

**T.C
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ISPARTA İL MERKEZİ
MİKROBÖLGELEME ANALİZİ**

SERTAÇ SELİM SARICA

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
ISPARTA – 2008**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1. İnceleme Alanı	1
1.2. İnceleme Alanının Stratigrafisi.....	3
1.2.1. Otokton Birimler.....	3
1.2.2. Allakton Birimler.....	7
1.3. Çalışma Alanının Yapısal Jeoloji.....	9
1.4. Amaç ve Kapsam	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Giriş.....	16
3.2. Titreşimciklerin Tanımı.....	16
3.3. Titreşimciklerin Genel Özellikleri	17
3.4. Titreşimcikleri Oluşturan Dalgalar.....	18
3.4.1. Düzenli Mikroseismler.....	18
3.4.2. Düzensiz Mikroseismler.....	19
3.5. Titreşimcikleri Etkileyen Faktörler.....	19
3.6. Titreşimci Ölçümlerinde Kullanılan Cihazlar ve Genel Özellikleri.....	21
3.7. Mikrotremör Ölçüm Yöntemleri.....	23
3.8. Mikrotremorların Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	23
3.8.1. Fourier genlik yada güç spektrumlarının yorumlanması.....	24
3.8.2. Referans Noktasına Göre Spektral Oranlar Yöntemi.....	26
3.8.3. Nakamura Yöntemi.....	27
3.8.4 Kanai Yöntemi (Sıfır Kesme Yöntemi)	30

3.9. Sismik Dalga Türleri.....	32
3.9.1. Boyuna (P) Dalgaları.....	32
3.9.2. Enine (S) Dalgalar.....	32
3.9.3. Rayleigh Dalgaları.....	33
3.9.4. Love Dalgaları.....	33
3.10. Geopsy Programı.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
5. SONUÇ.....	60
6. KAYNAKLAR	62
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	107

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA İL MERKEZİ MİKROBÖLGELEME ANALİZİ

Sertaç Selim SARICA

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeofizik Ana Bilim Dalı

Juri: Yrd.Doç.Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU (Danışman)

Prof.Dr. Coşkun SARI

Yrd.Doç.Dr. Zakir KANBUR

Bu tez çalışmasında Isparta il merkezi yerleşim yerlerindeki hakim periyot ve büyütme faktörü hesaplanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde kullanılmaya başlanan Mikrotremör (Titreşimcik) Yöntemi ile veri işlem sırasında uygulanan Nakamura (H/V Spektral Oran) tekniği hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Veriler haritalara işlenmiş ve Isparta il merkezindeki riskli bölgeler saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isparta, Mikrotremör, Nakamura Tekniği, H/V Spektral Oranı

2008, 107 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MICROZONING ANALYSIS OF ISPARTA CITY CENTER

Sertaç Selim SARICA

Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences

Geophysical Engineering Department

Thesis Committee: Asst. Prof. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU (Supervisor)

Prof.Dr.Coşkun SARI

Asst. Prof.Zakir KANBUR

In this study, the dominant period, amplification index were determined for the city center of Isparta province.

In recent years, the microtremor techniques are being used extensively, in Turkey, especially Nakamura's (1989).

Spectral ratio method is applied for the analysing of the field data. The results were used to obtain risk maps for the above mentioned location.

Key words: Isparta, Microtremor, Nakamura's Method, H/V Spectral Ratio

2008, 107 pages

TEŞEKKÜR

Öncelikle ders aşamasında ve tez çalışmalarında bana göstermiş olduğu sabır ve yardımlarından dolayı değerli hocam, tez danışmanım Yrd.Doç.Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU'na, yapılan çalışmalarda bana desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan sevgili eşim Hilal Başar SARICA'ya ve aileme teşekkür ederim.

Sertaç Selim SARICA
ISPARTA, 2008

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Isparta ili deprem riski haritası.....	2
Şekil 1.2. Isparta ili Jeoloji haritası,	
4	
Şekil 1.3. Isparta Ovası stratigrafi sütun kesiti.....	8
Şekil 1.4. Isparta ili formasyonlarına ait Jeolojik enine kesiti.....	9
Şekil 1.5. Isparta ili Tektonik Haritası	10
Şekil 1.6. Isparta Ovası Jeoloji haritası	11
Şekil 3.1. Çeşitli zeminler için örnek periyot dağılım eğrileri	17
Şekil 3.2. Tabata bölgesindeki mikrotremör kayıtlarının hız geniklerinin zamana göre değişimi.	20
Şekil 3.3. CMG-6TD sismometre.....	22
Şekil 3.4. CMG-6TD uzun ve kısa periyot tepki spektrumları	22
Şekil 3.5. Mikrotremör güç spektrumları (düz çizgi) ile transfer fonksiyonunun (kesikli çizgi) karşılaştırılması	25
Şekil 3.6. Mikrotremörlerin güç spektrumu (düz çizgi), kuvvetli yer hareketi güç spektrumu (kesikli çizgi), Matematik model ile hesaplanan transferksiyonu (noktalı çizgi)	26
Şekil 3.7. Tipik bir sedimanter havza yapısı Nakamura (2000)'den değiştirilmiş	29
Şekil 3.8. Ortalama periyot ile en büyük periyot arasındaki ilişkiye göre zemin Sınıflaması.....	31
Şekil 3.9. Baskın peryod ile en büyük genlik arasındaki ilişkiye göre zemin sınıflaması.....	31
Şekil 3.10. P,S ve Yüzey dalgalarının ilerleme yönleri.....	34
Şekil 3.11. Geopsy Ana ekran	35
Şekil 3.12. Seçilmiş verinin üç bileşen kaydı, ve kayıt bilgileri.....	36
Şekil 3.13. Pencereleme seçim ekranı.....	36
Şekil 3.14. Oluşturulan Spektral genlik ve H/V grafikleri.....	37
Şekil 3.15. Pencereleme uygulanmış veriye ait grafik.....	37

Şekil 4.1. Geopsy programı yardımı ile elde edilen örnek H/V eğrisi.....	38
Şekil 4.2. Geopsy programı yardımı ile elde edilen örnek spektral genlik eğrileri.....	39
Şekil 4.3. Isparta Ovası Ortalama H/V haritası.....	40
Şekil 4.4. Kuzey – Güney H/V haritası.....	41
Şekil 4.5. Doğu Batı H/V haritası	42
Şekil 4.6. Büyütme haritası	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Hakim tabaka eğitim ve doğrultuları.....	9
Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları.....	40

KISALTMALAR

sn	Saniye
Hz	Hertz
GCF	Güralp Compressed Format
S_R	Spektral Oran
H_S	Yumuşak zeminde deprem kayıtlarının yatay bileşeni
H_B	Temel Kayanın yüzeydeki yatay bileşeni
E_{RW}	Rayleigh Dalgası Etkisi
V_s	Yüzey tabakasının düşey bileşeni
V_b	Basenin düşey bileşeni
H_b	Ana kaya yatay bileşeni
S_e	Yer Etkisi
F	Frekans
QTS	Quasi Transfer Spektra (H/V Spektral oranı)
h	Derinlik
V_p	P dalga Hızı
V_s	S dalga Hızı
V_R	Rayleigh Dalga Hızı
H/V	Yatay bileşenin Düşey bileşene oranı

1.GİRİŞ

Bu tez çalışmasında olası bir deprem durumunda Isparta il merkezi yerleşim yerlerindeki yapıları etkileyecek yatay kuvvetlerin hakim periyodunu ve büyütme faktörünü ayrıca zemin hassasiyetini hesaplayarak, hasar görebilecek bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Son yıllarda ülkemizde de kullanılmaya başlanan Titreşimcik (Mikrotremor) Yöntemi hakkında ve veri işlem sırasında kullanılan geopsy programı hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Bu çalışma sırasında Isparta il merkezinde kaydedilen titreşimcik verileri bilgisayar ortamına aktararak Geopsy programı ile değerlendirilip Isparta il merkezindeki risk taşıyan bölgeler saptanmıştır.

1.1 İnceleme Alanı

Çalışma alanı, Akdeniz bölgesinin kuzeyinde yer alan Isparta il merkezi olarak belirlenmiştir. İl $30^{\circ} 20'$ ve $31^{\circ} 33'$ doğu boylamları ile $37^{\circ} 18'$ ve $38^{\circ} 30'$ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. 8.933 km²'lik yüzölçümüne sahip olan Isparta ili, kuzey ve kuzeybatıdan Afyon ilinin Sultandağı, Çay, Şuhut, Dinar ve Dazkırı, batıdan ve güneybatıdan Burdur ilinin Merkez, Ağlasun ve Bucak, güneyden Antalya ilinin Serik ve Manavgat, doğu ve güneydoğudan ise Konya ilinin Akşehir, Doğanhisar ve Beyşehir ilçeleri ile çevrilmiştir. Türkiye'nin deprem riski dağılım haritasında genel olarak birinci derecedeki deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır Isparta, Isparta-Dinar-Çivril-Uşak deprem hattı üzerindedir (Şekil 1.1). Sadece Sütçüler ve Y.Bademli ilçelerinde ikinci derece ve Sütçüler'in doğu sınırındaki dar bir alanda üçüncü derece deprem riski taşıyan bir dağılım bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Isparta ili deprem riski haritası (K.Temurçin 2003)

Isparta ili ve civarında tarih içinde çok sayıda deprem meydana gelmiştir. 03-05 Mayıs 1875 tarihlerinde 6,9, 02-14 Mayıs 1890 tarihlerinde 5,2, 1901 yılında 6,4 büyüklüğünde depremler olmuştur. Bu tarihsel depremler içinde en fazla hasara ve can kaybına neden olanı 03 Ekim 1914 tarihinde 7,1 büyüklüğünde meydana gelen depremdir. Bu deprem başta Isparta olmak üzere Burdur, Dinar, Gönen ve Atabey ilçelerinde ve deprem merkezine yakın diğer bir çok yerleşim merkezinde oldukça etkili olmuştur. 1914 depreminde 2000'den fazla kişi ölmüş ve 10.000 civarında aile evsiz kalmıştır.

3.2. İnceleme Alanının Stratigrafisi

Bölgenin genelinde; Üst Kretase yaşlı Kireçtaşları (Söbüdağ Kireçtaşları), Jura yaşlı Kireçtaşları (Davraz Kireçtaşı), Orta-Üst Triyas yaşlı Kireçtaşları (Akdağ Kireçtaşı), Alt miyosen yaşlı Ofiyolit, Orta Eosen yaşlı Fliş (Ağlasun Formasyonu), Pliyosen yaşlı (Gölcük Formasyonu), Piyosen yaşlı Andezit, Piyosen yaşlı Kuvaterner yaşlı Yamaç Molozu ve Alüvyon birimleri yer almaktadır. İnceleme alanında ayırt edilen birimler; otokton ve allokton konumlu olmak üzere iki ayrı grupta toplanmıştır.

Otokton birimler;

- Davras
- Söbüdağ
- Bozanönu
- Senirce kreçtaşları
- Kabaktepe
- Savköy
- Taşkapı
- Kayıköy
- Ağlasun
- Gölcük formasyonları
- Gölcük Volkanitleri

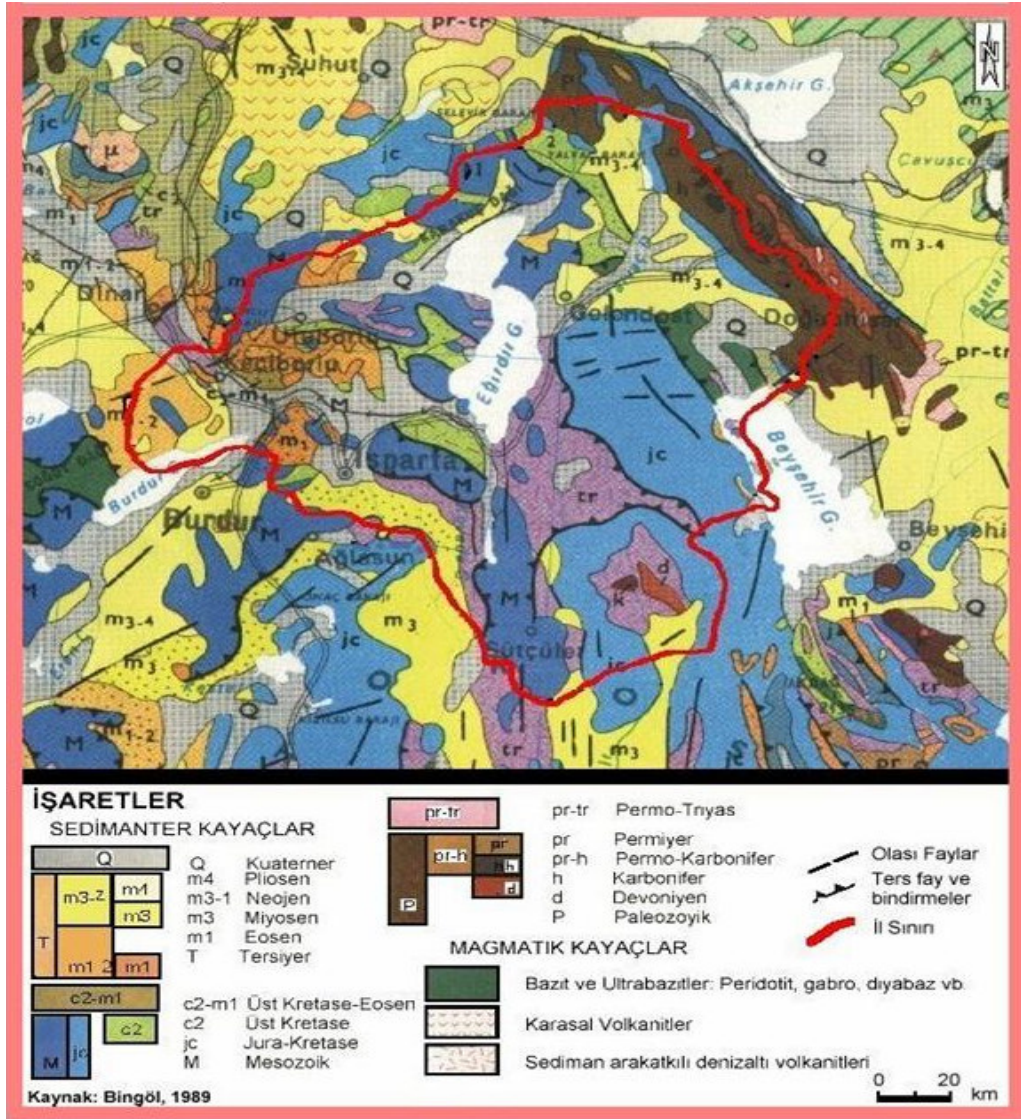
Allakton birimler;

- Akdağ Kireçtaşları
- Isparta Ofiyolit karmaşığdır

1.2.1 Otokton Birimler

Davras Kireçtaşları; beyazımsı grimsi renkli, altta orta-kalın tabakalı, sert çatlaklı ve çatlakları kalsit dolgulu olan dolamitik kireçtaşlarıdır. Alt seviyenin üzerine orta-kalın tabakalı sık çatlaklı, açık kahve, bej,açık gri, krem renkli üste doğru oolitik karakterli kireçtaşları gelir. Jura-Alt Kretase yaşlı olan birim Davras kireçtaşı olarak tanımlanmıştır (Yalçınkaya,1989). Alt kretase kireçtaşları ile devam eden formasyonun üstünde Senomaniyen kireçtaşları bulunur. Orta katmanlı, neritik yarı pelajik, gri, grimsi bej renkli Senomaniyen kireçtaşları, ince orta katmanlı kirli sarı,

gri bej renkli çörtlü yarı pelajik–pelajik Senoniyen kireçtaşlarına geçerler. Birim Maestrihtiyen yaşlı, çörtlü, krem, sarı, bej yer yer de pembe renkli, ince katmanlı pelajik kireçtaşları ile son bulur. Davras grubu içerisinde bu seviyeler, tipik görüldüğü yerlere göre isimlendirilmiş ve üye mertebesinde değerlendirilmiştir. Bunlar; Seyrekler Kireçtaşı, Bozanönü Kireçtaşı ve Söbüdağ Kireçtaşlarıdır (Yalçınkaya, 1989). Davras kireçtaşının tabanı Isparta çay boyunca açıkça gözlenmekte olup Görmüş ve Özkul, (1995)'e göre Üst Triyas-Türoniyen yaş aralığı benimsenmiş ve kalınlığının 2000 m' den kalın olduğu sanılmaktadır.



Şekil 1.2. Isparta ili Jeoloji haritası, (Bingöl 1989)

Söbüdağ Kireçtaşı; Isparta- İstanbul karayolunun her iki tarafında, Küçük söbü Tepesi ve Büyük söbü Tepesinde bu yapı gözlemlenmektedir. Açık koyu gri, bej

renkli çoğunlukla masif, yer yer orta-kalın katmanlı kireçtaşları, sıkı dokulu homojen bir yapıya sahip, bol çatlaklı ve çatlaklar ikincil kalsit ile doldurulmuştur. Bölgede meydana gelen tektonizma koşullarından büyük ölçüde etkilenmiş olan kireçtaşları, şiddetli kırık ve kıvrımlı bir yapı kazanmıştır. Söbüdağ Kireçtaşının yaşı Üst Kretase olarak belirlenmiştir.

Bozanönü Kireçtaşları; ince orta katmanlı, çörtlü, alta yarı pelajik üste doğru giderek pelajikleien, kirli sarı, krem, gri, bej renkli kireçtaşlarıdır. Yaşının Senoniyen olduğu tespit edilmiştir.

Seyrekler Kireçtaşları; tabanda ince-orta katmanlı ve sert yapılı olup, üst seviyelere doğru plaketli, yer yer laminalı, açık krem ile beyazımsı boz renkli plaketli pelajik kireçtaşlarıdır. Ayrıca, kireçtaşları içerisinde ve özellikle üst kesimlerde sık olarak çört yumruları ve ara bantları izlenir (Karaman vd. 1988). Birimin yaşı Orta Maestrihtiyen olarak belirlenmiştir.

Kabaktepe Formasyonu; konglomeratik-breşik bir taban ile başlayıp, ince-orta katmanlı, kırmızı, kırmızımsı pembe, şarabi renkli, yer yer böbreğimsi ayrışmalı, pelajik marnlarla devam eden seriden oluşmaktadır (Yalçinkaya, 1989).

Savköy Formasyonu; ince-orta tabakalı, kirli sarı, bej, açık kahve renkli, kumtaşı, kıltaşı, ardışıklanmalı, miyosen sonrası tektonizmanın etkisiyle kısmen ters dönmüş bir konum içerisindeki seriden oluşmaktadır. Formasyonun yaşı Üst Paleosen-Alt Eosen olarak belirlenmiştir (Yalçinkaya, 1989).

Taşkapı Formasyonu; tabanı orta katmanlı, ofiyolit kırıntıları bulunduran, kahve-boz renkli, dentritiktir. Bu kırıntılar alta gri, bej üstte beyaz renkli, ince-orta tabakalı, çörtlü, marnokalkerlerdir. Formasyon doğudan ve batıdan şiddetli deformasyona uğradığı için formasyonun dokanak ilişkileri bozulmuş ve sayısız kıvrımlanmalar meydana gelmiştir. Marnokalkerlerin üzerinde ince tabakalı pembemsi, şarabi renkli, pelajik marnlar bulunur. Ayrıca tabaka aralarında ofiyolit çakıl ve kırıntıları ile

şarabi marn parçaları bulunduran kısımlar gözlenir. Formasyon yaşı Alt-Orta Lütesiyen olarak tespit edilmiştir (Yalçınkaya,1989).

Kayıköy Formasyonu; fliş karakterindedir ve kumtaşı, kıltaşı, siltaşı, marn ardışıklarından oluşmuştur. Birim şiddetli şekilde kıvrımlanmış, açık gri, açık yeşil, kirli sarı boz ve kahve renklidir(Karaman vd. 1988). Formasyon kumtaşı seviyeleri bol fosilli ve yer yer karbonat çimentoludur, alt seviyelerinde ince düzeyler halinde ara tabakalanma gösteren linyit seviyelerine rastlanmıştır. Formasyonun yaşı Orta Eosen olarak belirlenmiştir (Karaman 1990).

Ağlasun Formasyonu; fliş niteliğindeki birimde egemen kaya türü kumtaşı ile arasında bulunan şeyilerdir. Kumtaşları ince-orta tabakalı, kahve rengi ve açık sarı renkleri arasında olup, ince kesitlerinde kayacın karbonat çimento ile tutturulmuş kalsit, kuvars ve klorit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Şeyiler ise, sarı, yeşilimsi ve gri renklerden izlenir ve laminalı yapıları vardır. Formasyonun yaşı Burdigaliyan (Alt Miyosen) olarak belirlenmiştir (Karaman, 1990).

Gölcük Formasyonu; tabanında çakıl taşlarıyla başlayan birim kıltaşı, kumtaşı, marn, tuf ardışıklanması şeklinde devam eden, genellikle beyaz rengin hakim olduğu, ince-orta katmanlı gölgesel oluşuklardır. İnce-orta katmanlı, bej, kirli sarı, beyaz renkli, yer yer pomzalaşmış, andezitik ve traki-andezitik karakterdedir (Yalçınkaya, 1989). Tüflerin alt seviyelerinde nispeten daha sıkı dokulu ve sertleşmiş tüfler bulunur. Yatay konumlu bu sert ve sıkı dokulu tüfit düzeyleri topografyada belirgin ve dik şeritler oluşturur. Orta kesimlerinde pomza seviyeleri yer alır. Gözenekli ve hafif olan pomzaların tane çapı 3-7 cm. kalınlığı 3-10 m arasında değişmektedir (Karaman, 1990).

Birim alt dokanağında aynı formasyonun andezit üyesi bulunur. Formasyonun yaşı Genç Pliyosen olarak belirlenmiştir (Yalçınkaya, 1989).

Gölcük Volkanitleri; yüksek tepe ve zirveleri oluşturan andezitler son derece sert yapılı olduğu halde birimin büyük bir çoğunluğu ayrışmış, bozuşmuş ve altere olmuş

andezitlerden oluşmuştur. Andezitler siyahımsı, kahvemsi, grimsi renkli, bol çatlaklı, porfirik dokulu, trakit, traki-andezit karakterdedirler. Birimin üstünde aynı formasyonun tüf, tüfit, pomza seviyelerinden oluşan istif bulunur. Andezitlerin değişik kesimlerinden alınan örneklerin radyometrik yaş tayinine göre yaşı Erken Pliyosen olarak tespit edilmiştir (Karaman, 1990).

1.2.2. Allakton Birimler

Akdağ Kireçtaşları; arazi yüzeyinde gri, taze kırılmış yüzeylerde ise beyaz ve açık krem renklerdeki kalın ve monoton bir kireçtaşı istifi ile temsil edilir. Kireçtaşları üst düzeylere büyük ölçüde mikritik-sparitik dokulu alt kesimlerde ise kuvvetli deformasyona bağlı olarak gelişen makaslanma, ezilme ve breş zonları gözlemlenir (Karaman,1990).

Akdağ kireçtaşları ofiyolitik karmaşıklar ile hareket etmiş ve buna bağlı olarak Akdağ Kireçtaşlarının irili ufaklı parçalarını, ofiyolitik karmaşıkların içerisinde, onlarla yoğrulmuş bir hamur biçiminde gözlenmektedir. Birim yaşı Orta-Üst Triyas olarak tespit edilmiştir (Yalçınkaya, 1989).

