

T.C

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS ve ÇEVRESİNİN DEPREM BÖLGELENDİRME HARİTASININ  
HAZIRLANMASI ve DENEYSEL İVME AZALIM İLİŞKİSİNİN KURULMASI

Mehmet Sait ERCEK

HAZİRAN-2018

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS ve ÇEVRESİNİN DEPREM BÖLGELENDİRME HARİTASININ  
HAZIRLANMASI ve DENEYSEL İVME AZALIM İLİŞKİSİNİN KURULMASI

Hazırlayan  
Mehmet Sait ERCEK

Danışman  
Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Jüri Üyeleri  
Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ  
Doç. Dr. Mehmet Salih KESKİN  
Dr. Öğr. Üyesi Ercan IŞIK


HAZİRAN-2018

Mehmet Salih ERCEK tarafından hazırlanan "Bitlis ve Çevresinin Deprem Bölgeleendirme Haritasının Hazırlanması ve Deneysel İyime Azalma İlişkisinin Kurulması" adlı tez çalışması 25/06/2018 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Arabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Doç. Dr. Mehmet Salih KESKİN  
(Başkan)



Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ  
(Danışman)



Dr. Öğr. Üyesi Ercan IŞIK  
(Üye)

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07/04/2018 gün ve 39/16 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Doç. Dr. Koray KÖKSAL  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### BİTLİS ve ÇEVRESİNİN DEPREM BÖLGELENDİRME HARİTASININ HAZIRLANMASI ve DENEYSEL İVME AZALIM İLİŞKİSİNİN KURULMASI

Mehmet Sait ERCEK

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Haziran 2018, 90 sayfa

Tez çalışmasında ele alınan konu Bitlis ve çevresinin deprem bölgelendirme haritasının hazırlanması ve deneysel ivme azalım ilişkisinin kurulmasıdır. Çalışmada öncelikle deprem bölgelendirme haritalarının geçmişi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Türkiye’de geçmişten günümüze kadar kullanılan deprem bölgelendirme haritaları ele alınmıştır. Bitlis ve çevresi deprem bölgeleri bakımından incelenmiş ve geçmiş deprem kayıtlarından elde edilen verilerden yararlanılarak Bitlis ve çevresi için yeni bir deprem bölgelendirme haritası oluşturulmuştur. Temel veri kaynağı olarak; AFAD Başkanlığı ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü’nün deprem verileri, deprem dış odak dağılım lokasyon ve ivme kayıtları kullanılmıştır.

Bölgede meydana gelmiş büyüklüğü beş ve üzeri olan depremler veri seti haline getirilerek deprem dış odak haritası oluşturulmuştur. Bu depremlerin her birinin oluşturduğu ivme kayıtları incelenerek, seçilen her bir deprem için çalışma alanındaki ilçe merkezlerinin zemin koşulları da dikkate alınarak ivme azalım hesabı yapılmıştır. Yapılan çalışma ile Bitlis ve çevresine ait deprem bölgelendirme haritası en güncel veriler kullanılarak ivme azalım ilişkisi çerçevesinde yeniden hazırlanmıştır. Böylece depremselliğin ortaya çıkarılabileceği zararlara karşı Bitlis ve çevresi için güncellenmiş bir deprem bölgeleme haritası oluşturulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Deprem, İvme, Bitlis, Bölgelendirme, İvme-azalım

## ABSTRACT

### PREPARATION OF EARTHQUAKE ZONING MAP OF BİTLİS AND ITS VICINITY AND CONSTITUTION OF EMPIRICAL ACCELERATION ATTENUATION RELATIONSHIPS

Mehmet Sait ERCEK

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

June 2018, 90 pages

The topic covered in the thesis study is the preparation of the earthquake zoning map of Bitlis and its surroundings and the establishment of the relationship between experimental acceleration and decay. In the study, firstly the information about the history of earthquake zoning maps was given. Earthquake zoning maps used in the past to the present in Turkey are discussed. Bitlis and its vicinity have been examined in terms of earthquake zones and a new map of earthquake zones has been created for Bitlis and its vicinity by taking advantage of the data obtained from the previous earthquake records. As a basic data source; AFAD Presidency and Boğaziçi University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute earthquake data, earthquake external focus distribution location and acceleration records are used.

An earthquake external focus map was created by transforming the earthquake data set that has reached the size of the region into five and over. The accelerometer records of each of these earthquakes were examined and acceleration reduction calculations were made for each selected earthquake taking into consideration the ground conditions of the district centers in the study area. The earthquake zoning map of Bitlis and its vicinity has been prepared again by being used the most updated data in the framework of acceleration reduction relation. Thus, an updated earthquake zoning map for Bitlis and its environs was created against the damages that the earthquake could cause.

**Keywords:** Earthquake, Acceleration, Bitlis, Zoning, Acceleration attenuation

## TEŞEKKÜR

Tez alıőmasında, gerek tez konunun belirlenmesinde gerek alıőmamın tamamlanmasında her türlü konuda bana yardımcı olan ve değerli katkıları ile çalıőmalarına yön veren hocam Sayın Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ'a, çalıőmalarımnda desteklerini esirgemeyen Harita Mühendisi Sayın Halit YILMAZ ve Türkçe Öğretmeni Sayın Cihan CAYHAN'a, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde görevli tüm personellere, yüksek lisans eğitimim süresince her türlü maddi ve manevi destekleri ile göstermiş oldukları sabırdan dolayı kıymetli aileme teşekkür eder, Őükranlarımı sunarım.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	iv
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Genel Bilgiler .....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	2
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	4
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	6
3.1. Deprem Bölgeleendirme Haritaları .....	6
3.1.1. 1945 Yılı Deprem Bölgeleendirme Haritası .....	6
3.1.2. 1947 Yılı Deprem Bölgeleendirme Haritası .....	8
3.1.3. 1963 Yılı Deprem Bölgeleendirme Haritası .....	10
3.1.4. 1972 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleendirme Haritası .....	12
3.1.5. 1996 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleendirme Haritası .....	13
3.1.6. 2018 Deprem Tehlike Haritası .....	17
3.2. Bitlis İlinin Genel Özellikleri .....	18
3.3. Depremsellik .....	18
3.3.1. Türkiye’deki Tektonik Bölgeler .....	20
3.3.2. Diri Fay Haritası .....	21
3.3.3. Deprem Kaynakları (Faylar) .....	21
3.3.4. Zemin Koşulları .....	23
3.3.5. Bitlis çevresinde oluşmuş tarihi depremler .....	28
3.4. Bitlis İlinin Depremselliği .....	29
3.5. Bitlis ve Çevresinin Deprem Bölgeleendirme Haritasının Hazırlanması .....	30

3.5.1. Depremlerin Seçimi .....	30
3.5.2. Verileri İncelenen İstasyonlar .....	32
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>35</b>
4.1. Seçilen Depremlerin İstasyonlarda Ölçülen İvme Değerleri.....	35
4.2. Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Yapılan İvme Azalım Hesabı .....	37
4.3. Maksimum İvmenin Belirlenmesi .....	38
4.4. Zemin Koşulları Dikkate Alınarak Yapılan İvme Azalım Hesabı .....	39
4.5. Deprem Bölgeleendirme Haritasının Oluşturulması.....	42
4.5.1. Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Bölgeleendirme Haritasının Oluşturulması.....	42
4.5.2. Zemin Koşulları Dikkate Alınarak Bölgeleendirme Haritasının Oluşturulması .....	43
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>45</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>48</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>90</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. A.Sieberg'in 1932 yılında düzenlenmiş olduğu deprem bölgelendirme haritası .....	2
3.1. 1945 Yılı Yer Sarsıntısı Bölgeleri Haritası .....	7
3.2. CBS ile idari sınırlara göre düzenlenmiş 1945 Yer Sarsıntısı Bölgeleri Haritası .....	8
3.3. 1947 Yılı Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası .....	9
3.4. 1963 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası .....	11
3.5. 1972 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası .....	13
3.6. 1996 Türkiye Deprem Bölgelendirme Haritası için kullanılan Deprem Kaynak Bölgeleri ...	15
3.7. 1996 Yılı Türkiye Deprem Bölgelendirme Haritası .....	16
3.8. 2018 Deprem Tehlike Haritası .....	17
3.9. Bitlis İli Haritası .....	18
3.10. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması .....	20
3.11. Diri fay haritası .....	21
3.12. Bitlis ve çevresindeki fayların konumu .....	22
3.13. Bitlis çevresindeki faylar .....	23
3.14. Farklı zeminlerin yapılarla ilişkisi .....	24
3.15. 1985 Meksika depremi ve uzaklığa bağlı kaydedilen ivme değerleri .....	24
3.16. 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre Bitlis ili .....	29
3.17. Seçilen 35 adet depremin koordinat bilgisi .....	32
3.18. Verileri incelenen istasyonların yer ve koordinat bilgisi .....	33
3.19. Verilerinden faydalanılan istasyonların ve seçilen depremlerin bir arada gösterimi .....	34
4.1. Bitlis ve çevresi için oluşan deprem bölgelendirme haritası .....	42
4.2. Zemin özellikleri etkisinde Bitlis ve çevresi için oluşan deprem bölgelendirme haritası .....	43

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### ÇİZELGE

### Sayfa

3.1. 1963 Yılı Deprem bölgelendirme haritasına göre nüfus durumu .....	11
3.2. 1972 Yılı deprem bölgelendirme haritasına göre nüfus ve alan durumu .....	12
3.3. 1996 Yılı deprem bölgelendirme haritasına göre alan ve nüfus durumu .....	16
3.4. DBYBHY 2007' ye göre zemin grupları.....	27
3.5. Bitlis ve çevresinde tarihsel dönemde meydana gelen depremler .....	29
3.6. 1996 Yılı deprem bölgelendirme haritasına göre Bitlis ilinin durumu.....	30
3.7. Seçilen depremlere ait bilgiler .....	31
3.8. Verileri kullanılacak İstasyonlar.....	32
4.1. Seçilen depremlerin istasyonlarda oluşturduğu kayıtlar.....	35
4.2. Seçilen depremler için hesaplanan ivme değerleri .....	37
4.3. İlçe merkezleri için hesaplanan maksimum ivme değerleri .....	38
4.4. İlçe merkezlerin zemin grupları.....	39
4.5. Zemin grupları için büyütme bağıntısında kullanılan ortalama $V1$ değerleri.....	40
4.6. Zemin Grupları için belirlenen büyütme katsayıları.....	40
4.7. Zemin özellikleri etkisi ile oluşan maksimum ivmeler .....	41
5.1. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin 1996 yılı deprem bölgelendirme haritası ile kıyaslanması .....	46
5.2. Çalışmada elde edilen verilerin 2018 yılı deprem tehlike haritası ile kıyaslanması .....	46

## SİMGELER DİZİNİ

M	Deprem Büyüklüğü
A	Gerçekleşmesi beklenen en büyük yer ivmesi
d	En büyük yer ivmesi hesaplanan ivmesi hesaplanan yerin dış odağa olan uzaklığı
g	Gal
E	Enerji akısı
w	Açısal frekans
$\rho$	Ortamin yoğunluğu
v	Sismik dalga hızı
B	Maksimum büyütme
$\alpha$	Empedans oranı
$\xi$	Sönüm oranı
$\rho_r$	Ana kayanın yoğunluğu
$v_r$	Ana kayadaki deprem dalga hızı
$\rho_s$	Zeminin yoğunluğu
$v_s$	Sismik dalga hızı
G	Kayma modülü
$f_0$	En büyük büyütmenin meydana geleceği frekans
$T_0$	En büyük büyütmenin meydana geleceği periyot
H	Ana kaya üzerindeki yumuşak tabakanın kalınlığı

## KISALTMALAR DİZİNİ

KAF	Kuzey Anadolu Fay Hattı
DAF	Doğu Anadolu Fay Hattı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel Bilgiler

Depremler insanlık tarihi boyunca çok yüksek oranda can ve mal kaybına sebep olmuştur. İnsanlar çevrelerinde olup biten deprem ve benzeri doğal afet olaylarını anlamaya ve bunların zararlarını azaltmaya yönelik tedbirler almaya çalışmışlardır. Bu kapsamda geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmıştır.

Ülkemizde meydana gelen depremler büyük can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Büyük depremler, bölgelendirme haritalarının hazırlanmasını hızlandırmıştır. Bu depremlerden bazıları: 1939 Erzincan (M=7.9), 1942 Erbaa (M=7), 1943 Hendek (M=6.6), 1943 Ladik (M=7.2) ve 1944 Gerede (M=7.2) depremleridir. 1939 Erzincan depreminde 32.000'den fazla vatandaşımız yaşamını yitirmiştir. Belirtilen depremlerin ülkemizde kısa zaman aralıklarıyla meydana gelmesi ve büyük kayıplara neden olması depremin etkilerini en aza indirecek çalışmaları başlatmıştır. 1945 yılında Milli Eğitim ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ortak çalışmayla Türkiye için ilk deprem bölgelendirme haritasını düzenlemiştir. Bu harita deprem etkileri bakımından ülkemizi üç bölgeye ayırmıştır:

1- Büyük hasar görmüş bölgeler

2-Tehlikeli deprem bölgeleri

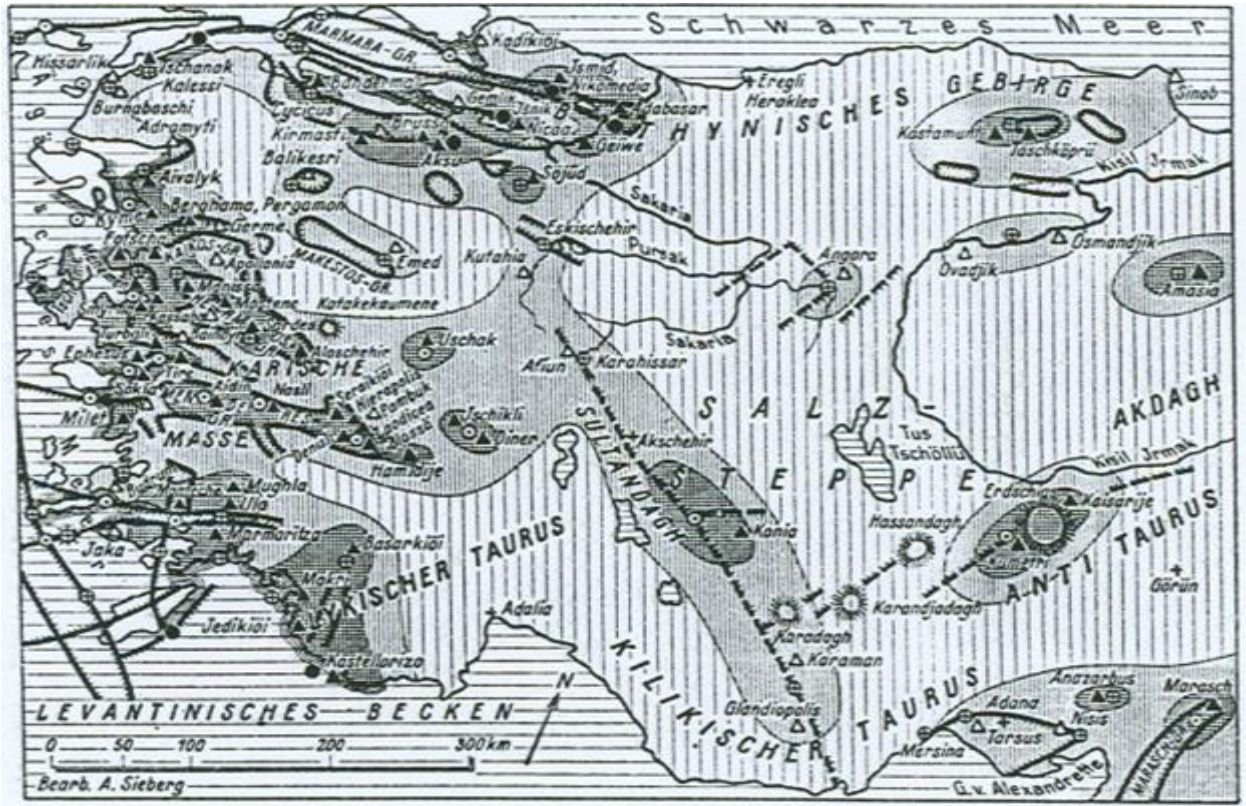
3-Tehlikesiz bölgeler

şeklinde düzenlenmiştir. 1945 Yılı deprem bölgelendirme haritası Bakanlar Kurulu kararı ile 1/2.000.000 ölçekli olarak yayımlanmıştır [1].

Mühendislik bilimindeki ilerlemeler, teknolojik gelişmeler ve deprem kayıt istasyonlarının artması, yeni bulgu ve kayıtların elde edilmesi ile deprem bölgelendirme haritalarında sürekli güncelleme ihtiyacı doğurmuştur. Ülkemiz için hazırlanan deprem bölgelendirme haritaları 1945, 1947, 1963, 1972, 1996 ve son olarak 2018 yılında yayımlanan haritalardır [1].

Türkiye için resmi olarak onaylanmamış ilk deprem bölgelendirme haritası A. Sieberg tarafından 1932 yılında düzenlenmiştir. Harita Şekil 1.1'de verilmiştir. A Sieberg'in düzenlenmiş olduğu deprem bölgelendirme haritası çok az miktarda veri ile hazırlanmış olması haritanın birçok açıdan eksik kalmasına neden olmuştur. Özellikle İç Anadolu'daki bazı bölgelerin (Ankara- Konya) deprem bölgesinde gösterilmesi, Kuzey Anadolu Fay hattının haritada gösterilmemiş olması ve bu fay hattın üzerindeki bölgelerin deprem açısından tehlikesiz bölgeler

olarak gösterilmesi deprem bölgelendirme haritası için önemli sayılabilecek eksikliklerdendir [2].



Şekil 1.1. A.Sieberg'in 1932 yılında düzenlenmiş olduğu deprem bölgelendirme haritası [3]

Bu haritanın dışında günümüze kadar resmi olarak onaylanmamış birçok deprem bölgelendirme çalışması mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı 1944, 1948, 1949, 1961, 1965, 1969, 1971, 1972, 1982, 1985, 1992, 1993, 1999, 2001, 2003, 2004, 2005 yıllarında çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmıştır [1, 2, 4-22].

Ayrıca farklı kurumlar tarafından proje olarak bölgelendirme haritaları hazırlama çalışmaları da mevcuttur. Deprem bölgelendirme çalışmaları son yüz yılda araştırmacıların yoğunlaştığı bir çalışma alanı olarak gösterilebilir. Deprem bölgelendirme haritaları ile ilgili yapılan çalışmaların bu denli fazla olması aynı zamanda konunun önemini yansıtmaktadır.

## 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Depremler üzerinde çalışmaya değer bir doğal afet olayıdır. Deprem bölgelendirme haritaları, depremler üzerinde yapılan bütün çalışmalardan doğrudan veya dolaylı olarak faydalanan bir

çalışma alanıdır. Deprem bölgelendirme haritaları yeni bulgu ve gelişmelerle birlikte sürekli güncellenmektedir. Son güncellenme 2018 yılında yapılmış ve 2019 yılından itibaren bu harita kullanılmaya başlanacaktır.

Bitlis için yapılan bölgelendirme çalışmalarında özellikle zemin koşullarının yeterince dikkate alınmaması ve 2011 Van depreminde Van Gölü'nde ortaya çıkan yeni fay hatları Bitlis'in depremsellik durumunun yeniden incelenmesi ve mevcut haritanın elde edilecek veriler ışığında güncellenmesi ihtiyacını doğurmuştur [23].

Deprem bölgelendirme çalışmaları tek düze olarak ele alınamaz. Deprem Bölgelendirme Haritaları'nın hazırlanmasında dikkate alınması gereken birçok veri vardır. Deprem bölgelendirme haritasının hazırlama çalışmasında öncelikle bölgede meydana gelmiş deprem kayıtları incelenmiş ve büyüklüğü beş ve üzeri olan depremler çalışmada kullanılmıştır. Çalışma bölgesinin zemin koşulları incelenmiş, ivme dağılımlarının mikro incelenmesi yapılmış, her bir ilçe merkezi için ivme dağılımları yeniden hesaplanmıştır. Bu çerçevede deprem dış odak dağılımları ayrı ayrı haritalar halinde verilmiştir. Çalışmada öncelikle bilinen ivme azalım ilişkileri bağıntıları kullanılmış ve bölgeye ait ivme azalım ilişkisi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada Joyner ve Boore' nun 1981 yılında geliştirdiği ivme azalım ilişkisi bağıntısından faydalanılmıştır (1.1).

$$\text{LogA} = -1.02 + 0.249M - \log r - 0.00255r \quad (1.1)$$

A = Gerçekleşmesi beklenen en büyük yer ivmesi

M = Deprem büyüklüğü

$$r = (d^2 + 7.32)^{1/2}$$

d = En büyük yer ivmesi hesaplanan yerin deprem dış odağına olan uzaklığı (kilometre cinsinden) [24].

Yapılan çalışma ile Bitlis ve çevresine ait deprem bölgelendirme haritası en güncel veriler kullanılarak yeniden ele alınmıştır. Deprem bölgelendirme haritası oluşturulurken zemin koşulları dikkate alınmış, bu bağlamda Bitlis ve çevresine ait yeni bir deprem bölgelendirme haritası hazırlanmış, bölgede depremselliğin ortaya çıkarabileceği zararlara karşı güncellenmiş bir bölgelendirme haritası kaynağı oluşturulmuştur. Bu çalışma Bitlis ve çevresini deprem etkileri bakımından daha iyi tanıtılmasına katkı sunmayı hedeflemektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Depremler hayatın olağan akışını olumsuz etkilediğinden insanlar tarafından geçmişten beri merak edilen ve anlaşılmaya çalışılan bir olay olmuştur. Depremlerin bölgeler üzerindeki etkisini incelemek için deprem bölgelendirme haritaları hazırlanmıştır. Deprem bölgelendirme haritası ve sismik tehlike analizi ile ilgili geçmişten günümüze yapılan çalışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

Bursa ili için yapılan olasılıksal sismik tehlike analizinde bölgeyi etkileyebilecek diri faylar ile ilgili veriler, sismik kaynak özellikleri ve uygun sönüm ilişkileri kullanılarak 50 yılda %10 aşılma ihtimaliyle hesaplanan zemin için en büyük yer ivmesi ve spektral ivme haritaları araştırmacılar tarafından elde edilmiştir [25].

Doktora tezinde Bitlis çevresinde bulunan fayların yerleri ve özellikleri ile bu faylarda meydana gelen aktivitelerin tarihsel gelişimi araştırılmış ve bu verilerden yola çıkarak sismik tehlike analizi yapılmıştır. Bitlis ili için yapılan olasılıksal sismik tehlike analizleri sonucu ulaşılan spektrumlarını DBYBHY 2007’de verilen ivme spektrumları ile kıyaslamıştır [26].

Bölgesel sismik tehlike ve risk analizi için tanımlanan coğrafi bilgi sisteminin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmada, yerel zemin koşullarının etkilerini hesaplamak için farklı modeller gözden geçirilmiştir. Çalışma geniş bir alan için deprem hasar ve kayıplarının hesaplanmasını da içermektedir [27].

Günümüze kadar oluşturulmuş sismik tehlike analizinin gelişimini özetleyen çalışmada sahada elde edilen zemin tepkileri, olasılıksal çerçevede değerlendirilerek sismik tehlike eğrileri oluşturulmuştur [28].

Ortalama dönüş periyoduna karşılık gelen zemin hareketlerinin sonuçlarını içeren çalışma, deprem kaynaklarının etkilerini ve bunlar için hesaplanmış ortalama aktivite oranlarını kapsamaktadır. Çalışılan saha ile potansiyel, noktasal, çizgisel veya alansal kaynaklar arasındaki ilişkiyi kolayca hesap ederek modellenebilmektedir [29].

Yüksek lisans tezinde Siirt ili için yapılan sismik tehlike analizinde Siirt ilinin maksimum deprem büyüklüğü, aşılma olasılığı, dönüş periyodu, pik zemin ivme değerleri ile azalım ilişkileri incelenmiş ve sonuç grafikleri oluşturmuştur [30].

