

SINDIRGI (BALIKESİR) DEPREMİ — Mw 6,1 · 27.10.2025

DEPREM TEKNİK RAPORU · OLAY RAPORU

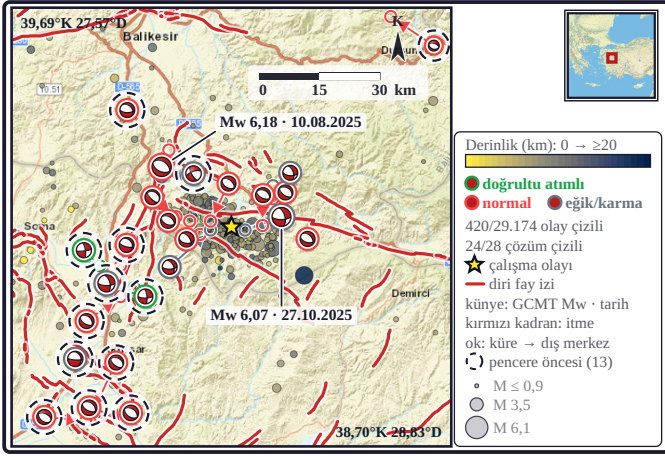
T. Batuhan BULGURLULAR · YAPI ZEMİN Deprem Teknik Raporları · 2026 · Olay: 27.10.2025

ÖZET — 27.10.2025 tarihinde Sındırgı (Balıkesir) çevresinde Mw 6,1 büyüklüğünde, 6,1 km odak derinlikli bir deprem meydana gelmiştir (39,1969°K, 28,2006°D). Olay merkezli pencerede 29.174 olay kataloglanmıştır; çapraz-kaynak kopyaları (5.584 kayıt) ve kendi hizmet bölgesi dışındaki bölgesel ağların tek kaynaklı kayıtları (47 kayıt) her istatistikten önce ayıklanmıştır. Global CMT (GCMT) moment tensörü çözümü ($M_0 = 1,616 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6,07) NP1 düğüm düzlemi üzerinde normal bileşenli sol yönlü doğrultu atım, NP2 üzerinde normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atım niteliğinde kaymaya karşılık gelmektedir. Olay merkezli mekanizma popülasyonundan ($n = 49$) SHmax = 115° kestirilmiştir; şekil oranı $R = 0,22$ uç değerde olduğundan (σ_2 komşu asal gerilmeden ayrılmıyor) Anderson rejimi kısıtlanamamıştır. Kayıtların %39'unun (11.348/29.174) derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 7,0 km'dir; bu değer derinlik çözilemeyip sabitlendiğinde kurumun atadığı varsayılan olduğundan derinlik istatistikleri bu yığının etkisi altındadır. Bulgular, mevcut katalog ve model varsayımlarının sınırları içinde betimleyicidir; deprem tahmini içermez.

Anahtar kelimeler: Sındırgı (Balıkesir) depremi, moment tensörü, gerilme inversiyonu, Coulomb gerilme aktarımı, makrosismik şiddet, sismoteknik.

ABSTRACT — An earthquake of Mw 6.1 occurred near Sındırgı (Balıkesir) on 27 October 2025 at a focal depth of 6.1 km (39.1969°N, 28.2006°E). A total of 29,174 events were catalogued within an event-centred window; cross-source duplicates were removed (5,584 records), as were single-source records of regional networks outside their home region (47 records), before any statistic was computed. The Global CMT (GCMT) moment-tensor solution ($M_0 = 1.616 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6.07) corresponds to left-lateral strike slip with a normal component on nodal plane NP1 and to right-lateral strike slip with a normal component on NP2. Stress inversion of the event-centred focal-mechanism population ($n = 49$) yields SHmax = 115°; the shape ratio $R = 0.22$ is extreme (σ_2 does not separate from the adjacent principal stress), so the Anderson regime could not be constrained. Of the records, 39% (11,348/29,174) have a depth of 7.0 km when rounded to 0.1 km, the agency default assigned when the depth is fixed rather than resolved; the depth statistics are affected by this cluster of fixed-depth records. The findings are descriptive within the limits of the available catalogue and of the model assumptions stated in the text; no forecast is implied.

Keywords: Sındırgı (Balıkesir) earthquake, moment tensor, stress inversion, Coulomb stress transfer, macroseismic intensity, seismotectonics.



Şekil 1. Harita 29.174 olaylık katalogdan 420 olayı gösterir; odak mekanizmaları 28 çözümlük bölgesel mekanizma kümesindedir. Gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır ($n = 49$). Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir; kadranlı küreler odak mekanizması çözümleridir; kırmızı kadranlar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Sarı yıldız çalışma olayı, kırmızı çizgiler diri fay izleridir. Mw sırasıyla en büyük 2 çözüm künyelidir (öbür 22 küre künyesizdir); künye çözümün Global CMT (GCMT) kataloğundaki moment büyüklüğünü (M_w) ve tarihini verir; bu büyüklük gövdedeki katalog büyüklüğünden farklı olabilir. İnce çizgi künyeyi küresine, ok küreyi çözümün dış merkezine bağlar. Kesikli halkalı küreler çalışma penceresinden önceki çözümlerdir (faylar: MTA TDFH-2026 [Elmacı vd., 2026]; mekanizmalar: bölgesel mekanizma kümesi; katalog: AFAD · ISC · EMSC · GFZ).

GİRİŞ

Bu çalışma, 27.10.2025 tarihinde Sındırgı (Balıkesir) çevresinde meydana gelen Mw 6,1 depremini ve onu çevreleyen sismisiteyi olay merkezli bir pencerede incelemektedir (Şekil 1). İnceleme, 29.174 olaylık birleşik çok kaynaklı deprem kataloğuna ve olayın Global CMT (GCMT) moment tensörü çözümüne dayanmaktadır; raporlanan her çözümleme önceden tanımlı veri yeterliliği, ölçek/geçerlilik, istatistiksel güç ve yöntemin kendi güvenilirlik beyanı ölçütlerinden geçirilmiştir. Amaç, olayın kaynak parametrelerini, dizi istatistiğini ve bölgesel bağlamını ölçülen büyüklüklerle betimlemektir.

Olay künyesi ve temel parametreler Tablo 1'de, kurum çözümleri ve benimsenen hiposantr Tablo 2'de verilmiştir.

TEKTONİK ÇERÇEVE

Kullanılan diri fay veri tabanında (Türkiye Diri Fay Haritası, MTA TDFH-2026) dış merkeze en yakın adlı fay izleri şunlardır: Simav Fay Zonu'na bağlı fay parçası (3,2 km; sağ yönlü doğrultu atımlı), Yüreğil Fayı (4,4 km; normal), Düvertepe Fay Zonu'na bağlı fay parçası (11 km; normal).

Tablo 1. Olay künyesi ve türetilmiş kaynak parametreleri.

Nicelik	Değer	Kaynak / yöntem
Oluş zamanı (UTC)	27.10.2025 19:48:29	AFAD hiposantrı
Dış merkez	39,1969°K · 28,2006°D	AFAD hiposantrı
Odak derinliği	6,1 km	AFAD
Büyüklük	Mw 6,1	AFAD (hiposantrı veren kurum) ^a
Sismik moment M_0	$1,616 \times 10^{18}$ N·m	GCMT skaler momenti · Mw 6,07
Nominal ısınan enerji E	$8,1 \times 10^{13}$ J	M_0 'dan · Kanamori (1977)
Konum belirsizliği, istasyon sayısı, azimut boşluğu	yok	AFAD yayımlamamıştır
Varış artığı (RMS)	0,43 s	AFAD bildirimi
b değeri	raporlanmadı	gerekçesi Ek A'da
Kutu yayılımı (%95)	$57,4 \times 55,4$ km	uzun × kısa eksen · çalışma kutusu olayları
İzleyen olay bulutu yayılımı (%95)	$32,8 \times 20,0$ km	uzun × kısa eksen · izleyen olay bulutu
Mekanizma (NP1)	$345^\circ/61^\circ/-27^\circ$	GCMT · doğrultu/eğim/kayma

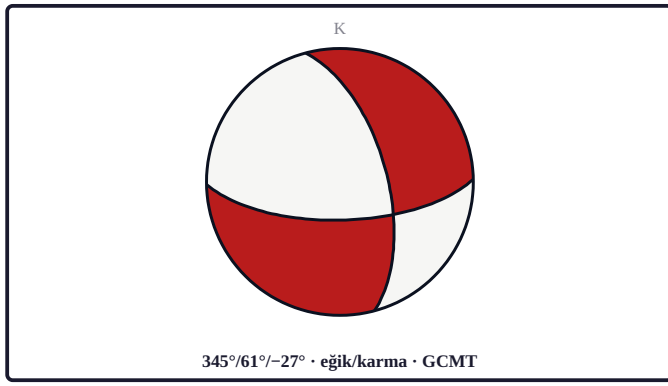
Not: a) Büyüklük türü Mw: moment büyüklüğü; kurum hesap yöntemini bildirmemiştir.

Kullanılan sayısal levha sınırı modelinde (Bird, 2003) dış merkeze en yakın sınır Ege Denizi-Anadolu levha sınırır ve 88 km uzaklıktadır; model sınırları, yayılı deformasyon kuşaklarında bir modelleme kabulüdür. Olay sığ odaklı ($h < 70$ km) bir kabuk depremidir (odak derinliği 6,1 km).

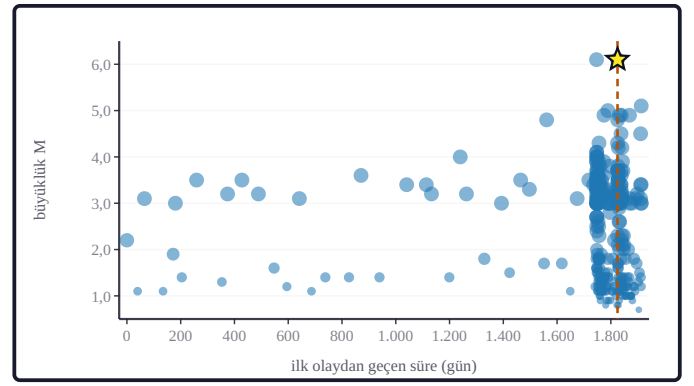
Kurum ürünü USGS STREC tektonik sınıflaması (ShakeMap sürüm 11, 01.12.2025) olayı aktif kabuk bölgesinde saymaktadır (olasılık %100).

VERİ VE YÖNTEM

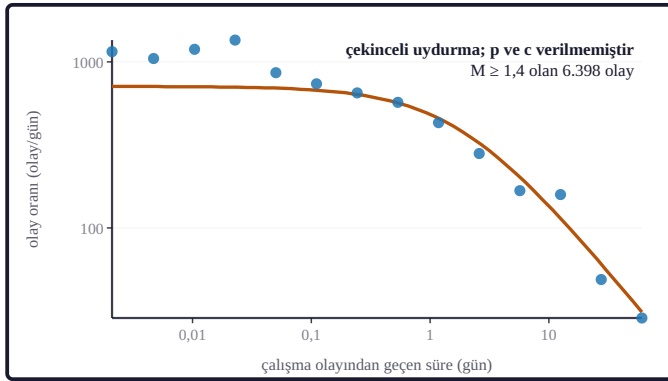
Katalog, olay merkezli kutuda 28.10.2020 – 25.01.2026 döneminde kaydedilmiş 29.174 olaydan oluşmaktadır (1.915 gün). Kayıtların kurum dağılımı: AFAD 25.379, ISC 3.587, EMSC 205, GFZ 3. Büyüklük türü dağılımı: ML 29.017, Mw 155, türü belirtilmemiş 1, mb 1. Çalışma alanı $109,4 \times 109,2$ km (≈ 11.900 km²) boyutundadır; alan, küresel yaklaşımla hesaplanmıştır (1° boylam = $111,32 \cdot \cos \phi$ km; 1° enlem = 110,574 km; ϕ = kutu orta enlemi). Kutunun köşeleri 38,703°K–39,690°K ve 27,566°D–28,834°D koordinatlarındadır. Katalog kayıtlarının %12'si ISC kaynağından gelmektedir.



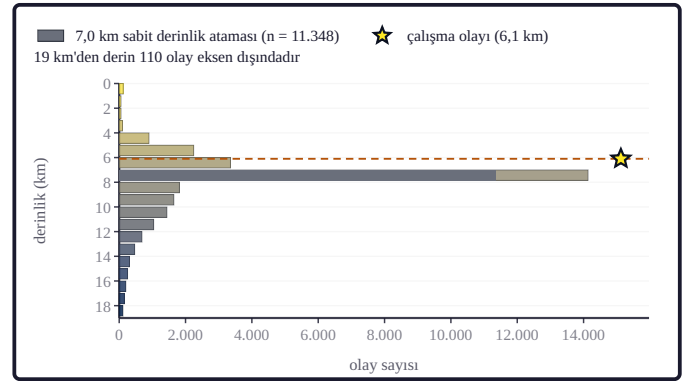
Şekil 2a. Odak mekanizması alt yarıküre eşit alan izdüşümüyle çizilmiştir; kırmızı kadranslar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir; sıkışma (P) eksen beyaz kadransların, gerilme (T) eksen kırmızı kadransların ortasındadır.



Şekil 2b. Pencere kataloğu 29.174 olaydır (320 olay çizilidir); en büyük olay Mw 6,1 büyüklüğündedir (10.08.2025); Mc = 1,5 üstünde 14.614 olay vardır. Büyüklük–zaman dağılımı: yatay eksen ilk olaydan geçen süre (gün), düşey eksen büyüklüktür. Her mavi daire bir olaydır ve daire çapı büyüklükle ölçeklidir; turuncu kesikli düşey çizgi ve yıldız çalşıma olayını işaretler (seyreltme eşit adımlıdır; en büyük 10 olay her durumda çizilmiştir).



Şekil 2c. Çekinceli kestirim: Omori–Utsu üsteli çekinceyle verilmiştir ve ilk saatlerdeki katalog eksikliğinden etkilenir; p ve c değerleri verilmemiştir. Kayan pencerelerle izlenen zamanla değişen tamlıkta çalşıma olayını izleyen ilk pencerenin tamlık eşiğı Mc = 3,2'dir; eşik, olay sonrası dönem için benimsenen Mc = 1,4 değerine çalşıma olayından 48,8 saat sonra iner. Olay oranı çalşıma olayından geçen süreye göre çizilmiştir (iki eksen logaritmik); eğri Omori–Utsu yasasının en büyük olabilirlik uydurmasıdır ve değerleri çekinceli olduğundan şekilde verilmemiştir (Omori–Utsu yasası: Utsu vd., 1995).



Şekil 2d. Tam katalogta derinlik değeri taşıyan 29.174 olayın %84'ü ≤ 10 km derinliktedir. Sabit derinlik atamaları (7,0 km) ölçülmüş derinlik taşımaz. Hiposantr derinlik histogramı (tam katalog): çubuk rengi derinliğı gösterir (sıg sarı, derin lacivert); koyu kesim sabit derinlik atamalarıdır; yıldız ve kesikli çizgi çalşıma olayının derinliğıdir.

KULLANILAN BAĞINTILAR

(1) Sismik moment

$$M_0 = 10^{1,5 \cdot M + 9,1} \text{ N} \cdot \text{m}$$

Hanks ve Kanamori (1979); sabit: Kanamori (1977)

(2) Işınan enerji

$$\log_{10} E = 1,5 \cdot M + 4,8 \text{ (J)}$$

Gutenberg ve Richter (1956)

(3) Büyüklük–frekans

$$\log_{10} N(\geq M) = a - b \cdot M$$

Gutenberg ve Richter (1944)

(4) Artçı sönümü

$$n(t) = K/(t + c)^p$$

Utsu vd. (1995)

(5) Artçı dizisi oranı

$$\lambda(t, M) = 10^{a+b(M_m-M)} \cdot (t+c)^{-p}$$

Reasenber ve Jones (1989)

Şekil 2a–2d: Koyu kadranslar P dalgasının ilk hareketinin itme, açık kadranslar çekme olduğu bölgelerdir; gerilme (T) eksen koyu kadransların, sıkışma (P) eksen açık kadransların ortasında yer alır (Şekil 2a). Deviatorik (GCMT) tensörün çift kuvvet payı %53'tür. Nokta kaynak (çift kuvvet) yaklaşımında iki düzlem dalga alanında özdeşdir; büyük depremlerde sonlu fay çözümleri ve bağımsız geometri kanıtları (artçı uzanımı, oturtulan düzlem) düzlemi kısıtlar; gerilme kararsızlığı ise gerilme alanına dayanan ayrı türden bir ölçüttür. Ortalama büyüklük M 1,58, ortalama M 1,5'tir (tam katalog; Şekil 2b). Serimin düşey saçılımı büyüklük çeyreklerinden okunur: kayıtların dörtte biri M 1,2 altında, dörtte biri M 1,8 üstündedir ve çeyrekler arası açıklık 0,6 büyüklük birimidir. Serimdeki en küçük olaylar tamlık eşiğinin altında kalır; bu olayların zaman içinde seyrekleşmesi yalnız gerçek bir sakinleşmeden değil, ağ duyarlılığındaki değişimden de kaynaklanabilir; bu nedenle serim, eşik üstü alt kümeyle kurulan istatistiklerin yerine geçmez. Omori–Utsu üsteli bu gözlem süresinde çekinceyle verilmiştir; p ve c değerleri bu çalışmanın bulgu ölçütünü karşılamadığından verilmemiş, sönüm bulgu olarak yorumlanmamıştır (Şekil 2c). Omori üsteli p, sönümün istatistiksel tanımıdır; tek tek olayların zamanını ya da yeni bir büyük depremi öngörmez. Derinlik histogramı, odakların derinlik kutularına nasıl dağıldığını gösterir (Şekil 2d).

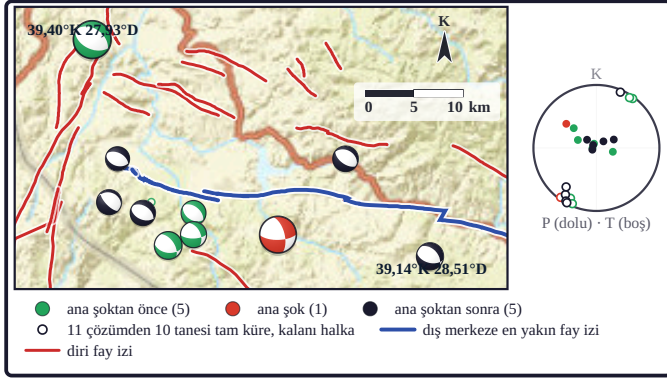
Derinliğı bilinen 29.174 kaydın 24.551 tanesi (%84) 10 km ve daha sıg, kalanı daha derindedir (tam katalog). Histogramın en yüksek çubuğı 14.136 olayla 7–8 km aralığındadır; bu çubuktaki 11.348 kayıt 7,0 km sabit derinlik atamasıdır ve tepe ölçülmüş bir dağılım tepesi olarak okunmamalıdır.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

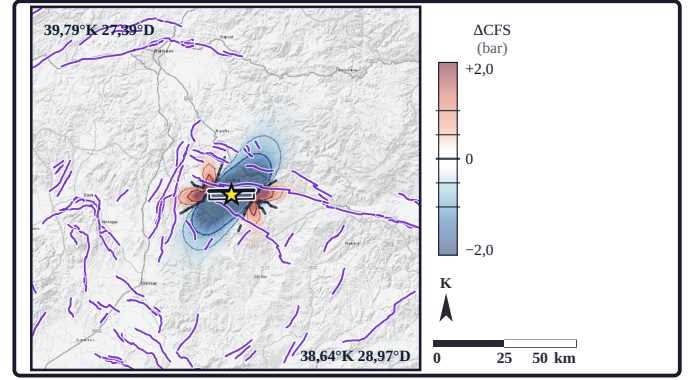
ISC gözden geçirilmiş bülteni gerçek zamanın yaklaşık 24 ay gerisinden yayımlanmaktadır (International Seismological Centre, t.y.); buna göre pencerenin yaklaşık son 15 ayında (pencere sonu sorgu anından öncedir; bültenin ufku pencerenin yalnız bu bölümünü dışarıda bırakır) bu kaynağın katkısı gözden geçirilmemiş kurum bildirimlerinden oluşmaktadır. Bu bölüm önceki dönemle aynı tamlıkta değildir; ona ait olay oranları ve tamlık büyüklüğü alt sınır olarak okunmalıdır. Bu rapor, olaydan 360 gün sonra hazırlanmıştır; olay sonrası katalog verisi katalog penceresinin sonuna kadarki 90 günle sınırlıdır. Katalog sorgusu 25.10.2026 tarihinde çalıştırılmıştır; sonraki güncellemeler sayıları değiştirebilir.

Birleşik katalog okunurken veri tabanı değiştirilmeden bir onarım uygulanmıştır: aynı kurumun birbirinden 60 s'den uzak iki ayrı olay kimliğini taşıdığı hâlde birleştirmede tek kayda indirgenmiş satırlar ayrı olaylara bölünmüştür.

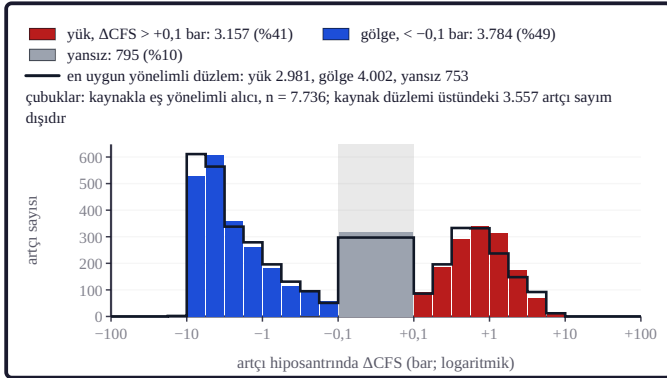
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI



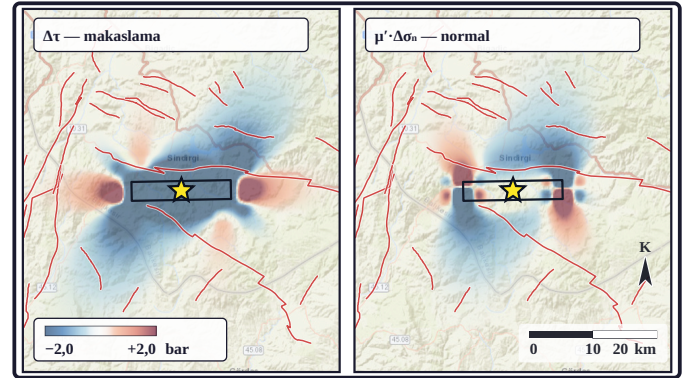
Şekil 3a. Arama penceresinin (çalışma olayından 180 gün önce – 30 gün sonra, 55 km yarıçap) odak mekanizması haritasında her odak küresi bir moment tensörü çözümdür. Mw, çözümü yayımlayan kurumun moment tensörü büyüklüğüdür ve gövdedeki katalog büyüklüğünden farklı olabilir. Küre rengi çalışma olayına göre zamani (yeşil önce, kırmızı çalışma olayı, siyah sonra), çapı büyüklüğü taşıır. Küreler alt yarıküre eşit alan izdüşümündedir; mavi çizgi dış merkeze en yakın fay izi, ince kırmızı çizgiler haritalanmış diri fay izleridir. Zaman sınıfları bir pencere kuralından gelir ve bir yorum değildir. Arama penceresi raporun analiz penceresinden farklıdır (moment tensörleri ve Mw: Global CMT, Ekström vd., 2012; izdüşüm: Lambert alt yarıküre eşit alan).



Şekil 3b. Harita statik Coulomb gerilme değişimini (ΔCFS) gösterir (kırmızı artış, mavi azalma; ±2,0 bar). ΔCFS Wells ve Coppersmith (1994) kaynağının kaynakla eş yönelimli alıcıda (s/d/r = 89°/67°/-148°), 6,1 km derinlikte, $\mu' = 0,40$ ile hesaplanmıştır. Yıldız dış merkezdir; dörtgen kaynağın yüzey izdüşümüdür (kalın kenar üstte); çizgiler ΔCFS konturlarıdır. Mor çizgiler diri fay izleridir; renk çubuğundaki çentikler kontur düzeyleridir; altlık gri tonludur, renkler yalnız ΔCFS'indir (ΔCFS: Okada, 1992; King vd., 1994; altlık [gri tonlu]: Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community; diri faylar: MTA TDFH-2026 [Elmacı vd., 2026]).



Şekil 3c. Coulomb nokta sınaması, izleyen olayların kendi hiposantrlarında hesaplanan ΔCFS değerlerinin dağılımını verir. İzleyen olay konum belirsizliği sayımlara yansıtılmamıştır. Kırmızı çubuklar yük artışı, mavi çubuklar gerilme gölgesini, gri bant iki eşik arasındaki yansız aralığı gösterir; çizgi en uygun yönelimli düzlem için aynı dağılımdır (eşik 0,1 bar = 0,01 MPa; Hardebeck vd., 1998).



Şekil 3d. ΔCFS'in iki bileşeni ayrı panellerde gösterilmiştir: solda makaslama gerilmesi değişimi $\Delta\tau$, sağda fay düzlemine dik normal gerilme katkısı $\mu'\Delta\sigma_n$ ($\Delta CFS = \Delta\tau + \mu'\Delta\sigma_n$; $\Delta\sigma_n$ çekme artı, artı değer fayın kenetlenmesinin azalmasıdır). Kadraj kaynak çevresine yakınlaştırılmıştır; renk ölçeği ve kaynak geometrisi ΔCFS haritasıyla aynıdır; yıldız dış merkezdir; ince dörtgen kaynağın yüzey izdüşümüdür (bileşen ayrışımı: Okada, 1992 analitik çözümü).

Şekil 3a–3d: Arama penceresindeki zaman sınıfları (çalışma olayından önce, çalışma olayı, çalışma olayından sonra) çözümün yalnız çalışma olayına göre zamanını bildirir ve bir pencere kuralından gelir; çalışma olayından önceki bir çözümün öncü deprem olduğu anlamına gelmez (Şekil 3a). Çözümlerin Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle sınıf dağılımı 9 normal, 2 eğişik/karma çözümdür. ΔCFS haritasında kırmızı alanlar alıcı düzlemlerin kırılmaya yaklaştığı, mavi alanlar uzaklaştığı kesimlerdir (Şekil 3b). Nokta sınamasının histogramı, izleyen olayları kendi hiposantrlarındaki ΔCFS değerine göre yükleme, gölge ve yansız gruplarına ayırır (Şekil 3c). Alanın makaslama ve normal gerilme bileşenleri ayrı panellerde verilmiştir (Şekil 3d). Coulomb gerilme aktarımı sonuçları Tablo 3'te, mekanizma dizisi Tablo 4'te, USGS moment tensörü çözümlerinin karşılaştırması Tablo 5'te verilmiştir.

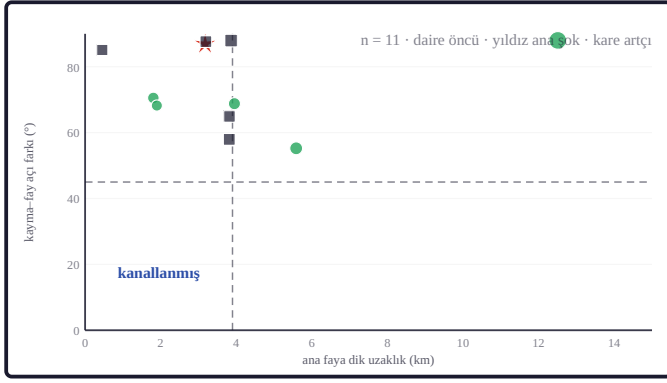
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Bu onarım pencereye 15.791 olay eklemiştir; bunların 6.292'si çalışma olayından sonradır ve en büyüğü 27.10.2025 20:29:14 UTC'de gerçekleşen mb 4,3 büyüklüğündeki olaydır (GFZ raporu). Çapraz-kaynak kopyaları (1) $\Delta t \leq 20$ s, $\Delta\text{konum} \leq 54$ km ve $\Delta M \leq 0,5$ ya da (2) $\Delta t \leq 5$ s ve $\Delta\text{konum} \leq 54$ km (büyüklük ölçüsü farkı gözetmeksizin) ölçütüyle tekilleştirilmiş, 5.584 kayıt düşürülmüştür; çakışan kayıtlarda temsilci, kurum önceliği (yurt içinde ulusal ağ önce), moment büyüklüğü tercihi ve en yüksek büyüklük değeri sırasıyla seçilmiştir. Tüm istatistikler tekilleşmiş katalog üzerinde hesaplanmıştır.

