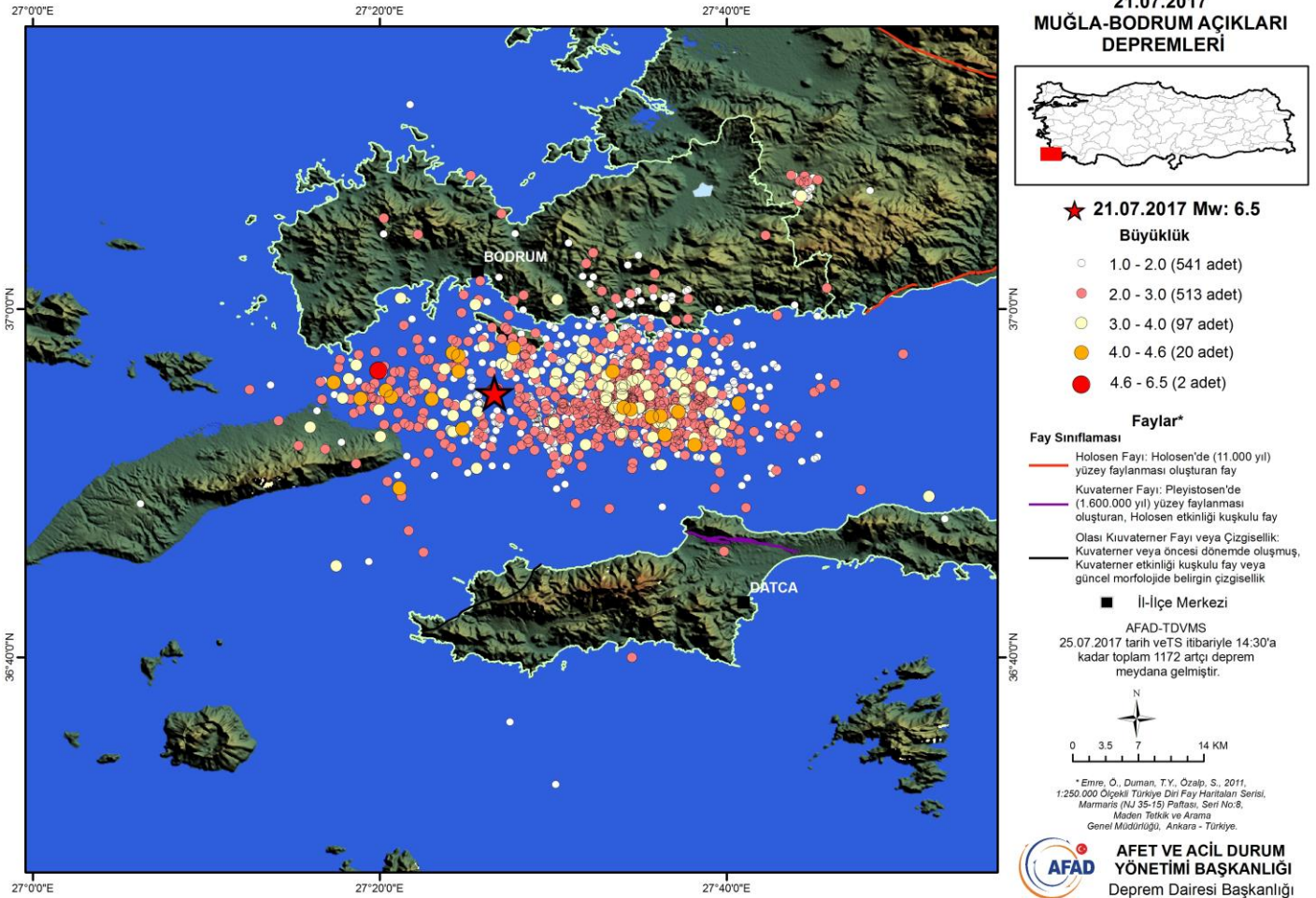


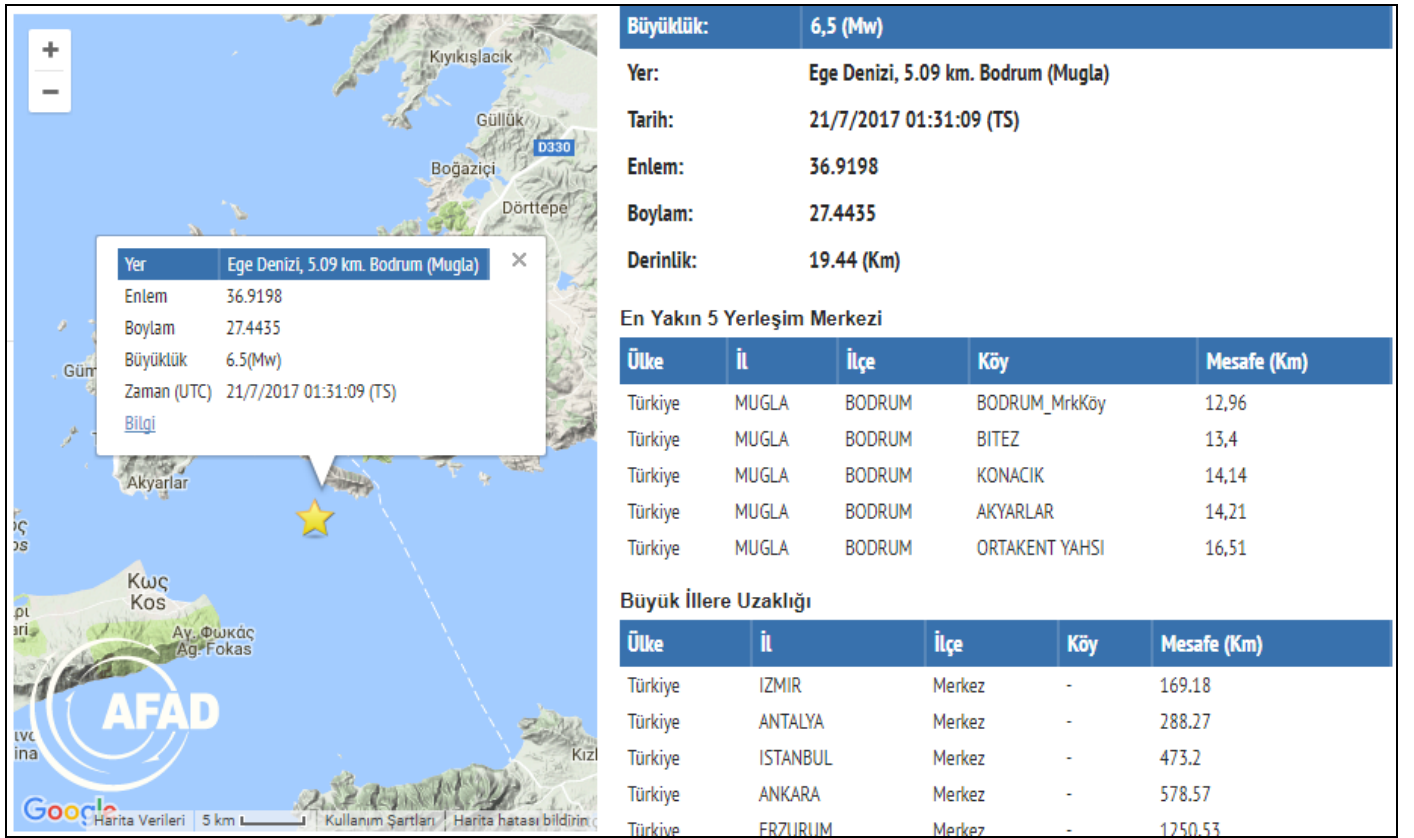
# 21 TEMMUZ 2017 MUĞLA BODRUM AÇIKLARI DEPREMİ ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU



27 Temmuz – 2017  
ANKARA

## GENEL

21.07.2017 günü, Türkiye saati ile 01:31'de Ege Denizi (Muğla-Bodrum Açıkları) merkezli bir deprem meydana gelmiştir. AFAD – TDVMS (Türkiye Deprem Veri Merkezi Sistemi)'nden alınan verilerle yapılan çözüm sonucu elde edilen büyüklük **M<sub>w</sub>= 6.5** olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Depremden sonra ilk bir hafta içerisinde (2017.07.27, 14:30 itibarıyla) büyüklükleri 1.1 ile 5.0 arasında değişen **1506** tane artçı deprem kaydedilmiştir. Meydana gelen artçı depremlerden 14 tanesinin büyüklüğü  $M \geq 4.0$  olmuştur (Tablo 1). Artçı depremlere ait grafikler aşağıda verilmektedir (Grafik 1-2).



