

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ PAZARCIK DEPREMİNİN İVME
VE FOURIER SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜRSEL BAYINDIR

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Bilal BALUN**

BİNGÖL-2025

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ PAZARCIK DEPREMİNİN İVME
VE FOURIER SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜRSEL BAYINDIR

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Bilal BALUN**

BİNGÖL-2025

**6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ PAZARCİK DEPREMİNİN İVME VE FOURIER
SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Doç. Dr. Bilal BALUN danışmanlığında, Mürsel BAYINDIR tarafından hazırlanan bu çalışma 07/08/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk NEMUTLU *İmza* :

Üye : Doç. Dr. Bilal BALUN *İmza* :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sezer ÖZTÜRK *İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun// tarih ve/
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş/Pazarcık merkezli olarak meydana gelen ve ülke genelinde büyük yıkıma neden olan depremler, yalnızca yer bilimleri açısından değil, mühendislik, sosyal yapı ve afet yönetimi boyutlarıyla da Türkiye'nin sismik gerçekliğiyle yeniden yüzleşmesine neden olmuştur. Bu çalışmayı yürütme fikri, hem bilimsel sorumluluk duygusuyla hem de bu topraklarda yaşanmış acılara karşı anlamlı bir katkı sunma arzusu ile doğmuştur. Depremi neden olduğu büyük hasar, neden-sonuç ilişkilerinin titizlikle incelenmesini ve bilimsel verilerle desteklenmiş mühendislik çözümlerinin sahaya uygunluğunun sorgulanmasını zorunlu kılmıştır. Bu çalışmayı yürütürken hem iş hayatının zorlukları hem de akademik çalışma sürecine adapte olmanın verdiği zorlu sürecin devamında ortaya çıkan bu eserin benim için ciddi bir motivasyon kaynağı olduğunu belirtmek isterim. Bu sürecin her aşamasında bilimsel merakla ilerlemeye, mühendislik gerçekliğiyle yüzleşmeye ve elde edilen bilgileri uygulama alanlarına katkı sağlayacak şekilde yorumlamaya çalıştım. Çalışmam süresince beni sabırla destekleyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Bilal BALUN'a, içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca manevi desteklerini esirgemeyen aileme minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Mürsel BAYINDIR
BİNGÖL 2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
2. TÜRKİYE’NİN DEPREMSELLİĞİ	6
3. 6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ	9
4. TEPKİ, TASARIM VE FOURİER SPEKTRUMLARI.....	15
4.1. Tepki ve tasarım spektrumları	15
4.2. Fourier spektrumu	17
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER	29
6.1. Sismik verilerin incelenmesi	29
6.2. Tepki ve tasarım spektrumlarının karşılaştırılması	37
6.3. Spektral katsayıların değerlendirilmesi.....	71
6.4. Spektral ivme katsayılarının TBDY 2018 ile ilişkisi	77
6.5. Fourier genlik spektrumlarının incelenmesi.....	81
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	127
KAYNAKLAR.....	129

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DAFZ	: Doğu Anadolu Fay Zonu
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
TDTH	: Türkiye Deprem Tehlike Haritası
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
BDTİM	: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu
TSD	: Tek Serbestlik Dereceli Sistem
$S_{AE}(T)$	: Yatay Elastik Tasarım Spektral İvme
T_N	: Doğal titreşim periyodu
ξ	: Sönüm Oranı
PGA	: En Büyük Yatay Yer İvmesi
PGV	: En Büyük Yer Hızı
V_{S30}	: Kayma Dalgası Hızı
S_s	: 0,2 Saniyelik Kısa Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı
S_1	: 1,0 Saniye Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı
F_s	: Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı
F_1	: 1,0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı
S_{DS}	: 0,2 Saniye Periyot İçin Tasarım Spektral İvme Katsayısı
S_{D1}	: 1,0 Saniye Periyot İçin Tasarım Spektral İvme Katsayısı
FFT	: Fourier Dönüşümü
Hz	: Frekans Birimi
A_0	: Etkin Yer İvme Katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	2007 deprem bölgeleri haritası	3
Şekil 1.2.	2018 Türkiye deprem tehlike haritası.....	4
Şekil 2.1.	Türkiye tektonik haritası	6
Şekil 2.2.	1976'dan günümüze Türkiye'de büyüklüğü $M>3$ olan depremler	7
Şekil 2.3.	Doğu Anadolu Fay Sistemi'ne ait sismik segmentler.....	8
Şekil 4.1.	Davranış spektrumunun elde edilmesi	16
Şekil 4.2.	Fourier genliği periyod grafiği zemin tipine göre değişimi	18
Şekil 5.1.	Kahramanmaraş-Pazarcık $M_w=7,7$ depreminde kayıt alan AFAD istasyon ağı.....	21
Şekil 5.2.	Çalışma kapsamında değerlendirilen AFAD ivmeölçer istasyonları ve depremin merkez üssü	21
Şekil 5.3.	İvme kayıtlarından SDS ve SD1 değerlerinin elde edilmesi.....	23
Şekil 5.4.	Yatay elastik tasarım spektrumu.....	24
Şekil 5.5.	Düşey elastik tasarım spektrumu.....	26
Şekil 5.6.	Dar ve geniş bant Fourier genlik spektrumları.....	27
Şekil 5.7.	Kahramanmaraş 4616 istasyonuna ait Fourier genlik spektrumu	28
Şekil 6.1.	2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre tehlike haritalarından elde edilen kısa periyot spektral katsayıları oranı	35
Şekil 6.2.	2018 ile 2007 PGA değerlerinin oranı.....	35
Şekil 6.3.	İstasyonlardan elde edilen PGA değerlerinin TDTH'den elde edilen PGA değerlerine (DD-1 ve DD-2) oranı	36
Şekil 6.4.	Adana ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	38
Şekil 6.5.	Adıyaman ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	39
Şekil 6.6.	Gaziantep ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	40
Şekil 6.7.	Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	47

Şekil 6.8. Malatya ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	55
Şekil 6.9. Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	61
Şekil 6.10. Şanlıurfa ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	67
Şekil 6.11. Osmaniye ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması	68
Şekil 6.12. Kahramanmaraş ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SDS)	73
Şekil 6.13. Kahramanmaraş ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SD1)	73
Şekil 6.14. Hatay ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SDS)	74
Şekil 6.15. Hatay ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SD1)	75
Şekil 6.16. Adana, Adıyaman, Gaziantep, Şanlıurfa ve Osmaniye illeri için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SDS)	76
Şekil 6.17. Adana, Adıyaman, Gaziantep, Şanlıurfa ve Osmaniye illeri için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (SD1).....	76
Şekil 6.18. Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri....	82
Şekil 6.19. Fourier genlik spektrumundan elde edilen sol köşe yatay periyodun sol köşe düşey periyoda oranı	125
Şekil 6.20. Fourier genlik spektrumundan elde edilen sağ köşe yatay periyodun sağ köşe düşey periyoda oranı	125
Şekil 6.21. Fourier genlik spektrumundan elde edilen yatay sağ köşe periyodun yatay sol köşe periyoda oranı	126

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Çeşitli kurum/veri tabanlarından elde edilen 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerine ait bilgiler	9
Tablo 3.2. Kahramanmaraş depremlerinde en çok etkilenen on bir ilin bina hasar değerlendirme verileri [30,41]	10
Tablo 5.1. Kısa periyot için yerel zemin etki katsayıları	23
Tablo 5.2. 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları	23
Tablo 6.1. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde kayıt alan ivme ölçer istasyonlara ait sismik veriler	30
Tablo 6.2. İstasyon koordinatlarına göre TDTH' dan alınan sismik veriler	32
Tablo 6.3. DBYBHY 2007'ye göre istasyon verileri	34
Tablo 6.4. TDTH ve ivme kayıtlarından elde edilen tasarım spektral katsayıları	71
Tablo 6.5. Deprem tasarım sınıfları	78
Tablo 6.6. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Mw=7,7 depremi için istasyonlara ait ivme kayıtlarından elde edilen hakim frekans/periyot ve frekans/periyot alt ve üst limitleri.....	97
Tablo 6.7. Türkiye deprem tehlike haritasından elde edilen DD-1 ve DD-2 deprem yer hareket düzeyleri için istasyonların zemin köşe periyotları	98

6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ PAZARCİK DEPREMİNİN İVME VE FOURIER SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş/Pazarcık merkezli olarak meydana gelen $M_w=7,7$ büyüklüğündeki deprem, Türkiye'nin Doğu Anadolu fay zone üzerinde geniş bir alanda yüksek düzeyde sismik ivmeler üretmiş; yapı stokunda ciddi hasarlara ve yaygın yıkımlara neden olmuştur. Çalışmada, AFAD veri tabanından elde edilen ivme-zaman kayıtları kullanılarak depremin mühendislik ve sismik parametreleri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Tez kapsamında, en büyük yatay yer ivmesi (PGA) değeri minimum 0,1 g olan ve kayma dalgası hızı (V_{S30}) verisi bulunan istasyonlar seçilmiştir. Bu çalışmada, 6 Şubat Kahramanmaraş/Pazarcık depreminin sismik verileri incelenmiş ve tepki ve tasarım ivme spektrumları karşılaştırılmıştır. Ayrıca tehlike haritalarından ve gerçek deprem ivme kayıtlarından elde edilen spektral katsayılar değerlendirilmiştir. Fourier genlik spektrumları ile yer hareketi genliğinin frekansa veya periyoda göre nasıl dağıldığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular, birçok istasyonda beklenenin üzerinde ivme değerlerinin ve harita spektral ivme katsayılarının ortaya çıktığını göstermektedir. Bu amaçla, harita spektral ivme katsayılarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) ile ilişkili olduğu bölümler incelenmiş ve bu katsayıların depreme dayanıklı yapı tasarımı etkili olduğu durumlar araştırılmıştır. Bu bağlamda, tez hem akademik literatüre katkı sağlamayı hem de mühendislik uygulamaları açısından Türkiye Deprem Tehlike Haritası verilerinin Pazarcık depremi sonrasında yerel zemin etkilerinin önemini vurgulamayı amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçlar hem yatayda hem de düşeyde büyük ivmelerin oluştuğunu, farklı deprem yer hareket düzeyleri için ivme spektrumlarının aşıldığını, harita spektral ivme katsayılarının tehlike haritasından farklı olduğunu ve bu depremin daha geniş bir periyot aralığındaki yapı stoğunu etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İvme Tepki Spektrumu, Fourier Genlik Spektrumu ve Zemin Hakim Titreşim Periyodu.

EVALUATION OF ACCELERATION AND FOURIER SPECTRUM OF THE FEBRUARY 6 KAHRAMANMARAS PAZARCİK EARTHQUAKE

ABSTRACT

The earthquake with a magnitude of $M_w=7,7$, centered in the Kahramanmaraş/Pazarcık district on February 6, 2023, produced high seismic accelerations over a wide area along the Eastern Anatolian Fault Zone in Türkiye, causing serious damage to the building stock and widespread destruction. In this study, the engineering and seismic parameters of the earthquake were analyzed in detail using acceleration-time records obtained from the AFAD database. Within the scope of the thesis, stations with the minimum horizontal ground acceleration (PGA) value of 0,1 g and shear wave velocity (V_{s30}) data were selected. In this study, seismic data from the February 6 Kahramanmaraş/Pazarcık earthquake were examined, and the response and design acceleration spectra were compared. Spectral coefficients obtained from hazard maps and actual earthquake acceleration records were also evaluated. The distribution of ground motion amplitude with respect to frequency and period was examined using Fourier amplitude spectra. The findings indicate that acceleration values and map spectral acceleration coefficients exceeded expectations at many stations. For this purpose, the sections related to map spectral acceleration coefficients in the Turkish Building Earthquake Code (2018) were examined, and the impact of these coefficients on earthquake-resistant structural design was investigated. In this context, the thesis aims to contribute to the academic literature and highlight the importance of the Turkish Earthquake Hazard Map data on local site effects following the Pazarcık earthquake for engineering applications. The results show that high accelerations occurred in both horizontal and vertical planes, acceleration spectra for different earthquake ground motion levels were exceeded, map spectral acceleration coefficients differed from the hazard map, and this earthquake affected the building stock over a wider period range.

Keywords: Acceleration Response Spectra, Fourier Amplitude Spectra and Dominant Vibration Period.

1. GİRİŞ

Depremler, kasırgalar, hortumlar ve sel baskınları gibi doğal olarak meydana gelen bir dizi olay her yıl dünya çapında ölümlere, yaralanmalara ve yapısal ve çevresel hasarlara neden olabilmektedir. Depremlerle ilişkili tehlikelere genellikle sismik tehlike denir ve sismik hareketler sonucunda oluşur [1]. Sismik hareketler, sıklıkla doğanın en yıkıcı güçlerinden biri olarak kabul edilmekte ve yeryüzünde çevresel dönüşümlere yol açmaktadır. Depremler, fay hatları veya levha sınırları üzerinde meydana gelir. Fay zonları, yerkabuğundaki levhaların sınırları boyunca biriken gerilim enerjisinin zamanla açığa çıkmasına neden olur. Bu gerilim, levhaların birbirine göre hareket etmesiyle oluşur ve uzun süre biriken stres sonucunda fay boyunca ani bir kırılma gerçekleşir. Bu kırılmalar, genellikle deprem olarak adlandırdığımız sismik olaylara yol açar. Bu sismik aktivite sonrasında yeryüzünde, yapılara ulaşan titreşimler, sarsıntılar oluşturarak deformasyonlara neden olur. Meydana gelen titreşimin büyüklüklerine göre yaşam alanlarında bulunan yapılarda hasarlar oluşturarak can ve mal kayıplarına neden olabilir. Aktif fay hatları üzerinde bulunan ülkeler, fay zonlarının doğasına ve özelliklerine bağlı olarak belirli aralıklarla depremlerle karşı karşıya kalırlar. Türkiye’de meydana gelen depremlerin büyük bir oranı tektonik kaynaklı depremlerdir. Türkiye’nin depremler geçmişi incelendiğinde yakın döneme ait çok fazla kayıt bulunmaktadır. Meydana gelen bu depremler ülkenin coğrafi olarak diri faylar üzerinde bulunduğunu gösterir. Depremlerin neden olduğu bu tür ekonomik kayıplar ve can kayıpları sonrasında iyileştirme ve normale dönüş süreçleri ülke ekonomilerini zorlayabilmektedir [2].

6 Şubat 2023 tarihinde, Türkiye saati ile 04:17’de (01:17 GMT), Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde (DAFZ), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre Kahramanmaraş/Pazarcık merkezli ve moment büyüklüğü $M_w=7,7$ olan bir deprem meydana gelmiştir. Birinci depremin yıkıcı etkileri geniş bir coğrafyada hissedilirken yaklaşık dokuz saat sonra (13:24) moment büyüklüğü $M_w=7,6$ olan Kahramanmaraş/Elbistan merkezli ikinci bir deprem yaşanmıştır. Bu depremlerin sonucunda geniş bir alanda yüzey kırıkları uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir. Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Osmaniye, Kilis, Şanlıurfa, Malatya,

Diyarbakır, Adana ve Elazığ illerinde yaklaşık 50000'den fazla insanımız hayatını kaybetmiştir, bina ve altyapı sistemlerimizde önemli hasarlar meydana gelmiş ve maddi kayıplar oluşmuştur [3–6].

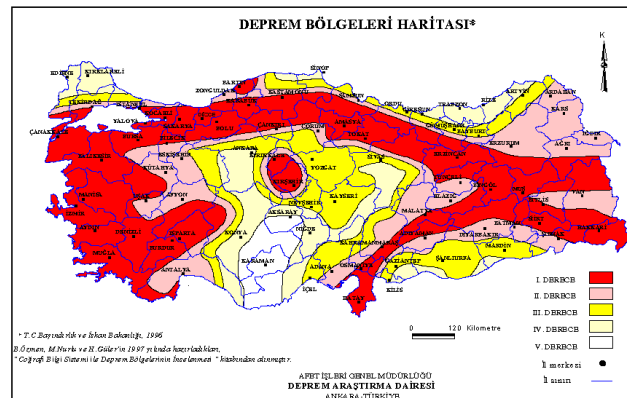
Son yıllarda Türkiye’de sismik kayıt yapan istasyonların sayısının artması ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin geniş bir coğrafyada hasar oluşturması bu depremin akademik alanda ilgi görmesine sebep olmuş ve bu konuda çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların bir kısmı bölgenin sismik davranışı, zemin dinamiği ve fay mekanizmaları üzerinedir. Özellikle deprem sonrası geoteknik hasarlar ve zemin davranışları incelenmiş ve zemin durumu ile hasarlı yapı ilişkileri ortaya konmuştur [7–10]. Ayrıca zemin hareketi parametreleri ve yapıların tepkisini içeren spektrumlar üzerine incelemeler gerçekleştirilmiştir [11–14]. Bu çalışmalar birçok istasyonda Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)[15]’de yer alan tasarım spektrumlarının farklı deprem yer hareket düzeyleri için yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Meydana gelen yüksek ivme değerleri hasarların başlıca sebebi olarak gösterilmiştir.

Çalışmaların büyük bir çoğunluğu ise 6 Şubat depremlerinden sonra yapılan saha incelemesi ve yapısal hasarlar üzerinedir [7,16–20]. Deprem sonrası saha araştırmaları, özellikle betonarme binaların değerlendirilmesinde önemli bulgular ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda, düşük kalite beton kullanımı, eksik mühendislik hizmetleri, taşıyıcı elemanlardaki donatıya bağlı eksiklikler ve kusurlar, yapısal düzensizlikler, kısa kolon etkileri, taşıyıcı sistem tasarım hataları, kolon-kiriş birleşim bölgesi kusurları gibi olumsuzlukların yapısal hasarların seviyesinde etkili olduğu görüşü hakimdir. Betonarme yapılardan farklı olarak tarihi yapılar, ön üretimli yapılar, demiryolu yapıları ve yığma yapıların da bu depremler sonucunda inceleme konusu olduğu tespit edilmiştir [21–24].

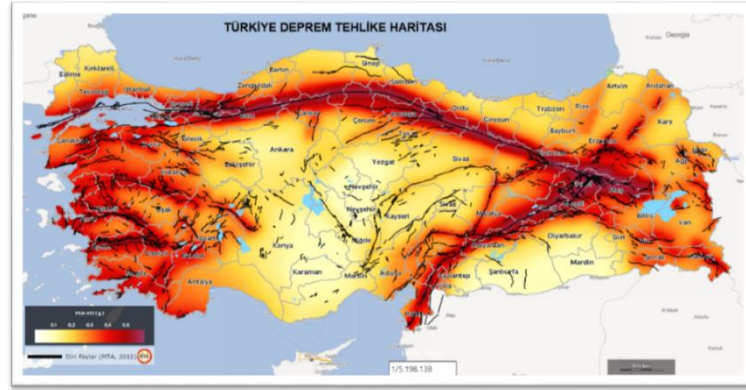
Deprem hasarlarının azaltılması amacıyla dünya genelinde modern deprem yönetmelikleri hem yeni yapılacak yapıların hem de mevcut yapıların tasarım ve analizlerini içermektedir. Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan Türkiye, yıllar boyunca depremlerin yıkıcı etkilerine maruz kalmıştır. Sismik aktivitenin neden olduğu hasarı azaltmak için deprem yönetmelikleri sürekli olarak iyileştirilmiştir. Cumhuriyetin ilk yıllarında deprem yönetmelikleri dikkate alınmazken 1939 yılında meydana gelen Erzincan depremi bir uyarı niteliği taşımıştır ve deprem hasarlarını azaltmak için ilk Türk deprem yönetmeliği

çalışmaları başlamıştır. Daha sonraki yıllarda deprem mühendisliğindeki gelişmeler, bilgisayar teknolojisinin yaygın kullanımı, malzeme teknolojisinin gelişimi ve yapısal malzemelere erişilebilirlik ve ekonomik gelişmeler ile 1940 yılından sonra 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri hazırlanıp yürürlüğe girmiştir. Her ne kadar Türk deprem yönetmelikleri sismik olayların ardından önemli revizyonlara uğramış olsa da önceki büyük depremlerden ve 2023 Kahramanmaraş depreminden elde edilen bulgular, belirli yapısal eksikliklerin (zayıf beton ve donatı kalitesi, güçlü kiriş-zayıf kolon bağlantısı, kısa kolon, yetersiz enine donatı, yumuşak ve zayıf kat, kolon-kiriş bağlantı hataları vb.) devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, tasarım ve inşaat uygulamalarında sürekli iyileştirme ihtiyacını vurgulamaktadır [12,25–28].

1998’de yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY) ile 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) [29] ilave bir bölüm ve küçük çaplı değişiklikler haricinde hemen hemen aynıdır. 2007 DBYBHY’den, TBDY 2018’e [15] geçişte bir dizi değişiklik yapılmış ve yeni bölümler eklenmiştir. Bu değişikliklerin en önemlilerinden biri de deprem bölgeleri kavramının ortadan kaldırılması ve güncellenmiş Türkiye Deprem Tehlike Haritasının (TDTH) kullanılmasıdır (Şekil 1.1 ve 1.2). Bu haritada her koordinat için harita spektral katsayıları (0,2 ve 1,0 saniye periyotlar için) tanımlanmış ve deprem analizlerinin bu katsayılar üzerinden yürütülmesi sağlanmıştır. TBDY 2018’de yapısal analizler, iki yönlü yatay elastik tasarım spektrumu ve düşey elastik tasarım spektrumu kullanılarak yapılır. TDTH alınan veriler, yapının bulunduğu konuma göre değişen zemin özellikleri ve deprem yer hareketi düzeylerine dayanarak gerekli sismik parametreleri sağlar.



Şekil 1.1. 2007 deprem bölgeleri haritası [30]



Şekil 1.2. 2018 Türkiye deprem tehlike haritası [30]

Jeofizik sinyallerin işlenebilirliği, kaydedildikleri ortama bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bazı analizlerin gerçekleştirilebilmesi için verinin farklı ortamlara dönüştürülmesi gerekebilir. Bu amaçla Fourier, Laplace, Hankel, Hilbert ve Z dönüşümleri gibi çeşitli matematiksel yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle kuvvetli yer hareketlerine ait zaman serilerinin analizinde Fourier dönüşümü yaygın olarak tercih edilir. Bu dönüşüm sayesinde, zaman alanında doğrudan gerçekleştirilemeyen işlemler frekans alanında uygulanabilir; ardından ters Fourier dönüşümüyle zaman alanına geri dönülerek işlenmiş veriye ulaşılabilir [31].

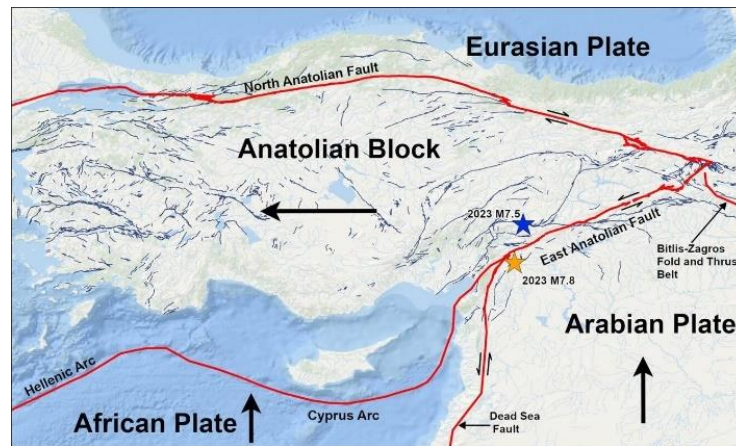
Tek serbestlik dereceli sistemler üzerinden hazırlanan tasarım ivme spektrumları belirli bir sönüm oranında yapıların nasıl tepki vereceğini içerir. Fourier spektrumları ise belirli bir bölgedeki zeminin hakim titreşim periyotlarının genlik/frekans (Hz) grafiklerinden elde edilmesi için gereklidir. Fourier spektrumları, incelenen dalgaların frekans bileşenlerini ve bu bileşenlerin genlik düzeylerini ortaya koyar. Bu açıdan, genlik spektrumu bir büyüklüğün frekansa bağlı olarak nasıl bir güç dağılımına sahip olduğunu ifade eder. Spektrumda en yüksek genliğe sahip frekans, analiz edilen dalganın baskın frekansı olarak tanımlanır. Fourier spektrumları, dalganın karakteristik yapısına bağlı olarak dar veya geniş frekans aralıklarında değişkenlik gösterebilir. Dar bantlı spektrumlar, daha düzenli ve sinüzoidal yapıya sahip hareketleri işaret ederken; geniş bantlı spektrumlar, çok sayıda frekans bileşeni içeren, zamana bağlı olarak değişken ve düzensiz karakterdeki hareketleri temsil eder [1,32]. Fourier spektrumları ile kuvvetli zemin hareketinin genliğinin frekansa ve periyoda karşı değişimi ortaya konulur ve titreşimin hakim olduğu bölge tespit edilebilir.

Sismik tehlike değerlendirmesinde, orta ila büyük depremlerin merkez üssüne yakın yerlerde tasarım spektrumlarının aşıłmasının beklenen bir olgu olduğu ve kendi başına sismik tasarımda yetersizliğe işaret etmediği dikkate alınması gerektiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [12,33]. Fakat 6 şubat depremlerinde hasarın ve can kaybının beklentinin çok üzerinde olduğu için sismik verilerin derinlemesine incelenme ihtiyaı doğmuştur.

6 şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasındaki büyük yıkım üzerine yapılan birçok araştırma, meydana gelen hasarı ortaya koymakta ve hasar sebeplerini incelemektedir. Literatür taraması sonucunda, tasarım spektrumlarının, tehlike haritalarının ve zemin hakim titreşim periyotlarının incelenmesi ihtiyaının ortaya çıktığı tespit edilmiştir ve bu durum çalışmanın amacı olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada 6 şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depremi sonrasında ivme ölçer istasyonlarından elde edilen ivme kayıtları ile tepki spektrumları, harita spektral katsayıları ve Fourier genlik spektrumları hasarın boyutunu ortaya koyabilmek adına irdelenecektir. AFAD deprem verilerinden elde edilen tepki ivme spektrumu grafiklerine dayanarak, birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşılık gelen harita spektral ivme katsayıları, gerçek deprem kayıtları üzerinden hesaplanabilir. Bu katsayılar, TDTH kullanılarak koordinata özel olarak karşılaştırılabilir ve değerlendirme yapılabilir. AFAD deprem verilerinden Fourier Genlik Spektrumu oluşturularak zemin hakim titreşim periyotları belirlenerek, TDTH'den koordinata özel elde edilen zemin hakim titreşim periyotları ile mukayese edilmesi yapılarda olası rezonans nedenlerinin araştırılması açısından önem teşkil etmektedir. Gerçek deprem verileri ile TDTH üzerinden alınan deprem parametreleri arasında olası farklar TDTH verilerinin revize edilmesi hususunu gündeme getirebilecektir. Bu alışmada, Türkiye'nin depremselliği, 6 şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri, tepki, tasarım ve Fourier spektrumlarının incelenmesi bölümlerinde çalışmanın n hazırlığı tamamlanmış olup, materyal ve metot bölümünde kullanılacak yönteme ve verilerin analizine yer verilmiştir. Bulgular ve değerlendirme başlığı altında elde edilecek sonuçlar değerlendirilip tartışılmıştır.

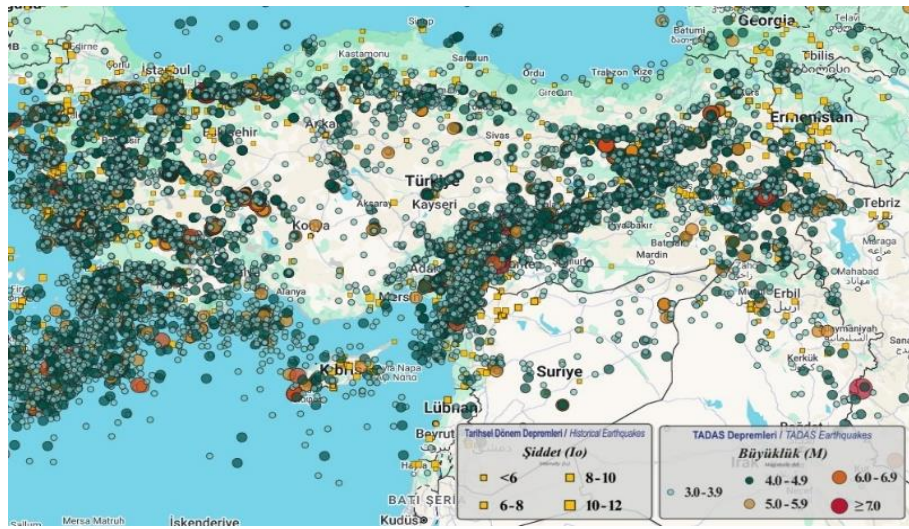
2. TÜRKİYE’NİN DEPREMSELLİĞİ

Geçmiş yıllarda meydana gelen depremler ve depremler sonucundaki hasar ve yıkımlar Türkiye’nin tektonik olarak aktif bir coğrafyada yer aldığını göstermektedir. Şekil 2.1’de Türkiye’nin depremlerini tetikleyen tektonik haritası gösterilmektedir. Kırmızı çizgiler levha sınırlarını ve kırmızı çizgilerin yanındaki küçük siyah oklar levha sınırları boyunca göreceli hareketi göstermektedir. Haritadan görüldüğü üzere, Arap ve Afrika plakalarının Avrasya plakasına doğru yapmış olduğu kuzey yönlü hareketi, Anadolu bloğunun, Batı yönünde hareket etmesine zorlayarak Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonlarında (DAFZ) hareketliliğe neden olmaktadır. Bu tür jeolojik olaylar, coğrafi olarak aktif olan deprem kuşaklarındaki bölgelerde sıkça gözlemlenir. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) 1400-1500 km uzunluğunda bir faydır. KAF ile Doğu Anadolu Fayı (DAF) arasında kalan Anadolu levhası yılda 13-27 mm hızla yer değiştirmektedir. Özellikle KAF, Anadolu levhasının kuzeybatı kenarı boyunca uzanan önemli bir kırık sistemidir. Levhalar arasındaki bu yatay hareket, depremlerin oluşmasına neden olan enerji birikimine sebep olur. Fay hattında gerçekleşen bu yatay hareket, genellikle depremlere yol açar. Anadolu levhasının batıda sola doğru kıvrılarak Girit dalma-batma bölgesine doğru ilerlemesi, levha sınırlarındaki karmaşık tektonik etkileşimleri gösterir. Bu tür kıvrılmalar ve dalma-batma bölgeleri, levhaların birbirine karşı olan hareketleri nedeniyle ortaya çıkar.



Şekil 2.1. Türkiye tektonik haritası [34]

DAFZ hem jeolojik hem de sismolojik açıdan büyük öneme sahip bir fay hattıdır. Ortalama 30 km genişlikte ve 580 km uzunluğunda Kuzey-Doğu gidişli sol yanal doğrultu atımlı bir fay özelliği taşımaktadır. Ortalama 5-8 mm/yıl kayma hızına sahip DAFZ'ın toplam atım miktarı 15-22 km arasında değişebilmektedir. Bu fay zone özellikle Anadolu Yarımadası'nın tektonik hareketlerini anlamada kritik bir rol oynar. Arap Plakasının kuzeye doğru hareketi ve bu hareketin Anadolu bloğu üzerindeki etkisi, bölgedeki sık yaşanan depremlerin temel nedenlerinden biridir. DAFZ, tarih boyunca önemli deprem serilerine ev sahipliği yapmıştır. Özellikle kayma hızının düşük olması, büyük depremlerin uzun aralıklarla meydana geldiğini, bu durumun da bölgedeki sismik boşlukları önemli hale getirdiğini göstermektedir [35,36]. Türkiye aktif deprem kuşağında yer alan bir ülkedir. AFAD'ın Türkiye İvme Veri Tabanı ve Analiz Sisteminden (TADAS) elde edilen veriler ile Şekil 2.2'de görüldüğü gibi 1976 yılından günümüze meydana gelen $M > 3$ 'ten büyük depremler harita üzerinde işaretlenmiştir. Bu harita üzerinden yapılabilecek çıkarımlardan en önemlisi KAFZ ve DAFZ'ın depremsellik açısından aktif olduğudur.



Şekil 2.2. 1976'dan günümüze Türkiye'de büyüklüğü $M > 3$ olan depremler [37]

Şekil 2.3'te DAFZ üzerinde tarihsel depremler ve Gölbaşı-Türkoğlu arasındaki sismik boşluk gösterilmiştir. Demirtaş'ın [36] yaptığı çalışma, DAFZ'ın deprem üretme etkinliği üzerindeki araştırmaları içermektedir. Bu çalışmada, DAFZ'ın segmentli bir yapıya sahip olması, sismik boşlukların varlığı, Gölbaşı-Türkoğlu segmenti üzerindeki paleosismolojik

3. 6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ

AFAD [4] deprem ön değerlendirme raporuna göre; 6 Şubat 2023'te birbirinden bağımsız ciddi yıkımlara neden olan, Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan merkezli iki büyük deprem meydana gelmiştir. İlk deprem yerel saat ile 04:17'de Pazarcık'ta $M_w=7,7$ büyüklüğünde ve 8,6 km derinlikte, ikinci deprem ise yerel saat ile 13:24'te Elbistan'da $M_w=7,6$ büyüklüğünde ve 7 km derinliğinde gerçekleşmiştir. Özellikle Pazarcık segmentinde 1513 yılında meydana gelen son yıkıcı depremden bu yana, yaklaşık 500 yıldır bu kesimde biriken enerji, 6 Şubat 2023 tarihinde 300 km'lik bir fay parçasının kopmasıyla serbest kalmıştır [17]. Tablo 3.1'de Kahramanmaraş depremleri için AFAD [30], Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (BDTİM) [38], Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) [39] ve Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi (EMSC) [40] gibi deprem araştırma kurumlarının, deprem hakkında enlem, boylam, derinlik ve büyüklük verileri paylaşılmıştır. Bu raporlarda yer alan verilerin depremin meydana gelmesinden hemen sonra üretilen veriler kullanılarak derlendiği belirtilmiştir. Bu raporlarda iki depremin 9 saat ara ile meydana geldiği ve merkez üsleri arasındaki mesafenin yaklaşık olarak 90 km olduğu belirtilmiştir. Bu depremin çok fazla can ve mal kayıplarına neden olduğu belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Çeşitli kurum/veri tabanlarından elde edilen 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerine ait bilgiler

Deprem	Tarih ve yerel saat	Kaynak-Veritabanı	Enlem (N)	Boylam (E)	Derinlik (km)	Büyüklük (M_w)
Kahramanmaraş-Pazarcık	6.02.2023 04:17 (GMT-UTC: 01:07)	AFAD	37.288°	37.043°	8,6	7,7
		Kandilli	37,085	37,175	5,0	7,7
		USGS	37.014°	37.226°	10,0	7,8
		EMSC	37.170°	37.080°	20,0	7,8
Kahramanmaraş-Elbistan	6.02.2023 13:24 (GMT-UTC: 10:24)	AFAD	38.089°	37.239°	7,0	7,6
		Kandilli	37.177°	38.081°	5,0	7,6
		USGS	37.196°	38.011°	7,4	7,5
		EMSC	38.110°	37.240°	10,0	7,5

Meydana gelen bu depremlerin Hatay, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya, Adana, Osmaniye, Kilis, Şanlıurfa, Gaziantep, Elazığ ve Diyarbakır'da toplamda 11 ilde yıkımlara

ve can kayıplarına neden olmuştur. Kahramanmaraş depremlerinde en çok etkilenen bu illerin bina hasar değerlendirme verileri Tablo 3.2’de verilmiştir. Yıkılan/acil yıkılmalı yapı grubunun en fazla olduğu ilin Hatay olduğu, Kahramanmaraş, Adıyaman, Gaziantep ve Malatya’nın da yıkılan yapı sayısında üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. Yıkılan/acil yıkılan, ağır hasarlı ve orta dereceli hasarlı yapıların en fazla olduğu il yine Hatay’dır. Diyarbakır, Elazığ ve Adana’da diğer illere göre daha az sayıda bina yıkılmıştır. Geçmiş depremleri göz önüne aldığımızda bu verilerin beklenenin çok üzerinde olduğu aşikardır.

Tablo 3.2. Kahramanmaraş depremlerinde en çok etkilenen on bir ilin bina hasar değerlendirme verileri [30,41]

İl	Yıkılan/ Acil Yıkılmalı (1)	Ağır Hasarlı (2)	Orta Dereceli Hasar (3)	Hafif Hasarlı (4)	Hasarsız (5)	Toplam Tespit Edilen (6)	Toplam (1+2+3)
Hatay	20169	60202	10078	91851	160009	360927	90449
Kahramanmaraş	11799	37350	6593	66965	97244	242767	55742
Adıyaman	8142	21526	6793	33926	38848	118060	36461
Malatya	4760	28122	140	3712	11372	53749	33022
Gaziantep	5643	13575	7253	60810	176795	297843	26471
Osmaniye	1122	8377	1313	29493	79697	129549	10812
Şanlıurfa	1163	3598	2192	68763	100424	197044	6953
Diyarbakır	84	3443	2926	34920	104419	156110	6453
Elazığ	109	5787	473	7054	10137	24466	6369
Kilis	609	1803	642	10441	19991	35545	3054
Adana	122	558	1505	9917	68087	85072	2185

Kahramanmaraş/Pazarcık depreminin merkez üssü, Pazarcık ilçesine bağlı Akdemir’e 2,72 km, Karahüyük’e 2,84 km, Evri’ne 4,48 km ve Emiroğlu’na 4,94 km uzaklıktadır. AFAD [4] deprem raporuna göre bölgede 1900 yılından 06 Şubat 2023 depremlerine kadar en büyüğü 6.0 olmak üzere 224 adet $M \geq 4.0$ deprem meydana gelmiştir. Deprem bölgesine ait 1900 yılı öncesi için 75 adet tarihsel dönem depremi kaydı mevcut olduğu belirtilmiştir. Her iki depremin merkez üssü yoğun insan nüfusu ve konut sayısına sahip bölgeler olmasından dolayı etkilenen yapı sayısını artırmıştır. Dahası, merkez üslerine birkaç kilometre mesafede birkaç yerleşim alanı olması, belirlenen depremlerin şiddetini artırmıştır İki depremden sonraki 48 saat içinde 300’den fazla artçı şok kaydedilmiştir. Ana şoktan sonra, 9 Şubat 2023’e kadar yaklaşık 1300 artçı şok kaydedilmiştir. Ardından, 20 Şubat 2023’te, Türkiye saatiyle 20:04’te, merkez üssü Hatay Yayladağı olan $M_w=6,4$ büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Depremleri takip eden altı aylık dönemde toplam

42.922 artçı şok meydana geldi. Bu artçı sarsıntılardan 670 tanesinin büyüklüğü 4,0 ile 6,6 arasında değişmektedir [4,42].

Işık vd., [19] , bu depremlerin aynı gün içerisinde meydana gelmelerinin yanı sıra, büyük magnitüdlü ve sığ odaklı olmaları nedeniyle geniş bir coğrafi alanda etkili olduklarını belirtmiştir. Ayrıca, artçı şokların ise ilave can ve mal kayıplarına yol açtığı ifade edilmiştir. Ne yazık ki, literatür [19,43,44] söz konusu depremlerden ölçülen ivmeleri ve 14 milyon insan üzerindeki etkileri nedeniyle "Yüzyılın Felaketi" olarak bahsetmiştir. Bu depremlerin, Türkiye tarihindeki en yıkıcı depremler arasında yer aldığı ve 1999 Marmara Depremi'nden yaklaşık 3 kat daha fazla maddi hasara ve can kaybına neden olduğu belirtilmiştir [17].

Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan merkezli depremlerin meydana gelmesinde hemen sonra birçok araştırmacı ve kurum sahada incelemelerde bulunmuştur. İstanbul Teknik Üniversitesinden (İTÜ) bilim insanları tarafından hazırlanan ön raporda [5], depremler hakkında jeolojik değerlendirmeler, jeofizik değerlendirme, jeodezik değerlendirme, kuvvetli yer hareketlerinin değerlendirilmesi, yapısal hasarların değerlendirilmesi gibi önemli başlıklar altında konunun uzmanları tarafından değerlendirmeler yapılmıştır. Raporda deprem sonrasında arazide yapılan gözlemlerde yüzey kırıkları ile karşılaşmıştır. Yüzey kırıklarının fayın sekmeli yapısı ve izi hakkında bilinen bilgilerle örtüştüğü belirtilmiştir. Arazi izlerinin yüzey kırık haritalarının oluşturulması ile yeni bilgiler barındırdığı yazılmıştır.

Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan depremleri sonrasında DAF üzerindeki birçok ilde çok sayıda betonarme bina yıkılarak enkaz haline gelmiştir. Yıkılan yapıların enkaz haline gelmesindeki etkin parametreler; bina yaşı, bina temellerinin oturduğu zeminlerin taşıma gücü yetersizlikleri, yapıda kullanılan malzeme kalitesinin yetersizliği ve yürürlükte olan yönetmeliklere tabi olmamaları olarak belirtilmiştir. Ayrıca deprem sonrasında kamu binaları ve hastanelerde yapılan keşiflerde böylesi şiddetli depremlerde bile ayakta kalabildiği görülmüş ve deprem sonrasında düşük maliyetli onarımlarla tekrar kullanılabileceği belirtilmiştir [5].

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) tarafından hazırlanan deprem raporunda [3], bölgenin tektonizması ve sismik kaynaklar, kuvvetli yer hareketinin ön analizleri, geoteknik mühendisliği, saha gözlemleri ve binaların performansı başlıkları altında bilgilendirmelerde bulunmuşlardır. Raporda kuvvetli yer hareketi hakkında ön analizler yapılmıştır. Bu analizlerde 2708, 3126, 3138, 4615 istasyonlarından alınan verilerden maksimum yer ivmesi (PGA) değerleri, yatay tepki spektrumları ve Fourier genlik spektrumları üzerinden yıkımlar hakkında görüş belirtilmiştir.

Sahada yapılan gözlemler sonucunda araştırmacılar tarafından bu denli hasarların sebepleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bölgenin yapı stoğu incelendiğinde yığma yapılardaki hasarın da dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Işık vd. [45] tarafından, Adıyaman bölgesinde yığma yapılarda meydana gelen yapısal hasarlar incelenmiştir. Çalışmada, bölgenin sismisitesi ve son depremlerin spektral ivme değerleri analiz edilmiş ve bina hasarlarının dağılımı istatistiksel olarak verilmiştir. Ayrıca farklı zemin sınıfları ve sönüm oranları dikkate alınarak spektral ivmeler karşılaştırılmıştır. Kagir yapılarda oluşan yapısal hasarlar ve bu yapılar için ülkede kullanılan sismik tasarım yönetmelikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

6 Şubat depremleri sırasında yakın fay etkilerinin muhtemelen gözlemlenen sonuçlara önemli ölçüde katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Bu sebeple, Kazaz vd., [13] yakın fay etkisindeki bir betonarme binanın göçme nedenleri üzerinde araştırma yapmıştır. Gani vd. [14] ise, hasarda büyük etkisi olduğu düşünülen ve öngörülen değerlerin üzerinde olan yatay ve düşey yer hareketlerini, yakın fay etkisi, süper kesme kırılması ve havza etkileri ile ilişkilendirmeye çalışmıştır.

Güler [46] çalışmasında, deprem bölgesindeki yapıların mevcut durumlarını incelemiş ve sahaya özgü zemin davranış analizleri yapmıştır. Spektral ivme kayıtları elde edilmiş ve bölge tarafından önerilen spektrum grafikleri ile karşılaştırılmıştır. Analizde, yönetmeliğin bölgeyi yüksek periyot değerlerinde temsil etmekte yetersiz olduğu ve deprem bölgesindeki çökmüş yüksek binaların daha büyük ivme değerlerine maruz kaldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, yapıların tasarımında önemli parametreler gösteren spektral ivme değerlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi ve zemin taşıma gücü, oturma

problemi, sıvılaşma, zemin büyütmesi gibi sorunların önceden belirlenerek gerekli önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

İnce [20] yaptığı çalışmada, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Adıyaman ili üzerindeki etkilerini incelemiştir. Adıyaman ilinde 4611 ve 0213 nolu ivme kayıt istasyonlarından alınan veriler yardımıyla en büyük yer ivmesi ve spektral ivme grafikleri oluşturulmuştur. Spektral ivme grafiğinde TBDY 2018’de tanımlı ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin tiplerinde ve gerçek deprem dalgasına ait Doğu-Batı (EW) ve Kuzey-Güney (NS) yönlü deprem etkileri ile mukayese edilmiştir. Bu grafiklere ilave olarak ayrıca gerçek deprem kayıtları ile TBDY-2018’de tanımlı Deprem Yer Hareketi Düzeyleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında, 6 Şubat 2023’te meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinin ardından Adıyaman’da saha araştırmaları yürütülmüştür. Çalışma, çok katlı betonarme binalarda depremle ilişkili hasarların belirlenmesine ve bu hasarların altında yatan nedenlerin değerlendirilmesine odaklanmıştır. Bu binaların depreme dayanıklılığını olumsuz etkileyen tasarım yönleri, malzeme seçimleri ve donatı detayları gibi çeşitli faktörler incelenmiştir. Ayrıca, incelenen betonarme binaların Türkiye deprem mevzuatına uygunluğu için bir değerlendirme yapılmıştır.

