



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
AFET YÖNETİM UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ
ve
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**6 ŞUBAT 2023 GAZİANTEP ($M_w=7.7$) ve ELBİSTAN
($M_w=7.5$) DEPREMLERİ ÜZERİNE BİR
DEĞERLENDİRME**

Dr. Murat UTKUCU^{1,2}
Hatice DURMUŞ³
Fatih UZUNCA²
Süleyman NALBANT⁴

¹*Sakarya Üniversitesi Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi¹*

²*Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü²*

³*Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü³*

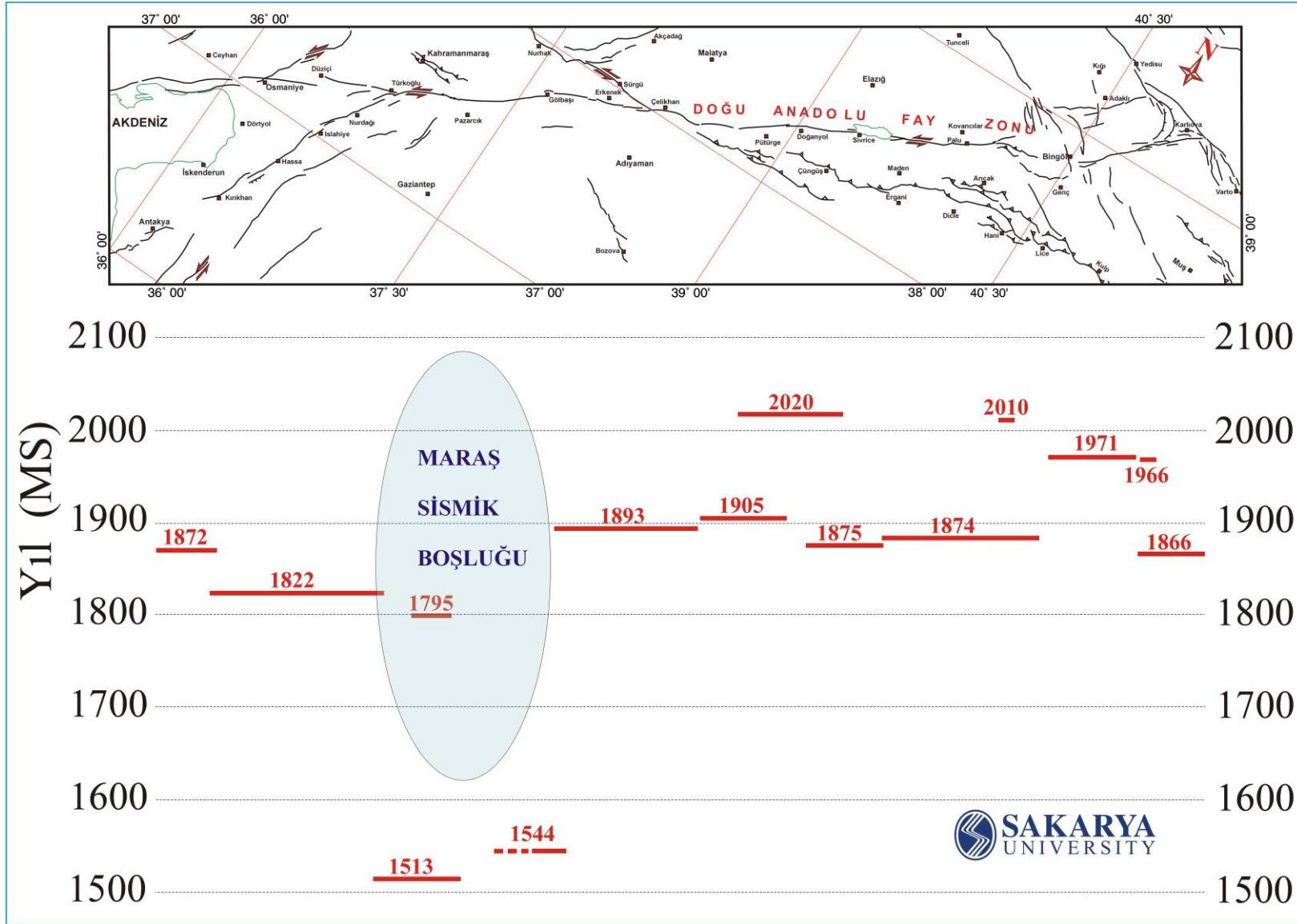
⁴*Iğdır Üniversitesi Coğrafya Bölümü²*

ŞUBAT 2023

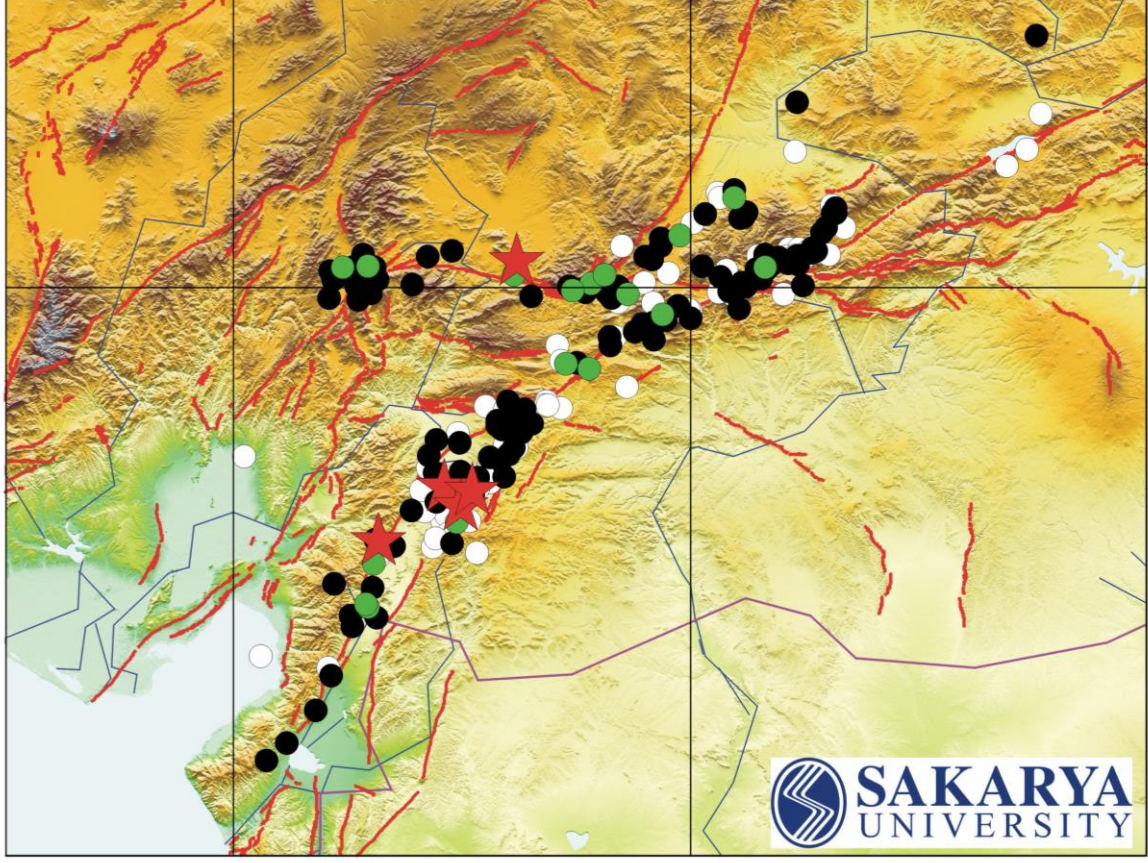
SAKARYA

Tablo 1. 2023 Gaziantep ve Elbistan depremlerinin çeşitli sismoloji enstitüleri tarafından hesaplanan odak ve kaynak parametreleri.

Tarih	Origin Time	Enlem (°)	Boylam (°)	Derinlik	Mw (GCMT)	NP1 Doğrultu	NP1 Eğim	NP1 Kayma Açısı	NP2 Doğrultu	NP2 Eğim	NP2 Kayma Açısı	CMT Derinlik	Kurum
