



DEPREM ÖN DEĞERLENDİRME RAPORLARI

06 ŞUBAT 2023, 04:17, Mw=7.7, h=9 km PAZARCIK (KAHRAMANMARAŞ) DEPREMİ

06 ŞUBAT 2023, 13:24, Mw=7.6, h=7 km ELBİSTAN (KAHRAMANMARAŞ) DEPREMİ

20 ŞUBAT 2023, 20:04, Mw=6.4, h=22 km DEFNE (HATAY) DEPREMİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

> Buca/İZMİR 24/02/2023





BÖLÜM I YERFİZİĞİ ANABİLİM DALI DEPREM ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU

Prof. Dr. Oya Ankaya Pamukçu (Yer Fiziği AD Başkanı) Doç.Dr. Ayça Çırmık (Yer Fiziği AD Üyesi) Doç. Dr Tolga Gönenç (Yer Fiziği AD Üyesi) Metehan Uluğtekin (FBE Jeofizik Müh. AD)





06.02.2023 günü, 04:17'de büyüklüğü Mw=7.7, derinliği 8.6 km, merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş)'da ve aynı gün 13:24'de büyüklüğü Mw=7.6, derinliği 7 km, merkez üssü Elbistan (Kahramanmaraş) olan iki deprem meydana gelmiştir (Şekil 1) Pazarcık depremi (Mw 7.7) sol yanal doğrultu atımlı Ölü Deniz Fay Zonunun kuzeyindeki Narlı Segmentinde, Elbistan depremi (Mw 7.6) ise Çardak Fayında meydana gelmiştir (AFAD, 2023).



Şekil 1. 06.02.2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw=7.7 ve Elbistan (Kahramanmaraş) Mw=7.6 depremlerinin yeri ve artçıların dağılımı. Siyah yıldız; Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw=7.7 depremini, Turuncu yıldız; Elbistan (Kahramanmaraş) Mw=7.6 depreminin lokasyonunu göstermektedir (AFAD, 2023'ten değiştirilerek alınmıştır).

Türkiye'nin 11 ilinde büyük yıkımlara neden olan ve geniş bir alanda hissedilen Kahramanmaraş merkezli depremlerde İçişleri Bakanlığı'nca yapılan açıklamalara göre





depremde 43 bin 556 can kaybının meydana geldiği, çok sayıda binanın ağır hasarlı ve yıkık olduğu belirtilmiştir.

AFAD deprem kataloğundan (https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog) elde edilen verilere göre 06.02.2023-23.02.2023 tarihleri arasında 06.02.2023 tarihinde büyüklüğü Mw=7.7 Pazarcık (Kahramanmaraş) ve aynı gün büyüklüğü Mw=7.6 Elbistan (Kahramanmaraş) ve 20.02.2023 tarihinde büyüklüğü Ml= 6.4 (Mw=6.3) Defne (Hatay)'da gerçekleşen depremler de dahil olmak üzere 35.9°-38.6° enlemleri ile 35.7°-39.5° boylamları arasında bulunan bölgede, büyüklüğü 4 ve 4'den büyük (M≥4) 489 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 35.9°-38.6° enlemleri ile 35.7°-39.5° boylamları arasında bulunan bölgede 06.02.2023-23.02.2023 tarihleri arasında meydana gelen büyüklüğü 4 ve 4'den büyük (M \geq 4) olan depremlerin dağılımı (https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog).

İnsanlık tarihinde büyüklüğü (magnitüt) 7'nin üzerinde birbirine yakın zaman ve uzaklıkta karada gerçekleşen nadir sayılabilecek bir deprem serisidir. Bölgesel sismik aktivite güncelde devam etmektedir. Kahramanmaraş ve çevresinde meydana gelen depremlerin neden olduğu hasar NASA uydu verileri ile Şekil 3'de sunulmaktadır. Bu depremden kaynaklanan hasar haritası, 8 Şubat 2023 tarihinde Japonya Havacılık ve Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) Gelişmiş Kara Gözlem Uydusu-2 (ALOS-2) 'deki PALSAR-2 radar cihazı tarafından toplanan verilerin,





NASA'nın Jet Propulsion Laboratuvarı ve Caltech (Kaliforniya Teknik Üniversitesi)'in iş birliği ile proses edilmesiyle Singapur Dünya Gözlemevi- Uzaktan Algılama Laboratuvarı tarafından oluşturulmuştur. Uydu, dünya yüzeyine mikrodalga darbeleri gönderen ve binalar da dâhil olmak üzere genel durumu haritalamak için bu dalgaların yansımalarını dinleyen sentetik açıklık radarı (SAR) taşımaktadır. Singapur Dünya Gözlemevi- Uzaktan Algılama Laboratuvarı, 8 Şubat verilerini depremden önce (7 Nisan 2021 ve 6 Nisan 2022'de) aynı uydu tarafından yapılan gözlemlerle karşılaştırarak değişiklikleri takip etmiş ve hasar görmüş olması muhtemel alanları belirlemiştir. (Şekil 3).



Şekil 3. Kahramanmaraş ve çevresine ait hasar gören yerler kırmızı ile gösterilmiştir (Earthquake Damage in Türkiye (nasa.gov)





1. Bölgenin Jeodinamik Özellikleri

Alp-Himalaya kuşağında yer alan Anadolu, yerkabuğundaki çok karmaşık hareketler sonucu günümüzdeki biçimini almıştır. Kretase'nin sonlarında başlayan Afrika ve Avrasya kıtalarının konverjansı bu okyanus havzalarının kapanması ve çevredeki kıtasal parçaların birleşmesi ile son bulmuştur (Şengör & Yılmaz, 1981; Şengör, 1996). Orta Kratese ve Geç Miyosen dönemleri arasında Türkiye'nin konumu önemli ölçüde belirlenmiştir. Bu süreçte özellikle Doğu Anadolu çok karmaşık bir tektonik yapıya sahip olmuştur. Geç Kratese ve Eosen dönemlerinde, bölgenin oluşumunda, iki denizel ve üç kıtasal havza önemli bir rol oynamıştır.