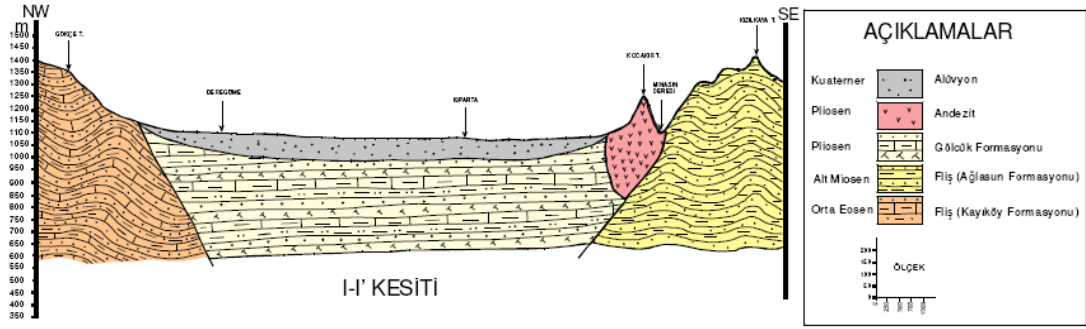
Isparta Ofiyolit Karmaşığı; Isparta yerleşim merkezinin güneyinde mostra vermektedir. Karmaşık başlıca serpantinit, gabro, diyabaz, çört, radyolarit ile kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Birimin en yaygın bileşenlerinden olan serpantinler, kaygan yapılı, yersel boşluklu, yaygın makaslanma yüzeyli, koyu ile açık yeşilimsi ve ileri derecede makaslanmaya uğramıştır.Ofiyolitinin yaşı Alt Miyosendir (Yalçınkaya, 1989).

Yamaç molozu; dik yamaç önlerinde ve eğimi fazla olan dere yataklarının ova düzlüğüne çıktığı yerlerde oluşmuştur. Kil, kum, silt, çakıl ve bloklardan oluşur. Yamaç molozunun yaşı Kuvaterner'dir.

MESOZOYİK		SENNONZOYİK			K		ÜST SİSTEM			
TRİASJURA	KRETASE	PALEOJEN	NEOJEN	YER	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON ÜYE SİMGE	LİTOLOJİ	
ÜST	ÜST	Üst	Orta	Alt	Kuvaterner	Holosen		Kalınlık		
								Kal	10-100	Atövyon
								Kym		Yamaç morozu - Birikinti kumisi
								Gölcük Volkanitleri (Tpg) Yakaören Tuf Üyesi (Tppy) Gölcük Formasyonu (Tpp)	1000-5-170	UYUMSUZLUK Tpg: Volkanik kayalar (Andezit, traxiandezit) Tppy: Beyaz, bej renkli, yer yer pomizleşmiş tufflar Tpp: Kumtaşı, çakıltı, çarnurtaşı, marl, tür ardışık - tanmasından oluşmuş, yerel olarak beyaz rengin hakim olduğu, ince-orta katmanlı, çösel oluşuklar
								Akdağ Kireçtaşı (TRa) Isparta Ofiyolit (To) Karmasığı		UYUMSUZLUK TRa: Beyaz renkli, orta-katmanlı, Orta-Üst Triyas yası, rekristalize kireçtaşı To: kuvvetli tektonikle karışmış, serpantinif, gabra, diyabaz, çort, radyolarit, kireçtaşı blokları
								Ağlasun Formasyonu (Tma)	1500	Tma: Kahve, boz renkli, ince-orta katmanlı, kumtaşı, marl ardışıklanması (Flş)
								Kayıköy Formasyonu (Tek)	750	UYUMSUZLUK Tek: Kahve, kırıltı sarı, boz renkli, ince-orta katmanlı, kumtaşı, marl ardışıklanmalı (Flş)
								Taşkapı Formasyonu (Tet)	100-150	Tet: Pembe, kırıltı sarı renkli, ince katmanlı, pelajik marllar (yer yer çortlu marlakatler girileri)
								Savköy Formasyonu (Tes)	250	Tes: Kırıltı sarı, bej, açık kahverenkli, ince-orta katmanlı, kumtaşı, kiltası ardışıklanmalı, yer yer çortlu kalıklar
								Kabaktepe Formasyonu (Tek)	100	Tek: Pembe renkli, ince katmanlı, pelajik marllar Konglomeratlı, breşik taban
								Seyrekler Kireçtaşı (Kse)	50	UYUMSUZLUK Kse: Kırıltı sarı, bej, yer yer pembe renkli, ince katmanlı, çortlu pelajik kireçtaşı Kb: Gri, bej, kırıltı sarı renkli, ince-orta katmanlı, çortlu pelajik, yarı pelajik kireçtaşları
								Söğüt (Ks) Kireçtaşı 300-750 Boz anönu Kireçtaşı Kb 100-50		Ks: Gri, bej, açık kahve renkli, orta katmanlı, seritlik kireçtaşları
								Davras Kireçtaşı (Med)	1500	Med: Alt seviyeleri beyazmsı grimsi kalm tabakalı, dolomitik, üstü doğru gri, bej, açık kahverenkli, orta-kalın katmanlı, yer yer çortlu kireçtaşı

Şekil 1.3. Isparta Ovası stratigrafi sütun kesiti (İrlayıcı, 1993)

Alüvyon; Isparta ovasını tamamını örtmektedir. Sondaj kuyularından alınan verilere göre kalınlığının çok farklı olduğu gözlenmiştir. Litolojisinde kil, kum, silt, ve çakıl bulunmaktadır. Alüvyonu oluşturan malzemeler volkanik kökenlidir. Gözlemlenen alüvyonun yaşı Kuvaternerdir (Yalçınkaya, 1989).



Şekil 1.4. Isparta ili formasyonlarına ait Jeolojik enine kesiti (Tüzel,2004)

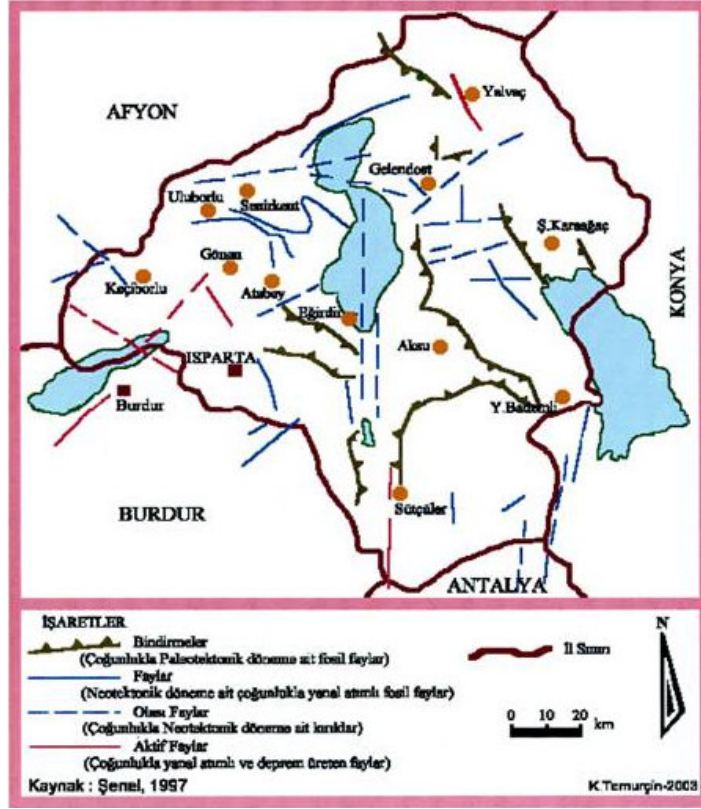
1.3. Çalışma Alanının Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı alpin orojenezinin etkilerinin görüldüğü, son derece kırıklı, kıvrımlı ve bindirmeli bir yapıdadır. Oluşan bindirme ve kırıkların çoğu Neotektonik dönemde meydana gelmiştir.

Bölgede bulunan formasyonlarda yapılan ölçülere göre hakim tabaka eğim ve doğrultuları şöyledir (Yalçınkaya, 1989);

Çizelge 1.1. Hakim tabaka eğim ve doğrultuları.

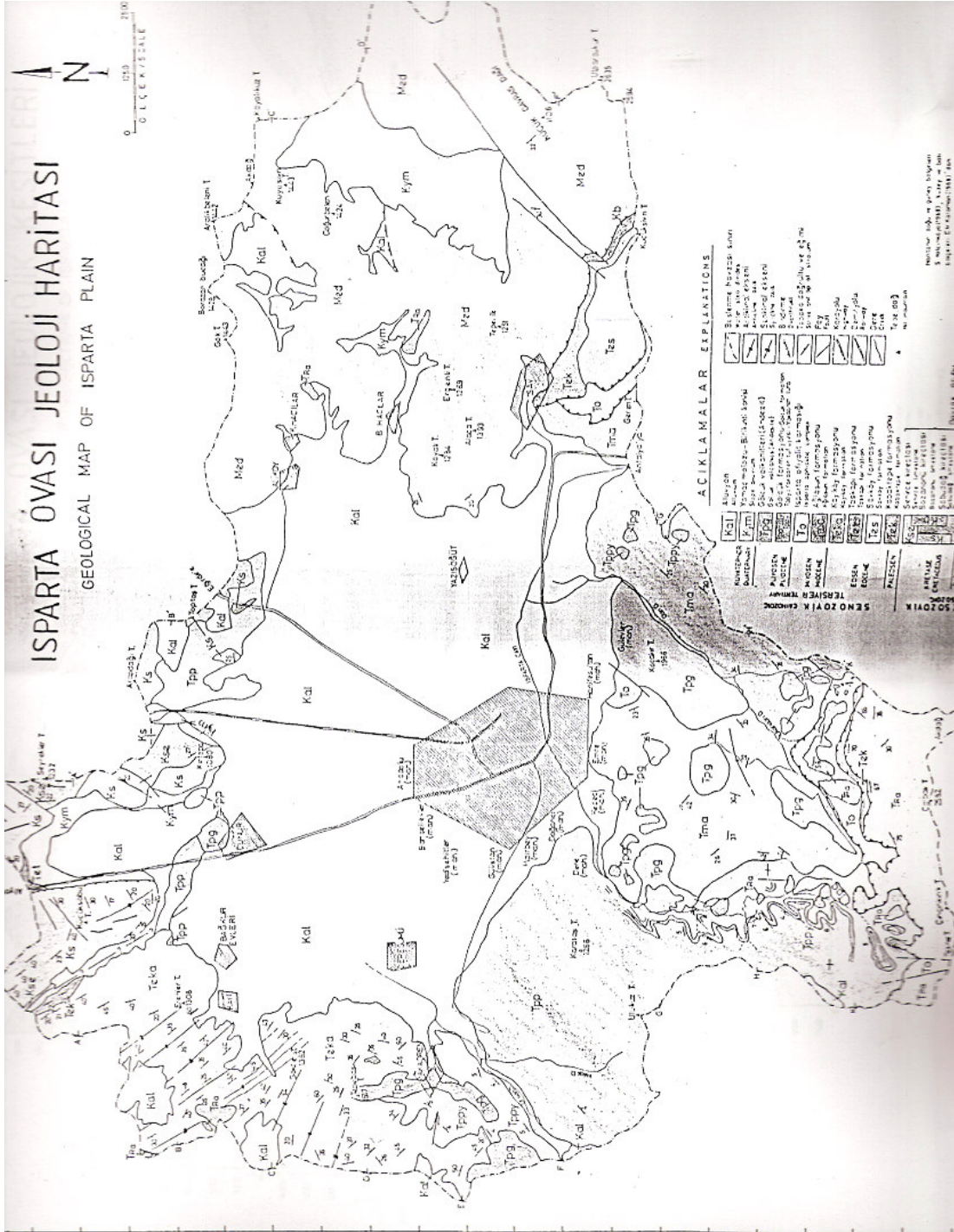
Formasyon adı	Doğrultu		Eğim	
Davraz Formasyonu	K30-40D	K30-40B	20-35 GD	20-35 GB
Kabaktepe ve Savköy For.	K60-80B	K30-40B	30-40 KD	20-30 GB
Taşkapı ve Kayıköy For.	K10-20B	K10-20D	25-35 GB	25-35 KB
Ağlasun Formasyonu	K15-25D		15-25 KB	
Gölcük Formasyonu	K20B	K20D	5 KD	5 KB
Akdağ Kireçtaşları	K15-25D		60-75 GD	



Şekil 1.5. Isparta ili Tektonik Haritası (Şenel 1997'den K.Temuçin(2003) tarafından değiştirilmiştir)

Çalışma alanında bulunan Davraz dağı üzerinde gelişmiş olan düşey atımlı 2 adet fay vardır (Davras I ve Davras II). Davras I. K45D, Davras II önce K45D sonra dönerek K60D olarak devam eder. İki fayın arası horst biçimi yükselmiş, her ikisinde kuzeyi çökmüştür.

Alanın kuzeyinde; kuzey güney doğrultulu, düşey atımlı Bozanönü fayı bulunur. Bozanönü fayının batısında Çiğdemli fayı (K45D) bulunmaktadır. Mesozoyik karbonatların içerisinde kalmış olan Çiğdemli fayı kuzeydeki blok güneydeki bloğa göre yükselmiştir. Çiğdemli fayı ile aynı özelliklere sahip Seyrekler fayı (K35D), inceleme alanının dışına kadar çıkar. Ayrıca inceleme alanındaki en önemli bindirme; Akdağ bindirmesidir.



Şekil 1.6. Isparta Ovası Jeoloji haritası (Irlayıcı, 1993)

1.4. Amaç ve Kapsam

Bir bölgedeki deprem tasarım özellikleri belirlenirken en önemli etkenlerden birisi bölgedeki yeri oluşturan kayaçların tekrarlayan gerilimlere karşı davranışlarının belirlenmesidir. Bu katmanların özellikleri, arazi ve laboratuvar çalışmaları sayesinde istenilen hassasiyette saptanabilmektedir. Bölgede oluşabilecek depremlerin kaynak özelliklerini tahmin edebilmek için aynı şekilde kapsamlı bir çalışma jeofizik yapılması gerekmektedir.

Depremlerde yapısal zarara etki eden üç etken tanımlayabiliriz, deprem, bölgesel yer ve yapı özellikleri. Dolayısı ile yapısal hasarı azaltabilmek için deprem sırasında farklı davranış gösterecek bölgelerin belirlenmesi gerekir. Bölgesel jeofizik, jeolojik ve topografik koşullar deprem dalgalarının özelliklerini değiştirerek, aynı sarsıntıdan etkilenen birbirine yakın aynı özelliklerdeki yapılarda farklı etkilere yol açabilmektedir. Deprem sırasında yapıdaki hasarı belirleyen en önemli etkenler, depremin büyüklüğü, süresi ve frekans içeriğidir.

Bu çalışmanın amacı Titreşimcik yöntemi ile veri işlem sırasında uygulanan yöntemler hakkında ayrıntılı bilgi vererek Mühendislik Jeofiziğine katkı sağlamak, çalışma alanı olan Isparta il merkezinin jeolojisini ve depremselliğini belirterek, bir deprem sırasında yerleşim alanlarının hasar riskini tespit etmektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde yeni kullanılmaya başlanan Titreşimcik (Mikrotremör) Yöntemi hakkında Türkçe çok az kaynak bulunmaktadır. Bu konudaki yapılan çalışmalar genellikle birkaç yüksek öğrenim kurumu ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü-Deprem Araştırma Dairesine aittir.

Bu çalışmada Ercan(2001-2006), Mirzanoğlu ve Dikmen (2003), Kanai ve Tanaka(1961) ve Sarı(2006) dan yararlanılmıştır.

Mikrotremör çalışmaları ile ilk çalışmalar F.Omori(1908) tarafından yapılmıştır. Ancak teknolojik gelişmelerin yetersizliği ve ilgi çekici bir konu olarak görülmemesi nedeniyle 1950'li yıllara kadar bu alanda bir ilerleme kaydedilememiştir.

Mikrotermörlerin mühendislik uygulaması olarak kullanılması ilk olarak Kanai ve Tanaka (1961) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda periyotu 1 sn'den daha küçük olan mikrotremörlerin ölçümleri temel alınarak yerin jeolojik özellikleri sınıflandırılmıştır.

Gençoğlu ve Ayhan (1974) İzmit'te yapmış oldukları mikrotremör çalışmasında; 45 noktadan aldıkları veriler yardımı ile zeminin dinamik parametrelerini belirlemiş ve zemin sınıflaması yapmıştır. Bölgenin hakim periyot haritasını oluşturmak için o dönemde sıklıkla kullanılan Kanai(1952)'nin sınıflamasını ve Medvedev(1962) tarafından önerilen yöntemi uygulamıştır.

Otha vd. (1978) tortul havzalarda uzun periyotlu mikrotremörleri gözlemiş ve temel yapının derinliğindeki artışla baskın periyotlarda sistematik bir değişim olduğunu saptamıştır.

Kagami vd. (1982), kalın tabakalardaki uzun periyotlu mikrotremörleri incelemiş, ana kaya derinliği ile mikrotremörlerin Fourier Spektrumları arasında sistematik bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

Kagami vd. (1986), yer büyütme etkisini standart spektral oran yöntemi ile hesaplamıştır. Belirlenen sonuçların bölgenin jeolojisi ile tutarlı olduğunu belirlemiştir.

Nakamura (1989) 50'li yılların başında bu yöntemi denemeye başlamıştır. Nakamura yönteminin duyurulmasından sonra; yüzey tabakası ve yapı dinamik davranışlarının belirlenmesinde pahalı olmayan ve oldukça basit olan bu yöntem birçok ülkede tercih edilmeye başlamıştır. Her ne kadar bir çok araştırmacı tarafından bu yöntemin çok açıklayıcı ve deneysel olarak incelenemeyeceği iddia edilse de bu teknik baz alınarak yapılan çalışmaların çoğunun başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda Rayleigh dalgası ile titreşimlerin açıklaması kullanıcılar ile yazar arasında tartışmalara neden olmuştur. Bilinmesi gereken deprem sonucunda oluşan hasarların periyot, sismik hareket ve yük durumuna bağlı olduğudur. Bu parametreler zeminin ve yapının sismik tepki davranışını içerir. Bu durum deprem oluşmadan önce zemin ve yapının depremlere hassasiyetinin incelenmesinde önemli bir konudur. Bu amaçla hassasiyet olasılığı Nakamura tarafından K değeri olarak adlandırılmıştır. Bu K değerleri yapı ve zemin gerilimlerinden elde edilir.

Lermo ve Chavez- Garcia (1994) mikrotremör ve kuvvetli yer hareketi verilerinden bulunan sonuçları kıyaslamış ve aralarında iyi bir uyum olduğunu belirlemiştir.

Ibs-Von ve Wohlenberg (1999) Almanya Batı Rhine Embayment'te aldıkları mikrotremör ölçümlerinde Nakamura yöntemini kullanmıştır. Bu bölgede yapılan sondaj verileri yardımı ile bölgesel bir bağıntı oluşturmuş ve böylece gevşek zemin tabakasının baskın frekansının yanı sıra; kalınlığını da belirlemiştir.

Tokgöz (2002) Bolu ve çevresinde yer etkisini incelemek amacıyla mikrotremör yöntemi kullanmıştır.

Imamoğlu (2003); "Avcılar ve yakın çevresinde derin sediman rezonansının incelenmesi" adlı çalışmasıyla deprem ve mikrotremör verileri kullanarak elde ettikleri spektrumları karşılaştırmış ve SPAC metodu ile yer altı yapısını ortaya çıkarmıştır.

Özel vd.(2004) ve Kudo vd. (2002) Avcılar-İstanbul ve Adapazarı'nda SPAC yöntemi kullanarak yaptıkları ölçümlerin sonucunda S dalga hız yapısını kestirmişlerdir.

Mirzanoğlu ve Dikmen (2003)'e göre yüzey tabakasının temel dinamik davranışları ile doğal titreşimcikler arasındaki ilişki doğrulanmıştır. Titreşimcikler deprem mühendisliği için önemli ve kullanışlı olduğundan iyi bilinmektedir. Titreşimcik lmleri ve değerlendirme yöntemleri dünyanın pek çok yerinde kullanılmakta ve mikroblgelendirme çalışmalarında oldukça başarılı olmuştur. Bu yöntemin avantajlarından en önemlisi bir deprem sonucunda oluşan zemin hareketlerinin değerlendirilmesinde hızlı ve kolay olmasıdır. Bu alışma sonucunda yer hareketlerinde bu ölçümlerin ne kadar önemli bir rol oynadığı görülmüştür.

Karabulut (2005); “Büyükçekmece ilçesinde mikrotremör verileriyle mikrobölgeleme çalışmaları” adlı çalışmasında bölgede yapılan mikrotremör, sismik kırılma, sondaj ve laboratuvar verileriyle bölgede mikroblgelendirme yapmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Giriş

Deprem dalgalarının yerde neden olacağı etkileri ortaya koyabilmek için binaların üstüne inşa edileceği yapının deprem dalgası sırasında nasıl davranış göstereceğinin ortaya konması gerekir. Başka bir ifadeyle deprem dalgalarının yerde neden olacağı etkileri ortaya koyabilmek ve bu yer üzerine yapılacak yapının deprem dalgalarından nasıl etkileneceği ya da davranışının ne olacağının belirlenmesi gerekir.

Bu amaçla;

- İvme ölçümlerinden,
- Titreşimcik (mikrotremor) ölçümlerinden,
- Vibrometre ile ölçümlerden
- REMİ ölçümlerinden
- Sismik kırılmanın parametre hesaplarından yararlanır.

Bu yöntemlerden mikrotremor (Titreşimcik) yöntemine değinilecektir.

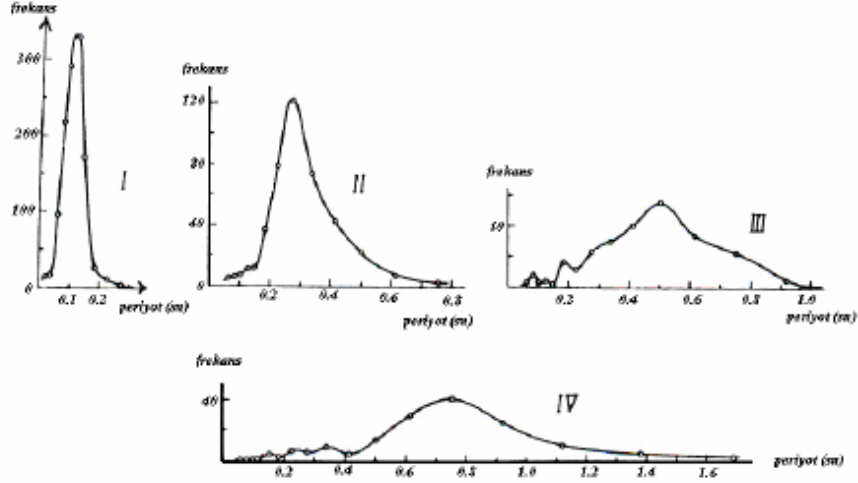
3.2. Titreşimciklerin Tanımı

Depremler ve sismik patlamalar dışında kalan doğal ya da doğal olmayan nedenlerle ortaya çıkan, periyotları birkaç dakikayı aşmayan, yeryüzünün titreşim hareketlerine genel olarak çok küçük yer sarsıntıları (Mikroseism) denir. Bu sarsıntılardan periyotları 0,05 ile 2 sn. aralığında olanlar için Mikrotremör (titreşimcik) ifadesi kullanılır.

Bu küçük titreşimler kayıtçılarla kayıt edildiğinden yerin hangi periyotlarla salındığı hakkında fikir sahibi olmamızı sağlar. Yerin hangi periyotlarla salındığı ve hangi hakim periyotlarla salındığı bize o yerin bir deprem sırasında hangi periyotlarla salınacağı konusunda fikir verir.

Deprem sırasında yer elastik ortamdan plastik ortama geçer ama sonuçta elastik düzeydeki bu salınım bize belli oranda fikirler verebilir. Örneğin bulunduğumuz alanda doğal titreşim periyodu 0.2 sn. ise burada bir deprem olması durumunda yerin salınacak periyodu budur. Buna yerin hakim titreşim periyodu denir. Birçok periyotta

salınım gerçekleşecek ama hakim olarak 0.2 sn. gerçekleşecektir. Bu durum deprem öncesi zemin araştırmalarında doğrudan parametre olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Çeşitli zeminler için örnek periyot dağılım eğrileri (Kanai ve Tanaka, 1961)

Kanai, geliştirmiş olduğu bir yöntemle, depremler sırasındaki etkili olan yerin baskın dönemlerinin, mikrotremor(titreşimcik) ölçümlerinden elde edilen yerin baskın dönemi ile yakın bir ilişki içerisinde olduğunu göstermiştir. Bu ilişki, yerin tekdüze olması durumunda daha belirgin olur.

