarının sınırları çevresinde sismik yönden aktif bir bölgede yer almakta olup, maalesef deprem üretme potansiyeline sahip bir coğrafya üzerinde bulunmaktadır. Türkiye, 1900 yılından günümüze kadar 20 adet 7 büyüklüğü üzerinde depremler yaşamış olup, 1900-2023 yılları arasında can kaybı ve hasarlara neden olan 260 civarında depremler meydana gelmiştir. Ülkemiz, tarihi boyunca 6 Şubat 2023 yılında yaşamış olduğu deprem silsilesini yaşamamıştır. Can kaybı ve ağır hasar yönünden geçmişte yaşanan en büyük depremler sırasıyla 2023 Gaziantep-Kahramanmaraş, 1939 Erzincan ve 1999 Marmara depremleridir.

6 Şubat 2023 tarihinde sabah saat 4.17'de Gaziantep'in yaklaşık 22 km batı-güneybatısında Sofalaca bölgesinde meydana gelen 7.8 büyüklüğündeki ilk depremin 11 dakika sonrasındaki artçısı, 6.8 büyüklüğünde olup, birinci depremin yaklaşık 10 km güneybatısında yine Karasu grabeni içerisinde Nurdağı'na yakın bir yerde meydana gelmiştir. Bu depremler ile Doğu Anadolu Fay Zonunun yüzlerce km uzunlukta segmentleri kırılmıştır. Bu depremlerin ardından aynı gün yaklaşık 9 saat sonra ilk depremin olduğu yerin yaklaşık 100 km kuzeyinde saat 13:24'te Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzey kesimlerinden uzanan Sürgü-Çardak Fay Segmenti ilk depremler tarafından tetiklenerek 7.6 büyüklüğünde üçüncü büyük deprem Kahramanmaraş Ekinözü bölgesinde kırılmıştır. Üçüncü depremin artçısı da 98 dakika sonra aynı segmentin yaklaşık 65 km batı kesiminde Göksun İlçesinin yaklaşık 10 km kuzeyinde 6.0 büyüklüğünde meydana gelmiştir. Bir yıl içerisinde 11 ilimizi kapsayan bölgelerde 60000'in üzerinde farklı magnitüd değerlerinde artçı şoklar gerçekleşmiş olup, resmi rakamlara göre 53.000'in üzerinde vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 130.000 den fazla kişi de yaralanmış, 518.000 konut yıkılmış ve/veya ağır hasar almış, 128.778 konut orta derecede hasar almıştır. Adana ilinde ise, 2023 yılı Ekim ayında Çevre Şehircilik ve iklim Değişikliği İl Müdürlüğü Hasar tespit raporuna göre 13 bina yıkılmış, 3297 adet bina ağır hasarlı, 4062 adet bina orta hasarlı ve 43005 adet bina da hafif hasarlı olarak tespit edilmiştir.

Şubat 2023 depremlerinin ardından geçen bir yıl sonrasında jeoloji, inşaat, jeofizik, geoteknik, mimarlık, deprem mühendisliği vb. gibi farklı disiplinlerde depremler üzerine çalışmalar yapan ve konularında uzman olan araştırmacılar düzenlenen bu sempozyumda depremlerin oluşumu, meydana gelme nedenleri, sismik yönden aktif coğrafik bölgelerin belirlenmesi, depremlerin neden olduğu yüzeyel ve binasal-yapısal hasarlar ve nedenleri, depremler sırasındaki yer hareketleri, sismik dalgaların zeminlerdeki davranışı, konut-işyeri binaları, köprüler, hastaneler, göletler, barajlar gibi zemin üzerinde oluşturulan yapıların



deprem dalgalarına karşı performansları, deprem dirençli binaların ve şehirlerinin konu edildiği hayati öneme sahip güncel kıymetli sunumlar yapacaklardır. Bu depremlerden çıkartılması gereken derslerin neler olduğu belirlenerek tartışılıp, geleceğe yönelik öngörü ve öneriler ortaya konulacaktır. Bölgemizde depremler sonrası yüzeyde ve çeşitli bina-yapılarda gelişen önemli sorunların çözümüne yönelik mühendislik, mimarlık, zemin, denetim, yapılaşma, afet yönetimi, güçlendirme ile ilgili temel konular sempozyum sırasında farklı oturumlarda tartışılacaktır. Ülkemizde deprem olgusu özellikle aktif fay zonları boyunca herhangi bir anda oluşması beklenen ve hayati öneme sahip önemli bir doğa olayıdır. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde yapıldığı üzere deprem dirençli yerleşim birimlerinin oluşturulması mutlaka gerekmektedir. Bu şartların sağlanması sonrasında olası gelişen deprem sonrasında insanların yeniden binalarına girebilecekleri depremlere dirençli sağlam yaşam alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Hemen herkesin dile getirdiği gibi **“Depremler öldürmez, çürük binalar öldürür”**. Bundan dolayı, ülkemizde, güvenle ve sağlıklı yaşanabilecek şehirlerin oluşturulmasına yönelik yapılması gereken faaliyetlerin desteklenmesi, bu hususta insanlığın da bu hayati öneme sahip çok önemli konuya gerekli duyarlılığı göstermeleri gerekmektedir. Ülkemizde 1-7 Mart tarihleri “Deprem Haftası” olarak belirlenmiştir. Bu tarihlerde ülke genelinde birçok üniversite, eğitim kurumları ve kuruluşlarda depremlerle ilgili konferanslar, paneller ve sunumlar yapılarak kamuoyu bilgilendirilmektedir. Bu kapsamda üniversitemiz de bilgilendirme amaçlı olmak üzere Sempozyumun 3. Gününün 5. Oturumunda farklı disiplinlerin bir arada bulunduğu panel oturumu düzenlemektedir. Bu panelde, yaşanan depremler ve bölgeye etkileri ile ilgili soruları mümkün olduğunca cevaplandırılacaktır. Sempozyumumuzun gerçekleştirilmesi için değerli katkılar sunan Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü’ne, Adana Büyükşehir Belediyesine, Jeoloji Mühendisleri Odası, Adana Şubesine, Mühendislik Fakültesi Dekanlığına, değerli bilgilerini paylaşmak üzere sempozyumumuza bilimsel katkılar sunan araştırmacılara ve bu toplantıya katılan sizlere Düzenleme Kurulu adına çok teşekkür eder, Sempozyumun ülkemiz için hayırlı olmasını ve yararlar getirmesini dilerim.

Prof.Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ
Düzenleme Kurulu Başkanı

Anadolu'da Neden Sürekli Deprem Oluyor? Adana ve Çevresinde Deprem Olacak mı?

Yücel YILMAZ

İTÜ Maden Fakültesinden Emekli Jeoloji Profesörü,
yyilmaz@khas.edu.tr

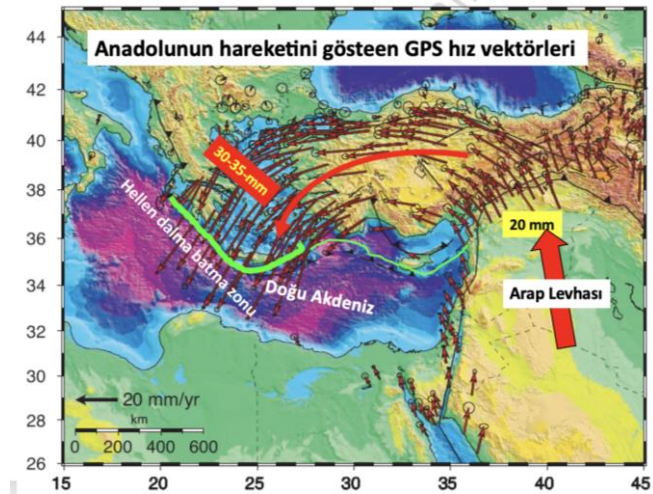
A - Anadolu'da neden sürekli deprem oluyor?

Büyüklüğü 4 ve 4 ten büyük deprem odaklarının dağılımına baktığımızda bunların Anadolu'nun hemen tümünü örttüğü görülmektedir (Şekil 1). Bu veri tek başına Anadolu'nun bir deprem ülkesi olduğunun en açık göstergesidir.



Şekil 1

Anadolu'da sürekli deprem olmasının ana nedeni Arap Levhası'nın kuzey yönünde ilerleyerek Doğu Anadolu'yu sıkıştırmasıdır (Şekil 2).



Şekil 2

Anadolu Levhası Ege Bölgesi'nde bir genişleme ortamına ulaşmakta ve burada kuzey-güney gerilmektedir (Şekil 3). Böylece Anadolu'nun farklı bölgelerinde farklı kökenli hareketlerin yol açtığı depremler oluşmaktadır. Şekil 3'te gösterildiği gibi, Doğu Anadolu'da

Tectonic reasoning for the continuous Anatolian Earthquakes and potential Adana earthquakes

Yücel YILMAZ

In this presentation, I will discuss the problems related to tectonic reasoning for continuous earthquakes in Anatolia and the potential for earthquakes in the Adana region.

Anatolia is one of the world's most actively deformed continental regions. This is displayed clearly in Fig 1, showing that earthquakes greater than 3 cover most of Anatolian lands. The major tectonic factor in this is the northward advance of the Arabian Plate pushing Anatolia to the north. As a result, as the GPS data display, Anatolia is moving north in the east and rotating anticlockwise with a rate of about 20 mm/y (Fig 2) in the west, advancing southward over the Hellenic Trench. Consequently, Eastern Anatolia is squeezed, shortened, thickened, and elevated under the ongoing N-S compressional forces. When the compressional deformation reached an advanced stage, two major strike-slip faults were formed that meet in the Karlıova junction/ Bingöl. These faults are known as the North Anatolian Fault and East Anatolian Fault (NAF and EAF in Fig 3). Together they define an independent tectonic entity known as the Anatolian Plate. The plate protrudes westward from the point of convergence of EAF and NAF at the Karlıova junction, transferring part of the N-S compression to the west.

The movement pattern of the blocks along a strike-slip fault zone can be compared to two trains in adjacent lines moving in opposite directions. In the case of NAF, the blocks move to the right. In EAF, they move to the left.

In the Aegean region, the Anatolia Plate enters a terrain that extends north-south.

As summarized above, Anatolia has three different deformational fields that lead to earthquakes with varying origins. The eastern Anatolia suffers from deformation due to north-south compression, while the western Anatolia is deformed by N-S extension. Figure 3 provides a visual representation of these fields. The NAF and EAT faults connect the two contrasting deformation fields through strike-slip faults, which also generate earthquakes greater than magnitude 7 (Fig 3).

Earthquake potential of Adana and its surroundings

Two factors govern the tectonics of southcentral Anatolia, including the Adana region: 1- the northerly advance of the Arabian Plate and 2- the northward subduction of the Eastern Mediterranean oceanic lithosphere along the Cyprus Trench (Fig 4). They caused the development of regional-scale strike-slip faults (Fig 4). Among these are the East Anatolian Transform Fault (EATF), the Dead Sea Transform Fault (DSF), the foreland faults of the Arabian Platform (FFTF), and the Sarız Saimbeyli Mega Shear zone (SSSZ) (Fig 4). In this presentation, I will discuss these faults' combining and varying roles in generating earthquakes in the Adana region.

Tectonic development of the region affected by the 2023 Turkish earthquakes

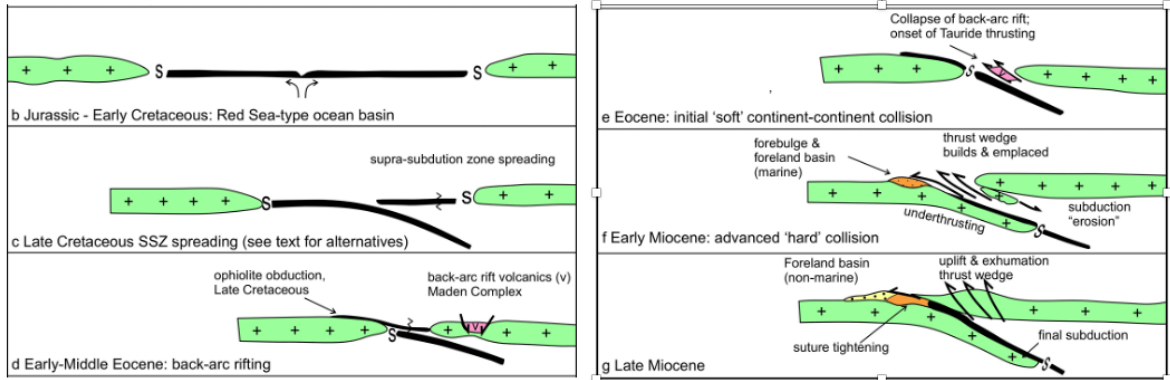
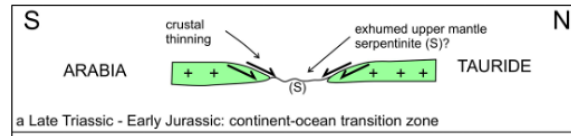
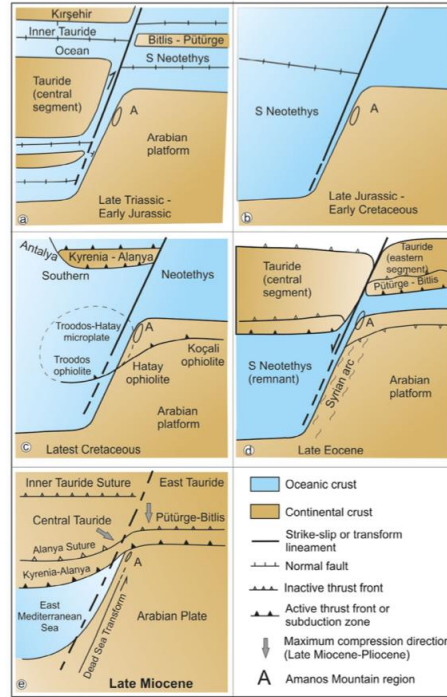
A.H.F. Robertson⁽¹⁾, S. Boulton⁽²⁾, U. C. Ünlügenç⁽³⁾, O. Parlak⁽³⁾, T. Duman⁽⁴⁾, K. Tash⁽⁵⁾, N. İnan⁽⁵⁾, Ü. Şafak⁽³⁾, A. Güney⁽⁶⁾, N. Yıldırım⁽⁴⁾, H. Elmacı⁽⁴⁾, N. Nurlu⁽³⁾, A. C. Akıncı⁽³⁾, M. Kaya⁽⁴⁾

¹University of Edinburgh, UK (Alastair.Robertson@ed.ac.uk); ²Plymouth University, UK; ³Çukurova University; ⁴MTA, Ankara; ⁵Mersin University; ⁶Aksaray University

A good understanding of the controls of hazard in the earthquake region is aided by a knowledge of the regional geology and tectonic development. The region belongs to the Arabian (African) plate and the over-riding Tauride (Eurasian plate). The palaeogeography of the African plate was largely controlled by rifting of the S Neotethys during the Triassic. The collision of this rifted margin with the over-riding Tauride plate initiated the neotectonics of the easternmost Mediterranean and adjacent SE Turkey. The Palaeozoic-Mesozoic geological record of the Arabian plate is largely known from the Amanos Mountains that were uplifted and exposed during the Miocene, whereas the late Mesozoic-Recent is exposed much more widely along the northern margin of the Arabian plate. Initially, Precambrian-Lower Palaeozoic siliciclastic and carbonate sediments accumulated on a broad shelf bordering N Gondwana. Following Triassic rifting of S Neotethys, a Bahama-type carbonate platform developed during passive margin subsidence. During the Late Cretaceous, ophiolites formed above a subduction zone and were then obducted southwards onto the Arabian continental margin as a result of trench/passive margin collision (e.g. Hatay and Amanos ophiolites). Passive margin conditions resumed during the Paleogene when the continental margin was mainly covered by shelf carbonates. There are indications of compression related to initial continent-continent collision during the Eocene in the S Amanos Mtns. The Eurasian plate was clearly colliding with the Arabian plate during the Early Miocene, associated with large-scale southward emplacement of Tauride-derived thrust sheets over a flexurally downwarped foreland basin along the northern edge of the Arabian plate. The over-riding Tauride plate comprises a stack of thrust sheets that restore, from south to north, as the distal passive margin of the Arabian plate (Karadut Complex), deep-sea sediments, volcanics accreted from the S Neotethys (Koçali Complex), intrusive Upper Cretaceous SSZ-type ophiolitic rocks (Berit ophiolite), and Palaeozoic-Mesozoic continental crust cut by Upper Cretaceous granitoids (Malatya



Metamorphics). Continuing plate convergence during Mid-Late Miocene was largely accommodated by internal shortening and uplift within the emplaced Tauride thrust wedge, culminating in a final pulse of southward thrusting and folding during the Late Miocene (possibly accompanied by progressive slab break-off). Left-lateral strike-slip along the broad array of faults related to the East Anatolian Transform Fault began during the Pliocene, continuing until Recent. To the E of the Amanos Mountains, the Karasu basin developed as a transtensional rift with basaltic eruptions and marginal alluvial fans, extending to the coast as the Hatay half-graben structure. The earthquake region is marked by displacements along two main contrasting fault trends, which bear comparison with the previously mapped pattern of Plio-Quaternary faults in the region. Overall, the above restored tectonic development shows that the earthquake-affected region developed as a dogleg in the rifted Arabian margin (Permo-Triassic), which in turn influenced the mainly Miocene collisional tectonics, and subsequently became involved in westward tectonic escape.



