



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**HATIP YÖRESİNİN (KONYA) ÇOK KANALLI
YÜZEY DALGA ANALİZ YÖNTEMİ İLE
HARİTALANMASI**

OĞUZ KAĞAN KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

MAYIS 2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Oğuz Kağan KILIÇ tarafından hazırlanan ‘‘Hatıp Yöresinin (Konya) Çok Kanallı Yüzey Dalga Analiz Yöntemi İle Haritalanması’’ adlı tez çalışması 26/04/2023 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Cengiz OKUYUCU

.....

Danışman

Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Didem YASİN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Oğuz Kağan KILIÇ

Tarih: 26/05/2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATIP YÖRESİNİN (KONYA) ÇOK KANALLI YÜZEY DALGA ANALİZ YÖNTEMİ İLE HARİTALANMASI

Oğuz Kağan KILIÇ

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT

2023, 38 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT
Prof. Dr. Cengiz OKUYUCU
Dr. Öğr. Üyesi Didem YASİN

Bu tez çalışmasında jeofizikte sismik yöntemlerden biri olan Yüzeysel Dalgası Analizi Yöntemi (MASW) kullanılmıştır. Araştırma yeri olarak Konya İli Meram İlçesi Hatıp Mahallesi seçilmiştir. Ölçümler aktif kaynak olarak 8 kg balyoz kullanılarak kayalardan geçen S dalga hızları ölçülmüştür. Ölçülen bu S dalga hızlarının dağılımı ile Hatıp yöresine ait V_{S30} haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma alanına eşit dağılacak şekilde ölçümler alınmıştır. V_{S30} hızlarının sayısal haritada 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında değişmesiyle farklı jeolojik birimlerin sınırlarının belirginleştiği görülmüştür. MTA M28 paftası jeoloji haritasında bulunan jeolojik birimlerin uzanım miktarları sismik hız değişimlerinden yararlanılarak oluşturulan haritada görülmüştür. Bu hızların sadece bu birimlere ait sınırlar olmayacağı bilinmekle beraber hazırlanan jeoloji haritalarının jeolojik birimlerinin sınırlarının belirlenmesine katkı sunmaktadır.

V_{S30} hızlarından oluşturulmuş zemin sınıflaması haritalarında TDBY zemin sınıflama tablosunda hızlar 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında kalmaktadır. Hatıp yöresinde ağırlıklı olarak ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) ve ZD (Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları) zemin sınıfları ölçülmüştür. Küçük bir alanda ZB (Az ayrışmış, orta sağlam kayalar) sınıfı zemin grubu tespit edilmiştir. ZA (Sağlam, sert kayalar), ZE ve ZF zemin grupları V_{S30} hızları 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında kaldığı için gözlenmemiştir.

MASW ölçümleri ile elde edilen V_{S30} değerleri sonucunda zayıf hareket için 0,918032787 ile 2,292075966 değerleri, kuvvetli hareket için 0,786885246 ile 1,964636542 arasında Borcherdt. vd., (1991) araştırmasına göre zemin büyütmesi değerleri ölçülmüştür. Ayrıca yapılacak olan yapıların da bu büyütme değerlerine göre yapılması gereklidir.

Hatıp yöresine ait olan jeoloji haritası ile V_{S30} haritası arasında korelasyon gerçekleştirilmiştir. Korelasyon sonucunda var olan jeoloji haritasındaki birimlerin sınırlarının farklılığı gözlenmiştir. Jeofizik yöntem yardımcı bir yöntem olarak jeoloji haritalarının elde edilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Harita, Hız, MASW, Sismik, Jeofizik

ABSTRACT

MS THESIS

MAPPING OF THE HATIP REGION (KONYA) BY MULTI-CHANNEL SURFACE WAVE ANALYSIS METHOD

Oğuz Kağan KILIÇ

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geological Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT

2023, 38 Pages

Jury

**Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT
Prof. Dr. Cengiz OKUYUCU
Dr. Öğr. Üyesi Didem YASİN**

In this thesis, Surface Wave Analysis Method (MASW), which is one of the seismic methods in geophysics, was used. Hatip District of Meram District of Konya Province was chosen as the research location. Measurements The velocity of S waves passing through the rocks were measured using an 8 kg sledgehammer as an active source. With the distribution of these measured S wave velocities, V_{S30} maps of the Hatip region were created.

Measurements were taken to be evenly distributed over the study area. It was observed that the boundaries of different geological units became clear with the V_{S30} velocities varying between 305,4 m/s and 762,5 m/s on the digital map. The extents of the geological units in the geological map of the MTA M28 sheet were seen on the map created by utilizing the seismic velocity changes. Although it is known that these velocities will not be the limits of only these units, the prepared geological maps contribute to the determination of the boundaries of the geological units.

In the soil classification maps created from V_{S30} velocities, the speeds in the TDBY soil classification table are between 305,4 m/s and 762,5 m/s. In Hatip region, mainly ZC (Very tight sand, gravel and hard clay layers or weathered, very cracked weak rocks) and ZD (Medium compact - compact sand, gravel or very solid clay layers) soil classes were measured. In a small area, ZB (Less weathered, moderately strong rocks) class soil group was detected. ZA (Solid, hard rocks), ZE and ZF soil groups were not observed as V_{S30} velocities were between 305,4 m/sec and 762,5 m/sec.

As a result of the V_{S30} values obtained by MASW measurements, the values between 0,918032787 and 2,292075966 for weak motion, and between 0,786885246 and 1,964636542 for strong motion were found to be Borchardt. According to the study of et al., (1991), ground amplification values were measured. In addition, the structures to be built must be built according to these magnification values.

A correlation was made between the geological map of the Hatip region and the V_{S30} map. As a result of the correlation, the differences in the boundaries of the units in the existing geological map were observed. The geophysical method can be used as an auxiliary method in obtaining geological maps.

Keywords: Map, Velocity, MASW, Seismic, Geophysics

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Hatıp yöresinde jeofizikte sismik yöntemlerden biri olan Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası (MASW) yöntemi ile ölçümler alınarak Hatıp yöresinin V_{s30} haritası elde edilmiş ve jeoloji haritası ile uyumu incelenip zemin sınıfı ve yapılaşma özellikleri araştırılmıştır.

Bu tez çalışmamda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve her zaman yolumu aydınlatan danışman hocam Prof. Dr. Ali Rıza SÖĞÜT hocama, çalışmamın her bir anında beni destekleyen Prof. Dr. Cengiz OKUYUCU hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli vaktini bana ayıran ve her konuda desteğini sürdüren Dr. Melikan AKBAŞ hocama minnetlerimi sunarım.

Ayrıca her zaman desteklerini esirgemeyen Konya Zemin Laboratuvarı ailesine sonsuz minnetlerimi bir borç bilirim.

Bu çalışmamda ve hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Oğuz Kağan KILIÇ
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. ÇALIŞMA ALANI	5
4. JEOLJİ	9
4.1. Stratigrafi	9
4.1.1. Hatip Ofiyolitli Karığı (Kh).....	9
4.1.2. Çayırbağı Ofiyoliti (Kç).....	9
4.1.3. Ulumuhsine formasyonu (Nu)	10
4.1.4. Topraklı Formasyonu (Nt)	10
4.1.5. Alüvyon (Qal)	10
5. MATERYAL VE YÖNTEM	13
5.1. Yüzey Dalgası Yöntemleri.....	13
5.1.1. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi Yöntemi (MASW).....	14
5.2. Hesaplanan Parametreler	15
5.2.1. Kesme Dalga Hızlarının (V_{s30}) Hesaplanması	15
5.2.2. Zemin Büyütmesi.....	18
6. VERİ İŞLEM AŞAMASI	19
6.1. Çalışma Alanında Elde Edilen Değerler	21
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	28
7.1. Zemin Büyütmesi Haritalarının Karşılaştırılması	32
KAYNAKLAR	36

Şekiller Dizini

Şekil 1 Çalışma alanı yer bulduru haritasıdır (sarı noktalar profil noktalarıdır).....	6
Şekil 2 MASW arazi ekipmanı	7
Şekil 3 Arazide sismik ölçüm çalışmasından fotoğraflar	8
Şekil 4 Hatıp civarının jeoloji haritası (Ünal, 2011'den değiştirilerek alınmıştır)	11
Şekil 5 İnceleme alanının stratigrafik dikme kesiti (Ünal, 2011'den değiştirilerek alınmıştır).....	12
Şekil 6 Yüzey Dalgası Yöntemleri	14
Şekil 7 MASW ile arazide veri toplama düzeneği (http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/mikrobolgeleme/MikrobolgelemeDokuman.htm).....	15
Şekil 8 Sismik ölçülerden elde edilen arazi kaydı	19
Şekil 9 Frekans ortamındaki dispersiyon analizi	20
Şekil 10 Ters çözüm aşaması.....	20
Şekil 11 Veri işlem aşaması sonunda elde edilen derinlik - hız kesiti.....	21
Şekil 12 Çalışma alanı jeolojik durumunu gösterir harita (MTA Konya-M28 paftası haritasından uyarlanmıştır)	28
Şekil 13 Çalışma alanında elde edilen değerler sonrasında oluşturulan V_{S30} haritası	28
Şekil 14 MTA genel müdürlüğü haritası ile V_{S30} haritasının karşılaştırılması sonucunda oluşturulan harita (http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx).....	29
Şekil 15 V_{S30} değerlerinin dağılım haritası.....	30
Şekil 16 NEHRP (2001) sınıflama haritası.....	30
Şekil 17 Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması dağılımı haritası.....	31
Şekil 18 Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) zemin sınıflama ile Hatıp bölgesinin sonuçlarının eşleştirilme haritası	31
Şekil 19 Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=600/V_{S30}$ (Kuvvetli hareket için) zemin büyütmesi haritası	33
Şekil 20 MTA Genel Müdürlüğü haritasından düzenlenen Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=600/V_{S30}$ (Kuvvetli hareket için) zemin büyütmesi haritası	33
Şekil 21 Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=700/V_{S30}$ (zayıf hareket için) zemin büyütmesi haritası	34
Şekil 22 MTA Genel Müdürlüğü haritasından düzenlenen Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=700/V_{S30}$ (zayıf hareket için) zemin büyütmesi haritası	34

Tablo Listesi

Tablo 1 Bazı kayaç ve minerallerin fiziksel özellikleri (Milsom 2011).....	2
Tablo 2 Çalışma alanı köşe koordinatları	7
Tablo 3 NEHRP (2001) zemin sınıflaması	16
Tablo 4 Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması.....	16
Tablo 5 Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) göre zemin sınıflaması	17
Tablo 6 (V_{S30}) ve göreceli büyütme faktörü (A, AHSA) aralarında ki ilişkiler (ISSFM, 1993'den değiştirilmiştir).	18
Tablo 7 Elde edilen V_{S30} hızları ve koordinatları	22
Tablo 8 Arazi verilerinin NEHRP (2001) zemin sınıflamasına göre dağılımı	23
Tablo 9 Arazi verilerinin Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması dağılımı	24
Tablo 10 Arazi verilerinin Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) göre zemin sınıflaması dağılımı.....	25
Tablo 11 Arazide elde edilen kesme hızlarının Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi zayıf hareket için.....	26
Tablo 12 Arazide elde edilen kesme hızlarının Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi kuvvetli hareket için.....	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: S/R yönteminden elde edilen zemin büyütmesi
AMASW	: MASW yönteminden elde edilen zemin büyütmesi (Midorikawa, 1987)
AHSAMASW	: MASW yönteminden elde edilen zemin büyütmesi (Borcherdt vd., 1991)
AEllip,	: RWE yönteminden elde edilen zemin büyütmesi (Midorikawa, 1987)
AHSAEllip	: RWE yönteminden elde edilen zemin büyütmesi (Borcherdt vd., 1991)
Hz	: Hertz
VS	: S-dalgası hızı (kesme dalgası hızı)
V _{S30}	: MASW yönteminden elde edilen ilk 30 metreye ait ortalama S-dalgası hızı
m	: Metre
MASW	: Yüzey dalgalarının çok kanallı analizi (YDÇKA)
NEHRP	: National Earthquake Hazards Reduction Program
sn	: Saniye
SASW	: Yüzey dalgalarının spektral analizi
TDBY	: Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği
v	: Hız

1. GİRİŞ

Elektronik cihazların gelişimi ile birlikte jeofizik bilimi de gelişmiş ve gelişmeye devam etmektedir. Fizik prensipleri ve tekniklerini yeryüzü üzerinde kullanılırken fiziksel farklılıklar tespit edilecek şekilde yapılan çalışmalar jeolojiye büyük katkı sağlamaktadır. Jeofizik yerkürenin doğal yapısını incelerken yapay ve doğal kaynaklar kullanarak anomalileri takip ederek analizler yapar. Formasyonlar için fiziksel katkılar sunmakla beraber farklı jeofizik ölçümleri ile formasyonların fiziksel özellikleri belirlendikten sonra jeolojik tanımlama yapılamayabilir.