Kanai'nin verdiği ilişki kullanılarak deprem olmadan önce deprem olma olasılığı olan alanlarda hangi periyottaki dalgaların etkin olacağı ve hangi tür binaların etkileneceği ortaya konulabilir.

Hakim titreşim periyodu ; temel tasarım sırasında yapının kaç katlı olması gerektiğini belirlemede kullanılır. Hakim titreşim periyodu ile aynı periyotta bir bina yapacak olursak binada rezonans gerçekleşir. Mikrotremor bize yıkılmayacak binanın yapılması konusunda bilgi verecektir.

3.3. Titreşimciklerin Genel Özellikleri

Periyotları çok küçük dalgalardır(0.05-2 sn). Gündüzleri doğal olmayan etkenlerin fazlalığından gecedan daha aktiftir, dalga şekilleri düzgün değildir. Daha çok yapay nedenlerle oluşur.

3.4. Titreşimcikleri Oluşturan Dalgalar

Titreşimciklerin dalga türleri üzerine ayrı görüşler ileri sürülmektedir. Kanai, titreşimciklerin yer içinde S dalgalarının yinelemeli yansımaları sonucunda ortaya çıktıklarını belirtirken Wilson (1953) 4 ile 100 Hz sıklık (frekans) aralığındaki titreşimcikleri incelemiş, üç bileşenli ivme ölçer (accelometre) kullanarak yaptığı ölçümler sonucunda tanecik deviniminin Rayleigh dalga türüne oldukça benzer olduğunu, 9 Hz'den yüksek olan titreşimciklerin eğin (cisim) dalgalarından, 9 Hz'e yakın olanların ise yüzey dalgalarından oluştuğunu belirtmiştir. Aki (1957), yapmış olduğu çalışmalarda titreşimciklerin verilen bir sıklıkta belirli bir tezlik edinmiş yüzey dalgaları olduğunu belirlemiş, yatay devinimleri Love dalgaları olarak nitelemiştir. Genel olarak yukarıda belirtilen yüzeysel kaynakların, yüzey dalgaları ürettikleri, buna karşın derin kaynaklı, depremciklerin neden olduğu titreşimlerin ise düşey yönlü eğin dalgaları olarak yayıldıkları bilinir (Ercan, 2006).

Genel olarak; mikrotremorlar rüzgar, okyanus dalgaları, jeotermal reaksiyonlar, küçük magnitüdü yer sarsıntıları gibi doğal etkilerle birlikte başta trafik hareketleri olmak üzere insanların yaşam sürecinde neden oldukları hareketlilikten kaynaklanmaktadır (Kartz,1976).

Bu kaynakları Düzenli ve Düzensiz diye ikiye ayırabiliriz.

3.4.1. Düzenli Mikroseisimler

- Trafik, endüstriyel makineler ve rüzgarla oluşan 0.01-0.5 sn periyotlu mikroseisimler.
- Karışık rüzgarların oluşturduğu, 1-4 sn periyotlu mikroseisimler.
- Kasırgalar ve tayfunlar gibi şiddetli rüzgarlar sırasında okyanuslarda oluşan, 2- 6 sn periyotlu mikroseisimler.
- Hava basıncıyla oluşan, 4-10 sn periyotlu mikroseisimler.
- Muson ve benzeri tipteki rüzgarlarla oluşan, 4-10 sn periyotlu mikroseisimler.
- Su dalgalarının kıyıya çarpmasıyla oluşan, 10-20 sn periyotlu mikroseisimler.

3.4.2. Düzensiz Mikroseismler

- Deniz dalgaları ile oluşan, 1-4 sn periyotlu mikroseismler.
- Rüzgarların, ağaçlara ve binalara etkimesiyle oluşan, 1-4 sn periyotlu mikroseismler.
- Aletlerin tepe kısmında oluşan hava akımlarının neden olduğu, 20-100 sn periyotlu mikroseismler.
- Yerin donması sonucu oluşan, 40-200 sn periyotlu mikroseismler.

3.5. Titreşimcikleri Etkileyen Faktörler

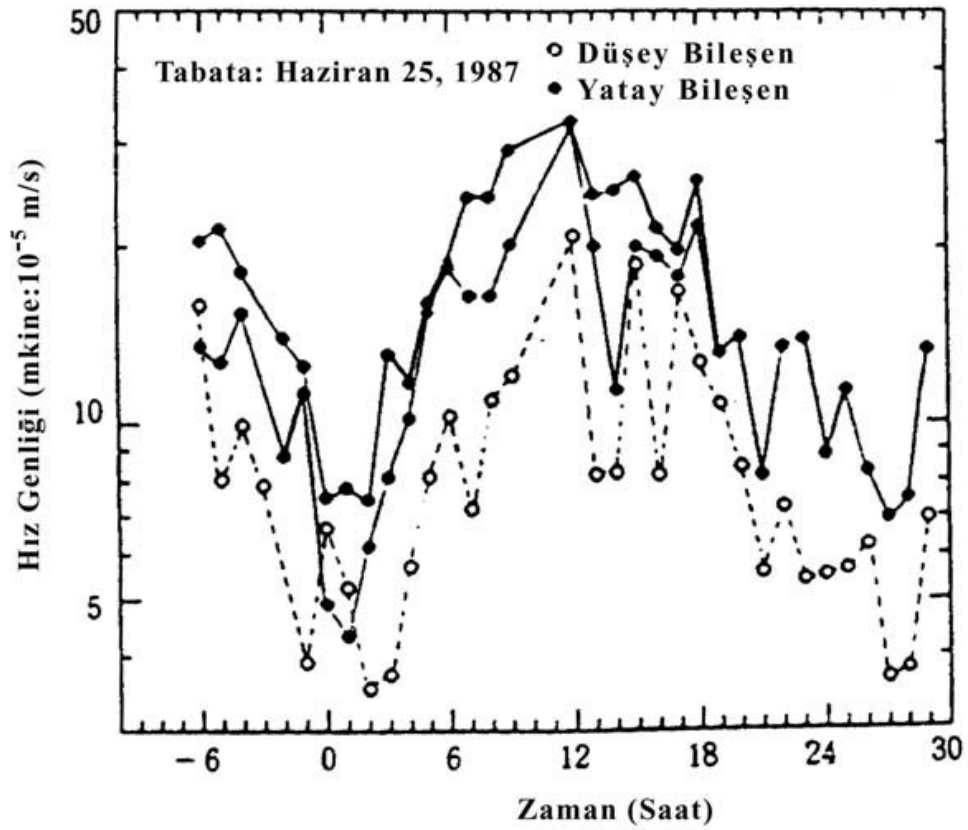
Bard (1998) mikrotremor ile ilgili yapmış olduğu çalışmalar ve incelemeler sonucunda, önerilerde bulunmuştur. Buna göre;

- İvme ölçerler yerine hız ölçerler tercih edilmelidir. Çünkü ivme ölçerlerin tüm bileşenleri için geniş frekans bandında gürültü çözümlemesinde, yeterli çözünürlük gücüne sahip değildir.
- 1s den daha uzun periyotlu titreşimlerin analizi yapılacaksa 5s veya 10s'lik hız ölçerler tercih edilmelidir.
- Mekanik ve elektronik gürültüye neden olabilecek uzun, dış donanımlardan kaçınılmalıdır.
- Trafiğin yoğun olduğu ve ağır araçların geçtiği yollar civarında kayıt almaktan kaçınılmalıdır.
- Ölçümler sırasında hava koşullarının önemlidir. Yağmurlu ve rüzgarlı günlerde ölçüm alınmamalıdır. Rüzgar düşük frekanslarda büyük sapmalara neden olmaktadır. Mucciarelli (1998); yapmış olduğu çalışmalar sonucunda Bard (1998)'in önerilerinde bahsettiğinin tersine trafik hareketlerinin sorun oluşturmayacağını aksine trafiğin yerde oluşturacağı yüksek enerjinin 1 Hz altındaki düşük frekanslardaki çözünürlüğün daha iyi olmasına yardımcı olacağını savunmuştur. Atmosferik etkilerin; yağmur yada rüzgar gibi, bozucu bir etkiye sahip olduğu, bu gibi etkenlere karşı önlemler alınması gerektiğini söylemiştir.

Nakamura (1989), yapay zeminler üzerinde yapılan ölçümlerde frekans özelliğinin bozulacağına ve belirgin genliklerde sahte pikler görüleceğini söylemiştir.

Gece ölçümlerinin gündüz ölçümlerinden daha sağlıklı olduğuna dair kesin bir gösterge bulunmamaktadır. Hatta kentsel alanlardaki bazı çalışmalar sonucunda gece ve gündüz alınan kayıtlardan elde edilen Y/D oranının tamamen benzer olduğu gözlenmiştir.

Nakamura (1989), yapmış olduğu uzun süreli mikrotremör ölçümlerindeki kayıtların hız genliklerini incelemiştir. Gece 02:00 – 03:00 saatlerinde almış olduğu kayıtlarda genliklerin en düşük, öğlen civarlarında aldığı kayıtlarda ise en yüksek değere ulaşarak 4-6 katına çıktığını gözlemlemiştir.



Şekil 3.2. Tabata bölgesindeki mikrotremör kayıtlarının hız genliklerinin zamana göre değişimi (Nakamura, 1989)

Grafik incelendiği zaman gündüz saatlerinde alınan kayıtlardaki mikrotremör genliklerinin diğer saatlere oranla çok daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Nakamura (1989), Kamonomiya ve Ishibashi bölgelerinde yapmış olduğu uzun süreli mikrotremör ölçümleri ve yapılan benzer çalışmalar sonucunda, çevresel gürültülerin kayıtları oldukça etkilediği grlmştir. Yapay gürültülerden kaçınmak için ölçümlerin gece yapılmasını önermiştir.

3.6. Titreşimcik lmlerinde Kullanılan Cihazlar ve Genel zellikleri

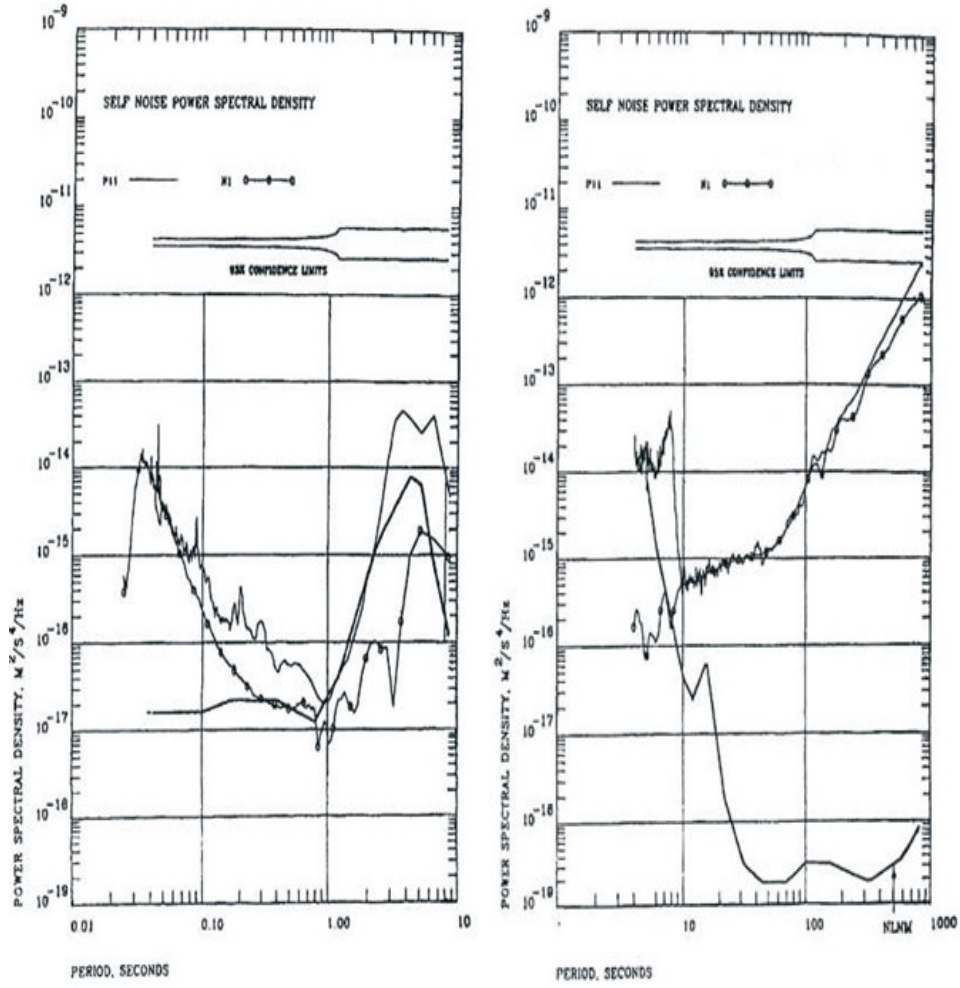
Titreşimcikler zel titreşim lerler (Sismometre) yardımıyla, hız, ivme veya yer değiştirme türünden kaydedilebilirler. Arazide l alınırken temel olarak bir kayıt aleti, kayıt aletinin yapısına bağlı olarak bir dizüstü bilgisayar, sismometre sistemi, güç birimi ve bunlara bağlı yan birimler gerekmektedir. Bu cihazların genlik sınırları 0,005-3000 mikron olmalıdır. Sonuçların daha güvenilir olması için periyot sınırı 0,001-5 sn olarak alınması gerekir.

Titreşimciklerin genliklerinin küçük olması nedeniyle büyütmesi oldukça fazla olan sismometrelerle kaydetmek mümkündür. Sismometreler üç bileşenli kayıt alır; Doğu-Batı, Kuzey-Güney ve Düşey. Kayıtlar sayısal olarak elde edilir, bu sayede verilerin bilgisayara aktarılması ve değerlendirilmesi kolay olur.

Bu alışmada CMG-6TD üç bileşenli, sayısal çıkışlı portatif broadband sismometre kullanılmıştır. Bu sismometre ile yapılan ölçümlerden hız kaydı alınmaktadır. Sismometrenin uzun ve kısa periyottaki tepki spektrumları Şekil 3.3'da verilmiştir.



Şekil 3.3. CMG-6TD sismometre (Anonim,2004)



Şekil 3.4. CMG-6TD uzun ve kısa periyot tepki spektrumları (Anonim,2004).

Arazide kayıtlar doğrudan diz üstü bilgisayar bağlantısı ile sayısal olarak alınmıştır. Alınan kayıtların örnekleme aralıkları 20Hz dir. Ölçümler SCREAM! Programı yardımı ile sayısal olarak GCF (Güralp Compressed Format) formatında kaydedilmiştir. Ölçü noktaları GPS yardımıyla belirlenmiş ve işaretlenmiştir.

3.7. Mikrotremor Ölçüm Yöntemleri

Mikrotremör ölçümleri yapılırken, arazi uygulamaları sırasında; tek istasyon, iki istasyon ve ya ikiden fazla istasyon yardımı ile ölçü alınmaktadır. Tek istasyon yönteminde farklı noktalardan ve zamandan bağımsız üç bileşen kaydı alınabilmektedir.

İki istasyon yönteminde; bir istasyon daha önceden belirlenen sağlam bir zemin üzerinde referans noktası olacak şekilde sabitlenir, diğer istasyon ise gezici olur. Her iki istasyondan eş zamanlı olarak ölçümler yapılır. Daha sonra her iki istasyondan alınan kayıtlardan interpolasyon uygulanarak haritalama yapılabilmektedir.

Tek istasyon yönteminin avantajı; yapılan ölçümlerin zamandan bağımsız olarak alınması ve buna bağlı olarak kaynak özelliklerinde oluşan değişimlerin sonuçlar üzerindeki etkisi azaltılabilmektedir. Bu yöntem ile zeminin baskın periyodu tamamen yansıtılırken, büyütme etkisi yaklaşık olarak elde edilebilmektedir.

3.8. Mikrotremorların Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Mikrotremor ölçümleri deprem mühendisliğinde birçok parametrenin belirlenmesine yönelik olarak kullanılmaktadır. Mikrotremor ölçümlerinin değerlendirilmesi, aranan parametreler ve kullanılan yöntemlere göre farklılıklar göstermektedir. Kullanılacak değerlendirme yöntemlerinin hepsi farklı kabuller ve yaklaşımlar sağlamaktadır, ancak hepsinde ortak olan ve ilk yapılması gereken spektral analiz uygulamasıdır.

Mikrotremor verilerinin analizinde yaygın olarak üç yöntem kullanılmaktadır.

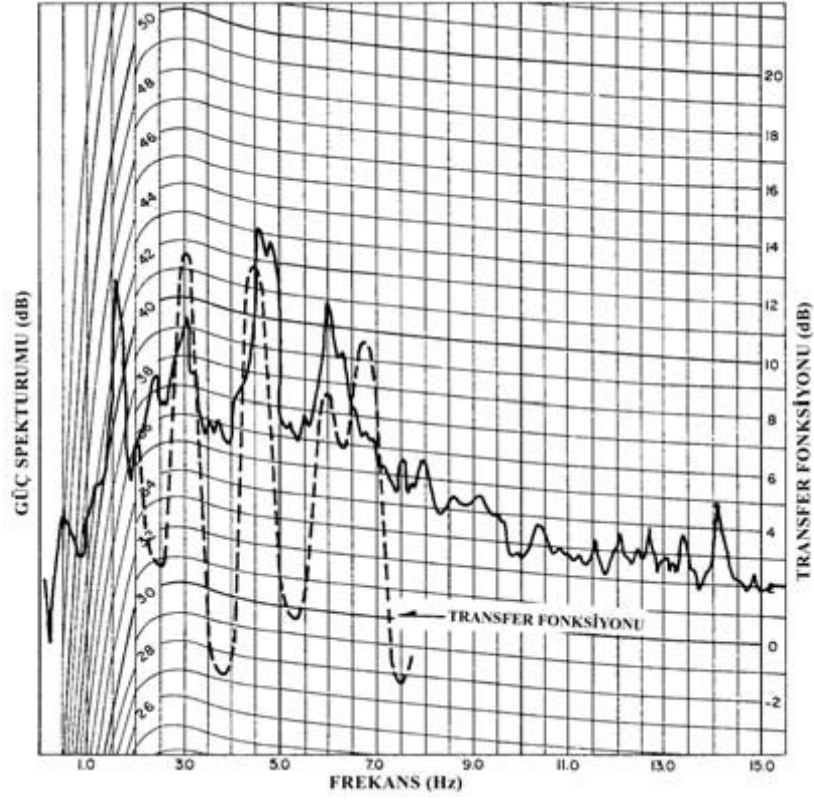
- Fourier genliklerinin yada güç spektrumlarının yorumlanması
- Referans noktasına göre spektral oran hesaplanması

- Yatay bileşenin düşey bileşene spektral oranı (Nakamura Yöntemi) yöntemleridir.

3.8.1. Fourier genlik yada güç spektrumlarının yorumlanması

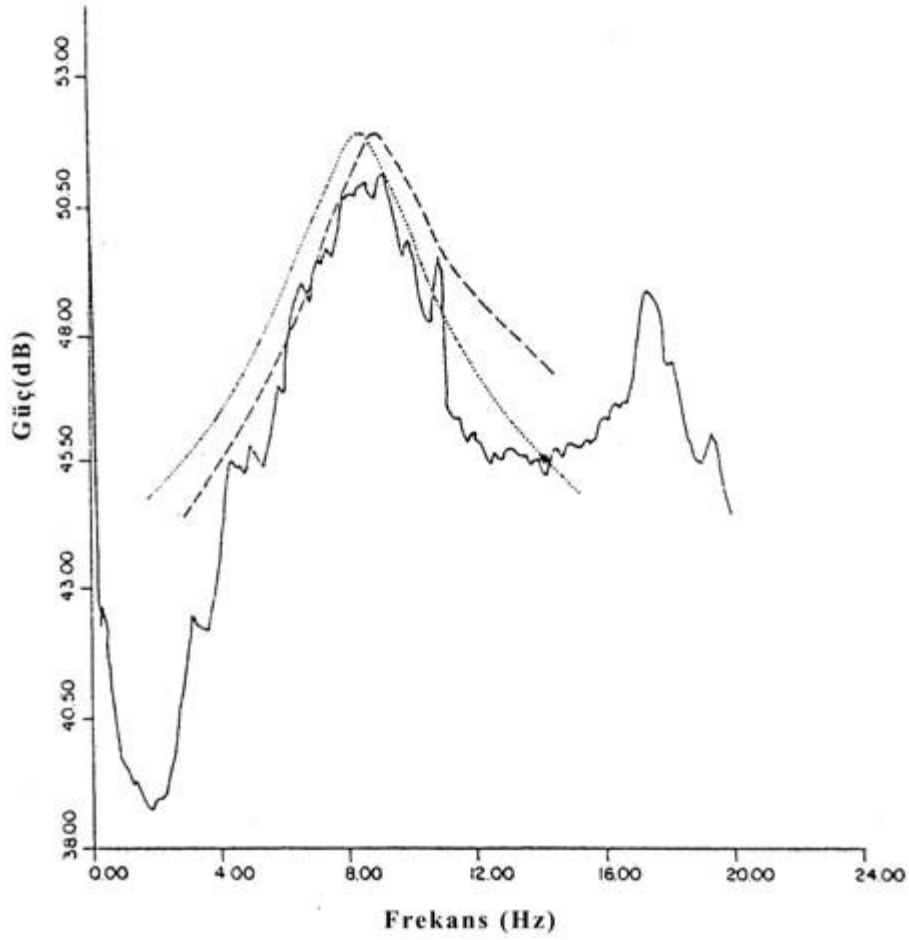
Fourier dönüşümü sonucu elde edilen genlik spektrumları, çözümlemesi yapılan dalganın bileşenlerinin frekans içeriği ve dalganın hangi bileşeninin genliğinin büyük olduğunu gösterir. En büyük genliği veren frekans, incelenen dalganın baskın frekansı olarak belirlenir. Güç spektrumu genlik spektrumunun karesi olduğundan 1'den büyük genlikler büyütülürken, 1'den küçük genlikler küçültülmüş olacaktır. Bu sayede büyük genlikler daha belirgin hale gelecektir, en büyük genlik yine baskın frekansı temsil edecektir.

Katz (1976), Utah'ta yapmış olduğu çalışmada, uzun süreli (>45 dk) mikrotremör ölçümleri kullanarak güç spektrumlarını incelemiştir. Güç spektrumlarından belirlediği pikler ile Haskell Thomson modeli kullanarak belirlediği transfer fonksiyonlarından belirlenen pikleri karşılaştırmış ve aralarında oldukça iyi bir uyum olduğunu belirlemiştir.



Şekil 3.5. Mikrotremor güç spektrumları (düz çizgi) ile transfer fonksiyonunun (kesikli çizgi) karşılaştırılması (Katz, 1976)

Katz ve Bellon (1978), Beatty (Nevada) Bölgesi'nde mikro bölgelendirme çalışması için mikrotremör yönteminin kullanılıp kullanılmayacağını araştırmışlardır. Çalışma alanında önceden yapılmış olan sondaj çalışmaları sayesinde zemine ait parametreler bilinmektedir, ayrıca bölgede sık sık nükleer denemeler yapıldığından bölgeye ait çok kuvvetli yer hareketi kayıtları mevcuttur. Bu veriler sayesinde, mikrotremörlerin güç spektrumları ile kuvvetli yer hareketlerine ait spektrumlar ayrıca teorik modeller yardımı ile hesaplanan transfer fonksiyonu sonuçları karşılaştırılmıştır. Tüm bu spektrumların benzer olarak elde edilmesi sonucunda, mikrobölgeleme çalışması için mikrotremörlerin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Mikrotremorların güç spektrumu (düz çizgi), kuvvetli yer hareketi güç spektrumu (kesikli çizgi), Matematik model ile hesaplanan transfer fonksiyonu (noktalı çizgi) (Katz ve Bellon, 1978)

3.8.2. Referans Noktasına Göre Spektral Oranlar Yöntemi

Kuvvetli ya da zayıf zemin hareketi değerlendirme çalışmalarında, ortak pencere tanımı yapılabilecek türden çalışmalarda, referans istasyonundan ve veri alınan diğer istasyonlarda, Referans noktasına göre spektral oranlar yöntemi sıkça kullanılmaktadır. Bu yöntemde S dalgalarının etkin olduğu kısımlar genellikle pencereleme işlemi ile çıkarılır ve Fourier Genlik spektrumları alınır. İstasyondan alınan verilerden hesaplanan spektrum oranlanarak referans istasyon ile istasyon arasındaki transfer fonksiyonu hesaplanmış olur. Bu yöntemde karşılaşılan en önemli sorun referans istasyon ile veri alınan diğer istasyonlar arasında ortak zaman pencereleri tanımlamaktır.

