

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

DEPREM TEKNİK RAPORU · OLAY RAPORU

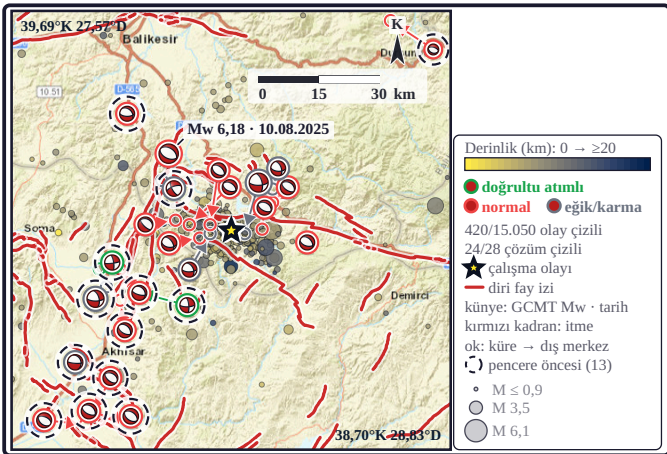
T. Batuhan BULGURLULAR · YAPI ZEMİN Deprem Teknik Raporları · 2026 · Olay: 27.10.2025

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). Çalışma olayı, Mw 6,2 (78,1 gün önce, 13 km uzakta) depreminin uzay–zaman penceresi içindedir; bu ölçütle süren bir dizinin en büyük olayı değildir. Çalışma olayı, en erken öncülden bu yana izleyen olay sayım alanında kaydedilen toplam sismik momentin %41 kadarını taşımaktadır. 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 ayırmıyor) Anderson rejimi kısıtlanamamıştır. Kayıtların %36'sının (5.343/14.859) derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 7,0 km'dir; bu değer derinlik çözölemeyip 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, deprem dizisi, moment tensörü, gerilme inversiyonu, Coulomb gerilme aktarımı, makroseismik şiddet.

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). The study event falls within the space–time window of an earthquake of Mw 6.2 (78.1 days earlier, 13 km away); by this criterion it is not the largest event of an ongoing sequence. The study event carries 41% of the total seismic moment recorded within the aftershock-counting radius since the earliest precursor. 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, 36% (5,343/14,859) 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, earthquake sequence, moment tensor, stress inversion, Coulomb stress transfer, macroseismic intensity.



Şekil 1. Harita 15.050 olaylık katalogdan 420 olayı gösterir; odak mekanizmaları 28 çözömlük bölgesel mekanizma kümesindedir. Gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır ($n = 49$). Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir; kadranlı küreler odak mekanizması çözümleridir; kırmızı kadranlı P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Sarı yıldız çalışma olayı, kırmızı çizgiler diri fay izleridir. Mw sırasıyla en büyük 1 çözüm künyelidir (öbür 23 küre künyesizdir); künye çözümün Global CMT (GCMT) katalogundaki moment büyüklüğünü (Mw) 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 · KOERI · ISC · EMSC · GFZ · NOA; altlık: Esri, HERE, Garmin, OSM katkılırları).

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, 15.050 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.

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)	58,0 × 55,8 km	uzun × kısa eksen · çalışma kutusu olayları
İzleyen olay bulutu yayılımı (%95)	33,0 × 20,4 km	uzun × kısa eksen · izleyen olay bulutu
Mekanizma (NP1)	345°/61°/–27°	GCMT · doğrultu/eğim/kayma

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

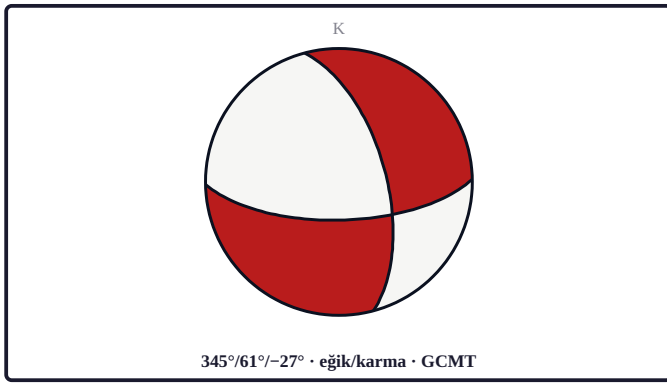
TEKTONİK ÇERÇEVE

Kullanılan diri fay veri tabanında (Türkiye Diri Fay Haritası, MTA TDFH-2026) dış merkeze en yakın adlı fay izleri şunlardır: Simav Fay Zonu'nun Sındırgı Fayı parçası (22-1) (3,2 km; sağ yönlü doğrultu atımlı), Yüreğil Fayı (4,4 km; normal), Düvertepe Fay Zonu'nun Çelebiler Fayı parçası (21-1) (11 km; normal). Kullanılan sayısal levha sınırı modelinde (Bird, 2003) dış merkeze en yakın sınır Ege Denizi–Anadolu levha sınırıdır 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).

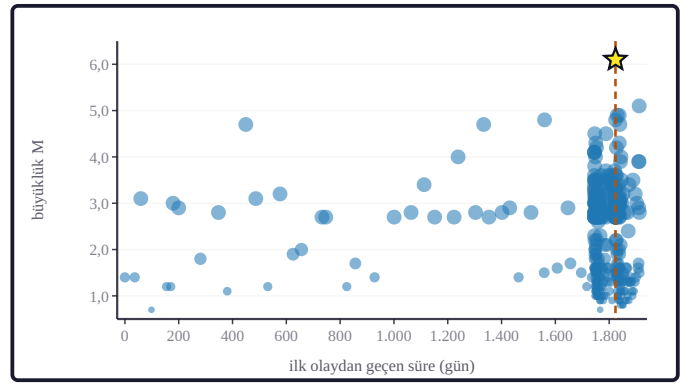
Kurum ürünü USGS STREC tektonik sınıflaması (ShakeMap sürüm 11, 01.12.2025) olayı aktif kabuk bölgesinde saymaktadır (olasılık %100).

VERİ VE YÖNTEM

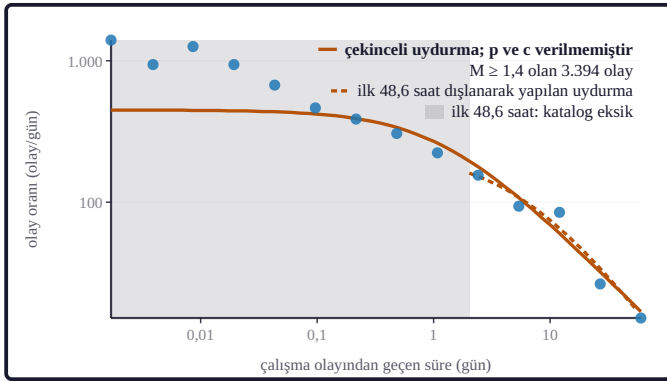
Katalog, olay merkezli kutuda 28.10.2020 – 25.01.2026 döneminde kaydedilmiş 15.050 olaydan oluşmaktadır (1.915 gün). Kayıtların kurum dağılımı: AFAD 12.320, KOERI 2.611, ISC 84, EMSC 32, GFZ 2, NOA 1. Büyüklük türü dağılımı: ML 14.921, Mw 128, türü belirtilmemiş 1. Çalışma alanı 109,4 × 109,3 km (≈ 12.000 km²) boyutundadır; alan, küresel yaklaşımla hesaplanmıştır (1° boylam = $111,32 \cdot \cos \phi$ km; 1° enlem = 110,574 km; ϕ = kutu orta enlemi).



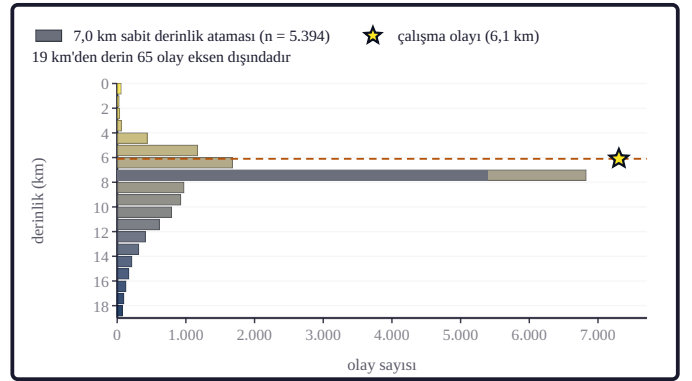
Şekil 2a. Odak mekanizması alt yarıküre eşit alan izdüşümüyle çizilmiştir; kırmızı kadranslar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir; sıkışma (P) eksen beyaz kadransların, gerilme (T) eksen kırmızı kadransların ortasıdır.



Şekil 2b. Pencere kataloğu 15.050 olaydır (320 olay çizilidir); en büyük olay Mw 6,1 büyüklüğündedir (10.08.2025); Mc = 1,5 üstünde 7.775 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 çalışma 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 çalışma olayını izleyen ilk pencerenin tamlık eşiği Mc = 2,8'dir; eşik, olay sonrası dönem için benimsenen Mc = 1,4 değerine çalışma olayından 48,6 saat sonra iner. Olay oranı çalışma 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 15.050 olayın %81'i ≤ 10 km derinliktedir. Sabit derinlik atamaları (7,0 km) ölçülmüş derinlik taşımaz. Hiposantr derinlik histogramı (tam katalog): çubuk rengi derinliği gösterir (sıfır sarı, derin lacivert); koyu kesim sabit derinlik atamalarıdır; yıldız ve kesikli çizgi çalışma olayının derinliğidir.

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)

(6) Gerilme düşümü

$$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0/R^3$$

Eshelby (1957)

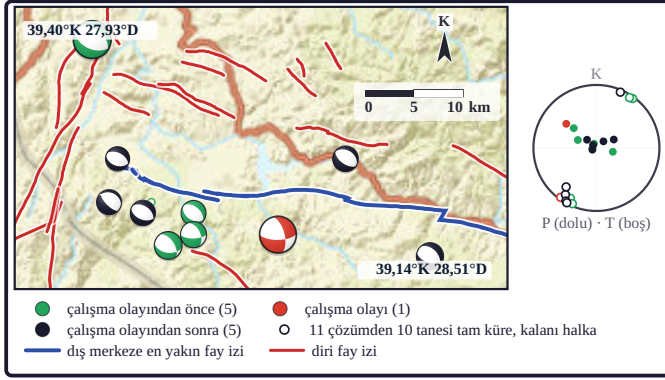
Şekil 2a–2d: Koyu kadranslar P dalgasının ilk hareketinin itme, açık kadranslar çekme olduğu bölgelerdir; gerilme (T) eksen koyu kadransların, sıkışma (P) eksen açık kadransların ortasında yer alır (Şekil 2a). Deviatorik (GCMT) tensörün çift kuvvet payı %53'tür. Nokta kaynak (çift kuvvet) yaklaşımında 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. Büyüklük–zaman serimi pencere kataloğunun zaman içindeki gelişimini betimler: 15.050 olay, ilk–son olay arası 1.913 gün, en büyüğü M 6,1 (Şekil 2b). Ortalama büyüklük M 1,59, ortanca M 1,5'tir (tam katalog). 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). Derinliği bilinen 15.050 kayıdan 12.264 tanesi (%81) 10 km ve daha sığ, kalanı daha derindedir (tam katalog). Histogramın en yüksek çubuğu 6.827 olayla 7–8 km aralığındadır; bu çubuktaki 5.394 kayıt 7,0 km sabit derinlik atamasıdır ve tepe ölçülmüş bir dağılım tepesi olarak okunmamalıdır.

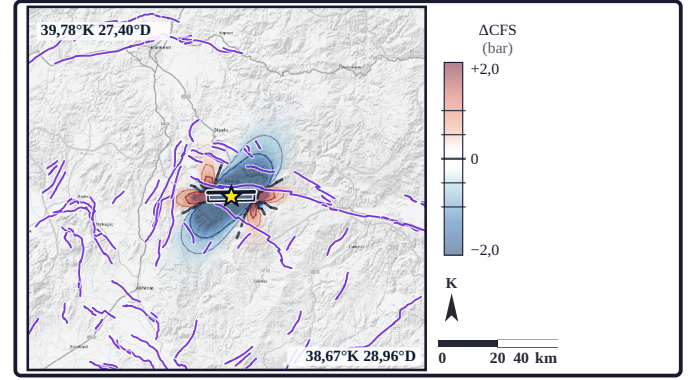
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Kutunun köşeleri 38,703°K–39,692°K ve 27,566°D–28,834°D koordinatlarındadır. Katalog kayıtlarının %1'i ISC kaynağından gelmektedir. 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.

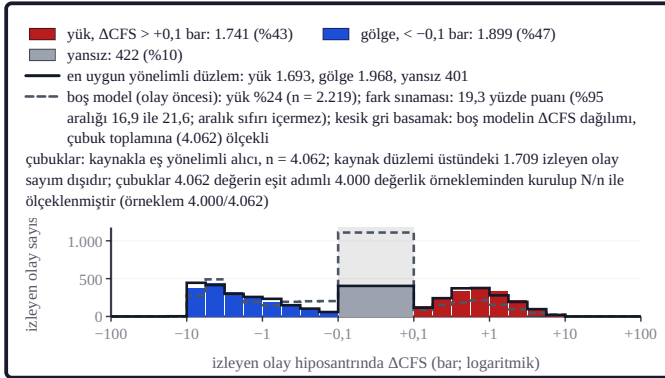
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI



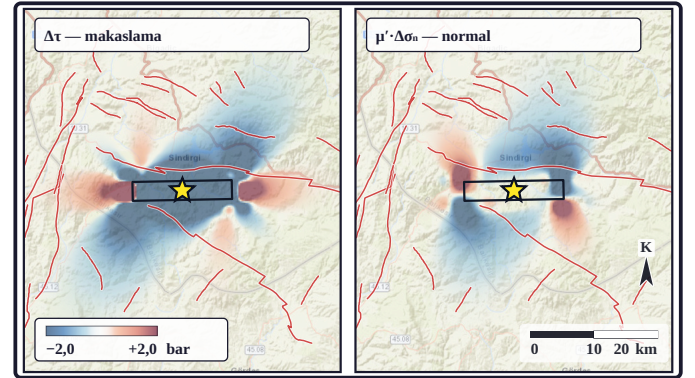
Şekil 3a. Arama penceresinin (çalışma olayından 180 gün önce – 30 gün sonra, 55 km yarıçap) odak mekanizması haritasında her odak küresi bir moment tensörü çözümdür. Mw, çözümü yayımlayan kurumun moment tensörü büyüklüğüdür ve gövdedeki katalog büyüklüğünden farklı olabilir. Küre rengi çalışma olayına göre zamana (yeşil önce, kırmızı çalışma olayı, siyah sonra), çapı büyüklüğü taşır. 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 ($s/d/r = 89^\circ/67^\circ/-148^\circ$), 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 artışını, mavi çubuklar gerilme gölgesini, gri bant iki eşik arasındaki yansız aralığı gösterir; siyah çizgi en uygun yönelimli düzlem için aynı dağılımdır; kesik gri basamak, boş modelin çubuk toplamına ölçeklenmiş 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).