ŞUBAT, 6 2023, ANAŞOK_1, 01:17 Mw7.7													
06.02.2023	01:17:35	37,1736	37,032	17,9	7,8	228	89	-1	318	89	-179	17,5	USGS
06.02.2023	01:17:31	37,1123	37,1195	5	7,7	222	64	-27	324	65	-152		KOERI
06.02.2023	01:17:32	37,288	37,043	8,6	7,7								AFAD
06.02.2013	01:18:10	37,56	37,47	14,9	7,8	54	70	11	320	80	160		GCMT
ŞUBAT, 6 2023, EN BÜYÜK ARTÇI DEPREM, 01:28 Mw6.7													
06.02.2023	01:28:15	37,127	36,943	14,5	6,7								USGS
06.02.2023	01:28:16	37,304	36,920	6,2	6,6								AFAD
06.02.2023	01:28:21	37,18	36,85	25	6,8								GCMT
ŞUBAT, 6 2023, ANAŞOK_2 10:24 Mw7.5													
06.02.2023	10:24:49	38,024	37,203	10,0	7,5	277	78	4	186	87	168	13,5	USGS
06.03.2023	10:24:46	38,0717	37,2063	5	7,5								KOERI
06.02.2023	10:24:47	38,089	37,239	7	7,6								AFAD
06.02.2023	10:24:59	38,11	37,22	12	7,7	261	42	-8	358	84	-137		GCMT



Şekil 2. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun 1513 Kahramanmaraş depreminden sonraki deprem oluşum modeli.