Palaogeography

Plate tectonic development

(Duman, Robertson, Elmacı & Kara 2017)

Robertson & Parlak (unpublished)

2023 Türkiye'deki Depremlerden Etkilenen Bölgenin Tektonik Gelişimi

A.H.F. Robertson⁽¹⁾, S. Boulton⁽²⁾, U. C. Ünlügenç⁽³⁾, O. Parlak⁽³⁾, T. Duman⁽⁴⁾, K. Tash⁽⁵⁾, N. İnan⁽⁵⁾, Ü. Şafak⁽³⁾, A. Güney⁽⁶⁾, N. Yıldırım⁽⁴⁾, H. Elmacı⁽⁴⁾, N. Nurlu⁽³⁾, A. C. Akıncı⁽³⁾, M. Kaya⁽⁴⁾

Deprem bölgesinde tehlikenin kontrolüne ilişkin iyi bir anlayış, bölgesel jeoloji ve tektonik gelişimin bilgisine dayanmaktadır. Bölge, Arabistan (Afrika) levhasına ve üzerinde yer alan Tauride (Avrasya levhası) tarafından üzerlenen bir konumda yer almaktadır. Afrika levhasının paleocoğrafyası büyük ölçüde Triyas döneminde Güney Neotetis'in açılması tarafından kontrol edilmiştir. Bu riftleşmiş kenarın Tauride levhası tarafından üzerlenmesi, Doğu Akdeniz'in ve komşu Güneydoğu Türkiye'nin neotektonik dönemini başlatmıştır. Arabistan levhasının Paleozoyik-Mezozoyik jeolojik kaydı, genellikle Miyosen sırasında yükselen ve yüzeyleyen Amanos Dağlarının incelenmesi ile bilinirken, Geç Mezozoyik-Günümüz dönemi, Arabistan levhasının kuzey kenarı boyunca çok daha geniş bir şekilde açığa çıkmıştır. Başlangıçta, Kuzey Gondwana'nın sınırında geniş bir şelf üzerinde Orta Kambriyen-Alt Paleozoyik silisiklastik ve karbonat tortulları birikmiştir. Triyas döneminde Güney Neotetis'in açılması sonrasında, pasif kenar çöküntüsü sırasında Bahama tipi bir karbonat platformu gelişmiştir. Geç Kretase döneminde, bir dalma-batma zonu üzerinde ofiyolitler oluşmuş ve ardından bir hendek/pasif kenar çarpışması sonucunda Arabistan kıtasal kenarı üzerine güneye doğru üzerlemiştir (örneğin Hatay ve Amanos ofiyolitleri). Kıtasal kenar koşulları Paleojen döneminde devam etmiş, kıtasal kenar çoğunlukla şelf karbonatları ile kaplandığında pasif kenar koşulları devam etmiştir. Güney Amanos Dağları'nda başlangıçta kıta-kıta çarpışmasına bağlı sıkışma belirtileri vardır. Erken Miyosen'de Avrasya levhası, Arabistan levhası ile net bir şekilde çarpışmıştır ve bu çarpışma, Arabistan levhasının kuzey kenarı boyunca Arabistan levhasının kuzey kenarı boyunca büyük ölçekli güneye doğru Torid kökenli bindirme dilimlerinin yerleşmesi ile ilişkilendirilmiştir. Üzerleyen Torid levhası, güneyden kuzeye doğru Arabian levhasının distal pasif kenarı olarak temsil edilen bir dizi bindirme diliminden oluşur (Karadut Kompleksi), Güney Neotetis'ten türemiş derin deniz sedimanları, volkanikler (Koçali Kompleksi), Üst Kretase SSZ-tipi ofiyolitik kayaçlar (Berit ofiyoliti) ve Üst Kretase granitoidleri tarafından kesilmiş Paleozoyik-Mezozoyik kıtasal kabuk ünitelerini içerir (Malatya Metamorfizi). Orta-Geç Miyosen boyunca devam eden levha yakınsaması büyük ölçüde yerleşmiş Torid bindirme kaması içinde içsel kısaltma ve yükselme ile karşılanmış, Geç Miyosen sırasında ise güneye doğru bir son hareket ile doruğa ulaşmıştır (muhtemelen ilerleyici levha kopması ile birlikte). Doğu Anadolu Fayı ile ilişkili geniş bir fay dizisi boyunca meydana gelen sol yönlü yanal hareket, Pliyosen'de başlamış ve günümüz'e kadar

devam etmiştir. Amanos Dağları'nın doğusunda, Karasu havzası, bazaltik lav çıkışı ve kenar alüvyal fanlar ile birlikte transtansiyonal bir rift olarak gelişmiş ve sahile kadar Hatay yarı-graben yapısı olarak uzanmaktadır. Deprem bölgesi, bölgede daha önce haritalanan Plio-Kuvaterner fay örüntüsü ile karşılaştırılabilen iki ana zıt fay trendi boyunca yer değiştirmelerle belirlenir. Genel olarak, yukarıda açıklanan bu tektonik gelişim, depremden etkilenen bölgenin riftleşmiş Arap Levhası kıyısında bir köşebent olarak gelişerek (Permo-Triyas), Miyosen çarpışma tektoniğini etkilediğini ve daha sonra batıya doğru tektonik kaçışa dahil olduğunu göstermektedir.

References from this collaborative research

- Akıncı, A.C., Ünlügenç, U.C., 2020, Geodynamical evolution of the Misis structural high, Ceyhan (Adana)/Turkey. *J. African Earth Sci.*, 166, p. 103828
- Akıncı, A.C., Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C., 2016, Late Cretaceous–Cenozoic subduction–collision history of the Southern Neotethys: new evidence from the Çağlayancerit area, SE Turkey. *Internat. J. Earth Sciences*, 105, 315-337.
- Boulton, S.J., 2009, Record of Cenozoic sedimentation from the Amanos mountains, Southern Turkey: Implications for the inception and evolution of the Arabia–Eurasia continental collision: *Sedimentary Geology*, 216, 29–47.
- Boulton, S.J., Robertson, A.H.F. 2007, The Miocene of the Hatay area, S Turkey: Transition from the Arabian passive margin to an underfilled foreland basin related to closure of the Southern Neotethys Ocean: *Sedimentary Geology*, 198, 93–124.
- Boulton, S. J., Robertson, A.H.F., 2008, The Neogene–Recent Hatay Graben, South Central Turkey: graben formation in a setting of oblique extension (transtension) related to post – collisional tectonic escape: *Geological Magazine* 145, 800–821.
- Boulton, S.J., Robertson, A.H.F., Ünlügenç, Ü.C., 2006, Tectonic and sedimentary evolution of the Cenozoic Hatay Graben, Southern Turkey: a two-phase model for graben formation, in *Geological Society, London, Spec. Publ.* 260, 613–634.
- Boulton, S.J., Robertson, A.H.F., Ellam, R.M., Şafak, Ü., Ünlügenç, U.C., 2007, Strontium isotopic and micropalaeontological dating used to redefine the stratigraphy of the Neotectonic Hatay Graben, southern Turkey: *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 141–179.
- Duman, T.Y., Robertson, A.H.F., Elmacı, H., Kara, M., 2017, Palaeozoic–Recent geological development and uplift of the Amanos Mountains (S Turkey) in the critically located northwesternmost corner of the Arabian continent: *Geodinamica Acta*, 29, 103-138.
- Nurlu, N., Parlak, O., Robertson, A., Von Quadt, A., 2016, Implications of Late Cretaceous U–Pb zircon ages of granitic intrusions cutting ophiolitic and volcanogenic rocks for the



assembly of the Tauride allochthon in SE Anatolia (Helete area, Kahramanmaraş Region, SE Turkey): *Internat. J. Earth Sciences*, 105, 283-314.

- Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C., İnan, N., Taşlı, K., 2004, The Misis-Andırın Complex: a mid-Tertiary melange related to late-stage subduction of the Southern Neotethys in S Turkey: *Journal of Asian Earth Sciences*, 22, 413–453.
- Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., Taşlı, K., İnan, N., 2006, The Berit transect of the Tauride thrust belt, S. Turkey: Late Cretaceous–Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the southern Neotethys: *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 108–145.
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., Yıldırım, N., Dumitrica, P., Taşlı, K., 2016, Late Triassic rifting and Jurassic–Cretaceous passive margin development of the Southern Neotethys: evidence from the Adıyaman area, SE Turkey: *Internat. J. Earth Sciences* 105, 167-201.

Cumhuriyetin 100. Yılında Türkiye Depremleri Ve Genel Değerlendirme

Şükrü ERSOY

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, sersoy@yildiz.edu.tr

ÖZ

Kıtaları taşıyan levhaların milyonlarca yıldan beri sürdürdükleri yavaş hareketler bir yandan devasa okyanus ve sıradağların oluşumuna yol açarken diğer yandan yer kabuğu içinde biriktirdiği deformasyon enerjisinin yarattığı stresler zaman zaman aniden boşalarak depremlere neden olurlar. Depremler farklı yönlerde hareket eden levhaların sınırlarında ya da kıtaların parçalanma iç kısımlarında meydana gelirler. Pasifik Kuşağı ile ülkemizin de içinde bulunduğu Alp-Himalaya Dağ Kuşağı Dünya’da bilinen en önemli iki deprem bölgesidir.

Onsekizinci yüzyılın sonlarına dek depremin nedeni henüz bilinmiyor ve deprem bilim dışı söylencelerle açıklanmaktaydı. En çok da Tanrının bir gazabı olduğuna ve insanları cezalandırdığına inanılırdı. Bilim adamları 1755 Lizbon depreminden önce depremleri açıklamak için neredeyse yalnızca Aristo, Pliny ve diğer antik klasik kaynaklara bakmışlardır. Lizbon depremini takip eden yaklaşık yüz yıl boyunca deprem üzerine giderek artan çalışmalar İtalya’nın güneyinde 35.000 kişinin ölümüne neden olan 1783 Kalabriya Depremi sonrası daha da arttı. Sismolojinin babası adı verilen Robert Mallet (1810-1881) deprem dalgalarının hızını ölçmüş, aynı zamanda yeraltındaki depremin derinliğini ve merkez üssünü de saptayabilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri’nde ise deprem çalışmaları 1906 San Francisco depreminin ardından artmış ve depremlerin uzun yıllar boyunca yer kabuğunda gerilimlerin kademeli olarak birikmesinin bir sonucu olduğu ortaya konmuştur. 1960 yılında meydana gelen M9.5 büyüklüğündeki Dünyanın en büyük 1960 Valdivia veya Büyük Şili Depremi sonrası yeraltından yayılan depremin dalgaları depremi bilime büyük faydalar özellikle de dalgaların oluşumu ve süresinin ölçülmesi ile yeraltı hakkında birçok bilgiye ulaşılabilmektedir.

Türkiye’de ise deprem konusunda çalışmalar 20. yüzyılın ilk yıllarında başlamıştır. Türkiye açısından aletsel dönem öncesi depremler konusunda bilgiler ancak tarihsel kayıtlardan ve yapılan paleosismolojik çalışmalarından elde edilmiştir. Bu konuda 1935 yılında faaliyetine başlayan MTA ile 1936 tarihinde görevine başlayan Kandilli Rasathanesi

ve Deprem Araştırma Enstitüsü gibi ulusal kurumlarımızın çok önemli rolleri olmuştur. Bu kurumlara son zamanlarda AFAD eklenmiştir.

Son yüzyılda meydana gelen yıkıcı büyük depremlerden bazıları aşağıda listelenmiştir.

1912 08 09 – Şarkköy-Mürefte M7.3 – Ölü Sayısı: 216	1970 03 28 – Gediz, M 7.1 – Ölü Sayısı: 1,086
1924 09 13 – Pasinler M6.8 – Ölü Sayısı: 214	1971 05 12 – Burdur, M6.9 – Ölü Sayısı: 71
1928 03 31 – İzmir, Torbalı M6.5, Ölü Sayısı: 40	1971 05 22 – Bingöl, M6.8 – Ölü Sayısı: 878
1930 05 07 – Hakkari, M7.2 – Ölü Sayısı: 2,514	1975 09 06 – Lice – M6.6 – Ölü Sayısı: 2,385
1939 12 26 – Erzincan, M7.8, Ölü Sayısı: 32,700	1976 11 24 – Muradiye – M7.5 – Ölü Sayısı: 3840
1942 12 20 – Niksar-Erbaa M7.0 - Ölü Sayısı: ~3,000	1983 10 30 – Horasan-Narman - M6.8 - Ölü Sayısı: 1,342
1943 11 26 –Tosya-Ladik, M7.2 - Ölü Sayısı: 2,824	1992 03 13 – Erzincan – M6.8 – Ölü Sayısı: 653
1944 02 01 - Gerede, M7.2, - Ölü Sayısı: ~4,000	1998 06 27 Adana, Ceyhan – M6.2 – Ölü Sayısı: 145
1946 05 31 - Varto, M5.9 - Ölü Sayısı: 1,300	1999 08 17 - Kocaeli – M7.4 - Ölü Sayısı: 17,118
1949 08 17 - Erzurum, M6.8 - Ölü Sayısı: 320	1999 11 12 – Düzce - M7.2 - Ölü Sayısı: 894
1951 08 13 - Kursunlu, M6.7 - Ölü Sayısı: 50	2002 02 03 – Çay-Sultandağ - M6.5 – Ölü Sayısı: 42
1953 03 18 - Yenice-Gönen, M7.2 - Ölü Sayısı: 1,073	2003 01 27 – Pülümür- M6.5 – Ölü Sayısı: 1
1957 04 25 - Fethiye, M7.1 - Ölü sayısı: 15	2003 06 01 – Bingöl - M6.4 – Ölü Sayısı: 176
1957 05 26 - Bolu, M7.1 - Ölü Sayısı: 66	2004 07 02 – Doğubeyazıt - M5.2 – Ölü Sayısı: 18
1964 10 06 – Manyas - M7.0 - Ölü Sayısı: 36	2010 03 08 – Kovancılar - M6.0 – Ölü Sayısı: 41
1965 06 13 – Denizli, M5.4 - Ölü Sayısı: 2	2011 10 23 – Erçiş – M6.7 - Ölü Sayısı: 604
1966 08 19 - Varto, M6.8 - Ölü Sayısı: 2,529	2020 01 24 – Sivrice – M6.5 - Ölü Sayısı: 44
1967 07 22 - Mudurnu Vadisi, M7.3 - Ölü Sayısı: 173	2020 10 30 – Sisam – M6.9 - Ölü Sayısı: 117
1968 09 03 - Bartın, M6.6 - Ölü Sayısı: 24	2023 02 06 – K.Maraş- M7.7 ve 7.5 - Ölü Sayısı: 60Bin +
1969 03 28 - Alaşehir, M6.4 - Ölü Sayısı: 11	2023 02 20 – Defne, Hatay – M6.4 - Ölü Sayısı: 6

Türkiye deprem tarihinin en büyük depremlerinden biri 1939 yılında Erzincan’da gerçekleşmiştir. Kuzey Anadolu Fay zone üzerindeki birbirini takip eden bir dizi deprem (1942- 1943- 1944, 1957, 1967) gerilimin batıya doğru kaymasına yol açmıştır. Marmara Denizi 1912 ve 1999 depremleri arasında kalan bir bölgede olup 250 yıllık tekrarlanma periyodu dolduğundan yakın gelecekte deprem beklenen yerlerden biridir. Deprem sadece Marmara’da değil ülkemizin her yerinde yaşanacaktır.

1940’lı yıllar ülkemizde depreme karşı yasal düzenlemelerin yapıldığı bir dönemdir. 1944 yılında 4623 sayılı “Yer Sarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler” hakkında kanun, 1945 yılında ise “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve Yapı Yönetmeliği” bunlardan biridir. Böylece afet politikalarındaki mevzuatlarda yapılan değişikliklerle afet öncesi hazırlık ve koruyucu önlemlerin artırılmasını sağlamıştır. 1950’li yıllarda ise benzer bazı düzenlemeler yapıldı. 1958 yılında İmar ve İskân Bakanlığı, 1959 yılında Afet İşleri Genel müdürlüğü kuruldu. 1959 yılında "Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlar” konusunda 7269 sayılı kanun yürürlüğe girdi. 1985 yılında 3194 Sayılı İmar Yasası, 09.05.1985 gün ve 18749 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmişse de yönetmeliklerde ve genelgelerde jeolojik ve jeoteknik etütler yer bulamamıştır. Plan Yapımına Ait Esaslara Dair Yönetmelik’te, “jeolojik etüt” çalışmaları yapılması ancak 1999 depremleri sonrası değişikliklerle mümkün olabilmektedir.



Aslında deprem konusunda alınan tüm kararlar, kanunlar, yönetmelikler ve çalışmalar ancak büyük depremler sonrasına denk gelmektedir. Bu durum 1992 Erzincan depremi, 1999

Kocaeli ve Düzce depremleri, 2011 Van ile 2023 Hatay-Kahramanmaraş depremleri sonrası da değişmemiştir.

Her büyük deprem sonrası karar verici ve yöneticilerimiz ilgili depremin milat olduğu söylene de o milat bir türlü gelmemiş ve depremlerden zarar görmeye devam ediyoruz. 2023 depremleri sonrasında kapsamlı bir kriz yönetimi, ulusal risk kalkanı modeli toplantıları, deprem gerçeği ve kentsel dönüşüm şurası yapılmış, altyapı ve kentsel dönüşüm başkanlığı kurulmuş, yeni deprem yönetmeliği, kentsel dönüşüm çalışmaları, DASK kapsamının genişletilmesi ve Türkiye diri fay haritası hazırlanması gibi pek çok çalışma yapılmıştır. Tüm bu çalışmaların yeterli olup olmadığı ancak bir büyük deprem yaşandıktan sonra öğrenilecektir.



Turkey's Earthquakes In The 100th Anniversary Of The Republic And General Evalution

Şükrü ERSOY

ABSTRACT

While the slow movements of the plates supporting the continents, which have continued for millions of years, lead to the formation of huge oceans and mountain ranges, on the other hand, the stresses created by the deformation energy accumulated in the earth's crust sometimes suddenly release and cause earthquakes. Earthquakes occur at the boundaries of plates moving in different directions or in the disintegrating interior of continents. The Pacific Belt and the Alpine-Himalayan Mountain Belt, which includes our country, are the two most important earthquake regions known in the world.

Until the end of the eighteenth century, the cause of the earthquake was not yet known and the earthquake was explained by unscientific myths. Most of all, it was believed that God was wrathful and punished people. Before the 1755 Lisbon earthquake, scientists looked almost exclusively to Aristotle, Pliny, and other ancient classical sources to explain earthquakes. Increasing studies on earthquakes for nearly a hundred years following the Lisbon earthquake increased even more after the 1783 Calabrian Earthquake, which caused the death of 35,000 people in the south of Italy. Robert Mallet (1810-1881), called the father of seismology, measured the speed of earthquake waves and was also able to determine the depth and epicenter of the earthquake underground. In the United States, earthquake studies increased after the 1906 San Francisco earthquake, and it was revealed that earthquakes were the result of the gradual accumulation of stresses in the earth's crust over many years. The waves of the earthquake spreading underground after the 1960 Valdivia or Great Chile Earthquake, the world's largest, with a magnitude of M9.5, which occurred in 1960, provided great benefits to science, especially by measuring the formation and duration of the waves and a lot of information about the underground was obtained.

In Turkey, studies on earthquakes started in the first years of the 20th century. For Turkey, information about pre-instrumental period earthquakes has only been obtained from historical records and paleoseismological studies. Our national institutions such as MTA, which started its operations in 1935, and Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, which started its operations in 1936, played very important roles in this regard. AFAD has recently been added to these institutions.



Some of the devastating major earthquakes that have occurred in the last century are listed below.