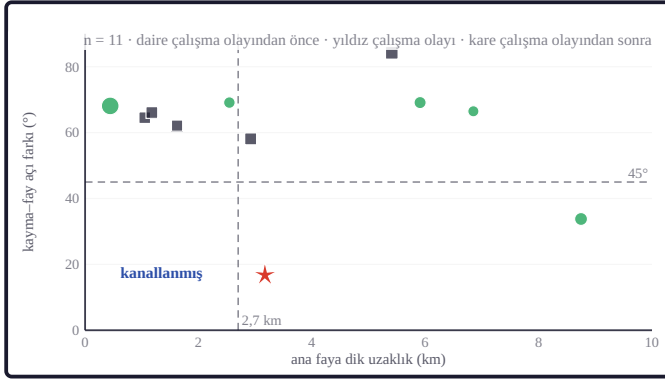
Şekil 3a–3d: Arama penceresindeki zaman sınıfları (çalışma olayından önce, çalışma olayı, çalışma olayından sonra) çözümün yalnız çalışma olayına göre zamanını bildirir ve bir pencere kuralından gelir; çalışma olayından önceki bir çözümün öncü deprem olduğu anlamına gelmez (Şekil 3a). Çözümlerin Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle sınıf dağılımı 9 normal, 2 eğik/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)

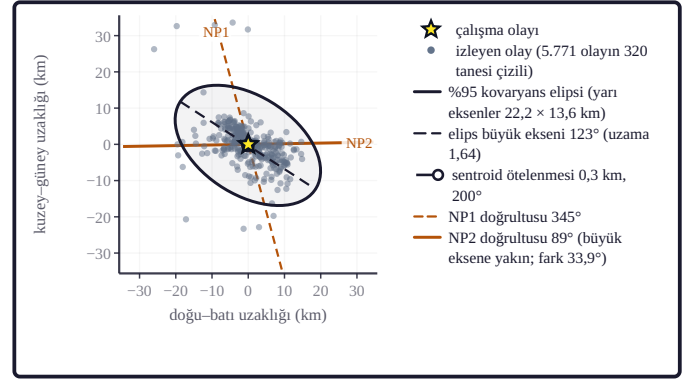
Örneklem: 30.842 olaydan 15.801 tanesi tekdüze seyreltmeyle (her 2 olaydan biri) çözümlenmiştir; en büyük 500 olay ayrıca güvenceye alınmıştır. Oran ve sayım türü nicelikler 2 katıyla ölçeklenmelidir. Örneklem dışından güvenceye alınan 191 büyük olay yalnız harita, en büyük olay ve enerji toplamında kullanılmış; büyüklük-sıklık ilişkisi, b-değeri ve oran istatistikleri yalnız tekdüze örneklemde hesaplanmıştır (tekdüze seyreltme dağılımın biçimini korur). Bu rapor, olaydan 367 gün sonra hazırlanmıştır; olay sonrası katalog verisi katalog penceresinin sonuna kadarki 90 güne sınırlıdır. Katalog sorgusu 29.10.2026 tarihinde çalıştırılmıştır; sonraki güncellemeler sayıları değiştirebilir.

Çapraz-kaynak kopyaları (1) $\Delta t \leq 20$ s, Δ konum ≤ 54 km ve $\Delta M \leq 0,5$ ya da (2) $\Delta t \leq 5$ s ve Δ konum ≤ 54 km (büyüklük ölçüsü farkı gözetmeksizin) ya da (4) $\Delta t \leq 3$ s, $\Delta M \leq 0,3$, Δ konum ≤ 100 km ve temsilci kurumu farklı iki kayıt (bu çalışmanın işletimsel ölçütü; kutu boyutundan bağımsız) ölçütüyle tekilleştirilmiş, 706 kayıt düşürülmüştür; çıkan 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 kuralla ele alınmıştır: en az iki kurumun bildirdiği bir olayla $\Delta t \leq 35$ s, Δ konum ≤ 300 km ve büyüklük farkı $-0,5$ ile $+1,5$ arasında eşleşen 44 kayıt o olayın kopyası sayılmış, eşi bu ölçütlerle bulunamayan 1 kayıt ise bağımsız bir olay olduğu doğrulanmadığından istatistiklere alınmamıştır. Bu çalışmada benimsenen büyüklük, hiposantrı 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 129 kayıt gerçek sismik momentle, öteki 14.921 kayıt ise katalog büyüklüğü moment büyüklüğü sayılarak hesaplanan nominal değerle toplanmıştır; nominal toplam bu etiketle verilmiştir.

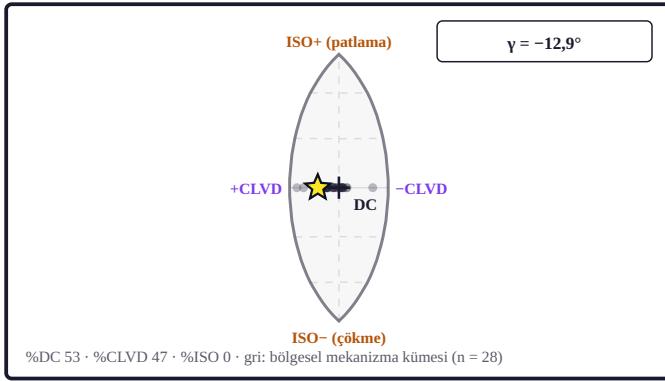
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM) · UZAMSAL GEOMETRİ VE DERİNLİK YAPISI



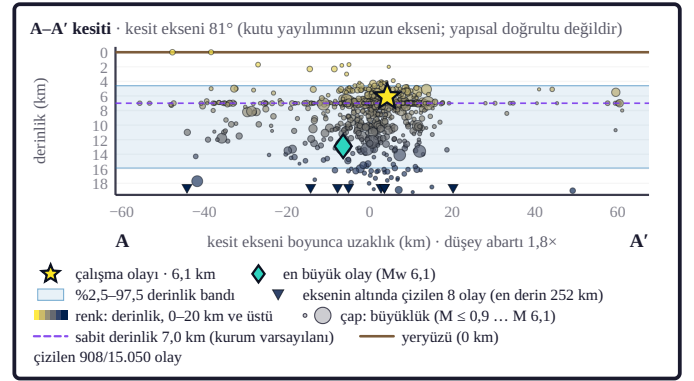
Şekil 4a. Yatay eksen dış merkezin ana faya dik uzaklığını, düşey eksen kayma-fay açısı farkını gösterir. Her nokta bir odak mekanizmasıdır. Şekil sismik kayma kanallanmasını gösterir. Düşey eksenindeki açı yerel fay doğrultusu ile sismik kayma vektörü azimutu arasındaki dar açıdır, yatay eksen dış merkezin 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 4b. Çalışma olayına göre yerel yatay düzlemde (doğu ve kuzey artı, km; iki eksen aynı ölçekte) izleyen olay bulutu gri noktalarla, %95 kovaryans elipsi koyu çizgiyle gösterilmiştir; elips bulutun ağırlık merkezine oturur ve yıldız çalışma olayıdır. Kesikli koyu doğru elipsin büyük eksenidir; çalışma olayından çıkan ince çizgi ve içi boş daire izleyen olayların sentroidinin ötelenmesidir. Turuncu doğrular çalışma olayının düğüm düzlemlerinin doğrultularıdır; büyük eksene doğrultuca yakın olan düz, öteki kesikli çizilmiştir. Uzama oranı 1'e yaklaştıkça bulut izotroplaşır ve yön kestirimi zayıflar; elips ölçüleri lejanttadır (telesismik ikinci moment ölçüsünün izleyen olay konumlarına uyarlanmış vekili: McGuire vd., 2002).



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 yüzde DC/CLVD/ISO ayrışımıdır (lune: Tape ve Tape, 2012; ayrışım: GCMT tensöründen).



Şekil 4d. Olayların %95'i 4,6–15,9 km derinlik bandındadır; ortanca derinlik 7,0 km'dir (sabit atamalar dışlanınca 7,9 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).

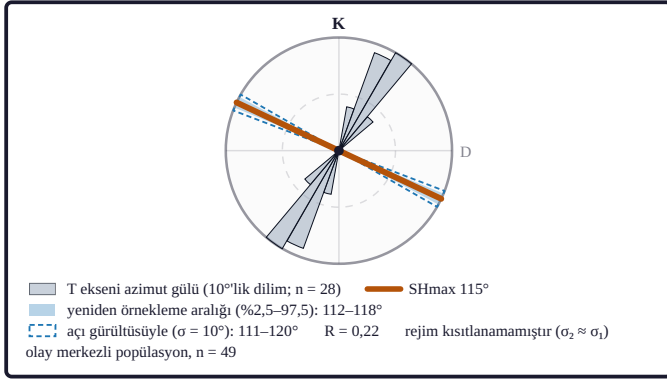
Şekil 4a–4d: Olayların 5 tanesi ana fay yüzeyine 2,7 km'den yakın, 2 tanesi ise kaymanın fay doğrultusuyla 45°'den az açı yaptığı çözümlerdir; iki koşulu birlikte sağlayan çözüm yoktur; kanallanmış bölge boş kalır (Şekil 4a). Dikey sınır dik uzaklık ortancasına en yakın kutu kenarı (2,7 km), yatay sınır 0–90° aralığının ortasına oturan kutu kenarıdır (45°). Çalışma olayının kayma açısı raporun benimsediği düğüm düzleminde (NP2) alınmıştır; öbür çözümlerde birinci düğüm düzlemi kullanılır. 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 düzleminde birine aittir ve diğer düzlem seçilseydi noktaların önemli bölümü bölge değiştirirdi. İzleyen olay bulutu kovaryans elipsinin uzun eksenini 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). A–A' kesiti, çalışma kutusundaki olayların ana eksen boyunca 55,8 km'lik (%95) yayılımını göstermektedir; kesitteki odakların derinlik bandı (%2,5–97,5) 4,6–15,9 km'dir (tam katalog ortancası 7,0 km; Şekil 4d). Derinlik eksenini katalog derinliklerine dayanır; derinlik geometrisi sabit derinlikli kayıtların payıyla birlikte okunmalıdır.

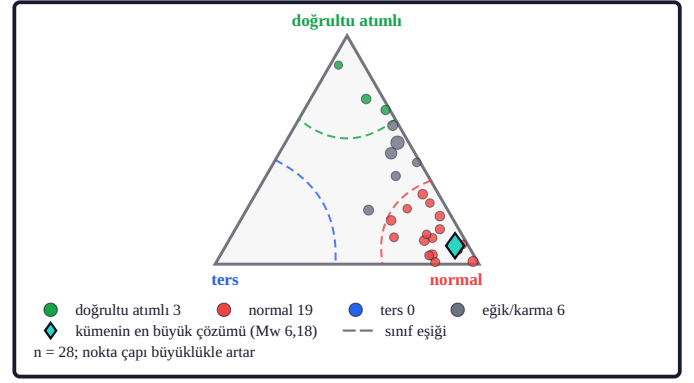
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Koordinatlar WGS84 datumundadır; derinlikler deniz seviyesine göre pozitif aşağı verilmiştir ve kurum çözümlerinden olduğu gibi alınmıştır (topografyaya indirgeme yapılmamıştır). Konum kalitesi alanları — varış artışı 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.

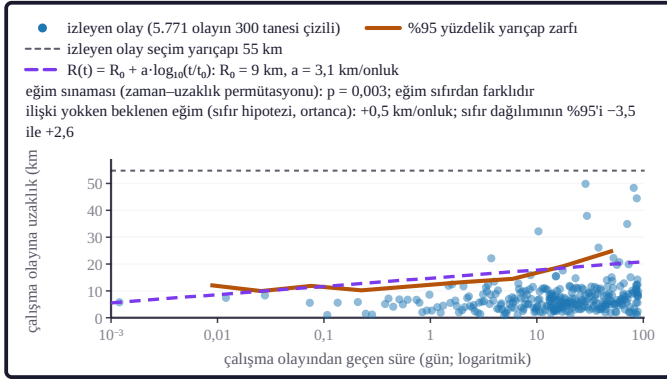
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM) · ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME



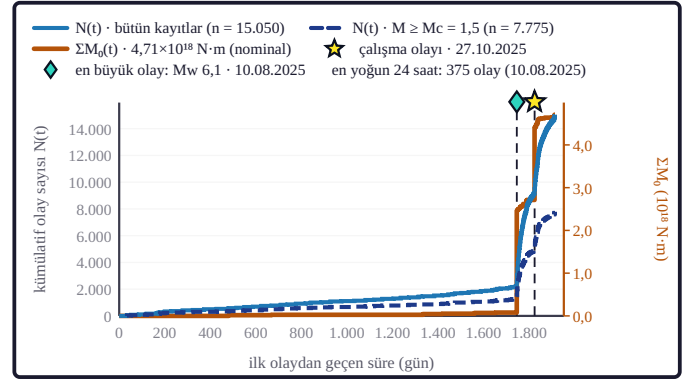
Şekil 5a. SHmax = 115°; rejim sınıfı kısıtlanamamıştır (R = 0,22; olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme inversiyonu). Kuzeyi yukarıda olan gül diyagramında turuncu çift uçlu eksen gerilme inversiyonundan bulunan SHmax azimutunu, mavi yelpaze bu azimutun %2,5–97,5 yüzdelik aralığını (eksenel olduğundan karşı ucuyla birlikte) gösterir. Kesikli mavi sınır, her mekanizmanın doğrultu, eğim ve kayma açısına $\sigma = 10^\circ$ 'lik rastgele gürültü de eklenerek yinelenen tersinimin aynı yüzdelik aralığıdır (Vavryčuk, 2014). Gri sektörler bölgesel mekanizma kümesinin T eksenli (uzama) azimut gülüdür (10°'lik dilimler; yarıçap sayımın kareköküyle orantılı); kümede normal faylanma salt çoğunlukta olduğundan yatay yön bilgisini T eksenli taşır ve SHmax bu eksenle dik beklenir. İç kesikli çember yarı ölçek halkasıdır; şekil oranı R ve rejim sınıfı lejantıdır (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, doğrultu atımlı). Renkli kesikli eğriler sınıf eşikleridir (B dalımı 60°, P dalımı 60°, T dalımı 50°); nokta rengi sınıfı, gri renk hiçbir eşiği aşmayan eğik/karma çözümleri, nokta çapı büyüklüğü, turkuaz elmas kümedeki en büyük çözümü gösterir; sınıf sayımları lejantıdır (Frohlich, 1992 gnomonik üçgeni; Frohlich ve Apperson, 1992 eşikleri; çözümler: Global CMT, Ekström vd., 2012).



Şekil 5c. 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 sınamasının ölçüsü lejantıdır (logaritmik zamanda genişleme deseni; zarf %95 yüzdelik).



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

Şekil 5a–5d: Şekil oranı uç değerde olduğundan ara asal gerilme σ_2 , σ_1 'den ayırmamaktadır; Anderson rejim sınıfı kısıtlanamamış, SHmax yalnız yön sonucu olarak raporlanmıştır (Şekil 5a). Gürültülü yeniden örneklemede kullanılan 10° açı gürültüsü ölçülmüş değil varsayılmış bir mekanizma belirsizliğidir; tek tek çözümlerin belirsizlikleri bu çalışmanın veri kümesine alınmadığından (GCMT tensör bileşenlerinin standart hataları kullanılmamıştır) gürültülü aralık bu varsayıma bağlıdır. Güldeki T eksenlerinin ($n = 28$) en kalabalık 10°'lik dilimi 30–40° aralığındadır; bu dilime dik yön ile inversiyonun verdiği en büyük yatay sıkışma yönü arasındaki eksenel fark 10°'dir ve iki yön işletimsel 20° tolerans içinde örtüşmektedir. Gül (bölgesel mekanizma kümesi) ile inversiyon (olay merkezli mekanizma popülasyonu) örtüşen mekanizma örneklemlerine dayandığından karşılaştırma bağımsız bir doğrulama değildir. Hiçbir eşiği aşmayan 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 ayrı niceliklerdir. İzleyen olay bulutunun yarıçap zarfı logaritmik zamanla genişlemektedir; zarfın eğimi sıfırdan anlamlı biçimde büyüktür (Şekil 5c). Kümülatif sayım ve moment eğrileri birlikte okunur (Şekil 5d).

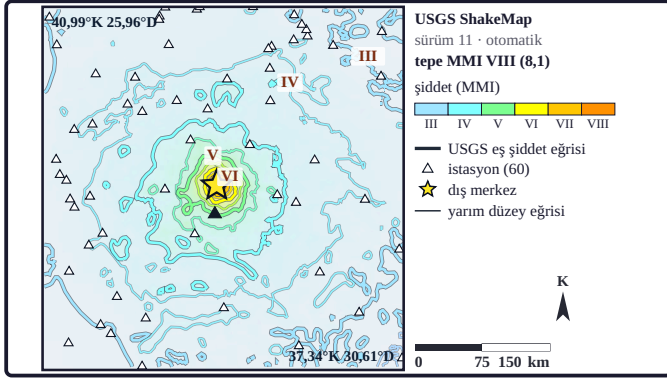
Pencere boyunca ortalama etkinlik oranı 7,9 olay/gün düzeyindedir; $M \geq M_c$ eğrisindeki dikleşmeler, tamlik eşiği üstündeki olayların kendi ortalama hızının belirgin biçimde üzerine çıkan etkinlik ataklarını işaretler.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

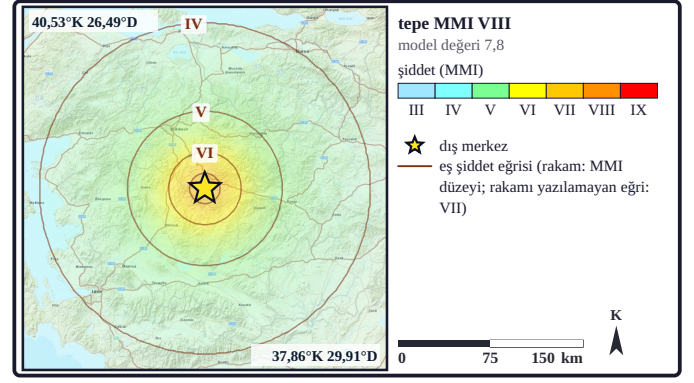
Derinlik istatistikleri çözüm kalitesine bağlıdır: kayıtların %36'sının derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 7,0 km'dir (5.343/14.859); bu değer, derinlik çözülemeyip sabitlendiğinde kurumun atadığı varsayılandır; yığın ve standart sabit derinlik (0/5/10/33 km) atamaları birlikte kayıtların %38'ini oluşturmaktadır (5.673/15.050); derinlik ortancası ve derinlik bandı bu yapay yığının etkisi altındadır. Derinliğe dayanan ölçüler (derinlik bandı, kesit geometrisi) bu çekinceyle verilmiştir. Hiposantr bulutuna düzlem uydurması raporlanmamıştır; gerekçesi ekteki raporlanmayan çözümlemeler çizelgesindedir.