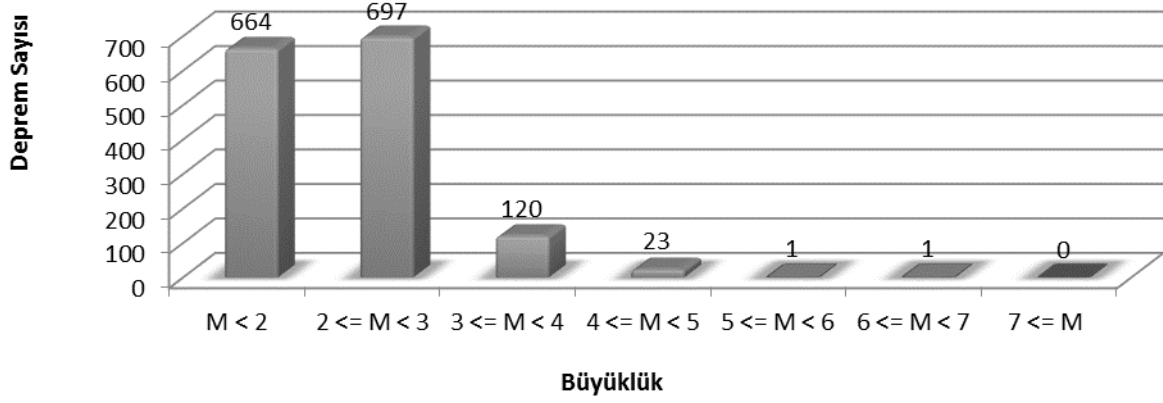
**Şekil 1:** 21.07.2017 Bodrum Açıkları Depremleri (M<sub>w</sub>=6.5) (<http://www.deprem.gov.tr>)

| Tarih (TS)          | Ajans | Enlem   | Boylam  | Derinlik | Tip | Büyüklik | Yer            |
|---------------------|-------|---------|---------|----------|-----|----------|----------------|
| 07/22/2017,17:09:21 | DDA   | 36.9143 | 27.3148 | 7.85     | Mw  | 4.6      | Ege Denizi     |
| 07/22/2017,04:53:38 | DDA   | 36.9    | 27.576  | 15.1     | Mw  | 4        | Gokova Korfezi |
| 07/22/2017,00:34:11 | DDA   | 36.916  | 27.551  | 13.3     | Mw  | 4        | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,17:09:48 | DDA   | 36.941  | 27.332  | 37.5     | Mw  | 5        | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,09:55:53 | DDA   | 36.91   | 27.678  | 14.7     | Mw  | 4.2      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,05:52:12 | DDA   | 36.922  | 27.3391 | 10.31    | Mw  | 4.1      | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,05:13:59 | DDA   | 36.9016 | 27.6203 | 7.06     | Mw  | 4.2      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,05:05:24 | DDA   | 36.8696 | 27.6358 | 3.74     | Mw  | 4.1      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,05:03:59 | DDA   | 36.8966 | 27.5948 | 16.79    | Mw  | 4.5      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,03:59:01 | DDA   | 36.8976 | 27.6031 | 10.95    | ML  | 4.1      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,02:12:34 | DDA   | 36.8285 | 27.3521 | 12.85    | Mw  | 4.5      | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,01:50:30 | DDA   | 36.9551 | 27.409  | 11.52    | Mw  | 4.2      | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,01:38:48 | DDA   | 36.904  | 27.5743 | 14.17    | ML  | 4.4      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,01:35:43 | DDA   | 36.9055 | 27.5678 | 15.22    | Mw  | 4.3      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,01:25:34 | DDA   | 36.9625 | 27.4623 | 10.19    | Mw  | 4.1      | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,00:57:07 | DDA   | 36.8796 | 27.6075 | 10.18    | Mw  | 4.3      | Gokova Korfezi |
| 07/21/2017,00:53:56 | DDA   | 36.9403 | 27.4093 | 2.81     | Mw  | 4.2      | Ege Denizi     |
| 07/21/2017,00:16:41 | DDA   | 36.958  | 27.4033 | 13.16    | Mw  | 4.1      | Ege Denizi     |
| 07/20/2017,23:23:51 | DDA   | 36.9298 | 27.2891 | 9.41     | ML  | 4.5      | Ege Denizi     |
| 07/20/2017,23:00:44 | DDA   | 36.8851 | 27.4128 | 8.02     | Mw  | 4.2      | Ege Denizi     |
| 07/20/2017,22:54:34 | DDA   | 36.9403 | 27.5573 | 19.99    | Mw  | 4.5      | Gokova Korfezi |
| 07/20/2017,22:52:58 | DDA   | 36.9158 | 27.3441 | 10.33    | Mw  | 4.6      | Ege Denizi     |
| 07/20/2017,22:48:28 | DDA   | 36.9136 | 27.3833 | 18.79    | Mw  | 4.4      | Ege Denizi     |
| 07/20/2017,22:37:37 | DDA   | 36.8576 | 27.656  | 7.43     | ML  | 4        | Gokova Korfezi |
| 07/20/2017,22:31:09 | DDA   | 36.9198 | 27.4435 | 19.44    | Mw  | 6.5      | Ege Denizi     |

