

30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam Depremi Sonrası İzmir ve Çevresinde Postsismik Deformasyonların İzlenmesi

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 05.04.2024

Kabul/Accepted: 20.08.2024

Yayımlandı/Published: xx.xx.xxxx

Monitoring Postseismic Deformations in Izmir and Its Surroundings After the 30 October 2020 Mw:6.9 Samos Earthquake

Halil İbrahim SOLAK^{1,2*}, İbrahim TIRYAKIOĞLU^{2,3}, Sefa YALVAÇ⁴, Cemal Özer YİĞİT⁵, Bahadır AKTUĞ⁶, Haluk ÖZENER⁷, Ergin DÖNMEZ⁸, Ertuğrul DEMİRELLİ³, Eda Esmâ EYÜBAGİL³, Ece Bengünaz ÇAKANŞİMŞEK³, Cemil GEZGİN⁹, Furkan ŞAHİNER³

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye

³ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

⁴ Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

⁵ Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

⁶ Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

⁷ Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

⁸ Pamukkale Üniversitesi, Çivril Atasay Kamer Meslek Yüksekokulu, Emlak Yönetimi Bölümü, Denizli, Türkiye

⁹ Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

Öz

30 Ekim 2020 tarihinde Sisam adası kuzeyinde Mw:6.9 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu deprem İzmir şehir merkezinde ve bazı ilçelerinde can ve mal kayıplarına yol açmıştır. Deprem sonrası İzmir ve güneyinde yapılan çalışmalar, en büyüğü Seferihisar'da olmak üzere İzmir ve güneyinde 4-14 cm arasında değişen miktarlarda yatay atım meydana geldiğini göstermiştir. İzmir ve güneyinde ise Mw:6.1-6.9 arasında depreme kaynaklık edebilecek diri faylar yer almaktadır. Meydana gelen bir depremin civardaki fayların neden olabileceği depremleri etkileyebilmesi nedeniyle bu bölgede postsismik deformasyonun takip edilmesi amacıyla 27 noktalık bir GNSS ağı kurulmuştur. Bu ağda 2020-2022 arasında 6 aylık periyotlar halinde 4 kampanya GNSS ölçümü gerçekleştirilmiştir. GNSS verileri kullanılarak tüm noktaların Avrasya sabit hızları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ağdaki noktaların hem deprem sonrasında kendi aralarındaki hem de deprem öncesi hızlarla aralarındaki farkların 6 mm'ye ulaştığını, buna bağlı olarak bölgede postsismik etkinin devam ettiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sisam Depremi; GNSS; Postsismik Deformasyon; Tektonik

Abstract

A devastating (Mw: 6.9) earthquake occurred in the north of Samos island on October 30, 2020. This earthquake caused loss of life and property in Izmir city center and some districts. After the earthquake, studies conducted in Izmir and its south showed that there was a horizontal displacement of 4-14 cm in Izmir and its south, the largest of which was in Seferihisar. In this region, there are many active faults with the potential to produce earthquakes between Mw:6.1 and Mw:6.9. A 27-site GNSS network has been established to monitor the postseismic deformation in this region since an earthquake can affect the earthquakes that may be caused by other surrounding faults. 4 GNSS campaign measurements were conducted over 6-month periods between 2020 and 2022 in this network. Eurasian fixed velocities of all sites were obtained using GNSS data. The results obtained show that the differences between both the current velocities and the pre-earthquake velocities in the network have reached 6 mm, and accordingly, the postseismic deformation continues in the region.

Keywords: Samos Earthquake; GNSS; Postseismic Deformation; Tectonic

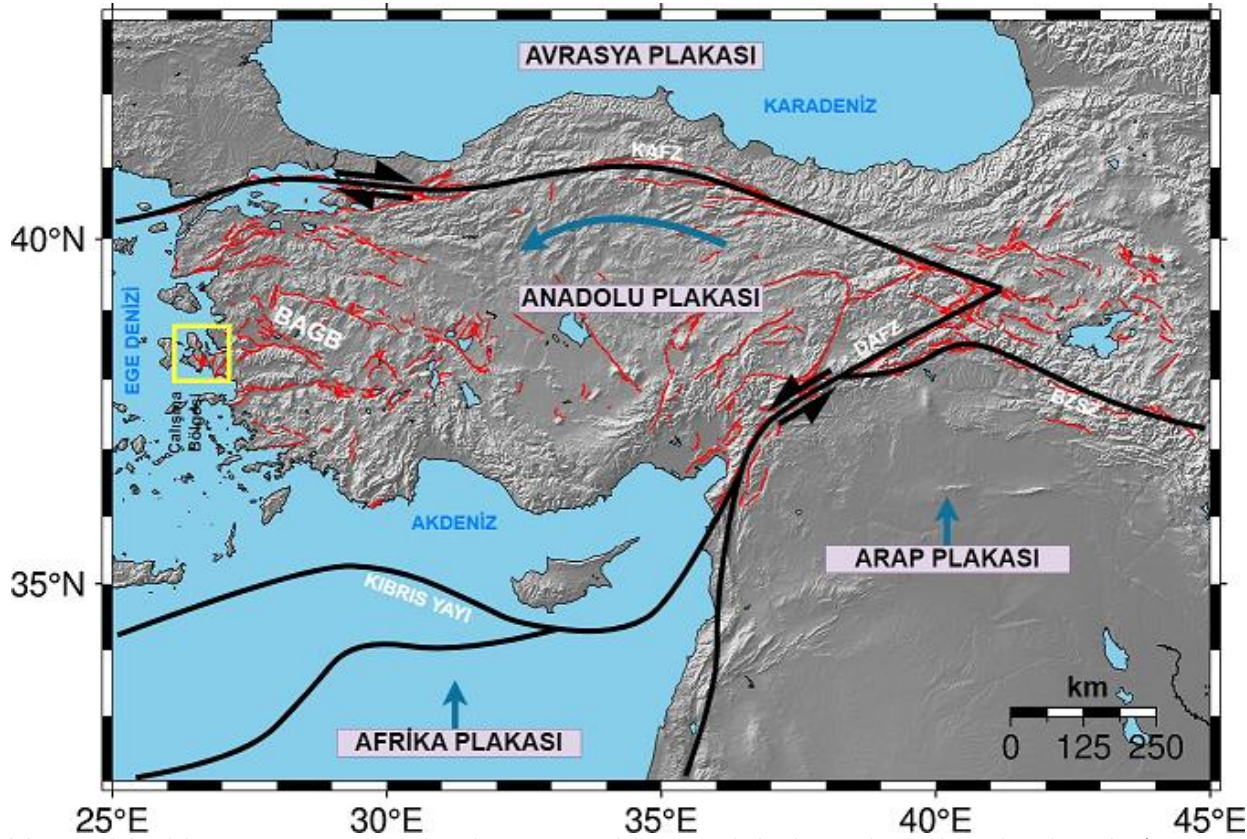
1. Giriş

Anadolu Plakası, Afrika ve Arap Levhalarının Avrasya Levhasına dönük hareketlerinin bir sonucu olarak saat yönünün tersi yönünde hareket etmekte ve "Helen Yayı" boyunca Afrika Plakasına doğru kıvrılmaktadır. Bu durum bu bölgede bir dalma-batma zonu meydana getirerek Anadolu Plakasının batısında (Batı Anadolu Genişleme Bölgesi (BAGB)) sırasıyla düşük açılı ve yüksek açılı normal faylarla sınırlanan üst sıyrılma ve rift havzalarının oluşumuna neden olmuştur (Dewey and Şengör 1979,

Şengör et. al. 1985, Seyitoğlu and Scott 1991, Emre and Sözbilir 1997, Koçyiğit et. al. 1999, Sözbilir 2001, Lips et al. 2001, Bozkurt 2001, 2003, Bozkurt and Sözbilir 2004, Özkaymak and Sözbilir 2008, Özkaymak et. al. 2013, Tepe et. al. 2021). Batı Anadolu'nun tektonik aktivitesi, Arap ve Avrasya levhalarının çarpışmasıyla Anadolu levhasında ortaya çıkan jeodinamik süreçlerle karakterize edilir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2011 yılında yayımlanan diri fay haritası BAGB'de yıkıcı deprem üretebilecek çok sayıda aktif fay

olduğunu göstermektedir (Emre et al. 2018, Şekil 1). Bu özelliği ile BAGB hem tarihsel hem de aletsel dönemdeki deprem aktivitesinden dolayı çeşitli disiplinlerden birçok araştırmacının çalışmasına konu olmuştur (McKenzie 1972, McKenzie 1978, Dewey and Şengör 1979, Le Pichon and Angelier 1979, Şengör 1980, Şengör and Şaroğlu 1985, Seyitoğlu and Scott, 1991, Taymaz et. al. 1991, Reilinger et. al. 1997, McClusky et. al. 2000, Bozkurt 2001, Pavlides and Caputo 2004, Caputo and Helly 2005, Çırmık et. al. 2017, Eyübagil vd. 2021, Aktuğ et. al. 2021, Öncü et. al. 2024, Özarpacı 2024).