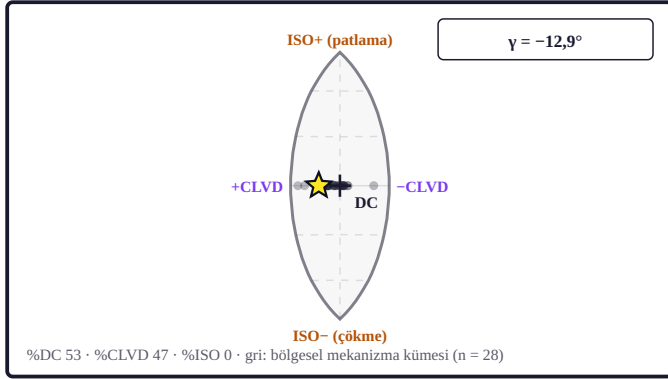
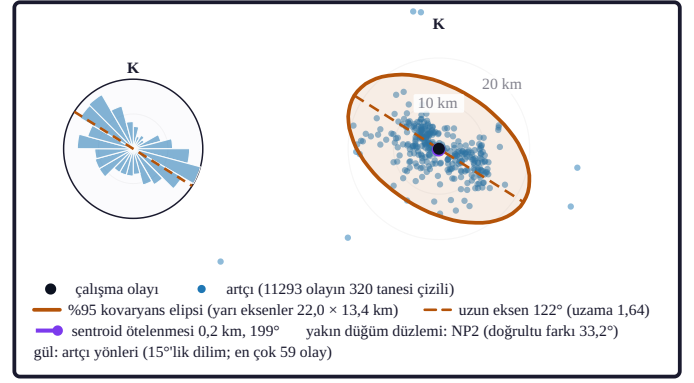
Kendi hizmet bölgesi dışında kalan bölgesel ağların tek kaynaklı kayıtları (uzak ağ kayıtları; $M \geq 2,0$) ayrı bir kurala ele alınmıştır: en az iki kurumun bildirdiği bir olayla $\Delta t \leq 35$ s, $\Delta\text{konum} \leq 300$ km ve büyüklük farkı $-0,5$ ile $+1,5$ arasında eşleşen 40 kayıt o olayın kopyası sayılmış, eşi bu ölçütlerle bulunamayan 7 kayıt ise bağımsız bir olay olduğu doğrulanamadığından istatistiklere alınmamıştır. Böylece sorgudan dönen 34.805 kayıttan 5.631'i ayıklanmış ve çözümleme 29.174 olayla yapılmıştır. Bu çalışmada benimsenen büyüklük, hiposantri veren kurumun (AFAD) kendi büyüklüğüdür: Mw 6,1 (moment büyüklüğü sınıfı). Öteki kurumların bildirdiği büyüklükler olay künyesi bölümünde karşılaştırılmıştır; farklı ölçeklerdeki değerler aynı fiziksel niceliği ölçmediğinden tek bir yayılım istatistiğinde toplanmamıştır. Moment ve enerji toplamlarında büyüklük türleri arasında ampirik dönüşüm uygulanmamıştır: moment türü büyüklük taşıyan 155 kayıt gerçek sismik momentle, öteki 29.019 kayıt ise katalog büyüklüğü moment büyüklüğü sayılarak hesaplanan nominal değerle toplanmıştır; nominal toplamlar bu etiketle verilmiştir.

Koordinatlar WGS84 datumundadır; derinlikler deniz seviyesine göre pozitif aşağı verilmiştir ve kurum çözümlerinden olduğu gibi alınmıştır (topografyaya indirgeme yapılmamıştır). Konum kalitesi alanları — varış artığı RMS, azimut boşluğu, faz sayısı, yatay ve düşey konum belirsizliği (ERH/ERZ), en yakın istasyon uzaklığı — birleşik katalogta taşınmadığından katalog genelinde bir kalite filtresi uygulanamamıştır.

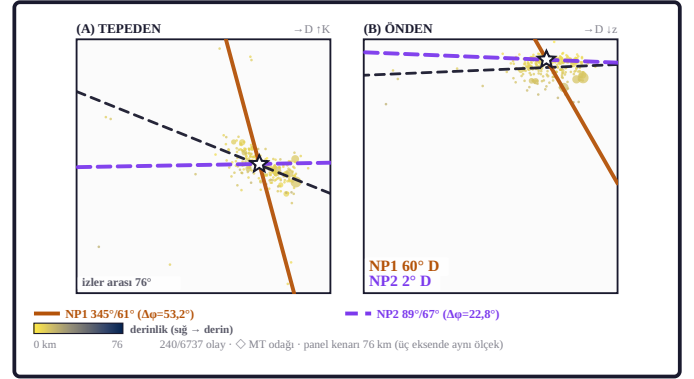
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM) · UZAMSAL GEOMETRİ VE DERİNLİK YAPISI



Şekil 4a. Yatay eksen dış merkezin ana faya dik uzaklığını, dikey eksen kayma-fay açısı farkını gösterir. Her nokta bir odak mekanizmasıdır. Şekil sismik kayma kanallanmasını gösterir. Dikey eksenindeki açı yerel fay doğrultusu ile sismik kayma vektörü azimutu arasındaki dar açıdır, yatay eksen dış merkezin ana fay yüzeyine dik uzaklığını taşır. Kesikli çizgiler dört bölgeyi ayırır — sol alt "kanallanmış" (kayma ana fay yüzeyine yakın ve onunla eş-eksenli), sağ alt "paralel ama kanallanmamış", sol üst "yakın ama paralel olmayan", sağ üst "dağınık". Simge biçimi olayın zamanını (daire öncü, yıldız çalışma olayı, kare artçı), rengi zaman sınıfını, boyutu büyüklüğü taşır. Bölge adları bir sınıflama aracıdır, fizik iddiası değildir; ayrıca dik uzaklık dış merkez konum hatasını ve fay izinin çizim hassasiyetini de taşır, bu yüzden birkaç kilometrelik farklar tek başına yorumlanmamalıdır (Mekanizmalar: Global CMT · fay izleri: MTA Türkiye Diri Fay Haritası [Elmacı vd., 2026] · kayma vektörü: Aki ve Richards [2002] sözleşmesi).



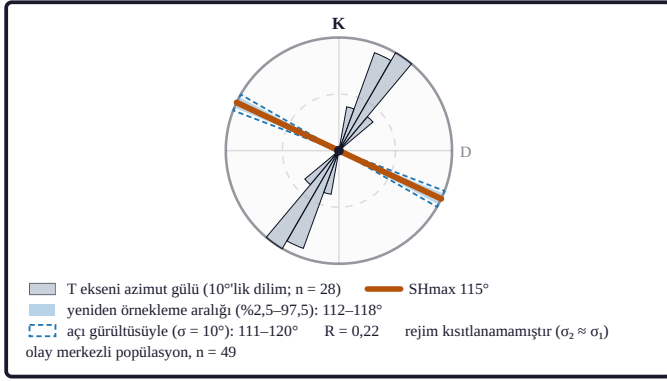
Şekil 4c. Tape ve Tape kaynak tipi lune'unda sarı yıldız bu olayın moment tensörünü, artı imi saf çift kuvvet (DC) merkezini gösterir. Çerçeve $\gamma \in [-30^\circ, +30^\circ]$ ve $\delta \in [-90^\circ, +90^\circ]$ aralığının Hammer eşit alan izdüşümüdür; kesikli yaylar $\delta = 0, \pm 30^\circ$ ve $\pm 60^\circ$ enlemleridir. Sağ ve sol kenarlar $\pm CLVD$ uçları, kutuplar izotropik patlama ve çökme uçlarıdır. Gri noktalar bölgesel mekanizma kümesinin çözümleridir; alt satırdaki yüzdel DC/CLVD/ISO ayrışımıdır (lune: Tape ve Tape, 2012; ayrışım: GCMT tensöründen).



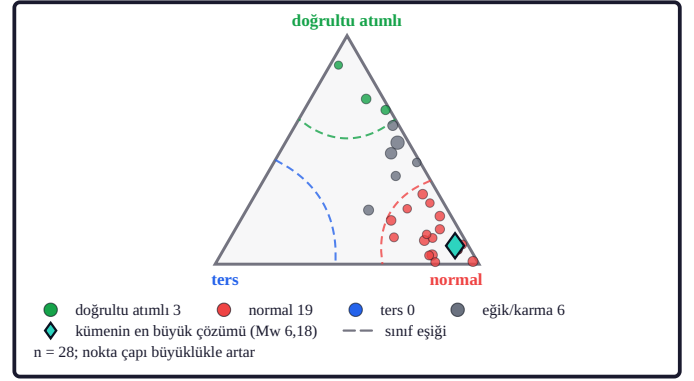
Şekil 4a–4d: Olayların 10 tanesi ana fay yüzeyine 6 km'den yakın, 0 tanesi ise kaymanın fay doğrultusuyla 20° 'den az açı yaptığı çözümlerdir; kanallanmış davranış bu iki koşulun birlikte sağlandığı bölgede toplanır (Şekil 4a). Bölge adları bir sınıflama aracıdır, fiziksel bir iddia taşımaz ve sınırlar figürde yazılıdır. İki kısıt korunmalıdır: dik uzaklık dış merkez konum hatasını ve fay izinin haritalama hassasiyetini birlikte taşır, bu yüzden birkaç kilometrelik farklar tek başına yorumlanamaz; kayma azimutu ise iki düğüm düzleminden birine aittir ve diğer düzlem seçilseydi noktaların önemli bölümü bölge değiştirirdi. İzleyen olay bulutu kovaryans elipsinin uzun ekseni boyunca uzamıştır; çalışma olayı izleyen olayların sentroidine yakın konumdadır (Şekil 4b).

Elips ve sentroid ölçüleri izleyen olay bulutunun geometrisinden türetilmiş vekil niceliklerdir; dalga formlarından yapılmış bir yönlülük ölçümü değildir. Olayın moment tensörü şekilde izotropik payın sıfır olduğu yatay eksen üzerindedir; bu konum Global CMT çözümünün deviatorik kısıtından gelir, izotropik payın ölçümü değildir (Şekil 4c). Düzlemsellik ölçüsü $cp = 0,30$ işletimsel $0,4$ eşliğinin altındadır; bulut tek bir düzleme oturmamaktadır (Şekil 4d). Eğim 7° ile yataya yakındır; katalogdaki sabit derinlik atamaları bulutu derinlikte yassılaştırdığından eğim değeri güvenilir değildir. Düzlemin doğrultusu ile NP1 doğrultusu arasındaki fark 53° , NP2 doğrultusu arasındaki fark 23° 'dir; bu ölçüte göre bulut NP2 düzlemine daha yakındır. Derinlik ekseni katalog derinliklerine dayanır; derinlik geometrisi sabit derinlikli kayıtların payıyla birlikte okunmalıdır.

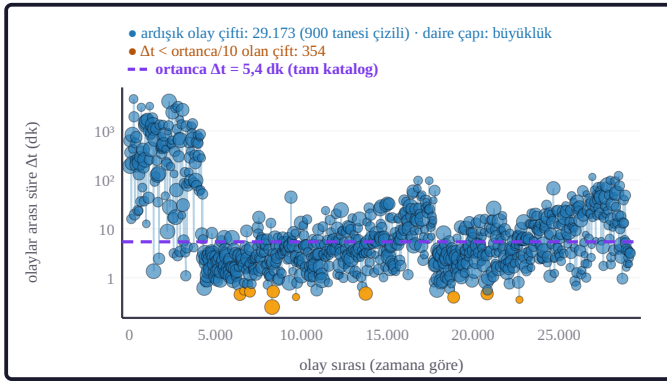
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM) · ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME



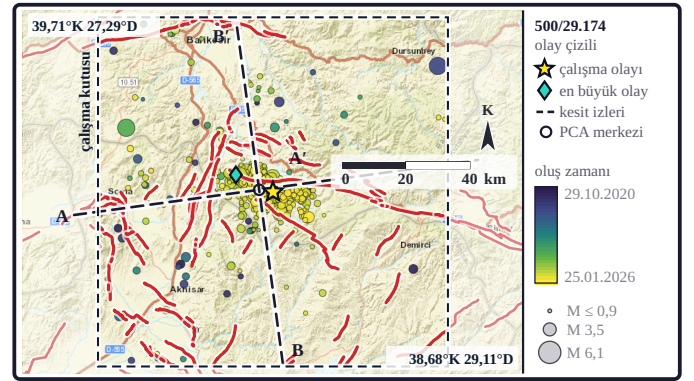
Şekil 5a. SHmax = 115°; rejim sınıfı kısıtlanamamıştır (R = 0,22; olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme inversiyonu). Kuzeyi yukarıda olan gül diyagramında turuncu çift uçlu eksen gerilme inversiyonundan bulunan SHmax azimutunu, mavi yelpaze bu azimutun %2,5–97,5 yüzdelik aralığını (eksenel olduğundan karşı ucuyla birlikte) gösterir. Kesikli mavi sınır, her mekanizmanın doğrultu, eğim ve kayma açısına $\sigma = 10^\circ$ 'lik rastgele gürlülü de eklenerek yinelenen tersinimin aynı yüzdelik aralığıdır (Vavryčuk, 2014). Gri sektörler bölgesel mekanizma kümesinin T eksenini (uzama) azimut güllüdür (10°'lik dilimler; yarıçap sayımın kareköküyle orantılı); kümede normal faylanma salt çoğunlukta olduğundan yatay yön bilgisini T eksenini taşıyır ve SHmax bu eksenine dik beklenir. İç kesikli çember yarı ölçek halkasıdır; şekil oranı R ve rejim sınıfı lejanttır (SHmax yönü: Lund ve Townend, 2007; rejim sınıfı: Dünya Gerilme Haritası kuralı).



Şekil 5b. Çekinceli sayım: 28 çözümün %68'i normal sınıfındadır (%95 Wilson aralığı %35–89; 8 bağımsız küme). Alt uç %70 baskınlık eşliğinin altında kaldığından tek sınıflı niteleme yapılmamıştır. Bağımsız kümeler Gardner–Knopoff pencereleriyle ayrılmıştır. Frohlich üçgeninde her nokta bir odak mekanizması çözümünün P, T ve B eksenlerinin dalım açılarından gnomonik izdüşümle kurulan konumudur (köşeler: ters, normal, doğru atımlı). Renkli kesikli eğriler sınıf eşikleridir (B dalımı 60°, P dalımı 60°, T dalımı 50°); nokta rengi sınıfı, gri renk hiçbir eşik aşımayan eğik/karma çözümleri, nokta çapı büyüklüğü, turkuaz elmas kümedeki en büyük çözümü gösterir; sınıf sayımları lejanttır (Frohlich, 1992 gnomonik üçgeni; Frohlich ve Apperson, 1992 eşikleri; çözümler: Global CMT, Ekström vd., 2012).



Şekil 5c. Düşey eksen bir önceki olaydan geçen süredir (dakika, logaritmik). Mor çizgi ortalama süredir; turuncu daireler ortalamanın onda birinden kısa aralıklardır. Daire çapı büyüklükle artar (seri: tekilleştirilmiş tam katalog).



Şekil 5d. Daire rengi oluş zamanını (koyu mor en eski → sarı en yeni), çapı büyüklüğü verir. Sarı yıldız çalışma olayıdır; kesikli A–A' ve B–B' doğruları kesitlerin harita izleridir (kesikli dikdörtgen çalışma kutusudur; kutunun dışı sorgulanmamıştır, oradaki fay izleri bağlam içindir).

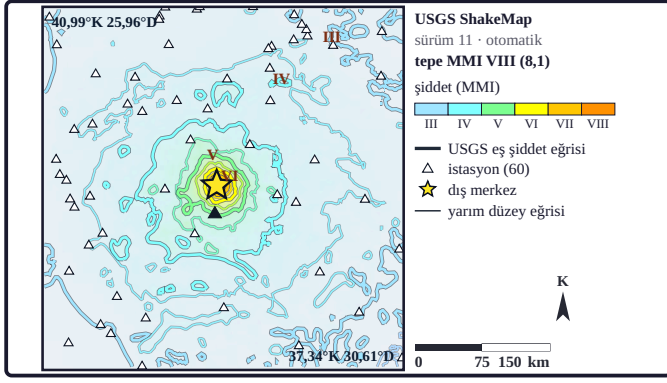
Şekil 5a–5d: Şekil oranı uç değerlerde olduğundan ara asal gerilme σ_2 , σ_1 'den ayrılmamaktadır; Anderson rejim sınıfı kısıtlanamamış, SHmax yalnız yön sonucu olarak raporlanmıştır (Şekil 5a). Gürlütlü yeniden örneklemede kullanılan 10° açılı gürlülüğü değil varsayılmış bir mekanizma belirsizliğidir; tek tek çözümlerin belirsizlikleri bu çalışmanın veri kümesine alınmadığından (GCMT tensör bileşenlerinin standart hataları kullanılmamıştır) gürlütlü aralık bu varsayıma bağlıdır. Gül (bölgesel mekanizma kümesi) ile inversiyon (olay merkezli mekanizma popülasyonu) örtüşen mekanizma örneklemlerine dayandığından karşılaştırma bağımsız bir doğrulama değildir. Hiçbir eşik aşımayan 6 çözüm üçgenin orta bölgesinde yer almakta ve eğik/karma sınıfına girmektedir (Şekil 5b). Bölgesel mekanizma kümesindeki çözümlerin büyüklükleri Mw 4,67–6,18 aralığındadır; en büyük çözüm normal sınıfındadır. Sınıf sayımı büyüklükten bağımsız olduğundan her çözüm sayıma eşit ağırlıkla girer; sayıca baskınlık ile moment baskınlığı aynı niceliklerdir. Bekleme süresi serisi, ardışık olaylar arasındaki zaman farkını olay sırasına göre verir (Şekil 5c). Ortanca bekleme süresi 5,4 dakika düzeyindedir (tam katalog); bu değer onda birinden kısa 354 aralık ölçülmüştür (29.173 aralıkta); bu sayı Poisson (üstel bekleme) beklentisinin (1.953,6) altındadır; kısa aralık fazlası yoktur. Ağırlık merkezinin zaman içindeki yer değiştirmesi sismisite göçü bölümünde ölçülmüştür; bu panelde bir model oturtması yapılmamış, doğrusal/difüzyon ayrımına gidilmemiştir (Şekil 5d).

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

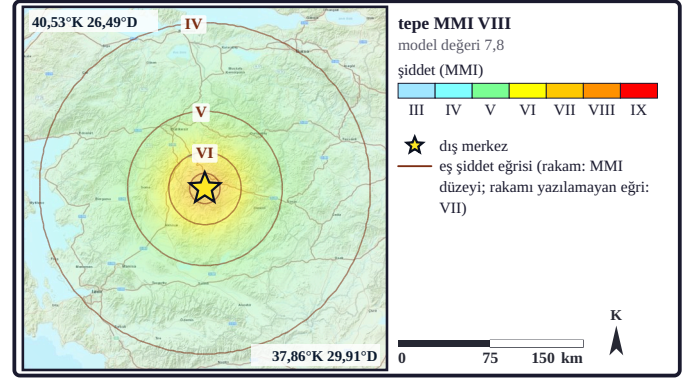
Derinlik istatistikleri çözüm kalitesine bağlıdır: kayıtların %39'unun derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 7,0 km'dir (11.348/29.174); bu değer, derinlik çözölemeyip sabitlendiğinde kurumun atadığı varsayılandır; yığın ve standart sabit derinlik (0/5/10/33 km) atamaları birlikte kayıtların %41'ini oluşturmaktadır (11.846/29.174); derinlik ortancası ve derinlik bandı bu yapay yığının etkisi altındadır. Derinliğe dayanan ölçüler (derinlik bandı, kesit geometrisi, düzlem uydurması) bu çekinceyle verilmiştir. Hiposantr bulutu geometrisi 3B kovaryans özdeğer ayrışımıyla (ana bileşen çözümlemesi; Shearer vd., 2003) incelenmiş; şekil, Westin ölçüleriyle raporlanmıştır: $cl = (\lambda_1 - \lambda_2)/\Sigma\lambda$, $cp = 2(\lambda_2 - \lambda_3)/\Sigma\lambda$, $cs = 3\lambda_3/\Sigma\lambda$ ($cl + cp + cs \approx 1$, yuvarlama).

Tamlık büyüklüğü M_c , üç ölçütün verdiği eşiklerin en büyüğü olarak benimsenmiştir: azami eğrilik (+0,2 düzeltmeyle), uyum iyiliği (gözlenen dağılımın en az %90 oranında üstel yasayla modellenebildiği eşik; Wiemer ve Wyss, 2000) ve b-kararlılığı (ardışık 5 eşik değerinde, her biri en az 50 olayla kestirilen b'nin kararlı kaldığı eşik; yöntemlerin karşılaştırması için Woessner ve Wiemer, 2005). Bu katalogta eşik b-kararlılığı ölçütü belirlemiştir: $M_c = 1,5$. b-değeri bu eşğin üzerindeki olaylardan en büyük olasılık kestiricisiyle (Aki, 1965), eşik $M_c - \Delta M/2$ kutulama düzeltmesi (Utsu, 1966) uygulanarak hesaplanmıştır. b değerlerinin belirsizliği için 3 kestirim hesaplanır (Shi ve Bolt, 1982; Aki, 1965; yeniden örnekleme) ve en büyüğü benimsenir; yeniden örneklemede (bootstrap) M_c ve b birlikte yeniden kestirilir. Tamlık büyüklüğü ölçütlerinin sayısal eşikleri bu çalışmanın işletimsel seçimleridir.

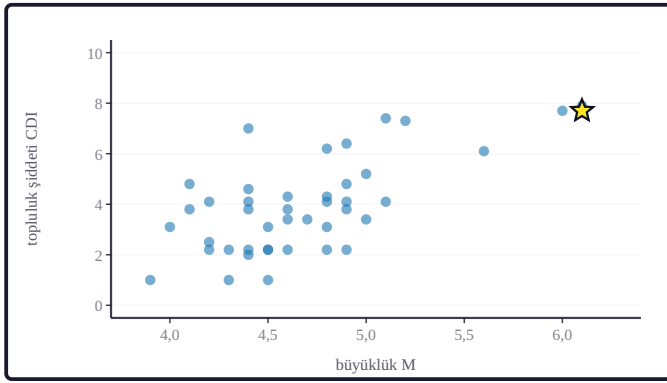
YER HAREKETİ VE ETKİ



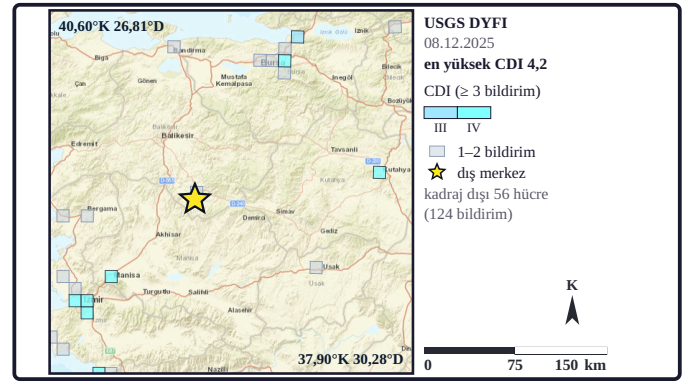
Şekil 6a. Harita USGS ShakeMap model kestiriminin (sürüm 11; otomatik ürün; 01.12.2025) eş şiddet (MMI) eğrilerini gösterir; ince eğriler yarım düzeylerdir; bu sürümde 257 sismik istasyon kaydından işaretlenmeyen 253'ü ve 147 şiddet gözleminde işaretlenmeyen 8'i yer hareketi bağıntılarıyla birlikte kullanılmıştır; dış merkezin 32 km içinde ShakeMap'in kullandığı sismik istasyon kaydı yoktur; bu alandaki değerler yer hareketi bağıntılarının kestirimidir; üçgenler ShakeMap listesindeki 257 sismik istasyondan kadraj içinde kalan 60'ını gösterir (dolu üçgen: en yüksek PGA); yıldız çalışma olayının dış merkezidir; renkli zemin orta çözünürlüklü USGS ShakeMap şiddet ızgarasının her 3. hücresidir; zeminin en büyük değeri 7,7'dir (ürünün beyan ettiği tepe 8,1) (kurum ürünü: USGS ShakeMap; yöntem: Wald ve Worden, 2020; Worden vd., 2018).



Şekil 6b. Harita modellenmiş makrosismik şiddet (MMI) alanını gösterir; yıldız dış merkezdir (şiddet-azalım bağıntısı: Allen vd., 2012).



Şekil 6c. Bölgedeki depremlerin topluluk şiddeti (CDI) büyüklüklerine karşı çizilmiştir; yıldız çalışma olayının bildirim kayıdır (veri: USGS “Did You Feel It?” [DYFI]; yöntem: Atkinson ve Wald, 2007).



Şekil 6d. Harita USGS “Did You Feel It?” (DYFI) ürününün (08.12.2025) 10 km'lik hücrelerdeki topluluk şiddetini (CDI) gösterir; CDI hücredeki bildirimlerden hesaplanan gözlem değeridir; ürünün 193 bildiriminin 192'si 79 hücrededir; renkli hücreler en az 3 bildirimli 16 hücredir ve rengi CDI değerinin en yakın tam şiddet düzeyidir; bunlarda en yüksek CDI 4,2 (3 bildirim, dış merkeze 153 km); kadraj dışında 56 hücre (8'i renkli, 9'u şüpheli; 124 bildirim) kalır; dış merkeze en uzak renkli hücre 221 km uzaktadır; gri hücreler 1–2 bildirimlidir ve renklendirilmemiştir; yıldız çalışma olayının dış merkezidir; altlık: Sources: Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community (veri: USGS “Did You Feel It?” [DYFI]; yöntem: Wald vd., 2011; eşik: Atkinson ve Wald, 2007).

Şekil 6a–6d: En yüksek gözlenen yer ivmesi 0,0366 g ile KO.GORD istasyonundadır (Şekil 6a). Şekildeki renkli zeminin (ızgaranın her 3. hücresi) en büyük değeri 7,7'dir. Şekildeki bulut, bölgede DYFI kaydı bulunan 42 olayın bildirilen en büyük topluluk şiddetini (CDI) büyüklüğe karşı vermektedir; yıldız çalışma olayının kayıdır (Şekil 6c). Bölge bulutunda topluluk şiddeti çalışma olayınınkinden yüksek 1 kayıt vardır. CDI gönüllü çevrimiçi bildirimlerden derlenir ve yerleşim yoğunluğuna bağlıdır; aletsel şiddetin yerine geçmez. USGS DYFI ürününde en az 3 bildirimli 16 hücrenin topluluk şiddeti (CDI) 2,1 ile 4,2 arasındadır; en yüksek değer bir hücrede 3 bildirimle dayanır ve dış merkeze 153 km uzaklıktadır (Şekil 6d). Dış merkeze en yakın renkli hücre 94 km uzaklıktadır (CDI 3,8, 5 bildirim). Birkaç bildirimle dayanan CDI değerleri gürtültülü olduğundan (Atkinson ve Wald, 2007) 1–2 bildirimli 54 hücre renklendirilmemiştir; bu çalışmanın ölçütüyle şüpheli sayılan 9 hücre de renklendirilmemiştir.