Altunsu vd. [42], 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinden en çok etkilenen illerden biri olan Hatay ili için betonarme ve çelik yapılar üzerinden bir değerlendirme yapmıştır. Binaların ağır hasar görmesine veya bazı durumlarda tamamen çökmesine neden olan çok çeşitli sorunlar tartışılmıştır. Bu sorunlar arasında yetersiz kesme donatıları, ihmal edilmiş korozyon, düşük kaliteli beton kullanımı, eğilme donatılarında yetersiz bindirme boyu ve güçlü kiriş-zayıf kolon sorunu gibi inşaat hatalarının mevcut olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, binaların aşırı burulma tepkisi, bina planının doğu-batı ve kuzey-güneyindeki iki ortogonal yöndeki rijitlik farkı, çarpışma etkisi, kısa kolon durumu ve zayıf-yumuşak katların gelişimi gibi çeşitli tasarım hataları açıklanmaya çalışılmıştır. Hatay ilinin çok fazla hasar alma nedenlerinden birinin Hatay ilinin yerel zemin koşullarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Hatay ilinin Asi nehri yatağında yer aldığı ve Amik ovasının faya yakınlığı gibi faktörlerin etken olmasından dolayı yıkımların boyutu çok daha artmıştır. Tepki spektrumlarının oluşturulması ve incelenmesi sonucunda, deprem etkisinin zeminin daha yumuşak olduğu bölgelerde arttığı belirtilmiştir. Hatay ilinde deprem kaynaklı yıkımlar TBDY 2018 yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir. Yerel zemin koşullarının olumsuz etkisini görmek

ve hataları anlamlandırmak için tepki spektrumu grafikleri çalışmaya eklenmiştir. Sismik kuvvetlerin büyüklüğünün ve elverişsiz yapısal koşulların depremin şiddetini artırdığı ifade edilmiştir.

Kazaz vd. [47] tarafından 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesinde bulunan 11 katlı betonarme konut amaçlı yapılan binanın henüz hizmete girmemişken depremlerden ağır hasar alarak kullanılamaz hale geldiği belirtilmiştir. Bu yapı hem 7,7 hem de 7,6 büyüklüğündeki depremleri yaşamış ve yapısal elemanların bazılarında binanın kullanımını engelleyen ciddi hasarlar olduğu tespit edilmiştir. Sismik tasarım kriterlerinin uygulanmasını ve detaylandırılmasını değerlendirmek için bir saha araştırması yapılmıştır. Binanın periyot aralığı için, her iki olayın sismik yoğunlukları tasarım seviyesindeki depreme yakın olduğu yapılan modelleme çalışması ve analiz sonuçlarından veriler dahilinde tespit edilmiştir. Tasarımda belirtilen donatı ve detaylandırmasının pratikte mevcut olmadığı gözlemlendiği ve yapı denetim sisteminin yetersiz kaldığı vurgulanmıştır. TBDY 2018'deki yumuşak kat düzensizliğini tanımlamaya yönelik mevcut sınırların ve yöntemin güvenli olmayabileceği değerlendirilmiştir. İncelenen bina için, yetersiz kesit boyutu, yetersiz donatılandırma ve kolon elemanlarındaki yüksek eksenel yük seviyeleri, akma sonrasında mukavemetin hızla bozulmasına yol açmıştır. Bu tür koşullar yumuşak kat düzensizliğinin etkilerini şiddetlendirebileceği için yumuşak kat tanımını detaylandırmak gerekeceğini vurgulamıştır.

Öte yandan 6 Şubat 2023 depremlerinden sonra saha araştırmacılarının temel sorusu, mevcut deprem yönetmeliklerinde tasarım konsepti sorunlarının olup olmadığıdır. Deprem yönetmeliklerine uygun olarak inşa edilmiş bir yapının çökmesi iki ana nedene dayandırılabilir. Birincisi, deprem yönetmeliklerinin tüm ağır koşullarına göre tasarlanmış binalarda istenilen üretimin yapılamaması, ikincisi ise yönetmeliklerin koşullarının deprem performansı açısından bazı eksikliklere sahip olmasıdır [17].

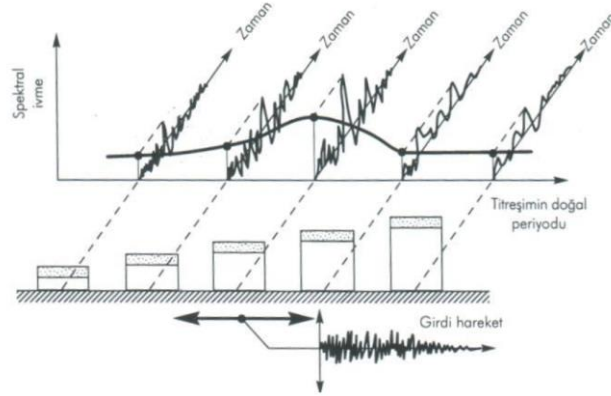
4. TEPKİ, TASARIM VE FOURİER SPEKTRUMLARI

4.1. Tepki ve Tasarım Spektrumları

M.A. Biot tarafından 1932 yılında ortaya atılan deprem davranış spektrumu kavramı, G.W. Housner'in katkılarıyla geniş kabul görmüştür. Bu kavram, yapıların deprem etkilerine nasıl tepki vereceğini anlamak için kullanılan temel bir yaklaşımdır. Deprem mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan tepki spektrumu, tek serbestlik dereceli (TSD) sistemlerin belirli bir yer hareketi bileşenine olan tepe tepkisini özetlemek için kullanışlı bir araçtır [48]. Denklem 4.1'de maksimum ivme tepkisi verilmiştir. Burada S_a : spektral ivme, T : periyot ve ξ : sönüm oranını ifade etmektedir.

$$S_a(T, \xi) = \max|\ddot{u}(t)| \quad (4.1)$$

Bir tepki spektrumu, çeşitli doğal periyotlara sahip TSD sistemlerin bir deprem yer hareketine maruz kaldığında ivme, hız ve yer değiştirme tepkisinin maksimumlarının bir çizimidir. Genellikle belirli bir etki için bir eğri ailesi hesaplanır ve yapısal sönümlemenin varyasyonunun etkisini gösterir. Birçok pratik yapısal uygulama için, zaman geçmiş boyunca her andaki değerlerinden ziyade tepki parametrelerinin maksimum (veya spektral) değerlerini kullanmak yeterlidir [49]. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, bir tepki niceliğinin, sistemdeki doğal titreşim periyodu (T_n) ile değişimini gösteren bir eğri olarak tanımlanır. Her eğri, belirli bir sönüm değerine (ξ) sahip olan TSD sistemleri için çizildiğinden, gerçek yapıların karşılaştığı çeşitli sönüm oranlarını içeren çeşitli ξ değerleri için eğriler oluşturulabilir. Bu eğriler, yapının belirli sönüm özellikleri altında nasıl tepki vereceğini gösterir [50].



Şekil 4.1. Davranış spektrumunun elde edilmesi [1]

Düşük frekanslarda ortalama spektral yer değiştirme neredeyse sabittir; yüksek frekanslarda ortalama spektral ivme oldukça sabittir. Bu ikisinin arasında neredeyse sabit bir spektral hız aralığı bulunur. Bu davranış nedeniyle, tepki spektrumları genellikle ivme kontrollü (yüksek frekans), hız kontrollü (orta frekans) ve yer değiştirme kontrollü (düşük frekans) kısımlara ayrılır. Elastik tepki spektrumları, doğrusal kuvvet-yer değiştirme davranışını varsayar. Bununla birlikte, birçok gerçek yapı için, deprem zemin hareketleri elastik olmayan davranışa neden olabilir. Elastik olmayan bir tepki spektrumu (yani, doğrusal olmayan bir zorlamalı yer değiştirme ilişkisine karşılık gelen spektrum), elastik olmayan davranışın etkilerini hesaba katmak için kullanılabilir. Tepki spektrumları, güçlü yer hareketi özelliklerini dolaylı olarak yansıtır, çünkü bunlar bir TSD sistemin tepkisi tarafından filtrelenir. Yer hareketinin genliği, frekans içeriği ve daha az ölçüde süresi, spektral değerleri etkiler [1].

Tepki spektrumundan farklı olarak, tasarım spektrumları geçmiş depremlerden elde edilen yer hareketlerini temsil etmektedir. Geçmiş depremlere ait bir veri yoksa, tasarım spektrumu benzer koşullar altında diğer sahalarda kaydedilen yer hareketlerine benzetilmelidir. Bu seçimde dikkate alınması gereken faktörler arasında depremin büyüklüğü, sahanın faya olan uzaklığı, fay mekanizması, sismik dalgaların kaynaktan sahaya kadarki mesafede jeolojisi ve yerel zemin koşulları yer alır. Tasarım spektrumu, gelecekteki depremlere karşı koymak için yeni yapıların tasarımı veya mevcut yapıların sismik güvenlik değerlendirmesi için tasarlandığından belirli gereklilikleri karşılamalıdır. Bu amaçla, geçmiş bir deprem sırasında kaydedilen sadece bir yer hareketi için tepki

spektrumu uygun değildir. Bu bağlamda, tasarım spektrumu, yer hareketleri topluluğu için tepki spektrumlarının istatistiksel analizine dayanmaktadır. Bu analizde yer hareketleri normalleştirilir (yukarı veya aşağı ölçeklendirilir) böylece tüm yer hareketleri aynı en yüksek yer ivmesine sahip olur. Ölçülen zemin hareketlerine ait spektrumlar düzensiz şekiller gösterir. Bu nedenle, tasarım uygulamaları için benzer özelliklere sahip kayıtlardan elde edilen tepki spektrumların ortalaması alınır ve yumuşatılır. Yapının tam frekanslarını ve mod şekillerini belirlemede karşılaşılan zorluklar nedeniyle yumuşatma gereklidir. Bu tür durumlarda, dinamik tepkinin oldukça elastik olma olasılığı yüksektir. Elastik ve elastik olmayan spektrumlar ile tasarım spektrumları arasındaki temel farkı belirtmek önemlidir. Elastik ve elastik olmayan spektrumlar, matematiksel olarak temellendirilmiş ve bunları türetenler dışındaki taraflarca yeniden üretilebilen hesaplanmış niceliklerdir. Öte yandan tasarım spektrumları, sismik kod komiteleri veya diğer ilgili taraflarca kararlaştırılan ve bu nedenle başkaları tarafından yeniden üretilemeyen özellikleri içerir. Örneğin, bir tasarım spektrumu, tasarım eylemlerinin muhafazakar olmayan tahminlerini önleyen veya titreşim periyotlarını hesaplamadaki hataların olumsuz etkilerine karşı koruma sağlayan özellikler içerebilir. Bu nedenle, ivme tepkisi ile periyot açısından ifade edilen tasarım spektrumları, temel teorik ilkeleri ihlal edebilecek özellikler taşıdığından, yer değiştirme spektrumlarını üretmek için kullanılmamalıdır [1,48,49].

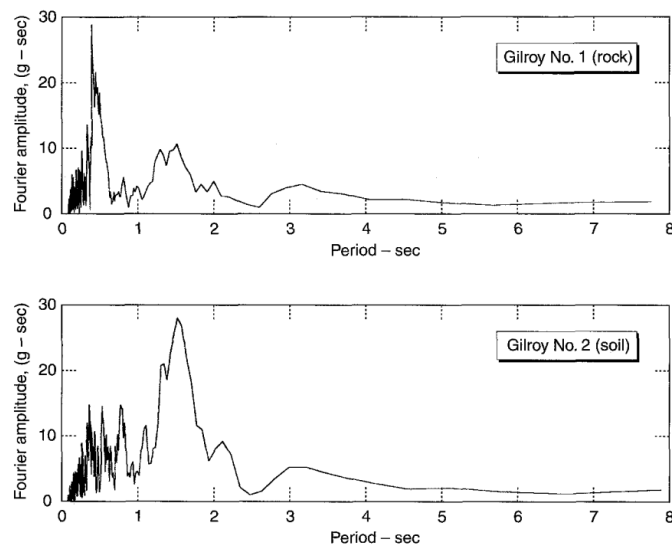
Tasarım spektrumlarının idealleştirilmesi genellikle spektrum 3 bölgeye ayrılarak gerçekleştirilir. Bunlar; kısa periyot bölgesi ($T < T_a$), orta periyot bölgesi ($T_a < T < T_b$) ve uzun periyot bölgesidir ($T > T_b$). Kısa periyot bölgesi ivmenin sabit olduğu, orta periyot bölgesi hızın sabit olduğu, uzun periyot bölgesi ise yer değiştirmenin sabit olduğu bölge olarak değerlendirilir. TBDY 2018 ve ASCE 7 [51] gibi yönetmeliklerde tasarım spektrumları, harita spektral ivme katsayılarına bağlı olarak oluşturulur. Bu spektral büyüklükler kısa periyot (0,2 s) ve 1 saniyelik periyotlar için elde edilir. Tasarım spektrumlarında bölgeye ait zemin etkilerini hesaba katabilmek için zemin etki katsayıları kullanılır.

4.2. Fourier Spektrumu

Fourier analizi, kuvvetli yer hareketlerinin frekans bileşenlerini ayırt ve analiz etmek için sıklıkla mühendislik ve fizik alanında kullanılır. Bir yer hareketinin zaman serisinin Fourier

dönüşümü, bu hareketin frekans içeriğini anlamamıza olanak sağlar. Fourier genliğinin frekansa göre çizimi Fourier genliği spektrumu olarak bilinir. Güçlü bir yer hareketinin Fourier genliği spektrumu, hareketin genliğinin frekansa (veya periyoda) göre nasıl dağıldığını gösterir ve bir hareketin frekans içeriğini çok net bir şekilde ifade eder [1,52]. Fourier spektrumları, kuvvetli yer hareketinin hangi frekanslarda yoğunlaştığını ifade eder. Bu açıdan Fourier spektrumları, kuvvetli yer hareketlerinin yapılar üzerindeki etkisinin değerlendirmesi açısından önem taşımaktadır.

Fourier spektrumu, zemin hareketinin frekans içeriğini net bir şekilde ortaya koyar ve bu sayede deprem sırasında zemin hareketinin hangi frekanslarda baskın olduğunu anlamak mümkündür. Bu açıdan Fourier spektrumları, kuvvetli yer hareketlerinin yapılar üzerindeki etkisinin değerlendirmesi açısından önem taşımaktadır. Örneğin bir deprem sırasında belirli frekanslarda enerjinin yoğunlaştığını ve bu frekansların yapılar üzerindeki etkisini görmek açısından kritik bir rol oynar. Yapıların farklı frekanslardaki sismik hareketlere tepkisi farklı olabilir [52]. Bir yapı, her zaman belirli bir doğal frekansta titreşir. Bu frekans, yapının boyutlarına, malzeme özelliklerine ve şekline bağlıdır. Yapı, kendi doğal titreşim frekansına yakın bir frekansta bir sismik dalga ile karşılaştığında, bu dalgadan aldığı enerji sürekli olarak artar. Deprem sırasında, dalganın frekansı ve yapının doğal frekansı örtüştüğünde veya çok yakın olduğunda, yapı büyük bir genlikte titreşmeye başlar. Bu durumda ortaya çıkan olguya rezonans denir [53].



Şekil 4.2. Fourier genliği periyod grafiği zemin tipine göre değişimi [1]

Şekil 4.2’de farklı zeminlere ait Fourier genlik spektrumları verilmiştir. Her iki grafikte de büyük genlikli ayırt edici bileşenler bulunmakta ve bu durumda bu bileşenlerin hakim durumda olduğu söylenebilir. Böyle bir dalga bileşeninin frekans veya periyoduna hakim frekans veya periyod denir. Fourier genlik spektrumunda tekil piklerin etkisini en aza indirmek için hakim frekans/periyod genellikle düzleştirilmiş spektrumdan elde edilirler. Fourier genlik spektrumunu logaritmik ölçekte çizmek, genlik değişimlerinin daha net görülmesini sağlar. Logaritmik eksen, geniş bir genlik aralığında meydana gelen küçük değişimlerin daha görünür olmasına yardımcı olur ve bu da spektrumun karakteristik şeklini daha belirgin hale getirir. Özellikle geniş frekans aralığına yayılmış hareketlerin incelenmesinde, logaritmik ölçek frekanslar arasındaki farkların daha net anlaşılmasını sağlar [52].

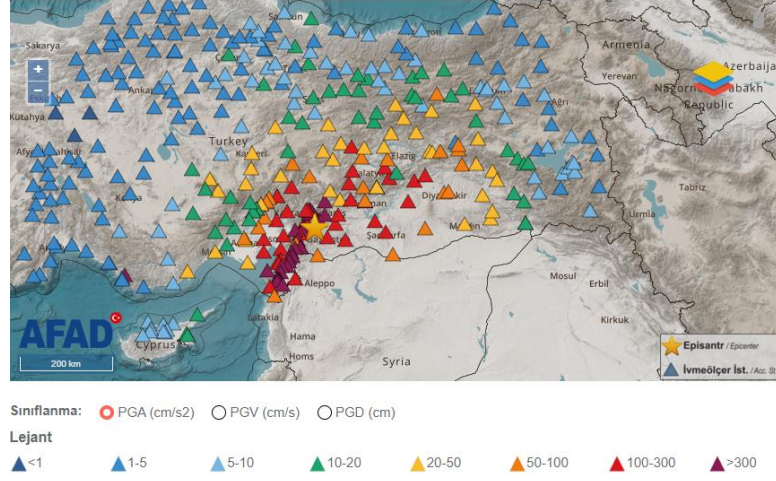
5. MATERYAL VE YÖNTEM

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde muazzam bir yıkım ortaya çıkmış ve bu yıkımın nedenleri artan sayıda bilimsel araştırmalara konu olmuştur. Türkiye'de son yıllarda ivmeölçer istasyonlarının sayısındaki artış, sismolojik verilerin doğruluğunu ve bilimsel analizlerin güvenilirliğini önemli ölçüde artırmıştır. Bu depremler sonucunda sahada da birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve bu denli hasarın sebepleri araştırılmış ve çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu çalışmada ise, yaygın istasyon ağından elde edilen ivme-zaman kayıtları ile bu depremin sebep sonuç ilişkisine katkıda bulunulmak hedeflenmiştir. Bu çalışmada 6 Şubat Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait sismik veriler, tepki ve tasarım spektrumları, tasarım spektral katsayıları ile Fourier genlik spektrumları incelenmiş ve bu bölümde yöntemler açıklanmıştır.

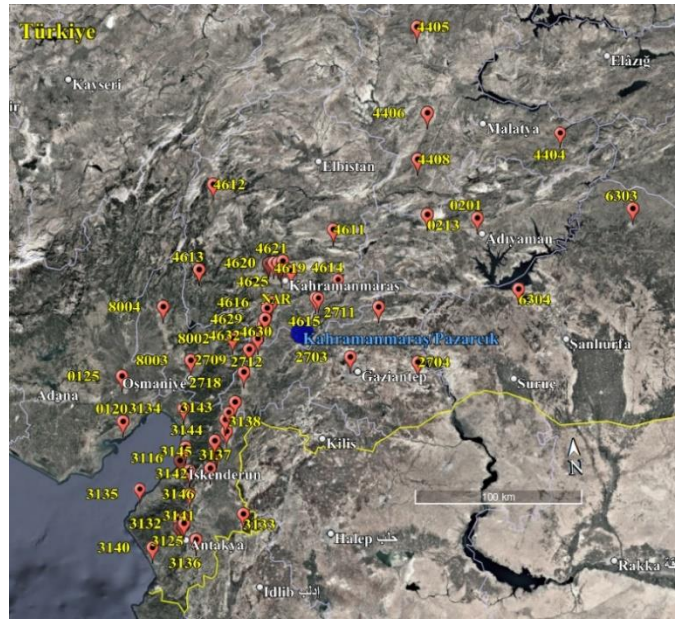
6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık ($M_w=7,7$) depreminde kayıt alan istasyonların verileri AFAD TADAS [37] veri tabanından işlenmiş olarak elde edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen ivme kayıtlarında, sinyal işleme sırasında Butterworth tipi bir filtre kullanılmıştır. Bu filtre türü, geçiş bandında düz bir frekans tepkisi sağlar ve genellikle yumuşak geçişli olması nedeniyle tercih edilir. Bu filtrelemenin derecesi 1'dir. Düşük dereceli filtreler daha az eğimle süzme yapar ve daha az keskindir. Bu kayıtlarda düşük kesim frekansı 0,025 Hz'dir. Bu değerin altındaki frekans bileşenleri yani çok düşük frekanslı dalgalanmalar filtrelenerek bastırılmıştır. Ayrıca bu kayıtların yüksek kesim frekansı ise 40,0 Hz'dir. 40,0 Hz'nin üzerindeki frekans bileşenleri yani yüksek frekanslı gürültüler filtrelenerek bastırılmıştır.

Değerlendirme içeriğinde öncelikle istasyon verilerinin seçilmesi gerekmektedir. Bu sebeple 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde kayıt alan istasyonlardan en büyük yatay yer ivmesi (PGA) minimum 0,1 g olan ve kayma dalgası hızı (V_{S30}) mevcut olanların ivme-zaman kayıtları seçilmiş ve bu seçim sonucunda 59 adet istasyon bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. Geniş bir coğrafyada 11 ili etkileyen bu depremde kayıt alan istasyon ağı Şekil 5.1'de verilmiştir. Şekil 5.2'de ise çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan 59 adet istasyon ve depremin merkez üssü yer almaktadır.

İstasyonlara ait genel bilgiler ve bu istasyonların Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde aldığı ölçümler Bulgular ve Değerlendirmeler başlığı altında verilmiştir.



Şekil 5.1. Kahramanmaraş-Pazarcık $M_w=7,7$ depreminde kayıt alan AFAD istasyon ağı [37]



Şekil 5.2. Çalışma kapsamında değerlendirilen AFAD ivmeölçer istasyonları ve depremin merkez üssü

Bu çalışma kapsamında hem ivme kayıtlarından elde edilen ivme tepki spektrumları hem de TBDY 2018'de yer alan tasarım ivme spektrumları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. TBDY 2018 Bölüm 2, deprem yer hareketleri üzerine oluşturulmuş bir bölümdür. Yapısal

analizlerde kullanılacak olan hesap yöntemlerinin dayanağını oluşturan deprem yer hareket düzeyleri ve standart deprem yer hareket spektrumları uygulama esaslarının başlangıcını oluşturmaktadır. 22/01/2018 tarih ve 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe giren Deprem Tehlike Haritası farklı deprem yer hareket düzeyleri için oluşturulmuştur. Deprem yer hareket düzeyleri DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak sınıflandırılmıştır. DD-1 deprem yer hareketi, tekrarlanma periyodu 2475 yıl olan ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan seyrek depremleri tanımlar. DD-2 deprem yer hareketi, tekrarlanma periyodu 475 yıl olan ve 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan standart tasarım deprem yer hareketini ifade eder. DD-3 ve DD-4 deprem yer hareket düzeyleri ise sırasıyla tekrarlanma periyotları 72 ve 43 yıl olan ve 50 yılda aşılma olasılıkları %50 ve %68 olan depremler olarak adlandırılır. Deprem yer hareket spektrumları ise belirli bir deprem yer hareketi düzeyi esas alınarak %5 sönüm oranı için harita spektral ivme katsayılarına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak standart biçimde veya sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile özel olarak tanımlanırlar. Bu deprem yer hareket düzeyleri için boyutsuz olarak 0,2 saniyelik kısa periyot (S_s) ve 1,0 saniye periyot (S_1) için harita spektral ivme katsayıları tanımlanmıştır. Harita spektral katsayıları ise, birbirine dik iki yatay deprem bileşeninin geometrik ortalamasına dayalı olarak, $V_{S30}=760$ m/s referans zemin koşulunda ve %5 sönüm oranında tanımlanan spektral ivmelerin yerçekimi ivmesine bölünmesiyle elde edilen boyutsuz değerlerdir. Harita spektral ivme katsayıları S_s ve S_1 , Denklem 5.1 ve 5.2’de verildiği gibi tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} ’e dönüştürülür.

$$S_{DS} = F_s S_s \quad (5.1)$$

$$S_{D1} = F_1 S_1 \quad (5.2)$$

Bu denklemlerde yer alan F_s ve F_1 , yerel zemin etki katsayılarını ifade etmektedir (Tablo 5.1 ve 5.2).

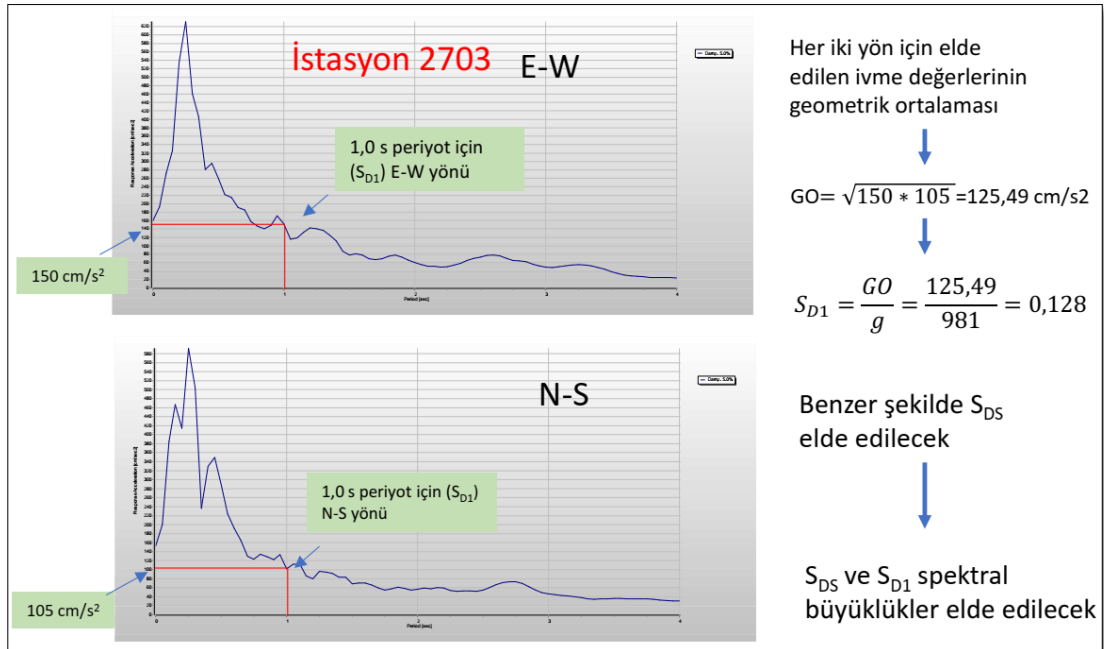
İvme kayıtları ile oluşturulan tepki spektrumlarından, TBDY 2018 2.3.2.1’de tanımlandığı üzere birbirine ortogonal olan iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalaması alınarak spektral katsayılar elde edilmiştir (Şekil 5.3).

Tablo 5.1. Kısa periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,50$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,00$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,50$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ZC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
ZD	1,6	1,4	1,2	1,1	1	1
ZE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
ZF	sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Tablo 5.2. 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1,0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0,10$	$S_1 = 0,20$	$S_1 = 0,30$	$S_1 = 0,40$	$S_1 = 0,50$	$S_1 \geq 0,60$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
ZD	2,4	2,2	2	1,9	1,8	1,7
ZE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
ZF	sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Şekil 5.3. İvme kayıtlarından S_{DS} ve S_{D1} değerlerinin elde edilmesi

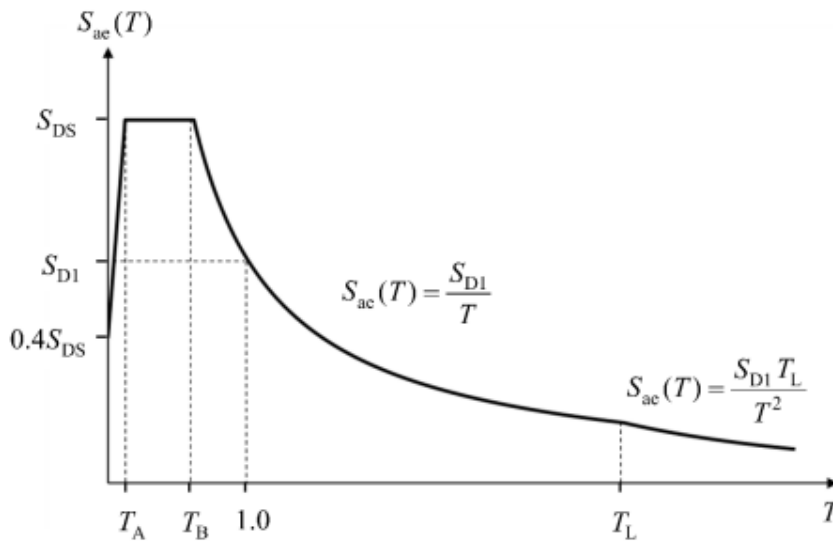
TBDY 2018’de yatay elastik tasarım spektrumu dört farklı bölge için tanımlanmıştır. Yapının doğal titreşim periyodu ile tasarım spektral ivme katsayılarına bağlı olarak, yerçekimi ivmesi (g) cinsinden yatay elastik tasarım ivmeleri $S_{ae}(T)$, Denklem 5.3’te belirtildiği şekilde, yatay elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olarak elde edilir.

$$\begin{aligned}
 S_{ae}(T) &= \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{DS}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T)
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

Bu denklemlerde yer alan köşe periyotları T_A ve T_B , S_{DS} ve S_{D1} ’e bağlı olarak Denklem 5.4’teki gibi tanımlanmıştır.

$$T_A = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \qquad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{5.4}$$

Denklem 5.4’teki ifadelerden görüldüğü üzere T_B köşe periyodu, T_A köşe periyodunun 5 katı olarak ifade edilmiştir. Denklem 5.3 ve Denklem 5.4’teki hesaplamalar sonucunda Şekil 5.4’te verilen yatay elastik tasarım spektrumu elde edilir.



Şekil 5.4. Yatay elastik tasarım spektrumu

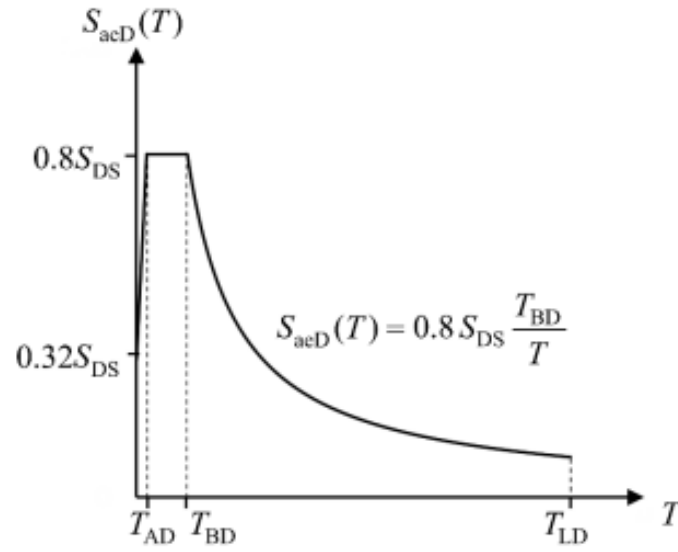
DBYBHY 2007'den farklı olarak TBDY 2018'de düşey deprem etkilerini hesaba katan düşey elastik tasarım spektrumu tanımlanmıştır. Yapının doğal titreşim periyoduna ve yatay tasarım spektral ivme katsayılarına bağlı olarak yerçekimi ivmesi (g) cinsinden Denklem 5.5'te verildiği gibi düşey elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları yani düşey elastik tasarım ivmeleri $S_{aeD}(T)$ elde edilir.

$$\begin{aligned}
 S_{aeD}(T) &= \left(0,32 + 0,48 \frac{T}{T_{AD}}\right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S_{aeD}(T) &= 0,8 S_{DS} & (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \\
 S_{aeD}(T) &= 0,8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} & (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})
 \end{aligned} \tag{5.5}$$

Bu denklemlerde yer alan düşey spektrum köşe periyotları T_{AD} ve T_{BD} ile T_{LD} periyodu T_A , T_B ve T_L değerleri denklem 5.6'daki gibi tanımlanmıştır.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \qquad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \qquad T_{LD} = \frac{T_L}{2} \tag{5.6}$$

Denklem 5.6'daki ifadelerden görüldüğü üzere T_{AD} ve T_{BD} köşe periyotlarının yatay elastik tasarım spektrumunu köşe periyotlarının $1/3$ 'ü kadardır, T_{LD} ise yatay elastik tasarım spektrumunda yer alan sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L 'nin yarısı olarak ifade edilmiştir. Denklem 5.5 ve Denklem 5.6'daki hesaplamalar sonucunda Şekil 5.5'te verilen düşey elastik tasarım spektrumu elde edilir.

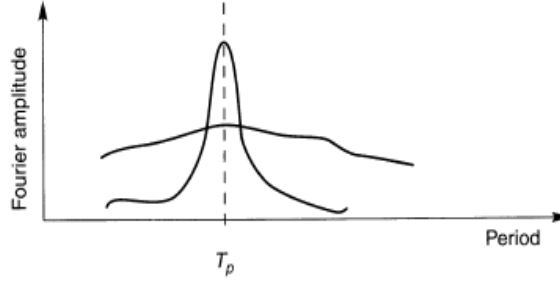


Şekil 5.5. Düşey elastik tasarım spektrumu

Bu çalışmada TBDY 2018’de belirtildiği gibi ivme kayıtları üzerinden tasarım spektral ivme katsayıları hesaplanacaktır. Elde edilen bu spektral değerler ile TDTH üzerinden alınan spektral değerlerin karşılaştırılması çalışmanın ana konularından biridir. Yapılacak karşılaştırma ile gerçek deprem ivme verileri ile tehlike haritası verileri arasındaki farklılıklar ortaya konulacaktır.

Çalışma kapsamında istasyonlardan elde edilecek veriler üzerinden Fourier Spektrumları oluşturulacak ve böylelikle zemin hakim titreşim periyotları belirlenecektir. Fourier spektrumları yatay ve düşey olarak incelenecektir. Yatay yönlü Fourier spektrumları için Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlü verilerin Fourier spektrumlarının geometrik ortalaması alınacak ve yatay yönlü Fourier genlik verileri yönden bağımsız olarak elde edilecektir. Fourier spektrumları oluşturulurken SeismoSignal v2023 programı kullanılacaktır. Fourier genlik spektrumları hızlı Fourier dönüşümü (FFT) yoluyla hesaplanır. Fourier genlik spektrumu, yer hareketinin genliğinin frekansa veya periyoda bağlı olarak nasıl dağıldığını gösterir; bu da, belirli bir ivme kaydının frekans içeriğinin tam olarak belirlenebileceği anlamına gelir. Fourier genliği, Fourier dönüşümünün gerçek ve sanal kısımlarının karelerinin toplamının karekökü olarak hesaplanır. SeismoSignal v2023 programı ile elde edilen değerler ile oluşturulan grafiklerde yatay eksen frekans değerlerini gösterecek, düşey eksen ise Fourier genlik değerlerini gösterecek şekilde grafikler oluşturulacaktır.

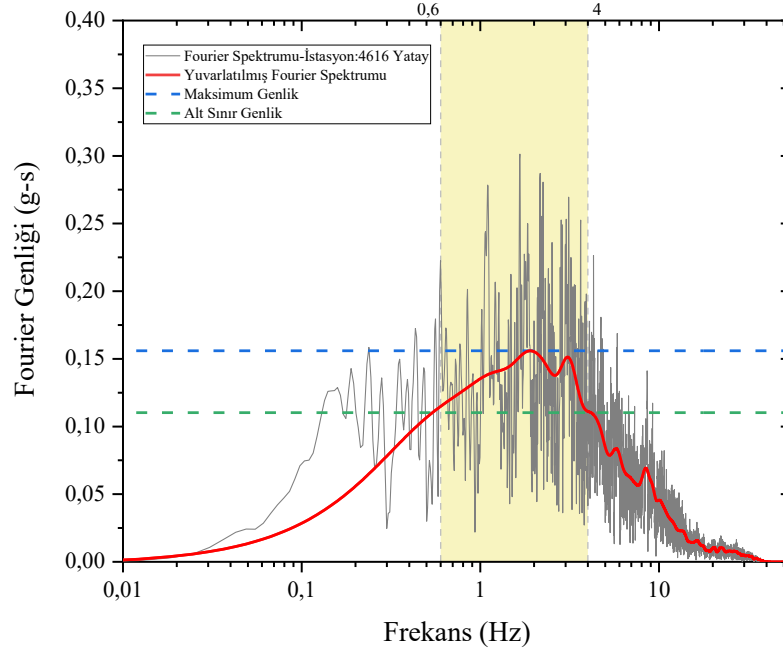
Fourier genlik spektrumu grafiklerinin daha hassas incelenmesi adına oluşturulan grafikler yatay/düşey eksenini logaritmik biçime dönüştürülecektir. Bu grafiklerin oluşturulması ile baskın periyot ve baskın periyot aralıkları elde edilebilecektir.



Şekil 5.6. Dar ve geniş bant Fourier genlik spektrumları [1]

Şekil 5.6’da görüldüğü üzere baskın periyot, genlik spektrumunun en belirgin zirvesini temsil ederken, bant genişliği spektral içeriğin ne kadar geniş bir frekans aralığına yayıldığını anlamamıza yardımcı olur. Baskın periyot, Fourier genlik spektrumunun zirvesini bulmak için kullanılabilir; ancak, baskın periyot etrafındaki spektral genliklerin dağılımı hakkında hiçbir bilgi sağlamaz. Fourier genlik spektrumunun bant genişliği, Fourier genliğinin belirli bir seviyesinin aşıldığı frekans aralığıdır. Fourier genliği aralığı, maksimum genlik değerinin $1/\sqrt{2}$ katına denk gelen aralığı ifade etmektedir [1]. Ayrıca bu değerler ile TDTH’dan elde edilen T_A ve T_B köşe periyotları kıyaslanacaktır. İşlenmemiş/ham Fourier genlik spektrumlarının düzensiz şekli genellikle bant genişliğinin ve baskın periyodun tespitini zorlaştırır. Baskın periyot düzleştirilmiş/yumuşatılmış spektrumlar için daha kolay belirlenir. Bu sebeple Originpro programı ile spektrumlara Binomial metodu ile yumuşatma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir Gauss filtresi olan Binomial yumuşatma filtresi ağırlıklı hareketli ortalama filtresidir.

Fourier spektrumları üzerinden hakim titreşim periyotları tespit edilirken öncelikle dağınık dalgalı genlikler yumuşatılarak yeni bir eğri edilecektir. Bu eğri üzerinden maksimum genlik değeri okunacaktır. Alt sınır değer doğrusu, maksimum genlik değerinin $1/\sqrt{2}$ katı kadar olacak şekilde deplase edilecektir [1].



Şekil 5.7. Kahramanmaraş 4616 istasyonuna ait Fourier genlik spektrumu

Şekil 5.7’de Fourier genlik spektrumundan hakim frekans/periyot değerlerinin elde edilişi gösterilmiştir. Kahramanmaraş ili 4616 istasyonu için geometrik ortalamaları alınmış yatay Fourier genlik spektrumu çizilmiştir. Bu frekans içeriği üzerinden yumuşatılmış eğri ağırlıklı hareketli ortalama için oluşturulmuştur. Yeni oluşturulan eğri üzerinden pik değerler elde edilmiş ve hakim frekans olarak kayıtlara geçilmiştir. Bu frekans içeriğinin hangi aralıkta etkin olduğunu tespit edebilmek için pik değerin (üst doğru-mavi) $1/\sqrt{2}$ katı hesaplanmış ve grafikte alt doğru (yeşil) olarak çizilmiştir. Alt doğrunun yumuşatılmış eğriyi kestiği ilk ve son noktalar belirlenmiş ve frekans içeriğinin bu alanda etkili olduğu belirtilmiştir. Şekil 5.7’den elde edilen baskın frekans 1,90 Hz iken periyot değeri ($1/\text{frekans}$) ise 0,53 sn olarak hesaplanmıştır. Ayrıca frekansın etkili olduğu frekans aralığı 0,6-4,0 Hz’dir (grafikte sarı alan). Frekansın etkili olduğu sınır değerler f_1 ve f_2 olarak ifade edilmiştir.

Bütün istasyonlara ait Fourier genlik spektrumları açıklandığı biçimde incelenmiş ve ilgili veriler çekilmiştir. Bulgular ve değerlendirmeler bölümünde ise hem x hem de y ekseni frekans içeriğinin daha net görülebilmesi için logaritmik eksenle hazırlanmış ve yumuşatılmış eğri ile verilmiştir.

6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışmasında 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık depremine ait ivme ölçer istasyonlarının sismik verileri, tepki spektrumları, tasarım spektral ivme katsayıları ve Fourier genlik spektrumları incelenmiştir.

6.1. Sismik Verilerin İncelenmesi

06 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait istasyon verileri TADAS'dan elde edilmiştir. Tablo 6.1'de Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait 59 istasyondan veriler listelenmiştir. Bu veriler seçilirken AFAD veri tabanındaki ivme kayıtlarından en büyük yer ivmesi (PGA) değeri ve kayma dalgası hızları (V_{s30}) belirleyici olmuştur. 0,1 g'den büyük ivmeye sahip ve aynı zamanda V_{s30} değeri mevcut olan kayıtlar listelenmiştir. Depremin etkisinin en yüksek olduğu ve yıkımların meydana geldiği iller Adıyaman, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Osmaniye, Adana ve Malatya illeridir. Tabloda yıkımın etkili olduğu illerde ivme kaydı yapan istasyon kodları ve bu istasyonlara ait enlem ve boylam verileri yer almaktadır. İstasyonlardan alınan veriler Doğu-Batı, Kuzey-Güney ve Düşey yönlü olmak üzere üç yönlü ivmeler mevcuttur Tablo 6.1'de bir diğer değerlendirme faktörü olan kayma dalgası hızı (V_{s30}) değerleri üzerinden TBDY 2018 de tanımlı zemin tiplerine göre ilgili istasyonun zemin tipi verilerine yer verilmiştir. Tablo 6.1 'de istasyonların ZB, ZC ve ZD sınıflı zeminler üzerine kurulduğu görülmektedir. TBDY-2018 de en önemli yeniliklerden biri de TDTH ile koordinata özel deprem parametrelerin kullanılmasına olanak tanınmasıdır.

En büyük yatay yer ivmesi $2383,77 \text{ cm/s}^2$ değeri ile 4614 nolu istasyondan elde edilmiştir. Yine aynı istasyonda $1538,9 \text{ cm/s}^2$ ile en büyük düşey yer ivmesi elde edilmiştir. Buna benzer birçok istasyonda yaklaşık olarak 1 g'nin üzerinde yatay ve düşey ivmeler oluşmuştur. Hatay/Hassa'daki 3138 istasyonunda düşey ivme değeri ($1228,03 \text{ cm/s}^2$) yatay ivme değerlerinden ($752,46\text{-}892,01 \text{ cm/s}^2$) fazla çıkmıştır. Aynı durum Hatay/Antakya 3123 istasyonunda görülmektedir ($581,38\text{-}651,90\text{-}840,54 \text{ cm/s}^2$). Bu istasyonlar merkez

üssünden yaklaşık 200 km mesafeye kadar yerleşiktir. Zeminlerin 30 m’deki kayma dalgası hızları ise 208 ile 1382 m/s arasında değişmektedir. Bu istasyonlarının çoğunun zemin sınıfı ZC dir. 6 Şubat 2023’de meydana gelen depreminin PGA değerlerinin, Türkiye’de 1900’lü yıllardan günümüze kadar meydana gelen büyük depremlerin PGA değerlerinden önemli ölçüde yüksek olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir [54]. Özellikle, benzer moment büyüklüklerine sahip depremler olmasına rağmen, 6 Şubat depremlerinin, 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerine kıyasla daha yüksek ivme değerlerine sahip olduğunu görüyoruz.

Tablo 6.1. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde kayıt alan ivme ölçer istasyonlara ait sismik veriler

No	İstasyon	Enlem	Boylam	İl	İlçe	PGA (E-W)	PGA (N-S)	PGA (U-D)	R_{epi} (km)	V_{s30} (m/sn)	Zemin Sınıfı (TBDY 2018)
						(cm/s ²)	(cm/s ²)	(cm/s ²)			
1	4614	37,48513	37,29775	Kahramanmaraş	Pazarcık	2383,8	2089,4	1538,9	31,4	541	ZC
2	3129	36,19117	36,13430	Hatay	Defne	1205,9	1347,2	709,7	146,4	447	ZC
3	3126	36,22020	36,13750	Hatay	Antakya	999,1	1186,8	945,7	143,5	350	ZD
4	3141	36,37260	36,21973	Hatay	Antakya	835,8	991,8	668,3	125,4	338	ZD
5	3138	36,80262	36,51119	Hatay	Hassa	752,5	892,0	1228,0	71,7	618	ZC
6	3125	36,23808	36,13264	Hatay	Antakya	1072,0	772,7	1055,5	142,2	448	ZC
7	NAR	37,39190	37,15740	Kahramanmaraş	Pazarcık	578,8	646,5	398,7	15,4	653	ZC
8	3135	36,40886	35,88310	Hatay	Arsuz	1314,7	741,1	574,9	142,2	460	ZC
9	3123	36,21423	36,15973	Hatay	Antakya	581,4	651,9	840,5	143,0	469	ZC
10	2718	37,00777	36,62660	Gaziantep	İslahiye	624,8	650,6	584,2	48,3	572	ZC
11	3142	36,49797	36,36612	Hatay	Kırıkhan	735,8	635,6	470,1	106,5	538	ZC
12	3144	36,75691	36,48574	Hatay	Hassa	773,8	603,1	471,2	77,0	485	ZC
13	4616	37,37547	36,83836	Kahramanmaraş	Türkoğlu	488,3	664,3	382,7	20,5	390	ZC
14	3145	36,64536	36,40640	Hatay	Kırıkhan	693,1	589,9	609,3	91,1	533	ZC
15	4615	37,38676	37,13803	Kahramanmaraş	Pazarcık	550,9	583,4	661,1	13,8	485	ZC
16	3139	36,58383	36,41439	Hatay	Kırıkhan	504,1	572,9	353,3	96,2	271	ZD
17	3124	36,23870	36,17220	Hatay	Antakya	618,7	568,8	579,1	140,1	283	ZD
18	2712	37,18400	36,73283	Gaziantep	Nurdağı	588,5	551,5	315,3	29,8	599	ZC
19	3136	36,11593	36,24722	Hatay	Altınözü	382,6	518,0	218,4	148,4	344	ZD
20	3132	36,20673	36,17159	Hatay	Antakya	507,7	500,9	356,2	143,1	377	ZC
21	3146	36,49076	36,22695	Hatay	Belen	324,9	463,2	273,1	114,6	560	ZC
22	201	37,76121	38,26742	Adıyaman	Merkez	375,2	276,1	202,5	120,1	391	ZC
23	4625	37,53872	36,98187	Kahramanmaraş	Dulkadiroğlu	469,5	447,0	352,1	28,4	345	ZD
24	3137	36,69293	36,48852	Hatay	Hassa	747,3	425,6	446,2	82,5	688	ZC
25	3143	36,84891	36,55714	Hatay	Hassa	346,7	378,0	380,4	65,1	444	ZC
26	4621	37,59347	36,92909	Kahramanmaraş	Dulkadiroğlu	301,9	368,8	224,9	35,4	714	ZC
27	3131	36,19121	36,16328	Hatay	Antakya	354,8	355,5	146,4	145,0	567	ZC
28	4632	37,25603	36,77369	Kahramanmaraş	Türkoğlu	288,2	356,8	191,8	24,1	428	ZC
29	4624	37,53610	36,91765	Kahramanmaraş	Onikişubat	313,0	357,4	156,4	29,7	280	ZD
30	4611	37,74720	37,28426	Kahramanmaraş	Çağlayancerit	312,4	341,0	166,0	55,3	731	ZC
31	4629	37,28737	36,78871	Kahramanmaraş	Türkoğlu	246,7	336,4	124,0	22,5	382	ZC
32	4619	37,58702	36,86616	Kahramanmaraş	Onikişubat	189,2	302,8	173,6	36,7	545	ZC
33	4620	37,58568	36,89845	Kahramanmaraş	Onikişubat	310,2	297,7	183,9	35,5	484	ZC
34	3115	36,54634	36,16459	Hatay	Belen	222,9	286,7	213,1	113,6	424	ZC

Tablo 6.1. (Devamı) 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde kayıt alan ivme ölçer istasyonlara ait sismik veriler

No	İstasyon	Enlem	Boylam	İl	İlçe	PGA (E-W) (cm/s ²)	PGA (N-S) (cm/s ²)	PGA (U-D) (cm/s ²)	R _{epi} (km)	V _{s30} (m/sn)	Zemin Sınıfı (TBDY 2018)
35	3134	36,82763	36,20485	Hatay	Dörtöyl	199,6	245,0	122,3	90,3	374	ZC
36	8002	37,19156	36,56195	Osmaniye	Bahçe	201,0	235,9	321,7	43,9	430	ZC
38	3133	36,24320	36,57360	Hatay	Reyhanlı	145,5	221,3	86,1	123,5	377	ZC
39	6304	37,36509	38,51316	Şanlıurfa	Bozova	234,6	211,6	87,1	130,3	376	ZC
40	3140	36,08155	35,94982	Hatay	Samandağ	216,5	193,9	174,7	165,8	210	ZD
41	4630	37,34491	36,80604	Kahramanmaraş	Türkoğlu	123,9	175,1	158,3	21,9	347	ZD
42	8004	37,37989	36,09763	Osmaniye	Kadirli	180,4	167,6	72,3	84,2	426	ZC
43	3116	36,61618	36,20661	Hatay	İskenderun	160,8	155,0	151,1	105,4	870	ZB
44	2703	37,05800	37,35000	Gaziantep	Şahinbey	159,2	152,5	74,7	37,3	756	ZC
45	2709	37,12853	36,67048	Gaziantep	İslahiye	126,1	154,3	98,1	37,5	555	ZC
46	4613	37,57010	36,35737	Kahramanmaraş	Andırın	155,5	142,4	71,5	68,2	998	ZB
47	4617	37,58551	36,83030	Kahramanmaraş	Onikişubat	112,6	144,0	106,3	38,0	574	ZC
48	2711	37,31736	37,56036	Gaziantep	Yavuzeli	108,4	127,2	75,7	45,9	720	ZC
49	8003	37,08417	36,26936	Osmaniye	Merkez	182,8	140,4	138,3	72,2	350	ZD
50	4612	38,02395	36,48187	Kahramanmaraş	Göksun	121,4	141,0	51,3	95,6	246	ZD
51	4404	38,19588	38,87385	Malatya	Pütürge	136,5	133,8	95,6	190,0	1382	ZB
52	125	37,01519	35,79577	Adana	Ceyhan	83,6	128,1	35,2	114,6	208	ZD
53	6303	37,75240	39,32910	Şanlıurfa	Siverek	114,0	117,2	36,4	208,1	986	ZB
54	120	36,77006	35,79005	Adana	Yumurtalık	114,9	112,7	93,9	125,3	439	ZC
55	4626	37,57532	36,91505	Kahramanmaraş	Onikişubat	123,9	105,6	91,5	33,9	317	ZD
56	4406	38,34388	37,97378	Malatya	Akçadağ	132,9	109,5	49,7	143,1	815	ZB
57	2704	37,00879	37,80215	Gaziantep	Nizip	162,6	96,6	63,8	74,1	721	ZC
58	4408	38,09616	37,88732	Malatya	Doğanşehir	136,2	99,8	97,9	116,6	655	ZC
59	4405	38,81070	37,93960	Malatya	Hekimhan	117,0	78,9	68,0	186,6	579	ZC

Tablo 6.2’de istasyonlara ait TDTH’ den elde edilen tasarım spektral katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}) en büyük ivme ve hız değerleri (PGA ve PGV) ve zemin köşe periyotları (T_A ve T_B) verilmiştir. Bu veriler iki farklı deprem yer hareket düzeyi için hazırlanmıştır; DD-1 ve DD-2. Tehlike haritasına göre DD-1 için bu istasyonlar arasında beklenen en düşük PGA değeri 0,195 g ile 2704 nolu istasyondan, en büyük PGA değeri ise 1,178 g ile 3143 nolu istasyondan elde edilmiştir. Aynı durum aynı istasyonlarda en büyük yer hızı için de geçerlidir. DD-2 için ise en yüksek PGA değeri 4404 istasyonunda 0,651 g’dir. En düşük PGA ise 0,105 g değeri ile 2704 istasyonundan elde edilmiştir. Görüldüğü üzere bütün DD-1 için istasyonlara ait PGA değerleri DD-2’ye göre yüksek çıkmıştır. Bütün istasyonlar için PGV değerleri DD-1 ve DD-2 için sırasıyla 15,574-82,057 cm/s ile 8,718-45,015 cm/s arasında değişmektedir. DD-1 için en yüksek PGV değeri 3143 istasyonundan, DD-2 için ise 4404 istasyonundan elde edilmiştir. Beklendiği üzere zemin köşe periyotları her iki deprem yer hareket düzeyi için de yakın değerler aldığı görülmektedir. T_A periyodu için en düşük ve en yüksek değerler her iki deprem yer hareket düzeyi için sırasıyla 0,04 s ve 0,1

s mertebelerindedir. T_B için ise bu değerler sırasıyla yaklaşık olarak 0,2 s ve 0,5 s'dir. Spektrum köşe periyotları olan T_B ve T_A arasındaki en büyük fark (0,414 s) 8003 istasyonunda en küçük fark (0,185 s) ise 4613 istasyonunda elde edilmiştir. T_A ve T_B periyotları spektrumun plato bölgesini oluşturduğundan bu iki periyot arasındaki fark arttıkça daha geniş bir yapı stokunun en büyük spektral ivmeden etkilenmesi beklenir. Ayrıca daha geniş bir yapı grubunun rezonans bölgesine girmesine sebep olabilir.

Bu tabloda ayrıca tehlike haritasından elde edilen tasarım spektral parametrelerine yer verilmiştir. DD-1 için tehlike haritasından elde edilen kısa periyot ve 1 saniyelik periyotlara ait spektral katsayılar DD-2'ye göre daha yüksektir. DD-1 için en yüksek S_{DS} değeri (3,484) 3143 nolu istasyondan, S_{D1} değeri (1,224) ise 3139 nolu istasyondan elde edilmiştir. İstasyonları göz önünde bulundurursak aynı durum DD-2 için de geçerlidir. S_{DS} ve S_{D1} için en düşük katsayı değerleri sırasıyla 4408 ve 0120 nolu istasyonlarındadır. Daha sonra istasyonlardan elde edilen veriler ile hesaplanacak olan tasarım spektral katsayıları tehlike haritasından elde edilenlerle kıyaslanacaktır. Tablo 6.2'deki değerlerin tehlike haritasından elde edilen ve istasyonun bulunduğu bölge için beklenen pik değer olduğu unutmamamız gerekmektedir. Depremin merkez üssünün uzaklığı ve yerel zemin koşulları gibi durumların gerçek depremlerde istasyonlardan elde edilecek verilerin farklı olmasına sebep olabilecektir.

Tablo 6.2 İstasyon koordinatlarına göre TDTH'dan alınan sismik veriler

No	İstasyon	DD-1						DD-2					
		S_{DS}	S_{D1}	PGA (g)	PGV (cm/sn)	T_A (s)	T_B (s)	S_{DS}	S_{D1}	PGA (g)	PGV (cm/sn)	T_A (s)	T_B (s)
1	4614	2,557	0,833	0,853	60,085	0,065	0,326	1,352	0,442	0,470	31,854	0,065	0,327
2	3129	2,606	0,833	0,891	57,029	0,064	0,319	1,277	0,414	0,452	27,963	0,065	0,324
3	3126	2,076	0,977	0,850	54,118	0,094	0,470	1,119	0,553	0,437	26,928	0,099	0,494
4	3141	2,096	1,011	0,853	56,779	0,096	0,482	1,123	0,561	0,437	27,397	0,100	0,499
5	3138	3,330	1,091	1,122	75,002	0,066	0,328	1,696	0,555	0,595	38,924	0,065	0,327
6	3125	2,417	0,791	0,824	52,290	0,065	0,327	1,205	0,391	0,426	26,224	0,065	0,325
7	NAR	2,470	0,819	0,828	53,877	0,066	0,332	1,272	0,423	0,443	27,777	0,067	0,333
8	3135	1,351	0,472	0,468	28,260	0,070	0,350	0,750	0,250	0,256	14,932	0,067	0,334
9	3123	2,532	0,819	0,865	55,306	0,065	0,324	1,253	0,408	0,443	27,442	0,065	0,326
10	2718	3,143	1,019	1,061	69,003	0,065	0,324	1,588	0,517	0,563	35,491	0,065	0,326
11	3142	2,950	0,976	1,007	66,258	0,066	0,331	1,452	0,479	0,517	32,727	0,066	0,330
12	3144	3,362	1,096	1,134	74,022	0,065	0,326	1,712	0,559	0,603	38,634	0,065	0,327
13	4616	2,618	0,879	0,883	59,338	0,067	0,336	1,324	0,442	0,462	29,640	0,067	0,334
14	3145	3,205	1,044	1,084	70,745	0,065	0,326	1,610	0,525	0,570	36,199	0,065	0,326
15	4615	2,501	0,827	0,840	54,902	0,066	0,331	1,284	0,428	0,448	28,161	0,067	0,333
16	3139	2,570	1,224	1,042	68,305	0,095	0,476	1,290	0,663	0,548	34,729	0,103	0,514

Tablo 6.2. (Devamı) İstasyon koordinatlarına göre TDTH'dan alınan sismik veriler

No	İstasyon	DD-1						DD-2					
		S _{DS}	S _{D1}	PGA (g)	PGV (cm/sn)	T _A (s)	T _B (s)	S _{DS}	S _{D1}	PGA (g)	PGV (cm/sn)	T _A (s)	T _B (s)
17	3124	2,066	0,978	0,845	54,023	0,095	0,473	1,120	0,555	0,436	27,026	0,099	0,495
18	2712	2,860	0,944	0,972	64,314	0,066	0,330	1,405	0,465	0,496	31,513	0,066	0,331
19	3136	1,780	0,833	0,722	46,023	0,099	0,496	1,044	0,515	0,391	23,867	0,099	0,493
20	3132	2,543	0,824	0,868	55,711	0,065	0,324	1,259	0,411	0,445	27,603	0,065	0,327
21	3146	2,363	0,805	0,804	52,859	0,068	0,341	1,178	0,393	0,417	26,048	0,067	0,334
22	201	1,255	0,508	0,426	29,538	0,081	0,405	0,740	0,278	0,245	16,359	0,075	0,375
23	4625	2,152	1,017	0,870	56,405	0,094	0,472	1,176	0,589	0,470	29,368	0,100	0,501
24	3137	3,258	1,063	1,098	71,404	0,065	0,326	1,664	0,544	0,586	37,311	0,065	0,327
25	3143	3,484	1,161	1,178	82,057	0,067	0,333	1,748	0,576	0,615	41,741	0,066	0,329
26	4621	1,991	0,696	0,672	43,510	0,070	0,350	1,044	0,351	0,364	22,620	0,067	0,336
27	3131	2,600	0,836	0,889	57,174	0,064	0,321	1,278	0,417	0,453	28,082	0,065	0,326
28	4632	2,711	0,913	0,922	62,034	0,067	0,337	1,330	0,445	0,467	29,869	0,067	0,335
29	4624	1,934	0,956	0,784	51,158	0,099	0,495	1,103	0,550	0,422	26,373	0,100	0,499
30	4611	2,047	0,723	0,691	44,878	0,071	0,353	1,076	0,366	0,376	23,334	0,068	0,340
31	4629	2,587	0,872	0,878	58,942	0,067	0,337	1,292	0,433	0,453	28,923	0,067	0,335
32	4619	1,862	0,657	0,631	40,910	0,071	0,353	0,971	0,331	0,340	21,091	0,068	0,341
33	4620	1,945	0,683	0,658	42,625	0,070	0,351	1,018	0,344	0,356	22,076	0,068	0,338
34	3115	1,712	0,623	0,583	37,879	0,073	0,364	0,904	0,315	0,319	19,697	0,070	0,349
35	3134	1,522	0,543	0,522	32,776	0,071	0,357	0,831	0,287	0,289	17,376	0,069	0,345
36	8002	2,129	0,753	0,719	46,785	0,071	0,354	1,109	0,373	0,391	24,258	0,067	0,337
37	213	2,401	0,805	0,809	51,958	0,067	0,335	1,254	0,419	0,440	27,343	0,067	0,334
38	3133	2,054	0,722	0,704	45,974	0,070	0,351	1,012	0,342	0,357	22,331	0,068	0,338
39	6304	0,943	0,351	0,339	20,994	0,074	0,372	0,441	0,183	0,151	10,257	0,083	0,415
40	3140	1,859	0,864	0,753	46,129	0,093	0,465	1,060	0,504	0,400	23,604	0,095	0,476
41	4630	2,104	1,034	0,853	57,253	0,098	0,491	1,146	0,581	0,448	28,614	0,101	0,507
42	8004	1,526	0,485	0,528	30,225	0,063	0,317	0,809	0,250	0,283	15,457	0,062	0,310
43	3116	1,304	0,334	0,588	38,258	0,051	0,256	0,689	0,171	0,325	20,069	0,050	0,248
44	2703	0,985	0,403	0,340	23,660	0,082	0,410	0,534	0,215	0,175	12,433	0,080	0,401
45	2709	3,068	1,008	1,046	68,575	0,066	0,329	1,508	0,495	0,537	33,950	0,066	0,328
46	4613	1,234	0,285	0,568	34,022	0,046	0,231	0,612	0,144	0,292	17,040	0,047	0,235
47	4617	1,793	0,633	0,609	39,433	0,071	0,353	0,934	0,319	0,328	20,285	0,068	0,342
48	2711	0,891	0,403	0,305	22,820	0,091	0,453	0,521	0,220	0,171	12,616	0,085	0,423
49	8003	1,450	0,751	0,597	37,001	0,104	0,518	0,886	0,436	0,311	18,399	0,099	0,493
50	4612	1,503	0,748	0,624	38,710	0,100	0,498	0,860	0,399	0,296	17,561	0,093	0,465
51	4404	2,581	0,626	1,145	80,993	0,048	0,242	1,419	0,322	0,651	45,015	0,045	0,227
52	125	1,265	0,630	0,526	29,938	0,100	0,498	0,827	0,371	0,281	15,070	0,090	0,448
53	6303	0,658	0,192	0,311	20,024	0,058	0,292	0,352	0,109	0,171	11,249	0,062	0,309
54	120	1,945	0,608	0,674	40,330	0,062	0,312	0,890	0,279	0,321	17,901	0,063	0,313
55	4626	1,698	0,868	0,688	44,584	0,102	0,511	1,019	0,507	0,373	23,185	0,100	0,498
56	4406	1,863	0,446	0,857	55,014	0,048	0,239	0,822	0,196	0,395	24,434	0,048	0,239
57	2704	0,584	0,288	0,195	15,574	0,099	0,493	0,307	0,162	0,105	8,718	0,106	0,528
58	4408	2,558	0,821	0,866	54,804	0,064	0,321	1,328	0,437	0,466	28,767	0,066	0,329
59	4405	1,168	0,426	0,405	25,377	0,073	0,365	0,633	0,237	0,209	13,826	0,075	0,374

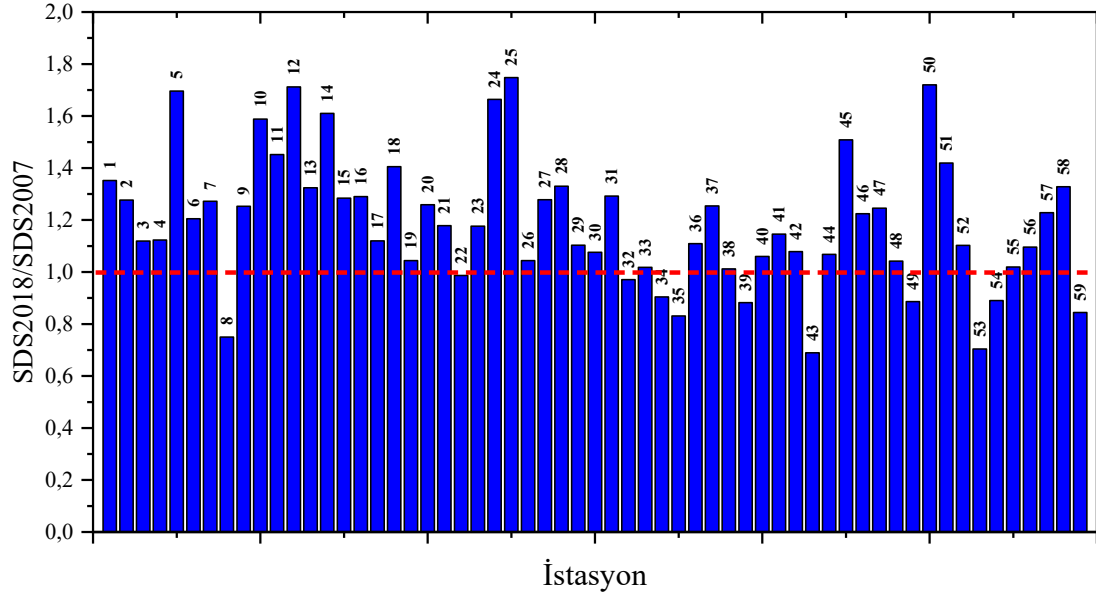
Tablo 6.3, DBYBHY 2007'ye göre istasyonların deprem bölgeleri ve bu bölgelere göre belirlenmiş PGA değerleri yer almaktadır. Ayrıca spektral katsayı üzerinden değerlendirme yaptığımızda 2007 deprem yönetmeliğindeki tasarım spektral katsayısı etkin yer ivme katsayısının (A_0) 2,5 katı olarak hesaplanmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 6.3 DBYBHY 2007'ye göre istasyon verileri

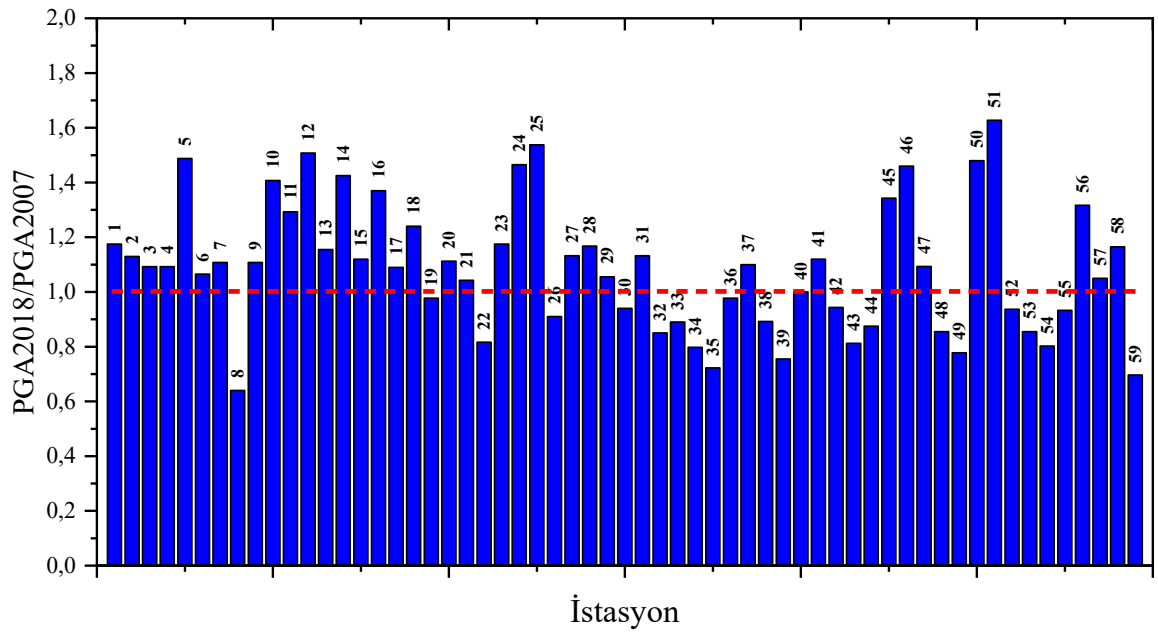
No	İstasyon	Deprem Bölgesi (2007)	PGA 2007	SDS 2007	No	İstasyon	Deprem Bölgesi (2007)	PGA 2007	SDS 2007
1	4614	I	0,4	1	30	4611	I	0,4	1
2	3129	I	0,4	1	31	4629	I	0,4	1
3	3126	I	0,4	1	32	4619	I	0,4	1
4	3141	I	0,4	1	33	4620	I	0,4	1
5	3138	I	0,4	1	34	3115	I	0,4	1
6	3125	I	0,4	1	35	3134	I	0,4	1
7	NAR	I	0,4	1	36	8002	I	0,4	1
8	3135	I	0,4	1	37	213	I	0,4	1
9	3123	I	0,4	1	38	3133	I	0,4	1
10	2718	I	0,4	1	39	6304	III	0,2	0,5
11	3142	I	0,4	1	40	3140	I	0,4	1
12	3144	I	0,4	1	41	4630	I	0,4	1
13	4616	I	0,4	1	42	8004	II	0,3	0,75
14	3145	I	0,4	1	43	3116	I	0,4	1
15	4615	I	0,4	1	44	2703	III	0,2	0,5
16	3139	I	0,4	1	45	2709	I	0,4	1
17	3124	I	0,4	1	46	4613	III	0,2	0,5
18	2712	I	0,4	1	47	4617	II	0,3	0,75
19	3136	I	0,4	1	48	2711	III	0,2	0,5
20	3132	I	0,4	1	49	8003	I	0,4	1
21	3146	I	0,4	1	50	4612	III	0,2	0,5
22	201	II	0,3	0,75	51	4404	I	0,4	1
23	4625	I	0,4	1	52	125	II	0,3	0,75
24	3137	I	0,4	1	53	6303	III	0,2	0,5
25	3143	I	0,4	1	54	120	I	0,4	1
26	4621	I	0,4	1	55	4626	I	0,4	1
27	3131	I	0,4	1	56	4406	II	0,3	0,75
28	4632	I	0,4	1	57	2704	IV	0,1	0,25
29	4624	I	0,4	1	58	4408	I	0,4	1
					59	4405	II	0,3	0,75

Şekil 6.1, 2018 deprem yönetmeliği için hazırlanan tehlike haritasından elde edilen S_{DS} değerinin 2007 deprem yönetmeliğine göre hesaplanan S_{DS} değerine oranını vermektedir. Görüldüğü üzere birçok istasyondaki spektral katsayı oranı 1'in üzerindedir. Bu da tehlike haritasından elde edilen değerlerin 2007 için hesaplanan değerlerden büyük olduğunu ortaya koymaktadır. 3143 istasyonunda S_{DS2018}/S_{DS2007} 1,748 ile en yüksek değeri almıştır. Bu oranın en düşük (0,689) olduğu istasyon ise 2709 istasyonudur. 3135, 0201, 4619, 3115, 3134, 6304, 3116, 8003, 6303, 0120 ve 4405 istasyonlarında bu oran 1'den küçüktür. Yani bu bölgelerde spektral parametre olarak 2007 yönetmeliğine ait değerler 2018 yönetmeliğine göre daha fazla çıkmaktadır. Bu istasyonlar üzerinden inceleme yaptığımızda kısa periyot spektral değerleri için TDTH aslında 2007 yönetmeliğine göre

daha fazla bir tehlike varsayımı yapmıştır. Buradaki değerlendirmeler tasarım deprem yer hareket düzeyi (DD-2) için geçerlidir. Şekil 6.1, 6.2 ve 6.3'te çubuk barlardaki etiketler istasyon numaralarını ifade eder.



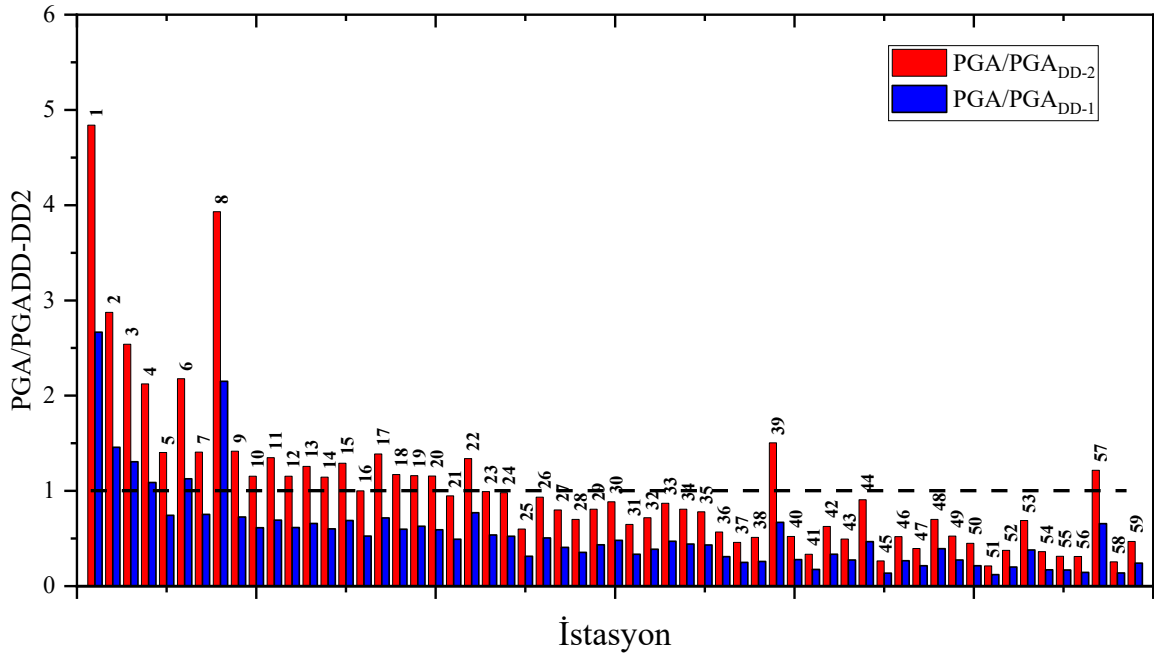
Şekil 6.1. 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre tehlike haritalarından elde edilen kısa periyot spektral katsayıları oranı



Şekil 6.2. 2018 ile 2007 PGA değerlerinin oranı

Şekil 6.2, TDTH'den DD-2 için elde edilen PGA değeri ile DBYBHY 2007'den elde edilen PGA değerinin oranını göstermektedir. PGA 2018/2007 oranı en büyük 4404 nolu istasyonda 1,628, en küçük 3135 nolu istasyonda 0,640 olarak bulunmuştur. Şekil 6.2'de 22 adet istasyonun PGA2018/PGA2007 oranının 1'den büyük olduğu yani TDTH'ye göre bu istasyonlardan daha yüksek PGA değerleri beklendiği ortaya çıkmıştır. Fakat bazı istasyonlarda bu oran 1'den küçüktür.

Şekil 6.3'te gerçek deprem ivmelerinden elde edilen PGA değerlerinin TDTH'den DD-1 ve DD-2 için elde edilen PGA değerlerine oranı belirtilmiştir. 4614, 3129, 3126, 3141, 3138, 3125, NAR, 3135, 3123, 2718, 3142, 3144, 4616, 3145, 4615, 3139, 3124, 2712, 3136, 3132, 0201, 6304 ve 2704 nolu istasyonlarda gerçek depremden ölçülen PGA değerleri TDTH'den DD-2 için belirtilen PGA değerlerinden daha büyük çıkmıştır. 4614, 3129, 3126, 3141, 3125 ve 3135 nolu istasyonlarda DD-1 için elde edilen PGA değerleri gerçek deprem PGA değerlerine göre küçük çıkmıştır. 4614 istasyonu hem DD-1 hem de DD-2 için bu oranı en yüksek değer aldığı istasyondur. 4404 istasyonunda ise her iki deprem düzeyi için bu oran en küçük değerini almıştır.

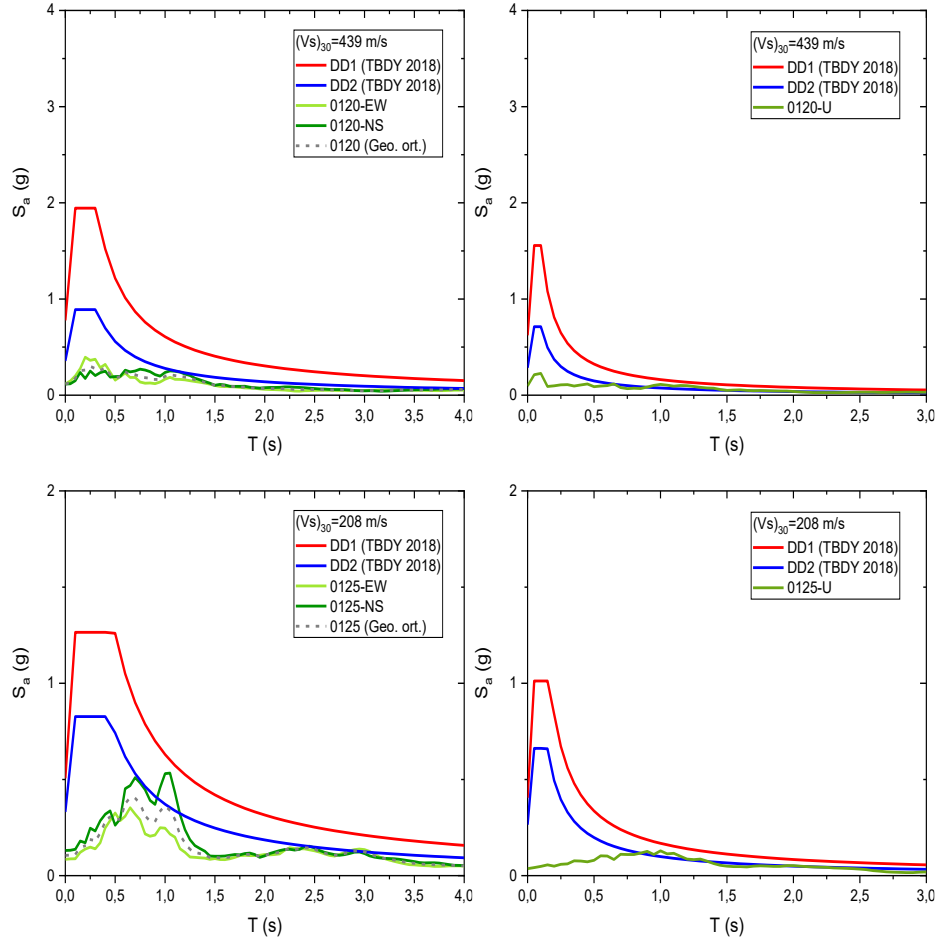


Şekil 6.3. İstasyonlardan elde edilen PGA değerlerinin TDTH'den elde edilen PGA değerlerine (DD-1 ve DD-2) oranı

6.2. Tepki ve Tasarım Spektrumlarının Karşılaştırılması

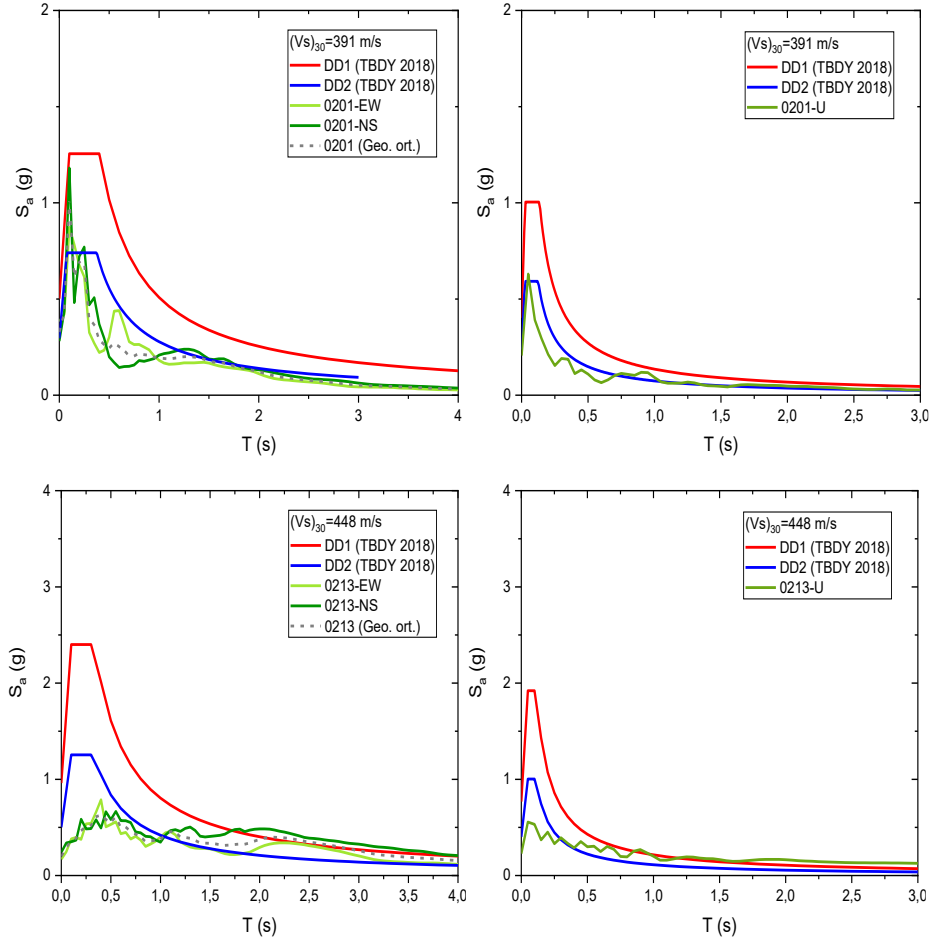
Kaydedilen yer hareketlerinden elde edilen ivme spektrumlarının mevcut deprem yönetmeliği tarafından önerilen tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması, deprem hareketlerinin özelliklerini anlamak için özellikle önemlidir. Bu tez kapsamında 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depreminde etkilenen geniş coğrafya için hasarın nedenlerinin ortaya konulabilmesi için TADAS'dan elde edilen 59 adet istasyonun ivme spektrumları oluşturulmuştur. İstasyonların ivme tepki spektrumları D-B ve K-G için, yönetmeliğe ait tasarım ivme spektrumu ise DD-1 ve DD-2 için hazırlanmıştır. Ayrıca yatayda her iki yön spektrumlarının geometrik ortalamaları grafiklerde verilmiştir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depremi için yıkımların mühendislik kuralları çerçevesinde açıklanabilmesi için gerçek deprem etkileri sonucunda yapılara ulaşan ivme etkilerinin, TDTH üzerinde koordinata özel deprem verilerinin, gerçek deprem etkileri ile mukayesesi yapılacaktır.

Adana ili için ivme tepki spektrumu ve tasarım ivme spektrum grafiklerinde yapılan incelemede Şekil 6.4'te görüldüğü gibi gerçek deprem davranışına bağlı ivme eğrisi TBDY-2018 DD1 ve DD2 eğrilerine göre ivme değerleri beklenen değerlerin altında kalmıştır. Bu bölge için yapılacak tahminlerde yıkımların oluşmaması yönünde olacaktır. Fakat bölge için yapı stoğunun durumu yıkımların meydana gelmesindeki ana etkenlerden biridir. Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2'de görüldüğü üzere Adana ilinde 122 acil yıkılması gereken yapı, 558 ağır hasarlı yapı, 1505 orta dereceli hasarlı ve 9917 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir. 0125 istasyonunda K-G yönlü tepki spektrumu 1.0 saniyelik periyot civarında DD-2 tasarım spektrumunu hafifçe aştığı tespit edilmiştir. 0120 ve 0125 istasyonlarının düşey yöndeki spektrumu eğrisi yaklaşık 0,75 saniye periyottan sonra DD-2 tasarım spektrumu ile yakın değerler elde etmiştir. Bu durum düşey yönde küçük periyot aralığında spektral ivmelerin tasarım ivmelerine göre küçük kaldığını göstermektedir.



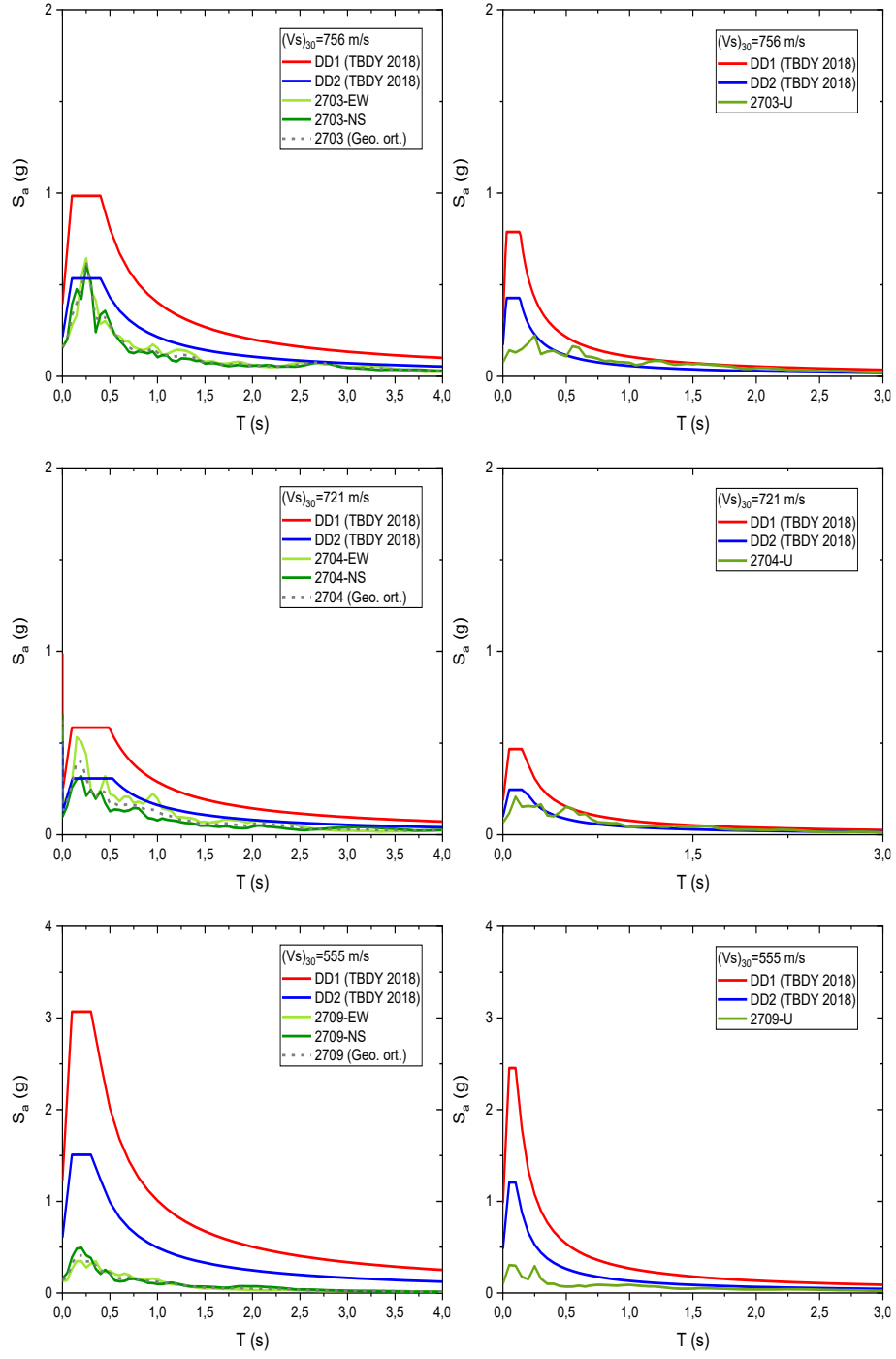
Şekil 6.4. Adana ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Şekil 6.5'te Adıyaman ili 0201 istasyonunda yatayda ve düşeydeki tepki spektrumu bütün periyot değerlerinde DD-1 tasarım spektrumu değerlerinin altında kalmıştır. Yine aynı istasyonda DD-2 tasarım spektrumunun plato bölgesinde aşıldığı görülmektedir. Bu istasyonda düşey yönde tepki spektrumu ile tasarım spektrumu DD-2 için yakın değerler elde etmiştir. 0213 istasyonunda yüksek periyot bölgesinde hem DD-1 hem de DD-2 tasarım spektrumu az da aşılmıştır. Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 1'de görüldüğü üzere Adıyaman ilinde 8142 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 21526 ağır hasarlı yapı, 6793 orta dereceli hasarlı ve 33926 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.

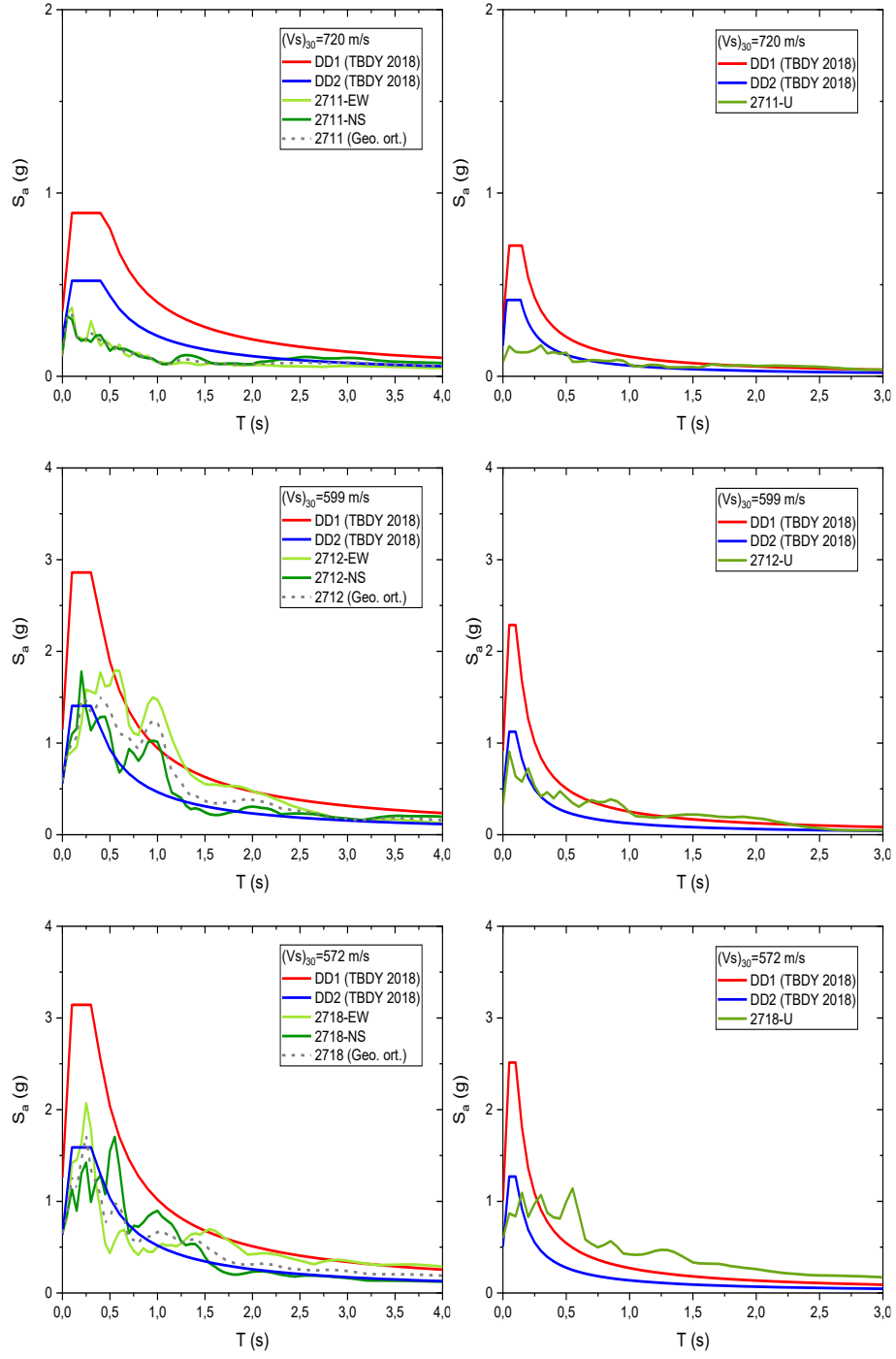


Şekil 6.5. Adıyaman ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Gaziantep ili için Şekil 6.6’da 2703, 2704, 2709, 2711, 2712 ve 2718 nolu istasyonları için yatay ve düşey ivme spektrumları TBDY 2018 DD-1 ve DD-2 için karşılaştırılmıştır. 2703, 2704, 2712 ve 2718 istasyonlarında genel olarak orta periyotlarda depremin yatay ivme eğrisi, DD-2 değerlerinden daha büyük ivmeler elde etmiştir ve orta periyotlu yapılar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Orta periyotlu yapıların hasar görme durumu söz konusu olabilecektir. 2709 ve 2711 istasyonlarında gerçek ivme değerleri bu istasyonlarda tasarım ivme eğrilerine ulaşamamıştır. Bu bölgede yıkımların oluşmaması yönünde beklenti oluşabilir. Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2’de görüldüğü üzere Gaziantep ilinde 5643 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 13575 ağır hasarlı yapı, 7253 orta dereceli hasarlı ve 60810 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



Şekil 6.6. Gaziantep ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.6. (Devamı) Gaziantep ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Hatay ili için Şekil 6.7’de Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait ivme tepki spektrum grafikleri hem yatay hem de düşey yönlü olacak şekilde TBDY 2018 tasarım ivme spektrum verileri ile mukayese edilmiştir.

Hatay ilinin Belen ilçesi 3115 istasyonunda yatay ivme spektrum eğrisinde kısa periyotlarda TBDY 2018 DD-2 düzeyinde gerçek ivme değerlerinde atım etkisi görülmektedir. Bu durumda gerçek deprem eğrisinin geometrik ortalama eğrisi ve düşey ivme spektrum eğrileri göz önüne alındığında bu deprem davranışının beklenen sınırlar içerisinde olduğu kabul edilebilir. Aynı istasyonun düşey deprem ivme spektrum eğrisinde gerçek depremin tasarım eğrisine dağınık periyot aralıklarında temas halinde devam ettiği görülmektedir.

Hatay ilinin İskenderun ilçesi 3116 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem ivme değerlerinin kısa periyotlardan sonra TBDY 2018 DD-2'ye yakın ya da yüksek değerler elde ettiği tespit edilmiştir. Aynı istasyonun düşey deprem ivme spektrum eğrisinde gerçek depremin tasarım eğrisine 0,1 saniyeden sonra 0,2 saniye aralığına kadar temas halinde devam ettiği, 0,2 saniyeden sonra ise DD-2 için aşıldığı tespit edilmiştir. Tasarım spektrumu göz önüne alındığında 0,2 saniyeden yüksek periyotlu yapılara daha fazla spektral ivmelerin etki ettiği söylenebilir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3123 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018 DD-2 deprem hareket düzeyinde kısa, orta ve uzun periyotlu yapılarda ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin TBDY 2018 DD-1'i T_A köşe periyodundan sonra aşarak daha yüksek deprem etkilerinin kısa, orta ve yüksek periyotlu yapılarda etkin olduğu grafiklerden anlaşılabilmektedir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3124 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-1 ve DD-2 deprem düzeyinde orta periyot ve uzun periyot aralığında yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin TBDY-2018 DD-2 düzeyinden daha yüksek etkilerin kısa, orta ve yüksek periyotlu yapılarda etkin olduğu grafiklerden anlaşılabilmektedir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3125 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-2 için orta ve yüksek periyotlu yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını ve DD-1 eğrisine orta periyot aralığında atım etkisini

göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin TBDY 2018 DD-1 ve DD-2 düzeylerinde yüksek ivme etkilerin kısa periyotlu yapılarda etkin olduğu, orta ve uzun periyot aralığında da ivme değerleri aşıldığı grafiklerden anlaşılabilmektedir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3126 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-1 ve DD-2 için kısa periyotlu yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin TBDY 2018 DD-1 ve DD-2 düzeylerinde daha yüksek ivme etkilerin kısa periyotlu yapılarda etkin olduğu görülmektedir.

Hatay ilinin Defne ilçesi 3129 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-1 için T_B periyodundan sonraki tüm periyotlarda ve DD-2 için ise tüm periyotlarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-1 için T_A periyodundan sonraki tüm periyotlarda ve DD-2 için ise tüm periyotlarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığı tespit edilmiştir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3131 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-2 deprem düzeyinde orta ve uzun periyotlu yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin kısa periyotlarda DD-2 tasarım ivme spektrum düzeylerine ulaşamadığı, orta periyotlara doğru ivme artışı meydana geldiği görülmektedir. Bu bölgede yapılarda yatay ivme değerlerinin etkin olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3132 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-2 deprem düzeyinde orta ve uzun periyotlu yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığını göstermektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerine 0,2 saniye den sonra güçlü etkiler oluşturduğu görülebilmektedir. Bu bölgede yapılarda hem yatay hem de düşey ivme değerlerinin etkin olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır.

Hatay ilinin Reyhanlı ilçesi 3133 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY-2018'de DD-2 için tasarım ivme spektrum değerlerine göre kısa

periyotlarda düşük kaldığı uzun periyotlarda ise grafiğe temas ettiği söylenebilir. Ayrıca deprem etkisinin K-G bileşeninin 1,0-1,5 saniye aralığında aşım gösterdiği tespit edilmiştir. DD-1 için ise ivme spektrum değerleri tasarım spektrum değerlerinin altında kalmıştır. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 tasarım ivme spektrum düzeylerine 0,5 saniye den sonra yakın değerler elde ettiği görülmektedir.

Hatay ilinin Dört Yol ilçesi 3134 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 için kısa periyotlarda düşük değerler aldığı yaklaşık 0,7 saniyelik periyotlardan sonra ya tasarım değerlerine temas ettiği ya da az da olsa aşım yaptığı söylenebilir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerine 0,30 saniye periyotlara kadar düşük ivmeler, sonrasında ise tasarım değerlerine yakın bir eğrinin olduğu görülebilmektedir.

Hatay ilinin Arsuz ilçesi 3135 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-1 için tasarım ivme spektrumuna göre 1,0 saniyelik periyoda kadar daha yüksek ivme değerleri olduğu 1,0 saniyeden sonra ise yakın değerler elde ettiği görülmektedir. DD-2 için ise bu değerlerin tasarım spektrumunun üzerinde kaldığı ve TBDY 2018 tasarım spektrum gerekliliklerini özellikle kısa periyotlu yapılarda sağlamadığı tespit edilmiştir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-1 için yüksek değerler elde ettiği ve özellikle 0,2-0,5 saniye aralığında bu farkın çok yüksek olduğu söylenebilir. DD-2 için ise bütün periyot değerlerinde tasarım ivme değerlerinin aşıldığı ve yine aynı şekilde TB köşe periyottan sonraki yakın periyotlarda bu aşımın çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu istasyondan elde edilen verilere göre bölgenin hem yatay hem de düşey deprem etkilerinden fazlasıyla etkilendiği söylenebilir.

Hatay ilinin Altınözü ilçesi 3136 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 için T_A - T_B arasında tasarım ivme spektrum değerlerinin kısmen aşıldığı genel olarak ta spektrum değerlerinin yakın seyrettiği söylenebilir. DD-1 için ise bu değerlerin tasarım değerlerinin altında kaldığı görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-1 ve DD-2 deprem düzeylerine orta periyotlardan sonra tasarım ivme değerlerinden büyük etki görülebilmektedir.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3137 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY-2018’de DD-2 deprem düzeyinde kısa periyotlarda D-B doğrultusunda tasarım ivme spektrum değerlerini altında kaldığı orta ve uzun periyotlarda ise yakın seyrettiği görülmektedir. DD-1 için bu değerlerin tasarım değerlerinin aşılmadığı tespit edilmiştir. Düşey deprem etkilerini göz önüne aldığımızda 0,2 saniyeden sonra tasarım ivme spektrum değerlerinin DD-2 için aşıldığı tespit edilmiştir.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3138 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-1 ve DD-2 deprem düzeylerinde yaklaşık 1.0 saniyelik periyotta K-G doğrultusunda büyük bir aşım yaptığı görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 deprem düzeyinin bütün periyot değerlerinde büyük o oranda aştığı ve DD-1 için ise yaklaşık 0,25 saniyeden sonra büyük değerler elde ettiği tespit edilmiştir. Bu istasyon için kısa periyotlardan sonra hem yatay hem de düşey depremin etki olduğu söylenebilir.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3139 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 deprem düzeyinde 0,3 saniye periyotlardan sonra yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin beklenen değerlerin üzerinde etkileri oluşturduğu görülmektedir. DD-1 için ise 1,5 saniyeden sonra yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 deprem düzeylerini TB periyoduna kadar yönetmelik koşullarını sağladığı, bu periyottan sonra büyük değerler elde ettiği görülmektedir. DD-1 için ise yaklaşık 1,1 saniyeden sonra tasarım değerleri aşılmıştır. Bu bölgede yapılarda hem yatay hem de düşey ivme değerlerinin uzun periyotlarda etkin olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır.

Hatay ilinin Samandağ ilçesi 3140 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 deprem düzeyinde 0,8 saniye periyotlardan sonra yapılarda tasarım ivme spektrum değerlerinin beklenen değerlerin üzerinde etkileri oluşturduğu görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-1 ve DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini sırasıyla 0,8 ve 0,6 saniyeden sonra aştığı tespit edilmiştir.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3141 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 için yaklaşık olarak bütün periyotlarda tasarım ivme spektrum değerlerini aşmıştır. DD-1 için özellikle TA ve TB arasında aşımın yüksek olduğu söylenebilir. Düşey deprem etkileri göz önüne alındığında 1,0 saniye periyot civarında her iki deprem yer hareket düzeyi için büyük bir aşım meydana geldiği tespit edilmiştir. Kısacası yatayda kısa periyot aralığı, düşeyde ise orta periyot aralığı etkindir.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3142 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 deprem düzeylerini orta periyotlardan sonra tasarım ivme spektrum değerlerinin beklenen değerlerin üzerinde olduğu, DD-1 için ise bu değerlerin tasarım değerlerinin altında kaldığı görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin 1,5 saniyeden sonra her iki deprem yer hareket düzeyine temas etmektedir. DD-2 için TB periyodunda, 0,25-0,50 saniye periyot aralığında ve orta periyot bölgesinde tasarım ivme spektrum değerleri aşılmıştır.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3143 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 deprem düzeylerini orta periyotlara kadar, tasarım ivme spektrum değerlerinin beklenen değerlerin altında görülmektedir. Özellikle 1,0 saniye periyottan sonra DD-2 için tasarım ivme spektrum ivme değerleri aşılmıştır. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin her ne kadar her iki deprem yer hareket düzeyine yakın değerler elde ettiği görülse de yer yer tasarım değerleri aşılmıştır.

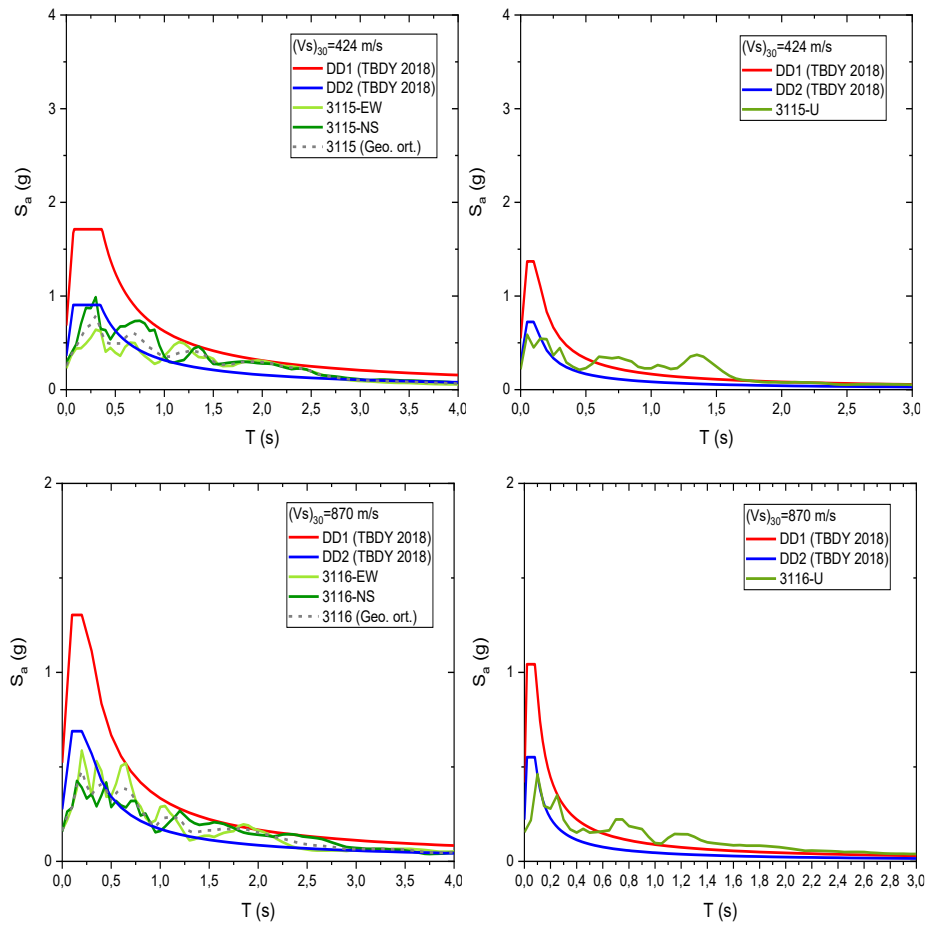
Hatay ilinin Hassa ilçesi 3144 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de DD-2 deprem düzeyini 0,5 saniye periyoda kadar aşmadığı, bu periyottan sonra özellikle 0,6 saniye civarında, 0,25 saniye civarında ve uzun periyot bölgesinde aştığı tespit edilmiştir. Düşey deprem etkileri göz önüne alındığında DD-1 için 0,8 saniyeden sonra tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığı görülmektedir. Yatay deprem etkilerinin orta periyot bölgesinde etki olduğu söylenebilir.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3145 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018’de yaklaşık TB periyodundan sonraki bütün periyotlarda DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerinin aşıldığı, özellikle 0,6 saniye ve 1,1 saniye periyot civarlarında aşım miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Aynı istasyonda düşey

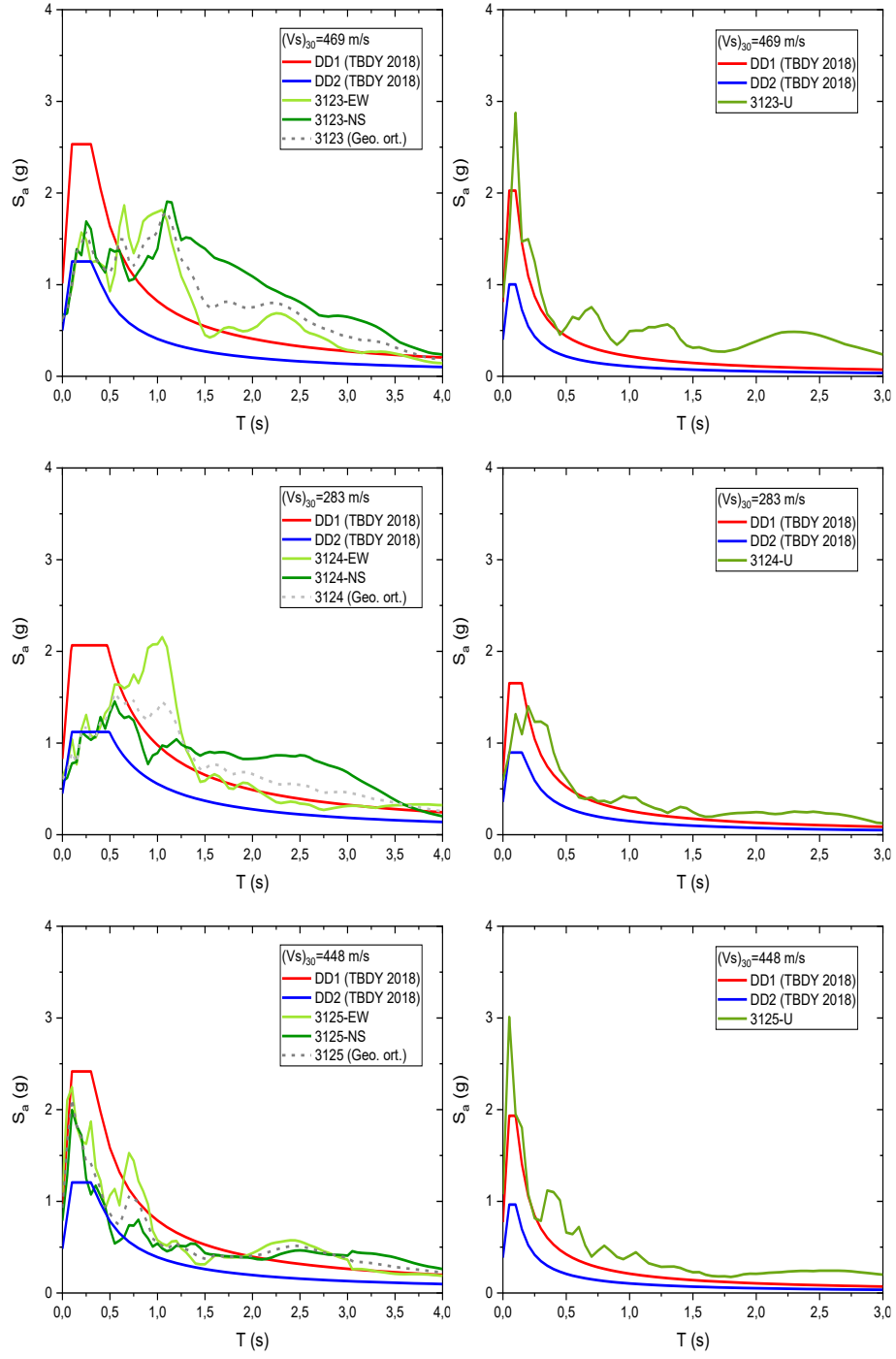
tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 için TB'den sonra DD-1 için ise yaklaşık 0,3 saniyeden sonra tasarım ivme spektrum değerlerinin yüksek değerler elde ettiği tespit edilmiştir. Hem yatayda hem de düşeyde orta periyot bölgesi etkindir.

Hatay ilinin Belen ilçesi 3146 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY 2018'de DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini, TA periyot civarında aşmış olsa da genel olarak yakın değerler elde edilmiştir. DD-1 için bütün periyot değerlerinde ivme spektrum değerleri, tasarım ivme spektrum değerlerinin altında kalmıştır. Benzer durum düşey deprem etkisi için de söylenebilir.

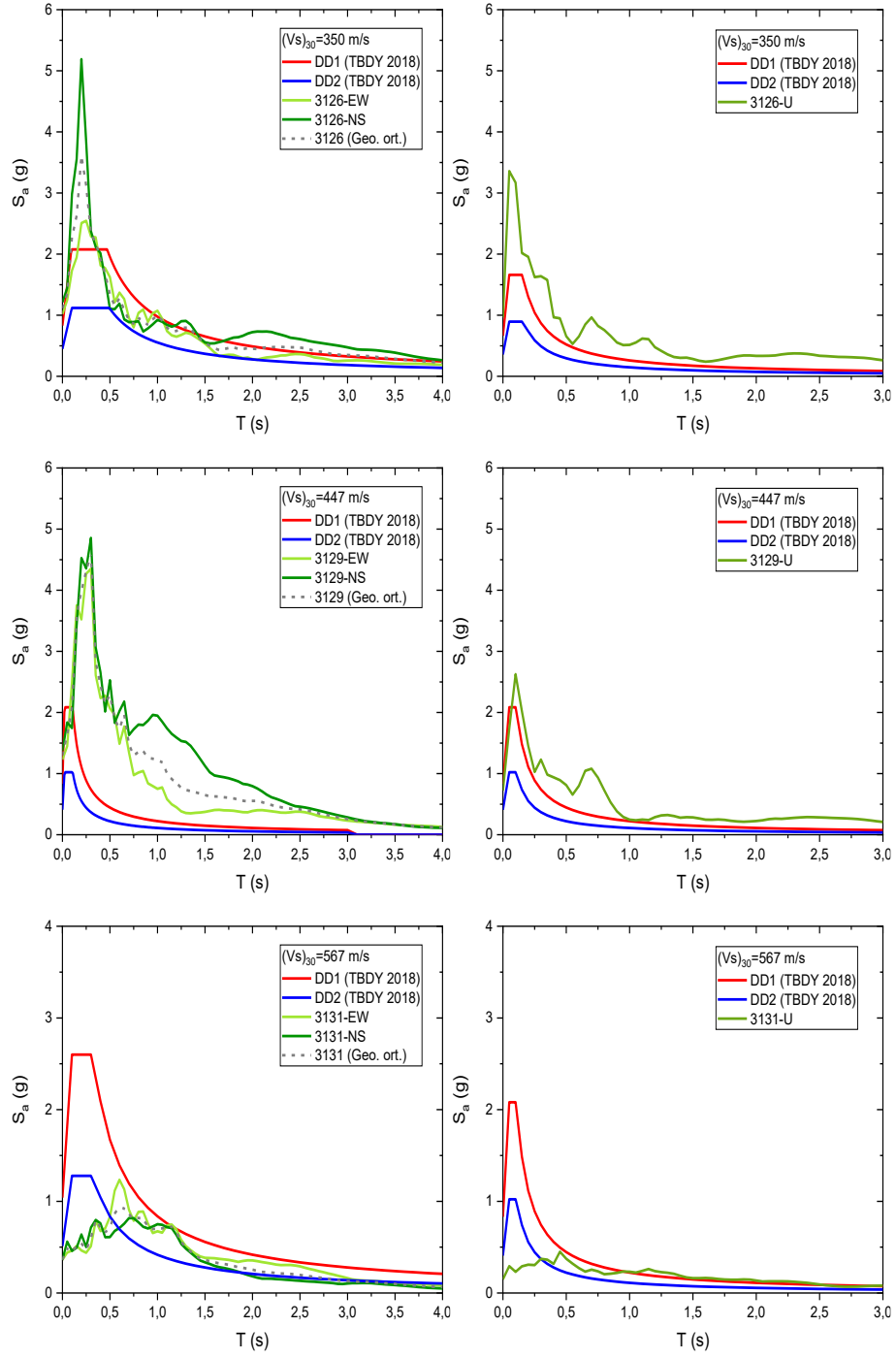
Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2'de görüldüğü üzere Hatay ilinde 20169 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 60202 ağır hasarlı yapı, 10078 orta dereceli hasarlı ve 91851 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



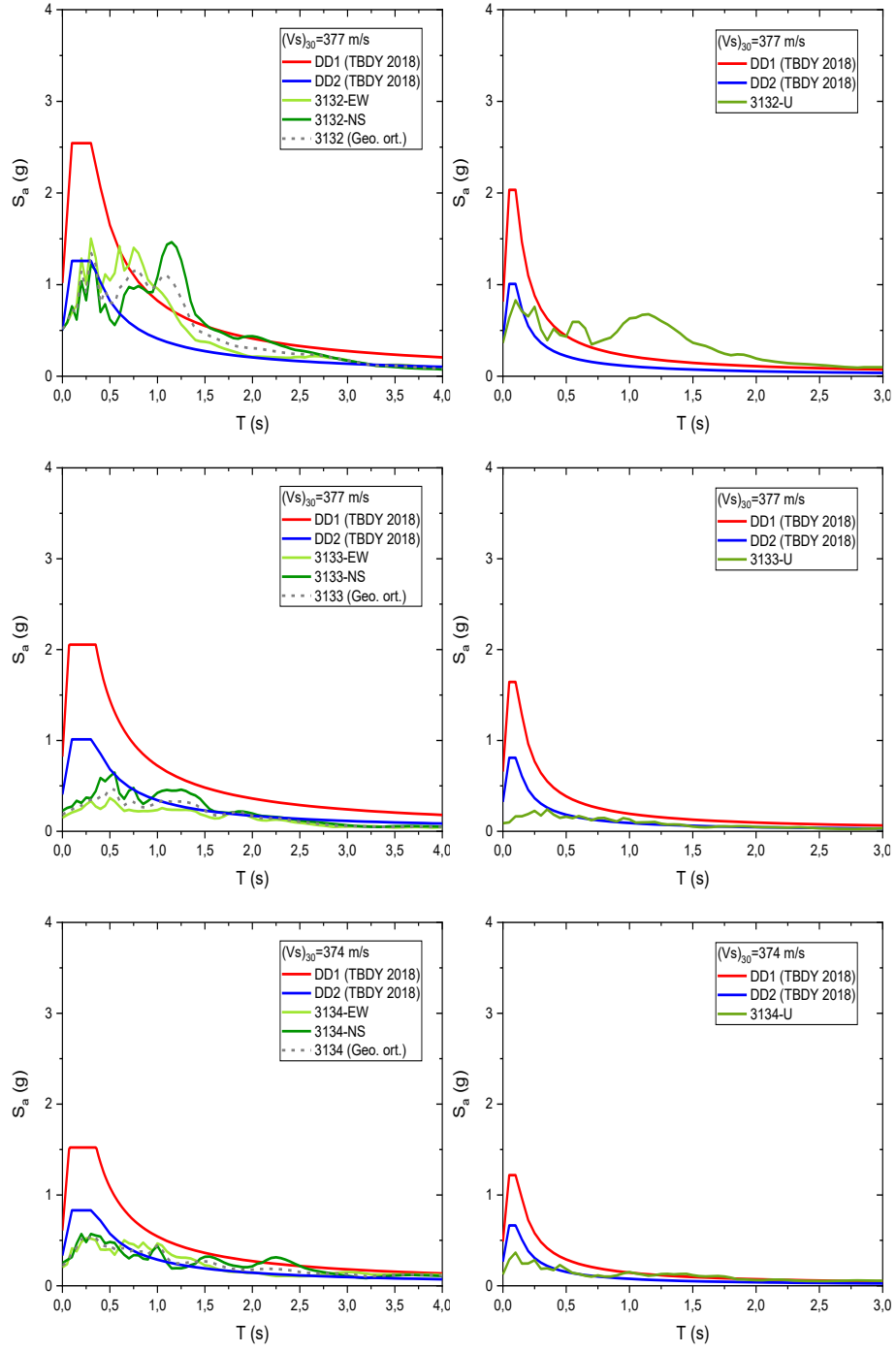
Şekil 6.7. Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



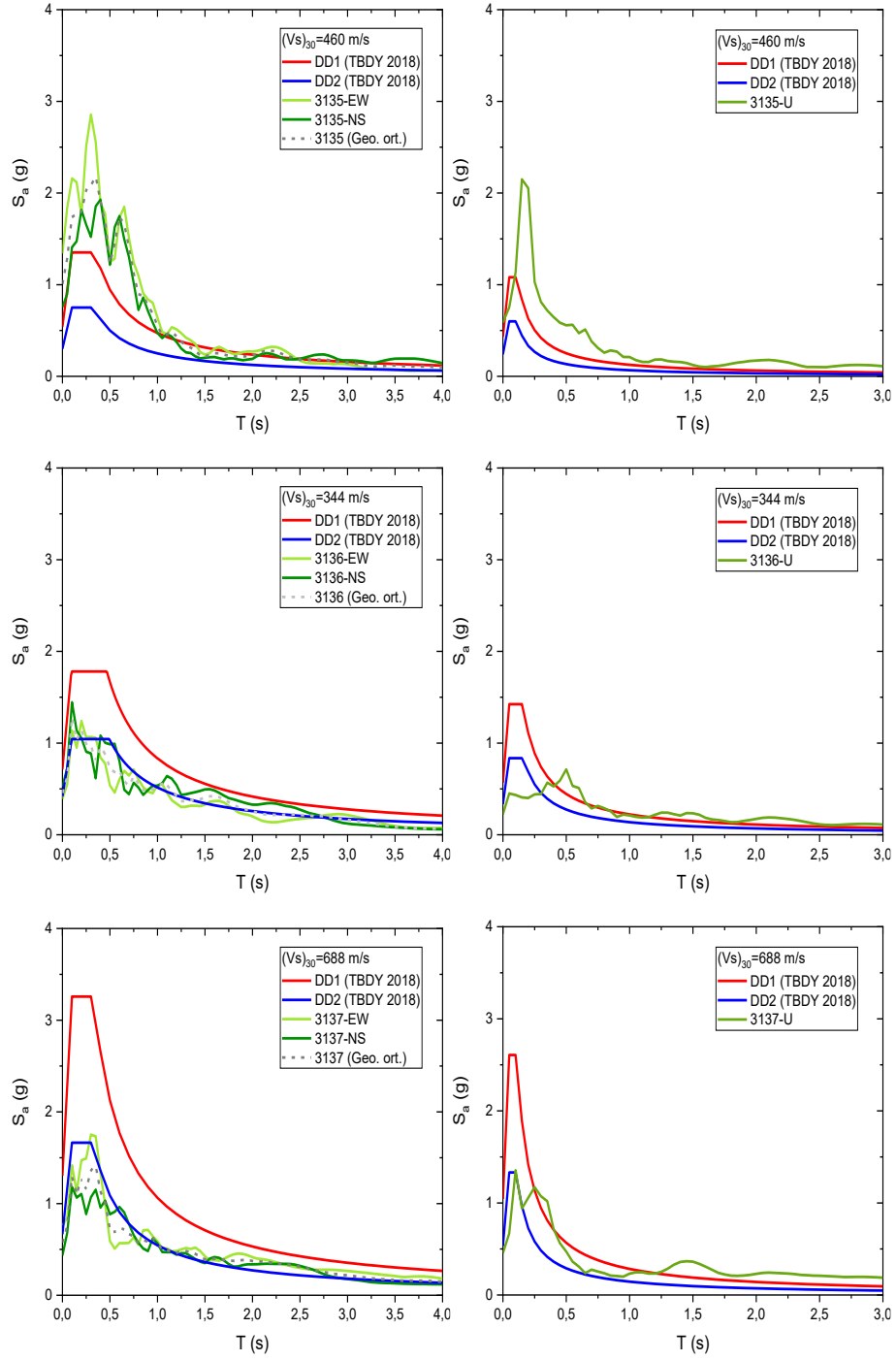
Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



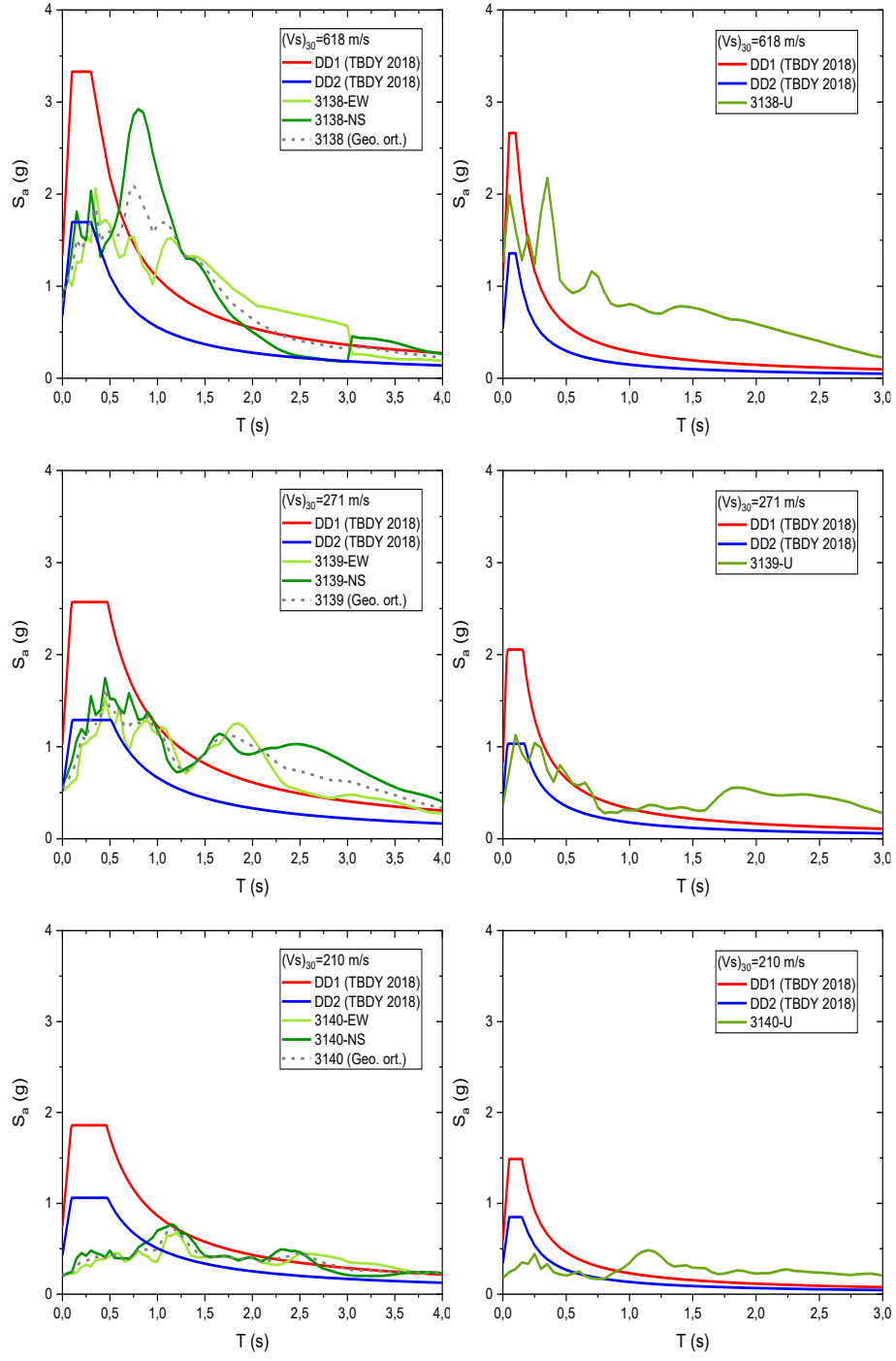
Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



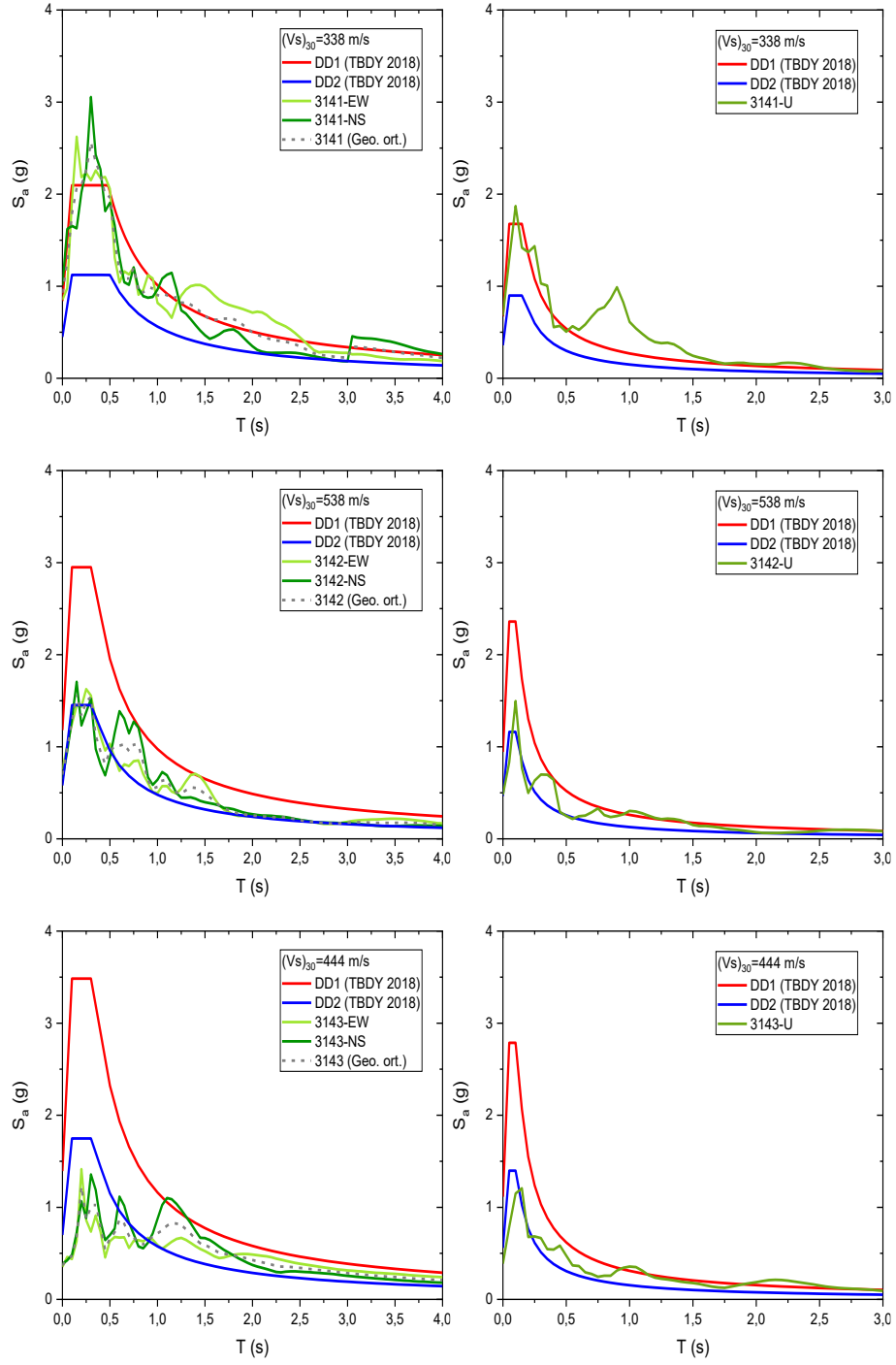
Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



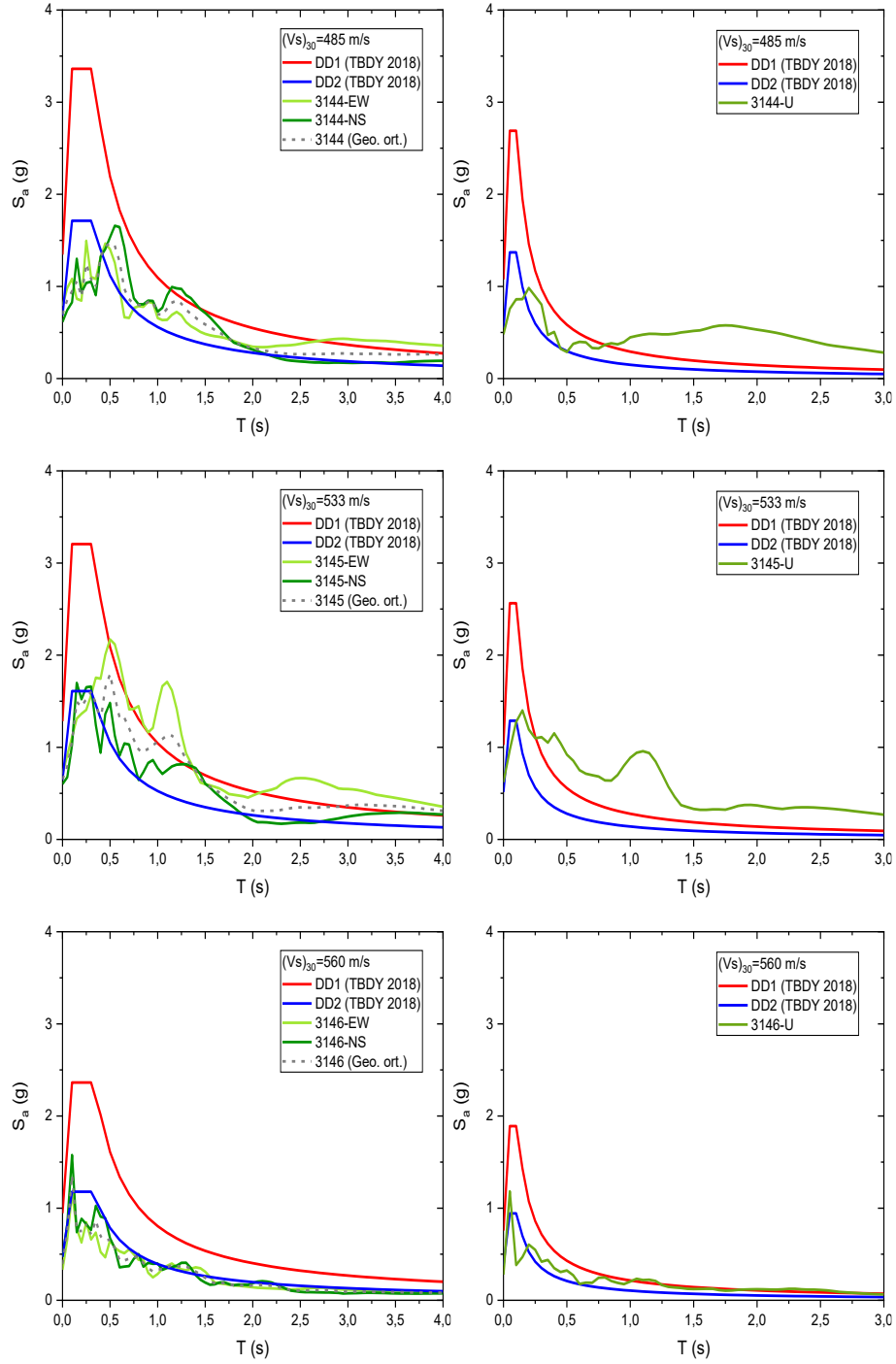
Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.7. (Devamı) Hatay ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

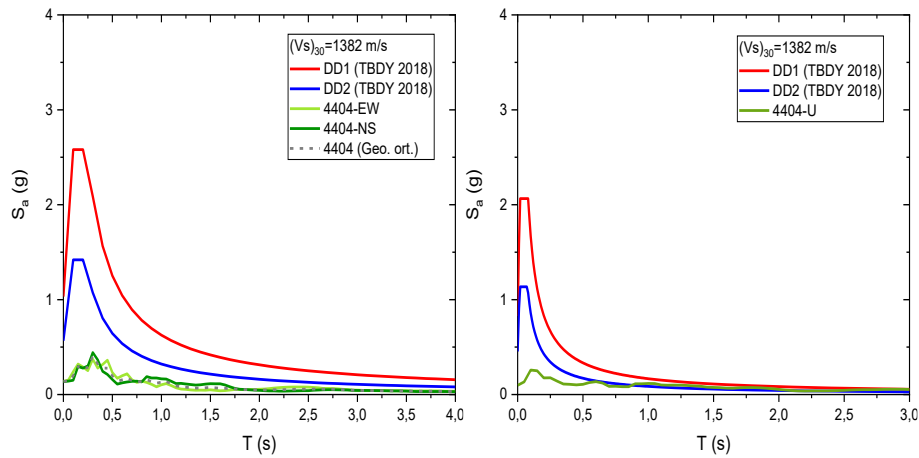
Malatya ili için şekil 6.8’de Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait ivme tepki spektrum grafikleri hem yatay hem de düşey yönlü olacak şekilde TBDY-2018 tasarım ivme spektrum verileri ile mukayese edilmiştir

Malatya ilinin Pütürge ilçesini 4404 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri her iki deprem yer hareket düzeyi için tasarım ivme spektrum değerlerinin altında kalmıştır. Benzer durum düşey deprem etkileri için görülse de yaklaşık 1,0 saniye periyottan sonra yakın değerler elde etmiştir. Bu bölgede yapılarda hem yatay hem de düşey ivme değerlerinin etkin olmadığı grafiklerden anlaşılmaktadır.

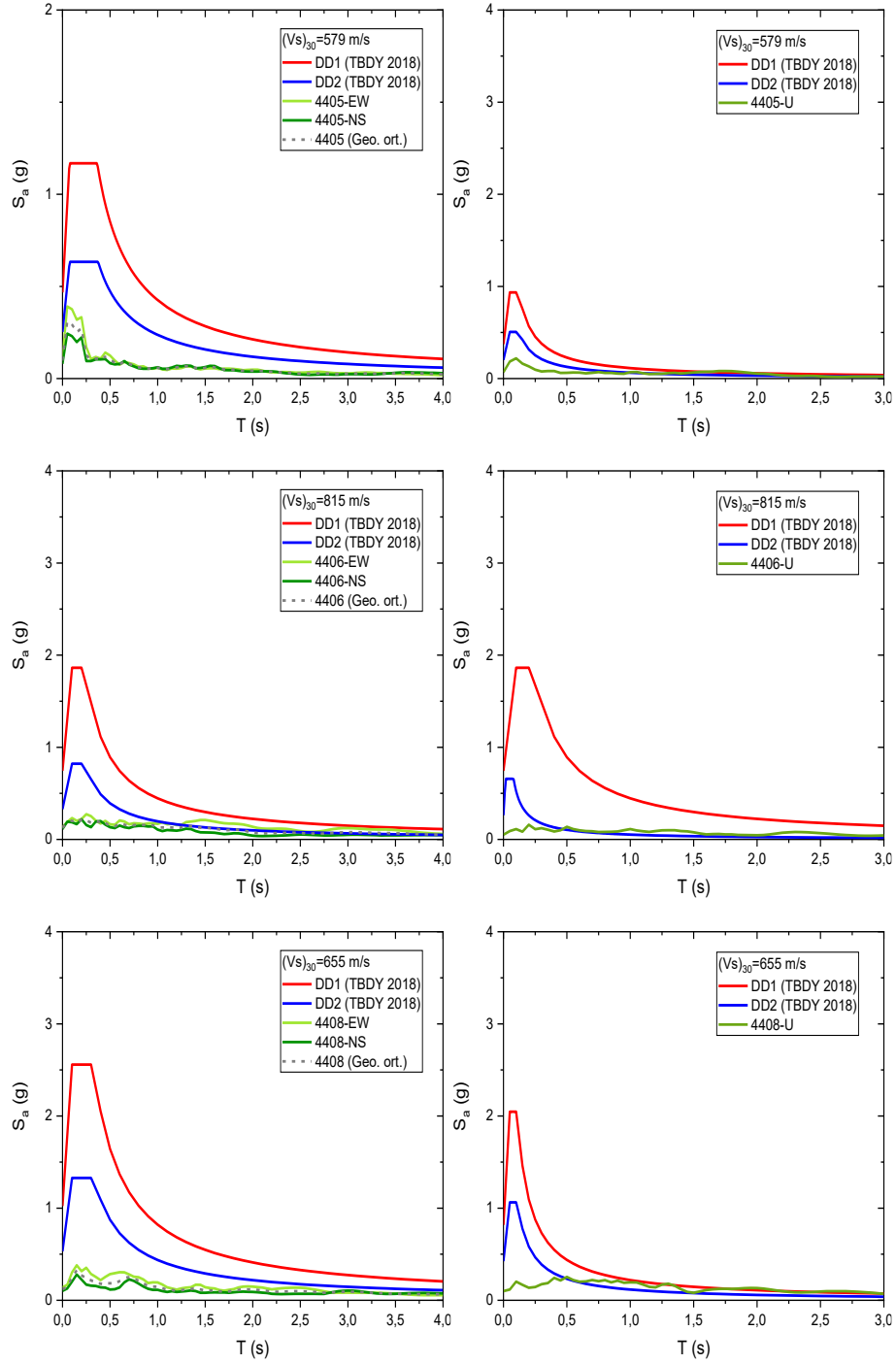
Malatya ilinin Hekimhan ilçesini 4405 istasyonunda her iki deprem düzeyi için yatay ivme spektrum değerleri tasarım ivme spektrum değerlerinin altında kalmıştır. Düşey deprem etkisinde ise kısa periyotlarda tasarım ivme spektrumlarının altında değerler elde edilmişken, 1,0 saniye periyottan sonra yakın değerler elde edilmiştir. Hem yatayda hem de düşeyde spektrum açısından yönetmelik koşullarının sağlandığı söylenebilir.

Malatya ilinin 4406 ve 4408 istasyonlarında her iki deprem yer hareket düzeyi için hem düşeyde hem de yatayda yaklaşık olarak tasarım ivme spektrum değerlerinin ya altında ya da yakın değerler elde ettiği tespit edilmiştir. Malatya ili için bu ilk depremde deprem etkilerinin tasarım ivme spektrum değerlerini karşıladığı ve büyük deprem etkilerinin oluşmadığı anlaşılmaktadır.

Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2’ de görüldüğü üzere Malatya ilinde 4760 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 28122 ağır hasarlı yapı, 140 orta dereceli hasarlı ve 3712 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



Şekil 6.8. Malatya ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.8. (Devamı) Malatya ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Kahramanmaraş ili için Şekil 6.9’da Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait ivme tepki spektrum grafikleri hem yatay hem de düşey yönlü olacak şekilde TBDY 2018 tasarım ivme spektrum verileri ile mukayese edilmiştir

Kahramanmaraş ilinin Çağlayanşerit ilçesinde bulunan 4611 istasyonunda deprem kaydına ait D-B doğrultusundaki ivme tepki spektrumu, TBDY 2018 DD-2 için tasarım ivme spektrumunu T_A periyodunda hafifçe aşmış, 0,6 saniye periyoda kadar düşük kalmış ve 0,6 saniyeden sonra ise değerlerde paralellik oluşmuştur. Yatay doğrultuda DD-1 tasarım ivme spektrum değerleri aşılmamıştır. Düşey deprem etkisinde ivme spektrum değerleri, 0,5 saniyeden sonra DD-2 için aşımalar görülmekte DD-1 için ise tasarım değerlerinin altında kalmaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesini 4612 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri 1,25 saniye periyotta tasarım ivme spektrumu değerlerine yaklaşmış diğer tüm periyotlarda ise tasarım değerlerinin altında kalmıştır. Düşeyde ise ivme spektrumu değerleri, 0,5 saniye çevresinde tasarım spektrumu ivme değerlerine yakın değerler elde ederken diğer tüm periyotlarda tasarım değerlerine göre daha düşük seyretmiştir. Kısa periyot bölgesinde TBDY 2018 spektrum değerlerinin altında ivme değerleri oluşmuştur. Hem yatayda hem de düşeyde yönetmelik standartlarının üzerinde ivme değerleri oluşmamıştır.

Kahramanmaraş ilinin Andırın ilçesini 4613 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri her iki deprem yer hareket düzeyinin altında değerler elde etmiştir. Düşeyde ise 0,25 saniyeden sonra iki eğri yaklaşık olarak aynı değerleri elde ederken spektrumunun bazı bölgelerinde hafifçe aşımalar meydana gelmiştir. Düşey ve yatay deprem etkilerinde spektrum değerleri açısından yönetmelik koşullarının üzerinde değerler elde edilmemiştir.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesinde bulunan 4614 istasyonunda her iki deprem yer hareket düzeyi için yatay ivme spektrum değerleri tasarım spektrum değerlerine göre kısa periyot bölgesinde büyük aşımalar göstermiştir. Özellikle K-G doğrultusunda DD-2 için yaklaşık 5 kat, DD-1 için ise yaklaşık 3 kat büyük değerler elde edilmiştir. Bu değerler bu bölgede tasarım ivme spektrumunun fazlasıyla aşıldığını göstermektedir. Benzer durum düşey deprem etkileri için de geçerlidir. Özellikle spektrumların plato bölgesinde tasarım spektrumuna göre büyük ivme değerleri elde edilmiştir. Daha düşük katlı yapıların periyotlarının daha düşük olacağı durum üzerinden değerlendirirsek bu bölgede az katlı yapıların etkilenme olasılığının daha fazla olacağını söyleyebiliriz.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesinin NAR kodlu istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri T_A periyodundan plato bölgesinin ortasına kadar olan bölümde DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini aştığı tespit edilmiştir. Yaklaşık 1,0 periyottan sonra her iki yöndeki ivme spektrum değerleri tasarım değerlerini aşmıştır. Özellikle orta periyot bölgesindeki yapılar tasarım değerlerinin üzerinde ivmelere maruz kaldığı söylenebilir. Düşey deprem etkisinde ise yer yer ivme spektrum değerleri tasarım spektrum değerlerine temas etse de genel olarak yüksek değerler elde edilmiştir. Yüksek periyoda sahip yapıların hem yatayda hem de düşeyde tasarım spektrumu değerlerinden daha yüksek ivmelere maruz kaldığı söylenebilir.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesine ait 4615 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri DD-2 tasarım spektrum değerlerini T_B periyodundan sonra aşmıştır. DD-1 için ise bu ivme değerleri tasarım ivme spektrumu değerlerinin kısa periyot bölgesinde altında kalmış diğer periyotlarda ise yakın değerler elde etmiştir. Düşeyde ise çok kısa periyot aralığında ivme spektrum değerleri ile DD-2 tasarım spektrum değerleri yakın iken bu periyottan sonra aşılma durumları ortaya çıkmıştır. DD-1 için ise 0,2 saniye periyot civarından sonra tasarım değerlerinin aşıldığı ortaya çıkmıştır. Hem yatayda hem de düşeyde geniş bir periyot aralığında ivme değerleri tasarım değerlerini aştığını ve geniş bir yapı stoğuna etki ettiğini söyleyebiliriz.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesine ait 4616 istasyonunda genel olarak geniş bir periyot aralığında yatay ivme spektrum değerlerinin tasarım ivme spektrum değerlerinin üzerinde kaldığı TB periyot civarında ise büyük bir aşım meydana geldiği söylenebilir. Bütün bu ivme değerleri DD-1 tasarım ivme spektrumu değerlerine bazı bölgelerde temas etse de aşmamıştır. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini 0,2 saniye civarında aştığı daha sonra eğri ile paralellik gösterdiği ve sonrasında ise 1,1-2,2 saniye aralığındaki periyot bölgesinde bir aşım meydana geldiği söylenebilir. DD-2 için ise 1,6 saniye periyot yakınlarında hafif bir aşım meydana gelmiştir.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesine ait 4617 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri uzun periyot bölgesinin bir bölümünde (2,5-3,25 saniye), TBDY 2018 DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini az da olsa aştığı diğer periyot bölgelerinde ise tasarım değerlerinin altında kaldığı tespit edilmiştir. Düşeyde ise ivme değerleri DD-2 tasarım ivme

spektrumunu 0,5 saniyeden sonra yer yer aşmış fakat çok yüksek değerler elde edilmemiştir. DD-1 tasarım ivme spektrumu değerleri aşılmamıştır. Bu istasyonda yatayda orta periyot bölgesine kadar düşeyde ise kısa periyot bölgesine kadar yönetmelik sınırları içerisinde ivme değerleri elde edilmiştir.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesine ait 4619 istasyonunda, yatay ivme spektrum değerleri plato bölgesine denk gelen 0,25 saniye periyotta K-G doğrultusu için tasarım spektrum değerlerini aşmıştır. Bunun dışındaki periyotlarda her ne kadar benzer değerler elde edilse de 3,0 saniye civarındaki yüksek periyot bölgesinde tasarım değerleri az da olsa aşılmıştır. DD-1 tasarım spektrumu, ivme spektrumu değerlerinin üzerinde değerler almıştır. Düşeyde ise 1,5-3,0 saniye aralığındaki periyotlarda ivme değerleri her iki deprem yer hareket düzeyine ait tasarım değerlerini aşmıştır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesine ait 4620 istasyonu ile 4619 istasyonu tasarım spektrumu açısından benzer değişimlere ve farklılıklara sahiptir. Düşeyde her ne kadar ivme spektrumu eğrisi il tasarım spektrumu eğrisi paralellik gösterse de bazı periyot değerlerinde hafifçe aşım göstermiştir.

Kahramanmaraş ilinin Dulkadiroğlu ilçesine ait 4621 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri düşük periyotlarda tasarım değerlerinin aşağısında kalmış özellikle 1,5 saniyeden sonra tasarım değerlerini aşmıştır. Yatayda DD-1 tasarım ivme spektrumu değerleri aşılmamıştır. Düşeyde ise DD-2 tasarım ivme spektrumu yaklaşık 0,3 saniyeden sonraki periyotlarda aşılmıştır. Düşeyde orta ve uzun periyot bölgesinin daha fazla etkilendiğini söyleyebiliriz.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesine ait 4624 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri TB periyodundan 2,0 saniye periyoda kadar DD-2 tasarım spektrumu değerlerini aşmıştır. Bütün periyotlardaki ivme değerleri DD-1 tasarım ivme spektrumu değerlerinin altında değerler elde etmiştir. Düşeyde ise 0,5 saniyeden sonra DD-2 için tasarım değerleri aşılmıştır.

Kahramanmaraş ilinin Dulkadiroğlu ilçesinde bulunan 4625 istasyonunda D-B yönlü yatay ivme spektrum değerleri DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini T_A ve T_B periyotlarında

aşmıştır. Ayrıca orta periyot bölgesinde yine aşımalar mevcuttur. Yatayda DD-1 tasarım spektrum grafiği aşılmamıştır. Düşey deprem etkisinde ise 0,25 saniye periyottan sonra DD-2 tasarım spektrumu aşılmıştır. Genel olarak her iki yön için orta periyot bölgesinde yatayda buna ek olarak köşe periyotlarda tasarım spektrum değerlerinden daha yüksek ivmeler etki etmiştir.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesinde bulunan 4626 istasyonunda yatay ve düşey yatay ivme spektrum değerleri her iki deprem yer hareket düzeyine ait tasarım ivme spektrum değerlerini aşmamıştır.

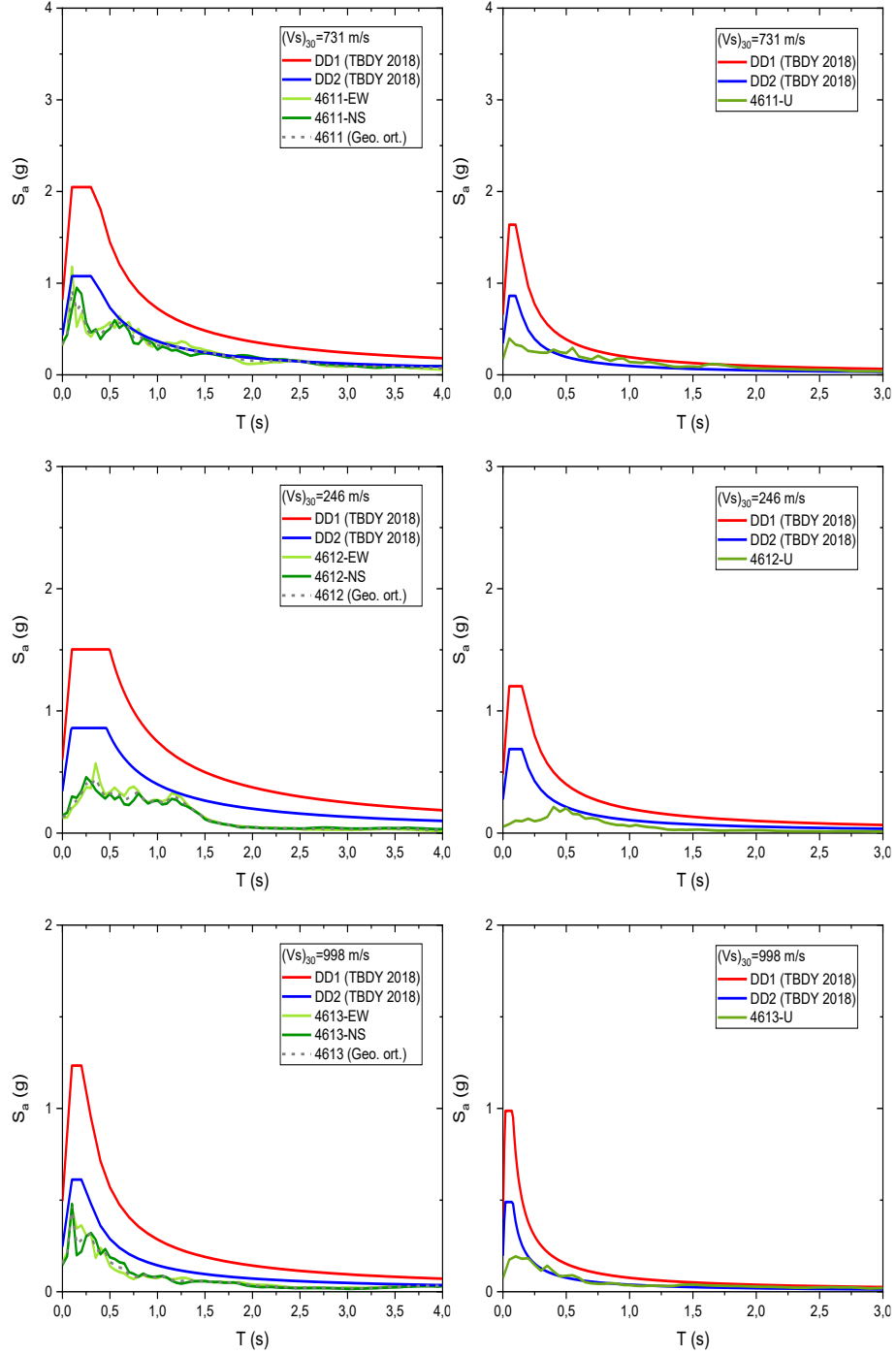
Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesine ait 4629 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri 0,5 saniye civarında DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini aşmış diğer periyot bölgelerinde ise daha düşük değerler elde etmiştir. Düşeyde ise hem DD-1 hem de DD-2 tasarım spektrum değerleri aşılmadığı ve bu bölgenin düşey deprem etkisinde olmadığını söyleyebiliriz.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesini 4630 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY-2018’de DD-2 deprem düzeylerinde tasarım ivme spektrum değerlerinin beklenen değerlerin çok altında kaldığı görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin TBDY-2018 DD-2 deprem düzeylerini tasarım ivme değerlerinde beklenen değerlere ulaşamadığı görülebilmektedir. Bu bölgede yapılarda hem yatay hem de düşey ivme değerlerinin etkin olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır.

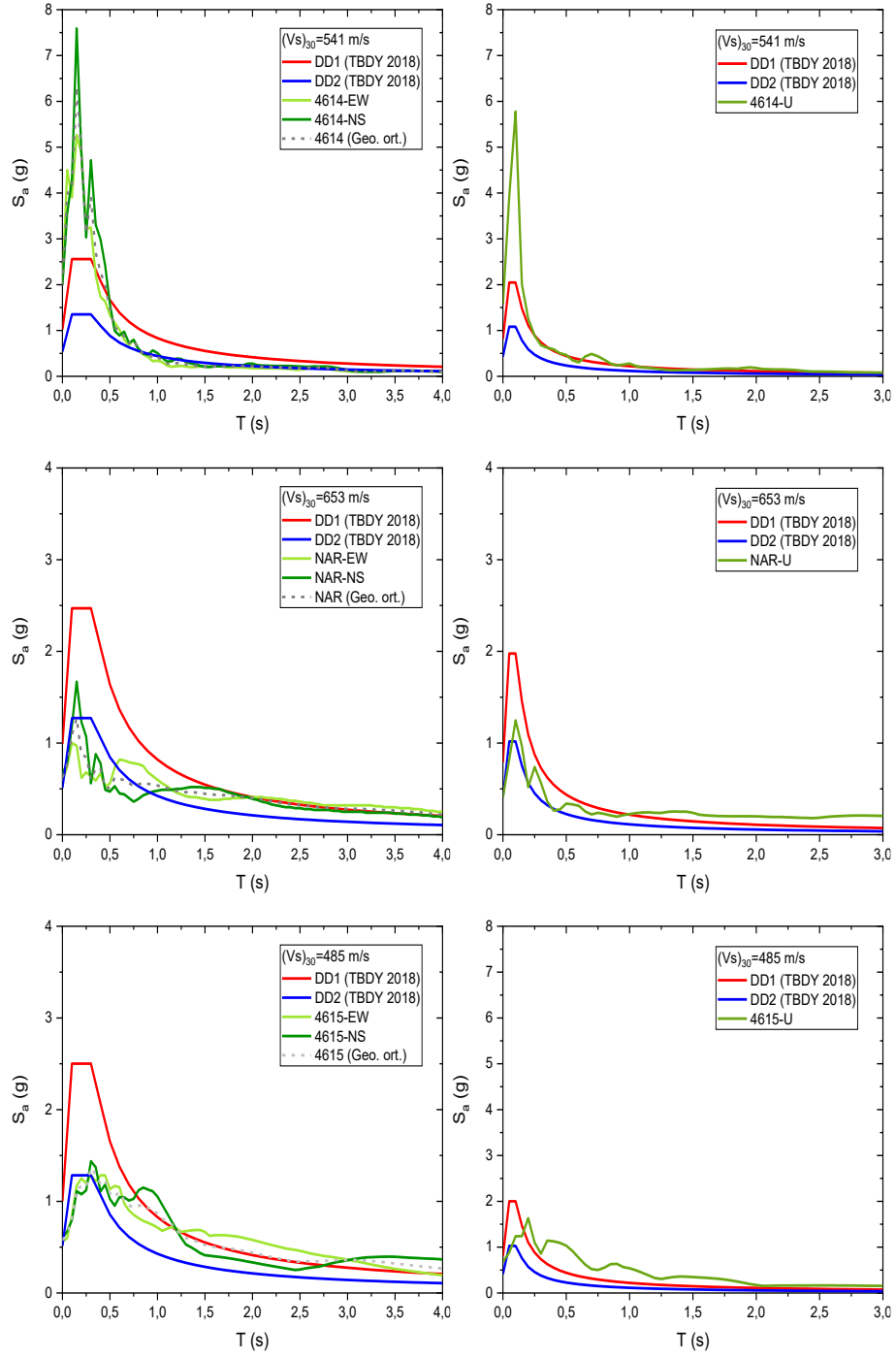
Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesine ait 4630 istasyonunda yatay ve düşey yatay ivme spektrum değerleri her iki deprem yer hareket düzeyine ait tasarım ivme spektrum değerlerini aşmamıştır.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesini 4632 istasyonunda yatay ivme spektrum grafiğinde gerçek deprem etkilerinin TBDY-2018’de DD-2 deprem düzeyini 0,75 s’den sonra aştığı ve 1.0 s ‘den sonra DD-1 düzeyini aşmıştır. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 deprem düzeylerini 0,4 s’den sonra aştığı ve 0,5 s ‘de DD-1 eğrisine temas etmiştir. Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2’ de görüldüğü

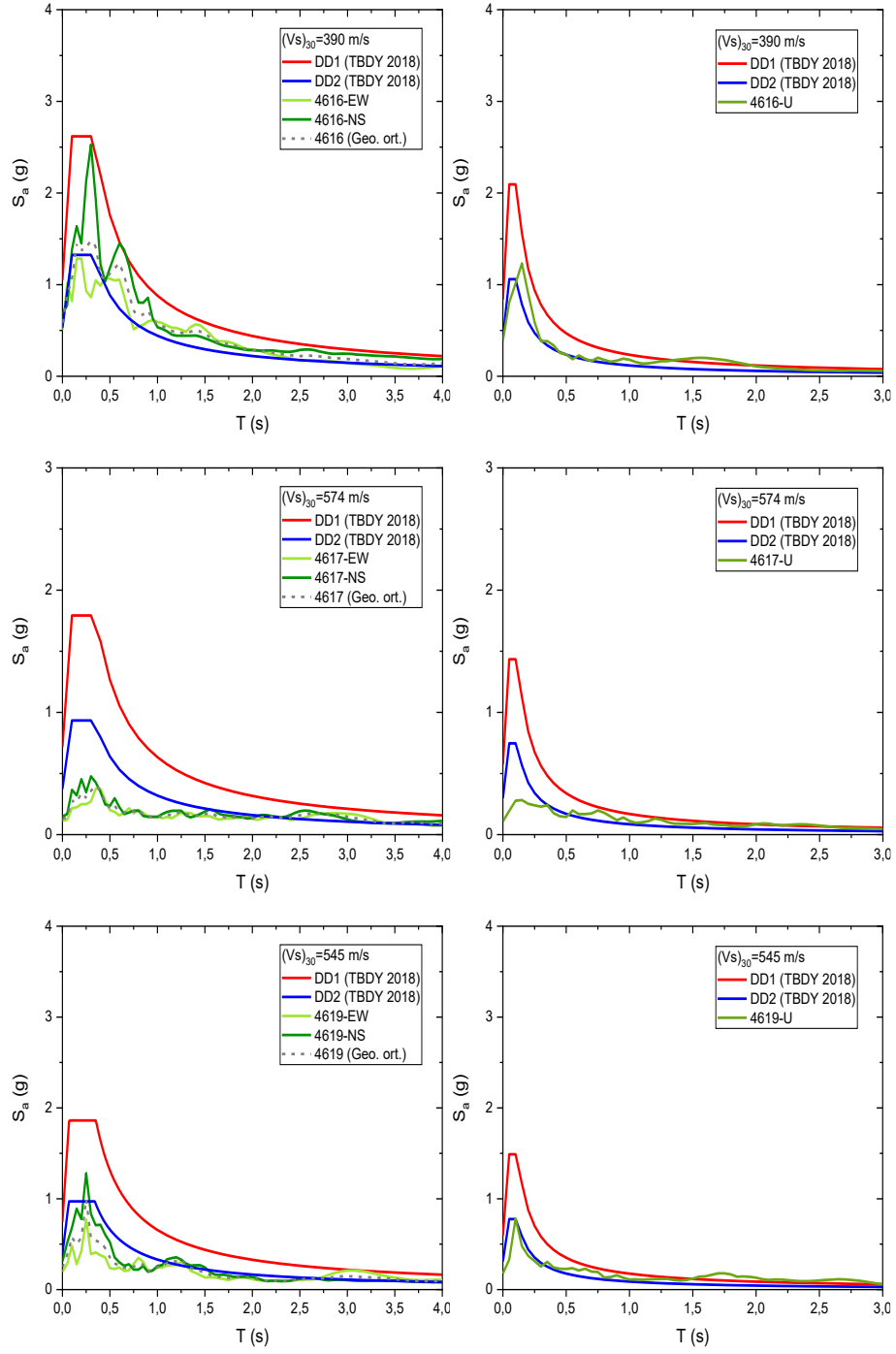
üzere Kahramanmaraş ilinde 11799 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 37350 ağır hasarlı yapı, 6593 orta dereceli hasarlı ve 669965 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



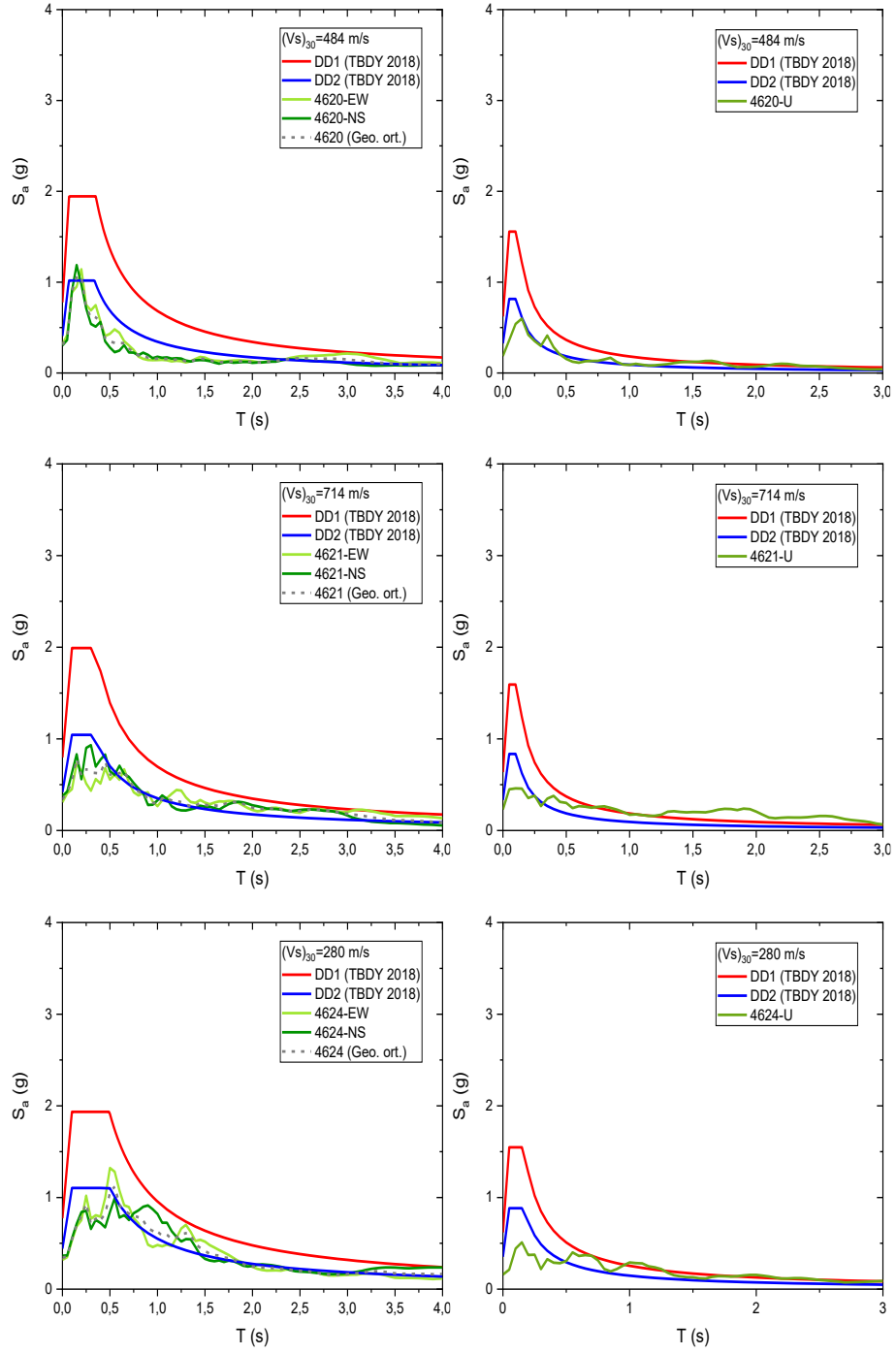
Şekil 6.9. Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



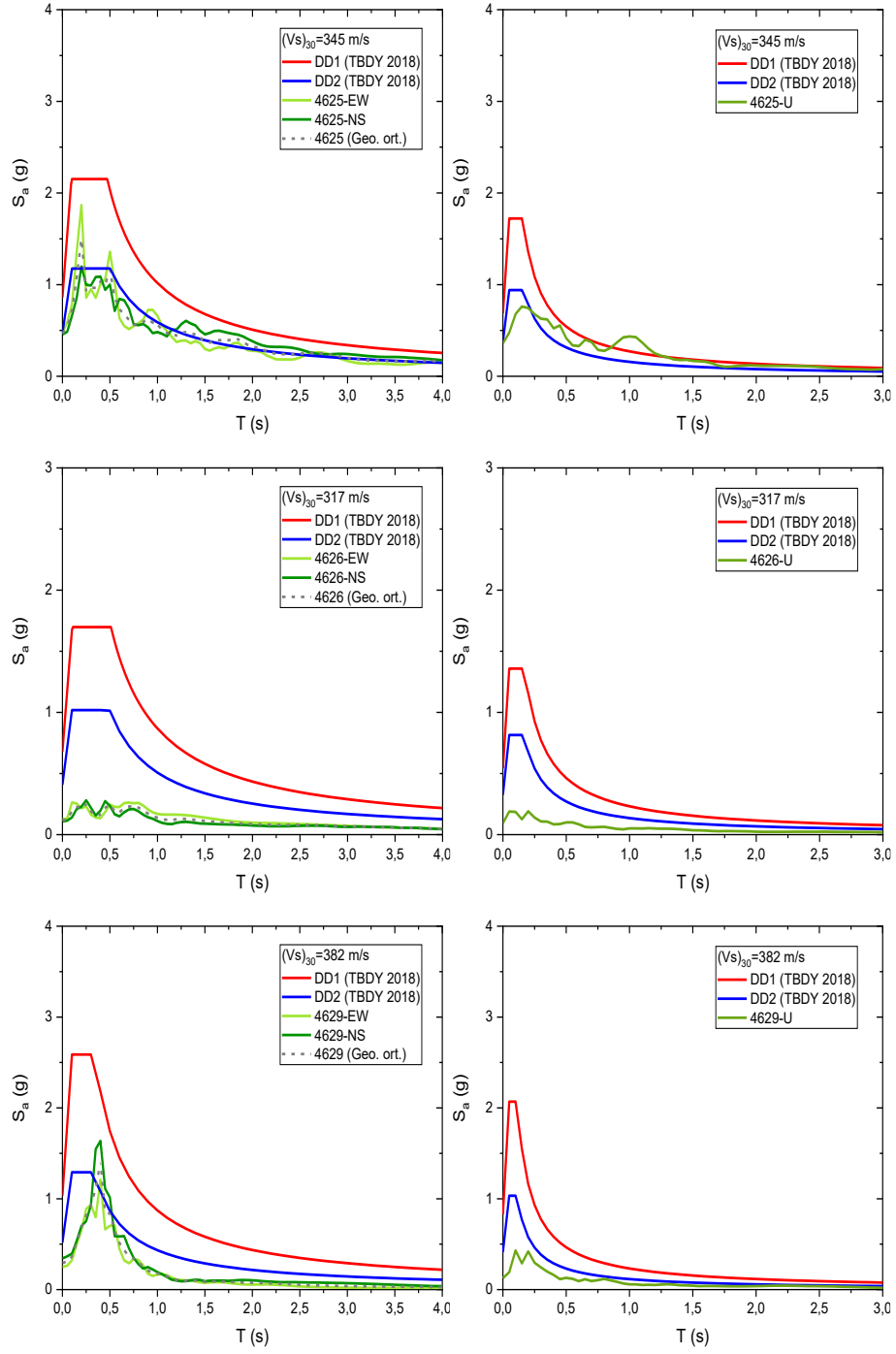
Şekil 6.9. (Devamı) Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



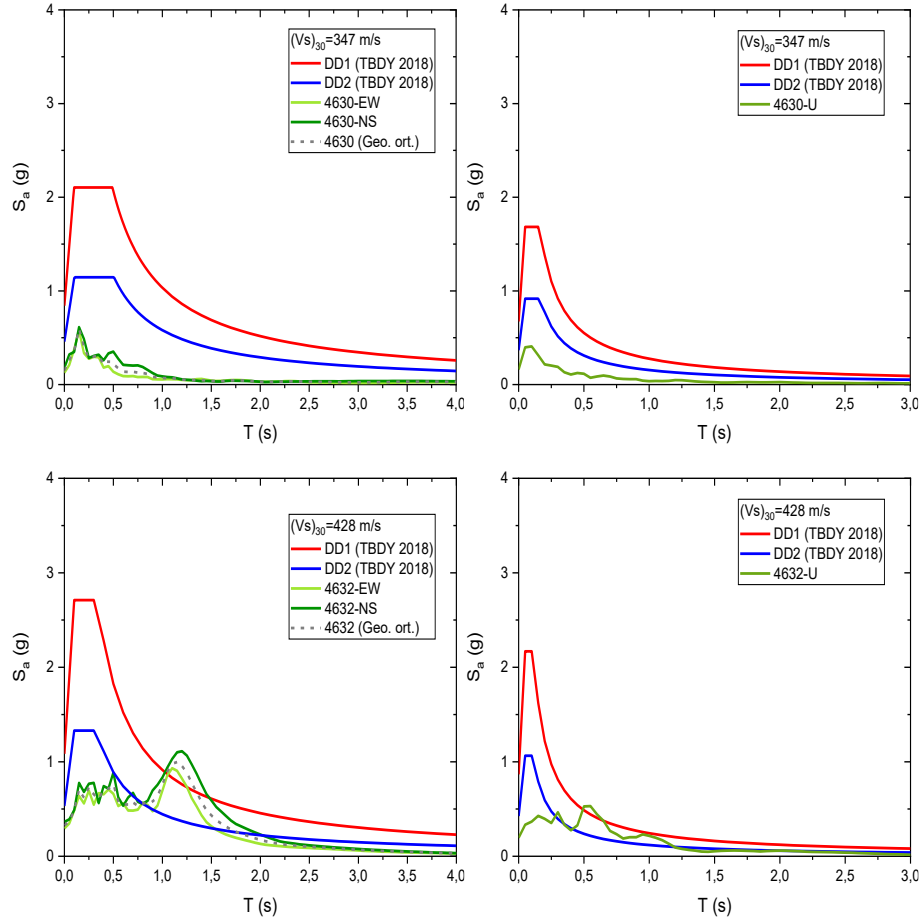
Şekil 6.9. (Devamı) Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.9. (Devamı) Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.9. (Devamı) Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



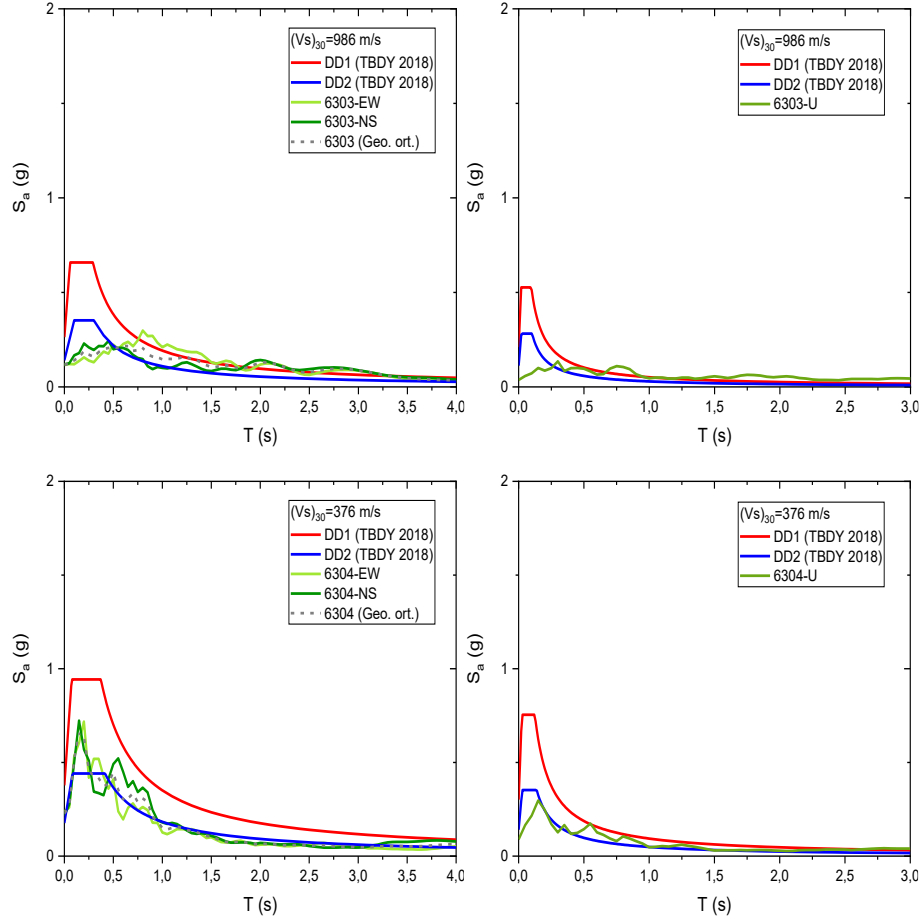
Şekil 6.9. (Devamı) Kahramanmaraş ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Şanlıurfa ili için Şekil 6.10'da Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait ivme tepki spektrum grafikleri hem yatay hem de düşey yönlü olacak şekilde TBDY 2018 tasarım ivme spektrum verileri ile mukayese edilmiştir.

Şanlıurfa'nın Siverek ilçesinde 6303 istasyonunda yatay ivme spektrum değerlerinin TBDY 2018 DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerine göre kısa periyot bölgesinde altında kaldığı ama 0,6 saniyeden sonra orta ve uzun periyotlarda tasarım değerlerinin aşıldığı görülmektedir. Aynı istasyonda düşey tepki ivme spektrum değerlerinin DD-2 tasarım ivme değerlerini 0,25 saniye periyottan sonra aştığı tespit edilmiştir.

Şanlıurfa'nın Bozova ilçesinde 6304 istasyonunda 1,0 saniyelik periyoda kadar yatay ivme spektrum değerlerinin tasarım ivme spektrum değerlerini aşmıştır. 1,0 saniye periyottan sonra ise paralel eğriler elde edilmiştir. DD-1 için ise tasarım ivme spektrum değerleri aşılmamıştır. Düşeyde ise spektrumlar arasında belirgin farklılıklar görülmemiştir.

Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2’ de görüldüğü üzere Şanlıurfa ilinde 1163 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 3598 ağır hasarlı yapı, 2192 orta dereceli hasarlı ve 68763 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



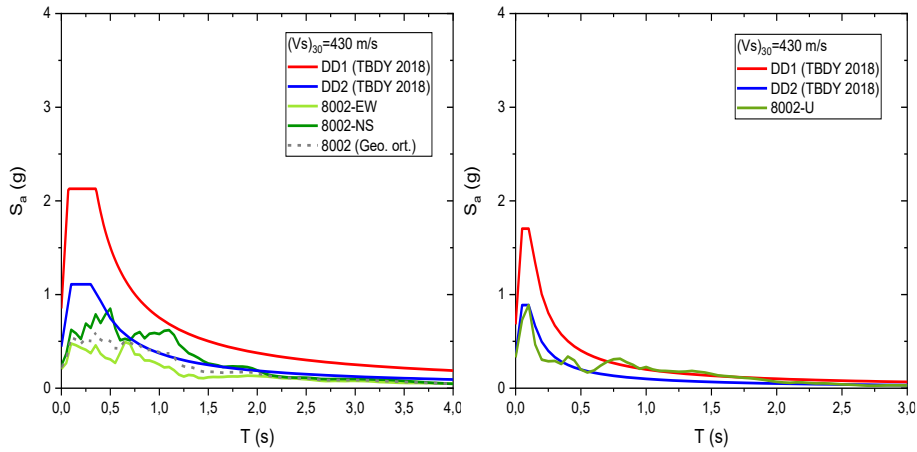
Şekil 6.10. Şanlıurfa ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Osmaniye ili için Şekil 6.11’de Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait ivme tepki spektrumları hem yatay hem de düşey yönlü olacak şekilde TBDY 2018 tasarım ivme spektrumları ile mukayese edilmiştir. Osmaniye’nin Bahçe ilçesinde 8002 istasyonunda yatay ivme spektrum değerleri, DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerinin altında kaldığı fakat 0,75-1,5 saniye periyot aralığında K-G yönü için tasarım değerlerinin aşıldığı tespit edilmiştir. Düşey deprem etkisinde ise 0,6 saniye periyottan sonra DD-2 tasarım ivme değerleri aşılmıştır. Hem düşeyde hem de yatayda DD-1 tasarım spektrumu belirgin farklarla aşılmamıştır.

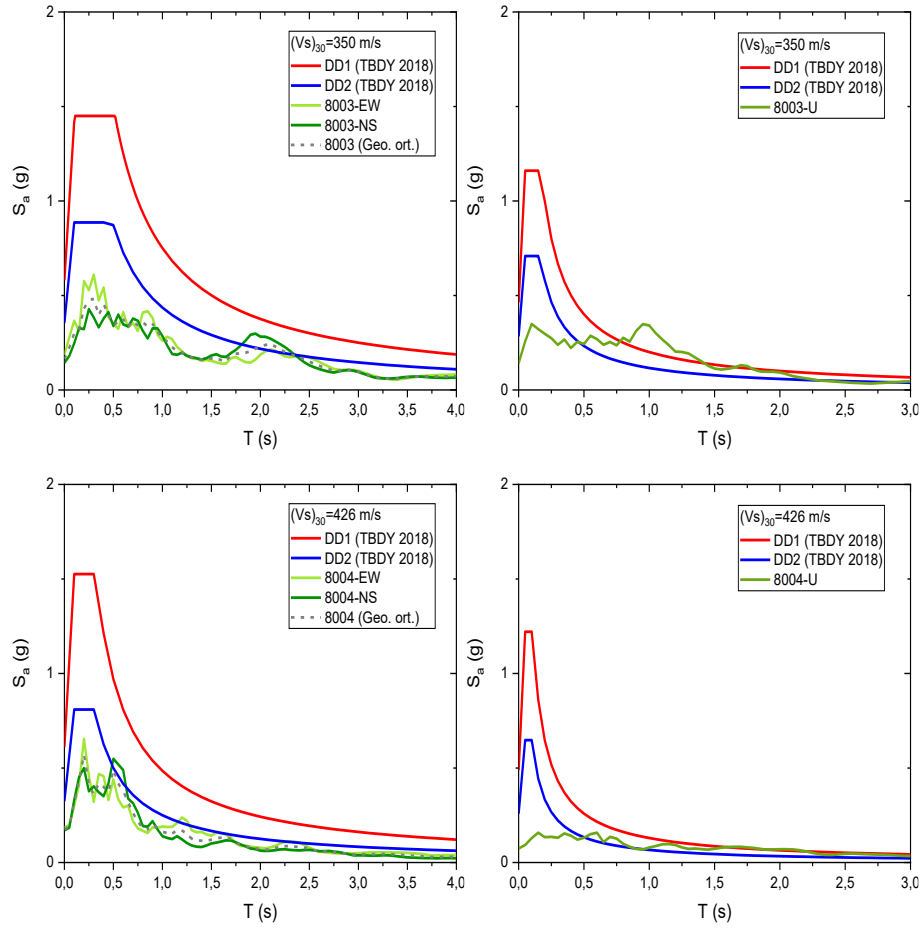
Osmaniye'nin Merkez ilçesinde 8003 istasyonunda yatay ivme spektrumu değerleri DD-2 tasarım ivme spektrum değerlerini 2,0 saniye civarındaki periyotlarda aştığı, DD-1 tasarım ivme spektrum değerlerinin ise altında kaldığı tespit edilmiştir. Düşeyde ise 0,5 saniyeden sonra DD-2 tasarım spektrumu aşılmıştır. 0,75-1,5 saniye aralığındaki periyotlarda ise DD-1 tasarım spektrumu aşılmıştır.

Osmaniye'nin Kadirli ilçesinde bulunan 8004 istasyonunda yatay ivme spektrumu, geniş periyot aralığında DD-2 tasarım ivme spektrumunun altında değerler elde ettiği söylenebilir. Sadece 0,6 saniye periyot civarında hafifçe bir aşım meydana gelmiştir. Tüm periyotlardaki ivme değerleri DD-1 tasarım spektrumunun altında değerler almıştır. Düşeyde ise 0,5 saniyeden sonra DD-2 tasarım spektrumu aşılmıştır.

Sahadan alınan veriler kapsamında ve Tablo 3.2' de görüldüğü üzere Şanlıurfa ilinde 1122 acil yıkılması ya da yıkılan yapı, 8377 ağır hasarlı yapı, 1313 orta dereceli hasarlı ve 29493 hafif hasarlı yapı tespit edilmiştir.



Şekil 6.11. Osmaniye ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.11. (Devamı) Osmaniye ili için ivme tepki spektrumlarının tasarım spektrumlarıyla karşılaştırılması

Tepki ve tasarım spektrumlarını karşılaştırmamızın temelde iki farklı yaklaşımı içerdiğini belirtmek önemlidir. Tasarım spektrumları olasılıksal yöntemlerle türetilir ve belirli bir konum için senaryo tabanlı, olasılık odaklı bir yaklaşımı temsil eder ve bir dizi olası olayı ve aşma olasılığını içerir. Buna karşılık, yer hareketi kayıtlarından elde edilen ivme spektrumları, gerçek olaya özgü deterministik sonuçlardır. Tasarım spektrumlarının, metodolojideki farklılıklar göz önüne alındığında bile, birçok periyot aralığında kaydedilen spektrumlardan çok daha düşük olması alışılmadık bir durumdur. Bu tür tutarsızlıklar, tasarım spektrumlarının öngörü kapsamının dışında kalan etkilerin varlığını düşündürmektedir.

Gani vd. [14] yaptıkları çalışmada ilk depremden sonra yıkımın fazla olduğu Hatay/Antakya'daki ivme ve tasarım spektrumlarını incelemişlerdir. Bu çalışmada 3123, 3124, 3125, 3126, 3129 ve 3132 istasyonlarından elde edilen veriler ışığında süper kesme

etkisinin, havza etkisinin ve yakın fay etkisinin ivme ve tasarım spektrumları arasındaki farklılıklara sebebiyet verdiğini, beklenenin üzerinde etkiler oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Altunsu vd. [42], spektral değerlerden, Hatay'daki zemin koşulları nedeniyle depremin etkisinin arttığını, TBDY 2018'de verilen deprem seviyelerinin aşıldığını ve sonuç olarak deprem yönetmeliğinin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Işık vd. [19], TBDY 2018'deki beklenen PGA, spektral ivme katsayıları ve hedef yer değiştirmeler için idealleştirilmiş eğrisinin, son Kahramanmaraş depremlerine dayanarak revize edilmesi gerektiğini ve PGA değerinin doğru bir şekilde temsil edilmesi ile yapısal analizlerde kullanılan tasarım spektrumlarının daha gerçekçi olmasının ve depremlerde meydana gelebilecek hasar tahminlerinin doğru bir şekilde elde edilmesinin sağlayacağını belirtmiştir.

Avgın vd. [7] 6 Şubat depremlerinde Kahramanmaraş ili için çalışma gerçekleştirmiş bu depremlerde ölçülen spektral ivmelerin hem DBYBHY 2007 hem de TBDY 2018 yönetmeliklerine göre önerilen değerleri aştığı gözlemlemişlerdir. Düşük periyotlardaki yatay ve düşey ivme değerlerinin, DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerinin maksimum tasarım ivme değerlerinden çok daha yüksek olduğu ve yönetmeliklerin genellikle güvenli olmadığı görüşü belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalar, çoğunlukla bölgesel ölçekte gerçekleştirildiğini ve elde edilen ivme eğrilerinin yönetmelik sınır değerlerini aştığını ortaya koymakta; bu durum ise mevcut yönetmelik koşullarının yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini gündeme getirmektedir. Bu çalışmada ise 6 Şubat'ta meydana gelen ilk deprem üzerinden birçok illi kapsayan 59 adet istasyon üzerinden değerlendirme yapılmıştır ve birçok istasyonda hem DD-1 hem de DD-2 için tasarım spektrum değerlerinin aşıldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca düşey yöndeki deprem etkisi ile düşey tasarım spektrum eğrilerinin de yetersiz kaldığı söylenebilir.

6.3. Spektral Katsayıların Değerlendirilmesi

6 Şubat Kahramanmaraş/Pazarcık depreminin 59 istasyonuna ait yatay deprem hareketleri üzerinden tepki spektrumları oluşturulmuş ve spektral katsayılar hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler TDTH'den elde edilen istasyonlara ait spektral katsayılar ile Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.4. TDTH ve ivme kayıtlarından elde edilen tasarım spektral katsayıları

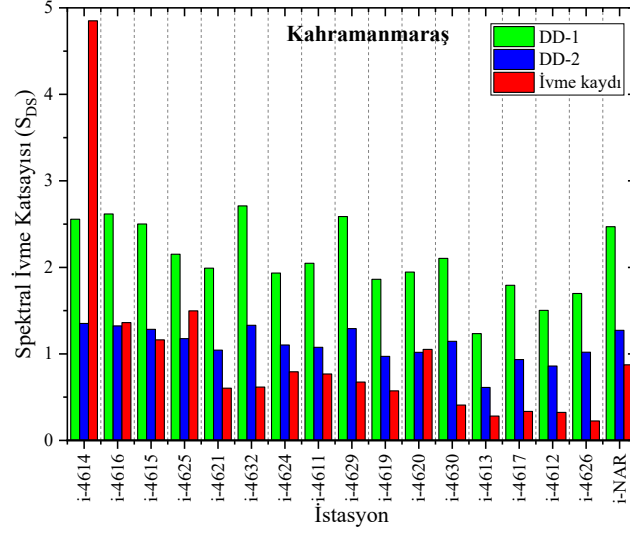
No	İstasyon	DD-1		DD-2		İvme kayıtları	
		S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}
1	4614	2,557	0,833	1,352	0,442	4,850	0,416
2	3129	2,606	0,833	1,277	0,414	3,993	1,209
3	3126	2,076	0,977	1,119	0,553	3,609	0,992
4	3141	2,096	1,011	1,123	0,561	2,098	0,887
5	3138	3,330	1,091	1,696	0,555	1,398	1,660
6	3125	2,417	0,791	1,205	0,391	1,690	0,560
7	NAR	2,470	0,819	1,272	0,423	0,873	0,537
8	3135	1,351	0,472	0,750	0,250	1,790	0,548
9	3123	2,532	0,819	1,253	0,408	1,440	1,577
10	2718	3,143	1,019	1,588	0,517	1,456	0,671
11	3142	2,950	0,976	1,452	0,479	1,326	0,566
12	3144	3,362	1,096	1,712	0,559	0,889	0,694
13	4616	2,618	0,879	1,324	0,442	1,362	0,559
14	3145	3,205	1,044	1,610	0,525	1,438	1,060
15	4615	2,501	0,827	1,284	0,428	1,162	0,863
16	3139	2,570	1,224	1,290	0,663	1,102	1,150
17	3124	2,066	0,978	1,120	0,555	1,130	1,361
18	2712	2,860	0,944	1,405	0,465	1,474	1,218
19	3136	1,780	0,833	1,044	0,515	1,141	0,535
20	3132	2,543	0,824	1,259	0,411	1,158	1,023
21	3146	2,363	0,805	1,178	0,393	0,749	0,335
22	201	1,255	0,508	0,740	0,278	0,700	0,194
23	4625	2,152	1,017	1,176	0,589	1,498	0,563
24	3137	3,258	1,063	1,664	0,544	1,277	0,580
25	3143	3,484	1,161	1,748	0,576	1,227	0,716
26	4621	1,991	0,696	1,044	0,351	0,603	0,298
27	3131	2,600	0,836	1,278	0,417	0,543	0,709
28	4632	2,711	0,913	1,330	0,445	0,617	0,762
29	4624	1,934	0,956	1,103	0,550	0,794	0,627
30	4611	2,047	0,723	1,076	0,366	0,768	0,320
31	4629	2,587	0,872	1,292	0,433	0,675	0,180
32	4619	1,862	0,657	0,971	0,331	0,572	0,250
33	4620	1,945	0,683	1,018	0,344	1,052	0,159
34	3115	1,712	0,623	0,904	0,315	0,653	0,355
35	3134	1,522	0,543	0,831	0,287	0,523	0,455

Tablo 6.4. (Devamı) TDTTH ve ivme kayıtlarından elde edilen tasarım spektral katsayıları

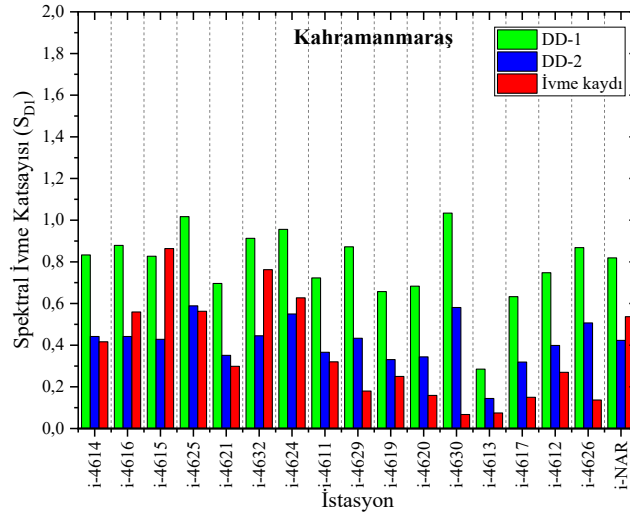
No	İstasyon	DD-1		DD-2		İvme kayıtları	
		S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}
36	8002	2,129	0,753	1,109	0,373	0,473	0,381
37	213	2,401	0,805	1,254	0,419	0,469	0,374
38	3133	2,054	0,722	1,012	0,342	0,278	0,311
39	6304	0,943	0,351	0,441	0,183	0,641	0,153
40	3140	1,859	0,864	1,060	0,504	0,367	0,495
41	4630	2,104	1,034	1,146	0,581	0,408	0,067
42	8004	1,526	0,485	0,809	0,250	0,570	0,163
43	3116	1,304	0,334	0,689	0,171	0,480	0,215
44	2703	0,985	0,403	0,534	0,215	0,476	0,126
45	2709	3,068	1,008	1,508	0,495	0,414	0,118
46	4613	1,234	0,285	0,612	0,144	0,281	0,075
47	4617	1,793	0,633	0,934	0,319	0,335	0,150
48	2711	0,891	0,403	0,521	0,220	0,200	0,080
49	8003	1,450	0,751	0,886	0,436	0,431	0,275
50	4612	1,503	0,748	0,860	0,399	0,324	0,270
51	4404	2,581	0,626	1,419	0,322	0,285	0,126
52	125	1,265	0,630	0,827	0,371	0,154	0,364
53	6303	0,658	0,192	0,352	0,109	0,192	0,145
54	120	1,945	0,608	0,890	0,279	0,257	0,202
55	4626	1,698	0,868	1,019	0,507	0,225	0,137
56	4406	1,863	0,446	0,822	0,196	0,220	0,137
57	2704	0,584	0,288	0,307	0,162	0,404	0,126
58	4408	2,558	0,821	1,328	0,437	0,271	0,145
59	4405	1,168	0,426	0,633	0,237	0,269	0,060

Tablo 6.4'te verilen spektral ivme katsayılarının değişimi il bazında grafik haline getirilmiştir. Şekil 6.12 ve Şekil 6.13, Kahramanmaraş ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için S_{DS} ve S_{D1} değerlerini içermektedir. Şekil 6.12 incelendiğinde, 4614 istasyonun deprem hareketi üzerinden hesaplanan S_{DS} değeri (4,85) hem DD-1 (2,56) hem de DD-2 (1,352) için belirlenen spektral ivme katsayısından yüksek olduğu tespit edilmiştir. 4614 dışındaki istasyonlarda hem DD-1 hem de DD-2'den yüksek spektral ivme katsayısı (S_{DS}) elde edilmemiştir. 4615, 4621, 4632, 4624, 4611, 4629, 4619, 4630, 4613, 4617, 4612, 4626 ve NAR istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{DS}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den küçük değerler almıştır. 4614, 4616, 4625 ve 4620 istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{DS}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den büyük değerler almıştır. Şekil 6.7, Kahramanmaraş'ta sadece 4615 istasyonunun hem DD-1 (0,83) hem de DD-2 (0,439) için spektral ivme katsayısının (0,86) (S_{D1}) aşıldığını göstermektedir. 4616, 4615,

4632, 4624 ve NAR istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{D1}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den büyük değerler almıştır.



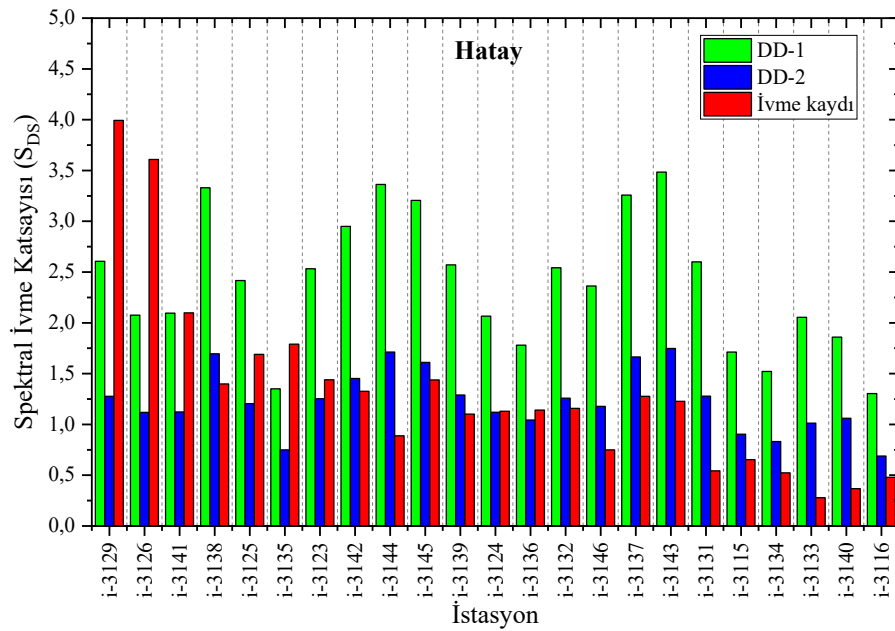
Şekil 6.12. Kahramanmaraş ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{DS})



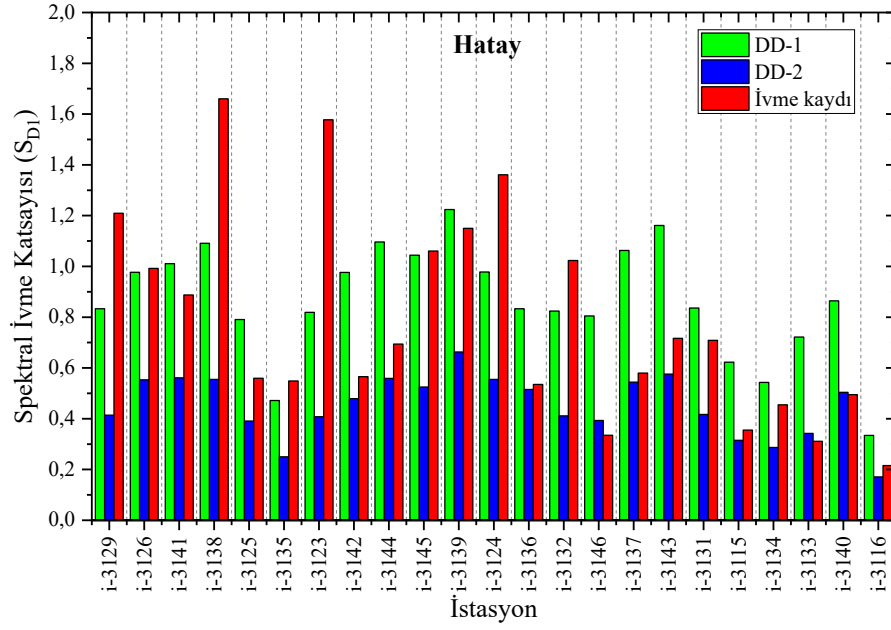
Şekil 6.13. Kahramanmaraş ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{D1})

Şekil 6.14 ve Şekil 6.15, Hatay ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için S_{DS} ve S_{D1} değerlerini içermektedir. Şekil 6.14 incelendiğinde, 3129 ve 3126 istasyonlarının deprem hareketi üzerinden hesaplanan S_{DS} değerleri hem DD-1 hem de DD-2 için belirlenen spektral ivme katsayılarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. 3129 ve 3126 dışındaki

istasyonlarda hem DD-1 hem de DD-2'den yüksek spektral ivme katsayısı (S_{DS}) elde edilmemiştir. 3138, 3142, 3144, 3145, 3139, 3132, 3146, 3137, 3143, 3131, 3115, 3134, 3133, 3140 ve 3116 istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{DS}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den küçük değerler almıştır. 3129, 3126, 3141, 3125, 3135, 3123, 3124 ve 3136 istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{DS}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den büyük değerler almıştır. Şekil 6.9, Hatay'da 3129, 3126, 3138, 3135, 3123, 3145, 3124 ve 3132 istasyonlarında hem DD-1 hem de DD-2 için spektral ivme katsayılarının (S_{D1}) aşıldığını göstermektedir. Sadece 3146, 3133 ve 3140 istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{D1}) tasarım deprem yer hareket düzeyi DD-2'den küçük değerler almıştır. Diğer bütün istasyonlarda (istasyonların büyük çoğunluğunda) bu değer yüksek çıkmıştır.

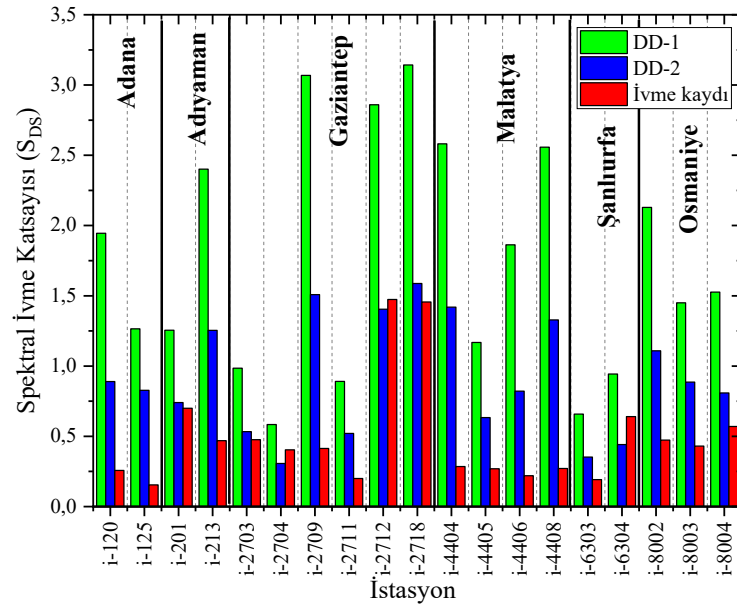


Şekil 6.14. Hatay ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{DS})

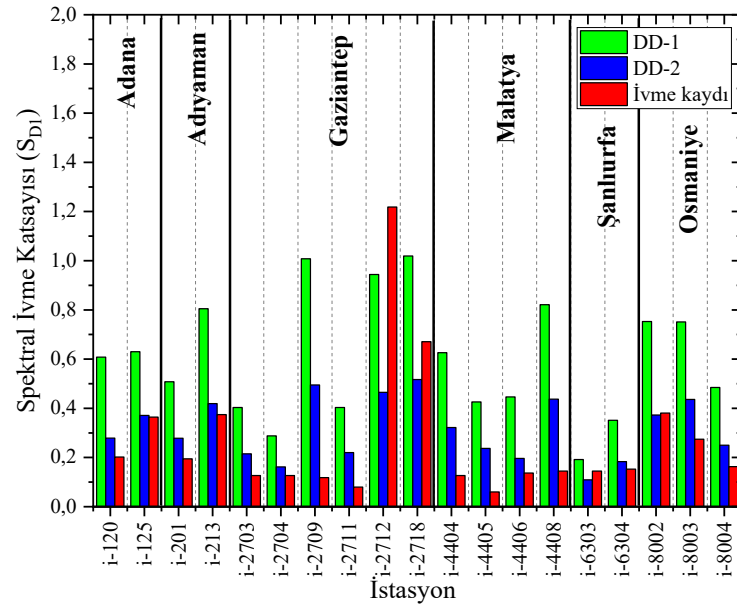


Şekil 6.15. Hatay ili için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{D1})

Şekil 6.16 ve Şekil 6.17, Adana, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Şanlıurfa ve Osmaniye illeri için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için S_{DS} ve S_{D1} değerlerini içermektedir. Adana, Adıyaman, Malatya ve Osmaniye’de hem DD-1 hem de DD-2’ye göre, S_{DS} ve S_{D1} daha düşük değerler almıştır. Gaziantep’te 2704 ve 2712 istasyonlarında ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayıları (S_{DS}) DD-2 için yüksek değerler almıştır. S_{D1} için ise 2712 ve 2718 istasyonlarında DD-2’den daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca 2712 istasyonunda hem DD-1 hem de DD-2 için ivme kayıtlarından elde edilen spektral ivme katsayısı (S_{D1}) yüksek değer almıştır. Malatya’da her iki deprem yer hareket düzeyi için de S_{D1} değerleri düşük kalmıştır. Şanlıurfa’da ise sadece 6303 istasyonunda ivme kaydından elde edilen spektral ivme katsayısı DD-2 spektral ivme katsayısından yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6.16. Adana, Adıyaman, Gaziantep, Şanlıurfa ve Osmaniye illeri için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{DS})



Şekil 6.17. Adana, Adıyaman, Gaziantep, Şanlıurfa ve Osmaniye illeri için; DD-1, DD-2 ve ivme kayıtları için spektral ivme katsayıları (S_{D1})

6 Şubat Kahramanmaraş/Pazarcık depremindeki hasar ve yıkımı göz önüne aldığımızda özellikle Hatay ve Kahramanmaraş'ta spektral ivme katsayıları TDTH'den elde edilen DD-2 spektral ivme katsayılarından birçok istasyon için aşıldığı ve büyük değerler aldığı

söylenbilir. Özellikle bazı istasyonlarda bu farkın belirgin olduğu görülmüştür. TBDY 2018’de yer alan tasarım spektrumu hem S_{DS} hem de S_{D1} değerleri ile oluşturulmuştur. Bu durum göz önüne alındığında tepki ve tasarım spektrumları arasındaki ilişkiler ortaya konabilir. Kısa ve 1 saniyelik periyotlar için spektral ivme parametrelerini bireysel incelemek yerine spektrumu birlikte oluşturmalarından ötürü birlikte değerlendirmek gerekir.

6.4. Spektral İvme Katsayılarının TBDY 2018 ile İlişkisi

Deprem tasarımında yapıların davranışını belirleyen spektral ivme katsayıları, yapıların dinamik tepkilerini hesaplarken temel parametreler arasında yer alır. TBDY 2018’de spektral ivme katsayıları ile ilişkili bölümler bu başlık altında incelenecek ve spektral ivme katsayılarındaki değişimlerin yapısal tasarımda hangi sonuçları doğuracağı açıklanmaya çalışılacaktır.

Yatay yönde 0,2 ve 1,0 saniye periyot için elde edilen harita spektral ivme katsayıları (S_s ve S_1), belirli bir deprem yer hareket düzeyi için referans zemin koşulu esas alınarak ($V_{S30}=760$ m/s) ve %5 sönüm oranı için harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile elde edilen boyutsuz değerlerdir. Zemin etki katsayıları ile bu değerler tasarım spektral ivme katsayılarına dönüştürülür (S_{DS} ve S_{D1}). Tehlike haritalarından elde edilen bu değerler öncelikle TBDY 2018’de yatay ve düşey elastik tasarım spektrumlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Tepki ve tasarım spektrumları bölümünde bu konu detaylı açıklanmıştır.

TBDY 2018 Bölüm 3’te deprem tasarım sınıflarının belirlenmesinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS}) kullanılmaktadır (Tablo 6.5).

Tablo 6.5. Deprem tasarım sınıfları

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	BKS=2,3
$S_{DS} < 0,33$	DTS=4a	DTS=4
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	DTS=3a	DTS=3
$0,50 \leq S_{DS} < 0,75$	DTS=2a	DTS=2
$0,75 \leq S_{DS}$	DTS=1a	DTS=1

Ayrıca aynı bölümde bina yükseklik sınıfının (BKS) belirlenmesinde de dolaylı olarak spektral parametreler etkili olur. Çünkü BKS'nin belirlenmesinde DTS kullanılmaktadır. Deprem etkisi altında bina performans hedefleri ve uygulanacak tasarım yaklaşımlarının belirlenmesinde yine aynı şekilde DTS etkin parametredir. Bu bölümde yeni yapılacak binaların, mevcut binaların ve deprem yalıtımlı binaların normal performans hedefi, ileri performans hedefi ve bu performans hedeflerinin değerlendirme/tasarım yaklaşımları belirlenmektedir.

Bölüm 4'te taşıyıcı sistem davranış katsayısını belirlenmesinde DTS etkin parametrelerden biridir. Ayrıca binaların süneklik düzeyinin sınıflandırmasında DTS ve BYS belirleyici rol oynamaktadır. Düşey deprem etkisinin hangi koşullarda ve hangi taşıyıcı elemanlarda kullanılacağına DTS etkili olurken TBDY 2018 4.4.3.2 maddesinde belirli özel durumlar dışındaki binalarda etki ettirilecek düşey deprem etkisi Denklem 6.1'deki gibi tanımlanmıştır. Bu denklemde G sabit yük etkisini ifade etmektedir.

$$E_d^{(Z)} \approx (2/3)S_{DS}G \quad (6.1)$$

Aynı bölümde eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği binaları belirlerken hem DTS hem de BYS kullanılmaktadır. Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlendiği denklemde (Denklem 6.2) S_{DS} katsayısı bu yükün alt sınır değerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

$$V_{tE}^{(X)} = m_t S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 m_t S_{DS} g \quad (6.2)$$

Tasarım spektral ivme katsayılarını içeren DTS ve BYS'nin bazı limit durumlarında ampirik hakim titreşim periyodunun hesaplanabileceği belirtilmiştir (TBDY 2018 4.7.3.4).

Etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanmasında deprem etkisi için azaltılmış görelî kat ötelemesi kullanılır. Bu azaltılmış görelî kat ötelemeleri farklı deprem etkilerinde farklı değerler alabilir. Bu yüzden ki spektral parametrelerdeki değişim deprem kuvvetlerine etki edeceğinden görelî ötelemelerin de değişimine yol açacaktır. Buna benzer şekilde ikinci mertebe etkilerinin önemli parametrelerinden biri olan ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi yine dolaylı olarak tasarım spektral ivme katsayılarından etkilenmektedir. Bu değerlerin değişim oranları analizlerle test edilmesi gerekmektedir.

Bölüm 4'te taşıyıcı sistemlerin süneklik düzeylerine ilişkin koşullar BYS ve DTS kullanılarak belirlenir. Ayrıca dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli betonarme çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemlerin hangi koşullarda süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistem olarak sınıflandırılacağı yine DTS kullanılarak belirlenir.

Bölüm 7'de, süneklik düzeyi yüksek kirişlerde alt ve üst donatı arasındaki ilişki DTS üzerinden sınırlandırılmıştır (7.4.2.3 – DTS=1, 1a ve DTS=2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, diğer durumlarda bu oran %30'a indirilebilir).

Bölüm 8'de belirli DTS, BYS ve bina önem katsayısında, dayanıma göre tasarım hesap esasları ile yapılan tasarımın bir ön tasarım olarak göz önüne alınacağı belirtilmiştir (8.2.2.3).,

Bölüm 11'de yığma yapı duvarlarının mesnetlenmiş ve mesnetlenmemiş uzunlukları belirleyen ana parametre DTS'dir.

Bölüm 13'te yüksek yapılarda AFAD tarafından yayımlanan yönergeye uygun bir şekilde yapı sağlığı izleme sisteminin kurulması DTS ve bina yüksekliği parametre olarak verilmiştir (DTS 1, 1a, 2, 2a = sınıfı binalardan H N >105 m olanlarda).

Deprem etkisi altında yalıtımlı bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı için özel kuralların açıklandığı Bölüm 14'te, DD-2 için yalıtım biriminin yer değiştirmesi hesabında ve DD-1 için üst yapıya etki eden deprem kuvvetinin hesabında, tasarım deprem yer hareketinin %5 sönüm değeri için yatay spektral ivme ($S_{ae}^{(DD-2)}$) kullanılmakta ve bu parametre yine tasarım spektral ivme katsayıları tarafından belirlenmektedir.

Deprem etkisindeki mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirme esaslarının açıklandığı Bölüm 15'te, doğrusal hesap yöntemlerinin uygulama sınırlarını belirten parametrelerden biri tasarım spektral ivme değerlerinin etkilediği BYS'dir.

Bölüm 16'da deprem etkisindeki zeminin sıvılaşma riskinin değerlendirilmesinde bazı deprem tasarım sınıfları (DTS) için sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığının belirlenmesinde arazi ve laboratuvar deneylerinin yapılması zorunlu kılınmıştır. Aynı bölümde, temel bağ kirişlerinin kesit tasarımında dikkate alınacak eksenel kuvvetin hesabında S_{DS} parametresi kullanılmaktadır (Denklem 6.3). Bu denklemdeki N_k , bağ kirişinin bağlandığı düşey taşıyıcı elemanın en büyük eksenel kuvvetini ifade etmektedir.

$$N_b = 0,10S_{DS}N_k \quad (6.3)$$

DTS, kazıklı temellerde statik yükleme deneyinin yapılıp yapılmaması durumunu belirleyen ana faktördür. Yapı-kazık-zemin etkileşimi için kullanılacak hesap yöntemlerinin belirlenmesinde hem DTS hem de BYS ana parametrelerdir. Çelik boru kazıkların et kalınlıklarının belirlenmesinde DTS belirleyici faktördür. Deprem etkisi altındaki ek zemin basınçları, bileşke statik-eşdeğer dinamik su kuvvetleri ve bileşke statik-eşdeğer dinamik su basınçları S_{DS} kullanılarak hesaplanır. Zeminin eşdeğer statik analizlerinde eylemsizlik kuvvetlerinin etkisi yine S_{DS} değeri ile elde edilir. Aynı bölümde yapı-kazık-zemin etkileşiminde doğrusal olan ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin belirlenmesinde DTS ve BYS ana parametrelerdir.

TBDY 2018 Bölüm 17, düzenli yerinde dökme betonarme binalar için basitleştirilmiş tasarım kurallarının açıklandığı yeni bir bölümdür. Bu bölümde basitleştirilmiş tasarım kurallarının kullanılabileceği binalar DTS ve BYS kullanılarak belirlenir ($DTS=1,2$ için $BYS \geq 6$ ve $DTS=3,4$ için $BYS \geq 7$). Bu bölümde toplam eşdeğer deprem yükü SDS

kullanılarak hesaplanır (Denklem 6.4). Bu denklemde $R_a=4$ ve W hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı ifade etmektedir.

$$V_t = \frac{S_{DS}W}{R_a} \quad (6.4)$$

Özetle TBDY 2018’de tasarım spektral ivme katsayıları, doğrudan ya da dolaylı olarak tasarım yaklaşımını etkilemektedir. Bu durum tehlike haritalarından elde edilen spektral katsayıların ne denli önemli olduğu ortaya çıkarmaktadır.

6.5. Fourier Genlik Spektrumlarının İncelenmesi

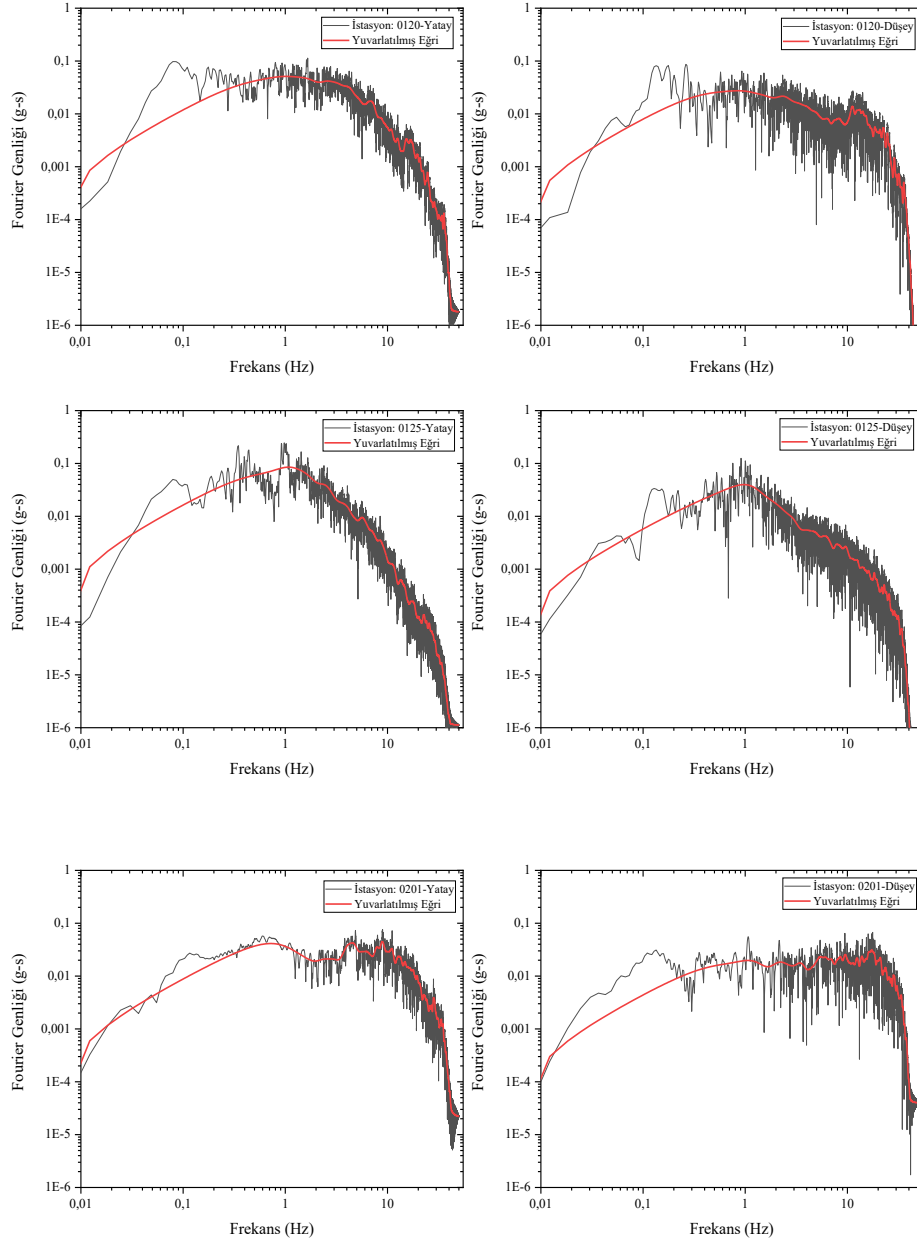
59 istasyonun ivme kayıtlarından birbirine dik doğrultudaki Fourier genlik spektrumlarının geometrik ortalaması elde edilmiş ve yatay yönde Fourier genlik spektrumu oluşturulmuştur. Ayrıca düşey yön için de Fourier genlik spektrumu oluşturulmuş bu spektrumlar üzerinden aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır. Frekans içeriğindeki değişimin daha net belirlenebilmesi için hem x hem de y eksenleri logaritmik ölçekte oluşturulmuştur.

Tablo 6.6’da 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık depremi için istasyonlar bazında zemin köşe periyotları tablo haline getirilmiştir. Bu tablo üzerinden iller bazında zemin hakim titreşim periyotları ile Tablo 6.7 ’de TDTH verileri DD-1 ve DD-2 için mukayese edilecektir.(Şekil 6.18)

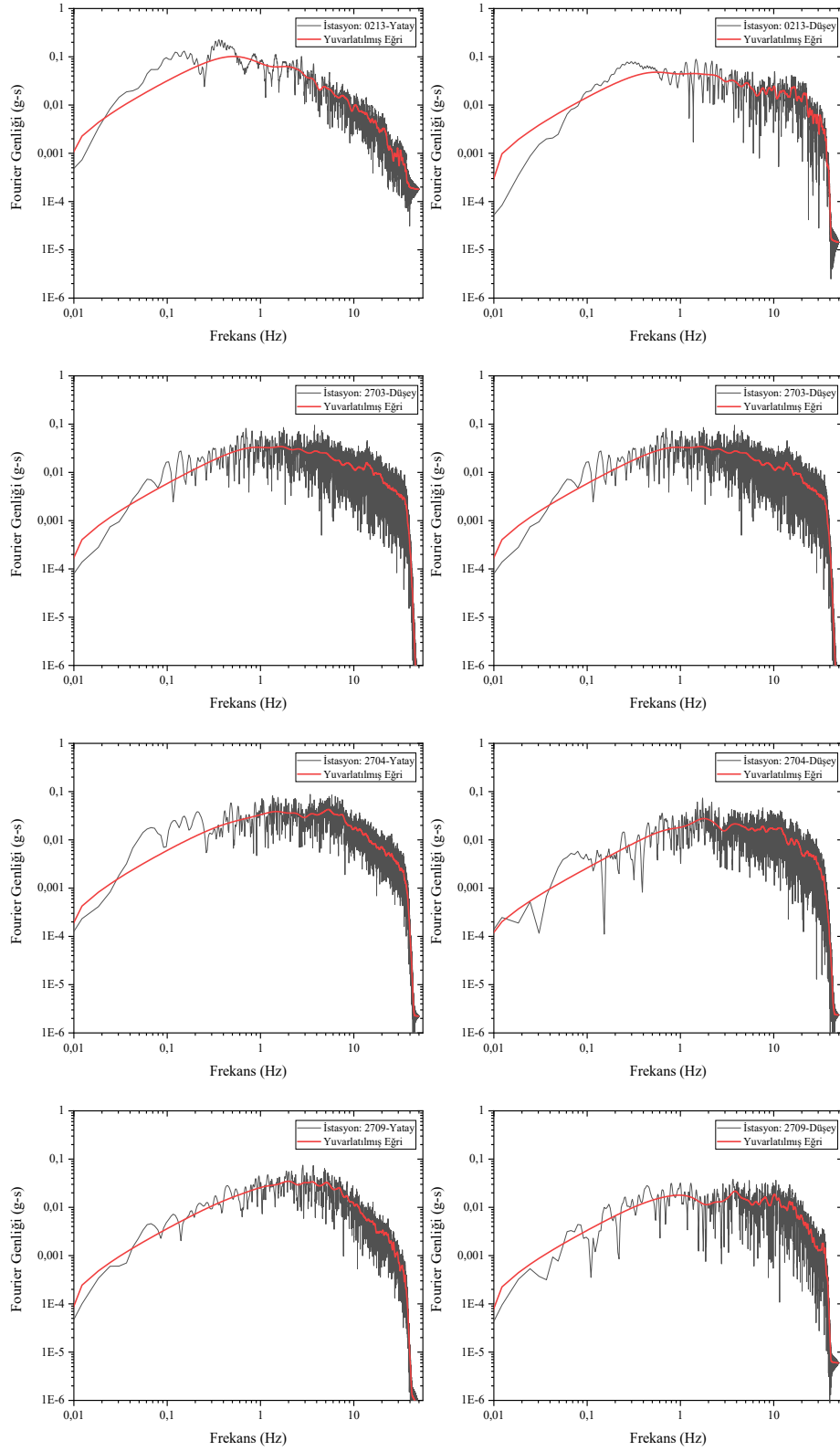
Tablo 6.6’da 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş $M_w=7,7$ depremi için istasyonlara ait ivme kayıtlarından elde edilen hakim frekans/periyot ve frekans/periyot alt ve üst limitleri verilmiştir. Bu veriler Kramer’in [1] açıkladığı metot ile Şekil 5.7’de 4616’nolu istasyonda gösterilen yöntemle 59 ayrı istasyon için Fourier genlik spektrum grafikleri oluşturulmuştur. Fourier genlik grafikleri üzerinden elde edilen parametreler hesaplanmış ve tablo haline getirilmiştir

Tablo 6.7 ’de görüldüğü üzere TDTH’den elde edilen DD-1 ve DD-2 deprem yer hareket düzeyleri için istasyonların zemin köşe periyotları verilmiştir. Bu veriler ile 6 Şubat 2023

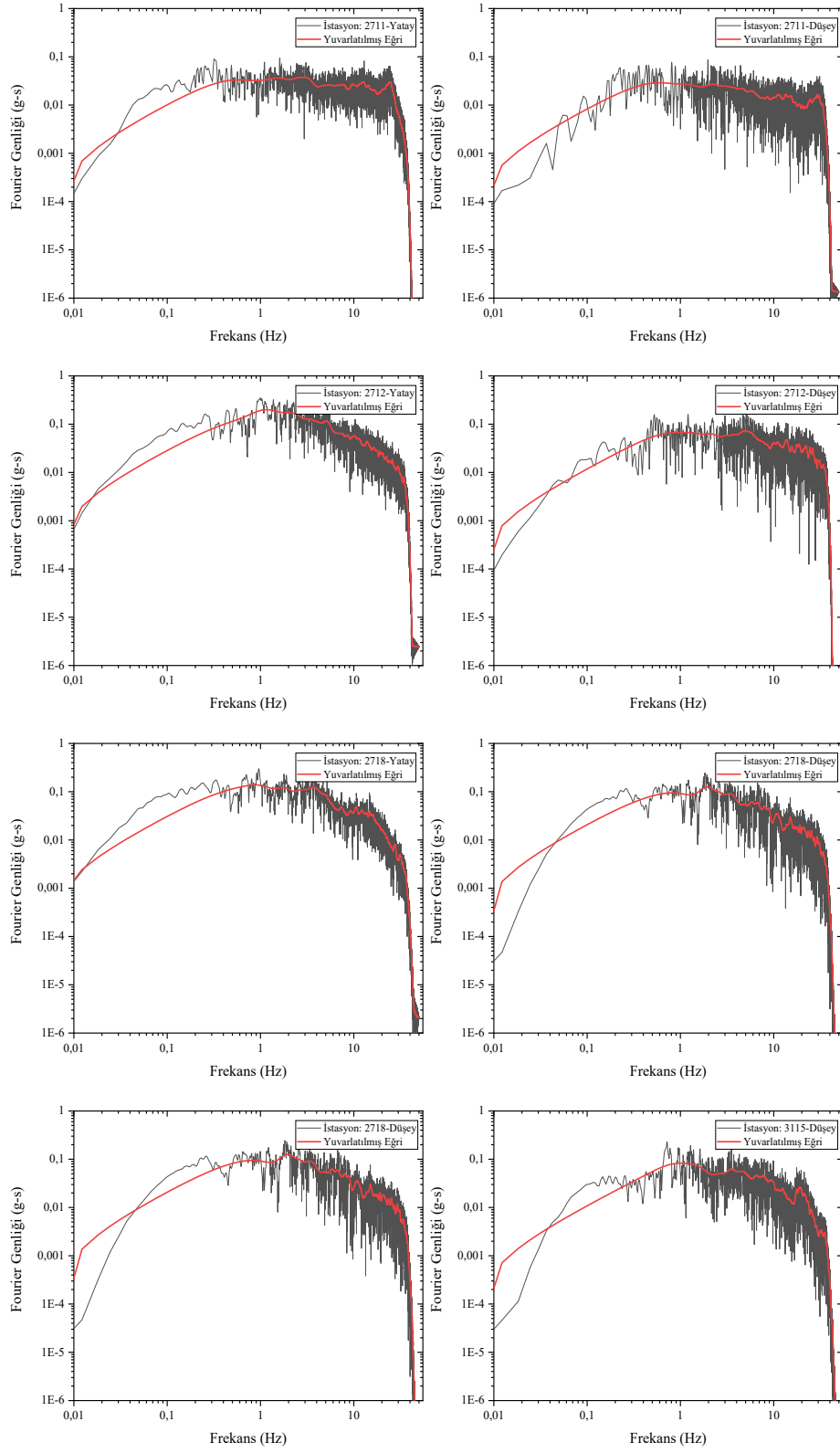
Kahramanmaraş $M_w=7,7$ depremi için istasyonlara ait ivme kayıtlarından elde edilen hakim periyot değerleri ile karşılaştırma yapılacaktır. Yapılacak bu karşılaştırma yapılarında meydana gelen hasar incelemelerinin nedenlerinin araştırılması konusunda daha gerçekçi değerlendirmelere olanak sağlayacaktır.



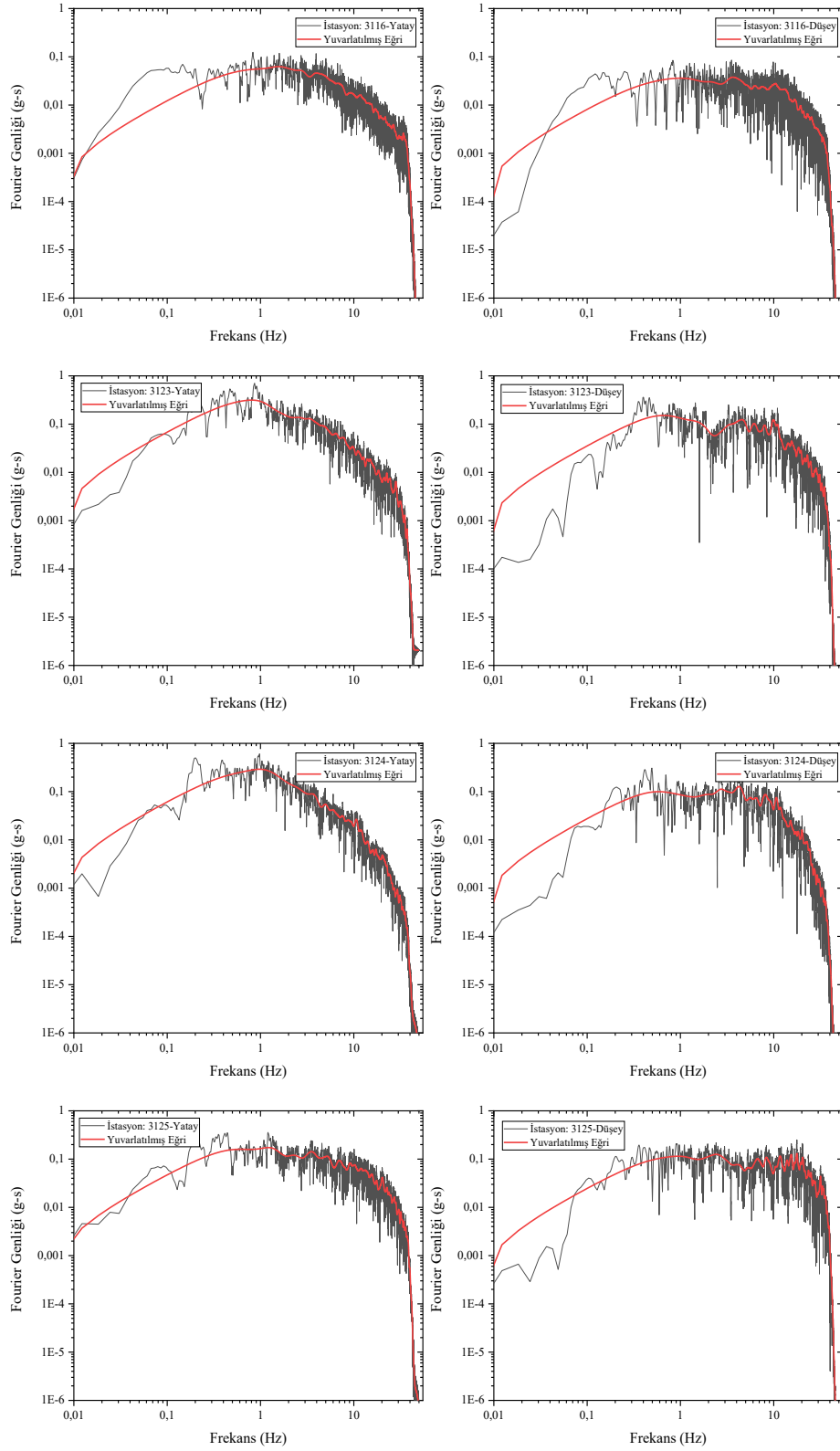
Şekil 6.18. Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



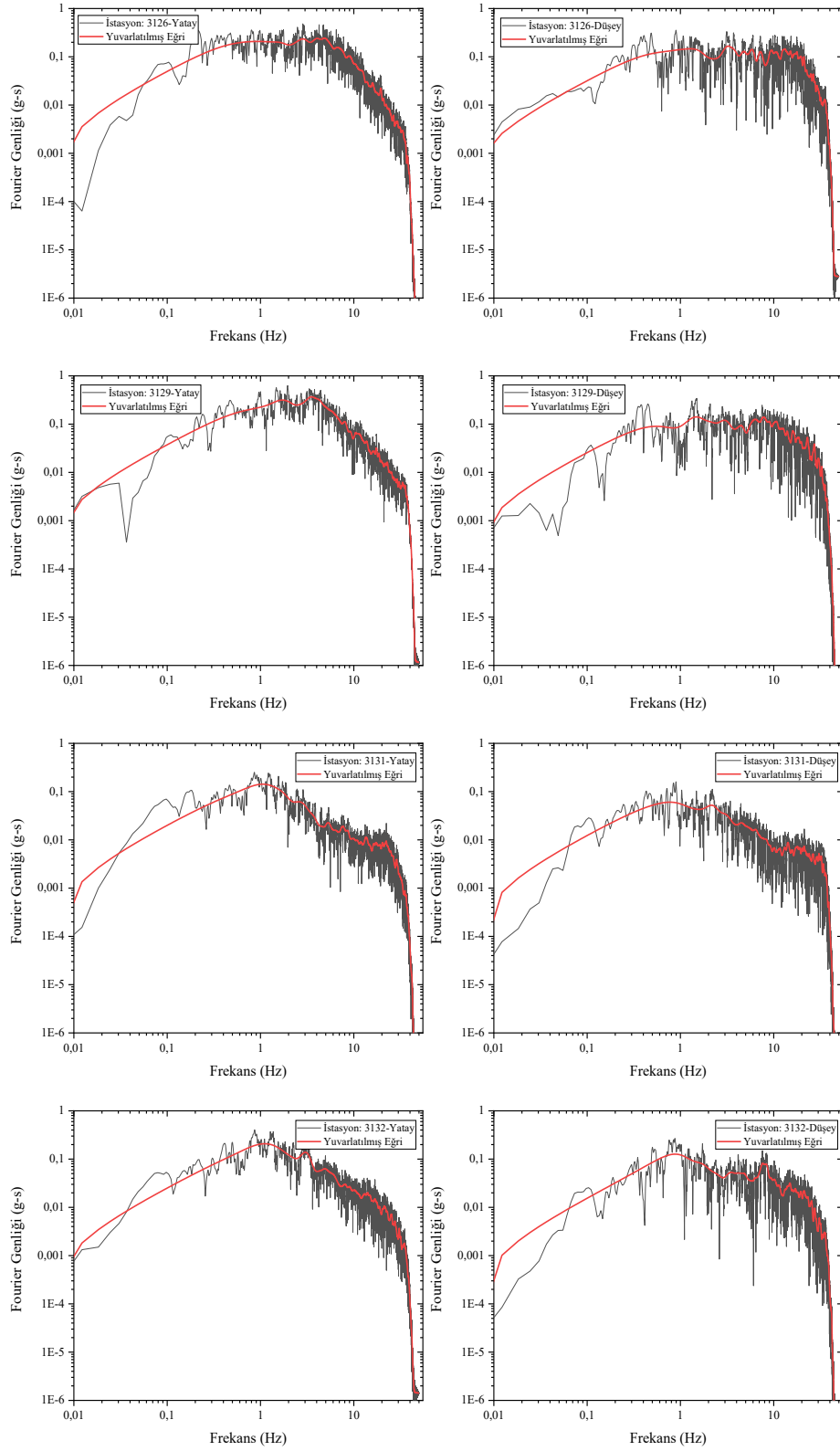
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



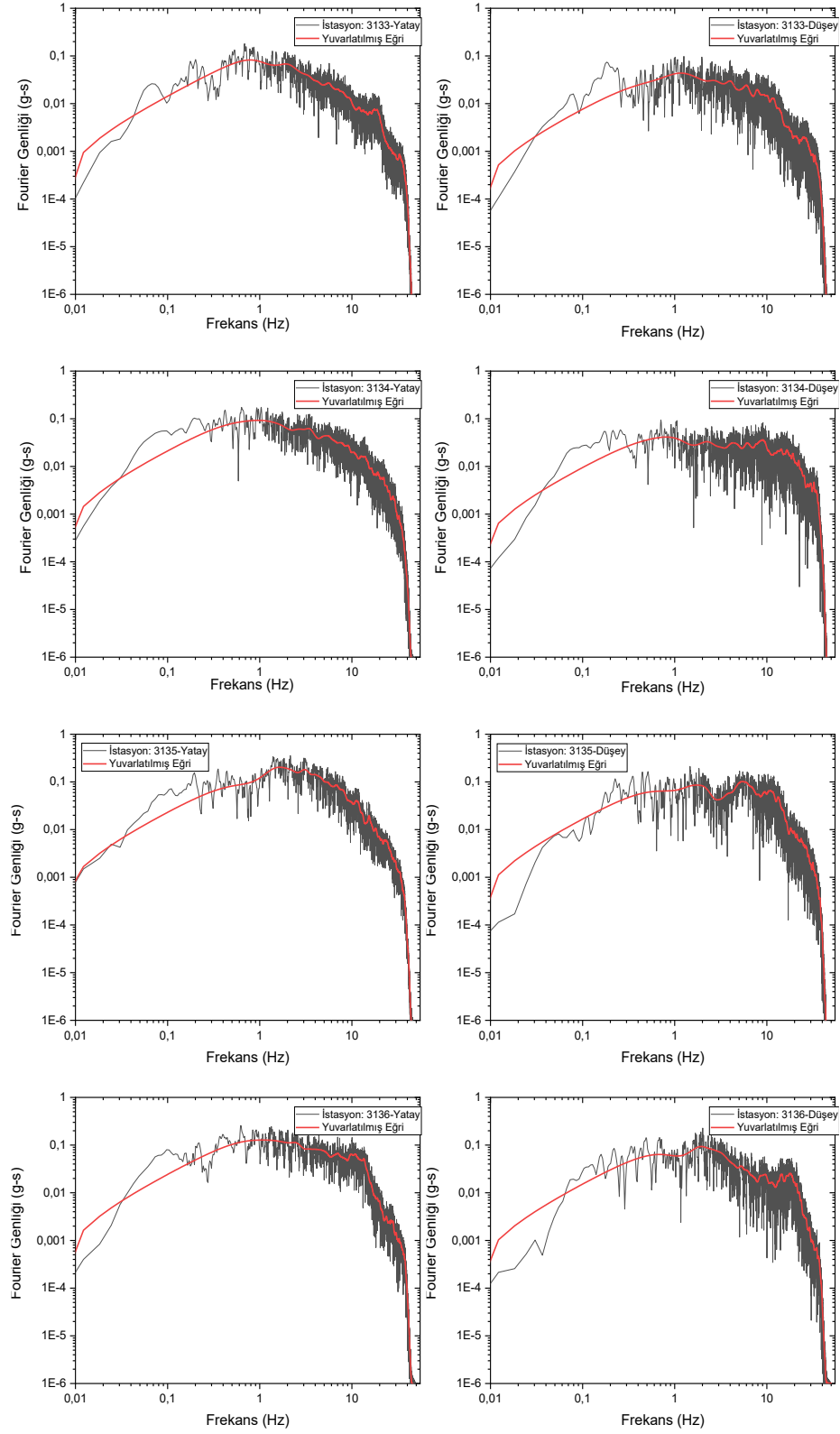
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



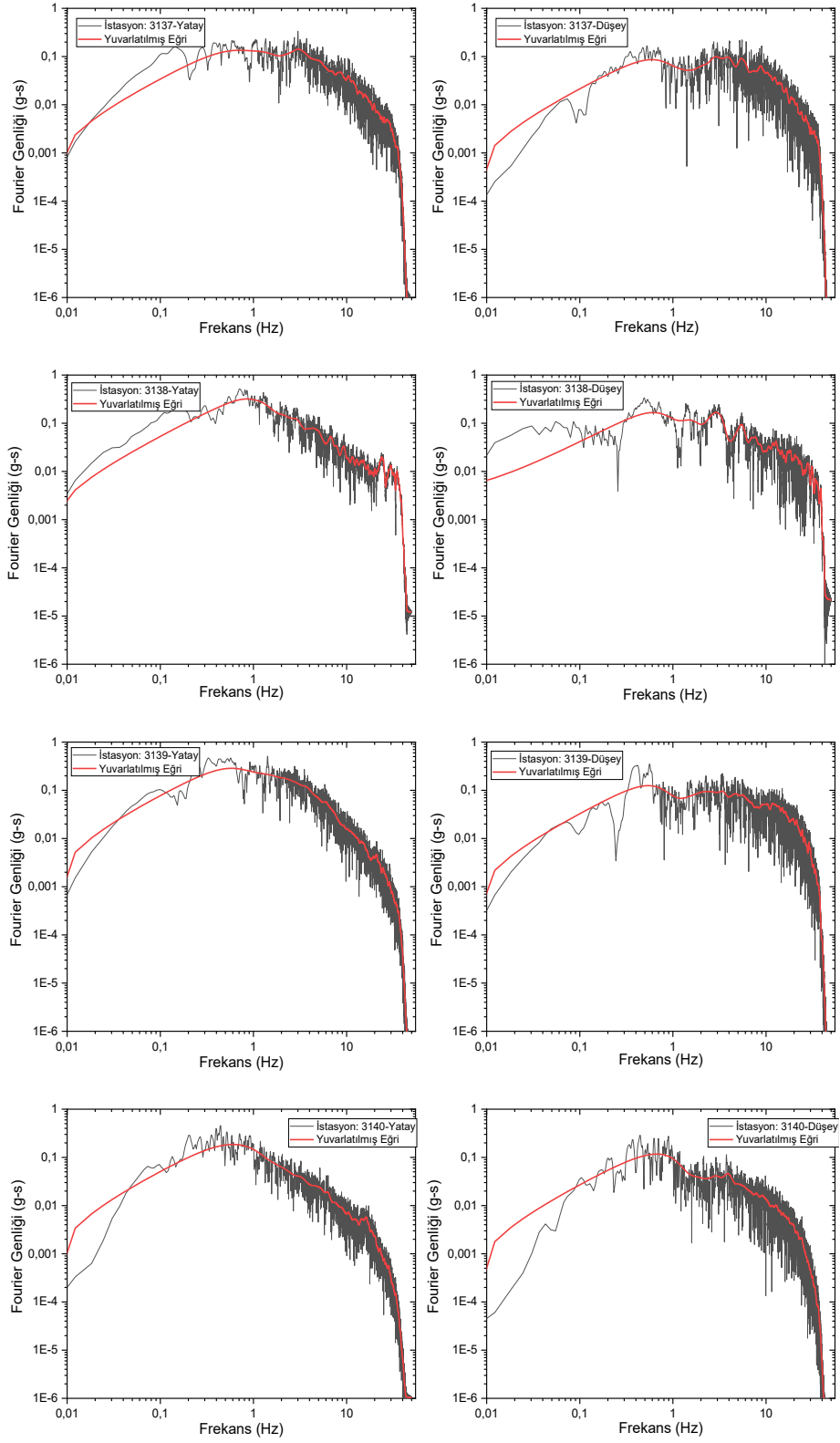
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



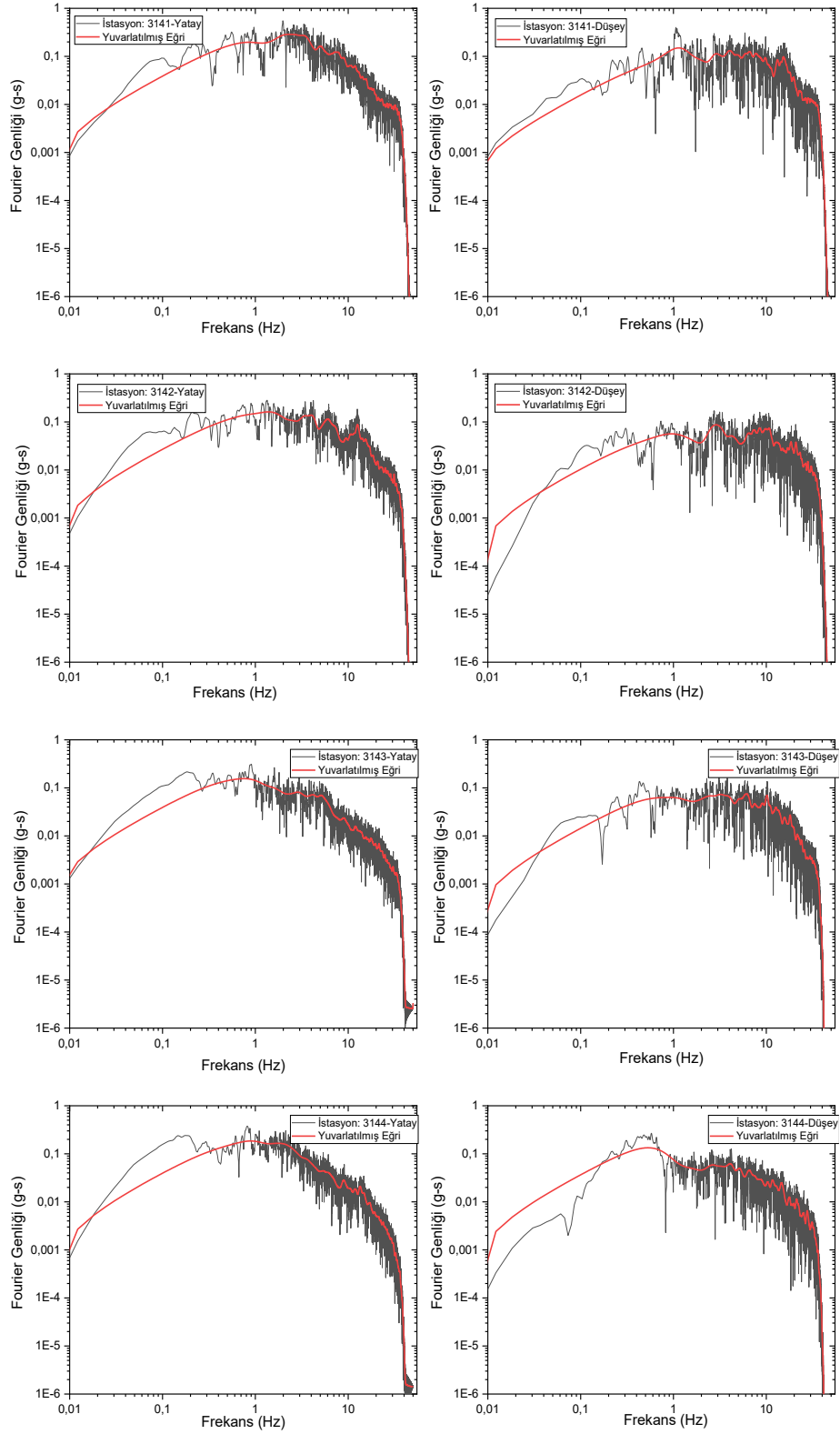
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



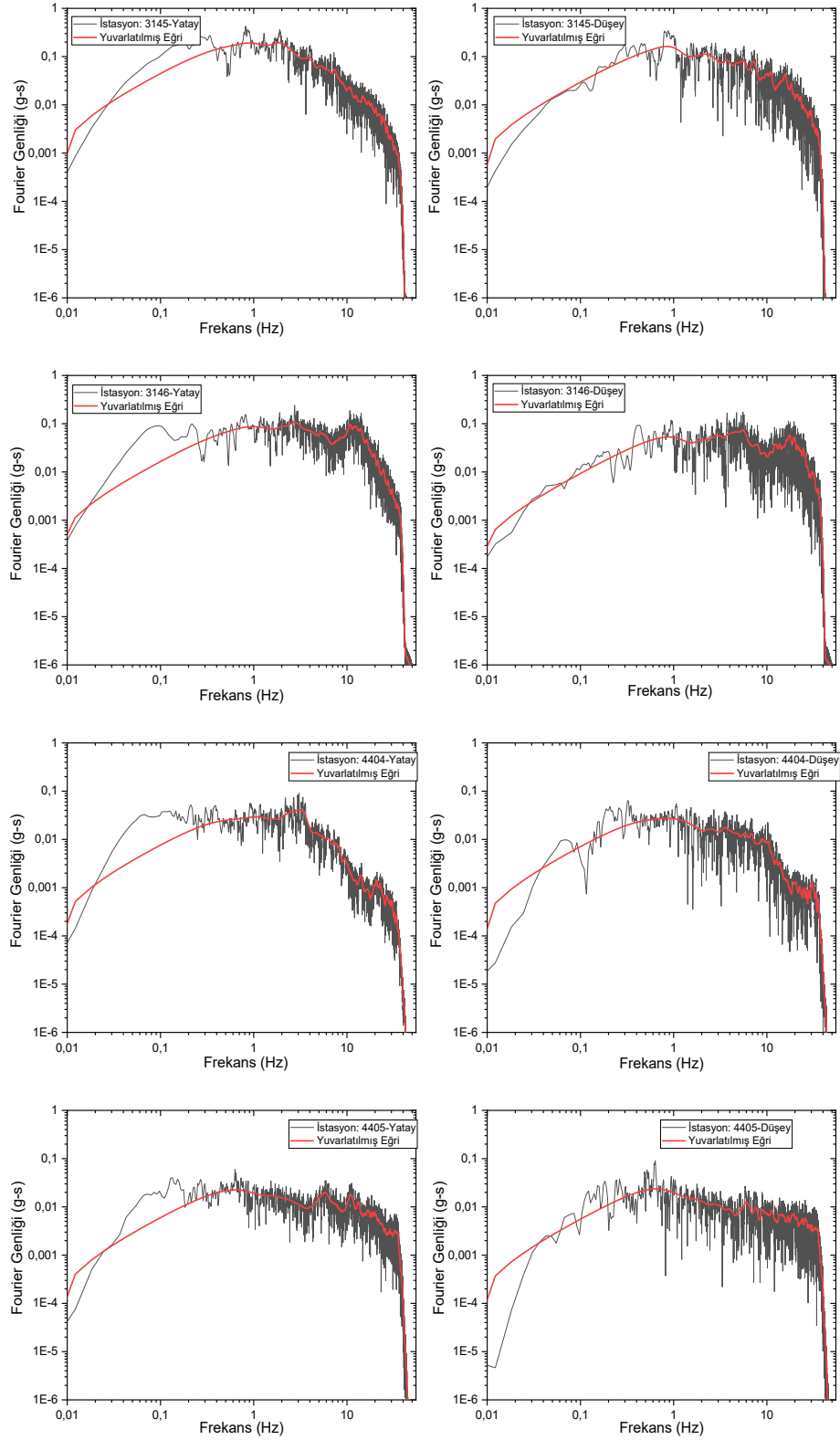
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



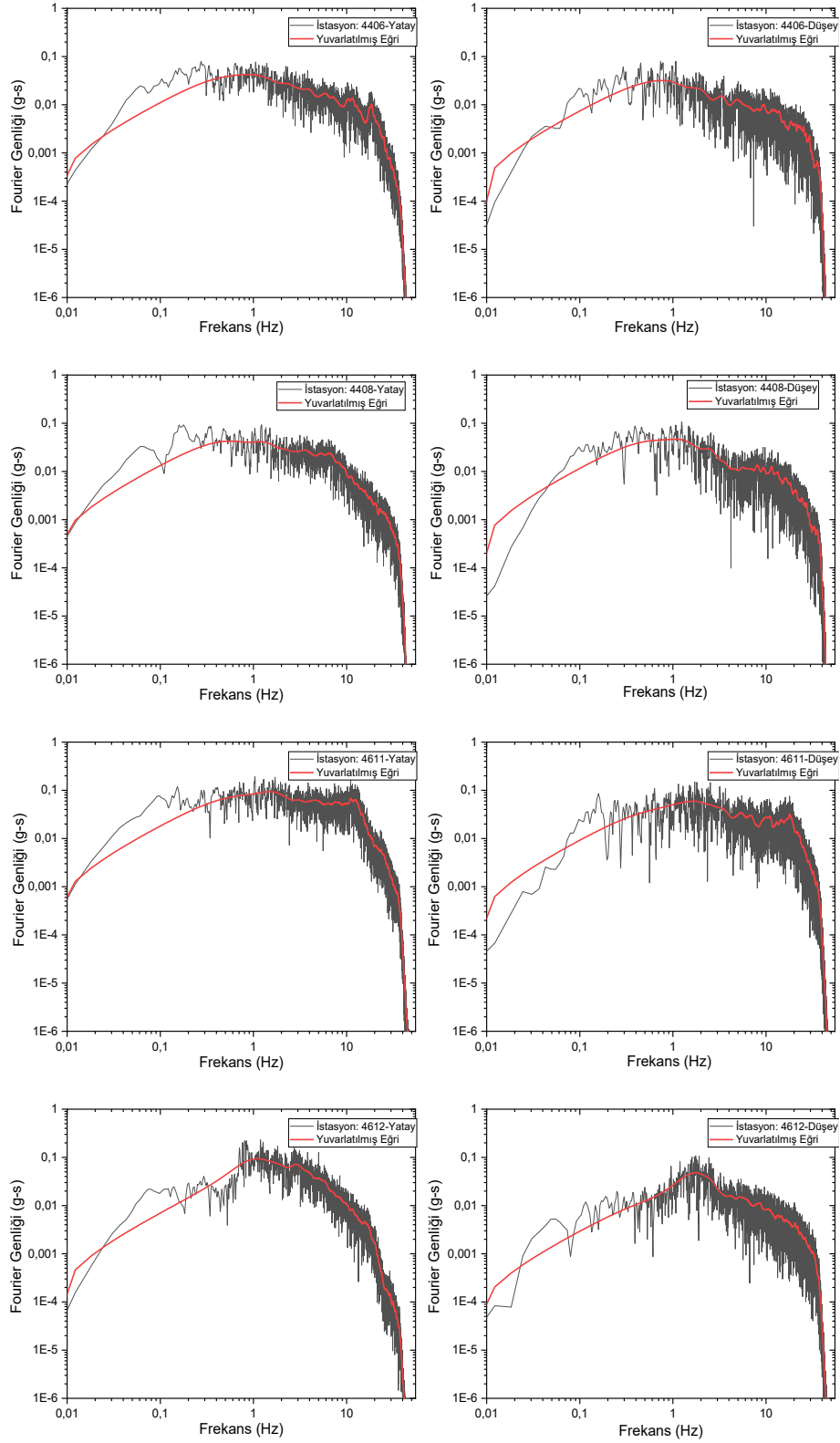
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



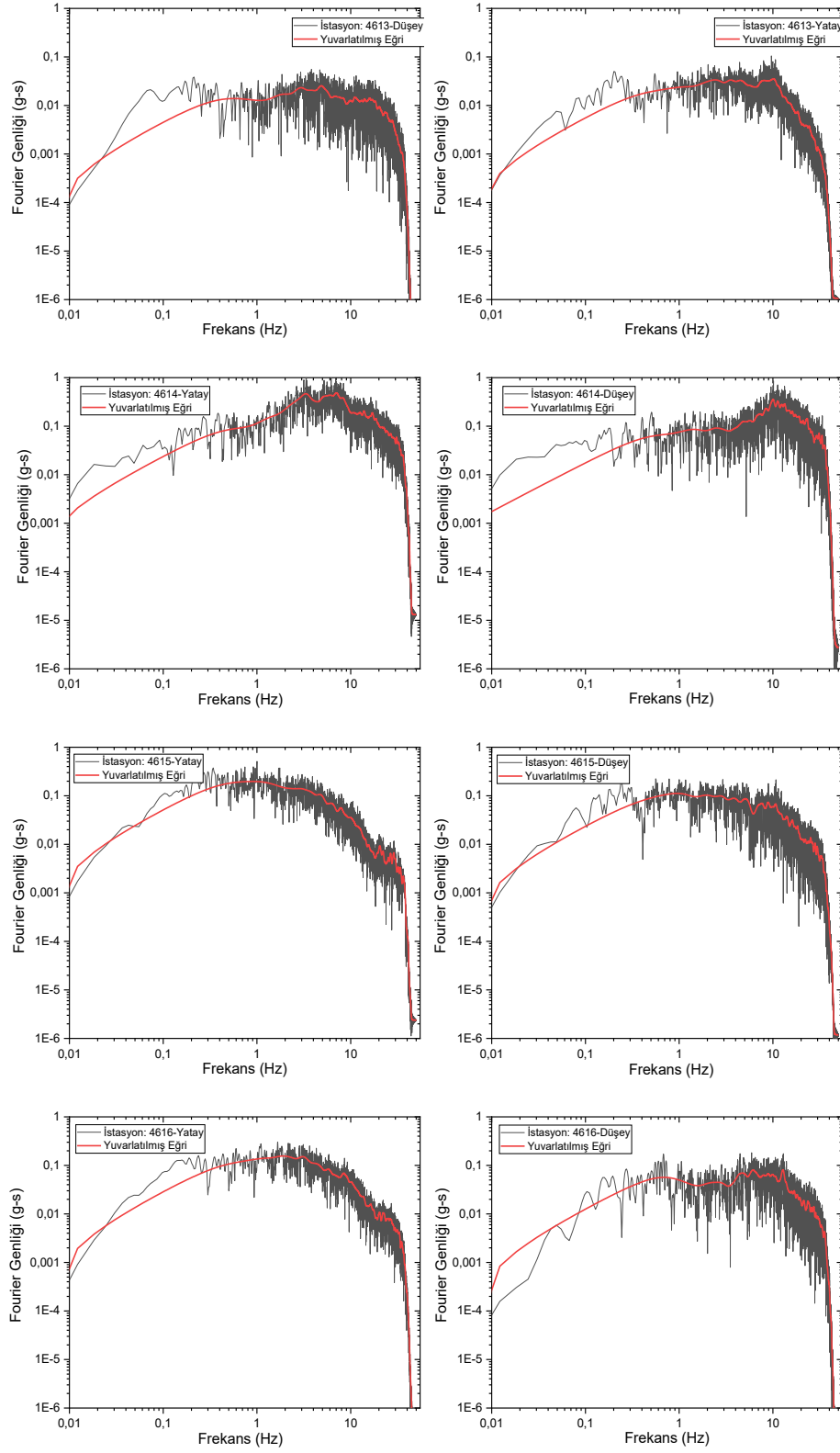
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



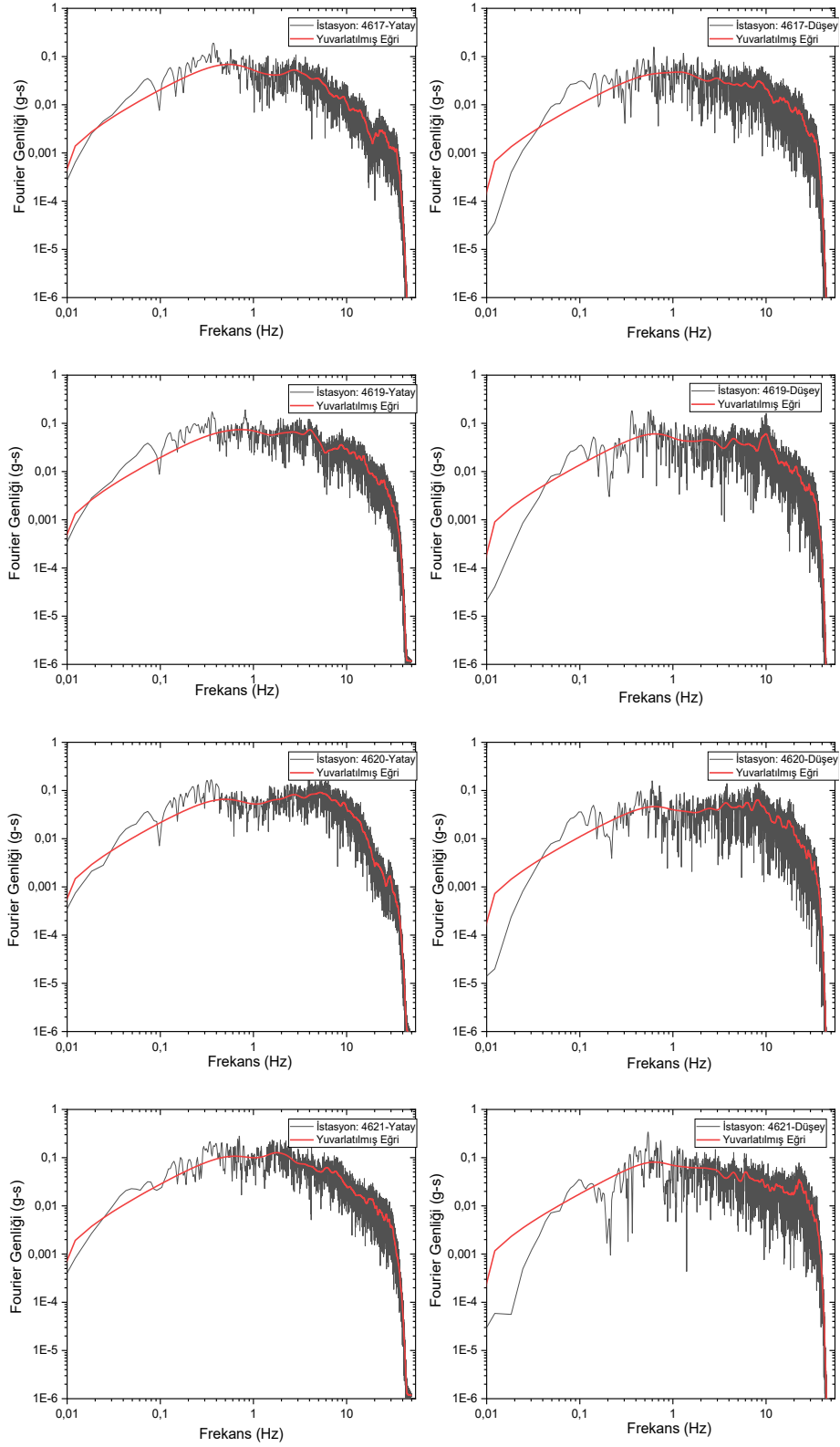
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



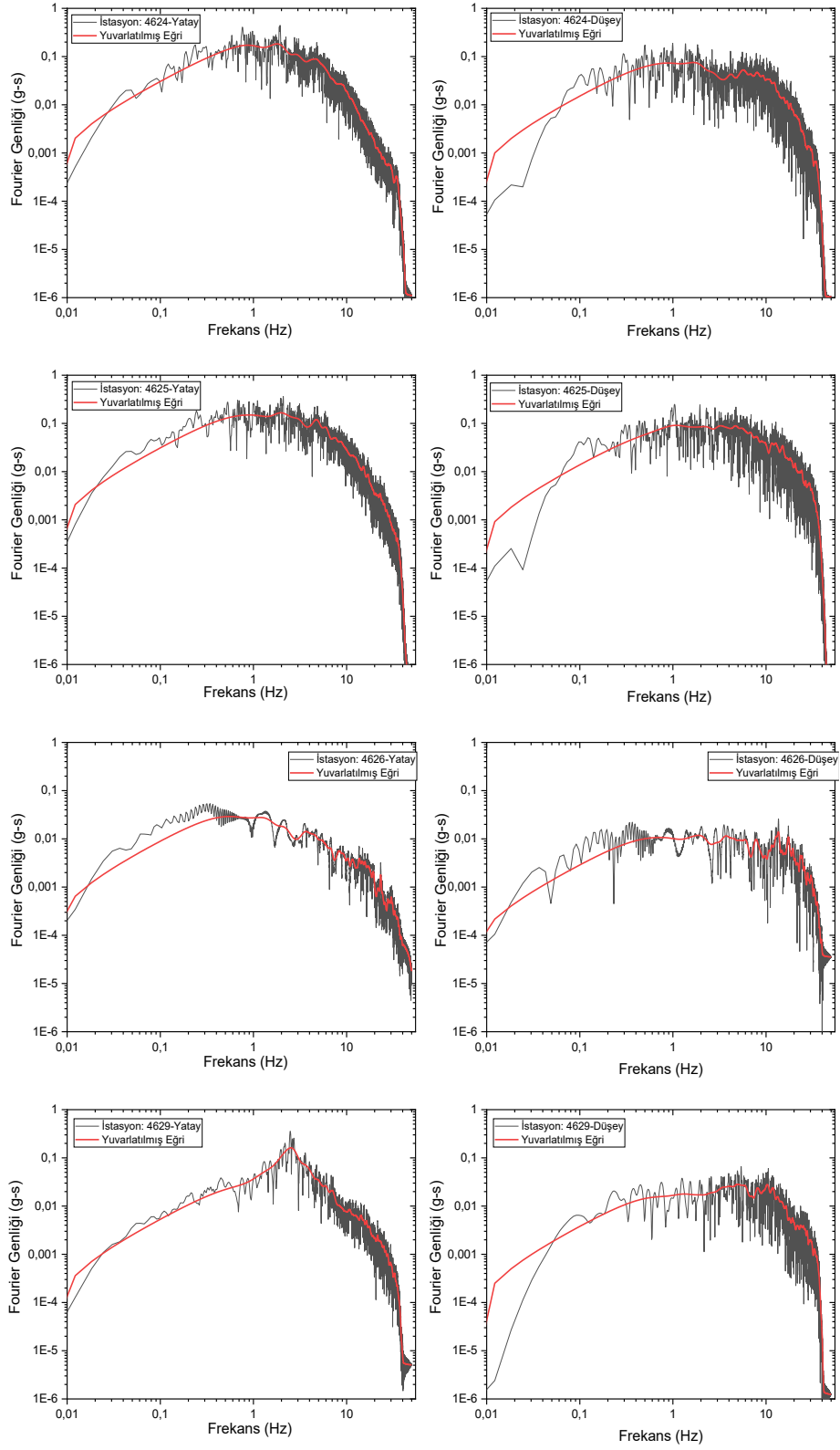
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



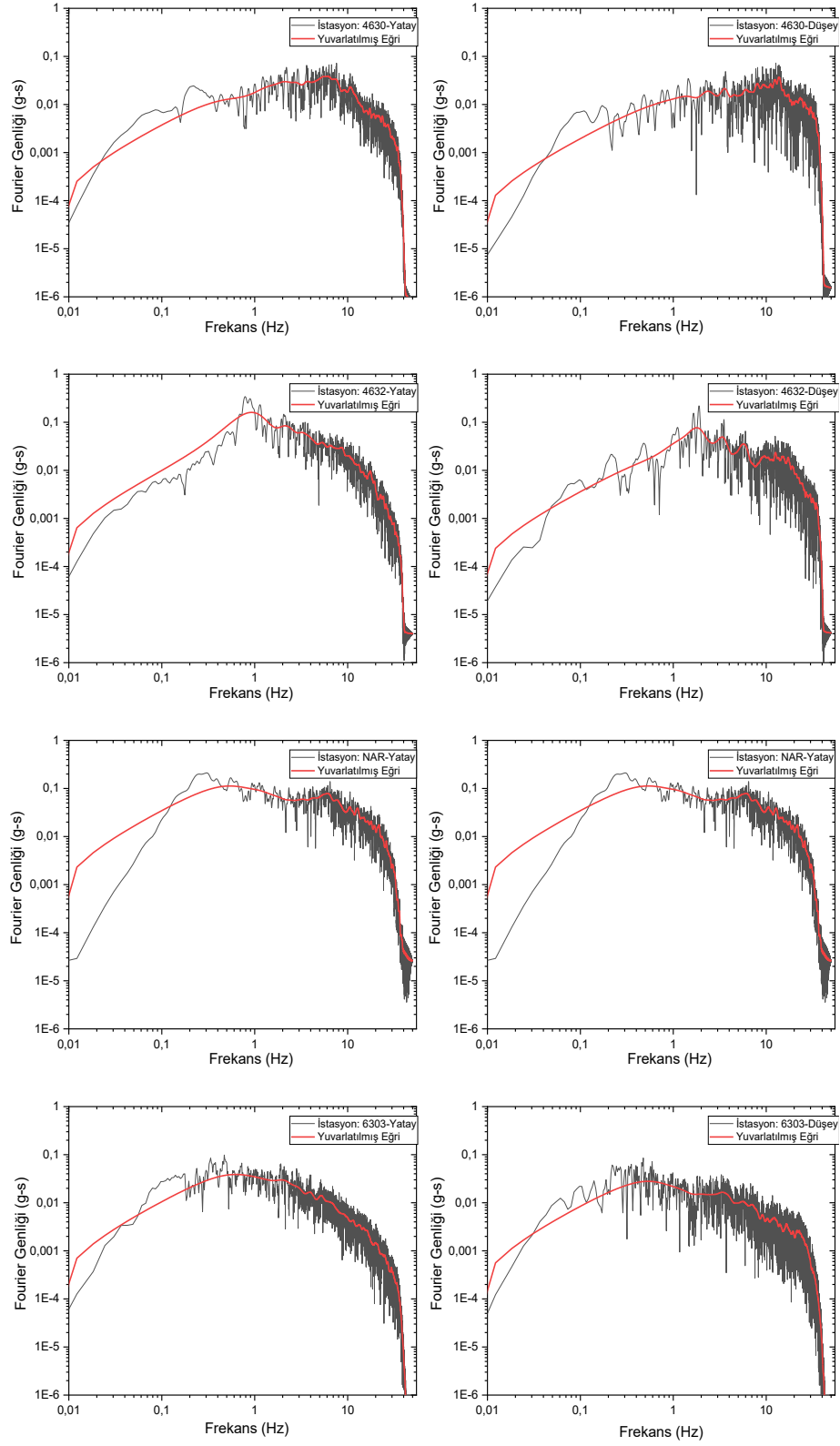
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



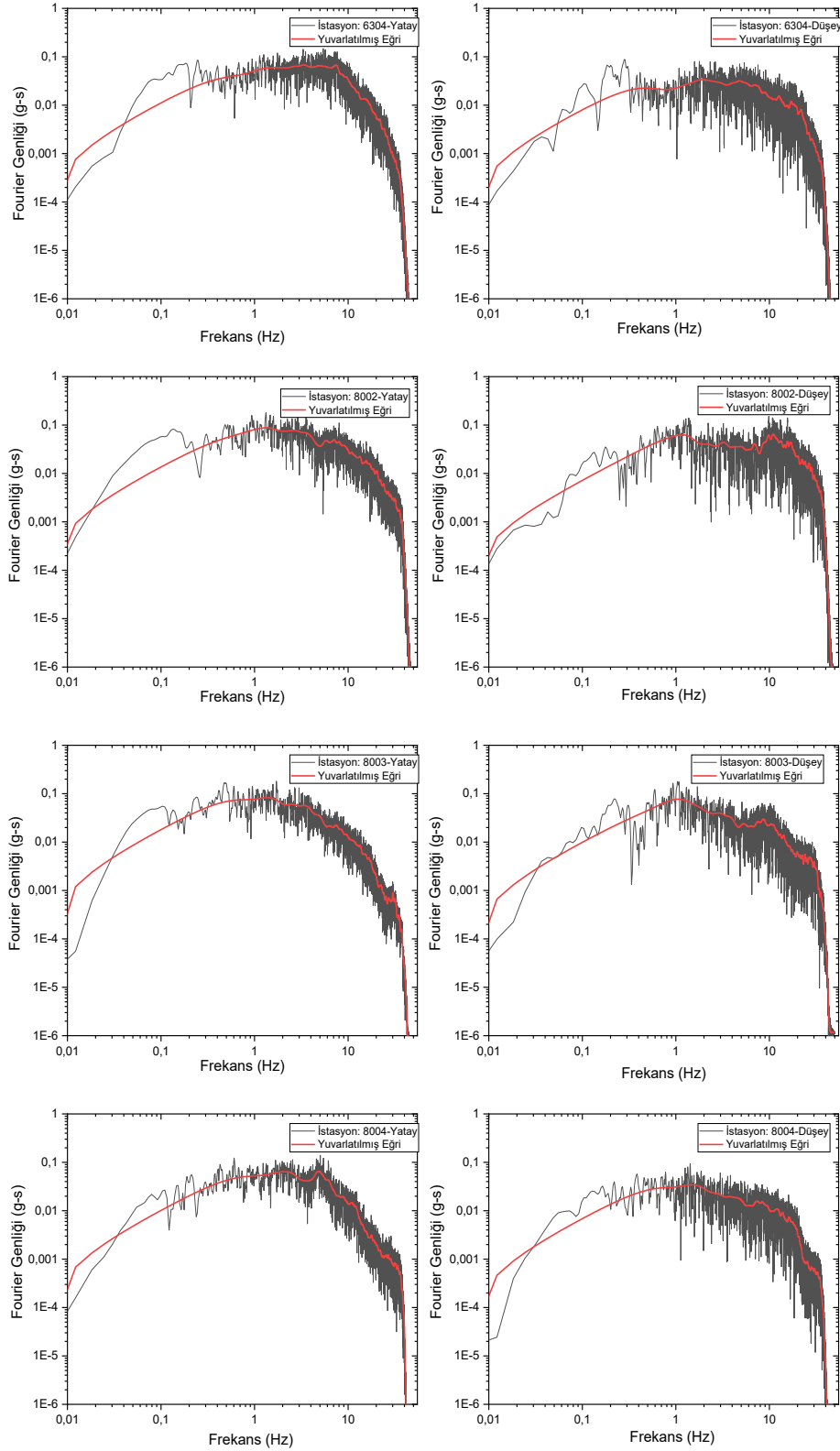
Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri



Şekil 6.18. (Devamı) Kahramanmaraş/Pazarcık depremine ait Fourier Spektrum grafikleri

Tablo 6.6. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş $M_w=7,7$ depremi için istasyonlara ait ivme kayıtlarından elde edilen hakim frekans/periyot ve frekans/periyot alt ve üst limitleri

İstasyon	Frekans Değerleri						Periyot Değerleri					
	Yatay			Düşey			Yatay			Düşey		
	f_1	f	f_2	f_1	f	f_2	T_1	T	T_2	T_1	T	T_2
120	0,40	1,01	3,50	0,29	0,85	2,65	0,29	0,99	2,50	3,51	1,18	0,38
125	0,57	1,07	1,60	0,58	0,97	1,40	0,63	0,93	1,75	1,72	1,03	0,71
201	0,39	8,91	11,00	5,20	17,31	21,00	0,09	0,11	2,56	0,19	0,06	0,05
213	0,24	0,51	1,00	0,25	1,00	2,75	1,00	1,95	4,17	4,00	1,00	0,36
2703	1,70	3,61	5,00	0,43	1,64	5,20	0,20	0,28	0,59	2,35	0,61	0,19
2704	0,85	5,33	8,00	1,20	1,79	8,00	0,13	0,19	1,18	0,83	0,56	0,13
2709	0,90	1,99	7,00	0,55	3,85	10,00	0,14	0,50	1,11	1,82	0,26	0,10
2711	0,30	2,91	25,00	0,28	0,60	4,80	0,04	0,34	3,33	3,57	1,67	0,21
2712	0,70	1,16	2,80	0,47	4,91	6,40	0,36	0,86	1,43	2,13	0,20	0,16
2718	0,40	0,90	4,30	0,59	1,94	3,55	0,23	1,11	2,50	1,69	0,52	0,28
3115	0,41	1,39	4,10	0,52	1,03	3,80	0,24	0,72	2,44	1,92	0,97	0,26
3116	0,45	1,57	4,00	0,40	3,66	11,00	0,25	0,64	2,22	2,50	0,27	0,09
3123	0,36	0,81	1,30	0,30	0,66	10,50	0,77	1,24	2,78	3,33	1,52	0,10
3124	0,40	0,98	1,60	0,39	4,24	4,75	0,63	1,02	2,50	2,56	0,24	0,21
3125	0,28	1,21	4,00	0,70	2,50	20,00	0,25	0,82	3,57	1,43	0,40	0,05
3126	0,41	4,84	5,90	0,50	3,25	18,00	0,17	0,21	2,44	2,00	0,31	0,06
3129	1,30	3,52	4,80	1,10	1,48	11,00	0,21	0,28	0,77	0,91	0,67	0,09
3131	0,60	1,06	1,70	0,38	0,78	2,50	0,59	0,95	1,67	2,63	1,29	0,40
3132	0,64	1,11	1,70	0,54	0,88	1,40	0,59	0,90	1,56	1,85	1,14	0,71
3133	0,43	0,79	2,45	0,65	1,17	2,70	0,41	1,27	2,33	1,54	0,86	0,37
3134	0,36	0,96	1,90	0,35	0,81	9,10	0,53	1,04	2,78	2,86	1,23	0,11
3135	1,14	1,64	3,50	1,20	5,41	7,10	0,29	0,61	0,88	0,83	0,18	0,14
3136	0,41	1,10	2,90	1,40	1,94	3,20	0,34	0,91	2,44	0,71	0,52	0,31
3137	0,33	3,02	3,90	0,35	2,91	6,00	0,26	0,33	3,03	2,86	0,34	0,17
3138	0,44	0,90	1,45	0,31	2,92	3,50	0,69	1,11	2,27	3,23	0,34	0,29
3139	0,27	0,58	1,65	0,27	0,54	3,64	0,61	1,72	3,70	3,70	1,84	0,27
3140	0,29	0,60	1,12	0,32	0,67	1,10	0,89	1,65	3,45	3,13	1,49	0,91
3141	1,42	2,39	4,00	0,80	1,14	8,10	0,25	0,42	0,70	1,25	0,88	0,12
3142	0,52	1,39	6,00	2,40	2,88	11,00	0,17	0,72	1,92	0,42	0,35	0,09
3143	0,32	0,76	1,30	0,42	6,11	11,00	0,77	1,32	3,13	2,38	0,16	0,09
3144	0,40	0,89	2,50	0,28	0,53	0,88	0,40	1,12	2,50	3,57	1,88	1,14
3145	0,39	0,92	2,60	0,43	0,85	1,30	0,38	1,09	2,56	2,33	1,18	0,77
3146	0,62	2,76	14,30	0,80	5,51	20,00	0,07	0,36	1,61	1,25	0,18	0,05
4404	1,00	3,11	3,75	0,30	0,87	1,60	0,27	0,32	1,00	3,39	1,15	0,63
4405	0,30	0,64	11,00	0,32	0,65	1,25	0,09	1,56	3,33	3,13	1,55	0,80
4406	0,30	0,87	1,70	0,35	0,76	1,45	0,59	1,15	3,33	2,86	1,32	0,69
4408	0,25	0,56	1,90	0,32	1,07	1,70	0,53	1,80	4,00	3,13	0,93	0,59
4611	0,47	1,50	11,00	0,70	1,67	3,20	0,09	0,67	2,13	1,43	0,60	0,31
4612	0,70	1,10	3,10	1,25	1,74	2,55	0,32	0,91	1,43	0,80	0,57	0,39
4613	1,40	4,50	11,00	2,35	4,86	6,00	0,09	0,22	0,71	0,43	0,21	0,17
4614	2,70	7,02	8,50	9,00	10,05	14,00	0,12	0,14	0,37	0,11	0,10	0,07
4615	0,32	0,90	3,00	0,40	0,95	5,30	0,33	1,11	3,13	2,50	1,05	0,19
4616	0,60	1,90	4,00	4,20	12,79	14,00	0,25	0,53	1,67	0,24	0,08	0,07
4617	0,26	0,54	3,10	0,38	1,15	3,00	0,32	1,84	3,92	2,63	0,87	0,33

Tablo 6.6. (Devamı) 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş $M_w=7,7$ depremi için istasyonlara ait ivme kayıtlarından elde edilen hakim frekans/periyot ve frekans/periyot alt ve üst limitleri

İstasyon	Frekans Değerleri						Periyot Değerleri					
	Yatay			Düşey			Yatay			Düşey		
	f_1	f	f_2	f_1	f	f_2	T_1	T	T_2	T_1	T	T_2
4619	0,30	0,74	4,80	0,32	0,70	11,00	0,21	1,35	3,33	3,13	1,43	0,09
4620	0,43	5,20	7,20	0,55	8,14	9,70	0,14	0,19	2,33	1,82	0,12	0,10
4621	0,37	1,78	2,70	0,33	0,63	3,00	0,37	0,56	2,70	3,03	1,58	0,33
4624	0,47	1,79	2,30	0,40	1,65	2,30	0,43	0,56	2,13	2,50	0,60	0,43
4625	0,45	1,97	5,00	0,58	1,08	7,00	0,20	0,51	2,22	1,72	0,93	0,14
4626	0,25	0,56	1,70	0,46	13,57	18,00	0,59	1,80	4,00	2,17	0,07	0,06
4629	2,05	2,52	3,00	3,00	4,97	12,50	0,33	0,40	0,49	0,33	0,20	0,08
4630	1,80	6,12	7,90	8,00	13,71	14,00	0,13	0,16	0,56	0,13	0,07	0,07
4632	0,60	0,92	1,30	1,40	1,79	2,20	0,77	1,09	1,67	0,71	0,56	0,45
6303	0,28	0,63	2,30	0,25	0,54	1,20	0,43	1,59	3,57	4,00	1,86	0,83
6304	0,92	3,00	8,30	1,20	1,93	8,00	0,12	0,33	1,09	0,83	0,52	0,13
8002	0,63	1,34	4,00	0,67	10,98	13,00	0,25	0,75	1,59	1,49	0,09	0,08
8003	0,37	1,36	2,70	0,63	1,06	1,69	0,37	0,73	2,70	1,59	0,95	0,59
8004	0,60	4,82	5,80	0,40	1,48	2,20	0,17	0,21	1,67	2,50	0,68	0,45
NAR	0,25	0,54	6,80	0,28	9,55	12,00	0,15	1,86	4,00	3,57	0,10	0,08

Tablo 6.7. Türkiye deprem tehlike haritasından elde edilen DD-1 ve DD-2 deprem yer hareket düzeyleri için istasyonların zemin köşe periyotları

İstasyon	Yatay				Düşey			
	DD-1		DD-2		DD-1		DD-2	
	T_A	T_B	T_A	T_B	T_A	T_B	T_A	T_B
0120	0,062	0,312	0,063	0,313	0,021	0,104	0,021	0,104
0125	0,100	0,498	0,090	0,448	0,033	0,166	0,030	0,149
0201	0,081	0,405	0,075	0,375	0,027	0,135	0,025	0,125
0213	0,067	0,335	0,067	0,334	0,022	0,112	0,022	0,111
2703	0,082	0,410	0,080	0,401	0,027	0,137	0,027	0,134
2704	0,099	0,493	0,106	0,528	0,033	0,164	0,035	0,176
2709	0,066	0,329	0,066	0,328	0,022	0,110	0,022	0,109
2711	0,091	0,453	0,085	0,423	0,030	0,151	0,028	0,141
2712	0,066	0,330	0,066	0,331	0,022	0,110	0,022	0,110
2718	0,065	0,324	0,065	0,326	0,022	0,108	0,022	0,109
3115	0,073	0,364	0,070	0,349	0,024	0,121	0,023	0,116
3116	0,051	0,256	0,050	0,248	0,017	0,085	0,017	0,083
3123	0,065	0,324	0,065	0,326	0,022	0,108	0,022	0,109
3124	0,095	0,473	0,099	0,495	0,032	0,158	0,033	0,165
3125	0,065	0,327	0,065	0,325	0,022	0,109	0,022	0,108
3126	0,094	0,470	0,099	0,494	0,031	0,157	0,033	0,165
3129	0,064	0,319	0,065	0,324	0,021	0,106	0,022	0,108
3131	0,064	0,321	0,065	0,326	0,021	0,107	0,022	0,109
3132	0,065	0,324	0,065	0,327	0,022	0,108	0,022	0,109
3133	0,070	0,351	0,068	0,338	0,023	0,117	0,023	0,113
3134	0,071	0,357	0,069	0,345	0,024	0,119	0,023	0,115

Tablo 6.7. (Devamı) Türkiye deprem tehlike haritasından elde edilen DD-1 ve DD-2 deprem yer hareket düzeyleri için istasyonların zemin köşe periyotları

İstasyon	Yatay				Düşey			
	DD-1		DD-2		DD-1		DD-2	
	T _A	T _B	T _A	T _B	T _A	T _B	T _A	T _B
3135	0,070	0,350	0,067	0,334	0,023	0,117	0,022	0,111
3136	0,099	0,496	0,099	0,493	0,033	0,165	0,033	0,164
3137	0,065	0,326	0,065	0,327	0,022	0,109	0,022	0,109
3138	0,066	0,328	0,065	0,327	0,022	0,109	0,022	0,109
3139	0,095	0,476	0,103	0,514	0,032	0,159	0,034	0,171
3140	0,093	0,465	0,095	0,476	0,031	0,155	0,032	0,159
3141	0,096	0,482	0,100	0,499	0,032	0,161	0,033	0,166
3142	0,066	0,331	0,066	0,330	0,022	0,110	0,022	0,110
3143	0,067	0,333	0,066	0,329	0,022	0,111	0,022	0,110
3144	0,065	0,326	0,065	0,327	0,022	0,109	0,022	0,109
3145	0,065	0,326	0,065	0,326	0,022	0,109	0,022	0,109
3146	0,068	0,341	0,067	0,334	0,023	0,114	0,022	0,111
4404	0,048	0,242	0,045	0,227	0,016	0,081	0,015	0,076
4405	0,073	0,365	0,075	0,374	0,024	0,122	0,025	0,125
4406	0,048	0,239	0,048	0,239	0,016	0,080	0,016	0,080
4408	0,064	0,321	0,066	0,329	0,021	0,107	0,022	0,110
4611	0,071	0,353	0,068	0,340	0,024	0,118	0,023	0,113
4612	0,100	0,498	0,093	0,465	0,033	0,166	0,031	0,155
4613	0,046	0,231	0,047	0,235	0,015	0,077	0,016	0,078
4614	0,065	0,326	0,065	0,327	0,022	0,109	0,022	0,109
4615	0,066	0,331	0,067	0,333	0,022	0,110	0,022	0,111
4616	0,067	0,336	0,067	0,334	0,022	0,112	0,022	0,111
4617	0,071	0,353	0,068	0,342	0,024	0,118	0,023	0,114
4619	0,071	0,353	0,068	0,341	0,024	0,118	0,023	0,114
4620	0,070	0,351	0,068	0,338	0,023	0,117	0,023	0,113
4621	0,070	0,350	0,067	0,336	0,023	0,117	0,022	0,112
4624	0,099	0,495	0,100	0,499	0,033	0,165	0,033	0,166
4625	0,094	0,472	0,100	0,501	0,031	0,157	0,033	0,167
4626	0,102	0,511	0,100	0,498	0,034	0,170	0,033	0,166
4629	0,067	0,337	0,067	0,335	0,022	0,112	0,022	0,112
4630	0,098	0,491	0,101	0,507	0,033	0,164	0,034	0,169
4632	0,067	0,337	0,067	0,335	0,022	0,112	0,022	0,112
6303	0,058	0,292	0,062	0,309	0,019	0,097	0,021	0,103
6304	0,074	0,372	0,083	0,415	0,025	0,124	0,028	0,138
8002	0,071	0,354	0,067	0,337	0,024	0,118	0,022	0,112
8003	0,104	0,518	0,099	0,493	0,035	0,173	0,033	0,164
8004	0,063	0,317	0,062	0,310	0,021	0,106	0,021	0,103
NAR	0,066	0,332	0,067	0,333	0,022	0,111	0,022	0,111

Adana ilinin Yumurtalık ilçesi 0120 istasyonu için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe

noktası $f=1,01$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,29$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,5$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,99$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,85$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,51$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,38$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,18$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Adana ilinin Ceyhan ilçesi 0125 istasyonu için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,07$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,63$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,75$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,93$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,97$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,72$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,71$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,03$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD-2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Adıyaman ilinin Merkez ilçesi 0201 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=8,91$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,09$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,56$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,11$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=17,31$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,19$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,05$ s ve hakim

titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,06$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Adıyaman ilinin Tut ilçesi 0213 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,51$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,0$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=4,17$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,95$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,0$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=4,0$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,36$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,0$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Gaziantep ilinin Şahinbey ilçesi 2703 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,61$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,20$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,59$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,28$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,64$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,35$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,38$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,19$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları değer açısından ciddi farklar bulunmamakta, düşey yönlü deprem etkisinde ise zemin köşe periyotlarında daha geniş bir

aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Gaziantep ilinin Nizip ilçesi 2704 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=5,33$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,13$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,18$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,19$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,83$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,56$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Gaziantep ilinin Islahiye ilçesi için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=5,33$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,13$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,18$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,19$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,83$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,56$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Gaziantep ilinin Yavuzeli ilçesi 2711 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$

deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=2,91$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,04$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,34$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,60$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,57$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,21$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,67$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Gaziantep ilinin Nurdağı ilçesi 2712 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,16$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,36$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,43$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,86$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=4,91$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,13$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,16$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,20$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Belen ilçesi 3115 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,39$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,24$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,44$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,72$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,03$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2

değerinin saniye cinsinden $T_1=1,92$ s ve f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,26$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,97$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin İskenderun ilçesi 3116 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,57$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,22$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,64$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=3,66$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,50$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,27$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3123 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,81$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,77$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,78$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,24$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,66$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,33$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,10$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,52$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta

yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3124 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,98$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,63$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,5$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,02$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=4,24$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,56$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,21$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,24$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3125 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,21$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,57$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,82$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=2,5$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,43$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,05$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,40$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3126 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=4,84$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,17$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,44$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,21$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=3,25$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,0$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,06$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,31$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Defne ilçesi 3129 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,52$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,21$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,77$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,28$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,48$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,91$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,67$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3131 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,06$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,59$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,67$ s ve hakim titreşim periyodu

için f değerinin karşılığı $T=0,95$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,78$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,63$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,40$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,29$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3132 istasyonu için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası değeri $f=1,11$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,59$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,56$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,90$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,88$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,85$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,71$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,14$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Reyhanlı ilçesi 3133 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,41$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,27$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,17$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,54$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,37$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,86$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında

yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Dört Yol ilçesi 3134 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,96$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,53$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,78$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,04$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,81$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,86$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,11$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,23$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Arsuz ilçesi 3135 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,64$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,29$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,88$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,61$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=5,41$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,83$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,14$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,18$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Altınözü ilçesi 3136 istasyonu için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,10$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,34$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,44$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,91$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,94$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,71$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,31$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,52$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3137 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,02$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,26$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,03$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,33$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=2,91$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,86$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,17$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,34$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3138 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,90$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,69$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,27$ s ve hakim titreşim periyodu

için f değerinin karşılığı $T=1,11$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=2,92$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,23$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,29$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,34$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3139 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,58$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,61$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,70$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,72$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,54$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,70$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,27$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,84$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Samandağ ilçesi 3140 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,60$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,89$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,45$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,65$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,67$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,91$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,49$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında

yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Antakya ilçesi 3141 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=2,39$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,70$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,42$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,14$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,12$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,88$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3142 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,39$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,17$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,92$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,72$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=2,88$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,42$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,35$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3143 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,76$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,77$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,32$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=6,11$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,38$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,16$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Hassa ilçesi 3144 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,89$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,40$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,5$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,12$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,53$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,57$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,14$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,88$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Kırıkhan ilçesi 3145 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,92$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,38$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,56$ s ve hakim titreşim periyodu

için f değerinin karşılığı $T=1,09$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,85$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,33$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,77$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,18$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Hatay ilinin Belen ilçesi 3146 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=2,76$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,07$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,61$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,36$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=5,51$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,05$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,18$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Malatya ilinin Pütürge ilçesi 4404 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,11$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,27$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,0$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,32$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,87$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,39$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,63$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,15$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında

yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Malatya ilinin Hekimhan ilçesi 4405 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,64$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,09$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,56$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,65$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,80$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,55$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Malatya ilinin Akçadağ ilçesi 4406 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,87$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,59$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,15$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,76$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,86$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,69$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,32$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Malatya ilinin Doğanşehir ilçesi 4408 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,56$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,53$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=4,0$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,80$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,07$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,59$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,93$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Çağlayancerit ilçesi 4611 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,50$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,09$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,67$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,67$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,43$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,31$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,60$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Göksun ilçesi 4612 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,10$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,32$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,43$ s ve hakim titreşim periyodu

için f değerinin karşılığı $T=0,91$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,74$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,80$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,39$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,57$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Adıyaman ilçesi 4613 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=4,50$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,09$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,71$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,22$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,21$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,43$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,17$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,21$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesi 4614 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=7,02$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,12$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,37$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,14$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=10,05$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,11$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,07$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,10$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında

TB değerlerinde yakınlık tespit edilmiştir. TA değerlerinde ise gerçek deprem verileri daha büyük olduğu görülmüştür.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesi 4615 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,90$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,33$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,11$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,95$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,5$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,19$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,05$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesi 4616 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,90$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,25$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,67$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,53$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=12,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,24$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,07$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,08$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi 4617 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık

$M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,54$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,32$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,92$ s ve hâkim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,84$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,15$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,63$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,87$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi 4619 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,74$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,21$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,35$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,70$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,43$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi 4620 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=5,20$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,14$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,19$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=8,14$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde

edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,82$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,10$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,12$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Dulkadiroğlu ilçesi 4621 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,78$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,37$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,70$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,56$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,63$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,03$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,33$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,58$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi 4624 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,43$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,56$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,65$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,50$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,43$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,60$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha

geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Dulkadiroğlu ilçesi 4625 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,97$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,20$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,22$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,51$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,08$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,72$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,14$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,93$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi 4626 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,56$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,59$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=4,0$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,80$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=13,57$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,17$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,06$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,07$ s olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesi 4629 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$

deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=2,52$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,33$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,49$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,40$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=4,97$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,33$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,08$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,20$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları, TDPH verileri ile diğer istasyonlarda görülen farklara kıyasla değerlerin yakın olduğu görülmüştür.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesi 4630 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=6,12$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,56$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,16$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=13,71$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,13$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,07$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,07$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotlarının T_B değerlerinde yakınlık görülmüştür.

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesi 4632 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,92$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,77$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,67$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,09$ sn olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,79$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,71$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,45$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,56$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda

TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesi NAR nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,54$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,15$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=4,0$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,86$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=9,55$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=3,57$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,08$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,10$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Şanlıurfa ilinin Siverek ilçesi 6303 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=0,63$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,43$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=3,57$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,59$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=0,54$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=4,0$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,83$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=1,86$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

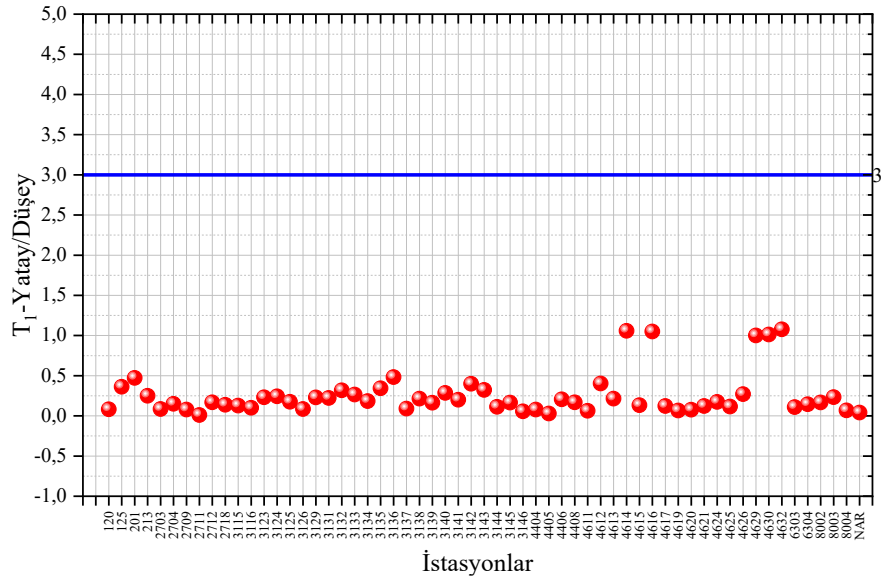
Şanlıurfa ilinin Bozova ilçesi 6304 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,0$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,12$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,33$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,93$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,83$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,52$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

Osmaniye ilinin Bahçe ilçesi 8002 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=3,0$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,12$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,09$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,33$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,93$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,83$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,13$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,52$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDPH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDPH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

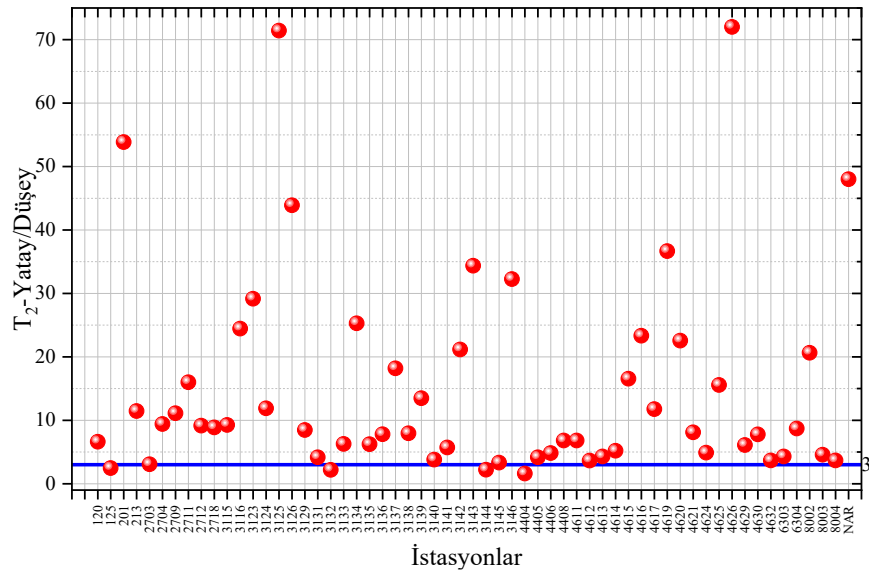
Osmaniye ilinin Merkez ilçesi 8003 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=1,36$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,37$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=2,70$ s ve hakim titreşim periyodu

için f değerinin karşılığı $T=0,73$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,06$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=1,59$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,59$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,95$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.

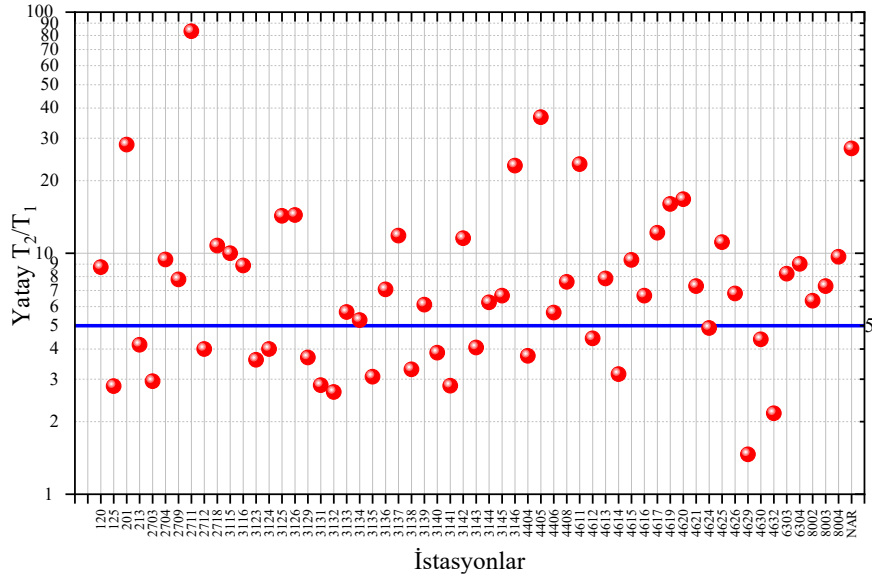
Osmaniye ilinin Kadirli ilçesi 8004 nolu istasyon için yatay ve düşey yönlü fourier spektrum grafiği verilmiştir. Bu grafikte 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş/Pazarcık $M_w=7,7$ deprem verileri üzerinden oluşturulmuştur. Yatay yönlü hakim titreşim frekans değerinin tepe noktası $f=4,84$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=0,17$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=1,67$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,21$ s olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde düşey yönlü hakim titreşim frekansının tepe değeri $f=1,48$ Hz olarak belirlenmiştir. Bu grafikten elde edilen f_2 değerinin saniye cinsinden $T_1=2,50$ s, f_1 değerinin saniye cinsinden $T_2=0,45$ s ve hakim titreşim periyodu için f değerinin karşılığı $T=0,68$ sn olarak belirlenmiştir. Bu lokasyonda TDTH tasarım deprem düzeyi DD2'ye göre zemin köşe periyotları ile karşılaştırıldığında yatay ve düşey yönlü deprem etkisinde zemin köşe periyotları daha geniş bir aralıkta yapılar üzerinde etkili olmuştur. TDTH zemin köşe periyotları gerçek deprem verileri ile hesaplanan zemin köşe periyotları ile uyuşmamaktadır.



Şekil 6.19. Fourier genlik spektrumundan elde edilen sol köşe yatay periyodun sol köşe düşey periyoda oranı



Şekil 6.20. Fourier genlik spektrumundan elde edilen sağ köşe yatay periyodun sağ köşe düşey periyoda oranı



7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında 6 Şubat 2023'te $M_w=7,7$ büyüklüğünde meydana gelen Kahramanmaraş/Pazarcık depreminin ivme ve Fourier spektrumları incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada TBDY 2018'de yer alan elastik tasarım spektrumunun bir bileşeni olan tasarım spektral ivme katsayıları istasyon verileri üzerinden elde edilmiş ve tehlike haritası verileriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Güçlü yer hareketi ile ölçülen en yüksek yer ivmelerine göre, 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri Türkiye'deki en güçlü depremler arasında yer almaktadır.
- 4614 istasyonun $2383,77 \text{ cm/s}^2$ 'lik bir ivme değeri oluşmuştur. Bunun gibi birçok istasyonda meydana gelen hem yatay hem de düşey büyük ivmeler, yapılar üzerinde hasarı oluşturan ana etmenlerden biridir.
- Tasarım deprem yer hareketi üzerinden değerlendirme yapıldığında yatayda ve düşeyde büyük ivme değerleri elde edilmiştir.
- İvme ölçer istasyonlarının zemin sınıfının çoğunluğu ZC sınıfındadır.
- Tehlike haritasından elde edilen verilere göre TBDY 2018'de geçerli olan spektral ivme katsayıları DBYBHY 2007'de geçerli olan değerlere göre istasyonların çoğunda yüksek değerler elde etmiştir. Bu da Deprem Bölgeleri Haritası ile Türkiye Deprem Tehlike Haritası arasındaki farkı ortaya koymaktadır.
- 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık depremi sırasında kaydedilen yatay ve düşey spektral ivme değerlerinin, ilgili istasyon konumları için TBDY 2018'de öngörülen DD-2 seviyesi (475 yıllık geri dönüş periyodu) elastik tasarım spektrum değerlerini aştığını ve bazı istasyonlarda ise DD-1 seviyesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) elastik tasarım spektrum ivmelerini aştığı tespit edilmiştir.
- TBDY 2018 DD-2 elastik tasarım ivme spektrumlarının mevcut konut binalarının sismik performans değerlendirmesinde veya güçlendirilmesinde kullanıldığı göz önüne alındığında, bu yapılardaki can ve mal güvenliği, beklenen seviyeleri aşan sismik taleplere maruz kalmaları durumunda önemli risk altında olacaktır.

- İstasyonların çoğunda, Türkiye Deprem Tehlike Haritası, Deprem Bölgeleri Haritasına göre daha yüksek PGA değerleri içermektedir.
- Hatay ve Kahramanmaraş'ta, hem yatay hem de düşey elastik tasarım spektrumun üzerinde ivme spektrumları elde edilmiştir.
- Tasarım spektrumlarının, metodolojideki farklılıklar göz önüne alındığında bile, birçok periyot aralığında kaydedilen spektrumlardan çok daha düşük olması alışılmadık bir durumdur. Bu tür tutarsızlıklar, tasarım spektrumlarının öngörü kapsamının dışında kalan etkilerin varlığını düşündürmektedir.
- TBDY 2018'de tasarım spektral ivme katsayıları, doğrudan ya da dolaylı olarak tasarım yaklaşımını etkilemektedir. Bu durum tehlike haritalarından elde edilen spektral katsayıların ne denli önemli olduğu ortaya çıkarmaktadır.
- Bir diğer önemli nokta ise, deprem bölgesinde gözlemlenen ciddi hasar ve yıkımın yalnızca ivme spektrumlarının aşılmasına bağlanmaması gerektiğidir. Binaların maruz kaldığı sismik talep hem yapının temel periyotlarına hem de zemine bağlıdır.
- Fourier spektrumlarından elde edilen sonuçlara göre, gerçek deprem ivme kayıtlarından elde edilen zemin periyot değerlerinin tehlike haritalarından elde edilen değerlere göre daha geniş periyot aralığına sahip yapı stoğunu etkilediği ortaya çıkmıştır.
- Fourier genlik spektrumları daha geniş periyot aralığının hakim olduğunu bu da daha geniş bir yapı stoğunu bu depremin etkilediği sonucunu ortaya koymaktadır.
- Literatür çalışmaları ve bu tez çalışması Türkiye Deprem Tehlike Haritasının sismik parametrelerinin güncellenmesi ihtiyacı olduğunu ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Kramer, SL. Geotechnical Earthquake Engineering, Londra: Prentice-Hall; (1996).
- [2] Sevinç S. Türkiye’de Olasılıksal Deprem Tehlike Haritalarının Betonarme Yapılarda Deprem Davranışının Tespitine Etkileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. (2018).
- [3] ODTÜ. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık Mw=7.7 ve Elbistan Mw=7.6 Depremleri Ön Değerlendirme Raporu. Ankara. (2023).
- [4] AFAD. 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 Depremlerine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu. Ankara. (2023).
- [5] İTÜ. 6 Şubat 2023 04.17 Mw 7,8 Kahramanmaraş (Pazarcık, Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan), ve 13.24 Mw 7,7 Kahramanmaraş (Elbistan/Nurhak-Çardak) Depremleri Nihai Rapor. İstanbul. (2023).
- [6] Strateji ve Bütçe Başkanlığı. 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. Ankara. (2023).
- [7] Avgın, S., Köse, MM, Özbek, A. Damage assessment of structural and geotechnical damages in Kahramanmaraş during the February 6, 2023 earthquakes. Eng Sci Technol an Int J, (2024); 57(2024), 101811.
- [8] Çetin, K. O., Cakir, E., Elsaid, A., Cuceoglu, F., Soylemez, B., Ocak, S. Geotechnical aspects of February 6, 2023 Kahramanmaraş-Türkiye earthquake sequence. ECSMGE 24, Lizbon, Portekiz, (2024); 25-44.
- [9] Yıldız, Ö., Kına, C. Geotechnical and Structural Investigations in Malatya Province after Kahramanmaraş Earthquake on February 6, 2023. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (2023); 12(3), 686-703.
- [10] Nur, A., Gökdoğan, T., Işık, NS, Fırat, S. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinde Zemin Davranışları: Vaka Analizi, Türk Mühendislik Araştırma ve Eğitimi Dergisi, (2024); 3(1), 48-57.
- [11] Papazafeiropoulos, G., Plevris, V. Kahramanmaraş-Gaziantep, Türkiye Mw 7.8 Earthquake on February 6, 2023: Preliminary Report on Strong Ground Motion and Building Response Estimations. Buildings, (2023); 13(1194), 1-30.
- [12] Atmaca, B., Altunişik AC, Ertürk Atmaca E., Başağa HB., Günaydın M., Adanur S., Ateş Ş., ... ve Algihan, KK. What is the reason for collapses on February 6, 2023 Kahramanmaras, earthquakes: Insights from a dataset of 400 collapsed RC buildings post-earthquake analysis. J Build Eng, (2025); 107(112660).

- [13] Kazaz, İ., Bilge, İ. H., Gürbüz, M. Near-fault ground motion characteristics and its effects on a collapsed reinforced concrete structure in Hatay during the February 6, 2023 Mw7.8 Kahramanmaraş earthquake, *Eng Struct*, (2024); 298(117067).
- [14] Gani, E., Öztürk, S., Sarı, A. Examination of the severe impact of the February 6, 2023 earthquakes on Antakya district considering pulse-like ground motions, supershear rupture, and basin effects, *Soil Dyn Earthq Eng*, (2025); 198(109608).
- [15] TBDY. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Ankara. (2018).
- [16] Yön, B., Dedeoğlu, İ. Ö., Yetkin, M., Erkek, H., Calayır, Y. Evaluation of the seismic response of reinforced concrete buildings in the light of lessons learned from the February 6, 2023, Kahramanmaraş, Türkiye earthquake sequences, *Natural Hazards*, (2025); 121, 873-909.
- [17] Ozturk, M., Arslan, MH, Korkmaz, HH. Effect on RC buildings of 6 February 2023 Turkey earthquake doublets and new doctrines for seismic design, *Eng Fail Anal*, (2023); 153(107521).
- [18] Işık, E., Radu, D., Harirchian, E., Avcil, F., Arkan, E., Büyüksaraç, A., Hadzima-Nyarko, M. Failures in Reinforced-Concrete Columns and Proposals for Reinforcement Solutions: Insights from the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes, *Buildings*, (2025); 15(1535), 1-27.
- [19] Işık, E., Avcil, F., Büyüksaraç, A., Arkan, E. Comparative Analysis of Target Displacements in RC Buildings for 2023 Türkiye Earthquakes, *Appl Sci*, (2025); 15(7), 1-25.
- [20] İnce, O. Structural damage assessment of reinforced concrete buildings in Adıyaman after Kahramanmaraş (Türkiye) Earthquakes on 6 February 2023, *Eng Fail Anal*, (2024); 156(107799), 1-30.
- [21] Avcil, F. Investigation of Precast Reinforced Concrete Structures during the 6 February 2023 Türkiye Earthquakes, *Sustainability*, (2023); 15(14846), 1-20.
- [22] Çeçen, F. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Demiryolu Üstyapısına Etkilerinin Saha Gözlemleri ve Sonlu Eleman Analizleriyle İncelenmesi, *Demiryolu Mühendisliği*, (2023); 18, 59-72.
- [23] Kahya, V., Genç, AF, Sunca, F., Roudane, B., Altunişik, AC, Yilmaz, S., ... Akgül, T. Evaluation of earthquake-related damages on masonry structures due to the 6 February 2023 Kahramanmaraş-Türkiye earthquakes: A case study for Hatay Governorship Building, *Eng Fail Anal*, (2024); 156(107855), 1-34.
- [24] Genç, AF, Atmaca EE, Günaydin, M., Altunişik, AC, Sevim, B. Evaluation of soil structure interaction effects on structural performance of historical masonry buildings considering earthquake input models, *Structures*, (2023); 54, 869-889.

- [25] Atmaca, B., Demir, S., Günaydın, M., Altunışık, AC, Hüsem, M., Ateş, Ş., Adanur, S., Angın, Z. Lessons learned from the past earthquakes on building performance in Turkey, *J Struct Eng Appl Mech*, (2020); 3(2), 61-84.
- [26] Doğangün, A. Performance of reinforced concrete buildings during the May 1, 2003 Bingöl Earthquake in Turkey, *Engineering Structures*, (2004); 26(6), 841-856.
- [27] Işık, E., Avcil, F., Hadzima-Nyarko, M., İzol, R., Büyüksaraç, A., Arkan, E., Radu, D., Özcan, Z. Seismic Performance and Failure Mechanisms of Reinforced Concrete Structures Subject to the Earthquakes in Türkiye, *Sustainability*, (2024); 16(6473), 1-31.
- [28] Bayraktar, A., Altunışık, AC, ... Özsahin, TS. Field Investigation of the Performance of Masonry Buildings during the October 23 and November 9, 2011, Van Earthquakes in Turkey, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, (2015); 29(6), 1-19.
- [29] DBYBHY. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara. (2007).
- [30] AFAD. Türkiye İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023).
- [31] Saraçoğlu, F. Farklı Zeminlerde Üst Yapıya Etkiyen Deprem Yüğü Hesabı İçin Normalize Davranış Spektrumu Önerisi, yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. (2017).
- [32] Karagöz, Ş. Betonarme Binaların Dinamik Özelliklerinin Mikrotremor Ölçümleriyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi. (2014).
- [33] Iervolino, I. Ground-Motion Observations and Probabilistic Seismic Hazard: Frequently Asked Questions, *Seismol Res Lett*, (2022); 93, 2360-2366.
- [34] USGS. Tectonic Map of Turkey Region. (2024).
<https://www.usgs.gov/media/images/tectonic-map-turkey-region>.
- [35] Atabey, E. Deprem, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara. (2000).
- [36] Demirtaş, R. Doğu Anadolu Fay Sistemi Deprem Etkinliği-Gelecek Deprem Potansiyeli, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. (2019).
- [37] TADAS. Türkiye Veritabanı ve Analiz Sistemi. (2024).
- [38] BDTİM. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Merkezi. (2024).
- [39] USGS. US Geological Survey, National Earthquake Information Center, World Data Center for Seismology. (2024).
- [40] EMSC. European Mediterranean Seismological Centre. (2024).

- [41] Yetkin, M., Dedeoğlu, İÖ, Tunç, G. February 6, 2023, Kahramanmaraş twin earthquakes: Evaluation of ground motions and seismic performance of buildings for Elazığ, southeast of Türkiye, *Soil Dyn Earthq Eng*, (2024); 181(108678), 1-23.
- [42] Altunsu, E., Güneş, O., Öztürk, S., Sorosh, S., Sarı, A., Beeson, ST. Investigating the structural damage in Hatay province after Kahramanmaraş-Türkiye earthquake sequences, *Eng Fail Anal*, (2024); 157(107857), 1-25.
- [43] Onat, O., Özmen, A., Özdemir, E., Sayın, E. Damage propagation and failure mechanism of single dome historical Masonry Mosque after February 6, 2023, Kahramanmaraş earthquake doublets (Mw=7.7 and Mw=7.6), *Structures*, (2024); 69(107288), 1-2.
- [44] Sevim, B., Ayvaz, Y., Akbulut, S., Aydın, MF, Uzun, S, Arı A. Seismic Performance and Damage Evaluation of Reinforced Concrete Structures Based on Field Investigation Made After February 6, 2023, Kahramanmaraş Earthquakes, *Journal of Earthquake and Tsunami*, (2024); 18(1).
- [45] Işık, E., Avcil, F., Büyüksaraç, A., İzol, R., ... Ulutaş, H. Structural damages in masonry buildings in Adıyaman during the Kahramanmaraş (Türkiye) earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) on 06 February 2023, *Engineering Failure Analysis*, (2023); 151(107405), 1-28.
- [46] Güler, E. Non-linear site response and liquefaction analysis of soil site in Kahramanmaraş during the Mw 7.7 and Mw 7.6 Turkey earthquakes, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 57(101751), 1-14.
- [47] Kazaz, İ., Avşar, Ö., Dilsiz, A. Importance of building inspection on the seismic response of a severely damaged RC structure during the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence, *Engineering Failure Analysis*, (2024); 162(108410), 1-24.
- [48] Chopra AK. *Dynamics of Structures*, 4th ed. Pearson. (2014).
- [49] Elnashai, AS., Sarno, L. D. *Fundamentals of earthquake engineering*. İngiltere: John Wiley. (2008).
- [50] Tuğsal, ÜM, Mutlu, AK. Deprem Mühendisliği Uygulamalarında Kullanılmak Üzere Açık Kaynaklı Bir Yazılım Geliştirilmesi: DARLA (Versiyon 1.0). *DÜMF Mühendislik Dergisi*, (2023); 14(1), 207-213.
- [51] ASCE 7-10. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, ASCE Standard. (2010).
- [52] Gürkaynak, Ö. *Dinamik Kompaksiyon Sonucu Oluşan Titreşim Verilerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. (2012).
- [53] Saraçoğlu, F. *Farklı Zeminlerde Üst Yapıya Etkiyen Deprem Yüğü Hesabı İçin Normalize Davranış Spektrumu Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. (2017).

- [54] Balun, B. Assessment of seismic parameters for 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes, *Structural Engineering Mechanics*, (2023); 88(2), 117-128.