Yüksek lisans tezinde Kayseri iline ait 109 (1900 – 2008) yıllık aletsel dönem deprem kataloglarından elde edilmiş deprem kayıtlarına göre Kayseri ilinin deprem risk analizi yapılmıştır. Buna ilave olarak Kayseri Organize Sanayi Bölgesinin zemin yapısını değerlendirmek amacıyla bir şirket tarafından yapılan ve Kayseri Organize Sanayi Bölge



Müdürlüğü tarafından kontrol edilen geoteknik değerlendirme raporlarından yararlanılarak literatürdeki bağıntılar ile Kayseri Organize Sanayi Bölgesinin zemin büyümesine göre mikro bölgelendirmesi yapılmıştır [31].

Ayrıca çalışmanın giriş bölümünde verilen ve bu kısımda yer almayan resmi ve resmi olmayan deprem bölgelendirme haritaları konu ile ilgili önceki çalışmalar kapsamında değerlendirilebilecek faaliyetlerdendir.

Tez çalışmasının devam ettiği süreçte konu ile ilgili en son yapılan resmi çalışma niteliği taşıyan deprem tehlike haritası AFAD Başkanlığı tarafından yayımlandı. Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası AFAD Deprem Dairesi Başkanlığınca güncellenmiş, 18 Mart 2018 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanmıştır [32].



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Çalışmada kullanılan materyal ve yöntemin seçimi için öncelikle geçmişte hazırlanan deprem bölgelendirme haritaları incelenmiş ve bu çerçevede materyal ve yöntem belirlenmiştir.

Deprem bölgelendirme haritaları resmi olarak 1945 tarihinden itibaren hazırlanmış daha sonra teknolojik gelişmeler, bulguların artması ve kurumlar arasındaki işbirliği ile çeşitli tarihlerde (1947, 1963, 1972, 1996, 2018) yenilenecek Bakanlar Kurulu kararıyla yürürlüğe girmiştir [1]. Deprem bölgelendirme haritalarının kısa tarihçesini şu şekilde inceleyebiliriz:

#### **3.1. Deprem Bölgelendirme Haritaları**

Ülkemizde resmi olarak yayımlanmış deprem bölgelendirme haritalarını;

a- Hasar verisine

b- Deterministik yöntem

c- Olasılık yöntemine göre olmak üzere üç sınıfa ayırarak analiz edilebilmektedir. [2].

a- Hasar verileri esas alınarak düzenlenmiş deprem bölgelendirme haritaları: Bu şekilde hazırlanan haritalar 1945 ve 1947 tarihli deprem bölgelendirme haritalarıdır. 1945 ve 1947 tarihli deprem bölgelendirme haritalarının hazırlanmasında yalnız geçmiş tarihlerde oluşmuş yer sarsıntılarının meydana getirdiği hasarlar dikkate alınmıştır [2].

##### **3.1.1. 1945 Yılı Deprem Bölgelendirme Haritası**

1945 yılında Milli Eğitim ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ortak çalışmayla Türkiye için ilk deprem bölgelendirme haritasını düzenlemiştir. Deprem bölgelendirme haritasının hazırlanmasında temel veri kaynağı olarak ülkemizdeki çeşitli kurumların arşivlerindeki deprem kayıtları ile ilgili bilgiler kullanılmış, ülkemizde meydana gelmiş geçmiş deprem kayıtlarının oluşturduğu hasar durumları göz önünde bulundurulmuştur [2,33].

Harita Bakanlar Kurulu'nun kararıyla "Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası" adı ile 1/2.000.000 ölçekli olarak yayımlanmıştır. Haritaya göre ülkemiz;

1. Büyük hasara uğramış bölgeler,

2. Tehlikeli yersarsıntısı bölgeleri ve

3. Tehlikesiz bölgeler olmak üzere üç kısma ayrılmıştır [1].

Deprem Bölgelendirme Haritası;

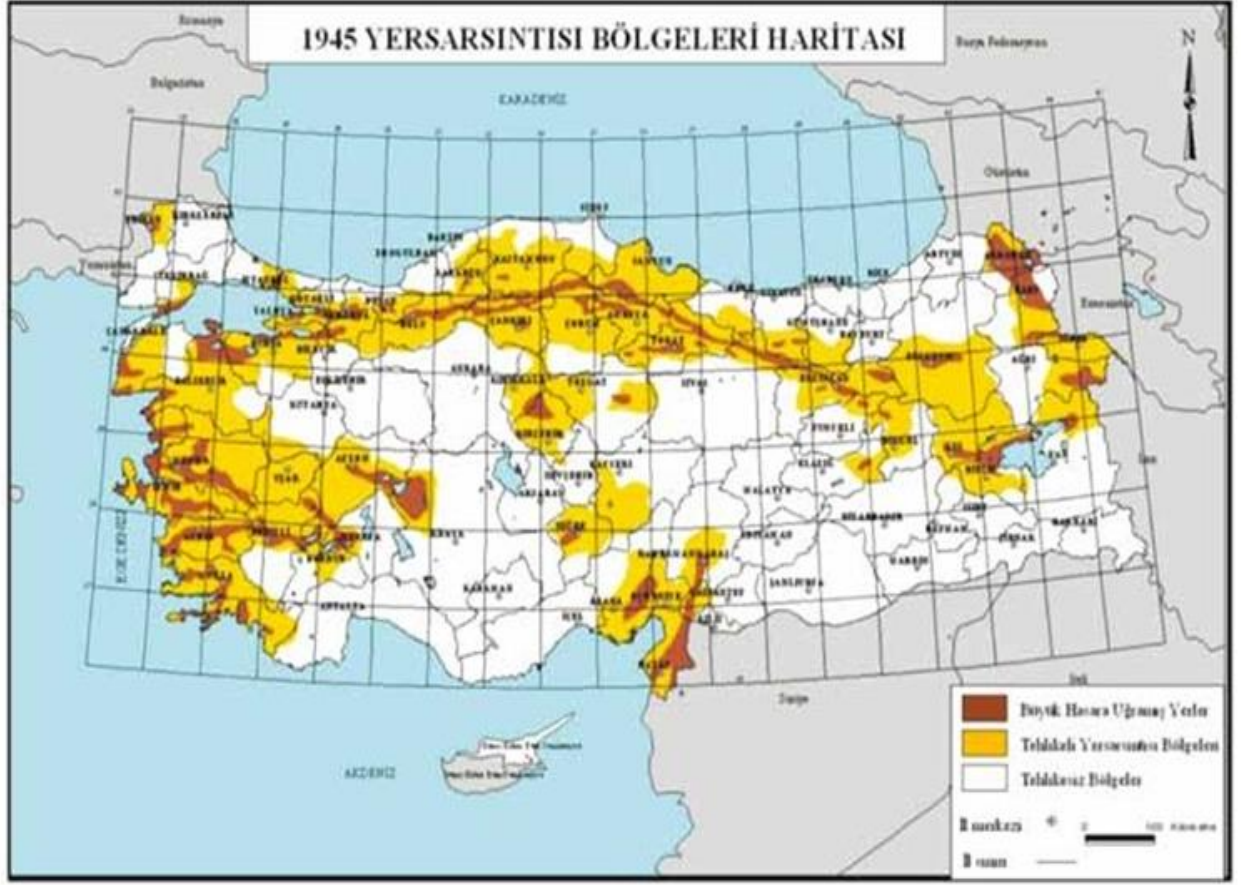
- a) Son yıllarda meydana gelmiş yer sarsıntılardan elde edilen bilgiler,
- b) MTA'nın Enstitüsünce düzenlenen ülkemizin jeoloji haritası,
- c) MTA'nın Enstitüsünce düzenlene ülkemizin tektonik haritası,
- d) İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsündeki veriler,
- e) İstanbul Rasathanesi Müdürlüğündeki veriler,
- f) 1945 Tarihine kadar ülkemizde meydana gelen depremler ile ilgili yapılan çalışmalardan faydalanılarak düzenlenmiştir [2, 33].

1945 Deprem bölgelendirme haritasında zaman içerisinde değişimler olmuştur. Özellikle deprem açısından güvenli bölge olarak gösterilen Van ilimizde ard arda birçok deprem olmuş ve yapıların zarar gördüğü görülmüştür. Bunun üzerine haritayı düzenleyen ekip tarafından hazırlanan rapor doğrultusunda Van ilimiz için değişikliğe gidilmiştir. Harita güncellenerek 1946 yılında Bakanlar Kurulunca yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [1].

1945 Tarihli yersarsıntısı bölgeleri haritası Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. 1945 Yılı Yer Sarsıntısı Bölgeleri Haritası [2, 34]



Şekil 3.2. CBS ile idari sınırlara göre düzenlenmiş 1945 Yer Sarsıntısı Bölgeleri Haritası [2]

### 3.1.2. 1947 Yılı Deprem Bölgeleme Haritası

1945 Deprem bölgeleme haritasında zamanla incelemeler yapılarak birkaç hususta düzenleme yapılması konusunda raporlar oluşturulmuştur. Deprem bölgeleri kapsamının geniş tutulduğu kanısına varılmıştır. Bu doğrultuda deprem bölgeleme haritası yeniden düzenlenerek 20.12.1947 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı yürürlüğe girmiştir [2]. Yeni haritaya ile ülkemiz;

1. Birinci derecede deprem bölgesi,
2. İkinci derecede deprem bölgesi,
3. Tehlikesiz bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır [2, 35].

1947 Deprem Bölgeleme Haritası 1948 yılında; deprem sınırlarında sabit tutularak iki kısım halinde ve değişik renklerde yeniden basılmış ve zamanla aşağıda verilen hususlarda değişime gidilmiştir [1].

1- İstanbul'un durumu yeniden gözden geçirilmiş, İstanbul ili 2. derece deprem bölgesi olarak gösterilmiştir. Ancak İstanbul ili için taşıma gücü zayıf olan zeminlerde inşa edilecek yapıların

denetleyici dairenin onayı ile 1. derece deprem bölgesi koşulları uygulanır şartı Bakanlar Kurulu kararı ile belirtilmiştir.

2- 1951 yılında birkaç ilin (Çanakkale, Bingöl, İzmir, Elazığ, Bitlis) durumunda değişiklik yapılmış, ilgili karar Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

24.02.1951 tarihli ve 7743 sayılı Resmi Gazete’de İzmir, Bursa, Bingöl, Bitlis ve Elazığ deprem bölgelerinde değişiklik yapılması ile ilgili kararı yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Çanakkale ilinin Yenice, Biga ve Çan ilçelerinin ikinci derece yersarsıntısı bölgelerine ithali Bakanlar Kurulunun 13.7.1953 tarihli kararıyla kararlaştırılmıştır [1]. Harita Şekil 3.3’te verilmiştir.



**Şekil 3.3.** 1947 Yılı Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası [35, 36]

b- Deterministik yöntem ile düzenlenmiş deprem bölgelendirme haritaları: Belirtilen yöntem ile hazırlanan haritalar, daha önceki yıllarda meydana gelmiş yersarsıntılarının meydana getirdiği hasarlar, tektonik haritalar ve bunlara ek olarak deprem ile ilgili yapılan çalışmalardan

faydalanılarak oluşabilecek şiddet değerleri dikkate alınarak düzenlenmiştir. Bu yöntem ile hazırlanan deprem bölgelendirme haritaları 1963 ve 1972 tarihli haritalardır [2].

### 3.1.3. 1963 Yılı Deprem Bölgelendirme Haritası

1963 Deprem Bölgelendirme Haritası, çeşitli Bakanlık temsilcilerinin oluşturmuş oldukları bir komisyon çalışması ile hazırlanmıştır. İlgili Bakanlık yetkilileri, 1947 yılı Deprem bölgelendirme haritasında birçok eksiğin bulunduğu, haritanın kısa sürede ve az veri ile oluşturulduğu bu nedenle haritanın tekrar elden geçirilmesi gerektiği doğrultusunda bir rapor düzenlemişlerdir. Yetkili komisyon tespit ettikleri noksanlıkları düzeltecek şekilde, ilgili kurum ve kuruluşlardan görüş alarak yeni bir deprem bölgelendirme haritası düzenlenmiştir [37].

1963 yılı “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” Bakanlar Kurulu kararı ile Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yeni haritaya ile ülkemiz;

1. derece deprem bölgesi (VIII ve üzeri şiddet beklenen bölgeler)
2. derece deprem bölgesi (VII-VIII arası şiddet beklenen bölgeler)
3. derece deprem bölgesi ve (V-VII arası şiddet beklenen bölgeler)

Tehlikesiz bölgeler olmak üzere dört sınıfta gösterilmiştir [2,35].

1963 Deprem Bölgelendirme Haritası hissedilen maksimum şiddet değerleri dikkate alınarak düzenlenmiştir [2].

1963 tarihli Deprem Bölgelendirme Haritasında deprem bakımından güvenli gösterilen bölgelerde ağır hasar oluşturan depremlerin olması ve bölgelendirme haritasının, 1968’de Strasbourg’da bir araya gelen Avrupa Sismoloji Komisyonunun görüşleri ile uyuşmaması sebebiyle yeni bir deprem bölgelendirme haritasının düzenlenme faaliyetleri başlamıştır [38]. İmar ve İskân Bakanlığı; 1963 tarihli deprem bölgelendirme haritasının hazırlanmasında birçok konuda eksiklerin olduğu, haritanın güncel verilerle uyuşmaması ve tehlikesiz olarak gösterilen bölgelerde şiddetli depremlerin meydana gelmesi nedeniyle bölgelendirme haritasının yeniden düzenlenmesine karar vermiştir [2]. Harita Şekil 3.4’te verilmiştir.

Avrupa Sismoloji Komisyonunun deprem bölgelendirme haritalarının düzenlenmesinde esas alınacak verileri şu şekilde belirtmiştir.

- 1) Deprem katalogları,
- 2) Deprem dağılım haritaları,
- 3) Hissedilen maksimum şiddet haritaları

4) Sismotektonik haritaların temel veri olarak dikkate alınması. Avrupa Sismoloji Komisyonunun kararlarına uygun olarak birçok araştırmacı tarafından deprem katalogları hazırlanmıştır. Bunlardan birkaçı; Pınar ve Lahn (1952), Öcal (1968a, b), Ergin vd. lerinin (1967, 1971) hazırladığı kataloglardır. Bu kataloglar yeni hazırlanacak deprem haritalarında veri olarak kullanılmıştır [2, 39-43].

1963 Yılı deprem bölgelendirme haritasına göre nüfus verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** 1963 Yılı Deprem bölgelendirme haritasına göre nüfus durumu [44]

Deprem Bölgesi	1960 Nüfus	%	1965 Nüfus	%
I.Derece	6 556 424	23.62	7 432 000	23.68
II. ve III. Derece	11 494 103	41.41	13 130 580	41.83
Tehlikesiz	9 704 293	34.96	10 828 627	34.50
<b>TOPLAM</b>	<b>27 754 820</b>	<b>100</b>	<b>31 391 207</b>	<b>100</b>



**Şekil 3.4.** 1963 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası [35, 45]

### 3.1.4. 1972 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleendirme Haritası

1963 Tarihli deprem bölgeleendirme haritasında deprem bakımından güvenli gösterilen bölgelerde ağır hasar oluşturan depremlerin olması ve deprem haritasının 1968'de Strasbourg'da bir araya gelen Avrupa Sismoloji Komisyonunun görüşleri ile uyuşmaması sebebiyle yeni bir deprem bölgeleendirme haritası düzenleme faaliyetleri başlanmıştır [38]. Belirtilen eksiklikleri düzelterek biçimde hazırlanan yeni deprem bölgeleendirme haritası 1972 yılında Bakanlar Kurulu kararıyla 1/1.850.000 ölçekli olarak yayımlanmıştır. Yeni haritaya göre ülkemiz; I. derece deprem bölgesi, II. derece deprem bölgesi, III. derece deprem bölgesi, IV. derece deprem bölgesi ve tehlikesiz bölgeler olmak üzere beş kategoride sınıflandırılmıştır [1, 46].

1972 yılı Deprem bölgeleendirme haritası hazırlanırken şiddet artırıcı ve azaltıcı faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Bu faktörler şu şekilde ifade edilmiştir: 1- Yer tektonik ve jeolojik yapısı 2- Deprem riski 3- Yapıların ömürleri [1, 46].

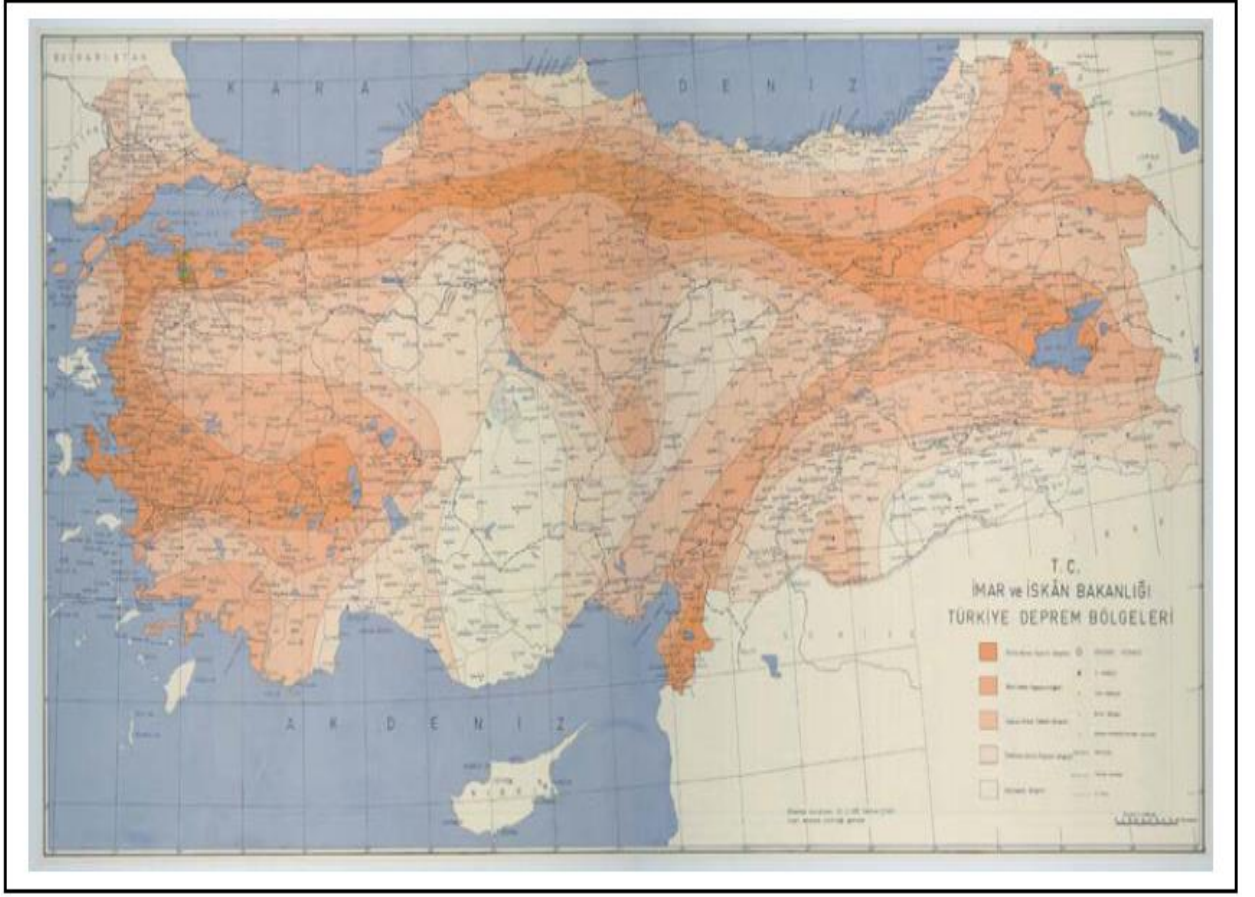
1972 Yılı deprem bölgeleendirme haritası düzenlenirken 1964 Paris Hükümetler Arası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği toplantısında deprem bölgeleri haritasının hazırlanmasına kaynak teşkil edecek ve dikkat çekilen hususlar; 1) Deprem Katalogları, 2) Dış odak dağılım haritaları, 3) Hissedilen maksimum şiddet haritaları, 4) Sismo-Tektonik haritalar olmuştur. Ayrıca harita hazırlanırken 1968 Strasbourg Avrupa Sismoloji Komisyonunun önerilerine göz önünde bulundurulmuştur [1]. 1972 Yılı Deprem bölgeleendirme haritasına göre ülkemizin nüfus ve alan durumu Çizelge 3.2'de verildiği gibi oluşmuştur.

**Çizelge 3.2.** 1972 Yılı deprem bölgeleendirme haritasına göre nüfus ve alan durumu [47]

Deprem Bölgesi	Nüfus	%	Alan (km <sup>2</sup> )	%
I.Derece	10 877 245	21.5	122 592	16.8
II.Derece	15 924 284	31.4	208 596	26.9
III.Derece	11 084 823	21.9	225 989	29.2
IV.Derece	10 174 184	20.1	150 000	19.4
V.Derece	2 603 922	5.1	67 638	8.7
<b>TOPLAM</b>	<b>50 664 458</b>	<b>100</b>	<b>774 815</b>	<b>100</b>

1972 Yılı Deprem Bölgeleendirme Haritası Şekil 3.5'te verilmiştir.





Şekil 3.5. 1972 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası [35, 48]

c- Olasılık yöntemine göre düzenlenmiş deprem bölgelendirme haritaları: Mühendislik bilimindeki ilerlemeler, teknolojik gelişmelerle, deprem kayıt istasyonlarının artması, yeni bulgu ve kayıtların elde edilmesi ve dünyadaki gelişmelerle orantılı olarak olasılık yöntemi esas alınarak düzenlenmiştir. 1996 Yılı deprem bölgelendirme haritası diğer haritalardan farklı olarak 50 yılda % 90 olasılıkla geçilmeyecek yer ivmelerini gösterecek şekilde hazırlanmıştır [2].

### 3.1.5. 1996 Yılı Türkiye Deprem Bölgelendirme Haritası

Doğal afetlerin yol açtığı tehlikelerden korunmak ve doğal afet konusunda farkındalık oluşturmak amacıyla toplanan Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 42. Oturumunda 1900-2000 yılları arasını “Doğal Afet Zararlarının Azaltılması Uluslararası On Yılı” olarak duyurmuştur. Aynı oturumda doğal afetler etkisinde kalan ülkelerde milli bir komite oluşturulması kararı alınmıştır. Ayrıca oluşturulacak komitelerin yapabilecek faaliyetleri ve doğal afetlere karşı alacakları önleyici tedbirler belirlenmiştir. Bu kapsamda ülkemizde Bayındırlık ve İskan

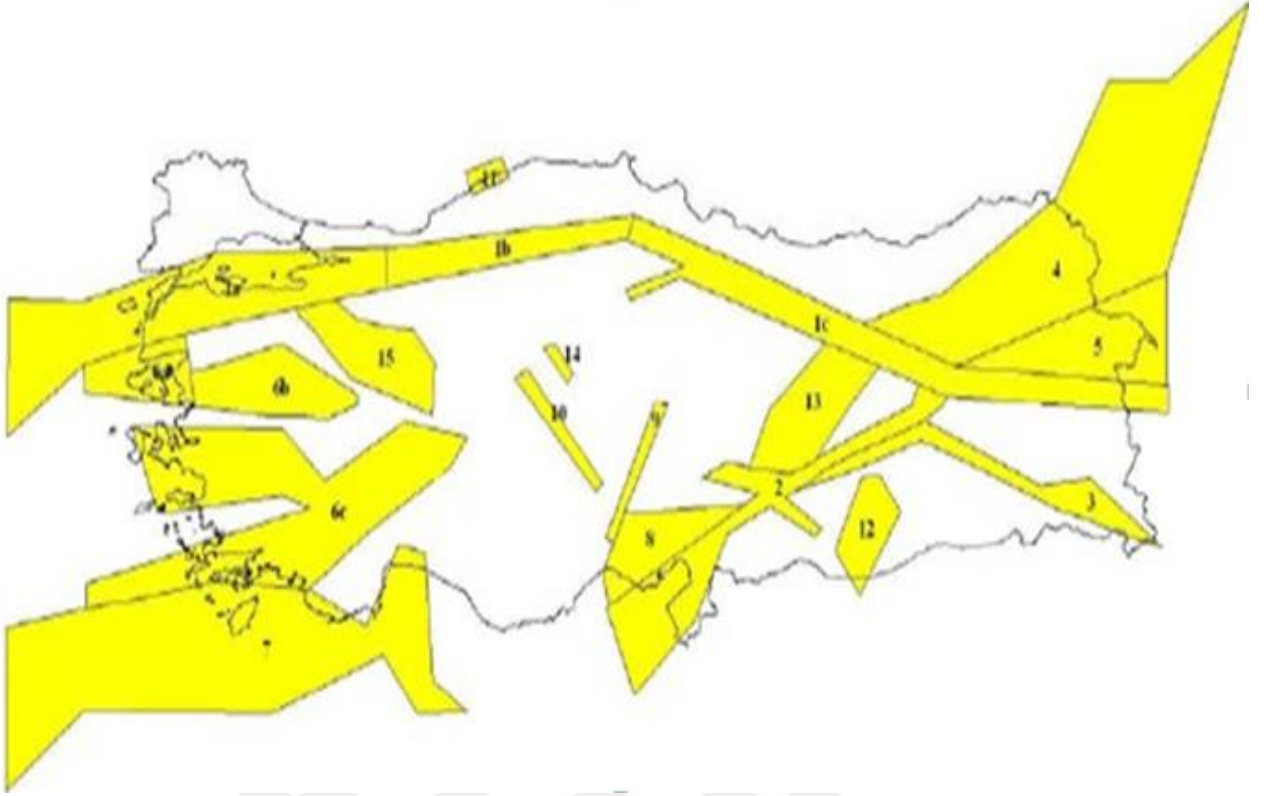
Bakanlığı çalışmalarını başlatmış ve ilgili kurum ve kuruluşların katılımıyla bir Milli Komite oluşturmuştur [1,49].

