

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GEOTEKNİK BİLİM DALI**

**SİSMİK AÇIDAN AKTİF BİR BÖLGE İÇİN AZALIM
İLİŞKİLERİNİN OLUŞTURULMASI**

Sercan TEKEOĞLU

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ender BAŞARI**

**II. Danışman
Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN**



MANİSA-2019

**Sercan
TEKEOĞLU**

**SISMİK AÇIDAN AKTİF BİR BÖLGE İÇİN AZALIM İLİŞKİLERİNİN
OLUŞTURULMASI**

2019

TEZ ONAYI

Sercan TEKEOĞLU tarafından hazırlanan " SİSMİK AÇIDAN AKTİF BİR BÖLGE İÇİN AZALIM İLİŞKİLERİNİN OLUŞTURULMASI "adlı tez çalışması 26/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	Dr. Öğr. Üyesi Ender BAŞARI Manisa Celal Bayar Üniversitesi
II. Danışman	Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Mehmet Ali YURDUSEV Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Seda DURUKAN Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURUOĞLU Dokuz Eylül Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Sercan TEKEOĞLU



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
TABLO DİZİNİ	VII
TEŞEKKÜR.....	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT.....	X
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. Ulusal Azalım İlişkileri	4
2.1.1. Aydan ve ark.	4
2.1.2. Beyaz.....	5
2.1.3. Gülkan ve Kalkan.....	6
2.1.4. Kalkan ve Gülkan.....	7
2.1.5. Özbey ve ark.	9
2.1.6. Ulusay ve ark.	10
2.2. Yabancı Azalım İlişkileri	11
2.2.1. Stabil Kıta Bölgeleri (Stable Continental Regions).....	14
2.2.1.1. Atkinson ve Boore	14
2.2.1.2. Toro ve ark.	15
2.2.2. Dalma Bölgeleri (Subduction Zone Earthquakes).....	17
2.2.2.1. Youngs ve ark.	17
2.2.2.2. Atkinson ve Boore	18
2.2.2.3. Anderson	19
2.2.3. Aktif Tektonik Bölgeler (Shallow Crustal Earthquakes in Active Tectonic Regions).....	21
2.2.3.1. Abrahamson ve Silva	22
2.2.3.2. Boore, Joyner ve Fumal	22
2.2.3.3. Campbell	23
2.2.3.4. Sadigh ve ark.....	24
2.2.3.5. Spudich ve ark.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26
3.1.1. Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtları.....	26
3.1.2. MATLAB Bilgisayar Yazılımı	29
3.1.2.1. MATLAB Kodlarının Genel Özellikleri.....	30
3.1.2.2. Programın Genel Yapısı.....	30
3.1.2.3. Verilerin Okunması.....	30
3.1.2.4. Verilerin Filtrelenmesi	32
3.1.2.5. En Küçük Kareler Yöntemi İle Regresyon Analizi.....	33
3.1.2.6. Maksimum Likelihood Yöntemi İle Regresyon Analizi.....	34
3.1.2.7. Sonuçların Gösterilmesi	34
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Koordinat Verileri Kullanılarak Mesafe Hesabı Yapılması.....	38
3.2.2. Farklı Magnitüt Birimlerinin Aynı Birime Dönüştürülmesi	39
3.2.3. Matematiksel Denklem Modelinin Belirlenmesi	39
3.2.4. Doğrusal Olmayan Denklem Modelinin Doğrusallaştırılması.....	42
3.2.5. Regresyon ve Korelasyon Analizi.....	43

3.2.5.1. En Küçük Kareler Yöntemi (General Least Squares Method).....	43
3.2.5.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi (Maximum Likelihood Method).....	45
4. ANALİZ SONUÇLARI	50
4.1. En Küçük Kareler Yöntemi Sonuçları	54
4.1.1. Türkiye Geneli Sonuçları	54
4.1.2. Kuzey Anadolu Fay Hattı Sonuçları	59
4.1.3. Doğu Anadolu Fay Hattı Sonuçları.....	61
4.1.4. Batı Anadolu Fay Hattı Sonuçları	63
4.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi Sonuçları.....	67
4.2.1. Türkiye Geneli Sonuçları	67
4.2.2. Kuzey Anadolu Fay Hattı Sonuçları	72
4.2.3. Doğu Anadolu Fay Hattı Sonuçları.....	75
4.2.4. Batı Anadolu Fay Hattı Sonuçları	77
5. TARTIŞMA	82
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
7. KAYNAKÇA	95
EK A. (Kullanılan Deprem Bilgileri).....	91
EK B. (Kullanılan İstasyon Bilgileri).....	104
EK C. (Maximum Likelihood Method MATLAB Kodları)	131
ÖZGEÇMİŞ	134

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BAF	: Batı Anadolu Fay Hattı
DAF	: Doğu Anadolu Fay Hattı
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
KAF	: Kuzey Anadolu Fay Hattı
M	: Deprem Moment Magnitütü
MASW	: Çok-Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi
MLM	: Maximum Likelihood Method (En Çok Olabilirlik Yöntemi)
PGA	: Maksimum Yer İvmesi (m/s^2)
PGV	: Maksimum Yer Hızı (m/s)
SA	: Spektral İvme (m/s^2)
SPT	: Standart Penetrasyon Testi
TR-KYH	: Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı
A_n	: n numaralı kayıt için maksimum yer ivmesi
d_n	: n numaralı kayıt için kayıt yerinden fay kırığının zemin yüzeyindeki iz düşümüne olan en kısa mesafesi
ϵ_r	: Her kayıta farklı bir değer alan bağımsız rastgele değişken
ϵ_e	: Her depremde farklı bir değer alan bağımsız rastgele değişken
M_n	: n numaralı kayıt için moment magnitütü
r_{jb}	: Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe
r_{rup}	: Kırılma yüzeyine en yakın mesafe
r_{seis}	: Sismojenik kırılma yüzeyine en yakın mesafe
r_{hypo}	: Kırılma merkezine olan mesafe
φ	: Enlem (Radyan)
λ	: Boylam (Radyan)
θ	: Azimut (Radyan)
d	: Mesafe (km)
R	: Dünya'nın Yarıçapı (Ortalama olarak 6371 km)

ŞEKİLLER DİZİNİ

<i>Şekil 2.1 - Kuzey Anadolu Fayı ile San Andreas Fayı karşılaştırması [21]</i>	3
<i>Şekil 2.2 - Fay Tiplerine Göre Mesafe Tanımları</i>	12
<i>Şekil 2.3 - Stabil Kıta Bölgeleri için PGA-mesafe grafiği (M=7 ve M=5 için)</i>	16
<i>Şekil 2.4 - Stabil Kıta Bölgeleri için SA-periyot grafiği (M=6, d=20 km)</i>	16
<i>Şekil 2.5 - Dalma Bölgeleri için PGA-mesafe grafiği (M=8.1 ve M=5.9 için)</i>	20
<i>Şekil 2.6 - Dalma Bölgeleri için SA-periyot grafiği (M=7, d=25 km)</i>	21
<i>Şekil 3.1 - Türkiye'de bulunan diri faylar</i>	27
<i>Şekil 3.2 - Kullanılan tüm depremler</i>	28
<i>Şekil 3.3 - Kullanılan Kuzey Anadolu Fay Hattı depremleri</i>	28
<i>Şekil 3.4 - Kullanılan Doğu Anadolu Fay Hattı depremleri</i>	29
<i>Şekil 3.5 - Kullanılan Batı Anadolu Fay Hattı depremleri</i>	29
<i>Şekil 3.6 - Programın kontrol arayüzü</i>	31
<i>Şekil 3.7 - Veri okuma bilgilendirmesi</i>	31
<i>Şekil 3.8 - Veri okuma işleminin tamamlanması</i>	32
<i>Şekil 3.9 - Verilerin filtre edilmesi için gerekli bilgilerin girilmesi</i>	32
<i>Şekil 3.10 - Veri filtreleme işleminin tamamlanması</i>	33
<i>Şekil 3.11 - En küçük kareler yöntemi hesap aşaması</i>	33
<i>Şekil 3.12 - Maksimum likelihood yöntemi hesap aşaması</i>	34
<i>Şekil 3.13 - Sonuçların görüntülenmesi (EKK)</i>	35
<i>Şekil 3.14 - Sonuçların gösterilmesi (MLM)</i>	36
<i>Şekil 3.15 - Grafiklerin gösterilmesi (EKK)</i>	36
<i>Şekil 3.16 - Grafiklerin gösterilmesi (MLM)</i>	37
<i>Şekil 3.17 - Örneklem hata terimleri</i>	44
<i>Şekil 3.18 - En Çok Olabilirlik Yöntemi'nin akış şeması</i>	49
<i>Şekil 4.1 - Türkiye geneli (TG1) için kullanılan depremler</i>	51
<i>Şekil 4.2 - Türkiye geneli (TG2) için kullanılan depremler</i>	51
<i>Şekil 4.3 - KAF için kullanılan depremler</i>	52
<i>Şekil 4.4 - DAF için kullanılan depremler</i>	52
<i>Şekil 4.5 - BAF1 için kullanılan depremler</i>	53
<i>Şekil 4.6 - BAF2 için kullanılan depremler</i>	53
<i>Şekil 4.7 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)</i>	54
<i>Şekil 4.8 - Türkiye geneli (TG1) için PGA karşılaştırılması (EKK)</i>	55
<i>Şekil 4.9 - Türkiye geneli (TG1) için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)</i>	55
<i>Şekil 4.10 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)</i>	56
<i>Şekil 4.11 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)</i> ... 56	
<i>Şekil 4.12 - Türkiye geneli (TG2) için PGA karşılaştırılması (EKK)</i>	57
<i>Şekil 4.13 - Türkiye geneli (TG2) için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)</i>	58
<i>Şekil 4.14 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)</i>	58
<i>Şekil 4.15 - KAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)</i>	59
<i>Şekil 4.16 - KAF için PGA karşılaştırılması (EKK)</i>	59
<i>Şekil 4.17 - KAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)</i>	60
<i>Şekil 4.18 - KAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)</i>	60
<i>Şekil 4.19 - DAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)</i>	61
<i>Şekil 4.20 - DAF için PGA karşılaştırılması (EKK)</i>	61
<i>Şekil 4.21 - DAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)</i>	62
<i>Şekil 4.22 - DAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)</i>	62

Şekil 4.23 – BAF1 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK).....	63
Şekil 4.24 – BAF1 için PGA karşılaştırılması (EKK).....	64
Şekil 4.25 – BAF1 için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK).....	64
Şekil 4.26 – BAF1 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)	65
Şekil 4.27 - BAF2 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK).....	65
Şekil 4.28 - BAF2 için PGA karşılaştırılması (EKK).....	66
Şekil 4.29 - BAF2 için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)	66
Şekil 4.30 - BAF2 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)	67
Şekil 4.31 – Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM). 68	
Şekil 4.32 - Türkiye geneli (TG1) için PGA karşılaştırılması (MLM).....	68
Şekil 4.33 - Türkiye geneli (TG1) için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM) ...	69
Şekil 4.34 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)	69
Şekil 4.35 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM) .	70
Şekil 4.36 - Türkiye geneli (TG2) için PGA karşılaştırılması (MLM).....	71
Şekil 4.37 - Türkiye geneli (TG2) için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM) ...	71
Şekil 4.38 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)	72
Şekil 4.39 - KAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM).....	72
Şekil 4.40 - KAF için PGA karşılaştırılması (MLM)	73
Şekil 4.41 - KAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM).....	73
Şekil 4.42 - KAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM).....	74
Şekil 4.43 - DAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)	75
Şekil 4.44 - DAF için PGA karşılaştırılması (MLM)	75
Şekil 4.45 - DAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM).....	76
Şekil 4.46 - DAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM).....	76
Şekil 4.47 – BAF1 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM).....	77
Şekil 4.48 – BAF1 için PGA karşılaştırılması (MLM).....	78
Şekil 4.49 – BAF1 için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)	78
Şekil 4.50 – BAF1 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)	79
Şekil 4.51 – BAF2 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM).....	79
Şekil 4.52 - BAF2 için PGA karşılaştırılması (MLM)	80
Şekil 4.53 - BAF2 için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM).....	80
Şekil 4.54 - BAF2 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM).....	81
Şekil 5.1 - KAF için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi	84
Şekil 5.2 - DAF için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi	84
Şekil 5.3 - BAF1 için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi	85
Şekil 5.4 - BAF2 için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi	85
Şekil 6.1 - En küçük kareler ve maksimum likelihood yöntemlerinin karşılaştırılması	88
Şekil 6.2 - TG1 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma	89
Şekil 6.3 - TG2 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma	89
Şekil 6.4 - KAF için ulusal çalışmalarla karşılaştırma	90
Şekil 6.5 - DAF için ulusal çalışmalarla karşılaştırma	90
Şekil 6.6 - BAF1 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma.....	91
Şekil 6.7 - BAF2 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma.....	91
Şekil 6.8 - TG1 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma	92
Şekil 6.9 - TG2 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma	92
Şekil 6.10 - KAF için yabancı çalışmalarla karşılaştırma.....	93
Şekil 6.11 - DAF için yabancı çalışmalarla karşılaştırma.....	93

Şekil 6.12 - BAF1 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma.....	94
Şekil 6.13 - BAF2 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma.....	94



TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1 - Aydan ve ark. (1996) tarafından kullanılan depremler.....	4
Tablo 2.2 - Gülkan ve Kalkan (2002) tarafından kullanılan depremler	6
Tablo 2.3 - Kalkan ve Gülkan (2004) tarafından kullanılan depremler	8
Tablo 2.4 - Özbey ve ark. (2003) tarafından kullanılan depremler	9
Tablo 2.5 - Stabil Kıta Bölgeleri'nde kullanılan parametreler	13
Tablo 2.6 - Dalma Bölgeleri'nde kullanılan parametreler.....	13
Tablo 2.7 - Aktif Tektonik Bölgeler'de kullanılan parametreler	13
Tablo 2.8 - Anderson tarafından elde edilen azalım ilişkisi.....	19
Tablo 3.1 - Depremlerin bulunduğu fay hattına göre gruplandırılması.....	27
Tablo 4.1 - Analizler sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları.....	50
Tablo 6.1 - Azalım ilişkisi denkleminin katsayıları	86



TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aőamalarında bana her yönden yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ender BAŞARI'ya, desteklerini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN'a, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme yürekten teşekkür ederim.

Sercan TEKEOĞLU
Manisa, 2019



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SİSMİK AÇIDAN AKTİF BİR BÖLGE İÇİN AZALIM İLİŞKİLERİNİN OLUŞTURULMASI

Sercan TEKEOĞLU

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ender BAŞARI

II. Danışman: Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN

Başta barınma olmak üzere birçok farklı amaç için yapılar inşa edilmektedir. Yapılar birçok dış kuvvete maruz kalmakta ve bu kuvvetlere dayanım göstermek durumundadırlar. Yapılara etkiyen dış kuvvetlerin en önemlilerinden biri de depremdir. Dolayısıyla bir yapı tasarlanırken deprem kuvvetlerinin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yapıya etkiyecek muhtemel en büyük yatay ivme değeri ne kadar doğru ve güvenilir tahmin edilebilirse ekonomik kaynaklar da o derece faydalı kullanılabilir. Öte yandan depremlerden dolayı yapıya etkiyecek maksimum yatay ivmelerin doğru bir şekilde belirlenememesi ve güvenilir olmaması diğer bir deyişle belirsizliklerin fazla olması durumunda, yapıların imalatı için ya daha fazla ekonomik kaynağın ayrılması gerekecek ya da hedeflenen standart ve dayanımda yapılar imal edilemeyecektir. Depremden kaynaklı muhtemel maksimum yatay ivme kuvvetleri, geçmiş yıllarda kaydedilen deprem verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ile tahmin edilmektedir. İstatistiksel olarak kurulan bir ilişkide hesap ve tahminlerin doğruluğu, hesaba katılan verilerin miktarı ve saha uyumluluğu ile yüksek derecede ilişkilidir. Bir bölgede oluşacak maksimum ivmeleri, ivme azalım ilişkileri ile tahmin edilmektedir. Zaman içinde meydana gelen yeni depremler ile birlikte deprem verileri arttıkça ve değiştikçe, ivme azalım ilişkilerinin de belirli periyotlar ile yeni deprem verileri de göz önüne alınarak güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca azalım ilişkileri kurulurken tektonizma özellikleri, yerel zemin özellikleri, mesafe özellikleri, magnitüd özellikleri vs. açısından sahayı temsil eden uyumlu verilerin bir arada kullanılması da kurulan ilişkilerin doğruluğunu arttırmaktadır. Belirli bir saha için ivme azalım ilişkilerinin oluşturulmasında, deprem verilerinin mümkün olduğunca ilgili sahaya ait olması istenir. Bu çalışmada Türkiye’de meydana gelmiş olan deprem verileri kullanılarak farklı sismik bölgeler için ivme azalım ilişkileri kurulmuştur. İvme azalım ilişkilerinin oluşturulmasında maksimum likelihood ve en küçük kareler metotları kullanılmıştır. Her iki metot ile kurulan ilişkiler, yakın sonuçlar vermek ile beraber bazı farklılıklar da içermektedir. Bu tez çalışmasında her iki metot ile elde edilen azalım ilişkileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, geoteknik, en büyük yatay ivme değeri, azalım ilişkileri, maksimum likelihood metodu, en küçük kareler metodu.

2019, 97 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

CREATING ATTENUATION RELATIONSHIPS FOR AN ACTIVE SEISMIC AREA

Sercan TEKEOĞLU

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ender BAŞARI

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Erkan TURAN

People built buildings for many different purposes, particularly housing. Structures are exposed to many external forces and they have to resist these forces. One of the most important external forces acting on buildings is the earthquake. Therefore, when designing a structure, earthquake forces must be considered. how accurately estimated the possible maximum horizontal acceleration values that influence the structure is highly effects on using economic resources. On the other hand, maximum horizontal accelerations that will affect to the the structure because of the earthquakes, it causes the structures not to be built as required standards and strength or high costs. Estimation of the maximum horizontal acceleration forces due to an earthquake for the structures are done by statistical evaluation of the earthquake data observed in previous years. Accuracy of a relationship established with a statistical study, highly depends on the amount of appropriate data and site compatibility of the earthquake data. The peak ground acceleration due to an earthquake for a region is estimated by the attenuation relationships. As the earthquake data increases and changes with the new earthquakes in time, the attenuation relationships should be updated in certain periods by taking into account the new earthquake data. In addition, the accuracy of established relations is increasing with the data which represent the region properties like tectonic characteristics, local soil properties, distance properties, magnitude properties, etc. In order to establish highly accurate and representative attenuation relationship for a certain region, it needs the earthquake data belong to the same region as many as possible. In this study, attenuation relationships for different seismic regions are established with using past data on earthquakes have occurred in Turkey. Maximum likelihood and least squares methods were used to establish the attenuation relationships. Established attenuation relationships with both methods have close results but they have some differences too. In this study, attenuation relationship established by both methods are given comparatively.

Keywords: Earthquake, geotechnique, peak horizontal acceleration, attenuation relationship, maximum likelihood method, least squares method.

2019, 97 pages

1. GİRİŞ

Depremler insanları can ve mal kaybı açısından etkileyen ciddi doğal afetlerden birisidir. Depremin etkisi ve hasar verebilirliği, özellikle tektonik olarak aktif alanlarda bulunan yerleşim bölgelerine yaklaştıkça artar. Depreme dayanıklı yapı tasarımında, kuvvetli yer hareketinin ve bunun yapıya etkilerinin tahmin edilmesi gereklidir. Büyüklüğü belli olan mevcut bir depremden belirli uzaklıkta beklenen bir kuvvetli yer hareketi, deprem risk değerlendirmesinin temel girdilerindedir [1]. Mühendislik yapıları için sismik tasarım kriterlerinin belirlenmesi, yapının beklenen hizmet süresi boyunca görülebilecek bir depremden kaynaklı ortaya çıkacak kuvvetli yer hareketlerinin mantıklı ve tekrarlanabilir tahminlerine bağlıdır [2]. Bu tahminler genellikle kuvvetli yer hareketini büyüklük ve uzaklığın (aynı zamanda fay tipi gibi diğer değişkenlerin) fonksiyonu olarak ifade eden “azalım ilişkileri” olarak adlandırılan denklemlerdir [2]. Azalım ilişkisinin belirlenmesi ile söz konusu araştırma bölgesi için kuvvetli yer hareketi parametreleri tahmin edilebilir [1]. Azalım ilişkilerinin, sismik tasarımda kullanılan sismik risk analizi açısından önemi büyüktür [1].

Kuvvetli yer hareketi azalım ilişkileri iki farklı yol ile belirlenebilir: ampirik olarak, önceden kaydedilmiş yer hareketi verilerini kullanarak; teorik olarak, sismolojik modeller kullanıp yapay kuvvetli yer hareketleri üreterek [2]. Bu iki yol, genellikle ampirik yaklaşımların teoriden gelen fonksiyonel form ile birleşmesi ve teorik yaklaşımların da bazı parametrelerin belirlenmesi için genellikle ampirik verilere başvurmasından dolayı örtüşür [2].

En çok bilinen kuvvetli yer hareketi parametreleri yatay ve düşey maksimum yer ivmesi (PGA), maksimum yer hızı (PGV) ve %5 sönümlü spektral ivmedir (SA) [2].

Deprem büyüklüğü, fay tipi, uzaklık ve yerel saha şartları (sınıflandırma) gibi yer hareketi verilerini tahmin etmek için parametreler net bir şekilde tanımlanmış olmalıdır. Moment büyüklüğü (M_w) tercih edilen büyüklük ölçümüdür, çünkü doğrudan depremin sismik momenti ile ilişkilidir [2]. Aynı zamanda faylanma stili birçok azalım ilişkisinde göz önünde bulundurulur çünkü ters faylı depremler, yanal

atımlı ve normal faylı depremlere göre daha büyük PGA ve daha yüksek frekanslı SA üretmeye eğilimlidir [2].

Azalım ilişkileri yer hareketi parametrelerini genellikle magnitüd, uzaklık ve bazı durumlarda da diğer değişkenlerin fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Azalım ilişkileri, kaydedilmiş kuvvetli hareketlerin veri tabanlarından regresyon analizleri yoluyla geliştirilir. Bunlar, zaman içinde daha fazla kuvvetli hareket verisi toplandıkça değişirler. Literatürdeki çoğu azalım ilişkileri her 3 ile 5 yılda bir veya iyi bir ölçüm şebekesine sahip bölgelerde büyük depremlerin oluşumundan kısa bir zaman sonra güncellenmektedir [1].

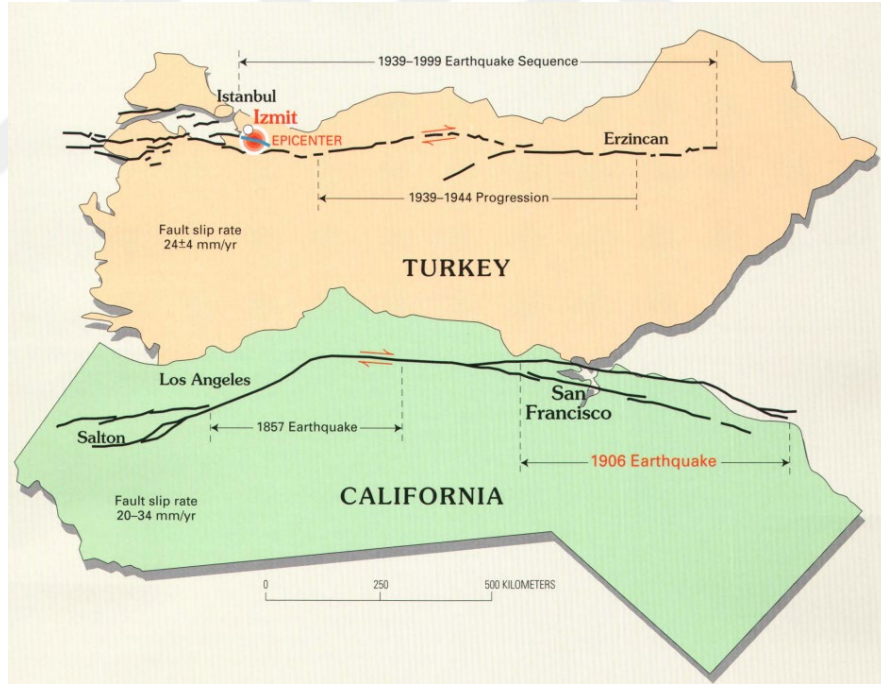
Azalım ilişkilerinin fonksiyonel şekli, genellikle yer hareketi sürecinin mekaniğini olabildiğince yakın olarak yansıtabilecek şekilde seçilmektedir. Bu yaklaşım sayesinde ampirik katsayıların sayısı azaltılmakta ve azalım ilişkilerinin veri tabanında kötü bir şekilde temsil edilmiş şartlara (magnitüd ve mesafelere) uygulanması daha büyük bir güvenle yapılmaktadır [1].

Azalım ilişkilerinin neredeyse tamamı belirli bir kuvvetli yer hareketinin veri setine dayalı olarak en küçük kareler regresyon yöntemiyle ampirik olarak elde edilmektedir [1]. Şüpheli verilerin ayıklanması ve kaliteli veriye dayalı uygulamaların yapılmasına rağmen verilerde bir miktar saçılma olması kaçınılmazdır. Bu saçılmanın nedeni, yırtılma mekaniğinin rastgele oluşu ile kaynağın, seyahat yolunun ve arazi şartlarının heterojenliği ve değişkenliğidir [1]. Verilerdeki saçılma ve güvenlik sınırları veya kestirilen parametrenin logaritması olan standart sapma genellikle hesaplanmaktadır. Bu önemli belirsizlik, sismik tehlike hesaplarında mutlaka hesaba katılmalıdır [1].

Çalışma sonucunda mühendislik yapılarının tasarımında deprem risk değerlendirmeleri yapılırken, proje alanı civarında bulunan sismik olarak aktif fayların yapıda meydana getirebileceği hasarların öngörülmesinde referans oluşturabilecek azalım ilişkileri tanımlanması amaçlanmaktadır. Bu sayede hem yapının hedeflenen hizmet süresi boyunca aktif olarak kullanılabilmesi hem de bu süre boyunca meydana gelebilecek bir deprem sonucunda ortaya çıkacak can ve mal kayıplarının önüne geçilebilmesi veya bu zararların azaltılması sağlanacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Türkiye’de yaygın olarak kullanılan azalım ilişkilerinin çoğu, yurtdışındaki deprem verileri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulmuş denklemlerdir. Türkiye’de meydana gelmiş deprem verileri kullanılarak yapılan azalım ilişkisi çalışmalarına örnek olarak Aydan ve ark. [3], Beyaz [4], Gülkan ve Kalkan [5], Kalkan ve Gülkan [6], Özbey ve ark. [7], Ulusay ve ark. [8], Ulutaş ve ark. [9] verilebilir. Bu konuda yapılmış olan yabancı çalışmalara örnek olarak ise Atkinson ve Boore [10] [11], Toro ve ark. [12], Youngs ve ark. [13], Anderson [14], Abrahamson ve Silva [15], Boore ve ark. [16], Campbell [17], Sadigh ve ark. [18], Spudich ve ark. [19] tarafından oluşturulmuş azalım ilişkileri verilebilir. Yurtdışında meydana gelmiş depremleri kaynak alan bu çalışmaların ülkemizde de yaygın olarak kullanılmasının en büyük nedeni, Kuzey Anadolu Fayı ile San Andreas Fayı arasındaki benzerliktir (Şekil 2.1) [20].



Şekil 2.1 - Kuzey Anadolu Fayı ile San Andreas Fayı karşılaştırması [21]

Tez kapsamında yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bulgular, ulusal ve yabancı kaynaklı azalım ilişkisi olarak iki ayrı başlıkta değerlendirilmiştir.

2.1. Ulusal Azalım İlişkileri

Ülkemizde, geçmiş yıllarda meydana gelen deprem kayıtları kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen azalım ilişkileri aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Aydan ve ark.

Aydan, Ö., Sezaki M. ve Yazar R. tarafından 1996 yılında yapılmış olan çalışma [3] kapsamında 1969-1995 yılları arasında meydana gelmiş olan 50 adet deprem verisi (Tablo 2.1) değerlendirilmiştir. Deprem odak noktasından (hiposantr) en az 20 km uzaklıkta olan deprem verileri kullanılmıştır. Deprem verileri, üzerinde buldukları fay hatlarına göre Kuzey Anadolu Fayı (NAF), Kuzey Doğu Anadolu Fayı (NEAF), Orta Anadolu Fay Sistemi (CAFS), Doğu Anadolu Fayı ve Bitlis-Zagros Thrust Zone (EAFBZ), Batı Anadolu Fay Sistemi (WAFS) olmak üzere 5 grup halinde incelenmiştir.

Tablo 2.1 - Aydan ve ark. (1996) tarafından kullanılan depremler

Record No	Name of Earthquake	Location		Magnitude					Tper	Year	Time				Rupture plane				Rupture Type		Group			
		Lat	Lon	Hd	Nb	Ms	Io	Acmax			No	De	Ho	Mi	Av/Ah	Ddr	Dip	Len	Dis	Type1		Type2		
101	NAS-FETHİYE	38.11	28.20	22.0	5.6	6.3	7	0.0	0.00	1969	1	24	23	17	0.00	100	74	98	0	0	Revf	WAFS		
102	GÖNEN	40.10	27.50	4.0	5.6	5.7	7	0.0	0.00	1969	3	3	0	59	0.00	219	65	45	0	0	Revf	Slat		
103	DEMİRCİ-GÖRDES	39.10	28.45	12.0	5.6	6.5	7	0.0	0.00	1969	3	23	13	22	0.00	90	40	104	0	0	Norf	WAFS		
104	ALASEHIR	38.35	28.48	4.0	5.9	6.5	8	0.0	0.00	1969	3	28	1	48	0.00	281	34	-90	36	13	Norf	WAFS		
105	KARABURUN	38.47	28.41	16.0	5.6	5.8	8	0.0	0.00	1969	4	6	2	49	0.00	116	60	-90	0	0	Norf	WAFS		
106	GEDİZ	39.21	29.51	18.0	6.0	7.1	9	0.0	0.00	1970	3	28	21	2	0.00	281	34	-90	40	225	Norf	WAFS		
107	KUTAHYA	39.10	29.80	28.0	5.5	0.0	8	0.0	0.00	1970	4	19	13	47	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
108	DEMİRCİ-GÖRDES	39.10	28.65	28.0	5.2	0.0	8	0.0	0.00	1970	4	23	9	1	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
109	GÜRYUN-SİVAS	38.87	36.81	19.0	4.7	4.8	7	0.0	0.00	1970	7	2	2	24	0.00	193	92	-33	0	0	Slat	CAFS		
110	İVRİNDİ-BALIKESİR	39.62	27.32	10.0	5.0	5.6	4	0.0	0.00	1971	2	23	10	41	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
111	BURDUR	37.60	29.72	30.0	6.0	6.2	8	0.0	0.00	1971	5	12	6	25	0.00	64	50	-75	40	30	Norf	WAFS		
112	ŞİNGÖL	38.85	40.52	9.0	5.9	6.7	8	0.0	0.00	1971	3	22	16	43	0.00	231	81	4	38	20	Slat	EAFBZ		
113	SARIKAMIS	40.42	43.88	46.0	4.9	0.0	8	0.0	0.00	1972	3	22	0	51	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
114	VAN-EDREMLİT	38.23	43.36	46.0	4.9	0.0	8	0.0	0.00	1972	7	16	2	46	0.00	0	0	0	0	0	0	EAFBZ		
115	İZMİR	38.55	27.22	24.0	5.2	5.8	7	0.0	0.00	1974	2	1	0	1	0.00	250	65	151	0	0	N6FF	WAFS		
116	ÇELİKBÖLÜ	40.45	26.12	15.0	5.5	5.8	7	0.0	0.00	1975	3	27	5	15	0.00	279	46	-43	0	0	Norf	NAF		
117	LİCE	38.51	40.77	32.0	6.0	6.4	8	0.0	0.00	1975	9	6	9	20	0.00	250	54	13	26	60	Revf	Slat		
118	ARDAHAN	41.01	42.97	25.0	4.8	5.1	8	0.0	0.00	1976	3	25	11	55	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
119	İĞDİR	39.85	43.64	14.0	4.6	5.1	7	0.0	0.00	1976	4	2	16	58	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
120	ARDAHAN	40.96	42.87	30.0	5.0	5.5	8	0.0	0.00	1976	4	29	12	16	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
121	DENİZLİ	37.71	29.00	20.0	5.0	4.9	6	340.0	0.50	1976	8	19	1	12	0.60	0	0	0	0	0	0	Norf		
122	CALDIRAN	39.05	44.00	10.0	6.9	7.3	9	335.0	0.00	1976	11	24	12	22	0.71	196	86	166	54	370	Slat	EAFBZ		
123	PALU-ELAZIG	38.58	40.03	29.0	5.0	4.8	7	0.0	0.00	1977	3	25	2	39	0.00	232	86	-8	0	0	0	EAFBZ		
124	İZMİR	38.41	27.19	24.0	5.3	5.6	7	221.0	0.50	1977	12	16	7	37	0.19	0	0	0	0	0	0	Norf		
125	UZUNCIU-ERZİNCAN	40.07	42.26	62.0	4.7	4.8	7	0.0	0.00	1978	2	15	3	17	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
126	BURDUR	37.53	30.02	28.0	4.6	4.5	7	126.0	0.00	1978	7	29	64	34	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
127	KARABURUN	38.79	26.37	15.0	5.9	5.8	6	157.0	0.00	1979	6	14	11	44	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
128	PULMUR-TUNCALI	40.65	42.73	3.0	4.3	0.0	7	0.0	0.00	1980	4	23	0	57	0.00	0	0	0	0	0	0	NAF		
129	TERCAN-ERZURUM	39.90	40.31	37.0	5.1	4.4	7	0.0	0.00	1980	11	18	3	14	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
130	BULANIK-MUG	39.23	41.90	38.0	5.4	5.2	7	0.0	0.00	1982	3	27	19	37	0.00	0	0	0	0	0	0	NAF		
131	HORASAN	40.07	42.26	62.0	4.7	4.8	7	0.0	0.00	1982	5	19	13	32	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
132	ÇAYIRLI-TERCAN	39.89	40.43	45.0	5.0	4.1	7	0.0	0.00	1983	4	6	7	25	0.00	0	0	0	0	0	0	NEAF		
133	KULU-BALA	39.30	33.06	36.0	4.7	4.4	7	0.0	0.00	1983	4	21	16	18	0.00	0	0	0	0	0	0	CAFS		
134	BİGA	40.33	27.21	7.0	5.5	5.8	7	51.0	0.00	1983	7	5	12	1	0.68	46	60	94	0	0	0	Revf	WAFS	
135	İNEGÖL-BURSA	40.14	29.35	12.0	5.0	4.9	7	0.0	0.00	1983	10	21	20	34	0.00	0	0	0	0	0	0	NAF		
136	NARMAN-HORASAN	40.35	42.18	9.0	6.0	6.8	8	180.0	0.80	1983	10	30	4	12	0.42	215	64	7	8	100	Slat	NEAF		
137	BALKAYA-ERZURUM	40.90	42.24	10.0	5.3	5.5	7	0.0	0.00	1984	9	18	13	26	0.00	112	79	171	0	0	0	Slat	NEAF	
138	DOĞANŞEHİR-MALATYA	38.02	37.79	10.0	5.7	5.8	7	56.0	0.00	1985	6	6	3	35	0.13	52	5	60	20	0	0	Revf	EAFBZ	
139	KIYUCAK-DENİZLİ	37.94	28.56	5.0	5.4	5.7	5	0.0	0.00	1985	10	11	9	0	0.00	0	0	0	0	0	0	WAFS		
140	MARMARA	40.93	28.07	11.0	5.0	5.1	7	0.0	0.00	1988	4	24	20	49	0.00	0	0	0	0	0	0	NAF		
141	MURADİYE	39.12	43.01	44.0	4.9	5.1	0	49.8	0.20	1979	4	11	0	0	0.48	0	0	0	0	0	0	Slat	EAFBZ	
142	DÜRSÜNBEY	39.66	28.65	7.0	5.2	5.4	0	309.4	0.40	1979	7	18	10	13	0.32	0	0	0	0	0	0	Norf	WAFS	
143	ANTAKYA	36.17	35.89	63.0	4.7	4.8	6	128.8	0.12	1981	6	30	10	39	0.97	0	0	0	0	0	0	EAFBZ		
144	BALIKESİR	39.64	28.87	12.0	4.6	4.7	0	295.7	0.35	1984	3	29	3	6	1.23	0	0	0	0	0	0	WAFS		
145	ÇAYIRLI-ERZİNCAN	39.98	39.77	29.0	4.9	5.0	0	152.4	0.50	1985	8	12	2	44	0.28	0	0	0	0	0	0	Norf	WAFS	
146	KOYÇOBİZ	37.00	28.70	0.0	3.5	3.6	0	144.7	0.67	1985	12	7	0	0	0.48	0	0	0	0	0	0	WAFS		
147	ERZİNCAN	39.71	39.35	29.0	6.2	6.8	9	505.0	0.50	1992	3	13	9	19	0.50	101	88	172	45	54	Norf	Slat	NAF	
148	PULMUR	39.53	39.87	16.0	5.5	6.1	7	100.8	0.50	1992	3	15	18	17	0.47	61	70	14	0	0	0	NAF		
149	DİNAR	38.10	30.02	24.0	5.7	6.0	0	294.0	0.00	1993	10	1	15	57	0.38	0	0	0	0	50	25	Norf	Slat	WAFS
150	DİNAR	38.10	29.82	20.0	0.0	4.7	0	174.0	0.00	1995	9	26	14	58	0.32	0	0	0	0	0	0	Norf	Slat	WAFS

Çalışma kapsamında kullanılan deprem verilerinden 18 tanesine ait ivme kaydı mevcut iken, 32 tanesi için ivme kaydı yoktur.

Aydan ve ark. tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.1)'de verilmiştir.

$$a_{\max} = 2.8(e^{0.9M_s} e^{-0.025R} - 1) \quad (2.1)$$

Burada,

a_{\max} : Maksimum Yer İvmesi (gal)

M_s : Deprem Yüzey Dalgası Magnitütü

R : Hiposantr Mesafesi (km)

olarak verilmiştir.

2.1.2. Beyaz

Beyaz T. tarafından 2004 yılında yapılmış olan doktora tez çalışması [4] kapsamında 1976-2004 yılları arasında meydana gelmiş olan depremlerden elde edilen 516 adet kayıt değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında deprem verileri; yüzey dalgası magnitütü 4'ten büyük ($M_s \geq 4$) olanlar seçilmiştir. Ana kaya üzerine yerleştirilmiş deprem kayıt istasyonları için pik ivme (PGA) değeri 20 cm/s^2 'den daha büyük olanlar, zemin üzerine yerleştirilmiş deprem kayıt istasyonları için pik ivme (PGA) değeri 10 cm/s^2 'den daha büyük olanlar dikkate alınmıştır. Deprem dış merkezine (Episantr) uzaklığı 200 km'den fazla olan depremler de veriler arasından çıkartılmıştır.

Beyaz T. tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.2)'de verilmiştir.

$$\log A = 2.08 + 0.0254M_w^2 - 1.001\log(R + 1) \quad (2.2)$$

Burada,

A : Maksimum Yer İvmesi (cm/s^2)

M_w : Deprem Moment Magnitütü

R : Episantr Mesafesi (km)

olarak verilmiştir.

2.1.3. Gülkan ve Kalkan

Gülkan, P. ve Kalkan E. tarafından 2002 yılında yapılmış olan çalışma [5] kapsamında 1976-1999 yılları arasında meydana gelmiş olan 19 adet depremden elde edilmiş olan 47 adet ivme kaydı (Tablo 2.2) kullanılmıştır.

Tablo 2.2 - Gülkan ve Kalkan (2002) tarafından kullanılan depremler

Date	Earthquake	M_w	r_{cl} (km)	Recording station	Station coordinates	Station site class	Peak Hor. Acc. (mg)	
							N-S	E-W
19.08.1976	DENİZLİ	5.3	15.20	Denizli: Meteoroloji İstasyonu	37.8140N- 29.1120E	Soil	348.53	290.36
05.10.1977	ÇERKEŞ	5.4	46.00	Çerkeş: Meteoroloji İstasyonu	40.8800N- 32.9100E	Soft Soil	36.03	38.94
16.12.1977	İZMİR	5.5	1.20	İzmir: Meteoroloji İstasyonu	38.4000N- 27.1900E	Soft Soil	391.41	125.40
18.07.1979	DURSUNBEY	5.3	10.30	Dursunbey: Kandilli Gözlem İstasyonu	39.6700N- 28.5300E	Rock	232.29	288.25
05.07.1983	BİGA	6.0	57.70	Edincik: Kandilli Gözlem İstasyonu	40.3600N- 27.8900E	Rock	53.44	46.51
05.07.1983	BİGA	6.1	48.70	Gönen: Meteoroloji İstasyonu	40.0800N- 27.6800E	Soft Soil	50.11	46.77
05.07.1983	BİGA	6.2	75.00	Tekirdağ: Meteoroloji İstasyonu	40.9600N- 27.5300E	Rock	29.89	34.91
30.10.1983	HORASAN-NARMAN	6.5	25.00	Horasan: Meteoroloji İstasyonu	40.0400N- 42.1700E	Soft Soil	150.26	173.30
29.03.1984	BALIKESİR	4.5	2.40	Balıkesir: Meteoroloji İstasyonu	39.6600N- 27.8600E	Soft Soil	223.89	128.97
12.08.1985	KIĞI	4.9	80.77	Kıgı: Meteoroloji İstasyonu	39.3400N- 40.2800E	Soil	163.06	89.09
05.05.1986	MALATYA	6.0	29.63	Gölbaşı: Devlet Hastanesi	37.7810N- 37.6410E	Rock	114.70	76.04
06.06.1986	SÜRGÜ (MALATYA)	6.0	34.70	Gölbaşı: Devlet Hastanesi	37.7810N- 37.6410E	Rock	68.54	34.43
20.04.1988	MURADIYE	5.0	37.30	Muradiye: Meteoroloji İstasyonu	39.0300N- 43.7000E	Rock	49.50	51.18
13.03.1992	ERZİNCAN	6.9	65.00	Refahiye: Kaymakamlık Binası	39.9010N- 38.7600E	Soft Soil	67.21	85.93
13.03.1992	ERZİNCAN	6.9	5.00	Erzincan: Meteoroloji İstasyonu	39.7520N- 39.4870E	Soil	404.97	470.92
06.11.1992	İZMİR	6.1	41.00	Kuşadası: Meteoroloji İstasyonu	37.8610N- 27.2660E	Soft Soil	83.49	71.80
24.05.1994	GİRİT	5.4	20.10	Foça: Gümrük Müdürlüğü	38.6400N- 26.7700E	Rock	36.06	49.80
13.11.1994	KÖYCEĞİZ	5.2	17.41	Köyceğiz: Meteoroloji İstasyonu	36.9700N- 28.6940E	Soft Soil	72.79	96.51
01.10.1995	DİNAR	6.4	3.00	Dinar: Meteoroloji İstasyonu	38.0600N - 30.1500E	Soft Soil	288.30	269.95
01.10.1995	DİNAR	6.4	46.20	Çardak: Sağlık Ocağı	37.8250N- 29.6680E	Soil	65.07	61.30
27.06.1998	ADANA-CEYHAN	6.3	80.10	Mersin: Meteoroloji İstasyonu	36.8300N- 34.6500E	Soft Soil	119.29	132.12
27.06.1998	ADANA-CEYHAN	6.3	28.00	Ceyhan: PTT Müd.	37.0500N 35.8100E	Soft Soil	223.42	273.55
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	55.00	Bursa: Sivil Sav. Müd.	40.1830N- 29.1310E	Soft Soil	54.32	45.81
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	81.00	Çekmece: Nükleer Santral Bn.	40.9700N- 28.7000E	Soil	118.03	89.61
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	11.00	Düzce: Meteoroloji İstasyonu	40.8500N- 31.1700E	Soft Soil	314.88	373.76
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	116.00	Ereğli: Kaymakamlık Bn.	40.9800N- 27.7900E	Soil	90.36	101.36
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	15.00	Gebze: Tubitak Marmara Araş. Mer.	40.8200N- 29.4400E	Rock	264.82	141.45
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	32.00	Göynük: Devlet Hastanesi	40.3850N- 30.7340E	Rock	137.69	117.9
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	49.00	İstanbul: Bayındırlık ve İskan Müd.	41.0580N- 29.0130E	Rock	60.67	42.66
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	8.00	İzmit: Meteoroloji İstasyonu	40.7900N- 29.9600E	Rock	171.17	224.91
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	30.00	İzmit: Karayolları Şefliği	40.4370N- 29.6910E	Soft Soil	91.89	123.32
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	140.00	Kütahya: Sivil Savunma Müd.	39.4190N- 29.9970E	Soil	50.05	59.66
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	3.20	Sakarya: Bayındırlık ve İskan Müd.	40.7370N- 30.3840E	Rock	407.04	-
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	150.00	Tekirdağ: Hükümet Konağı	40.9790N- 27.5150E	Rock	129.79	128.33
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	17.00	Danca: Arçelik Arge Bn.	40.82360N- 29.3607E	Soil	211.37	133.68
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	82.50	Ambarlı: Termik Santral	40.9809N- 28.6926E	Soft Soil	252.56	186.04
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	116.00	M. Ereğlisi: Botaş Gas Terminali	40.9919N- 27.9795E	Soil	98.88	87.10
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	72.00	Yeşilköy: Havalimanı	40.9823N- 28.8199E	Soil	90.21	84.47
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	63.00	4. Levent: Yapı Kredi Plaza	41.0811N- 20.0111E	Rock	41.08	35.52
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	3.28	Yarımca: Petkim Tesisleri	40.7639N-29.7620E	Soil	230.22	322.20
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	63.00	Fatih: Fatih Türbesi	41.0196N-28.9500E	Soft Soil	189.39	161.87
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	43.00	Heybeliada: Sanatoryum	40.8688N- 29.0875E	Rock	56.15	110.23
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	71.00	Bursa: Tofaş Fab.	40.2605N- 29.0680E	Soft Soil	100.89	100.04
17.08.1999	KOCAELİ	7.4	81.00	Çekmece: Nükleer Santral Bn.	40.9700N- 28.7000E	Soil	177.31	132.08
12.11.1999	DÜZCE	7.1	20.41	Bolu: Bayındırlık ve İskan Müd.	40.7450N- 31.6100E	Soft Soil	739.56	805.88
12.11.1999	DÜZCE	7.1	8.23	Düzce: Meteoroloji İstasyonu	40.8500N- 31.1700E	Soft Soil	407.69	513.78
12.11.1999	DÜZCE	7.1	30.90	Mudurnu: Kaymakamlık Binası	40.4630N- 31.1820E	Soft Soil	120.99	58.34

Çalışma kapsamında deprem verileri; moment magnitüdü 5'ten büyük ($M_w \geq 5$) olacak şekilde seçilmiştir. Veriler arasından pik ivme (PGA) değeri 0.04g'den küçük olanlar elenmiştir. Ayrıca kayıt istasyonunun yüzey kırığına en yakın mesafesi (R_{cl}) 150 km'den küçük olan veriler de dikkate alınmamıştır.

Deprem verileri zemin sınıfına göre “Kaya”, “Zemin” ve “Yumuşak Zemin” olarak; fay türüne göre ise “Doğrultu Atımlı Faylar”, “Normal Faylar” ve “Ters Faylar” olarak gruplandırılmıştır.

Gülkan ve Kalkan tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.3)’te verilmiştir.

$$\ln Y = -0.682 + 0.253(M_w - 6) + 0.036(M_w - 6)^2 - 0.562 \ln r - 0.297 \ln(V_s / V_A) \quad (2.3)$$

$$r = (r_{cl}^2 + h^2)^{1/2} ; h = 4.48 ; V_A = 1381$$

Burada,

Y : Pik Yer İvmesi (g)

R_{cl} : Kayıt İstasyonunun Yüzey Kırığına En Yakın Mesafesi (km)

M_w : Deprem Moment Magnitütü

h : Fiktif Derinlik

V_s : İstasyonun Bulunduğu Yerdeki Kayma Dalgası Hızı (m/s)

V_A : Fiktif hız

olarak verilmiştir.

2.1.4. Kalkan ve Gülkan

Kalkan E. ve Gülkan, P. tarafından 2004 yılında yapılmış olan çalışma [6] kapsamında 1976-2003 yılları arasında meydana gelmiş olan 57 adet depremden elde edilmiş olan 112 adet ivme kaydı (Tablo 2.3) kullanılmıştır. Söz konusu araştırmacılar, geçmişte yapmış oldukları çalışmayı [5] güncelleme ihtiyacı duymuşlardır. Bu amaçla yaptıkları çalışmada bir öncekine göre farklı bir yaklaşım ortaya koymamışlardır, aynı prensipler bu çalışma için de geçerlidir. Sadece deprem kaydı veri tabanında yapmış oldukları güncelleme sonucunda ulaştıkları yeni denklem modeli katsayılarını sunmuşlardır.

Tablo 2.3 - Kalkan ve Gülkan (2004) tarafından kullanılan depremler

Event No	Date (dd.mm.yy)	Event	Faulting Type *	Depth		Epicenter Coordinates *	Number of Recordings		
				M _w	(km) *		Rock	Soil	Soft Soil
1	19.08.1976	DENİZLİ	Normal	5.3	20.0	37.7100N - 29.0000E		1	
2	05.10.1977	ÇERKEŞ	Strike-Slip	5.4	10.0	41.0200N - 33.5700E			1
3	16.12.1977	İZMİR	Normal	5.5	24.0	38.4100N - 27.1900E			1
4	11.04.1979	MURADIYE	Strike-Slip	4.9	44.0	39.1200N - 43.9100E	1		
5	28.05.1979	BUCAK	Normal	5.8	111.0	36.4600N - 31.7200E	1		
6	18.07.1979	DURSUNBEY	Strike-Slip	5.3	7.0	39.6600N - 28.6500E	1		
7	30.06.1981	HATAY	Strike-Slip	4.7	63.0	36.1700N - 35.8900E		1	
8	05.07.1983	BİGA	Reverse	6.1	7.0	40.3300N - 27.2100E	2		1
9	30.10.1983	HORASAN-NARMAN	Strike-Slip	6.5	16.0	40.3500N - 42.1800E			2
10	29.03.1984	BALIKESİR	Strike-Slip	4.5	0.0	39.6400N - 27.8700E			1
11	17.06.1984	FOÇA	Normal	5.0	0.0	38.8700N - 25.6800E	1		
12	12.08.1985	KIĞI	Strike-Slip	4.9	29.0	39.9500N - 39.7700E		1	
13	06.12.1985	KÖYCEĞİZ	Strike-Slip	4.6	0.0	36.9700N - 28.8500E			1
14	05.05.1986	MALATYA	Strike-Slip	6.0	4.0	38.0200N - 37.7900E	1		
15	06.06.1986	SÜRGÜ (MALATYA)	Strike-Slip	6.0	11.0	38.0100N - 37.9100E	1	1	
16	20.04.1988	MURADIYE	Strike-Slip	5.0	55.0	39.1100N - 44.1200E	1		
17	12.02.1991	İSTANBUL	Strike-Slip	4.8	10.0	40.8000N - 28.8200E	1		
18	13.03.1992	ERZİNCAN	Strike-Slip	6.9	27.0	39.7200N - 39.6300E		1	1
19	06.11.1992	SİVRİHİSAR	Normal	6.1	17.0	38.1600N - 26.9900E			1
20	03.01.1994	İSLAHIYE	Strike-Slip	5.0	26.0	37.0000N - 35.8400E		1	
21	24.05.1994	GİRİT	Normal	5.0	17.0	38.6600N - 26.5400E	1		
22	13.11.1994	KÖYCEĞİZ	Strike-Slip	5.2	10.0	36.9700N - 28.8090E			1
23	29.01.1995	TERCAN	Strike-Slip	4.8	31.0	39.9008N - 40.9900E		1	
24	26.02.1995	VAN	Strike-Slip	4.7	N/A	38.6000N - 43.3300E			1
25	01.10.1995	DİNAR	Normal	6.4	5.0	38.1100N - 30.0500E		1	1
26	02.04.1996	KUŞADASI	Normal	4.9	33.0	37.7800N - 26.6400E			1
27	14.08.1996	MERZİFON	Strike-Slip	5.4	10.0	40.7900N - 35.2300E			1
28	21.01.1997	BULDAN	Normal	4.8	9.0	38.1200N - 28.9200E		1	
29	22.01.1997	HATAY	Strike-Slip	5.5	23.0	36.1400N - 36.1200E		2	
30	28.02.1997	MERZİFON	Strike-Slip	4.7	5.0	40.6800N - 35.3000E			1
31	03.11.1997	MALAZGİRT	Strike-Slip	4.9	N/A	38.7600N - 42.4000E			1
32	04.04.1998	DİNAR	Normal	4.6	7.0	38.1400N - 30.0400E		1	1
33	27.06.1998	ADANA-CEYHAN	Strike-Slip	6.3	18.0	36.8500N - 35.5500E	1	3	2
34	09.07.1998	BORNOVA	Normal	5.1	21.0	38.0800N - 26.6800E			1
35	17.08.1999	KOCAELİ	Strike-Slip	7.4	18.0	40.7000N - 29.9100E	8	9	9
36	11.11.1999	SAPANCA-ADAPAZARI	Strike-Slip	5.7	8.9	40.8100N - 30.2000E			1
37	12.11.1999	DÜZCE	Strike-Slip	7.2	10.0	40.7400N - 31.2100E	3	5	4
38	06.06.2000	ÇANKIRI-ORTA	Strike-Slip	6.1	10.0	40.7200N - 32.8700E			1
39	23.08.2000	HENDEK-AKYAZI	Strike-Slip	5.1	15.3	40.6800N - 30.7100E		2	2
40	04.10.2000	DENİZLİ	Normal	4.7	8.4	37.9100N - 29.0400E		1	
41	15.11.2000	TATVAN-VAN	Strike-Slip	5.5	10.0	36.9300N - 44.5100E			1
42	10.07.2001	ERZURUM-PASINLER	Strike-Slip	5.4	5.0	39.8273N - 41.6200E			1
43	26.08.2001	YIĞILCA-DÜZCE	Strike-Slip	5.4	7.8	40.9455N - 31.5728E		1	
44	02.12.2001	VAN	Strike-Slip	4.5	5.0	38.6170N - 43.2940E			1
45	03.02.2002	SULTANDAĞI-ÇAY	Reverse	6.5	5.0	38.5733N - 31.2715E		1	1
46	03.04.2002	BURDUR	Strike-Slip	4.2	5.0	37.8128N - 30.2572E		1	
47	14.12.2002	ANDIRIN-K. MARAŞ	Strike-Slip	4.8	13.6	37.4720N - 36.2210E		1	
48	10.03.2003	AKYAZI	N/A	4.0	4.4	40.7283N - 30.5900E			1
49	10.04.2003	URLA-İZMİR	N/A	5.8	15.8	38.2568N - 26.8345E			1
50	01.05.2003	BİNGÖL	Strike-Slip	6.4	6.0	38.9400N - 40.5100E			1
51	21.05.2003	DÜZCE	N/A	4.7	7.7	40.8700N - 30.9800E		1	
52	09.06.2003	BANDIRMA	N/A	4.0	14.7	40.2000N - 27.9700E		1	
53	06.07.2003	SAROS	N/A	5.3	9.1	40.4200N - 26.2100E			1
54	23.07.2003	BULDAN-DENİZLİ-1	N/A	5.5	5.0	38.1718N - 28.8533E		1	1
55	26/07/2003	BULDAN-DENİZLİ-2	N/A	5.3	5.0	38.1100N - 28.8800E			1
56	26/07/2003	BULDAN-DENİZLİ-3	N/A	5.7	4.3	38.1100N - 28.8900E		1	1
57	26/07/2003	BULDAN-DENİZLİ-4	N/A	5.2	8.5	38.1200N - 28.8400E			1
Total							23	41	48

Kalkan ve Gülkan tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.4)'te verilmiştir.

$$\ln Y = 0.393 + 0.576(M_w - 6) - 0.107(M_w - 6)^2 - 0.899 \ln r - 0.200 \ln(V_s / V_A) \quad (2.4)$$

$$r = (r_{cl}^2 + h^2)^{1/2} ; h = 6.91 ; V_A = 1112$$

Burada,

Y : Pik Yer İvmesi (g)

R_{cl} : Kayıt İstasyonunun Yüzey Kırığına En Yakın Mesafesi (km)

M_w : Deprem Moment Magnitütü

h : Fiktif Derinlik

V_s : İstasyonun Bulunduğu Yerdeki Kayma Dalgası Hızı (m/s)

V_A : Fiktif hız

olarak verilmiştir.

