

# 3

## 23 EKİM 2011 VAN DEPREMLERİNİN KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ulubey ÇEKEN, Turgay KURU, Aytaç APAK, Derya KÖKBUDAK, Eren TEPEUĞUR, Hakan ALBAYRAK,  
Vedat ÖZSARAÇ, Selim SEZER ve Cüneyt Şahin

### 3. KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1. Genel Değerlendirme

Depremler sırasında kuvvetli yer hareketinin ölçülmesi; depremin fiziksel boyutunun, deprem dalgasının yayılım karakteristiğinin, etkin süresinin, frekans içeriğinin, deprem-yer-yapı etkileşiminin, deprem yüklerinin doğru tespitinin ve yıkıcı etkilerinin kestirilmesi gibi çeşitli mühendislik çalışmalarında kullanılmaktadır. Kuvvetli yer hareketi kayıtlarının incelenmesi, mühendislik yapılarının deprem sırasındaki davranışlarının ve hasar görülebilirliğinin tahmininde kullanılan temel girdilerden birisidir. Şüphesiz, yıkıcı bir deprem sırasında en önemli dinamik parametrelerden birisi, depremin ivmesidir. Bu sebeple, depremin dinamik etkilerini yerinde ölçmek ve depremi daha doğru değerlendirmek amacıyla deprem potansiyeli yüksek birçok ülkede, çok sayıda ulusal ve yerel ölçekte ivme-ölçer ağları kurularak kuvvetli yer hareketi (ivme) gözlemleri yapılmaktadır.

Ülkemizde ulusal ölçekte Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem Ağı, sadece Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi tarafından işletilmektedir. Bu ağ oluşturan ivme-ölçer istasyonları, aktif sismik bölgeler öncelikli olmak üzere ülkemizdeki çeşitli yerleşim yerlerinde konumlandırılmıştır. Mevcut durumda, 372 kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonu aktif olarak çalışmaktadır. Bu ağ tarafından 1976'dan günümüze kaydedilmiş 6000' den fazla deprem ivme kayıt arşivi araştırmacıların ve bilim dünyasının hizmetine Internet (<http://kyh.deprem.gov.tr>) üzerinden sunulmaktadır.

23 Ekim 2011 Van-Merkez depremi ( $M_I=6.7$ ,  $M_w=7.0$ ), yerel saati ile 13:41'de meydana gelmiştir. Bu deprem, episanıra uzaklıkları 42-590 km arasında değişen Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem Ağı (TR-KYH) bünyesindeki 22 farklı lokasyondaki ivme-ölçer istasyonu tarafından kaydedilmiştir. Tablo 3.1'de bu deprem sırasında kayıt alan istasyonlara ait bilgiler ve her bir istasyonun üç bileşenine ait en büyük ivme değerleri yer almaktadır. Bu depremi takiben, 09 Kasım 2011 tarihinde yerel saatle 21:23:34'de farklı bir bölgede, orta büyüklükteki ( $M_I=5.6$ ) Van-Edremit

depremi meydana gelmiş ve bu deprem bölgedeki beş istasyon tarafından kaydedilmiştir. Bu deprem sırasında kaydedilen en büyük ivme değerleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Son depremden dokuz gün sonra 18 Kasım 2011 tarihinde, 19:39:39 (TS) 'de bu iki depremden farklı bir noktada Van-Muradiye'de  $M_I=5.2$  büyüklüğünde bir deprem daha meydana gelmiştir. Bu deprem sırasında kaydedilen en büyük ivme değerleri Tablo 3.3'de verilmiştir. Bu tablolardaki ivme değerleri, düzeltilmemiş ham verilerdir. Ayrıca, üç deprem sırasında kayıt alan istasyonların yerleri ve en büyük yatay ivme değerleri sırasıyla, Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de verilen haritalar üzerinde gösterilmiştir.  $M_I=6.7$  Van-Merkez depreminin dış merkezine yaklaşık 42 km uzaklıkta bulunan Muradiye istasyonu tarafından ölçülen en büyük ivme değerleri; KG doğrultusunda  $178.5 \text{ cm/sn}^2$ , DB doğrultusunda  $168.5 \text{ cm/sn}^2$  ve düşey doğrultuda ise  $75.5 \text{ cm/sn}^2$ 'dir. Diğer Van-Edremit depremi ( $M_I=5.6$ ) sırasında ölçülen en büyük yatay ivme değeri de yine depremin dış merkezine uzaklığı 12.7 km olan Van-Merkez istasyonu tarafından kaydedilmiş olup, bu istasyon tarafından ölçülen en büyük ivme değerleri; KG doğrultusunda  $148.1 \text{ cm/sn}^2$ , DB doğrultusunda  $245.9 \text{ cm/sn}^2$  ve düşey doğrultuda  $150.5 \text{ cm/sn}^2$ 'dir. Van-Edremit istasyonu (dışmerkeze 2.9 km) tarafından ölçülen en büyük ivme değerleri ise, KG doğrultusunda  $65.7 \text{ cm/sn}^2$ , DB doğrultusunda  $102.6 \text{ cm/sn}^2$  ve düşey doğrultuda  $44.3 \text{ cm/sn}^2$ 'dir.

Tablo 3.1 23 Ekim 2011,  $M_I=6.7$  Van-Merkez depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonları ve ölçülen en büyük ivme değerleri.

No	İSTASYON		CİHAZ TÜRÜ	ÖLÇÜLEN İVME DEĞERLERİ (gal)			İstasyonun Deprem Merkez Üssüne Uzaklığı $R_{epi}$ (km)	İstasyonun Kayma Dalgası Hızı $V_{s30}$ (m/sn)
	İL	İLÇE/SEMT		KG	DB	Düşey		
1	Van	Muradiye	SMACH	178.5	168.5	75.5	42	293
2	Muş	Malazgirt	SMACH	44.5	56.0	25.5	95	311
3	Bitlis	Merkez	CMG-5TD	89,66	102,24	35,51	116	Alüvyon
4	Ağrı	Merkez	CMG-5TD	18,45	15,08	7,21	121	295
5	Siirt	Merkez	CMG-5TD	9,90	9,16	7,04	158	Alüvyon
6	Muş	Merkez	CMG-5TD	10,3	6,86	4,64	170	315
7	Bingöl	Solhan	CMG-5TD	4,58	4,19	2,46	211	463
8	Bingöl	Karlıova	CMG-5TD	7,52	11,08	4,65	222	Sert
9	Batman	Merkez	CMG-5TD	8,29	8,58	3,74	223	450
10	Mardin	Merkez	CMG-5TD	2,00	1,90	1,58	284	Sert
11	Elazığ	Beyhan	CMG-5TD	1,20	1,19	0,99	289	Sert
12	Elazığ	Palu	CMG-5TD	2,11	1,64	1,72	307	329
13	Elazığ	Kovancılar	CMG-5TD	1,45	1,66	1,20	313	Alüvyon
14	Erzincan	Tercan	CMG-5TD	2,37	3,43	2,26	289	320
15	Erzincan	Merkez	CMG-5TD	1,53	1,29	0,71	358	314
16	Bayburt	Merkez	CMG-5TD	1,35	1,14	1,27	327	Sert

23 EKİM 2011 VAN DEPREMLERİNİN KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ

17	Gümüşhane	Kelkit	CMG-5TD	1,05	0,88	<b>1,25</b>	378	Alüvyon
18	Şanlıurfa	Siverek	CMG-5TD	2,00	<b>3,06</b>	0,96	378	Alüvyon
19	Malatya	Pötürge	CMG-5TD	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	0,94	405	Sert
20	Adıyaman	Kahta	CMG-5TD	<b>2,96</b>	2,70	1,64	437	Alüvyon
21	Adıyaman	Gölbaşı	CMG-5TD	<b>1,12</b>	0,74	0,35	521	469
22	K.Maraş	Merkez	CMG-5TD	1,74	<b>2,18</b>	0,96	590	317

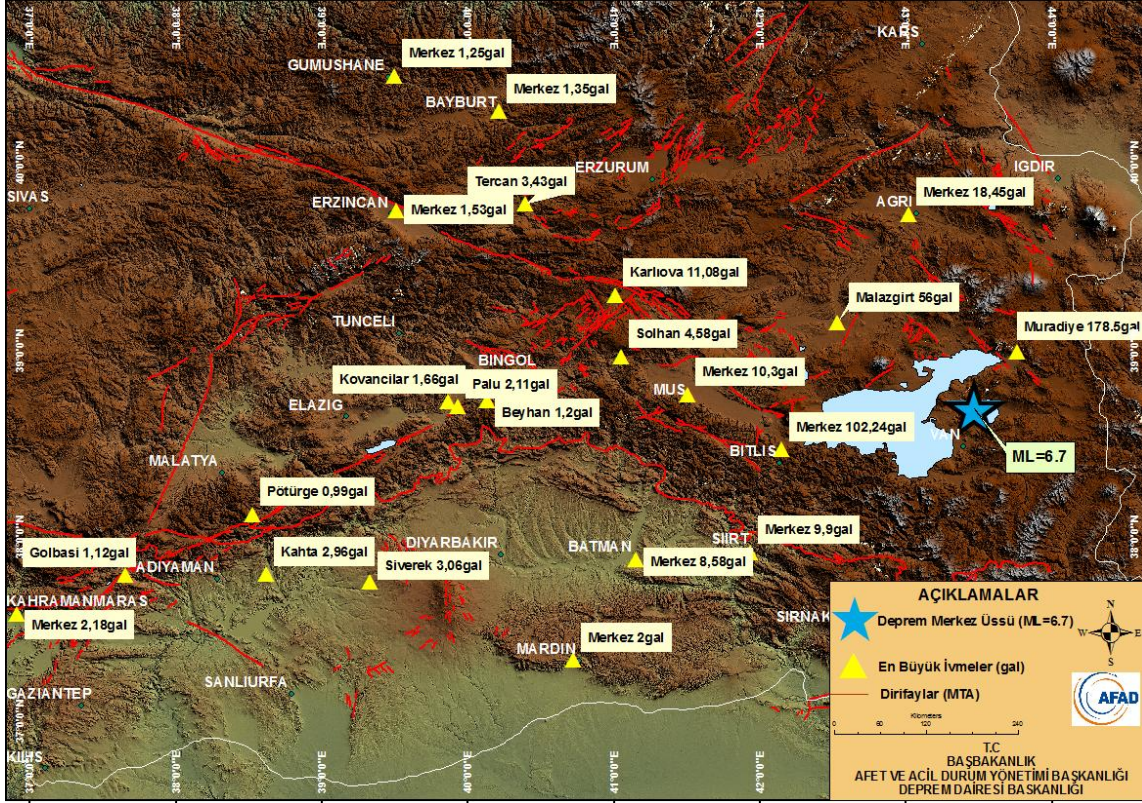
Tablo 3.2 09 Kasım 2011, M<sub>I</sub>=5.6 Van Gölü depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonları ve ölçülen en büyük ivme değerleri

No	İSTASYON		CİHAZ TÜRÜ	ÖLÇÜLEN İVME DEĞERLERİ (gal)			İstasyonun Deprem Merkez Üssüne Uzaklığı R <sub>e</sub> pi (km)	İstasyonun Kayma Dalgası Hızı V <sub>S30</sub> (m/sn)
	İL	İLÇE/SEMT		KG	DB	Düşey		
1	Van	Merkez	CMG-5TD	148,1	<b>245,9</b>	150,5	12,7	363
2	Van	Edremit	GSR-16	65,7	<b>102,6</b>	44,3	2,9	Sert
3	Muş	Malazgirt	SMACH	3,0	<b>4,0</b>	2,0	101	311
4	Van	Muradiye	SMACH	<b>13</b>	9,5	4,5	74,1	293
5	Bitlis	Merkez	CMG-5TD	3,9	<b>5,8</b>	2,1	97,8	Alüvyon

