

PORT-OLRY (VANUATU) DEPREMİ — Mw 6,3 · 20.10.2026

DEPREM TEKNİK RAPORU · OLAY RAPORU

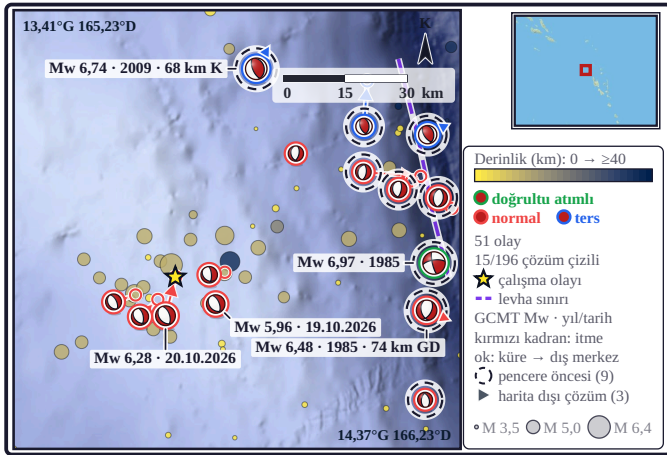
T. Batuhan BULGURLULAR · YAPI ZEMİN Deprem Teknik Raporları · 2026 · Olay: 20.10.2026

ÖZET — 20.10.2026 tarihinde Port-Olry (Vanuatu) yerleşiminin 195 km kuzeybatısında Mw 6,3 büyüklüğünde, 16,0 km odak derinlikli bir deprem meydana gelmiştir (13,9906°G, 165,5892°D). Olay merkezli pencerede 51 olay kataloglanmıştır; çapraz-kaynak kopyaları (15 kayıt) ve kendi hizmet bölgesi dışındaki bölgesel ağların tek kaynaklı kayıtları (2 kayıt) her istatistikten önce ayıklanmıştır. Dizi, bu çalışmanın işletimsel ölçütüyle ana şok-artçı dizisi olarak sınıflanmıştır: çalışma olayı dizinin sismik momentinin %90 kadarını taşımaktadır ve en büyük artçıyla büyüklük farkı $\Delta M = 1,1$ değerindedir. Global CMT (GCMT) moment tensörü çözümü ($M_0 = 3,309 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6,28) NP1 düğüm düzlemi üzerinde sağ yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım, NP2 üzerinde sol yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım niteliğinde kaymaya karşılık gelmektedir. Olay merkezli mekanizma popülasyonundan ($n = 240$) SHmax = 73° ve sıkışmalı (ters) gerilme rejimi elde edilmiştir. Kayıtların %49'unun (25/51) derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 10,0 km'dir; bu değer derinlik çözilemeyip sabitlendiğinde kurumun atadığı varsayılan olduğundan derinlik istatistikleri bu yığının etkisi altındadır. Bulgular, mevcut katalog ve model varsayımlarının sınırları içinde betimleyicidir; deprem tahmini içermez.

Anahtar kelimeler: Port-Olry (Vanuatu) depremi, ana şok-artçı dizisi, moment tensörü, gerilme inversiyonu, Coulomb gerilme aktarımı, makrosismik şiddet.

ABSTRACT — An earthquake of Mw 6.3 occurred 195 km NW of Port-Olry, Vanuatu, on 20 October 2026 at a focal depth of 16.0 km (13.9906°S, 165.5892°E). A total of 51 events were catalogued within an event-centred window; cross-source duplicates were removed (15 records), as were single-source records of regional networks outside their home region (2 records), before any statistic was computed. Under the operational criterion of this study the sequence is classified as a mainshock-aftershock sequence: the study event carries 90% of the seismic moment of the sequence and exceeds the largest aftershock by $\Delta M = 1.1$. The Global CMT (GCMT) moment-tensor solution ($M_0 = 3.309 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6.28) corresponds to normal slip with a right-lateral component on nodal plane NP1 and to normal slip with a left-lateral component on NP2. Stress inversion of the event-centred focal-mechanism population ($n = 240$) yields SHmax = 73° and a compressional stress regime. Of the records, 49% (25/51) have a depth of 10.0 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: Port-Olry (Vanuatu) earthquake, mainshock-aftershock sequence, moment tensor, stress inversion, Coulomb stress transfer, macroseismic intensity.



Şekil 1. Harita 51 olaylık kataloğun tamamını gösterir; odak mekanizmaları 196 çözümlük bölgesel mekanizma kümesindedir. Gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır ($n = 240$). Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir; kadranlı küreler odak mekanizması çözümleridir; kırmızı kadranlılar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Sarı yıldız çalışma olayı, kırmızı çizgiler diri fay izleridir. Mw sırasıyla en büyük 5 çözüm künyelidir (öbür 10 küre künyesizdir); künye çözümün Global CMT (GCMT) kataloğundaki moment büyüklüğünü (Mw) ve yılını (çalışma penceresi içindeki çözümlerle tarihini) verir; bu büyüklük gövdedeki katalog büyüklüğünden farklı olabilir. İnce çizgi künyeyi küresine, ok küreyi çözümün dış merkezine bağlar. Kenardaki küreler harita dışında kalan çözümlerdir: üçgen çözümün yönünü, künye çözümün GCMT konumunun kutu merkezine uzaklığını ve yönünü verir. Kesikli halkalı küreler çalışma penceresinden önceki çözümlerdir (haritalanmış fay izi yok; mor kesik: levha sınırı [Bird 2003]; mekanizmalar: bölgesel mekanizma kümesi; katalog: ISC · USGS · EMSC · GFZ).

GİRİŞ

Bu çalışma, 20.10.2026 tarihinde Port-Olry (Vanuatu) yerleşiminin 195 km kuzeybatısında meydana gelen Mw 6,3 depremini ve onu çevreleyen sismisiteyi olay merkezli bir pencerede incelemektedir (Şekil 1). İnceleme, 51 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.

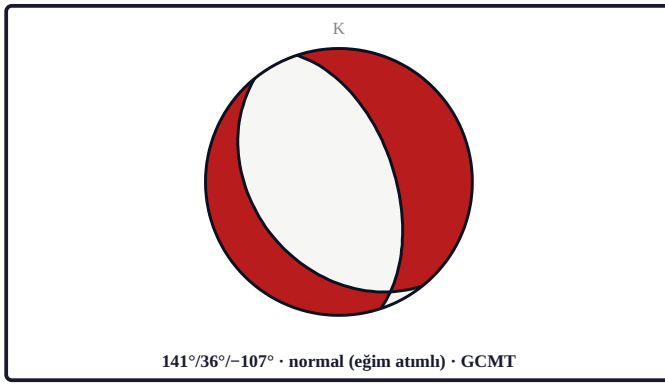
Tablo 1. Olay künyesi ve türetilmiş kaynak parametreleri.

Nicelik	Değer	Kaynak / yöntem
Oluş zamanı (UTC)	20.10.2026 04:20:38	USGS çözümü, sürüm 58
Dış merkez	13,9906°G · 165,5892°D	USGS çözümü, sürüm 58
Odak derinliği	16,0 km	USGS · dalga biçimi modellemesi
Büyüklük	Mw 6,3	benimsenen büyüklük ^a
Sismik moment M_0	$3,309 \times 10^{18}$ N·m	GCMT skaler momenti · Mw 6,28
Nominal ısıyan enerji E	$1,7 \times 10^{14}$ J	M_0 'dan · Kanamori (1977)
Yatay konum belirsizliği	$\pm 8,73$ km	USGS biçimsel belirsizliği
Derinlik belirsizliği	$\pm 1,73$ km	USGS · %90 güven düzeyi
İstasyon sayısı	138	USGS bildirimi
Azimut boşluğu	27° (ikincil 31°)	USGS bildirimi
En yakın istasyon	738,4 km	USGS bildirimi
Varış artığı (RMS)	0,81 s	USGS bildirimi
b değeri	raporlanmadı	gerekçesi Ek A'da
Kutu yayılımı (%95)	$105,5 \times 88,3$ km	uzun × kısa eksen · çalışma kutusu olayları
Mekanizma (NP1)	141°/36°/-107°	GCMT · doğrultu/eğim/kayma

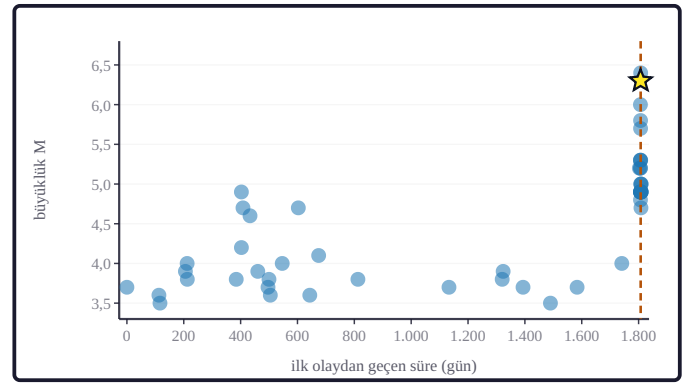
Not: a) Büyüklük türü Mw: moment büyüklüğü; kurum hesap yöntemini bildirmemiştir. Benimsenen değer, aynı büyüklük sınıfındaki kurum değerlerinin (EMSC, GFZ, GCMT) ortancasıdır; birleşik katalog değeri M6,2 mb.

TEKTONİK ÇERÇEVE

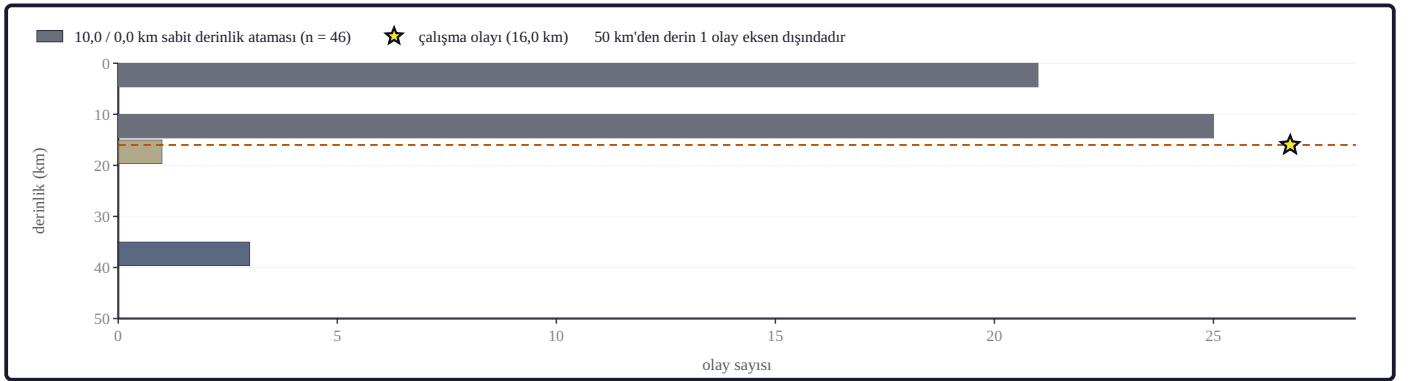
Çalışma kutusunda, kullanılan diri fay veri tabanında haritalanmış fay izi bulunmamaktadır; bu nedenle faya uzaklık ve fay geometrisinden türeyen hiçbir nicelik hesaplanmamıştır. Haritalarda çizilen çizgi bir levha sınırı modelidir, fay izi değildir. Kullanılan sayısal levha sınırı modelinde (Bird, 2003) dış merkeze en yakın sınır (Yeni Hebrid-Avustralya hendeği) 49 km uzaklıktadır; model sınırları, yayılı deformasyon kuşaklarında bir modelleme kabulüdür. Olay merkezli mekanizma popülasyonundan kestirilen gerilme rejimi ters faylanmadır ($n = 240$ mekanizma). Olay sığ odaklı ($h < 70$ km) bir depremdir (odak derinliği 16,0 km).



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 51 olaydır; en büyük olay Mw 6,4 büyüklüğündedir (20.10.2026); $M_c = 5,1$ üstünde 10 olay vardır. Büyüklük-zaman dağılımı: yatay eksen ilk olaydan geçen süre (gün), dikey eksen büyüklüktür. Her mavi daire bir olaydır ve daire çapı büyüklükle ölçeklidir; turuncu kesikli dikey çizgi ve yıldız çalışmaya olayını işaretler.



Şekil 2c. Tam katalogta derinlik değeri taşıyan 51 olayın %90'ı ≤ 10 km derinliktedir. Sabit derinlik atamaları (10,0 km) ölçülmüş derinlik taşımaz. Hiposantr derinlik histogramı (tam katalog): çubuk rengi derinliği gösterir (sıg sarı, derin lacivert); koyu kesim sabit derinlik atamalarıdır; yıldız ve kesikli çizgi çalışmaya 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)

Şekil 2a–2c: 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). Tam tensörün çift kuvvet payı %93'tür. Nokta kaynak (çift kuvvet) yaklaşımda iki düzlem dalga alanında özdeştir; büyük depremlerde sonlu fay çözümleri ve bağımsız geometri kanıtları (artçı uzanımı, oturulan düzlem) düzlemi kısıtlar; gerilme kararsızlığı ise gerilme alanına dayanan ayrı türden bir ölçüttür. Büyüklük-zaman serimi pencere kataloğunun zaman içindeki gelişimini betimler: 51 olay, ilk-son olay arası 1.810 gün, en büyüğü M 6,4 (Şekil 2b). Ortalama büyüklük M 4,51, ortanca M 4,7'dir (tam katalog). Serimin dikey saçılımı büyüklük çeyreklerinden okunur: kayıtların dörtte biri M 3,8 altında, dörtte biri M 4,9 üstündedir ve çeyrekler arası açıklık 1,1 büyüklük birimidir. Serimdeki en küçük olaylar tamlik eşliğinin 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. Derinlik histogramı, odakların derinlik kutularına nasıl dağıldığını gösterir (Şekil 2c). Derinliği bilinen 51 kaydın 46 tanesi (%90) 10 km ve daha sığ, kalanı daha derindedir (tam katalog).

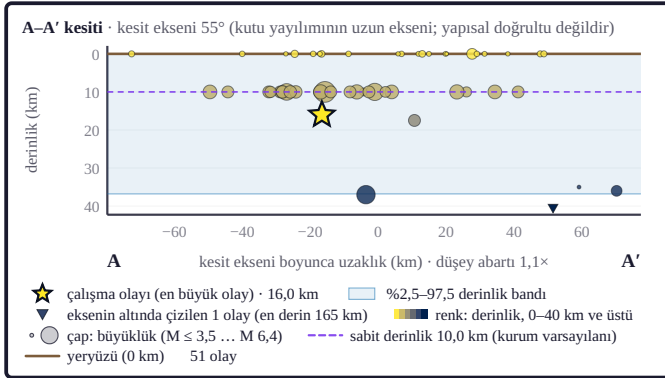
VERİ VE YÖNTEM

Katalog, olay merkezli kutuda 21.10.2021 – 23.10.2026 döneminde kaydedilmiş 51 olaydan oluşmaktadır. Sorgu penceresinin nominal sonu 18.01.2027 tarihidir ve pencere üretim anında henüz dolmamıştır; olay oranları üretim anına kadar geçen 1.828 günle (5,0 yıl) hesaplanmıştır. Kayıtların kurum dağılımı: ISC 37, USGS 7, EMSC 6, GFZ 1. Büyüklük türü dağılımı: mb 33, türü belirtilmemiş 10, Mw 4, ML 2, MS 2. Çalışma alanı 108,4 × 106,4 km (≈ 11.500 km²) boyutundadır; alan, küresel yaklaşımla hesaplanmıştır (1° boylam = 111,32·cos ϕ km; 1° enlem = 110,574 km; ϕ = kutu orta enlemi). Kutunun köşeleri 14,368°G–13,405°G ve 165,226°D–166,230°D koordinatlarındadır. Katalog kayıtlarının %73'ü ISC kaynağından gelmektedir ve bu, kataloğa en çok kayıt veren kurumdur.

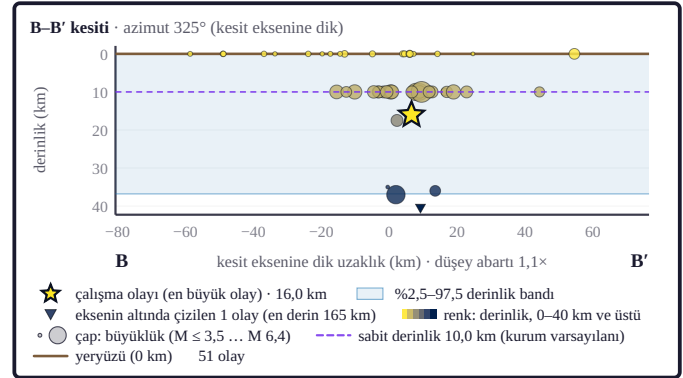
ISC gözden geçirilmiş bülteni gerçek zamanın yaklaşık 24 ay gerisinden yayımlanmaktadır (International Seismological Centre, t.y.); buna göre pencerenin yaklaşık son 24 ayında bu kaynağın katkısı gözden geçirilmemiş kurum bildirimlerinden oluşmaktadır. Bu bölüm önceki dönemle aynı tamlıkta değildir; ona ait olay oranları ve tamlık büyüklüğü alt sınır olarak okunmalıdır. Bu rapor, ana şoktan 3,3 gün sonra hazırlanmıştır; olay sonrası katalog verisi bu süreyle sınırlıdır. Olay sonrası 3,3 günlük gözlem süresi dizi istatistiği için kısadır: izleyen olayların sayısı, sönüm parametreleri ve dizi sınıflaması gözlem süresi uzadıkça değişebilir. Katalog sorgusu 23.10.2026 tarihinde çalıştırılmıştır; sonraki güncellemeler sayıları değiştirebilir.

