

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONYA İL MERKEZİ ZEMİNLERİNİN SİSMİK HIZ
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
İzzet ERDEM**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mutluhan AKIN**

**Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Aralık 2017
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Mutluhan AKIN danışmanlığında **İzzet ERDEM** tarafından hazırlanan **“Konya İl Merkezi Zeminlerinin Sismik Hız Özelliklerinin İncelenmesi”** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

20/12/2017

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Üye : Doç. Dr. Mutluhan AKIN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **23.12.2017** tarih ve **57-487** sayılı kararı ile onaylanmıştır.

20/12/2017
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


İzzet ERDEM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçiminde gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında hoşgörüsünü, yardımını, bilimsel katkılarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Mutluhan AKIN'a içtenlikle sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında sabrını, hoşgörüsünü ve bilimsel desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN'a içtenlikle sonsuz teşekkür ederim.

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim üyeleri Doç. Dr. İsmail DİNÇER' e, Doç. Dr. Feyza DİNÇER'e Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN'a ve Araş. Gör. Mehmet Yasin CANBOLAT'a göstermiş oldukları anlayıştan ve sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başlamasında ve sürdürülmesinde Sismik kırılma ölçümlerinin raporlarını aldığım Jeofizik Müh. Tuba AKSU ve Konya Zemin Mühendislik çalışanlarına, Jeofizik Müh. Mehmet ESEN ve Konevi Zemin Yapı Laboratuvarı çalışanlarına, Jeofizik Müh. Süleyman ALTAN ve Parmar Geophysics çalışanlarına, Jeofizik Müh. Beytullah ÇETİN ve Kayram Mimarlık Mühendislik çalışanlarına teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca daima yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

KONYA İL MERKEZİ ZEMİNLERİNİN SİSMİK HIZ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

İzzet ERDEM

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2017

ÖZET

Dinamik zemin özelliklerinin önceden belirlenmesi, depremden kaynaklanan hasarların azaltılması ve yerleşime uygun yapıların tasarlanması için büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda yeni yapılaşmalarda zeminlerin dinamik parametrelerin belirlenmesi amacıyla iyi bir mühendislik hizmeti alınması son yıllarda önemini artırmaktadır. Bu çalışmada Konya il merkezi Selçuklu ilçesinin çeşitli yerlerinde (99 noktada) yapılmış olan sismik kırılma verisi dikkate alınarak, V_p ve V_s hızlarına bağlı, zeminlerin dinamik parametreleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında inceleme alanının Kayma Dalgası Hızı (V_{s30}), NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) ve TS EN 1998-1 Uniform Building Code (Eurocode) 8'e göre zemin sınıfları, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi dağılımları Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı yazılım kullanılarak haritalanmıştır. Bu parametrelere göre oluşturulan haritaların birbirine uyum sağladığı görülmüştür. Çalışma kapsamındaki haritalar genel olarak değerlendirildiğinde Sille Ak Mahallesi'nin batısı, Yazır Mahallesi, Sancak Mahallesi'nin güneyi ve Horozluhan Mahallesi'nin kuzeyinde katı, sağlam zeminler ve kaya birimleri yer alırken diğer yerlerde ise daha yumuşak ve gevşek zeminler yer almaktadır.

İnceleme alanındaki zeminlerin ilk 30 m'deki ortalama S dalgası (V_{s30}) hızları 294 m/s ile 908 m/s arasında değişmektedir. Buna göre V_{s30} değerleri, çalışma alanının orta kısımları ve güneyinde 360 m/s den düşük değerler alırken diğer yerlerinde 360 m/s den daha yüksek değerler almaktadır. V_{s30} değerleri dikkate alınarak yapılan, NEHRP hükümlerine göre zemin sınıflaması incelendiğinde; çalışma alanında $294 < V_{s30} < 360$ m/s arasındaki alanların "sert/sıkı zemin", $360 < V_{s30} < 760$ m/s arasındaki alanların "çok sıkı/sert zemin" ya da "yumuşak kaya", $760 < V_{s30} < 908$ m/s arasındaki değerlerin "kaya"

birimlerine denk geldiği görülmektedir. TS EN 1998-1 (Eurocode 8) hükümlerine göre, zemin sınıflaması incelendiğinde ise çalışma alanının $294 < V_{s30} < 360$ m/s arasındaki alanların “sıkı” ya da “orta sıkı kum, çakıl” veya “sert kil”, $360 < V_{s30} < 800$ m/s arasındaki alanların “çok sıkı kum çakıl” ya da “çok sert killer”, $800 < V_{s30} < 908$ m/s arasındaki alanların ise “kaya” ya da “diğer kaya” benzeri birimlere karşılık geldiği görülmektedir. Zemin hâkim titreşim periyodu 0.20 s ile 0.61 s arasında dağılım göstermektedir. Buna göre çalışma alanının batısı, kuzeyi ve doğusunda zemin hâkim titreşim periyodu değerleri 0.15 s ile 0.35 s arasında değişmektedir. Burada yüksek katlı binalar yaygın olarak bulunmaktadır ve rezonans bakımından herhangi bir risk taşımamaktadır. Ancak çalışma alanının orta kısımları ve güneyi 0.40 s ile 0.61 s arasında değerler almaktadır. Burada yaklaşık 4-6 katlı binalar oldukça fazladır ve buradaki zemin hâkim titreşim periyodu ile binaların kat sayısı birbirine uyumlu olduğundan rezonans gerçekleşme ihtimali büyüktür. Öte yandan zemin büyütmesi 1.2 ile 2.7 arasında değişmektedir. Zemin büyütme değerleri büyük olan yerde deprem sırasında daha çok hasar görülür. Çalışma alanının geneli zemin büyütmesi bakımından düşük tehlikeli zemin sınıfına girerken çalışma alanının güneyi ise orta tehlikeli zemin sınıfına girmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sismik hız, V_{s30} , zemin büyütmesi, zemin hâkim titreşim periyodu, Konya*

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. Mutluhan AKIN*

Sayfa Numarası: *84*

INVESTIGATION OF SEISMIC VELOCITY PROPERTIES OF SOILS IN KONYA PROVINCE

(M. Sc. Thesis)

İzzet ERDEM

NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2017

ABSTRACT

Pre-determination of dynamic soil properties is important to reduce damages caused by earthquakes, and to design suitable structures for the settlement. In this context, in order to determine the dynamic parameters of foundation soils in new constructions, obtaining a good engineering service has increased its importance in recent years. In this study, the dynamic parameters of the subsurface soils, which depend on the velocities of V_p and V_s , are evaluated considering the seismic refraction data at various locations (99 points) in the Selçuklu district of Konya. Based on the data obtained, the distribution of soil classes according to the average shear wave velocity between 0 and 30-meters depth (V_{s30}), NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) and TS EN 1998-1 Uniform Building Code (Eurocode) 8, dominant soil vibration period and soil amplification maps are prepared using a Geographic Information Systems-based software. It is seen that the distribution maps of these parameters are compatible with each other. When the produced maps are evaluated generally, stiff soils and rock units are located at the western part of Sille Ak District, Yazır District, at the south of Sancak District and at the north of Horozluhan District, while soft and loose soil units are observed at the other regions of the study area.

The average S wave (V_{s30}) velocities in the first 30 m of the subsurface soil in the study area range from 294 m/sec to 908 m/sec. Accordingly, V_{s30} values are lower than 360 m/sec in the central part of the study area and 360 m/sec in other parts. When the soil classification according to the NEHRP provisions is examined considering the values of V_{s30} , “very hard/tight soil” or “soft rock” in the areas between $294 < V_{s30} < 360$ m/sec and $360 < V_{s30} < 760$ m/sec in the study area, $760 < V_{s30} < 908$ m/sec are encountered in “rock” units. According to the provisions of TS EN 1998-1 (Eurocode 8), when the soil

classification is examined, the areas with a value of $294 < V_{s30} < 360$ m/sec are considered to be “tight” or “medium tight sand, gravel” or “stiff clay” It is seen that the areas between 800 m/s correspond to “very hard sand gravel” or “very hard clay” and the areas between $800 < V_{s30} < 908$ m/sec correspond to “rock” or “other rock” units. The dominant soil vibration period varies between 0.20 sec and 0.61 sec. Accordingly, the values of the dominant soil vibration period in the west, north and east of the study area range from 0.15 sec to 0.35 sec. High-rise buildings are widely found here and do not reveal any risk of resonance. However, the middle parts of the study area and the south are between 0.40 sec and 0.61 sec. Here, 4-6 story buildings are quite abundant, and there is a high probability of resonance as the number of floors of the buildings coincide with the dominant soil vibration period. On the other hand, the soil amplification values range from 1.2 to 2.7. More damage can be seen during earthquakes where the soil amplification values are large. The south of the study area falls into the middle dangerous soil class when most of the study area is in the low dangerous soil class in terms of soil amplification.

Key words: Seismic velocity, V_{s30} , soil amplification, soil dominant vibration period, Konya

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Mutluhan AKIN

Page Number: 84

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| KABUL VE ONAY SAYFASI | i |
| TEZ BİLDİRİM SAYFASI | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ÖZET..... | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| TABLolar DİZİNİ | xii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xiii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xiv |
| BÖLÜM 1 | |
| GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Amaç ve Kapsam | 1 |
| 1.2. Coğrafi Konum ve İnceleme Alanı | 2 |
| 1.3. İklim ve Bitki Örtüsü..... | 6 |
| 1.4. Yüzey Şekilleri ve Akarsu Ağı..... | 7 |
| 1.5. Yapısal Jeoloji..... | 8 |
| 1.5.1. Stratigrafi..... | 10 |
| 1.5.1.1. Halıcı formasyonu (Ch)..... | 12 |
| 1.5.1.2. Ardıçlı formasyonu, morbel tepe üyesi (Tram)..... | 12 |
| 1.5.1.3. Loras kireçtaşı (Trjl)..... | 12 |
| 1.5.1.4. Hatip ofiyolitli karışığı (Kh) | 12 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------|----|
| 1.5.1.5. | Çayırbağı ofiyoliti (Kç)..... | 13 |
| 1.5.1.6. | Küçükmuhsine formasyonu (Tdk) | 13 |
| 1.5.1.7. | Sulutaş üyesi (Tds) | 13 |
| 1.5.1.8. | Ulumuhsine formasyonu (Tdu)..... | 13 |
| 1.5.1.9. | Dilekçi formasyonu (Td)..... | 14 |
| 1.5.1.10. | Yıllankır formasyonu (Qey) | 14 |
| 1.5.1.11. | Konya formasyonu (Qeko)..... | 14 |
| 1.5.1.12. | Sakyatan formasyonu (Qes) | 15 |
| 1.5.1.13. | Göçü formasyonu (Qegö)..... | 15 |
| 1.5.1.14. | Aslımyayla formasyonu (Qeas)..... | 15 |
| 1.5.1.15. | Beşyüzevler formasyonu (Qeb)..... | 15 |
| 1.5.1.16. | Karahüyük formasyonu (Qyk) | 16 |
| 1.5.2. | İnceleme alanı jeolojisi..... | 16 |
| 1.5.3. | Depremsellik | 16 |

BÖLÜM 2

| | | |
|------------------------|---|----|
| ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 21 | |
| 2.1. | Çalışma Konusuyla İlgili Önceki Çalışmalar..... | 21 |
| 2.2. | Bölgenin Jeolojik Yapısına ve Zemin Özelliklerinin Belirlenmesine Yönelik Önceki Çalışmalar | 26 |

BÖLÜM 3

| | | |
|-------------------------|----------------|----|
| MATERYAL VE YÖNTEM..... | 29 | |
| 3.1. | Materyal | 29 |
| 3.2. | Yöntem..... | 32 |

| | | | |
|-------------------------|--|----|----|
| 3.2.1. | Literatür taraması | 33 | |
| 3.2.2. | Değerlendirme çalışmaları | 33 | |
| BÖLÜM 4 | | | |
| KURAMSAL TEMELLER | | | 34 |
| 4.1. | Sismik Yöntemler | 34 | |
| 4.1.1 | Sismik kırılma yöntemi | 35 | |
| 4.1.2. | Sismik yansımaya yöntemi | 36 | |
| 4.2. | Sismik Hızlar | 36 | |
| 4.2.1. | P dalga hızları | 36 | |
| 4.2.2. | S dalga hızları | 38 | |
| 4.3. | Sismik Hızlara Bağlı Olarak Belirlenen Zeminin Dinamik Elastik Parametreleri | 40 | |
| 4.3.1. | Birim ağırlık (ρ) | 40 | |
| 4.3.2. | Elastisite (Young) modülü (E_d) | 41 | |
| 4.3.3. | Bulk (Sıkışmazlık) modülü (K_d): | 42 | |
| 4.3.4. | Zemin hâkim titreşim periyodu (T_o) | 43 | |
| 4.3.5. | Zemin büyütmesi | 44 | |
| 4.3.6. | Kayma dalgası hızı (V_{s30}) değeri | 45 | |
| 4.4. | NEHRP ve TS EN 1998-1 (Eurocode 8) Hükümlerine Göre Zemin Sınıfları | 46 | |
| 4.4.1. | National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) zemin sınıfları | 46 | |
| 4.4.2. | TS EN 1998-1 Uniform Building Code (Eurocode) 8 zemin sınıfları | 47 | |

BÖLÜM 5

| | |
|---|----|
| BULGULAR..... | 48 |
| 5.1. Çalışma Alanındaki Sismik P Dalgası Hızı Dağılımı | 48 |
| 5.2. Çalışma Alanındaki Sismik S Dalgası Hızı Dağılımı | 48 |
| 5.3. Çalışma Alanındaki Birim Ağırlık Dağılımı..... | 49 |
| 5.4. Çalışma Alanındaki Elastisite (Young) Modülü Dağılımı..... | 49 |
| 5.5. Çalışma Alanındaki Bulk Modülü Dağılımı | 50 |
| 5.6. Çalışma Alanında Kayma Dalgası Hızı (V_{s30}) Dağılımı..... | 59 |
| 5.7. Çalışma Alanında NEHRP Hükümlerine Göre Zemin Sınıflaması Dağılımı | 60 |
| 5.8. Çalışma Alanında TS EN 1998-1 (Eurocode 8) Hükümlerine Göre Zemin Sınıflaması Dağılımı | 61 |
| 5.9. Çalışma Alanında Zemin Hâkim Titreşim Periyodu Dağılımı..... | 62 |
| 5.10. Çalışma Alanında Zemin Büyütmesi Dağılımı | 63 |

BÖLÜM 6

| | |
|----------------------------|----|
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 74 |
| KAYNAKLAR | 77 |
| ÖZGEÇMİŞ | 84 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Tablo 1.1. İnceleme alanının mahallelerine göre ölçüm nokta kodları ve sayısı | 2 |
| Tablo 1.2. Konya ili yağış ve sıcaklık grafiği | 6 |
| Tablo 1.3. Konya’da oluşan depremler | 20 |
| Tablo 3.1. Çalışma alanında yapılan sismik ölçüm noktalarının koordinatları | 30 |
| Tablo 4.1. P dalga hızı ile zeminlerin ya da kayaçların sökülebilirlikleri | 37 |
| Tablo 4.2. P dalga hızı kullanılarak zemin ya da kayaç kazılabilirliği..... | 38 |
| Tablo 4.3. Kohezyonlu zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması | 39 |
| Tablo 4.4. Kohezyonsuz zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması | 39 |
| Tablo 4.5. Zeminlerin birim ağırlık sınıflaması | 40 |
| Tablo 4.6. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı | 41 |
| Tablo 4.7. Bulk modülü değerlerine göre sıkışabilirlik sınıfları | 42 |
| Tablo 4.8. Zemin hâkim titreşim periyotlarına göre mikrobölgeleme ölçütleri ve spektral büyütmele göre mikrobölgeleme ölçütleri..... | 45 |
| Tablo 4.9. NEHRP hükümlerine göre zemin sınıflaması | 46 |
| Tablo 4.10. TS EN 1998-1 (Eurocode 8) hükümlerine göre zemin sınıflaması..... | 47 |
| Tablo 5.1. Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-elastik parametreleri..... | 51 |
| Tablo 5.2. İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri..... | 64 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 1.1. | İnceleme alanı yerbulduru haritası | 4 |
| Şekil 1.2. | İnceleme alanında yer alan mahalleleri gösteren harita | 5 |
| Şekil 1.3. | İnceleme alanı sayısal yükseklik modeli (SYM) haritası..... | 5 |
| Şekil 1.4. | Konya çöküntüsünün ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası | 9 |
| Şekil 1.5. | Konya ve civarının stratigrafik kesiti | 10 |
| Şekil 1.6. | Konya ve çevresinin jeoloji haritası | 11 |
| Şekil 1.7. | Türkiye deprem bölgeleri haritası | 17 |
| Şekil 1.8. | İnceleme alanının deprem bölgeleri haritasındaki yeri | 18 |
| Şekil 1.9. | Konya çevresinde oluşan deprem dağılımı | 19 |
| Şekil 3.1. | Çalışma alanının sismik ölçüm noktaları | 29 |
| Şekil 4.1. | Sismik kırılma yönteminin genel prensipleri | 35 |
| Şekil 4.2. | Sismik yansıma yönteminin genel prensipleri | 36 |
| Şekil 4.3. | P dalgaları yayılım hareketi..... | 37 |
| Şekil 4.4. | S dalgaları yayılım hareketi..... | 38 |
| Şekil 5.1. | Çalışma alanının kayma dalgası hızı (V_{s30}) hızı dağılımı | 59 |
| Şekil 5.2. | Çalışma alanının NEHRP hükümlerine göre zemin sınıflaması dağılımı.... | 60 |
| Şekil 5.3. | Çalışma alanının TS EN 1998-1 (Eurocode 8) hükümlerine göre zemin sınıflaması dağılımı | 61 |
| Şekil 5.4. | Çalışma alanının zemin hâkim titreşim periyodu dağılımı | 62 |
| Şekil 5.5. | Çalışma alanının zemin büyütmesi dağılımı | 63 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-------------|-------------------|
| V_p | P-dalga hızı |
| V_s | S-dalga hızı |
| V | Hız |
| M | Metre |
| s | Saniye |
| mm | Milimetre |
| g | Gram |
| kg | Kilogram |
| cm | Santimetre |
| cm^2 | Santimetre kare |
| cm^3 | Santimetre küp |
| km | Kilometre |
| $^{\circ}C$ | Derece |
| $\%$ | Yüzde |
| Σ | Toplam |
| $>$ | Büyük |
| $<$ | Küçük |
| \sim | Yaklaşık |
| h | Tabaka kalınlığı |
| μ | Kayma modülü |
| E_d | Elastisite modülü |

| | |
|------------------|--|
| Kd | Bulk modülü |
| ρ | Birim ağırlık |
| Ak | Zemin büyütmesi |
| T _o | Zemin hâkim titreşim periyodu |
| N | Tabaka sayısı |
| KOFZ | Konya fay zonu |
| YAF | Yazır fayı |
| V _{s30} | 30 m derinliğe kadar ortalama kayma dalgası hızı |
| S _v | S dalgası düşey bileşeni |
| S _h | S dalgası yatay bileşeni |
| SYM | Sayısal yükseklik modeli |
| DES | Düşey elektrik sondaj |
| CBS | Coğrafi bilgi sistemleri |
| NEHRP | National Earthquake Hazards Reduction Program |
| TS | Türk standartları |
| EN | Avrupa standartları |
| Eurocode | Uniform Building Code |
| IDW | Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi |
| CEN | Avrupa Standartları Komitesi |
| MASW | Çok kanallı yüzey dalgaları analizi |

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Tüm dünyada olduğu gibi Konya'da da artan nüfus talebini karşılamak için şehirleşmenin bir parçası olan toplu yaşam alanları, yüksek katlı binalar ve bu binalara uygun yer seçimi giderek önemini artırmaktadır. Yakın geçmişe kadar yerel zemin özellikleriyle ilgili çalışmaların yeterince yapılamaması nedeniyle yapılaşmalar açısından elverişsiz yer seçimleri yapılmıştır. Bunun sonucu olarak da, orta büyüklükte bir depremde bile can ve mal kayıpları ile karşılaşmıştır. Bu durum zemin özellikleriyle ilgili çalışmaların ne kadar önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Zemin özelliklerinin incelenmesi amacıyla sondaj çalışmaları ile örnekleme ve yerinde deney yapılmaktadır. Ancak sondajların açılması, örnekleme ve yerinde deneyler zaman alıcı ve maliyetli işlemlerdir. Öte yandan, jeofizik yöntemlerden biri olan sismik kırılma yöntemiyle zamanı ve maliyeti en aza indirerek zeminlerin dinamik-elastik mühendislik parametreleri, zemin hâkim titreşim periyotları, zemin büyütme ve zemin içerisindeki değişimler (yanal ve düşey) gibi birçok özellik belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada Konya ili merkezi Selçuklu ilçesinin Yazır, Sille Parsana, Sille Ak, Buhara, Şeyh Şamil, Sancak, Malazgirt, Horozluhan ve Aydınlikevler mahallelerinin yer aldığı (Tablo 1.1) zemin özelliklerini incelemek amacıyla farklı noktalardan alınan sismik kırılma verilerinden (V_p ve V_s hızlarından) elde edilen zeminlerin dinamik-elastik parametreleri, zemin hâkim titreşim periyodu, zemin büyütme gibi dinamik zemin parametrelerinin alansal değişimini yansıtan bölgesel ölçekte haritaların hazırlanması amaçlanmıştır. Hazırlanan bu haritaların artan nüfus talebi karşısında, gelecekte daha önemli hale gelecek olan yerleşime uygun yer seçimi konusunda yardımcı olacağı düşünülmekte olup, olası bir afet karşısında can ve mal kaybının minimuma inmesi sağlanacaktır.

Tablo 1.1. İnceleme alanının mahallelerine göre ölçüm nokta kodları ve sayısı

| SİSMİK ÖLÇÜM YAPILAN MAHALLER | SİSMİK ÖLÇÜM NOKTA KODLARI | SİSMİK ÖLÇÜM ADEDİ |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Yazır | IME, UT, CE, VK, T | 15 |
| Sille Parsana | S, Y, KA | 23 |
| Sille Ak | GK, KY | 13 |
| Buhara | AD | 3 |
| Şeyh Şamil | CKI | 4 |
| Sancak | AYK, AKD, MB, DMI | 22 |
| Malazgirt | MH | 2 |
| Horozluhan | CK, O | 14 |
| Aydınlıkevler | AP | 3 |

1.2. Coğrafi Konum ve İnceleme Alanı

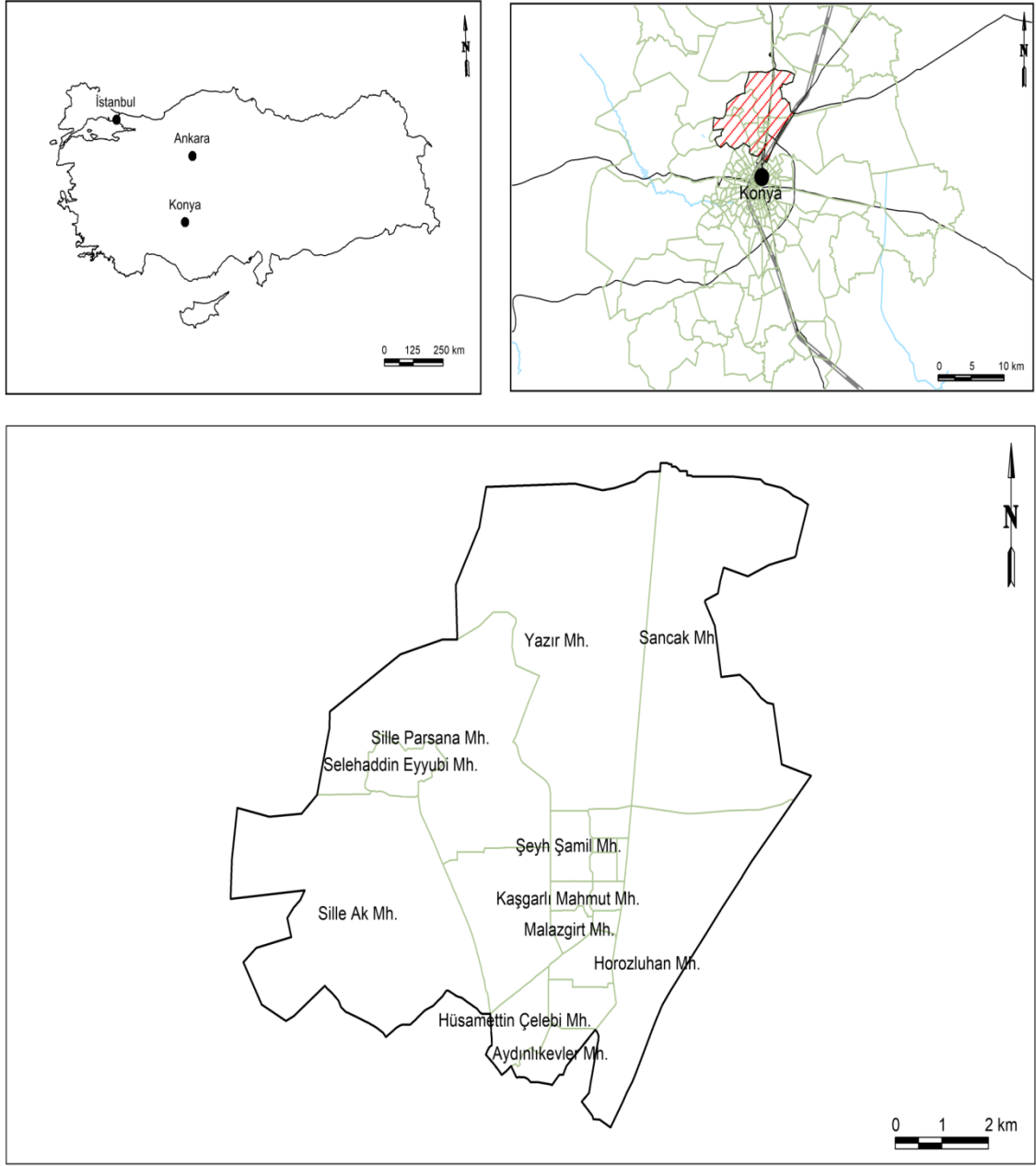
Konya ili, İç Anadolu Bölgesinin güneyinde, yer almaktadır. Topraklarının büyük bir kısmı, İç Anadolu bölgesinin yüksek düzlükleri üzerinde bulunan Konya ilinin, güney ve güneybatı kesimleri Akdeniz bölgesine dâhildir. Konya ili, coğrafi olarak 36°41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü göller hariç 38.873 km² olarak Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahiptir. Ortalama deniz seviyesinden yükseltisi ise 1016 m'dir. Konya ilinin kuzeyinde Ankara, batısında Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir güneyinde Mersin, Karaman, Antalya doğusunda ise Niğde ve Aksaray illeri yer almaktadır [1].