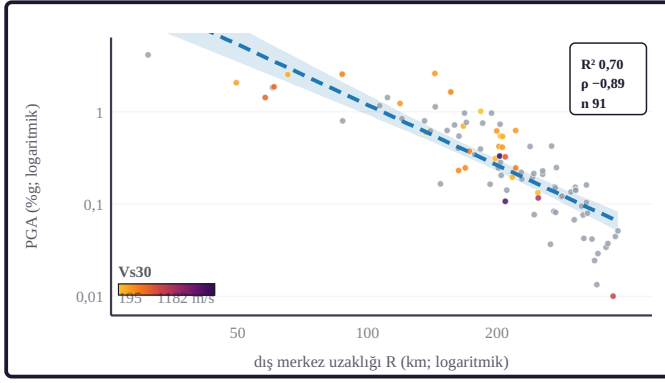
Azalım ilişkisi karşılaştırması Tablo 6'da, dalga formu kaydının künyesi Tablo 7'de, USGS ShakeMap istasyonlarında gözlenen ve bağıntılarla kestirilen yer ivmeleri Tablo 8'de, USGS PAGER modelinin şiddet düzeylerine göre kestirdiği maruz nüfus Tablo 9'da, USGS PAGER modelinin yerleşimler için kestirdiği şiddet Tablo 10'da, USGS yer yenilmesi ürününün heyelan ve sıvılaşma model kestirimleri Tablo 11'de, USGS PAGER'ın kıyas için seçtiği tarihsel depremler Tablo 12'de verilmiştir.

Model şiddet alanı, şiddet-azalım bağıntısının uzaklıkla düşen halkalarını harita üzerinde verir; dış merkez yakınında hesaplanan tepe şiddet MMI VIII (model değeri 7,8) düzeyindedir (Şekil 6b). Model hesabına yerel zemin etkisi katılmıştır; gözlenen şiddet dağılımı bu haritadan değil makrosismik verilerden okunur.

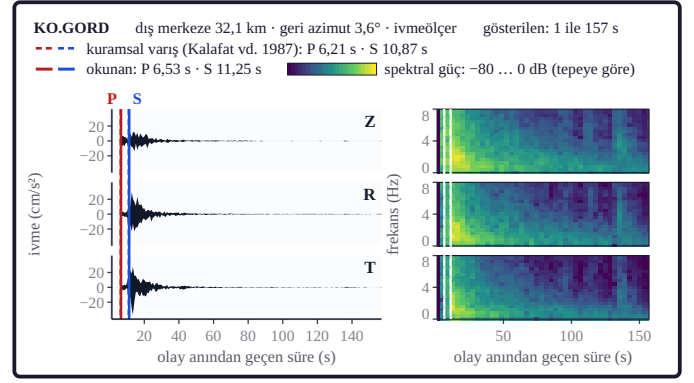
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

b değerinin raporlanması ayrıca büyüklük–frekans dağılımının üst kuyruğunda sınanmıştır: yasadaki beklenen olay sayısının en az 1 olduğu, 0,5 birim aralıklı büyüklük eşiklerinde bu sayı katalogta gözlenen olay sayısı ile binom olasılığı üzerinden karşılaştırılmış; en küçük olasılık 0,01'in altındaysa b raporlanmamıştır (işletimsel ölçüt).

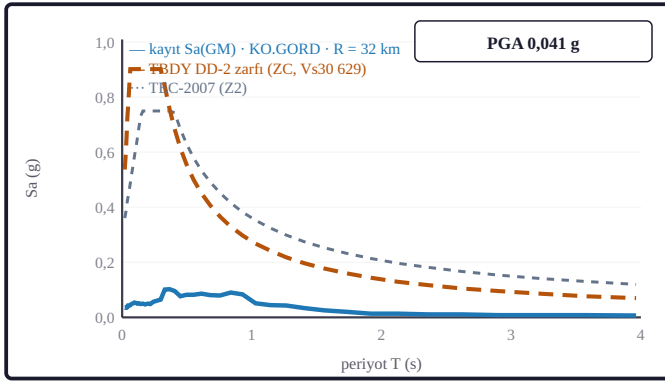
YER HAREKETİ VE ETKİ (DEVAM) · GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM)



Şekil 7a. Her iki eksen de logaritmiktir, yatay eksen dış merkez uzaklığı R (km), dikey eksen PGA gösterir. Figür, kayıt istasyonlarında ölçülen en büyük yatay yer ivmesinin (PGA) dış merkez uzaklığıyla azalmasını verir ve PGA birimi eksen başlığında yazılıdır. Küçük daireler gözlemdir: her biri bir kuvvetli yer hareketi kayıdır ve dolgu rengi o istasyonun Vs30 değerini kodlar — açık kehribar yumuşak zemin (düşük Vs30), koyu mor sağlam kaya (yüksek Vs30), gri ise Vs30 ölçümü olmayan istasyondur ve rampanın hiçbir ucuna atanmaz; renk ölçeği sol alttaki şeritte, uçlarındaki sayılar veri aralığının gerçek Vs30 sınırlarıdır. Kesikli mavi doğru modeldir: $\log \text{PGA} = a + b \cdot \log R$ biçiminde en küçük karelerle oturtulan azalım bağıntısı; çevresindeki soluk mavi kuşak bu doğrunun %95 güven bandıdır ve çözümün döndürdüğü band dizisinden olduğu gibi çizilir, yeniden hesaplanmaz (Azalım regresyonu: log-log en küçük kareler + t-kuantili %95 güven bandı [Joyner ve Boore, 1981 geleneği] · sıra korelasyonu: Spearman, 1904 · Vs30/zemin sınıfı: TADAS-AFAD istasyon tablosu).

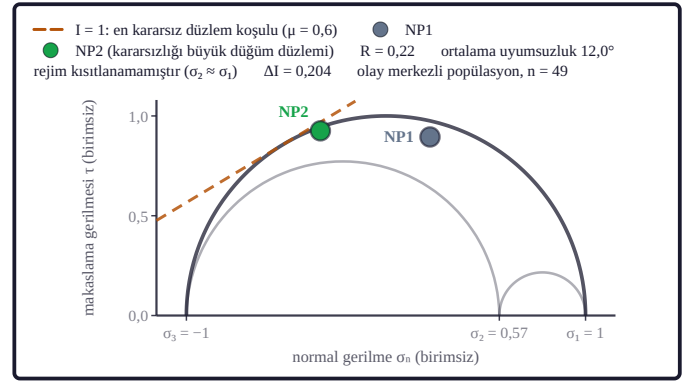


Şekil 7b. Solda dalga formu, sağda Hann pencereli kısa zamanlı Fourier spektrogramı (pencere 2,56 s, %50 örtüşme) verilir; P ve S varışları işaretlidir. Şekil kaydın sinyal taşıyan bölümünü gösterir; aralık lejantıdır. Dalga formunda yatay eksen olay anından geçen süre (s), dikey eksen cm/s^2 birimindedir ve bileşenler ortak ölçektedir; spektrogramda dikey eksen frekans (Hz), renk tepeye göre dB'dir ve üç bileşen ortak renk ölçeğindedir. Yatay bileşenler geri azimuta göre ışınsal (R) ve teğetsel (T) bileşene döndürülmüştür. Genlikler cihaz yanıtı giderilerek fiziksel birime çevrilmiştir. Kesikli dikey çizgiler kuramsal P ve S varışlarını, dolu çizgiler kayıttan okunan varışları gösterir. Kuramsal P, okunan P'den yalnız 0,32 s ayrıldığından, kuramsal S, okunan S'den yalnız 0,38 s ayrıldığından bu ölçekte dolu çizginin altında kalır (kayıt: KO ağı, KOERI veri merkezi, FDSN dataset; süzgeç: Butterworth bant geçiren, sıfır fazlı, 0,025–8,0 Hz).



Şekil 7c. Yatay eksen periyot T (s), dikey eksen %5 sönümlü spektral ivme S_a (g), mavi eğri kayıt, turuncu kesikli eğri tasarım zarfıdır. Şekil kaydedilen yer hareketinin tepki spektrumunu tasarım zarfıyla karşılaştırır, mavi eğri en yakın ivme-ölçer istasyonunun iki yatay bileşeninin geometrik ortalaması $S_a(T)$, turuncu kesikli eğri aynı sahanın zemin sınıfı ve harita spektral ivme katsayılarıyla kurulan TBDY DD-2 tasarım spektrumu, gri noktalı eğri varsa TEC-2007 karşılığıdır; mavi eğrinin turuncu zarfı aştığı periyot bandı, o periyoda denk yapı stoğu için tasarım düzeyinin aşıldığı banttır (TBDY 2018 tasarım spektrumu; kayıt: FDSN ham ivme).

Şekil 7a–7d: Uydurmaya 91 aletsel kayıt girmiştir; topluluk (hissedilirlik) noktaları ayrı simgeyle çizilmiş, uydurmaya dâhil edilmemiştir (Şekil 7a ve 7c). Belirtme katsayısı $R^2 = 0,70$, artık karekök ortalaması 0,30 logaritmik birimdir. Sıralamaya dayalı Spearman korelasyonu $\rho = -0,89$; bu ölçüt aykırı değerlere dayanıklıdır ve doğrusallıktan bağımsız olarak azalma eğiliminin tekdüzeliğini sınar. İstasyonların %31,9'unda kayma dalgası hızı eşleştirilebilmiştir; renk kodlaması bu alt kümeyle dayanır ve aynı uzaklıkta yumuşak zeminli istasyonların üstte yer alması zemin büyütmesinin doğrudan görüntüsüdür. Bu doğru yayımlanmış bir yer hareketi kestirim denklemi değildir: tek bir olayın kendi istasyon kümesine uydurulmuş ampirik bir doğrudur ve başka olaylara genellenemez. Kayıttan büyük tepe genlik teğetsel bileşendedir; tepe genliğinin dikey bileşendeki değere oranı ışınsal bileşende 1,5, teğetsel bileşende 1,9 olarak ölçülmüştür (Şekil 7b). Mohr diyagramında NP2 düzlemi sürtünme doğrusuna daha yakındır; kararsızlık ölçütüne göre gerilme alanında kaymaya daha elverişli düzlem odur, ancak bu ölçüt düzlemi tek başına seçmez (Şekil 7d).



Şekil 7d. Gerilme inversiyonunun normalleştirilmiş Mohr diyagramında yatay eksen normal gerilme σ_n , dikey eksen makaslama gerilmesi τ 'dur. Üç yarım çember asal gerilmelerle kurulan gerilme durumunu, turuncu kesikli doğru μ sürtünme katsayısıyla tanımlı en kararsız düzlem koşulunu (kararsızlık indeksi $I = 1$) gösterir; iki nokta çalışma olayının iki düğüm düzleminin (σ_n, τ) konumudur ve doğruya yakın olan düzlem bu gerilme alanında kaymaya daha yakındır. Şekil oranı R , ortalama kayma yönü uyumsuzluğu ve iki düzlemin kararsızlık farkı ΔI lejantıdır (Vavryčuk, 2014; kararsızlık ölçütü).

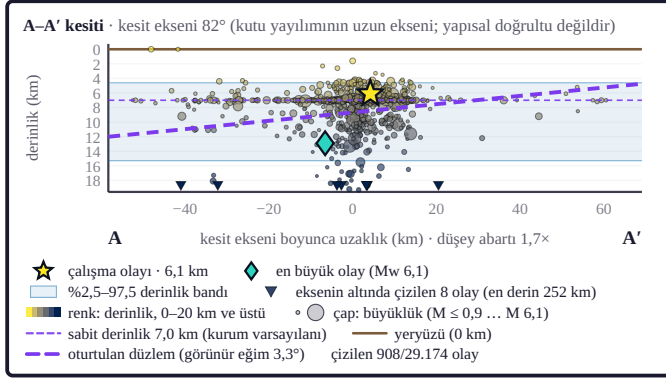
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Olayın moment tensörü kurum çözümüdür (kurum ürünü: Global CMT; Ekström vd., 2012); bölgesel mekanizma popülasyonu GCMT kataloğundandır (bu depremin dizisine ait çözümler kurum ürünü: Global CMT kataloğu; geçmiş olayların çözümleri veri). Gerilme tensörü inversiyonu Michael (1984) doğrusal yöntemi ve Vavryčuk (2014) kararsızlık ölçütüyle yinelenmeli çözülmüştür ($\mu = 0,6$; 3 yineleme; belirsizlik 200 yeniden örnekleme %2,5–97,5 aralığıyla verilmiştir, yönün kısıtlanma düzeyi ise odak mekanizması açılarına gürültü eklenerek yinelenen yeniden örneklemeyle ayrıca sınanmıştır); SHmax doğrultusu Lund ve Townend (2007) türetimiyle, rejim sınıfı Anderson (1951) çerçevesi ve Dünya Gerilme Haritası kuralıyla (Zoback, 1992) verilmiştir.

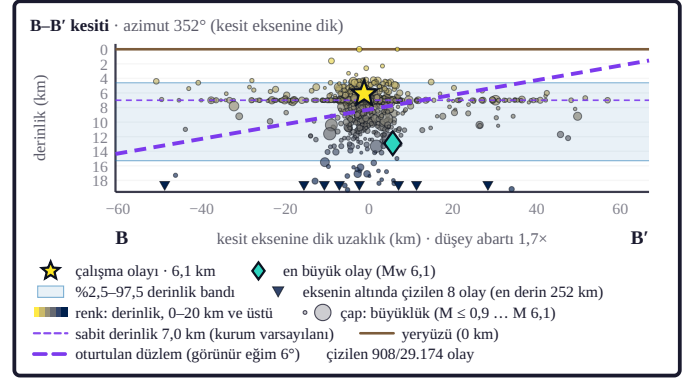
Arka plan dönemi olarak çalışma penceresinin başlangıcından geriye uzanan ve onunla örtüşmeyen 5 yıllık pencere (30.10.2015 – 28.10.2020) aynı kutu ve eşikle ayrıca sorgulanmış (14.295 kayıt), pencere istatistikleri bu tabanla kıyaslanmıştır.

Diri fay verisi MTA TDFH-2026 (Türkiye Diri Fay Haritası) katmanından alınmıştır (Elmacı vd., 2026).

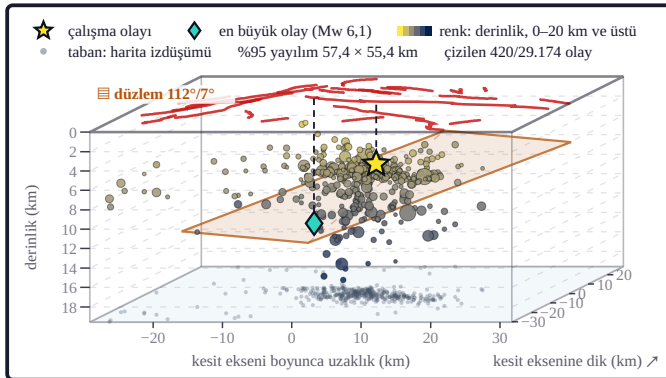
UZAMSAL GEOMETRİ VE DERİNLİK YAPISI (DEVAM)



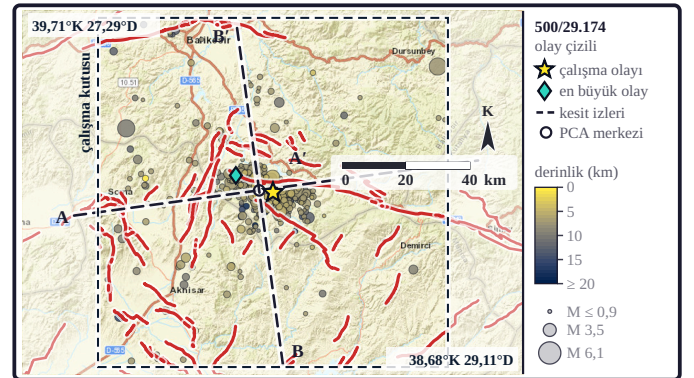
Şekil 8a. Olayların %95'i 4,6–15,3 km derinlik bandındadır; ortanca derinlik 7,0 km'dir (sabit atamalar dışlanınca 7,7 km). A–A' kesiti olayları kesit eksenini (kutu yayılımının uzun eksenini) boyunca uzanan düşey düzleme izdüşürür. Sarı yıldız çalışma olayıdır; daire rengi derinliği, çapı büyüklüğü verir. Alt kenardaki üçgenler derinlik ekseninin altında kalan olaylardır; kataloğun en derin kaydı (400 km) kurumun bildirdiği yuvarlak bir değerdir. Kesikli yatay çizgi kurumların varsayılan olarak atadığı sabit derinliktir. A–A' ve B–B' kesitleri aynı yatay açıklık ve aynı derinlik eksenine çizilmiştir (izdüşüm: çalışma kutusundaki olayların çizim örnekleme; derinlikler katalog hiposantrlarıdır; düzlem: ağırlık merkezli ana bileşen çözümü).



Şekil 8b. B–B' kesiti olayları kesit eksenine dik düşey düzleme izdüşürür. İmler, renk ölçeği ve iki eksenin ölçeği A–A' kesitiyle aynıdır; düşey abartı iki kesitte eşittir (izdüşüm: çalışma kutusundaki olayların çizim örnekleme; düzlem: ağırlık merkezli ana bileşen çözümü).



Şekil 8c. Yatay eksen kesit eksenini (kutu yayılımının uzun eksenini) boyunca, sağ üste kaçan eksen ona dik uzaklığı, düşey eksen derinliği verir. Derinlik eksenini kesitlerle aynıdır; turuncu levha oturtulan düzlemdir. Üst yüzdeki kırmızı çizgiler diri fay izleridir; yıldızdan ve elmanstan üst yüze çıkan kesikli çizgiler olayların yüzeydeki izdüşümünü gösterir (kabinet izdüşümü; üç eksen aynı ölçeklidir; blok kenarları %95 yayılımın 1,06 katıdır).



Şekil 8d. Derinlik renkli harita 29.174 olaylık katalogdan 500 olayı gösterir. Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir. Öbür imler Şekil 5d'deki gibidir (kesikli dikdörtgen çalışma kutusudur).

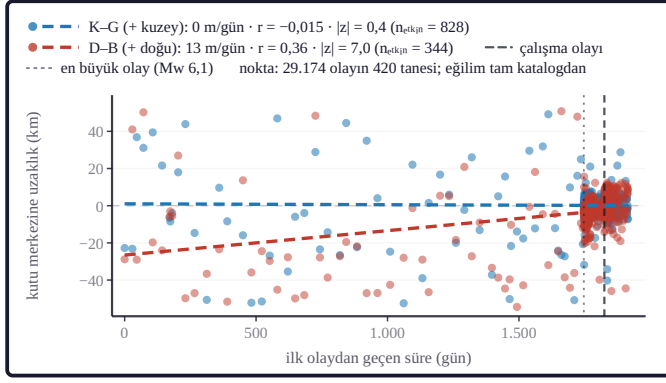
Şekil 8a–8d: Artçı bulutuna ($n = 6737$) temel bileşen çözümüyle oturtulan düzlem $112^\circ/7^\circ$ geometrisindedir; düzlem orta eğimlidir (Şekil 8a). Bu düzlem hiposantr bulutuna oturtulmuş geometrik bir özetidir; eğimi tek başına faylanma türünü belirlemez ve odak mekanizmasının yerini tutmaz. Bu olayın yayımlanmış mekanizması eğik/karma faylanma sınıfındadır; düzlem geometrisi bu çözümle birlikte okunmalıdır. Bulutun uzama oranı (uzun kenarının kısa kenarına oranı) 1,036, çalışma kutusunun en-boy oranı 1,002'dir; bulutun uzama oranı kadrajını belirgin biçimde aşmadığından (iki oranın oranı 1,03) ölçülen uzama büyük ölçüde kadrajın geometrisidir ve yapısal bir uzama iddiası kurulmamıştır (Şekil 8b). Dik kesitteki dağılım, gerçek zon kalınlığı ile konum hatasının toplamıdır ve ikisi bu veriyle ayrıştırılmaz. Düşey yayılımın uzun yatay kenara oranı 0,19'dur; yatay yayılım düşey yayılımı aşmaktadır (Şekil 8c). Bloktaki yoğunlaşmalar, etkinliğin tek bir düzlem üzerinde mi yoksa birden çok parça üzerinde mi geliştiğini görsel olarak ayırt etmeye yarar; kesitlerdeki iki boyutlu izdüşümde üst üste düşen kümeler burada ayrışabilir. Derinliğe göre renklendirilmiş dış merkez haritası, sığ ve derin etkinliğin mekânsal olarak ayrışıp ayrışmadığını gösterir; derinliği bilinen 29.174 kaydın 24.551 tanesi 10 km ve daha sığ, 4.623 tanesi daha derindir (tam katalog; Şekil 8d). Derinlik değerleri kurum çözümlerinden geldiği için bu okuma konum kalitesiyle sınırlıdır ve haritadaki renk, histogramdaki tepe ile birlikte okunmalıdır. Çalışma kutusu yayılımının geometrik ölçüleri Tablo 13'te, derinlik dağılımının ölçüleri Tablo A1'de, çalışma alanındaki adlandırılmış diri fay izleri Tablo A2'de verilmiştir.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

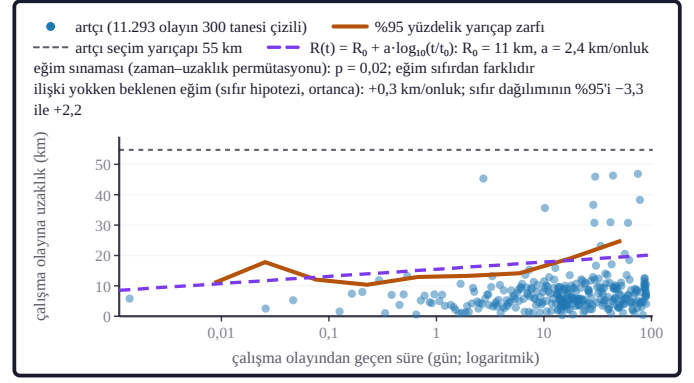
Katmanın çalışma kutusuna düşen parçaları sürekli izlere birleştirilmiştir: kutuda 81 iz bulunmaktadır ve bölge haritalarında tümü, tektonik haritada en uzun 60'ı çizilmiştir; fay çizelgesi için aynı adı taşıyan parçalar ayrıca 1 km toleransla uç uca birleştirilmiş, elde edilen 86 izin (20 farklı ad) en uzun 8'i 5 ad altında çizelgede listelenmiştir. Şekillerdeki harita kadrajları eş-dikdörtgen (equidistant cylindrical) izdüşümündedir: standart paralel kutunun orta enlemi olan $39,20^\circ\text{K}$ 'dir ve harita ölçeği iki eksende eşit tutulmuştur; şekillerdeki tek ölçek çubuğu bu koşulla geçerlidir. Boylam ölçeğinin sapması kutunun kuzey ve güney kenarlarında ters işaretlidir ve en çok $\%0,7$ 'dir. Altlık karoları Web Mercator karolarından üretilip aynı dikdörtgene indirgenmiştir; altlık ölçülen bir nicelik taşımaz, yalnız coğrafi bağlam verir.

Raporda USGS ComCat'te bu olay için yayımlanmış ShakeMap, “Did You Feel It?” topluluk şiddeti (DYFI), PAGER, yer yenilmesi, moment tensörü ve etki özeti ürünleri kullanılmıştır (U.S. Geological Survey, 2017); her ürünün yayım tarihi ve biliniyorsa sürümü ilgili tümcede verilmiştir. USGS ürünleri arasında girdi uyumsuzluğu vardır: PAGER ve yer yenilmesi kestirimleri güncel köken çözümünden ya da güncel ShakeMap sürümünden önceki girdilerle hesaplanmıştır; bu durum ilgili tümcelerde ürünün kendi beyanıyla belirtilmiştir.

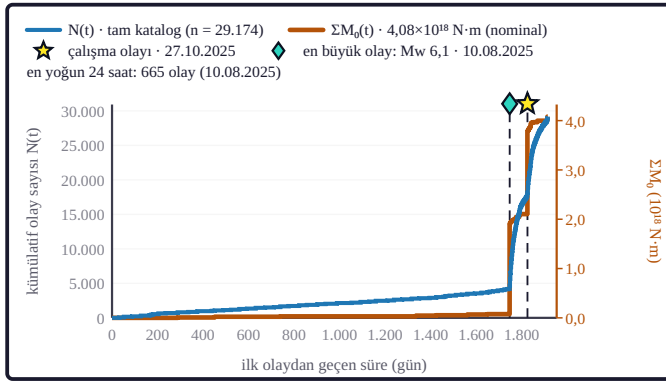
ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME (DEVAM)



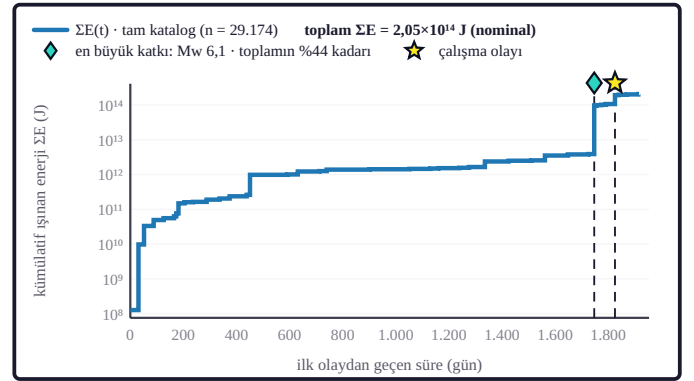
Şekil 9a. Dış merkez koordinatlarının zaman serisinde mavi noktalar kuzey-güney, kırmızı noktalar doğu-batı bileşenidir. Yatay eksen pencerenin ilk olayından geçen süre (gün), dikey eksen kutu merkezine uzaklıktır (km); iki bileşen aynı ölçekte olduğundan eğimleri doğrudan kıyaslanabilir. Kesikli doğrular her bileşenin en küçük kareler eğimidir; eğim, Pearson korelasyon katsayısı ve etkin örneklem büyüklüğüyle hesaplanan Fisher z değeri lejantıdır. Düşey kesikli çizgi çalışma olayının anını işaretler.



Şekil 9b. Mavi noktalar izleyen olayların çalışma olayına uzaklığını çalışma olayından geçen süreye karşı gösterir (yatay eksen logaritmiktir). Turuncu eğri logaritmik zaman kutularında hesaplanan %95 yüzdelik yarıçap zarfıdır. Kesikli yatay çizgi izleyen olayların seçildiği yarıçaptır; uzaklıklar bu sınırı aşamaz. Mor kesikli doğru zarfa oturtulan $R(t) = R_0 + a \cdot \log_{10}(t/t_0)$ modelidir; katsayılar ve eğim sinamasının ölçüsü lejantıdır (logaritmik zamanda genişleme deseni; zarf %95 yüzdelik).



Şekil 9c. Mavi eğri kümülatif olay sayısı $N(t)$, turuncu eğri kümülatif sismik moment $\Sigma M_0(t)$ değeridir. Sarı yıldız çalışma olayını, turkuaz elmas pencerede en büyük olayı işaretler ($M_0 = 10^4[1,5 \cdot M + 9,1]$ N·m; 9,1 sabiti Kanamori, 1977).



Şekil 9d. Mavi basamak eğrisi kümülatif ısınan sismik enerjidir (ΣE , logaritmik eksen). Kesikli düşey çizgiler çalışma olayını ve en büyük tek katkısı işaretler (Gutenberg ve Richter, 1956 enerji bağıntısı).