Birleşik katalog okunurken veri tabanı değiştirilmeden bir onarım uygulanmıştır: aynı kurumun birbirinden 60 s'den uzak iki ayrı olay kimliğini taşıdığı hâlde birleştirmede tek kayda indirgenmiş satırlar ayrı olaylara bölünmüştür. Bu onarım pencereye 3 olay eklemiştir; hiçbirisi ana şoktan sonra değildir. Çapraz-kaynak kopyaları (1) $\Delta t \leq 20$ s, $\Delta \text{konum} \leq 56$ km ve $\Delta M \leq 0,5$ ya da (2) $\Delta t \leq 5$ s ve $\Delta \text{konum} \leq 56$ km (büyüklük ölçüsü farkı gözetmeksizin) ölçütüyle tekilleştirilmiş, 15 kayıt düşürülmüştür; çıkan kayıtlarda temsilci, kurum önceliği (genel sıra: USGS, EMSC, GFZ, AFAD, KOERI, ISC, INGV; kümede Türkiye kaydı varsa ulusal ağ önce), moment büyüklüğü tercihi ve en yüksek büyüklük değeri sırasıyla seçilmiştir. Tüm istatistikler tekilleşmiş katalog üzerinde hesaplanmıştır. Çalışma olayının kendisi için bu sıra uygulanmamıştır: birleşik veri tabanında olayın temsilci kaydı (ISC) veri tabanının birleştirme aşamasında seçilmiştir ve yukarıdaki tekilleştirme önceliğinden bağımsızdır; bu çalışmada olayın hiposantr ve büyüklüğü için otorite kurumun (USGS) çözümü benimsenmiştir (temsilci kayıt ile kurumun arşivdeki önceki çözümü arasındaki fark 3,7 km). 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 (kurum sayısı olayın katalogdaki bütün satırlarından sayılır) $\Delta t \leq 35$ s, $\Delta \text{konum} \leq 300$ km ve büyüklük farkı $-0,5$ ile $+1,5$ arasında eşleşen 2 kayıt o olayın kopyası sayılmıştır.

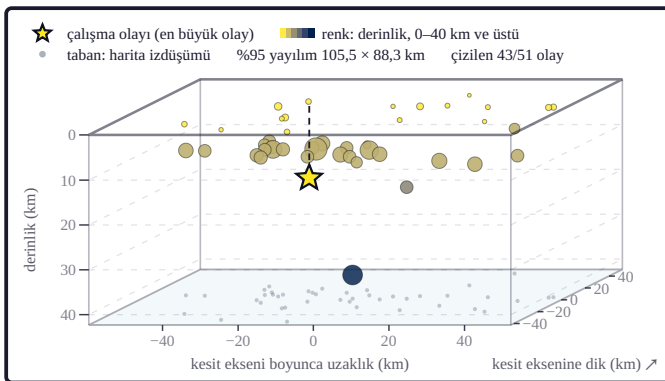
UZAMSAL GEOMETRİ VE DERİNLİK YAPISI



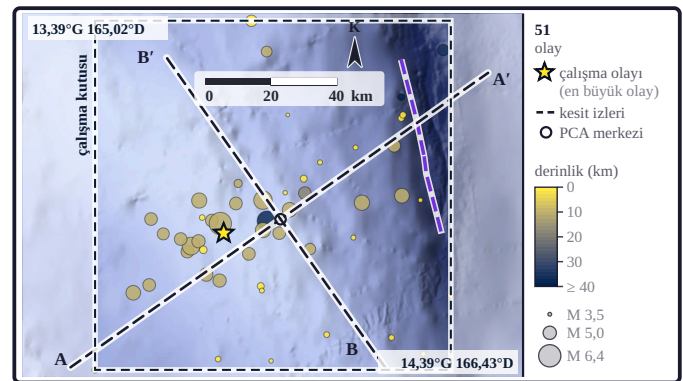
Şekil 3a. Olayların %95'i 0,0–36,8 km derinlik bandındadır; ortalama derinlik 10,0 km'dir (sabit atamalar dışlanınca 36,0 km). A–A' kesiti olayları kesit eksenini (kutu yayılımının uzun eksenini) boyunca uzanan düşey düzleme izdüşürür. Sarı yıldız çalışma olayıdır; daire rengi derinliği, çapı büyüklüğü verir. Alt kenardaki üçgenler derinlik ekseninin altında kalan olaylardır. 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 bütün olaylar; derinlikler katalog hiposantrlarıdır).



Şekil 3b. $B-B'$ kesiti olayları kesit eksenine dik düşey düzleme izdüşürür. İmler, renk ölçeği ve iki eksenin ölçeği $A-A'$ kesitiyle aynıdır; düşey abartı iki kesitte eşittir (izdüşüm: çalışma kutusundaki bütün olaylar).



Şekil 3c. Yatay eksen kesit eksen (kutu yayılımının uzun eksen) boyunca, sağ üste kaçan eksen ona dik uzaklığı, düşey eksen derinliği verir. Derinlik eksen kesitlerle aynıdır. Yıldızdan üst yüze çıkan kesikli çizgi alayın yüzeydeki izdüşümünü gösterir (kabinet izdüşümü; üç eksen ayrı ölçeklidir; blok kenarları %95 yayılımın 1,06 katıdır).



Şekil 3d. Derinlik renkli harita 51 olaylık kataloğun tamamını gösterir. Daire rengi odak derinliğini, çapı büyüklüğü verir. Sarı yıldız çalışma olayıdır; kesikli A-A' ve B-B' doğruları kesitlerin harita izleridir (kesikli dikdörtgen çalışma kutusudur; kutunun dışı sorgulanmamıştır, oradaki fay izleri bağlam içindir).

Şekil 3a-3d: A-A' kesiti, çalışma kutusundaki olayların ana eksen boyunca 105,5 km'lik (%95) yayılımını göstermektedir; kesitteki odakların derinlik bandı (%2,5–97,5) 0,0–36,8 km'dir (tam katalog ortancası 10,0 km; Şekil 3a). Derinlik eksenine göre katalog derinliklerine dayanır; derinlik geometrisi sabit derinlikli kayıtların payıyla birlikte okunmalıdır. Bulutun uzama oranı (uzun kenarının kısa kenarına oranı) 1,19, çalışma kutusunun en-boy oranı 1,02'dir; bulutun uzama oranı kadrājınkini belirgin biçimde aşmadığından (iki oranın oranı 1,17) ölçülen uzama büyük ölçüde kadrājın geometrisidir ve yapısı bir uzama iddiası kurulmamıştır (Şekil 3b). Dik kesitteki dağınlıklık, gerçek zon kalınlığı ile konum hatasının toplamıdır ve ikisi bu verilerle ayrıştırılamaz. Düşey yayılımın uzun yatay kenara oranı 0,35'tir; yatay yayılım düşey yayılımı aşmaktadır (Şekil 3c). 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 51 kaydın 46 tanesi 10 km ve daha sığ, 5 tanesi daha derindir (tam katalog; Şekil 3d). Derinlik değerleri kurum çözümlerinden geldiği için bu okuma konum kalitesiyle sınırlıdır ve haritadaki renk, histogramdaki tepe ile birlikte okunmalıdır. Çalışma kutusu yayılımının geometrik ölçüleri Tablo 3'te, derinlik dağılımının ölçüleri Tablo A1'de verilmiştir.

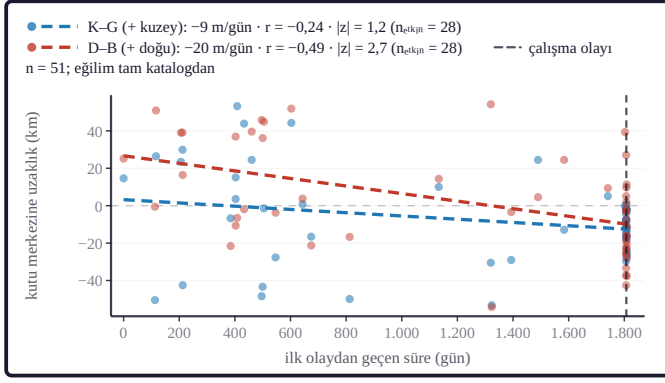
VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

Eşi bu ölçütlerle katalogda bulunamayan 1 uzak ağ kaydı aynı ölçütle USGS ComCat olay hizmetinde de aranmış; gözden geçirilmiş bir USGS çözümüyle eşleştiği için katalogda bu USGS çözümüyle tutulmuştur (USGS ComCat, U.S. Geological Survey, 2017; gözden geçirilmiş çözüm; sorgu tarihi 23.10.2026). Böylece sorgudan dönen 68 kayıttan 17'si ayıklanmış ve çözümleme 51 olayla yapılmıştır.

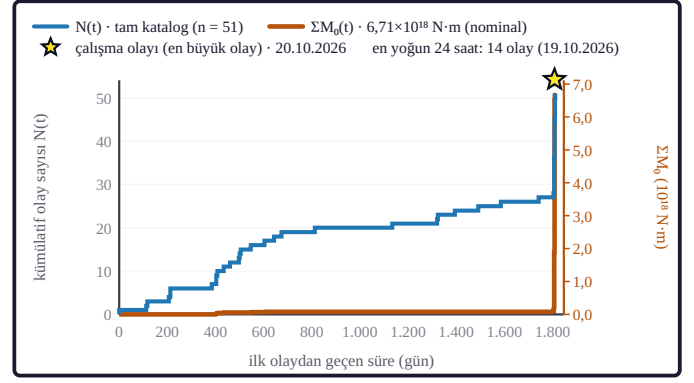
Bu çalışmada benimsenen büyüklük moment büyüklüğü ölçeğinden alınmıştır (Mw 6,3; EMSC, GFZ, GCMT). Katalogta bu olay için 4 büyüklük kaydı 4 kurumdan gelmektedir; farklı ölçekler (mb 6,2) aynı fiziksel niceliği ölçmediğinden tek bir yayılım istatistiğinde toplanmamış, ölçek önceliğine (moment büyüklüğü > hızlı P momenti > yüzey dalgası > cisim/yerel ölçek) seçim yapılmıştır. Katalog kaydının taşıdığı 6,2 değeri (ISC mb) benimsenen değerden 0,1 birim düşüktür. Duyarlılık: sismik moment ve yayılan enerji büyüklüğün 1,5 katı üstel bağıntısıyla ölçeklendiğinden, 6,2 alınsaydı M_0 ve E değerleri $\approx 1,4$ kat küçük çıkardı; bu çalışmadaki kaynak fiziki değerleri benimsenen 6,3 değerine dayanır. Moment ve enerji toplamalarında büyüklük türleri arasında ampirik dönüşüm uygulanmamıştır: moment türü büyüklük taşıyan 4 kayıt gerçek sismik momentle, öteki 47 kayıt ise katalog büyüklüğü moment büyüklüğü sayılarak hesaplanan nominal değerle toplanmıştır; nominal toplamalar bu etiketle verilmiştir.

Koordinatlar WGS84 datumundadır; derinlikler deniz seviyesine göre pozitif aşağı verilmiştir ve kurum çözümlerinden olduğu gibi alınmıştır (topografyaya indirgeme yapılmamıştır). Konum kalitesi alanları — varış 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. Derinlik istatistikleri çözüm kalitesine bağlıdır: kayıtların %49'unun derinliği 0,1 km'ye yuvarlandığında 10,0 km'dir (25/51); bu değer, derinlik çözülemeyip sabitlendiğinde kurumun atadığı varsayılandır; aynı katalogda %41'i tam 0,0 km'de olmak üzere ikinci bir sabit-derinlik yığını daha bulunmakta, iki yığın birlikte kayıtların %90'ını oluşturmaktadır; derinlik ortancası ve derinlik bandı bu yatay yığınların etkisi altındadır. Derinliğe dayanan ölçüler (derinlik bandı, kesit geometrisi) bu çekinceyle verilmiştir. Hiposant bulutuna düzlem uydurması raporlanamamıştır; gerekçesi ekteki raporlanmayan çözümlerler çizelgesindedir.

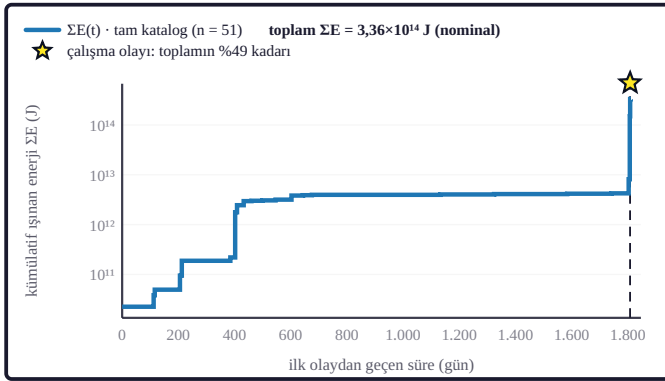
ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME



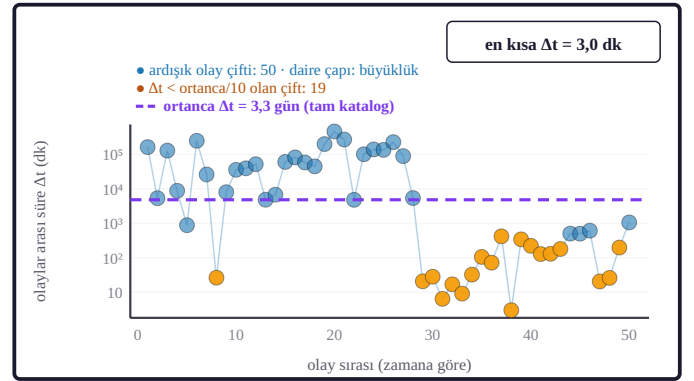
Şekil 4a. Dış merkez koordinatlarının zaman serisinde mavi noktalar kuzey-güney, kırmızı noktalar doğu-batı bileşenidir. Yatay eksen pencerenin ilk olayından geçen süre (gün), dikey eksen kutu merkezine uzaklıktır (km); iki bileşen aynı ölçekte olduğundan eğimleri doğrudan kıyaslanabilir. Kesikli doğru her bileşenin en küçük kareler eğimidir; eğim, Pearson korelasyon katsayısı ve etkin örneklem büyüklüğüyle hesaplanan Fisher z değeri lejjantıdır. Düşey kesikli çizgi çalışma olayının anını işaretler.



Şekil 4b. Mavi eğri kümülatif olay sayısı $N(t)$, turuncu eğri kümülatif sismik moment $\Sigma M_0(t)$ değeridir. Sarı yıldız çalışma olayıdır; penceredeki en büyük olay da odur ($M_0 = 10^{15.5} M + 9,1 N \cdot m$; 9,1 sabiti Kanamori, 1977).



Şekil 4c. Mavi basamak eğrisi kümülatif ısınan sismik enerjidir (ΣE , logaritmik eksen). Kesikli düşey çizgi çalışma olayını işaretler; en büyük tek katkı bu olaydır (Gutenberg ve Richter, 1956 enerji bağıntısı).



Şekil 4d. Düşey eksen bir önceki olaydan geçen süredir (dakika, logaritmik). Mor çizgi ortalanca süredir; turuncu daireler ortalancanın onda birinden kısa aralıklardır. Daire çapı büyüklükle artar (seri: tekilleştirilmiş tam katalog).

Şekil 4a–4d: Dış merkez koordinatlarının zaman serisi, harita gösteriminde üst üste düşen olayları zaman ekseninde ayırır (Şekil 4a). Kuzey-güney ve doğu-batı bileşenleri kutu merkezine göre kilometre cinsinden aynı ekseninde verilmiş, eğilim doğrularının eğimi m/gün cinsinden yazılmıştır. Kesikli düşey çizgi çalışma olayının anını işaretler. Kümülatif sayım ve moment eğrileri birlikte okunur (Şekil 4b). Gözlenen pencere boyunca (1.828 gün) ortalama etkinlik oranı 0,028 olay/gün (10,2 olay/yıl) düzeyindedir; eğrideki dikleşmeler bu ortalamanın belirgin biçimde üzerine çıkan etkinlik ataklarını işaretler. Kümülatif ısınan enerji basamakları, toplam boşalının kaç olaya dağıldığını gösterir (Şekil 4c). Pencerede ısınan toplam enerji $3,36 \times 10^{14}$ J'dür (nominal toplam; katalog büyüklüklerinden). Bekleme süresi serisi, ardışık olaylar arasındaki zaman farkını olay sırasına göre verir (Şekil 4d). Ortanca bekleme süresi 3,3 gün düzeyindedir (tam katalog); bu değerin onda birinden kısa 19 aralık ölçülmüştür; bu sayı Poisson (üstel bekleme) beklentisinin (3,3) üstündedir (binom $P(X \geq 19) < 0,001$) ve tetiklenmiş etkinlikle uyumludur. Pencere ile arka plan döneminin kıyası Tablo 4'te, raporlanmayan çözümlemeler ve eleme gerekçeleri Tablo A2'de, çekince düşülen çözümlemeler ve çekince gerekçeleri Tablo A3'te, çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri ve tolerans duyarlılığı Tablo A4'te verilmiştir.