1912 08 09 – Şarköy-Mürefte M7.3 – Death toll: 216	Gediz, M 7.1 - Death toll: 1,086
1924 09 13 – Pasinler M6.8 – Death toll: 214	1971 05 12 – Burdur, M6.9 – Death toll: 71
1928 03 31 – İzmir, Torbalı M6.5, Death toll: 40	1971 05 22 – Bingöl, M6.8 – Death toll: 878
1930 05 07 – Hakkâri, M7.2 – Death toll: 2,514	1975 09 06 – Lice – M6.6 – Death toll: 2,385
1939 12 26 – Erzincan, M7.8, Death toll: 32,700	1976 11 24 – Muradiye – M7.5 – Death toll: 3840
1942 12 20 – Niksar-Erbaa M7.0 - Death toll: ~3,000	1983 10 30 – Horasan-Narman – M6.8 - Death toll: 1,342
1943 11 26 –Tosya-Lâdik, M7.2 - Death toll: 2,824	1992 03 13 – Erzincan – M6.8 – Death toll: 653
1944 02 01 – Gerede, M7.2, - Death toll: ~4,000	1998 06 27 Adana, Ceyhan – M6.2 – Death toll: 145
1946 05 31 – Varto, M5.9 - Death toll: 1,300	1999 08 17 – Kocaeli – M7.4 - Death toll: 17,118
1949 08 17 – Erzurum, M6.8 - Death toll: 320	1999 11 12 – Düzce – M7.2 – Death toll: 894
1951 08 13 – Kurşunlu, M6.7 - Death toll: 50	2002 02 03 – Çay-Sultandağ - M6.5 – Death toll: 42
1953 03 18 – Yenice-Gönen, M7.2 - Death toll: 1,073	2003 01 27 – Pülümür- M6.5 – Death toll: 1
1957 04 25 – Fethiye, M7.1 - Death toll: 15	2003 06 01 – Bingöl - M6.4 – Death toll: 176
1957 05 26 – Bolu, M7.1 - - Death toll: 66	2004 07 02 – Doğu Beyazıt - M5.2 – Death toll: 18
1964 10 06 – Manyas - M7.0 - - Death toll: 36	2010 03 08 – Kovancılar – M6.0 – Death toll: 41
1965 06 13 – Denizli, M5.4 - - Death toll: 2	2011 10 23 – Erciş – M6.7 - Death toll: 604
1966 08 19 – Varto, M6.8 - Death toll: 2,529	2020 01 24 – Sivrice – M6.5 - Death toll: 44
1967 07 22 – Mudurnu Valley, M7.3 - Death toll: 173	2020 10 30 – Samos – M6.9 - Death toll: 117
1968 09 03 – Bartın, M6.6 - Death toll: 24	2023 02 06 – K. Maraş– M7.7 and 7.5 - Death toll: 60 Thousand +
1969 03 28 – Alaşehir, M6.4 - Death toll: 11	2023 02 20 – Defne, Hatay – M6.4 - Death toll: 6
1970 03 28 -	

One of the largest earthquakes in Türkiye's earthquake history occurred in Erzincan in 1939. A series of successive earthquakes on the North Anatolian Fault zone (1942- 1943- 1944, 1957, 1967) caused the tension to shift westward. The Marmara Sea is located in a region between the earthquakes of 1912 and 1999, and is one of the places where earthquakes are expected in the near future, as the 250-year recurrence period has expired. Earthquakes will occur not only in Marmara but all over our country.

The 1940s were a period when legal regulations were made against earthquakes in our country. "Law No. 4623 on Precautions to be Taken Before and After Earthquakes" enacted in 1944 and "Turkey Earthquake Zones Map and Zoning Regulation" issued in 1945 are one of them. Thus, pre-disaster preparation and protective measures were increased with the changes made in the legislation regarding disaster policies. Similar regulations were made in the 1950s. The Ministry of Construction and Settlement was established in 1958, and the General Directorate of Disaster Affairs was established in 1959. Law No. 7269 on "Measures to be Taken and Assistance to be Provided Due to Disasters Affecting Public Life" came into force in 1959. Although the Zoning Law No. 3194 came into force in 1985 by being published in the Official Gazette No. 18749 dated 09.05.1985, there was no place for geological and geotechnical studies in the regulations and circulars. Conducting "geological survey" studies in the Regulation on Planning Principles was only possible with the changes made after the 1999 earthquake. In fact, all decisions, laws, regulations and studies regarding earthquakes occurred only after major earthquakes. This situation also emerged after the 1992 Erzincan earthquake, 1999 Kocaeli and Düzce earthquakes, 2011 Van and 2023 Hatay-Kahramanmaraş earthquakes.



Although it is said that the earthquake is a turning point for our decision makers and supports after every major earthquake, that milestone has never come and we continue to suffer from earthquakes. After the 2023 earthquakes, many studies have been carried out such as a comprehensive crisis management, national risk shield model meetings, earthquake reality and distribution transformation council, infrastructure and parts transformation directorate has been established, new earthquake management, transition transformation studies, expansion of the scope of DASK and preparation of Turkey's live fault map. Whether all these events are enough will be known only after a major earthquake occurs.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş ve Antakya depremlerinin nedenleri ve Adana ili için Doğal Afete dirençli Kentleşme Modeli

Hasan SÖZBİLİR¹, Ercan AKSOY, Mustafa SOFTA, Çağlar ÖZKAYMAK, Volkan KARABACAK, Fikret, KOÇBULUT, Elif AKSOY, Orhan TATAR, Recep ÇAKIR, Özkan Cevdet ÖZDAĞ, Mehmet UTKU, Ahmet DEMİR, Gökhan ARSLAN

¹Dokuz Eylül Üniv., Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, Tınztepe Kampüsü, 35160 Buca-İzmir-Türkiye
sozbilir@deu.edu.tr

ÖZ

6 Şubat 2023 günü yerel saatle 04:17'de Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) güney kolundaki dört fay segmenti (Narlı, Erkenek, Pazarcık, Amanos segmenti) 78 saniye içinde kırılarak 300 km uzunluğunda yüzey kırığı meydana geldi. Mw7,8'lik bu ana şoktan yaklaşık dokuz saat sonra DAF'ın kuzey kolundaki iki fay segmenti (Çardak ve Doğanşehir segmenti) 60 saniye içinde kırılarak 150 km uzunluğunda bir yüzey kırığı daha oluşturdu. İki aylık bir süreyi kapsayan saha çalışması depremden bir gün sonra başladı. Yüzeydeki çatlaklar boyunca titizlikle gözlemler yapıldı ve drone görüntüleri kullanılarak hem doğal ve hem de insan yapımı yapılara verilen zararlar tespit edildi.

Deprem bölgesinde saha çalışmaları devam ederken, 20 Şubat günü yerel saatle 20.04'te merkezi Defne (Antakya) olan bir deprem daha meydana geldi. Bu Mw6.4 depreminde Antakya Fayı'nın kuzey kesimi yırtıldı. Artçı sarsıntıların 100 bini aştığı deprem bölgesinde 53 binin üzerinde can kaybı yaşandı, binlerce bina yıkıldı veya hasar gördü. Bulgularımız, can ve mal kaybını etkileyen başlıca faktörlerin yedi temel kategoride sınıflandırılabilirliğini göstermektedir: (1) aktif faylar üzerinde yapılaşma, (2) sıvılaşmaya duyarlı zeminde yapılaşma, (3) göl kıyısında yapılaşma, (4) nehir boyunca yapılaşma, (5) hatalı proje tasarımı, (6) standartların altında işçilik ve (7) bina inşaatında uygunsuz malzeme kullanımı.

Yüzey kırılmalarına ilişkin gözlemlerimiz, 6 Şubat depremlerinin önemli bir kısmının önceden var olan yüzey kırıklarını kullandığını ortaya çıkardı. İlk Mw7.8 depreminde 7.3 metrelik yanal yer değiştirme tespit edilmiş, bunu takip eden Mw7.6 depreminde 6.3 metrelik yanal yer değiştirme ve üçüncü Mw6.4 depreminde ise 20 cm'lik düşey yer değiştirme tespit edilmiştir. Yüzey kırığı boyunca yapılarda çeşitli deformasyonlar gözlemlendi. Özellikle yüzey çatlaklarının ve sıvılaşma tehlikesinin gözlemlendiği bölgelerde yüksek hasar seviyeleri dikkat çekti. Yüzey kırılmasından uzak bölgelerde zeminin dinamik davranışı ön plana çıkmış ve gözle görülür derecede hasar gözlemlenmiştir.

Gözlemlerimiz, özellikle 1999'dan önce inşa edilen binalarda tahribat ve hasarın çok daha ağır olduğunu göstermiştir. Ayrıca son deprem yönetmeliğine göre inşa edilen modern binaların bile yıkıldığı veya hasar gördüğü gözlemlenmiştir. Zemin koşulları, bina yapıları ve aktif faylar arasındaki etkileşim değerlendirildiğinde, zemin tipi, bina ve yapı envanteri ne olursa olsun, yüzey kırığı boyunca belirli derecede deformasyon meydana geldiği ve bunun sonucunda can ve mal kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, yakın gelecekte



yıkıcı depremler yaratma potansiyeli olan aktif faylar üzerindeki inşaatların kontrol altına alınması veya aktif fay zonları üzerinde yapılaşmadan kaçınılması büyük önem taşımaktadır.

Kahramanmaraş ve Antakya depremlerinden çıkarılması gereken en büyük dersler, doğal afetlere dirençli kentleşme modelinin benimsenmesidir. Bunun için, zeminin deprem sırasındaki dinamik davranışını önceden bilmek, yapı-zemin etkileşimine göre binayı projelendirmek, yerleşim yerindeki akarsu ve göl/deniz kıyısındaki sınırlama tehlike düzeyini bilmek, yüzey faylanma tehlikesi kuşağını önceden tahmin etmek ve mevcut yapı stoğunu buna göre değerlendirmek gerekmektedir.

Bu bağlamda, Adana ilinin Çukurova'yı besleyen ana nehirler üzerinde kurulu olan bölümü ile diri faylar üzerindeki ve yakınındaki bina stoğunun olası bir deprem sırasındaki davranışını ortaya koymak üzere, deprem senaryosuna dayalı bir deprem master planı ile test edilmesi gerekmektedir. Zira, Kahramanmaraş depremleri nedeniyle transfer edilen enerji, Adana ilini etkileme potansiyeli olan komşu faylara (Savrun Fayı, Ecemiş Fayı, Karataş-Osmaniye Fayı, Yumurtalık Fayı, Toprakkale Fayı gibi) stres biriktirmeye devam etmektedir.

Causes of the February 6, 2023 Kahramanmaraş and Antakya earthquakes and a Natural Disaster Resistant Urbanization Model For Adana City

Hasan SÖZBİLİR, Ercan AKSOY, Mustafa SOFTA, Çağlar ÖZKAYMAK, Volkan KARABACAK, Fikret, KOÇBULUT, Elif AKSOY, Orhan TATAR, Recep ÇAKIR, Özkan Cevdet ÖZDAĞ, Mehmet UTKU, Ahmet DEMİR, Gökhan ARSLAN

ABSTRACT

On February 6, 2023, at 04:17 local time, four fault segments (Narlı, Erkenek, Pazarcık, Amanos segments) on the southern branch of the Eastern Anatolian Fault (EAF) ruptured within 78 seconds, causing a 300 km long surface rupture. Approximately nine hours after this Mw7.8 main shock, two fault segments (Çardak and Doğanşehir segments) on the northern branch of the EAF ruptured within 60 seconds, creating a 150 km long surface rupture. Fieldwork began within a day after the earthquakes, spanning a two-month period. Meticulous observations were conducted along the surface ruptures, capturing damages inflicted on both natural landscapes and human-made structures using drone footage.

While fieldwork in the earthquake area was ongoing, another earthquake occurred on February 20, at 20:04 local time, centered in Defne (Antakya). In this Mw6.4 earthquake, the northern segment of the Antakya Fault was ruptured. In the earthquake region, where aftershocks exceeded 100,000, over 53,000 lives were lost, and thousands of buildings were destroyed or damaged. Our findings indicate that the leading factors influencing the loss of life and property can be classified into seven key categories: (1) construction on active faults, (2) construction on ground susceptible to liquefaction, (3) construction along lake shores, (4) construction along rivers, (5) flawed project design, (6) substandard workmanship, and (7) utilization of inappropriate materials in building construction.

Our observations on surface ruptures revealed that a significant portion of the February 6 earthquakes exploited pre-existing surface fractures. In the first Mw7.8 earthquake, a lateral displacement of 7.3 meters was identified, followed by a lateral displacement of 6.3 meters in the subsequent Mw7.6 earthquake, and a vertical displacement of 20 cm in the third Mw6.4 event. Various deformations were observed on structures along the surface rupture. Particularly in regions with observed surface fractures and liquefaction hazards, high damage levels were noted. In areas distanced from the surface rupture, the dynamic behavior of the ground became prominent, and a notable degree of damage was observed.

The extent of destruction and damage is much higher, especially in buildings constructed before 1999. Additionally, even modern buildings constructed in compliance with the latest earthquake regulations suffered destruction or damage. Evaluating the interplay between ground conditions, building structures, and active faults, it has been



ascertained that irrespective of the ground type and the inventory of buildings and structures, a specific degree of deformation occurs along the surface fracture, resulting in a consequential loss of life and property. Hence, it is crucial to control or avoid construction on active faults with the potential to produce devastating earthquakes in the near future.

The biggest lessons to be learned from the Kahramanmaraş and Antakya earthquakes are that an urbanization model that is resistant to natural disasters should be adopted. For this, it is necessary to know the dynamic behavior of the ground during an earthquake, to project the building according to the structure-soil interaction, to know the liquefaction hazard level in the stream and lake/sea shores in the settlement, to predict the surface fault hazard zone and to evaluate the existing building stock accordingly.

In this context, the part of Adana province built on the main rivers feeding Çukurova and the building stock on and near active faults need to be tested with an earthquake master plan based on an earthquake scenario in order to reveal the behavior of the building stock during a possible earthquake. Because the energy transferred due to Kahramanmaraş earthquakes continues to accumulate stress on neighboring faults (such as Savrun Fault, Ecemiş Fault, Karataş-Osmaniye Fault, Yumurtalık Fault, Toprakkale Fault) that have the potential to affect the Adana province.

6 Şubat 2023 (M 7.8) Kahramanmaraş Depreminden Sonra Bölgenin Güney Kesimine Genel Bir Bakış

Erhan ALTUNEL¹, Özgür KOZACI², Reda SBEINATI³ ve Mustapha MEGHRAOUI⁴

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

²Geosciences, Pacific Gas & Electric, CA, USA; ³SAEC, Damascus, Syria

⁴Institut Terre et Environnement, UMR 7063, Université de Strasbourg

ÖZ

6 Şubat 2023 (M7.8) Kahramanmaraş Depremine kaynaklık eden Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), KD-GB uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonudur. DAFZ, kuzeydoğuda Karlıova ile güneybatıda Türkoğlu arasında gerek jeolojik gerek jeomorfolojik veriler ile tartışma yaratmayacak kadar belirgindir. Ancak, DAFZ'nun güneybatıya uzanımı uzun süredir tartışılmaktadır; bir grup araştırmacı DAFZ'nun Amanos Dağları'nı keserek İskenderun Körfezi'ne doğru devam ettiğini ileri sürerken, bir grup araştırmacı da fay zonunun Karasu Vadisi'nin batı kenarı boyunca Amik Havzası'na doğru uzandığını ileri sürmektedir. Bölgede yaptığımız arazi çalışmaları; DAFZ'nun İskenderun Körfezi'ne doğru uzandığını, Karasu Vadisi boyunca uzanan KD-GB uzanımlı fayların ise Ölü Deniz Fay Zonu'ndaki (ÖDFZ) kaymayı DAFZ'na aktaran faylar olduğunu göstermektedir.

6 Şubat 2023 (M7.8) Kahramanmaraş Depremi'nin yüzey kırığı, kuzeyde Çelikhane'nin kuzeydoğusu ile güneyde Amik Havzası arasında uzanmaktadır. DAFZ'nun güneybatı devamı İskenderun Körfezi'ne doğru uzanmasına rağmen yüzey kırığı burayı takip etmemiş, Karasu Vadisi'nin batı kenarını takip etmiştir. 6 Şubat 2023 depreminde oluşan yüzey kırığının güney ucu Hatay Havalimanı'nın güneyinde yaklaşık 5 km genişliğinde bir alanda sola sıçramalar yaparak kaybolmaktadır. ÖDFZ'nin kuzeyde sonlandığı yer (Demirköprü kuzeyi) ile Karasu Vadisi'nin batı kenarı boyunca uzanan fayın güney sınırı arasında 10 km'nin üzerinde açılmalı sıçrama bulunmaktadır.

Büyük bir depremin meydana geldiği bölgede komşu faylar üzerindeki deprem tehlikesinin değerlendirilmesi, fayların önceki deprem aktivitelerinin iyi bilinmesini gerektirir. Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 (M7.8) Kahramanmaraş Depremi'nden sonra DAFZ'nun güneybatı uzanımı ve ÖDFZ üzerindeki deprem tehlikesi değerlendirilecektir.



An overview of the southern part of the region after the February 6, 2023, (M7.8) Kahramanmaraş earthquake

Erhan ALTUNEL¹, Özgür KOZACI², Reda SBEINATI³ and Mustapha MEGHRAOUI⁴

ABSTRACT

The February 6, 2023, (M7.8) Kahramanmaraş Earthquake occurred on the NE-SW trending left-lateral strike-slip East Anatolian Fault Zone (EAFZ). The trace of the EAFZ is too prominent to be controversial with both geological and geomorphological data between Karlıova in the northeast and Türkoğlu in the southwest. However, the extension of the EAFZ to the southwest has been debated for a long time; while one group of researchers argues that the EAFZ cross the Amanos Mountains and continues towards the Gulf of İskenderun, another group of researchers argue that the fault zone extends along the western edge of the Karasu Valley towards the Amik Basin. Our field studies in the region show that the EAFZ extends towards the Iskenderun Bay and the NE-SW trending faults along the Karasu Valley are the faults that transfer the slip on the Dead Sea Fault Zone (DSFZ) to the EAFZ.

The surface rupture of the February 6, 2023, (M7.8) Kahramanmaraş Earthquake extends between the northeast of Çelikhan in the north and the Amik Basin in the south. Although the southwestern continuation of the EAFZ extends towards the Iskenderun Bay, the surface rupture did not follow it, but followed the western edge of the Karasu Valley. The surface rupture of the February 6, 2023, earthquake terminates in south of the Hatay Airport in south, in an area of about 5 km wide deformation zone in left-stepping en-echelon pattern. There is a releasing step-over of more than 10 km between the northern tip of the DSFZ (north of Demirköprü) and the southern part of the fault that extends along the western edge of the Karasu Valley.

The assessment of earthquake hazard on neighboring faults in the region where a major earthquake occurs requires a good knowledge of the previous earthquake activity of the faults. In this study, the earthquake hazard on the southwestern extension of the DAFZ and the SDFZ after the 6 February 2023 (M7.8) Kahramanmaraş Earthquake will be evaluated.

6 Şubat Kahramanmaraş Depreminde Oluşan Kütle Hareketleri

Sedat TÜRKMEN

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam,
ADANA - sturkmen@cu.edu.tr

ÖZ

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) kayıtlarına göre; 06.02.2023 Pazartesi günü sabah saat 04:17’de Doğu Anadolu Fay Zonu’nun uzantısı konumunda bulunan ve merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ilçesinde aletsel büyüklüğü (Mw) 7,7 ve odak derinliği 8,6 km olan deprem, 11 ili etkilemiş ve yüzlerce kilometrelik yüzey kırığı oluşturmuştur. Bu depremin artçıları devam ederken aynı günün 9 saat sonrasında yine Doğu Anadolu Fay Zonu’nun bir diğer segmenti üzerindeki Sürgü-Çardak fayı üzerinde saat 13:24’te yaklaşık bir dakika süre boyunca Elbistan (Kahramanmaraş) ilçesinde aletsel büyüklüğü (Mw) 7,6 ve odak derinliği 7.0 km olan ikinci bir deprem daha meydana gelmiştir.

06.02.2023, saat 04.17’de meydana gelen ve aletsel büyüklüğü 7.7 (Mw) olan ilk depremde bir çok yüzey deformasyonu oluşmuş ve geniş bir bölgede yüzlerce km uzunluğunda yüzey kırığı, depremin tetiklediği büyük çaplı heyelanlar ve bir çok bölgede kaya düşmeleri meydana gelmiştir. Ayrıca yine depremin etkisi sonucu sıvılaşmaya bağlı yanal yayılmalar oluşmuştur.