Konya ilinin kuzeyinde Haymana Platosu, kuzeydoğusunda Cihanbeyli Platosu ve Tuz Gölü, batısında Beyşehir Gölü ve Akşehir Gölü, güneyinde Sultan Dağlarından başlayan Karaman ilinin güneyine kadar devam eden volkanik dağlar ve doğusunda ise Obruk Platosu yer almaktadır [1].

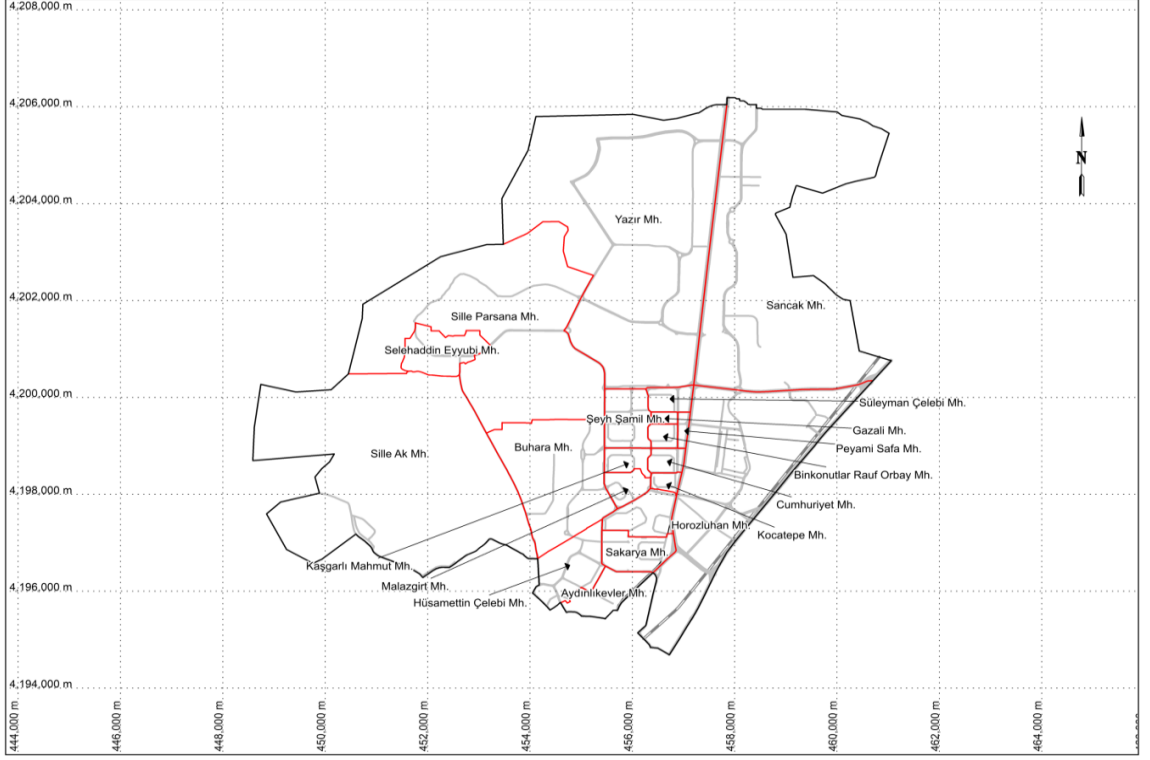
Yeraltı suyu seviyesindeki değişimler üzerinde etkili olan iklim, jeolojik ve jeomorfolojik faktörler Konya Ovası'nda da yıl içindeki dönemlerde ve yıllar arası dönemlerde yeraltı suyu seviyesini etkilemektedir. Yıl içinde Ocak-Mayıs döneminde yağışlardan dolayı seviye yükselmesi, Haziran-Eylül döneminde ise kuraklıktan dolayı seviye alçalması görülmektedir [2]. Yeraltı suyu akımı kuzeydoğusunda Aksaray Ovası'na ve kuzeyinde ise Altınekin Ovası'na doğrudur [2, 3].

Konya bölgesinin kuzeyinde egemen olarak kuzeybatı-güneydoğu ve kuzey-güney doğrultulu yükseltiler bulunmaktadır. Konya'nın yakın çevresinde ise kuzey-güney ve doğu-batı doğrultulu Bozdağlar, batıda Erenler Dağı, Konya Havzası ve Obruk Yaylası bulunmaktadır. Konya'nın güneyinde ise Toros Dağları, Karaman ve Ereğli havzaları yer alır. Bölgedeki Karaman ve Ereğli Havzaları içinde Karadağ ve Karacadağ gibi volkanik dağlar bulunmaktadır. Bölgenin ana yapısını yükseltiler ile egemen olarak yanal atım da sunan normal faylar şekillendirmiştir. Bu faylar sonucu şekillenen kısımlardan yükselen yerler dağlık kesimleri, alçalın yerler ise havzaları oluşturmuştur. Yükselen dağlık kesimlerde yaşları Paleozoyik-Eosen arasında değişen ve paleo tektonik rejime bağlı olarak deforme olan temel kayalar yüzeylerken, yükselen yerler arasındaki alçakta kalan havzalarda egemen olarak Miyosen-güncel yaşta gölsel, karasal ve volkanik kayalar yüzeylemektedir [4-7].

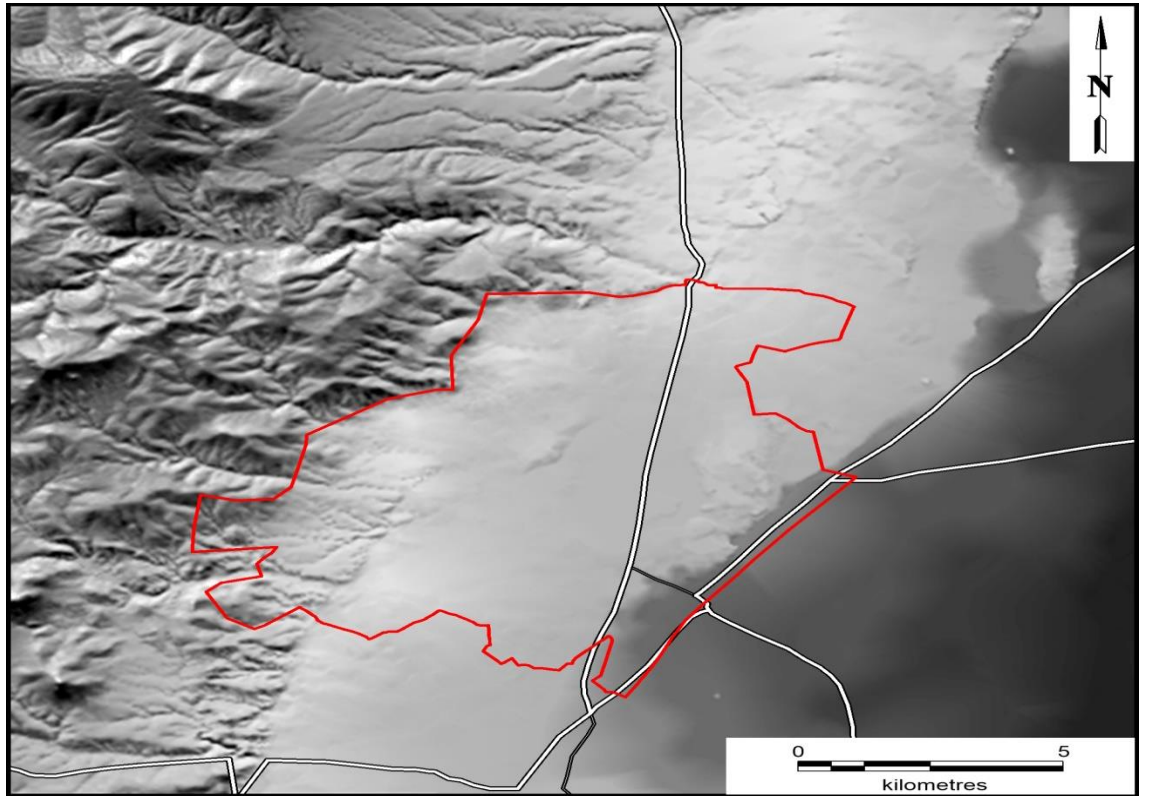
Çalışma alanı Konya ili Selçuklu ilçesi merkezinin daha çok orta ve kuzey kesimlerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Yaklaşık alanı 82.85 km² dir. Yazır, Sille Parsana, Sille Ak, Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Sancak, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kocatepe, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Hüsametlin Çelebi, Horozluhan, Sakarya ve Aydınlikevler mahallelerini kapsamaktadır (Şekil 1.2). Çalışma alanının ortalama yüksekliği yaklaşık 1020 m olup, inceleme alanının batısına doğru ise 1400 m yüksekliğine kadar ulaşmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.1. İnceleme alanı yerbulduru haritası



Şekil 1.2. İnceleme alanında yer alan mahalleleri gösteren harita



Şekil 1.3. İnceleme alanı sayısal yükseklik modeli (SYM) haritası

1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Konya ve yakın çevresine ait 1929 ile 2016 yılları arasındaki meteorolojik veriler incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklığın 11,6 °C olduğu görülmektedir (Tablo 1.2). Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 18 °C ve en düşük sıcaklık ise 5,3 °C'dir. Rastlanan en yüksek sıcaklık 40,6 °C, en düşük ise -28,2 °C'dir. Yılda ortalama yağışlı gün sayısı yaklaşık 82 gün ve aylık yağış miktarı ortalaması ise 322,4 mm'dir (Tablo1.2).

Tablo 1.2. Konya ili yağış ve sıcaklık grafiği (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) [8]

| AYLAR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Yıllık |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Son İklim Periyoduna Göre (1929-2016) | | | | | | | | | | | | | |
| Ortalama Sıcaklık (°C) | 0.2 | 1.4 | 5.5 | 11.0 | 15.8 | 20.1 | 23.5 | 23.1 | 18.5 | 12.5 | 6.3 | 1.7 | 11.6 |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C) | 4.7 | 6.9 | 11.7 | 17.5 | 22.3 | 26.7 | 30.1 | 30.2 | 26.0 | 19.9 | 13.1 | 6.5 | 18.0 |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C) | -4.1 | -3.4 | -0.3 | 4.3 | 8.6 | 12.6 | 15.8 | 15.5 | 10.9 | 5.8 | 0.8 | -2.4 | 5.3 |
| Ortalama Güneşlenme Süresi (saat) | 3.3 | 4.7 | 5.9 | 7.1 | 8.9 | 10.7 | 11.6 | 11.2 | 9.5 | 7.2 | 5.3 | 3.2 | 88.6 |
| Ortalama Yağışlı Gün Sayısı | 9.7 | 8.4 | 8.8 | 9.0 | 10.3 | 6.5 | 2.2 | 1.5 | 3.1 | 6.0 | 6.6 | 9.9 | 82.0 |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) | 37.5 | 29.0 | 28.4 | 32.1 | 43.5 | 24.7 | 6.4 | 4.7 | 12.5 | 29.9 | 31.7 | 42.0 | 322.4 |
| En Yüksek Sıcaklık (°C) | 17.6 | 23.8 | 28.9 | 34.6 | 34.5 | 37.2 | 40.6 | 39.6 | 37.2 | 31.6 | 27.0 | 21.8 | 40.6 |
| En Düşük Sıcaklık (°C) | -28.2 | -26.5 | -16.4 | -8.6 | -1.2 | 1.8 | 6.0 | 5.3 | -3.0 | -11.0 | -20.0 | -26.0 | -28.2 |

Konya'da karasal iklim görülür. Yazları kurak ve sıcak olan hava kışları soğuk ve yağışlıdır. Yaz ve kış aylarındaki sıcaklık farkının fazla olmasından dolayı çevresindeki sıcak ve soğuk hava merkezlerinden çok etkilenir bu yüzden cephe yağışları görülür. Konya İç Anadolu bölgesinin en güneyinde yer almasına rağmen Torosların deniz etkisini tamamen önlemesiyle soğuktur. Akdeniz'e yakınlığından dolayı Hadim ve Taşkent ilçelerinde Akdeniz iklimi görülmektedir. Konya Ovasının çanak şeklinde olmasından dolayı sis yoğunluğu ve sisli gün sayısı oldukça fazladır. Konya ili topraklarının yaklaşık % 60'ı ekili ve dikili alanlarla, % 17'si orman ve fundalıklarla ve % 15'i ise çayır ve meralarla kaplıdır. Orman varlığı ise azdır. İlkbahar yağmurları ile yeşeren arazi, yazın güneşin etkisiyle sararmaktadır [9].

1.4. Yüzey Şekilleri ve Akarsu Ağı

Konya ilinde çok geniş alan kaplayan yeryüzü şekilleri ovalar ve platolardır. Ovalarla platolar birbirinden ayrılmıştır. Yükselteleri daha az yer kaplamaktadır ve genellikle ilin güneyinde toplanmıştır. Tuz Gölü'nün batısında bulunan Cihanbeyli Platosu ile güneyinde bulunan Obruk Platosu yaklaşık 1000 m yüksekliğe sahip olup geniş düzlüklerden oluşur. Bozkırlarla kaplı olan bu platolarda genellikle tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Platolar, akarsular tarafından fazla derin parçalanmamıştır. Platolardan sonra en fazla alanı kaplayan ise ovalardır. Ovalar genellikle bulunduğu bölgeye yerleşen bir gölün ortadan kalkarak ve gölün tabanında bulunan alüvyonların depolanması ile ortaya çıkmıştır. Ovaların tabanlarında bulunan çukur kısımlarında ise kapalı havzalar oluşmuştur. Yörenin en geniş ovaları bölgede geniş düzlükler şeklinde uzanan Konya ve Ereğli ovalarıdır [10].

Konya ilinde genellikle mevsimlik ve sel rejimli akarsular yer almaktadır. Kar ve yağmur suları ile beslenen bu akarsuların yağış rejimi düzensiz ve boyları kısadır. Yağış rejiminin düzensiz olmasından dolayı akarsuların rejimi de düzensizdir. Birçoğu, yaz aylarında kurumaktadır. İlkbahar aylarında kısa süreli sağanak yağışlar görülmektedir. Bu yağışlar sel baskınlarına sebep olduğundan tarım alanlarında büyük zarara neden olabilmektedir. Bundan dolayı bölgede erozyonla mücadele çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında en fazla sel gelen yerler üzerine barajlar kurulmaktadır. Buna örnek olarak May ve Apa barajları verilebilir [11].

Konya'da akarsuların su toplama havzaları farklı yönlerde doğru akış göstermektedir. Yukarı Sakarya Nehrine ulaşan Gökpınar Deresi sularını Karadeniz'e ulaştırırken Göksu Nehrinin bir kolu olan Hadim Çayı ve Manavgat Nehrinin çevresindeki dere ve çaylar ise açık havza niteliğinde olup, sularını Akdeniz'e ulaştırmaktadır. Bölgenin güneyinde bulunan Konya ve Ereğli ovalarında göl oluşmamakta bunun nedeni ise kuraklıktır. Buradaki yükseltilerden kaynağını alan dereler ovada içinde zamanla kaybolurlar. Konya'da yer alan en büyük akarsu ise Çarşamba Suyudur. Kaynağını Bozkır ilçesindeki yüksekliklerden alan Çarşamba Suyu, Beyşehir Gölünün bir kolu ile birleşerek Çumra Ovası sulama şebekesini oluşturur. Çarşamba Suyunun üzerinde kurulan Apa Barajı bölgede oluşabilecek selleri önlemek ve Konya Ovasının bir kısmında sulama yapmak için kurulmuştur [11].

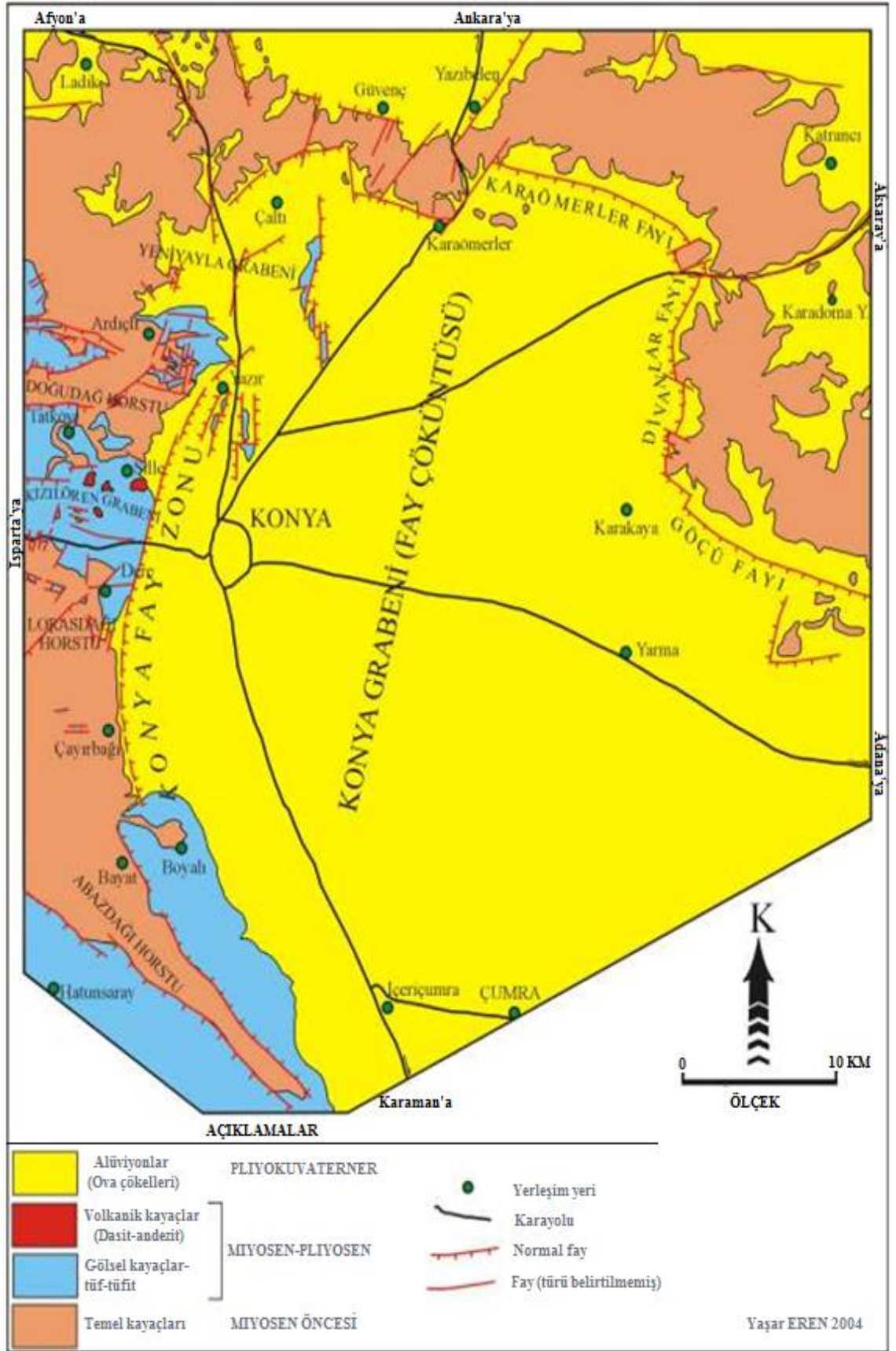
1.5. Yapısal Jeoloji

Konya Ovası'nın kuzey-güney yönündeki uzunluğu yaklaşık 70 km, doğu-batı yönündeki genişliği yaklaşık 40 km ve rakımı ise 1016 m dir. Konya Ovası, batısında Konya Fay Zonu (KOFZ) [4], kuzeyinde Karaömerler Fayı [6], doğusunda ise Divanlar Fayı [4] ve Göçü Fayı ile sınırlıdır (Şekil 1.4). Konya il merkezine en yakın olan fay zonu ise KOFZ'dur. Bu fay zonu Konya'nın batısında yer alan Beşyüz evler ile Dikmeli arasından geçmektedir. Bu fay zonunun Konya Ovası içindeki uzunluğu yaklaşık 50 km'dir. KOFZ Konya ili merkezine yakın olduğundan bu kısım aşağı doğru çökmüş ve batı kısmı ise yükselmiştir. KOFZ'na ilişkin farklı boyutlardaki bu faylar, yöredeki Kuvaterner yaşlı alüvyonu kesmektedir. Bu da KOFZ'nun çok genç bir fay olduğunu ve jeolojik olarak çok yakın geçmişte hareket ettiğini göstermektedir [12].

Konya ovasını kuzeyden sınırlayan, doğu-batı doğrultulu ve güneye eğimli Karaömerler Fayı bulunmaktadır. Bu fay normal fay karakterindedir. Bu fay Karaömerler çevresinde belirgin bir yapı oluşturmaktadır ve kuzey-güney yönlü faylarla kesilmektedir. Konya ovasını doğudan sınırlayan Divanlar Fayı, kuzey-güney doğrultulu olup, batıya eğimlidir ve normal bir fay karakteri özelliğini göstermektedir. Konya Ovasının doğusunda yer alan bir başka fay ise Göçü Fayı'dır. Bu fay kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olup, normal bir fay karakteri özelliği göstermektedir [13].

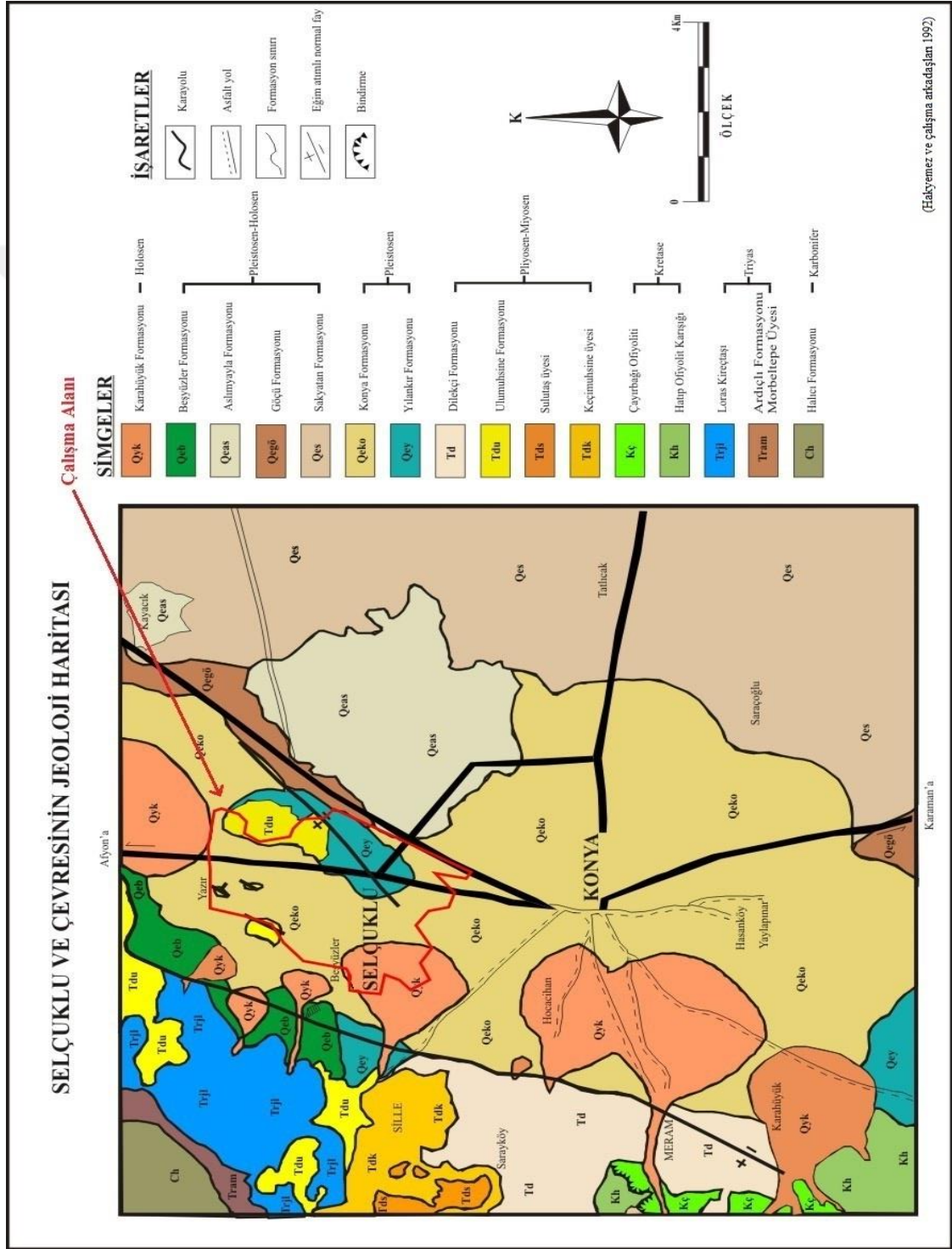
Konya ovası içinde oluşan bir başka fay ise Yazır Fayı'dır. Bu fay kenar faylarının dışında, ova içinde horst ve graben yapıları şeklinde oluşmuştur ve kuzey-güney doğrultulu bir faydır (Şekil 1.4). Bu fay Konya Fay Zonu'nun doğusunda bulunur ve toplam uzunluğu yaklaşık 10 km'dir. Bu fay kademeli olarak sıralanarak ve farklı uzunluklardaki bölümlerden oluşmuştur [14-16].

Konya Ovası içinde sismik etkinliğin bulunması, fayların potansiyel açıdan aktif olduğunu ve sismik açıdan Konya il merkezine tehdit oluşturabileceğini ortaya koymaktadır [13].