2.1.5. Özbey ve ark.

Özbey C., Sarı A., Manuel L., Erdik M. ve Fahjan Y. tarafından 2003 yılında yapılmış olan çalışma [7] kapsamında 1994-2001 yılları arasında meydana gelmiş olan 17 adet depremden elde edilmiş olan 195 adet ivme kaydı (Tablo 2.4) kullanılmıştır.

Tablo 2.4 - Özbey ve ark. (2003) tarafından kullanılan depremler

Event No	Event Name	Event Date	Origin Time	Lat.	Long.	M	H	No. of Recordings			
				(deg.)	(deg.)		(km)	A	B	C	D
1	"Izmit"	17.08.1999	12:01:38 AM	40.76	29.97	7.4	19.6	3	5	7	7
2	"Düzce-Bolu"	12.11.1999	4:57:21 PM	40.74	31.21	7.2	25.0	1	3	5	18
3	"Izmit"	13.09.1999	11:55:29 AM	40.77	30.10	5.8	19.6	0	2	5	18
4	"Hendek-Akyazi"	23.08.2000	1:41:28 PM	40.68	30.71	5.8	15.3	0	1	3	8
5	"Sapanca-Adapazari"	11.11.1999	2:41:26 PM	40.74	30.27	5.7	22.0	0	1	4	11
6	"Izmit"	17.08.1999	3:14:01 AM	40.64	30.65	5.5	15.3	0	0	0	3
7	"Düzce-Bolu"	12.11.1999	5:18:00 PM	40.74	31.05	5.4	10.0	0	1	1	12
8	"Izmit"	31.08.1999	8:10:51 AM	40.75	29.92	5.2	17.7	0	1	3	13
9	"Düzce-Bolu"	12.11.1999	5:17:00 PM	40.75	31.10	5.2	10.0	0	2	1	11
10	"Marmara Sea"	20.09.1999	9:28:00 PM	40.69	27.58	5.0	16.4	0	1	4	10
11	"Northeast of Bolu"	14.02.2000	6:56:36 AM	40.90	31.75	5.0	15.7	0	0	0	5
12	"Cinarcik-Yalova"	19.08.1999	3:17:45 PM	40.59	29.08	5.0	11.5	0	0	1	5
13	"Kaynasli-Bolu"	12.11.1999	6:14:00 PM	40.75	31.36	5.0	10.0	0	0	0	1
14	"Hendek-Adapazari"	07.11.1999	4:54:42 PM	40.71	30.70	5.0	10.0	0	0	0	4
15	"Izmit"	19.08.1999	3:17:45 PM	40.36	29.56	5.0	9.8	0	1	1	2
16	"Düzce-Bolu"	19.11.1999	7:59:08 PM	40.78	30.97	5.0	9.2	0	2	0	3
17	"Hendek-Adapazari"	22.08.1999	2:30:59 PM	40.74	30.68	5.0	5.4	0	0	0	5
Total Number of Records :								4	20	35	136

Çalışma kapsamında; moment magnitütü 5'ten büyük ($M_w \geq 5$) olan ve kayıt istasyonu ile deprem odak noktası arasında 100 km'den daha az uzaklıktaki deprem verileri seçilmiştir. Ayrıca deprem verileri, zemin sınıfına göre; 30 m derinlikteki

ortalama kayma dalgası hızı ($V_{s,30}$) 750 m/s'den büyük olanlar "A sınıfı", 360 m/s ile 750 m/s arasında olanlar "B Sınıfı", 180 m/s ile 360 m/s arasında olanlar "C Sınıfı" ve 180 m/s'den küçük olanlar ise "D Sınıfı" olmak üzere 4 adet grupta incelenmiştir.

Özbey ve ark. tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.5)'te verilmiştir.

$$\log Y = 3.287 + 0.503(M_w - 6) - 0.079(M_w - 6)^2 - 1.1177 \log \sqrt{R^2 + 14.82^2} + 0.141G_1 + 0.331G_2 \quad (2.5)$$

Burada,

Y : Pik Yer İvmesi (cm/s^2)

R : Kayıt İstasyonunun Yüzey Kırığının İzdüşümüne Olan Yatay Mesafesi (km)

M_w : Deprem Moment Magnitütü

G_1 : C Sınıfı zeminler için 1, diğer zemin sınıfları için 0 olarak alınan bir katsayı

G_2 : D Sınıfı zeminler için 1, diğer zemin sınıfları için 0 olarak alınan bir katsayı olarak verilmiştir.

2.1.6. Ulusay ve ark.

Ulusay R., Tuncay E., Sönmez H., ve Gökçeoğlu C. tarafından 2004 yılında yapılmış olan çalışma [8] kapsamında 1976-2003 yılları arasında meydana gelmiş olan 122 adet depremden elde edilmiş olan 221 adet ivme kaydı kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında; moment magnitütü 4.1 ile 7.5 arasında, pik yer ivmesi değeri (PGA) 20 gal ile 806 gal arasında, kayıt istasyonunun deprem dış merkezine (Episantr) uzaklığı 5 km ile 100 km arasında olan deprem verileri kullanılmıştır. Ayrıca deprem verileri zemin sınıfına göre "Kaya", "Zemin" ve "Yumuşak Zemin" olmak üzere 3 grupta incelenmiştir.

Ulusay ve ark. tarafından elde edilen azalım ilişkisi, Denklem (2.6)'da verilmiştir.

$$PGA = 2.18e^{0.0218(33.3M_W - R_e + 7.8427S_A + 18.9282S_B)} \quad (2.6)$$

Burada,

PGA : Pik Yer İvmesi (gal)

M_W : Deprem Moment Magnitüdü

R_e : kayıt istasyonunun deprem dış merkezine (Episantr) uzaklığı (km)

S_A : “Zemin” için 1, diğer gruplar için 0 olarak alınan bir katsayı

S_B : “Yumuşak Zemin” için 1, diğer gruplar için 0 olarak alınan bir katsayı

olarak verilmiştir.

2.2. Yabancı Azalım İlişkileri

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda çalışma bölgeleri fay tipine göre; Stabil Kıta Bölgeleri, Dalma Bölgeleri ve Aktif Tektonik Bölgeler olmak üzere 3 grupta incelenmiştir.

Her araştırmacı, azalım ilişkilerini tanımlayabilmek için farklı model parametreleri kullanmıştır (Tablo 2.5, Tablo 2.6 ve Tablo 2.7).

Farklı araştırmacılar tarafından kullanılan farklı mesafe tanımları Şekil 2.2’de verilmiştir. Burada,

r_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe

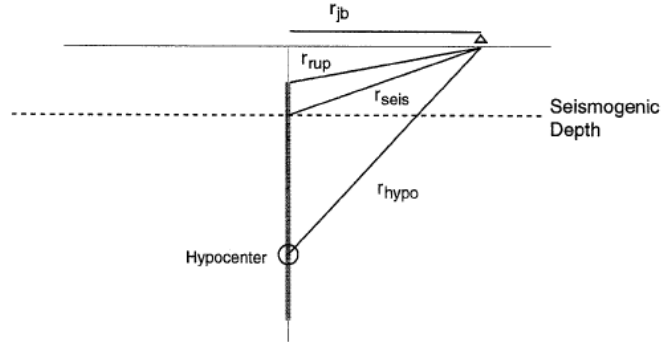
r_{rup} : Kırılma yüzeyine en yakın mesafe

r_{seis} : Sismojenik kırılma yüzeyine en yakın mesafe

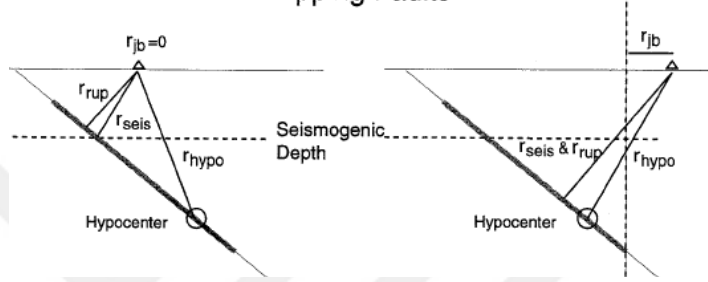
r_{hypo} : Kırılma merkezine olan mesafe

olarak tanımlanmıştır.

Vertical Faults



Dipping Faults



Şekil 2.2 - Fay Tiplerine Göre Mesafe Tanımları

Tablo 2.5 - Stabil Kıta Bölgeleri'nde kullanılan parametreler

Model	Periyot Aralığı (sn)	Bileşen	Saha Durumu	Model Parametreleri
Atkinson & Boore	0.0 – 2.0	Ort. PGA_H	Kaya, Zemin Büyütme Faktörleri	M, r_{hypo}
Toro ve ark.	0.0 – 2.0	Ort. PGA_H	Kaya	M veya M_{Lg}, r_{jb}

Tablo 2.6 - Dalma Bölgeleri'nde kullanılan parametreler

Model	Periyot Aralığı (sn)	Bileşen	Saha Durumu	Model Parametreleri ^a
Anderson	0.0	Büyük PGA_H , PGA_V	Kaya	M_s veya M_b, r_{rup}
Atkinson & Boore	0.0 – 2.0	Ort. PGA_H	Kaya, Zemin Büyütme Faktörleri	M, r_{hypo}
Youngs ve ark.	0.0 – 4.0 ^b	Ort. PGA_H	Kaya, Zemin	M, r_{rup}, F_3, H

Tablo 2.7 - Aktif Tektonik Bölgeler'de kullanılan parametreler

Model	Periyot Aralığı (sn)	Bileşen	Saha Durumu	Model Parametreleri ^c
Abrahamson & Silva	0.0 – 5.0	Ort. PGA_H , PGA_V	Kaya, Derin Zemin	M, r_{rup}, F_1, HW
Boore, Joyner & Fumal	0.0 – 2.0	Ort. PGA_H	V_{S30}	M, r_{jb}, F_2
Campbell	0.0 – 4.0	Ort. PGA_H , PGA_V	Sert Kaya, Yumuşak Kaya, Zemin	M, r_{seis}, F_2, D
Sadigh ve ark.	0.0 – 4.0	Ort. PGA_H	Kaya, Derin Zemin	M, r_{rup}, F_1, HW
Spudich ve ark.	0.0 – 2.0	Ort. PGA_H	Kaya, Zemin	M, r_{jb}
Idriss	0.0 – 5.0	Ort. PGA_H	Kaya/Sert Zemin, Derin Zemin, Yumuşak Zemin	M, r_{rup}, F_1

^a Model Parametreleri:

H: Hiposantr Derinliği (km)

Intra-plate için $F_3=1$, Interface için $F_3=0$

^b Kaya için periyot aralığı 0.0 – 3.0 sn

^c Model Parametreleri:

Ters fay için $F_1=1$, ters/oblik fay için $F_1=0.5$, diğer faylar için $F_1=0$

Ters fay veya ters/oblik fay için $F_2=1$, diğer faylar için $F_2=0$

Tavan bloğundaki sahalar için $HW=1$, aksi durumda $HW=0$

D: İstasyondaki taban kayası derinliği (km)

2.2.1. Stabil Kıta Bölgeleri (Stable Continental Regions)

Deprem görülme sıklığının düşük olmasından dolayı birçok deprem verisi bu bölgelerde kullanılabilir. Bu bölgeler için azalım ilişkileri oluşturulurken kayıtlı veriler yerine genellikle numerik simüle yer hareketi verileri kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Stabil Kıta Bölgeleri için yapılmış 2 adet çalışma incelenmiştir:

- Atkinson ve Boore
- Toro ve ark.

Çalışmaların ikisinde de sentetik deprem verilerini oluşturmak için “Stochastic Point Source Model” kullanılmıştır. Daha sonra sentetik veri setindeki azalımı temsil edecek basitleştirilmiş denklemi elde etmek için regresyon analizi yapılmıştır.

2.2.1.1. Atkinson ve Boore

Küçük ve orta boyuttaki deneysel kayıt sonuçları ECTN ile kaydedilmiş ve “Stochastic Source Model”deki bazı parametrelerin belirlenmesi için daha önce meydana gelmiş depremlerden eş sarsıntılar kullanmışlardır.

$$\ln(PGA) = 1.841 + 0.686(M - 6) - 0.123(M - 6)^2 - \ln R - 0.00311R \quad (2.7)$$

Burada,

PGA : Maksimum Yer İvmesi (g)

M : Moment Magnitütü

R : Hiposantr (r_{hypo}) Mesafesi (km)

olarak tanımlanmıştır.

Stabil Kıta Bölgeleri için daha önce ortaya koyulmuş birçok farklı azalım ilişkisi ile kendi azalım ilişkilerini karşılaştırmışlardır. Deneysel kaynaklı model kullanarak düşük frekanslarda teorik kaynaklı modellere göre daha küçük sonuçlar elde edilebileceğini göstermişlerdir.

Atkinson ve Boore 'un Stabil Kıta Bölgeleri için oluşturdukları azalım ilişkileri, Aktif Tektonik Bölgeler için kullanıldığında spektrumda daha büyük

farklılıklar görmüşlerdir. Bunun sonucunda azalım ilişkilerinin tek tektonik ortam için geçerli olduğu ve bir diğerine ölçeklendirilemeyeceği sonucuna varmışlardır.

2.2.1.2. Toro ve ark.

Atkinson ve Boore gibi onlar da azalım ilişkisi parametrelerini belirlerken “Stochastic Point Source Model” kullanmışlardır.

Çalışma kapsamında Kuzey Amerika’yı “Mid-Continent” ve “Gulf Coast” olarak iki bölgeye ayırmış, ikisi için farklı azalım ilişkileri oluşturmuşlardır. Buna göre “Mid-Continent” bölgesi için elde edilmiş azalım ilişkisi Denklem (2.8)’de, “Gulf Coast” bölgesi için elde edilmiş azalım ilişkisi ise Denklem (2.9)’da verilmiştir.

$$\ln Y = 2.20 + 0.81(M - 6) - 1.27 \ln R_M + 0.11 \max \left[\ln \left(\frac{R_M}{100} \right), 0 \right] - 0.0021 R_M + \varepsilon_e + \varepsilon_a \quad (2.8)$$

$$R_M = \sqrt{R_{jb}^2 + 9.3^2}$$

$$\ln Y = 2.91 + 0.92(M - 6) - 1.49 \ln R_M - 0.12 \max \left[\ln \left(\frac{R_M}{100} \right), 0 \right] - 0.0014 R_M + \varepsilon_e + \varepsilon_a \quad (2.9)$$

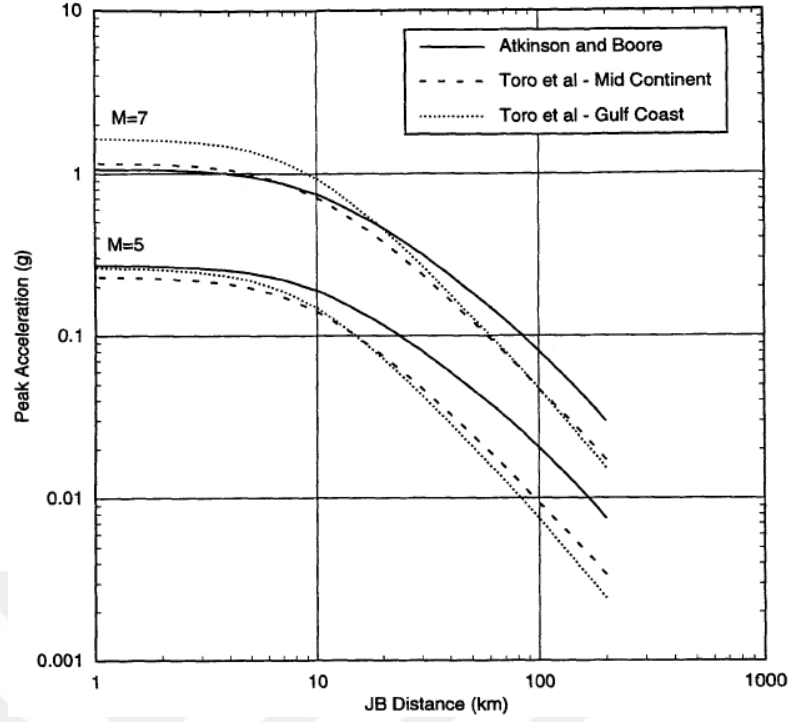
$$R_M = \sqrt{R_{jb}^2 + 10.9^2}$$

Burada,

- Y : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
R_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe (km)

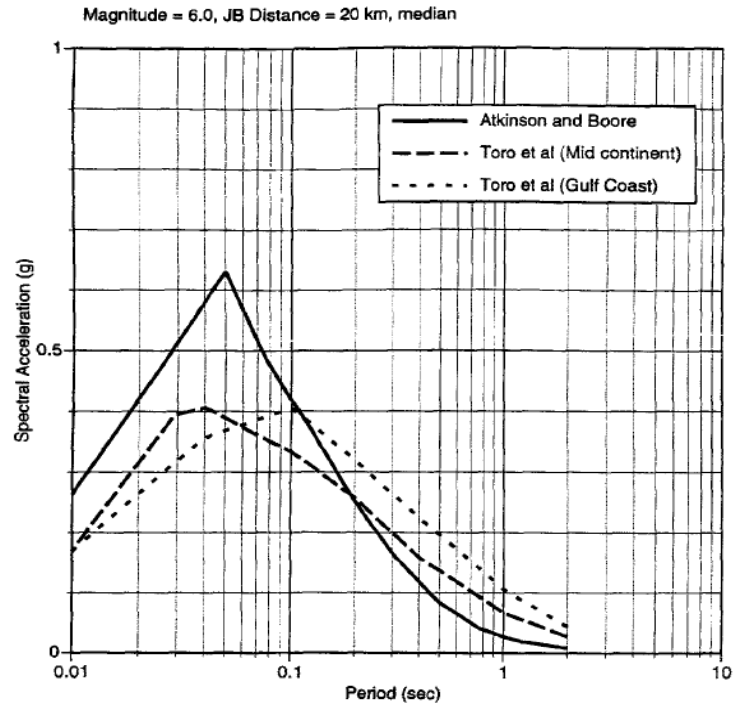
olarak tanımlanmıştır.

Stabil Kıta Bölgeleri için belirlenen iki farklı model için, 5 ve 7 büyüklüğünde depremlerdeki median PGA azalım ilişkileri (Şekil 2.3)’de karşılaştırılmıştır. İki modelde de benzer ilişkiler görülürken, Atkinson ve Boore modelinde uzaklık arttıkça azalımda düşüş görülmektedir. Bu fark, düşük magnitütlerde daha belirgindir.



Şekil 2.3 - Stabil Kıta Bölgeleri için PGA-mesafe grafiği (M=7 ve M=5 için)

Şekil 2.4'te M=6,0 ve 20 km JB mesafesi için median tepki spektrumu karşılaştırılmıştır. Atkinson ve Boore modelinde yüksek frekanslarda (düşük periyotlarda) daha fazla spektral ivme büyütmesi olduğu görülüyor.



Şekil 2.4 - Stabil Kıta Bölgeleri için SA-periyot grafiği (M=6, d=20 km)

2.2.2. Dalma Bölgeleri (Subduction Zone Earthquakes)

ABD’de, Dalma Bölgeleri’nde meydana gelmiş depremlerden alınan birçok kayıt verisi vardır. Bu yüzden dalma bölgeleri için geliştirilmiş azalım ilişkilerinin çoğu Japonya ve Güney Amerika tabanlıdır.

Dalma Bölgeleri’nden alınan deprem kayıtları, bu bölgelerde olan depremlerin genellikle çok derinde veya kıyıdan çok uzakta olmasından dolayı uzun mesafelerden alınmıştır. Bu da modellerin yakın mesafeler için ekstrapolasyon yapılması sonucunda belirsizliklerle karşılaşılmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Dalma Bölgeleri için 3 adet çalışma incelenmiştir:

- Youngs ve ark.
- Atkinson ve Boore
- Anderson

2.2.2.1. Youngs ve ark.

Azalım ilişkilerini Alaska, Şili, Cascadia, Japonya, Meksika, Peru ve Solomon Adaları’nda olan deprem verilerini kullanarak Dalma Bölgeleri arayüzey (interface) ve levha içi (intra-slab) depremleri için geliştirilmiştir.

Kaya için ve zemin için ayrı ayrı azalım ilişkileri oluşturulmuştur. Buna göre kaya için elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.10) ile, zemin için elde edilen azalım ilişkisi ise Denklem (2.11) ile verilmiştir.

$$\ln y = 0.2418 + 1.414M - 2.552 \ln(r_{rup} + 1.7818e^{0.554M}) + 0.00607H + 0.3846Z_T \quad (2.10)$$

$$\ln y = -0.6687 + 1.438M - 2.329 \ln(r_{rup} + 1.097e^{0.617M}) + 0.00648H + 0.3843Z_T \quad (2.11)$$

Burada,

- y : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
 r_{rup} : Kırılma yüzeyine en yakın mesafe (km)
H : Derinlik (km)
 Z_T : Kaynak tipine bağlı bir değer (interface için 0, intraslab için 1)

olarak tanımlanmıştır.

Dalma Bölgesi depremlerindeki PGA azalımları, Aktif Tektonik Bölgelerde olan sığ depremlerdekine göre daha yavaştır.

Levha içi (intra-slab) depremler de arayüzey (interface) depremlere göre daha büyük PGA meydana getirir (aynı magnitüt ve mesafede).

2.2.2.2. Atkinson ve Boore

Atkinson ve Boore, Cascadia bölgesi için yer hareketi ilişkileri ile ilgili çalışma yapmıştır.

Elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.12)'de verilmiştir.

$$\ln PGA = 0.680 + 0.733(M - 6) - \ln r_{hypo} - 0.00645r_{hypo} \quad (2.12)$$

Burada,

- PGA : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
 r_{hypo} : Kırılma merkezine olan mesafe (km)

olarak tanımlanmıştır.

Cascadia Modeli, büyük depremler ($M > 7,5$) için diğer Dalma Bölgelerinde yapılan çalışmalarla uyuşmamaktadır. Bu yüzden büyük depremler için bu modelin kullanılması önerilmez.

Küçük depremlerde ($M < 7,0$) tüm mesafeler için Cascadia Modeli kullanılabilir. Ancak büyük depremlerde 100 km'den az mesafeler için kullanılabilir.

2.2.2.3. Anderson

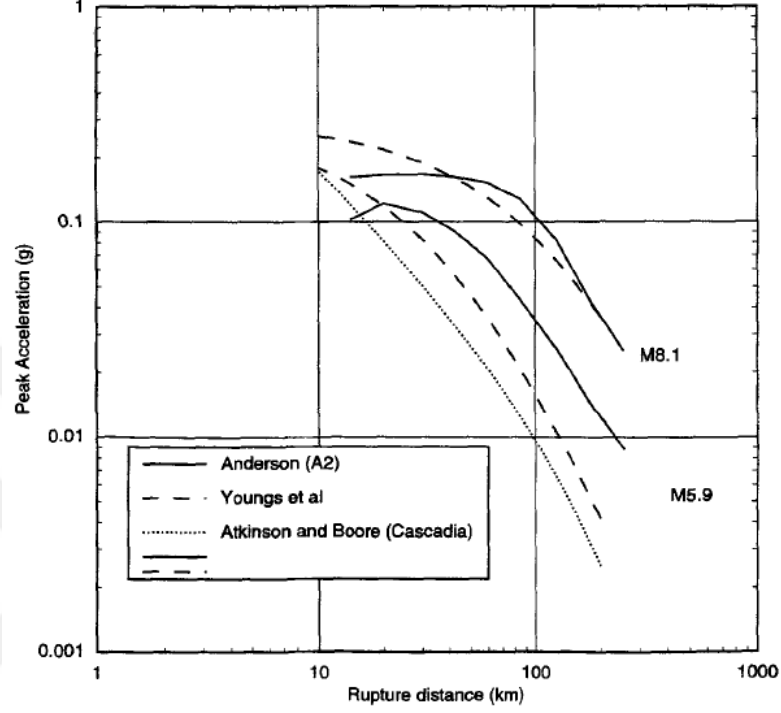
Anderson, Guerrero/Meksika'daki ivmeölçer ağından aldığı verilerle parametrik olmayan PGA modelini sunmuştur. Bu modelde Regresyon Analizi, diğer çalışmada yapılanlara göre biraz farklıdır.

Anderson; farklı M (yüzey dalgası magnitüdü – M_s) ve r_{rup} (Kırılma yüzeyine en yakın mesafe) değerlerine karşılık gelen PGA değerleri ile bir tablo (Tablo 2.8) oluşturmuştur. Bu tablodaki veriler kullanılarak istenen verilere interpolasyon ile ulaşılabilir. Ancak aralık dışı değerler ekstrapolasyon ile bulunamaz. Guerrero hattında kaydedilen depremlerin magnitüt aralığı 3,0'ten 8,1'e kadar olduğu için bu durum çok büyük bir problem oluşturmaz.

Tablo 2.8 - Anderson tarafından elde edilen azalım ilişkisi

M	r_{rup} (km)								
	14.0	20.0	30.0	42.0	60.0	85.0	125.0	180.0	255.0
Model A1 (Minimal Smoothing)									
3.0	0.012	0.018	0.009	0.006	0.014	0.005	0.002		
4.0	0.014	0.038	0.025	0.025	0.014	0.008	0.002	0.002	
5.0	0.020	0.053	0.046	0.026	0.019	0.022	0.008	0.003	0.001
5.9	0.093	0.216	0.209	0.064	0.050	0.038	0.019	0.011	0.005
6.9	0.264	0.188	0.115	0.074	0.071	0.046	0.016	0.010	0.015
7.6	0.210	0.164	0.184	0.067	0.052	0.105	0.110	0.014	0.028
8.1	0.145	0.156	0.158	0.128	0.136	0.149	0.089	0.035	0.031
Model A2 (Medium Smoothing)									
3.0	0.013	0.015	0.011	0.010	0.008	0.004	0.002		
4.0	0.022	0.032	0.026	0.021	0.014	0.008	0.003	0.002	
5.0	0.045	0.058	0.048	0.029	0.022	0.018	0.008	0.003	0.001
5.9	0.102	0.121	0.110	0.063	0.044	0.032	0.017	0.008	0.004
6.9	0.171	0.166	0.132	0.091	0.067	0.046	0.026	0.015	0.009
7.6	0.186	0.173	0.150	0.117	0.094	0.081	0.054	0.025	0.016
8.1	0.161	0.165	0.166	0.161	0.151	0.127	0.083	0.043	0.025
Model A3 (Strong Smoothing)									
3.0	0.015	0.015	0.013	0.011	0.008	0.004	0.002		
4.0	0.028	0.030	0.026	0.020	0.014	0.008	0.004	0.002	
5.0	0.057	0.057	0.047	0.032	0.023	0.016	0.008	0.003	0.002
5.9	0.106	0.102	0.086	0.060	0.042	0.029	0.016	0.008	0.004
6.9	0.160	0.146	0.122	0.092	0.068	0.046	0.027	0.015	0.008
7.6	0.188	0.176	0.157	0.130	0.102	0.076	0.048	0.026	0.016
8.1	0.192	0.198	0.197	0.185	0.158	0.120	0.079	0.046	0.028

Bu üç azalım ilişkisi için median PGA azalımları $M=5,9$ ve $M=8,1$ için Şekil 2.5'te karşılaştırılmıştır. Atkinson ve Boore Modeli sadece $M=5,9$ için gösterilmiştir. Çünkü $M=8,1$ (büyük deprem) için bu modeli kullanmak uygun değildir.

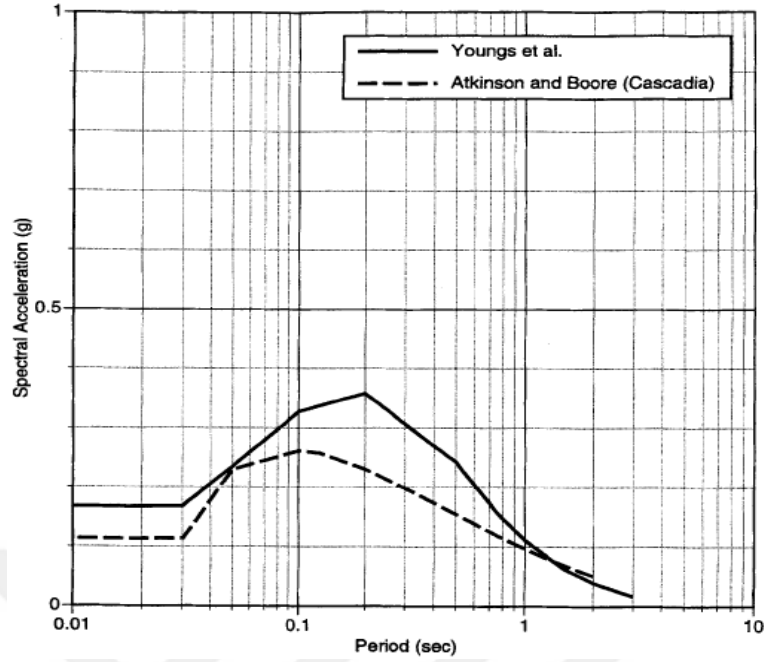


Şekil 2.5 - Dalma Bölgeleri için PGA-mesafe grafiği ($M=8,1$ ve $M=5,9$ için)

$M=5,9$ için farklı modellerin tahminlerinde büyük farklar (3 kata kadar) vardır. Youngs ve ark. ve Anderson modelleri $M=8,1$ için daha tutarlıdır.

Dalma bölgesinde 7 büyüklüğünde ve 25 km uzaklıkta meydana gelen bir deprem sonucunda oluşan median spektral ivmeler, iki farklı araştırmacıya göre Şekil 2.6'te karşılaştırılmıştır. Anderson modeli, sadece PGA için olduğundan dolayı grafikte gösterilmemiştir.

Magnitude = 7.0, Rupture Distance = 25 km, median



Şekil 2.6 - Dalma Bölgeleri için SA-periyot grafiği (M=7, d=25 km)

2.2.3. Aktif Tektonik Bölgeler (Shallow Crustal Earthquakes in Active Tectonic Regions)

Aktif Tektonik Bölgelerde sığ depremler, diğer tektonik bölgelere göre daha fazla yer hareketi verisine ve azalım ilişkisine sahiptir. Bu geniş veri tabanı sayesinde magnitüt, mesafe ve saha koşulları haricinde birçok parametrenin de etkisi değerlendirilebilmiştir. Örneğin Aktif Tektonik Bölgeler için oluşturulmuş azalım ilişkilerinin çoğunda ters (reverse) faylar ile doğrultu atımlı faylar (strike-slip) arasında “faylanma türü faktörü” adı verilen bir ayırım vardır. Bazı modellerde ise (Abrahamson ve Silva [15], Campbell [17]) faylanma türüne bağlı magnitüt parametresi vardır.

Bu çalışmadaki modellerde yer hareketi verilerinin çoğu, ters (reverse) faylar ile doğrultu atımlı faylar (strike-slip) için düzenlenmiştir. Normal faylı depremler az sayıda olduğu için normal faylar ile doğrultu atımlı faylar arasındaki fark, istatistiksel olarak kayda değer değildir. Bu yüzden normal fayların, genellikle doğrultu atımlı faylar ile aynı seviyede yer hareketi ürettiği varsayılır.

Bu çalışma kapsamında Aktif Tektonik Bölge için 5 adet çalışma incelenmiştir. Ancak farklı modellerde kullanılan veriler arasında önemli farklılıklar vardır:

- Abrahamson ve Silva
- Boore, Joyner ve Fumal
- Campbell
- Sadigh ve ark.
- Spudich ve ark.

2.2.3.1. Abrahamson ve Silva

Yer hareketinin hem yatay hem de düşey bileşeni için deneysel tepki spektrum azalım ilişkisini oluşturmuşlardır. Eğim atımlı (dip-slip) faylarda tavan bloğunda (hanging wall) kaydedilen yer hareketinin sistematik bir şekilde artışını hesaba katmak için bir katsayı belirlemişlerdir. Aynı zamanda doğrusal olmayan (non-linear) zemin tepkisini, kayada beklenen pik ivmenin fonksiyonu olarak belirlemişlerdir. Bu yaklaşım hem zeminde hem de kayada, doğrusal olmayan zemin tepkisini tek bir fonksiyon halinde hesaba katılabilmesini sağlamaktadır.

2.2.3.2. Boore, Joyner ve Fumal

En son yayınlanan “Kuzey Amerika’nın Batısında Olan Sığ Depremlerde Yatay SA ve PGA’nın Tahmin Edilmesi” [16] adlı çalışmalarını özetlemişlerdir. Aynı zamanda, daha önceki modellerini [22] güncelleyen bir model ortaya koymuşlardır. Böylece zemin tepkisi; doğrultu atımlı (strike-slip) faylar, ters (reverse) faylar ve belirlenmemiş faylar olmak üzere 3 kategoride incelenmiştir. Ayrıca çalışmacılar, önceki yayınlarına göre M ve r_{jb} aralıklarının kullanımında daha kısıtlayıcı olmuşlardır.

Elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.13)’te verilmiştir.

$$\ln Y = b_1 + 0.527(M - 6) - 0.778 \ln r - 0.371 \ln \left(\frac{V_s}{1396} \right) \quad (2.13)$$

$$r = \sqrt{r_{jb}^2 + 5.57^2}$$

$$b_1 = \begin{cases} -0.313 & \text{doğrultu atımlı faylar için;} \\ -0.117 & \text{ters atımlı faylar için;} \\ -0.242 & \text{fay mekanizması belirsiz olanlar için} \end{cases}$$

Burada,

- Y : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
 r_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe (km)
 V_s : 30 m derinlikteki ortalama kayma dalgası hızı (m/s)

olarak tanımlanmıştır.

Diğer modellerden farklı olarak zemin sınıflandırmasını, 30 m'den daha derindeki ortalama V_s 'ye göre belirlenen sayısal değerler ile yapmışlardır.

2.2.3.3. Campbell

Campbell de birkaç yıllık çalışmasını, aktif tektonik bölgeler için yatay ve düşey PGA, PGV ve SA'nın azalım ilişkilerini geliştirerek sunmuştur. Bu son düzenlemeler, öncekilere göre daha fazla veri kullanılarak geliştirilmiştir.

Elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.14)'te verilmiştir.

$$\begin{aligned} \ln A_H = & -3.512 + 0.904M - 1.328 \ln \left(\sqrt{R_{seis}^2 + [0.149e^{0.647M}]^2} \right) \\ & + [1.125 - 0.112 \ln(R_{seis}) - 0.0957M] F + [0.440 - 0.171 \ln(R_{seis})] S_{SR} \\ & + [0.405 - 0.222 \ln(R_{seis})] S_{HR} + \varepsilon \end{aligned} \quad (2.14)$$

Burada,

- A_H : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
 R_{seis} : Sismojenik kırılma yüzeyine en yakın mesafe (km)
 S_{SR} : Yumuşak kaya zeminler için 0, diğerleri için 1 olan bir sabit
 S_{HR} : Sert kaya zeminler için 0, diğerleri için 1 olan bir sabit
F : Doğrultu atımlı faylar için 0, diğerleri için 1 olan bir sabit

olarak tanımlanmıştır.

Campbell azalım ilişkileri $M > 5$ ve $R_{seis} > 60$ km olan zeminlerde zemin hareketini tahmin etmek için kullanılır.

2.2.3.4. Sadigh ve ark.

Daha çok Kaliforniya’da meydana gelen deprem kayıtlarını kullanarak sığ depremler için azalım ilişkisini geliştirmiştir. Bu ilişki kaya zeminleri için magnitüdü 4,0 ve 8,0 arasında veya 8,0’den büyük olan depremlerde $r_{rup} < 100$ km için geçerlidir.

Büyük ve küçük magnitütlü depremler için ayrı ayrı azalım ilişkileri oluşturulmuştur. Buna göre $M \leq 6.5$ için elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.15) ile, $M > 6.5$ için elde edilen azalım ilişkisi ise Denklem (2.16) ile verilmiştir.

$$\ln y = -0.624 + M - 2.1 \ln(r_{rup} + e^{1.29649+0.250M}) \quad (2.15)$$

$$\ln y = -1.274 + 1.1M - 2.1 \ln(r_{rup} + e^{-0.48451+0.524M}) \quad (2.16)$$

Burada,

- y : Maksimum Yer İvmesi (g)
 M : Moment Magnitüdü
 r_{rup} : Kırılma yüzeyine en yakın mesafe (km)

olarak tanımlanmıştır.

2.2.3.5. Spudich ve ark.

Gerilmeli rejimlerden elde edilen global deprem verilerini kullanarak PGA ve SA için yeni azalım ilişkisi tanımlamışlardır. Kendi input verilerini, “litosferin genişlediği bölgeler” olarak tanımladıkları gerilmeli rejimlerde olan depremlerle sınırlamışlardır.

Elde edilen azalım ilişkisi Denklem (2.17)’de verilmiştir.

$$\log Y = 0.156 + 0.229(M - 6) - 0.945 \log R + 0.077\Gamma \quad (2.17)$$

$$R = \sqrt{r_{jb}^2 + 5.57^2}$$

Burada,

- Y : Maksimum Yer İvmesi (g)
M : Moment Magnitütü
 r_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe (km)
 Γ : Kaya için 0, zemin için 1 olarak alınan bir sabit

olarak tanımlanmıştır.

PGA ve SA değerleri aktif tektonik bölgelerde çalışma yapan diğer araştırmacılara göre genellikle daha düşük çıkmaktadır.

Dünyada bulunan bütün gerilmeli rejimlerden yer hareketi verileri toplanmıştır. Bu sayede Batı ABD için gerilmeli bölgelerde sıkça kullanılan azalım ilişkilerinin, yer hareketleri ile ilgili olduğundan yüksek sonuçlar verdiğini göstermektedir. Aynı zamanda bu çalışma kapsamındaki gerilmeli aktif tektonik bölgeler için verilen Spudich ve ark. hariç diğer araştırmacılar tarafından geliştirilmiş azalım ilişkilerinde de aynı durum söz konusudur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye için yeni bir azalım ilişkisi fonksiyonu oluşturmak amaçlanan bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler aşağıda alt bölümler halinde verilmiştir.

3.1. Materyal

Çalışmada temel olarak Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) bünyesindeki Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı (TR-KYH) verileri ve MATLAB bilgisayar yazılımı materyal olarak kullanılmıştır.

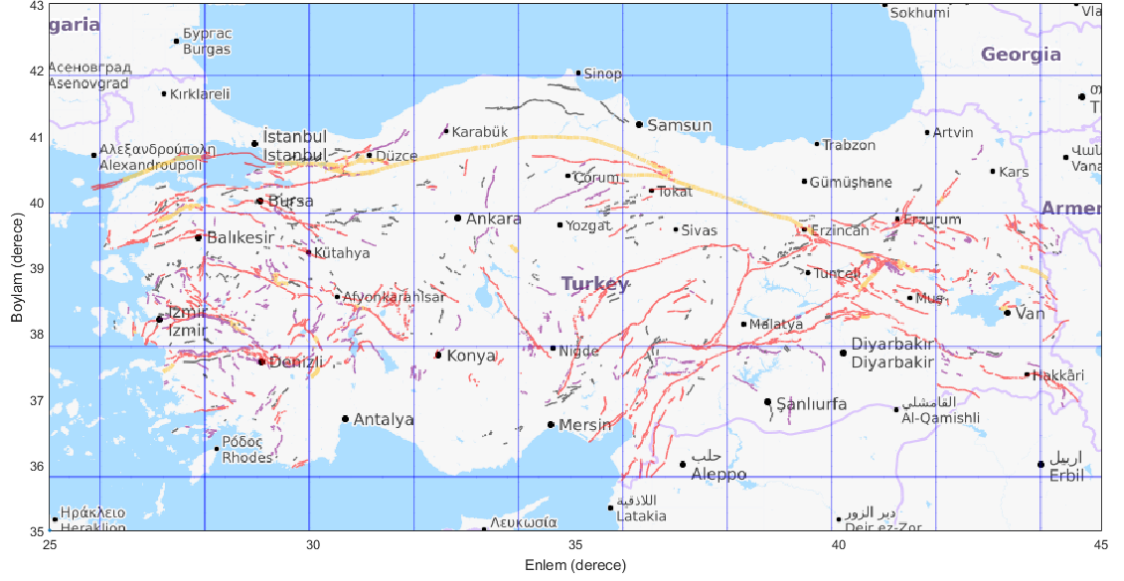
3.1.1. Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtları

Türkiye’de meydana gelen depremlerin ivmeölçerler kullanılarak oluşturulan aletsel kayıtlar, 1976 yılından bu yana düzenli olarak arşivlenmektedir [23]. Bu yüzden 1976 yılından sonra meydana gelmiş deprem verilerini dikkate almak daha güvenilirdir.

Çalışma kapsamında TR-KYH verilerinden yararlanılarak Türkiye sınırları civarında ($34.00^{\circ}\text{K} - 43.00^{\circ}\text{K}$ enlemleri ile $24,00^{\circ}\text{D} - 46.00^{\circ}\text{D}$ boylamları arası) 1976 – 2019 yılları arasında farklı lokasyonlarda meydana gelmiş, moment magnitüdü 5’ten büyük olan depremler dikkate alınmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılmak üzere, Türkiye civarında seçilen çalışma bölgesi için geçmişte meydana gelmiş olan 297 adet deprem ve bu depremlere ait 4617 adet ivme kaydı temin edilmiştir. Ancak moment magnitüdü 5’ten büyük olan her deprem için sadece depremin gerçekleştiği noktayı merkez alan 100 km yarıçaplı daire şeklindeki araştırma bölgelerinin içinde kalan ölçüm istasyonlarından elde edilmiş ve pik yer ivmesi (PGA) en az 0.001 g olan 198 adet depreme ait toplam 990 adet deprem ivme kaydı verisi (Şekil 3.2) kullanılmıştır.

TR-KYH deprem ivme kaydı verileri; Kuzey-Güney (K-G), Doğu-Batı (D-B) ve düşey doğrultu olmak üzere toplam 3 eksen için kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında K-G ve D-B doğrultulu ivmelerin bileşkesi hesaplanmış; her deprem kaydı için maksimum bileşke ivme, PGA olarak kullanılmıştır. Düşey yöndeki ivme kayıtları dikkate alınmamıştır.

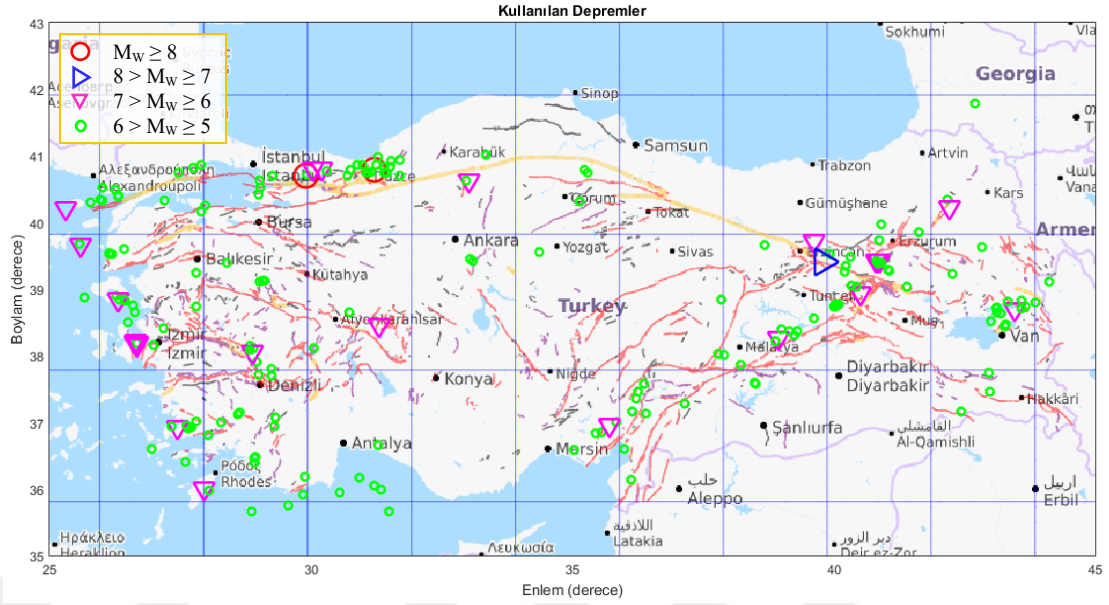


Şekil 3.1 - Türkiye'de bulunan diri faylar

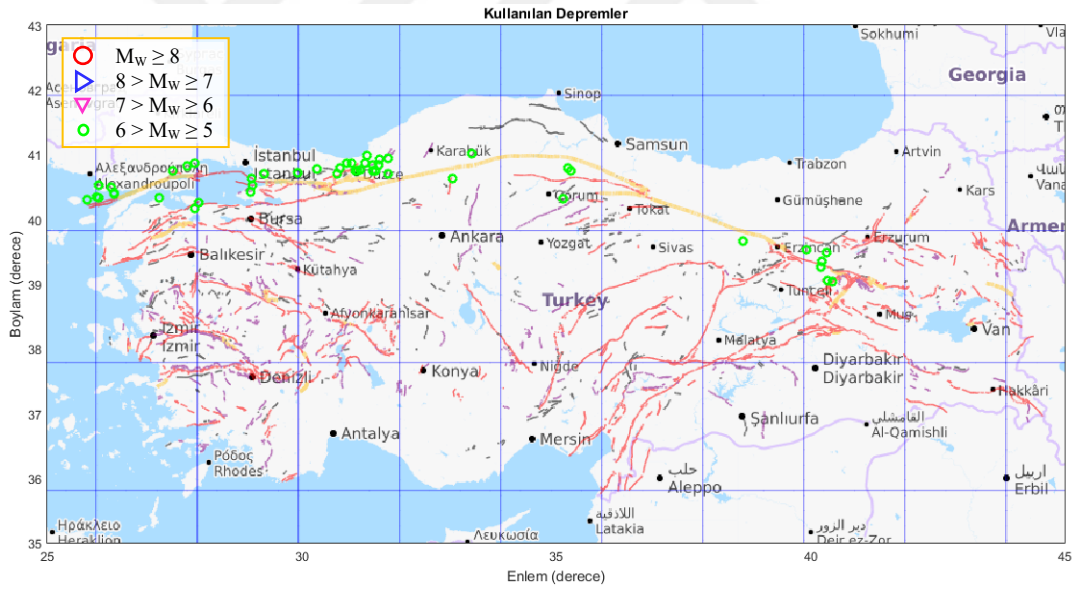
Ayrıca deprem ivme kaydı verileri, Şekil 3.1'de harita üzerinde gösterilen Türkiye'de sismik olarak aktif durumda [24] bulunan, 3 adet ana fay hattı [3] için konumlarına göre gruplandırılmıştır. Türkiye Geneli için 177 deprem ve bu depremlere ait 648 ivme kaydı, Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) için 47 deprem (Şekil 3.3) ve bu depremlere ait 145 ivme kaydı, Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) için 16 deprem (Şekil 3.4) ve bu depremlere ait 103 ivme kaydı, Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) için ise 46 deprem (Şekil 3.5) ve bu depremlere ait 442 ivme kaydı kullanılarak yapılan gruplandırma sonucunda her fay hattı için ilgili fayda geçmişte gerçekleşmiş olan deprem verileri kullanılarak 4 ayrı grup halinde azalım ilişkileri incelenmiştir. Ayrıca, depremlerin üzerinde bulunduğu fay hatlarına göre yapılan gruplandırma Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 - Depremlerin bulunduğu fay hattına göre gruplandırılması

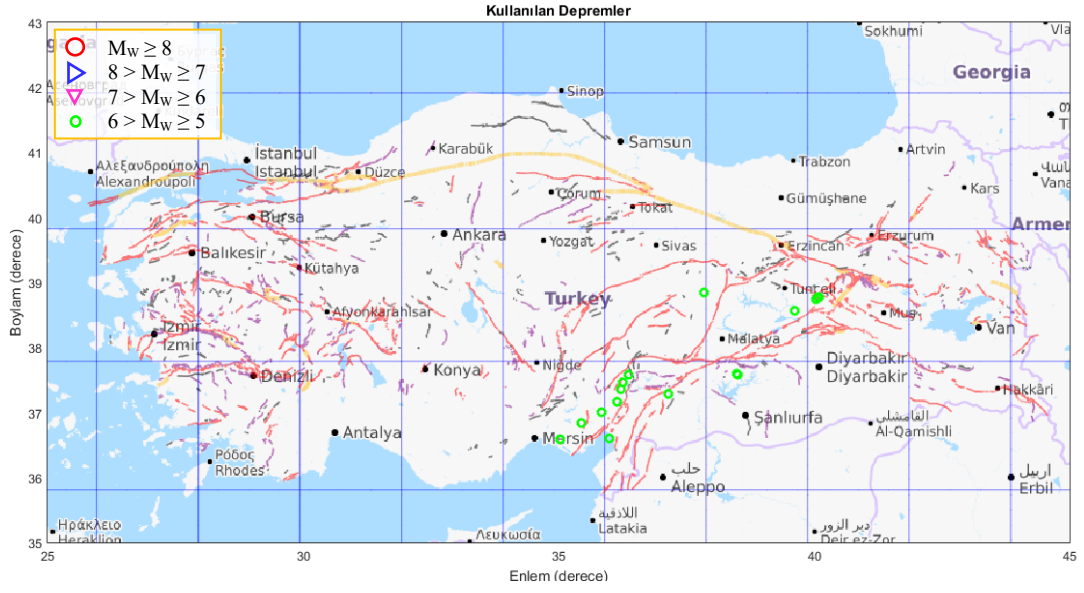
		r_{min} (km)	r_{max} (km)	M_{min}	M_{max}	PGA_{min} (g)	Deprem Sayısı	İvme Kaydı Sayısı
Türkiye Geneli	TG1	0	100	5	6.5	0.005	177	648
	TG2	0	100	6	7	0.005	20	100
Kuzey Anadolu Fayı	KAF	0	100	5	6	0.001	47	145
Doğu Anadolu Fayı	DAF	0	100	5	5.5	0.001	16	103
Batı Anadolu Fayı	BAF1	0	100	5	6	0.001	46	442
	BAF2	0	100	6	7	0.001	8	66



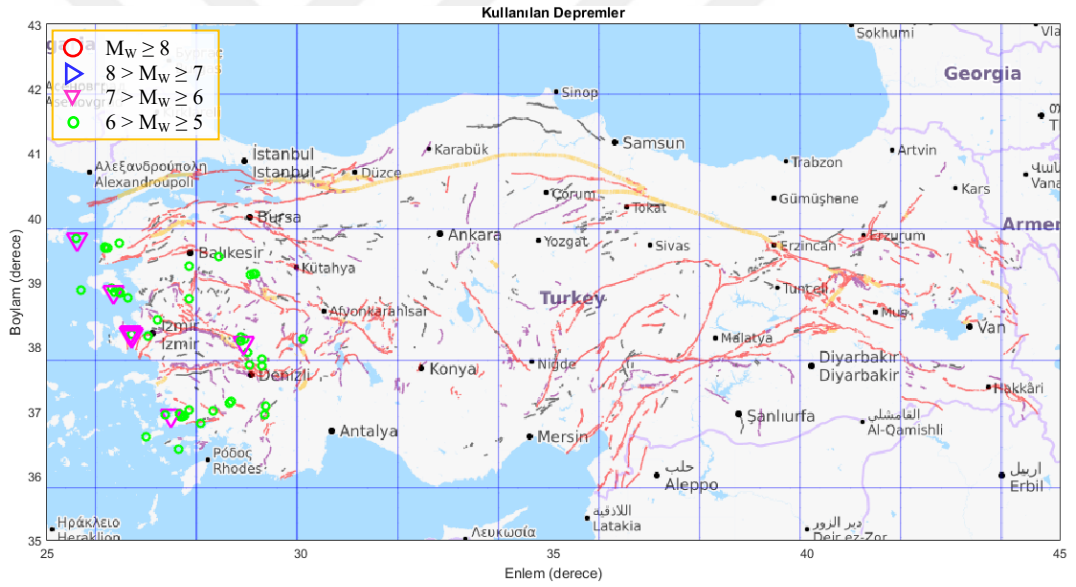
Şekil 3.2 - Kullanılan tüm depremler



Şekil 3.3 - Kullanılan Kuzey Anadolu Fay Hattı depremleri



Şekil 3.4 - Kullanılan Doğu Anadolu Fay Hattı depremleri



Şekil 3.5 - Kullanılan Batı Anadolu Fay Hattı depremleri

3.1.2. MATLAB Bilgisayar Yazılımı

MATLAB, iteratif analiz ve tasarım işlemlerini programlama diliyle birleştirilmesiyle matris ve dizileri kullanarak birçok matematiksel işlemlerin yapılmasını kolaylaştıran bir bilgisayar yazılımıdır [25]. Tez kapsamında; deprem ivme kayıt verilerinin okunmasında, istenen magnitüt aralığı ve maksimum araştırma mesafesine göre filtrelenmesinde bu yazılım kullanılmıştır. Ayrıca derlenen deprem ivme kayıtları ile regresyon analizi için ihtiyaç duyulan matris işlemleri gibi

matematiksel işlemlerin yapılması ve matematiksel denklem modelindeki bazı katsayıların iteratif hesabı için MATLAB ortamında kod yazılmıştır.