Anadolu levhasının sağ yanal Kuzey Anadolu (KAFZ) ve sol yanal Doğu Anadolu (DAFZ) fay zonları boyunca batıya kaçışı, batı Yunanistan'da meydana gelen kıtasal kalınlaşma tarafından engellenmesiyle Batı Anadolu'da hem aletsel hem de tarihsel dönem boyunca çok sayıda deprem meydana gelmiştir (Şekil 4). Bu çalışma kapsamında İzmir-Karaburun-Menderes üçgeninde yer alan bölgenin depremselliği ve 30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam depremi sonrası postsismik dönemdeki hareketleri incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Anadolu Plakası ve çevresinin neotektonik yapı içerisindeki yeri ve bölgede yer alan başlıca tektonik yapıları (KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BZSZ: Bitlis Zagros Sütür Zonu, BAGB: Batı Anadolu Genişleme Bölgesi, Sarı çerçeveli alan: Çalışma Bölgesi, Kırmızı çizgiler: Diri faylar) (Özkaymak et. al. 2015'ten derlenmiştir.)

2. Çalışma Bölgesinin Jeolojik Yapısı ve Depremselliği

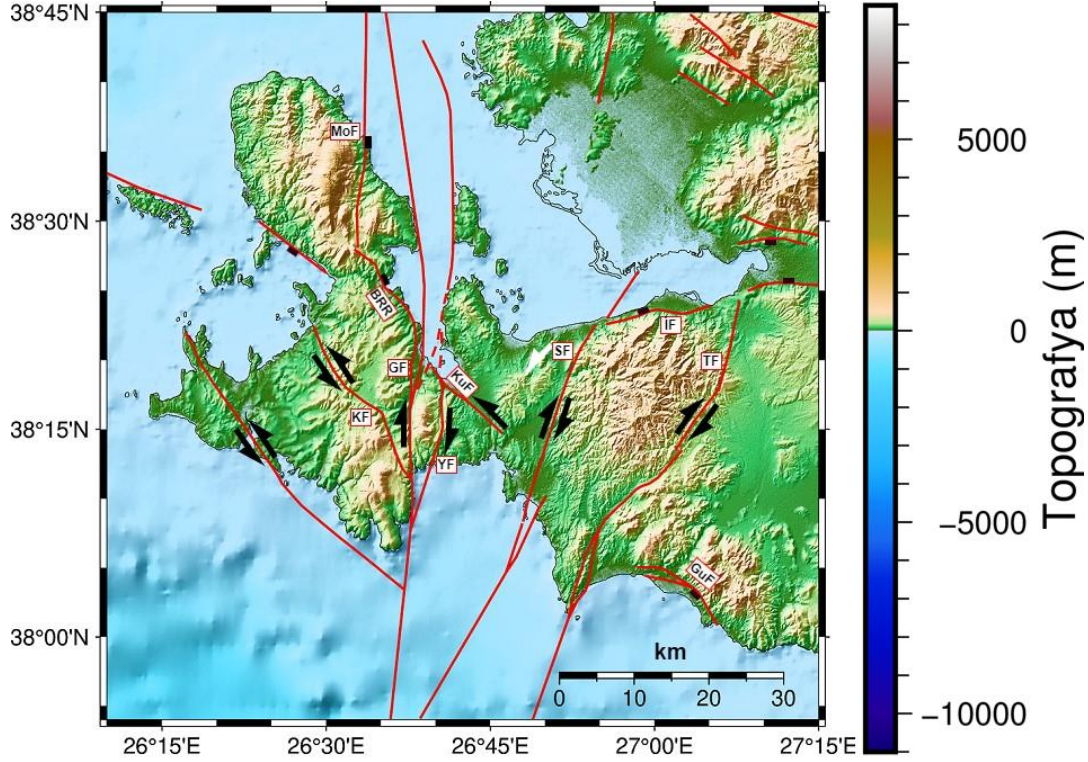
2.1 Jeolojik Yapı

İzmir bölgesi yoğun sismik aktivite ile karakterizedir. İzmir ve yakın çevresinde uzunlukları 12 ile 70 km arasında değişen faylar K-G, KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultulu olup bunların önemli çoğunluğu Emre vd. (2011, 2018)'e göre aktif (diri) fay olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2, Çizelge 1). Bunlardan İzmir Fayı pür eğim atımlı kinematığe sahipken diğerleri doğrultu atımlı veya eğim atımlı normal faylardır. (Emre vd., 2005, 2018). Odak mekanizma çözümleri doğrultu atımlı fay niteliğinde olan 6 Kasım 1992 Doğanbey (Mw=6.0), 10 Nisan 2003 Seferihisar (Mw=5.7) ve 17-21 Ekim 2005 Sığacık (Mw=5.7, Mw=5.7 ve Mw=5.2) depremleri bölgedeki bazı fayların günümüzde diri

olduğunu göstermektedir (Sözbilir vd. 2005). Bölgede gerçekleştirilen jeolojik ve sismolojik çalışmalar bölgenin doğrultu atımlı ve eğim/oblik atımlı normal faylanma olmak üzere iki tip aktif fay sistemi ile deforme edildiğini göstermektedir (Çizelge 1). Bu iki tip faylanma mekanizmasının ilki tipik olarak KD-GB uzanımlı sağ yönlü ve KB-GD uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar, diğeri ise genel olarak D-B uzanımlı eğim/oblik atımlı normal faylardır. Bu aktif yapılar beraber çalışırlar ve hem tarihsel hem de aletsel dönemde bölgede meydana gelen birçok büyük depreme kaynaklık etmişlerdir (Taymaz et. al. 1991, Emre vd. 2005, Akyol et. al. 2006, Zhu et. al. 2006, Aktar et. al. 2007, Tan et. al. 2008, Sözbilir vd. 2008, 2009, Özkaymak et. al. 2011, Uzel et. al. 2012, Tepe et. al. 2021).

Fayların ortaya çıkarabileceği depremlerin maksimum büyüklüklerinin tahmin edilebilmesi için literatürde büyüklük, yırtılma uzunluğu, yırtılma genişliği, kırılma alanı ve yüzey yer değiştirme arasındaki ampirik ilişkilere dayanan bağıntılar yer almaktadır. Büyüklük tahmini için en sık kullanılan ise yırtılma uzunluğudur (yüzey kırığı) (Wells and Coppersmith 1994). Emre et. al. (2018), İzmir ve güneyince yer alan fayların kaynaklık edebilecekleri

maksimum deprem büyüklüklerini Wells and Coppersmith (1994) tarafından tanımlanan modeli (maksimum büyüklük ve yüzey kırığı uzunluğu arasındaki ilişki) kullanarak hesaplamıştır (Çizelge 1). Buna göre bölgede çalışma bölgesinde bulunan faylar Mw:6.1-6.9 arasında değişen büyüklüklerde depremlere kaynaklık etme potansiyeline sahiptir.



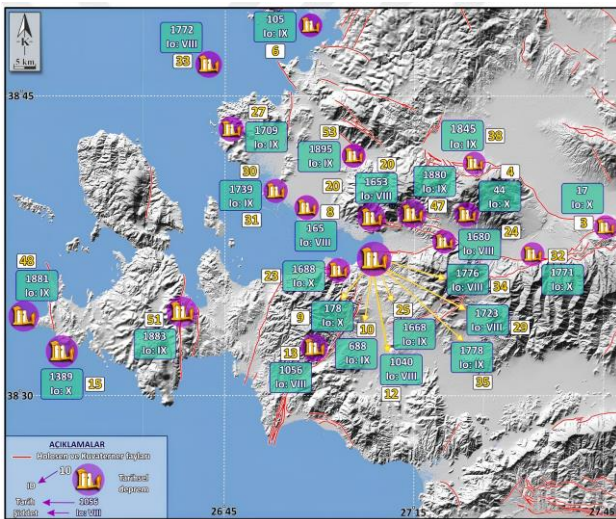
Şekil 2. Çalışma bölgesinde yer alan diri faylar (İF: İzmir Fayı, SF: Seferihisar Fayı, KuF: Kuşçular Fayı, YF: Yağcılar Fayı, GF: Gülbahçe Fayı, KF: Kenelidağ Fayı, AF: Alaçatı Fayı, MoF: Mordoğan (Karaburun) Fayı) (Bozkurt 2001, Ocakoğlu vd. 2005, Emre vd. 2011)

Çizelge 1. Çalışma bölgesinde bulunan faylar ve meydana getirebilecekleri depremlere ait maksimum büyüklükler (Duman vd. 2017, Emre et. al. 2018,)