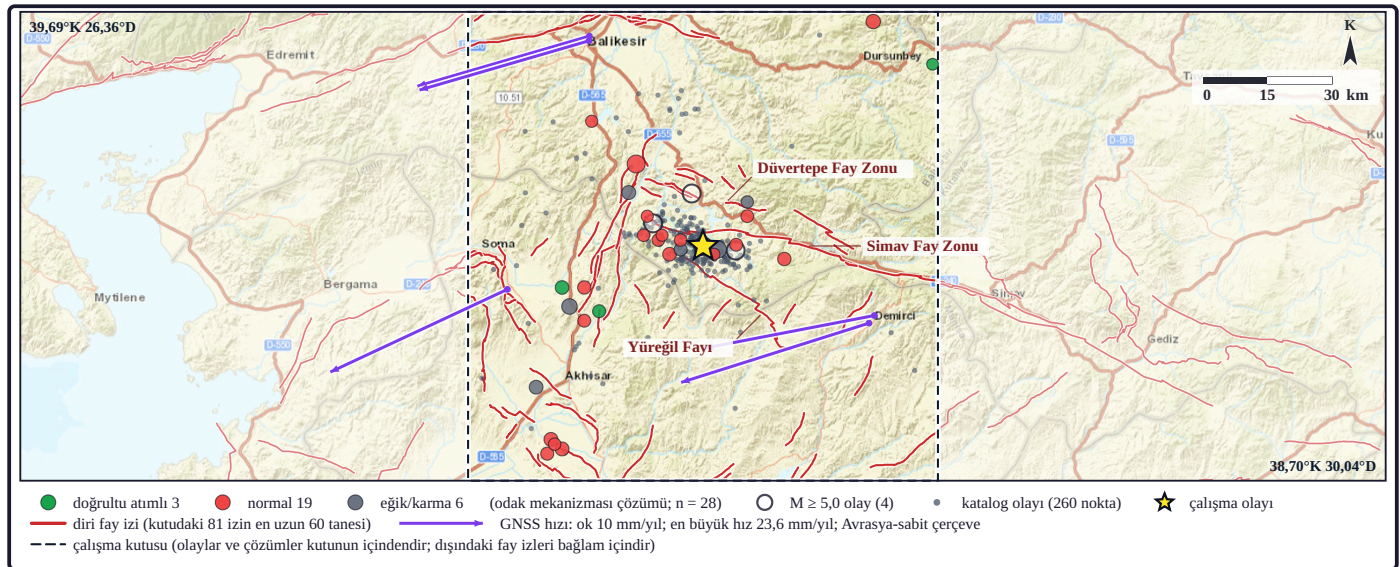
Şekil 9a–9d: Dış merkez koordinatlarının zaman serisi, harita gösteriminde üst üste düşen olayları zaman ekseninde ayırır (Şekil 9a). Kuzey-güney ve doğu-batı bileşenleri kutu merkezine göre kilometre cinsinden aynı eksende verilmiş, eğilim doğrularının eğimi m/gün cinsinden yazılmıştır. Olaylar zaman ekseninde dengesiz dağılmıştır (pencerenin ilk yarısında 157, ikinci yarısında 2043 olay); bu dağılımda eğim birkaç uç olayın kaldırıcısıyla belirlenir ve korelasyon katsayısıyla birlikte okunmadan yorumlanmamalıdır. Kesikli düşey çizgi çalışma olayının, noktalı düşey çizgi pencerenin en büyük olayının anını işaretler. İzleyen olay bulutunun yarıçap zarfı logaritmik zamanla genişlemektedir; zarfın eğimi sıfırdan anlamlı biçimde büyüktür (Şekil 9b). Kümülatif sayım ve moment eğrileri birlikte okunur (Şekil 9c). Pencere boyunca ortalama etkinlik oranı 15,2 olay/gün düzeyindedir; eğrideki dikleşmeler bu ortalamanın belirgin biçimde üzerine çıkan etkinlik ataklarını işaretler. Kümülatif ısınan enerji basamakları, toplam boşalımı kaç olaya dağıldığını gösterir (Şekil 9d). Pencerede ısınan toplam enerji $2,05 \times 10^{14}$ J'dür (nominal toplam; katalog büyüklüklerinden). Pencere ile arka plan döneminin kıyası Tablo 14'te, raporlanmayan çözümlemeler ve eleme gerekçeleri Tablo A3'te, çekince düşülen çözümlemeler ve çekince gerekçeleri Tablo A4'te, çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri ve tolerans duyarlılığı Tablo A5'te verilmiştir.

OLAY KÜNYESİ, KONUM GÜVENİLİRLİĞİ VE BÜYÜKLÜK MUTABAKATI

27.10.2025 tarihinde 19:48:29 UTC'de Sındırgı (Balıkesir) çevresinde, 39,1969°K, 28,006°D koordinatlarında (AFAD çözümü), odak derinliği 6,1 km olan Mw 6,1 büyüklüğünde bir deprem kaydedilmiştir. Aynı olay için USGS çözümü (Global CMT kaydının başvurduğu hiposantr) 39,19°K–28,24°D konumunu vermektedir; iki dış merkez arasındaki fark 3 km'dir. Bu değer kurumlar arası dış merkez farkıdır, bir konum hatası kestirimi değildir; konuma dayanan uzaklık ölçüleri bu farktan daha ince yorumlanmamıştır.

Pencere kataloğunda, $M \geq 3,0$ büyüklüğünde ve en az iki kurumun çözdüğü 269 olayda farklı kurum çözümleri arasındaki dış merkez farkının ortancası 1,9 km, yüzde doksanlık değeri 4,8 km olarak ölçülmüştür (aynı olaya ait çözümleri eşleştirme toleransı 54 km); bu ölçü de kurumlar arası farktır ve eşleştirme toleransına koşulludur. Olayın moment tensörü sentroid derinliği 12,0 km'dir (GCMT, çözülemeyen sentroid derinliğini sığ olaylarda 12 km'de sabit tutar; bu değer çözülmüş bir derinlik olmayabilir); künyedeki odak derinliği (6,1 km) ile birlikte iki değer de sığ odak sınıfına düşer ($h < 70$ km). Uzak ağ çözümleri (INGV; derinlik 9,2 km · GSI; derinlik 14,0 km) bu karşılaştırmaya katılmamıştır. Olayın katalog kaydı GFZ, AFAD, EMSC, USGS, INGV, GSI ve ISC çözümlerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur; benimsenen hiposantr AFAD çözümüdür. Moment ölçeğindeki 4 kurum kaydı Mw 6,0–6,1 aralığındadır (en büyük fark 0,1 birim); GCMT moment büyüklüğü Mw 6,07 olarak verilmektedir. Aktarılmış çözüm (ISC Mw 6,1; NEIC çözümünün aktarımı) başka bir kurumun çözümünü yinelediğinden ayrı kurum ölçümü sayılmamıştır. Uzak ağ çözümleri — GSI Mw(mwp) 6,1; INGV Mw 6,0 — derinlik karşılaştırmasında olduğu gibi büyüklük karşılaştırmasına da katılmamıştır. Konum çözümünün yayımlanmış tek kalite ölçüsü şudur: varış artığı RMS = 0,43 s. Yatay ve düşey konum belirsizliği (ERH/ERZ) bu katalogta yayımlanmamıştır. USGS geoserve yer hizmetine göre (sorgu 23.10.2026) olayın Flinn–Engdahl bölgesi Batı Anadolu olarak verilmektedir; USGS'in güncel köken çözümüne göre dış merkez Türkiye'deki Sındırgı'nın yaklaşık 8 km güneydoğusunda, Bigadiç'in yaklaşık 24 km güney-güneydoğusunda ve Gördes'in yaklaşık 29 km kuzeyinde yer almaktadır; uzaklık ve yönlere bu çalışmada hesaplanmıştır. USGS ComCat'te bu olay için 2 moment tensörü çözümü yayımlanmıştır (U.S. Geological Survey, 2017): Mww çözümü Mw 6,0 (merkez derinliği 15,5 km, çift kuvvet payı %85) ve Mwb çözümü Mw 6,0 (merkez derinliği 9,0 km, çift kuvvet payı %38); ComCat'in tercih ettiği çözüm Mww çözümüdür; çözümlerin merkez derinlikleri 9,0–15,5 km aralığında kalır; çözümlerin en son güncellemesi 15.01.2026 tarihidir.

BÖLGESEL TEKTONİK ÇERÇEVE



Şekil 10. Haritada odak mekanizması çözümleri, diri fay izleri ve GNSS hız vektörleri birlikte gösterilmiştir. Renkli dairelerde renk mekanizma sınıfını, çap büyüklüğü kodlar. Kırmızı çizgiler haritalanmış diri fay izleridir; dış merkeze en yakın adlı faylar harita üzerinde adlandırılmıştır. Mor oklar GNSS istasyonlarının yatay hız vektörleridir (başvuru oku ve en büyük hız lejantıdır). İçi boş halkalar $M \geq 5,0$ olayları, küçük gri noktalar katalog sismisitesini, sarı yıldız çalışma olayının dış merkezini gösterir (GCMT mekanizmaları; GNSS: Nevada Geodetic Laboratory [NGL] MIDAS hızları, Blewitt vd., 2016, 2018; Avrasya-sabit çerçeve: GSRM v2.1, Kreemer vd., 2014; faylar: MTA TDFH-2026 [Elmacı vd., 2026]).

Şekil 10: Teknik çerçeve haritası, çalışma alanını bölgesel fay sistemleri ve 5 GNSS istasyonunun yıllık hız vektörleri bağlamına oturtur (Şekil 10). Vektörler istasyonların levha-sabit çerçevedeki uzun dönemli hızlarıdır; pencere içindeki dizinin anlık deformasyonunu göstermez. Yayımlanmış odak mekanizması çözümleri Tablo A6'da verilmiştir.

KAYNAK FİZİĞİ: SİSMİK MOMENT VE ENERJİ

Sismik moment $M_0 = 1,616 \times 10^{18}$ N·m'dir (M_w 6,07; GCMT skaler moment). Bu büyüklükten $\log_{10} E = 1,5 \cdot M_w + 4,8$ bağıntısıyla türetilen nominal ısıran enerji $E \approx 8,1 \times 10^{13}$ J'dür; değer Kanamori (1977) varsayımına ($E/M_0 \approx 5 \times 10^{-5}$) dayanır ve ölçümleri birer ısıran enerji değildir. Ampirik ölçekleme (Wells ve Coppersmith, 1974; doğrultu atımlı kol) M_w 6,07 için 15,6 km yer altı kırık uzunluğu vermektedir; kol, mekanizmanın baskın kayma bileşenine göre seçilmiştir.

ODAK MEKANİZMASI, MOMENT-TENSÖR AYRIŞIMI VE GERİLME REJİMİ

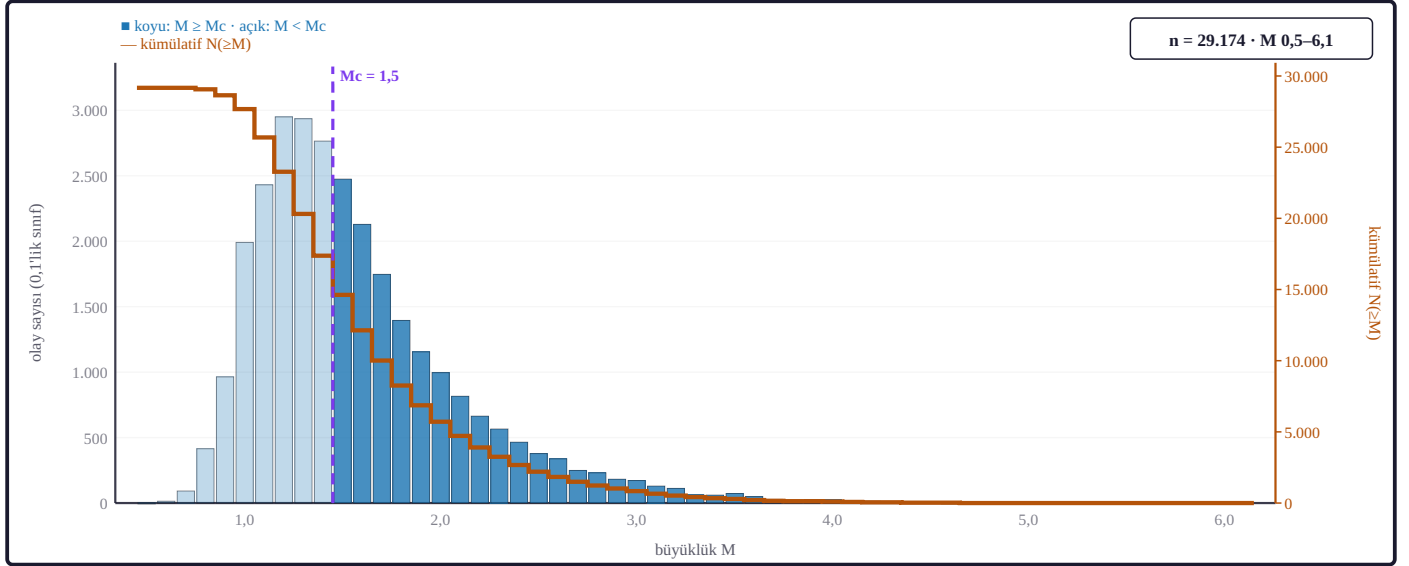
GCMT moment tensörünü çözümünün düğüm düzlemleri doğrultu/eğim/kayma açılarıyla $345^{\circ}/61^{\circ}/-27^{\circ}$ (NP1) ve $89^{\circ}/67^{\circ}/-148^{\circ}$ (NP2) olarak verilmektedir; kayma NP1 üzerinde normal bileşenli sol yönlü doğrultu atım, NP2 üzerinde normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atım niteliğindedir. Çözümün moment büyüklüğü Mw 6,07'dir. Moment tensörünün asal eksenlerinin (P, T, B) dalımları (39° , 4° , 51°) Frohlich ve Apperson (1992) eşiklerinin ($B > 60^{\circ}$, $P > 60^{\circ}$, $T > 50^{\circ}$) hiçbirini aşmadığından mekanizma tek bir faylanma sınıfına atanmamıştır. Kayma açılarna göre kaymanın doğrultu boyunca bileşeni NP1 düzleminde %89, NP2 düzleminde %85 düzeyindedir: kayma iki düzlemde de ağırlıklı doğrultu atımlıdır. GCMT deviatorik moment tensörünün özdeğer ayrışımı %DC = 53,3, %CLVD = 46,7 vermektedir (lune boyamları $\gamma = -12,9^{\circ}$, %ISO = 0 ve $\delta = 0$ değerleri ölçüm değil, GCMT çözümünün deviatorik kısıtı gereğidir). Olayın [%CLVD] değeri bölgesel mekanizma kümesindeki 28 çözümün %89 yüzdeliğinde olup dağılımın üst çeyreğindedir, ancak bu çalışmanın belirginlik eşiğinin (%90 yüzdelik) altında kalmaktadır (kümenin ortanca %DC değeri 83,5); tensör bileşenlerinin belirsizlikleri bu çalışmanın veri kümesine alınmadığından CLVD payı kaynak karmaşıklığı olarak yorumlanmamıştır. Ayrışım olayın kendi GCMT çözümü (± 180 s eşleşmesi) tensöründen hesaplanmıştır. Olay merkezli mekanizma popülasyonundan yinelemeli gerilme inversiyonu (olay merkezinden $\pm 1,2^{\circ}$; kataloğun bütün dönemi, çözüm yılları 1979–2026; n = 49; ortalama uyumsuzluk $12,0^{\circ}$) en büyük yatay sıkışma yönünü SHmax = 115° ($\pm 2,5$ – $97,5$ yeniden örneklem aralığı: 112 – 118°) olarak vermektedir; gerilme şekil oranı R = 0,22 (0,09–0,35). SHmax değeri bir yön sonucudur: R = 0,22 değerinde ara asal gerilme σ_2 , σ_1 'den ayrılmadığından Anderson rejimi bu inversiyonla kısıtlanamamıştır. Bu değerler pencere olaylarının kendisine değil, olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme alanına aittir.

Bölgesel mekanizma kümesinin (aynı dönem; $n = 28$) çözümleri Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle (B dalımı $> 60^\circ$ doğrultu atımlı, $P > 60^\circ$ normal, $T > 50^\circ$ ters; geri kalanı eğik/karma) sınıflanmış ve Frohlich (1992) üçgeninde gösterilmiştir: 3 doğrultu atımlı, 19 normal, 0 ters ve 6 eğik/karma çözüm. Kümede en sık sınıf normal faylanmadır: 18 çözümün 19'u (%68) bu sınıftadır. Aranın %95 Wilson (1927) aralığı %35–89'dur; aralık, Gardner ve Knopoff (1974) uzay–zaman pencereleriyle ayrılan 8 bağımsız kümeye göre hesaplanmıştır. Aralığın alt sınırı (%35) bu çalışmanın baskın sınıf niteliyesi için aradığı işletimsel eşiğin (%70) altında kaldığından küme tek sınıflı olarak nitelenmemiştir. Eşik kullanmayan en dik eksen sınıflamasında sayım 6 doğrultu atımlı, 22 normal ve 0 ters çözümdür; bu sınıflama eğik/karma çözümleri de en dik eksenlerine göre üç sınıftan birine atar. Bu tip sayımı ile gerilme tensöründen türetilen Anderson rejimi ayrı ölçütlerdir: sayım tek tek mekanizmaların eksen dalımlarını sınıflar, rejim ise popülasyona ortak tek bir gerilme alanı uydurulmasından çıkar; biri diğerinin doğrulaması değildir. Çalışma olayı çevresinde ayrıca bir mekanizma arama penceresi taranmıştır: çalışma olayından 180 gün öncesi ile 30 gün sonrası arasında, 55 km yarıçapta ve $M_w \geq 4,0$ eşliğinde 11 çözüm bulunmuştur; 5 çözüm çalışma olayından önceki döneme, 1 çözüm çalışma olayının kendisine, 5 çözüm olaydan sonraki döneme aittir. Arama penceresi dizinin kendisi değildir: çözümlerin 11'i dizinin 55 km yarıçaplı Gardner–Knopoff uzay penceresi içindedir. Frohlich ve Apperson (1992) eksen dalımı sınıflarıyla dağılım 9 normal, 2 eğik/karma çözüm biçimindedir. Mekanizmaların haritalı ana faya dik uzaklığı 0,5–12,5 km aralığında olup ortancası 3,8 km'dir; bu dağılım, dizinin tek bir fay düzlemine mi yoksa daha geniş bir hasar zonuna mı dağıldığını gösterir. Gerilme inversiyonuna giren olay merkezli mekanizma popülasyonunda ($n = 49$) aynı Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle mekanizma karışımı 6 doğrultu atımlı, 32 normal, 0 ters ve 11 eğik/karma çözümünden oluşmaktadır; bu popülasyon yukarıdaki bölgesel mekanizma kümesinden farklıdır.

KIRILMA GEOMETRİSİ VE GERÇEK KIRIK DÜZLEMİNİN KISITLANMASI

Çalışma kutusundaki sismisitenin yatay yayılımı $57,4 \times 55,4$ km boyutundadır (uzun $\times$ kısa eksen); olayların %95'i 4,6–15,3 km derinlik bandındadır (%2,5–97,5 yüzdelik); kayıtların önemli bölümü sabit derinlikli olduğundan bandın tabanı sismojenik kalınlık olarak yorumlanmamıştır (sabit derinlik payı Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir). İzleyen olay bulutunun uzun eksen 122° doğrultusundadır (%95 güven aralığı $120\text{--}125^\circ$); uzama oranı 1,64'tür ($n = 11.293$). İzleyen olay kümesinin yatay boyutu $32,8 \times 20,0$ km olarak ölçülmüştür. Çalışma olayı bu ölçütle dizinin en büyük olayı olmadığından bulut ölçüleri çalışma olayının kendi artçılara özgülenemez ve bu çekinceyle okunmalıdır.

BÜYÜKLÜK İSTATİSTİĞİ VE KATALOG TAMLIĞI



Şekil 11. Tamlık büyüklüğü $M_c = 1,5$ olarak benimsenmiştir (b-kararlılığı ölçütü); bu eşikte uyum iyiliği %98,5 düzeyindedir; pencerenin en büyük olayı Mw 6,1 büyüklüğündedir. Mavi çubuklar 0,1 genişliğindeki büyüklük sınıflarına düşen olay sayısıdır (sol eksen); turuncu eğri kümülatif $N(\geq M)$ sayımıdır (sağ eksen). Mor kesikli çizgi tamlık büyüklüğüdür; altındaki sınıflar açık dolguludur (tam katalog, $n = 29.174$).

Şekil 11: Büyüklük dağılımı ve kümülatif eğri, kataloğun hangi büyüklükten itibaren tam sayıldığını görsel olarak sunar (Şekil 11). M_c altındaki düşüş fiziksel bir eksiklik değil, ağ duyarlılığının sınırıdır: küçük olaylar meydana gelmiş ancak yeterli istasyonda kaydedilemedikleri için katalogta yer almamıştır. Tüm büyüklük–frekans istatistikleri yalnız M_c üstü örnekleme kurulmuştur; eşik altı veriyi katmak b değerini sistematik olarak düşürdü. Kurumlar arası büyüklük karşılaştırması Tablo 15'te, USGS ürün çözümlerinin sürümden sürüme değişimi Tablo 16'da verilmiştir.

KIRILMA GEOMETRİSİ VE GERÇEK KIRIK DÜZLEMİNİN KISITLANMASI (DEVAM)

Aynı bulutun %95 kovaryans elipsinin yarı eksenleri 22,0 ve 13,4 km'dir; yön ve uzama ölçüleri, McGuire vd.'nin (2002) telesismik ikinci moment ölçüsünün izleyen olay konumlarına uyarlanmış vekilidir. Çalışma olayı ile izleyen olayların sentroidi arasındaki ötelenme 0,2 km olarak ölçülmüştür (oran 0,01; azimut 199°); çalışma olayı bu ölçütle dizinin en büyük olayı olmadığından bu oranla kırılmanın tek ya da çift taraflılığı hükme bağlanmamıştır. İzleyen olay uzanımına en yakın düğüm düzlemi NP2 olup doğrultu farkı 33,2°'dir; çalışma olayı bu ölçütle dizinin en büyük olayı olmadığından bu yakınlık düzlem seçiminde kanıt sayılmamıştır. İzleyen olay bulutuna ana bileşen çözümlemesiyle (PCA) (Shearer vd., 2003) oturtulan düzlem 112°/7° (doğrultu/eğim) geometrisindedir; Westin düzlemsellik ölçüsü $c_p = 0,30$ ($c_l = 0,44$, $c_s = 0,26$), düzleme karekök ortalama uzaklık 3,04 km, ortalama mutlak uzaklık 2,37 km ($n = 6.737$; sabit derinlikli 4.547 kayıt dışlanmıştır). Düzlem, NP2 düğüm düzlemine daha yakındır (doğrultu farkı 23°). Aynı düzlem, bulut ağırlık merkezine 3,5 km uzaklıktaki haritalı diri fay izinin bu noktadaki 88,4° yerel doğrultusuyla 23,4° fark göstermektedir; kıvrımlı izde yerel doğrultu ölçüm noktasına göre değişir ve düğüm düzlemi kıyasında kullanılan doğrultu izin dış merkeze en yakın noktasından okunduğundan bu değerden ayrışabilir. Gerilme alanı altındaki fay kararsızlık indeksleri $I(NP1) = 0,771$ ve $I(NP2) = 0,975$ olup aradaki fark 0,204 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada iki düzlemin ayırt edilmiş sayılması için benimsenen işletimsel ölçüt $\Delta I > 0,15$ olup, bu eşik literatürden alınmamış, çalışmanın kendi kararı olarak belirlenmiştir. Ölçülen fark bu eşğin üzerindedir; bu ölçüte göre kırık düzlemi adayı NP2'dir. Çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (14 çözüm) dışlanarak yinelenen inversiyonda ($n = 35$) $I(NP1) = 0,750$ ve $I(NP2) = 0,982$ bulunmuştur; düzlem tercihi aynı kalmaktadır. Toplamda 2 bağımsız yöntemin 2'si NP2 düzlemini desteklemektedir; düzlem ikizliği bu ölçüde kısımlı sayılabilir.

DİZİ İSTATİSTİĞİ

Çalışma olayını izleyen 90 günlük dönemde 55 km yarıçaplı Gardner–Knopoff uzay penceresi (Gardner ve Knopoff, 1974) içindeki olay sayısı, katalog sorgusunun liste tavanı nedeniyle raporlanmamıştır. İzleyen olayların ($M \geq 1,4$) günlük oranı, ilk ölçüm aralığında (3,8–8,5 gün) günde 168 olaydan (%95 güven aralığı 150–180) son ölçüm aralığında (41–90 gün) günde 28,7 olaya (%95 güven aralığı 27–31) inmiştir; ilk aralıktaki oran son aralıktakinin 5,8 katıdır (%95 güven aralığı 5,3–6,4) ve azalma kesin Poisson güven sınırlarıyla (Garwood, 1936) istatistiksel olarak ayırt edilebilir düzeydedir; ilk 49 saatin kaydı eksik olduğundan ilk ölçüm aralığı kaydın tamlığından sonraki ilk aralıktır. Omori–Utsu sönüm yasası $n(t) = K/(t + c)^p$ bu diziye en büyük olabirlik yöntemiyle (Ogata, 1983) uydurulmuştur ($n = 6.398$ olay, 90 günlük pencere); p ve c değerleri bu çalışmanın bulgu ölçütünü karşılamadığından verilmemiştir. Değerlerin verilmemesinin gerekçesi ilk saatlerdeki katalog eksikliğidir. Uydurma çalışma olayından başlamaktadır; tamlık eşiği çalışma olayını izleyen ilk pencerede 3,2'dir ve 1,4 değerine çalışma olayından 48,8 saat sonra inmektedir. İlk saatlerin olay sayısı eksik olduğundan c yukarı yanlı olabilir, p de bu eksiklikten etkilenebilir. Sönüm bu nedenle yalnız yukarıda verilen gözlenen günlük oranlarla betimlenmiştir. Çalışma olayı ile izleyen en büyük olay arasındaki büyüklük farkı $\Delta M = 1,0$ olarak ölçülmüştür (katalog büyüklükleri $M 6,1$ ve $M 5,1$); fark Bâth yasasıyla (Bâth, 1965) karşılaştırılmamıştır. Aynı fark moment tensörü büyüklükleriyle $\Delta M = 1,13$ değerindedir; iki ölçek ayrı ayrı verilmiş, birbirine karşılaştırılmamıştır. Aynı dizi için büyüklük–frekans (Gutenberg–Richter) bağıntısının ekstrapolasyonundan (Gutenberg ve Richter, 1944) türetilen en büyük olay kestirimi $M^* \approx 6,2$ 'dir (kestirimde kullanılan $b = 0,80$; 55 km yarıçaplı dizi penceresinde $M \geq 1,4$ olan 6.398 izleyen olay üzerinden); bu, dizinin istatistiksel ölçek göstergesidir, gelecekteki bir olayın büyüklüğü değildir. Buradaki b , dizi penceresindeki izleyen olaylardan kestirilmiştir: ilk saatlerdeki katalog eksikliği nedeniyle b aşağı yanlı olabilir; b küçüldükçe M^* büyüdüğünden kestirim yukarı yanlı olabilir: ilk 48,8 saat dışlanarak kurulan ikinci kestirimde ($b = 0,88$, olay sonrası dönemin ikinci b kestiriminden; $M \geq 1,4$ olan 5364 izleyen olay) $M^* \approx 5,6$ 'dır ve aynı alt listede gözlenen en büyük izleyen olay $M 5,1$ 'dir. Etkinlik zonunun mekânsal evrimi $R(t) = R_0 + a \cdot \log_{10}(t/t_0)$ biçiminde modellenmiş (Tajima ve Kanamori, 1985); $R_0 = 11$ km, $a = 2,4$ km/onluk (zamanın her on katına karşılık yarıçap artışı; boyutsuz oran 0,218, $n = 11.293$) bulunmuştur. Ölçülebilir log-zaman genişlemesi vardır (zaman–uzaklık permütasyonu $p = 0,02$; eğimin %95 yeniden örnekleme aralığı $-0,4$ ile 3,7 km/onluk arası); literatürde afterslip cephesi ya da gözenek-basıncı difüzyonuyla ilişkilendirilir. Seçim yarıçapı sabit (55 km) olduğundan ve dizi oranı zamanla azalırken aynı alandaki arka plan etkinliği sabit kaldığından uzak olayların payı zamanla büyük; zarfın genişlemesinin bir bölümü bu seçim etkisinden kaynaklanabilir ve genişleme fiziksel bir cephe olarak yorumlanmamıştır. $R(t)$ modeli izleyen olay bulutunun istatistiksel sınır evrimini betimler; kırığın fiziksel ilerlemesinin doğrudan ölçümü değildir.