Şekil 1.4. Konya çöküntüsünün ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası [12]

İnceleme alanının büyük bir kısmı, Konya formasyonu (Qeko) üzerinde yer almaktadır. Bununla birlikte inceleme alanının batısında Karahüyük formasyonu (Qyk), doğusunda Yılkır formasyonu (Qey) ve kuzeydoğusunda ise Ulumuhsine formasyonu (Tdu) yer almaktadır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Konya ve çevresinin jeoloji haritası [19]

1.5.1.1. Halıcı formasyonu (Ch)

Bu formasyon ayrışmamış metagrovak, metakiltaşı, metaçört, metafelsik tuf, metatürbitit, metariyolit, metadasit, metapriklastik, kalkşist, rekristalize koyu gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Egemen kaya türü metatürbiditlerdir (Şekil 1.5) [18].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Karbonifer olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.2. Ardıçlı formasyonu, morbel tepe üyesi (Tram)

Ardıçlı formasyonu kalınlığı 100 m ile 150 m arasında olup, iki ana üyeye ayrılmıştır. Alttaki birimler Morbeltepe üyesi, üstteki birimler ise kireçtaşlarından oluşup Seyrantepe üyesidir [4]. Özcan ve çalışma arkadaşları Morbeltepe üyesine Alt Triyas, Seyrantepe üyesine ise Üst Triyas yaşını vermişlerdir [4].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından da Triyas olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.3. Loras kireçtaşı (Trjl)

Bu formasyon Göğer ve Kıral tarafından “Lorasdağı kireçtaşı” olarak haritalanmış ve tanımlanmıştır [20]. Alttaki Ardıçlı formasyonu ile geçişli gri dolomitlerle başlayıp üste doğru beyazımsı açık gri renkli kireçtaşı ve dolotaşlarından oluşmaktadır (Şekil 1.5).

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Triyas olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.4. Hatip ofiyolitli karışığı (Kh)

Bu birim, Göğer ve Kıral tarafından Hatip formasyonu olarak adlandırılmıştır [21]. Ancak Özcan ve çalışma arkadaşları tarafından formasyonun belirgin özelliklerinin görüldüğü Hatip köyünden dolayı Hatip Ofiyolitli Karışığı olarak adlandırılmıştır [4]. Birim kumtaşı hamuru içinde metatuf, bazalt, metavolkanit, peridotit ve serpantin gibi kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır (Şekil 1.5).

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Kretase olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.5. ayırbağı ofiyoliti (K)

Bu birim, Göger ve Kırıl tarafından ‘‘Hatip formasyonu’’ içinde Kretase yaşı ‘‘serpantinleşmiş peridotit ve dünit blokları’’ olarak tanımlanmıştır [20]. Eren tarafından da ‘‘ayırbağı ofiyoliti’’ olarak incelenmiştir [5].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Kretase olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.6. Kekmuhsine formasyonu (Tdk)

Bu formasyon Göger ve Kırıl tarafından ‘‘Dilekçi formasyonu’’ içinde Kekmuhsine aglomera üyesi ve Erenkaya tf üyesi şeklinde ikiye ayrılmıştır [20]. Ancak tf ve aglomera şeklinde iki bölüme ayıramayacağından isim önceliğı ilkesine de uyularak ‘‘Kekmuhsine formasyonu’’ olarak adlandırılmıştır. Gsel ve karasal çökellerle yanal ve düşey geçişler sunmaktadır [17].

Bu formasyonun kayaçları genelde beyaz, gri ve yer yer pembe renkli; tf, tüfit, volkanik breş ve volkanojen kumtaşı şeklinde dir [17].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.7. Sulutaş üyesi (Tds)

Bu birim, Göger ve Kırıl tarafından ‘‘Dilekçi formasyonu’’ içinde Sulutaş andezit üyesi olarak adlandırılmıştır. Ancak sadece andezitlerden yapılı olmadığından bu kayaçlar, Sulutaş volkanitleri olarak adlandırılmıştır [17, 20].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.8. Ulumuhsine formasyonu (Tdu)

Bu Formasyon Göger ve Kırıl tarafından ‘‘Dilekçi formasyonu’’ içinde incelenmiştir [20]. Formasyonun üst düzeylerindeki benzer yapılar ‘‘Ulumuhsine kireçtaşı üyesi’’ olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada birimin adı ise Ulumuhsine formasyonu olarak benimsenmiştir [17].

Formasyonun kayaçlarını; kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, çamur, çakıltaşı ve kumtaşı oluştururken formasyonun en yaygın litolojisini ise kirli beyaz, krem, gri ve bej renkli kireçtaşları oluşturur [17].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.9. Dilekçi formasyonu (Td)

Bu birimi Göğer ve Kıral “Dilekçi formasyonu” olarak adlandırmıştır [21]. Daha sonra bu formasyon Eren tarafından Dilekçi grubu adı altında incelenmiştir. Bu formasyonun kayaçları; ayrışmamış kumtaşı, çakıltaşı, killi kireçtaşı, tuf, aglomera ve lavlardan oluşarak alttan üste doğru birbirleriyle yanal ve düşey geçiş göstermektedir (Şekil 1.5) [17].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.10. Yılkır formasyonu (Qey)

Bu formasyon genellikle küçük ve yarı yuvarlak çakıllı, orta boylanmalı, çakıltaşları, kaba kumtaşları, ve yer yer çakıllı çamur taşlarından oluşur [18].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Pleistosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.11. Konya formasyonu (Qeko)

Bu formasyon Konya şehir merkezinde özellikle de bölgenin kuzeyindeki taşocaklarında gözlenir. Formasyon başlıca sarımsı kahverengi renkli silttaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşur. Egemen kaya türü silttaşlarıdır. Yer yer kumtaşı katmanlarını da içerir [18].

Konya Formasyonu, Apa ve Dilekçi formasyonları'nın üzerine uyumsuz olarak, Yılkır Formasyonu'nun üzerine ise uyumlu olarak gelir. Formasyonunun üst kesimleri Göçü, Sakyatan ve Aslımyayla formasyonları ile yanal geçişlidir [18].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Pleistosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.12. Sakyatan formasyonu (Qes)

Bu formasyon beyaz ve gri renkli marn ve jips ara katmanlı olarak oluşmaktadır (Şekil 1.5). Konya'nın doğusunda çok yaygın olan birimdir (Şekil 1.6).

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Pleistosen-Holosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.13. Göçü formasyonu (Qegö)

Çakıltaşları ile kumtaşlarından oluşan bu formasyonun makrofosilli ve çapraz katmanlıdır (Şekil 1.5).

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Pleistosen-Holosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.14. Aslımyayla formasyonu (Qeas)

Bu formasyon tuz ve jips içeren gri ve kahverengi çamurtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 1.5).

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Pleistosen-Holosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.15. Beşyüzevler formasyonu (Qeb)

Bu formasyon Beşyüzevler Mahallesinde gözlenmektedir. Formasyon, Loras kireçtaşı ile Dilekçi formasyonunun gölsel kireçtaşlarından türemiş sıkı tutturulmuş çakıl taşlarından oluşmaktadır. Bu formasyon Loras kireçtaşı ve Dilekçi formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir ve Konya formasyonu ile yanal geçişlidir [18].

Birimin yaşı ise Hakyemez ve çalışma arkadaşları Pleistosen-Holosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.1.16. Karahüyük formasyonu (Qyk)

Konya'nın batısında yelpazeler halinde olan bu formasyon oluşumunu halen sürdürmektedir. Birim genellikle çamur destekli, kumlu, çakıl ve bloklardan oluşur. Çakıllar köşelidir ve kötü boylanmıştır. Formasyon kendisinden yaşlı olan diğer birimler üzerine uyumsuz olarak gelir [18].

Birimin yaşı Hakyemez ve çalışma arkadaşları tarafından Holosen olarak belirlenmiştir [19].

1.5.2. İnceleme alanı jeolojisi

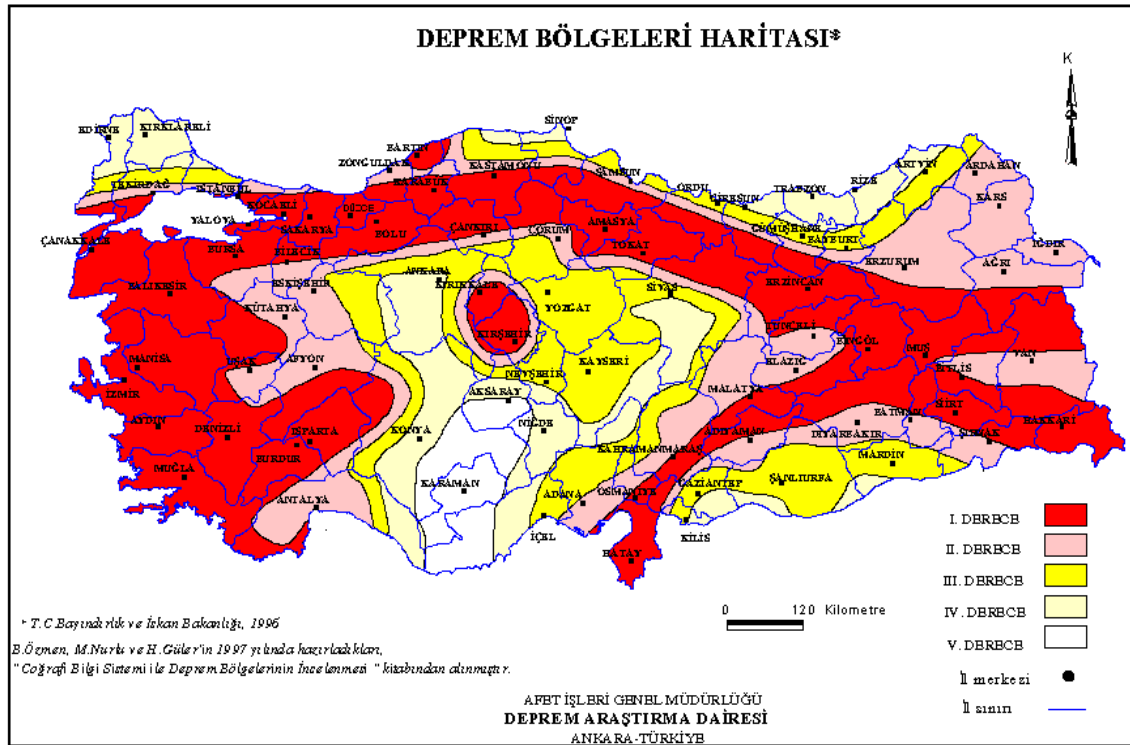
İnceleme alanı Konya ili Selçuklu ilçe merkezinin daha çok orta ve kuzey kesimlerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Yaklaşık alanı 82,85 km²dir. Bu alanda görülen en yaşlı birim Pliyosen-Miyosen yaşlı egemen litolojiye sahip krem renkli kireçtaşlarından oluşan Ulumuhsine formasyonudur (Tdu). Bu birim çalışma alanının kuzeyinde yüzeylenmektedir. Bu birim üzerine gelen Pleistosen yaşlı genellikle küçük ve yarı yuvarlak çakıllı, orta boylanmalı, çakıltaşları, kaba kumtaşları ve yer yer çakıllı çamurtaşlarından oluşan Yıllankır formasyonu (Qey) gözlenmektedir. Bununla birlikte çalışma alanına hâkim, aynı yaşlı başlıca sarımsı kahverengi, çok az tutturulmuş silttaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan Konya formasyonu bulunmaktadır. Çalışma alanında en genç formasyon olarak çalışma alanının batısında yer alan Holosen yaşlı genellikle çamur destekli, kumlu, kötü boylanmış çakıl ve bloklardan oluşan Karahüyük formasyonu (Qyk) yer almaktadır (Şekil 1.6) [18, 19].

1.5.3. Depremsellik

Dünyada oluşan depremlerden çıkarılan sonuçlar, deprem odağından çok uzakta (yüzlerce kilometre) olsalar bile, alüvyal zemin üzerinde yapılan yüksek katlı binaların depremlerden zarar gördüklerini ve yıkıldıklarını göstermiştir [22]. Konya Ovasının bir kısmı alüvyal zeminlerin üzerinde yer almasından ve bölgede aktif veya potansiyel olarak önemli uzunluklarda faylar bulunmasından Konya Ovası içinde yer alan yerleşim birimleri için deprem açısından risk oluşturmaktadır. Bu faylardan; Konya il merkezine en yakın olan Konya havzasının batı kenarını sınırlayan Konya Fay Zonu'da Konya il merkezi için tehdit oluşturmaktadır [23].

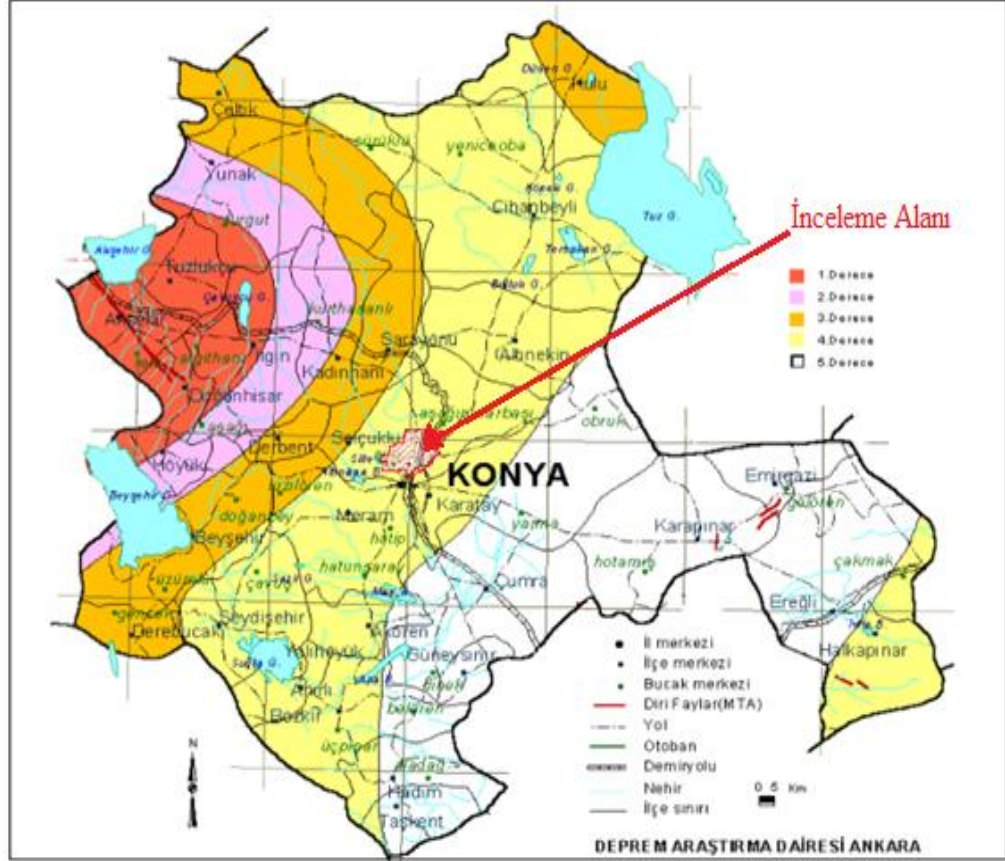
Ayrıca Konya Fay Zonu'nun yanı sıra bölgede önemli uzunluklara varan Akşehir, Tuz Gölü ve Ecemiş gibi fayların hareketlerinin de Konya Ovasını olumsuz yönde etkileyebileceği unutulmamalıdır. Özellikle bu faylardan Akşehir Fayı'na paralel faylar Konya batısına kadar uzanmaktadır. Bölgenin en önemli fayı olan Akşehir Fay Zonunun bulunduğu kesim "Argıthanı sismik boşluğu olarak" tanımlanmış ve bu fay zonunun gelecekte önemli depremler oluşturabileceği varsayılmıştır [23].

Bu faylar Konya ve çevresindeki il ve ilçeler için tehdit oluşturmasına rağmen tarihsel dönem içinde yıkıcı depremler nadir olarak görülmüştür. Bu durum, fayların oluşturduğu depremlerin tekrarlanma aralıklarının çok uzun (yüzyıllar veya bin yıllar) olmasından kaynaklanmaktadır. Bu özelliği ile Konya ve çevresi, Türkiye'de deprem riski açısından en az risk taşıyan bölgelerinden biridir. Ancak bu Konya'da yıkıcı deprem olmayacağı anlamını taşımamaktadır [12]. Türkiye'nin deprem bölgeleri haritasına göre incelendiğinde Konya 4. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 1.7).



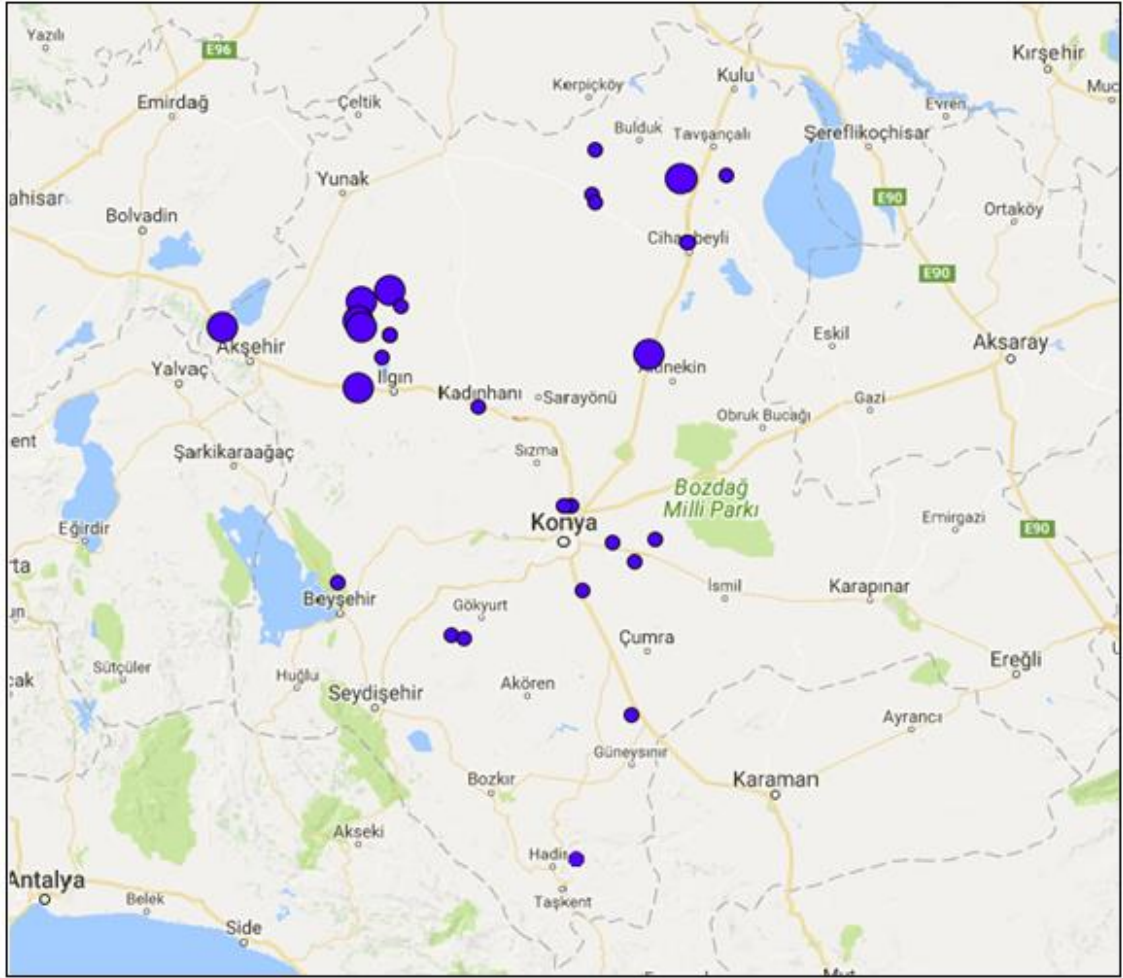
Şekil 1.7. Türkiye deprem bölgeleri haritası [24]

Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 1996 yılında yayınladığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında inceleme alanı 4. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. İnceleme alanının deprem bölgeleri haritasındaki yeri [25]

Kandilli Rasathanesi verilerine göre Konya’da oluşan deprem dağılımlarından (Şekil 1.9) aletsel depremler incelendiğinde 1918-2011 yılları arasında magnitüdü 4’ten büyük depremler verilmiştir. Aletsel dönemde 6’dan büyük deprem oluşmamıştır. Ayrıca, 2011 yılından sonra ise 4’ten büyük deprem meydana gelmemiştir (Tablo 1.3).



Şekil 1.9 Konya çevresinde oluşan deprem dağılımı [26]

Tablo 1.3 Konya’da oluşan depremler [26]

| DEPREM TARİHİ | DEPREM SAATİ | DERİNLİK (km) | BÜYÜKLÜK |
|---------------|--------------|---------------|----------|
| 16.01.1918 | 16.32.00 | 10 | 5.3 |
| 16.01.1921 | 23.55.00 | 10 | 5.7 |
| 13.04.1921 | 04.54.00 | 30 | 5.2 |
| 26.09.1921 | 09.26.00 | 10 | 5.4 |
| 29.08.1922 | 03.36.00 | 30 | 4.9 |
| 12.01.1931 | 15.06.00 | 20 | 5 |
| 12.01.1931 | 15.55.00 | 30 | 5 |
| 21.02.1946 | 15.43.00 | 60 | 5.5 |
| 22.06.1956 | 00.46.00 | 40 | 4.6 |
| 18.08.1962 | 04.29.00 | 140 | 4.7 |
| 26.09.1968 | 06.42.00 | 40 | 4.5 |
| 06.10.1968 | 22.07.00 | 37 | 4.8 |
| 24.04.1969 | 02.49.00 | 26 | 4.2 |
| 02.08.1972 | 15.11.00 | 30 | 4 |
| 03.08.1972 | 21.39.00 | 34 | 4.5 |
| 04.08.1972 | 05.30.00 | 41 | 4 |
| 27.04.1973 | 00.31.00 | 29 | 4.6 |
| 24.02.1978 | 02.51.00 | 41 | 4.2 |
| 10.03.1978 | 11.01.00 | 33 | 4 |
| 09.05.1980 | 12.10.00 | 33 | 4 |
| 25.03.1981 | 04.46.00 | 42 | 4.3 |
| 22.12.1988 | 20.32.00 | 8 | 4.4 |
| 24.12.1988 | 20.36.00 | 12 | 4.3 |
| 15.12.2000 | 16.44.00 | 10 | 5.8 |
| 13.12.2007 | 18.06.00 | 5 | 4.9 |
| 10.09.2009 | 18.29.00 | 2 | 4.5 |
| 11.09.2009 | 01.58.00 | 7 | 4.7 |
| 27.07.2011 | 09.58.13 | 5 | 4.8 |

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Konusuyla İlgili Önceki Çalışmalar

Stone ve çalışma arkadaşları (1987), 19 Eylül 1985 Michoacan depreminde (Meksika) meydana gelen hasarın dağılımıyla yerel zemin koşullarının sismik davranışa olan etkisini ortaya koymuşlardır. Genellikle 0.04 g'den düşük olan taban kayası pik ivme değerleri, eski bir göl yatağındaki kalın kil tabakalarında yaklaşık olarak 5 kat daha fazla büyümeye maruz kalmış ve bina periyodu, zemin periyoduna yakın olan yapılarda çok büyük hasarlara ve rezonansa sebep olmuştur [27].

Midorikawa, Borchardt ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan araştırmalarda, yer hareketi esnasında ortaya çıkan kayma dalgası hızının gözlenmesi ve analizi sonucunda, açığa çıkan hızların ortalama değerinin, yüzeyde belirli derinlikte yer alan zeminlerde meydana gelen büyütme seviyeleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir [28, 29].

Kamacı (1991) zemin özelliklerinin belirlenmesinde dönüşmüş sismik dalgaların (P-S_v) elde edilmesi için yaptığı çalışmada, tek ayaklı iki düşey P jeofonlarını kullanarak enine dalganın düşey bileşeni S_v dalgasının dönüşmüş kısmı olan P-S_v modlu dalgalar elde etmiştir. Bu dalgalardan, dönüşmüş sismik dalgaları iki şekilde kaydetmiştir. Birincisinde, bilinen bir teknikle her bir jeofon istasyonunda yatay jeofonlar ve düşey sismik kaynak kullanarak sismik kırılma ve yansıma ölçülerinde S_{vc} kayıtları elde etmiştir. İkincisinde ise, her jeofon istasyonunda birbirine seri olarak bağlanan tek ayaklı benzer karakteristik özellik gösteren iki düşey jeofon (P jeofonları) ve düşey sismik kaynak kullanarak dönüşmüş sismik dalgaya özdeş sismik kırılma ve yansıma dalga kayıtları elde etmeye çalışmıştır. Elde ettiği bu özdeş kayıtları değerlendirmesi sonucunda sismik tabaka hızların birbirine hemen hemen eşit olduğu gözlemiştir. Bu tezinde geliştirdiği yeni ölçme tekniğiyle çeşitli jeolojik yapıların üzerinde alınan sismik kayıtlardan; daha derinlerden sismik cevap almak mümkün olduğunu, S_v için kuyu jeofiziği ve alışılmış ölçülerden daha kolay ve daha ekonomik olduğunu ve mühendislik ve arama jeofiziği için kullanışlı bir teknik olduğunu belirtmiştir [30].

Şimşek (2002) çalışmasında incelediği alanın, yapılaşmaya uygun olup olmadığını belirlemek, zemin özelliklerini ortaya çıkarmak ve gerekli mühendislik önlemleri almak amacıyla dört ayrı hatta sismik kırılma etüdü, üç noktada düşey elektrik sondajı (DES) ve mekanik temel sondaj kuyusu verilerinden yararlanmıştır. İnceleme alanında yapılan sismik kırılma çalışmasında; tabakalara ait kalınlıklar, sismik hızlar (V_p , V_s), dinamik elastik parametreler, zemin taşıma gücü ve zemin büyütmesi gibi değerleri hesaplamıştır. Ayrıca düşey elektrik sondajı ile de bu tabakaların özdirenç değerleri ve geçirgen olup olmadıkları araştırılmıştır. Araştırma bulgularından yararlanarak inceleme alanının yerleşime uygunluk değerlendirilmesini yapmış ve yerleşime yönelik öneriler sunmuştur [31].

Arı (2005) çalışmasında sismik kırılma verileri ile Burdur ili merkezi yeraltı yapısının iki boyutlu modellenmesi amacıyla sismik kırılma atışları ile elde edilen zaman-uzaklık ($x-t$) verilerini kullanılarak, düzensiz kırılma yüzeylerini haritalamış ve kırılma yüzeyi hızlarını tahmin etmiştir. Bu sismik kesitlerin doğrultularını zeminde alınan mekanik sondaj verileri ile ilişkilendirmiştir. Söz konusu kesitleri değerlendirdikten sonra 2 boyutlu modelleme programı (SeisImager2D) kullanarak sismik veriler ile jeolojik veriler arasında iyi bir ilişki kurmuştur. Yaptığı çalışmalar sonucunda kırılmalı sismikte çoklu atış sisteminin, yapısal durumla ilgili ayrıntılı bilgi vermesinin yanı sıra, alışılmış düz-ters atış yönteminden daha zahmetli bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır [32].