Arabistan ve Avrasya'nın çarpışmasıyla Neotetis-Bitlis Okyanusu'nun birleşmesi ve kapanması doğuda geç Orta Miyosen, batıda ise geç Pliosen-Kuvaterner zaman aralığında son bulmustur (Dewey vd., 1986, Robertson vd., 1991). Geç Orta Miyosende Bitlis-Zagros Bindirme Zonu boyunca Anadolu ile Arabistan'ın birleşmesi ve kuzey-güney yönündeki basınç, erken Pliosen'e kadar Afrika Levhası'na göre Arap Levhası'nın kuzeye doğru hareketini olanaksız kılmıştır (Hempton, 1987; Robertson vd., 1991; Yılmaz vd., 1993, Bozkurt 2001). Doğu Anadolu'da geç Orta Miyosen ve Erken Pliosen zaman aralığında kabukta kalınlaşma ve 2 km ye varan yükselimler oluşmuştur (Şengör & Kidd, 1979). Bu zamanlar boyunca basıncın etkisiyle doğu-batı yönlü bindirme fayları, yayılma basenleri gibi bir çok yapı ortaya çıkmıştır (Kelling vd., 1987). Bitlis-Zagros Bindirme Zonu boyunca kıta içi çarpışmanın bitimini takiben, Erken Pliosen ile birlikte Doğu Anadolu'daki sıkıştırma tektonik rejimi yerini yeni bir sıkıştırma ve açılma tektonik rejimine bırakmıştır (Bozkurt, 2001). Bu olay sonucunda kıta içi transform fay kuşağı olarak tanımlanan Kuzey Anadolu Fay Zonu oluşmuştur. Doğu Anadolu Fay Zonu ise daha sonra Geç Pliosen'de formunu almıştır (Westaway & Arger, 1996). Sıkıştırılan Anadolu, Afrika Levhası'nın okyanusal litosferi üzerinde batıya doğru hareket etmeye başlamış. Bu hareketle Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu, Arap Levhası'nın kuzeye doğru, Afrika Levhası'ndan daha hızlı heraket etmesine olanak tanımıştır (Reilinger vd., 1997; Oral vd., 1995; Barka & Reilinger, 1997).

Reilinger vd. (1997); Oral vd. (1995) tarafından yapılan çalışmalarda, günümüzde Arap Levhası K-KB yönünde yılda 25 mm hızla hareket ederken, Afrika Levhası'nın yılda 10 mm hızla





kuzeye hareket ettiği saptanmıştır. Bu iki levha arasındaki hareketi denetleyen bir diğer önemli fay ise sol yanal atımlı Ölü Deniz Fay Zonu'dur (Bozkurt, 2001).

Türkiye'nin önemli tektonik elemanlarının yer aldığı Doğu Anadolu, Arap Levhası'nın kuzeye hareketi ile sıkışması sonucunda Anadolu bloğu batıya ve Kuzeydoğu Anadolu Bloğu doğuya kaçmaktadır (Ketin, 1948; McKenzie, 1972; Barka vd., 1987). Anadolu Bloğu kuzeyde sağyanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ile güneyde sol-yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı ile sınırlanmıştır (Şekil 1). Bu iki fay Karlıova üçlü ekleminde kesişirler (Ketin, 1966; McKenzie, 1972, Dewey, 1976; Dewey et al., 1986; Barka et al., 1987). Kuzey Anadolu Fayı'nın Doğu Anadolu ve Kuzey Doğu Anadolu Fayları ile kesiştiği yerler (Karlıova ve Erzincan Baseni) arasında kalan kısmı birbirine zıt iki yönde hareket eden blokların (Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu) ortak sınırıdır (Barka vd., 1987). 1939 ve 1967 yılları arasında Kuzey Anadolu Fayı'nın Erzincan'ın batısında kalan büyük kısmı batıya göç eden bir dizi depremle kırılmıştır.

Doğu Anadolu'da yapılan sismolojik çalışmaların ışığında bölgeye ait modele yönelik yeni yaklaşımlar yapılmıştır (Keskin, 2003; Şengör et al.,2003). Keskin (2003)' e göre Doğu Anadolu'da, bölgenin yarısından fazlası kalınlığı 1 km'den fazla, jeolojik yaşı 11 milyon yıl olan genç volkanik birimlerle örtülüdür ve bu hacim, bölgede açığa çıkan ergimenin sadece küçük bir bölümünü yansıtmaktadır, diğer fazla olan kısımın ise kabuğun derinliklerinde plütonik sokulumlar olarak bulunduğu varsayılmaktadır. Doğu Anadolu'daki topoğrafik yükselti Tibet Platosu'nu andırmakta ve hatta onun daha genç bir versiyonu olarak düşünülmektedir (Şengör & Kidd, 1979; Dewey vd., 1986). Bu ilk çalışmaların bazılarında litosferik mantonun bu bölgede kıtasal çarpışmaya bağlı olarak iki katına çıkarak yaklaşık 300 km ye ulaştığı söylenmiştir.