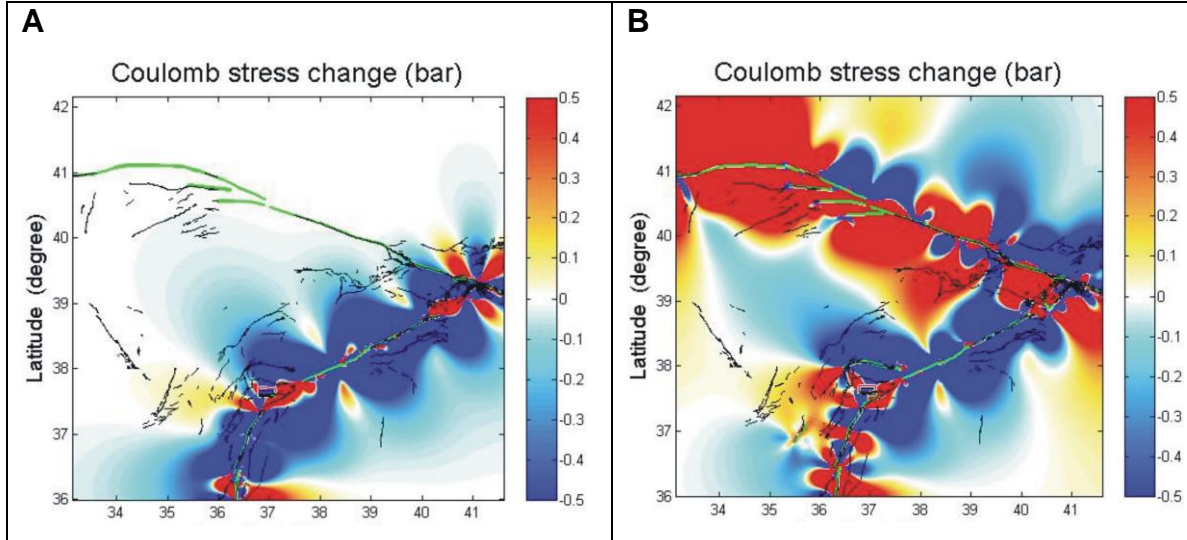


Şekil 3. Türkiye’deki AFAD kurumu tarafından konumlanan 2023 Gaziantep ve Elbistan deprem silsilesi. Yıldızlar $M_w \geq 6.0$ şokları gösterirken yeşil, siyah ve beyaz daireler sırasıyla $5.0 \leq M_w < 6.0$, $4.0 \leq M_w < 5.0$ ve $M_w < 4.0$ artçı depremleri temsil etmektedir.

DAFZ ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Anadolu Levhası’nın batıya doğru hareketini üstlenen ve sıklıkla büyük yıkıcı depremler oluşturan kıtasal doğrultu atımlı faylardır (Şekil 1 ve 2) (Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Ambraseys 1989; Taymaz vd 1991; Hubert-Ferrari vd 2003; Şengör vd 2005; Ambraseys 2009; Bulut vd 2012; Duman ve Emre 2013). DAFZ, Anadolu Levhası’nın güney sınırını oluşturur ve kuzeyde KAFZ ile birleştiği Karlıova ile Ölü Deniz Fayı ile birleştiği Antakya arasında uzanan sol yanal bir faydır (Şekil 1) (Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Duman ve Emre 2013). Ayrıca Çelikhân’ın hemen batısında ana faydan ayrılan ve Adana Havzası üzerinden Akdeniz’e uzanan Kuzey Kolu adı verilen bir kolu vardır (Şekil 1 ve 2) (Westaway 2004; Duman ve Emre 2013; Seyrek vd. 2014). GPS çalışmaları, DAFZ için 9-10 mm/yıl kayma hızı önermektedir (McClusky vd. 2000; Reilinger vd. 2006; Aktuğ vd. 2016), bunun yaklaşık üçte biri fay çatallanmasından sonra Kuzey Kol tarafından paylaşılmaktadır (Westaway 2004; Altunel vd. 2009; Mahmoud vd. 2012; Emre vd. 2013). Saha çalışmalarından elde edilen verilerden de yaklaşık 8 mm/yıl jeolojik kayma hızı önerilmiştir (Herece 2008; Duman ve Emre, 2013).