Meydana gelen heyelanların en büyüklerinden biri Gaziantep’in İslahiye ilçesi, güneyindeki Değirmencik Mahallesi’nin batısındaki İdilli vadisinin kuzey yamacında meydana gelen akma şeklindeki heyelan, diğeri ise Hatay’ın Altınözü İlçesi yakınlarındaki düzlemsel kayma şeklindeki Tepahan heyelanıdır. Bu çalışmada her iki heyelan incelenmiş, her iki heyelanı tetikleyen ana etkenin jeolojik özelliklerin yanında bu bölgelerde deprem sonucu oluşan yüksek yatay yer ivmesi değerleri olduğudur. Ayrıca mevsimsel olarak yeraltısının varlığı ve yamaç eğiminin kaymada etkili olduğu söylenebilir. Deprem sonucunda birçok bölgede sıvılaşma meydana gelmiş olup, Adananın güneyinde Karataş civarında sıvılaşmaya bağlı olarak yanal yayılmalar meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Heyelan, Yanal yayılma

Mass Movements In Kahramanmaraş Earthquake On February 6

Sedat TÜRKMEN

ABSTRACT

According to the records of the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD), Earthquake Department Directorate (DDB), an earthquake occurred at 04:17 on Monday, February 6, 2023, with a magnitude of 7.7 (M_w) and a focal depth of 8.6 km. The epicenter was located in Pazarcık district (Kahramanmaraş), situated as an extension of the East Anatolian Fault Zone. This earthquake affected 11 provinces and resulted in surface ruptures spanning hundreds of kilometers. While the aftershocks of this earthquake continued, another earthquake occurred approximately 9 hours later on the Sürgü-Çardak fault segment of the East Anatolian Fault Zone. This earthquake took place at 13:24 in the Elbistan district (Kahramanmaraş) and had a magnitude of 7.6 (M_w) with a focal depth of 7.0 km.

The first earthquake, which occurred at 04:17 on February 6, 2023, with a magnitude of 7.7 (M_w), resulted in numerous surface deformations, extensive surface ruptures spanning hundreds of kilometers in a wide area, large-scale landslides triggered by the earthquake, and rockfalls in many areas. Additionally, lateral spreading occurred due to liquefaction induced by the earthquake. One of the largest landslides that occurred was the flow-type landslide on the northern slope of the İdilli valley west of the Değirmencik neighborhood in İslahiye district of Gaziantep, and the other one was the planar sliding Tepahan landslide near Altınözü district of Hatay. In this study, both landslides were examined, and it was found that besides the geological characteristics, the high horizontal ground acceleration values resulting from the earthquake were the main factors triggering both landslides. Additionally, it can be said that the presence of groundwater seasonally and the slope gradient were effective in the sliding. As a result of the earthquake, liquefaction occurred in many areas, and lateral spreading, particularly around Karataş in the south of Adana, was observed due to liquefaction.

Keywords: Earthquake, Landslide, Lateral spreading

Depremlerde Hasar Gören Yapıların Değerlendirilmesi

İsmail Hakkı ÇAĞATAY

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam,
ADANA - hcagatay@cu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada ülkemizde meydana gelen 6 Şubat depremlerinde yıkılan ve hasar gören yapıların depremlerde neden yıkıldıkları, hasar aldığı incelenmiş ve depremlere karşı güvenli yapıların nasıl olması gerektiği ile ilgili çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Depremlerde Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerindeki yapıların durumu ve hasar nedenleri incelenmiştir. Yıkım ve hasarların önemli kısmı yapıların tekniğine uymadan yapılması ve hatalı uygulamalar olduğu tespit edilmiştir.

Evaluation of Structures Damaged in Earthquakes

ABSTRACT

In this study, it was examined why the buildings that were destroyed and damaged in the earthquakes that occurred on February 6 in our country were destroyed and damaged, and solutions were proposed on how the buildings should be safe against earthquakes. The earthquake condition and damage of buildings in Adana, Hatay, Kahramanmaraş and Osmaniye provinces were examined. It was determined that a significant part of the destruction and damage was done without complying with the construction technique and with incorrect applications.

Adana İlinin Depremselliği ve Deprem Üretebilecek Fayları

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ ve Ahmet Can AKINCI

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam,
ADANA – ulvican@cu.edu.tr, acakinci@cu.edu.tr

ÖZ

Alp-Himalaya Dağ kuşağı üzerinde yer alan ülkemizin güney kesimlerinde yer alan Afrika ve Arap levhaları, milyonlarca yıldır arasında sınır oluşturan transform Ölü Deniz Fay Zonu boyunca güneyden kuzeye doğru hareket ederek Anadolu levhacığımızı sıkıştırmaktadır. Bu sıkıştırmalar 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 suturelar Adana bölgesini depremsellik açısından aktif duruma getirmektedir. Adana bölgesinin sismisitesi, belirtilen bu suturelar 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 kırıklarıdır.

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

Seismicity Of Adana Province And Faults That May Produce Earthquakes

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ and Ahmet Can AKINCI

ABSTRACT

The African and Arabian plates limited by transform Dead Sea Fault Zone, located in the southern parts of our country 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. These mentioned faults are surface fractures that can control the seismicity of the region.

Key Words: Adana city, seismicity, active faults, East Anatolian Fault Zone, Anadolu platelet.

Deprem ve Şehir Planlama

Tülin SELVİ ÜNLÜ

Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, selvitulin@gmail.com

ÖZ

Türkiye’de kentlerin özellikle 1950’li yıllardan itibaren aldıkları göçle birlikte nüfusları öngörülenin üstünde bir hızla artmış ve kentler kontrolsüz biçimde büyümüştür. 1980’li yıllarla birlikte, planlı kentsel gelişim ve planlı ekonomi politikalarının yanı sıra, kır ile kentin bütünleşmesini amaçlayan Erken Cumhuriyet Dönemi politikaları terkedilmiş, kent, kırı egemenliği altına almaya başlamıştır. 1980’li yıllarda, kentsel alanda yaşayan kişi sayısı, kırsal alanda yaşayan kişi sayısını geçmiştir. Kentlerdeki bu hızlı değişim kendini, “kentsel yayılma” ve “kentsel yapıli alanın dönüşümü ve yoğunlaşması” biçiminde göstermiş, bir yandan mevcut kentsel alanda yık-yap süreçleriyle yoğunlaşma yaşanırken, öte yandan da kentlerin çeperinde hızla yeni yaşam alanları gelişmeye başlamıştır. Ancak ne yazık ki, kentlerin planlı bir şekilde geliştirilmesi ve kentsel toprağın, koruma-kullanma dengesini gözetecek biçimde ve kamu yararını temel alacak şekilde kullanımını düzenleyecek mekansal plan, politika ve uygulamalar çoğunlukla bu gelişimin hızını yakalayamamıştır.

Buna, dönem dönem çıkarılan imar afları ya da uygulama ve denetimdeki sorunlar da eklendiğinde, Türkiye kentlerinin, söz konusu hızlı ve kontrolsüz gelişimi sonucu üretilen, denetimden yoksun, kentsel teknik altyapı ve uygun standartları sağlamaktan uzak konut alanlarından oluşan kentsel alanlar ortaya çıkmıştır. Kentsel mekanın üretilmesinde, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de egemen hale gelen neoliberal politikalarla, 1980’li yıllarda başlayan ve 2000’li yıllarla birlikte hızlanan parçacıl, proje temelli ve inşaat odaklı kentsel büyüme modeli benimsenmiş ve bu da gerek yeni gelişen alanlarda gerekse mevcut yapıli alanların dönüşümünde, piyasa mekanizmasının belirleyici olması sonucunu getirmiştir.

Bu çalışmada, yukarıda özetlenen süreçte, şehir planlama disiplinin, söz konusu mekan üretme pratiklerindeki rolü, sorumluluğu ve sınırlılıkları çerçevesinde, Türkiye kentlerinin son yıllarda, deprem başta olmak üzere doğa olayları karşısındaki kırılganlığının nedenleri üzerinde durulmakta ve çözüm önerileri tartışılmaktadır.

Earthquake and Urban Planning

Tülin SELVİ ÜNLÜ

ABSTRACT

In Turkey, especially since the 1950s, the population of cities has increased rapidly above the anticipated level due to migration, leading to uncontrolled urban growth. Along with planned urban development and economic policies in the 1980s, the policies of the Early Republican Period aiming to integrate rural and urban areas were abandoned, and cities began to dominate rural areas. In the 1980s, the number of people living in urban areas exceeded those living in rural areas. This rapid change in cities manifested itself in the form of "urban sprawl" and "transformation and intensification of urban built-up areas," with both intensification processes occurring in the existing urban areas and new living areas rapidly developing on the outskirts of cities. Unfortunately, spatial plans, policies, and practices regulating the planned development of cities and the use of urban land in a balanced manner that considers preservation and utilization and is based on the public interest have often failed to keep up with the pace of this development.

Furthermore, with the addition of periodic zoning amnesties or issues in implementation and enforcement, urban areas in Turkey have emerged as areas consisting of poorly controlled, urban technical infrastructure-lacking, and substandard housing areas resulting from the rapid and uncontrolled urban development. In the production of urban space, neoliberal policies, which have become dominant worldwide as well as in Turkey, have been adopted since the 1980s, leading to a fragmented, project-based, and construction-oriented urban growth model that has accelerated since the 2000s. This has resulted in the dominance of market mechanisms in both the development of new areas and the transformation of existing built-up areas.

In this study, focusing on the vulnerability of Turkish cities to natural disasters, particularly earthquakes, in recent years within the framework of the role, responsibility, and limitations of the urban planning discipline in the practices of producing such spaces, the reasons for Turkey's cities' vulnerability are discussed, and solution proposals are debated.

6 Şubat 2023 Depremleri ve Sonrasında Hatay, Adana, Osmaniye ve Kıbrıs Bölgesinin Depremselliği

Okan TÜYSÜZ

İTÜ Maden Fakültesinden Emekli Jeoloji Profesörü – tuysuz@itu.edu.tr

ÖZ

Doğu Akdeniz bölgesinde Pazarcık'ta 06 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17 de Mw=7.7; aynı gün Elbistan'da saat 13:24 de Mw=7.6 büyüklüğünde iki deprem yaşandı. 11 İli etkileyen bu yıkıcı depremleri 20 Şubat 2023 saat 20:04 de güneyde Defne-Antakya merkezli Mw=6.4 deprem izledi. Ülke tarihinde görülmemiş bir hasara ve can kaybına yol açan bu depremlerin arkasından yoğun bir artçı deprem etkinliği gelişirken batıda Kayseri'den doğuda Yüksekova'ya, kuzeyde Bingöl-Erzincan'dan güneyde Kuzey Suriye ve Kıbrıs'a kadar çok geniş bir coğrafyanın gerilme rejiminde önemli değişimler meydana geldi. Çelikhan'dan Antakya'ya, Malatya'dan Göksun'a kadar uzunluğu 400 km'yi aşan hatlar boyunca deprem esnasında kırılan faylarda gerilme düşümü yaşanırken bu faylara komşu alanlarda ise gerilme artışları meydana geldi.

Arap Levhası tarafından milyonlarca yıldır ortalama 18 mm/yıl hızla kuzeye doğu sıkıştırılan Anadolu Levhası bu sıkışmanın etkisi ile gelişen çok sayıda aktif fayın yarattığı depremlerin etkisi altındadır. Bölge açısından güneyde Kızıldeniz'den kuzeyde Türkoğlu'na kadar uzanan Ölü Deniz Fayı, Karlıova'dan Amik Ovasına, oradan Kıbrıs'a kadar uzanan Doğu Anadolu Fayı ve onun çok sayıdaki kolundan biri olan Sürgü-Göksun-Karataş-Yumurtalık fayları ile onların Kıbrıs'a doğru giden denizaltı uzantıları tarihsel dönemlerden bu yana bölgenin yıkıcı depremlerine kaynak oluşturmuşlardır. Gerilme düşümü olan bölgelerde uzun yıllar bir daha büyük deprem beklenmez iken gerilme artışı olan bölgelerde deprem olasılıklarının arttığı kabul edilmektedir. Hızla artan nüfus, plansız kentleşme ve afete dirençli olmayan toplumsal yapı dikkate alınırsa gelecek depremlerin de büyük hasarlar yaratması olası görülmektedir.

Bu sunumda Hatay, Adana, Osmaniye ve Kıbrıs Bölgesinin aktif fayları, bunların üretmiş oldukları önemli tarihsel depremler, 6 Şubat depremlerinin bu faylar üzerindeki etkileri ve bölgede gelecek dönemlerdeki deprem beklentileri ve bunların nedenleri üzerinde durulacaktır.

Seismicity of Hatay, Adana, Osmaniye, and Cyprus Regions after the February 6, 2023 Earthquakes

Okan TÜYSÜZ¹

ABSTRACT

In the Eastern Mediterranean region, two big earthquakes occurred: $M_w = 7.7$ in Pazarcık on February 6, 2023, and $M_w = 7.6$ in Elbistan on the same day. These two devastating earthquakes, which affected 11 provinces, were followed by the $M_w = 6.4$ Defne-Antakya earthquake in the south, on February 20, 2023. An intense aftershock sequence followed these earthquakes that caused unprecedented damage and loss of life in the country's history, while significant changes occurred in the stress regime of a large region, from Kayseri in the west to Yüksekova in the east, from Bingöl-Erzincan in the north to Northern Syria and Cyprus in the south. There was a stress drop along the faults that ruptured during the earthquake from Çelikhan to Antakya and from Malatya to Göksun, more than 400 km in length. Stress increased in the areas adjacent to these ruptured faults.

The Anatolian Plate, which has been compressed northward by the Arabian Plate at an average rate of 18 mm/year for millions of years, is under the influence of earthquakes that have been occurring along the active faults that developed because of this compression. In terms of region, the Dead Sea Fault, extending between Türkoğlu in the north and the Red Sea in the south, the Eastern Anatolian Fault, extending from Karlıova in the north to the Amik Plain and from there to Cyprus, and the Sürgü-Göksun-Karataş-Yumurtalık faults and their submarine extensions leading towards Cyprus have been the source of devastating earthquakes in the region since historical times. While another major earthquake is not expected for many years in regions with a stress drop, it is accepted that the probability of an earthquake increases in regions with increased stress. Considering the rapidly growing population, unplanned urbanization, and social structure that is not resistant to disasters, future earthquakes are likely to cause great damage.

In this presentation, the active faults of the Hatay, Adana, Osmaniye, and Cyprus regions, the important historical earthquakes they produced, the effects of the February 6 earthquakes on these faults, and the earthquake expectations in the region in the future and their causes will be discussed.

Çukurova Bölgesinin Depremselliği, Deprem Tehlikesi ve Riskleri

Süleyman PAMPAL

Gazi Üniversitesi-ANKARA –pampal.suleyman@gmail.com

ÖZ

Çukurova; batıda Mersin’den başlayıp, doğuda Hatay’a kadar uzanan, Seyhan ve Ceyhan Nehirleri ile daha küçük pek çok ırmak tarafından kuzeydeki Toros Dağlarından koparılıp getirilen malzemenin Akdeniz sahillerine bırakılması sonucu oluşturulan kalın alüvyal ovanın adıdır. Türkiye’nin en önemli tarım arazileri Çukurova’da bulunur. Mersin, Adana, Osmaniye ve Hatay illerinin önemli yerleşim alanları da bu alüvyal zeminler üzerinde bulunmaktadır.

Çukurova, Türkiye’nin neotektonik evriminde önemli bir kavşak noktasında yer almaktadır. Afrika-Arap ve Anadolu levhalarının kesiştiği “Üçlü Kavşak” (Triple junction) adı verilen bölgededir. Doğuda; Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı gibi levha sınırı konumunda bulunan faylar ve bu fayların tali bileşenleri tarafından sınırlanmıştır. Batıda ise Orta Anadolu Fay sisteminin en önemli bileşeni olan Ecemiş fayı ile onun bileşenleri ve Mersin Civarında Namrun Fayı, Mut Fayı vb. faylar ile ovanın altında bulunan irili ufaklı pek çok fay bu alüvyal ovanın gelişimini kontrol etmektedir. Bölgenin jeolojik şekillenmesi; Üst Eosen sonrası etkin olan tektonizma etkisiyle gerçekleşmiş olup, denize yakın sahil kesimleri, ağırlıkla kalın-çok kalın, bloklı Miyosen çökel istifli tarafından kaplanmıştır. En üstte bulunan alüvyal malzemenin kalınlığı yer yer 150-250 metreye ulaşmaktadır.

Bölgenin tarihsel ve aletsel dönemde yaşadığı depremler incelendiğinde; ovanın altında ve çevresinde bulunan aktif fayların neden olduğu çok sayıda yıkıcı depremin varlığı anlaşılmaktadır. Çukurova’nın farklı kesimlerinin orta-yüksek deprem tehlikesi altında olduğunu söylemek mümkündür.

Son yıllarda tüm Türkiye’de olduğu gibi Çukurova’da da kırsaldan kentlere çok hızlı bir göç gerçekleşmiş ve bölge kentleriyle kent çeperlerine, depremin yıkıcı etkisini 2-3 kat artıran alüvyal zeminler üzerine, gelişigüzel, mühendislik hizmeti almamış, gecekondu mantığı ile deprem yönetmeliklerine uyulmadan büyük çoğunluğu depreme dayanıklı olmayan yapılar yapılmıştır. Tüm Türkiye’de olduğu gibi, imar planları deprem olgusu dikkate alınmadan hazırlanmış, yapılar; malzeme seçiminden inşa yöntemine kadar deprem yönetmeliklerine uyulmadan yapılmış, denetimler özellikle 17 Ağustos 1999 öncesi yasak sarmak kabilinden yapılmış (gerçekte yapılmamış), sayısız imar afları afeti davet etmiştir. Bir taraftan yerel ve genel anlamda kamu otoritesi, diğer yandan genel anlamıyla vatandaş, depremi değil, başka konuları önceleyerek bilinçsiz davranmış, deprem bilincinden uzak, kişisel hesaplarla bu sağlıksız yapılaşmanın paydaşı olmuşlardır. Bu ve daha pek çok faktör deprem riskini artırmış, konu bugün içinden çıkılmaz boyutlara ulaşmıştır.



Bundan sonra yapılacak olan; riskleri azaltmak, bölge insanında deprem bilincini oluşturup, tüm yapı stokunu elden geçirerek depreme dayanıklı hale getirmektir. Bu konu “Kentsel Dönüşüm Yasası” çerçevesinde, elbirliği içinde, hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Deprem riskini azaltmak, hatta sıfırlamak ancak bu şekilde mümkün olabilir.

Seismicity, Earthquake Hazard And Risks Of Çukurova Region

Süleyman PAMPAL

ABSTRACT

Çukurova is the thick alluvial plain that covers the region from Mersin in the west and Hatay in the east. Çukurova is formed by the Seyhan, Ceyhan and many other smaller rivers, as a result of the particle movement from the Taurus Mountains into the Mediterranean coast. Türkiye's most important and fertile agricultural lands are located here as well. Important provinces of Mersin, Adana, Osmaniye and Hatay are located on these alluvial grounds.