3.1.2.1. MATLAB Kodlarının Genel Özellikleri

MATLAB ortamında yazılan kodlar aracılığıyla araştırma bölgesinde geçmişte meydana gelen depremlerden kaydedilmiş ivme verilerinin En Çok Olabilirlik Yöntemi'ne göre regresyon analizi yapılarak maksimum kuvvetli yer hareketi ivmesi (PGA) için tahmin edilen azalım ilişkisini tanımlayan katsayılar hesaplanabilir. Daha sonra da tanımlanan bu azalım ilişkisi fonksiyonunun, ölçüm istasyonlarında gözlemlenen değerler ile karşılaştırmasını gösteren grafikler elde edilebilir.

3.1.2.2. Programın Genel Yapısı

AFAD tarafından kaydedilen TR-KYH deprem ivme kaydı verileri “.txt” formatında kaydedilmiştir. Tez kapsamında yazılan MATLAB kodları ile her bir deprem için deprem isimleriyle aynı isimde oluşturulmuş klasörler ve içinde bulunan “.txt” formatındaki deprem ivme kaydı verileri otomatik olarak okunur ve gerekli işlemler yapılır.

3.1.2.3. Verilerin Okunması

AFAD'dan temin edilen “.txt” formatındaki deprem ivme kaydı dosyaları her bir deprem için ayrı ayrı klasörler içerisine yerleştirildikten sonra, veriler programın okuyabilmesi için hazır hale gelmiştir.

Program çalıştırıldıktan sonra Şekil 3.6'da gösterilen kontrol arayüzü açılır. “Klasör Seç” seçenekleri ile; yeni tarama işlemi için deprem verilerinin adresi verilebilir (10 numaralı seçenek), daha önce klasör tarama işlemi yapıldıysa yeni klasörler eklenmesi durumunda sadece eksik klasörlerin ve içindeki “.txt” formatlı dosyaların okunması sağlanabilir (11 numaralı seçenek) veya tez kapsamında “Deprem_Verileri_Turkiye” adında hazırlanmış 297 klasör ve 4617 adet “.txt” dosyasından oluşan veriler taranabilir (12 numaralı seçenek).

```

Veri girişi için yöntem seçiniz:
-----
(10).....Klasör Seç (Yeni Tarama)
(11).....Klasör Seç (Sadece Eksik Klasörleri Ekle)
(12).....Klasör Seç (Deprem Verileri Türkiye)
-----
(20).....Import .mat File (Yeni)
(21).....Import .mat File (veri_KAF.mat)           -Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) Deprem Verileri
(22).....Import .mat File (veri_DAF.mat)           -Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF) Deprem Verileri
(23).....Import .mat File (veri_BAF.mat)           -Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) Deprem Verileri
(24).....Import .mat File (veri_tümü.mat)          -Tüm Deprem Verileri (1976-2019)
-----
(30).....Verilerin Filtrelenmesi
-----
(40).....Deneme (Farklı alternatif çözümlerin sonuçlarını görüntüle)
-----
(50).....Harita Çiz
(60).....Deprem Sayısı Görüntüle
-----
(70).....En Küçük Kareler Yöntemi ile Regresyon Analizi
(71).....Maximum Likelihood Method ile Regresyon Analizi
-----
(81).....Kullanılan Depremler Grafiği Çiz
(82).....PGA ların Karşılaştırılması Grafiği Çiz      (y=x doğrusuna göre)
(83).....Azalım İlişkisinin Verilerle Uyumu Grafiği Çiz (Doğrusal Eksen)
(841)....h-r Grafiği Çiz (EKK)
(842)....Maksimum lnL Grafiği Çiz (MLM)
(85).....PGA ların Karşılaştırılması Grafiği Çiz      (y=1 doğrusuna göre)
(86).....Azalım İlişkisinin Verilerle Uyumu Grafiği Çiz (Logaritmik Eksen)
-----
(87).....EKK Bütün Grafikleri Çiz
(88).....MLM Bütün Grafikleri Çiz
-----
(90).....Sonuçları Göster
(91).....Grafikleri Ayrı Ayrı Kaydet
-----

```

Şekil 3.6 - Programın kontrol arayüzü

Tez kapsamında 297 klasör ve 4617 adet “.txt” dosyasından oluşan verilerin okunma süresi yaklaşık olarak 32 dakika sürmüştür (Şekil 3.8). Klasör tarama işlemi bir kez yapıldıktan sonra program dosyalarının bulunduğu adreste otomatik olarak “tüm_veriler.mat” isminde veri dosyası oluşturulur. Daha önce “.mat” formatında kaydedilmiş olan deprem verilerini kullanarak hesaba başlamak, klasörleri yeniden taratmaya kıyasla çok daha hızlı gerçekleşir. Bunun için Şekil 3.6’da gösterilen arayüzde yeni “.mat” uzantılı veri dosyası için yeni adres seçilerek (20 numaralı seçenek), tez kapsamında hazırlanan Kuzey Anadolu Fayı deprem verileri (21 numaralı seçenek), Doğu Anadolu Fayı deprem verileri (22 numaralı seçenek), Batı Anadolu Fayı deprem verileri (23 numaralı seçenek), Türkiye’de 1976 – 2019 yılları arasında geçmişte olan deprem verileri (24 numaralı seçenek) çağrılabilir.

```

Deprem ivme kayıtları, klasörün içindeki .txt dosyalarından okunuyor...
C:\Users\srcnt\Google Drive\CBÜ Yüksek Lisans\Tez\Deprem Verileri_Turkiye\
(§ 12.19)

```

Şekil 3.7 - Veri okuma bilgilendirmesi

Veri okuma işlemi tamamlandıktan sonra okunan deprem ve bu depremlere ait ivme kaydı sayısı, işlem süresi gösterilir. Ayrıca okunan veriler “.mat” uzantılı veri dosyası, tekrar kullanılmak üzere ilgili adrese kaydedilir (Şekil 3.8).

```
297 adet depreme ait toplam 4617 adet ivme kaydı bulundu.  
  
Veriler hazır.  
İşlem Süresi: 31 dakika, 49.79 saniye  
  
Deprem verileri kaydedildi.  
C:\Users\srcnt\Google Drive\CBÜ Yüksek Lisans\Tez\Deprem Verileri_Turkiye\tüm_veriler.mat
```

Şekil 3.8 - Veri okuma işleminin tamamlanması

3.1.2.4. Verilerin Filtrelenmesi

İlgili klasörden veriler okuma işleminin tamamlanmasından sonra Şekil 3.6’da gösterilen arayüzde 30 numaralı seçenek seçilir; okunan veriler magnitüt aralığı, depremlerin istasyonlara uzaklığı, araştırma yarıçapı, araştırma alanının merkez koordinatlarına göre filtrelenir.

Bir araştırma bölgesi için merkez koordinatı ve araştırma yarıçapı tanımlamak için araştırma merkezi enlem ve boylamı ondalık derece biriminde, araştırma yarıçapı ve deprem merkezi – istasyon arası maksimum mesafe km biriminde, maksimum ve minimum magnitüt değerleri ise moment magnitütü (M_w) biriminde girilir (Şekil 3.9).

```
Araştırma Merkezi Enlemi (derece-N) :  
Araştırma Merkezi Boylamı (derece-E) :  
Araştırma Yarıçapı (km) :  
Deprem Merkezi - İstasyon Arası Maksimum Mesafe (km) :  
Minimum magnitüt :  
Maksimum magnitüt :  
Minimum PGA :
```

Şekil 3.9 - Verilerin filtre edilmesi için gerekli bilgilerin girilmesi

Herhangi bir araştırma merkezi seçmeden Türkiye’de veya ilgili fay hatlarında meydana gelmiş deprem verilerinin tümünün kullanılması isteniyorsa, Şekil 3.9’da gösterilen aşamada araştırma merkezi enlemi olarak “0” girilir. Daha sonra deprem merkezi – istasyon arası maksimum mesafe, magnitüt aralığı ve minimum PGA değeri girilir. Aksi durumda ilgili araştırma bölgesinin merkez enlemi ve boylamı da girilir.

Veri filtreleme işlemi tamamlandıktan sonra filtreleme sonrasında kalan depremlerin harita üzerindeki konumu (Şekil 3.2) ile birlikte deprem ve ivme kaydı sayıları gösterilir (Şekil 3.10). Ayrıca filtrelenen veriler “filtrelenmiş_veriler.mat” dosyası olarak, kullanılan depremler ise “harita.png” dosyası olarak ilgili adreslere otomatik olarak kaydedilir. Ayrıca filtreleme işleminden sonraki herhangi bir adımda filtrelenmiş verilerin harita üzerindeki yerlerini görmek için 50 numaralı seçenek, filtreleme sonrasında hesap aşamasında kullanılacak deprem sayısını görmek için 60 numaralı seçenek seçilebilir.

```
Harita kaydedildi.  
C:\Users\srcnt\Google Drive\CBÜ Yüksek Lisans\Tez\Deprem Verileri_Turkiye\harita.png  
  
Filtreleme Sonrası:  
Deprem Sayısı      : 177  
İvme Kaydı Sayısı : 981  
  
Veriler filtrelendi.  
C:\Users\srcnt\Google Drive\CBÜ Yüksek Lisans\Tez\Deprem Verileri_Turkiye\filtrelenmiş_veriler.mat
```

Şekil 3.10 - Veri filtreleme işleminin tamamlanması

3.1.2.5. En Küçük Kareler Yöntemi İle Regresyon Analizi

En küçük kareler yöntemi ile regresyon analizi yapmak için Şekil 3.6’da gösterilen arayüzde 70 numaralı seçenek seçilir. Daha sonra denklemdeki p katsayısı ve h katsayısının deneme değerleri için değer aralığı (minimum ve maksimum değerler) girilir (Şekil 3.11). Eğer arzu edilirse, p katsayısı da otomatik olarak denemeler yapılarak bulunabilir. Bunun için Şekil 3.6’da gösterilen arayüzde 40 numaralı seçenek seçilip p katsayısı için değer aralığı girilerek optimizasyon yapılır. Bu aşamadan sonra, hazırlanan veriler kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile regresyon hesabı yapılır ve matematiksel denklemdeki katsayılar bulunur. Bulunan sonuçlar ve bu sonuçlar ile ilgili grafikler çizdirilir.

En küçük kareler yöntemi ve uygulanması ile ilgili daha ayrıntılı bilgi, Bölüm 3.2.5.1’de verilmiştir.

```
En Küçük Kareler Yöntemi ile regresyon analizi yapılıyor.  
  
p: 5.8  
hmin: 0  
hmax: 50
```

Şekil 3.11 - En küçük kareler yöntemi hesap aşaması

3.1.2.6. Maksimum Likelihood Yöntemi İle Regresyon Analizi

Maksimum likelihood yöntemi ile regresyon analizi yapmak için Şekil 3.6'da gösterilen arayüzde 71 numaralı seçenek seçilir. Ancak maksimum likelihood yöntemi öncesinde en küçük kareler yöntemi ile hesap yapılmış olmalıdır. En küçük kareler yöntemi ile elde edilmiş olan p ve h katsayıları, direkt olarak maksimum likelihood yöntemi analizine girecektir. Bu aşamadan sonra, hazırlanan veriler kullanılarak en çok olabilirlik yöntemi (maximum likelihood method) ile regresyon hesabı yapılır (Şekil 3.12) ve matematiksel denklemdaki katsayılar bulunur. Bulunan sonuçlar ve bu sonuçlar ile ilgili grafikler çizdirilir.

Maksimum likelihood yöntemi ve uygulanması ile ilgili daha ayrıntılı bilgi, Bölüm 3.2.5.2'de verilmiştir.

```
Maximum Likelihood Method ile regresyon analizi yapılıyor.  
v matrisi hesaplanıyor.  
(§ 7.27)
```

Şekil 3.12 - Maksimum likelihood yöntemi hesap aşaması

3.1.2.7. Sonuçların Gösterilmesi

En küçük kareler yöntemi ve maksimum likelihood yöntemi için ayrı ayrı olmak üzere her regresyon hesabının sonunda, ilgili hesabın sonuçları ekranda görüntülenir.

En küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon hesabı sonunda, deprem verilerinin elendiği kriterler, hesapta kullanılan deprem ivme kaydı sayısı, azalım ilişkisi denklem katsayıları ve istatistiksel tutarlılığı temsil eden korelasyon katsayısı ekranda görüntülenir (Şekil 3.13).

Maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon hesabı sonunda da benzer şekilde, deprem verileri ile ilgili özet bilgiler, azalım ilişkisi denklem katsayıları ve korelasyon katsayısı ekranda görüntülenir

Regresyon hesapları tamamlandıktan sonra azalım ilişkisinin tanımlandığı matematiksel denklemin katsayıları (Şekil 3.14), h katsayısının optimizasyon grafiği

(EKK için) veya $\ln(L)$ 'nin optimizasyon grafiği (MLM için), kullanılan depremlerin magnitüt – mesafe grafiği, ölçülen ve hesaplanan PGA değerlerinin karşılaştırıldığı normal ve logaritmik eksenli grafikler, azalım ilişkisinin verilerle uyumunun gösterildiği normal ve logaritmik eksenli PGA – mesafe grafikleri (şekil 3.16) ekrana yazdırılır. Ayrıca bulunan sonuçlar “sonuç.mat” dosyasına, çizilen grafikler de “grafikler.png” dosyasına ilgili adreste kaydedilir (şekil 3.14).

```
En Küçük Kareler Yöntemi ile regresyon analizi yapılıyor.

p: 5.8
hmin: 0
hmax: 50
Hesapta Kullanılan Depremlerin Bulunduğu Bölge: Kuzey Anadolu Fay Hattı
Deprem Merkezi - İstasyon Arası Minimum Mesafe (km): 0.00
Deprem Merkezi - İstasyon Arası Maksimum Mesafe (km): 100.00
Minimum magnitüt (Mw): 5.00
Maksimum magnitüt (Mw): 6.00

Hesapta Kullanılan:
Deprem Sayısı : 47
İvme Kaydı Sayısı : 145

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:
a= -0.0252
b= 0.4455
c= -0.0018
h= 5.6800
p= 5.8000

Hesap tamamlandı.
İşlem Süresi: 0 dakika, 4.30 saniye

Korelasyon katsayısı:
r= 0.8013

Korelasyon katsayısının standart hatası:
Sr= 0.0500

Sonuçlar kaydedildi.
C:\Users\Sercan\Desktop\Tez Sonuçları\En Küçük Kareler Sonuçları\Kuzey Anadolu Fay Hattı (5-6_0-100)\
```

şekil 3.13 - Sonuçların görüntülenmesi (EKK)

Maximum Likelihood Method ile regresyon analizi yapılıyor.

v matrisi hesaplanıyor.
(% 100)

Maximum Likelihood Method ile regresyon analizi

Hesapta Kullanılan Depremlerin Bulunduğu Bölge: Kuzey Anadolu Fay Hattı
Deprem Merkezi - İstasyon Arası Minimum Mesafe (km): 0.00
Deprem Merkezi - İstasyon Arası Maksimum Mesafe (km): 100.00
Minimum magnitüt (Mw): 5.00
Maksimum magnitüt (Mw): 6.00

Hesapta Kullanılan;
Deprem Sayısı : 47
İvme Kaydı Sayısı : 145

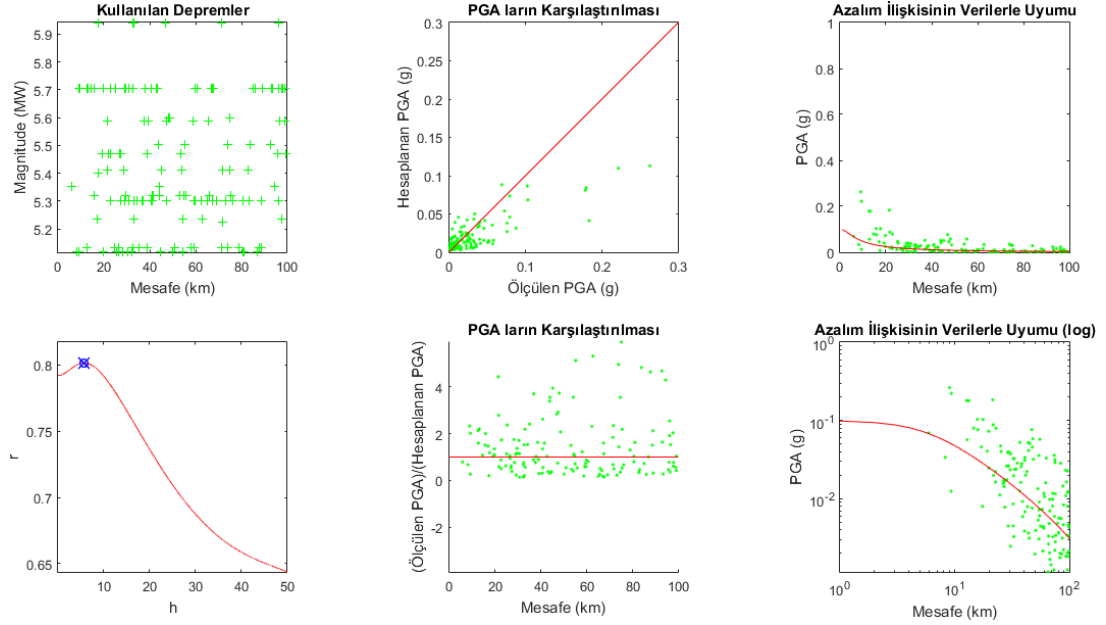
Azalış ilişkisi denklem katsayıları:

a= 0.1786
b= 0.6467
c= -0.0035
h= 5.6800
p= 5.8000

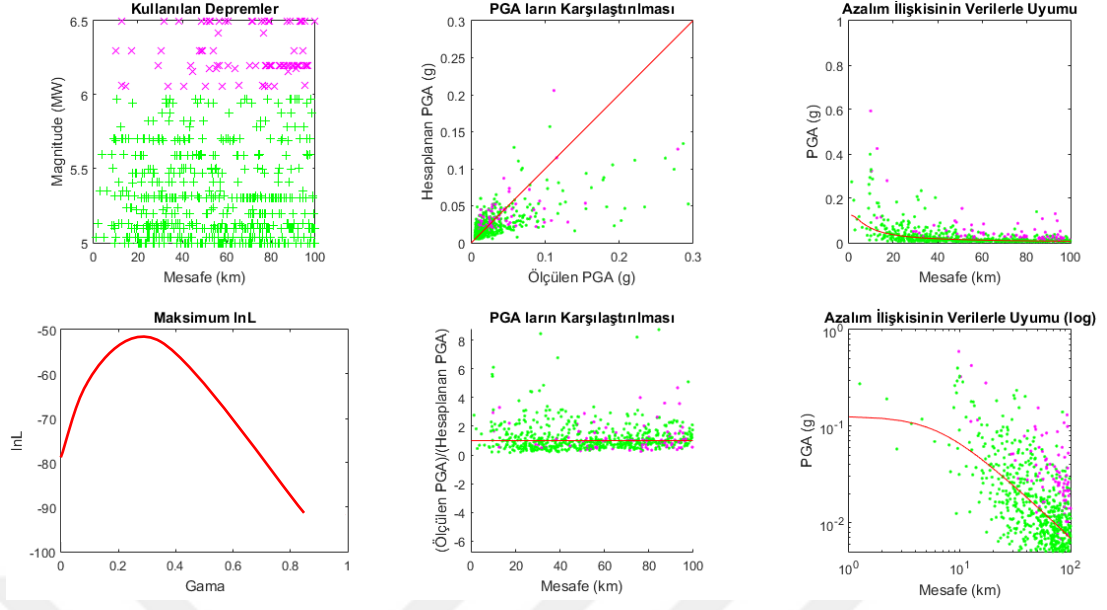
Hesap tamamlandı.
İşlem Süresi: 0 dakika, 11.09 saniye

Korelasyon katsayısı:
r= 0.8263

Şekil 3.14 - Sonuçların gösterilmesi (MLM)



Şekil 3.15 - Grafiklerin gösterilmesi (EKK)



Şekil 3.16 - Grafiklerin gösterilmesi (MLM)

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında yöntem olarak; koordinat verileri kullanılarak mesafe hesabı, farklı magnitüt birimlerinin aynı birime dönüştürülmesi, regresyon ve korelasyon analizi, en çok olabilirlik yöntemi (maksimum likelihood method) kullanılmıştır.

3.2.1. Koordinat Verileri Kullanılarak Mesafe Hesabı Yapılması

TR-KYH deprem ivme kaydı verilerinde, depremin Episantr (Epicenter) koordinatları ile ölçüm istasyonunun koordinatları verilmiştir. Bu koordinatlar kullanılarak Episantr ile istasyon arasındaki kuş uçuşu mesafeler hesaplanmıştır. Enlem ve boylam dereceleri bilinen iki nokta arasındaki mesafe, Denklem (3.1), (3.2) ve (3.3)'te gösterilen "Haversine Formülü" yardımıyla hesaplanmıştır.

$$a = \sin^2(\Delta\varphi / 2) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2(\Delta\lambda / 2) \quad (3.1)$$

$$c = 2 \cdot \arctan 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (3.2)$$

$$d = R \cdot c \quad (3.3)$$

Ayrıca enlem ve boylam dereceleri bilinen bir noktanın belirli bir mesafe uzaklığındaki bir noktanın enlem ve boylam derecelerinin bulunması gerektiği durumlarda ise "Haversine Formülü", (3.4) ve (3.5)'te gösterilen forma dönüştürülmüştür.

$$\varphi_2 = \arcsin(\sin(\varphi_1) \cdot \cos(d / R) + \cos(\varphi_1) \cdot \sin(d / R) \cdot \cos(\theta)) \quad (3.4)$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \arctan 2(\sin(\theta) \cdot \sin(d / R) \cdot \cos(\varphi_1), \cos(d / R) - \sin(\varphi_1) \cdot \sin(\varphi_2)) \quad (3.5)$$

Burada,

φ : Enlem (Radyan)

λ : Boylam (Radyan)

θ : Azimut (Radyan)

d : Mesafe (km)

R : Dünya'nın Yarıçapı (Ortalama olarak 6371 km)

olarak tanımlanmıştır.

Literatürde, deprem azalım ilişkileri tanımlanırken farklı araştırmacılar tarafından farklı mesafe tanımları kullanılmıştır [2]. Azalım ilişkilerinde yaygın olarak kullanılan mesafe tanımları Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Buna göre,

r_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne olan yatay mesafe

r_{rup} : Kırılma yüzeyine en yakın mesafe

r_{seis} : Sismojenik kırılma yüzeyine en yakın mesafe

r_{hypo} : Kırılma merkezine olan mesafe

olarak belirlenmiştir. Tez kapsamında mesafe tanımı olarak r_{jb} kullanılmıştır.

3.2.2. Farklı Magnitüt Birimlerinin Aynı Birime Dönüştürülmesi

AFAD ölçüm istasyonlarından elde edilen TR-KYH deprem ivme kaydı verilerinde bazı yıllarda farklı birimlerde magnitüt büyüklükleri kaydedilmiştir. Regresyon analizi yapılırken verilerin homojen olması gerektiğinden, tez kapsamında bütün magnitüt birimleri Moment Magnitütü’ne (M_w) dönüştürülmüştür. Magnitüt birim dönüşümü işlemi, Türkiye’de geçmişte gerçekleşmiş deprem kayıtlarına göre önerilen dönüşüm bağıntıları [26] yardımıyla yapılmıştır.

3.2.3. Matematiksel Denklem Modelinin Belirlenmesi

Modelin matematiksel fonksiyonu, kullanılan verilere uygun olarak oluşturulur. Çoğu araştırmacı tarafından tercih edilen [27] azalım ilişkisi matematik modelinin en genel formu Denklem (3.6)’da verilmiştir.

$$Y = b_1 \cdot f_1(M) \cdot f_2(R) \cdot f_3(M, R) \cdot f_4(P_i) \cdot \varepsilon \quad (3.6)$$

Burada,

Y : Tahmin edilecek kuvvetli yer hareketi parametresi (bağımlı değişken)

$f_1(M)$: Magnitüte bağlı bir fonksiyon

$f_2(R)$: Mesafeye bağlı bir fonksiyon

$f_3(M, R)$: Mesafe ve magnitüte bağlı bir fonksiyon

$f_4(P_i)$: Depreme ait diğer parametrelere (sahanın genel jeolojisi, fay durumu, zemin sınıfı ve tabakalanma durumu vb.) bağlı bir fonksiyon

ε : Y'deki belirsizliği ifade eden rastgele bir değişken olarak tanımlanmıştır.

$f_1(M)$ fonksiyonunun en çok bilinen formu, Denklem (3.7)'de gösterildiği gibi magnitütün üstel bir fonksiyonudur.

$$f_1(M) = e^{b_2 M} \quad (3.7)$$

$f_2(R)$ fonksiyonunun en çok bilinen formu, Denklem (3.8)'de verilmiştir.

$$f_2(R) = e^{b_4 R} \cdot [R + b_5]^{-b_3} \quad (3.8)$$

Burada parantez içindeki terim, geometrik yayılımdan kaynaklanan azalımı ifade eder. Dolayısıyla b_3 katsayısı, geometrik azalım oranını temsil eder. Fonksiyonun parantez dışında kalan kısmı olan R'nin üstel ifadesi ise malzeme sönümünden kaynaklanan azalımı ifade eder. b_4 katsayısı da anelastik azalım oranını temsil eder. b_5 katsayısı, bazı araştırmacılar tarafından $R = 0$ için (Episantr'ın istasyonla aynı koordinatta bulunması durumu) Y'nin değerinin sınırlandırılması amacıyla kullanılmıştır.

Denklem (3.9), Denklem (3.8)'in yerine kullanılacak alternatif bir fonksiyondur. Burada parantez içindeki terim, Hiposantr mesafesini (r_{hypo}) tanımlar. Bazı araştırmacılar (3.8) ve (3.9) numaralı denklemlerde, b_3 katsayısı yerine R'nin logaritmik bir fonksiyonunu kullanmışlardır.

$$f_2(R) = e^{b_4 R} \cdot [\sqrt{R^2 + b_5^2}]^{-b_3} \quad (3.9)$$

Denklem (3.10)'da verilen $f_3(M, R)$ fonksiyonu, magnitütün mesafeyle değişimini ifade eder. En çok bilinen formu $f_3(M, R) = 1$ olsa da, çalışmalarda fonksiyonel formda hesaba katılabilir. b_7 katsayısı negatif değerler aldığında $f_3(M, R)$ fonksiyonu, yakın mesafeler için magnitütü küçültür.

$$f_3(M, R) = \left[R + b_6 e^{b_7 M} \right]^{-b_3} \quad (3.10)$$

$f_4(P_i)$ fonksiyonu genellikle Denklem (3.11)'de gösterilen formdadır. Bu ifadede yer alan en yaygın parametre, sahanın jeolojik sınıflandırmasıyla ilgilidir; ancak, deprem ve yapı özelliklerine ilişkin parametreler de bu şekilde dahil edilmiştir.

$$f_4(P_i) = \sum e^{b_i P_i} \quad (3.11)$$

ε rastgele değişkeninin, genellikle lognormal dağılım gösterdiği kabul edilir. Çoğu regresyon yönteminde ε 'un belirlenmesi zorunluluk değildir.

Bu çalışma kapsamında; Joyner W. B. ve Boore D. M. tarafından yapılan çalışmada [28] da kullanıldığı gibi, Brillinger ve Preisler tarafından geliştirilen [29] matematiksel denklem modeli (3.12) kullanılmıştır. Brillinger ve Preisler tarafından yapılan çalışmada, deprem magnitütlerinden 6 gibi bir sabit bir sayı çıkartılmıştır. Burada ise bu sabit sayı yerine p gibi bir değişken katsayı tanımlanmış ve bu katsayının belirli bir aralıkta değiştirilerek elde edilen değerler arasından korelasyon katsayısı en yüksek olan (optimum) sonuç dikkate alınmıştır.

$$\log A_n = a + b(M_n - p) - \log(d_n^2 + h^2)^{1/2} + c(d_n^2 + h^2)^{1/2} + \varepsilon_r + \varepsilon_e \quad (3.12)$$

Burada,

A_n : n numaralı kayıt için maksimum yer ivmesi

M_n : n numaralı kayıt için moment magnitütü

d_n : n numaralı kayıt için kayıt yerinden fay kırığının zemin yüzeyindeki iz düşümüne olan en kısa mesafesi

ε_r : Her kayıta farklı bir değer alan bağımsız rastgele değişken

ε_e : Her depremde farklı bir değer alan bağımsız rastgele değişken

olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Doğrusal Olmayan Denklem Modelinin Doğrusallaştırılması

Oluşturulan denklem modelinde bilinmeyen katsayıların regresyon analizi yapılarak bulunabilmesi için denklemin doğrusal olması gerekmektedir.

(3.12) denklemindeki h terimi doğrusal olmadığı için denklem doğrusal değildir. Problem, $\log(A_n)$ 'in h değişkenine bağlı bir fonksiyon olarak yazılmasından (Denklem (3.13)) sonra parametrelerin deneme değerleri (3.14) civarında Taylor serisi açılımı (3.15) yapılarak [30] doğrusallaştırılmıştır. Böylece Denklem (3.12), Denklem (3.16) formuna dönüşmüştür.

$$F(h) = a + b(M_n - 6) - \log(d_n^2 + h^2)^{1/2} + c(d_n^2 + h^2)^{1/2} + \varepsilon_r + \varepsilon_e \quad (3.13)$$

$$h = h' + \Delta h \quad (3.14)$$

$$F(h) = F(h') + \frac{\Delta h}{1!} \frac{\partial F}{\partial h} + \frac{\Delta h^2}{2!} \frac{\partial^2 F}{\partial h^2} + \frac{\Delta h^3}{3!} \frac{\partial^3 F}{\partial h^3} + \dots + \frac{\Delta h^n}{n!} \frac{\partial^n F}{\partial h^n} \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} & \log(A_n) + \log(d_n^2 + h^2)^{1/2} \\ &= a + b(M_n - 6) + c(d_n^2 + h^2)^{1/2} + \Delta h \frac{\partial F}{\partial h} \left\{ \left[c'(d_n^2 + h^2)^{1/2} - \log(d_n^2 + h^2)^{1/2} \right] \right\}_{h=h'} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Artık doğrusal formda olan Denklem (3.16)'nın terimleri, (3.17), (3.18) ve (3.19) matrisleri ile ifade edilmiştir. Buna göre,

$$Y = \begin{bmatrix} \log A_1 + \log(d_1^2 + h^2)^{1/2} \\ \log A_2 + \log(d_2^2 + h^2)^{1/2} \\ \vdots \\ \log A_N + \log(d_N^2 + h^2)^{1/2} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

$$B = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ \Delta h \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & M_1 - 6 & (d_1^2 + h^2)^{1/2} & \frac{\partial}{\partial h} \left\{ \left[c'(d_1^2 + h^2)^{1/2} - \log(d_1^2 + h^2)^{1/2} \right] \right\}_{h=h'} \\ 1 & M_2 - 6 & (d_2^2 + h^2)^{1/2} & \frac{\partial}{\partial h} \left\{ \left[c'(d_2^2 + h^2)^{1/2} - \log(d_2^2 + h^2)^{1/2} \right] \right\}_{h=h'} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & M_N - 6 & (d_N^2 + h^2)^{1/2} & \frac{\partial}{\partial h} \left\{ \left[c'(d_N^2 + h^2)^{1/2} - \log(d_N^2 + h^2)^{1/2} \right] \right\}_{h=h'} \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

Burada N , toplam veri noktası sayısı; h' ve c' ise h ve c 'nin deneme değerleridir. Her yeni iterasyonda $h'+\Delta h$ bir önceki iterasyondaki h 'ın yerine geçer. Pratikte h' başlangıç değeri olarak herhangi bir pozitif sayı seçilebilir. Burada 1.0 km kullanılmıştır. h' başlangıç değeri için sıfır uygun değildir. Çünkü bu durumda X matrisinin son sütununun kısmi türevleri de sıfır olacaktır. (3.12) denklemi artık aşağıdaki gibi değiştirilebilir.

$$Y = XB + e \quad (3.20)$$

3.2.5. Regresyon ve Korelasyon Analizi

Çalışma bölgesinde daha önce meydana gelmiş olan depremlerin ivme kayıt verileri kullanılarak kuvvetli yer hareketinin mesafeye bağlı tahminin yapılması için ilgili değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla yapılan işlemler, regresyon ve korelasyon analizi olarak adlandırılmaktadır.

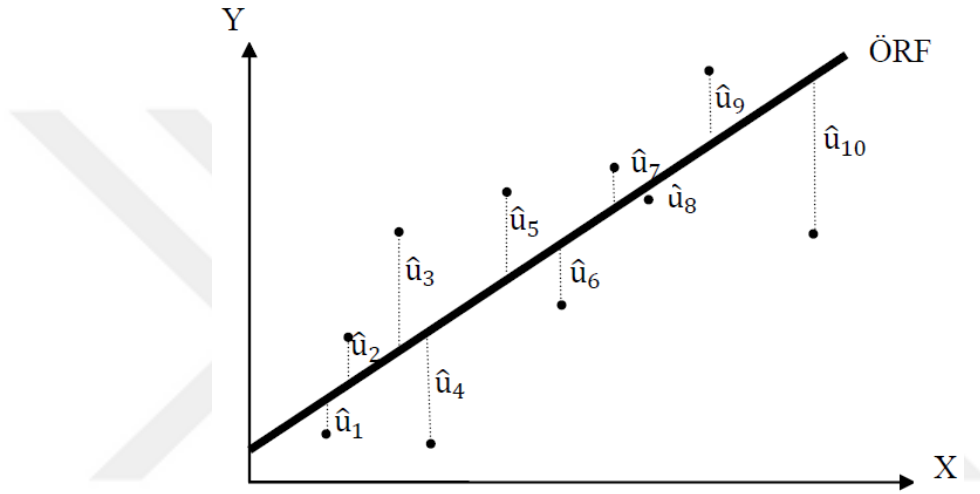
Çalışma kapsamında azalım ilişkisini tarif eden denklem modeli doğrusal olmadığından, öncelikle denklem modeli doğrusallaştırılmıştır [30]. Daha sonra da en küçük kareler yöntemi [31] ve en çok olabilirlik yöntemi [32] kullanılarak regresyon ve korelasyon analizi yapılmıştır. Bu sayede h korelatif katsayısı ve modeli oluşturan diğer katsayılar her iki yöntemle de bulunmuştur.

3.2.5.1. En Küçük Kareler Yöntemi (General Least Squares Method)

En küçük kareler yöntemi, birbirine bağlı olarak değişen iki fiziksel büyüklük arasındaki matematiksel bağlantıyı, mümkün olduğunca gerçeğe uygun bir denklem olarak yazmak için kullanılan, standart bir regresyon yöntemidir. Bir başka deyişle bu yöntem, ölçüm sonucu elde edilmiş veri noktalarına mümkün olduğu kadar yakın geçecek bir fonksiyon eğrisi bulmaya yarar [31].

Regresyon çözümlemesinde amaç gerçek (gözlemlenen) Y değerlerine olabildiğince yakın değerler veren katsayı tahminleri bulmaktır. Burada örneklem hata terimi (\hat{u}_i) gözlemlenen ve tahmin edilen Y değerleri arasındaki farktır. Şekil 3.17’de gösterilen örneklem hata değerleri, Denklem (3.21) ile hesaplanır. En küçük kareler yönteminde amaç, bu hata terimlerini olabildiğince düşük verecek katsayı tahmin değerlerini bulmaktır.

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad (3.21)$$



Şekil 3.17 - Örneklem hata terimleri

En küçük kareler yöntemi, bu hata terimlerinin karelerinin toplamını ($\sum \hat{u}_i^2$) en küçük yapacak katsayı tahmin değerlerini hesaplar. Burada karenin alınmasının nedeni toplam alınırken artı ve eksilerin birbirini götürmesini engellemektir.

Denklem (3.20)’de X matrisi (3.19) ve Y (3.17) matrisi olarak ifade edilen değişkenler arasındaki ilişki, B katsayılar matrisi (3.18) ile belirlenir. B matrisinin en küçük kareler yöntemine göre tahmin edilen değeri olan \hat{B} matrisi, Denklem (3.22) ile elde edilir [31].

$$\hat{B} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (3.22)$$

(3.22) denkleminde h parametresi, $|\Delta h / h|$ belli bir değer altına düşene kadar (genellikle 10^{-3}) \hat{B} ve h ’in iterasyonu ile bulunur.

3.2.5.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi (Maximum Likelihood Method)

Azalım ilişkisini tahmin etmek amacıyla kurulan denklem modelinde kullanılan ε_r ve ε_e terimleri, gerçek veriler ile tahmin edilen veriler arasındaki tutarsızlığı ifade eder. Bu terimlerin oluşturduğu e vektörünün bileşenlerinin varyans-kovaryans matrisi belirlenemediği için ve tutarsızlık hem magnitüde hem de mesafeye bağlı olduğu için en çok olabilirlik yöntemi [32] kullanılabilir. Bu yöntem daha önce Joyner W. B. ve Boore D. M. tarafından 23 depremden alınan 182 kayıt [33] kullanılarak yapılan çalışmalarda da tek aşamalı ve iki aşamalı en çok olabilirlik yöntemi olarak geliştirilmiş ve kullanılmıştır [28]. Tez kapsamında tek aşamalı en çok olabilirlik yöntemi tercih edilmiştir.

a , b , h ve c parametreleri hesap sonucunda belirlenecek olan parametrelerdir. ε_e 'nin deprem popülasyonundaki ortalaması sıfır, varyansı σ_e^2 'dir; ε_e tutarsızlığın depremden-depreme bileşenini ifade eder. ε_r 'nin deprem popülasyonundaki ortalaması sıfır, varyansı σ_r^2 'dir; ε_r tutarsızlığın sahadan-sahaya bileşeni ile diğer tüm kaynaklardan meydana gelebilecek tutarsızlıkların toplamını ifade eder.

Burada e vektörü, ε_r ve ε_e 'yi içeren sapma vektörüdür. (3.20) denkleminin parametreleri doğrusaldır ve parametreler iterasyon yapılarak bulunabilir. e vektörünün bileşenlerinin ortalaması sıfır, normal dağılımlı ve varyans-kovaryans matrisinin V olduğu kabul edilir. Eğer varyans-kovaryans matrisi V eşit köşegen elemanlara sahipse [32], (3.20) denkleminin çözümü için sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılabilir. Ancak aynı depremden kaydedilmiş değerler arasında korelasyon olduğu için V matrisi, köşegen matris değildir. Genelleştirilmiş en küçük kareler [32] yöntemi V matrisinin tersi olan ağırlık matrisini içerir. Eğer V matrisi biliniyorsa bu yöntem kullanılabilir. Ancak görüldüğü gibi V matrisi σ_r ve σ_e ye bağlıdır ve bu da bizi en çok olabilirlik yöntemine götürür. Gözlem örnekleminde olabilirlik denklemi, (3.23)'te gösterildiği gibidir [32].

$$L = (2\pi)^{-N/2} |V|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (Y - XB)^T V^{-1} (Y - XB) \right] \quad (3.23)$$

Burada X^T matris transpozunu ve $| |$ determinantı göstermektedir. Bilinen V için L 'yi B 'ye göre maksimize etmek, (3.24) denklemini minimize etmek ile eşdeğerdir.

$$(Y - XB)^T V^{-1}(Y - XB) \quad (3.24)$$

Denklemin çözümü [32] (3.25)'te gösterildiği gibi olur.

$$\hat{B} = (X^T V^{-1} X)^{-1} X^T V^{-1} Y \quad (3.25)$$

Varyans-kovaryans matrisi V 'ye bir ifade türetmek için (3.12) denklemine geri dönülür. Bilindiği üzere e terimi, ε_r ve ε_e 'nin toplamını temsil etmekteydi. $\varepsilon_r + \varepsilon_e$ toplamı ve ε_r her kayıt için, ε_e ise her deprem için farklı değerler alır. e 'nin iki bileşenin kovaryansı farklı depremler için sıfıra, aynı depremler için ε_e 'nin varyansı yani σ_e^2 'ye karşılık gelir. e 'nin tek bileşenin varyansı ise $\varepsilon_r + \varepsilon_e$ 'nin varyansı yani $\sigma_r^2 + \sigma_e^2$ 'ye eşit olur. Hatırlanmalıdır ki aynı depreme ait tüm kayıtlar ardışık olarak numaralandırılır. Bu nedenle V varyans-kovaryans matrisi, her bloğu bir depreme karşılık gelen blok-köşegen matristir. Normalize v matrisi (3.26)'da gösterilen denklemdeki gibi yazılabilir.

$$\sigma^2 v = V \quad (3.26)$$

Burada $\sigma^2 = \sigma_r^2 + \sigma_e^2$ olur. Aynı zamanda v matrisi (3.27) de blok-köşegen matristir.

$$v = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & v_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & v_{N_e} \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

Burada N_e deprem sayısıdır. (3.28)'de verilen v_i alt matrisi i numaralı depreme karşılık gelir.

$$v_i = \begin{bmatrix} 1 & \gamma & \cdots & \gamma \\ \gamma & 1 & \cdots & \gamma \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma & \gamma & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

Burada $\gamma = \sigma_e^2 / (\sigma_r^2 + \sigma_e^2)$ olur. i numaralı denklem için v_i matrisinin rankı R_i olur. (3.26) denklemi, (3.25) denkleminde yerine yazılırsa,

$$\hat{B} = (X^T v^{-1} X)^{-1} X^T v^{-1} Y \quad (3.29)$$

Olabilirlik için (3.26) denklemi, (3.23) denkleminde yerine yazılırsa,

$$L = (2\pi)^{-N/2} |\sigma^2 v|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (Y - XB)^T (\sigma^2 v)^{-1} (Y - XB) \right] \quad (3.30)$$

(3.30) denkleminin doğal logaritması alınır,

$$\ln L = -\frac{N}{2} \ln(2\pi) - \frac{N}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2} \ln |v| - \frac{1}{2} (Y - XB)^T v^{-1} (Y - XB) / \sigma^2 \quad (3.31)$$

L olabilirlik; γ , B , h ve σ^2 'nin değişimi ile maksimize edilebilir. Sabit γ için L , (3.29) denkleminde $|\Delta h / h|$ belli bir değerin altına düşene kadar (genellikle 10^{-3}) B ve h 'ın iterasyonu ile bulunur. \hat{B} ve h , sabit γ için σ^2 'ye bağlı olmadığı için \hat{B} ve h tekrar hesaplanmadan L maksimize etmeye devam edilebilir. (3.31) denkleminin, σ^2 'ye göre türevi alınıp sifıra eşitlenirse (3.32) denklemi elde edilir.

$$\sigma^2 = (Y - X\hat{B})^T v^{-1} (Y - X\hat{B}) / N \quad (3.32)$$

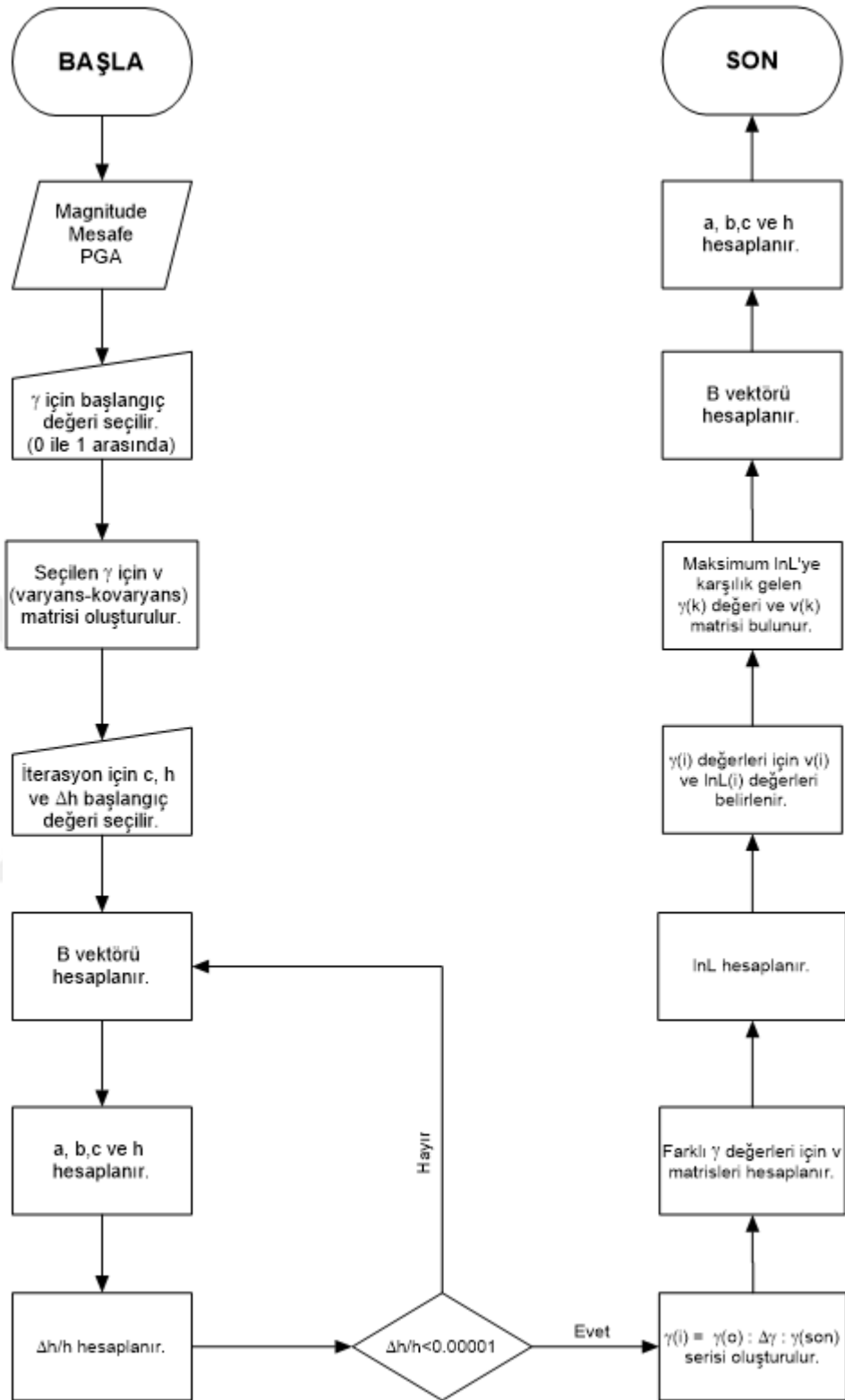
γ 'nın her değeri için \hat{B} , h ve σ^2 değerleri hesaplanır ve olabilirlik L hesaplanan \hat{B} , h ve σ^2 değerlerine göre maksimize edilir. $\ln(L)$ 'nin maksimum olduğu en son çözüm, γ değerine karşılık gelir. Çözüm, γ 'nın kullanılmasıyla numerik olarak bulunabilir.

σ^2 'nin değeri (3.32) denklemi ile yansız olarak hesaplanabilir. Yansız tahmin ise (3.33) denklemi ile hesaplanır.

$$\sigma^2 = (Y - X\hat{B})^T v^{-1} (Y - X\hat{B}) / (N - 4) \quad (3.33)$$

Burada $N - 4$ serbestlik derecesi, 4 ise X matrisinin rankıdır. γ 'nın nihai değeri için \hat{B} 'nin belirlenmesi, ağırlıklı en küçük kareler problemidir. Ağırlık matrisi v^{-1} 'dir. Draper ve Smith [30] bu tür bir problemin, dönüştürülmüş bir değişken ile sıradan en küçük kareler problemine eşdeğer olduğunu göstermiştir. Eşdeğer sıradan en küçük kareler problemine, bilinen kuralların [32] uygulanmasından sonra (3.33) denklemi ile devam edilir.

En çok olabilirlik yönteminin (maximum likelihood method), deprem azalım ilişkisine uygulanması ile ilgili akış şeması şekil 3.18'da verilmiştir.



Şekil 3.18 - En Çok Olabilirlik Yöntemi'nin akış şeması

4. ANALİZ SONUÇLARI

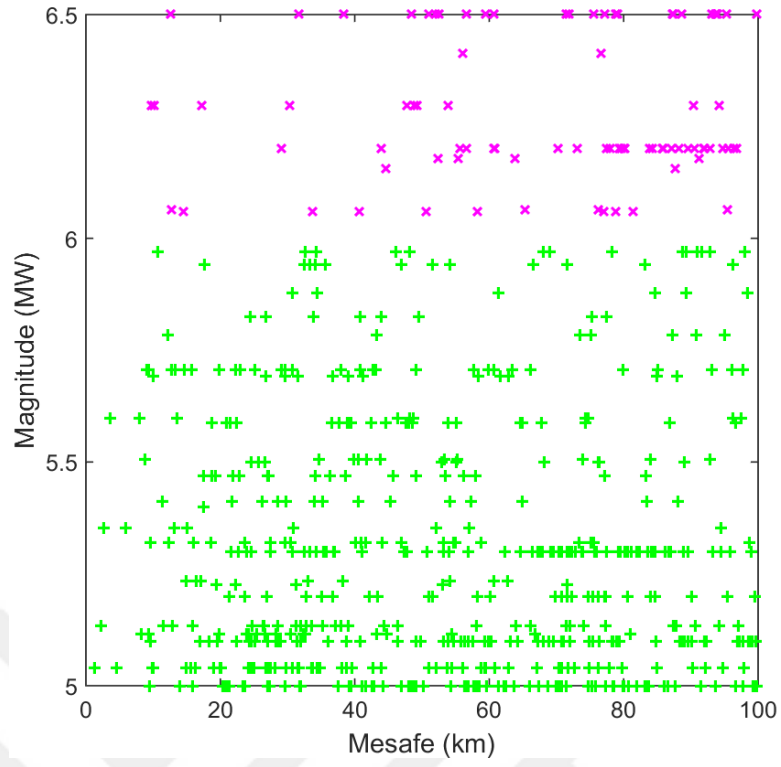
Moment magnitütü (M_w) aralığı 5.0 – 9.0 arasında olan, ölçüm istasyonuna 100 km'ye kadar uzaklıkta bulunan ve Tablo 3.1'de verilen kriterlere göre Türkiye geneli, Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Batı Anadolu Fayı (BAF) olarak gruplandırılmış olan depremler için hem en küçük kareler yöntemi hem de en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak ayrı ayrı analizler yapılmış ve her biri için azalım ilişkileri belirlenmiştir. Yapılan bu analizlerden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı verilmiştir.

Farklı veri kombinasyonlarıyla yapılan her bir hesap sonucunda elde edilen azalım ilişkilerine ait korelasyon katsayıları Tablo 4.1'de verilmiştir. Buna göre Kuzey Anadolu Fay Hattı ve Doğu Anadolu Fay Hattı deprem verileriyle kurulan azalım ilişkileriyle, diğer veri gruplarına kıyasla daha yüksek korelasyon elde edilmiştir.

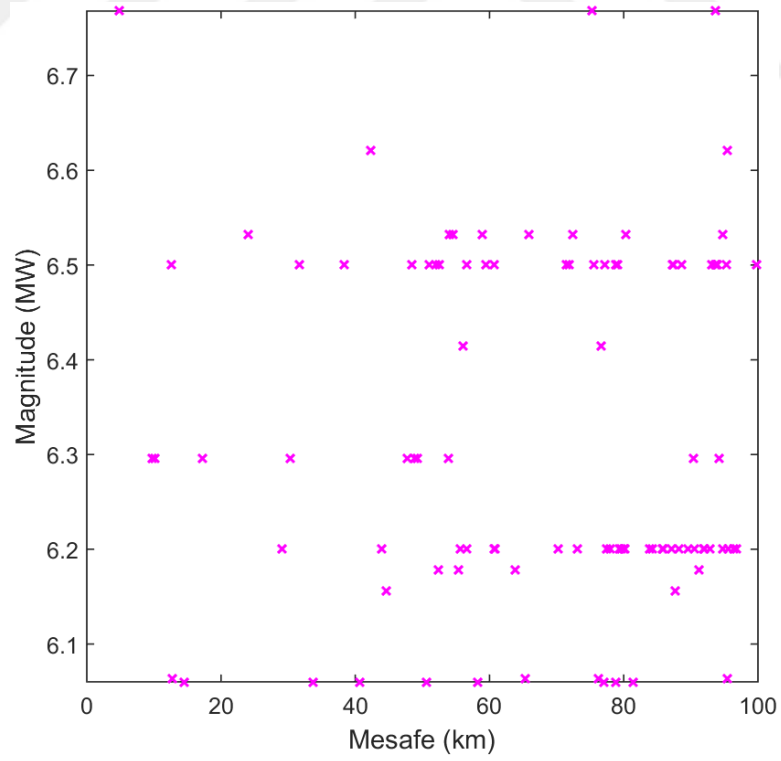
Tablo 4.1 - Analizler sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları

		r	
		EKK	MLM
Türkiye Geneli	TG1	0.73	0.72
	TG2	0.77	0.82
Kuzey Anadolu Fayı	KAF	0.80	0.83
Doğu Anadolu Fayı	DAF	0.83	0.82
Batı Anadolu Fayı	BAF1	0.72	0.71
	BAF2	0.74	0.74

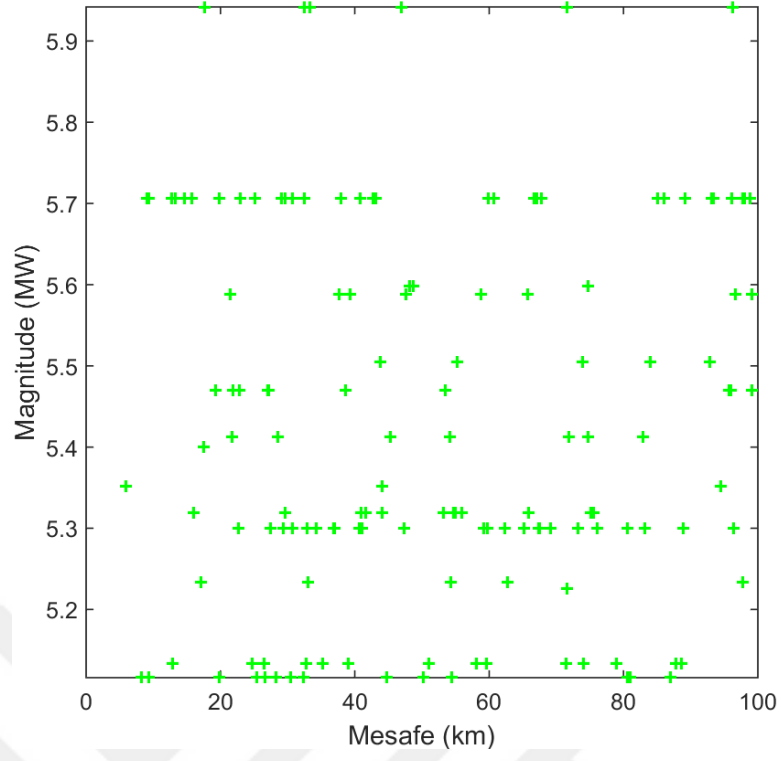
Her iki yöntemde de aynı deprem verileri kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Kullanılan depremlerin magnitütleri ve ölçüm istasyonuna uzaklıkları Şekil 4.1, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



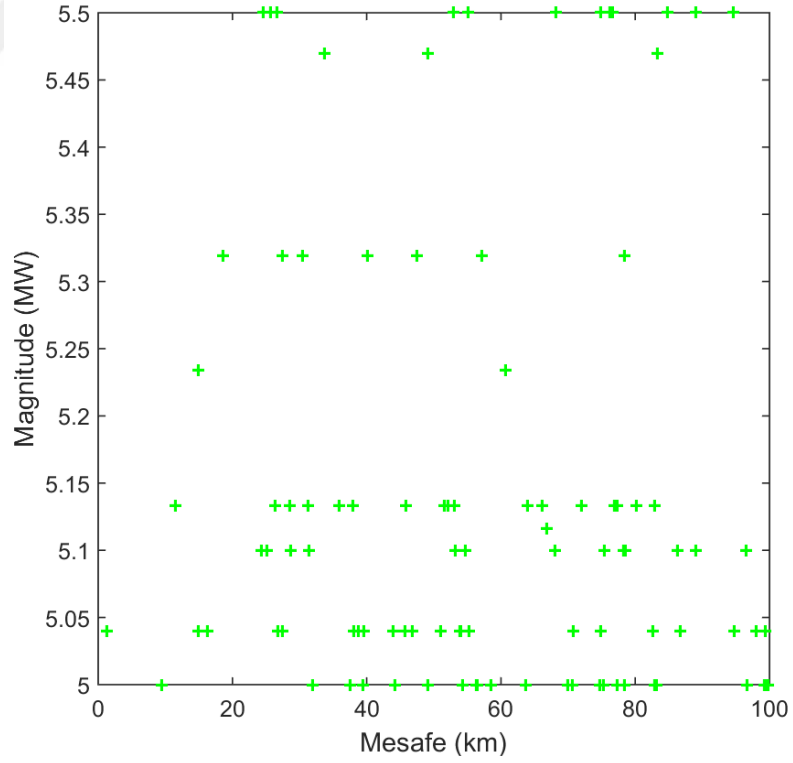
Şekil 4.1 - Türkiye geneli (TG1) için kullanılan depremler



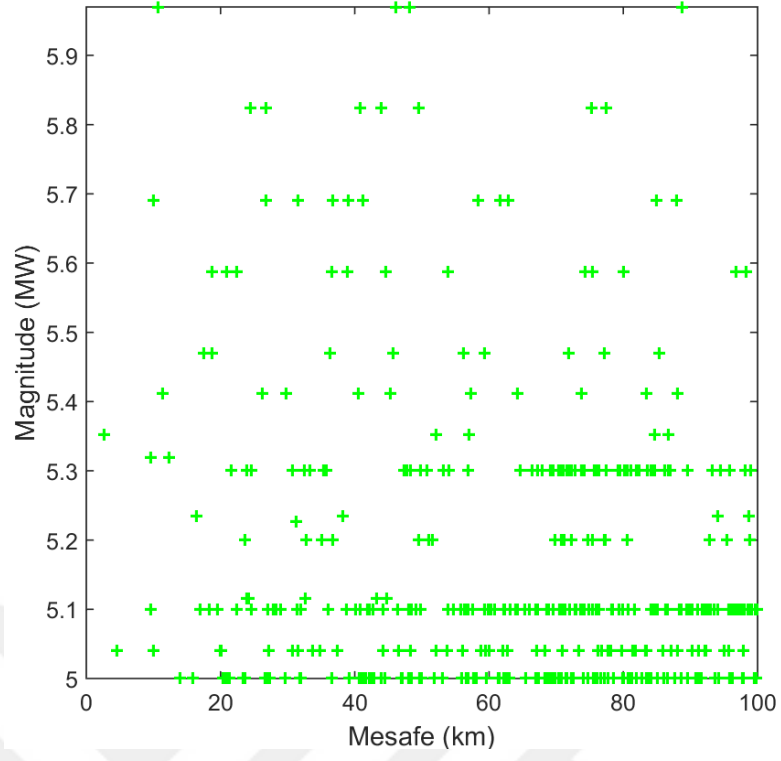
Şekil 4.2 - Türkiye geneli (TG2) için kullanılan depremler



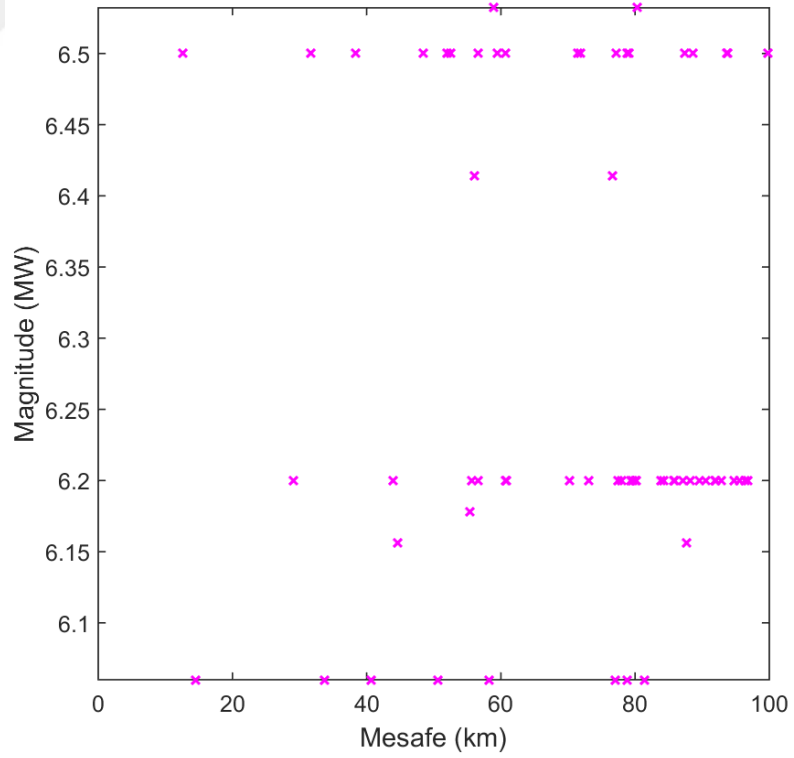
Şekil 4.3 - KAF için kullanılan depremler



Şekil 4.4 - DAF için kullanılan depremler



Şekil 4.5 – BAF1 için kullanılan depremler



Şekil 4.6 – BAF2 için kullanılan depremler

4.1. En Küçük Kareler Yöntemi Sonuçları

En küçük kareler yöntemi kullanılarak Türkiye Geneli (TG), Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Batı Anadolu Fayı (BAF) için elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

4.1.1. Türkiye Geneli Sonuçları

Türkiye genelinde geçmişte gerçekleşmiş olan depremler, Tablo 3.1’de verilen kriterlere göre TG1 ve TG2 olarak isimlendirilerek 2 alt grup halinde incelenmiştir.

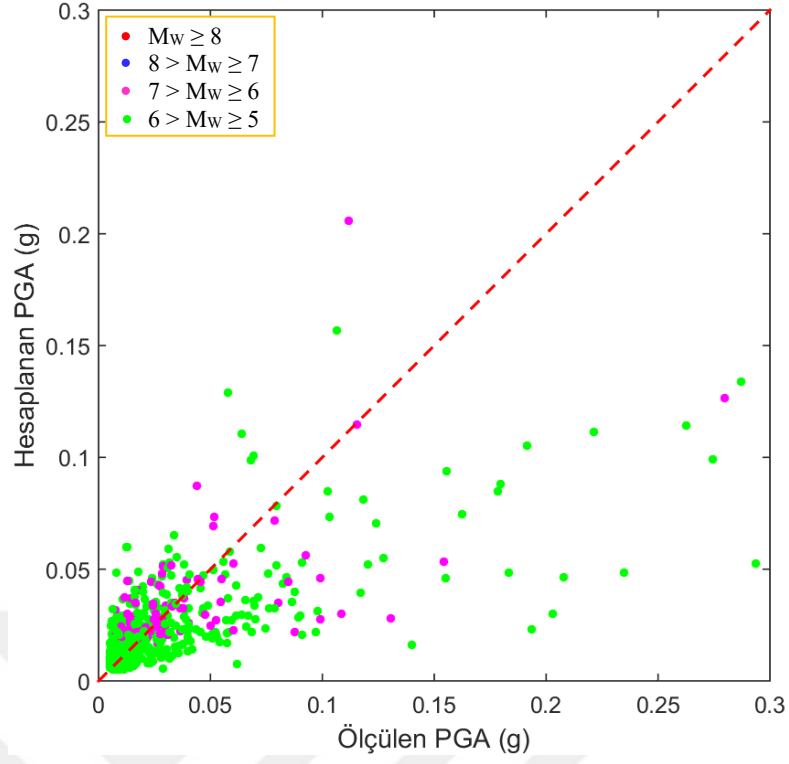
En küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda TG1 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.7’de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)’de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.1)’de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:	
a=	0.0070
b=	0.4600
c=	-0.0005
h=	6.1150
p=	5.5000

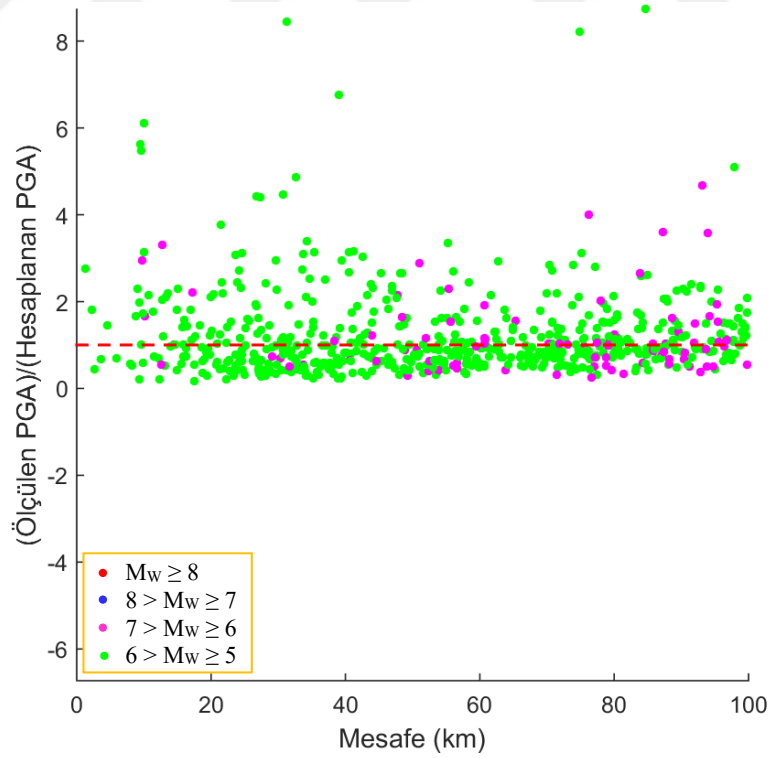
Şekil 4.7 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

$$\log A_n = 0.0070 + 0.4600(M_n - 5.5) - \log(d_n^2 + 6.1150^2)^{1/2} - 0.0005(d_n^2 + 6.1150^2)^{1/2} \quad (4.1)$$

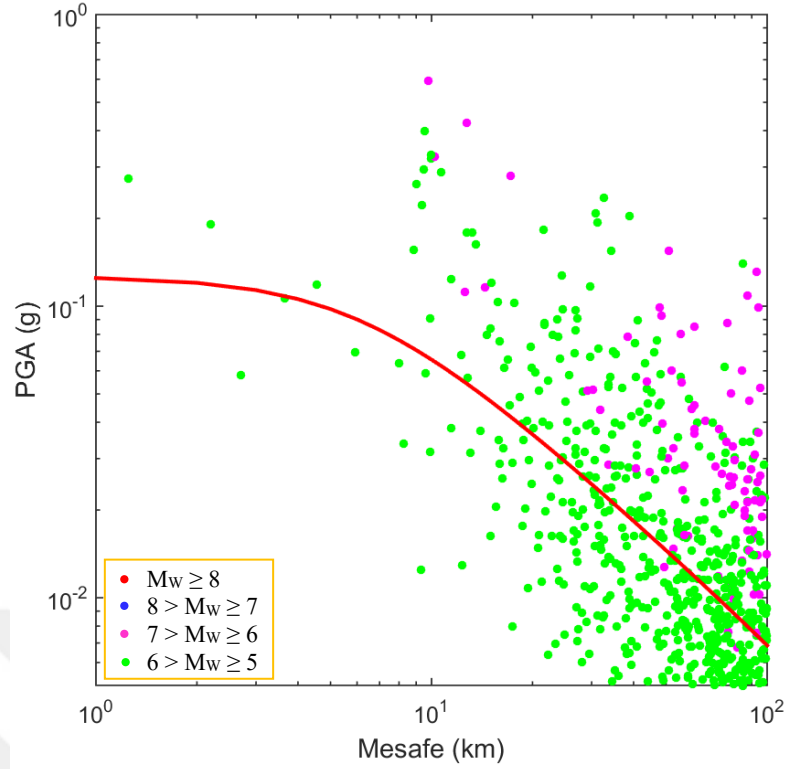
TG1 deprem verileri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.8 - Türkiye geneli (TG1) için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.9 - Türkiye geneli (TG1) için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.10 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

En küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda TG2 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.11’de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)’de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.2)’de verilmiştir.

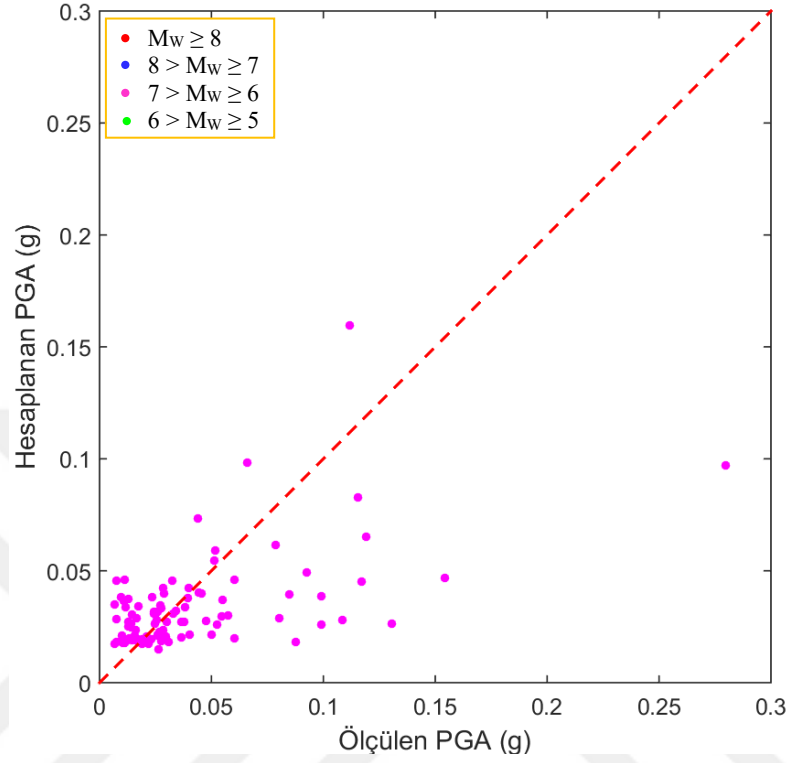
Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

a= -0.0106
b= 0.5479
c= 0.0002
h= 7.9400
p= 5.8000

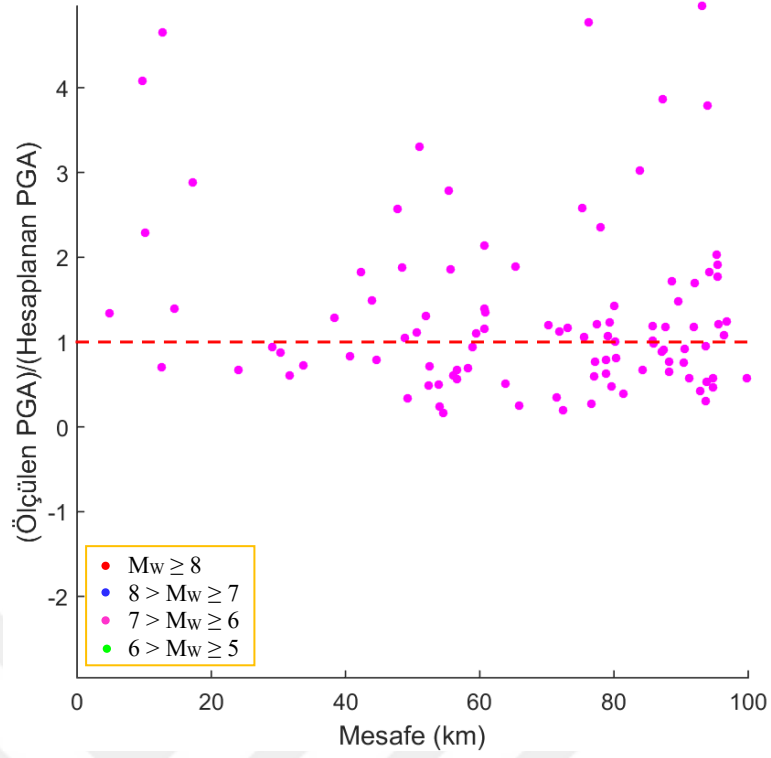
Şekil 4.11 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

$$\log A_n = -0.0106 + 0.5479(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 7.9400^2)^{1/2} + 0.0002(d_n^2 + 7.9400^2)^{1/2} \quad (4.2)$$

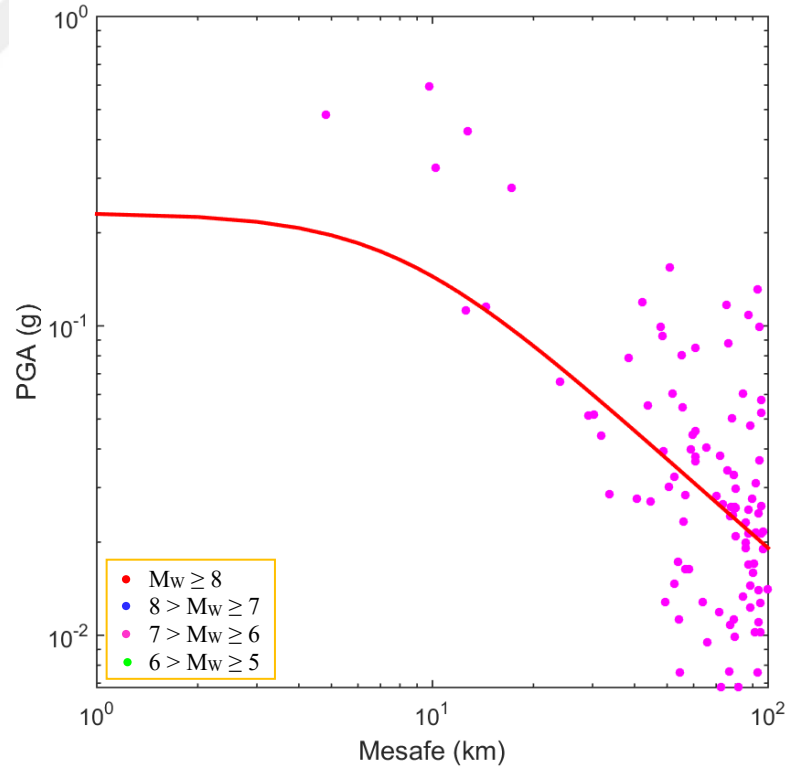
TG2 deprem verileri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.12 - Türkiye geneli (TG2) için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.13 - Türkiye geneli (TG2) için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.14 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

4.1.2. Kuzey Anadolu Fay Hattı Sonuçları

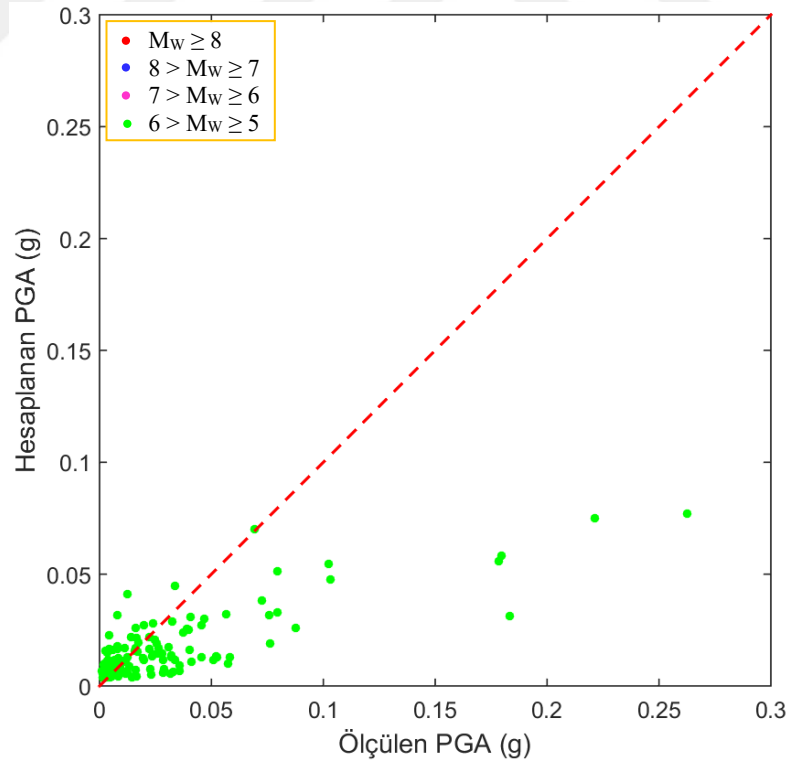
Kuzey Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan ve tez kapsamında belirlenen kriterlere uyan depremler kullanılarak en küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayılar Şekil 4.15'da verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.3)'de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

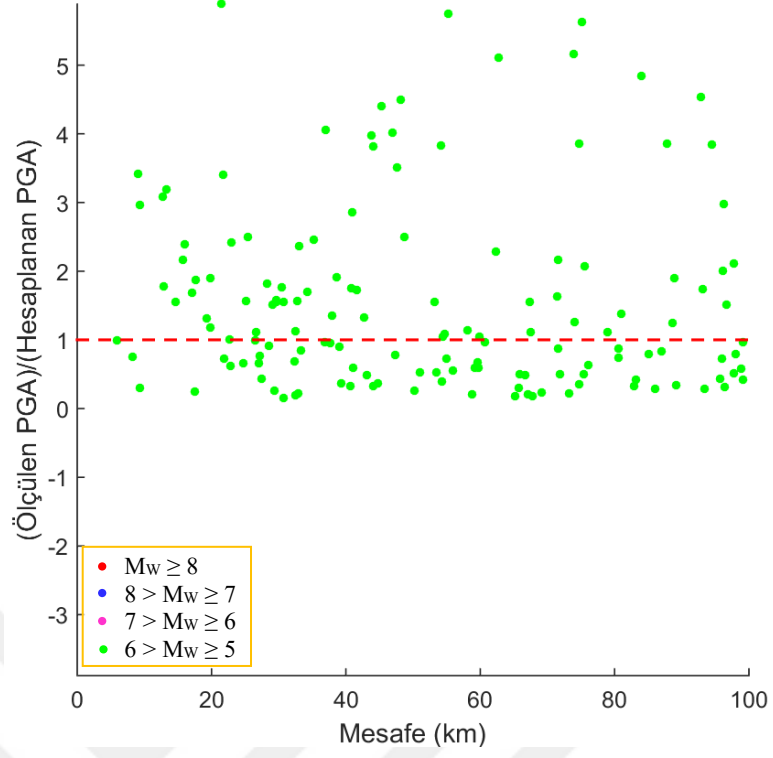
a=	-0.0252
b=	0.4455
c=	-0.0018
h=	5.6800
p=	5.8000

Şekil 4.15 - KAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

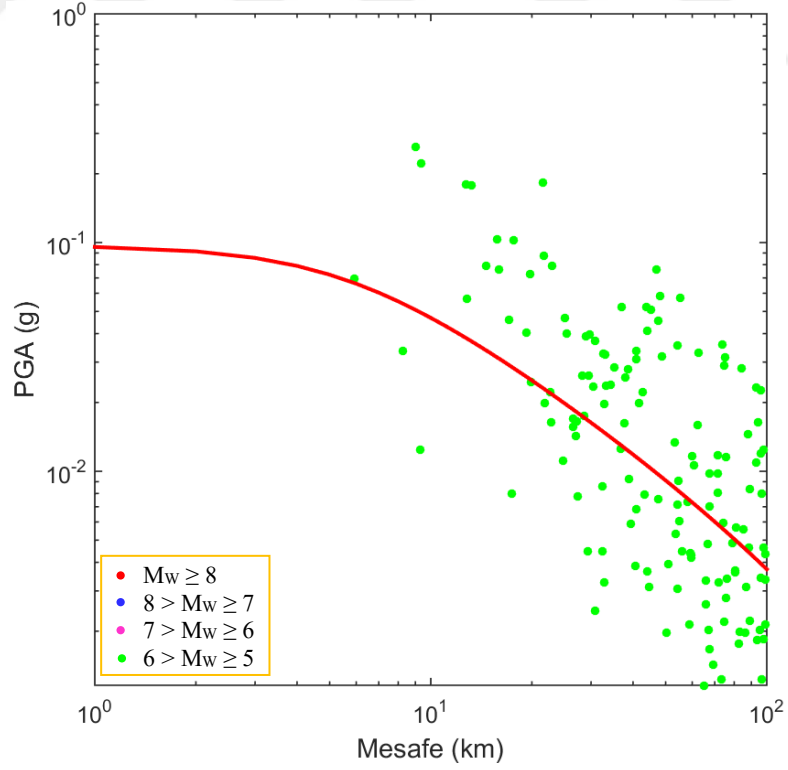
$$\log A_n = -0.0252 + 0.4455(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 5.6800^2)^{1/2} - 0.0018(d_n^2 + 5.6800^2)^{1/2} \quad (4.3)$$



Şekil 4.16 - KAF için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.17 - KAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.18 - KAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

4.1.3. Doğu Anadolu Fay Hattı Sonuçları

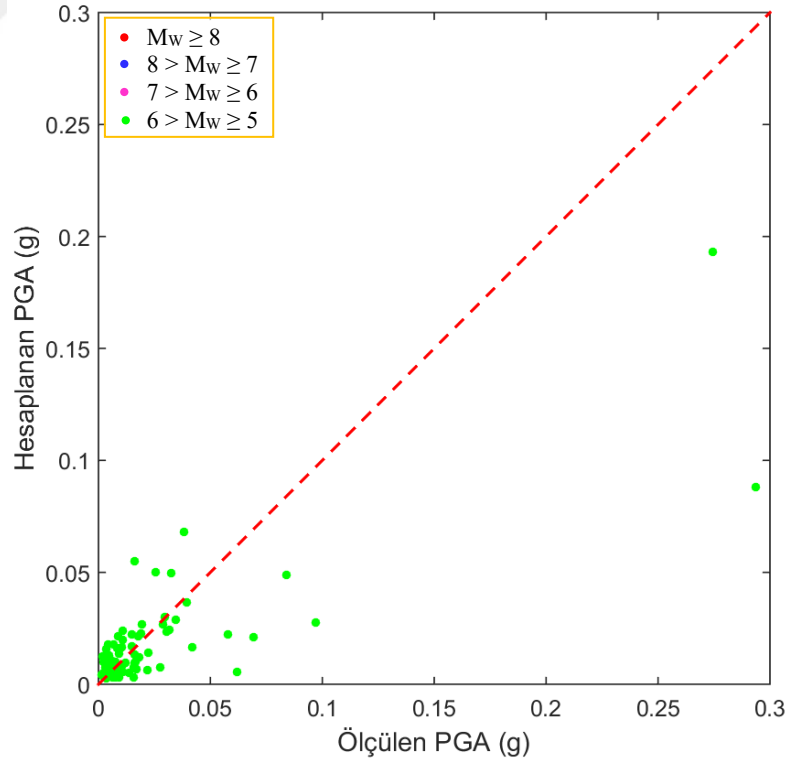
Doğu Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan ve tez kapsamında belirlenen kriterlere uyan depremler kullanılarak en küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayılar Şekil 4.19'te verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.4)'te verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

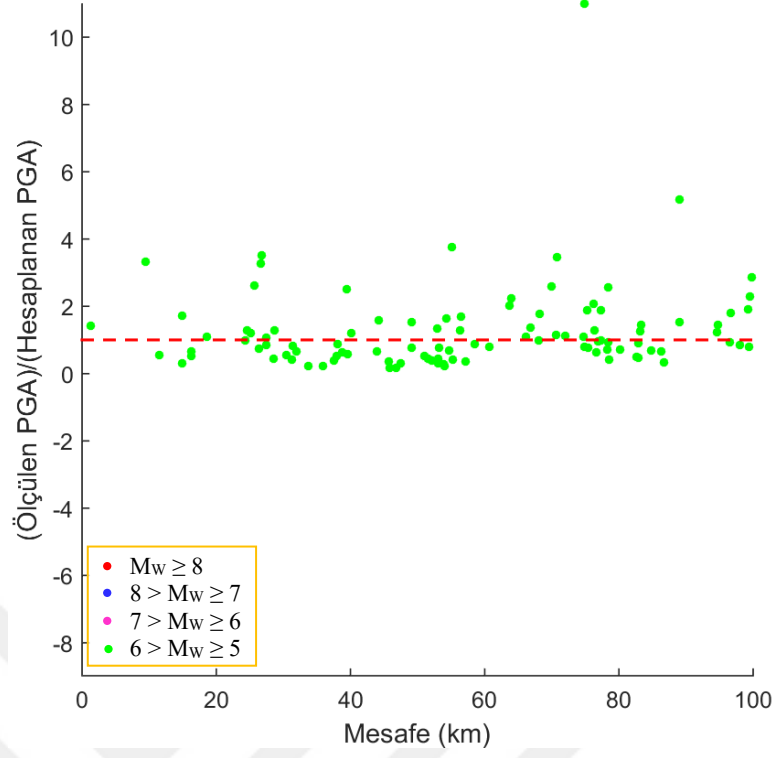
a=	0.0290
b=	-0.2574
c=	-0.0052
h=	4.9250
p=	5.0000

Şekil 4.19 - DAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

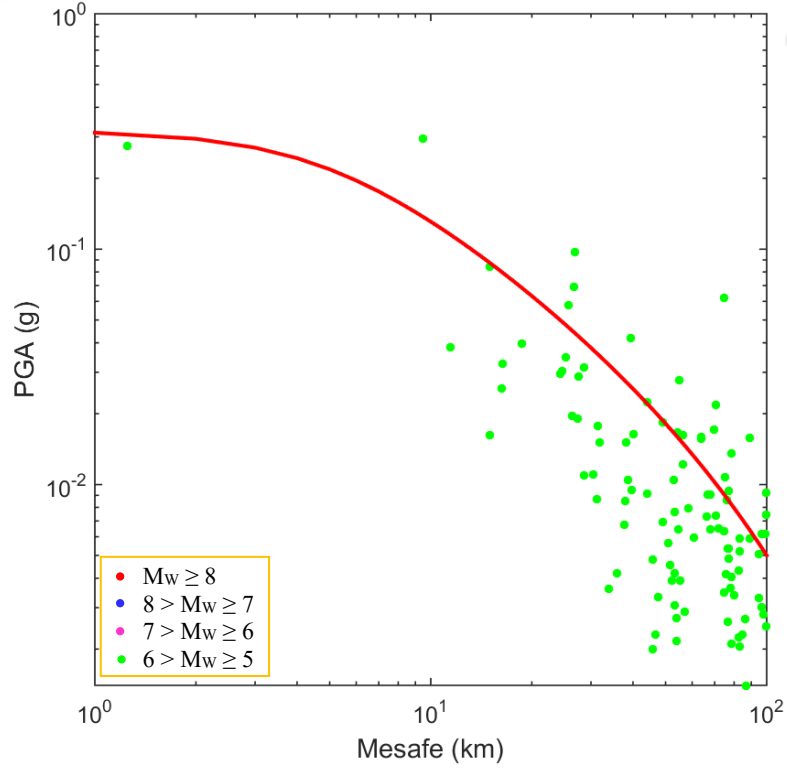
$$\log A_n = 0.0290 - 0.2574(M_n - 5) - \log(d_n^2 + 4.9250^2)^{1/2} - 0.0052(d_n^2 + 4.9250^2)^{1/2} \quad (4.4)$$



Şekil 4.20 - DAF için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.21 - DAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.22 - DAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

4.1.4. Batı Anadolu Fay Hattı Sonuçları

Batı Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan depremler, Tablo 3.1'de verilen kriterlere göre BAF1 ve BAF2 olarak isimlendirilerek 2 alt grup halinde incelenmiştir.

En küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda BAF1 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.23'de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.5)'de verilmiştir.

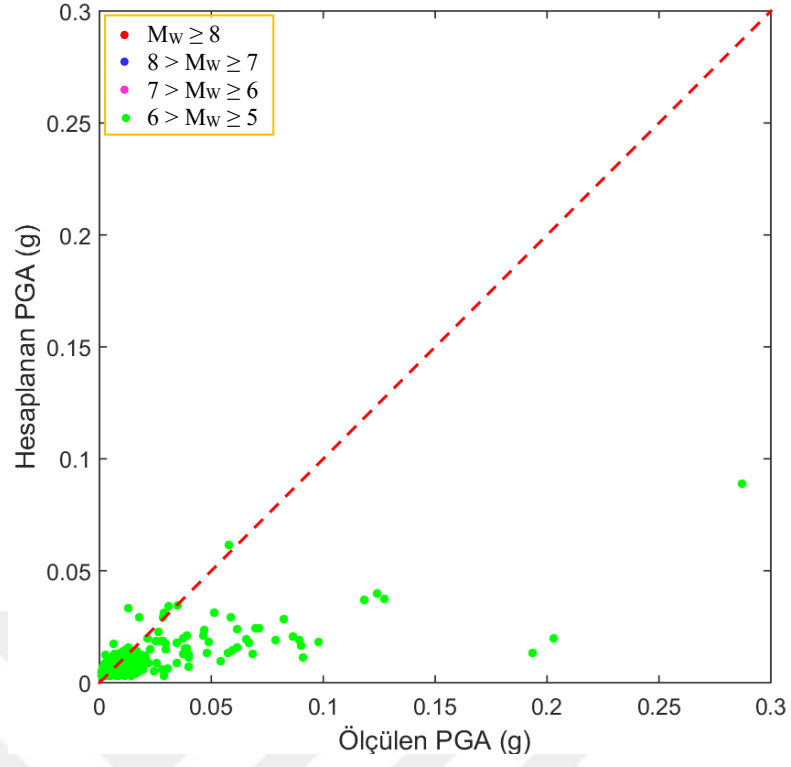
Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

a=	-0.0241
b=	0.5859
c=	-0.0003
h=	7.8850
p=	5.8000

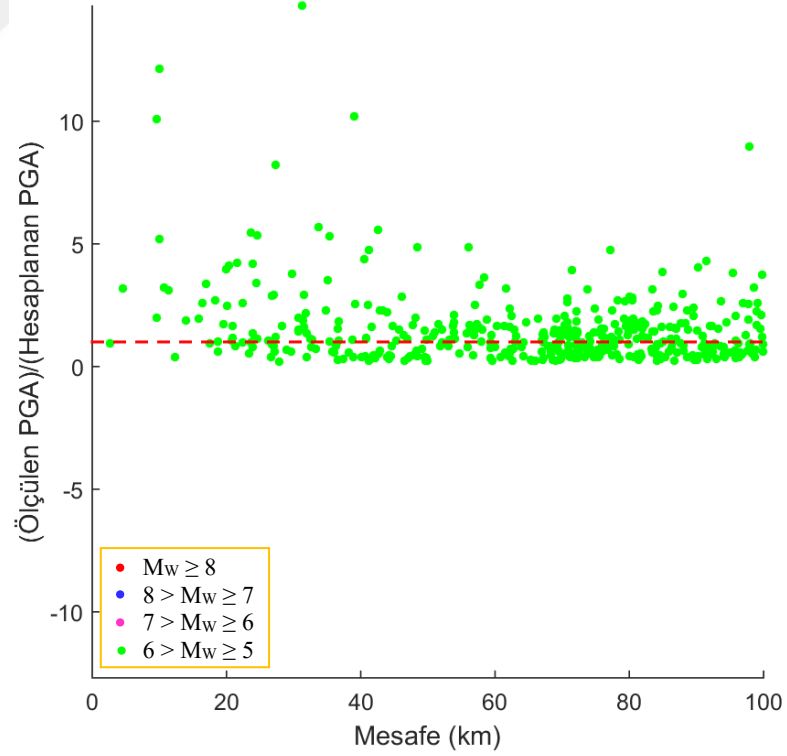
Şekil 4.23 – BAF1 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

$$\log A_n = -0.0241 + 0.5859(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 7.8850^2)^{1/2} - 0.0003(d_n^2 + 7.8850^2)^{1/2} \quad (4.5)$$

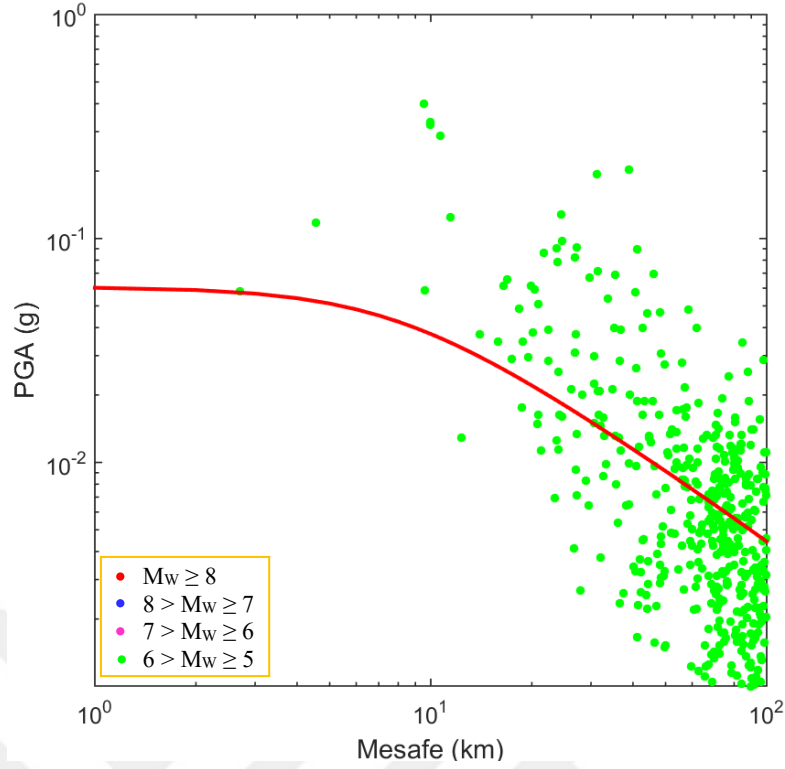
BAF1 deprem verileri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.24, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.24 – BAF1 için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.25 – BAF1 için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.26 – BAF1 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

En küçük kareler (EKK) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda BAF2 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.27’de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)’de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.6)’de verilmiştir.

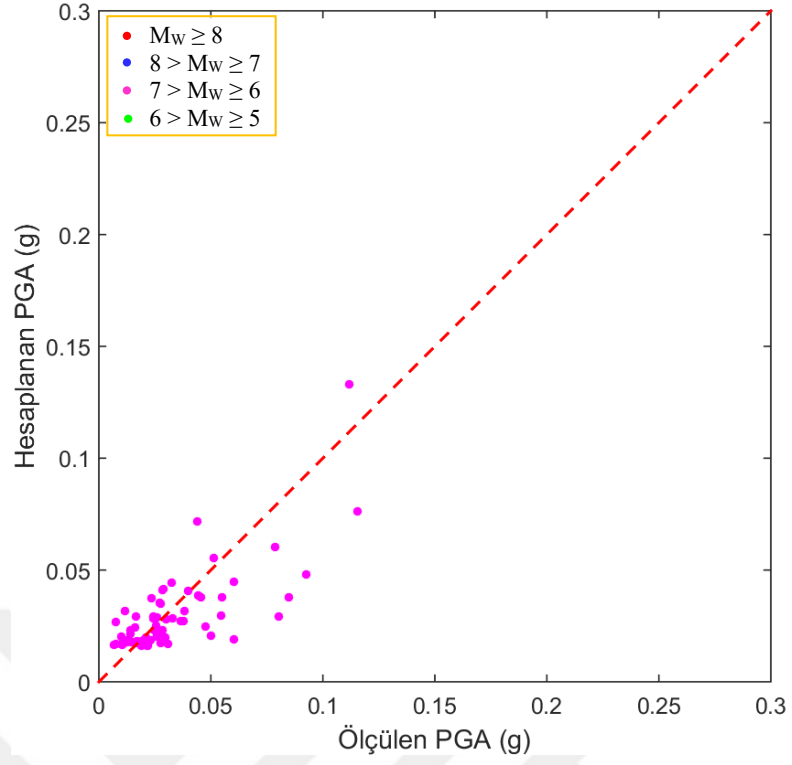
Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

a= -0.0018
b= 0.4866
c= -0.0010
h= 15.1000
p= 5.6000

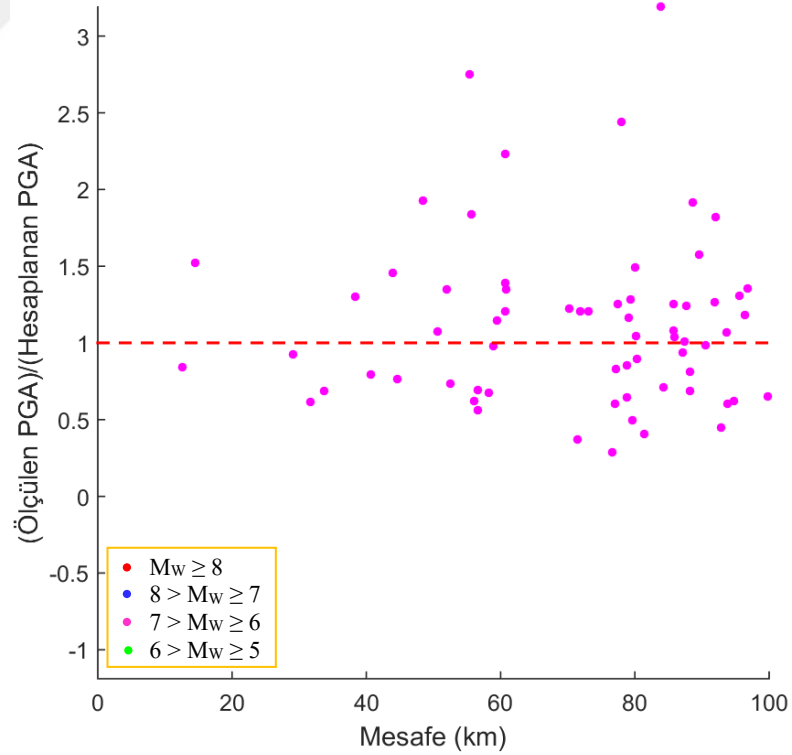
Şekil 4.27 - BAF2 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (EKK)

$$\log A_n = -0.0018 + 0.4866(M_n - 5.6) - \log(d_n^2 + 15.1^2)^{1/2} - 0.0003(d_n^2 + 15.1^2)^{1/2} \quad (4.6)$$

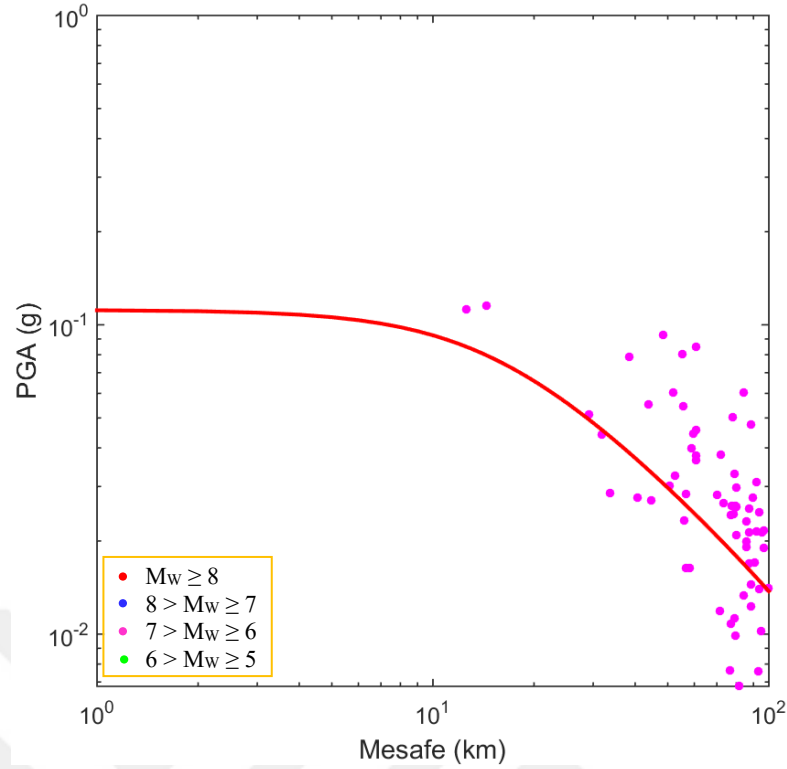
BAF2 deprem verileri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.28, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da verilmiştir.



Şekil 4.28 - BAF2 için PGA karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.29 - BAF2 için PGA oranlarının karşılaştırılması (EKK)



Şekil 4.30 - BAF2 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (EKK)

4.2. En Çok Olabilirlik Yöntemi Sonuçları

En çok olabilirlik yöntemi kullanılarak Türkiye Geneli (TG), Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Batı Anadolu Fayı (BAF) için elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. Türkiye Geneli Sonuçları

Türkiye genelinde geçmişte gerçekleşmiş olan depremler, Tablo 3.1’de verilen kriterlere göre TG1 ve TG2 olarak isimlendirilerek 2 alt grup halinde incelenmiştir.

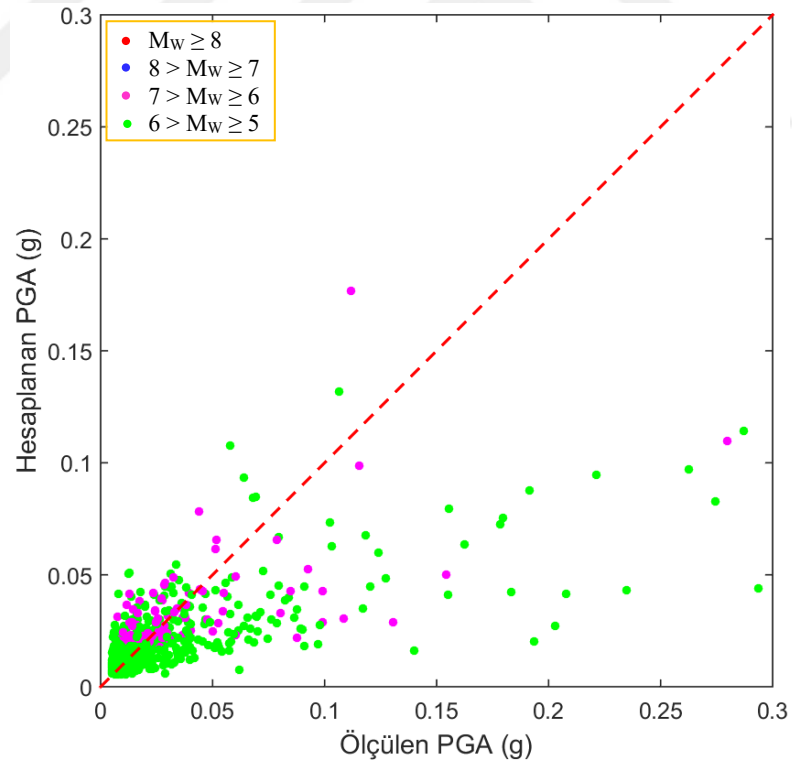
Maksimum likelihood yöntemi (MLM) ile yapılan regresyon analizi sonucunda TG1 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.31’de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)’de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.7)’de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:
a= -0.0765
b= 0.4638
c= 0.0005
h= 6.1150
p= 5.5000

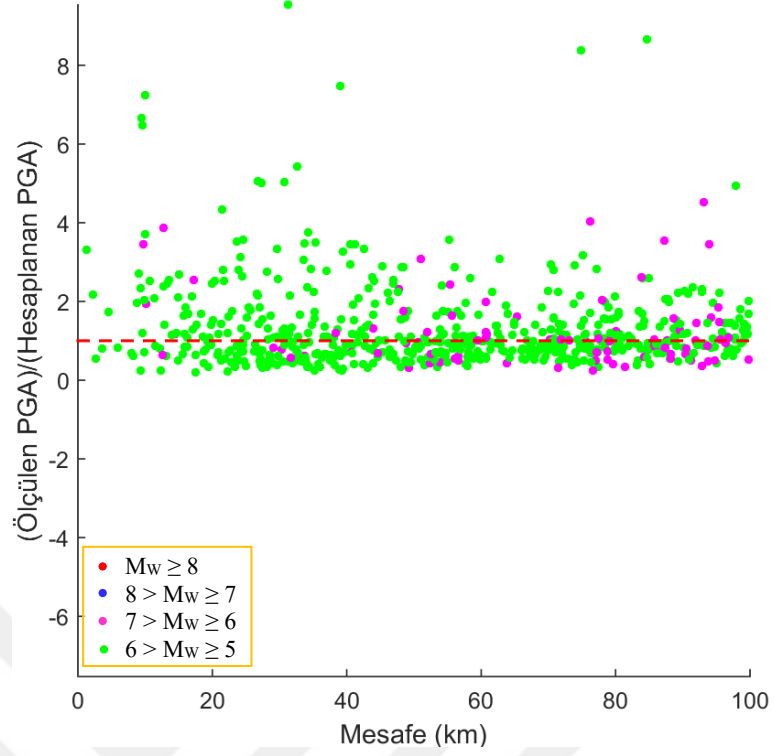
Şekil 4.31 – Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

$$\log A_n = -0.0765 + 0.4638(M_n - 5.5) - \log(d_n^2 + 6.1150^2)^{1/2} - 0.0005(d_n^2 + 6.1150^2)^{1/2} \quad (4.7)$$

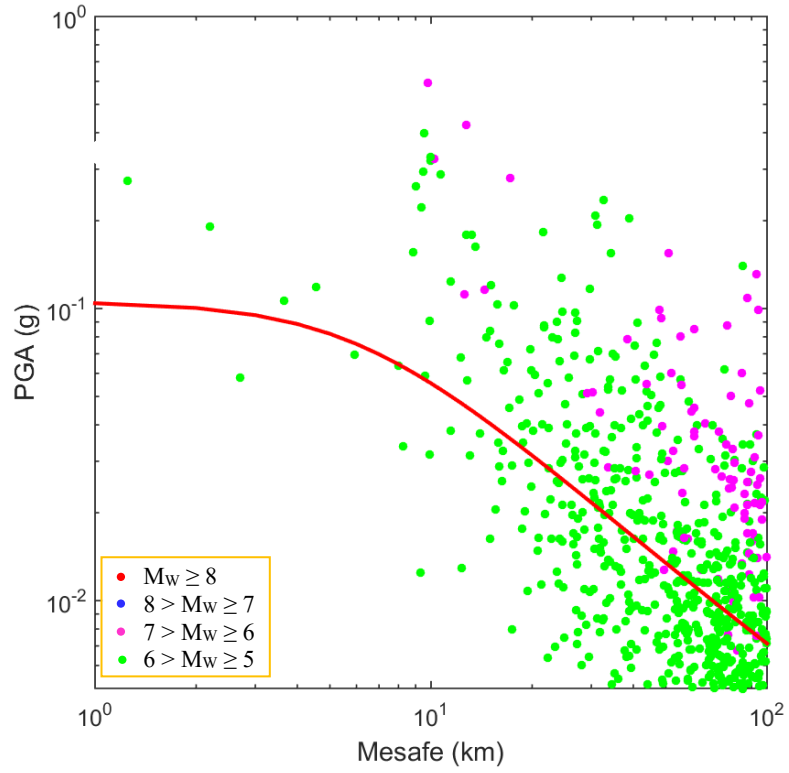
TG1 deprem verileri kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.32, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'te verilmiştir.