Tamlik 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 modellenilebildiği 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 eşiği azami eğrilik ölçütü belirlemiştir: $M_c = 1,5$.

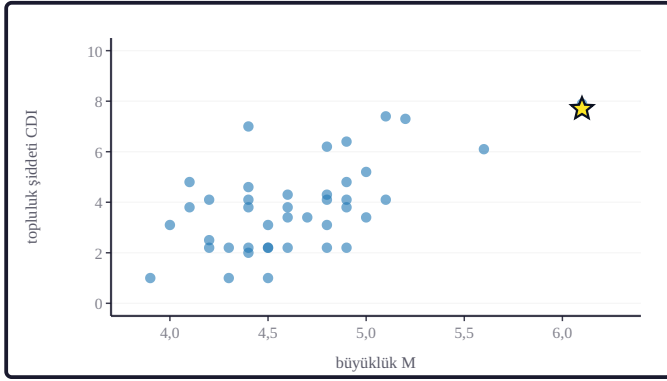
YER HAREKETİ VE ETKİ



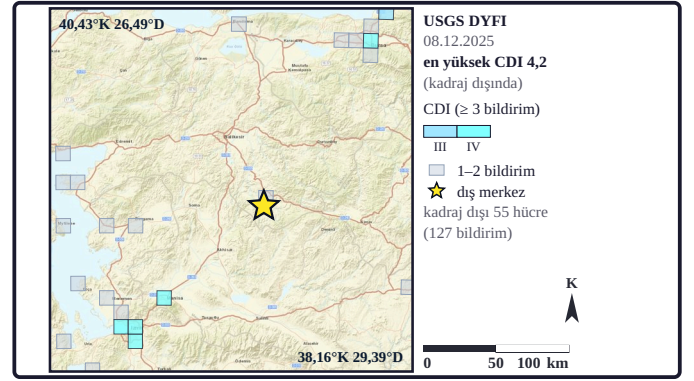
Şekil 6a. Harita USGS ShakeMap model kestiriminin (sürüm 11; otomatik ürün; 01.12.2025) eş şiddet (MMI) eğrilerini gösterir; ince eğriler yarım düzeylerdir; bu sürümde 257 sismik istasyon kaydından işaretlenmeyen 253'ü ve 147 şiddet gözleminde işaretlenmeyen 8'i yer hareketi bağıntılarıyla birlikte kullanılmıştır; 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 kaydıdır (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, hücre merkezi dış merkeze 153 km, kadraj dışında); kadraj dışında 55 hücre (10'u renkli, 9'u şüpheli; 127 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 41 olayın bildirilen en büyük topluluk şiddetini (CDI) büyüklüğe karşı vermektedir; yıldız çalışma olayının kaydıdır (Şekil 6c). Bölge bulutunda topluluk şiddeti çalışma olayınınkinden yüksek 1 kayıt vardır (10.08.2025 M 6,1, CDI 7,9, 238 bildirim). 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 hücre merkezi 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 gürültülü olduğundan (Atkinson ve Wald, 2007) 1-2 bildirimli 54 hücre renklendirilmemiştir; bu çalışmanın ölçütüyle şüpheli sayılan 9 hücre de renklendirilmemiştir.

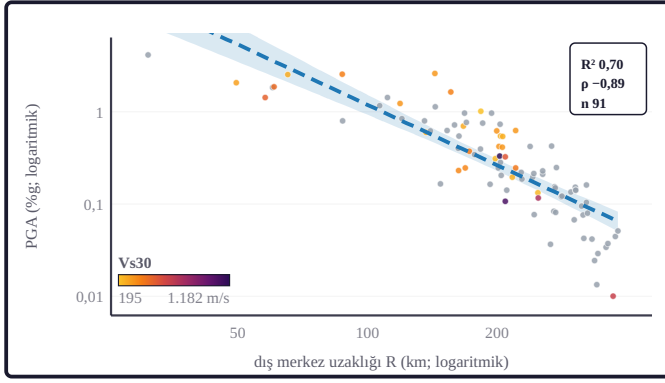
Gözlenen yer hareketi azalımı (tek olay regresyonu) Tablo 6'da, dalga formu kaydının künyesi Tablo 7'de, USGS ShakeMap istasyonlarında gözlenen ve bağıntılarla kestirilen yer ivmeleri Tablo 8'de, USGS PAGER modelinin şiddet düzeylerine göre kestirdiği maruz nüfus Tablo 9'da, USGS PAGER modelinin yerleşimler 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.

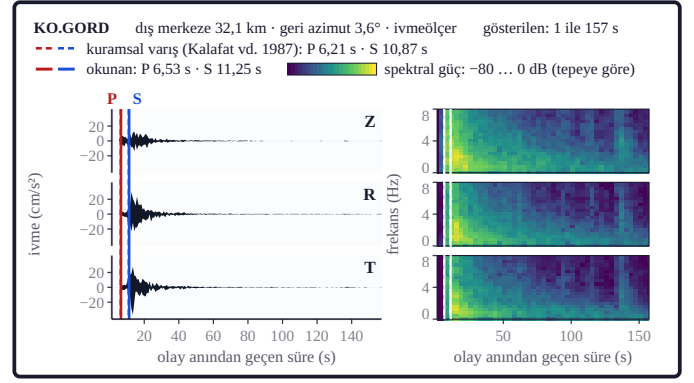
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

b-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.

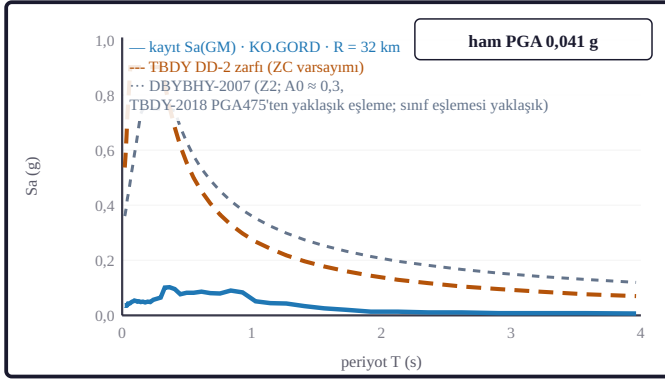
YER HAREKETİ VE ETKİ (DEVAM) · GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM)



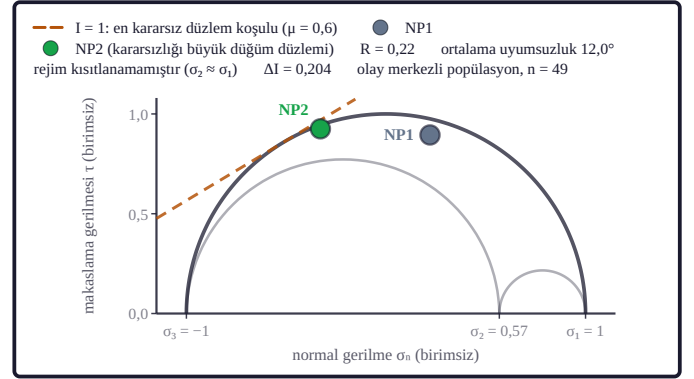
Şekil 7a. Her iki eksen de logaritmiktir, yatay eksen dış merkez uzaklığı R (km), dikey eksen PGA gösterir. Figür, kayıt istasyonlarında ölçülen en büyük yatay yer ivmesinin (PGA) dış merkez uzaklığıyla azalmasını verir ve PGA birimi eksen başlığında yazılıdır. Küçük daireler gözlemdir: her biri bir 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 2007 deprem yönetmeliğinin (DBYBHY-2007) karşılığıdır; mavi eğrinin turuncu zarfı aştığı periyot bandı, o periyoda denk yapı stoğu için tasarım düzeyinin aşıldığı banttır (S_a : Newmark- β SDOF çözümü, Newmark, 1959; TBDY 2018 tasarım spektrumu; gri eğri: DBYBHY-2007, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı; kayıt: FDSN ham ivme).



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 yatkındır. Şekil oranı R , ortalama kayma yönü uyumsuzluğu ve iki düzlemin kararsızlık farkı ΔI lejantıdır (Vavryčuk, 2014; kararsızlık ölçütü).

Şekil 7a–7d: Uydurmaya 91 aletsel kayıt girmiştir; topluluk (hissedilirlik) noktaları ayrı simgeyle çizilmiş, uydurmaya dâhil edilmemiştir (Şekil 7a ve 7c). Belirte 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 kümeye 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. Kayıta en büyük tepe genlik teğetsel bileşendedir; tepe genliğin 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).

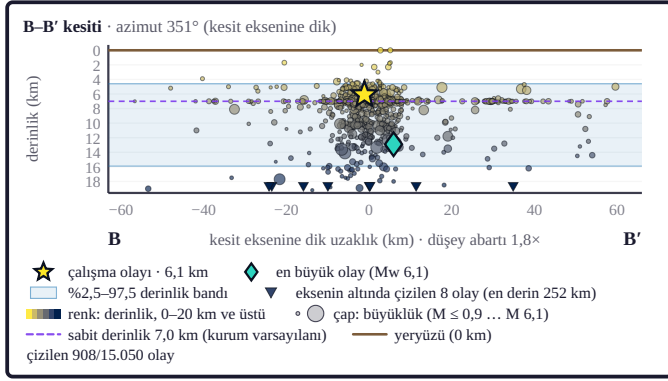
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

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

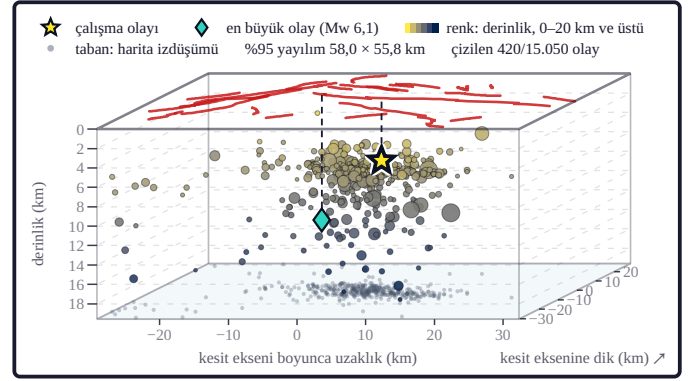
Olayın moment tensörü kurum çözümüdür (kurum ürünü: Global CMT; Ekström vd., 2012); bölgesel mekanizma popülasyonu GCMT katalogundandır (bu depremin dizisine ait çözümler kurum ürünü: Global CMT katalogu; geçmiş olayların çözümleri veri).

UZAMSAL GEOMETRİ VE DERİNLİK YAPISI (DEVAM)

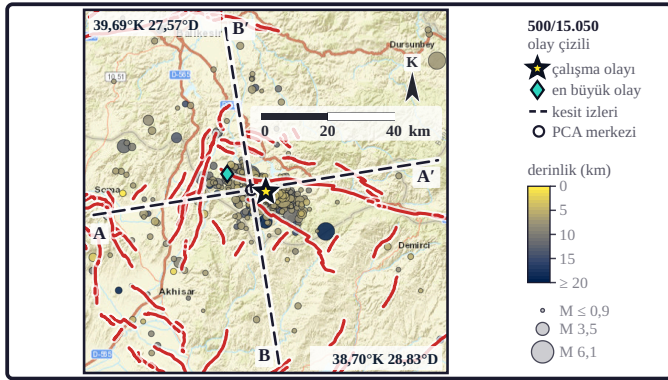
· ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME (DEVAM)



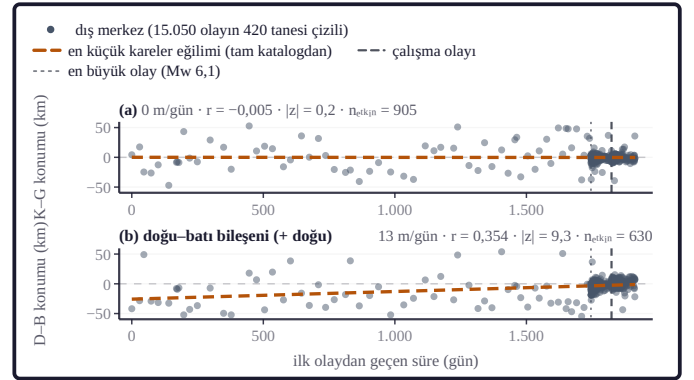
Şekil 8a. B-B' kesiti olayları kesit eksenine dik düşey düzleme izdüşür. İmler, renk ölçeği ve iki eksenin ölçeği A-A' kesitiyle aynıdır; düşey abartı iki kesitte eşittir (izdüşüm: çalışma kutusundaki olayların çizim örnekleme).



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



Şekil 8c. Derinlik renkli harita 15.050 olaylık katalogdan 500 olayı gösterir. Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir. Sarı yıldız çalışmaları olayıdır; kesikli A-A' ve B-B' doğruları kesitlerin harita izleridir.



Şekil 8d. Dış merkez koordinatlarının zaman serisi iki şeritte verilmiştir: (a) kuzey-güney, (b) doğu-batı bileşeni. Düşey eksen pencere kutusunun merkezine uzaklıktır (km; kuzey ve doğu artı) ve iki şerit aynı ölçektedir; yatay eksen penceresinin ilk olayından geçen süredir (gün). Turuncu kesikli doğrular iki bileşenin en küçük kareler eğilimidir; eğim, Pearson korelasyon katsayısı ve etkin örneklem büyüklüğüyle hesaplanan Fisher z değeri şerit başlıktadır. Kesikli düşey çizgi çalışmaları olayının, noktali düşey çizgi penceresinin en büyük olayının anını işaretler.

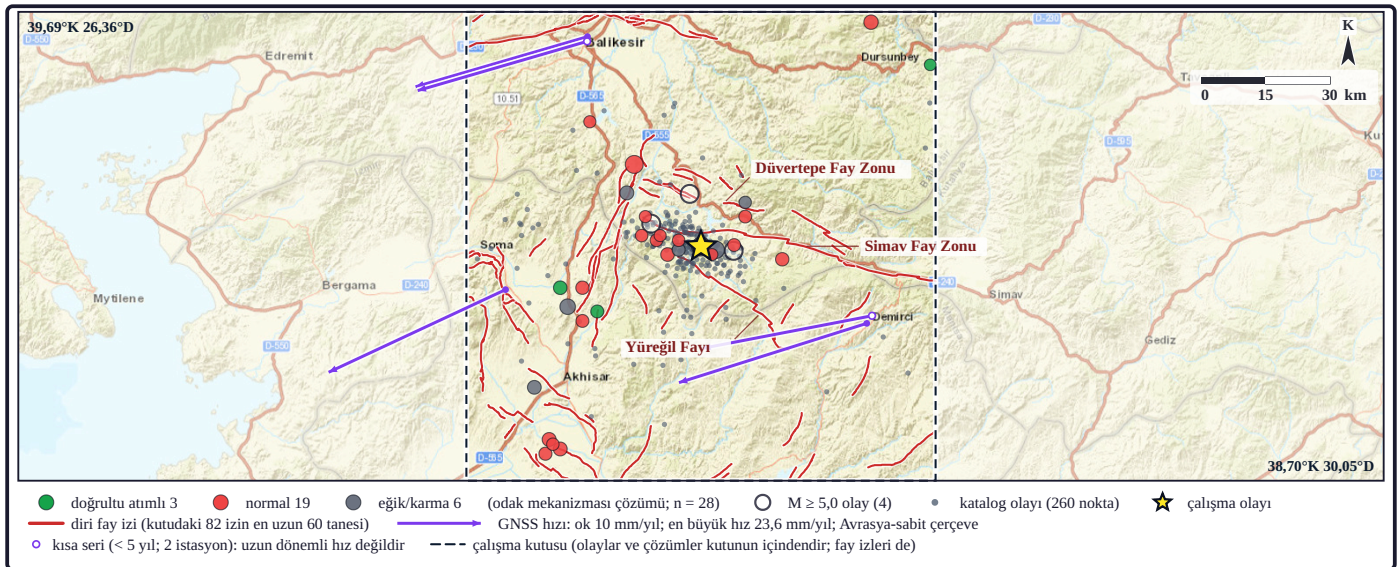
Şekil 8a-8d: Bulutun uzama oranı (uzun kenarının kısa kenarına oranı) 1,04, çalışmaları kutusunun en-boy oranı 1,00'dür; bulutun uzama oranı kadrainjini belirgin biçimde aşmadığından (iki oranın oranı 1,04) ölçülen uzama büyük ölçüde kadrain geometrisidir ve yapısal bir uzama iddiası kurulmamıştır (Şekil 8a). 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 8b). 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 15.050 kaydın 12.264 tanesi 10 km ve daha sığ, 2.786 tanesi daha derindir (tam katalog; Şekil 8c). Derinlik değerleri kurum çözümlerinden geldiği için bu okuma konum kalitesiyle sınırlıdır ve haritadaki renk, histogramdaki tepe ile birlikte okunmalıdır. Dış merkez koordinatlarının zaman serisi, harita gösteriminde üst üste düşen olayları zaman ekseninde ayırır (Şekil 8d). Kuzey-güney ve doğu-batı bileşenleri kutu merkezine göre kilometre cinsinden aynı ölçekte verilmiş, eğilim doğrularının eğimi m/gün cinsinden yazılmıştır. Olaylar zaman ekseninde dengesiz dağılmıştır (2.200 olaylık çizim örnekleminin ilk yarısında 160, ikinci yarısında 2.040 olay); bu dağılımda eğim birkaç uç olayın kaldırılmasıyla belirlenir ve korelasyon katsayısıyla birlikte okunmadan yorumlanmamalıdır. Kesikli düşey çizgi çalışmaları olayının, noktali düşey çizgi penceresinin en büyük olayının anını işaretler. Çalışmaları kutusu yayılımının geometrik ölçüleri Tablo 13'te, derinlik dağılımının ölçüleri Tablo A1'de, çalışmaları alanındaki adlandırılmış diri fay izleri Tablo A2'de verilmiştir.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Gerilme tensörü inversiyonu Michael (1984) doğrusal yöntemi ve Vavryčuk (2014) kararsızlık ölçütüyle yinelemeli çözülmüştür ($\mu = 0,6$; 3 yineleme; belirsizlik 200 yeniden örneklemenin %2,5-97,5 aralığıyla verilmiştir, yönün kısıtlanma düzeyi ise odak mekanizması açılarına gürlütle eklenerek yinelenen yeniden örneklemeye ayrıca sınanmıştır); SHmax doğrultusu Lund ve Townend (2007) türetimiyle, rejim sınıfı Anderson (1951) çerçevesi ve Dünya Gerilme Haritası kuralıyla (Zoback, 1992) verilmiştir.

Çalışmaları olayının dizideki rolü öncül ölçütüyle belirlenmiştir: çalışmaları olayından önce kaydedilen ve büyüklüğü (bir ondalıkta) ondan küçük olmayan bir olay, çalışmaları olayı o olayın uzay-zaman penceresine düşüyorsa öncül sayılır. Pencere zamanda Gardner ve Knopoff (1974) zaman penceresidir; uzayda aynı çalışmaları uzay penceresi ile Wells ve Coppersmith (1994) yeraltı kırık boyu bağıntısından hesaplanan kırık boyunun 1,5 katından büyük olmalıdır. Öncül ile çalışmaları olayı arasındaki süre 30 günü aşmıyorsa öncül süren dizinin parçası sayılır; bu durumda dizi sınıflaması uygulanmaz ve dizi moment payı, izleyen olay sayım alanında en erken öncülün zamanından başlayan kayıtlarla kurulur. Süre tavanını aşan ama kendi zaman penceresindeki bir öncülün dizisi, çalışmaları olayından önceki en çok 30 günün sayım yarıçapındaki olay oranının %95 Garwood (1936) alt sınırı aynı yarıçaptaki arka plan oranının en az 3 katıysa sürüyor sayılır. İki olayın büyüklükleri önce aynı kurumun moment tensörü büyüklükleriyle, yoksa aynı kurumun aynı türdeki büyüklükleriyle karşılaştırılır; kurumlar arası karşılaştırma yalnız bu ikisi bulunmadığında ve çekinceyle kullanılır.

BÖLGESEL TEKTONİK ÇERÇEVE



Şekil 9. 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 9: Tektonik çerçeve haritası, çalışma alanını bölgesel fay sistemleri ve 5 GNSS istasyonunun yıllık hız vektörleri bağlamına oturtur (Şekil 9). Vektörler istasyonların levha-sabit çerçevedeki uzun dönemli hızlarıdır; pencere içindeki dizinin anlık deformasyonunu göstermez. Seri süresi 5 yıldan kısa BAL1, DE11 istasyonlarının hızı kısa seriden kestirilmştir; uzun dönemli hız olarak okunmamalıdır ve şekilde içi boş istasyon imiyle gösterilmiştir. Yayınlanmış odak mekanizması çözümleri Tablo A3'te verilmiştir.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Süre eşiği ve kırık boyu katsayısı literatürden alınmamıştır; bu çalışmanın işletimsel ölçütleridir.

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 (14.471 kayıt), pencere istatistikleri bu tabanla kıyaslanmıştır.

Diri fay verisi MTA TDFH-2026 (Türkiye Diri Fay Haritası) katmanından alınmıştır (Elmacı vd., 2026). Katmanın çalışma kutusuna düşen parçaları sürekli izlere birleştirilmiştir: kutuda 82 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 87 izin (20 farklı ad) en uzun 8'i 5 ad altında çizelgede listelenmiştir. Şekillerdeki harita kadrıajları eş-dikdörtgen (equidistant cylindrical) izdüşümündedir: standart paralel kutunun orta enlemi olan 39,20°K'dir ve harita ölçeği iki eksenle eşit tutulmuştur: şekillerdeki tek ölçek çubuğu bu koşulla geçerlidir. Boylam ölçeğinin sapsması kutunun kuzey ve güney kenarlarında ters işaretlidir ve en çok 0,7'dir. Altlık karolan Fay 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.

**OLAY KÜNYESİ, KONUM GÜVENİLİRLİĞİ
VE BÜYÜKLÜK MUTABAKATI**

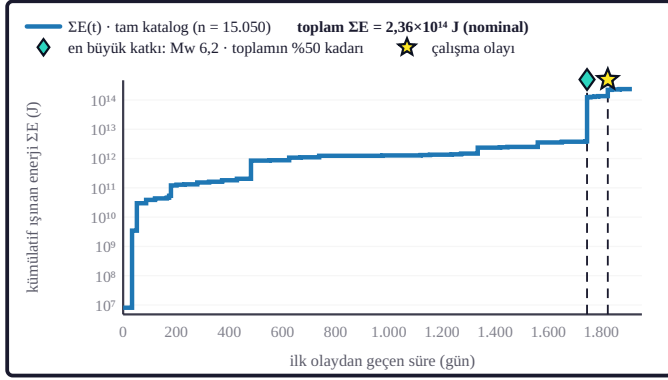
27.10.2025 tarihinde 19:48:29 UTC'de Sındırgı (Balıkesir) çevresinde, 39,1969°K, 28,2066°D koordinatlarında (AFAD çözümü), odak derinliği 6,1 km olan Mw 6,1 büyüklüğünde bir deprem kaydedilmiştir. Aynı olay için USGS çözümü (Global CMT kaydının başvurduğu hiposan) 39,1937°K–28,2425°D konumunu vermektedir; iki dış merkez arasındaki fark 3,6 km'dir.

Bu değ er kurumlar arası dış merkez farkıdır, bir konum hatası kestirimi değ erdir; konuma dayanan uzaklık ölç üleri bu farktan daha ince yorumlanmamıştır. Pencere kataloğ unda, $M \geq 3,0$ büyüklüğ und e ve en az iki kurumun ç özdüğü 290 olayda farklı kurum ç özümleri arasındaki dış merkez farkının ortancası 1,8 km, yüzde doksanlık değ eri 4,7 km olarak ölç ülmüştür (aynı olaya ait ç özümleri eş leştirme toleransı 54 km); bu ölç ü de kurumlar arası farktır ve eş leştirme toleransına koş ulludur. Olayın moment tensörü centroid derinliğı 12,0 km'dir (GCMT, ç özülemeyen centroid derinliğı ni sığ olaylarda 12 km'de sabit tutar; bu değ er ç özülmüş bir derinlik olmayabilir); küyenedeki odak derinliğı (6,1 km) ile birlikte iki değ er de sığ odak sınıfına düş er ($h < 70$ km). Uzak ağ ç özümleri (INGV; derinlik 9,2 km · GSI; derinlik 14,0 km) bu karşı laşt ırmaya katılmamıştır. Olayın katalog kaydı GFZ, AFAD, EMSC, USGS, INGV, GSI, ISC ve KOERI ç özümlerinin birleştirilmesiyle oluş muştur; benimsenen hiposantr AFAD ç özümdür. Moment ölç eğ indenki 4 kurum kaydı Mw 6,0–6,1 aralığ ındadır (en büyük fark 0,1 birim); GCMT moment büyüklüğü Mw 6,07 olarak verilmektedir. Öteki ölç eklelerdeki kayıtlar (KOERI ML 6,0) aynı fiziksel niceliğı ölç mediğ inden bu karşı laşt ırmaya katılmamıştır. Aktarılmış ç özümler (ISC Mw 6,1; NEIC ç özümlerinin aktarımı) başka bir kurumun ç özümlerini yinelerdiğ inden ayrı kurum ölç ümü sayılmamıştır. Uzak ağ ç özümleri — GSI Mw(6,1), INGV Mw 6,0 — derinlik karşı laşt ırmasında olduğı gibi büyüklük karşı laşt ırmasına da katılmamıştır. Konum ç özümlerinin yayımlanmış tek kalite ölç üş ü şudur: varış artığı RMS = 0,43 s. Yatay ve düş ey konum belirsizliğı (ERH/ERZ) bu katalogta yayımlanmamıştır. USGS geoserve yer hizmetine göre (sorgu 23.10.2026) olayın Flinn–Engdahl bölgesi Batı Türkiye olarak verilmektedir; USGS'in güncel köken ç özümlerine göre dış merkez Türkiye'deki Sınd ırğ ının yaklaşık 8 km güneydoğ usunda, Bigadiç'in yaklaşık 24 km güney–güneydoğ usunda ve Gördes'in yaklaşık 29 km kuzeyinde yer almaktadır; uzaklık ve yönler bu çalış mada hesaplanmıştır. USGS ComCat'te bu olay için 2 moment tensörü ç özümleri yayımlanmıştır (U.S. Geological Survey, 2017): Mww ç özümleri Mw 6,0 (merkez derinliğı 15,5 km, çift kuvvet payı %85) ve Mwb ç özümleri Mw 6,0 (merkez derinliğı 9,0 km, çift kuvvet payı %38); ComCat'ın tercih ettiğı ç özümler Mww ç özümdür; ç özümlerin merkez derinlikleri 9,0–15,5 km aralığ ında kalır; ç özümlerin en son güncellemesi 15.01.2026 tarihlidir.

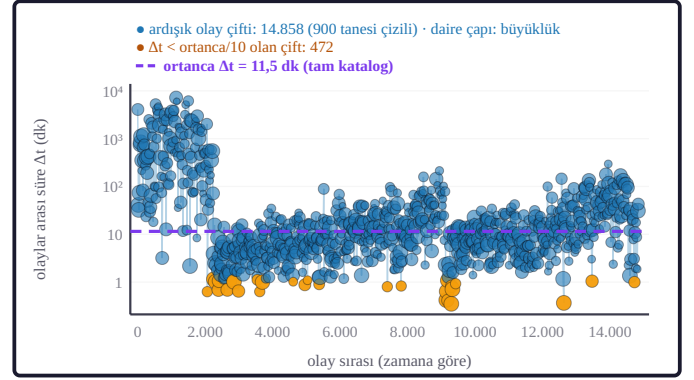
KAYNAK FİZİĞİ: SİSMİK MOMENT, ENERJİ VE GERİLME DÜŞÜMÜ

Sismik moment $M_0 = 1,616 \times 10^{18}$ N·m'dir (M_w 6,07; GCMT skaler momenti). Bu büyüklükten $\log_{10} E = 1,5 \cdot M_w + 4,8$ bağıntısıyla türetilen nominal ısıyan enerji $E \approx 8,1 \times 10^{13}$ J'dür; değer Kanamori (1977) varsayımına ($E/M_0 \approx 5 \times 10^{-5}$) dayanır ve ölçülmüş bir ısıyan enerji değildir. Gerilme düşümü, kaynak dikkörtgeninin boyutlarıyla ve dikkörtgenin fay bağıntısıyla $\Delta \sigma \approx 0,56\text{--}1,6$ MPa aralığında kestirilmiştir; alt sınır yüzeye ulaşan, üst sınır derine gömülü kırığa karşılık gelir.

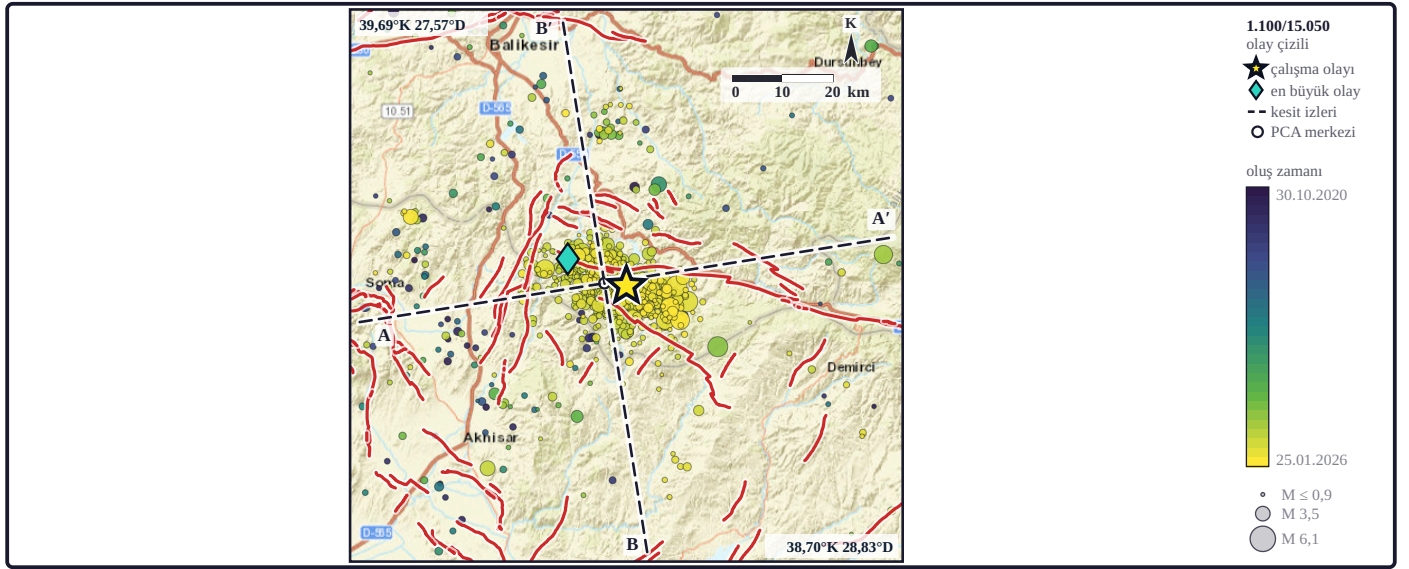
ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME (DEVAM)



Şekil 10a. Mavi basamak eğrisi kümülatif ısınan sismik enerjidir (ΣE , logaritmik eksen). Kesikli düşey çizgiler çalışma olayını ve en büyük tek katkıyı işaretler (Gutenberg ve Richter, 1956 enerji bağıntısı).



Şekil 10b. Düşey eksen 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 10c. Daire rengi oluş zamanını (koyu mor en eski → sarı en yeni), çapı büyüklüğü verir. Öbür imler Şekil 8c'deki gibidir.

Şekil 10a–10c: Kümülatif ısınan enerji basamakları, toplam boşalımın kaç olaya dağıldığını gösterir (Şekil 10a). Pencerede ısınan toplam enerji $2,36 \times 10^{14}$ J'dür (nominal toplam; katalog büyüklüklerinden). Bekleme süresi serisi, ardışık olaylar arasındaki zaman farkını olay sırasına göre verir (Şekil 10b). Ortanca bekleme süresi 11,5 dakika düzeyindedir (tam katalog); bu değerin onda birinden kısa 472 aralık ölçülmüştür (14.858 aralıkta); pencere, çalışma olayını izleyen yoğun dizi dönemini arka plan dönemiyle birlikte içerdiğinden seri durağan değildir; tek bir üstel (Poisson) bekleme dağılımıyla kıyas bu karışmada kümelenmeyi ölçmediğinden kurulmamıştır (yoğun dönemdeki kısa aralık açığı büyük olayların kotasından ve katalogdaki algılama ölü zamanından da kaynaklanabilir). Dış merkezler oluş zamanına göre renklendirilerek etkinliğin kadrj içinde nasıl olduğu gösterilmektedir (15.050 olay; ilk–son olay arası 1.913 gün; Şekil 10c). Ağırlık merkezinin zaman içindeki yer değiştirmesi sismisite göçü bölümünde ölçülmüştür; bu panelde bir model oturtması yapılmamış, doğrusal/difüzyf ayrımına gidilmemiştir. Pencere ile arka plan döneminin kıyası Tablo 14'te, raporlanmayan çözümler ve eleme gerekçeleri Tablo A4'te, çekince düşülen çözümler ve çekince gerekçeleri Tablo A5'te, çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri ve tolerans duyarlılığı Tablo A6'da verilmiştir.

KAYNAK FİZİĞİ: SİSMİK MOMENT, ENERJİ VE GERİLME DÜŞÜMÜ (DEVAM)

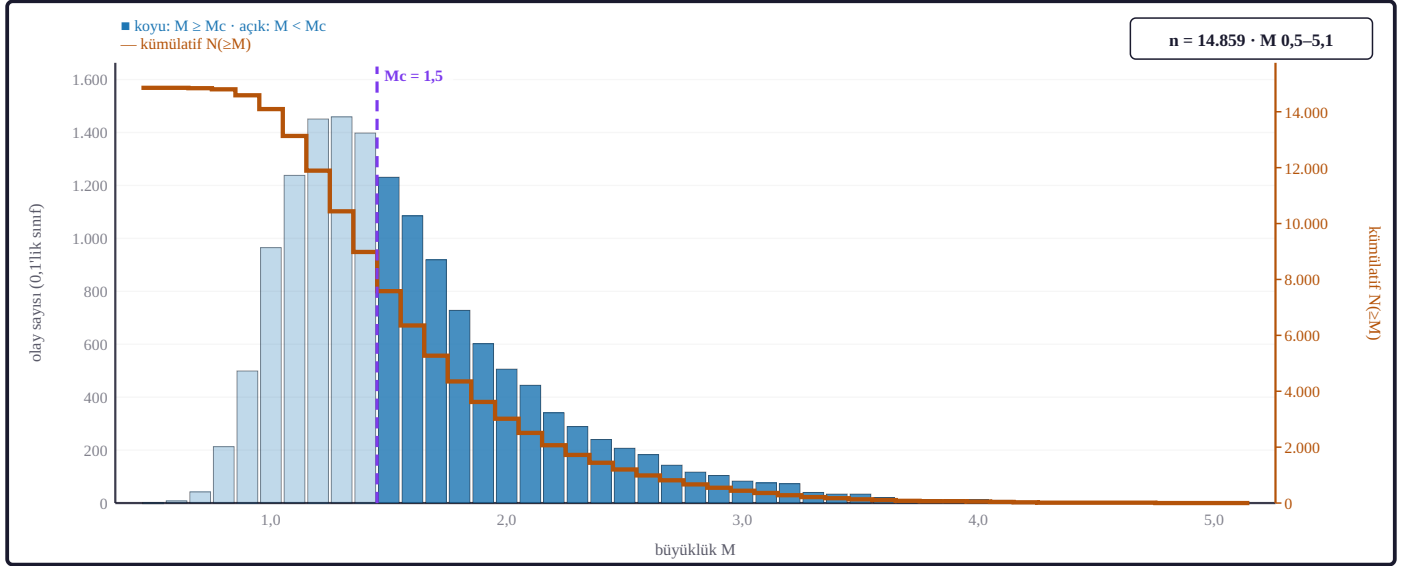
Kırığın üst kenar derinliği gözetildiğinde nokta değer $\Delta\sigma \approx 0,90$ MPa'dır. Duyarlılık sinamasında ampirik ölçekleme dikdörtgeniyle eşit alanlı dairesel çatlak ($R = 6,1$ km; GCMT $M_0 = 1,62 \times 10^{18}$ N·m) 3,1 MPa vermektedir. Birincil kestirimle birlikte incelenen 2 seçeneğin tümünde nokta değer 3,1 MPa, aralığın sınırları 1,2–3,1 MPa arasında kalmaktadır; artçı zonundan türetilen yarıçap kaynak boyutu olmadığından bu aralığa alınmamıştır. Bu aralık yalnız incelenen seçeneklerin yayılımıdır; yayımlanmış öbür boyut seçenekleri (ör.

sonlu fay modelinin kendi düzleminin boyutları) yerel arşivde bulunmadığından aralığa girmemiştir; aralık bu nedenle kırık boyutu belirsizliğinin tamamını göstermez. Duyarlılık olarak erken artçı zonu (çalışma olayına uzaklıkların %90 yüzdeliği; ilk 2 gün) üzerinden alınan $R = 9,7$ km yarıçaplı dairesel çatlak (Eshelby, 1957) $\Delta\sigma \approx 0,79$ MPa ($n = 583$ olay) vermektedir; artçı zonu kaynak yarıçapı olmadığından bu değer benimsenen kestirim değildir. Ampirik ölçekleme (Wells ve Coppersmith, 1994; doğrultu atımlı kolu) Mw 6,07 için 15,7 km yer altı kırık uzunluğu vermektedir; kol, mekanizmanın baskın kayma bileşenine göre seçilmiştir.

ODAK MEKANİZMASI, MOMENT-TENSÖR AYRIŞIMI VE GERİLME REJİMİ

GCMT moment tensörü 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 ($39^\circ, 4^\circ, 51^\circ$) Frohlich ve Apperson (1992) eşiklerinin ($B > 60^\circ, P > 60^\circ, T > 50^\circ$) hiçbirini aşmadığından mekanizma tek bir faylanma sınıfına atanmamıştır. Kayma açılarına göre kaymanın doğrultu boyunca bileşeni NP1 düzleminde %89, NP2 düzleminde %85 düzeyindedir; kayma iki düzlemde de ağırlıkla doğrultu atımlıdır. GCMT deviatorik moment tensörünün özdeğer ayrışımı %DC = 53,3, %CLVD = 46,7 vermektedir (lune boylamı $\gamma = -12,9^\circ$; %ISO = 0 ve $\delta = 0$ değerleri ölçüm değil, GCMT çözümünün deviatorik kısıtı gereğidir).

BÜYÜKLÜK İSTATİSTİĞİ VE KATALOG TAMLIĞI



Şekil 11. Tamlık büyüklüğü $M_c = 1,5$ olarak benimsenmiştir (azami eğrilik + 0,2 ölçütü); bu eşikte uyum iyiliği %97,6 düzeyindedir; pencerenin en büyük olayı $M 5,1$ 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 dolgudur (tam katalog, $n = 14.859$).

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 örneklemle kurulmuştur; eşik altı veriyi katmak b değerini sistematik olarak düşürürdü. Kurumlar arası büyüklük karşılaştırması Tablo 15'te, USGS ürün çözümlerinin sürümden sürüme değişimi Tablo 16'da, tarihsel eşik üstü depremler Tablo A7'de verilmiştir.

ODAK MEKANİZMASI, MOMENT-TENSÖR AYRIŞIMI VE GERİLME REJİMİ (DEVAM)

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 yinelenmeli 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 $SH_{max} = 115^\circ$ (%2,5–97,5 yeniden örneklem aralığı: $112\text{--}118^\circ$) olarak vermektedir; gerilme şekil oranı $R = 0,22$ (0,09–0,35). SH_{max} 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: 28 çözümün 19'u (%68) bu sınıftadır. Oranın %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 nitelemesi 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 $M_w \geq 4,0$ eşiğinde 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 0,4–8,7 km aralığında olup ortancası 2,9 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 çözümden oluşmaktadır; bu popülasyon yukarıdaki bölgesel mekanizma kümesinden farklıdır.

KIRILMA GEOMETRİSİ VE GERÇEK KIRIK DÜZLEMİNİN KISITLANMASI

Çalışma kutusundaki sismisitenin yatay yayılımı $58,0 \times 55,8$ km boyutundadır (uzun $\times$ kısa eksen); olayların %95'i 4,6–15,9 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 eksenini 123° doğrultusunda (%95 güven aralığı $120\text{--}126^\circ$); uzama oranı 1,64'tür ($n = 5.771$). İzleyen olay kümesinin yatay boyutu $33,0 \times 20,4$ km olarak ölçülmüştür. İzleyen olaylar süren dizinin öncüllerinin etkinliğini de içerdiğinden bulut ölçüleri çalışma olayının kendi artçalarına özgülenemez ve bu çekinceyle okunmalıdır. Aynı bulutun %95 kovaryans elipsinin yarı eksenleri 22,2 ve 13,6 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 0,3 km olarak ölçülmüştür (oran 0,01; azimut 200°); izleyen olaylar süren dizinin öncüllerinin etkinliğini de içerdiğinden bu oranla kırılmanın tek ya da çift taraflılığı hükme bağlanmamıştır. İzleyen olay uzanımına en yakın düğüm düzlemi NP2 olup doğrultu farkı $33,9^\circ$ 'dir; izleyen olaylar süren dizinin öncüllerinin etkinliğini de içerdiğinden bu yakınlık düzlem seçiminde kanıt sayılmamıştır. 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 eşiğin 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.

DİZİ İSTATİSTİĞİ

Çalışma olayını izleyen 90 günlük dönemde, 55 km yarıçaplı Gardner–Knopoff uzay penceresi (Gardner ve Knopoff, 1974) içinde 11.467 izleyen olay kaydedilmiştir; bunların en büyüğü $M 5,1$ büyüklüğündedir. Çalışma olayı, kendisinden önce kaydedilen ve kendisinden büyük bir depremin uzay–zaman penceresi içindedir: 10.08.2025 tarihli $M_w 6,2$ (çalışma olayından 78,1 gün önce, dış merkezine 13 km uzaklıkta).

Aradaki süre bu çalışmanın süren dizi zaman tavanını (30 gün) aşmaktadır; ancak çalışma olayından önceki 28,8 günde 55 km yarıçaplı alandaki olay oranı (27,8 olay/gün) arka plan oranının (1,07 olay/gün) 26 katıdır; bu çalışmanın işletimsel ölçütünde (oranın %95 alt sınırı arka planın en az 3 katı) bu durumda dizi sürmektedir. Bu nedenle bu deprem süren dizinin öncülü sayılmıştır; çalışma olayı bu dizinin en büyük olayı değildir. Dizi sınıflaması yalnız çalışma olayını ve onu izleyen kayıtları kapsadığından ve öncülleri saymadığından bu raporda uygulanmamıştır. Dizi moment payı, 55 km yarıçaplı izleyen olay sayım alanında çemberin içindeki en erken öncülün (10.08.2025 tarihli Mw 6,2) zamanından olay sonrası gözlemin sonuna kadar kaydedilen olayların toplam sismik momentiyile kurulmuştur (çalışma olayından önce 1.015, sonra 5.771 kayıt; öbür kayıtların momenti katalog büyüklüğünden, moment büyüklüğü sayılarak): çalışma olayı bu toplamın %41 kadarını taşımaktadır. Yalnız çalışma olayı ve onu izleyen kayıtlar sayıldığında pay %81 olur; bu değer öncülleri dışarda bıraktığından dizinin moment payı olarak kullanılmamıştır. İzleyen olayların ($M \geq 1,4$) günlük oranı, ilk ölçüm aralığında (3,6–8,1 gün) günde 94 olaydan (%95 güven aralığı 84–110) son ölçüm aralığında (40–90 gün) günde 15,2 olaya (%95 güven aralığı 14–17) inmiştir; ilk aralıktaki oran son aralıktakinin 6,2 katıdır (%95 güven aralığı 5,4–7,0) ve azalma kesin Poisson güven sınırlarıyla (Garwood, 1936) istatistiksel olarak ayırt edilebilir düzeydedir; ilk 49 saatin kaydı eksik olduğundan ilk ölçüm aralığı kaydın tamlanmış andan sonraki ilk aralıktır. Omori–Utsu sönüm yasası $n(t) = K/(t + c)^p$ bu diziye en büyük olabilirlik yöntemiyle (Ogata, 1983) uydurulmuştur ($n = 3.394$ 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; tamlik eşiği çalışma olayını izleyen ilk pencerede 2,8'dir ve 1,4 değerine çalışma olayından 48,6 saat sonra inmektedir. İlk saatlerin olay sayısı eksik olduğundan c yukarı yanı 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); Bâth yasası (Bâth, 1965) bir dizinin en büyük olayı ile en büyük artçısı arasındaki farkı tanımladığından ve çalışma olayının öncülleri bulunduğundan bu fark yasayla karşılaştırılmamıştır. Aynı fark moment tensörü büyüklükleriyle $\Delta M = 1,13$ değerindedir; iki ölçek ayrı ayrı verilmiş, birbirine karıştırılmamıştır. Aynı dizi için büyüklük–frekans (Gutenberg–Richter) bağıntısının ekstrapolasyonundan (Gutenberg ve Richter, 1944) türetilen en büyük olay kestirimi $M^* \approx 6,3$ 'tür (kestirimde kullanılan $b = 0,73$; 55 km yarıçaplı dizi penceresinde $M \geq 1,4$ olan 3.394 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 yanı olabilir; b küçüldükçe M^* büyüdüğünden kestirim yukarı yanı olabilir: ilk 48,6 saat dışlanarak kurulan ikinci kestirimde ($b = 0,81$, olay sonrası dönemin ikinci b kestiriminden; $M \geq 1,4$ olan 2.832 izleyen olay) $M^* \approx 5,6$ 'dır ve aynı alt listede gözlenen en büyük izleyen olay M 5,1'dir. Reasenberg–Jones dizi modeli çalışma olayını dizinin baş olayı olarak aldığından ve çalışma olayı bu çalışmanın ölçütüyle dizinin en büyük olayı olmadığından modelin olasılıkları bu raporda verilmemiştir. Etkinlik zonunun mekânsal evrimi $R(t) = R_0 + a \cdot \log_{10}(t/t_0)$ biçiminde modellenmiş (Tajima ve Kanamori, 1985); $R_0 = 9$ km, $a = 3,1$ km/onluk (zamanın her on katına karşılık yarıçap artışı; boyutsuz oran 0,355, $n = 5.771$) bulunmuştur. Ölçülebilir log-zaman genişlemesi vardır (zaman–uzaklık permütasyonu $p = 0,003$; eğimin %95 yeniden örnekleme aralığı 2,1–4,0 km/onluk). Zarf kestiricisi yanlıdır: zaman ile uzaklık arasında ilişki yokken de eğimin ortancası 0,5 km/onluk çıkar; yanlılık düzeltilmiş eğim ise 2,6 km/onluk olarak bulunur. Bu genişleme literatürde deprem sonrası kayma (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 büyür; 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.

Çalışma olayından önceki 90 günlük pencerede 54,7 km yarıçapta 7.017 olay kayıtlıdır (pencerenin oranı 77,97 olay/gün; pencereden önceki dönemin aynı yarıçaptaki ortalama arka plan oranı 1,07 olay/gün); taban döneminin pencereye bitişik 19 adet 90 günlük kutusunun aşırı yayılımı ($VMR = 18,3$) hesaba katıldığından negatif binom üst-kuyruk $p < 0,001$ (Poisson $P < 0,001$, duyarlılık) ile etkinlik arka plandan istatistiksel olarak ayrılmaktadır ve retrospektif öncü kümesi adaydır (ampirik sıra muhafazı 19 taban kutusuyla 0,05 düzeyine erişemediğinden karar negatif binom kuyruğuna dayanır; gözlenen sayım taban kutularının tümünü aşmaktadır); ters Omori uydurması arama sınırına dayandığından q raporlanmamıştır. Öncü etiketi yalnızca ana şok gerçekleştikten sonra, geriye dönük konabilir.

STATİK COULOMB GERİLME AKTARIMI VE GÖZLEMSEL SINAMASI

ΔCFS alanı, yarı-sonsuz elastik ortamdaki dikkörtgen dislokasyon çözümüyü (Okada, 1992), kaynak fayla eş yönelimli alıcı düzlemde, etkin sürtünme katsayısı $\mu' = 0,40$ ile 6,1 km derinlikte ve 68×62 düğümlü ızgarada hesaplanmıştır. Gerilme aktarımı hesabının kaynak geometrisi ampirik ölçeklemeyle (Wells ve Coppersmith, 1994) kurulan, hiposantr merkezli dikkörtgendten 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: 4.062 izleyen olayın 1.741 tanesi (%43) +0,1 bar üzerindeki yükleme alanında, 1.899 tanesi (%47) –0,1 bar altındaki gölge alanında, 422 tanesi iki eşik arasındaki yansız banttadır; kaynak düzleminin üstüne düşen 1.709 izleyen olay bu sayımın dışında tutulmuştur. İzleyen olaylar süren dizinin öncüllerinin etkinliğini de içerdiğinden sinamanın sayımları çalışma olayının kendi artçalarına 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 %24 olarak ölçülmüştür (523/2.219); izleyen olay payı ile boş model payı arasındaki fark 19,3 yüzde puanıdır (%95 güven aralığı 16,9 ile 21,6 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 göre ve alan tetiklenme kanıtı olarak değil, gerilme aktarımının yön ve mertebe 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 1.693 yükleme, 1.968 gölge ve 401 yansız bant biçimindedir; diferansiyel gerilme 10 bar alındığında 3.014 yükleme, 669 gölge ve 379 yansız bant elde edilir (iki sayım arasında sınıfı değişen olay sayısı 1435). 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 2.237 yükleme, 1.507 gölge ve 318 yansız bant vermektedir (sınıfı değişen olay sayısı 886). Sayım varsayılan gerilme büyüklüğüne ve gerilme alanının seçimine bu ölçüde bağlı olduğundan yorumlanmamıştır. Sayımların kaynak derinliği seçimine duyarlılığı da ölçülmüştür: kaynak dikkörtgeni GCMT moment tensörü senitroid derinliğine (12,0 km) ortalandığında izleyen olayların 2.306 tanesi yükleme, 1.779 tanesi gölge alanına, 544 tanesi yansız banda düşmektedir (benimsenen 6,1 km merkez derinliğinde 1.741, 1.899 ve 422); kaynak üstünde kaldığı için sayım dışı tutulan izleyen olay sayısı 1.709 yerine 1.142 olur. Bu karşılaştırma bu çalışmanın işletimsel duyarlılık sinamasıdır; iki derinlik arasındaki fark, sayımların kaynak geometrisi varsayımına ne ölçüde bağlı olduğunu gösterir. Sonlu kaynak dikkörtgeni $89^\circ/67^\circ/-148^\circ$ 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 $|\Delta CFS|$, bu çalışmada yansız bant eşiğı olarak alınan 0,1 bar'ı aşmaktadır. Dügüm değerlerinin ortancası -0,0027 bar, %5–95 aralığı -0,33 ile 0,11 bar arası, %1–99 aralığı -3,3 ile 0,42 bar arası olarak hesaplanmıştır. Dislokasyon çözümünde gerilme kaynak dikdörtgeninin kenarlarında ıraksadığından alanın uç değerleri ızgara aralığına bağlıdır ve raporlanmamıştır. Alan iki bileşenine ayrılarak da incelenmiştir: makaslama gerilmesi değışimi $\Delta\tau$ ve fay düzlemine dik normal gerilme değışimi $\Delta\sigma_n$ ($\Delta CFS = \Delta\tau + \mu' \cdot \Delta\sigma_n$). İki panel aynı kadrj ve aynı kaynak geometrisiyle çizildiğınden, birleşik alandaki desenin hangi bileşenden doğduğı doğrudan okunabilir. Gözlemsel karşılık olarak β oran-değışim istatistiğı (Matthews ve Reasenber, 1988) hesaplanmış; 36×36 düğümlü haritada 1.146 düğümdede oran artışı ($\beta > 2$), 40 düğümdede sismik gölge ($\beta < -2$) ölçülmüştür (ana şok öncesi 5 yıl, sonrası 90 gün fiil gözlem; yalnız kuramsal beklenen sayımı $E \geq 1$ olan 1.296 düğüm değerlendirilmiştir; $n = 14.859$). Bu sayımlar tekil düğüm eşiğıne göre: 1.296 düğüm birlikte sınanadığından, gerçek bir değışim olmasa dahi her yönde yaklaşık 30 düğümlün eşiğı yalnız şans eseri aşması beklenir; düğümler örtüşen toplama yarıçapları nedeniyle bağımsız da değıldir. Tekil düğüm sayısı bu nedenle tek başına anlamlılık kanıtı sayılmamıştır. Model loblarıyla örtüşme kanıt niteliğindedir, öngörü değıldir.

BÖLGESEL SİSMİSİTE VE TARİHSEL BAĞLAM

Olay merkezli bölgesel katalogun b değeri raporlanmamıştır: uydurulan üstel yasa dağılımın üst kuyruğunu betimlememektedir ($M \geq 5,0$ için yasadan beklenen olay sayısı 18,1 iken katalogda 4 olay bulunmaktadır; binom olasılığı $< 0,001$, bu çalışmanın işletimsel eşiğı 0,01). Gerekekte ektaki raporlanmayan çözümlemeler çizelgesinde verilmiştir. Tarihsele eşik üstü kayıtlar, çalışma olayından önceki dönem için iki halkalı bir ölçüde derlenmiştir: 150 km yarıçapta $M \geq 6,0$ (17 kayıt) ve 60 km yakın kuşakta ayrıca $5,0 \leq M < 6,0$ (28 kayıt); toplam 45 kayıt. Yakın kuşaktaki $M \geq 5,0$ kayıtların sayısı 31'dir; bunların 3'ü $M \geq 6,0$ büyüklüğündedir ve ilk ölçüde sayılmıştır. Derlemedeki en büyük olay 1953 yılında, dış merkeze 119 km uzaklıkta gerçekleşen M 7,3 depremdir. Derlemenin öteki büyük kayıtları şunlardır: 1970 M 7,2 (113 km); 1919 M 7,0 (47 km); 1964 M 6,8 (123 km); 1969 M 6,8 (75 km). Derlemenin dış merkeze 20 km'den yakın 5 kaydı şunlardır: 28.10.1942 M 5,3 (8,2 km); 21.09.2025 M 5,0 (13 km); 10.08.2025 M 6,2 (13 km); 07.10.1969 M 5,4 (17 km); 03.09.1972 M 5,1 (20 km). Gardner–Knopoff uzay–zaman pencereleriyle ayrıştırılmış bağımsız $M \geq 6,1$ olaylar 100 km yarıçaplı alanda çalışma olayından önce 4 kez gözlenmiştir (126 yıllık gözlem süresi). Bağımsız olayların ortalama yinelenme aralığının %95 güven aralığı 12–120 yıldır (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 sınanamadığından değeri, eksik erken dönem kayıtları ölçüsünde yanlış olabilir.

ARKA PLAN DÖNEMİ KARŞILAŞTIRMASI

Çalışma olayını izleyen 90 günlük dönemde 55 km yarıçaplı dairede ve olay sonrası dönem ile arka plan döneminin ortak tamlık eşiğinde ($M \geq 1,6$) 4.487 olay kaydedilmiştir; bu sayı 49,9 olay/gün oranına karşılık gelir. Çalışma penceresinden önceki ve onunla örtüşmeyen 5 yıllık arka plan dönemi (30.10.2015 – 28.10.2020) aynı dairede ve aynı eşikte 5.713 olay içermektedir; bu dönemin oranı 3,1 olay/gün düzeyindedir. Oran katı 16'dır (%95 güven aralığı 15–17); aralık, iki Poisson sayımı için kesin koşullu aralıktır (Clopper ve Pearson, 1934). Aralık, sayımların bağımsız Poisson olduğu varsayımına dayanır; ayrıştırılmamış (kümelenmiş) sayımlarda gerçek belirsizlik daha genişdir. Çalışma olayını izleyen ilk saatlerde katalog küçük olaylarda eksik olduğundan (ilk pencerede tamlık eşiğı 2,8) olay sonrası sayım ve dolayısıyla oran katı alt sınırdır; güven aralığı bu eksikliği taşımaz. Olaydan önceki 365 günün aynı dairedeki oranı da arka planın üzerindedir (5,4 kat; %95 güven aralığı 5,3–5,6); pencere önceki bir dizinin sönümünü de içerdigiğinden oran farkı yalnız bu olayın dizisine bağlanmamıştır. Olay sonrası sayım öncüllerin sürmekte olan etkinliğini de içerdigiğinden oran katı, çalışma olayının kendi dizisini bu etkinlikten ayırmaz. Pencere ve arka plan dönemlerinin b değerleri ortak tamlık eşiğinde ($M_c = 1,8$) yeniden kestirilerek kıyaslanmıştır: pencere $b = 0,83 \pm 0,01$ ($N = 4.349$; belirsizlik kestiricisi: Aki, 1965), arka plan $b = 0,88 \pm 0,02$ ($N = 4.938$; belirsizlik kestiricisi: yeniden örnekleme). Fark $|\Delta b| = 0,05$, birleşik belirsizlik 0,02 değerindedir; fark birleşik belirsizliğin iki katını (0,04) aştığından iki dönem b bakımından ayrılmaktadır (fark, birleşik belirsizliğin 2,5 katıdır).

Birleşik belirsizlik yalnız örnekleme belirsizliğini taşıdığından bu ayrışma, b değeriinde fiziksel bir değışimin 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 değıldir.

SİSMİSİTE GÖÇÜ VE DÖNEM BÖLÜTLEMESİ

Sismisitenin ağırlık merkezi, zaman sırasına göre ilk %10 ve son %10 olay (her dilimde 1.505 olay) arasında 17,7 km yer değıştirmiştir (azimut 94°; iki dilimin ortalama zamanları arasında 1.243,2 gün; ortalama 14 m/gün). Bu ölçü iki ortalamanın farkıdır; bir göç modeli uydurması değıldir. 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 91° yönünü vermektedir; iki kestiricinin yönleri arasındaki fark 3°'dir (ağırlık merkezi farkı pencerenin iki ucunu, regresyon bütün pencereyi tartar). Eğilimin anlamlılığı, kümelenmeye karşı etkin örnekleme büyüklüğüyle (n_{etkin} ; Gardner–Knopoff bağımsız küme sayısı ile birinci dereceden öz bağlanım ve öz ilişki düzeltmelerinin en küçüğü) ve Fisher z dönüşümüyle sınanmıştır: kuzey–güney bileşeninde $r = -0,005$, $n_{\text{etkin}} = 905$ ile $|z| = 0,2$; doğu–batı bileşeninde $r = 0,354$, $n_{\text{etkin}} = 630$ ile $|z| = 9,3$. 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 değışim noktası başına BIC (Bayesçi bilgi ölçütü) cezasıyla bölütlenmiştir; bölütleme, 15.050 olayın kümülatif eğrisinin eşit aralıklı 800 noktalık örneğı üzerinde yapılmıştır. Bölütleme 8 bölüt vermiştir; bölütlerin süresi ve olay oranı zaman sırasıyla şöyledir: 1.745 gün, 1,3 olay/gün; 5,4 gün, 304,9 olay/gün; 13 gün, 162,8 olay/gün; 28 gün, 81,1 olay/gün; 32 gün, 30,6 olay/gün; 4,5 gün, 233,9 olay/gün; 19 gün, 121,8 olay/gün; 66 gün, 36,0 olay/gün. Pencerenin toplam sismik momenti $4,71 \times 10^{18}$ N·m'dir (nominal: moment türü olmayan büyüklükler moment büyüklüğü sayılarak; GCMT çözümü bulunan öbür 15 olay toplama GCMT skaler momentıyla girmiştir; ölçülmüş bir moment toplamı değıldir); çalışma olayının bu toplamdaki payı %34'tür. Moment bütçesinin üst kanalında ($M \geq 5,1$) 3 olay toplam nominal momentin %85 kadarını, kalan 15.047 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 bağlantılarıyla 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 bağlantılarının kestirimidir. Haritada KothaEtAl2020ESHM20 yer hareketi bağlantıları (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 olarak yayımlanmıştır; topluluk değerinin en yüksek ucu en az 3 bildirim eşiğini karşılamadığından iki değeri arasında kıyas kurulmamıştır. Topluluk şiddeti ve model şiddeti değerleri ürünlerin 23.08.2026 16:54:18 UTC'deki durumuna aittir; bildirim sayısı ve şiddet değerleri sonraki güncellemelerle değışir. 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 değeri Kütahya'da (3 bildirim) CDI 4,2 olarak hesaplanmıştır (Wald vd., 2011). Birkaç bildirimde dayanan değerler gürültüldür (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 Jessee 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 gözleminin en yüksek değeri en az 3 bildirimi karşılamadığından bu değerle kıyaslanmamıştır; tek tek az bildirimli hücrelerle kurulan uyum bir doğrulama sayılmaz. 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 (Newmark-β yöntemi; Newmark, 1959) hesaplanmıştır. Yatay bileşenlerin geometrik ortalaması $T = 0,36$ s periyodunda $S_a = 0,10$ g tepe değerine ulaşmakta, süzgeçsiz ham kayıta zemin ivmesi $PGA = 0,041$ g ölçülmektedir (kayıt kaynağı: KOERI). KO.GORD istasyonunun tepe yer ivmesi işlem türüne göre farklıdır: süzgeçsiz ham kayıta $0,0410$ g, $0,025-8,0$ Hz süzgeç sonrası yatay tepe değeri $0,0375$ g ve USGS ShakeMap'in işlenmiş istasyon değeri $0,0366$ g; değerler aynı kaydın farklı işlemlerinden gelir. İstasyonun 5 km yakınında TADAS zemin kaydı bulunmadığından Vs30 ve zemin sınıfı eşlenmemiştir (azalım şekliyle aynı eşleme kuralı; bu çalışmanın işletimsel ölçütü); tasarım spektrumu ZC sınıfı varsayımıyla ve harita parametreleri $S_s = 0,751$, $S_1 = 0,184$, 475 yıllık $PGA = 0,312$ g (en yakın TADAS noktası 4505, 9,9 km) ile kurulmuştur. TBDY-2018 DD-2 elastik tasarım spektrumu (ZC, $SDS = 0,901$ g, $SD1 = 0,276$ g, $TA = 0,061$ 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 $\rho = -0,90$, $p = 0,08$, $n = 5$). Kayıt ağının tamamı kullanıldığında yer hareketinin uzaklıkla azalımı doğrudan ölçülebilmektedir: 91 kuvvetli yer hareketi kaydına oturtulan $\log_{10}PGA = a + b \cdot \log_{10}R$ doğrusu $a = 4,42 \pm 0,35$, $b = -2,17 \pm 0,15$ vermekte, açıklanan değişkenlik $R^2 = 0,70$ olmaktadır (uzaklık aralığı 31–381 km, 1,1 onlu). Uzaklık–genlik ilişkisinin sıra korelasyonu Spearman $\rho = -0,89$ '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, mertebeli 2, ileri–geri geçişle etkin mertebeli 4); sıfır fazlı geçiş faz gecikmesi üretmez, ancak nedensel olmadığından keskin varışların önünde düşük genlikli yapay salınım oluşturabilir. İşinsal (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 (kısa/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°) aşmaktadır; ancak bu sapmanın konumdan kaynaklanması için dış merkezin en az 32 km ötelenmesi gerekir ve bu, 8 kurum çözümünün benimsenen konuma en büyük uzaklığının (4,2 km) bu çalışmanın işletimsel ölçütü olan 3 katını aşmaktadır. Sapma bu nedenle konumdan çok algılayıcı yönelimi, kutupluluk ya da istasyon üst verisi kaynaklı olabilir; ölçüm üst veri şüphesiyle değerlendirilmiş ve polarizasyon konum sinamasında kullanılmamıştır. Bağımsız konum sinaması, dış merkeze en yakın istasyonların kayıtlarında konumdan bağımsız okunan P varışlarının kuramsal varış zamanından farkıyla (P artışı) yapılmıştır. Sinama çekinceyle verilmiştir: aday istasyonların tümü, kayıtların veri merkezinden alınması için ayrılan süre içinde denenemediğinden ölçü kısmıdır. 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 artışı 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'nun Sındırğı Fayı parçası (22-1) (3,2 km) ve Yüreğil Fayı (4,4 km) olarak belirlenmiştir. Çalışma olayı, Mw 6,2 (78,1 gün önce, 13 km uzakta) depreminin uzay–zaman penceresi içindedir; bu ölçütle süren bir dizinin en büyük olayı değildir. Çalışma olayı, izleyen olay sayım alanında en erken öncülün zamanından bu yana kaydedilen toplam sismik momentin %41 kadarını taşımaktadır. GCMT moment tensörü çözümü ($M_0 = 1,616 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6,07) NP1 düğüm düzlemleri üzerinde normal bileşenli sol yönlü doğrultu atım, NP2 üzerinde normal bileşenli sağ yönlü doğrultu atım niteliğinde kaymaya karşılık gelmektedir; çift kuvvet payı %53 düzeyindedir. Kaynak dikdörtgeninin boyutlarıyla gerilme düşümü 0,56–1,6 MPa aralığında, üst kenar derinliği gözetildiğinde 0,90 MPa olarak kestirilmiştir.

İzleyen olay bulutunun uzun eksen 123° doğrultusundadır. Bu değerlendirme mevcut katalog ve model varsayımlarıyla sınırlıdır ve deprem tahmini içermez; deprem tehlikesi iletiliminde 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 en yakın komşu kümelenme, bu olay için gerekli veri kullanılan kaynaklarda bulunmadığından kurulamamış; kosismik yatay yer değiştirme karşılaştırması, kosismik düşey deformasyon alanı ve kayma modelinin yüzey izdüşümü, sonlu fay modelinin kayma dağılımı yerel arşivde bulunmadığından kurulamamıştır. 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) 6 çözümler raporlanmamış ve gerekçeleriyle birlikte ekte raporlanmayan çözümlerler çizelgesinde listelenmiştir; örnekleme, belirsizliği ya da girdi verisi eşige yakın kalanlar elenmemiş, çekinceyle raporlanmıştır. Çekinceyle raporlanan çözümlerler şunlardır: Omori–Utsu artçı sönümü, Reasenber–Jones artçı dizisi oranı, yinelenme aralığı (nadirlik), mekanizma sınıflarının dağılımı (Frohlich üçgeni) ve bağımsız konum sınaması. Her çekincenin gerekçesi ve ölçüsü ilgili bölümde ve ekte 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 15.050 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 büyüklükte değişmektedir; uzun dönemli sayımlara dayanan ölçüler (tarihsel derleme, yinelenme aralığı, arka plan oranı) erken dönem kayıtlarının eksikliğinden etkilenir.

VERİ ERİŞİLEBİLİRLİĞİ

Kullanılan deprem katalogu, 28.10.2020 – 25.01.2026 dönemi için birleşik çok-kaynaklı arşivden sorgulanmıştır (AFAD, KOERI, ISC, EMSC, GFZ, NOA); sorgu kutusu ve tekilleştirme ölçütleri Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir. Fay katmanı ve yardımcı veri setlerinin künyeleri Kaynakça ile şekil altyazılarındadır. Katalog kayıtlarını üreten ağ ve bültenler: AFAD (Disaster and Emergency Management Authority, 1990), KOERI (Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, Boğaziçi University, 1971), ISC (International Seismological Centre, t.y.), EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre, t.y.), GFZ (GEOFON Data Centre, 1993) ve NOA (National Observatory of Athens, Institute of Geodynamics, Athens, 1975). Pencere katalogunun kurumlarına ek olarak çalışma olayının kurum çözümlerinde GSI, INGV ve USGS (U.S.

Geological Survey, 2017); 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 (45 kaydın 30 tanesinde ISC-GEM). Moment tensörleri Global CMT katalogundandır (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 üretilmiş 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: 29.10.2026).

GNSS hız vektörleri Nevada Geodetic Laboratory’nin (NGL) MIDAS hız ürünündendir (Blewitt vd., 2016, 2018) (erişim: 29.10.2026). 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: 29.10.2026). Topluluk şiddeti verisi USGS “Did You Feel It?” ürününden ve model şiddeti USGS ShakeMap ürününden, uyarı düzeyi USGS PAGER ürününden alınmıştır (erişim: 29.10.2026). Levha sınırları sayısal levha sınırı modelindendir (Bird, 2003). Tarihsel derlemede yer künyesi ülke adından ibaret olan ya da Latin dışı yazılmış kayıtların yer adları GeoNames yerleşim veritabanından (cities1000 yerleşim dosyası ve admin1CodesASCII idari birim çizelgesi; geonames.org) (GeoNames, t.y.) alınmıştır (CC BY 4.0; erişim: 26.10.2026).

LİSANS VE YENİDEN KULLANIM

Katalog kayıtları (AFAD, KOERI, ISC, EMSC, GFZ, NOA) ilgili kurumların kendi yayım ve kullanım koşullarına tabidir; bu çalışma ham katalog kayıtlarının yeniden dağıtımını yapmaz, yalnız üretilmiş 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 katalogunun kullanım koşulu (sağlayıcı beyanı): CC BY-SA 3.0 (Unported). Kaynakçadaki veri setinin kullanım koşulu: GeoNames geographical database (cities1000, countryInfo) (GeoNames, t.y.) — CC BY 4.0, sağlayıcı beyanı. © 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 katalogundan üretilen 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
KOERI	27.10.2025 19:48:28	39,1900°K	28,1988°D	10,9	6,0	ML	—	27.10.2026 20:58
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 ağı 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 29.10.2026 13:40 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 $\bar{u}$	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	68 × 62	134 × 123 km
Ortanca Δ CFS	−0,0027 bar	ızgara düğümlerindeki işaretli değerlerin ortancası (genlik ölçüsü değildir)
Ortanca $ \Delta$ CFS	0,022 bar	düğüm değerlerinin mutlak değerce ortancası — alanın tipik genişliği
%5–%95 aralığı	−0,33 ile 0,11 bar arası	düğüm değerlerinin merkezi %90'ı
%1–%99 aralığı	−3,3 ile 0,42 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	5.771	nokta hesabı · 1.709 olay kaynak üstünde (sayım dışı)
Yük / gölge / yansız — kaynakla eş düzlem	1.741 / 1.899 / 422	alıcı: kaynak fayla eş yönelimli · n = 4.062 · yük %43, gölge %47
Yük / gölge / yansız — en uygun yönelim	1.693 / 1.968 / 401	alıcı: en uygun yönelimli düzlem · n = 4.062 · yük %42, gölge %48
— 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	3.014 / 669 / 379	duyarlılık · 1.435 izleyen olayın sınıfı değişir: en uygun yönelim sayımı bu varsayıma bağlıdır
— gerilme inversiyonu alanıyla	2.237 / 1.507 / 318	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°) · 886 izleyen olayın sınıfı değişir; birincil alan çalışma olayının mekanizmasından alınmıştır
Yük / gölge / yansız — boş model	523 / 1.090 / 606	uzamsal karşılaştırma modeli: olay öncesi sismisite, aynı uzamsal seçim · n = 2.219 · yük %24, gölge %49
— yalnız serbest derinlikli izleyen olaylar	1.247 / 1.140 / 250	kurum varsayılanı derinlikler dışlandı · n = 2.637 · yük %47, gölge %43

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 dikkdörtgen kaynak varsayımına dayanır; çok segmentli kırılmalarda uç bölgelerin deseni basitdir. İzleyen olay sınaması nokta hesabıdır: Δ CFS her izleyen olayın kendi konumunda ve derinliğinde hesaplanmıştır; yansız bant $|\Delta$ CFS| < 0,1 bar; kaynak dikkdörtgenine 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, $M_w \geq 4,0$).

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	12,8	0,4
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	12,6	8,7
03.11.2025	5,08	316/44/−67	normal	çalışma olayından sonra	12,5	5,4
07.09.2025	4,97	334/47/−34	eğik/karma	çalışma olayından önce	4,5	5,9
28.10.2025	4,92	300/33/−95	normal	çalışma olayından sonra	6,9	2,9
10.11.2025	4,89	304/44/−82	normal	çalışma olayından sonra	6,7	1,2
10.11.2025	4,86	289/24/−115	normal	çalışma olayından sonra	5,7	1,1
24.08.2025	4,85	122/42/−96	normal	çalışma olayından önce	3,9	2,5
13.11.2025	4,77	109/41/−96	normal	çalışma olayından sonra	6,9	1,6

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. 10.08.2025 satırının uzaklığı gövdedeki dizi rolüyle (öncül) aynı kayıttandır.

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: $\log_{10}PGA = a + b \cdot \log_{10}R$ (tek olay, en küçük kareler).

Nicelik	Değer	Belirsizlik / not
Kesişim a	4,42	± 0,35
Eğim b	−2,17	± 0,15
Açıklanan değişkenlik R ²	0,70	RMSE 0,30
Spearman p	−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 datasetlect servisinden alınmıştır.

Bileşen	Kanal	Örnekleme (Hz)	Süre (s)	Örnek sayısı	Süzgeç sonrası 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 işaretlenmemiş 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. KO.GORD istasyonunun tepe yer ivmesi işlem türüne göre farklıdır: süzgeçsiz ham kayıttı 0,0410 g, 0,025–8,0 Hz süzgeç sonrası yatay tepe değeri 0,0375 g ve USGS ShakeMap'in işlenmiş istasyon değeri 0,0366 g; değerler aynı kaydın farklı işlemlerinden gelir. ShakeMap bu sürümde kırık modeli kullanmamıştır (nokta kaynak); uzaklık hiposantra göre; 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'ın ShakeMap şiddet alanı ve nüfus verisiyle hesapladığı model kestirimidir, sayım ya da gözlem değildir; bin kişi birimde, 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'ın 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, PAGER şehir listesindeki yerleşim koordinatından çalışma olayının dış merkezine 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'in 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'in 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.

Nicelik	Değer	Ölçüt / kaynak
Kutu yayılımı (uzun × kısa)	58,0 × 55,8 km	%95 ana bileşen açıklığı (PCA) · çalışma kutusu olayları (n = 15.050)
İzleyen olay bulutu (uzun × kısa)	33,0 × 20,4 km	%95 ana bileşen açıklığı (PCA) · izleyen olay bulutu (n = 5.771)
Derinlik bandı	4,6–15,9 km	%2,5–97,5 yüzdelik · çalışma kutusu olayları
İzleyen olay bulutu ana eksen	123° (%95: 120–126°)	ana bileşen eksenini · izleyen olay bulutu · uzama 1,64 (kovaryans elipsinin yarı eksen oranı)
Kesit eksenini (kutu yayılımının uzun eksenini)	81°	ana bileşen eksenini · çalışma kutusu olayları · kesitlerin izdüşüm eksenidir; pencere biçimine duyarlıdır, yapısız doğrultu değildir

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	15.050	14.471
Oran (olay/gün)	7,86	7,93
Mc (dönemin kendi eşiği)	1,5	1,8
Derinlik ortancası (km)	7,0	7,0
Bağımsız olay (GK ayrıştırılmış)	1.242 (%8)	1.786 (%12)
Bağımsız olay oranı (olay/gün)	0,65	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
KOERI	6,0	ML
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 4 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 karşılaştırmaya katılmamıştır: GSI Mw(Mwp) 6,1 (türü belirsiz büyüklük; uzak ağ çözümü); KOERI ML 6,0 (yerel büyüklük); INGV Mwp 6,0 (hızlı moment kestirimi; uzak ağ çözümü). GCMT satırı moment tensörü referansıdır ve kurum sayımına dâhil değildir. Değerler birleşik arşivin 29.10.2026 13:40 UTC kayıtlarıdır; sonraki kurum güncellemeleri çizelgede yoktur.

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

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 öncekine (köken için aynı ağıın 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 dir; 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	14.859	tekilleşmiş katalog
Ortanca derinlik	7,0 km	%50 yüzdelik · tüm kayıtlar (n = 14.859)
Ortanca derinlik (serbest)	7,9 km	0/5/7/10/33 km atamaları dışlandı · n = 9.377 (5.673 kayıt elendi)
Yoğunlaşma aralığı	5,0–13,9 km	%5–95 yüzdelik
Derinlik bandı	4,6–15,9 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	6.827 olay · 1 km'lik aralık
Sabit derinlik yığını	7,0 km · %36	5.343/14.859 olay
Varsayılan sabit derinlikler	276 olay	0/5/10/33 km · n = 14.859

Tablo A2. Çalışma alanındaki adı bulunan diri fay izleri — fay katmanının aynı adlı parçaları uçtan uca dikilerek kurulan 87 izden (20 ad) uzunluğa göre en uzun 8 tanesi, 5 ad altında; haritalardaki iz envanteri ayrı bir birleştirmedir (kutuda 82 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	52,0	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 ayrıca 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).

Tablo A3. Çalışma alanı ve çevresindeki yayımlanmış odak mekanizması çözümleri — 28 çözümden 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° doğrultu atımlı, P > 60° normal, T > 50° ters; hiçbirli sağlanmazsa eğik/karma; “eşiğe yakın”: sınıfı belirleyen eksenin dalımı sınıf eşiğinden en çok 5° ayrılır (atama çözümdeki küçük farklara duyarlıdır). Tüm çözümler GCMT kataloğundandır: 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. Uzay–zaman bağımsızlığı: Gardner ve Knopoff (1974) pencereleriyle 8 bağımsız küme (en büyük küme 14 çözüm).

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A4. Önceden tanımlı ölçütleri sağlamadığı için raporlanmayan çözümlmeler.

Çözümleme	Kapı	Eşik · mevcut	Gerekçe
Gutenberg–Richter büyüklük–sıklık dağılımı	ölçek/geçerlilik	kuyruk uyumu olasılığı $\geq 0,01$ · mevcut $< 0,001$	Benimsenen b değeri, tamlık eşiği uyum iyiliği ya da b-kararlılığı ölçütüyle doğrulandığında ve eşik üstünde $N \geq 50$, göreceli belirsizlik $\leq 0,15$ iken bulgu sayısı; $N \geq 30$ ve göreceli 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 uyusmaması ($M \geq 5,0$ için beklenen 18,1, gözlenen 4 olay; binom olasılığı $< 0,001$).
Artçı dönemi b değeri	ölçek/geçerlilik	kuyruk uyumu olasılığı $\geq 0,01$ · mevcut 0,002	Dizi b değeri kendi tamlık eşiğinde kestirilir; bulgu için eşiğin doğrulanması, M_c üstü $N \geq 50$ ve göreceli belirsizlik $\leq 0,15$, çekinceli raporlama için $N \geq 30$ ve göreceli 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 uyusmaması ($M \geq 5,0$ için beklenen 8,3, gözlenen 1 olay; binom olasılığı 0,002).
GNSS gerinim hızı alanı	istatistiksel güç	$n \geq 6$ · 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 ($n = 5 < 6$).
Hiposantr bulutuna düzlem oturtma (PCA)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Ana bileşen çözümlmesiyle oturtulan düzlem, ancak bulut düzlemselse, bu olayın artçı bulutuna oturtulmuşsa, bulutta en az 50 olay varsa ve kurum varsayımı (sabit) derinlikli kayıtlar ayrıldıktan sonra oturtma için en az 12 nokta kalıyorsa kırk düzlemi olarak yorumlanabilir (işletimsel ölçütler). Bu olayda: hiposantr bulutu düzlemsel değil çizgiseldir (Westin vd., 2002 çizgisellik ölçüsü $c_l = 0,43$; düzlemsellik ölçüsü $c_p = 0,30$); çizgisel bir buluta oturtulan düzlem, çizgi etrafında serbestçe döner.
Sismisite göç zarfı (doğrusal / difüzyif)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	$ \Delta AICc \geq 2$ · mevcut < 2	$\Delta AICc < 2$ iken model seçimi yapılamaz; bu durumda modellerden birini seçilmiş gibi sunmak veriyeye dayanmaz. Bu olayda: doğrusal ve difüzyif modellerin bu veriyeye ayırt edilememesi ($ \Delta AICc < 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 bulunmamıştır). Örneklemi ya da belirsizliği sınırdan kalan çözümlmeler elenmemiş, çekinceyle raporlanmıştır (çekince çizelgesi). Eşikler bu çalışmanın kendi raporlama eşikleridir; dayanağı gerekçe sütunundadır.