In terms of Türkiye's neotectonic evolution, Çukurova is found at a significant location, which is called the "Triple Junction" where the African-Arabian and Anatolian plates intersect. It borders the Eastern Anatolian Fault, the Dead Sea Fault and the secondary components of these faults in the east. And in the west, it borders the Ecemiş fault (which is the most important component of the Central Anatolian Fault system) and its components in addition to the Namrun Fault and the Mut Fault around Mersin. These faults together with many more small and large ones are responsible for the geological development of this alluvial plain. The geological formation of the region occurred under the influence of active tectonism after the Upper Eocene. The coastal areas were mainly covered by a thick/very thick, Miocene aged sedimentary deposits. The thickness of the alluvial material at the top reaches 150-250 meters in places. When earthquakes in historical and instrumental periods are examined it is seen that there have been many devastating earthquakes caused by the active faults directly under and around the plain. It is possible to say that different parts of Çukurova are under medium and/or high earthquake risk.

In recent years, there has been a very rapid migration from rural to urban areas in Çukurova, as in all of Türkiye, and large-scale settlements have been built in the cities and urban peripheries of the region, on alluvial soils that increase the destructive effect of earthquakes 2-3 times. Moreover, the majority of these structures were built haphazardly, without any engineering services, with no respect to the earthquake regulations and as a result they are not earthquake resistant. As in all of Türkiye, zoning plans were not initially planned taking earthquakes into account. Accordingly, the structures were unfavorable from material selection to construction method, and inspections, especially before August 17, 1999 (inspections were not carried out at all), altogether inviting disasters. Unfortunately, earthquake has not been a priority for neither the public nor the public authorities.

To move forward, the priorities should be: to reduce the risks, to create earthquake awareness among the people of the region, to overhaul the entire building stock and make it earthquake resistant. This should be done as quickly as possible and within the framework of the "Urban Transformation Law". Only in this way is it possible to reduce or even reset the risk of earthquakes.

Keywords: Seismicity of Çukurova, earthquake hazard

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Gaziantep Depremleri; Oluşan artçı sarsıntıları ve Adana ili yakın kesimlerine yansımaları

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ Ahmet Can AKINCI, Nusret NURLU, Ali Gökhan ÖÇGÜN, Heyyam TANI

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam, ADANA [-ulvican@cu.edu.tr](mailto:ulvican@cu.edu.tr); acakinci@cu.edu.tr; NusretNurlu@gmail.com

ÖZ

Türkiye, Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde çevresinin aktif faylar ve levhalarla sınırlandırılmış olduğu sisimik yönden aktif bir deprem ülkesidir. Ülkemiz çok uzun süredir 2023 yılında yaşamış olduğumuz büyüklüklerde ve sayılarda depremlerle karşı karşıya kalmamıştır. Bu depremlerin oluşmasına neden olan esas jeolojik faktör yer kabuğu üzerinde yer alan levha ve levhacıkların kabuk üzerindeki bağıl hareketleridir. Afrika ve Arap levhalarının güneyde Ölü Deniz transform fay zone sınırı boyunca kuzeye doğru hareket etmesi nedeniyle, bu levhalar çok uzun bir süredir kuzeyindeki Anadolu levhacığını sıkıştırıp, itmektedir. Ayrıca, Anadolu levhacığı kuzeyindeki Avrasya Levhası tarafından da sıkıştırılmaktadır. Bu tektonik konumu nedeniyle, ülkemizdeki Anadolu levhacığı Türkiye'deki Major Sağ yanal Doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Sol Yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kesiştiği alanın batısına doğru yılda yaklaşık olarak 2.1 cm hızla hareket etmektedir.

Ülkemizde 2023 yılında yaşadığımız depremin oluşmasının, ilksel olarak nedeni Afro-Arap levhalarının sınırını oluşturan transform nitelikli Ölü Deniz Fay zoneunun ülkemizin sınırları içerisine kadar uzanması ve bu fay zone boyunca çok uzun bir süre biriktirmiş olduğu potansiyel enerjinin Sol Yanal Doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde anlık olarak kinetik enerjiye dönüştürmesidir. 7.8 büyüklüğündeki ilk deprem 6 Şubat 2023 tarihinde sabah saat 4.17'de Gaziantep'in yaklaşık 22 km batı-güneybatısında Sofalaca alanında meydana gelmiştir. Bu depremin artçısı, 6.8 büyüklüğünde olup, sadece 11 dakika sonra birinci depremin yaklaşık 10 km güneybatısında yine Karasu grabeni içerisinde Nurdağı'na yakın bir yerde meydana gelmiştir. Bu depremler ile Doğu Anadolu Fay Zonunun yüzlerce km uzunlukta 5 segmenti kırılmıştır. Bu depremlerin ardından aynı gün yaklaşık 9 saat sonra ilk depremin olduğu yerin yaklaşık 100 km kuzeyinde saat 13:24'te Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzey kesimlerinden uzanan Sürgü-Çardak Fay Segmenti ilk depremler tarafından tetiklenerek 7.6 büyüklüğünde üçüncü büyük deprem Kahramanmaraş Ekinözü taraflarında kırılmıştır. Üçüncü depremin artçısı da 98 dakika sonra aynı segmentin yaklaşık 65 km batı kesiminde Göksun İlçesinin yaklaşık 10 km kuzeyinde 6.0 büyüklüğünde meydana gelmiştir. Bu depremlerin oluşması sonrasında Doğu Anadolu Fayı'nın güney segmentleri boyunca sahada ortalama 3,5 metre civarında sol yönlü yanal ötelenmeler ile genelde kuzey bloğun yükseldiği 1,5 metreye varan düşey atımlar tespit edilmiştir. Bu depremlerin sonrasında bölgede 8000'in üzerinde artçı sarsıntıların meydana gelmesi sonrasında da 20.02.2023 tarihinde Amanos Fayının Hatay bölgesi uzantısında



bulunan ve o tarihe kadar kırılmamış bulunan Antakya Fayını (Hatay) saat 20:04'te kırarak 6.4 büyüklüğünde diğer bir depremin meydana gelmesine neden olmuştur. Bu artçı deprem bu zonda karada kırılan son parça olup, güneybatısında Akdeniz'in içinden bir transform faylı sınır ile Kıbrıs'ın güney kesimlerine ulaşmakta ve bu sınır da Afrika plakası-Anadolu levhacığının sınırını oluşturmaktadır. 11 ilimizi vuran depremler ve artçı sayıları bir yıl boyunca 60000'in üzerinde olup, bunların 651 adeti >4-4.9 büyüklükleri arasında, 57 adeti de 5 büyüklüğü ve üzerinde gelişmiştir. 6 Şubat 2023 tarihinde bir gün boyunca 31 adet 5 büyüklüğü ve üzerinde depremler ve artçıları oluşmuştur. 7 Şubat'ta 7 ve 8 Şubat'ta da 3 adet 5 büyüklüğü üzerinde depremler meydana gelmiştir. Oluşan depremler ve artçıları sonrasında, Adana ili yakın çevresinde esas deprem bölgesine göre çok daha küçük yüzey deformasyonları gelişmiştir. Adana bölgesi sınırları içerisinde bir yıl boyunca çoğunluğu Saimbeyli-Tufanbeyli ve Aladağ bölgelerinde olmak üzere toplam 22 adet 4-5.5 büyüklükleri arasında artçı depremler meydana gelmiştir. Bunlardan sadece bir tanesi 5.5 büyüklüğünde olup, 25 Temmuz 2023 tarihinde Kozan'ın yaklaşık 20 km kuzey kesimlerinde Minnetli mahallesi civarlarında meydana gelmiştir. Diğer 21 adet artçı sarsıntılar 4-4.9 büyüklükleri arasındadır.

Anahtar Kelimeler: 6 Şubat 2023 Türkiye Depremleri, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay, Doğu Anadolu Fay Zonu, Aftershocks

February 6, 2023 Kahramanmaraş-Gaziantep Earthquakes: Aftershocks and their reflections on the parts of Adana province

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ Ahmet Can AKINCI, Nusret NURLU, Ali Gökhan ÖÇGÜN, Heyyam TANI

ABSTRACT

Türkiye is a seismically active earthquake country, where mainly bounded by active faults and plates, located on the Alpine-Himalayan mountain belt. Our country has not faced earthquakes of the magnitude and number experienced in 2023 for a very long time. The main geological factor that causes these earthquakes to occur is the relative movements of the plates and platelets on the crust of the earth. As the African and Arabian plates move northward along the boundary of the Dead Sea transform fault zone in the south, these plates have been compressing and pushing the Anatolian Platelet in the north for a very long time. In addition, the Anatolian platelet is compressed between the Eurasian Plate in the north. Due to this tectonic settlement of our country, the Anatolian platelet in Turkey moves at a rate of 2.1 cm per year towards the west of the area where the Major Right-lateral Strike-slip North Anatolian Fault Zone and the Left Lateral strike-slip East Anatolian Fault Zone intersect around Karlıova. The primary reason for the occurrence of this earthquake is that the Transform Dead Sea Fault zone, which forms the border of the Afro-Arabian plate, extends into the borders of our country and the potential energy that it has accumulated for a very long time along this left lateral Eastern Anatolian Fault zone is instantly transformed into kinetic energy. The first earthquake with a magnitude of 7.8 occurred on 6 February 2023 at 4:17 am in the Sofalaca area, approximately 22 km west-southwest of Gaziantep. The aftershock of this earthquake was 6.8 magnitude and occurred just 11 minutes later, about 10 km southwest of the first earthquake, again in the Karasu graben, close to Nurdağı. With these earthquakes, 5 segments of the East Anatolian Fault Zone with a length of hundreds of kilometers were broken. After these earthquakes, the Sürgü-Çardak Fault Segment extending from the northern parts of the Eastern Anatolian Fault Zone, approximately 100 km north of the first earthquake, approximately 9 hours later on the same day, at 13:24, was triggered by the first earthquakes and a second big earthquake of 7.6 magnitude hit Kahramanmaraş Ekinözü village. The aftershock of the second earthquake occurred 98 minutes later, approximately 65 km west of the same segment, approximately 10 km north of Göksun District with a magnitude of 6. After these earthquakes occurred, left lateral displacements were detected on average around 3,5 meters in the field along the southern segments of the Eastern Anatolian Fault, and vertical displacement up to 1.5 meters, where the northern block generally uplifted. After these earthquakes, more than 8000 aftershocks occurred, and on 20.02.2023, the Antakya Fault (Hatay), which was in the extension of the Amanos Fault and had not been broken until that date, broke at 20:04 and caused another 6.4 earthquake to occur. This zone is the last piece to break on the land, and it reaches the southern parts of Cyprus with a transform fault boundary through the Mediterranean Sea in the southwest, and this boundary forms the boundary of the African plate-Anatolian platelet. The number of earthquakes and aftershocks that hit our 11



provinces was over 60,000 throughout the year, 651 of which were $>4-4.9$ in magnitude, and 57 were 5 or above in magnitude. On February 6, 2023, 31 earthquakes of magnitude 5 and above occurred and their aftershocks during one day. 7 aftershocks of magnitude above 5 occurred on February 7 and 3 on February 8. During and after these earthquakes, much smaller surface deformations developed in the immediate vicinity of Adana province than the main earthquake region. A total of 22 aftershocks with magnitudes of 4-5.5 occurred within the borders of the Adana region throughout the year, mostly in the Saimbeyli-Tufanbeyli and Aladağ regions. Only one of these has a magnitude of 5.5 and occurred on 25th July 2023 around Minnetli village, approximately 20 km north of Kozan. The other 21 aftershocks are between magnitude 4-4.9.

Keywords: 6 February 2023 Turkey Earthquakes, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay, East Anatolian Fault Zone, Aftershocks

2023 Depreminde Etkilenen İllerdeki Suların Mikrobiyolojik Kalitesinin Değerlendirilmesi

Işıl VAR^{1*}, Berfin SUCU², Hamza SAGHROUCHNI³

^{1*}Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Prof. Dr.,
ivar@cu.edu.tr, 05448274245, ORCID: 0000-0002-8655-4199

²Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Doktora Öğr.,
berfnsucu@gmail.com, 05301148371, ORCID: 0000-0002-7500-903X

³ Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Doktora Öğr.,
h.saghrouchni@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4975-2647

ÖZET

Canlıların temel bir gereksinimi olan suyun güvenilir olması onların sağlığı açısından en önemli koşullardan biridir. Su kirliliği, bir yandan endüstriyel gelişmeler, tarımsal mücadelede kullanılan kimyasallar, radyoaktif maddeler ve mikroorganizmalarla gerçekleşirken diğer yandan afet ve acil durumlar da bu kirliliği tetikleyebilmektedir. İçme suyunun temin edildiği kaynaklar ve su şebekesi parçalarından oluşan içme suyu dağıtım sistemleri, suyun kalitesi ve güvenliğini bozmayacak şekilde kontrol altında tutulmalıdır. Bu sistemlerin herhangi bir nedenden dolayı hasar görmesi halinde (doğal afetler gibi) aynı zamanda kanalizasyon ve atık su hatları da zarar görmekte ve kirli sular yeraltına dağılmakta, çevre ve halk sağlığı üzerine olumsuz etkiler söz konusu olabilmektedir. Bu çalışma, Şubat 2023 depreminden etkilenen bazı illerdeki su güvenliğinin durumunun tespiti amacıyla kurgulanmıştır. Bu amaçla, Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, Gaziantep, Diyarbakır, Malatya illerinden toplanan içme suları, Koliform grubu bakteriler (Koliform, *E. coli*, *E. coli* O157:H7), toplam mezofilik aerob bakteri ve *Clostridium perfringens* açısından değerlendirilmiştir.

Toplanan su örneklerinde Koliform grubu bakterilerin aranması Fluorocult Laurly Sulfate Broth besiyeri kullanılarak EMS yöntemine göre yapılmış ve 37 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı, Plate Count Agar besiyeri kullanılarak 30 °C’de 48 saat inkübasyon koşulunda gerçekleştirilmiştir. *C. perfringens* varlığı, Tryptose Sulfite Cycloserine Agar besiyeri kullanılarak kültürel sayım yöntemi ile 37 °C’de 48 saat anaerobik koşullarda araştırılmıştır. Çalışılan 45 su örneğinden 3’ü Adana 1’i Diyarbakır olan örneklerde sırasıyla 0.74 EMS/ml, 0.74 EMS/ml, 7.50 EMS/ml ve 24 EMS/ml düzeyinde koliform grubu bakteri tespit edilmiştir. Bunların tamamı *E. coli* Tip I olarak tanımlanmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri ise; Adana’dan alınan 2 örnekte 1.33×10^5 , 1.54×10^5 olarak bulunurken, Diyarbakır’dan ve Kahramanmaraş’tan alınmış olan örneklerde sırasıyla, 1.67×10^5 ve 1.98×10^4 kob/ml olarak birer örnekte belirlenmiştir. Analize alınan tüm su örneklerinin hiçbirinde *C. perfringens* tespit edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Su hijyeni, İçme Suyu Şebekesi

Evaluation Of The Microbiological Quality Of Water in The Provinces Affected by The 2023 Earthquake

Işıl VAR^{1*}, Berfin SUCU², Hamza SAGHROUCHNI³

ABSTRACT

Reliability of water, which is a basic need of living things, is one of the most important conditions for their health. While water pollution is caused by industrial developments, chemicals used in agricultural struggle, radioactive substances and microorganisms, on the other hand, disasters and emergencies can also trigger this pollution. Drinking water distribution systems, which consist of the sources from which drinking water is supplied and the water network parts, must be kept under control so as not to impair the quality and safety of the water. If these systems are damaged for any reason (such as natural disasters), sewage and wastewater lines are also damaged and dirty water is dispersed underground, which may have negative effects on the environment and public health. This study was designed to determine the water safety in some provinces affected by the February 2023 earthquake. For this purpose, drinking water collected from Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, Gaziantep, Diyarbakır and Malatya provinces was evaluated in terms of *Coliform* group bacteria (*Coliform*, *E coli*, *E coli* O157:H7), total mesophilic aerobic bacteria and *Clostridium perfringens*.

The search for Coliform group bacteria in the collected water samples was carried out according to the EMS method using Fluorocult Laurly Sulfate Broth medium and was incubated at 37 °C for 24-48 hours. Total mesophilic aerobic bacteria count was performed using Plate Count Agar medium under incubation condition at 30 °C for 48 hours. The presence of *C. perfringens* was searched by cultural counting method using Tryptose Sulfite Cycloserine Agar medium at 37 °C for 48 hours under anaerobic conditions.

Of the 45 water samples studied, 0.74 EMS/ml, 0.74 EMS/ml, 7.50 EMS/ml, and 24 EMS/ml levels Coliform group bacteria were detected in the samples, 3 of which were from Adana and 1 from Diyarbakır, respectively. All of these were identified as *E. coli* Type I. Total aerobic mesophilic bacteria are; while it was found as 1.33×10^5 and 1.54×10^5 in 2 samples taken from Adana, it was determined as 1.67×10^5 and 1.98×10^4 cfu/ml in the samples taken from Diyarbakır and Kahramanmaraş, respectively. *C. perfringens* was not detected in any of the water samples analyzed.

Keywords: Earthquake, Water Hygiene, Drinking Water Supply Network

Şubat 2023 Depremleri

Semir ÖVER¹, Alper DEMİRCİ², Süha ÖZDEN³

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31200, İskenderun, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

Semir.over@iste.edu.tr; ozden@comu.edu.tr

ÖZ

6 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17'de 7.7 büyüklüğündeki deprem sonrasında DAFZ'nun Türkoğlu-Çelikhan arasında yer alan KD-GB doğrultulu Pazarcık ve Erkenek segmentlerinin yanı sıra Türkoğlu Antakya arasında yer alan yaklaşık K-G doğrultulu Amanos segmentinde yüzey kırığı oluşmuştur. Bu segmentler boyunca ortalama 4.5m yer değiştirmelerin yanı sıra yoğun bir artçı deprem aktivitesi meydana gelmiştir. Sismolojik veriler DAFZ üzerinde meydana gelen yaklaşık 300 km lik yüzey kırığı için tek bir depremi işaret etmektedir: 7.7 Pazarcık depremi. Ancak, artçı deprem dağılımlarının yanı sıra hem KD yönünde Pazarcık-Erkenek segmenti boyunca oluşan yaklaşık 160 km lik kırığı oluşturan depremin güney yönünde Amanos segmenti boyunca oluşan yaklaşık 130 km lik yüzey kırığı oluşturan depremden farklı olduğunu göstermektedir. Bu da 04:17'de en az iki depremin meydana gelmiş olabileceği anlamına gelmektedir. Pazarcık depremi ve saniyeler sonra Amanos Fayı'nın kuzey ucunda bir depremi tetiklemiştir. Amanos fayını kıran tetiklenmiş depremin büyüklüğü 7.55 olarak hesaplanmıştır. Deprem bölgesinde en çok yıkım görülen Antakya 04:17de meydana gelen tetiklenmiş 7.55 büyüklüğünden daha çok etkilenmiştir. Bu deprem güneye doğru hareket ederek güney deki komşu faylardan Kıbrıs-Antakya Transom Fayı (CAT) üzerinde gerilme transferi sağlayarak 20 Şubat 2023 tarihinde 6.3 büyüklüğünde bağımsız başka bir depremi tetiklemiştir. 7.7 büyüklüğündeki Pazarcık depreminden 9 saat sonra kuzeyde bulunan yaklaşık D-B doğrultulu Çardak-Sürgü fayının Nurhak (Elbistan)'da meydana gelen deprem fayın batı tarafı olan Çardak segmentini kırarak yoğun bir artçı deprem aktivitesine eşlik eden yaklaşık 90 km lik bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Pazarcık depreminin kuzeye doğru gerilme transferi ile tetiklenen bu 7.6 büyüklüğündeki bu deprem Çardak Fayı üzerinde 6 metreyi aşan bir atım oluşturmuştur. Böylece Pazarcık depremi ile başlayan deprem silsilesinde 3 farklı fay üzerinde tetiklenmiş deprem ile birlikte toplam 4 adet deprem meydana gelmiştir.