VERİ VE YÖNTEM (DEVAM)

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

Dizi sınıflaması çalışma olayının kendi dizisine uygulanmıştır; dizi, çalışma olayı ile olaydan sonraki 3,3 gün içinde 58 km yarıçaplı Gardner-Knopoff uzay penceresine (Gardner ve Knopoff, 1974) düşen olaylardan oluşur. Dizi sınıflaması ölçütü şöyledir: dizinin en büyük iki olayı arasındaki büyüklük farkı $\Delta M \leq 0,3$ ise çift deprem, $\Delta M > 0,3$ ve çalışma olayının dizi momentindeki payı $\geq 50\%$ ise ana şok-artçı dizisi; koşullar sağlanmazsa dizi sınıflanmamıştır. Dizi sınıflamasının eşikleri literatürden alınmamıştır; bu çalışmanın işletimsel ölçütleridir. Büyüklük farkı ve moment payı katalog büyüklüklerinden hesaplanmıştır.

Arka plan dönemi olarak çalışma penceresinin başlangıcından geriye uzanan ve onunla örtüşmeyen 5 yıllık pencere (22.10.2016 – 21.10.2021) aynı kutu ve eşikle ayrıca sorgulanmış (35 kayıt), pencere istatistikleri bu tabanla kıyaslanmıştır.

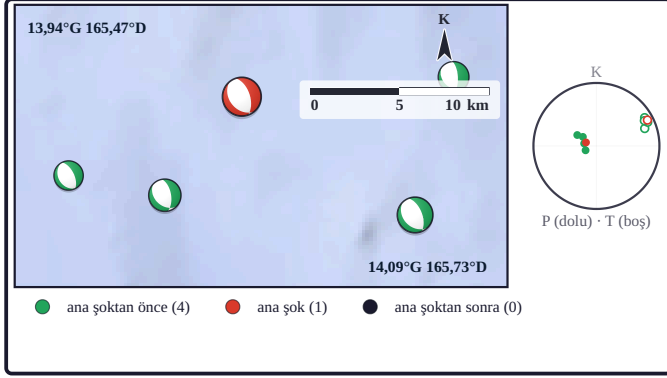
Şekillerdeki harita kadrajları eş-dikdörtgen (equidistant cylindrical) izdüşümündedir: standart paralel kutunun orta enlemi olan $13,89^\circ G$ 'dir ve harita ölçeği iki ekseninde eşit tutulmuştur; şekillerdeki tek ölçek çubuğu bu koşulla geçerlidir. Boylam ölçeğinin sapması kutunun kuzey ve güney kenarlarında ters işaretlidir ve en çok $0,2^\circ$ 'dir. Altık karoları Web Mercator karolarından üretilip aynı dikdörtgene indirgenmiştir; altık ölçülen bir nicelik taşımaz, yalnız coğrafi bağlam verir.

USGS'in bu büyüklükteki olaylar için olağan olarak yayımladığı faz verisi, moment tensörü, ShakeMap, PAGER ve yer yenilmesi ürünleri bu raporun hazırlandığı 23.10.2026 11:31 UTC itibarıyla ComCat'te yoktur.

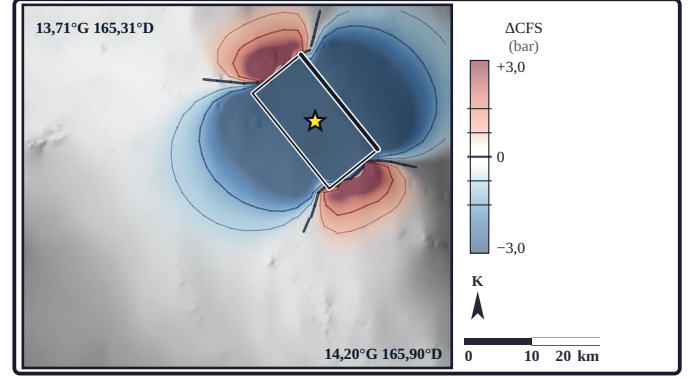
OLAY KÜNYESİ, KONUM GÜVENİLİRLİĞİ VE BÜYÜKLÜK MUTABAKATI

20.10.2026 tarihinde 04:20:38 UTC'de Port-Olry (Vanuatu) yerleşiminin 195 km kuzeybatısında, $13,9906^\circ G$, $165,5892^\circ D$ koordinatlarında (USGS çözümü, sürüm 58), odak derinliği 16,0 km (dalga biçimi modellemesiyle belirlenmiş) olan Mw 6,3 büyüklüğünde bir deprem kaydedilmiştir.

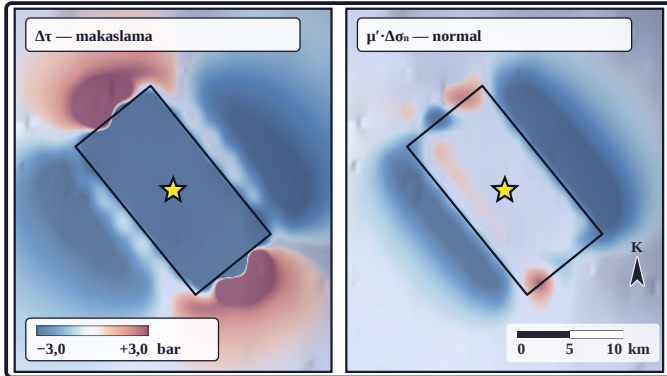
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI



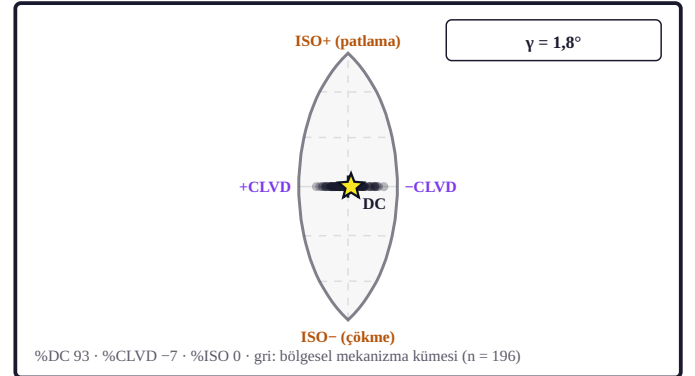
Şekil 5a. Arama penceresinin (ana şoktan 180 gün önce – 30 gün sonra, 58 km yarıçap) odak mekanizması haritasında her odak küresi bir moment tensörü çözümüdür. Mw, çözümü yayımlayan kurumun moment tensörü büyüklüğüdür ve gövdedeki katalog büyüklüğünden farklı olabilir. Küre rengi ana şoka göre zamanı (yeşil önce, kırmızı ana şok, 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 5b. Harita statik Coulomb gerilme değişimini (ΔCFS) gösterir (kırmızı artış, mavi azalma; ±3,0 bar). ΔCFS Wells ve Coppersmith (1994) kaynağının kaynakla eş yönelimli alıcıda (s/d/r = 141°/36°/-107°), 10,0 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 (ΔCFS: Okada, 1992; King vd., 1994; altlık [gri tonlu]: Batimetri: GMRT v4.5.0 [Global Multi-Resolution Topography] — Ryan, W.B.F. ve ark., 2009, Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014, doi:10.1029/2008GC002332 · Lamont-Doherty Earth Observatory / MGDS, CC-BY-4.0 · Renk skalası: oleron [bilimsel, sıfır-çapalı] — Crameri, F. [2018] Zenodo doi:10.5281/zenodo.1243862 · Crameri [2018] Geosci. Model Dev. 11, 2541–2562 · Crameri, Shephard & Heron [2020] Nature Communications 11, 5444 · Batimetri: GMRT v4.5.0 [Global Multi-Resolution Topography] — Ryan, W.B.F. ve ark., 2009, Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014, doi:10.1029/2008GC002332 · Lamont-Doherty Earth Observatory / MGDS, CC-BY-4.0 · Kabartma: AWS Terrain Tiles / terrarium [SRTM, GMTED2010, ETOPO1 — kamuya açık]).



Şekil 5c. ΔCFS'in iki bileşeni ayrı panellerde gösterilmiştir: solda makaslama gerilmesi değişimi $\Delta\tau$, sağda fay düzlemine dik normal gerilme katkısı $\mu' \cdot \Delta\sigma_n$ ($\Delta CFS = \Delta\tau + \mu' \cdot \Delta\sigma_n$; $\Delta\sigma_n$ 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 5d. 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 yüzdelere DC/CLVD/ISO ayrışımıdır (lune: Tape ve Tape, 2012; ayrışım: GCMT tensöründen).

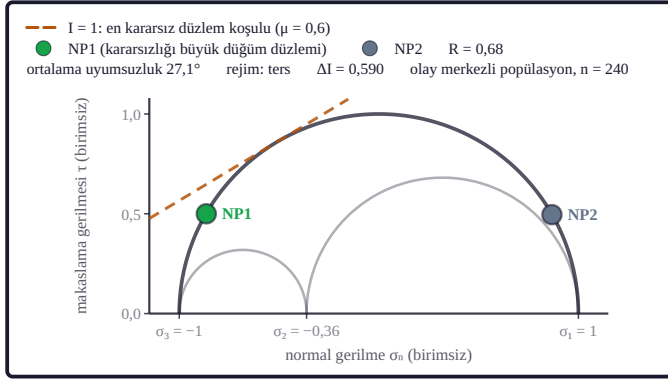
Şekil 5a–5d: Arama penceresindeki zaman sınıfları (ana şoktan önce, ana şok) çözümün yalnız ana şoka göre zamanını bildirir ve bir pencere kuralından gelir; ana şoktan önceki bir çözümün öncü deprem olduğu anlamına gelmez (Şekil 5a). Çözümlerin Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle sınıf dağılımı 5 normal çözümdür. ΔCFS haritasında kırmızı alanlar alıcı düzlemlerin kırılmaya yaklaştığı, mavi alanlar uzaklaştığı kesimlerdir (Şekil 5b). Alanın makaslama ve normal gerilme bileşenleri ayrı panellerde verilmiştir (Şekil 5c). Çift kuvvet payı %90'ın üzerindedir; kaynak, düzlemsel bir fay üzerindeki makaslama kırılmasıyla uyumludur (Şekil 5d). Ayrışım kaynağın türünü betimler; büyüklük, hasar ya da izleyen etkinlik hakkında bilgi taşımaz. Coulomb gerilme aktarımı sonuçları Tablo 5'te, mekanizma dizisi Tablo 6'da verilmiştir.

OLAY KÜNYESİ, KONUM GÜVENİLİRLİĞİ VE BÜYÜKLÜK MUTABAKATI (DEVAM)

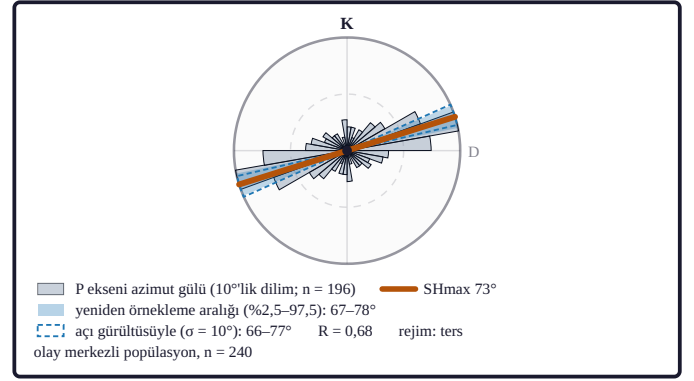
Katalog, kesit, pencere ve uzaklık çözümlemeleri katalogdaki benimsenen kökene göre yapılmıştır; bu köken künyedeki dış merkezden 19 km uzaktadır; şiddet ve Coulomb gerilme modellerinin merkezi ve hesap derinliği de bu kökendir, hesap derinliği künyedeki odak derinliğinden farklıdır.

Pencere katalogunda, $M \geq 3,0$ büyüklüğünde ve en az iki kurumun çözdüğü 17 olayda farklı kurum çözümleri arasındaki dış merkez farkının ortancası 17,2 km, yüzde doksanlık değeri 34,0 km olarak ölçülmüştür (aynı olaya ait çözümleri eşleştirme toleransı 56 km); bu ölçü kurumlar arası farktır, bir konum hatası kestirimi değildir ve eşleştirme toleransına koşulludur. Odak derinliği kurum çözümlerinde 5,0 ile 16,0 km arasında değişmektedir; olayın moment tensörü sentroid derinliği 12,0 km'dir (GCMT, çözülemeyen sentroid derinliğini sıg olaylarda 12 km'de sabit tutar; bu değer çözülmüş bir derinlik olmayabilir); bu değerlerin tümü sıg odak sınıfına düşer ($h < 70$ km). Olayın katalog kaydı USGS, EMSC, GFZ ve ISC çözümlerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur; benimsenen hiposantr USGS çözümüdür. Moment ölçeğindeki 2 kurum kaydı Mw 6,3 değerinde birleşmektedir; GCMT moment büyüklüğü Mw 6,28 olarak verilmektedir. Öteki ölçeklerdeki kayıtlar (USGS Mi 6,6) aynı fiziksel niceliği ölçmediğinden bu karşılaştırmaya katılmamıştır. Aktarılmış çözüm (ISC mb 6,2; PTWC çözümünün aktarımı) başka bir kurumun çözümünü yinlediğinden ayrı kurum ölçümü sayılmamıştır. Koordinat işareti ters girilmiş kopya kayıt (ayna kayıt; ISC Mw 6,4) aynı olayın kopyası olduğundan büyüklük karşılaştırmasına katılmamıştır.

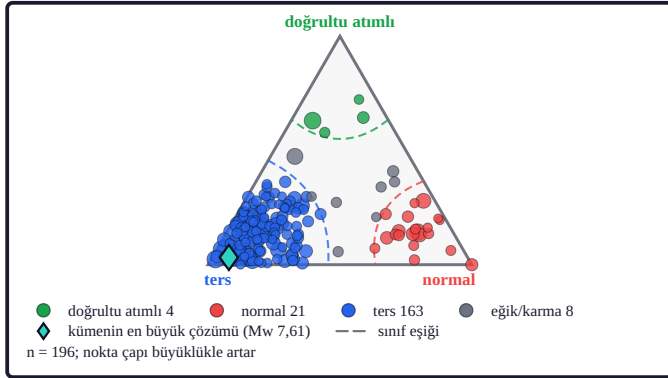
GERİLME ALANI VE KAYNAK MEKANİZMALARI (DEVAM) · BÖLGESEL TEKTONİK ÇERÇEVE



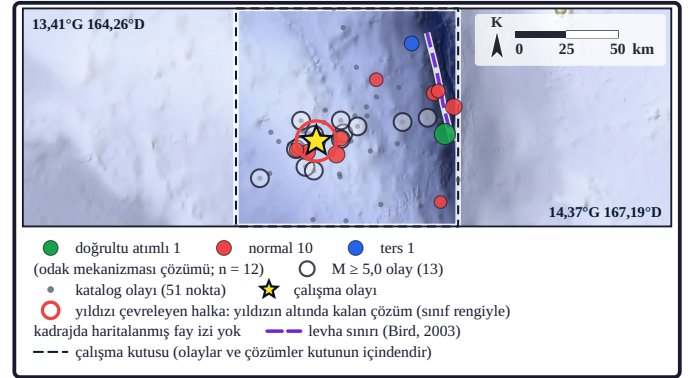
Şekil 6a. Gerilme inversiyonunun normalleştirilmiş Mohr diyagramında yatay eksen normal gerilme σ_n , düşey eksen makaslama gerilmesi τ 'dir. Üç yarım çember asal gerilmelerle kurulan gerilme durumunu, turuncu kesikli doğru μ sürtünme katsayısıyla tanımlı en kararsız düzlem koşulunu (kararsızlık indeksi $I = 1$) 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 6b. SHmax = 73° (yön iyi kısıtlı); rejim ters faylanmadır (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 gürlüğü de eklenerek yinelenen tersinin aynı yüzdelik aralığıdır (Vavryčuk, 2014). Gri sektörler bölgesel mekanizma kümesinin P eksenini (kısaltma) azimut gülüdür (10°'lik dilimler; yarıçap sayımın kareköküyle orantılı). 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 6c. 196 çözümün %83'ü ters sınıfındadır (%95 Wilson aralığı %73–90; 77 bağımsız küme). Alt uç %70 baskınlık eşliğinin üzerinde kaldığından bu sınıf baskın sayılmıştır. 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 eşik 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 6d. Haritada odak mekanizması çözümleri gösterilmiştir. Renkli dairelerde renk mekanizma sınıfını, çap büyüklüğü kodlar. İç boş halkalar $M \geq 5,0$ olayları, küçük gri noktalar katalog sismisitesini, sarı yıldız çalışma olayının dış merkezini gösterir; kesikli mor çizgiler Bird (2003) levha sınırlarıdır (GCMT mekanizmaları; GNSS: Nevada Geodetic Laboratory [NGL] MIDAS hızları, Blewitt vd., 2016, 2018; hızlar levha-sabit çerçevede değildir, levha-görelî hareket olarak okunamaz; levha sınırları: Bird, 2003; faylar: GEM Global Active Faults [Styron ve Pagani, 2020] — CC BY-SA 4.0).