Aloğlu (2006) çalışmasında İzmir ili, Bornova ilçesi sınırları içerisindeki 1/25.000 ölçekli L18-a2 ve 1/5000 ölçekli L18a-05c paftalarında yer alan Ege Üniversitesi Yerleşkesinde, 4 ayrı noktada sismik kırılma ölçümünden elde edilen çalışmaları ve 7 ayrı noktada yer radarı çalışmaları yapmış ve sonuçları sondaj bulguları ile karşılaştırmıştır. Sismik çalışmalar sonucu inceleme alanına ait zemin dinamik parametrelerini belirlemiş ve yüzeyden 3 m, 6 m ve 10 m derinlikteki seviyelere ait V_p , V_s sismik hız kontur dağılım haritalarını Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak hazırlamıştır. Yer radarı çalışmalarının sonuçlarını, sondaj bulguları ile karşılaştırmıştır. Çalışmasının sonucunda sismik kırılma ve yer radarı yöntemlerinin tek başına zemin etütlerinde kullanılmasının yeterli olmayacağını, yer radarı görüntüleri ışığında sondaj noktalarının seçimine karar verilmesinin daha uygun olacağını, sondaj noktalarına göre alınan numuneler üzerinde laboratuvar deneylerinin yapılmasının daha uygun olacağını ve sismik kırılma sonucu elde edilen verilerle laboratuvar deneyleri sonucu elde edilen

zemin özelliklerinin arasındaki bağıntıların daha kapsamlı bir çalışmada ortaya konulmasının zemin etüt çalışmalarında daha yararlı olacağını ifade etmiştir [33].

Beliceli (2006) çalışmasında yerel zemin koşullarının Eskişehir yerleşim yerindeki değişiminin incelenerek hasar etkisinin belirlenmesi amacıyla jeolojik gözlemlerin, jeofizik ölçümlerin ve jeoteknik deneylerin değerlendirmesini yaparak bölgedeki zemin büyütme değişimini araştırmıştır. Bu araştırmada Eskişehir'in yerel zemin koşullarını incelediğinde, kayma dalgası hızının 54 m/s ile 635 m/s arasında değiştiğini, bu durumun bölgede farklı zemin büyütmelerinin oluşabileceğine işaret ettiğini belirtmiştir. Çalışma alanının National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP 2000)'a göre yaptığı sınıflamasında bu alanı zemin büyütme haritası ile karşılaştırmıştır. Buna göre çalışma alanında hâkim zemin türünün D sınıfı olduğunu ancak E sınıfı zeminlerin de yer aldığını belirtmiştir. Çalışma alanında zeminin hâkim titreşim periyodu (T_0) değerlerini hesaplamış ve bu değerlerin 0.1 ile 1.5 s arasında değiştiğini belirtmiştir. Hesapladığı verilerin çalışma alanındaki jeolojik birimlerin özellikleri ile uyum sağladığını gözlemlemiştir [34].

Karavul ve çalışma arkadaşları (2007) "Gölcük ilçesi (İzmit) sismik hız ve mikrotremor çalışmalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile hazırlanan haritalar üzerinde incelenmesi" başlıklı çalışmada, Gölcük ilçesinde yapılmış yaklaşık 200 adet sismik kırılma ve 50 adet mikrotremor çalışmasına ait sayısal verileri toplayıp sayısal ortama aktarmış ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanılarak sismik hız ve mikrotremör haritaları oluşturmuştur. Oluşturdukları haritaları karşılaştırılmalı olarak inceleyerek Gölcük ilçesinin zemin yapısını araştırmışlardır [35].

Karaca (2007) çalışmasında "Fethiye yerleşim alanı zeminlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi ve jeoteknik haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak hazırlanması" başlıklı çalışmada sismik kırılma ölçümlerinden elde ettiği verilerle; sismik hız, zemin hâkim titreşim periyodu, zemin deprem büyütmesi ve poisson oranı dağılım haritalarını oluşturmuştur. Bu çalışma kapsamında elde ettiği tüm verileri CBS ile değerlendirerek Fethiye yerleşim alanının yerleşime uygunluk haritasını oluşturmuştur [36].

Tüzel (2009) çalışmasında yüzey dalgasının ters çözümü yöntemiyle İzmir Menemen ilçesi yerleşim alanlarının kayma dalgası (V_{s30}) Haritalaması konulu çalışmasında; Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) ve Uzaysal Öz ilişki (SPAC) metodlarını kullanarak Menemen ilçesinin mevcut yerleşim ve yeni yerleşime açılacak alanlarının kayma dalgası hızlarını (V_{s30}) haritalamıştır. Ayrıca Nakamura metodu ile zemin hâkim periyodu ve zemin büyütme değerlerini haritalamıştır [37].

Özçep (2008) çalışmasında V_{s30} ve diğer zemin büyütme kestirimlerini karşılaştırılarak “Zemin Sınıflamalarında Güven Aralığının Araştırılması” isimli çalışmasında; zeminlerin kayma dalgası hızının yüzeyden itibaren ilk otuz metre için ortalama değeri olan V_{s30} değerinin, zemin büyütmesini iyi temsil edip edemeyeceğini ayrıca depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde V_{s30} 'a göre tanımlanan farklı zemin sınıflarına bağlı kayma dalga hızı ile elde edilen büyütmeleri ve depremlerin oluşturduğu gerçek büyütme kestirimleri ile karşılaştırarak araştırmıştır [38].

Tunçel (2008) çalışmasında 58 noktada mikrotremör, 15 noktada MASW verilerini toplamış ve daha önceki bir doktora tezi (Kıncal, 2004) kapsamında aldığı sismik kırılma verileri ile elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışmasında Bornova Grabeninde uygulanan 3 farklı yöntemle bölgeye ait zemin parametrelerini (V_p , V_s , kalınlık, derinlik, T_o , Ak) elde ederek zemin hâkim titreşim periyodu ve büyütme parametrelerini uygulanan yöntemler sonucunda hesaplanmış ve bölgenin zemin parametreleri açısından sağlam ve zayıf kısımları kontur haritaları ile göstermiştir. Bu çalışma sonucunda çoklu jeofizik yöntemlerini aynı bölgeye uygulayıp sonuçların uyumuna bakmıştır. Uyguladığı üç yöntemle de, zemin hâkim titreşim periyodu değerlerinin birbirine yakın sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir. Büyütme değerlerinde ise hâkim periyot değerleri kadar uyumlu olmamasına karşın, genel olarak büyük bir yakınlık tespit etmiştir [39].

Yayla (2011) çalışmasında, Antakya Belediyesi tarafından 2007 yılında yaptırılan 2. etap zemin etüt raporunda kullanılan sismik kırılma yöntemi ve (Över ve çalışma arkadaşları 2008) tarafından yapılan mikrotremör yöntemi ile elde edilen verilerden yararlanarak V_p/V_s ilişkisini elde etmiş ve zeminin jeoteknik parametrelerini değerlendirip yorumlamıştır. Bu yorumu sonucunda jeofizik yöntemler yardımı ile elde edilen zemin parametrelerini özellikle parsel bazındaki zemin etütlerinde çeşitli zemin

mekaniği deneyleriyle desteklenerek ve doğrulukları kontrol edilerek kullanılması gerektiği, parsel bazında sondaj kuyuları ve muayene çukurları açılması, temel zemini boyunca örselenmiş ve örselenmemiş zemin numuneleri alınarak standart zemin deneylerinin yapılması gerektiği ayrıca jeofizik ve jeoteknik verilerin uyumlarının tespit edilmesinin ardından temel tasarıma geçilmesi gerektiğini belirtmiştir [40].

Mutlu (2012) çalışmasında, seçilen alan için zeminin dinamik ve elastik özelliklerinin belirlenmesini ve bu parametrelerin CBS kullanılarak modellenmesini amaçlamıştır. Bu amaca uygun olarak, 23 farklı yerde sismik kırılma ve mikrotremör ölçümleri alınmıştır. Elde edilen verileri analiz ederek sismik dalga hızlarını hesaplanmış ve bu hızlara bağlı olarak da bazı zemin mühendislik parametrelerini bulmuştur. Bu parametreler ve CBS teknikleri kullanılarak çalışma alanının sismik haritalarını oluşturmuştur. Sismik yöntemlerin uygulanması ve CBS kullanılarak bu verilerin haritalanması ile şehir merkezinin ilk 30 m'si için ortalama kayma dalgası hızı (V_{s30}) zemin büyütmesi, zemin hâkim periyodu ve diğer dinamik elastik parametrelerin alansal değişimlerini belirlemiştir. Çalışmasının sonucunda; sismik kırılma ve mikrotremör teknikleri ile yapılan zemin araştırmaları, önemli ölçüde zaman ve para tasarrufu sağladığı ve yeraltı stratigrafisini daha basit ve hızlı olarak açığa çıkardığı sonucuna varmıştır [41].

Karımı Mazıdı (2015) çalışmasında, 1999 Düzce depremi sonrası yapı hasarlarının olduğu bölgeleri ve genel olarak Bolu kent merkezindeki zeminleri sismik dalga hızlarına göre sınıflandırarak yapı hasarlarının hangi tür bölgelerde gerçekleştiğini araştırmıştır. Afet bölgelerindeki yapılar hakkında hazırlanan ülkemiz ve Avrupa Birliği yönetmeliklerinde sismik dalga hızları kullanıldığından, bu yönetmeliklerde öngörülen zemin değerleri ile Bolu'da hasar arasındaki ilişkileri değerlendirmiştir. Değerlendirme sonucunda Bolu'nun ortası ve batı kısmının yumuşak zeminlerden oluştuğunu ve bina hasarının daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bolu'nun doğusundaki zeminlerin ise daha sert olduğunu ve bundan dolayı üstündeki binaların daha az hasar gördüğünü belirtmiştir. Bu yüzden şehrin daha çok doğuya doğru büyümesi gerektiğini belirtmiştir. Zemin hakim titreşim periyotları ve bina periyotlarını göz önüne aldığı anda ise en fazla rezonans yaşayan ve tahribata yol açan binaların 3 ve 7 kat arasındaki binalar olduğunu ifade etmiştir [42].

2.2. Bölgenin Jeolojik Yapısına ve Zemin Özelliklerinin Belirlenmesine Yönelik Önceki Çalışmalar

Kıyıcı ve Baybörü (1974), Konya ili Meram ilçesi manyezit sahasının jeolojik özelliklerin araştırıldığı çalışmada sahada Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ve ofiyolitler ile Senozoyik yaşlı birimlerin bulunduğunu ifade etmişlerdir [43].

Özcan ve çalışma arkadaşları (1990), çalışmalarında Konya dolayındaki Bolkar Dağı Birliğine ait kaya birimlerini ve bunların stratigrafik konumlarını açıklayarak, bölgede Siluriyen - Üst Kretase ve Neojen yaşlı kayaların olduğunu ve Karbonifer-Üst Kretase arasında istifin süreklilik gösterdiğini belirterek, Kütahya-Bolkar Dağı kuşağının evrimini ortaya koymuşlardır [4].

Hakyemez ve çalışma arkadaşları (1992) Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisine yönelik ayrıntılı çalışmalar yaparak bölgenin birimlerini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, Konya Ovasındaki Kuvaterner birimlerin ayırımını yaparak yaşlarını belirtmişlerdir [19].

Eren (1993) çalışmada, Konya kuzeybatısında Bozdağlar masifinin otokton konumlu metamorfik birliği ile masifin örtü birimlerine ilişkin stratigrafik özelliklerin ortaya konmasını amaçlamıştır. Masifin tortul ve volkanik örtüsünün ilk topluluğu olan Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Dilekçi grubu, alttan üste doğru, birbirleriyle sınır ilişkili alüviyal yelpaze çökellerinden yapıllı Sille, gölsel kireçtaşı ve kırıntılılardan oluşan Ulumuhsine, piroklastik Küçükmuhsine formasyonları ile Sulutaş volkanitleri ve alüviyal yelpaze özellikli Yürükler formasyonunu kapsamaktadır. Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı, yine alüviyal yelpaze nitelikli Topraklı formasyonu ile Güncel alüvyonlardan oluşan örtü birimleri Dilekçi grubunu açılı uyumsuz olarak örtmektedir. Bu çalışma ile, inceleme alanında ilk kez Üst Miyosen-Kuvaterner sürece ilişkin örtü birimlerinin uygun bir bölümlendirilmesi gerçekleştirilmiş ve gerekli gördüğü yerleri yeniden adlandırmıştır [17].

Eren (2003b) çalışması ile Yazır fayının Neo-Tektonik özelliklerini açıklamıştır. Yaptığı gözlem ve analizler ile fayın çok az sağ yönlü doğrultu atımlı, ancak egemen olarak düşeye yakın güneydoğuya eğimli bir normal fay olduğunu ortaya koymuştur. Bu fayın hareketlerine bağlı olarak biri faya paralel, diğeri ise faya dik yönlenmiş iki takım

genişleme kökenli yapılar (ekstansiyonel yarıklar) oluşmuştur. Faylanmayla ilişkili yapıların geometrik analizi gerçekleştirilerek, Konya Ovasının söz konusu kesiminin, birbirine dik iki yönde kuzey-güney ve doğu-batı yönelimli tansiyonel gerilmelerden etkilendiğini belirtmiştir [16].

Tekdere (2008), Karatay (Konya) ilçesi imar planı için jeolojik-jeoteknik çalışma konulu inceleme yapmıştır. Bölgede yapılacak imar planlamalarında, ayrıntılı jeoteknik çalışmaların önemini ortaya koymuştur. Sahada yapılan jeofizik araştırmalara göre kayma dalgası hızlarının 300 m/s'den daha küçük ve 300-500 m/s arasında değiştiğini ifade etmiştir. Kayma dalgası hızının, 300-500 m/s aralığında izlendiği alanlar, 300 m/s hız değerinden daha küçük değerlerin ölçüldüğü alanlara göre, daha yüksek dinamik, elastik ve fiziksel parametreler sergilediğini ifade etmiştir. Bölgenin genellikle hâkim zemin grubunun "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" te geçen tanımlamalara göre C2-C3, yerel zemin sınıflamasının ise Z3 olduğunu belirtmiştir. Tüm indeks, jeoteknik ve jeofizik parametreler açısından düşük değerler gözlenen bu alanlarda, imar planına esas detay etütlerde, jeoteknik ve jeofizik parametrelerin araştırılmasını önerip kayma dalgası hızının 300 m/s ve daha düşük olduğu alanlar tüm mühendislik tasarımları açısından detay araştırılması gereken alanlar olduğunu ifade etmiştir [44].

Eren (2011) çalışmasında Konya il merkezinin yakın çevresinde doğu-batı ve kuzey-güney gidişli normal fay sistemlerinin egemen Neo-Tektonik yapıları oluşturduğunu belirtmiştir. Söz konusu fay sistemlerinin kuzey-güney ve doğu batı gidişli yükselti ve çöküntü havzalarını oluşturduğunu ifade etmiştir. Yükselti ve çöküntü havzalarında (Kızılören çöküntü havzası gibi) çoğunlukla Miyosen-Pliyosen yaşlı göl sel, alüvyal karmaşık ve volkanik kayalar gözlemiştir. Kuzey-güney gidişli havzalarda (Konya çöküntü havzası gibi) ise egemen olarak Pliyosen-Güncel yaşlı alüvyonlar yer aldığını ve yaklaşık kuzey-güney gidişli KOFZ doğu-batı gidişli Kızılören çöküntüsü gibi yapısal unsurları askıya aldığını belirtmiştir. Ayrıca, 10-11 Eylül 2009'da meydana gelen Konya depremlerinin, arazi gözlemlerine uygun olarak KOFZ'nun normal karakterli aktif bir fay olduğunu ve orta büyüklükte bir deprem üretebileceğini belirtmiştir. Bu çalışmasının sonucunda, bölgedeki fayların büyük bir bölümünün egemen olarak normal fay karakterli olduğunu ve bu nedenle bölgede büyük magnitudlü

deprem oluşması ihtimalinin az olduğunu, ancak yörenin tektonik özellikleri, şehrin bundan sonraki yapılanmasında, oluşma ihtimali az da olsa 6-6.5 büyüklüğündeki bir depremin göz önünde bulundurulmasının gerekli olduğunu ortaya koymuştur [13].

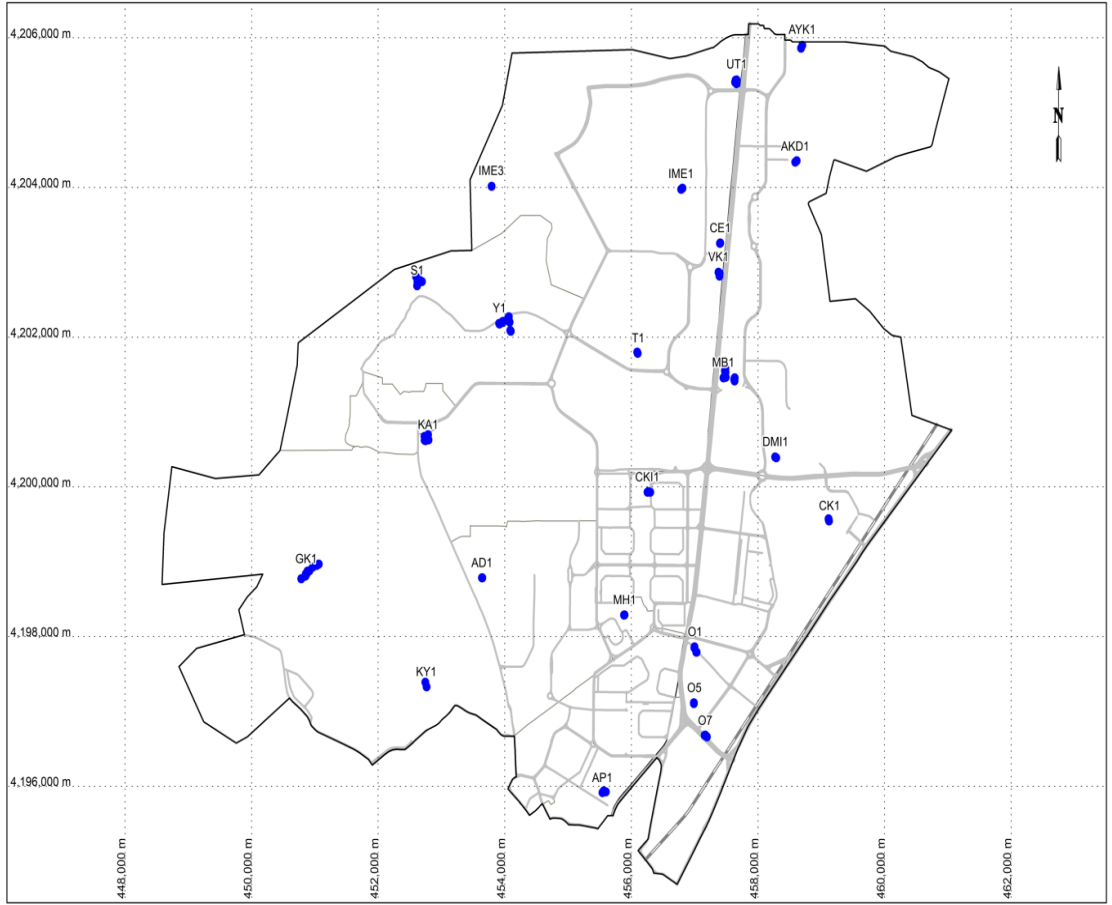
Özcan (2012), Konya Selçuklu ilçesinin zemin özelliklerinin jeolojik-jeoteknik açıdan incelenmesini amaçlamıştır. İnceleme alanı içindeki zeminin tanımlamalarını yapmış ve bu bölgelerin inceleme alanı içerisinde kapladığı alanları belirlemiştir. Çalışmada arazi gözlemleri yanında deney ve gözlem amaçlı araştırma çukurları ve sondaj loglarından yararlanarak jeolojik harita hazırlamıştır. İnceleme alanından alınan zemin örnekleri üzerinde, fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; elek analizi, su içeriği, birim hacim ağırlık ve özgül ağırlık deneyleri, mekanik parametrelerin belirlenmesi amacıyla; konsolidasyon, üç eksenli sıkışma, tek eksenli basınç direnci deneyleri de yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda inceleme alanı içerisindeki zemin sınıfları ve bölgeyi temsil eden zemin örneklerine dayanarak zeminlerin jeoteknik yapısını ortaya koymuştur [45].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma alanı Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip olan Konya ilindeki özellikle de yeni yapılaşmaların daha yaygın olduğu önemli bir kısmında yapılmıştır. Analizlerde, daha önceki yıllarda yapılaşmaların proje aşamasında kullanılmak üzere 23 farklı lokasyonda yapılmış toplam 99 farklı noktada elde edilmiş sismik kırılma ölçümlerinden yararlanılmıştır. Çalışma alanının sismik ölçüm noktaları (Şekil 3.1) ve bu ölçüm noktalarının koordinatları (Tablo 3.1) verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının sismik ölçüm noktaları

Tablo 3.1. Çalışma alanında yapılan sismik ölçüm noktalarının koordinatları

| ÖLÇÜM NOKTASI | KOORDİNATI (K) | KOORDİNATI (D) | ÖLÇÜM NOKTASI | KOORDİNATI (K) | KOORDİNATI (D) |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| AD1 | 4198786 | 453641 | AP3 | 4195925 | 455598 |
| AD2 | 4198785 | 453645 | AYK1 | 4205903 | 458703 |
| AD3 | 4198787 | 453647 | AYK2 | 4205863 | 458682 |
| CK1 | 4199547 | 459125 | CE1 | 4203255 | 457402 |
| CK2 | 4199550 | 459123 | CE2 | 4203260 | 457405 |
| CK3 | 4199568 | 459118 | CKI1 | 4199931 | 456257 |
| CK4 | 4199574 | 459116 | CKI2 | 4199938 | 456266 |
| MB1 | 4201458 | 457456 | CKI3 | 4199936 | 456271 |
| MB2 | 4201463 | 457463 | CKI4 | 4199931 | 456300 |
| MB3 | 4201462 | 457473 | DMI1 | 4200401 | 458273 |
| MB4 | 4201465 | 457485 | DMI2 | 4200390 | 458290 |
| MB5 | 4201466 | 457493 | GK1 | 4198839 | 450870 |
| MB6 | 4201531 | 457491 | GK2 | 4198825 | 450861 |
| MB7 | 4201541 | 457482 | GK3 | 4198874 | 450885 |
| MB8 | 4201553 | 457480 | GK4 | 4198952 | 451030 |
| MB9 | 4201567 | 457483 | GK5 | 4198970 | 451063 |
| MB10 | 4201583 | 457487 | GK6 | 4198931 | 450968 |
| MB11 | 4201590 | 457486 | GK7 | 4198879 | 450915 |
| MB12 | 4201458 | 457635 | GK8 | 4198837 | 450857 |
| MB13 | 4201450 | 457629 | GK9 | 4198810 | 450853 |
| MB14 | 4201437 | 457631 | GK10 | 4198772 | 450785 |
| MB15 | 4201429 | 457628 | IME1 | 4203977 | 456788 |
| MB16 | 4201417 | 457633 | IME2 | 4203992 | 456810 |
| MH1 | 4198290 | 455894 | IME3 | 4204018 | 453793 |
| MH2 | 4198287 | 455887 | T1 | 4201785 | 456101 |
| O1 | 4197863 | 457000 | T2 | 4201800 | 456094 |
| O2 | 4197851 | 456998 | UT1 | 4205439 | 457664 |

Tablo 3.1. (Devam) Çalışma alanında yapılan sismik ölçüm noktalarının koordinatları

| ÖLÇÜM NOKTASI | KOORDİNATI (K) | KOORDİNATI (D) | ÖLÇÜM NOKTASI | KOORDİNATI (K) | KOORDİNATI (D) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| O3 | 4197792 | 457028 | UT2 | 4205435 | 457647 |
| O4 | 4197793 | 457032 | UT3 | 4205423 | 457651 |
| O5 | 4197116 | 456989 | UT4 | 4205409 | 457639 |
| O6 | 4197106 | 456988 | UT5 | 4205388 | 457662 |
| O7 | 4196680 | 457159 | VK1 | 4202868 | 457379 |
| O8 | 4196683 | 457169 | VK2 | 4202854 | 457397 |
| O9 | 4196667 | 457186 | VK3 | 4202817 | 457394 |
| O10 | 4196660 | 457196 | S1 | 4202689 | 452617 |
| Y1 | 4202185 | 453914 | S2 | 4202736 | 452621 |
| Y2 | 4202178 | 453919 | S3 | 4202748 | 452659 |
| Y3 | 4202210 | 453970 | S4 | 4202808 | 452602 |
| Y4 | 4202197 | 453966 | S5 | 4202771 | 452647 |
| Y5 | 4202267 | 454061 | S6 | 4202778 | 452642 |
| Y6 | 4202263 | 454057 | S7 | 4202744 | 452693 |
| Y7 | 4202204 | 454079 | KA1 | 4200629 | 452796 |
| Y8 | 4202275 | 454065 | KA2 | 4200619 | 452748 |
| Y9 | 4202082 | 454096 | KA3 | 4200625 | 452736 |
| Y10 | 4202080 | 454096 | KA4 | 4200674 | 452734 |
| Y11 | 4202092 | 454088 | KA5 | 4200698 | 452789 |
| AKD1 | 4204342 | 458590 | KY1 | 4197330 | 452766 |
| AKD2 | 4204358 | 458615 | KY2 | 4194324 | 452738 |
| AP1 | 4195915 | 455546 | KY3 | 4197389 | 452745 |
| AP2 | 4195938 | 455565 | | | |

3.2. Yöntem

Bu çalışmada; sismik kırılma yönteminden hesaplanan zemin dinamik-elastik parametrelerinden yararlanılarak Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighting = IDW) ile çalışma alanındaki zeminlerin haritaları oluşturularak alansal dağılımları incelenmiştir.

