

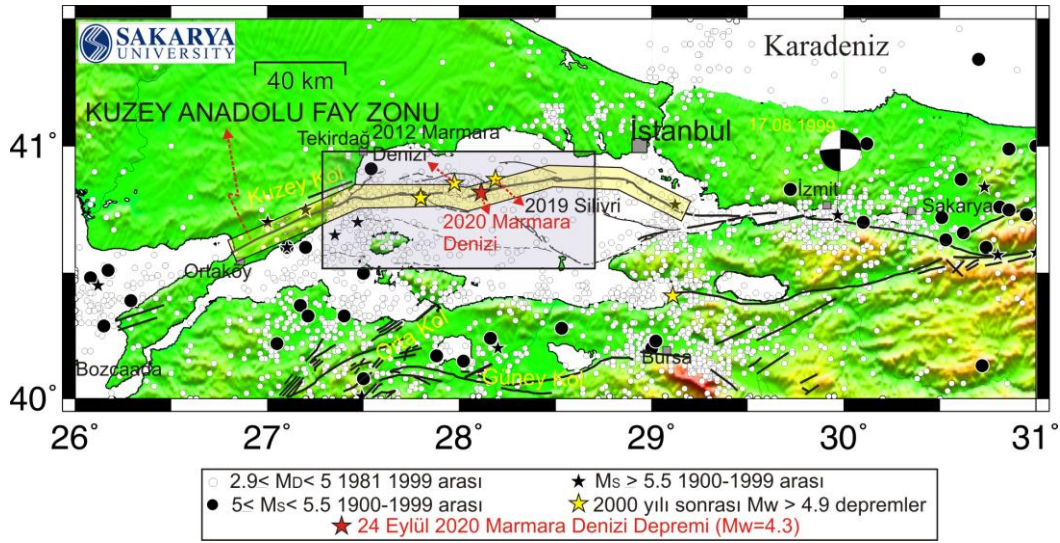
**24 EYLÜL 2020 MARMARA DENİZİ DEPREMİ ve MARMARA DENİZİ'NDE
DEPREM TEHLİKESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME YAZISI**

Dr. Murat UTKUCU^{1,2}, Dr. Emrah BUDAĞOĞLU¹, Dr. Emrah DOĞAN²

¹Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

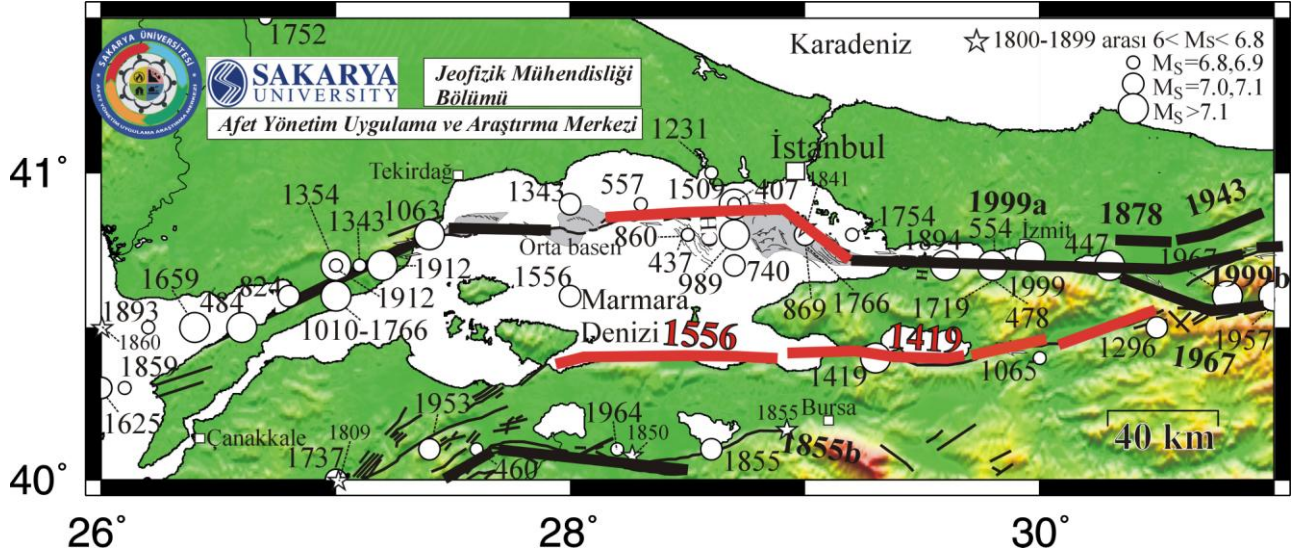
²Sakarya Üniversitesi Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi

Marmara Denizi altında, 24 Eylül 2020 tarihinde yerel saatle 16:38:31'de büyüklüğü Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından ilk büyüklüğü $M=4.3$ olarak hesaplanan bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). Deprem herhangi bir hasara yol açmamış ancak endişeye neden olmuştur. İstanbul ve civarında hissedilen deprem ile ilgili olarak *Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü 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 hakkında uzanımı ve depremsellik [1]. Şeffaf renklendirilmiş alanlar Şekil 5 ve 6'da gösterilen hesaplamaların yapıldığı depremselliği çevrelemektedir.

Deprem Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 1). KAFZ, Marmara Bölgesi'nde 3 kol halinde uzanmakta ve önemli bir deprem tehlikesi oluşturmaktadır. Nitekim son 1600 yıl içinde bölgede büyüklüğü $M 6.8$ ve daha büyük olan 41 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 2, Ek 1). 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 (Şekil 1, Ek 2). Bu şekilde bir deprem geri planına sahip bir bölgede 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depremi büyüklüğündeki depremlerin oluşumu yer bilimleri açısından olağan bir durumdur.

