

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**DEPREM KAYITLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ İLE FAY
UZAKLIĞINA VE KAYITLARA DAYALI ŞİDDET HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan TURAN

Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

ŞUBAT 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**DEPREM KAYITLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ İLE FAY
UZAKLIĞINA VE KAYITLARA DAYALI ŞİDDET HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hakan TURAN
(802201224)**

Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Beyza TAŞKIN
Eş Danışman: Dr. Kerem PEKER**

ŞUBAT 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**GENERATION OF INTENSITY MAPS BASED ON FAULT DISTANCE AND
EARTHQUAKE RECORDS THROUGH STATISTICAL ANALYSIS OF
SEISMIC DATA**

MASTER THESIS

**Hakan TURAN
(802201224)**

Department of Earthquake Engineering

Earthquake Engineering Program

**Advisor: Doç. Dr. Beyza TAŞKIN
Co-Advisor: Dr. Kerem PEKER**

FEBRUARY 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 802201224 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hakan TURAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “DEPREM KAYITLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ İLE FAY UZAKLIĞINA VE KAYITLARA DAYALI ŞİDDET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Beyza TASKIN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Dr. Kerem PEKER**
Erdemli Proje ve Müşavirlik

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Yasin FAHJAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ufuk YAZGAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Murat Serdar KIRÇIL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **05 Ocak 2024**
Savunma Tarihi : **06 Şubat 2024**





6 Şubat 2023 depremlerinde aramızdan ayrılan Şampiyon Melekler'e,



ÖNSÖZ

Öğrencisi olmaktan gurur duyduğum ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini her koşulda hissettiren kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Beyza TAŞKIN'a kendisiyle çalışma imkanını bana sunduğu için teşekkür eder, en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

Lisansüstü eğitimim süresince çok değerli bilgi ve tecrübelerini benimle her fırsatta paylaşan meslek büyüğüm ve aynı zamanda eş danışmanım Dr. İnş. Müh. Kerem PEKER'e ve tüm Erdemli Proje ailesine teşekkür ederim.

Kıymetli görüşleri ve bilgilerini benimle paylaşan değerli meslektaşım Yük. İnş. Müh. Can Uraz DEMİR'e teşekkürü borç bilirim.

Varlık sebebim, velinimetim anne ve babama, pek kıymetli ablama bu çalışmayı tamamlamamda beni her zaman ileriye taşıdıkları için minnettarım.

Şubat 2024

Hakan TURAN
(İnşaat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ÖZET	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2 Deprem Kaynak Özellikleri	2
1.3 Türkiye Deprem Kaynak Bölgeleri	3
1.4 Deprem Verilerinin Kayıt Altına Alınması	4
2. DEPREM DALGALARININ YAYILIMI	7
2.1 Dalga Tipleri	7
2.1.1 Cisim dalgaları	7
2.1.2 Yüzey dalgaları	7
2.2 P-S Dalga Hızları.....	8
2.2.1 Literatür bilgisi.....	8
2.2.2 Dalga hızları kullanılarak deprem merkezüssünün belirlenmesi	11
2.2.2.1 Tek istasyon algoritması ile deprem merkezüssü tahmini	13
2.2.2.2 Çoklu istasyon algoritması ile deprem merkezüssü tahmini.....	14
2.3 Azalım İlişkileri.....	15
2.4 Yerel Zemin Etkileri.....	16
2.4.1 V_{s30} hızlarının etkisi.....	16
2.4.2 Zemin büyütme etkisi	18
3. DEPREM KAYITLARININ ÇEŞİTLİ PARAMETRELERLE ANALİZİ....	23
3.1 Veri Seti	23
3.2 Metot: Doğrusal En Küçük Kareler Yöntemi	24
3.3 PGA, PGV, PGD Parametreleri	25
3.3.1 Literatür bilgisi.....	25
3.3.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modeli	27
3.4 Kümülatif Mutlak Hız (<i>Cumulative Absolute Velocity, CAV</i>)	29
3.4.1 Literatür bilgisi.....	29
3.4.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri.....	30
3.5 Arias Şiddeti (<i>Arias Intensity, I_A</i>).....	33
3.5.1 Literatür bilgisi.....	34
3.5.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri.....	34
3.6 RI-DI Parametreleri.....	38
3.6.1 Türkiye'den örnek bir uygulama.....	41
3.6.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri.....	42

4. DEPREM ŞİDDETİ-YAPI HASARI İLİŞKİSİ	47
4.1 Deprem Şiddet Ölçekleri	47
4.1.1 Modifiye Mercalli Şiddet Ölçeği (<i>Modified Mercalli Intensity Scale, MMI</i>)	48
4.1.2 Avrupa Makrosismik Ölçeği (<i>European Macroseismis Scale, EMS-98</i>)..	50
4.2 Deprem Şiddetinin Yapısal Hasarla İlişkisi	58
4.3 Deprem Şiddeti ile En Büyük Yer İvmesi Arasındaki İlişki (<i>I_{EMS}-PGA</i>)	59
4.3.1 Literatür bilgisi	60
4.3.1.1 Trifunac ve Brady (1975)	60
4.3.1.2 Murphy ve O'Brian (1977)	60
4.3.1.3 Wald ve diğerleri (1999).....	61
4.3.1.4 Arıoğlu ve diğerleri (2001)	61
4.3.1.5 Tselentis ve Danciu (2008)	61
4.3.1.6 Bilal (2013)	62
4.3.2 Bu çalışmada oluşturulan <i>I_{EMS}-PGA</i> korelasyon modeli	62
4.3.3 Çalışmaların karşılaştırılması	66
5. ÖRNEK ÇALIŞMA- 30 EKİM 2020 SİSAM ADASI DEPREMİ	73
5.1 Deprem Merkezüssünün Konumlandırılması	73
5.1.1 Tek istasyon verisi ile deprem merkezüssü tahmini	74
5.1.2 Çoklu istasyon verisi ile deprem merkezüssünün belirlenmesi	76
5.1.3 Merkezüssü konumlandırma çalışmasının sonuçları	77
5.2 İvme Değerlerinin Hesaplanması.....	79
5.2.1 Beyaz ve Kayabalı (2011) İvme Azalım İlişkisi.....	79
5.3 <i>V_{s30}</i> Haritasının Oluşturulması	80
5.4 Zemin Etkisi Sonrası Yeni İvme Değerlerinin Hesaplanması ve Diğer İvme Azalım İlişkileri ile Karşılaştırılması.....	81
5.4.1 Joyner & Boore (1988) ivme azalım ilişkisi.....	84
5.4.2 Fukushima & Tanaka (1990) ivme azalım ilişkisi	84
5.4.3 Ulusay vd. (2004) ivme azalım ilişkisi.....	85
5.4.4 Kalkan & Gülkan (2004) ivme azalım ilişkisi	86
5.4.5 Akkar & Bommer (2010) ivme azalım ilişkisi	86
5.5 Şiddet Haritasının Oluşturulması.....	87
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR.....	93
EKLER	96
ÖZGEÇMİŞ.....	148

KISALTMALAR

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
AZI	: Azimut açısı
BAZ	: Geri azimut açısı
CAV	: Kümülatif Mutlak Hız
DI	: Yıkıcı Şiddet
EMS-98	: European Macroseismic Scale
GPS	: Global Positioning System
I	: Şiddet
I_A	: Arias Şiddeti
ITSAK	: The Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineerits
JMA	: Japan Meteorological Agency
KRDAE	: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
MCS	: Mercalli-Cancani-Seiberg
MMI	: Modified Mercalli Intensity
MSK	: Medvedev-Sponheuer-Karnik
PGA	: En Büyük Yer İvmesi
PGD	: En Büyük Yer Değiştirme
PGV	: En Büyük Yer Hızı
RI	: Gerçek Zamanlı Şiddet
RMSE	: Kök ortalama kare hatası
USGS	: The United States Geological Survey



SEMBOLLER

A_E	: P dalgasının doğu-batı yönündeki ilk fazının genliği
A_N	: P dalgasının kuzey-güney yönündeki ilk fazının genliği
a	: Yer ivmesi
d	: Yer değiştirme
E	: Sismik enerji
F	: Sismik atalet kuvveti
F_a	: Kısa periyot zemin büyütme katsayısı
F_v	: Orta periyot zemin büyütme katsayısı
V_p	: P dalgasının hızı
V_s	: S dalgasının hızı
v	: Yer hızı
λ	: Lamé sabiti
μ	: Ortam katılık katsayısı
ρ	: Ortam yoğunluğu
β	: %95 Güven aralığı sınırları
t	: Zaman
m	: Kütle
m_a	: Farklı giriş yer hareketi seviyeleri için üssel katsayı (Kısa periyot)
m_v	: Farklı giriş yer hareketi seviyeleri için üssel katsayı (Orta periyot)
M_w	: Moment manyitüd, depremin büyüklüğü
R^2	: Belirleme katsayısı
SS_{err}	: Toplam hatalar karesi
SS_{tot}	: Tüm toplam kareler
V_{s30}	: 30 metre derinlikteki ortalama kayma dalgası hızı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çalışmada kullanılan zemin sınıfları ve açıklamaları.	19
Çizelge 2.2 : Zemin durumuna bağlı olarak kısa ve orta periyot büyütme katsayıları.	19
Çizelge 3.1 : CAV-PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.	33
Çizelge 3.2 : I_A -PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.	37
Çizelge 3.3 : D_{Imax} -PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.	45
Çizelge 4.1 : I_{EMS} -PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.	65
Çizelge 4.2 : Karşılaştırma için kullanılan veri seti (Bilal, 2013).....	67
Çizelge 5.1 : İstasyon ve AFAD raporundan alınan merkezüssü koordinatları.....	74
Çizelge 5.2 : Her istasyondan hesaplanan merkezüssü koordinatları ve gerçek merkezüssü ile olan hata oranları.	76
Çizelge 5.3 : Gerçek merkezüssü ile hesaplanan merkezüssü koordinatları ve aralarındaki mesafe.....	77
Çizelge A.1 : İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.....	97
Çizelge B.1 : Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.	108
Çizelge C.1 : Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.....	128
Çizelge D.1 : Çalışma kapsamında karşılaştırma için kullanılan veri setinin literatürden seçilmiş ve bu çalışmada oluşturulan I-PGA ilişkileri kullanılarak hesaplanan şiddet değerleri.....	141
Çizelge E.1 : 30.10.2020 Sisam adası depreminde istasyonlarda kayıt altına alınan en büyük yer ivmesi ile çalışma kapsamında hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri.	145



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : AFAD Türkiye Deprem Gözlem Ağları Haritası (AFAD, 2019)	5
Şekil 1.2 : KRDAE Sismik Ağ Haritası (Mavi renkle gösterilenler hız ölçer, yeşil renkle gösterilenler ivme ölçer, sarı ile işaretlenmiş yeşil istasyonlar ise kısa periyot ivme ölçerleri temsil etmektedir.)	6
Şekil 2.1 : P dalgası yayılım hareketi (URL-1).....	9
Şekil 2.2 : S dalgası yayılım hareketi (URL-1).....	10
Şekil 2.3 : Cisim dalgaları ve türleri.....	10
Şekil 2.4 : P & S dalgalarının derinlik ve ortam haline göre hızlarındaki değişimler.	11
Şekil 2.5 : P & S dalgalarının mesafe-zaman grafiği.	13
Şekil 2.6 : İstasyon ile deprem merkezüssü arasındaki pozitif açıyı ve yönü hesaplamak için kullanılan yöntem.	14
Şekil 2.7 : Çoklu istasyon algoritması kullanılarak merkezüssü konumlandırılması ile ilgili örnek bir çizim.	15
Şekil 2.8 : Türkiye V_{s30} Topografik Eğim haritası (USGS).....	17
Şekil 2.9 : Ortalama kayma dalgası hızının sürekli bir fonksiyonu olarak SC-Ib zemin sınıfına göre (a) kısa periyot F_a ve (b) orta periyot F_v büyütme katsayıları (Borcherdt, 1994).	20
Şekil 2.10 : Ortalama kayma dalgası hızının sürekli bir fonksiyonu olarak SC-(II-III) zemin sınıfına göre (a) kısa periyot F_a ve (b) orta periyot F_v büyütme katsayıları (Borcherdt, 1994).	21
Şekil 2.11 : Kısa periyot (m_a) ve orta periyot (m_v) için üssel değerlerin sürekli fonksiyonları ve grafikleri.	21
Şekil 3.1 : Veri setini oluşturan depremler ve kayıt istasyonlarının harita üzerindeki dağılımı.	23
Şekil 3.2 : Örnek İvme-Zaman grafiği.....	26
Şekil 3.3 : Örnek Hız-Zaman grafiği.....	26
Şekil 3.4 : Örnek Deplasman-Zaman grafiği.	27
Şekil 3.5 : %95 güven aralığında çizdirilen log(PGV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir)(PGA ve PGV birimleri sırasıyla cm/sn^2 ve cm/sn 'dir).....	28
Şekil 3.6 : Zemin sınıflarına bağlı log(PGV)-log(PGA) dağılım grafiği (mavi renk veriler ZB, kırmızı renk veriler ZC ve yeşil renk veriler ZD zemin sınıflarını temsil etmektedir) (PGA ve PGV birimleri sırasıyla cm/sn^2 ve cm/sn 'dir).	29
Şekil 3.7 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	31

Şekil 3.8 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	31
Şekil 3.9 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	32
Şekil 3.10 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	32
Şekil 3.11 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(I _A)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	35
Şekil 3.12 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(I _A)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	35
Şekil 3.13 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(I _A)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	36
Şekil 3.14 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen log(I _A)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	36
Şekil 3.15 : Çeşitli deprem hareketi parametreleri arasındaki ilişki.	38
Şekil 3.16 : DI ve RI'nın zamana göre değişimi.	40
Şekil 3.17 : İzmir Seferihisar depreminin ivme-zaman grafiği.	41
Şekil 3.18 : Depremin Yıkım Şiddeti-Zaman grafiği.	41
Şekil 3.19 : Gerçek Zamanlı Şiddet-Zaman grafiği.	42
Şekil 3.20 : MMI-Zaman grafiği.	42
Şekil 3.21 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI _{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	43
Şekil 3.22 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI _{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	43
Şekil 3.23 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI _{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	44
Şekil 3.24 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen DI _{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	44
Şekil 4.1 : Modifiye Mercalli Şiddet dereceleri.	49
Şekil 4.2 : Yapı türlerine göre hasar görülebilirlik sınıfları (EMS-98).	51
Şekil 4.3 : Yığma yapılar için hasar dereceleri (EMS-98).	52
Şekil 4.4 : Betonarme yapıları için hasar dereceleri (EMS-98).	53
Şekil 4.5 : Avrupa Makrosismik Ölçeği şiddet derecelerinin kısa biçimi.	54
Şekil 4.6 : Miktar tanımları.	55

Şekil 4.7 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	63
Şekil 4.8 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	63
Şekil 4.9 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	64
Şekil 4.10 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).	64
Şekil 4.11 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Trifunac ve Brady (1975) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	69
Şekil 4.12 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Murphy ve O'Brian (1977) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	69
Şekil 4.13 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Wald ve diğerleri (1999) tarafından oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	69
Şekil 4.14 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Arnoğlu ve diğerleri (2001) tarafından oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	70
Şekil 4.15 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Tselentis ve Danciu (2008) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	70
Şekil 4.16 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Bilal (2013) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	70
Şekil 4.17 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile bu çalışmada oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.	71
Şekil 4.18 : Çalışmadan elde edilen sonucun diğer modeller ile karşılaştırılması.	71
Şekil 5.1 : İstasyon ve merkezüssü konumları. (Sarı renkli işaretçiler AFAD istasyonlarını, cyan renkli işaretçiler ITSAK istasyonlarını, yıldız şeklindeki kırmızı işaretçi ise AFAD tarafından belirlenen merkezüssünü göstermektedir.)	74
Şekil 5.2 : Tek istasyon yönteminin merkezüssü konumlandırma sonuçları. (Sarı ve cyan renkli yıldızlar sırasıyla AFAD ve ITSAK istasyonlarının verileri ile bulunan merkezüslerini, merkezdeki kırmızı yıldız ise gerçek merkezüssünü temsil etmektedir.)	75
Şekil 5.3 : Çoklu istasyon yöntemi ile merkezüssü konumlandırma çalışmasının sonuç görseli. (Sarı renkli işaretçiler AFAD istasyonlarını, cyan renkli işaretçiler ITSAK istasyonlarını, beyaz ve cyan daireler istasyonlar ile gerçek merkezüssü arasındaki mesafeyi ve yıldız şeklindeki kırmızı işaretçi ise AFAD tarafından belirlenen merkezüssünü göstermektedir.)	77

Şekil 5.4 : Her bir istasyonun merkezüssüne olan gerçek mesafe ile hesaplanan mesafesinin karşılaştırılması.....	78
Şekil 5.5 : Her bir istasyonun merkezüssüne kuzeyden yaptığı gerçek açı ile hesaplanan açının karşılaştırılması.	78
Şekil 5.6 : Depremin moment büyüklüğü ve merkezüssü uzaklığına bağlı olarak hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri (Zemin etkisinden bağımsız).	80
Şekil 5.7 : Depremden etkilenen bölgenin V_{s30} haritası.....	81
Şekil 5.8 : Zemin büyütme etkileri sonucu hesaplanan en büyük yer ivmesi haritası.	82
Şekil 5.9 : Verilerin alındığı istasyonların dağılımı.....	83
Şekil 5.10 : Beyaz ve Kayabalı (2011) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	83
Şekil 5.11 : Joyner & Boore (1988) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	84
Şekil 5.12 : Fukushima & Tanaka (1990) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.	85
Şekil 5.13 : Ulusay vd. (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	85
Şekil 5.14 : Kalkan & Gülkan (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.	86
Şekil 5.15 : Akkar & Bommer (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.	87
Şekil 5.16 : Şiddet seviyelerinin ivme sınır değerleri.	87
Şekil 5.17 : Depremden etkilenen bölgenin tahmini şiddet haritası.	88

DEPREM KAYITLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ İLE FAY UZAKLIĞINA VE KAYITLARA DAYALI ŞİDDET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

ÖZET

Bu tez çalışması, depremler ve özellikle deprem riskinin değerlendirilmesi üzerine odaklanmıştır. Depremler, dünya genelinde sıkça görülen doğal afetlerden biridir ve bu çalışmada, depremlerin şiddet haritaları aracılığıyla değerlendirilmesi üzerine önemli bir perspektif sunulmaktadır. Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98), şiddet seviyelerine ve yapısal özelliklere dayanarak potansiyel yapısal hasarı öngörmek için bir çerçeve sunar. Sismik aktiviteye detaylı bir yaklaşım, doğru ve hızlı oluşturulan şiddet haritaları ile birleştirildiğinde, depremlerin neden olduğu potansiyel hasarı gösteren dağılım haritalarının oluşturulmasına imkân sağlar. Bu yöntem, deprem senaryolarına uygulandığında sadece yüksek riskli alanları tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda etkili afet yönetimi planlarının geliştirilmesine de katkıda bulunur.

Çalışmada, Türkiye genelinde 1995-2023 yılları arasında meydana gelen 161 depremden elde edilen 464 istasyon kaydı kullanılmıştır. İlk aşamada, doğrusal en küçük-kareler regresyon yöntemi kullanılarak çeşitli deprem parametreleri ve mühendislik şiddetleri ile en büyük yer ivmesi (PGA) arasında korelasyonlar geliştirilmiştir. Bu parametreler en büyük yer hızı, kümülatif mutlak hız, arias şiddeti, gerçek zamanlı şiddet ve yıkıcı şiddettir. Çalışmanın kritik bir yönü de Türkiye genelinde deprem şiddeti (I_{EMS}) ile maksimum yer ivmeleri (PGA) arasında yerel bir korelasyon oluşturmaktır. Bu korelasyon, şiddeti bilinen sekiz depremin 74 istasyon kaydı ile doğrulandı ve depremden etkilenen bölgelerde hızlıca şiddet haritası oluşturulması için temel oluşturdu.

Daha sonra, 30 Ekim 2020 tarihinde meydana gelen Sisam Adası açıklarındaki depremden ($M_w=6.6$) etkilenen bölgenin V_{s30} , ivme ve şiddet haritaları oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulabilmesi için depremin merkezüssü konumlandırılmış ve bu süreçte Yunanistan'ın deprem izleme ağı (ITSAK) ve Türkiye deprem izleme ağına (AFAD) ait toplamda 18 istasyon kullanılmıştır. Hem tek istasyon verisi hem de çok istasyon verisi kullanılarak merkezüssü konumlandırma yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Zemin etkilerinden bağımsız azalım ilişkisi kullanılarak hesaplanan ivme değerlerine zemin büyütme etkisi de eklenerek, depremden etkilenen bölgenin en büyük yer ivmesi haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma, elde edilen I_{EMS} -PGA korelasyonu ile şiddet seviyelerinin ivme sınır değerlerini belirleyerek, depremden etkilenen bölgenin şiddet haritasını oluşturma amacını taşımaktadır.



GENERATION OF INTENSITY MAPS BASED ON FAULT DISTANCE AND EARTHQUAKE RECORDS THROUGH STATISTICAL ANALYSIS OF SEISMIC DATA

SUMMARY

Earthquakes, as one of the most widely observed natural disasters globally, pose significant challenges to communities worldwide. Understanding their magnitude and assessing associated risks are critical aspects of earthquake preparedness and mitigation efforts. Shakemaps, instrumental in determining the severity of seismic tremors, play a pivotal role in evaluating earthquake risk in specific geographical regions, aiding in the development of robust disaster management plans.

The EMS-98 provides a framework for predicting potential structural damage based on severity levels and structural characteristics. A nuanced approach to seismic activity, when combined with accurate and swift intensity maps, enables the creation of distribution maps illustrating potential damage caused by earthquakes. This method, when applied to earthquake scenarios, not only identifies high-risk areas but also informs the development of effective disaster management plans.

This thesis study meticulously analyzed 464 station records from 161 earthquakes in Turkey spanning nearly three decades. The focus was on earthquakes with peak ground acceleration (PGA) values exceeding 50 cm/sec². Employing the linear least-squares regression method, correlations were established between various earthquake parameters and engineering intensities. These parameters included peak ground velocity, cumulative absolute velocity, arias intensity, real-time intensity, and destructive intensity. The rigorous analysis of seismic data entailed meticulous examination and classification of earthquake events based on their magnitudes, depths, and epicenter coordinates, ensuring comprehensive coverage of seismic activity within the study region. The utilization of the linear least-squares regression method allowed for the quantification of relationships between seismic parameters and engineering intensities, facilitating a deeper understanding of the factors influencing ground motion and structural response during seismic events. Furthermore, the inclusion of diverse earthquake parameters such as peak ground velocity, cumulative absolute velocity, Arias intensity, real-time intensity, and destructive intensity provided a multifaceted perspective on the dynamics of seismic activity and its potential impact on built infrastructure and human settlements. Despite exhibiting a wide dispersion, the correlations established between these parameters and peak ground acceleration are intended to illuminate future studies.

A critical aspect of the study was to establish a local correlation between earthquake intensity (I_{EMS}) and peak ground acceleration (PGA) across Turkey. To demonstrate the consistency of this correlation, it was compared with the intensity-peak ground acceleration relationships generated in 6 different studies found in the literature. For comparison, 74 station records from eight earthquakes with known intensity were utilized as test data. It was observed that the correlation established in this study

provided results closest to the observed intensity values compared to previous studies. This validated correlation formed the basis for swiftly generating shake maps in earthquake-affected areas. The case study of the Samos earthquake in 2020 exemplified the application of this correlation, emphasizing the importance of accurate epicenter positioning, appropriate attenuation relationships, and a nuanced understanding of local ground properties.

Swift and accurate epicenter determination is essential in earthquake scenarios, influencing the effectiveness of disaster response and mitigation efforts. The study incorporated 18 stations, leveraging both single-station and multi-station data for epicenter determination. The effectiveness of these methods was rigorously assessed, comparing results with the actual epicenter position from the AFAD database. As a result of this comparison, it was observed that the use of multiple stations provided more accurate results in epicenter determination. This finding underscores the importance of employing a multi-station approach in seismic data analysis for enhanced precision and reliability in determining earthquake epicenters. The integration of data from multiple stations enables a more comprehensive assessment of seismic activity, taking into account variations in ground motion across different locations. Moreover, the utilization of diverse datasets from multiple stations enhances the robustness of the epicenter determination process, mitigating potential errors associated with individual station data. By leveraging the combined information from multiple stations, the study achieved a higher level of confidence in epicenter localization, thereby contributing to more effective earthquake response and mitigation strategies.

Soil properties play a crucial role in the transmission of seismic waves, as they can significantly influence the intensity and duration of ground shaking during an earthquake. Expanding upon the recognition of this intricate interaction between soil properties and seismic waves, the study delved into various aspects to enhance the understanding of ground behavior during seismic events. Recognizing the complex interaction between soil properties and seismic waves, the study employed an attenuation relationship specifically designed for Turkey, independent of soil properties. The ground motion acceleration induced by the energy released from the earthquake source was extracted from the bedrock ($V_{s30} > 1050$ m/s) and transferred to relevant points. This approach aimed to provide a more accurate assessment of ground movements and their potential impact on structures and communities.

An insightful observation emerged when considering earthquakes within Turkey's borders: the incurred damage is not solely a result of the energy released but is also significantly influenced by ground conditions. The case study of the Samos earthquake highlighted the impact of local ground conditions on losses incurred in the Bayraklı district of Izmir, emphasizing the need for detailed information on soil conditions (V_{s30}) in risk analyses and disaster management planning.

The study employed the topographic slope-based method developed by the United States Geological Survey (USGS) to determine average shear wave velocities (V_{s30}) up to a depth of 30 meters in earthquake-affected regions. This information was crucial in understanding the ground conditions and, consequently, assessing potential damage during earthquakes.

Detailed amplification factors dependent on point-specific soil properties (V_{s30}) were calculated, and acceleration values were amplified. Thus, the potential maximum ground acceleration (PGA) was obtained and mapped. Point-based PGA values were

compared with 5 different attenuation relationships found in the literature. As a result of the comparison, it was observed that the method used in the study yielded better results.

Acceleration values, calculated with an attenuation relationship independent of soil effects, formed the basis for determining maximum point accelerations experienced by structures, objects, and humans on the surface. Organizing these values into a matrix facilitated the creation of a peak ground acceleration (PGA) map of the earthquake-affected region.

Utilizing the correlation between I_{EMS} and PGA established in the thesis, intensity level thresholds were defined, contributing to the generation of a shakemap for the earthquake-affected area. This approach, based on instrumental data, holds promise for the rapid generation of intensity maps in future earthquake disasters. After obtaining point-based intensity levels, the potential damages predicted by EMS-98 according to the damageability classes of the structures can be considered as probable damages.

The exemplary study examined within the scope of the thesis is suitable for considering the earthquake epicenter as a point source. However, earthquakes that cause long fault ruptures and have significant moment magnitudes need to be considered as linear sources.

The integration of comprehensive information about existing building stock opens avenues for creating potential damage distribution maps alongside intensity maps. This dual approach not only enhances our understanding of the potential impact of seismic events but also streamlines decision-making in situations requiring prompt intervention.

In conclusion, this thesis study significantly contributes to earthquake risk assessment and disaster management. The comprehensive analysis of seismic data, establishment of local correlations, and meticulous consideration of ground conditions provide valuable insights for effective strategies in mitigating the impact of seismic events. The methodologies developed in this study offer a pathway for future research and application, fostering a more resilient and prepared global community in the face of earthquakes.



1. GİRİŞ

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle oldukça aktif deprem kuşağı olan Alp-Himalaya Deprem Kuşağı içerisinde Avrasya, Afrika ve Arabistan levhalarının buluşma noktasında yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Ege Graben Sistemi'ndeki faylar gibi önemli fay hatları, Türkiye'yi düzenli olarak deprem tehlikesi altında tutmaktadır. Özellikle Kuzey Anadolu Fay Hattı, Marmara Bölgesi'nde İstanbul'u da içine alan yoğun nüfuslu bölgeleri etkileyebilecek büyük depremlere zemin hazırlamaktadır. Türkiye, tarihsel olarak pek çok büyük depreme şahit olmuş ve bu durum, ülkenin deprem gerçekleriyle baş etme konusunda tecrübeli olmasını sağlamıştır. Son yıllarda yapılan inşaatlarda deprem dayanıklılığına yönelik önlemler artırılmış olsa da süregelen bir tehdit olarak deprem gerçeği, toplumun deprem bilinci ve hazırlıklarını her zaman canlı tutmayı gerektirmektedir.

Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98) depremin insanlar, nesneler ile doğa ve binalar üzerindeki yarattığı etkiyi ele almaktadır. Binaları; türü, aldığı mühendislik hizmeti, depreme dayanıklı yapı tasarımı, taşıyıcı sistem özellikleri gibi kriterlere göre ayırarak hasar görebilirlik sınıflarını belirlemektedir. Yapı türlerine göre karşılaşılabilecek hasarı derecelere ayırarak, şiddet ölçeğindeki her seviyeyi sayısal değerlerle açıklamaktadır.

Çalışmada EMS-98 şiddet seviyeleri enstrümantal ölçümlere dayandırılmış ve Türkiye geneli için $I_{EMS-PGA}$ korelasyonu oluşturulmuştur.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmada elde edilen, çeşitli deprem parametreleri ve mühendislik şiddetleri ile en büyük yer ivmesi arasındaki korelasyonların ve oluşturulan veri tabanının ileride yapılacak çalışmalara destek olması amaçlanmaktadır.

Çalışmada gelişmiş algoritmalar kullanılarak oluşturulan haritalarla, deprem felaketi sırasında meydana gelen sismik sarsıntının şiddetini ve uzamsal dağılımını etkili bir şekilde nicelikselleştirmeyi hedeflemektedir.

1.2 Deprem Kaynak Özellikleri

Deprem, tektonik faaliyetler sonucunda levha sınırlarında depolanan enerjinin ani bir şekilde serbest bırakılmasıyla oluşur. Deprem kaynaklarının özellikleri, fayların doğası ve konumu, meydana gelen deprem türü ve gelecekteki sismik aktivite potansiyeli hakkında değerli bilgiler sağlayabilir. Deprem kaynaklarının ana özelliklerinden bazıları:

Odak Noktası (Hiposantr): Depremin yerin altında meydana gelmeye başladığı noktadır. Burası, yer kabuğundaki kırılmanın başladığı ve enerjinin serbest bırakıldığı yerdir.

Merkezüssü (Episantr): Yeryüzündeki doğrudan odak üzerindeki noktaya epicenter denir. Depremin enerjisi odaktan açığa çıktığında, bu enerji dalgaları tüm yönlerde doğru o noktadan dışa doğru yayılır.

Fay doğrultusu: Depremler, fay zonu boyunca kayaların aniden kırılması ve kayması sonucu sismik dalgalar şeklinde enerji salınmasıyla oluşur. Fayın yönelimi veya kayaların kaydığı yöne, türüne bağlı olarak değişebilir.

Fay tipi: Doğrultu veya yanal atımlı, normal fay ve ters faylar gibi çeşitli fay tipleri vardır. Fay tipi, depremin büyüklüğünü ve şiddetini etkileyebilir.

Büyüklük: Depremin büyüklüğü, sismik olay sırasında salınan enerjinin bir ölçüsüdür. Büyüklük, genellikle logaritmik bir ölçekte belirlenir ve her bir birim artış, enerji salınımında on katlık bir artışı temsil eder.

Derinlik: Depremler, yüzeyden derinliğine kadar farklı derinliklerde oluşabilir. Depremin derinliği, sismik dalgaların yayılma şeklini ve yeryüzündeki yapıların hasarının boyutunu etkileyebilir.

Kırık uzunluğu: Deprem sırasında kırılan fayın uzunluğu değişebilir ve bu depremin büyüklüğünü ve şiddetini etkileyebilir.

Artçı depremler: Artçı depremler, ana depremle aynı bölgede meydana gelen ve başlangıç olayından günler, haftalar hatta aylar sonra bile devam edebilen daha küçük depremlerdir. Artçı depremlerin meydana gelmesi, fay zonunun konumunu ve boyutunu belirlemeye yardımcı olabilir.

1.3 Türkiye Deprem Kaynak Bölgeleri

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp- Himalaya Deprem Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Avrasya, Afrika ve Arabistan levhalarının buluşma noktasında yer almaktadır.

Avrasya levhası, Türkiye'nin kuzeyinde bulunur ve Türkiye'nin büyük bölümünü kapsar. Afrika levhası, Türkiye'nin güneyinde Akdeniz'in altında bulunur. Arabistan levhası ise, Türkiye'nin güney-doğusunda yer alır ve Doğu Anadolu bölgesini kapsar. Türkiye'deki depremler, genellikle bu üç tektonik levhanın hareketlerinden kaynaklanır. Bu nedenle, Türkiye'deki depremler, dünya üzerindeki diğer bölgelere göre daha sık ve daha şiddetlidir. Bu da Türkiye'nin depremselliğini artıran önemli bir faktördür.

Türkiye'nin depremselliği, ülkenin jeolojik yapısının yanı sıra, nüfus yoğunluğu ve yapılaşma şekli ile de ilişkilidir. Türkiye'nin büyük şehirlerinin önemli bir bölümü deprem riski yüksek bölgelerde yer almaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki yapı stoğunun büyük çoğunluğu eski ve depreme dayanıklı değildir. Bu durum da depremlerde can ve mal kayıplarının artmasına neden olmaktadır.

Türkiye'nin aktif deprem kaynakları;

Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF): Dünyadaki en aktif sağ-yanal atımlı faylardan biridir. Fay yaklaşık 1100 km uzunluğunda, doğuda Van Gölü'nden, batıda Saros Körfezi'ne kadar tüm kuzey Anadolu'yu kesmektedir. Avrasya levhası ile Anadolu Levhası arasındaki hareketlilik KAF'ın sürekli aktif olmasına neden olur. KAF son yüz yılda birçok yıkıcı depreme neden olmuştur. Bunlarda biri de 17 Ağustos 1999 Gölcük depremidir.

Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF): Doğu Anadolu Fayı, Ölü Deniz Transform Fayı'nın kuzey ucundaki Maraş üçlü eklemi ile başlayıp Kuzey Anadolu Fayı ile birleştiği Karlıova üçlü eklemine kuzeydoğu yönünde son bulmaktadır. Doğrultu atımlı olan bu fay Anadolu levhası ile Arap levhası arasındaki tektonik sınırdır. DAF boyunca birçok yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Bunlardan biri de 6 Şubat 2023 Pazarcık merkezli Kahramanmaraş depremidir. Cumhuriyet tarihinin en büyük felaketi bu fay üzerinde yaşanmıştır.

Ege Graben Sistemi (EGS): Anadolu'nun batısında, doğu-batı yönlü uzanan ve kuzeyden güneye doğru yaklaşık 200 km boyunca sıralanan çok sayıda faydan oluşan bir deprem kuşağıdır. Arap levhasının baskılaması sonucu batı yönünde itilen Anadolu Levhası batıda sıkışma yaratmaktadır. Bu olay depremlerin ve grabenlerin oluşmasına neden olur.

1.4 Deprem Verilerinin Kayıt Altına Alınması

Deprem verileri, sismometre olarak adlandırılan ve deprem dalgalarının oluşturduğu yer hareketini algılayabilen bir cihaz kullanılarak kaydedilebilir. Sismometreler, genellikle sabit bir konuma yerleştirilir ve yer hareketini kuzey-güney, doğu-batı ve yukarı-aşağı olacak şekilde üç yönde algılayıp kayıt altına alabilirler.

Bir deprem meydana geldiğinde, deprem tarafından oluşturulan sismik dalgalar yerin titreşmesine neden olur, bu da sismometre tarafından algılanır. Sismometre, yer hareketini elektrik sinyaline dönüştürür, ardından dijital olarak veya kağıt üzerinde kaydedilir.

Sismik veriler, farklı tiplerdeki yer hareketlerini algılayabilen ivmeölçer veya gerilim ölçer gibi diğer sensörler kullanılarak da kaydedilebilir. Ayrıca, depremlerle ilişkili yer hareketlerini tespit etmek için uydu görüntüleri ve GPS ölçümleri de kullanılabilir.

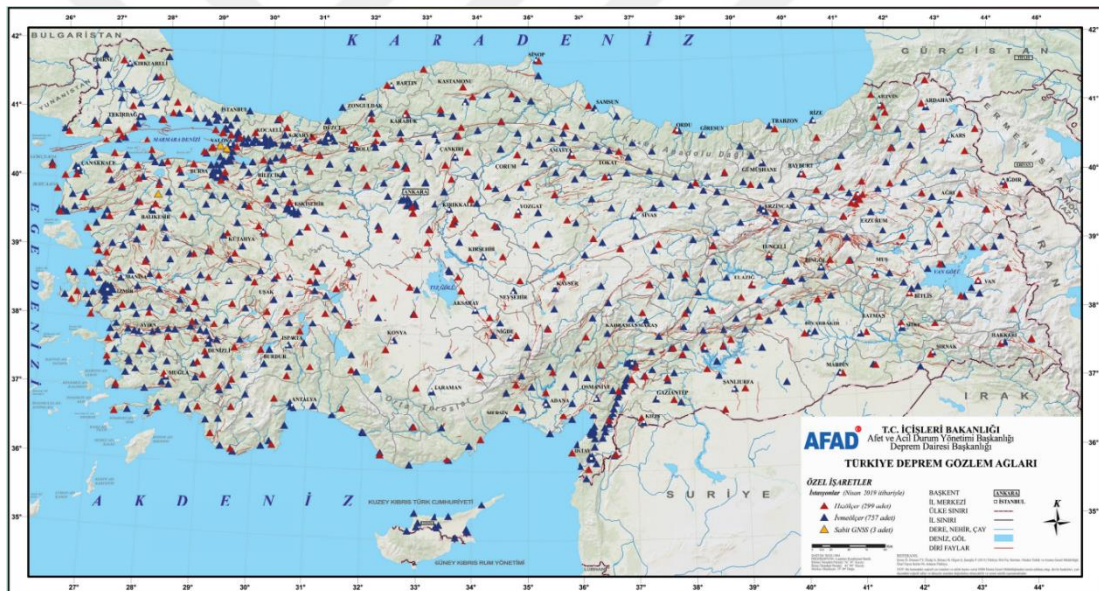
Depremin verileri kaydedildikten sonra, depremin büyüklüğü ve konumunu belirlemek için analiz edilir. Bu bilgi, halka ve acil durum müdahale kuruluşlarına gerçek zamanlı deprem uyarıları sağlamak için kullanılabilir. Ayrıca, deprem riski taşıyan alanlar için tehlike haritaları ve acil durum müdahale planları geliştirmek için de kullanılabilir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, AFAD

AFAD, Türkiye genelinde 1000'in üzerinde deprem izleme istasyonu işletmektedir. Bu istasyonlar, özellikle büyük fay hatları boyunca ve nüfus merkezlerine yakın bölgeler gibi deprem riski yüksek alanlarda stratejik olarak konumlandırılmıştır.

Deprem izleme istasyonları, depremlerden kaynaklanan yer hareketini algılamak için sismometreler kullanır ve veriler gerçek zamanlı olarak Ankara'daki AFAD deprem izleme merkezine iletilir. Sismik istasyonlar genellikle deliklerde veya yüzeyde kurulur ve geniş bir sismik frekans aralığına duyarlı olacak şekilde tasarlanmıştır.

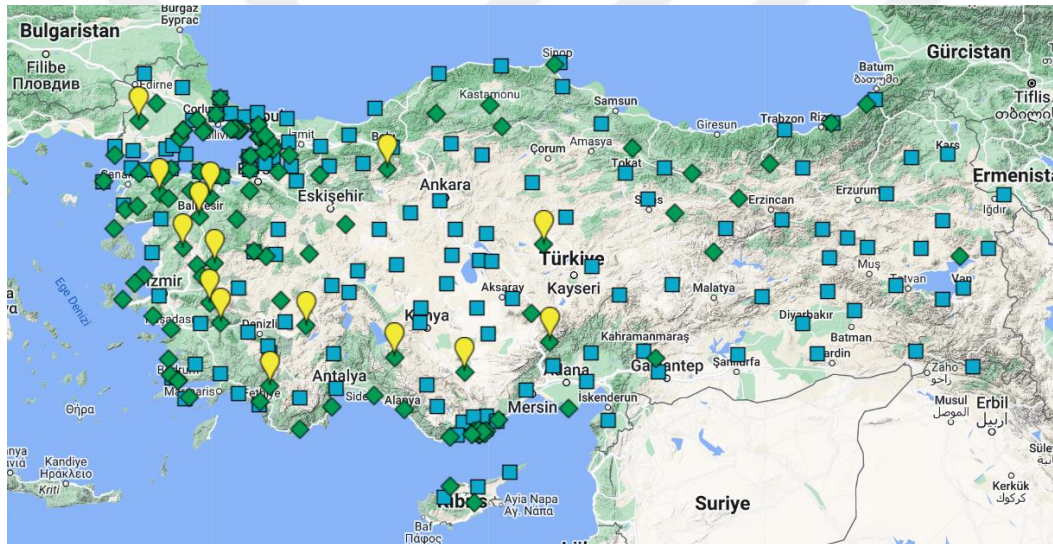
Genel olarak, AFAD'ın deprem izleme istasyonları ağı (Şekil 1.1), Türkiye'deki deprem verilerinin kaydedilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. AFAD doğru ve zamanında deprem bilgisi sağlayarak, halkı sismik olarak aktif bölgedeki depremlerin yıkıcı etkilerinden korumaya yardımcı olmaya çalışmaktadır.



Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, KRDAE

KOERİ, Türkiye genelinde yaklaşık 300 adet deprem izleme istasyonu işletmektedir ve bu istasyonlar çoğunlukla Marmara bölgesi dahil Batı Türkiye'de bulunmaktadır. Deprem istasyonları, depremler tarafından oluşturulan yer hareketlerini algılamak ve

Genel olarak, KRDAE'nin deprem izleme ağı (Şekil 1.2), özellikle ülkenin batı bölgesinde olmak üzere Türkiye'deki deprem verileri için önemli bir kaynaktır. Deprem izleme istasyonları ve diğer veri toplama yöntemleri, bölgedeki sismik faaliyetlerin kapsamlı bir anlayışını sağlar ve etkili deprem hazırlık ve müdahale planları geliştirmek için hayati önem taşır.



Şekil 1.2 : KRDAE Sismik Ağ Haritası (Mavi renkle gösterilenler hız ölçer, yeşil renkle gösterilenler ivme ölçer, sarı ile işaretlenmiş yeşil istasyonlar ise kısa periyot ivme ölçerleri temsil etmektedir.)

2. DEPREM DALGALARININ YAYILIMI

2.1 Dalga Tipleri

2.1.1 Cisim dalgaları

Kayıtlara geçen ilk dalgalardır ve yeryüzünde çeşitli hızlarda hareket ederler. Cisim dalgaları, yerin derinliklerinde daha hızlı, yüzeyinde daha yavaş hareket ederler. Bu dalgalar sıkışma ve kesme dalgaları olarak ikiye ayrılır. Bunlar;

- P- Dalgası (Birincil/Sıkışma/Boyuna Dalga)
- S-Dalgası (İkincil/Kesme/Enine Dalga)

olarak adlandırılırlar.

P-Dalgası: En hızlı yayılan sismik dalga türüdür. Hem katı hem de sıvı ortamda ileri-geri sıkışma hareketi yaparak ilerler. Primer, birincil, sıkışma veya boyuna dalga olarak da bilinirler.

S-Dalgası: P dalgasından daha yavaştır ve yalnızca katı ortamda yayılır. Zeminin dalga hareket yönüne dik olarak yukarı-aşağı hareket etmesine neden olur. İkincil, kesme veya enine dalgalar olarak da bilinirler.

2.1.2 Yüzey dalgaları

Yüzey dalgaları da cisim dalgaları gibi depremin odak noktasından (merkezüssü) ortaya çıkar ve yayılırlar. Yüzey dalgaları, cisim dalgalarına oranla daha yavaş yayılır. Yüzey dalgaları yayılmaya başladığı sırada zemin, cisim dalgalarının oluşturduğu titreşimden dolayı hareket halindedir ve yüzey dalgalarının zemine uyguladığı kuvvet zamanla artar. Bu dalgalar;

- Rayleigh Dalgası
- Love Dalgası

olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Rayleigh Dalgası: Rayleigh dalgası, deprem sırasında yeryüzünde ilerleyen yüzey dalgalarının bir türüdür. 1885 yılında bu tür bir dalga'nın varlığını matematiksel olarak tahmin eden Lord Rayleigh olarak bilinen John William Strutt'tan adını almıştır. Su birikintisine atılan bir taşın yarattığı etki sonucu oluşan ve merkezden yayılan dairesel dalgalar gibidir. Bu yüzden yer yuvarlanması olarak da bilinirler. Rayleigh dalgası yayılırken bir çeşit yuvarlanma hareketi yaptığı için geçtikleri ortamda bulunan tanecikler yayılma doğrultusu boyunca ters elips biçiminde hareket ederler. Rayleigh dalgaları okyanustaki dalgalar gibi yuvarlanıyor gibi görünse de parçacık hareketi okyanus dalgalarının tersidir. Yuvarlandığı için zemini dalga'nın hareket ettiği yönde yukarı aşağı ve ileri geri hareket ettirir. Bir depremde hissedilen sarsıntının çoğu, diğer dalgalarla çok daha büyük olabilen Rayleigh dalgasından kaynaklanmaktadır.

Love Dalgası: Love dalgası, deprem sırasında yeryüzünde ilerleyen yüzey dalgalarının bir türüdür. Bu dalga adını 1911'de bu dalga tipinin matematiksel modelini geliştiren İngiliz matematikçi A. E. H. Love'dan alır. Rayleigh dalgasına kıyasla daha hızlıdır. Bundan dolayı sismogramlarda Rayleigh dalgalarından daha önce görülürler. Love dalgasının geçtiği ortamda tanecikler tamamen yayılma doğrultusuna dik ve yatay düzlemde hareket ederler. Love dalgasının meydana gelmesi, diğer yüzey dalgası türü olan Rayleigh dalgasına göre daha farklı bir mekanizmaya dayanır. Love dalgaları tamamen yatay hareket üretir. Genlik yüzeyde en büyüktür ve derinlik arttıkça azalır.

2.2 P-S Dalga Hızları

Bir depremin meydana gelmesi sonucu yayılan P dalgası ile S dalgası doğru algoritmalar ile analiz edildiğinde başta depremin merkezüssü olmak üzere deprem hakkında birçok bilgi vermektedirler.

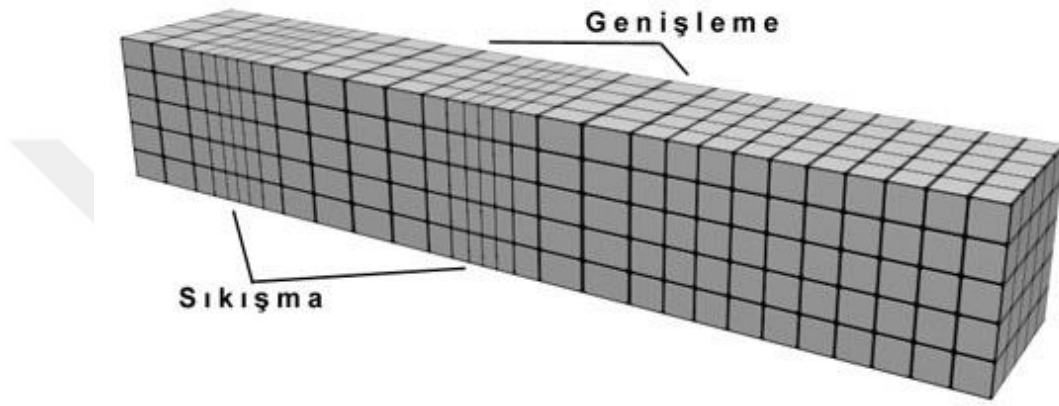
2.2.1 Literatür bilgisi

P dalgaları, sıkışma/birincil dalgalar (*pressure/primary waves*), sismik kayıt istasyonlarına ilk ulaşan deprem dalgasıdır. Dalga hızı kabuk yapısına göre 5 km/sn ile 13 km/sn arasında değişmektedir. P dalgaları sıkışma ve boyuna dalgalardır. Malzeme hareketi dalga hareketi ile aynı yöndedir. Başka bir deyişle, malzeme hacim olarak genişler ve büzülürken parçacıklar dalga doğrultusunda ileri-geri hareket eder (Şekil 2.1). Sıkışma dalgaları, yaptıkları bu itme-çekme hareketinden dolayı geçtikleri ortamda hacimsel bir değişim olmasına neden olurlar. P dalgaları katı, sıvı ve gazlar

içinde içerisinde kolaylıkla yayılabilir ve gaz halindeki yayılmaları ses dalgası olarak nitelendirilir. Depremi merkezüssüne yakın bölgelerde P dalgaları hayvanlar tarafından işitilebilir. P-dalgasının hız formülü Denklem 2.1'deki gibidir.

$$V_P = \sqrt{\frac{(\lambda+2\mu)}{\rho}} \quad (2.1)$$

Burada λ , Lamé sabiti μ , katılık ρ ise yoğunluktur.

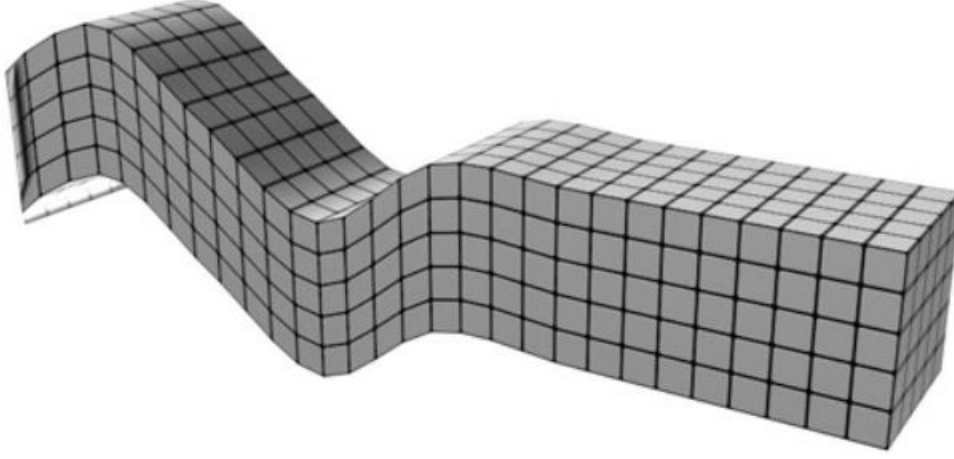


Şekil 2.1 : P dalgası yayılım hareketi (URL-1).

S dalgaları, ikincil/kesme/enine dalgalar (*secondary/shear/transverse waves*), sismik kayıt istasyonlarına ulaşan ikinci deprem dalgasıdır. Hızı, P dalgasının %60'ı ile %70'i arasında değişmektedir (3-7 km/sn). Tanecik hareketleri yayılma doğrultusuna dik aşağı-yukarı veya sağa-sola doğru titreşirler (Şekil 2.2). Yani bunlar enine dalgadır ve P dalgalarından daha büyük genliklere sahiptirler. Kesme dalgaları bir çeşit burulma hareketi yaptığı için geçtikleri ortamda şekil bozukluğuna neden olurlar. S-dalgasının hız formülü Denklem 2.2'de verilmektedir.

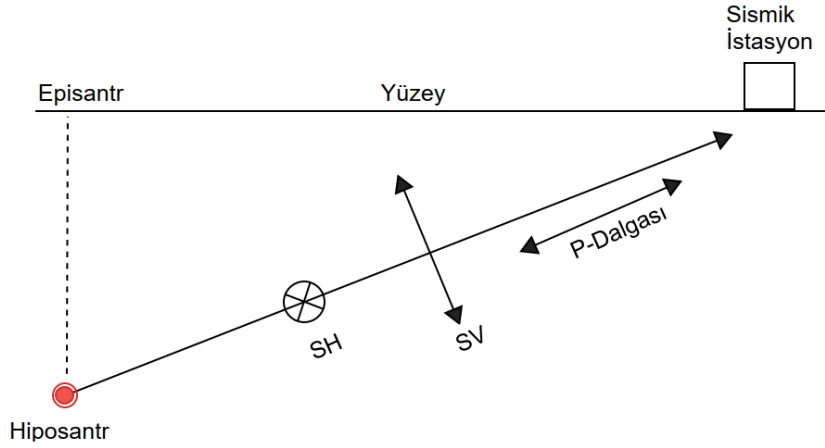
$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2.2)$$

Denklemden de görüleceği gibi S-dalgalarının hızı, katılık katsayısı sıfır olan ($\mu=0$) sıvılar ve gazlar içerisinde sıfırdır ve bu ortamlarda yayılamazlar. Bu nedenle S-dalgaları sadece katılar içerisinde yayılır.