Doğal afetler sınıflandırılarak (deprem, yangın, çığ vb.) oluşturulan bu Milli Komite içerisinde ilgili kurum ve kuruluşlarının katılımları ile çalışma grupları oluşturulmuştur. Oluşturan çalışma gruplarından bir tanesi olan AFAD bünyesinde kurulan Deprem Çalışma Grubu'nun temel hedefi 1972 yılı deprem bölgelendirme haritasının çağın gerekliliklerine uygun olarak yeniden düzenlemek olmuştur. Bu temel hedef çerçevesinde faaliyetlerine başlayan çalışma grubu eldeki veriler doğrultusunda deprem kaynak zonlarını gösteren bir taslak harita düzenlemiş ve taslak haritayı ilgili kurum ve kuruluşların düşüncelerine açmıştır. Hazırlanan taslak haritaya son şekli verildikten sonra ODTÜ' nün İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne yeni deprem bölgelendirme haritasının en son verilere göre olasılık yöntemi kullanılarak düzenlenmesi, bir proje olarak verilmiştir. Gerçekleştirilecek projenin temel hedefi; güncel verilere dayalı olarak oluşturulan deprem kaynak zonları haritası verileri alınarak ülkemiz için yeni bir deprem bölgelendirme haritasının olasılıksal yöntemle hazırlanması ve Afet Bölgelerinde inşa edilecek yapılar hakkındaki yönetmenlik gerekliliklerinin uygulanmasına fırsat verecek bir formatın düzenlenmesi şeklinde belirtilmiştir [1,17]. 1996 Deprem bölgelendirme haritanın hazırlanmasında:

- 1- Deprem kaynak zonlarının tespiti
- 2- Her bir kaynak zonu için geçmiş deprem kayıtlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve kaynak zonların oluşturabileceği maksimum deprem büyüklüğünün tespiti
- 3- Her bir kaynak zonu için ivme azalım bağıntılarının tespiti,
- 4- İvmeye ait, belirlenen dönemde geçerli en büyük birikimli olasılıksal dağılım fonksiyonunun hesaplanması, aşamaları takip edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda temel veri kaynağı olarak kullanılan deprem listesi Ayhan vd. (1984) tarafından hazırlanan katalogdan alınmıştır [1, 50].

1996 Yılı deprem bölgelendirme haritası hazırlanırken Joyner ve Boore' nun 1981 yılında geliştirdiği ivme azalım ilişkisi bağıntısından (1.1) faydalanılmıştır.

1996 Yılı Türkiye Deprem Bölgelendirme Haritası için kullanılan Deprem Kaynak Bölgelerini gösteren harita Şekil 3.6'da verilmiştir.



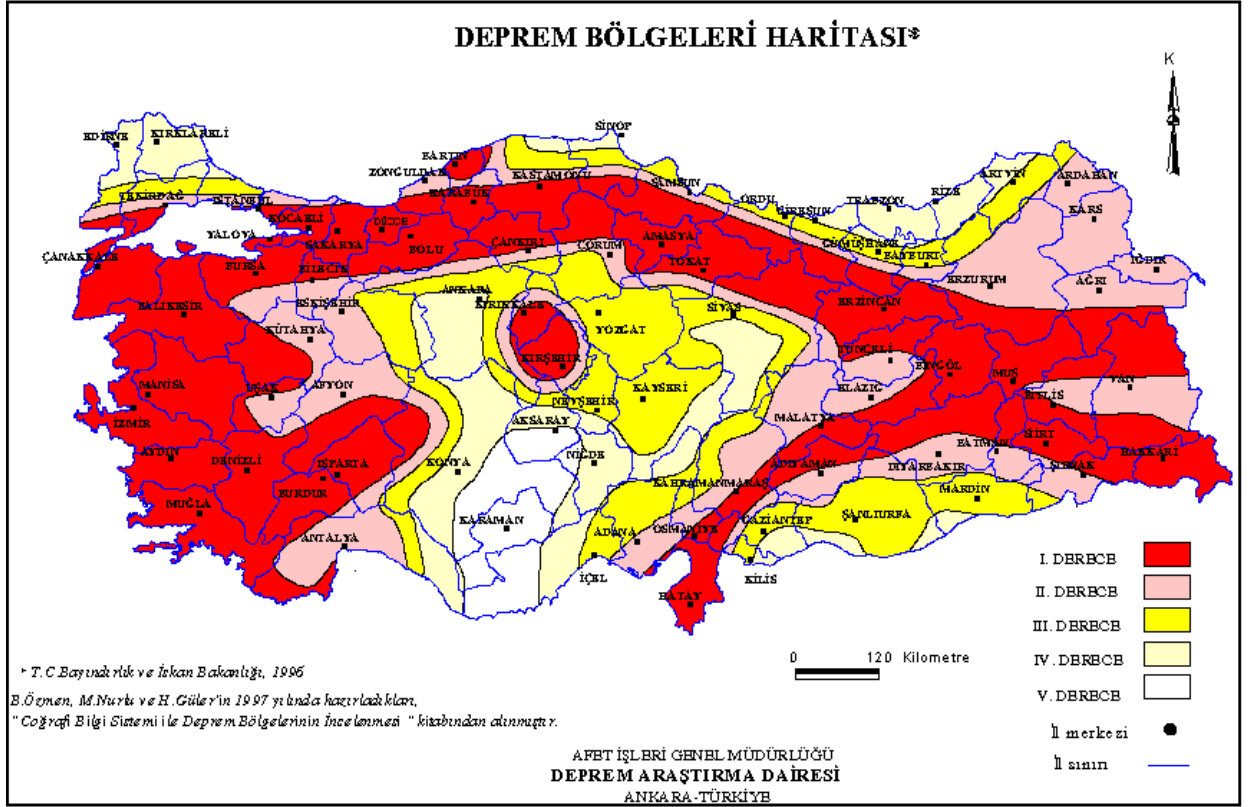
**Şekil 3.6.** 1996 Türkiye Deprem Bölgeleme Haritası için kullanılan Deprem Kaynak Bölgeleri [17]

Deprem Çalışma Grubu, bir önceki çalışmanın (1972) eksiklikleri çağdaş bir anlayışla giderilerek yeni bir deprem bölgeleme haritası (1996) oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu hazırlanan harita 18.4.1996 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile 1/800.000 ölçekli olarak yayımlanmıştır. 1996 yılı deprem bölgeleme haritası önceki haritalardan farklı olarak deprem bölgelerini sınıflandırmada, maksimum yer ivmelerini ölçü almıştır [1].

1996 Deprem bölgeleme haritası ülkemizde gelecekteki 50 yıllık zaman diliminde %90 ihtimalle geçilmeyecek yer ivmelerini göstermektedir. Haritada sınıflandırma şu şekilde olmuştur:

1. I. derece deprem bölgeleri (yer ivmesinin  $> 0.40$  g)
2. II. derece deprem bölgeleri (yer ivmesinin  $0.30 - 0.40$  g)
3. III. derece deprem bölgeleri (yer ivmesinin  $0.20 - 0.30$  g)
4. IV. derece deprem bölgeleri (yer ivmesinin  $0.10 - 0.20$  g)
5. V. derece deprem bölgeleri (yer ivmesinin  $< 0.10$  g) olmak üzere beş bölgeye ayrılmıştır [2].

1996 Yılı Türkiye deprem bölgeleme haritası Şekil 3.7'de verilmiştir.



**Şekil 3.7.** 1996 Yılı Türkiye Deprem Bölgeleme Haritası [51]

1996 Yılı deprem bölgeleme haritası Harita Genel Komutanlığı tarafından renkli olarak basılmıştır. Haritada sınıflandırma yerleşim birimlerinin merkezi esas alınarak yapılmıştır. Ayrıca yerleşim yerlerini deprem bölgeleri bakımından sınıflandıran bir indeks hazırlanarak haritaya eklenmiştir [35].

1996 Yılı Deprem Bölgeleme Haritasına göre ülkemizin nüfus ve alan durumu Çizelge 3.3'te verilmiştir.

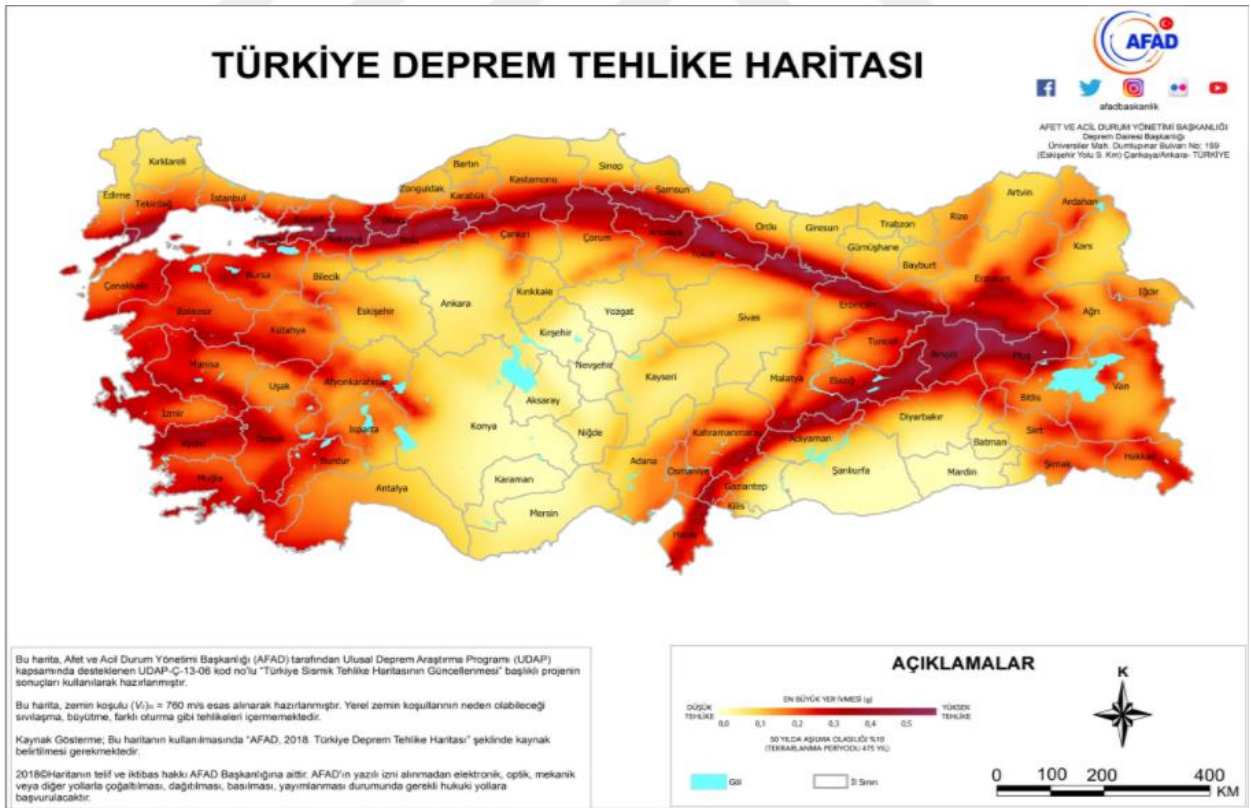
**Çizelge 3.3.** 1996 Yılı deprem bölgeleme haritasına göre alan ve nüfus durumu [52]

Deprem Bölgesi	Alan (km <sup>2</sup> )	%	Nüfus (1990)	%	Nüfus (1997)	%
I.Derece	328.995	42	25.052.683	44	28.498.740	45
II.Derece	186.411	24	14.642.950	26	16.674.656	26
III.Derece	139.594	18	8.257.582	15	9.334.138	15
IV.Derece	97.894	12	7.534.083	13	8.129.711	13
V.Derece	32.051	4	985.737	2	1.107.757	2
<b>TOPLAM</b>	<b>784.945</b>	<b>100</b>	<b>56.473.035</b>	<b>100</b>	<b>63.745.000</b>	<b>100</b>

### 3.1.6. 2018 Deprem Tehlike Haritası

1996 Yılından beri ülkemiz için kullanılan deprem bölgelendirme haritası AFAD Deprem Dairesi Başkanlığınca yenilenecek 18 Mart 2018 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Hazırlanan yeni deprem haritası 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlüğe girecektir. Hazırlanan yeni haritada gelişen teknoloji ile beraber artan bilgi ve bulgulardan faydalanılmıştır. Harita zemin koşulu ( $V_s$ )<sub>30</sub> = 760 m/s esas alınarak hazırlanmıştır. Yerel zeminlerin sebep olabileceği sıvılaşma, büyütme, farklı oturma gibi tehlikeleri içermemektedir. Yeni harita deprem bölgesi kavramı yerine en büyük yer ivmesi değerleri gösterilmiş ve “deprem bölgesi” kavramını rafa kaldırmıştır. 2018 Yılı deprem tehlike haritası AFAD tarafından Ulusal Deprem Araştırma Programı desteği ile Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi adlı proje ile ilgili kurum ve kuruluşların birlikte çalışmasıyla hazırlanmıştır [32].

2018 Deprem Tehlike Haritası incelendiğinde, 1996 yılı deprem bölgeleri haritasından ayrıştığı göze çapmaktadır. Özellikle Erzincan ve Van bölgelerinin deprem tehlikesi azaltılmış olarak değiştirilmiş olması dikkat çeken önemli bir farklılaşma olmuştur. 2018 Deprem Tehlike Haritası olarak adlandırılan çalışma Şekil 3.8’de verilmiştir.



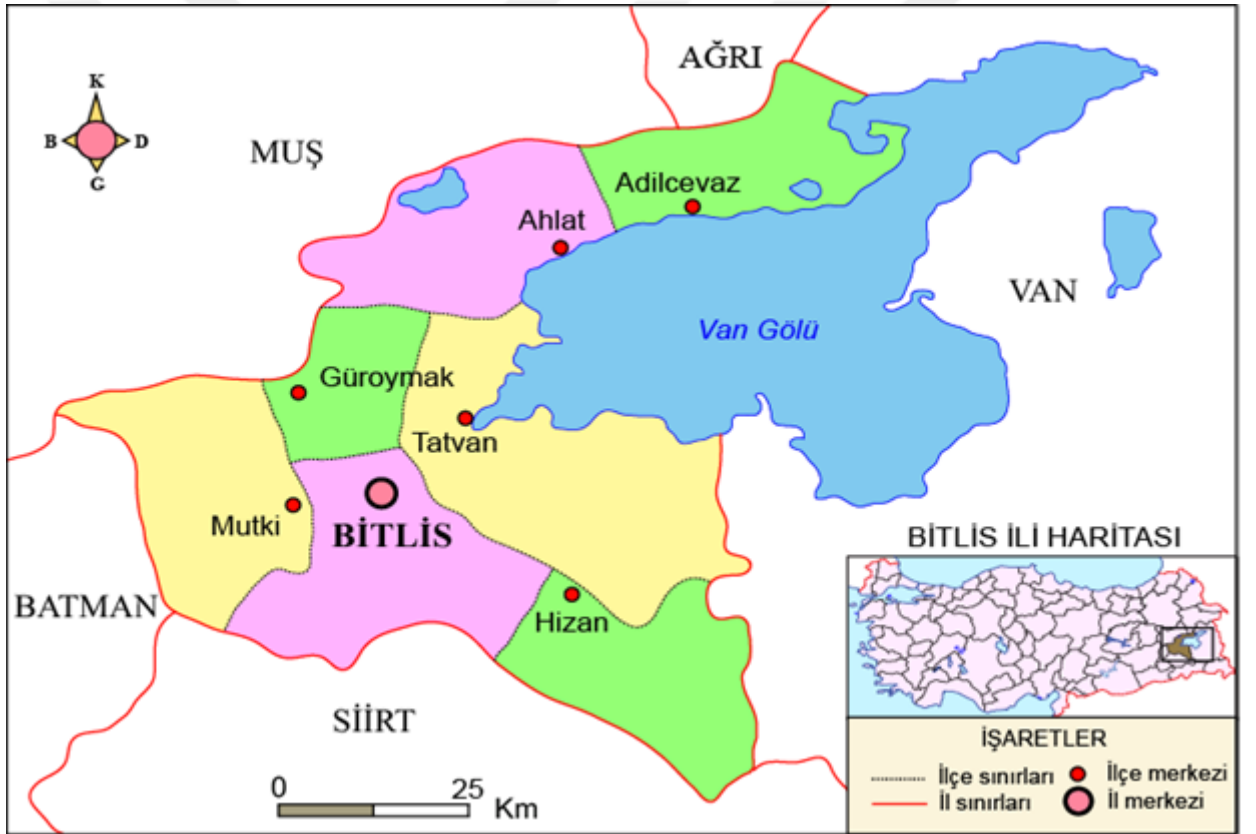
Şekil 3.8. 2018 Deprem Tehlike Haritası [53]

### 3.2. Bitlis İlinin Genel Özellikleri

Bitlis ili  $41^{\circ} 33'$  -  $43^{\circ} 11'$  doğu boylamları  $37^{\circ} 54'$  -  $38^{\circ} 58'$  kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. İlin uç noktaları arasındaki mesafe, doğu-batı yönünde 144 km, kuzey-güney yönünde ise 120 km'dir. Bitlis ilinin yüz ölçümü  $6.706 \text{ km}^2$  dir. Bu rakama Van Gölünün Bitlis ili sınırları içerisinde kalan  $1.876 \text{ km}^2$ ' lik kısmı da eklendiğinde ilin yüz ölçümü  $8.582 \text{ km}^2$ 'ye kadar çıkmaktadır [54].

Doğusunda Van, kuzey doğusunda Ağrı, kuzey batısında Muş, batısında Batman, güneyinde Siirt illeri yer almaktadır. Bitlis ilinin Adilcevaz, Ahlat, Güroymak, Hizan, Mutki ve Tatvan olmak üzere 6 adet ilçesi bulunmaktadır.

Bitlis ili haritası Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Bitlis İli Haritası [55]

### 3.3. Depremsellik

Deprem hareketi, yeryüzü kabuğundaki fay adı verilen büyük ölçekli süreksizliklerden kurtulan enerjinin gerilim dalgaları halinde yayılmasıdır. Işık ve ses dalgalarının yayılmasındaki gibi kaya

ve gevşek zemini meydana getiren maddesel noktaların birbirini harekete geçirmesi olayına deprem adı verilir [31, 56].

Doğa olayları içinde deprem, zaman, yer ve büyüklük bakımından rastsallık gösteren bir olaydır. Fakat verilen bir yerde ve zaman aralığı içinde deprem oluşumlarının analizi sonunda depremlerin bazı durumlarda tektonik ortam açısından rastgele olaylar olmadıkları ve belirli yerlerde kümelenedikleri görülmüştür. Bu nedenle depremlerin dış odakları aktif tektonik birimlerin üzerinde ya da çok yakınında yer almaktadır. Bir bölgede deprem etkinlerinin incelenmesi olası depremler hakkında fikir verebilir. Bu nedenle depremlere ilişkin beklenen büyüklük, yer ivmesi, hız, yer değiştirme gibi büyüklüklerin önceden tahmini, istatistiksel çalışmaların yapılmasına yol açmıştır [31, 57].

Tarihi deprem verilerinin analizi ile bölgede ileride beklenebilecek sismik etkinlik için belirli bir zemin parametresinin veya deprem şiddetinin bir yıldaki aşılma olasılığı belirlenip deprem tehlikesi niceliksel olarak değerlendirilip mühendislik yapıların tasarımlarına yansıtılabilir [31].

Deprem sırasında barajlar, köprüler, yüksek binalar ve güç santralleri gibi mühendislik yapıları, zemin yapıları ve doğal zemin tabakaları hasar görmekte, maddi manevi kayıplar ve felaketler meydana gelmektedir. Bazı bölgeler; buldukları bölge, bölgenin sismolojik geçmişi ve sismotektonik yapısı nedeniyle sık sık depreme maruz kalırlar. Depremlerin zamanı, yeri, büyüklüğü gibi özellikleri önceden bilinmemekle birlikte, bölgenin sismik potansiyelleri, zemin koşulları ve olası deprem parametreleri belirlenebilmektedir [31, 58].

Bu nedenle; mühendislik yapılarının tasarlanmasında en önemli aşamalardan biri bölgenin sismik tehlikesinin (deprenselliğin) belirlenmesidir. Deprensellik, bir bölgede öngörülen zaman içerisinde zemin hareketi veya deprem büyüklüğünü parametrenin belirli bir düzeyi aşma olasılığı olarak tanımlanabilmektedir. Deprensellik veya Türk diline girdiği haliyle " sismisite " kelimesi literatürde geniş ölçüde dile getirilmekle birlikte, genel olarak depremlerin zaman ve mekan dağılımları için kullanılmaktadır [31, 59].

Bir bölgede deprensellik incelenirken iki faktör incelenir. Birincisi, bölgede geçmişte meydana gelmiş depremler ikincisi, bölgede deprem üretebilecek tektonik yapılarıdır. Bir bölgedeki sismik tehlikenin değerlendirilmesi için, birinci seçenek tanımlanan bir yapı ömrü içinde o bölgede deprem büyüklüklerine göre aşılma olasılıklarının belirlenmesidir. Diğer bir seçenek ise deprem büyüklüklerine göre dönüşüm periyotlarının hesaplanmasıdır. Gerçekçi ve güvenilirliği yüksek bir sismik tehlike hesabı için her iki yöntemin de dikkate alınması gerekmektedir [58].

### 3.3.1. Türkiye'deki Tektonik Bölgeler

Türkiye coğrafi konumu itibariyle büyük levhaların etkisindedir. Afrika, Avrasya ve Arap levhaları ülkemizi doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir. Bu levhalar etkisi ile ülkemiz deprem kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Levhalar arasındaki etkileşim Şekil 3.10'da ok işaretleri ile gösterilmiştir. Bu etkileşim kısaca şu şekilde ifade edilebilir: Afrika levhası, Akdeniz'de Helenik - Kıbrıs Yayı olarak ifade edilen bölgede, Avrasya levhasının altına doğru hareket eder. Arap levhası ise Kızıldeniz'deki açılma sebebi ile kuzeye doğru hareket eder ve Anadolu levhasını sıkıştırır. Sıkışmanın etkisi ile Bitlis Kenet Kuşağı meydana gelmiştir. Sıkıştırma halen devam ettiği için, Anadolu levhası kuzey ve güneydeki fay hatları boyunca batıya doğru hareket eder. Hareket sonucunda Anadolu levhasının kuzeyinde Kuzey Anadolu Fay hattı (KAF), güneyinde ise Doğu Anadolu Fay hattı (DAF) oluşmuştur. Ayrıca Arap levhasının sıkıştırması ile batıya kayarak Afrika levhasının altına dalan Anadolu levhası, Akdeniz ve Ege Graben Sistemini depremlerin oluşmasına sebep olur [31].