**Tablo 1:** Depremden sonra ilk bir hafta içerisinde meydana gelen artçı deprem ( $M \geq 4.0$ ) parametreleri

21 Temmuz 2017 Muğla Bodrum Depremi ve Artçıları Mw:6.5  
Deprem Sayısı - Büyüklük Grafiği  
(Toplam :1506)

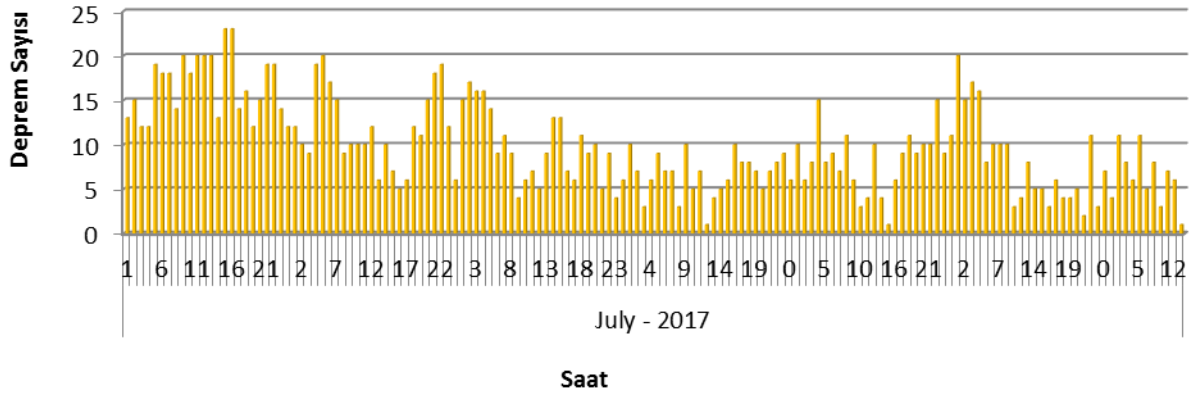
Güncelleme : 27/07/2017 14:07:56



Grafik 1: Deprem Sayısı-Büyüklük

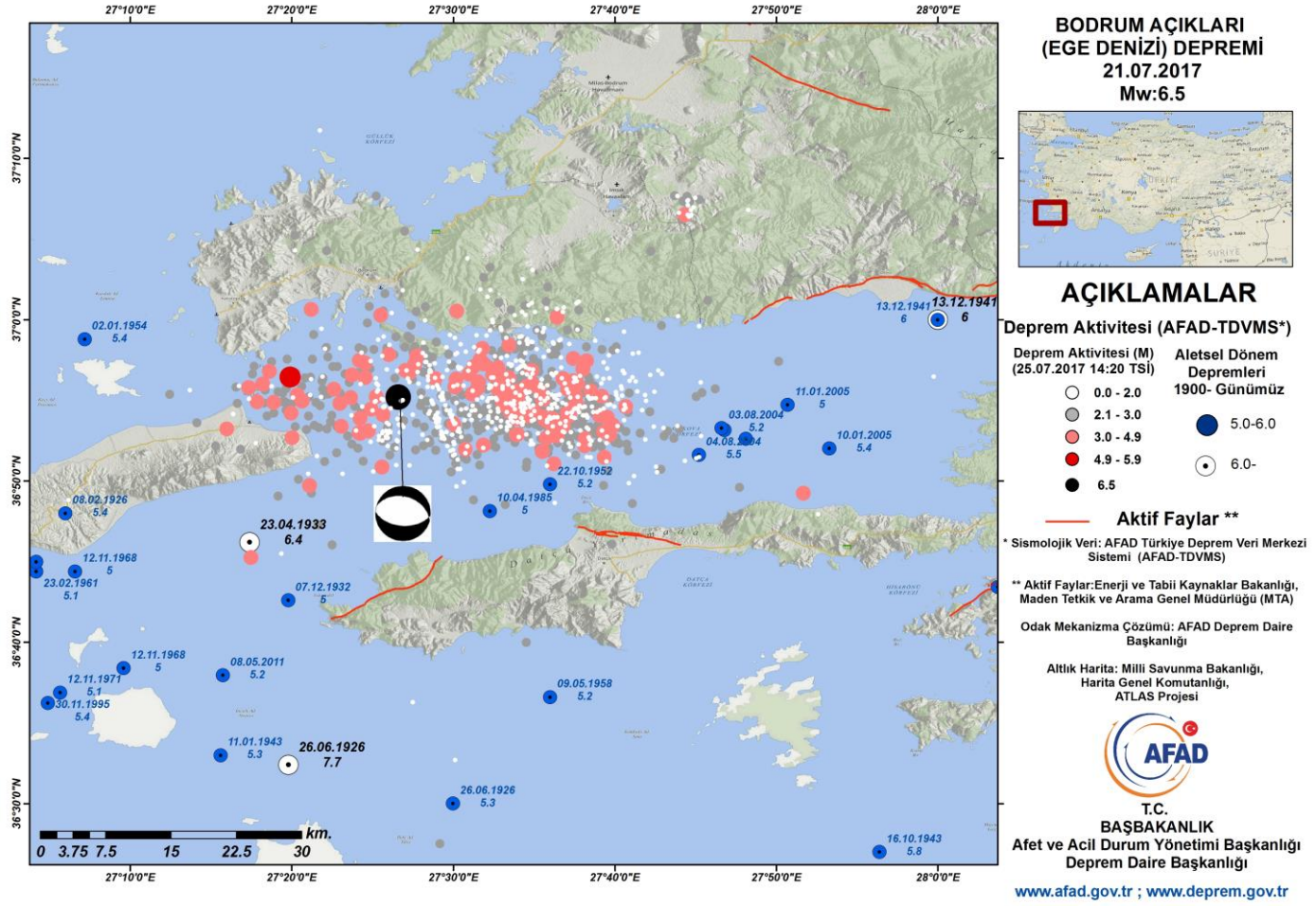
21 Temmuz 2017 Muğla Bodrum Depremi ve Artçıları Mw:6.5  
Saatlik Deprem Sayısı Grafiği  
(Toplam :1506)

Güncelleme : 27/07/2017 14:07:56



Grafik 2: Saatlik deprem sayısı

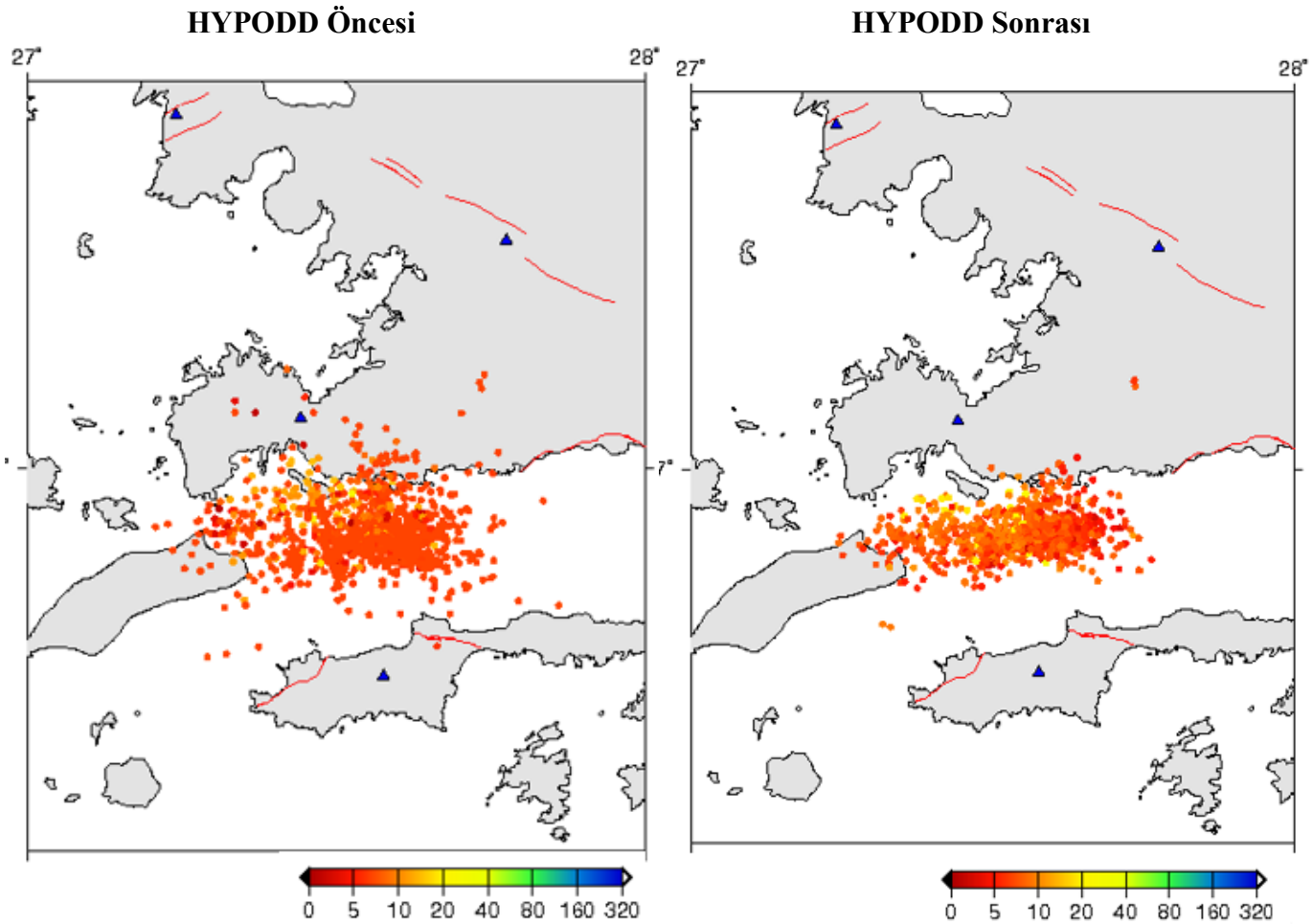
1900'den günümüze aletsel dönemde bölgede yoğun bir deprem aktivitesi ( $M \geq 4.0$ ) olduğu Şekil 2'de görülmektedir.



**Şekil 2:** 21.07.2017 Bodrum Açıkları Depremleri ( $M_w=6.5$ ) ve Aletsel Dönemde Bölgede meydana gelen büyüklüğü  $M \geq 4.0$  olan depremlerin dağılımı (Diri faylar, MTA-2012).

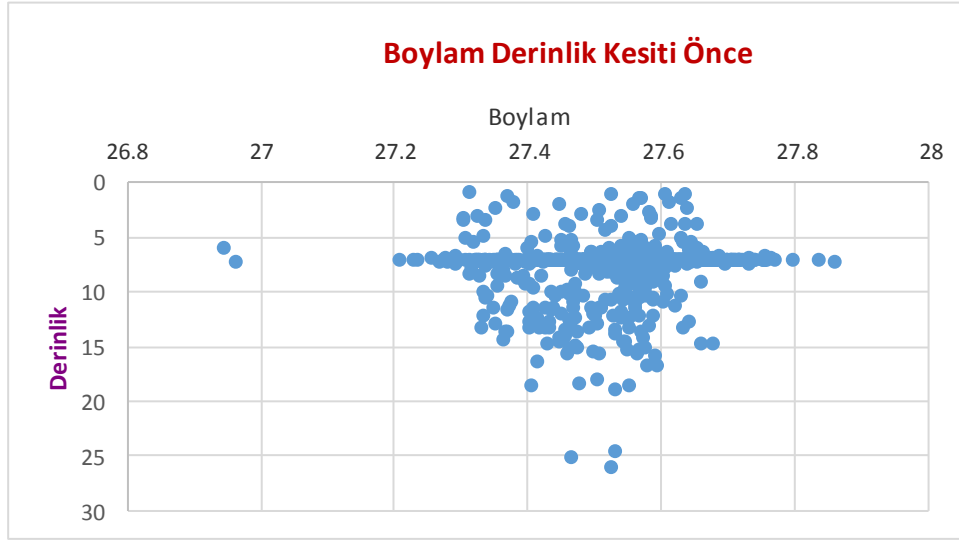
### Bodrum Açıkları Depremi (Mw=6.5) HypoDD (Double-Difference Hypocenter Locations) Çalışması Sonuçları

Deprem ilksel konumları ve oluş zamanları, deprem çifti farkı yöntemini uygulayan HypoDD (Waldhauser ve Ellsworth 2000) programında 21 Temmuz 2017 (**Mw=6.5**) Bodrum Açıkları depremi için 1051 adet deprem verisi ( $M \geq 1$ ) giriş verisi olarak kullanılmış ve odak parametreleri (enlem, boylam, derinlik, oluş zamanı) iyileştirilmiştir (**Şekil 3-8**). Yeniden lokasyon hesabı yapılmayan harita HypoDD öncesi, İyileştirilmiş harita ise HypoDD sonrası olarak belirtilmiştir. Aynı şekilde derinlik kesitleri de Enlem ve Boylam da ki değişimi görebilmek için önce ve sonra şeklinde grafiklendirilmiştir. Buna göre; Yeniden lokasyon hesabından sonrasında saçılmalar D-B yönünde çizgisellik göstermiştir.