Sismik kırılma yönteminde; sismik dalganın yer içindeki farklı tabakalarda kırılarak yayıldıktan sonra yeryüzündeki jeofonlara gelmeleri için geçen zamandan faydalanılarak yeraltının jeolojik yapısı saptanmaya çalışılmaktadır. Bu yöntemle; kaynaktan yayılan sismik dalgaların tabakalı ortamda kırılıp jeofonlara ulaşması için geçen zamanın, kaynaktan uzaklığına olan grafiği elde edilerek bu grafiklerin değerlendirilmesi sonucunda yeraltı yapısı hakkında en güvenilir bilgiler sağlanmaktadır [30].

Sismik kırılma yöntemine göre elde edilen zemin dinamik-elastik parametrelerinden zeminlerin özellikleri incelenerek çalışma alanının kayma dalgası hızı (V_{s30}), NEHRP zemin sınıfları, TS EN 1998-1 zemin sınıfları, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi dağılımları Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı yazılım kullanılarak Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (IDW) ile zeminlerin haritaları oluşturulmuştur.

Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon yöntemi (IDW) bilinen noktalara ait değerlerin yardımıyla bilinmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar gözetilerek ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değerleri hesaplanır. Fonksiyon bilinmeyen noktanın değerini bilinen noktaların yakın olanlarına daha çok ağırlık verirken uzak olanlarına daha az ağırlık vererek bulur [46-48].

Bu yöntem, yaygın olarak kullanılan tahmin tekniklerinden biridir. Örnek sayısı yeterli olduğunda ve örneklerin uygun bir dağılım göstermesi durumunda iyi sonuçlar vermektedir [49].

3.2.1. Literatür taraması

Bu çalışmada kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. İlk önce çalışma konularına göre yapılan çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra bölgenin jeolojik yapısına ve zemin özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu incelemeler önceki çalışmalar bölümünde verilmiştir. Konya ve civarının depremselliği, stratigrafik kesiti, fayları ve jeolojisi gibi konularda çok sayıda çalışma yapılmıştır [12-17, 22].

3.2.2. Değerlendirme çalışmaları

Değerlendirme çalışmalarında bilgisayar yazılımlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda Sismik kırılma verilerinden elde edilen zemin dinamik-elastik parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı yazılım olan MapInfo programı kullanarak Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (IDW) yöntemiyle zeminlerin haritaları oluşturulup alansal dağılımları incelenmiştir.

BÖLÜM 4

KURAMSAL TEMELLER

4.1. Sismik Yöntemler

Yeraltında bulunan jeolojik yapıları belirlemede birçok jeofizik yöntem kullanılmaktadır. Bunlar arasında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de sismik yöntemlerdir. Bu yöntemlerle jeolojik yapılar saptanabilmektedir [50]. Sismik yöntemler, zeminde yapay olarak elde edilen elastik dalgaların yer içerisinde kırılma (refraction) ve yansıma (reflection) ile yayılırken geçtiği ortamın fiziksel özelliklerini taşıyarak yeryüzüne gelişlerin kaydedilmesinden ibarettir. Sismik cihazlarla elde edilen bu kayıtlarlar yapay deprem dalgalarının tabaka sınırlarında yansıması veya kırılmasıyla yeryüzündeki jeofonlara ulaşması ile oluşturulur. Bu kayıtlardan sismik boyuna dalgaların (P) ve sismik enine dalgaların (S) jeofonlara geliş zamanlarından hesaplanan yol-zaman grafikleri elde edilir. Buradan sismik hızlarla farklı özelliklere sahip tabakalı ortamların kalınlıkları, tabakaların dinamik-elastik parametreleri hesaplanır [37].

Deprem dalgaları bakımından yer içerisinde elastik bir cisim olarak kabul edilebilir. Yer içerisinde bir noktadan yayılan deprem dalgaları ilerledikleri ortamın elastik parametreleri ve yoğunluklarından dolayı değişime uğrarlar. Bu değişimden dolayı sismik dalgalar içinde yayıldıkları ortamın şeklini bozmasına sebep olurlar bu şekil bozukluğu sismik dalga türüne bağlı olarak değişim göstermektedir [34].

Sismik kayma dalgası (S) zeminin kayma dayanımını belirlemede çok önemli bir parametredir. Kayma dayanımı olmayan ortamlarda (hava, su) sismik kayma dalgaları yayılmazlar. Kayma dayanımı düşük olan zeminlerin sismik kayma dalgası hızları da düşüktür ve zeminler zayıf veya gevşek yapıdadır [37].

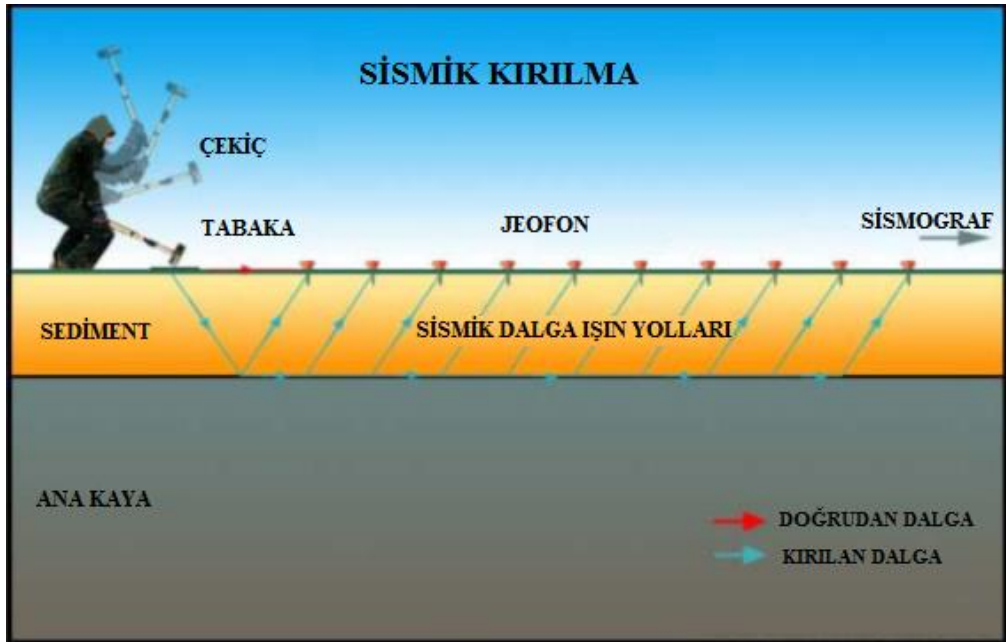
Sismik yöntemler yüksek doğruluk, ayırım gücü, araştırma derinliğinin fazla olması gibi nedenlerden dolayı mühendislik çalışmalarında en sık kullanılan jeofizik yöntemlerdendir [51].

Sismik yöntemler sismik kırılma ve sismik yansıma olarak ikiye ayrılır [52].

4.1.1. Sismik kırılma yöntemi

Sismik kırılma yöntemi yeryüzünde veya çok sığ derinliklerde meydana getirilen sismik dalgaların yeraltında kırılarak yayıldıktan sonra yüzeydeki jeofonlara ulaşınca kadar geçen süreden yararlanarak yeraltındaki jeolojik yapıyı belirlememizi sağlar (Şekil 4.1) [41].

Sismik kırılma yöntemi, verilerin toplaması ve değerlendirmesi açısından hızlı ve ekonomik bir yöntemdir. Diğer bir önemli özelliği ise dalga yayılım hızının derinlikle değiştiği tabakalı ortamlarda, tabakaların hızlarının ve derinliklerinin yeterli bir doğrulukla bulunmasını sağlamasıdır. Mühendislik çalışmalarında, zeminlerin elastik parametrelerinin saptanmasında, örtü tabakasının kalınlığının ve ana kaya derinliğinin araştırılmasında, zeminlerin sınıflandırılması ve sökülebilirliğinin belirlenmesinde sismik kırılma yöntemi oldukça başarılı olmaktadır. Sismik kırılma yöntemi ayrıca yeraltı suyu araştırmalarında, mühendislik amaçlı zemin etütlerinde, özellikle deprem tehlikesinin beklendiği yörede sismik tehlike araştırmalarında, yatay ve düşey yönde her bir katman için sismik hızların belirlenmesi, gerçek tabaka kalınlıkları ve bunların dinamik özelliklerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır [40, 42].



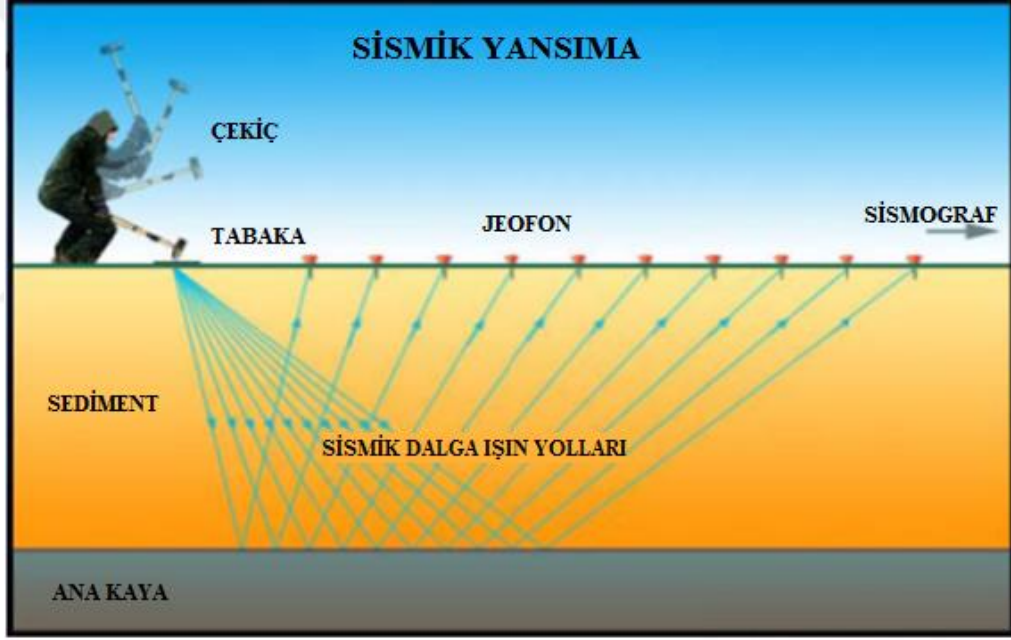
Şekil 4.1. Sismik kırılma yönteminin genel prensipleri [53]

4.1.2. Sismik yansımaya yöntemi

Yeraltının iki veya üç boyutlu olarak, ayrıntılı stratigrafik yapılarının elde edilmesinde kullanılır (Şekil4.2) [40, 54].

Sismik yansımaya yöntemi yaygın olarak petrol araştırmalarında kullanılmakla birlikte sığ jeolojik yeraltı araştırmalarda da kullanılmaktadır. Sismik yansımaya yönteminin amacı yeraltını görüntüleyebilmektir. Bunun için sismik kırılma yönteminde olduğu gibi sismik kaynak ve alıcılar kullanılmaktadır. Burada amaç yerin yüzeylerinden yansıyan sismik dalgaları kaydetmektir [55].

Ancak bu çalışmada sismik yansımaya verilerinden yararlanılmamıştır.



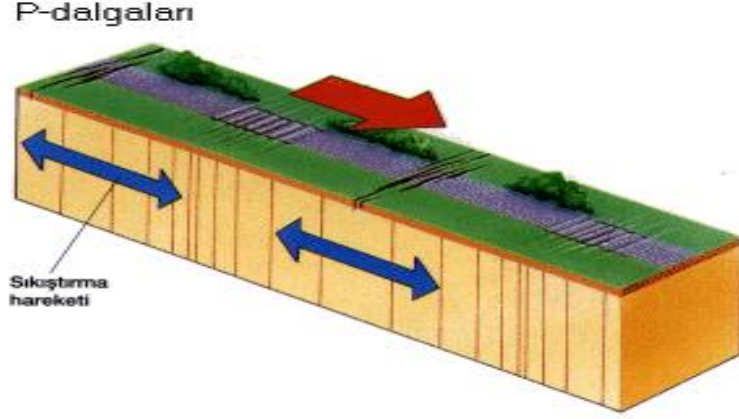
Şekil 4.2. Sismik yansımaya yönteminin genel prensipleri [53]

4.2. Sismik hızlar

4.2.1. P dalga hızları

Kayıt istasyonlarına ilk gelen dalga olması nedeniyle birincil dalga olarak bilinen P dalgaları “birincil” anlamındaki İngilizce “primary” sözcüğünün baş harfinden adını almaktadır. Yayılım hareketleri dalgaların ilerleyiş yönüne paraleldir (Şekil 4.3). Yayılma hızları en fazla olan ve bu nedenle kayıtçılarda ilk olarak görülen dalgalardır.

Binalar üzerindeki yıkım etkisi düşüktür. Hızı yer kabuğunun yapısına göre 1.5 km/s ile 8 km/s arasında değişmektedir [40, 42].



Şekil 4.3. P dalgaları yayılım hareketi [56]

P dalga hızları (V_p) zemin ve kayaçların yapısal sıklık, sertlik ve sağlamlığı ile orantılı olarak değişim gösterir [57]. Sökülebilirlik tanımına göre P dalgası hızlarının 300-600 m/s olduğu değerlerde çok kolay sökülebilirlik sınıfında, 2400-2700 m/s değerlerine ulaştığında ise son derece zor sökülebilirlik sınıfında tanımlanmıştır (Tablo 4.1). Kazılabilirlik sınıfına göre değerlendirildiğinde ise P dalgası hızlarının 458 m/s'den küçük olduğu değerlerde rahatça kazılabilir, 2135 m/s'den büyük olduğu değerlerde ise patlayıcıyla kazılabilir zemin sınıfına girmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. P dalga hızı ile zeminlerin ya da kayaçların sökülebilirlikleri [58]

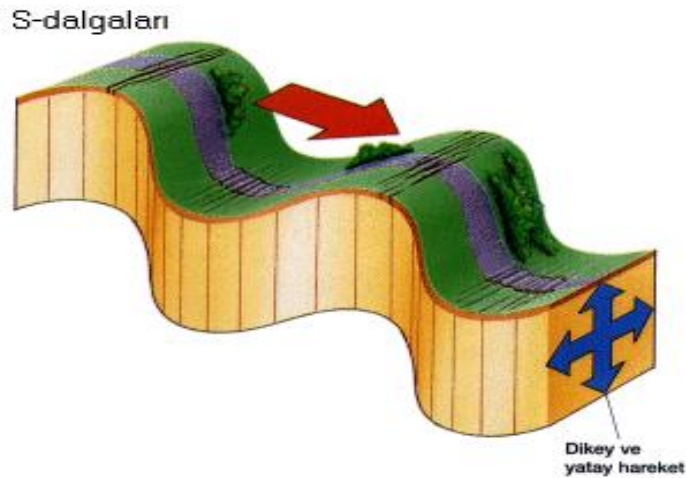
| P DALGA HIZI (m/s) | SÖKÜLEBİLİRLİK TANIMI |
|----------------------|-----------------------|
| 300 – 600 | Çok Kolay |
| 600 – 900 | Kolay |
| 900 – 1500 | Orta |
| 1500 – 2100 | Zor |
| 2100 – 2400 | Çok Zor |
| 2400 – 2700 | Son Derece Zor |

Tablo 4.2. P dalga hızı kullanılarak zemin ya da kayaç kazılabilirliği [59]

| KAZILABİLİRLİK SINIFI | SİSMİK P DALGA HIZI (m/s) |
|--------------------------|---------------------------|
| Rahatça kazılabilir | < 458 |
| Kolay kazılabilir | 458 – 1220 |
| Orta – Zor kazılabilir | 1220 – 1525 |
| Zor kazılabilir | 1525 – 1830 |
| Çok Zor kazılabilir | 1830 – 2135 |
| Patlayıcıyla kazılabilir | > 2135 |

4.2.2. S dalga hızları

Kayıt istasyonlarına ikinci olarak gelen ve ikincil dalga olarak bilinen S dalgaları da “ikincil” anlamındaki İngilizce “secondary” sözcüğün baş harfinden adını alır. P dalgalarına göre daha yavaş hareket eden bu dalgalar istasyonlara P dalgalarından sonra ulaşır. Hızları 2 km/s ile 5 km/s civarındadır. Hareketleri dalganın ilerleme yönüne diktir. S dalgaları P dalgalarına göre daha fazla hasar oluştururlar. Kayma dalgası olarak isimlendirilen S dalgaları katı ortamlarda ilerleyebilirler ancak sıvı ortamda ilerleyemezler. Düşey (S_v) ve yatay (S_h) bileşenleri vardır. İlerlerken kayaları aşağı-yukarı ve sağa-sola hareket ettirirler (Şekil 4.4) [40, 42].



Şekil 4.4. S dalgaları yayılım hareketi [56]

S dalga hızı her türlü arazi koşullarında ve laboratuvar ortamlarında numuneler üzerinde karşılaştırma imkânı olan kolay ve hızlı bir yöntemdir. Bu nedenle S dalgası hızlarına bağlı yöntemler son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır [51].

V_s hızlarındaki değerlere göre zeminlerin durumu kohezyonlu zemin ve kohezyonsuz zeminde ayrı ayrı incelenmektedir. Kohezyonlu zeminler V_s hızlarına göre sınıflandırıldığında, V_s hızının 200 m/s'den düşük olduğu yerlerde yumuşak-orta katı zemin, yüksek olduğu yerlerde (500-750 m/s) sert zemin sınıfına girmektedir (Tablo 4.3). Kohezyonsuz zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması tablosuna bakılarak ise V_s hızının 300 m/sn'den düşük olduğu yerlerde gevşek, yüksek olduğu yerlerde (800-1000 m/s) çok sıkı zemin sınıfına girmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.3. Kohezyonlu zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması [60]

| S DALGA HIZI (m/s) | ZEMİN DURUMU |
|---------------------------|---------------------|
| <200 | Yumuşak-Orta Katı |
| 200-300 | Katı |
| 300-500 | Çok Katı |
| 500-750 | Sert |

Tablo 4.4. Kohezyonsuz zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması [60]

| S DALGA HIZI (m/s) | ZEMİN DURUMU |
|---------------------------|---------------------|
| <300 | Gevşek |
| 300-600 | Orta Sıkı |
| 600-800 | Sıkı |
| 800-1000 | Çok Sıkı |

4.3. Sismik Hızlara Bağlı Olarak Belirlenen Zeminin Dinamik Elastik Parametreleri

4.3.1. Birim ağırlık (ρ)

Jeolojik tabakanın birim ağırlığı aşağıdaki bağıntıdan (4.1) P dalgası hızı (V_p) kullanılarak hesaplanabilmektedir [61].

$$\rho=0.31*V_p^{0.25} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (4.1)$$

Bu bağıntıda ρ : Birim ağırlık (g/cm^3)

V_p : P dalgası hızını ifade etmektedir(m/s).

Birim ağırlık değerlerine göre zemin birimlerinin sınıflaması incelendiğinde 1.20 g/cm^3 'ten küçük olan zeminlerin çok düşük birim ağırlıkta zemin sınıfına, 2.20 g/cm^3 'ten büyük olan zeminlerin ise çok yüksek birim ağırlıkta zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.5). Birim ağırlık değeri, gözenekli ve gevşek ortamlarda düşükken sağlam çatlaksız ortamlarda ise yüksektir [62].

Tablo 4.5. Zeminlerin birim ağırlık sınıflaması [63]

| BİRİM AĞIRLIK (g/cm^3) | TANIMLAMA |
|-----------------------------------|------------|
| <1.20 | Çok Düşük |
| 1.20-1.40 | Düşük |
| 1.40-1.90 | Orta |
| 1.90-2.20 | Yüksek |
| >2.20 | Çok Yüksek |

4.3.2. Elastisite (Young) modülü (Ed)

Elastisite modülü (Ed), gerilmelerin zemindeki deformasyona oranı olarak tanımlanır. Zemine uygulanan düşey basınç yönünde deformasyonu gösteren bir parametre olup, malzemenin dayanıklılığını gösterir. Birimi kg/cm^2 'dir ve aşağıdaki bağıntıdan (4.2) hesaplanır [62].

$$Ed = \mu * (3 * V_p^2 - 4 * V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2) \quad (4.2)$$

Bu bağıntıda;

Ed: Elastisite modülü (kg/cm^2)

μ : Kayma modülü

V_p : P dalgası hızı (m/s)

V_s : S dalgası hızını ifade etmektedir (m/s).

Elastisite modülü değerlerine göre zeminlerin ya da kayaçların dayanımı incelendiğinde elastisite modülünün 1000 kg/cm^2 'den küçük olduğu yerler çok zayıf dayanımlı zemin sınıfına, 30.000 kg/cm^2 'den büyük olduğu kesimler ise çok sağlam dayanımlı zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı [62]

| ELASTİSİTE MODÜLÜ (Ed) (kg/cm^2) | DAYANIM |
|---|------------|
| <1000 | Çok zayıf |
| 1000-5000 | Zayıf |
| 5000-10000 | Orta |
| 10000-30000 | Sağlam |
| >30000 | Çok Sağlam |

4.3.3. Bulk (sıkışmazlık) modülü (Kd)

Zemin taneleri arasındaki boşlukların sıkışmasını tanımlayan esneklik direncidir. Sıkışmazlık olarak da tanımlanır. Ortamın sıkışmazlığını gösterir. Tüm yönlerden uygulanan bir basınç altında sıkışmaya karşı olan dirençtir. Zeminlerde düşük kayalarda ise yüksek değerler alır. Birimi kg/cm^2 'dir. Zeminin yoğunluğu, V_p ve V_s hızları ile doğru orantılıdır. Yoğunluk ve sismik hızlar yardımı ile aşağıdaki bağıntıdan (4.3) hesaplanır [63].

$$Kd = (\rho * (V_p^2 - (4/3 * V_s^2))) / 100 \quad (4.3)$$

Bu bağıntıda; Kd: Bulk modülü (kg/cm^2)

ρ : Yoğunluk (g/cm^3)

V_p : P dalgası hızı (m/s)

V_s : S dalgası hızını ifade etmektedir(m/s).

Bulk modülü değerlerine göre zeminlerin sıkışabilirlikleri incelendiğinde bulk modülünün 400 kg/cm^2 'den küçük olduğu kesimlerin çok az sıkışabilirlikte, 100.000 kg/cm^2 'den büyük olan kesimlerin ise çok yüksek sıkışabilirlikte zemin sınıfına girdiği görülmektedir.

Tablo 4.7. Bulk modülü değerlerine göre sıkışabilirlik sınıfları [63]

| BULK MODÜLÜ (kg/cm^2) | SIKIŞABİLİRLİK |
|----------------------------------|----------------|
| <400 | Çok Az |
| 400-10000 | Az |
| 10000-40000 | Orta |
| 40000-100000 | Yüksek |
| >100000 | Çok Yüksek |

4.3.4. Zemin hâkim titreşim periyodu (T_o)

Zemin hâkim titreşim periyodu, zeminin doğal olarak titreştiği periyottur, V_s dalga hızından ve sismik tabaka kalınlıklarından yararlanılarak aşağıdaki bağıntıdan (4.4) hesaplanır. Birimi saniyedir.

$$T_o = ((4 \cdot h_1 / V_{s1}) + (4 \cdot h_2 / V_{s2})) \quad [64] \quad (4.4)$$

Bu bağıntıda; T_o : Zemin hâkim titreşim periyodu (s)

h_1 : 1. Tabaka kalınlığı (m)

h_2 : 2. Tabaka kalınlığı (m)

V_{s1} : 1. Tabaka S dalgası hızı (m/s)

V_{s2} : 2. Tabaka S dalgası hızını (m/s) ifade etmektedir.

Zemin hâkim titreşim periyodunda suya doymuş ve yumuşak zeminlerde büyük değerler, kayalarda ise küçük değerler elde edilir. Zeminin hâkim titreşim periyodunun ne olacağını önceden belirlenmesi bina periyodunun belirlenmesi açısından önemlidir. Deprem dalgalarının hâkim periyodu ile zeminin hâkim periyodu birbirine yakın olduğunda rezonans olayı gerçekleşir. Aynı durum zeminin hâkim periyodu ile bina periyodunun çakışması durumunda da gerçekleşir [65].

Kalın alüvyon çökellerin bulunduğu ovalarda özellikle yüksek katlı yapılar daha çok risk altındadır. Bunun tam tersi de sığ zemin tabakaları üzerinde yer alan düşük katlı binalar için söylemek mümkündür. Çünkü bu durumda da, hem zemin hem de üzerindeki yapı küçük titreşim periyotlarına sahip olacak ve bunun sonucunda deprem sırasında rezonans etkisi oluşabilecektir. Ancak bu sonuç, kalın alüvyonlar üzerine yüksek katlı, sığ zemin tabakaları üzerine ise düşük katlı yapılar yapılmamalıdır anlamı taşımaz. Yapılması gereken mümkün olduğunca rezonans olayından kaçmaktır. Bunun için zemin hâkim periyodu değiştirilemeyeceğine göre, yapıların kat sayısının zemin hâkim periyodundan uzak tutulması gerekir [66].

Binaların hâkim periyotları sadece yüksekliklerine ya da kat sayılarına bağlı değildir. Aynı zamanda bina türüne, kullanılan malzemelerin özelliklerine, kesitlerine ve yapının boyutları gibi birçok özelliğe bağlıdır [66].

Zemin hâkim titreşim periyotlarına göre mikrobölgeleme ölçüt tanımına (Tablo 4.8) göre zemin hâkim periyot aralığının 0.10-0.30 s arasında olduğu yerler A Sınıfı ölçüt tanımına, 0.30-0.50 s arasında olduğu yerler B Sınıfı ölçüt tanımına, 0.50-0.70 s arasında olduğu yerler C Sınıfı ölçüt tanımına ve 0.70-1.00 s arasında olduğu yerler ise D Sınıfı ölçüt tanımına girmektedir [67].