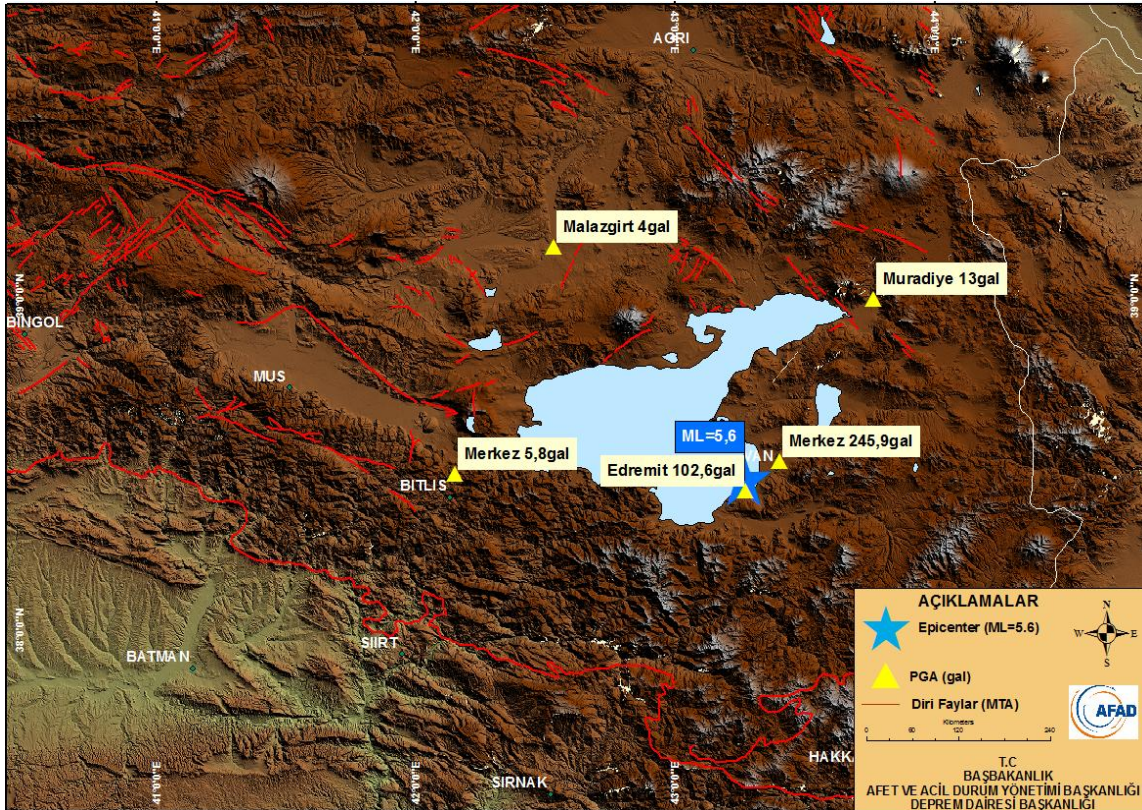
Tablo 3.3. 18 Kasım 2011, M<sub>I</sub>=5.2 Van Muradiye depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonları ve ölçülen en büyük ivme değerleri.

No	İSTASYON		CİHAZ TÜRÜ	ÖLÇÜLEN İVME DEĞERLERİ (gal)			İstasyonun Deprem Merkez Üssüne Uzaklığı R <sub>e</sub> pi (km)	İstasyonun Kayma Dalgası Hızı V <sub>S30</sub> (m/sn)
	İL	İLÇE/SEMT		KG	DB	Düşey		
1	Van	Muradiye	SMACH	13,5	<b>16</b>	10	18,9	293
2	Van	Özalp	CMG-5TD	<b>9,25</b>	7,36	2,32	23,7	Sert
3	Van	Çaldıran	CMG-5TD	1,34	<b>1,43</b>	0,56	35,7	Alüvyon
4	Van	AFAD	CMG-5TD	3,24	<b>6,27</b>	2,33	51,3	Alüvyon

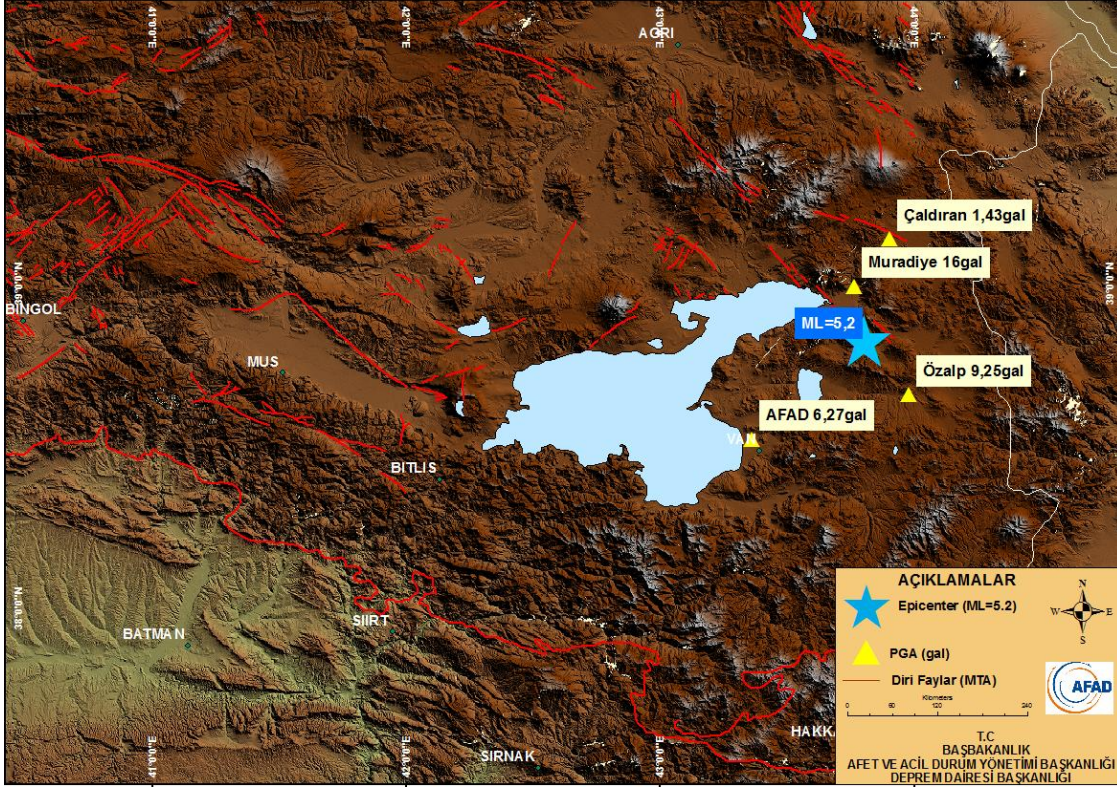
23 EKİM 2011 VAN DEPREMLERİNİN KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 3.1. 23 Ekim 2011, Ml=6.7 Van-Merkez depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonlarının lokasyonları ve kaydedilen en büyük ivme değerleri



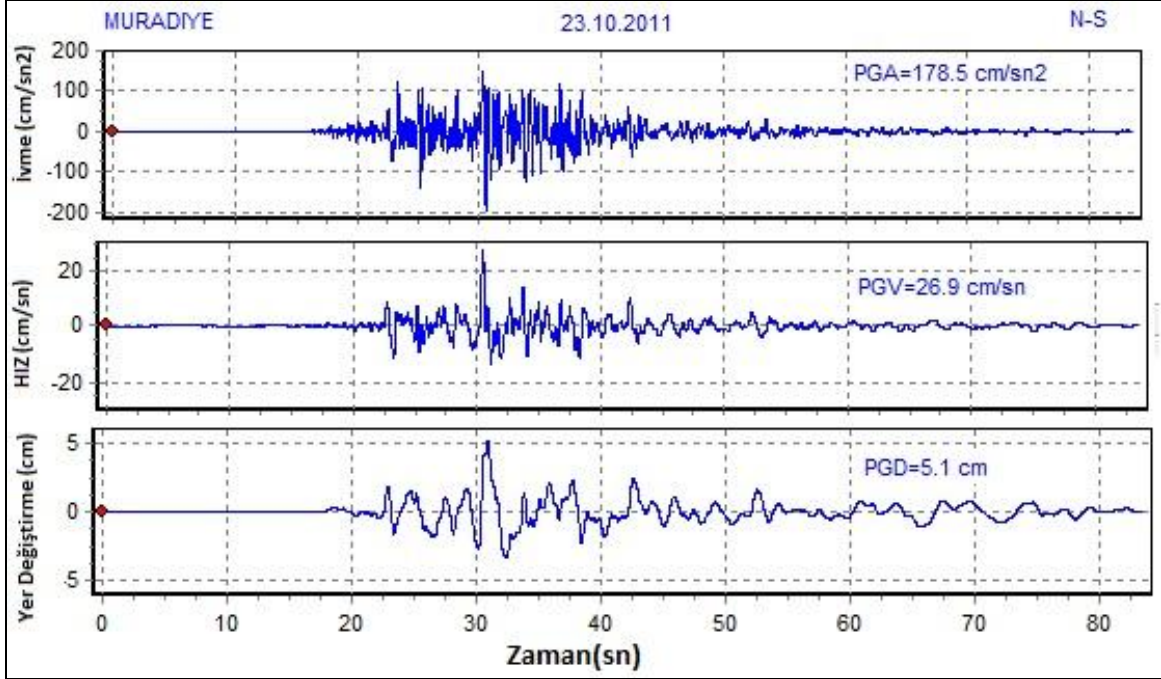
Şekil 3.2. 09 Kasım 2011, Ml=5.6 Van-Edremit depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonlarının lokasyonları ve kaydedilen en büyük ivme değerleri.



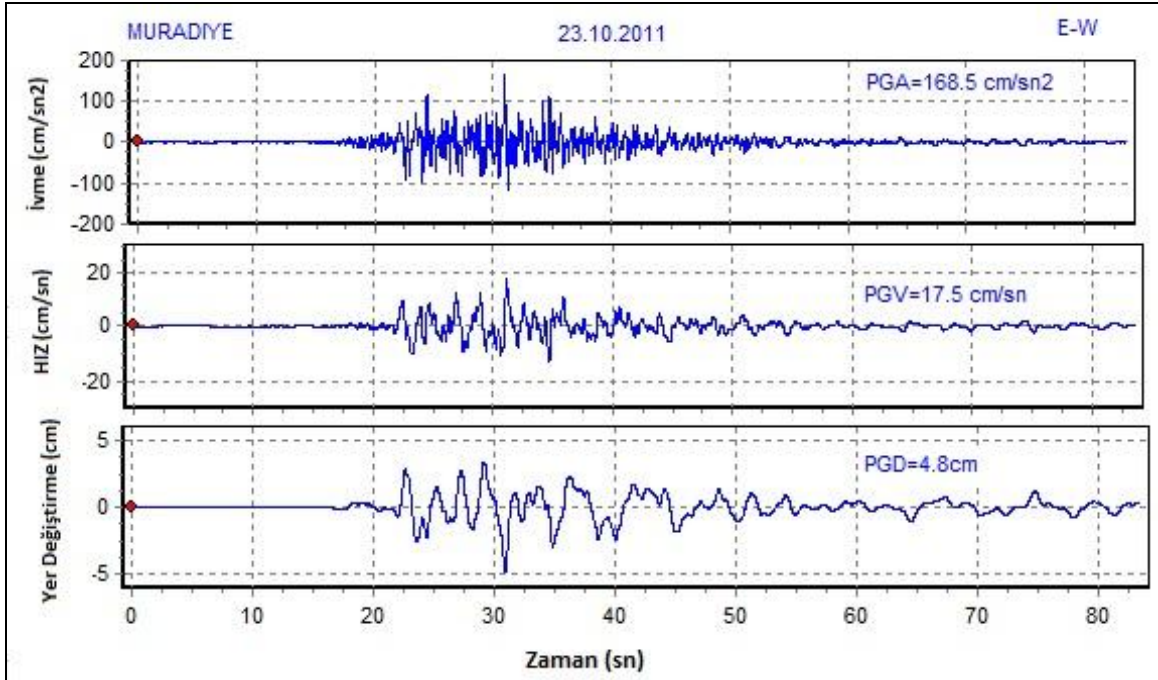
Şekil 3.3. 18 Kasım 2011, Ml=5.2 Van Muradiye depremini kaydeden ivme-ölçer istasyonlarının lokasyonları ve kaydedilen en büyük ivme değerleri.