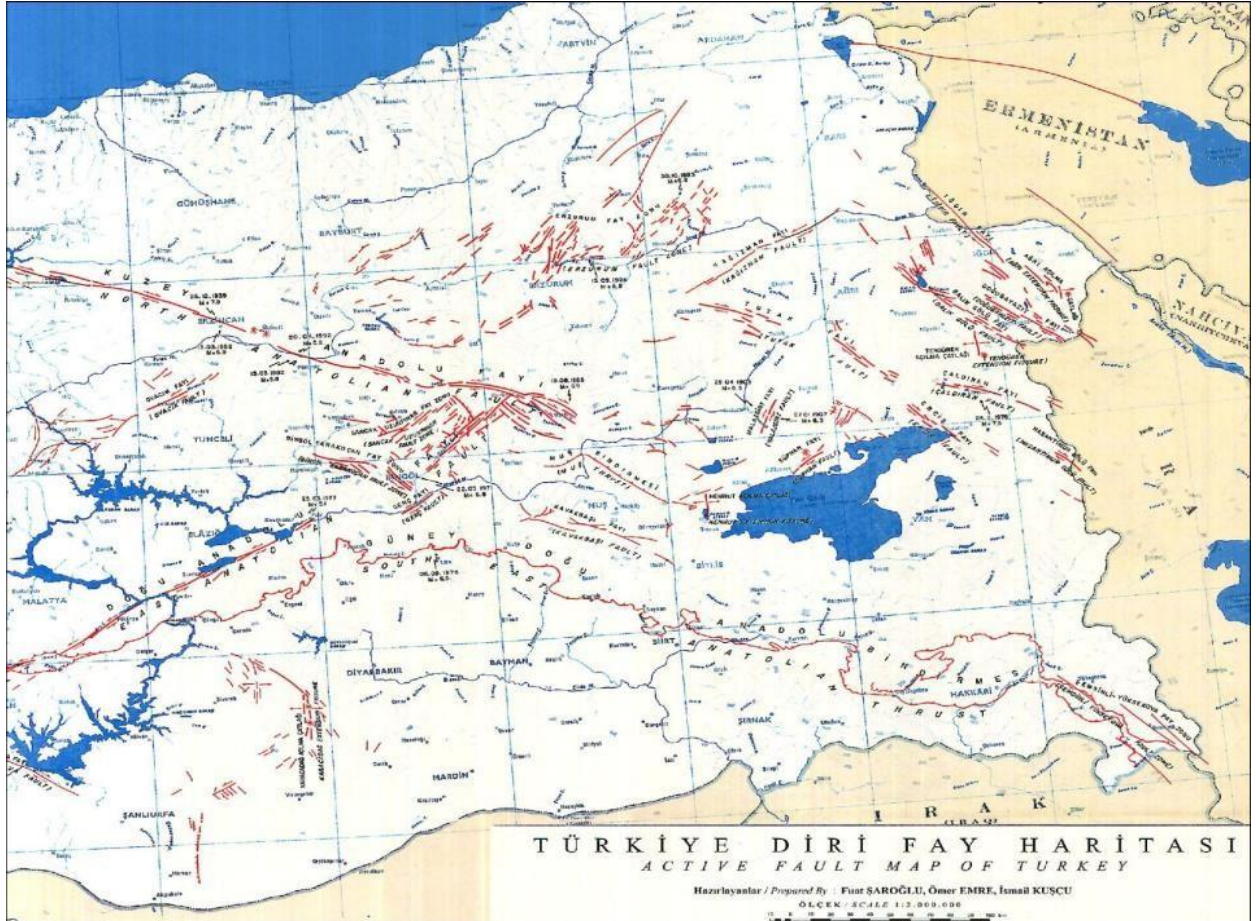


Şekil 3.10. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması [60]



### 3.3.2. Diri Fay Haritası

Deprem etkisi olabilecek kaynaklar incelenirken faydalanılan önemli kaynaklardan bir tanesi MTA'nın 1992 yılında yayımlamış olduğu diri fay haritasıdır. Diri fay haritası Bitlis ve çevresindeki deprem potansiyelinin anlaşılması bakımından incelenmesi gereken faydalı bir diğer kaynaktır. Bitlis ve çevresini içeren diri fay haritası Şekil 3. 11'de verilmiştir.



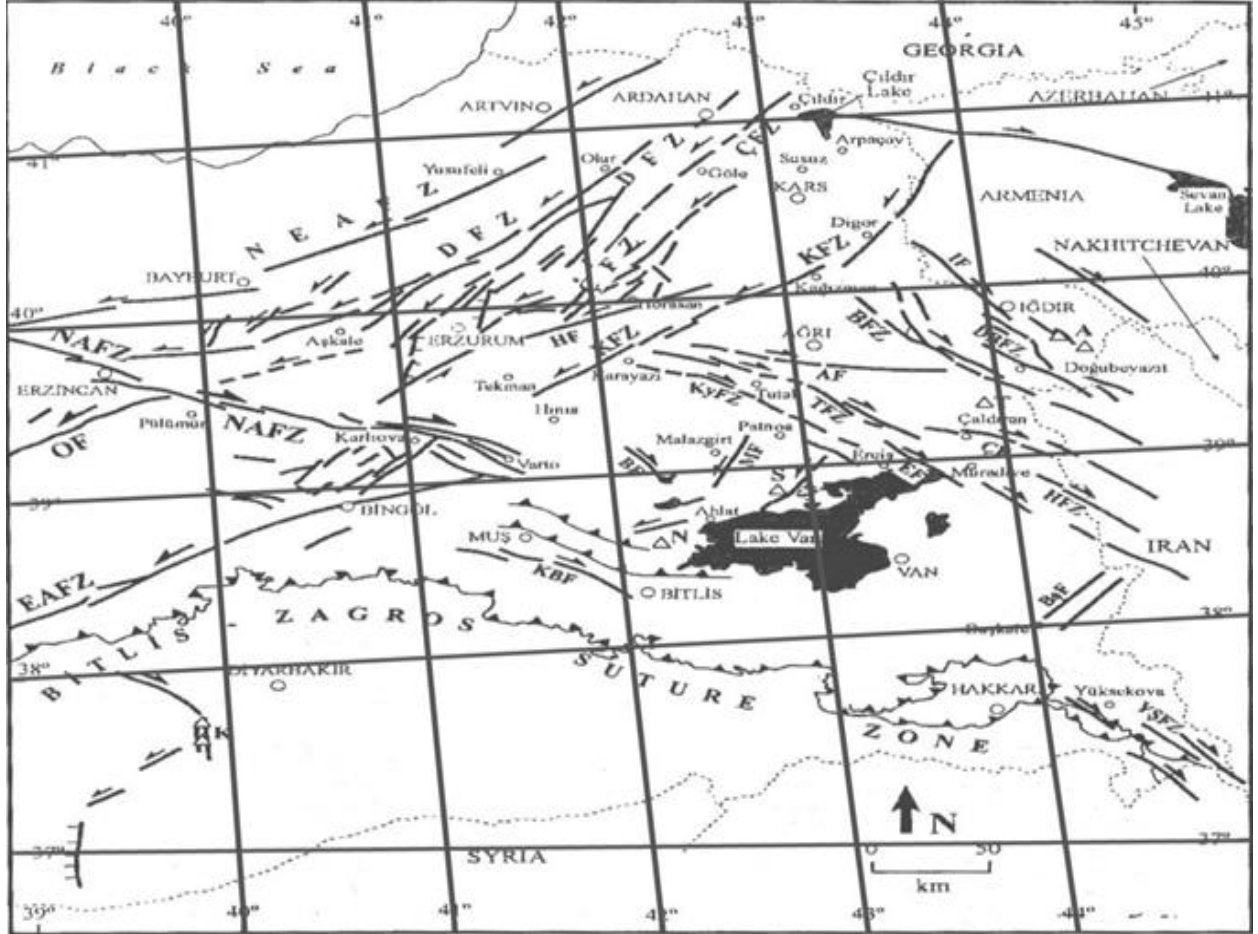
Şekil 3.11. Diri fay haritası [61]

### 3.3.3. Deprem Kaynakları (Faylar)

Depremler, yerkabuğu içerisinde meydana gelen hareketlerin ve fay olarak tanımlanan kırılmalar sonucu oluşan yer sarsıntılarıdır. Depremlerin oluşurken ortaya çıkan enerji her zaman aynı değildir. Deprem büyüklüğü olarak ifade edilen kavram, kırılmalar sonucu ortaya çıkan enerjinin miktarı ile ilişkilidir. Büyüklük, deprem esnasında açığa çıkan enerjinin miktarına bağlı olarak değişir. Deprem sonucunda boşalan enerji genellikle deprem merkezinden uzaklaştıkça azalmaktadır. Fakat bu durum fay kaynakları ve zemin koşullarından da etkilenmektedir. Bu

sebeple bir yerin depremselliği araştırılırken depreme neden fayların ve yerel zemin koşullarının iyi değerlendirilmesi gerekmektedir [23, 62].

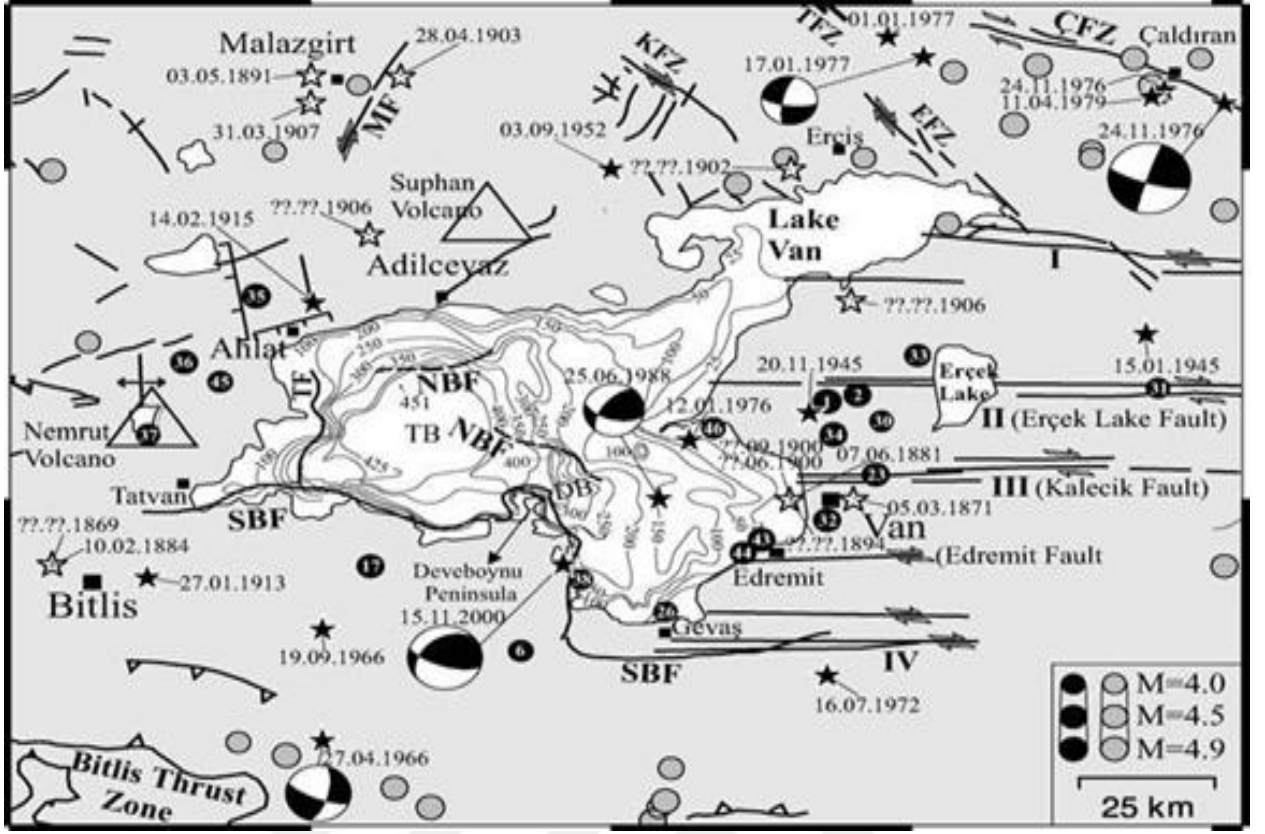
Bitlis ve çevresinde birçok fay bulunmaktadır. Bu fayların incelenmesinde Bozkurt (2001)' un yaptığı çalışmada Bitlis ve civarındaki faylar (Şekil 3.12) verilmiştir. Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadırlar [23,63].



Şekil 3.12. Bitlis ve çevresindeki fayların konumu [63]

Şekilde gösterilen faylar şu şekilde sıralanabilir: Malazgirt Fayı, Bulanık Fayı, Çaldıran Fayı, Erciş Fayı, Süphan Fayı, Başkale Fayı, Tutak Fayı, Dumlu Fay Zonu, Kavakbaşı Fayı, Doğubeyazıt Fay Zonu, Karayazı Fayı, Yüksekova-Şemdinli Fay Zonu ve Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu ve Hınıs Fayı'dır (Şekil 3.12). Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadır [23, 63].

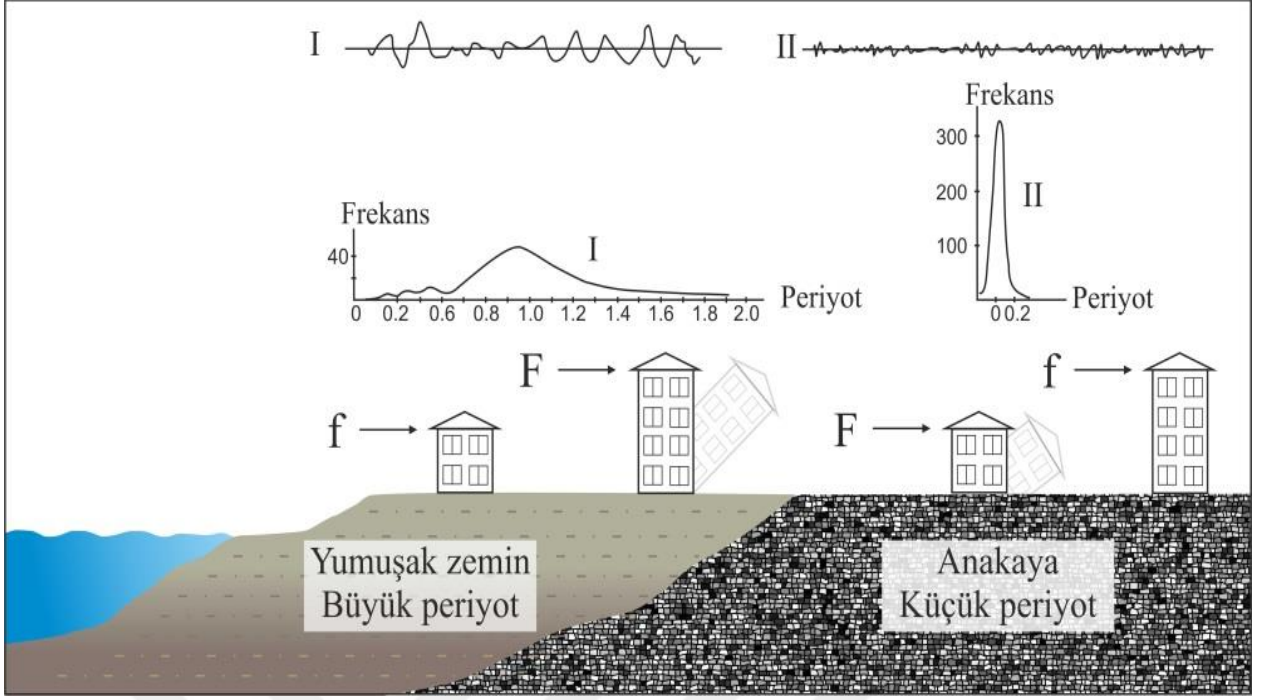
Bitlis ve çevresindeki faylar incelenirken faydalanması gereken diğer bir çalışma Utkucu (2006)'nun yaptığı çalışmadır (Şekil 3.13) [23, 64].



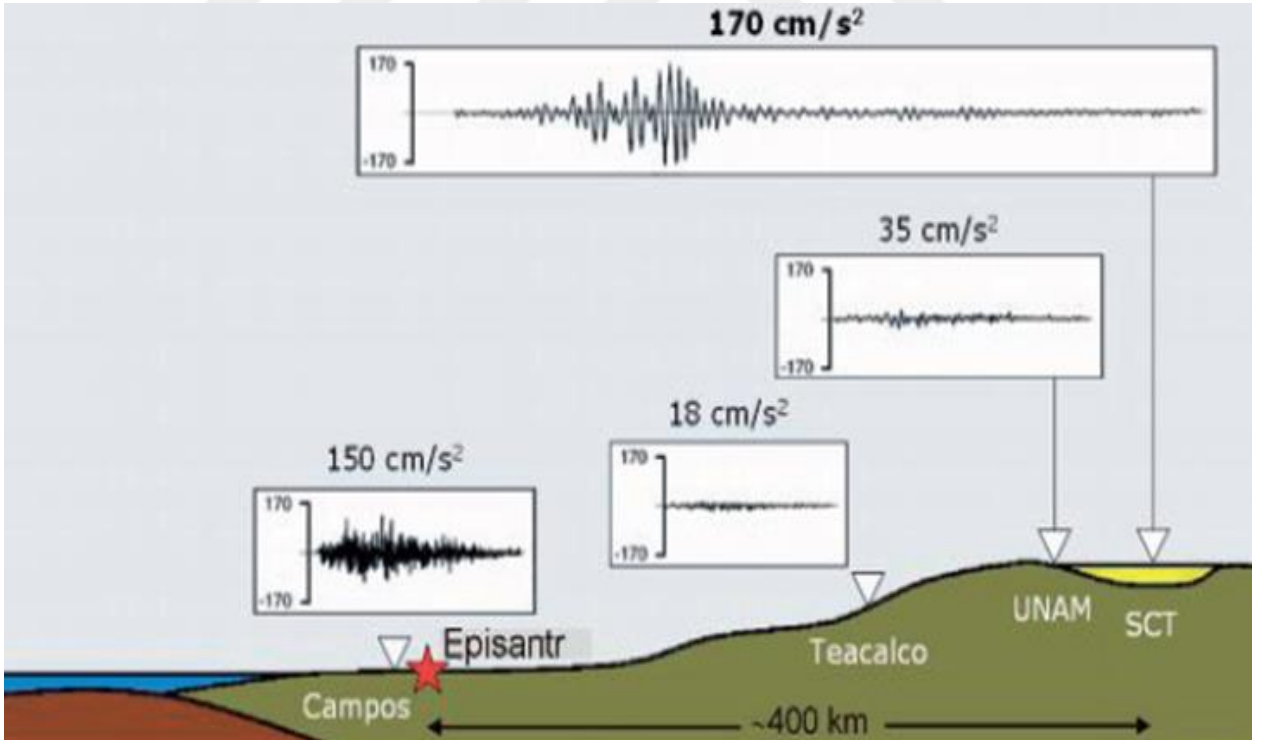
Şekil 3.13. Bitlis çevresindeki faylar [23, 64]

### 3.3.4. Zemin Koşulları

Depremler meydana geldiğinde, sismik dalgalar zemin içerisinde farklı hızlarla yayılmaya başlarlar. Sismik dalgalar zemin yüzeyine ulaşana kadar farklı sürelerde titreşimler oluştururlar. Bir bölgede oluşan titreşimin süresi ve şiddeti birkaç unsura bağlı olarak değişmektedir. Bunlar: Depremin büyüklüğü, depremin kaynaktan uzaklığı, dalgaların geçtiği ortamın fiziksel özelliği ve o bölgenin zemin özellikleridir. Deprem sonucunda oluşan dalgalar yeryüzüne ulaşana kadar yaptığı hareketin büyük bir kısmını sert ana kayada geçirirler. Sismik dalgalar hareketlerinin son kısmını sert kayaya göre gevşek ve yumuşak olan zemin tabakalarında gerçekleştirirler. Yeryüzünde hissedilen titreşimlerin şiddeti zemin tabakalarının özelliklerinden etkilenmektedir (Şekil 3.14). Zemin tabakaları bazı sismik dalgaları sönlendirirken bazılarını da büyütürler. Zemin tabakalarının deprem dalgaları üzerindeki etkisine zemin etkisi olarak ifade edilir. Bu etki çoğunlukla genliklerin artması şeklinde kendini gösterdiğinden zemin etkisi yerine zemin büyütmesi terimi de kullanılmaktadır (Şekil 3.15) [65].



**Şekil 3.14.** Farklı zeminlerin yapılarla ilişkisi (I: Yumuşak zemindeki, II: Ana kaya üzerindeki titreşim kaydı ve kayıttan elde edilen baskın periyot grafiği, F: Rezonans oluşturabilecek kuvvet, f: Yapıya uygulanan normal kuvvet) [66]



**Şekil 3.15.** 1985 Meksika depremi ve uzaklığa bağlı kaydedilen ivme değerleri (P. Moczo'dan değiştirildi) [65]

Şekilde görüldüğü gibi 1985 yılında Meksika'nın Michoacan kentinde meydana gelen depremde, 400 km uzaklıktaki Mexico City şehrinin yumuşak zemin üzerinde inşa edilmiş yapılarında büyük ivme değerlerinin kaydedilmesi ve bu bölgelerde büyük hasarların oluşması konunun önemini artırmış ve araştırmacıların çalışmalarını bu alanda yoğunlaştırmasına sevk etmiştir [65].

Sismik dalgaların yumuşak zemin tarafından nasıl büyütüldüğünü enerji akısı kavramı ile açıklayabiliriz [67].

$$E=A^2.w^2.\rho.v/2 \quad (3.1)$$

Bağıntıda E; enerji akısını, A; dalga genliğini, w; açısal frekansı,  $\rho$ ; ortamın yoğunluğunu, v; ortamın sismik dalga hızını ifade etmektedir. Deprem dalgaları hareketlerini sert ana kayadan yumuşak zemin tabakalarına doğru yapmaktadır. Sismik dalga hızı ve ortam yoğunluğu yeryüzüne doğru giderek azalmaktadır. Bağıntı (3.1)'de verilen enerji akısının (E) ve açısal frekansın (w) hareket sırasında sabit kaldığını kabul edersek, enerjinin korunumu kanununa göre; azalan dalga hızını (v) ve ortam yoğunluğunun ( $\rho$ ) karşılanması dalga genliğinin (A) artması ile mümkündür. Bu nedenle ortam değiştiren (sert ana kayadan yumuşak zemine geçişte) sismik dalgaların genliği büyümektedir. Bu olay denize yaklaşan dalgaların genliğinin artmasına da benzetilebilir. Kıyıda uzakta olan dalgaların önemli bir genliği görülmezken, sahile yaklaştıkça hızında yavaşlama genliğinde ise büyüme olmaktadır [65,67].

Zemin büyütme miktarını hesaplayan bağıntılar geliştirilmiştir. Bunlardan biri;

$$B = \frac{1}{(1/\alpha) + (\pi/2)\xi} \quad (3.2)$$

bağıntısıyla ifade edilebilir. Bağıntıda B; Maksimum büyütme,  $\alpha$ ; empedans oranı,  $\xi$ ; sönüm oranını belirtmektedir [68]. Bağıntıda da görüldüğü üzere deprem dalgalarındaki büyütme etki eden iki değişken vardır. Bunlar; empedans oranı ve sönüm oranıdır.

Empedans oranı: Enerji akısı bağıntısında belirtilen sert ana kayadan yumuşak zemin tabakalarına geçişte hız ve yoğunluğun hangi oranda değiştiğini ifade eder.

$$\alpha = \frac{\rho_r v_r}{\rho_s v_s} \quad (3.3)$$

Verilen oranda  $\rho_r$ ; ana kayanın yoğunluğunu,  $v_r$ ; ana kayadaki deprem dalga hızını,  $\rho_s$ ; zeminin yoğunluğunu,  $v_s$ ; zemindeki sismik dalga hızını tanımlar. Sismik dalga genliğinin büyütülme miktarı, empedans oranı ile doğru orantılıdır [65, 68].