Bu yöntem kullanılırken yapılan ana kabul, tüm istasyonlar için dalga yayılma yolu ve kaynak özelliklerinin aynı olduğudur. Uzun periyotlu mikrotremörlerde dalga yayılma yolu ve kaynak özellikleri aynı kabul edilmektedir ancak kısa periyotlu mikrotremörler genellikle kültürel gürültüler olduklarından dalga yayılım yolu ve kaynak özelliklerini aynı kabul etmek olanaksızdır. Bu sebepten büyütme seviyesi doğru olarak belirlenemese de zemin baskın periyodu doğru olarak belirlenebilmektedir.

Alışıl gelmişin dışında eş zamanlı olmayan kayıtlarda bu yöntemde kullanılmıştır. Ibs-von Seth ve Wohlenberg (1999), Batı Rhine Embayment'te (Almanya) ana kaya derinliğini tespit etmek için, eş zamanlı olmayan kayıtlar alınmıştır. Bu çalışmada 102 adet noktada ölçüm alınmış ve bunlardan ana kaya üzerinde olan 10 adet nokta seçilmiş ve her bir noktanın kayıtlarından yatay bileşen için genlik spektrumları hesaplanmıştır. Bu 102 noktan için hem Nakamura Yöntemi hem de Referans Noktasına göre oran yöntemi uygulanmış ve elde edilen spektral oranların spektrumlarının birbiri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

3.8.3. Nakamura Yöntemi

Bu yöntemde esas alınan temel yatay spektrumların dikey spektrumlara oranlanmasıyla bölgesel yer etkilerinin hesaplanabilmesidir. Bu fikir Nakamura tarafından 1989 yılında açıklanmıştır. Bu yöntem ile 3 bileşenli titreşim kayıtları kullanılarak zeminin özellikleri belirlenebilmektedir.

Yüzey jeolojisinden kaynaklanan zemin etkileri yüzeyin yumuşak kısmındaki deprem kayıtlarının yatay bileşenleri ile temel kayanın yüzeydeki yatay bileşeni arasındaki spektral oran olarak kabul edilir.

$$S_R = \frac{H_S}{H_B} \quad (3.1)$$

S_R = Spektral Oran

H_S = Yumuşak zeminde deprem kayıtlarının yatay bileşeni

H_E = Temel Kayanın yüzeydeki yatay bileşeni

Bu yöntemi kullanmak için çeşitli varsayımlar yapmak gerekir.

- Titreşimcikler özellikle temel kaya çevresinde yüzeylenen yumuşak zeminden yayılan Rayleigh dalgalarından oluşur.
- Rayleigh dalgaları gürültü olarak kabul edilir ve tabaka tabanından değil yüzeydeki düşey spektrumdan kaynaklanır.

$$E_{RW} = \frac{V_S}{V_E} \quad (3.2)$$

- Rayleigh dalgalarının mikrotremör hareketi üzerinde düşey ve yatay bileşene etkisi eşittir.
- Mikrotremör hareketinin düşey bileşeni yumuşak zemin tarafından büyütülmez.

$$\frac{H_E}{V_E} = 1 \quad (3.3)$$

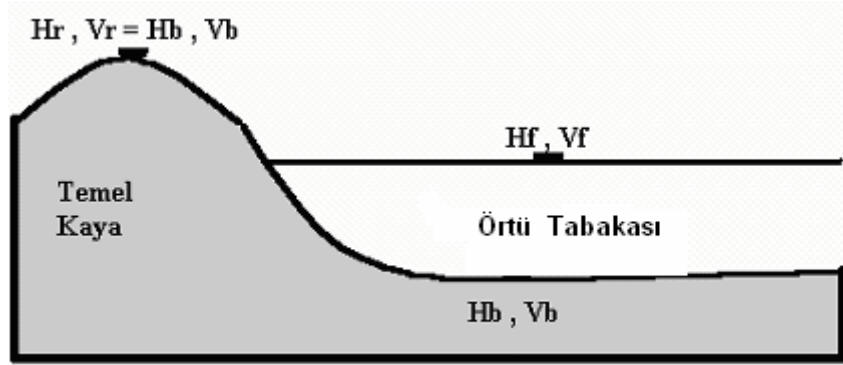
- Yatay ve düşey bileşen arasında spektral oran arka planda yumuşak zeminden kaynaklanarak Rayleigh dalgası etkisi gürültü olarak kaydedildiğinde bu etkiyi elemek gerekmektedir.

$$S_E = \frac{S_R}{E_{RW}} = \frac{H_S}{V_S} \quad (3.4)$$

Nakamura modelinde sedimanter bir yapı model olarak kullanılmıştır (Şekil 3.7) (Nakamura,2000). Böyle bir yapıda P dalga hızı S dalga hızından üç dört kat fazladır. Fourier frekans bölgesinde dört adet genlik spektrumu tanımlanmaktadır. Bu genlik spektrumları; yüzeydeki hareketin yatay ve düşey doğrultudaki bileşenlerine ait genlik spektrumları ve üstteki yüzey tabakasının tabanındaki hareketin yatay ve düşey doğrultudaki bileşenlerine ait genlik spektrumlarıdır. Bu yapıda yatay bileşenlerin maksimum büyütme verdikleri frekans çevresinde dikey bileşende bir büyütme olmaz ($A_v=1$). Eğer Rayleigh dalgalarının etkisi yoksa $V_f=V_b$ olur. Diğer taraftan V_f, V_b den büyük ise bu yüzey dalgalarının etkisi olarak düşünülebilir. Bu

da bize bu yolla yüzey katmanlarının büyütmelerinin elde edilebileceğini göstermektedir (Nakamura 2000).

Nakamura tekniği kullanılarak yapılan çalışmalarla gevşek zeminin (soft soil) baskın frekansını güvenilirlikle belirlediği ispatlanmıştır. Özellikle direşim farkının belirgin olduğu durumlarda, Y/D oranı ile baskın frekansın belirlenmesi, genlik spektrumu yada referans noktasına göre spektral oran ile belirlenmesinden daha kolaydır. Uygulamalı sonuçlar Y/D oranına ait grafiğin gelen S dalgasına ait olan yer büyütmesi grafiğinden farklı olduğu görülmüş ve bu nedenle büyütmenin bulunması konusunda güvence vermediği düşünülmektedir (Bard, 1998).



Şekil 3.7. Tipik bir sedimanter havza yapısı Nakamura (2000)'den değiştirilmiş

Burada;

$$H_f = A_h * H_b + H_s, V_f = A_v * V_b + V_s; \quad (3.5)$$

Sedimanter havzaya ait yüzeydeki yatay ve düşey spektrumlar

A_h ve A_v ; Dikey gelen cisim dalgalarının yatay ve düşey bileşenlerinin büyütme faktörleri

H_b ve V_b ; Taban kayadaki yatay ve düşey hareketlerin spektrumları

H_s ve V_s ; Rayleigh dalgalarının yatay ve düşey yöndeki spektrumları

$$T_h = H_f / H_b, T_v = V_f / V_b; \quad (3.6)$$

Yüzeydeki sedimanter zemine ait yatay ve düşey büyütme faktörleri.

Rayleigh dalgalarının düşey bileşende hakim olmasından, Rayleigh dalgalarının etkisi $V_f/V_b(=T_v)$ den tahmin edilebilir. Bu dalgalar temel kayada oluşamayacağından yüzeydeki (V_f) spektrum (V_b) ye bölünerek bu etki hesaplanabilir. Bu durumda yatay büyütme şu şekilde ifade edilebilir.

$$* = \frac{T_h}{T_v} = \frac{\frac{H_f}{V_f}}{\frac{H_b}{V_b}} = \frac{QTS}{\frac{H_b}{V_b}} = \left[\frac{A_h + \frac{H_s}{V_b}}{A_v + \frac{V_s}{V_b}} \right] \quad (3.7)$$

$$QTS = \frac{H_f}{V_f} = \frac{A_h * H_b + H_s}{A_v * V_b + V_s} = \frac{H_b}{V_b} \cdot \left[\frac{A_h + \frac{H_s}{V_b}}{A_v + \frac{V_s}{V_b}} \right] \quad (3.8)$$

$$QTS = \frac{H_s}{V_s} \quad (3.9)$$

Costa vd. (1996) Lisbon kasabasında yaptıkları çalışmada elde ettikleri mikrotremör kayıtlarını Nakamura Yöntemi ile hesaplamışlardır. Buldukları sonuçları, patlatma kayıtları ve deprem verilerinin spektrumları ve 1 ve 2 boyutlu kuramsal model sonuçları ile kıyaslamış, hesaplanan rezonans frekansları ve bölgenin jeolojisi incelendiğinde, ince alüvyon tabakaları için Nakamura yönteminin yer tepkisinin tespitinde kullanışlı bir yöntem olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca bu yöntem ile tabaka kalınlığı ve zeminin gevşekliği ile ilgili bilgilere de ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

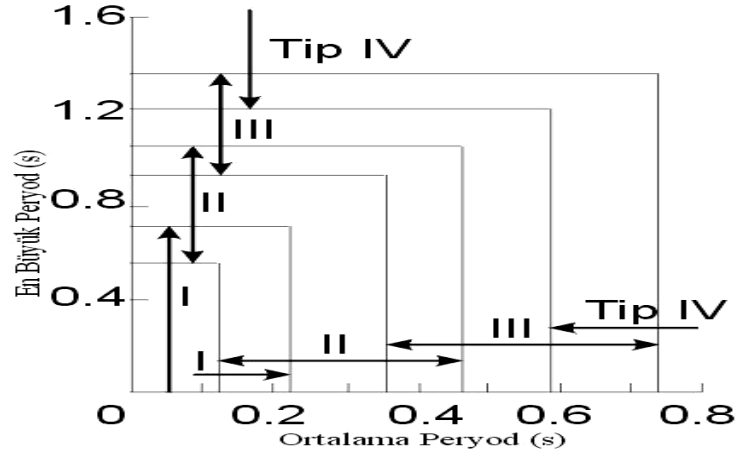
Lermo ve Chaves-Garcia (1994), 0,3-5 Hz frekans aralığındaki mikrotremör kayıtları ile yaptıkları çalışmalarla baskın periyotu güvenilir olarak belirlemişlerdir. Mucciarelli (1998), 10Hz'e kadar mikrotremörlerle çalışmıştır, Nakamura (1989) ise 0,5-20 Hz aralığındaki mikrotremörler ile çalışmıştır.

3.8.4 Kanai Yöntemi (Sıfır Kesme Yöntemi)

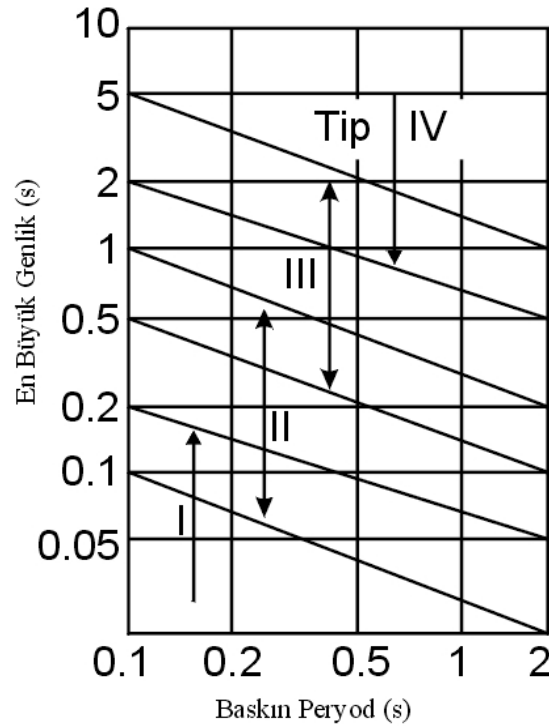
Kanai (1961), mikrotremör kayıtlarından alınan bölüm için, sıfır eksenini kestiği zamanlar arasındaki farkın iki katı, periyot olarak kabul edilmektedir. Tespit edilen periyotlar yatay ekseninde, diğer bir periyota ait frekanslar düşey ekseninde olacak

şekilde işaretlenerek periyot dağılım eğrisi oluşturulur. Bu grafikte doruk noktada olan periyot, en çok tekrarlanan periyot olur ve baskın periyotu verir.

Bu yöntem sonucunda elde edilen sonuçlara göre zemin sınıflandırması yapılır.



Şekil 3.8. Ortalama periyot ile en büyük periyot arasındaki ilişkiye göre zemin sınıflaması



Şekil 3.9. Baskın periyod ile en büyük genlik arasındaki ilişkiye göre zemin sınıflaması

Gençoğlu ve Ayhan (1974), İzmit'te yaptıkları çalışmada bu yöntemden faydalanmışlardır. Yaptığı oldukları bu çalışmada Kanai yöntemi ve Güç spektrumu yöntemlerini kullanmışlar ve değerlendirme sonuçlarının birbirleri ile uyumlu olduğunu tespit etmişlerdir.

3.9. Sismik Dalga Türleri

Normalde sismik enerjinin çizdiği yol üzerinde geçilen her tabakanın homojen, izotrop ve tam elastik olduğu varsayılır. Yer içinde homojen, izotrop ve tam elastik ortamda geometrik optiğin temel kurallarına uyarak yayılan 2 tür sismik dalga vardır. Yüzey ve cisim dalgaları olarak adlandırılan bu dalgalar; boyuna (P) ve enine (S) cisim dalgaları, Rayleigh ve Love dalgaları yüzey dalgalarıdır.

3.9.1. Boyuna (P) Dalgaları

Partikül yer değiştirmesinde, şekil değişikliği olmadan hacim değişikliği oluşturan ve bu koşulla yayılan dalgalardır. Titreşim doğrultusu ile dalga yayılımı doğrultusu paraleldir. Dalga cepheleri şeklinde yayılırken, iki genişleme yada iki sıkışma dalgası arasında bir dalga boyuna sahiptir.

P dalgaları verilen en hızlı dalgalar olduklarından deprem kayıtlarında ilk kaydedilen dalgalardır.

Boyuna dalgaların hızı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$V_p = (G/\rho)^{1/2} = \left[\frac{E}{2\rho(1 + \mu)} \right] = \left[k + \frac{4}{\rho} \right] \quad (3.10)$$

3.9.2. Enine (S) Dalgalar

Partikül yer değiştirmesinde; şekil bozulmaları oluşan dalgalardır. Titreşim doğrultusu ile dalga yayılımı doğrultusunun birbirine dik olduğu dalgalardır. Nokta kaynaktan yayılırken bir dönme göstermektedir, bu nedenle rotasyon dalgaları da denir.

Enine dalgalarının hızı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$V_s = (G/\rho)^{1/2} = [E/2\rho(1+\mu)] \quad (3.11)$$

Enine dalgaların iki şekli vardır. Yayınım esnasında enine olarak parçacık salınımı yatay düzlem üzerinde ise dalga SH adını, eğer parçacık salınımı düşey düzlem üzerinde ise SV adını alır.

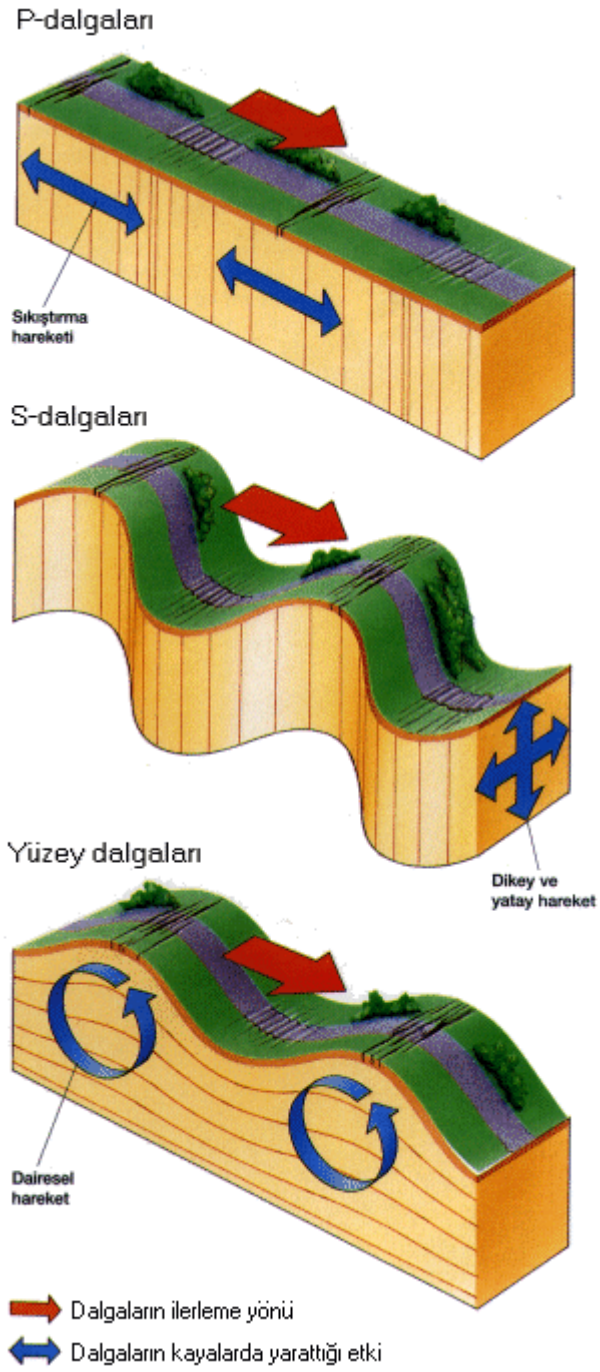
Boyuna ve enine dalgalar elastik bir ortamda hareket ederken başka bir kesişme yüzeyine rastladıklarında, dalganın enerjisinin bir kısmı ikinci ortamda ilerlerken bir kısmı da birinci ortamda yansır.

3.9.3. Rayleigh Dalgaları

Ara yüzeyde oluşan dalgalardır ve derinlere doğru ekpolaransiyel olarak azalır. Bu dalgaların yayılım doğrultusu soldan sağa olduğundan parçacık hareketi saat yönünün tersinedir. Rayleigh dalgalarının hızı, aynı ortamda yayılan S dalgaları açısından yaklaşık olarak $V_R=0,92V_S$ olarak hesaplanır.

3.9.4. Love Dalgaları

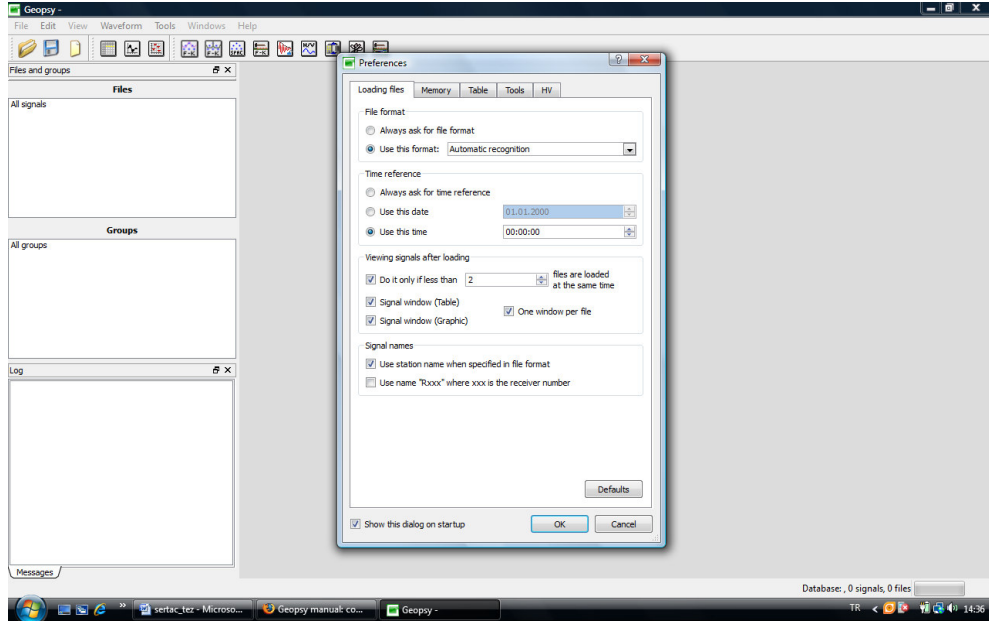
Bu dalgalarda tıpkı Rayleigh dalgaları gibi yüzey dalgalarıdır. Yarı sonsuz ortamdaki düşük hızlı yüzey tabakaları içerisinde oluşurlar. Düşey bileşenleri yoktur, yayılım doğrultusuna dik-yatay karakterdedir. Saçınım gösterirler.



Şekil 3.10. P,S ve Yüzey dalgalarının ilerleme yönleri (Bilim ve Teknik 1999)

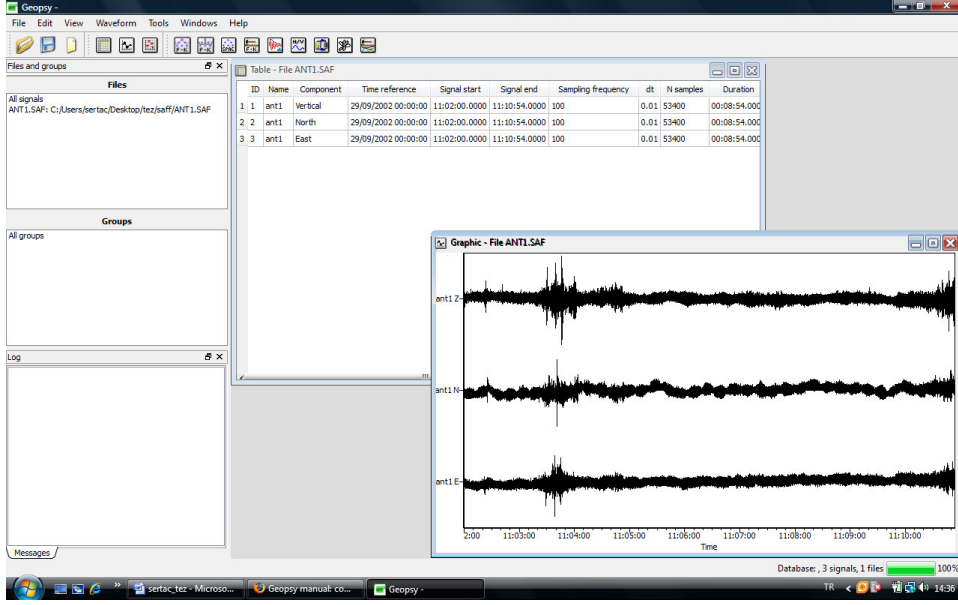
3.10. Geopsy Programı

Sesarray projesi kapsamında bulunan ve sismometre yardımı ile alınan verilerin değerlendirilmesi için kullanılan bir programdır. Sesarray projesi, içerisinde birçok zemin hareketlerine yönelik programı barındıran bir projedir. Bu proje Sesame European, Universite Joseph Fourier (Grenoble,Fransa) ve Universitat Potsdam (Potsdam,Almanya) işbirliğiyle ortaya çıkmıştır.



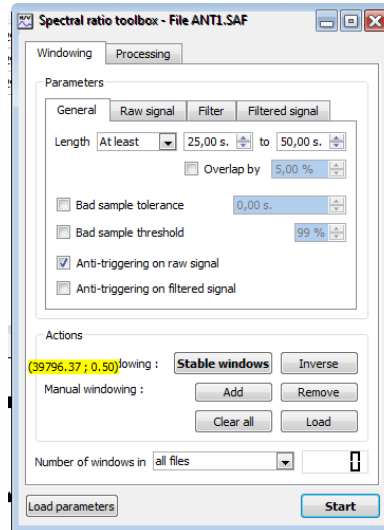
Şekil 3.11. Geopsy programı ana ekranı

Programı açtığımızda Şekil 3.11'deki ana ekran karşımıza çıkmaktadır. Burada yapmamız gereken öncelikle, değerlendirmek istediğimiz verileri çağırmak olacaktır. Bu işlemi yapmak için gereken yol, "File" menüsünden "Import signals" seçeneğini işaretlemek ve açılan pencereden istediğimiz verileri seçmektir. Seçilen veriler ana ekrandaki "Files" bölümünde görüntülenecektir. Bu verilerden herhangi birini seçerek işlem yapmaya başlayabiliriz. Herhangi bir veri seçildiği zaman ekranda veriye ait bilgiler ve üç bileşen kaydı görüntülenecektir (Şekil 3.11.). Veriye ait bilgiler sırası ile; sıra no (ID), veri adı (name), bileşen (Component), kayıt tarihi (Time Referance), sinyalin başlangıç zamanı (signal start), sinyalin bitiş zamanının (signal end), örnekleme frekansı (Sampling frequency), Kayıt süresi (Duration) dir.

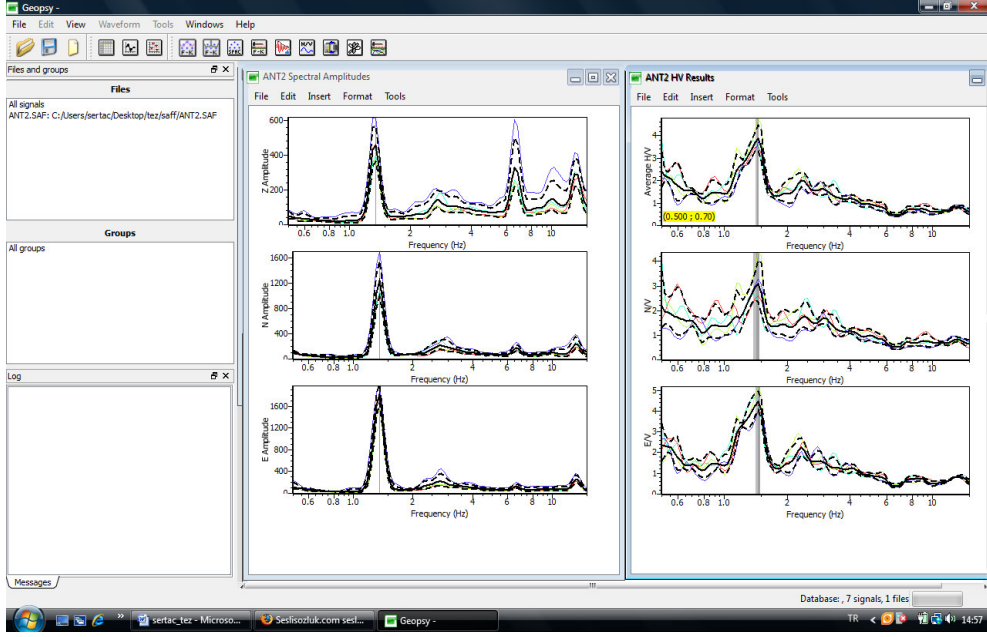


Şekil 3.12. Seçilmiş verinin üç bileşen kaydı, ve kayıt bilgileri.

Kayıt bilgileri ve üç bileşenli grafiği ekranda belirledikten sonra, veriye ait H/V oranını, spektral genliğini ortaya çıkarmak için ana ekrandaki araç çubuklarından H/V yazan işaretlenir. Bu işlem sonucunda karşımıza Şekil 3.13'deki pencere açılır. Bu pencere yardımı ile veri üzerinde pencereleme işlemi yapılabilir. Pencereleme işlemi seçildikten sonra "Start" butonuna basılarak H/V oranını gösteren grafik ve spektral genliği gösteren grafik oluşturulur (Şekil 3.14).



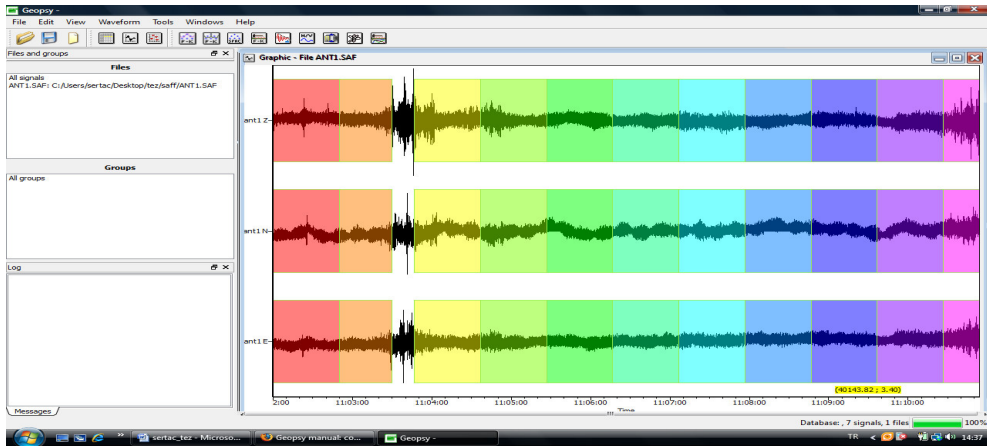
Şekil 3.13. Pencereleme seçim ekranı



Şekil 3.14. Oluşturulan Spektral genlik ve H/V grafikleri.

Spektral genlik ve H/V grafikleri istenildiğinde kaydedilebilmektedir. Bu kayıt istenirse resim formatında (BMP,JPG,PNG vb.) olabilmektedir. İstendiği takdirde de programın kendi formatında kaydedilebilmektedir.

Kayıt işlemleri yapıldıktan sonra H/V ekranı ve Spektral genlik ekranları kapatılırsa veriye uygulanan pencereleme işlemine ait grafik ekranda görüntülenir. (Şekil 3.15) Bu ekrandaki her bir renk,bir pencereyi temsil eder ve spektral genlik grafiğinde her bir renk ayrıca görüntülenir.

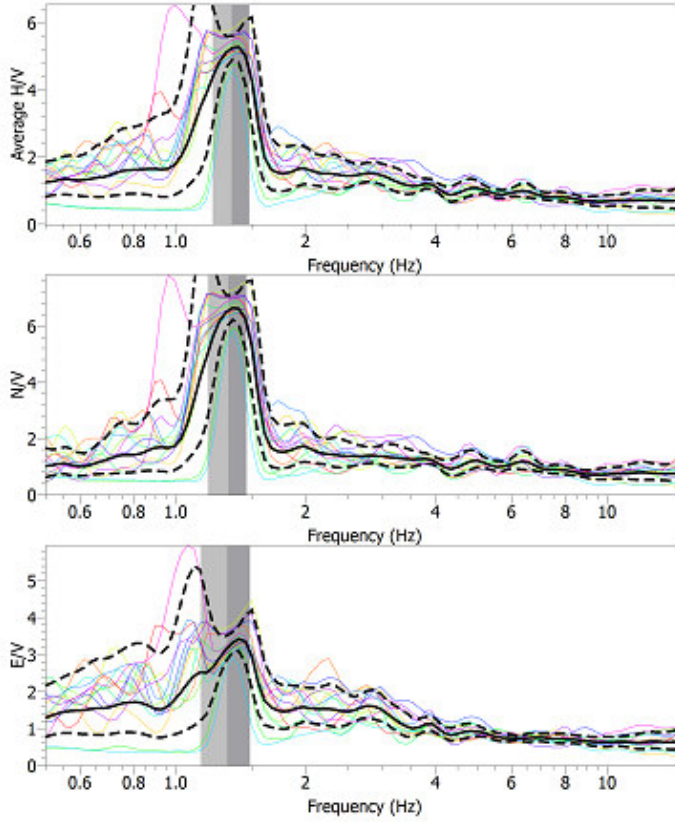


Şekil 3.15. Pencereleme uygulanmış veriye ait grafik.

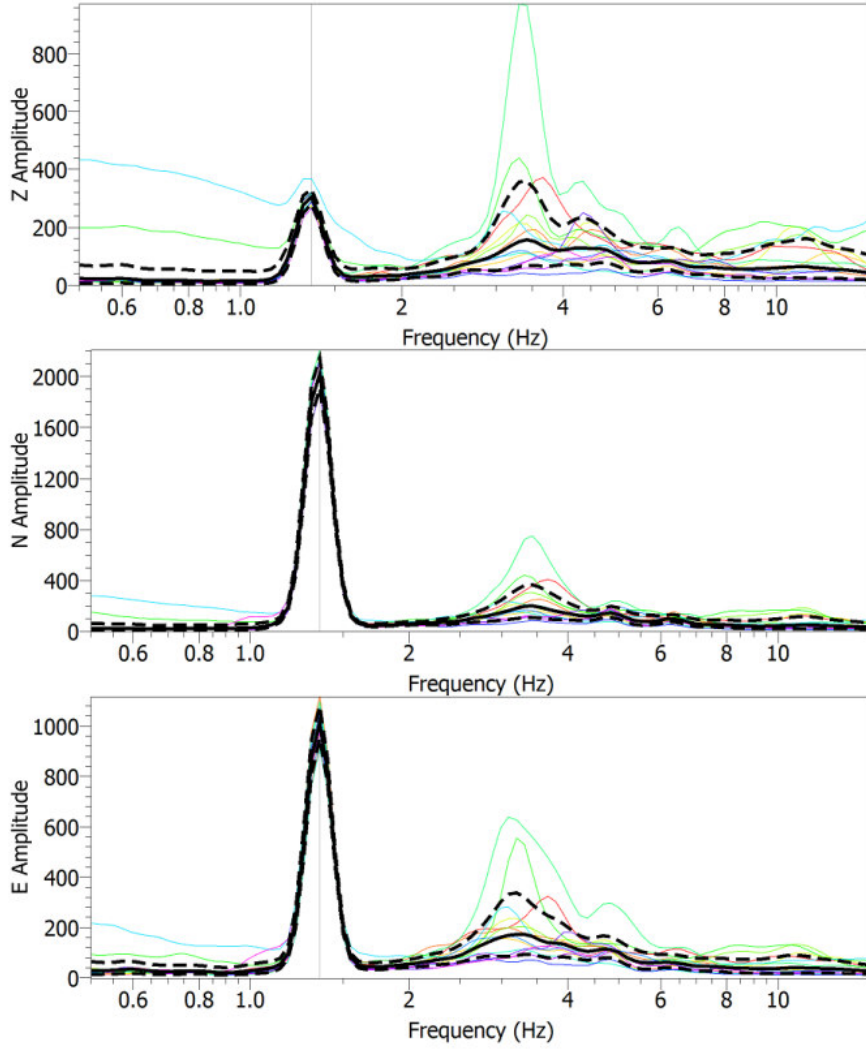
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; Güralp CMG-6TD marka 3 bileşenli sismometre kullanılarak veriler toplanmıştır.

Isparta il merkezinde 160 noktada, 20Hz örnekleme aralığı ile mikrotremör(titreşimcik) kayıtları alınmış ve bu kayıtlar çalışmada kullanılmıştır. Kayıt noktaları seçilirken mümkün olduğunca kanalizasyon sistemleri, ana su taşıma boru sistemleri, yüksek gerilim hatları ile elektrik hatlarından uzak durulmaya çalışılmıştır. Yerleşim yerleri içerisinde kaldırımların üzerinden, yerleşim yerleri dışında ise doğrudan toprak üzerinde ölçüler alınmıştır. Bu veri alımı tek cihazla Nakamura tekniğine göre gerçekleştirilmiştir. Toplanan bu veriler bilgisayar ortamında “geopsy” programı yardımı ile değerlendirilmiştir. Tüm ölçü noktalarının grafikleri Ek-1’de sunulmuştur. Ayrıca ölçü noktalarını gösteren haritalar Ek-2’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Geopsy programı yardımı ile elde edilen örnek H/V eğrisi



Şekil 4.2. Geopsy programı yardımı ile elde edilen örnek spektral genlik eğrileri

Her bir kayıt süresi yaklaşık 30 dakikadır. Değerlendirme aşamasında 40 sn.'lik pencereler kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen zemin hakim periyodu ve büyütme verileri; ölçü noktalarının koordinatları kullanılarak “Surfer” programı yardımı ile haritalanmıştır. 4 adet harita sırası ile Isparta ovası Ortalama H/V haritası, Isparta ovası Kuzey-Güney H/V haritası, Isparta ovası Doğu-Batı H/V haritası ve Isparta ovası büyütme haritasıdır.

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları

281226	281606	282011	282482	286170	286611	286949	Koordinatlar	
4188930	4188991	4188963	4188901	4182202	4182133	4182146		
bagk-4	bagk-3	bagk-2	bagk-1	ant-3	ant-2	ant-1	Yer	
1,4	1,451	1,344	1,356	1,29	1,464	1,73	Avarage H/V	
1,4	1,464	1,321	1,356	1,29	1,46	1,83	N-S H/V	
1,4	1,32	1,321	1,356	1,3	1,46	2,77	E-W H/V	
0,714285714	0,689179876	0,744047619	0,737463127	0,775193798	0,683060109	0,578034682	Avarage H/V	
0,714285714	0,683060109	0,757002271	0,737463127	0,775193798	0,684931507	0,546448087	N-S H/V	
0,714285714	0,757575758	0,757002271	0,737463127	0,769230769	0,684931507	0,36101083	E-W H/V	
12,91	6,22	5,57	10,05	4,58	4,51	3,83	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

281517	281589	281785	280703	280576	281927	280718	Koordinatlar	
4187584	4188022	4188297	4185338	4185576	4188628	4188731		
bova-4	bova-3	bova-2	bova-11	bova-10	bova-1	bagk-5	Yer	
0,621	0,86	1,153	1,58	1,262	1,173	1,36	Avarage H/V	Frekanslar
0,621	0,86	1,143	1,54	1,27	1,163	1,36	N-S H/V	
0,6	0,96	0,708	1,608	1,262	0,786	1,4	E-W H/V	
1,610305958	1,162790698	0,867302689	0,632911392	0,792393027	0,852514919	0,735294118	Avarage H/V	Genlikler
1,610305958	1,162790698	0,874890639	0,649350649	0,787401575	0,859845228	0,735294118	N-S H/V	
1,666666667	1,041666667	1,412429379	0,621890547	0,792393027	1,272264631	0,714285714	E-W H/V	
9,71	5,73	6,3	8,3	6,78	6,38	8,9	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

285834	285775	280564	280694	280938	281260	281425	Koordinatlar	
4187296	4186799	4185939	4186336	4186668	4186947	4187195		
boz-2	boz-1	bova-9	bova-8	bova-7	bova-6	bova-5	Yer	
0,9	1,502	1,622	1,636	1,158	0,707	1,608	Avarage H/V	Frekanslar
0,964	1,502	1,621	1,178	1,158	0,707	1,608	N-S H/V	
0,878	1,554	1,158	1,636	0,615	0,685	1,608	E-W H/V	
1,111111111	0,665778961	0,616522811	0,611246944	0,863557858	1,414427157	0,621890547	Avarage H/V	Genlikler
1,037344398	0,665778961	0,616903146	0,848896435	0,863557858	1,414427157	0,621890547	N-S H/V	
1,138952164	0,643500644	0,863557858	0,611246944	1,62601626	1,459854015	0,621890547	E-W H/V	
5,34	4,09	7,24	9,32	11,63	12,08	15,42	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

284460	284879	285225	285579	285838	285900	285842	Koordinatlar	
4188716	4188700	4188560	4188549	4188417	4188096	4187670		
boz-tip5	boz-tip4	boz-tip3	boz-tip2	boz-tip1	boz-4	boz-3	Yer	
1,307	6,151	1,514	1,831	2,657	1,929	1,414	Avarage H/V	Frekanslar
1,334	5,942	1,514	1,863	2,634	1,879	1,353	N-S H/V	
1,989	6,151	1,586	1,831	2,774	1,946	1,501	E-W H/V	
0,765110941	0,162575191	0,660501982	0,546149645	0,376364321	0,518403318	0,707213579	Avarage H/V	Genlikler
0,749625187	0,168293504	0,660501982	0,536768653	0,379650721	0,532197978	0,7390983	N-S H/V	
0,502765209	0,162575191	0,630517024	0,546149645	0,360490267	0,513874615	0,666222518	E-W H/V	
10,75	10,32	16,28	14,97	17,24	15,43	11,68	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

284031	284381	284919	285154	283273	283745	284119	Koordinatlar	
4181536	4181729	4182092	4182272	4188738	4188660	4188675		
cay-4	cay-3	cay-2	cay-1	boz-tip8	boz-tip7	boz-tip6	Yer	
1,439	5,06	1,451	1,33	1,554	1,262	1,288	Avarage H/V	Frekanslar
1,439	7,64	3,736	1,31	1,554	1,273	1,273	N-S H/V	
1,439	4,92	1,451	1,36	2,166	1,251	1,464	E-W H/V	
0,694927033	0,197628458	0,689179876	0,751879699	0,643500644	0,792393027	0,776397516	Avarage H/V	Genlikler
0,694927033	0,130890052	0,267665953	0,763358779	0,643500644	0,785545954	0,785545954	N-S H/V	
0,694927033	0,203252033	0,689179876	0,735294118	0,461680517	0,799360512	0,683060109	E-W H/V	
3,72	3,98	3,44	1,31	8,7	12,83	7,05	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

286586	286387	286170	285810	285708	286142	285828	Koordinatlar	
4182886	4183257	4183579	4183777	4184078	4182315	4182306		
cev-5 ant	cev-4 ant	cev-3 ant	cev-2 ant	cev-1ant	cay-b	cay-a	Yer	
1,437	1,255	4,869	2,995	3,462	1,183	1,321	Avarage H/V	
0,621	1,262	4,746	1,736	1,724	1,183	1,321	N-S H/V	
2,569	1,224	4,869	3,047	3,375	1,059	1,299	E-W H/V	
0,695894224	0,796812749	0,205380982	0,333889816	0,288850376	0,845308538	0,757002271	Avarage H/V	
1,610305958	0,792393027	0,210703751	0,576036866	0,580046404	0,845308538	0,757002271	N-S H/V	
0,38925652	0,816993464	0,205380982	0,328191664	0,296296296	0,944287063	0,769822941	E-W H/V	
6,89	5,51	3,86	2,61	1,97	3,31	4,46	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

283410	283734	282705	282968	283306	283425	283679	Koordinatlar	
4188214	4186245	4182790	4182462	4182301	4182020	4181741		
dova-10	dova-1	dogan-5	dogan-4	dogan-3	dogan-2	dogan-1	Yer	
1,425	1,193	4,358	1,299	1,356	1,489	1,133	Avarage H/V	Frekanslar
1,462	1,213	1,234	1,31	1,356	1,514	1,213	N-S H/V	
1,203	0,593	4,827	1,255	0,614	1,255	0,68	E-W H/V	
0,701754386	0,838222967	0,229463056	0,769822941	0,737463127	0,671591672	0,882612533	Avarage H/V	Genlikler
0,683994528	0,824402308	0,810372771	0,763358779	0,737463127	0,660501982	0,824402308	N-S H/V	
0,831255195	1,686340641	0,207168013	0,796812749	1,628664495	0,796812749	1,470588235	E-W H/V	
10,42	4,78	2,55	7,49	4,35	3,46	2,37	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

284958	284705	284114	284022	283801	283632	283517	Koordinatlar	
4185993	4185653	4185708	4185995	4186831	4187301	4187801		
dova-17	dova-16	dova-15	dova-14	dova-13	dova-12	dova-11	Yer	
1,554	1,288	0,885	0,668	1,266	1,173	1,31	Avarage H/V	Frekanslar
1,554	1,255	0,569	0,651	1,277	1,173	1,356	N-S H/V	
1,527	1,321	0,608	0,674	0,619	1,2	1,173	E-W H/V	
0,643500644	0,776397516	1,129943503	1,497005988	0,789889415	0,852514919	0,763358779	Avarage H/V	Genlikler
0,643500644	0,796812749	1,757469244	1,53609831	0,783085356	0,852514919	0,737463127	N-S H/V	
0,654878847	0,757002271	1,644736842	1,483679525	1,615508885	0,833333333	0,852514919	E-W H/V	
3,81	5,16	8,95	7,91	3,52	5,46	4,79	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

284928	284692	284435	284136	283959	284624	285248	Koordinatlar	
4187249	4187461	4187659	4187886	4186373	4186038	4186131		
dova-23	dova-22	dova-21	dova-20	dova-2	dova-19	dova-18	Yer	
1,663	0,657	1,391	0,878	1,356	1,403	1,284	Avarage H/V	Frekanslar
1,651	0,657	1,415	1,251	1,353	1,403	1,288	N-S H/V	
1,649	1,266	1,344	0,841	1,427	1,403	1,344	E-W H/V	
0,60132291	1,522070015	0,718907261	1,138952164	0,737463127	0,712758375	0,778816199	Avarage H/V	Genlikler
0,605693519	1,522070015	0,706713781	0,799360512	0,7390983	0,712758375	0,776397516	N-S H/V	
0,606428138	0,789889415	0,744047619	1,189060642	0,700770848	0,712758375	0,744047619	E-W H/V	
8,36	6,46	5,22	7,85	7,95	6,65	2,58	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

283981	284069	284156	284316	284321	285060	285281	Koordinatlar	
4187832	4187534	4187219	4186908	4186500	4186847	4186940		
dova-7	dova-6	dova-5	dova-4	dova-3	dova-25	dova-24	Yer	
1,464	1,403	1,241	1,31	1,288	1,608	1,288	Avarage H/V	
1,58	1,299	1,23	1,31	1,255	1,622	0,569	N-S H/V	
1,114	1,403	1,262	1,31	1,344	1,608	1,299	E-W H/V	
0,683060109	0,712758375	0,805801773	0,763358779	0,776397516	0,621890547	0,776397516	Avarage H/V	
0,632911392	0,769822941	0,81300813	0,763358779	0,796812749	0,616522811	1,757469244	N-S H/V	
0,897666068	0,712758375	0,792393027	0,763358779	0,744047619	0,621890547	0,769822941	E-W H/V	
4,47	6,45	10,5	8,04	4,54	11,19	4,32	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

286746	287080	286805	286107	285854	283274	283837	Koordinatlar	
4180660	4180733	4180960	4181615	4181875	4188527	4188128		
hali-5	hali-4	hali-3	hali-2	hali-1	dova-9	dova-8	Yer	
2,526	2,041	1,554	1,567	0,759	1,23	1,31	Avarage H/V	
2,613	1,842	1,554	1,567	0,691	1,23	1,318	N-S H/V	
2,759	2,076	1,554	1,567	0,74	0,98	1,224	E-W H/V	
0,395882819	0,489955904	0,643500644	0,638162093	1,317523057	0,81300813	0,763358779	Avarage H/V	
0,382701875	0,542888165	0,643500644	0,638162093	1,447178003	0,81300813	0,758725341	N-S H/V	
0,362450163	0,481695568	0,643500644	0,638162093	1,351351351	1,020408163	0,816993464	E-W H/V	
4,34	3,67	6,65	4,56	3,67	12,96	9,33	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

283090	283508	283670	285856	286818	286179	286489	Koordinatlar	
4183767	4183675	4182011	4181535	4181620	4181056	4180945	Yer	
oz-fat2	oz-fat1	hast-1	hali-9	hali-8	hali-7	hali-6	Frekanslar	
1,608	2,006	1,31	1,333	1,05	1,277	1,333	Avarage H/V	
1,58	1,721	1,333	1,245	0,972	1,344	1,554	N-S H/V	
2,241	2,006	1,163	0,685	0,598	1,133	1,344	E-W H/V	
0,621890547	0,498504487	0,763358779	0,750187547	0,952380952	0,783085356	0,750187547	Avarage H/V	
0,632911392	0,581057525	0,750187547	0,803212851	1,028806584	0,744047619	0,643500644	N-S H/V	
0,446229362	0,498504487	0,859845228	1,459854015	1,672240803	0,882612533	0,744047619	E-W H/V	
2,96	2,58	2,68	3,9	2,74	3,77	4,47	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