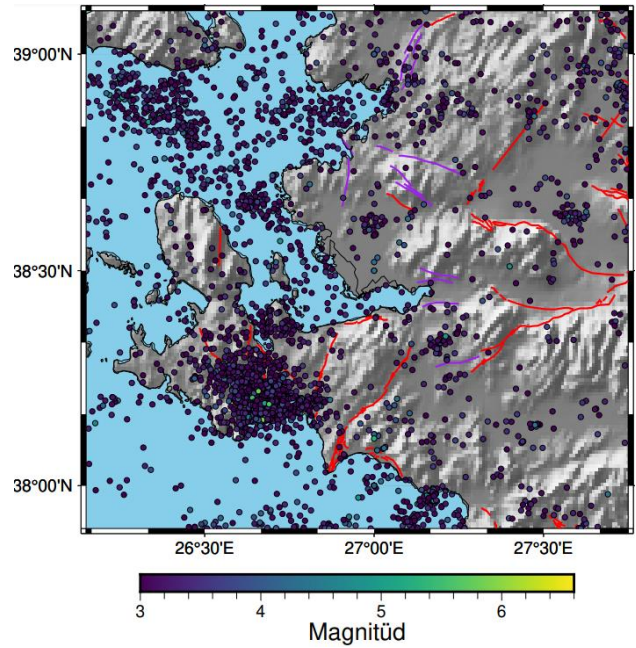
Fay/Segment	Fay Adı		Fay uzunluğu (km)	Eğim Açısı (°)		Max. Deprem Büyüklüğü
	Türü	Yaş		Min.	Max.	
Yenifoça F.	Normal	K	14	87	90	6.4
	Normal	K	15	87	90	6.4
Mordoğan F.	Normal	K		65	70	6.3
	Sağ Yanal	H	21	87	90	6.6
Gülbahçe F.Z.	Sağ Yanal	H	24	87	90	6.7
	Sağ Yanal	H	24	87	90	6.7
Yağcılar F.	Sağ Yanal	YK	12	87	90	6.4
Seferihisar F.	Sağ Yanal	H	25	87	90	6.7
Güzelhisar F.	Sağ Yanal	K	24	0	90	6.7
Menemen F.Z.	Normal	H	11	65	70	6.2
	Normal	H	19	65	70	6.6
İzmir F.	Normal	H	19	65	70	6.6
	Normal	H	19	65	70	6.6
Tuzla F.	Sağ Yanal	H	24	87	90	6.7
	Sağ Yanal	H	16	87	90	6.5
Gümüldür F.	Normal	H	14	55	65	6.4
Dağkızılca F.	Sağ Yanal	H	27	87	90	6.8

2.2 Depremsellik

M.Ö. 3. binyılda İzmir Körfezi'nin kuzeydoğusunda Bayraklı-Tepekule bölgesinde kurulan İzmir kent yerleşimi (antik adı Smyrna), İzmir iç körfezinin güneyinde yer alan ovaya taşınmıştır (Baykara 1974, Akurgal, 1997; Döğe 2006). Bu alan aynı zamanda İzmir Fayı'nın da geçtiği yerdir ve morfolojik olarak öne çıkmaktadır. Tarihi kayıtlar, Batı Anadolu'nun en güçlü depremlerinden biri olan M.S.17 depreminin birçok şehirle birlikte İzmir'de etkilediğini gösterse de doğrudan İzmir şehrine atfedilen ilk kayıt, İmparator Claudius döneminde gerçekleşmiştir (M.S. 41-54) (Cadoux 1938; Döğe 2006). Bu olaydan sonraki kayıt, İzmir tarihinin en büyük sismik afetlerinden biri olarak bilinen M.S. 178 depremdir (Bonito, 1691; von Hoff 1840, Mallet and Mallet 1858, Schmidt 1881; Cadoux 1938, Calvi 1941, Lahn and Pınar 1952, Guidoboni et. al. 1994, Ambraseys and Finkel 1995, Papazachos and Papazachou 1989; Ambraseys 2009). 6. yüzyılda İzmir'de yıkıma neden olan bir depreme ait arkeolojik buluntuların varlığından bahseden bazı kaynaklar vardır (M.S. 551) (Döğe 2006, Ersoy et. al. 2012). Ancak bahsi geçen depremle ilgili net bir kayıt bulunmamakla birlikte, kayıtlara göre 7. yüzyıldan 11. yüzyıla kadar İzmir ve çevresinde sismik bir faaliyet yaşanmamıştır. Sonraki her yüzyılda en az bir yıkıcı deprem kaydı vardır. Kayıtlara göre 10 Temmuz 1688 depremi İzmir'de büyük yıkıma neden olan bir diğer güçlü depremdir. Tarihi kayıtlar, MS 688, 1025, 1040, 1056, 1654, 1668, 1680, 1739, 1778 ve 1880 yıllarında meydana gelen depremlerin özellikle İzmir şehrini etkilediğini göstermektedir (Şekil 3, Çizelge 2). Bu depremlerin sismik kaynaklarının, İzmir kent yerleşiminin içinden veya yakınından geçen İzmir Fayı, Tuzla Fayı, Seferihisar Fayı, Gülbahçe Fayı ve Yağcılar Fayı gibi başlıca aktif yapılar olması muhtemeldir (Tepe et. al. 2021).



Şekil 3. İzmir ve yakın çevresinde meydana gelen yıkıcı tarihsel depremleri (Io ≥ VIII) gösteren harita (Tepe et. al. 2022)



Şekil 4. İzmir ve yakın çevresinde meydana gelen M≥3 aletsel dönem depremleri (int. Kyn. 1)

Çizelge 2. Çalışma bölgesinde yer alan Urla ve çevresinde tarihsel dönem boyunca I ≥ 6 olan depremler (Geçkin 2021)

Zaman	Enlem/ Boylam	Yer	Şiddet
M.Ö. 494	38.40°N/26.20°E	Sakız Adası	VII
M.Ö. 496	38.36°N / 26.13°E		
178	38.60°N / 26.65°E	İzmir ve Ege Adaları	X
190	38.66°-26.75°	Foça	IV
688	38.40°-26.75°	Foça	VI
1040	38.40°-27.18°	İzmir ve Çeşme	IX
20 Mart 1389	38.16°N/26.31°E	Sakız Adası Gülbahçe Fay Zonu	VIII-IX
1396	38.37°N / 26.13°E	Sakız Adası	VII
1700	38.67°N / 26.76°E	Foça	VI
3 Temmuz 1709		Foça	X
1738 / 26.30°E	Sakız Adası	VI
24 Kasım 1772	_38.80°N/26.10°E	Foça	VIII
11 Kasım 1865	38.37°N / 26.13°E	Sakız Adası	VI
11 Ekim 1865	_37.77N/2697E	Sisam Adası	VIII
31 Ağustos 1875	38.78°N / 26.70°E	Sisam Adası	VIII
01 Kasım 1875	38 59x / 26.40°E	Karaburun, Mordoğan	VIII
05 Kasım 1875	38.56°N/26.57°E	Karaburun	VIII
3 Nisan 1881	38.25°N /		
15 Ekim 1883	38.30°N / 26.43°E	Çeşme Yarımadası	IX-X
Şubat 1884	38.40°N / 27.00°E	Urla, İzmir	VII
Ocak 1887	38.00°N/ 28.00°E	Urla, İzmir	VIII
Haziran 1893	38.31°N/26.30°E	İzmir ve Çeşme	VIII

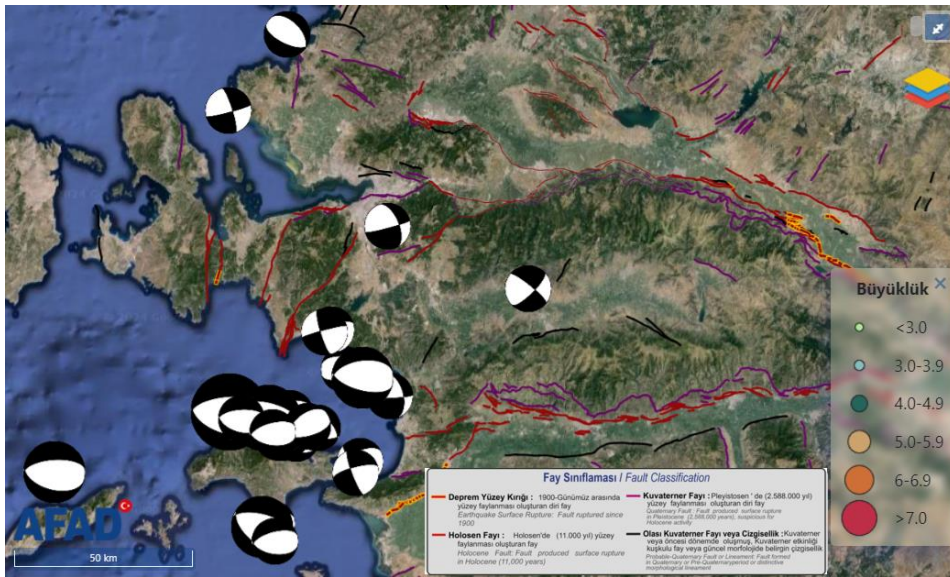
AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı) Deprem Kataloğuna göre aletsel dönemde İzmir ve yakın çevresinde 18 binden fazla deprem meydana gelmiştir (int. Kyn. 1.). Bunlardan 1400'den fazlası M≥3'tür. 6 Kasım 1992 Doğanbey (Mw:6.0), 10 Nisan 2003 Seferihisar (Mw:5.7) ve 17-21 Ekim 2005 Sığacık (Mw:5.7, Mw:5.7 ve Mw:5.2) ve 30

Ekim 2020 Mw:6.6 Sisam depremi (KRDAE'ye göre (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü) Mw: 6.9) yıkıcı etkiye sahip olmuştur (İnt. Kyn. 2.).