DAFZ, tarihsel depremsellik çalışmalarının da gösterdiği gibi, 19. yüzyıldaki faaliyetine kıyasla 20. yüzyılda görece durgunluk içinde olmuştur (Ambraseys 1989; Nalbant vd. 2002). 20. yüzyılda DAFZ boyunca sadece 1905 Malatya ve 1971 Bingöl depremleri

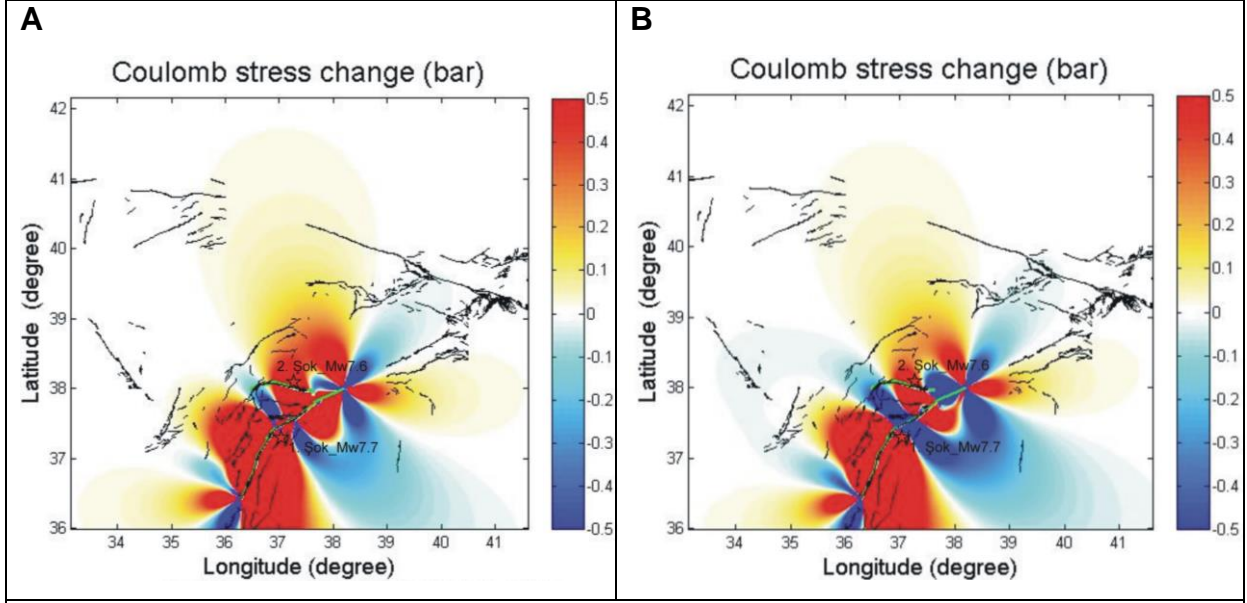
meydana gelmiştir. Son zamanlarda meydana gelen 2003 Bingöl, 2010 Başyurt ve 2020 Sivrice-Doğanyol depremleri ve günümüzde meydana gelen 2023 Gaziantep ve Elbistan depremleri, fayın 21. yüzyılda çok daha faal olduğunu göstermektedir. Bu ön değerlendirme raporunda, 2023 depremlerinin Coulomb gerilimi geri planı, bu depremlerin geçmişteki depremlerle gerilim etkileşimlerini araştırmak için incelenmiştir.