Özellikle yapılaşmaya açılan formasyonlar ve bu zeminlerin dinamik özellikleri belirlenirken kolay ve ucuz bir yöntem olarak sismik yöntem kendini göstermektedir. Özellikle zeminlerin deprem durumunda nasıl tepki vereceğini belirlemek için S dalgasının hız verisinden yararlanılır. Buradaki hız verisinin elde edilmesiyle mühendislik problemlerin çözümüne katkı sağlanır.

Bu tez çalışmasında, Hatıp Mahallesi Çok Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi (MASW) kullanılarak veriler toplanmıştır. (SeisImager 1D Pickwin/Surface Wave Analysis) programı ile veri işlem aşaması gerçekleştirilip modelleme yapılarak S dalgası hızları elde edilerek haritalanmıştır. Bölgeye ait jeoloji haritası ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın kendisine daha net vakıf olunması için bölgenin jeoloji bilgisi sunulmuş, S dalga hızlarının bölgenin çalışma alanında ki jeolojik ve stratigrafik yapısına katkı sunmaktır.

Formasyona ait elde edilen bir fiziksel özellik (S dalga hızı, özdirenç) sadece o formasyona ait olduğu düşünülmemelidir. Örneğin özdirenç değerlerini ele alacak olursak bir kayaç için 700 ohm-m ölçtüğümüzü varsaydığımızda bu özdirenç değerine karşılık gelen kireçtaşı, granit, gabro veya birden fazla kayaç türü olduğunu görmemiz mümkün (Tablo 1).

Tablo 1 Bazı kayaç ve minerallerin fiziksel özellikleri (Milsom 2011)

Malzeme	Yoğunluk Mgm ³	Duyarlılık SI x 10 ⁶	Özdirenç Ohm-m	İletkenlik mSm ⁻¹
Hava	0	0	8	0
Buz	0.9	-9	100000-8	0-0.01
Tatlı Su	1	0	1000000	0.001
Deniz Suyu	1.03	0	0.2	5000
Örtü Toprak	1.2-1.8	0.1-10	50-100	10,0-20,0
Kömür	1.2-1.5	0-1000	500-2000	2-0.5
Kuru Kum	1.4-1.65	30-1000	1000-5000	1-0.02
Yaş Kum	1.95-2.05	30-1000	500-5000	0.2-2
Çakıl	1.5-1.8	20-5000	100-1000	1,0-10,0
Kil	1.5-2.2	10-500	1-100	10-1000
Çatlaklı Kaya	1.8-2.2	10-10000	100-1000	1,0-10,0
Tuz	2.1-2.4	-10	10-1000000	0.01-1
Şeyl	2.1-2.7	0-500	10-1000	1-100
Silttaşı	2.1-2.6	10-1000	10-10000	0.1-100
Kumtaşı	2.15-2.65	20-3000	200-8000	0.125-5
Tebeşir	1.9-2.1	0-1000	50-200	5,0-20,0
Kireçtaşı	2.6-2.7	10-1000	500-10000	0.1-2
Arduvaz	2.6-2.8	0-2000	500-500000	0.002-2
Grafit	2.5-2.7	10-1000	10-500	2-100
Kuvarsit	2.6-2.7	-15	500-800000	0.00125-2
Gnays	2.6-2.9	0-3000	100-1000000	0.001-10
Yeşim Taşı	2.7-3.1	500-10000	500-200000	0.005-2
Serpantin	2.5-2.6	2000-100000	10-10000	0.1-100
Granulit	2.7-2.9	100-5000	500-1000000	0.001-2
Granit	2.5-2.7	20-5000	200-1000000	0.001-5
Riyolit	2.5-2.7	100-5000	1000-1000000	0.001-1
Bazalt	2.7-3.1	500-100000	200-100000	0.01-5
Dolerit	2.8-3.1	500-100000	100-100000	0.01-10
Gabro	2.7-3.3	100-10000	1000-1000000	0.001-1
Peridotit	3.1-3.4	10-10000	100-100000	0.01-10
Pirit	4.9-5.0	100-5000	0.01-100	10-1000000
Pirotit	4.4-4.7	1000-50000	0.001-0.01	1000000-10000000
Sfalerit	3.8-4.2	10-100	1000-1000000	0.001-1
Galen	7.3-7.7	10-500	0.001-100	10-10000000
Kalkopirit	4.1-4.3	100-5000	0.005-0.1	10000-200000
Kromit	4.5-4.7	750-50000	0.1-1000	1-10000
Hematit	5.0-5.1	100-1000	0.01-1000000	0.001-100000
Manyetit	5.1-5.3	10000-10000000	0.01-1000	0.001-1
Kasiterit	7.0-7.2	10-500	0.001-10000	0.1-10000000

Bu farklılıklardan dolayı tek bir jeofizik yöntemle elde ettiğimiz verilerin hangi jeolojik birime ait olduğunu jeoloji haritalarına ve stratigrafik kesite sahip olmadan bilmemiz mümkün değildir. Bölgenin jeoloji ve stratigrafi bilgisine sahip olduğunda jeofizik ölçümler jeolojiye ve stratigrafiye katkı sunmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanını da içerisine bölge çok sayıda araştırmacı tarafından jeolojinin farklı disiplinlerine yönelik olarak çalışılmıştır. Bu bölümde özellikle çalışma alanı ve yakın civarını içeren bölgede yapılmış olan bazı jeolojik çalışmalar ile uygulanan jeofizik yöntemlere ait çalışmalara kısaca değinilecektir.

İnceleme alanında gözlenen en yaşlı birim Hatip Ofiyolitli Karışığı olup ilk defa Göğer ve Kıral (1973) tarafından melanj niteliği gösteren bu çökeller “Hatip formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Bölgenin jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde önemli katkılar içeren Özcan ve diğ. (1990) çalışmasında aynı birim Hatip Ofiyolitli Karışığı olarak adlandırılmıştır. Koçyiğit (1976), Karaman ve Ermenek arasında yer alan ofiyolitli karışığın yerleşme yaşının geç Maastrichtiyen olması gerektiğini belirtirken Özcan ve diğ. (1988) ise karışığın yerleşme yaşının Maastrichtiyen-erken Paleosen olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Hatip Ofiyolitli Karışığı üzerine tektonik dokanakla gelen Çayırbağı Ofiyoliti ilk kez Göğer ve Kıral (1969) tarafından Hatip formasyonu olarak tanımladıkları birim içerisinde yer alan Serpantinleşmiş Peridotit ve Dunit Blokları olarak tanımlamışlardır. Özcan ve diğ. (1988) ise Konya yöresindeki yapmış oldukları çalışmada yöredeki diğer birimler üzerine tektonik dokanakla gelen ofiyolitik kayalar “Çayırbağı Peridotit Napı” olarak adlandırmışlardır. Aynı çökeller Eren (1993) tarafından sadece peridotitlerden oluşmadığı gerekçesi ile bu birimi “Çayırbağı Ofiyoliti” olarak adlandırmışlardır. Özcan ve diğ. (1990) bu birimin yerleşme yaşının Maastrichtiyen-erken Paleosen olması gerektiğini belirtmişlerdir. Çayırbağı Ofiyoliti üzerine uyumsuzlukla gelen ilk çökeller ağırlıklı olarak gölsel kireçtaşları olup bu çökeller Wiesner (1968) tarafından “Neojen Çökeller” kapsamında incelenirken Eren (1993) tarafından ise “Ulumuhsine formasyonu” olarak adlandırılmıştır.

Sismik dalga türlerinden olan yüzey dalgası yönteminin gelişimi ve mühendislik çalışmalarındaki uygulanışı, Socco ve Strobbia (2004) tarafından özetlenmiştir. Bu dalağa yöntemi jeofizik anabilim dallarından olan sismolojide yıllardan beri, yerin üst kabuk kısmı ve mantonun yapısının araştırılmasında ve yapı-yeri incelemelerinde makaslama dalgası hızlarının saptanması gibi sığ amaçlar için kullanımı Spectral Analysis of Surface Waves (SASW) yönteminin geliştirilmesi ile başlamıştır (Nazarian ve Stokoe, 1984; Gucunski ve Woods, 1991;).

Aktif kaynaklı yüzey dalgası çalışmalarına örnek olarak, sismolojideki iki istasyon yönteminin, mühendislik amaçlı kullanıma uyarlanmış hali olan yüzey 4

dalgalarının spektral analizi yöntemi verilebilir (Bergstrom, 1999; Svensson vd., 1999). Yüzeysel dalgalarının spektral analiz yöntemi ile aynı doğrultuda bulunan kaynak ve iki jeofondan oluşan kaynak-alıcı dizilimi ile iki jeofon arasında kalan alanın hız derinlik profili çıkarılabilmektedir. Bir profil boyunca yerleştirilen alıcılar, yüzeysel dalgalarının çok kanallı analizi, MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ile daha ayrıntılı ve yüzeysel dalgalarının yüksek modları ile de analiz yapılabilmektedir (Park vd., 1998a, b:).

Trabzon ili Arsin ilçesinde Akın ve Sayıl (2016), pasif ve aktif yüzeysel dalgası yöntemlerini kullanarak mikrobölgeleme çalışması yapmıştır. Ayrıca bu ilçenin kesme dalgası hız yapısını deniz dolgusu alanını da içeren bir bölümünde ortaya koymuştur.

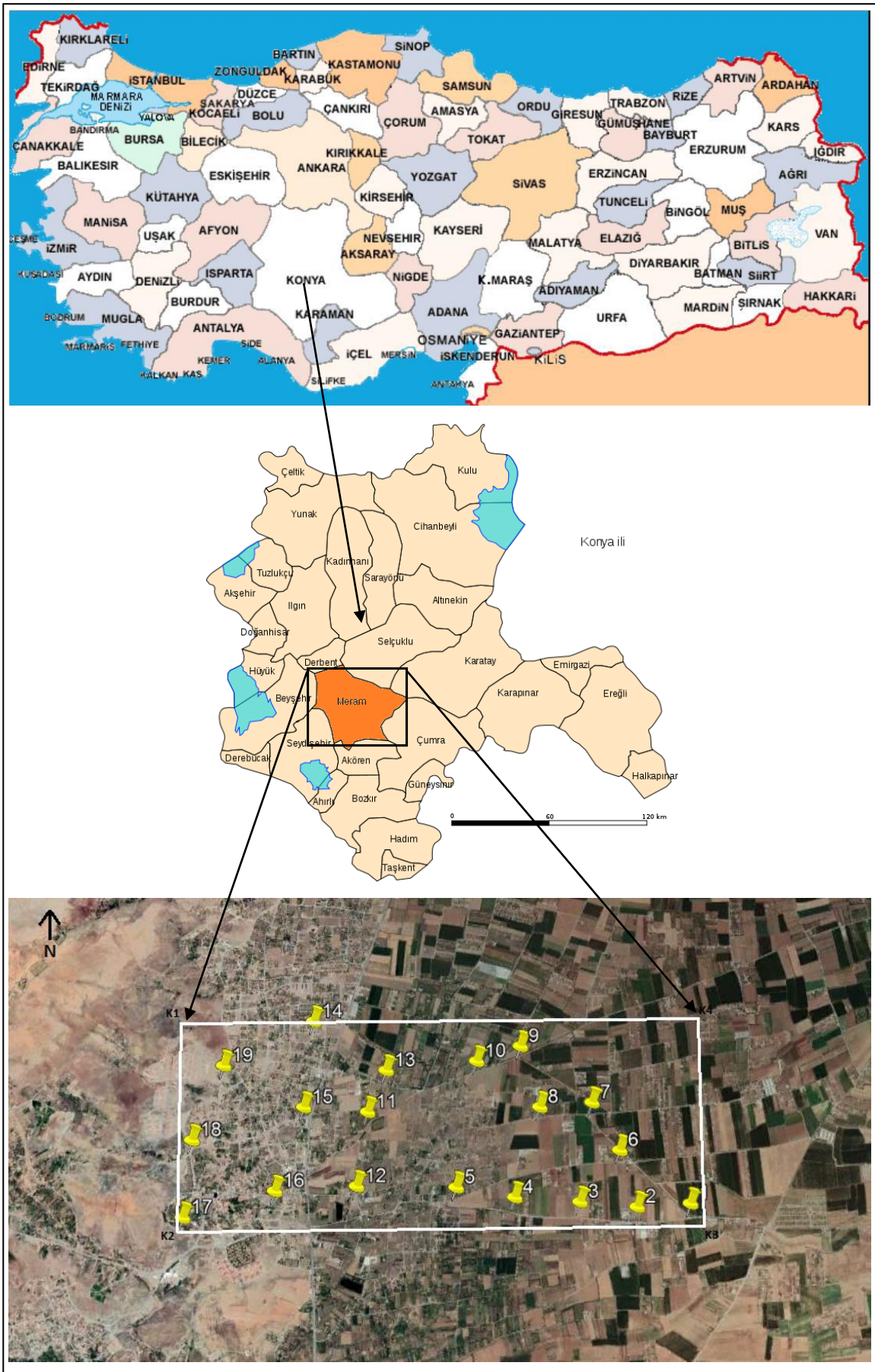


3. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma sahasına ait veriler, Konya ili Meram ilçesine bağlı Hatıp mahallesi sınırları içerisinde toplanmıştır. Çalışma toplamda 19 profilden oluşmaktadır.