Deprem dalgaları yumuşak zemin içerisinde sadece büyütülmezler aynı zamanda sönümlendirilirler. Yumuşak zemin içerisinde dalga enerjisinin bir kısmı ısıya dönüşür. Sönümlendirme oranı  $\xi$  sembolü ile ifade edilir [69].

$$\xi = \frac{\eta w}{2G} \quad (3.4)$$

Burada  $\eta$ ; zeminin viskozitesini,  $w$ ; açısal frekansı,  $G$  ise kayma modülünü temsil etmektedir. Sönüm oranı farklı zeminle için laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Sönüm oranı empedans oranının aksine dalga genliklerini azaltıcı etki göstermektedir. Sönüm oranı yumuşak zemin tabakalarında daha yüksektir. Bu değer kayalarda %2 civarında, yumuşak zeminlerde ise yaklaşık olarak %5 oranındadır [65,69].

Büyütmeye etki eden başka bir faktörde frekanstır. Her frekans aynı düzeyde büyütülmez. Bazı frekanslar az büyütülürken bazıları ise çok büyütülür. En çok büyütmeyen ne kadar olacağına denklemlerini verdiğimiz (3.3 ve 3.4) empedans ve sönüm oranı belirlerken, bunun hangi frekanslı dalgalarda olacağını belirleyen faktörler; zemin tabakasının kalınlığı ve sismik dalganın hızıdır [65].

$$f_0 = \frac{v_s}{4H} \quad \text{veya} \quad T_0 = \frac{4H}{v_s} \quad (3.5)$$

Bağıntıda  $f_0$  ve  $T_0$ ; En büyük büyütmeyen meydana geleceği frekans ve periyodu,  $H$ ; ana kaya üzerindeki yumuşak tabakanın kalınlığını,  $v_s$ ; sismik dalga hızını ifade etmektedir. En fazla büyütmeyen görüldüğü periyot, zemin hakim periyodu olarak adlandırılır [65].

En büyük büyütmeyen görüldüğü frekans, rezonans frekansı olarak da adlandırılır. İki farklı titreşimin frekanslarının çakışması durumu rezonans olayı olarak ifade edilir. Rezonans durumunda genlik en büyük değere çıkar. Zeminin hakim periyodu olduğu gibi yapının da hakim periyodu vardır. Yapıların hakim periyodu, inşa edildikleri malzemelerin niteliklerine ve yapının boyutlarına bağlıdır. Hakim periyotların çakışması (zemin ve yapının) yapıların çok büyük kuvvetlere maruz kalmasına sebep olur. Bu olay yapılarda istenmeyen bir durumdur [65].

Zemin koşullarının deprem dalgalarının üzerindeki etkileri çeşitli denklemlerle ve örnekleriyle ifade edildiği gibi azımsanmayacak düzeydedir. Ancak zemin özelliklerinin ivme

değerine olan etkisini belirtilen formüllerle bire bir belirlemek günümüze kadar yapılan çalışmalarla mümkün görülmemektedir [65].

Çalışmada Bitlis ve çevresinin zemin grupları, jeoloji haritaları ve DBYBHY 2007' de zemin grupların tespitinde kullanılan parametreler (Çizelge 3.4) rehberliğinde belirlenerek, ilçe merkezleri bazında Çizelge 4.4'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** DBYBHY 2007' ye göre zemin grupları [70]

<i>Zemin Grubu</i>	<i>Zemin Grubu Tanımı</i>	<i>Stand. Penetr. (N/30)</i>	<i>Relatif Sıkılık (%)</i>	<i>Serbest Basınç Direnci (kPa)</i>	<i>Kayma Dalgası Hızı (m/s)</i>
(A)	<p>1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....</p> <p>2. Çok sıkı kum, çakıl.....</p> <p>3. Sert kil ve siltli kil.....</p>	<p>—</p> <p>&gt; 50</p> <p>&gt; 32</p>	<p>—</p> <p>85—100</p> <p>—</p>	<p>&gt; 1000</p> <p>—</p> <p>&gt; 400</p>	<p>&gt; 1000</p> <p>&gt; 700</p> <p>&gt; 700</p>
(B)	<p>1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....</p> <p>2. Sıkı kum, çakıl.....</p> <p>3. Çok katı kil ve siltli kil...</p>	<p>—</p> <p>30—50</p> <p>16—32</p>	<p>—</p> <p>65—85</p> <p>—</p>	<p>500—1000</p> <p>—</p> <p>200—400</p>	<p>700—1000</p> <p>400—700</p> <p>300—700</p>
(C)	<p>1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış, metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....</p> <p>2. Orta sıkı kum, çakıl.....</p> <p>3. Katı kil ve siltli kil.....</p>	<p>—</p> <p>10—30</p> <p>8—16</p>	<p>—</p> <p>35—65</p> <p>—</p>	<p>&lt; 500</p> <p>—</p> <p>100—200</p>	<p>400—700</p> <p>200—400</p> <p>200—300</p>
(D)	<p>1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları....</p> <p>2. Gevşek kum.....</p> <p>3. Yumuşak kil, siltli kil.....</p>	<p>—</p> <p>&lt; 10</p> <p>&lt; 8</p>	<p>—</p> <p>&lt; 35</p> <p>—</p>	<p>—</p> <p>—</p> <p>&lt; 100</p>	<p>&lt; 200</p> <p>&lt; 200</p> <p>&lt; 200</p>

### 3.3.5. Bitlis çevresinde oluşmuş tarihi depremler

Deprem kaynaklarının tespitinde dikkate alınacak önemli bir veri de aletsel dönem öncesi deprem kayıtlarıdır. Yazılı kayıtlar Çin'de 3000 yıl, Ortadoğu'da ve Japonya yaklaşık olarak 2000 yıl, ABD ise sadece birkaç yüzyıl veya daha kısa bir süre geriye gitmektedir. Depremlerin geçmiş dönemlerde tutulan kayıtları depremlerin oluşumunu ispatlamakta ve depremlerin şiddetini coğrafi dağılımını göstermek için kullanılabilir. Bu şekilde bulunan dışmerkezlerin yerleri nüfus yoğunluğu ve deprem tekrarlanma aralığına önemli derecede bağlı olsa da, tarihsel depremler, deprem kaynak zonlarının varlığı hakkında sağlam kanıtlar sağlar. Kaydedilmiş depremler ile ilgili veriler belirli bir alanda meydana gelebilecek depremlerin tekrarlanma ihtimalini ve depremselliği yorumlamada kullanılabilirler [26].

Yüksek depremselliğe sahip bölgelerde meydana gelen depremlerin ve tekrarlanma aralıklarının belirlenmesi gelecek dönemlerde oluşabilecek depremlerin yorumlanması açısından önem teşkil etmektedir. Geçmişte gözlemlenilebilen, hakkında yeterli bulgu ve veri bulunan depremlerin tekrarlanma olasılıkları istatistiksel modellerle hesaplanabilmektedir. Bu modeller yardımı ile belirli bir zaman diliminde oluşabilecek depremlerin hangi büyüklükte ve hangi aralıklarla gerçekleşebileceği tahmin edilebilmektedir [26, 71].

Depremsellik bir bölgenin depreme maruz kalma derecesini belirtmektedir. Depremselliği belirleyen en önemli faktör faylardır. Bölgedeki deprem riskini faylar dışında belirleyen bir diğer etken de bölgede geçmiş dönemlerde meydana gelmiş deprem kayıtlarıdır. Geçmiş dönemlerde deprem geçiren bölgeler gelecekte de deprem riski ile karşı karşıya kalabileceğini söylemek hiç de zor olmayacaktır [26, 72].

Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki bölgesindeki depremler DAF, Kuzey Doğu Anadolu Fayı ve Bitlis Bindirme zonları üzerinde meydana gelmektedir. Bu da bölgede her zaman büyük ve hasar derecesi yüksek olan depremler olabileceği anlamına gelmektedir. Tarihsel depremler bakımından da Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde bir yoğunluk gözlenmektedir [26,73]. Van Gölü sismik açıdan oldukça büyük aktif bir zondur. 1900 yıllardan beri Van Gölü civarında büyüklüğü 5 ve üzeri olan 30 civarı deprem meydana gelmiştir [26, 74].

Bitlis ve çevresinde tarihsel dönemde meydana gelen depremler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

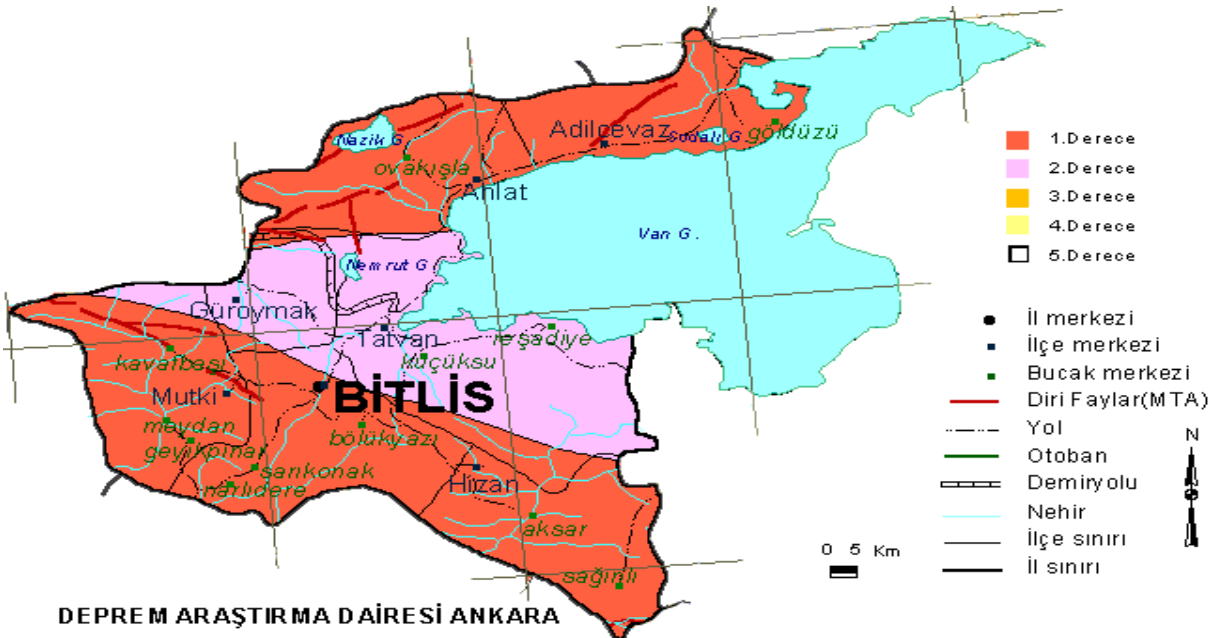


**Çizelge 3.5.** Bitlis ve çevresinde tarihsel dönemde meydana gelen depremler [26, 75, 76]

Tarih	Şiddet	Etkili olduğu bölgeler
1110	VII	Ahlat-Van
1245	VIII	Ahlat, Van, Muş
1276	VIII	Bitlis, Ahlat, Erciş, Van
1441	VIII	Bitlis, Van, Muş
1582	VIII	Bitlis ve yöresi
02.04.1647	IX	Bitlis, Van, Muş, İran
31.03.1648	VIII	Van
07.03.1701	VIII	Van
1704	VII	Van
1715	VIII	Van, Erciş
1869	VI	Bitlis ve civarı
05.03.1871	VII	Van
30.05.1881	IX	Nemrut, Bitlis, Muş
10.02.1884	VIII	Pervari, Siirt

### 3.4. Bitlis İlinin Depremselliği

Bakanlar Kurulu'nun kararıyla yayımlanan 1996 deprem bölgelendirme haritasında Bitlis ilinin durumu Şekil 3.16'da verildiği gibi gösterilmiştir.



**Şekil 3.16.**1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre Bitlis ili [77]

1996 Yılı deprem bölgeleri haritasına göre Bitlis ilindeki yerleşim birimlerinin deprem bölgeleri bakımından sınıflandırılması Çizelge 3.6’da gösterilmiştir.

**Çizelge 3.6.** 1996 Yılı deprem bölgelendirme haritasına göre Bitlis ilinin durumu [78]

Yerleşim Yeri	Deprem Bölgesi
Bitlis Merkez	I
Adilcevaz	I
Ahlat	I
Güroymak	II
Hizan	I
Mutki	I
Tatvan	II

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi Bitlis ilinin büyük çoğunluğu I. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Güroymak ve Tatvan ilçeleri ise II. derece deprem bölgesinde olduğu görülmektedir.

### 3.5. Bitlis ve Çevresinin Deprem Bölgelendirme Haritasının Hazırlanması

Çalışmada temel veri kaynağı olarak; AFAD Başkanlığı ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü’nün deprem verileri, deprem dış odak dağılım lokasyon ve ivme kayıtları kullanılmıştır. Bitlis ve çevresi için zemin bilgisi, tektonik yapı, dış odak dağılım haritaları ve bunlara bağlı sismotektonik haritalar çalışma çerçevesinde hazırlanmıştır. İvme değerleri farklı istasyonlar için aynı depreme ait kayıtlar bazında irdelenerek ve farklı yerleşim yerleri için ilçe merkezleri ölçeğinde azalım ilişkileri bağıntısı kullanılarak oluşturulmuştur. Bitlis ve çevresi için deprem bölgelendirme haritası zemin koşulları da dikkate alınarak hazırlanmıştır.

#### 3.5.1. Depremlerin Seçimi

Çalışmada öncelikli olarak Bitlis ve çevresinde aletsel dönemde meydana gelen depremler seçilmiştir. Seçilen depremler üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Deprem seçiminde Bitlis Eren Üniversitesi yerleşkesinin koordinatları (enlem: 38.47, boylam: 42.16) merkez kabul edilerek 100 km yarıçapındaki alanda, 1900-2018 yılları arasında meydana gelmiş depremler dikkate alınmıştır. Seçilen deprem ait bilgiler detaylı biçimde Çizelge 3.7’de verilmiştir. Ayrıca depremlere ait koordinat bilgileri haritaya işlenerek Şekil 3.17’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.7.** Seçilen depremlere ait bilgiler [79]

No	Oluş tarihi	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik	Yer
1	17.09.2013	39.0462	41.4552	12.9	5.1	Muş
2	26.03.2012	39.1693	42.3268	5.0	5.0	Bulanık
3	14.11.2011	38.6998	43.1615	8.0	5.3	Van
4	9.11.2011	38.4217	43.2112	6.0	5.6	Edremit
5	8.11.2011	38.7242	43.0870	6.0	5.4	Van Gölü
6	24.10.2011	38.7387	43.2865	5.0	5.0	Van
7	23.10.2011	38.6377	43.0828	5.0	5.9	Van Gölü
8	23.10.2011	38.7023	43.2948	2.1	5.1	Van Gölü
9	23.10.2011	38.8022	43.2540	5.0	5.7	Van
10	23.10.2011	38.6958	43.0475	4.4	5.2	Van Gölü
11	15.11.2000	38.2800	42.9400	8	5.2	Gevas
12	25.06.1988	38.5000	43.0700	49	5.3	Van Gölü
13	27.03.1982	39.2300	41.9000	38	5.4	Hınıs
14	30.08.1973	37.9600	42.7500	45.0	5.0	Pervari
15	11.06.1968	38.1500	42.8500	53.0	5.1	Bahçesaray
16	20.08.1966	38.8200	41.4900	47.0	5.1	Muş
17	19.08.1966	39.1300	41.4800	50.0	5.0	Varto
18	19.08.1966	38.9900	41.7700	32.0	5.5	Muş
19	19.08.1966	39.1700	41.5600	26.0	6.5	Varto
20	2.05.1966	38.1000	42.5000	50.0	5.0	Hizan
21	27.04.1966	38.1400	42.5200	28.0	5.2	Hizan
22	7.03.1966	39.2000	41.6000	26.0	5.6	Varto
23	28.06.1965	38.0000	41.3000	33.0	5.4	Besiri
24	25.10.1959	39.2500	41.6300	50.0	5.3	Hınıs
25	29.07.1945	38.0000	43.0000	30.0	5.2	Çatak
26	12.11.1934	38.5400	41.0000	50.0	5.9	Kulp
27	15.10.1929	38.0000	42.0000	30.0	5.2	Aydınlar
28	25.07.1924	38.0000	43.0000	30.0	5.2	Catak
29	14.02.1915	38.8000	42.5000	30.0	5.7	Ahlat
30	27.01.1913	38.3800	42.2300	10.0	5.5	Bitlis
31	3.06.1907	38.7000	41.5000	30.0	5.3	Muş
32	31.03.1907	39.1000	42.5000	30.0	5.4	Malazgirt
33	29.01.1907	39.1000	42.5000	30.0	5.2	Malazgirt
34	3.05.1903	38.7000	41.5000	30.0	5.2	Muş
35	28.04.1903	39.1000	42.5000	30.0	6.3	Malazgirt



Şekil 3.17. Seçilen 35 adet depremin koordinat bilgisi

### 3.5.2. Verileri İncelenen İstasyonlar

Çalışmada Bitlis ve çevresindeki istasyon verileri incelenerek kullanılmıştır. Verileri incelenen istasyonlar ve buldukları illerin bilgileri Çizelge 3,8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Verileri kullanılacak İstasyonlar [80]

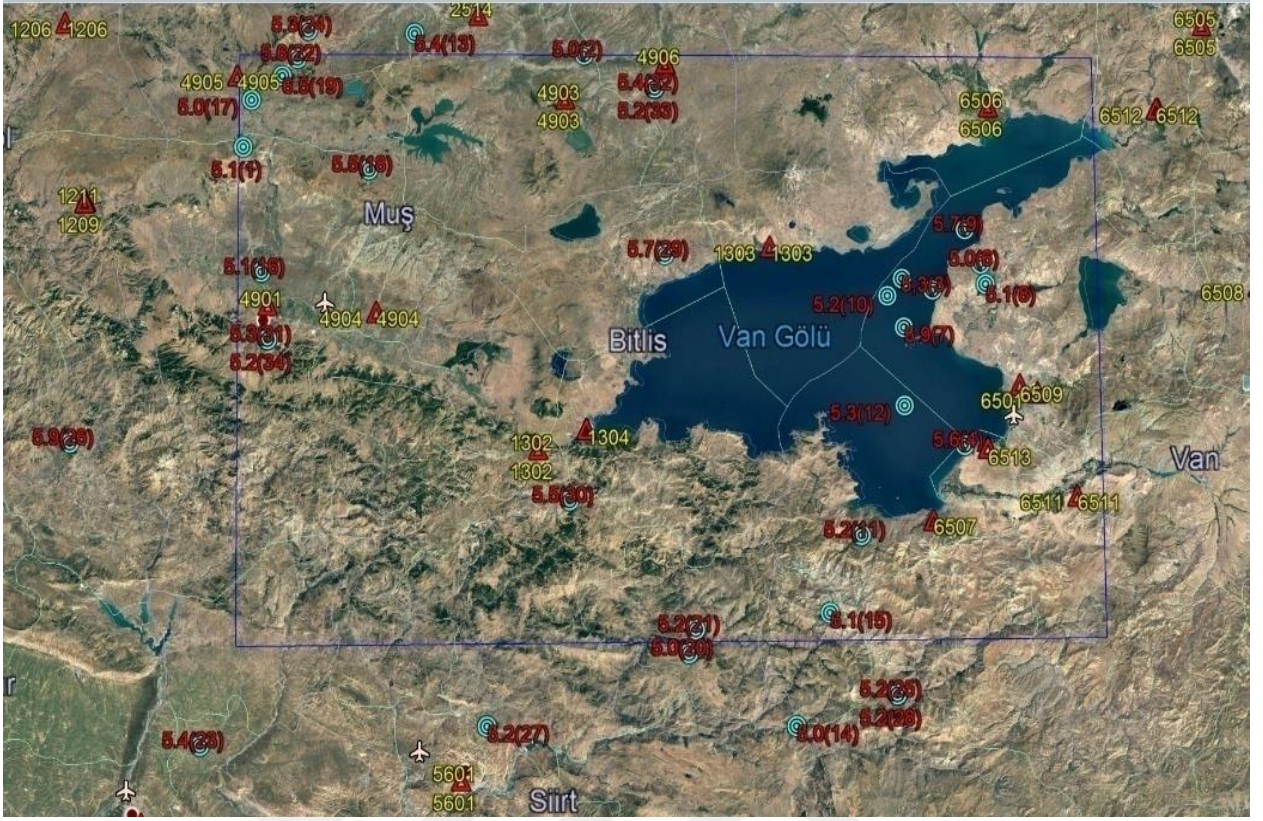
	İstasyon Kodu	İstasyonun Bulunduğu İl
1	401, 402, 403, 404, 405	Ağrı
2	1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213	Bingöl
3	1301, 1302, 1303, 1304	Bitlis
4	2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107	Diyarbakır
5	2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518	Erzurum
6	4901, 4902, 4903, 4904, 4905, 4906	Muş
7	6501, 6502, 6506, 6507, 6509, 6510, 6511, 6512, 6513	Van

Çizelge 3.8’de belirtilen ivme kayıtcısı istasyonlar bu çalışma sırasında farklı büyüklük ve farklı bölgelerde meydana gelen depremlerin oluşturduğu ivme kayıtları için kullanılmıştır. Aynı deprem birden fazla kayıtcı tarafından kaydedildiğinden her bir istasyondaki kayıt değeri deprem odağına olan uzaklığı ve bulunduğu yerdeki zemin koşullarını yansıtmaktadır. Bu şekli ile gerek farklı zemin özelliklerine sahip alanlar için oluşturulmuş deneysel bağıntılar gerekse çalışma alanı için özelleştirilecek bağıntı bu iki temel parametreyi kapsamıştır. Çalışmada alanında mevcut istasyonlar sayıca fazla görünmesine rağmen istasyonların büyük bir kısmı eski tarihli (2000 öncesi) ve aktif olmamaları depremler ile ilgili tutulan kayıtların az olmasına sebep olmuştur.

Verileri incelenen istasyonların yer ve koordinat bilgileri haritaya işlenerek Şekil 3.18’de verilmiştir. Ayrıca çalışma için seçilen depremlerin ve verilerinden faydalanılacak istasyonların koordinat bilgileri Şekil 3.19’da verilen haritada bir arada gösterilmiştir.



Şekil 3.18. Verileri incelenen istasyonların yer ve koordinat bilgisi



Şekil 3.19. Verilerinden faydalanılan istasyonların ve seçilen depremlerin bir arada gösterimi

## 4. BULGULAR

### 4.1. Seçilen Depremlerin İstasyonlarda Ölçülen İvme Değerleri

Seçilen depremlerin istasyonlarda oluşturduğu ivme değerleri istasyon kayıtları incelenerek tespit edilmiştir. Aynı zamanda depremin olduğu bölge ile istasyon arasındaki mesafe hesaplanarak ivme değeri ile birlikte tablo haline getirilmiştir. Ancak bölgedeki istasyonların büyük bir kısmı kısa bir zaman (2000 yılı) öncesinden kurulmuş olması eski tarihli deprem kayıtlarının çok az sayıda istasyon tarafından kaydedilmesine neden olmuştur. Bölgedeki istasyonun oluşturduğu kayıtların büyük kısmı 2010 yılı sonrasına aittir. Çok az sayıda istasyonda 2000 yılı öncesine ait kayıtlar mevcuttur.

Seçilen depremlerin istasyonlarda oluşturduğu ivme kayıtları ve istasyonların deprem üslerine olan uzaklık bilgisi Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çizelgede bazı hücrelerin boş olmasının sebebi istasyonda depremle ilgili herhangi bir kaydın tutulmamasından kaynaklanmaktadır. Çizelgelerde verilen ivme değerleri gal cinsindedir.