February 2023 Earthquakes

Semir ÖVER¹, Alper DEMİRCİ², Süha ÖZDEN³

ABSTRACT

Following the 7.7 magnitude earthquake on February 6, 2023, a surface rupture occurred on the NE-SW oriented Pazarcık and Erkenek segments of the EAFZ between Türkoğlu and Çelikhan, as well as the roughly N-S oriented Amanos branch between Türkoğlu and Antakya. In addition to the average displacement of 4.5 m, along these segments experienced strong aftershock activity. Seismological data indicate a single earthquake for approximately 300 km of surface rupture on the EAFZ: the 7.7 Pazarcık earthquake. However, the aftershock distribution, it also indicates that the earthquake that generated a surface rupture spanning about 160 km along the Pazarcık-Erkenek segment in the northeastern direction is different from the one that caused a surface rupture spanning about 130 km along the Amanos segment in the southern direction. This implies that at least two earthquakes could have happened at 04:17. Seconds later, the 7.7 magnitude Pazarcık earthquake triggered an earthquake at the northern end of the Amanos Fault. The magnitude of the triggered earthquake that broke the Amanos fault was calculated as 7.55. Antakya, where the most destruction was seen in the earthquake region, was more affected by the triggered magnitude 7.55 that occurred at 04:17. This earthquake moved southwards and caused stress transfer on the Cyprus-Antakya Transform Fault (CAT), one of the neighboring faults in the south, triggering another independent earthquake of magnitude 6.3 on February 20, 2023. 9 hours after the 7.7 magnitude Pazarcık earthquake, the earthquake that occurred in Nurhak (Elbistan) of the approximately E-W oriented Çardak-Sürgü fault located in the north broke the Çardak segment, which is the western side of the fault, resulting in an approximately 90 km long surface rupture accompanied by an intense aftershock activity. and an approximately 6 meter offset on it. Along the Çardak Fault saw a slip of more than six meters due to the 7.6 magnitude Elbistan earthquake, which was caused by the stress transfer of the Pazarcık earthquake to the north. In the earthquake chain that started with the Pazarcık earthquake, earthquakes of different sizes were triggered on 3 different faults. Thus, a total of 4 independent earthquakes occurred.

6 Şubat 2023 Deprem Çifti ve Artçı Depremlerine Genel bir Bakış

Doğan KALAFAT

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, 34684 Çengelköy/İstanbul
kalafato@boun.edu.tr

ÖZ

Deprem Çiftleri (ikili depremler-çoklu depremler genel olarak aynı kaynaktan gelen ve genelde aynı dalga biçimlerine sahip birden fazla deprem) aynı sistem içerisindeki çoklu parça kırılmalarını içeren büyük sığ odaklı depremlerdir. Çoklu depremlerin, faydaki düzensizlikler veya bükülmeler gibi pürüzlerin ana kırılmayı uzun süre geçici olarak engellemesi sonucu ortaya çıktığına inanılmaktadır. Bu, pürüzlülük fay üzerindeki stresi artırır ve bu durum zaman içerisinde saniyeler, dakikalar, aylar ve hatta yıllar içinde bozulabilir. Bu tür deprem çiftleri Levha sınırlarında, gömülü kör faylarda görülmektedir. Ülkemizde olduğu gibi Dünya üzerinde de bu tür deprem çiftleri görülmektedir. Bunlara en güzel örnek olarak; 23-24 Mart 1978 $M_w=7.6-7.6$ Kuriles Adaları, 8-17 Temmuz 1980 $M_w=7.5-7.8$ S. Cruz Adası, 19-21 Eylül 1985 $M_w=8.0-7.6$ Mexico, 18 Nisan 1990- 20 Haziran 1991 $M_w=7.7-7.6$ Borneo Adası, 27 Şubat 1997 $M_w=7.0-6.8$ Harnai-Pakistan ve 17 Ağustos-12 Kasım 1999 $M_w=7.4-7.2$ Türkiye örnekleri verilebilir. İkili/çoklu olaylar aynı kırılma bölgesinden ve gerilim alanından geldikleri için hemen hemen aynı sismik dalga biçimlerine sahiptirler. İkili/çoklu olaylarda yırtılma hızları değişkenlik gösterir. 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremleri bu özellikte değerlendirebiliriz.

Bilindiği gibi tarihsel depremlerin konumlarının belirlenmesinde paleosismoloji çalışmaları çok önem arz etmektedir. Ancak paleosismoloji çalışmalarında genelde birden fazla depreme ait izler tespit edildiğinden, bu da istemeyerek de olsa depremlerin konumlarının doğru belirlenememesine yol açabilmektedir. Bu ise Deprem Tehlike Analizlerinin de doğruluğunda olumsuzluk yaratmaktadır. 6 Şubat Depremlerinde bu olumsuzluğu bir kez daha görülmüştür. Özellikle bölgede tarihsel dönemde etkili olan 1822, 1872, 1513 ve 1114 depremlerini varlığı bilinse de mevcut konumları halen tartışma konusudur. Örneğin bunlardan en önemlileri 1513 depremi ki günümüzden 510 yıl gibi bir zaman geçmiştir, güncel atım miktarı yaklaşık 5 m olarak, 1114 depremi ise günümüzden 909 yıl zaman geçmiş, güncel atım miktarı yaklaşık 9 m. olarak değerlendirilebilir. 6 Şubat depremlerinin mevcut saha çalışmalarında görülen atım miktarları ile özellikle 1114 Depreminin uyumlu olması 6 Şubat Depremlerinin tarihsel dönemdeki olası kaynağı hakkında bir fikir vermektedir.

Birinci deprem öncesi son 23 yılda özellikle Narlı Fayı civarında, Narlı fayının kuzeyinde ve güney ucunun doğu-güneydoğu ucunda önemli bir deprem aktivitesi dikkat çekmektedir. Aynı zaman periyodunda özellikle bölgede Narlı Fayı'nın güneyi referans



alındığında $r=50$ km.'lik bir yarıçaplı alan içerisindeki büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan deprem sayısının 21 olduğu gözlenmiştir.

İkinci depremin meydana geldiği Çardak-Sürgü fay Zonu'nda ise son yüzyılda (1900-5 Şubat 2023) arası meydana gelen toplam deprem sayısı 811 dir. Bu depremlerin birçoğu fay zonunun özellikle doğu kesiminde yer almaktadır. Bunlar da genel olarak 5/5/1986 ve 6/6/1986 ($M_w=6.0$; 5.8) Doğanşehir Depremleri'nin artçı şokları olup, Sürgü Fayı üzerinde meydana gelmiştir. Bunun dışında Çardak-Sürgü Fay Zonu'nda meydana gelen en önemli deprem 1/2/1922 $M=5.5$ Ekinözü Depremi'dir.

1 yıllık artçı depremlerin dağılımına bakıldığında kırılan tüm alanları kapsadığı ve kırılan alanların izini taşıdığı görülmektedir. Bu zaman dilimindeki çözümü yapılan artçı deprem sayısı 45756 dır. Bu depremlerin ancak %1.5 'u büyüklüğü $M \geq 4.0$ depremleri kapsar ki toplamı 617 dir.

Kırılan alanların dışında, Elbistan'dan Darende'ye doğru Malatya Fayı'na paralel **K-KD/G-GB** gidişli bir etkinlik dikkat çekmektedir. Ayrıca Malatya Fayı'nın doğusu Doğanşehir'e doğru, Osmaniye'ye, İskenderun Körfezi, Saimbeyli-Adana ve Elazığ-Sivrice'ye doğru uzanan bir deprem etkinliği gözlenmiştir.

An Overview of the February 6, 2023 Earthquake Doublet and Aftershocks

Doğan KALAFAT

ABSTRACT

Earthquake Doublets (double earthquakes-multiple earthquakes, generally more than one earthquake coming from the same source and generally having the same waveforms) are large shallow depth earthquakes involving multiple fragment ruptures within the same system. Multiple earthquakes are believed to occur when irregularities or kinks in the fault temporarily block the main rupture for a long period of time.

This asperities increases the stress on the fault, which can deteriorate over time in seconds, minutes, months, or even years. Such earthquake doublets are seen at plate boundaries and buried blind faults. Such earthquake doublets are seen all over the world, as well as in our country. The best example of these is; 23-24 March 1978 $M_w=7.6-7.6$ Kuriles Islands, 8-17 July 1980 $M_w=7.5-7.8$ S. Cruz Island, 19-21 September 1985 $M_w=8.0-7.6$ Mexico, 18 April 1990- 20 June 1991 $M_w=7.7-7.6$ Borneo Island, 27 February 1997 $M_w=7.0-6.8$ Harnai-Pakistan and 17 August-12 November 1999 $M_w=7.4-7.2$ Turkey can be given as examples. Since double/multiple events come from the same rupture zone and stress field, they have almost identical seismic waveforms. Rupture velocities vary in double/multiple events. We can evaluate the earthquakes that occurred on February 6, 2023 with this feature.

As it is known, paleoseismology studies are very important in determining the locations of historical earthquakes. However, since traces of more than one earthquake are generally detected in paleoseismology studies, this may unintentionally lead to the locations of earthquakes not being determined correctly. This also negatively affects the accuracy of Earthquake Hazard Analyzes. This negativity was seen once again in the February 6 Earthquakes. Although it is known that the earthquakes of 1822, 1872, 1513 and 1114, which were especially effective in the region during the historical period, are known, their current locations are still a matter of debate. For example, the most important of these is the 1513 earthquake, which has passed 510 years from today, the current slip amount can be evaluated as approximately 5 m, and the 1114 earthquake, which has been 909 years from today, the current slip amount can be evaluated as approximately 9 m. The compatibility of the 6 February earthquakes with the slip amounts seen in current field studies, especially the 1114 Earthquake, gives an idea about the possible source of the 6 February Earthquakes in the historical period.



In the last 23 years before the first earthquake, a significant earthquake activity was noted, especially around the Narlı Fault, in the north of the Narlı fault and at the east-southeast end of its southern end. In the same time period, it was observed that the number of earthquakes with magnitude $M \geq 4.0$ within a radius $r = 50$ km was 21, especially when the south of the Narlı Fault was taken as reference in the region. In the Çardak-Sürgü fault zone, where the second earthquake occurred, the total number of earthquakes that occurred in the last century (1900-5 February 2023) is 811. Many of these earthquakes are located especially in the eastern part of the fault zone. These are generally the aftershocks of the 5/5/1986 and 6/6/1986 ($M_w=6.0$; 5.8) Doğanşehir Earthquakes and occurred on the Sürgü Fault. Apart from this, the most important earthquake that occurred in the Çardak-Sürgü Fault Zone was the 1/2/1922 $M=5.5$ Ekinözü Earthquake.

When we look at the distribution of 1-year aftershocks, it is seen that they cover all the ruptured areas and bear the traces of the ruptured areas. The number of aftershocks located in this time period is 45756. Only 1.5% of these earthquakes include magnitude $M \geq 4.0$ earthquakes, totaling 617.

Apart from the ruptured areas, a N-NE/S-SW trending seismic activity parallel to the Malatya Fault from Elbistan to Darende draws attention. In addition, an earthquake activity was observed east of the Malatya Fault, extending towards Doğanşehir, Osmaniye, İskenderun Gulf, Saimbeyli-Adana and Elazığ-Sivrice.

Yapı Jeofiziği ve Şubat 2023 Türkiye Depremi: Tahribatsız Test Yöntemleri ile Bina Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi

Merve AKTAŞ¹, Züheyr KAMACI², Coşkun SARI³

¹ Ümraniye, İSTANBUL, merveeeaktas5@gmail.com

² Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fak., Jeofizik Müh.Böl., Isparta, zueyirkamaci@sdu.edu.tr

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeofizik Müh., Bölümü İzmir, coskun.sari@deu.edu.tr

ÖZ

Afad ve Kandilli Rasathanesi tarafından 7,8 Mw ve 7,6 Mw büyüklüğünde kaydedilen, 6 Şubat 2023 tarihinde saat 04.17’de meydana gelen depremler, Türkiye tarihinde asrın en büyük felaketi olarak kayıtlara geçmiştir. Bu depremler, Kahramanmaraş merkezli olarak gerçekleşmiş, ardından 20 Şubat 2023 tarihinde saat 20.00’de Hatay’da Samandağ ve Defne merkezli olarak 6,3 Mw ve 5,8 Mw büyüklüklerinde bağımsız ikinci bir deprem daha meydana gelmiştir. Günümüze kadar bu depremlerden kaynaklı yaklaşık 80.000 artçı depremler meydana gelmiştir. Meydana gelen bu gibi depremlerin etkilerini önceden anlama ve önleme açısından jeofizik uygulamaların önemini artırmaktadır. Özellikle kentsel planlama bağlamında, zemin ve yapı jeofiziği, bir şehirdeki altyapının ve yapıların depremlere karşı direncini artırmak, riskli alanları belirlemek ve kentsel gelişim stratejilerini güçlendirmek açısından hayati bir araç haline gelmiştir. Bu çerçevede, yapı jeofiziği disiplini, deprem mühendisliğindeki güncel gelişmeleri takip ederek, tahribatsız test yöntemleriyle yapısal analizleri gerçekleştirme yeteneği ile ön plana çıkmaktadır. Ultrason, Schmidt çekiç testi, yapı radarı, profometre ve ResiPod gibi yöntemler, yapıların olası bir depreme karşı dayanımının belirlenmesi yoluyla depremin neden olabileceği hasarları önceden belirleyerek, riskli yapıları belirleme ve yapısal dayanıklılığı artırma süreçlerine önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle kentsel planlama süreçlerinde, zemin-yapı jeofiziği uygulamaları, şehir altyapısının güçlendirilmesi ve riskli bölgelerin belirlenmesi konularında kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada örnek olarak, Hatay-Samandağ’da yer alan az hasarlı 4 katlı bir apartman, yapı jeofiziği uygulamaları ile değerlendirilmiş ve jeofizik veriler kullanılarak binanın ana yapısal unsurlarındaki durumlar saptanmıştır. Yapı içindeki malzeme homojenliğini ve kusurlarını belirlemede ultrason, beton dayanıklılığını belirlemede Schmidt çekiç testi, beton kalitesini ve çatlakları belirlemede yapı radarı, zemin ile yapı arasındaki etkileşimi ve pas payını değerlendirmede profometre ve betonun elektriksel özelliklerini ölçerek karbonatlaşma ve çatlakları tespit etmede ResiPod kullanılmıştır. Yapının zemin parametrelerini değerlendirmek amacıyla da sismik yöntem, mikrotremor yöntemi ve GPR yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, jeofizik verilerin bölgedeki yapıların dayanıklılığı ve potansiyel risk alanları hakkında kritik bilgiler sağlamada ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Bu veriler, deprem sonrası oluşan hasarların ve yapıların dayanıklılıklarının hızlı bir şekilde belirlenmesini sağlamıştır. Yapı jeofiziği uygulamaları, depremin neden olabileceği hasarları önceden belirleyerek, yapıların dayanıklılığını artırabilir ve olası felaketlerin etkilerini en aza indirebilir. Bu bağlamda,



zemin ve yapı jeofiziği, deprem mühendisliğinde kritik bir rol oynayarak, bilimsel ve teknik gelişmelerle birlikte daha etkili ve güvenilir bir şekilde kullanılmaya devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Tahribatsız Test Yöntemleri, Zemin ve Bina Yapı Jeofiziği, Yapı/Duvar Radarı, Ultrasonik test, Profometre, Beton Test Çekici (Schmidt), Resipod

Building/Wall Geophysics and February 2023 Turkey Earthquake: Determination of Building Structural Properties with Non-Destructive Testing Methods

Merve AKTAŞ¹, Züheyr KAMACI², Coşkun SARI³

ABSTRACT

The earthquakes that occurred at 04.17 on February 6, 2023, with magnitudes of 7.8 Mw and 7.6 Mw recorded by Afad and Kandilli Observatories, were recorded as the biggest disaster of the century in Turkey's history. These earthquakes occurred centered in Kahramanmaraş, and then, on February 20, 2023, at 20:00, a second independent earthquake with magnitudes of 6.3 Mw and 5.8 Mw occurred in Hatay, centered on Samandağ and Defne. To date, approximately 80,000 aftershocks have occurred due to these earthquakes. These earthquakes increase the critical importance of geophysical applications in terms of understanding and preventing the effects of earthquakes. Particularly in the context of urban planning, ground and structure geophysics has become a vital tool for increasing the resilience of a city's infrastructure and structures to earthquakes, identifying risk areas, and strengthening urban development strategies. In this context, the discipline of building structural geophysics stands out with its ability to perform building structural analyses with non-destructive testing methods by following current developments in earthquake engineering. These methods, such as ultrasound, Schmidt hammer test, building/wall radar, profometer and ResiPod, make significant contributions to the processes of identifying risky buildings and increasing structural durability by determining the damage that an earthquake may cause by determining the resistance of buildings against a possible earthquake. Especially in urban planning processes, ground- building structure geophysics applications play a critical role in strengthening city infrastructure and identifying risky areas. As an example in this study, a slightly damaged 4-storey apartment building located in Hatay-Samandağ was evaluated with building structure geophysics applications and the conditions of the main structural elements of the building were determined using geophysical data. Ultrasound was used to determine material homogeneity and defects within the building structure, Schmidt hammer test to determine concrete durability, building radar to determine concrete quality and cracks, profometer to evaluate the interaction between the ground and the building structure and rust share, and ResiPod to detect carbonation and cracks by measuring the electrical properties of concrete. Seismic method, microtremor method and GPR method were used to evaluate the ground parameters of the building. The results of this study demonstrate how effective geophysical data is in providing critical information about the durability of structures in the region and potential risk areas. These data enabled the rapid determination of the damage and durability of building structures after the earthquake. Building geophysics applications can increase the durability of building structures and minimize the effects of possible disasters by predicting the damage that earthquakes may cause. In this context, ground and building structural geophysics will continue to be used



more effectively and reliably with scientific and technical developments, playing a critical role in earthquake engineering.

Key Words: Non-Destructive Testing Methods, Soil and Building Structure Geophysics, Building/Wall Radar, Ultrasonic test, Profometer, Concrete Test Hammer (Schmidt), Resipod

Yeni Yerleşim Yerlerinin Planlamasında ve Mevcut Yapıların İncelenmesinde Mikrotremor Çalışmalarının Önemi

Sertaç Selim SARICA

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Isparta, Türkiye. sertacsarica@sdu.edu.tr
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0128-0238>

ÖZ

Jeolojik yapıların ve topolojik koşulların, depremlerin oluşturacakları hasar oranlarında önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Düşük maliyetli ve güvenilir olan mikrotremor çalışmalarından elde edilen yatay ve düşen bileşen gürültü kayıtları arasındaki oran, ölçü alınan noktaların altında bulunan zeminin büyütme faktörü ve baskın frekansı ile ilişkilidir.