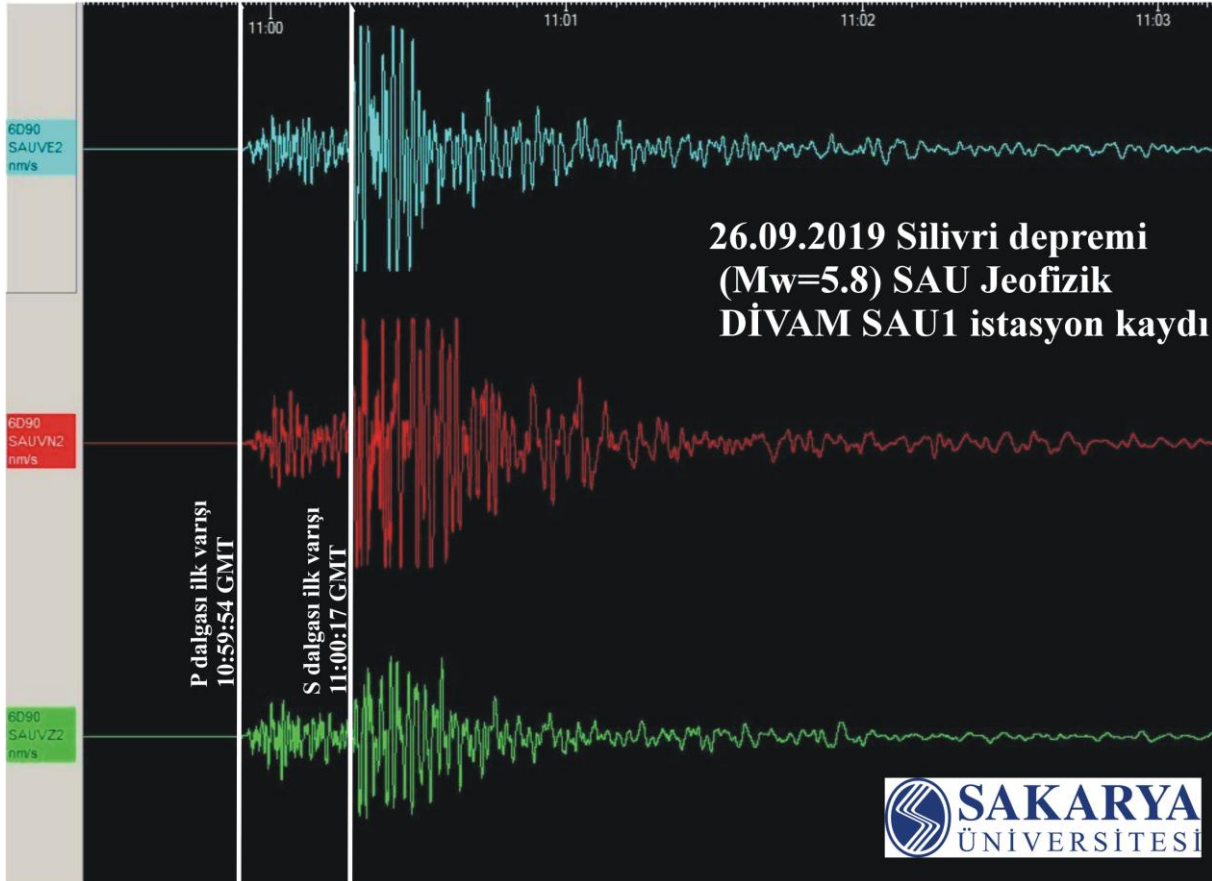
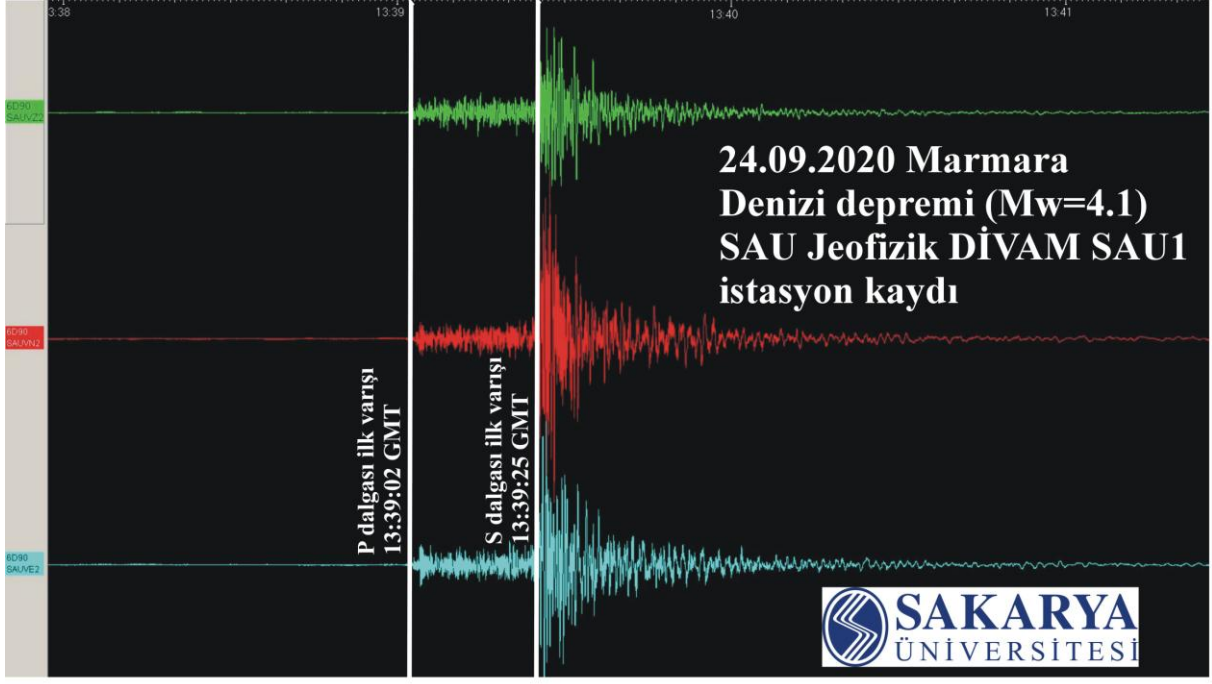


Şekil 2. Marmara Bölgesi'nde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun uzanımı ve tarihsel ve aletsel dönem depremlerin yerleri ([1-2-3]'den derlenerek hazırlanmıştır).