**Çizelge 4.1.** Seçilen depremlerin istasyonlarda oluşturduğu kayıtlar [81]

No	Tarih	Büyüklik	Enlem	Boylam	İstasyon No	Mesafe (km)	İstasyonda Ölçülen İvme
1	17.09.2013	5.1	39.0462	41.4552	4905	14.50	0.034958
					4901	31.98	0.007220
					4904	44.26	0.028646
					1206	47.24	0.012313
					4903	70.77	0.003983
					1201	84.04	0.001275
					1302	88.30	0.005385
					4906	93.39	0.003481
					2509	94.09	0.004603
					2501	96.70	0.004080
2	26.03.2012	5.0	39.1693	42.3268	4902	17.82	0.058500
					1303	55.84	0.002661
					404	56.11	0.011363
					4904	68.00	0.012708
					403	76.23	0.003337
					1302	78.64	0.003261
					4901	84.56	0.004496
3	14.11.2011	5.3	38.6998	43.1615	6501	30.23	0.023267
					1302	90.79	0.013522

**Çizelge 4.1. (devam)**

No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	İstasyon No	Mesafe (km)	İstasyonda Ölçülen İvme
4	9.11.2011	5.6	38.4217	43.2112	6501	18.91	0.245901
					1302	91.77	0.005837
5	8.11.2011	5.4	38.7242	43.0870	6501	36.78	0.009418
6	24.10.2011	5.0	38.7387	43.2865	6501	28.10	0.013086
					1302	102.45	0.007657
7	23.10.2011	5.9	38.6377	43.0828	1302	82.43	0.020878
8	13.10.2011	5.1	38.7023	43.2948	1302	102.06	0.004338
9	13.10.2011	5.7	38.8022	43.2540	1302	102.04	0.013071
10	13.10.2011	5.2	38.6958	43.0475			
11	15.11.2000	5.2	38.2800	42.9400	6501	47.24	0.013350
12	25.06.1988	5.3	38.5000	43.0700			
13	27.03.1982	5.4	39.2300	41.9000			
14	30.08.1973	5.0	37.9600	42.7500			
15	11.06.1968	5.1	38.1500	42.8500			
16	20.08.1966	5.1	38.8200	41.4900			
17	19.08.1966	5.0	39.1300	41.4800			
18	19.08.1966	5.5	38.9900	41.7700			
19	19.09.1966	6.5	39.1700	41.5600			
20	2.05.1966	5.0	38.1000	42.5000			
21	27.04.1966	5.2	38.1400	42.5200			
22	7.03.1966	5.6	39.2000	41.6000			
23	28.06.1965	5.4	38.0000	41.3000			
24	25.10.1959	5.3	39.2500	41.6300			
25	27.09.1945	5.2	38.0000	43.0000			
26	12.11.1934	5.9	38.5400	41.0000			
27	15.10.1929	5.2	38.0000	42.0000			
28	25.07.1924	5.2	38.0000	43.0000			
29	14.02.1915	5.7	38.8000	42.5000			
30	27.01.1913	5.5	38.3800	42.2300			
31	3.06.1907	5.3	38.7000	41.5000			
32	31.03.1907	5.4	39.1000	42.5000			
33	29.01.1907	5.2	39.1000	42.5000			
34	3.05.1903	5.2	38.7000	41.5000			
35	28.04.1903	6.3	39.1000	42.5000			



#### 4.2. Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Yapılan İvme Azalım Hesabı

Çalışmanın bu bölümünde seçilen her bir deprem için zemin koşulları dikkate alınmadan ivme azalım hesabı yapılmıştır. Buna göre bölgede meydana gelmiş büyüklüğü beş ve üzeri olan depremlerin ilçe merkezlerinde oluşturduğu ivme değerleri birikimli olarak oluşturulmuştur. İvme azalım hesabında Joyner ve Boore' nun 1981 yılında hazırlamış olduğu azalım ilişkisi bağıntısı (1.1) kullanılmıştır.

Kullanılan bağıntı sonucunda 22 ilçe merkezi için ivme değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan ivme değerleri seçilen birinci deprem için Çizelge 4.2'de verilmiştir. Seçilen diğer depremler için hesaplanan ivme değerleri çalışmanın ekler bölümünde (**Bkz. EK-1**) verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Seçilen depremler için hesaplanan ivme değerleri

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
1	17.09.2013	5.1	39.0462	41.4552	Bitlis M.	88	0.01205
		5.1			Tatvan	93	0.01107
		5.1			Hizan	125	0.00683
		5.1			Mutki	82	0.01340
		5.1			Güroymak	71	0.01650
		5.1			Ahlat	95	0.01071
		5.1			Adilcevaz	117	0.00764
		5.1			Muş M	32	0.04604
		5.1			Hasköy	45	0.03033
		5.1			Korkut	44	0.03121
		5.1			Varto	15	0.10853
		5.1			Malazgirt	93	0.01107
		5.1			Bulanık	71	0.01650
		5.1			Van M	180	0.00343
		5.1			Erciş	163	0.00419
		5.1			Bahçesaray	155	0.00462
		5.1			Gevaş	167	0.00399
		5.1			Gürpınar	188	0.00314
		5.1			Edremit	172	0.00377
		5.1			Baykan	102	0.00958
		5.1			Kozluk	94	0.01089
		5.1			Sason	79	0.01415

### 4.3. Maksimum İvmenin Belirlenmesi

Seçilen 35 adet deprem için zemin koşulları dikkate alınmadan hesaplanan ivme değerleri arasından maksimum ivme değeri seçilmiştir. 22 İlçe merkezi için oluşan maksimum ivme değerleri Çizelge 4.3'te gösterildiği gibi oluşmuştur. Çizelgede ilçe merkezlerinin koordinat ve maksimum ivme değerleri birlikte verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** İlçe merkezleri için hesaplanan maksimum ivme değerleri

Yerleşim Yeri	Enlem	Boylam	Maksimum İvme
Bitlis M.	38.4006	42.1095	0.21086
Tatvan	38.5020	42.2813	0.14712
Hizan	38.2255	42.4279	0.14622
Mutki	38.4086	41.9223	0.07068
Güroymak	38.5764	42.0206	0.06776
Ahlat	38.7553	42.4871	0.47723
Adilcevaz	38.8049	42.7365	0.10018
Muş M.	38.7346	41.4910	0.32081
Hasköy	38.6843	41.6908	0.11344
Korkut	38.7386	41.7858	0.07216
Varto	39.1735	41.4578	0.41813
Malazgirt	39.1461	42.5410	0.56918
Bulanık	39.0966	42.2681	0.16653
Van M.	38.5012	43.3730	0.11148
Erciş	39.0291	43.3591	0.08662
Bahçesaray	38.1266	42.8059	0.37619
Gevaş	38.2978	43.1055	0.13473
Gürpınar	38.3241	43.4092	0.10529
Edremit	38.4228	43.2426	0.45992
Baykan	38.1626	41.7852	0.06216
Kozluk	38.1938	41.4889	0.06972
Sason	38.3340	41.4201	0.05081

#### 4.4. Zemin Koşulları Dikkate Alınarak Yapılan İvme Azalım Hesabı

Çalışma alanın zemin grupları jeoloji haritaları ve DBYBHY 2007' de zemin grupların tespitinde kullanılan parametreler (Çizelge 3.4) rehberliğinde belirlenerek, ilçe merkezleri bazında zemin grupları bilgisi Çizelge 4.4'teki gibi oluşmuştur.

**Çizelge 4.4.** İlçe merkezlerin zemin grupları

Yerleşim Yeri	Enlem	Boylam	Zemin Grubu
Bitlis M.	38.4006	42.1095	B
Tatvan	38.5020	42.2813	D
Hizan	38.2255	42.4279	B
Mutki	38.4086	41.9223	A
Güroymak	38.5764	42.0206	C
Ahlat	38.7553	42.4871	B
Adilcevaz	38.8049	42.7365	B
Muş M.	38.7346	41.4910	C
Hasköy	38.6843	41.6908	C
Korkut	38.7386	41.7858	C
Varto	39.1735	41.4578	D
Malazgirt	39.1461	42.5410	C
Bulanık	39.0966	42.2681	C
Van M.	38.5012	43.3730	C
Erciş	39.0291	43.3591	D
Bahçesaray	38.1266	42.8059	B
Gevaş	38.2978	43.1055	C
Gürpınar	38.3241	43.4092	C
Edremit	38.4228	43.2426	C
Baykan	38.1626	41.7852	C
Kozluk	38.1938	41.4889	B
Sason	38.3340	41.4201	B

Zemin gruplarının deprem dalgaları üzerindeki etkisi çalışmamızın önceki bölümünde (başlık 3.3.4) değinilmiştir. Çalışma alanı için tespit ettiğimiz zemin grupları için bir büyütme katsayısı belirlenerek, ivme artırımı için kullanılmıştır. Büyütme için Midorikawa (1987) tarafından önerilen zemin büyütme bağıntısı kullanılmıştır [82]. Bu bağıntı;

$$\begin{aligned} A &= 68V_1^{-0.6} & V_1 < 1100 \\ V_1 > 1000 & & A = 1 \end{aligned} \quad (4.1)$$

şeklinde verilmiştir. A: Zemindeki en büyük hız için bağıl büyütme faktörü,  $V_1$ : 30 m derinlik içersindeki ortalama kayma dalgası hızı (m/s) olarak tanımlanmaktadır.

$V_1$  Değeri ilçe merkezleri için belirlediğimiz zemin grupları için ortalama olarak Çizelge 4,5'teki değerler esas alınmıştır.

**Çizelge 4.5.** Zemin grupları için büyütme bağıntısında kullanılan ortalama  $V_1$  değerleri

Zemin Grubu	Ortalama $V_1$ Değerleri
A	1000 m/s
B	700 m/s
C	400 m/s
D	200 m/s

Çizelge 4.5'te zemin grupları için verilen  $V_1$  değerleri Midorikawa bağıntısı (4.1) kullanılarak yapılan hesaplamalarda, zemin grupları için oluşan büyütme katsayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Zemin Grupları için belirlenen büyütme katsayıları

Zemin Grubu	Büyütme Katsayısı
A	1.0777
B	1.3349
C	1.8675
D	2.8306

Zemin özelliklerine bağlı olarak belirlenen katsayılar, ilçe merkezleri için hesaplanan maksimum ivme değerleri ile (Çizelge 4.3) çarpılarak çalışma alanı için zemin koşullarının etkisinde oluşan yeni ivme değerleri hesaplanmıştır. Oluşan yeni ivme değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Zemin özellikleri etkisi ile oluşan maksimum ivmeler

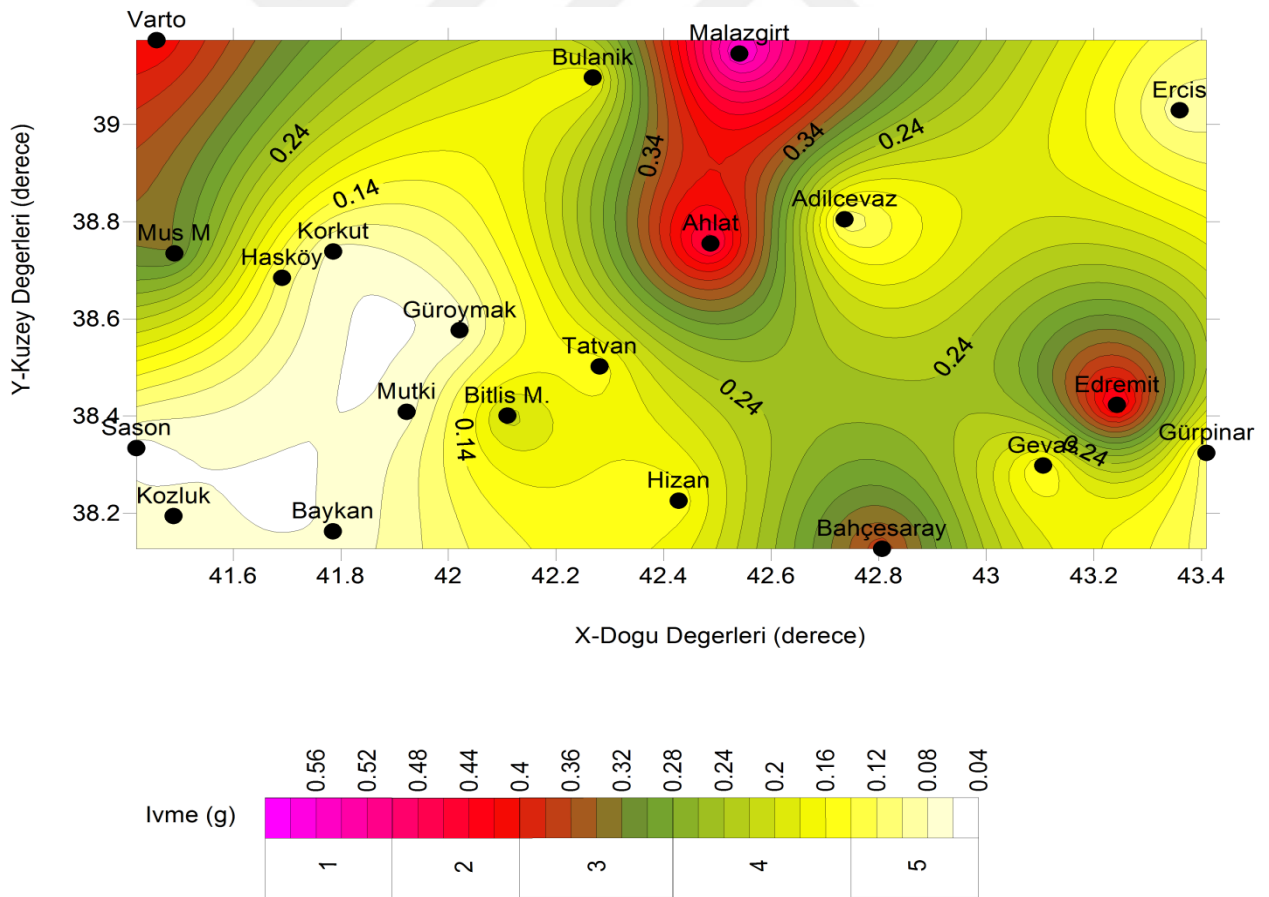
<b>Yerleşim Yeri</b>	<b>Enlem</b>	<b>Boylam</b>	<b>Maksimum İvme (Joyner ve Boore)</b>	<b>Büyütme Katsayısı</b>	<b>Maksimum İvme (Zemin Etkisi)</b>
Bitlis M.	38.4006	42.1095	0.21086	1.3349	0.2814
Tatvan	38.5020	42.2813	0.14712	2.8306	0.4164
Hizan	38.2255	42.4279	0.14622	1.3349	0.1951
Mutki	38.4086	41.9223	0.07068	1.0777	0.0761
Güroymak	38.5764	42.0206	0.06776	1.8675	0.1265
Ahlat	38.7553	42.4871	0.47723	1.3349	0.6370
Adilcevaz	38.8049	42.7365	0.10018	1.3349	0.1337
Muş M.	38.7346	41.4910	0.32081	1.8675	0.5991
Hasköy	38.6843	41.6908	0.11344	1.8675	0.2118
Korkut	38.7386	41.7858	0.07216	1.8675	0.1347
Varto	39.1735	41.4578	0.41813	2.8306	1.1835
Malazgirt	39.1461	42.5410	0.56918	1.8675	1.0629
Bulanık	39.0966	42.2681	0.16653	1.8675	0.3109
Van M.	38.5012	43.3730	0.11148	1.8675	0.2081
Erciş	39.0291	43.3591	0.08662	2.8306	0.2451
Bahçesaray	38.1266	42.8059	0.37619	1.3349	0.5021
Gevaş	38.2978	43.1055	0.13473	1.8675	0.2516
Gürpınar	38.3241	43.4092	0.10529	1.8675	0.1966
Edremit	38.4228	43.2426	0.45992	1.8675	0.8589
Baykan	38.1626	41.7852	0.06216	1.8675	0.1160
Kozluk	38.1938	41.4889	0.06972	1.3349	0.0930
Sason	38.3340	41.4201	0.05081	1.3349	0.0678

#### 4.5. Deprem Bölgeleştirme Haritasının Oluşturulması

Çalışmada bölgede meydana gelmiş büyüklüğü beş ve üzeri olan depremler veri seti haline getirilerek deprem dış odak haritası oluşturulmuştur. Bu depremlerin her birinin oluşturduğu ivme kayıtları incelenerek seçilen her bir deprem için ivme azalım hesabı yapılmıştır. Buna göre bölgede meydana gelmiş olan büyük depremlerin yerleşim alanlarında oluşturduğu ivme değerleri birikimli olarak oluşturulmuş, bunlar içerisinde maksimum ivme değerleri seçilerek beklenen maksimum ivme kavramına ulaşılmıştır. Zemin koşulları, tektonik yapı da incelenerek Bitlis ve çevresi için genelleştirilmiş bir harita oluşturulmuştur.

##### 4.5.1. Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Bölgeleştirme Haritasının Oluşturulması

22 İlçe merkezi için zemin koşulları dikkate alınmadan belirlenen maksimum ivme değerleri (Çizelge 4.3) surfer programına işlenerek çalışma alanı için deprem bölgeleştirme haritası Şekil 4.1'teki gibi oluşmuştur.



Şekil 4.1. Bitlis ve çevresi için oluşan deprem bölgeleştirme haritası



Zemin özellikleri dikkate alınarak hazırlanan deprem bölgelendirme haritasına göre zemin koşulları elverişsiz olan bölgelerde (Varto, Tatvan, Erciş) oluşması beklenen ivme değerleri diğer bölgelere göre daha yüksek değerdedir. Oluşturulan deprem bölgelendirme haritasına göre Kozluk, Sason, Baykan ve Mutki bölgeleri depremsellik bakımından daha güvenli olan yerleşim yerleri olduğu görülmüştür.





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deprem bölgelendirme haritaları tarihsel süreç içerisinde, yeni bilgi ve bulgular ışığında sürekli değişime uğramış ve gelecekte de zaman içerisinde güncellenecektir. Nitekim çalışmanın hazırlanması esnasında ülkemiz için kullanılan deprem bölgeleri haritası 1996 tarihli haritaydı. Çalışma sürecinde ülkemiz için yeni bir deprem bölgelendirme haritası (2018) geliştirilmiştir. Bu da çalışma konusunun ne derece isabetli olduğunu desteklemektedir.

Deprem bölgelendirme haritaları diri fay haritaları, geçmiş deprem kayıtları, yeni deprem verilerinden yararlanarak hazırlanmaktadır. Zemin özellikleri göz ardı edilerek hazırlanan haritalar, bölgeyi deprem özellikleri bakımından tanıtmada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada bunlara ek olarak zemin koşulları dikkate alınarak, Bitlis ve çevresi için yeni bir bölgelendirme haritası hazırlanmıştır.

Bitlis ve çevresinde meydana gelen depremlerin, bölgedeki istasyonlarda oluşan ivme kayıtları (Çizelge 4.1) incelendiğinde ivmelerin uzaklıkla doğru orantılı olarak değişmediği tespit edilmiştir. Bu durum zemin özelliklerinin ivme değerlerini etkilediğini ortaya koymaktadır.

Çalışma kapsamında; öncelikle deprem bölgelerin tarihçesi ile ilgili bilgiler verilmiş daha sonra bölgede aletsel dönemde meydana gelen büyüklüğü beş ve üzeri olan depremler seçilerek ivme azalım hesabı yapılmıştır. Son olarak da zemin özelliklerine hesaba katılarak bölgelendirme haritası tamamlanmıştır.

Bitlis ve çevresinde kurulan deprem kayıt istasyonlarının büyük çoğunluğunun yeni tarihli olması ve bir kısmının da aktif olmaması deprem kayıtlarının sınırlı sayıda olmasına sebep olmuştur. Bu da çalışmayı zorlaştıran en önemli unsur olmuştur. Bölgede en azından her bir ilçe merkezinde deprem kayıt istasyonlarının kurulması ve aktif olarak çalışması daha sonra yapılacak çalışmalarda en büyük kaynak olacaktır.

Bitlis ve çevresi için hazırlanan bölgelendirme haritasında zemin koşulları dikkate alınmadan oluşan maksimum ivme değerleri, 1996 yılı deprem bölgeleri haritası ile kıyaslandığında uyuşma oranının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Zemin özellikleri hesaba katılarak hesaplanan maksimum ivmelerin 1996 yılı deprem haritasıyla uyuşma oranını artırmıştır. Hazırlanan harita, 2018 yılı deprem tehlike haritası ile uyuşma oranı daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Özellikle zemin koşullarının dikkate alınarak yapılan hesaplamada uyuşmanın daha da arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin 1996 deprem bölgelendirme ve 2018 deprem tehlike haritası ile kıyaslanarak, sonuçlar Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'de verilmiştir.

**Çizelge 5.1.** Çalışma sonucunda elde edilen verilerin 1996 yılı deprem bölgelendirme haritası ile kıyaslanması

	1996 Deprem Bölgeleri Haritasına Göre Çalışma Alanındaki İlçe Merkezlerinin Durumu	Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Çalışma Alanı İçin Hesaplanan İvmelerin Deprem Böl. (1996'ya göre)	Zemin Koşulları Dikkate Alınarak Çalışma Alanı İçin Hesaplanan İvmelerin Deprem Böl. (1996'ya göre)
I. Derece	16 İlçe	4 İlçe	7 İlçe
II. Derece	6 İlçe	2 İlçe	1 İlçe
III. Derece	----	1 İlçe	5 İlçe
IV. Derece	----	8 İlçe	6 İlçe
V. Derece	----	7 İlçe	3 İlçe

**Çizelge 5.2.** Çalışmada elde edilen verilerin 2018 yılı deprem tehlike haritası ile kıyaslanması

	2018 Deprem Tehlike Haritasına Göre Çalışma Alanındaki İlçe Merkezlerinin Durumu	Zemin Koşulları Dikkate Alınmadan Çalışma Alanı İçin Hesaplanan İvmelerin Deprem Böl. (2018'e göre)	Zemin Koşulları Dikkate Alınarak Çalışma Alanı İçin Hesaplanan İvmelerin Deprem Böl. (2018'e göre)
> 0,5g	2 İlçe	1 İlçe	6 İlçe
0.4g-0.5g	1 İlçe	3 İlçe	1 İlçe
0.3g-0.4g	7 İlçe	2 İlçe	1 İlçe
0.2g -0.3g	11 İlçe	1 İlçe	5 İlçe
0.1g-0.2g	----	8 İlçe	6 İlçe
< 0.1g	----	7 İlçe	3 İlçe

Çizelgelerde de anlaşılacağı gibi çalışma alanındaki ilçe merkezlerinin deprem bölgeleri bakımından sınıflandırması 1996 ve 2018 yılı haritalarına göre çok değişkenlik göstermiştir. Zemin koşulları da dikkate alındığında bu değişkenlik daha da artmıştır. Yapılan çalışma ile deprem bölgelendirme haritalarının hazırlanmasında şu ana kadar kullanılan yöntemlerin, bölgeleri deprensellik bakımından sınıflandırmada kesin sonuçlar vermediği ancak bölgeyi deprem etkilerine karşı tanımlamakta önemli bir kaynak olduğu anlaşılmıştır.

Zemin koşullarının ivme üzerindeki etkisi azımsanmayacak düzeyde olduğu yapılan çalışma ile gösterilmiştir. Bu nedenle yapıların inşa edileceği bölgelerin zemin özellikleri detaylı

araştırılıp projelerin ve tasarımların buna göre yapılması gerekmektedir. Zemin araştırmalarının arazide uygun deneylerle yapılmaması, zemin özelliklerinin net olarak bilinmemesi, yapıların depreme karşı iyi bir sınav vermemesine sebep olmaktadır.