Araştırma alanımız Konya'nın 12 km güneybatısındadır. 1/100.000 ölçekli Konya M28 paftasında bulunmaktadır. Doğudan batıya doğru 4 km, kuzeyden güneye doğru 1.5 km olmak üzere yaklaşık 6 km²'lik bir alan çalışılmıştır (Şekil 1). Çalışma Alanı Konya-Akören yolu üzerindedir.

Hatıp yöresinde karasal iklim hâkimdir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve kar yağışlıdır. Bu yörede yıllık yağış miktarı ortalama 331,8 mm'dir. (Konya Meteoroloji İstasyonu). Düzlük ve dağlık alanlar bulunmaktadır. Düzlük alanlarda genellikle tahıl üretimi baskındır ve daha kurak, otsudur.



Şekil 1 Çalışma alanı yer bulduru haritasıdır (sarı noktalar profil noktalarıdır).

Bu tez çalışması MASW ölçümleri ile birlikte V_{s30} hedef alınarak zeminin araştırılmasıdır. Tablo 2’de çalışma alanı köşe koordinatları vardır.

Tablo 2 Çalışma alanı köşe koordinatları

Köşe No	Koordinatlar (WGS84)	
K1	447396.493	4183124.447
K2	447396.493	4181330.848
K3	451702.677	4181330.848
K4	451702.677	4183124.447



Şekil 2 MASW arazi ekipmanı

Jeofon frekansı MASW yöntemi için araştırmacılardan kabul görülen 4.5 Hz’lik (P) jeofonu (Şekil 2) tercih edilmiştir (Miller vd., 1999; Kanlı vd., 2006; Kanbur vd., 2011).



Şekil 3 Arazide sismik ölçüm çalışmasından fotoğraflar

4. JEOLJİ

4.1. Stratigrafi

Çalışma alanındaki en yaşlı birim Geç Kretase yaşlı farklı bileşim ve kökeni işaret eden melanj niteliğindeki Hatip Ofiyolitli Karığı yer almaktadır. Bu karışık içerisinde çalışma alanında gözlenirse de haritalanabilir ölçeklerde de olan olistolitler mevcuttur. Çayırbağı Ofiyoliti tektonik olarak Hatip Ofiyolitli Karığı üzerine gelirken yöredeki tüm birimleri uyumsuzlukla üzerleyen geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı Ulumuhsine formasyonu gelmektedir. Yöredeki en genç çökelleri ise tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örten Pliyosen yaşlı Topraklık formasyonu ile Kuvaterner yaşlı Alüvyon oluşturmaktadır (Şekil 3, 4).

4.1.1. Hatip Ofiyolitli Karığı (Kh)

İlk defa Göğer ve Kıral (1973) tarafından Hatip formasyonu adı altında tanımlanan bu birim Özcan ve diğ. (1990) tarafından “Hatip ofiyolitli karışığı” olarak adlandırılmış, bu çalışmada da bu adlama kullanılmıştır. Birim yer yer düzenli kayalardan, yer yer de neritik ve pelajik kireçtaşı, şist, radyolarit, volkanik ve ultramafik kayaç bloklarından oluşmaktadır. Birimin matriksi yeşil ve mor renkli serpantinit, kumtaşı, silttaşı ve volkanik bileşenlerinden oluşmaktadır. Hatip Ofiyolitli Karışığı çalışma alanında haritalanabilir ölçekte olmayan ancak başka alanlarda yaygın olarak farklı bileşim ve kökene ait olistolitler mevcuttur (Şekil 3, 4). Hatip ofiyolitli karışığı yörede Gödene, Karadiğinderesi ve Çayırbağı köyleri çevresinde yaygın yüzeylemelere sahiptir. Birimin yaşı Koçyiğit (1976) tarafından geç Maastrichtiyen olarak belirtilirken Özcan ve diğ. (1990) tarafından ise Maastrichtiyen-erken Paleosen olması gerektiği belirtilmiştir. Birim içerisinde Triyas-Jura yaşlı Lorasdağı ve Midostepe formasyonlarına ait blokların bulunması sebebiyle yerleşim yaşının Geç Kretase olması gerektiği düşünülmektedir. Bu birim için oluşumu ortamı Özcan ve diğ. (1990) tarafından sırasındaki okyanus içi dalma-batma zonu olarak belirlenmiştir.

4.1.2. Çayırbağı Ofiyoliti (Kç)

Yeşil ve kahve renklere serpantinleşmiş piroksenit, gabro ve peridotitlerden oluşan birim ilk olarak Göğer ve Kıral (1973) tarafından “Serpantinleşmiş Peridotit ve Dunit Blokları” ismi ile adlandırılmıştır. Daha sonra aynı istif “Çayırbağı Peridotit Napı” olarak Özcan ve diğ. (1988) tarafından adlandırmışlardır. Eren (1993) Konya kuzeybatısında yapmış olduğu çalışmada bu birimi “Çayırbağı Ofiyoliti” olarak adlandırmıştır. Bu çalışma kapsamında da “Çayırbağı Ofiyoliti” adı benimsenmiştir. Birim başlıca gabro, diyabaz, serpantinit, peridotit ve piroksenitlerden oluşmaktadır.

Çayırbağı ofiyoliti Hatip ofiyolitli karışığı üzerine tektonik olarak gelirken gölssel kireçtaşlarından oluşan Ulumuhsine formasyonu tarafından ise uyumsuzlukla üzerlenir (Şekil 3, 4). Çayırbağı Ofiyolitinin yerleşim yaşı Özcan ve diğ. (1990) tarafından geç Maestrihtiyen – erken Paleosen olarak önerilmiştir. Göğer ve Kırıl (1973) Çayırbağı Ofiyolitinin yaşını Geç Kretase olarak belirtmişlerdir. Bu tez çalışması kapsamında da istifin yaşı Geç Kretase olarak kabul edilmiştir.

4.1.3. Ulumuhsine formasyonu (Nu)

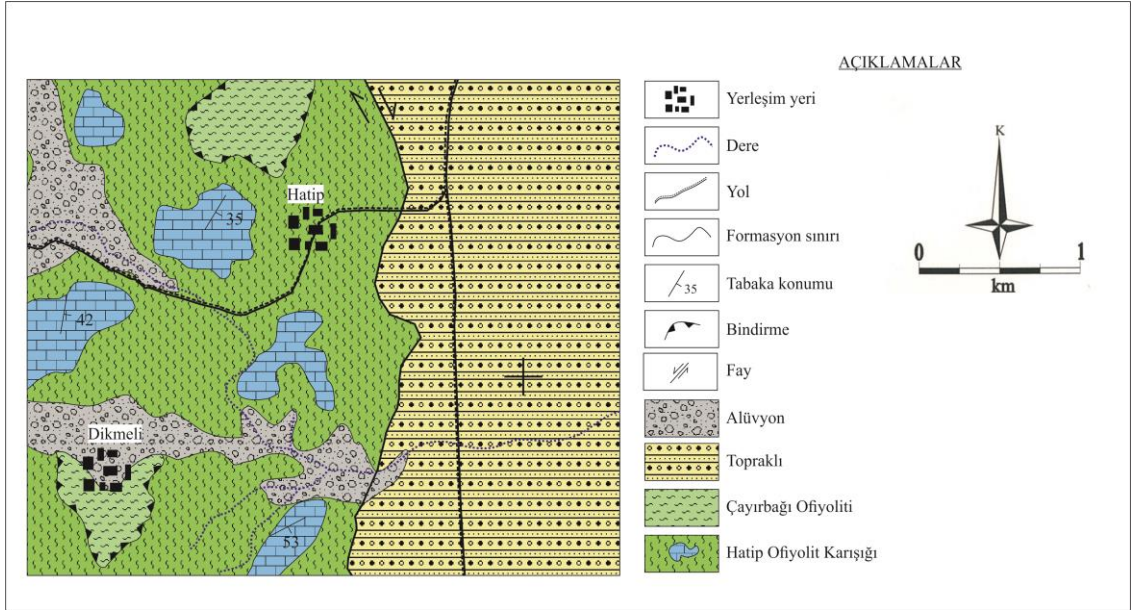
İlk kez Eren (1993) tarafından Ulumuhsine Köyü çevresindeki yüzeylemelerini dikkate alarak gri, kirlili sarı ve krem renkli gölssel kireçtaşlarını “Ulumuhsine formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyonun egemen litolojisini gri, bej renkli kireçtaşları ve yer yer onkolitli ve stromatolitli çökellerden oluşmaktadır (Şekil 3, 4). Formasyonun alt kesimlerinde yer yer konglomera düzeyleri izlenmektedir. Ulumuhsine formasyonunun yaşı Göğer ve Kırıl (1969) tarafından formasyon içerisinde tespit edilen fauna ve floraya bağlı olarak Pliyosen, Eren (1993) ise formasyonun diğer birimlerle olan ilişkilerini baz alarak geç Miyosen-erken Pliyosen olarak yaşlandırılmış, bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

4.1.4. Topraklı Formasyonu (Nt)

İlk kez Doğan (1975) tarafından “Topraklı Konglomerası” olarak isimlendirilen bu istif Eren (1993) tarafından “Topraklı formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyon büyük oranda az tutturulmuş konglomera, çakıl ve kumdan oluşmakta olup litolojik özellikleri açısından çamur ve moloz akmaları şeklindeki alüvyal yelpaze ve düzlüklerdeki geçici akarsuların oluşturduğu kırıntılıları içermektedir (Şekil 3, 4). Topraklı Formasyonun yaşı Üstündağ (1987) tarafından Pliyo – Kuvaterner olarak belirtilmesine karşın stratigrafik konumu baz alınarak bu çalışmada formasyonun yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

4.1.5. Alüvyon (Qal)

Yöredeki en genç çökelleri inceleme alanındaki derelere bağlı olarak gelişmiş olan alüvyon oluşturur. Çakıl, kum ve silt boyu malzemelerden oluşan Alüvyon temeldeki tüm birimleri aşıl uyumsuzlukla örtmekte olup Holosen'den beri oluşumunu sürdürmektedir.



Şekil 4 Hatip civarının jeoloji haritası (Ünal, 2011'den değiştirilerek alınmıştır)

MENOZOYOİK		SENZOZOYOİK		ÜST SİSTEM					
KRETASE		NEOJEN		SİSTEM					
ÜST KRETASE		PLİYOSEN		SERİ					
HATIP OFİYOLİTLİ KARIŞIĞI ÇAYIRBAĞI OFİYOLİTİ		ULUMUHSİNE		FORMASYON					
Kh		Nu		SEMBOİ					
KRETASE		NEOJEN		ALÜVYON	Qal		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
ÜST KRETASE		ÜST MİYOSEN ALT PLİYOSEN		ULUMUHSİNE	Nu				UYUMSUZLUK Yeşil sarı renkli marılar, üzerinde ise açık kahverengi, gri, kirli sarı ve krem renkte görsel kireçtaşları
HATIP OFİYOLİTLİ KARIŞIĞI ÇAYIRBAĞI OFİYOLİTİ		PLİYOSEN		TOPRAKLI	Nt				UYUMSUZLUK Sarı, kahverenkli blok, çakıl, silt ve kil ile bunların tutturulmasından yapıli çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı arıalanması
KRETASE		KUVATERNER		ALÜVYON	Qal				UYUMSUZLUK Tutturulmuş çakıl, kum, kil
ÜST KRETASE		NEOJEN		ALÜVYON	Qal				UYUMSUZLUK Koyu parlak yeşil ve kahverenkli yer yer magnezit damarları içeren serpantinit, peridodit, gabro, ve piroksenitler
HATIP OFİYOLİTLİ KARIŞIĞI ÇAYIRBAĞI OFİYOLİTİ		NEOJEN		ALÜVYON	Qal	UYUMSUZLUK Koyu gri renkli çörtlü kireçtaşı, değişik özellikte kireçtaşı blokları			
KRETASE		NEOJEN		ALÜVYON	Qal	UYUMSUZLUK Kırıntılı bir matriks içinde kireçtaşları, radyolarit, serpantinit, metamorfik kayaç parçaları ve ofiyolitik kayaç			

Şekil 5 İnceleme alanının stratigrafik dikme kesiti (Ünal, 2011'den değiştirilerek alınmıştır).

