



**Atatürk
Üniversitesi
DEPREM ARAŞTIRMA MERKEZİ**



19-22 Kasım 2021 Mw=5.1 ve Mw=4.7
KÖPRÜKÖY DEPREMLERİ
JEOFİZİK (SİSMOLOJİK-SİSMOTEKTONİK) RAPORU

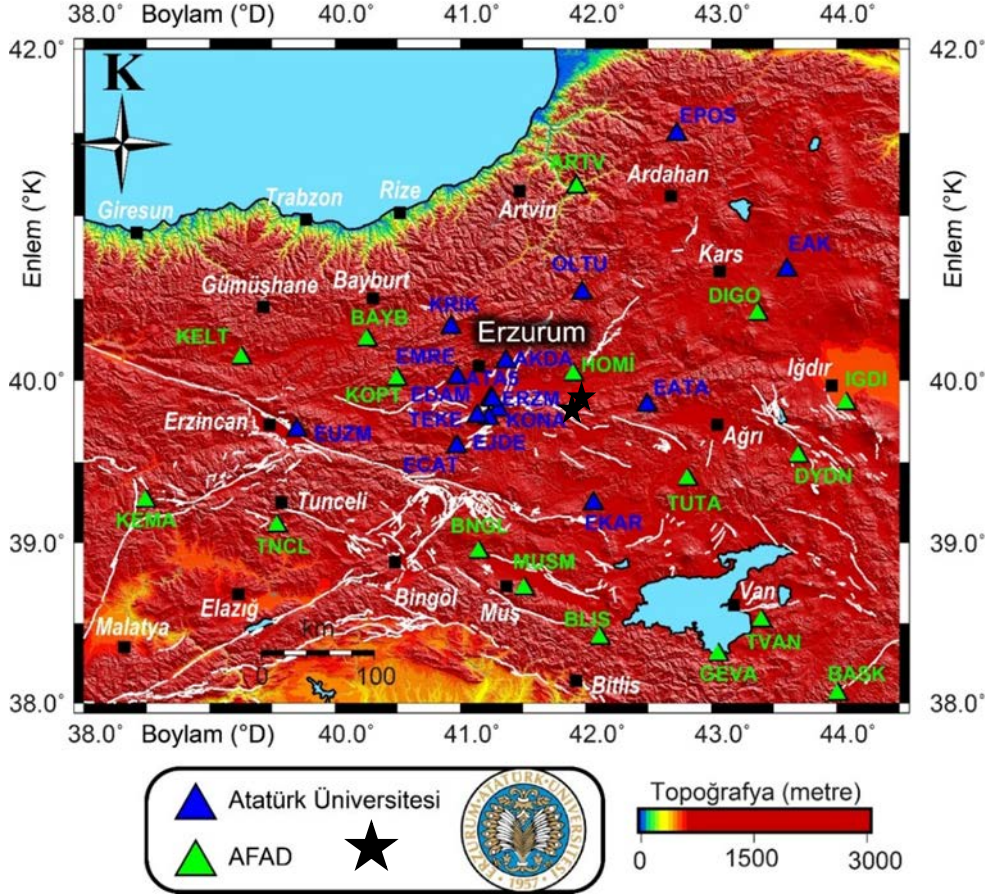
Raporu Hazırlayanlar:

Doç. Dr. Çağlar Özer
Dr. Öğr. Üyesi Erdem Bayrak

23.11.2021
ERZURUM



T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum (AFAD) Yönetimi, Deprem Dairesi Başkanlığından alınan verilere göre 19.11.2021 Cuma günü saat 15:41'de ve 22.11.2021 Pazartesi günü saat 11:31'de merkez üssü (episantır) Erzurum ili Köprüköy ilçesinde Mw=5.1 ve Mw=4.7 büyüklüğünde (AFAD, 2021) iki adet deprem meydana gelmiştir. Bu deprem Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi (ATA-DAM) istasyonları tarafından da kaydedilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi gözlem ağı lokasyon haritası. Deprem episantırları siyah yıldız sembolü ile gösterilmiştir. (Fay zonları Maden Tetkik ve Arama (MTA) 2013'den sayısallaştırılmıştır)

1989 yılında kurulan Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi (ATA-DAM) tarafından işletilen toplam 16 adet deprem istasyonundan oluşan Erzurum Deprem İzleme Ağı (ATANET), Doğu Anadolu bölgesinde ileri düzey sismoloji araştırmalarının yapılmasına imkân sağlamaktadır (Ozer vd. 2019). Doğu Anadolu Bölgesi, Arap-Avrasya levhasının yaklaşmasının gerçekleştiği alanda yer aldığından sismik olarak aktif bir bölgededir. Yüzyıllar boyunca yıkıcı büyük depremlerin meydana geldiği Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) bu tektonik birimlerin en önemli unsurlarıdır (Şengör vd. 1985; Barka 1992; Şaroğlu vd. 1992; Hubert-Ferrari vd. 2002; Orgulu vd. 2003; Duman ve Emre 2013; Fichtner vd. 2013; Vanacore vd. 2013; Simao vd. 2016; Seyitoğlu vd. 2019).



**Atatürk
Üniversitesi**

“Tarihsel dönemde (1900’lü yılların öncesi) Erzurum ve yakın çevresinde meydana gelmiş depremler incelendiğinde on şiddetine kadar depremler rapor edilmiştir (Çizelge 1). Erzurum Havzası, Doğu Anadolu’daki sismik olarak oldukça aktif olan ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren AFAD tarafından hazırlanan deprem tehlike haritasında yüksek ivme değerlerine (>0.5g) sahip olan bir bölgedir. Erzurum’ un Kuzeybatısında yer alan Horasan-Şenkaya Fay Zonu; birbirine paralel uzunluğu 10 km’ye kadar uzanan kırıklardan oluşmaktadır. Sol yönlü doğrultu atımlı fay olan Horasan-Şenkaya Fay Zonu, 30 Ekim 1983 tarihinde, Mw=6.6 büyüklüğünde bir deprem üretmiştir (AFAD, 2018)” (Ozer vd. 2019). Köprüköy depremleri (Mw 5.1 ve Mw 4.7) ise KB-GD uzanımlı Karayazı fayının kuzeydoğusunda konumlanmaktadır (Emre vd. 2018). Karayazı fayı Tutak ilçesi güneyinden başlayıp, yaklaşık K65°B doğrultusunda, 80-85 km boyunca Sarıtaş köyüne kadar izlenebilen, sağ yanal doğrultu atımlı fay olarak tanımlanmaktadır (Koçyiğit, 1985).