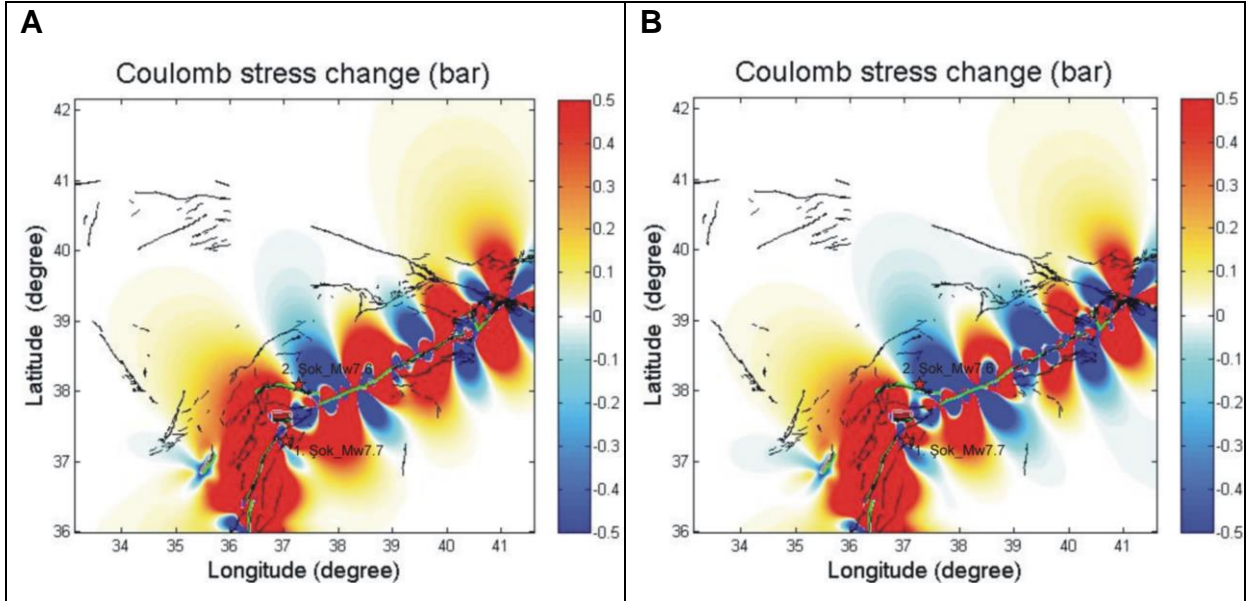
Şekil 4. (a) 1795 Kahramanmaraş depremi sonrası DAFZ boyunca meydana gelen depremlerin neden olduğu gerilme değişimleri. Gerilme değişimleri, 1513 depreminin güney segmentini temsil eden doğrultusu 218° , eğimi 90° ve rake açısı 0° olan faylar boyunca hesaplanmıştır. **(b)** 1513 Kahramanmaraş depreminden sonra KAFZ ve DAFZ boyunca meydana gelen depremlerin oluşturduğu gerilme değişimleri. Gerilme değişimleri, Maraş Sismik Boşluğu içindeki fay segmentlerinin genel doğrultusunu temsil eden doğrultusu 237° , eğimi 90° ve rake açısı 0° olan faylar boyunca hesaplanmıştır. Faylar Emre vd. 2013'den alınmıştır. Gerilme değişimleri bar birimindedir.

2. 2023 Depremlerinin Geri Plan Kosismik Coulomb Gerilme Değişimleri

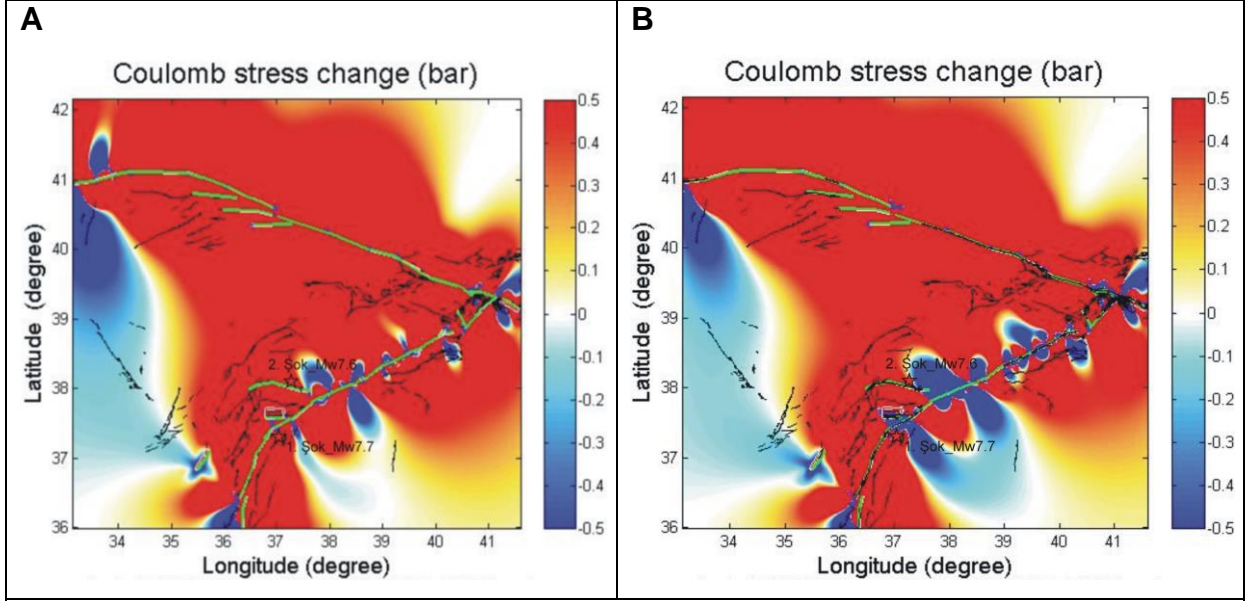
2023 Gaziantep depremini üreten Maraş Sismik Boşluğu'ndaki fay segmentleri, en son ve kısmen hem 1114 hem de 1513 depremleriyle kırılmıştır (Ambraseys 1989; Ambraseys 2009; Yönlü 2012). Bu durum söz konusu fay segmentlerinin yaklaşık olarak en az 500 yıldır kırılmadığını ve bir sismik bir boşluk oluşturduğunu göstermektedir (Şekil 2). 2023 Elbistan depremini üreten fay segmentleri son olarak 1544 depremiyle kırılmıştır. Bu durumlara bağlı olarak, geçmişte zaman eşiği olarak 1513 ve 1544 yılları seçilmiştir. 2023 Gaziantep depreminin 1114, 1513 ve 1822 depremleri kırılma segmentlerini, 2023 Elbistan depreminin ise 1544 deprem kırılma segmentlerini kırdığı varsayımından hareket edilmiştir. Kosismik gerilme değişimlerinin sonuçları Şekil 4-9'da gösterilmektedir. Şekillerde gerilme artışları kırmızı renkle ve gerilme düşümleri de mavi renkle gösterilmiştir.