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Sismik yöntemlerden elde edilen P ve S dalgası hızları jeolojik birimlerin içerisinde ilerlerler. İlerleme doğrultusunda P ve S dalgaları jeolojik birimlerin sahip oldukları fiziksel özellikleriyle direk olarak bağlantılıdır. Karşılı, H. ve diğ., yapmış oldukları değerlendirme doğrultusunda sismik hızların jeolojik birimlerin fiziksel özelliklerinden hareketle yayılım gösterdiğini ve bu doğrultuda hesaplanabilir olduğunu söylemişlerdir.

S dalga hızlarının ölçülmesi jeoloji haritalarına fiziksel bir nicelik eklemesinden dolayı bölgenin jeolojik birimlerinin daha iyi tanınmasını ve sınırlarının belirlenmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu haritalar mühendislik çalışmalarında da sahip oldukları görüntüleme tekniğinden kaynaklı imar ve şehircilik alanlarını da kapsayabilir. Yapılaşmanın şekillenmesi açısından ön fizibilite çalışması niteliğinde olmaktadır.

5.1. Yüzey Dalgası Yöntemleri

Zemin davranışlarının kestiriminde ve çevresel çalışmalar kapsamında mühendislik parametrelerinin hesaplanmasında genellikle P- ve S- dalga hızları kullanılır. Bu çalışmalar esnasında S- dalgasının üretilmesi zordur. Sondaj çalışmaları ile laboratuvar analizleri ise büyük alanlarda maliyetli olmaktadır. Bu sebeplerle beraber zemin üzerinden direk ölçüm alınabilen Yüzey Dalgası Yöntemleri geliştirilmiştir. Yüzey dalgası yöntemleri ile S- dalgası hızının tespit edilmesi, zemin sınıflamalarının yapılması, jeolojik yapıların haritalanması gibi birçok alanda kullanılabilir hale gelmiştir.

Yüzey dalgası analizi yöntemi kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Bunlar pasif kaynaklı yöntemler ve aktif kaynaklı yöntemlerdir. Aynı zamanda pasif kaynaklı yöntemler ve aktif kaynaklı yöntemler de kendi içerisinde ayrılmaktadırlar (Şekil 6).



Şekil 6 Yüze Dalgası Yöntemleri

Pasif kaynaklı yöntemler doğal titreşimleri ölçmektedir. Pasif kaynaklı yöntemler daha derini araştırabilirken aktif kaynaklı yöntemler daha sığ kalmaktadır, fakat çözünürlük açısından pasif kaynaklı yöntemler için bu bir dezavantajdır. Aktif kaynaklı yöntemlerde patlatma veya balyoz gibi ağırlıklar kullanılmaktadır. Balyoz gibi ağırlıklar kullanılan bu yöntemler ise sığ ve çözünürlüğü pasife göre daha fazladır. Araştırmaların amacına göre aktif veya pasif tercihi yapılır.

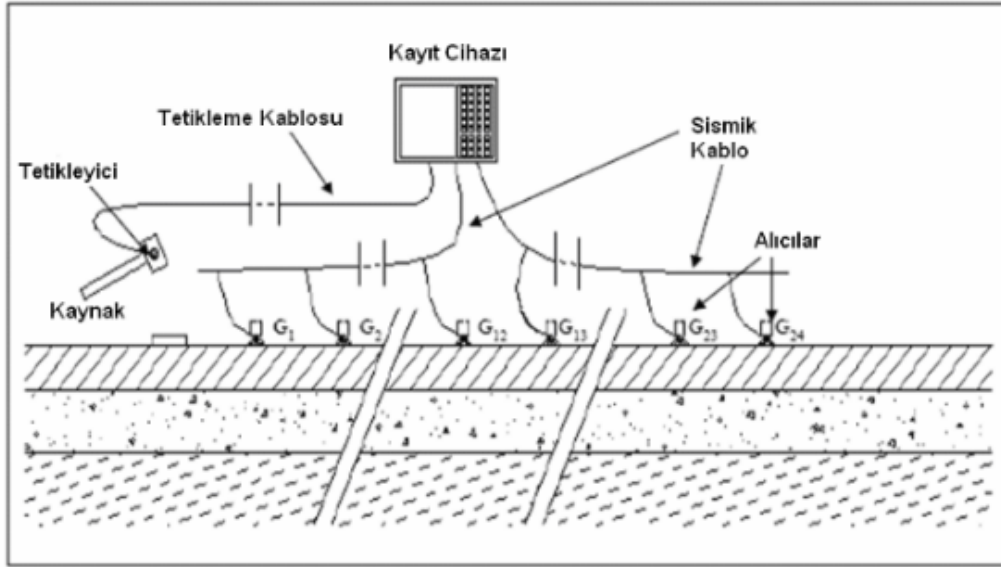
Yüze Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) yöntemi, bu tez çalışması kapsamında kullanılmıştır.

5.1.1. Yüze Dalgalarının Çok Kanallı Analizi Yöntemi (MASW)

Sığ mühendislik çalışmalarında, (30 m'ye kadar) genellikle jeolojik haritalama, S dalgası analizi için Yüze Dalgalarının Çok Kanallı Analiz Yöntemi kullanılmaktadır. Farklı jeolojik özelliklere sahip bir bölgede alan tarama yapılacak şekilde ölçümler alınarak Vs haritaları oluşturulur. Yüze dalgası analizi işlemleri üç mertebeden oluşur, araziden verilerin toplanma aşaması, rayleigh dispersiyon eğrisinin saptanması ve ters çözüm işlemidir.

Bu tez çalışması içerisinde dispersiyon eğrileri elde edilerek V_{s30} hesaplanırken MASW yöntemi tercih edilmiştir.

MASW yöntemi için 4.5 Hz jeofonlar (alıcıların merkez frekansı), kaynak olarak balyoz (8kg), ofset uzaklığı olarak alıcı aralıklarının 4 katı olacak şekilde ölçümler alınabilir. Şekil 7'de MASW yönteminin veri toplama şekli görülmektedir.



Şekil 7 MASW ile arazide veri toplama düzeneği
(<http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/mikrobolgeleme/MikrobolgelemeDokuman.htm>)

5.2. Hesaplanan Parametreler

Çalışma kapsamında sismik cihaz ile S dalga hızı ölçülerek V_{S30} hesaplanmıştır. V_{S30} ile Borcherdt vd., (1991) araştırmacısının formülüne göre ampirik olarak zemin büyütmesi değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca V_{S30} değerlerine karşılık gelen National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP), Eurocode 8 ve Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği (TDBY 2018) zemin sınıflaması tabloları karşılaştırılmıştır.

5.2.1. Kesme Dalga Hızlarının (V_{S30}) Hesaplanması

Zemin tepkilerinin belirlenmesi açısından önemli bir pozisyonda olan 30 metreye kadar olan kesme dalga hızı (V_{S30}) zemin sınıflamasında çoğunlukla kullanılır.

Denklem 1 V_{S30} Hesaplanması

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Denklemleri ile hesaplanmaktadır.

Tablo 3 NEHRP (2001) zemin sınıflaması

Zemin Sınıfı	Tanımlama	$V_{S30}(m/sn)$
A	Sert kaya	>1500
B	Kaya	760-1500
C	Çok sıkı / sert zemin ya da yumuşak kaya	360-760
D	Sert / sıkı zemin	180-360
E	Zayıf zemin	<180

Tablo 4 Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması

Zemin Sınıfı	Tanımlama	$V_{S30}(m/sn)$
A	Kaya ya da kaya benzeri diğer formasyonlar	>800
B	Çok sıkı kum, çakıl ya da çok sert killer	360-800
C	Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil	180-360
D	Gevşekten orta sıkıya kadar değişen kohezyonsuz zemin ya da yumuşaktan serte kadar değişen kohezyonlu zemin	<180

Tablo 5 Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) göre zemin sınıflaması

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		V_{s30} (m/sn)	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	-	
ZB	Az ayrıışmış, orta sağlam kayalar	760 - 1500	-	
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrıışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	>50	>250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşıabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.) 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer 4) Çok kalın (>35m) yumuşak veya orta katı killer			

5.2.2. Zemin Büyütmesi

Bir deprem oluştuğunda yeryüzüne doğru ilerleyen deprem dalgaları gevşek zemine ulaştıktan sonra sahip oldukları deprem enerjilerini dayanımı düşük zemine iletirler. Bu iletim sonucunda deprem dalgaları gevşek olan zemin zonlarında daha güçlü hissedilmektedir. Zeminin fiziksel özellikleriyle doğrudan ilişkili olan bu duruma zemin büyütmesi denir. MASW ölçümleri ile elde edilen kesme dalga hızları zemin büyütmesinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

30 metreye kadar olan V_{s30} 'un, bağıl büyütme ile kuvvetli bir ilişki ortaya koyduğu Midorikawa (1987) ve Borchardt vd., (1991) araştırmacılar ileri sürmüşlerdir.

Tablo 6 (V_{s30}) ve göreceli büyütme faktörü (A, AHSA) aralarında ki ilişkiler (ISSFM, 1993'den değiştirilmiştir).

Araştırmacılar	İlişki
Midorikawa (1987)	$A=68 (V_{s30})^{-0.6}$ ($V_{s30}<1100$ m/sn) $A=1$ ($V_{s30}>1100$ m/sn)
Borchardt vd., (1991)	AHSA=700/ V_{s30} (Zayıf hareket için) AHSA=600/ V_{s30} (Kuvvetli hareket için)

A: Maks. yer hızı için göreceli büyütme

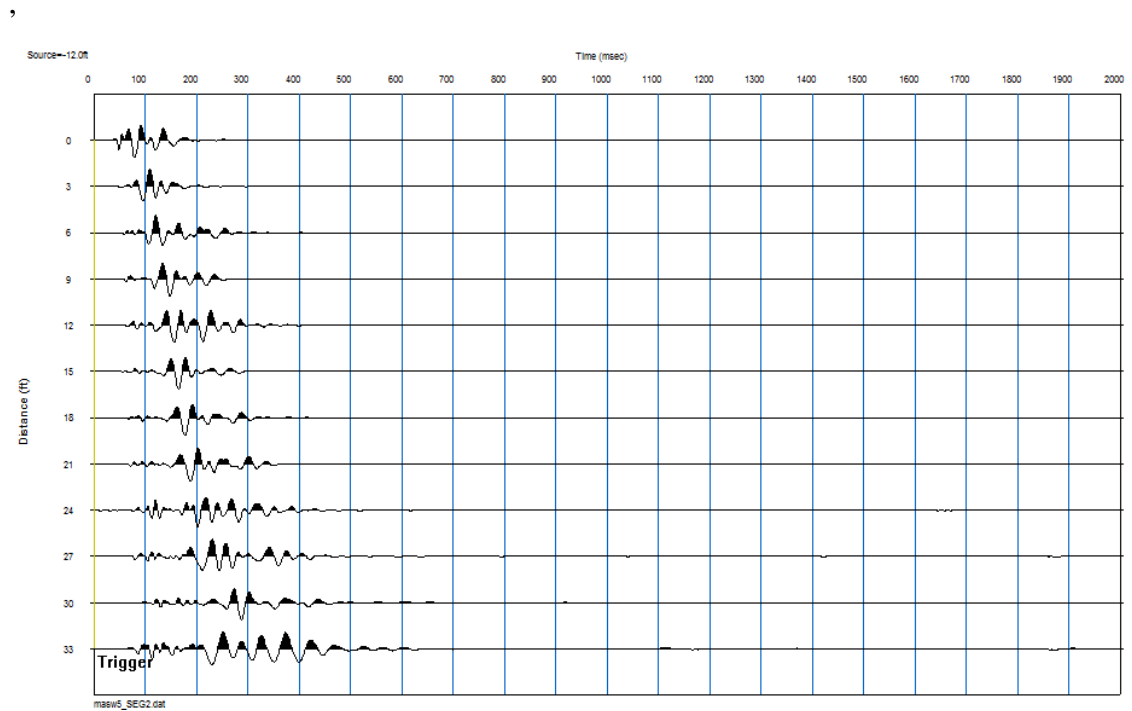
AHSA: 0.4-2.0 sn periyot aralıkları içerisinde ortalama yatay spektral büyütme

Bu tez çalışması kapsamında Borchardt vd., (1991) araştırmacısının elde ettiği zemin büyütmesi hesaplaması kullanılarak haritalar oluşturulmuştur.