3. 30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam Depremi

İzmir ve çevresini etkileyen, can ve mal kaybına neden olan son büyük deprem 30 Ekim 2020 tarihinde Sisam adası kuzeyinde (Mw:6.9) meydana gelmiştir (Şekil 5). Bu depreme neden olan fay 30 km uzunluğunda yaklaşık DB uzanımlı ve normal fay yapısına sahiptir. Bu deprem Sisam adasının birkaç km kuzeyinde olmasına rağmen deprem merkez üssüne ~75 km uzaklıktaki İzmir'de daha çok hasar meydana gelmiştir (Papadimitriou et. al. 2020, İnt. Kyn. 3). Bu depremin büyüklüğü KRDAE'ye göre (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü) Mw: 6.9, derinlik:10 km, GFZ'ye (GeoForschungs Zentrum, Helmholtz-Zentrum Postdam Deutsches) göre Mw: 7.0, derinlik:15 km, AFAD'a göre Mw: 6.6 derinlik:16 km ve OCA'ya (GéoAzur, Université de Nice Sophia-Antipolis, Valbonne, France) göre ise Mw: 7.2 derinlik:10 km'dir (İnt. Kyn. 4, İnt. Kyn. 5). Deprem merkez üssü İzmir iline bağlı

Seferihisar-Teos, Bornova ve Bayraklı ilçeleri sırasıyla yaklaşık 40 km, 65 km ve 70 km uzaklıktadır. Ana şokun ardından büyüklükleri 1.0 ile 5.3 arasında değişen 3000'e yakın artçı deprem kaydedilmiştir (İnt. Kyn.6, İnt. Kyn.7). Meydana gelen ana şok ve artçı deprem verilerine göre, fayın kırıldığı yer tektonik açıdan önemli olan, ~30 km uzunluğundaki yaklaşık D-B uzanımlı normal fay karakterli Kuzey Samos Fayı üzerinde yoğunlaşmış ve oluşan diğer artçı depremler ise Karlovassi Fayı ve Tuzla Fayının deniz içerisindeki uzanımlarının birleşim noktalarına yakın yerde meydana gelmiştir. Deprem sonrasında ise Bornova ve Bayraklı ilçelerinde yer alan metruk yapılarda tamamen çökme, ağır-orta-hafif hasar olarak yapısal hasarların oluştuğu, 115 insanın hayatını kaybettiği ve 1035 insanın yaralandığı belirtilmiştir (DEÜ DUAM 2020). Deprem ardından bölgede gerçekleştirilen jeodezik ve jeofiziksel çalışmalar bölgede biriken gerininin doğuya ve kuzeydoğuya aktarıldığını ortaya koymuştur (İnt. Kyn. 8, Aktuğ et. al. 2021). 30 Ekim Samos depremi sonrasında depremin etkilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli bilim insanları tarafından çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar aşağıda özetlenerek verilmiştir.



Şekil 5. 30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam depremi ve sonrasında meydana gelen depremlere ait odak çözümleri (Boylam: 25.9763-29.0564, Enlem: 37.4547,38.9099) (Sarı-Kırmızı Çizgi: Deprem Yüzey Kırığı, Kırmızı çizgi: Holosen Fayı, Mor Çizgi: Kuvaterner Fayı, Siyah Çizgi: Olası Kuvaterner Fayı veya Çizgisellik) (İnt. Kyn. 6)

Papadimitriou et. al. (2020) tarafından yürütülen çalışmada Samos adasının batısındaki yükselme ve çökmelere dikkat çekilerek depremin kuzeye eğimli normal Samos Fayı üzerinde meydana geldiği ifade edilmektedir. Ana şoktan sonra büyük artçıların belirlenen merkez üssünün doğusunda, küçüklerin ise batısında yoğunlaşmasından yola çıkarak fayın D-B yönünde kırıldığını ve Coulomb stres transfer analizi ile enerjisinin büyük bir bölümünün doğuya aktarıldığını, depremin büyüklüğünün ise M:6.9 olduğu belirtilmiştir.

30 Ekim 2020 Sisam depremi sonrası İzmir ve yakın çevresinde meydana gelen kosmik deformasyonların belirlenmesi amacıyla Aktuğ et. al. (2021) tarafından yürütülen çalışmada İzmir ve çevresini kapsayan ve 62 GNSS noktasından oluşan bir GNSS ağı oluşturulmuştur. Bu ağda yer alan noktalara ait GNSS verilerinden hesaplanan kosmik yer değiştirmelere göre Sisam adasında yatayda ~37 cm'lik atım meydana gelmiştir. Dağıtılmış kayma (distributed slip) modeline göre ise neredeyse tüm kaymanın 12.5 km'lik bir derinlikle sınırlı

2020, Eyübagil 2020, Kavak 2020, Aktuğ et. al. 2021). Bu ağ bölgeyi temsil eden en yoğun ağ olup postsismik deformasyonun geniş bir alanda takip edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu noktalar yoğunluklu olarak ölçü hatalarından kaçınarak konum doğruluğunu arttırmaya yarayan pilye tipi tesise sahip olmakla birlikte kosismik deformasyonların en büyük değerlere ulaştığı İzmir'in Karaburun, Seferihisar, Urla ve Menderes ilçeleri arasında yer alan fayları temsil edecek yoğunluk ve dağılıma sahiptir (Şekil 6). Bu ağda yer alan noktalarda Sisam depremi sonrası kosismik deformasyonu belirlemek için gerçekleştirilmiş 1 kampanya kosismik GNSS ölçüsü de bulunmaktadır (Aktuğ et. al. 2021).

GNSS ağında toplam 27 nokta yer almaktadır (Şekil 6). Bu noktalardan üçü sabit istasyon (CES1, MNTS, IZMI), 24'ü ise kampanya tipi olup 4'ü TUTGA ağına ait noktalardır. Ağda yer alan noktalardan 26'sı deprem öncesi dönemde çalışma ekibindeki araştırmacılar tarafından takip edilen

noktalardan oluşmakta olup bu noktaların 19'unun deprem öncesine ait hızları ve GNSS verileri bulunmaktadır (Solak 2020, Eyübagil 2020, Kavak 2020, Aktuğ et. al. 2021, Solak et. al. 2024).

30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam depremi sonrası postsismik deformasyonun takip edilmesi için 2021 yılı Mayıs-Haziran (2021_1) aylarında 12, 2021 yılı Aralık (2021_2) ayında ise 15 noktada GNSS ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 2022 yılı Nisan (2022_1) ve Eylül (2022_2) aylarında ise TÜBİTAK 121Y259 numaralı proje kapsamında ağda yer alan tüm kampanya tipi noktalarda GNSS ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3). Bu ölçümler pilye tipi tesise sahip noktalarda 1 gün min. 8 saat, kayada bronz tipi tesise sahip noktalarda ise 2 gün tekrarlı günlük min. 8 saat şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ağda yer alan sabit istasyonlara ait veriler ise Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (İnt. Kyn. 10)

Çizelge 3: Post-sismik deformasyon izleme ağında yer alan noktalara ait ölçü bilgileri

Nokta	Kosismik	ÖLÇÜ BİLGİLERİ			
		2021_1	2021_2	2022_1	2022_2
AHMB	+	+	+	+	+
ASKE	+			+	+
CES1			+	+	+
CKOY	+			+	+
CTAL	+		+	+	+
DMRC	+	+	+	+	+
GBHC	+	+	+	+	+
GEMR	+	+		+	+
GORA	+			+	+
HZUR	+		+	+	+
IZMI	+	+	+	+	+
KADI	+	+		+	+
KBR1	+	+	+	+	+
KBR3	+	+	+	+	+
KBR4	+	+	+	+	+
KBR5	+	+	+	+	+
MNTS	+	+	+	+	+
NRDR	+		+	+	+
ORHL	+		+	+	+
OZDE	+		+	+	+
SASA	+	+	+	+	+
SFRH	+		+	+	+
SIGA	+	+	+	+	+
TRA2	+		+	+	+
TURG	+		+	+	+
UZUN	+	+	+	+	+
ZEYT	+		+	+	+

4.2 GNSS Verilerinin Değerlendirilmesi

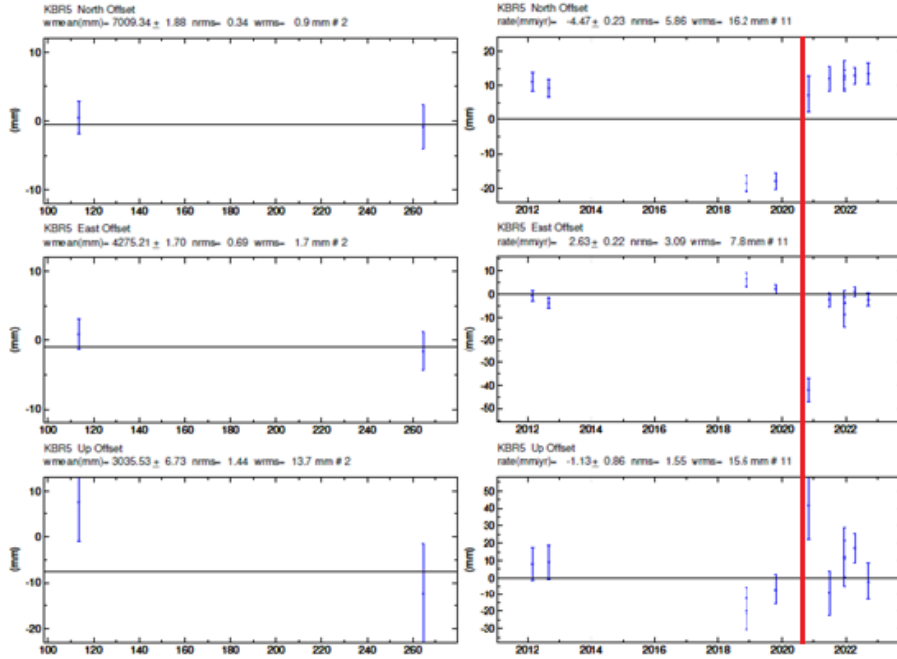
Elde edilen GNSS verileri GAMIT/GLOBK yazılımı kullanılarak hassas uydu yörünge bilgileri ile (IGSF) ve hem mevcuttaki hem de yeni ölçülen tüm noktalar için aynı IGS istasyonları kullanılarak yapılmıştır (Herring et. al. 2018). Değerlendirmede dünya geneline yayılmış, zaman serilerinde sorun olmayan toplam 29 International GNSS Service (IGS) istasyonu kullanılmıştır (ADIS, ANKR, BAHR, BAKU, BOR1, BUCU, CRAO, DRAG, GLSV, GRAS, GRAZ, ISTA, KOSG, KUWT, LAUG, MATE, NICO, NOT1, Nssp, ONSA, POLV, POTS, RAMO, SOFI, TEHN, TELA, TUBI, VILL,

ZECK). Değerlendirme sonucunda tüm noktalara ait günlük ve yıllık zaman serileri ile noktaların hızları elde edilmiştir (Şekil 7, Şekil 8).

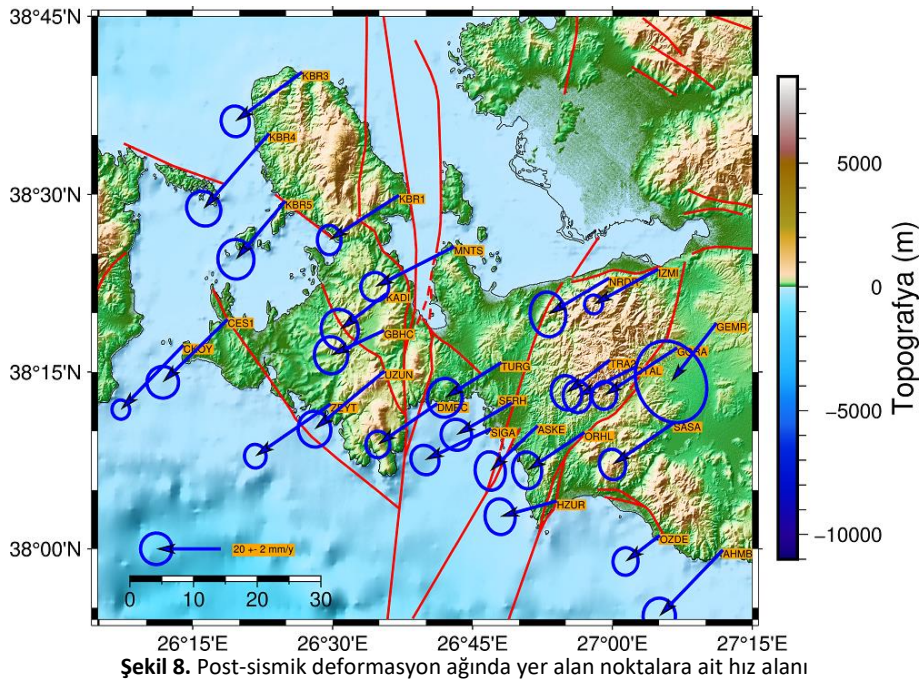
GAMIT/GLOBK yazılımı ile GNSS verilerinin değerlendirilmesinden sonra tüm noktalara ait Avrasya sabit (ITRF2014) hız alanı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bölge post-sismik dönemde 14-32 mm/yıllık hızlarla güneybatı yönünde hareket etmektedir (Şekil 8). Hızlara ait standart sapma değerleri yüksek doğrulukta elde edilmiş olup 1-3 mm/yıl arasında değişmektedir (Şekil 9). Çalışma bölgesinin

kuzeydoğusunda yer alan GEMR noktasının hız doğruluğu ise 5-6 mm/yıl arasındadır. Bunun nedeninin ise noktanın bulunduğu bölgedeki uydu görünürlüğünün olduğu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme GAMIT/GLOBK çözüm dosyalarından ikili farklar incelenerek

doğrulanmıştır. Bu nokta için daha az uydudan çözüm yapılmıştır. Çalışmada kullanılan haritalar Generic Mapping Tools kullanarak görselleştirilmiştir (Wessel et al., 2019).



Şekil 7. Kosmik ve postsismik deformasyonun net olarak gözlemlendiği, piye tipi tesise sahip KBR5 noktasının günlük (solda) ve yıllık (sağda) tekrarlılıkları (kırmızı çizgi 30 Ekim 2020 Mw:6.9 Sisam depremini temsil etmektedir.)



Şekil 8. Post-sismik deformasyon ağında yer alan noktalara ait hız alanı

5. Bulgular ve Tartışma

Deprem sonrasında post-sismik etkinin meydana gelebileceği değerlendirilen İzmir ve çevresine, 27 noktadan oluşan bir GNSS ağı oluşturulmuştur. Bu ağ kampanyalar halinde ölçülmüş ve kampanyadan elde edilen GNSS verileri GAMIT/GLOBK yazılımıyla değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda

noktalara ait hızlar ve hız doğrulukları elde edilmiştir (Şekil 8).

Şekil 8 incelendiğinde ağda yer alan noktaların hızları arasında hem vektörel büyüklük farkı hem de açısal fark olduğu görülmektedir. Örneğin Karaburun yarımadası etrafında bulunan KBR1, KBR3, KBR4 e KBR5 noktaları arasındaki farklılıklar göze çarpmaktadır. Özellikle KBR3,

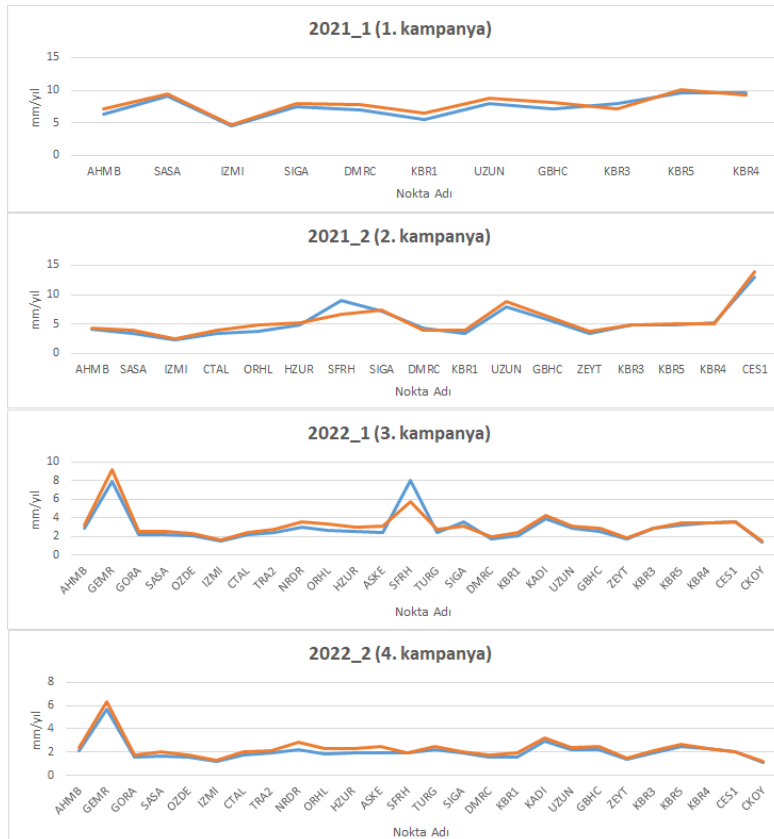
KBR4 ve KBR5'in MoF'un batısında yer aldığı değerlendirildiğinde buradaki uyumsuzluk dikkat çekmektedir. Benzer şekilde hız büyüklükleri ve açılal farkın görüldüğü diğer bir bölge ise GF civarında yer alan KADI, GBHC ve UZUN civarındadır. Yine SF ve TF bölgesinde yer alan SFRH, SIGA, ASKE, ORHL ve HZUR noktaları arasındaki farklar da belirgindir. Bölge genelindeki hız farkları incelendiğinde farkların 6 mm/yıl'a ulaştığı görülmüştür.

Bölgede postsismik dönemle ilgili yorumları güçlendirmek için GNSS ağında yer alan 19 noktanın deprem öncesi hızlarından yararlanılmıştır. Bu 19 noktanın deprem öncesine ait uzun dönem GNSS verileri aynı değerlendirme stratejisi kullanılarak Avrasya sabit (ITRF2014) hızlar elde edilmiştir (Şekil 10). Sonrasında ise ağdaki noktaların güncel hızları ile geçmiş dönem (deprem öncesi) hızları karşılaştırılmıştır (Şekil 10). Şekil 10 incelendiğinde ağda yer alan noktaların deprem öncesi ve sonrasındaki hızları arasında hem vektörel hem de açılal farklılıkların devam ettiği görülmektedir.

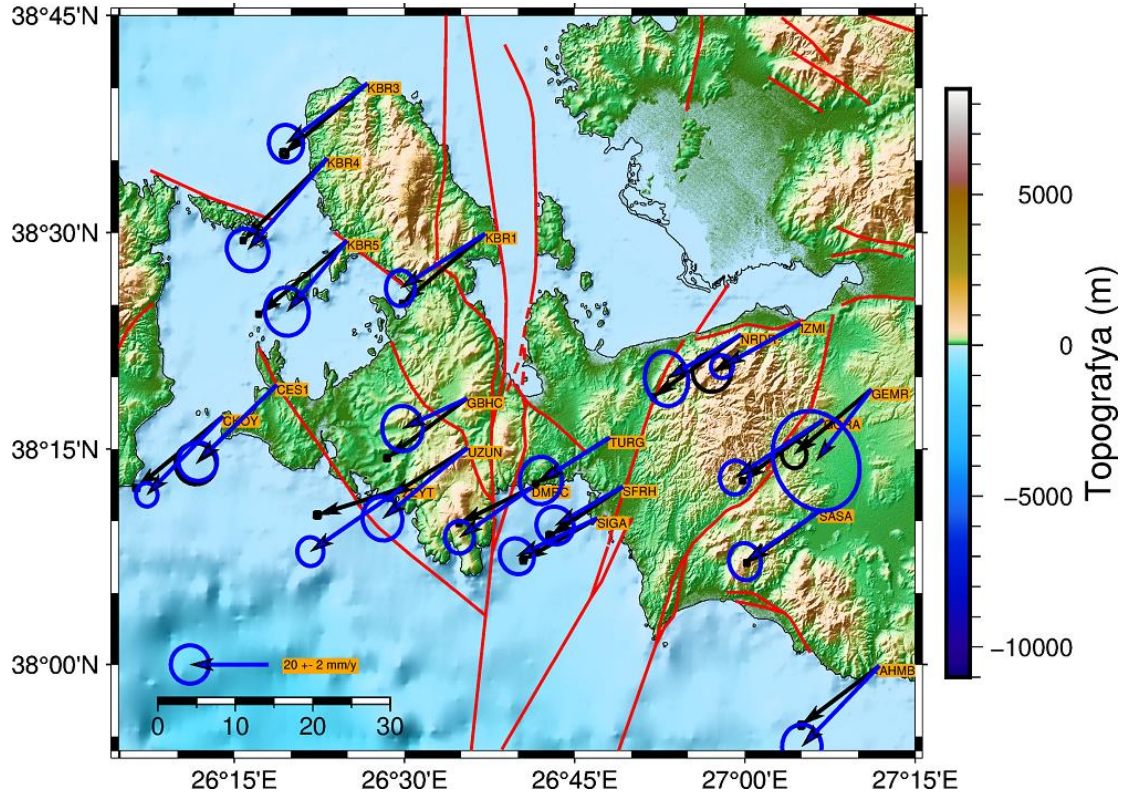
Depremi oluş mekanizması gereği (normal fay) kosismik deformasyonlar K-G yönlü maksimum D-B yönünde ise minimum seviyededir (Aktuğ et. al. 2021). Depremleri izleyen 2 yıl içinde, hız alanında intersismik dönemden sapmalar, deprem merkez üssünden kuzey yönünde 100 km'lik bir alan içinde meydana gelmiştir. Maksimum sapma miktarları yaklaşık 6 mm civarındadır. Bu fark

deprem öncesi hızların yaklaşık %25'ine karşılık gelmektedir. Bu farklılık noktaların post-sismik dönemdeki hızlarının yanı sıra noktaların hızlarının standart sapmalarının büyüklüğünden de kaynaklanmaktadır.

Literatürde GNSS verilerinden elde edilen hızlara ait doğrulukların ölçü süresi ve kampanya sayısı ile ilişkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Şafak vd. 2020, Tiryakioğlu et. al. 2022). Bu amaçla her bir kampanya sonrası elde edilen hızlara ait doğruluklar incelenmiştir (Şekil 9). Buna göre hız doğrulukları kampanya sayısı arttıkça yükselmektedir. Örneğin 6 ay aralıklarla gerçekleştirilen GNSS ölçümlerinde, 2. kampanyada 20'den fazla noktada hız doğrulukları 2 mm/yıl'ın üzerinde iken 4. kampanyadan sonra yalnızca 5 noktada hız doğrulukları 2 mm/yıl'dan büyüktür. Bu durum gelecek dönem kampanya ölçüsü ile birlikte hız doğruluk değerlerinin düşeceği şeklinde değerlendirilmiştir. GNSS ağında yer alan noktaların hem postsismik dönem hem de deprem öncesi hızları ile arasındaki açılal ve vektörel farkların hız doğruluklarının ($> 1\sigma$) üzerinde olması nedeniyle deprem sonrası bölgede düzensizliğin yani post sismik kaynaklı etkinin devam ettiği değerlendirilmektedir. Bölgede gelecek dönemlerde yapılacak GNSS ölçümleri ile postsismik dönemin takip edilmesi gerekmektedir.



Şekil 9. Postsismik deformasyon ağında gerçekleştirilen her bir kampanyadan sonra hesaplanan hızlara ait doğruluklar



Şekil 10. GNSS ağındaki noktaların deprem öncesi (siyah) ve deprem sonrası (hızları)

Etik Beyanı

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar 2023 yılı Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Sempozyumunda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar-1: Araştırma, Analiz ve yorumlama, Metodoloji, Proje Yönetimi, Yazma – orijinal taslak, Görselleştirme
Yazar-2: Araştırma, Biçimsel analiz, Analiz ve yorumlama, Danışmanlık, Yazma/inceleme ve düzenleme
Yazar-3: Kavramsallaştırma, Danışmanlık
Yazar-4: Veri iyileştirme, Doğrulama
Yazar-5: Metodoloji, Danışmanlık
Yazar-6: Metodoloji, Danışmanlık
Yazar-7: Araştırma, Yazma – orijinal taslak
Yazar-8: Araştırma, Doğrulama
Yazar-9: Araştırma
Yazar-10: Araştırma
Yazar-11: Araştırma