Şekil 5. 2023 Gaziantep depreminin (birinci ana şok) neden olduğu (a) 2023 Elbistan depreminin (ikinci ana şok) merkez üssünü barındıran fay segmentini temsil eden doğrultusu 285°, eğimi 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca ve (b) doğrultusu 274°, eğimi 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca hesaplanan gerilme değişimleri.



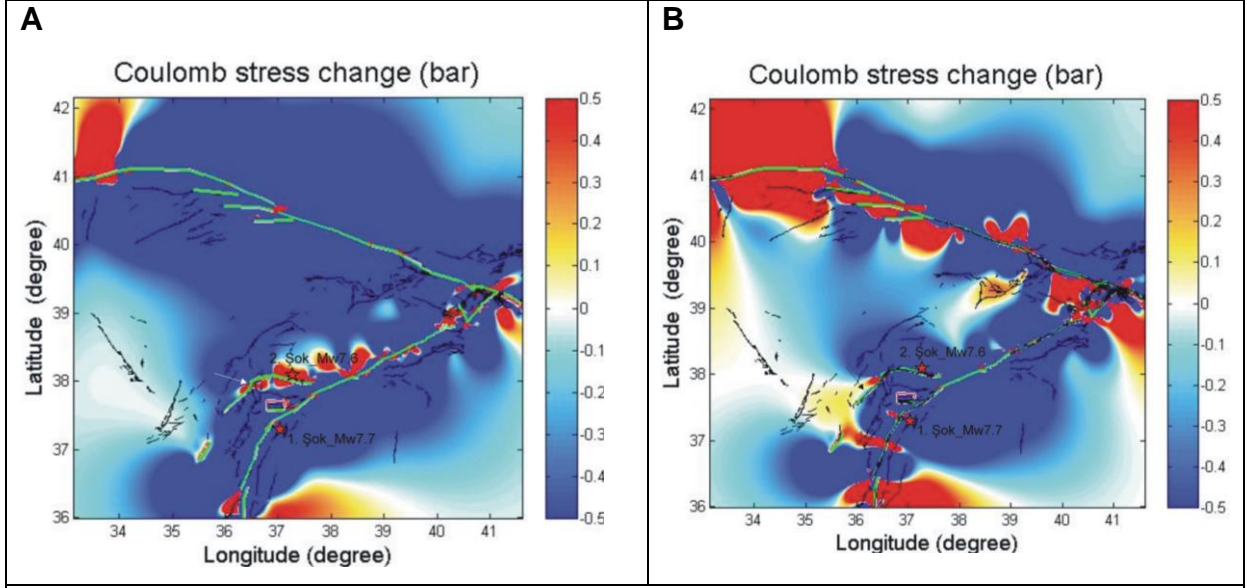
Şekil 6. DAFZ boyunca 1544'den sonraki depremlerin neden olduğu kosismik gerilme değişimleri (a) 2023 Elbistan depreminin (ikinci ana şok) merkez üssünü barındıran fay segmentini temsil eden doğrultu 285°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca ve (b) 274°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametreleri ile temsil edilen bir fay boyunca hesaplanan gerilme değişimleri.