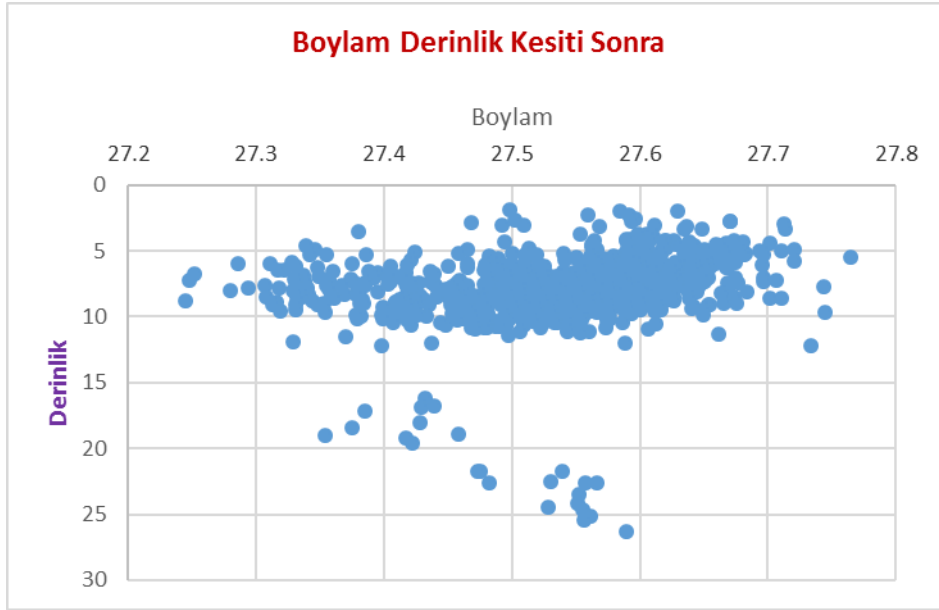


**Şekil 3:** Deprem sonrası lokasyon dağılımları

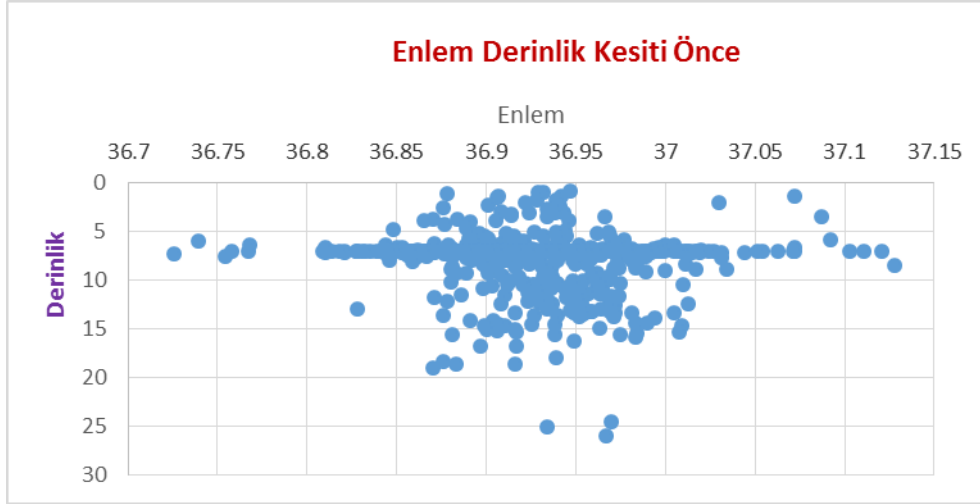
**Şekil 4:** Yeniden hesaplanmış lokasyon dağılımları



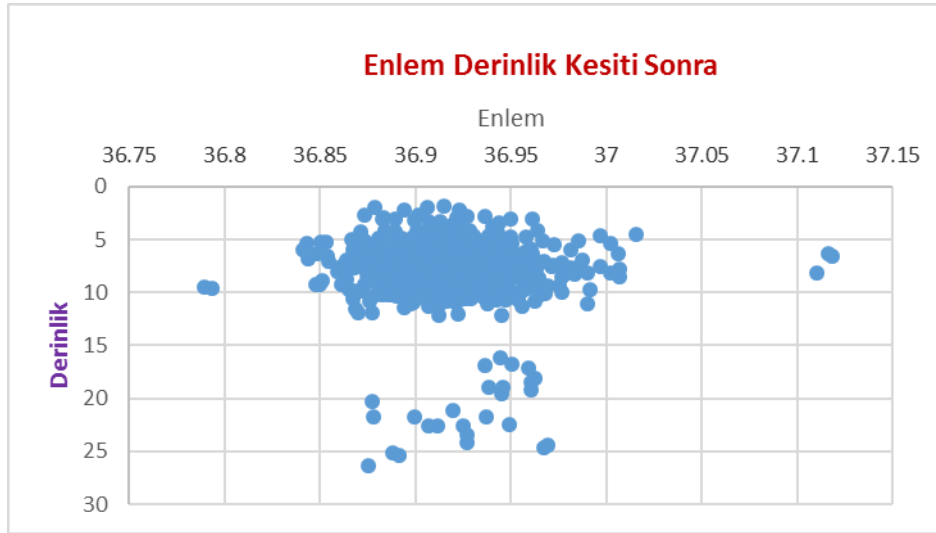
Şekil 5: HypoDD (Yeniden lokasyon hesabı) öncesi boylam kesiti



Şekil 6: HypoDD (Yeniden lokasyon hesabı) sonrası boylam kesiti

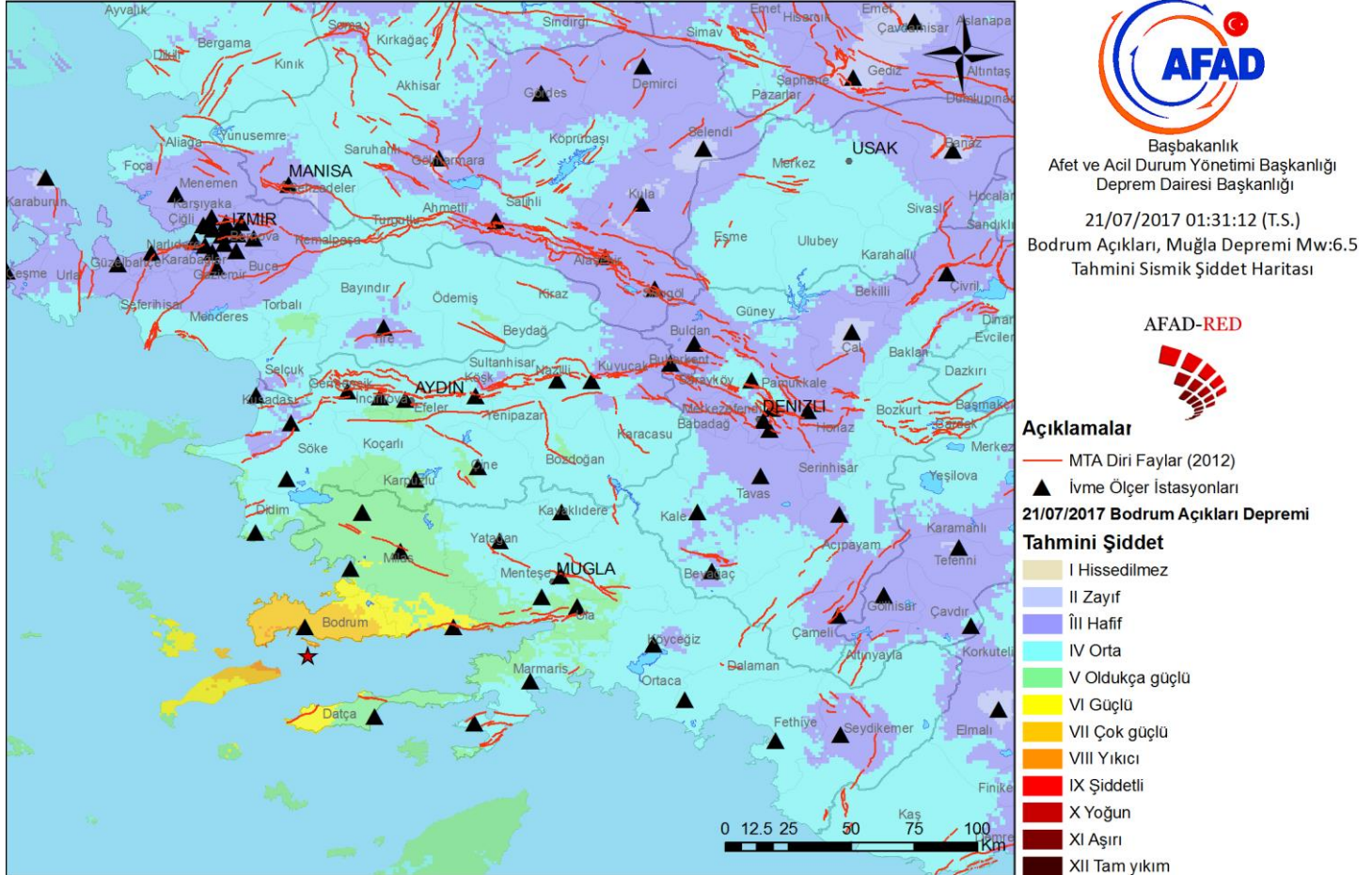


**Şekil 7: :HypoDD (Yeniden lokasyon hesabı) öncesi enlem kesiti**



**Şekil 8: HypoDD (Yeniden lokasyon hesabı) sonrası enlem kesiti**

Depremi merkez üssüne en yakın yerleşim yeri Muğla ilinin Bodrum ilçesinin Merkez köyüdür (12.09 km). Depremi şiddeti AFAD-RED analizi sonucu, VII (Çok güçlü hissedilir) olarak hesaplanmıştır.  $M_w=6.5$  büyüklüğündeki depremin tahmini eş şiddet haritası **Şekil 9**'da verilmiştir.



**Şekil 9.** 21.07.2017 tarihinde meydana gelen Bodrum Açıkları Depremi (Muğla) ( $M_w= 6.5$ ) için KYH istasyonlarından gelen ölçülmüş değerlerle birlikte üretilmiş AFAD-RED Tahmini Sismik Şiddet Haritası.

## TEKTONİK

MTA diri fay haritasına (2012) göre, depremin merkez üssü yakınlarında bulunan önemli fay sistemleri Gökova Fay Zonu'dur. 21.07.2017 Gökova Körfezi açıklarında meydana gelen  $M_w=6.5$  büyüklüğündeki deprem, Körfezi kuzeyden sınırlayan K82D-53GD eğimli normal fay üzerinde meydana gelmiştir. P dalgası ilk hareket yönüne göre ve moment tensor yöntemi ile yapılan odak mekanizması çözümleri **Şekil 10**'da yer almaktadır.

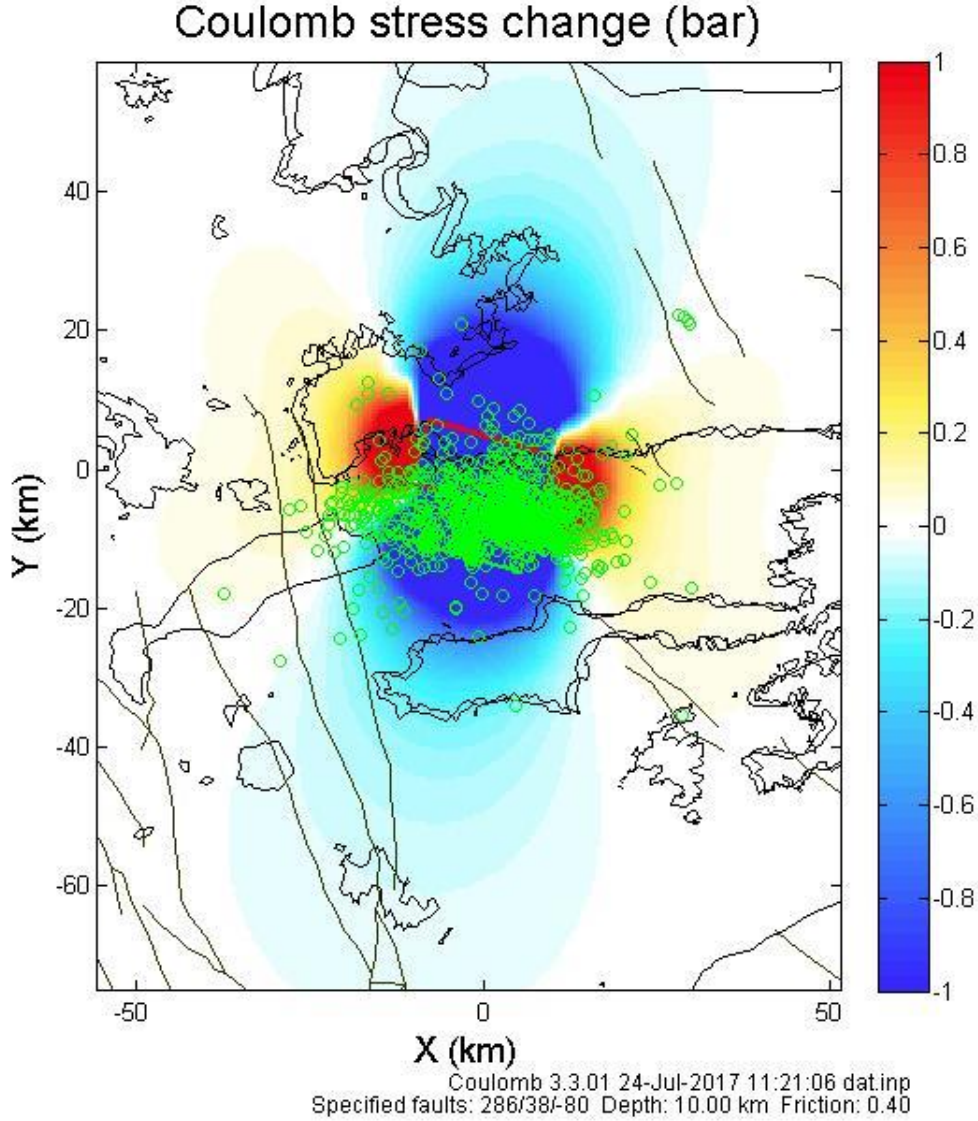
|                                                                                   | Strike1 | Dip1  | Rake1  | Strike2 | Dip2  | Rake2   | FType |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|--------|---------|-------|---------|-------|
|  | 286.00  | 38.00 | -80.00 | 82.00   | 53.00 | -98.00  | MT    |
|  | 105.00  | 41.00 | -66.00 | 255.00  | 53.00 | -109.00 | FP    |

**Şekil 10:** Mw=6.5 büyüklüğündeki depremin P dalgası ilk hareket yönüne göre ve moment tensor yöntemi ile yapılan odak mekanizması çözümleri

## Coulomb Stress Analizi

21.07.2107 Gökova Körfezi açıklarında meydana gelen Mw=6.5 büyüklüğündeki deprem, Körfezi kuzeyden sınırlayan K82D-53GD eğimli normal fay üzerinde meydana geldiği görülmektedir. Coulomb stress analizine göre, 6.5 büyüklüğündeki deprem sonucunda 20 km uzunluğunda 16 km genişliğinde bir kırılma meydana gelmiştir.

Coulomb stress analizine bakıldığında fayın batı ve doğu ucunda 0.8-1.0 bar civarında bir stres yüklemesi görülmektedir. K-G doğrultusunda ise gerilimin azaldığı görülmektedir. Artçı depremlerin dağılımı da fayın Güney Doğuya eğimli olduğunu göstermektedir.