Şekil 4.32 - Türkiye geneli (TG1) için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.33 - Türkiye geneli (TG1) için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.34 - Türkiye geneli (TG1) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

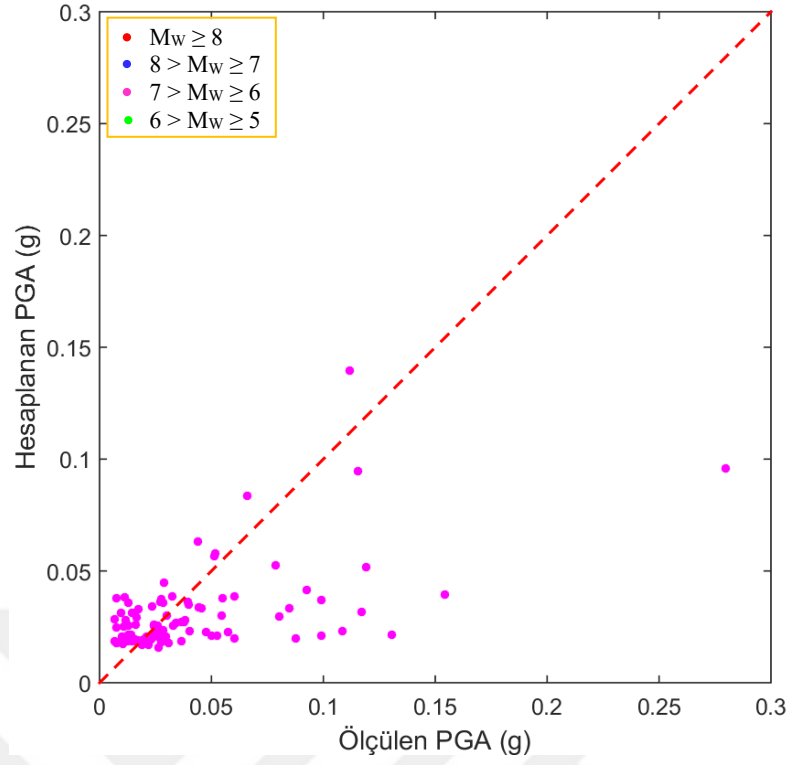
Maksimum likelihood yöntemi (MLM) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda TG2 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.35'te verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemini ise Denklem (4.8)'de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:	
a=	0.1248
b=	0.2798
c=	-0.0002
h=	7.9400
p=	5.8000

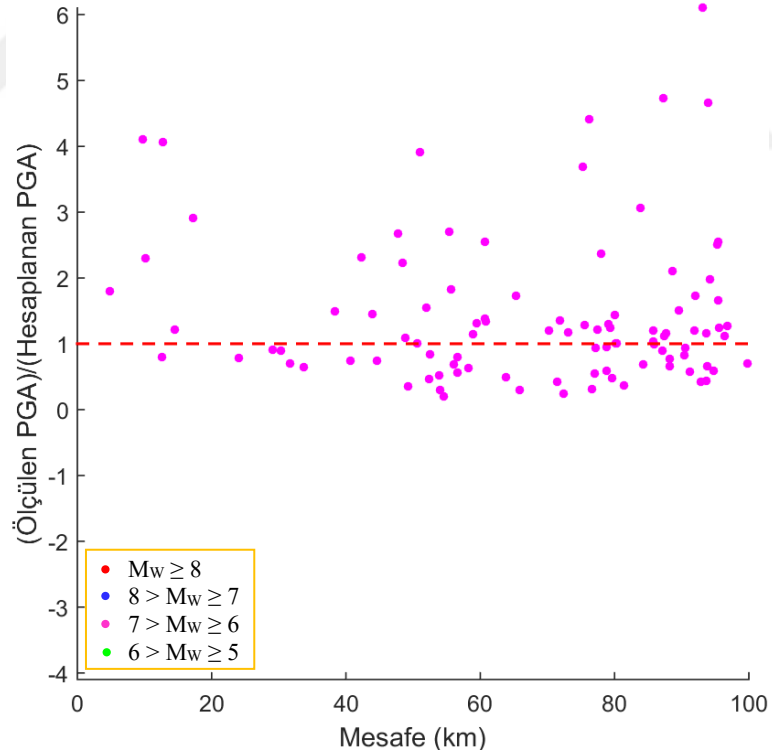
Şekil 4.35 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

$$\log A_n = 0.1248 + 0.2798(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 7.9400^2)^{1/2} - 0.0002(d_n^2 + 7.9400^2)^{1/2} \quad (4.8)$$

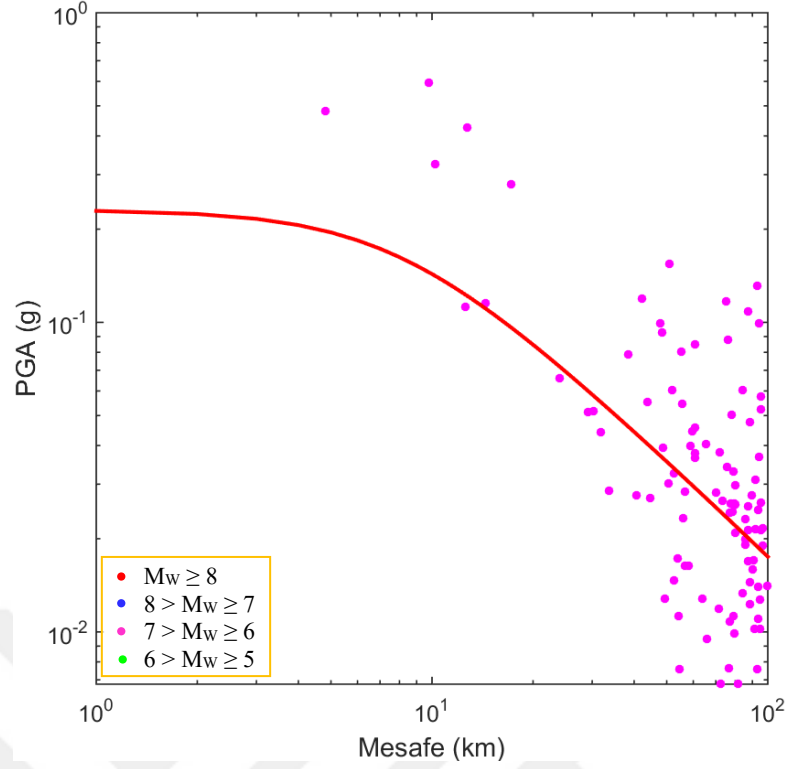
TG2 deprem verileri kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.36, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.36 - Türkiye geneli (TG2) için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.37 - Türkiye geneli (TG2) için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.38 - Türkiye geneli (TG2) için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

4.2.2. Kuzey Anadolu Fay Hattı Sonuçları

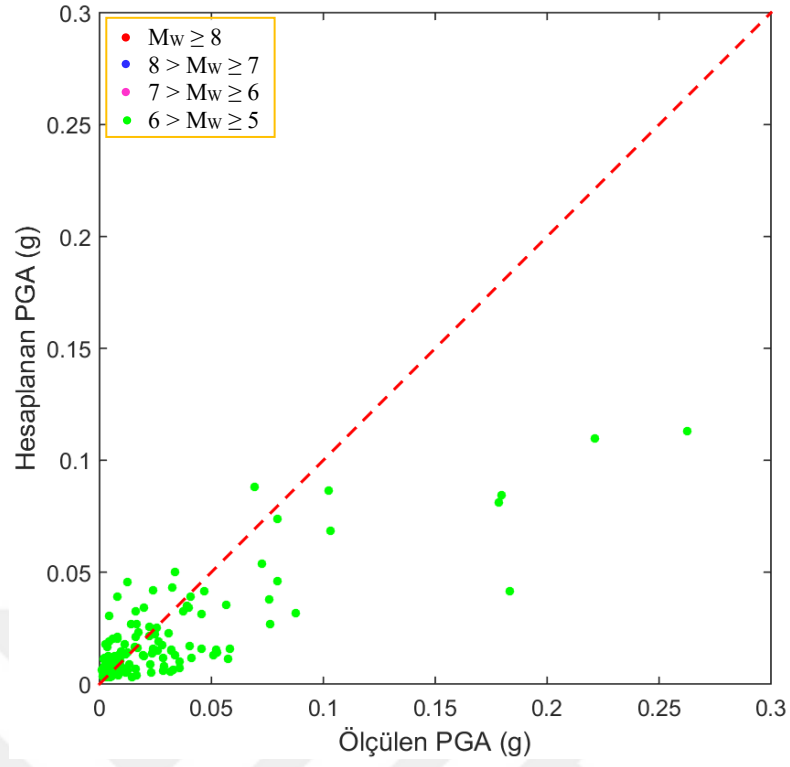
Kuzey Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan ve tez kapsamında belirlenen kriterlere uyan depremler kullanılarak maksimum likelihood yöntemi (MLM) ile yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayılar Şekil 4.39'de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.9)'de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

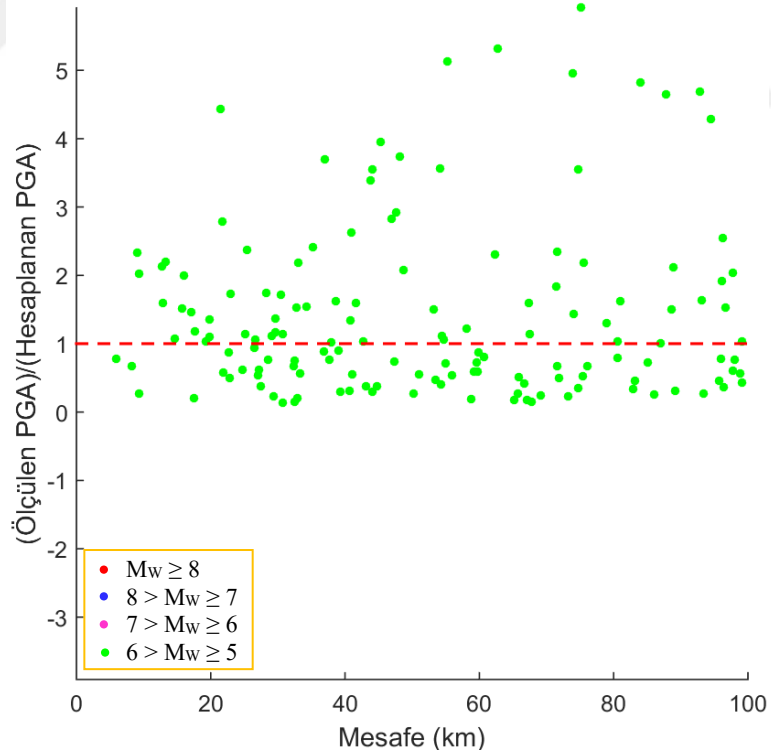
a=	0.1786
b=	0.6467
c=	-0.0035
h=	5.6800
p=	5.8000

Şekil 4.39 - KAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

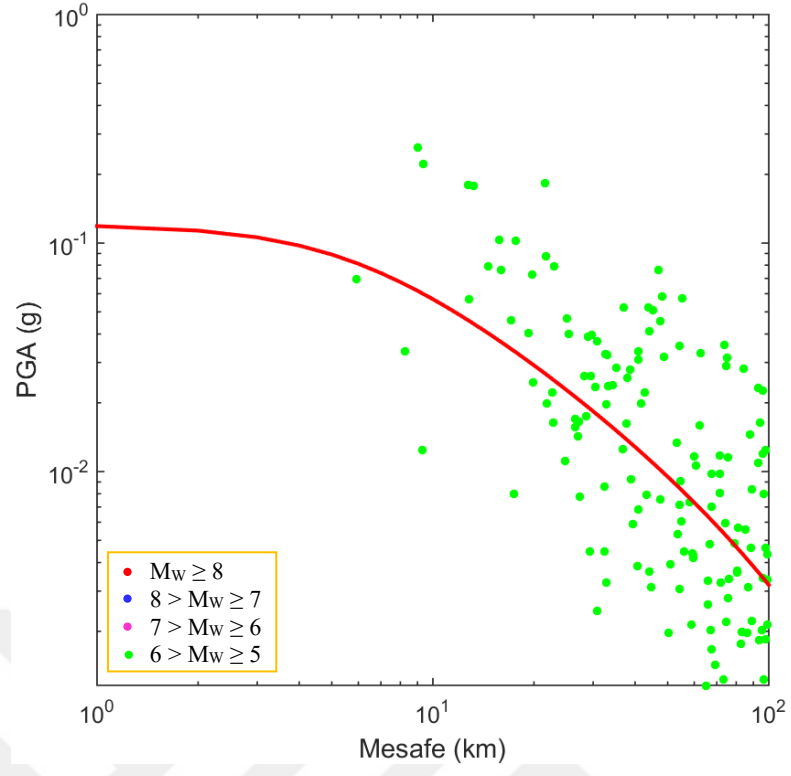
$$\log A_n = 0.1786 + 0.6467(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 5.6800^2)^{1/2} - 0.0035(d_n^2 + 5.6800^2)^{1/2} \quad (4.9)$$



Şekil 4.40 - KAF için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.41 - KAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.42 - KAF için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

4.2.3. Doğu Anadolu Fay Hattı Sonuçları

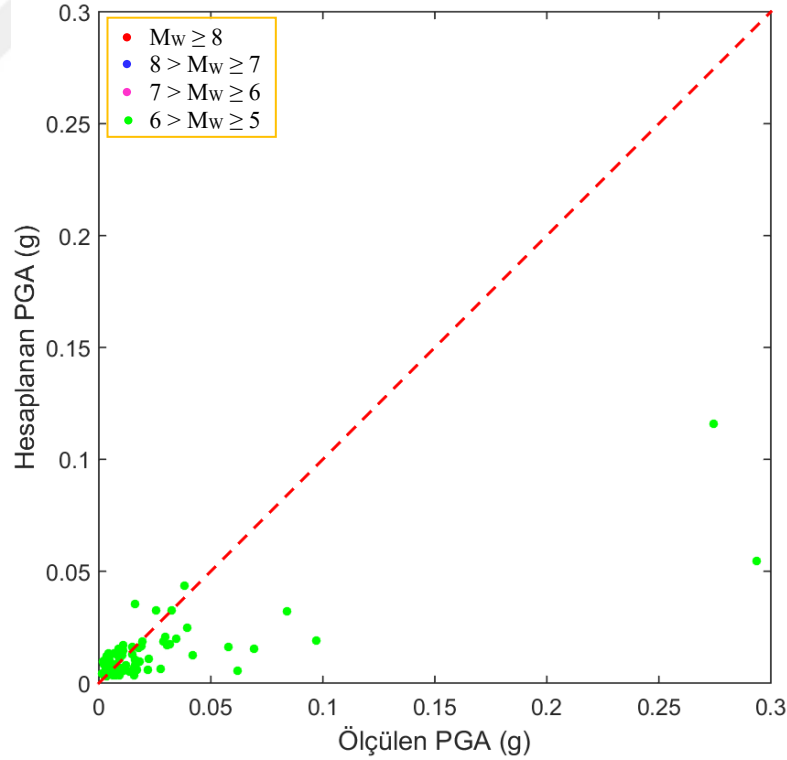
Doğu Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan ve tez kapsamında belirlenen kriterlere uyan depremler kullanılarak maksimum likelihood yöntemi (MLM) ile yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayılar Şekil 4.43'te verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.10)'te verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

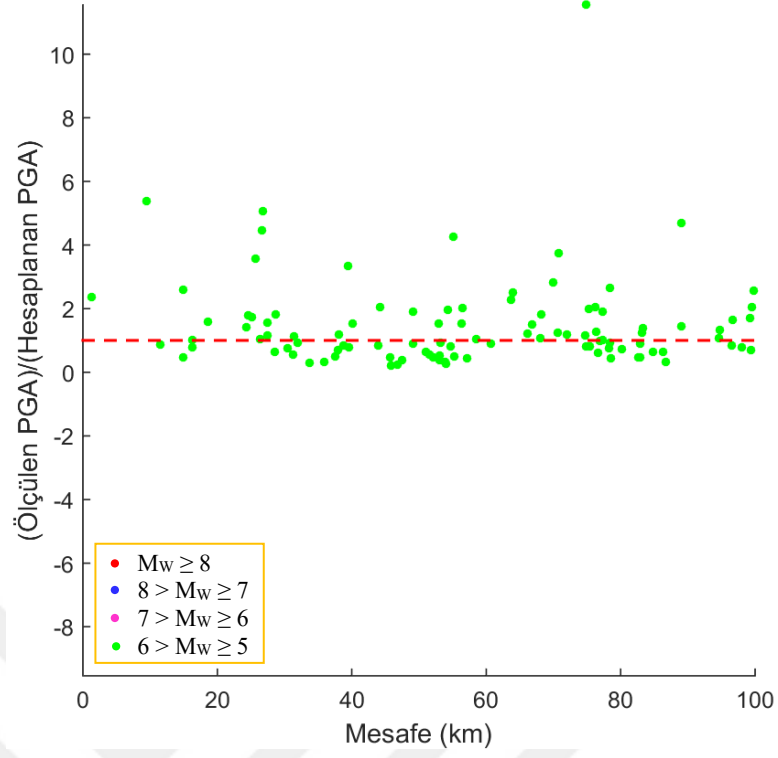
a=	-0.2094
b=	-0.2047
c=	-0.0024
h=	4.9250
p=	5.0000

Şekil 4.43 - DAF için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

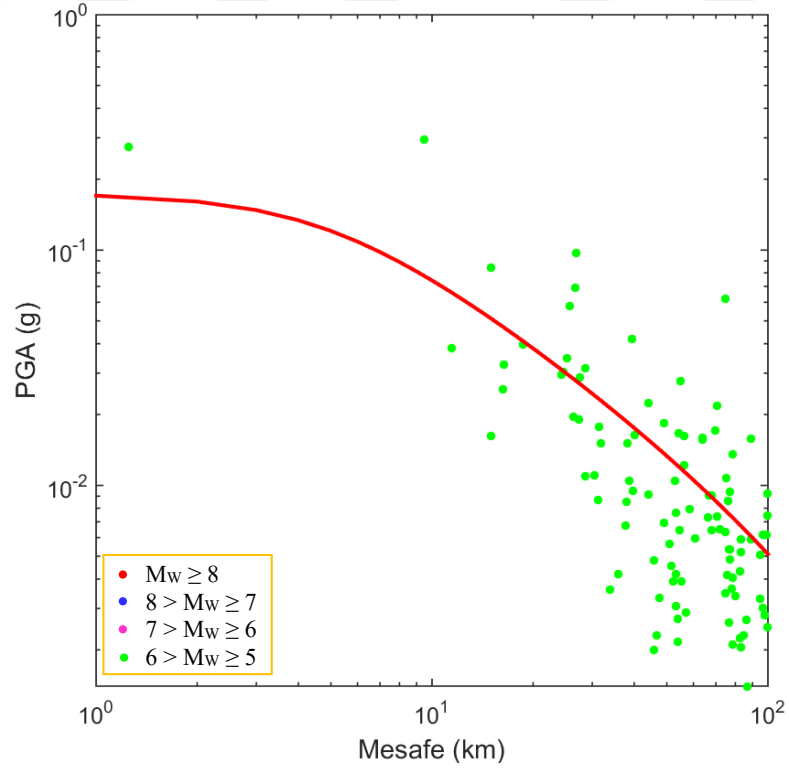
$$\log A_n = -0.2094 - 0.2047(M_n - 5) - \log(d_n^2 + 4.9250^2)^{1/2} - 0.0024(d_n^2 + 4.9250^2)^{1/2} \quad (4.10)$$



Şekil 4.44 - DAF için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.45 - DAF için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.46 - DAF için azalış ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

4.2.4. Batı Anadolu Fay Hattı Sonuçları

Batı Anadolu Fay Hattı'nda geçmişte gerçekleşmiş olan depremler, Tablo 3.1'de verilen kriterlere göre BAF1 ve BAF2 olarak isimlendirilerek 2 alt grup halinde incelenmiştir.

Maksimum likelihood yöntemi (MLM) ile yapılan regresyon analizi sonucunda BAF1 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.47'de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)'de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.11)'de verilmiştir.

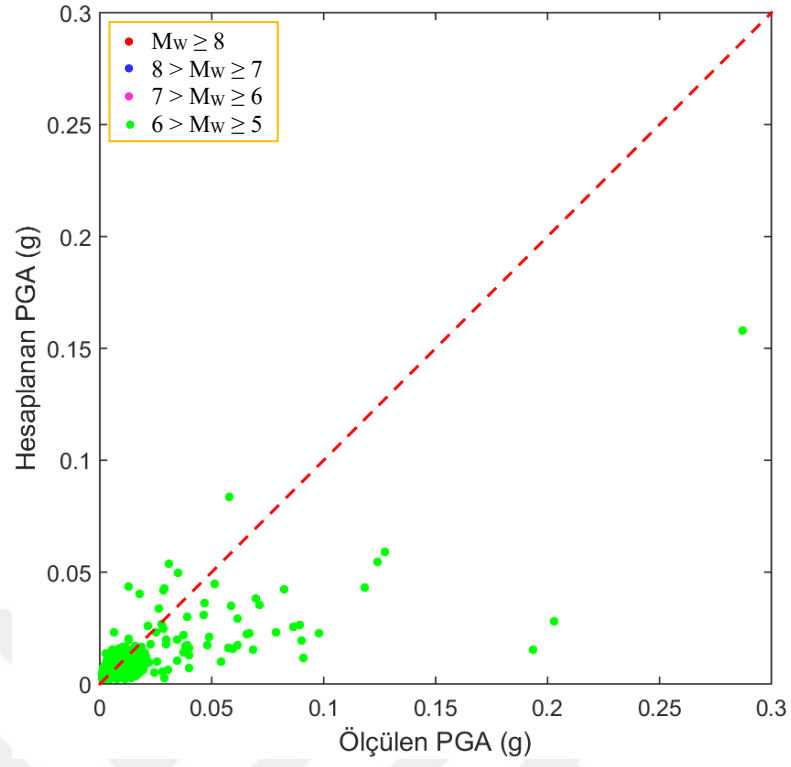
Azalım ilişkisi denklem katsayıları:

a=	0.2137
b=	0.7903
c=	-0.0020
h=	7.8850
p=	5.8000

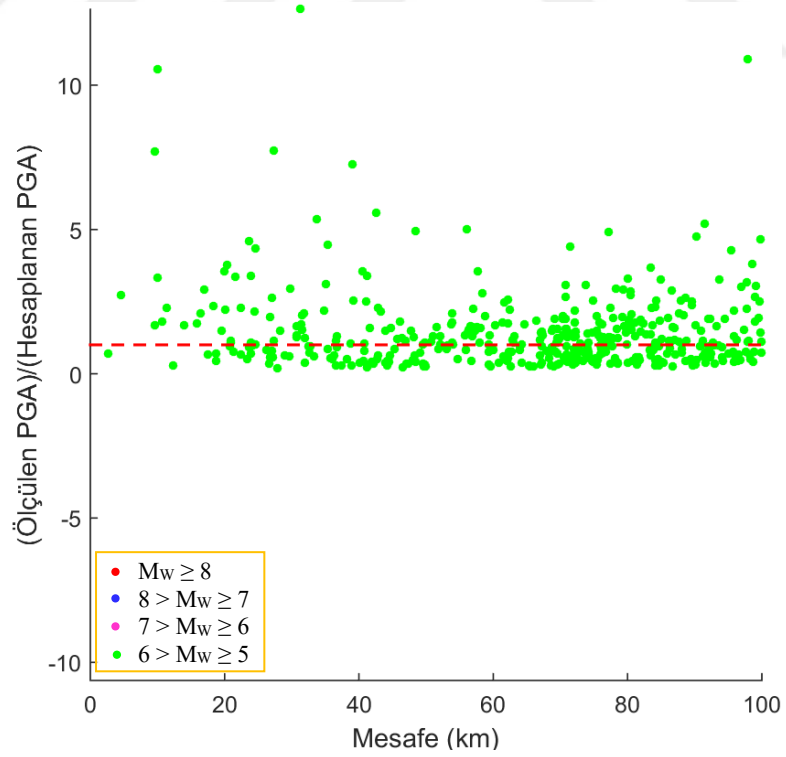
Şekil 4.47 – BAF1 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

$$\log A_n = 0.2137 + 0.7903(M_n - 5.8) - \log(d_n^2 + 7.8850^2)^{1/2} - 0.0020(d_n^2 + 7.8850^2)^{1/2} \quad (4.11)$$

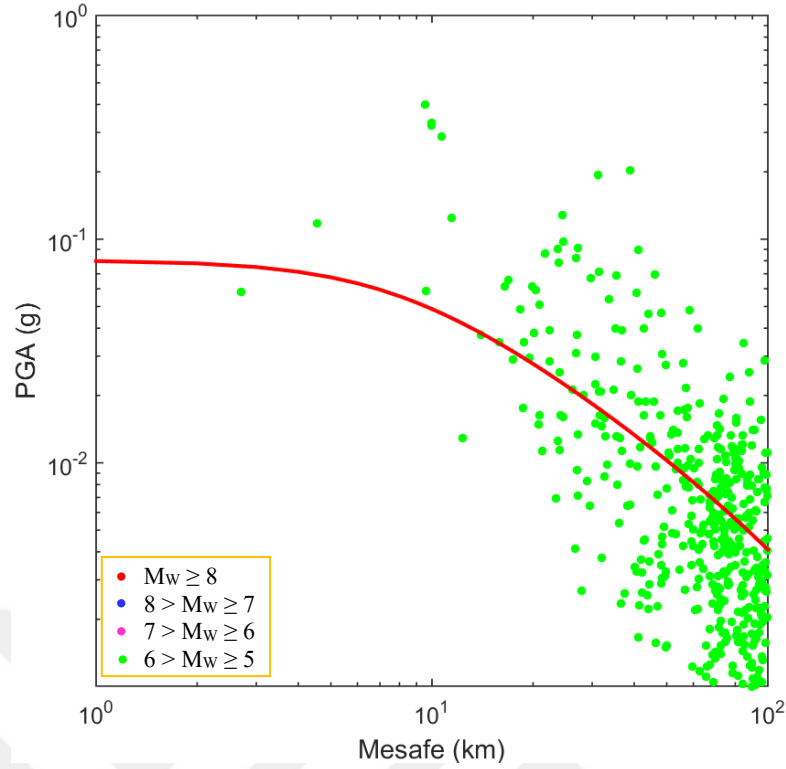
BAF1 deprem verileri kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.48, Şekil 4.49 ve Şekil 4.50'de verilmiştir.



Şekil 4.48 – BAF1 için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.49 – BAF1 için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.50 – BAF1 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

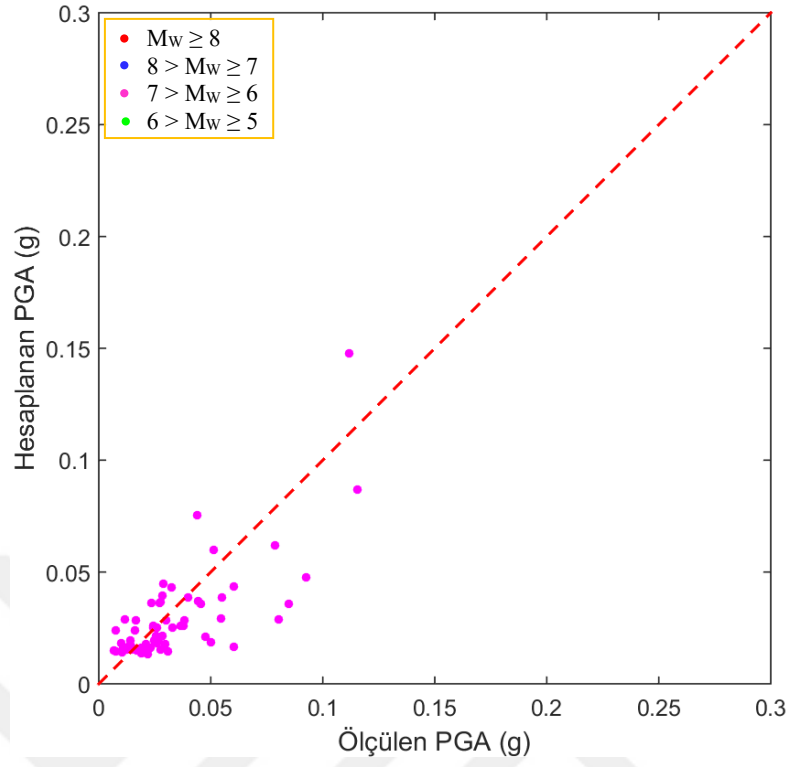
Maksimum likelihood yöntemi (MLM) yöntemi ile yapılan regresyon analizi sonucunda BAF2 verileri için elde edilen katsayılar Şekil 4.51’de verilmiştir. Bulunan bu katsayıların Denklem (3.12)’de yerine yazılması sonucunda elde edilen azalım denklemi ise Denklem (4.12)’de verilmiştir.

Azalım ilişkisi denklem katsayıları:
a= 0.1022
b= 0.4590
c= -0.0026
h= 15.1000
p= 5.6000

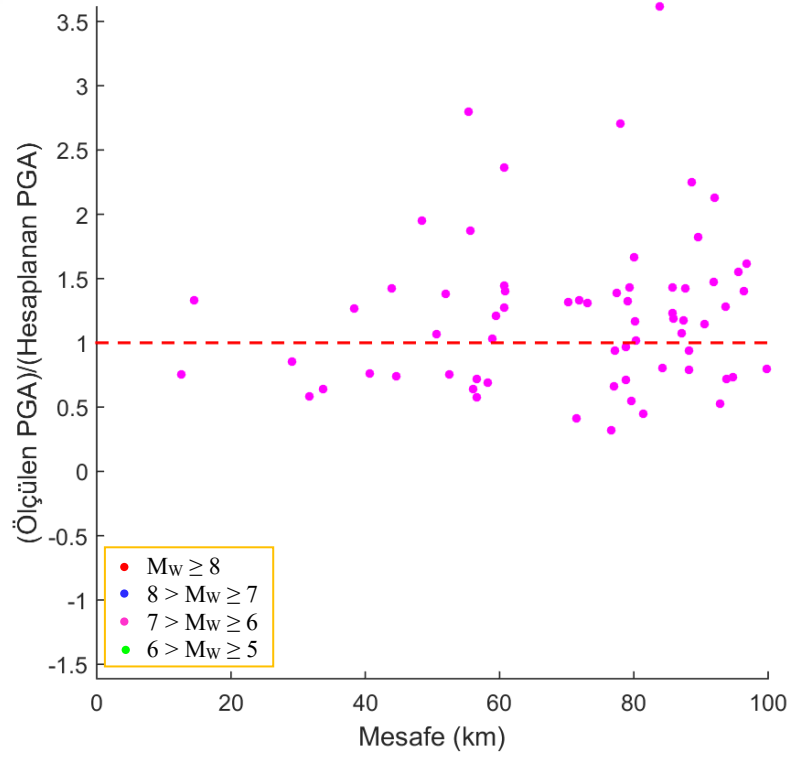
Şekil 4.51 – BAF2 için azalım ilişkisi denklem katsayıları (MLM)

$$\log A_n = 0.1022 + 0.4590(M_n - 5.6) - \log(d_n^2 + 15.1000^2)^{1/2} - 0.0026(d_n^2 + 15.1000^2)^{1/2} \quad (4.12)$$

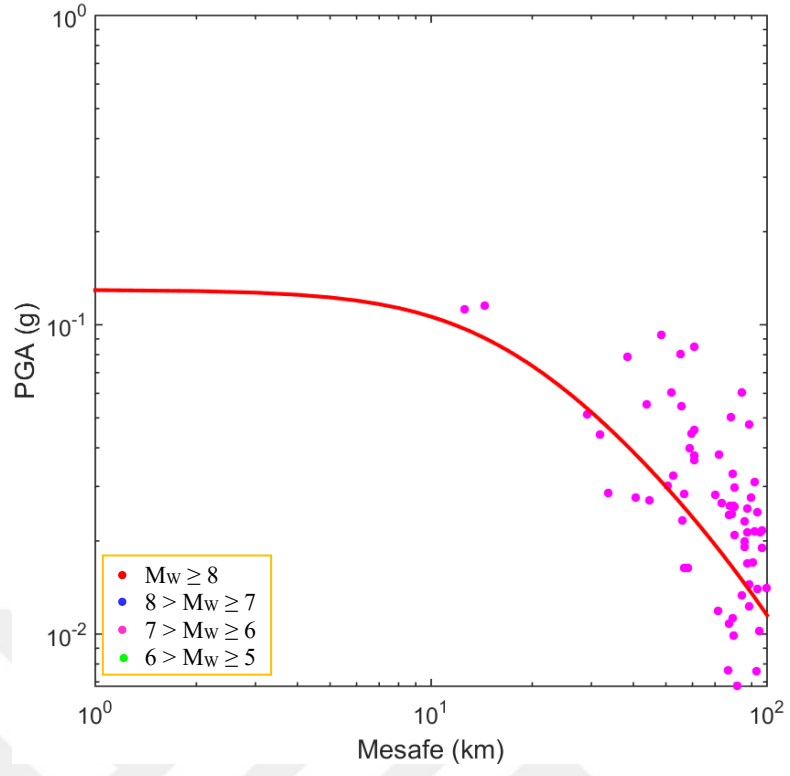
BAF2 deprem verileri kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon hesabından elde edilen sonuçlar; Şekil 4.52, Şekil 4.53 ve Şekil 4.54’te verilmiştir.



Şekil 4.52 - BAF2 için PGA karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.53 - BAF2 için PGA oranlarının karşılaştırılması (MLM)



Şekil 4.54 - BAF2 için azalım ilişkisinin verilerle uyumu (logaritmik) (MLM)

5. TARTIŞMA

Literatürde, yeryüzünün birçok noktasında geçmişte meydana gelmiş olan depremlerin ivme kayıtlarının bir arada kullanılmasıyla elde edilen azalım ilişkileri mevcuttur. Birçok verinin kullanılması, istatistiksel olarak daha gerçekçi regresyonlar elde edilebilmesi avantajını sağlar. Ancak azalım ilişkisi; fayın yapısı, zemin sınıfı ve tabakalanma durumu gibi birçok yerel etkene bağlıdır. Bu yüzden PGA tahmini yapılacak saha için, o sahaya uygun (geçmişte o saha ve civarında meydana gelmiş deprem ivme kayıtları kullanılarak elde edilen) azalım ilişkileri tanımlanmalı ve bu azalım ilişkileri kullanılmalıdır. Bu yüzden tez kapsamında Türkiye’de gerçekleşmiş deprem ivme kayıtları bir araya getirilmiş ve regresyon analizi yapılarak Türkiye genelinde kullanılabilir azalım ilişkileri elde edilmiştir.

Tez kapsamında kullanılan veriler, AFAD tarafından kaydedilip derlenmiş ve erişime sunulmuş olan 1976 yılından günümüze kadar deprem ivme kayıtlarını içeren TR-KYH verileridir. 2003 - 2005 yıllarına kadar kaydedilmiş olan depremler için, kurulu ve faaliyette olan istasyon sayılarının azlığından dolayı az sayıda ivme kaydı elde edilebilmiştir. Elde edilebilecek veri sayısının artması, gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca geçmişten bugüne kaydedilen magnitütler arasında birim homojenliği bulunmadığından dolayı tez kapsamında bu magnitütler ortak bir birime (M_w) çevrildikten sonra değerlendirilmiştir. Farklı magnitüt birimleri arasında dönüşüm yapılmasını sağlayan denklemler, literatürde birçok araştırmacı tarafından yapılan ampirik çalışmalar neticesinde elde edilmiştir. Dolayısıyla farklı araştırmacılar tarafından ortaya konmuş magnitüt dönüşüm ilişkilerinin kullanılması neticesinde aynı magnitüte ait farklı M_w değerleri bulunabilir. Bu belirsizlik de azalım ilişkisi elde etmek için yapılan çalışmanın sonuçlarını etkileyebilir. Bu yüzden azalım ilişkisi oluşturulacak çalışma bölgesine yakın bir bölgede oluşturulmuş magnitüt birim değiştirme bağıntıları tercih edilmelidir.

Türkiye genelinde meydana gelmiş olan depremlerden elde edilen azalım ilişkilerine ilave olarak, belirlenen fay hatları civarında gerçekleşmiş deprem verilerinden faydalanılarak söz konusu fay hattı için geçerli olan azalım ilişkileri de belirlenmiştir. Ülkemizde aktif durumda olan en önemli fay hatlarından olan Kuzey

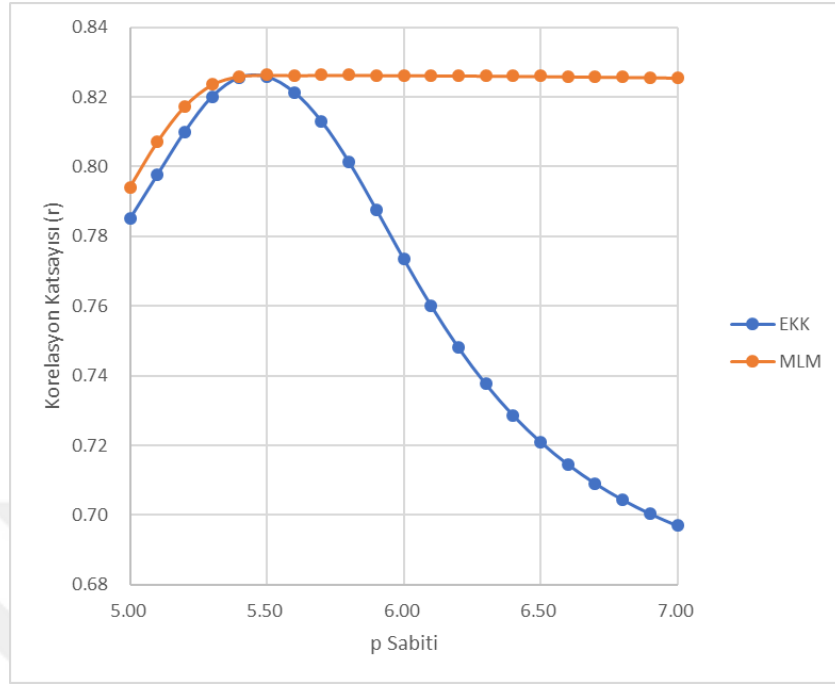
Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Batı Anadolu Fayı için ayrı ayrı tanımlanan azalım ilişkileri ile yerel koşulların daha gerçekçi temsil edebilmesi sayesinde, ilgilenilen fay hattı özelinde daha gerçekçi tahminler yapılabilir. Ancak deprem verilerinin yeterince fazla sayıda olmaması nedeniyle, regresyon analizi sonrasında istatistiksel olarak gerçeklikten uzaklaşmıştır.

Türkiye, birçok fay hattını bünyesinde barındırması ve deprem bölgesi olmasının yanı sıra küçük magnitütlü ($M < 5.0$) depremlerin, büyük magnitütlü ($M > 5.0$) depremlere kıyasla daha sık meydana geldiği görülmektedir. Küçük magnitütlü depremler, istatistiksel olarak değerlendirilemeyecek ve regresyon analizine katılamayacak kadar küçük PGA değerleri oluşturduğundan dolayı, literatürde olduğu gibi tez kapsamında da küçük magnitütlü depremler elenmiş, büyük magnitütlü depremler değerlendirilmiştir.

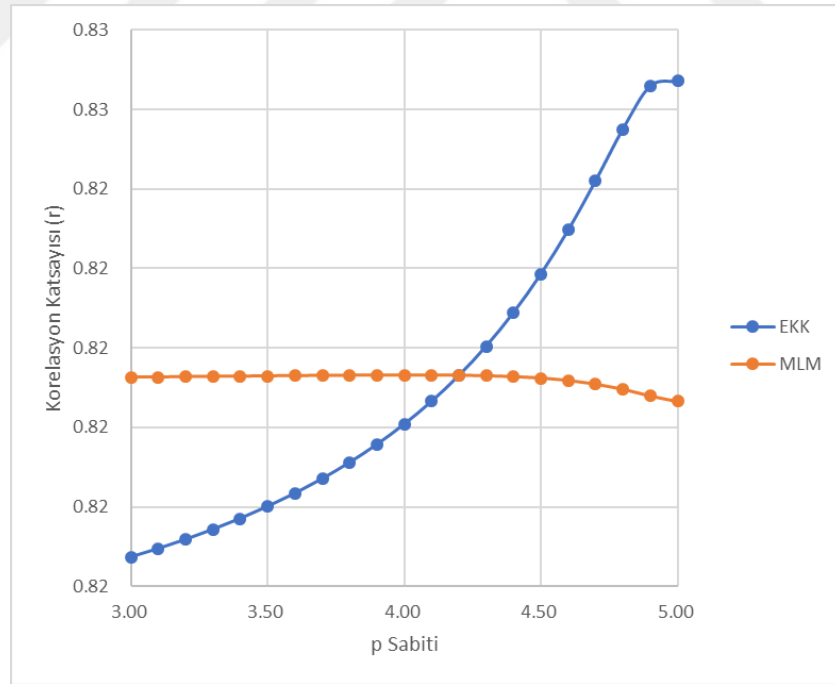
Maksimum likelihood yöntemi, en küçük kareler yöntemine göre daha karmaşık olmasına rağmen her iki yöntemle yapılan analiz sonuçları karşılaştırıldığında oluşturulan azalım ilişkileri kullanılarak tahmin edilen PGA değerleri ile ölçülen PGA değerleri arasındaki korelasyon katsayısının (r) benzer çıktığı görülmüştür. Bu yönden değerlendirildiğinde maksimum likelihood yönteminin en küçük kareler yöntemine göre kayda değer bir avantajının olmadığı görülmektedir. Ancak matematiksel denklem modelinde bulunan magnitüte bağlı fonksiyondaki p sabitinin değişimine göre korelasyon katsayısının değişimini gösteren (Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4) grafiklere bakıldığında; maksimum likelihood yönteminde elde edilen regresyon katsayılarının değişim aralığı, en küçük kareler yönteminde elde edilenlere göre daha dardır. Bu durum da azalım ilişkisi oluşturulurken araştırmacıya p sabitini daha geniş bir aralıkta seçebilmesi avantajını sağlar. Dolayısıyla, En Küçük Kareler Yöntemi kullanıldığında p sabitinin seçiminde hassas olunması gerekmektedir.

Maksimum likelihood yöntemi, bazı veri kombinasyonları için h sabitinin yakınsama yapılarak bulunması istendiğinde matematiksel olarak çözümsüzlüğe neden olabilmektedir. Bu durum, bazı veri kombinasyonlarında yakınsama yapılamaması nedeniyle h sabitinin çok büyük değerler almasına neden olmaktadır.

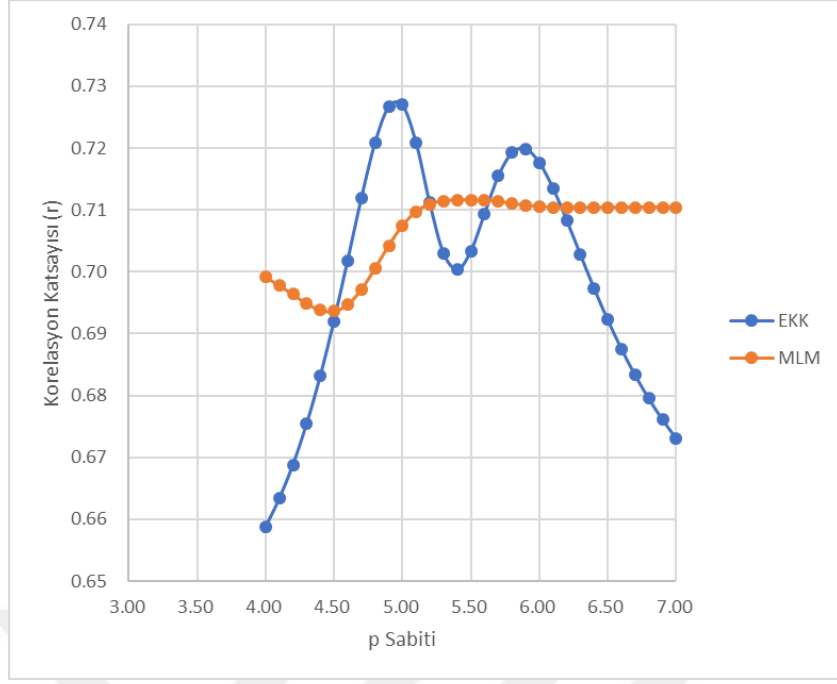
Matris hesaplarında mevcut olan diğer elemanlara kıyasla çok daha büyük değerlere ulaşan h sabiti nedeniyle çözümsüz matrisler meydana gelmektedir.



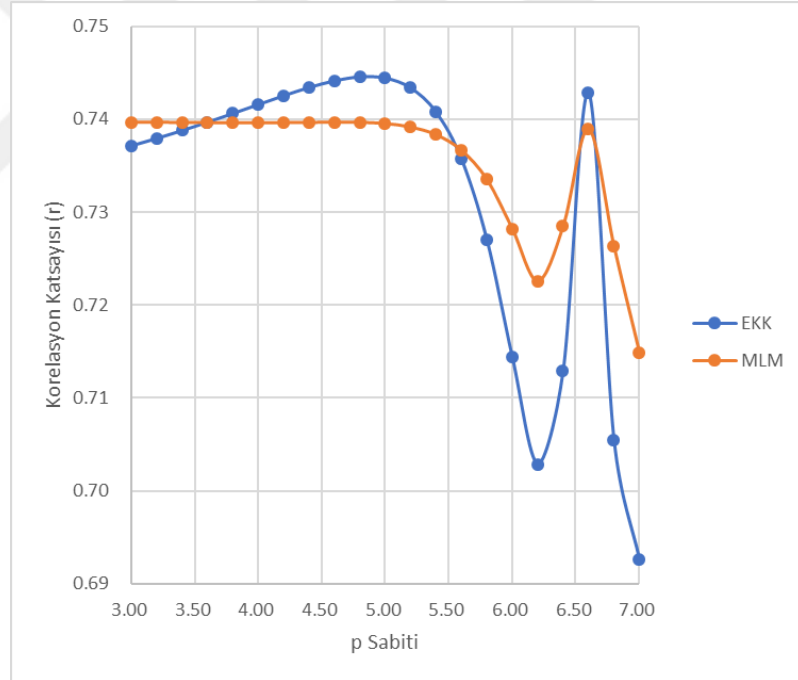
Şekil 5.1 - KAF için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi



Şekil 5.2 - DAF için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi



Şekil 5.3 - BAF1 için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi



Şekil 5.4 - BAF2 için p sabitine göre korelasyon katsayısının değişimi

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında farklı bölgeler için elde edilen sonuçlar Tablo 6.1’de verilmiştir. Burada verilen katsayılar, belirlenmiş olan matematiksel denklem modelinde (Denklem (3.12)) yerine yazıldığında ilgili bölgeler için kullanılabilir azalım ilişkisi elde edilir.

Tablo 6.1 - Azalım ilişkisi denkleminin katsayıları

	En Küçük Kareler Yöntemi					Maximum Likelihood Method				
	a	b	c	h	p	a	b	c	h	p
TG1	0.0070	0.4600	-0.0005	6.1150	5.5000	-0.0765	0.4638	0.0005	6.1150	5.5000
TG2	-0.0106	0.5479	0.0002	7.9400	5.8000	0.1248	0.2798	-0.0002	7.9400	5.8000
KAF	-0.0252	0.4455	-0.0018	5.6800	5.8000	0.1786	0.6467	-0.0035	5.6800	5.8000
DAF	0.0290	-0.2574	-0.0052	4.9250	5.0000	-0.2094	-0.2047	-0.0024	4.9250	5.0000
BAF1	-0.0241	0.5859	-0.0003	7.8850	5.8000	0.2137	0.7903	-0.0020	7.8850	5.8000
BAF2	-0.0018	0.4866	-0.0010	15.1000	5.6000	0.1022	0.4590	-0.0026	15.1000	5.6000

Türkiye Geneli için deprem verileri 2 alt grup halinde incelenmiştir. TG1 olarak isimlendirilen alt grup için en küçük kareler yöntemi ile elde edilen azalım ilişkisi ile istasyonda ölçülmüş olan gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.73 olarak bulunmuştur. Aynı veriler kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile oluşturulan azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.72 olarak bulunmuştur.

TG2 verileri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile elde edilen azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.77 olarak bulunmuştur. Maksimum likelihood yöntemi ile yapılan hesapta ise korelasyon katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur.

KAF veri grubu için en küçük kareler yöntemi ile elde edilen azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.80 olarak bulunmuştur. Maksimum likelihood yöntemi ile yapılan hesapta ise korelasyon katsayısı 0.83 olarak bulunmuştur.

DAF grubundaki deprem verilerinin kullanılmasıyla en küçük kareler yöntemi sonucunda elde edilen azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı

0.83 olarak bulunmuştur. Maksimum likelihood yöntemi ile yapılan hesapta ise korelasyon katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur.

Batı Anadolu Fay Hattı için deprem verileri 2 alt grup halinde incelenmiştir. BAF1 olarak isimlendirilen alt grup için en küçük kareler yöntemi ile elde edilen azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.72 olarak bulunmuştur. Aynı veriler kullanılarak maksimum likelihood yöntemi ile oluşturulan azalım ilişkisi ile gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.71 olarak bulunmuştur.

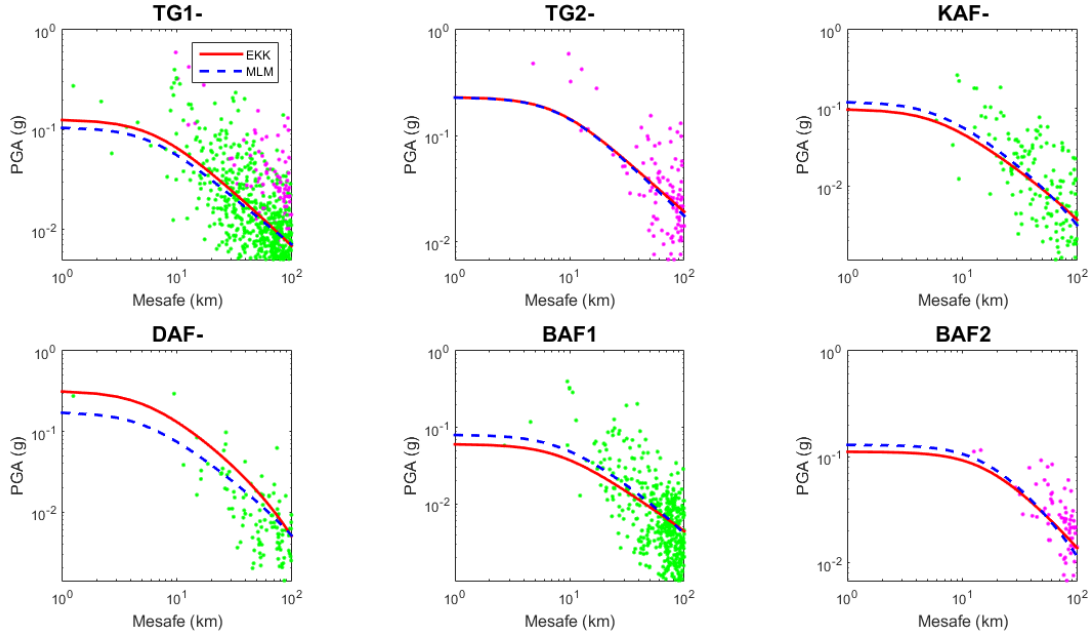
BAF2 verileri kullanılarak elde edilen azalım ilişkisi ile en küçük kareler yöntemi ve maksimum likelihood yöntemlerinin her ikisi için de gerçek veriler arasındaki korelasyon katsayısı 0.74 olarak bulunmuştur.

Batı Anadolu Fay Hattı ve Türkiye Geneli sonuçlarında korelasyon katsayısı diğer veri gruplarına göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni, Kuzey Anadolu Fay Hattı ve Doğu Anadolu Fay Hattı'nda bulunan kırıkların aynı doğrultuda uzanması ve benzer özellikler göstermesidir. Korelasyon katsayısı yüksek çıkanlara göre Batı Anadolu Fay Hattı ve Türkiye Geneli veri gruplarında bulunan kırıklar değerlendirilecek olursa, ortak özellikleri yönünden daha zayıf bir ilişki kurulacağı söylenebilir.

Tez kapsamında sadece AFAD tarafından aletsel dönemde kaydedilmiş olan TR-KYH verileri kullanılmıştır. Çalışma yapılan faylar ile dünyada benzer özellikler gösteren faylardan elde edilecek kayıtların da veri tabanına dahil edilmesi neticesinde azalım ilişkisinin gerçek verilerle uyumu daha da artacaktır. Ayrıca mevcut çalışma bölgeleri için ilerleyen zamanlarda meydana gelecek depremlerin de kullanılan veriler arasına dahil edilmesiyle birlikte, tahmin edilen PGA değerlerinin doğruluğunun artacağı görülmektedir.

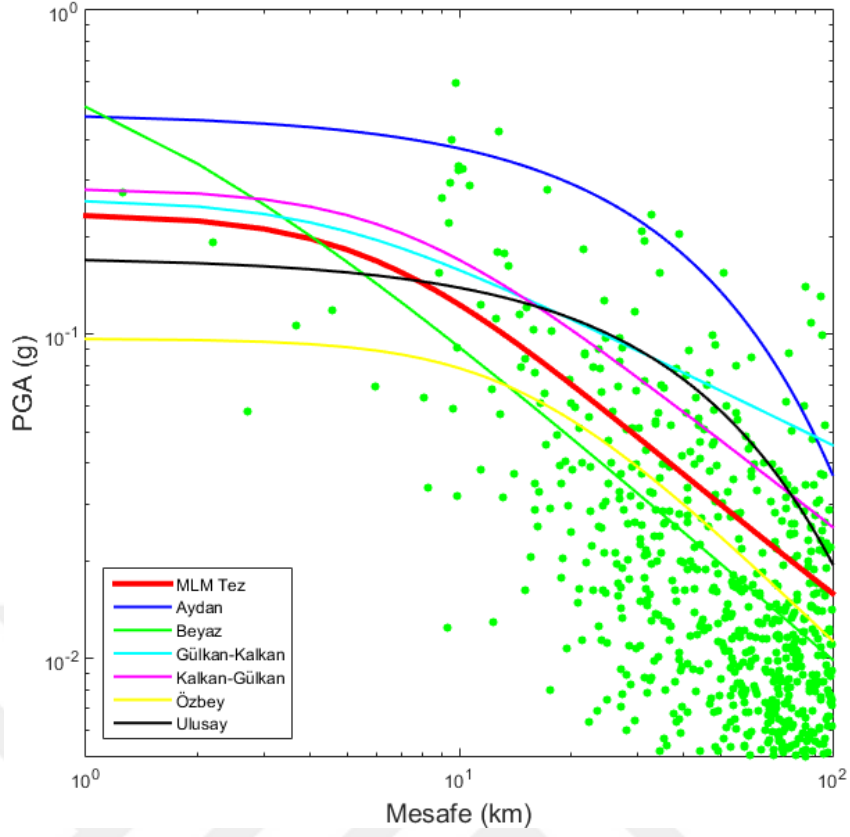
Çalışma kapsamında belirlenmiş olan her bölge için en küçük kareler yöntemi ve maksimum likelihood yöntemi ile yapılan regresyon analizleri ile elde edilen sonuçlar Şekil 6.1'de karşılaştırılmıştır. Buna göre her iki yöntemle elde edilen azalım ilişkileri değerlendirildiğinde en küçük kareler yöntemi ve maksimum likelihood yöntemi arasında çok büyük bir fark görülmemiştir. Ancak bazı bölgelerde yakın

mesafe sonuçlarında birtakım farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, azalım ilişkisi kullanılacak bölge özelinde her iki yöntemle de analizler yapıp ilgili bölgeye uygun sonuçlar veren azalım ilişkisi tercih edilmelidir.