Yapılan sismolojik çalışmalar (Al-Lazki vd., 2003; Gök vd., 2003; Türkelli vd, 2003; Sandvol vd., 2003a- 2003b; Zor vd., 2003) normal kalınlıkta bir kabuğun oldukça ince bir litosfer üzerinde durduğu ya da direkt olarak astenosfer üzerine oturduğunu göstermektedir. Burada asıl dikkat çekici nokta litosferik kopmanın olduğu yerlerin Doğu Anadolu Yığışım Prizması'na (accretionary complex) rastlamasıdır (Şengör vd, 2003).





Keskin (2003) son sismolojik verilere dayanarak kırılmanın 45-50 km kadar sığ bir derinlikte meydana gelmiş olabileceğini ileri sürmektedir. Böylesi büyük bir yükün ortadan kalkması ve beraberinde daha düşük yoğunluktaki astenosferin yığışım prizmasının altına yerleşmesi, bölgedeki hızlı blok yükselmesi ve volkanizmanın nedeni olarak görülmektedir.

Önceki yıllarda 101Y124 nolu TÜBİTAK ve Dokuz Eylül Üniversitesi 02.KB.FEN.084 nolu BAP projesi kapsamında yapılan çalışmalarda iki boyutlu radyal ortalama daha sonra tek boyutlu kayan pencereli güç spektrumları hesaplanarak bölgeye ait derinlikler ve değişimleri saptanmıştır. Bölge için ortalama kabuk derinliği 45 km'dir ve bu 45 km'lik bölge içinde düşük yoğunluklu bir zonun olduğu belirtilmektedir (Zor vd, 2003; Pamukçu vd; 2007). Bölgenin efektif bükülme rijiditesini kontrol eden efektif elastik kalınlığı ortalama 13 km dir (Pamukçu ve Akçığ, 2011). Bu kalınlık sismojenik kalınlıkla (Al-Lazki vd., 2003; Gök vd., 2003; Türkelli vd., 2003; Sandvol vd., 2003a, 2003b; Zor vd., 2003) yakın olup litosfer içindeki dirençli birimi temsil etmektedir. Genç kıta-kıta çarpışma bölgelerinde efektif elastik kalınlık ve sismojenik zonlar genellikle kabuk kalınlığından düşük çıkmaktadır. Bunun nedeni ise yatay ve düşey yöndeki deformasyonların devam etmesidir.

Bölgedeki ince kabuk ile yüksek ısı arasındaki ilişkiyi incelemek için aeromanyetik anomalilere güç spektrumu uygulanarak Curie nokta derinlikleri hesaplanmıştır. Kabuğun göreceli olarak inceldiği Bitlis Bindirmesi'nin hemen kuzeyinde ısı akısında bir yükselme olduğu gözlenmiştir (Pamukçu vd., 2014). Bölgeye ait yapı sınırlarını yatay ve düşey yönde denetlemek amacıyla yapılan çalışmalarda bölgedeki yeraltı elemanlarına ait değişimler dikkat çekicidir ve düşük yoğunluklu yapı sınırı ile büyük bir uyum sunmaktadır (Pamukçu ve Akçığ, 2011).

2. Deprem Bölgesindeki Bouguer gravite verilerine ait çalışmalar

İnceleme alanına ait uydu gravite verileri 22/02/2023 tarihinde açık erişim sağlanan https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi internet sayfası üzerinden indirilmiştir. İndirilen ham haldeki uydu verilerine öncelikle Bouguer düzeltmesi yapılarak Bouguer gravite anomali





haritası elde edilmiştir. Elde edilen verilere trend analizi uygulanarak rezidüel anomali haritası oluşturulmuştur. Daha sonra bu rezidüel gravite anomali değerlerine yönlü türev uygulamaları yapılmıştır.

Çalışma alanına ait doğu batı (Şekil 4) ve kuzey güney (Şekil 5), doğrultulu türev uygulaması sonucunda elde edilen anomali haritaları incelendiğinde, yeraltındaki yapı sınırlarının Ölü Deniz Fay Zonu, Kıbrıs'tan yaklaşık GB-KD doğrultu ile gelen yapı ve Doğu Anadolu Fay Zonun (Şekil 1) birleştiği ve bu durumun Antakya, Mersin, Adana, Kahramanmaraş, Malatya ve çevresindeki deprem bölgesindeki şehirlerde baskın olarak gözlendiği açıktır. Ayrıca deprem bölgesinin batısında Aksaray tarafında da benzer yapı sınırları izlenmektedir. Şekil 6' da ise bölgedeki düşey yöndeki gravite değişiminin Antakya, Kahramanmaraş, Malatya ve yine batıda Aksaray'da baskın olduğu izlenmiştir.

Şekil 4'deki doğrultu türevindeki anomali değerlerinin KB-GD yönlü doğrultusu ile Şekil 3'deki uydu fotoğrafındaki yıkılan bölge doğrultusunun uyumu dikkat çekicidir.



Şekil 4. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminde etkilenen illere yakın çevresine ait Tam Bouguer gravite anomali haritasından elde edilen batı-doğu doğrultulu yatay türev anomali haritası.







Şekil 5. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminde etkilenen illere yakın çevresine ait Tam Bouguer gravite anomali haritasından elde edilen kuzey güney doğrultulu yatay türev anomali haritası.



Şekil 6. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminde etkilenen illere yakın çevresine ait Tam Bouguer gravite anomali haritasından elde edilen düşey türev anomali haritası.





3. Mw= 7.7 Pazarcık (Kahramanmaraş) Depremine ait Coulomb Stress (Gerilim) Analizi

Bu depremlerden büyüklüğü Mw=7.7 olan Pazarcık (Kahramanmaraş) depreminin meydana getirdiği stres (gerilim) dağılımını gözlemlemek için Coulomb v3.4 (Toda vd. 2011) programı kullanılmış ve depremden kaynaklı gerilimin dağılım analizi edilmiştir (Şekil 7). Değerlendirmede kullanılan parametreler Tablo1'de görülmektedir. Coulomb gerilim analizinde, AFAD (2023) tarafından sunulan moment tensör çözümü değerleri kullanılmıştır.