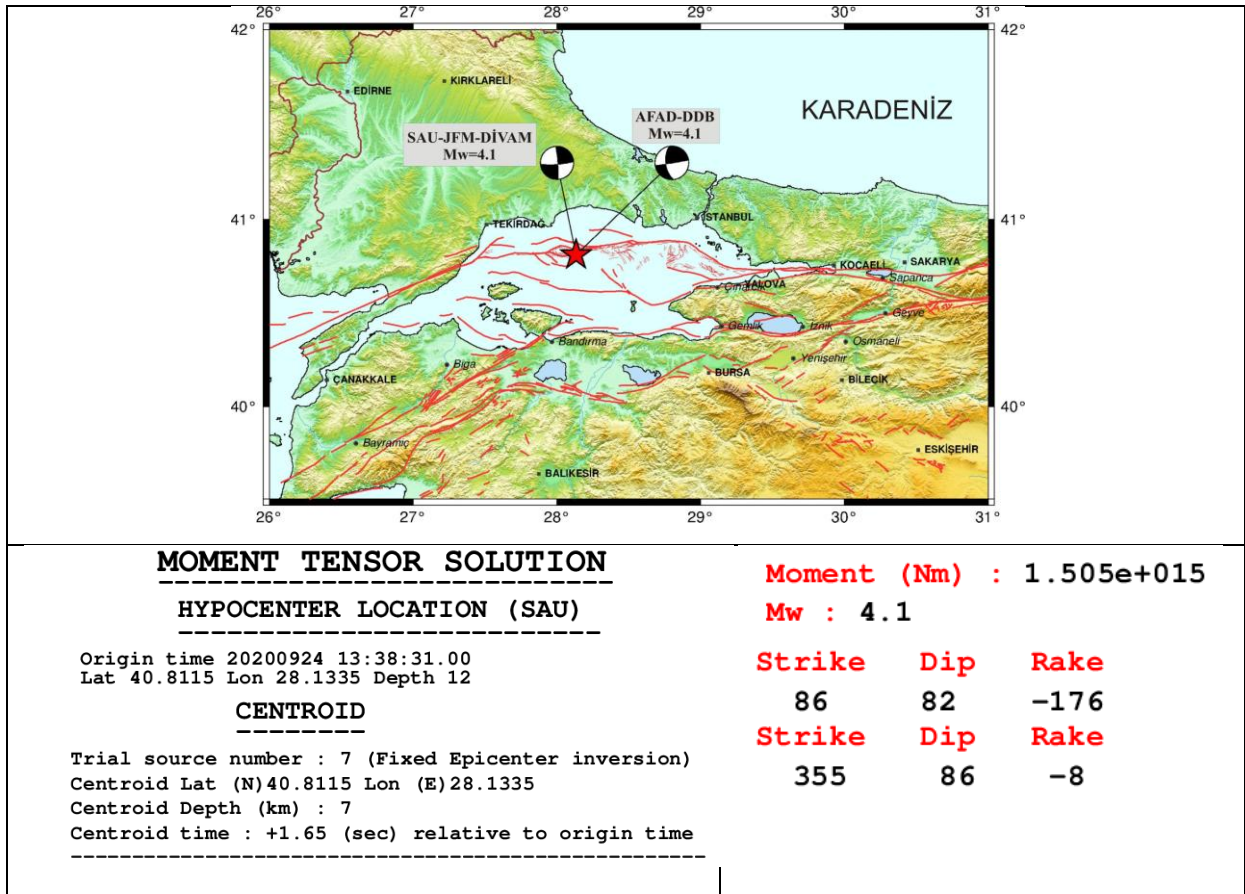
Foto 1. Sakarya Üniversitesi Kampüsü içinde yer almakta olan ve Jeofizik Mühendisliği Bölümü gözetiminde işletilmekte olan SAU1 deprem kayıt istasyonu. İstasyon 40.7401° Kuzey enlem, 30.3271° Doğu boylam koordinatında ve 165 m yükseklikte konumlu olup ulusal depreme izleme ağlarınınada da veri sağlamaktadır.

24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin SAU1 kodlu Sakarya Üniversitesi deprem kayıt istasyonunda (Foto 1) kaydı Şekil 3'de 26 Eylül 2019 Silivri depremi ($M_w=5.8$) kaydı ile birlikte gösterilmiştir. Görüldüğü üzere her iki depremin *S* ve *P* dalga varış zamanları farkları yaklaşık eşittir. Bu durumda her iki depremin odakları bir birine çok yakın konumludur. Bu bilgiden ve yeni oluşan depremin büyüklüğünden hareketle depremin 26 Eylül 2019 Silivri depreminin [4] bir artçı depremi olabileceği değerlendirilmiştir.



Şekil 3. SAU1 kodlu Sakarya Üniversitesi deprem kayıt istasyonunda (*üstte*) 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin (Mw=4.1) ve (*altta*) 26 Eylül 2019 Silivri depremi (Mw=5.8) üç bileşen geniş bant (SAUV) kaydı. Her iki depremin S ve P dalga varış zamanları farklarının yaklaşık eşit olduğuna dikkat ediniz.