6. VERİ İŞLEM AŞAMASI

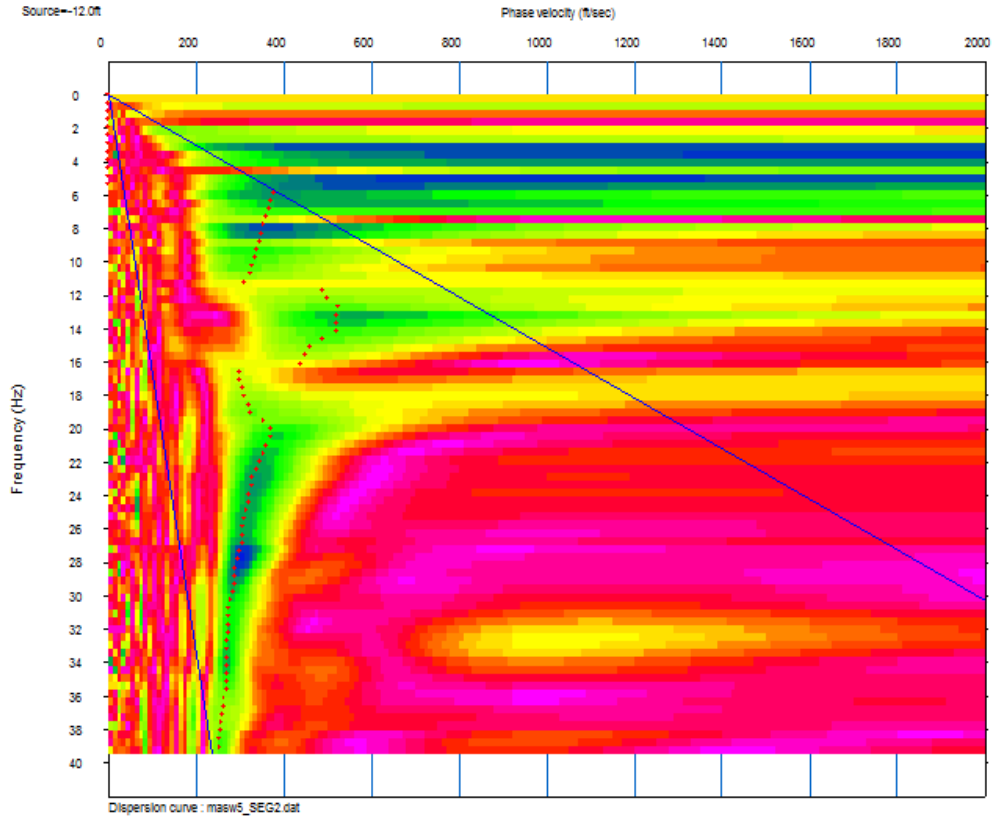
Veri işlem aşamaları için geliştirilen SeisImager programının Surface Wave Analysis program eklentisi yardımıyla veri işlem aşamasından geçirilmiştir. Bu veri işlem aşamaları 4 ardışık sıra ile birbirini takip etmektedir.

Veri işlem yapılacak olan ham veri programa çağrılır (Şekil 8). Zaman-uzaklık boyutundaki arazi kaydının arazi aşamasında mümkün mertebe an az gürültü ortamında olacak şekilde kayıt edilmesi elzemdir.



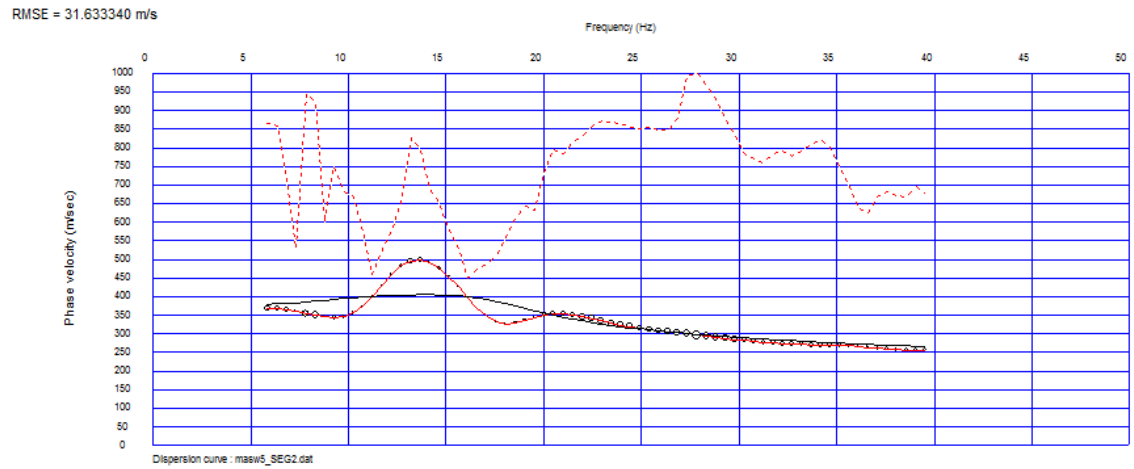
Şekil 8 Sismik ölçülerden elde edilen arazi kaydı

Ham veri kaydının görüntülenmesinin ardından Şekil 9'da 2 boyutlu Fourier dönüşümü yapılarak frekans – faz hızları ortamına gidilmesi gerekir. Maksimum genliklerin işaretlenmesi yapılır.



Şekil 9 Frekans ortamındaki dispersiyon analizi

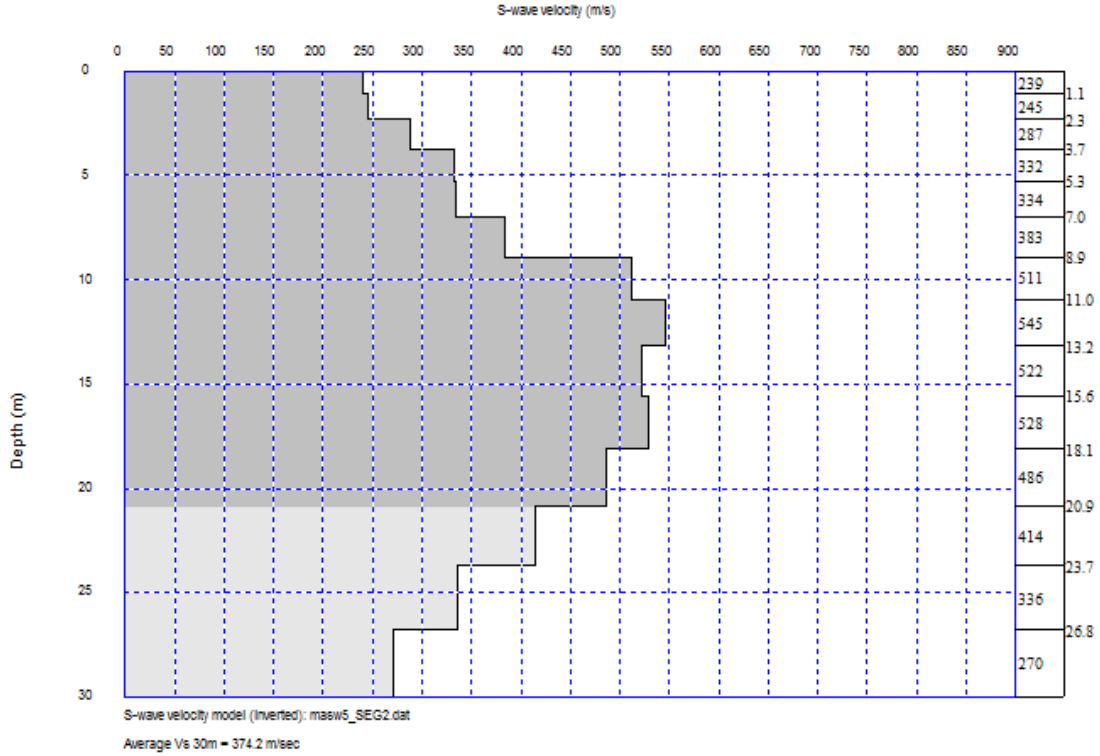
Belirlenen faz hızı değerlerine karşılık gelen dispersiyon değerleri seçimi yapıldıktan sonra Şekil 10'da hata oranı (RMSE) en az olacak haliyle yinelemeli en küçük kareler tekniği sayesinde ters çözüm işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 10 Ters çözüm aşaması

Bu tarz veri işlem aşamalarındaki en önemli hususlardan biri de veri işleme tabii tutulmuş dispersiyon eğrisi ile arazide alınan dispersiyon eğrisinin ne kadar uyumlu olduğudur.

Bu işlem aşamalarının en sonunda ise derinlik – hız kesitine ulaşırız (Şekil 11).



Şekil 11 Veri işlem aşaması sonunda elde edilen derinlik - hız kesiti

6.1. Çalışma Alanında Elde Edilen Değerler

Çalışma alanı içerisinde 19 noktadan alınan ölçümler sonucunda V_{s30} hızları elde edilmiştir. Tablo 7’de arazi çalışmasında MASW koordinatları ve elde edilen V_{s30} hızları görünmektedir.

19 noktadan alınan veriler ışığında Hatıp bölgesinde V_{S30} hızları 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında değişmektedir (Tablo 7).

Tablo 7 Elde edilen V_{S30} hızları ve koordinatları

Profil No	Koodinatlar (WGS84)		V_{S30} m/sn
1	32.450257	37.765074	621.9
2	32.445302	37.764770	490
3	32.439996	37.765080	527.3
4	32.433941	37.765348	311.5
5	32.428503	37.766021	389.3
6	32.443717	37.768937	541.1
7	32.441135	37.772470	568.5
8	32.436244	37.772074	515.9
9	32.434404	37.776647	410.6
10	32.430289	37.775469	305.4
11	32.420141	37.771524	351.6
12	32.419263	37.766005	423.1
13	32.421791	37.774675	516.5
14	32.414872	37.778302	455.8
15	32.414170	37.771794	733.5
16	32.411716	37.765557	762.5
17	32.403426	37.763508	628
18	32.403945	37.769202	418
19	32.406606	37.774794	620.4

Tablo 8’de NEHRP (2001) zemin sınıflamasına göre arazide alınan veriler ışığında Hatıp bölgesinin genellikle C sınıfı zemin grubuna dahil olduğu yani çok sıkı / sert zemin ya da yumuşak kaya zemin sınıfının hakim olduğu görülmektedir. Serim no olarak 16. Profilde B sınıfı zemin grubu çıkmaktadır.

Tablo 8 Arazi verilerinin NEHRP (2001) zemin sınıflamasına göre dağılımı

Profil No	V_{S30} m/sn	Zemin Sınıfı
1	621.9	C
2	490	C
3	527.3	C
4	311.5	D
5	389.3	C
6	541.1	C
7	568.5	C
8	515.9	C
9	410.6	C
10	305.4	D
11	351.6	D
12	423.1	C
13	516.5	C
14	455.8	C
15	733.5	C
16	762.5	B
17	628	C
18	418	C
19	620.4	C

Tablo 9’da arazide alınan değerler sonucunda tümüne yakını B sınıfı zemin grubu çıkmaktadır. B sınıfı zemin grubu içerisine çok sıkı kum, çakıl ya da çok set killer girmektedir. İki noktada ise C sınıfı yani sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya set kil grubu çıkmaktadır.

Tablo 9 Arazi verilerinin Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması dağılımı

Profil No	V_{S30} m/sn	Zemin Sınıfı
1	621.9	B
2	490	B
3	527.3	B
4	311.5	B
5	389.3	B
6	541.1	B
7	568.5	B
8	515.9	B
9	410.6	B
10	305.4	C
11	351.6	C
12	423.1	B
13	516.5	B
14	455.8	B
15	733.5	B
16	762.5	B
17	628	B
18	418	B
19	620.4	B

Tablo 10'da Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği' ne (TDBY, 2018) göre arazide alınan V_{s30} dağılımı çoğunluk olarak ZC sınıfı çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar grubuna girmektedir. 16. Profilde ise ZB sınıfı zemin grubu yani az ayrılmış, orta sağlam kayalar değerlerinin örtüştüğü gözlenmiştir.