282964	283297	283619	284005	281980	282391	282734	Koordinatlar	
4183267	4183279	4183415	4183461	4184318	4184206	4183946		
ozkan-4	ozkan-3	ozkan-2	ozkan-1	oz-fat5	oz-fat4	oz-fat3	Yer	
1,567	1,31	1,321	1,489	0,568	3,644	0,614	Avarage H/V	
1,437	1,906	1,356	1,476	0,624	1,213	1,751	N-S H/V	
2,437	1,321	1,213	2,13	0,583	3,492	0,603	E-W H/V	
0,638162093	0,763358779	0,757002271	0,671591672	1,76056338	0,27442371	1,628664495	Avarage H/V	
0,695894224	0,524658972	0,737463127	0,677506775	1,602564103	0,824402308	0,571102227	N-S H/V	
0,410340583	0,757002271	0,824402308	0,469483568	1,715265866	0,286368843	1,658374793	E-W H/V	
3,3	4,47	3,9	4,67	5,67	2,48	4,46	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

283484	284825	284635	285075	284476	284869	282632	Koordinatlar	
4185310	4184706	4184410	4184551	4183874	4184105	4183215		
ufuk-1	san-5	san-4	san3	san2	san1	ozkan-5	Yer	
4,995	1,321	1,608	6,288	4,91	1,33	1,266	Avarage H/V	
0,624	1,403	1,608	6,396	1,277	1,31	1,299	N-S H/V	
4,995	1,367	1,58	6,341	4,91	1,31	1,514	E-W H/V	
0,2002002	0,757002271	0,621890547	0,159033079	0,203665988	0,751879699	0,789889415	Avarage H/V	
1,602564103	0,712758375	0,621890547	0,156347717	0,783085356	0,763358779	0,769822941	N-S H/V	
0,2002002	0,731528895	0,632911392	0,157703832	0,203665988	0,763358779	0,660501982	E-W H/V	
3,55	2,7	8,33	5,28	2,47	3,69	4,27	Büyütme	

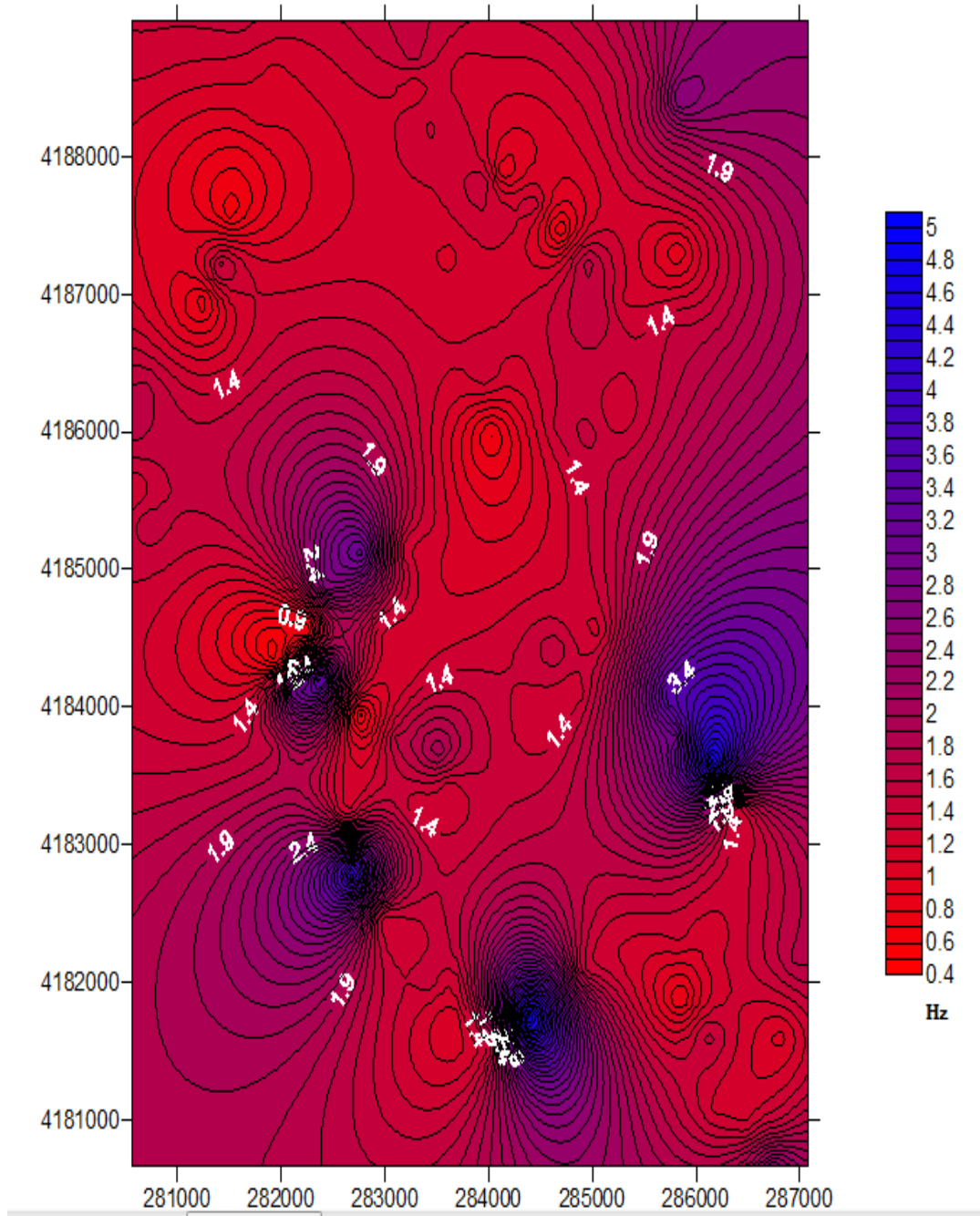
Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

283187	281924	282102	282276	282403	282797	283176	Koordinatlar	
4184260	4183720	4184149	4184552	4184870	4185118	4185154		
zaf-1	ufuk-7	ufuk-6	ufuk-5	ufuk-4	ufuk-3	ufuk-2	Yer	
1,213	1,594	3,04	0,583	2,658	3,179	1,333	Avarage H/V	Frekanslar
1,213	1,635	3,152	0,598	2,42	3,152	1,333	N-S H/V	
1,213	5,347	3,802	3,289	2,798	3,179	4,284	E-W H/V	
0,824402308	0,627352572	0,328947368	1,715265866	0,376222724	0,314564328	0,750187547	Avarage H/V	Genlikler
0,824402308	0,611620795	0,317258883	1,672240803	0,41322314	0,317258883	0,750187547	N-S H/V	
0,824402308	0,187020759	0,263019463	0,304043782	0,357398142	0,314564328	0,233426704	E-W H/V	
5,11	2,99	2,91	4,16	3,54	2,63	5,54	Büyütme	

Çizelge 4.1 Ölçüm sonuçları (Devamı)

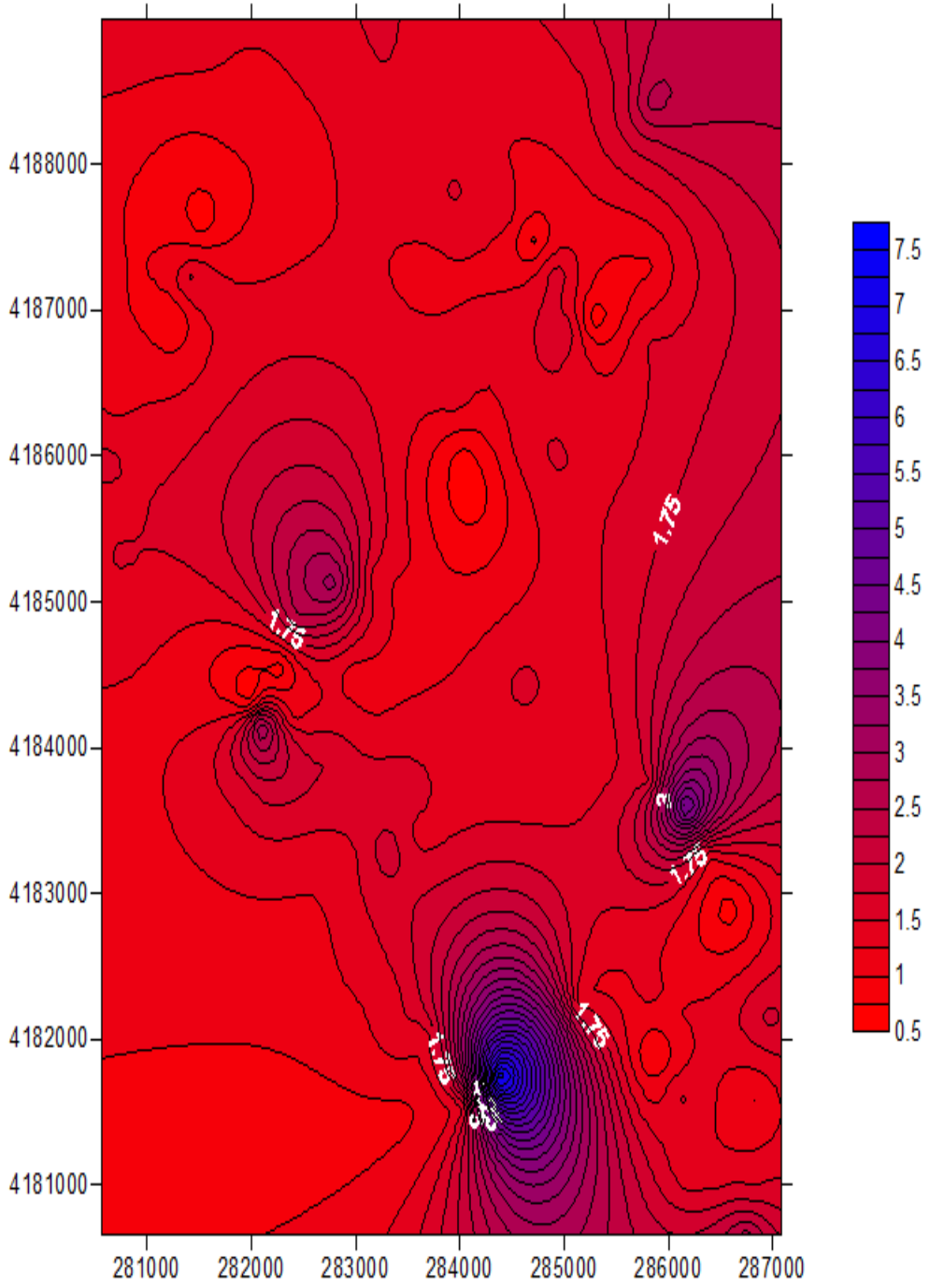
Koordinatlar		Yer	Frekanslar			Genlikler			Büyütme
			Avarage H/V	N-S H/V	E-W H/V	Avarage H/V	N-S H/V	E-W H/V	
282965	4184566	zaf-2	1,288	1,203	1,203	0,776397516	0,831255195	0,831255195	3,34

Şekil 4.3'deki Isparta ovası ortalama H/V haritasında görüldüğü gibi bölgenin kuzey doğusu, güney doğusu ve güney batısında zemin hakim periyodu yüksektik. Kalan kısımlarda ise düşük olarak gözlemlenmiştir.



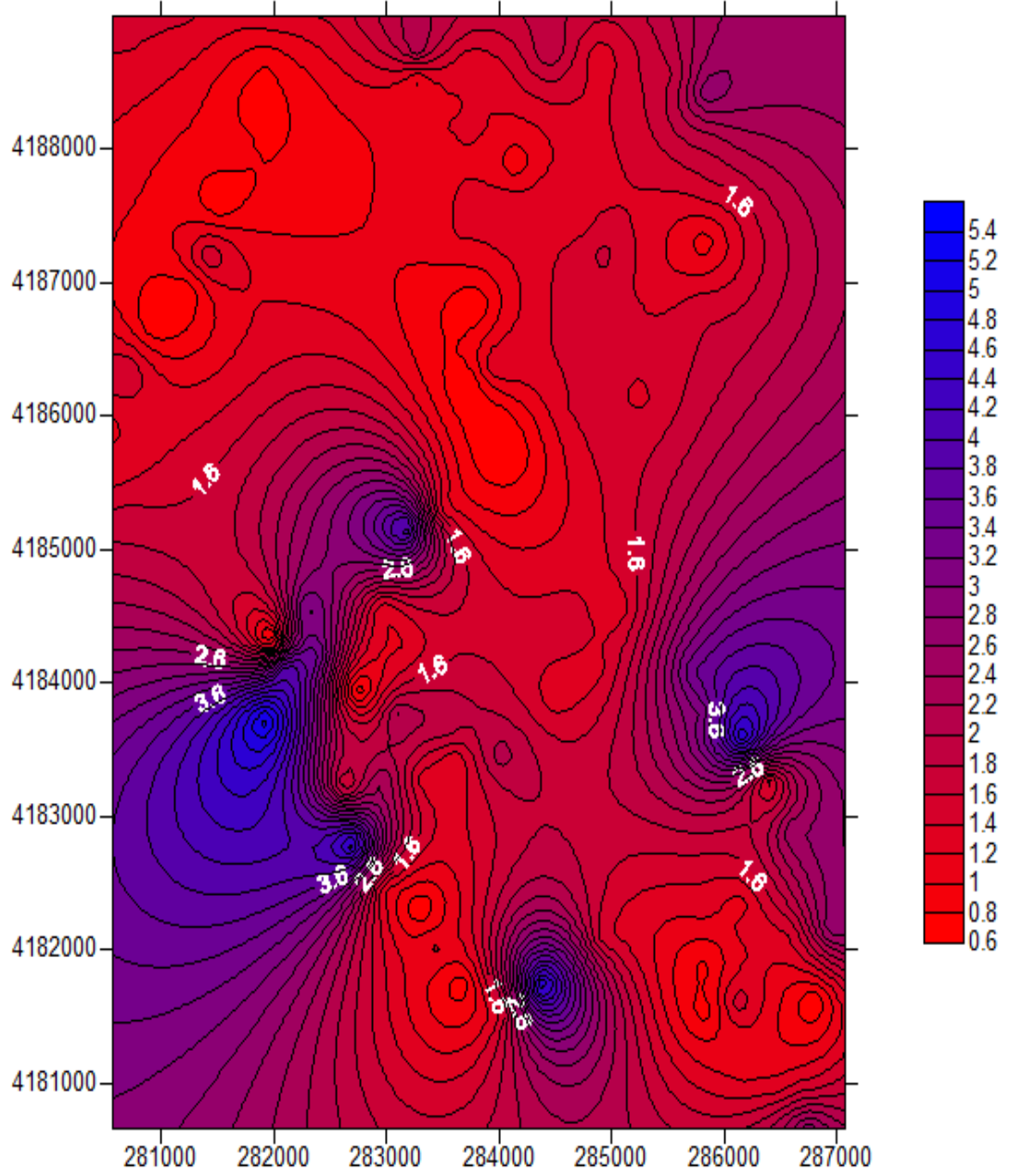
Şekil 4.3. Isparta ovası ortalama H/V haritası

Şekil 4.4.'deki Isparta ovası Kuzey-Güney H/V haritası incelendiğinde, bölgenin kuzey doğusu, güney doğusu ve güney batısında zemin hakim periyotunun yüksek olduğu gözlemlenmiş, kalan kısımlarda düşük olduğu gözlemlenmiştir.



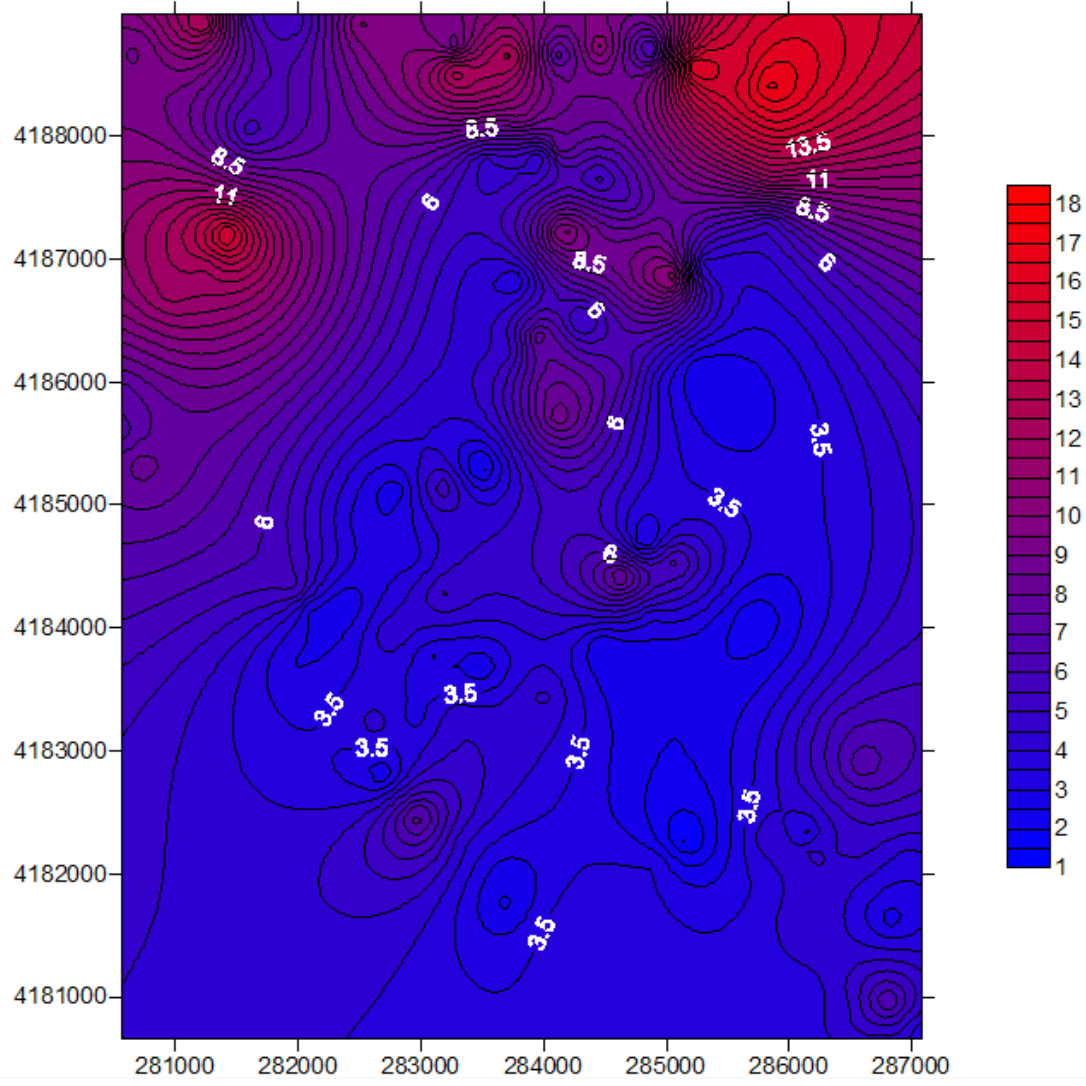
Şekil 4.4. Kuzey – Güney H/V haritası

Şekil 4.5'deki Isparta ovası Doğu-Batı H/V oranı haritası incelendiğinde kuzey doğu ve güney doğu bölgelerinde zemin hakim periyotunun yüksek olduğu gözlemlenmiş, kalan kısımlarda ise düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.5 Doğu – Batı H/V haritası

Isparta ovası, zemin büyütmesi yönünden incelendiğinde (Şekil 4.6.) çalışma alanının kuzey batı, kuzey doğu ve güney doğu bölgelerinin büyütme değerleri yüksek olarak gözlemlenmiş, kalan kısımlarda ise düşük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Büyütme haritası

5. SONUÇ

Aktif deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde deprem sonucu oluşabilecek can ve mal kayıplarını önüne geçilmesi için zemin yapısının bilinmesi gerekmektedir. Olası bir deprem anında, depremin kaynağından yayılan dalganın periyodu ile zemin üzerinde bulunan yapının periyodunun aynı olması durumunda yapının büyük bir hasar alacağı kesindir. Titreşimcik yöntemi ile yerleşim yerlerinin kaç katlı yapılara sahip olabileceği, kaç saniyelik periyot değerine sahip yapıların olması gerektiği bilgileri sağlanabilmektedir.

Yerin büyütmesi ölçüm alınan zeminin sağlamlığı ile ters orantılıdır. Gevşek bir zeminde ilerleyen bir dalganın genliği zemin gevşekliği ile orantılı olarak büyüyecektir. Kısaca zemin ne kadar sağlamsa büyütme değeri o kadar küçük; ne kadar zayıfsa o kadar büyük elde edilecektir. Büyütme değeri yüksek çıkan bir bölge için kesinlikle sağlam yapı değil diyebilmek için diğer jeofizik yöntemlerden elde edecek verilerle ortak bir değerlendirme yapmak gerekmektedir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin Nakamura yöntemi ile değerlendirilmesinden elde edilen; zemin hakim periyot haritaları ve zemin büyütme haritaları incelendiğinde alüvyon olan bölgelerde yüksek büyütme ve periyotlar gözlemlenmektedir.

Yapılan çalışmada deprem hasarları yönünden risk oluşturan bölgeler ile daha az risk taşıyan bölgeler belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ile bölgenin jeolojisi ve sismik yapısını yansıtan veriler birbiriyle uyum göstermektedir. Bu uyum Nakamura yönteminin benzer bölgeler için uygulanabilir ve aynı zamanda etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Ovanın orta kısmına denk gelen İstanbul yolu ve yakın civarı, Isparta'nın kuzey doğu kısmında bulunan Çünür mahallesi, güney doğu kısmında bulunan Halıkent mahallesi ve kuzey batısının büyük bir kısmı yerleşim açısından tehlike arz etmektedir.

Özellikle bölgenin güney doğusunda kalan Halıkent Mahallesi'ndeki yerleşim alanında, yatay/düşey kuvvet oranı 5'den büyüktür.

Yine aynı şekilde bölgenin kuzey doğusunda kalan Çünür Mahallesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi ve bölgede seracılık yapılan alanda ve çevre yolunun geçtiği bölgede yatay/düşey kuvvet oranı diğer bölgelere oranla yüksektir.

Benzer şekilde bölgenin güney batısında kalan Gölcük ve çevresinde yatay/düşey kuvvet oranı ovanın geneline göre yüksek çıkmaktadır.

Isparta ovasının büyük bir kısmında zemin hakim titreşim periyodu 1,2 sn ile 0,6 sn arasındadır. Bu alanlarda, bölgenin depremselliği de göz önüne alındığında, özellikle yüksek katlı yapılaşmanın yapılmaması gerektiği düşünülmektedir.

Zemin hakim titreşim periyotları incelendiğinde, bu değerlerin yüksek çıktığı bölgelerde ya zemin zayıf yada alüvyon derinliği fazladır.