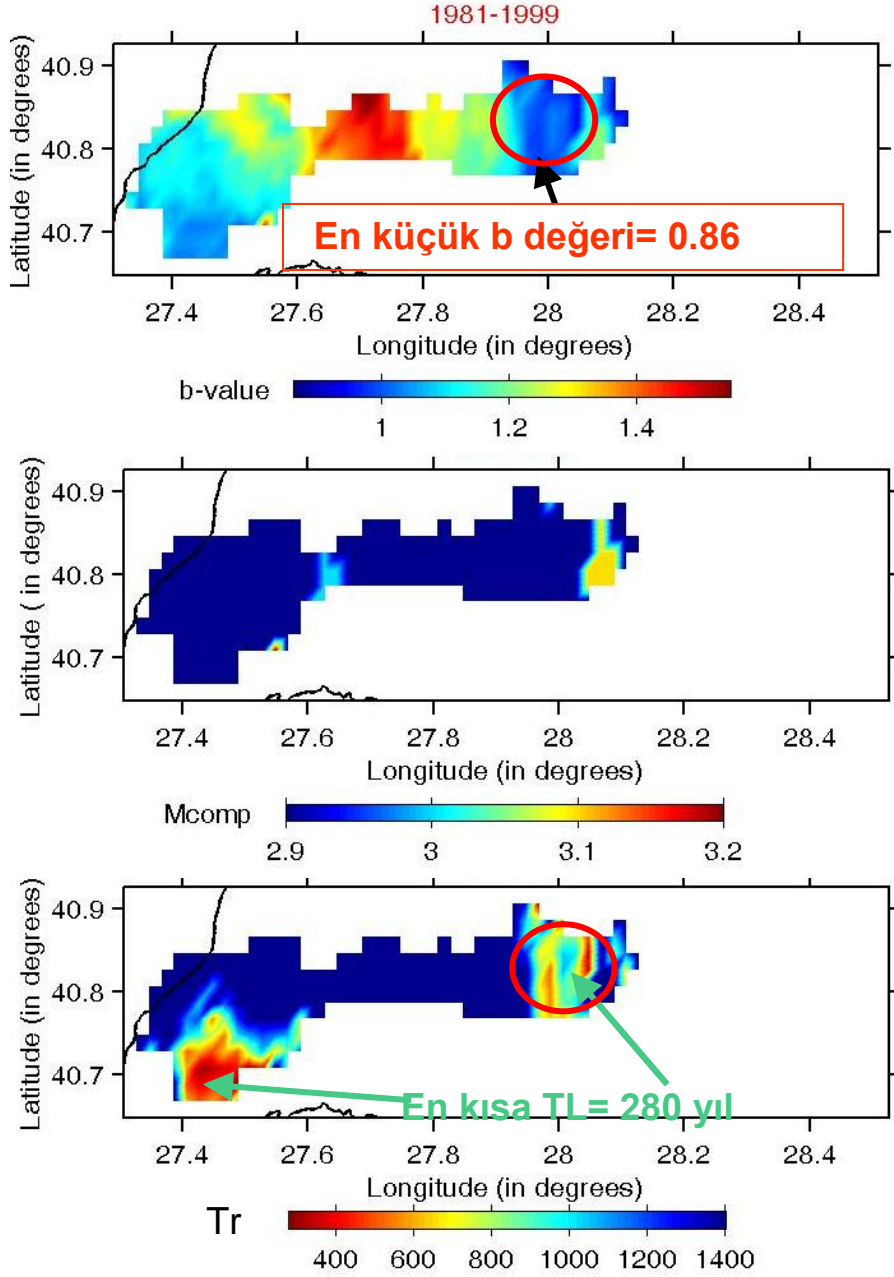
Depremi AFAD ve Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından verilen dış merkez koordinatları depremin Kuzey Anadolu Fay Zonu Kuzey Kol'u üzerinde oluştuğuna işaret etmektedir (Şekil 1). İzmit Körfezi'nden çıktıktan sonra Adaları takip ederek Marmara Denizi altında Gelibolu Yarımadası'na kadar uzanan Kuzey Kol, Orta Basen olarak bilinen denizaltı çukurluğunda bir fay basamağı yapısı oluşturmaktadır. Bu fay basamağı içinde ve yakın çevresinde yerel olarak ana fay olan Kuzey Kol ile bağlantılı birçok ikincil küçük faylar gelişmiştir. 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde deprem dalgalarından yapılan faylanma mekanizma çözümü (Şekil 4), depremin sağ-yanal doğrultu atımlı faylanma sonucu oluştuğunu önermektedir. Gerek depremin dış merkez konumu gerekse deprem dalgalarından belirlenen faylanma mekanizması, 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin Orta Basen'in doğu bitimine yakın, güney kenarını sınırlayan ve ana fay zonu üzerinde ya da onunla bağlantılı paralel bir Doğu-Batı uzanımlı ikincil bir fay üzerinde oluştuğunu önermektedir. Yapılan deprem dalga analizinden depremin büyüklüğü $M_W=4.1$ olarak bulunmuştur.