Çizelge 1. Erzurum ve çevresini etkileyen tarihsel depremlerin listesi (AFAD Deprem Daire Başkanlığı verilerinden derlenmiştir)

Tarih	Enlem	Boylam	Şiddet	Yer
M.S. 1268	40.00	40.00	IX	Erzincan, Erzurum
M.S. 1458	40.00	40.00	X	Erzincan, Erzurum
M.S. 1482	40.00	40.00	IX	Erzincan, Erzurum
M.S. 1584	40.00	40.00	IX	Erzincan, Erzurum
M.S. 1659	40.00	41.00	VI	Erzurum
M.S. 1781	40.00	41.00	VII	Erzurum
M.S. 1784	40.00	40.00	VIII	Erzincan, Pülümür, Erzurum
M.S. 1790	40.00	41.00	VIII	Erzurum
M.S. 1794	40.00	41.00	VI	Erzurum
M.S. 1844	40.00	41.00	VII	Erzurum
M.S. 1850	40.00	41.00	VII	Erzurum
M.S. 1852	40.00	41.00	IX	Erzurum
M.S. 1852	40.00	41.00	VI	Erzurum
M.S. 1859	40.00	41.00	VII	Erzurum
M.S. 1859	40.00	41.00	IX	Erzurum



M.S. 1859	40.00	42.00	VIII	Pasinler - Erzurum
M.S. 1860	40.00	41.00	VII	Erzurum
M.S. 1866	40.00	41.00	VIII	Erzurum
M.S. 1868	41.00	44.00	VIII	Kars, Erzurum, Ardahan, Tiflis
M.S. 1868	40.00	42.00	VIII	Pasinler - Erzurum
M.S. 1868	40.00	42.00	IX	Erzurum, Kars
M.S. 1875	40.00	41.00	X	Erzurum
M.S. 1877	40.00	41.00	VI	Erzurum
M.S. 1886	40.00	41.00	VI	Erzurum

Çizelge 2. Erzurum ve çevresini etkileyen aletsel deprem listesi (M>6.0) (AFAD Deprem Daire Başkanlığı verilerinden derlenmiştir)

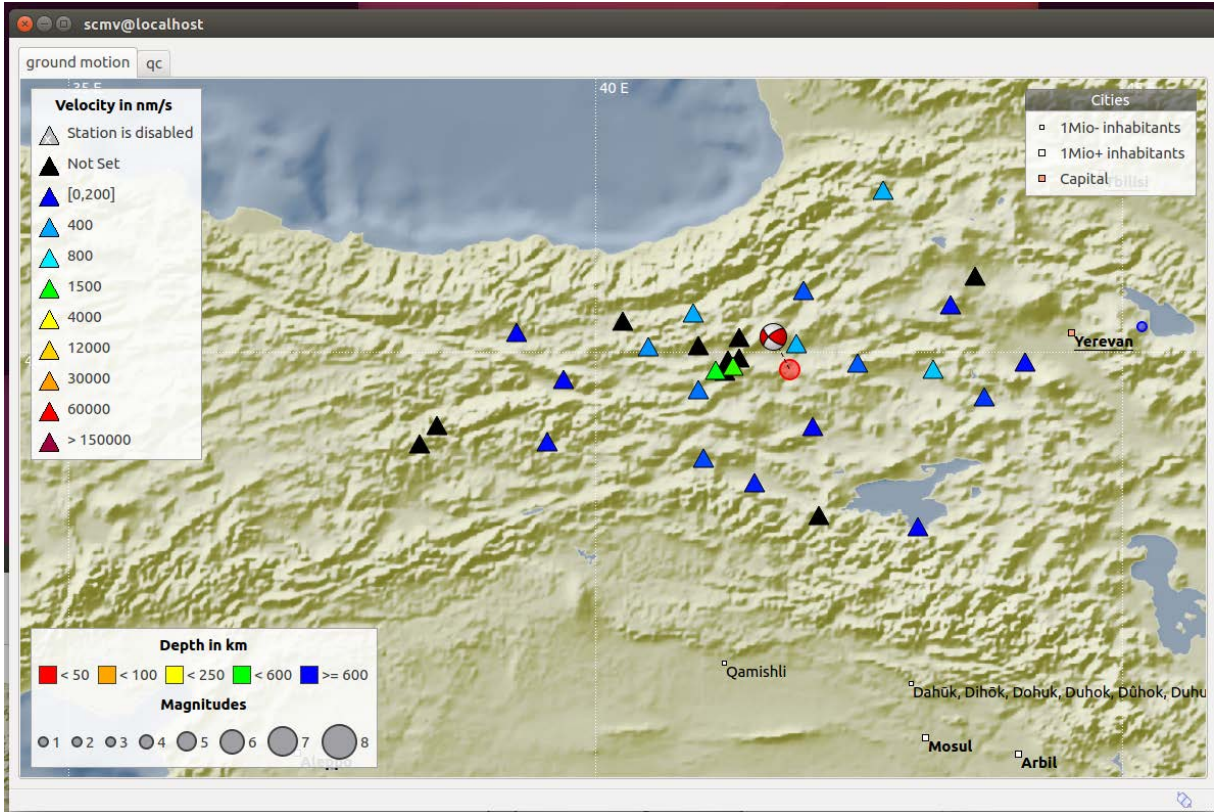
Oluş Tarihi	Oluş Zamanı	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Tür	Büyüklik	Yer
30/10/1983	04:12:29	40.331	42.173	15	Mw	6.6	Şenkaya, Narman, Horasan-Erzurum
20/08/1966	11:59:09	39.420	40.980	14	Ms	6.2	Karlıova-Bingöl
19/08/1966	12:22:11	39.170	41.560	26	Ms	6.9	Varto-Muş
17/08/1949	18:44:20	39.570	40.620	40	Ms	6.7	Tercan-Erzincan
13/09/1924	14:34:14	39.960	41.940	10	Ms	6.8	Köprüköy-Erzurum
28/12/1906	00:00:00	40.500	42.000	30	Ms	6.0	Oltu-Erzurum
28/04/1903	23:46:00	39.100	42.500	30	Ms	6.3	Malazgirt-Muş
08/11/1901	10:18:00	40.030	41.530	10	Ms	6.1	Pasinler-Erzurum

“Erzurum ve çevresinin tektoniği sol yönlü doğrultu atımlı Erzurum-Dumlu Fay Zonu (EDFZ), sol yanal atımlı ters faylardan oluşan Palandöken Fay Zonu (PFZ), Başköy-Kandilli Fay Zonu (BKFZ) ve sol yönlü doğrultu atımlı fayı Aşkale Fay Zonu (AFZ) tarafından yönetilmektedir (Koçyiğit ve Canoğlu, 2017). Jeolojik açıdan şehrin batısında karasal kırıntılılar, güney batısında andezitler, güneyde Palandöken dağının kapladığı alanda ofiyolitik melanj, kuzey ve kuzeybatıda volkanitler ile çevrilidir” (Ozer vd. 2019).

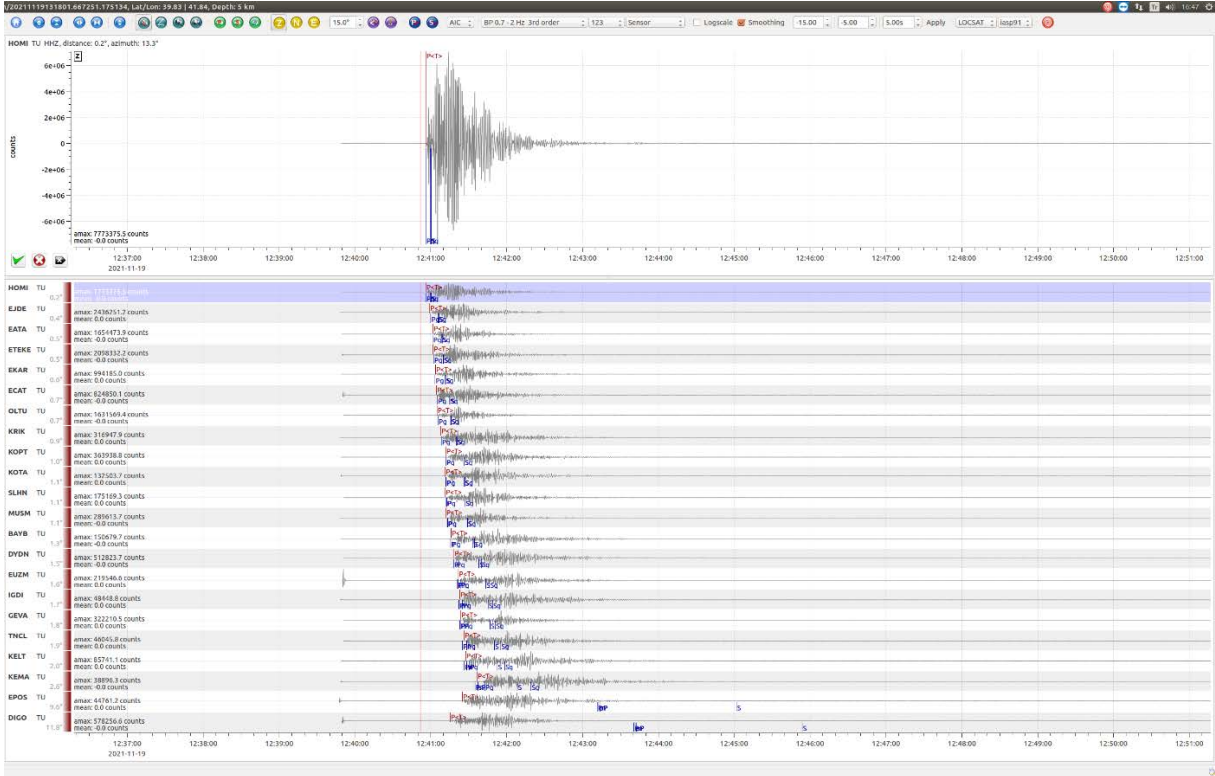


19 Kasım 2021 tarihinde $M_w=5.1$ büyüklüğündeki depremin fay kinematik çözümü ters bileşenli doğrultu atımlı karaktere sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 2). 19 Kasım 2021 tarihinde $M_w=5.1$ büyüklüğündeki ve 22 Kasım 2021 tarihinde $M_w=4.7$ büyüklüğündeki depremleri AFAD ve ATANET istasyonları da kaydetmiştir (Şekil 3 ve 4). 1900-2021 yılları arasında Erzurum ve yakın çevresinde moment magnitudu 4'den büyük 283 deprem meydana gelmiştir (Şekil 5-8).

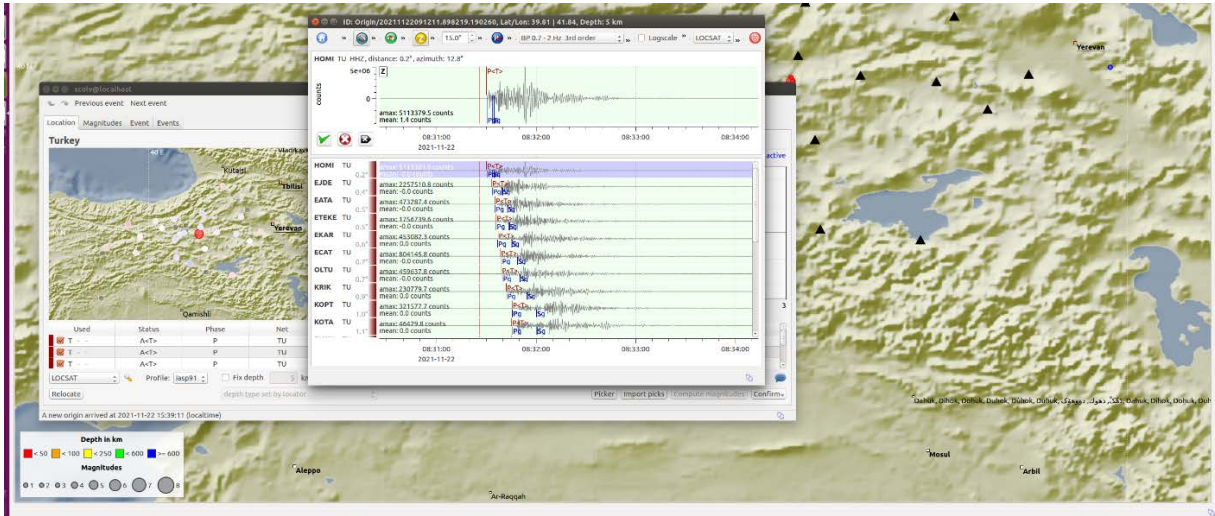
19.11.2021-22.11.2021 tarihleri arasında Köprüköy depremi ana ve artçı şoklarını içeren 55 deprem meydana gelmiştir (22/11/2021 saat 23:51 itibari ile) (Şekil 9-11).



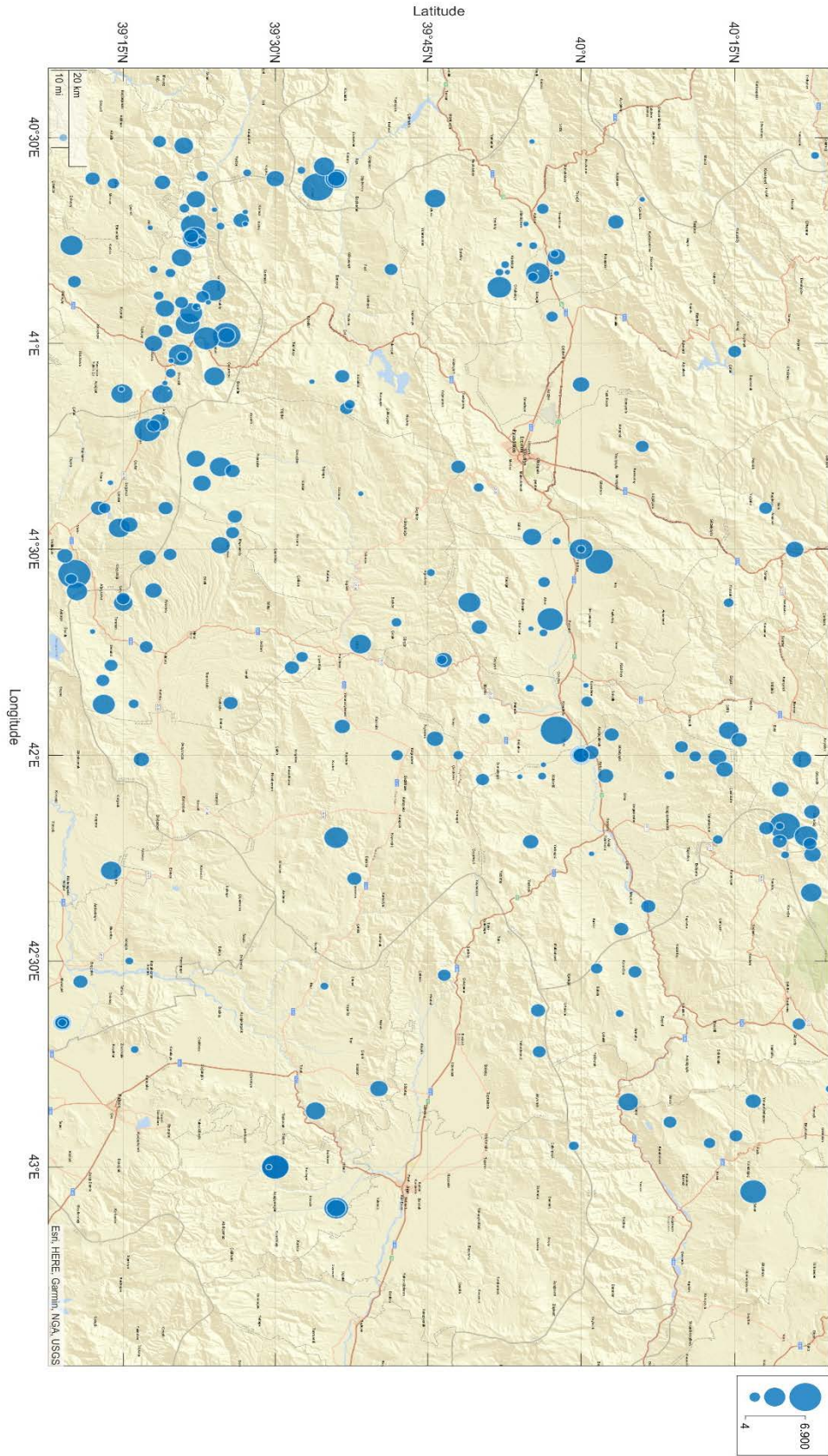
Şekil 2: ATA-DAM ve AFAD İstasyonları tarafından kaydedilen Köprüköy ($M_w 5.1$) depreminin Seiscomp3 algoritması ile otomatik lokasyon çözümü. Odak mekanizma çözümü AFAD'dan alınmıştır.



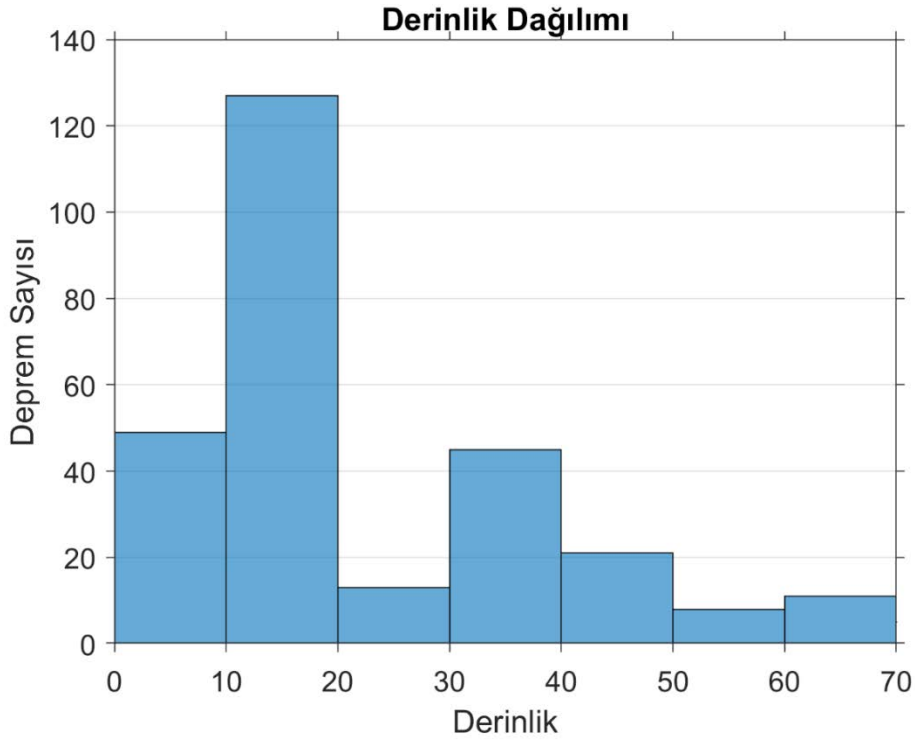
Şekil 3: ATA-DAM ve AFAD İstasyonları tarafından kaydedilen KöprükÖy (Mw 5.1) depreminin Seiscomp3 algoritması ile otomatik lokasyon çözümü.



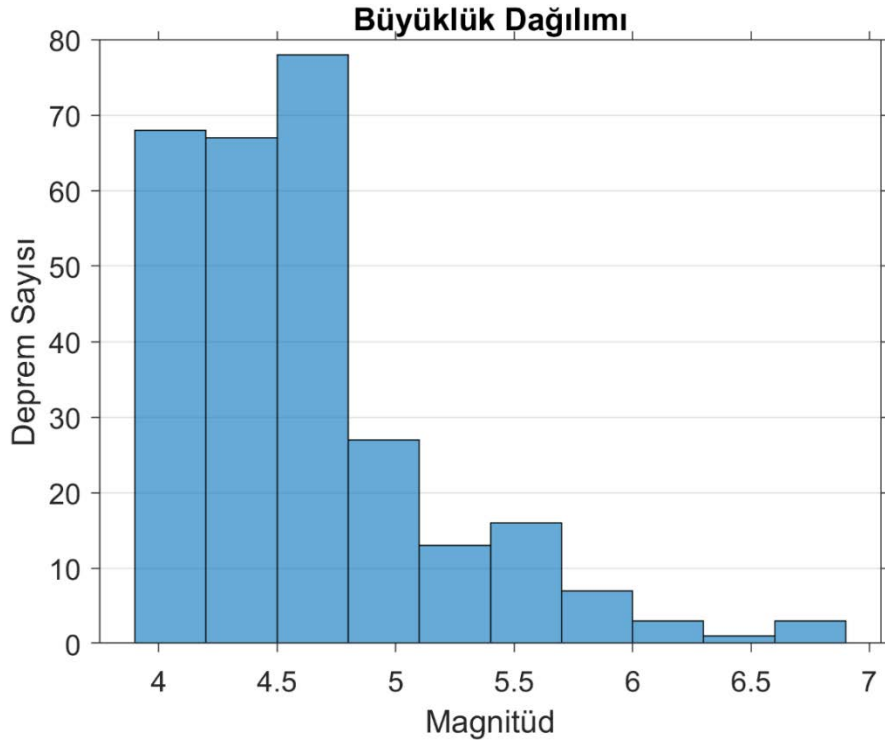
Şekil 4: ATA-DAM ve AFAD İstasyonları tarafından kaydedilen KöprükÖy (Mw 4.7) depreminin Seiscomp3 algoritması ile otomatik lokasyon çözümü.



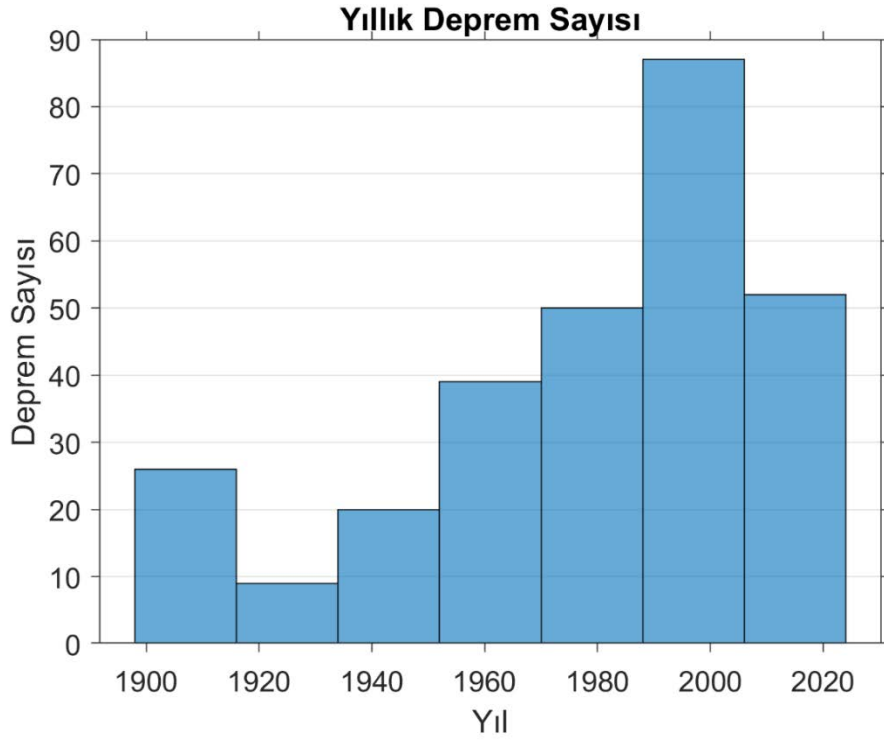
Şekil 5: Anaşok ve yakın çevresinde 1900-2021 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ episantır dağılımı (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır).



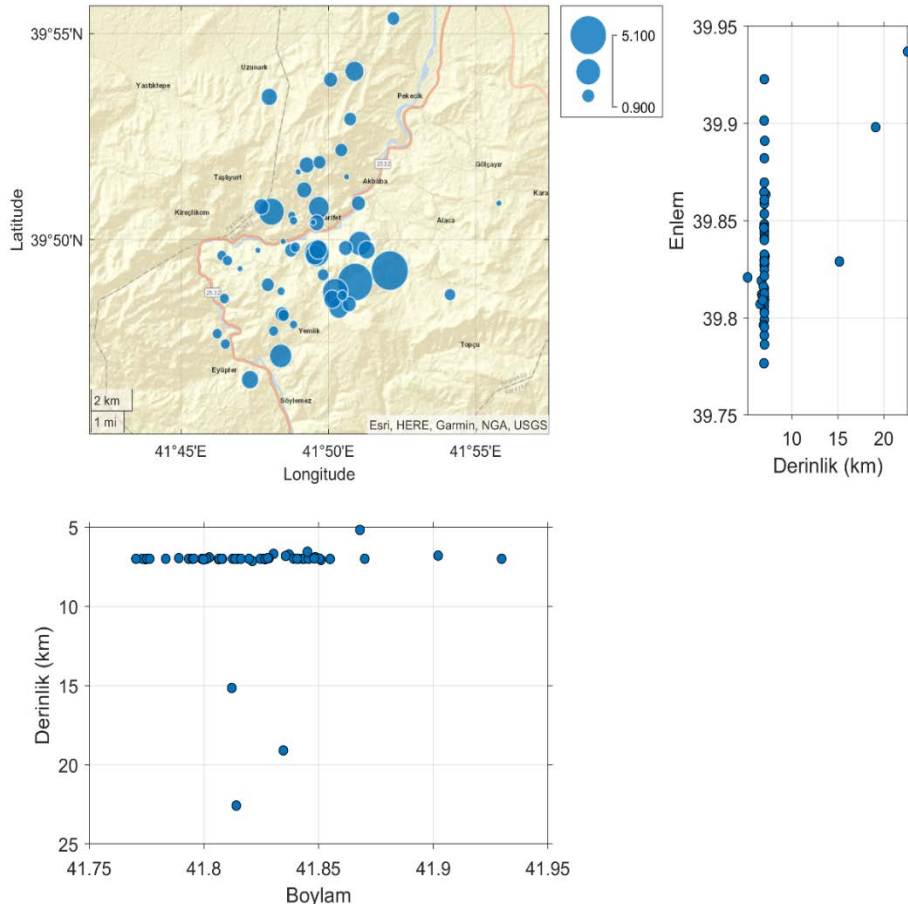
Şekil 6: Anaşok ve yakın çevresinde 1900-2020 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ **derinlik-deprem sayısı** grafiği (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



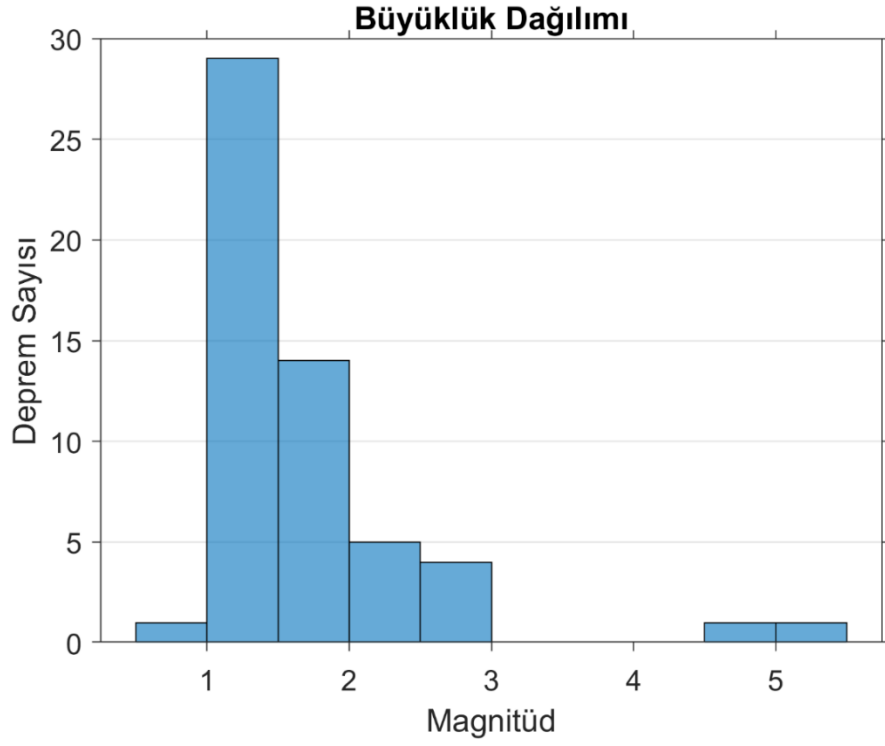
Şekil 7: Anaşok ve yakın çevresinde 1900-2020 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ **magnitüd-deprem sayısı** grafiği (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



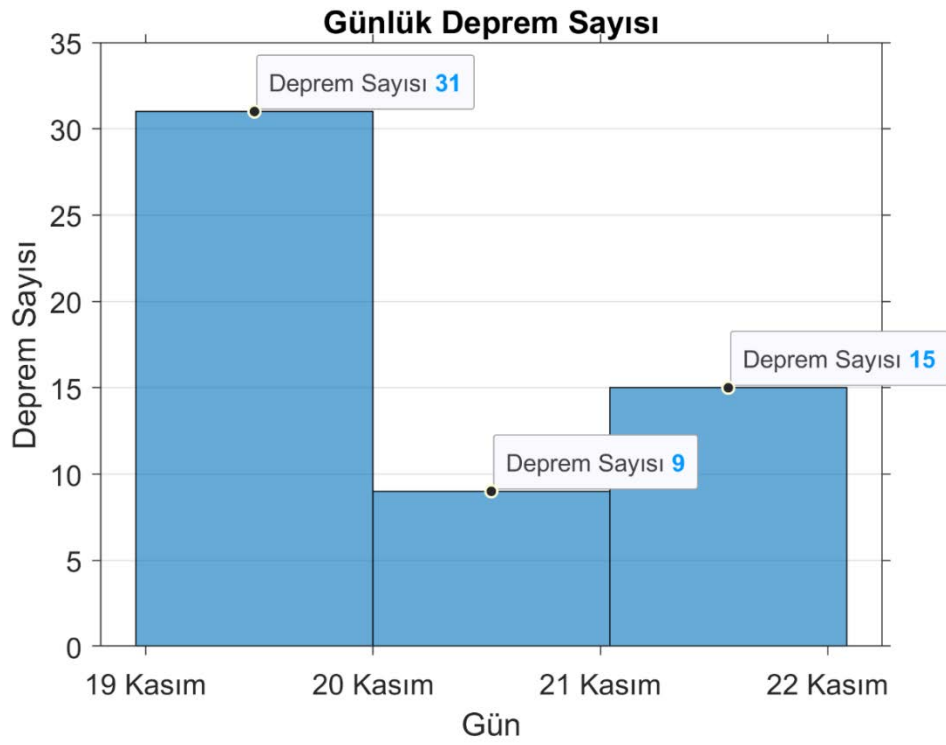
Şekil 8: Anaşok ve yakın çevresinde 1900-2020 yılları arasında meydana gelen $M_w \geq 4.0$ yıl-deprem sayısı grafiği (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



Şekil 9. 19.11.2021-23.11.2021 tarihleri arasında meydana gelen depremlerin episantr ve derinlik dağılımı (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



Şekil 10. 19.11.2021-23.11.2021 tarihleri arasında meydana gelen depremlerin magnitüd-deprem sayısı grafiği (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



Şekil 11. 19.11.2021-23.11.2021 tarihleri arasında meydana gelen depremlerin dağılımı (Deprem verileri AFAD'dan alınmıştır.)



Erzurum ili Köprüköy ilçesi Topçu köyünde hasar diğer yerleşim yerlerine nazaran daha fazladır (URL, 2021) (Şekil 12). AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre Erzurum ili Köprüköy ilçesi Topçu köyü merkezi için 475 yıllık geri dönüş periyodu için beklenen en büyük ivme değeri $\sim 0.46g$ ' dir (AFAD, 2019). Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi Topçu köyünün (Şekil 13) ve bazı yerleşim yerlerinin (Şekil 14) zemin özelliklerini incelemek amacıyla mikrotremor ölçümleri gerçekleştirmiştir. Erzurum ili Köprüköy ilçesi Topçu Köyünde yürütülen Mikrotremor değerlendirmeleri iki etkin pik olduğunu göstermektedir. ~ 3.5 Hz de ~ 5.2 büyütme faktörü gözlenirken ~ 1.1 Hz' de ~ 4.8 büyütme faktörü hesaplanmıştır (Şekil 15).

Topçu köyünde gözlemlenen yapısal hasarlara ait örnekler Şekil 16-18 arasında sunulmaktadır. Genel olarak hasar gören yapıların herhangi bir mühendislik hizmeti almadığı gözlenmektedir.



Şekil 12. Topçu Köyünün genel görünümü



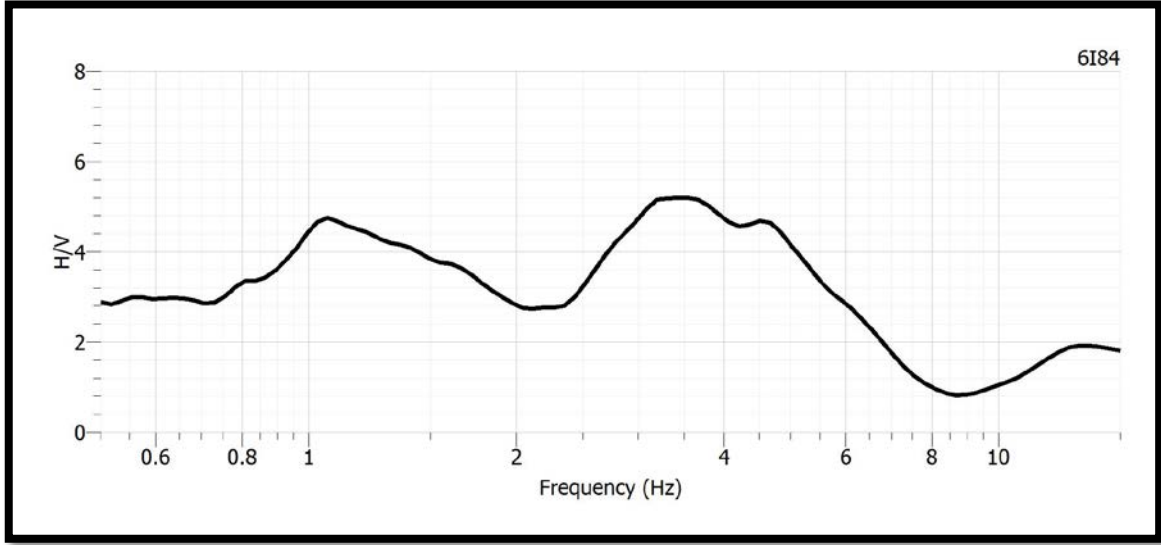
Şekil 13. Topçu Köyünde yapılan Mikrotremor ölçümleri



Atatürk
Üniversitesi



Şekil 14. Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi ekiplerinin mikrotremor ölçümleri



Şekil 15: Topçu Köyü- Köprüköy'de yürütülen mikrotremor çalışmaları



Şekil 16. Topçu Köyünde hasar gözlemlenmiş bir yapı



Şekil 17. Topçu Köyünde hasar gözlemlenmiş bir yapı



Şekil 18. Topçu Köyünde hasar gözlemlenmiş bir yapı



Atatürk Üniversitesi

Doğu Anadolu Bölgesinde geniş bir alanda hissedilen depremden sonra, hasar görmüş ve yeterli mühendislik hizmeti almamış yapılara girilmemesi önem arz etmektedir. Vatandaşlarımızın depreme dayanıklı binalarda oturmaları konusunda hassas davranmaları deprem karşısındaki en önemli tedbirleri olacaktır. Vatandaşlarımızın Vallilik ve AFAD tarafından yapılan bilgilendirmelere riayet etmeleri önemlidir.

Kamuoyuna saygıyla duyurulur.

TEŞEKKÜR

Deprem Araştırma Merkezine lojistik destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Rektörlüğüne ve deprem lokasyon bilgilerini ve verileri internet üzerinden sağlayan AFAD Deprem Dairesi Başkanlığına teşekkür ederiz. Fay bilgileri MTA çizim editöründen sayısallaştırılmıştır (MTA, 2013; Emre vd. 2018). Bazı şekiller GMT (Wessel vd. 2013) algoritması kullanılarak hazırlanmıştır. Veri transferi ve analizlerinde SeisComp yazılımından (<https://www.seiscomp3.org/>) yararlanılmıştır. Saha çalışmalarına destek veren Recep Bayram'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

AFAD, 2018. 30 Ekim 1983 Şenkaya/Erzurum-Sarıkamış/Kars depremi. Available: <https://depem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=40> (Erişim Tarihi: 23 Kasım, 2021).

AFAD, 2019. Türkiye Deprem Tehlike Haritası, 01.01.2019, Ankara <https://depem.afad.gov.tr/depem-tehlike-haritasi>. (Erişim Tarihi: 23 Kasım, 2021).

AFAD, 2021. 19 Kasım 2021 Köprüköy (Erzurum) Depremi Mw 5.1 Ön Değerlendirme Raporu, Ankara <https://depem.afad.gov.tr/depemdokumanlari/2077>. (Erişim Tarihi: 23 Kasım, 2021).

Barka A (1992) The North Anatolian fault zone. *Ann Tectonicae* 6:164–195.

Duman T.Y., Emre Ö., 2013. The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics, Geological Society London, Special Publications, 372, 495-529.

Emre O, Duman TY, Ozalp S, Saroglu F, Olgun S, Elmaci H, Can T (2018) Active fault database of Turkey. *Bull Earthq Eng* 16:3229–3275.

Hubert-Ferrari A, Armijo R, King G, et al (2002) Morphology, displacement, and slip rates along the North Anatolian Fault, Turkey. *J Geophys Res* 107:2235. <https://doi.org/10.1029/2001JB000393>.



Koçyiğit, A. (1985). Karayazı fayı. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 67-72.

Koçyiğit, A. ve Canoğlu, M.C. (2017). Neotectonics and Seismicity of Erzurum Pull-apart Basin, East Turkey, Russian Geology and Geophysics, 58, 99-122.

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.

Ozer, C., Kocadagistan, M. E., & Perk, S. (2019). Earthquake monitoring network of Erzurum: ATANET. International Journal of Scientific and Technological Research, 5(8), 35-47.

Seyitoğlu G, Esat K, Kaypak B, et al (2019) Internal Deformation of Turkish-Iranian Plateau in the Hinterland of Bitlis-Zagros Suture Zone. In: Saein A (ed) developments in Structural Geology and Tectonics Volume 3. pp 161–244.

Şaroglu F., Emre O., Kuşçu I., 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey, *Annales Tectonicae* 99–125 (Special Issue-Supplement to Volume VI).

Şengör A, 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, Christie-Blick N (eds) Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, OK, pp 227–264.

URL-2021. <https://www.mynet.com/depreme-disarida-yakalandi-evde-olsaydim-hayatimi-kaybedebilirdim-110106881332> (Erişim Tarihi: 23 Kasım, 2021).

Wessel, P., Smith, W. H. F., Scharroo, R., Luis, J. F., Wobbe, F. (2013). Generic Mapping Tools: Improved version released. EOS, Transactions American Geophysical Union, 94, 409-410.