Tablo 1. Coulomb v3.4 (Toda vd., 2011) gerilim analizinde kullanılan parametreler

	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Derinlik	Poisson	Young	Efektif
		- · ·		(km)	Oranı	Modülü	Sürtünme
						(kbar)	Katsayısı
Mw=7.7	233	74	18	8	0.25	80	0.4
Pazarcık							
Depremi							



Şekil 7. Mw=7.7 olan Pazarcık depreminin Coulomb gerilim dağılımı. Kırmızı renk; gerilimin arttığı bölgeleri, mavi renk; gerilimin azaldığı bölgeleri belirtmektedir. Kırmızı yıldız;





06.02.2023 Mw=7.7 Pazarcık depremini, kırmızı daire; 06.02.2023 Mw=7.6 Elbistan, kırmızı üçgen; 20.02.2023 Ml= 6.4 Hatay depremlerinin merkez üslerini göstermektedir.

Mw= 7.7 Pazarcık depremine ait Coulomb gerilim analizinden elde edilen sonuçlardan gerilimin azaldığı ve arttığı bölgeler Şekil 7'de görülmektedir. Burada kırmızı renk, gerilimin artış gösterdiği bölgeleri, mavi renk ise gerilimin azalım gösterdiği bölgeleri belirtmektedir. Şekil 7'de görüldüğü gibi Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw=7.7 depreminden sonra meydana gelen Mw= 7.6 Elbistan (Kahramanmaraş) ve Ml= 6.4 Defne (Hatay) depremlerinin kırmızı renkli alana yani gerilimin artış gösterdiği bölgelerde meydana geldiği dikkat çekmektedir. Ayrıca büyüklüğü M≥4 olan depremlerin dağılımı (Şekil 2) irdelenirse Şekil 7'de Coulomb gerilimine ait genlik artımının yüksek olduğu bölgelerde depremlerin kümelendiği görülmektedir.

Sonuç olarak Şekil 7'deki gerilimin diyagramının kırmızı renkli bölgelerine karşılık gelen kuzeydoğuda (Adıyaman, Malatya ve çevresi) ve güneybatıda (Gaziantep ve çevresi) gerilim artımının olması nedeniyle deprem riskini yüksek olduğu söylenebilir.

4. Deprem Bölgesine ait GNSS ve Deformasyon çalışmaları

TUSAGA-Aktif istasyonlarından MAR1 (Kahramanmaraş, Merkez), EKZ1 (Ekinözü, Kahramanmaraş), ANTE (Gaziantep), HAT2 (Hatay), ADY1 (Adıyaman), ONIY (Osmaniye), KLS1 (Kilis), FEEK (Feke, Adana), TUF1 (Tufanbeyli, Adana), MLY1 (Malatya), ELAZ (Elazığ) istasyonlarına ait 25 Ocak-22 Şubat 2023 tarihleri arasındaki (25. gün ile 52. gün day of year (doy)) 30 s'lik GNSS verileri, Avrasya plakasının sabit varsayılmasıyla ITRF2014 ile GAMIT/GLOBK 10.71 (Herring vd., 2018) yazılımı kullanılarak proses edilmiştir. Elde edilen zaman serilerinin (Şekil 8-18) yatay (North (Kuzey), East (Doğu) ve düşey (Up (Yükseklik)) bileşenlerinden, bölgede meydana gelen atımların yönleri ve deformasyon irdelenmiştir. Mw 7.7 Pazarcık ve Mw 7.6 Elbistan depremlerinin meydana geldiği 06 Şubat 2023 tarihi zaman serileri diyagramlarında 37. gündür.





Şekil 8. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Kahramanmaraş (Merkez)'da bulunan MAR1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.







Şekil 9. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Kahramanmaraş (Ekinözü)'da bulunan EKZ1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.





Şekil 10. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Gaziantep'te bulunan ANTE istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.









Şekil 11. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Hatay'da bulunan HAT2 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.





ADY1 North Offset 4203488.931 m wmean(mm)= 8942.26 <u>+</u> 0.46 nrms= 8.44 wrms= 20.0 mm # 27



Şekil 12. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Adıyaman'da bulunan ADY1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.



T.C. DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü







Şekil 13. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Osmaniye'de bulunan ONIY istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.



T.C. DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü



KLS1 North Offset 4086826.906 m wmean(mm)= 6861.83 ± 0.55 nrms= 32.44 wrms= 129.1 mm # 53



Şekil 14. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Kilis'de bulunan KLS1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.







Şekil 15. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Feke (Adana)'da bulunan FEEK istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.



T.C. DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü





Şekil 16. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Tufanbeyli (Adana)'da bulunan TUF1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.





MLY1_North Offset_4268209.016 m wmean(mm)= 9149.38 ± 0.42_nrms= 115.46_wrms= 321.9 mm # 45



Şekil 17. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Malatya'da bulunan MLY1 istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.





Şekil 18. 25 Ocak- 22 Şubat 2023 (25.-52. günler) tarihleri arasında Elazığ'da bulunan ELAZ istasyonunun North (Kuzey), East (Doğu), Up (Yükseklik) bileşenlerine ait zaman serileri. 06 Şubat 2023 tarihi 37. Güne denk gelmektedir.