Tablo 10 Arazi verilerinin Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) göre zemin sınıflaması dağılımı

Profil No	V_{s30} m/sn	Zemin Sınıfı
1	621.9	ZC
2	490	ZC
3	527.3	ZC
4	311.5	ZD
5	389.3	ZC
6	541.1	ZC
7	568.5	ZC
8	515.9	ZC
9	410.6	ZC
10	305.4	ZD
11	351.6	ZD
12	423.1	ZC
13	516.5	ZC
14	455.8	ZC
15	733.5	ZC
16	762.5	ZB
17	628	ZC
18	418	ZC
19	620.4	ZC

MASW ölçümleri ile elde edilen V_{S30} değerleri sonucunda 0,918032787 ile 2,292075966 arasında Borchardt vd., (1991) araştırmasına göre zemin büyütmesi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11 Arazide elde edilen kesme hızlarınının Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi zayıf hareket için

Profil No	V_{S30} m/sn	Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=700/ V_{S30}$ (Zayıf hareket için)
1	621,9	1,125582891
2	490	1,428571429
3	527,3	1,327517542
4	311,5	2,247191011
5	389,3	1,798099152
6	541,1	1,293661061
7	568,5	1,231310466
8	515,9	1,356852103
9	410,6	1,704822211
10	305,4	2,292075966
11	351,6	1,990898749
12	423,1	1,654455212
13	516,5	1,355275895
14	455,8	1,535761299
15	733,5	0,954328562
16	762,5	0,918032787
17	628	1,114649682
18	418	1,674641148
19	620,4	1,12830432

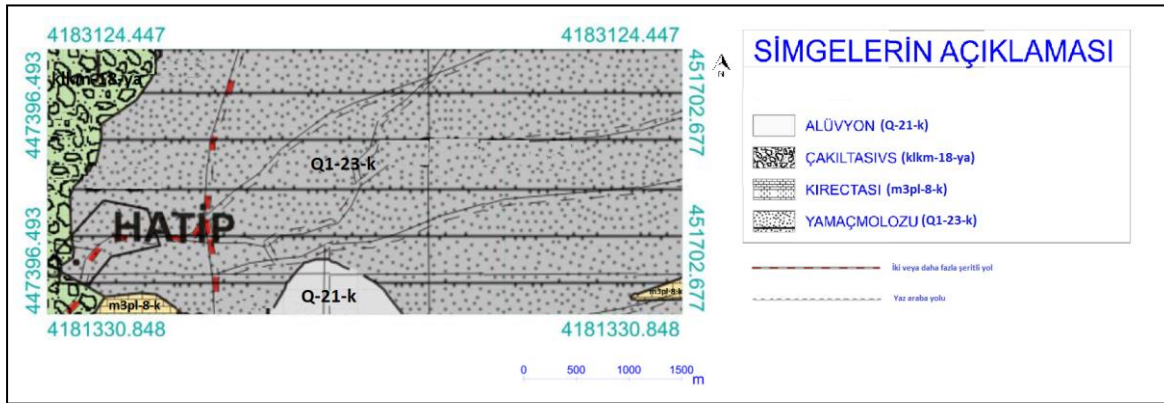
MASW ölçümleri ile elde edilen V_{s30} değerleri sonucunda 0.786885246 ile 1.964636542 arasında Borchardt vd., (1991) araştırmasına göre zemin büyütmesi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12 Arazide elde edilen kesme hızlarının Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi kuvvetli hareket için

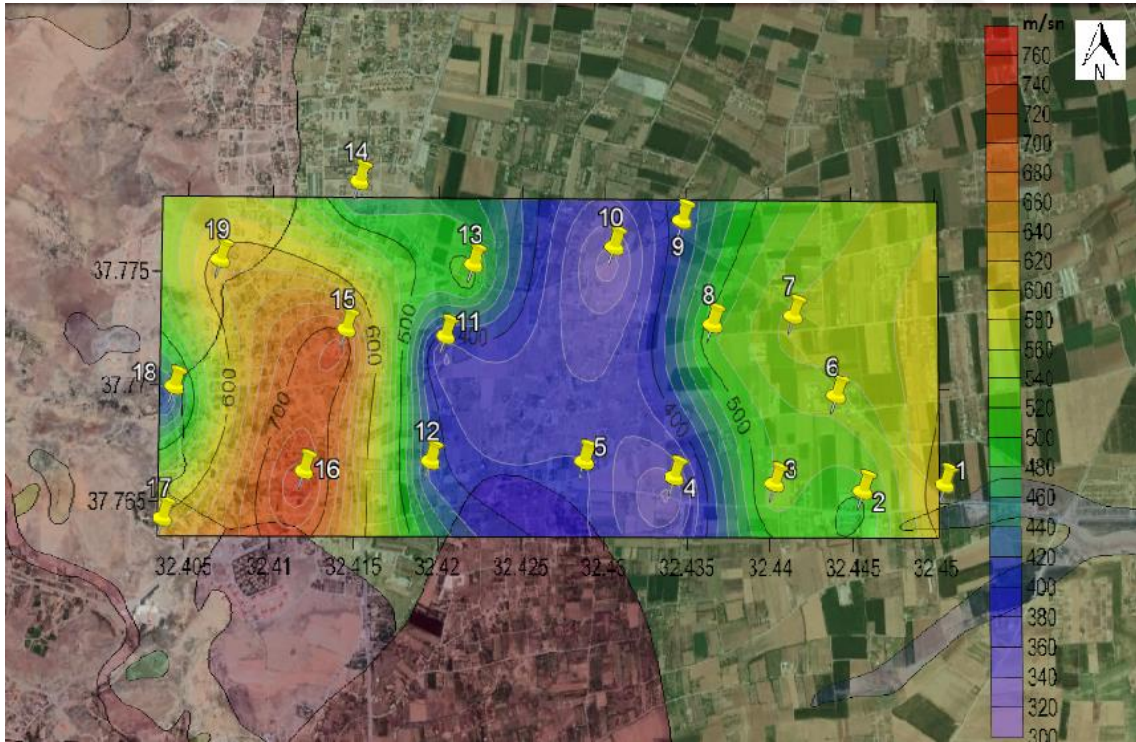
Profil No	V_{s30} m/sn	Borchardt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=600/ V_{s30}$ (Kuvvetli hareket için)
1	621,9	0,964785335
2	490	1,224489796
3	527,3	1,137872179
4	311,5	1,926163724
5	389,3	1,541227845
6	541,1	1,108852338
7	568,5	1,055408971
8	515,9	1,163016088
9	410,6	1,461276181
10	305,4	1,964636542
11	351,6	1,706484642
12	423,1	1,418104467
13	516,5	1,161665053
14	455,8	1,316366828
15	733,5	0,81799591
16	762,5	0,786885246
17	628	0,955414013
18	418	1,435406699
19	620,4	0,967117988

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

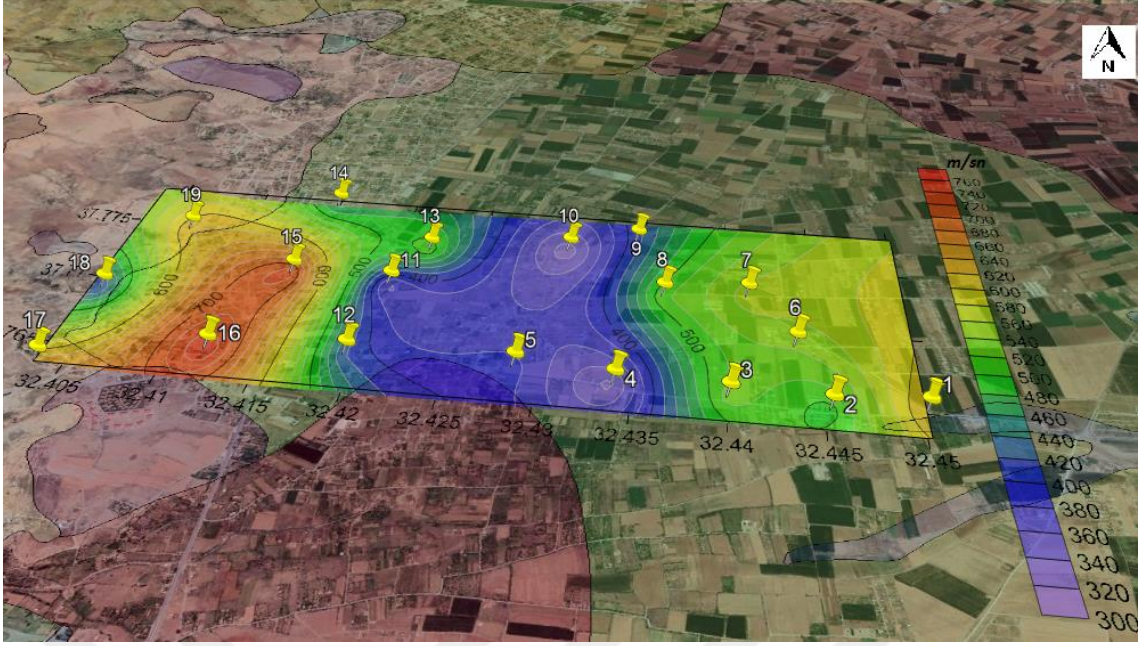
Hatıp yöresinde 19 noktadan yapılan MASW ölçümleri ile V_{s30} hızları elde edilerek zemin sınıflamasına tabi tutulmuştur. Çalışma alanında yapılan ölçümler ile jeoloji haritası karşılaştırılmıştır (Şekil 13). Çalışma alanına ait jeoloji haritası MTA'nın Konya-M28 pafta numaralı jeoloji haritasından uyarlanmıştır (Şekil 12) (MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Konya M28 Pafta Jeoloji Haritası).



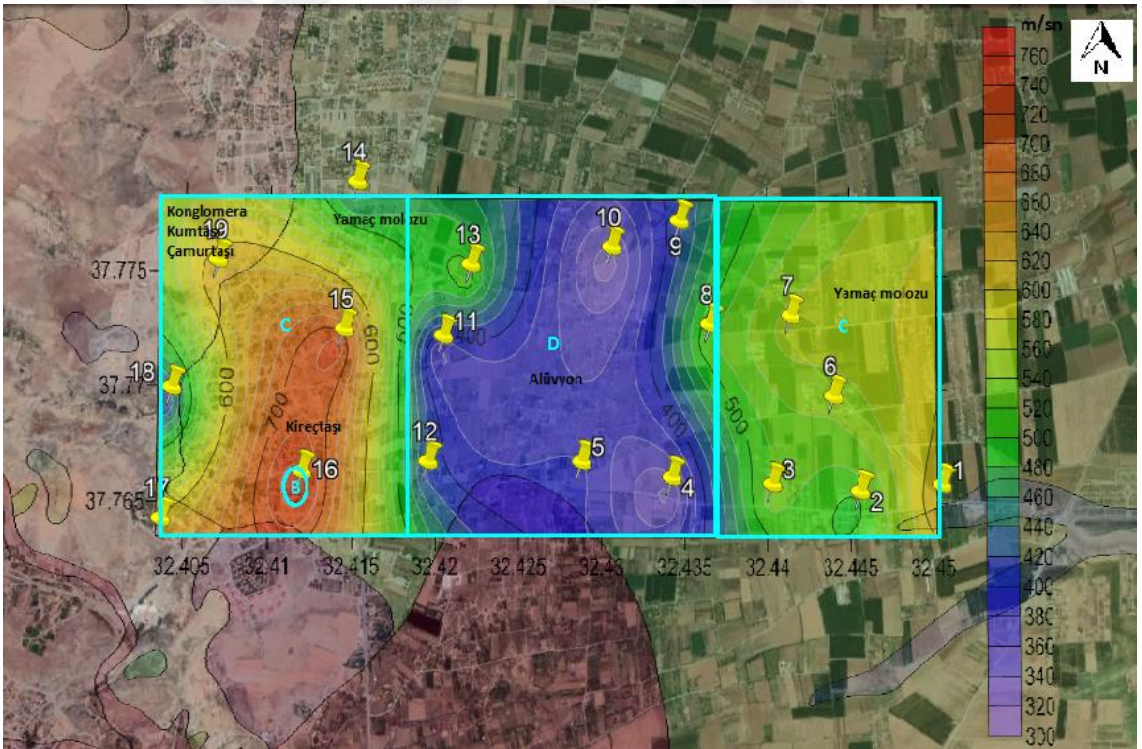
Şekil 12 Çalışma alanı jeolojik durumunu gösterir harita (MTA Konya-M28 paftası haritasından uyarlanmıştır)



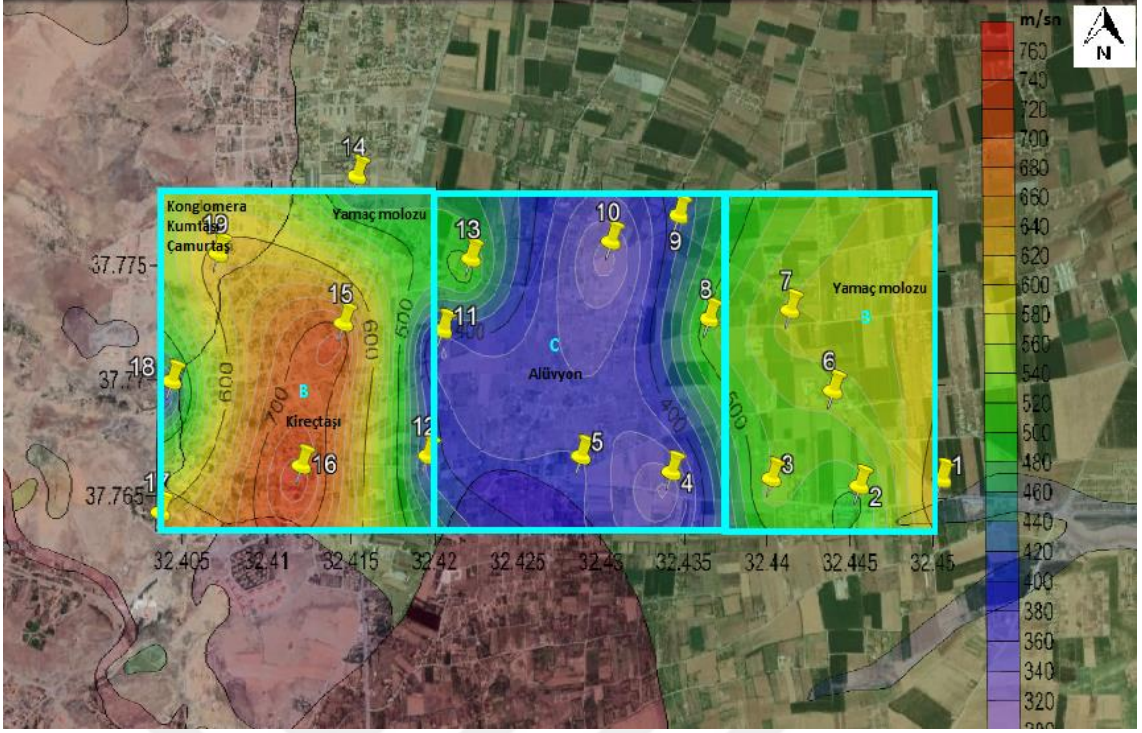
Şekil 13 Çalışma alanında elde edilen değerler sonrasında oluşturulan V_{s30} haritası