Tablo A5. Çekince düşülen çözümlmeler.

Çözümleme	Çekince
Omori–Utsu artçı sönümü	Sönüm üsteli p ancak uydurma kısıtlıyken ölçümdür. Uydurma en az 20 artçıyla kurulur; değer 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 $M_c 2,8 > 1,4$; eşik benimsenen değere çalışma olayından 48,6 saat sonra inmektedir) — ilk saatlerin olay sayısı eksik olduğundan c yukarı yanlı olabilir.
Reasenber–Jones artçı dizisi oranı	Dizi oranı modeli (Reasenber ve Jones, 1989) dizinin a, b, p ve c parametreleriyle kurulur; bu değerler dizinin kendisinden kestirilemediğinde oranın bu diziye betimlemediği bu çalışmanın değerlendirilmesidir. Bu olayda: bağlı 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: eşik üstü bağımsız olay azlığı ($n = 4 < 5$; yalnız %95 aralığı verilebilir); tamlık başlangıcı saptanamadığından katalog 1900'den beri tam varsayılmıştır.
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 kısmıdır.

Not: Bu çözümlmelerin sonuçları, raporda verildikleri yerde çekince sütunundaki sınırla birlikte okunmalıdır. Çekince, sonucun dayandığı örneklem, gözlem süresinin, belirsizliğin, yakınsamanın ya da girdi verisinin bu çalışmanın bulgu ölçütünü karşılamadığını gösterir; her satırın ölçülen nedeni kendi hücreindedir.

Tablo A6. 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	KOERI	39,136°K	28,113°D	ML 2,2
2	18.04.2021 23:18:01	AFAD	39,118°K	28,108°D	ML 1,9
	18.04.2021 23:18:01	KOERI	39,125°K	28,116°D	ML 1,9
3	10.03.2022 03:38:33	AFAD	38,789°K	27,755°D	ML 1,7
	10.03.2022 03:38:30	KOERI	38,969°K	27,770°D	ML 2,0
4	08.05.2022 00:28:13	AFAD	39,496°K	28,389°D	ML 1,1
	08.05.2022 00:28:13	KOERI	39,449°K	28,552°D	ML 1,1
5	17.07.2022 11:55:39	AFAD	39,264°K	27,669°D	Mw 4,3
	17.07.2022 11:55:39	KOERI	39,289°K	27,695°D	ML 4,4

devamı izleyen sayfada

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A6 (devam). Çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri.

Küme	UTC	Kaynak	Enlem	Boylam	M
6	05.11.2022 03:01:41	AFAD	39,204°K	27,752°D	ML 1,1
	05.11.2022 03:01:40	KOERI	39,006°K	27,598°D	ML 1,0
7	29.04.2023 13:40:09	AFAD	39,254°K	27,881°D	ML 2,5
	29.04.2023 13:40:10	NOA	39,373°K	27,922°D	MLh 2,7
8	01.12.2023 06:10:35	AFAD	38,933°K	27,881°D	ML 1,3
	01.12.2023 06:10:35	KOERI	38,785°K	27,776°D	ML 1,2
9	05.12.2023 09:52:43	AFAD	39,213°K	27,911°D	ML 1,2
	05.12.2023 09:52:45	ISC (ISK)	39,239°K	27,738°D	ML 1,2
10	05.07.2024 06:39:07	AFAD	39,637°K	28,766°D	ML 1,6
	05.07.2024 06:39:09	KOERI	39,618°K	28,590°D	ML 1,7
11	09.07.2024 10:26:10	AFAD	39,527°K	28,204°D	ML 1,8
	09.07.2024 10:26:10	KOERI	39,541°K	28,090°D	ML 1,6
12	27.10.2024 04:35:03	AFAD	39,374°K	28,001°D	ML 1,8
	27.10.2024 04:35:03	KOERI	39,366°K	28,000°D	ML 1,6

Duyarlılık — düşen kayıt: 10 km → 639 · 20 km → 673 · 40 km → 703 · 70 km → 709

Uzak ağ kayıtları ($M \geq 2,0$) — yerel otorite kaydına bağlanan kopya: 44; eşi bulunamayan kayıt: 1. 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. 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) ya da (4) $\Delta t \leq 3$ s, $\Delta M \leq 0,3$, $\Delta \text{konum} \leq 100$ km ve temsilci kurumu farklı iki kayıt (bu çalışmanın işletimsel ölçütü; kutu boyutundan bağımsız) 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 706 kaydın kümelerinden ilk 12 tanesi listelenmiştir. Koordinatlar her kaynağın bildirdiği oradalıkla verilmiştir. Alt bölüm: farklı konum toleranslarında düşen kayıt sayısı (duyarlılık).

Tablo A7. Tarihsel eşik üstü depremler (1900 sonrası, olay anından önce).

Tarih	M	Tür	Derinlik (km)	Uzaklık (km)	Ölçüt	Yer	E/E ₀
18.03.1953◆	7,3	Mw	10	119	$M \geq 6$, 150 km içinde	Gönen — 8 km K (Balıkesir)	×63
28.03.1970	7,2	Mw	18	113	$M \geq 6$, 150 km içinde	D	×45
18.11.1919	7,0	Mw	10	47	$M \geq 6$, 150 km içinde	Soma — 3 km DGD	×22
06.10.1964	6,8	Mw	34	123	$M \geq 6$, 150 km içinde	K	×11
28.03.1969	6,8	Mw	4	75	$M \geq 6$, 150 km içinde	G	×11
06.10.1944	6,7	Mw	40	145	$M \geq 6$, 150 km içinde	EDREMIT KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)	×7,9
22.09.1939	6,5	Mw	35	89	$M \geq 6$, 150 km içinde	Kınık — 23 km KB (İzmir)	×4,0
31.03.1928	6,4	Mw	10	126	$M \geq 6$, 150 km içinde	Torbalı — 14 km D (İzmir)	×2,8

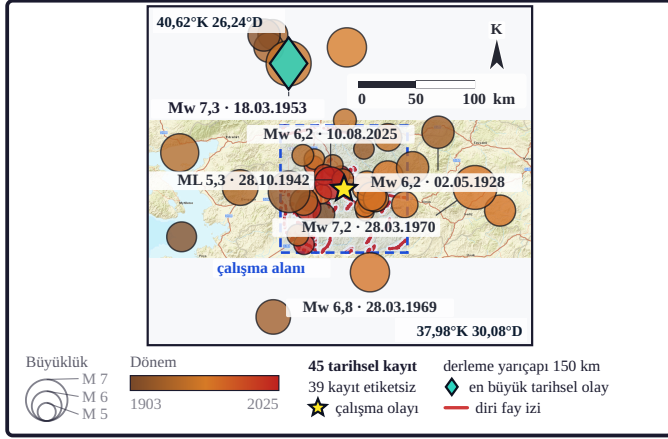
Yakın kuşakta (≤ 60 km) dış merkeze en yakın kayıtlar (yukarıda listelenmeyenler, uzaklık sırasıyla)

28.10.1942	5,3	ML	10	8,2	$M \geq 5$, 60 km içinde	K	×0,063
21.09.2025†	5,0	Mw	22	13	$M \geq 5$, 60 km içinde	Sındırgı — 7 km K (Balıkesir)	×0,022
10.08.2025†	6,2	Mw	13	13	$M \geq 6$, 150 km içinde	Sındırgı (Balıkesir)	×1,4
07.10.1969	5,4	Mw	13	17	$M \geq 5$, 60 km içinde	D	×0,089
03.09.1972	5,1	Mw	30	20	$M \geq 5$, 60 km içinde	B	×0,032

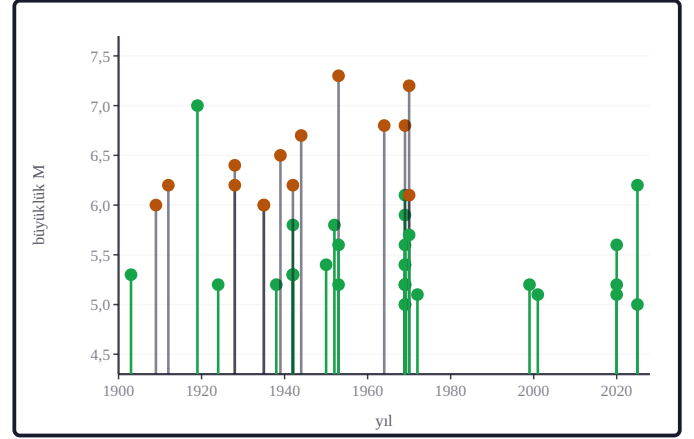
Not: Büyüklükler, kayda birleşik arşivde bağlı bir ISC-GEM (International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018) raporu varsa onun moment büyüklüğüdür (Mw), yoksa kaydın moment tensörü (GCMT) ya da kurum raporlarındaki moment büyüklüğü, o da yoksa birleşik kataloğun temsilci değeridir; 45 kaydın 30 tanesinde büyüklük ISC-GEM'dendir; 29 kayıta değer 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 kaydın ölçütü “Ölçüt” sütunundadır. 45 tekil kayıttan en büyük 8 olay listelenmiştir (yakın kuşağın kayıtları alt bölümde); 9 kopya kayıt tekilleştirilmiştir ($\Delta t \leq 60$ s ve ≤ 100 km). ISC-GEM 25.03.1969 için iki ayrı kayıt tutar ($\Delta t \approx 20$ s, uzaklık ≈ 33 km); derlemeye iki ayrı olay sayılmıştır. 1964 öncesi (küresel standart ağ öncesi) 6 kayıttan 5 tanesinin büyüklüğü ISC-GEM'in yeniden değerlendirmesi, 1 tanesininki kataloğun bülten değeridir; bu dönemin büyüklükleri kaynağa göre $\approx 0,3-0,5$ birim ayrışabilir. E/E₀: ışıyan enerjinin bu olayınkine oranı (büyüklük farkından); ◆ en büyük kayıt. Yer adının Türkçe karşılığı bulunmayan kayıтта Yer sütunu kaydın dış merkeze göre yönünü ve ülkesini verir. 4 kaydın Yer hücreсі GeoNames yerleşim veritabanından (GeoNames, t.y.) kurulmuştur: kurum adı ülke ya da bölge adından ibaretse ya da eşlenemezse kayda en yakın idari merkez (Türkiye'de ilçe merkezi, araç içinde il); uzaklık ve yön yerleşimden kayda ölçülmüştür (GeoNames (geonames.org), CC BY 4.0, erişim 26.10.2026). Alanın hemen dışındaki $M \geq 7$ depremler (150–188 km): 09.08.1912 M 7,2 (178 km KKB); 23.07.1949 M 7,2 (161 km BGB, Ege Denizi).

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

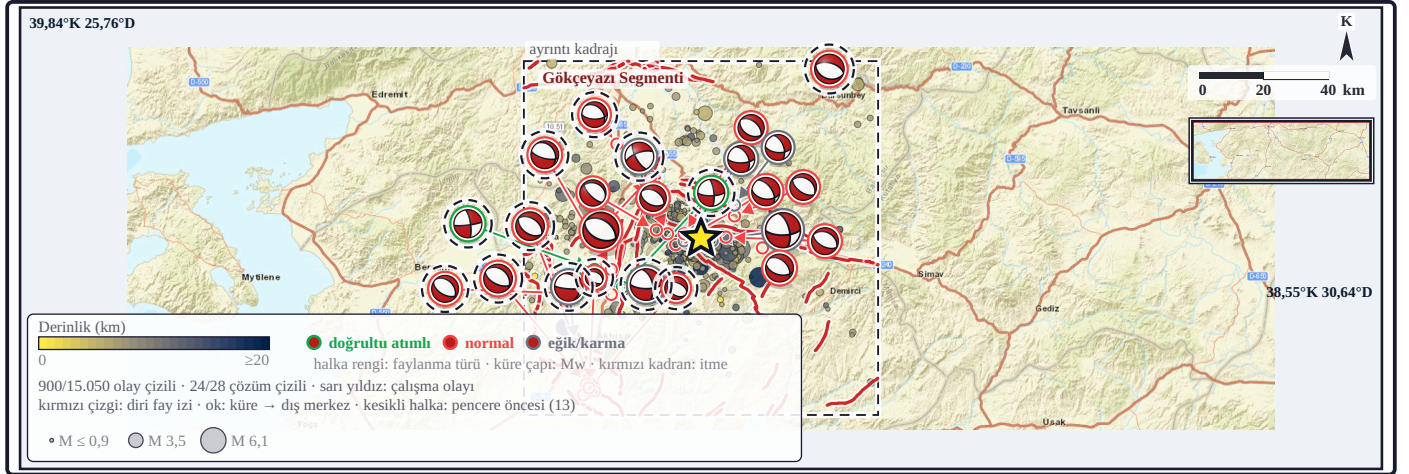
Bu sayfadaki şekil ve çizelgeler 1900 sonrası eşik üstü tarihsel kayıtlara ve çalışma alanı çevresinde yayımlanmış odak mekanizması çözümlerine aittir; bölgesel mekanizma haritasında pencere olayları yalnız konum başvurusu olarak çizilmiştir. Tarihsel kayıtların dağılımı Şekil 12a ve 12b'de, bölgesel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



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; sap rengi aynı ayrımı verir (yeşil sap yakın kuşak, gri sap bölge kuşağı) (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 büyüklerini gösterir; ötelenen küreler okla konumlarına bağlıdır. Küreler alt yarıküre izdüşümünde odak mekanizmalarıdır; kirmizi kadrantlar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Küreler künyesizdir. Küçük daireler pencere olayları, kesikli dikdörtgen ayrıntı haritasının kadrājıdır (mekanizma kümesi: bölgesel küme [$n = 28$]; gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır [$n = 49$]; faylar: MTA TDFH-2026 [Elmacı vd., 2026]).

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: 29.10.2026)
- 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:10.1016/0040-1951(65)90003-X
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmî Gazete, 6 Mart 2007, Sayı 26454. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm>
- 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
- Clopper, C. J. ve Pearson, E. S. (1934) The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of the binomial. Biometrika 26(4), 404–413. doi:10.1093/biomet/26.4.404
- 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, A. 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: 29.10.2026)
- 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
- GeoNames (t.y.) GeoNames geographical database (cities1000, countryInfo). <https://www.geonames.org/> (erişim: 26.10.2026)
- 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: 29.10.2026)
- 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
- 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 (Japona, İngilizce özetli). Zisin (J. Seismol. Soc. Japan, 2nd ser.) 38(3), 365–379. doi:10.4294/zisin.1948.38.3.365
- 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
- Newmark, N. M. (1959) A Method of Computation for Structural Dynamics. J. Eng. Mech. Div. ASCE 85(3), 67–94. doi:10.1061/JMCEA3.0000098
- Nowicki Jessee, M. A., Hamburger, M. W., Allstadt, K., Wald, D. J., Robeson, S. M., Tanyas, H., Heame, 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/jpe.1952.31.115
- 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
- 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/jpe.1952.14.37
- 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/jpe.1952.43.1
- 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 macrosismic intensity maps. Annals of Geophysics 54(6), 688–707. 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
- Westin, C.-F., Maier, S. E., Mamata, H., Nabavi, A., Jolesz, F. A. ve Kikinis, R. (2002) Processing and visualization for diffusion tensor MRI. Med. Image Anal. 6(2), 93–108. doi:10.1016/S1361-8415(02)00053-1
- 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
- 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 · KOERI · ISC · EMSC · GFZ · NOA; moment tensörleri: GCMT).