GNSS istasyonlarının yatay (North (Kuzey), East (Doğu)) ve düşey (Up (Yükseklik)) bileşenlerine ait zaman serileri irdelendiğinde (Şekil 8-18), bu istasyonlarda meydana gelen yatay bileşendeki atım yönleri ve düşey bileşendeki hareketlilik yönlerinden bölgedeki yükselme ya da çökme hareketleri Tablo 2'de görülmektedir. Bu hareket yönleri hesaplanırken, zaman serilerinden North (Kuzey) bileşenindeki hareket pozitif değerlere sahipse hareketin kuzeye doğru, negatif değerlere sahipse güneye doğru olduğu; East (Doğu) bileşeninde ise hareket pozitif değerlere sahipse doğuya doğru, negatif değerlere sahipse batıya doğru olduğu dikkate alınır. Bu iki bileşenin (Kuzey ve Doğu) bileşkesi ise yatay yöndeki hareketin yönünü vermektedir. Düşey yöndeki (Up (Yükseklik)) hareket için ise eğer hareket pozitif değerlere sahipse ortamda yükselme, negatif değerlere sahipse çökme meydana geldiğini göstermektedir.

İstasyon Adı/Yeri	Yatay Bileşendeki (North (Kuzey), East (Doğu))	Düşey (Up (Yükseklik)) Bileşendeki Hareketlilik		
	Atım Yönü	Yönü		
MAR1/ Kahramanmaraş	Güneybatı	Yükselme		
EKZ1 / Ekinözü,	Kuzeybatı	Çökme		
Kahramanmaraş				
ANTE / Gaziantep	Kuzeydoğu	Yükselme		
HAT2 / Hatay	Güneybatı	Yükselme		
ADY1 / Adıyaman	Güneydoğu	Çökme		
ONIY / Osmaniye	Güneybatı	Yükselme		
KLS1 / Kilis	Kuzeydoğu	Yükselme		
FEEK / Feke, Adana	Kuzeybatı	Düşey yöndeki hareket yönü		
		net değildir.		
TUF1 / Tufanbeyli, Adana	Kuzeybatı	Çökme		
MLY1 / Malatya	Güneybatı	Düşey yöndeki hareket yönü		
		net değildir.		
ELAZ / Elazığ	Güneybatı	Düşey yöndeki hareket yönü		
		net değildir.		

Tablo 2. TUSAGA-Aktif istasyonlarının yatay ve düşey bileşenlerindeki hareketlerinin yönleri

Sonuç

GNSS verilerinden elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında Kahramanmaraş, Hatay, Osmaniye, Malatya, Elazığ'daki GNSS istasyonları Güneybatı'ya doğru, Ekinözü (Kahramanmaraş), Feke (Adana), Tufanbeyli (Adana)'daki istasyonlar Kuzeybatı'ya doğru,





Gaziantep ve Kilis'teki istasyonlar Kuzeydoğu'ya doğru Adıyaman'daki istasyon ise Güneydoğu'ya doğru hareket etmiştir.

Ayrıca GNSS istasyonlarında depremin etkisiyle plastik deformasyon meydana gelmiştir. Bir başka deyişle, depremin etkisinin ortadan kalkmasıyla hareket eden noktalar ilk konumlarına geri dönmemiş, bölge kalıcı deformasyona uğramışlardır. 6 Şubat 2023'de meydana gelen Mw 7.7 ve Mw 7.6 depremlerinin, GNSS zaman serilerindeki değişimlerin gözlemlenmesiyle geniş bir bölgede etkili olduğu ortaya konmuştur.

Bunlara ek olarak, Coulomb gerilim analizi sonuçlarından yola çıkarak, kırmızı renkli bölgelerine karşılık gelen kuzeydoğuda (Adıyaman, Malatya ve çevresi) ve güneybatıda (Gaziantep ve çevresi) bölgelerinde deprem riskini yüksek olduğu söylenebilir.

Kamuoyuna saygı ile duyurulur.

Kaynaklar

- AFAD 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 Depremlerine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu.
- Al-Lazki, A., Seber, D., Sandvol, E., Türkelli, N., Mohamad R., & Barazangi, M. (2003). Tomographic Pn velocity and anisotropy structure beneath the Anatolian plateau (eastern Turkey) and the surrounding regions, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8043, doi: 10.1029/2003GL017391.
- Barka, A., and R. Reilinger, Active tectonics of the eastern Mediterranean region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, Ann. Geofis., 40, 587 610, 1997.
- Barnett, D.N., Nimmo, F. & McKenzie, D. (2000). Elastic thickness estimates for Venus using line of sight accelerations from Magellan cycle 5, Icarus, 146, pp 404-419.





Bozkurt, E., (2001). Neotectonics of Turkey-a synthesis, Geodinamica Acta, 14, pp 3-30.

- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. & Bonnin, J. (1973). Plate tectonics and evolution of the Alpine system, Geol. Soc. Am. Bull., 84, pp. 3137-3180.
- Dewey, J.F. & Kidd, W.S.F (1974). Continental collisions in the Appalachian CaledonianOrogenic Belt: variations related to complete and incomplete suturing. Geology, 2, pp. 543-6.

Dewey, J.F. (1976). Seismicity of northern Anatolia. Bull. Seism. Soc. Am., 66, pp. 843-68.

Dewey, J.F. (1977). Suture zone complexities: a review. Tectonophysics, 40, pp. 53-67.

- Dewey, J.F. & Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone. Bull. Seism. Soc. Am., 90, pp. 84-92.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu F., Şengör A.M.C., (1986). Shortening of continental lithospere: the neotectonics of eastern Anatolia- a young collision zone, in: Coward M.O., Ries A.C.(Eds.), Collisional Tectonics, Geological Society Special Publication no. 19, Geological Society, London, pp. 3-36.
- Dewey, J. F., Hempton M.R., Kidd, W.S., Saroglu, F. & Sengör, A.M.C. (1986). Shortening of continental lithosphere : The neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone, Collision Tectonics, Londra: Geol. Soc., pp. 3-36.
- Gök, R., Sandvol, E., Türkelli, N. Seber, D. & Barazangi, M. (2003). Sn attenuation in the Anatolian and Iranian plateau and surrounding regions, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8042, doi: 10.1029/2003GL018020.
- Hempton, M.R. (1987) Constraints on Arabian Plate Motion and Extensional History of the Red Sea. Tectonics, 6, 687-705. https://doi.org/10.1029/TC006i006p00687





Herring, T. A., R. W. King, M. A. Floyd, and S. C. McClusky (2018), GPS Analysis at MIT Release 10.7", Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi

- Kahle H.G., Straub, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst, K., Veis, G., Kastens, K.& Cross, P. (1998) The strain rate field in the eastern Mediterranean region, estimated by repeated GPS measurements, Tectonophysics, 294, pp. 237-252.
- Keskin, M., Pearce, J.A. & Mitchell (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey, J. Volcanol. Geothermal Res., 85 (1-4), pp. 355-404.
- Kelling, G., S. L. Gokc, en, P. A. Floyd, and N. Gökcen, Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: New data from southern Turkey, Geology, 15, 425 – 429, 1987.
- Keskin, M., (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subductionaccretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8046, doi: 10.1029/2003GL018019.
- Ketin, İ. (1948). Uber die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen Anotolischen Erdbeben des letzten Dezenniums, Geol. Rdsch., 36, pp. 77-83
- Ketin, İ. (1966). Tectonic units of Anatolia. Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Ankara, 66, pp. 23-34.
- Koçak, A. (1997). Hydrogeochemistry and investigation of reservoir temperature of Kozaklı (Nevşehir geothermal field), Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniv.





- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S. & Kuloshvili (2001) Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implications for transition from thrusting to strike-slip faulting, Geodinamica Acta, 14 (1-3), pp. 177-195.
- McKenzie, D.P. & Parker, R.L. (1967). The North Pacific: an example of tectonics on a sphere, Nature vol. 216, pp. 1276-1280.
- McKenzie, D.P., (1969). Speculations on the causes and consequences of plate motions Geophys.J. R. Astr. Soc., 18,1
- McKenzie, D.P., (1970). The plate tectonics of the Mediterranean region. Nature.pp. 226-239.
- McKenzie, D.P., Molnar & P., Davies, D., (1970). Plate tectonics of the Red Sea and East Africa. Nature, pp. 226-243.
- McKenzie, D.P. & Bickle, M.J., (1988). The volume and composition of melt generated by extension of the lithosphere, J.Petrol., 29, pp. 625-679.
- McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region, Geophysical J. Royal Astronom. Soc. Vol. 30, 109-185.
- McKenzie, D.P. & Bowin, C.O. (1976). The relationship between bathymetry and gravity in the Atlantic Ocean, Jour. Of Geophys. Res. Vol. 81, pp. 1903-1915.
- McKenzie, D., (1976). The East Anatolian fault: a major structure in eastern Turkey, Earth Planet Sci. Lett., 29, pp. 189-193.
- McKenzie.D. & Fairhead, D. (1997). Estimates of the effective elastic thickness of the continental lithosphere from Bouguer and free air gravity anomalies, Jour. of Geophys. Res., vol. 102, pp. 27.523-27.552.





- Oral, M. B., Reilenger, R. E., Toksöz, N., King, R., Barka, A., Kinik, I. & Lenk, O. (1995). Global Positioning System offers evidence of plate motions in eastern Mediterranean. EOS, 76(2): 9–11.
- Pamukçu, O. A., Akçığ, Z., Demirbaş, Ş., & Zor, E. (2007). Investigation of crustal thickness in Eastern Anatolia using gravity, magnetic and topographic data. Pure and Applied Geophysics, 164, 2345-2358.
- Pamukçu, O. A., & Akçığ, Z. (2011). Isostasy of the Eastern Anatolia (Turkey) and discontinuities of its crust. Pure and applied geophysics, 168, 901-917.
- Pamukçu, O., Gönenç, T., Çırmık, A. Y., Demirbaş, Ş., & Tosun, S. (2015). Vertical and horizantal analysis of crustal structure in eastern Anatolia region. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 151(151), 217-229.
- Pamukçu, O., Akçığ, Z., Hisarlı, M., & Tosun, S. (2014). Curie Point depths and heat flow of eastern Anatolia (Turkey). Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 36(24), 2699-2706.
- Parsons, B.E. & McKenzie, D.P. (1978). Mantle convection and the thermal structure of plates, Journ. Of Geophys. Res. Vol. 83, pp. 4485-4496.
- Pearce, J. A., Benger, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F, Low, P.J., Guner, Y., Şaroğu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. & Mitchell, J.G (1990). Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, J. Volcanol. Geothermal. Res., 44, 189-229.
- Pearce, J.A., Keskin, M., Serri, G. & Innocenti, F. (1995). Tectonic significance of volcanism related to arc-continent collisions. EOS 76, 602
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, W., Toksöz, M.N., (1997). Global Positioning, System measurements of present-day crustal movements in the Arabian-Africa-Eurasia plate collision zone, J. Geophy. Res., 102, 9983-9999.