Ml=6.7 Van-Merkez depremi için her bir istasyondan alınan kuvvetli yer hareketi kayıtlarının düzeltilmiş ivme-zaman, hız-zaman ve yer değiştirme-zaman serisi dalga formları, grafiklerde gösterilmiştir. Kayıtların ivme-zaman serilerine lineer eksen kayması düzeltilmesi (linear baseline-offsets-correction) ve 0.2-25 Hz arasında Butterworth band geçişli filtre uygulanarak hız-zaman ve yer değiştirme-zaman dalga formları elde edilmiştir. Ml=6.7 Van-Merkez depreminin Muradiye istasyonu kaydına ait maksimum hız bileşen genlikleri; KG doğrultusunda 26.9 cm/sn, DB doğrultusunda 17.5 cm/sn ve düşey doğrultuda 6.2 cm/sn iken, Bitlis istasyonu kaydına ait değerler ise sırasıyla, 8.7 cm/sn, 7.9 cm/sn ve 2.9 cm/sn'dir. Maksimum yatay yer değiştirme miktarları ise, Muradiye istasyonu kaydı KG bileşeninde 5.1 cm ve Bitlis istasyonu kaydı KG bileşeninde 2.3 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.4-3.9).

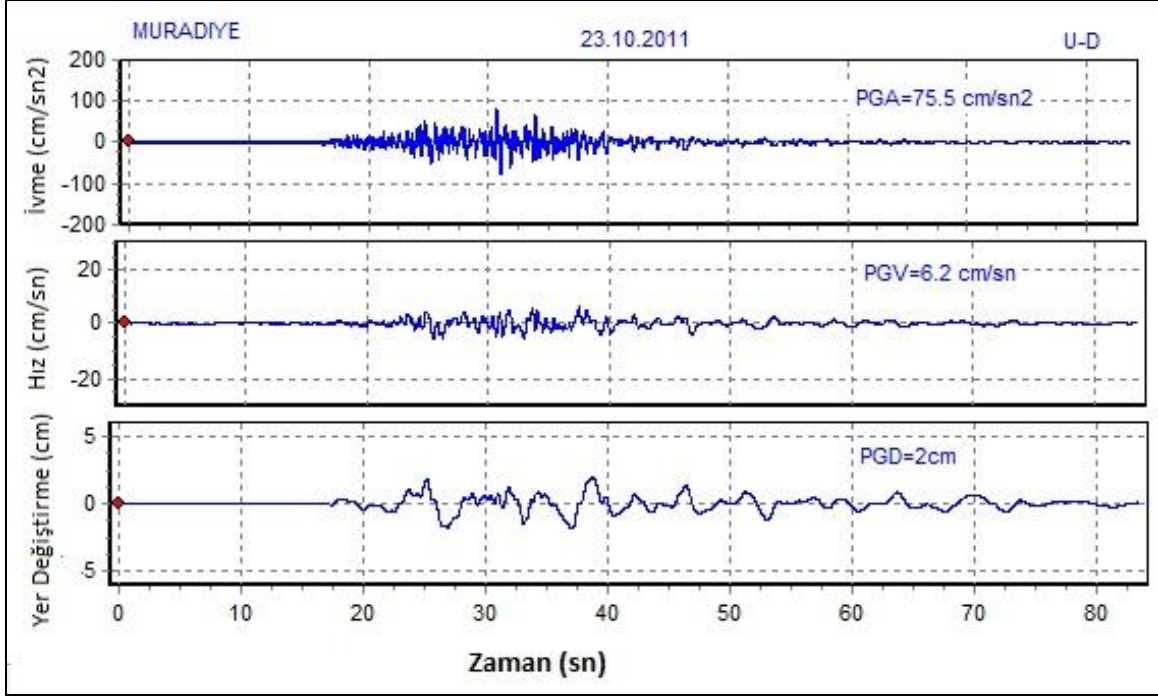
Van-Edremit depreminin (Ml=5.6) Van istasyonu kaydına ait maksimum hız bileşen genlikleri ise, KG doğrultusunda 16.4 cm/sn, DB doğrultusunda 33.3 cm/sn ve düşey doğrultuda 6.1cm/sn olarak hesaplanmıştır. Maksimum yer değiştirme miktarları ise Van-Merkez istasyonu kaydı KG bileşeninde 2.9 cm, DB bileşeninde 6.5 cm ve düşey bileşende 1.3 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.10-3.12). Van-Edremit istasyonunda ise, hız miktarları KG, DB ve düşey doğrultularda sırasıyla, 25.1, 26.9 ve 9.5 cm/sn olarak ölçülmüştür. Yer değiştirme miktarı ise, KG bileşeninde 11.1 cm olarak hesaplanmıştır



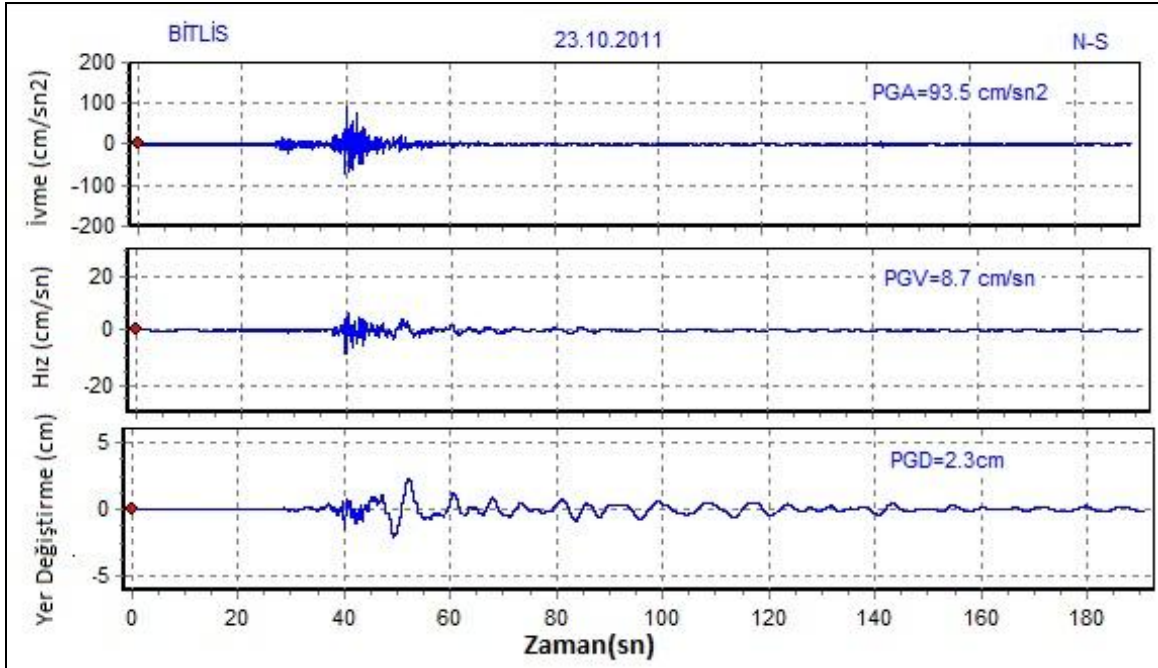
Şekil 3.4. 23 Ekim 2011, M<sub>L</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Muradiye istasyonu Kuzey-Güney doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri



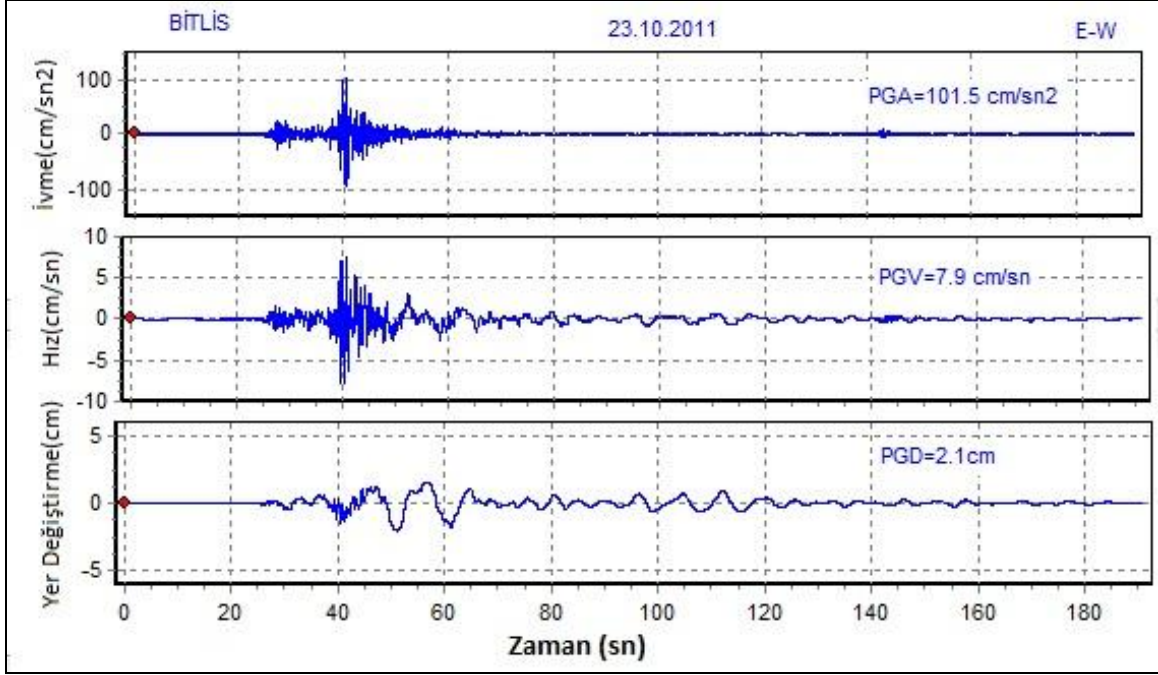
Şekil 3.5. 23 Ekim 2011, M<sub>L</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Muradiye istasyonu Doğu-Batı doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri



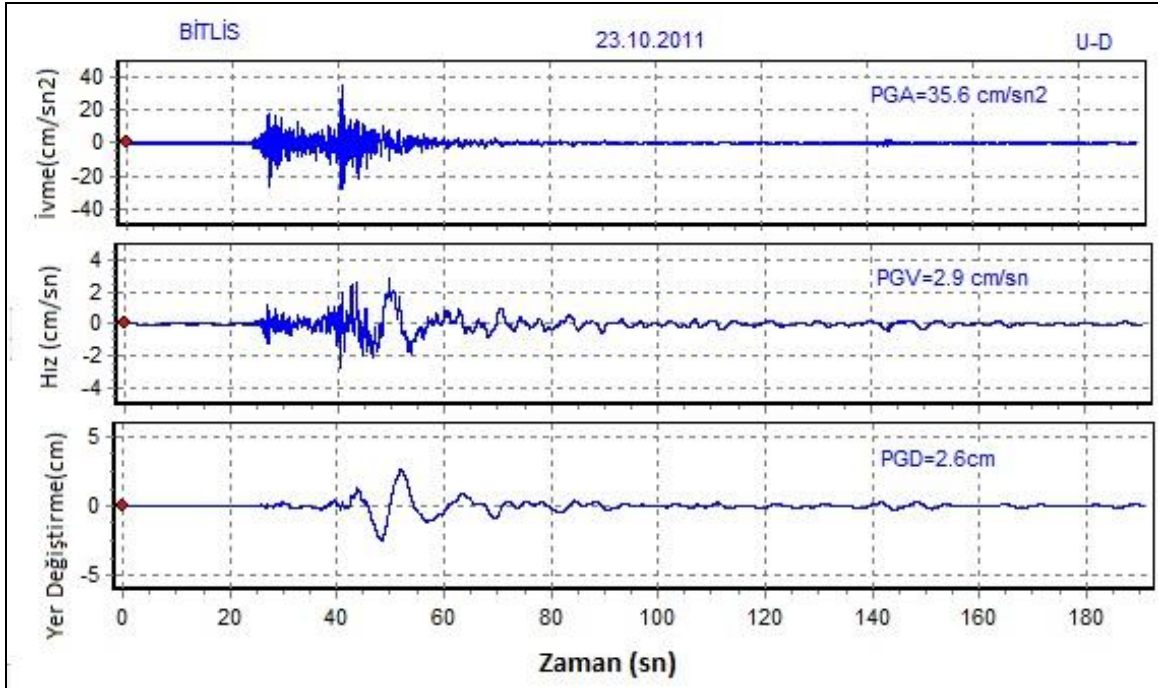
Şekil 3.6. 23 Ekim 2011, M<sub>I</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Muradiye istasyonu Düşey doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri



Şekil 3.7. 23 Ekim 2011, M<sub>I</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Bitlis istasyonu Kuzey-Güney doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.

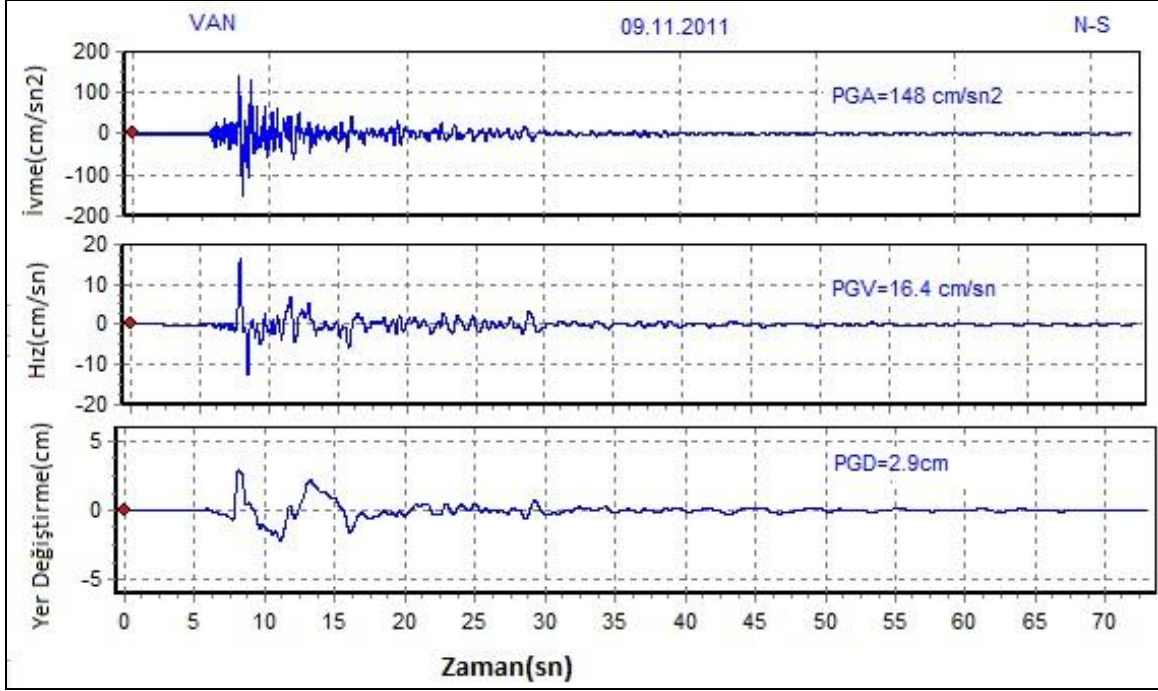


Şekil 3.8. 23 Ekim 2011, M<sub>L</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Bitlis istasyonu Doğu-Batı doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.

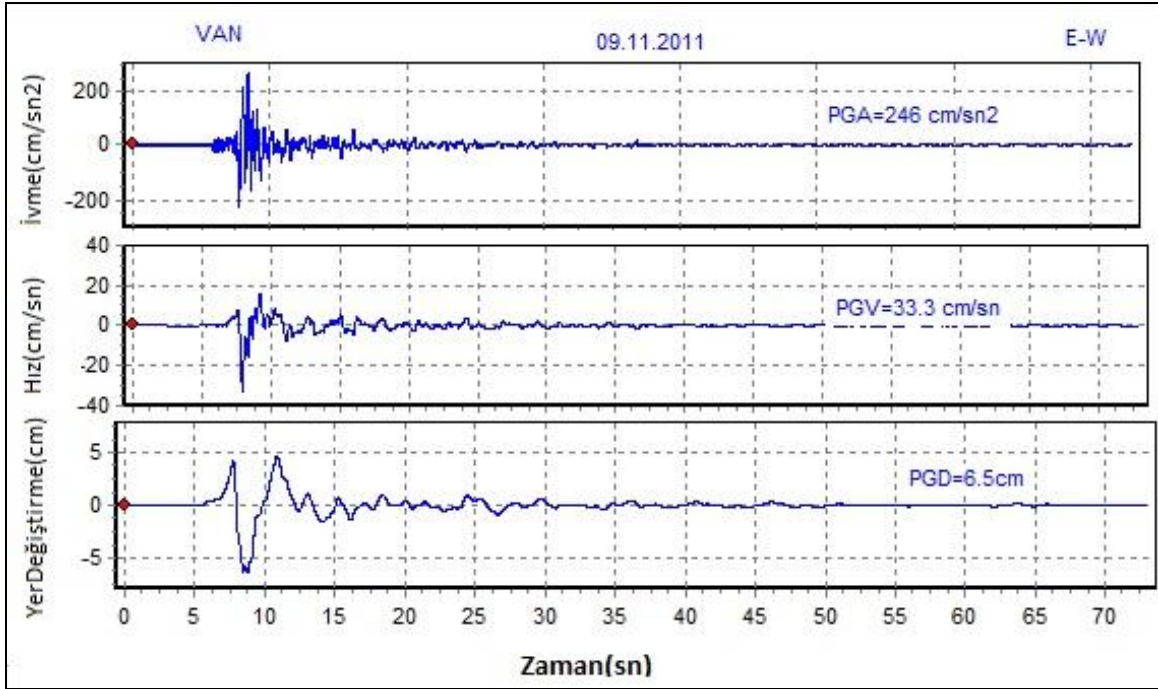


Şekil 3.9. 23 Ekim 2011, M<sub>L</sub>=6.7 Van-Merkez depremi Bitlis istasyonu Düşey doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.

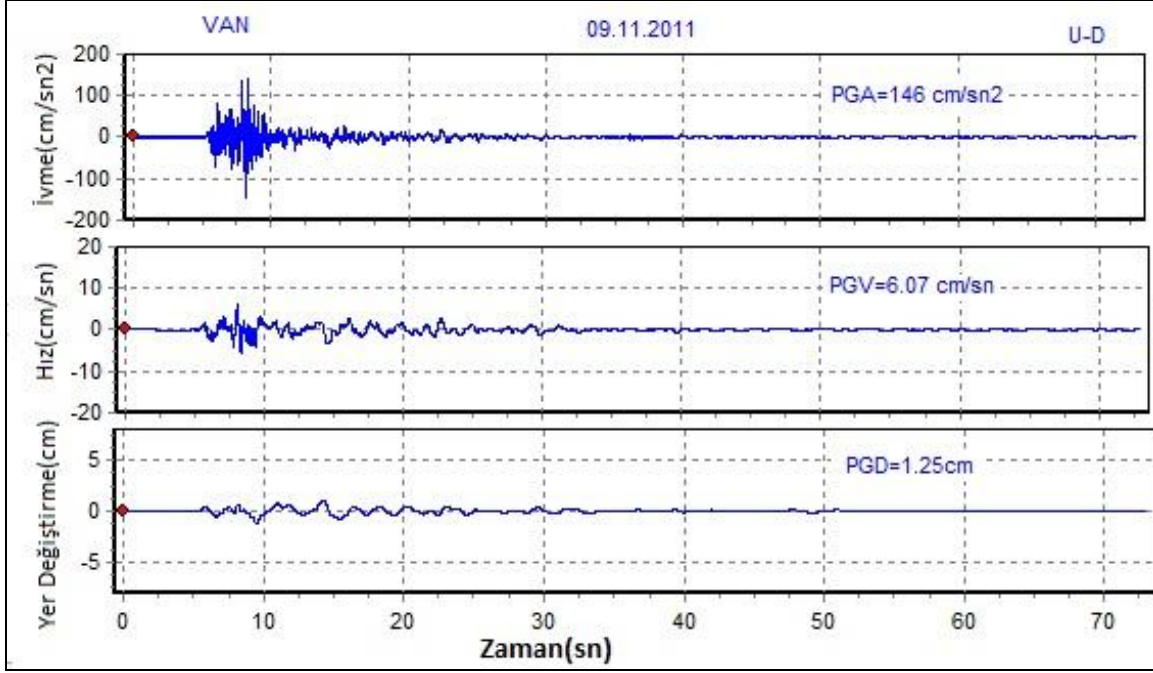




Şekil 3.10. 09 Kasım 2011,  $M_l=5.6$  Van-Edremit depremi Van-Merkez istasyonu Kuzey-Güney doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.



Şekil 3.11. 09 Kasım 2011,  $M_l=5.6$  Van-Edremit depremi Van-Merkez istasyonu Doğu-Batı doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.

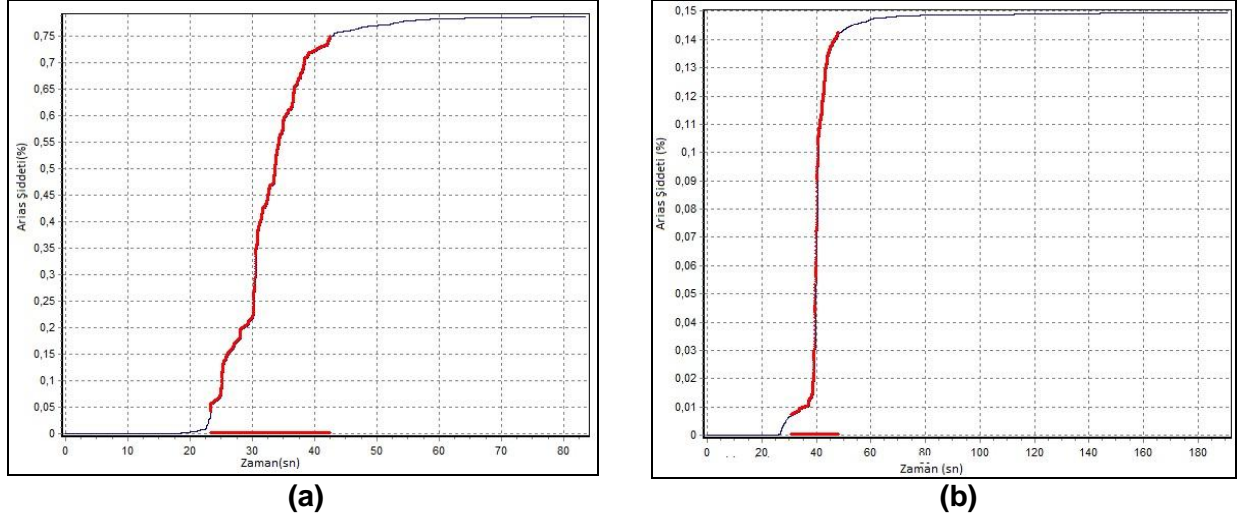


Şekil 3.12. 09 Kasım 2011,  $M_I=5.6$  Van-Edremit depremi Van-Merkez istasyonu Düşey doğrultulu ivme, hız ve yer değiştirme bileşenleri.

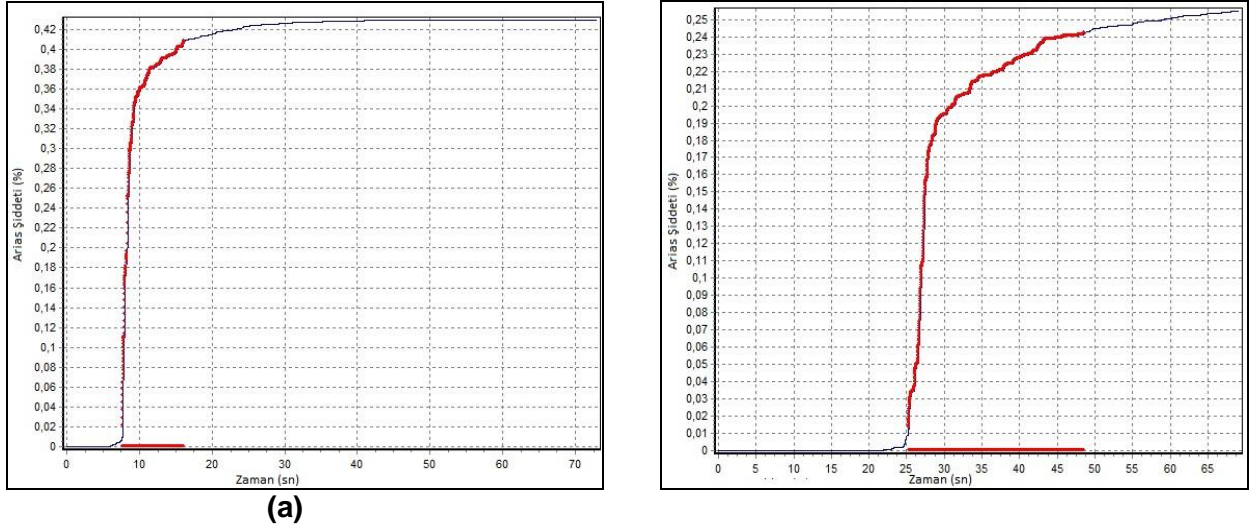
### 23 Ekim 2011 $M_I=6.7$ Van-Merkez ve $M_I=5.6$ Van-Edremit Depremlerinin Etkin Süreleri

Deprem anındaki önemli parametrelerden birisi, kuvvetli yer hareketinin süresidir. Kuvvetli sarsıntının süresi, yapısal hasar üzerinde ve mühendislik yapı problemlerinde önemli rol oynamaktadır. Uzun süreli bir yer hareketi, tekrarlı yük bindirmeleri oluşturarak, yapılarda önemli derecede hasara neden olabilmektedir. Bunun için,  $M_I=6.7$  Van-Merkez depreminin Muradiye ve Bitlis istasyonlarından alınan kayıtlarıyla  $M_I=5.6$  Van-Edremit depreminin Van istasyonundan alınan kayda ait Etkin Süre (Arias Şiddeti) değişimleri her iki yatay doğrultu için hesaplanmıştır. Arias eğrisinin, %5'ten %95'e kadar olan değerleri arasında geçen süre, etkin süre ( $t_{eff}$ ) olup, ilk depremin Muradiye istasyonu kaydının KG doğrultusu için  $t_{eff}=19.2$  sn ve Bitlis istasyonuna ait kaydın DB doğrultusu için  $t_{eff}=17.2$  sn olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.13). İkinci depremin Van istasyonu kaydına ait DB doğrultusu için  $t_{eff}=8.4$  sn, Van Edremit istasyonu kaydına ait  $t_{eff}=23.4$  sn olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.14).

23 EKİM 2011 VAN DEPREMLERİNİN KUVVETLİ YER HAREKETİ KAYITLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 3.13. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depremi a) Muradiye kaydı K-G doğrultusu, b) Bitlis kaydı D-B doğrultusuna ait etkin süreler.



Şekil 3.14 09 Kasım 2011, MI=5.6 Van-Edremit depremi a) Van kaydı D-B doğrultusu, b) Van-Edremit kaydı D-B doğrultusuna ait etkin süreler.

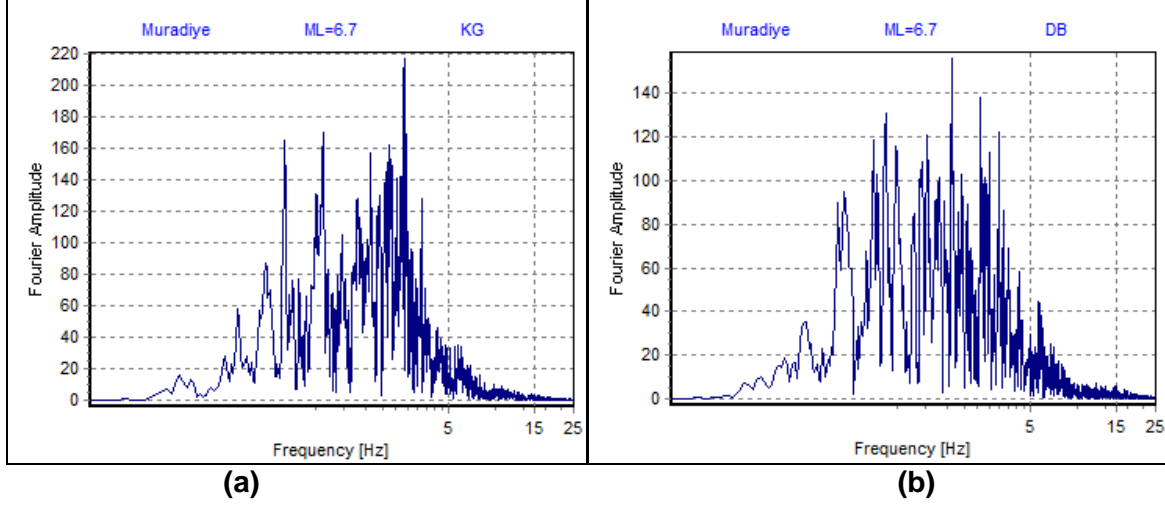
**23 Ekim 2011 MI=6.7 Van-Merkez ve 9 Kasım 2011 MI=5.6 Van-Edremit Depremlerinin Fourier Spektrumları**

MI=6.7 Van-Merkez depreminin Muradiye ve Bitlis kayıtlarının yatay bileşenleri ve MI=5.6 Van-Edremit depremlerinin de Van ve Edremit istasyonlarının yatay bileşenlerinden elde edilmiş zaman ortamındaki ivme kayıtlarının Fourier Spektrumları alınarak, frekans ortamına taşınmış; bu deprem dalgalarının, hangi frekanslarda baskın oldukları ve en büyük genlik değerleri incelenmiştir (Şekil 3.15 - 3.18).

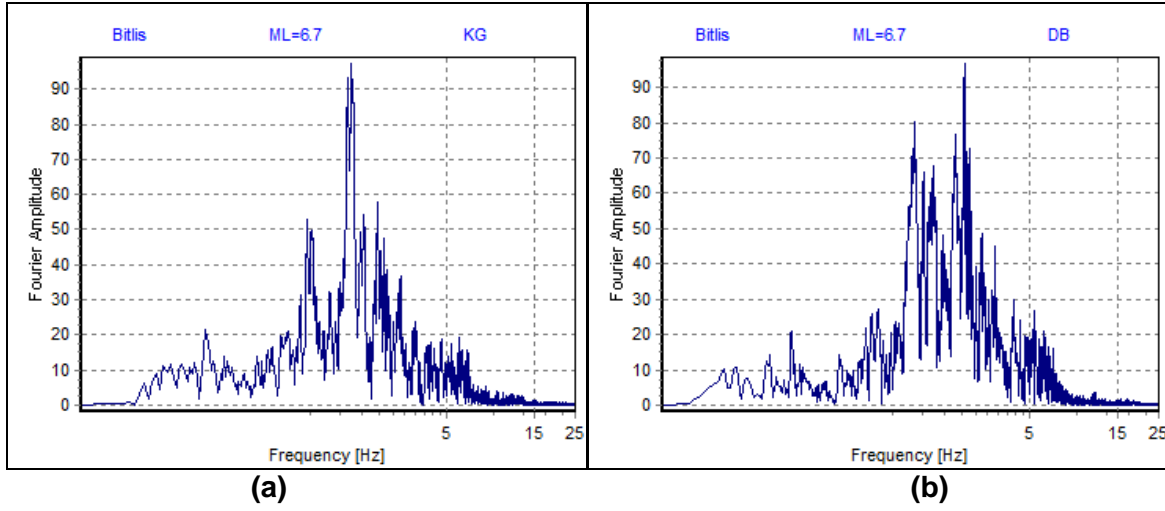
MI=6.7 Van-Merkez depreminin Muradiye istasyonundan elde edilmiş ivme kaydının

Fourier Spektrumu incelendiğinde KG doğrultusu için baskın frekansın 2.8 Hz (0.4 sn) ve DB doğrultusu için ise 3.3 Hz (0.3 sn) olduğu görülmektedir.

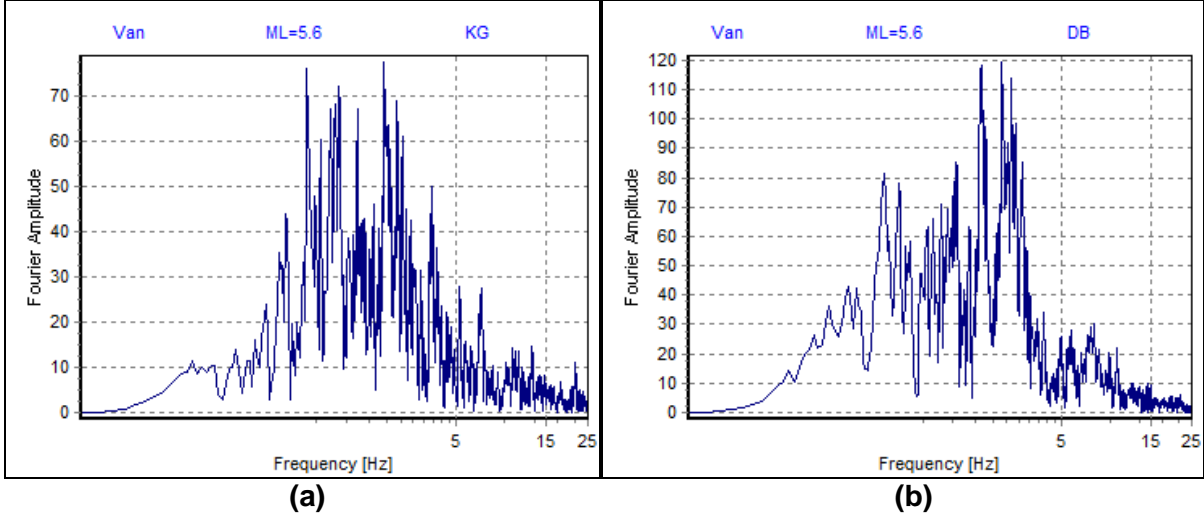
MI=5.6 Van-Edremit depreminin Van istasyonundan elde edilmiş ivme kaydının Fourier Spektrumu incelendiğinde KG doğrultusu için baskın frekansın 2.5 Hz (0.4sn) ve DB doğrultusu için 2.6 Hz (0.4sn) olduğu görülmektedir.



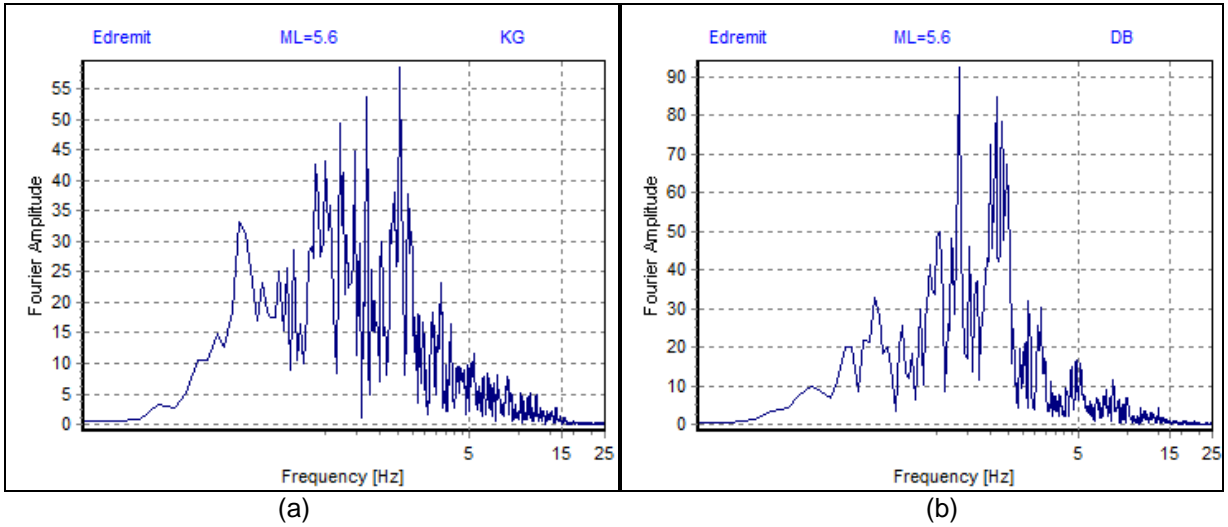
Şekil 3.15. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depremi a) Muradiye kaydı KG doğrultusu, b) Muradiye kaydı DB doğrultusuna ait Fourier Spektrumları.



Şekil 3.16. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depremi a) Bitlis kaydı KG doğrultusu, b) Bitlis kaydı DB doğrultusuna ait Fourier Spektrumları.



Şekil 3.17. 09 Kasım 2011, MI=5.6 Van-Edremit depremi a) Van kaydı KG doğrultusu, b) Van kaydı DB doğrultusuna ait Fourier Spektrumları.



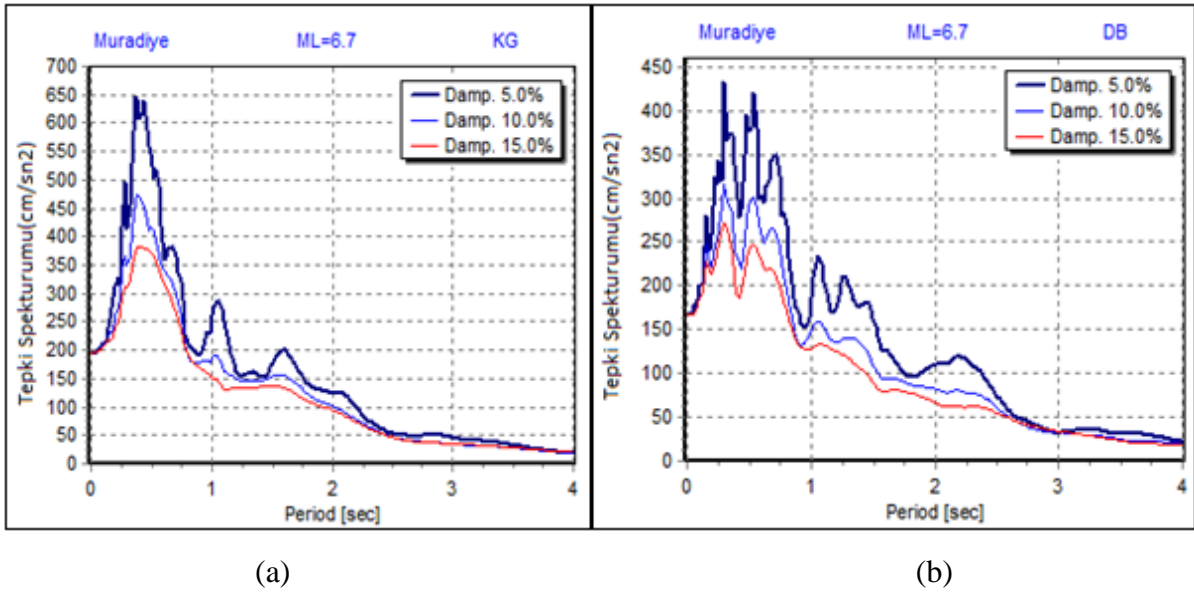
Şekil 3.18. 09 Kasım 2011, MI=5.6 Van-Edremit depremi a) Edremit kaydı KG doğrultusu, (b) Edremit kaydı DB doğrultusuna ait Fourier Spektrumları.

### 3.2. 23 Ekim 2011 MI=6.7 Van-Merkez ve 9 Kasım 2011 MI=5.6 Van-Edremit Depremlerinin Tepki Spektrumları

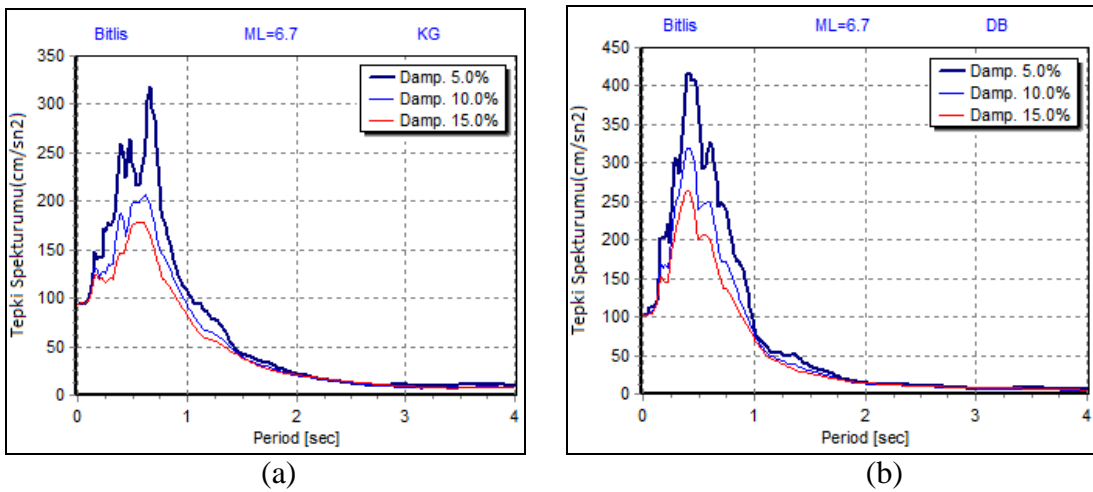
Mühendislik uygulamalarında deprem kuvvetlerini tanımlamak için en çok kullanılan yaklaşım ivme kayıtlarından ivme, hız ve yer değiştirme tepki spektrumlarının hesaplanmasıdır (Ohsaki, 1991). İvme tepki spektrumu, yapıya etkiyen kuvveti, yani zeminden yapıya deprem girişini verir. Mühendislik yapısının doğal periyoduyla sönüm oranına göre, ivme tepki spektrumundan okunan maksimum tepki değeri, yapıya etkiyen mutlak ivme değeri olup, bununla yapının “m” kütlesi çarpılırsa

deprem esnasında yapıda oluşan maksimum kesme kuvveti elde edilir. Deprem hareketiyle oluşan enerjinin bir kısmı yapılar tarafından absorbe edilir. Yapılara geçen maksimum enerjiyi hız spektrumu verir. Yer değiştirmenin veya şekil değiştirmenin büyüklüğünü, yer değiştirme tepki spektrumu göstermekte olup, yapı içindeki gerilmelerle ilişkilidir.

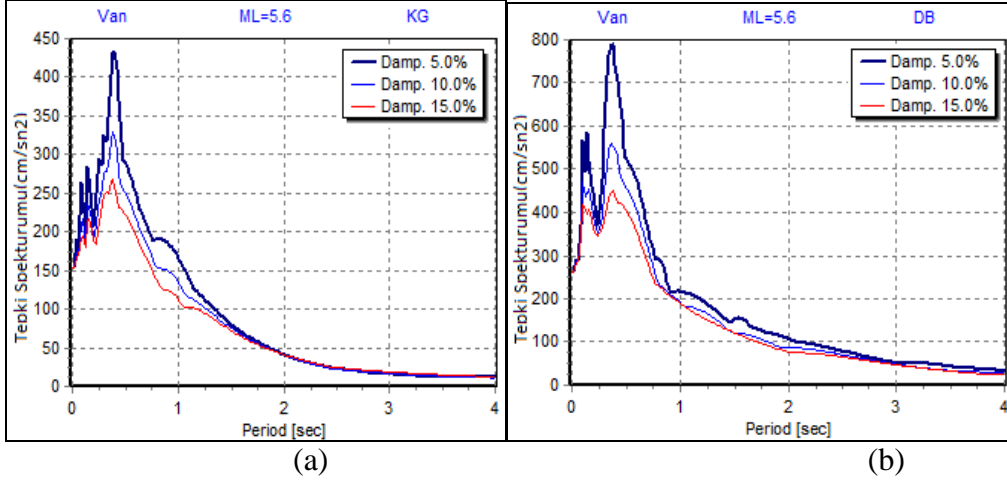
MI=6.7 Van-Merkez için Muradiye ve Bitlis (Şekil 3.19 ve 3.20), MI=5.6 Van-Edremit depremi için de Van ve Edremit istasyonlarından (Şekil 3.21 ve 3.22) elde edilen ivme kayıtlarından Tepki Spektrumları %5, %10 ve %15 sönüm oranları için hesaplanarak gösterilmiştir.



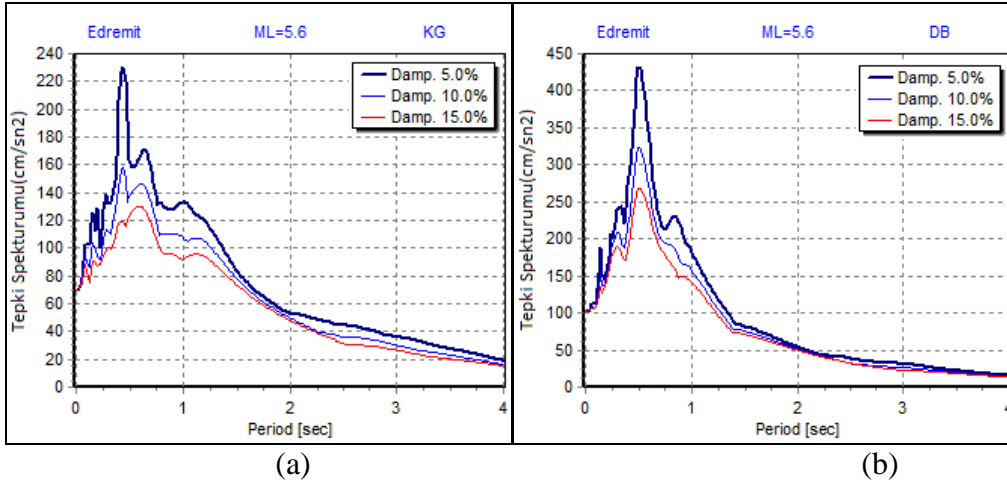
Şekil 3.19. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depremi a) Muradiye kaydı KG bileşeni, b) Muradiye kaydı DB bileşenine ait Tepki Spektrumları.



Şekil 3.20. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depremi a) Bitlis kaydı KG doğrultusu, b) Bitlis kaydı DB doğrultusuna ait Tepki Spektrumları



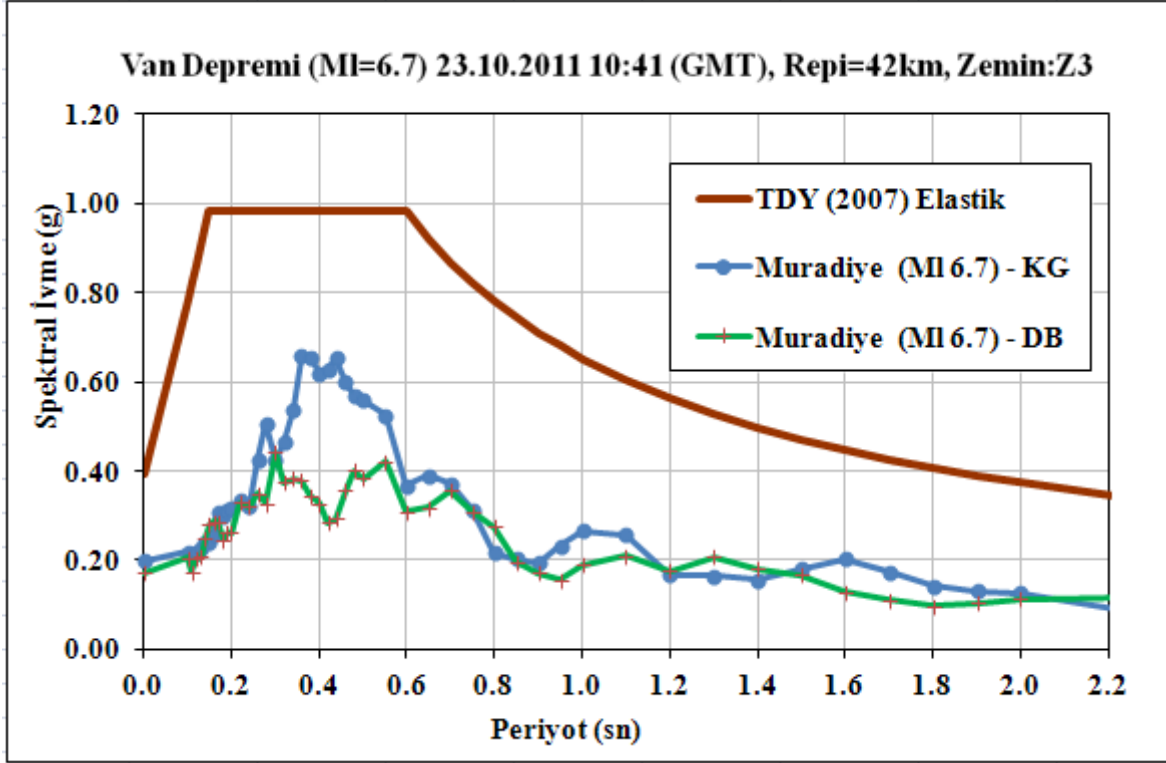
Şekil 3.21 09 Kasım 2011, Mw=5.6 Van-Edremit depremi (a) Van-Merkez kaydı KG doğrultusu, (b) Van-Merkez kaydı DB doğrultusuna ait tepki spektrumları



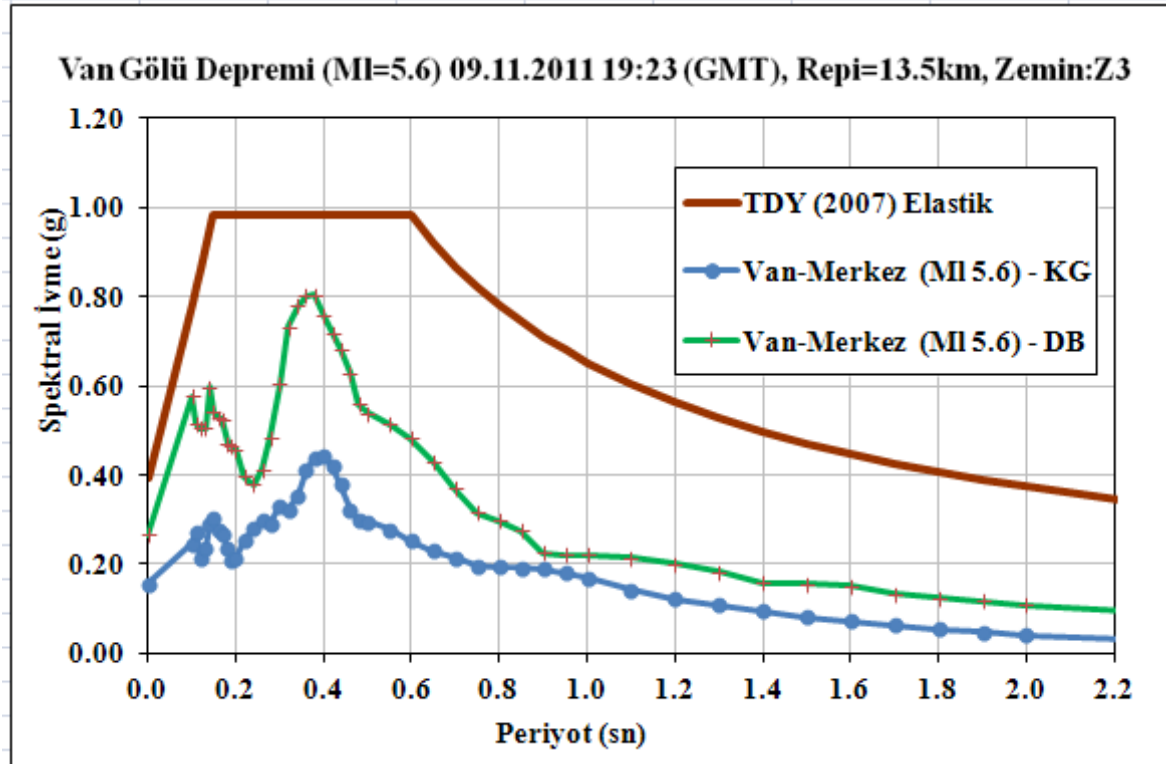
Şekil 3.22. 09 Kasım 2011, Mw=5.6 Van-Edremit depremi a) Van-Edremit kaydı KG doğrultusu, b) Van-Edremit kaydı DB doğrultusuna ait tepki spektrumları

### 3.3. 23 Ekim 2011 Mw=6.7 Van-Merkez ve Mw=5.6 Van-Edremit Depremlerinin İvme Tepki Spektrumlarının Tasarım Spektrumlarıyla Karşılaştırılması

Van-Merkez (Mw=6.7) ve Van-Edremit (Mw=5.6) depremlerinin Muradiye ve Van-Merkez istasyonlarının, hem söz konusu depremlerin dış odak merkezlerine yakınlığı, hem de elde edilen ivme değerlerinin diğer istasyonlardan ölçülen ivme değerlerine göre daha büyük olması nedeniyle, bu her iki deprem kaydının tepki spektrumları, “2007 Türkiye Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” in (TDY-2007) tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.23 ve Şekil 3.24). Her iki deprem için, yerel zemin sınıfı Z3 olan Muradiye ve Van-Merkez istasyonlarından ölçülen ivme kayıtlarından hesaplanan tepki spektrum (%5 sönüm oranları) eğrileri incelendiğinde, her iki yer hareketinin 1. Derece deprem bölgesi için tanımlanan tasarım spektrumlarının altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 3.23. 23 Ekim 2011, MI=6.7 Van-Merkez depreminin Muradiye istasyonu KG ve DB bileşenlerine ait tepki spektrumlarının TDY-2007 tasarım spektrumlarıyla karşılaştırması.



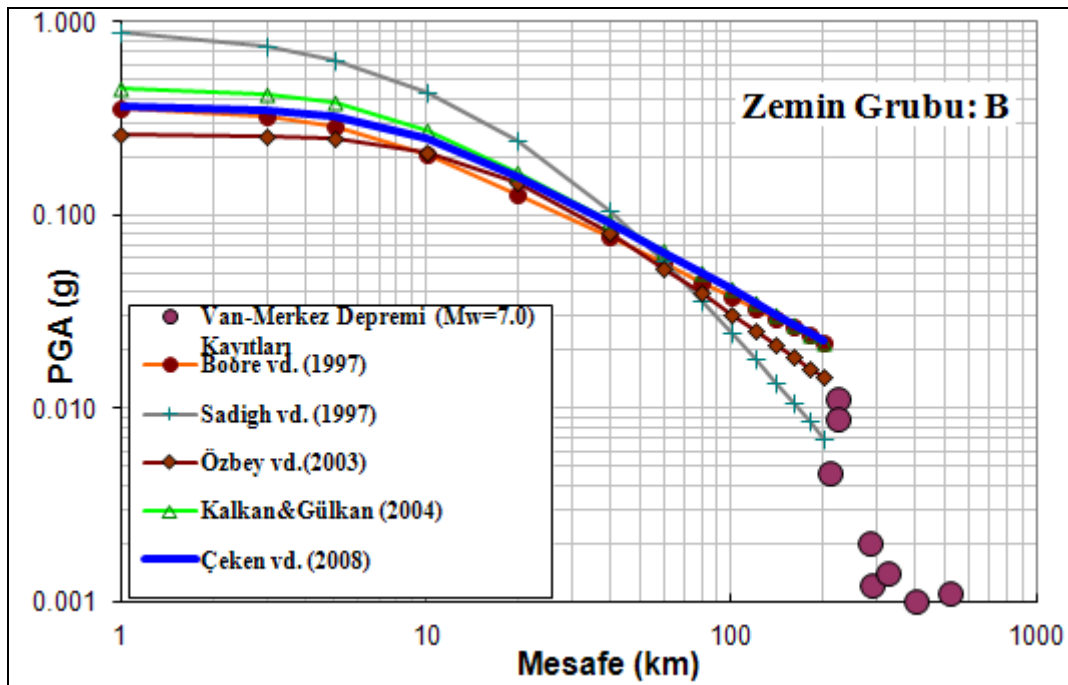
Şekil 3.24. 09 Kasım 2011, MI=5.6 Van-Edremit depreminin Van-Merkez istasyonu KG ve DB bileşenlerine ait tepki spektrumlarının TDY-2007 tasarım spektrumlarıyla karşılaştırması.



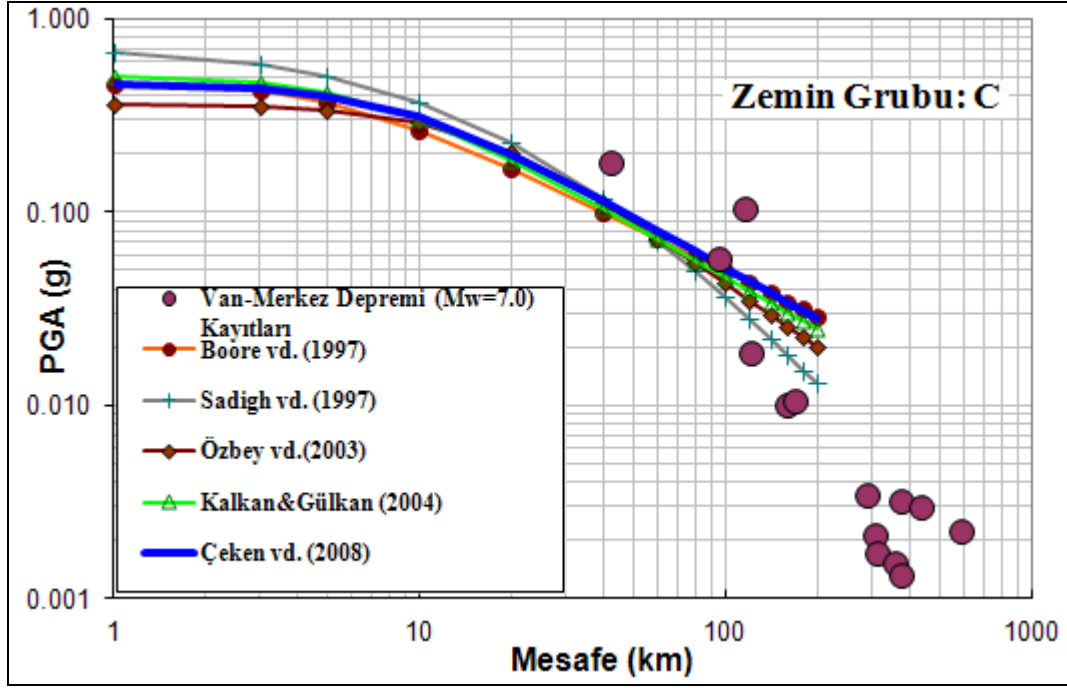
### 23 Ekim 2011 Van-Merkez (M<sub>w</sub>=6.7) ve Van-Edremit (M<sub>w</sub>=5.6) Depremlerinin Bazı Azalım İlişkileriyle Karşılaştırılması

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı'nca işletilmekte olan TR-KYH tarafından elde edilen kuvvetli yer hareketi kayıtlarına ve istasyonlara ait bilgiler Tablo 3.1 ile Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu istasyonlar için yapılmış olan ayrıntılı jeofiziksel zemin araştırmaları sonucunda (yerinde ölçümü henüz yapılmamış olanlar için gözlemsel bilgiler kullanılmıştır) elde edilen kayma dalgası hızı ( $V_{S30}$ ) değerlerine göre zemin sınıflaması yapılmıştır. TDY-2007'ye göre tanımlanmış zemin sınıflamaları dikkate alındığında, istasyonlar genellikle B ve C zemin grubu olarak tanımlanmaktadır. Burada depremlerin AFAD tarafından hesaplanan moment magnitüd cinsinden büyüklükleri Van-Merkez depremi için  $M_w=7.0$  ve Van-Edremit depremi için  $M_w=5.7$  kullanılmıştır. İstasyonlar tarafından ölçülen yatay bileşenlere ait en büyük ivme değerleri, bazı araştırmacılar (Boore vd., 1997; Sadigh vd., 1997; Özbey vd., 2003; Kalkan ve Gülkan, 2004 ve Çeken vd., 2008) tarafından önerilen azalım bağıntılarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.25, 3.26, 3.27 ve 1.28).

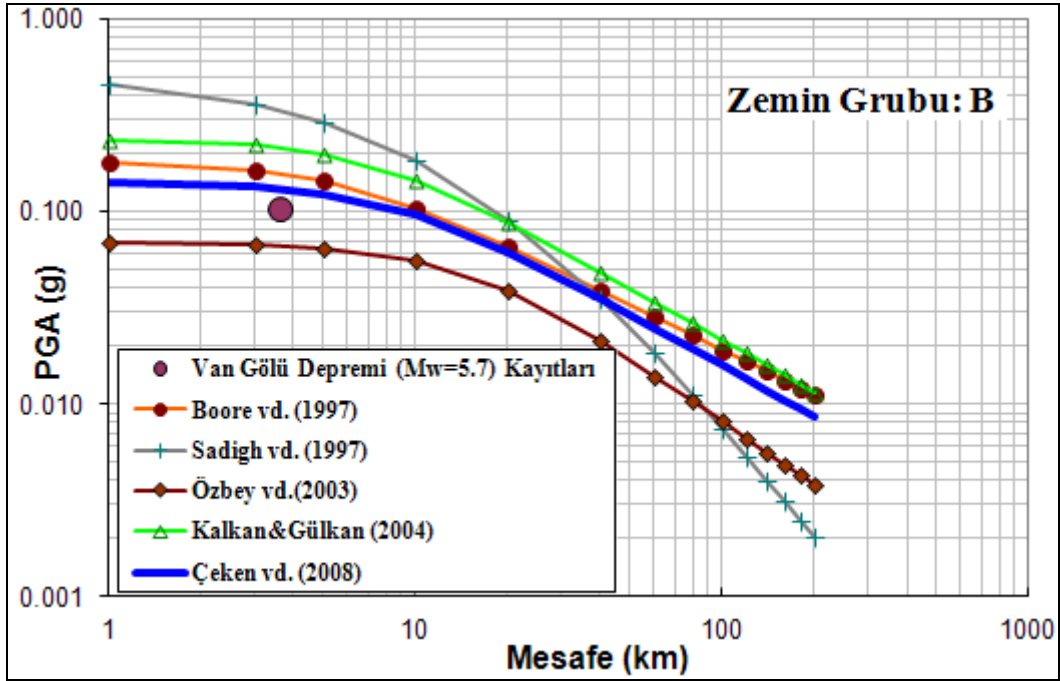
Her iki deprem sırasında ölçülen en büyük ivme (PGA) değerleri ile sönüm eğrilerinin karşılaştırması çok genel bir tasnife göre yapılmış olup, grafiklerde görüleceği üzere, ölçülen ivme değerleri çok uzak mesafelerden (200 km'den fazla) alındığı için literatürdeki bağıntı kriterleriyle uyumlu değildir. Ancak, "C" grubu zemini temsil eden ve depremin merkez üssüne nispeten yakın istasyon kayıtlarından Malazgirt kaydı, tahmin eğrileriyle uyumludur, Bununla beraber, Muradiye ve Bitlis kayıtlarının bir miktar tahmin eğrilerinin üzerinde olduğu görülmektedir.



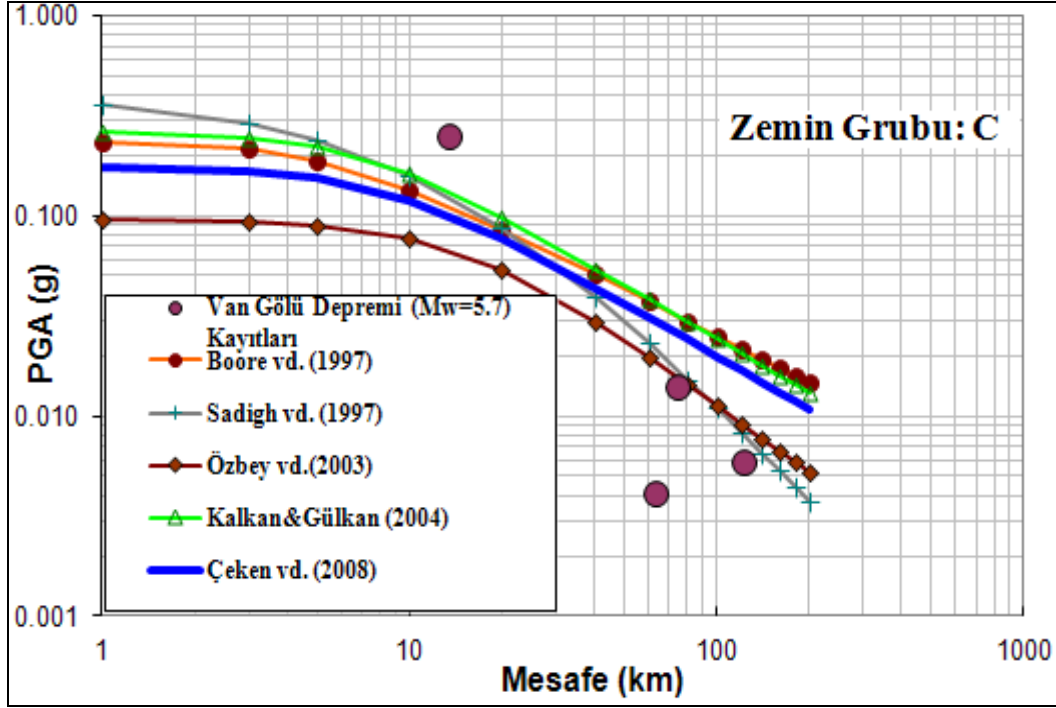
Şekil 3.25. 23 Ekim 2011,  $M_w=7.0$  Van-Merkez depreminde alınan en büyük yatay ivme değerleriyle bazı azalım ilişkilerinin karşılaştırılması (zemin grubu: B).



Şekil 3.26. 23 Ekim 2011,  $M_w=7.0$  Van-Merkez depreminde alınan en büyük yatay ivme değerleriyle bazı azalım ilişkilerinin karşılaştırılması (zemin grubu: C).



Şekil 3.27. 09 Kasım 2011,  $M_w=5.7$  Van-Edremit depreminde alınan en büyük yatay ivme değerleriyle bazı azalım ilişkilerinin karşılaştırılması (zemin grubu: B)



Şekil 3.28. 09 Kasım 2011,  $M_w=5.7$  Van-Edremit depreminde alınan en büyük yatay ivme değerleriyle bazı azalım ilişkilerinin karşılaştırılması (zemin grubu: C).

## KAYNAKLAR

- Boore, D. M., Joyner W. B. and Fumal, T. E. 1997. Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from Western North American earthquakes: A Summary of recent work. *Seismological Research Letters*, 68 (1), 128-153.
- Çeken, U., Beyhan, G. ve Gülkan, P. 2008. Kuzeybatı Anadolu Depremleri İçin Kuvvetli Yer Hareketi Azalım İlişkisi, 18. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, 14-17 Ekim 2008, vol:3B14, s:1-4, MTA Kültürü Sitesi, Ankara.
- Kalkan, E., and Gülkan, P., 2004. Site-dependent spectra derived from ground motion records in Turkey, *Earthquake Spectra* Vol.20, No.4, Nov. 2004.
- Ohsaki Y. (1991). Deprem Dalgasının Spektral Analizine Giriş, (Çev. M. İpek), İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul.
- Özbey, C., SARI, A., Manuel, L., Erdik, M. and Fahjan, Y. 2003. Empirical strong ground motion attenuation relations for Northwestern Turkey. Fifth National Conference on Earthquake Engineering, İstanbul, Turkey.
- TDY-2007. Türkiye Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Sadigh, K., Chang, S. Y., Egan, J. A., Makdisi, F. and Youngs, R. R., 1997. Attenuation relationships for shallow crustal earthquakes based on California strong motion data. *Seismological Research Letters*, V: 68, No: 1, p: 180-189.