STATİK COULOMB GERİLME AKTARIMI VE GÖZLEMSEL SINAMASI

ΔCFS alanı, yarı-sonsuz elastik ortamdaki diktörtgen dislokasyon çözümüyle (Okada, 1992), kaynak fayla eş yönelimli alıcı düzlemde, etkin sürtünme katsayısı $\mu' = 0,40$ ile 6,1 km derinlikte ve 69×64 düğümlü ızgarada hesaplanmıştır. Gerilme aktarımı hesabının kaynak geometrisi ampirik ölçeklemeyle (Wells ve Coppersmith, 1994) kurulan, hiposantr merkezli diktörtgendenden alınmıştır (doğrultu/eğim/kayma $89^\circ/67^\circ/-148^\circ$; $L = 15,7$ km, $W = 7,6$ km). Bu geometri ölçülmüş bir kırık değil, bir çalışma varsayımdır. Gözlemsel sinama olarak ΔCFS her izleyen olayın kendi hiposantrında, kaynakla eş yönelimli alıcı düzlemde hesaplanmıştır: 7.736 izleyen olayın 3157 tanesi (%41) +0,1 bar üzerindeki yükleme alanında, 3784 tanesi (%49) -0,1 bar altındaki gölge alanında, 795 tanesi iki eşik arasındaki yansız banttadır; kaynak düzleminin üstüne düşen 3557 izleyen olay bu sayının dışında tutulmuştur. Çalışma olayı bu ölçütle dizinin en büyük olayı olmadığından sinamanın sayımları çalışma olayının kendi artçılarına özgülenemez ve bu çekinceyle okunmalıdır. Yansız bant eşiği 0,1 bar olarak alınmıştır. Bu eşiğin karşılığı olan 0,01 MPa düzeyinin altındaki statik gerilme değişimlerinin saptanabilecek sayıda olay tetiklemeyebileceği öne sürülmüştür (Hardebeck vd., 1998). Karşılaştırma için bir boş model kurulmuştur: boş model, izleyen olayların yerleşiminin gerilme değişimi alanından bağımsız olduğu varsayımını temsil eden uzamsal karşılaştırma modelidir ve burada olay öncesi sismisitenin konumlarından oluşur. Boş modelde yükleme alanına düşen pay %21 olarak ölçülmüştür (474/2.215); izleyen olay payı ile boş model payı arasındaki fark 19,4 yüzde puanıdır (%95 güven aralığı 17,3 ile 21,4 arası; iki bağımsız oranın farkı için Wilson skor aralıklarını birleştiren Newcombe, 1998 yöntemi). Aralık sıfırı içermediğinden izleyen olayların yükleme alanındaki payı boş modelin üzerindedir. İzleyen olay konum belirsizliği bu sayımlara yayılmamıştır; sınıflar katalog hiposantrlarına göredir ve alan tetiklenme kanıtı olarak değil, gerilme aktarımının yön ve merteye betimlemesi olarak okunmalıdır. En uygun yönelimli alıcı düzlemlerle yapılan sayım bir bölgesel gerilme alanı varsayımı gerektirir: SHmax doğrultusu 126° ve doğrultu atımlı rejim çalışma olayının kendi mekanizmasından, gerilme şekil oranı 0,5 varsayılan değer olarak, diferansiyel gerilme 100 bar olarak alınmıştır. Bu bölgesel alan varsayımıyla (SHmax 126° ; şekil oranı 0,5; 100 bar) sayım 2981 yükleme, 4002 gölge ve 753 yansız bant biçimindedir; diferansiyel gerilme 10 bar alındığında 5627 yükleme, 1361 gölge ve 748 yansız bant elde edilir (iki sayım arasında sınıfı değişen olay sayısı 2869). Varsayılan bölgesel alan, olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme inversiyonundan çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (14 çözüm) dışlanarak ($n = 35$) elde edilen alandan (SHmax = 113° , şekil oranı 0,23) farklıdır; birincil sayımda bu çalışmanın kuralı gereği çalışma olayının kendi mekanizmasından türetilen alan kullanılmış, inversiyon alanı duyarlılık olarak ayrıca sinanmıştır: aynı diferansiyel gerilmeyle inversiyon alanı 4079 yükleme, 3067 gölge ve 590 yansız bant vermektedir (sınıfı değişen olay sayısı 746). Sayım varsayılan gerilme büyüklüğüne ve gerilme alanının seçimine bu ölçüde bağlı olduğundan yorumlanmamıştır. Sonlu kaynak diktörtgeni $89^\circ/67^\circ/-148^\circ$ geometrisinde kurulmuştur (NP2; seçim ölçütü: haritalanmış diri fay izi doğrultusu). Alıcı düzlem kaynakla eş yönelimlidir; bu, gerilme değişimini kaynak fayın kendi geometrisi üzerinde okumak demektir ve başka yönelimli bir alıcı düzlem için lob–gölge deseni farklı çıkar. Alanın büyük bölümü küçük genliklidir: ızgaranın yalnız %17 kadarında [ΔCFS], bu çalışmada yansız bant eşiği olarak alınan 0,1 bar'ı aşmaktadır. Düğüm değerlerinin ortancası -0,0026 bar, %5–95 aralığı -0,30 ile 0,10 bar arası, %1–99 aralığı -3,2 ile 0,45 bar arası olarak hesaplanmıştır. Dislokasyon çözümünde gerilme kaynak diktörtgeninin kenarlarında ıraksadığından alanın uç değerleri ızgara aralığına bağlıdır ve raporlanmamıştır. Alan iki bileşenine ayrılarak da incelenmiştir: makaslama gerilmesi değişimi $\Delta\tau$ ve fay düzlemine dik normal gerilme değişimi $\Delta\sigma_n$ ($\Delta CFS = \Delta\tau + \mu' \Delta\sigma_n$). İki panel aynı kadrj ve aynı kaynak geometrisiyle çizildiğinden, birleşik alandaki desenin hangi bileşenden doğduğu doğrudan okunabilir. Gözlemsel karşılık olarak β oran-değişim istatistiği (Matthews ve Reasenber, 1988) hesaplanmış; 36×36 düğümlü haritada 1.159 düğümde oran artışı ($\beta > 2$), 51 düğümde sismik gölge ($\beta < -2$) ölçülmüştür (ana şok öncesi 5 yıl, sonrası 90 gün fiili gözlem; yalnız kuramsal beklenen sayımı $E \geq 1$ olan 1.296 düğüm değerlendirilmiştir; $n = 29.174$). Bu sayımlar tekil düğüm eşiğine göredir: 1.296 düğüm birlikte sinandığında, gerçek bir değişim olmasa dahi her yönde yaklaşık 30 düğümün eşiği yalnız şans eseri aşması beklenir; düğümler örtüşen toplama yarıçapları nedeniyle bağımsız da değildir. Tekil düğüm sayısı bu nedenle tek başına anlamlılık kanıtı sayılmamıştır. Model loblarıyla örtüşme kanıt niteliğindedir, öngörü değildir.

BÖLGESEL SİSMİSİTE VE TARİHSEL BAĞLAM

Olay merkezli bölgesel katalogun b değeri raporlanmamıştır: uydurulan üstel yasa dağılımın üst kuyruğunu betimlememektedir ($M \geq 4,5$ için yasadan beklenen olay sayısı 48,1 iken katalogda 23 olay bulunmaktadır; binom olasılığı $< 0,001$, bu çalışmanın işletimsel eşiği 0,01). Gerekçe ekteki raporlanmayan çözümlemeler çizelgesinde verilmiştir. Tarihsel eşik üstü kayıtlar, çalışma olayından önceki dönem için iki halkalı bir ölçütle derlenmiştir: 150 km yarıçapta $M \geq 6,0$ (15 kayıt) ve 60 km yakın kuşakta ayrıca $5,0 \leq M < 6,0$ (21 kayıt); toplam 36 kayıt. Yakın kuşaktaki $M \geq 5,0$ kayıtların sayısı 24'tür; bunların 3'ü $M \geq 6,0$ büyüklüğündedir ve ilk ölçütte sayılmıştır. Derlemedeki en büyük olay 1953 yılında, dış merkeze 119 km uzaklıkta gerçekleşen M 7,3 depremidir. Derlemenin öteki büyük kayıtları şunlardır: 1970 M 7,2 (119 km); 1919 M 7,0 (47 km); 1964 M 6,8 (117 km); 1969 M 6,8 (79 km). Derlemenin dış merkeze 20 km'den yakın 3 kaydı şunlardır: 21.09.2025 M 5,0 (13 km); 10.08.2025 M 6,2 (13 km); 03.09.1972 M 5,1 (17 km). Gardner–Knopoff uzay–zaman pencereleriyle ayrıştırılmış bağımsız $M \geq 6,1$ olaylar 100 km yarıçaplı alanda çalışma olayından önce 7 kez gözlenmiştir (126 yıllık gözlem süresi). Bağımsız olayların gözlenen ortalama yinelenme aralığı $T = 18$ yıldır (%95 güven aralığı 8,7–45 yıl; kesin Poisson sınırları: Garwood, 1936). Katalogun bu büyüklükteki tamlık başlangıcı saptanamadığından gözlem süresi katalogun başından (1900) sayılmış ve katalog bu süre boyunca $M \geq 6,1$ için tam varsayılmıştır; varsayım sinanamadığından değer, eksik erken dönem kayıtları ölçüsünde yanlı olabilir.

ARKA PLAN DÖNEMİ KARŞILAŞTIRMASI

Pencere ve arka plan dönemlerinin b değerleri ortak tamlık eşiğinde ($M_c = 1,8$) yeniden kestirilerek kıyaslanmıştır: pencere $b = 0,832 \pm 0,009$ ($N = 8.263$; belirsizlik kestiricisi: Aki, 1965), arka plan $b = 0,877 \pm 0,018$ ($N = 4.896$; belirsizlik kestiricisi: yeniden örnekleme). Fark $|\Delta b| = 0,045$, birleşik belirsizlik 0,020 değerindedir; fark birleşik belirsizliğin iki katını (0,040) aştığından iki dönem b bakımından ayrılmaktadır (fark, birleşik belirsizliğin 2,2 katıdır). Birleşik belirsizlik yalnız örnekleme belirsizliğini taşıdığından bu ayrışma, b değerinde fiziksel bir değişimin kanıtı olarak yorumlanmamıştır. İki dönem zamanda örtüşmemektedir. Arka plan dönemi çalışma kutusunda 3 büyük depremi ve dizilerini içermektedir (tarihsel derlemeden: 22.01.2020 M 5,6; 18.02.2020 M 5,1; 26.06.2020 M 5,2). Bu depremlerin Gardner–Knopoff zaman pencereleri (0,8, 0,4 ve 0,5 yıl) arka plan döneminin zamanca %15'ini kapsadığından dönemin olay sayısı ve oranı, ayrıştırılmış (bağımsız) sayım dâhil, bu dizilerden etkilenir; arka plan oranı bu nedenle dizilerden arınmış bir taban değildir.

SİSMİSİTE GÖÇÜ VE DÖNEM BÖLÜTLEMESİ

Sismisitenin ağırlık merkezi, zaman sırasına göre ilk %10 ve son %10 olay (her dilimde 2.917 olay) arasında 18,5 km yer değiştirmiştir (azimut 94° ; iki dilimin ortalama zamanları arasında 1.234,2 gün; ortalama 15 m/gün). Bu ölçü iki ortalamanın farkıdır; bir göç modeli uydurması değildir. Son dilimin ortalama zamanı çalışma olayından sonradır; dilim büyük ölçüde olayı izleyen diziden oluştuğundan bu fark, dizinin önceki sismisiteye göre konumunu gösterir ve pencere boyunca süren bir göç olarak yorumlanmamıştır. Duyarlılık olarak dış merkez koordinatlarının zamana göre doğrusal eğilimi 92° yönünü vermektedir; iki kestiricinin yönleri arasındaki fark 2° 'dir (ağırlık merkezi farkı pencerenin iki ucunu, regresyon bütün pencereyi tartar). Eğilimin anlamlılığı, kümelemeye karşı etkin örneklem büyüklüğüyle (n_{etkin} ; Gardner–Knopoff bağımsız küme sayısı ile birinci dereceden öz bağlanım ve öz ilişki düzeltmelerinin en küçüğü) ve Fisher z dönüşümüyle sinanmıştır: kuzey–güney bileşeninde $r = -0,015$, $n_{\text{etkin}} = 828$ ile $|z| = 0,4$; doğu–batı bileşeninde $r = 0,36$, $n_{\text{etkin}} = 344$ ile $|z| = 7,0$. En büyük $|z|$ değeri 1,96 eşiğini aştığından eğilim istatistiksel olarak sıfırdan ayrılmaktadır; bu ayrışma da pencerenin sonundaki dizinin katkısını içerir. Dönem yapısını belirlemek için katalog, parçalı sabit oranlı bir Poisson süreci olarak modellenmiş ve değişim noktası başına BIC (Bayesçi bilgi ölçütü) cezasıyla bölütlenmiştir; bölütleme, 29.174 olayın kümülatif eğrisinin eşit aralıklı 800 noktalık örneği üzerinde yapılmıştır. Bölütleme 6 bölüt vermiştir; bölütlerin süresi ve olay oranı zaman sırasıyla şöyledir: 1.747 gün, 2,5 olay/gün; 15 gün, 432,4 olay/gün; 31 gün, 168,8 olay/gün; 32 gün, 58,5 olay/gün; 22 gün, 290,2 olay/gün; 68 gün, 72,6 olay/gün. Pencerenin toplam sismik moment $4,08 \times 10^{18}$ N·m'dir (nominal: moment türi olmayan büyüklükler moment büyüklüğü sayılarak; ölçülmüş bir moment topladı değildir); çalışma olayının bu toplamdaki payı %40'tur. Moment bütçesinin üst kanalında (en büyük katalog büyüklüğünün 1,0 birim altına kadar: $M \geq 5,1$) 3 olay toplam nominal momentin %85 kadarını, kalan 29.171 olay %15 kadarını taşımaktadır.

YER HAREKETİ, MAKROSİSMİK ŞİDDET VE MÜHENDİSLİK KIYASI

USGS ShakeMap'in (sürüm 11; otomatik ürün; 01.12.2025) model kestirimine göre tepe şiddet MMI 8,1, en büyük yer ivmesi (PGA) 0,655 g ve en büyük yer hızı (PGV) 47,2 cm/s olarak hesaplanmıştır (Wald ve Worden, 2020); bu sürümde 257 sismik istasyon kaydından işaretlenmeyen 253'ü ve 147 şiddet gözleminden işaretlenmeyen 8'i yer hareketi bağıntılarıyla birlikte kullanılmıştır (Worden vd., 2018); 4 sismik istasyon kaydı ile 139 şiddet gözlemi ShakeMap tarafından işaretlenmiştir; dış merkezin 32 km içinde ShakeMap'in kullandığı sismik istasyon kaydı yoktur; bu alandaki değerler yer hareketi bağıntılarının kestirimidir. Haritada KothaEtAl2020ESHM20 yer hareketi bağıntıları (ShakeMap yapılandırma adları) kullanılmıştır; yer hareketi-şiddet dönüşümü için Worden vd. (2012) bağıntısı uygulanmıştır; ShakeMap'in kendi belirsizlik derecesi C olarak verilmiştir. ShakeMap istasyon listesinde en yüksek gözlenen PGA 0,0366 g ile KO.GORD istasyonundadır (hiposantra 33,2 km); en yüksek PGA'lı 10 istasyonun 5 tanesinde gözlem bağıntı kestiriminin üstünde, 5 tanesinde altındadır. Topluluk şiddeti verisi (USGS "Did You Feel It?", DYFI) 193 bildirim ile topluluk ondalık şiddeti (CDI) 7,7 değerini vermektedir. USGS ShakeMap model şiddeti MMI 8,1 olup iki değer arasındaki fark 0,4 birimdir; ShakeMap topluluk bildirimlerini gözlem olarak özümsemiğinden bu uyum bağımsız bir doğrulama değildir. Topluluk şiddeti ve model şiddeti değerleri ürünlerin 23.08.2026 16:54:18 UTC'deki durumuna aittir; bildirim sayısı ve şiddet değerleri sonraki güncellemelerle değişir. USGS DYFI ürününde (08.12.2025) en yüksek topluluk şiddeti CDI 7,7, yalnız Sındırğı (2 bildirim) yerleşiminden gelir; en az 3 bildirimli yerleşimlerde en yüksek değer Kütahya'da (3 bildirim) CDI 4,2 olarak hesaplanmıştır (Wald vd., 2011). Birkaç bildirimde dayanan değerler gürlültüdür (Atkinson ve Wald, 2007). USGS PAGER (sürüm 10; 17.11.2025) model kestirimine göre MMI VII ve üzeri şiddete maruz kalan nüfus yaklaşık 25 bin kişidir; can kaybı uyarı düzeyi sarı (ölüm sayısının en az 1.000 kişi olma olasılığı %1'den az) ve ekonomik kayıp uyarı düzeyi sarı (kaybın en az 1 milyar ABD doları olma olasılığı %4,3); bu kestirim ShakeMap sürüm 10 ile hesaplanmıştır (güncel ShakeMap sürümü 11). PAGER değerleri USGS modeli kestirimidir (can kaybı modeli: Jaiswal ve Wald, 2010; ekonomik kayıp modeli: Jaiswal ve Wald, 2013); sayım ya da gözlenmiş kayıp değildir. USGS PAGER'ın model kestirimine dayanan uyarı yorumu (U.S. Geological Survey, 2017; sürüm 10; 17.11.2025; özgün dilde): "Yellow alert for shaking-related fatalities and economic losses. Some casualties and damage are possible and the impact should be relatively localized. Past yellow alerts have required a local or regional level response." "Estimated economic losses are less than 1% of GDP of Turkey." USGS PAGER'ın yapı stoku yorumu (özgün dilde): "Overall, the population in this region resides in structures that are a mix of vulnerable and earthquake resistant construction. The predominant vulnerable building types are adobe block and dressed stone/block masonry construction." USGS PAGER'ın tarihsel kıyas yorumu (özgün dilde): "A magnitude 7.6 earthquake 241 km northeast of this event struck Kocaeli, Turkey on August 17, 1999 (UTC), with estimated population exposures of 1,263,000 at intensity VIII and 396,000 at intensity IX or greater, resulting in a reported 17,439 fatalities." Yorumdaki uzaklık PAGER'ın kendi kayıtlarıyla tutmamaktadır; PAGER'ın girdi kökeni ve tarihsel kaydındaki koordinatlara göre anılan 17.08.1999 depremi PAGER'ın girdi kökeninden 225 km uzakta ve kuzeydoğu yönündedir (azimut 39°). USGS yer yenilmesi ürününe (ground failure; sürüm 10; 17.11.2025) göre heyelan modeli (Nowicki Jesse vd., 2018) sarı uyarı düzeyinde olasılık ağırlıklı heyelan alanını yaklaşık 3,7 km² (±0,76) ve olasılık ağırlıklı maruz nüfusu yaklaşık 78 kişi (±15) olarak, sivilaşma modeli (Zhu vd., 2017) yeşil uyarı düzeyinde olasılık ağırlıklı sivilaşma alanını yaklaşık 0,42 km² (±0,1) ve olasılık ağırlıklı maruz nüfusu yaklaşık 45 kişi (±12) olarak kestirmektedir; bu kestirim ShakeMap sürüm 10 ile hesaplanmıştır (güncel ShakeMap sürümü 11). Yer yenilmesi değerleri USGS modeli kestirimidir; gözlenmiş heyelan ya da sivilaşma envanteri değildir.

Şiddet-azalım bağıntısıyla (Allen vd., 2012) modellenen alan, dış merkez yakınında MMI VIII düzeyinde tepe şiddet vermektedir (hesap odak derinliği 6,1 km); MMI IV eşiği dış merkezden yaklaşık 134 km uzaklığa kadar aşılmaktadır. Modelde yerel zemin etkisi ayrıca hesaba katılmamıştır. Bu çalışmanın şiddet-azalım modeliyle (Allen vd., 2012) kestirilen tepe şiddeti (MMI 7,8) topluluk gözlemiyle bir birim içinde uyumludur. KO.GORD istasyonunun (R = 32,1 km, Manisa) ham ivme kaydından, sayaç değerleri kanal duyarlılığıyla fiziksel birime dönüştürülerek %5 sönümlü elastik tepki spektrumu SDOF sayısal integrasyonu ile hesaplanmıştır.

Yatay bileşenlerin geometrik ortalaması T = 0,36 s periyodunda Sa = 0,10 g tepe değerine ulaşmakta, zemin ivmesi PGA = 0,041 g ölçülmektedir (kayıt kaynağı: KOERI). İstasyon zemin koşulu Vs30 = 629 m/s olup TBDY-2018'e göre ZC sınıfındadır (TADAS istasyonu 4505, 9,9 km uzaklıkta; harita parametreleri Ss = 0,751, S₁ = 0,184, 475 yıllık PGA = 0,312g). TBDY-2018 DD-2 elastik tasarım spektrumu (ZC, SDS = 0,901g, SD1 = 0,276g, TA = 0,061 s, TB = 0,306 s) ile kıyaslandığında KO.GORD kaydında gözlenen/tasarım oranı en çok 0,28 olarak ölçülmüştür; zarf bu kayıta hiçbir periyot bandında aşılmamıştır. Fiziksel tutarlılık denetiminden geçen 5 istasyonun her biri kendi zemin sınıfının tasarım spektrumuyla kıyaslandığında en büyük gözlenen/tasarım oranı 0,28'dir (KO.GORD, R = 32,1 km, T = 0,93 s, ZC sınıfı); zarf hiçbir istasyonda aşılmamıştır. Çevredeki 4 ivme-ölçer istasyonu ana istasyonla birlikte 32–58 km gibi dar bir uzaklık aralığındadır (0,26 onlu); bu aralıkta PGA'nın uzaklıkla azalımı gözlenmemektedir (Spearman ρ = -0,90, p = 0,08, n = 5). Kayıt ağıının tamamı kullanıldığında yer hareketinin uzaklıkla azalımı doğrudan ölçülebilmektedir: 91 kuvvetli yer hareketi kaydına oturtulan log₁₀PGA = a + b·log₁₀R doğrusu a = 4,42 ± 0,35, b = -2,17 ± 0,15 vermekte, açıklanan değişkenlik R² = 0,70 olmaktadır (uzaklık aralığı 31–381 km, 1,1 onlu). Uzaklık-genlik ilişkisinin sıra korelasyonu Spearman ρ = -0,89'dur (n = 91, p < 0,001); negatif işaret uzaklık arttıkça ivmenin düştüğünü doğrular. Bu doğru bu olaya özgü gözlenen azalımdır; yayımlanmış bir yer hareketi kestirim denklemi (GMPE) değildir ve başka olaylara uygulanamaz. Spektral karşılaştırma geçmiş yer hareketinin mühendislik değerlendirmesidir; yapısal karar için sahaya özel zemin etüdü esastır.

DALGA FORMU KAYDI

Olayın dalga formu KO.GORD istasyonunda kaydedilmiştir (dış merkez uzaklığı 32,1 km, geri azimut 4°; algılayıcı: ivmeölçer) ve 3 bileşen (Z, R, T) 100 Hz örnekleme sıklığıyla incelenmiştir. Kayıt KOERI veri merkezinin FDSN dataset select servisinde alınmıştır; istasyon KO ağına aittir ve ağıın künyesi Veri Erişilebilirliği bölümünde verilmiştir. Veri merkezinden istenen pencere oluş anından 60 s önce başlayıp 600 s sonra bitmektedir; süzgecin kenar etkisini taşıyan uçlar atıldığından (her iki uçtan 33 s) çözümlenen kayıt oluş anından 31 s önce başlar ve 599 s sürer. Kayıtlara Butterworth bant geçiren, sıfır fazlı (ileri-geri) süzgeç uygulanmıştır (0,025–8,0 Hz, mertebeye 2, ileri-geri geçişle etkin mertebeye 4); sıfır fazlı geçiş faz gecikmesi üretmez, ancak nedensel olmadığından keskin varışların önünde düşük genlikli yapay salınım oluşturabilir. İşmsal (R) ve teğetsel (T) bileşenler, yatay kanalların geri azimut açısıyla döndürülmesinden elde edilmiştir; kanal yönelimi istasyon üstverisinden alınmıştır. Cihaz yanıtı giderilmiştir (kutup-sıfır aktarım işleviyle); genlikler cm/s² biriminde verilmiştir. Kuramsal P ve S varışları oluş anından 6,21 s ve 10,87 s sonradır (Kalafat vd., 1987 hız modeli). Varışlar, tek yönlü (nedensel) süzgeçten geçirilmiş izde, 1–10 Hz bandında, STA/LTA (kusa/uzun dönem ortalama oranı; Allen, 1978) ve AIC (Akaike bilgi ölçütü; Maeda, 1985) algoritmalarıyla okunmuştur; düşey bileşende okunan P varışı 6,53 s'dedir (kuramsal değerden farkı +0,32 s; sinyal/gürültü oranı 58.000). S varışı 11,25 s'de okunmuştur (sinyal/gürültü oranı 11); S–P süresi 4,72 s'dir (kuramsal değeri 4,66 s; fark +0,06 s). S okuması benimsenen konuma göre kurulan pencerede arandığından bu süre bağımsız bir konum ölçüsü sayılmamıştır. P dalgasının parçacık hareketinden, kovaryans matrisinin özvektörleriyle (Jurkevics, 1988), ölçülen geri azimut 279°, benimsenen konumdan hesaplanan 4°'dir (fark 85°; ölçümün kendi saçılımı ±26°; doğrusallık 0,96). Fark bu çalışmanın işletimsel eşiğini (30°) ölçümün kendi saçılımının iki katından fazla aştığından bu tek istasyon ölçümü benimsenen konumu desteklememektedir; ölçüm tek başına bir konum hükmü değildir, birincil ölçüt varış zamanlarıdır. Bağımsız konum sınaması, dış merkeze en yakın istasyonların kayıtlarında konumdan bağımsız okunan P varışlarının kuramsal varış zamanından farkıyla (P artığı) yapılmıştır. Sinama çekinceyle verilmiştir: aday istasyonların tümü, kayıtların veri merkezinden alınması için ayrılan süre içinde denenemediğinden ölçü kısmidir. P artıkları istasyon ve dış merkez uzaklığıyla şöyledir: KO.GORD (32,1 km) +0,32 s; KO.AKS (48,7 km) +0,14 s; KO.SOMA (57,6 km) +0,10 s. P artığı benimsenen oluş zamanına, odak derinliğine ve kullanılan tek boyutlu hız modeline de bağlıdır; bu nedenle ölçü yalnız konum hatasına bağlanmamıştır.

USGS ETKİ ÖZETİ (ÖZGÜN DİLDE)

USGS'in olay sayfasında yayımladığı metin ürünleri bu bölümde özgün dilinde (İngilizce) kısaltılmadan verilmiştir (U.S. Geological Survey, 2017). Metinler USGS'e aittir; bu çalışmanın bulgusu ya da çevirisi değildir.

Etki özeti (impact-text; 15.01.2026; bildirilen etkilerin USGS derlemesidir, bu çalışmanın sayımı değildir): “At least 42 people injured and 83 buildings damaged in Manisa; 26 people injured and 80 buildings damaged in Balıkesir.”

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

27.10.2025 tarihli Sındırğı (Balıkesir) depremi (Mw 6,1; odak derinliği 6,1 km) meydana gelmiştir; dış merkeze en yakın haritalı faylar Simav Fay Zonu'na bağlı bir fay parçası (3,2 km) ve Yüreğil Fayı (4,4 km) olarak belirlenmiştir. GCMT moment tensörü çözümü ($M_0 = 1,616 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6,07) NP1 düğüm düzlemi üzerinde normal bileşenli sol yönlü doğrultu atım, NP2 üzerinde normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atım niteliğinde kaymaya karşılık gelmektedir; çift kuvvet payı %53 düzeyindedir. İzleyen olay bulutunun uzun eksen 122° doğrultusundadır. Bu değerlendirme mevcut katalog ve model varsayımlarıyla sınırlıdır ve deprem tahmini içermez; deprem tehlikesi iletişiminde tekil olay analizleri değil, olasılıksal tehlike modelleri ve yerel zemin koşulları esas alınmalıdır.

VERİ VE YÖNTEM SINIRLARI

Bu çalışmadaki her sayı, olay merkezli katalog sorgusunun ve aynı olay için derlenen yardımcı veri setlerinin verisinden hesaplanmıştır; hesaplanamayan hiçbir nicelik kestirimle doldurulmamıştır. Veri eksikliği nedeniyle kurulamayan çözümlerler şunlardır: USGS sonlu fay modelinin moment hızı fonksiyonu, USGS artçı deprem kestirimi ve artçı dönemi ile arka plan oran kıyası, bu olay için gerekli veri kullanılan kaynaklarda bulunmadığından kurulamamış; kosmik yatay yer değiştirme karşılaştırması, kosmik düşey deformasyon alanı ve kayma modelinin yüzey izdüşümü, sonlu fay modelinin kayma dağılımı yerel arşivde bulunmadığından kurulamamıştır. Birleşik katalog, eksik depremler için dış kataloglarla taranamamıştır; katalog alımında hiçbir kurum raporu bulunmayan olaylar sayımlara girmemiştir. İzleyen olay sayıları ve onlara dayanan oranlar bu nedenle alt sınır olarak okunmalıdır. Çözümlerlerin rapora girişi önceden tanımlı ölçütlerle belirlenmiştir: verisi bulunmayanlar yukarıda sayılmıştır (veri yeterliliği); aradığı büyüklük ya da geometri koşulunu sağlamayan (ölçek/geçerlilik), örnekleme ya da gözlem süresi bu çalışmanın alt sınırının altında kalan (istatistiksel güç) ve yöntemin kendi ölçütüyle güvenilir bulunmayan (yöntemin kendi güvenilirlik beyanı) 7 çözümleme raporlanmamış ve gerekçeleriyle birlikte ekteki raporlanmayan çözümlerler çizelgesinde listelenmiştir; örnekleme, belirsizliği ya da girdi verisi eşige yakın kalanlar elenmemiş, çekinceyle raporlanmıştır. Çekinceyle raporlanan çözümlerler şunlardır: Omori-Utsu artçı sönümü, Reasenberg-Jones artçı dizisi oranı, yinelenme aralığı (nadirlik), en yakın komşu kümelenme, mekanizma sınıflarının dağılımı (Frohlich üçgeni) ve bağımsız konum sınaması. Her çekincenin gerekçesi ve ölçüsü ilgili bölümde ve ekteki çekince çizelgesinde verilmiştir; bu çözümlerlerin değerleri bulgu olarak değil, belirtilen sınırla birlikte okunmalıdır. İstatistikler 28.10.2020 – 25.01.2026 döneminde, olay merkezli kutuda taranan 29.174 kayıt üzerinden üretilmiştir (sonuç kümesi sınırla kesilmiştir; sayımlar alt sınırdır). Kurum hiposantrları yeniden konumlandırılmamıştır; konum ve derinlik belirsizlikleri kurum çözümlerinin kalitesiyle sınırlıdır. Katalog tamlığı zamanla ve büyüklükle değişmektedir; uzun dönemli sayımlara dayanan ölçüler (tarihsel derleme, yinelenme aralığı, arka plan oranı) erken dönem kayıtlarının eksikliğinden etkilenir.

VERİ ERİŞİLEBİLİRLİĞİ

Kullanılan deprem kataloğu, 28.10.2020 – 25.01.2026 dönemi için birleşik çok-kaynaklı arşivden sorgulanmıştır (AFAD, ISC, EMSC, GFZ); sorgu kutusu ve tekilleştirme ölçütleri Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir. Fay katmanı ve yardımcı veri setlerinin künyeleri Kaynakça ile şekil alt yazılarındadır. Katalog kayıtlarını üreten ağ ve bültenler: AFAD (Disaster and Emergency Management Authority, 1990), ISC (International Seismological Centre, t.y.), EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre, t.y.) ve GFZ (GEOFON Data Centre, 1993). Pencere kataloğunun kurumlarına ek olarak çalışma olayının kurum çözümlerinde GSI, INGV ve USGS (U.S. Geological Survey, 2017); arka plan döneminin sorgusunda NOA (National Observatory of Athens, Institute of Geodynamics, Athens, 1975); tarihsel derlemede NIEP (National Institute for Earth Physics, 1994) kayıtları kullanılmıştır; doğrulanmış künyesi bulunmayan kurumlar yalnız adıyla verilmiştir.

Tarihsel derlemenin büyüklükleri, kayda birleşik arşivde bağlı bir ISC-GEM raporu varsa onun moment büyüklüğüdür (International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018); yoksa kaydın moment tensörü (GCMT) ya da kurum raporlarındaki moment büyüklüğü, o da yoksa birleşik katalogun temsilci değeridir (36 kaydın 29 tanesinde ISC-GEM). Moment tensörleri Global CMT kataloğundandır (Dziewonski vd., 1981; Ekström vd., 2012). Tepki spektrumunun ivme kaydı KO ağının (Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, Boğaziçi University, 1971) KO.GORD istasyonundandır. İstasyon zemin parametreleri (Vs30, zemin sınıfı) ivme istasyonuna en yakın AFAD TADAS istasyonundan (4505, 9,9 km uzakta) alınmıştır (AFAD, t.y.); bu istasyon Türkiye ulusal kuvvetli yer hareketi ağına aittir (Disaster and Emergency Management Authority, 1973). Birleşik çok-kaynaklı katalog, bu çalışmada kurum çözümlerinin çapraz-kaynak tekilleştirilmesiyle derlenmiş türetilmiş bir üründür; kaynakçada ayrı bir eser olarak listelenmez. Harita altlığı karoları için sağlayıcının istediği atf: “Sources: Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community” (erişim: 25.10.2026). Konum haritasının (Şekil 1'in iç haritası) altlığı için sağlayıcının istediği atf: “Source: US National Park Service” (erişim: 25.10.2026). GNSS hız vektörleri Nevada Geodetic Laboratory'nin (NGL) MIDAS hız ürünündendir (Blewitt vd., 2016, 2018) (erişim: 25.10.2026). Dalga formu kaydı (KO.GORD) KOERI veri merkezinin FDSN dataset servisinden alınmıştır; istasyon, Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, Boğaziçi University (1971) künyeli KO ağına aittir (erişim: 25.10.2026). Topluluk şiddeti verisi USGS “Did You Feel It?” ürününden ve model şiddeti USGS ShakeMap ürününden, uyarı düzeyi USGS PAGER ürününden alınmıştır (erişim: 25.10.2026). Levha sınırları sayısal levha sınırı modelindendir (Bird, 2003).

LİSANS VE YENİDEN KULLANIM

Katalog kayıtları (AFAD, ISC, EMSC, GFZ) ilgili kurumların kendi yayım ve kullanım koşullarına tabidir; bu çalışma ham katalog kayıtlarının yeniden dağıtımını yapmaz, yalnız türetilmiş istatistikleri, şekilleri ve çizelgeleri yayımlar. Diri fay katmanı, harita altlığı karoları ve yardımcı veri setleri de kendi sağlayıcılarının koşullarıyla bağlıdır — bu veriler için yeniden kullanım izni doğrudan sağlayıcıdan alınmalıdır. Diri fay katmanının kullanım koşulu (sağlayıcı beyanı): MTA resmî yayını — kaynak gösterilerek kullanım. Levha sınırı modelinin kullanım koşulu (sağlayıcı beyanı): ODC-BY 1.0. Tarihsel büyüklüklerin kaynağı olan ISC-GEM kataloğunun kullanım koşulu (sağlayıcı beyanı): CC BY-SA 3.0 (Unported). © 2026 T. Batuhan BULGURLULAR · YAPI ZEMİN. Bu raporun metni, şekilleri, haritaları, çizelgeleri ve hesap sonuçları yazarın özgün çalışmasıdır; tüm hakları saklıdır. Yazarın yazılı izni olmadan çoğaltılamaz, değiştirilemez, yayımlanamaz ve ticari amaçla kullanılamaz. Bilimsel çalışmalarda kaynak gösterilerek kısa alıntı yapılabilir. Üçüncü taraf verilerinin lisansları saklıdır: ISC-GEM kataloğundan türetilen veri çizelgeleri CC BY-SA 3.0 koşullarına tabidir.

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ

Tablo 2. Kurum çözümleri ve benimsenen hiposantr.

Kurum	Oluş zamanı (UTC)	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	M	Tür	Çözüm durumu	Arşive alınma (UTC)
AFAD*	27.10.2025 19:48:29	39,1969°K	28,2006°D	6,1	6,1	Mw	—	22.08.2026 18:45
USGS	27.10.2025 19:48:28	39,1937°K	28,2425°D	8,0	6,0	Mww	gözden geçirilmiş	23.08.2026 16:54
EMSC	27.10.2025 19:48:28	39,1839°K	28,2308°D	6,0	6,0	Mw	—	22.08.2026 19:45
GFZ	27.10.2025 19:48:29	39,233°K	28,187°D	10,0	6,0	Mw	—	22.08.2026 18:23
ISC (NEIC)	27.10.2025 19:48:28	39,1937°K	28,2425°D	8,0	6,1	Mw	aktarılmış çözüm; konumu USGS ile özdeş	28.08.2026 17:10
INGV	27.10.2025 19:48:30	39,2186°K	28,2173°D	9,2	6,0	Mwp	uzak ağ çözümü	25.08.2026 01:02
GSI	27.10.2025 19:48:30	39,1734°K	28,1949°D	14,0	6,1	Mw(Mwp)	uzak ağ çözümü	25.08.2026 03:04

Not: * benimsenen hiposantr (kurumun olay kimliği 687395). Benimseme sırası: olağan çözümler aktarılmış ve uzak ağ kayıtlarından önce gelir; sonra derinliği verilmiş çözüm ve Türkiye için ulusal ağları öne alan kurum sırası gözetilir. Birleşik kataloğun temsilci kaydı benimsenen hiposantrla aynıdır. Aktarılmış çözüm: ISC'nin başka bir kurumdan aktardığı çözüm (parantezde üreten kurum); uzak ağ çözümü: bölgesel ağın kendi hizmet bölgesi dışındaki çözümü; konumu USGS ile özdeş: enlem, boylam ve derinlik USGS çözümüyle birebir aynıdır (bağımsız konum çözümü sayılmaz). Kısaltma: GSI Geological Survey of Israel. Değerler kurumun bildirdiği ondalıklardır (“—”: alan kayıta yok). “Arşive alınma”, raporun birleşik arşive alındığı andır (sorgu anı 25.10.2026 13:20 UTC); sonraki güncellemeler çizelgede yoktur.

Tablo 3. Statik Coulomb gerilme değişimi modelinin parametreleri, alan istatistikleri ve izleyen olay sınaması.

Nicelik	Değer	Kaynak / açıklama
Kaynak mekanizması	89°/67°/−148°	GCMT odak mekanizması · NP2 düzlemi: diri fay izi doğrultusuna açı farkı 2°, öteki düzlem 74°
Kırılma uzunluğu L	15,7 km	Wells ve Coppersmith (1994) — doğrultu atımlı kol
Kırılma genişliği W	7,6 km	üst kenar 2,6 km, alt kenar 9,6 km derinlikte
Ortalama kayma ü	0,45 m	$M_0 = \mu \cdot L \cdot W \cdot \bar{u}$ denkliğinden; rijitlik $\mu = 30$ GPa
Sürtünme katsayısı μ'	0,40	etkin sürtünme (gözenek basıncı dâhil)
Hesap derinliği	6,1 km	kaynak merkezinin derinliği; alıcı düzlem kaynak fayla eş yönelimli
Izgara	69 × 64	136 × 127 km
Ortanca Δ CFS	−0,0026 bar	ızgara düğümlerindeki işaretli değerlerin ortancası (genlik ölçüsü değildir)
Ortanca $ \Delta$ CFS	0,021 bar	düğüm değerlerinin mutlak değerce ortancası — alanın tipik genliği
%5–%95 aralığı	−0,30 ile 0,10 bar arası	düğüm değerlerinin merkezi %90'ı
%1–%99 aralığı	−3,2 ile 0,45 bar arası	kuyrukları da içeren aralık
$ \Delta$ CFS > 0,1 bar olan ızgara düğümleri	%17	hesap ızgarasında $ \Delta$ CFS yansız bant eşiğini aşan düğümlerin payı (yükleme ve gölge alanları birlikte)
Gösterim ölçeği	±2,0 bar	renk ölçeğinin doyum sınırı
Sınamaya giren izleyen olay	11.293	nokta hesabı · 3.557 olay kaynak üstünde (sayım dışı)
Yük / gölge / yansız — kaynakla eş düzlem	3.157 / 3.784 / 795	alıcı: kaynak fayla eş yönelimli · n = 7.736 · yük %41, gölge %49
Yük / gölge / yansız — en uygun yönelim	2.981 / 4.002 / 753	alıcı: en uygun yönelimli düzlem · n = 7.736 · yük %39, gölge %52
— en uygun yönelim için bölgesel gerilme	SHmax 126° · şekil oranı 0,5 · 100 bar	doğrultu atımlı rejim; SHmax yönü çalışma olayının mekanizmasından, şekil oranı varsayılan değer; diferansiyel gerilme varsayımdır
— diferansiyel gerilme 10 bar iken	5.627 / 1.361 / 748	duyarlılık · 2.869 izleyen olayın sınıfı değişir: en uygun yönelim sayımı bu varsayıma bağlıdır
— gerilme inversiyonu alanıyla	4.079 / 3.067 / 590	duyarlılık · SHmax 113°, şekil oranı 0,23: olay merkezli mekanizma popülasyonundan (n = 49) çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (14 çözüm) dışlanarak yapılan inversiyon (n = 35); birincil alandan farkı 12,5° (125,9° ↔ 113,4°) · 746 izleyen olayın sınıfı değişir; birincil alan çalışma olayının mekanizmasından alınmıştır
Yük / gölge / yansız — boş model	474 / 1.121 / 620	uzamsal karşılaştırma modeli: olay öncesi sismisite, aynı uzamsal seçim · n = 2.215 · yük %21, gölge %51
— yalnız serbest derinlikli izleyen olaylar	2.160 / 2.168 / 454	kurum varsayılanı derinlikler dışlandı · n = 4.782 · yük %45, gölge %45

Not: Alan Okada (1992) elastik yarı uzay çözümüyle kurulmuş, alıcı geometri kaynak fayla eş alınmıştır. Δ CFS = $\Delta\tau + \mu' \cdot \Delta\sigma_n$. Değerler tek diktörtgen kaynak varsayımına dayanır; çok segmentli kırılmalarda uç bölgelerin deseni basitleşir. İzleyen olay sınaması nokta hesabıdır: Δ CFS her izleyen olayın kendi konumunda ve derinliğinde hesaplanmıştır; yansız bant $|\Delta$ CFS| < 0,1 bar; kaynak diktörtgenine 2,0 km'den yakın olaylar (kaynak üstü) sayım dışıdır. İzleyen olay konum belirsizliği sayımlara yansıtılmamıştır.

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ (DEVAM)

Tablo 4. Arama penceresindeki odak mekanizmaları — 11 çözümden Mw'ye göre en büyük 10 tanesi (arama penceresi: çalışma olayından 180 gün önce – 30 gün sonra, 55 km yarıçap, Mw ≥ 4,0).

Tarih (UTC)	Mw	Doğrultu/eğim/kayma (°)	Tip	Çalışma olayına göre zaman	Dış merkeze uzaklık (km)	Faya dik (km)
10.08.2025	6,18	305/42/–82	normal	çalışma olayından önce	24,7	12,5
27.10.2025	6,07	345/61/–27	eğik/karma	çalışma olayı	0,0	3,2
21.09.2025	5,14	98/46/–127	normal (eşiğe yakın)	çalışma olayından önce	8,0	5,6
03.11.2025	5,08	316/44/–67	normal	çalışma olayından sonra	19,2	3,9
07.09.2025	4,97	334/47/–34	eğik/karma	çalışma olayından önce	5,3	4,0
28.10.2025	4,92	300/33/–95	normal	çalışma olayından sonra	12,4	3,8
10.11.2025	4,89	304/44/–82	normal	çalışma olayından sonra	10,5	3,2
10.11.2025	4,86	289/24/–115	normal	çalışma olayından sonra	14,1	3,8
24.08.2025	4,85	122/42/–96	normal	çalışma olayından önce	5,4	1,8
13.11.2025	4,77	109/41/–96	normal	çalışma olayından sonra	14,7	0,5

Not: Tip dağılımı, Frohlich ve Apperson (1992) eksen dalımı sınıflarıyla: normal 9, eğik/karma 2; çalışma olayına göre zaman dağılımı: çalışma olayından önce 5, çalışma olayı 1, çalışma olayından sonra 5 (“çalışma olayından önce” yalnız oluş zamanının sırasını gösterir, çözümün dizideki rolünü nitelemez). Mw sütunu GCMT moment tensörü büyüklüğüdür; birleşik katalogdaki büyüklük bundan 0,15 birimden fazla ayrılan çözümler: 03.11.2025 12:35 UTC olayı için Mw 4,9; 10.11.2025 02:49 UTC olayı için Mw 4,5; 24.08.2025 18:58 UTC olayı için ML 3,3 (gövdedeki dizi istatistikleri katalog büyüklüklerini kullanır). Arama penceresi dizinin kendisi değildir: dizi içi sayılan çözümlerin dış merkezi Gardner ve Knopoff (1974) uzay penceresi içindedir (55 km); 11 çözüm dizi içinde. “eşiğe yakın”: sınıfı belirleyen eksenin dalımı Frohlich ve Apperson (1992) sınıf eşiğinden en çok 5° ayrılır; bu atama çözümdeki küçük farklara duyarlıdır.

Tablo 5. USGS moment tensörü çözümleri — ComCat'te yayımlanan çözümlerin karşılaştırması.

Çözüm	Mw	M ₀ (N·m)	Düğüm düzlemi 1 (°)	Düğüm düzlemi 2 (°)	Merkez derinliği (km)	Çift kuvvet payı	Durum
Mww*	6,0	1,30×10 ¹⁸	86/70/–150	345/62/–23	15,5	%85	gözden geçirilmiş
Mwb	6,0	1,30×10 ¹⁸	81/80/–168	349/79/–10	9,0	%38	gözden geçirilmiş

Not: Kaynak: USGS ComCat moment tensörü ürünleri, son güncelleme 15.01.2026 (U.S. Geological Survey, 2017); * ComCat'in tercih ettiği çözüm. Çözümlerin hepsi merkez (centroid) moment tensörüdür; merkez derinliği tensör çözümünün kendi merkez derinliğidir ve hiposantr derinliğinden ayrışabilir. Düğüm düzlemleri doğrultu/eğim/kayma açısı (°) olarak verilmiştir; karşılaştırma için her çözümde 1. düzlem, tercih edilen çözümün 1. düzlemine en yakın düzlemdir. Türler: Mww W-fazı moment tensörü, Mwb cisim dalgası moment tensörü.

Tablo 6. Gözlenen yer hareketi azalımı: log₁₀PGA = a + b·log₁₀R (tek olay, en küçük kareler).

Kesişim a	4,42	± 0,35
Eğim b	–2,17	± 0,15
Açıklanan değişkenlik R ²	0,70	RMSE 0,30
Spearman ρ	–0,89	p < 0,001
Kayıt sayısı	91	
Uzaklık aralığı	31–381 km	1,1 onlu
PGA aralığı	0,01–4,11 %g	
Vs30 eşleşen istasyon	29	renk kodlaması bu alt kümede
Güven bandı	%95	t = 1,99

Not: Bu bir yer hareketi kestirim denklemi (GMPE) değildir; bu olayın gözlenen azalım eğimidir.

Tablo 7. Dalga formu kaydının künyesi — 27.10.2025 Mw 6,1 çalışma olayı, KO.GORD istasyonu, algılayıcı ivmeölçer (Güralp CMG-5T), dış merkez uzaklığı 32,1 km, geri azimut 3,6°; istenen pencere oluş anından 60 s önce – 600 s sonra; süzgeç öncesinde konik pencereyle yumuşatılan iki ucun her birinden 33 s kırılmıştır; çözümlenen kayıt oluş anından 31 s önce başlar ve 568 s sonra biter (599 s); süzgeç Butterworth bant geçiren, sıfır fazlı (ileri–geri) 0,025–8,0 Hz (mertebe 2, etkin 4); spektrogram Hann pencereli kısa zamanlı Fourier dönüşümüyle (pencere 2,56 s) hesaplanmıştır; kayıt Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, Boğaziçi University (1971) künyeli KO ağına aittir ve KOERI veri merkezinin FDSN dataset servisinden alınmıştır.

Bileşen	Kanal	Örnekleme (Hz)	Süre (s)	Örnek sayısı	Tepe genlik (cm/s ²)
Z	HNZ	100	599	59.927	19,5
R	HNN/HNE → R	100	599	59.927	29,6
T	HNN/HNE → T	100	599	59.927	36,7

Not: Genlikler, cihaz yanıtı (kutup-sıfır aktarım işlevi) giderilerek cm/s² birimine çevrilmiştir.

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ (DEVAM)

Tablo 8. USGS ShakeMap istasyon kayıtları — en yüksek yer ivmeli sismik istasyonlarda gözlem ve bağıntı kestirimi.

İstasyon	Hiposantral uzaklık (km)	Vs30 (m/s)	PGA gözlem (g)	PGA bağıntı (g)	ln(gözlem/bağıntı)	PGV (cm/s)
KO.GORD	33,2	662	0,0366	0,0712	−0,67	3,57
KO.GOMA	61,4	637	0,0291	0,0282	+0,03	1,84
KO.MDNY	142	571	0,0250	0,00679	+1,30	1,52
KO.SMAA	65,0	275	0,0246	0,0331	−0,30	2,38
KO.SHAP	87,0	496	0,0244	0,0173	+0,35	1,05
KO.SOMA	61,7	798	0,0191	0,0262	−0,32	2,57
KO.BALB	60,9	463	0,0187	0,0316	−0,52	1,79
KO.BMYO	157	384	0,0163	0,00624	+0,96	1,59
KO.ORLT	110	610	0,0147	0,0108	+0,31	1,25
KO.DST	56,9	480	0,0143	0,0346	−0,88	0,924

Not: Kaynak: USGS ShakeMap sürüm 11 (otomatik ürün; 01.12.2025) istasyon listesi (Wald ve Worden, 2020). Listedeki 257 sismik istasyondan PGA'sı bildirilmiş ve USGS tarafından işareetlenmemiş olanların en yüksek PGA'lı 10 tanesi verilmiştir; işaretli ya da PGA'sı bildirilmemiş 4 kayıt dışıdır. Gözlem kaydın en büyük yer ivmesidir; bağıntı değeri ShakeMap'in yer hareketi bağıntılarının istasyon konumundaki kestirimidir; ln(gözlem/bağıntı) bu çalışmada hesaplanmıştır. ShakeMap bu sürümde kırık modeli kullanmamıştır (nokta kaynak); uzaklık hiposantra göredir; Vs30 ShakeMap'in istasyona atadığı zemin değeridir.

Tablo 9. USGS PAGER maruz nüfus kestirimi — şiddet düzeylerine göre kestirilen nüfus (bin kişi).

Şiddet (MMI)	Kestirilen nüfus (bin)	Türkiye	Yunanistan
VIII	4,9	4,9	0
VII	20	20	0
VI	46	46	0
V	514	514	0
IV	12.172	12.127	45
III	≥ 10.163	≥ 10.033	≥ 130
II	≥ 29	≥ 29	≥ 0

Not: Kaynak: USGS PAGER sürüm 10 (17.11.2025) model çıktısı (U.S. Geological Survey, 2017); değerler PAGER'in ShakeMap şiddet alanı ve nüfus verisiyle hesapladığı model kestirimidir, sayım ya da gözlem değildir; bin kişi biriminde, 10.000 kişinin altında bir ondalıkla yuvarlanmıştır. PAGER genel uyarı düzeyi sarı. Ülke sütunları MMI VI ve üzeri şiddete maruz kestirilen nüfusa göre sıralanmıştır. ShakeMap alanının kenarında şiddet MMI 3,8'e ulaştığından III ve altındaki dilimler yalnız harita alanındaki nüfusu kapsar (alt sınır, ≥ ile gösterilmiştir). Bu kestirim ShakeMap sürüm 10 ile hesaplanmıştır (güncel ShakeMap sürümü 11).

Tablo 10. USGS PAGER yerleşim listesi — kestirilen şiddete göre ilk yerleşimler.

Yerleşim	Kestirilen şiddet (MMI)	Nüfus	Dış merkeze uzaklık (km)
Sındırgı	7,5	10.907	5,3
Düvertepe	5,8	—	21,1
Bigadiç	5,8	15.242	22,6
Gölcük	5,7	—	22,7
Gelembe	5,4	—	30,4
Gördes	5,3	11.168	30,4
Yağcılar	5,3	—	29,0
Akhisar	5,1	84.659	43,9
Konakpınar	4,9	—	41,0
Kireç	4,8	—	42,3

Not: Kaynak: USGS PAGER sürüm 10 (17.11.2025) şehir listesi (U.S. Geological Survey, 2017); şiddet PAGER'in kullandığı ShakeMap alanından okunan model değeridir. Nüfusu — ile gösterilen yerleşimler için kaynak listede nüfus bilgisi yoktur (PAGER'da 0). Türkçe yazımı pakette bulunmayan yerleşim adları PAGER şehir listesindeki ASCII yazımla verilmiştir. Uzaklık çalışma olayının dış merkezinden ölçülmüştür. Bu kestirim ShakeMap sürüm 10 ile hesaplanmıştır (güncel ShakeMap sürümü 11).

Tablo 11. USGS yer yenilmesi kestirimi — heyelan ve sıvılaşma modellerinin kestirdiği alan ve maruz nüfus.

Tür	Model	Uyarı (alan / nüfus)	Kestirilen alan (km²)	Maruz nüfus (kişi)	Girdi ShakeMap sürümü
Heyelan	Nowicki Jessee vd. (2018)*	sarı / yeşil	3,7 ± 0,76	78 ± 15	10 (güncel 11)
Heyelan	nowicki_2014_global	—	68	2.117	10 (güncel 11)
Heyelan	godt_2008	—	10	121	10 (güncel 11)
Sıvılaşma	Zhu vd. (2017)*	yeşil / yeşil	0,42 ± 0,1	45 ± 12	10 (güncel 11)
Sıvılaşma	zhu_2015	—	1	100	10 (güncel 11)

Not: Kaynak: USGS yer yenilmesi ürünü (ground failure) sürüm 10 (17.11.2025) model çıktısı (U.S. Geological Survey, 2017); değerler olasılık ağırlıklı model kestirimidir, gözlenmiş heyelan ya da sıvılaşma envanteri değildir. * USGS'in tercih ettiği model; uyarı düzeyi alan ve nüfus kestirimleri için ayrı verilir; ± ürünün bildirdiği bir standart sapmadır. Öteki modeller ürünün model kimliğiyle verilmiştir; USGS bu modeller için uyarı düzeyi ve belirsizlik vermez, alan ve nüfus ürünün aynı modelle hesapladığı olasılık toplamıdır (hagg0.1g, popexp0.1g). Bu kestirim ShakeMap sürüm 10 ile hesaplanmıştır (güncel ShakeMap sürümü 11).

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ (DEVAM)

Tablo 12. USGS PAGER tarihsel kıyas depremleri — PAGER'ın bu olay için seçtiği geçmiş depremler ve bu çalışmanın kataloğuyla eşleşme.

Tarih (UTC)	M (PAGER)	Derinlik (km)	Dış merkeze uzaklık (km)	MMI ≥ VI kestirilen nüfus (bin)	Bildirilen ölü (sarsıntı / toplam)	İkincil etkiler	Bu çalışmanın kataloğunda M
17.08.1999	7,6	17,0	227	10.748	17.439 / 17.439	tsunami	kapsam dışı
13.09.1999	5,8	16,6	228	757	6 / 6	yok	kapsam dışı
15.12.2000	6,0	12,0	278	258	6 / 6	yok	kapsam dışı

Not: Kaynak: USGS PAGER sürüm 10 (17.11.2025) tarihsel kıyas listesi (U.S. Geological Survey, 2017); PAGER'ın bu olay için seçtiği tarihsel depremler PAGER kataloğundaki değerleriyle verilmiştir. MMI VI ve üzeri nüfus PAGER'ın o deprem için kestirdiği maruziyettir (model kestirimi, bin kişi); ölü sayıları PAGER kataloğunda bildirilen değerlerdir ve toplam, ikincil etkilere bağlanan ölümleri de içerir; ikincil etkiler PAGER kataloğunda işaretli olanlardır. Dış merkeze uzaklık bu çalışmada çalışma olayının dış merkezinden hesaplanmıştır. Son sütun bu çalışmanın tarihsel kataloğunda ±1 gün ve 100 km içinde eşleşen kaydın büyüklüğüdür; katalog dış merkezin 150 km çevresinde $M \geq 6$, 60 km içinde $M \geq 5$ ve 188 km içinde $M \geq 7$ kayıtları kapsar; — eşleşen kayıt olmadığını, kapsam dışı ibaresi depremin bu ölçütlerin dışında kaldığını gösterir.

Tablo 13. Çalışma kutusu yayılımının geometrik ölçüleri ve oturtulan düzlem.

Nicelik	Değer	Ölçüt / kaynak
Kutu yayılımı (uzun × kısa)	57,4 × 55,4 km	%95 ana bileşen açıklığı (PCA) · çalışma kutusu olayları (n = 29.174)
İzleyen olay bulutu (uzun × kısa)	32,8 × 20,0 km	%95 ana bileşen açıklığı (PCA) · izleyen olay bulutu (n = 11.293)
Derinlik bandı	4,6–15,3 km	%2,5–97,5 yüzdelik · çalışma kutusu olayları
İzleyen olay bulutu ana eksen	122° (%95: 120–125°)	ana bileşen eksen · izleyen olay bulutu · uzama 1,64 (kovaryans elipsinin yarı eksen oranı)
Kesit eksen (kutu yayılımının uzun eksen)	82°	ana bileşen eksen · çalışma kutusu olayları · kesitlerin izdüşüm eksenidir; pencere biçimine duyarlıdır, yapısal doğrultu değildir
Oturtulan düzlem	112° / 7°	doğrultu/eğim · izleyen olay bulutu · n = 6.737 · sabit derinlikli 4.547 olay dışlandı
Westin düzlemsellik cp	0,30	cl 0,44 · cs 0,26 (Σ 1, yuvarlama)
Düzleme uzaklık (rms)	3,04 km	karekök ortalama · izleyen olay bulutu · n = 6.737 · sabit derinlikli 4.547 olay dışlandı
Düzleme uzaklık (ort. mutlak)	2,37 km	ortalama mutlak uzaklık · aynı bulut
Haritalı faydan sapma	23°	en yakın haritalı fay

Tablo 14. Pencere ile arka plan döneminin kıyası — arka plan: pencerenin hemen öncesindeki 5 yıl (30.10.2015 – 28.10.2020), aynı kutu; sayım ve oran satırları eşiksiz tam katalogdan.

Nicelik	Pencere	Arka plan (5 yıl)
Kayıt sayısı	29.174	14.295
Oran (olay/gün)	15,23	7,83
Mc (dönemin kendi eşiği)	1,5	1,8
Derinlik ortancası (km)	7,0	7,0
Bağımsız olay (GK ayrıştırılmış)	1.916 (%7)	1.786 (%12)
Bağımsız olay oranı (olay/gün)	1,00	0,98

Not: Bağımsız olay satırları Gardner ve Knopoff (1974) uzay–zaman pencereleriyle ayrıştırılmış sayımdır; yüzde, ham kayıt içindeki payıdır. Sayım ve oran satırları eşiksizdir ve dönemlerin tamlık eşikleri farklıdır (Mc 1,5 ↔ 1,8); bu satırlardaki fark tamlık farkını da içerir. Arka plan döneminde kutuda $M \geq 5$ üç deprem vardır (22.01.2020 M 5,6; 18.02.2020 M 5,1; 26.06.2020 M 5,2); Gardner–Knopoff pencereleri (303 gün / 47 km, 163 gün / 41 km ve 184 gün / 42 km) dönemin %15'ini kapsadığından bağımsız olay satırlarındaki fark ayrıştırmanın etkisini de taşır ve tek başına sismisite değişimi değildir.

Tablo 15. Kurumlar arası büyüklük karşılaştırması.

Kurum	Büyüklük	Tür
GSI	6,1	Mw(Mwp)
AFAD	6,1	Mw
INGV	6,0	Mwp
USGS	6,0	Mww
ISC	6,1	Mw
EMSC	6,0	Mw
GFZ	6,0	Mw
GCMT (moment)	6,07	Mw

Not: Moment büyüklüğü ölçeğindeki 3 kurum değeri 6,0–6,1 aralığındadır (en büyük fark 0,1). Aktarılmış çözüm (ISC Mw 6,1; NEIC çözümünün aktarımı) başka bir kurumun çözümünü yinelediğinden ayrı kurum değeri sayılmamıştır. Öteki ölçek sınıflarındaki değerler ayrı niceliklerdir ve bu karşılaşturmaya katılmamıştır: GSI Mw(mwp) 6,1 (türü belirsiz büyüklük; uzak ağ çözümü); INGV Mwp 6,0 (hızlı moment kestirimi; uzak ağ çözümü); EMSC Mw 6,0 (moment büyüklüğü). GCMT satırı moment tensörü referansıdır ve kurum sayımına dâhil değildir.

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ (DEVAM)

Tablo 16. USGS çözümü nasıl değişti — köken, ShakeMap, PAGER ve moment tensörü sürümleri (ComCat sürüm geçmişİ).

Ürün	Kaynak · sürüm	Güncelleme (UTC)	İnceleme	Değer	Son sürüme göre
Köken	us	27.10.2025 20:06	gözden geçirilmiş	39,19°K 28,25°D · 10,0 km · Mww 6,0	yatay 0,4 km; Δz +2,0 km
Köken	us	15.01.2026 22:46	gözden geçirilmiş	39,19°K 28,24°D · 8,0 km · Mww 6,0	güncel çözüm
ShakeMap	sürüm 1	27.10.2025 20:12	otomatik	en büyük MMI 8,1	ΔMMI +0,1
ShakeMap	sürüm 10†	17.11.2025 19:02	otomatik	en büyük MMI 8,1	ΔMMI 0,0
ShakeMap	sürüm 11	01.12.2025 20:08	otomatik	en büyük MMI 8,1	son sürüm
PAGER	—	27.10.2025 20:15	otomatik	uyarı sarı	—
PAGER	sürüm 10	17.11.2025 19:05	otomatik	uyarı sarı	raporda kullanılan
Moment tensörü	Mww · 6 sürüm	27.10.2025 – 15.01.2026	—	Mw 6,0	—
Moment tensörü	Mwb · 5 sürüm	27.10.2025 – 15.01.2026	—	Mw 6,0	—

Not: Kaynak: USGS ComCat sürüm geçmişi (FDSN olay hizmeti, includesuperseded=true; sorgu 23.10.2026 19:08 UTC) (U.S. Geological Survey, 2017); geçmiş sorgu anındaki kayıttır. Ara sürümlerden yalnız bir öncesine (köken için aynı ağın bir önceki çözümüne) göre paketteki değişim eşiklerini (yatay 10 km, derinlik 10 km, büyüklük 0,2, en büyük MMI 0,5) aşanlar ve PAGER uyarı düzeyinin değiştiği sürümler gösterilmiştir; ilk ve son sürüm her zaman satır alır. Geçmişteki sürüm sayısı: köken 6, ShakeMap 11, PAGER 10. Köken farkları us ağının güncel çözümüne (15.01.2026 22:46 UTC) göre; Δz o sürümün derinliği eksi güncel derinliktir, eksi değer daha sığ çözüm demektir. ShakeMap en büyük MMI ve PAGER uyarı düzeyi USGS model kestirimidir. † Raporda kullanılan PAGER ve yer yenilmesi ürünlerinin girdi ShakeMap sürümü. PAGER sürüm numarası ComCat sürüm geçmişinde yer almaz, yayın işareti (release) ise yer alır; çizelge sürüm numarasını yalnız raporda kullanılan sürüm için, paketteki değeriyle verir. moment tensörü satırları sürüm sayısını, ilk ve son güncellemeyi ve büyüklüğü verir.

EK A — ÇİZELGELER

Tablo A1. Derinlik ölçüleri — her satır kendi tanımıyla verilmiştir; derinlikler kurum çözümlerinden olduğu gibi alınmıştır (topografyaya indirgeme yapılmamıştır).

Nicelik	Değer	Ölçüt / kaynak
Derinlikli kayıt sayısı	29.174	tekilleşmiş katalog
Ortanca derinlik	7,0 km	%50 yüzdelik · tüm kayıtlar (n = 29.174)
Ortanca derinlik (serbest)	7,7 km	0/5/7/10/33 km atamaları dışlandı · n = 17.328 (11.846 kayıt elendi)
Yoğunlaşma aralığı	5,1–13,2 km	%5–95 yüzdelik
Derinlik bandı	4,6–15,3 km	%2,5–97,5 yüzdelik · geometri çizelgesindeki bantla aynı ölçü
Ham uçlar	0,0 ile 400,0 km arası	en sığ / en derin kayıt
Yuvarlak derin değerler	1 kayıt	50 km ve daha derin, 50 km'nin tam katı: 400 km'de 1 kayıt · kurum değeridir, bağımsız olarak doğrulanmamıştır; varsayılan sabit derinlikler arasında olmadığından sabit derinlik sayımına girmemiştir
Histogram tepesi	7–8 km	14.136 olay · 1 km'lik aralık
Sabit derinlik yığını	7,0 km · %39	11.348/29.174 olay
Varsayılan sabit derinlikler	498 olay	0/5/10/33 km · n = 29.174

Tablo A2. Çalışma alanındaki adı bulunan diri fay izleri — fay katmanının aynı adlı parçaları uçtan uca dikilerek kurulan 86 izden (20 ad) uzunluğa göre en uzun 8 tanesi, 5 ad altında; haritalardaki iz envanteri ayrı bir birleştirmedir (kutuda 81 iz); kaynak: MTA TDFH-2026 (Elmacı vd., 2026).

Fay / fay sistemi	Dış merkeze uzaklık (km)	İz uzunluğu, parçalar toplamı (km)	Parça	Kayma türü	Eğim (°) ve yönü
Soma–Kırkağaç Fay Zonu	42,9	73,7	3	N	70 KD
Simav Fay Zonu	3,2	61,9	1	SaD	—
Balıkesir Fayı	48,6	51,4	1	SaD+N	—
Gelenbe Fay Zonu	18,9	44,4	2	SaD	—
Yüreğil Fayı	4,4	20,7	1	N+SaD	70–80 KD

Not: İz uzunluğu haritalanmış parçaların toplamıdır (parçalar arasındaki boşluklar sayılmaz); uzaklık, en yakın parçanın dış merkeze yatay uzaklığıdır. Şu ad tek bir fayın değil, izlerin bağlı olduğu fay sisteminin adıdır; satır o sisteme bağlı listelenen parçaları verir (aynı adı taşıyan izlerin kutudaki toplam uzunluğu ayrıç içinde): Simav Fay Zonu (82,3 km). Kayma türü kodları: SaD sağ yönlü doğrultu atımlı; N normal. Eğim sütunu, listelenen izlerin veri tabanındaki ham değeridir (eğim açısı aralığı ve eğim yönü); aynı adlı öteki parçalarda değer farklı olabilir; —: veri tabanında sayısal eğim yoktur (yalnız kategorik “düşey” etiketi ya da boş).

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A3. Önceden tanımlı ölçütleri sağlamadığı için raporlanmayan çözümlemeler.

Çözümleme	Kapı	Eşik · mevcut	Gerekçe
Gutenberg–Richter büyüklük–sıklık dağılımı	ölçek/geçerlilik	kuyruk uyumu olasılığı $\geq 0,01 \cdot \text{mevcut} < 0,001$	Benimsenen b değeri, tamlık eşiği uyum iyiliği ya da b-kararlılığı ölçütüyle doğrulandığında ve eşik üstünde $N \geq 50$, görelî belirsizlik $\leq 0,15$ iken bulgu sayılır; $N \geq 30$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,25$ iken çekinceyle raporlanır, bunun altında raporlanmaz. 0,5 birim aralıklı büyüklük eşiklerinde üstel yasadan beklenen olay sayısı ile gözlenen olay sayısının binom olasılığının en küçüğü 0,01'in altındaysa da b raporlanmaz (işletimsel ölçütler). Kestirim en büyük olabilirlik bağıntısıyla (Aki, 1965) yapılmıştır; belirsizliğin kestirim yöntemi Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir. Bu olayda: büyüklük–frekans dağılımının kuyruğunun uydurulan üstel yasayla uyuşmaması ($M \geq 4,5$ için beklenen 48,1, gözlenen 23 olay; binom olasılığı $< 0,001$).
Artçı dönemi b değeri	ölçek/geçerlilik	kuyruk uyumu olasılığı $\geq 0,01 \cdot \text{mevcut} 0,002$	Dizi b değeri kendi tamlık eşiğinde kestirilir; bulgu için eşiğin doğrulanması, M_c üstü $N \geq 50$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,15$, çekinceli raporlama için $N \geq 30$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,25$ aranır; üst kuyruk uyumunun binom olasılığı 0,01'in altındaysa raporlanmaz (işletimsel ölçüt). Çalışma olayını izleyen ilk saatlerde küçük olaylar kataloğa eksik girdiğinden tamlık eşiği zamanla değişir: eşik zamana göre sıralı kayıtlarda kayan pencereyle izlenir (Woessner ve Wiemer, 2005) ve ilk pencerelerin eşiği benimsenen eşiği aşıyorsa tek eşikle kurulan b çekinceyle verilir, ilk saatler dışlanarak ikinci kez kestirilir. Bu olayda: büyüklük–frekans dağılımının kuyruğunun uydurulan üstel yasayla uyuşmaması ($M \geq 5,0$ için beklenen 8,6, gözlenen 1 olay; binom olasılığı 0,002).
GNSS gerinim hızı alanı	istatistiksel güç	$n \geq 6 \cdot \text{mevcut} 5$	Gerinim hızı, üçgen köşelerindeki istasyonların yatay hız farklarından kenar uzunluğu değişimiyle hesaplanır; ağır kurulabilmesi için en az 6 istasyon gerekir ve alan, istasyonların seyrek olduğu kenarlarda zayıf kısıtlıdır. Bu olayda: üçgen ağı kuracak GNSS istasyonu sayısının yetersizliği ($n = 5 < 6$).
Gerilme düşümü $\Delta\sigma$	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Gerilme düşümü ancak kaynak boyutu bağımsız ölçüldüğünde (kayma modeli ya da kırık dörtgeni) ölçümdür; boyut büyüklükten ölçeklendiğinde değer ölçekleme bağıntısının yeniden ifadesidir. Artçı zonu yarıçapına dayanan dairesel çatlak kestirimi (Eshelby, 1957) yalnız duyarlılık olarak verilir. Bu olayda: kaynak boyutunun bağımsız ölçülmeyip büyüklükten ölçeklenmesi — değer ölçeklemenin yeniden ifadesidir, ölçüm değildir.
Geriye dönük öncü çözümlemesi (ters Omori)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Öncüler ancak dizinin en büyük olayı bilindikten sonra tanımlanabilir (öncü etkinliğinin özellikleri için Jones ve Molnar, 1979); arka plandan ayrılmayan etkinliğin öncü dizisi sayılmaması bu çalışmanın ölçütüdür. Bu olayda: etkinliğin arka plandan ayrışması doğrulanmadı (negatif binom $p < 0,001$; ampirik sıra muhafızı $p = 0,050 \geq 0,05$; taban 19 kutu).
Sismisite göç zarfı (doğrusal / difüzip)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	$ \Delta AIC_c \geq 2 \cdot \text{mevcut} < 2$	$\Delta AIC_c < 2$ iken model seçimi yapılamaz; bu durumda modellerden birini seçilmiş gibi sunmak veriyeye dayanmaz. Bu olayda: doğrusal ve difüzip modellerin bu veriyeye ayırt edilememesi ($ \Delta AIC_c < 2$).
Hiposantr konum kalite notu	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Konum kalite notu, kalite ölçüleri benimsenen hiposantrı veren kurumun çözümüne aitse ve çözüm türüne (yerel, bölgesel, telesismik) uygun eşiklerle kurulur; yerel ağ eşikleri en yakın istasyonu 100 km'den uzak çözümlere uygulanmaz (işletimsel ölçüt; ölçütlerin tartışması için Husen ve Hardebeck, 2010). Bu olayda: çözüm türünün (yerel, bölgesel, telesismik) belirlenememesi — yerel ağ eşikleri bu çözüme doğrudan uygulanamaz.

Not: Eleme elle değil, önceden tanımlı kapılarla yapılmıştır: ölçek/geçerlilik (çözümlemenin aradığı büyüklük, genlik ya da geometri koşulu sağlanmamıştır), istatistiksel güç (örneklem ya da gözlem süresi bu çalışmanın raporlama eşiğinin altındadır) ve yöntemin kendi güvenilirlik beyanı (yöntemin kendi ölçütü sonucu güvenilir bulmamıştır). Örneklemi ya da belirsizliği sınırda kalan çözümlemeler elenmemiş, çekinceyle raporlanmıştır (çekince çizelgesi). Eşikler bu çalışmanın kendi raporlama eşikleridir; dayanağı gerekçe sütunundadır.

Tablo A4. Çekince düşülen çözümlemeler.

Çözümleme	Çekince
Omori–Utsu artçı sönümü	Sönüm üsteli p ancak uydurma kısıtlıyken ölçümdür. Uydurma en az 20 artçıyla kurulur; değer in bulgu olarak raporlanması için bu çalışmanın ölçütü $n \geq 50$, p'nin standart sapması $\leq 0,20$ ve gözlem süresinin c değerinin en az 10 katı olmasıdır (işletimsel ölçütler; en büyük olabilirlik kestirimi için Ogata, 1983; Utsu vd., 1995). Bu olayda: uydurmanın çalışma olayından başlaması ve ilk saatlerde tamlık eşiğinin benimsenen eşiğin üzerinde olması (ilk pencerede $M_c 3,2 > 1,4$; eşik benimsenen değere çalışma olayından 48,8 saat sonra inmektedir) — ilk saatlerin olay sayısı eksik olduğundan c yukarı yanlı olabilir.
Reasenberɡ–Jones artçı dizisi oranı	Dizi oranı modeli (Reasenberɡ ve Jones, 1989) dizinin a, b, p ve c parametreleriyle kurulur; bu değerler dizinin kendisinden kestirilemediğinde oranın bu diziyi betimlemediği bu çalışmanın değerlendirilmesidir. Bu olayda: bağılı olduğu Omori–Utsu sönüm parametrelerinin (p, c) çekinceyle raporlanması; b değerinin de ilk saatlerdeki katalog eksikliği nedeniyle aşağı yanlı olabilmesi.
Yinelenme aralığı (nadirlik)	Yinelenme aralığı, çalışma olayı dışlanarak ve katalogun tamlık döneminde eşik üstü bağımsız olayların sayımından kestirilir; $n \geq 5$ iken nokta değeri %95 aralığıyla, $1 \leq n < 5$ iken yalnız aralık, $n = 0$ iken yalnız alt sınır verilir (işletimsel ölçüt). Tamlık dönemi saptanamadığında değeri çekinceyle raporlanır. Bu olayda: katalog tamlık döneminin saptanamaması (eksis katalog sayımı düşürür; T üst yanlı olabilir).
En yakın komşu kümelenme (Zaliapin)	Bu raporun işletimsel eşiği M_c üstü $n \geq 200$ ister; iki-kipli ayırım bu örneklem altında çözülmez. Kutuda kurulamadığında eşik kapsayan bölgesel katalogdan kalibre edilir (Zaliapin ve Ben-Zion, 2013a). Bu olayda: η dağılımında iki mod ayrışmadı (Ashman $D < 2$); eşik kanonik sabitten ($\log_{10}\eta^* = -5$) alındı — kümelenme oranı bu koşulda ölçüm değil sınıflama varsayımdır.
Frohlich kaynak-tipi üçgeni	Üçgen bir dağılım gösterimidir; birkaç mekanizmayla rejim ifadesi kurulamaz. Bu olayda: en sık sınıfa ilişkin oranın (normal; 19/28, %68) %95 Wilson (1927) aralığının (%35–89; 8 bağımsız küme) işletimsel %70 eşiğini içermesi.
Bağımsız konum sınaması (istasyon kaydı)	Konumun bağımsız sınaması varış zamanlarından (P artığı, S–P) ve birden çok istasyondan yapılır; tek istasyon ölçüsü yalnız beyan edilir. P artığı en az 3 istasyonda okunmamışsa ya da aday istasyonların tümü denenememişse ölçü çekinceyle verilir (işletimsel ölçüt). P polarizasyonu, doğrusallık ve 180° belirsizliği ölçütlerini sağlamadıkça kullanılmaz. Bu olayda: aday istasyonların tümünün, kayıtların veri merkezinden alınması için ayrılan süre içinde denenememesi — P artığı ortancası okunabilen istasyonlara aittir ve ölçü kısmidir.

Not: Bu çözümlemelerin sonuçları, raporda verildikleri yerde çekince sütunundaki sınırla birlikte okunmalıdır. Çekince, sonucun dayandığı örneklem in, gözlem süresinin, belirsizliğin, yakınsamanın ya da girdi verisinin bu çalışmanın bulgu ölçütünü karşılamadığını gösterir; her satır ın ölçülen nedeni kendi hücre sinde dir.

Tablo A5. Çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri.

Küme	UTC	Kaynak	Enlem	Boylam	M
1	18.04.2021 15:55:50	AFAD	38,958°K	28,146°D	ML 1,9
	18.04.2021 15:55:47	ISC (ISK)	39,136°K	28,113°D	ML 2,2
2	18.04.2021 19:22:06	AFAD	39,136°K	28,119°D	ML 2,9
	18.04.2021 19:22:06	EMSC	39,14°K	28,12°D	ML 2,9
3	18.04.2021 23:41:46	AFAD	39,056°K	28,146°D	ML 1,3
	18.04.2021 23:41:44	ISC (ISK)	39,137°K	27,985°D	ML 1,2
4	19.04.2021 08:38:31	AFAD	39,126°K	28,062°D	ML 2,5
	19.04.2021 08:38:30	ISC (ISK)	39,125°K	28,135°D	ML 2,7
5	19.04.2021 22:45:10	AFAD	39,127°K	28,113°D	ML 1,4
	19.04.2021 22:45:10	ISC (ISK)	39,132°K	28,120°D	ML 1,9

devamı izleyen sayfada

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A5 (devam). Çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri.

Küme	UTC	Kaynak	Enlem	Boylam	M
6	23.04.2021 16:55:48	AFAD	38,870°K	27,962°D	ML 2,5
	23.04.2021 16:55:43	ISC (ISK)	39,130°K	28,117°D	ML 2,7
7	24.04.2021 02:33:55	AFAD	38,949°K	28,139°D	ML 1,4
	24.04.2021 02:33:51	ISC (ISK)	39,123°K	28,077°D	ML 1,7
8	28.04.2021 08:58:53	AFAD	39,117°K	28,119°D	ML 1,7
	28.04.2021 08:58:52	ISC	39,143°K	28,120°D	ML 2,1
9	28.04.2021 09:02:36	AFAD	39,123°K	28,101°D	ML 1,4
	28.04.2021 09:02:36	ISC	39,123°K	28,101°D	ML 1,4
10	17.05.2021 16:24:21	AFAD	39,008°K	27,852°D	ML 1,4
	17.05.2021 16:24:21	ISC (ISK)	38,877°K	27,764°D	ML 1,4
11	22.05.2021 05:49:27	AFAD	38,958°K	28,084°D	ML 1,4
	22.05.2021 05:49:24	ISC	39,144°K	28,119°D	ML 1,8
12	22.05.2021 16:29:29	AFAD	39,125°K	28,120°D	ML 1,7
	22.05.2021 16:29:29	ISC (ISK)	39,120°K	28,091°D	ML 2,0

Duyarlılık — düşen kayıt: 10 km → 4945 · 20 km → 5412 · 40 km → 5567 · 70 km → 5594

Uzak ağ kayıtları ($M \geq 2,0$) — yerel otorite kaydına bağlanan kopya: 40; eşi bulunamayan kayıt: 7; iki grup da katalogdan çıkarılmıştır. Eşleme ölçütü: $\Delta t \leq 35$ s, $\Delta \text{konum} \leq 300$ km, $\Delta M -0,5$ ile +1,5 arası ve eş kaydın en az 2 kurumca bildirilmiş olması; eşi bulunamayan kayıtların 1 tanesinde en yakın adayın kendi kaydını yalnız bir kurum üretmiştir (eşleme kayıt düzeyindedir: adayın başka kurumlarca bildirilen kopyaları, yani çapraz-kaynak kümesinin öbür üyeleri, bu sayıma girmez). Katalogdan çıkarılan kayıtların hesabı: sorgudan dönen 34.805 kayıttan çıkarılan 5.631 (çapraz-kaynak kopyası 5.584, uzak ağ kopyası 40, eşi bulunamayan uzak ağ kaydı 7); tekilleştirilmiş katalogda kalan 29.174 kayıt. İlk 6 kayıt listelenmiştir.

kopya	19.11.2023 19:44:16	NIEP	39,4155°K	28,0597°D	ML 4,0
kopya	24.06.2024 22:36:47	INGV	39,1693°K	27,7321°D	mb 4,7
kopya	10.08.2025 15:05:22	NIEP	39,2186°K	27,7418°D	ML 3,5
kopya	10.08.2025 17:25:46	NIEP	39,2929°K	27,7489°D	ML 3,5
kopya	10.08.2025 18:27:48	NIEP	38,8078°K	28,1432°D	ML 4,3
kopya	10.08.2025 19:12:48	NIEP	38,9901°K	28,2579°D	ML 4,1

Not: İki kayıt (1) $\Delta t \leq 20$ s, $\Delta \text{konum} \leq 54$ km ve $\Delta M \leq 0,5$ ya da (2) $\Delta t \leq 5$ s ve $\Delta \text{konum} \leq 54$ km (büyüklük ölçüsü farkı gözetmeksizin) koşulunu sağladığında aynı olay sayılmıştır; konum toleransı kutu boyutuyla ölçeklenmiştir (54 km). Her küme bir fiziksel olayı temsil eder; ilk satır seçilen temsilcidir. Tekilleştirmede düşen 5.584 kaydın kümelerinden ilk 12 tanesi listelenmiştir. Koordinatlar her kaynağın bildirdiği ondalıkla verilmiştir. Alt bölüm: farklı konum toleranslarında düşen kayıt sayısı (duyarlılık).

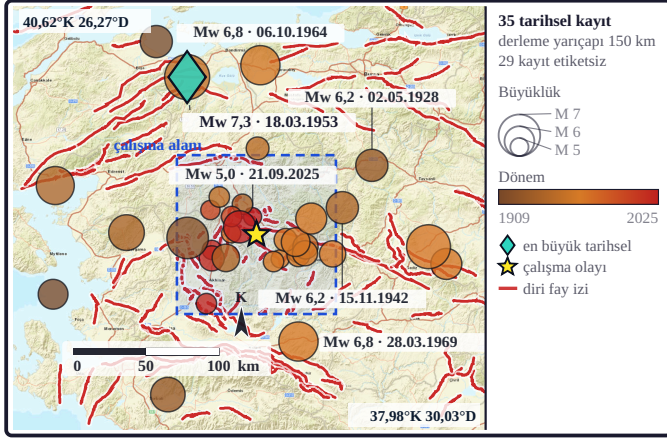
Tablo A6. Çalışma alanı ve çevresindeki yayımlanmış odak mekanizması çözümleri — 28 çözümünden Mw'ye göre en büyük 20 tanesi listelenmiştir.

#	Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Derinlik (km)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Kayma (°)	Mw	Tip
1	10.08.2025	39,37	28,02	10	305	42	−82	6,18	normal
2	27.10.2025	39,19	28,24	8	345	61	−27	6,07	eğik/karma
3	22.01.2020	39,07	27,84	6	345	56	−26	5,60	eğik/karma
4	18.07.1979	39,67	28,66	10	111	34	−85	5,31	normal
5	25.07.1999	39,31	28,00	10	250	67	−158	5,21	eğik/karma (eşiğe yakın)
6	26.06.2020	38,79	27,79	10	313	34	−76	5,20	normal
7	27.05.2017	38,77	27,82	10	304	44	−91	5,19	normal
8	12.09.2016	38,90	27,75	10	340	26	−26	5,16	eğik/karma
9	21.09.2025	39,18	28,11	10	98	46	−127	5,14	normal (eşiğe yakın)
10	18.02.2020	39,11	27,82	10	351	75	−8	5,12	doğrultu atımlı
11	03.11.2025	39,17	28,42	10	316	44	−67	5,08	normal
12	28.01.2020	39,11	27,88	10	327	28	−51	5,06	normal (eşiğe yakın)
13	28.05.2017	38,76	27,78	3	132	41	−73	4,99	normal
14	07.09.2025	39,19	28,14	10	334	47	−34	4,97	eğik/karma
15	24.02.2020	39,06	27,92	11	89	72	−163	4,97	doğrultu atımlı
16	04.02.2020	39,04	27,88	5	317	37	−76	4,95	normal
17	23.01.2026	39,20	28,29	9	299	34	−89	4,94	normal
18	28.10.2025	39,26	28,32	10	300	33	−95	4,92	normal
19	10.11.2025	39,21	28,08	10	304	44	−82	4,89	normal
20	10.11.2025	39,22	28,04	10	289	24	−115	4,86	normal

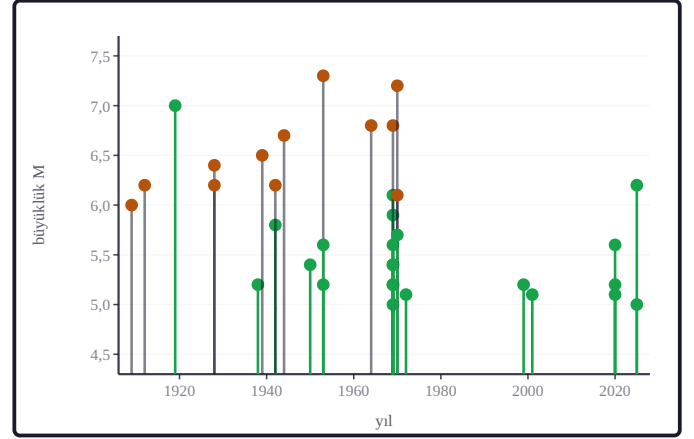
Not: Tip, P, T ve B eksen dalımlarına göre Frohlich ve Apperson (1992) sınıflarıdır: $B > 60^\circ$ doğrultu atımlı, $P > 60^\circ$ normal, $T > 50^\circ$ ters; hiçbirisi sağlanmazsa eğik/karma; “eşiğe yakın”: sınıfı belirleyen eksenin dalımı sınıf eşiğinden en çok 5° ayrılır (atama çözümdeki küçük farklara duyarlıdır). Tüm çözümler GCMT katalogundandır: Mw moment tensöründen, enlem ve boylam kaydın başvuru hiposantrındandır (moment tensörünün ağırlık merkezi konumu değildir). Aynı olayın tarihsel çizelgedeki büyüklüğü (ISC-GEM Mw ya da katalog M) ve konumu başka kaynaktandır: büyüklük ayrışabilir, iki konum eşleşen olaylarda en çok 15,1 km ayrışır (21.09.2025); iki çizelge aynı olayı iki kaynakla verir, çelişki değildir. Uzun-zaman bağımsızlığı: Gardner ve Knopoff (1974) pencereleriyle 8 bağımsız küme (en büyük küme 14 çözüm).

EK B — TARİHSEL BAĞLAM: ÇALIŞMA ALANI ÇEVRESİNDEKİ GEÇMİŞ BÜYÜK DEPREMLER

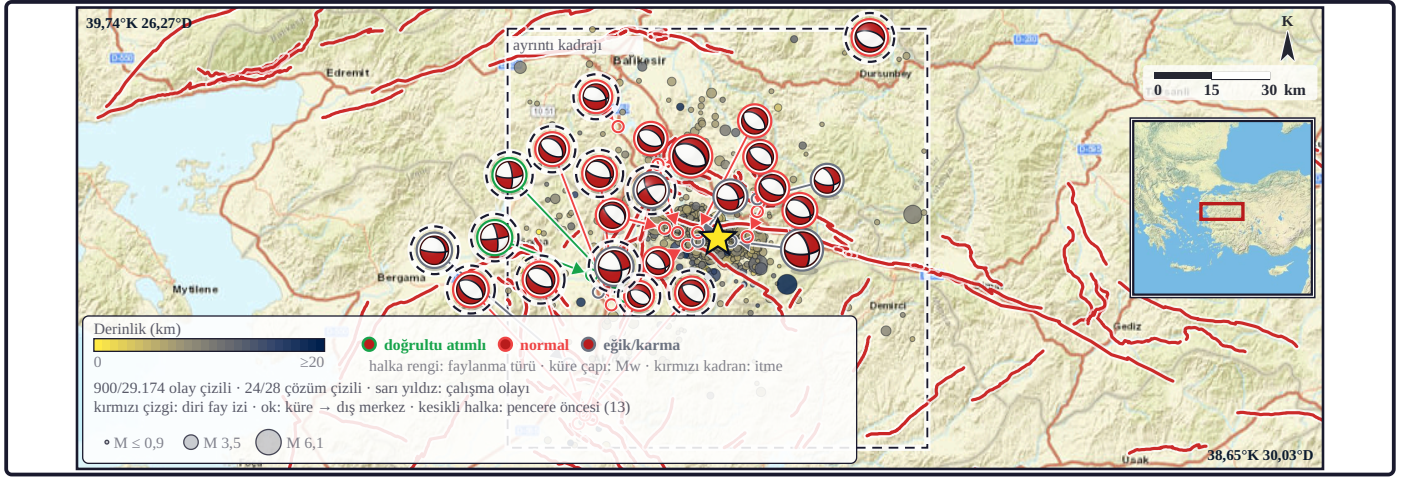
Bu sayfadaki şekil ve çizelgeler 1900 sonrası eşik üstü tarihsel kayıtlara ve çalışma alanı çevresinde yayımlanmış odak mekanizması çözümlerine aittir; bölgesel mekanizma haritasında pencere olayları yalnız konum başvurusu olarak çizilmiştir. Tarihsel kayıtların dağılımı Şekil 12a ve 12b'de, bölgesel odak mekanizması çerçevesi Şekil 12c'de verilmiştir. Tarihsel eşik üstü depremler Tablo B1'de verilmiştir.



Şekil 12a. Çalışma olayından önceki eşik üstü kayıtlarda daire çapı büyüklüğü, dolgu rengi oluş dönemini gösterir. Turkuaz elmas derlemenin en büyük kaydı, sarı yıldız çalışma olayıdır. Kayıt eşiği yakın kuşakta $M \geq 5$, bölge kuşağında $M \geq 6$ olarak alınmıştır. Mavi kesikli dikdörtgen çalışma alanıdır (birleşik katalog, 1900 sonrası; derleme yarıçapı 150 km, yakın kuşak 60 km).



Şekil 12b. Tarihsel eşik üstü depremlerin büyüklükleri yıllara göre çizilmiştir; yeşil yakın kuşak, turuncu bölge kuşağıdır (birleşik katalog, 1900 sonrası; büyüklükler, varsa ISC-GEM Mw: International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018).



Şekil 12c. Bölgesel odak mekanizması çerçevesi: harita, çevrede yayımlanmış çözümlerin Mw sırasıyla en büyüklüklerini gösterir; ötelenen küreler okla konumlarına bağlıdır. Küreler alt yarıküre izdüşümünde odak mekanizmalarıdır; kırmızı kadranlar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Küreler künyesizdir. Küçük daireler pencere olayları, kesikli dikdörtgen ayrıntı haritasının kadrajıdır (mekanizma kümesi: bölgesel küme [n = 28]; gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır [n = 49]; faylar: MTA TDFH-2026 [Elmacı vd., 2026]).

Tablo B1. Tarihsel eşik üstü depremler (1900 sonrası, olay anından önce).

Tarih	Mw	Derinlik (km)	Uzaklık (km)	Ölçüt	Yer	E/E ₀
18.03.1953◆	7,3	10	119	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×63
28.03.1970	7,2	18	119	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×45
18.11.1919	7,0	10	47	$M \geq 6$, 150 km içinde	Soma — 3 km DGD	×22
06.10.1964	6,8	14	117	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×11
28.03.1969	6,8	2	79	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×11
06.10.1944	6,7	15	142	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×7,9
22.09.1939	6,5	35	89	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×4,0
31.03.1928	6,4	10	126	$M \geq 6$, 150 km içinde	Türkiye	×2,8
Yakın kuşakta (≤ 60 km) dış merkeze en yakın kayıtlar (yukarıda listelenmeyenler, uzaklık sırasıyla)						
21.09.2025†	5,0	22	13	$M \geq 5$, 60 km içinde	Türkiye	×0,022
10.08.2025†	6,2	13	13	$M \geq 6$, 150 km içinde	Sındırgı (Balıkesir)	×1,4
03.09.1972	5,1	29	17	$M \geq 5$, 60 km içinde	Türkiye	×0,032

Not: Büyüklükler, kayda birleşik arşivde bağlı bir ISC-GEM (International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018) raporu varsa onun moment büyüklüğüdür (Mw), yoksa kayıtların moment tensörü (GCMT) ya da kurum raporlarındaki moment büyüklüğü, o da yoksa birleşik katalogun temsilci değeridir; 36 kayıtların 29 tanesinde büyüklük ISC-GEM'dendir; 21 kayıtların değeri ya da tür katalogdakinden ayrışır. Derleme, dış merkeze 60 km içindeki $M \geq 5$ ve 150 km içindeki $M \geq 6$ depremlerden oluşur (kutudaki 150 km'den uzak olaylar girmez); her kayıtların ölçütü "Ölçüt" sütunundadır. 35 tekil kayıttan en büyük 8 olay listelenmiştir (yakın kuşağın kayıtları alt bölümde); 3 kopya kayıt tekillleştirilmiştir ($\Delta t \leq 60$ s ve ≤ 100 km). 1964 öncesi (küresel standart ağ öncesi) 5 kayıtların büyüklüğü ISC-GEM'in yeniden değerlendirmesidir; bu dönemin büyüklükleri kaynağa göre $\approx 0,3$ – $0,5$ birim ayrışabilir. E/E₀: ışınan enerjinin bu olayınkine oranı (büyüklük farkundan); ◆ en büyük kayıt. Yalnız ülke adı yazılı kayıtların yer künyesi yoktur. Alanın hemen dışındaki $M \geq 7$ depremler (150–188 km): 23.07.1949 M 7,2 (161 km BGB, Ege Denizi).

KAYNAKÇA

- AFAD (2018) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmî Gazete, 18 Mart 2018, Sayı 30364 (Mükerrer). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>
- AFAD (t.y.) TADAS (çevrimiçi kuvvetli yer hareketi veri tabanı). <https://tadas.afad.gov.tr> (erişim: 25.10.2026)
- Aki, K. (1965) Maximum likelihood estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits. Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo 43(2), 237–239. doi:10.15083/0000033631
- Aki, K. ve Richards, P. G. (2002) Quantitative Seismology. 2. bs., University Science Books, Sausalito.
- Allen, R. V. (1978) Automatic earthquake recognition and timing from single traces. Bull. Seismol. Soc. Am. 68(5), 1521–1532. doi:10.1785/BSSA0680051521
- Allen, T. I., Wald, D. J. ve Worden, C. B. (2012) Intensity attenuation for active crustal regions. J. Seismol. 16(3), 409–433. doi:10.1007/s10950-012-9278-7
- Anderson, E. M. (1951) The Dynamics of Faulting and Dyke Formation with Applications to Britain. Oliver & Boyd, Edinburgh, 206 s.
- Atkinson, G. M. ve Wald, D. J. (2007) “Did You Feel It?” intensity data: A surprisingly good measure of earthquake ground motion. Seismol. Res. Lett. 78(3), 362–368. doi:10.1785/gssrl.78.3.362
- Båth, M. (1965) Lateral inhomogeneities of the upper mantle. Tectonophysics 2(6), 483–514. doi:10.1016/0040-2951(65)90003-X
- Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries. Geochem. Geophys. Geosyst. 4(3), 1027. doi:10.1029/2001GC000252
- Blewitt, G., Hammond, W. C. ve Kreemer, C. (2018) Harnessing the GPS data explosion for interdisciplinary science. Eos 99. doi:10.1029/2018EO104623
- Blewitt, G., Kreemer, C., Hammond, W. C. ve Gazeaux, J. (2016) MIDAS robust trend estimator for accurate GPS station velocities without step detection. J. Geophys. Res. Solid Earth 121(3), 2054–2068. doi:10.1002/2015JB012552
- Di Giacomo, D., Bondár, I., Storchak, D. A., Engdahl, E. R., Bormann, P. ve Harris, J. (2015) ISC-GEM: Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900–2009), III. Re-computed MS and mb, proxy MW, final magnitude composition and completeness assessment. Phys. Earth Planet. Inter. 239, 33–47. doi:10.1016/j.pepi.2014.06.005
- Di Giacomo, D., Engdahl, E. R. ve Storchak, D. A. (2018) The ISC-GEM Earthquake Catalogue (1904–2014): Status after the Extension Project. Earth Syst. Sci. Data 10(4), 1877–1899. doi:10.5194/essd-10-1877-2018
- Disaster and Emergency Management Authority (1973) Turkish National Strong Motion Network. International Federation of Digital Seismograph Networks. doi:10.7914/SN/TK
- Disaster and Emergency Management Authority (1990) Turkish National Seismic Network. Department of Earthquake, Disaster and Emergency Management Authority. doi:10.7914/SN/TU
- Dziewonski, A. M., Chou, T.-A. ve Woodhouse, J. H. (1981) Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity. J. Geophys. Res. 86(B4), 2825–2852. doi:10.1029/JB086iB04p02825
- Ekström, G., Nettles, M. ve Dziewoński, M. (2012) The global CMT project 2004–2010: Centroid-moment tensors for 13,017 earthquakes. Phys. Earth Planet. Inter. 200–201, 1–9. doi:10.1016/j.pepi.2012.04.002
- Elmacı, H., Kürçer, A., Özalp, S., Altuntaş, G., Avcı, H. O., Aydoğan, H., Yüce, A. A., Öztürker, A. R., Karayazı, O., Bayrak, A., Özdemir, E., Çal, Ç., Güven, C. ve Yalvaç, O. (2026) Türkiye Diri Fay Haritası. MTA Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-60, Ankara. ISBN 978-625-8107-74-6.
- Eshelby, J. D. (1957) The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems. Proc. R. Soc. Lond. A 241(1226), 376–396. doi:10.1098/rspa.1957.0133
- European-Mediterranean Seismological Centre (t.y.) Deprem parametreleri (çevrimiçi katalog). <https://www.emsc-csem.org> (erişim: 25.10.2026)
- Frohlich, C. (1992) Triangle diagrams: Ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms. Phys. Earth Planet. Inter. 75(1–3), 193–198. doi:10.1016/0031-9201(92)90130-N
- Frohlich, C. ve Apperson, K. D. (1992) Earthquake focal mechanisms, moment tensors, and the consistency of seismic activity near plate boundaries. Tectonics 11(2), 279–296. doi:10.1029/91TC02888
- Gardner, J. K. ve Knopoff, L. (1974) Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? Bull. Seismol. Soc. Am. 64(5), 1363–1367. doi:10.1785/BSSA0640051363
- Garwood, F. (1936) Fiducial limits for the Poisson distribution. Biometrika 28(3–4), 437–442. doi:10.1093/biomet/28.3-4.437
- GEOFON Data Centre (1993) GEOFON Seismic Network. GFZ Data Services. doi:10.14470/TR560404
- Gutenberg, B. ve Richter, C. F. (1944) Frequency of earthquakes in California. Bull. Seismol. Soc. Am. 34(4), 185–188. doi:10.1785/BSSA0340040185
- Gutenberg, B. ve Richter, C. F. (1956) Magnitude and energy of earthquakes. Ann. Geofis. 9(1), 1–15. doi:10.4401/ag-5590
- Hanks, T. C. ve Kanamori, H. (1979) A moment magnitude scale. J. Geophys. Res. 84(B5), 2348–2350. doi:10.1029/JB084iB05p02348
- Hardebeck, J. L., Nazareth, J. J. ve Hauksson, E. (1998) The static stress change triggering model: Constraints from two southern California aftershock sequences. J. Geophys. Res. 103(B10), 24427–24437. doi:10.1029/98JB00573
- Husen, S. ve Hardebeck, J. L. (2010) Earthquake location accuracy. Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis (CORSSA). doi:10.5078/corssa-55815573
- International Seismological Centre (2026) ISC-GEM Earthquake Catalogue. doi:10.31905/d808b825
- International Seismological Centre (t.y.) ISC Bulletin. doi:10.31905/D808B830 (erişim: 25.10.2026)
- Jaiswal, K. ve Wald, D. (2010) An empirical model for global earthquake fatality estimation. Earthq. Spectra 26(4), 1017–1037. doi:10.1193/1.3480331
- Jaiswal, K. ve Wald, D. J. (2013) Estimating economic losses from earthquakes using an empirical approach. Earthq. Spectra 29(1), 309–324. doi:10.1193/1.4000104
- Jones, L. M. ve Molnar, P. (1979) Some characteristics of foreshocks and their possible relationship to earthquake prediction and premonitory slip on faults. J. Geophys. Res. 84(B7), 3596–3608. doi:10.1029/JB084iB07p03596
- Joyner, W. B. ve Boore, D. M. (1981) Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake. Bull. Seismol. Soc. Am. 71(6), 2011–2038. doi:10.1785/BSSA0710062011
- Jurkevics, A. (1988) Polarization analysis of three-component array data. Bull. Seismol. Soc. Am. 78(5), 1725–1743.
- Kalafat, D., Gürbüz, C. ve Üçer, S. B. (1987) Batı Türkiye’de kabuk ve üst manto yapısının araştırılması. Deprem Araştırma Bülteni 59, 43–64.
- Kanamori, H. (1977) The energy release in great earthquakes. J. Geophys. Res. 82(20), 2981–2987. doi:10.1029/JB082i020p02981
- Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, Boğaziçi University (1971) Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute (KOERI). International Federation of Digital Seismograph Networks. doi:10.7914/SN/KO
- King, G. C. P., Stein, R. S. ve Lin, J. (1994) Static stress changes and the triggering of earthquakes. Bull. Seismol. Soc. Am. 84(3), 935–953. doi:10.1785/BSSA0840030935
- Kreemer, C., Blewitt, G. ve Klein, E. C. (2014) A geodetic plate motion and Global Strain Rate Model. Geochem. Geophys. Geosyst. 15(10), 3849–3889. doi:10.1002/2014GC005407
- Lund, B. ve Townend, J. (2007) Calculating horizontal stress orientations with full or partial knowledge of the tectonic stress tensor. Geophys. J. Int. 170(3), 1328–1335. doi:10.1111/j.1365-246X.2007.03468.x
- Maeda, N. (1985) A method for reading and checking phase time in auto-processing system of seismic wave data (Japonca, İngilizce özetli). Zisin (J. Seismol. Soc. Japan, 2nd ser.) 38(3), 365–379. doi:10.4294/zisin1948.38.3_365
- Matthews, M. V. ve Reasenber, P. A. (1988) Statistical methods for investigating quiescence and other temporal seismicity patterns. Pure Appl. Geophys. 126(2–4), 357–372. doi:10.1007/BF00879003
- McGuire, J. J., Zhao, L. ve Jordan, T. H. (2002) Predominance of unilateral rupture for a global catalog of large earthquakes. Bull. Seismol. Soc. Am. 92(8), 3309–3317. doi:10.1785/0120010293
- Michael, A. J. (1984) Determination of stress from slip data: Faults and folds. J. Geophys. Res. 89(B13), 11517–11526. doi:10.1029/JB089iB13p11517
- National Institute for Earth Physics (1994) Romanian Seismic Network. International Federation of Digital Seismograph Networks. doi:10.7914/SN/RO
- National Observatory of Athens, Institute of Geodynamics, Athens (1975) Hellenic Unified Seismological Network. International Federation of Digital Seismograph Networks. doi:10.7914/SN/HL
- Newcombe, R. G. (1998) Interval estimation for the difference between independent proportions: Comparison of eleven methods. Stat. Med. 17(8), 873–890. doi:10.1002/(SICI)1097-0258(19980430)17:8<873::AID-SIM779>3.0.CO;2-I
- Nowicki Jessee, M. A., Hamburger, M. W., Allstadt, K., Wald, D. J., Robeson, S. M., Tanyas, H., Hearn, M. ve Thompson, E. M. (2018) A global empirical model for near-real-time assessment of seismically induced landslides. Journal of Geophysical Research: Earth Surface 123(8), 1835–1859. doi:10.1029/2017JF004494
- Ogata, Y. (1983) Estimation of the parameters in the modified Omori formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure. J. Phys. Earth 31(2), 115–124. doi:10.4294/jpe1952.31.115
- Okada, Y. (1992) Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space. Bull. Seismol. Soc. Am. 82(2), 1018–1040. doi:10.1785/BSSA0820021018
- Reasenber, P. A. ve Jones, L. M. (1989) Earthquake hazard after a mainshock in California. Science 243(4895), 1173–1176. doi:10.1126/science.243.4895.1173
- Shearer, P. M., Hardebeck, J. L., Astiz, L. ve Richards-Dinger, K. B. (2003) Analysis of similar event clusters in aftershocks of the 1994 Northridge, California, earthquake. J. Geophys. Res. 108(B1). doi:10.1029/2001JB000685
- Shi, Y. ve Bolt, B. A. (1982) The standard error of the magnitude-frequency b value. Bull. Seismol. Soc. Am. 72(5), 1677–1687. doi:10.1785/BSSA0720051677
- Spearman, C. (1904) The proof and measurement of association between two things. Am. J. Psychol. 15(1), 72–101. doi:10.2307/1412159
- Tajima, F. ve Kanamori, H. (1985) Global survey of aftershock area expansion patterns. Phys. Earth Planet. Inter. 40(2), 77–134. doi:10.1016/0031-9201(85)90066-4
- Tape, W. ve Tape, C. (2012) A geometric setting for moment tensors. Geophys. J. Int. 190(1), 476–498. doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05491.x
- U.S. Geological Survey (2017) Advanced National Seismic System (ANSS) Comprehensive Catalog. doi:10.5066/F7MS3QZH
- Utsu, T. (1966) A statistical significance test of the difference in b -value between two earthquake groups. J. Phys. Earth 14(2), 37–40. doi:10.4294/jpe1952.14.37
- Utsu, T., Ogata, Y. ve Matsu’ura, R. S. (1995) The centenary of the Omori formula for a decay law of aftershock activity. J. Phys. Earth 43(1), 1–33. doi:10.4294/jpe1952.43.1
- Vavryčuk, V. (2014) Iterative joint inversion for stress and fault orientations from focal mechanisms. Geophys. J. Int. 199(1), 69–77. doi:10.1093/gji/ggu224
- Wald, D. J. ve Worden, C. B. (2020) ShakeMap Manual. U.S. Geological Survey. doi:10.5066/F7D21VPQ
- Wald, D. J., Quitoriano, V., Worden, C. B., Hopper, M. ve Dewey, J. W. (2011) USGS “Did You Feel It?” Internet-based macroseismic intensity maps. Annals of Geophysics 54(6). doi:10.4401/ag-5354
- Wells, D. L. ve Coppersmith, K. J. (1994) New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bull. Seismol. Soc. Am. 84(4), 974–1002. doi:10.1785/BSSA0840040974
- Wiemer, S. ve Wyss, M. (2000) Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the western United States, and Japan. Bull. Seismol. Soc. Am. 90(4), 859–869. doi:10.1785/0119990114
- Wilson, E. B. (1927) Probable inference, the law of succession, and statistical inference. J. Am. Stat. Assoc. 22(158), 209–212. doi:10.1080/01621459.1927.10502953
- Woessner, J. ve Wiemer, S. (2005) Assessing the quality of earthquake catalogues: Estimating the magnitude of completeness and its uncertainty. Bull. Seismol. Soc. Am. 95(2), 684–698. doi:10.1785/0120040007
- Worden, C. B., Gerstenberger, M. C., Rhoades, D. A. ve Wald, D. J. (2012) Probabilistic relationships between ground-motion parameters and Modified Mercalli intensity in California. Bull. Seismol. Soc. Am. 102(1), 204–221. doi:10.1785/0120110156
- Worden, C. B., Thompson, E. M., Baker, J. W., Bradley, B. A., Luco, N. ve Wald, D. J. (2018) Spatial and spectral interpolation of ground-motion intensity measure observations. Bull. Seismol. Soc. Am. 108(2), 866–875. doi:10.1785/0120170201
- Zaliapin, I. ve Ben-Zion, Y. (2013a) Earthquake clusters in southern California I: Identification and stability. J. Geophys. Res. Solid Earth 118(6), 2847–2864. doi:10.1002/jgrb.50179
- Zhu, J., Baise, L. G. ve Thompson, E. M. (2017) An updated geospatial liquefaction model for global application. Bull. Seismol. Soc. Am. 107(3), 1365–1385. doi:10.1785/0120160198
- Zoback, M. L. (1992) First- and second-order patterns of stress in the lithosphere: The World Stress Map Project. J. Geophys. Res. 97(B8), 11703–11728. doi:10.1029/92JB00132

T. Batuhan BULGURLULAR – 2026 · Veri: birleşik çok-kaynaklı deprem kataloğu (AFAD · ISC · EMSC · GFZ; moment tensörleri: GCMT).