**Şekil 11:** Coulomb stress analizine göre değişim

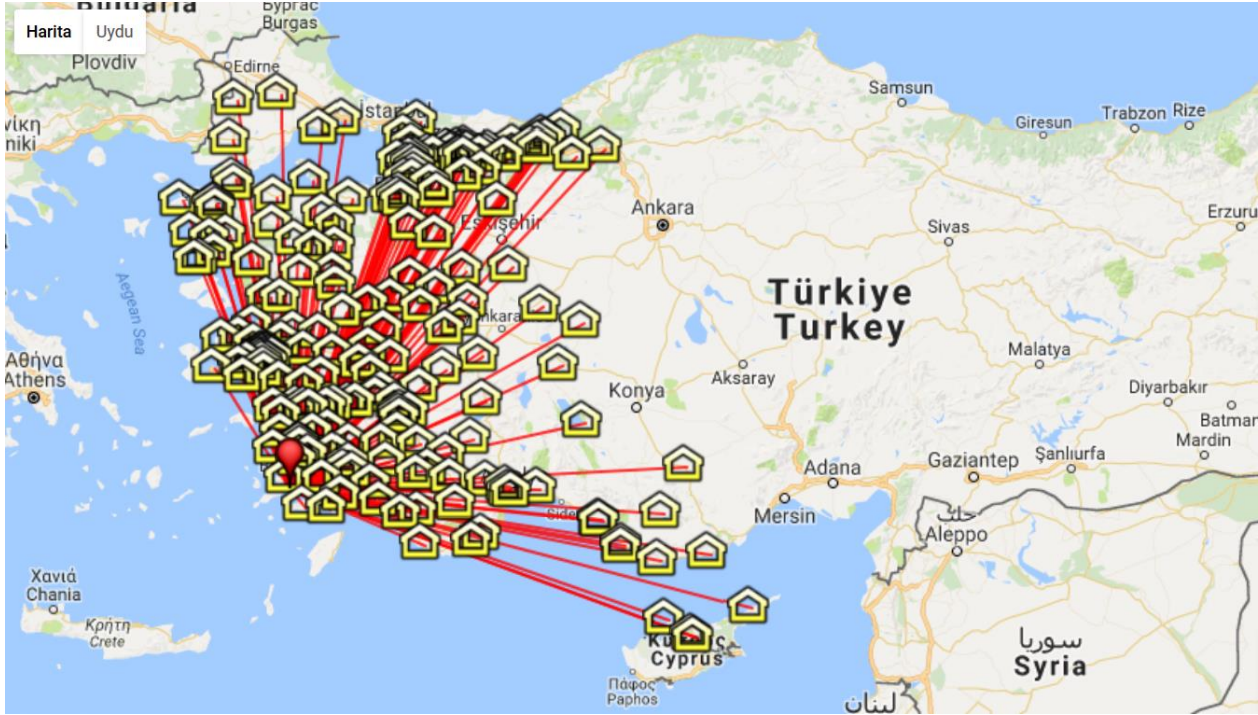
### **KUVVETLİ YER HAREKETİ**

Bodrum Açıkları Depremi (MW= 6.5), deprem dış merkezine 12-628 km uzaklıklardaki AFAD Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem ağına (TR-KYH) ait 209 farklı ivme-ölçer istasyonu tarafından kaydedilmiştir (**Şekil 12 ve 13**). Depreme ait pik ivme değerleri işlenmemiş ham veriler olup, alttaki tabloda verilmiştir. Ölçülen en büyük ivme değeri, Bodrum istasyonu (4809) tarafından Kuzey-Güney yönünde 158.76cm/sn<sup>2</sup> olarak kaydedilmiştir. Bölgede, en büyük ivmenin kaydedildiği Bodrum istasyonuna ait kayıtların; ivme, hız, Fourier ve tepki spektrum grafikleri Şekil 14’de yer almaktadır. Ayrıca aynı istasyona ait kaydın Kuzey-Güney bileşeninde Belirgin Süre (Significant Duration) 5.2sn, Etkili Süre (Effective Duration) 5.2sn ve Ayraçlanmış Süre (Bracketed Duration) 19.9sn olarak hesaplanmıştır. Belirgin sürenin hesaplandığı Arias grafiği (%5-%95) de şekil 15’de verilmiştir.

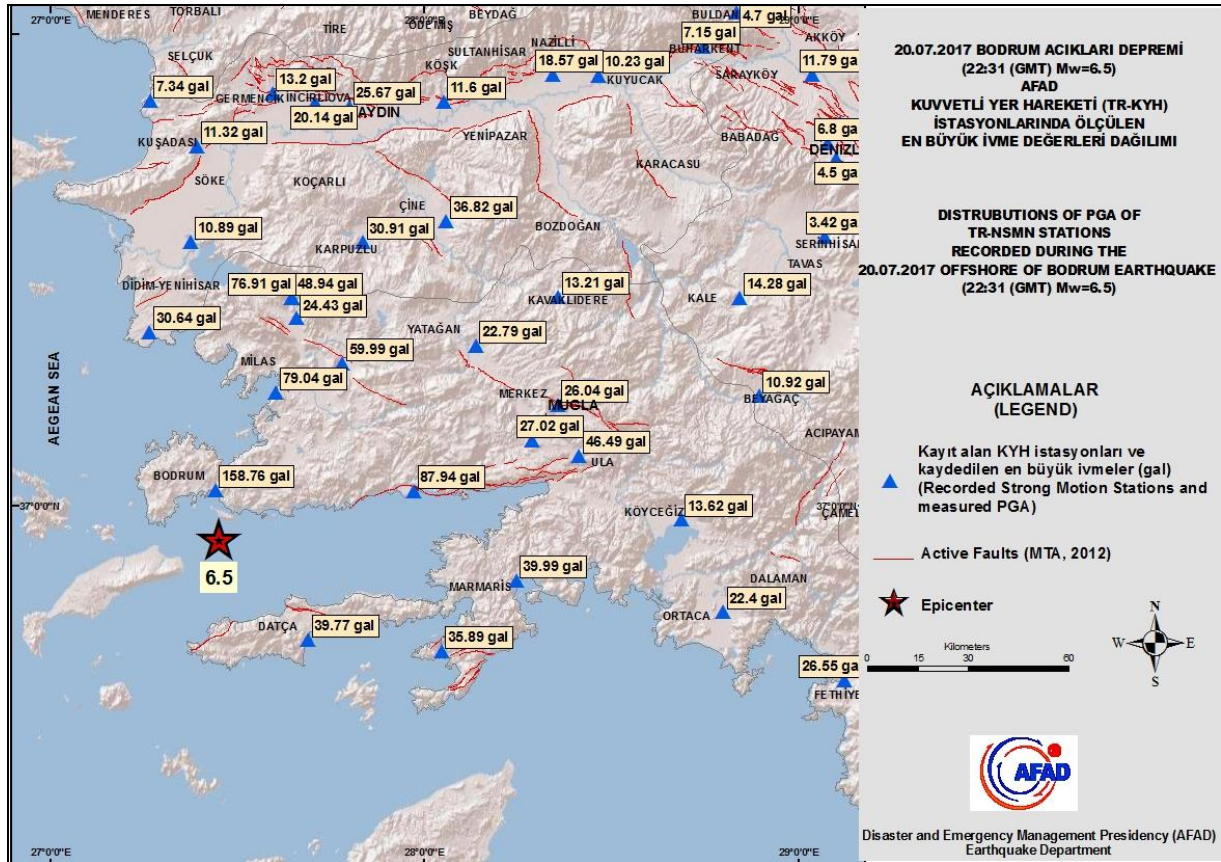
Tüm sayısal işlenmemiş ham verilere (<http://kyhdata.deprem.gov.tr>) adresinden ulaşılabilmektedir.

**Tablo 2.** Mw=6.5 Büyüklüğündeki Depremden Sonra 100 km İçerisindeki Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonları Tarafından Kaydedilen En Büyük İvme Değerleri

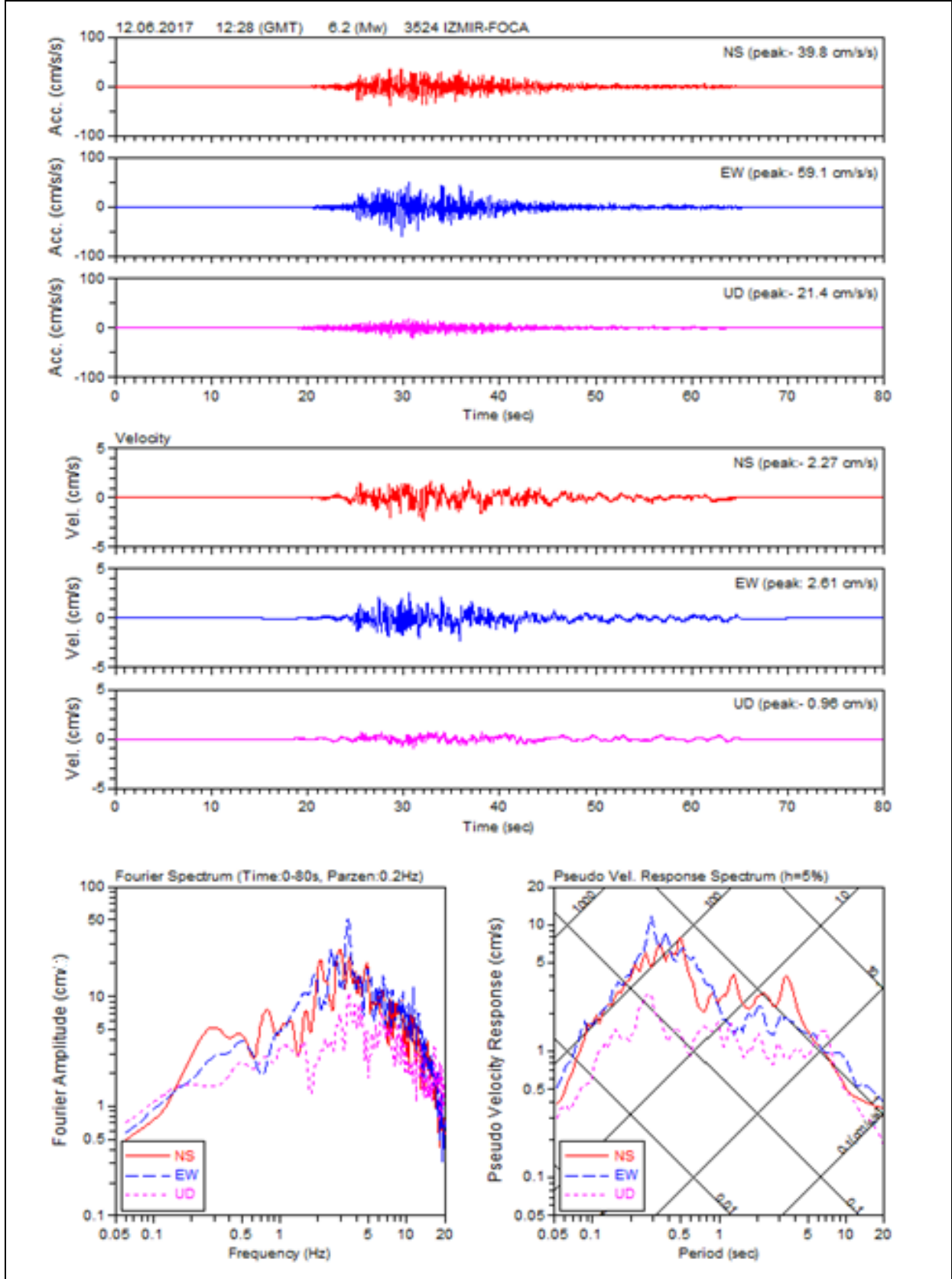
| İSTASYON |       |                |                      |          |          |              |                   | ÖLCÜLEN İVME DEĞERLERİ (gal) |              |       | Uzaklık<br>R <sub>epi</sub><br>(km) | İstasyonun<br>Kayma<br>Dalgası Hızı<br>V <sub>s30</sub> (m/sn) |
|----------|-------|----------------|----------------------|----------|----------|--------------|-------------------|------------------------------|--------------|-------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| No       | İL    | İLÇE /<br>SEMT | Kodu                 | Enlem    | Boylam   | Rakım<br>(m) | CİHAZ<br>TÜRÜ     | K-G                          | D-B          | Düşey |                                     |                                                                |
| 1        | Muğla | BODRUM         | <a href="#">4809</a> | 37.03304 | 27.43997 | 25           | Guralp cmg5td     | <b>158.76</b>                | 102          | 88.04 | 12                                  | 747                                                            |
| 2        | Muğla | DATCA          | <a href="#">4812</a> | 36.71225 | 27.68801 | 25           | GeoSig<br>gmsplus | 37.85                        | <b>39.77</b> | 32.13 | 32                                  |                                                                |
| 3        | Muğla | GULLUK         | <a href="#">4817</a> | 37.2401  | 27.6031  | 10           | GeoSig<br>gmsplus | <b>79.04</b>                 | 57.98        | 31.73 | 37                                  |                                                                |
| 4        | Muğla | OREN           | <a href="#">4819</a> | 37.0313  | 27.9712  | 10           | GeoSig<br>gmsplus | 78.72                        | <b>87.94</b> | 45.11 | 48                                  |                                                                |
| 5        | Muğla | MILAS          | <a href="#">4806</a> | 37.30253 | 27.78054 | 52           | GeoSig<br>gmsplus | 58.54                        | <b>59.99</b> | 25.54 | 51                                  | 323                                                            |
| 6        | Aydın | DIDİM          | <a href="#">918</a>  | 37.3697  | 27.2643  | 47           | GeoSig<br>gmsplus | <b>30.64</b>                 | 23.28        | 14.47 | 52                                  |                                                                |
| 7        | Muğla | SELİMİYE       | <a href="#">4814</a> | 37.3991  | 27.6567  | 63           | GeoSig<br>gmsplus | 21.63                        | <b>24.43</b> | 14.07 | 55                                  |                                                                |
| 8        | Muğla | BOZBURUN       | <a href="#">4815</a> | 36.6886  | 28.046   | 10           | GeoSig<br>gmsplus | 33.61                        | <b>35.89</b> | 24.44 | 60                                  |                                                                |
| 9        | Muğla | MILAS_2        | <a href="#">4822</a> | 37.4417  | 27.646   | 128          | GeoSig<br>gmsplus | 76.66                        | <b>76.91</b> | 61.35 | 60                                  |                                                                |
| 10       | Muğla | MILAS_3        | <a href="#">4823</a> | 37.4418  | 27.64403 | 129          | GeoSig<br>gmsplus | 44.9                         | <b>48.94</b> | 34.37 | 60                                  |                                                                |
| 11       | Aydın | SARIKEMER      | <a href="#">920</a>  | 37.5604  | 27.3749  | 58           | GeoSig<br>gmsplus | <b>10.89</b>                 | 9.97         | 6.47  | 71                                  |                                                                |
| 12       | Muğla | MARMARIS       | <a href="#">4810</a> | 36.83942 | 28.24483 | 19           | Guralp cmg5td     | <b>39.99</b>                 | 32.09        | 13.83 | 71                                  | 393                                                            |
| 13       | Muğla | YATAGAN        | <a href="#">4807</a> | 37.33967 | 28.13692 | 684          | GeoSig<br>gmsplus | 22.19                        | <b>22.79</b> | 6.21  | 76                                  | 696                                                            |
| 14       | Aydın | KARPUZLU       | <a href="#">919</a>  | 37.5595  | 27.8355  | 108          | GeoSig<br>gmsplus | 22.98                        | <b>30.91</b> | 17.75 | 78                                  |                                                                |
| 15       | Muğla | YERKESİK       | <a href="#">4808</a> | 37.1392  | 28.28725 | 661          | GeoSig<br>gmsplus | 27.02                        | 16.34        | 9.98  | 78                                  |                                                                |
| 16       | Muğla | MERKEZ         | <a href="#">4801</a> | 37.21446 | 28.35612 | 638          | Guralp cmg5td     | 21.84                        | 26.04        | 9.8   | 86                                  | 466                                                            |
| 17       | Muğla | ULA            | <a href="#">4821</a> | 37.1055  | 28.4139  | 615          | GeoSig<br>gmsplus | 45.83                        | 46.49        | 25.02 | 88                                  |                                                                |
| 18       | Aydın | CİNE           | <a href="#">917</a>  | 37.6052  | 28.0584  | 81           | GeoSig<br>gmsplus | 36.82                        | 32.42        | 23.14 | 92                                  |                                                                |
| 19       | Aydın | SOKE           | <a href="#">911</a>  | 37.76209 | 27.39092 | 67           | GeoSig<br>gmsplus | 10.46                        | 10.24        | 11.32 | 93                                  |                                                                |
| 20       | Muğla | KAVAKLIDERE    | <a href="#">4818</a> | 37.444   | 28.3575  | 897          | GeoSig<br>gmsplus | 12.16                        | 13.21        | 8.06  | 99                                  |                                                                |



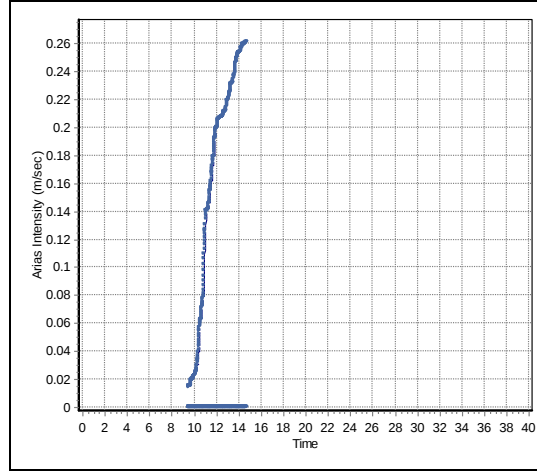
**Şekil 12.** 21.07.2017 tarihinde meydana gelen Bodrum Açıkları Depremi ( $M_w = 6.5$ ) kaydeden 209 adet Kuvvetli Yer Hareketi kayıt istasyonlarının dağılımı.



**Şekil 13.** 21.07.2017 tarihinde meydana gelen Bodrum Açıkları Depreminde ( $M_w = 6.5$ ) kayıt alan Kuvvetli Yer Hareketi istasyonları ve ölçülen en büyük ivmelerin dağılımı.



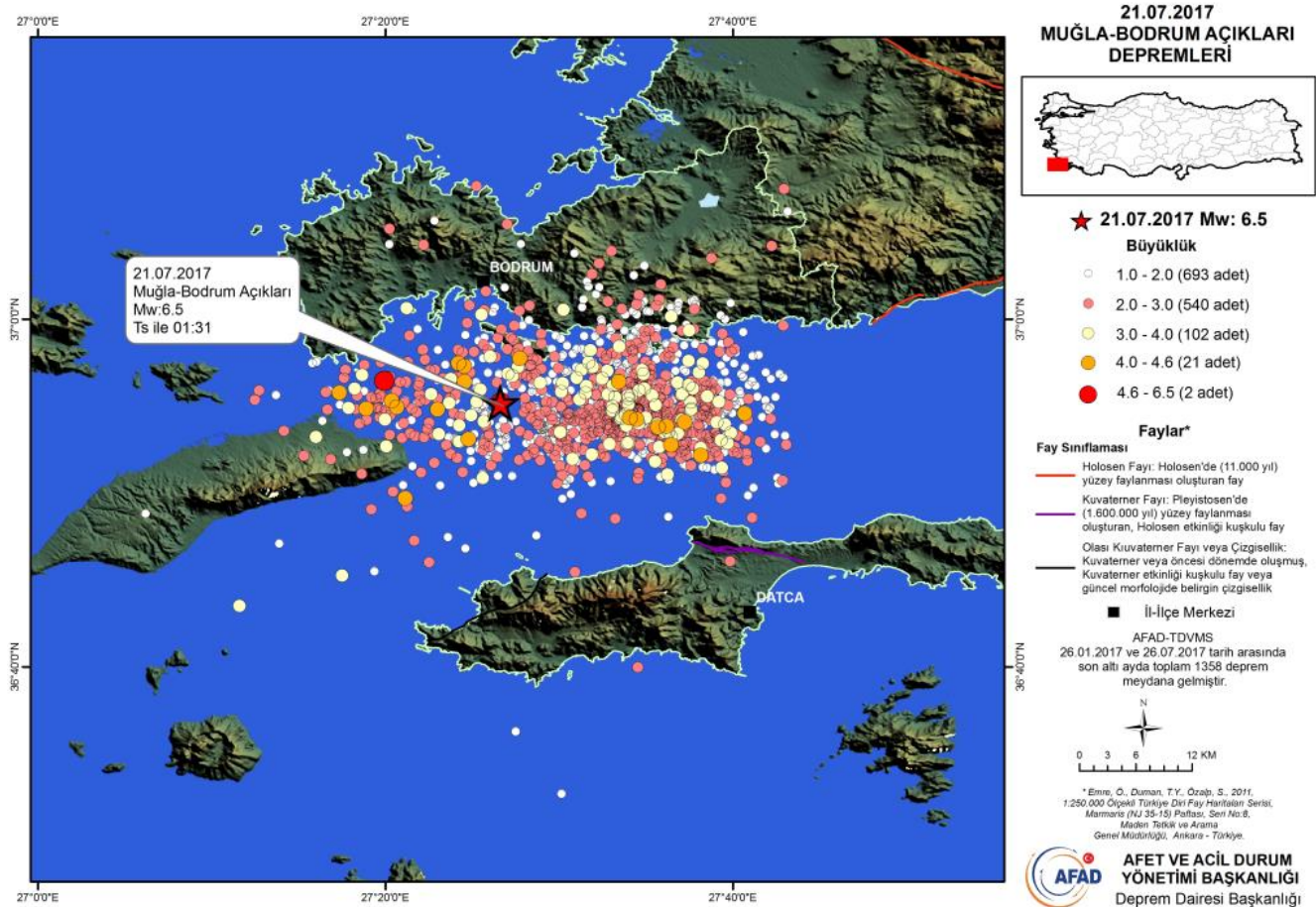
**Şekil 14.** 21.07.2017 tarihinde meydana gelen Bodrum Açıkları Depremini ( $M_w = 6.5$ ) kaydeden Bodrum (4809) istasyonuna ait ivme ve hız dalga formları ile tepki ve fourier spektrum grafikleri.



**Şekil 15.** 07.2017 tarihinde meydana gelen Bodrum Açıkları Depremi ( $M_w = 6.5$ ) kaydeden Bodrum (4809) istasyonuna ait Arias Şiddeti grafiği.

## HASAR

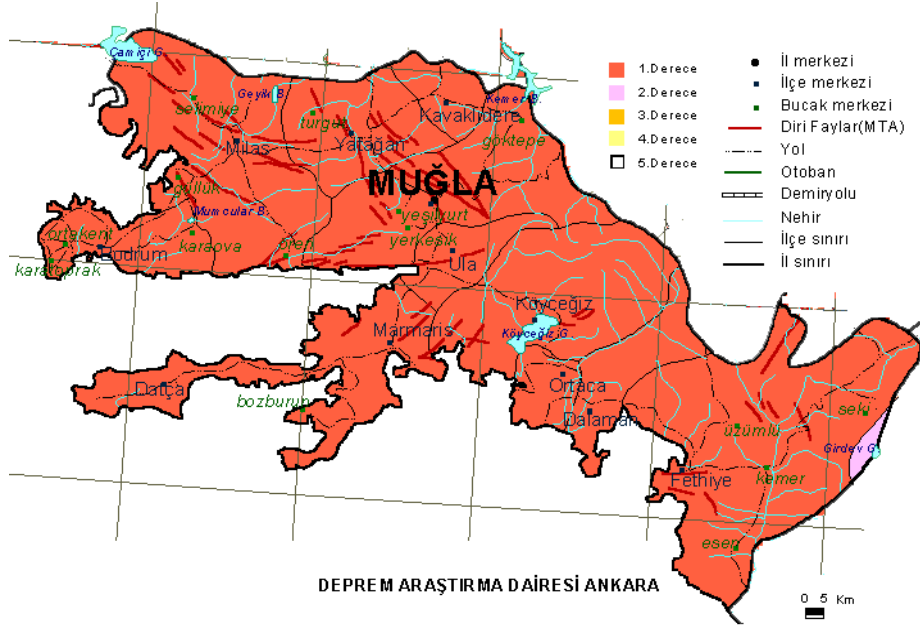
Deprem başta Muğla il merkezi, ilçeleri ve Ege Bölgesinde hissedilmiş olup, herhangi bir can kaybına yol açmadığı bilgisi alınmıştır. Alınan bilgilere göre meydana gelen deprem, yaklaşık 10 - 30 cm tsunami oluşturmuş ve yaklaşık 1-1.5 metre civarında tırmanma seviyesi ile deniz taşmasına neden olmuştur.



**Şekil 16.** Bölgede son 6 ayda meydana gelen depremlerin dağılımı

## DEĞERLENDİRME

Halen yürürlükte olan deprem bölgeleri haritasına göre Muğla İli 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 17). Tektonik olarak aktif olan bölgede son yüzyılda meydana gelen depremler 1933 (Ms=5.7) Denizli-Çal, 1941 (Ms=6.0) Ula-Muğla, 1955 (Ms=6.8) Söke-Aydın, 1961 (Ms=6.3) Köyceğiz Açıkları, 1963 (Ms=5.5) Buldan-Denizli, 2004 (Mw=5.5) Ege Denizi, 2004 (Md=5.1) Ula-Muğla, 2016 (Mw=5.1) Ege Denizi, 2016 (Mw=5.2) Ege Denizi depremleridir.



**Şekil 17.** Mevcut Deprem Bölgeleri Haritasına Göre Muğla İli

Kanunla verilen yetki kapsamında Ülkemiz ve yakın coğrafyamızın deprem aktivitesi, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından mevcut durumda 255 Zayıf Yer Hareketi ve 660 Kuvvetli Yer Hareketi olmak üzere, toplam 915 istasyon ile 7/24 izlenmekte, değerlendirilmekte ve kamuoyu bilgilendirilmektedir.