- Robertson, A. H. F., Clift, P. D., Degnan, P. J. & Jones, G. 1991. Palaeogeographical and palaeotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys. Palaeoceanography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 87, 289–343.
- Rotstein, Y., & Kafka, A.L. (1982). Seismotectonics of the southern boundary of Anatolia, eastern Mediterranean region: subduction, collision, and arc jumping, Journ. Geophys. Res., 87, 7694-7706.
- Sandvol, E., Türkelli, N. & Barazangi, M. (2003a). The eastern Turkey seismic experiment: the study of a young continent- continent collision, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8038, doi: 10.1029/2003GL018912.
- Sandvol, E., Türkelli, N., Zor, E., Gök, R., Bekler, T., Gürbüz, C., Seber, D. & Barazangi, M. (2003b). Shear wave splitting in a young continent- continent collision: an example from eastern Turkey, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8041, doi: 10.1029/2003GL017390.
- Şengör, A. M. C. & Kidd, W.S.F. (1979). The post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet, Tectonophysics, 55, pp. 361-376.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in : Biddle K.T., Christie-Blick N. (Eds.), Strike-slip Faulting and Basin Formation, Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Sp. Pub., 37, pp 227-264.
- Şengör, A. M. C., Özeren, S., Genç, T. & Zor, E. (2003). East Anatolian high plateau as a mantle-supported, north-south shortened domal structure, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8045, doi: 10.1029/2003GL017858.





- Şengör, A.M.C., (1996). Natal'in B.A, Turkic-type orogeny and its role in the making of the continental crust , Ann. Rev. Earth Sci. 24 , pp. 263-337.
- Toda, S., Stein, R. S., Sevilgen, V., & Lin, J. (2011). Coulomb 3.3 Graphic-rich deformation and stress-change software for earthquake, tectonic, and volcano research and teaching—user guide. US Geological Survey open-file report, 1060(2011), 63.
- Türkelli, N., Sandvol, E., Zor, E, Gök, R., Bekler, T., Al-Lazki, A., Karabulut, H., Kuleli, S., Eken, T., Gürbüz, C., Bayraktutan, S., Şeber, D., & Barazangi, M. (2003). Seismogenic zones in eastern Turkey, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8039, doi: 10.1029/2003GL018023, 2003.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, C.Ş. (1993). Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt, Tectonics, 12, pp. 1280-1297.
- Westaway, R. W. C., and J. Arger, The Go⁻Ibas_i Basin, southeastern Turkey: A complex discontinuity in a major strike-slip fault zone, J. Geol. Soc. London, 153, 729 744, 1996.
- Yılmaz, Y., (1993). New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen, Geol. Soc. Am. Bull., 105, pp. 251-271.
- Zor, E., Sandvol, E., Gürbüz, C., Türkelli, N., Şeber, D. & Barazangi, M. (2003). The crustal structure of the East Anatolian plateau (Turkey) from receiver functions, Geophys. Res. Lett., 30 (24), 8044, doi: 10.1029/2003GL018192.





BÖLÜM II SİSMOLOJİ ANABİLİM DALI DEPREM ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU

Doç. Dr. Elçin GÖK

Y. Müh. Berkay KALKAR (FBE Jeofizik Müh. AD)

Doç. Dr. İlknur KAFTAN

Araş. Gör. Dr. T. Özgür KURTULMUŞ





06 Şubat 2023 günü saat 04:17 (TSİ)'da merkez üssü Kahramanmaraş ili Pazarcık İlçesi olan Mw 7.7 büyüklüğünde, yerkabuğunun yaklaşık 9 km derinliğinde bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremi takiben aynı gün saat 13:24 (TSİ)' de yine Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde büyüklüğü Mw 7.6, derinliği 7 km olan ikinci bir deprem daha meydana gelmiştir. Depremler, Kahramanmaraş başta olmak üzere Malatya, Adıyaman, Hatay, Gaziantep, Adana, Şanlıurfa, Osmaniye, Kilis, Diyarbakır illerini de kapsayan geniş bir alanda hissedilmiş ve binlerce can kaybı ve büyük yıkıma sebep olmuştur. Pazarcık ilçesinde meydana gelen ilk depremin İzmir ilinde yer alan ivme-ölçer istasyonları tarafından kaydedilen görüntüsü Şekil 1'de bulunmaktadır.

Kahramanmaraş' ta meydana gelen iki büyük depremi takiben 20 Şubat 2023 günü saat 20:04 (TSİ)'de merkez üssü Hatay ili Defne ilçesi olan Mw 6.4 büyüklüğünde, yerkabuğunun yaklaşık 22 km derinliğinde bir deprem daha meydana gelmiştir. Hatay ve çevresinde oldukça şiddetli hissedilen deprem daha önceki depremlerde hasar gören binaların yıkımına sebep olmuştur.



Şekil 1: 06.02.2023 04:17 (TSİ) Mw 7.7 Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin görüntüsü





Ana şokları takiben bölgede artçı şokların çok yoğun olarak meydana geldiği gözlenmiştir. Büyüklüğü Mw 7.7 olan ilk ana şoku takiben saat 04:28 (TSİ) 'de merkez üssü Gaziantep ili Nurdağı ilçesi olan Mw 6.6 büyüklüğünde bir artçı şok gözlenmiştir. Büyüklüğü Mw 7.6 olan ikinci ana şok meydana geldikten sonra saat 15:02 (TSİ)'de merkez üssü Kahramanmaraş ili Göksun ilçesi olan Mw 5.9 büyüklüğünde bir artçı şok daha meydana gelmiştir. Bu iki artçı şok ana şokları takiben bölgede meydana gelen en büyük depremlerdir.