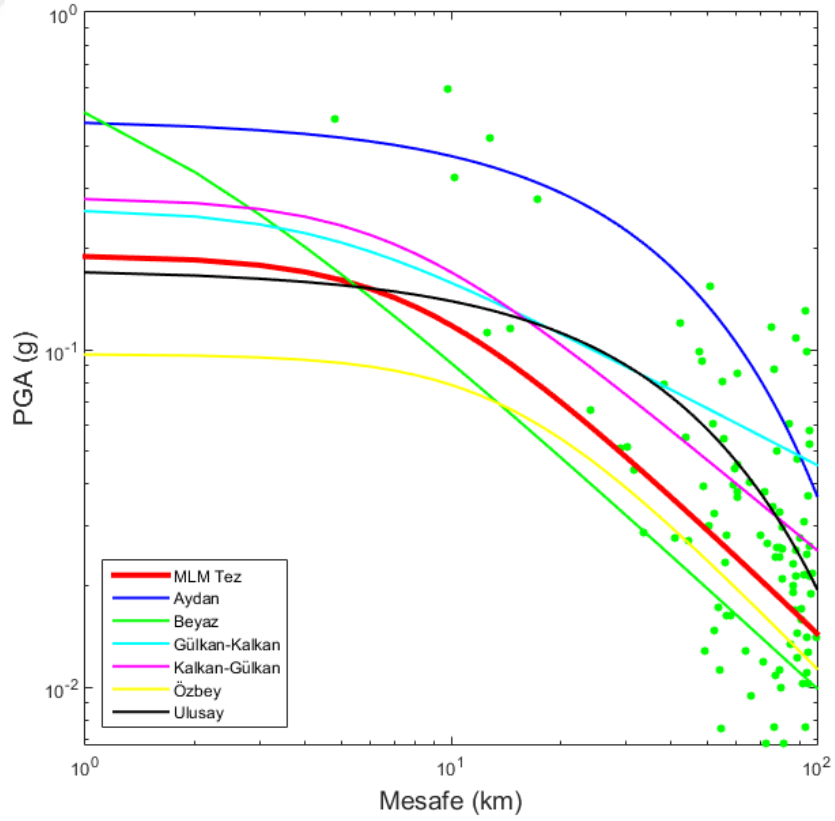


Şekil 6.1 - En küçük kareler ve maksimum likelihood yöntemlerinin karşılaştırılması

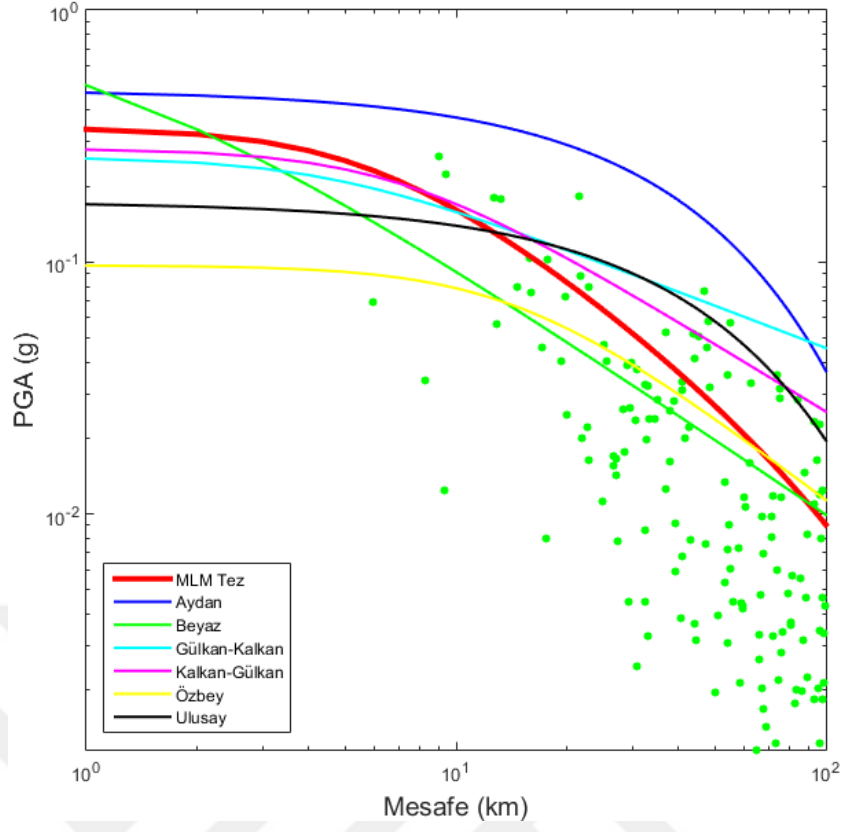
$M_w=6$ için maksimum likelihood yöntemi ile elde edilen azalım ilişkilerinin, literatürde daha önce yapılmış ulusal çalışmalar sonucunda elde edilen azalım ilişkileri ile karşılaştırması Şekil 6.2, Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5, Şekil 6.6 ve Şekil 6.7’de, yabancı çalışmalar sonucunda elde edilen azalım ilişkileri ile karşılaştırılması ise Şekil 6.8, Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11, Şekil 6.12 ve Şekil 6.13’te verilmiştir. Buna göre bazı bölgeler için literatürde elde edilen azalım ilişkisinin mevcut verilerle daha uyumlu olduğu görülmüştür. Ancak TG1, KAF, BAF1 gibi çalışma bölgeleri için tez kapsamında elde edilen azalım ilişkilerinin literatürdeki çalışmalara göre daha uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuç olarak bir araştırma bölgesinde tercih edilecek azalım ilişkisi belirlenirken, literatürde söz konusu bölge ile benzer yerel koşullar dikkate alınarak oluşturulan ilişkiler dikkate alınmalıdır. Ayrıca alternatif azalım ilişkilerinin, bölgede geçmişte meydana gelen deprem kayıtları ile oluşturulmuş veri tabanı ile uyumluluğu da kontrol edilmelidir.



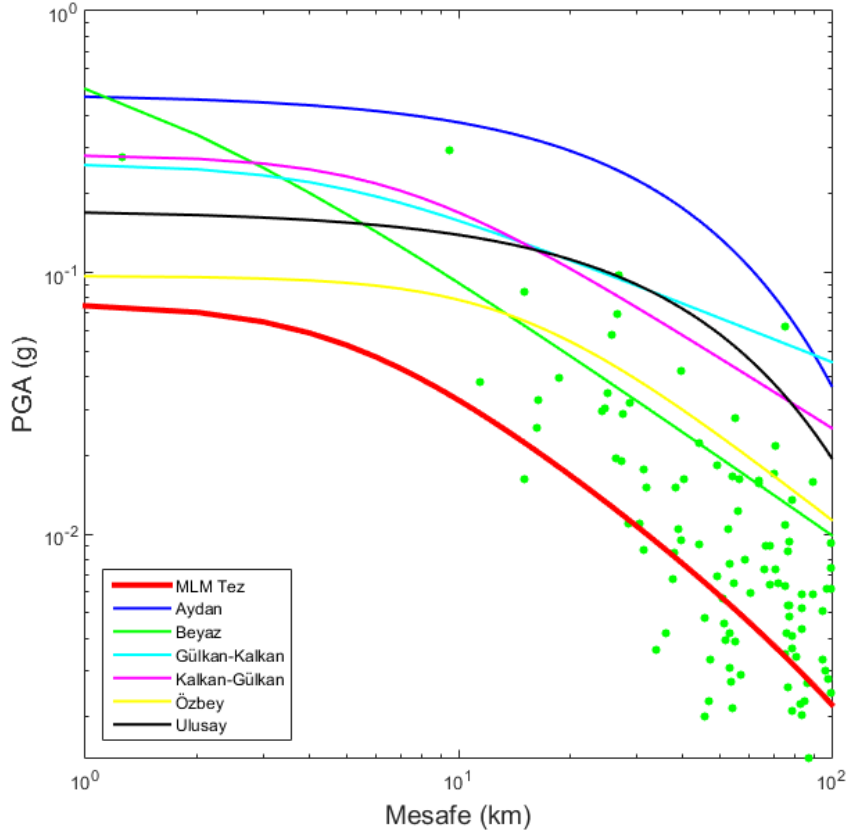
Şekil 6.2 - TG1 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



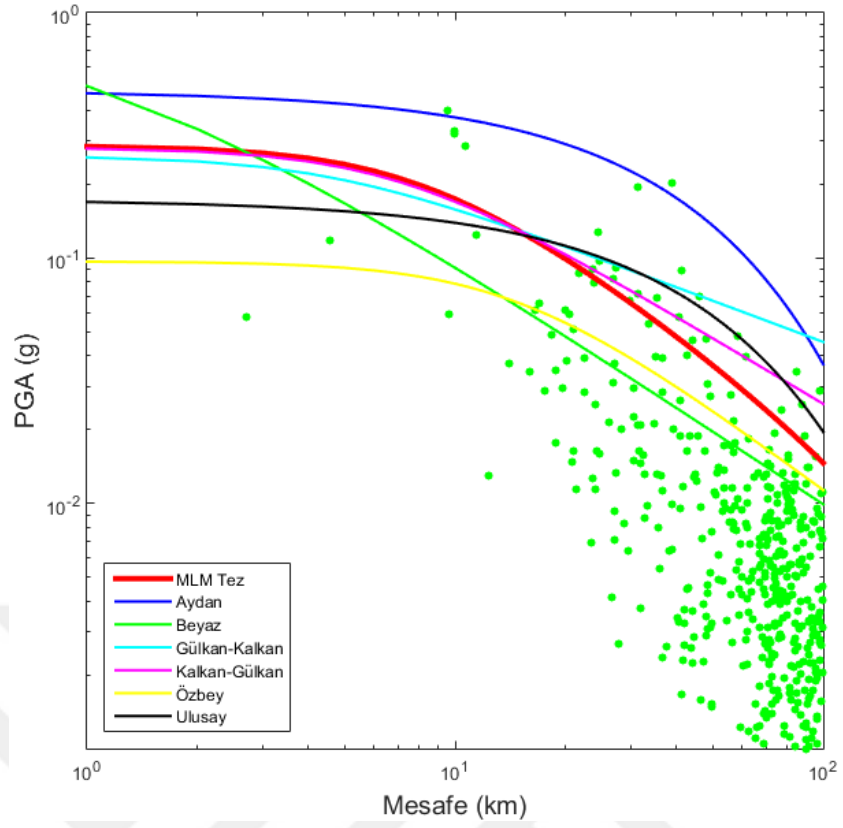
Şekil 6.3 - TG2 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



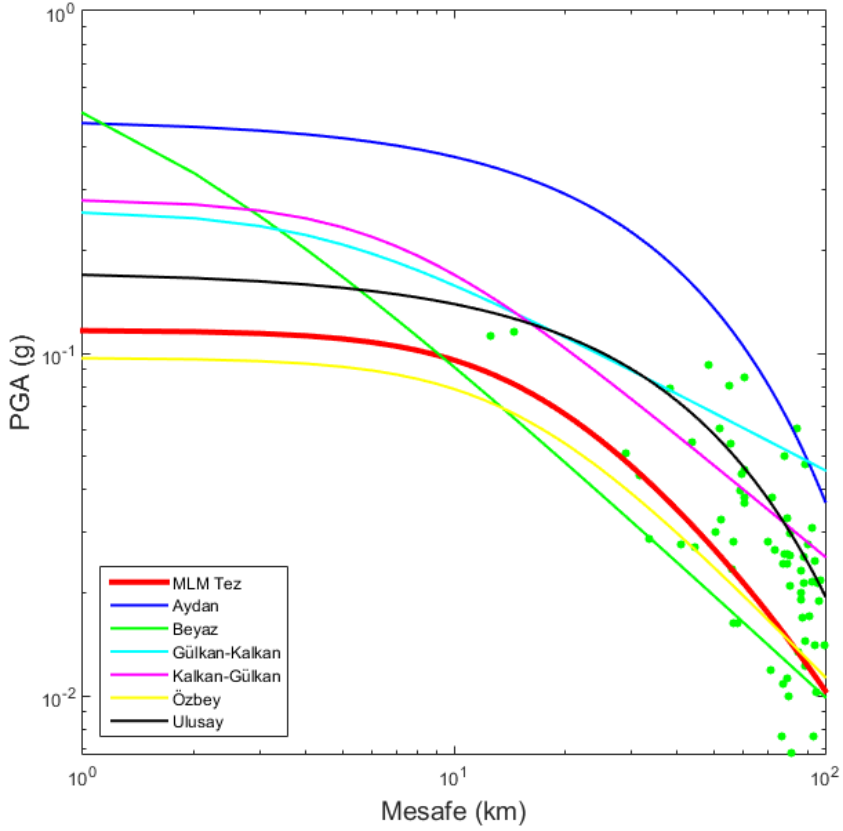
Şekil 6.4 - KAF için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



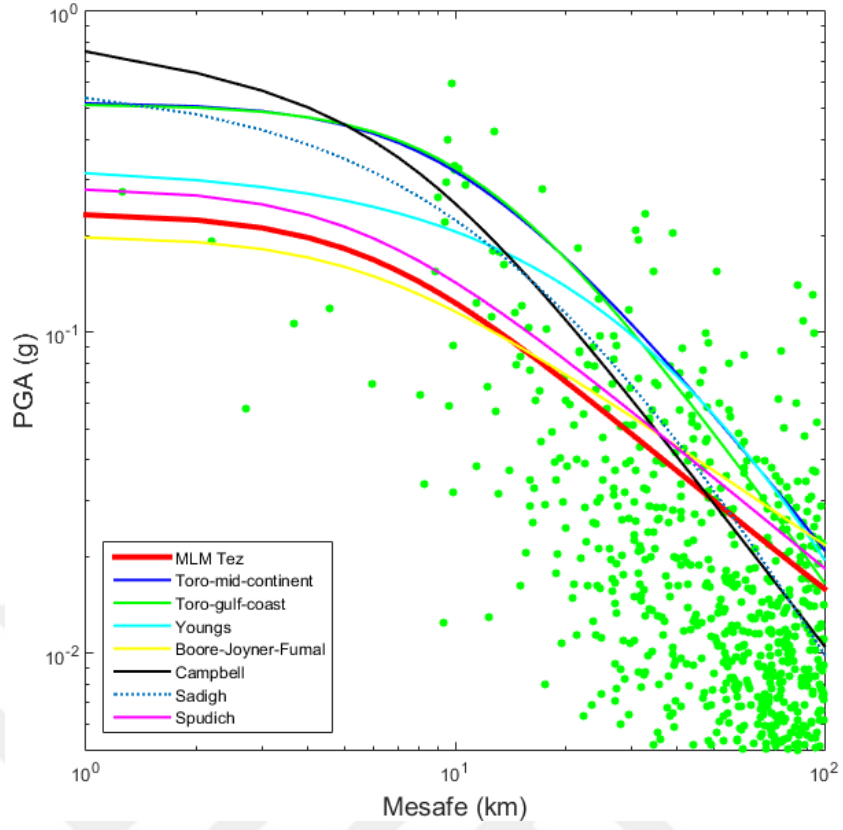
Şekil 6.5 - DAF için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



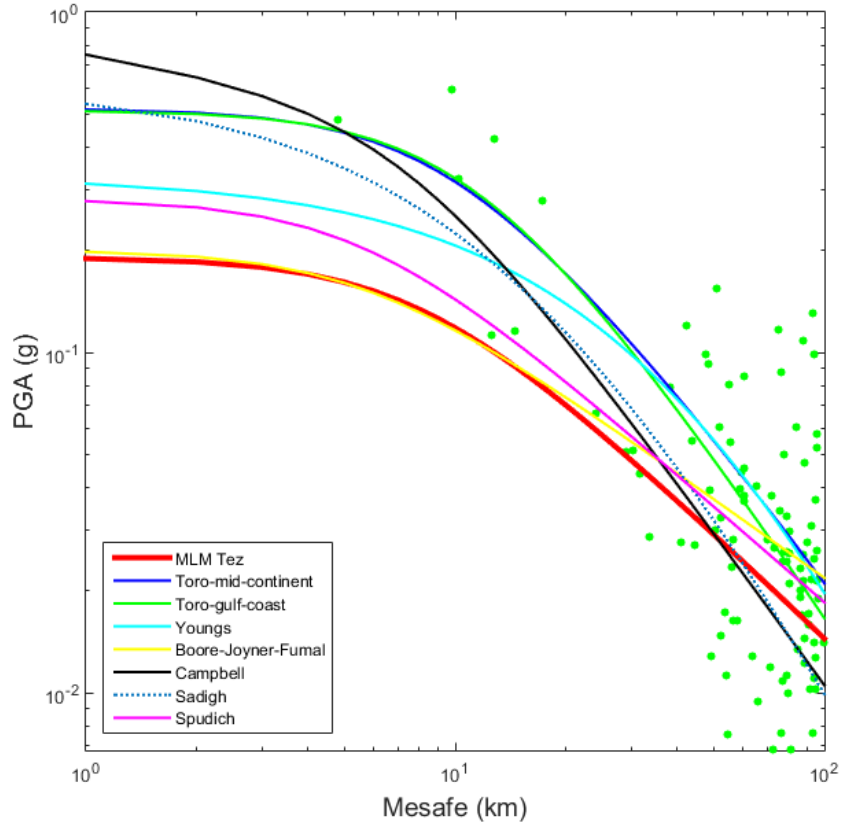
Şekil 6.6 - BAF1 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



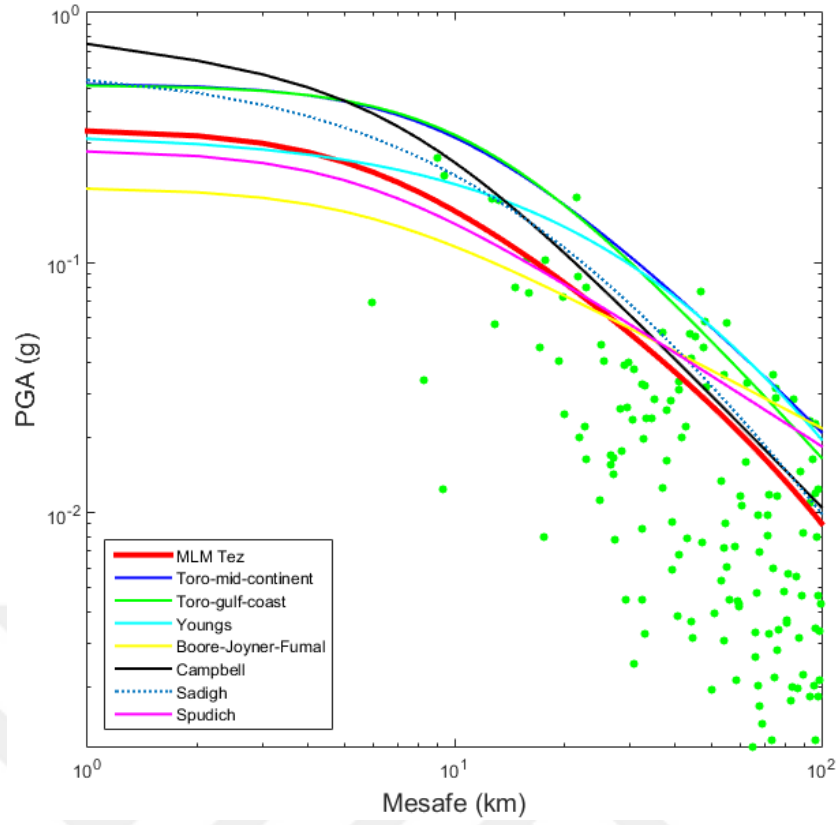
Şekil 6.7 - BAF2 için ulusal çalışmalarla karşılaştırma



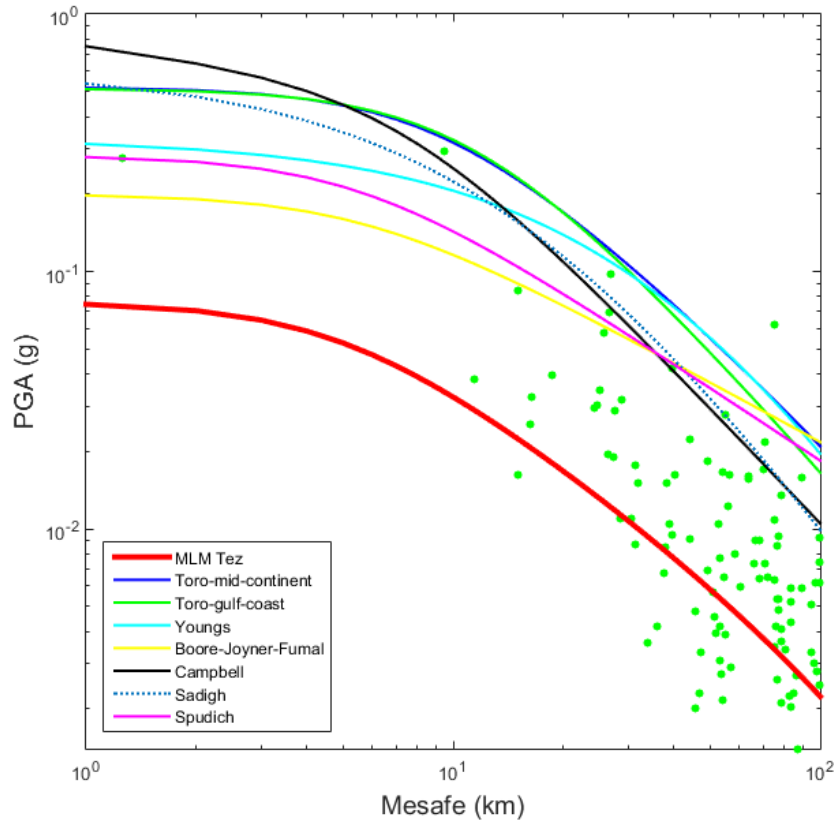
Şekil 6.8 - TG1 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma



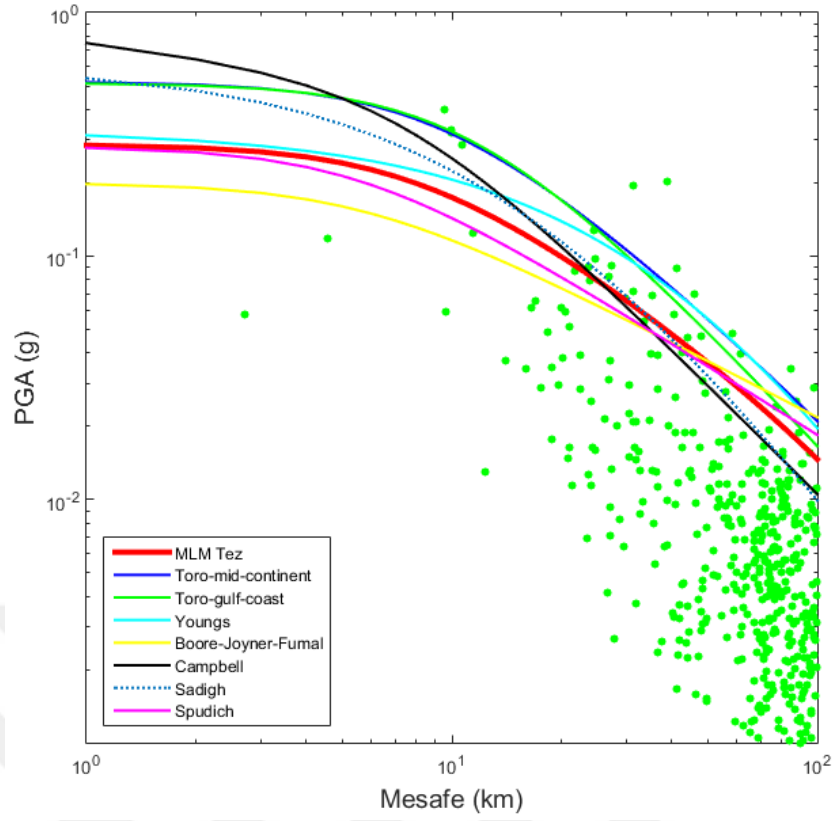
Şekil 6.9 - TG2 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma



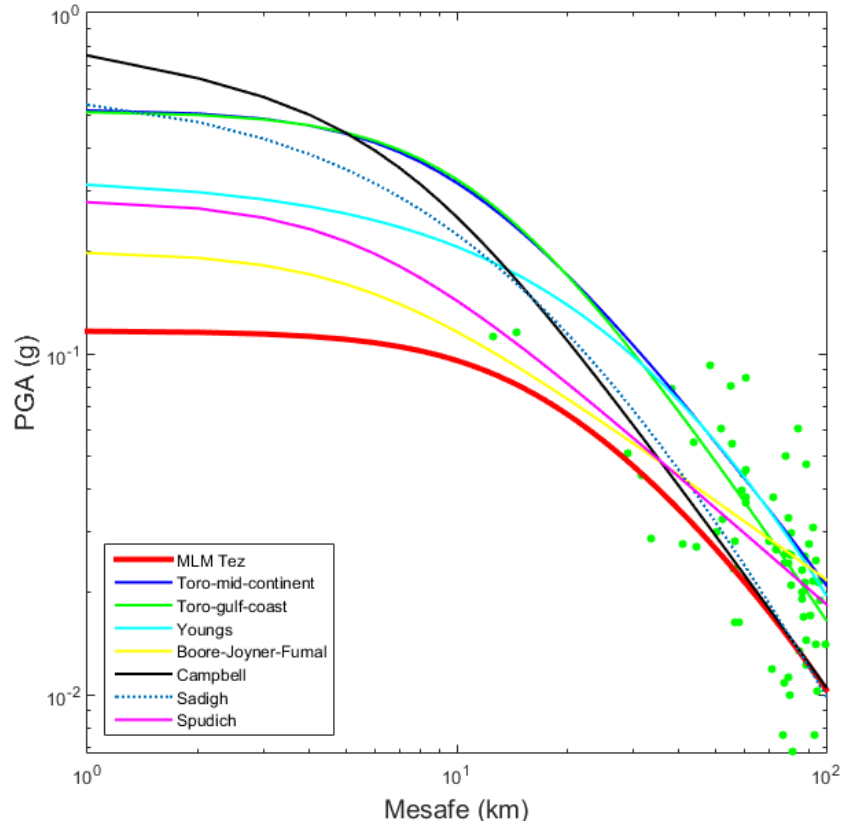
Şekil 6.10 - KAF için yabancı çalışmalarla karşılaştırma



Şekil 6.11 - DAF için yabancı çalışmalarla karşılaştırma



Şekil 6.12 - BAF1 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma



Şekil 6.13 - BAF2 için yabancı çalışmalarla karşılaştırma

7. KAYNAKÇA

- [1] Kramer, S. L., Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hal, New Jersey, 1996, 84-111 s.
- [2] Abrahamson, N. A. ve Shedlock, K. M., Overview, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 9-23.
- [3] Aydan, Ö., Sezaki, M. ve Yazar, R., The Seismic Characteristic of Turkish Earthquakes, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, 1996, Acapulco, Mexico.
- [4] Beyaz, T., Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2004, 271 s. (Doktora Tezi).
- [5] Gülkan, P. ve Kalkan, E., Attenuation Modeling of Recent Earthquakes in Turkey, Journal of Seismology, 2002, 6, 397-409.
- [6] Kalkan, E. ve Gülkan, P., Site-Dependent Spectra Derived from Ground Motion Records in Turkey, Earthquake Spectra, 2004, 20(4), 1111-1138.
- [7] Özbey, C., Sarı, A., Manuel, L., Erdik, M. ve Fahjan, Y. Empirical Strong Ground Motion Attenuation Relations for Northwestern Turkey, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 2003, İstanbul.
- [8] Ulusay, R., Tuncay, E., Sönmez, H. ve Gökçeoğlu, C., An Attenuation Relationship Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey, Engineering Geology, 2004, 74, 265-291.
- [9] Ulutaş, E., Güven, İ. T., Irmak, T. S., Sertçelik, F., Tunç, B., Çetinel, T., Çaka, D., Özer, M. F. ve Kenar, Ö., Doğu Marmara Bölgesi İçin Deneysel En Büyük Yatay İvme Uzaklık Azalım İlişkisi ve Kocaeli'nin Probabilistik Deprem Tehlikesi, Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu, 2003, Kocaeli.
- [10] Atkinson, G. M. ve Boore, D. M., Some Comparisons Between Recent Ground-Motion Relations, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 25-40.
- [11] Atkinson, G. M. ve Boore, D. M., Stochastic Point-Source Modeling of Ground Motions in the Cascadia Region, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 74-85.
- [12] Toro, G. R., Abrahamson, N. A. ve Schneider, J. F., Model of Strong Ground Motions from Earthquakes in Central and Eastern North America: Best Estimates and Uncertainties, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 41-57.
- [13] Youngs, R. R., Chiou, S. J., Silva, W. J. ve Humphrey, J. R., Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 58-73.
- [14] Anderson, J. G., Nonparametric Description of Peak Acceleration Above a Subduction Thrust, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), pp. 86-93.
- [15] Abrahamson, N. A. ve Silva, W. J., Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes, Seismological Research Letters, 1997, 68(1), 94-127.
- [16] Boore, D. M., Joyner, W. B. ve Fumal T. E., Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak Acceleration from Western North American

- Earthquakes: A Summary of Recent Work, *Seismological Research Letters*, 1997, 68(1), 128-153.
- [17] Campbell, K. W., Empirical Near-Source Attenuation Relationships for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity and Pseudo-Absolute Acceleration Response Spectra, *Seismological Research Letters*, 1997, 68(1), 154-179.
- [18] Sadigh, K., Chang, C. Y., Egan, J. A., Makdisi, F. ve Youngs, R. R., Attenuation Relationships for Shallow Crustal Earthquakes Based on California Strong Motion Data, *Seismological Research Letters*, 1997, 68(1), 180-189.
- [19] Spudich, P., Fletcher, J. B., Hellweg, M., Boatwright, J., Sullivan, C., Joyner, W. B., Hanks, T. C., Boore, D. M., McGarr, A., Baker, L. M. ve Lindh, A. G., SEA96-A New Predictive Relation for Earthquake Ground Motions in Extensional Tectonic Regimes, *Seismological Research Letters*, 1997, 68(1), 190-198.
- [20] Ketin, İ., San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları Arasında Bir Karşılaştırma, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1976, 19(2), 149-154.
- [21] USGS, Implication for earthquake risk reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, Earthquake of August 17, 1999., U.S. Geological Survey Circular, 2000.
- [22] Boore, D. M., Joyner, W. B. ve Fumal, T. E., Estimation of response spectra and peak accelerations from western North American earthquakes: An interim report, U.S. Geological Survey, 1994.
- [23] İnan, E., Çolakoğlu, Z., Koç, N., Bayülke, N. ve Çoruh, E., 1976-1996 Yılları Arası İvme Kayıtları Olan Deprem Kataloğu, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1996.
- [24] Yerbilimleri Harita Görüntüleyici - Diri Faylar, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, [Çevrimiçi], <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>. [Erişim: 02/12/2018].
- [25] The MathWorks Inc, Using MATLAB, 2001, [Çevrimiçi], https://web.stanford.edu/class/ee254/software/using_ml.pdf. [Erişim: 24/03/2018].
- [26] Leptokarpoulos, K. M., Karakostas, V. G., Papadimitriou, E. E., Adamaki, A. K., Tan, O. ve İnan, S., A Homogeneous Earthquake Catalog for Western Turkey and Magnitude of Completeness Determination, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2013, 103(5), 2739-2751.
- [27] Campbell, K. W., Strong Motion Attenuation Relations: A Ten-Year Perspective, *Earthquake spectra*, 1985, 1(4), 759-804.
- [28] Joyner, W. B. ve Boore, D. M., Methods for Regression Analysis of Strong-Motion Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 1993, 83(2), 469-487.
- [29] Brillinger, D. R. ve Preisler, H. K., An Exploratory Analysis of the Joyner-Boore Attenuation Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 75, 1985, 611-614.
- [30] Draper, N. R. ve Smith, H., *Applied Regression Analysis* 2nd ed., Wiley, New York, 1981, 709 s.

- [31] Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T. ve Flannery, B. P., General Linear Least Squares, Numerical Recipes in C : The Art of Scientific Computing 2nd Edition, Cambridge University Press, New York, 1992, 671-680 s.
- [32] Searle, S. R., Linear Models, Wiley, New York, 1971, 532 s.
- [33] Joyner, W. B. ve Boore, D. M., Peak Horizontal Acceleration and Velocity From Strong-Motion Records Including Records From the 1979 Imperial Valley, California Earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, 1981, 71, 2011-2038.



EKLER

EK A. (Kullanılan Deprem Bilgileri)

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
1	197608190112	19.08.1976	01:12:39.00	37.71100	29.00090	19.8	5.0	5.0		6.1	5.0	Merkez - DENİZLİ
2	197710050534	05.10.1977	05:34:43.00	41.01920	33.56750	10.0	5.3	5.3	5.8	5.8	5.3	İlgaz - CANKIRI
3	197712091553	09.12.1977	15:53:37.90	38.35120	27.22540	26.9	4.8	4.8		5.1	4.8	Buca - İZMİR
4	197712160737	16.12.1977	07:37:29.30	38.41400	27.18820	24.2	5.3	5.3	5.5	5.6	5.3	Bornova - İZMİR
5	197904111214	11.04.1979	12:14:27.60	39.12000	43.91000	44.0	4.9	4.9		5.3	5.0	Caldiran - VAN
6	197905280927	28.05.1979	09:27:33.90	36.27000	31.43000	111.0	5.8	5.8		5.9	5.9	Antalya Gulf
7	197907181312	18.07.1979	13:12:23.00	39.39000	28.39000	7.0	5.2	5.2	4.9	5.3	5.2	Dursunbey - BALIKESİR
8	198307051201	05.07.1983	12:01:27.00	40.33230	27.21010	6.9	5.5	5.5	5.8	6.1	5.5	Biga - CANAKKALE
9	198310300412	30.10.1983	04:12:28.10	40.35220	42.17980	16.1	6.0	6.0	6.8	6.6	6.0	Senkaya - ERZURUM
10	198406170748	17.06.1984	07:48:00.80	38.86920	25.68160	3.1	5.0	5.0	4.5	5.1	5.0	Aegean Sea
11	198512062235	06.12.1985	22:35:29.90	36.97100	28.85230	8.9	4.6	4.6	4.5	5.1	4.6	Koycegiz - MUĞLA
12	198605050335	05.05.1986	03:35:38.00	38.01660	37.78980	4.4	5.7	5.7	5.8	6.0	5.7	Dogansehir - MALATYA
13	198606061039	06.06.1986	10:39:47.00	38.00980	37.90550	10.6	5.5	5.5	5.6	5.8	5.5	Dogansehir - MALATYA
14	198804200350	20.04.1988	03:50:07.90	39.10700	44.12240	48.1	5.1	5.1	5.1	5.5	5.1	Caldiran - VAN
15	199102120954	12.02.1991	09:54:58.90	40.79670	28.82310	10.0	4.8	4.8	4.8	5.2	4.8	Marmara Sea
16	199203131718	13.03.1992	17:18:39.40	39.71590	39.62920	22.6	6.1	6.1	6.8	6.6	6.1	Uzumlu - ERZINCAN
17	199203151616	15.03.1992	16:16:25.30	39.52780	39.92900	28.5	5.4	5.4	5.8	5.9	5.4	Pulumur - TUNCELI
18	199211061908	06.11.1992	19:08:09.20	38.10910	26.95600	17.2	5.7	5.7	6.0	6.0	5.5	Menderes - İZMİR
19	199401032100	03.01.1994	21:00:30.40	36.98780	35.81120	37.6	5.0	5.0	4.8	5.2	5.0	Ceyhan - ADANA
20	199405240205	24.05.1994	02:05:36.20	38.68630	26.53350	10.0	5.0	5.0	5.2	5.5	5.0	İzmir Gulf

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
21	199405240218	24.05.1994	02:18:34.90	38.71620	26.58920	10.0	5.0	5.0	5.1	5.4	5.2	Aegean Sea
22	199409170224	17.09.1994	02:24:41.50	37.83880	41.56530	29.1	4.9		3.9	4.7	5.0	Merkez - BATMAN
23	199411130656	13.11.1994	06:56:00.30	36.91470	29.05330	10.0	4.5		4.9	5.3	4.9	Koycegiz - MUGLA
24	199411130758	13.11.1994	07:58:16.00	37.03280	28.93880	10.0	4.3	4.3	4.5	5.1	4.9	Koycegiz - MUGLA
25	199411130815	13.11.1994	08:15:23.20	36.94990	29.05820	25.0	4.1	4.1	4.5	5.1	4.8	Koycegiz - MUGLA
26	199501290416	29.01.1995	04:16:57.40	39.82470	40.63630	28.2	4.8	4.8	4.8	5.2	4.8	Ilica - ERZURUM
27	199502141113	14.02.1995	11:13:21.00	37.73820	42.71360	10.0	5.4	5.4	4.1	4.8	4.6	Uludere - SIRNAK
28	199504130408	13.04.1995	04:08:00.60	40.85050	27.65420	26.7	4.3	4.3	4.4	5.0	4.8	Marmara Sea
29	199504180536	18.04.1995	05:36:03.40	40.86480	27.74530	22.3	4.2	4.2		5.0	4.7	Marmara Sea
30	199508180052	18.08.1995	00:52:23.80	37.78280	29.47230	17.9	4.8	4.8	4.5	5.1	4.8	Honaz - DENIZLI
31	199509261518	26.09.1995	15:18:22.50	38.06780	30.14730	5.1	4.1	4.1	4.5	5.1	4.3	Dinar - AFYON
32	199509271415	27.09.1995	14:15:54.40	38.06850	30.19890	11.3	4.7	4.7	4.4	5.0	4.8	Dinar - AFYON
33	199510011557	01.10.1995	15:57:13.10	38.05610	30.15150	5.0	6.0	6.0	6.1	6.4	5.8	Dinar - AFYON
34	199510011802	01.10.1995	18:02:55.90	38.04600	30.16060	28.4	4.9	4.9	4.9	5.3	5.0	Dinar - AFYON
35	199510051615	05.10.1995	16:15:21.40	38.00020	30.14380	11.8	4.6	4.6	4.4	5.0	4.8	Dinar - AFYON
36	199512051849	05.12.1995	18:49:32.10	39.43360	40.10830	25.5	5.6	5.4	5.7	5.8	5.3	Kigi - BINGOL
37	199512051852	05.12.1995	18:52:40.40	39.60290	40.26030	10.0	5.3	5.3	5.7	5.8	5.2	Karakocan - BINGOL
38	199604020759	02.04.1996	07:59:20.90	37.84110	26.97250	11.0	4.9		5.0	5.4	5.2	Aegean Sea
39	199608140155	14.08.1996	01:55:02.70	40.74610	35.29650	11.9	5.6	5.6	5.6	5.7	5.3	Merzifon - AMASYA
40	199608140259	14.08.1996	02:59:40.50	40.78290	35.30610	2.7	5.4	5.4	5.5	5.6	5.4	Gumushacikoy - AMASYA
41	199608140301	14.08.1996	03:01:03.70	40.41180	35.15920	50.4	5.2	5.2	5.6	5.8	5.1	Merkez - CORUM
42	199610091310	09.10.1996	13:10:51.50	34.52840	32.09570	19.0	6.8	6.8	6.7	6.8	6.3	Mediterranean Sea
43	199612242216	24.12.1996	22:16:26.10	34.29380	38.57870	43.6	5.1		4.9	5.5	4.9	
44	199701212047	21.01.1997	20:47:46.60	38.07940	29.00350	17.5	4.8	4.8	4.5	5.2	4.9	Esme - DENIZLI

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
45	199701221757	22.01.1997	17:57:19.60	36.18520	35.94190	45.4	5.5	5.5	5.5	5.7	5.3	Merkez - HATAY
46	199701221824	22.01.1997	18:24:51.20	36.21500	35.98990	10.0	5.0	5.0	4.8	5.1	5.0	Samandagi - HATAY
47	199702280003	28.02.1997	00:03:52.30	40.73340	35.36210	4.9	4.7	4.7	5.0	5.2	4.8	Merkez - CORUM
48	199703041422	04.03.1997	14:22:54.20	39.29490	40.71920	46.1	4.3	4.3	4.5	5.1	4.1	Karlioiva - BINGOL
49	199711142138	14.11.1997	21:38:49.80	38.82430	25.82120	2.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.5	Aegean Sea
50	199801231232	23.01.1998	12:32:52.90	39.33910	43.99340	26.1	3.9	4.2	4.7	5.2	4.4	Dogubeyazit - AGRI
51	199803091121	09.03.1998	11:21:20.30	35.88360	28.40570	55.3	4.8	4.8	4.2	5.1	5.1	Mediterranean Sea
52	199804041616	04.04.1998	16:16:47.00	38.09870	30.14490	19.3	4.6	4.6	4.6	5.2	4.9	Dinar - AFYON
53	199804131514	13.04.1998	15:14:33.50	39.30610	41.06630	15.3	5.0	5.0	4.8	5.2	4.8	Karlioiva - BINGOL
54	199805091538	09.05.1998	15:38:00.40	38.26860	38.95460	26.5	4.7	4.7	4.6	5.1	4.8	Sivrice - ELAZIG
55	199806271355	27.06.1998	13:55:52.00	36.84510	35.32500	46.6	5.9	6.3	6.1	6.2	5.5	Yuregir - ADANA
56	199807040215	04.07.1998	02:15:46.90	36.81310	35.24610	54.6	5.0	5.1	4.8	5.4	4.8	Yuregir - ADANA
57	199807091736	09.07.1998	17:36:46.14	37.86920	26.79080	17.1	4.5	5.1	4.4	5.0	4.9	Aegean Sea
58	199807311823	31.07.1998	18:23:00.00	36.95000	35.70000	4.0				6.1		Ceyhan - ADANA
59	199812191615	19.12.1998	16:15:18.03	40.06460	42.01540	38.1		4.6	4.4	5.0	4.7	Koprukoy - ERZURUM
60	199904060008	06.04.1999	00:08:22.10	39.36700	38.21300	30.7		5.1	4.7	5.4	4.9	Divrigi - SIVAS
61	199907241605	24.07.1999	16:05:50.37	39.30500	27.98200	10.0	4.6	4.3	4.4	5.0	4.5	Soma - MANISA
62	199907250656	25.07.1999	06:56:54.91	39.32800	27.98200	15.2		4.3	4.9	5.2	4.9	Soma - MANISA
63	199908170001	17.08.1999	00:01:39.07	40.75600	29.95500	17.0		7.4	7.7	7.6	6.1	Merkez - KOCAELI
64	199908170015	17.08.1999	00:15:17.70	40.64800	30.75100	10.0				5.2	4.9	Akyazi - SAKARYA
65	199908170016	17.08.1999	00:16:26.15	40.74100	29.97000	10.0				5.3	5.0	
66	199908170133	17.08.1999	01:33:07.40	40.68200	29.10800	7.4			5.1	5.4	4.7	Cinarcik - YALOVA
67	199908170242	17.08.1999	02:42:57.07	40.63500	30.62500	1.2		4.6	4.8	5.2	4.9	Akyazi - SAKARYA
68	199908170250	17.08.1999	02:50:47.42	40.78300	30.06400	11.3		4.2	4.6	5.1	4.9	Merkez - KOCAELI

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
69	199908170314	17.08.1999	03:14:03.15	40.64400	30.66600	20.8		4.9	4.8	5.2	4.9	Akyazi - SAKARYA
70	199908170420	17.08.1999	04:20:20.12	40.68900	30.40900	12.6		4.4	4.5	5.1	4.6	Geyve - SAKARYA
71	199908191517	19.08.1999	15:17:47.79	40.62900	29.13700	12.0		5.1	4.7	5.1	4.9	Aegean Sea
72	199908201000	20.08.1999	10:00:19.10	40.65300	30.59900	25.8		4.4	4.5	5.1	4.3	Akyazi - SAKARYA
73	199908221430	22.08.1999	14:30:59.40	40.68500	30.70400	13.9		5.0	4.8	5.2	4.6	Hendek - SAKARYA
74	199908310810	31.08.1999	08:10:51.63	40.75600	29.93500	4.0		5.2	4.8	5.1	5.3	Izmit Gulf
75	199909090132	09.09.1999	01:32:09.03	40.70200	29.14600	8.5	5.0	4.3	3.2	4.0	3.9	Marmara Sea
76	199909131155	13.09.1999	11:55:29.03	40.75000	30.07900	10.4		5.7	5.7	5.8	5.6	Merkez - KOCAELI
77	199909202128	20.09.1999	21:28:00.99	40.66600	27.57800	14.6		5.0	4.7	5.2	4.7	Marmara Sea
78	199909241908	24.09.1999	19:08:04.05	37.49600	38.59700	12.0		4.4	4.4	5.0	4.3	Bozova - SANLIURFA
79	199909290013	29.09.1999	00:13:07.79	40.73800	29.33100	12.2		4.9	4.7	5.2	4.9	Marmara Sea
80	199910050053	05.10.1999	00:53:28.66	36.75300	28.23500	16.7		5.0	4.7	5.2	4.8	Gokova Gulf
81	199910202308	20.10.1999	23:08:21.99	40.83100	29.02700	6.6	4.6	4.4	4.6	5.1	4.7	Marmara Sea
82	199911071654	07.11.1999	16:54:42.00	40.69700	30.71700	7.4		5.0	4.3	4.9	4.8	Hendek - SAKARYA
83	199911111441	11.11.1999	14:41:24.92	40.74700	30.24800	7.5	5.2	5.7	5.5	5.6	5.4	Merkez - KOCAELI
84	199911121657	12.11.1999	16:57:21.41	40.80600	31.18700	10.4	6.6	7.2	7.4	7.1	6.2	Merkez - DUZCE
85	199911121717	12.11.1999	17:17:00.00	40.82500	31.00700	9.3		5.2		5.0	4.7	Golyaka - DUZCE
86	199911121718	12.11.1999	17:18:00.00	40.75200	31.08400	27.8		5.4		5.5	5.2	Golyaka - DUZCE
87	199911121723	12.11.1999	17:23:00.00	40.76000	31.16000	10.0		5.1		5.3		Merkez - DUZCE
88	199911121726	12.11.1999	17:26:15.79	40.73500	31.50800	9.7		5.2		4.7	4.4	Merkez - BOLU
89	199911121727	12.11.1999	17:27:00.00	40.75000	31.40000	10.0		5.2		5.4		
90	199911121729	12.11.1999	17:29:00.00	40.70300	31.46700	11.0		5.2		5.3	5.0	Merkez - BOLU
91	199911121747	12.11.1999	17:47:16.00	40.87000	30.88000	20.1		4.8		5.0		Cumayeri - DUZCE
92	199911121756	12.11.1999	17:56:28.14	40.87000	31.25000	9.6		4.8		5.0		

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
93	199911121804	12.11.1999	18:04:47.00	40.70000	31.70000	10.0		4.7		5.0		
94	199911121814	12.11.1999	18:14:32.39	40.74100	31.32700	10.0		5.0		4.9	4.6	Merkez - DUZCE
95	199911130054	13.11.1999	00:54:43.36	40.77000	31.02000	5.2	4.8	4.6	4.5	5.0	4.9	Yigilca - DUZCE
96	199911130252	13.11.1999	02:52:00.00	40.82400	30.21900	5.0		4.7		5.0		Merkez - SAKARYA
97	199911161751	16.11.1999	17:51:18.72	40.73100	31.59400	5.0	5.1	4.8	4.6	5.0	5.0	Merkez - BOLU
98	199911170815	17.11.1999	08:15:27.13	40.83200	31.49300	7.0	4.8	5.0	4.5	5.0	4.7	Merkez - BOLU
99	199911191959	19.11.1999	19:59:08.06	40.83100	31.01700	5.3	4.8	5.0	4.4	4.9	4.8	Golyaka - DUZCE
100	199912031706	03.12.1999	17:06:54.70	40.40800	42.35700	13.1		5.5	5.5	5.7	5.3	Horasan - ERZURUM
101	200002140656	14.02.2000	06:56:36.29	41.03600	31.73800	10.0	5.0	5.1	4.9	5.3	4.8	Mengen - BOLU
102	200004211223	21.04.2000	12:23:06.21	37.87700	29.36400	19.9	5.5	5.0	4.8	5.4	4.8	Honaz - DENIZLI
103	200006060241	06.06.2000	02:41:51.91	40.70000	32.98200	10.0		5.9	6.0	6.0	5.5	Cerkes - CANKIRI
104	200006090314	09.06.2000	03:14:21.58	40.72300	32.92100	3.9	4.6	5.0	5.0	5.0	4.6	Orta - CANKIRI
105	200008231341	23.08.2000	13:41:29.92	40.78200	30.76000	10.5	5.2	5.4	4.9	5.3	5.1	Akyazi - SAKARYA
106	200010040233	04.10.2000	02:33:58.08	37.89800	29.03000	2.8	4.7	4.8	4.2	5.0	4.7	Merkez - DENIZLI
107	200011151505	15.11.2000	15:05:34.87	38.40700	42.95300	48.4	5.2	5.4	5.4	5.5	5.2	
108	200011151606	15.11.2000	16:06:03.58	38.58900	42.91300	45.3		4.1	4.4	5.0	4.4	
109	200012151644	15.12.2000	16:44:44.45	38.40200	31.32500	10.0	5.0	5.6	5.8	6.0	5.1	Cay - AFYON
110	200106101310	10.06.2001	13:10:58.95	38.54100	25.59300	32.0	5.3	5.5	5.3	5.6	5.1	Aegean Sea
111	200106221154	22.06.2001	11:54:51.16	39.33900	27.90500	7.0	5.0	4.7	4.7	5.2	4.6	Soma - MANISA
112	200106230652	23.06.2001	06:52:37.90	35.54000	28.10900	45.5	5.7	5.0	5.0	5.7	5.3	Mediterranean Sea
113	200106251328	25.06.2001	13:28:49.12	37.19300	36.22500	10.0	5.5	5.1	4.8	5.4	5.3	Erzin - OSMANIYE
114	200107102142	10.07.2001	21:42:04.00	39.80600	41.64000	22.5		4.9	4.4	5.4	4.9	Pasinler - ERZURUM
115	200107260021	26.07.2001	00:21:36.90	39.09700	24.26800	19.0	5.9		6.5	6.4	5.8	Aegean Sea
116	200108260041	26.08.2001	00:41:14.66	40.95800	31.54400	8.8	5.0	5.1	4.4	5.2	4.9	Yigilca - DUZCE

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
117	200110302100	30.10.2001	21:00:06.37	37.71000	29.78000	27.0	5.0	5.3		5.2	4.5	Mediterranean Sea
118	200110311233	31.10.2001	12:33:55.43	37.23500	36.18700	12.0	5.3	5.0	4.7	5.2	5.2	Erzin - OSMANIYE
119	200201220453	22.01.2002	04:53:54.60	35.57400	26.62700	8.0	6.3	5.9		6.2	6.1	Mediterranean Sea
120	200202030711	03.02.2002	07:11:29.23	38.52000	31.20200	22.1	6.5	6.1	6.4	6.5	5.6	Sultandagi - AFYON
121	200202030714	03.02.2002	07:14:36.00	38.72100	30.88600	35.4		3.5		5.4	5.1	
122	200202030926	03.02.2002	09:26:45.82	38.62800	30.87600	24.9	6.0	5.2	5.6	5.8	5.6	Merkez - AFYON
123	200205230108	23.05.2002	01:08:03.08	37.35930	36.22620	14.3	5.0	4.7		4.4	4.3	Andirin - KAHRAMANMARAS
124	200210170053	17.10.2002	00:53:00.63	39.40860	40.37080	14.1		4.2	4.1	5.0	4.7	Pulumur - TUNCELI
125	200212140102	14.12.2002	01:02:44.85	37.46430	36.18720	29.2	5.1	4.8	4.4	4.8	4.9	Sumbas - OSMANIYE
126	200301270526	27.01.2003	05:26:23.68	39.47940	39.84810	10.0	5.6	6.4	6.0	6.0	5.5	Pulumur - TUNCELI
127	200304100040	10.04.2003	00:40:16.89	38.24660	26.88950	11.3	5.8	5.6	5.5	5.7	5.3	Seferihisar - IZMIR
128	200304172234	17.04.2003	22:34:34.03	38.16000	26.63000	11.5	4.8	4.5	4.4	5.2	4.8	Seferihisar - IZMIR
129	200305010027	01.05.2003	00:27:04.68	38.99870	40.46370	10.0	6.6	6.1	6.3	6.3	5.7	Merkez - BINGOL
130	200306091744	09.06.2003	17:44:03.25	40.18610	28.00990	9.1	5.1	5.0	4.0	4.8	4.5	Bandirma - BALIKESIR
131	200307061910	06.07.2003	19:10:43.26	40.45020	26.04130	17.1	5.3	5.2	5.5	5.7	5.1	Saros Gulf
132	200307062010	06.07.2003	20:10:13.59	40.42640	26.07020	17.0	4.9	4.7	5.0	5.2	4.9	Aegean Sea
133	200307130148	13.07.2003	01:48:19.95	38.27160	38.97620	12.9		5.7	5.3	5.5	5.3	Doganyol - MALATYA
134	200307230456	23.07.2003	04:56:05.45	38.04830	28.88510	28.3	5.2	5.3	4.8	5.3	4.8	Buldan - DENIZLI
135	200307260100	26.07.2003	01:00:57.73	38.11090	28.88810	5.0	5.0	5.1	3.8	4.9	4.5	Buldan - DENIZLI
136	200307260836	26.07.2003	08:36:10.93	38.05660	28.91320	21.3	5.6	5.5	5.1	5.4	5.1	Buldan - DENIZLI
137	200307261331	26.07.2003	13:31:37.02	38.09260	28.86420	7.3	4.9	5.0	4.1	4.9	4.6	Buldan - DENIZLI
138	200402252256	25.02.2004	22:56:00.00	35.94000	30.55000	20.5		4.8		5.0		Mediterranean Sea
139	200402260413	26.02.2004	04:13:55.98	37.94760	38.23310	5.0	5.0	5.1	4.0	4.9	4.7	Celikhhan - ADIYAMAN