6. KAYNAKLAR

- Aki, K., 1957. Space and Time Spectra of Stationary stochastic Waves with Special Reference to Microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 415-456.
- Bard, P. Y. 1998 Microtremor Measurements: A Tool For Site Effect Estimation? Second International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion – ESG98- held in Yokohama, Japan,December 1-3)
- Bingöl, 1989. www.isparta.gov.tr Erişim Tarihi: 15.02.2008.
- Ercan, A., 2001. Kıran (Afet) Bölgelerinde Yer Araştırma Yöntemleri Bilgiler Ve Kurallar, Kardeşler Grup Matbaacılık, İstanbul, ISBN:975-395-424-7, 161-176
- Çetinel, Taciser.,2003. İzmit ve Civarının Zemin Özelliklerinin Mikrotremör Ölçümler ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli,s.42-54
- Gençoğlu, S. ve Ayhan, E. 1974. İzmit İli Mikrobölgeleme Etüdünde Yapılan Mikrotremor Çalışması, Deprem Araştırma Enst. Bul., Yıl.2, Sayı.5., s.28-52
- Görmüş, M., ve Özkul, M., 1995, Gönen-Atabey (Isparta)- Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi: SDÜ, Fen Bilimleri Ens. Derg., 1, 43-64.
- Guralp System's Manual, 1997. Guralp Systems Limited 3 Midas House Calleeve Park Aldermaston, Reading Berks, RG7 8EA England
- Ibs-Von,S., and Wohlenberg, J., 1999. Microtremors Measurements Used to Map Thickness of Soft Sediments, Bull. Seism. Soc. Am., 89, 250-259
- İrleyıcı, A. 1993. Isparta ovası hidrojeolojisi ve yeraltıları ile ilgili çevre sorunla Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta 24-41

- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel I., 1988, Çünür (İsparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi: Akdeniz Üniversitesi İsparta Müh. Fakültesi Dergisi 4, 90-98, İsparta.
- Karaman, M.E., 1990, İsparta güneyinin temel jeolojik özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 57-67, Ankara.
- Kanai, K., and Tanaka, T., 1961. On Microtremors, VII, Bull. Earthquake Res. Inst., Vol. 39, pp. 97-114
- Kagami, H., Duke, C. M., LiangG, G. C. and Otha,Y., 1982. Observation of 1- to 5 Second Microtremors and Their Application to Earthquake Engineering. Part II. Evaluation of site Effect Upon Seismic Wave Amplification Due to Extremely Deep Soil Deposit, Bull. Seism. Soc. Am., 72, 987-98
- Kagami, H., Okada, S, Shiono, K., Oner, M., Dravinsky, M. and Mal, A. K., 1986. Observation of 1 – to 5 Second Microtremors and Their Application to Earthquake Engineering. Part III. Two-Dimensional Study of Site Effects in the San Fernando Valley, Bull. Seism. Soc. Am.,76,1801-1812
- Katz, L. J., 1976. Microtremor Analysis of Local Geological Conditions, Bull. Seism. Soc. Am.,66, 45-61
- Katz, L. J., and Bellon, R. S., 1978. Microtremor Site Analysis Study at Beatty, Nevada, Bull. Seism. Soc. Am., 68, 757-765
- Kudo, K., Kanno, T., Okada, H., Özel, O., Erdik, M., Sasatani, T., Higashi, S., Takahashi, M. and Yoshida, K., 2002, Site-specific issues for strong ground motions during the Izmit, Turkey, Earthquake of 17 August 1999, as inferred from array observations of microtremors and aftershocks, *Bull. Seismol. Soc. Am.* **92**, 448–465.

Lermo, J., Chávez-García, F. J., 1994, Are microtremors useful in site response evaluation? *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 84, 1350-1364

Mirzanoğlu, M. Ve Dikmen, Ü.,2003. “Application of microtremors of seismic microzoning procedure”, *Journal of The Balkan Geophysical Society*, Vol.6, page 143-156

Mucciarelli, M., (1998. Reliability and Applicability of Nakamura’s Technique Using Microtremors: An Experimental Approach., *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 2, No. 4., pp. 625-638

Nakamura, Y., 1989. A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface, *Quarterly Reports of the Railway Technical Research Institute Tokyo*, 30. pp. 25-33

Omori, F., 1908. On Micro-tremors, *Bull. Of Earth Inv. Com.* 2, I-II

Otha, Y., Kagami, H., Goto, N., Kudo, K., 1978. Observation of 1-to-5 Second Microtremors and Their Application to Earthquake Engineering, Part I : Comparison with Long-Period Accelerations at the Tokachi-Oki Earthquake of 1968, *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 68, No.3, pp767-779

Özel O, Cranswick E, Meremonte M, Erdik M, Şafak E (2002) “Site effect in Avcılar, west of Istanbul, Turkey from strong and weak motion data”, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92, 499–508.

Timuçin, K. 2003. www.isparta.gov.tr Erişim Tarihi: 24.02.2008.

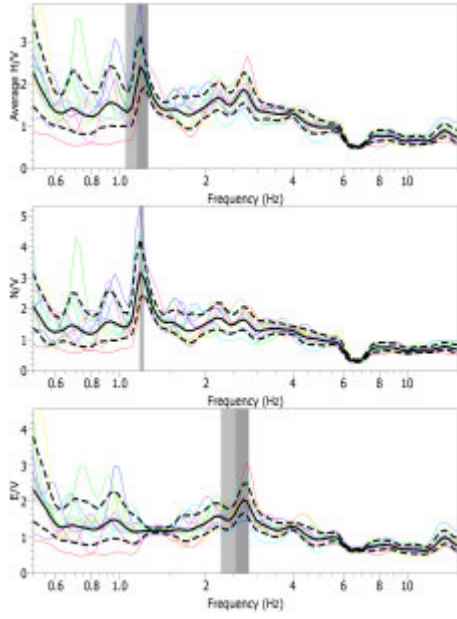
Yalçınkaya, S. 1989, Isparta-Ağlasun (Burdur) dolayının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 175s İstanbul

www.guralp.com Erişim Tarihi: 02.02.2008

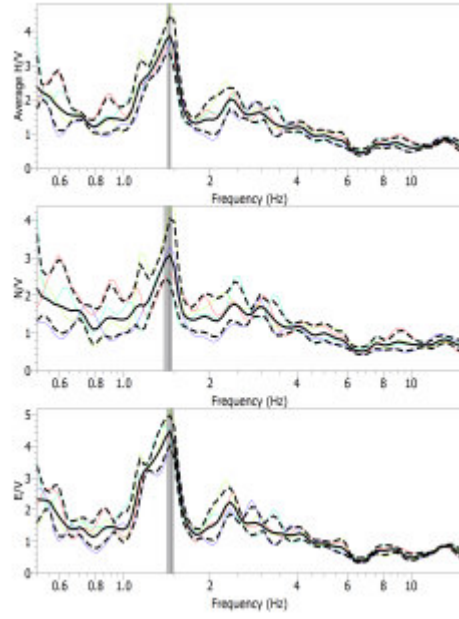
www.geopsy.org Erişim Tarihi: 12.03.2008

EKLER

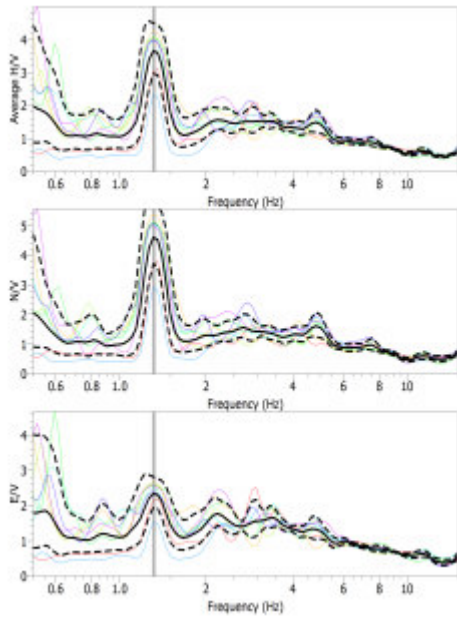
EK-1 Ölçü Noktalarının Spektral Oranları