Şekil 2: 06.02.2023-23.02.2023 tarihleri arasında günlük deprem sayısı dağılımı (KOERİ)

06.02.2023 tarihinden itibaren 23.02.2023 tarihine kadar olan süreçte bölgede deprem aktivitesi oldukça yoğundur. Şekil 2' de görüldüğü gibi günde en az 300' ün üzerinde deprem meydana gelmektedir. İlk günden bu yana toplam 8032 deprem meydana gelmiştir (KOERİ). Artçı şokların önümüzdeki günlerde de devam etmesi kaçınılmazdır.



Şekil 3: 06.02.2023-23.02.2023 tarihleri arasında büyüklüklere göre meydana gelen deprem sayısı dağılımı (KOERİ)

Meydana gelen artçı şokların büyüklük dağılımlarının $1.8 \le M \le 2.9$ arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 3). Bahsi geçen büyüklük değerlerine sahip toplam 5139 depremin meydana geldiği gözlenmiştir. Ana şokların meydana geldiği 06.02.2023 tarihinden itibaren 23.02.2023 tarihine kadar bölgede büyüklüğü $4 \le M$ olan toplam 420 deprem meydana gelmiştir.



Şekil 4: Bölgenin 06.02.2023 04:17 Mw 7.7 Pazarcık depreminden önce tarihsel dönem ve aletsel dönem sismik aktivitesi

Bölgede tarihsel ve aletsel dönemde birçok depremin meydana geldiği gözlenmektedir. Depremlerin meydana geldiği bölge, Doğu Anadolu Fay Zonu ile Ölü Deniz Fay Zonu gibi önemli tektonik birimlerle sınırlanmıştır. Şekil 4' de görüldüğü gibi tarihsel dönemde şiddeti IX olan beş deprem, şiddeti X olan üç deprem meydana geldiği bilinmektedir. Aletsel dönemde depremlerin meydana geldiği 06.02.2023 tarihine kadar bölgede $M \ge 7$ olan dört deprem, büyüklüğü $6 \le M < 7$ arasında değişen yirmi dokuz deprem meydana gelmiştir.



Şekil 5: 06.02.2023 04:17 Pazarcık, 13:24 Elbistan Kahramanmaraş ve 20.02.2023 20:04 Defne Hatay depremleri ve artçı şokları.

Her iki depremi (mor yıldızlar) inceleyen ulusal (AFAD, KOERI) ve uluslararası (GFZ, INGV, USGS) kurumların yaptıkları odak mekanizma çözümleri Şekil 5' de görüldüğü gibi sol yönlü doğrultu atımlı faylanma olarak benzer sonuçlar vermiştir.

20.02.2023 20:04 Hatay Defne'de meydana gelen Mw 6.4 olan depremin (kırmızı yıldız) odak mekanizma çözümüne bakıldığında bölgenin ile uyumlu olarak doğrultu atım bileşeni olan normal faylanma olarak yorumlanmaktadır (Şekil 5).



Şekil 6: Pazarcık ve Elbistan – Kahramanmaraş, Defne-Hatay depremleri ile artçılarının enlem ve boylam derinlik kesitleri

Meydana gelen ana şoklar ve artçılarının derinliklerinin 1 km \leq h \leq 30 km arasında değiştiği Şekil 6' de görülmektedir. Ana şokların derinlikleri sırasıyla 9 km ve 7 km olarak verilirken Hayat Defne depreminin derinliği 22 km olarak verilmiştir (AFAD). Artçıların derinlikleri 30 km ye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 7: Kahramanmaraş-Pazarcık, Elbistan ve Hatay-Defne depremlerine bağlı gerilme değişimleri (Utkucu vd, 2023).

Sakarya Üniversitesi tarafından (Utkucu vd, 2023) yapılan deprem gerilme modellemesi incelendiğinde 20 Şubat 2023 Mw6.4 depreminden sonra özellikle Adana, Kıbrıs adasının kuzey doğusunda, İskenderun körfezi ile Ölü deniz fay zonu boyunca gerilme artışı elde edilmiştir. Ayrıca bölgenin kuzey doğusunda yer alan Malatya ve Elazığ çevresinde gerilme birikimi dikkat çekmektedir (Şekil 7). Hatay'ın doğusunda Suriye sınırında da artan bir gerilme birikimi gözlenmektedir.





Türkiye'nin Güney Doğusunda on bir şehrin etkilendiği çok büyük alanda hissedilen depremler birçok can kaybına ve maddi zararlara sebep olmuştur. Yaşanan bu depremler güvenli yapılaşma ve planlı kentleşme kültürüne önem verilmesi ve depremlerle yaşama bilincine sahip olunması gerekliliğini bir kez daha göstermiştir.

Kamuoyuna saygı ile duyurulur.

KAYNAKLAR

AFAD, (2023). T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı. https://deprem.afad.gov.tr

Helmholtz-Centre Potsdam-GFZ German Research Centre for Geosciences and gempa GmbH (2008). The SeisComP seismological software package. GFZ Data Services. doi: 10.5880/GFZ.2.4.2020.003.

INGV, (2023). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, https://www.ingv.it/

KOERİ, (2023) Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, http://www.koeri.boun.edu.tr

MTA, 2013. Yeni Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30 (Ö. Emre, T.Y. Duman, S. Özalp, H. Elmacı, Ş. Olgun ve F. Şaroğlu,), Ankara.

Utkucu M., Uzunca, F., Durmuş H., Nalbant S., Sert S.(2023). Sakarya Üniversitesi Yerbilimleri Saha Çalışmaları Işığında 2023 Pazarcık (Mw=7.8) ve Elbistan (Mw=7.6), Kahramanmaraş Depremleri (Güneydoğu Türkiye) Hakkında Bilgi Notu.

USGS, (2023). The United States Geological Survey https://www.usgs.gov/