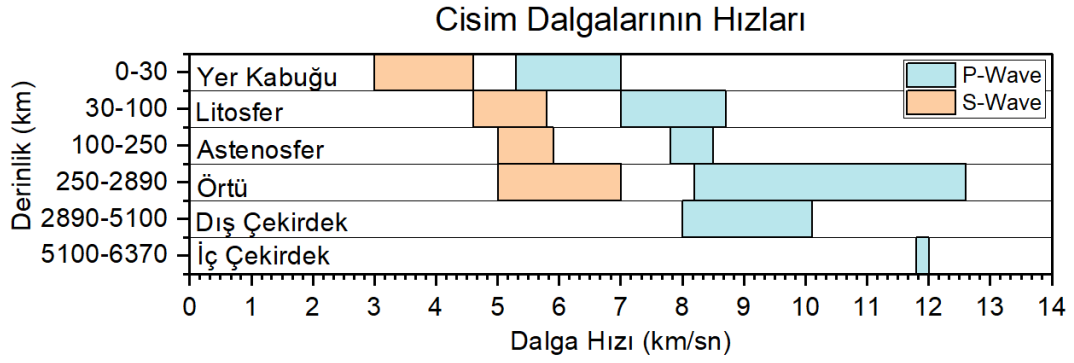
Şekil 2.2 : S dalgası yayılım hareketi (URL-1).

S-dalgasının düşey ve yatay düzlemde iki bileşeni bulunmaktadır. Yayılım doğrultusuna dik düşey bileşeni SV, yatay bileşeni ise SH olarak isimlendirilir. SV bileşeni sismogramların U-D (yukarı-aşağı), SH bileşeni de E-W ve N-S (doğu-batı ve kuzey-güney) kayıtlarında rahatlıkla gözlemlenebilir. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 : Cisim dalgaları ve türleri.

Sismik hızın bir malzeme özelliği olduğunu unutmamalıyız. Bu nedenle sismik hızlar kabuk yapısı, basınç, sıcaklık vb. niceliklere bağlıdır. Düşük sıcaklık, yüksek basınç ve katı fazlarda daha yüksek hızlar kaydedilir. P ve S dalgalarının derinlik ve bulundukları ortam haline göre hızları Şekil 2.4'te kısaca özetlenmiştir.



Şekil 2.4 : P & S dalgalarının derinlik ve ortam haline göre hızlarındaki değişimler.

2.2.2 Dalga hızları kullanılarak deprem merkezüssünün belirlenmesi

Günümüzde birçok deprem gözlem merkezinde depremlerin merkezüslerinin belirlenmesi için HYPO71 adı verilen bilgisayar programı kullanılmaktadır. Bu program W. H. K. Lee ve J. C. Lahr tarafından hazırlandı ve Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu tarafından 30 Mart 1972’de raporlanmıştır ve sismolojide deprem odak noktasını konumlandırmak için kullanılmaktadır. Sismograflardan toplanan verilere dayanarak depremlerin kesin konumunu belirlemek için matematiksel algoritmalar kullanır. HYPO71, depremin merkez üssünü ve yeryüzünün altındaki derinliğini tespit etmek için sismik üçgenleme adı verilen bir teknik kullanır. Bu teknik, birden fazla kayıt istasyonunda sismik dalgaların varış zamanlarını analiz ederek depremin merkezini ve derinliğini belirler.

Program, sismik dalgaların farklı jeolojik katmanlar arasında ilerleme hızını, deprem kaynağı ile kayıt istasyonları arasındaki mesafeyi ve her istasyondaki sismik dalgaların varış zamanlarını dikkate alır. Bu veri noktalarını matematiksel modeller ve algoritmalar kullanarak analiz ederek en olası deprem kaynağı konumunu hesaplar.

HYPO71, sismolojide ve deprem izleme çalışmalarında temel bir araçtır. Sismik aktiviteyi anlamak, deprem tehlikelerini değerlendirmek ve acil durum müdahale ekiplerini bilgilendirmek için değerli bilgiler sağlar. Hassasiyeti ve verimliliği, HYPO71’i dünya genelindeki sismologlar ve deprem araştırmacıları tarafından yaygın bir şekilde kullanılan bir araç haline getirir.

Bu çalışma kapsamında deprem dalgalarının ortalama yayılma hızları kullanılarak basitleştirilmiş deprem merkezüssü konumlandırma çalışması yapılmıştır.

Bir deprem yaşandığında kayıt istasyonuna ilk olarak P dalgası ulaşır. P dalgasını takip ederek S dalgası ve sonrasında da L ile R dalgaları istasyona ulaşır. Tüm bu dalgaların

ortalama hızları biliniyorsa, bir kayıt istasyonu ile deprem merkez üssü arasındaki “D” mesafesini hesaplamak için S ve P dalgalarının varış süreleri arasındaki fark kullanılabilir. Klasik hız-zaman denklemi Denklem 2.3’deki gibidir:

$$Zaman = \frac{Mesafe}{Hız} \quad (2.3)$$

Her iki deprem dalgası da aynı anda ve aynı merkezde oluşmaktadır fakat merkez üssü ile kayıt istasyonu arasındaki mesafeyi farklı hızlarla kat ederler dolayısıyla kayıt istasyonuna varışları arasında bir süre farkı oluşur.

S dalgasının kayıt istasyonuna varış süresi:

$$t_s = \frac{D}{v_s} \quad (2.4)$$

P dalgasının kayıt istasyonuna varış süresi:

$$t_p = \frac{D}{v_p} \quad (2.5)$$

P ve S dalgalarının kayıt istasyonuna ulaştıkları zaman arasındaki süre farkı:

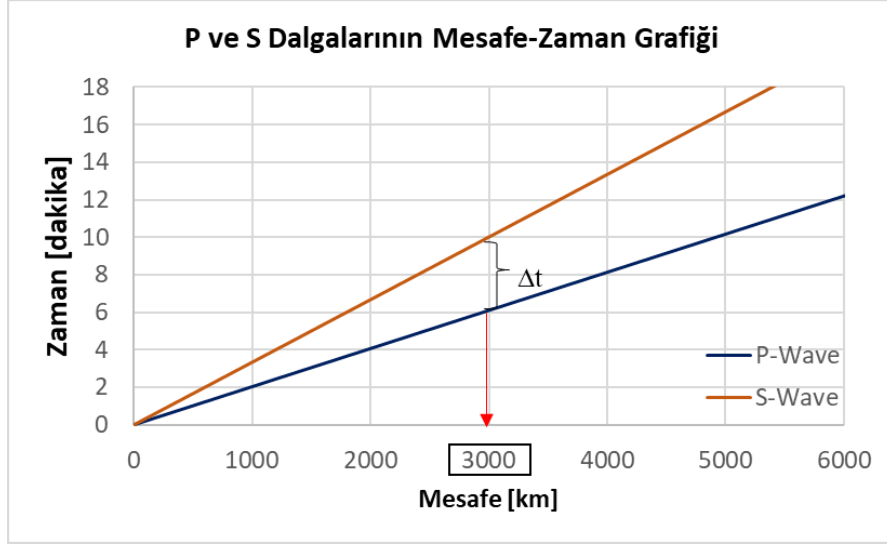
$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{D}{v_s} - \frac{D}{v_p} \quad (2.6)$$

Kayıt istasyonu ve deprem merkez üssü arasındaki mesafe:

$$D = \left(\frac{v_p \times v_s}{v_p - v_s} \right) \times (t_s - t_p) \quad (2.7)$$

denklemlerinden elde edilir.

Kayıt istasyonu ile deprem merkez üssü arasındaki mesafeyi formül kullanmadan hesaplamak için de bir diyagram oluşturulmuştur. Kayıt altına alınan deprem kaydında P ve S dalgalarının varış süreleri arasındaki fark ve Şekil 2.5’teki diyagram kullanılarak kayıt istasyonunun deprem merkez üssüne uzaklığı bulunabilir.



Şekil 2.5 : P & S dalgalarının mesafe-zaman grafiği.

Kayıt istasyonlarının deprem merkezine uzaklığının bulunabilmesi için uygulanması gereken adımlar bu şekildedir:

- P ve S dalgalarının istasyona varış süreleri okunur ve aralarındaki zaman farkı bulunur.
- Diyagramda P dalgasının eğrisi ile S dalgasının eğrileri arasında süre farklarının tam uyum sağladığı değere denk gelen mesafe istasyonun deprem merkez üssüne uzaklığını temsil etmektedir.

2.2.2.1 Tek istasyon algoritması ile deprem merkezüssü tahmini

Genel olarak deprem merkez üssü, farklı sismik istasyonlardan alınan birçok sismik fazın gözlemlenmesiyle belirlenir. 3 bileşenli tek bir istasyon verisini kullanarak da sismik kaynağın merkezini belirlemek mümkündür.

P dalgası hareketinin vektörü, yayılımın dikey düzleminde polarize olduğundan, hareket dikey ve radyal bileşenlerine ayrılabilir. Bu işlem, merkez üssüne olan backazimuth (BAZ) açısının hesaplanmasını sağlar. Backazimuth açısı, istasyondan merkez üssüne doğru olan ve kuzeyden saat yönünde ölçülen yön açısı olarak tanımlanır.

P Dalgasının radyal bileşeni, 2 yatay sismometre bileşeni olan Kuzey-Güney ve Doğu-Batı kayıtlarından yeniden oluşturulabilir ve parçacık hareketinin azimuth (AZI) açısı Denklem 2.8'deki gibi, P dalgasının ilk fazının genlik oranı A_E/A_N aracılığıyla hesaplanabilir.

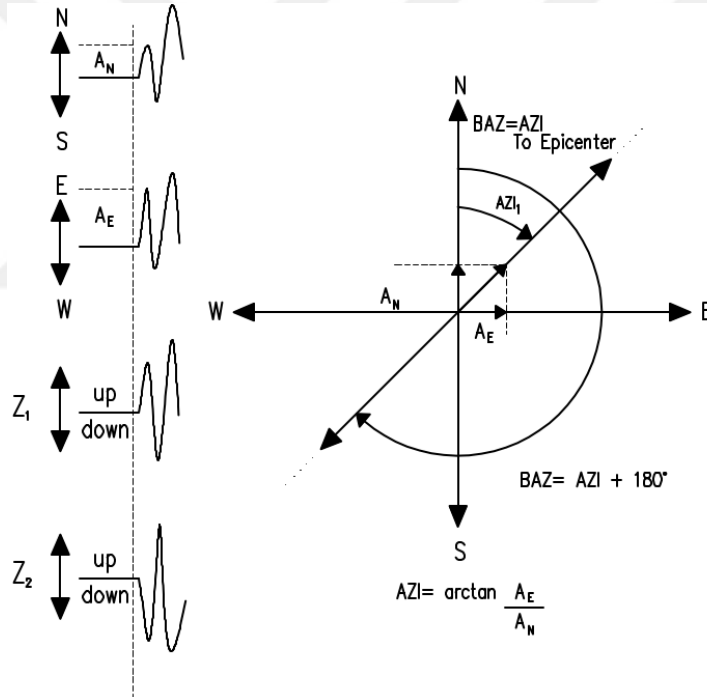
$$AZI = \tan^{-1}(A_E/A_N) \quad (2.8)$$

Ancak bu denklemde dikey bileşendeki ilk hareketin polaritesi yukarı veya aşağı olabileceğinden 180°'lik bir belirsizlik bırakır. Doğru bazimuth açısını elde etmek için bunun hesaba katılması gerekir.

P dalgasının ilk fazının düşey bileşenindeki ilk hareketi aşağı doğruysa, ilgili yatay parçacık hareketi merkez üssüne doğru gösterir ve ardından AZI hesaplandığında BAZ ile eşit olduğu söylenebilir.

P dalgasının düşeydeki ilk hareketi yukarı yönlü olursa bunun tam tersi geçerli olur. Bu durumda $BAZ = AZI + 180^\circ$ olacaktır.

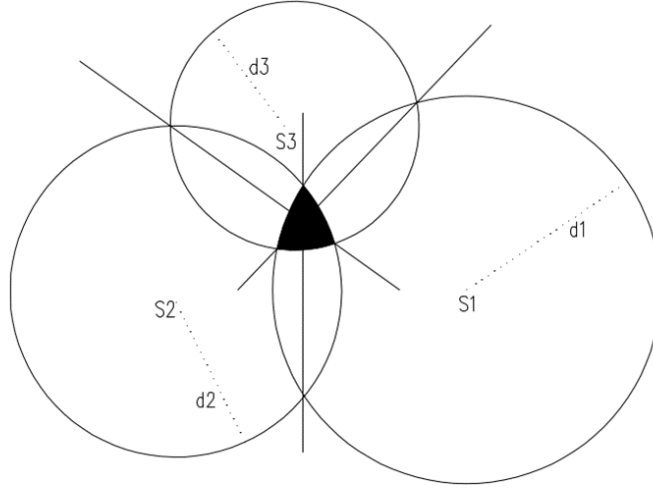
Tek istasyon algoritmasının teorik çizimi Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6 : İstasyon ile deprem merkezüssü arasındaki pozitif açıyı ve yönü hesaplamak için kullanılan yöntem.

2.2.2.2 Çoklu istasyon algoritması ile deprem merkezüssü tahmini

En az 3 istasyondan alınan veri mevcut olduğunda, merkezleri istasyon konumlarında ve yarıçapları S-P varış zamanlarından hesaplanan merkezüssü mesafelerine eşit olacak şekilde daireler çizerek (daire yöntemi) basit bir manuel konum belirlemesi yapılabilir. Çoklu istasyon algoritmasının şematik çizimi Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7 : Çoklu istasyon algoritması kullanılarak merkezüssü konumlandırılması ile ilgili örnek bir çizim.

Daire metodunun uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir:

- S-P dalgalarının istasyonlara varış süreleri okunur ve aralarındaki süre farkı hesaplanır.
- S-P dalgalarının istasyonlara varış sürelerinin farkı kullanılarak her bir istasyonun deprem merkez üssüne uzaklığı hesaplanır.
- İstasyonların konumları merkezde ve her bir istasyondan hesaplanan deprem merkez üssüne uzaklık yarıçapında olacak şekilde en az 3 daire çizilir.
- Bu çizilen dairelerin kesiştiği veya oluşturduğu ortak alan deprem merkez üssü olarak işaretlenir.

Bu adımlar uygulanarak çoklu istasyon verisi ile bir depremin merkezüssünü yaklaşık olarak konumlandırmak mümkündür.

2.3 Azalım İlişkileri

Azalım ilişkileri, deprem mühendisliği ve sismik tehlike değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan matematiksel modellerdir. Bu denklemler, bir depremin büyüklüğü ve konumu hakkında bilgi verildiğinde belirli bir konumda beklenen kuvvetli yer hareketinin tahminlerini sağlar. Denklemler, geçmiş depremelerin kuvveti yer hareketi kayıtlarının istatistiksel analizleri ve sismik dalgaların oluşumu ve yayılımına ilişkin fiziksel modellerin bir kombinasyonu kullanılarak geliştirilir.

Azalım ilişkileri, deprem mühendisleri ve bilim insanları için önemli bir araçtır, çünkü ilgili alan üzerindeki deprem tehlikesini tahmin edebilir ve binaların, köprülerin ve diğer yapıların tasarımına katkıda bulunabilir. Beklenen kuvvetli yer hareketi tahminlerini sağladığı için, azalım ilişkileri ayrıca depremlerin oluşturduğu riskleri azaltmayı amaçlayan bina yönetmelikleri ve şehir planlama politikalarının geliştirilmesinde de kullanılır.

Azalım ilişkilerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, yeni verilerin kullanılabilir hale gelmesi ve sismik olaylar hakkındaki anlayışımızın artmasıyla devam eden bir süreçtir. Deprem etkilerini etkileyebilen, depremin büyüklüğü ve derinliği, merkezüssünden uzaklık ve ilgili alanın jeolojik özellikleri gibi birçok parametre vardır. Bu nedenle, azalım ilişkileri, doğruluk oranlarını artırmak ve yeni bilgileri dahil etmek için sürekli olarak güncellenmektedir.

Sağladıkları bilgilerin önemine rağmen, azalım ilişkilerinin bazı sınırlamaları vardır. Doğası gereği belirsiz olan istatistiksel modellere dayanırlar ve tüm koşullarda kuvvetli yer hareketinin davranışını doğru bir şekilde yansıtmayabilirler.

Sonuç olarak, azalım ilişkileri, deprem mühendisleri ve bilim insanları için değerli bir araçtır. Depreme dayanıklı yapıların tasarımı ve depremlerin oluşturduğu riskleri azaltmak için politikaların geliştirilmesinde vazgeçilmez bir unsurdur.

2.4 Yerel Zemin Etkileri

Yerel zemin etkileri, depremin neden olduğu şiddet ve hasar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yerel zeminin jeolojik ve geoteknik özellikleri, deprem sırasında oluşan kuvvetli yer hareketinin şiddetini doğrudan etkiler. Bu özellikler arasında zeminin türü, ana kayanın derinliği ve yeraltı suyu bulunur.

Gevşek kum ve silt gibi yumuşak zeminler, deprem sırasında kuvvetli yer hareketini büyütme eğilimindedir, sert kayalar ise kuvvetli yer hareketini sönümleyebilir.

2.4.1 V_{s30} hızlarının etkisi

V_{s30} , zeminin ilk (üst) 30 metrelik bölgesindeki kayma dalgası hızının bir ölçüsüdür. Depremin meydana getirdiği kuvvetli yer hareketini etkileyen ve depremlerden kaynaklanan hasarın şiddetini etkileyebilen önemli bir faktördür.

Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu, (*United States Geological Survey, USGS*) 2007 yılında yaptığı bir çalışmada topografik eğim bazlı yöntem kullanarak dünya genelinde zemin koşullarını elde etmeyi hedeflemiştir (Allen & Wald, 2007).

Gösterim

Vs30 Topographic Slope

Vs30 Topographic Slope

- < 180
- 180 - 240
- 240 - 300
- 300 - 360
- 360 - 490
- 490 - 600
- 600 (transparent-mostly ocean)
- 600 - 760
- > 760

17

2.4.2 Zemin büyütme etkisi

Depremde oluşan sismik dalgalar, Dünya'nın alt katmanlarından geçerken farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli jeolojik katmanlarla karşılaşır. Sismik dalgalar, özellikle sedimanlar veya konsolide olmayan depozitler gibi gevşek ve yumuşak zeminlerden geçtiğinde, bu malzemelerin tepkisi, daha katı jeolojik oluşumlardan önemli ölçüde farklılık gösterir. Yumuşak zeminler, daha sert jeolojik oluşumlara göre daha düşük kayma dalga hızlarına ve artmış sıkışabilirliğe sahiptir. Bu nedenle, sismik dalgalar, bu gevşek zeminlerden geçerken genlikleri artar ve meydana getirdikleri titreşimin süresi uzar.

Roger D. Borcherdt (1994), yaptığı bir çalışmada depreme dayanıklı tasarımı ve sahaya bağlı bina yönetmeliği hükümlerinde yerel jeolojik koşulları hesaba katmak için yeni bir ampirik temel sunmaktadır. Metodoloji dört adımı içerir: giriş yer hareketi spektral seviyelerinin belirlenmesi, yerel saha koşullarının karakterize edilmesi, sahaya bağlı amplifikasyon faktörlerinin çıkarılması ve sahaya bağlı tepki spektrumlarının hesaplanması. Makale, yüzeye yakın malzemelere ve ortalama kayma dalgası hızına dayalı olarak saha koşullarının sınıflandırılmasını detaylandırmaktadır. Aynı zamanda, çeşitli yer hareketi seviyelerinde iyi tanımlanmış zemin büyütme tahminleri sunarak sahaya bağlı tepki spektrumlarının gelişmiş tahminleri için nicel bir çerçeve oluşturur.

Sahaya bağlı zemin büyütme katsayılarının (F_a & F_v) hesaplanırken, belirli bir zemin durumuyla ilgili olarak, verilen giriş zemin hareketi seviyesi için büyütme katsayılarını hesaplamak amacıyla iki yöntem önerilmiştir.

İlk seçenekte büyütme katsayılarının, saha özelliklerine bağlı ayırık bir fonksiyon olarak elde edilmesi önerilmektedir. Çalışmada kullanılan zemin sınıfları ve özellikleri Çizelge 2.1'de açıklanmıştır. İlgili ayırık amplifikasyon değerleri Çizelge 2.2'de yer almaktadır.

Çizelge 2.1 : Çalışmada kullanılan zemin sınıfları ve açıklamaları.

İsim	Sınıflandırma Kriteri					Kalınlık, m
	Açıklama	Ortalama Kayma Dalga Hızı, m/s				
		Minimum	Ortalama	Maksimum		
SC-I	Sıkıdan Serte Kayaçlar					
SC-Ia	A ₀ Sert kayaçlar (Çok geniş aralıklı çatlaklara sahip metamorfik kayaçlar)	1400	1620			
SC-Ib	A Sıkı-Sert Kayaçlar (Sıklıkla geniş aralıklı çatlaklara sahip Granitler, magmatik kayaçlar, konglomeralar, kumtaşları ve şeyller)	700	1050	1400		
SC-II	B Çakıllı Zeminler ve Yumuşaktan Sıkıya Kayaçlar (Yumuşak magmatik tortul kayaçlar, kumtaşları, şeyller, çakıllar)	375	540	700	10	
SC-III	C Sert Kil ve Kumlu Zeminler (gevşekten yoğun kumlar, siltli balçık ve kumlu kil ve orta sertten serte kadar değişen kil ve siltli kil)	200	290	375	5	
SC-IV	D Yumuşak Zeminler	100	150	200		
SC-IVa	D1 Özel çalışılmamış yumuşak zeminler (Gevşek batık dolgular ve çok yumuşaktan yumuşaka kadar değişen kil ve siltli kil)				3	
SC-IVb	E Özel çalışılmış yumuşak zeminler (Sıvılaşabilen zeminler, hızlı ve oldukça hassas kil, yüksek derecede organik kil, çok yüksek plastisiteli kil)				3	

Çizelge 2.2 : Zemin durumuna bağlı olarak kısa ve orta periyot büyütme katsayıları.

Giriş Yer Hareketi		SC-Ib'ye göre zemin büyütmesi (Zemin Sınıfı --- Kayma Dalga Hızı, m/s)					SC-(II+III)'e göre zemin büyütmesi (Zemin Sınıfı --- Kayma Dalga Hızı , m/s)			
		SC-Ia 1620	SC-Ib 1050	SC-II 540	SC-III 290	SC-IV 150	SC-Ia 1620	SC-Ib 1050	SC-(II-III) 450	SC-IV 150
I (g)	m _a	Kısa periyot zemin büyütme katsayısı, F _a					Kısa periyot zemin büyütme katsayısı, F _a			
0.1	0.35	0.9	1.0	1.3	1.6	2.0	0.6	0.7	1.0	1.5
0.2	0.25	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	0.7	0.8	1.0	1.3
0.3	0.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	0.9	0.9	1.0	1.1
0.4	-0.05	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	0.9
I (g)	m _v	Orta periyot zemin büyütme katsayısı, F _v					Orta periyot zemin büyütme katsayısı, F _v			
0.1	0.7	0.8	1.0	1.5	2.3	3.5	0.4	0.6	1.0	2.0
0.2	0.6	0.8	1.0	1.5	2.2	3.2	0.5	0.6	1.0	1.9
0.3	0.5	0.8	1.0	1.4	2.0	2.8	0.5	0.6	1.0	1.8
0.4	0.5	0.8	1.0	1.4	1.8	2.4	0.6	0.7	1.0	1.6

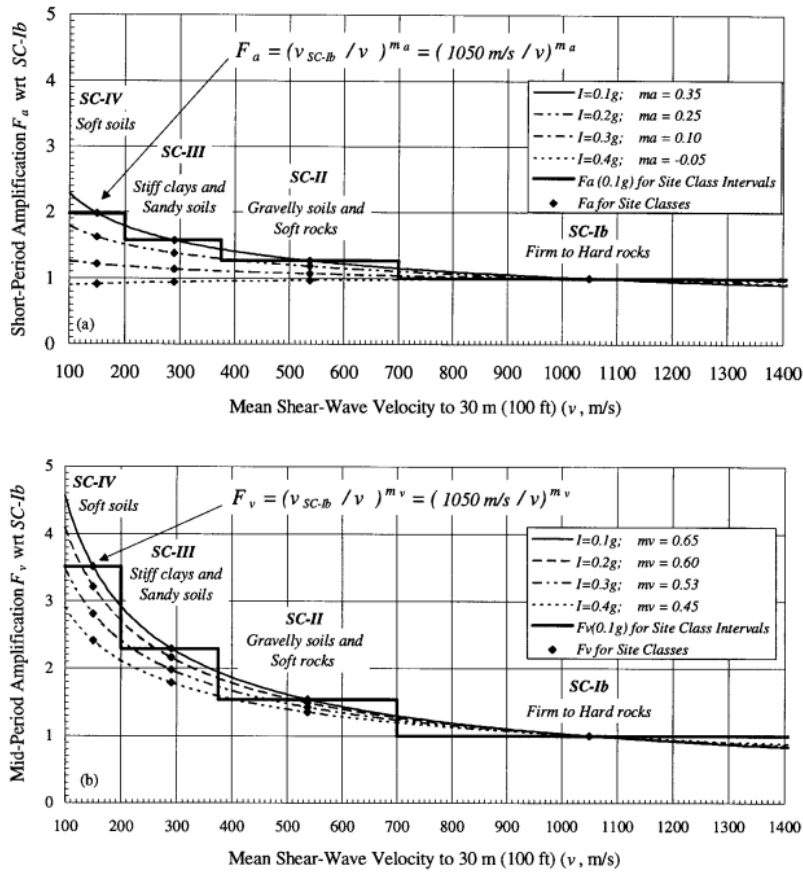
İkinci seçenek, zemin büyütme katsayılarının, Denklem 2.9 ile 2.10 veya Şekil 2.9 ve 2.10'daki ilgili grafikleri kullanarak kayma dalga hızının sürekli bir fonksiyonu olarak tahmin edilebileceğini önermektedir. Denklemleri hesaplamak için gereken üssel değerler olan m_a ve m_v'nin ayrık değerleri tabloda verilmiştir fakat bu değerleri de

Şekil 2.11'deki eğrilerin sürekli fonksiyonları kullanılarak hesaplanması giriş yer hareketi seviyelerini de sürekli bir fonksiyona bağlı olarak kullanmamıza olanak sağlayacaktır. Bu yaklaşım, basitleştirilmiş zemin sınıfları için elde edilebilecek ayırık tahminlere kıyasla daha doğru zemin büyütme katsayıları elde etmemizi sağlar.

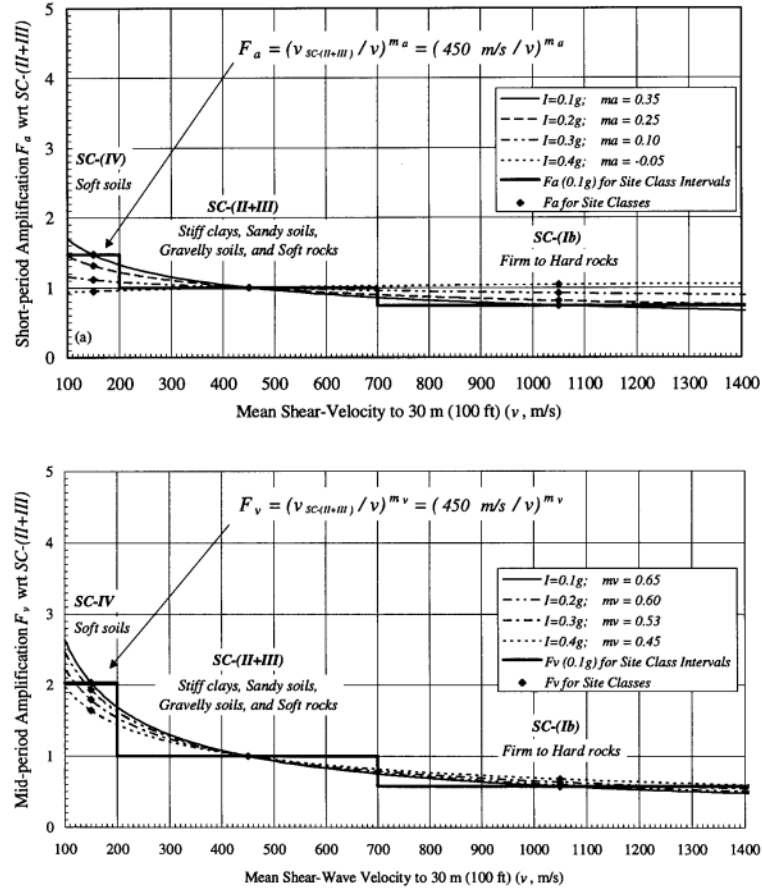
$$F_a(v, I) = \left(\frac{v_0}{v}\right)^{m_a} \quad (2.9)$$

$$F_v(v, I) = \left(\frac{v_0}{v}\right)^{m_v} \quad (2.10)$$

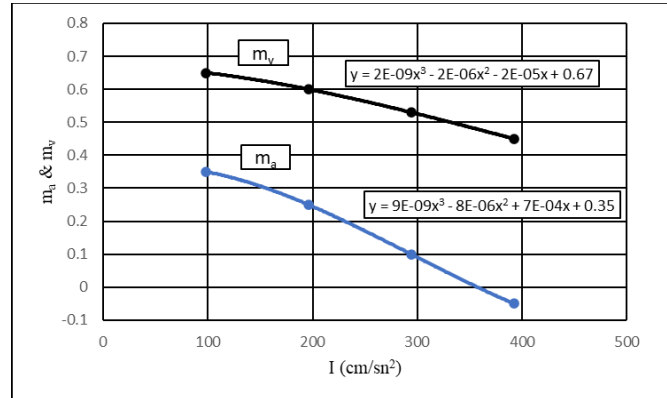
Burada, v_0 referans yer hareketi olarak kullanılan zemin sınıfı için ortalama kayma dalgası hızı, v yerel zeminin ortalama kayma dalgası hızı, m_a ve m_v farklı yer hareketi giriş seviyeleri için hesaplanan katsayılardır ve formülleri Denklem 2.11–2.14'te verilmiştir.



Şekil 2.9 : Ortalama kayma dalgası hızının sürekli bir fonksiyonu olarak SC-Ib zemin sınıfına göre (a) kısa periyot F_a ve (b) orta periyot F_v büyütme katsayıları (Borcherdt, 1994).



Şekil 2.10 : Ortalama kayma dalgası hızının sürekli bir fonksiyonu olarak SC-(II-III) zemin sınıfına göre (a) kısa periyot F_a ve (b) orta periyot F_v büyütme katsayıları (Borcherdt, 1994).



Şekil 2.11 : Kısa periyot (m_a) ve orta periyot (m_v) için üssel değerlerin sürekli fonksiyonları ve grafikleri.

Denklem 2.11-2.14'te, yer hareketi seviyesine bağlı olarak hem cm/sn^2 hem de g birim cinsinden m_a ve m_v değerlerinin hesaplamak için kullanılacak denklemler görülmektedir.

$$m_a \left(\frac{cm}{sn^2} \right) = 9 * 10^{-9} x^3 - 8 * 10^{-6} x^2 + 7 * 10^{-4} x + 0.35 \quad (2.11)$$

$$m_v \left(\frac{cm}{sn^2} \right) = 2 * 10^{-9} x^3 - 2 * 10^{-6} x^2 - 2 * 10^{-5} x + 0.67 \quad (2.12)$$

$$m_a (g) = 8.3333x^3 - 7.5x^2 + 0.6667x + 0.35 \quad (2.13)$$

$$m_v (g) = 1.6667x^3 - 2x^2 - 0.0167x + 0.67 \quad (2.14)$$



3.2 Metot: Doğrusal En Küçük Kareler Yöntemi

Bu çalışmada oluşturulan korelasyonları elde etmek için doğrusal en küçük kareler regresyon yöntemi kullanılmıştır.

Doğrusal en küçük kareler regresyonu, bir veri setindeki ilişkiyi modellemek için kullanılan istatistiksel bir tekniktir. Temel amaç, bağımlı bir değişkenle bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde temsil eden bir doğru bulmaktır. Doğrusal en küçük kareler regresyonunun matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.1)$$

Burada;

x_{ji} ; i'inci bağımsız değişkenin gözlemlenen değeri

y_i ; i'inci bağımlı değişkenin gözlemlenen değeri

β_i ; x_j değişkeni için regresyon eğimi

β_0 ; Regresyon doğrusunun y-ekseni ile kesişim noktasıdır.

Basit doğrusal en küçük kareler regresyonu yalnızca bir bağımsız değişkenle gerçekleştirilir. Hata terimlerinin normal dağıldığı varsayıldığında tahmin denklemi şu şekilde olur:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x \quad (3.2)$$

Burada β_0 doğrunun y-eksenini kestiği nokta, β_i de doğrunun eğimidir.

En küçük kareler yöntemi, hatanın karesinin toplamını minimize etmeye odaklanır. Yani, modelin tahmin ettiği değerler ile gerçek gözlemler arasındaki farkların karesini alır ve bu farkların toplamını minimize etmeye çalışır.

Bağımsız değişken x tarafından tahmin edilen bağımlı değişken y 'deki toplam varyasyona, bir regresyon çizgisinin bir veri kümesine ne kadar iyi uyduğunu tanımlamak için kullanılan determinasyon katsayısına R^2 denir. R^2 , 0.0 ile 1.0 arasında değerler alır. Bu nedenle, R^2 'nin 1.0'a yakın olması, regresyonun verilere yüksek derecede uyum sağladığını gösterir; öte yandan R^2 'nin 0'a yakın olması, regresyon

çizgisinin verilere tam olarak uymadığını gösterir. Ne kadar çok veri noktası varsa, R^2 'nin güvenilirliği o kadar yüksektir. R^2 değerinin matematiksel olarak gösterimi Denklem 3.3'te gösterilmiştir.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}} \quad (3.3)$$

Denklemdeki SS_{err} , toplam hatalar karesi Denklem 3.4'deki gibi tanımlanır:

$$SS_{err} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.4)$$

Denklemdeki SS_{tot} , tüm toplam kareler ise Denklem 3.5'deki tanımlanır:

$$SS_{tot} = \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.5)$$

SS_{err} her bir verinin doğruya olan hata uzaklıklarının toplamını ifade ederken SS_{tot} her bir verinin ortalamaya olan uzaklıklarının toplamını göstermektedir. Sonuç olarak denklem aşağıdaki gibidir:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.6)$$

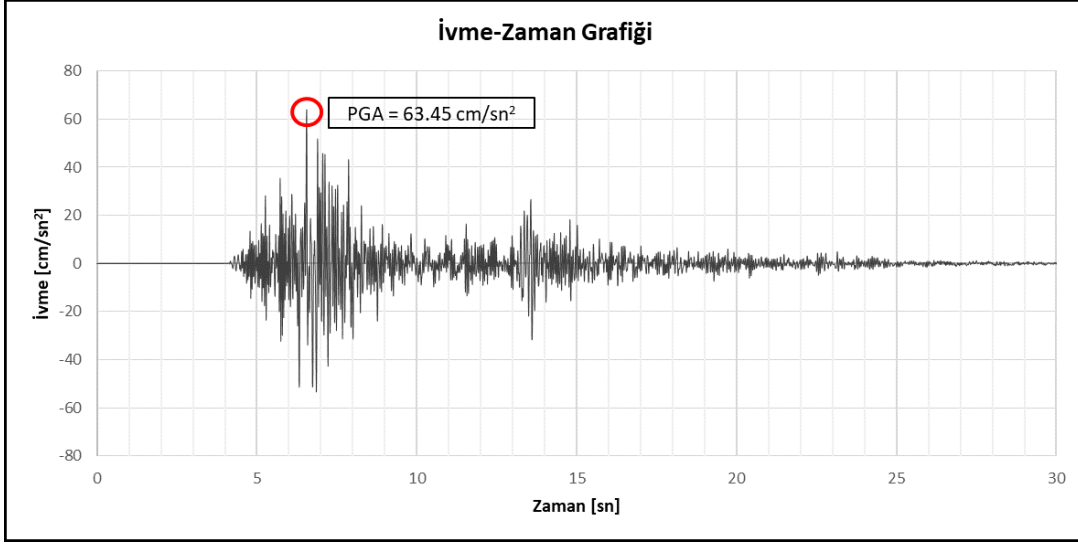
3.3 PGA, PGV, PGD Parametreleri

3.3.1 Literatür bilgisi

En Büyük Yer İvmesi (PGA)

İvme kayıtları yüksek frekanslı (düşük periyotlu) içeriğe sahiptir. En büyük yer ivmesi (PGA), kayıt altına alınan deprem kaydındaki en büyük mutlak ivmenin genliğine eşittir (Denklem 3.7). Depremi ne kadar etkili olduğunun incelenmesinde ve deprem tehlike analizlerinde genellikle en büyük yer ivmesi (PGA) kullanılmaktadır. PGA, ölçüldüğü lokasyonun deprem merkez üssüne uzaklığı, zemin koşulları ve depremin büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şekil 3.2).

$$PGA = |a(t)_{max}| \quad (3.7)$$



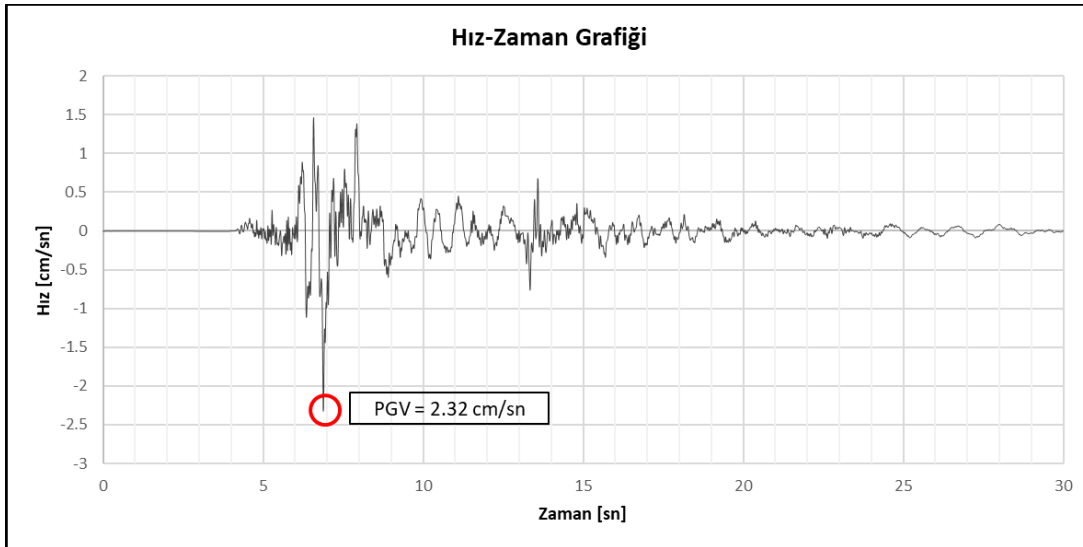
Şekil 3.2 : Örnek İvme-Zaman grafiği.

En Büyük Yer Hızı (PGV)

Hız-Zaman grafiği İvme-Zaman kaydına göre daha düşük bir frekans içeriğine sahiptir. Kuvvetli yer hareketinin meydana getireceği hasar ile daha ilişkilendirilebilir bir ölçüttür. Hız-Zaman grafiği gerçek zamanlı kayıt altına alınan ivmenin zamana göre integrasyonu (Denklem 3.8) ile elde edilir ve değerler arasındaki en yüksek mutlak hız (Denklem 3.9) en büyük yer hızına (PGV) denktir (Şekil 3.3).

$$v(t) = \int a(t) dt \quad (3.8)$$

$$PGV = |v(t)_{max}| \quad (3.9)$$



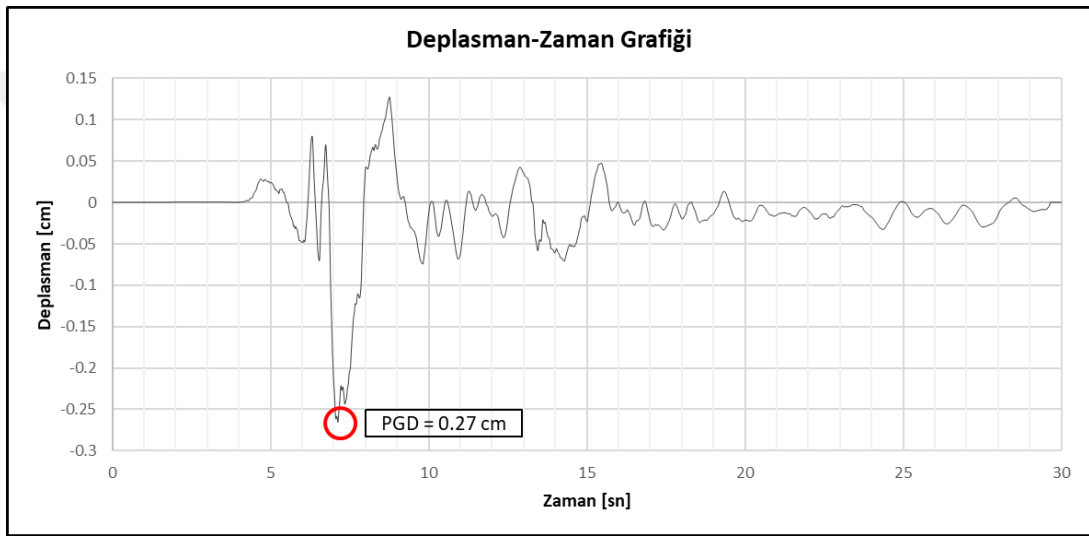
Şekil 3.3 : Örnek Hız-Zaman grafiği.

En Büyük Yer Değiştirme (PGD)

Yer değiştirme tabanlı tasarımlar için en kullanışlı parametredir. Yer Değiştirme-Zaman grafiği gerçek zamanlı ivme kaydının zamana göre ikinci integrasyonu (Denklem 3.10) ile elde edilir ve en büyük mutlak değeri (Denklem 3.11) en büyük yer değiştirmeyi (PGD) göstermektedir (Şekil 3.4).

$$D(t) = \iint a(t) dt \quad (3.10)$$

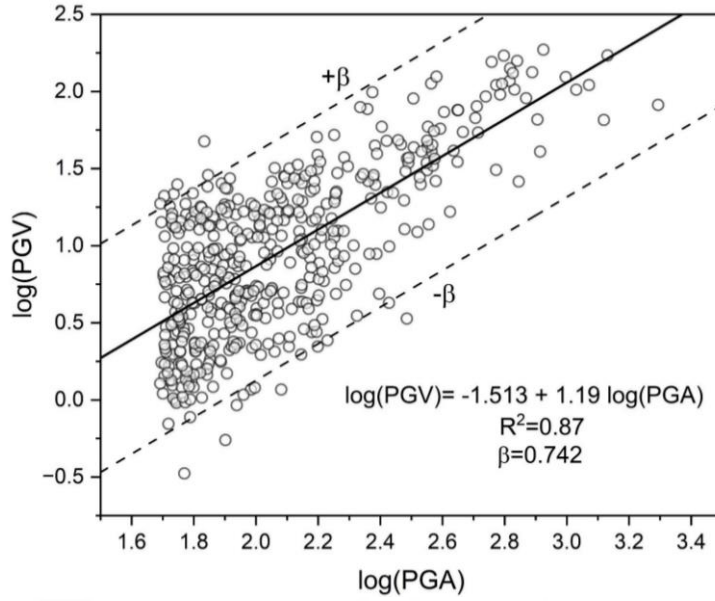
$$PGD = |D(t)_{max}| \quad (3.11)$$



Şekil 3.4 : Örnek Deplasman-Zaman grafiği.

3.3.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modeli

Türkiye genelinde 1995 yılı ile 2023 yılları arasında meydana gelmiş depremlerden PGA değeri 50 cm/sn^2 'yi aşan 161 deprem ve 464 istasyon kaydının veri analizi yapıldı. Yapılan veri analizleri sonucunda Şekil 3.5'teki PGA-PGV dağılımı ortaya çıkmıştır. Elde edilen verilere doğrusal regresyon uygulanarak logaritmik PGA değerleri ile logaritmik PGV değerleri arasında bir korelasyon oluşturuldu.



Şekil 3.5 : %95 güven aralığında çizdirilen log(PGV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir)(PGA ve PGV birimleri sırasıyla cm/sn^2 ve cm/sn 'dir).

Doğrusal regresyon modelinin sonucunda oluşan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\log(PGV) = a_1 + a_2 * \log(PGA) \quad (3.12)$$

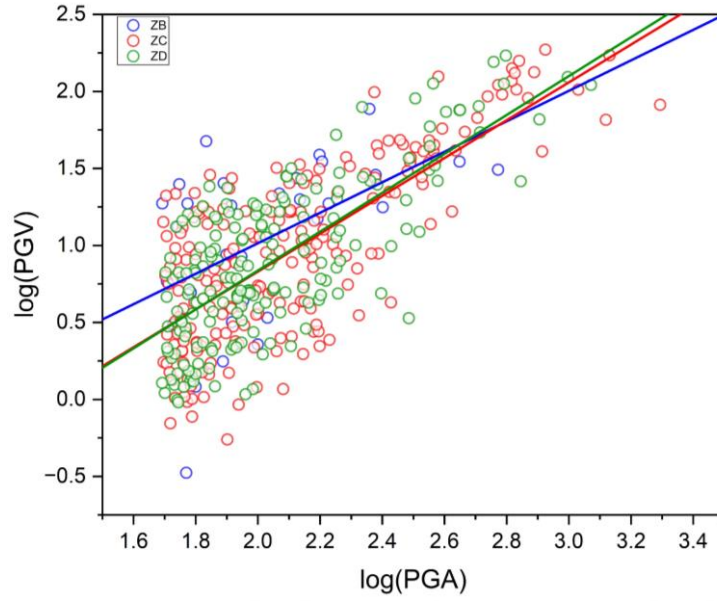
Burada a_1 ve a_2 regresyon sabitleridir.

Regresyon sabitleri a_1 ve a_2 sırasıyla -1.513 ve 1.190 olarak bulunmuştur. Değerleri yerine koyduğumuzda aşağıdaki denklemi elde ederiz:

$$\log(PGV) = -1.513 + 1.190 * \log(PGA) \quad (3.13)$$

Oluşturulan modelin R^2 değeri 0.87 olarak hesaplanmıştır.

En büyük yer hızı ile en büyük yer ivmesi arasındaki ilişki incelendiğinde yüksek saçılım içerdiği için bu korelasyonun kullanımının doğru sonuçlar vermeyeceği görülmektedir. Daha iyi bir korelasyon elde etmek için verileri, kayıt altına alındıkları istasyonların V_{s30} değerlerine bağlı zemin sınıflarına ayırarak yeniden grafik oluşturulmuştur. El edilen grafik ve zemin sınıflarına bağlı regresyon doğruları Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6 : Zemin sınıflarına bağlı $\log(\text{PGV})$ - $\log(\text{PGA})$ dağılım grafiği (mavi renk veriler ZB, kırmızı renk veriler ZC ve yeşil renk veriler ZD zemin sınıflarını temsil etmektedir) (PGA ve PGV birimleri sırasıyla cm/sn^2 ve cm/sn 'dir).

ZB, ZC ve ZD zemin sınıflarına göre ayrıştırılarak oluşturulan grafiğin sonucunda da istenilen düzeyde korelasyon elde edilememiştir. Her iki durumda da saçılım çok fazladır ve bu iki parametre arasında oluşturulan korelasyonların tutarlı sonuçlar vermesi beklenmemelidir. Yüksek frekans içeriğine sahip ivme verilerinin, daha düşük frekans içeriğine sahip hız verileri ile ilişkilendirilmesi veya bu ilişkilerin kullanılması önerilmemektedir.

3.4 Kümülatif Mutlak Hız (*Cumulative Absolute Velocity, CAV*)

1988'de Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü (EPRI), kümülatif mutlak hızı potansiyel bir hasarla ilgili yer hareketi şiddeti ölçüsü olarak tanıttı. Zaman tanım alanındaki maksimum değer olan PGA'dan farklı olarak CAV hem ivme değerlerine hem de süreye bağlıdır.

3.4.1 Literatür bilgisi

Belirli bir yer ivmesi $a(t)$ için CAV'ın genel tanımı Denklem 3.14'te ifade edilmiştir (Kramer, 1996). Denklemde görülen t_0 ile $t_{\max}$ arasındaki bir zaman aralığında hız zaman grafiğindeki ardışık tepeden vadiye mesafelerin toplamı olarak düşünülebilir. Başlangıç zamanı (t_0) $t = 0$ s olarak alınabilir. Sonuç olarak bitiş zamanı ($t_{\max}$) toplam kayıt uzunluğu olarak kabul edilebilir. Bu şekilde CAV, toplam kayıt uzunluğu

boyunca mutlak ivme eğrisinin altında kalan alan olarak da yorumlanabilir. Bu nedenle CAV, yer hareketinin hem genliğinin hem de süresinin katkısını hesaba katar.

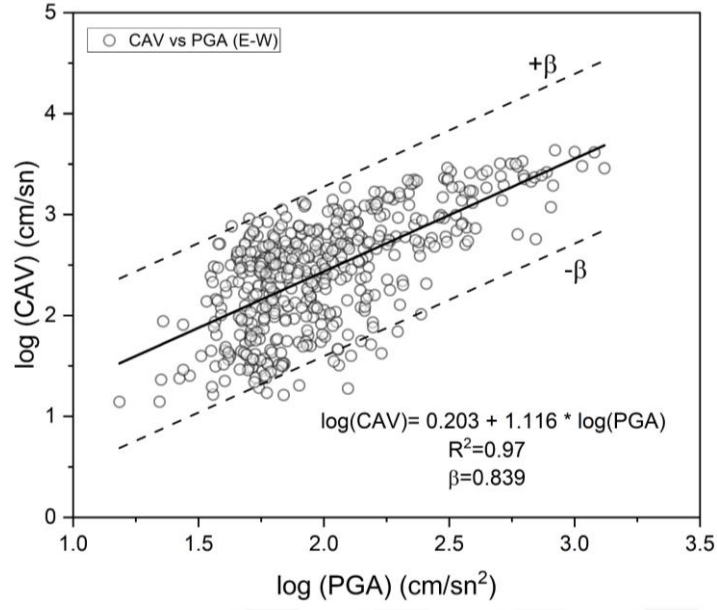
$$CAV = \int_{t_0}^{t_{max}} |a(t)| dt \quad (3.14)$$

Burada $|a(t)|$, t anındaki yer ivmesinin mutlak değeri, t_0 depremin başlangıç zamanı, t_{max} ise yer hareketi kaydının toplam süresidir.

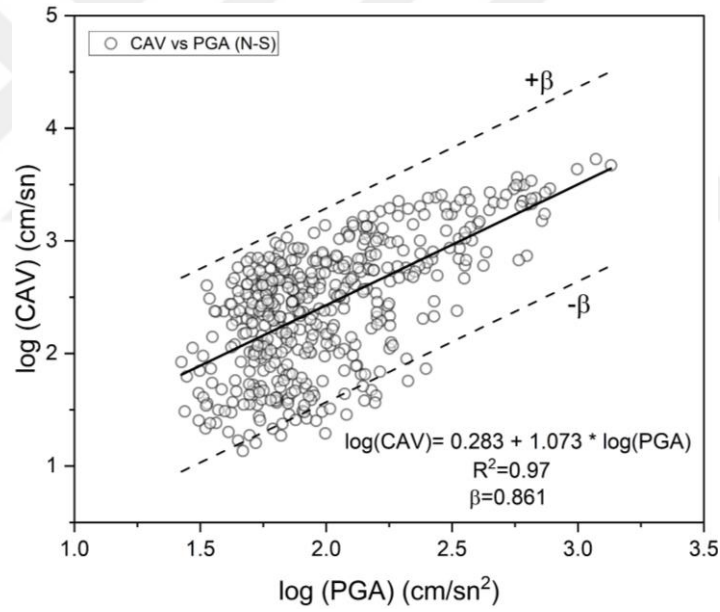
3.4.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri

Türkiye genelinde 1995 yılı ile 2023 yılları arasında meydana gelmiş depremlerden PGA değeri 50 cm/sn²'yi aşan 464 farklı istasyon kaydının veri analizi yapıldı. Kayıtların tümü 3 eksenli ivmeölçer cihazlar ile kayıt altına alındığından dolayı her eksen için ayrı ayrı veri analizi yapıldı (Şekil 3.7-3.9). Son olarak, 3 eksen için ayrı ayrı modellerle çalışmak kullanım açısından kolay olmayacağı için her deprem kaydının maksimum PGA değeri ($PGA_{maks} = \text{maksimum } [PGA_{E-W}; PGA_{N-S}; PGA_{U-D}]$) ve bu ivmeye karşılık gelen CAV değerleri kullanılarak doğrusal regresyon modelleri oluşturuldu (Şekil 3.10). Kaydedilen yer hareketlerinin bileşenleri, pratikte kullanılan yer hareketi şiddet ölçümlerini üretmek için çeşitli yöntemlerle birleştirilebilir. Örneğin, birçok azalım ilişkisinde iki yatay bileşen üzerindeki hareketlerin geometrik ortalaması kullanılmıştır (Boore vd. 1997). Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (PEER) Yeni Nesil Azalım İlişkileri-West1 (NGA-West1) projesinde Boore ve diğerleri tarafından oluşturulan GMRotI50 kullanıldı (2006). PEER, NGA-West2 projesinde ise RotD50 birleştirme yöntemini kullanmıştır (Boore, 2010). ShakeMap projesi kapsamında Wald ve diğerleri tarafından geliştirilen şiddet haritaları oluşturulurken bileşenlerden en büyük olanı kullanılmıştır (Worden ve Wald, 2016).