Deprem bölgelendirme haritalarından birçok alanda faydalanılmaktadır. Deprem bölgelendirme haritalarının temel işlevi depreme dayanıklı yapılar tasarlamaya ve deprem zararlarını en aza indirmeye yardımcı olmaktır. Deprem bölgelendirme haritaları, yapıların inşa edileceği bölgeleri bize en güncel bulgular ışığında tanıtmaktadır. Risk ve tehlikelere karşı önceden bilgilendirme görevi görmektedir. Ayrıca deprem bölgelendirme haritaları bölgesel planların yapımında, yerleşim alanlarının tespit edilmesinde, önem derecesi yüksek (nükleer enerji santralleri vb.) yapıların inşasında başvurulan ilk kaynaklardan biri olmuştur. Ancak Türkiye’de meydana gelen depremlerde can ve mal kaybının fazla olması, deprem yönetmenliklerine ve deprem bölgelendirme haritalarına uyumda yeterli hassasiyet gösterilmediği anlaşılmaktadır. Can ve mal kayıplarının en aza inmesi için deprem bölgelendirme haritalarına ve deprem yönetmenliklerine gerekli özenin gösterilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Pampal S, Özmen B, 2007. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim İstanbul.
- [2] Özmen B, 2012. Türkiye Jeoloji Bülteni, cilt 55 (1), Ankara.
- [3] Sieberg A, 1932. Erdbebengeographie, Band IV, Lieferung 3, Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- [4] Egeran N ve Lahn E, 1944. 1/2.400.000 Mikyaslı Türkiye Yer Depremleri Haritası Hakkında Muhtıra. MTA. Mec, 9 (2/32): 270-289.
- [5] Pamir H N, 1948. Dinamik Jeoloji. Cilt II, İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- [6] Lahn E, 1949. Seismological Investigations in Turkey. Bulletin of the Seismological Society of America, 39(2): 67-71.
- [7] İlhan E, 1961. Yer Sarsıntıları ve Madencilik. Madencilik Dergisi, 3: 156 – 164.
- [8] İpek M, Uz Z ve Güçlü U, 1965. Sismolojik Donelere Göre Türkiye Deprem Bölgeleri, Deprem Yönetmeliği Toplantısına Takdim Edilen Rapor, 22 Şubat 1965, Ankara (Yayınlanmamış).
- [9] Tabban A, 1969. Türkiye'nin Sismisitesi. İmar ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
- [10] Ergin K ve Güçlü U, 1971. Türkiye Depremlerinde Beklenecek Maksimum Şiddeti Gösterir Harita.
- [11] Alsan E, 1972. Magnitude and Time Distributions of Earthquakes in Turkey. Bull. Int. Inst. Seismol. Earthq. Eng, 7: 1-10.
- [12] Yarar R, Ergünay O, Erdik M ve Gülkan P, 1980. A Preliminary Probabilistic Assessment of the Seismic Hazard in Turkey. Proceeding 7th World Conference on Earthquake Engineering, İstanbul, s: 309-316.

- [13] Ketin İ, 1982. Genel Jeoloji Cilt I (II. Baskı). Yerbilimlerine Giriş, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul.
- [14] Erdik M, Doyuran V, Gülkan P ve Akkaş N, 1985. Türkiye’de Deprem Tehlikesinin İstatistiki Açıdan Değerlendirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, Ankara.
- [15] Başöz N, 1992. Seismic Hazard Assessment in Regions Having Diffused Boundaries and Nonhomogeneous Attenuation. Master Thesis, Middle East Technical University.
- [16] Eyidoğan H ve Güçlü U, 1993. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Evrimi ve Yeni Bir Harita İçin Öneri. Jeofizik, 7: 95-108.
- [17] Gülkan P, Koçyiğit A, Yüçemen M S, Doyuran V ve Başöz V, 1993. En Son Verilere göre Hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası. Rapor no: METU/EERC 93- 01, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi.
- [18] Erdik M, Biro Y A, Onur T, Sesetyan K ve Birgören G, 1999. Assessment of Earthquake Hazard in Turkey and Neighboring Regions. Annali Di Geofisica, 42 (6): 1125- 1138.
- [19] Kayabalı K, 2002. Modeling of Seismic Hazard for Turkey Using the Recent Neotectonic Data. Engineering Geology, 63: 221-232.
- [20] Kayabalı K ve Akın M, 2003. Seismic Hazard Map of Turkey Using the Deterministic Approach. Engineering Geology, 69: 127-137.
- [21] Ulusay R, Tuncay E, Sönmez H ve Gökçeoğlu C, 2004. An Attenuation Relationship Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey, Engineering Geology. Science Direct, Elsevier, 74: 265- 291.
- [22] Bayrak Y, Yılmaztürk A ve Öztürk S, 2005. Relationships Between Fundamental Seismic Hazard Parameters for the Different Source Regions in Turkey. Natural Hazards, 36 (3): 445-462.
- [23] Işık E, Aydın M C, Bakış A, Özlük M H, 2012. Bitlis ve Civarındaki Faylar ve Bölgenin Depremselliği, BEU Fen Bilimleri Dergisi 1 (2): 153-169.

- [24] Joyner W B, Boore D M, 1981. Peak Horizontal Acceleration and Velocity from Strong Motion Records Including Records from the 1979 Imperial Valley, California, Earthquake, Bull. Seism. Soc. Am, 71 (6): 221-243.
- [25] Çetin K Ö, Yunatçı A A, Çağlı S, Aktaş R, 2004. Bursa Şehri için CBS Destekli Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi ve Risk Haritası Oluşturulması, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onuncu Ulusal Kongresi, İstanbul, s: 379-389.
- [26] Işık E, 2010. Bitlis Şehri Deprem Performans Analizi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [27] King S A and Kiremidjian A, 1994. Regional Seismic Hazard and Risk Analysis Through Geographic Information Systems, Report no: 111.
- [28] Yunatçı A, Çetin Ö K, 2007. Olasılıksal Sismik Tehlike Analizleriyle Tümleştirilmiş, Sahaya Özel Sismik Tepki ve Zemin Sıvılaşması Değerlendirilmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, s: 17-28.
- [29] Cornell C A, 1968. Engineering seismic risk analysis, Bulletin of the Seismological Society of America, 58 (5): 1583-1606.
- [30] Köker F, 2013. Siirt İli Sismik Tehlike Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [31] Çakmak B, 2009. Kayseri İli Depremselliği ve Özel Bir Mikro Bölgeleme Çalışması Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [32] <https://www.afad.gov.tr/tr/26539/Yeni-Deprem-Tehlike-Haritasi-Yayimlandi>, (Erişim tarihi: 02.04.2018).
- [33] Sayarı S, Pamir H M, Erkmen K, Alpay F ve Onursal F, 1945. Yurdumuzun tehlikeli yersarsıntısı bölgelerini tayin için Milli Eğitim ve Bayındırlık Bakanlığı mütchassis üyelerinin hazırladığı rapor (yayımlanmamış).
- [34] 1945 T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.

- [35] Pampal S ve Özmen B, 2007. Türkiye'nin Deprem Gerçeği Deprem Bölgeleri Haritaları ve Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi Kitabı, Ankara.
- [36] 1947 T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.
- [37] Tabban A, 1970. Türkiye'nin Sismisitesi ve Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 13(2): 233-244.
- [38] Ergünay O, 1976. Earthquake Zoning Map of Turkey. Proc, Seminar on Seismic Zoning Map, s: 359-370.
- [39] Pınar N ve Lahn E, 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayını, 6 (36): 153.
- [40] Öcal N, 1968a. Türkiye'nin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası (1850-1960) yılları için Türkiye Zelzele Katalogu). Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları, 8: 119, İstanbul.
- [41] Öcal N, 1968b. Beş Yıllık Zelzele Katalogu (1960-1964). Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları, 9: 24 sayfa, İstanbul.
- [42] Ergin K, Güçlü U ve Uz Z, 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Katalogu (Milattan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar). İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayını, No: 24.
- [43] Ergin K, Güçlü U ve Aksay G, 1971. Türkiye ve Dolaylarının Deprem Katalogu (1965 – 1970). İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayını, No: 28.
- [44] Suher H, 1967. Türkiye'de Genel Yerleşme Düzeni İçinde Depremsel Bölgeler, Türkiye'nin Deprem Durumu ve Etki Alanları Deprem Paneli I, 2-3 Mart 1967, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, s: 122.
- [45] 1963 T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
- [46] Tabban A, 1970b. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesine Ait Rapor. İmar ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara, Mart (yayımlanmamış).

- [47] Gencoğlu S, İnan E, Güler H, 1990. Türkiye'nin Deprem Tehlikesi Kitabı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- [48] 1972 T.C. İmar ve İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
- [49] Uluslararası Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı Türkiye Milli Komitesi, 1989. Türkiye Milli Planı (1990 –2000), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [50] Ayhan E, Alsan E, Sancaklı N ve Üçer S B, 1984. Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu 1881-1980, Boğaziçi Üniversitesi.
- [51] T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
- [52] Özmen B, Nurlu M, Güler H, 1997. Coğrafî Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi Kitabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- [53] AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.
- [54] <http://www.bitlis.gov.tr/ilimiz>, (Erişim tarihi: 15.03.2018).
- [55] [http://cografyaharita.com/haritalarim/41\\_bitlis\\_ili\\_haritasi.png](http://cografyaharita.com/haritalarim/41_bitlis_ili_haritasi.png), (Erişim tarihi: 14.03.2018).
- [56] Eyyubov C, Köksal F, Maraşlı Z, 2001. Arazinin Sismik İvme Dağılımına Zemin Koşullarının Etkisi, Yukarı Orta Anadolu Depremleri Jeofizik Toplantısı, Yozgat, s: 53-59.
- [57] Gökçe V, 2007. Güneybatı Türkiye'de Depremsellik ve Deprem Tehlike Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- [58] Okur V, 1996. Tehlike Analiz Yöntemlerinden İstanbul, İzmir, Dinar Bölgeleri için Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [59] Özmenek Ş G, 1996. Marmara Bölgesinin Deprem Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.



- [60] Okay A, Kaşlılar-Özcan, Boztepe-Güney A ve Kuşçu I, 1999. Marmara Depreminde İstanbul'u Tehdit Eden Kırıklar, Cumhuriyet Bilim Teknik, 649: 8-10.
- [61] Saroğlu F, Emre Ö, Kuşçu A, 1992. Türkiye Diri Fay Haritası. MTA, Ankara.
- [62] Akdeniz A, 2003. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Depremselliği Kabuk ve Üst Manto Yapısı ve Deprem Riskinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [63] Bozkurt E, 2001. Neotectonics of Turkey –a Synthesis, Geodinamica Acta (Paris), 14: 3-30.
- [64] Utkucu M, 2006. Implications for the water level change triggered moderate ( $M \geq 4.0$ ) earthquakes in Lake Van basin, Eastern Turkey, Journal of Seismology 10: 105–117.
- [65] Yalçınkaya E, 2010. Jeofizik Bülteni, 63: 77-80, Ankara.
- [66] Akin O ve Sayıl N, 2016. Site characterization using surface wave methods in the Arsin-Trabzon province, NE Turkey, Environmental Earth Sciences, 75:72.
- [67] Stein S and Wysession M, 2003. An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure, Blackwell Publishing.
- [68] Roesset J M, 1977. Soil amplification in earthquakes, Numerical Methods in Geotechnical Engineering, C.S. Desai and J.T. Christian, eds, McGraw Hill, New York, Chapter 19: 639-682.
- [69] Kramer S L, 1996. Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- [70] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007.
- [71] Kalyoncuoğlu Ü Y, Özer M F, 2005. Türkiye'nin Sismisitesi, Yüksek Riskli Alanlar ve Tektoniğine Yeni Bir Yaklaşım, Beşinci Ulusal Deprem Sempozyumu, s: 125-127, Kocaeli.
- [72] Celep Z, Kumbasar N, 1996. Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, Sema Matbaacılık, İstanbul.

- [73] <http://www.kesfetmekicinbak.com/doga/00492/>, (Erişim tarihi: 24.10.2008).
- [74] Litt T, Krastel S, Örcen S, Karabıykoğlu M, 2007. Lake Van Drilling Project: A Long Continental Record in Eastern TURKEY, Scientific Drilling, 4: 40-41.
- [75] <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Depremler/thistoric.html>, (Erişim tarihi: 22.10.2008).
- [76] İmamoğlu M Ő, Çetin E, 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Dergisi 9: 93-107.
- [77] T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
- [78] T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Temmuz 1996. Yerleşim Birimleri ve Deprem Bölgeleri. Ankara.
- [79] <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>, (Erişim tarihi:29.12.2017).
- [80] [http://kyhdata.deprem.gov.tr/2K/kyhdata\\_v4.php?dst](http://kyhdata.deprem.gov.tr/2K/kyhdata_v4.php?dst), (Erişim tarihi:30.12.2017).
- [81] <http://kyhdata.deprem.gov.tr/2K/mesafeistasyon.php>. (Erişim tarihi:28.12.2017).
- [82] Midorikawa S, 1987. Prediction of Iseismic Map in Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake Journal of Structural Dynamics, (33B): 43-48.

## EKLER

### EK-1. Seçilen depremler için hesaplanan ivme değerleri

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
1	17.09.2013	5.1	39.0462	41.4552	Bitlis M.	88	0.01205
		5.1			Tatvan	93	0.01107
		5.1			Hizan	125	0.00683
		5.1			Mutki	82	0.01340
		5.1			Güroymak	71	0.01650
		5.1			Ahlat	95	0.01071
		5.1			Adilcevaz	117	0.00764
		5.1			Muş M.	32	0.04604
		5.1			Hasköy	45	0.03033
		5.1			Korkut	44	0.03121
		5.1			Varto	15	0.10853
		5.1			Malazgirt	93	0.01107
		5.1			Bulanık	71	0.01650
		5.1			Van M.	180	0.00343
		5.1			Erciş	163	0.00419
		5.1			Bahçesaray	155	0.00462
		5.1			Gevaş	167	0.00399
		5.1			Gürpınar	188	0.00314
		5.1			Edremit	172	0.00377
		5.1			Baykan	102	0.00958
5.1	Kozluk	94	0.01089				
5.1	Sason	79	0.01415				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
2	26.03.2012	5.0	39.1693	42.3268	Bitlis M.	88	0.01138
		5.0			Tatvan	74	0.01469
		5.0			Hizan	105	0.00863
		5.0			Mutki	91	0.01081
		5.0			Güroymak	71	0.01558
		5.0			Ahlat	48	0.02639
		5.0			Adilcevaz	56	0.02158
		5.0			Muş M.	85	0.01199
		5.0			Hasköy	77	0.01387
		5.0			Korkut	68	0.01656
		5.0			Varto	76	0.01414
		5.0			Malazgirt	18	0.08391
		5.0			Bulanık	10	0.15831
		5.0			Van M.	119	0.00701
		5.0			Erciş	89	0.01119
		5.0			Bahçesaray	123	0.00663
		5.0			Gevaş	119	0.00701
		5.0			Gürpınar	133	0.00578
		5.0			Edremit	117	0.00722
		5.0			Baykan	121	0.00682
5.0	Kozluk	130	0.00602				
5.0	Sason	122	0.00672				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
3	14.11.2011	5.3	38.6998	43.1615	Bitlis M.	97	0.01163
		5.3			Tatvan	80	0.01558
		5.3			Hizan	83	0.01476
		5.3			Mutki	113	0.00909
		5.3			Güroymak	100	0.01108
		5.3			Ahlat	59	0.02390
		5.3			Adilcevaz	36	0.04483
		5.3			Muş M.	144	0.00594
		5.3			Hasköy	128	0.00735
		5.3			Korkut	120	0.00821
		5.3			Varto	157	0.00505
		5.3			Malazgirt	74	0.01745
		5.3			Bulanık	88	0.01352
		5.3			Van M.	30	0.05573
		5.3			Erciş	39	0.04066
		5.3			Bahçesaray	71	0.01851
		5.3			Gevaş	45	0.03402
		5.3			Gürpınar	47	0.03219
		5.3			Edremit	33	0.04978
		5.3			Baykan	134	0.00677
5.3	Kozluk	156	0.00511				
5.3	Sason	157	0.00505				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (Km)	Joyner ve Boore
4	9.11.2011	5.6	38.4217	43.2112	Bitlis M.	96	0.01404
		5.6			Tatvan	82	0.01784
		5.6			Hizan	72	0.02155
		5.6			Mutki	112	0.01095
		5.6			Güroymak	105	0.01217
		5.6			Ahlat	73	0.02113
		5.6			Adilcevaz	57	0.02973
		5.6			Muş M.	152	0.00638
		5.6			Hasköy	135	0.00794
		5.6			Korkut	129	0.00861
		5.6			Varto	178	0.00468
		5.6			Malazgirt	100	0.01316
		5.6			Bulanık	110	0.01129
		5.6			Van M.	19	0.11148
		5.6			Erciş	67	0.02385
		5.6			Bahçesaray	48	0.03722
		5.6			Gevaş	16	0.13473
		5.6			Gürpınar	20	0.10529
		5.6			Edremit	5	0.45992
		5.6			Baykan	128	0.00873
5.6	Kozluk	152	0.00638				
5.6	Sason	156	0.00607				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
5	8.11.2011	5.4	38.7242	43.0870	Bitlis M.	92	0.01337
		5.4			Tatvan	74	0.01848
		5.4			Hizan	80	0.01650
		5.4			Mutki	107	0.01053
		5.4			Güroymak	94	0.01294
		5.4			Ahlat	52	0.02992
		5.4			Adilcevaz	29	0.06141
		5.4			Muş M.	137	0.00689
		5.4			Hasköy	121	0.00858
		5.4			Korkut	114	0.00948
		5.4			Varto	150	0.00583
		5.4			Malazgirt	67	0.02127
		5.4			Bulanık	81	0.01620
		5.4			Van M.	37	0.04592
		5.4			Erciş	40	0.04174
		5.4			Bahçesaray	71	0.01960
		5.4			Gevaş	47	0.03409
		5.4			Gürpınar	52	0.02992
		5.4			Edremit	38	0.04445
		5.4			Baykan	129	0.00767
5.4	Kozluk	151	0.00576				
5.4	Sason	151	0.00576				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
6	24.10.2011	5.0	38.7387	43.2865	Bitlis M.	109	0.00812
		5.0			Tatvan	91	0.01081
		5.0			Hizan	94	0.01028
		5.0			Mutki	124	0.00654
		5.0			Güroymak	112	0.00777
		5.0			Ahlat	69	0.01623
		5.0			Adilcevaz	46	0.02786
		5.0			Muş M.	154	0.00441
		5.0			Hasköy	139	0.00534
		5.0			Korkut	131	0.00594
		5.0			Varto	166	0.00382
		5.0			Malazgirt	79	0.01336
		5.0			Bulanık	96	0.00995
		5.0			Van M.	28	0.05087
		5.0			Erciş	32	0.04348
		5.0			Bahçesaray	80	0.01312
		5.0			Gevaş	51	0.02440
		5.0			Gürpınar	47	0.02711
		5.0			Edremit	36	0.03775
		5.0			Baykan	145	0.00494
5.0	Kozluk	168	0.00373				
5.0	Sason	168	0.00373				



**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
7	23.10.2011	5.9	38.6377	43.0828	Bitlis M.	89	0.01874
		5.9			Tatvan	71	0.02611
		5.9			Hizan	73	0.02510
		5.9			Mutki	104	0.01468
		5.9			Güroymak	92	0.01781
		5.9			Ahlat	53	0.03888
		5.9			Adilcevaz	33	0.07022
		5.9			Muş M.	137	0.00918
		5.9			Hasköy	121	0.01142
		5.9			Korkut	114	0.01263
		5.9			Varto	153	0.00749
		5.9			Malazgirt	73	0.02510
		5.9			Bulanık	82	0.02119
		5.9			Van M.	31	0.07563
		5.9			Erciş	48	0.04420
		5.9			Bahçesaray	61	0.03223
		5.9			Gevaş	38	0.05921
		5.9			Gürpınar	45	0.04799
		5.9			Edremit	29	0.08180
		5.9			Baykan	125	0.01080
5.9	Kozluk	147	0.00807				
5.9	Sason	148	0.00797				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
8	13.10.2011	5.1	38.7023	43.2948	Bitlis M.	109	0.00860
		5.1			Tatvan	91	0.01145
		5.1			Hizan	92	0.01126
		5.1			Mutki	124	0.00692
		5.1			Güroymak	111	0.00835
		5.1			Ahlat	70	0.01684
		5.1			Adilcevaz	47	0.02870
		5.1			Muş M.	155	0.00462
		5.1			Hasköy	139	0.00566
		5.1			Korkut	132	0.00620
		5.1			Varto	167	0.00399
		5.1			Malazgirt	82	0.01340
		5.1			Bulanık	98	0.01020
		5.1			Van M.	24	0.06434
		5.1			Erciş	35	0.04136
		5.1			Bahçesaray	77	0.01469
		5.1			Gevaş	47	0.02870
		5.1			Gürpınar	43	0.03212
		5.1			Edremit	32	0.04604
		5.1			Baykan	144	0.00530
5.1	Kozluk	167	0.00399				
5.1	Sason	168	0.00395				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
9	13.10.2011	5.7	38.8022	43.2540	Bitlis M.	109	0.01213
		5.7			Tatvan	91	0.01615
		5.7			Hizan	95	0.01511
		5.7			Mutki	123	0.00990
		5.7			Güroymak	110	0.01195
		5.7			Ahlat	66	0.02579
		5.7			Adilcevaz	42	0.04666
		5.7			Muş M.	151	0.00684
		5.7			Hasköy	136	0.00830
		5.7			Korkut	128	0.00924
		5.7			Varto	161	0.00605
		5.7			Malazgirt	73	0.02238
		5.7			Bulanık	90	0.01643
		5.7			Van M.	35	0.05834
		5.7			Erciş	25	0.08662
		5.7			Bahçesaray	84	0.01823
		5.7			Gevaş	57	0.03148
		5.7			Gürpınar	55	0.03301
		5.7			Edremit	43	0.04531
		5.7			Baykan	146	0.00729
5.7	Kozluk	168	0.00557				
5.7	Sason	168	0.00557				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
10	13.10.2011	5.2	38.6958	43.0475	Bitlis M.	88	0.01276
		5.2			Tatvan	70	0.01783
		5.2			Hizan	74	0.01648
		5.2			Mutki	103	0.00998
		5.2			Güroymak	90	0.01233
		5.2			Ahlat	49	0.02882
		5.2			Adilcevaz	27	0.05951
		5.2			Muş M.	134	0.00640
		5.2			Hasköy	118	0.00798
		5.2			Korkut	110	0.00897
		5.2			Varto	148	0.00534
		5.2			Malazgirt	67	0.01896
		5.2			Bulanık	80	0.01471
		5.2			Van M	37	0.04095
		5.2			Erciş	44	0.03305
		5.2			Bahçesaray	66	0.01936
		5.2			Gevaş	45	0.03212
		5.2			Gürpınar	51	0.02736
		5.2			Edremit	37	0.04095
		5.2			Baykan	125	0.00723
5.2	Kozluk	146	0.00547				
5.2	Sason	147	0.00540				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
11	15.11.2000	5.2	38.2800	42.9400	Bitlis M.	73	0.01680
		5.2			Tatvan	62	0.02110
		5.2			Hizan	45	0.03212
		5.2			Mutki	90	0.01233
		5.2			Güroymak	86	0.01321
		5.2			Ahlat	65	0.01978
		5.2			Adilcevaz	60	0.02206
		5.2			Muş M.	135	0.00631
		5.2			Hasköy	117	0.00810
		5.2			Korkut	113	0.00858
		5.2			Varto	162	0.00449
		5.2			Malazgirt	102	0.01014
		5.2			Bulanık	107	0.00939
		5.2			Van M.	47	0.03040
		5.2			Erciş	89	0.01254
		5.2			Bahçesaray	101	0.01030
		5.2			Gevaş	16	0.10712
		5.2			Gürpınar	41	0.03610
		5.2			Edremit	32	0.04876
		5.2			Baykan	101	0.01030
5.2	Kozluk	127	0.00703				
5.2	Sason	132	0.00657				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
12	25.06.1988	5.3	38.5000	43.0700	Bitlis M.	85	0.01424
		5.3			Tatvan	68	0.01967
		5.3			Hizan	64	0.02140
		5.3			Mutki	100	0.01108
		5.3			Güroymak	91	0.01284
		5.3			Ahlat	58	0.02446
		5.3			Adilcevaz	42	0.03710
		5.3			Muş M	138	0.00643
		5.3			Hasköy	121	0.00810
		5.3			Korkut	115	0.00883
		5.3			Varto	158	0.00499
		5.3			Malazgirt	85	0.01424
		5.3			Bulanık	95	0.01202
		5.3			Van M.	29	0.05799
		5.3			Erciş	62	0.02235
		5.3			Bahçesaray	47	0.03219
		5.3			Gevaş	23	0.07574
		5.3			Gürpınar	35	0.04639
		5.3			Edremit	20	0.08865
		5.3			Baykan	118	0.00845
5.3	Kozluk	142	0.00610				
5.3	Sason	145	0.00587				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
13	27.03.1982	5.4	39.2300	41.9000	Bitlis M.	93	0.01315
		5.4			Tatvan	87	0.01456
		5.4			Hizan	120	0.00870
		5.4			Mutki	91	0.01360
		5.4			Güroymak	73	0.01884
		5.4			Ahlat	73	0.01884
		5.4			Adilcevaz	88	0.01431
		5.4			Muş M.	62	0.02367
		5.4			Hasköy	63	0.02315
		5.4			Korkut	56	0.02714
		5.4			Varto	39	0.04306
		5.4			Malazgirt	55	0.02780
		5.4			Bulanık	35	0.04912
		5.4			Van M.	153	0.00562
		5.4			Erciş	126	0.00800
		5.4			Bahçesaray	145	0.00622
		5.4			Gevaş	148	0.00598
		5.4			Gürpınar	165	0.00486
		5.4			Edremit	149	0.00591
		5.4			Baykan	118	0.00895
5.4	Kozluk	120	0.00870				
5.4	Sason	107	0.01053				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
14	30.08.1973	5.0	37.9600	42.7500	Bitlis M.	75	0.01441
		5.0			Tatvan	73	0.01498
		5.0			Hizan	40	0.03318
		5.0			Mutki	87	0.01158
		5.0			Güroymak	94	0.01028
		5.0			Ahlat	91	0.01081
		5.0			Adilcevaz	93	0.01046
		5.0			Muş M.	140	0.00527
		5.0			Hasköy	122	0.00672
		5.0			Korkut	120	0.00692
		5.0			Varto	175	0.00343
		5.0			Malazgirt	133	0.00578
		5.0			Bulanık	132	0.00586
		5.0			Van M.	82	0.01265
		5.0			Erciş	128	0.00619
		5.0			Bahçesaray	19	0.07903
		5.0			Gevaş	49	0.02570
		5.0			Gürpınar	70	0.01590
		5.0			Edremit	67	0.01691
		5.0			Baykan	87	0.01158
5.0	Kozluk	113	0.00765				
5.0	Sason	123	0.00663				