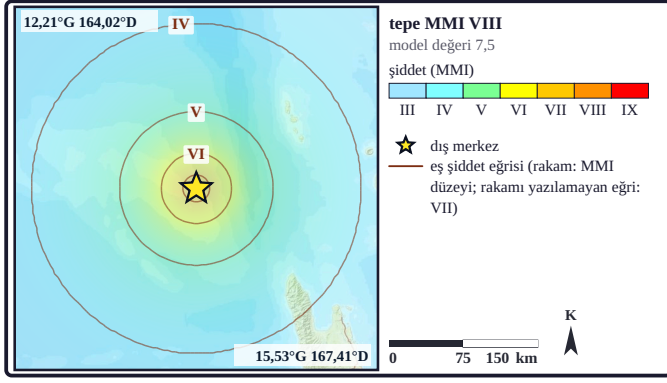
Şekil 6a–6d: Mohr diyagramında NP1 düzlemi sürtünme doğrusuna daha yakındır; kararsızlık ölçütüne göre gerilme alanında kaymaya daha elverişli düzlem olur, ancak bu ölçüt düzlemi tek başına seçmez (Şekil 6a). Asal gerilme eksenlerinden en dik olanı σ_3 eksenidir (dalım 69°); Anderson sınıflamasında rejim sınıfı bu dik eksenden belirlenir (Şekil 6b). Gürlütlü yeniden örneklemede kullanılan 10° açı gürlütlüsü ölçülmüş değil varsayılmış bir mekanizma belirsizliğidir; tek tek çözümlerin belirsizlikleri bu çalışmanın veri kümesine alınmadığından (GCMT tensör bileşenlerinin standart hataları kullanılmamıştır) gürlütlü aralık bu varsayma bağlıdır. Gül (bölgesel mekanizma kümesi) ile inversiyon (olay merkezli mekanizma popülasyonu) örtüşen mekanizma örneklemine dayandığından karşılaştırma bağımsız bir doğrulamaya değildir. Hiçbir eşik aşmayan 8 çözüm üçgenin orta bölgesinde yer almakta ve eğik/karma sınıfına girmektedir (Şekil 6c). Bölgesel mekanizma kümesindeki çözümlerin büyüklükleri Mw 4,83–7,61 aralığındadır; en büyük çözüm ters sınıfındadır. Sınıf sayımı büyüklükten bağımsız olduğundan her çözüm sayıma eşit ağırlıkla girer; sayıca baskınlık ile moment baskınlığı aynı niceliklerdir. Tektonik çerçeve haritası, çalışma alanını levha sınırları (Bird, 2003) bağlamına oturtur (Şekil 6d). Kadrada erişilebilir kataloglarda haritalanmış fay izi bulunmamaktadır. Kadrada hız vektörü çizilecek GNSS istasyonu bulunmamaktadır. Yayımlanmış odak mekanizması çözümleri Tablo A5'te verilmiştir.

OLAY KÜNYESİ, KONUM GÜVENİLİRLİĞİ VE BÜYÜKLÜK MUTABAKATI (DEVAM)

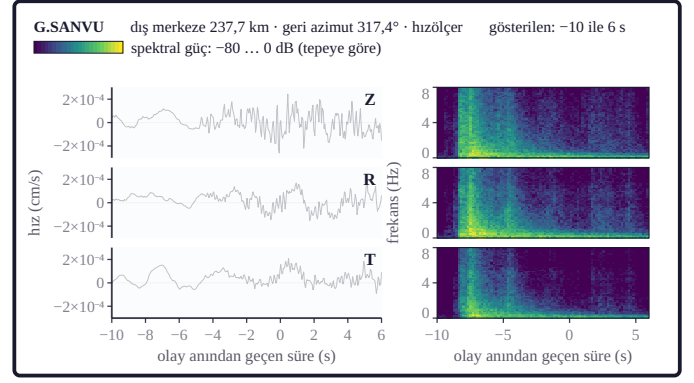
Konum çözümünün yayımlanmış kalite ölçüleri şunlardır: varsı artığı RMS = 0,81 s, azimut boşluğu 27°, istasyon/faz sayısı 138, en yakın istasyon 738 km (çözüm durumu: ön çözüm). En yakın istasyon 100 km'den uzak olduğundan yerel ağ eşikleri bu çözüme uygulanmamış ve kalite notu verilmemiştir. Çözümün %90 güven elipsinin yarı eksenleri $14,58 \times 12,07$ km'dir (büyük eksen azimutu 70°); derinlik belirsizliği %90 güven düzeyinde $\pm 1,73$ km'dir. Kurumun ayrıca verdiği 8,73 km'lik yatay belirsizliğin güven düzeyi belirtilmemiştir. USGS geoserve yer hizmetine göre (sorgu 23.10.2026) olayın Flinn–Engdahl bölgesi Vanuatu (bölge no 186) olarak verilmektedir; USGS'in güncel köken çözümüne göre dış merkez Vanuatu'daki Port-Olry'un yaklaşık 196 km kuzeybatısında, Sola'nın yaklaşık 198 km batısında ve Luganville'nin yaklaşık 241 km kuzeybatısında yer almaktadır; uzaklık ve yönler bu çalışmada hesaplanmıştır.

Şiddet-azalım bağıntısıyla (Allen vd., 2012) modellenen alan, dış merkez yakınında MMI VIII düzeyinde tepe şiddet vermektedir (hesap odak derinliği 10,0 km); MMI IV eşik dış merkezden yaklaşık 167 km uzaklığa kadar aşılmalıdır. Modelde yerel zemin etkisi ayrıca hesaba katılmamıştır.

YER HAREKETİ VE ETKİ



Şekil 7a. Harita modellenmiş makrosismik şiddet (MMI) alanını gösterir; yıldız dış merkezdir (şiddet-azalışı bağıntısı: Allen vd., 2012).



Şekil 7b. Solda dalga formu, sağda Hann pencereli kısa zamanlı Fourier spektrogramı (pencere 12,80 s, %50 örtüşme) verilir; P ve S varışları işaretlidir. Şekil kaydın sinyali taşıyan bölümünü gösterir; aralık lejantıdır. Dalga formunda yatay eksen olay anından geçen süre (s), dikey eksen cm/s birimindedir ve bileşenler ortak ölçektir; 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 gösterir (kayıt: G ağı, EarthScope veri merkezi, FDSN dataset; süzgeç: Butterworth bant geçiren, sıfır fazlı, 0,025–8,0 Hz).

Şekil 7a ve 7b: Model şiddet alanı, şiddet-azalışı bağıntısının uzaklıkla düşen halkalarını harita üzerinde verir; dış merkez yakınında hesaplanan tepe şiddet MMI VIII (model değeri 7,5) düzeyindedir (Şekil 7a). Model hesabına yerel zemin etkisi katılmamıştır; gözlenen şiddet dağılımı bu haritadan değil makrosismik verilerden okunur. Kayıta en büyük tepe genlik teğetsel bileşendedir; tepe genliğinin dikey bileşendeki değere oranı ışınsal bileşende 1,5, teğetsel bileşende 2,5 olarak ölçülmüştür (Şekil 7b). Dalga formu kaydının künyesi Tablo 7'de verilmiştir.

KAYNAK FİZİĞİ: SİSMİK MOMENT VE ENERJİ

Sismik moment $M_0 = 3,309 \times 10^{18}$ N·m'dir (Mw 6,28; GCMT skaler moment). Bu büyüklükten $\log_{10} E = 1,5 \cdot M_w + 4,8$ bağıntısıyla türetilen nominal ışınsal enerji $E \approx 1,7 \times 10^{14}$ J'dür; değer Kanamori (1977) varsayımına ($E/M_0 \approx 5 \times 10^{-5}$) dayanır ve ölçülmüş bir ışınsal enerji değildir. Ampirik ölçekleme (Wells ve Coppersmith, 1994; normal kolu) Mw 6,28 için 18,2 km yer altı kırık uzunluğunu vermektedir.

ODAK MEKANİZMASI, MOMENT-TENSÖR AYRIŞIMI VE GERİLME REJİMİ

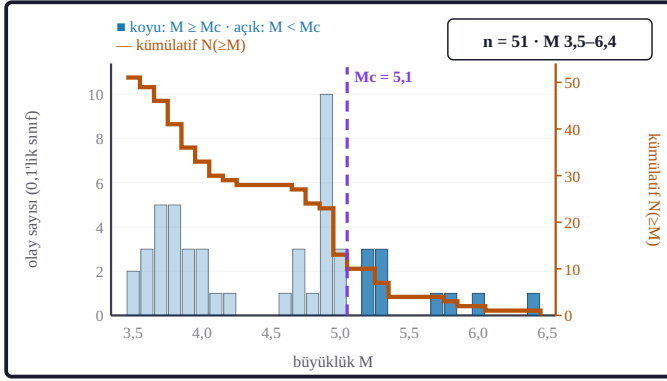
GCMT moment tensörü çözümünün düğüm düzlemleri doğrultu/eğim/kayma açılarıyla $141^\circ/36^\circ/-107^\circ$ (NP1) ve $341^\circ/56^\circ/-78^\circ$ (NP2) olarak verilmektedir; kayma NP1 üzerinde sağ yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım, NP2 üzerinde sol yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım niteliğindedir. Çözümün moment büyüklüğü Mw 6,28'dir. Mekanizma normal (eğim atımlı) faylanma sınıfındadır. Kabuk gerilip incelmekte, bir blok diğerine göre aşağı düşmektedir. Tam moment-tensörün özdeğer ayrışımı %DC = 92,8, %CLVD = -7,1, %ISO = 0,1 vermektedir (lune koordinatları $\chi = 1,8^\circ$, $\delta = 0,1^\circ$). Yüksek çift-kuvvet oranı, düzlemsel bir fay üzerinde basit makaslama kırılmasını gösterir. 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 1977–2026; yalnız sığ odak sınıfındaki çözümler, $h < 70$ km; başka derinlik sınıfındaki 38 çözüm ayrıldı; $n = 240$; ortalama uyumsuzluk 27,1°) en büyük yatay sıkışma yönünü SHmax = 73° (%2,5–97,5 yeniden örnekleme aralığı: 67° – 78°) ve rejimi ters faylanma olarak kısıtlamaktadır; gerilme şekil oranı $R = 0,68$ (0,49–0,79) olarak kestirilmiştir. Odak mekanizması açılarına 10° standart sapmalı gürültü eklenerek yinelenen yeniden örneklemede (bootstrap) aralık 66–77° olmaktadır; aralığın genişliği bu çalışmanın işletimsel eşliğinin (15°) altında kaldığından yön iyi kısıtlı sayılmıştır. Şekil oranı $R = (\sigma_1 - \sigma_2)/(\sigma_1 - \sigma_3)$ biçiminde tanımlıdır (asal gerilmeler basınç pozitif, $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$); 0'a yakın değer σ_2 'nin σ_1 'e, 1'e yakın değer σ_3 'e yakın olduğunu gösterir. Bu değerler pencere olaylarının kendisine değil, olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme alanına aittir. Ortalama uyumsuzluk (27,1°), tek düzgün bir gerilme tensörünün yeterli sayıldığı 25° düzeyinin üstündedir; yön raporlanmakla birlikte tam homojen olmayan bir popülasyonun ortalaması olarak okunmalıdır.

Bölgesel mekanizma kümesinin (çalışma kutusu her yönde 60 km genişletilerek; aynı dönem; $n = 196$) 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: 4 doğrultu atımlı, 21 normal, 163 ters ve 8 eğik/karma çözüm. Kümede en sık sınıf ters faylanmadır: 196 çözümün 163'ü (%83) bu sınıftadır. Oranın %95 Wilson (1927) aralığı 73° – 90° 'dır; aralık, Gardner ve Knopoff (1974) uzay–zaman pencereleriyle ayrılan 77 bağımsız kümeye göre hesaplanmıştır. Aralığın alt sınırı (%73) bu çalışmanın baskın sınıf nitelemesi için aradığı işletimsel eşğin (%70) altına inmediğinden küme baskın biçimde ters faylanmalı olarak nitelenmiştir. Eşik kullanmayan en dik eksen sınıflamasında sayım 5 doğrultu atımlı, 25 normal ve 166 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, 58 km yarıçapta ve $M_w \geq 4,0$ eşliğinde 5 çözüm bulunmuştur; 4 çözüm çalışma olayından önceki döneme, 1 çözüm çalışma olayının sayım 5 doğrultu atımlı, 25 normal ve 166 ters çözümdür; Arama penceresi dizinin kendisi değildir: çözümlerin 5'i dizinin 58 km yarıçaplı Gardner–Knopoff uzay penceresi içindedir. Frohlich ve Apperson (1992) eksen dalımı sınıflarıyla dağılım 5 normal çözüm biçimindedir. Gerilme inversiyonuna giren olay merkezli mekanizma popülasyonunda ($n = 240$) aynı Frohlich ve Apperson (1992) eşikleriyle mekanizma karışımı 5 doğrultu atımlı, 19 normal, 206 ters ve 10 eğik/karma çözümden oluşmaktadır; bu popülasyon yukarıdaki bölgesel mekanizma kümesinden farklıdır.

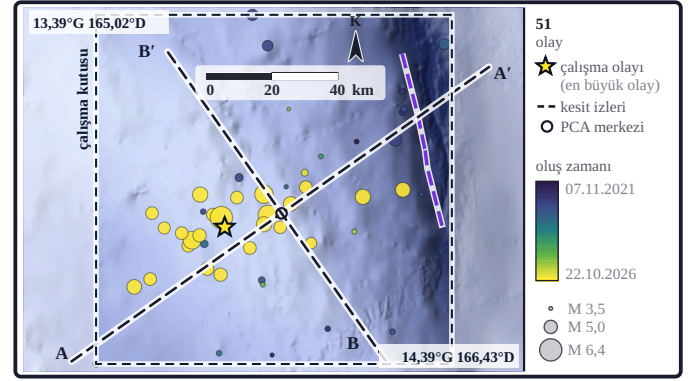
KIRILMA GEOMETRİSİ VE GERÇEK KIRIK DÜZLEMİNİN KISITLANMASI

Çalışma kutusundaki sismisitenin yatay yayılımı $105,5 \times 88,3$ km boyutundadır (uzun $\times$ kısa eksen); olayların %95'i 0,0–36,8 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). Gerilme alanı altındaki fay kararsızlık indeksleri $I(NP1) = 0,916$ ve $I(NP2) = 0,326$ olup aradaki fark 0,590 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada iki düzlemin ayırt edilmiş sayılması için benimsenen işletimsel ölçüt $\Delta I > 0,15$ olup, bu eşik literatürde alınmamış, çalışmanın kendi kararı olarak belirlenmiştir. Ölçülen fark bu eşğin üzerindedir; bu ölçüte göre kırık düzlemi aday NP1'dir. Çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (1 çözüm) dışlanarak yinelenen inversiyonda ($n = 239$) $I(NP1) = 0,924$ ve $I(NP2) = 0,340$ bulunmuştur; düzlem tercihi aynı kalmaktadır. Aynı gerilme tensörü altında Wallace–Bott kayma uyumsuzluğu (gözlenen kayma vektörü ile düzlem üzerinde gerilme tensöründen çözülen makaslama gerilmesi arasındaki açı; Wallace, 1951; Bott, 1959) NP1 için $178,3^\circ$, NP2 için $170,5^\circ$ ölçülmüştür; fark 10° düzeyinin altında olduğundan bu ölçüt iki düzlemi ayırt etmez.

BÜYÜKLÜK İSTATİSTİĞİ VE KATALOG TAMLIĞI · ZAMANSAL DAVRANIŞ VE KÜMELENME (DEVAM)



Şekil 8a. Pencere kataloğunun tamamında tamlik büyüklüğü $M_c = 5,1$ olarak benimsenmiştir (azami eğrilik + 0,2 ölçütü); bu eşikte uyum iyiliği %86,4 düzeyindedir; pencerenin en büyük olayı $M_w 6,4$ 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 pencere kataloğunun tamamının tamlik büyüklüğüdür; altındaki sınıflar açık dolgudur (tam katalog, $n = 51$).