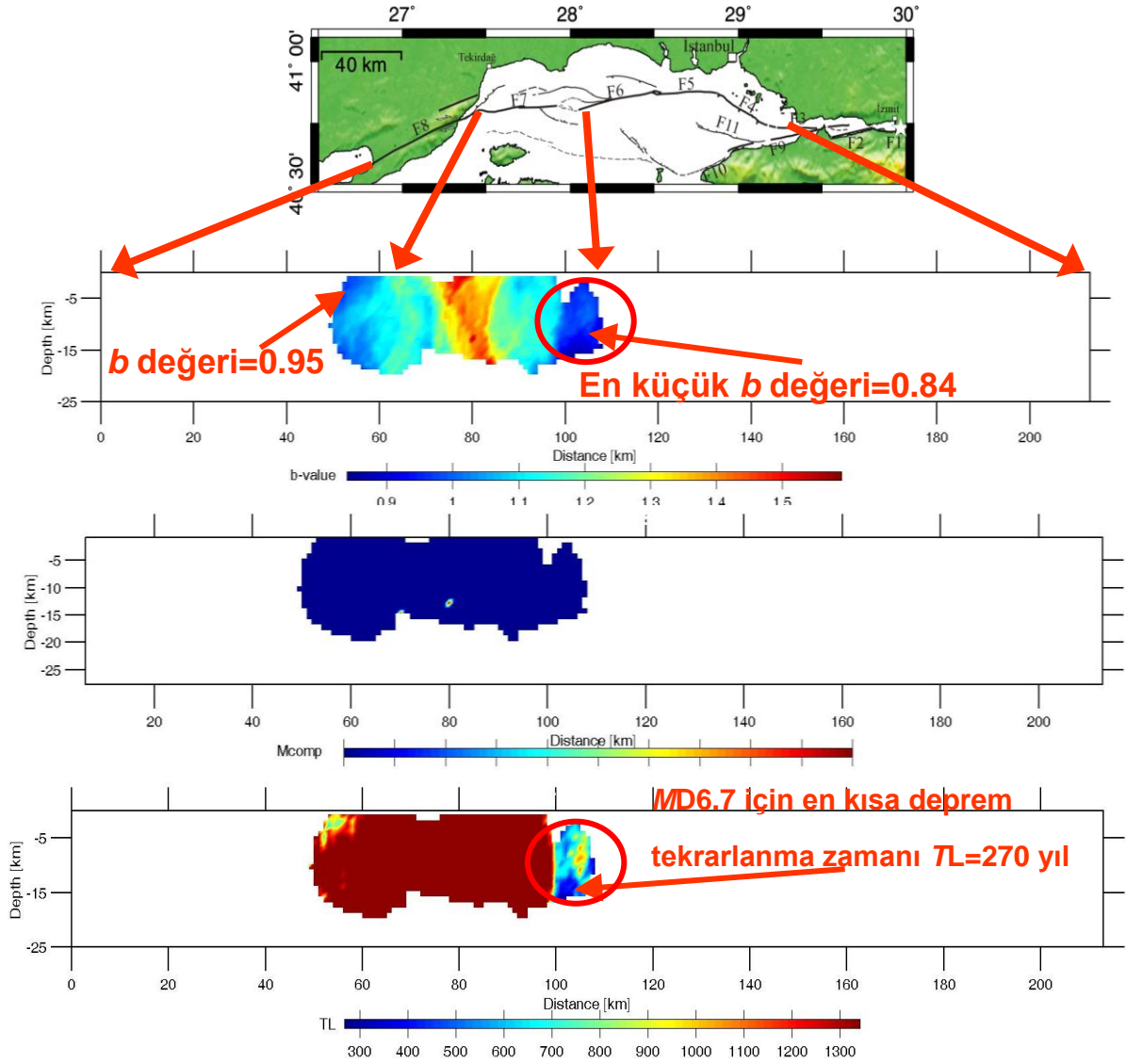
Şekil 4. 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde çözümü CMT kaynak mekanizma çözümü.

24 Eylül 2020 Marmara Denizi Depremi'nin meydana geldiği yer ve civarında depremsellik parametrelerinin ve istatistiksel deprem tekrarlanma zamanlarının uzaysal dağılımlarının Marmara Denizi altındaki Kuzey Kol boyunca alansal ve derinlik kesiti boyunca hesaplandığı önceki bir çalışmanın [5] sonuçlarına değinmek Marmara Denizi altındaki deprem tehlikesinin değerlendirilmesi bağlamında yararlı olacaktır. Depremlerin frekans-magnitüd ilişkisindeki b değeri bölge 1981-1999 yılları arasında kapsayan öncü ve artçı depremlerden arındırılmış $M_D \geq 2.9$ depremsellikten (bkz. Şekil 1) yararlanılarak haritalanmıştır [5-6]. Şekil

5'den görüldüğü gibi b değerleri alan içinde 0.86-1.54 aralığında değişmektedir. En düşük b değeri (0.86) Kuzey Kol üzerinde bir fay basamağının gözleendiği Orta Marmara baseninde yani 24 Eylül 2020 Marmara Denizi ve 26 Eylül 2019 Silivri depremlerinin meydana geldiği yerde belirlenmiştir. Diğer bir düşük b değeri anomalisi ($b=0.9-1.0$ civarında) Kuzey Kol'un Gelibolu yarımadasında karaya çıkmadan hemen önceki kısmında belirlenmiştir. Bu bağlamda, b değerinin kabuktaki gerilme ile ters orantılı olduğu hatırlatılmalıdır. Bahsi geçen düşük b değerlerinin gözleendiği yerlerde 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ($M_D=6.7$) hedef magnitüdü için 280 yıla kadar düşen deprem tekrarlanma zamanları (T_L) hesaplanmıştır.



Şekil 5. Marmara Denizi batı kesimi altında bulunan b değeri (üstte), tamamlılık magnitüdü- M_C (ortada) ve yerel deprem tekrarlanma zamanı- T_L (altta) uzaysal dağılım haritaları. En küçük b değerlerinin ve en kısa deprem tekrarlanma (T_L) zamanlarının 24 Eylül 2020 Marmara Denizi ve 26 Eylül 2019 Silivri depremlerinin meydana geldiği alanda (kırmızı daire) hesaplandığına dikkat ediniz ([5]'den değiştirilerek alınmıştır).



Şekil 6. Marmara Denizi altında Kuzey Kol boyunca uzanan derinlik kesiti üzerinde haritalanan b değeri (üstte), tamamlılık magnitüdü- M_C (ortada) ve yerel deprem tekrarlanma zamanı- T_L (altta) uzaysal dağılımları. En küçük b değerlerinin ve en kısa deprem tekrarlanma (T_L) zamanlarının 24 Eylül 2020 Marmara Denizi ve 26 Eylül 2019 Silivri depremlerinin meydana geldiği alanda (kırmızı daire) hesaplandığına dikkat ediniz. Kesit genişliği için Şekil 1'e bakınız. ([5]'den değiştirilerek alınmıştır).