Tek noktadan alınan mikrotremor kayıtlarında zemin büyütme ve baskın frekans değerleri elde edilirken günümüzde birden fazla noktada belirli dizilimlerle eş-zamanlı mikrotremor ölçümleriyle bu parametrelerin dışında jeoteknik açıdan önemli olan makaslama dalga hızı dağılımı ve dolaylı olarak diğer zemin dinamik parametreleri elde edilebilmektedir. Bu açıdan mikrotremor yöntemi, jeoteknik araştırmalarda günden güne daha yaygın kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

Yeni açılacak yerleşim alanlarının zemin büyütme ve baskın frekans haritalarının oluşturulması doğru bir yapılaşma için büyük önem taşımaktadır. Zemin baskın frekans değerlerinin bilinmesi yıkıma neden olan rezonans değerlerinin hesaplanmasını sağladığından her türlü yapının tasarım aşamasında daha önemli hale gelmektedir. Aynı şekilde zemin büyütme değerlerinin bilinmesi de tasarlanan yapının etkileneceği kuvvetlerin bilinmesini ve buna göre, zemine uygun, doğru olarak tasarlanmış yapıların inşa edilmesini sağlayacaktır.

Yeni yapılaşmaya açılacak alanların dışında kalan mevcut yapıların, dinamik parametrelerinin belirlenmesi, yapının sismik etkiler altında davranışının anlaşılmasını ve olası deprem etkileri altında oluşabilecek hasarlarla ilgili önlemlerin alınması açısından büyük önem arz etmektedir. Deprem sırasında yapılara etki eden yükler, mevcut yapının kütleline, hakim titreşim periyoduna, zemin dinamik parametrelerine, süreye ve sıklığa bağlı olarak değişim gösterirler. Bu nedenle her bir yapının kendine özgü dinamik parametrelerinin belirlenmesi gereklidir. Böylelikle olası deprem sırasında ya da başka nedenlerden oluşacak titreşimlerin etkileri altında yapılarda oluşabilecek hasarların önlenmesi ve bu hasarların en az seviyeye indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler : Mikrotremor, yapı, sismoloji

Importance of Microtremor Studies in Planning New Settlements and Investigation of Existing Structures

Sertaç Selim SARICA

ABSTRACT

Geological structures and topological conditions have been shown to play an important role in the damage rates of earthquakes. The ratio between horizontal and falling component noise records obtained from low-cost and reliable microtremor studies is related to the magnification factor and dominant frequency of the ground under the measured points.

While ground magnification and dominant frequency values can be obtained from single point microtremor recordings, nowadays, simultaneous microtremor measurements at more than one point with certain sequences can be used to obtain shear wave velocity distribution and indirectly other ground dynamic parameters that are geotechnically important. In this respect, the microtremor method has become a more and more widely used method in geotechnical investigations.

The creation of ground amplification and dominant frequency maps of new settlement areas is of great importance for proper construction. Knowing the dominant frequency values of the soil enables the calculation of the resonance values that cause destruction, so it becomes more important in the design phase of all kinds of structures. Likewise, knowing the soil magnification values will enable the forces that will be affected by the designed structure to be known and accordingly, properly designed structures suitable for the ground will be built.

Determination of the dynamic parameters of the existing structures outside the areas to be opened for new construction is of great importance in terms of understanding the behavior of the structure under seismic effects and taking precautions for damages that may occur under possible earthquake effects. The loads acting on structures during earthquakes vary depending on the mass of the existing structure, dominant vibration period, soil dynamic parameters, duration and frequency. Therefore, it is necessary to determine the specific dynamic parameters of each structure. In this way, it will be ensured that the damages that may occur in the structures under the effects of vibrations that may occur during a possible earthquake or due to other reasons can be prevented and these damages will be minimized.

Keywords : Microtremor, structure, seismology

Bina Salınım Karakterlerinin Mikrotremör Yöntemi İle Belirlenmesi ve Performans Analizlerine Etkisi

Serdar KAPUCU¹, Züheyra KAMACI², Ahmet AKDEMİR³, Ziya Orhan DERİNSU¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Isprata

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isprata

³JRG Zemin Yer Bilimleri Müh. Hizmetleri, Kuşadası Aydın

¹kapucuserdar@gmail.com, ²zuheyrakamaci@sdu.edu.tr, ³ahmetakdemir59@gmail.com, ¹orhanderinsu@gmail.com

ÖZ

Yerinde jeofizik yöntemlerden olan Mikrotremör; Mikrotremör yöntemi, genellikle yapıların doğal frekanslarını ve davranışlarını belirlemek için kullanılır. Bu yöntem, yapıların titreşim özelliklerini incelemek için dışarıdan bir titreşim uygulamak yerine, zeminde doğal olarak meydana gelen mikrotremörlerin etkilerini değerlendirir. Yani, yapıların titreşim özelliklerini belirlemek için yapı üzerinde aktif bir müdahalede bulunmaz; bu nedenle, yapısal davranışlarını daha gerçekçi bir şekilde yansıtabilir. Bir binanın salınımlarının mikrotremör yöntemiyle belirlenmesi, binanın dinamik davranışlarını anlamak ve deprem performansını değerlendirmek için önemlidir. Bu belirleme, binanın doğal frekanslarını ve titreşim özelliklerini ortaya çıkarabilir. Bu bilgiler, binanın depreme dayanıklılığını, yapısal sağlamlığını ve güvenliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Performans analizlerine etkisi ise, mikrotremör yöntemiyle elde edilen bilgilerin, yapıların tasarım ve analizinde daha doğru sonuçlar elde etmeye yardımcı olabileceğini gösterir. Yapısal mühendislikte, doğru salınım karakterlerinin belirlenmesi, yapıların güvenliği ve performansı açısından kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla, mikrotremör yönteminin kullanımı, yapıların deprem performansının daha iyi anlaşılmasına ve daha güvenli yapıların tasarlanmasına katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Mikrotremör, zemin, bina, Türkiye

Determination of Microtremor Method for Identification of Building Oscillation Characters and Its Effect on Performance Analysis

ABSTRACT

Microtremor, which is one of the in-situ geophysical methods; the Microtremor method is generally used to determine the natural frequencies and behaviors of structures. This method evaluates the effects of naturally occurring microtremors in the ground rather than applying external vibrations to examine the vibration characteristics of structures. Therefore, no active intervention is made on the structure to determine its vibration properties; thus, it can more realistically reflect structural behaviors. Determining a building's oscillations using the microtremor method is important for understanding the dynamic behaviors of the building and evaluating its earthquake performance. This determination can reveal the building's natural frequencies and vibration characteristics. This information can be used to assess the building's earthquake resistance, structural integrity, and safety. Its impact on performance analysis shows that the information obtained through the microtremor method can help achieve more accurate results in the design and analysis of structures. In structural engineering, the accurate determination of oscillation characteristics is critical for the safety and performance of structures. Therefore, the use of the microtremor method can contribute to a better understanding of the earthquake performance of structures and the design of safer buildings.

Keywords: Microtremor, ground, building, Turkey

Uygulamalı Jeofizik Yöntemlerin Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesindeki Yeri, Küçük Menderes Havzası (İzmir) ve Yakın Çevresi Örneği

Ziya Orhan DERİNSU¹, Züheyr KAMACI², Serdar KAPUCU¹, Emre ZENİT³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Isprata

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isprata

³Kros Jeofizik Mühendislik Danışmanlık AŞ., Karşıyaka-İzmir

¹orhanderinsu@gmail.com, ²zuheyrkamaci@sdu.edu.tr, ¹kapucuserdar@gmail.com, ³emrezenit@hotmail.com

ÖZ

Yerinde jeofizik yöntemlerden olan Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ve sismik yöntemler çeşitli mühendislik problemlerinin çözümü için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, araştırma derinliği sınırları içerisinde, çözülmesi hedeflenen problemin olası konumu ve fay/kırık sistemleri ortaya konularak, yapılması planlanan bina alanlarının önünü açacak bilgiler elde edilmesi amacı ile Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ve sismik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ölçümler proje için belirlenen alanda gerçekleştirilerek, jeofizik verilerden elde edilen 2D ve 3D sonuçlar ile zemin karakterinin en kısa ve doğru şekilde belirlenmesi hedeflenmiştir. Jeofizik veriler bilgisayar ortamında çeşitli veri işlem ve ters çözüm modelleme aşamalarından geçirilerek, profile ait öz direnç sınırlarını içeren yer altı kesitleri elde edilmiştir. Çalışmalar sonucu oluşturulan yer altı modelleri bölgesel jeolojiyle birlikte yorumlanarak gerçek jeolojik yapıya ulaşılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik rezistivite tomografi, sismik, ters çözüm.

The Role of Applied Geophysical Methods in Determining Suitable Areas for Settlement: A Case Study of the Küçük Menderes Basin (İzmir) and its Surroundings

Ziya Orhan DERİNSU¹, Züheyr KAMACI², Serdar KAPUCU¹, Emre ZENİT³

ABSTRACT

Electrical Resistivity Tomography (ERT) and seismic methods, which are in situ geophysical techniques, are utilized for solving various engineering problems. In conducted studies, ERT and seismic surveys were carried out with the aim of obtaining information that would pave the way for planned building areas by revealing the possible location of the targeted problem and fault/fracture systems within the research depth limits. Measurements were conducted within the designated project area, aiming to determine the soil characteristics in the shortest and most accurate way possible using 2D and 3D results obtained from geophysical data. Geophysical data were processed through various data processing and inverse solution modeling stages in a computer environment to obtain subsurface sections containing inherent resistivity boundaries. The underground models created as a result of the studies were interpreted together with regional geology to reach the actual geological structure.

Keywords: Electrical resistivity tomography, seismic, inverse modeling.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi Sırasında Adana'daki Çok Katlı Bina Performansına Dair Bilgiler

Tuğçe BAŞER¹, Barış BİNİCİ², Ugur AKPINAR³ ve Suphi CİVELEK⁴

¹Assistant Professor, University of Illinois Urbana-Champaign, USA, tbaser@illinois.edu

²Professor, Middle East Technical University, Türkiye, bbinici@gmail.com

³Middle East Technical University, Türkiye, uak.metu@gmail.com

⁴Director of Disaster and Emergency Management Center, Adana Municipality, Türkiye, suphi.civelek@adana.bel.tr

ÖZ

Bu sunum, 2023 Kahramanmaraş depremi sırasında Adana merkezde bulunan çok katlı binaların jeoteknik ve yapısal performanslarının gözlemlenmesine ve araştırılmasına odaklanmaktadır. Art arda meydana gelen M7.7 ve M7.6 depremleri ve ardından yaşanan artçı sarsıntılar; Hatay, Kahramanmaraş, Gaziantep, Malatya, Adıyaman, Adana, Diyarbakır, Osmaniye, Şanlıurfa, Elazığ ve Suriye illeri dahil olmak üzere Türkiye'nin birçok ilinde büyük hasara yol açtı. Depremin merkez üssünden uzak olmasına ve göreceli olarak daha düşük pik zemin ve spektral ivmelere rağmen, Adana'da 11 adet çok katlı bina çöktü ve binlercesi ağır ve hafif hasar aldı. Hasarın temel nedenini anlamak ve binaların performanslarını değerlendirmek amacıyla, Adana metropol bölgesinde çeşitli keşif çalışmaları ve araştırmalar gerçekleştirdik. Depremlerden birkaç ay sonra pilot proje başlatıldı; bu projede, toplam çökmeye ek olarak hafif, orta ve ağır hasarlı toplam on adet çok katlı bina daha derinlemesine incelenmek üzere seçildi. Binaların hem yapısal hem de geoteknik elemanları üzerinde bir dizi arazi ve laboratuvar deneyleri yapıldı. Deneylerden elde edilen sonuçlar, zayıf yapısal performansın yanı sıra önemli saha etkilerini ve yer hareketlerindeki artışı vurgulamaktadır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, Adana'da dirençli bina gelişimi için yollar oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır.

Insights on the Multistory Building Performance in Adana during the February 6th , 2023 Kahramanmaras earthquake sequence

Tuğçe BAŞER¹, Barış BİNİCİ² , Ugur AKPINAR³ ve Suphi CİVELEK⁴

ABSTRACT

This presentation focuses on the observations and investigations of geotechnical and structural performances of multistory buildings during the 2023 Kahramanmaras earthquakes in central Adana. A sequence of M7.7 and M7.6 earthquakes followed by significant aftershocks caused extensive damage over several provinces of Türkiye including Hatay, Kahramanmaras, Gaziantep, Malatya, Adiyaman, Adana, Diyarbakir, Osmaniye, Sanliurfa, Elazig and provinces of Syria. Despite the distance from the epicenter of the earthquakes and relatively lower peak ground and spectral accelerations, eleven multistory buildings collapsed, and thousands experienced heavy and mild damage in Adana. We performed several reconnaissance efforts and surveys in the metropolitan area of Adana to understand the root cause of the damage and evaluate the performances of the buildings. A pilot project was kicked off just after a few months succeeding the earthquakes where a total of ten multistory buildings were selected for further in- depth investigation of which were slightly-, moderately-, and heavily-damaged in addition to the total collapse. A series of field and laboratory experiments were performed on both structural and geotechnical elements of the buildings. The results from the experiments highlight significant site-effects and amplification of ground motions in addition to the poor structural performance. The results from this investigation are used to establish pathways for resilient building development in Adana.

Deprem Afetine Dirençli Şehirler Oluşturmada Bütünleşik Afet Yönetiminin Önemi

Şakir ŞAHİN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Isparta

ÖZ

Ülkemiz, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer almaktadır. Topraklarının %96, nüfusunun da %98'i deprem tehlikesinin yüksek olduğu bölgelerde bulunmakta ve coğrafyasının 2/3'sinde hasar yapıcı depremler meydana gelebilmektedir. Son yüzyılda ülkemizde 193 yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde yaklaşık 130.000 kişi hayatını kaybetmiş, 700.000 bina yıkılmıştır. Sadece 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş-Pazarcık ve Afşin merkezli depremlerde resmi rakamlara göre yaklaşık 50 binin üzerinde vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve 115 bini yaralanmıştır. Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya, Diyarbakır, Şanlıurfa, Gaziantep, Elazığ ve Hatay'ın içinde bulunduğu 11 ili ve bu illerde yaşayan 13,5 milyon kişiyi etkileyen bu depremlerin ülke ekonomisine maliyeti 104 milyar \$ olarak tahmin edilmektedir. Şehirlerimizde hasarının bu kadar büyük olmasının iki temel sebebi vardır: gevşek zemin ve depreme dayanıksız yapı stoku.

Şehirlerimizin depreme dirençli hale getirilmesi için biran evvel “Deprem Master Planları” hazırlanmalıdır. Deprem Master Planları yerleşim birimlerinin stratejik hedefleriyle bütünleşik, deprem zararlarını azaltacak, deprem öncesi, anı ve sonrası için yapılacak çalışmaları ve alınacak önlemleri içeren dinamik ve katılımcı bir planlama sürecidir. Bunun için ilk olarak kent alanının yerleşime uygunluk raporları hazırlanmalı, binaların deprem performans testleri yapılarak depreme dayanıklı olup olmadıkları belirlenmelidir. Ardından bütünleşik afet yönetimi kapsamında risk değerlendirmesi yapılmalı, risk ve kriz yönetim esasları belirlenmelidir. Tüm bunların yanında bölgesel planlama ve sosyolojik araştırmalar da gerçekleştirilmelidir. Deprem risklerinin azaltılması konusunda doğrudan sorumluluk sahibi olan başta Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD), Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri ve Belediyeler olmak üzere tüm ilgili kamu ve özel kuruluşlarının çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca STK'ların depremle mücadele çalışmalarında başarılı ve etkin olabilmeleri için araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmaları desteklenmelidir. Risk Yönetimi ve Kriz Yönetiminin nasıl gerçekleştirileceği aşama aşama ortaya konulmalı ve stratejik bir plan dahilinde bütünleşik afet yönetimi uygulanmalıdır. Bu kapsamda AFAD tarafından hazırlanan Risk Yönetimi için IRAP (İl Risk Afet Planı) ve Kriz yönetimi için TAMP (Türkiye Afete Müdahale Planı) ile şehirlerimizde nelerin yapıldığı ve yapılması gereken diğer çalışmalar ortaya konulmalıdır.

The Importance Of Integrated Disaster Managment For The Earthquake Disaster Resistant Cities

Şakir ŞAHİN

ABSTRACT

Türkiye is located on the Alpine-Himalayan orogenic belt, one of the most active earthquake zones in the world. 96% of its territory and 98% of its population are located in regions with high earthquake risk, and damaging earthquakes can occur in 2/3 of its geography. 193 devastating earthquakes have occurred in our country in the last century. According to the official authorities, more than 50 thousand of our citizens lost their lives and 115 thousand were injured in the earthquakes occurred in Kahramanmaraş-Pazarcık and Afşin on the February 6th, 2023 alone. The cost of these earthquakes, which affected 11 provinces including Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya, Diyarbakır, Şanlıurfa, Gaziantep, Elazığ and Hatay and 13.5 million people living in these provinces, to the country's economy is estimated to be 104 billion dollars. There are two main reasons why the damage in our cities is so heavy: the loose ground and the building stock not resistant to earthquake.

In order to make our cities earthquake resistant, an "Earthquake Master Plans" should be prepared as soon as possible. Earthquake Master Plans are a dynamic and participatory planning process that is integrated with the strategic plans of settlement units and includes studies and measures to be taken before, during and after the earthquake to reduce earthquake damages. For this purpose, first of all, settlement suitability reports of the city area should be prepared, and earthquake performance tests of the buildings should be carried out to determine whether they are earthquake resistant. Then, within the scope of integrated disaster management, a risk assessment should be made and crisis management principles should be determined. In addition to all these, regional planning and sociological research should also be carried out. The studies of all relevant public and private institutions need, especially the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), Provincial Directorates of Environment, Urbanization and Climate Change and Municipalities, which are directly responsible for reducing earthquake risks. In addition, research and development (R&D) studies should be supported for NGOs to be successful and effective in their efforts to combat earthquakes. In this context, PRDP (Provincial Risk Disaster Plan) for Risk Management and TDRP (Turkey Disaster Response Plan) for Crisis Management prepared by AFAD and what has been done in our cities and other studies that need to be done should be revealed.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş deprem çifti ($M_w=7.8$, $M_w=7.6$) Sismolojik ve Sismotektonik Analizi

Orhan POLAT¹, Çağlar ÖZER², Serkan ÖZTÜRK³

¹ Sismoloji Anabilim Dalı, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye. E-posta: orhan.polat@deu.edu.tr

² Deprem Araştırma Merkezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.

³ Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, Türkiye.