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Teşekkür

Bu çalışmayı 121Y259 numaralı proje kapsamında destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen tüm veriler, yayınlanan bu makaleye dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan TUTGA ve TUSAGA-Aktif verilerini temin eden Harita Genel Müdürlüğü ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- Akıncı, A., Cheloni, D. and Dindar, A.A, 2021. The 30 October 2020 Samos (Eastern Aegean Sea) Earthquake: effects of source rupture, path and local-site conditions on the observed and simulated ground motions, PREPRINT (Version 1).
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-215817/v1>
- Aktar, M., Karabulut, H., Özalaybey, S., Childs, D., 2007. A conjugate strike-slip fault system within the extensional tectonics of Western Turkey, *Geophysical Journal International*, **171**(3), 1363-1375.
<https://doi.org/10.1111/j.1365246X.2007.03598.x>
- Aktuğ B., Tiryakioğlu İ., Sözbilir H., Özener H., Özkaymak Ç., Yiğit C.Ö., Solak H.İ., Eyübagil E.E., Gelin B., Tatar O., Softa M., Kavak S., 2021. GPS derived finite source mechanism of the 30 October 2020 Samos earthquake, Mw =6.9, in the Aegean extensional region, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **30**(8), 718-737.
<https://doi.org/10.3906/yer-2101-18>
- Akurgal, E., 1997. Eski İzmir I Yerleşme Katları ve Athena Tapınağı, *Türk Tarih Kurumu Basımevi*, 264.
- Akyol, N., Zhu, L., Mitchell, B. J., Sözbilir, H. Kekovalı, K., 2006. Crustal structure and local seismicity in western Anatolia. *Geophysical Journal International*, **166**(3), 1259-1269.
- Ambraseys, N.N., 2009. Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary

- study of seismicity up to 1900. Cambridge University Press.
- Ambraseys, N.N., and Finkel, C., 1995. The seismicity of Turkey and adjacent areas: a historical review 1500-1800, Virginia University, 240.
- Cadoux, C.J., 1938. Ancient Smyrna: a history of the city from the earliest times to 324 AD, Oxford: Blackwell, 438.
- Baykara, T., 1974. İzmir şehri ve tarihi, Ege Üniversitesi Matbaası, 173.
- Bonito, M., 1691. Terra tremante, o vero continuatione de' terremoti dalla Creatione del Mondo sino al tempo presente, Napoli, 460 p.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey—a synthesis, *Geodinamica acta*, **14(1-3)**, 3-30.
<https://doi.org/10.1080/09853111.2001.11432432>
- Bozkurt, E., 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey, *Geodinamica acta*, **16(2-6)**, 61-81.
- Bozkurt, E. and Sözbilir, H., 2004. Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey, *Geological Magazine*, **141(1)**, 63-79.
<https://doi.org/10.1017/S0016756803008379>
- Calvi, V.S., 1941. Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benaehbarter Gebiete, MTA Enstitüsü, 276.
- Caputo, R. and Helly, B., 2005. The Holocene activity of the Rodia Fault, *Central Greece. Journal of Geodynamics*, **40(2-3)**, 153-169.
<https://doi.org/10.1016/j.jog.2005.07.004>
- Çirmik, A., Pamukçu, O. and Gönenc, T., 2017. The Stress/Strain Analysis of Kinematic Structure at Gülbahçe Fault and Uzunkuyu Intrusive (İzmir, Turkey). *Pure and Applied Geophysics*, **174**, 1425-1440.
<https://doi.org/10.1007/s00024-017-1474-5>
- Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DUAM) 2020, 30 EKİM 2020 Sisam (Samos) depremi (Mw: 6.9) değerlendirme raporu.
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and Surrounding Regions: Complex Multiple and Continuum Tectonics In a Convergent Zone, *Geological Society of America Bulletin*, **90**, 84-92.
[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1979\)90<84:AASRCM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1979)90<84:AASRCM>2.0.CO;2)
- Döğer, E., 2006. İzmir'in Smyrna'sı: Paleolitik Çağ'dan Türk Fethine Kadar, İletişim Yayıncılık, 196.
- Duman, T.Y., Emre, Ö., Özalp, S., Çan, T., Olgun, Ş., Elmacı, H., Şaroğlu, F., 2017. Türkiye Sismotektonik Haritası Açıklama Kitabı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi, 34-12.
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C., Göktaş, F., 2005. İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri, 10754, MTA, 1-80.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H., 2011. Active Fault Map of Turkey (Scale 1:250,000), General Directorate of Mineral Research and Exploration Special Publication Series, MTA, Quadrangle,16, (NJ 36-5).
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H., Şaroğlu, F., Çan, T. 2018. Active fault database of Turkey, *Bulletin of Earthquake Engineering*, **16(8)**, 3229-3275
<https://doi.org/10.1007/s10518-016-0041-2>
- Emre, T. and Sözbilir, H., 1997. Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accommodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens, western Anatolia, *Iesca Proceedings*, **1**, 73-93.
- Ersoy, E.Y., Helvacı, C., Uysal, I., Karaoğlu, O., Palmer, M.R., ve Dindi, F., 2012. Petrogenesis of the Miocene volcanism along the İzmir-Balıkesir Transfer Zone in western Anatolia, Turkey: implications for origin and evolution of potassic volcanism in postcollisional areas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **241-242**: 21-38.
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2012.05.022>
- Eyübagil, E.E., 2020. GNSS ölçüleri ile tektonik hareketlerin modellenmesi: Gülbahçe fayı örneği , Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 87.
- Eyübagil, E.E., Solak, H.İ., Kavak, U.S., Tiryakioğlu, İ., Sözbilir, H., Aktuğ, B., Özkaymak, Ç., 2021. Present-day strike-slip deformation within the southern part of İzmir Balıkesir Transfer Zone based on GNSS data and implications for seismic hazard assessment, western Anatolia, *Turkish Journal of Earth Science*, **30**, 143-160.
<https://doi.org/10.3906/yer-2005-26>
- Foumelis, M., Papazachos, C., Papadimitriou, E., Karakostas, V., Ampatzidis, D., Moschopoulos, G., Chatzipetros, A., 2021. On rapid multidisciplinary response aspects for Samos 2020 M7. 0 earthquake, *Acta Geophysica*, **69**, 1025-1048.
<https://doi.org/10.1007/s11600-021-00578-6>
- Geçkin, B.Ş. 2021. Gülbahçe Fay Zonunun Paleosismolojisi ve Deprem Üretim Potansiyeli, İzmir, Batı Anadolu, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 219
- Guidoboni, E., Traina, G. and Comastri, A., 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean sea up to the 10th century. Istituto Nazionale di Geofisica, 486.
<https://hdl.handle.net/11587/112165>
- Herring, T.A., King, R.W., Floyd, M.A., McClusky, S.C., 2018. Introduction to GAMIT/GLOBK, Release 10.7,

- Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Mass. Inst. of Technology,168.
- Kavak, U.S., 2020. GNSS ölçüleriyle fayların izlenmesi: Karaburun Fayı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 47.
- Kiratzı, A., Papazachos, C., Özacar, A., Pinar, A., Kkallas, C., Sopac, E., 2021. Characteristics of the 2020 Samos earthquake (Aegean Sea) using seismic data, *Bulletin of Earthquake Engineering*,07713–7735. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01239-1>
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. and Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in western Turkey, *Journal of Geological*, **79**, 605–616. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.156.3.0605>
- Lahn, N.P.E. and PINAR, N., 1952. Türkiye depremleri izahlı kataloğu, Akın Matbaacılık. 153.
- Lentas, K., Gkarlaouni, C.G., Kalligeris, N., Melis, N. S. (2022). The 30 October 2020, Mw= 7.0, Samos earthquake: aftershock relocation, slip model, Coulomb stress evolution and estimation of shaking. *Bulletin of Earthquake Engineering*, **20**(2), 819-851. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01260-4>
- Lentas, K., Gkarlaouni, C.G. and Kalligeris, N., Melis, N.S., 2022. The 30 october 2020, mw = 7.0, samos earthquake: aftershock relocation, slip model, coulomb stress evolution and estimation of shaking, *Bulletin of Earthquake Engineering*, **20**, 819–851. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01260-4>
- Le pichon, X. and Angelier, J., 1979. The Hellenic Arc and Trench System: a key to the neotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Area, *Tectonophysics* , **60**(1-2), 1-42. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(79\)90131-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(79)90131-8)
- Lips, A.L., Cassard, D., Sözbilir, H., Yilmaz, H.,Wijbrans, J. R. (2001). Multistage exhumation of the Menderes massif, western Anatolia (Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, **89**, 781-792. <https://doi.org/10.1007/s005310000101>
- Mallet, R., and Mallet, J.W., 1858. The Earthquake Catalogue of the British Association: With the Discussion, Curves, and Maps, Taylor & Francis, 136.
- McKenzie, D.P., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean Region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, **30**, 109-185. <https://doi.org/10.1111/j.1365246X.1972.tb02351.x>
- McKenzie, D.P., 1978. Active Tectonics of the Alpin-Himalayan Belt: The Aegean sea and Surrounding Regions, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, **55**, 217- 254. <https://doi.org/10.1111/j.1365246X.1978.tb04759.x>
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadriya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R, Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., Veis, G., 2000. Global Positioning System Constraints On Plate Kinematics and Dynamics in The Eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, **105**, 5695-5719. <https://doi.org/10.1029/1999JB900351>
- Öncü, U., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Softa, M., Sümer, Ö., Eski, S., Topaksu, M., 2024. Palaeoseismological assessment for a seismic gap located very close to the epicentre of the 30 October 2020 Samos Earthquake (M6. 9), western Anatolia, Turkey, *Natural Hazards*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06290-6>
- Özarpacı, S., 2024. Stability Analysis of GNSS Stations Affected by Samos Earthquake, *Applied Sciences*, **14**(6), 2301. <https://doi.org/10.3390/app14062301>
- Özkaymak, Ç. and Sözbilir, H., 2008. Stratigraphic and structural evidence for fault reactivation: the active Manisa fault zone, western Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **17**(3), 615-635. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.06.004>
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Uzel, B., Akyüz, H.S., 2011. Geological and palaeoseismological evidence for late Pleistocene– Holocene activity on the Manisa Fault Zone, western Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **20**(4), 449-474.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., & Uzel, B. 2013. Neogene– Quaternary evolution of the Manisa Basin: Evidence for variation in the stress pattern of the İzmir-Balıkesir Transfer Zone, western Anatolia. *Journal of Geodynamics*, **65**, 117-135.
- Özkaymak, Ç., 2015. Tectonic analysis of the Honaz Fault (western Anatolia) using geomorphic indices and the regional implications, *Geodinamica Acta*, **27**(2-3), 110-129.
- Papadimitriou, P., Kapetanidis, V., Karakonstantis, A., Spingos, I., Kassaras, I., Sakkas, V., Kouskouna, V., Karatzetzou, A., Pavlou, K., Kaviris, G., Voulgaris, N., 2020. First Results on the Mw=6.9 Samos Earthquake of 30 October 2020, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, **56**(1), 251-279. <https://doi.org/10.12681/bgsg.25359>,2020
- Papazachos, B. and Papazachou, C., 1989. The earthquakes of Greece, Ziti, P., & Co. I.K.E., 356.
- Pavlidis, S. and Caputo, R., 2004. Magnitude versus faults' surface parameters: quantitative relationships from the Aegean Region, *Tectonophysics*, **380**(3-4), 159-188. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2003.09.019>
- Plicka, V., Gallovič, F., Zahradník, J., Serpetsidaki, A., Sokos, E., Vavlas, N., Kiratzı, A., 2022. The 2020 Samos

- Mw7 earthquake: Source model depicting complexity and rupture directivity, *Tectonophysics*, **843**, 229.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2022.229591>
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R.W., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I., Lenk, O., Sanli, I., 1997. Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *Journal Of Geophysical Research*, **102 (b5)**, 9983-9999.
<https://doi.org/10.1029/96JB03736>
- Sakkas, V., 2021. Ground deformation modelling of the 2020 Mw6. 9 Samos earthquake (Greece) based on INSAR and GNSS data, *Remote Sensing*, **13(9)**, 1665.
<https://doi.org/10.3390/rs13091665>
- Schmidt, J.J., 1881. *Studien über Vulkane und Erdbeben.*, 361.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey, *Geological Magazine*, **128**, 155-166.
<https://doi.org/10.1017/S0016756800018343>
- Solak, H.İ. 2020. İzmir-Balıkesir transfer zonu ve çevresindeki güncel deformasyonların GNSS yöntemi ile incelenmesi, Doktora Tezi, Afyonkocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 147
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.230194>
- Solak, H.İ., Tiryakioğlu, İ., Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Aktuğ, B., Yavaşoğlu, H.H., Özkan, A., 2024. Recent tectonic features of Western Anatolia based on half-space modeling of GNSS Data, *Tectonophysics*, **872**, 230194.
- Sözbilir, H., 2001. Extensional tectonics and the geometry of related macroscopic structures: field evidence from the Gediz detachment, western Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **10(2)**, 51-67.
- Sözbilir, H., 2005. Oligo-Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, **18(3-4)**, 255-282.
- Sözbilir, H., Uzel, B., Sümer, Ö., İnci, U., Ersoy, E. Y., Koçer, T., Demirtaş, R., Özkaymak, Ç., 2008. D-B Uzanımlı İzmir Fayı ile KD-Uzanımlı Seferihisar Fayı'nın birlikte çalıştığına dair veriler: İzmir Körfezi'ni oluşturan aktif faylarda kinematik ve paleosismolojik çalışmalar, Batı Anadolu, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **51(2)**, 91-114.
- Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Ersoy, Y., Erkül, F., İnci, U., Özkaymak, Ç., 2009. 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi Batı Anadolu, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **52(2)**, 217-238.
- Şafak, Ş., 2019. Gns Hız Doğruluklarına Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 87.
- Şafak, Ş., Tiryakioğlu, İ., Erdoğan, H., Solak, H. İ., Aktuğ, B. 2020. Determination of parameters affecting the accuracy of GNSS station velocities", *Measurement*, **164**.
<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108003>
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance, *Journal of the Geological Society of London*, **136**, 269-282.
<https://doi.org/10.1144/gsjgs.136.3.0269>
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Society for Sedimentary Geology*, **37**.
<https://doi.org/10.2110/pec.85.37>
- Tan, O., Tapirdamaz, M. C. and Yörük, A., 2008. The earthquake catalogues for Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **17(2)**, 405-418.
- Taymaz, T., Jackson, J.A. and McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophysical Journal International*, **106**, 433-490.
<https://doi.org/10.1111/j.1365246X.1991.tb03906.x>
- Tepe, Ç., Sözbilir, H., Eski, S., Sümer, Ö., Özkaymak, Ç., 2021. Updated historical earthquake catalog of İzmir region (western Anatolia) and its importance for the determination of seismogenic source, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **30(8)**, 779-805.
<https://doi.org/10.3906/yer-2101-14>
- Tiryakioğlu, İ., Çalışkan, K., Yigit, C., Hastaoğlu, K., Poyraz, F., Baybura, T., Özkaymak, Ç., 2022. The velocity of aseismic surface deformations between 2016-2020 detected by precise leveling surveys of the Akşehir Simav Fault System in the Bolvadin district, western Anatolia. *Annals of Geophysics*, **65(5)**
<https://doi.org/10.4401/ag-8784>
- Uzel, B., Sözbilir, H., and Özkaymak, Ç., 2012. Neotectonic evolution of an actively growing superimposed basin in western Anatolia: The inner bay of İzmir, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **21(4)**, 439-471.
<https://doi.org/10.3906/yer-0910-11>
- von Hoff, K.E.A., 1840. *Chronik der Erdbeben und Vulcan-Ausbrüche* (Vol. 1), 4, Gotha Bei Justus Perthes, 469 .
- Wells, D.L. and Coppersmith, K.J. 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bulletin of the seismological Society of America*, **84(4)**, 974-1002.
<https://doi.org/10.1785/BSSA0840040974>
- Wessel, P., Luis, J. F., Uieda, L., Scharroo, R., Wobbe, F., Smith, W. H. F., & Tian, D. (2019). The Generic Mapping Tools version 6. *Geochemistry, Geophysics*,

Geosystems, 20, 5556–5564.
<https://doi.org/10.1029/2019GC008515>

Zhu, L., Akyol, N., Mitchell, B. J., & Sozbilir, H., 2006. Seismotectonics of western Turkey from high resolution earthquake relocations and moment tensor determinations, *Geophysical Research Letters*, **33(7)**.
<https://doi.org/10.1029/2006GL025842>

7. İnternet kaynakları

1-<https://deprem.afad.gov.tr/event-instrumental>,
(26.03.2024)

2-<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>,
(26.03.2024)

3-<https://avesis.deu.edu.tr/yayin/6865b31f-1ea9-4b05-b95a-327a7456b04c/the-30-october-2020-1151-utc-izmir-samos-earthquake-and-tsunami-post-tsunami-field-survey-preliminary-results>, (28.03.2024)

4-<https://geofon.gfzpostdam.de/eqexplorer/?startdate=now14days&enddate=now&minmag=0.0&maxmag=10.0&minlon180.00&maxlon=180.00&minlat90.00&maxlat=90.00> (20.03.2024)

5- <https://geoazur.oca.eu/>, (20.03.2024)

6-<https://deprem.afad.gov.tr/earthquake-reports>,
(21.03.2024)

7-https://emsc-csem.org/Special_reports/?id=263,
(21.03.2024)

8-<https://daum.deu.edu.tr/SamosDeprem-Raporu.pdf>,
(23.03.2024)

9-<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020EGUA22.1068/abstract>, (25.03.2024)

10-<https://www.tusaga-aktif.gov.tr/>, 01.03.2024)