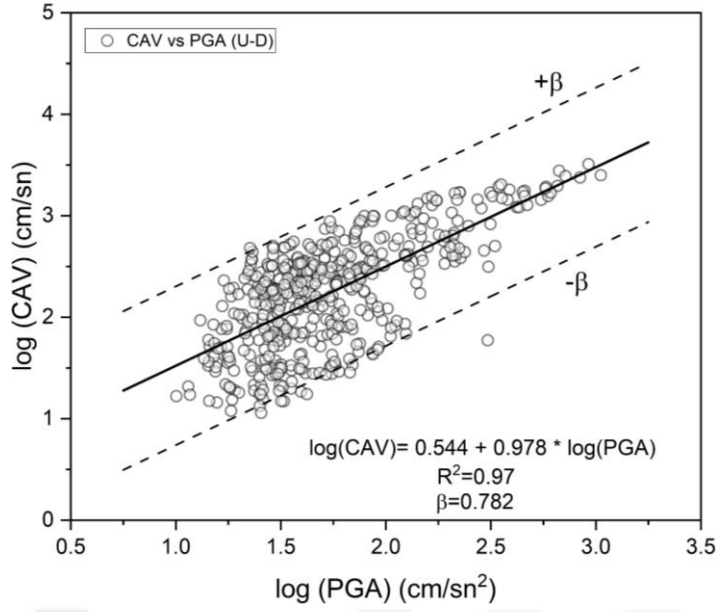
RotD50 ve RotD100, çeşitli yönlerdeki bireysel bileşenlerin tepki spektrumlarının hesaplanmasıyla incelenen çok bileşenli yer hareketlerinin ölçümleridir. RotD100 tüm dönüş açıları üzerindeki en büyük değer, RotD50 medyan spektral değeri belirtir. GMRotI50, periyottan bağımsız, tüm açılardan döndürülen iki yatay bileşenin geometrik ortalamalarının medyan değerini temsil etmektedir.



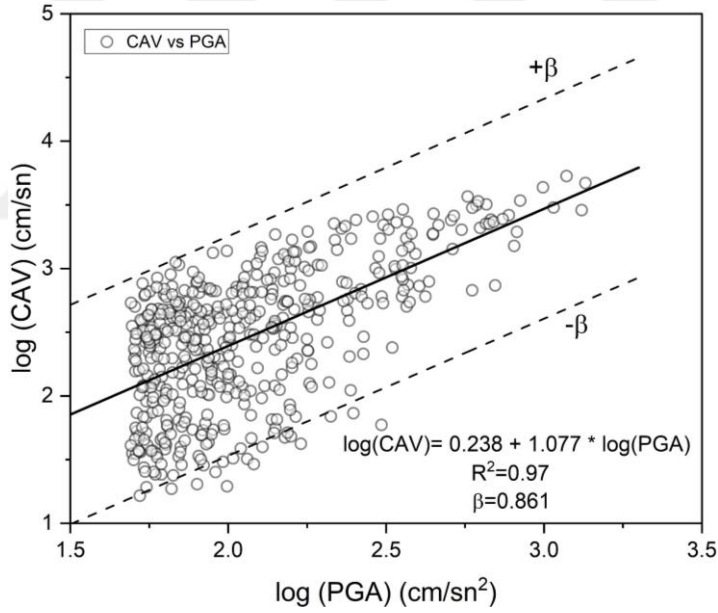
Şekil 3.7 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen $\log(\text{CAV})$ - $\log(\text{PGA})$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.8 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen $\log(\text{CAV})$ - $\log(\text{PGA})$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.9 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.10 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen log(CAV)-log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).

Doğrusal regresyon analizleri sonucunda oluşan denklemler aşağıdaki gibidir:

$$\log(CAV_{E-W}) = b_1 + b_2 * \log(PGA_{E-W}) \quad (3.15)$$

$$\log(CAV_{N-S}) = b_3 + b_4 * \log(PGA_{N-S}) \quad (3.16)$$

$$\log (CAV_{U-D}) = b_5 + b_6 * \log (PGA_{U-D}) \quad (3.17)$$

$$\log (CAV) = b_7 + b_8 * \log (PGA) \quad (3.18)$$

Burada b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , b_5 , b_6 , b_7 ve b_8 regresyon sabitleridir.

Regresyon sabitlerinin değerleri ve standart hataları Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 : CAV-PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.

Eksen	Regresyon Sabiti	Değer	Standart Hata	R^2
E-W	b_1	0.203	-	0.97
	b_2	1.116	0.010	
N-S	b_3	0.283	-	0.97
	b_4	1.073	0.010	
U-D	b_5	0.544	-	0.97
	b_6	0.978	0.010	
Maksimum	b_7	0.238	-	0.97
	b_8	1.077	0.010	

Çizelge 3.1’de bulunan regresyon sabitlerini yerlerine koyduğumuzda aşağıdaki denklemleri elde ederiz:

$$\log (CAV_{E-W}) = 0.203 + 1.116 * \log (PGA_{E-W}) \quad (3.19)$$

$$\log (CAV_{N-S}) = 0.283 + 1.073 * \log (PGA_{N-S}) \quad (3.20)$$

$$\log (CAV_{U-D}) = 0.544 + 0.978 * \log (PGA_{U-D}) \quad (3.21)$$

$$\log (CAV) = 0.238 + 1.077 * \log (PGA) \quad (3.22)$$

Oluşturulan modeller için R^2 değerleri sırasıyla $R^2_{E-W} = 0.97$, $R^2_{N-S} = 0.97$, $R^2_{U-D} = 0.97$ ve $R^2_{maks} = 0.97$ ’tir.

3.5 Arias Şiddeti (*Arias Intensity, I_A*)

Arias Şiddeti yer hareketinin yıkıcı niteliğini gösteren bir mühendislik şiddetidir.

3.5.1 Literatür bilgisi

Arturo Arias, kendi adıyla tanımlanan şiddet parametresini türetirken şunları kaydetti:

“Şiddet ölçeğinin nihai amacı, depremin şiddetinin belirlendiği bölgede, o bölgede yapı olup olmadığına bakılmaksızın, oluşturabileceği potansiyel hasarın bir göstergesini vermektir" (Arias, 1970).

Arias'ın temel varsayımı şudur:

"Bir yapının uğradığı hasarın miktarı, depremin yapıda oluşturduğu hareketin toplam süresi boyunca yapının birim ağırlık başına harcadığı enerjiyle orantılıdır." (Arias, 1970).

Arias (1970), bir yapının sarsılması sırasında harcanan enerjiyi hesaplamak için yapıyı sönümlü, doğrusal bir salıngaç (osilatör) olarak idealleştirdi. Daha sonra, rezonans frekansları sıfırdan sonsuza kadar değişen, hepsi aynı yönde hareket etmekle sınırlandırılmış ve hepsi küçük sönümleme oranlarına ($< 0,1$) sahip çok sayıda salıngaçtan oluşan bir popülasyon varsayımı yaptı. Arias (1970) daha sonra şunları söyledi: "Depremin şiddetini, I , nüfusa ait tüm yapılar tarafından (birim ağırlık başına) harcanan enerjilerin toplamı olarak tanımlayacağız." Ayrıca, "Bu tanıma göre şiddet, hız boyutundadır" dedi.

Uzun bir analizin ardından Arias (1970) aşağıdaki ilişkiyi elde eder:

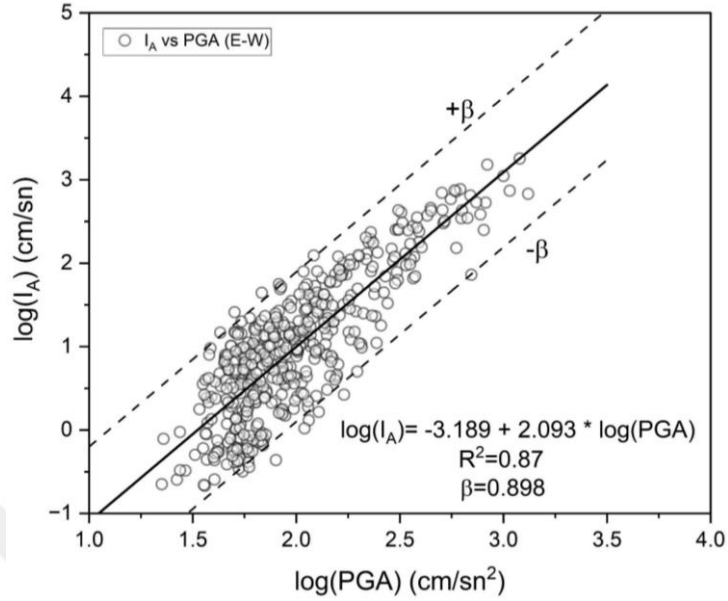
$$I_A = \frac{\pi}{2g} \cdot \int_0^{t_d} a(t)^2 dt \quad (3.23)$$

Burada g yer çekimi ivmesini, t_d eşiği geçen sinyalin süresini, a ise yer ivmesini temsil etmektedir.

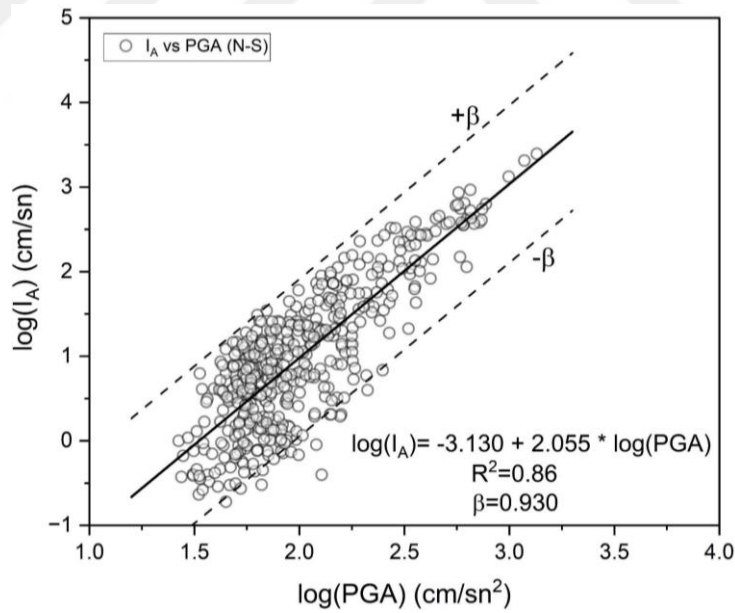
3.5.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri

Türkiye genelinde 1995 yılı ile 2023 yılları arasında meydana gelmiş depremlerden PGA değeri 50 cm/sn^2 'yi aşan 161 deprem ve 464 istasyon kaydının veri analizi yapıldı. Kayıtların tümü 3 eksenli ivmeölçer cihazlar ile kayıt altına alındığından dolayı her eksen için ayrı ayrı veri analizi yapıldı (Şekil 3.11-3.13). Son olarak, 3 eksen için ayrı ayrı modellerle çalışmak kullanım açısından kolay olmayacağı için her deprem kaydının maksimum PGA değeri ($PGA_{maks} = \text{maksimum } [PGA_{E-W}; PGA_{N-S};$

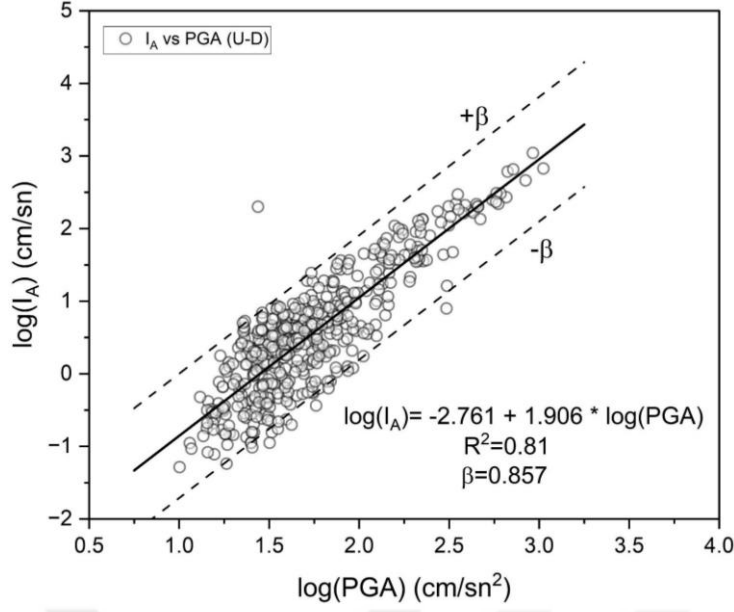
PGA_{U-D}]) ve bu ivmeye karşılık gelen Arias değerleri kullanılarak doğrusal regresyon modelleri oluşturuldu (Şekil 3.14).



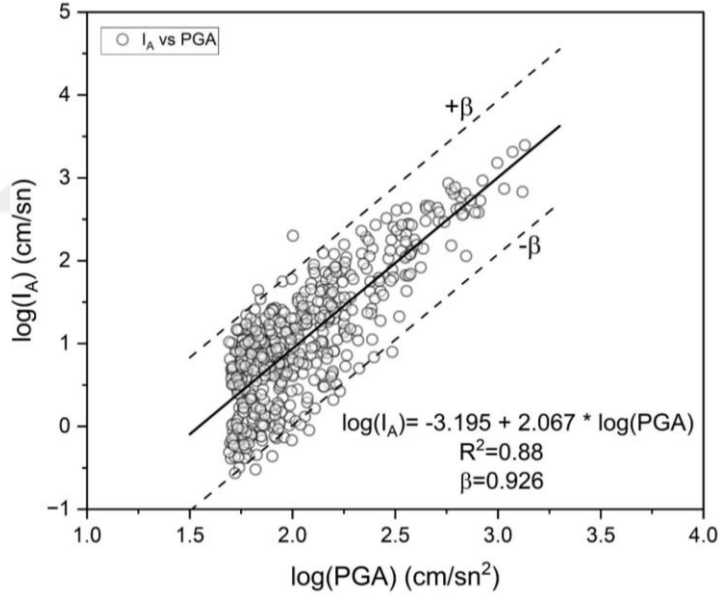
Şekil 3.11 : Doğu-Batı yönü (X-X eksenini) için %95 güven aralığında çizdirilen $\log(I_A)$ - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.12 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksenini) için %95 güven aralığında çizdirilen $\log(I_A)$ - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.13 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen $\log(I_A)$ - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.14 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen $\log(I_A)$ - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).

Doğrusal regresyon analizleri sonucunda oluşan denklemler aşağıdaki gibidir:

$$\log(I_{A_{E-W}}) = c_1 + c_2 * \log(PGA_{E-W}) \quad (3.24)$$

$$\log(I_{A_{N-S}}) = c_3 + c_4 * \log(PGA_{N-S}) \quad (3.25)$$

$$\log (I_{AU-D}) = c_5 + c_6 * \log (PGA_{U-D}) \quad (3.26)$$

$$\log (I_A) = c_7 + c_8 * \log (PGA) \quad (3.27)$$

Burada $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7$ ve c_8 regresyon sabitleridir.

Regresyon sabitlerinin değerleri ve standart hataları Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2 : I_A -PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.

Eksen	Regresyon Sabiti	Değer	Standart Hata	R^2
E-W	c_1	-3.189	-	0.87
	c_2	2.093	0.010	
N-S	c_3	-3.130	-	0.86
	c_4	2.055	0.011	
U-D	c_5	-2.761	-	0.81
	c_6	1.906	0.011	
Maksimum	c_7	-3.195	-	0.88
	c_8	2.067	0.010	

Çizelge 3.2’de bulunan regresyon sabitlerini yerlerine koyduğumuzda aşağıdaki denklemleri elde ederiz:

$$\log (I_{AE-W}) = -3.189 + 2.093 * \log (PGA_{E-W}) \quad (3.28)$$

$$\log (I_{AN-S}) = -3.130 + 2.055 * \log (PGA_{N-S}) \quad (3.29)$$

$$\log (I_{AU-D}) = -2.761 + 1.906 * \log (PGA_{U-D}) \quad (3.30)$$

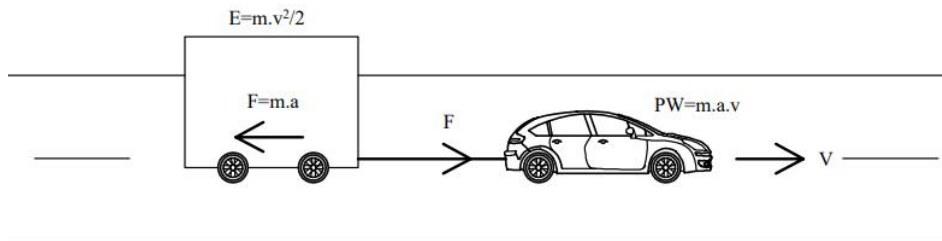
$$\log (I_A) = -3.195 + 2.067 * \log (PGA) \quad (3.31)$$

Oluşturulan modeller için R^2 değerleri sırasıyla $R^2_{E-W} = 0.87$, $R^2_{N-S} = 0.86$, $R^2_{U-D} = 0.81$ ve $R^2_{maks} = 0.88$ ’dir.

3.6 RI-DI Parametreleri

Yutaka Nakamura'nın ilk kez 1988 yılında geliştirmeye başladığı Acil Deprem Algılama ve Alarm Sistemi (*Urgent Earthquake Detection and Alarm System, UrEDAS*) dünyada pratik kullanıma sahip ilk gerçek zamanlı P-dalgası alarm sistemidir. Bir P-dalgasının istasyona varışından hemen sonra depremin büyüklüğü, konumu ve derinliği hakkında bilgi sağlar. Ardından, P-dalga tespiti sonrası üç saniye içinde büyüklük, merkezüssüne olan mesafe ve derinliği ilişkilendirerek hasar potansiyeli tahmin edilir. 1995 Kobe depremi sonrasında, daha etkili bir erken uyarı sistemi ve felaket önlemi için daha kısa uyarı süresine ihtiyaç duyulduğu anlaşıldı. UrEDAS bu amacı gerçekleştirebilmek için daha da geliştirildi. Ortaya çıkan yeni ve geliştirilmiş sistem 1997'de kullanıma sunulan ve 1998'de Tohoku, Joetsu ve Nagano Shinkansen hatları için rutin operasyonlara başlayan Kompakt UrEDAS (*Compact UrEDAS*) oldu. UrEDAS'ın depremin yıkıcılığını depremin parametrelerinden tahmin ettiği şeklindeki yaklaşımına karşı, Kompakt UrEDAS bu bilgiyi deprem hareketinden doğrudan 'gerçek zamanlı' olarak elde eden ve gerektiğinde alarm verebilen bir seviyeye ulaştı. Gerçek zamanlı şiddet (*Realtime Intensity, RI*) ve yıkıcı şiddet (*Destructive Intensity, DI*) bu geliştirme çalışmalarında oluşturulan iki parametre olmuştur. Tez çalışmasının bu kısmında ana amaç, öncelikle Türkiye geneli için yıkıcı şiddet (DI) ile en büyük yer ivmesi (PGA) arasında bir korelasyon oluşturup sonrasında da deprem şiddeti (MMI) ile PGA arasındaki ilişkiyi kurmaktır. Deprem şiddeti (MMI) tanımı için 4.1.1 numaralı bölümü okuyabilirsiniz.

Gerçek zamanlı şiddet (*Realtime Intensity, RI*) ve yıkıcı şiddet (*Destructive Intensity, DI*) parametreleri, doğrudan deprem hareketinden gerçek zamanlı olarak depremin beklenen yıkıcılığını tahmin etmemize yarayan parametrelerdir ve deprem şiddeti ile ilişkilendirilebilirler. Şekil 3.15'te hareketli bir araç ve aracın çekmekte olduğu bir karavan gösterilmektedir.



Şekil 3.15 : Çeşitli deprem hareketi parametreleri arasındaki ilişki.

Burada “F” sismik atalet kuvvetini (*Seismic Force*),

$$F = m \cdot a \quad (3.32)$$

“E” sismik hareketin enerjisini (*Seismic Energy*),

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3.33)$$

“PW” hareketin yıkıcılığının gücünü (*Power*) temsil etmektedir.

$$PW = F \cdot v = m \cdot a \cdot v \quad (3.34)$$

Depremi yıkıcılığını tahmin etmek için depremin gücünün yoğunluğunu, PD (Power Density W/kg), hesaplamamız gerekir. Bu yoğunluk, deprem kaydından elde ettiğimiz a ivme vektörü (cm/s²) ile v hız vektörünün (cm/sn) iç çarpımından elde edilir ve Denklem 3.35’deki gibi elde edilebilir:

$$PD = \frac{PW}{m} = a \cdot v \quad (3.35)$$

Bu çarpımın sonucu çok yüksek çıkacağından dolayı yıkıcı şiddet, DI, bu çarpımın mutlak değerinin logaritması olarak tanımlanmaktadır ve Denklem 3.36’daki gibi formüle edilebilir:

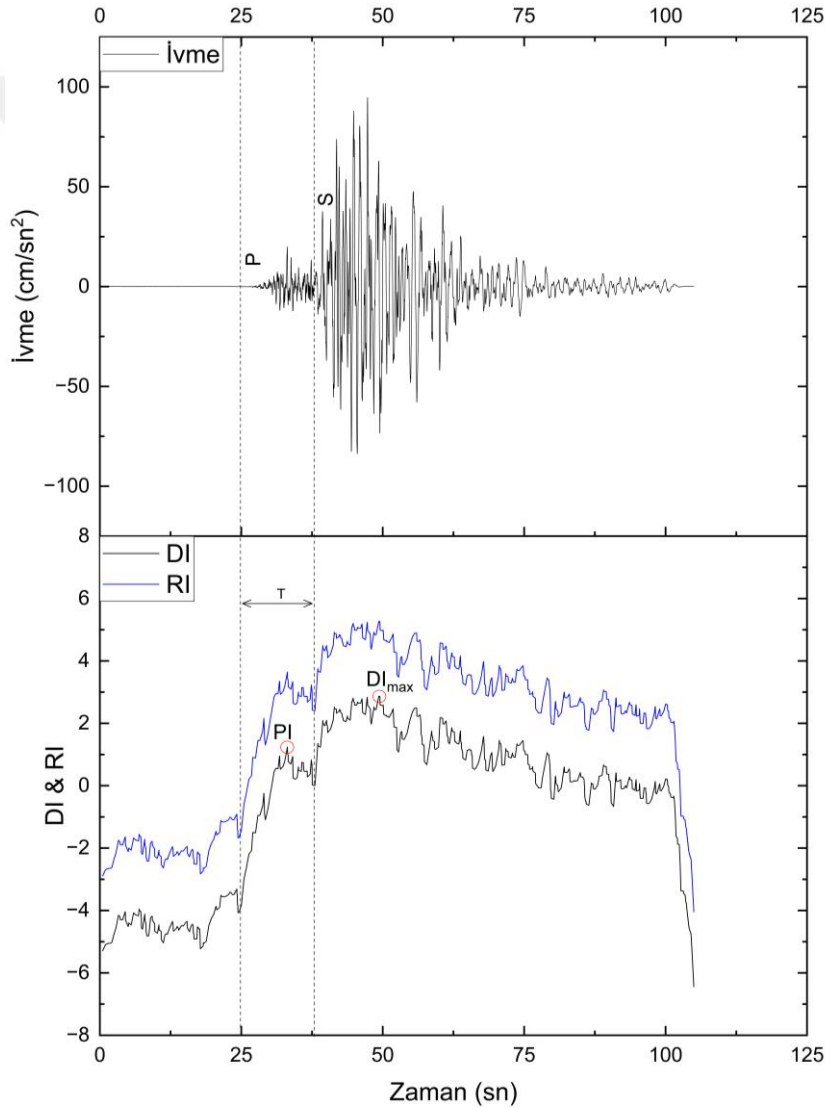
$$DI = \log|a \cdot v| \quad (3.36)$$

Gerçek zamanlı deprem kaydı sırasında hesaplanan maksimum DI değeri, DI_{max} , deprem hasarıyla ilişkilidir (Denklem 3.37) ve 2.4’lük sabit bir farkla Japon Meteoroloji Ajansı (JMA)’nın aletsel şiddet ölçeğine (I_{JMA}) benzer (Denklem 3.38) ve Modifiye Mercalli Şiddeti’ne karşılık gelir. Bu endeksler sırasıyla gerçek zamanlı şiddet (RI) ve MMI olarak adlandırılır.

$$DI_{max} = maksimum(DI) \quad (3.37)$$

$$RI = DI + 2.4 \quad (3.38)$$

P dalgası istasyona ulaştığında DI hızla artmaya başlar. P dalgası ulaştıktan sonra, DI değerinin t saniye içindeki maksimum değeri PI değerini temsil eder. S dalgası ulaşıncaya kadar DI artmaya devam eder ve S dalgası da kayıt istasyonlarına ulaştıktan sonraki maksimum DI değeri DI_{max} olarak adlandırılır. DI ve RI parametrelerinin zamana göre değişimi Şekil 3.16’da gösterilmektedir. DI değerinin Modifiye Mercalli Şiddet Ölçeği (*Modified Mercalli Intensity, MMI*) ile ilişkisi Denklem 3.39’da gösterilmiştir.



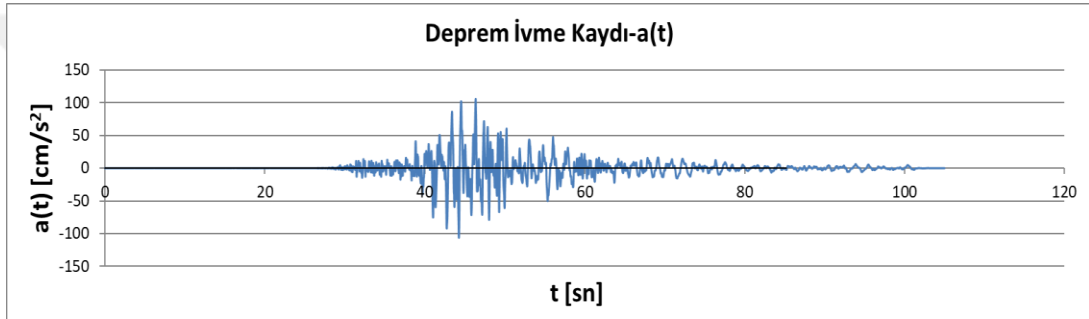
Şekil 3.16 : DI ve RI’nın zamana göre değişimi.

$$MMI = \left(\frac{11}{7}\right) \cdot RI + 0.5 = \left(\frac{11}{7}\right) \cdot DI + 4.27 \quad (3.39)$$

3.6.1 Türkiye’den örnek bir uygulama

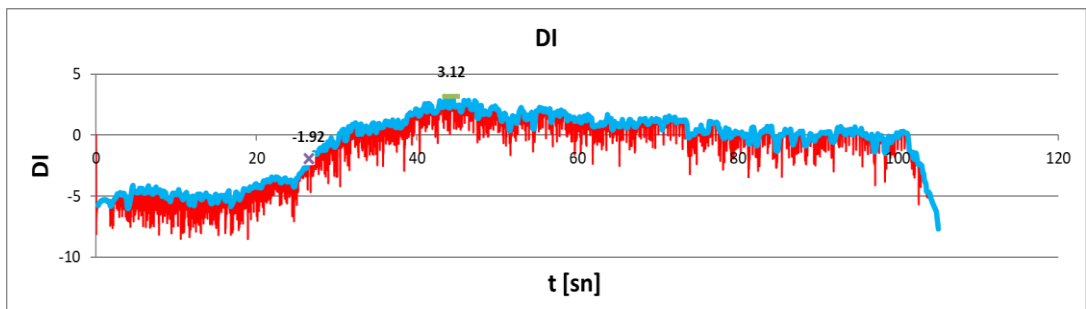
Meydana gelen bir depremin ivme kaydının gerçek zamanlı analizi ile depremin Yıkıcı Şiddetini (DI) ve Gerçek Zamanlı Şiddetini (RI) elde edebiliriz. Bu şiddet parametrelerini kullanarak anlık değişen MMI grafiğini ve maksimum MMI değerini hesaplayabiliriz.

Bu çalışmada örnek olarak Ege Denizi’nde Sisam adasının Kuzeyi ile Doğanbey-İzmir açıkları arasında moment büyüklüğü $M_w=6.6$, şiddeti $I=8$ ve odak derinliği yaklaşık 15 km olan depremin Bayraklı’da bulunan 3513 kodlu istasyon kaydı kullanılmıştır. Bu istasyonda kayıt altına alınan en büyük yer ivme değeri 106.281 cm/sn^2 ’dir. Depremin ivme-zaman grafiği Şekil 3.17’de verilmiştir.



Şekil 3.17 : İzmir Seferihisar depreminin ivme-zaman grafiği.

İvme kaydının anlık olarak işlenmesiyle depremin yer hızı değerleri elde edilir ve yer ivmesi ile yer hızının logaritmik çarpımı ile yıkıcı şiddet değeri olan DI anlık olarak elde edilebilir. DI değerinin zamana karşı grafiği Şekil 3.18’de gösterilmiştir.

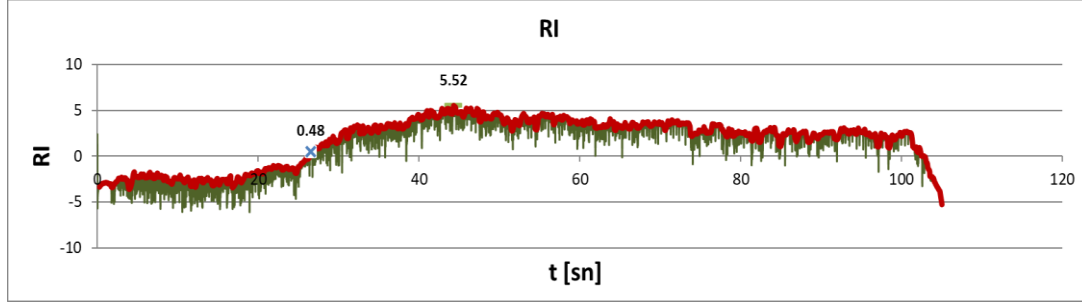


Şekil 3.18 : Depremin Yıkım Şiddeti-Zaman grafiği.

Kırmızı renkte olan değerler anlık değişen yıkıcı şiddeti temsil ederken, mavi değerler ise bu yıkıcı şiddet değerlerinin kullanıcı ayarına bırakılmış bir pencere genişliğinde zarfını oluşturup çizilen bir grafiği temsil etmektedir. Bu örnekte -1.92 olarak işaretlenmiş değer DI zarf eğrisinin -2.4’ü geçtikten sonraki ilk değerine denk

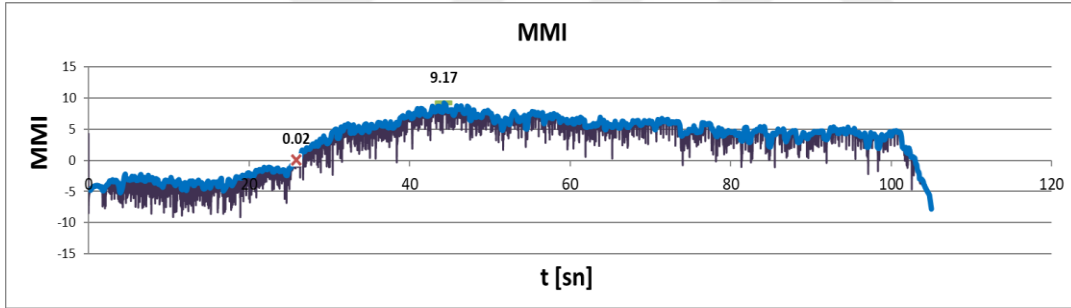
gelmektedir. Bu noktada P dalgasının istasyona vardığını anlıyoruz ve DI değeri hızla artışa geçiyor. Bu örnekteki DI_{max} değeri ise 3.12'dir.

Şekil 3.19'da ise DI grafiğine benzer olarak RI'nın zamana karşı grafiği bulunmaktadır. RI ile DI arasındaki ilişki sabit 2.4 olduğu için P dalgasının varış anı ile maksimum değer görüldüğü saniye DI grafiği ile aynı saniyelerdir.



Şekil 3.19 : Gerçek Zamanlı Şiddet-Zaman grafiği.

Her iki parametre ile de ilişkili olan MMI değerlerini de bir bağıntı ile hesaplayıp grafiği oluşturulabilir. Şekil 3.20'de bu grafik gösterilmektedir.



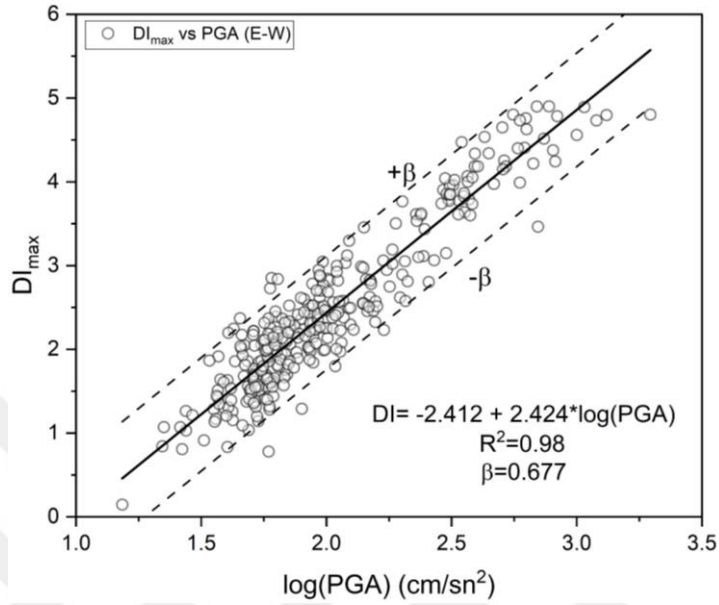
Şekil 3.20 : MMI-Zaman grafiği.

İzmir depreminin şiddeti kayıtlara $I=8$ olarak geçmiştir fakat deprem şiddeti bölgelerin hatta her bir yapının zemini ve yapı özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu örnekte $I=8$ olan İzmir depreminin MMI grafiğindeki karşılığı $MMI_{max}=9,17$ olarak görülmektedir. Çalışmadan elde edilen şiddet değeri göreceli olmayıp mevcut zemin üzerinde bulunan istasyonda yapıların temel seviyesinden alınan ivme değerlerine bağlı olarak hesaplanmaktadır.

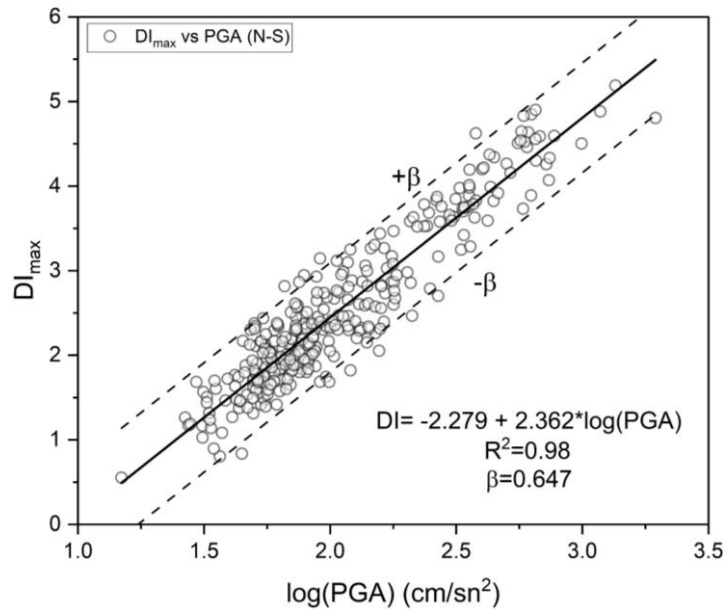
3.6.2 Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modelleri

Türkiye genelinde 1995 yılı ile 2023 yılları arasında meydana gelmiş depremlerden PGA değeri 50 cm/sn^2 'yi aşan 161 deprem ve 312 istasyon kaydının veri analizi yapıldı. Kayıtların tümü 3 eksenli ivmeölçer cihazlar ile kayıt altına alındığından dolayı her eksen için ayrı ayrı veri analizi yapıldı (Şekil 3.21-3.23). Son olarak, 3 eksen

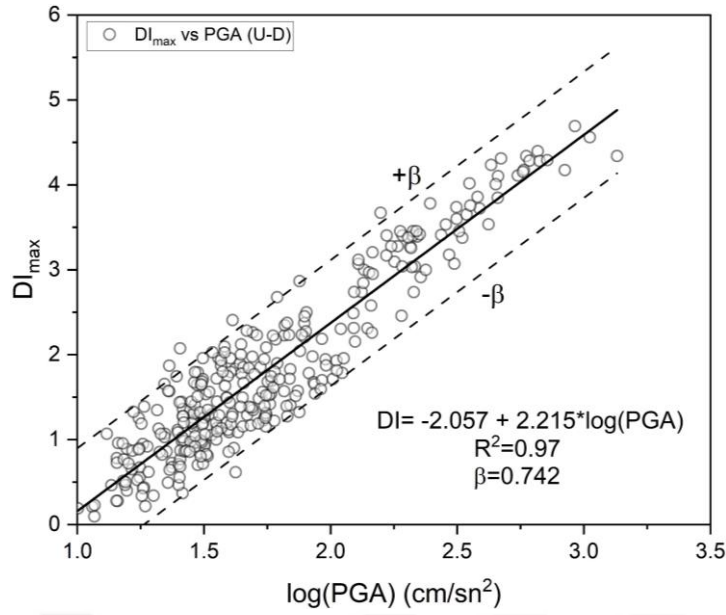
için ayrı ayrı modellerle çalışmak kullanım açısından kolay olmayacağı için her deprem kaydının maksimum PGA değeri ($PGA_{maks} = \text{maksimum } [PGA_{E-W}; PGA_{N-S}; PGA_{U-D}]$) ve bu ivmeye karşılık gelen DI_{max} değerleri kullanılarak doğrusal regresyon modelleri oluşturuldu (Şekil 3.24).



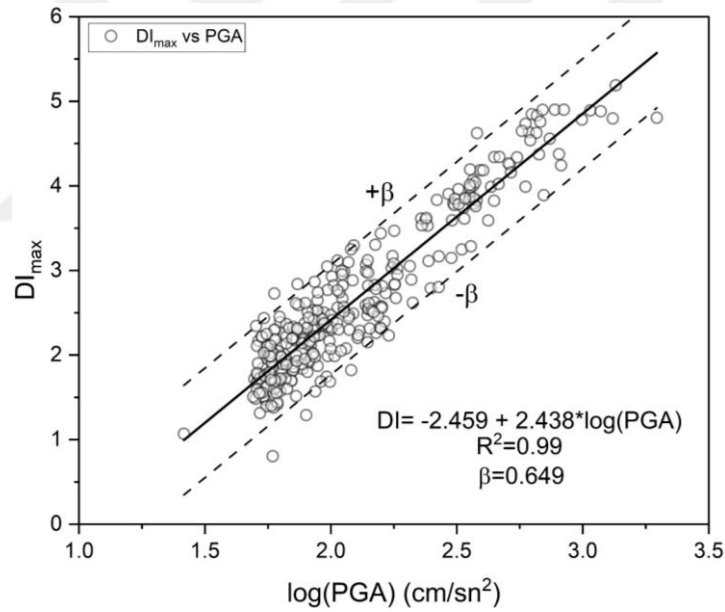
Şekil 3.21 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI_{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.22 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI_{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.23 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen DI_{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 3.24 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen DI_{max} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).

Doğrusal regresyon analizleri sonucunda oluşan denklemler aşağıdaki gibidir:

$$DI_{max_{E-W}} = d_1 + d_2 * \log(PGA) \quad (3.40)$$

$$DI_{max_{N-S}} = d_3 + d_4 * \log(PGA) \quad (3.41)$$

$$DI_{max_{U-D}} = d_5 + d_6 * \log (PGA) \quad (3.42)$$

$$DI_{max} = d_7 + d_8 * \log (PGA) \quad (3.43)$$

Burada d_1 , d_2 , d_3 , d_4 , d_5 , d_6 , d_7 ve d_8 regresyon sabitleridir.

Regresyon sabitlerinin değerleri ve standart hataları Çizelge 3.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.3 : DImax-PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.

Eksen	Regresyon Sabiti	Değer	Standart Hata	R^2
E-W	d_1	-2.412	-	0.98
	d_2	2.424	0.0095	
N-S	d_3	-2.279	-	0.98
	d_4	2.362	0.0090	
U-D	d_5	-2.057	-	0.97
	d_6	2.215	0.0118	
Maksimum	d_7	-2.459	-	0.99
	d_8	2.438	0.0088	

Çizelge 3.3'te bulunan regresyon sabitlerini yerlerine koyduğumuzda aşağıdaki denklemleri elde ederiz:

$$DI_{max_{E-W}} = -2.412 + 2.424 * \log (PGA) \quad (3.44)$$

$$DI_{max_{N-S}} = -2.279 + 2.362 * \log (PGA) \quad (3.45)$$

$$DI_{max_{U-D}} = -2.057 + 2.215 * \log (PGA) \quad (3.46)$$

$$DI_{max} = -2.459 + 2.438 * \log (PGA) \quad (3.47)$$

Oluşturulan modeller için R^2 değerleri sırasıyla $R^2_{E-W} = 0.98$, $R^2_{N-S} = 0.98$, $R^2_{U-D} = 0.97$ ve $R^2_{maks} = 0.99$ 'dur.

Denklem 3.38'de görüldüğü gibi RI ile DI arasında sabit bir fark vardır. RI parametresi ile $\log(PGA)$ arasındaki korelasyon modelini oluşturmak için $DI_{max}-\log(PGA)$ modelinde DI_{max} yerine RI_{max} 'yı yazarsak aşağıdaki $RI_{max}-\log(PGA)$ korelasyon denklemlerini elde ederiz:

$$RI_{max_{E-W}} = -0.012 + 2.424 * \log (PGA) \quad (3.48)$$

$$RI_{max_{N-S}} = 0.121 + 2.362 * \log (PGA) \quad (3.49)$$

$$RI_{max_{U-D}} = 0.343 + 2.215 * \log (PGA) \quad (3.50)$$

$$RI_{max} = -0.059 + 2.438 * \log (PGA) \quad (3.51)$$



4. DEPREM ŞİDDETİ-YAPI HASARI İLİŞKİSİ

4.1 Deprem Şiddet Ölçekleri

Herhangi bir derinlikte olan depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü deprem şiddeti olarak tanımlanmaktadır. Deprem şiddeti, depremin yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Deprem şiddetinin etkisi depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı, zemin tesirleri, yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılığı gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Farklı konumlardan elde edilen gözlem verilerinin bir harita üzerinde çizilmesiyle eş şiddet eğrileri haritası elde edilir. Şiddet genellikle merkezüssüne yakın bölgelerde en yüksek değeri taşıırken, merkezüssüne olan mesafe arttıkça deprem etkilerinin ve şiddetin azaldığını görürüz.

Deprem şiddetini belirlemek için kullandığımız, daha önceden hazırlanan Deprem Şiddet Ölçekleri bulunmaktadır. Bu ölçekler geçmişte yaşanan depremlerin gözlenen etkileri sonucunda uzun yılların vermiş olduğu tecrübe ve deneyimlere dayanılarak hazırlanmıştır ve depremin etkisinde kalan canlı ve cansız her maddenin depreme gösterdiği tepkiyi değerlendirmektedir.

En yaygın şiddet ölçeklerinden bazıları şunlardır:

1. Mercalli-Cancani-Seiberg (MCS): Güney Avrupa bölgesinde kullanılmış 12 seviyeli bir ölçek.
2. Modified Mercalli (MM): 1931'de Wood ve Neumann tarafından önerilen 12 seviyeli bir ölçektir. Bu ölçek, California veri setine uyarlanarak MCS ölçeğini kullanır. Kuzey Amerika ve birkaç başka ülkede kullanılmaktadır.
3. Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK): Orta ve Doğu Avrupa'da geliştirilen ve birkaç başka ülkede kullanılmış 12 seviyeli bir ölçek.
4. European Macroseismic Scale (EMS-98): Avrupa'da 1998'den beri kullanılan 12 seviyeli bir ölçek. EMS-98, MM ölçeğinin bir geliştirmesidir.

5. Japanese Meteorological Agency (JMA): Japonya'da kullanılan 7 seviyeli bir ölçektir. Yıllar içinde revize edilmiş ve son zamanlarda yerin maksimum yatay ivmesi ile ilişkilendirilmiştir.

4.1.1 Modifiye Mercalli Şiddet Ölçeği (*Modified Mercalli Intensity Scale, MMI*)

Bir depremin şiddeti, sarsıntının insanlar, yapay yapılar ve peyzaj üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurarak depremin neden olduğu sarsıntının şiddetini karakterize eden bir sayıdır. Mercalli Şiddeti, İtalyan sismolog Giuseppe Mercalli tarafından 1902'de geliştirilmiştir. Daha sonra 1931'de Amerikalı iki sismolog olan Wood ve Neuman tarafından geliştirilmiş ve modifiye edilmiştir. Hissedilmeyen sarsıntıdan feci yıkıma kadar değişen şiddet düzeylerinden oluşan bu ölçek, Romen rakamlarıyla belirtilmiştir. MMI ölçeği, subjektif bir ölçektir ve merkezüssünden uzaklık, yerel jeoloji ve bina yapısı gibi faktörlere bağlı olarak her bölgede farklılık gösterir. Bu nedenle, aynı deprem için bile farklı yerlerde farklı MMI skorları elde edilebilir. Ölçek, insanların gözlemlerine dayandığı için, bir depremin MMI skoru, o bölgedeki insanların yaşadıkları etkiyi ve hasarı yansıtır. Modifiye Mercalli Şiddet Ölçeği seviyeleri ve açıklamaları Şekil 4.1'de verilmiştir.

Şiddet Seviyesi	Sarsıntı	Açıklama ve Hasar Tanımı
I	Hissedilmeyen	Özel koşullar altındaki çok az kişi dışında hissedilmez
II	Zayıf	Özellikle binaların üst katlarında, dinlenme halindeki birkaç kişi tarafından hissedilir.Hassas bir şekilde asılı duran nesneler sallanabilir.
III	Zayıf	Özellikle binaların üst katlarında bulunan insanlar tarafından oldukça belirgin bir şekilde hissedilir: Birçok kişi bunu deprem olarak görmez. Duran motorlu araçlar hafifçe sallanabilir. Titreşimler, bir kamyonun geçişine benzer.
IV	Hafif	Gün içinde içeride pek çok kişi, dışarıda çok az kişi tarafından hissedilir: Geceleri, bazıları uyanır. Tabaklar, pencereler ve kapılar sarsılır; duvarlar çatlama sesleri çıkarır. Bir binaya çarpan ağır bir kamyon gibi hissedilir. Duran motorlu araçlar fark edilir şekilde sarsılır.
V	Orta	Neredeyse herkes tarafından hissedilir ve çoğu uyanır. Bazı tabaklar ve pencereler kırılır. Stabil olmayan nesneler devrilir, sarkaçlı saatler durabilir
VI	Güçlü	Herkes tarafından hissedilir ve çoğu korkar. Bazı ağır mobilyaların konumunda değişiklik olur; siva parçaları düşebilir. Hafif hasar meydana gelir.
VII	Çok Güçlü	İyi tasarlanmış ve inşa edilmiş binalarda hasar ihmal edilebilir düzeydedir; ancak iyi inşa edilmiş sıradan yapılarda hafif ila orta; kötü inşa edilmiş veya kötü tasarlanmış yapılarda hasar oldukça fazladır. Motorlu araba kullanan insanlar tarafından fark edilir.
VIII	Şiddetli	Özel tasarlanmış yapılarda hafif hasar; Sıradan binalarda kısmi göçmeli önemli hasar; Kötü inşa edilmiş binalarda büyük hasar meydana gelir.
IX	Aşırı Şiddetli	Özel olarak tasarlanmış yapılarda hasar oldukça fazladır; iyi tasarlanmış çerçeve yapıları şakıldan kayar. Kısmen göçen büyük binalarda hasar büyüktür. Binalar temelden kayar. Sıvılaşma meydana gelir. Yeraltı boruları kırılır.
X	Olağanüstü Şiddetli	Bazı iyi inşa edilmiş ahşap yapılar tahrip olmuştur; çoğu yığma ve çerçeve yapı temellerle yıkılmıştır. Raylar bükülmüş. Nehir kıyılarından ve dik yamaçlardan önemli ölçüde toprak kayması olmuştur.
XI	Olağanüstü Şiddetli	Az sayıda yığma yapı ayakta kalır. Köprüler yıkılır.Yerde geniş çatlaklar oluşur. Yeraltı boru hatları tamamen hizmet dışı hale gelir. Toprak yumuşak zeminde kayar ve raylar büyük ölçüde bükülür.
XII	Olağanüstü Şiddetli	Toplam hasar meydana gelir. Zemin yüzeylerinde dalgalar görülür.

Şekil 4.1 : Modifiye Mercalli Şiddet dereceleri.

4.1.2 Avrupa Makrosismik Ölçeği (*European Macroseismic Scale, EMS-98*)

Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS), Avrupa ülkelerindeki sismik şiddetin değerlendirilmesi için temel oluşturur ve Avrupa dışındaki birçok ülkede de kullanılmaktadır. 1992'deki test sürümünün bir güncellemesi olarak 1998'de yayınlanan ölçek, EMS-98 olarak adlandırılır. EMS-98, depremin etkilerini daha nesnel bir şekilde ölçmek amacıyla oluşturulmuştur.

EMS 98, I'den XII'ye kadar olan 12 kategoriden oluşur ve her bir kategori, depremin etkilerine göre belirlenir. Bu etkiler, bina yapısı, yerel jeoloji, merkezüssünden uzaklık gibi faktörlere bağlıdır. EMS 98, insanların yanı sıra yapıların, yolların, köprülerin ve diğer altyapı unsurlarının da etkilendiği depremler için tasarlanmıştır.

Avrupa Makrosismik ölçeği EMS-98, yalnızca sismologlar tarafından kullanılmaktan ziyade, mühendisler ve sismologlar arasındaki iş birliğini teşvik etmek için tasarlanmış ilk sismik şiddet ölçeğidir.

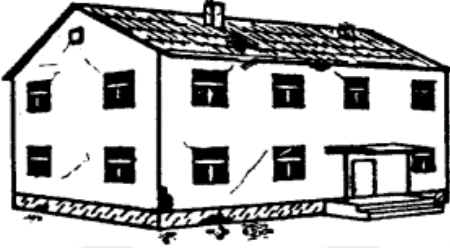
EMS-98 içerisindeki hasar görebilirlik sınıfları, gözlemlenen hasara dayanarak yapıların, nesnelerin, doğanın ve insanların üzerindeki deprem etkilerini kategorize eder. Bu sınıflar, iyi mühendislik hizmeti almış, yüksek kalitede malzeme kullanılarak depreme dayanıklı yapı tasarımına sahip, düşük hasar görebilirlik sınıfında yer alan yapılardan, mühendislik hizmeti almamış, depreme dayanıklı yapı tasarımı açısından yetersiz olan, malzeme kalitesi düşük ve yüksek hasar görebilirlik sınıfında yer alan yapılara kadar geniş bir yelpazenin deprem etkileri altında göstereceği performansın ve oluşabilecek hasarın anlaşılmasında önemli bir rol oynar. Sınıflar harflerle temsil edilir ve A'dan F'ye doğru hasar görebilirlik düşmektedir. Şekil 4.2'de yapı türlerine göre hasar görebilirlik sınıfları gösterilmektedir.

Yapı Türü		Hasar Görebilirlik Sınıfı					
		A	B	C	D	E	F
Yığma Yapılar	Moloz taşı, tarla taşı ile yapılmış						
	Toprak tuğla (kerpiç) ile yapılmış						
	Basit taş ile yapılmış						
	Ağır taş ile yapılmış						
	Donatısız hazır taş bloklarla yapılmış						
	Sadece döşemeleri betonarme olan						
	Donatılı veya kuşatılmış						
Betonarme Yapılar	Depreme dayanıklı tasarımı (DDT) olmayan çerçeveli						
	Orta düzeyde DDT sahip çerçeveli						
	Yüksek düzeyde DDT olan çerçeveli						
	DDT olmayan duvarlara sahip						
	Orta düzeyde DDT olan perde duvarlara sahip						
	Yüksek düzeyde DDT olan perde duvarlara sahip						
Çelik	Çelik yapılar						
Ahşap	Ahşap yapılar						

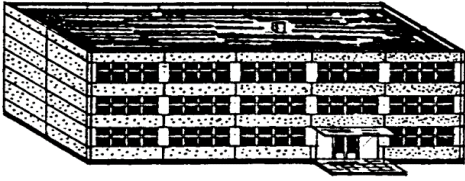
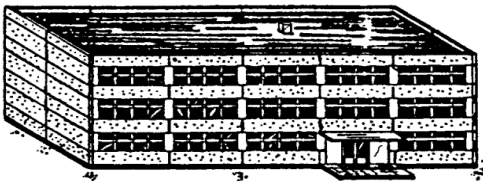
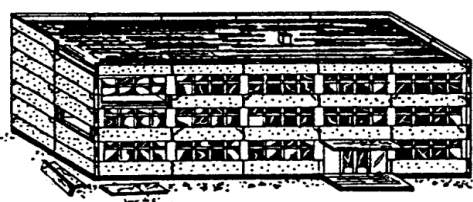
	En muhtemel hasar görebilirlik sınıfı.
	Muhtemel aralık.
	Daha az muhtemel, istisnai durum aralığı.

Şekil 4.2 : Yapı türlerine göre hasar görebilirlik sınıfları (EMS-98).

Yığma yapılar ve betonarme yapılar için hasar dereceleri ve tanımları sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4'te gösterilmektedir.