ÖZ

Doğu Anadolu Fay (DAF) zonunda Kahramanmaraş-Pazarcık'ta 6 Şubat 2023'te yerel saatle 04.17'de (01.17 UTC) $M_w=7.8$ büyüklüğünde tahripkar bir deprem meydana gelmiştir. İkinci deprem ($M_w=7.6$) ana şoktan yaklaşık 9 saat sonra, yerel saatle 13.24'te (10.24 UTC) Elbistan ilçesinde oluşmuştur. Odak mekanizması çözümlerine göre her iki deprem, baskın sol yönlü doğrultu atım fay karakterine sahiptir. Ana şoku takip eden şiddetli artçılardan biri ise ($M_w=6.8$), 11 dakika sonra saat 04.28'de (01.28 UTC) Gaziantep-Nurdağı ilçesinde meydana gelmiştir. $M_w=6.4$ büyüklüğündeki bir başka deprem 20 Şubat 2023 tarihinde saat 14:04 (17:04 UTC) itibarıyla, Antakya'nın Yayladağı ilçesinde DAF'nın güney ucunda oluşmuştur. Sonucusu dışında diğer 3 deprem yer kabuğunun ilk 9 km derinliğinde meydana gelmiştir. Yayladağı depremi yaklaşık 22 km hiposantr derinliğine sahiptir. Şubat 2024 itibarıyla toplam artçı sayısı 60.000'i aşmıştır. Kahramanmaraş depremleri Türkiye'nin 11 ilinde (Adana, Adıyaman, Hatay/Antakya, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa) yıkıcı etki yaratmıştır ve Suriye'de Halep (özellikle Afrin), Hama, İdlib, Lazkiye ve Tartus olmak üzere 5 ilde de büyük can kaybına neden olmuştur. Türkiye'de 53.537 can kaybına, 107.213 yaralanmaya neden olmuştur. Her iki ülkeyi kapsayacak şekilde ise toplamda 56.000 can kaybına ve 112.000'den fazla yaralanmaya neden olmuştur (Suriye'de 6.000 can kaybı, 7.300 yaralanma). Suriye'de en yıkıcı hasar Halep'te yaşanmıştır. İdlib ve Lazkiye de etkilenen diğer şehirler arasındadır. 2023 Kahramanmaraş deprem çifti Türkiye'de ise 34 milyar dolar ve Suriye'de 5.1 milyar dolar doğrudan hasara yol açmıştır. Ancak depremlerin Türkiye ekonomisine maliyetinin 104 milyar doları aşacağı tahmin edilmektedir. Depremlerden ~14 milyon kişi etkilenmiş ve toplamda 3 milyon kişi evini terk etmek zorunda kalmıştır (AA 2023, WB 2023, WHO 2023).



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Adana'da Yerel Jeolojik Etkileri ve Sismik Zemin Büyütmesi

C. Güney OLGUN¹ ve Suphi CİVELEK²

¹Assistant Professor, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, Missouri University of Science and Technology, 127 Butler Carlton Hall Rolla, Missouri, 65409, U.S.A. olgun@mst.edu

²Director of Disaster and Emergency Management Center, Adana Municipality, Türkiye, suphi.civelek@adana.bel.tr

ÖZ

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri fay kırığına 100 kilometre uzakta olmasına rağmen Adana'da beklenenden fazla hasara yol açtı. Gözlenen bina hasarı bir kilometre yarı çapında sert zemin ve yumuşak kaya özellikli bir bölgede gerçekleşti. Çok sayıda bina hasar gördü ve 10'dan fazla yüksek katlı (>15) bina yıkıldı. Hasar bölgesine yakın bir istasyonda ölçülen düşük yer ivmesi (<0.1g) göz önüne alındığında bu beklenmeyen bir hasar seviyesiydi. Uzakta gerçekleşen bu büyük depremlerden ($M > 7$) kaynaklanan uzun periyot salınımları ve yerel jeolojik koşullar sonucunda oluşan sismik zemin büyütmesi muhtemelen yüksek binaların hakim periyoduyla örtüştü ve rezonansa yol açtı. Bu ön çalışma yerel zemin koşulları ve sismik zemin büyütmesi üzerinedir.

Local Geological Effects and Seismic Site Amplification in Adana during the February 6 2023 Kahramanmaraş Earthquakes

ABSTRACT

February 6 2023 Kahramanmaraş Earthquakes caused considerable damage in Adana despite being about 100 kilometers to the fault rupture. Most of the damage in Adana was located within a kilometer radius area with soil conditions ranging between stiff soils to soft rock. Numerous buildings suffered structural damage and more than 10 high rise buildings (~15 stories) collapsed. The extent of damage was somewhat unexpected as the peak ground acceleration recorded on rock was less than 0.1g at a nearby station. It is quite conceivable that the long period motions from these large ($M > 7$) earthquakes coupled with the local geology caused seismic soil amplification at period ranges that matched the fundamental periods of these high-rise structures. This preliminary study focuses on the local site conditions and the seismic site amplification that possibly led to this observed damage pattern.

Depremlerde Hasar Gören Yapılarda Yapı Malzeme Kalitesinin Değerlendirilmesi

İsmail Hakkı ÇAĞATAY

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam, ADANA
hcagatay@cu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada 6 Şubat depremlerinde yıkılan ve hasar gören yapıların malzeme kalitesi incelenmiştir. Betonarme yapıların beton özellikleri, beton kalitesi araştırılmıştır. Hasarlı ve yıkılmış yapıların beton kalitesinin oldukça yetersiz olduğu, betonda ayrışmalar, iri agrega kullanımı tespit edilmiştir. Hasarlı veya yıkılmış binaların malzeme kalitesi ile ilgili örnekler gösterilmiştir. Depremlere karşı güvenli yapılarda yapı malzeme özelliklerinin nasıl olması ile ilgili çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Evaluation of Building Material Quality in Buildings Damaged in Earthquakes

ABSTRACT

In this study, the material quality of the buildings collapsed and damaged in the February 6 earthquakes was examined. Concrete properties and concrete quality of reinforced concrete structures were investigated. It has been determined that the concrete quality of damaged and collapsed structures is quite inadequate, there are segregations in the concrete and the use of coarse aggregate. Examples of the material quality of damaged or collapsed buildings are shown. Solution suggestions have been made regarding the properties of building materials in buildings that are safe against earthquakes.

Tarihi Köprülerde Deprem Hasarları Ve Restorasyonu: Adana Misis Köprüsü Örneği

Mustafa YEĞİN

Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, myegin@cu.edu.tr - ORCID NO: 0000-0002-0025-6589

ÖZ

Toplumların ulaşım sistemi üzerinde yer alan köprüler, ticari, iktisadi, askeri, sosyal ve kültürel konulara hizmet eden yararlı yapılar olarak, kültür tarihinde yerlerini almışlardır. Sivil mimari eserlerimiz olan tarihi köprülerimiz, toplumun ekonomik ve ticari gelişmesine katkı sağlayacak olan kervan ve posta yolları üzerinde inşa edilmiştir. Misis Köprüsü, Ceyhan Nehri üzerinde, Adana'nın Yüreğir ilçesine bağlı Misis Beldesinde yer almaktadır. Köprü taş köprülerimiz içinde Roma devri eserlerinden olup günümüze kadar özelliklerini kaybetmeden ayakta kalabilmiş önemli örneklerden biridir. Tarihi köprü imparator Konstantin (306-337) tarafından IV. yüzyılda yaptırılmış, imparator Justinianus (527-565) tarafından onartılmıştır.

Yakın geçmişe gelinceye kadar tarihte birçok kez onarım ve müdahale görmüştür. Adana Ceyhan'da 27.06.1998 tarihinde meydana gelen depremden sonra kullanılamaz duruma gelen köprünün kısa zamanda restorasyonu gerçekleştirilmiş ve kullanıma açılmıştır. 06.02.2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinden sonra bölgesindeki tarihi yapılarda deprem hasarları oluşmuş birçok taş yapıda yıkılmıştır. Deprem gibi doğal etkiler altında köprüler, kısmen ya da tamamen hasar görmektedir. Restorasyon sonrası yirmi beş yıldır kullanımda olan tarihi köprünün deprem etkisi altındaki son durumunu ve performansını değerlendirmek bu çalışmanın başlıca amacıdır. Yapıda gerçekleştirilen onarım ve güçlendirmeler sonrası yaşamış olduğu son depremlerin yapısal durumuna etkilerinin neler olduğu, yapının kullanımında değişiklik olup olmadığı gibi soruların yanıtlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Çalışmada deprem etkilerine maruz kalmış tarihi yığma taş kemer köprüde oluşan hasarlar ve hasarlara karşı gerçekleştirilen onarım yöntemleri değerlendirilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Misis Köprüsü, Taş Köprü, Yapım Tekniği, Yapısal Performans, Deprem Etkisi

Earthquake Damages And Restoration Of Historical Bridges: A Case Study of Adana Misis Bridge

Mustafa YEĞİN

ABSTRACT

Bridges on the transportation system of societies have taken their place in the history of culture as useful structures that serve commercial, economic, military, social and cultural issues. Our historical bridges, which are our civil architectural works, were built on the caravan and postal routes that will contribute to the economic and commercial development of the society. Misis Bridge is located on the Ceyhan River, in Misis Town of Adana's Yüreğir district. Among our stone bridges, the bridge is one of the works of the Roman period and is one of the important examples that have survived until today without losing its features. The historical bridge was built by Emperor Constantine (306-337) IV. It was built in the century and was repaired by the emperor Justinian (527-565).

Until the recent past, it has been repaired and intervened many times in history. The bridge, which became unusable after the earthquake in Adana Ceyhan on 27.06.1998, was restored in a short time and put into use. After the Kahramanmaraş earthquakes that took place on 06.02.2023, many stone structures that had earthquake damage in the historical buildings in the region were destroyed. Bridges are partially or completely damaged under natural effects such as earthquakes. The main purpose of this study is to evaluate the current state and performance of the historical bridge, which has been in use for twenty-five years after restoration, under the effect of earthquakes. It is very important to determine the answers to questions such as what the effects of the last earthquakes experienced after the repairs and reinforcements in the building were on the structural condition, and whether there was a change in the use of the building. In this study, the damage to the historical masonry arch bridge, which was exposed to the effects of earthquakes, and the repair methods against the damage will be evaluated.

Keywords: Misis Bridge, Stone Bridge, Construction Technique, Structural Performance, Earthquake Effect



Depremlerde Betonarme Yapılardaki Korozyon Etkisinin İncelenmesi

İsmail Hakkı ÇAĞATAY

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 01330, Balcalı-Sarıçam, ADANA -
hcagatay@cu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada ülkemizde meydana gelen 6 Şubat depremlerinde yıkılan ve hasar gören yapılardaki korozyon hasarları ve bunun yapıya etkileri incelenmiştir. Beton ve çelik arasındaki aderans betonarme yapıların en önemli özelliklerindendir. Aderansın istenen seviyede olabilmesi ancak beton ve çeliğin uygun ve kaliteli olmasıyla mümkün olur. Depremlerde hasarlı binalar incelendiğinde pek çok yapıda önemli derecede korozyon tespit edilmiştir. Korozyona alınabilecek önlemler ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Investigation of the Corrosion Effect on Reinforced Concrete Structures during Earthquakes

ABSTRACT

In this study, corrosion damage in the structures collapsed and damaged in the February 6 earthquakes that occurred in our country and its effects on the structure were examined. Adherence between concrete and steel is one of the most important features of reinforced concrete structures. Achieving adherence at the desired level is only possible if the concrete and steel are suitable and of high quality. When the buildings damaged in earthquakes were examined, significant corrosion was detected in many structures. Precautions and solutions that can be taken against corrosion are presented.

Binalarda İşlev Değişikliği ve Tadilatların Neden Olduğu Yapı Hasarları

Mustafa YEĞİN

Çukurova Üniversitesi, myegin@cu.edu.tr - ORCID NO: 0000-0002-0025-6589

ÖZ

06.02.2023 tarihinde bölgemizde gerçekleşen büyük çaplı depremin ardından, etkilenen 11 ildeki binalarda meydana gelen hasarların incelenmesi, önleyici tedbirlerin alınması ve gelecekte olası depremlerde binanın davranışının belirlenmesi amacıyla çalışmalar başlatılmıştır. Bu kapsamda deprem sonrası Adana ve Mersinde performans analizleri yapılmış olan binalardan seçilen üç örnek yapının değerlendirmeleri çalışmada sunulmaktadır. Yapıların mevcut durumunun analizi, mekân kullanımları, taşıyıcı sistemlerinin incelenmesi yoluyla işlevsel ve yapısal performanslarının değerlendirilmesi ele alınmaktadır. Bu çalışmada, yapıların kullanım amacının değişmesi, çeşitli düzeyde yapılan müdahalelerin binaların mevcut güvenlik düzeyini ne şekilde etkilediği, yapıların mevcut güvenlik düzeylerinin hangi koşullarda artırılması gerektiği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapısal performans, İşlevsel Performans, Güvenlik Düzeyi, Deprem Etkisi

Damage Caused By Functional Changes And Renovations In Buildings

ABSTRACT

Following the large-scale earthquake that occurred in our region on 06.02.2023, studies were initiated to examine the damage to the buildings in the 11 affected provinces, take preventive measures and determine the behavior of the building in possible future earthquakes. In this context, the evaluations of three sample buildings selected from the buildings whose performance analyzes were made in Adana and Mersin after the earthquake are presented in the study. The analysis of the current state of the buildings, their use of space, and the evaluation of their functional and structural performance through examination of their load-bearing systems are discussed. In this study, the change in the purpose of use of buildings, how interventions at various levels affect the current security level of buildings, and under what conditions the current security levels of buildings should be increased are discussed.

Keywords: Structural performance, Functional Performance, Safety Level, Earthquake Effect

6 Şubat 2023 Tarihli Depremlerin Kahramanmaraş İl Merkezinde Neden Olduğu Yıkımın Zemin Kaynaklı Nedenleri

Ahmet ÖZBEK¹, Murat GÜL²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Muğla

ozbeka@ksu.edu.tr; muratgul@mu.edu.tr

ÖZ

6 Şubat 2023 tarihli depremlerde, en fazla yıkıma uğrayan yerlerden biri Kahramanmaraş İl Merkezi'dir. Kahramanmaraş İl Merkezi, Doğu Anadolu Fayı'nın Erkenek-Gölbaşı, Gölbaşı-Türkoğlu (Pazarcık) ve Amanos segmentlerine oldukça yakın konumdadır. İl Merkezinin kuzey kesimlerinde, genel olarak dayanımı yüksek, Eosen yaşlı kireştaşları üzerinde inşaa edilen yapılarda çok az hasar oluşmuş olup, daha alt kotlarda yer alan Pliyo-kuvaterner yaşlı yamaç molozları üzerinde inşa edilen yapılarda hasar oranı nispeten bir miktar artış gösterse de, şehir merkezinin güney kesimlerinde gevşek-tutturulmamış Kuvaterner yaşlı alüvyal yelpaze çökellerinin bulunduğu alanlar üzerinde inşa edilen yapılarda çok fazla hasar ve yıkımın oluştuğu gözlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, en fazla hasar ve yıkımın meydana geldiği, alüvyal yelpaze çökelleri üzerinde inşa edilen yapıların yer aldığı bölgeler çalışılmıştır. Bu amaçla, deprem öncesinde ve deprem sonrasında, bölgede gerçekleştirilen zemin ve temel etüt raporları dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. İnceleme alanı ve yakın civarında alüvyal yelpaze çökelleri üzerinde inşa edilen yapılar için deprem öncesinde yapılan zemin ve temel etüt çalışmalarında genel olarak zeminler dane boyu dağılım analizlerine göre killi çakıl olarak sınıflandırılmaktadır. SPT-N₃₀ değerleri 36-48 arasında, yeraltı suyu 8-12 m arasında, zemin sınıfı genel olarak ZD olarak tanımlanmış ve sıvılaşmanın beklenmediği belirtilmiştir. Deprem sonrası aynı bölgede yapılan zemin ve temel etüt raporları incelendiğinde zeminler dane boyu dağılım analizlerine göre kötü boylanmalı çakıllı, kumlu, sitli kil ve az killi kumlu çakıl ile alt seviyelerde kumlu çakıl ve çakıllı kumlu siltli kil gibi birimler şeklinde tanımlanmıştır. SPT-N₃₀ değerleri 11-34 arasında, yeraltı su seviyesi 2-4 m arasında, zemin sınıfı ZE-ZF olarak tanımlanmış ve yersel olarak sıvılaşmaların beklendiği belirtilmiştir.

Genel olarak inceleme alanında yapılan çalışmalar ve mevcut raporlar değerlendirildiğinde, depremde zayıf zemin özelliği gösteren alüvyal yelpaze çökelleri üzerinde, inşa edilen yapıların, büyük oranda yıkıldığı ve ağır hasar aldığı belirlenmiştir. Özellikle, parsel bazlı yapılan zemin ve temel etüt raporlarının zemin özelliklerini, tam olarak yansıtmayacak şekilde yapılamaması ve buna bağlı olarak bu tür zeminlerde zemin iyileştirme (jetgrout, forekazık vb.) çalışmalarının eksikliği, yapıların zayıf zemin koşullarına göre tasarlanmaması ve yapıların çok katlı olarak inşa edilmesine bağlı olarak, bu bölgede yıkım ve hasar oranı büyük olmuştur. Sonuç olarak, bu deprem mühendislik yapıları için zemin ve temel



etüt raporlarına önem verilmesinin ve yönetmeliklere uygun şekilde yapılmasının, ne kadar önemli olduğunu bir kez daha bize göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş, Alüvyal Yalpaze Çökelleri, Zemin Sınıfı, Zemin Etüt

Ground-Related Causes Of The Destruction In Kahramanmaraş City Center During The February 6, 2023 Earthquakes

Ahmet ÖZBEK¹, Murat GÜL²

ABSTRACT

Kahramanmaraş City Center suffered some of the most significant destruction in the earthquakes of February 6, 2023. The city center is located quite close to the Erkenek-Gölbaşı, Gölbaşı-Türkoğlu (Pazarcık), and Amanos segments of the East Anatolian Fault. In the northern parts of the city center, structures built on high-durability Eocene limestone formations experienced very little damage. While the damage ratio increased somewhat in structures built on Plio-Quaternary slope debris located at lower elevations, extensive damage and destruction were observed in structures built on loose-unconsolidated Quaternary alluvial fan deposits in the southern parts of the city center.

This study focuses on the area with the most damage and destruction, where buildings were constructed on alluvial fan deposits. For this purpose, a general evaluation was made by considering the site and foundation investigation reports conducted in the region before and after the earthquake. In the study area and its vicinity, the ground was generally classified as clayey gravel according to grain size distribution analyzes in site and foundation investigation studies conducted before the earthquake for structures built on alluvial fan deposits. SPT-N₃₀ values were between 36-48, groundwater was between 8-12 m, the ground class was generally defined as ZD, and it was stated that liquefaction was not expected. When the site and foundation investigation reports conducted in the same area after the earthquake were examined, the ground was defined as poorly-sorted gravelly, sandy, silty clay and slightly clayey sandy gravel with units such as sandy gravel and gravelly sandy silty clay at lower levels according to grain size distribution analyzes. SPT-N₃₀ values were between 11-34, groundwater level was between 2-4 m, ground class was defined as ZE-ZF, and it was stated that liquefaction was expected locally.

In general, when the studies carried out in the investigation area and the available reports are evaluated, it is determined that the buildings constructed on alluvial fan deposits showing weak soil characteristics in the earthquake collapsed to a great extent and suffered severe damage. In particular, due to the fact that the site and foundation investigation reports made on a parcel basis could not be made in a way to fully reflect the soil properties, and accordingly, the lack of ground improvement works (jetgrout, forepiling, etc.) on such soils, the buildings were not designed according to the weak soil conditions and the buildings were built in multi-storey buildings, the rate of destruction and damage in this region has been great. As a result, this earthquake once again showed us how important it is to give importance to soil and



foundation investigation reports for engineering structures and to make them in accordance with the regulations.

Key Words: Kahramanmaraş, Alluvial Fan Deposits, Soil Class, Soil Investigation