Marmara Denizi'nde Çınarcık Çukurluğu'ndan (Şekil 1) Saros Körfezi'ne kadar Kuzey Kol boyunca derinlik kesitinde hesaplanan b ve T_L değeri Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 6'da gösterilen bu hesaplamalar için, merkezi Kuzey Kol'un haritalanan izini takip eden 20 km genişliğinde bir zon seçilmiştir. Kullanılan veri derinlik boyutunda b değerlerinin Orta Marmara Baseni'nden fayın batıda tekrar karaya çıktığı noktaya kadar hesaplanabilmesine müsaade etmiştir. Hesaplanan b değerleri 0.84-1.59 aralığında değişmekte olup iki yerde anomali gözlenmektedir. Bunlardan doğuda olanı Orta Marmara Baseni altında olup en düşük b değeri 0.84'dür. Batıda olanı ise fayın Tekirdağ Baseni'nden sonra Güneye doğru büküldüğü yerde olup en düşük b değeri 0.93'dür. Doğudaki ve batıdaki b değeri anomali

bölgeleri üzerinde 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ($M_D=6.7$) hedef magnitüdü için sırasıyla yaklaşık 270 ve 600 yıllık T_L değerleri hesaplanmıştır.

Düşük b değerlerinin gözlemlendiği yerlerde $M_h=6.7$ hedef magnitüdü için 270-280 yıla kadar düşük T_L değeri hesaplanmıştır (Şekil 5 ve 6). Tarihi kaynaklardan Kuzey Kol'un bu kesimini kıran depremler geçmişe doğru 1912, 1766 Ağustos, 1354, 1063 ve 824 depremleri olduğu çıkarılmıştır [5-7-8] (Şekil 2). Buradan deprem tekrarlanma zamanının 146 ile 412 yıl aralığında değiştiği ve ortalamasının da 272 yıl olduğu sonucu çıkmaktadır. Doğu Marmara Denizi altındaki tarihsel depremler (1766 Mayıs, 1509, 1343, 989 ve 740 depremleri) ele alındığında yine benzer bir ortalama deprem tekrarlanma zamanı ile karşılaşılacaktır; 257 yıl. Dolayısıyla, Marmara Denizi'ndeki deprensellik dağılımından istatistiksel olarak hesaplanmış en düşük T_L değeri (270-280 yıl) tarihsel ve paleosismolojik çalışmalardan belirlenenle uyum içindedir.

KAFZ'nun Kuzey Kol'unun Düzce ili Gölyaka ilçesi ile Marmara Denizi altında Adalar açıklarındaki Çınarcık Havzası'na kadar olan kesimi 1999 İzmit depreminde kırılmıştır (Şekil 2). Kuzey Kol'un Çınarcık Havzası ile 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depreminin olduğu Marmara Ereğlisi açıkları arasındaki kesimi Mayıs 1766 tarihinden beri büyük bir deprem üretmemiş olup bir "sismik boşluk" olarak nitelendirilmektedir. Kuzey Kol'un Marmara Ereğlisi açıkları ile Saros Körfezi arasındaki kesimi Ağustos 1766 ve 20.yüzyıl içinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi ile kırılarak enerjisini boşaltmıştır. KAFZ'nun Doğu Marmara altındaki kesimi 20. Yüzyılda büyük ($M=7$ civarı ve üzeri) bir deprem oluşturarak enerjisini boşaltmayan ancak böyle bir depremi oluşturabilecek kadar yüklenmiş bir kesimdir. Bu açıdan Doğu Marmara Denizi altında büyük ($M=7$ civarı ve üzeri) bir deprem oluşma tehlikesi vardır ve bu tehlike uzun zamandan beri de ifade edilmektedir. 26 Eylül 2019 Silivri ve 24 Eylül 2020 Marmara Denizi depremleri birikmiş bu enerjiyi serbestlemekten çok uzak bir büyüklüğe sahiptirler. İstanbul Adalar açıklarında oluşan 18 Eylül 1963 Çınarcık depremi ($M 6.3$) ilave edildiğinde de bu ifade değişmeyecektir.

Bununla birlikte bu büyük depremin hangi tarihte olacağı konusunda bir şey söylemek imkansızdır. Bir tarih ya da zaman aralığı ifade edilmesi bilimsel açıdan temelsizdir. Ancak olasılıksal konuşulabilir. Doğu Marmara altında en son depremin 1766 yılında olduğu yukarıda belirtildi. Ondan önceki Doğu Marmara Denizi büyük depremleri tarihte geriye doğru 1509, 1343, 989 ve 740 yıllarında meydana gelmişlerdir. Görüldüğü gibi iki büyük deprem arasındaki zaman aralığı 166 ile 354 yıl arasında değişmiştir. En kısa zaman aralığını alacak olursak söz konusu büyük depremin şimdiye kadar çoktan olmuş olması, en büyük zaman aralığını alacak olursak da 2120 yılına kadar olmaması gerekmektedir. Dolayısıyla bilimsel olarak ifade edilebilecek doğru görüş: ***Doğu Marmara Denizi altında $M=7$ civarı ve üzeri büyük bir depremin olma olasılığının olduğu ve bu depremin yarın da oluşsa, 100 yıl sonra da oluşsa bilimsel olarak bir sıra dışılık ya da süprizin söz konusu olamayacağıdır.*** Bu bağlamda en doğru hareket tarzının bu deprem yarın oluşacakmış gibi hazır olmak ve gerekli tedbirleri almaktır.

