

**8 AĞUSTOS 2019 KUŞADASI KÖRFEZİ (İZMİR) VE BOZKURT (DENİZLİ)  
DEPREMLERİ ÖZET RAPORU**

**Prof. Dr. Hasan SÖZBİLİR,  
Öğr.Gör. Semih ESKİ  
Araş.Gör. Çiğdem TEPE  
Jeol. Müh. İsmail DURAN**



***DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
DEPREM ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ***

**Doç. Dr. Çağlar ÖZKAYMAK  
Doç.Dr. İbrahim TIRYAKIOĞLU  
Harita. Müh. Orhan DOĞAN  
Harita. Müh. Burak Erdem AKYAR**

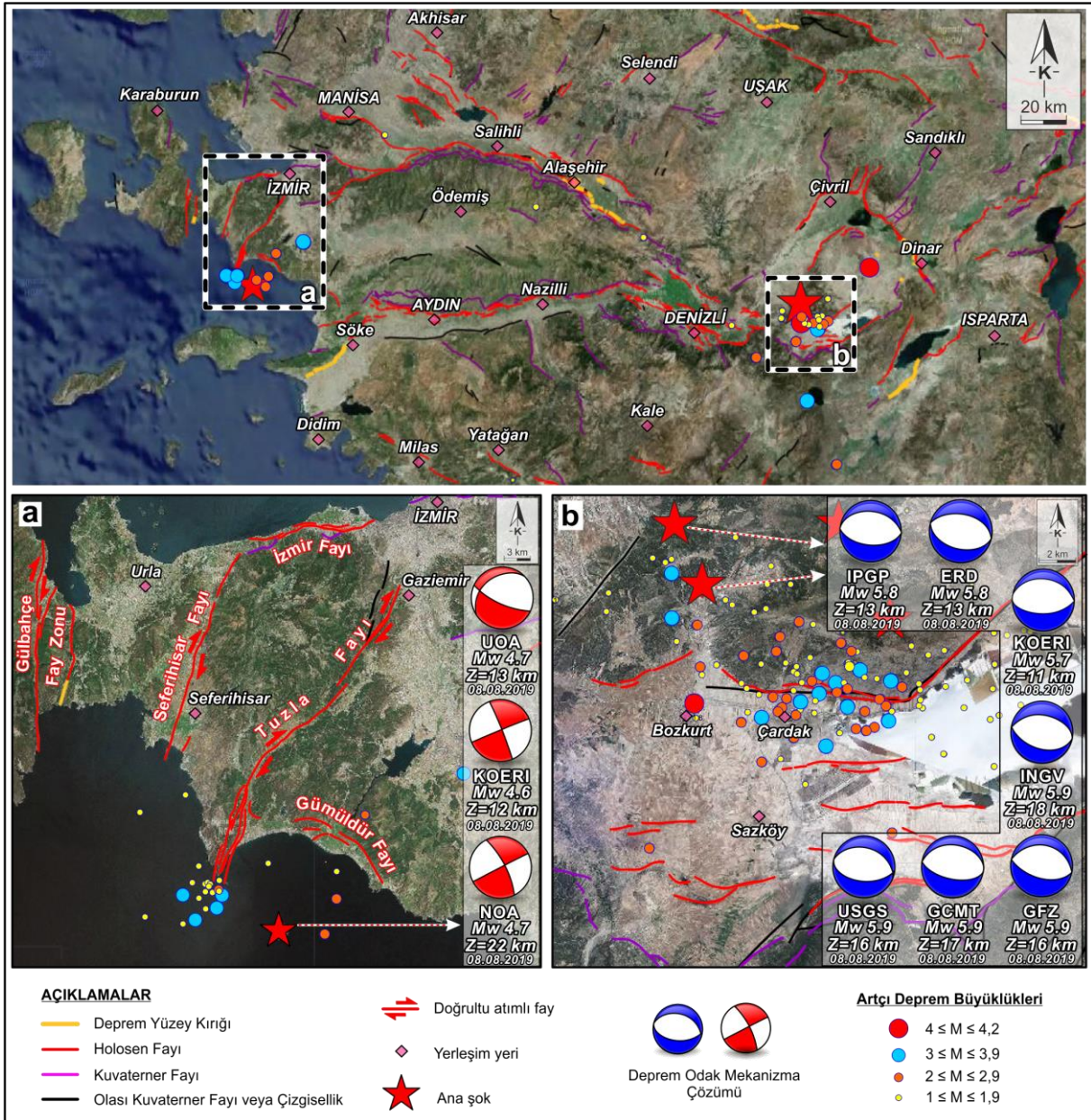


***AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
DEPREM UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ***

**10 Agustos-2019**

## GİRİŞ

Bu rapor, 08.08.2019 tarihinde 11.39 ile 14.25'de birbiri ardına meydana gelen Kuşadası Körfezi (İzmir) depremi ( $M_w=4.8$ ) ile Bozkurt (Denizli) depreminin ( $M_w=5.7$ ) Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM) ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi (DUAM) ekipleri tarafından yapılan arazi/ofis çalışmalarının bir bütün olarak değerlendirildiği bilimsel sonuçları açıklar. 08 Ağustos 2019 tarihinde meydana gelen depremlerin dış merkezleri Kuşadası Körfezi'nin kuzeybatı ucundaki Doğanbey burnu güneyinde, diğeri ile Acıgöl grabeninin kuzeyinde yer alan yükseltide belirlenmiştir (Şekil 1).



Raporda ayrıca değerlendirme sonuçlarına göre, Türkiye’de deprem zararlarını azaltmaya yönelik “diri fay” çalışma izlencesindeki olumlu ve olumsuz gelişmeler de sunulmaya çalışılmış ve yapılması gereken öncel çalışmalar özetlenmiştir.

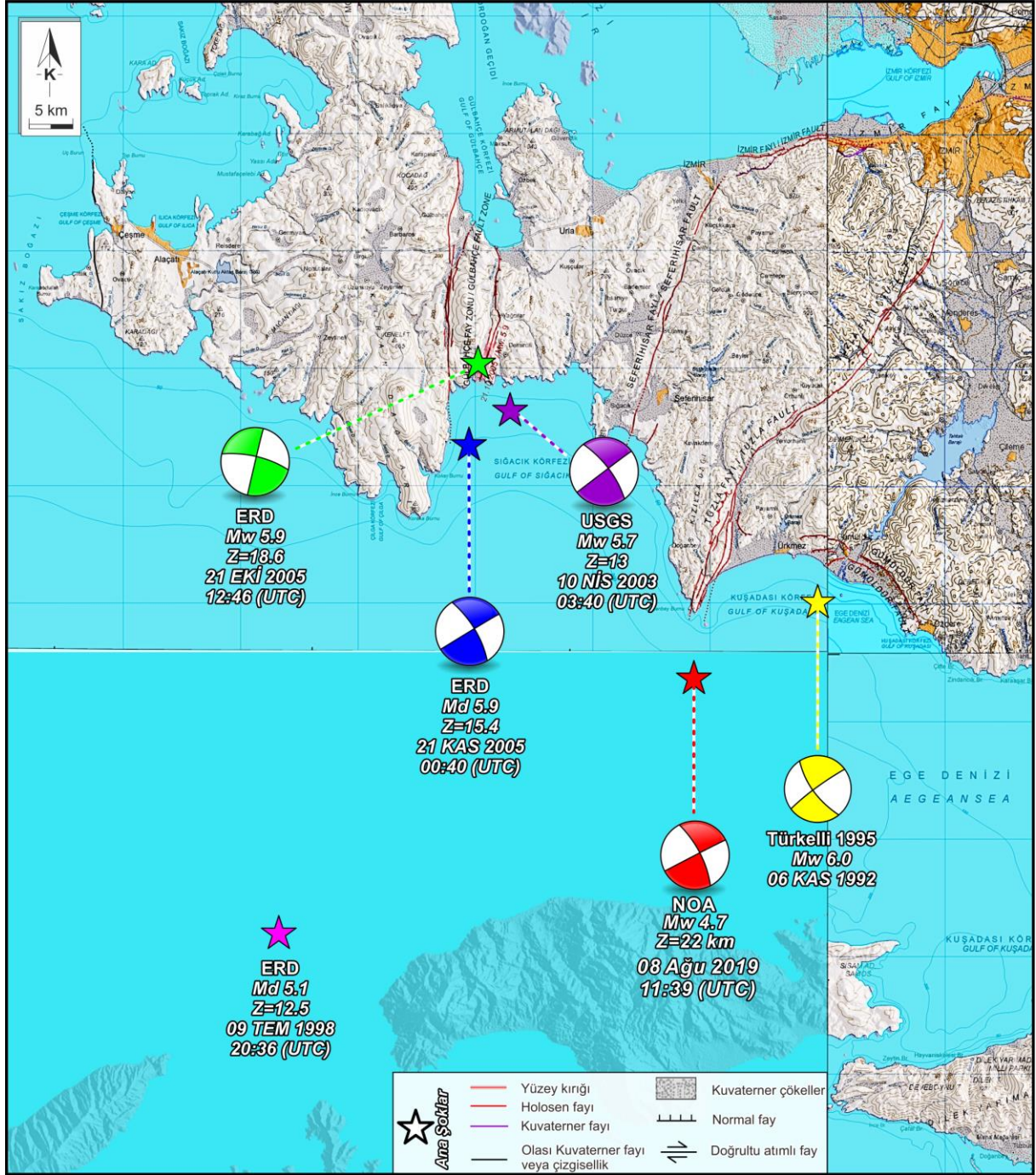
### **08 Ağustos 2019 Kuşadası Körfezi Depreminin sismik kaynağı**

Deprem dış merkezi, artçı depremler ve odak mekanizma çözümlerine göre 08 Ağustos 2019 Kuşadası Körfezi Depreminin sismik kaynağı İzmir’in güneybatısında Gaziemir ile Doğanbey arasında KD-GB uzanımlı Tuzla Fayının denizdeki uzantısıdır (Şekil 1). Karada kuzeyden güneye doğru *Çatalca, Orhanlı ve Cumalı* olmak üzere birbirlerinden belirgin sıçrama veya bükümlerle ayrılan üç alt bölümden oluşan Tuzla Fayı (Emre ve diğ., 2005), sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olarak kabul edilmektedir. Deniz Jeolojisi çalışmaları Tuzla fayının denizde 10 km daha devam ettiğini göstermektedir (Ocakoğlu ve diğ., 2005).

Son 100 yılda Tuzla fayından kaynaklandığı bilinen ve 6 Kasım 1992 saat 21:08’de İzmir’in yaklaşık 60 km güneybatısındaki Doğanbey yakınlarında meydana gelen, aletsel büyüklüğü  $M_L=5.5$  olan depremde ana şokun dış merkezinin Kuşadası Körfezi’nde olduğu saptanmış ve şiddeti VII olarak belirlenmiştir (Türkelli ve diğ., 1995). Kuzeyde Manisa, Balıkesir, Bursa, Adapazarı, güneyde ise Denizli, Söke, Nazilli ve Kuşadası’nda hissedilen depremin odak mekanizma çözümü faylanmanın ters bileşene sahip sağ yönlü doğrultu atımlı bir mekanizmadan kaynaklandığını ortaya koymuştur (Türkelli ve diğ., 1995). Tan ve Taymaz (2003),  $M_w=6.1$  olarak verdikleri bu depremi İzmir bölgesinin en önemli aktif fay zonlarından biri olan Tuzla Fayı ile ilişkilendirmişlerdir. Fayın aktivitesi Akıncı ve diğ. (2000) tarafından yapılan mikrodeprem çalışmaları ile de desteklenmiştir. Tuzla fayının hemen batısındaki Seferihisar ve Gülbahçe faylarının da 2015 yılında meydana gelen depremlere kaynaklık ettiği bilinmektedir. Buna göre, bölge günümüzde doğrultu atım baskın bir tektonik rejim etkisinde şekillenmektedir (Şekil 2).

Bölgede yapılan son çalışmalar, Tuzla Fayı’nın Kuzey Anadolu Fayı’nın Batı Anadolu içine kadar uzanan bir kolu olduğu düşünülmektedir. Güney Marmara’da yapılan yeni jeolojik çalışmalar, yoğun bir şekilde kendini gösteren doğrultu atım tektoniğinin Balıkesir’den itibaren batıya ve güneybatıya Havran-Balıkesir Fay Zonu ve Gelenbe Fay Zonu’nun oluşturduğu kama şekilli bir yapıyla iki ayrı kol şeklinde uzandığını göstermektedir. Bunlardan, sağ yönlü doğrultu atımlı fay niteliğindeki Havran-Balıkesir Fay zonunun KAF’ın güney koluna ait bir fay niteliğinde olduğu görüşü çok yenidir. Yine sağ yönlü doğrultu atımlı fay niteliğindeki Gelenbe Fay Zonu’nun İzmir-Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ) içinde değerlendirilmesi gerektiği paleomanyetik çalışmalarda tartışılmaktadır. Buna göre, Gelenbe Fay Zonu sınır olmak üzere bu fayın batı-güneybatısından Gümüldür’e kadar uzanan faylar bölgesel ölçekte İBTZ içinde kabul edilmekte ve bir bütün olarak Kuzey Anadolu Fayı’na bağlanmaktadır.





**Şekil 2.** İzmir güneyindeki Sığacık ve Kuşadası Körfezinde son 20 yılda meydana gelen depremlerin ana şoklarını ve odak mekanizma çözümlerini gösteren sismotektonik harita

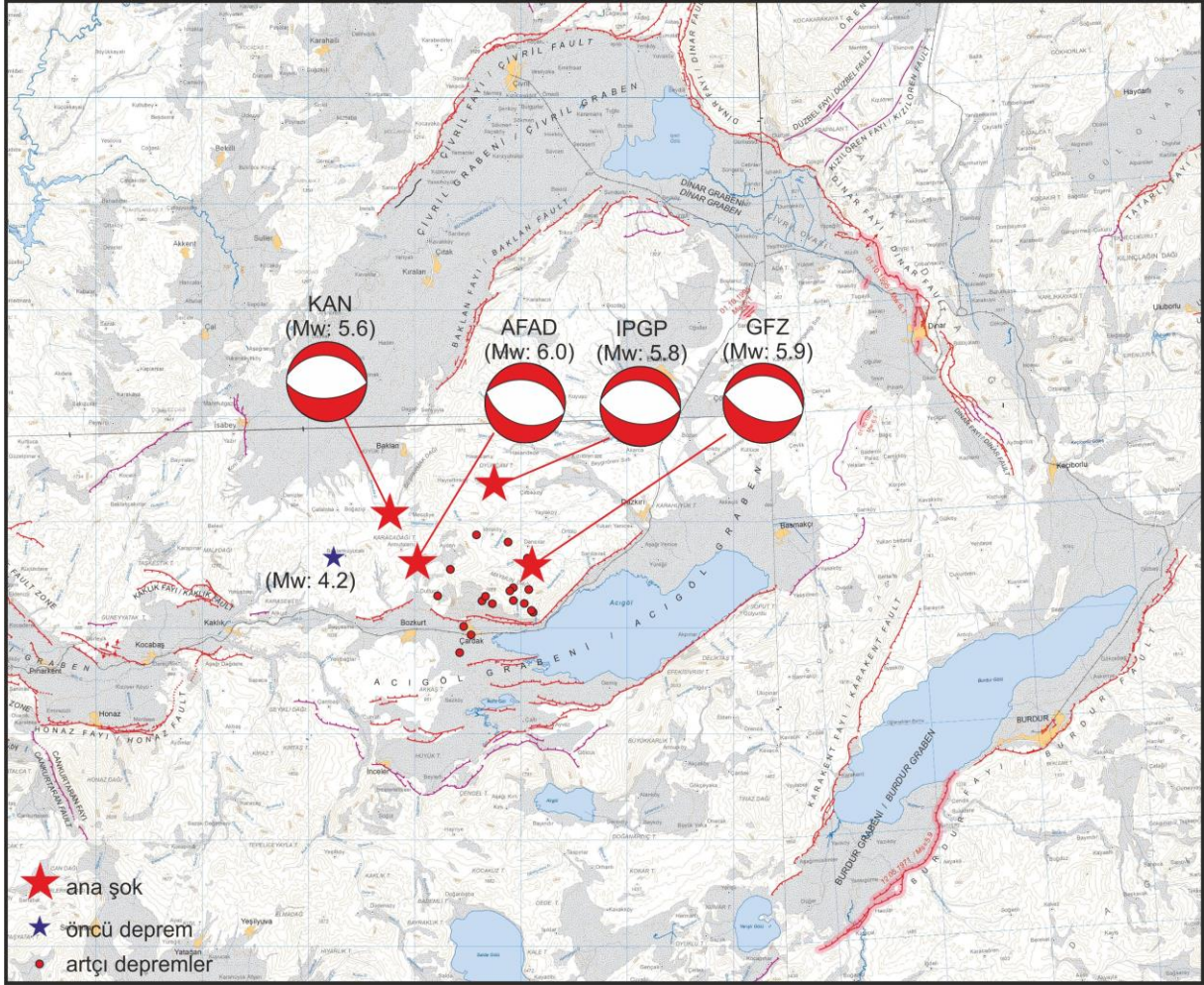
## **08 Ağustos 2019 Bozkurt (Denizli) Depreminin sismik kaynağı ve meydana gelen deformasyonlar**

Avrupa Ortadoğu Sismoloji merkezi (EMSC), BÜ Kandilli Rasathanesi ve AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı verilerine göre, Denizli-Bozkurt depremleri Çivril ve Acıgöl Grabenleri arasındaki bölgede, 8 Ağustos 2019 tarihinde Denizli, Afyon, Kütahya, Aydın, Burdur, İzmir ve Muğla illerinden hissedilen bir deprem meydana gelmiştir (Şekil 3). Depremin büyüklüğü (Mw), B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından 5.7; T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından 6.0 olarak verilirken, Almanya Yerbilimleri Araştırma Merkezi (GFZ) 5.9; Paris Yer Fiziği Enstitüsü (IPGP) ise 5.8 olarak açıklanmıştır (Tablo 1). Bölgede, ana şoktan yaklaşık 6 dakika kadar önce, öncü deprem olarak nitelenebilecek 4.2 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. B.Ü. Kandilli Rasathanesi verilerine göre, deprem sonrasındaki ilk 36 saat içerisinde, büyüklükleri 1.1 ile 3.8 arasında değişen ve 65 artçı deprem meydana gelmiştir. Denizli Valiliği tarafından yapılan açıklamalara göre, ana şok sonrasında depremin can kaybına sebep olmadığı, en fazla hasarın ise, Denizli Bozkurt ilçesine bağlı Dutluca Mahallesi'nde meydana geldiği bilinmektedir.

**Tablo 1.** Denizli Bozkurt'ta 8 Ağustos 2019 tarihinde meydana gelen depremin verileri. Odak mekanizma çözümleri için Şekil 1'e bakınız).

No	Tarih	Saat (UTC)	Boylam	Enlem	Büyükük (Mw)	Derinlik	Odak Mekanizma Çözümü	Fayın Doğrultusu	Kaynak
1	08.08.2019	11:25:30	29.6012	37.9210	5.6	8	Eğim atımlı normal fay	D-B	KAN
2	08.08.2019	11:25:29	29.6016	37.8500	6.0	7	Eğim atımlı normal fay	BKB-DGD	ERD
3	08.08.2019	11:25:30	29.75	37.91	5.9	10	Eğim atımlı normal fay	BKB-DGD	GFZ
4	08.08.2019	11:25:30	29.697	37.948	5.8	13	Eğim atımlı normal fay	BKB-DGD	IPGP





**Şekil 3.** 8 Ağustos Denizli Bozkurt depreminin öncü, ana şok ve artçı depremlerini gösteren 1/250.000 diri fay haritası (Emre ve Doğan 2010'dan alınmıştır). Kısaltmalar; KAN: B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü; AFAD: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı; GFZ: Almanya Yerbilimleri Araştırma Merkezi; IPGP: Paris Yer Fiziği Enstitüsü.

Ulusal ve uluslararası sismoloji kurumları tarafından yapılan Odak mekanizma çözümlerine göre, Bozkurt (Denizli) depreminin sismik kaynağı yaklaşık D-B uzanımlı ve eğim atımlı normal fay niteliğindedir (Şekil 3). Bu fayın ürettiği depremin dış merkezi Çivril grabeni ile Acıgöl grabeni arasında kalan yükseltide verilmiştir. Deprem iç merkez derinliği, olası kaynak fayın eğim yönü ve açısı birlikte değerlendirildiğinde, bölgedeki depreme neden olan sismik kaynak Acıgöl grabenini güneyden sınırlayan Gemiş Fayı (Emre ve diğ., 2018, 85-2 numaralı segment) olarak değerlendirilebilir. Binalardaki maddi hasarların tümü Çardak-Dazkırı-Bozkurt hattı boyunca uzanan ve Acıgöl grabenini kuzeyden sınırlayan ve depremin dış merkezine çok yakın olan Maymundağı Fayı (Emre ve diğ., 2018, 85-1 numaralı segment) boyunca gözlenmiştir. Bina hasarları, özellikle Dutluca ve Avdan mahallelerinde kerpiç malzeme ile yapılan binalarda çatlak ve yarıklar şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4, 5, 6 ve 7).





**Şekil 4.** Dutluca Mahallesinde deprem nedeniyle oluşan hasarlar



**Şekil 5.** Dutluca Mahallesinde deprem nedeniyle oluşan hasarlar





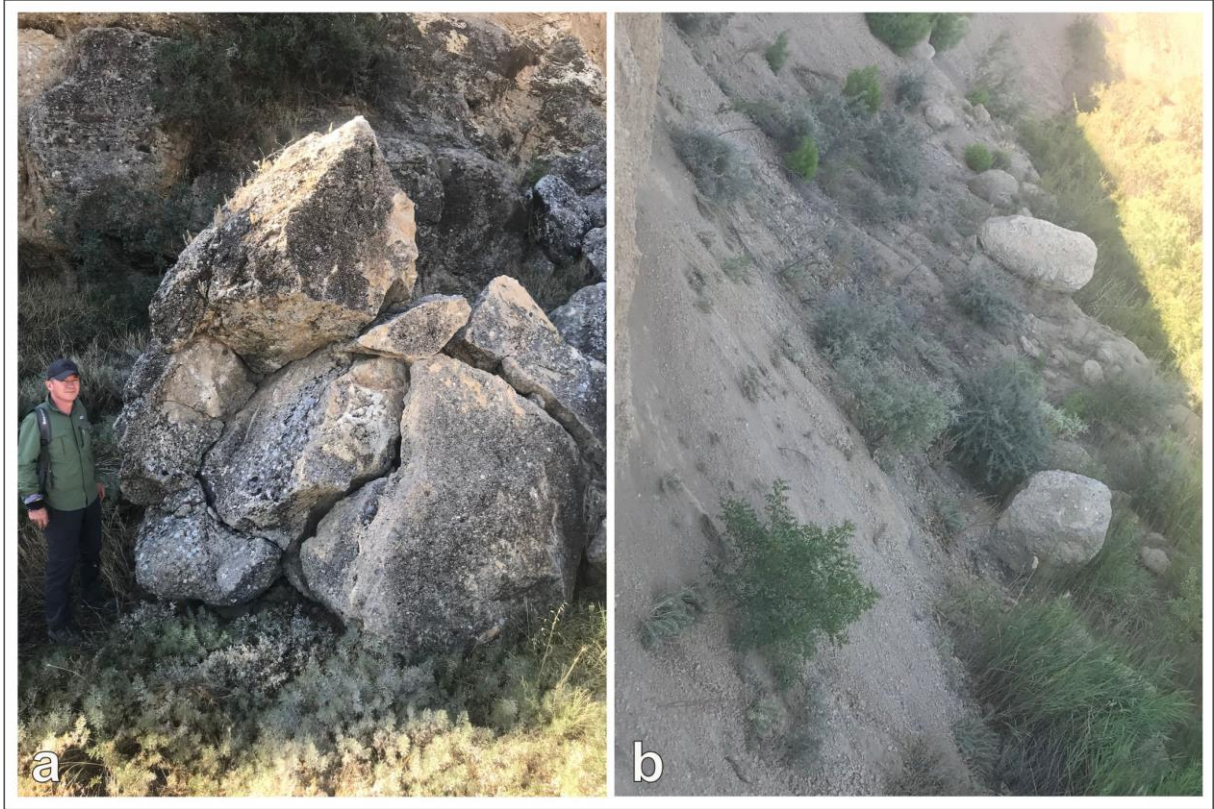
**Şekil 6.** Dutluca Mahallesiinde deprem nedeniyle oluşan hasarlar



**Şekil 7.** Armutalanı Mahallesiinde deprem nedeniyle oluşan hasarlar

Arazi çalışmaları sırasında, özellikle Acıgöl grabeninin kuzey kenar fay sarplığı boyunca sismogravitasyonel olaylara bağlı olarak gelişen kılcal çatlaklar, kaya düşmeleri ve heyelanlar şeklinde kitle hareketleri saptanmış ve kayıt edilmiştir. Yöre halkından edinilen bilgilere göre deprem sırasında bu alanlarda yüksekliği onlarca metreye ulaşan toz bulutları meydana gelmiştir. Sahada gerçekleştirilen gözlemler bu bölgede uzun eksenleri 3 metreye ulaşan kaya düşmelerinin meydana geldiğini göstermektedir (Şekil 8). Heyelanlar ise fay önü çökelleri içerisinde, kum ocakları işletme amaçlı açılan alanların dik yamaçlarında meydana gelmiştir. Sahada yapılan ölçümlere göre, kitle hareketleri ilişkili çizgisel gidişli kılcal çatlaklar birkaç metre uzunluğunda ve  $K40^{\circ}$ - $55^{\circ}$ D arası doğrultularda gelişmiştir (Şekil 9). Bu verilere göre **Bozkurt (Denizli) depreminin şiddeti VII** olarak değerlendirilebilir.

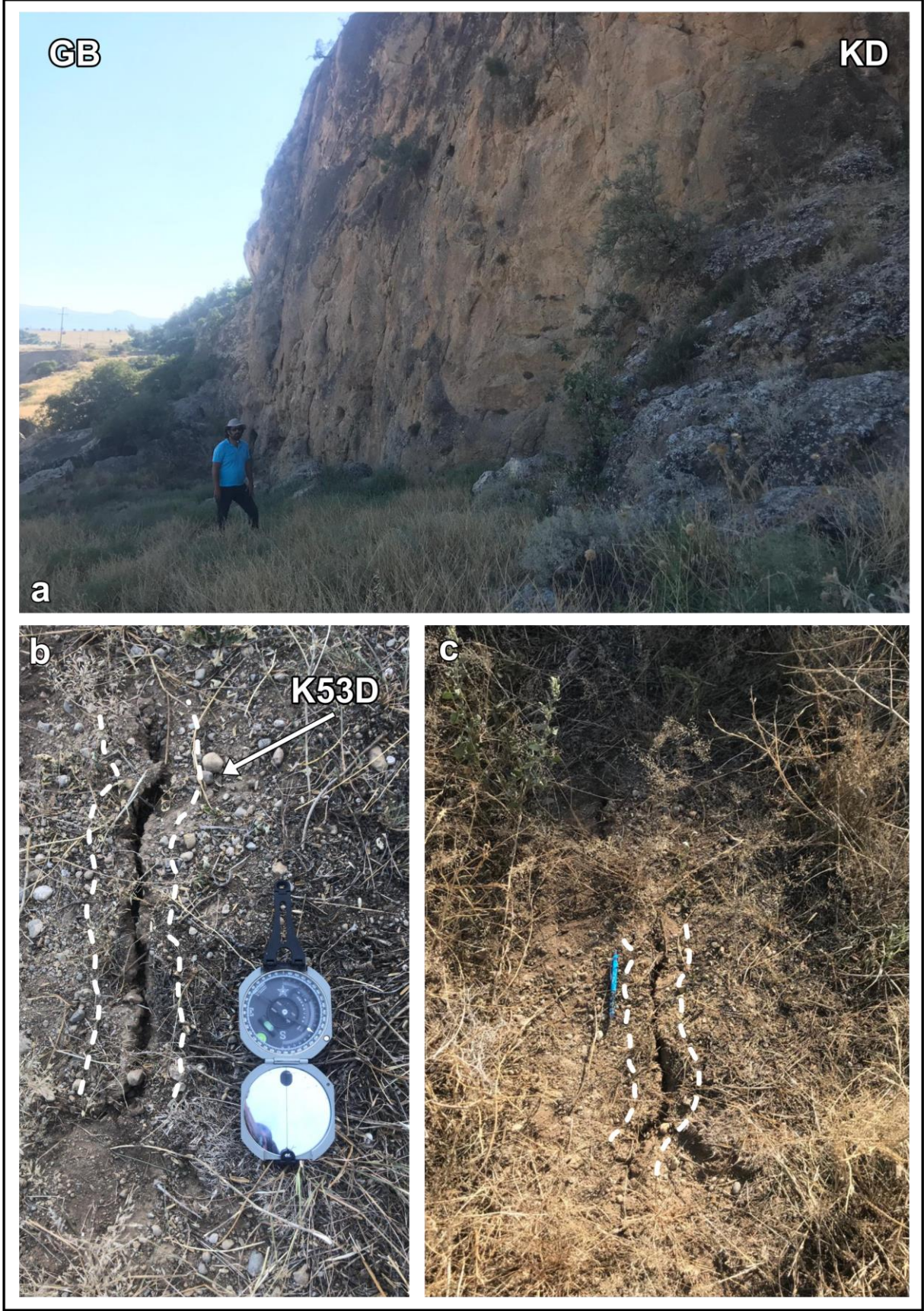




**Şekil 8.** Maymundağı Fayı boyunca deprem sırasında meydana gelen kaya düşmeleri

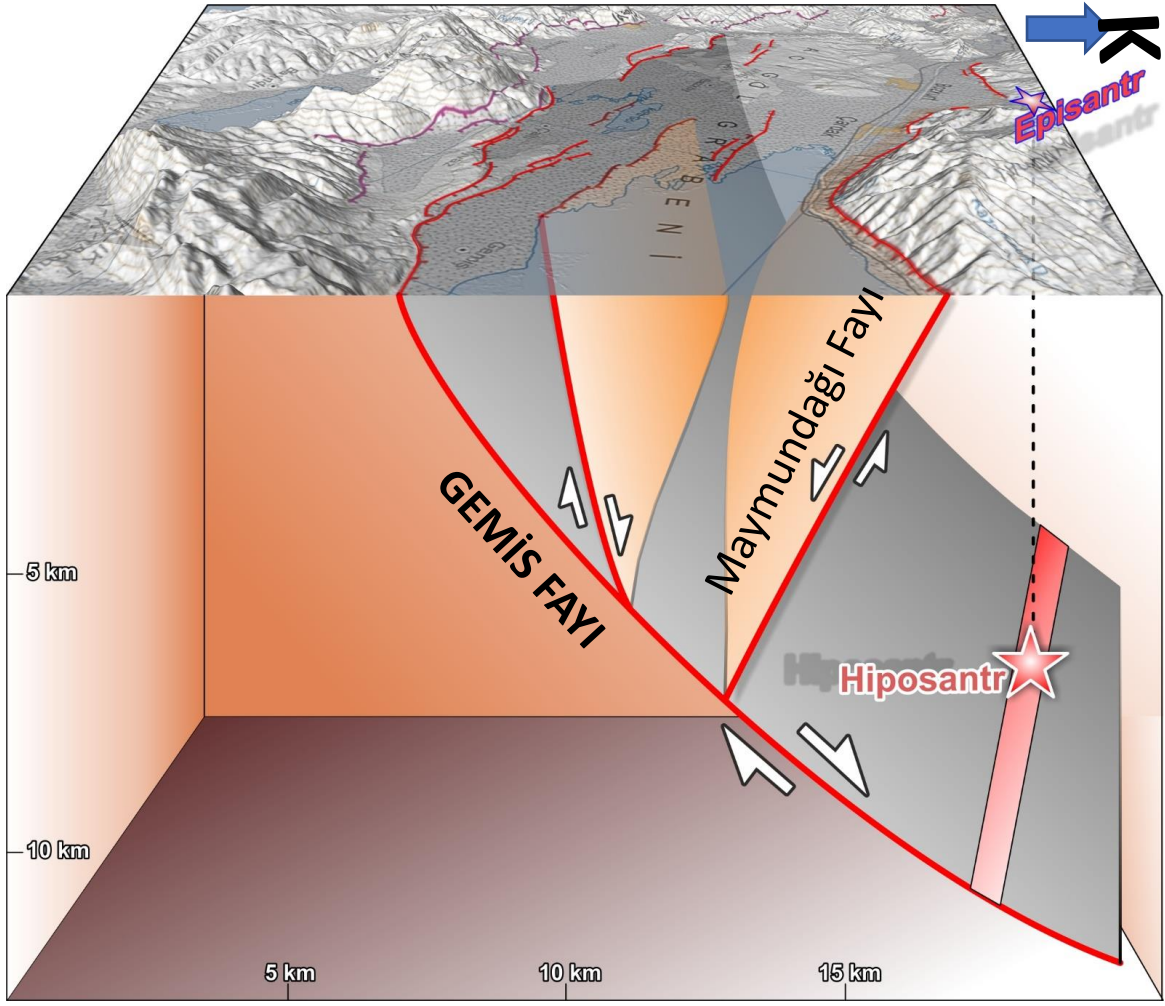
Tüm bu verilere göre, sismik kaynak, yüzeydeki hasarlar, yüzey deformasyonları, depremin odak derinliği, dış merkez konumu 3 boyutlu blok diyagram üzerinde düşürüldüğünde 08 Ağustos 2019 Bozkurt (Denizli) depreminin sismik kaynağının deprem dış merkezine yaklaşık 10 km uzaklıktaki Acıgöl graben sistemine ait faydan kaynaklandığı daha açık olarak gözlenebilmektedir. Odak mekanizma çözümlerine göre 10 km derindeki D-B doğrultulu ve 45° eğime sahip faylanma yüzeye taşındığında yaklaşık 10 km uzaklıktaki Acıgöl graben sistemine ait Hemiş Fayı ile çakışmaktadır. Buna göre deprem, büyük bir olasılıkla Acıgöl grabenini güneyden sınırlayan Hemiş Fayı'na ait kollardan kaynaklanmıştır (Şekil 10). Binalardaki hasarların ve sismogravitasyonel deformasyonların Maymundağı Fayı boyunca gözlenmesi, oluşan depremin 6 büyüklüğünü aşması durumunda Maymundağı Fayı'nda yüzey kırığı oluşturması muhtemeldir. Bu nedenle Maymundağı Fayı'nın yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmesi önemlidir. Bunun yanında bölgede deprem üretme potansiyeli 6.8 büyüklüğüne varan diri faylar bulunmaktadır. Bu fayların birbirini tetikleme olasılığı olduğundan bölgede yerleşim yerlerinden geçen tüm diri fayların yerinde incelenmesi ve yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.





**Şekil 9.** Maymundağı Fayının arazi görüntüsü ve fay zonunda deprem sırasında meydana gelen kılcal çatlaklar





Şekil 10. Bozkurt (Denizli) Depreminin sismik kaynağını gösteren 3 boyutlu blok diyagram

### KOSİSMİK DEFORMASYON ÇALIŞMALARI

Bölgedeki güncel tektonik hareketleri incelemek amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK (18.FEN.BIL.19) projesi tarafından desteklenen ve 2018 yılında başlatılan araştırma projesi kapsamında Acıgöl, Denizli ve Çivril grabenlerini kapsayan kampanya tipi 12 noktalı bir GNSS ağında, 2018 yılında ölçüler yapılmıştır. 08.08.2019 tarihinde meydana gelen Denizli Bozkurt depremi (Mw:6.0) sonrası deprem dış merkezi civarında bulunan 5 noktanın kosismik hareketleri elde etmek amacıyla 09.08.2019 tarihinde yeni GNSS ölçüleri yapılmıştır (Şekil 11). Verilerin değerlendirilmesi çalışmaları devam etmektedir.



**Şekil 11.** Çivril-Acıgöl arasındaki bölgede yapılan GNSS ölçüm çalışmaları

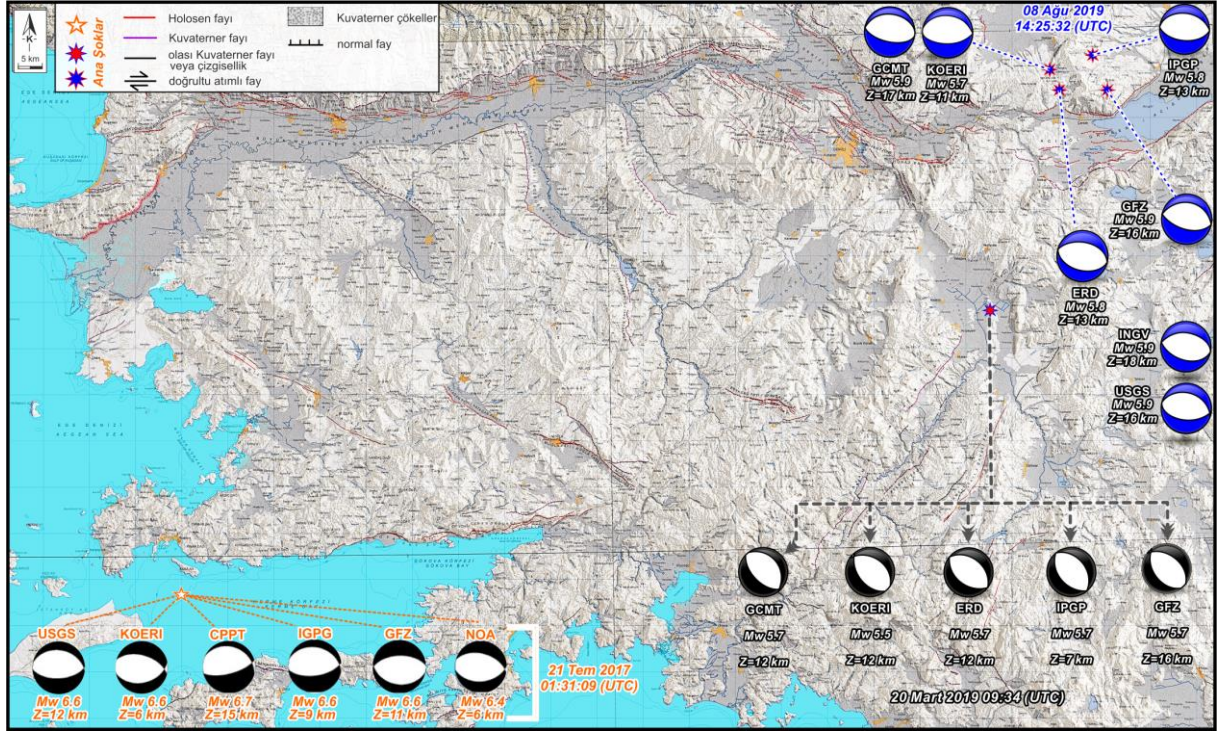


## **Kuşadası Körfezi (İzmir) ve Bozkurt (Denizli) Depremlerinin Batı Anadolu Tektoniği İçindeki Anlamı**

08 Ağustos 2019 tarihinde birbiri ardına meydana gelen Kuşadası Körfezi (İzmir) ve Bozkurt (Denizli) depremleri 2017 yılı başındaki Çanakkale-Ayvacık depremleriyle başlayan, daha sonra Manisa, Gölarmara, Midilli ve Bodrum, Acıpayam depremleri ile devam eden deprem aktivitesiyle bölgesel ölçekte ilişkilidir ve benzer bir jeolojik mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizma Kuzey Anadolu Fayının Edremit körfezinden geçen güney kolu ile İzmir-Balıkesir Transfer Zonu ve Fethiye-Burdur Fay Zonu arasında kalan bölgenin günümüzde yaklaşık K-G doğrultusundaki genişleme kuvvetleri etkisinde deformasyona uğradığını göstermektedir.

İlgili jeolojik literatür incelendiğinde, yaklaşık D-B doğrultulu normal fay mekanizmasına sahip fayların ürettiği depremlerle sarsılan bölgede gerilim farkını gidermek adına, Ege kıyılarına yaklaşık paralel olarak gelişen bir yırtılma zonunun yeniden aktif hale geçebileceği ön görülmektedir (Kaya, 1979; Sözbilir ve diğ., 2011; Uzel ve diğ., 2012, 2013; Sümer ve diğ., 2013). Bu zon özellikle Söke-Sığacık Körfezi ile kuzeye doğru Balıkesir'den geçerek Kuzey Anadolu Fayı'na bağlanan geniş bir deformasyon zonu oluşturmuştur (Özkaymak ve diğ., 2013; Uzel ve diğ., 2015, 2017). Bu zonun varlığı nedeniyle, şimdiye kadar normal fay mekanizmasıyla oluşan depremlerin, bölgedeki doğrultu atımlı fay mekanizmasına sahip fayları tetikleme potansiyeli taşıdığı anlaşılmaktadır. Bozkurt (Denizli) depreminin 3 saat öncesinde meydana gelen Kuşadası Körfezi depremi Batı Anadolu'da normal faylanma ile doğrultu atımlı faylanmanın aynı zamanda çalıştığını göstermektedir. Bu nedenle özellikle, Kuşadası Körfezi ile Gelenbe-Balıkesir arasında kalan fay segmentlerinde gerekli jeolojik, jeodezik, sismolojik ve paleosismolojik çalışmaların bir an önce yapılması hayati önem taşımaktadır. Bunun yanında MTA tarafından yayınlanan Türkiye diri fay haritasına (Emre ve diğ., 2018), deniz altında kalan fayların da eklenmesi ve bu fayların da deprem tehlike analizinde göz önüne alınması gerekmektedir. Bunun için ilgili üniversitelere bağlı birimler ile MTA arasında gerekli koordinasyonun kurulması ve bu kapsamda çağrılı bilimsel projeler oluşturulması son derece önemlidir.

Bölgede, Gökova Körfezi ile Çivril-Acıgöl (Denizli) arasında kalan KD-GB hattı boyunca son 2 yıllık deprem etkinliğine bakıldığında; 21 Temmuz 2017 tarihinde Gökova Körfezinde Mw=6.6 büyüklüğünde, 20 Mart 2019 tarihinde Acıpayam ovasında Mw: 5.5 büyüklüğünde depremlerin meydana geldiği ve bu depremleri 08 Ağustos 2019 da meydana gelen Bozkurt (Denizli) depreminin izlediği görülmüştür (Şekil 12). Söz konusu depremlerin güneybatıdan kuzeydoğuya doğru göç etmesi, sözkonusu zon boyunca yer alan faylarda gerilmenin arttığını veya Banaz ve Afyon-Akşehir graben sistemi içindeki faylara doğru depremlerin tetiklenebileceği anlamına gelebilir.



**Şekil 12.** Gökova Körfezi (Muğla), Acıpayam (Denizli) ve Bozkurt (Denizli) depremlerinin odak mekanizma çözümlerini gösteren diri fay haritası

### GELECEKTE OLABİLECEK YIKICI BİR DEPREMDEN EN AZ HASARLA ÇIKABİLMEK İÇİN YAPILMASI GEREKEN YERBİLİMSEL ÇALIŞMALAR;

- 1- Türkiye ölçeğinde tanımlanmış olan diri fayların tarihsel ve tarihöncesi dönemde ürettikleri depremlerin yeri, zamanı ve büyüklüğünü saptamak ve gelecekteki deprem üretme potansiyellerini ortaya koyabilmek için, bu fayların geçmişte ürettikleri tarihsel ve tarih öncesi depremlerle ilgili verilerin elde edilmesini sağlayan hendek tabanlı paleosismoloji çalışmalarına ağırlık verilmelidir.
- 2- Yakın gelecekte yıkıcı deprem üretme potansiyeli olan ve yerleşim yerlerinden geçen diri fayların 1/1000 ölçeğindeki imar haritalarına işlenmesi ve bu fay zonlarının “**YÜZEY FAYLANMASI TEHLİKESİ KUŞAĞI VE FAY SAKINIM BANDI**” oluşturma kriterleri açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılacak değerlendirme 2018’de yenilenen deprem yönetmeliğine göre düzenlenmeli ve Bina Kullanım sınıflaması (BKS)’na göre tampon bölge tanımlaması yapılmalıdır. Buna göre, fay zonlarında kalıp da depremden sonra ayakta kalması gereken bina envanteri saptanmalı ve bu binaların “Bina performans analizi” yapılmalıdır
- 3- Türkiye’deki güncel kabuk deformasyonlarının diri fay ölçeğinde sürekli izlenebilmesi için jeodezi çalışmalarına dayalı GPS istasyonlarının sayısı artırılmalı ve bu bilgiler uydu görüntüleri, jeolojik, sismolojik, paleosismolojik çalışmalarla desteklenerek kırılma zamanı yaklaşan fay zonları ortaya konmalıdır.

- 4- Yenilenen deprem yönetmeliğine göre, zeminlerin iyileştirilmesi ve uygun bina inşasının yapılması gerekmektedir.
- 5- Bilindiği gibi, yıkıcı bir deprem öncesinde yeraltındaki kayada, suda ve havada önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimleri gösteren tüm parametrelerin ölçüldüğü bütünlük bir sensör sisteminin/ağının geliştirilmesi konusundaki deprem ön kestirim ve denizaltında meydana gelen depremler ile meydana gelebilecek Tsunami erken uyarı sistemlerine yönelik çalışmalara hız verilmelidir.
- 6- İlçe bazında üretilecek deprem senaryolarına göre “**Deprem Master Planlarının**” yapılması veya var olan Deprem Master Planlarının güncel bilimsel veriler ışığında yeniden revize edilmesi gerekmektedir.
- 7- Son yıllarda denizaltındaki diri fayların kırılmasıyla oluşan depremler nedeniyle, Türkiye ana karasındaki diri fayların yansıma, deniz altındaki diri fayların da “Türkiye Diri Fay Haritasına” işlenmesi ve buna göre “**Deprem Tehlike Analizine**” yönelik haritaların yeniden üretilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.
- 8- **SONUÇ OLARAK, Türkiye’de yaşayan 80 milyon insanın daha sağlıklı ve güvenli bir yaşam hakkı kazanabilmesi için YERBİLİMLERİNE gereken önemin verilmesi ve üzerinde yaşadığımız yer kabuğundaki her türlü doğal afetlerden anlayan YERBİLİMCİLERİN yetiştirilmesi ve ilgili kurum ve kuruluşlara yerleştirilmesi hayati önem arz etmektedir.**

## Kaynakça

- AFAD, 2017. 21.07.2017, Gökova Körfezi, Bodrum-Muğla Depremi, Basına ve Kamuoyuna Ön Bilgi Formu. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı.
- Aktar, M., Karabulut, H., Childs, D., Mutlu, A., Ergin, M., Yörük, A., Gecgel, V., Bulut, F. & Kaya, T. (2006). Gökova Körfezi (Muğla) Aktif Faylarında Güncel Sismik Aktivitenin Belirlenmesi. TÜBİTAK Projesi, No:104Y336, 29s.
- Altınok, Y., & Ersoy, Ş. 2000. Tsunamis observed on and near the Turkish coast. Natural Hazards, 21, 185-205.
- Ambraseys, N.N. 1988. Engineering seismology. Journal of Earthquake Engineering Structural Dynamics, 17, 1-105.
- Ambraseys, N.N. 2002. The seismic activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years. Bulletin of the Seismological Society of Amerika, vol.92, 1, 1-18.
- Ambraseys, N.N. & Finkel, C. 1991. Long-term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region. Terra Motae, 3, 527-539.
- Duman, T.Y., Emre, Ö., Özalp, S. & Elmacı, H. 2011. 1:250000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Aydın (NJ35-11) Paftası, Seri No:7, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y. & Özalp, S. 2011. 1:250000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Marmaris (NJ35-15) Paftası, Seri No:8, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. & Şaroğlu, F. 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası Ölçek 1/1.125.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara, Türkiye. ISBN:978-605-5310-56-1.
- Emre Ö, Duman TY, Özalp S, Şaroğlu F, Olgun Ş et al. (2018). Active fault database of Turkey. Bulletin of Earthquake Engineering, 16 (8): 3229-3275.
- EMSC, 2017. Avrupa Ortadoğu Sismoloji merkezi web sayfası, <http://www.emsc-csem.org>; EMSC: European-Mediterranean Seismological Centre.



- GFZ, 2017. Almanya Yerbilimleri Araştırma Merkezi, web sayfası, <http://www.gfzpotsdam.de>, German Research centre for Geoscience.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakiç, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitöğlü, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu C. & Akyol, A. 1995. Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. *Geological Magazine*, 132, 637–650.
- Görür, Ö.F. & Yılmaz Y. 2002. Geology of the Ören and Surrounding Areas, SW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 1-13.
- İşcan, Y., Tur, H. & Gökaşan E. 2013. Morphologic and seismic features of the Gulf of Gökova, sw anatolia: evidence of strike-slip faulting with compression in the Aegean Extensional Regime. *Geo-Marine Letters*, 33, 31-48.
- Kalafat, D & Horasan, G. 2012. A seismological view to Gökova region at southwestern Turkey. *International Journal of the Physical Sciences*, 7(30), 5143-5153, doi: 10.5897/IJPS12.277.
- Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27 (1), 1-7.
- KOERİ, 2017. 21 Temmuz 2017 Gökova Körfezi- Akdeniz Depremi Basın Bülteni. B.Ü. KANDİLLİ RASATHANESİ Ve DAE. BÖLGESEL DEPREM-TSUNAMI İZLEME Ve DEĞERLENDİRME MERKEZİ.
- KOERİ, B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü web sayfası, <http://www.koeri.boun.edu.tr>.
- Kop, A., Özalp, S., Elmacı, H., Kara, M., & Duman, T.Y., 2016. Active tectonic and palaeoseismological features of the western section of Mustafakemalpaşa Fault; Bursa, NW Anatolia. *Geodinamica Acta*, 28(4), 363-378.
- Kokkalas, S & Aydın A. 2013. Is there a link between faulting and magmatism in the south-central Aegean Sea? *Geological Magazine*, 150 (2), 193–224. doi:10.1017/S0016756812000453.
- Mozafari Amiri, N., Dmitry, T., Özkaymak, Ç., Sümer, Ö., Uzel, B., Ivy Ochs, S., Sözbilir, H. & Akçar, N. 2015. Revealing the seismically active periods beyond the historical archives: Fault scarp dating with 36 Cl. *The International Union for Quaternary Research*, 19.
- NOA, Atina Ulusal Gözlemevi Merkezi, web sayfası, <http://www.gein.noa.gr/en/seismicity/earthquake-catalogs>, National Observatory of Athens, Geodynamic Institute, Greece, Athens.
- Nomikou, P. & Papanikolaou, D. 2010. The morpho-tectonic structure of Kos-Nisyros-Tilos volcanic area based on onshore and offshore data. *Proceedings of the XIX CBGA Congress*, 99, 557-564, Thessaloniki, Greece.
- Özalp, S., Kürçer, A., Özdemir, E., & Duman, T.Y., 2016. The Bekten Fault: the palaeoseismic behaviour and kinematic characteristics of an intervening segment of the North Anatolian Fault Zone, Southern Marmara Region, Turkey. *Geodinamica Acta*, 28(4), 347-362.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H. and 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 Special issue: Tethyan Evolution, Anatolia*. 65, 117-135
- Shebalin, N.V., Karnik, V. & Hadzievski, D. 1974. *Catalogue of Earthquakes*. UNESCO, pp. 366, Skopje, Yugoslavia.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. & Altınok, Y. 1981. *Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu*, (M.O. 2100 - M.S. 1900), TÜBİTAK Proje No:TBAK-341.
- Sözbilir, H., Sarı, B., Uzel, B., Sümer, Ö. & Akkiraz, S. 2011. Tectonic implications of transtensional supradetachment basin development in an extension-parallel transfer zone: the Kocaçay Basin, western Anatolia, Turkey. *Basin Res.* 23, 423–448.
- Sözbilir, H., Sümer, Ö., Özkaymak, Ç., Uzel, B., Güler, T., Eski, S. 2016a. Kinematic analysis and palaeoseismology of the Edremit Fault Zone: evidence for past earthquakes in the southern branch of the North Anatolian Fault Zone, Biga Peninsula, NW Turkey. *Geodinamica Acta*, 28, 273-294.
- Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Uzel, B., Sümer, Ö., Eski, S. & Tepe, Ç. 2016b. Paleoseismology of the Havran-Balıkesir Fault Zone: evidence for past earthquakes in the strike-slip dominated contractional deformation along the southern branches of the North Anatolian Fault in northwest Turkey. *Geodinamica Acta*, vol.28, No.4, 254-272.
- Sümer, Ö., İnci, U. & Sözbilir, H. 2013. Tectonic evolution of the Söke Basin: Extension-dominated transtensional basin formation in western part of the Büyük Menderes Graben, Western Anatolia, Turkey. *Journal of Geodynamics*, 65, 148–175.
- Uluğ, A., Duman, M., Ersoy, Ş., Özel, E. & Avcı, M. 2005. Late Quaternary sea-level change, sedimentation and neotectonics of the Gulf of Gökova: Southeastern Aegean Sea. *Marine Geology*, 221, 381–395.

- Uzel, B., Sözbilir, H., 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* 22/4, 439–471, doi: 10.3906/yer-0910-11.
- Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakci, N., Langereis, C.G., 2013. Structural evidence for strike-slip deformation in the İzmir–Balıkesir Transfer Zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Turkey). *Journal Geodynamics*, 65, 94–116.
- Uzel, B., Langereis, C.G., Kaymakci, N., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç. & Özkaptan, M. 2015. Paleomagnetic evidence for an inverse rotation history of Western Anatolia during the exhumation of Menderes core complex. *Earth and Planetary Science Letters*, 414, 108–125.
- Uzel, B., Sümer, Ö., Özkaptan, M., Özkaymak, Ç., Kuiper, K., Sözbilir, H., Kaymakci, N., İnci, U. & Langereis, C.G. 2017. Palaeomagnetic and geochronological evidence for a major middle Miocene unconformity in Söke Basin (western Anatolia) and its tectonic implications for the Aegean region. *Journal of the Geological Society*, jgs2016-006.
- USGS, United States Geological Survey National Earthquake Information Center, <http://earthquake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php>.
- Wells L.D. & 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.
- Yolsal, S., Taymaz, T. & Yalçiner, A.C. 2007. Understanding tsunamis, potential source regions and tsunami-prone mechanisms in the Eastern Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 291, 201-230, doi:10.1144/SP291.10.
- Yolsal-Çevikbilen, S. & Taymaz, T. 2012. Earthquake source parameters along the Hellenic subduction zone and numerical simulations of historical tsunamis in the Eastern Mediterranean. *Tectonophysics* 536–537, 61–100.