4.3.5. Zemin büyütmesi (Ak)

Yer içinde bir deprem meydana geldiğinde, sismik dalgalar kaynaktan yola çıkarak yer içinde hızla yayılırlar. Bu dalgalar yeryüzüne ulaştıklarında birkaç saniyeden dakikalara varan sürelerde titreşimler üretirler. Belli bir yerdeki titreşimin süresi ve şiddeti, deprem kaynağına olan uzaklığına, depremin büyüklüğüne ve zemin özelliklerine bağlıdır. Sismik dalgalar kaynaktan çıktıktan sonra yeryüzüne ulaşana kadar olan seyahatlerinin büyük bir bölümünü yer kabuğunu oluşturan sert kaya içinde geçirmelerine karşın, seyahatlerinin son bölümlerini ise kayaya göre daha farklı olan yumuşak zemin tabakaları içinden geçirirler. Bu zemin tabakalarının özellikleri yeryüzünde gözlenen titreşimleri büyük ölçüde belirler. Zemin tabakaları, sismik dalgalar için adeta bir süzgeç gibi davranır. Bazı frekanslardaki sismik dalgaları sönmüldürürken, bazılarını da büyütür. Sismik dalgaların zemin tabakaları içinde geçirdiği değişimlerin tümüne yerel zemin etkisi adı verilir. Genellikle bu değişim genliklerin artması şeklinde gözlemlendiğinden yerel zemin etkisi terimine, zemin büyütmesi de denir [34, 68, 69].

Teorik olarak zemin büyütmesi terimi, sismik dalgaların yeryüzüne yakın yumuşak zemin tabakaları içinden geçerken genliklerindeki artışı ifade etmektedir. Bunun nedeni zemin tabakalarının sahip olduğu düşük hız ve yoğunluk değeridir. Buna düşük empedans değeri de denir. Pratikte ise zemin büyütme terimi, sismik dalgaların iki farklı birim arasında empedans farkına bakılmadan, birbirine yakın iki zemin arasındaki farklılıkları temsil etmek için kullanılır [34, 70].

Birçok araştırmacı genç alüvyal zeminlerde meydana gelen büyütme oranlarının dolayısıyla ivme değerlerinin sağlam zeminlere oranla oldukça yüksek olduğunu göstermiştir [28, 71-73]. Ayrıca, Shoji ve çalışma arkadaşları yumuşak zeminlerde meydana gelen hareketin süresinin arttığını belirtmiştir [72].

Spektral büyütmelele göre mikrobölgeleme ölçütleri tablosunda spektral büyütmenin 0.0-2.5 arasında olduğu yerlerin tehlike düzeyi düşük (A) tehlikeli, 2.5-4.0 arasında olduğu yerlerin tehlike düzeyi orta (B) tehlikeli ve 4.0-6.5 olduğu yerlerin ise yüksek (C) tehlikeli zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.8) [67].

Tablo 4.8. a) Zemin hâkim titreşim periyotlarına göre mikrobölgeleme ölçütleri
b) spektral büyütmelele göre mikrobölgeleme ölçütleri [67]

| (a) | | (b) | |
|---------------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| ZEMİN HAKİM TİTREŞİM PERİYODU ARALIğI | ÖLÇÜT TANIMI | SPEKTRAL BÜYÜTME | TEHLİKE DÜZEYİ |
| 0.10 – 0.30 s | A | 0.0 – 2.5 | A (Düşük) |
| 0.30 – 0.50 s | B | 2.5 – 4.0 | B (Orta) |
| 0.50 – 0.70 s | C | 4.0 – 6.5 | C (Yüksek) |
| 0.70 – 1.00 s | D | | |

4.3.6. Kayma dalgası hızı (V_{s30}) değeri

Zemin sınıflamasında önemli bir parametre olan kayma dalgası hızı (V_{s30}), sismik çalışmalar sonucunda elde edilen kayma dalga hızlarının 30 m derinliğe kadar ortalama değeri olarak tanımlanır ve zeminin dayanımını yansıtan bir parametredir [65].

Zeminlerin kayma dalgası hızına bağlı olarak sınıflandırılması, deprem nedeniyle yapılara gelecek etkinin veya yükün zemin tarafından nasıl transfer edileceğinin bir ölçüsü olarak depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır [38].

30 m bir derinlik için ortalama kayma dalgası hızı (4.5) bağıntısıyla verilmiştir.

$$V_{s30} = 30 / (\sum_{i=1}^N (h_i / V_{si})) \quad (4.5)$$

Bu bağıntıda; h: kalınlık

N: tabaka sayısı

V: hız değerini ifade etmektedir.

4.4. NEHRP ve TS EN 1998-1 (Eurocode 8) Hükümlerine Göre Zemin Sınıfları

4.4.1. National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) zemin sınıfları

Başlangıcı 1970'lerin sonunda hazırlanan NEHRP yönetmeliği, yerel zemin koşullarının etkisi ve tartışılan çok sayıdaki çalışma sonuçlarına dayalı olarak düzenlenmiştir [74, 75]. Bu yönetmelik, düşük (0.2 s) ve yüksek (1 s) periyotlardaki yer hareketinin büyütme üzerinde, ana kaya rijitliği, yer hareketi şiddeti seviyesi, zemin tipi, rijitliği ve derinliğinin etkisini gösteren çalışmalar ile 1985 Mexico City ve 1989 Loma Prieta depremlerine ait deneyimleri kapsamaktadır. 1989 Loma Prieta depremi kuvvetli yer hareketi kayıtları, depreme dayanıklı tasarım için yerel zeminlerin davranışının belirlenmesinde önemli bir veri seti sağlamıştır [38,76].

NEHRP Hükümlerine göre zemin sınıflamasında V_{s30} değeri kullanılarak zemin profilleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu profillerden V_{s30} hızının 180 m/s'den küçük olduğu değerler zayıf zeminleri gösterirken, 1500 m/s'den büyük olduğu değerler ise sert kaya birimlerini göstermektedir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. NEHRP hükümlerine göre zemin sınıflaması [77]

| ZEMİN SINIFI | TANIM | ÖZELLİKLER |
|---|--|--------------------|
| A | Sert Kaya | $V_s > 1500$ |
| B | Kaya | $760 < V_s < 1500$ |
| C | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya | $360 < V_s < 760$ |
| D | Sert/Sıkı Zemin | $180 < V_s < 360$ |
| E | Zayıf Zemin | $V_s < 180$ |
| V_s : 30 m derinlikteki ortalama kayma dalga hızı – V_{s30} (m/s) | | |

4.4.2. TS EN 1998-1 Uniform Building Code (Eurocode) 8 zemin sınıfları

Depreme dayanıklı yapıların tasarımı için limit durum tasarım anlayışını kullanarak deprem bölgelerindeki yapıların nasıl tasarlanması gerektiğini belirten Eurocode 8 Avrupa Yönetmeliğidir. Bu yönetmelik Avrupa Standartları Komitesi (CEN) tarafından 23 Nisan 2004 yılında onaylanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı deprem sırasında insanların hayatlarını korumak, hasarları azaltmak ve halka hizmet veren birimlerin çalışır olduğundan emin olmaktır [78].

TS EN 1998-1 (Eurocode) 8 Hükümlerine göre zemin sınıflamasında da V_{s30} değeri kullanılarak zemin profilleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu profillerden V_{s30} hızının 180 m/s'den küçük olduğu değerler “gevsek'ten orta sıkı'ya kadar kohezyonsuz zemin” veya “yumuşaktan serte kadar kohezyonlu zemin” sınıfını gösterirken, 800 m/s'den büyük olduğu değerleri ise “kaya” ya da “diğer kaya benzeri formasyonları” göstermektedir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. TS EN 1998-1 (Eurocode 8) hükümlerine göre zemin sınıflaması [79]

| ZEMİN SINIFI | TANIM | ÖZELLİKLER |
|---|--|-------------------|
| A | Kaya ya da diğer kaya benzeri formasyonlar | $V_s > 800$ |
| B | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Çok Sert Killer | $360 < V_s < 800$ |
| C | Sıkı ya da Orta Sıkı Kum, Çakıl veya Sert Kil | $180 < V_s < 360$ |
| D | Gevşekten Orta Sıkıya kadar Kohezyonsuz Zemin veya Yumuşaktan Serte kadar Kohezyonlu Zemin | $V_s < 180$ |
| V_s : 30 m derinlikteki ortalama kayma dalga hızı – V_{s30} (m/s) | | |

BÖLÜM 5

BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanında sismik kırılma verilerinden elde edilen zeminlerin dinamik-elastik parametrelerinden yola çıkarak bu parametrelere göre oluşturulan zeminlerin özellikleri incelenmiştir.

5.1. Çalışma Alanındaki Sismik P Dalgası Hızı Dağılımı

Çalışma alanında sismik V_p hızlarındaki değerlere göre zeminlerin 1. tabaka için 338 m/s ile 1775 m/s, 2. tabaka için 515 m/s ile 2545 m/s arasındaki çeşitli değerleri aldığı görülmektedir (Tablo 5.1). İnceleme alanında 1. tabaka kalınlığı yaklaşık 4-5 m civarındadır. P dalgası hızı ile zeminlerin ya da kayaçların sökülebilirlikleri tablosuna göre, P dalgası hızı 600 m/s'den düşük olan zeminlerin çok kolay sökülebilirlikte olduğu, P dalgası hızı 2400 m/s'den yüksek olan zeminlere doğru gidildikçe ise son derece zor sökülebilirlikte zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.1).

P Dalgası hızı kullanılarak kayaç kazılabilirliği tablosuna göre değerlendirildiğinde, P dalgası hızının 458 m/s'den düşük olan zeminlerin rahatça kazılabilir olduğu, P dalgası hızı 1830 m/s'den yüksek olan zeminlere doğru gidildikçe ise patlayıcıyla kazılabilir zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.2).

Buna göre inceleme alanında; Buhara, Şeyh Şamil, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Aydınlikevler ve Horozluhan, mahallelerindeki zeminlerin düşük P dalgası hızı değerlerinin bulunduğu Sancak Mahallesi'nin güneyi, Yazır Mahallesi ve Sille Ak mahallelerinde ise yüksek P dalgası hızı değerleri gözlemlendiği belirlenmiştir.

5.2. Çalışma Alanındaki Sismik S Dalgası Hızı Dağılımı

Çalışma alanında V_s hızlarındaki değerlere göre zeminlerin 1. tabakalarının 156 m/s ile 660 m/s 2. tabakalarının 275 m/s ile 1230 m/s arasındaki değerleri aldığı görülmektedir (Tablo 5.1). S dalgası hızlarının sınıflaması kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde ayrı ayrı yapılmıştır.

Kohezyonlu zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması tablosunda V_s hızının 200 m/s'den düşük olduğu yerler yumuşak veya orta katılıkta zemin sınıfına, 500 m/s'den yüksek olduğu yerlere gidildikçe sert zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.3).

Kohezyonsuz zeminlerin V_s hızlarına göre sınıflandırılması tablosuna bakılarak V_s hızının 300 m/s'den düşük olduğu yerlerin gevşek, 800 m/s'den yüksek olduğu yerlere gidildikçe ise çok sıkı zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.4).

Çalışma alanında V_s hızlarının yüksek olduğu zeminler Sancak Mahallesi'nin güneyi, Yazır Mahallesi ve Sille Ak Mahalleleridir. Çalışma alanındaki diğer mahallelerde ise V_s hızlarında düşük değerlere rastlanmıştır.

5.3. Çalışma Alanındaki Birim Ağırlık Dağılımı

Birim ağırlık değerlerindeki dağılıma bakılarak çalışma alanında bazı noktalardan alınan değerlere göre zeminlerin 1. tabakaların 1.33 g/cm^3 ile 1.50 g/cm^3 arasında değerler aldığı 2. tabakaların ise 1.41 g/cm^3 ile 1.91 g/cm^3 arasında değerler aldığı görülmektedir. Ancak birim ağırlık değerleri çalışma alanının güneyi ve orta kısımlarında hesaplanırken diğer yerlerinde hesaplanmamıştır (Tablo 5.1).

5.4. Çalışma Alanındaki Elastisite (Young) Modülü Dağılımı

Elastisite (Young) modülü dağılımı değerlerine göre çalışma alanında zeminlerin 1. tabakaları 1156 kg/cm^2 ile 24889 kg/cm^2 arasında 2. tabakaları ise 3235 kg/cm^2 ile 86786 kg/cm^2 arasında değerler aldığı görülmektedir (Tablo 5.1). Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı tablosuna bakılarak elastisite modülünün 1000 kg/cm^2 'den düşük olduğu yerler çok zayıf zemin sınıfına girerken 30000 kg/cm^2 'den yüksek olduğu yerlere gidildikçe ise çok sağlam zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.6).

Çalışma alanında Sancak Mahallesi'nin güneyi, Yazır Mahallesi ve Sille Ak Mahallelerindeki zeminler elastisite modülünün yüksek değerler aldığı, diğer mahallelerde ise bu değerlere göre daha düşük değerler aldığı görülmektedir.

5.5. Çalışma Alanındaki Bulk Modülü Dağılımı

Bulk modülü değerlerine göre çalışma alanında zeminlerin 1. tabakalarının 534 kg/cm^2 ile 51709 kg/cm^2 arasında, 2. tabakalarının 1638 kg/cm^2 ile 102425 kg/cm^2 arasında çeşitli değerler aldığı görülmektedir (Tablo 5.1). Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı tablosuna bakılarak Bulk modülünün 400 kg/cm^2 den düşük olduğu yerlerde zemin sıkışmasının çok az, 100000 kg/cm^2 den yüksek olduğu yerlere gidildikçe ise zemin sıkışmasının çok fazla olduğu görülmektedir (Tablo 4.7).

Çalışma alanındaki zeminlerin Bulk modülünün Sancak Mahallesi'nin güneyi, Yazır Mahallesi ve Sille Ak Mahallelerinde yüksek değerler aldığı, diğer mahallelerde ise bu değerlere göre daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir.

Tablo 5.1. Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| AD1 | Tabaka1 | 362 | 225 | 1.35 | 1620.2 | 857.9 |
| AD1 | Tabaka2 | 581 | 350 | 1.52 | 4524.3 | 2647.6 |
| AD2 | Tabaka1 | 463 | 230 | 1.44 | 2029.8 | 2065.2 |
| AD2 | Tabaka2 | 639 | 355 | 1.56 | 5008.1 | 3739.4 |
| AD3 | Tabaka1 | 484 | 235 | 1.45 | 2158.0 | 2331.9 |
| AD3 | Tabaka2 | 626 | 357 | 1.55 | 4968.6 | 3436.2 |
| CK1 | Tabaka1 | 501 | 330 | 1.46 | 3562.0 | 1549.3 |
| CK1 | Tabaka2 | 889 | 550 | 1.69 | 12167.6 | 6540.6 |
| CK2 | Tabaka1 | 464 | 305 | 1.44 | 2992.4 | 1311.0 |
| CK2 | Tabaka2 | 761 | 555 | 1.63 | 9333.0 | 2738.0 |
| CK3 | Tabaka1 | 546 | 350 | 1.50 | 4220.1 | 2016.6 |
| CK3 | Tabaka2 | 924 | 559 | 1.71 | 12919.3 | 7459.8 |
| CK4 | Tabaka1 | 495 | 320 | 1.46 | 3411.7 | 1584.0 |
| CK4 | Tabaka2 | 837 | 530 | 1.66 | 10899.6 | 5428.0 |
| MB1 | Tabaka1 | 415 | 255 | 1.40 | 2174.2 | 1194.8 |
| MB1 | Tabaka2 | 1143 | 608 | 1.80 | 17333.6 | 14642.0 |
| MB2 | Tabaka1 | 422 | 248 | 1.40 | 2133.3 | 1374.9 |
| MB2 | Tabaka2 | 1228 | 645 | 1.83 | 19964.2 | 17467.0 |
| MB3 | Tabaka1 | 444 | 265 | 1.42 | 2441.2 | 1470.6 |
| MB3 | Tabaka2 | 1161 | 635 | 1.81 | 18746.5 | 14640.1 |
| MB4 | Tabaka1 | 404 | 245 | 1.39 | 2014.4 | 1154.3 |
| MB4 | Tabaka2 | 1307 | 648 | 1.86 | 20897.2 | 21372.2 |
| MB5 | Tabaka1 | 421 | 255 | 1.40 | 2206.8 | 1269.4 |
| MB5 | Tabaka2 | 1083 | 650 | 1.78 | 18282.2 | 10823.5 |
| MB6 | Tabaka1 | 414 | 235 | 1.40 | 1946.6 | 1365.0 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| MB6 | Tabaka2 | 1463 | 700 | 1.91 | 25355.1 | 28466.2 |
| MB7 | Tabaka1 | 410 | 263 | 1.39 | 2216.6 | 1056.8 |
| MB7 | Tabaka2 | 1030 | 655 | 1.75 | 17461.0 | 8572.3 |
| MB8 | Tabaka1 | 436 | 266 | 1.41 | 2408.9 | 1354.3 |
| MB8 | Tabaka2 | 1101 | 665 | 1.78 | 19125.7 | 11100.2 |
| MB9 | Tabaka1 | 418 | 260 | 1.40 | 2241.3 | 1183.9 |
| MB9 | Tabaka2 | 1091 | 639 | 1.79 | 17998.0 | 11489.1 |
| MB10 | Tabaka1 | 411 | 259 | 1.39 | 2188.8 | 1107.7 |
| MB10 | Tabaka2 | 1398 | 670 | 1.89 | 22955.2 | 25662.1 |
| MB11 | Tabaka1 | 408 | 243 | 1.39 | 2012.7 | 1220.4 |
| MB11 | Tabaka2 | 1303 | 715 | 1.86 | 24425.1 | 18897.4 |
| MB12 | Tabaka1 | 473 | 275 | 1.44 | 2717.5 | 1774.0 |
| MB12 | Tabaka2 | 1393 | 710 | 1.89 | 25251.6 | 23983.4 |
| MB13 | Tabaka1 | 435 | 250 | 1.41 | 2214.7 | 1496.9 |
| MB13 | Tabaka2 | 967 | 613 | 1.73 | 15100.4 | 7492.1 |
| MB14 | Tabaka1 | 440 | 270 | 1.42 | 2476.2 | 1366.6 |
| MB14 | Tabaka2 | 1150 | 625 | 1.80 | 18171.4 | 14449.9 |
| MB15 | Tabaka1 | 405 | 239 | 1.39 | 1955.7 | 1220.0 |
| MB15 | Tabaka2 | 1056 | 620 | 1.76 | 16779.8 | 10632.7 |
| MB16 | Tabaka1 | 449 | 280 | 1.42 | 2640.3 | 1383.0 |
| MB16 | Tabaka2 | 1162 | 648 | 1.81 | 19340.1 | 14283.3 |
| MH1 | Tabaka1 | 366 | 220 | 1.35 | 1595.1 | 939.9 |
| MH1 | Tabaka2 | 762 | 375 | 1.63 | 6129.8 | 6393.5 |
| MH2 | Tabaka1 | 395 | 230 | 1.38 | 1815.4 | 1179.7 |
| MH2 | Tabaka2 | 845 | 370 | 1.67 | 6311.9 | 8869.7 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| O1 | Tabaka1 | 345 | 225 | 1.33 | 1526.2 | 687.3 |
| O1 | Tabaka2 | 600 | 360 | 1.53 | 4839.3 | 2867.7 |
| O2 | Tabaka1 | 378 | 235 | 1.36 | 1786.3 | 945.1 |
| O2 | Tabaka2 | 515 | 340 | 1.47 | 3796.7 | 1638.1 |
| O3 | Tabaka1 | 349 | 220 | 1.34 | 1515.6 | 766.1 |
| O3 | Tabaka2 | 758 | 390 | 1.62 | 6521.4 | 6037.8 |
| O4 | Tabaka1 | 347 | 222 | 1.34 | 1519.0 | 730.7 |
| O4 | Tabaka2 | 617 | 350 | 1.54 | 4772.6 | 3353.0 |
| O5 | Tabaka1 | 356 | 230 | 1.34 | 1624.1 | 755.6 |
| O5 | Tabaka2 | 710 | 384 | 1.60 | 6093.9 | 4913.0 |
| O6 | Tabaka1 | 338 | 215 | 1.33 | 1423.5 | 698.2 |
| O6 | Tabaka2 | 607 | 358 | 1.54 | 4856.9 | 3035.3 |
| O7 | Tabaka1 | 437 | 240 | 1.42 | 2093.4 | 1615.7 |
| O7 | Tabaka2 | 851 | 370 | 1.67 | 6332.5 | 9055.5 |
| O8 | Tabaka1 | 440 | 250 | 1.42 | 2235.6 | 1563.2 |
| O8 | Tabaka2 | 833 | 366 | 1.66 | 6149.6 | 8568.4 |
| O9 | Tabaka1 | 494 | 247 | 1.46 | 2374.1 | 2374.1 |
| O9 | Tabaka2 | 966 | 383 | 1.73 | 7121.7 | 12727.5 |
| O10 | Tabaka1 | 829 | 250 | 1.48 | 2516.5 | 2917.0 |
| O10 | Tabaka2 | 520 | 354 | 1.66 | 5751.5 | 8369.7 |
| Y1 | Tabaka1 | 443 | 240 | 1.42 | 2114.0 | 1696.2 |
| Y1 | Tabaka2 | 852 | 353 | 1.67 | 5819.6 | 9360.7 |
| Y2 | Tabaka1 | 380 | 220 | 1.37 | 1650.8 | 1091.5 |
| Y2 | Tabaka2 | 906 | 385 | 1.70 | 6996.6 | 10583.0 |
| Y3 | Tabaka1 | 368 | 225 | 1.36 | 1649.2 | 920.8 |
| Y3 | Tabaka2 | 779 | 365 | 1.41 | 5922.8 | 7018.6 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| Y4 | Tabaka1 | 376 | 219 | 1.36 | 1625.5 | 1055.3 |
| Y4 | Tabaka2 | 798 | 380 | 1.65 | 6430.0 | 7308.8 |
| Y5 | Tabaka1 | 391 | 215 | 1.38 | 1633.0 | 1255.9 |
| Y5 | Tabaka2 | 817 | 355 | 1.65 | 5771.1 | 8265.1 |
| Y6 | Tabaka1 | 404 | 238 | 1.39 | 1940.3 | 1216.9 |
| Y6 | Tabaka2 | 853 | 360 | 1.67 | 6033.9 | 9280.6 |
| Y7 | Tabaka1 | 373 | 210 | 1.36 | 1521.2 | 1092.7 |
| Y7 | Tabaka2 | 764 | 350 | 1.63 | 5450.9 | 6840.6 |
| Y8 | Tabaka1 | 396 | 211 | 1.38 | 1600.5 | 1345.6 |
| Y8 | Tabaka2 | 843 | 373 | 1.67 | 6396.4 | 8758.5 |
| Y9 | Tabaka1 | 381 | 218 | 1.37 | 1633.3 | 1118.6 |
| Y9 | Tabaka2 | 886 | 353 | 1.69 | 5915.8 | 10450.6 |
| Y10 | Tabaka1 | 398 | 222 | 1.38 | 1736.3 | 1281.5 |
| Y10 | Tabaka2 | 933 | 375 | 1.71 | 6753.4 | 11683.7 |
| Y11 | Tabaka1 | 380 | 230 | 1.37 | 1750.8 | 1009.5 |
| Y11 | Tabaka2 | 863 | 365 | 1.68 | 6218.2 | 9514.5 |
| AKD1 | Tabaka1 | 415 | 270 | - | 2311 | 1050 |
| AKD1 | Tabaka2 | 675 | 380 | - | 5786 | 4157 |
| AKD2 | Tabaka1 | 410 | 260 | - | 2195 | 1088 |
| AKD2 | Tabaka2 | 705 | 400 | - | 6454 | 4532 |
| AP1 | Tabaka1 | 500 | 230 | - | 2118 | 2631 |
| AP1 | Tabaka2 | 775 | 400 | - | 6901 | 6335 |
| AP2 | Tabaka1 | 510 | 220 | - | 1976 | 2881 |
| AP2 | Tabaka2 | 810 | 390 | - | 6787 | 7497 |
| AP3 | Tabaka1 | 485 | 230 | - | 2085 | 2396 |
| AP3 | Tabaka2 | 795 | 370 | - | 6137 | 7399 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _p Hızı (m/s) | V _s Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| AYK1 | Tabaka1 | 570 | 290 | - | 3377 | 3223 |
| AYK1 | Tabaka2 | 820 | 430 | - | 8038 | 7065 |
| AYK2 | Tabaka1 | 580 | 300 | - | 3607 | 3292 |
| AYK2 | Tabaka2 | 830 | 440 | - | 8405 | 7168 |
| CE1 | Tabaka1 | 750 | 340 | - | 5141 | 6625 |
| CE1 | Tabaka2 | 1655 | 740 | - | 29777 | 39721 |
| CE2 | Tabaka1 | 745 | 350 | - | 5390 | 6344 |
| CE2 | Tabaka2 | 1565 | 720 | - | 27610 | 34278 |
| CKI1 | Tabaka1 | 595 | 260 | - | 2861 | 4040 |
| CKI1 | Tabaka2 | 740 | 340 | - | 5107 | 6362 |
| CKI2 | Tabaka1 | 590 | 290 | - | 3340 | 3038 |
| CKI2 | Tabaka2 | 735 | 350 | - | 5352 | 6083 |
| CKI3 | Tabaka1 | 585 | 280 | - | 3231 | 3624 |
| CKI3 | Tabaka2 | 770 | 360 | - | 5757 | 6860 |
| CKI4 | Tabaka1 | 580 | 270 | - | 3020 | 3639 |
| CKI4 | Tabaka2 | 760 | 360 | - | 5718 | 6589 |
| DMI1 | Tabaka1 | 1775 | 660 | - | 24889 | 51709 |
| DMI1 | Tabaka2 | 2545 | 1170 | - | 82345 | 102425 |
| DMI2 | Tabaka1 | 1200 | 620 | - | 18487 | 16922 |
| DMI2 | Tabaka2 | 2400 | 1230 | - | 86786 | 81210 |
| GK1 | Tabaka1 | 780 | 500 | - | 9430 | 4506 |
| GK1 | Tabaka2 | 1115 | 660 | - | 19201 | 11866 |
| GK2 | Tabaka1 | 850 | 550 | - | 11543 | 534 |
| GK2 | Tabaka2 | 1455 | 750 | - | 28412 | 26173 |
| GK3 | Tabaka1 | 845 | 510 | - | 10551 | 6138 |
| GK3 | Tabaka2 | 1545 | 800 | - | 30788 | 21844 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| GK4 | Tabaka1 | 780 | 540 | - | 9934 | 3598 |
| GK4 | Tabaka2 | 1170 | 770 | - | 24035 | 10486 |
| GK5 | Tabaka1 | 860 | 510 | - | 10731 | 6594 |
| GK5 | Tabaka2 | 1050 | 720 | - | 19325 | 7258 |
| GK6 | Tabaka1 | 1000 | 530 | - | 12778 | 10903 |
| GK6 | Tabaka2 | 1170 | 620 | - | 18187 | 15526 |
| GK7 | Tabaka1 | 975 | 550 | - | 13275 | 9481 |
| GK7 | Tabaka2 | 1370 | 700 | - | 24459 | 23076 |
| GK8 | Tabaka1 | 865 | 530 | - | 11329 | 6282 |
| GK8 | Tabaka2 | 1230 | 750 | - | 24868 | 14006 |
| GK9 | Tabaka1 | 910 | 440 | - | 8883 | 9704 |
| GK9 | Tabaka2 | 1270 | 690 | - | 22742 | 18101 |
| GK10 | Tabaka1 | 875 | 410 | - | 7705 | 9130 |
| GK10 | Tabaka2 | 1185 | 620 | - | 18339 | 16218 |
| IME1 | Tabaka1 | 1290 | 440 | - | 10317 | 26121 |
| IME1 | Tabaka2 | 2090 | 730 | - | 31957 | 76664 |
| IME2 | Tabaka1 | 1080 | 460 | - | 10448 | 15715 |
| IME2 | Tabaka2 | 1920 | 740 | - | 31751 | 60664 |
| IME3 | Tabaka1 | 1210 | 480 | - | 11851 | 21152 |
| IME3 | Tabaka2 | 2010 | 750 | - | 33139 | 68292 |
| T1 | Tabaka1 | 480 | 280 | - | 2826 | 1826 |
| T1 | Tabaka2 | 630 | 400 | - | 5777 | 2851 |
| T2 | Tabaka1 | 485 | 250 | - | 2399 | 2210 |
| T2 | Tabaka2 | 660 | 430 | - | 6573 | 2971 |
| UT1 | Tabaka1 | 840 | 460 | - | 9082 | 7067 |
| UT1 | Tabaka2 | 1150 | 680 | - | 20555 | 12744 |

Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| UT2 | Tabaka1 | 850 | 440 | - | 8536 | 7773 |
| UT2 | Tabaka2 | 1170 | 700 | - | 21699 | 12974 |
| UT3 | Tabaka1 | 860 | 450 | - | 8917 | 7883 |
| UT3 | Tabaka2 | 1215 | 690 | - | 21993 | 15400 |
| UT4 | Tabaka1 | 890 | 470 | - | 9774 | 8425 |
| UT4 | Tabaka2 | 1205 | 700 | - | 22290 | 14588 |
| UT5 | Tabaka1 | 835 | 430 | - | 8132 | 7510 |
| UT5 | Tabaka2 | 1235 | 660 | - | 20815 | 17356 |
| VK1 | Tabaka1 | 940 | 470 | - | 10111 | 10111 |
| VK1 | Tabaka2 | 1730 | 740 | - | 30392 | 45239 |
| VK2 | Tabaka1 | 875 | 440 | - | 8688 | 8556 |
| VK2 | Tabaka2 | 1620 | 690 | - | 26015 | 39130 |
| VK3 | Tabaka1 | 825 | 410 | - | 7462 | 7584 |
| VK3 | Tabaka2 | 1660 | 720 | - | 28396 | 40849 |
| S1 | Tabaka1 | 428 | 180 | 1.41 | 1270 | 1970 |
| S1 | Tabaka2 | 1050 | 600 | 1.76 | 15953 | 10968 |
| S2 | Tabaka1 | 520 | 168 | 1.48 | 1202 | 3440 |
| S2 | Tabaka2 | 627 | 275 | 1.55 | 3235 | 4527 |
| S3 | Tabaka1 | 506 | 220 | 1.47 | 1966 | 2811 |
| S3 | Tabaka2 | 1106 | 614 | 1.78 | 17190 | 12862 |
| S4 | Tabaka1 | 434 | 185 | 1.41 | 1343 | 2016 |
| S4 | Tabaka2 | 1089 | 588 | 1.78 | 15913 | 12889 |
| S5 | Tabaka1 | 468 | 156 | 1.44 | 6074 | 2686 |
| S5 | Tabaka2 | 750 | 375 | 1.62 | 21979 | 6074 |
| S6 | Tabaka1 | 512 | 165 | 1.47 | 1156 | 3325 |
| S6 | Tabaka2 | 682 | 324 | 1.58 | 4497 | 5143 |
| S7 | Tabaka1 | 544 | 170 | 1.49 | 1249 | 3847 |
| S7 | Tabaka2 | 709 | 373 | 1.6 | 5816 | 5065 |

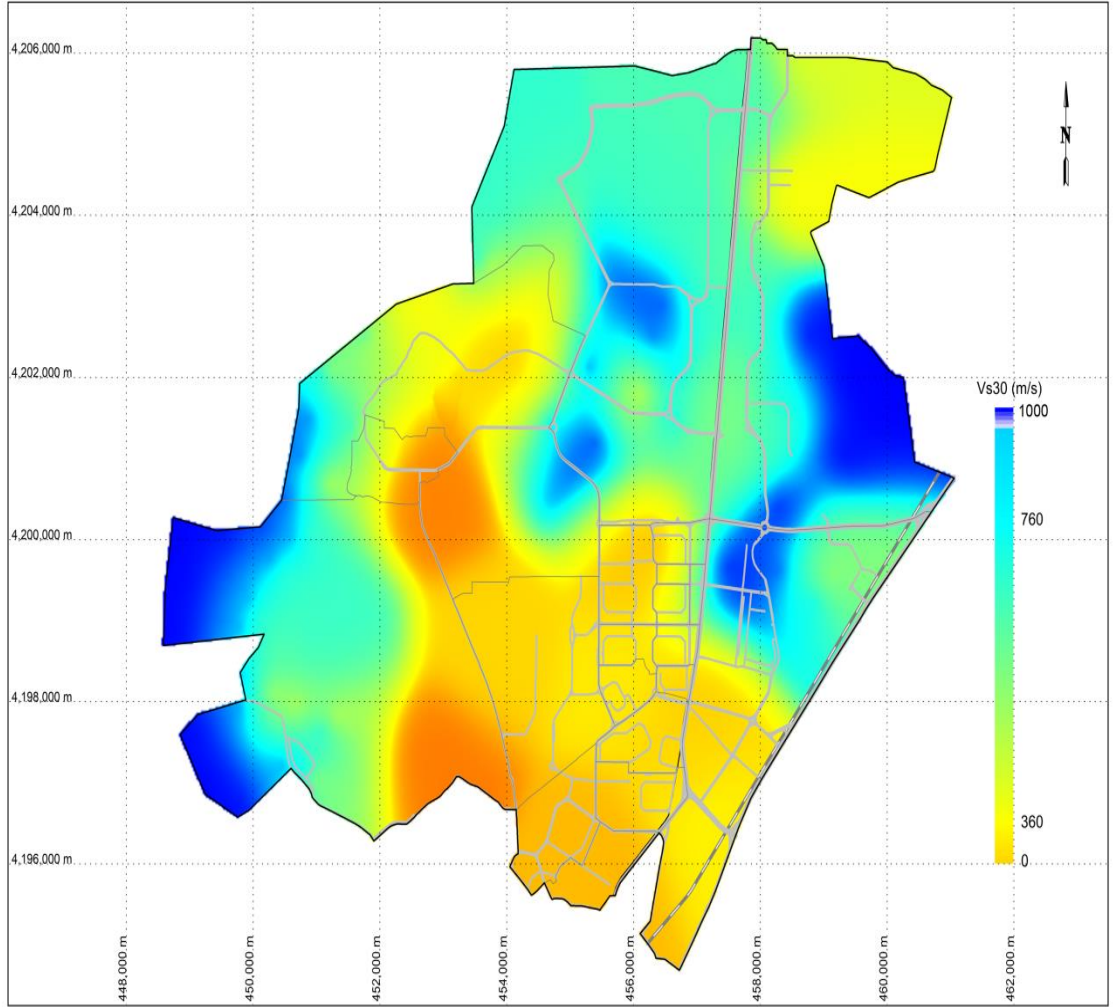
Tablo 5.1. (Devam) Zeminlerin sismik kırılma ölçümlerinden hesaplanan dinamik-
elastik parametreleri

| NOKTALAR | TABAKALAR | V _P Hızı (m/s) | V _S Hızı (m/s) | BİRİM AĞIRLIK ρ (g/cm ³) | ELASTİSİTE (YOUNG) MODÜLÜ Ed (kg/cm ²) | BULK MODÜLÜ Kd (kg/cm ²) |
|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| KA1 | Tabaka1 | 395 | 228 | 1.38 | 1796 | 1198 |
| KA1 | Tabaka2 | 645 | 312 | 1.56 | 4098 | 4472 |
| KA2 | Tabaka1 | 376 | 220 | 1.37 | 1638 | 1049 |
| KA2 | Tabaka2 | 629 | 324 | 1.55 | 4301 | 3969 |
| KA3 | Tabaka1 | 381 | 227 | 1.37 | 1729 | 1047 |
| KA3 | Tabaka2 | 637 | 336 | 1.56 | 4597 | 3975 |
| KA4 | Tabaka1 | 372 | 219 | 1.36 | 1613 | 1013 |
| KA4 | Tabaka2 | 641 | 328 | 1.56 | 4439 | 4172 |
| KA5 | Tabaka1 | 357 | 227 | 1.35 | 1612 | 792 |
| KA5 | Tabaka2 | 651 | 340 | 1.57 | 4752 | 4223 |
| KY1 | Tabaka1 | 486 | 205 | 1.46 | 1703 | 2622 |
| KY1 | Tabaka2 | 731 | 321 | 1.61 | 4586 | 6399 |
| KY2 | Tabaka1 | 467 | 213 | 1.44 | 1790 | 2271 |
| KY2 | Tabaka2 | 751 | 319 | 1.62 | 4591 | 6951 |
| KY3 | Tabaka1 | 451 | 209 | 1.43 | 1701 | 2074 |
| KY3 | Tabaka2 | 763 | 328 | 1.63 | 4861 | 7148 |

5.6. Çalışma Alanında Kayma Dalgası Hızı (V_{s30}) Dağılımı

30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı (V_{s30}) dağılımına göre çalışma alanındaki zeminler 294 m/s ile 908 m/s arasında değişim göstermektedir (Tablo 5.1).

V_{s30} değerlerinin 360 m/s'den yüksek olduğu yerler Sancak Mahallesi, Horozluhan Mahallesi'nin kuzeyi, Yazır Mahallesi ve Sille Ak Mahallesi'dir. 360 m/s'den düşük olduğu yerler ise Sancak Mahallesi'nin kuzeyi, Horozluhan Mahallesi'nin güneyi, Sille Parsana, Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Kocatepe, Sakarya, Hüsametdin Çelebi ve Aydınlikevler mahalleleridir (Şekil 5.1).

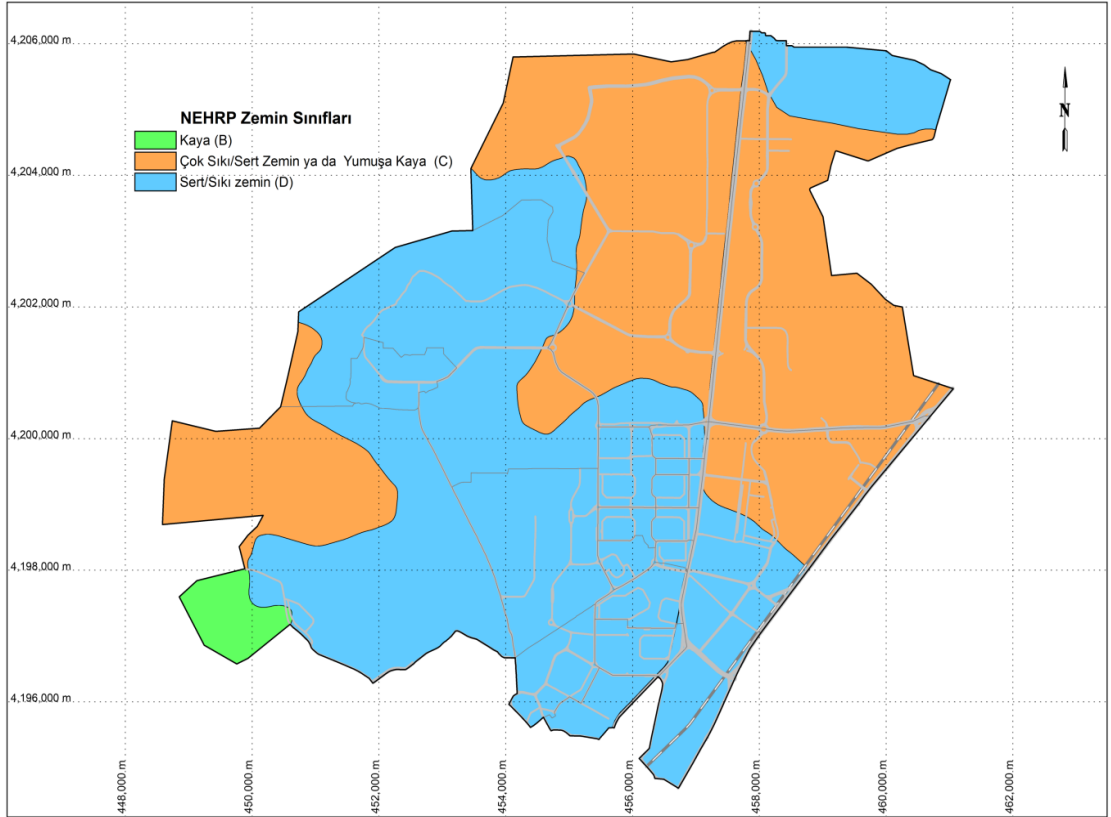


Şekil 5.1. Çalışma alanının kayma dalgası hızı (V_{s30}) dağılımı

5.7. Çalışma Alanında NEHRP Hükümlerine Göre Zemin Sınıflaması Dağılımı

V_{s30} değerleri kullanılarak, Uluslararası Standartlardaki NEHRP zemin sınıfındaki yapılan tanımlamaya göre V_{s30} hızı 180 m/s'den düşük olan yerler zayıf zemin, 1500 m/s'den yüksek olan yerlere gidildikçe ise sert kaya olduğu görülmektedir (Tablo 4.9).

V_{s30} değerleri kullanılarak elde edilen NEHRP zemin sınıflaması dağılımına göre çalışma alanında; Sille Ak Mahallesi'nin güneybatısında "kaya" birimlerine rastlandığı görülmektedir. Sille Ak Mahallesi'nin kuzeyi, Yazır Mahallesi, Sancak Mahallesi'nin güneyi ve Horozluhan Mahallesi'nin kuzeyinde, "çok sıkı sert zemin" ya da "yumuşak kayaların" bulunduğu görülmektedir. Sancak Mahallesi'nin kuzeyi, Horozluhan Mahallesi'nin güneyi, Sille Parsana, Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Kocatepe, Sakarya, Hüsamettin Çelebi ve Aydınlıkevler mahallelerinde ise "sert/sıkı zeminlere" rastlanmaktadır (Şekil 5.2).

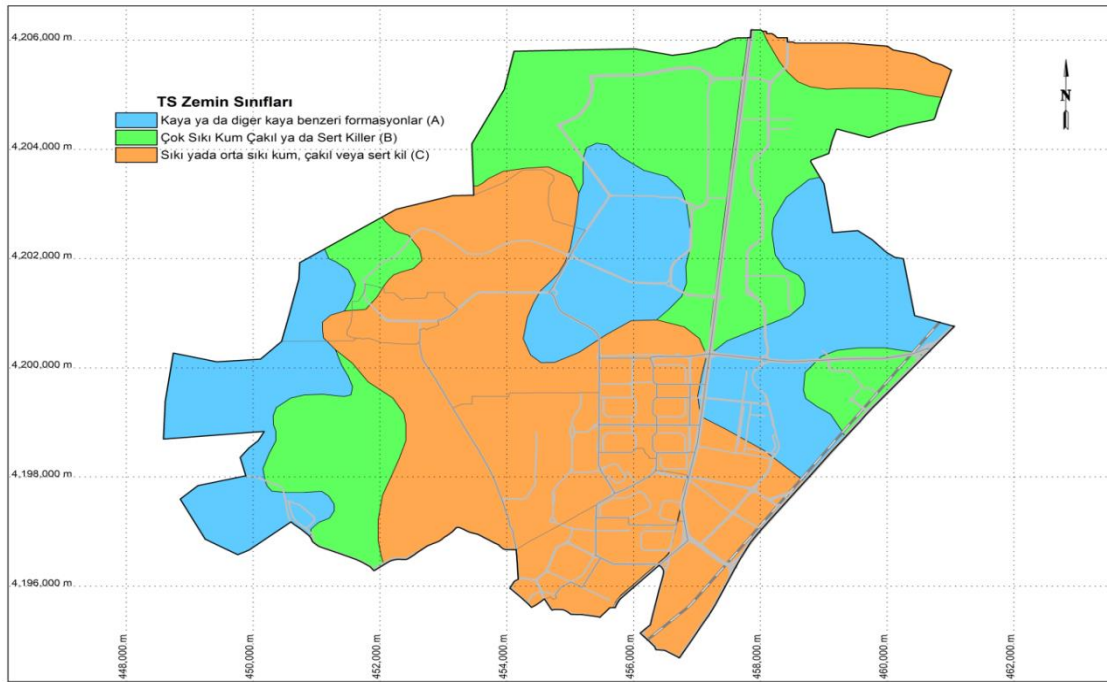


Şekil 5.2. Çalışma alanının NEHRP hükümlerine göre zemin sınıflaması dağılımı

5.8. Çalışma Alanında TS EN 1998-1 (Eurocode 8) Hükümlerine Göre Zemin Sınıflaması Dağılımı

TS EN 1998-1 hükümlerine göre yapılan sınıflandırmada V_{s30} hızı 180 m/s'den düşük olan yerler, gevşekten orta sıkıya kadar kohezyonsuz zemin veya yumuşaktan serte kadar kohezyonlu zemin, V_{s30} hızı 800 m/s'den yüksek yerlere gidildikçe ise zeminin kaya ya da diğer kaya benzeri formasyonlara rastlandığı görülmektedir (Tablo 4.10).

V_{s30} hızı kullanılarak elde edilen TS EN 1998-1 zemin sınıflamasına göre zeminler değerlendirildiğinde; çalışma alanında Sille Ak Mahallesinin batısı, Yazır Mahallesinin güneybatısı, Sancak Mahallesinin güneyi ve Horozluhan Mahallesinin kuzeybatısında “kaya” ya da “diğer kaya” benzeri formasyonlara rastlandığı görülmektedir. Sille Ak Mahallesinin orta kesimleri, Sille Parsana Mahallesinin batısı Horozluhan Mahallesinin kuzeydoğusu, Sancak Mahallesinin batısı ve Yazır Mahallesinin büyük bir çoğunluğunda “çok sıkı kum çakıl” ya da “sert killere” ait değerler elde edilmiştir. Sancak Mahallesinin kuzeyi, Sille Parsana, Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Kocatepe, Sakarya, Hüsamettin Çelebi ve Aydınlikevler mahallelerinde ise “sıkı” ya da “orta sıkı kum çakıl” veya “sert killer” mevcuttur (Şekil 5.3).

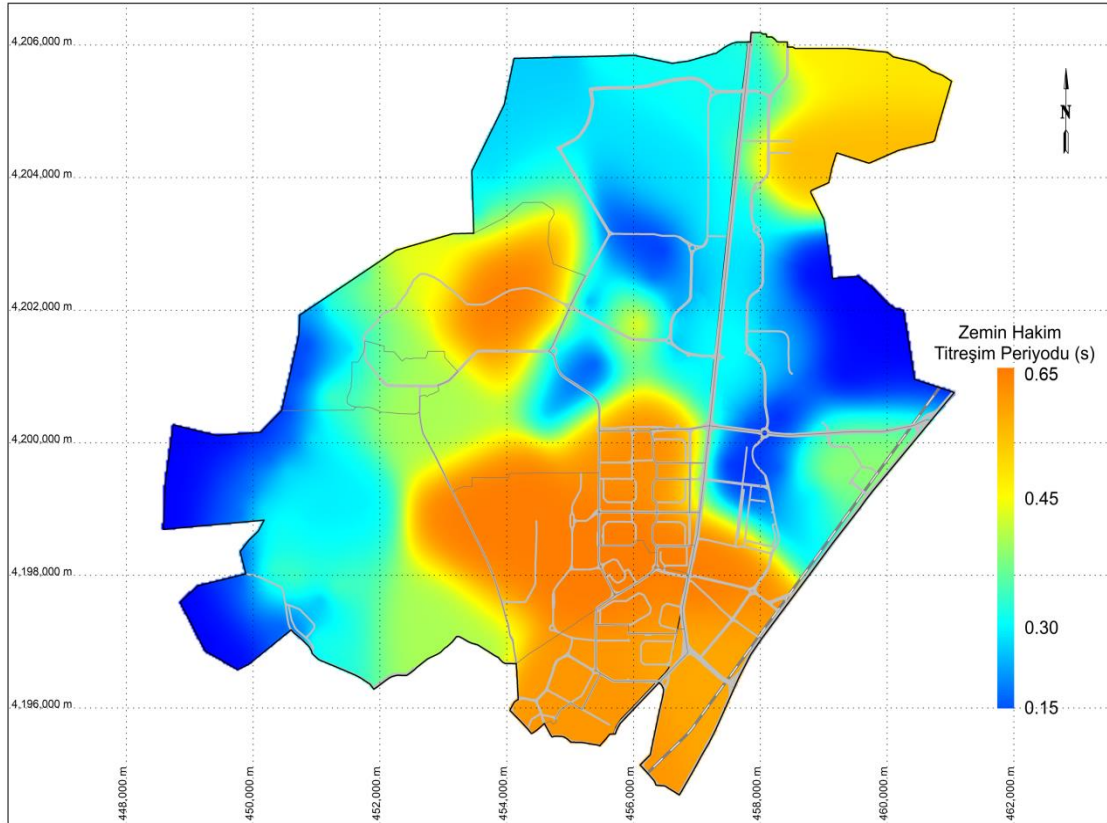


Şekil 5.3. Çalışma alanının TS EN 1998-1 (Eurocode 8) hükümlerine göre zemin sınıflaması dağılımı

5.9. Çalışma Alanında Zemin Hâkim Titreşim Periyodu Dağılımı

Zemin hâkim titreşim periyodunda suya doygun ve yumuşak zeminler büyük değerler, kayalarda ise küçük değerler elde edilir [51]. Çalışma alanında zemin hâkim titreşim periyodu değerleri 0.20 s ile 0.61 s arasında değişmektedir (Tablo 5.2).

Zemin hâkim titreşim periyodu dağılımına bakılarak çalışma alanındaki zeminlerin yaklaşık 0.15 s ile 0.35 s arasında olduğu yerler; Sille Ak Mahallesi'nin batısı, Yazır ve Sancak mahallesi'nin güneyidir. Buradaki zeminlere yapılacak yüksek katlı binalar rezonans bakımından herhangi bir risk taşımamaktadır. 0.40 s ile 0.65 s arasındaki yerler ise Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt, Kocatepe, Sakarya, Hüsamettin Çelebi ve Aydınlikevler mahallelerinin yer aldığı zeminlerdir. Buradaki zeminlere yapılacak orta katlı binalar (~4-6), zeminin hâkim periyodu ile uyum gösterdiğinden rezonans bakımından risk taşımaktadır (Şekil 5.4).

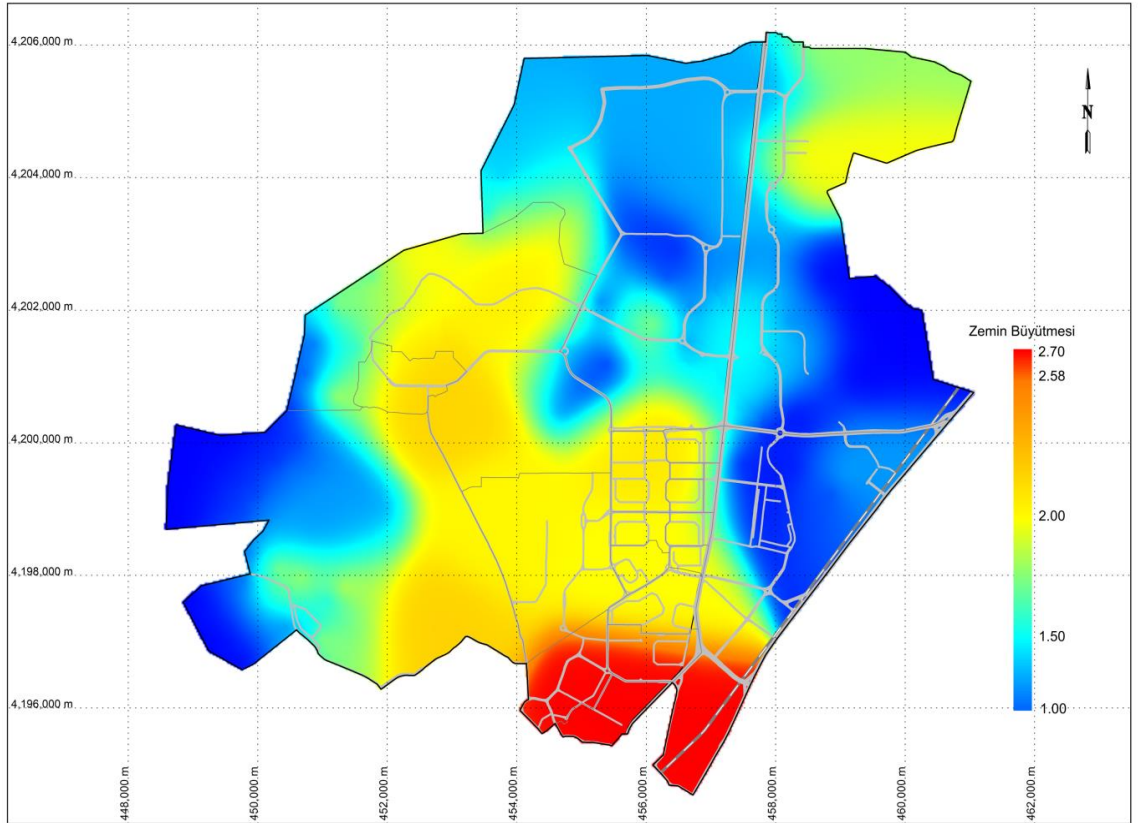


Şekil 5.4. Çalışma alanının zemin hâkim titreşim periyodu dağılımı

5.10. Çalışma Alanında Zemin Büyütmesi Dağılımı

İnceleme alanında zemin büyütmesi değerleri 1.2 ile 2.7 arasında dağılım sergilemektedir (Tablo 5.2). Spektral büyütmelemlere göre mikrobölgeleme ölçütleri tablosunda spektral büyütmenin 0.0 ile 2.5 değerleri arasında olduğu yerlerin tehlike düzeyi Düşük (A) tehlikeli, 2.5 ile 4.0 değerleri arasında olduğu yerlerin ise tehlike düzeyi Orta tehlikeli (B) zemin sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 4.8).