Yığma Yapılarda Meydana Gelen Hasarın Sınıflandırılması	
	1. Derece : İhmal edilebilir hafif hasar. (Yapısal hasar yok, hafif yapısal olmayan hasar.) Duvarda kılcalık çatlaklar oluşur. Ufak sıva parçaları düşer. Nadiren gevşek taşlar düşer.
	2. Derece : Orta hasar. (Hafif yapısal hasar, orta derecede yapısal olmayan hasar.) Birçok duvarda çatlaklar oluşur. Oldukça büyük sıva parçaları düşer. Bacalar kısmen çöker.
	3. Derece : Ağır hasar. (orta derecede yapısal hasar, ağır yapısal olmayan hasar.) Çoğu duvarda büyük ve geniş çatlaklar oluşur. Çatı kiremitleri ayrılır. Çatı bacaları çöker. Bireysel yapısal olmayan elemanlar göçer.
	4. Derece : Çok ağır hasar. (Ağır yapısal hasar, çok ağır yapısal olmayan hasar.) Duvarlar ciddi şekilde yıkılır; çatı ve kısmi yapısal elemanlarda göçme oluşur.
	5. Derece : Göçme (Çok ağır yapısal hasar) Tamamen veya tama yakın göçme oluşur.

Şekil 4.3 : Yığma yapılar için hasar dereceleri (EMS-98).

Betonarme Binalarda Meydana Gelen Hasarın Sınıflandırılması	
	1. Derece : İhmal edilebilir hafif hasar. (Yapısal hasar yok, hafif yapısal olmayan hasar.) Çerçeve elemanlarının üzerindeki sıvada veya tabandaki duvarlarda ince çatlaklar oluşur. Bölme ve dolgu duvarlarda ince çatlaklar oluşur.
	2. Derece : Orta hasar. (Hafif yapısal hasar, orta derecede yapısal olmayan hasar.) Kolon, kiriş ve yapısal duvarlarda çatlaklar oluşur. Bölme ve dolgu duvarlarda çatlaklar; kaplama ve sıva harçları kısmen düşer.
	3. Derece : Ağır hasar. (orta derecede yapısal hasar, ağır yapısal olmayan hasar.) Zemin katta, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde ve duvarların birleşimlerinde çatlaklar oluşur. Bölme ve dolgu duvarlarda büyük çatlaklar oluşur.
	4. Derece : Çok ağır hasar. (Ağır yapısal hasar, çok ağır yapısal olmayan hasar.) Yapısal elemanlarda betonda basınç kırılması ve donatı kopması olan büyük çatlaklar. Birkaç kolon veya tek bir üst kat göçmesi.
	5. Derece : Göçme (Çok ağır yapısal hasar) Zemin kat veya farklı bölümler göçer.

Şekil 4.4 : Betonarme yapıları için hasar dereceleri (EMS-98).

Şekil 4.5'te EMS-98'in en kısa biçimi gösterilmektedir. Avrupa Makrosismik Ölçeğinin genel açıklamasından alınan kısa biçimi, ölçeğin aşırı basitleştirilmiş ve genelleştirilmiş bir görünümünü vermeyi amaçlamaktadır. Bu kısa biçim, örneğin eğitim amaçlı kullanılabilir fakat şiddet tanımlamaları için uygun değildir.

Şiddet Seviyesi	Sarsıntı	Açıklama ve Hasar Tanımı
I	Hissedilmeyen	Hissedilmez.
II	Az Hissedilen	Sadece çok az insan evlerinde dinlenirken hissedebilir.
III	Zayıf	İçeride sadece birkaç insan tarafından hissedilir. Dinlenen insanlar sallanma veya hafif titreme hissedebilirler.
IV	Büyük Ölçüde Hissedilen	İçeride birçok insan tarafından hissedilir, dışarıda ise çok az insan tarafından hissedilir. Uyuyan birkaç insan uyanır. Pencere, kapılar ve bulaşıklar çınlama yapar.
V	Güçlü	İçeride çoğu insan tarafından hissedilir, dışarıda ise az sayıda insan tarafından hissedilir. Uyuyan birçok insan uyanır. Bazıları korkar. Binalar boyunca titreme hissedilir. Aslı nesneler önemli ölçüde sallanır. Küçük nesneler kayar. Kapılar ve pencereler açılır veya kapanır.
VI	Hafif Hasar	Birçok insan korkar ve dışarıya kaçar. Bazı nesneler düşer. Birçok ev, saç teli çatlakları ve küçük sıva parçalarının düşmesi gibi hafif yapısal olmayan hasarlar görülür.
VII	Hasar	Çoğu insan korkar ve dışarıya kaçar. Mobilyalar kayar ve raflardan birçok nesne düşer. Birçok iyi yapılmış sıradan yapı orta düzeyde hasar görür: duvarlarda küçük çatlaklar, sıvanın düşmesi, baca parçalarının düşmesi; daha eski binalarda ise duvarlarda büyük çatlaklar ve dolgu duvarlarının çökmesi görülebilir.
VIII	Ağır Hasar	Birçok insan ayakta durmakta zorlanır. Birçok evde duvarlarda büyük çatlaklar vardır. Bazı iyi yapılmış sıradan yapılarda duvarların ciddi şekilde yıkılması görülürken, zayıf daha eski yapılar yıkılabilir.
IX	Yıkıcı	Genel panik yaşanır. Birçok zayıf yapı yıkılır. İyi yapılmış sıradan yapı bile ciddi hasar görülebilir: duvarların ciddi şekilde yıkılması ve kısmi yapısal yıkım gibi.
X	Çok Yıkıcı	Birçok iyi yapılmış sıradan yapı yıkılır.
XI	Bölgesel Göçme	Çoğu iyi yapılmış sıradan yapı yıkılır, hatta bazı depreme dayanıklı tasarımlara sahip olan yapılar bile yıkılabilir.
XII	Tamamen Göçme	Neredeyse tüm yapılar yıkılır.

Şekil 4.5 : Avrupa Makrosismik Ölçeği şiddet derecelerinin kısa biçimi.

EMS-98 şiddet derecelerinin detaylı tanımları:

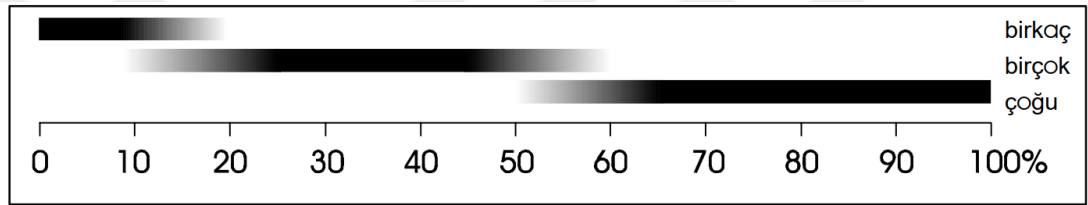
Ölçeğin Düzenlenmesi:

- a) İnsanlar üzerindeki etkiler
- b) Nesneler ve doğa üzerindeki etkiler
- c) Binalarda oluşan hasarlar

Giriş Notu:

Şiddet dereceleri, ilgili şiddetten daha düşük şiddetlerdeki etkileri de içerebilir. Bu etkiler ayrıca belirtilmemiştir.

Miktar tanımları Şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4.6 : Miktar tanımları.

I. Hissedilemeyecek Düzeyde

- a) En uygun koşullarda bile hissedilmez.
- b) Etki yok.
- c) Hasar yok.

II. Çok Az Hissedilebilir Düzeyde

- a) Titreme, istirahat ve dinlenme sırasında bireylerin yalnızca izole edilmiş durumlarında (<%1) hissedilir.
- b) Etki yok.
- c) Hasar yok

III. Zayıf

- a) Deprem iç mekandaki birkaç kişi tarafından hissedilir. Dinlenme halindeki insanlar bir sallanma veya hafif bir titreme hissederler.
- b) Asılı nesneler yavaşça sallanır.
- c) Hasar yok.

IV. Büyük Ölçüde Hissedilen Düzey

- a) Deprem, iç mekânda birçok kişi tarafından hissedilir ve dışarıda çok az hissedilir. Birkaç kişi uykusundan uyanır. Titreşim seviyesi korkutucu değildir. Titreşim orta düzeydedir. Gözlemciler; binanın, odanın veya yatağın, sandalyenin hafif bir titreme veya sallandığını fark eder.
- b) Camlar, pencereler ve kapılardan sesler gelir. Asılı nesneler sallanır. Hafif mobilyalar gözle görülür şekilde sallanır. Ahşap eşyalarda çatırdamalar olabilir.
- c) Hasar yok.

V. Güçlü

- a) Deprem, iç mekânda çoğu kişi tarafından, dışarıda ise az kişi tarafından hissedilir. Birkaç kişi korkmuş ve dışarıda koşmuştur. Uyuyan birçok insan uykusundan uyanır. Gözlemciler güçlü bir sallanma hissederler.
- b) Asılı nesneler önemli ölçüde sallanır. Camlardan sesler gelir. Küçük, üst ağır ve/veya iyi desteklenmemiş nesneler yer değiştirebilir, düşebilir. Kapılar ve pencereler açılıp kapanabilir. Bazı durumlarda pencere camları kırılabilir. Sıvılar sallanır ve tam dolu kaplardan dökülebilir. İç mekandaki hayvanlar huysuzlaşır.
- c) Hasar görülebilirlik sınıfı A ve B olan birkaç binada 1.derecede hasar oluşabilir.

VI. Hafif Hasar

- a) İç mekânda bulunanların çoğu ve dış mekânda bulunanların birkaçı tarafından hissedilir. Birkaç kişi dengesini kaybeder. Birçok insan korkar ve dışarı koşar.
- b) İyi sabitlenmemiş olan küçük nesneler düşebilir ve mobilyalar yerinden oynayabilir. Birkaç durumda tabaklar ve cam eşyalar kırılabilir. Çiftlik hayvanları (dışarıda bile) korkabilir.
- c) Hasar görülebilirlik sınıfı A ve B olan birçok bina 1. derece hasar görebilir. Birkaç A ve B sınıfı bina 2. derece hasar; birkaç C sınıfı bina 1. derece hasar görür.

VII. Hasar

- a) Çoğu insan korkar ve dışarı koşmaya çalışır. Birçok kişi ayakta durmakta zorlanır (özellikle üst katlardakiler).
- b) Mobilyalar yer değiştirir. Ağır mobilyalar devrilebilir. Raflardan çok sayıda eşya düşer. Kapılardan, tanklardan ve havuzlardan sular taşar.

c) Hasar görebilirlik sınıfı A olan birçok bina, 3.derece hasar; birkaçı ise 4.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı B olan birçok bina, 2. derece hasar; birkaçı ise 3.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı C olan birkaç bina, 2. derece hasarla karşı karşıyadır. Hasar görebilirlik sınıfı D olan birkaç bina, 1. derece hasarla karşı karşıyadır.

VIII. Ağır Hasar

a) Çoğu insan dışarıda durmakta bile zorlanır.

b) Mobilyalar devrilebilir. Televizyon, bilgisayarlar vb. eşyalar yere düşebilir. Mezar taşları bazen yer değiştirebilir, bükülebilir veya devrilebilir. Yumuşak zeminlerde dalgalar görülebilir.

c) Hasar görebilirlik sınıfı A olan birçok bina, 4.derece hasar; birkaçı ise 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı B olan birçok bina, 3. derece hasar; birkaçı ise 4.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı C olan birçok bina, 2. derece hasar; birkaçı ise 3.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı D olan birkaç bina, 2. derece hasarla karşı karşıyadır.

IX. Yıkıcı

a) Genel panik hali. İnsanlar yere düşebilir.

b) Birçok anıt ve sütun düşer veya bükülür. Deprem dalgaları yumuşak zeminde görülür.

c) Hasar görebilirlik sınıfı A olan birçok bina 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı B olan birçok bina, 4. derece hasar; birkaçı ise 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı C olan birçok bina, 3. derece hasar; birkaçı ise 4.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı D olan birçok bina, 2. derece hasar; birkaçı ise 3.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı E olan birkaç bina, 2. derece hasarla karşı karşıyadır.

X. Çok Yıkıcı

a) Hasar görebilirlik sınıfı A olan çoğu bina 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı B olan birçok bina, 5. derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı C olan birçok bina, 4. derece hasar; birkaçı ise 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı D olan birçok bina, 3. derece hasar; birkaçı ise 4.derece hasar görür. Hasar

görebilirlik sınıfı E olan birçok bina, 2. derece hasar; birkaçı ise 3.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı F olan birkaç bina, 2. derece hasarla karşı karşıyadır.

XI. Bölgesel Göçme

a) Hasar görebilirlik sınıfı B olan çoğu bina, 5. derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı C olan çoğu bina, 4. derece hasar; birçoğu ise 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı D olan birçok bina, 4. derece hasar; birkaçı ise 5.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı E olan birçok bina, 3. derece hasar; birkaçı ise 4.derece hasar görür. Hasar görebilirlik sınıfı F olan birkaç bina, 2. derece hasar; birkaçı ise 3.derece hasar görür.

XII. Tamamen Göçme

a) Hasar görebilirlik sınıfı A, B olan tüm binalar ve neredeyse C sınıfı tüm binalar yerle bir olur. Hasar görebilirlik sınıfı D, E ve F olan çoğu bina yıkılır. Deprem etkisi, akla gelebilecek maksimum etkilere ulaşır.

4.2 Deprem Şiddetinin Yapısal Hasarla İlişkisi

Deprem hasarı ile deprem şiddeti arasındaki ilişki, deprem mühendisliği ve sismik analiz açısından oldukça kritik bir konudur. Deprem şiddeti, sismik kaynaktan yayılan enerjinin bir ölçüsüdür ve bu, yapılar üzerinde meydana gelen hasarı değerlendirmede önemli bir faktördür. Genellikle Modifiye Mercalli Şiddet Ölçeği (MMI) veya Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS-98) gibi çeşitli ölçekler kullanılarak belirlenen deprem şiddeti, belirli bir bölgede gözlenen deprem etkilerini ve yapılar üzerindeki hasar düzeyini sınıflandırmak için kullanılır. Ayrıca, deprem bölgesinde yapılan gözlemler, depremin şiddetini belirleme konusunda önemli bir yol gösterici olabilir.

Yapısal hasarlar ile deprem şiddeti arasındaki ilişkiyi birçok faktör etkilemektedir. Bunlar;

- *Deprem B Büyüklüğü:* Yüksek büyüklükteki bir deprem daha güçlü bir yer sarsıntısı anlamına gelmektedir. Yer sarsıntısının gücü arttıkça yapılar üzerinde oluşturduğu hasar da artmaktadır.
- *Fay Doğrultusu:* Yapıların, depremin merkezüssü veya fayın kırılma doğrultusuna yakınlığı da önemli bir rol oynamaktadır. Sismik kaynağa daha

yakın konumlanan yapılar, daha güçlü yer hareketine maruz kalır ve yapısal hasarın yüksek olma ihtimali artar.

- *Yapısal Deprem Tasarımı:* Yapıların depreme karşı gösterebildiği dayanım da deprem şiddeti ile yapısal hasarlar arasındaki ilişkiyi etkiler. Kötü bir mühendislik hizmeti almış, yetersiz inşaat teknikleri kullanılmış veya bakımı yeterince önemsenmemiş binalar ve altyapılarda yapısal hasarların daha yüksek olması kaçınılmazdır. Yapıların doğal frekansı, rijitlik ve sönümleme gibi genel tepki özellikleri de sismik dalgalarla olan etkileşimi etkiler. Genel olarak, beklenen şiddet seviyesine uygun şekilde tasarlanmayan veya güçlendirilmeyen yapılar daha fazla hasara maruz kalma eğilimindedir.
- *Yerel Zemin Koşulları:* Yapının, sismik dalgalarla olan etkileşimini doğrudan etkiler. Gevşek kumlar veya yumuşak killer gibi belirli zemin tipleri, bir deprem sırasında yer sarsıntısını büyütülebilir ve yapısal hasarın daha yüksek düzeyde olmasına yol açabilir. Buna karşılık, sert veya kayalık zeminler sismik enerjinin bir kısmını yutar ve yapılar üzerindeki hasarı azaltabilir.

Tüm bu parametreler göz önünde bulundurularak deprem bölgesinde uzmanlar tarafından yapılacak gözlemlerle depremin şiddet sınıfı belirlenir.

Bu çalışmada oluşturulan korelasyonlar ve deprem kayıtlarının gerçek zamanlı analizleri, depremden hemen sonra hatta depremin yarattığı sarsıntı bitmeden hasar dağılım haritalarını oluşturabilecek alt yapıya sahiptir.

4.3 Deprem Şiddeti ile En Büyük Yer İvmesi Arasındaki İlişki (I_{EMS} -PGA)

Yer hareketinin şiddeti nitel veya nicel ölçülerle belirlenebilir. Nitel ölçümler genellikle hissedilen şiddet tanımlamalarıyla elde edilirken, nicel ölçümler zemin hareketinin parametrelerinin ölçümleriyle elde edilir. Hissedilen şiddet subjektif bir ölçüdür ve insanların, nesnelerin ve yapıların yer hareketine karşı gösterdikleri tepkilerin değerlendirilmesine dayanan ölçüdür. Diğer taraftan, en büyük yer ivmesi (PGA) ise yer hareketinin enstrümantal ölçüm sonucunu göstermektedir.

Deprem şiddeti (I) ile en büyük yer ivmesi (PGA) arasında bir ilişki kurulması, şiddetin nicel bir ölçüme sahip olması açısından büyük önem taşımaktadır. Deprem şiddeti ile en büyük yer ivmesi arasındaki korelasyonun bir diğer kullanım alanı da tarihsel depremlerdir. Tarihsel depremlerin meydana geldiği tarihlerde yetersiz teknolojiden

dolayı enstrümantal ölçümlerin yapılması mümkün değildi fakat depremden dolayı meydana gelen hasarın gözleme dayalı bilgileri kuşaktan kuşağa aktarılarak günümüze kadar gelmiştir. Meydana gelen hasarın derecesinden depremin şiddeti yaklaşık olarak bulunabilmektedir.

4.3.1 Literatür bilgisi

Deprem şiddeti (I) ile en büyük yer ivmesi (PGA) arasında bir ilişki kurabilmek için geçmişte yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları Trifunac ve Brady (1975), Murphy ve O'Brian (1977), Wald ve diğerleri (1999), Arıoğlu ve diğerleri (2001), Tselentis ve Danciu (2008) ve Bilal (2013) olarak sıralanabilir.

4.3.1.1 Trifunac ve Brady (1975)

Trifunac ve Brady, Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında kaydedilen 57 deprem ve 187 güçlü yer hareketi kaydı üzerinde çalışmışlardır. PGA ile MMI arasında bir ilişki bulmuşlardır fakat çalışmalarının sonucunda yazarlar, yerel zemin koşullarının korelasyonda önemli bir parametre olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışma sonucunda ulaşılan korelasyon literatürde en yaygın kullanılan ilişkilerden biri olmuştur. Trifunac ve Brady'nin geliştirdiği ilişki Denklem 4.1'de verilmiştir.

$$MMI = \frac{(\log(PGA) - 0.14)}{0.30} \quad (4.1)$$

4.3.1.2 Murphy ve O'Brian (1977)

Murphy ve O'Brian yaptıkları çalışmalarında, en büyük yatay yer ivmesi ile deprem şiddeti arasında bir ilişki elde ettiler. Bu çalışmada kullandıkları veritabanı, 10 cm/sn²'den büyük PGA değerlerine sahip ve dünya genelinden alınan 875 farklı veriyi içermektedir. PGA değeri 10 cm/sn²'den küçük olan verilerin büyük bir belirsizliğe yol açabileceği düşünüldüğünden bu değer altındaki veriler filtrelenmiş ve çalışmaya eklenmemiştir. Yazarların çalışmalarında elde ettikleri MMI-PGA ilişkisi uzun bir süre boyunca mevcut olan az sayıda ilişkiden biri olmuştur ve yaygın olarak kullanılmıştır. Murphy ve O'Brian'ın geliştirdiği ilişki Denklem 4.2'de verilmiştir.

$$MMI = \frac{(\log(PGA) - 0.25)}{0.25} \quad (4.2)$$

4.3.1.3 Wald ve diğerleri (1999)

Wald ve arkadaşları bu çalışmasında California eyaletinde meydana gelen 1971 San Fernando ($M_w=6.7$), 1979 Imperial Valley ($M_w=6.6$), 1986 North Palm Springs ($M_w=5.9$), 1987 Whittier Narrows ($M_w=5.9$), 1989 Loma Prieta ($M_w=6.9$), 1991 Sierra Madre ($M_w=5.8$), 1992 Landers ($M_w=7.3$) ve 1994 Northridge ($M_w=6.7$) depremlerini kullanarak deprem şiddetini hem en büyük yer ivmesi (PGA) hem de en büyük yer hızı (PGV) ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuç doğrultusunda düşük şiddet seviyelerinde PGA'nın, yüksek şiddet seviyelerinde ise PGV'nin MMI ile olan ilişkisinin daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu, (*United States Geological Survey, USGS*) sarsıntı haritalarını (*shakemap*) hazırlarken bu çalışmadan yararlanmaktadır. Wald ve arkadaşlarının PGA ile MMI arasında oluşturduğu bu ilişki Denklem 4.3'te verilmiştir.

$$MMI = 3.66 * \log(PGA) - 1.66 \quad (4.3)$$

4.3.1.4 Arıoğlu ve diğerleri (2001)

Arıoğlu ve diğerleri 2001'de yaptıkları çalışmalarında, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremindeki 14 farklı yer hareketi kaydından yola çıkarak iki farklı korelasyon önerdiler. Bu denklemlerden ilki en büyük yer ivmesinin dikey ve yatay bileşenleri arasındaki korelasyonu gösterirken, ikincisi ise PGA ile MMI arasındaki ilişkiyi kurmaktadır. AFAD, sarsıntı haritalarını (*shakemap*) oluştururken Arıoğlu ve diğerlerinin çalışmasını kullanmaktadır. Arıoğlu ve diğerlerinin oluşturduğu bu ilişki Denklem 4.4'te verilmiştir.

$$MMI = 1.748 * \ln(PGA) - 1.078 \quad (4.4)$$

4.3.1.5 Tselentis ve Danciu (2008)

Tselentis ve Danciu, deprem şiddeti (MMI) ile en büyük yer ivmesi (PGA), en büyük yer hızı (PGV) ve en büyük yer değiştirme (PGD) gibi yer hareketi parametreleri arasındaki korelasyonu incelediler.

Veritabanları, 4 Kasım 1973'ten 7 Eylül 1999'a kadar kaydedilen 89 depremin 310 yer hareketi kaydından oluşmaktadır. Veri seti, Atina Ulusal Gözlemevi Jeodinamik Enstitüsü tarafından anketler kullanılarak oluşturulmuştur. Kayıtlar, yüksek frekansta düşük enerji içeriğine ve kısa süreli olarak karakterize edilmiştir. Yazarlar, biri zemin hareket parametrelerinin ortalama değerlerine dayanan diğeri ise büyüklük, merkezüssüne mesafe ve yerel zemin koşullarını da dikkate alan iki set ilişki sunmaktadır. Bunlardan ilki, her MMI seviyesinde gözlemlenen ortalama zemin hareketi değerlerine dayanırken, ikinci ilişki için tüm veri seti kullanılmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bir diğeri bilgi ise, zemin koşullarının MMI-PGV arasındaki korelasyonu önemli ölçüde etkilemediğidir. Tselentis ve Danciu'nun oluşturduğu MMI-PGA ilişkisi Denklem 4.5'te verilmiştir.

$$MMI = 3.563 * \log(PGA) - 0.946 \quad (4.5)$$

4.3.1.6 Bilal (2013)

Mustafa Bilal yüksek lisans tez çalışmasında hissedilen şiddet ile en büyük yer hareketi parametreleri arasında iki bağıntı oluşturmuştur. Bu bağıntılardan ilki Modifiye Mercalli Şiddeti (MMI) ile en büyük yer ivmesi (PGA), ikincisi ise MMI ile en büyük yer hızı (PGV) arasındadır. Regresyon analizinde kullanılan 92 adet MMI, PGA ve PGV veri çifti oluşturmak için eski hasar raporları ve eşşiddet haritalarını kullanmıştır. Mustafa Bilal'in yüksek lisans tez çalışmasında MMI-PGA arasında oluşturduğu ilişki Denklem 4.6'da verilmiştir.

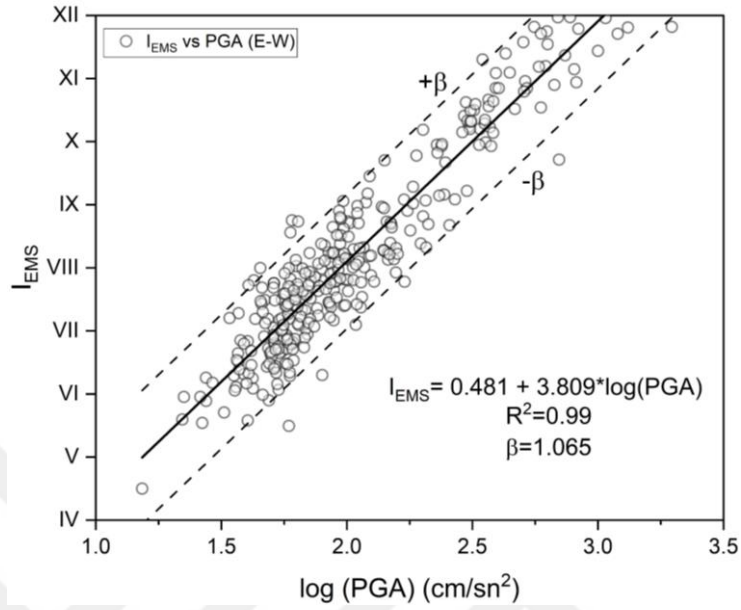
$$MMI = 3.625 * \log(PGA) + 0.287 \quad (4.6)$$

4.3.2 Bu çalışmada oluşturulan I_{EMS}-PGA korelasyon modeli

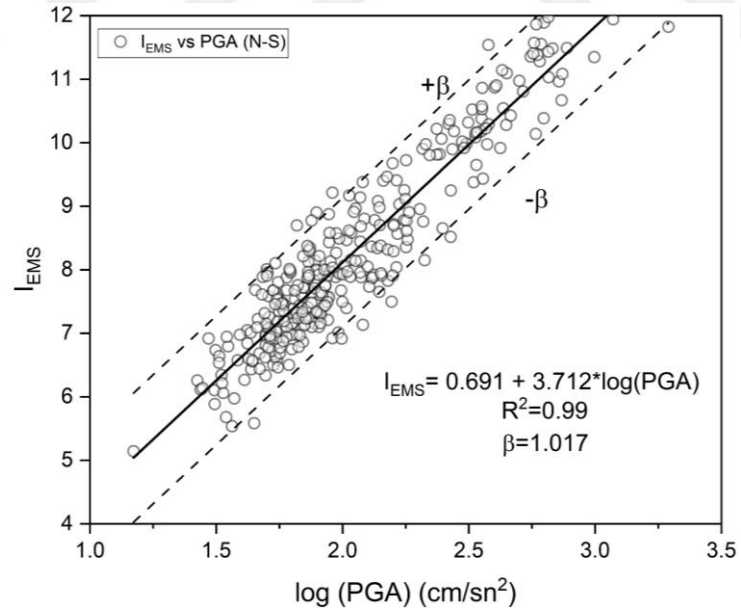
Türkiye genelinde 161 deprem ve 312 istasyon kaydının, RI-DI parametreleri kullanılarak ve Bölüm 3.4'deki adımlar uygulanarak deprem şiddeti değerleri bulunmuştur. Bulunan bu şiddet seviyeleri Yutaka Nakamura'nın gerçek zamanlı şiddet (RI) ve yıkıcı şiddet (DI) yaklaşımı ile enstrümantal ölçümlere dayanmaktadır.

Kayıtların tümü 3 eksenli ivmeölçer cihazlar ile kayıt altına alındığından dolayı her eksen için ayrı ayrı veri analizi yapıldı (Şekil 4.7-4.9). Bu çalışmada, 3 eksen için ayrı ayrı modellerle çalışmak kullanım açısından kolay olmayacağı için her deprem

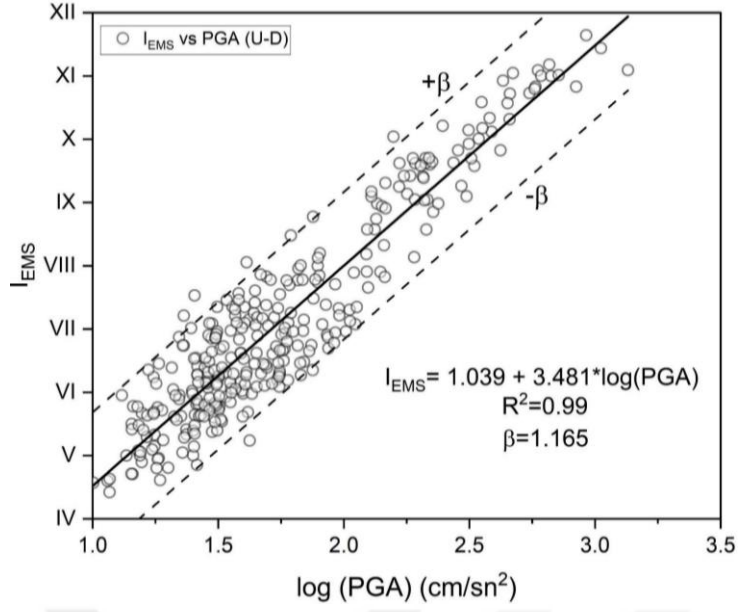
kaydının maksimum PGA değeri ($PGA_{maks} = \text{maksimum } [PGA_{E-W}; PGA_{N-S}; PGA_{U-D}]$) ve bu ivmeye karşılık gelen şiddet değerleri kullanılarak doğrusal regresyon modelleri oluşturuldu (Şekil 4.10).



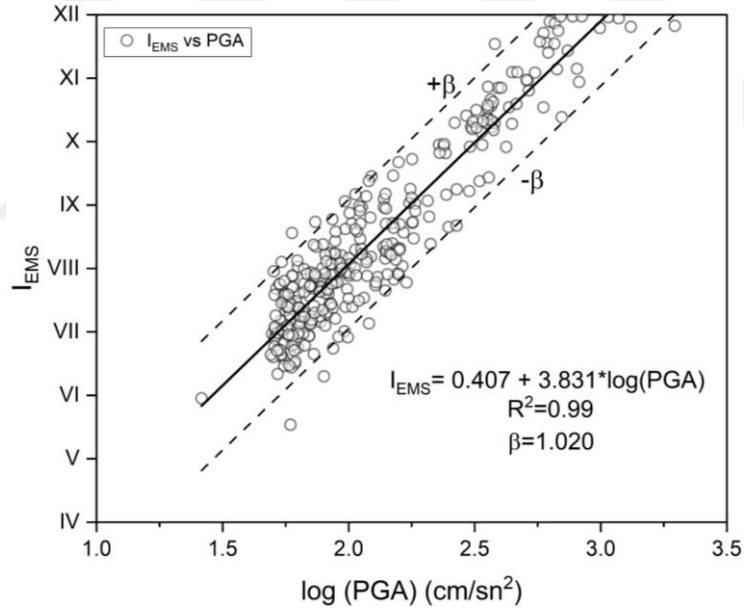
Şekil 4.7 : Doğu-Batı yönü (X-X eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 4.8 : Kuzey-Güney yönü (Y-Y eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} - $\log(PGA)$ dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 4.9 : Yukarı-Aşağı yönü (Z-Z eksen) için %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).



Şekil 4.10 : Tüm eksenlerin maksimum PGA değerleri kullanılarak %95 güven aralığında çizdirilen I_{EMS} -log(PGA) dağılım grafiği (merkezdeki eğri ortalamayı, diğer eğriler ise alt ve üst eşik değerleri temsil etmektedir).

Doğrusal regresyon analizleri sonucunda oluşan denklemler aşağıdaki gibidir:

$$I_{EMS_{E-W}} = e_1 + e_2 * \log(PGA) \quad (4.7)$$

$$I_{EMS_{N-S}} = e_3 + e_4 * \log(PGA) \quad (4.8)$$

$$I_{EMS_{U-D}} = e_5 + e_6 * \log (PGA) \quad (4.9)$$

$$I_{EMS} = e_7 + e_8 * \log (PGA) \quad (4.10)$$

Burada e_1 , e_2 , e_3 , e_4 , e_5 , e_6 , e_7 ve e_8 regresyon sabitleridir.

Regresyon sabitlerinin değerleri ve standart hataları Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 : I_{EMS} -PGA denklemleri için regresyon sabitleri, standart hata ve R^2 değerleri.

Eksen	Regresyon Sabiti	Değer	Standart Hata	R^2
E-W	e_1	0.481	-	0.99
	e_2	3.809	0.015	
N-S	e_3	0.691	-	0.99
	e_4	3.712	0.014	
U-D	e_5	1.039	-	0.99
	e_6	3.481	0.018	
Maksimum	e_7	0.407	-	0.99
	e_8	3.831	0.013	

Çizelge 4.1’de bulunan regresyon sabitlerini yerlerine koyduğumuzda aşağıdaki denklemleri elde ederiz:

$$I_{EMS_{E-W}} = 0.481 + 3.809 * \log (PGA) \quad (4.11)$$

$$I_{EMS_{N-S}} = 0.691 + 3.712 * \log (PGA) \quad (4.12)$$

$$I_{EMS_{U-D}} = 1.039 + 3.481 * \log (PGA) \quad (4.13)$$

$$I_{EMS} = 0.407 + 3.831 * \log (PGA) \quad (4.14)$$

Oluşturulan modeller için R^2 değerleri sırasıyla $R^2_{E-W} = 0.99$, $R^2_{N-S} = 0.99$, $R^2_{U-D} = 0.99$ ve $R^2_{maks} = 0.99$ ’dur.

Çalışmanın bu kısmında yıkıcı şiddet (*Destructive Intensity, DI*) veya gerçek zamanlı şiddet (*Real Time Intensity, RI*) ile deprem şiddeti (*European Macroseismic Scale, EMS-98*) arasındaki ilişki kullanılarak Türkiye geneli için bir I_{EMS} -PGA korelasyonu oluşturuldu. Bu modelin sağladığı en önemli avantaj gerçek zamanlı ve enstrümantal ölçümlere dayanıyor olması. Bu da deprem anında okunan ivme değerine ve

depremden hemen sonra ortaya çıkan en büyük yer ivmesine bağlı olarak depremin şiddeti hakkında doğrudan bilgi vermektedir.

Bölüm 3.4.1'deki örneğe tekrar bakacak olursak,

En büyük yer ivmesi, PGA: 106.281 cm/sn²

Gözlemlenen deprem şiddeti, I: 8

Yutaka Nakamura'nın yaklaşımı ile hesaplanan en büyük deprem şiddeti, $I=9.17 \approx 9$.

En büyük ivme değeri Türkiye geneli için oluşturulan korelasyon modeli olan Denklem 4.8'de yerine koyulursa aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$I_{EMS} = 0.407 + 3.831 * \log(106.281) = 8.17 \approx 8.$$

Yutaka Nakamura'nın gerçek zamanlı parametre hesaplarına göre 9 çıkan deprem şiddeti, Türkiye geneline göre oluşturulan korelasyon modeline göre 8 olarak güncellenmiştir. Bu çalışmada oluşturulan korelasyon aynı zamanda gerçek zamanlı hesaplanan deprem şiddeti için bir düzeltme denklemi niteliği taşımaktadır.

4.3.3 Çalışmaların karşılaştırılması

Enstrümantal ölçümlerin sayısal analizleri ile bu tez çalışmasında türetilen I_{EMS} -PGA korelasyon modelini test etmek için Çizelge 4.2'de bulunan 8 deprem ve 74 istasyon kaydından elde edilen veriler ve gözleme dayalı deprem şiddetleri test verisi olarak kullanılmıştır. Aynı test işlemi geçmişte yapılan diğer çalışmalara da uygulanmış ve sonuçlar RMSE (kök ortalama kare hatası) oranına bağlı olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 4.11-4.17). Test için kullanılan veri seti Mustafa Bilal'in 2013 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasından seçilmiştir (Bilal, 2013).

RMSE istatistik temelde hesaplanan parametre değeri ile gerçek parametre değeri arasındaki farkın karesinin örneklem büyüklüğüne bölümünün kareköküdür ve hesaplanan sonuçların gerçek değerlerden ne kadar farklı olduğuna dair mutlak bir sayı verir. RMSE değeri ne kadar düşükse oluşturulan modelin doğruluğu o kadar iyidir. RMSE'nin matematiksel gösterimi Denklem 4.15'te gösterilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (hesaplanan_i - gercek_i)^2}{N}} \quad (4.15)$$

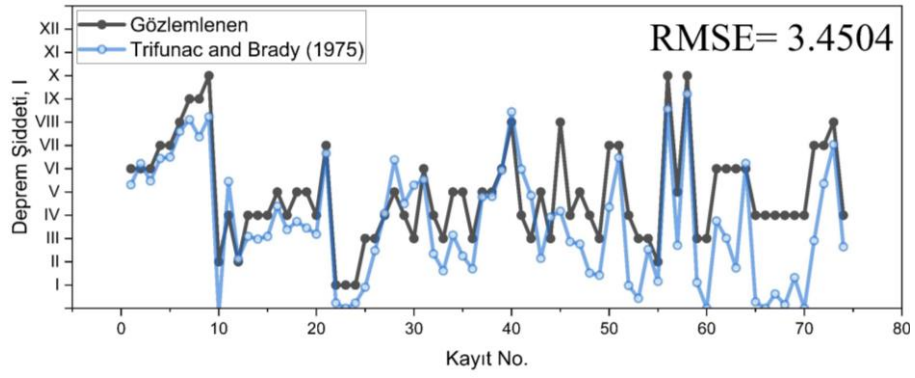
Yukarıdaki denklemde; hesaplanan_i: i'inci hesaplanan şiddet değeri (i=1,2,3,...,N), gerçek_i i'inci gözlemlenen şiddet değeri ve N ise toplam veri sayısını temsil etmektedir.

Çizelge 4.2 : Karşılaştırma için kullanılan veri seti (Bilal, 2013)

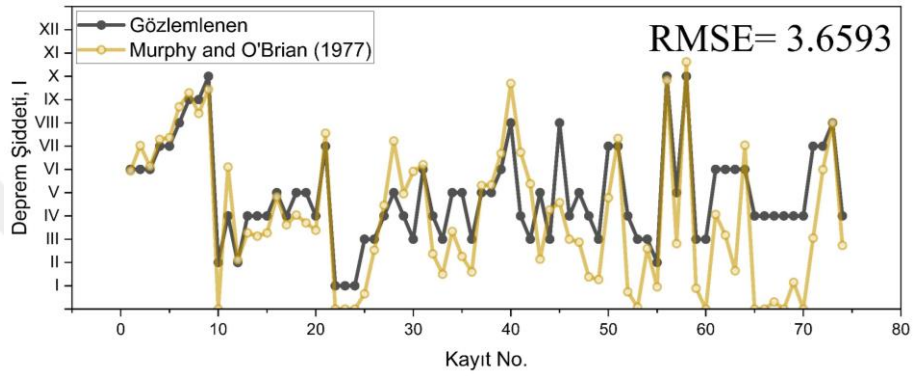
Kayıt No.	Deprem ID	İstasyon ID	M _w	PGA (cm/sn ²)	Şiddet (I)
1	247730	1604	7.4	54.3	6
2	247730	5903	7.4	101.4	6
3	247730	3401	7.4	60.7	6
4	247730	3403	7.4	118.0	7
5	247730	1612	7.4	123.3	7
6	247730	4106	7.4	264.8	8
7	247730	8101	7.4	373.8	9
8	247730	4101	7.4	224.9	9
9	247730	5401	7.4	407.0	10
10	247730	6001	7.4	1.2	2
11	247730	4302	7.4	59.7	4
12	247730	0901	7.4	6.0	2
13	247730	2002	7.4	11.7	4
14	247730	3502	7.4	10.8	4
15	247730	3701	7.4	11.7	4
16	247730	1701	7.4	28.6	5
17	247730	6401	7.4	14.3	4
18	247730	1001	7.4	18.2	5
19	247730	301	7.4	15.0	5
20	247730	4501	7.4	12.5	4
21	247730	1404	7.4	137.7	7
22	241600	1006	6.5	1.6	1
23	241600	5401	6.5	1.2	1
24	241600	1001	6.5	1.6	1
25	241600	1502	6.5	2.6	3
26	241600	6401	6.5	7.7	3
27	241600	4302	6.5	23.1	4
28	241600	301	6.5	113.5	5
29	237569	1902	5.7	30.9	4
30	237569	0502	5.7	53.5	3
31	250446	1801	6.0	63.2	6
32	250446	1401	6.0	7.0	4
33	250446	8101	6.0	4.2	3
34	250446	3701	6.0	12.1	5

Çizelge 4.2 (Devam) : Karşılaştırma için kullanılan veri seti (Bilal, 2013)

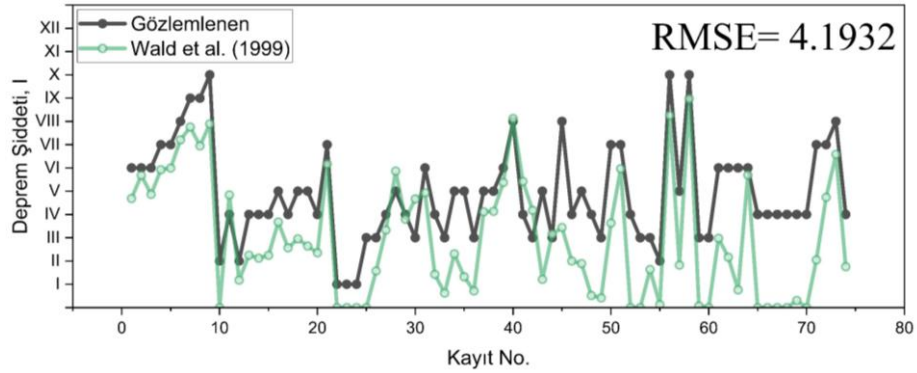
Kayıt No.	Deprem ID	İstasyon ID	M _w	PGA (cm/sn ²)	Şiddet (I)
35	250446	7801	6.0	6.5	5
36	250446	4302	6.0	4.5	3
37	247417	3507	6.0	37.8	5
38	247417	3501	6.0	38.3	5
39	247417	0905	6.0	83.5	6
40	236369	2402	6.6	470.9	8
41	236369	2403	6.6	85.9	4
42	236369	2405	6.6	39.4	3
43	246572	5902	7.1	6.1	5
44	246572	4302	7.1	20.7	3
45	246572	5401	7.1	24.7	8
46	246572	301	7.1	10.0	4
47	246572	1604	7.1	9.3	5
48	246572	1701	7.1	3.9	4
49	246572	2002	7.1	3.7	3
50	246572	1404	7.1	27.9	7
51	246572	1406	7.1	121.0	7
52	246572	1001	7.1	2.7	4
53	246572	3502	7.1	1.9	3
54	246572	3701	7.1	7.9	3
55	246572	6401	7.1	3.1	2
56	246572	8101	7.1	513.0	10
57	246572	3401	7.1	9.0	5
58	246572	1401	7.1	803.8	10
59	141933	205	7.2	3.0	3
60	141933	208	7.2	1.1	3
61	141933	401	7.2	18.5	6
62	141933	1206	7.2	11.1	6
63	141933	1211	7.2	4.6	6
64	141933	1302	7.2	102.2	6
65	141933	2304	7.2	1.7	4
66	141933	2305	7.2	1.2	4
67	141933	2307	7.2	2.1	4
68	141933	2401	7.2	1.5	4
69	141933	2407	7.2	3.4	4
70	141933	4404	7.2	1.0	4
71	141933	4901	7.2	10.3	7
72	141933	4902	7.2	56.0	7
73	141933	6503	7.2	178.5	8
74	141933	7201	7.2	8.6	4



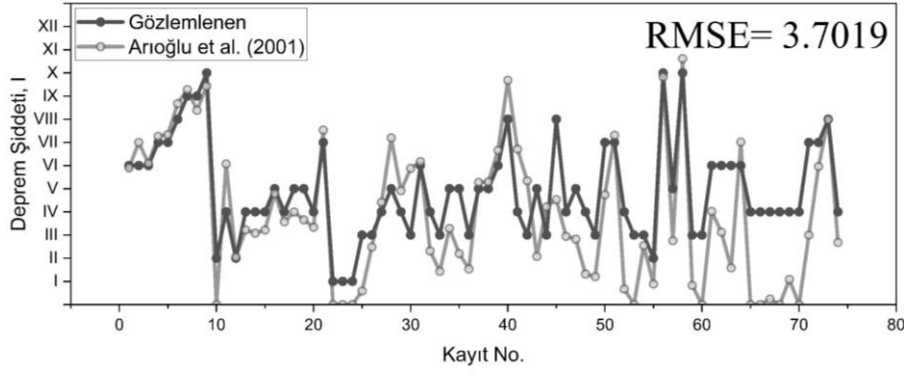
Şekil 4.11 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Trifunac ve Brady (1975) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.



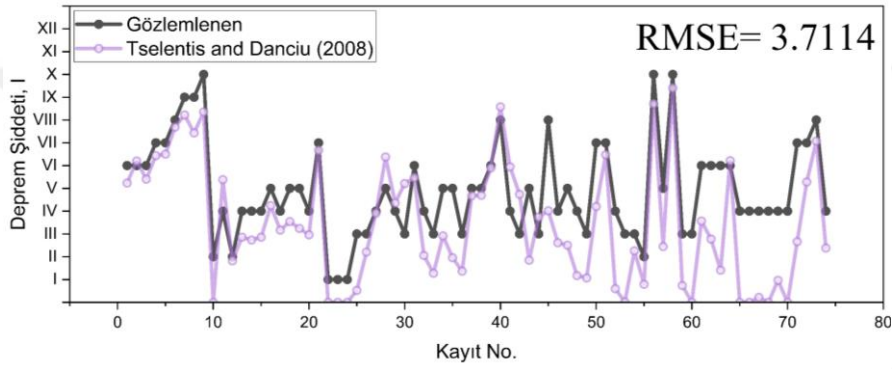
Şekil 4.12 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Murphy ve O'Brian (1977) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.



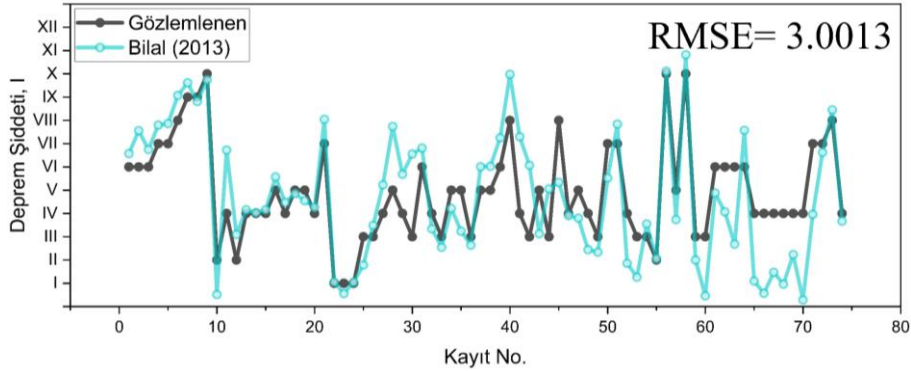
Şekil 4.13 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Wald ve diğerleri (1999) tarafından oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.



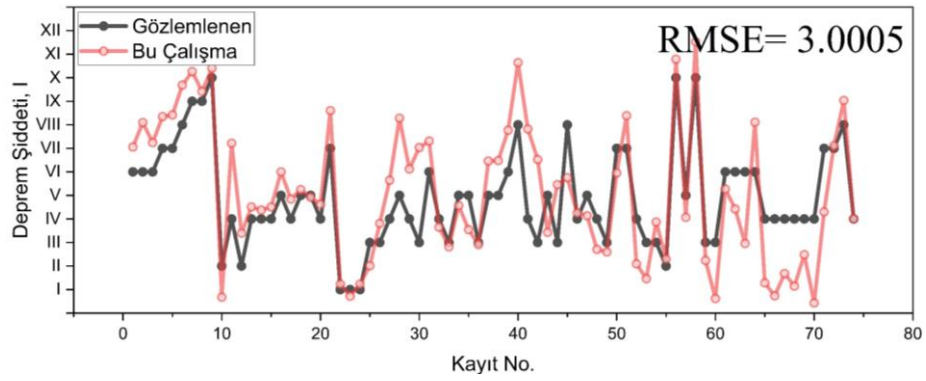
Şekil 4.14 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Arıoğlu ve diğerleri (2001) tarafından oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.15 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Tselentis ve Danciu (2008) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.

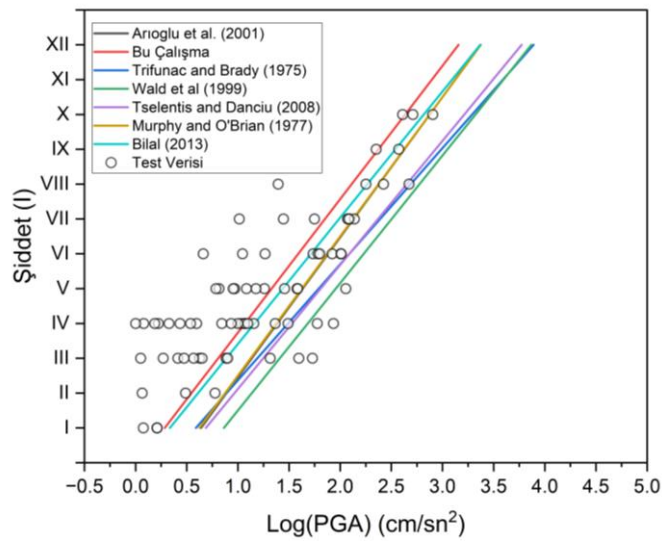


Şekil 4.16 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile Bilal (2013) korelasyonu kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.17 : Gözlemlenen deprem şiddeti seviyeleri ile bu çalışmada oluşturulan korelasyon kullanılarak hesaplanan deprem şiddeti seviyelerinin karşılaştırılması.

Literatürdeki diğer korelasyonlarla karşılaştırıldığında, tez kapsamında geliştirilen I_{EMS} -PGA korelasyonunun en düşük RMSE değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (RMSE=3.0005). Bilal (2013) çalışmasının hata değeri de bu değere oldukça yakındır; ancak, bu çalışmada kullanılan veri seti, Bilal (2013) çalışmasında korelasyonun oluşturulması ve test edilmesi için hazırlanan veri setiyle aynıdır, bu da benzer düşük hata değerlerine yol açmaktadır. Korelasyonların test edildiği ve oluşturulduğu veri setlerinin aynı olması, düşük hata değerlerinin doğal bir sonucudur. Bununla birlikte, bu çalışmada korelasyon oluşturulurken 464 istasyon kaydının üç farklı yön bileşeni de dikkate alınmıştır. Ayrıca, test verisi farklı bir çalışmadan alınmış olmasına rağmen, diğer çalışmalara göre daha düşük bir hata oranına sahiptir. Aşağıda gösterilen Şekil 4.18’de bulunan grafikte, çalışma kapsamında irdelenen literatürdeki şiddet korelasyonları ile bu çalışmada geliştirilmiş şiddet bağıntısı kıyaslanmıştır.



Şekil 4.18 : Çalışmadan elde edilen sonucun diğer modeller ile karşılaştırılması.



5. ÖRNEK ÇALIŞMA- 30 EKİM 2020 SİSAM ADASI DEPREMİ

30 Ekim 2020 tarihinde yerel saat ile 14.51’ de Sisam Adası’nın hemen kuzeyinde ülkemiz sınırları içinde İzmir ilinin Seferihisar ilçesi kıyı kesimlerine yaklaşık 22 km uzaklıkta 6.6 büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. İlk verilere göre depremin derinliği yaklaşık 14.9 km olarak belirlenmiştir. Deprem, İzmir, Muğla, Aydın, Denizli, Manisa, Uşak, Afyonkarahisar, Kütahya, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul ve Sakarya başta olmak üzere tüm Batı Anadolu ve Kuzey Ege Adaları’nda hissedilmiştir. Deprem odak noktası İzmir şehir merkezine yaklaşık 70 km uzaklıktadır. AFAD kayıtlarına göre bu depremde, 7’si tamamen olmak üzere 16 bina göçmüştür. Yıkılan binaların büyük bir bölümü zemin büyütme etkisinin yüksek olduğu gevşek çökeller üzerinde yer almaktadır.

Sisam depremi, bölgedeki en büyük hasarı özellikle alüvyon zeminlerde bulunan zayıf mühendislik hizmeti almış alanlarda meydana getirmiştir. Yapısal hasarların temel sebepleri arasında deprem üreten faylar, yerel zemin koşulları, taşıyıcı sistem yapısının özellikleri, malzeme ve işçilik kalitesi ile yapı denetim süreçleri bulunmaktadır. Zemin koşulları, bölgesel jeoloji ve topografik şartlar, deprem dalgalarının özelliklerini önemli ölçüde değiştirerek aynı sismik etki altında bulunan benzer bölgelerde aynı tip yapıların farklı düzeylerde hasara neden olmasına sebep olabilir. Bu durum, depremden en çok etkilenen Bayraklı ve Karşıyaka yerleşim yerlerinde görülmüştür.