**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
15	11.06.1968	5.1	38.1500	42.8500	Bitlis M.	70	0.01684
		5.1			Tatvan	63	0.01949
		5.1			Hizan	38	0.03743
		5.1			Mutki	86	0.01248
		5.1			Güroymak	86	0.01248
		5.1			Ahlat	74	0.01556
		5.1			Adilcevaz	73	0.01586
		5.1			Muş M.	135	0.00596
		5.1			Hasköy	117	0.00764
		5.1			Korkut	113	0.00810
		5.1			Varto	166	0.00404
		5.1			Malazgirt	114	0.00799
		5.1			Bulanık	116	0.00776
		5.1			Van M.	62	0.01993
		5.1			Erciş	105	0.00914
		5.1			Bahçesaray	4.60	0.37619
		5.1			Gevaş	28	0.05387
		5.1			Gürpınar	52	0.02519
		5.1			Edremit	47	0.02870
		5.1			Baykan	93	0.01107
5.1	Kozluk	119	0.00743				
5.1	Sason	126	0.00673				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
16	20.08.1966	5.1	38.8200	41.4900	Bitlis M.	71	0.01650
		5.1			Tatvan	77	0.01469
		5.1			Hizan	105	0.00914
		5.1			Mutki	58	0.02181
		5.1			Güroymak	53	0.02457
		5.1			Ahlat	87	0.01226
		5.1			Adilcevaz	110	0.00847
		5.1			Muş M.	7	0.24375
		5.1			Hasköy	22	0.07102
		5.1			Korkut	26	0.05870
		5.1			Varto	39	0.03626
		5.1			Malazgirt	96	0.01054
		5.1			Bulanık	74	0.01556
		5.1			Van M.	170	0.00385
		5.1			Erciş	161	0.00429
		5.1			Bahçesaray	138	0.00573
		5.1			Gevaş	153	0.00473
		5.1			Gürpınar	176	0.00359
		5.1			Edremit	161	0.00429
		5.1			Baykan	77	0.01469
5.1	Kozluk	69	0.01718				
5.1	Sason	54	0.02398				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
17	19.08.1966	5.0	39.1300	41.4800	Bitlis M.	97	0.00979
		5.0			Tatvan	98	0.00964
		5.0			Hizan	129	0.00610
		5.0			Mutki	88	0.01138
		5.0			Güroymak	77	0.01387
		5.0			Ahlat	96	0.00995
		5.0			Adilcevaz	117	0.00722
		5.0			Muş M.	41	0.03219
		5.0			Hasköy	53	0.02320
		5.0			Korkut	50	0.02503
		5.0			Varto	5	0.32605
		5.0			Malazgirt	90	0.01100
		5.0			Bulanık	68	0.01656
		5.0			Van M.	181	0.00320
		5.0			Erciş	160	0.00410
		5.0			Bahçesaray	160	0.00410
		5.0			Gevaş	170	0.00364
		5.0			Gürpınar	190	0.00290
		5.0			Edremit	174	0.00347
		5.0			Baykan	110	0.00800
5.0	Kozluk	103	0.00890				
5.0	Sason	88	0.01138				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
18	19.08.1966	5.5	38.9900	41.7700	Bitlis M.	66	0.02300
		5.5			Tatvan	70	0.02118
		5.5			Hizan	102	0.01204
		5.5			Mutki	66	0.02300
		5.5			Güroymak	50	0.03334
		5.5			Ahlat	67	0.02252
		5.5			Adilcevaz	88	0.01516
		5.5			Muş M.	34	0.05387
		5.5			Hasköy	34	0.05387
		5.5			Korkut	28	0.06776
		5.5			Varto	34	0.05387
		5.5			Malazgirt	67	0.02252
		5.5			Bulanık	44	0.03925
		5.5			Van M.	151	0.00610
		5.5			Erciş	135	0.00750
		5.5			Bahçesaray	131	0.00791
		5.5			Gevaş	140	0.00702
		5.5			Gürpınar	160	0.00546
		5.5			Edremit	145	0.00658
		5.5			Baykan	91	0.01440
5.5	Kozluk	91	0.01440				
5.5	Sason	79	0.01780				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
19	19.09.1966	6.5	39.1700	41.5600	Bitlis M.	97	0.02314
		6.5			Tatvan	97	0.02314
		6.5			Hizan	129	0.01442
		6.5			Mutki	90	0.02599
		6.5			Güroymak	76	0.03341
		6.5			Ahlat	92	0.02513
		6.5			Adilcevaz	112	0.01835
		6.5			Muş M.	45	0.06769
		6.5			Hasköy	55	0.05223
		6.5			Korkut	51	0.05766
		6.5			Varto	8	0.41813
		6.5			Malazgirt	83	0.02936
		6.5			Bulanık	62	0.04446
		6.5			Van M.	176	0.00802
		6.5			Erciş	154	0.01043
		6.5			Bahçesaray	158	0.00993
		6.5			Gevaş	167	0.00891
		6.5			Gürpınar	186	0.00716
		6.5			Edremit	170	0.00860
		6.5			Baykan	113	0.01808
6.5	Kozluk	108	0.01948				
6.5	Sason	93	0.02471				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
20	2.05.1966	5.0	38.1000	42.5000	Bitlis M.	47	0.02711
		5.0			Tatvan	48	0.02639
		5.0			Hizan	15	0.10248
		5.0			Mutki	61	0.01924
		5.0			Güroymak	67	0.01691
		5.0			Ahlat	72	0.01528
		5.0			Adilcevaz	81	0.01288
		5.0			Muş M.	113	0.00765
		5.0			Hasköy	95	0.01012
		5.0			Korkut	94	0.01028
		5.0			Varto	150	0.00464
		5.0			Malazgirt	116	0.00732
		5.0			Bulanık	112	0.00777
		5.0			Van M.	90	0.01100
		5.0			Erciş	125	0.00645
		5.0			Bahçesaray	26	0.05543
		5.0			Gevaş	58	0.02059
		5.0			Gürpınar	83	0.01242
		5.0			Edremit	75	0.01441
		5.0			Baykan	62	0.01882
5.0	Kozluk	89	0.01119				
5.0	Sason	98	0.00964				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
21	27.04.1966	5.2	38.1400	42.5200	Bitlis M.	46	0.03124
		5.2			Tatvan	45	0.03212
		5.2			Hizan	12	0.14622
		5.2			Mutki	60	0.02206
		5.2			Güroymak	64	0.02020
		5.2			Ahlat	68	0.01857
		5.2			Adilcevaz	76	0.01586
		5.2			Muş M.	111	0.00884
		5.2			Hasköy	94	0.01153
		5.2			Korkut	92	0.01192
		5.2			Varto	147	0.00540
		5.2			Malazgirt	111	0.00884
		5.2			Bulanık	108	0.00925
		5.2			Van M.	86	0.01321
		5.2			Erciş	120	0.00776
		5.2			Bahçesaray	25	0.06503
		5.2			Gevaş	55	0.02478
		5.2			Gürpınar	80	0.01471
		5.2			Edremit	71	0.01748
		5.2			Baykan	64	0.02020
5.2	Kozluk	90	0.01233				
5.2	Sason	98	0.01081				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
22	7.03.1966	5.6	39.2000	41.6000	Bitlis M.	98	0.01359
		5.6			Tatvan	97	0.01381
		5.6			Hizan	129	0.00861
		5.6			Mutki	92	0.01500
		5.6			Güroymak	78	0.01920
		5.6			Ahlat	91	0.01525
		5.6			Adilcevaz	110	0.01129
		5.6			Muş M.	49	0.03625
		5.6			Hasköy	57	0.02973
		5.6			Korkut	53	0.03273
		5.6			Varto	13	0.16877
		5.6			Malazgirt	80	0.01851
		5.6			Bulanık	59	0.02839
		5.6			Van M.	174	0.00490
		5.6			Erciş	151	0.00646
		5.6			Bahçesaray	158	0.00593
		5.6			Gevaş	166	0.00538
		5.6			Gürpınar	184	0.00437
		5.6			Edremit	169	0.00519
		5.6			Baykan	116	0.01033
5.6	Kozluk	111	0.01112				
5.6	Sason	97	0.01381				



**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
23	28.06.1965	5.4	38.0000	41.3000	Bitlis M.	84	0.01535
		5.4			Tatvan	102	0.01137
		5.4			Hizan	101	0.01155
		5.4			Mutki	70	0.02000
		5.4			Güroymak	89	0.01407
		5.4			Ahlat	132	0.00737
		5.4			Adilcevaz	154	0.00555
		5.4			Muş M.	86	0.01482
		5.4			Hasköy	83	0.01563
		5.4			Korkut	91	0.01360
		5.4			Varto	131	0.00747
		5.4			Malazgirt	165	0.00486
		5.4			Bulanık	147	0.00606
		5.4			Van M.	191	0.00360
		5.4			Erciş	209	0.00296
		5.4			Bahçesaray	133	0.00727
		5.4			Gevaş	162	0.00503
		5.4			Gürpınar	188	0.00372
		5.4			Edremit	177	0.00422
		5.4			Baykan	46	0.03504
5.4	Kozluk	26	0.06972				
5.4	Sason	38	0.04445				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
24	25.10.1959	5.3	39.2500	41.6300	Bitlis M.	102	0.01074
		5.3			Tatvan	100	0.01108
		5.3			Hizan	132	0.00696
		5.3			Mutki	97	0.01163
		5.3			Güroymak	82	0.01502
		5.3			Ahlat	92	0.01263
		5.3			Adilcevaz	110	0.00950
		5.3			Muş M.	55	0.02625
		5.3			Hasköy	62	0.02235
		5.3			Korkut	58	0.02446
		5.3			Varto	17	0.10615
		5.3			Malazgirt	78	0.01617
		5.3			Bulanık	58	0.02446
		5.3			Van M.	175	0.00408
		5.3			Erciş	149	0.00558
		5.3			Bahçesaray	161	0.00481
		5.3			Gevaş	167	0.00448
		5.3			Gürpınar	186	0.00360
		5.3			Edremit	170	0.00432
		5.3			Baykan	121	0.00810
5.3	Kozluk	117	0.00857				
5.3	Sason	103	0.01057				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
25	27.09.1945	5.2	38.0000	43.0000	Bitlis M.	90	0.01233
		5.2			Tatvan	83	0.01393
		5.2			Hizan	55	0.02478
		5.2			Mutki	104	0.00983
		5.2			Güroymak	106	0.00953
		5.2			Ahlat	94	0.01153
		5.2			Adilcevaz	91	0.01213
		5.2			Muş M.	154	0.00495
		5.2			Hasköy	137	0.00615
		5.2			Korkut	134	0.00640
		5.2			Varto	187	0.00336
		5.2			Malazgirt	133	0.00648
		5.2			Bulanık	136	0.00623
		5.2			Van M.	66	0.01936
		5.2			Erciş	117	0.00810
		5.2			Bahçesaray	22	0.07521
		5.2			Gevaş	34	0.04535
		5.2			Gürpınar	50	0.02808
		5.2			Edremit	51	0.02736
		5.2			Baykan	107	0.00939
5.2	Kozluk	134	0.00640				
5.2	Sason	143	0.00569				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
26	12.11.1934	5.9	38.5400	41.0000	Bitlis M.	98	0.01614
		5.9			Tatvan	111	0.01320
		5.9			Hizan	129	0.01022
		5.9			Mutki	81	0.02158
		5.9			Güroymak	88	0.01906
		5.9			Ahlat	131	0.00995
		5.9			Adilcevaz	155	0.00730
		5.9			Muş M.	50	0.04194
		5.9			Hasköy	61	0.03223
		5.9			Korkut	70	0.02664
		5.9			Varto	80	0.02198
		5.9			Malazgirt	148	0.00797
		5.9			Bulanık	125	0.01080
		5.9			Van M.	209	0.00394
		5.9			Erciş	208	0.00399
		5.9			Bahçesaray	164	0.00655
		5.9			Gevaş	186	0.00507
		5.9			Gürpınar	211	0.00386
		5.9			Edremit	198	0.00444
		5.9			Baykan	80	0.02198
5.9	Kozluk	57	0.03531				
5.9	Sason	43	0.05081				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
27	15.10.1929	5.2	38.0000	42.0000	Bitlis M.	45	0.03212
		5.2			Tatvan	61	0.02157
		5.2			Hizan	44	0.03305
		5.2			Mutki	45	0.03212
		5.2			Güroymak	64	0.02020
		5.2			Ahlat	94	0.01153
		5.2			Adilcevaz	110	0.00897
		5.2			Muş M.	94	0.01153
		5.2			Hasköy	80	0.01471
		5.2			Korkut	84	0.01369
		5.2			Varto	139	0.00599
		5.2			Malazgirt	135	0.00631
		5.2			Bulanık	123	0.00743
		5.2			Van M.	134	0.00640
		5.2			Erciş	161	0.00454
		5.2			Bahçesaray	72	0.01713
		5.2			Gevaş	103	0.00998
		5.2			Gürpınar	128	0.00694
		5.2			Edremit	119	0.00787
		5.2			Baykan	26	0.06216
5.2	Kozluk	49	0.02882				
5.2	Sason	62	0.02110				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
28	25.07.1924	5.2	38.0000	43.0000	Bitlis M.	89	0.01254
		5.2			Tatvan	83	0.01393
		5.2			Hizan	56	0.02420
		5.2			Mutki	104	0.00983
		5.2			Güroymak	106	0.00953
		5.2			Ahlat	94	0.01153
		5.2			Adilcevaz	91	0.01213
		5.2			Muş M.	154	0.00495
		5.2			Hasköy	137	0.00615
		5.2			Korkut	134	0.00640
		5.2			Varto	187	0.00336
		5.2			Malazgirt	133	0.00648
		5.2			Bulanık	136	0.00623
		5.2			Van M.	66	0.01936
		5.2			Erciş	117	0.00810
		5.2			Bahçesaray	21	0.07926
		5.2			Gevaş	34	0.04535
		5.2			Gürpınar	50	0.02808
		5.2			Edremit	51	0.02736
		5.2			Baykan	108	0.00925
5.2	Kozluk	134	0.00640				
5.2	Sason	143	0.00569				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
29	14.02.1915	5.7	38.8000	42.5000	Bitlis M.	55	0.03301
		5.7			Tatvan	38	0.05280
		5.7			Hizan	63	0.02750
		5.7			Mutki	66	0.02579
		5.7			Güroymak	48	0.03941
		5.7			Ahlat	5.1	0.47723
		5.7			Adilcevaz	22	0.10018
		5.7			Muş M.	86	0.01760
		5.7			Hasköy	71	0.02328
		5.7			Korkut	63	0.02750
		5.7			Varto	100	0.01394
		5.7			Malazgirt	38	0.05280
		5.7			Bulanık	37	0.05454
		5.7			Van M.	85	0.01791
		5.7			Erciş	76	0.02112
		5.7			Bahçesaray	79	0.01996
		5.7			Gevaş	77	0.02072
		5.7			Gürpınar	95	0.01511
		5.7			Edremit	79	0.01996
		5.7			Baykan	94	0.01536
5.7	Kozluk	110	0.01195				
5.7	Sason	107	0.01250				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
30	27.01.1913	5.5	38.3800	42.2300	Bitlis M.	10	0.21086
		5.5			Tatvan	14	0.14712
		5.5			Hizan	24	0.08093
		5.5			Mutki	27	0.07068
		5.5			Güroymak	28	0.06776
		5.5			Ahlat	47	0.03610
		5.5			Adilcevaz	65	0.02349
		5.5			Muş M.	75	0.01920
		5.5			Hasköy	57	0.02807
		5.5			Korkut	55	0.02944
		5.5			Varto	111	0.01050
		5.5			Malazgirt	88	0.01516
		5.5			Bulanık	79	0.01780
		5.5			Van M.	102	0.01204
		5.5			Erciş	119	0.00934
		5.5			Bahçesaray	57	0.02807
		5.5			Gevaş	78	0.01813
		5.5			Gürpınar	103	0.01186
		5.5			Edremit	90	0.01465
		5.5			Baykan	45	0.03815
5.5	Kozluk	67	0.02252				
5.5	Sason	70	0.02118				



**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
31	3.06.1907	5.3	38.7000	41.5000	Bitlis M.	62	0.02235
		5.3			Tatvan	71	0.01851
		5.3			Hizan	96	0.01182
		5.3			Mutki	48	0.03134
		5.3			Güroymak	47	0.03219
		5.3			Ahlat	86	0.01399
		5.3			Adilcevaz	110	0.00950
		5.3			Muş M.	6	0.32081
		5.3			Hasköy	16	0.11344
		5.3			Korkut	24	0.07216
		5.3			Varto	53	0.02756
		5.3			Malazgirt	101	0.01091
		5.3			Bulanık	79	0.01587
		5.3			Van M.	166	0.00453
		5.3			Erciş	162	0.00475
		5.3			Bahçesaray	130	0.00715
		5.3			Gevaş	148	0.00565
		5.3			Gürpınar	172	0.00422
		5.3			Edremit	157	0.00505
		5.3			Baykan	64	0.02140
5.3	Kozluk	56	0.02563				
5.3	Sason	41	0.03823				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
32	31.03.1907	5.4	39.1000	42.5000	Bitlis M.	84	0.01535
		5.4			Tatvan	69	0.02041
		5.4			Hizan	97	0.01232
		5.4			Mutki	91	0.01360
		5.4			Güroymak	71	0.01960
		5.4			Ahlat	38	0.04445
		5.4			Adilcevaz	40	0.04174
		5.4			Muş M.	94	0.01294
		5.4			Hasköy	84	0.01535
		5.4			Korkut	74	0.01848
		5.4			Varto	91	0.01360
		5.4			Malazgirt	6	0.33974
		5.4			Bulanık	19	0.09940
		5.4			Van M.	102	0.01137
		5.4			Erciş	72	0.01922
		5.4			Bahçesaray	111	0.00991
		5.4			Gevaş	104	0.01102
		5.4			Gürpınar	116	0.00921
		5.4			Edremit	101	0.01155
		5.4			Baykan	121	0.00858
5.4	Kozluk	132	0.00737				
5.4	Sason	125	0.00811				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
33	29.01.1907	5.2	39.1000	42.5000	Bitlis M.	84	0.01369
		5.2			Tatvan	69	0.01820
		5.2			Hizan	97	0.01098
		5.2			Mutki	91	0.01213
		5.2			Güroymak	71	0.01748
		5.2			Ahlat	38	0.03964
		5.2			Adilcevaz	40	0.03722
		5.2			Muş M.	94	0.01153
		5.2			Hasköy	84	0.01369
		5.2			Korkut	74	0.01648
		5.2			Varto	91	0.01213
		5.2			Malazgirt	6	0.30293
		5.2			Bulanık	19	0.08863
		5.2			Van M.	102	0.01014
		5.2			Erciş	72	0.01713
		5.2			Bahçesaray	111	0.00884
		5.2			Gevaş	104	0.00983
		5.2			Gürpınar	116	0.00821
		5.2			Edremit	101	0.01030
		5.2			Baykan	121	0.00765
5.2	Kozluk	132	0.00657				
5.2	Sason	125	0.00723				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
34	3.05.1903	5.2	38.7000	41.5000	Bitlis M.	62	0.02110
		5.2			Tatvan	71	0.01748
		5.2			Hizan	96	0.01116
		5.2			Mutki	48	0.02959
		5.2			Güroymak	47	0.03040
		5.2			Ahlat	86	0.01321
		5.2			Adilcevaz	110	0.00897
		5.2			Muş M.	6	0.30293
		5.2			Hasköy	16	0.10712
		5.2			Korkut	24	0.06814
		5.2			Varto	53	0.02602
		5.2			Malazgirt	101	0.01030
		5.2			Bulanık	79	0.01499
		5.2			Van M.	166	0.00428
		5.2			Erciş	162	0.00449
		5.2			Bahçesaray	130	0.00675
		5.2			Gevaş	148	0.00534
		5.2			Gürpınar	172	0.00399
		5.2			Edremit	157	0.00477
		5.2			Baykan	64	0.02020
5.2	Kozluk	56	0.02420				
5.2	Sason	41	0.03610				

**EK-1. (devam)**

Deprem No	Tarih	Büyükük	Enlem	Boylam	Yerleşim Yeri	Uzaklık (km)	Joyner ve Boore
35	28.04.1903	6.3	39.1000	42.5000	Bitlis M.	84	0.02572
		6.3			Tatvan	69	0.03419
		6.3			Hizan	97	0.02063
		6.3			Mutki	91	0.02278
		6.3			Güroymak	71	0.03284
		6.3			Ahlat	38	0.07448
		6.3			Adilcevaz	40	0.06993
		6.3			Muş M.	94	0.02167
		6.3			Hasköy	84	0.02572
		6.3			Korkut	74	0.03096
		6.3			Varto	91	0.02278
		6.3			Malazgirt	6	0.56918
		6.3			Bulanık	19	0.16653
		6.3			Van M.	102	0.01905
		6.3			Erciş	72	0.03219
		6.3			Bahçesaray	111	0.01661
		6.3			Gevaş	104	0.01847
		6.3			Gürpınar	116	0.01543
		6.3			Edremit	101	0.01936
		6.3			Baykan	121	0.01437
6.3	Kozluk	132	0.01235				
6.3	Sason	125	0.01358				

## ÖZGEÇMİŞ

12.10.1986 Tarihinde Bitlis'in Hizan ilçesinde doğdu. İlköğretimi, İstiklal İlköğretim Okulu'nda, liseyi, Hizan Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında Erzincan Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Öğretmenliği Bölümü'nden mezun oldu. 2007-2017 yılları arası Bitlis merkezde çeşitli okullarda öğretmenlik ve yöneticilik yaptı. 2012 yılında kazandığı Bitlis Eren Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2016 yılında mezun olarak ikinci lisansını tamamladı. Aynı yıl Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 15.11.2017 Tarihinden itibaren Muş İl Özel İdaresinde İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 3 çocuk babasıdır.

Mehmet Sait ERCEK