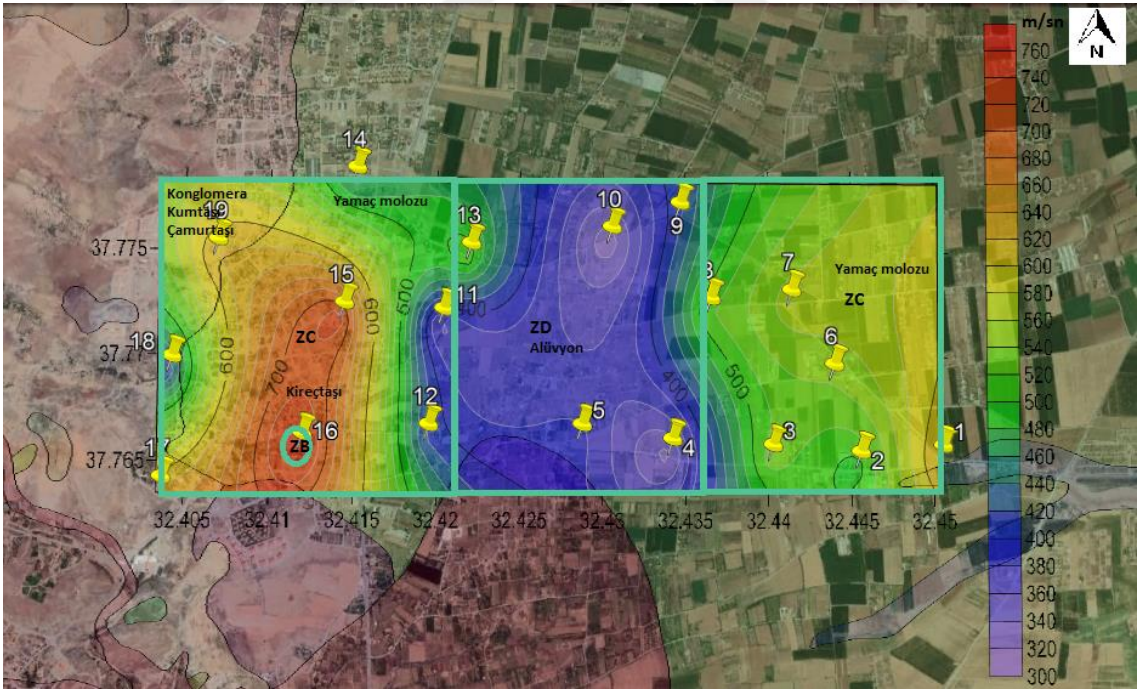
Şekil 15 Vs₃₀ değerlerinin dağılım haritası



Şekil 16 NEHRP (2001) sınıflama haritası



Şekil 17 Eurocode 8 (2004) zemin sınıflaması dağılımı haritası



Şekil 18 Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'ne (TDBY, 2018) zemin sınıflama ile Hatp bölgesinin sonuçlarının eşleştirilme haritası

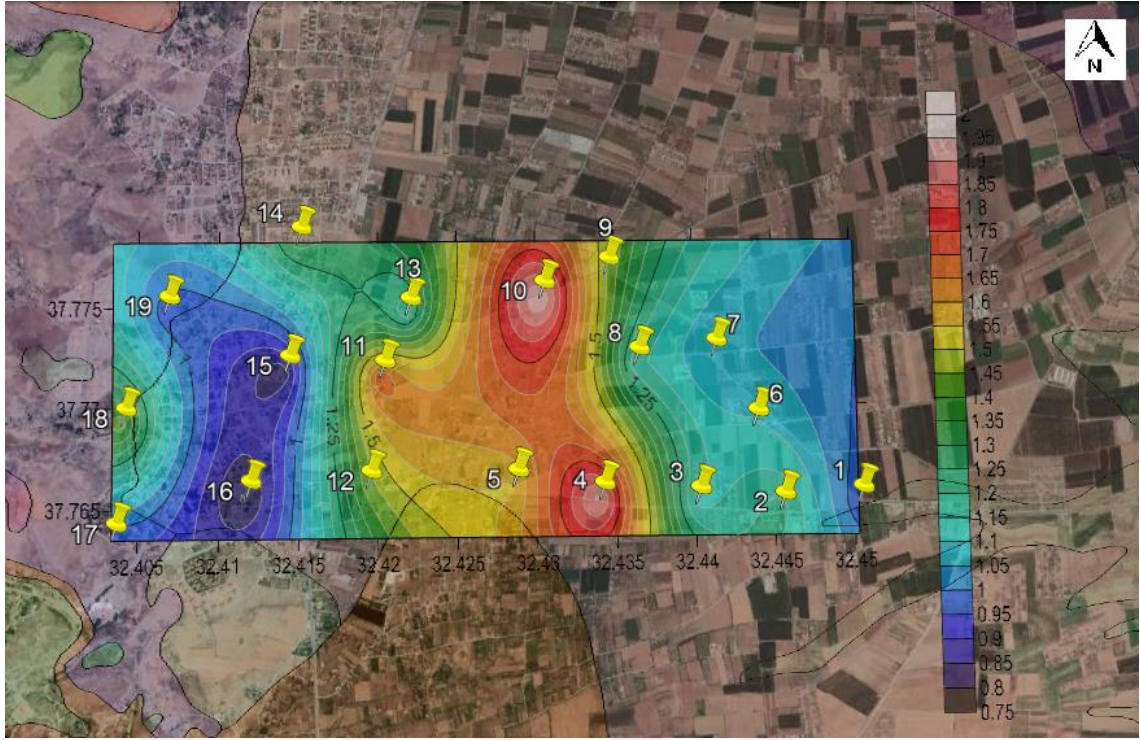
İnceleme alanının jeolojisi MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından hazırlanan Konya M28 paftası jeoloji haritasında görülmektedir. Çalışma

sahasında elde ettiğimiz V_{S30} hızları 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında olduğu için ve bölge jeolojisinde Konya M28 pafta jeoloji haritasında bulunan birimlerle örtüştüğü için bölgenin jeolojisine ait sınıflamaya açıklamalarından dolayı en yakın olanı Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği'nin haritasıdır (Şekil 17). Eurocode 8 (2004) incelendiğinde, ölçülen V_{S30} hızları bu bölge için 305,4-762,5 m/sn olduğundan daha sığ kalmaktadır. Eurocode 8 zemin sınıflama tablosunun açıklamaları da daha geliştirilebilir kalmaktadır. Ölçülen V_{S30} hızlarından dolayı NEHRP zemin sınıflaması açıklamaları ise bölge jeolojisinin fiziksel özelliklerinin tanımlanması açısından Türkiye Deprem ve Bina Yönetmeliği haritasına göre daha sığ kalmaktadır (Şekil 15).

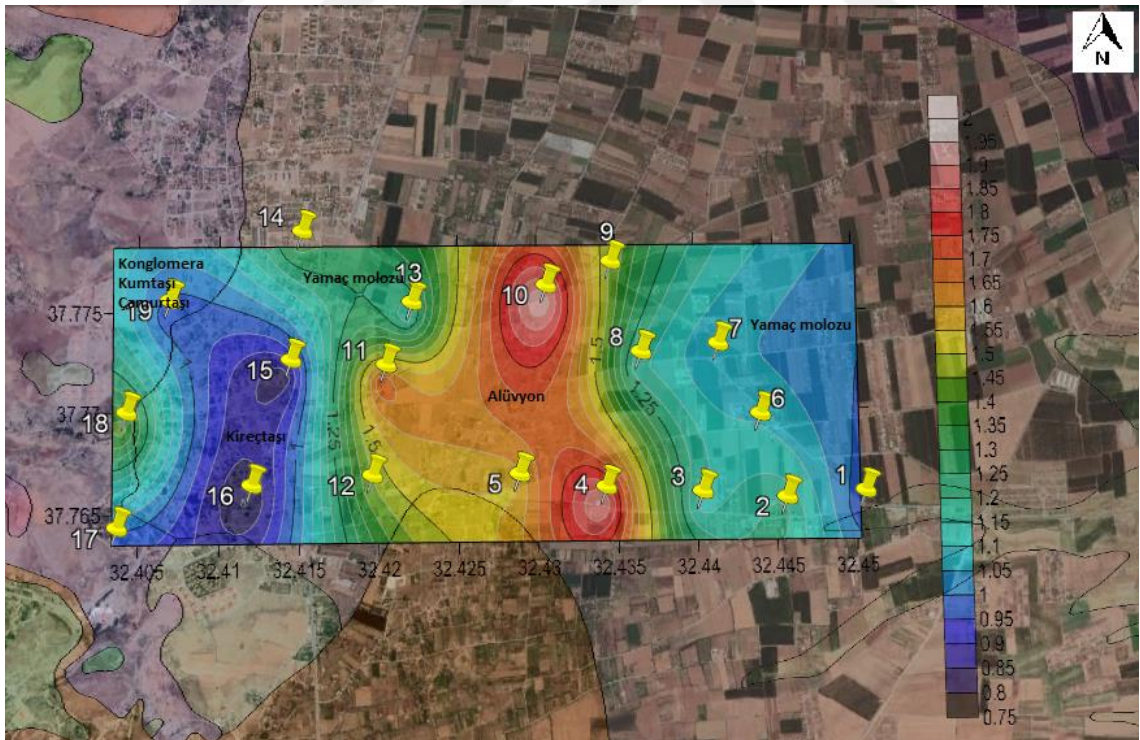
V_{S30} hızlarından oluşturulmuş zemin sınıflaması haritalarında TDBY zemin sınıflama tablosunda hızlar 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında kaldığı için Hatıp yöresi ağırlıklı olarak ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) ve ZD (Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları) zemin sınıfları ölçülmüştür. Küçük bir alanda ZB (Az ayrılmış, orta sağlam kayalar) sınıfı zemin grubu tespit edilmiştir. ZA (Sağlam, sert kayalar), ZE (Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25kPa$) içeren profiller) tespit edilmemiştir. ZF (Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler) zemin grubu ölçülmemiştir (Şekil 17).

7.1. Zemin Büyütmesi Haritalarının Karşılaştırılması

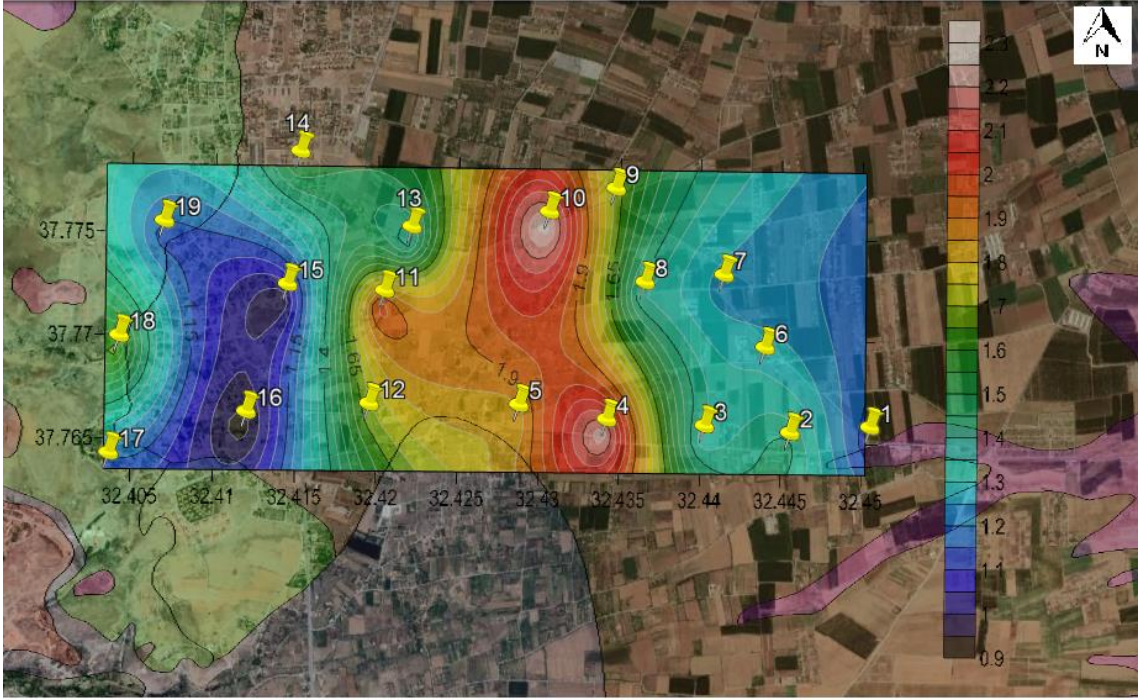
Zayıf hareket temel alındığında (Borcherdt vd.,) değerler 0,918032787 ile 2,292075966 arasında olduğundan ve V_{S30} hızları 305,4 m/sn ile 762,5 m/sn arasında değiştiğinden, bu değerler çakıştırıldığında V_{S30} değerleri ile zayıf hareket zemin büyütmesi değerleri aynı şekilde artıp azaldığı tespit edilmiştir. Zemin büyütme haritasının V_{S30} haritasına yakın bir harita olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle zemin büyütmesi değerleri ile V_{S30} değerleri doğrudan orantılıdır. Sıkı, sağlam zeminlerde V_{S30} hızlarının yükselmesiyle beraber zemin büyütmesi değerlerinin düştüğü ve tehlikenin azaldığı anlaşılmıştır. Aynı şekilde zayıf, gevşek zeminlerde de V_{S30} hızlarının düşmesiyle beraber zemin büyütmesi değerlerinin yükseldiği ve tehlikenin arttığı ölçülmüştür (Şekil 18).



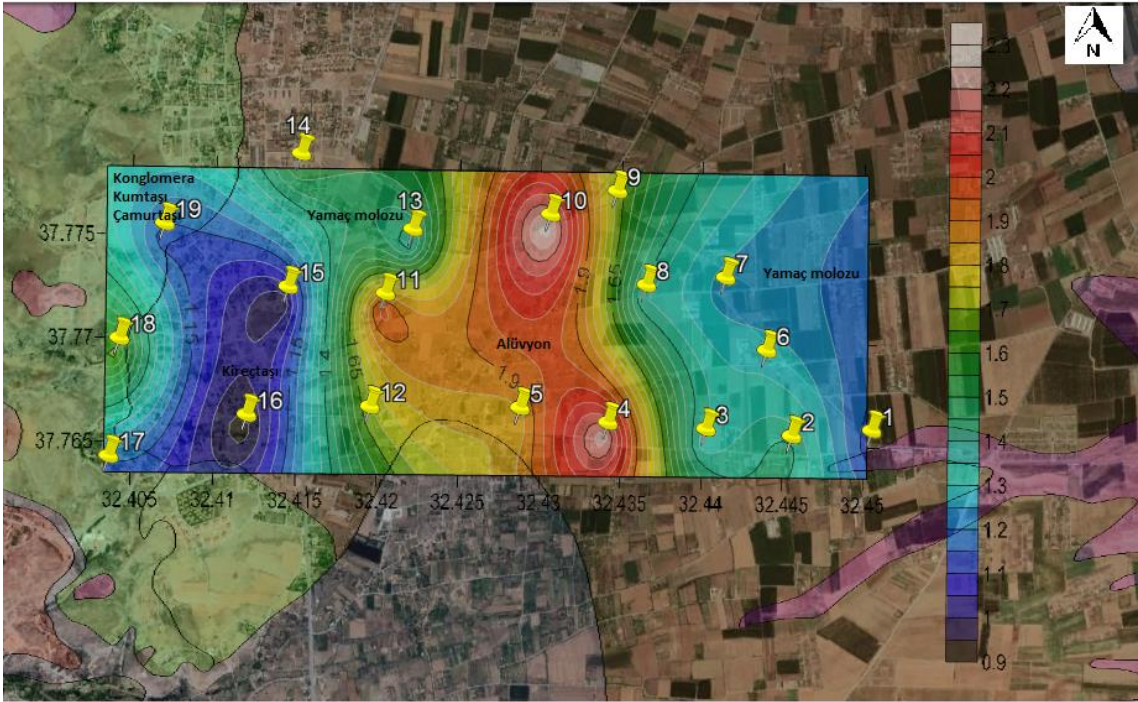
Şekil 19 Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=600/V_{s30}$ (Kuvvetli hareket için) zemin büyütmesi haritası



Şekil 20 MTA Genel Müdürlüğü haritasından düzenlenen Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=600/V_{s30}$ (Kuvvetli hareket için) zemin büyütmesi haritası



Şekil 21 Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=700/V_{s30}$ (zayıf hareket için) zemin büyütmesi haritası



Şekil 22 MTA Genel Müdürlüğü haritasından düzenlenen Borcherdt vd., (1991) Zemin Büyütmesi $AHSA=700/V_{s30}$ (zayıf hareket için) zemin büyütmesi haritası

Kuvvetli hareket için 0,75 değerine göre, yakın bölgelerde zemin büyütmesi 2,0 değerine göre daha az olacaktır (Şekil 19). Zayıf harekette ise 0,9' a yakın bölgelerin zemin büyütmesi 2,3' e yakın yerlere göre daha az olacaktır (Şekil 21).

Doğal zemin ile uyumlu yapıların inşa edilmesi için önemli haritalardan biri zemin büyütmesi haritalarıdır. Yapılacak binaların bu haritalardan faydalanılarak inşa edilmesi elzemdir. Var olan bu haritalar ile yapılacak olan yapılara gelebilecek deprem enerjilerinin ne kadarının binayı etkileyeceğinin kestirimine yardımcı olacaktır. Ayrıca bölgenin jeolojisiyle de uyumlu olduğundan Hatıp bölgesinde yapılacak jeolojik çalışmalar için bir delil niteliği taşıyabildiği görülmüştür. Bu çalışma jeoloji haritaları için sınırlayıcı yardımcı bir yöntemdir.



KAYNAKLAR

- Akın, O. ve Sayıl, N., 2016, "Site Characterization Using Surface Wave Methods in the Arsin-Trabzon Province, NE Turkey", Environmental Earth Sciences.
- Bergstrom, J., 1999, Non-Destructive Testing of Ground Strentght Using theSASWMethod,the Symposium on the Application of Geophysics toEngineeringand Enviromental Problems (SAGEEP), ConferenceProceedings, Mrach 14-18 Oakland, CA, 57-65.
- Borcherdt, R. D., Wentworth, C. M., Glassmoyer, G., Fumal, T., Mork, P. and Gibbs, J., 1991, On the Observation and Predictive GIS Mapping of Ground Response in the San Francisco Bay Region, California: Fourth International Conference On Seismic Zonation, Stanford, California, Proc, III, 545-552.
- Daşçı, H.T., 2007, Konya Melanjı İçerisinde Yer Alan Amfibolitlerin Kökeni; Çukurova Ün., Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi.
- Doğan, A., 1975, Sızma-Ladik (Konya) Civa Sahasının Jeolojisi ve Maden Yatakları Sorunlarının İncelenmesi; İ. Ü. Fen Fak. Min. Pet. Kürsüsü, Yük. Müh. Diploma Çalışması, İstanbul.
- Eurocode 8, 2004. Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC.
- Eren, Y., 1993, Konya Kuzeybatısında Bozdağlar Masifinin Otokton ve Örü Birimlerinin Stratigrafisi; Türkiye Jeoloji Bülteni.
- Göğer, E., ve Kıral, K., 1969, Kızılören Dolayının Jeolojisi; M.T.A. Rap. No: 5204 (Yayınlanmamış).
- Göğer, E., ve Kıral, K., 1973, Kızılören Dolayının genel Jeolojisi; M.T.A. Derleme Rap. No: 27818.
- Görmüş, M., 1984, *Kızılören (Konya) dolayının jeoloji incelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 67 s., (yayınlanmamış).
- Gucunski, N., and Wood, R.D., 1991, Instrumentation for SASW testing, Recent advances in instrumentation, data acquisition and testing in soil dynamics, S. K. Bhatia and G. W. Blaney (eds.), American Society of Civil Engineers, Geotechnical Special Publication.
- Kanbur, Z., Görmüş, M., Kanbur, S., 2008, Isparta yerleşim merkezi kuzeyinin sığ S dalgası kesitinin çıkarılması, GARS 2008, Genişletilmiş özetler kitabı, p 165- 169.
- Kanlı, A.I., Tjldy, P., Pronay, Z., Pınar, A., & Hermann, L., 2006, 30 S V mapping and soil classification for seismic site effect evaluation in Dinar region,

SW Turkey, Geophys. J. Int. 165, 223–235.

- Karakoç, İ. , 1996, *Hatip - Çayırbağı- Çaldağı (Konya) ve kuzeyinin jeolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 60 s. (yayınlanmamış)
- Karlı, H., Babacan, A. E., Şenkaya. M., Gelişli. K., 2020, *P ve S dalga hızları ile jeolojik birimlerin sökülebilirliği üzerine bir değerlendirme*; Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Der..
- Koçyiğit, A., 1976, Karaman-Ermenek (Konya) bölgesinde ofiyolitli melanj ve diğer oluşukları; TJ.K. Bülteni.
- Midorikawa, S., 1987, Prediction of Isoseismal Map in the Kanto Plain Due to Hypothetical Earthquake, Journal of Structural Engineering, Vol.33B, 43-38 (In Japanese With English Abstract).
- Miller, R.D., Xia, J., Park, C.B., Ivanov, J.M., 1999, Multichannel analysis of surface waves to map bedrock. The Leading Edge, 1392–1396.
- Nazarian, S., Stoke K. H. II, 1984, “In Situ Shear Wave Velocities from Spectral Analysis of Surface Waves” Proceedings of the World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 8, San Francisco.
- Özcan, A., Güncüoğlu, M.C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. ve Işık, A., 1990, *Konya-Kadınhanı-Ilgın Dolayının Temel Jeolojisi*, M.T.A. Genel Müd., Jeo. Etüd. Dai. 42135.
- Özcan, A., Güncüoğlu, M.C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. and Işık, A., 1988, “Late Paleozoic Evolution Of The Kütahya-Bolkardağı Belt”, *METU Journal Of Pure And Appl. Sci.* 21, 1/3, 211-220.
- Park, C. B., Miller, R. D. ve Xia, J., 1998, “Imaging Dispersion Curves of Surface Waves on Multi-Channel Records.” Technical Program With Biographies, SEG, 68th Annual Meeting, New Orleans, Expanded Abstract, Society of Exploration Geophysicists, 1377–1380.
- Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J., 1998, Ground Roll as a Tool to Image Near-Surface Anomaly. Soc. Exp., Geophysics, p., 874-877.
- Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J., 1998, Imaging Dispersion Curves of Surface Waves on Multi-channel Record, 1377-1380.
- Park, C.B., Miller, R.D., Xia, J., 1999, Multi-channel analysis of surface waves (MASW). Geophysics, 64, 800–808.
- Stokoe, K.H, Wright, S.G., Bay, J., Roesset, J.M., 1994, Characterization of Geotechnical Sites by SASW Method, in Geophysical Characterization of Sites, by R.D. Woods (ed), Oxford and IBH Publ., pp15-25.

- Socco, L.V., Strobbia, C., 2004, Surface-Wave method for Near-Surface Characterization: a Tutorial, Near Surface Geophysics, 2004, 2, 165-185.
- Strobbia, C., 2005, Surface Wave Methods Acquisition Processing and Inversion, Politecnico Di Torino, Phd Thesis, 260pp. Yiğiter, N., 2008. Isparta Çünür Bölgesi'nde Yüzey Dalgası Yöntemi ile Zemin Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Jeofizik mühendisliği, Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta.
- Svensson, Lars E.O.,1999, "Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule," Journal of Monetary Economics.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Uysal, F., 2008, *Hatıp-Pamukçu-Dikmeli-Karadiğın (Konya) Civarının Jeolojisi ve Yöredeki Karbonatlı Kayaçların Yapı Taşı Olarak Kullanılabilme Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ünal, E., 2012, Hatıp-Çayırbağı (Konya) Civarının Jeolojisi, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fak., Jeoloji Mühendisliğinde Tasarım 2 raporu, 24 s.
- Wiesner, K., 1968, Konya civa yatakları ve bunlar üzerindeki etüdler; M.T.A. Enstitüsü Dergisi,70 s.,
- URL-1
<http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/mikrobolgeleme/MikrobolgelemeDokuman.htm>
- URL-2 <http://yebilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>