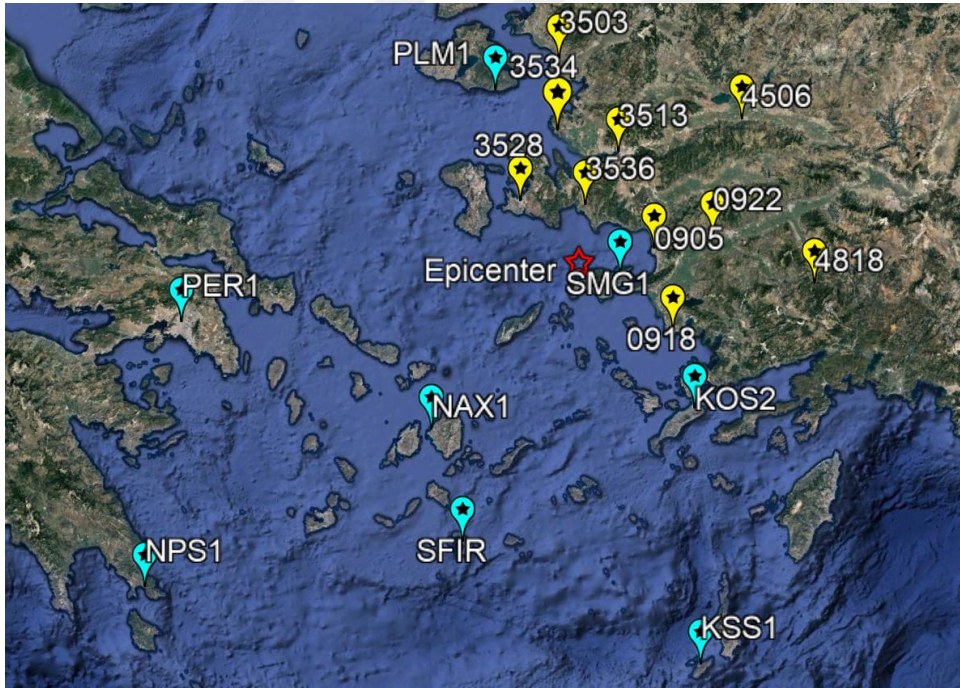
5.1 Deprem Merkezüssünün Konumlandırılması

30 Ekim 2020 depremi merkezüssü belirleme çalışmasında bölüm 2.2.2’deki yöntemler ve 18 farklı istasyon kaydı kullanılmıştır. Bu istasyonların 8’i Yunanistan’ın deprem izleme ağına (ITSAK) ve 10’u Türkiye deprem izleme ağına aittir (AFAD). AFAD deprem izleme ağına ait istasyonların kodlarının başında “TR”, ITSAK deprem izleme ağına ait istasyonların kodlarının başına “GR” eklenmiştir. Çizelge 5.1’de bu istasyonlar ve koordinatları verilmiştir. En altta ise AFAD raporundan alınan gerçek merkez üssü bulunmaktadır.

Çizelge 5.1 : İstasyon ve AFAD raporundan alınan merkezüssü koordinatları.

İstasyon ID	Enlem	Boylam
TR-3528	38.30393	26.37256
TR-0905	37.85997	27.26501
TR-3513	38.45840	27.16710
TR-3534	38.66241	26.75856
TR-3536	38.19681	26.83839
TR-0922	37.85366	27.70821
TR-0918	37.36970	27.26430
TR-3503	39.07390	26.88834
TR-4506	38.48311	28.12347
TR-4818	37.44400	28.35750
GR-NAX1	37.10139	25.37410
GR-SFIR	36.42147	25.42850
GR-KSS1	35.41889	26.92072
GR-SMG1	37.75610	26.97620
GR-KOS2	36.89239	27.29007
GR-PLM1	38.97530	26.36840
GR-PER1	38.01194	23.70270
GR-NPS1	36.51263	23.06248
Merkezüssü (AFAD)	37.87900	26.70300

Aşağıdaki Şekil 5.1’de verilen harita görselinde çalışmada kullanılan istasyonlar ve AFAD tarafından belirlenen merkezüssünün konumları gösterilmektedir.

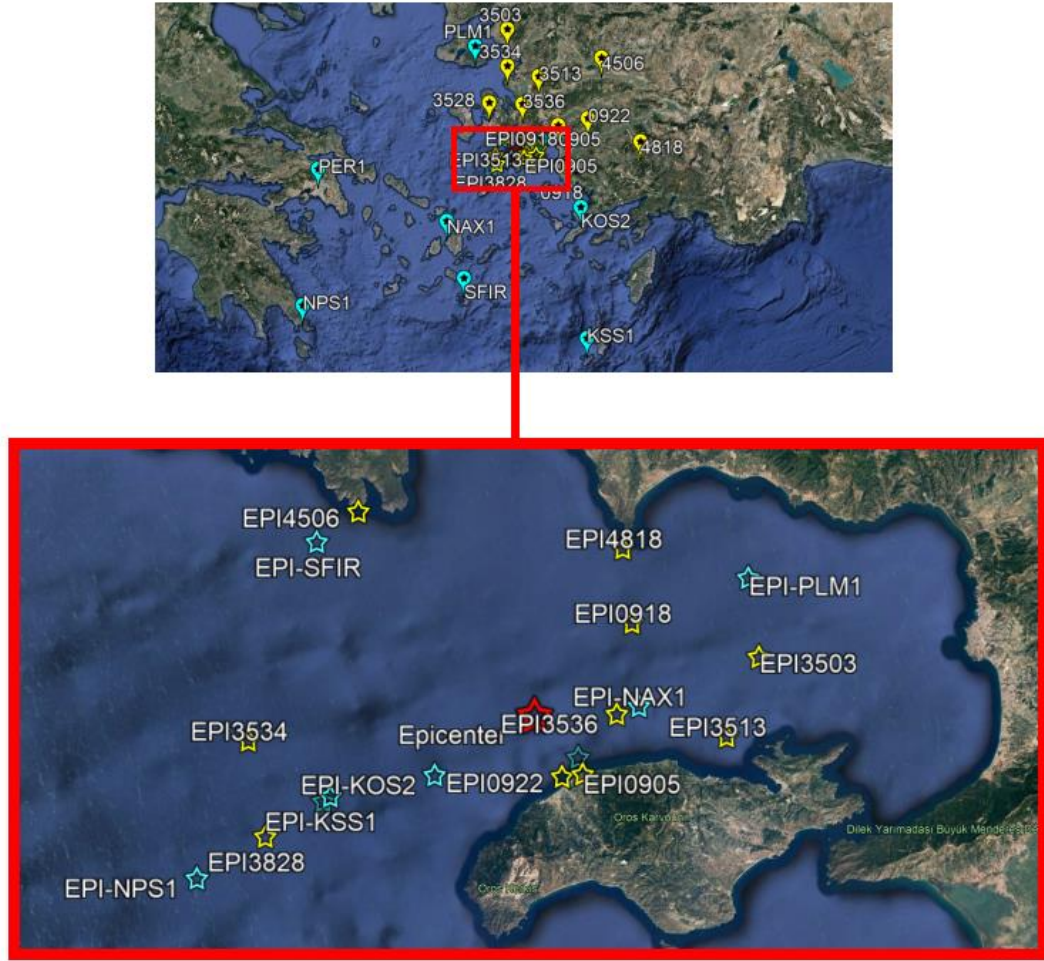


Şekil 5.1 : İstasyon ve merkezüssü konumları. (Sarı renkli işaretçiler AFAD istasyonlarını, cyan renkli işaretçiler ITSAK istasyonlarını, yıldız şeklindeki kırmızı işaretçi ise AFAD tarafından belirlenen merkezüssünü göstermektedir.)

5.1.1 Tek istasyon verisi ile deprem merkezüssü tahmini

Sisam depreminin tek istasyon verileri kullanılarak merkezüssü belirleme çalışmaları 2.2.2.1 başlığı altındaki yöntemler kullanılarak yapılmıştır. 18 istasyonun her birinin

kayıtları ayrı ayrı merkezüsleri belirlemek için kullanılmıştır. Şekil 5.2’de konumlandırılan 18 farklı merkezüssü gösterilmektedir.



Şekil 5.2 : Tek istasyon yönteminin merkezüssü konumlandırma sonuçları. (Sarı ve cyan renkli yıldızlar sırasıyla AFAD ve ITSAK istasyonlarının verileri ile bulunan merkezüslerini, merkezdeki kırmızı yıldız ise gerçek merkezüssünü temsil etmektedir.)

Bu çalışmada, Küresel Kosinüs Kanunu (*Spherical Law of Cosines*) kullanıldı. Bu formül, yeryüzündeki iki nokta arasındaki büyük daire mesafesini hesaplamak için jeodezi ve navigasyonda kullanılan trigonometrik bir formüldür. Formül, Dünya'nın eğriliğinin bir küre olarak yaklaşık olarak alındığı yüzeyde, özellikle kısa mesafelerin hesaplanmasında son derece kullanışlıdır. Formül Denklem 5.1’de verilmiştir.

$$d = R * \cos^{-1}(\sin(y_1) * \sin(y_2)) + \cos(y_1) * \cos(y_2) * \cos(x_2 - x_1) \quad (5.1)$$

Bu formülde, d iki nokta arasındaki küre yüzeyindeki mesafeyi, R dünyanın yarıçapını, y_1 ve x_1 ilk noktanın enlem ve boylam koordinatlarını, y_2 ve x_2 ikinci noktanın enlem ve boylam koordinatlarını temsil etmektedir.

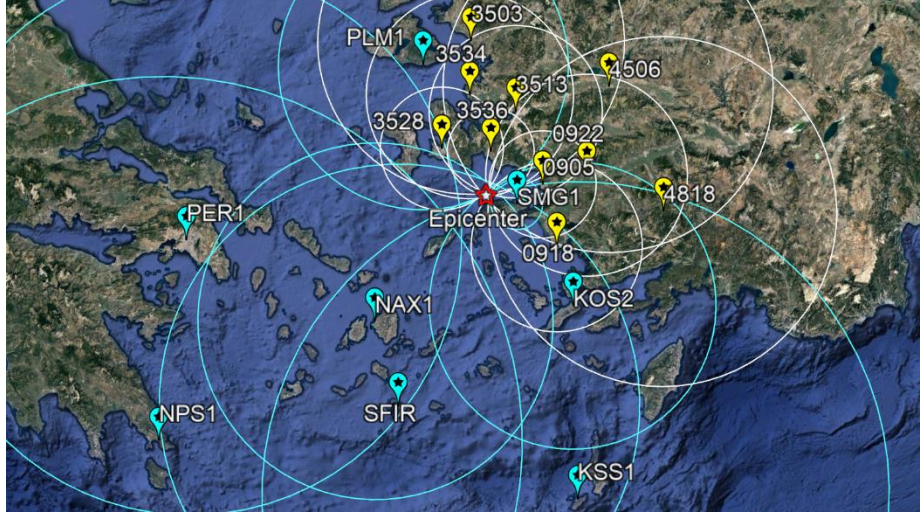
Bu formülü kullanarak, farklı konumlar arasındaki doğru mesafeler hesaplandı. Çizelge 5.2, her istasyonun verileri kullanılarak belirlenen 18 farklı merkezüssünün koordinatlarını, gerçek merkezüssüne olan mesafeleri hata oranları ile birlikte sunmaktadır.

Çizelge 5.2 : Her istasyondan hesaplanan merkezüssü koordinatları ve gerçek merkezüssü ile olan hata oranları.

Merkezüssü	Enlem	Boylam	Hata Mesafesi (km)	Hata Oranı (%)
EPI-3528	37.826897	26.344942	31.97	57.70
EPI-0905	37.812042	26.742692	08.22	16.65
EPI-3513	37.814039	26.926025	20.87	27.41
EPI-3534	37.921914	26.352811	31.09	35.64
EPI-3536	37.860861	26.801375	08.87	23.79
EPI-0922	37.814656	26.717389	07.27	08.23
EPI-0918	37.943617	26.846919	14.53	19.33
EPI-3503	37.881139	26.988325	25.04	18.71
EPI-4506	38.112683	26.552092	29.16	20.65
EPI-4818	38.016153	26.858219	20.44	13.32
EPI-NAX1	37.863258	26.830306	11.31	07.29
EPI-SFIR	38.093639	26.493178	30.13	14.63
EPI-KSS1	37.850033	26.434636	23.78	08.56
EPI-SMG1	37.828786	26.742289	06.56	28.26
EPI-KOS2	37.845803	26.565650	12.61	10.38
EPI-PLM1	37.958322	26.999472	27.46	22.15
EPI-PER1	37.846839	26.424636	24.70	09.08
EPI-NPS1	37.803250	26.250700	40.60	11.09

5.1.2 Çoklu istasyon verisi ile deprem merkezüssünün belirlenmesi

Şekil 5.3'te gösterilen harita, her istasyonu merkez olarak kabul ederek P ve S dalgalarının istasyonlara varışları arasındaki zaman farkına bağlı olarak hesaplanan yarıçaplı daireleri göstermektedir.



Şekil 5.3 : Çoklu istasyon yöntemi ile merkezüssü konumlandırma çalışmasının sonuç görseli. (Sarı renkli işaretçiler AFAD istasyonlarını, cyan renkli işaretçiler ITSAK istasyonlarını, beyaz ve cyan daireler istasyonlar ile gerçek merkezüssü arasındaki mesafeyi ve yıldız şeklindeki kırmızı işaretçi ise AFAD tarafından belirlenen merkezüssünü göstermektedir.)

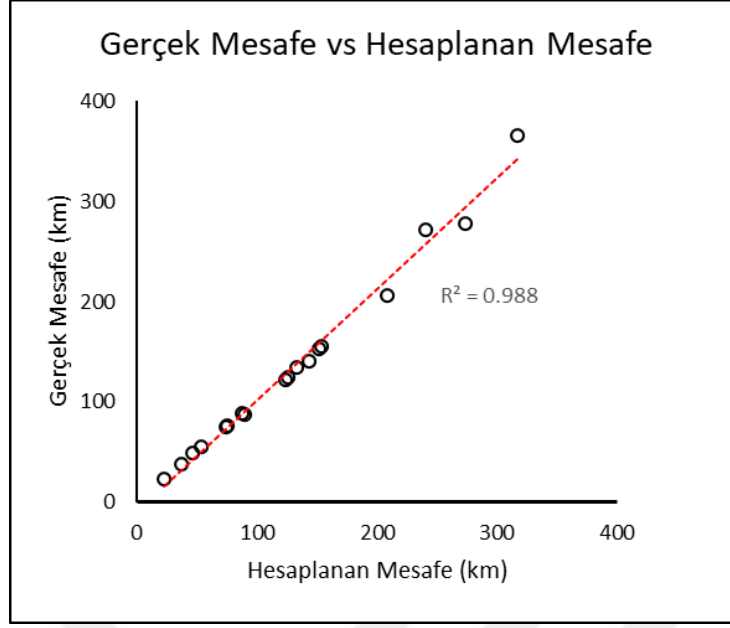
Dairelerin kesişim noktalarının gerçek merkezüssüne olan yakınlığı görsel olarak gözlemlenebilir. En çok dairenin kesiştiği nokta ile gerçek merkezüssü arasındaki mesafe Denklem 5.1 kullanılarak hesaplanırsa bu mesafenin 2.31 km olduğu görülmüştür. Çizelge 5.3 bu iki merkezüssü koordinatlarını ve aralarındaki mesafeyi vermektedir.

Çizelge 5.3 : Gerçek merkezüssü ile hesaplanan merkezüssü koordinatları ve aralarındaki mesafe.

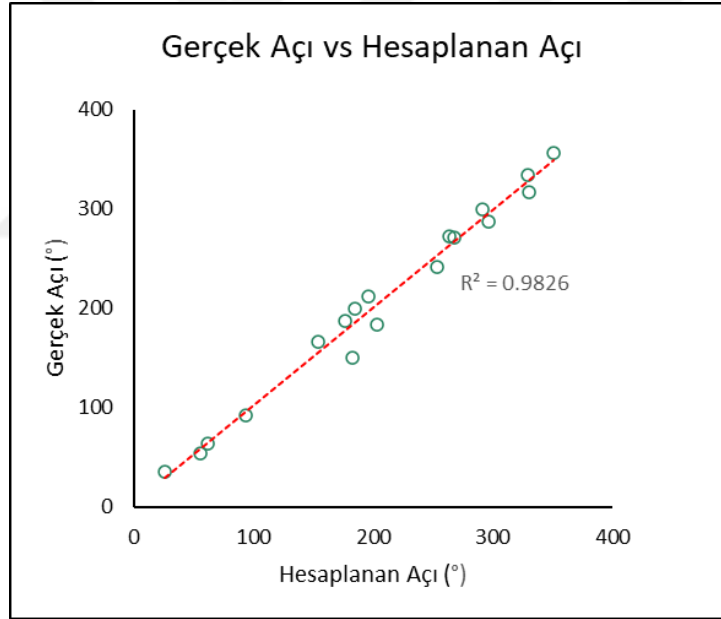
Gerçek Merkezüssü		Hesaplanan Merkezüssü		Hatalı Mesafe
Enlem	Boylam	Enlem	Boylam	
37.879	26.703	37.878678	26.729314	2.31km

5.1.3 Merkezüssü konumlandırma çalışmasının sonuçları

İki yöntemde bulunan istasyon-merkezüssü arası mesafeler ve istasyon-merkezüssü arasındaki kuzeyden yapılan açı değerlerinin tutarlılıkları Şekil 5.4 ve 5.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5.4 : Her bir istasyonun merkezüssüne olan gerçek mesafe ile hesaplanan mesafesinin karşılaştırılması.



Şekil 5.5 : Her bir istasyonun merkezüssüne kuzeyden yaptığı gerçek açı ile hesaplanan açının karşılaştırılması.

Mesafe hesaplamalarında hata payının düşük olduğu görülmektedir fakat açı hesaplamalarındaki en ufak bir sapma bile deprem merkezüssü ile istasyon arasındaki mesafe arttıkça merkezüssünün belirlenmesindeki hata oranını önemli ölçüde artırmaktadır.

Sonuçlar, çok istasyonlu algoritmanın tek istasyonlu algoritmaya göre daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir.

5.2 İvme Değerlerinin Hesaplanması

Sisam adasının kuzeyinde meydana gelen depremin oluşturduğu kuvvetli yer hareketinin civar bölgelerde oluşturacağı ivme değerleri, Beyaz ve Kayabalı'nın 2011 yılında geliştirdikleri ivme azalım ilişkisi kullanılarak hesaplanmıştır.

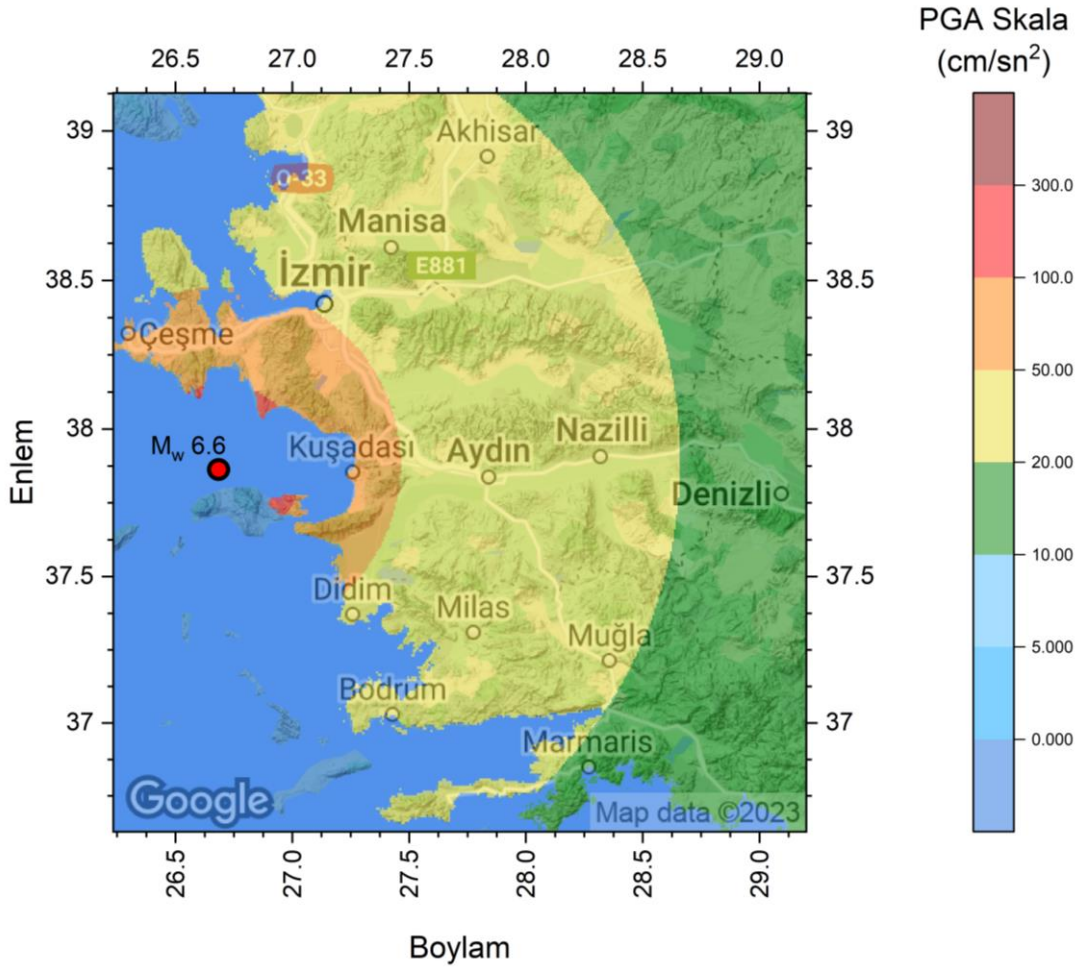
5.2.1 Beyaz ve Kayabalı (2011) İvme Azalım İlişkisi

Türkiye önemli bir sismik kuşakta yer almasına karşın, güvenilir bir azalım ilişkisi kurmak için, kayalık zeminlerden alınmış ivme kayıtları yeterli sayıda değildir. Beyaz ve Kayabalı bu çalışmada 1976-2005 arasında meydana gelmiş depremlerden, ivme değeri 10 cm/sn^2 'den ($\text{PGA} > 10 \text{ cm/sn}^2$) ve deprem büyüklüğü 4'ten büyük ($M > 4$) aynı zamanda kaynaktan maksimum 200km uzaklıkta alınan kayıtları incelemiştir. Bu kriterlere uygun 516 kayıt vardır ve bunlardan yaklaşık 400 tanesi kayalık olmayan normal zemin üzerinden kayıt altına alınmıştır. Ancak zemin alanının depreme tepkisi benzersiz olmadığından ve zeminin periyot özellikleri ile deprem arasında karmaşık bir etkileşime sahip olduğundan, PGA değerlerini dahil etmeden önce zemin alanlarının tepkisi olay bazında analiz edilmelidir. Bunu gerçekleştirmek amacıyla, saha tepki analizinin yapılabilmesi için gerekli verilerin toplanması ve zemin sütunlarının tepesinde kaydedilen PGA değerlerinin ana kaya eşdeğerlerine dönüştürülmesi amacıyla 64 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Türkiye'deki kayıt istasyonlarından toplanan kayıtlı ve düzeltilmiş kuvvetli yer hareketi verilerine en uygun ilişkinin aşağıdaki ilişki olduğu bulunmuştur:

$$\log(\text{PGA}) = \beta_0 + (\beta_1 M^2) + (B_2 \log(R + 1)) \quad (5.2)$$

Burada A en büyük yatay yer ivmesi (cm/sn^2), M moment büyüklüğü (M_w), R merkezüssü uzaklığı (km), $b_0 = 2,08$, $b_1 = 0,0254$ ve $b_2 = -1,001$. Bu ilişkinin standart sapması (σ) 0,712'dir.

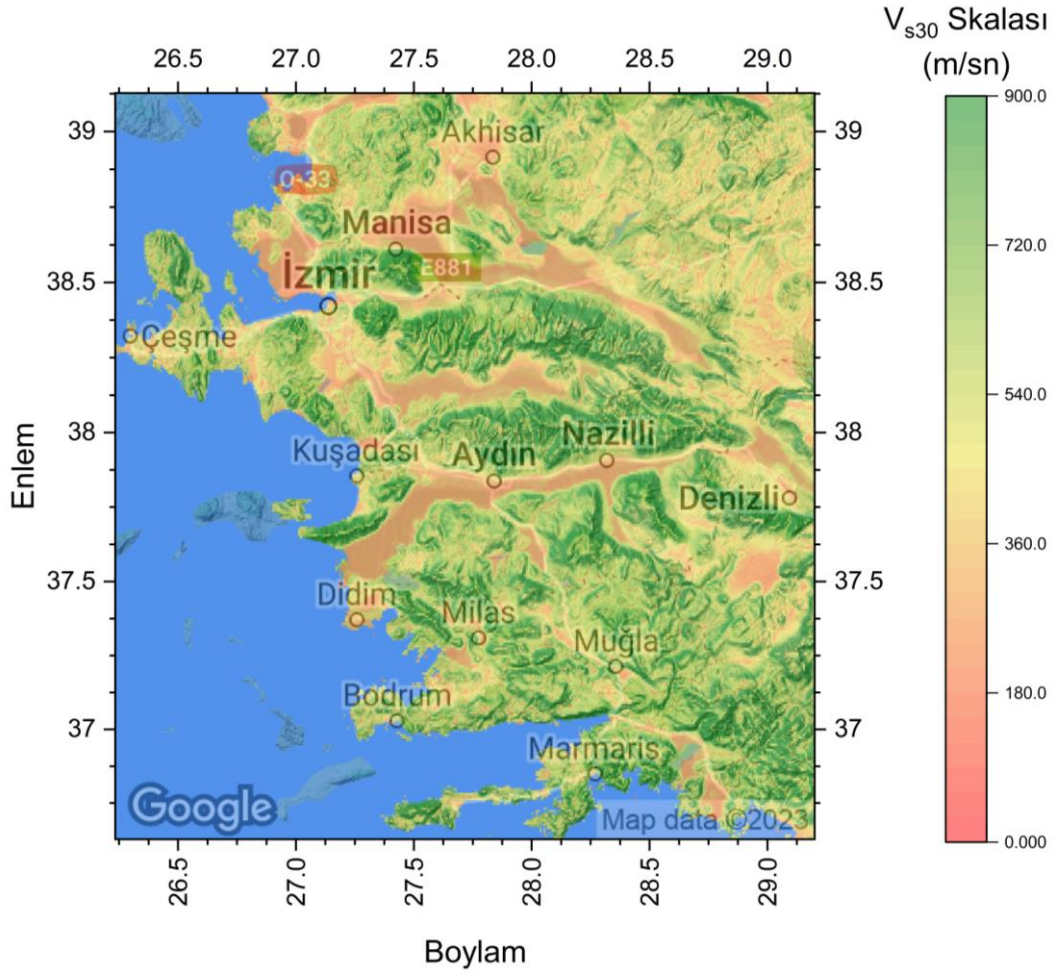
Beyaz ve Kayabalı'nın azalım ilişkisini kullanarak sadece depremin moment büyüklüğü ile merkezüssü uzaklığına bağlı ve zemin etkilerinden bağımsız olarak hesaplanan en büyük yatay yer ivmeleri Şekil 5.6'da harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.6 : Depremin moment büyüklüğü ve merkezüssü uzaklığına bağlı olarak hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri (Zemin etkisinden bağımsız).

5.3 V_{s30} Haritasının Oluşturulması

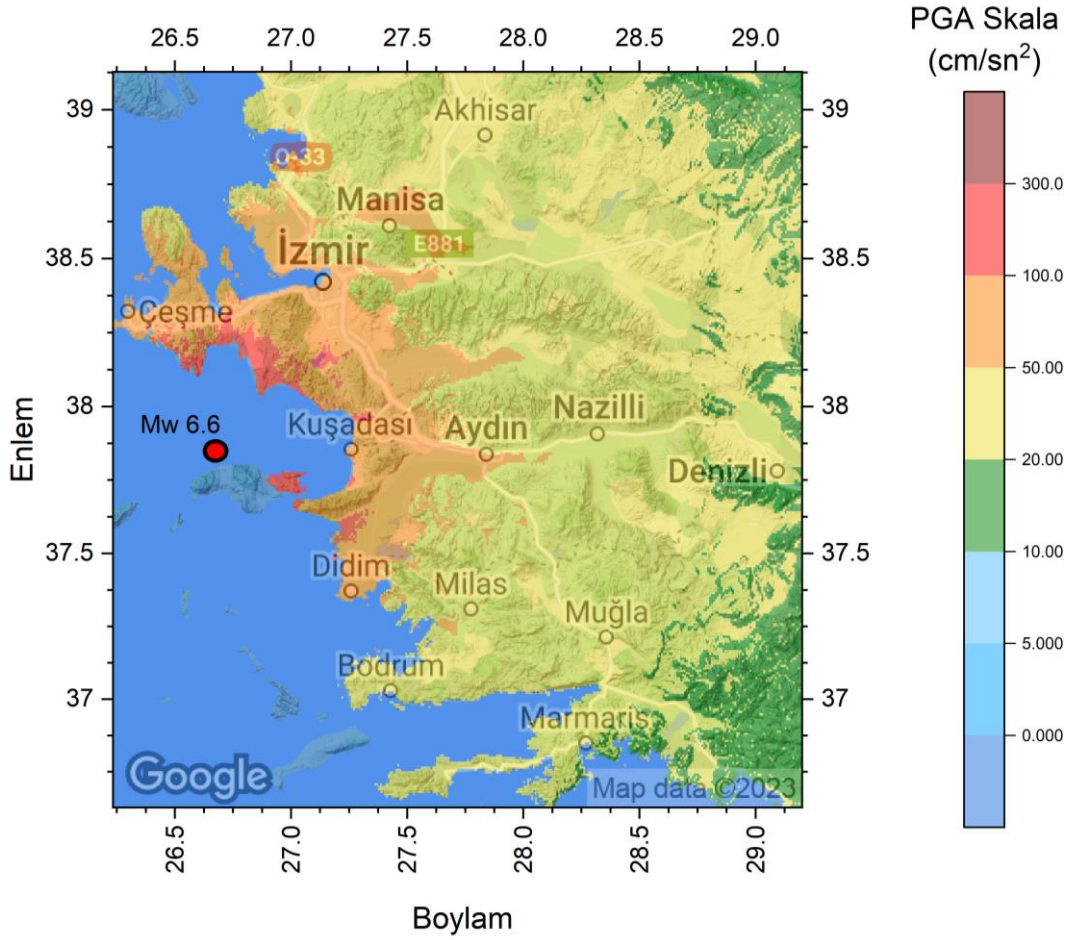
Depremden etkilenen bölgenin V_{s30} değerleri, bölüm 2.4.1’de anlatılan Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu’nun, (*United States Geological Survey, USGS*) yaptığı çalışma kullanılarak elde edilmiştir. USGS’in yapmış olduğu çalışmada koordinatlar piksellerle ayrılmıştır. Hem enlemde hem de boylamda her 0.008333° ’de verilere ulaşılabilmektedir. Bu nedenle en büyük yer ivmesi ve şiddet haritaları da bu sıklıkta verilerle oluşturulmuştur. İlgili bölgenin V_{s30} haritası Şekil 5.7’de gösterilmektedir.



Şekil 5.7 : Depremden etkilenen bölgenin V_{s30} haritası.

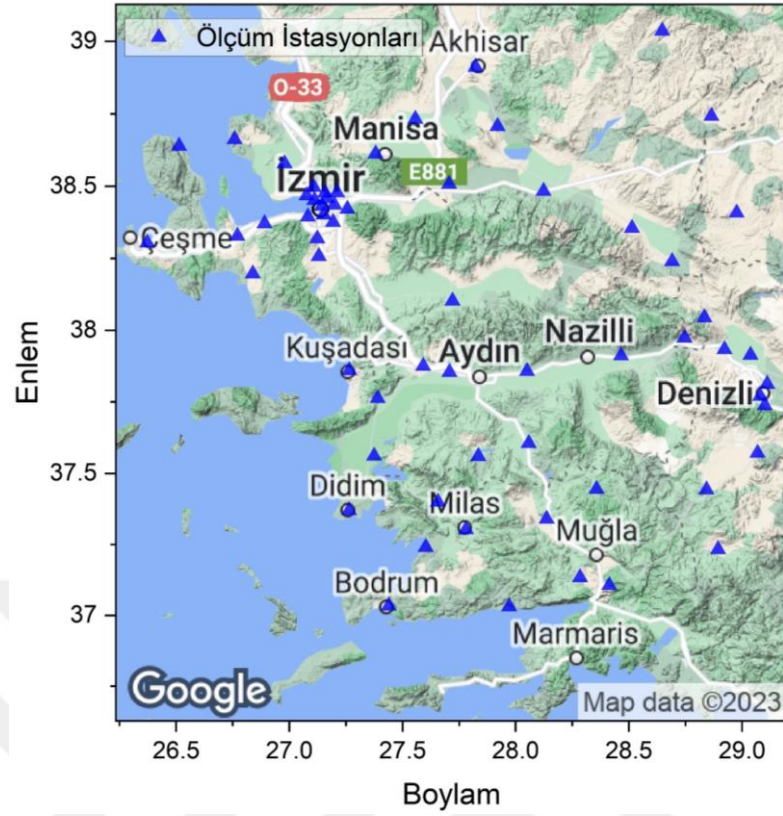
5.4 Zemin Etkisi Sonrası Yeni İvme Değerlerinin Hesaplanması ve Diğer İvme Azalım İlişkileri ile Karşılaştırılması

Önceki aşamada, en büyük yer ivmesi değerleri hesaplanırken zemin etkileri göz önünde bulundurulmamıştı. İvme değerlerine zemin büyütme etkileri de eklenirken Bölüm 2.4.2’de anlatılan Borchardt (1994) yaptığı çalışma sonucunda bulunan yöntem kullanıldı. Kısa periyot için F_a , orta periyot için F_v katsayıları Denklem 2.9 ve 2.10’daki sürekli fonksiyonlardan hesaplanırken ihtiyaç duyulan m_a ve m_v değerleri için Şekil 2.11’deki eğriler ile bu eğrilerin denklemleri kullanıldı. Zemin büyütme etkilerinin de eklenmesi sonucu oluşan yeni en büyük yatay yer ivme değerleri Şekil 5.8’de harita üzerinde gösterilmektedir.



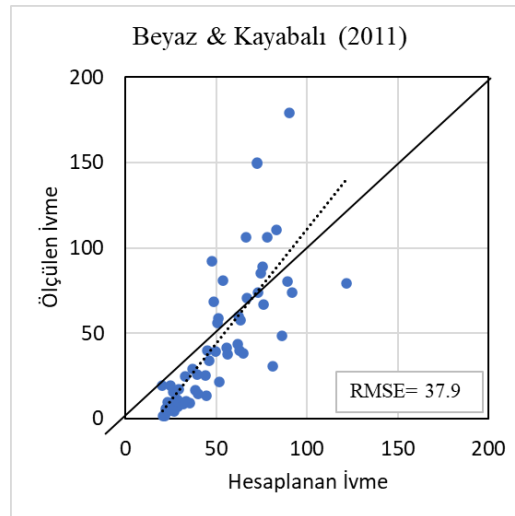
Şekil 5.8 : Zemin büyütme etkileri sonucu hesaplanan en büyük yer ivmesi haritası.

Beyaz ve Kayabalı (2011) ivme azalım ilişkisi ve zemin büyütme etkileri hesaplanarak elde edilen ivme değerleri farklı azalım ilişkileri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için Joyner & Boore (1988), Fukushima & Tanaka (1990), Ulusay vd. (2004), Kalkan & Gülkan (2004) ve Akkar & Bommer (2010) ivme azalım ilişkileri kullanılmıştır. Azalım ilişkilerinin performanslarını karşılaştırmak için ilgili bölgede bulunan 62 farklı AFAD deprem izleme ağına bağlı istasyonda ölçülen gerçek veriler kullanılmıştır. Verilerin alındığı kayıt istasyonları Şekil 5.9'daki harita üzerinde işaretlenmiştir.



Şekil 5.9 : Verilerin alındığı istasyonların dağılımı.

Her bir azalım ilişkisi ölçülen verilerle ayrı ayrı karşılaştırılarak RMSE değerleri hesaplanmıştır. Beyaz ve Kayabalı (2011) ivme azalım ilişkisinin ölçülen ivme değerleri ile karşılaştırma sonuç grafiği ve RMSE değeri Şekil 5.10’da verilmiştir. Diğer azalım ilişkilerinin sonuç grafikleri ve RMSE değerleri Şekil 5.11-5.15 arasında yıllara göre sıralı şekilde gösterilmektedir.

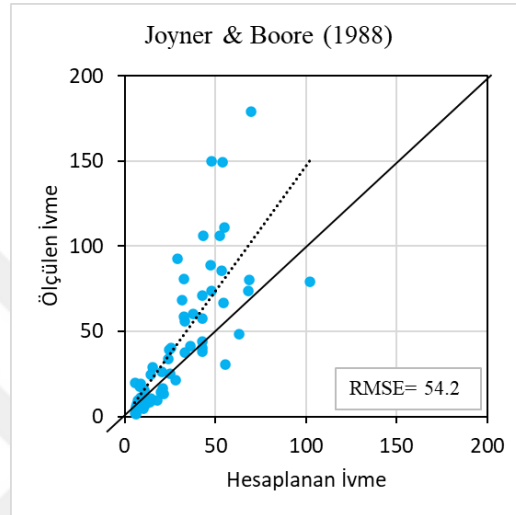


Şekil 5.10 : Beyaz ve Kayabalı (2011) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

5.4.1 Joyner & Boore (1988) ivme azalım ilişkisi

Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelmiş, derinliği 20 km'den az olan ve moment büyüklüğü 5.0 ile 7.7 arasında değişen 23 depreme ait 182 ivme kaydı kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışma sonucu oluşturulan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\log(PGA) = 0.43 + 0.23(M - 6) - \log R - 0.0027R \quad (5.3)$$

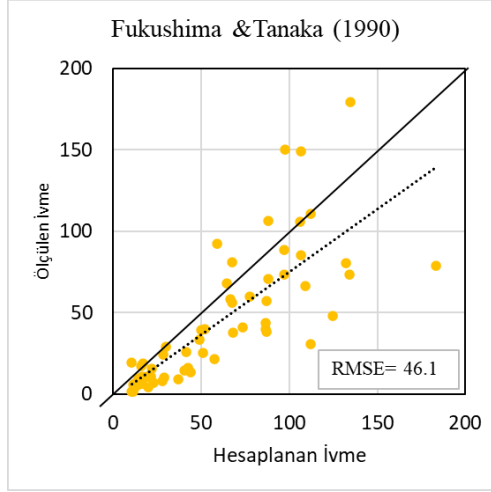


Şekil 5.11 : Joyner & Boore (1988) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

5.4.2 Fukushima & Tanaka (1990) ivme azalım ilişkisi

Japonya'da meydana gelmiş, büyüklüğü 5.1 ile 7.9 arasında değişen 32 depreme ait 555 istasyon kaydı ile Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelmiş, büyüklüğü 5.4 ile 7.5 arasında değişen 20 depreme ait 278 istasyon kaydı kullanılmıştır. Japonya'dan alınan kayıtlarda merkezüssüne uzaklık maksimum 300 km, ABD'den alınan kayıtlarda ise maksimum 50 km'dir. Çalışma sonucu oluşturulan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\log(PGA) = 0.41M - \log(R + 0.032 * 10^{0.41M}) - 0.0034R + 1.30 \quad (5.4)$$



Şekil 5.12 : Fukushima & Tanaka (1990) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

5.4.3 Ulusay vd. (2004) ivme azalım ilişkisi

Türkiye genelinde meydana gelmiş, deprem büyüklüğü 4.1 ile 7.5 arasında değişen 122 depremden elde edilen 221 deprem kaydı kullanılmıştır. Mesafe ölçütü olarak deprem merkezüssüne 5 ile 100 km sınırları arasındaki veriler temel alınmıştır ve aşağıdaki denklem oluşturulmuştur:

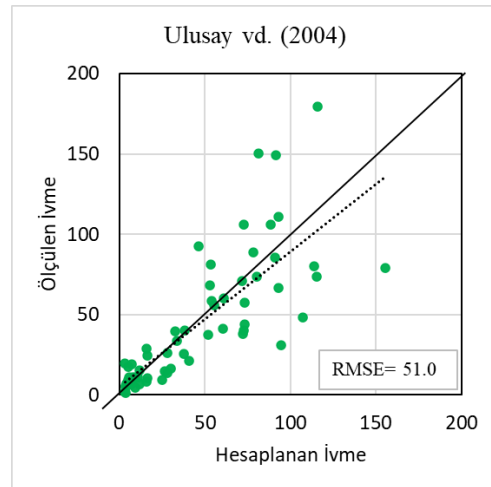
$$PGA = 2.18e^{0.0218(33.3M_W - R_{epi} + 7.8427S_A + 18.9282S_B)} \quad (5.5)$$

Zemin parametresi olarak;

Kaya için, $S_A=0$ ve $S_B=0$

Zemin için, $S_A=1$ ve $S_B=0$

Yumuşak zemin için $S_A=0$ ve $S_B=1$



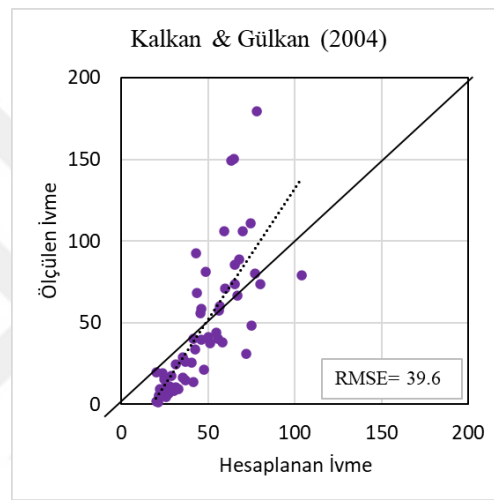
Şekil 5.13 : Ulusay vd. (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

5.4.4 Kalkan & Gülkan (2004) ivme azalım ilişkisi

Kalkan ve Gülkan'ın ilk olarak 2002 yılında geliştirdikleri azalım ilişkisi daha sonra 1976 ile 2003 yılları arasında meydana gelmiş ve moment büyüklükleri 4.0 ile 4.7 arasında değişen 57 depreme ait 112 deprem kaydı ile 2004 yılında tekrardan güncellenmiştir. Veri setindeki deprem kayıtları maksimum 250 km mesafeden kayıt altına alınan verileri içermektedir. Oluşturulan denklem aşağıdaki gibidir:

$$\ln(PGA) = 0.393 + 0.576(M_w - 6) - 0.107(M_w - 6)^2 - 0.899 \ln(r) - 0.200 \ln(V_s/V_A) \quad (5.6)$$

$$r = \sqrt{r_{cl}^2 + h^2} \quad V_A = 1112 \text{ ve } h = 6.91$$



Şekil 5.14 : Kalkan & Gülkan (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

5.4.5 Akkar & Bommer (2010) ivme azalım ilişkisi

Avrupa ve Orta Doğu'da meydana gelmiş, moment büyüklükleri 5.0 ile 7.6 arasında değişen 131 depreme ait 532 deprem kaydı kullanılmıştır. Veri setindeki deprem kayıtları maksimum 100 km mesafeden kayıt altına alınan verileri içermektedir. Çalışma sonucu elde edilen denklem aşağıdaki gibidir:

$$\log PGA = 1.04159 + 0.91333M - 0.08140M^2 + (-2.92728 + 0.28120M) \log(\sqrt{R_{jb}^2 + 7.86638^2} + 0.0853S_s + 0.01527S_A - 0.04189F_N + 0.08015F_R) \quad (5.7)$$

Zemin parametresi olarak;

Kaya için, $S_A=0$ ve $S_S=0$

Sıkı zemin için, $S_A=1$ ve $S_S=0$

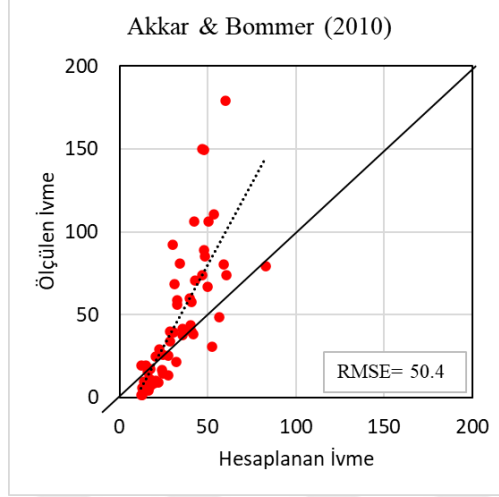
Yumuşak zemin için $S_A=0$ ve $S_S=1$

Fay mekanizması parametresi olarak;

Normal fay için, $F_N=1$ ve $F_R=0$

Doğrultu atımlı fay için, $F_N=0$ ve $F_R=0$

Ters fay için, $F_N=0$ ve $F_R=1$



Şekil 5.15 : Akkar & Bommer (2004) ivme azalım ilişkisi ile hesaplanan değerler ile ölçülen ivme değerlerinin karşılaştırılması.

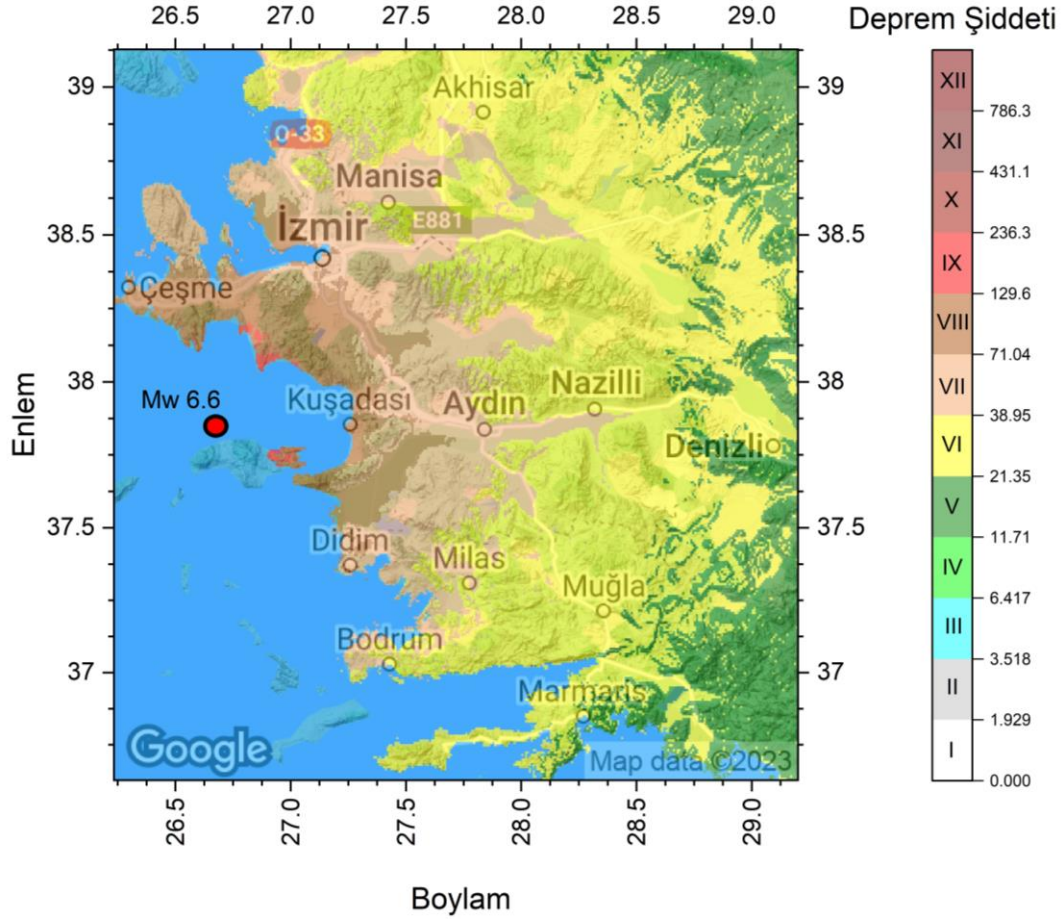
Azalım ilişkilerinin performanslarına bakıldığında en düşük RMSE değerini 37.9 ile Beyaz ve Kayabalı'nın ivme azalım ilişkisinin sağladığı görülmektedir.

5.5 Şiddet Haritasının Oluşturulması

Bu tez çalışmasında elde edilen I_{EMS} -PGA korelasyonu kullanılarak şiddet seviyelerinin ivme sınır değerleri belirlenmiş ve 30 Ekim 2020'de meydana gelen Sisam depreminin şiddet haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan şiddet haritası Şekil 5.17'de gösterilmiştir. Şekil 5.16'te şiddet seviyelerinin ivme sınır değerleri verilmiştir.

Sarsıntı	Hissedilme-yen		Az Hissedilen		Zayıf		Hissedilen		Güçlü		Hafif Hasar		Hasar		Ağır Hasar		Yıkıcı		Çok Yıkıcı		Bölgesel Çökme		Tamamen Çökme	
PGA (%)		0.2		0.4		0.7		1.2		2.2		3.9		7.2		13.2		24.1		44.0		80.2		>80.2
PGA (cm/sn ²)		1.9		3.5		6.4		11.7		21.4		38.5		71.0		129.6		236.3		431.1		786.3		>786.3
Şiddet	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	

Şekil 5.16 : Şiddet seviyelerinin ivme sınır değerleri.



Şekil 5.17 : Depremden etkilenen bölgenin tahmini şiddet haritası.

Şiddet haritasından da görüldüğü gibi depremin kaynağından uzaklaştıkça hissedilen şiddet düşüş eğilimindedir fakat İzmir'in Bayraklı ve Karşıyaka bölgesinde hissedilen şiddet artmıştır. Bu durumun başlıca sebebi yerel zemin özellikleridir.

30 Ekim 2020'de meydana gelen depremde yıkımın en yüksek olduğu bölge Bayraklı'dır. Bayraklı alüvyon zemin yapısına sahiptir ve bu tür zeminler yer hareketi ivmesini büyütme eğilimindedir. Bayraklı bölgesindeki zeminin V_{s30} değerinin düşük olduğu Şekil 5.7'de net bir şekilde görülmektedir.

Deprem kaynakları noktasal kaynak, çizgisel kaynak ve alansal kaynak olmak üzere üçe ayrılır. Tez kapsamında irdelenen örnek çalışmada Siyam Fayı'nın yaklaşık 30km'lik parçasında yırtılma oluşturduğu düşünülmektedir. Fay kırığının çok uzun olmaması ve kayıt istasyonlarına uzak bir noktada olmasından dolayı noktasal kaynak olarak değerlendirilmiştir.

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Pazarcık merkezli Kahramanmaraş depremi gibi uzun fay kırıklarının olduğu (≈300 km) örneklerde analizler yapılırken çizgisel kaynak olarak değerlendirilmelidir. Çizgisel kaynak kabul edilen analizlerde her bir

koordinatın faya dik uzaklığı (en yakın uzaklığı) dikkate alınarak analize devam edilmesi gerekmektedir.

Deprem kaynağının noktasal kabul edildiği durumda yüksek ivme değerlerinin deprem merkezüssü ve civarında yoğunlaştığı görülecektir fakat 6 Şubat 'ta meydana gelen depremde yaklaşık 300 km uzunluğunda fay kırığı oluştuğu ve çok daha büyük bir alana yayılan yüksek yer ivmesi değerlerinin 11 ili etkilediği bilinen bir gerçektir. Bu yüzden uzun fay kırığı oluşturan ve moment büyüklüğü yüksek olan depremlerin çizgisel kaynak olarak modellenmesi gerekmektedir.





6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin çeşitli deprem kaynak bölgelerinden seçilen 161 depreme ait 464 kayıt üzerinden elde edilen verilerle deprem dalgalarının sayısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Veri setinin sayısal analizleri sırasında, mühendislik uygulamalarına uygun saçılım grafiklerinin detaylı bir şekilde sunulabilmesi için özenle çalışılmıştır. Analizler sonucunda, çeşitli deprem parametreleri ve mühendislik şiddetleri ile en büyük yer ivmesi arasında yerel korelasyonlar önerilmiştir. Korelasyonlar oluşturulurken, üç farklı yön bileşenine ve bu yönlerdeki maksimum değerlerin oluşturduğu kümeye ayrı ayrı grafikler ve saçılım analizleri hazırlanmıştır. Her bir yön bileşeni için ayrı korelasyonlar önerilmiştir. Bu önerilen korelasyonların, gelecekte yapılması muhtemel deprem araştırmalarına temel oluşturması amaçlanmaktadır.

Çalışmada, yapı üzerinden alınan ivme verisinin, yapı hasarının tahmininde kullanılmasıyla ilgili bir yöntem önerilmiştir. Türkiye geneli için yer hareketi parametresi olan en büyük yer ivmesi ile deprem şiddeti arasında yüzlerce enstrümantal veriye dayalı bir korelasyon türetilmiş ve farklı bir test veri seti kullanılarak literatürde bulunan benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın sonucu bu ilişki modelinin tutarlılığını kanıtlar seviyededir. Oluşturulan korelasyon, gerçek zamanlı enstrümantal verilere dayalı olduğu için, denklemdaki en büyük yer ivmesinin yerine anlık ivme değerleri koyularak yapıların özelliklerine bağlı olarak hissedilen şiddetin gerçek zamanlı değişimi elde edilebilir. Yapı özelinde doğru sonuçlar alınabilmesi için yapının özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması ve ivme değerlerinin yapı üzerinden alınması büyük önem taşımaktadır.