Şekil 8b. Daire rengi oluş zamanını (koyu mor en eski → sarı en yeni), çapı büyüklüğü verir. Öbür imler Şekil 3d'deki gibidir (kesikli dikdörtgen çalışma kutusudur).

Şekil 8a ve 8b: Büyüklük dağılımı ve kümülatif eğri, kataloğun hangi büyüklükten itibaren tam sayıldığını görsel olarak sınırlar (Şekil 8a). M_c altındaki düşük 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 düşürdü. Dış merkezler oluş zamanına göre renklendirilerek etkinliğin kadraj içinde nasıl dolduğu gösterilmektedir (51 olay; ilk-son olay arası 1.810 gün; Şekil 8b). Ağır merkezlerin zaman içindeki yer değiştirmesi sismisite göçü bölümünde ölçülmüştür; bu panelde bir model oturtması yapılmamış, doğrusal/difüzyf ayrımına gidilmemiştir. Kurumlar arası büyüklük karşılaştırması Tablo 8'de, tarihsel eşik üstü depremler Tablo A6'da verilmiştir.

ARTÇI DİZİSİ İSTATİSTİĞİ

Ana şoku izleyen 3,3 günlük dönemde, 58 km yarıçaplı Gardner–Knopoff uzay penceresi (Gardner ve Knopoff, 1974) içinde 10 artçı kaydedilmiştir; bunların en büyüğü $M 5,3$ büyüklüğündedir. Çalışma olayı bu dizinin toplam sismik momentinin %90 kadarını taşımaktadır ve izleyen en büyük olayla büyüklük farkı $\Delta M = 1,1$ değerindedir; dizi, bu çalışmanın işletimsel ölçütüyle ($\Delta M > 0,3$ ve moment payı $\geq \%50$) ana şok–artçı dizisi olarak sınıflanmıştır. Omori–Utsu sönüm parametreleri bu dizi için raporlanmamıştır: gözlem süresi ($T = 3,3$ gün) kestirilen c değerinin (3,95 gün) yalnız 0,8 katıdır ve bu çalışmanın aradığı en az 10 katlık süreyi karşılamamaktadır.

STATİK COULOMB GERİLME

AKTARIMI VE GÖZLEMSEL SINAMASI

ΔCFS alanı, yarı-sonsuz elastik ortamdaki dikdörtgen dislokasyon çözümüyle (Okada, 1992), kaynak fayla eş yönelimli alıcı düzlemde, etkin sürtünme katsayısı $\mu' = 0,40$ ile 10,0 km derinlikte ve 32×28 düğümlü ızgarada hesaplanmıştır. Gerilme aktarımı hesabının kaynak geometrisi ampirik ölçeklemeye (Wells ve Coppersmith, 1994) kurulan, katalog kökeni merkezli dikdörtgenden alınmıştır (doğrultu/eğim/kayma $141^\circ/36^\circ/-107^\circ$; $L = 18,2$ km, $W = 11,4$ km). Bu geometri ölçülmüş bir kırık değil, bir çalışma varsayımdır. Gözlemsel sinama olarak ΔCFS her artçının kendi hiposantrında, kaynakla eş yönelimli alıcı düzlemde hesaplanmıştır: 10 artçının 2 tanesi (%20) +0,1 bar üzerindeki yüklem alanında, 6 tanesi (%60) –0,1 bar altındaki gölge alanında, 2 tanesi iki eşik arasındaki yansız banttadır. 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, artçıların yerleşiminin gerilme değişimi alanından bağımsız olduğu varsayımını temsil eden uzamsal karşılaştırma modelidir ve burada olay öncesi sismisitenin konumlarından oluşur. Boş modelde yüklem alanına düşen pay %19 olarak ölçülmüştür (6/32); artçı payı ile boş model payı arasındaki fark 1,3 yüzde puanıdır (%95 güven aralığı –20,7 ile 33,8 arası; iki bağımsız oranın farkı için Wilson skor aralıklarını birleştiren Newcombe, 1998 yöntemi). Aralık sıfır içerdiğinden artçı yerleşimi bu ölçüyle boş modelden ayrırt edilememektedir. Sinama çekinceyle verilmiştir: 10 artçıdan 1'i serbest derinliktir; öteki 9 artçı kurum varsayımı (sabit) derinlikte olduğundan bu olaylarda sinamanın derinlik girdisi ölçüm değildir. Yalnız serbest derinlikli artçılarla sayım 0 yüklem, 1 gölge ve 0 yansız bant biçimindedir.

Artçı konum belirsizliği bu sayımlara yayılmıştır; işletimsel bir konum senaryosunda (yatay 2 km, derinlik 3 km standart sapma) artçıların %70 kadarının sınıfı değişmektedir. Senaryonun yatay sapması pencerede ölçülen kurumlar arası dış merkez farkının ortancasından (17,2 km) küçük olduğundan bu pay alt sınır olarak okunmalıdır; daha geniş bir senaryoda (yatay 5 km, derinlik 5 km standart sapma; sabit derinlikli kayıtlarda derinlik 2–25 km arasında düzgün dağılımlı) bu pay %100 düzeyine çıkmaktadır. Sınıflar katalog hiposantrlarına göre ve alan tetiklenme kanıtı olarak değil, gerilme aktarımının yön ve merteye betimlemesi olarak okunmalıdır. En uygun yönelimli alıcı düzlemlerle yapılan sayım bir bölgesel gerilme alanı varsayımı gerektirir: SHmax doğrultusu 155° ve normal rejim çalışma olayının kendi mekanizmasından, gerilme şekil oranı 0,5 varsayılan değer olarak, diferansiyel gerilme 100 bar olarak alınmıştır. Bu bölgesel alan varsayımıyla (SHmax 155° ; şekil oranı 0,5; 100 bar) sayım 3 yüklem, 7 gölge ve 0 yansız bant biçimindedir; diferansiyel gerilme 10 bar alındığında 3 yüklem, 7 gölge ve 0 yansız bant elde edilir (iki sayım arasında sınıfı değişen olay sayısı 0). Varsayılan bölgesel alan, olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme inversiyonundan çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (1 çözüm) dışlanarak ($n = 239$) elde edilen alandan (SHmax = 72° , şekil oranı 0,67) farklıdır; birincil sayımda bu çalışmanın kuralı gereği çalışma olayının kendi mekanizmasından türetilen alan kullanılmış, inversiyon alanı duyarlılık olarak ayrıca sınanmıştır: aynı diferansiyel gerilmeyle inversiyon alanı 4 yüklem, 3 gölge ve 3 yansız bant vermektedir (sınıfı değişen olay sayısı 10). Sayım varsayılan gerilme büyüklüğüne ve gerilme alanının seçimine bu ölçüde bağlı olduğundan yorumlanmamıştır. Sonlu kaynak dikdörtgeni $141^\circ/36^\circ/-107^\circ$ geometrisinde kurulmuştur (NP1; seçim ölçütü: uygulanamadı — yakında haritalanmış fay izi yok). 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. İzgaranın %67 kadarında ΔCFS , bu çalışmada yansız bant eşiği olarak alınan 0,1 bar'ı aşmaktadır. Düğüm değerlerinin ortancası –0,097 bar, %5–95 aralığı –6,0 ile 0,87 bar arası, %1–99 aralığı –13 ile 3,4 bar arası olarak hesaplanmıştır. Dislokasyon çözümünde gerilme kaynak dikdörtgeninin kenarlarından raksadığından alanın uç değerleri ızgara aralığına bağlıdır ve raporlanmamıştır. Alan iki bileşenine ayrılarak da incelenmiştir: makaslama gerilmesi değişimi $\Delta\tau$ ve fay düzlemine dik normal gerilme değişimi $\Delta\sigma_n$ ($\Delta CFS = \Delta\tau + \mu' \cdot \Delta\sigma_n$). İki panel aynı kadraj ve aynı kaynak geometrisiyle çizildiğinden, birleşik alandaki desenin hangi bileşenden doğduğu doğrudan okunabilir.

BÖLGESEL SİSMİSİTE VE TARİHSEL BAĞLAM

Tarihsel eşik üstü kayıtlar, çalışma olayından önceki dönem için iki halkalı bir ölçütle derlenmiştir: 150 km yarıçapta $M \geq 6,0$ (100 kayıt) ve 60 km yakın kuşakta ayrıca $5,0 \leq M < 6,0$ (0 kayıt); toplam 100 kayıt. Yakın kuşaktaki $M \geq 5,0$ kayıtların sayısı 5'tir; bunların 5'i $M \geq 6,0$ büyüklüğündedir ve ilk ölçütle sayılmıştır. Derlemenin en büyük büyüklüğü $M 7,7$ olup bu büyüklükte 2 kayıt vardır; dış merkeze en yakını 2009 yılında, 134 km uzaklıkta gerçekleşmiştir. Derlemenin öteki büyük kayıtları şunlardır: 1980 $M 7,7$ (146 km); 2009 $M 7,6$ (116 km); 2009 $M 7,4$ (115 km); 1912 $M 7,3$ (124 km). Derlemenin dış merkeze en yakın kaydı 26.04.1934 tarihli $M 6,5$ depremdir (34 km). Gardner–Knopoff uzay–zaman pencereleriyle ayrıştırılmış bağımsız $M \geq 6,3$ olaylar 100 km yarıçaplı alanda çalışma olayından önce 9 kez gözlenmiştir (127 yıllık gözlem süresi).

Aynıştırma öncesinde aynı alanda çalışma olayından önce eşik üstü 14 kayıt bulunmaktadır; bunların 9'u bağımsız olaydır. Bağımsız olayların gözlenen ortalama yinelenme aralığı $T = 14$ yıldır (%95 güven aralığı 7,4–31 yıl; kesin Poisson sınırları: Garwood, 1936). Kataloğun bu büyüklükteki tamlik başlangıcı saptanamadığından gözlem süresi kataloğun başından (1900) sayılmış ve katalog bu süre boyunca $M \geq 6,3$ için tam varsayılmıştır; varsayım saptanamadığından değer, eksik erken dönem kayıtları ölçüsünde yanlı olabilir.

Ana şoku izleyen dönemin olay oranı arka plan oranıyla kıyaslanmamıştır: olay sonrası dönemde 58 km yarıçaplı dairede kaydedilen 10 olaydan yalnız 1'i, bu dönem ile arka plan döneminin aynı dairedeki ortak tamlik eşliğinin ($M \geq 5,1$) üzerindedir; bu çalışmanın oran kıyası için aradığı alt sınır 5 olaydır. Ortak eşliği belirleyen olay sonrası dönemin tamlik eşliği yalnız 10 olaydan kestirildiğinden kendisi de zayıf kısıtlıdır.

SİSMİSİTE GÖÇÜ VE DÖNEM BÖLÜTLEMESİ

Sismisitenin ağırlık merkezi, zaman sırasına göre ilk %10 ve son %10 olay (her dilimde 5 olay) arasında 60,1 km yer değiştirmiştir (azimut 243°; iki dilimin ortalama zamanları arasında 1.679,6 gün; ortalama 36 m/gün). Bu ölçü iki ortalamanın farkıdır; bir göç modeli uydurması değildir. Son dilimin ortalama zamanı çalışma olayından sonradır; dilim büyük ölçüde olayı izleyen diziden oluştuğundan bu fark, dizinin önceki sismisiteye göre konumunu gösterir ve pencere boyunca süren bir göç olarak yorumlanmamıştır. Duyarlılık olarak dış merkez koordinatlarının zamana göre doğrusal eğilimi 247° yönünü vermektedir; iki kestiricinin yönleri arasındaki fark 4°'dir (ağırlık merkezi farkı pencerenin iki ucunu, regresyon bütün pencereyi tartar). Eğilimin anlamlılığı, kümelenmeye karşı etkin örneklem büyüklüğüyle (n_{etkin} ; Gardner–Knopoff bağımsız küme sayısı ile birinci dereceden öz bağlanım ve öz ilişki düzeltmelerinin en küçüğü) ve Fisher z dönüşümüyle sınanmıştır: kuzey–güney bileşeninde $r = -0,24$, $n_{\text{etkin}} = 28$ ile $|z| = 1,2$; doğu–batı bileşeninde $r = -0,49$, $n_{\text{etkin}} = 28$ ile $|z| = 2,7$. En büyük $|z|$ değeri 1,96 eşliğini aştığından eğilim istatistiksel olarak sıfırdan ayrılmaktadır; bu ayrışma da pencerenin sonundaki dizinin katkısı içerir. Dönem yapısını belirlemek için katalog, parçalı sabit oranlı bir Poisson süreci olarak modellenmiş ve değişim noktası başına BIC (Bayesçi bilgi ölçütü) cezasıyla bölütlenmiştir. 51 olayın kümülatif eğrisinde bölütleme 4 bölüt vermiştir; bölütlerin süresi ve olay oranı zaman sırasıyla şöyledir: 674 gün, 0,027 olay/gün (9,7 olay/yıl); 1.132 gün, 0,009 olay/gün (3,2 olay/yıl); 0,1 gün, 75,6 olay/gün; 3,1 gün, 5,1 olay/gün. Pencerenin toplam sismik moment 6,71×10¹⁸ N·m'dir (nominal: moment türü olmayan büyüklükler moment büyüklüğü sayılarak; çalışma olayı bu toplama Mw 6,28 moment tensörü büyüklüğüyle girmiştir; ölçülmüş bir moment toplamı değildir); çalışma olayının bu toplamdaki payı %49'dur. Moment bütçesinin üst kanalında (en büyük katalog büyüklüğünün 1,0 birim altına kadar: $M \geq 5,4$) 4 olay toplam nominal momentin %84 kadarını, kalan 47 olay %16 kadarını taşımaktadır. Harita altlığı, GMRT çok-ışınlı deniz tabanı derlemesi ile terrarium kara yükseltisinin harmanlandığı birleşik yükseklik alanıdır (Ryan vd., 2009).

DALGA FORMU KAYDI

Olayın dalga formu G.SANVU istasyonunda kaydedilmiştir (dış merkez uzaklığı 237,7 km, geri azimut 317°; algılayıcı: hızölçer) ve 3 bileşen (Z, R, T) 20 Hz örnekleme sıklığıyla incelenmiştir. Kayıt EarthScope (IRIS) veri merkezinin FDSN dataset seç servisinde alınmıştır. 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 27 s önce başlar ve 594 s sürer. Kayıtlara Butterworth bant geçiren, sıfır fazlı (ileri–geri) süzgeç uygulanmıştır (0,025–8,0 Hz, mertebesi 2, ileri–geri geçişle etkin mertebesi 4); sıfır fazlı geçiş faz gecikmesi üretmez, ancak nedensel olmadığından keskin varışların önünde düşük genlikli yapay salınım oluşturabilir. İşınsal (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/s biriminde verilmiştir. Kuramsal P ve S varışları oluş anından 35,86 s ve 63,41 s sonradır (iasp91 hız modeli; Kennett ve Engdahl, 1991).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

GCMT moment tensörü çözümü ($M_0 = 3,309 \times 10^{18}$ N·m; Mw 6,28) NP1 düğüm düzlemi üzerinde sağ yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım, NP2 üzerinde sol yönlü doğrultu atım bileşenli normal atım niteliğinde kaymaya karşılık gelmektedir; çift kuvvet payı %93 düzeyindedir. Olayın dizisi ana şok–artçı dizisi olarak sınıflanmıştır: çalışma olayı dizinin toplam sismik momentinin %90 kadarını taşımaktadır ve en büyük artçıyla büyüklük farkı $\Delta M = 1,1$ değerindedir (işletimsel ölçüt: $\Delta M > 0,3$ ve moment payı $\geq 50\%$).

Olay merkezli mekanizma popülasyonunun gerilme inversiyonu en büyük yatay sıkışma yönünü $SH_{\text{max}} = 73^\circ$ (odak mekanizması açılarının belirsizliğini de içeren yeniden örnekleme aralığı 66–77°; yön iyi kısıtlı) ve rejimi ters faylanma olarak vermektedir; olayın mekanizması bu gerilme alanıyla uyumsuzdur. Bu değerlendirme mevcut katalog ve model varsayımlarıyla sınırlıdır ve deprem tahmini içermez; deprem tehlikesi iletişiminde tekil olay analizleri değil, olasılıksal tehlike modelleri ve yerel zemin koşulları esas alınmalıdır.

VERİ VE YÖNTEM SINIRLARI

Bu çalışmadaki her sayı, olay merkezli katalog sorgusunun ve aynı olay için derlenen yardımcı veri setlerinin verisinden hesaplanmıştır; hesaplanamayan hiçbir nicelik kestirimle doldurulmamıştır. Veri eksikliği nedeniyle kurulamayan çözümlerler şunlardır: kınılma direktivitesi, USGS ShakeMap yer hareketi ve şiddet alanı, USGS sonlu fay modelinin moment hızı fonksiyonu, USGS DYFI hissedilme bildirimlerinin coğrafi dağılımı, USGS ShakeMap istasyon kayıtları, USGS'in kendi moment tensörü çözümlerinin karşılaştırması, USGS PAGER maruz nüfus kestirimi, USGS PAGER yerleşim listesi, USGS PAGER tarihsel kıyas depremleri, USGS çözümünün sürüm geçmişi, USGS yer yenilmesi kestirimi, USGS artçı deprem kestirimi ve öncü trafik ışığı, bu olay için gerekli veri kullanılan kaynaklarda bulunmadığından kurulamamış; artçı zonunun zamanla genişlemesi çözümlenmesi, izleyen olay sayısı yetersiz olduğundan kurulamamış; topluluk şiddeti karşılaştırması, kullanılan kaynakta (USGS “Did You Feel It?”, DYFI; Atkinson ve Wald, 2007) bu olay için topluluk bildirimi bulunmadığından (öbür kurumların hissedilme bildirimleri bu çalışmada kullanılmamıştır) kurulamamış; tepki spektrumu, kullanılan veri merkezlerinden uygun uzaklıkta kullanılabilir ivme kaydı alınmadığından kurulamamış; kosismik yatay yer değiştirme karşılaştırması, kosismik düşey deformasyon alanı ve kayma modelinin yüzey izdüşümü, sonlu fay modelinin kayma dağılımı yerel arşivde bulunmadığından kurulamamış; β oran-değişim haritası, olay sonrası gözlem süresinde hiçbir ızgara düğümünde beklenen olay sayısı ölçütün aradığı düzeye ulaşmadığından kurulamamış; bağımsız konum sınaması, yakın istasyon kayıtlarında P artışı hesaplanmadığından kurulamamıştır. Birleşik katalog, eksik depremler için dış kataloglarla taranmamıştır; katalog alımında hiçbir kurum raporu bulunmayan olaylar sayımlara girmemiştir. Artçı sayıları ve onlara dayanan oranlar bu nedenle alt sınır olarak okunmalıdır. Çözümlerlerin rapora girişi önceden tanımlı ölçütlerle belirlenmiştir: verisi bulunmayanlar yukarıda sayılmıştır (veri yeterliliği); örnekleme ya da gözlem süresi bu çalışmanın alt sınırının altında kalan (istatistiksel güç) ve yöntemin kendi ölçütüyle güvenilir bulunmayan (yöntemin kendi güvenilirlik beyanı) 16 çözümlenme raporlanmamış ve gerekçeleriyle birlikte ekteki raporlanmayan çözümlerler çizelgesinde listelenmiştir; örnekleme, belirsizliği ya da girdi verisi eşige yakın kalanlar elenmemiş, çekinceyle raporlanmıştır. Çekinceyle raporlanan çözümlerler şunlardır: statik Coulomb gerilme değişimi, Båth farkı ve yinelenme aralığı (nadirlik). Her çekincenin gerekçesi ve ölçüsü ilgili bölümde ve ekteki çekince çizelgesinde verilmiştir; bu çözümlerlerin değerleri bulgu olarak değil, belirtilen sınırla birlikte okunmalıdır. İstatistikler 21.10.2021 – 23.10.2026 döneminde, olay merkezli kutuda taranan 51 kayıt üzerinden üretilmiştir. Kurum hiposantrları yeniden konumlandırılmamıştır; konum ve derinlik belirsizlikleri kurum çözümlerinin kalitesiyle sınırlıdır. Katalog tamlığı zamanla ve büyüklükle değişmektedir; uzun dönemli sayımlara dayanan ölçüler (tarihsel derleme, yinelenme aralığı, arka plan oranı) erken dönem kayıtlarının eksikliğinden etkilenir.

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)
USGS (pt)*	20.10.2026 04:20:38	13,9906°G	165,5892°D	16,0	6,6	Mi	gözden geçirilmiş	20.10.2026 18:57
EMSC	20.10.2026 04:20:38	14,0085°G	165,4919°D	5,0	6,3	Mw	—	20.10.2026 05:20
GFZ	20.10.2026 04:20:39	13,961°G	165,536°D	10,0	6,3	Mw	—	20.10.2026 05:34
ISC (PTWC)	20.10.2026 04:20:37	13,90°G	165,70°D	10,0	6,2	mb	aktarılmış çözüm	21.10.2026 02:43
ISC (CSEM)	20.10.2026 04:20:38	—	—	—	6,4	Mw	ayna kayıt	21.10.2026 02:43

Not: * benimsenen hiposantr (kurumun olay kimliği pt26293000): kurumun arşive alınan çözümünden sonra yayımladığı çözüm (sürüm 58, kurumca 20.10.2026 günü yayımlandı), olay künyesiyle aynı; arşivdeki önceki çözüm 13,869°G, 165,713°D, 10,0 km (sabit). Benimseme sırası: olağan çözümler aktarılmış ve ayna kayıtlarından önce gelir; sonra derinliği verilmiş çözüm ve genel kurum sırası gözetilir. Birleşik kataloğun temsilci kaydı (ISC) benimsenen kurumun arşivdeki önceki çözümünden 3,7 km ayrışır (kurumlar arası çözüm farkı, konum belirsizliği değil); temsilci kayıt arşivde, bu raporun öncelik sırasından bağımsız seçilmiştir. Aktarılmış çözüm: ISC'nin başka bir kurumdan aktardığı çözüm (parantezde üreten kurum); ayna kayıt: koordinat işareti ters girilmiş kopya (benimsenmez); koordinatı basılmaz. Kısaltma: CSEM Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (EMSC ile aynı kurum). Değerler kurumun bildirdiği ondalıklardır (“—”: alan kayıta yok). “Arşive alınma”, raporun (* satırında kurumun köken ürününün) birleşik arşive alındığı andır (sorgu anı 23.10.2026 11:31 UTC); sonraki güncellemeler çizelgede yoktur.

Tablo 3. Çalışma kutusu yayılımının geometrik ölçüleri.

Nicelik	Değer	Ölçüt / kaynak
Kutu yayılımı (uzun × kısa)	105,5 × 88,3 km	%95 ana bileşen açıklığı (PCA) · çalışma kutusu olayları (n = 51)
Derinlik bandı	0,0–36,8 km	%2,5–97,5 yüzdellik · çalışma kutusu olayları
Kesit eksenı (kutu yayılımının uzun eksenı)	55°	ana bileşen eksenı · çalışma kutusu olayları · kesitlerin izdüşüm eksenidir; pencere biçimine duyarlıdır, yapısal doğrultu değildir

Tablo 4. Pencere ile arka plan döneminin kıyası — arka plan: pencerenin hemen öncesindeki 5 yıl (22.10.2016 – 21.10.2021), aynı kutu; sayım ve oran satırları eşiksiz tam katalogdan.

Nicelik	Pencere	Arka plan (5 yıl)
Kayıt sayısı	51	35
Oran (olay/gün)	0,03	0,02
Mc	5,1	3,9
Derinlik ortancası (km)	10,0	0,0
Bağımsız olay (GK ayrıştırılmış)	28 (%55)	31 (%89)
Bağımsız olay oranı (olay/gün)	0,02	0,02

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 5,1 ↔ 3,9); bu satırlardaki fark tamlık farkını da içerir. Pencere henüz dolmamıştır: pencere oranları gözlenen 1.828 günlük süreden hesaplanmıştır.

Tablo 5. Statik Coulomb gerilme değişimi modelinin parametreleri, alan istatistikleri ve artçı sınaması.

Nicelik	Değer	Kaynak / açıklama
Kaynak mekanizması	141°/36°/–107°	GCMT odak mekanizması (NP1 — yakında haritalanmış fay izi yok, düzlem seçimi belirsiz)
Kırılma uzunluğu L	18,2 km	Wells ve Coppersmith (1994) — normal faylanma kolu
Kırılma genişliği W	11,4 km	üst kenar 6,6 km, alt kenar 13,4 km derinlikte
Ortalama kayma $\bar{u}$	0,53 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	10,0 km	kaynak merkezinin derinliği; alıcı düzlem kaynak fayla eş yönelimli
Izgara	32 × 28	64 × 54 km
Ortanca Δ CFS	–0,097 bar	ızgara düğümlerindeki işaretli değerlerin ortancası (genlik ölçüsü değildir)
Ortanca $ \Delta$ CFS	0,21 bar	düğüm değerlerinin mutlak değerce ortancası — alanın tipik genliği
%5–%95 aralığı	–6,0 ile 0,87 bar arası	düğüm değerlerinin merkezî %90'ı
%1–%99 aralığı	–13 ile 3,4 bar arası	kuyrukları da içeren aralık
$ \Delta$ CFS > 0,1 bar olan ızgara düğümleri	%67	hesap ızgarasında $ \Delta$ CFS yansız bant eşiğini aşan düğümlerin payı (yükleme ve gölge alanları birlikte)
Gösterim ölçeği	±3,0 bar	renk ölçeğinin doyum sınırı
Sınamaya giren artçı	10	nokta hesabı
Yük / gölge / yansız — kaynakla eş düzlem	2 / 6 / 2	alıcı: kaynak fayla eş yönelimli · n = 10 · yük %20, gölge %60
Yük / gölge / yansız — en uygun yönelim	3 / 7 / 0	alıcı: en uygun yönelimli düzlem · n = 10 · yük %30, gölge %70
— en uygun yönelim için bölgesel gerilme	SHmax 155° · şekil oranı 0,5 · 100 bar	rejim belirtilmemiş; SHmax yönü ana şok mekanizmasından, şekil oranı varsayılan değer; diferansiyel gerilme varsayımdır
— diferansiyel gerilme 10 bar iken	3 / 7 / 0	duyarlılık · 0 artçının sınıfı değişir: en uygun yönelim sayımı bu varsayıma bağlıdır
— gerilme inversiyonu alanıyla	4 / 3 / 3	duyarlılık · SHmax 72°, şekil oranı 0,67: olay merkezli mekanizma popülasyonundan (n = 240) çalışma olayının Gardner–Knopoff kümesi (1 çözüm) dışlanarak yapılan inversiyon (n = 239); birincil alandan farkı 82,7° (154,9° ↔ 72,2°) · 10 artçının sınıfı değişir; birincil alan ana şok mekanizmasından alınmıştır

devamı izleyen sayfada

SAYISAL VERİ ÇİZELGELERİ (DEVAM)

Tablo 5 (devam). Statik Coulomb gerilme değişimi modelinin parametreleri, alan istatistikleri ve artçı sınıması.

Nicelik	Değer	Kaynak / açıklama
Yük / gölge / yansız — düğüm düzlemleri	0 / 1 / 0	alıcı: artçının kendi düğüm düzlemi · n = 1 · yük %0, gölge %100
Yük / gölge / yansız — boş model	6 / 13 / 13	uzamsal karşılaştırma modeli: olay öncesi sismisite, aynı uzamsal seçim · n = 32 · yük %19, gölge %41
— yalnız serbest derinlikli artçılar	0 / 1 / 0	kurum varsayılanı derinlikler dışlandı · n = 1 · yük %0, gölge %100

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

Tablo 6. Arama penceresindeki odak mekanizmaları — 5 çözümden Mw'ye göre en büyük 5 tanesi (arama penceresi: ana şoktan 180 gün önce – 30 gün sonra, 58 km yarıçap, Mw $\geq$ 4,0).

Tarih (UTC)	Mw	Doğrultu/eğim/kayma (°)	Tip	Ana şoka göre zaman	Dış merkeze uzaklık (km)
20.10.2026	6,28	141/36/−107	normal	ana şok	0,0
19.10.2026	5,96	136/34/−109	normal	ana şoktan önce	20,3
19.10.2026	5,62	134/37/−120	normal	ana şoktan önce	25,8
19.10.2026	5,46	130/31/−132	normal (eşiğe yakın)	ana şoktan önce	12,4
19.10.2026	5,31	150/30/−93	normal	ana şoktan önce	29,1

Not: Tip dağılımı, Frohlich ve Apperson (1992) eksen dalımı sınıflarıyla: normal 5; ana şoka göre zaman dağılımı: ana şoktan önce 4, ana şok 1, ana şoktan sonra 0 (“ana şoktan 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: 19.10.2026 18:52 UTC olayı için Mw_p 5,8; 19.10.2026 18:55 UTC olayı için mb 5,6 (gövdedeki dizi istatistikleri katalog büyüklüklerini kullanır). Arama penceresi dizinin kendisi değildir: dizi içi sayılan çözümlerin dış merkezi Gardner ve Knopoff (1974) uzay penceresi içindedir (58 km); 5 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. Ana şok satırındaki uzaklıklar benimsenen dış merkezden ölçülmüştür; aynı depremin GCMT başvuru konumu bu noktadan 18,9 km uzaktadır.

Tablo 7. Dalga formu kaydının künyesi — 20.10.2026 Mw 6,3 çalışma olayı, G.SANVU istasyonu, algılayıcı hızölçer (Trillium 360-GSN, 360 s, 1999 V/m/s-Q330HR, gain 1), dış merkez uzaklığı 237,7 km, geri azimut 317,4°; 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 27 s önce başlar ve 567 s sonra biter (594 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 12,80 s) hesaplanmıştır; kayıt G ağına aittir ve EarthScope (IRIS) veri merkezinin FDSN dataselect servisinden alınmıştır.

Bileşen	Kanal	Örneklem (Hz)	Süre (s)	Örnek sayısı	Tepe genlik (cm/s)
Z	BHZ	20	594	11.880	0,146
R	BHN/BHE → R	20	594	11.880	0,225
T	BHN/BHE → T	20	594	11.880	0,360

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

Tablo 8. Kurumlar arası büyüklük karşılaştırması.

Kurum	Büyüklük	Tür
USGS	6,6	Mi
ISC	6,2	mb
EMSC	6,3	Mw
GFZ	6,3	Mw
GCMT (moment)	6,28	Mw

Not: Moment büyüklüğü ölçeğindeki 2 kurum değeri aynıdır (6,3). Aktarılmış çözüm (ISC mb 6,2; PTWC çözümünün aktarımı) başka bir kurumun çözümünü yinelediğinden ayrı kurum değeri sayılmamıştır. Öteki ölçek sınıflarındaki değer ayrı bir niceliktir ve bu karşılaştırmaya katılmamıştır: USGS Mi 6,6 (türü belirsiz büyüklük). Ayna kayıt (ISC (CSEM) Mw 6,4; koordinat işareti ters girilmiş kopya) karşılaştırmaya katılmamıştır. GCMT satırı moment tensörü referansıdır ve kurum sayımına dâhil değildir.

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	51	tekilleşmiş katalog
Ortanca derinlik	10,0 km	%50 yüzdellik · tüm kayıtlar (n = 51)
Yoğunlaşma aralığı	0,0–35,5 km	%5–95 yüzdellik
Derinlik bandı	0,0–36,8 km	%2,5–97,5 yüzdellik · geometri çizelgesindeki bantla aynı ölçü
Ham uçlar	0,0 ile 164,8 km arası	en sık / en derin kayıt
Histogram tepesi	10–15 km	25 olay · 5 km'lik aralık
Sabit derinlik yığımları	10,0 km · %49	25/51 olay · +1 yığın
Varsayılan sabit derinlikler	25 olay	0/5/10/33 km · n = 51

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A2. Önceden tanımlı ölçütleri sağlamadığı için raporlanmayan çözümlmeler.

Çözümleme	Kapı	Eşik · mevcut	Gerekke
Hiposantr bulutuna düzlem oturtma (PCA)	istatistiksel güç	$n \geq 12 \cdot \text{mevcut } 1$	Ana bileşen çözümlemesiyle oturtulan düzlem, ancak bulut düzlemselse, bu olayın artçı bulutuna oturtulmuşsa, bulutta en az 50 olay varsa ve kurum varsayılını (sabit) derinlikli kayıtlar ayrıldıktan sonra oturtma için en az 12 nokta kalıyorsa kırık düzlemi olarak yorumlanabilir (işletimsel ölçütler). Bu olayda: sabit derinlikli kayıtlar ayrıldıktan sonra kalan noktanın azlığı ($n = 1 < 12$; 10 kayıt kurum varsayılını derinlikte).
Omori–Utsu artçı sönümü	istatistiksel güç	$n \geq 20 \cdot \text{mevcut } 10$	Sönüm üsteli p ancak uydurma kısıtlıyken ölçümdür. Uydurma en az 20 artçıyla kurulur; değerin 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: uydurma parametre sınırına dayanmıştır — değer ölçüm değildir (p arama sınırına dayanmıştır; $n = 10 < 20$; p'nin standart sapması hesaplanamamıştır).
Sismisite göç zarfı (doğrusal / difüzif)	istatistiksel güç	$n \geq 100 \cdot \text{mevcut } 51$	$\Delta AIC_c < 2$ iken model seçimi yapılamaz; bu durumda modellerden birini seçilmiş gibi sunmak veriyeye dayanmaz. Bu olayda: bu ölçekte istenmedi: pencere 51 olay taşıyor, çözümlemenin alt sınırı 100 olaydır.
Gutenberg–Richter büyüklük–sıklık dağılımı	istatistiksel güç	$n \geq 30 \cdot \text{mevcut } 25$	Benimsenen b değeri, tamlik eşiği uyum iyiliği ya da b-kararlılığı ölçütüyle doğrulandığında ve eşik üstünde $N \geq 50$, görelî belirsizlik $\leq 0,15$ iken bulgu sayılır; $N \geq 30$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,25$ iken çekinceyle raporlanır, bunun altında raporlanmaz. 0,5 birim aralıklı büyüklük eşiklerinde üstel yasadan beklenen olay sayısı ile gözlenen olay sayısının binom olasılığının en küçüğü 0,01'in altındaysa da b raporlanmaz (işletimsel ölçütler). Kestirim en büyük olabilirlik bağıntısıyla (Aki, 1965) yapılmıştır; belirsizliğin kestirim yöntemi Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir. Bu olayda: Mc üstü örneklemin yetersizliği ($N = 25 < 30$).
En yakın komşu kümelenme (Zaliapin)	istatistiksel güç	$n \geq 200 \cdot \text{mevcut } 51$	Bu raporun işletimsel eşiği Mc üstü $n \geq 200$ ister; iki-kipli ayırım bu örneklem altında çözülmez. Kutuda kurulamadığında eşik kapsayan bölgesel katalogdan kalibre edilir (Zaliapin ve Ben-Zion, 2013a). Bu olayda: bu ölçekte istenmedi: pencere 51 olay taşıyor, çözümlemenin alt sınırı 200 olaydır.
PGA azalımı (istasyon kayıtları)	istatistiksel güç	$n \geq 25 \cdot \text{mevcut } 0$	Azalım eğrisi bir yer hareketi kestirim bağıntısı değildir: bu olayın kendi istasyon setine uydurulmuş ampirik doğrudur; eğimin anlamlı olması için kayıtların en az on katlık bir uzaklık aralığına yayılması gerekir. Bu olayda: aletsel kayıt sayısının yetersizliği ($n = 0 < 25$).
Kayma yönlerinin ana fay doğrultusuna uyumu (kanallanma)	istatistiksel güç	$n \geq 3 \cdot \text{mevcut } 0$	Kanallanma, kaymanın ana fay yüzeyine ne kadar bağlı kaldığını ölçer; dik uzaklık dış merkez konum hatasını taşıdığı için birkaç kilometrelik farklar tek başına yorumlanmaz. Bu olayda: ana faya uzaklığı ve kayma azimutu birlikte çözölen mekanizma sayısının yetersizliği ($n = 0 < 3$).
GNSS gerinim hızı alanı	istatistiksel güç	$n \geq 6 \cdot \text{mevcut } 0$	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 ($n = 0 < 6$).
Artçı dönemi ile arka plan oran kıyası	istatistiksel güç	$n \geq 5 \cdot \text{mevcut } 1$	Kıyas kesin koşullu Poisson aralığıyla kurulur; olay sonrası sayım 5'in altındayken raporlanmaz, 10'un altındayken ya da %95 aralığı 1'i içerirken bulgu sayılmaz (işletimsel ölçüt). Sayımlar bağımsız Poisson varsayılır. Bu olayda: olay sonrası sayımın azlığı (58 km yarıçaplı dairede iki dönemin ortak eşiği $M \geq 5,1$ üstünde $n = 1 < 5$).
Küme boyutu (artçı kümesinin L × W yayılımı)	istatistiksel güç	$n \geq 20 \cdot \text{mevcut } 10$	Küme boyutu yalnız artçı kümesinden ($n \geq 20$; işletimsel ölçüt) raporlanır; çalışma kutusundaki bütün olayların yayılımı kadrajı ölçer ve küme boyutu sayılmaz. Bu olayda: artçı kümesinin küçüklüğü ($n = 10 < 20$).
Artçı dönemi b değeri	istatistiksel güç	$n \geq 30 \cdot \text{mevcut } 0$	Dizi b değeri kendi tamlik eşğinde kestirilir; bulgu için eşiğin doğrulanması, Mc üstü $N \geq 50$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,15$, çekinceli raporlama için $N \geq 30$ ve görelî belirsizlik $\leq 0,25$ aranır; üst kuyruk uyumunun binom olasılığı 0,01'in altındaysa raporlanmaz (işletimsel ölçüt). Bu olayda: benimsenen tamlik eşiğinde b kestirilememesi (örneklem yetersiz).
Gerilme düşümü $\Delta \sigma$	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Gerilme düşümü ancak kaynak boyutu bağımsız ölçüldüğünde (kayma modeli ya da kırık dörtgeni) ölçümdür; boyut büyüklükten ölçeklendiğinde değer ölçekleme bağıntısının yeniden ifadesidir. Artçı zonu yarıçapına dayanan dairesel çatlak kestirimi (Eshelby, 1957) yalnız duyarlılık olarak verilir. Bu olayda: kaynak boyutunun bağımsız ölçülmeyip büyüklükten ölçeklenmesi — değer ölçeklemenin yeniden ifadesidir, ölçüm değildir.
Reasenberɡ–Jones artçı dizisi oranı	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Dizi oranı modeli (Reasenberɡ ve Jones, 1989) dizinin a, b, p ve c parametreleriyle kurulur; bu değerler dizinin kendisinden kestirilemediğinde oranın bu diziye betimlemediğı bu çalışmanın değerlendirmesidir. Bu olayda: parametreler diziden değil Reasenberɡ ve Jones (1989) jenerik Kaliforniya kümesinden alındı — bu dizinin ölçölmüş davranışı değildir.
Geriye dönük öncü çözümlemesi (ters Omori)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Öncüler ancak ana şok bilindikten sonra tanımlanabilir (öncü etkinliğinin özellikleri için Jones ve Molnar, 1979); arka plandan ayrışmayan etkinliğin öncü dizisi sayılmaması bu çalışmanın ölçütüdür. Bu olayda: etkinliğin arka plandan ayrışması doğrulanmadı (negatif binom $p < 0,001$; ampirik sıra muhafızı $p = 0,050 \geq 0,05$; taban 19 kutu).
Hiposantr konum kalite notu	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Konum kalite notu, kalite ölçöleri 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.
Küme doğrultusu (artçı bulutunun ana eksenı)	yöntemin kendi güvenilirlik beyanı	—	Doğrultu, artçı bulutunun ana bileşeninden okunur ve yalnız uzanım belirginse (işletimsel ölçüt: uzama $\geq 1,5$, yeniden örnekleme yarı aralığı $\leq 20^\circ$, $n \geq 30$) raporlanır; kutu bulutunun yönü pencere biçimine duyarlıdır. Bu olayda: artçı bulutunun yön ölçüsünün bulunmaması — doğrultu yalnız artçı bulutundan raporlanır; çalışma kutusu bulutunun yönü kadrajı ölçer.

Not: Eleme elle değil, önceden tanımlı kapılarla yapılmıştır: 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.

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A3. Çekince düşülen çözümlemeler.

Çözümleme	Çekince
Statik Coulomb gerilme değişimi (ΔCFS)	ΔCFS için yansız bant eşiği 0,1 bar alınmıştır. Bu eşiğin karşılığı olan 0,01 MPa düzeyinin altındaki statik gerilme değişimlerinin saptanabilecek sayıda olay tetiklemeyebileceği öne sürülmüştür (Hardebeck vd., 1998). Kırık boyu konum hatasının altındayken alan dış merkez belirsizliğiyle örtülür. Artçı sinaması her artçının kendi hiposantrında yapılmadığında ya da artçıların çoğu kurum varsayılını derinlikteyken sonuç çekinceyle raporlanır (işletimsel ölçüt). Bu olayda: artçıların çoğunun kurum varsayılını (sabit) derinlikte olması (serbest derinlikli 1/10) — bu olaylarda sinamanın derinlik girdisi ölçüm değildir.
Bâth farkı (ΔM)	Bâth (1965) yasası dizinin istatistiksel özelliğidir; tek ya da birkaç artçıyla ΔM istatistiksel bir ölçü değildir. Bu olayda: ΔM istatistiksel bir ifade değil (artçı n = 10 < 20).
Yinelenme aralığı (nadirlik)	Yinelenme aralığı, çalışma olayı dışlanarak ve kataloğun tamlık döneminde eşik üstü bağımsız olayların sayımından kestirilir; $n \geq 5$ iken nokta değeri %95 aralığıyla, $1 \leq n < 5$ iken yalnız aralık, $n = 0$ iken yalnız alt sınır verilir (işletimsel ölçüt). Tamlık dönemi saptanamadığında değeri çekinceyle raporlanır. Bu olayda: katalog tamlık döneminin saptanamaması (eksik katalog sayımı düşürür; T üst yanlı olabilir).

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

Tablo A4. Çapraz-kaynak tekilleştirmede birleştirilen kayıt kümeleri.

Küme	UTC	Kaynak	Enlem	Boylam	M
1	15.12.2022 14:42:45	EMSC	13,75°G	166,07°D	mb 4,9
	15.12.2022 14:42:45	ISC	13,735°G	165,928°D	Mw 5,2
2	19.10.2026 07:49:09	EMSC	13,957°G	165,712°D	mb 6,0
	19.10.2026 07:49:04	ISC (MOS)	14,06°G	165,80°D	mb 5,9
	19.10.2026 07:49:05	ISC (GFZ)	13,960°G	165,708°D	Mw 6,1
3	19.10.2026 07:55:36	USGS	13,982°G	165,700°D	Mww 5,3
	19.10.2026 07:55:37	ISC (NEIC)	13,982°G	165,700°D	mb 5,4
4	19.10.2026 08:12:37	GFZ	13,907°G	165,979°D	mb 5,3
	19.10.2026 08:12:38	ISC (NEIC)	14,139°G	165,638°D	M 5,4
5	19.10.2026 08:21:47	USGS	14,155°G	165,334°D	mb 5,2
	19.10.2026 08:21:47	ISC (NEIC)	14,155°G	165,334°D	M 5,2
6	19.10.2026 10:40:21	EMSC	13,926°G	165,775°D	mb 5,2
	19.10.2026 10:40:21	ISC (NEIC)	14,038°G	165,569°D	M 5,4
7	19.10.2026 11:52:37	USGS	13,993°G	165,419°D	mb 4,8
	19.10.2026 11:52:36	ISC (MOS)	14,10°G	165,62°D	mb 4,9
8	19.10.2026 18:55:37	USGS	14,027°G	165,497°D	mb 5,7
	19.10.2026 18:55:37	GFZ	14,002°G	165,655°D	mb 5,6
9	20.10.2026 00:38:28	EMSC (NEIC)	14,013°G	165,518°D	mb 5,0
	20.10.2026 00:38:27	ISC (GFZ)	13,968°G	165,720°D	mb 4,9
10	20.10.2026 04:20:38	ISC (GFZ)	13,964°G	165,580°D	Mw 6,4
	20.10.2026 04:20:37	ISC (PTWC)	13,869°G	165,713°D	Mw 6,3
11	20.10.2026 06:29:22	USGS	13,901°G	165,520°D	mb 5,3
	20.10.2026 06:29:24	ISC (GFZ)	13,955°G	165,682°D	mb 5,4
12	20.10.2026 08:39:56	EMSC (GFZ)	13,880°G	165,818°D	mb 4,9
	20.10.2026 08:39:56	ISC (NEIC)	13,969°G	165,588°D	M 4,9
Duyarlılık — düşen kayıt: 10 km → 4 · 20 km → 9 · 40 km → 13 · 70 km → 15					

Uzak ağ kayıtları ($M \geq 2,0$) — yerel otorite kaydına bağlanan kopya: 2; bu kayıtlar katalogdan çıkarılmıştır; eşi katalogda bulunamayan 1 uzak ağ kaydı USGS ComCat'te aynı ölçütle ve gözden geçirilmiş çözümle bulundu, katalogda USGS çözümüyle tutuldu (19.10.2026 GSRAS mb 5,30 → us6000u3bk mb 5,2, Δt 2,1 s, 43,1 km). Eşleme ölçütü: $\Delta t \leq 35$ s, $\Delta \text{konum} \leq 300$ km, $\Delta M -0,5$ ile +1,5 arası ve eşin — aynı depremin öbür katalog satırlarıyla birlikte — en az 2 kurumca bildirilmiş olması. Katalogdan çıkarılan kayıtların hesabı: sorgudan dönen 68 kayıttan çıkarılan 17 (çapraz-kaynak kopyası 15, uzak ağ kopyası 2, eşi bulunamayan uzak ağ kaydı 0); tekilleştirilmiş katalogda kalan 51 kayıt.

kopya	19.10.2026 07:55:36	GSRAS	14,14°G	165,92°D	mb 5,6
kopya	21.10.2026 14:56:27	GSRAS	14,23°G	165,73°D	mb 5,3

Not: İki kayıt (1) $\Delta t \leq 20$ s, $\Delta \text{konum} \leq 56$ km ve $\Delta M \leq 0,5$ ya da (2) $\Delta t \leq 5$ s ve $\Delta \text{konum} \leq 56$ km (büyüklük ölçüsü farkı gözetmeksizin) koşulunu sağladığında aynı olay sayılmıştır; konum toleransı kutu boyutuyla ölçeklenmiştir (56 km). Her küme bir fiziksel olayı temsil eder; ilk satır seçilen temsilcidir. Tekilleştirmede düşen 15 kaydın kümelerinden ilk 12 tanesi listelenmiştir. Koordinatlar her kaynağın bildirdiği ondalıkla verilmiştir. Alt bölüm: farklı konum toleranslarında düşen kayıt sayısı (duyarlılık).

Tablo A5. Çalışma alanı ve çevresindeki yayımlanmış odak mekanizması çözümleri — 196 çözümden Mw'ye göre en büyük 20 tanesi listelenmiştir (arama kutusu ±60 km genişletilmiş).

#	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Kayma (°)	Mw	Tip
1	07.10.2009	13,01°G	166,51°D	45	344	41	87	7,61	ters
2	07.10.2009	13,09°G	166,50°D	31	341	43	83	7,41	ters
3	27.05.2010	13,70°G	166,64°D	31	347	44	96	7,16	ters
4	21.12.1985	14,04°G	166,51°D	33	165	44	88	7,10	ters
5	28.11.1985	13,96°G	166,17°D	33	262	68	13	6,97	doğrultu atımlı (eşiğe yakın)
6	28.11.1985	14,01°G	166,24°D	33	161	36	−109	6,92	normal
7	24.04.1981	13,43°G	166,42°D	33	165	36	93	6,83	ters
8	15.10.1992	14,45°G	166,63°D	33	167	55	153	6,80	eğik/karma

devamı izleyen sayfada

EK A — ÇİZELGELER (DEVAM)

Tablo A5 (devam). Çalışma alanı ve çevresindeki yayımlanmış odak mekanizması çözümleri — 196 çözümden Mw'ye göre en büyük 20 tanesi listelenmiştir (arama kutusu ±60 km genişletilmiş).

#	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Kayma (°)	Mw	Tip
9	08.10.2009	13,30°G	165,91°D	35	349	27	101	6,74	ters
10	06.04.2016	14,07°G	166,62°D	24	358	43	107	6,67	ters
11	29.07.1980	13,10°G	166,34°D	48	357	45	113	6,65	ters
12	07.04.2016	13,98°G	166,59°D	28	353	41	104	6,64	ters
13	04.09.1977	13,68°G	166,71°D	33	164	34	88	6,61	ters
14	21.12.1985	14,19°G	166,71°D	33	179	42	99	6,50	ters
15	16.12.1985	14,15°G	166,36°D	33	166	46	−122	6,48	normal
16	26.02.1981	13,93°G	166,46°D	82	152	38	83	6,48	ters
17	16.02.1979	13,63°G	166,68°D	60	172	37	96	6,33	ters
18	27.10.1980	13,06°G	166,13°D	33	8	32	120	6,32	ters
19	14.02.2026	14,89°G	166,60°D	10	279	32	38	6,31	ters
20	14.04.2016	14,53°G	166,43°D	16	348	32	109	6,28	ters

Not: Tip, P, T ve B eksen dalımlarına göre Frohlich ve Apperson (1992) sınıflarıdır: B > 60° doğrultu atımlı, P > 60° normal, T > 50° ters; hiçbirini 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 37,2 km ayrışır (26.02.1981); iki çizelge aynı olayı iki kaynakla verir, çelişki değildir. Uzay-zaman bağımsızlığı: Gardner ve Knopoff (1974) pencereleriyle 77 bağımsız küme (en büyük küme 30 çözüm).

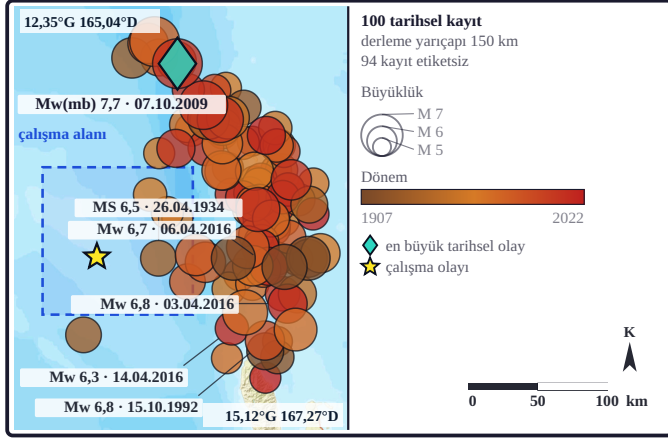
Tablo A6. Tarihsel eşik üstü depremler (1900 sonrası, olay anından önce).

Tarih	M	Tür	Derinlik (km)	Uzaklık (km)	Yer	E/E ₀
17.07.1980	7,7	Mw	40	146	Santa Cruz Adaları	×130
07.10.2009◆	7,7	Mw(mB)	60	134	Santa Cruz Adaları	×130
07.10.2009	7,6	Mw	30	116	KD	×89
07.10.2009	7,4	Mw	31	115	Vanuatu Adaları	×45
06.08.1912	7,3	mb	165	124	Sola, Vanuatu — 79 km BGB	×32
28.12.1973	7,3	Mw	15	108	Vanuatu Adaları	×32
10.11.1910	7,2	UK	90	86	Vanuatu Adaları	×22
26.11.1910	7,2	Mw	50	140	Vanuatu Adaları	×22
Yakın kuşakta (≤ 60 km) dış merkeze en yakın kayıtlar (yukanda listelenmeyenler, uzaklık sırasıyla)						
26.04.1934	6,5	MS	35	34	Vanuatu Adaları	×2,0
22.01.1964	6,3	Mw	33	40	Vanuatu Adaları	×1,0
15.04.1960	6,2	Mw	35	42	Vanuatu Adaları	×0,71
29.06.1961	6,1	Mw	15	47	Vanuatu Adaları	×0,50
28.11.1985	7,0	Mw	23	59	Vanuatu Adaları	×11

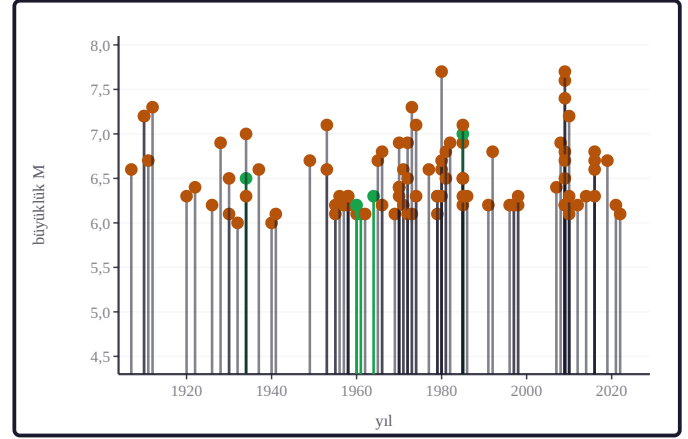
Not: Büyüklükler, kayda birleşik arşivde bağlı bir ISC-GEM (International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018) raporu varsa onun moment büyüklüğüdür (Mw), yoksa kaydın moment tensörü (GCMT) ya da kurum raporlarındaki moment büyüklüğü, o da yoksa birleşik kataloğun temsilci değeridir; 150 kaydın 51 tanesinde büyüklük ISC-GEM'dendir; 46 kayıta değer ya da tür katalogdakinden ayrışır. Derleme, dış merkeze 60 km içindeki M ≥ 5 ve 150 km içindeki M ≥ 6 depremlerden oluşur (kutudaki 150 km'den uzak olaylar girmez); listelenen kayıtların tümü M ≥ 6, 150 km içinde ölçütiyle girmiştir. 100 tekil kayıttan en büyük 8 olay listelenmiştir (yakın kuşağın kayıtları alt bölümde); 12 kopya kayıt tekillleştirilmiştir (Δt ≤ 60 s ve ≤ 100 km); tek kuruma dayanan ve yer künyesi taşımayan 3 M ≥ 6 kaydı doğrulanamadığından derleme dışıdır. Dizi ayrımı ölçütünün (olaydan önceki 30 gün ve sonrası, dış merkeze 58 km içinde) kapsadığı 12 eşik üstü kayıt tarihsel derlemeye alınmamıştır. 1964 öncesi (küresel standart ağ öncesi) 6 kayıttan 3 tanesinin büyüklüğü ISC-GEM'in yeniden değerlendirmesi, 1 tanesininki kurum Mw raporu, 2 tanesininki kataloğun bülten değeridir; bu dönemin büyüklükleri kaynağa göre ≈ 0,3–0,5 birim ayrışabilir. E/E₀: ışınan enerjinin bu olayinkine oranı (büyüklük farkından); ◆ en büyük kayıt (M 7,7 ile eşit 2 kayıttan biri; eşitlikte moment büyüklüklü, sonra dış merkeze yakın kayıt öne alınır). Yer adının Türkçe karşılığı bulunmayan kayıta Yer sütunu kaydın dış merkeze göre yönünü ve ülkesini verir. Alanın hemen dışındaki M ≥ 7 depremler (150–188 km): 11.10.1907 M 7,3 (187 km GD, Vanuatu Adaları); 10.04.1909 M 7,3 (187 km GD, Vanuatu Adaları); 10.04.1909 M 7,0 (150 km GD, Port-Olry, Vanuatu — 46 km BKB); 26.11.1910 M 7,2 (163 km DGD, Port-Olry, Vanuatu — 56 km K); 20.10.1911 M 7,1 (155 km KKD, Santa Cruz Adaları); 05.01.1915 M 7,3 (182 km DGD, Sola, Vanuatu — 44 km GGB); 15.10.1921 M 7,0 (177 km KD, Santa Cruz Adaları); 24.08.1928 M 7,0 (186 km DGD, Vanuatu Adaları); 20.02.1940 M 7,0 (170 km D, Vanuatu Adaları); 31.12.1966 M 7,2 (160 km K, Santa Cruz Adaları); 01.08.1973 M 7,0 (182 km DGD, Vanuatu Adaları); 06.10.1975 M 7,0 (173 km KKD, Sola, Vanuatu — 188 km KB); 08.07.1980 M 7,5 (171 km KKD, Santa Cruz Adaları); 21.04.1997 M 7,7 (177 km KD, Santa Cruz Adaları); 06.02.1999 M 7,3 (158 km KD, Santa Cruz Adaları); 07.10.2009 M 7,8 (153 km KKD, Santa Cruz Adaları); 07.10.2009 M 7,8 (179 km KKD, Santa Cruz Adaları); 08.01.2023 M 7,0 (178 km GD, Vanuatu Adaları).

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

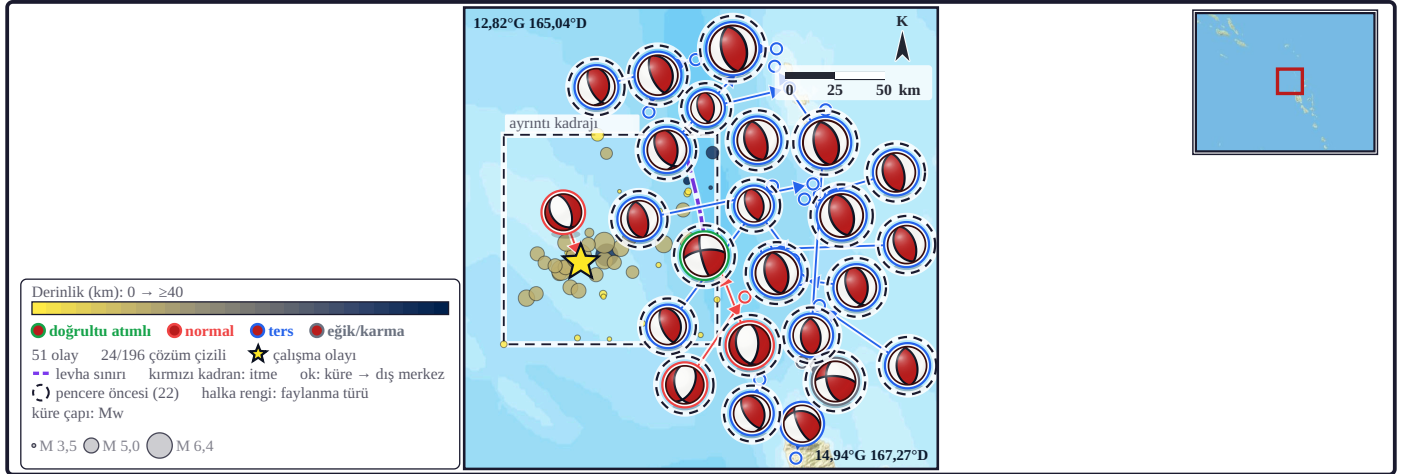
Bu sayfadaki şekil ve çizelgeler 1900 sonrası eşik üstü tarihsel kayıtlara ve çalışma alanı çevresinde yayımlanmış odak mekanizması çözümlerine aittir; bölgesel mekanizma haritasında pencere olayları yalnız konum başvurusu olarak çizilmiştir. Tarihsel kayıtların dağılımı Şekil 9a ve 9b'de, bölgesel odak mekanizması çerçevesi Şekil 9c'de verilmiştir.



Şekil 9a. 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 9b. Tarihsel eşik üstü depremlerin büyüklükleri yıllara göre çizilmiştir; yeşil yakın kuşak, turuncu bölge kuşağıdır (birleşik katalog, 1900 sonrası; büyüklükler, varsa ISC-GEM Mw: International Seismological Centre, 2026; Di Giacomo vd., 2015, 2018).



Şekil 9c. Bölgesel odak mekanizması çerçevesi: harita, çevrede yayımlanmış çözümlerin Mw sırasıyla en büyüklerini gösterir; ötelenen küreler okla konumlarına bağlıdır. Küreler alt yarıküre izdüşümünde odak mekanizmalarıdır; kırmızı kadrantlar P dalgasının ilk hareketinin itme olduğu bölgelerdir. Küreler künyesizdir. Küçük daireler pencere olayları, kesikli dikdörtgen ayrıntı haritasının kadrantıdır (mekanizma kümesi: bölgesel küme [$n = 196$]; gerilme inversiyonu olay merkezli mekanizma popülasyonundandır [$n = 240$]; haritalanmış fay izi yok; mor kesik: levha sınırı [Bird 2003]).

VERİ ERİŞİLEBİLİRLİĞİ

Kullanılan deprem kataloğu, 21.10.2021 – 23.10.2026 dönemi için birleşik çok-kaynaklı arşivden sorgulanmıştır (ISC, USGS, EMSC, GFZ); sorgu kutusu ve tekilleştirme ölçütleri Veri ve Yöntem bölümünde verilmiştir. Fay katmanı ve yardımcı veri setlerinin künyeleri Kaynakça ile şekil altı yazılarındanadır. Katalog kayıtlarını üreten ağ ve bültenler: ISC (International Seismological Centre, t.y.), USGS (U.S. Geological Survey, 2017), EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre, t.y.) ve GFZ (GEOFON Data Centre, 1993). Pencere kataloğunun kurulumlarına ek olarak tarihsel derlemede INGV ve GSI 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 kataloğun temsilci değeridir (150 kaydın 51 tanesinde ISC-GEM). Moment tensörleri Global CMT kataloğundandır (Dziewonski vd., 1981; Ekström vd., 2012). Birleşik çok-kaynaklı katalog, bu çalışmada kurum çözümlerinin çapraz-kaynak tekilleştirilmesiyle derlenmiş türetilmiş bir üründür; kaynakçada ayrı bir eser olarak listelenmez. Harita altlığı karoları ve renk skalası kaynakları (sağlayıcıların istediği atuf metinleri): “Batimetri: GMRT v4.5.0 (Global Multi-Resolution Topography) — Ryan, W.B.F. ve ark. (2009), *Geochem. Geophys. Geosyst.* 10, Q03014, doi:10.1029/2008GC002332” · “Lamont-Doherty Earth Observatory / MGDS, CC-BY-4.0” · “Renk skalası: oleron (bilimsel, sıfır-çapalı) — Cramer, F.

(2018) Zenodo doi:10.5281/zenodo.1243862” · “Cramer (2018) *Geosci. Model Dev.* 11, 2541–2562” · “Cramer, Shephard & Heron (2020) *Nature Communications* 11, 5444” · “Kabartma: AWS Terrain Tiles / terrarium (SRTM, GMTED2010, ETOPO1 — kamuya açık)” (erişim: 23.10.2026). Konum haritasının (Şekil 1'in iç haritası) altlığı için sağlayıcının istediği atuf: “Source: US National Park Service” (erişim: 23.10.2026). Dalga formu kaydı (G.SANVU) EarthScope (IRIS) veri merkezinin FDSN dataset seç servisinde alınmıştır (erişim: 23.10.2026). Levha sınırları sayısal levha sınırı modelindendir (Bird, 2003).

LİSANS VE YENİDEN KULLANIM

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

KAYNAKÇA

- 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
- 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
- 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
- Bott, M. H. P. (1959) The mechanics of oblique slip faulting. *Geol. Mag.* 96(2), 109–117. doi:10.1017/S0016756800059987
- Cramer, F. (2018a) Geodynamic diagnostics, scientific visualisation and StagLab 3.0. *Geosci. Model Dev.* 11(6), 2541–2562. doi:10.5194/gmd-11-2541-2018
- Cramer, F. (2018b) Scientific colour maps. doi:10.5281/zenodo.1243862
- Cramer, F., Shephard, G. E. ve Heron, P. J. (2020) The misuse of colour in science communication. *Nat. Commun.* 11(1), 5444. doi:10.1038/s41467-020-19160-7
- 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
- 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
- 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: 23.10.2026)
- Frohlich, C. (1992) Triangle diagrams: Ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms. *Phys. Earth Planet. Inter.* 75(1–3), 193–198. doi:10.1016/0031-9201(92)90130-N
- Frohlich, C. ve Apperson, K. D. (1992) Earthquake focal mechanisms, moment tensors, and the consistency of seismic activity near plate boundaries. *Tectonics* 11(2), 279–296. doi:10.1029/91TC02888
- Gardner, J. K. ve Knopoff, L. (1974) Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? *Bull. Seismol. Soc. Am.* 64(5), 1363–1367. doi:10.1785/BSSA0640051363
- Garwood, F. (1936) Fiducial limits for the Poisson distribution. *Biometrika* 28(3–4), 437–442. doi:10.1093/biomet/28.3-4.437
- GEOFON Data Centre (1993) GEOFON Seismic Network. GFZ Data Services. doi:10.14470/TR560404
- Gutenberg, B. ve Richter, C. F. (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: 23.10.2026)
- Jones, L. M. ve Molnar, P. (1979) Some characteristics of foreshocks and their possible relationship to earthquake prediction and premonitory slip on faults. *J. Geophys. Res.* 84(B7), 3596–3608. doi:10.1029/JB084iB07p03596
- Kanamori, H. (1977) The energy release in great earthquakes. *J. Geophys. Res.* 82(20), 2981–2987. doi:10.1029/JB082i020p02981
- Kennett, B. L. N. ve Engdahl, E. R. (1991) Traveltimes for global earthquake location and phase identification. *Geophys. J. Int.* 105(2), 429–465. doi:10.1111/j.1365-246X.1991.tb06724.x
- 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
- 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
- Michael, A. J. (1984) Determination of stress from slip data: Faults and folds. *J. Geophys. Res.* 89(B13), 11517–11526. doi:10.1029/JB089iB13p11517
- 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
- Ogata, Y. (1983) Estimation of the parameters in the modified Omori formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure. *J. Phys. Earth* 31(2), 115–124. doi:10.4294/jpe1952.31.115
- Okada, Y. (1992) Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 82(2), 1018–1040. doi:10.1785/BSSA0820021018
- Reasenber, P. A. ve Jones, L. M. (1989) Earthquake hazard after a mainshock in California. *Science* 243(4895), 1173–1176. doi:10.1126/science.243.4895.1173
- Ryan, W. B. F., Carbotte, S. M., Coplan, J. O., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., Weissel, R. A., Ferrini, V., Goodwillie, A., Nitsche, F., Bonczkowski, J. ve Zensky, R. (2009) Global Multi-Resolution Topography synthesis. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 10(3), Q03014. doi:10.1029/2008GC002332
- 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., Ogata, Y. ve Matsu'ura, R. S. (1995) The centenary of the Omori formula for a decay law of aftershock activity. *J. Phys. Earth* 43(1), 1–33. doi:10.4294/jpe1952.43.1

KAYNAKÇA (devam)

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

Wallace, R. E. (1951) Geometry of shearing stress and relation to faulting. *J. Geol.* 59(2), 118–130. doi:10.1086/625831

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

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

Zaliapin, I. ve Ben-Zion, Y. (2013a) Earthquake clusters in southern California I: Identification and stability. *J. Geophys. Res. Solid Earth* 118(6), 2847–2864. doi:10.1002/jgrb.50179

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 (ISC · USGS · EMSC · GFZ; moment tensörleri: GCMT).