Şekil 7. KAFZ ve DAFZ boyunca 1544'den sonraki depremlerin neden olduğu kosismik gerilme değişimleri (a) 2023 Elbistan depreminin (ikinci ana şok) merkez üssünü barındıran fay segmentini temsil eden doğrultu 285°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca ve (b) 274°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametreleri ile temsil edilen bir fay boyunca hesaplanan gerilme değişimleri.

Şekil 4, Maraş Sismik Boşluğu'nun sadece DAFZ boyunca ve birlikte hem DAFZ hem de KAFZ boyunca meydana gelen depremlerin neden olduğu gerilme yükleri altında olduğunu göstermektedir ve şimdiki depremlerin geri plan depremlerle etkileşimi için makul bir zemin sunmaktadır. Şekil 5, 2023 Elbistan depreminin (ikinci ana şok) 2023 Gaziantep depremi tarafından tetiklendiğini açıkça göstermektedir. Bununla birlikte Şekil 6, 2023 Elbistan depreminin merkez üssünün, 1544'den sonra DAFZ boyunca meydana gelen tüm depremlerin gerilme gölgesi altında olduğunu göstermektedir. KAF boyunca meydana gelen depremler, DAFZ boyunca meydana gelen depremlere eklendiğinde, sonuçlar geri plan kosismik stres değişimleri ile 2023 Elbistan depreminin meydana gelmesi arasında güçlü bir etkileşim olduğuna açıkça işaret etmektedir.

Son olarak, 1544 yılından sonra KAFZ ve DAFZ boyunca meydana gelen tüm depremlerden kaynaklanan kosismik gerilme değişimleri, DAFZ'nun Kuzey Kolu'nun güney devamını oluşturan fay segmentleri boyunca hesaplanmıştır (Şekil 8). Fay Kolu'nun bu devamının, kuzey kısmı dışında genellikle gerilme gölgesi altında olduğuna dikkat ediniz. Bu da fay kolunun bu bölümünün önceki depremlerin toplam gerilme değişimleri ile tetiklenmeye yaklaşmadığını yani tetiklenmeden uzaklaştığını göstermektedir.



Şekil 8. KAFZ ve DAFZ boyunca 1544'ten sonraki depremlerin neden olduğu kısmik gerilme değişimleri (a) doğrultu 203°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca ve (b) doğrultu 228°, eğim 90° ve rake açısı 0° parametrelerine sahip bir fay boyunca hesaplanmıştır. Her iki fay segmenti de DAFZ kuzey kolunun güney devamını temsil etmektedir.

3. Sonuçlar

6 Şubat 2023 Gaziantep (Mw=7.7) ve Elbistan (Mw=7.5) depremleri ile ilgili olarak *Sakarya Üniversitesi Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Jeofizik Mühendisliği Bölümü* araştırmacılarınca yapılan değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

- DAFZ'nun depremlerin olduğu kesimi en son 1114 ve 1513 depremlerinde kırılmış ve en az 500 yıldır bir deprem sessizliği olduğundan yer bilimlileri çalışmalarıyla sismik boşluk olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin doğru olduğu oluşan bu 2 depremin bu boşluğu doldurmasıyla anlaşılmıştır. Bu durum deprem ülkesi olan Türkiye'de deprem bilim çalışmalarının önemini gösterdiği gibi deprem bilimci yetiştirmenin önemini de ortaya koymaktadır.
- Yapılan modellemeler 2023 Gaziantep depremi kaynaklı kısmik gerilme değişimlerinin 2023 Elbistan depremi kırılmasını tetiklediğini göstermiştir.
- KAFZ ile DAFZ arasında bir etkileşim olduğu da yapılan gerilme modellemelerinden anlaşılmaktadır.
- Meydana gelen depremlerin büyüklükleri, etki alanları ve sosyoekonomik hayatta oluşturduğu kesinti ve tarihte de bu şekilde peş peşe büyük depremlerin meydana gelmiş olması Türkiye'de deprem tehlikesinin büyüklüğünü ortaya koyduğu gibi yıllardır pek çok yer bilimci tarafından dile getirilen "Türkiye bir deprem ülkesidir" gerçeğinin de önemli bir kanıtıdır.

Katkı Belirtme

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (proje no: 121Y271).

Kaynaklar

AFAD (2023). www.afad.gov.tr

Aktuğ B, Özener H, Dogru A, Sabuncu A, Turgut B, Halicioğlu K, Yılmaz O, Havazlı E (2016). Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field. *J Geodynamics* 94-95: 1-12

Altunel E, Meghraoui M, Karabacak V, Akyüz S H, Ferry M, Yalçın Ç, Munschy M (2009). Archaeological sites (tell and road) offset by the dead sea fault in the Amik Basin, southern Turkey. *Geophys J Int* 179(3), 1313-1329

Ambraseys N N (1989). Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophys J Int* 96(2), 311-331

Ambraseys N N (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900*. Cambridge University Press

Barka A A, Kadinsky-Cade K (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7(3) 663-684

Bulut F, Bohnhoff M, Eken T, Janssen C, Kılıç T, Dresen G (2012). The East Anatolian Fault Zone: Seismotectonic setting and spatiotemporal characteristics of seismicity based on precise earthquake locations. *J Geophys Res-Sol Ea* doi:10.1029/2011JB008966

Duman TY, Emre Ö (2013). The East Anatolian Fault: geometry segmentation and jog characteristics. *Geol Soc London Spec Publ* 372: 495-529

Emre Ö, Duman TY, Özalp S, Elmacı H, Olgun Ş, Şaroğlu F (2013). *Active Fault Map of Turkey*. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication Series-30. Ankara Turkey

Hubert-Ferrari A, King G, Manighetti I, Armijo R, Meyer B, Tapponnier P (2003). Long-term elasticity in the continental lithosphere; modelling the Aden Ridge propagation and the Anatolian extrusion process. *Geophys J Int* 153(1), 111-132

KOERI (2023) 06 Şubat 2023 Sofalaca Şehitkamil Gaziantep Depremi Basın Bülteni. B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, İstanbul Şubat 2023, 4 sayfa

Mahmoud Y, Masson F, Meghraoui M, Cakir Z, Alchalbi A, Yavasoglu H et al (2013) Kinematic study at the junction of the East Anatolian fault and the Dead Sea fault from GPS measurements. *J Geodyn* 67, 30-39

McClusky S, Balassanian S, Barka A, Demir C, Ergintav S, Georgiev I et al (2000) Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *J Geophys Res-Sol Ea* 105(B3), 5695-5719

Milkereit C, Grosser H, Wang R, Wetzel H U, Woith H, Karakisa S et al (2004) Implications of the 2003 Bingöl Earthquake for the interaction between the North and East Anatolian faults. *Bull seism Soc Am* 94(6), 2400-2406

Nalbant S S, McCloskey J, Steacy S, Barka A A (2002) Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. *Earth Planet Sc Lett* 195(3), 291-298

Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrova, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Al-Gha R. and Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and

- implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- Şengör A M C, Tüysüz O, İmren C, Sakıncı M, Eyidoğan H, Görür N et al (2005) The North Anatolian fault: A new look *Annu Rev Earth Planet Sci* 33, 37-112
- Seyrek A, Demir T, Westaway R, Guillou H, Scaillet S, White T S, Bridgland D R (2014) The kinematics of central-southern Turkey and northwest Syria revisited. *Tectonophysics* 618, 35-66
- Taymaz T, Eyidoğan H, Jackson J (1991) Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophys J Int* 106(3), 537-550
- Tan O (2021) A Homogeneous Earthquake Catalogue for Turkey. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 21, 2059–2073, 10.5194/nhess-21-2059-2021
- Tan O, Pabuccu Z, Tapırdamaz C, İnan S, Ergintav S, Eyidoğan H, Aksoy E, Kuluöztürk F (2011) Aftershock study and seismotectonic implications of the 8 March 2010 Kovancılar (Elazığ, Turkey) earthquake ($M_w = 6.1$), *Geophys. Res. Lett.*, 38, L11304, doi:10.1029/2011GL047702.
- USGS NEIC 2023. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive>
- Utkucu M, Budakoğlu E, Çabuk M (2018) Teleseismic finite-fault inversion of two $M_w=6.4$ earthquakes along the East Anatolian Fault Zone in Turkey: the 1998 Adana and 2003 Bingöl earthquakes. *Arab J Geosci* 11, 721. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4089-y>
- Utkucu, M., Kurnaz T.F. and İnce Y., (2023) The seismicity assessment and probabilistic seismic hazard analysis of the plateau containing large dams around the East Anatolian Fault Zone, Eastern Türkiye. Submitted to *Environmental Earth Sciences*.
- Westaway R (2004) Kinematic consistency between the Dead Sea Fault Zone and the Neogene and Quaternary left-lateral faulting in SE Turkey. *Tectonophysics* 391(1), 203-237