Deprem merkezüssü konumlandırma çalışmalarında tek istasyon algoritması ile çoklu istasyon algoritmasının etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, çoklu istasyon algoritmasının tek istasyon algoritmasına kıyasla daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bulgular, deprem araştırmalarında ve tehlike

değerlendirmelerinde daha etkili ve güvenilir sonuçlar elde etmek için çoklu istasyon algoritmasının kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Son olarak, tez çalışması kapsamında, deprem anında anlık şiddet haritalarının hızlı ve doğru bir şekilde oluşturulması için bir yöntem önerilmiştir. Azalım ilişkisi kullanılarak depremin neden olduğu kuvvetli yer hareketinden etkilenen bölgenin yerel zemin özelliklerine bağlı ivme dağılım haritası oluşturulmuştur. Çalışmada, Türkiye'ye özgü olarak tasarlanmış, zemin özelliklerinden bağımsız bir azalım ilişkisi kullanılmıştır. Bu sayede, deprem kaynağından açığa çıkan enerjinin neden olduğu yer hareketi ivmesi ana kayadan ($V_{s30} > 1050$ m/s) alınıp ilgili noktalara taşınmıştır. Noktaya özgü zemin özelliklerine bağlı detaylı amplifikasyon faktörleri hesaplanmış ve ivme değerleri büyütülmüştür. Böylece olası en büyük yer ivmesi (PGA) elde edilmiş ve haritalandırılmıştır. Nokta bazlı bulunan PGA değerleri, istasyonlarda kayıt altına alınan gerçek PGA değerleri ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar kullanılan yöntemin ne kadar yakınsak olduğunu göstermiştir. Sonrasında, tez kapsamında oluşturulan en büyük yer ivmesi ile deprem şiddeti arasındaki korelasyon kullanılarak şiddet seviyelerinin sınır değerleri belirlenmiş ve depremden etkilenen bölgenin şiddet haritası oluşturulmuştur. Tez kapsamında irdelenen örnek çalışmada nokta kaynak modeli kullanılması uygundur fakat uzun fay kırığı oluşturan yüksek moment büyüklüğüne sahip depremlerde kaynağın çizgisel kabul edilerek modellenmesi daha doğru sonuçlar doğuracaktır.

Bu enstrümantal veri tabanlı yaklaşım, gelecekteki deprem felaketlerinde hızlıca şiddet haritaları oluşturma hedefi taşımaktadır. Mevcut yapı stoğu hakkında kapsamlı bilgi entegrasyonu, şiddet haritalarına ek olarak olası hasar dağılım haritaları oluşturma kapılarını aralamaktadır. Bu yaklaşım, sadece depremlerin potansiyel etkilerini anlamamıza katkıda bulunmakla kalmayarak, aynı zamanda hızlı müdahale gerektiren durumlarda karar mekanizmasını hızlandıracaktır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması deprem risk değerlendirmesine ve afet yönetimine önemli bir katkı sağlamaktadır. Sismik verilerin kapsamlı analizi, yerel korelasyonların oluşturulması ve zemin koşullarının titiz bir şekilde ele alınması, depremlerin etkilerini azaltmaya yönelik etkili stratejilere dair değerli içgörüler sunmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen yöntemler, gelecekteki araştırma ve uygulamalar için bir yol haritası sunarak, depremler karşısında daha dayanıklı ve hazırlıklı bir küresel topluluğa katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akkar, Sinan & Bommer, Julian.** (2010). Empirical Equations for the Prediction of PGA, PGV, and Spectral Accelerations in Europe, the Mediterranean Region, and the Middle East. *Seismological Research Letters-SEISMOL RES LETT.* 81. 195-206. 10.1785/gssrl.81.2.195.
- Allen, T. I. & Wald, D. J. (n.d.).** (2007) *Topographic Slope as a Proxy for Seismic Site-Conditions (V S 30) and Amplification Around the Globe Open-File Report 2007-1357.* <http://www.usgs.gov/pubprod>.
- Arioğlu, E., Arioğlu, B., & Girgin, C.,** (2001). Doğu Marmara Depreminin İvme Değerleri Açısından Değerlendirilmesi, *Beton Prefabrikasyon*, 57-58, 5-15.
- Arias, A.** (1970). "Measure of Earthquake Intensity."
- Beyaz, T. & Hakkı Saklıdır, H.** (2004). *Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bilal, M.** (2013). *Relationships Between Felt Intensity and Recorded Ground Motion Parameters For Turkey* (Master Thesis) Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Boore, D.M.,** (2010), "Orientation-independent, nongeometric-mean measures of seismic intensity from two horizontal components of motion," *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 100, No. 4, pp. 1830-1835.
- Borcherdt, R.D.,** (1994), Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification): *Earthquake Spectra*, v. 10, no. 4, p. 617–653.
- Demirci, H. E., Karaman, M., & Bhattacharya, S.** (2022). A survey of damage observed in Izmir due to 2020 Samos-Izmir earthquake. *Natural Hazards*, 111(1), 1047–1064. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05085-x>.
- Douglas, J.** (2022). *Ground motion prediction equations 19642021.* <https://www.strath.ac.uk/staff/douglasjohndr/>.
- Fukushima, Y. & Tanaka, T.** (1990). A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan. *Bulletin - Seismological Society of America*. 80. 757-783.
- Grünthal, G. & European Seismological Commission.** Working Group "Macroseismic Scales." (1998). *European macroseismic scale 1998: EMS-98.* European Seismological Commission, Subcommission on Engineering Seismology, Working Group Macroseismic scales.

- Havskov, J., Bormann, P., & Schweitzer, J.** (n.d.). *Seismic source location*. <https://doi.org/10.2312/GFZ>.
- Joyner, W. B. ve Boore, D. M.** (1988). Measurement, characterization, and prediction of strong ground motion. In *Earthquake Engineering and Soil Dynamics II, Proceedings of American Society of Civil Engineers Geotechnical Engineering Division Specialty Conference, Park City, Utah* (pp. 43–102).
- Kalkan, E. & Gülkan, P.** (2004). Empirical Attenuation Equations for Vertical Ground Motion in Turkey. *Earthquake Spectra - EARTHQ SPECTRA*. 20. 10.1193/1.1774183.
- Kayabali, K. & Beyaz, T.** (2011). Strong motion attenuation relationship for Turkey- a different perspective. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 70(3), 467–481. <https://doi.org/10.1007/s10064-010-0335-6>.
- Lee, W.H.K. & Lahr, J.C.** (1975). “HYPO71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes”. United States Geological Survey. USA, Open File Report, 75-311.
- Mahood, M.** (2018). *Rapid Estimating Epicentral Distance and Magnitude from a Single Seismic Record of Sarpol-e Zahab Earthquake* (Vol. 20, Issue 2). www.jseeonline.com.
- Trifunac, M. D. & Brady, A. G.** (1975). On the correlation of seismic intensity scales with the peaks of recorded strong ground motion. *Bulletin of the Seismological Society of America* 1975; 65 (1): 139–162. doi: <https://doi.org/10.1785/BSSA0650010139>.
- Murphy, J. R. ve O’Brien, L. J.,** (1977). The Correlation of Peak Ground Acceleration Amplitude with Seismic Intensity and Other Physical Parameters, *Bulletin of Seismological Society of America*, 67-3, 877-915.
- Naeim, F., Hagie, S., Alimoradi, A., & Miranda, E.** (1996). *Automated Post-Earthquake Damage Assessment and Safety Evaluation of Instrumented Buildings*.
- Nakamura, Y. (n.d.).** (2008) *First Actual P-Wave Alarm Systems And Examples of Disaster Prevention by Them*.
- Nakamura, Y., Saita, J., & Sato, T.** (2011). On an earthquake early warning system (EEW) and its applications. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 31(2), 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2010.04.012>.
- Yılmaz, Ö. ve Geçkin, B. Ş. (n.d.).** 30 Ekim 2020 Sisam Depremi ve İzmir’e Etkileri, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İzmir Şube*.
- Sørensen, M. B., Stromeyer, D., & Grünthal, G. (n.d.).** *Estimation of Macroseismic Intensity-New Attenuation and Intensity vs. Ground Motion Relations for Different Parts of Europe*.

- Tselentis, G. A. & Danciu, L.** (2008). Empirical relationships between modified Mercalli intensity and engineering ground-motion parameters in Greece. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98(4), 1863–1875. <https://doi.org/10.1785/0120070172>.
- Ulusay, R., E. Tuncay, Sonmez, H., ve Gokceoglu, C.** (2004). An attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey. *Engineering Geology*, 74(3-4):265291.
- Wald, D. J., Quitoriano, V., Heaton, T. H., & Kanamori, H.** (1999). Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California, *Earthquake Spectra*, 15-3, 557-564.
- W Musson, R. M., Grünthal, G., Stucchi, M., Grünthal, G., & Stucchi, M.** (2009). The comparison of macroseismic intensity scales. *Journal of Seismology*, 14(2), 413–428. <https://doi.org/10.1007/s10950-009-9172-0>.
- Wilson1, R. C.** (1993). *Relation of Arias Intensity to Magnitude and Distance in California*.
- Url-1** <http://www.sismo.sakarya.edu.tr/depremler_faylar.htm> erişim tarihi 20.10.2023.

EKLER

EK A: Veri setini oluşturan kayıtların istasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

EK B: Deprem parametreleri veri seti.

EK C: Şiddet değerleri veri seti.

EK D: Çalışmada geliştirilen I-PGA korelasyonu ve geçmiş çalışmaların sonuçları.

EK E: İstasyonlarda kayıt altına alınan en büyük yer ivmesi ile çalışma kapsamında hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri.

EK A: Veri setini oluşturan kayıtların istasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

Çizelge A.1 : İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
1	19950314000651_2002	2002	37.8125	29.1111	37.8822	29.0658
2	19951001155713_0302	0302	38.0599	30.1537	38.0561	30.1515
3	19951011044459_0306	0306	38.0534	30.1355	38.0995	30.1577
4	19951011044459_0305	0305	38.0664	30.1597	38.0995	30.1577
5	19960814015503_0502	0502	40.6683	35.8528	40.7461	35.2965
6	19970122175720_3102	3102	36.2130	36.1590	36.1852	35.9419
7	19971021104934_5401	5401	40.7371	30.3801	40.7143	30.4301
8	19980704021539_0115	0115	37.0812	35.4544	36.8131	35.2461
9	19980704092422_0115	0115	37.0812	35.4544	36.8331	35.4839
10	19990405174552_2504	2504	40.0430	42.1730	39.5890	42.2790
11	19990817000139_1404	1404	40.3966	30.7831	40.7560	29.9550
12	19990817000139_1612	1612	40.4416	29.7169	40.7560	29.9550
13	19990817000139_3403	3403	41.0265	28.7587	40.7560	29.9550
14	19990817000139_4101	4101	40.7665	29.9172	40.7560	29.9550
15	19990817000139_4106	4106	40.7863	29.4500	40.7560	29.9550
16	19990817000139_5903	5903	40.9730	27.9503	40.7560	29.9550
17	19990817000139_8101	8101	40.8436	31.1489	40.7560	29.9550
18	19990817000139_3401	3401	41.0582	29.0095	40.7560	29.9550
19	19990817000139_1604	1604	40.1831	29.1273	40.7560	29.9550
20	19990817000139_4302	4302	39.4193	29.9972	40.7560	29.9550
21	19990817000139_5401	5401	40.7371	30.3801	40.7560	29.9550
22	19991112165721_1406	1406	40.4684	31.2099	40.8060	31.1870
23	19991112165721_8101	8101	40.8436	31.1489	40.8060	31.1870
24	19991112165721_1401	1401	40.7457	31.6073	40.8060	31.1870
25	20000120103601_8101	8101	40.8436	31.1489	40.8180	31.3190
26	20000402185742_5401	5401	40.7371	30.3801	40.8610	30.2940
27	20000606024151_1801	1801	40.8149	32.8834	40.7000	32.9820
28	20000823134129_5402	5402	40.6703	30.6225	40.7820	30.7600
29	20001004023402_2002	2002	37.8125	29.1111	37.8980	29.0300
30	20020203071129_0301	0301	38.7760	30.5340	38.5200	31.2020
31	20021214010248_4604	4604	37.5701	36.3574	37.4643	36.1872
32	20030410004025_3502	3502	38.4551	27.2267	38.2466	26.8895
33	20030501093555_1201	1201	38.8971	40.5032	38.8692	40.5427
34	20030723045609_2007	2007	37.9325	28.9229	38.0483	28.8851
35	20030726083654_2007	2007	37.9325	28.9229	38.0566	28.9132
36	20030927193425_0502	0502	40.6683	35.8528	40.6036	35.8771
37	20060208040743_5401	5401	40.7371	30.3801	40.7082	30.4120
38	20060208052427_5401	5401	40.7371	30.3801	40.7073	30.3779
39	20060605042338_0907	0907	37.9115	28.4654	37.9330	28.7430
40	20061024140038_1606	1606	40.3630	29.1221	40.4221	28.9937
41	20061024140025_1609	1609	40.4254	29.1666	40.4221	28.9937
42	20061024140026_1608	1608	40.4105	29.1793	40.4221	28.9937
43	20061024140041_1607	1607	40.3944	29.0980	40.4221	28.9937
44	20061024140027_1601	1601	40.2257	29.0752	40.4221	28.9937

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
45	20070209022301_2301	2301	38.6704	39.1927	41.0800	39.9200
46	20070825220536_1206	1206	39.2935	41.0088	39.2882	41.0334
47	20071029092316_2004	2004	37.0741	29.3464	37.0690	29.3165
48	20071228205705_0610	0610	39.4526	33.7188	39.4367	33.0762
49	20090217052819_4504	4504	39.0350	28.6481	39.1488	29.0448
50	20100308023229_2303	2303	38.6958	39.9319	38.7752	40.0295
51	20100308023229_1201	1201	38.8971	40.5032	38.7752	40.0295
52	20100308160712_1607	1607	40.3944	29.0980	40.4177	29.1060
53	20100308160712_1606	1606	40.3630	29.1221	40.4177	29.1060
54	20100917101705_0204	0204	38.0290	39.0347	38.1092	39.0208
55	20101009163703_2304	2304	38.7210	39.8629	38.6688	39.9365
56	20101111200800_0905	0905	37.8600	27.2650	37.8725	27.3292
57	20101208215052_0905	0905	37.8600	27.2650	37.8580	27.3503
58	20110120020936_4113	4113	40.7768	29.7335	40.7340	29.7567
59	20110120020936_4115	4115	40.7433	29.7802	40.7340	29.7567
60	20110205023751_0905	0905	37.8600	27.2650	37.8820	27.2890
61	20110519201522_1614	1614	40.0347	28.3939	39.1328	29.0820
62	20110519201522_4306	4306	39.3361	29.2491	39.1328	29.0820
63	20110519201522_4504	4504	39.0350	28.6481	39.1328	29.0820
64	20110519201522_4304	4304	39.0350	28.6481	39.1328	29.0820
65	20110524025528_4305	4305	39.0928	28.9785	39.0737	29.0300
66	20110528054717_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1215	29.0413
67	20110528180647_4305	4305	39.0928	28.9785	39.0972	29.0473
68	20110529013139_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1153	29.0915
69	20110627211358_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1108	29.0260
70	20110627211358_4504	4504	39.0350	28.6481	39.1108	29.0260
71	20110627212850_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1217	29.0443
72	20110629194805_0121	0121	37.4336	35.8208	37.3907	35.8647
73	20110711160912_1101	1101	40.1411	29.9774	40.1370	29.9643
74	20110720175112_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1137	29.0245
75	20111023104120_6503	6503	38.9901	43.7630	38.6890	43.4657
76	20111109192333_6510	6510	38.4145	43.2682	38.4472	43.2638
77	20111109192333_6501	6501	38.5035	43.4018	38.4472	43.2638
78	20111204221502_6501	6501	38.5035	43.4018	38.4560	43.3230
79	20111204221502_6509	6509	38.5201	43.3596	38.4560	43.3230
80	20111227075146_0905	0905	37.8600	27.2650	37.9685	27.1802
81	20120121004501_2511	2511	39.9748	41.6723	39.9142	41.6733
82	20120326103533_4902	4902	39.1439	42.5307	39.2340	42.2760
83	20120503152025_4305	4305	39.0928	28.9785	39.1292	29.1022
84	20120503152025_4304	4304	39.0350	28.6481	39.1292	29.1022
85	20120503152025_4504	4504	39.0350	28.6481	39.1292	29.1022
86	20120607205425_5903	5903	40.9730	27.9503	40.8628	27.9043
87	20120610124415_4803	4803	36.6264	29.1240	36.3858	28.9153
88	20120614055251_7301	7301	36.3375	30.2919	37.1572	42.4437
89	20120707070745_5401	5401	40.7371	30.3801	40.7608	40.7608
90	20120913045614_3202	3202	37.7839	30.5654	37.8325	30.6487

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
91	20121019081725_3409	3409	41.0265	28.7588	41.0065	28.6415
92	20121216063318_4905	4905	39.1764	41.4455	39.2047	41.4933
93	20130717014032_2505	2505	40.5501	41.9952	40.5143	41.9477
94	20130725050027_2601	2601	39.8137	30.5284	39.8322	30.5117
95	20130730053307_1711	1711	40.1908	25.9078	40.3028	25.7902
96	20130817181631_1606	1606	40.3630	29.1221	40.3973	29.1300
97	20130817181631_1625	1625	40.2630	29.0991	40.3973	29.1300
98	20130821115106_2309	2309	38.7991	38.7273	38.8168	38.7745
99	20131124204937_1410	1410	40.7711	32.0370	40.7743	31.8762
100	20131127041337_5906	5906	40.9734	27.9316	40.8220	27.9338
101	20140524092500_2201	2201	40.7245	26.0873	40.2108	25.3073
102	20140524092500_1711	1711	40.1908	25.9078	40.2108	25.3073
103	20140524092500_1713	1713	40.1622	26.4117	40.2108	25.3073
104	20140524092500_1714	1714	40.1129	26.4221	40.2108	25.3073
105	20140524092500_1716	1716	39.5997	26.4076	40.2108	25.3073
106	20140524092500_1701	1701	40.1415	26.3995	40.2108	25.3073
107	20140524092500_1020	1020	39.9171	28.1641	40.2108	25.3073
108	20140524092500_5910	5910	40.9811	27.4861	40.2108	25.3073
109	20140524092500_1710	1710	40.4233	26.6672	40.2108	25.3073
110	20140524092500_5904	5904	40.6149	27.1226	40.2108	25.3073
111	20140524092500_2203	2203	40.8681	26.6319	40.2108	25.3073
112	20140528000341_2512	2512	40.5622	42.3456	40.4911	42.3998
113	20140715122552_4309	4309	39.0928	28.9785	39.1300	29.0041
114	20140928083946_4309	4309	39.0928	28.9785	39.1116	29.0341
115	20141021030357_3533	3533	38.2572	27.1302	38.1690	27.1045
116	20141124002510_4821	4821	37.1055	28.4139	37.1071	28.4393
117	20141211030143_2601	2601	39.8137	30.5284	39.7996	30.4630
118	20150117004234_2610	2610	39.8220	30.4216	39.8775	30.3785
119	20150210040154_3140	3140	36.0816	35.9498	36.0215	35.9483
120	20150502124558_7802	7802	40.9563	32.5322	40.8573	32.4960
121	20150724023942_1717	1717	40.1818	26.3578	40.2373	26.3075
122	20150813010128_7711	7711	40.6594	29.3271	40.6748	29.2835
123	20150918223028_2604	2604	39.7733	30.5101	39.8125	30.4296
124	20150918223028_2610	2610	39.8220	30.4216	39.8125	30.4296
125	20150918223028_2611	2611	39.7883	30.4430	39.8125	30.4296
126	20150918223028_2601	2601	39.8137	30.5284	39.8125	30.4296
127	20151009143915_6005	6005	40.6980	36.5692	40.6778	36.6820
128	20151013231810_4309	4309	39.0928	28.9785	39.1143	29.0328
129	20151029094639_6505	6505	39.1350	43.9011	39.1198	43.7438
130	20151031011602_2513	2513	39.3624	41.7060	39.2813	41.6930
131	20151129002808_4405	4405	38.8107	37.9396	38.8401	37.8370
132	20151202232707_6202	6202	39.4860	39.8998	39.2610	40.2170
133	20151219032129_6512	6512	38.9898	43.7630	39.0180	43.8200
134	20160417094100_2601	2601	39.8137	30.5284	39.8251	30.4955
135	20160605202619_3534	3534	38.6624	26.7586	38.6085	26.6953
136	20160607040946_1623	1623	40.2654	29.0334	40.2575	29.1608

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
137	20160607040946_1628	1628	40.2734	29.0959	40.2575	29.1608
138	20160607040946_1630	1630	40.3630	29.1221	40.2575	29.1608
139	20160625054011_7708	7708	40.6576	29.2473	40.6800	29.2128
140	20160625054011_7711	7711	40.6594	29.3271	40.6800	29.2128
141	20160629213106_5806	5806	40.3003	37.8252	40.3215	37.8830
142	20161216212149_2412	2412	39.5917	39.6918	39.5798	39.7200
143	20170206035140_1716	1716	39.5997	26.4076	39.5495	26.1370
144	20170206105802_1716	1716	39.5997	26.4076	39.5303	26.1351
145	20170207022404_1716	1716	39.5997	26.4076	39.5205	26.1510
146	20170207210054_1716	1716	39.5997	26.4076	39.5326	26.1705
147	20170212134816_1716	1716	39.5997	26.4076	39.5336	26.1700
148	20170228232734_1721	1721	39.5435	26.1904	39.4920	26.0968
149	20170302110725_6304	6304	37.3651	38.5132	37.5955	38.4866
150	20170302110725_0201	0201	37.7612	38.2674	37.5955	38.4866
151	20170303205153_0209	0209	37.5776	38.4825	37.6173	38.4741
152	20170303213039_0209	0209	37.5776	38.4825	37.6008	38.4766
153	20170304013734_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5950	38.4911
154	20170304040041_0209	0209	37.5776	38.4825	37.6030	38.4791
155	20170304053403_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5998	38.4625
156	20170308051312_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5938	38.5040
157	20170308112648_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5895	38.4971
158	20170309175923_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5671	38.4873
159	20170320070018_1721	1721	39.5435	26.1904	39.5446	26.1765
160	20170320080151_1721	1721	39.5435	26.1904	39.5655	26.1783
161	20170324085424_2507	2507	40.0415	42.1736	40.0175	42.2395
162	20170402053242_4508	4508	38.7324	27.5568	38.6275	27.5718
163	20170421141221_4508	4508	38.7324	27.5568	38.6313	27.5873
164	20170502203805_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5673	38.5065
165	20170516084659_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5850	38.4826
166	20170520110501_2410	2410	39.7665	39.4672	39.7661	39.4746
167	20170520110501_2401	2401	39.7418	39.5115	39.7661	39.4746
168	20170527155323_4509	4509	38.7075	27.9199	38.7358	27.8156
169	20170527215124_0209	0209	37.5776	38.4825	37.6030	38.4656
170	20170612122837_3503	3503	39.0739	26.8883	38.8488	26.3126
171	20170612122837_3527	3527	38.6390	26.5128	38.8488	26.3126
172	20170612122837_1716	1716	39.5997	26.4076	38.8488	26.3126
173	20170612122837_3534	3534	38.6624	26.7586	38.8488	26.3126
174	20170617195004_3534	3534	38.6624	26.7586	38.8428	26.4233
175	20170701040748_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5751	38.4968
176	20170720223109_4822	4822	37.4417	27.6460	36.9198	27.4435
177	20170720223109_4806	4806	37.3025	27.7805	36.9198	27.4435
178	20170720223109_4809	4809	37.0330	27.4400	36.9198	27.4435
179	20170720223109_4817	4817	37.2401	27.6031	36.9198	27.4435
180	20170720223109_4819	4819	37.0313	27.9712	36.9198	27.4435
181	20170823111419_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5768	38.5095
182	20171103124644_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5761	38.5108

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
183	20171218030101_0921	0921	37.8747	27.5922	37.8406	27.5918
184	20171225051351_3526	3526	38.5782	26.9795	38.5685	26.7228
185	20171225051351_3534	3534	38.6624	26.7586	38.5685	26.7228
186	20180211162842_0209	0209	37.5776	38.4825	37.5835	38.4916
187	20180303090549_2411	2411	39.9702	40.0209	39.9981	40.0460
188	20180316125459_0921	0921	37.8747	27.5922	37.8771	27.5915
189	20180328055549_8109	8109	40.7810	31.0144	40.7926	31.0063
190	20180407211631_1401	1401	40.7457	31.6073	40.8526	31.6393
191	20180426214236_0921	0921	37.8747	27.5922	37.8475	27.5716
192	20180502180828_2411	2411	39.9702	40.0209	39.9531	40.0371
193	20180517073749_1721	1721	39.5435	26.1904	39.5418	26.1831
194	20190220182328_1027	1027	39.5738	26.7422	39.6011	26.4261
195	20190220182328_1028	1028	39.5855	26.9230	39.6011	26.4261
196	20190220182328_1704	1704	39.7739	26.3456	39.6011	26.4261
197	20190320063427_2017	2017	37.4335	29.3502	37.4401	37.4401
198	20190808112530_1502	1502	37.7035	30.2208	37.8510	29.5840
199	20190808112530_2005	2005	37.8245	29.6681	37.8510	29.5840
200	20190808112530_3205	3205	37.9302	30.2961	37.8510	29.5840
201	20190926105925_3408	3408	41.0734	28.2557	40.8818	28.2140
202	20190926105925_3412	3412	41.0206	28.5782	40.8818	28.2140
203	20190926105925_5906	5906	40.9734	27.9316	40.8818	28.2140
204	20200124175511_0204	0204	38.0290	39.0347	38.3593	39.0630
205	20200124175511_0209	0209	37.5776	38.4825	38.3593	39.0630
206	20200124175511_2301	2301	38.6704	39.1927	38.3593	39.0630
207	20200124175511_2308	2308	38.4506	39.3102	38.3593	39.0630
208	20200124175511_4401	4401	38.3496	38.3402	38.3593	39.0630
209	20200124175511_4404	4404	38.1959	38.8739	38.3593	39.0630
210	20200124175511_6304	6304	37.3651	38.5132	38.3593	39.0630
211	20200614142427_1206	1206	39.2935	41.0088	39.3650	40.7140
212	20200614142427_1212	1212	39.4361	40.5432	39.3650	40.7140
213	20200614142427_1213	1213	39.2310	40.4774	39.3650	40.7140
214	20200626072111_4502	4502	38.9112	27.8233	38.7676	27.8018
215	20200626072111_4508	4508	38.7324	27.5568	38.7676	27.8018
216	20200628174328_4811	4811	36.9697	28.6868	36.6861	28.2256
217	20200628174328_4816	4816	36.7718	28.7986	36.6861	28.2256
218	20200804093734_4404	4404	38.1959	38.8739	38.2193	38.7243
219	20201030115124_0905	0905	37.8600	27.2650	37.8790	26.7030
220	20201030115124_3513	3513	38.4584	27.1671	37.8790	26.7030
221	20201030115124_3518	3518	38.4312	27.1435	37.8790	26.7030
222	20201030115124_3519	3519	38.4525	27.1112	37.8790	26.7030
223	20201030115124_3521	3521	38.4679	27.0764	37.8790	26.7030
224	20201030115124_3523	3523	38.3282	26.7706	37.8790	26.7030
225	20201030115124_3526	3526	38.5782	26.9795	37.8790	26.7030
226	20201030115124_3527	3527	38.6390	26.5128	37.8790	26.7030
227	20201030115124_3528	3528	38.3039	26.3726	37.8790	26.7030
228	20201030115124_3538	3538	38.3187	27.1233	37.8790	26.7030

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
229	20201030115124_0911	911	37.7621	27.3909	37.8790	26.7030
230	20201030115124_0921	921	37.8747	27.5922	37.8790	26.7030
231	20201030115124_0922	922	37.8537	27.7082	37.8790	26.7030
232	20201030115124_3503	3503	39.0739	26.8883	37.8790	26.7030
233	20201030115124_3512	3512	38.4009	27.1516	37.8790	26.7030
234	20201030115124_3522	3522	38.4357	27.1987	37.8790	26.7030
235	20201030115124_3524	3524	38.4969	27.1073	37.8790	26.7030
236	20201030115124_3533	3533	38.2572	27.1302	37.8790	26.7030
237	20201030115124_3534	3534	38.6624	26.7586	37.8790	26.7030
238	20201030115124_3536	3536	38.1968	26.8384	37.8790	26.7030
239	20211117124015_8102	8102	40.8342	31.1644	40.8440	31.0316
240	20211117124015_8105	8105	40.9028	31.1520	40.8440	31.0316
241	20211117124015_8106	8106	40.7671	31.1124	40.8440	31.0316
242	20211117124015_8109	8109	40.7810	31.0144	40.8440	31.0316
243	20221104002921_3506	3506	38.3944	27.0821	38.3480	27.2110
244	20221104002921_3510	3510	38.4090	27.0430	38.3480	27.2110
245	20221104002921_3512	3512	38.4009	27.1516	38.3480	27.2110
246	20221104002921_3513	3513	38.4584	27.1671	38.3480	27.2110
247	20221104002921_3516	3516	38.3706	26.8907	38.3480	27.2110
248	20221104002921_3517	3517	38.3756	27.1936	38.3480	27.2110
249	20221104002921_3519	3519	38.4525	27.1112	38.3480	27.2110
250	20221104002921_3525	3525	38.3723	27.1084	38.3480	27.2110
251	20221104002921_3538	3538	38.3187	27.1233	38.3480	27.2110
252	20221207223546_0905	905	37.8600	27.2650	37.8930	27.2510
253	20221123070815_8105	8105	40.9028	31.1520	40.8230	31.0250
254	20221123070815_8104	8104	40.8611	31.1804	40.8230	31.0250
255	20221123070815_8106	8106	40.7671	31.1124	40.8230	31.0250
256	20221123070815_8109	8109	40.7810	31.0144	40.8230	31.0250
257	20221123070815_8101	8101	40.8436	31.1489	40.8230	31.0250
258	20221123070815_8102	8102	40.8342	31.1644	40.8230	31.0250
259	20221123070815_1407	1407	40.5818	31.0028	40.8230	31.0250
260	20221123070815_8111	8111	40.9614	31.4487	40.8230	31.0250
261	20221123070815_8110	8110	41.0900	31.1428	40.8230	31.0250
262	20221123070815_1411	1411	40.6846	31.6175	40.8230	31.0250
263	20221123070815_5404	5404	40.5191	30.2932	40.8230	31.0250
264	20221123070815_5406	5406	40.6703	30.6225	40.8230	31.0250
265	20221123070815_5414	5414	41.0976	30.6822	40.8230	31.0250
266	20221123070815_1403	1403	40.3984	30.7898	40.8230	31.0250
267	20230220170427_3125	3125	36.2381	36.1326	36.0370	36.0210
268	20230220170427_3124	3124	36.2387	36.1722	36.0370	36.0210
269	20230220170427_3141	3141	36.3726	36.2197	36.0370	36.0210
270	20230220170427_3135	3135	36.4089	35.8831	36.0370	36.0210
271	20230220170427_3136	3136	36.1159	36.2472	36.0370	36.0210
272	20230220170427_3146	3146	36.4908	36.2270	36.0370	36.0210
273	20230220170427_3140	3140	36.0816	35.9498	36.0370	36.0210
274	20230220170427_3117	3117	36.5571	36.1747	36.0370	36.0210

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
275	20230220170427_3115	3115	36.5463	36.1646	36.0370	36.0210
276	20230220170427_3121	3121	36.5463	36.1646	36.0370	36.0210
277	20230220170427_3112	3112	36.5880	36.1477	36.0370	36.0210
278	20230220170427_3119	3119	36.5753	36.1681	36.0370	36.0210
279	20230220170427_3133	3133	36.2432	36.5736	36.0370	36.0210
280	20230220170427_2716	2716	-	-	36.037	36.021
281	20230206102447_4631	4631	37.9663	37.4277	38.089	37.239
282	20230206102447_4611	4611	37.7472	37.2843	38.089	37.239
283	20230206102447_4409	4409	38.56063	37.49076	38.089	37.239
284	20230206102447_4620	4620	37.5857	36.8985	38.089	37.239
285	20230206102447_4625	4625	37.5387	36.9819	38.089	37.239
286	20230206102447_4617	4617	37.5855	36.8303	38.089	37.239
287	20230206102447_4612	4612	38.024	36.4819	38.089	37.239
288	20230206102447_4614	4614	37.4804	37.2898	38.089	37.239
289	20230206102447_4624	4624	37.5361	36.9177	38.089	37.239
290	20230206102447_0213	0213	37.79667	37.92957	38.089	37.239
291	20230206102447_4406	4406	38.3439	37.9738	38.089	37.239
292	20230206102447_5807	5807	38.7245	37.2896	38.089	37.239
293	20230206102447_3802	3802	38.4781	36.5036	38.089	37.239
294	20230206102447_NAR	NAR	37.3919	37.1574	38.089	37.239
295	20230206102447_4615	4615	37.3868	37.138	38.089	37.239
296	20230206102447_4616	4616	37.3755	36.8384	38.089	37.239
297	20230206102447_0129	0129	38.2592	36.210863	38.089	37.239
298	20230206102447_4410	4410	38.86677	37.679	38.089	37.239
299	20230206102447_4613	4613	37.5646	36.3576	38.089	37.239
300	20230206102447_4412	4412	38.59685	38.18385	38.089	37.239
301	20230206102447_4405	4405	38.8107	37.9396	38.089	37.239
302	20230206102447_2703	2703	37.058	37.35	38.089	37.239
303	20230206102447_8002	8002	37.1916	36.562	38.089	37.239
304	20230206102447_0127	0127	37.81618	35.92044	38.089	37.239
305	20230206102447_0205	0205	37.79177	38.61597	38.089	37.239
306	20230206102447_0133	0133	-	-	38.089	37.239
307	20230206102447_0134	0134	-	-	38.089	37.239
308	20230206102447_2704	2704	37.0088	37.8022	38.089	37.239
309	20230206102447_2718	2718	37.00777	36.6266	38.089	37.239
310	20230206102447_4414	4414	38.40695	38.754133	38.089	37.239
311	20230206102447_8003	8003	37.0842	36.2694	38.089	37.239
312	20230206102447_0122	0122	37.4339	35.82021	38.089	37.239
313	20230206102447_2310	2310	38.57266	38.824528	38.089	37.239
314	20230206102447_2309	2309	38.7983	38.7273	38.089	37.239
315	20230206102447_0143	0143	-	-	38.089	37.239
316	20230206102447_7901	7901	36.7088	37.1123	38.089	37.239
317	20230206102447_3138	3138	36.8026	36.5112	38.089	37.239
318	20230206102447_5804	5804	39.1848	36.0807	38.089	37.239
319	20230206102447_4413	4413	38.31353	39.039342	38.089	37.239
320	20230206102447_0144	0144			38.089	37.239

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
321	20230206102447_0140	0140	-	-	38.089	37.239
322	20230206102447_0141	0141	-	-	38.089	37.239
323	20230206102447_3144	3144	36.7575	36.486	38.089	37.239
324	20230206102447_0130	0130	37.25186	35.67104	38.089	37.239
325	20230206102447_0125	0125	37.01519	35.79577	38.089	37.239
326	20230206102447_3139	3139	36.5838	36.4144	38.089	37.239
327	20230206102447_2308	2308	38.4506	39.3102	38.089	37.239
328	20230206012816_4616	4616	37.3755	36.8384	37.304	36.92
329	20230206012816_2712	2712	37.184	36.73283	37.304	36.92
330	20230206012816_4615	4615	37.3868	37.138	37.304	36.92
331	20230206012816_NAR	NAR	37.3919	37.1574	37.304	36.92
332	20230206012816_4624	4624	37.5361	36.9177	37.304	36.92
333	20230206012816_4625	4625	37.5387	36.9819	37.304	36.92
334	20230206012816_4620	4620	37.5857	36.8985	37.304	36.92
335	20230206012816_4619	4619	37.587	36.8662	37.304	36.92
336	20230206012816_4621	4621	37.5935	36.9291	37.304	36.92
337	20230206012816_4617	4617	37.5855	36.8303	37.304	36.92
338	20230206012816_2708	2708	37.0993	36.6484	37.304	36.92
339	20230206012816_4618	4618	37.6001	36.8723	37.304	36.92
340	20230206012816_8002	8002	37.1916	36.562	37.304	36.92
341	20230206012816_4614	4614	37.4804	37.2898	37.304	36.92
342	20230206012816_2718	2718	37.00777	36.6266	37.304	36.92
343	20230206012816_2716	2716	-	-	37.304	36.92
344	20230206012816_2717	2717	-	-	37.304	36.92
345	20230206012816_2715	2715	-	-	37.304	36.92
346	20230206012816_4613	4613	37.5646	36.3576	37.304	36.92
347	20230206012816_3143	3143	36.8489	36.5571	37.304	36.92
348	20230206012816_8003	8003	37.0842	36.2694	37.304	36.92
349	20230206012816_2714	2714	-	-	37.304	36.92
350	20230206012816_3138	3138	36.8026	36.5112	37.304	36.92
351	20230206012816_7901	7901	36.7088	37.1123	37.304	36.92
352	20230206012816_3144	3144	36.7575	36.486	37.304	36.92
353	20230206012816_8004	8004	37.3799	36.0976	37.304	36.92
354	20230206012816_3137	3137	36.6929	36.4885	37.304	36.92
355	20230206012816_3134	3134	36.8276	36.2049	37.304	36.92
356	20230206012816_2704	2704	37.0088	37.8022	37.304	36.92
357	20230206012816_3145	3145	36.6454	36.4064	37.304	36.92
358	20230206012816_4612	4612	38.024	36.4819	37.304	36.92
359	20230206012816_3139	3139	36.5838	36.4144	37.304	36.92
360	20230206012816_0131	0131	-	-	37.304	36.92
361	20230206012816_3116	3116	36.6162	36.2066	37.304	36.92
362	20230206012816_3142	3142	36.498	36.3661	37.304	36.92
363	20230206012816_3115	3115	36.5463	36.1646	37.304	36.92
364	20230206012816_3141	3141	36.3726	36.2197	37.304	36.92
365	20230206012816_3133	3133	36.2432	36.5736	37.304	36.92
366	20230206012816_3124	3124	36.2387	36.1722	37.304	36.92

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
367	20230206012816_3125	3125	36.2381	36.1326	37.304	36.92
368	20230206012816_3126	3126	36.2202	36.1375	37.304	36.92
369	20230206012816_3129	3129	36.19117	36.1343	37.304	36.92
370	20230206012816_3136	3136	36.1159	36.2472	37.304	36.92
371	20230206012816_3140	3140	36.0816	35.9498	37.304	36.92
372	20230206011732_4615	4615	37.3868	37.138	37.288	37.043
373	20230206011732_NAR	NAR	37.3919	37.1574	37.288	37.043
374	20230206011732_4616	4616	37.3755	36.8384	37.288	37.043
375	20230206011732_4630	4630	37.3449	36.806	37.288	37.043
376	20230206011732_4629	4629	37.2874	36.7887	37.288	37.043
377	20230206011732_4632	4632	37.256	36.7737	37.288	37.043
378	20230206011732_4625	4625	37.5387	36.9819	37.288	37.043
379	20230206011732_4624	4624	37.5361	36.9177	37.288	37.043
380	20230206011732_2712	2712	37.184	36.73283	37.288	37.043
381	20230206011732_4614	4614	37.4804	37.2898	37.288	37.043
382	20230206011732_4626	4626	37.5753	36.9151	37.288	37.043
383	20230206011732_4621	4621	37.5935	36.9291	37.288	37.043
384	20230206011732_4620	4620	37.5857	36.8985	37.288	37.043
385	20230206011732_4619	4619	37.587	36.8662	37.288	37.043
386	20230206011732_2703	2703	37.058	37.35	37.288	37.043
387	20230206011732_2709	2709	37.1285	36.6705	37.288	37.043
388	20230206011732_4618	4618	37.6001	36.8723	37.288	37.043
389	20230206011732_4617	4617	37.5855	36.8303	37.288	37.043
390	20230206011732_8002	8002	37.1916	36.562	37.288	37.043
391	20230206011732_2711	2711	37.31736	37.56036	37.288	37.043
392	20230206011732_2718	2718	37.00777	36.6266	37.288	37.043
393	20230206011732_4611	4611	37.7472	37.2843	37.288	37.043
394	20230206011732_2714	2714	-	-	37.288	37.043
395	20230206011732_2717	2717	-	-	37.288	37.043
396	20230206011732_2716	2716	-	-	37.288	37.043
397	20230206011732_2707	2707	36.9309	36.5738	37.288	37.043
398	20230206011732_2715	2715	-	-	37.288	37.043
399	20230206011732_3143	3143	36.8489	36.5571	37.288	37.043
400	20230206011732_4613	4613	37.5646	36.3576	37.288	37.043
401	20230206011732_8003	8003	37.0842	36.2694	37.288	37.043
402	20230206011732_2704	2704	37.0088	37.8022	37.288	37.043
403	20230206011732_3144	3144	36.7575	36.486	37.288	37.043
404	20230206011732_3137	3137	36.6929	36.4885	37.288	37.043
405	20230206011732_8004	8004	37.3799	36.0976	37.288	37.043
406	20230206011732_3134	3134	36.8276	36.2049	37.288	37.043
407	20230206011732_3145	3145	36.6454	36.4064	37.288	37.043
408	20230206011732_4612	4612	38.024	36.4819	37.288	37.043
409	20230206011732_3139	3139	36.5838	36.4144	37.288	37.043
410	20230206011732_0213	0213	37.79667	37.92957	37.288	37.043
411	20230206011732_0131	0131	-	-	37.288	37.043
412	20230206011732_3116	3116	36.6162	36.2066	37.288	37.043

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
413	20230206011732_3142	3142	36.498	36.3661	37.288	37.043
414	20230206011732_4628	4628	38.2412	36.9228	37.288	37.043
415	20230206011732_0122	0122	37.4339	35.82021	37.288	37.043
416	20230206011732_3112	3112	36.588	36.1477	37.288	37.043
417	20230206011732_3115	3115	36.5463	36.1646	37.288	37.043
418	20230206011732_3146	3146	36.4908	36.227	37.288	37.043
419	20230206011732_0125	0125	37.01519	35.79577	37.288	37.043
420	20230206011732_0127	0127	37.81618	35.92044	37.288	37.043
421	20230206011732_0134	0134	-	-	37.288	37.043
422	20230206011732_0133	0133	-	-	37.288	37.043
423	20230206011732_4408	4408	38.0962	37.8873	37.288	37.043
424	20230206011732_0201	0201	37.76121	38.26742	37.288	37.043
425	20230206011732_0130	0130	37.25186	35.67104	37.288	37.043
426	20230206011732_0210	0210	37.7672	38.2866	37.288	37.043
427	20230206011732_3133	3133	36.2432	36.5736	37.288	37.043
428	20230206011732_0120	0120	36.77006	35.79005	37.288	37.043
429	20230206011732_3141	3141	36.3726	36.2197	37.288	37.043
430	20230206011732_6304	6304	37.3651	38.5132	37.288	37.043
431	20230206011732_0214	0214	38.0283	38.22594	37.288	37.043
432	20230206011732_3124	3124	36.2387	36.1722	37.288	37.043
433	20230206011732_3802	3802	38.4781	36.5036	37.288	37.043
434	20230206011732_3125	3125	36.2381	36.1326	37.288	37.043
435	20230206011732_3135	3135	36.4089	35.8831	37.288	37.043
436	20230206011732_3123	3123	36.2142	36.1597	37.288	37.043
437	20230206011732_4406	4406	38.3439	37.9738	37.288	37.043
438	20230206011732_3132	3132	36.2067	36.1716	37.288	37.043
439	20230206011732_3126	3126	36.2202	36.1375	37.288	37.043
440	20230206011732_3131	3131	36.1912	36.1633	37.288	37.043
441	20230206011732_3129	3129	36.1912	36.1343	37.288	37.043
442	20230206011732_3136	3136	36.1159	36.2472	37.288	37.043
443	20230206011732_6305	6305	37.16045	38.786937	37.288	37.043
444	20230206011732_0118	0118	37.03616	35.31843	37.288	37.043
445	20230206011732_0215	0215	-	-	37.288	37.043
446	20230206011732_3140	3140	36.0816	35.9498	37.288	37.043
447	20230206011732_4412	4412	38.59685	38.18385	37.288	37.043
448	20230206011732_3147	3147	35.90236	36.064358	37.288	37.043
449	20230206011732_6306	6306	36.7277	38.947	37.288	37.043
450	20230206011732_4405	4405	38.8107	37.9396	37.288	37.043
451	20230206011732_4404	4404	38.1959	38.8739	37.288	37.043
452	20230206011732_4414	4414	38.40695	38.754133	37.288	37.043
453	20230206011732_6303	6303	37.7524	39.3291	37.288	37.043
454	20230206011732_2310	2310	38.57266	38.824528	37.288	37.043
455	20230206011732_2107	2107	38.1459	39.4838	37.288	37.043
456	20230206011732_6302	6302	37.2342	39.7509	37.288	37.043
457	20230206011732_2104	2104	38.2644	39.759	37.288	37.043
458	20230206011732_2101	2101	37.9309	40.2028	37.288	37.043

Çizelge A.1 (Devam): İstasyon ve deprem merkezüssü koordinatları.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları		Deprem Koordinatları	
			Boylam	Enlem	Boylam	Enlem
459	20230206011732_2103	2103	37.9441	40.3127	37.288	37.043
460	20230206011732_2305	2305	38.7278	40.131	37.288	37.043
461	20230206011732_2106	2106	38.4616	40.647	37.288	37.043
462	20230206011732_1210	1210	38.7501	40.5593	37.288	37.043
463	20230206011732_1215	1215	38.83498	40.55687	37.288	37.043
464	20230206011732_2413	2413	39.8077	40.0386	37.288	37.043

EK B: Deprem parametreleri veri seti.

Çizelge B.1 : Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
1	124.7615	2.71698	64.27718	2.562	249.0042	4.88445	73.34916	6.848	105.3824	1.51255	65.01445	1.748
2	320.7621	89.97665	2657.214	405.791	272.3174	58.83149	2436.224	328.345	135.6589	29.46747	1063.917	63.521
3	47.15499	3.35449	88.20079	1.583	86.05561	4.7843	103.3591	2.876	14.50365	1.01023	51.58233	0.417
4	63.46477	4.2542	97.10469	2.157	31.41597	2.58399	70.436	0.76	15.71165	0.80326	35.31124	0.243
5	53.79294	2.26989	120.9795	2.768	26.60523	1.32731	84.2995	1.002	25.87426	0.75257	86.84899	1.026
6	148.8763	6.25518	385.0693	16.022	130.2268	5.61953	409.7199	18.425	95.46206	2.49379	321.7494	9.85
7	69.63977	1.45446	33.31696	0.769	33.17498	1.00252	21.64427	0.233	15.68853	0.35556	14.48077	0.078
8	66.17752	2.88058	32.65406	0.807	70.02492	3.20538	38.50401	1.52	32.18473	1.95833	151.1588	1.452
9	88.57579	3.25781	153.1914	3.707	86.73504	3.08675	166.8105	4.241	25.77835	1.48909	96.41949	0.934
10	32.44032	0.53544	39.69015	0.504	55.00256	0.9937	51.21608	0.933	30.34689	0.52863	33.42618	0.282
11	119.1582	26.07319	598.7308	38.207	137.9911	22.37824	692.2549	49.095	128.6712	26.9092	499.9618	27.115
12	123.3077	28.27336	896.1998	53.367	91.18034	22.14524	711.2357	30.817	80.24596	7.96942	472.8787	13.67
13	87.91561	14.49522	259.1009	13.573	117.3598	16.54802	304.0836	20.322	49.19026	5.9924	147.0357	4.512
14	228.2983	76.99778	2058.827	194.235	163.7236	46.36213	1828.753	144.991	141.8995	6.79	1315.465	73.633
15	141.2549	35.74826	596.0274	37.02	263.3588	47.92031	687.7318	61.839	192.2401	17.37336	435.8129	21.508
16	100.8817	11.92078	333.3897	15.514	88.22004	16.4201	345.8217	14.654	55.69164	5.13465	163.1235	3.402
17	365.9253	112.7535	1652.529	277.642	314.3387	107.3389	1727.172	224.382	206.0472	44.55786	1072.506	90.624
18	42.59573	7.52167	315.8612	4.769	60.03733	9.75118	294.249	3.993	35.99351	5.78435	228.3	2.428
19	45.18632	8.39127	389.4609	7.297	54.22184	9.62116	404.5757	7.903	25.44007	7.29182	276.7353	3.066
20	59.62603	15.95751	845.3766	22.089	50.07551	9.47676	705.3094	14.666	23.04745	5.61429	370.4049	4.041
21	391.3512	57.29729	1307.29	179.322	0.1903	0.04485	1.09911	0	247.3076	37.69616	795.1566	80.1
22	60.38745	19.17491	303.1498	9.929	121.9628	14.31635	431.1038	22.105	61.46868	12.93058	278.7777	8.097

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
23	512.9454	80.13563	1380.946	301.986	400.0776	63.51138	1425.143	281.355	314.5307	18.83076	828.7002	110.649
24	803.8256	65.832	1187.132	250.411	719.3297	52.37376	1507.695	383.392	188.3282	19.93282	565.2589	44.645
25	55.03939	3.72698	68.02565	1.69	35.23204	1.80374	54.91124	0.791	17.64745	0.51693	35.53255	0.309
26	97.16242	2.18052	54.83554	1.796	53.18126	1.02618	34.90689	0.574	28.77171	0.8022	26.86006	0.242
27	62.88429	6.2637	378.3058	9.268	62.21403	8.04618	440.0421	11.312	40.20528	3.85661	247.1763	3.819
28	96.68199	18.72592	266.1809	9.99	78.82557	16.60808	216.0562	6.917	29.91134	4.36147	112.0495	1.266
29	60.60943	1.18737	162.4618	3.969	46.85102	1.32139	149.5092	3.089	46.79445	0.86033	146.9977	2.843
30	93.94566	8.37175	377.7424	16.884	112.7645	12.84214	320.3847	13.512	35.47667	3.23072	157.0919	2.687
31	48.61402	1.32525	52.96716	0.845	77.16666	1.76657	54.41419	1.312	29.81175	0.77187	37.63305	0.369
32	37.01619	3.80584	145.0363	2.443	78.57736	6.18701	163.2412	4.177	17.4851	1.65466	76.66323	0.659
33	68.64727	2.00086	31.66559	0.686	151.1969	2.75923	47.29187	3.24	35.57607	0.66882	30.02129	0.462
34	122.5515	4.7678	244.2457	7.146	88.22869	4.95215	221.9537	5.38	55.23533	1.21148	143.796	2.245
35	117.2573	4.11111	335.437	10.133	107.9392	5.32616	340.4573	10.528	139.8299	3.06621	217.5825	6.428
36	57.51965	1.72489	74.14473	1.693	56.29607	1.70585	70.69809	1.37	39.68112	0.80485	43.72347	0.488
37	101.1372	2.13601	61.62219	2.522	137.3993	4.33147	65.36517	4.253	69.34748	1.00627	33.96129	0.794
38	68.57516	1.28333	33.78734	0.921	80.63544	1.48746	30.83555	0.969	39.43025	0.55495	18.53105	0.235
39	64.29944	1.70554	56.96737	1.117	43.49025	1.03384	57.60745	0.887	17.62981	0.36021	42.10303	0.327
40	178.9586	5.98311	226.2558	14.851	159.25	7.18709	211.3652	13.027	82.03996	2.21864	104.7477	2.805
41	93.82236	5.12096	194.3595	5.694	64.85873	3.28282	195.4034	4.954	35.60413	1.5691	92.98424	1.211
42	100.0883	5.48999	113.3005	4.226	69.13571	3.58674	112.1758	2.979	33.16085	2.11459	57.84496	0.703
43	205.9234	10.0277	220.8853	10.683	175.3085	8.78849	263.3808	14.189	85.73878	2.11144	137.082	3.034
44	36.84867	1.71461	86.58373	0.889	77.29232	4.26088	108.0439	1.75	31.7622	0.91502	66.26084	0.555
45	60.58111	2.89527	121.0527	2.271	49.67631	2.15257	103.166	1.506	28.79504	1.02595	100.1102	0.954
46	116.5717	6.3848	228.0334	11.55	178.6794	11.31869	215.0421	13.788	145.5556	2.64686	172.0501	8.842
47	27.44181	1.35089	81.00856	0.949	56.59634	3.02728	123.3433	2.682	42.00474	3.16263	126.4118	2.318

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
48	56.90528	1.03838	28.15006	0.608	71.1563	1.83224	28.80733	0.677	23.60575	0.48	21.58871	0.247
49	71.69808	2.894	124.2815	2.995	96.69157	4.74541	170.395	6.188	40.96757	1.28172	70.4178	0.806
50	66.54147	6.01864	194.4413	3.984	61.99963	7.31964	198.0596	3.563	29.71966	3.26743	136.6488	1.608
51	34.06717	3.71018	137.7982	1.778	55.47439	5.08315	144.7508	2.452	26.10992	1.7509	105.8603	0.971
52	35.48446	1.01393	44.71887	0.605	82.09397	2.10778	49.26984	1.047	29.88767	0.39262	27.48012	0.279
53	52.75238	1.85557	36.32453	0.751	27.41178	0.8957	30.64122	0.375	19.09317	0.44049	19.00611	0.151
54	97.99291	3.88973	101.9503	4.413	130.3954	3.14521	119.904	5.869	69.27687	1.78672	76.31672	2.112
55	36.96259	1.27558	31.299	0.442	49.68283	1.74709	35.39186	0.632	14.41531	0.27086	15.00738	0.083
56	140.31	5.56775	120.3004	7.83	67.31594	2.75459	71.56144	1.926	39.01877	1.54922	63.91041	1.186
57	140.9751	4.33841	55.8408	3.044	88.32234	2.47944	45.67347	1.503	86.36409	1.05431	44.52202	1.258
58	114.7648	2.05625	32.10682	1.31	75.51803	1.69841	25.72037	0.611	23.63114	0.43574	18.90858	0.134
59	86.62683	2.6437	63.24079	1.639	118.0266	3.67586	70.59828	1.943	92.46919	1.08476	51.07589	1.203
60	50.97021	1.07127	64.69801	0.618	63.71048	2.06583	40.66581	1.247	31.30116	0.62988	29.45393	0.399
61	61.65448	3.60467	141.4718	2.596	29.47664	2.34038	112.3158	1.086	16.51335	0.87736	76.70225	0.392
62	71.53114	6.21728	237.8808	6.53	74.38405	7.98814	272.8931	8.256	38.11939	4.28576	172.8707	2.986
63	699.8379	11.52499	570.5324	72.799	625.7913	26.09871	737.4755	113.967	307.8505	7.11288	314.9891	16.318
64	100.4175	3.40612	281.912	7.675	93.80723	3.93601	250.3708	5.118	68.84891	1.82185	187.3206	3.563
65	69.09896	1.31647	16.35095	0.659	46.62255	1.00276	13.66013	0.3	305.6292	3.37344	59.34241	7.959
66	90.62924	3.49321	96.50583	4.165	103.8401	8.14955	117.1635	6.764	111.0641	1.74972	82.65136	3.54
67	22.41939	0.79433	23.14447	0.225	54.05358	1.98009	27.43664	0.538	31.33832	0.33412	21.39602	0.261
68	29.17062	0.94816	25.35005	0.327	70.74146	2.15134	39.95648	1.338	17.26144	0.42311	21.8395	0.169
69	106.1092	3.48339	100.8642	3.665	108.183	7.53093	130.2987	7.528	95.99158	1.41599	93.17654	3.902
70	51.33359	1.79162	72.47231	1.071	34.81924	2.04334	73.64283	0.944	15.18396	0.42478	41.37824	0.257
71	51.03314	1.97864	35.13538	0.614	41.92231	2.16067	30.01091	0.463	41.47942	0.43824	28.12367	0.377
72	38.91957	0.9435	118.8059	2.495	54.16351	1.02272	94.817	1.963	31.91269	0.62865	86.49722	1.432

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
73	79.44481	4.31425	54.38733	2.236	89.65262	4.3817	42.2964	1.454	28.52111	1.01942	31.60208	0.451
74	55.08376	1.0925	19.21629	0.319	49.60721	1.4718	18.81327	0.312	19.98012	0.21448	18.10523	0.144
75	168.7525	29.27701	1671.059	101.383	178.3492	52.22853	1952.278	156.48	78.70284	12.72085	869.6468	27.332
76	102.7705	13.59286	250.9499	12.696	65.95361	14.75453	211.1184	6.892	44.31766	4.88715	134.0945	2.376
77	238.1215	27.51267	468.331	42.665	145.0042	17.85721	374.8456	17.461	144.4131	6.81603	268.3206	11.624
78	51.58275	1.14019	83.28337	1.103	55.02634	2.68413	91.08416	1.331	49.35735	0.83892	65.11058	1
79	48.52411	2.21474	125.5915	1.912	57.9243	3.48315	116.6608	1.766	52.04949	1.26596	95.38122	1.563
80	53.27283	1.21704	41.51602	0.806	63.51577	2.35534	36.73431	0.786	26.37158	0.65017	33.02164	0.369
81	156.666	2.76686	85.51748	4.322	132.5462	2.53048	78.36212	3.345	75.21541	0.63479	55.05463	1.063
82	55.0736	2.79024	194.822	4.142	56.0969	2.6857	220.7974	4.921	53.79514	1.54641	158.0494	2.667
83	150.0619	6.79082	158.3766	7.17	242.0276	24.86652	204.0489	26.399	75.70342	4.14527	118.0949	3.482
84	63.66513	1.69297	112.4918	2.151	51.85307	2.1786	105.8652	1.684	33.85433	0.60454	69.34578	0.715
85	58.55903	1.93914	107.0868	1.852	58.43857	2.92755	134.3756	2.783	24.86671	0.84104	59.46954	0.427
86	53.88265	1.24614	68.88601	1.195	27.93785	0.84885	62.58225	0.665	15.43441	0.36741	29.27983	0.208
87	229.6306	26.27133	788.0932	80.182	133.9764	11.61439	693.627	40.224	65.62395	4.71321	306.802	8.456
88	71.85909	3.9068	123.7093	2.813	43.30255	2.52698	120.3456	2.315	22.17234	0.81112	59.26649	0.516
89	53.43185	0.70218	24.18019	0.45	61.34784	0.77342	21.49379	0.437	25.10298	0.36517	17.39904	0.114
90	61.19432	1.41695	45.52925	0.707	31.12806	0.92006	44.50729	0.402	14.26532	0.2921	33.46939	0.179
91	42.11683	0.8185	41.12771	0.614	55.44643	0.95735	39.08172	0.811	18.31842	0.2877	11.99249	0.058
92	49.53356	1.65626	90.76558	2.132	52.42	0.03483	102.1182	5.416	33.97709	1.13932	72.97347	1.222
93	42.26145	0.69322	39.33285	0.545	83.12899	2.97306	53.90722	1.556	31.75753	0.88907	34.23769	0.459
94	52.80536	0.47821	21.86097	0.345	96.23935	1.16682	30.42514	1.034	32.7004	0.35476	14.91169	0.156
95	76.02688	2.5197	92.95092	2.116	86.94466	4.01104	101.735	3.117	61.52087	2.36841	79.95065	1.87
96	145.4742	4.2515	111.7799	58.58	63.09967	2.20682	100.184	3.601	124.832	1.99332	69.199	3.331
97	51.89776	0.96998	30.76996	0.419	70.47329	1.72145	36.22869	0.754	25.48235	0.46262	21.3854	0.156

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
98	58.76257	0.33459	24.04172	0.415	36.53606	0.25728	24.21918	0.398	26.01447	0.13824	15.609	0.156
99	40.26934	1.95247	44.96142	0.435	51.33445	2.98409	52.88787	0.878	18.12809	0.92378	36.72745	0.276
100	51.01765	1.59364	58.95053	1.025	69.68532	1.42857	64.54485	1.11	23.14602	0.37806	29.60491	0.284
101	111.3376	10.17728	726.7053	27.441	96.91133	9.66134	758.2222	25.936	51.10588	5.48352	389.0586	7.031
102	174.2577	10.15828	1005.663	73.396	167.8929	10.11929	1031.161	75.985	132.5723	6.62679	746.9229	42.418
103	97.07766	11.06468	448.1645	14.245	94.43491	11.33525	417.8263	11.574	43.82629	4.86183	283.555	4.635
104	51.58231	4.29764	303.5157	4.757	45.1182	5.62628	309.573	5.118	49.09049	2.92623	266.3382	4.227
105	55.95712	3.44064	389.9308	8.276	55.40757	2.97243	378.297	7.288	27.97727	1.64654	182.3542	1.41
106	120.9841	15.27269	890.9197	39.032	140.0319	12.65933	930.47	44.524	45.17263	4.03349	314.0027	4.397
107	43.1597	3.42276	216.1532	3.35	50.86527	4.63705	220.8737	4.37	15.1047	1.30749	84.75431	0.325
108	106.2486	6.4171	408.4553	12.935	77.78442	9.00598	339.047	8.329	18.34928	2.32931	160.8048	1.075
109	94.58201	11.30853	530.4861	14.982	120.1713	20.47114	652.0897	27.669	40.9862	9.56521	361.0535	6.484
110	86.14757	8.69657	691.9184	19.701	75.38662	15.91557	681.2192	18.972	33.8274	4.14477	330.9661	3.543
111	45.73615	3.38551	215.8099	3.96	81.06657	3.99997	232.8308	4.944	28.69646	2.05055	138.8487	1.184
112	50.8535	1.70958	56.27607	1.035	43.98517	1.21568	46.19329	0.635	31.296	0.83999	52.54063	0.838
113	65.61954	1.97555	28.57971	0.721	83.56088	2.23607	26.48865	0.717	18.16661	0.35676	20.031	0.146
114	36.15344	0.66031	16.49327	0.215	52.50823	1.34229	16.12359	0.273	18.54453	0.20766	15.38627	0.106
115	22.1019	0.57944	13.9876	0.076	66.08779	1.50024	18.69224	0.302	31.77122	0.34517	14.96677	0.112
116	40.60506	0.89801	48.59682	0.527	52.22313	8.27	48.84114	0.76	22.49772	0.73598	42.6213	0.399
117	48.86303	0.60836	40.8679	0.566	142.6255	2.88134	65.45965	3.011	54.24419	0.62322	32.34891	0.758
118	26.53144	0.51687	23.9025	0.255	50.76636	1.42941	45.87164	0.709	11.45599	0.3447	20.7819	0.111
119	88.50669	2.09961	135.017	3.488	87.55835	2.33919	132.8944	2.745	28.82074	0.92253	68.6175	0.71
120	84.62515	2.3858	55.02311	1.734	79.69125	2.1786	61.06256	1.915	74.17974	1.01741	45.72655	1.215
121	124.6813	5.42827	18.87941	8.431	165.1772	5.91309	195.7707	11.115	84.8574	2.79879	152.4395	4.856

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
122	67.94255	6.18	31.80595	0.74	81.87089	1.77872	30.27824	0.758	17.98248	0.25571	20.6705	0.149
123	62.08906	1.30743	43.11225	0.76	56.40504	1.17514	46.79679	0.881	11.68347	0.26398	17.27273	0.093
124	98.5979	1.92139	65.15046	2.246	163.4678	3.3449	68.87465	3.226	38.83648	0.59279	42.48015	0.812
125	55.45086	1.65523	58.82291	1.465	64.03261	2.07324	56.70696	1.411	25.49708	0.55151	37.49912	0.426
126	50.18602	1.10196	30.41908	0.41	37.24601	0.78483	31.52114	0.329	35.35834	0.41117	19.82004	0.175
127	101.6944	4.97118	184.1049	8.602	268.3298	9.88211	291.52	42.934	101.8518	1.07036	121.9846	4.56
128	57.73275	1.20579	37.18189	0.752	39.59439	0.60722	30.77385	0.419	39.59439	0.60722	30.77385	0.419
129	76.83745	1.80453	134.0451	4.23	56.61942	1.32774	114.8694	2.665	26.5033	0.46688	48.00196	0.457
130	27.48317	0.61207	28.94846	0.33	63.06818	1.4633	38.16562	0.769	45.04236	0.67258	27.83899	0.499
131	256.1727	3.97898	206.7232	17.959	267.7798	4.26181	213.7549	18.898	92.38676	2.72081	113.6512	4.133
132	37.71424	2.17984	139.649	2.156	50.83539	2.28251	156.6224	3.239	14.29701	0.80587	59.92028	0.316
133	112.3843	5.16598	86.38683	4.38	71.44819	2.74635	66.62671	1.923	48.80092	0.96537	51.74538	1.11
134	15.29578	0.16208	13.96491	0.078	91.14515	1.08086	25.26655	0.74	25.10689	0.22676	13.38824	0.111
135	157.1161	4.42562	76.42585	4.604	131.2764	2.94696	77.83522	4.296	40.39259	0.82675	36.35954	0.558
136	46.79954	1.63062	44.43224	0.709	65.68494	2.23144	50.21924	1.384	57.6231	0.98872	33.63662	0.365
137	41.6006	1.27395	36.62876	0.546	72.80441	2.25627	44.70597	1.019	24.96037	0.86845	25.72455	0.276
138	65.27142	1.80887	58.64931	1.191	96.75822	2.73274	57.02777	1.296	26.68272	0.55301	38.10886	0.337
139	85.83699	4.70002	71.125	1.779	49.59157	2.40954	69.51358	1.191	15.49865	0.43704	32.26525	0.17
140	71.31473	2.06301	55.73886	0.879	67.79742	1.61976	57.6565	1.04	14.32756	0.60395	36.34562	0.21
141	49.80097	1.22625	28.81396	0.579	103.5579	1.96234	32.36975	1.163	25.98044	0.57712	19.18796	0.203
142	47.99288	1.0159	42.904	0.79	62.97573	1.21025	40.57688	0.764	31.11731	0.6722	31.99198	0.471
143	69.16757	2.83609	138.5596	3.305	101.6651	5.39908	147.7676	5.072	29.06747	1.59577	59.62771	0.519
144	85.49443	2.23481	139.7827	4.076	100.2839	3.60659	123.6674	3.718	21.11438	0.62634	47.06385	0.356
145	90.26893	3.03563	202.6155	5.671	63.08696	2.03516	167.215	3.548	21.60277	0.62294	74.37771	0.612

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
146	53.42856	1.34235	56.61669	1.069	38.40763	1.27889	48.04934	0.705	10.05286	0.27782	16.69978	0.052
147	86.55345	2.29581	173.0387	5.025	69.12235	2.0896	139.3449	2.958	27.92687	0.75438	67.60114	0.644
148	46.29869	2.68265	64.09813	1.189	73.34749	2.49615	65.68814	1.358	52.84462	2.25614	67.61507	1.357
149	54.88762	1.87366	198.0597	4.367	56.99066	2.05158	178.3188	3.534	30.47757	1.46342	110.6485	1.426
150	58.91837	2.25737	196.5456	4.576	78.85427	2.69304	229.1395	6.945	40.77004	1.002	139.6506	1.882
151	67.54935	0.9254	42.65223	0.867	49.54109	0.71375	43.03936	0.689	86.711	0.84655	43.11962	1.101
152	59.2498	0.66881	33.65244	0.541	46.97701	0.96492	35.24653	0.487	55.61629	0.62738	32.85965	0.542
153	79.72043	0.54997	20.32322	0.437	44.66236	0.35329	16.85265	0.191	42.13362	0.24715	17.45442	0.199
154	52.25879	0.70042	36.67889	0.43	33.67287	0.61393	36.01563	0.357	22.79917	0.24628	32.26492	0.26
155	40.28893	0.44573	22.45173	0.256	66.93843	1.03521	23.79395	0.453	32.32647	0.37668	20.85937	0.224
156	113.9186	2.04444	45.94405	1.891	157.9823	2.22195	42.27944	2.054	91.34425	1.01323	48.1462	2.092
157	169.8458	2.43933	42.1707	2.66	156.2773	1.63471	36.72551	1.952	48.3831	0.47584	28.32605	0.528
158	113.6881	2.01173	46.57984	2.211	118.3621	2.50263	43.84304	2.084	35.28309	0.67547	33.58052	0.537
159	244.084	8.85562	102.9243	11.066	178.3103	4.56378	110.9924	11.212	123.3955	3.15119	86.10626	4.746
160	59.50504	1.35255	33.00429	0.856	31.187	0.68851	25.45601	0.39	38.76976	1.30217	31.21719	0.644
161	145.7309	4.00243	121.8762	4.438	180.9455	4.87697	125.5465	5.337	65.45981	1.20841	80.45785	1.727
162	88.51651	4.02817	49.98072	1.491	60.1395	2.00509	38.46228	0.533	26.94793	0.55611	30.68377	0.255
163	183.4121	12.50053	178.3886	12.165	179.1776	7.66615	178.0886	8.791	58.40298	1.77337	109.2956	2.632
164	85.7112	1.3278	50.95756	1.549	139.7842	1.9712	51.30121	2.055	55.43327	0.68912	42.54332	9.27
165	154.1333	3.05739	51.50315	4.016	141.8979	2.43259	38.30212	2.053	55.35769	0.59989	27.80629	0.569
166	111.4119	4.23847	108.2459	5.034	117.6227	4.22764	109.4831	5.642	112.5831	2.02219	92.13083	4.147
167	37.25102	1.09799	64.32305	1.223	59.91586	1.53415	76.5178	1.907	44.91431	1.10131	57.91342	1.25
168	63.44686	2.32151	105.3932	2.362	54.52696	1.40837	100.2258	2.116	37.0056	0.6841	70.78578	0.958
169	61.37605	1.00832	27.80682	0.556	34.59921	0.50811	24.08846	0.264	59.92779	0.568283	29.21465	0.629

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
170	51.18746	6.02893	340.6658	6.858	53.20927	4.84153	382.73	7.984	26.12594	1.5705	145.3513	1.443
171	40.79847	3.28406	169.0746	2.382	50.37031	6.36989	233.6461	4.932	32.55279	2.91307	173.5124	2.709
172	47.32452	2.41352	263.8951	5.189	58.77251	2.71261	233.9697	4.039	13.0725	1.31315	93.43997	0.479
173	58.30565	2.57828	274.6045	6.098	39.22383	2.27688	237.3159	4.131	20.92707	0.94878	105.4648	0.777
174	38.92978	1.92491	100.8204	1.349	66.58047	2.35017	102.8045	1.706	13.62058	0.42781	39.26563	0.139
175	196.8353	3.51372	69.27605	5.033	211.2632	2.7318	57.1851	3.978	67.03699	0.59992	38.83273	0.784
176	74.70672	5.68149	455.7196	14.623	75.34672	3.5177	306.1229	6.761	60.68142	3.93113	347.6377	8.919
177	59.58989	4.81848	274.6063	7.05	58.45414	3.45808	244.3982	4.724	25.34225	2.4686	134.582	1.474
178	101.5535	8.51855	233.1208	9.086	157.7041	31.45937	342.9644	27.184	78.95762	7.04387	176.9369	5.847
179	58.83589	2.56596	244.5826	5.93	77.5374	25.33	238.3641	7.274	31.30756	2.7469	130.1736	1.519
180	87.3058	7.36444	376.5935	10.852	78.62273	5.99543	423.9319	13.884	44.49911	2.6811	205.5369	3.174
181	59.18453	0.74092	17.16627	0.36	99.16186	1.20044	19.56062	0.683	25.47283	0.37069	11.46284	0.097
182	46.21863	0.58809	29.21191	0.388	120.4532	1.1681	28.7167	0.901	67.45133	0.63019	28.57832	0.632
183	109.5616	2.05022	35.21096	1.05	87.05604	2.31439	38.72101	1.014	51.81217	0.49576	27.27276	0.555
184	105.7545	4.25283	105.4863	2.799	58.1209	1.91672	98.91238	1.612	16.41561	0.53011	50.86545	0.314
185	159.2987	3.73217	159.5146	6.143	151.0946	4.75988	167.3844	8.104	58.07631	1.19587	78.42372	1.655
186	58.05435	1.04499	25.39249	0.599	40.90636	0.80065	20.134	0.288	25.32509	0.30025	17.46741	0.158
187	108.4869	1.54924	79.003	2.691	127.6112	2.221281	96.47242	0.3969	105.8814	1.52108	78.54149	3.642
188	35.77564	13.21	19.56468	0.22	54.56335	1.67624	25.49551	0.425	31.02324	0.43404	18.85006	0.231
189	49.17144	0.88439	41.01585	0.488	32.47238	1.2793	40.8348	0.459	35.66088	0.60481	23.21015	0.219
190	70.30493	2.04536	92.08378	2.511	183.7408	7.94894	117.9829	7.198	30.68888	0.70735	58.53728	0.732
191	39.86842	0.8617	32.73666	0.472	85.20643	2.18008	41.82129	0.932	54.80771	0.82527	33.15977	0.668
192	51.31979	0.91013	62.26894	1.396	49.38684	1.21738	53.42508	1.13	72.73032	0.88526	53.94109	2.077
193	55.90097	2.07601	36.18054	0.878	42.50456	1.2084	37.0479	0.946	57.04691	1.14618	36.38165	0.784

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
194	85.03038	2.773	98.1621	2.672	98.68124	3.55232	94.71466	2.564	54.65047	2.3928	91.75289	2.024
195	56.91811	3.19278	116.6922	1.937	41.99981	2.27658	113.9308	1.682	15.26452	0.66407	55.36707	0.298
196	57.70525	2.386	89.63958	1.474	51.74696	1.51551	84.35414	1.216	29.23766	0.56348	71.79045	0.714
197	183.4855	15.10134	546.6314	41.203	355.1789	30.88199	604.1399	66.774	134.5771	7.0937	354.1589	17.309
198	57.79995	1.42299	93.80639	1.67	51.59644	1.6735	97.51733	1.609	28.27502	0.84965	66.08014	0.508
199	269.2537	8.78842	583.5992	69.748	421.0539	16.59983	604.1456	83.078	293.6864	8.69837	453.6997	43.917
200	108.8292	4.80512	256.6629	12.67	159.6599	7.71394	286.7782	19.964	60.09638	2.22587	134.715	2.67
201	50.97143	3.8937	107.2601	1.352	82.31425	2.89898	100.9632	1.355	26.34021	0.92897	77.72638	0.488
202	85.99194	4.54463	232.3161	4.799	46.19153	2.90814	204.5309	2.936	47.76166	1.13818	120.1935	1.273
203	64.01951	3.71367	167.2407	3.711	71.65745	1.94319	142.6261	2.494	32.72452	1.19462	83.3763	0.738
204	110.1164	16.50159	491.2365	27.245	94.31115	9.37958	509.0338	23.257	59.2028	5.67072	290.545	7.71
205	58.42008	4.44048	369.3407	7.65	70.53279	4.79494	445.0939	10.363	22.09173	3.96806	265.2425	2.586
206	137.7792	12.40935	628.3961	31.71	118.1438	8.69473	565.8406	21.857	65.89369	6.18474	418.5762	11.5
207	292.8032	45.33063	989.3007	106.224	235.7906	27.30397	1006.283	98.457	178.5766	9.4611	649.4723	43.314
208	84.6374	7.72299	275.0536	6.793	73.22513	6.89649	261.9339	6.63	36.90265	3.66796	214.7889	3.501
209	239.0733	24.78329	533.0681	52.571	207.5857	28.70986	577.621	56.171	146.637	16.56618	404.554	24.331
210	76.85242	3.58517	378.3603	10.566	49.15823	3.16098	313.3489	6.088	28.94788	2.40155	191.6825	2.158
211	40.58062	5.81305	196.7264	3.797	50.46082	6.67704	186.7027	3.535	20.66525	2.00434	97.82729	0.846
212	93.07163	12.43594	279.9916	13.482	177.5605	11.43531	277.7483	17.364	78.77998	5.24499	181.7745	5.782
213	59.61473	6.29943	205.1844	4.743	48.28516	6.29144	204.3607	4.123	30.8643	3.5074	149.1085	1.884
214	62.57782	6.8848	172.9069	3.934	61.57719	6.62525	195.6855	5.663	31.04443	3.12326	117.6231	1.494
215	58.77347	6.21608	122.7972	2.19	88.50289	7.86993	146.3241	3.347	22.07946	1.12491	89.90979	0.677
216	36.46206	1.42537	76.89178	0.909	69.92485	4.00477	79.88816	1.626	15.90878	0.55164	49.15418	0.288
217	62.38054	2.91197	142.223	2.624	66.58225	4.47641	152.701	3.54	21.37122	0.85876	69.36551	0.487

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
218	88.43463	8.49615	155.1132	7.969	69.84053	7.13818	131.743	5.502	68.47774	4.23235	84.59819	1.977
219	144.0167	8.87022	456.7105	20.415	179.3136	7.8311	437.3235	21.835	79.83861	4.53821	297.6259	8.398
220	94.66696	14.41913	717.0892	35.29	106.2815	17.07936	677.3503	33.155	44.18605	4.47359	342.0871	6.422
221	91.44905	10.64292	666.2356	31.932	106.103	11.30901	598.3969	23.656	31.14285	8.31956	238.6935	4.52
222	109.9748	14.47916	723.6664	35.933	150.0886	22.52131	797.1712	45.586	34.17256	4.32366	332.0395	5.999
223	93.98597	12.2865	694.2437	29.463	110.8436	16.16475	722.2902	35.18	40.3121	3.85634	350.5782	6.489
224	63.57158	4.97431	392.704	10.379	80.32021	5.70797	391.8149	10.909	36.89935	4.103	259.9383	4.303
225	81.50235	10.43044	633.5129	20.321	88.77067	10.81452	668.4821	25.348	29.15349	3.40812	287.2107	3.833
226	56.57312	7.02206	278.4553	6.681	80.92774	8.84335	333.7393	10.661	46.65185	6.06137	228.9058	4.15
227	149.3083	8.31967	521.3579	31.247	117.5706	7.54118	380.3859	14.323	76.9973	3.62148	273.0593	6.75
228	76.9526	6.07823	476.5109	15.437	85.48395	5.47291	432.0629	12.355	39.26426	2.65583	283.6296	5.179
229	66.65753	4.51515	335.2922	7.505	48.01366	4.30531	339.7807	7.633	47.46583	2.76391	252.8754	4.55
230	70.85014	8.46769	493.2273	13.135	55.02901	4.93115	415.0904	8.349	23.06242	3.1076	258.0735	3.071
231	58.59582	5.16689	482.4908	11.195	60.05176	4.9255	466.5832	9.68	56.46413	1.84376	284.6493	4.998
232	45.37122	5.54011	397.519	7.942	55.59895	6.68404	428.3445	9.231	16.65088	1.97537	128.7457	0.774
233	56.7456	3.89362	348.0066	8.208	57.5406	3.30799	342.7725	7.923	28.15811	1.57843	200.7215	2.6
234	63.94078	14.78655	451.0245	13.363	73.72139	9.92356	543.6665	19.24	24.64657	3.72214	200.572	2.323
235	68.33541	5.89724	326.5618	9.234	64.70673	4.70201	302.2964	7.289	29.8248	1.92395	191.0169	2.548
236	45.89905	5.93393	349.0864	7.525	73.63504	5.50741	365.3558	8.486	37.45988	3.37358	256.5154	3.811
237	92.48062	4.91167	436.0833	14.513	73.15923	5.06422	450.7791	16.082	38.31247	2.62782	183.7903	2.387
238	79.13945	8.70602	278.9013	8.061	50.22034	5.30787	243.3623	5.117	31.31492	3.5582	186.1823	2.557
239	92.48381	4.9181	124.3365	4.12	72.68812	4.05855	126.2001	3.461	55.25322	0.99048	84.23042	1.483
240	91.03665	2.26064	119.2378	4.42	99.8232	2.27772	148.9766	6.477	29.15506	0.54524	51.09703	0.677
241	139.712	6.07289	177.9741	8.098	159.2027	3.80441	182.093	8.021	44.08051	1.34233	80.4113	1.058

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
242	207.0177	4.3882	200.3906	9.794	330.5822	12.27272	239.954	21.197	59.37005	1.48881	101.8368	2.338
243	82.51251	3.17434	49.422	1.607	75.1942	2.60199	46.76888	1.357	31.86776	0.83654	31.58957	0.349
244	97.55421	5.31559	82.33865	3.61	112.5733	4.96039	101.1968	5.706	17.91203	1.27408	40.42065	0.36
245	147.7046	3.90214	147.2737	7.71	125.6713	3.68314	139.5304	7.101	55.61057	1.17761	68.99547	1.568
246	70.28772	5.04832	88.79521	2.429	45.83686	2.7481	84.43638	1.318	39.97196	1.30477	70.00217	0.735
247	51.99584	1.50141	37.10682	0.589	33.31384	1.28867	34.50488	0.386	18.90085	0.74287	29.8229	0.193
248	41.54333	1.45314	43.10774	0.748	54.1473	3.2127	45.31869	0.953	27.75922	0.65865	41.18977	0.405
249	81.51386	6.21955	119.7477	4.062	32.43707	2.1055	95.15748	1.295	17.5452	0.77552	51.16164	0.338
250	201.0751	7.0935	127.6835	10.962	208.5411	7.01416	89.68918	5.919	58.17702	1.88821	60.58329	1.405
251	94.12556	3.89369	118.5368	4.516	84.64257	4.90313	113.4457	4.379	36.31433	1.37733	68.97237	1.039
252	128.393	2.56241	39.82328	1.649	81.76281	1.77089	34.69553	1.027	30.67762	0.49195	27.77235	0.392
253	592.0324	31.04065	635.1831	152.385	581.9135	17.77791	674.6902	149.266	212.9562	7.19681	354.6638	35.864
254	367.1288	40.77082	504.5172	65.876	353.1952	30.98551	465.2195	62.517	226.6759	8.82967	382.5269	35.597
255	370.8135	33.07789	744.9053	119.234	336.0267	25.90042	696.515	93.304	190.5693	5.8519	337.3165	18.786
256	356.8655	22.7414	821.4574	110.659	265.3159	43.98828	801.7965	114.688	237.467	7.55345	439.2819	36.778
257	305.8315	36.79232	603.1896	78.036	246.3553	29.60506	572.3178	72.651	214.8691	8.64281	407.0399	38.218
258	402.545	73.61686	729.4715	155.561	213.431	35.19589	498.6411	41.306	207.8555	12.82575	404.2104	34.85
259	98.53157	7.34965	328.0893	12.194	140.4361	9.25505	371.0733	19.314	67.34865	6.804	197.9454	5.015
260	74.07762	2.32157	185.8706	5.589	107.3041	3.39367	178.3378	6.023	30.80701	2.06013	89.22035	1.336
261	150.7551	7.24578	299.3294	19.886	104.4546	4.28961	242.046	11.398	62.91295	1.79787	115.5848	2.469
262	140.5959	11.00782	231.2606	13.818	91.28235	4.77927	181.4171	6.065	49.9418	3.17874	128.6185	2.568
263	61.41554	5.42466	190.6801	4.104	73.50145	5.45605	168.4686	3.712	38.14248	4.79538	119.2891	1.662
264	22.86198	2.83023	87.69282	0.786	71.06648	8.06732	204.866	5.445	72.68303	9.5065	201.7406	5.192
265	85.79352	3.63653	183.7138	5.643	69.421	2.66642	152.055	3.84	45.33331	2.05674	97.07635	1.537

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
266	60.88686	1.22441	236.9617	6.036	43.98991	1.18103	197.767	3.562	17.47473	1.07071	82.02795	0.665
267	819.9433	33.94551	1939.096	531.097	736.3845	40.7526	1738.359	407.545	420.0269	13.33712	1217.063	176.349
268	445.0224	75.6382	1848.992	459.197	406.0119	53.48858	1485.119	266.994	219.7981	17.61196	893.7863	87.849
269	233.0591	15.02842	918.211	90.925	378.5506	26.23443	1011.225	129.3	211.3384	19.75946	678.1777	56.097
270	336.3757	25.00751	987.895	131.323	338.8462	19.32721	857.5791	110.062	209.2325	10.64509	635.2077	49.636
271	218.6657	15.44656	1245.698	130.793	299.551	19.69481	1230.845	133.026	134.7249	7.48319	670.7796	39.886
272	124.3097	8.55731	528.329	27.984	191.8417	6.43947	594.0106	36.109	76.58071	5.08535	314.8486	10.009
273	167.5784	20.13969	965.4894	79.915	179.606	19.33121	966.3098	80.544	146.8971	8.80105	622.5481	33.15
274	142.238	8.97914	356.5505	21.934	110.3588	6.71057	320.0119	16.738	43.4907	4.03433	171.3838	4.138
275	117.2691	9.20606	383.0336	13.787	109.0022	8.14424	406.8466	17.537	73.80851	6.52945	301.5956	8.639
276	66.41818	5.07977	368.7477	9.691	88.05801	4.1806	362.0822	9.994	33.89435	2.07282	171.6637	2.12
277	55.63804	8.27561	334.1009	8.028	84.25997	13.05003	312.3925	7.897	23.72624	2.93408	177.2928	1.903
278	108.22	4.44413	341.7461	11.203	62.48084	4.85746	265.1583	6.242	40.20149	3.76783	183.1916	2.958
279	35.4145	2.89685	245.6038	3.559	56.53404	3.29711	238.3578	3.747	28.21619	1.65845	190.3004	2.133
280	36.00429	2.35156	214.5332	2.648	54.62488	4.33184	265.4809	4.242	27.15427	1.76316	174.4959	1.762
281	391.896	92.84286	1702.743	239.431	326.0329	47.27172	2020.487	293.888	548.4828	29.85242	1438.732	249.435
282	133.4703	37.41285	1069.454	66.91	192.3038	13.11584	989.9782	55.608	71.33268	10.91167	550.2168	15.733
283	193.8459	17.69652	606.6466	26.534	252.0533	9.08915	641.714	35.166	85.89718	6.54675	409.0485	9.714
284	80.89759	23.43524	646.6144	19.301	66.10513	21.47812	582.0389	15.579	56.93476	13.3597	443.3535	8.74
285	50.33778	15.3771	585.4455	15.06	72.74099	13.90285	675.2671	20.122	37.74646	8.80148	375.8726	6.329
286	82.41111	27.35472	723.7034	26.947	55.67812	22.61854	642.1583	18.983	54.2431	13.66258	540.425	12.136
287	520.6621	72.50548	1950.164	319.591	627.1842	170.6791	2089.582	416.891	430.1949	55.90379	1211.625	166.2
288	197.5618	32.73207	931.686	49.355	160.5885	12.68824	1060.367	59.928	80.15054	5.38291	491.0135	12.803
289	79.29575	17.89195	762.6342	24.884	64.55116	18.52033	769.0437	25.916	38.06779	8.71302	389.8113	6.585

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
290	126.1599	23.02527	1231.976	79.804	120.598	25.41751	1191.626	73.346	70.53798	9.88012	599.0599	18.42
291	382.4715	35.00603	1722.793	267.214	444.7464	21.30348	1882.179	301.488	284.857	19.01031	1186.317	122.482
292	63.47428	16.68575	564.1075	17.022	91.24199	10.59	666.1653	23.553	46.21138	7.31756	454.4049	9.425
293	217.6855	27.81906	1632.165	111.381	193.0732	24.80581	1671.948	121.783	119.7898	13.17443	1060.327	44.099
294	104.2407	25.40426	387.8207	10.212	140.4108	8.71468	351.8043	8.759	74.77072	4.61975	247.3742	4.058
295	70.14296	28.67025	544.2671	13.559	42.1491	11.07677	425.0455	8.593	38.63744	6.5283	289.8256	3.81
296	53.24761	13.07182	428.4765	9.42	57.2351	10.05111	476.5924	11.18	27.72336	5.05175	256.5461	2.966
297	168.714	14.27912	690.0467	31.861	150.3826	18.69563	737.3324	35.778	82.82212	13.87388	455.4813	13.229
298	127.6459	16.55453	654.3875	25.273	112.0795	9.91592	577.0061	18.612	51.04427	5.13074	378.4814	6.811
299	82.11314	17.41739	459.1276	10.847	61.47526	16.30511	437.0357	9.618	66.99823	18.11057	317.1063	5.335
300	126.0224	28.62244	976.1699	44.591	157.8144	38.79299	994.6448	49.416	79.02051	29.01434	994.4676	36.284
301	151.5693	14.47166	534.8216	20.092	147.5847	7.66597	555.8672	20.954	125.3228	8.33975	394.7409	10.07
302	62.6199	21.86385	626.3629	16.453	60.02096	8.1485	567.3694	12.646	27.31733	4.91135	333.9845	3.626
303	44.98143	16.05072	384.0013	6.347	64.6692	7.34461	472.8251	11.554	27.61273	6.26534	314.5112	3.922
304	61.99405	13.48791	475.9872	10.937	55.33484	15.24315	405.0535	7.904	37.64414	14.47488	288.4687	4.033
305	54.34014	21.62794	613.8727	14.374	44.6078	15.75709	582.4517	12.116	32.5845	10.49936	486.8689	7.993
306	79.30914	17.7193	492.0275	12.994	44.66711	13.55465	358.1135	6.27	36.32222	12.66249	281.8167	3.713
307	46.49903	18.04557	341.227	5.996	52.74281	12.92084	395.7559	7.935	35.51886	13.28199	270.2893	3.432
308	63.58304	16.57201	600.3841	15.776	33.56018	7.59232	402.4181	6.266	22.70784	6.45073	332.5175	3.847
309	49.61291	14.19012	354.2257	6.497	34.37952	6.32251	307.5419	4.097	21.25603	5.22451	241.6302	2.28
310	62.96519	4.79293	262.764	8.181	42.34215	6.62924	179.7602	3.974	37.04594	4.2289	120.9807	1.884
311	66.37733	17.61616	725.9314	18.182	48.34238	17.9706	656.0629	14.55	28.97931	7.1894	412.9705	5.615
312	66.80991	17.6977	413.225	9.097	48.49559	8.23003	410.9192	7.896	43.6355	15.24706	295.999	4.212
313	55.09376	4.85445	284.5545	4.882	41.48644	6.83525	275.1802	4.041	26.51823	5.89842	203.6664	2.053

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
314	36.46119	3.36813	304.9635	3.998	60.79663	4.02044	373.0415	6.573	24.14707	4.95508	252.891	2.423
315	37.75239	16.11529	297.4751	4.187	53.69211	8.87105	327.5892	4.844	25.99359	11.25193	213.0678	2.053
316	48.62613	21.00417	503.5284	10.084	50.65164	6.76297	451.794	7.817	22.25072	4.19559	285.3986	2.633
317	68.84474	13.78964	338.3282	6.057	48.57227	8.51215	413.2231	7.491	18.8045	4.76267	194.7643	1.436
318	52.16557	7.23818	158.4089	2.952	47.97405	5.76129	152.1463	3.304	18.98146	4.58047	109.2903	1.256
319	50.88206	6.60912	277.1257	4.925	36.47122	11.48545	235.3681	3.133	21.95137	5.97494	188.4242	1.742
320	67.17491	9.57779	239.0028	3.85	74.88906	8.05501	292.4123	5.8	29.54641	8.51081	165.1319	1.407
321	86.74934	12.37134	386.4515	8.908	60.47764	9.04063	374.8421	7.366	53.27766	9.30809	287.5479	4.505
322	191.3521	12.46737	397.4808	15.01	77.99098	9.14551	308.5201	6.546	74.93241	9.58484	270.8854	5.493
323	77.53554	13.65973	521.5066	14.295	59.25287	8.07058	384.9321	7.325	27.32468	5.08768	205.0695	1.617
324	79.69737	23.63673	773.4489	22.593	79.08601	22.91218	791.767	25.968	42.87885	15.81187	523.5802	9.165
325	50.38433	24.23371	911.4053	25.925	69.85327	24.10015	1069.506	34.594	22.93256	13.03305	372.5657	4.403
326	57.1581	14.45059	478.2624	9.457	43.11003	9.33153	466.0047	7.872	16.93696	5.3614	229.8199	1.774
327	48.35515	10.95025	515.1121	10.27	69.45267	16.46606	424.2073	8.138	33.3196	7.06308	295.862	3.692
328	264.3903	22.24628	526.6546	44.615	234.0028	21.8514	603.7579	57.056	149.3856	5.50077	360.65	17.962
329	338.4169	28.56585	691.4622	94.553	432.2242	41.32052	792.6842	140.279	331.0753	23.50481	503.1972	47.396
330	110.867	20.89965	447.8099	16.998	88.93021	9.752	430.3125	15.585	62.06447	6.1852	288.7397	6.707
331	138.2831	10.75184	337.2666	10.764	61.14766	5.67515	279.9308	5.949	58.01998	3.81358	215.778	3.418
332	181.3741	12.07736	560.3747	28.559	146.335	22.44786	568.4849	29.301	78.98207	12.75137	310.7124	8.868
333	102.934	13.24282	467.3148	15.481	87.82369	12.56735	460.7814	15.549	80.96784	7.81872	300.0098	7.759
334	241.4406	39.42945	390.295	23.063	159.026	9.46407	232.3871	13.903	83.77799	44.59398	360.548	11.168
335	120.7327	11.61269	303.0932	10.76	73.6858	5.82958	289.9974	6.062	67.52034	5.39612	246.5123	4.29
336	276.0463	15.56361	481.6517	33.128	225.265	22.00909	534.7654	38.609	86.42992	7.67314	357.7046	9.871
337	146.9401	9.50524	241.2922	6.588	117.5909	6.61723	251.7027	6.083	34.11353	3.68152	241.8799	3.304

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
338	353.9766	33.4145	798.1389	96.552	309.4419	34.39084	865.761	108.566	211.3031	21.86503	515.6029	41.104
339	128.6984	7.78256	285.3847	9.298	65.53079	5.63119	211.9008	3.412	58.51617	6.51316	223.8689	4.173
340	161.8741	10.53012	457.9639	23.778	128.2432	9.97741	477.5622	20.591	127.6316	11.33551	417.7132	17.19
341	111.5074	4.58623	582.2939	19.237	99.96733	5.08733	634.0599	22.714	42.07864	3.59812	280.5837	4.258
342	309.2304	34.4453	535.6621	62.912	221.1444	28.05853	479.0113	33.168	128.7171	16.49116	317.1117	14.468
343	178.8211	19.18173	505.5337	36.015	87.24659	8.28204	521.887	19.365	72.19144	5.6644	290.0433	6.567
344	53.83429	13.72802	163.4495	3.537	35.29754	4.21411	140.7158	1.675	23.2369	3.73112	97.90308	0.724
345	71.41085	13.43518	253.4492	7.506	54.10963	4.17228	237.7499	6.199	38.79798	6.08194	135.6296	1.827
346	56.32826	3.46998	260.9318	5.21	43.24196	3.16475	231.9383	3.868	23.82594	1.41391	139.7797	1.353
347	137.3021	16.52413	347.5424	16.608	113.9364	15.61156	327.925	13.568	75.78154	9.15041	237.4784	6.213
348	73.16218	7.75468	419.9661	10.141	57.87597	11.58169	401.8036	10.285	49.70409	6.6171	307.1503	5.574
349	48.14002	2.76279	165.7023	3.579	86.55105	3.33433	200.1382	5.835	44.16273	2.53312	143.6595	2.546
350	73.66185	7.04406	297.886	7.274	125.4839	16.5199	460.338	19.797	57.62714	8.5733	209.1151	4.155
351	108.2516	4.18073	440.0929	15.86	194.5849	5.56652	471.0602	25.483	66.78486	2.62499	268.1097	5.161
352	78.03647	11.9422	405.8628	13.095	94.0277	10.64539	379.8691	13.753	37.75542	5.66734	196.8974	2.851
353	56.69417	4.62103	328.4928	6.512	50.84809	6.20543	280.5208	4.594	19.89607	2.18352	168.6402	1.371
354	101.2697	11.36382	290.5353	9.121	73.16227	8.89148	287.8576	7.017	50.93164	5.48084	240.8939	4.323
355	63.16507	5.93214	318.1854	7.403	57.76831	8.75448	333.9504	7.489	58.22538	4.08362	210.5746	2.985
356	51.03739	2.42336	309.1233	5.25	36.04571	2.64225	237.8143	2.89	23.50373	1.22086	169.928	1.342
357	78.38571	7.31612	263.5877	5.192	42.03019	7.47667	274.4625	5.181	29.03479	5.38455	187.512	1.934
358	92.74887	7.38488	498.1517	13.814	50.85461	4.78958	502.6382	11.549	32.94823	3.02428	209.2057	2.343
359	120.701	15.88894	506.406	22.229	154.0515	23.40668	551.3589	28.58	58.94181	8.57895	324.0241	6.916
360	55.62617	3.74455	271.1308	5.34	55.95092	4.22617	277.5917	5.544	20.00501	1.51716	105.9732	0.717
361	49.6769	5.84941	188.7182	3.209	50.96444	5.00558	186.4657	2.825	26.8846	3.48222	131.8653	1.115

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
362	72.38974	7.05607	290.7189	6.7	45.32124	5.74298	239.3709	3.295	28.81128	3.22854	181.831	1.783
363	83.34147	9.50927	366.2368	8.611	73.88873	7.33963	368.2468	8.747	42.40663	4.58661	226.8343	2.751
364	69.81397	6.13111	377.92	8.21	70.41896	9.07771	425.435	11.076	54.12444	6.14823	272.7093	4.892
365	47.06438	8.07109	299.9278	5.366	58.79409	5.38899	278.9223	4.758	25.42477	2.3136	190.1327	1.747
366	102.7091	13.61489	640.7962	20.194	66.34611	12.71877	596.597	14.837	45.57345	7.44847	326.9569	4.322
367	210.9444	8.88992	599.2612	25.12	359.1954	13.75339	677.0852	43.045	122.9943	8.7609	411.5961	9.159
368	300.5087	12.79541	925.2496	57.569	202.453	9.8342	823.4985	38.577	109.6199	7.98826	507.3561	13.853
369	231.5706	8.85663	557.6512	23.597	137.062	8.19261	531.5048	17.507	54.91756	4.25773	311.5387	4.762
370	63.77267	7.13134	418.5885	7.302	65.23899	9.67969	448.0911	9.994	26.61492	3.30825	223.8281	1.978
371	38.51905	11.74606	512.4357	9.55	62.66091	14.31101	690.831	20.266	28.75642	6.26283	321.29	3.954
372	556.6476	131.1638	3194.064	586.842	584.6534	141.0654	3089.997	557.12	656.6822	75.7534	1961.472	270.576
373	626.055	102.8411	2426.095	345.687	678.4855	90.78771	2410.869	369.6	458.0396	45.38985	1762.88	201.906
374	428.5635	86.50721	2490.458	372.919	610.3447	95.6037	3143.551	643.791	387.4994	24.20555	1803.732	210.371
375	123.8746	8.4022	489.1468	34.763	175.1449	15.00529	578.1642	55.403	158.3254	5.14629	493.2903	37.146
376	246.7166	17.65134	871.8946	134.54	336.3581	27.77275	1042.086	201.999	123.9648	7.62384	408.3253	25.148
377	288.2155	33.58673	940.9296	148.874	356.7675	43.45229	1059.321	209.9	191.7884	11.04009	627.4361	59.976
378	447.0017	75.63483	2694.067	426.114	447.0017	75.63483	2694.067	426.114	344.0694	28.88758	1934.085	219.412
379	310.8946	49.6382	2906.672	431.257	357.252	59.0234	2694.486	385.422	157.4792	35.65008	1480.073	108.91
380	592.3544	110.0573	3001.175	724.407	555.5879	84.71244	2896.315	603.428	313.7525	26.66614	1692.882	201.862
381	1966.739	55.24705	8710.927	5247.251	1948.767	81.7928	10734.73	8078.487	1352.51	31.3622	5774.073	2879.269
382	123.856	28.05226	141.8116	8.888	105.6992	17.94162	165.6025	8.262	91.54536	5.91835	126.4404	5.179
383	301.9103	45.06408	2285.893	251.766	368.8354	31.91575	2330.818	275.405	224.8782	20.81343	1697.18	133.907
384	310.2307	37.26081	2198.002	255.071	297.7021	31.79038	2018.971	225.455	224.8782	20.81343	1697.18	133.907
385	189.1567	29.97741	1416.385	97.227	302.7921	30.37046	1720.718	178.996	173.6027	19.03681	1413.351	95.525

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
386	159.2434	16.51997	1681.6	119.844	152.4768	13.02885	1643.093	112.308	74.72182	7.69588	836.91	28.336
387	126.0763	8.29052	458.4688	26.264	154.2794	10.20609	549.1525	40.051	98.09719	8.55179	325.5811	13.03
388	154.0239	26.3037	1245.373	73.474	123.2212	23.42139	1134.835	61.59	131.0773	19.04202	1003.452	46.798
389	112.5923	26.09888	1110.534	55.997	143.9732	28.45023	1190.368	72.696	106.2683	19.93142	1000.68	45.221
390	201.0454	38.27371	1508.617	120.869	235.9051	43.47162	2031.045	233.568	321.7006	17.86442	1558.356	146.178
391	108.3642	16.97663	1396.527	79.448	127.1682	16.06564	1463.529	89.404	75.72857	9.73474	893.5715	32.702
392	630.312	116.7981	2251.718	429.742	654.4308	80.46234	2135.994	427.511	592.2768	62.8177	1565.72	219.033
393	312.4077	37.5794	2260.015	252.521	340.9723	40.85144	2306.866	270.36	165.9755	15.3688	1274.448	76.467
394	109.3109	26.46698	1132.608	50.947	150.2637	30.51743	1297.378	68.654	88.18345	17.84449	984.8318	36.589
395	135.8846	50.77096	835.8768	42.074	157.0075	31.86282	760.1863	32.551	114.2004	14.51263	593.0111	17.881
396	228.72	53.42584	2215.419	234.841	253.8449	59.02413	2407.41	270.125	165.8403	16.93016	1540.237	99.955
397	89.42042	5.03908	213.354	9.708	98.25758	5.09352	240.8915	11.271	44.94159	2.76555	130.3148	3.081
398	298.114	55.4182	1485.82	119.703	373.8727	36.40872	1326.602	101.858	166.5085	28.27601	848.929	37.185
399	346.7346	104.3649	1882.182	247.812	378.0166	124.8448	1829.941	269.718	380.4305	27.65562	1438.611	162.85
400	155.5446	10.68705	1146.72	60.012	142.4474	14.91656	1039.907	47.934	71.46872	13.36166	666.0056	19.224
401	182.7604	26.93727	1493.743	109.923	140.4487	29.62178	1332.03	89.052	138.3082	19.51959	1093.947	59.951
402	162.6369	12.53206	1145.205	84.041	96.59522	12.67129	788.1248	38.625	63.75101	4.47234	573.6064	19.164
403	773.812	133.3734	2628.302	385.09	603.1303	131.4453	2244.925	356.502	471.1944	79.32383	1277.333	134.971
404	670.1654	76.85396	2123.227	348.757	603.1303	131.4453	2244.925	356.502	448.368	40.89209	1713.236	217.461
405	180.3729	21.9014	1465.453	95.681	167.5527	17.80185	1296.926	78.996	72.2508	11.35886	703.7433	18.234
406	199.6077	39.53583	1629.64	124.656	245.0479	39.12046	1716.169	140.366	122.3273	19.07556	1100.698	52.394
407	692.2899	157.7686	2332.911	649.652	591.8801	116.4637	2038.987	380.892	609.7286	65.15098	1691.928	305.094
408	121.4016	14.36967	1852.554	123.622	140.9604	19.40432	1658.014	97.906	51.32142	4.85169	744.6038	19.171
409	504.1141	145.2642	3207.771	697.337	572.9493	155.4355	3674.209	859.948	353.3367	53.12191	2038.053	294.436

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
410	165.9882	52.26753	612.7208	72.729	236.8543	98.82286	772.524	112.973	223.2624	30.33012	477.9796	50.6
411	163.6721	6.46351	1320.04	70.281	144.673	6.71693	1351.108	72.703	47.56319	6.77763	456.6811	7.685
412	160.8335	35.00759	1260.252	84.103	144.673	6.71693	1351.108	72.703	151.0721	19.18155	939.1363	42.694
413	739.2937	76.19662	2448.645	535.978	651.6892	90.48656	2372.313	527.934	456.8963	30.44984	1561.641	200.673
414	82.42208	11.03638	1330.891	56.244	89.48938	9.21385	1177.696	44.607	55.50798	3.9245	545.5989	10.043
415	52.47186	7.87415	659.0449	14.877	56.38749	12.04373	659.2074	14.964	32.54155	8.24585	364.1049	4.657
416	74.6426	10.18531	364.0584	10.137	98.65563	15.74404	522.5245	20.16	86.19924	7.10297	267.1772	6.306
417	222.9263	48.30287	2007.641	179.431	286.6964	41.11711	2559.712	325.856	213.0544	20.08937	1663.508	128.238
418	324.9373	54.61748	1867.317	307.088	463.19	42.19349	2194.962	454.496	273.112	19.34359	1440.815	173.062
419	83.63829	25.84179	1210.126	48.954	128.1085	31.71116	1371.285	71.625	35.22685	8.69202	519.9435	8.557
420	50.75709	4.35496	627.1219	14.627	54.59259	8.13755	545.2571	12.641	38.93486	6.99621	345.8717	4.526
421	45.20169	5.70701	425.3109	6.706	68.25559	7.06683	550.5028	12.268	38.21521	6.64073	334.0038	4.175
422	74.03649	5.43786	655.6895	16.992	77.17609	6.54841	512.5427	10.786	39.54556	6.7466	338.6087	4.342
423	136.1944	33.5072	826.1086	42.608	99.75988	23.25272	656.2539	23.411	97.88438	22.39746	622.0538	22.328
424	375.2464	22.12012	545.4879	69.272	276.1224	36.72124	493.5454	52	202.4779	15.39243	489.665	39.312
425	67.85737	13.96253	788.6528	20.555	80.71151	16.44647	849.0535	25.216	34.78165	7.98226	519.5706	7.822
426	45.84997	3.0666	96.74816	2.328	53.45314	1.58215	117.1342	3.909	33.54427	2.89768	76.92144	1.416
427	145.4681	23.36888	1225.097	60.668	221.3222	29.17378	1403.862	92.424	86.12971	15.09806	891.1272	27.707
428	114.8788	23.41275	1026.146	41.842	112.6744	31.89824	1041.159	42.204	93.90582	12.91097	600.7175	12.993
429	835.7612	123.9406	4340.852	1514.834	991.7636	80.57388	4336.499	1326.096	668.2571	41.64418	2774.4	610.699
430	234.6437	15.87396	2156.736	176.28	211.5888	20.21536	1929.459	147.624	87.05215	10.8523	993.182	32.965
431	46.90943	4.26149	91.81489	2.157	62.46695	2.94028	83.11124	1.908	59.58621	3.53659	82.3857	1.76
432	618.6598	97.00272	3370.769	771.076	568.7866	112.3234	3138.841	618.961	579.0553	41.95885	1923.379	307.737
433	84.46229	18.08927	1266.043	52.169	99.02882	13.66126	1375.698	60.223	55.20229	8.38772	765.9646	18.77

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
434	1072.008	102.6392	3016.031	738.655	772.6692	74.64042	2914.931	631.735	1055.47	63.36712	2512.196	673.535
435	1314.689	65.43868	2876.727	676.91	741.0577	50.19765	2684.755	550.687	574.8786	37.56322	1858.057	233.943
436	581.3834	98.7133	3194.409	746.048	651.8962	186.7807	3417.377	926.154	840.5383	52.37333	2377.753	462.15
437	132.9174	27.32617	813.7028	32.11	109.4698	13.10555	738.8918	23.012	49.71144	11.69406	518.0671	10.892
438	507.7035	51.972	2396.597	434.358	500.9424	67.43684	2166.164	366.336	356.1535	34.40117	1493.81	183.153
439	999.3831	92.71283	4172.381	1108.138	1178.116	110.2201	5322.919	2057.172	921.5679	74.27376	3225.727	1102.808
440	354.8348	44.91105	1383.251	170.404	355.5294	48.03141	1197.959	135.542	146.405	19.22547	736.2046	37.315
441	1198.743	75.87032	4132.209	1796.945	1351.5	171.28	4698.248	2471.213	716.9385	42.63813	2462.879	654.415
442	382.6435	54.19423	2591.316	352.732	518.0319	51.83453	2565.928	385.232	218.423	29.42492	1436.943	109.909
443	103.7605	12.84871	1076.711	42.524	123.112	14.64286	1096.29	45.285	59.74013	8.69822	703.0263	15.412
444	38.01093	14.50485	510.9278	8.025	49.23931	18.75588	538.4361	10.437	23.20573	10.87789	441.719	5.327
445	100.4958	3.39339	207.9472	9.324	60.14852	3.52935	107.2144	2.377	27.42602	2.00489	64.50399	200.489
446	216.4727	79.07956	2186.389	203.598	193.8746	63.34358	2256.595	228.679	174.6622	29.64514	1416.449	85.396
447	68.14652	47.4617	1122.676	44.293	63.04637	26.74708	959.2997	30.81	54.20975	27.11177	881.4483	24.511
448	46.73712	24.927	433.0065	8.034	55.86884	13.68587	404.4938	6.959	28.68646	7.77641	320.965	4.056
449	54.34603	8.017	832.4473	20.038	65.67645	12.75248	899.9667	25.763	28.95251	4.46557	504.4222	6.923
450	116.9798	14.55609	516.7955	17.31	78.87738	7.92626	475.7687	11.982	67.98091	7.2569	399.475	8.138
451	136.4949	13.90847	558.9413	19.376	133.8091	19.90619	577.0294	20.468	95.61555	10.70829	424.2921	9.367
452	55.70212	6.60363	304.7483	9.908	58.8738	6.35772	213.9672	5.348	46.26946	6.29056	160.0164	3.102
453	113.9653	21.71506	654.2129	19.888	117.1531	17.01421	604.592	16.964	36.34961	10.01062	555.0037	8.239
454	51.04136	7.49403	426.0341	8.805	61.02009	13.6063	440.9672	10.506	49.48247	7.44557	291.6028	3.902
455	112.4338	16.59791	853.4843	28.52	74.19087	26.05093	851.8362	25.723	44.01303	7.41293	486.099	8.048
456	52.18702	9.20341	684.9386	13.94	59.36833	18.70527	716.1476	17.278	29.13638	8.80772	478.7456	5.983
457	87.53506	13.06813	699.6195	18.023	65.00782	20.02134	649.7565	13.317	52.38016	8.20232	511.2125	7.216

Çizelge B.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların deprem parametreleri.

No	E-W				N-S				U-D			
	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)	PGA (cm/sn ²)	PGV (cm/sn)	CAV (cm/sn)	Arias (cm/sn)
458	70.6763	13.20643	943.2037	23.209	77.39843	17.26091	866.8622	20.79	33.01922	5.50034	486.108	5.685
459	42.9545	15.10257	764.9519	14.723	53.56022	13.18063	705.7124	13.682	22.59696	6.8429	480.4699	5.011
460	46.09672	8.87513	291.3938	3.157	55.19362	13.15149	262.6958	2.624	39.46073	3.98787	219.7901	1.792
461	60.83906	6.38922	371.3289	6.102	70.57762	13.42898	386.7906	6.941	32.92193	4.42636	308.2401	3.348
462	58.68047	6.68895	261.9242	3.545	73.19069	9.46595	288.0042	4.795	46.08753	3.89504	213.8895	2.626
463	60.4781	7.04491	500.8865	8.035	66.38573	15.08201	627.8573	14.372	62.01171	7.47064	362.5331	4.704
464	64.26508	6.42372	321.2852	4.786	58.30332	3.77604	297.3906	4.199	17.94835	2.73808	190.6078	1.161

EK C: Şiddet parametreleri veri seti.

Çizelge C.1 : Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
1	19950314000651_2002	2002	2.30	4.70	7.88	2.79	5.19	8.65	1.93	4.33	7.31
2	19951001155713_0302	0302	3.96	6.36	10.50	3.58	5.98	9.90	3.00	5.40	8.98
3	19951011044459_0306	0306	2.05	4.45	7.49	2.37	4.77	7.99	0.96	3.36	5.78
4	19951011044459_0305	0305	2.12	4.52	7.61	1.57	3.97	6.74	0.89	3.29	5.67
5	19960814015503_0502	0502	1.85	4.25	7.17	1.26	3.66	6.26	0.98	3.38	5.81
6	19970122175720_3102	3102	2.62	5.02	8.40	2.61	5.01	8.37	1.95	4.35	7.33
7	19971021104934_5401	5401	1.70	4.10	6.94	1.32	3.72	6.34	0.40	2.80	4.90
8	19980704021539_0115	0115	1.95	4.35	7.34	2.09	4.49	7.56	1.54	3.94	6.68
9	19980704092422_0115	0115	2.23	4.63	7.77	2.10	4.50	7.57	1.45	3.85	6.54
10	19990405174552_2504	2504	0.91	3.31	5.71	1.47	3.87	6.58	0.85	3.25	5.61
11	19990817000139_1404	1404	3.03	5.43	9.04	3.06	5.46	9.08	3.07	5.47	9.10
12	19990817000139_1612	1612	3.30	5.70	9.45	3.15	5.55	9.21	2.50	4.90	8.20
13	19990817000139_3403	3403	2.78	5.18	8.65	3.10	5.50	9.14	2.26	4.66	7.83
14	19990817000139_4101	4101	3.61	6.01	9.95	3.27	5.67	9.41	2.97	5.37	8.94
15	19990817000139_4106	4106	3.46	5.86	9.70	3.83	6.23	10.30	3.41	5.81	9.62
16	19990817000139_5903	5903	2.84	5.24	8.74	2.93	5.33	8.87	2.08	4.48	7.55
17	19990817000139_8101	8101	4.07	6.47	10.66	3.85	6.25	10.32	3.27	5.67	9.42
18	19990817000139_3401	3401	2.25	4.65	7.80	2.30	4.70	7.88	1.96	4.36	7.35
19	19990817000139_1604	1604	2.37	4.77	8.00	2.44	4.84	8.10	2.08	4.48	7.53
20	19990817000139_4302	4302	2.73	5.13	8.56	2.38	4.78	8.01	1.87	4.27	7.21
21	19990817000139_5401	5401	4.19	6.59	10.85	-	-	-	3.78	6.18	10.21
22	19991112165721_1406	1406	2.85	5.25	8.75	2.88	5.28	8.80	2.68	5.08	8.48
23	19991112165721_8101	8101	4.25	6.65	10.96	4.20	6.60	10.87	3.60	6.00	9.93

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
24	19991112165721_1401	1401	4.38	6.78	11.15	4.26	6.66	10.96	3.45	5.85	9.70
25	20000120103601_8101	8101	2.05	4.45	7.50	1.61	4.01	6.79	0.67	3.07	5.33
26	20000402185742_5401	5401	1.99	4.39	7.40	1.42	3.82	6.50	1.19	3.59	6.13
27	20000606024151_1801	1801	2.39	4.79	8.03	2.34	4.74	7.95	1.96	4.36	7.35
28	20000823134129_5402	5402	3.05	5.45	9.06	2.95	5.35	8.90	1.79	4.19	7.09
29	20001004023402_2002	2002	1.61	4.01	6.79	1.54	3.94	6.68	1.29	3.69	6.30
30	20020203071129_0301	0301	2.62	5.02	8.38	2.99	5.39	8.97	1.72	4.12	6.97
31	20021214010248_4604	4604	1.56	3.96	6.72	1.84	4.24	7.16	0.96	3.36	5.79
32	20030410004025_3502	3502	1.91	4.31	7.28	2.37	4.77	8.00	1.25	3.65	6.24
33	20030501093555_1201	1201	1.94	4.34	7.33	2.26	4.66	7.83	1.14	3.54	6.06
34	20030723045609_2007	2007	2.49	4.89	8.19	2.36	4.76	7.97	1.28	3.68	6.28
35	20030726083654_2007	2007	2.38	4.78	8.01	2.47	4.87	8.16	2.31	4.71	7.90
36	20030927193425_0502	0502	1.69	4.09	6.93	1.70	4.10	6.94	1.09	3.49	5.98
37	20060208040743_5401	5401	2.14	4.54	7.63	2.59	4.99	8.34	1.41	3.81	6.48
38	20060208052427_5401	5401	1.76	4.16	7.03	1.80	4.20	7.10	1.12	3.52	6.02
39	20060605042338_0907	0907	1.79	4.19	7.09	1.38	3.78	6.43	0.56	2.96	5.15
40	20061024140038_1606	1606	2.75	5.15	8.59	2.83	5.23	8.72	1.78	4.18	7.07
41	20061024140025_1609	1609	2.50	4.90	8.21	2.07	4.47	7.53	1.45	3.85	6.55
42	20061024140026_1608	1608	2.48	4.88	8.16	2.12	4.52	7.60	1.56	3.96	6.73
43	20061024140041_1607	1607	3.05	5.45	9.07	2.87	5.27	8.78	1.68	4.08	6.91
44	20061024140027_1601	1601	1.51	3.91	6.65	2.26	4.66	7.82	1.26	3.66	6.25
45	20070209022301_2301	2301	1.99	4.39	7.41	1.70	4.10	6.94	1.15	3.55	6.07
46	20070825220536_1206	1206	2.58	4.98	8.33	3.17	5.57	9.25	2.26	4.66	7.82
47	20071029092316_2004	2004	1.26	3.66	6.26	2.01	4.41	7.43	1.83	4.23	7.15
48	20071228205705_0610	0610	1.41	3.81	6.48	1.83	4.23	7.14	0.73	3.13	5.41

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
49	20090217052819_4504	4504	2.07	4.47	7.52	2.35	4.75	7.96	1.30	3.70	6.32
50	20100308023229_2303	2303	2.37	4.77	7.99	2.36	4.76	7.99	1.65	4.05	6.86
51	20100308023229_1201	1201	1.87	4.27	7.20	2.13	4.53	7.61	1.36	3.76	6.41
52	20100308160712_1607	1607	1.29	3.69	6.29	1.91	4.31	7.28	0.70	3.10	5.38
53	20100308160712_1606	1606	1.74	4.14	7.01	1.17	3.57	6.11	0.62	3.02	5.25
54	20100917101705_0204	0204	2.26	4.66	7.82	2.29	4.69	7.86	1.83	4.23	7.15
55	20101009163703_2304	2304	1.43	3.83	6.51	1.72	4.12	6.97	0.28	2.68	4.71
56	20101111200800_0905	0905	2.55	4.95	8.28	2.01	4.41	7.43	1.49	3.89	6.62
57	20101208215052_0905	0905	2.54	4.94	8.27	2.10	4.50	7.57	1.65	4.05	6.87
58	20110120020936_4113	4113	2.08	4.48	7.54	1.80	4.20	7.10	0.68	3.08	5.33
59	20110120020936_4115	4115	2.15	4.55	7.65	2.47	4.87	8.15	1.70	4.10	6.94
60	20110205023751_0905	0905	1.37	3.77	6.43	1.85	4.25	7.18	0.96	3.36	5.78
61	20110519201522_1614	1614	2.05	4.45	7.49	1.68	4.08	6.92	0.87	3.27	5.64
62	20110519201522_4306	4306	2.29	4.69	7.87	2.59	4.99	8.34	2.09	4.49	7.56
63	20110519201522_4504	4504	3.46	5.86	9.72	3.89	6.29	10.39	3.07	5.47	9.10
64	20110519201522_4304	4304	2.25	4.65	7.81	2.30	4.70	7.89	1.72	4.12	6.97
65	20110524025528_4305	4305	2.24	4.64	7.80	2.21	4.61	7.75	1.09	3.49	5.98
66	20110528054717_4305	4305	2.24	4.64	7.79	2.67	5.07	8.47	1.79	4.19	7.08
67	20110528180647_4305	4305	1.07	3.47	5.95	1.77	4.17	7.05	0.72	3.12	5.40
68	20110529013139_4305	4305	1.21	3.61	6.18	1.90	4.30	7.25	0.52	2.92	5.09
69	20110627211358_4305	4305	2.25	4.65	7.81	2.74	5.14	8.58	1.87	4.27	7.22
70	20110627211358_4504	4504	1.61	4.01	6.80	1.70	4.10	6.94	0.51	2.91	5.08
71	20110627212850_4305	4305	1.77	4.17	7.05	1.77	4.17	7.05	0.90	3.30	5.69
72	20110629194805_0121	0121	1.30	3.70	6.31	1.50	3.90	6.63	0.95	3.35	5.77

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
73	20110711160912_1101	1101	2.36	4.76	7.98	2.46	4.86	8.13	1.26	3.66	6.25
74	20110720175112_4305	4305	1.53	3.93	6.67	1.62	4.02	6.82	0.34	2.74	4.81
75	20111023104120_6503	6503	3.06	5.46	9.08	3.47	5.87	9.72	2.37	4.77	8.00
76	20111109192333_6510	6510	2.82	5.22	8.71	2.82	5.22	8.70	2.12	4.52	7.61
77	20111109192333_6501	6501	3.60	6.00	9.93	3.27	5.67	9.40	2.58	4.98	8.33
78	20111204221502_6501	6501	1.61	4.01	6.80	2.10	4.50	7.57	1.35	3.75	6.39
79	20111204221502_6509	6509	1.86	4.26	7.19	2.04	4.44	7.48	1.49	3.89	6.61
80	20111227075146_0905	0905	1.58	3.98	6.76	1.98	4.38	7.39	0.99	3.39	5.82
81	20120121004501_2511	2511	2.33	4.73	7.93	2.32	4.72	7.92	1.32	3.72	6.35
82	20120326103533_4902	4902	1.86	4.26	7.20	1.95	4.35	7.34	1.56	3.96	6.73
83	20120503152025_4305	4305	2.82	5.22	8.70	3.53	5.93	9.82	2.05	4.45	7.49
84	20120503152025_4304	4304	1.81	4.21	7.12	1.78	4.18	7.07	1.06	3.46	5.93
85	20120503152025_4504	4504	1.66	4.06	6.88	2.02	4.42	7.45	1.11	3.51	6.02
86	20120607205425_5903	5903	1.51	3.91	6.65	1.19	3.59	6.14	0.47	2.87	5.00
87	20120610124415_4803	4803	3.53	5.93	9.82	2.87	5.27	8.78	2.23	4.63	7.77
88	20120614055251_7301	7301	2.24	4.64	7.79	1.74	4.14	7.01	1.07	3.47	5.95
89	20120707070745_5401	5401	1.14	3.54	6.07	1.42	3.82	6.50	0.71	3.11	5.39
90	20120913045614_3202	3202	1.62	4.02	6.82	1.17	3.57	6.10	0.28	2.68	4.71
91	20121019081725_3409	3409	1.26	3.66	6.25	1.39	3.79	6.46	0.44	2.84	4.96
92	20121216063318_4905	4905	1.51	3.91	6.64	2.61	5.01	8.38	1.30	3.70	6.31
93	20130717014032_2505	2505	1.16	3.56	6.09	2.12	4.52	7.60	1.26	3.66	6.25
94	20130725050027_2601	2601	1.20	3.60	6.16	1.74	4.14	7.01	0.81	3.21	5.54
95	20130730053307_1711	1711	1.96	4.36	7.36	2.31	4.71	7.90	1.90	4.30	7.25
96	20130817181631_1606	1606	2.53	4.93	8.24	1.83	4.23	7.15	2.16	4.56	7.66

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
97	20130817181631_1625	1625	1.38	3.78	6.44	1.82	4.22	7.12	0.77	3.17	5.48
98	20130821115106_2309	2309	0.78	3.18	5.50	0.81	3.21	5.54	0.37	2.77	4.85
99	20131124204937_1410	1410	1.63	4.03	6.84	1.90	4.30	7.26	0.95	3.35	5.76
100	20131127041337_5906	5906	1.70	4.10	6.94	1.65	4.05	6.86	0.65	3.05	5.29
101	20140524092500_2201	2201	2.82	5.22	8.71	2.69	5.09	8.49	2.23	4.63	7.78
102	20140524092500_1711	1711	2.95	5.35	8.91	3.03	5.43	9.03	2.74	5.14	8.58
103	20140524092500_1713	1713	2.77	5.17	8.62	2.74	5.14	8.57	1.90	4.30	7.25
104	20140524092500_1714	1714	2.05	4.45	7.49	2.17	4.57	7.68	1.98	4.38	7.38
105	20140524092500_1716	1716	2.11	4.51	7.59	1.86	4.26	7.19	1.35	3.75	6.39
106	20140524092500_1701	1701	3.12	5.52	9.18	3.00	5.40	8.98	1.85	4.25	7.19
107	20140524092500_1020	1020	1.86	4.26	7.19	2.11	4.51	7.59	0.96	3.36	5.77
108	20140524092500_5910	5910	2.56	4.96	8.30	2.46	4.86	8.14	1.39	3.79	6.45
109	20140524092500_1710	1710	2.70	5.10	8.51	3.25	5.65	9.38	2.41	4.81	8.06
110	20140524092500_5904	5904	2.49	4.89	8.18	2.87	5.27	8.78	2.87	5.27	8.78
111	20140524092500_2203	2203	2.01	4.41	7.43	2.12	4.52	7.61	1.21	3.61	6.17
112	20140528000341_2512	2512	1.67	4.07	6.89	1.45	3.85	6.56	1.20	3.60	6.15
113	20140715122552_4309	4309	1.88	4.28	7.23	2.00	4.40	7.41	0.43	2.83	4.94
114	20140928083946_4309	4309	1.17	3.57	6.11	1.56	3.96	6.72	0.22	2.62	4.61
115	20141021030357_3533	3533	0.84	3.24	5.60	1.72	4.12	6.98	0.92	3.32	5.72
116	20141124002510_4821	4821	1.31	3.71	6.33	1.73	4.13	6.98	0.86	3.26	5.62
117	20141211030143_2601	2601	1.04	3.44	5.90	2.31	4.71	7.91	1.23	3.63	6.20
118	20150117004234_2610	2610	0.81	3.21	5.54	1.59	3.99	6.77	0.21	2.61	4.60
119	20150210040154_3140	3140	1.84	4.24	7.17	1.87	4.27	7.21	1.30	3.70	6.32
120	20150502124558_7802	7802	2.02	4.42	7.45	1.94	4.34	7.33	1.57	3.97	6.75

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
121	20150724023942_1717	1717	2.50	4.90	8.19	2.73	5.13	8.57	1.98	4.38	7.38
122	20150813010128_7711	7711	1.67	4.07	6.89	1.93	4.33	7.31	0.34	2.74	4.80
123	20150918223028_2604	2604	1.65	4.05	6.87	1.54	3.94	6.69	0.23	2.63	4.63
124	20150918223028_2610	2610	2.00	4.40	7.41	2.40	4.80	8.04	1.20	3.60	6.16
125	20150918223028_2611	2611	1.76	4.16	7.03	1.89	4.29	7.25	0.87	3.27	5.64
126	20150918223028_2601	2601	1.48	3.88	6.60	1.08	3.48	5.97	1.00	3.40	5.85
127	20151009143915_6005	6005	2.45	4.85	8.13	3.17	5.57	9.25	1.71	4.11	6.96
128	20151013231810_4309	4309	1.55	3.95	6.71	2.33	4.73	7.94	0.86	3.26	5.62
129	20151029094639_6505	6505	1.89	4.29	7.25	1.59	3.99	6.77	0.86	3.26	5.62
130	20151031011602_2513	2513	1.03	3.43	5.89	1.72	4.12	6.98	1.16	3.56	6.09
131	20151129002808_4405	4405	2.80	5.20	8.68	2.70	5.10	8.52	2.19	4.59	7.71
132	20151202232707_6202	6202	1.64	4.04	6.85	1.79	4.19	7.08	0.78	3.18	5.50
133	20151219032129_6512	6512	2.57	4.97	8.31	1.97	4.37	7.37	1.38	3.78	6.44
134	20160417094100_2601	2601	0.15	2.55	4.50	1.69	4.09	6.92	0.47	2.87	5.01
135	20160605202619_3534	3534	2.57	4.97	8.31	2.29	4.69	7.88	1.18	3.58	6.13
136	20160607040946_1623	1623	1.68	4.08	6.91	1.94	4.34	7.32	1.42	3.82	6.50
137	20160607040946_1628	1628	1.39	3.79	6.46	2.00	4.40	7.41	1.09	3.49	5.98
138	20160607040946_1630	1630	1.07	3.47	5.95	0.55	2.95	5.14	0.10	2.50	4.42
139	20160625054011_7708	7708	2.42	4.82	8.07	1.84	4.24	7.16	0.50	2.90	5.06
140	20160625054011_7711	7711	1.86	4.26	7.19	1.72	4.12	6.97	0.73	3.13	5.42
141	20160629213106_5806	5806	1.53	3.93	6.67	1.99	4.39	7.40	1.03	3.43	5.88
142	20161216212149_2412	2412	1.38	3.78	6.43	1.58	3.98	6.75	1.18	3.58	6.12
143	20170206035140_1716	1716	2.09	4.49	7.56	2.42	4.82	8.07	1.41	3.81	6.49
144	20170206105802_1716	1716	2.00	4.40	7.42	2.33	4.73	7.93	0.85	3.25	5.61

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
145	20170207022404_1716	1716	2.24	4.64	7.78	1.83	4.23	7.15	0.82	3.22	5.57
146	20170207210054_1716	1716	1.56	3.96	6.72	1.47	3.87	6.57	0.19	2.59	4.57
147	20170212134816_1716	1716	1.98	4.38	7.38	1.93	4.33	7.30	0.97	3.37	5.80
148	20170228232734_1721	1721	1.93	4.33	7.30	1.89	4.29	7.24	1.85	4.25	7.19
149	20170302110725_6304	6304	1.74	4.14	7.01	1.78	4.18	7.07	1.32	3.72	6.35
150	20170302110725_0201	0201	1.86	4.26	7.19	1.96	4.36	7.34	1.27	3.67	6.27
151	20170303205153_0209	0209	1.57	3.97	6.74	1.32	3.72	6.34	1.54	3.94	6.70
152	20170303213039_0209	0209	1.28	3.68	6.28	1.38	3.78	6.44	1.29	3.69	6.29
153	20170304013734_0209	0209	1.29	3.69	6.30	0.84	3.24	5.59	0.62	3.02	5.24
154	20170304040041_0209	0209	1.31	3.71	6.34	1.14	3.54	6.06	0.49	2.89	5.05
155	20170304053403_0209	0209	0.83	3.23	5.58	1.60	4.00	6.79	0.83	3.23	5.57
156	20170308051312_0209	0209	2.23	4.63	7.77	2.31	4.71	7.91	1.60	4.00	6.78
157	20170308112648_0209	0209	2.23	4.63	7.78	2.05	4.45	7.50	1.17	3.57	6.11
158	20170309175923_0209	0209	1.97	4.37	7.37	2.30	4.70	7.88	1.20	3.60	6.16
159	20170320070018_1721	1721	3.11	5.51	9.16	2.60	5.00	8.36	2.31	4.71	7.91
160	20170320080151_1721	1721	1.60	4.00	6.79	1.03	3.43	5.89	1.49	3.89	6.62
161	20170324085424_2507	2507	2.46	4.86	8.13	2.68	5.08	8.48	1.57	3.97	6.74
162	20170402053242_4508	4508	2.33	4.73	7.93	1.80	4.20	7.10	0.87	3.27	5.64
163	20170421141221_4508	4508	3.02	5.42	9.02	2.86	5.26	8.77	1.69	4.09	6.93
164	20170502203805_0209	0209	1.87	4.27	7.22	2.15	4.55	7.65	1.31	3.71	6.33
165	20170516084659_0209	0209	2.46	4.86	8.14	2.34	4.74	7.95	1.16	3.56	6.09
166	20170520110501_2410	2410	2.44	4.84	8.10	2.34	4.74	7.96	1.96	4.36	7.35
167	20170520110501_2401	2401	1.35	3.75	6.39	1.70	4.10	6.94	1.50	3.90	6.62
168	20170527155323_4509	4509	1.98	4.38	7.38	1.68	4.08	6.92	1.14	3.54	6.06

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
169	20170527215124_0209	0209	1.44	3.84	6.53	0.90	3.30	5.68	1.22	3.62	6.19
170	20170612122837_3503	3503	2.22	4.62	7.76	2.17	4.57	7.68	1.28	3.68	6.28
171	20170612122837_3527	3527	2.22	4.62	7.76	2.17	4.57	7.68	1.28	3.68	6.28
172	20170612122837_1716	1716	1.81	4.21	7.12	1.86	4.26	7.19	1.07	3.47	5.95
173	20170612122837_3534	3534	1.91	4.31	7.27	1.72	4.12	6.98	1.13	3.53	6.05
174	20170617195004_3534	3534	1.61	4.01	6.80	1.89	4.29	7.24	0.46	2.86	5.00
175	20170701040748_0209	0209	2.62	5.02	8.39	2.47	4.87	8.15	1.40	3.80	6.46
176	20170720223109_4822	4822	2.28	4.68	7.85	2.14	4.54	7.63	2.18	4.58	7.70
177	20170720223109_4806	4806	2.18	4.58	7.70	1.96	4.36	7.36	1.44	3.84	6.53
178	20170720223109_4809	4809	2.69	5.09	8.49	3.44	5.84	9.68	2.45	4.85	8.13
179	20170720223109_4817	4817	2.19	4.59	7.71	2.19	4.59	7.71	1.71	4.11	6.96
180	20170720223109_4819	4819	2.52	4.92	8.23	2.37	4.77	8.00	1.78	4.18	7.06
181	20170823111419_0209	0209	1.32	3.72	6.34	1.68	4.08	6.92	0.68	3.08	5.35
182	20171103124644_0209	0209	1.09	3.49	5.99	1.82	4.22	7.13	1.27	3.67	6.27
183	20171218030101_0921	0921	2.01	4.41	7.42	2.05	4.45	7.49	1.19	3.59	6.14
184	20171225051351_3526	3526	2.38	4.78	8.01	1.66	4.06	6.88	0.65	3.05	5.30
185	20171225051351_3534	3534	2.51	4.91	8.22	2.58	4.98	8.32	1.54	3.94	6.69
186	20180211162842_0209	0209	1.40	3.80	6.47	1.27	3.67	6.27	0.56	2.96	5.14
187	20180303090549_2411	2411	1.80	4.20	7.10	2.20	4.60	7.73	1.82	4.22	7.12
188	20180316125459_0921	0921	1.14	3.54	6.06	1.75	4.15	7.03	0.97	3.37	5.80
189	20180328055549_8109	8109	1.41	3.81	6.48	1.51	3.91	6.64	1.10	3.50	5.99
190	20180407211631_1401	1401	1.82	4.22	7.13	2.95	5.35	8.90	0.99	3.39	5.83
191	20180426214236_0921	0921	1.21	3.61	6.17	2.01	4.41	7.44	1.40	3.80	6.47
192	20180502180828_2411	2411	1.36	3.76	6.40	1.50	3.90	6.62	1.51	3.91	6.65

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
193	20180517073749_1721	1721	1.80	4.20	7.10	1.48	3.88	6.60	1.52	3.92	6.66
194	20190220182328_1027	1027	2.02	4.42	7.45	2.17	4.57	7.68	1.95	4.35	7.33
195	20190220182328_1028	1028	1.99	4.39	7.39	1.64	4.04	6.84	0.77	3.17	5.48
196	20190220182328_1704	1704	1.99	4.39	7.40	1.68	4.08	6.92	1.04	3.44	5.91
197	20190320063427_2017	2017	3.19	5.59	9.29	3.89	6.29	10.38	2.85	5.25	8.74
198	20190808112530_1502	1502	1.65	4.05	6.86	1.71	4.11	6.96	1.19	3.59	6.15
199	20190808112530_2005	2005	3.06	5.46	9.08	3.59	5.99	9.92	3.18	5.58	9.26
200	20190808112530_3205	3205	2.41	4.81	8.05	2.82	5.22	8.70	1.80	4.20	7.10
201	20190926105925_3408	3408	2.17	4.57	7.69	2.15	4.55	7.64	1.20	3.60	6.16
202	20190926105925_3412	3412	2.31	4.71	7.90	1.88	4.28	7.22	1.39	3.79	6.45
203	20190926105925_5906	5906	2.17	4.57	7.69	1.88	4.28	7.23	1.35	3.75	6.39
204	20200124175511_0204	0204	3.00	5.40	8.98	2.54	4.94	8.27	2.22	4.62	7.77
205	20200124175511_0209	0209	2.01	4.41	7.43	2.19	4.59	7.72	1.66	4.06	6.87
206	20200124175511_2301	2301	2.99	5.39	8.97	2.81	5.21	8.68	2.35	4.75	7.96
207	20200124175511_2308	2308	3.91	6.31	10.41	3.53	5.93	9.81	3.10	5.50	9.14
208	20200124175511_4401	4401	2.53	4.93	8.25	2.45	4.85	8.13	1.87	4.27	7.21
209	20200124175511_4404	4404	3.62	6.02	9.96	3.58	5.98	9.90	2.95	5.35	8.91
210	20200124175511_6304	6304	2.14	4.54	7.63	1.94	4.34	7.31	1.68	4.08	6.90
211	20200614142427_1206	1206	2.20	4.60	7.73	2.34	4.74	7.96	1.35	3.75	6.39
212	20200614142427_1212	1212	2.95	5.35	8.90	3.08	5.48	9.12	2.21	4.61	7.74
213	20200614142427_1213	1213	2.26	4.66	7.82	2.30	4.70	7.89	1.65	4.05	6.87
214	20200626072111_4502	4502	2.45	4.85	8.13	2.38	4.78	8.01	1.68	4.08	6.92
215	20200626072111_4508	4508	2.37	4.77	8.00	2.65	5.05	8.43	1.03	3.43	5.89
216	20200628174328_4811	4811	1.44	3.84	6.54	2.19	4.59	7.72	0.72	3.12	5.40

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
217	20200628174328_4816	4816	2.06	4.46	7.50	2.22	4.62	7.76	1.07	3.47	5.95
218	20200804093734_4404	4404	2.53	4.93	8.24	2.51	4.91	8.21	2.23	4.63	7.78
219	20201030115124_0905	0905	2.84	5.24	8.73	2.76	5.16	8.61	2.28	4.68	7.85
220	20201030115124_3513	3513	2.87	5.27	8.78	3.12	5.52	9.17	2.00	4.40	7.42
221	20201030115124_3518	3518	2.70	5.10	8.52	2.76	5.16	8.62	-	-	-
222	20201030115124_3519	3519	2.93	5.33	8.87	3.30	5.70	9.46	2.03	4.43	7.46
223	20201030115124_3521	3521	2.88	5.28	8.80	2.95	5.35	8.91	1.80	4.20	7.10
224	20201030115124_3523	3523	2.21	4.61	7.74	2.32	4.72	7.92	1.93	4.33	7.31
225	20201030115124_3526	3526	2.60	5.00	8.36	2.74	5.14	8.58	1.80	4.20	7.09
226	20201030115124_3527	3527	2.32	4.72	7.91	2.51	4.91	8.22	2.28	4.68	7.86
227	20201030115124_3528	3528	2.83	5.23	8.71	2.65	5.05	8.44	2.23	4.63	7.78
228	20201030115124_3538	3538	2.42	4.82	8.07	2.22	4.62	7.76	1.75	4.15	7.02
229	20201030115124_0911	0911	2.14	4.54	7.63	2.13	4.53	7.61	1.84	4.24	7.17
230	20201030115124_0921	0921	2.33	4.73	7.94	2.08	4.48	7.53	1.57	3.97	6.74
231	20201030115124_0922	0922	2.19	4.59	7.71	2.17	4.57	7.68	1.68	4.08	6.92
232	20201030115124_3503	3503	2.04	4.44	7.47	2.25	4.65	7.80	1.33	3.73	6.36
233	20201030115124_3512	3512	2.11	4.51	7.59	2.04	4.44	7.47	1.45	3.85	6.55
234	20201030115124_3522	3522	2.84	5.24	8.73	2.57	4.97	8.30	1.75	4.15	7.02
235	20201030115124_3524	3524	2.32	4.72	7.91	2.16	4.56	7.67	1.51	3.91	6.64
236	20201030115124_3533	3533	2.17	4.57	7.69	2.30	4.70	7.88	1.80	4.20	7.10
237	20201030115124_3534	3534	2.35	4.75	7.97	2.35	4.75	7.97	1.63	4.03	6.84
238	20201030115124_3536	3536	2.62	5.02	8.38	2.31	4.71	7.91	1.96	4.36	7.35
239	20211117124015_8102	8102	2.43	4.83	8.08	2.29	4.69	7.88	1.26	3.66	6.25
240	20211117124015_8105	8105	2.07	4.47	7.53	2.05	4.45	7.50	0.92	3.32	5.72

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
241	20211117124015_8106	8106	2.55	4.95	8.28	2.56	4.96	8.29	1.39	3.79	6.45
242	20211117124015_8109	8109	2.58	4.98	8.32	3.25	5.65	9.38	1.61	4.01	6.81
243	20221104002921_3506	3506	2.16	4.56	7.66	2.04	4.44	7.48	1.06	3.46	5.94
244	20221104002921_3510	3510	2.52	4.92	8.22	2.46	4.86	8.14	1.19	3.59	6.14
245	20221104002921_3512	3512	2.51	4.91	8.21	2.40	4.80	8.05	1.52	3.92	6.67
246	20221104002921_3513	3513	2.20	4.60	7.73	1.80	4.20	7.09	1.44	3.84	6.53
247	20221104002921_3516	3516	1.55	3.95	6.70	1.24	3.64	6.22	0.92	3.32	5.72
248	20221104002921_3517	3517	1.53	3.93	6.68	2.03	4.43	7.46	0.86	3.26	5.62
249	20221104002921_3519	3519	2.44	4.84	8.11	1.44	3.84	6.54	0.90	3.30	5.69
250	20221104002921_3525	3525	2.89	5.29	8.82	2.86	5.26	8.76	1.75	4.15	7.02
251	20221104002921_3538	3538	2.27	4.67	7.83	2.38	4.78	8.00	1.29	3.69	6.29
252	20221207223546_0905	0905	2.23	4.63	7.78	1.84	4.24	7.16	0.80	3.20	5.53
253	20221123070815_8105	8105	3.99	6.39	10.54	3.73	6.13	10.14	2.74	5.14	8.57
254	20221123070815_8104	8104	4.00	6.40	10.56	3.76	6.16	10.18	2.91	5.31	8.85
255	20221123070815_8106	8106	3.79	6.19	10.23	3.70	6.10	10.09	2.46	4.86	8.14
256	20221123070815_8109	8109	3.64	6.04	9.99	3.87	6.27	10.36	3.00	5.40	8.98
257	20221123070815_8101	8101	3.79	6.19	10.23	3.68	6.08	10.06	3.04	5.44	9.05
258	20221123070815_8102	8102	4.18	6.58	10.85	3.63	6.03	9.98	3.26	5.66	9.39
259	20221123070815_1407	1407	2.47	4.87	8.15	2.82	5.22	8.70	2.38	4.78	8.01
260	20221123070815_8111	8111	1.78	4.18	7.07	2.30	4.70	7.89	1.65	4.05	6.86
261	20221123070815_8110	8110	2.78	5.18	8.64	2.35	4.75	7.97	1.71	4.11	6.96
262	20221123070815_1411	1411	2.97	5.37	8.94	2.39	4.79	8.03	1.77	4.17	7.05
263	20221123070815_5404	5404	2.14	4.54	7.64	2.32	4.72	7.91	2.03	4.43	7.46
264	20221123070815_5406	5406	2.52	4.92	8.23	2.61	5.01	8.37	1.57	3.97	6.74

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
265	20221123070815_5414	5414	2.22	4.62	7.76	1.95	4.35	7.34	1.67	4.07	6.89
266	20221123070815_1403	1403	1.55	3.95	6.71	1.46	3.86	6.57	0.89	3.29	5.66
267	20230220170427_3125	3125	4.24	6.64	10.94	4.07	6.47	10.67	3.54	5.94	9.83
268	20230220170427_3124	3124	4.34	6.74	11.09	4.22	6.62	10.90	3.39	5.79	9.60
269	20230220170427_3141	3141	3.10	5.50	9.14	3.83	6.23	10.29	3.40	5.80	9.62
270	20230220170427_3135	3135	3.61	6.01	9.95	3.42	5.82	9.65	3.03	5.43	9.04
271	20230206102447_4631	4631	4.34	6.74	11.09	3.98	6.38	10.52	4.11	6.51	10.73
272	20230206102447_4612	4612	4.18	6.58	10.85	4.85	7.25	11.89	4.24	6.64	10.93
273	20230206102447_4406	4406	3.74	6.14	10.14	3.82	6.22	10.28	3.53	5.93	9.83
274	20230206012816_2712	2712	3.77	6.17	10.20	3.99	6.39	10.54	3.38	5.78	9.58
275	20230206012816_2708	2708	3.83	6.23	10.29	3.64	6.04	9.98	3.46	5.86	9.70
276	20230206012816_2718	2718	3.77	6.17	10.20	3.52	5.92	9.81	3.12	5.52	9.17
277	20230206012816_3125	3125	2.81	5.21	8.69	3.29	5.69	9.43	2.49	4.89	8.18
278	20230206012816_3126	3126	3.15	5.55	9.22	2.98	5.38	8.96	2.30	4.70	7.89
279	20230206011732_4615	4615	4.80	7.20	11.82	4.83	7.23	11.86	4.40	6.80	11.18
280	20230206011732_NAR	NAR	4.76	7.16	11.75	4.59	6.99	11.48	4.10	6.50	10.72
281	20230206011732_4616	4616	4.54	6.94	11.40	4.63	7.03	11.55	3.72	6.12	10.12
282	20230206011732_4629	4629	3.44	5.84	9.67	3.74	6.14	10.15	2.74	5.14	8.58
283	20230206011732_4632	4632	3.74	6.14	10.15	3.98	6.38	10.53	3.04	5.44	9.05
284	20230206011732_4625	4625	3.98	6.38	10.52	4.34	6.74	11.09	3.65	6.05	10.01
285	20230206011732_4624	4624	3.96	6.36	10.49	4.20	6.60	10.86	3.67	6.07	10.04
286	20230206011732_2712	2712	4.74	7.14	11.71	4.51	6.91	11.36	3.74	6.14	10.15
287	20230206011732_4614	4614	4.80	7.20	11.82	4.81	7.21	11.82	4.34	6.74	11.09
288	20230206011732_4621	4621	3.86	6.26	10.33	3.79	6.19	10.22	3.42	5.82	9.64

Çizelge C.1 (Devam): Çalışmada kullanılan kayıtların şiddet parametreleri.

No	Deprem Kaydı	İstasyon Kodu	E-W			N-S			U-D		
			DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}	DI _{max}	RI _{max}	I _{EMS}
289	20230206011732_4620	4620	3.85	6.25	10.32	3.66	6.06	10.02	3.28	5.68	9.42
290	20230206011732_4619	4619	3.50	5.90	9.78	3.59	5.99	9.92	3.28	5.68	9.42
291	20230206011732_8002	8002	3.77	6.17	10.19	3.78	6.18	10.22	3.45	5.85	9.70
292	20230206011732_2718	2718	4.63	7.03	11.54	4.30	6.70	11.03	4.34	6.74	11.09
293	20230206011732_4611	4611	3.85	6.25	10.32	3.75	6.15	10.16	3.17	5.57	9.25
294	20230206011732_2715	2715	4.04	6.44	10.62	3.63	6.03	9.97	3.40	5.80	9.62
295	20230206011732_3143	3143	4.47	6.87	11.30	4.63	7.03	11.54	3.86	6.26	10.34
296	20230206011732_3144	3144	4.90	7.30	11.97	4.46	6.86	11.28	4.31	6.71	11.05
297	20230206011732_3137	3137	4.22	6.62	10.90	4.37	6.77	11.14	4.01	6.41	10.57
298	20230206011732_3145	3145	4.90	7.30	11.97	4.53	6.93	11.38	4.28	6.68	11.00
299	20230206011732_3139	3139	4.65	7.05	11.58	4.65	7.05	11.57	4.02	6.42	10.59
300	20230206011732_3142	3142	4.52	6.92	11.37	4.56	6.96	11.43	3.85	6.25	10.32
301	20230206011732_3146	3146	4.02	6.42	10.59	3.92	6.32	10.43	3.41	5.81	9.63
302	20230206011732_0201	0201	3.60	6.00	9.93	3.76	6.16	10.18	3.38	5.78	9.58
303	20230206011732_3141	3141	4.78	7.18	11.79	4.50	6.90	11.35	4.28	6.68	11.00
304	20230206011732_3124	3124	4.41	6.81	11.20	4.54	6.94	11.40	4.18	6.58	10.83
305	20230206011732_3125	3125	4.89	7.29	11.96	4.59	6.99	11.49	4.56	6.96	11.44
306	20230206011732_3135	3135	4.80	7.20	11.81	4.33	6.73	11.08	4.15	6.55	10.80
307	20230206011732_3123	3123	4.40	6.80	11.19	4.90	7.30	11.97	4.17	6.57	10.83
308	20230206011732_3132	3132	4.15	6.55	10.79	4.27	6.67	10.98	3.76	6.16	10.17
309	20230206011732_3126	3126	4.56	6.96	11.44	4.88	7.28	11.94	4.69	7.09	11.64
310	20230206011732_3131	3131	3.86	6.26	10.34	4.01	6.41	10.57	3.21	5.61	9.31
311	20230206011732_3129	3129	4.73	7.13	11.71	5.19	7.59	12.43	4.29	6.69	11.02
312	20230206011732_3136	3136	4.05	6.45	10.64	4.16	6.56	10.81	3.46	5.86	9.70

EK D**Çizelge D.1** : Çalışma kapsamında karşılaştırma için kullanılan veri setinin literatürden seçilmiş ve bu çalışmada oluşturulan I-PGA ilişkileri kullanılarak hesaplanan şiddet değerleri.

No	PGA (cm/sn ²)	I Bu Çalışma	I Bilal (2013)	I Arioğlu et al. (2001)	I Wald et al. (1999)	I Tselentis and Danciu (2008)	I Murphy and O'Brian (1977)	I Trifunac and Brady (1975)
1	54.32	7.06	6.58	5.91	4.69	5.24	5.94	5.32
2	101.36	8.10	7.56	7.00	5.68	6.20	7.02	6.22
3	60.67	7.24	6.75	6.10	4.87	5.41	6.13	5.48
4	118.03	8.35	7.80	7.26	5.92	6.44	7.29	6.44
5	123.32	8.42	7.87	7.34	5.99	6.50	7.36	6.50
6	264.82	9.69	9.07	8.67	7.21	7.69	8.69	7.61
7	373.76	10.26	9.61	9.28	7.76	8.22	9.29	8.11
8	224.91	9.42	8.81	8.39	6.95	7.43	8.41	7.37
9	407.04	10.40	9.75	9.43	7.89	8.35	9.44	8.23
10	1.16	0.68	0.52	0.00	0	0	0	0
11	59.66	7.22	6.72	6.07	4.84	5.38	6.10	5.45
12	5.98	3.40	3.10	2.05	1.18	1.82	2.11	2.12
13	11.69	4.51	4.16	3.22	2.25	2.86	3.27	3.09
14	10.8	4.38	4.03	3.08	2.12	2.74	3.13	2.98
15	11.69	4.51	4.16	3.22	2.25	2.86	3.27	3.09
16	28.63	6.00	5.57	4.79	3.67	4.24	4.83	4.39
17	14.31	4.85	4.48	3.57	2.57	3.17	3.62	3.39
18	18.19	5.25	4.85	3.99	2.95	3.54	4.04	3.73
19	15	4.93	4.55	3.66	2.64	3.24	3.70	3.45
20	12.5	4.62	4.26	3.34	2.35	2.96	3.39	3.19

Çizelge D.1 (Devam): Çalışma kapsamında karşılaştırma için kullanılan veri setinin literatürden seçilmiş ve bu çalışmada oluşturulan I-PGA ilişkileri kullanılarak hesaplanan şiddet değerleri.

No	PGA (cm/sn ²)	I Bu Çalışma	I Bilal (2013)	I Arioğlu et al. (2001)	I Wald et al. (1999)	I Tselentis and Danciu (2008)	I Murphy and O'Brian (1977)	I Trifunac and Brady (1975)
21	137.69	8.60	8.04	7.53	6.17	6.67	7.56	6.66
22	1.62	1.23	1.05	0	0	0	0	0.23
23	1.19	0.72	0.56	0	0	0	0	0
24	1.62	1.23	1.05	0	0	0	0	0.23
25	2.59	2.01	1.79	0.59	0	0.53	0.65	0.91
26	7.66	3.81	3.49	2.48	1.58	2.20	2.54	2.48
27	23.13	5.64	5.23	4.41	3.33	3.91	4.46	4.08
28	113.5	8.28	7.74	7.19	5.86	6.38	7.22	6.38
29	30.88	6.12	5.69	4.92	3.79	4.36	4.96	4.50
30	53.5	7.04	6.55	5.88	4.67	5.21	5.91	5.29
31	63.16	7.31	6.81	6.17	4.93	5.47	6.20	5.53
32	6.96	3.65	3.34	2.31	1.42	2.06	2.37	2.34
33	4.21	2.82	2.55	1.43	0.62	1.28	1.50	1.61
34	12.12	4.57	4.21	3.28	2.31	2.91	3.33	3.15
35	6.53	3.55	3.24	2.20	1.32	1.96	2.26	2.25
36	4.46	2.91	2.64	1.54	0.72	1.37	1.60	1.70
37	37.81	6.46	6.01	5.27	4.11	4.68	5.31	4.79
38	38.34	6.48	6.03	5.30	4.14	4.70	5.33	4.81
39	83.49	7.77	7.25	6.66	5.37	5.90	6.69	5.94
40	470.92	10.64	9.98	9.68	8.12	8.58	9.69	8.44
41	85.93	7.82	7.30	6.71	5.42	5.95	6.74	5.98
42	39.38	6.53	6.07	5.34	4.18	4.74	5.38	4.85
43	6.1	3.43	3.13	2.08	1.21	1.85	2.14	2.15

Çizelge D.1 (Devam): Çalışma kapsamında karşılaştırma için kullanılan veri setinin literatürden seçilmiş ve bu çalışmada oluşturulan I-PGA ilişkileri kullanılarak hesaplanan şiddet değerleri.

No	PGA (cm/sn ²)	I Bu Çalışma	I Bilal (2013)	I Arioğlu et al. (2001)	I Wald et al. (1999)	I Tselentis and Danciu (2008)	I Murphy and O'Brian (1977)	I Trifunac and Brady (1975)
44	20.69	5.46	5.06	4.22	3.16	3.74	4.26	3.92
45	24.72	5.75	5.34	4.53	3.44	4.02	4.57	4.18
46	10	4.25	3.91	2.95	2.00	2.62	3.00	2.87
47	9.31	4.13	3.80	2.82	1.89	2.51	2.88	2.76
48	3.94	2.71	2.45	1.32	0.52	1.18	1.38	1.52
49	3.69	2.60	2.34	1.20	0.42	1.07	1.27	1.42
50	27.89	5.95	5.53	4.74	3.63	4.20	4.78	4.35
51	120.99	8.39	7.84	7.30	5.96	6.47	7.33	6.48
52	2.72	2.09	1.86	0.67	0	0.60	0.74	0.98
53	1.86	1.46	1.26	0.01	0	0.01	0.08	0.43
54	7.93	3.87	3.55	2.54	1.63	2.26	2.60	2.53
55	3.08	2.30	2.06	0.89	0.13	0.79	0.95	1.16
56	512.95	10.79	10.11	9.83	8.26	8.71	9.84	8.57
57	8.97	4.07	3.74	2.76	1.83	2.45	2.81	2.71
58	803.83	11.53	10.82	10.62	8.97	9.41	10.62	9.22
59	2.97	2.24	2.00	0.82	0.07	0.74	0.89	1.11
60	1.12	0.62	0.47	0	0	0	0	0
61	18.46	5.27	4.88	4.02	2.97	3.57	4.06	3.75
62	11.08	4.42	4.07	3.13	2.16	2.78	3.18	3.02
63	4.59	2.96	2.69	1.59	0.76	1.41	1.65	1.74
64	102.24	8.11	7.57	7.01	5.70	6.21	7.04	6.23
65	1.67	1.28	1.09	0	0	0	0	0.28
66	1.2	0.74	0.57	0	0	0	0	0

Çizelge D.1 (Devam): Çalışma kapsamında karşılaştırma için kullanılan veri setinin literatürden seçilmiş ve bu çalışmada oluşturulan I-PGA ilişkileri kullanılarak hesaplanan şiddet değerleri.

No	PGA (cm/sn ²)	I Bu Çalışma	I Bilal (2013)	I Arioğlu et al. (2001)	I Wald et al. (1999)	I Tselentis and Danciu (2008)	I Murphy and O'Brian (1977)	I Trifunac and Brady (1975)
67	2.12	1.68	1.47	0.24	0	0.22	0.31	0.62
68	1.54	1.15	0.97	0	0	0	0	0.16
69	3.44	2.48	2.23	1.08	0.30	0.97	1.15	1.32
70	1	0.43	0.29	0	0	0	0	0
71	10.31	4.30	3.96	3.00	2.05	2.66	3.05	2.91
72	56	7.11	6.62	5.96	4.74	5.28	5.99	5.36
73	178.5	9.03	8.45	7.98	6.58	7.08	8.01	7.04
74	8.59	4.00	3.67	2.68	1.76	2.38	2.74	2.65

EK E: İstasyonlarda kayıt altına alınan en büyük yer ivmesi ile çalışma kapsamında hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri.

Çizelge E.1 : 30.10.2020 Sisam adası depremde istasyonlarda kayıt altına alınan en büyük yer ivmesi ile çalışma kapsamında hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri.

No	İstasyon Kodu	PGA	Hesaplanan PGA
1	3536	79.139	121.881
2	0905	179.314	90.066
3	3523	80.320	89.057
4	3528	149.308	72.669
5	3533	73.635	91.969
6	3516	48.356	85.910
7	3538	85.484	74.377
8	0911	66.658	76.130
9	3506	43.879	61.711
10	0920	30.692	81.164
11	3517	40.099	62.927
12	3512	57.541	63.302
13	3518	106.103	78.268
14	3519	150.089	72.451
15	3521	110.844	93.747
16	0918	38.193	65.011
17	3522	73.721	73.004
18	3513	106.281	66.165
19	3524	68.335	48.811
20	3511	41.289	55.686
21	3514	56.024	50.858
22	0921	70.850	66.821
23	3520	58.549	51.175
24	3526	88.771	75.409
25	3527	80.928	53.587
26	3534	92.481	47.443
27	0922	60.052	62.467
28	3539	37.626	56.246
29	4814	25.334	43.972
30	4501	40.003	45.254
31	0919	21.403	51.731
32	4817	16.446	38.569
33	4507	33.674	46.124
34	4809	9.310	35.204
35	4806	26.045	39.597
36	0916	14.605	39.845
37	4508	39.358	49.628
38	0917	13.498	44.500
39	4807	8.277	32.056
40	4509	10.393	33.242
41	4506	24.467	32.994
42	4819	15.528	26.181

Çizelge E.1 (Devam): 30.10.2020 Sisam adası depreminde istasyonlarda kayıt altına alınan en büyük yer ivmesi ile çalışma kapsamında hesaplanan en büyük yer ivmesi değerleri.

No	İstasyon Kodu	PGA	Hesaplanan PGA
43	4502	29.004	37.136
44	4818	6.865	28.554
45	0913	10.753	27.184
46	4808	4.376	26.692
47	4503	10.845	28.047
48	4821	19.092	24.494
49	4511	10.716	28.873
50	0912	6.764	24.927
51	2013	9.517	23.061
52	2019	6.217	24.917
53	2015	10.997	28.177
54	2009	17.319	29.197
55	2018	7.273	24.148
56	6402	6.086	24.509
57	2012	4.802	22.342
58	2020	1.496	21.664
59	2011	1.685	20.451
60	2002	5.730	21.976
61	4512	4.967	24.559
62	4504	19.571	20.379



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Hakan TURAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Erdemli Proje ve Müşavirlik: Proje Mühendisi (Ağustos 2021- Devam ediyor)