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
140	200403031438	03.03.2004	14:38:39.75	39.03610	40.38040	7.2	4.5	5.0	3.8	4.6	4.3	Merkez - BINGOL
141	200403251930	25.03.2004	19:30:46.28	39.93100	40.88180	10.0	5.1	5.1	5.4	5.6	5.0	Tercan - ERZURUM
142	200403280351	28.03.2004	03:51:09.68	39.94540	40.95710	5.0	5.3	5.3	5.3	5.6	5.2	Tercan - ERZURUM
143	200406151202	15.06.2004	12:02:40.52	40.41000	25.84840	7.1	5.2	5.2	4.8	5.2	4.6	Aegean Sea
144	200408031311	03.08.2004	13:11:32.88	36.85840	27.77900	10.0	5.0	4.7	4.5	5.2	4.8	Gokova Gulf
145	200408040301	04.08.2004	03:01:07.08	36.83650	27.76790	10.0	5.4	5.1	5.1	5.5	5.2	Bodrum - MUGLA
146	200408040419	04.08.2004	04:19:49.22	36.83000	27.81930	10.0	5.0	4.7	4.7	5.2	5.2	Gokova Gulf
147	200408040426	04.08.2004	04:26:22.82	36.85630	27.80770	12.9	4.1	3.8	4.7	5.2	4.3	Bodrum - MUGLA
148	200408041418	04.08.2004	14:18:50.63	36.84340	27.78090	10.0	4.6	5.3	4.7	5.3	4.9	Bodrum - MUGLA
149	200408111548	11.08.2004	15:48:26.00	38.34030	39.25270	7.4	5.5	5.3	5.4	5.6	5.3	Sivrice - ELAZIG
150	200412202302	20.12.2004	23:02:15.03	37.00600	28.27710	12.5	5.1	5.1	4.7	5.3	5.2	Ula - MUGLA
151	200501102348	10.01.2005	23:48:51.06	37.00790	27.80630	15.8	5.1	4.7	4.8	5.4	4.9	Gokova Gulf
152	200501102353	10.01.2005	23:53:40.04	36.90660	27.83300	12.2	3.0	3.6		5.3	5.0	Gokova Gulf
153	200501110435	11.01.2005	04:35:58.74	36.98000	27.74000	14.9	5.0	4.3	4.4	5.0	5.1	Gokova Gulf
154	200501232236	23.01.2005	22:36:06.42	35.75190	29.57370	12.1	5.5	5.2	5.4	5.8	5.4	Mediterranean Sea
155	200501251644	25.01.2005	16:44:15.13	37.64350	43.81630	23.0		5.4	5.6	5.8	5.3	Beytusebap - HAKKARI
156	200501301623	30.01.2005	16:23:49.65	35.91000	29.84000	28.3	5.1	5.4	4.7	5.3	5.0	Mediterranean Sea
157	200503120736	12.03.2005	07:36:10.97	39.41650	40.86720	7.2		5.6	5.0	5.6	5.4	Karlioiva - BINGOL
158	200503140155	14.03.2005	01:55:57.53	39.41860	40.81830	9.9	5.4	5.9	5.7	5.8	5.5	Karlioiva - BINGOL
159	200503232144	23.03.2005	21:44:52.41	39.41640	40.80940	12.0		5.4	5.3	5.6	5.3	Karlioiva - BINGOL
160	200503232343	23.03.2005	23:43:42.86	39.48800	40.71080	8.9	4.7	4.6	4.0	5.1	4.6	Karlioiva - BINGOL
161	200506060741	06.06.2005	07:41:30.02	39.38880	40.90380	10.5	5.0	5.1	5.4	5.6	5.0	Karlioiva - BINGOL
162	200508240306	24.08.2005	03:06:16.11	39.75630	25.17610	26.9	4.9	5.2	4.9	4.7	4.4	Aegean Sea
163	200510170545	17.10.2005	05:45:18.51	38.19210	26.67700	20.5	5.7	5.0	5.2	5.5	5.1	Aegean Sea

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
164	200510170828	17.10.2005	08:28:52.65	38.15500	26.68540	2.2	4.5	3.2	4.6	5.1	4.0	Aegean Sea
165	200510170834	17.10.2005	08:34:44.05	38.13930	26.66450	4.0	4.7	4.0	4.7	5.2	3.9	Aegean Sea
166	200510170946	17.10.2005	09:46:56.73	38.22020	26.65860	18.6	5.6	5.8	5.7	5.8	5.4	Urla - IZMIR
167	200510170955	17.10.2005	09:55:31.04	38.20480	26.64060	11.0	4.9	5.5	5.3	5.2	4.9	Aegean Sea
168	200510170958	17.10.2005	09:58:38.21	38.15320	26.65930	2.0	4.4	4.2	4.5	5.1	4.2	Urla - IZMIR
169	200510171243	17.10.2005	12:43:28.02	38.17540	26.55970	21.4	4.4	3.7	4.4	5.0		Urla - IZMIR
170	200510181600	18.10.2005	16:00:47.08	38.20870	26.50620	25.5	4.4	4.1	4.4	5.0		Urla - IZMIR
171	200510191011	19.10.2005	10:11:30.81	38.16980	26.70270	2.5	4.6	4.5	4.6	5.1	4.2	Aegean Sea
172	200510202140	20.10.2005	21:40:02.72	38.15350	26.67080	15.4	5.7	5.9	5.7	5.8	5.5	Aegean Sea
173	200510211147	21.10.2005	11:47:36.67	38.19720	26.57110	19.2	4.4	4.1	4.4	5.0	4.2	Urla - IZMIR
174	200510291448	29.10.2005	14:48:41.63	38.18520	26.63690	2.2	4.5	4.2	4.5	5.1	4.0	Aegean Sea
175	200511261556	26.11.2005	15:56:57.47	38.21430	38.87550	19.1	5.1	5.2	4.4	5.1	5.3	Poturge - MALATYA
176	200512090009	09.12.2005	00:09:50.23	39.38000	40.85000	10.0		5.2	5.3	5.4		Karlioiva - BINGOL
177	200512100009	10.12.2005	00:09:46.52	39.39760	40.85470	18.9	5.3	5.2	4.7	5.4	5.1	Karlioiva - BINGOL
178	200603292205	29.03.2006	22:05:14.28	35.32030	35.59180	11.0		4.9	4.3	5.0	4.6	Akdeniz
179	200607021939	02.07.2006	19:39:39.83	39.41730	40.84710	15.3		4.3	4.9	5.0	4.7	Bingol-Karlioiva
180	200610201815	20.10.2006	18:15:26.13	40.25190	27.97920	16.7		5.2		5.1	4.8	Balıkesir-Bandırma
181	200610241400	24.10.2006	14:00:22.26	40.42210	28.99370	7.9	4.3	5.2		5.2	4.7	Gemlik Korfezi
182	200701210738	21.01.2007	07:38:58.00	39.62900	42.82900	3.1		4.8	5.0	5.1	5.1	Agri-Tutak
183	200702090222	09.02.2007	02:22:57.00	41.08000	39.92000	8.4	5.2	5.0	5.4	5.5	5.6	Elazığ-Sıvrice
184	200702211105	21.02.2007	11:05:27.01	36.44000	41.04000	10.0	5.6	5.4	5.3	5.7	5.7	Elazığ-Sıvrice
185	200702281955	28.02.2007	19:55:33.17	38.30600	39.24700	5.2	4.8	5.2		5.1	4.8	Diyarbakır-Çüngü?
186	200702282327	28.02.2007	23:27:47.54	38.31300	39.23800	5.0	4.7	4.3		5.0	4.7	Diyarbakır-Çüngü?
187	200703081235	08.03.2007	12:35:40.00	39.04070	40.43310	5.0	4.8	4.8		5.0	4.7	Bingol-Merkez

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
188	200703091722	09.03.2007	17:22:55.00	39.09950	40.39430	14.4	4.8	3.5		5.0	4.7	Bingol-Merkez
189	200708252205	25.08.2007	22:05:48.60	39.28820	41.03340	15.8	5.1		5.4	5.3	5.1	Bingol-Karlıova
190	200710290923	29.10.2007	09:23:16.66	37.06900	29.31650	28.9	5.0	4.9	4.5	5.3	4.9	Denizli-Çamel?
191	200711090143	09.11.2007	01:43:05.11	38.79620	25.71040	15.9	5.1			5.2		Ege Denizi
192	200711160908	16.11.2007	09:08:22.74	36.94100	29.29620	22.0		4.8		5.1		Denizli-Çamel?
193	200712131806	13.12.2007	18:06:19.25	38.85720	33.04530	16.9	4.4	4.3		5.0	4.8	Konya-Kulu
194	200712200948	20.12.2007	09:48:27.21	39.42080	33.09260	0.0	5.2	5.3	5.7	5.7	5.2	Ankara-Bala
195	200712262347	26.12.2007	23:47:09.61	39.47350	33.04530	0.0	5.5	5.3	5.6	5.6	5.2	Ankara-Bala
196	200712271347	27.12.2007	13:47:59.95	39.45940	33.08220	10.8	5.0	4.9		5.2		Ankara-Bala
197	200803121853	12.03.2008	18:53:30.00	40.62520	29.01580	24.0	5.0	4.7				Yalova-Çýnarcýk
198	200803151015	15.03.2008	10:15:37.00	39.41920	33.09980	12.6	5.0					Ankara-Bala
199	200804250448	25.04.2008	04:48:55.00	37.81020	29.25150	19.3	5.3					Denizli-Honaz
200	200807150326	15.07.2008	03:26:36.44	36.01030	27.96700	57.4	6.1					Akdeniz
201	200812282259	28.12.2008	22:59:01.00	40.32870	26.00690	2.9	5.1					Ege Denizi
202	200906191404	19.06.2009	14:04:57.00	35.24770	28.29980	23.8	5.6					Akdeniz
203	200912220606	22.12.2009	06:06:18.73	35.66500	31.49300	14.5	5.6					Akdeniz
204	201001172016	17.01.2010	20:16:03.82	35.28750	27.68480	24.8	5.1					Akdeniz
205	201003080232	08.03.2010	02:32:29.96	38.77520	40.02950	5.0	5.8					Kovancýlar-ELAZIG
206	201003080747	08.03.2010	07:47:37.44	38.73550	40.00900	5.0	5.6					Palu-ELAZIG
207	201003081014	08.03.2010	10:14:23.00	38.76850	40.07720	7.7	5.0					Kovancilar-Elazig
208	201003081112	08.03.2010	11:12:10.74	38.74520	40.03420	11.8	5.0					Palu-ELAZIG
209	201003241411	24.03.2010	14:11:30.89	38.77130	40.09350	22.6	5.0					Kovancilar-Elazig
210	201011030251	03.11.2010	02:51:27.15	40.39970	26.31470	28.9	5.3					Saros Korfezi
211	201011142308	14.11.2010	23:08:25.75	36.60530	35.98700	24.2	5.1					Iskenderun Korfezi

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
212	201101190917	19.01.2011	09:17:50.49	41.79100	42.69430	18.9	5.3					Gurcistan
213	201104011329	01.04.2011	13:29:43.81	35.48190	26.40110	9.0	6.2					Ege Denizi
214	201105192015	19.05.2011	20:15:22.79	39.13280	29.08200	24.5	5.7					Kutahya-Simav
215	201106230734	23.06.2011	07:34:43.33	38.55620	39.63070	13.4	5.3					Elazığ-Maden
216	201106272113	27.06.2011	21:13:58.53	39.11080	29.02600	18.3	5.0					Kutahya-Simav
217	201107251757	25.07.2011	17:57:20.60	40.81950	27.74980	7.0	5.1					Marmara Denizi
218	201109220322	22.09.2011	03:22:42.00	39.65970	38.67770	7.2	5.4					Erzincan-Kemah
219	201110231041	23.10.2011	10:41:20.00	38.68900	43.46570	19.0	6.7			7.0		Van-Merkez
220	201110231056	23.10.2011	10:56:56.23	38.77700	43.37200	18.8	5.8					Van-Merkez
221	201110231132	23.10.2011	11:32:46.09	38.81850	43.33380	17.3	5.5					Van-Merkez
222	201110231810	23.10.2011	18:10:44.00	38.64030	43.18670	16.8	5.0					Van-Merkez
223	201110232045	23.10.2011	20:45:42.06	38.65450	43.12370	14.0	5.8					Van Golu
224	201110240849	24.10.2011	08:49:30.43	38.71100	43.58650	14.9	5.0					Van-Merkez
225	201110251455	25.10.2011	14:55:06.00	38.82920	43.59430	18.3	5.5					Van-Merkez
226	201111082205	08.11.2011	22:05:50.00	38.70600	43.10820	6.9	5.4					Van Golu
227	201111091923	09.11.2011	19:23:33.00	38.44720	43.26380	6.1	5.6					Van Golu
228	201111142208	14.11.2011	22:08:15.00	38.72500	43.11180	18.8	5.1					Van Golu
229	201111181739	18.11.2011	17:39:39.00	38.80220	43.85280	8.0	5.2					Van Ozalp
230	201111300047	30.11.2011	00:47:21.00	38.47420	43.29420	14.8	5.0					Van Gölü
231	201112050817	05.12.2011	08:17:27.00	38.84330	26.34180	29.5	5.0					Ege Denizi
232	201203261035	26.03.2012	10:35:33.12	39.23400	42.27600	17.0	5.0					Mus-Bulanik
233	201205011448	01.05.2012	14:48:28.00	38.64600	26.62620	26.3	5.0					Foca Aciklari
234	201205031520	03.05.2012	15:20:25.79	39.12920	29.10220	10.9	5.4					Kutahya-Simav
235	201206072054	07.06.2012	20:54:25.00	40.86280	27.90430	27.0	5.1					Marmara Denizi

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
236	201206101244	10.06.2012	12:44:15.00	36.38580	28.91530	6.8	6.0					Fethiye Acıkları
237	201206101249	10.06.2012	12:49:36.00	36.47180	28.92770	26.4	5.0					Fethiye Acıkları
238	201206140552	14.06.2012	05:52:51.69	37.15720	42.44370	11.7	5.5					Sirnak-Silopi
239	201206242007	24.06.2012	20:07:21.00	38.73330	43.66720	23.6	5.0					Van-Merkez
240	201206251305	25.06.2012	13:05:28.00	36.47920	28.93330	34.0	5.3					Fethiye Acıkları
241	201207042346	04.07.2012	23:46:37.00	35.16130	26.99930	34.1	5.0					Akdeniz-Dogu Baseni
242	201207091354	09.07.2012	13:54:57.00	35.66900	28.87500	15.0	6.0					Akdeniz-Dogu Baseni
243	201207220926	22.07.2012	09:26:02.00	37.57400	36.37070	4.6	5.0					K.Maras-Andirin
244	201208052037	05.08.2012	20:37:21.00	37.45900	42.97830	14.0	5.3					Syrnak-Beytussebab
245	201209190917	19.09.2012	09:17:46.00	37.28380	37.13980	22.4	5.1					Kahramanmaraş-Pazarcik
246	201212252244	25.12.2012	22:44:34.00	42.16920	40.99150	6.7	5.4					Karadeniz
247	201301081416	08.01.2013	14:16:07.00	39.65530	25.59120	26.8	6.2					Ege Denizi
248	201301130855	13.01.2013	08:55:14.00	39.67580	25.58370	24.9	5.0					Ege Denizi
249	201303111457	11.03.2013	14:57:03.00	36.46620	43.38130	3.6	5.2					Irak
250	201306151611	15.06.2013	16:11:53.00	34.22690	25.01940	19.5	5.9					Akdeniz-Dogu Baseni
251	201306162139	16.06.2013	21:39:58.00	34.10170	24.98280	17.5	5.7					Akdeniz Dogu Baseni
252	201307300533	30.07.2013	05:33:07.00	40.30280	25.79020	20.0	5.3					Gokceada Acıkları
253	201309172040	17.09.2013	20:40:50.00	39.03700	41.40270	20.3	5.1					Mus-Merkez
254	201312081731	08.12.2013	17:31:57.27	36.66020	31.28950	67.0	5.0					Antalya Korfezi
255	201312281521	28.12.2013	15:21:03.00	35.98700	31.34220	41.7	6.0					Akdeniz Dogu Baseni
256	201405240925	24.05.2014	09:25:00.00	40.21080	25.30730	25.0				6.5		Ege Denizi
257	201405240931	24.05.2014	09:31:18.00	40.39510	26.30580	7.0				5.3		Saros Korfezi
258	201406110353	11.06.2014	03:53:37.00	34.69000	28.41500	25.5				5.2		Akdeniz-Dogu Baseni
259	201409042100	04.09.2014	21:00:03.00	36.17200	30.93010	41.0				5.2		Akdeniz-Dogu Baseni

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
260	201412060145	06.12.2014	01:45:06.00	38.90400	26.27410	22.5				5.1		Ege Denizi
261	201503272334	27.03.2015	23:34:54.00	35.72950	26.57600	56.1				5.0		Oniki Adalar Aciklari
262	201504150825	15.04.2015	08:25:09.00	34.71030	32.37310	11.1				5.2		Kibris Aciklari
263	201504161807	16.04.2015	18:07:37.00	34.86430	26.72750	12.3				5.9		Akdeniz Dogu Baseni
264	201504170205	17.04.2015	02:05:39.00	35.13810	26.83650	7.9				5.2		Akdeniz Dogu Baseni
265	201506092149	09.06.2015	21:49:50.00	35.17710	26.82260	12.7				5.1		Akdeniz-Dogubaseni
266	201507292200	29.07.2015	22:00:54.00	36.58380	35.03330	31.5				5.0		Mersin Korfezi
267	201510062127	06.10.2015	21:27:34.00	36.18460	29.88530	34.2				5.2		Antalya-Kale
268	201511290028	29.11.2015	00:28:08.00	38.84010	37.83700	22.4				5.0		Malatya-Hekimhan
269	201512022327	2.12.2015	23:27:07.00	39.26100	40.21700	10.7				5.3		Bingol-Kigi
270	201512261100	26.12.2015	11:00:52.00	35.62530	27.36130	12.8				5.2		Akdeniz-Dogu Baseni
271	201601101740	10.01.2016	17:40:48.00	39.56400	34.35800	13.6				5.0		Kirsehir-Cicekdagi
272	201605250836	25.05.2016	08:36:14.00	35.00750	26.19580	6.8				5.3		Akdeniz
273	201609272057	27.09.2016	20:57:09.00	36.40500	27.59660	50.6				5.2		Ege Denizi
274	201612200603	20.12.2016	06:03:45.00	36.59400	26.95900	118.3				5.1		Ege Denizi
275	201702060351	06.02.2017	03:51:40.00	39.54950	26.13700	14.2				5.3		Canakkale-Ayvacic
276	201702061058	06.02.2017	10:58:02.00	39.53030	26.13510	8.7				5.3		Canakkale-Ayvacic
277	201702070224	07.02.2017	02:24:04.00	39.52050	26.15100	6.2				5.2		Canakkale-Ayvacic
278	201702100855	10.02.2017	08:55:26.00	39.52360	26.19460	7.0	5.0					Canakkale-Ayvacic
279	201702121348	12.02.2017	13:48:16.00	39.53360	26.17000	7.0				5.3		Canakkale-Ayvacic
280	201703021107	02.03.2017	11:07:25.00	37.59550	38.48660	9.8				5.5		Adiyaman-Samsat
281	201704131622	13.04.2017	16:22:16.00	37.15330	28.64700	11.3				5.0		Mugla-Ula
282	201705271553	27.05.2017	15:53:23.00	38.73580	27.81560	11.0				5.1		Manisa-Saruhanli
283	201706121228	12.06.2017	12:28:37.00	38.84880	26.31260	15.9				6.2		Ege Denizi

No	Deprem Adı	Tarih	Saat	Episantr Enlem	Episantr Boylam	Derinlik (km)	ML	MD	MS	MW	MB	Şehir
284	201706171950	17.06.2017	19:50:04.00	38.84280	26.42330	9.1				5.3		Ege Denizi
285	201706220248	22.06.2017	02:48:52.00	38.82160	26.45300	13.5				5.0		Ege Denizi
286	201707202231	20.07.2017	22:31:09.00	36.91980	27.44350	19.4				6.5		Bodrum Acıkları
287	201707211709	21.07.2017	17:09:46.00	36.94100	27.33200	37.5				5.0		Bodrum Acıkları
288	201708080742	08.08.2017	07:42:21.00	36.95760	27.62360	11.0				5.1		Gokova Korfezi
289	201708231342	23.08.2017	13:42:50.00	35.86750	44.77460	4.5				5.2		Irak-Koısınjaq
290	201710112249	11.10.2017	22:49:41.00	39.13480	24.19330	17.1				5.0		Ege Denizi
291	201711121818	12.11.2017	18:18:14.00	34.64200	45.79500	20.0			7.2			Iran
292	201711222022	22.11.2017	20:22:51.00	37.12060	28.59210	24.8				5.0		Mugla-Ula
293	201711242149	24.11.2017	21:49:14.00	37.11460	28.60450	24.5				5.1		Mugla-Ula
294	201804240034	24.04.2018	00:34:29.00	37.58360	38.50360	9.8				5.1		Adıyaman-Samsat
295	201809120621	12.09.2018	06:21:46.00	36.05350	31.21350	36.7				5.2		Akdeniz
296	201901241430	24.01.2019	14:30:52.00	35.97880	28.05760	51.3				5.1		Akdeniz
297	201902201823	20.02.2019	18:23:28.00	39.60110	26.42610	5.8				5.0		Çanakkale-Ayvacic

EK B. (Kullanılan İstasyon Bilgileri)

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
118	Adana	SEYHAN	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	37.036160	35.318430	76	946
119	Adana	KARATAS	Guralp	METEOROLOJİ İSTASYON MUDURLUGU	36.568010	35.390080	22	485
120	Adana	YUMURTALIK	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	36.770060	35.790050	35	
122	Adana	KOZAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.433900	35.820210	119	
123	Adana	YUREGİR	Guralp	METEOROLOJİ BOLGE MUDURLUGU	37.003380	35.343760	23	
124	Adana	POZANTI	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	37.408700	34.879110	791	
125	Adana	CEYHAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.015190	35.795770	25	
201	Adıyaman	MERKEZ	Guralp	AFAD	37.761210	38.267420	671	391
204	Adıyaman	GERGER	Guralp	HUKUMET KONAĞI	38.028970	39.034720	777	
205	Adıyaman	KAHTA	Guralp	GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	37.791770	38.615970	723	
206	Adıyaman	BESNİ	Guralp	G.S.ERDEMOĞLU TOPLUM SAĞLIĞI MERKEZİ	37.688740	37.849550	964	
207	Adıyaman	CELİKHAN	Guralp	VALİ HALİL İSİK ANAOKULU	38.032250	38.247630	1380	
208	Adıyaman	GOLBASİ	Guralp	METEOROLOJİ İSTASYON MUDURLUGU	37.786940	37.652750	1763	469
301	Afyon	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	38.775980	30.533950	1054	226
302	Afyon	DINAR	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.059900	30.153730	862	198
309	Afyon	SULTANDAĞI	Guralp	MERKEZ SAĞLIK OCAGI	38.526130	31.237900	1006	388
315	Afyon	DINAR_KINIK	Guralp	KINIK BELDESİ	38.271400	30.502700	1233	
401	Ağrı	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	39.719780	43.016400	1647	295
403	Ağrı	ELESKİRT	Guralp	HUKUMET KONAĞI	39.798860	42.680140	1809	
404	Ağrı	TUTAK	Guralp	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.538820	42.772470	1565	
505	Amasya	GOYNUCEK	Guralp	SAĞLIK OCAGI	40.392500	35.521500	484	372
506	Amasya	MERKEZ	Guralp	MACİT ZEREN FEN LİSESİ	40.643820	35.803880	405	284
507	Amasya	MERZİFON	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.879690	35.458840	757	368
508	Amasya	MERKEZ_2	Guralp	AFAD TELSİZ VERİCİSİ	40.637100	35.834700	951	
603	Ankara	BALA	Guralp	İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ	39.558310	33.118570	1305	450

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
604	Ankara	SEREFKİKOCHISAR	Guralp	BELEDİYE SANTIYESİ	38.962460	33.524020	971	291
620	Ankara	AYAS	Guralp	SPOR SALONU	40.018080	32.329080	940	
623	Ankara	BATIKENT	Guralp	BATIKENT İLKOKULU	39.968860	32.727120	830	341
624	Ankara	CANKAYA	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ SRC BİNASI	39.886110	32.856060	1088	728
625	Ankara	SINCAN	Guralp	ALTINORDU L.AKBİYİK İOO	39.972120	32.582710	833	213
626	Ankara	YENİMAHALLE	Guralp	ALPARSLAN İOO	39.990490	32.695250	836	313
627	Ankara	ERYAMAN	Guralp	GUZELKENT İOO	39.981780	32.625020	815	255
628	Ankara	UMITKOY	Guralp	TELEKOM LİSESİ	39.886230	32.691550	904	300
629	Ankara	GOLBASI	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	39.782490	32.806400	1021	528
630	Ankara	MALTEPE	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	39.924880	32.846880	966	195
631	Ankara	CUBUK_2	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	40.240850	33.031930	995	218
635	Ankara	GUDUL	Guralp	HALK EĞİTİM MERKEZİ	40.212570	32.244480	144	
701	Antalya	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	36.894400	30.666700	42	920
702	Antalya	ELMALI	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.737000	29.920500	1095	507
704	Antalya	GAZİPASA	Guralp	TELEKOM KORUDAG RL İSTASYONU	36.234700	32.315600	394	
705	Antalya	KAS	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.195100	29.647400	25	1113
706	Antalya	KEMER	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.602900	30.559700	9	350
707	Antalya	KORKUTELİ	Guralp	RL İSTASYONU	37.000700	30.350280	1303	
708	Antalya	KUMLUCA	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.374840	30.292030	36	285
709	Antalya	LARA	Guralp	BATI AKDENİZ TARIMSAL ARASTIRMA MERKEZİ	36.878750	30.721500	47	584
710	Antalya	MANAVGAT	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.786600	31.432400	4	290
711	Antalya	SERİK	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	36.918000	31.087600	35	534
801	Artvin	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	41.176800	41.838400	201	350
905	Aydın	KUSADASI	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.859970	27.265010	24	369
910	Aydın	MERKEZ	Guralp	DSİ	37.845480	27.799560	65	271
1003	Balıkesir	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	39.654990	27.862040	158	460
1005	Balıkesir	AYVALIK	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.311340	26.686010	4	387

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
1006	Balıkesir	BANDIRMA	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.331930	27.996620	61	321
1009	Balıkesir	DURSUNBEY	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.577980	28.632320	649	561
1013	Balıkesir	EDREMIT	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.589520	27.019240	22	223
1014	Balıkesir	GONEN	Guralp	DSİ PROJE MUDURLUGU EĞİTİM TESİSLERİ	40.115540	27.641880	48	397
1016	Balıkesir	SAVASTEPE	Guralp	HUKUMET KONAGI	39.380410	27.654380	284	
1017	Balıkesir	MERKEZ_2	Guralp	HUZUREVİ	39.649660	27.857150	262	662
1025	Balıkesir	SUSURLUK_CANACIK	Guralp	CANACIK KOYU	39.874500	27.968400	437	
1101	Bilecik	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.141060	29.977400	532	901
1102	Bilecik	BOZOYUK	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.904330	30.052920	751	402
1201	Bingöl	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	38.897080	40.503200	1133	529
1206	Bingöl	KARLIOVA	Guralp	BELEDİYE GARAJI	39.293450	41.008830	1825	356
1210	Bingöl	GENC	Guralp	MERKEZ SAĞLIK OCAGI	38.750080	40.559310	1018	
1211	Bingöl	SOLHAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.966160	41.050400	1383	463
1302	Bitlis	MERKEZ	Guralp	DSİ 173.SUBE MUDURLUGU	38.474400	42.159130	1794	
1303	Bitlis	ADILCEVAZ	Guralp	ONKOLOJİ HASTANESİ	38.799780	42.763080	1678	
1401	Bolu	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	40.745670	31.607320	746	294
1402	Bolu	GEREDE	Guralp	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	40.792480	32.205930	1305	445
1405	Bolu	MENGEN	Guralp	PTT BİNASI	40.938110	32.076020	623	365
1407	Bolu	TASKESTİ	Guralp	PROJE EVİ	40.577630	31.011190	550	
1412	Bolu	MUDURNU	Guralp	NİLUFER HATUN ANAOKULU	40.456240	31.209420	893	
1502	Burdur	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	37.703540	30.220840	874	294
1505	Burdur	TEFENNİ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.316070	29.779000	1153	367
1610	Bursa	İNEGÖL	Guralp	TARIM İLÇE MUDURLUGU	40.067080	29.508820	304	252
1611	Bursa	İZNİK	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.429230	29.716820	95	251
1613	Bursa	KELES	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.915090	29.231670	1060	412
1614	Bursa	MUSTAFAKEMALPASA	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.034710	28.393920	41	265
1618	Bursa	MUDANYA	Guralp	GUZELYALI AİLE SAĞLIĞI MERKEZİ	40.350950	28.928150	34	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
1622	Bursa	OSMANGAZI	Guralp	MERINOS PARK	40.195950	29.052710	156	448
1623	Bursa	OSMANGAZI	Guralp	ARMUTKOY MEZARLIK	40.265370	29.033440	78	377
1624	Bursa	OSMANGAZI	Guralp	MOLLAFENARI KUZULAR CAMII	40.177000	29.056700	366	
1625	Bursa	OSMANGAZI	Guralp	DEMIRTAS HAVUZ	40.262960	29.099090	106	394
1626	Bursa	OSMANGAZI	Guralp	HAMITLER HAYVAN BARINAGI	40.240300	28.982430	162	448
1701	Çanakkale	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJI MUDURLUGU	40.141450	26.399480	1	192
1703	Çanakkale	BIGA	Guralp	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.231820	27.262880	24	304
1708	Çanakkale	BOZCAADA	Guralp	TELEKOM	39.841900	26.052800	195	
1710	Çanakkale	GELIBOLU	Guralp	KARAYOLLARI 13.SUBE SEFLIGI	40.423340	26.667150	40	286
1723	Çanakkale	MERKEZ_CINARLI	Guralp	CINARLI KOYU	40.066200	26.387200	109	
1802	Çankırı	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJI MUDURLUGU	40.608270	33.610380	726	510
1803	Çankırı	CERKES	Guralp	METEOROLOJI ISTASYON MUDURLUGU	40.814860	32.883370	1137	348
1901	Çorum	KARGI	Guralp	ORMAN ISLETME MUDURLUGU	41.139450	34.485780	447	688
1903	Çorum	OSMANCIK	Guralp	ESKI HUKUMET KONAGI	40.976250	34.800150	422	255
1904	Çorum	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJI MUDURLUGU	40.545960	34.936750	768	193
2002	Denizli	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHIRCILIK MUDURLUGU	37.812470	29.111130	332	356
2009	Denizli	ASAGISAMLI	Guralp	TRT VERICI ISTASYONU	37.913370	29.038040	156	
2011	Denizli	MERKEZ_KINIKLI	Guralp	PAMUKKALE UNIVERSITESI KAMPUSU	37.737190	29.100600	482	
2021	Denizli	GUNEY_G	Guralp	CINDERE BARAJI GALERI(GALLERY)	38.114160	29.034550	210	
2022	Denizli	GUNEY_B	Guralp	CINDERE BARAJI GOVDE (BODY)	38.115210	29.034500	210	
2023	Denizli	GUNEY_K	Guralp	CINDERE BARAJI KRET (CREST)	38.115420	29.034940	269	
2026	Denizli	TAVAS_DEREAGZI	Guralp	DEREAGZI KOYU	37.278700	29.024800	1021	
2101	Diyarbakır	MERKEZ_BAGLAR	Guralp	CEVRE VE SEHIRCILIK MUDURLUGU	37.930880	40.202780	692	519
2107	Diyarbakır	CERMIK	Guralp	COK PROGRAMLI LISE	38.145940	39.483790	714	
2201	Edirne	ENEZ	Guralp	ORMAN ISLETME SEFLIGI	40.724480	26.087310	15	
2202	Edirne	MERKEZ	Guralp	ZUBEYDE HANIM ANAOKULU	41.670490	26.585850	67	
2301	Elazığ	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHIRCILIK MUDURLUGU	38.670430	39.192670	1071	407

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
2302	Elazığ	MADEN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.392310	39.675410	1100	907
2304	Elazığ	KOVANCILAR	Guralp	HUKUMET KONAĞI	38.720960	39.862930	957	
2305	Elazığ	BEYHAN	Guralp	İLKOGRETİM OKULU	38.727780	40.131030	600	
2306	Elazığ	KARAKOCAN	Guralp	İLÇE TARIM MUDURLUĞU LOJMANI	38.959450	40.039270	1100	
2307	Elazığ	PALU	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.695830	39.931990	880	329
2308	Elazığ	SIVRICE	Guralp	DOĞA KORUMA MİLLİ PARKLAR SEFLİĞİ	38.450630	39.310200	1248	
2309	Elazığ	KEBAN	Guralp	İLÇE MİLLİ EĞİTİM MUDURLUĞU	38.798290	38.727340	746	
2401	Erzincan	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	39.741830	39.511520	1198	314
2404	Erzincan	REFAHIYE	Guralp	MESLEK YÜKSEK OKULU	39.906310	38.770560	1579	
2407	Erzincan	TERCAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.776650	40.391080	1417	320
2408	Erzincan	KEMAH	Guralp	HUKUMET KONAĞI	39.601850	39.034540	1062	
2409	Erzincan	KEMALIYE	Guralp	İLÇE ÖZEL İDARE	39.280800	38.491090	897	
2410	Erzincan	DEMİRKENT	Guralp	DEMİRKENT BELEDİYESİ	39.766540	39.467200	1243	
2411	Erzincan	OTLUKBELİ	Guralp	HUKUMET KONAĞI	39.970170	40.020860	1732	
2501	Erzurum	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	39.903160	41.261960	1908	375
2506	Erzurum	ASKALE	Guralp	İLÇE HASTANESİ	39.917330	40.681340	1639	
2507	Erzurum	HORASAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	40.041510	42.173590	1544	316
2508	Erzurum	İLİCA	Guralp	HUKUMET KONAĞI	39.942920	41.110170	1755	
2509	Erzurum	MERKEZ_SS	Guralp	SİVİL SAVUNMA ARAMA KURTARMA BİRLİĞİ	39.873330	41.222690	1930	
2510	Erzurum	NARMAN	Guralp	MUFTULUK (ESKİ SAĞLIK OCAGI)	40.348340	41.862630	1655	
2511	Erzurum	PASINLER	Guralp	HUKUMET KONAĞI ADLİYE BAHCESİ	39.974800	41.672250	1657	
2512	Erzurum	SENKAYA	Guralp	HUKUMET KONAĞI	40.562220	42.345580	1861	
2514	Erzurum	KARACOBAN	Guralp	GULBABA TRT VERİCİSİ	39.255900	42.064000	2129	
2601	Eskişehir	TEPEBASİ	Guralp	ANADOLU ÜNİVERSİTESİ İKİ EYLÜL KAMPUSU	39.813670	30.528440	789	237
2602	Eskişehir	YUNUSEMRE	Guralp	ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YUNUS EMRE KAMPUSU	39.789290	30.497280	804	328
2603	Eskişehir	EMİRCEOĞLU KOYU	Guralp	ANADOLU ÜNİVERSİTESİ BORABEY KAMPUSU	39.880120	30.453410	967	630
2604	Eskişehir	KIRMIZITOPRAK	Guralp	TSK HAVA HASTANESİ	39.773290	30.510080	770	296

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
2605	Eskişehir	ASRI MEZARLIK	Guralp	ASRI MEZARLIK	39.723000	30.533000	770	
2606	Eskişehir	DUMLUPINAR	Guralp	OGRENCI YURDU	39.748660	30.495790	833	348
2607	Eskişehir	INONU	Guralp	ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	39.817490	30.146000	832	265
2608	Eskişehir	KAYMAZ	Guralp	BELEDİYE GARAJI	39.519700	31.182990	985	480
2610	Eskişehir	YUKARISOGUT	Guralp	YUKARISOGUT	39.822000	30.421640	831	
2611	Eskişehir	BATIKENT	Guralp	BATIKENT	39.788280	30.442950	806	
2612	Eskişehir	KARABAYIR	Guralp	KARABAYIR	39.771330	30.401700	836	
2613	Eskişehir	KENTPARK	Guralp	KENTPARK	39.793570	30.539700	787	
2614	Eskişehir	71 EVLER	Guralp	71 EVLER	39.753470	30.555750	854	
2615	Eskişehir	ORGANİZE SANAYİ	Guralp	ORGANİZE SANAYİ	39.740310	30.652130	815	
2616	Eskişehir	SULTANDERE	Guralp	SULTANDERE	39.706300	30.618890	917	
2703	G.Antep	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.058000	37.350000	840	758
2704	G.Antep	NİZİP	Guralp	DEVLET HASTANESİ	37.008790	37.802150	524	
2901	Gümüşhane	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MÜDÜRLÜĞÜ	40.448700	39.497100	1164	469
2902	Gümüşhane	KELKİT	Guralp	ESKİ HUKUMET KONAĞI	40.124390	39.436580	1416	594
3001	Hakkari	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.574350	43.787720	1732	
3002	Hakkari	YUKSEKOVA	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.578320	44.286260	1884	
3112	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	BELEDİYE ARİTMA TESİSİ	36.588010	36.147660	1	
3113	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	MKU MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ	36.577520	36.154960	2	
3114	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	5 NOLU SAĞLIK OCAĞI	36.567040	36.151350	6	
3115	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	ALİ TEKDEN SAĞLIK OCAĞI	36.546340	36.164590	180	
3116	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	SU DEPOSU	36.616180	36.206610	33	
3117	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	CANKAYA MEZARLIĞI	36.557120	36.174710	193	
3118	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	MEYVECİLİK ÜRETME MÜDÜRLÜĞÜ	36.582110	36.184910	10	310
3119	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	BELEDİYE SU SANTIYESİ	36.575270	36.168110	5	
3120	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	ASFALT SANTIYESİ	36.589240	36.205680	102	
3121	Hatay	ISKENDERUN	Guralp	SARISEKİ BELEDİYESİ	36.664080	36.218250	5	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
3122	Hatay	YAYLADAG	Guralp	SENKOY TRT VERICISI	36.034300	36.107000	1225	
3202	Isparta	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	37.783850	30.565360	992	
3301	Mersin	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	36.780980	34.602770	4	366
3302	Mersin	AKKUYU	Guralp	BUYUKECELI ORMAN YANGINI ILK MUDAHALE MERKEZI	36.161300	33.575840	17	
3303	Mersin	CAMLIYAYLA	Guralp	HALK EGİTİM MUDURLUGU	37.165900	34.600430	1225	
3304	Mersin	SILIFKE	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	36.382260	33.936640	10	
3305	Mersin	TARSUS	Guralp	VEREM SAVAS DISPANSERI	36.921420	34.898970	15	
3405	İstanbul	KARTAL	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.911110	29.156680	17	
3406	İstanbul	UMRANIYE	Guralp	ADEM YAVUZ SAGLIK OCAGI	41.022620	29.158840	148	
3407	İstanbul	BESIKTAS	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK İL MUDURLUGU	41.058200	29.009510	130	595
3408	İstanbul	SILIVRI	Guralp	BELEDİYE SARAYI	41.073390	28.255690	31	639
3410	İstanbul	SİLE	Guralp	KAYMAKAMLIK	41.171890	29.608160	50	
3418	İstanbul	TUZLA	Guralp	İLLER BANKASI SOSYAL TESİSLERİ	40.814590	29.275460	5	
3419	İstanbul	CEKMEKOY	Guralp	OMERLİ BARAJI(KRET)(DAM-CREST)	41.060990	29.357990	66	
3420	İstanbul	CEKMEKOY	Guralp	OMERLİ BARAJI (DIP SAVAK)(DAM-SLUICEWAY)	41.058910	29.356330	28	
3503	İzmir	DİKİLİ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.073900	26.888340	3	193
3506	İzmir	GUZELYALI	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.394430	27.082110	26	771
3510	İzmir	BALCOVA	Guralp	9 EYLUL UNIVERSİTESİ DENİZ BİLİMLERİ ENSTITUSU	38.409000	27.043000	3	313
3511	İzmir	PINARBASI	Guralp	BORNOVA PINARBASI FIGSAN	38.421300	27.256300	76	827
3512	İzmir	BUCA	Guralp	GURCESME ZUBEYDE HANIM HUZUREVİ	38.400900	27.151600	79	468
3513	İzmir	BAYRAKLI	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK İL MUDURLUGU	38.458400	27.167100	2	196
3514	İzmir	BAYRAKLI	Guralp	SAGLIK EVİ	38.476200	27.158100	197	836
3515	İzmir	BOSTANLI	Guralp	MEHMET SENİYE OZBEY IOO	38.464900	27.094000	4	171
3516	İzmir	GUZELBAHCE	Guralp	BELEDİYE KAPALI SPOR SALONU	38.370600	26.890700	17	460
3517	İzmir	BUCA	Guralp	DEU KAYNAKLAR KAMPUSU	38.375600	27.193600	136	
3518	İzmir	KONAK	Guralp	FUAR KULTURPARK TENİS KULUBU	38.431200	27.143500	7	298
3519	İzmir	KARSIYAKA	Guralp	ORMAN İL MUDURLUGU	38.452500	27.111200	10	131

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
3520	İzmir	MANAVKUYU	Guralp	HALK KUTUPHANESİ	38.478000	27.211100	184	875
3521	İzmir	MAVİSEHIR	Guralp	KARSIYAKA BELEDİYESİ	38.467920	27.076360	1	145
3522	İzmir	CAMDIBI	Guralp	1 NOLU SAĞLIK OCAGI	38.435700	27.198700	68	249
3523	İzmir	URLA	Guralp	KAPALI SPOR SALONU	38.328200	26.770600	76	414
3524	İzmir	YAMANLAR	Guralp	MUYESSER TURFAN GUÇSUZLER EVİ	38.496900	27.107300	64	459
3525	İzmir	YESİLYURT	Guralp	NACI SENSOY LİSESİ	38.372300	27.108400	106	745
3526	İzmir	MENEMEN	Guralp	SEYREK BELEDİYESİ SPOR SALONU	38.588120	26.975600	6	205
3527	İzmir	KARABURUN	Guralp	HALK EĞİTİM MERKEZİ	38.639030	26.512770	60	207
3528	İzmir	CESME	Guralp	İLİCA METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	38.303930	26.372560	17	532
3529	İzmir	SELÇUK	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.944250	27.367530	15	306
3530	İzmir	BORNOVA	Guralp	EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAFÜLTESİ	38.453020	27.224440	35	270
3540	İzmir	ODEMİS_BALABANLI	Guralp	BALABANLI KOYU	38.136700	27.952200	168	
3541	İzmir	DIKİLİ_DELİKTAS	Guralp	DELİKTAS KOYU	38.984200	26.928100	1021	
3603	Kars	ARPAÇAY	Guralp	HUKUMET KONAĞI	40.845850	43.328610	1691	
3604	Kars	SARIKAMIS	Guralp	HUKUMET KONAĞI	40.331330	42.589880	2098	
3701	Kastamonu	TOSYA	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	41.013190	34.036710	873	362
3702	Kastamonu	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MÜDÜRLÜĞÜ	41.416390	33.796940	755	514
3801	Kayseri	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	38.689630	35.499860	1096	407
3901	Kırklareli	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MÜDÜRLÜĞÜ	41.737740	27.215090	218	
4001	Kırşehir	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MÜDÜRLÜĞÜ	39.159540	34.161510	754	460
4102	Kocaeli	ALİKAHYA_İZAYDAS	Guralp	KATI ATIK YAKMA TESİSİ	40.784630	30.026490	126	1000
4103	Kocaeli	ALİKAHYA_İZAYDAS	Guralp	KATI ATIK YAKMA TESİSİ BİNASI	40.785770	30.025040	126	1013
4104	Kocaeli	BASISKELE_YUVACIK	Guralp	BARAJ İDARİ BİNA	40.680380	29.969980	109	770
4105	Kocaeli	BASISKELE_YUVACIK	Guralp	BARAJ GOVDE	40.674410	29.969350	177	289
4106	Kocaeli	GEBZE	Guralp	TUBİTAK MARMARA ARASTIRMA MERKEZİ	40.786270	29.450030	198	701
4107	Kocaeli	KARABAS	Guralp	BUYUKSEHIR BELEDİYESİ BAHCİ	40.760210	29.932440	12	305
4108	Kocaeli	KARABAS	Guralp	BUYUKSEHIR BELEDİYESİ KAT 5 (5th FLOOR)	40.760230	29.932930	22	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
4110	Kocaeli	KANDIRA	Guralp	HUKUMET KONAGI	41.069100	30.152500	37	380
4111	Kocaeli	KARAMURSEL	Guralp	DEVLET HASTANESİ	40.684400	29.588800	30	300
4112	Kocaeli	GOLCUK	Guralp	BARBAROS HAYRETTİN PASA PARKI	40.724500	29.840000	10	352
4113	Kocaeli	KORFEZ	Guralp	KOCAELİ KORFEZ BELEDİYESİ	40.776800	29.733500	33	300
4114	Kocaeli	CAYIROVA	Guralp	SEKERPINAR TAYSAD OSB	40.868970	29.407760	207	
4115	Kocaeli	KORFEZ	Guralp	GUNEY TUPRAS	40.743280	29.780150	7	
4116	Kocaeli	BASISKELE	Guralp	KOCAELİ SERBEST BOLGE (KOSBAS)	40.719560	29.865830	3	
4117	Kocaeli	ARSLANBEY	Guralp	ATAKENT PAKMAYA M.İNCEKARA IOO O.O.	40.698920	30.026650	100	
4118	Kocaeli	TEPETARLA	Guralp	TEPETARLA MUHTARLIK CAMII	40.721630	30.078050	57	
4119	Kocaeli	DILOVASI	Guralp	DILISKELESİ C.GULMAN IOO	40.772860	29.520610	73	
4120	Kocaeli	ALIKAHYA	Guralp	ASIM KIBAR OSB	40.767610	30.027370	12	
4121	Kocaeli	KULLAR	Guralp	MESLEK YUKSEK OKULU	40.722770	29.969850	39	
4122	Kocaeli	KOSEKOY	Guralp	MESLEK YUKSEK OKULU	40.748290	30.026330	17	
4123	Kocaeli	IHSANIYE	Guralp	FORD FABRİKASI	40.715150	29.847940	5	
4124	Kocaeli	HEREKE	Guralp	NUH CIMENTO	40.783080	29.606250	65	
4125	Kocaeli	KOZLUK_METEOR	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.766500	29.917210	77	826
4126	Kocaeli	KOZLUK_MUZE	Guralp	ETNOGRAFYA MUZESİ	40.762520	29.914850	4	
4127	Kocaeli	KOZLUK_SEKAPARK	Guralp	KBB SISMOLOJİ MERKEZİ	40.760870	29.904730	3	
4128	Kocaeli	KARTEPE	Guralp	ESKİ HAYVAN BARINAGI	40.724900	30.024350	47	
4129	Kocaeli	ACISU	Guralp	KÜLTÜR MERKEZİ	40.717450	30.112170	40	
4130	Kocaeli	DARICA	Guralp	NIKAH MEMURLUGU	40.754460	29.387870	22	
4131	Kocaeli	UMUTTEPE	Guralp	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ UMUTTEPE KAMPUSU	40.820540	29.921860	366	
4132	Kocaeli	CAYIROVA_2	Guralp	BELEDİYE BAHCESİ	40.830460	29.381300	67	
4202	Konya	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	37.904170	32.515830	1013	321
4301	Kütahya	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	39.427790	29.991550	932	267
4304	Kütahya	GEDİZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.994780	29.400400	735	343
4306	Kütahya	EMET	Guralp	KARAYOLLARI 148.SUBE MUDURLUGU	39.336120	29.249050	853	304

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
4310	Kütahya	TAVSANLI	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.538440	29.493870	833	
4401	Malatya	MERKEZ	Guralp	KARAYOLLARI 81.SUBE SEFLİĞİ	38.348870	38.334950	998	481
4404	Malatya	POTURGE	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUĞU	38.195880	38.873850	1255	1380
4405	Malatya	HEKİMHAN	Guralp	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	38.810700	37.939600	1147	
4406	Malatya	AKCADAG	Guralp	HUKUMET KONAĞI	38.343880	37.973780	1050	
4407	Malatya	ARGUVAN	Guralp	HUKUMET KONAĞI	38.780660	38.264060	1165	
4501	Manisa	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	38.612590	27.381380	106	340
4502	Manisa	AKHISAR	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.911210	27.823260	94	292
4503	Manisa	ALASEHIR	Guralp	SULAMA BİRLİĞİ	38.355460	28.514250	200	358
4504	Manisa	DEMİRCİ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.035030	28.648120	853	336
4505	Manisa	GORDES	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUĞU	38.939840	28.283640	670	629
4506	Manisa	SALİHLİ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.483110	28.123470	111	273
4610	K.Maraş	ELBİSTAN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.203680	37.197710	1133	315
4611	K.Maraş	CAGLAYANCERİT	Guralp	KAYMAKAMLIK LOJMANI	37.747200	37.284260	1097	
4612	K.Maraş	GOKSUN	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.023950	36.481870	1340	
4627	K.Maraş	NARLI_2	Guralp	NARLI BELEDİYESİ SU DEPOSU	37.391900	37.157400	650	
4633	K.Maraş	TURKOĞLU_HACİBEBEK	Guralp	HACİBEBEK KOYU	37.343900	36.908000	525	
4701	Mardin	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	37.326320	40.723740	930	709
4702	Mardin	MİDYAT	Guralp	HUKUMET KONAĞI	37.417140	41.357430	933	
4801	Muğla	MERKEZ	Guralp	İL GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	37.214460	28.356120	638	466
4803	Muğla	FETHİYE	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	36.626390	29.123990	3	248
4809	Muğla	BODRUM	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	37.033040	27.439970	25	747
4810	Muğla	MARMARIS	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	36.839420	28.244830	19	393
4811	Muğla	KOYCEGİZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	36.969680	28.686750	17	372
4813	Muğla	BODRUM_2	Guralp	TELEKOM KAYABASI RL	37.064680	27.442770	368	
4901	Muş	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	38.761110	41.503940	1303	315
4903	Muş	BULANIK	Guralp	KAYMAKAMLIK BAHCESİ	39.092810	42.273090	1481	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
4904	Muş	KORKUT	Guralp	KAYMAKAMLIK	38.735550	41.774160	1300	
4905	Muş	VARTO	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.176390	41.445530	1494	
4906	Muş	MALAZGIRT	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.143850	42.530800	1519	311
5001	Nevşehir	MERKEZ	Guralp	İL ÖZEL İDARE	38.660450	34.733170	1140	
5102	Niğde	MERKEZ	Guralp	SOSYAL DAYANISMA VAKFI	37.967890	34.673000	1229	678
5201	Ordu	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	40.975100	37.917400	4	199
5401	Sakarya	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	40.736190	30.380800	46	412
5501	Samsun	MERKEZ	Guralp	KARAYOLLARI 7.BOLGE MUDURLUGU	41.326840	36.305010	10	
5502	Samsun	LADIK	Guralp	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	40.909380	35.902530	916	422
5503	Samsun	VEZİRKOPRU	Guralp	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	41.137720	35.466410	335	246
5601	Siirt	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.912000	41.931000	890	
5701	Sinop	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	42.029610	35.154270	24	350
5702	Sinop	MERKEZ_2	Guralp	SİS DUDUGU FENERİ	42.018400	35.201900	216	
5801	Sivas	SUSEHİRİ	Guralp	DSİ 192.SUBE MUDURLUGU	40.169280	38.106320	966	413
5803	Sivas	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.743820	37.001790	1285	659
5805	Sivas	ALTINYAYLA	Guralp	HUKUMET KONAĞI	39.272980	36.747010	1454	
5806	Sivas	KOYULHISAR	Guralp	JANDARMA KOMANDO BİRLİĞİ	40.300280	37.825220	856	
5904	Tekirdağ	SARKOY	Guralp	SAGLIK OCAGI	40.614850	27.122560	10	225
6001	Tokat	MERKEZ	Guralp	DSİ	40.329150	36.555220	590	324
6004	Tokat	RESADIYE	Guralp	TERMAL OTEL	40.394400	37.329090	485	376
6005	Tokat	ERBAA	Guralp	BELEDİYE SERACILIK	40.698040	36.569210	198	327
6006	Tokat	NIKSAR	Guralp	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.598350	36.934550	330	
6007	Tokat	TURHAL	Guralp	DEVLET HASTANESİ	40.383950	36.071730	550	
6101	Trabzon	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	40.993790	39.668540	19	574
6301	Ş.Urfa	MERKEZ	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUGU	37.168060	38.801390	548	652
6302	Ş.Urfa	VİRANSEHIR	Guralp	VEREM SAVAS DISPANSERİ	37.234200	39.750900	550	
6303	Ş.Urfa	SIVEREK	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.752400	39.329100	800	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
6304	Ş.Urfa	BOZOVA	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	37.365090	38.513160	617	
6401	Uşak	MERKEZ	Guralp	KANUNİ SULTAN SULEYMAN MESLEKİ VE TEKNİK LİSESİ	38.672640	29.404000	920	285
6501	Van	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	38.503470	43.401770	1745	363
6505	Van	CALDIRAN	Guralp	KAYMAKAMLIK KONUTU	39.135000	43.901060	2043	
6506	Van	ERCİS	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.019630	43.337970	1681	
6507	Van	GEVAS	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.296320	43.119760	1696	
6508	Van	OZALP	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	38.657290	43.976650	1994	
6512	Van	MURADIYE	Guralp	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	38.990020	43.762970	1712	293
6601	Yozgat	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.824290	34.815890	1295	906
6701	Zonguldak	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	41.451100	31.778800	50	
6801	Aksaray	MERKEZ	Guralp	VALİLİK EK BİNA	38.370880	34.026990	980	
6901	Bayburt	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	40.262300	40.210100	1614	519
7001	Karaman	MERKEZ	Guralp	HUKUMET KONAĞI	37.171670	33.225830	1060	538
7101	Kırıkkale	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.849720	33.517970	754	421
7201	Batman	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	37.873000	41.151120	597	450
7301	Şırnak	MERKEZ	Guralp	VALİLİK	37.523010	42.453440	1363	
7401	Bartın	MERKEZ	Guralp	ÇEVRE VE SEHİRCİLİK MUDURLUĞU	41.633060	32.333060	17	200
7402	Bartın	MERKEZ_2	Guralp	SARAYLI KOYU	41.636100	32.250400	233	
7713	Yalova	KURTKOY	Guralp	ESKİ TAŞ OCAGI	40.590500	29.209200	122	
7801	Karabük	MERKEZ	Guralp	KARABUK ÜNİVERSİTESİ	41.213790	32.652520	302	530
7901	Kilis	MERKEZ	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	36.708800	37.112300	640	
8002	Osmaniye	BAHÇE	Guralp	ÇOK PROGRAMLI LİSE BAHCESİ	37.191560	36.561950	593	430
8102	Düzce	MERKEZ	Guralp	VEREM SAVAS DISPANSERİ	40.834200	31.164400	160	280
8103	Düzce	KAYNASLI	Guralp	ACIL DESTEK VAKFI	40.786100	31.282200	248	345
8104	Düzce	BEYCİLER	Guralp	İZLE REHABİLİTASYON MERKEZİ	40.861090	31.180430	152	398
8105	Düzce	KONURALP	Guralp	ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ	40.902780	31.151980	195	914
8106	Düzce	AYDINPINAR	Guralp	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	40.767050	31.112380	143	338

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
8107	Düzce	MERKEZ	Guralp	ET KOMBINASI	40.838640	31.112860	143	
8108	Düzce	MERKEZ	Guralp	KALICI KONUTLAR	40.861280	31.230020	250	487
99001	KKTC	LEFKE	Guralp	AVRUPA UNIVERSITESI	35.129310	32.831890	54	473
99002	KKTC	GUZELYURT	Guralp	SIVIL SAVUNMA	35.190230	32.992830	52	
99003	KKTC	KALKANLI	Guralp	ODTU KAMPUSU	35.250420	33.021210	132	
99004	KKTC	SADRAZAMKOY	Guralp	VILLA KONUTLARI	35.387670	32.950090	28	408
99005	KKTC	GIRNE	Guralp	BELEDIYE PARKI	35.340400	33.322310	23	457
99006	KKTC	ESENTEPE	Guralp	SIVIL SAVUNMA	35.351090	33.584970	15	679
99007	KKTC	YENIERENKOY	Guralp	HAYATI GUVEN SPOR SALONU	35.525140	34.175010	122	575
99008	KKTC	TUZLA	Guralp	DAU KONGRE MERKEZI	35.164550	33.904960	4	263
99009	KKTC	GAZI MAGOSA	Guralp	SIVIL SAVUNMA	35.126980	33.926350	10	409
99010	KKTC	BEYARMUDU	Guralp	BELEDIYESI	35.040630	33.708930	87	505
99011	KKTC	LEFKOSA	Guralp	ULUSLARARASI KIBRIS UNIVERSITESI	35.220720	33.414890	129	
99012	KKTC	LEFKOSA	Guralp	TMMOB	35.182710	33.367710	144	309
99013	KKTC	LEFKOSA	Guralp	SIVIL SAVUNMA	35.197480	33.331420	133	
126	Adana	ALADAG	Sara	NECATI KURMEL OGRENCI YURDU	37.545520	35.391930	834	
127	Adana	FEKE	Sara	DEVLET HASTANESI	37.816180	35.920440	614	
128	Adana	KARAIKALI	Sara	DOGA KORUMA VE MILLI PARKLAR MUDURLUGU	37.250290	35.062790	236	
129	Adana	TUFANBEYLI	Sara	ATATURK YATILI BOLGE OKULU	38.259200	36.210860	1456	
209	Adiyaman	SAMSAT	Sara	ORENTAS SEHIT YUSUF ATAL ILKOGRETIM OKULU	37.590740	38.478680	602	
210	Adiyaman	MERKEZ_2	Sara	MEVLANA ORTAOKULU	37.786260	38.254390	741	
212	Adiyaman	SINCIK	Sara	HUKUMET KONAGI	38.027700	38.624090	274	
308	Afyon	SANDIKLI	GeoSig	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	38.437010	30.252450	1056	357
310	Afyon	EMIRDAG	GeoSig	DEVLET HASTANESI	39.005230	31.144010	1005	
311	Afyon	SUHUT	GeoSig	KAYMAKAMLIK	38.532900	30.543670	1145	
312	Afyon	BOLVADIN	Sara	ILCE MILLI EGITIM MUDURLUGU	38.718930	31.040110	997	
313	Afyon	CAY	Sara	KAYMAKAMLIK	38.593500	31.026750	1036	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
314	Afyon	SINANPASA	Sara	HALK EGITIM MUDURLUGU	38.744150	30.246460	1117	
405	Ağrı	DOGUBEYAZIT	GeoSig	SAGLIK OCAGI	39.549260	44.090890	1593	271
406	Ağrı	DIYADIN	Sara	HUKUMET KONAGI	39.543570	43.669540	1939	
509	Amasya	TASOVA	GeoSig	MUFTULUK	40.759900	36.320470	214	
510	Amasya	GUMUSHACIKOY	GeoSig	DEVLET HASTANESI	40.881530	35.203400	846	
511	Amasya	HAMAMOZU	Sara	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.785680	35.028540	707	
512	Amasya	SULUOVA	Sara	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.815360	35.663110	519	
601	Ankara	BEYPAZARI	GeoSig	METEOROLOJI MUDURLUGU	40.160780	31.916980	684	340
602	Ankara	HAYMANA	GeoSig	ILCE MILLI EGITIM MUDURLUGU	39.435420	32.495940	1220	419
617	Ankara	KIZILCAHAMAM	GeoSig	METEOROLOJI MUDURLUGU	40.456850	32.631890	991	
618	Ankara	CAMLIDERE	GeoSig	HUKUMET KONAGI	40.479760	32.455450	1175	
619	Ankara	ESKISEHIR YOLU	GeoSig	AFAD	39.905450	32.757050	851	265
621	Ankara	CUBUK	GeoSig	GENCLIK VE SPOR IL MUDURLUGU	40.229430	33.028890	995	
622	Ankara	POLATLI	GeoSig	DOGA KORUMA VE MILLI PARKLAR SEFLIGI	39.583440	32.162810	889	
632	Ankara	NALLIHAN	Sara	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.183960	31.362720	989	
633	Ankara	ELMADAG	Sara	SEHIT SERTAC UZUN MESLEKI VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	39.921440	33.224370	1099	
634	Ankara	KALECIK	Sara	AHILER ILKOKULU	40.106130	33.415960	710	
636	Ankara	SEREFLIKOCHisAR_2	Sara	DEREKOVAN BELDESİ	38.937990	33.540080	1132	
637	Ankara	BEYPAZARI_2	Sara	RL İSTASYONU	40.167440	31.921260	785	
638	Ankara	BALA_2	Sara	YAYLAOZU KOYU	39.553750	33.122500	987	
639	Ankara	KIZILCAHAMAM_2	Sara	RL İSTASYONU	40.469750	32.650580	1211	
640	Ankara	KALECIK_2	Sara	KARGIN KOYU	40.097220	33.408390	850	
641	Ankara	KAHRAMANKAZAN	Sara	ILCE SAGLIK MERKEZİ	40.223270	32.673630	925	
712	Antalya	FINIKE	GeoSig	METEOROLOJI MUDURLUGU	36.302190	30.148040	1	299
713	Antalya	ALANYA	GeoSig	BELEDİYE	36.542860	32.004340	1	
714	Antalya	ALANYA	GeoSig	BELEDİYE SPOR TESİSLERİ	36.555470	31.986670	12	
716	Antalya	KALKAN	GeoSig	BELEDİYE	36.268500	29.412800	78	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
717	Antalya	KEPEZ	GeoSig	BELEDİYE ARIF NİHAT ASYA AÇIK HAVA TİYATROSU	36.949500	30.641900	194	
718	Antalya	GAZIPASA_2	GeoSig	KAYMAKAMLIK	36.267760	32.316980	21	
911	Aydın	SOKE	GeoSig	YENİKENT HARIKALAR DIYARI	37.761630	27.392130	67	
912	Aydın	BUHARKENT	GeoSig	DEVLET HASTANESİ	37.973850	28.746030	212	390
913	Aydın	KUYUCAK	GeoSig	DEVLET HASTANESİ	37.911520	28.465440	93	301
914	Aydın	NAZILLI	GeoSig	DOGA KORUMA VE MILLI PARKLAR SEFLİGİ	37.913330	28.343080	82	269
915	Aydın	SULTANHISAR	GeoSig	SAHIL SULAMA BIRLIGI BASKANLIGI	37.884050	28.150560	74	354
916	Aydın	KOSK	GeoSig	SAGLIK OCAGI	37.857160	28.050250	81	371
917	Aydın	CINE	GeoSig	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	37.605200	28.058400	81	
918	Aydın	DIDİM	GeoSig	HUKUMET KONAGI	37.369700	27.264300	47	
919	Aydın	KARPUZLU	GeoSig	HALK EGİTİM MERKEZİ	37.559500	27.835500	108	
920	Aydın	SARIKEMER	GeoSig	BELEDİYE SU DEPOSU	37.560400	27.374900	58	
921	Aydın	GERMENCİK	Sara	DEVLET HASTANESİ	37.874700	27.592230	66	
922	Aydın	INCİRLİOVA	Sara	SPOR LİSESİ BAHCESİ	37.853660	27.708210	34	
923	Aydın	YENİPAZAR	Sara	KOYUNLAR GOLETİ KRET (CREST)	37.744920	28.222920	757	
924	Aydın	YENİPAZAR	Sara	KOYUNLAR GOLETİ ANAKAYA (DAM-BEDROCK)	37.744870	28.223630	771	
925	Aydın	NAZILLI	Sara	ISABEYLİ BARAJI(KRET)(DAM-CREST)	37.941870	28.253220	266	
1008	Balıkesir	BIGADIC	GeoSig	DSİ	39.397860	28.127330	148	300
1011	Balıkesir	EDİNCİK	GeoSig	SAGLIK OCAGI	40.336010	27.861040	174	330
1015	Balıkesir	SİNDİRGI	GeoSig	HUKUMET KONAGI	39.239510	28.171400	234	238
1018	Balıkesir	ERDEK	GeoSig	GENCLİK VE SPOR İL MUDURLUGU SPOR SALONU	40.409290	27.787830	21	
1019	Balıkesir	BURHANIYE	GeoSig	DOHAD	39.497950	26.975340	55	
1020	Balıkesir	SUSURLUK	GeoSig	BELEDİYE MISAFIRHANESİ	39.917140	28.164110	53	
1021	Balıkesir	BALYA	Sara	ZUBEYDE HANIM YATILI BOLGE OKULU	39.747360	27.576190	248	
1022	Balıkesir	İVRİNDİ	Sara	ORMAN İŞLETME SEFLİGİ	39.581700	27.493640	262	
1023	Balıkesir	KEPSUT	Sara	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.682460	28.166610	117	
1024	Balıkesir	MANYAS	Sara	İLCE MILLI EGİTİM MUDURLUGU	40.047480	27.974030	25	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
1026	Balıkesir	GOMEC	Sara	AHMET TULUN HIMAM ILKOKULU	39.384450	26.838620	27	
1027	Balıkesir	EDREMIT_ALTINOLUK	Sara	MUSTAFA ERCETIN ORTAOKULU	39.573830	26.742200	61	
1028	Balıkesir	EDREMIT_AKCAI	Sara	NIHAT TANSOY ILKOKULU	39.585500	26.923030	5	
1103	Bilecik	GOLPAZARI	Sara	HUKUMET KONAGI	40.282200	30.308280	538	
1104	Bilecik	OSMANELI	Sara	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.357370	30.018310	113	
1105	Bilecik	SOGUT	Sara	SPOR SALONU	40.023110	30.179000	667	
1106	Bilecik	YENIPAZAR	Sara	HALK EGITIM MERKEZI	40.176870	30.520850	626	
1212	Bingöl	YEDISU	GeoSig	KAYMAKAMLIK	39.433700	40.547700	1523	
1213	Bingöl	ADAKLI	GeoSig	ILCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.231000	40.477400	1500	
1215	Bingöl	MERKEZ	Sara	ICMELER M. AKIF INAN ORTAOKULU	38.834980	40.556870	1045	
1304	Bitlis	TATVAN	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.503110	42.280970	1676	273
1403	Bolu	GOYNUK	GeoSig	BELEDİYE HAVA MEYDANLARI	40.398420	30.789750	825	472
1409	Bolu	DORTDIVAN	GeoSig	AKSAM SANAT OKULU	40.717010	32.063560	1169	
1410	Bolu	YENICAG	GeoSig	NENEHATUN ANAOKULU	40.771130	32.036990	1002	
1411	Bolu	MERKEZ_2	GeoSig	KARACASU TERMAL TESİSLERİ	40.684640	31.617490	720	
1413	Bolu	MENGEN_2	Sara	YENIKONAK KOYU	40.938560	32.074120	658	
1504	Burdur	BUCAK	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	37.458200	30.587610	803	694
1506	Burdur	GOLHISAR	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	37.147210	29.509460	1000	
1507	Burdur	KOZLUCA	GeoSig	MUHTARLIK	37.494200	30.133600	1119	
1508	Burdur	SOGUT	GeoSig	BELEDİYE	37.036300	29.821400	1412	
1619	Bursa	ORHANGAZI	GeoSig	CARGILL	40.422360	29.290700	132	348
1620	Bursa	YILDIRIM	GeoSig	SİVİL SAVUNMA LOJMANLARI	40.182400	29.129600	193	459
1621	Bursa	NİLUFER	GeoSig	BELEDİYE AFET KRİZ MERKEZİ	40.226860	28.975580	119	
1627	Bursa	OSMANGAZI	GeoSig	KUCUKBALIKLI AFAD	40.225660	29.075180	91	249
1628	Bursa	DEMİRTAS	GeoSig	BELEDİYE PARKI	40.273430	29.095890	143	488
1629	Bursa	GEMLİK	GeoSig	ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ	40.425390	29.166580	2	229
1630	Bursa	KURTUL	GeoSig	MUHTARLIK BAHÇESİ	40.362980	29.122070	74	301

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
1631	Bursa	ORHANGAZI	GeoSig	TARIM ILCE MUDURLUGU	40.486460	29.308050	120	
1632	Bursa	UMURBEY	GeoSig	SAGLIK MESLEK LİSESİ	40.410490	29.179280	194	366
1633	Bursa	KARACABEY	GeoSig	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.214740	28.363190	59	
1634	Bursa	BUYUKORHAN	Sara	KAPALI SPOR SALONU	39.776320	28.882070	821	
1635	Bursa	GEDELEK	Sara	SAGLIK OCAGI	40.449650	29.258700	169	
1636	Bursa	GURSU	Sara	HUKUMET KONAGI	40.217090	29.194620	118	
1637	Bursa	KUMLA	Sara	BELEDIYE ARITMA TESİSİ	40.476320	29.094630	11	
1638	Bursa	KURSUNLU	Sara	BELEDIYE HALI SAHA	40.361150	29.033300	10	
1639	Bursa	MUSKULE	Sara	ILKOKUL	40.377600	29.541770	250	
1640	Bursa	ORHANELİ	Sara	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.911170	28.986770	465	
1641	Bursa	YENİSEHIR	Sara	TOKI BELEDIYE PARKI	40.276850	29.652450	235	
1704	Çanakkale	EZINE	GeoSig	METEOROLOJİ İSTASYONU	39.773880	26.345630	68	403
1707	Çanakkale	YENİCE	GeoSig	HUKUMET KONAGI	39.929160	27.259080	275	324
1712	Çanakkale	KARABİGA	GeoSig	MUSTAFA KEMAL ORTAOKULU	40.403960	27.303490	6	683
1713	Çanakkale	MERKEZ_2	GeoSig	ANAFARTALAR YUZME HAVUZU	40.162160	26.411660	53	
1714	Çanakkale	KEPEZ	GeoSig	ONSEKİZ MART UNIVERSİTESİ	40.112910	26.422050	128	
1715	Çanakkale	LAPSEKİ	GeoSig	GENCLİK VE SPOR İL MUDURLUGU SPOR SAHASI	40.363160	26.692250	24	
1716	Çanakkale	AYVACIK	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	39.599650	26.407610	256	
1717	Çanakkale	ECEABAT	GeoSig	KAYMAKAMLIK	40.181800	26.357800	11	
1718	Çanakkale	BAYRAMIC	Sara	ÖZEL İDARE GARAJI	39.813280	26.586220	89	
1719	Çanakkale	CAN	Sara	HUKUMET KONAGI	40.029340	27.049960	80	
1720	Çanakkale	AYVACIK_GULPINAR	Sara	YATILI İLKOGRETİM BOLGE OKULU	39.528760	26.120640	160	
1722	Çanakkale	GOKCEADA	GeoSig	KAYMAKAMLIK	40.197390	25.903400	62	
1804	Çankırı	ORTA	GeoSig	HALK EĞİTİM MUDURLUGU	40.612440	33.082220	1243	
1805	Çankırı	ILGAZ	GeoSig	HALK EĞİTİM MUDURLUGU	40.931120	33.623160	959	
1806	Çankırı	ÇANKIRI_MERKEZ_2	GeoSig	JICA İSTASYONU	40.600980	33.601880	794	
1807	Çankırı	KURSUNLU	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.843470	33.258540	1144	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
1808	Çankırı	ILGAZ_2	Sara	BUKCUK KOYU	40.924750	33.628160	938	
1809	Çankırı	BAYRAMOREN	Sara	HUKUMET KONAGI	40.944770	33.197750	880	
1810	Çankırı	KIZILIRMAK	Sara	HALK EGITIM MERKEZI VE OGRETME NEVİ	40.345950	33.987620	553	
1906	Çorum	MECITOZU	GeoSig	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.521080	35.299760	792	
1907	Çorum	ALACA	GeoSig	M.CELİK ANADOLU LİSESİ ÖĞRENCİ PANSİYONU	40.174460	34.857700	925	
1908	Çorum	SUNGURLU	GeoSig	ŞEHİT İLHAN ÇAYLAN ANAOKULU	40.157010	34.382450	762	
1909	Çorum	ISKILIP	Sara	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.725300	34.467470	1080	
1910	Çorum	BOGAZKALE	Sara	İLCE DEVLET HASTANESİ	40.027670	34.600890	210	
1911	Çorum	ORTAKOY	Sara	ÇOK PROGRAMLI LİSESİ KAPALI SPOR SALONU	40.272180	35.253070	722	
2005	Denizli	CARDAK	GeoSig	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	37.824460	29.668130	863	395
2012	Denizli	MERKEZ	GeoSig	MERKEZEFENDİ BELEDİYESİ MALİ HİZMETLER MUDURLUGU	37.778120	29.084290	395	
2013	Denizli	BULDAN	GeoSig	HUKUMET KONAGI	38.044830	28.833590	621	345
2014	Denizli	CAMELİ	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	37.074110	29.346360	1297	344
2015	Denizli	SARAYKOY	GeoSig	DSİ BASMUDURLUGU	37.925470	28.928800	161	232
2016	Denizli	HONAZ	GeoSig	ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	37.804410	29.240030	368	805
2017	Denizli	ACIPAYAM	GeoSig	DOĞA KORUMA VE MİLLİ PARKLAR	37.433500	29.350200	906	
2018	Denizli	BEYAGAC	GeoSig	MAL MUDURLUGU	37.233000	28.894800	705	
2019	Denizli	KALE	GeoSig	HUKUMET KONAGI	37.442000	28.843800	1055	
2020	Denizli	TAVAS	GeoSig	TOPLUM SAĞLIĞI MERKEZİ	37.571100	29.069400	958	
2024	Denizli	CAL	Sara	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	38.086840	29.395430	844	
2025	Denizli	CIVRİL	Sara	HUKUMET KONAGI	38.295720	29.736590	837	
2103	Diyarbakır	MERKEZ_SUR	GeoSig	AFAD	37.944060	40.312740	730	
2104	Diyarbakır	ERGANI	GeoSig	DOĞA KORUMA MUDURLUGU	38.264400	39.759000	919	
2105	Diyarbakır	DİCLE	GeoSig	KAYMAKAMLIK	38.358100	40.071300	873	
2106	Diyarbakır	LİCE	GeoSig	KAYMAKAMLIK	38.461600	40.647000	1006	
2203	Edirne	KESAN	GeoSig	VEREM SAVAS DISPANSERİ	40.868100	26.631900	55	
2204	Edirne	UZUNKOPRU	GeoSig	HUZUREVİ	41.293200	26.689900	51	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
2205	Edirne	LALAPASA	Sara	BELEDİYE SU TERFİ DEPOSU	41.830310	26.736350	177	
2206	Edirne	HAVSA	Sara	İLÇE DEVLET HASTANESİ	41.550470	26.809230	102	
2207	Edirne	IPSALA	Sara	DSI 114. SUBE MUDURLUGU	40.904860	26.374010	18	
2412	Erzincan	CAGLAYAN	Sara	COK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ	39.591950	39.692160	1238	
2413	Erzincan	CAYIRLI	Sara	KAYMAKAMLIK	39.807710	40.038560	1522	
2414	Erzincan	YALNIZBAG	Sara	ORTAOKUL	39.795050	39.418620	1301	
2415	Erzincan	ILIC	Sara	ANAGOLD MADENCILIK ORTAOKULU	39.461040	38.554930	1018	
2513	Erzurum	HINIS	GeoSig	HALK KUTUPHANESİ	39.362410	41.706010	1728	
2516	Erzurum	CAT	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.615300	40.975600	1919	
2517	Erzurum	OLTU	GeoSig	DOGA KORUMA VE MILLI PARKLAR	40.550230	41.995090	1313	480
2518	Erzurum	TORTUM	Sara	COK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ	40.302150	41.538880	1571	
2519	Erzurum	OLUR	Sara	KAZIM KARABEKİR ORTAOKULU	40.826630	42.132550	1345	
2520	Erzurum	ISPIR	Sara	ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ	40.488070	41.008830	1224	
2609	Eskişehir	SEYITGAZI	GeoSig	TOPLUM SAĞLIĞI MERKEZİ	39.446260	30.696580	999	407
2617	Eskişehir	MIHALGAZI	Sara	BELEDİYE DEPOSU	40.027500	30.572440	211	
2618	Eskişehir	ALPU	Sara	HUKUMET KONAGI	39.766760	30.958450	766	
2619	Eskişehir	MIHALICCIK	Sara	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	39.858520	31.492600	1277	
2620	Eskişehir	SIVRIHISAR	Sara	TOPLUM SAĞLIĞI MERKEZİ	39.447200	31.535110	1081	
2705	G.Antep	ISLAHIYE	GeoSig	OPET ANADOLU LİSESİ	37.011840	36.620620	574	
2707	G.Antep	ISLAHIYE_ALTINUZUM	Sara	ESKİ ALTINUZUM BELEDİYESİ	36.930890	36.573770	487	
2708	G.Antep	ISLAHIYE_FEVZIPASA	Sara	SAGLIK OCAGI	37.099330	36.648370	554	
2709	G.Antep	ISLAHIYE_KOZDERE	Sara	KOZDERE İLKOKULU	37.128530	36.670480	531	
2712	G.Antep	NURDAGI	Sara	COK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ KIZ PANSİYONU	37.184000	36.732830	536	599
2801	Giresun	MERKEZ	Sara	DSI 226. SUBE MUDURLUGU	40.906610	38.361150	15	
2802	Giresun	ALUCRA	Sara	GENCLİK VE SPOR MUD.KAPALI SPOR SALONU	40.332030	38.760260	1461	
2803	Giresun	SEBINKARAHISAR	Sara	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.295190	38.427000	1359	
2903	Gümüşhane	KOSE	Sara	DEVLET HASTANESİ	40.208410	39.658640	1594	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V ₅₃₀
2904	Gümüşhane	SIRAN	Sara	SEHIT TURGAY TURKMEN ILKOGRETİM OKULU	40.190840	39.118450	1443	
3123	Hatay	KANATLI MAH.	GeoSig	DSI 63. SUBE SEFLİGİ	36.214230	36.159730	85	470
3124	Hatay	GUZELBURC	GeoSig	KARAYOLLARI 53. SUBE SEFLİGİ	36.238700	36.172200	84	
3125	Hatay	AFET KONUTLARI	GeoSig	DSI MAKİNE İKMAL SEFLİGİ	36.238080	36.132640	156	
3126	Hatay	AKASYA MAH.	GeoSig	B.SABUNCU GUZEL SANATLAR VE SPOR LİSESİ	36.220200	36.137500	123	
3127	Hatay	ESENTEPE MAH.	GeoSig	HURRIYET İSİTME ENGELLİLER İOO	36.210000	36.135300	121	
3128	Hatay	ESENLIK MAH.	GeoSig	HAYRETTİN ÖZKAN ORTAOKULU	36.205600	36.147100	104	
3129	Hatay	TURUNCLU	GeoSig	SEHİT H.ÜCYILDIZ İOO	36.191170	36.134300	106	
3130	Hatay	DEFNE	GeoSig	ASAGIOKÇULAR A.YİGİTOĞLU ORTAOKULU	36.179200	36.145000	86	
3131	Hatay	BAGRIYANIK MAH	GeoSig	FENERBAHÇE İLKOGRETİM OKULU	36.191210	36.163280	203	
3132	Hatay	ORHANLI MAH.	GeoSig	F.CAKMAK ANADOLU İ.H.L.	36.206730	36.171590	104	
3133	Hatay	REYHANLI	GeoSig	YATILI İLKOGRETİM BOLGE OKULU	36.243200	36.573600	170	
3134	Hatay	DORTYOL	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	36.827630	36.204850	29	
3135	Hatay	ARSUZ	GeoSig	ULUCINAR İLKOGRETİM OKULU	36.408860	35.883100	3	
3136	Hatay	ALTINOZU	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	36.115930	36.247220	269	344
3137	Hatay	HASSA_AKTEPE	GeoSig	SAGLIK OCAGI	36.692930	36.488520	260	688
3138	Hatay	HASSA	GeoSig	MERKEZ SAGLIK OCAGI	36.802620	36.511190	459	618
3139	Hatay	GUZELCE	GeoSig	SAGLIKEVİ	36.583830	36.414390	109	272
3140	Hatay	SAMANDAG	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	36.081550	35.949820	3	210
3141	Hatay	SERINYOL	GeoSig	ORMAN FİDANLIK MUDURLUGU	36.372600	36.219730	111	338
3142	Hatay	KIRIKHAN	GeoSig	75.YIL ANAOKULU	36.497970	36.366120	139	539
3143	Hatay	HASSA_AKBEZ	Sara	İNONU ORTAOKULU	36.848910	36.557140	430	
3144	Hatay	HASSA_HACILAR	Sara	ORTAOKUL	36.757460	36.486010	509	
3145	Hatay	KIRIKHAN_BALARMUDU	Sara	ORTAOKUL	36.645360	36.406400	695	
3146	Hatay	BELEN	Sara	COK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ	36.490760	36.226950	698	
3201	Isparta	SENİRKENT	GeoSig	ORMAN İSLETME MUDURLUGU	38.104760	30.557580	970	445
3203	Isparta	EGİRDİR	Sara	MADEM	37.821530	30.874010	926	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
3204	Isparta	GELENDOST	Sara	HUKUMET KONAGI	38.118010	31.016230	943	
3205	Isparta	KECIBORLU	Sara	SULEYMAN DEMIREL COK PROGRAMLI LISESI	37.930200	30.296070	1001	
3306	Mersin	MUT	GeoSig	ORMAN ISLETME MUDURLUGU	36.641690	33.439560	317	
3307	Mersin	ANAMUR	GeoSig	ORMAN ISLETME MUDURLUGU	36.081890	32.842240	44	
3411	İstanbul	FATİH	GeoSig	İL AFAD MUDURLUGU	41.011870	28.976050	34	
3412	İstanbul	BUYUKCEKMECE	GeoSig	KAYMAKAMLIK	41.020580	28.578210	13	
3413	İstanbul	HASDAL	GeoSig	İL AFAD MUDURLUGU	41.094330	28.948180	70	
3415	İstanbul	K.CEKMECE	GeoSig	TAEK NUKLEER SANTRAL REAKTORU	41.027290	28.758480	67	283
3416	İstanbul	YESILKOY	GeoSig	SIVIL SAVUNMA ARAMA KURTARMA BIRLIGI	40.974660	28.836350	30	
3417	İstanbul	SULTANBEYLI	GeoSig	ORMAN ISLETME SEFLIGI	40.954710	29.256270	224	
3421	İstanbul	KARTAL_B	Sara	KARTAL BELEDIYESI BODRUM KAT (BASEMENT)	40.890220	29.183630	105	
3422	İstanbul	KARTAL_K	Sara	KARTAL BELEDIYESI KAT2 (2nd FLOOR)	40.890220	29.183630	105	
3423	İstanbul	KARTAL_C	Sara	KARTAL BELEDIYESI KAT5 (5th FLOOR)	40.890220	29.183630	105	
3508	İzmir	KINIK	GeoSig	ITFAIYE MUDURLUGU	39.088300	27.374720	71	558
3509	İzmir	ODEMIS	GeoSig	METEOROLOJI MUDURLUGU	38.215650	27.964500	112	286
3531	İzmir	BAYINDIR	GeoSig	SPOR SALONU	38.219290	27.645690	93	
3532	İzmir	TORBALI	GeoSig	SAGLIK GRUP BASKANLIGI	38.159110	27.359560	39	
3533	İzmir	MENDERES	GeoSig	SAGLIK GRUP BASKANLIGI	38.257170	27.130170	127	
3534	İzmir	FOCA	GeoSig	REHA NECLA MIDILLI SAGLIK OCAGI	38.662410	26.758560	13	328
3535	İzmir	ALIAGA	GeoSig	TUPRAS HALK EGITIM MERKEZI	38.796290	26.963230	17	
3536	İzmir	SEFERIHISAR	GeoSig	HUKUMET KONAGI	38.196810	26.838390	34	
3537	İzmir	BERGAMA	GeoSig	DOGAL HAYATI KORUMA VE MILLI PARKLAR SEFLIGI	39.109570	27.170640	52	
3538	İzmir	GAZIEMIR	Sara	TOPLUM SAGLIGI MERKEZI	38.318700	27.123350	168	
3539	İzmir	TIRE	Sara	DEVLET HASTANESI	38.102290	27.721050	90	
3602	Kars	KAGIZMAN	GeoSig	HUKUMET KONAGI	40.144000	43.121000	843	555
3605	Kars	MERKEZ	GeoSig	CEVRE VE SEHIRCILIK IL MUDURLUGU	40.602760	43.082070	1763	270
3703	Kastamonu	ARAC	Sara	ILCE GENCLIK ve SPOR MUDURLUGU	41.245560	33.328410	282	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
3704	Kastamonu	TASKOPRU	Sara	ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	41.516140	34.210820	1002	
3705	Kastamonu	IHSANGAZI	Sara	IHSANGAZI İLKOKULU	41.206230	33.553630	863	
3802	Kayseri	SARIZ	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MÜDÜRLÜĞÜ	38.478120	36.503590	1595	
3803	Kayseri	DEVELİ	Sara	AYHAN YILDIRIM ANADOLU LİSESİ	38.394850	35.479120	1271	
3804	Kayseri	PINARBASI	Sara	HALK EĞİTİM MERKEZİ	38.722680	36.377900	1524	
3805	Kayseri	YAHYALI	Sara	SOSYAL GÜVENLİK KURUMU	38.105440	35.357820	1183	
3902	Kırklareli	LULEBURGAZ	GeoSig	ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	41.357050	27.324830	47	
3903	Kırklareli	IGNEADA	GeoSig	ATATURK İLKOKULU	41.881500	27.985300	16	
3905	Kırklareli	VİZE	Sara	İLÇE TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI	41.572370	27.759770	176	
4002	Kırşehir	KAMAN	GeoSig	İLÇE GENÇLİK VE SPOR MÜDÜRLÜĞÜ	39.365180	33.712580	1112	
4003	Kırşehir	CİCEKDAG	Sara	HALK EĞİTİM MERKEZİ	39.602510	34.416110	939	
4133	Kocaeli	GOLCUK_ULASLI	Sara	ULASLI MERKEZ CAMİİ	40.706460	29.693550	6	
4134	Kocaeli	KANDIRA_KEFKEN	Sara	AİLE SAĞLIĞI MERKEZİ	41.172050	30.231520	25	
4137	Kocaeli	DERİNCE	Sara	DERİNCE MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	40.774600	29.811640	94	
4138	Kocaeli	DARICA	Sara	SARISOGUTLER MUHTARLIĞI	40.788770	29.391960	51	
4139	Kocaeli	GOLCUK_2	Sara	SİRİNKÖY İLKOKULU	40.698210	29.819320	83	
4140	Kocaeli	KARAMURSEL_YALAKDERE	Sara	YALAKDERE MUHTARLIĞI	40.605610	29.563960	120	
4141	Kocaeli	MERKEZ	Sara	KREDİ YURTLAR KURUMU MÜD.	40.770890	29.971640	15	
4201	Konya	DOĞANHISAR	GeoSig	ÖMER İZGİ DEVLET HASTANESİ	38.141460	31.685240	1210	385
4203	Konya	CIHANBEYLİ	GeoSig	VERGİ DAİRESİ	38.654910	32.916560	952	
4204	Konya	YUNAK	GeoSig	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	38.820620	31.725760	1144	
4205	Konya	AKŞEHİR	GeoSig	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	38.338410	31.416690	1020	
4206	Konya	EREĞLİ	GeoSig	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.525060	34.048430	1032	
4207	Konya	SEYDİŞEHİR	GeoSig	ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	37.426800	31.848930	1148	
4208	Konya	BEYŞEHİR	GeoSig	METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ	37.677990	31.746610	1143	
4209	Konya	KARAPINAR	Sara	KÜLTÜR MERKEZİ	37.708980	33.544670	900	
4210	Konya	ALTINEKİN	Sara	İLÇE TARIM VE ORMAN MÜDÜRLÜĞÜ	38.308820	32.858950	204	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
4211	Konya	BOZKIR	Sara	SERUSTAD MESLEKI VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	37.185600	32.249910	1138	
4212	Konya	KADINHANI	Sara	İLCE TARIM VE ORMAN MUDURLUGU	38.238200	32.217570	1141	
4307	Kütahya	MERKEZ_2	GeoSig	ERTUGRUL GAZI İMAM HATİP ORTAOKULU	39.405300	30.014330	952	
4309	Kütahya	SİMAV	GeoSig	HUKUMET KONAGI	39.092820	28.978480	828	259
4311	Kütahya	DUMLUPINAR	GeoSig	AİLE SAĞLIK MERKEZİ	38.852410	29.981180	1237	
4312	Kütahya	ALTINTAS	Sara	ANAOKULU	39.057840	30.106490	1028	
4313	Kütahya	CAVDARHISAR	Sara	KAYMAKAMLIK	39.196040	29.619960	1012	
4314	Kütahya	DOMANIC	Sara	ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ	39.806250	29.617410	873	
4408	Malatya	DOĞANSEHIR	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	38.096160	37.887320	1215	654
4507	Manisa	TURGUTLU	GeoSig	HUZUREVİ	38.507480	27.706100	88	
4508	Manisa	SARUHANLI	GeoSig	SARIKIZ SULAMA BİRLİĞİ	38.732160	27.557400	38	
4509	Manisa	GOLMARMARA	Sara	TAHIR AYSE BARUTCUOĞLU ANAOKULU	38.707450	27.919940	103	
4510	Manisa	KULA	Sara	DORT EYLUL İLKOKULU	38.546080	28.643120	665	
4511	Manisa	SARIGOL	Sara	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	38.240030	28.691210	208	
4512	Manisa	SELENDİ	Sara	HALK EĞİTİM MERKEZİ	38.742160	28.865160	440	
4513	Manisa	SOMA	Sara	SEMA ALTINTAS ORTAOKULU	39.189200	27.617060	862	
4613	K.Maraş	ANDIRIN	GeoSig	MEHMET ALİ ZENGİN ANAOKULU	37.564620	36.357630	962	
4614	K.Maraş	PAZARCIK	GeoSig	PAZARCIK YATILI BOLGE ORTAOKULU	37.480400	37.289800	745	671
4615	K.Maraş	NARLI	GeoSig	CUKOBİRLİK KOOPERATİFİ	37.386760	37.138030	581	484
4616	K.Maraş	TURKOĞLU	GeoSig	DOKTOR BEYAZIT FİZİK TEDAVİ MERKEZİ	37.375470	36.838360	499	390
4617	K.Maraş	AFSAR	GeoSig	KSU AFSAR KAMPUSU	37.585510	36.830300	544	
4618	K.Maraş	BİNEVLER MAH.	GeoSig	BİNEVLER İO	37.600110	36.872310	831	
4619	K.Maraş	HAYDARBİEY MAH.	GeoSig	AYFER CALIK ORTAOKULU	37.587020	36.866160	633	
4620	K.Maraş	NECİP FAZİL MAH.	GeoSig	NECİP FAZİL KÜLTÜR MERKEZİ	37.585680	36.898450	698	
4621	K.Maraş	GAZİPASA MAH.	GeoSig	TİCARET MESLEK LİSESİ	37.593470	36.929090	655	
4622	K.Maraş	DOĞUKENT MAH.	GeoSig	TOKİ D.KARABUGAS ANADOLU LİSESİ	37.584260	36.977590	635	
4623	K.Maraş	BAHCELİEVLER MAH.	GeoSig	KIZ ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ	37.569180	36.933970	523	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
4624	K.Maraş	ADANA YOLU	GeoSig	TARIMSAL ARASTIRMA MUDURLUGU	37.536100	36.917650	466	
4625	K.Maraş	G.ANTEP YOLU	GeoSig	DSI	37.538720	36.981870	549	346
4626	K.Maraş	H.BAYRAM VELI MAH.	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.575320	36.915050	572	317
4628	K.Maraş	AFSİN	Sara	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	38.241200	36.922810	1228	
4629	K.Maraş	TURKOGLU_BEYOGLU	Sara	İMAM HATİP LİSESİ	37.287370	36.788710	494	
4630	K.Maraş	TURKOGLU_CECELİ	Sara	MEHMET KILIC SAĞLIK EVİ	37.344910	36.806040	531	
4631	K.Maraş	NURHAK	Sara	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	37.966330	37.427650	1421	
4632	K.Maraş	TURKOGLU_SEKEROBA	Sara	NUMUNEEVLER İLKOKULU	37.256030	36.773690	507	
4806	Muğla	MİLAS	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.302530	27.780540	52	323
4807	Muğla	YATAGAN	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.339670	28.136920	684	696
4808	Muğla	YERKESİK	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	37.139200	28.287250	661	
4812	Muğla	DATCA	GeoSig	BELEDİYE KAPALI SPOR SALONU	36.712250	27.688010	25	
4814	Muğla	SELİMİYE	GeoSig	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	37.399100	27.656700	63	
4815	Muğla	BOZBURUN	GeoSig	İLKOGRETİM OKULU	36.688600	28.046000	10	
4816	Muğla	DALAMAN	GeoSig	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	36.771800	28.798600	20	
4817	Muğla	GULLUK	GeoSig	İTFAİYE	37.240100	27.603100	10	
4818	Muğla	KAVAKLİDERE	GeoSig	İLÇE HASTANESİ	37.444000	28.357500	897	
4819	Muğla	OREN	GeoSig	BELEDİYE	37.031300	27.971200	10	
4820	Muğla	SEYDİKEMER	GeoSig	ORMAN DEPOSU	36.648500	29.354300	139	
4821	Muğla	ULA	GeoSig	HUKUMET KONAĞI	37.105500	28.413900	615	
4822	Muğla	MİLAS_2	GeoSig	DERİNCE BARAJI(KRET)(DAM-CREST)	37.441700	27.646000	128	
4823	Muğla	MİLAS_3	GeoSig	DERİNCE BARAJI (ANAKAYA)(DAM-BEDROCK)	37.441800	27.644030	129	
5103	Niğde	CAMARDI	GeoSig	ÇOK PROGRAMLI LİSE	37.832340	34.990900	1536	
5104	Niğde	CİFTLİK	Sara	HUKUMET KONAĞI	38.184880	34.482890	1544	
5105	Niğde	ALTUNHISAR	Sara	HUKUMET KONAĞI	38.002720	34.362810	1194	
5202	Ordu	AKKUS	Sara	GENÇLİK VE SPOR MUDURLUGU	40.802080	37.015080	1323	
5203	Ordu	AYBASTI	Sara	GENÇLİK VE SPOR MUDURLUGU	40.676960	37.386660	884	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
5301	Rize	MERKEZ	Sara	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	41.039720	40.501230	10	
5403	Sakarya	SAPANCA	GeoSig	BELEDİYE	40.690780	30.269950	45	
5404	Sakarya	GEYVE	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUĞU	40.519120	30.293150	82	
5405	Sakarya	HENDEK	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUĞU	40.796090	30.735200	173	
5406	Sakarya	AKYAZI	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUĞU	40.670300	30.622500	52	272
5407	Sakarya	ARIFIYE	Sara	NEVIYE İLKOKULU	40.702850	30.358030	57	
5408	Sakarya	MEKECE	Sara	KURAN KURSU	40.454310	30.048650	89	
5409	Sakarya	PAMUKOVA	Sara	HUKUMET KONAĞI	40.505930	30.156070	95	
5504	Samsun	HAVZA	GeoSig	HALK EĞİTİM MERKEZİ	40.972270	35.669230	680	
5505	Samsun	CARSAMBA	Sara	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	41.203900	36.728700	30	
5506	Samsun	KAVAK	Sara	ANADOLU LİSESİ	41.078160	36.047880	620	
5703	Sinop	BOYABAT	Sara	BELEDİYE YUZME HAVUZU	41.464790	34.783220	288	
5704	Sinop	GERZE	Sara	ATATÜRK ÇOK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ	41.805650	35.192710	64	
5705	Sinop	DURAGAN	Sara	ATATÜRK MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	41.432660	35.051730	275	
5802	Sivas	ZARA	GeoSig	ÇOK PROGRAMLI LİSE	39.892810	37.747920	1349	282
5804	Sivas	GEMEREK	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	39.184820	36.080720	1200	392
5807	Sivas	GURUN	GeoSig	TELEKOM ERKEK ÖĞRENCİ PANSİYONU	38.724460	37.289640	1350	
5808	Sivas	YILDIZELİ	GeoSig	ÖZEL İDARE	39.866200	36.593200	1381	
5809	Sivas	KANGAL	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	39.230800	37.382400	1546	
5810	Sivas	DIVRIGİ	GeoSig	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	39.370400	38.117900	1037	
5811	Sivas	SARKISLA	GeoSig	ÖZEL İDARE	39.361600	36.412900	1238	
5812	Sivas	AKINCILAR	Sara	KAYMAKAMLIK	40.087970	38.345740	985	
5813	Sivas	DOĞANSAR	Sara	KAYMAKAMLIK	40.213950	37.540210	1303	
5814	Sivas	GOLOVA	Sara	KAZIM AYHAN DEVLET HASTANESİ	40.061760	38.603640	1320	
5902	Tekirdağ	MERKEZ	GeoSig	VALİLİK BİNASI	40.979280	27.515040	42	409
5906	Tekirdağ	MARMARA EREGLİSİ	GeoSig	DEVLET HASTANESİ	40.973380	27.931640	64	
5907	Tekirdağ	CORLU	GeoSig	İTFAİYE MUDURLUĞU	41.160720	27.791840	172	

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
5908	Tekirdağ	MERKEZ_2	GeoSig	8 NOLU SAGLIK OCAGI	40.982050	27.547940	64	
5909	Tekirdağ	CERKEZKOY	GeoSig	ITFAIYE	41.289800	27.983080	163	
5910	Tekirdağ	MERKEZ_3	GeoSig	AFAD	40.981090	27.486080	49	
5911	Tekirdağ	MURATLI	Sara	HASAN ORHAN ILK-ORTAOKULU	41.174130	27.491560	83	
5913	Tekirdağ	MALKARA	Sara	MALKARA ANADOLU LİSESİ	40.888240	26.892290	235	
5914	Tekirdağ	SARKOY_MUREFTE	Sara	MUREFTE İLKOKULU	40.668250	27.245260	11	
5915	Tekirdağ	SULEYMANPASA_KUMBAG	Sara	KUMBAG MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	40.879960	27.459220	4	
6008	Tokat	ALMUS	GeoSig	DEVLET HASTANESİ	40.374300	36.893800	881	
6201	Tunceli	MERKEZ	GeoSig	HUKUMET KONAGI	39.074730	39.534690	901	
6202	Tunceli	PULUMUR	GeoSig	KAYMAKAMLIK	39.486000	39.899800	1525	
6402	Uşak	ESME	GeoSig	SPOR SALONU	38.407610	28.976560	822	
6403	Uşak	BANAZ	Sara	HUKUMET KONAGI	38.736050	29.756830	921	
6513	Van	EDREMIT	GeoSig	TOKI SAGLIK OCAGI	38.414500	43.268200	1850	
6602	Yozgat	AKDAGMADENİ	GeoSig	İLCE ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	39.659600	35.897000	1386	694
6603	Yozgat	CEKEREK	GeoSig	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	40.067400	35.499800	918	361
6604	Yozgat	SARIKAYA	GeoSig	SAGLIK OCAGI	39.498610	35.369270	1109	
6605	Yozgat	SORGUN	GeoSig	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	39.808420	35.187610	1058	
6702	Zonguldak	DEVREK	Sara	ORMAN İŞLETME SEFLİĞİ	41.224760	31.966720	94	
6703	Zonguldak	EREGLİ	Sara	BELEDİYE VEKTOR KONTROL VE İLAÇLAMA MUDURLUGU	41.290040	31.409180	9	
7002	Karaman	ERMENEK	GeoSig	DEVLET HASTANESİ	36.631700	32.909950	1285	
7102	Kırıkkale	KESKİN	GeoSig	ORMAN YANGIN MUDAHALE	39.668240	33.611340	1171	
7103	Kırıkkale	DELİCE	GeoSig	HALK SAGLIĞI DEVLET HASTANESİ	39.940270	34.032670	684	
7104	Kırıkkale	KESKİN_2	Sara	KARISTIRAN BELEDİYE ÇİFTLİĞİ	39.673070	33.613560	1291	
7302	Şırnak	CİZRE	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	37.331540	42.210430	407	
7501	Ardahan	MERKEZ	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	41.106050	42.704930	1831	432
7503	Ardahan	GOLE	Sara	İLCE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	40.791160	42.605200	2022	
7602	İğdir	MERKEZ	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	39.926400	44.053800	858	216

KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	V _{S30}
7603	İğdır	ARALIK	Sara	HUKUMET KONAGI	39.874060	44.514880	819	
7604	İğdır	TUZLUCA	Sara	TOPLUM SAĞLIĞI MERKEZİ	40.041340	43.665550	1108	
7706	Yalova	ARMUTLU	GeoSig	BELEDİYE ATIKSU ARITMA TESİSLERİ	40.513050	28.826620	6	
7707	Yalova	CINARCIK	GeoSig	BELEDİYE ARITMA TESİSİ	40.638100	29.078800	59	
7708	Yalova	MERKEZ	GeoSig	TIGEM	40.657560	29.247250	2	196
7709	Yalova	SUGOREN	GeoSig	SAGLIK EVI	40.559320	29.325880	432	
7710	Yalova	SOGUCAK	GeoSig	KARDELEN ILKOGRETİM OKULU	40.589970	29.266800	219	358
7711	Yalova	CIFTLIKKOY	GeoSig	GSD ILKOGRETİM OKULU	40.659420	29.327090	12	
7712	Yalova	ALTINOVA	GeoSig	KAYMAKAMLIK	40.692860	29.508830	4	
7802	Karabük	ESKİPAZAR	GeoSig	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.956270	32.532170	709	
8003	Osmaniye	MERKEZ	GeoSig	DSİ	37.084170	36.269360	122	350
8004	Osmaniye	KADIRLI	Sara	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUGU	37.379890	36.097630	819	
8101	Düzce	MERKEZ	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40.843640	31.148880	145	282
8109	Düzce	GOLYAKA	GeoSig	COK PROGRAMLI LISE	40.781000	31.014390	123	
8110	Düzce	AKCAKOCA	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUGU	41.090000	31.142780	8	
8111	Düzce	YIGILCA	Sara	ORMAN İŞLETME MUDURLUGU	40.961420	31.448680	330	

EK C. (Maximum Likelihood Method MATLAB Kodları)

```
% Regresyon Hesabında Input Olarak Kullanılacak Liste'nin
Oluşturulması
say=0;
for i=1:klasor_sayisi
    son=deprem_veri_sayisi{i,2};
    for k=1:son
        % Mesafe Hesabı (Deprem-İstasyon arası) (Koordinat
ile) (Haversine)
        latlon1=[deprem{k,i}.deprem_enlem
deprem{k,i}.deprem_boylam];
        latlon2=[deprem{k,i}.istasyon_enlem
deprem{k,i}.istasyon_boylam];
        latlon1=deg2rad(latlon1);
        latlon2=deg2rad(latlon2);

        aa=(sin(abs(latlon2(1)-
latlon1(1))/2))^2+cos(latlon1(1))*cos(latlon2(1))*(sin(abs(latlon2(2)
)-latlon1(2))/2))^2;
        cc=2*atan2(sqrt(aa),sqrt(1-aa));
        mesafe=6371*cc;

        % Magnitüt Hesabı
        Mi=deprem{k,i}.magnitude;
        if mesafe<=rmax & Mi<=Mmax & Mi>=Mmin %İvme kayıtlarını
kısıtlama
            say=say+1;
            liste(say).no=deprem{k,i}.no;
            liste(say).magnitude=deprem{k,i}.magnitude_MW;
            liste(say).magn_birim='MW';
            liste(say).mesafe=mesafe;
            liste(say).derinlik=deprem{k,i}.deprem_derinlik;
            liste(say).PGA=deprem{k,i}.PGA;

            % LogPgh (yatay ivme) lerin yazdırılması
            liste(say).logPhmax=log10(liste(say).PGA);

            % Deprem Koordinatlarının belirlenmesi
            enlem(say)=deprem{k,i}.deprem_enlem;
            boylam(say)=deprem{k,i}.deprem_boylam;
        end
    end
end

for i=1:say_filtre
    % X matrisinin 1. sutunu
    X(i,1)=1;
    % X matrisinin 2. sutunu
    X(i,2)=liste(i).magnitude-6.8;
end

%v matrisinin olusturulması için iterasyonda kullanılacak başlangıç
%gama degeri (h ve c iteratif hesabında) (0 ile 1 arasında olmalı)
gama_o=0.1;
v=zeros(say_filtre);
son=0;
d=([liste.mesafe]');
for i2=1:1:2
```



```

if i2==1;
    gama_i=gama_o ;
else
    gama_i=gama_optimum;
end
son=0;
for i=1:klasor_sayisi
    ilk=son+1;
    sayi=deprem_veri_sayisi{i,3};
    son=ilk+sayi-1;
    if sayi~=0
        for j=ilk:son
            for k=ilk:son
                v(j,k)=gama_i;
            end
        end
    end
end
for i=1:say_filtre
    v(i,i)=1;
end

%İterasyon İçin Başlangıç Değerleri
%(Değerlerin sonuca etkisi yoktur.)
if i2==1
    h=1;
    dh=0.1;
    c=3;
    dh_h=dh/h;
else
    h=h;
    dh=dh;
    c=c;
    dh_h=dh/h;
end

%dh/h iterasyonu (sabit gama değeri için)
k=1;
while dh_h>0.00001
    X(1:say_filtre,3)=(d.^2+h^2).^0.5;
    X(1:say_filtre,4)=h.*(c./(d.^2+h^2).^0.5-
1./((d.^2+h.^2).*log(10)));
    Y(:,1)=[liste.logPhmax]'+log10((d.^2+h.^2).^0.5);
    B((((((X')*(v^-1))*X)^-1)*X')*v^-1)*Y;

    dh=B(4,1);
    h=h+dh;
    c=B(3,1);
    dh_h=abs(dh/h);    k=k+1; if k==100; break; end;
end

a=B(1,1);
b=B(2,1);
c=B(3,1);
dh=B(4,1);

%
if i2>1
    break
end

```

```

% v matrisi hesabi
gama=0.001:0.001:0.99;
for o=1:1:length(gama);

    clc
    yuzde=['% ' num2str(round(100*gama(o)/0.99,2))];
    fprintf('Maximum Likelihood Method ile regresyon analizi
yapılıyor.\n\n')
    fprintf('v matrisi hesaplanıyor.\n')
    fprintf('(%s)\n\n',yuzde)

    v=zeros(say_filtre);
    son=0;
    for i=1:klasor_sayisi
        ilk=son+1;
        sayi=deprem_veri_sayisi{i,3};
        son=ilk+sayi-1;
        if sayi~=0
            for j=ilk:son
                for k=ilk:son
                    v(j,k)=gama(o);
                end
            end
        end
    end
    for i=1:say_filtre
        v(i,i)=1;
    end

    B_((((((X')*(v^-1))*X)^-1)*X')*v^-1)*Y;
    s2_=(Y-X*B_)'*(v^-1)*(Y-X*B_)/(say_filtre-4);
    lnL(o)=- (0.5*say_filtre)*log(2*pi)-
(0.5*say_filtre)*log(s2_)-0.5*log(det(v))-0.5*(Y-X*B_)'*(v^-1)*(Y-
X*B_)./s2_;

    %det(v) nin çok küçük değerleri, lnL yi sonsuz yapar. Bu
durum için
    %lnL=min(lnL) olarak alınmıştır.
    if det(v)<10^-10
        lnL(o)=min(lnL);
    end

    if o==1
        lnLmax=-10000000;
    end

    if o>1
        if lnL(o)>lnLmax
            indis=o;
            lnLmax=lnL(o);
            B_optimum=B_;
            gama_optimum=gama(o);
        end
    end
end
end
end
end

```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sercan TEKEOĞLU
Doğum Yeri ve Yılı : Eskişehir, 1993
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce
E-posta: : srcntkl@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Akhisar Çağlak Anadolu Lisesi, 2011
Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2015
Yüksek Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı, Geoteknik Bölümü, 2019