Doğu Marmara Denizi altında beklenen büyük deprem Sakarya ili açısından da önemli bir tehlikedir ve hazır olunmalıdır. 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 oluşturmak için hatırlatmakta yarar vardır; 20 bina tamamen yıkılmış, 86 ağır ve 94 orta hasarlı ev, 2 can kaybı ve 20 yaralı [9]. Sakarya'daki sarsıntının büyüklüğünde zemin koşullarının önemli payı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Yapılaşmanın uygun zeminlerde ve uygun tekniklerle yapılmamasının ve çok katlı yapılaşmaya müsaade edilmesinin deprem riskini arttıracığı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Kalafat, D., Günes., Y., Kara, M., Deniz, P., Kekovalı, K., Kuleli, S. H., Gülen, L., Yılmaz, 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.
- [2] Ambraseys N N (2009) Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900. Cambridge University Press.[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.
- [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] <http://www.aym.sakarya.edu.tr/2019/09/28/26-eylul-2019-silivri-marmara-denizi-depremi-uzerine-bir-bilgilendirme-yazisi/>
- [5] Utkucu, M., Budakoğlu, E. Ve Durmuş, H., (2011). Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi 32 (3), 187-212.
- [6] Wiemer, S., 2001. A software package to analyse seismicity: ZMAP. *Seismological Research Letters*, 72(3), 373-382.
- [7] Ambraseys, N.N., 2002. The seismic activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 1-18.
- [8] Papazachos, B.C. and Papazachou, C.B., 1997. The earthquakes of Greece. Ziti Publication, Thessaloniki, 304 pp.
- [9] Sancaklı, N. (2012) 1912 Marmara Bölgesi Deprem Hareketliliği (25 Temmuz-04 Ekim Arası), Bildirile Kitapı, sf. 11-41, 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ($M_w=7.4$) 100. yıldönümü sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 13-15 Eylül 2012, Çanakkale.

- [9] Ayhan, E., Alsan, E., Sancaklı, N. and Üçer, S.B., 1984. Türkiye dolayları deprem kataloğu 1881-1981. Boğaziçi University Kandilli Observatory, İstanbul, Turkey, 126 pp.
- [10] Kalafat, D., Güneş, Y., Kara, M., Pınar, D., Kekovalı, K., Kuleli, S., Gulen, L., Yılmaz, M., Özel, N.M., 2007. Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu (1900-2005; $M \geq 4.0$): A revised and extended earthquake catalogue for Turkey since 1900 ($M \geq 4.0$), Boğaziçi Üniversitesi Yayınları No: 977, 558s., Bebek-İstanbul.
- [12] Ambraseys, N.N. and Finkel, C.F., 1987. The Saros-Marmara earthquake of 9 August 1912. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 15, 189-211.
- [13] Crampin, S. and Üçer, B., 1975. The seismicity of Marmara Sea Region of Turkey. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 40, 269-288.
- [14] Dewey, J.W., 1976. Seismicity of northern Anatolia. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 66, 843-868.
- [15] Kalafat, D., Öz, N., Kara, M., Ögütçü, Z., Kılıç, K., Pınar, A. and Yılmaz, M., 2000. An earthquake catalogue for Turkey and surrounding area. Boğaziçi University, İstanbul, Turkey, 236 pp.
- [16] Özalaybey, S., Ergin, M., Aktar, M., Tapırdamaz, C., Biçmen, F. and Yörük, A., 2002. The 1999 İzmit earthquake sequence in Turkey: Seismological and Tectonic Aspects. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92 (1), 376-386.
- [17] Örgülü, G. and Aktar, M., 2001. Regional Moment Tensor Inversion for Strong Aftershocks of the August 17, 1999 Izmit Earthquake ($M_w=7.4$). *Geophysical Research Letters*, 28, 2, 371-374.
- [18] Örgülü, G., 2011. Seismicity and source parameters for small-scale earthquakes along the splays of the North Anatolian Fault (NAF) in the Marmara Sea. *Geophysical Journal International*, 184, 385-404.

EK 1.

Marmara bölgesinde MS 400 yılından sonra meydana gelen ve büyüklüğü $M_S \geq 6.8$ olan depremler ile 19. yüzyılda meydana gelmiş büyüklüğü $6.0 \leq M_S < 6.8$ olan depremlerin listesi ([5-7-8-10]'dan derlenmiştir)

No	Tarih	Enlem	Boylam	M_S	Yer
1	01.04.407	40.9	28.7	6.8	İstanbul
2	25.09.437	40.8	28.5	6.8	İstanbul
3	06.11.447	40.7	30.3	7.2	İzmit
4	???.?.460	40.1	27.6	6.9	Erdek
5	25.09.478	40.7	29.8	7.3	Karamürsel
6	???.?.484	40.5	26.6	7.2	Gelibolu
7	16.08.554	40.7	29.8	6.9	İzmit
8	14.12.557	40.9	28.3	6.9	Silivri
9	26.10.740	40.7	28.7	7.1	Marmara
10	05.05.824	40.6	26.8	7.0	Barbaros
11	23.05.860	40.8	28.5	6.8	Marmara
12	09.01.869	40.8	29.0	7.0	Marmara
13	25.10.989	40.8	28.7	7.2	Marmara
14	08.01.1010	40.6	27.0	7.4	Gelibolu
15	23.09.1063	40.8	27.4	7.4	Barbaros
16	???.09.1065	40.4	30.0	6.8	İzmit
17	???.?.1231	41.0	28.6	6.9	İstanbul
18	01.06.1296	40.5	30.5	7.0	Geyve
19	18.10.1343	40.7	27.1	6.9	Ganos
20	18.10.1343	40.9	28.0	7.0	Ereğli
21	01.03.1354	40.7	27.0	7.4	Gelibolu
22	15.03.1419	40.4	29.3	7.2	Bursa
23	10.09.1509	40.9	28.7	7.2	İstanbul
24	10.05.1556	40.6	28.0	7.1	Erdek
25	18.05.1625	40.3	26.0	7.1	Saros
26	17.02.1659	40.5	26.4	7.2	Saros
27	25.05.1719	40.7	29.8	7.4	İzmit
28	06.02.1737	40.0	27.0	7.0	Biga

29	29.07.1752	41.5	26.7	6.8	Edirne
30	02.09.1754	40.8	29.2	6.8	İzmit
31	22.05.1766	40.8	29.0	7.1	Marmara
32	05.08.1766	40.6	27.0	7.4	Ganos
33	07.02.1809	40.0	27.00	6.1	Gönen
34	06.10.1841	40.8	29.0	6.1	Adalar
35	19.04.1850	40.1	28.3	6.1	Manyas
36	28.02.1855	40.1	28.6	7.1	Bursa
37	11.04.1855	40.2	28.9	6.3	Bursa
38	21.08.1859	40.3	26.1	6.8	Saros
39	22.08.1860	40.5	26.0	6.1	Saros
40	19.04.1878	40.7	30.2	6.0	Sapanca
41	09.02.1893	40.5	26.2	6.9	Saros
42	10.07.1894	40.7	29.6	7.3	İzmit
43	09.08.1912	40.7	27.2	7.4	Ganos
44	18.03.1953	40.1	27.4	7.1	Gönen
45	26.05.1957	40.7	31.0	7.1	Abant
46	06.10.1964	40.1	28.2	6.8	Manyas
47	22.07.1967	40.7	30.7	7.2	Mudurnu
48	17.08.1999	40.7	29.9	7.4	İzmit

EK 2

Marmara Bölgesinde 1900'den günümüze kadar meydana gelmiş büyüklüğü $M \geq 5.0$ olan depremler.

No	Tarih	Orijin Zamani	Enlem	Boylam	M_s	Referans
1	15.04.1905	05.36.??	40.20	29.0	5.6	1
2	22.10.1905	03.42.??	41.00	31.0	5.2	1
3	21.08.1907	-	40.70	30.1	5.5	1
4	09.08.1912	01.29.??	40.60	27.20	7.3	1,2,3
5	10.08.1912	09.23.??	40.60	27.10	6.3	1,2
6	10.08.1912	18.30.??	40.60	27.10	5.3	1,2
7	11.08.1912	08.19.44	40.60	27.20	5.0	1,2
8	13.09.1912	04.27.??	40.70	27.00	6.9	3
9	10.04.1917	19.40.18	40.60	27.10	5.3	1,2
10	16.12.1926	17.54.05	40.13	30.72	5.7	1,2
11	24.01.1928	07.36.11	40.99	30.86	5.3	1,2
12	04.01.1935	14.41.30	40.70	27.47	6.4	4
13	04.01.1935	15.19.18	40.37	27.17	5.6	4
14	04.01.1935	16.20.04	40.65	27.35	6.3	4
15	22.10.1935	07.29.42	40.31	27.21	5.2	1,2
16	02.07.1938	12.26.45	40.17	27.88	5.0	1,2
17	16.06.1942	05.42.34	40.80	27.80	5.6	1,2
18	20.06.1943	15.32.54	40.85	30.51	6.6	1,2
19	20.06.1943	16.47.57	40.84	30.73	5.5	1,2
20	13.11.1948	04.44.50	40.23	29.02	5.6	1,2
21	15.09.1951	22.52.12	40.15	28.02	5.0	1,2
22	03.06.1953	16.05.31	40.28	28.53	5.3	1,2
23	18.03.1953	19.06.13	40.01	27.49	7.2	5
24	23.03.1954	12.58.46	40.50	27.50	5.0	1,2
25	06.01.1956	12.15.44	40.39	26.29	5.5	1,2
26	26.05.1957	06.33.35	40.58	31.00	7.0	2,5
27	26.05.1957	08.54.51	40.60	30.74	5.4	1,2

28	26.05.1957	09.36.38	40.76	30.81	5.9	1,2
29	27.05.1957	11.01.34	40.73	30.95	5.8	1,2
30	01.06.1957	05.26.59	40.75	30.86	5.0	1,2
31	26.12.1957	15.01.44	40.83	29.72	5.2	1,2
32	26.07.1959	17.07.06	40.91	27.54	5.4	1,2
33	29.03.1963	03.09.17	40.29	26.15	5.1	1,2
34	18.09.1963	16.58.14	40.77	29.12	6.3	1,2
35	06.10.1964	14.29.57	40.24	28.16	5.1	1
36	06.10.1964	14.31.23	40.20	28.20	6.8	5
37	23.08.1965	14.08.58	40.51	26.17	5.6	1,2
38	21.08.1966	01.30.43	40.33	27.40	5.5	1
39	22.07.1967	16.56.58	40.57	30.80	6.9	5
40	22.07.1967	17.48.06	40.66	30.62	5.1	1
41	22.07.1967	18.09.55	40.72	30.51	5.0	1,2
42	30.07.1967	01.31.01	40.63	30.53	5.6	5
43	03.03.1969	00.59.10	40.08	27.50	5.7	1
44	17.03.1975	05.35.17	40.48	26.08	5.8	1
45	27.03.1975	05.15.07	40.45	26.12	6.7	1
46	05.07.1983	12.01.27	40.33	27.21	5.8	2,6
47	17.08.1999	00.01.38	40.73	29.97	7.8	7,8
48	17.08.1999	03.14.01	40.59	30.62	5.3*	9
49	19.08.1999	15.17.45	40.65	29.09	5.0*	9
50	31.08.1999	08.10.51	40.74	29.97	5.0*	9
51	13.09.1999	11.55.29	40.76	30.08	5.8*	9
52	29.09.1999	00.13.06	40.71	29.30	5.0*	9
53	11.11.1999	14.41.25	40.78	30.29	5.5*	9
54	20.10.2006	18.15.24	40.24	27.98	5.0 ⁺	10
55	24.10.2006	14.00.21	40.41	28.99	5.0 ⁺	10
56	26.09.2019	10.59.24	40.88	28.211	5.8*	11

1: Ayhan vd., 1984 [10]; 2: Kalafat vd., 2007 [11]; 3: Ambraseys ve Finkel, 1987 [12]; 4: Crampin ve Üçer, 1975 [13]; 5: Dewey, 1976 [14]; 6: Kalafat vd., 2000 [15]; 7: Özalaybey vd., 2002 [16]; 8: United States Geological Survey; 9: Örgülü ve Aktar, 2001 [17]; 10: Örgülü, 2011 [18]; 11. Utkucu ve Doğan 2019 [4]; * M_w ; ⁺ M_D .