Zemin büyütmesi dağılımına göre çalışma alanındaki zeminlerin Horozluhan Mahallesi'nin orta ve kuzeyi, Yazır, Sille, Sille Ak, Sille Parsana, Sancak, Selehaddin Eyyübi, Buhara, Şeyh Şamil, Süleyman Çelebi, Gazali, Peyami Safa, Binkonutlar, Cumhuriyet, Kaşgarlı Mahmut, Malazgirt ve Kocatepe mahalleleri zemin büyütmesi açısından düşük tehlikeli (A) zemin sınıfına, Horozluhan Mahallesi'nin güneyi, Hüsamettin Çelebi, Aydınlikevler ve Sakarya mahallelerinin zeminleri ise orta tehlikeli (B) zemin sınıfına girmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Çalışma alanının zemin büyütmesi dağılımı

Tablo 5.2. İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ İ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|---|---|-----------------------------------|
| AD1 | 335 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| AD2 | 344 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| AD3 | 350 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| CK1 | 529 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.40 | 1.4 |
| CK2 | 535 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.40 | 1.4 |
| CK3 | 533 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.40 | 1.4 |
| CK4 | 504 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.40 | 1.4 |
| MB1 | 554 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB2 | 534 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.6 |
| MB3 | 569 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|--|---|---------------------------------|
| MB4 | 559 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB5 | 560 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB6 | 551 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB7 | 588 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB8 | 561 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB9 | 588 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB10 | 578 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB11 | 551 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB12 | 597 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB13 | 574 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|---|---|---------------------------------|
| MB14 | 546 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MB15 | 535 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.40 | 1.6 |
| MB16 | 584 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.5 |
| MH1 | 347 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| MH2 | 356 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| O1 | 343 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O2 | 336 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O3 | 348 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O4 | 340 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O5 | 352 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.50 | - |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|---------------------------------|---|---|---------------------------------|
| O6 | 332 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O7 | 360 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.50 | - |
| O8 | 357 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| O9 | 359 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.50 | - |
| O10 | 349 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | - |
| Y1 | 335 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| Y2 | 350 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| Y3 | 341 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| Y4 | 339 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| Y5 | 333 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|---|---|---------------------------------|
| Y6 | 346 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| Y7 | 323 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| Y8 | 345 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| Y9 | 334 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| Y10 | 352 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.0 |
| Y11 | 340 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.60 | 2.1 |
| AKD1 | 360 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.54 | 2.0 |
| AKD2 | 372 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.52 | 2.0 |
| AP1 | 343 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.55 | 2.7 |
| AP2 | 327 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.57 | 2.7 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|---|---|---------------------------------|
| AP3 | 324 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.59 | 2.7 |
| AYK1 | 407 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.48 | 1.8 |
| AYK2 | 414 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.47 | 1.8 |
| CE1 | 618 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.45 |
| CE2 | 599 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.31 | 1.45 |
| CKI1 | 323 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.61 | 2.1 |
| CKI2 | 338 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.58 | 2.1 |
| CKI3 | 341 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.57 | 2.1 |
| CKI4 | 340 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.57 | 2.1 |
| DMI1 | 865 | Kaya (B) | Kaya ya da diğer kaya benzeri formasyonlar (A) | 0.21 | 1.2 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|-------------|-----------------|--|--|---|---------------------------------|
| DMI2 | 908 | Kaya (B) | Kaya ya da diğer kaya benzeri formasyonlar (A) | 0.20 | 1.2 |
| GK1 | 636 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.31 | 1.38 |
| GK2 | 712 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.28 | 1.38 |
| GK3 | 748 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.26 | 1.38 |
| GK4 | 722 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.27 | 1.38 |
| GK5 | 684 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.29 | 1.38 |
| GK6 | 605 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.33 | 1.38 |
| GK7 | 670 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.29 | 1.38 |
| GK8 | 711 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.28 | 1.38 |
| GK9 | 638 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.38 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|-------------|-----------------|--|--|---|---------------------------------|
| GK10 | 575 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.34 | 1.38 |
| IME1 | 658 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.29 | 1.4 |
| IME2 | 661 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.29 | 1.4 |
| IME3 | 686 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.28 | 1.4 |
| T1 | 380 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.52 | 1.9 |
| T2 | 390 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.49 | 1.9 |
| UT1 | 636 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.31 | 1.4 |
| UT2 | 656 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.4 |
| UT3 | 658 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.4 |
| UT4 | 652 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.4 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|--|---|---|---------------------------------|
| UT5 | 619 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.32 | 1.4 |
| VK1 | 710 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.28 | 1.36 |
| VK2 | 646 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.30 | 1.36 |
| VK3 | 661 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.29 | 1.36 |
| S1 | 454 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.44 | 2.0 |
| S2 | 358 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.44 | 2.0 |
| S3 | 483 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.44 | 2.0 |
| S4 | 396 | Çok Sıkı/Sert Zemin ya da Yumuşak Kaya (C) | Çok Sıkı Kum Çakıl ya da Sert Killer (B) | 0.44 | 2.0 |
| S5 | 306 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.44 | 2.0 |
| S6 | 294 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.44 | 2.0 |

Tablo 5.2. (Devam) İnceleme alanındaki zeminlerin sismik kırılma ölçümlerine göre elde edilen V_{s30} , zemin sınıfı, zemin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi değerleri

| NOKTALAR | V_{s30} (m/s) | NEHRP'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | TS'YE GÖRE ZEMİN SINIFLAMASI | ZEMİN HAKİM TİTRESİM PERİYODU T_0 (s) | ZEMİN BÜYÜTMESİ (Ak) (Boyutsuz) |
|----------|-----------------|---------------------------------|---|---|---------------------------------|
| S7 | 310 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.44 | 2.0 |
| KA1 | 297 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.23 |
| KA2 | 303 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.20 |
| KA3 | 316 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.15 |
| KA4 | 305 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.20 |
| KA5 | 317 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.15 |
| KY1 | 302 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.21 |
| KY2 | 301 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.21 |
| KY3 | 308 | Sert/Sıkı zemin (D) | Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil (C) | 0.40 | 2.19 |

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Konya ili Selçuklu ilçesi merkezinin bir bölümüne ait zeminlerin özellikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

İnceleme alanının büyük bir kısmı Kuvaterner yaşlı Konya formasyonu (Qeko) üzerinde yer almaktadır. Bununla birlikte inceleme alanının batısında Karahüyük formasyonu (Qyk), doğusunda Yılkır formasyonu (Qey) ve kuzeydoğusunda ise Ulumuhsine formasyonu (Tdu) bulunmaktadır.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 1996 yılında yayınladığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre Konya ili Selçuklu ilçesi yerleşimi 4. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.

Konya Ovası, batıda Konya Fay Zonu (KOFZ), kuzeyde Karaömerler Fayı, doğuda ise Divanlar Fayı ve Göçü Fayı ile sınırlıdır. Çalışma alanına en yakın olan fay zonu ise KOFZ dur. Bu faylar çevre il ve ilçeler için potansiyel açıdan tehdit oluşturmasına rağmen tarihsel dönem içinde yıkıcı depremler nadir olarak görülmüştür. Bu durum, fayların oluşturduğu depremlerin tekrarlanma aralıklarının uzun (yüzyıllar veya binyıllar) olmasından kaynaklanmaktadır. Kandilli Rasathanesi verilerine göre Konya'da oluşan aletsel depremler incelendiğinde 6'dan büyük deprem meydana gelmemiştir.

Çalışma alanında sismik V_p ve V_s hızlarına göre zeminlerin dinamik elastik parametreleri hesaplanarak bu parametrelerden V_{s30} , NEHRP hükümlerine göre zemin sınıfları, TS EN 1998-1 hükümlerine göre zemin sınıfları, zemin hâkim titreşim periyodu, zemin büyütmesi dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemli yazılım kullanılarak haritaları oluşturulup dağılımları incelenmiştir.

V_{s30} hızı kullanılarak elde edilen NEHRP zemin sınıflaması dağılımına göre zeminler incelendiğinde Sille Ak Mahallesi'nin güneybatısında "kaya" birimlerine rastlanmaktadır. Sille Ak Mahallesi'nin kuzeyi, Yazır Mahallesi, Sancak Mahallesi'nin güneyi ve Horozluhan Mahallesi'nin kuzeyinde "çok sıkı sert zemin" ya da "yumuşak kayalara", diğer mahallelerde ise "sert/sıkı zeminlere" rastlandığı görülmektedir.

V_{s30} hızı kullanılarak elde edilen TS EN 1998-1 zemin sınıflaması dağılımına göre zeminler değerlendirildiğinde; çalışma alanında Sille Ak Mahallesinin batısı, Yazır Mahallesinin güneybatısı, Sancak Mahallesinin güneyi ve Horozluhan Mahallesinin kuzeybatısında “kaya” ya da “diğer kaya” benzeri formasyonlara; Sille Ak Mahallesinin orta kesimleri, Sille Parsana Mahallesinin batısı, Horozluhan Mahallesinin kuzeydoğusu, Sancak Mahallesinin batısı ve Yazır Mahallesinin büyük bir çoğunluğunda “çok sıkı kum çakıl” ya da “sert killere”; diğ er mahallelerde ise “sıkı” ya da “orta sıkı kum çakıl” veya “sert killere” rastlanmaktadır.

Zemin hâkim titreşim periyodu ile bina kat sayısı uyumlu olduğu zaman rezonans olayı gerçekleşir ve bina herhangi bir deprem sırasında daha çok hasar alabilir. Bunu önlemek için zeminin hâkim periyodunun önceden bilinmesi halinde olası rezonanstan kaçınmak mümkün olabilecektir. Zeminin hâkim titreşim periyodu değışmeyeceğı için yapılacak yapıların kat sayıları hesaplanan zemin hâkim titreşim periyotlarına göre seçilmeli ve herhangi bir deprem sonucunda rezonansa geçmesinin engellenmesi önerilmektedir.

Zemin hâkim titreşim periyodunda suya doygun ve yumuşak topraklarda büyük değerler, kayalarda ise küçük değerler elde edilir. Çalışma alanında zemin hâkim titreşim periyodu 0.20 s ile 0.61 s arasında dağılım göstermektedir. Çalışma alanının batısı, kuzeyi ve doğusunda bulunan Sille Ak, Yazır ve Sancak Mahallesinin güneyinde zemin hâkim titreşim periyodu değerleri yaklaşık 0.15 s ile 0.35 s arasında değışmektedir. Burada yeni yapılaşmalar yaygın olarak bulunmaktadır ve yüksek katlı binalar (~10-12 katlı) oldukça fazladır. Bu yapılar rezonans bakımından herhangi bir risk taşımamaktadır. Ancak, çalışma alanının orta kısımları ve güneyinde zemin hâkim titreşim periyodu değerleri 0.40 s ile 0.61 s arasında dağılım göstermektedir. Burada yaklaşık 4 ile 6 katlı binalar oldukça fazladır. Buradaki zeminlerin hâkim periyodu, binaların salınım periyodu (~bina kat sayısı/10) ile uyumlu olduğu için rezonans bakımından risk taşımaktadır.

Çalışma alanında zemin büyütmesi değerleri 1.2 ile 2.7 arasında değışmektedir. Zemin büyütmesi değerleri büyük olduğu zaman deprem sırasında daha çok hasar meydana gelebilir. Çalışma alanının güneyinde bulunan Hüsamettin Çelebi, Aydınlıkevler, Sakarya mahalleleri ve Horozluhan Mahallesinin güneyi, zemin büyütmesi açısından

orta tehlikeli (B) zemin sınıfına girerken, diğler yerler ise düşük tehlikeli (A) zemin sınıfında yer almaktadır.

Çalışma kapsamındaki üretilen haritaların tümü değlerlendirildiğinde genel olarak inceleme alanının batısı ve doğusunda katı, sağlam zeminler ve kaya birimleri yer alırken, orta ve güney kesimlerinde ise daha yumuşak ve gevşek zeminler yer almaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında yapılan değlerlendirmeler bölgesel nitelikte olup, parsel bazında yapılacak jeofizik araştırmalarda tez kapsamında incelenen parametrelerin (P ve S dalga hızları, V_{s30} , zemin hâkim titreşim periyodu, zemin büyütmesi vb.) detaylı olarak incelenmesi ve belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Konya Valiliği “İlin Coğrafi Özellikleri” <http://www.konya.gov.tr/il-jandarman-komutanligi-cografik>
2. Bozyiğit, R., Tapur, T., “Konya Ovası ve çevresinde yeraltı sularının obruk oluşumlarına etkisi”, *Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21 s.138-155, 2009.
3. Göçmez, G., İşçioğlu, A., “Konya kapalı havzasında yeraltı suyu değişimleri”, *1. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, Konya s.19-28, 2004.
4. Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A., “Konya-Kadınhanı-İlgin dolayının temel jeolojisi”, *MTA, Rapor No: 9535*, 1990. (Yayınlanmamış).
5. Eren, Y., “Eldeş-Derbent-Tepeköy-Söğütözü (Konya) arasının jeolojisi”, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Konya, 1993.
6. Eren, Y., “Konya Ovası kuzeyinde Bozdağların jeolojisi”, *SÜAF Proje No:92-019*, Konya, 1996. (yayınlanmamış)
7. Eren, Y., “Konya bölgesinin depremsellik özellikleri Haymana-Tuzgölü-Ulukışla basenleri uygulamalı çalışma”, *Niğde Üniversitesi Aksaray Mühendislik Fakültesi, Bildiri özleri*, s.9, 2000.
8. İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü “Resmi İstatistikler”
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KONYA>
9. İnternet: İl Afet ve Acil durum Müdürlüğü “İklim ve Jeolojik Durum”
https://konya.afad.gov.tr/upload/Node/20929/files/2017_tamp_konya.pdf
10. Çiftçi, N., Kutlu, İ., Şahin, M., ve Yılmaz, A. M., “Konya Ovasında su kaynakları kullanımı”, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 17(31), 36-40, 2003.
11. İnternet: Konya Sanayi Odası “Genel Coğrafi Durum”
www.kso.org.tr/konya/tr/genel-cografya-ve-yeryuzu-sekilleri
12. Eren, Y., “Konya’da deprem riski”, *Yer Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 1, s.12-16, 2004.
13. Eren Y., “Konya’nın jeolojisi, Neo-Tektonik yapısı ve depremselliği”, *1. Konya Kent sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 111-120, 2011.
14. Eren, Y., “Konya ve çevresinin Neo-Tektonik özellikleri ve depremselliği”, *Selçuk Üniversitesi, Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu, Bildiriler*, 17-19, 2001.

15. Eren, Y., “Konya bölgesinin depremselliği”, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği*, (Özel sayı), 5, 11, 112. 2003a.
16. Eren, Y., “Yazır fayının (Konya) Neo-Tektonik özellikleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi 20. Yıl Sempozyumu*, Isparta, s. 35-36, 2003b.
17. Eren, Y., “Konya kuzeybatısında Bozdağlar masifinin otokton ve örtü birimlerinin stratigrafisi”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı. Bülteni*, 36, s. 7-23, 1993.
18. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Konya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü “Konya İl Çevre Durum Raporu”
http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/konya_icdr2011.pdf
19. Hakyemez ve çalışma arkadaşları, “Konya-Çumra dolayının Jeolojisi”, *MTA Raporu, No: 9449*, 1992.
20. Göğer, E. ve Kıral, K., “Kızılören dolayının jeolojisi”, *MTA, Rapor No:5204*, Ankara, 1969.
21. Göğer, E. ve Kıral, K., “Kızılören dolayının (Konya’nın batısı) genel stratigrafisi”, *MTA, Rapor No:5204*, Ankara, 1973.
22. Eren, Y., “Konya bölgesinin depremsellik özellikleri, geoteknik incelemelerin deprem ve zemin açısından mühendislikteki önemi”, *Konya Paneli, Bildiriler*, s. 54-65, 2000.
23. Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., “Türkiye’nin sismotektoniği”, *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, 91 s, 1996.
24. İnternet: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı “Deprem Bölgeleri Haritası”
<http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi-28841>
25. İnternet: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü “Deprem Bölgeleri Haritası”
<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Depremler/onemliler/konya.gif>
26. İnternet: Bogaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü “Deprem Tarihçesi” <http://m.koeri.boun.edu.tr/dbs/deprem-tarihcesi.asp>
27. Stone, W. C., Yokel, F. Y., Celebi, M., Hanks, T., Leyendecker, E. V., “Engineering aspects of the September 19, 1985 Mexico Earthquake”, 64, 1987.
28. Midorikawa, S., “Prediction of isoseismal map in the Kanto plain due to hypothetical earthquake”, *Journal of Structural Engineering*, 33, s. 43-48, 1987.

29. Borchardt, R.D., Wentworth, C.M., Janssen, A., Fumal, T., Gibbs, J., "Methodology for Predictive GIS Mapping of Special Study Zones for Strong Ground Shaking in the San Francisco Bay Region", *Proc. 4th Inter. Conf. On Seismic Zonation*, s. 545-552, 1991.
30. Kamacı, Z., "Zemin özelliklerinin saptanmasında P-sv dönüşmüş sismik dalgaların (converted waves) elde edilmesi için yeni bir yöntem", *Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Antalya, 1991.
31. Şimşek, J., "Sismik kırılma verilerini değerlendirme yöntemleri ve bunların Antalya Merkez İlçe Hisarçandır Köyü yapılaşma alanına uygulanması", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 2002.
32. Arı, B., "Sismik kırılma verileri ile Burdur ili merkezi yeraltı yapısının iki boyutlu modellenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 2005.
33. Aloğlu, S., "Zemin etüdü sondaj bulgularının sismik ve yer radarı gibi tekniklerle karşılaştırılması", *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2006.
34. Beliceli, A., "Eskişehir yerleşim yeri zemin büyütme etkisinin makaslama dalga hızına (V_s) bağlı olarak belirlenmesi", *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir, 2006.
35. Karavul, C., Kurnaz, T.F., Kıyak, A., Gölcük İlçesi (İzmit) "Sismik hız ve mikrotremör çalışmalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile hazırlanan haritalar üzerinde incelenmesi", *International Earthquake Symposium*, Kocaeli, 2007.
36. Karaca, Ö., "Fethiye yerleşim alanı zeminlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi ve jeoteknik haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak hazırlanması", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Isparta, 2007.
37. Tüzel, B., "Yüzey dalgasının ters çözümü yöntemiyle İzmir Menemen ilçesi yerleşim alanlarının kayma dalgası (V_{s30}) haritalanması", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Isparta, 2009.
38. Özçep, T., " V_{s30} ve diğer zemin büyütme kestirimlerinin karşılaştırılarak zemin sınıflamalarında güven aralığının araştırılması", *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İstanbul, 2008.

39. Tunçel, A., “Sismik kırılma yöntemi ve mitrotremör ölçümlerinden elde edilen dinamik zemin parametrelerinin karşılaştırılması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 2008.
40. Yayla, F.O., “Antakya kent merkezinde sismik hızlardan hareketle zemin parametrelerinin elde edilmesi”, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Hatay, 2011.
41. Mutlu, S., “Sismik kırılma yöntemi ve mikrotremör ölçümlerinden elde edilen dinamik zemin parametrelerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak haritalanması” *Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir, 2012.
42. Karımı Mazıdı, E., “1999 Düzce depremi sonrası Bolu kent merkezindeki hasar dağılımı ile sismik hızlardan elde edilen zemin sınıflamasının karşılaştırılması”, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2015.
43. Kıyıcı, B., Şimşek, M., Baybörü, R., Aslan, İ. ve Denizci, F., “Konya–Meram (Çayırbağı) manyezit yatakları”, *MTA, Rapor No: 31307*, 1974.
44. Tekdere, M., “Karatay (Konya) ilçesi imar planı için jeolojik/jeoteknik çalışma”, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya, 2008.
45. Özcan, A., “Selçuklu (Konya) civarındaki zeminlerin jeoteknik değerlendirilmesi”, *Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Aksaray, 2012.
46. Franke, R., Nielson, G., “Smooth interpolation of large sets of scattered data”, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 15, s. 1691-1704, 1980.
47. Taylan, E.D., Damçayırı, D., “Isparta bölgesi yağış değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile tahmini”, 7551-7559, 2016.
48. Doğan, H.M., Yılmaz, D.S., Kılıç, O.M., “Orta Kelkit Havzasının bazı toprak özelliklerinin Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile haritalanması ve yorumlanması”, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, Tokat, 2013.
49. Aydın, O., Çiçek İ., “Ege bölgesinde yağışın mekânsal dağılımı”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(2), s. 101-120, 2013.
50. Çaylak, Ç. ve Coşkun, S., “Çok kanallı yüzey dalgası analizi kullanılarak yüzeye yakın yapıların araştırılması”, *Yerbilimleri Dergisi*, 29(2), s.65-75, 2008.

51. Akın M., Akın, M., Akkaya, İ., Özvan, A., Övün, U., “Kayma dalgası hızı (V_s) kullanılarak Erciş (Van) yerleşim alanının sıvılaşma potansiyelinin Değerlendirilmesi”, *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), s. 55-68, 2017.
52. Kurtuluş, C., “Sismik arama teori ve uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 55*, İstanbul, 2002.
53. İnternet: U.S. Geological Survey “Seismic reflection or refraction line” <https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=seismic%20reflection%20or%20refraction%20line>
54. Yücesoy, E. E. “İzmit Körfezi çok kanallı sismik yansıma verilerinin değerlendirilmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2006.
55. Glinsky Michael ve çalışma arkadaşları, “Reflected seismic color pulse defines lithology with 10 Hz seismic”, *Offshore*, 63(4), 2003.
56. İnternet: İstanbul Büyükşehir Belediyesi “Deprem Dalgaları” <http://ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/DepremSite/Pages/DepremDalgaları.aspx>
57. Ercan, A., “Yer mühendislik özelliklerinin jeofizik ölçümler, jeolojik ve jeoteknik deneylerle belirlenmesi”, *İller Bankası, Jeoteknik Semineri*, 2000.
58. Bilgin, N., “İnşaat ve maden mühendisleri için uygulamalı kazı mekaniği”, *Birsen Yayınevi*, 1989.
59. Church, H.K. Excavation Handbook, *McGraw-Hill*, USA, 1981.
60. Özaydın, K., “Zemin dinamiği, deprem mühendisliği”, *Türk Milli Komitesi Yayınları* İstanbul, 1982.
61. Gardner, G.H.F., Gardner, L.W., Gregory, A.R., “Formation velocity and density the diagnostic basics for stractigraphic traps”, *Geophysics*, 39, s.770–780, 1974
62. Dursun, E., Ünver, S., Acar, H.H., “Orman yolu güzergahlarının sismik zemin etüdü metodu ile belirlenmesi üzerine bir çalışma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 2012.
63. Keçeli, A. “Sismik yöntemlerle müsaade edilebilir dinamik zemin taşıma ve oturmasının saptanması”, *Jeofizik Dergisi*, 4, 9, s.55–91, 1990.
64. Kanai, K. “Engineering Seismology”, *University of Tokyo*, Japonya, 1983.

65. Uyanık, O., “Deprem ağır hasar alanlarının önceden belirlenmesi ve şehir planlaması için makro ve mikro bölgelendirmelerin önemi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 2015.
66. Aytun, A., “Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların doğa salınım periyodlarının yerin baskın periyodundan uzak kılınması”, *Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası*, Ankara, 2001.
67. Ansal, A., Laue, J., Buchheister, J., Erdik, M., Springman, S.M., Studer, J., Köksal, D., “Site characterization and site amplification for A seismic microzonation study in Turkey”, *11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering and 3rd Earthquake Geotechnical Engineering*, San Francisco, 2004.
68. Yalçınkaya, E., “Zemin büyütmesi neden bu kadar önemli”, *Jeofizik Bülteni*, Sayı: 63, s. 77-80, 2010.
69. Lav, A., “İstanbul ve Erzincan şehirlerinde zemin büyütme etkilerine göre mikrobölgeleme”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi*, 1994.
70. Hazer, G., “Jeotennik parametrelerin hâkim titreşim periyodu ve zemin büyütme katsayısına etkisi”, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli, 2013.
71. Borchardt, R.D., Gibbs, J.F., “Effects of local geological conditions in the San Francisco Bay region on ground motions and the intensities of the 1906 earthquake”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 66, s.467-500, 1976.
72. Shoji, Y., Tani, K., Kamiyama, M., “A study on the duration and amplitude characteristics of earthquake ground motions”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 25, s.505-512, 2005.
73. Kamalian, M., Jafari, M.K., Ghayamghamian, M.R., Shafiee, A., Hamzehloo, H., Haghshenas, E., Sohrabi-bidar, A., “Site effect microzonation of Qom”, *Engineering Geology*, Iran, 97, s.63-79, 2008.
74. Todd, D., Harris J.R., “De facto microzonation through The Use of soils factors in design triggers”, *5.th International Conference on Seismic Zonation, Nice, France* 1995.
75. Yağcı, B., “Mikrobölgelemede ampirik bir yaklaşım; sismik yönetmelikler”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı 441, 2006.

76. Borchardt, R.D., “Estimates of Site dependent response Spectra for Design Methodology and Justification”, *Earthquake Spectra*, 11, s.17, 1994.
77. Building seismic safety council, “NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) Recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures”, *2000 Edition, Part 1: Provisions (FEMA 368)*, Ch. 4, BSSC Washington, D.C., 2001.
78. Halaç, B., “Deprem yönetmeliklerindeki zemin sınıflandırma kriterlerinin zemin büyütme açısından incelenmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi*, İstanbul, 2016.
79. TS EN 1998-1 Standartı, Eurocode 8, “Depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesi”, *Bölüm 1: Genel kurallar, Sismik etkiler ve binalar için kurallar*.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: İzzet ERDEM

Doğum yeri Sarayönü/KONYA

Doğum tarihi: 01.08.1986

E-Posta: izzeterdem@yahoo.com

Medeni Hali: Bekar

Yabancı dili: İngilizce

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek lisans (2012-2017): Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Asteğmen (2010-2011): Jandarma Komando Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı Foça/İZMİR

Lisans (2005-2010): Cumhuriyet Üniversitesi (Sivas) Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü