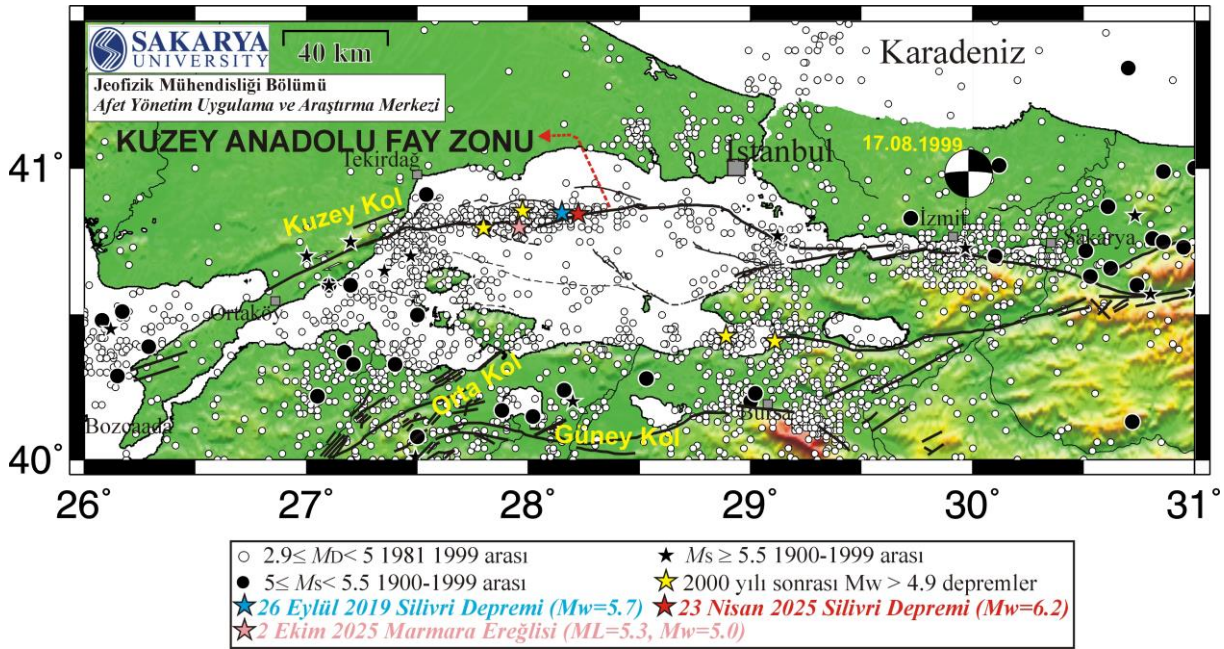


2 EKİM 2025 $M_w=5.0$ MARMARA EREĞLİSİ AÇIKLARI (MARMARA DENİZİ) DEPREMİ BİLGİ NOTU

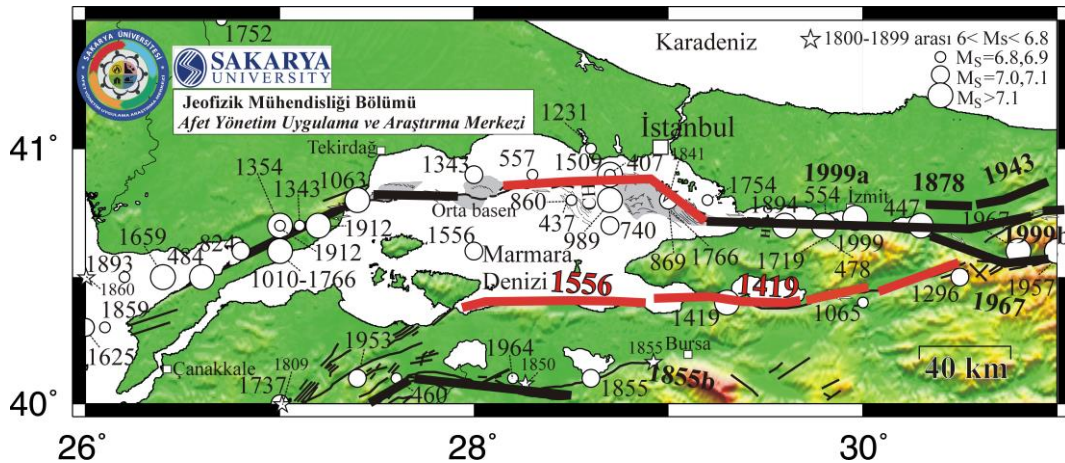
Dr. Murat UTKUCU ve Dr. Fatih UZUNCA

Marmara Denizi altında, Marmara Ereğlisi açıklarında 2 Ekim 2025 tarihinde büyüklüğü Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü [1] ve AFAD [2] tarafından $M_w=5.0$ verilen bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). Resmi açıklamalara göre can ve mal kaybına yol açmayan deprem İstanbul ve çevresinde oluşturduğu korku ve panikten dolayı 17 kişinin yaralanmasına neden olmuştur. 2 Ekim 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremi ile ilgili olarak *Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği ve Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nce yapılan ilk değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.*



Şekil 1. Marmara Bölgesi içinde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 3 kol halinde uzanımı ve depremsellik [3,5,6,7]

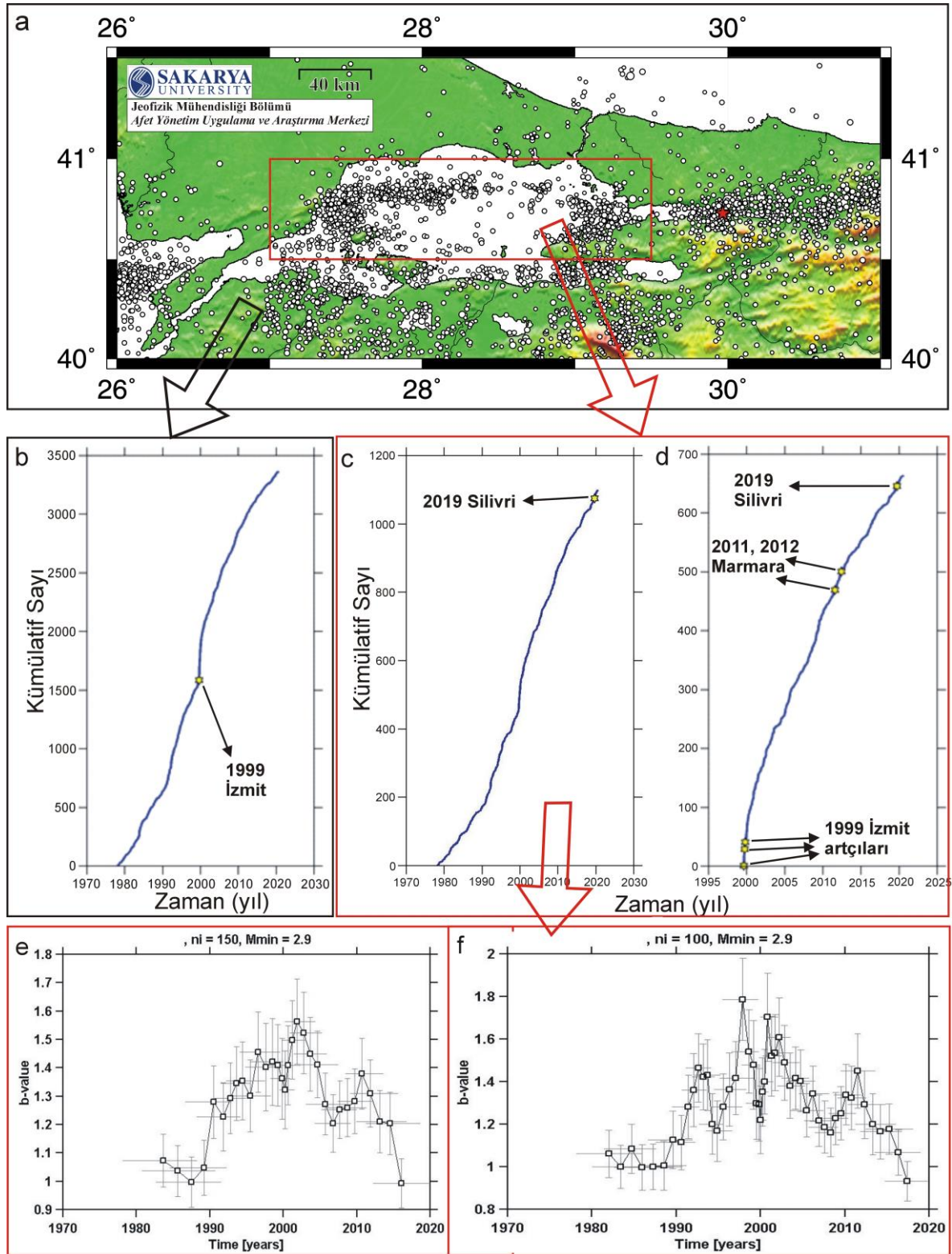
2025 Marmara Ereğlisi Açıkları Depremi Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 1). KAFZ, Marmara Bölgesi'nde 3 kol halinde uzanmakta ve önemli bir deprem tehlikesine neden olmaktadır [3,4]. Bölgede, son 1600 yıl içinde büyüklüğü $M=6.8$ ve daha büyük olan 41 adet deprem meydana gelmiştir [4] (Şekil 2). 1900 yılı sonrası büyüklüğü $M=6.8$ ve daha büyük 8 deprem ve büyüklüğü $M=5.0$ ve daha büyük 50'yi aşkın deprem meydana gelmiştir [4,5,6]. Fayların bu kadar diri olduğu bölgede kısa aralıklarla büyüklükleri 4-6 arası depremlerin meydana gelmesi deprem bilim açısından sıra dışı değildir. 1999 İzmit depremi sonrası oluşan 2006 Gemlik ($M_W=5.2$) ve Manyas ($M_W=5.2$), 2011 ($M_W=5.1$) ve 2012 ($M_W=5.0$) Marmara Denizi, 2019 ($M_W=5.7$) ve 2025 Silivri Açıkları ($M_W=6.2$), 2023 Gemlik Körfezi ve Mudanya ($M_W=5.1$) depremleri bu durumun kanıtlarıdır.



Şekil 2. Marmara Bölgesi'nde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun uzanımı ve tarihsel ve aletsel dönem büyük depremlerin yerleri ([3,4]'den derlenerek hazırlanmıştır). Kalın kırmızı çizilen fay hatları sismik boşluklara [11,14,15] işaret etmektedir.

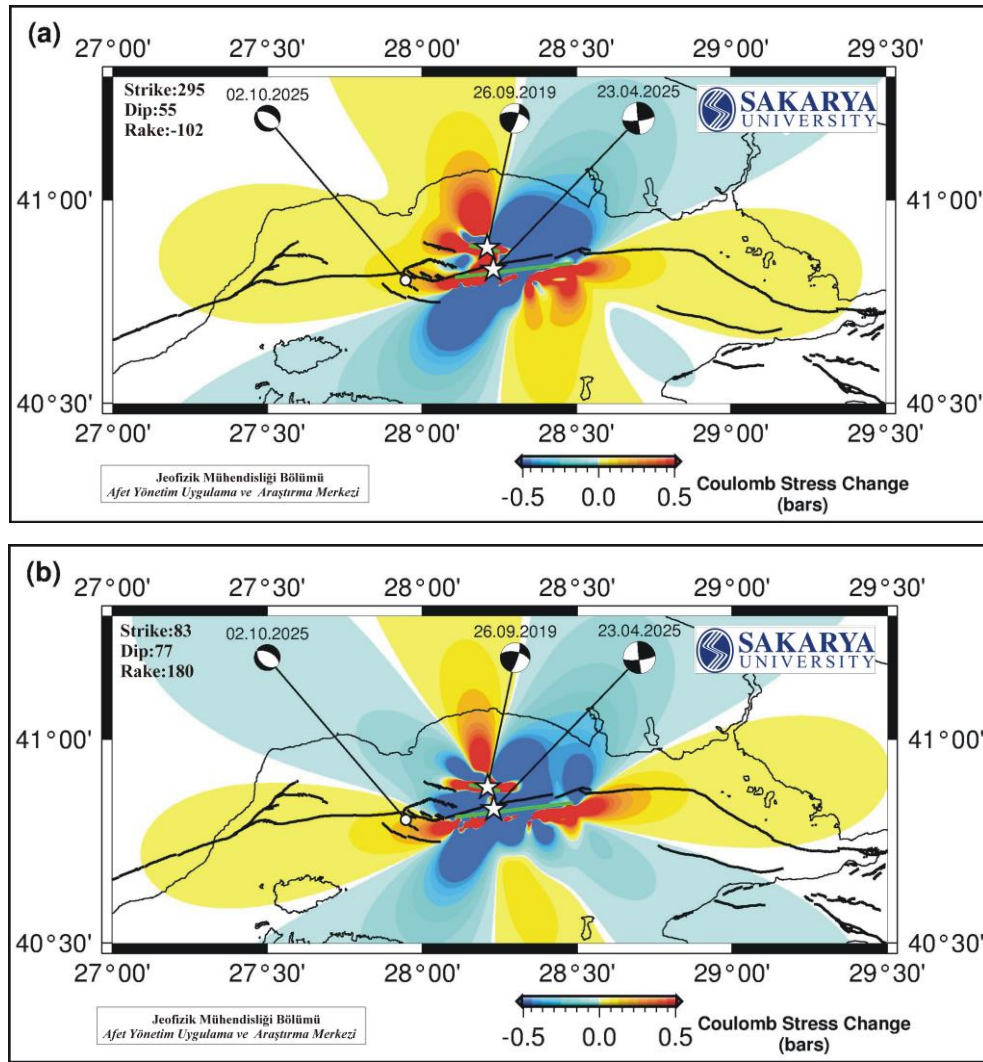
Dış merkez koordinatları 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları Deprem'inin KAFZ Kuzey Kol'u üzerinde oluştuğuna işaret ederken kaynak mekanizma çözümü Ana Marmara Fayı'nın doğu ve batı segmentleri arasında yer alan çek-ayır yapısı üzerinde oluştuğuna işaret etmektedir [1,4,7] (Şekil 1). İzmit Körfezi'nden çıktıktan sonra Adaları takip ederek Marmara Denizi altında Gelibolu Yarımadası'na kadar uzanan ve Marmara Denizi altındaki kesimi Ana Marmara Fayı olarak isimlendirilen Kuzey Kol, Orta Basen olarak bilinen denizaltı çukurluğunda bir fay basamağı yapısı oluşturmaktadır [7,8]. Bu fay basamağı içinde ve yakın çevresinde normal faylar gelişmiştir. 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları Depremi, bu baseni Güneybatıdan sınırlayan bir fay üzerinde oluşmuştur.

26 Eylül 2019 Silivri Açıkları depremi ($M_W=5.7$) ardından Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde yapılan deprem gerilme modellemesi çalışmaları Ana Marmara Fayı üzerinde kosismik gerilme artışlarının yanı sıra postsismik dönemde de gerilme artışlarına ve artan deprem tehlikesine işaret etmiştir [9,10]. Ayrıca yapılan depremsellik analizlerinde Ana Marmara Fayı boyunca yer kabuğunda gerilmenin arttığına dair sonuçlara ulaşılmıştır (Şekil 3) [9,11,12,13]. Marmara Denizi altındaki sismik boşluğun ve bu gerilme artışlarının varlıkları deprem tehlikesinin kritik seviyede yüksek olduğu şeklinde yorumlanmıştır [9,11,14,15]. 2019 ($M_W=5.7$) ve 2025 Silivri Açıkları ($M_W=6.2$) depremleri ile 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremlerinin meydana gelmesi bu yorumu desteklemektedir.



Şekil 3. (a) Marmara Bölgesi'nde arındırılmış $M_w \geq 2.9$ deprem kataloğundaki 1978-2020 yılları arası depremlerin dış merkez dağılımları ve (b) kümülatif sayıları [5,6,9]. Kırmızı dikdörtgen Marmara Denizi altında Kuzey Anadolu Fay Zonu Kuzey Kol'u Ana Marmara Fayı etrafında seçilen depremselliği çevrelemektedir. (c), (d) Kırmızı dikdörtgen içinde kalan depremselliğin kümülatif sayıları ve (e), (f) b -değerinin sırasıyla 150 ve 100 deprem genişliğindeki zaman pencereleri için zaman içindeki değişimleri. [9]'dan değiştirilerek ve geliştirilerek alınmıştır. Kırmızı yıldız 1999 İzmit depremi dış merkezini göstermektedir.

Şekil 3, [9]'da verilen depremsellik analizinin sonuçlarından bir kısmını yansıtmaktadır. Marmara Bölgesi'nde 1978-2020 yılları arasındaki depremsellik [5,6] arındırılarak ve tamamlılık büyüklüğü dikkate alınarak [9] $M_w \geq 2.9$ depremler katalogdan seçilmiştir (Şekil 3a). Kümülatif deprem sayıları gerek Marmara Bölgesi'nin tümü (Şekil 3b) gerekse Ana Marmara Fayı boyunca seçilen depremsellik (Şekil 3c ve 3d) için 2010 yılı sonrası deprem sayılarının azaldığına işaret etmektedir. Ana Marmara Fayı boyunca değişen veri hacimleri kullanılarak b -değeri zaman değişimleri hesaplandığında 1999 İzmit depremi sonrası yükselen b -değerlerinin 2000'li yıllarla düşmeye başladığı ve 2010 yılı sonrası daha da düştüğünü göstermektedir. b -değeri ile gerilme arasındaki ters ilişki [16] dikkate alındığında b -değerlerindeki düşüş yer kabuğundaki gerilmenin artışı olarak yorumlanmıştır ki deprem gerilme modellemesi çalışmaları da [9,10,14,15] bu çıkarımı desteklemektedir.



Şekil 4. 2019 ($M_w=5.7$) ve 2025 Silivri Açıkları ($M_w=6.2$) depremleri kaynaklı olarak (a) 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremi fayı boyunca ve (b) Ana Marmara Fayı'nın doğudaki kesimi boyunca şekil içinde verilen fay parametreleri için hesaplanan gerilme değişimleri.

2019 ($M_w=5.7$) ve 2025 Silivri Açıkları ($M_w=6.2$) depremleri kaynaklı olarak 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremi fayı boyunca hesaplanan gerilme değişimleri Şekil 4a'da gösterilmiştir. Gerilme değişimleri Coulomb 3.3 yazılımı ve her iki kaynak deprem için sonlu-fay kırılma modelleri kullanılarak hesaplanmıştır [16,17]. 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremi açıkça gerilme artış bölgesinde kalmaktadır. Depremin 10 km derinde yer alan odağında yaklaşık 0.13 bar gerilme artışı hesaplanmıştır. Gerilme artışının asıl kaynağı da 2025 Silivri Açıkları depremidir. Dolayısıyla, 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depreminin 2025 Silivri Açıkları depremi tarafından tetiklendiği ve aralarındaki zaman farkı da dikkate alındığında bu depremin bir artçı depremi olduğu söylenebilir. Ayrıca, Ana Marmara Fayı'nın 2025 Silivri Açıkları depremi doğusunda yer alan kısmı boyunca da gerilme değişimleri hesaplanmış ve Şekil 4b'de gösterilmiştir. 2019 ve 2025 Silivri Açıkları depremleri kaynaklı olarak doğuda Ana Marmara Fayı üzerinde yaklaşık 20 km boyunca 0.1 bar ve üzeri gerilme artışları hesaplanmıştır. Ana Marmara Fayı'nın bu kesiminin bir sismik boşluk olduğu ve Mayıs 1766 İstanbul depreminden beri kırılmadığı (Şekil 2) düşünüldüğünde ciddi bir deprem tehlikesinin olduğu söylenebilir.

2019 ve 2025 Silivri Açıkları depremlerinde olduğu gibi 2025 Marmara Ereğlisi depremi de Sakarya ilin de kuvvetli hissedilmiş ve korkuya neden olmuştur. Depremin büyüklüğü ve dış merkez uzaklığı dikkate alındığında Sakarya'daki sarsıntının büyüklüğünde zemin koşullarının önemli payı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu durumda Doğu Marmara Denizi altında beklenen büyük deprem Sakarya ili açısından da önemli bir tehlikedir ve hazır olunmalıdır. Bu bağlamda Kuzey Kol'un Batı Marmara Denizi ve Gelibolu Yarımadası kesiminin kırılması sonucu oluşan ve 1999 İzmit depremi ile benzer büyüklüğe sahip 9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depreminde Adapazarı'nda oluşan kayıpları afet farkındalığı açısından hatırlatılmalıdır; 20 bina tamamen yıkılmış, 86 ağır ve 94 orta hasarlı ev, 2 can kaybı ve 20 yaralı [19]. Yıkım ve hasarların azaltımı için yapılaşmanın uygun zeminlerde ve uygun tekniklerle yapılması önemlidir. Ayrıca, küresel çapta afet zararlarının azaltımı çalışmalarından zaman içinde öğrenildiği gibi öncelik afet sonrası "Kriz Yönetimi"nden çok afet öncesi "Risk Yönetimi"ne verilmelidir. Afet/risk yönetimindeki en önemli unsurlar arasında afet öncesi "eğitim" ve "afet farkındalığı oluşturma" hususlarının olduğu ve deprem tehlikesinin mevcudiyeti hatırlandığında bu unsurlar üzerinde çalışılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak,

- Geri plan depremsellik analizleri ve gerilme değişimleri 2019 ve 2025 Silivri Açıkları depremleri ve 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depremi öncesinde Marmara Denizi altında gerilme artışına işaret etmektedir.
- Gerilme modellemesinden 2025 Marmara Ereğlisi Açıkları depreminin 2025 Silivri Açıkları depremi tarafından tetiklendiği ve bu depremin bir artçı depremi olduğu belirlenmiştir.
- 2019 ve 2025 Silivri Açıkları depremleri kaynaklı olarak doğuda Ana Marmara Fayı üzerinde gerilme artışları hesaplanmıştır.
- Ana Marmara Fayı'nın doğu kesiminin bir sismik boşluk olduğu ve Mayıs 1766 İstanbul depreminden beri kırılmadığı düşünüldüğünde ciddi bir deprem tehlikesinin olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] KRDAE (2025) 2 Ekim 2025 Marmara Denizi M5.3 Depremi Ön Değerlendirme Raporu, Boğaziçi University, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bebek-İstanbul, 11 sayfa.
- [2] <https://deprem.afad.gov.tr/last-earthquakes>
- [3] Emre Ö, Duman T Y, Özalp S, Elmacı H, Olgun Ş, Şaroğlu Ş (2013) Active fault map of Turkey with explanatory text 1:1.250.000 scale. *General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication Series-30*, Ankara, Turkey. ISBN: 978-605-5310-56-1.
- [4] Ambraseys N N (2009) Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900. Cambridge University Press.
- [5] Kalafat, D., Güneş, Y., Kara, M., Deniz, P., Kekovalı, K., Kuleli, S. H., Gülen, L., Yilmazer, M., and Özel, N.:]A revised and extended earthquake catalogue for Turkey since 1900 (M4.0). Boğaziçi University, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bebek-İstanbul, 553 pp., 2007.
- [6] Tan, O (2021) A homogeneous earthquake catalogue for Turkey. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 21:2059–2073
- [7] Armijo R, Pondard N, Meyer B, Uçarkus G, Lépinay BM, Malavieille J, Dominguez S, Gustcher M, Schmidt S, Beck C, Çagatay N, Çakir Z, Imren C, Eris K, Natalin B, Özalaybey S, Tolun L, Lefèvre I, Seeber L, Gasperini L, Rangin C, Emre O, Sarikavak K (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in İstanbul. *Geoch Geop Geosys* 6:1-29 <https://doi.org/10.1029/2004GC000896>.]
- [8] Yamamoto Y, Kalafat D, Pinar A, Takahashia N, Coskun Z, Polat R, Kaneda Y, Ozener H (2020) Fault geometry beneath the western and Central Marmara Sea, Turkey, based on ocean bottom seismographic observations: Implications for future large earthquakes. *Tectonophysics* 791. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2020.228568>
- [9] Utkucu M, Uzunca F, Durmuş H, Nalbant SS, İpek C and Ramazanoğlu Ş (2024). The Mw=5.8 2019 Silivri Earthquake, NW Türkiye; is It a Warning Beacon for a Big One? *International Journal of Earth Sciences*, Volume 113, pages 107–124. Doi:10.1007/s00531-023-02359-6.
- [10] Utkucu M, Durmuş H, Uzunca F and Nalbant SS (2025). Time-dependent stress changes associated with the 1999 İzmit (Mw = 7.5) and Düzce (Mw = 7.2) earthquakes in NW Türkiye: Implications for seismicity changes and earthquake hazard. *Tectonophysics*, Volume 900, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2025.230656>.
- [11] Utkucu M, Budakoğlu E, Durmuş H (2011) Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. *Hac Üniv Yer Der* 32 (3):187-212
- [12] Utkucu M, Budakoğlu E., Yalçın, H., Durmuş, H. (2015) Seismicity Rate Changes Along The North Anatolian Fault Beneath The Sea Of Marmara (Nw Turkey) For The Seismicity Between 1981 And 1999. 5. International Earthquake Symposium Kocaeli 2015 10-12 June 2015, Kocaeli, Turkey.

- [13] M. Utkucu, F. Uzunca, Y. Utkucu, H. Durmuş, and S. Kırım, “The September 26, 2019 Silivri Earthquake ($M_w=5.6$), NW Türkiye”, APJHAD, vol. 4, no. 2, pp. 65–75, 2023, doi: 10.52114/apjhad.1219257.
- [14] Parsons T (2004) Recalculated probability of $M \geq 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. J Geophys Res 109 B05304. doi:10.1029/2003JB002667
- [15] Pondard N, Armijo R, King GCP, Meyer B, Flerit F (2007) Fault interactions in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): earthquake clustering and propagating earthquake sequences. Geophys J Int. doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03580.x
- [16] Scholz CH (2015) On the stress dependence of the earthquake b-value. Geophys Res Lett 42 1399–1402. doi:10.1002/2014GL062863
- [17] Toda S, Stein R S, Dinger K R and Bozkurt S B (2005) Forecasting the evolution of seismicity in southern California: Animations built on earthquake stress transfer. J. Geophys. Res. 110 B05S16. doi:10.1029/2004JB003415
- [18] Karabulut H, Güvercin SE, Eskiköy F, Konca AÖ, Ergintav S (2020) The moderate size 2019 September M_w 5.8 Silivri earthquake unveils the complexity of the Main Marmara Fault shear zone. Geophys J Int 224:377–388. <https://doi.org/10.1093/gji/ggaa469>.
- [19] Sancaklı, N. (2012) 1912 Marmara Bölgesi Deprem Hareketliliği (25 Temmuz-04 Ekim Arası), Bildirile Kitabı, sf. 11-41, 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ($M_w=7.4$) 100. yıldönümü sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 13-15 Eylül 2012, Çanakkale