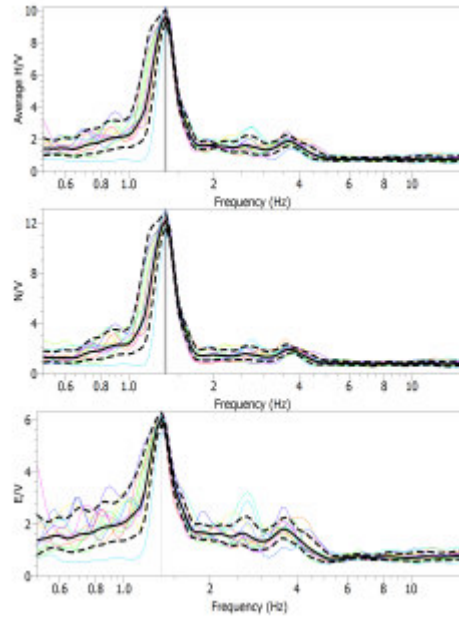
Antalya Yolu 1



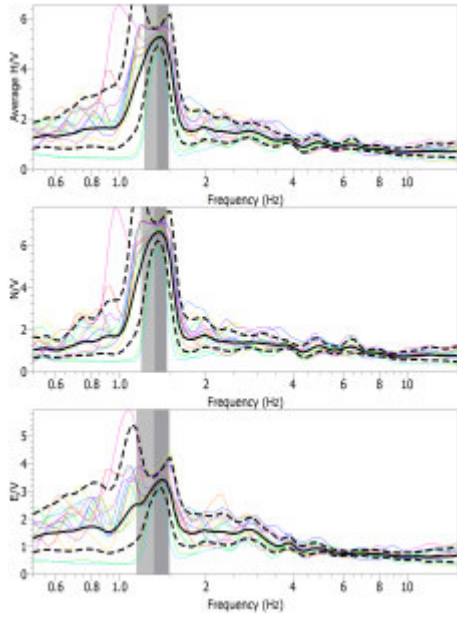
Antalya Yolu 2



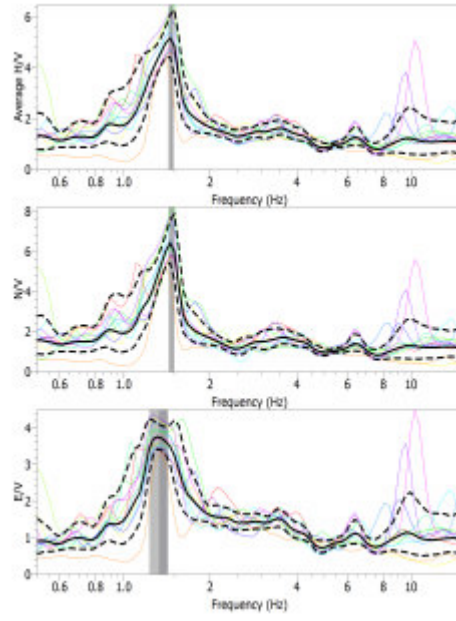
Antalya Yolu 3



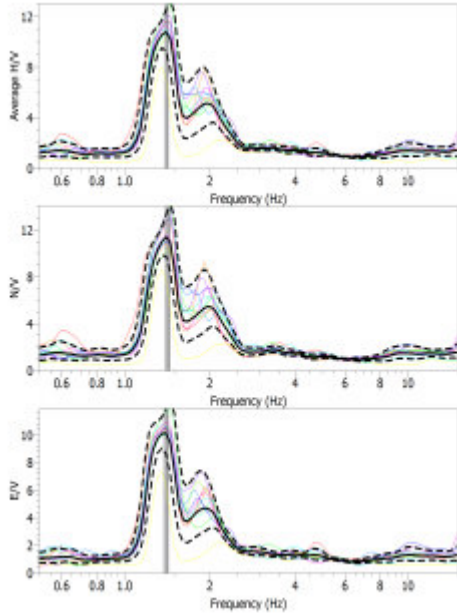
Bağkur Evleri ölçü noktası 1



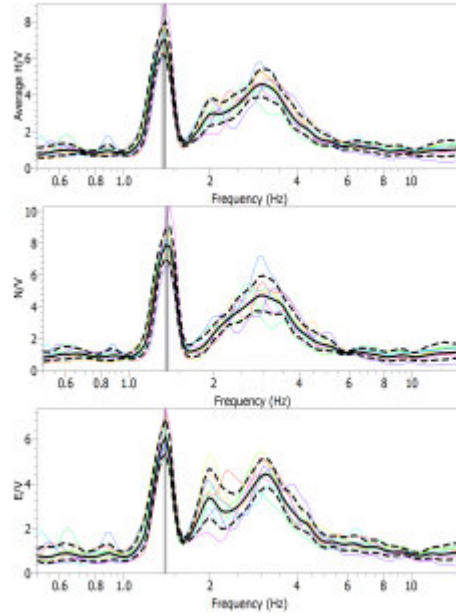
Bağkur Evleri ölçü noktası 2



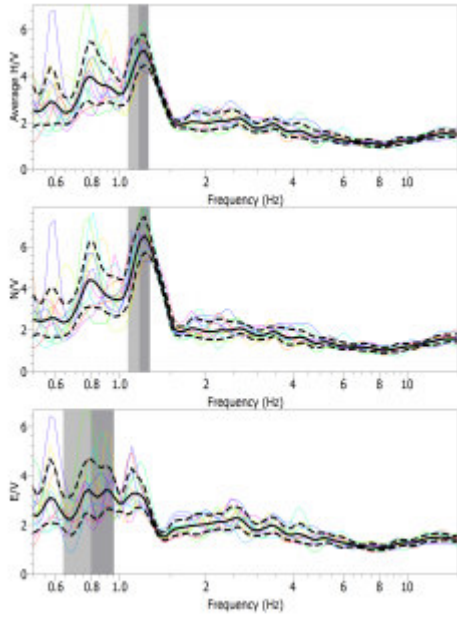
Bağkur Evleri ölçü noktası 3



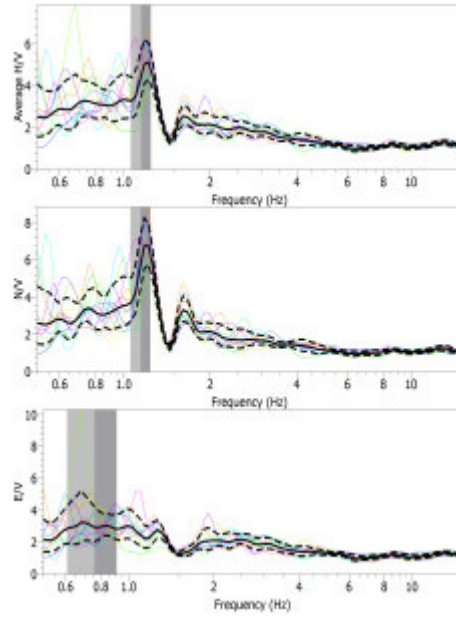
Bağkur Evleri ölçü noktası 4



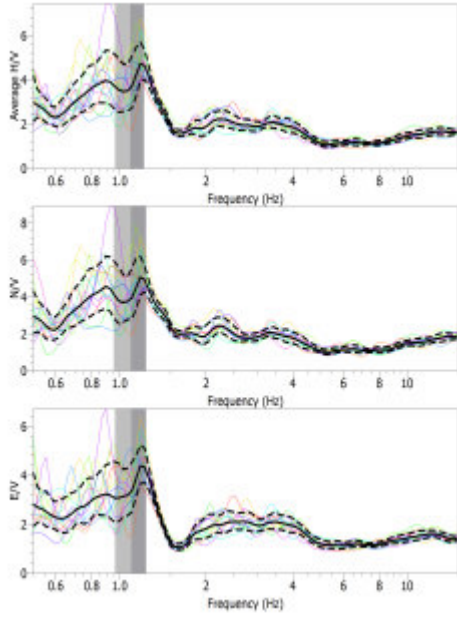
Bağkur Evleri ölçü noktası 5



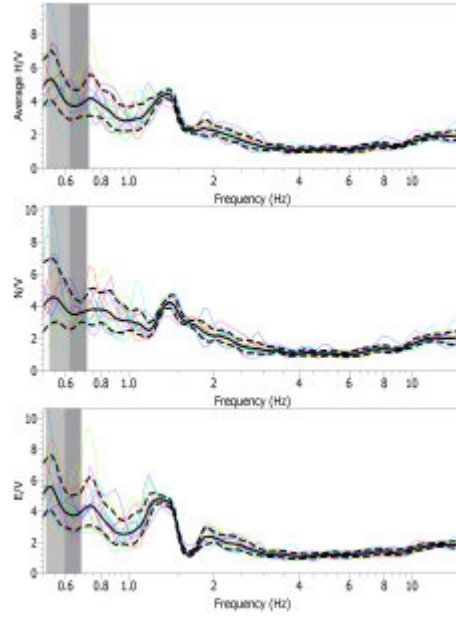
Batı Ova ölçü noktası 1



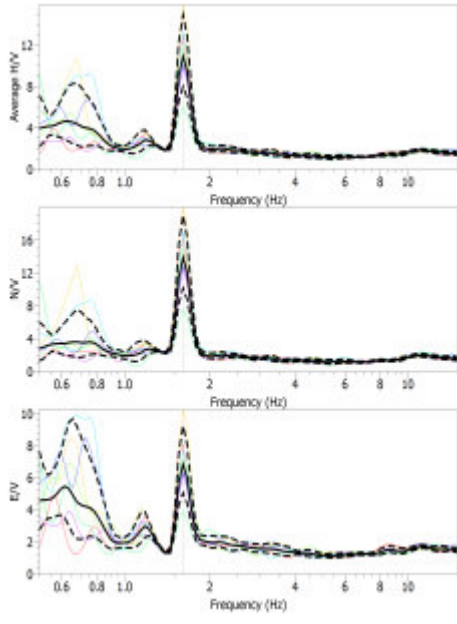
Batı Ova ölçü noktası 2



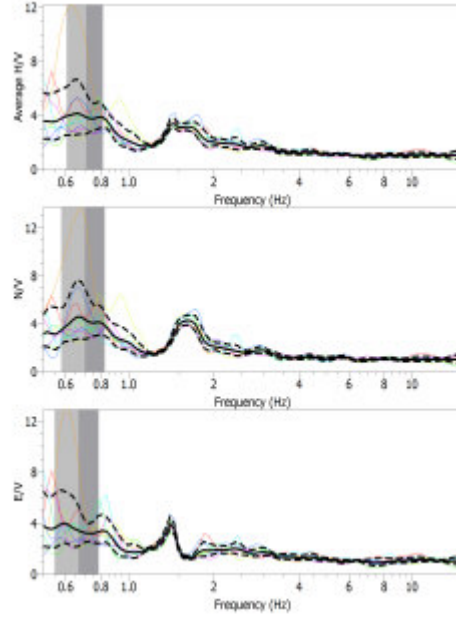
Batı Ova ölçü noktası 3



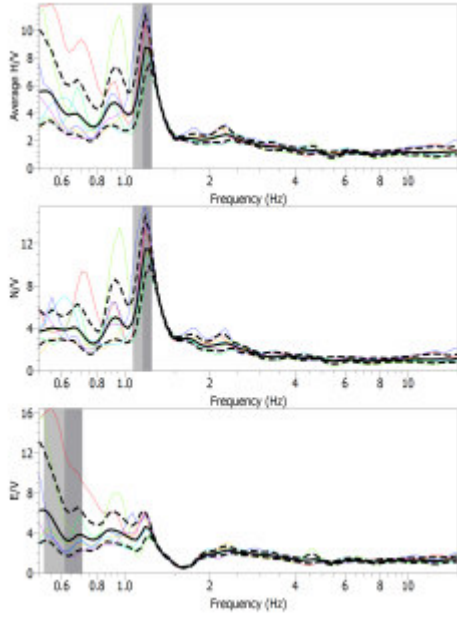
Batı Ova ölçü noktası 4



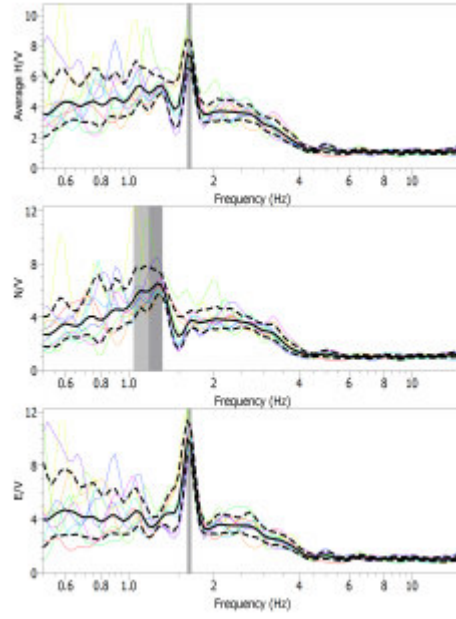
Batı Ova ölçü noktası 5



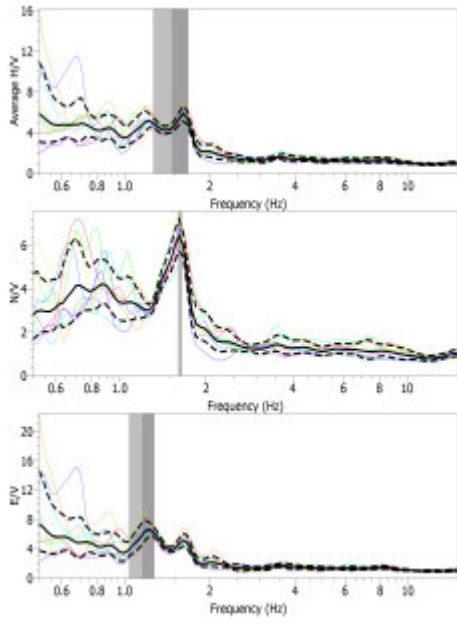
Batı Ova ölçü noktası 6



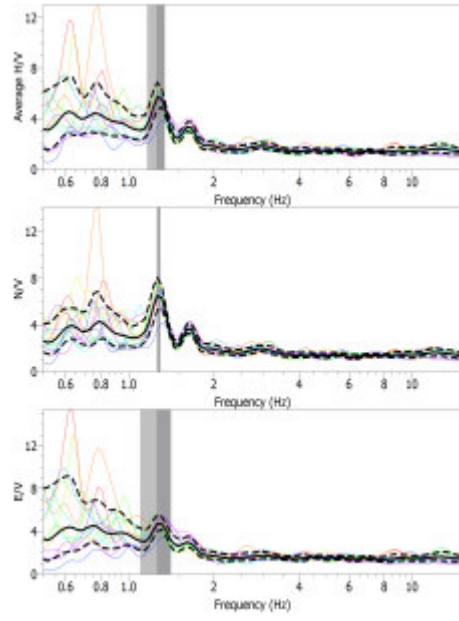
Batı Ova ölçü noktası 7



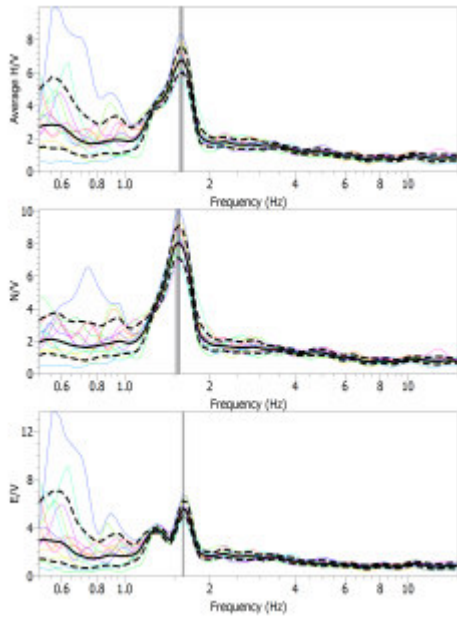
Batı Ova ölçü noktası 8



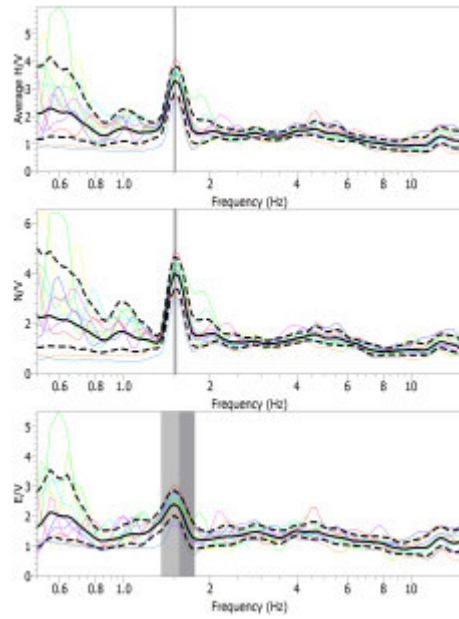
Batı Ova ölçü noktası 9



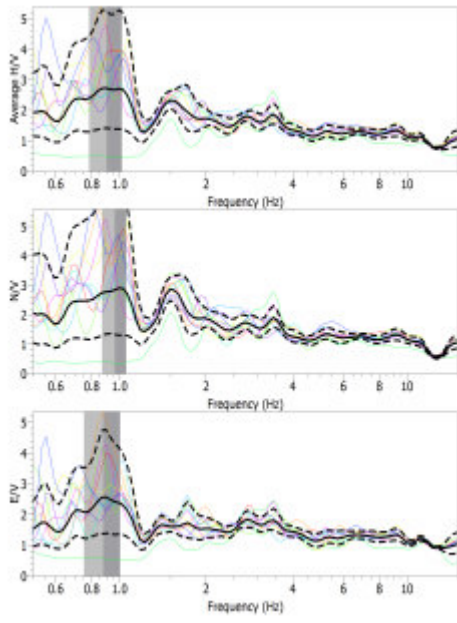
Batı Ova ölçü noktası 10



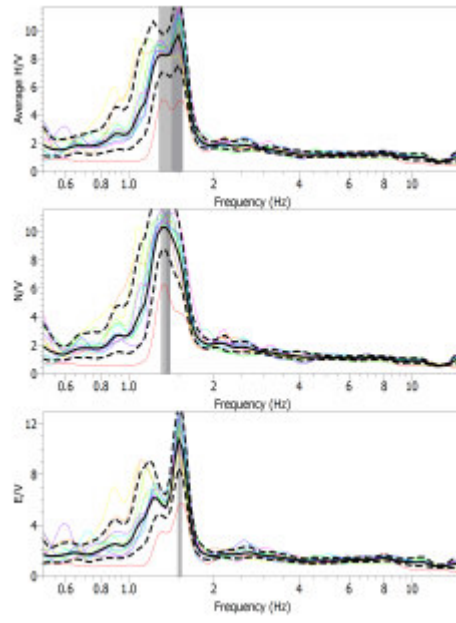
Batı Ova ölçü noktası 11



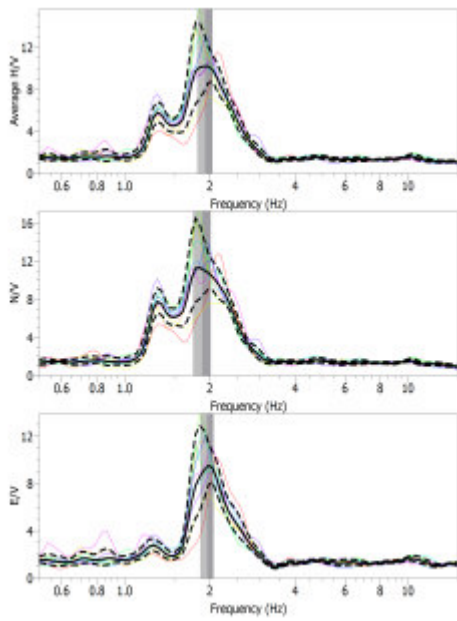
Merkez Bozanönü 1



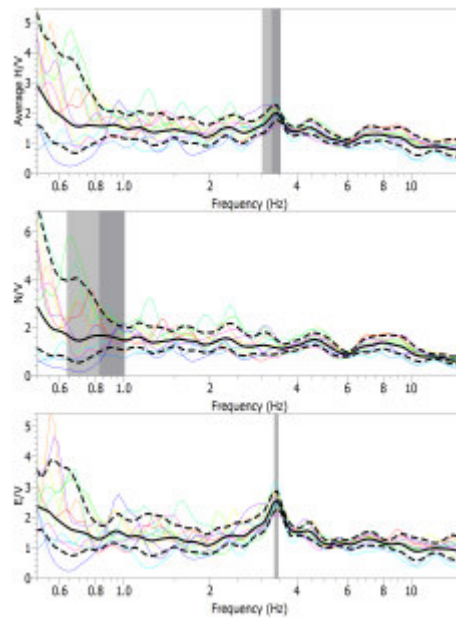
Merkez Bozanönü 2



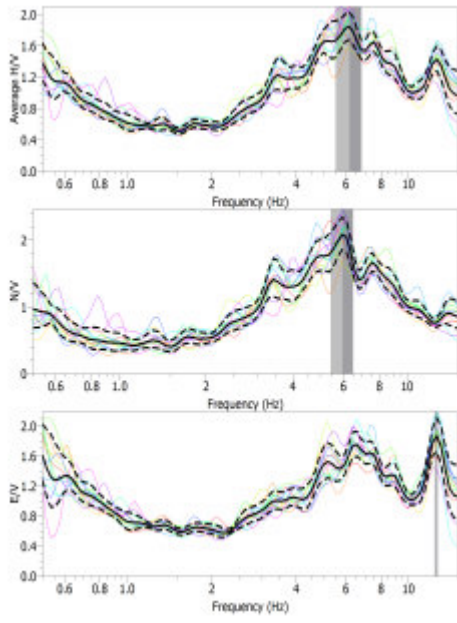
Merkez Bozanönü 3



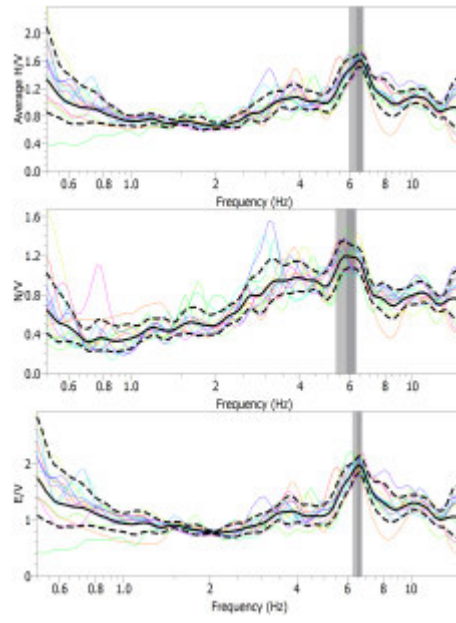
Merkez Bozanönü 4



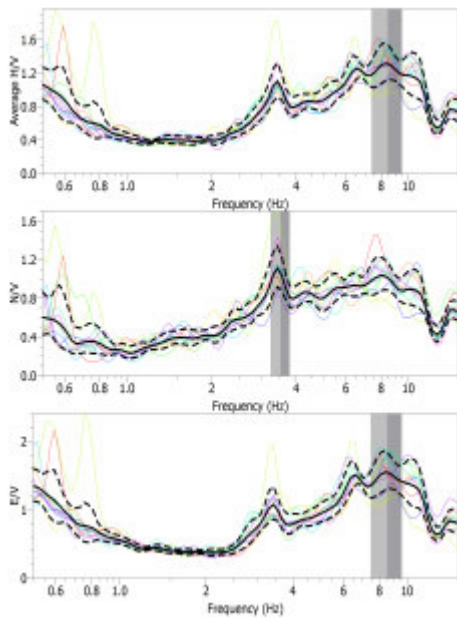
Merkez Bozanönü 5



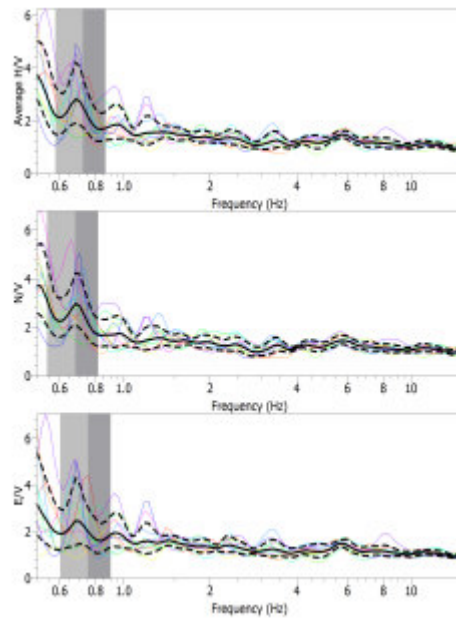
Merkez Bozanönü 6



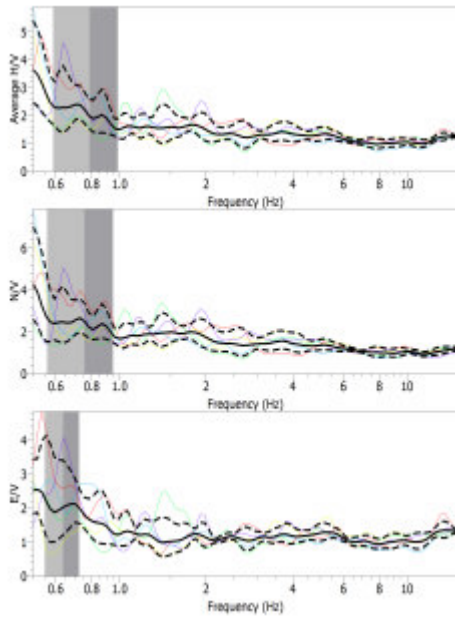
Merkez Bozanönü 7



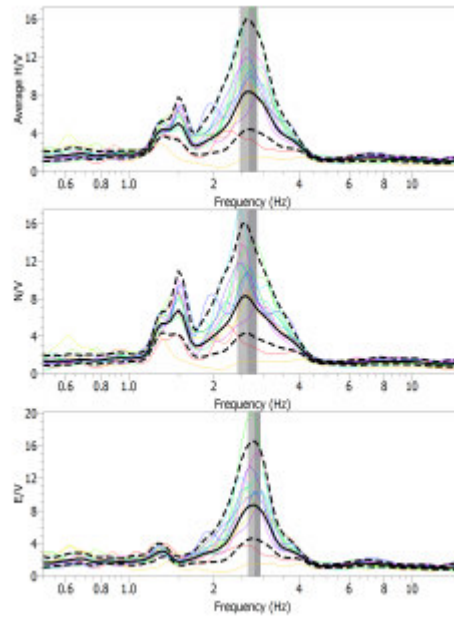
Merkez Bozanönü 8



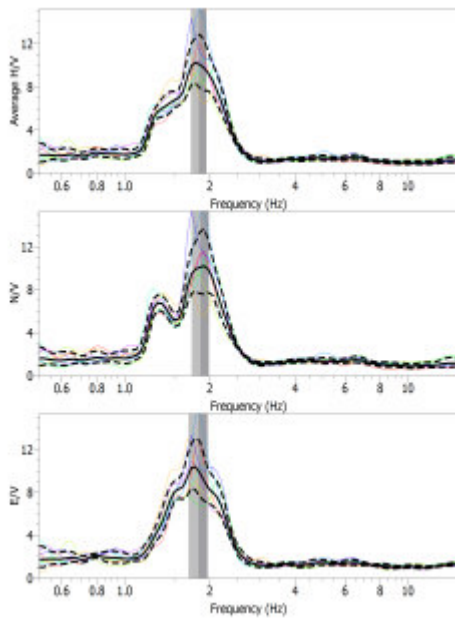
Merkez Bozanönü 9



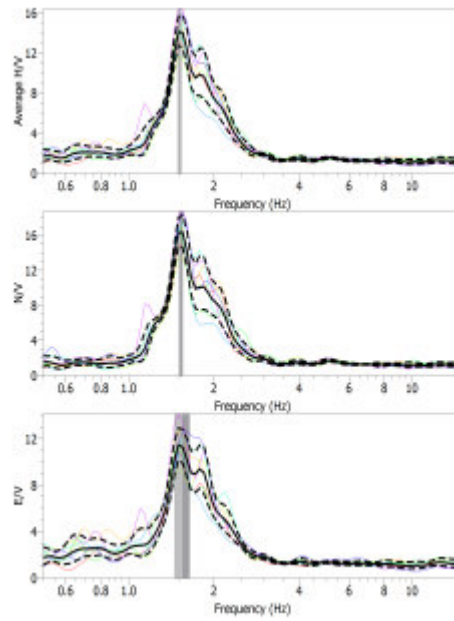
Merkez Bozanözü 10



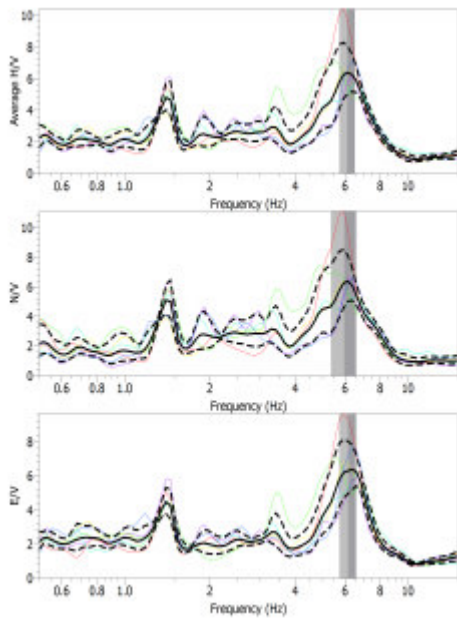
TIP 1



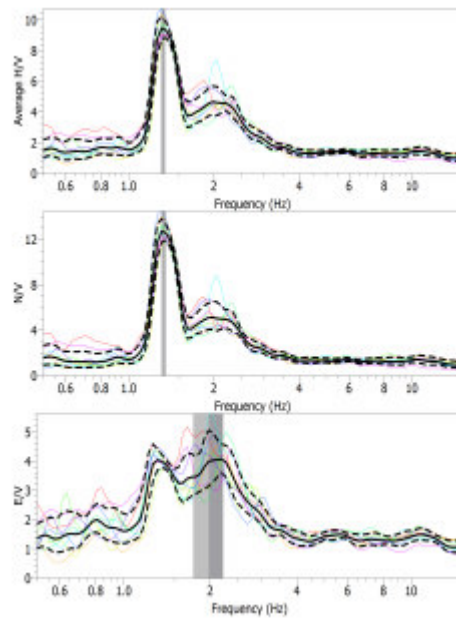
TIP 2



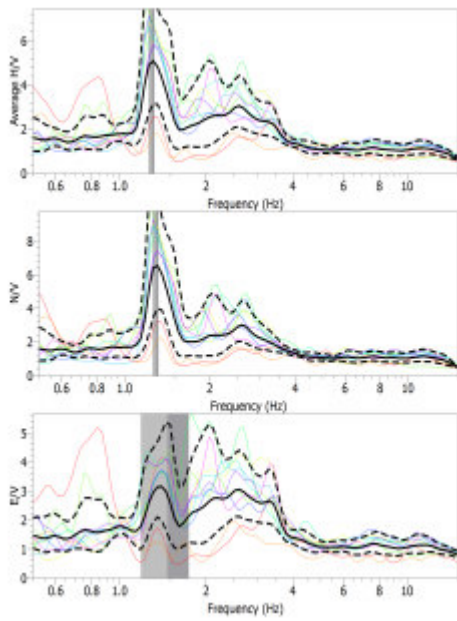
TIP 3



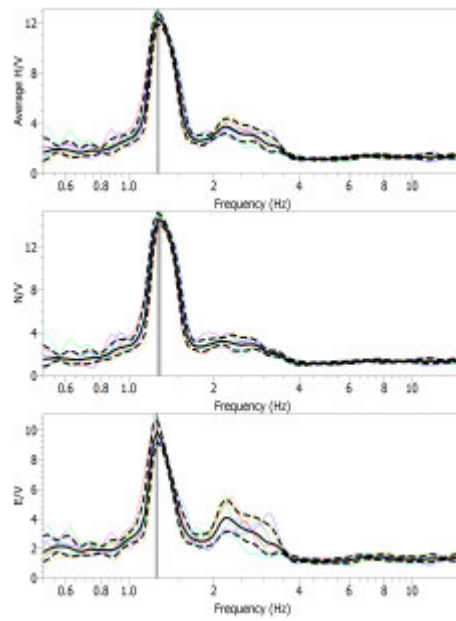
TIP 4



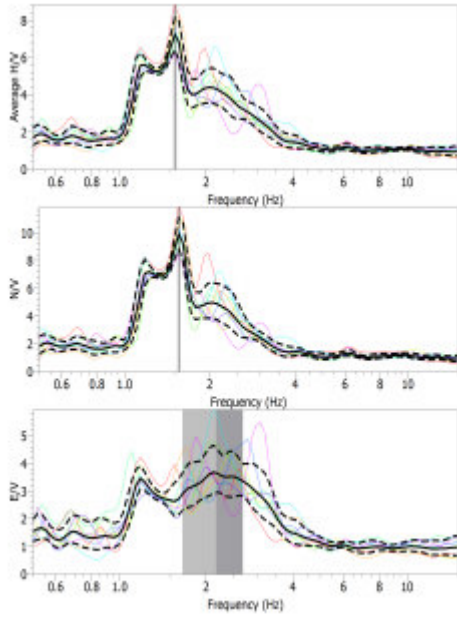
TIP 5



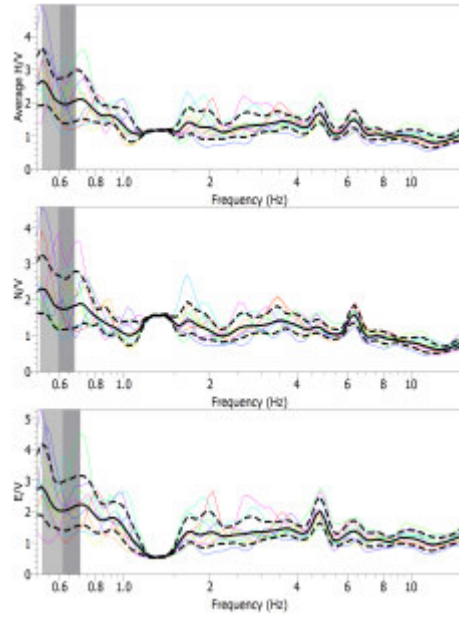
TIP 6



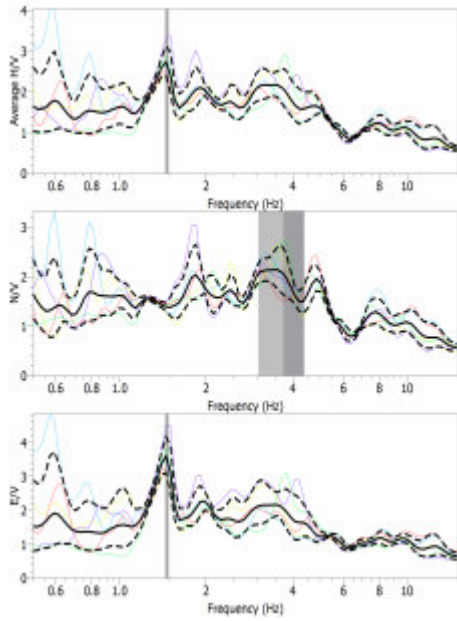
TIP 7



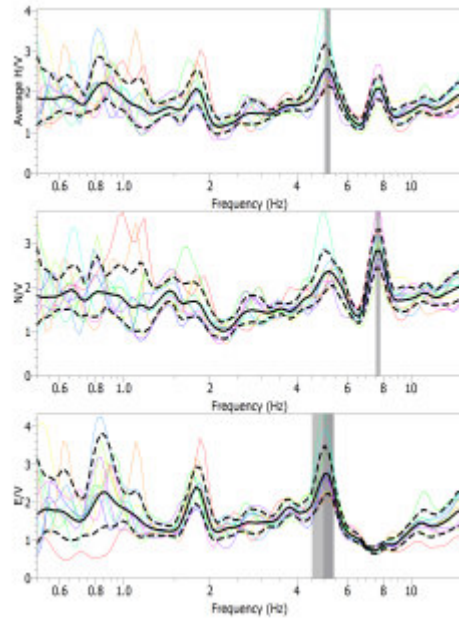
TIP 8



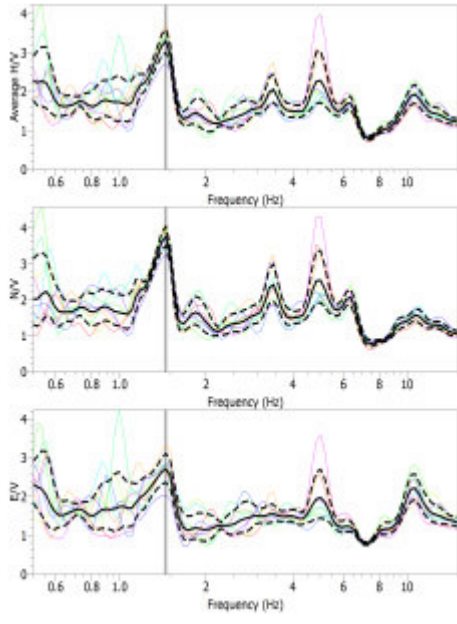
Çay boyu ölçü noktası 1



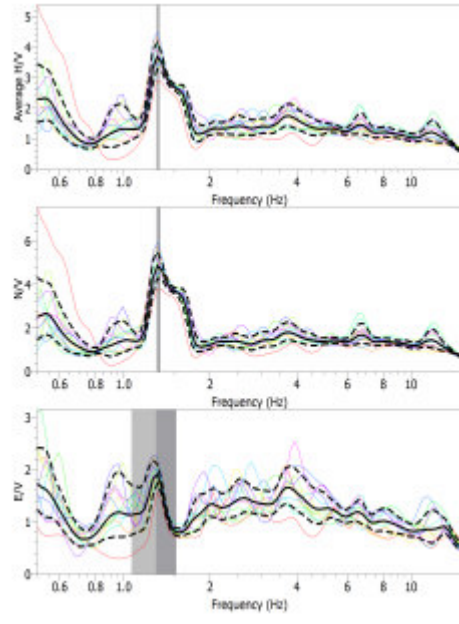
Çay boyu ölçü noktası 2



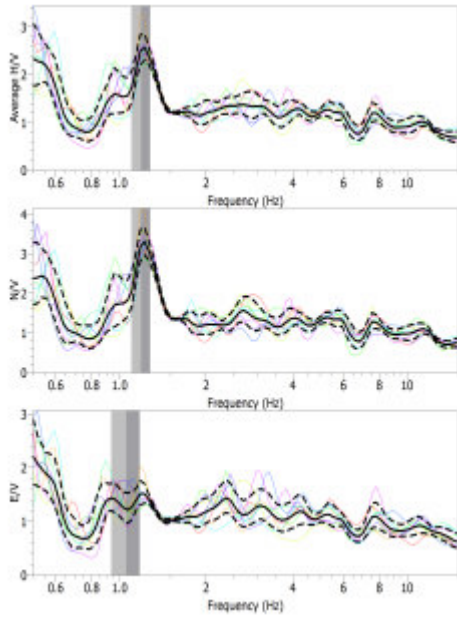
Çay boyu ölçü noktası 3



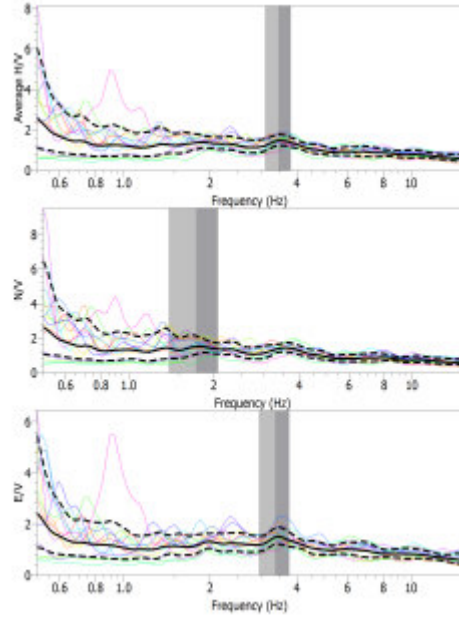
Çay boyu ölçü noktası 4



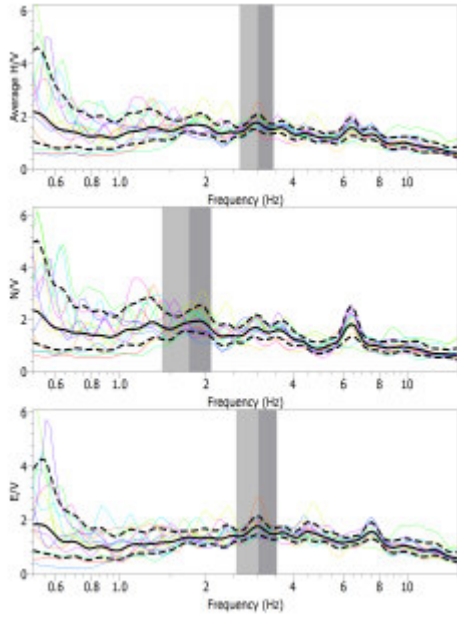
Çay boyu ölçü noktası 5



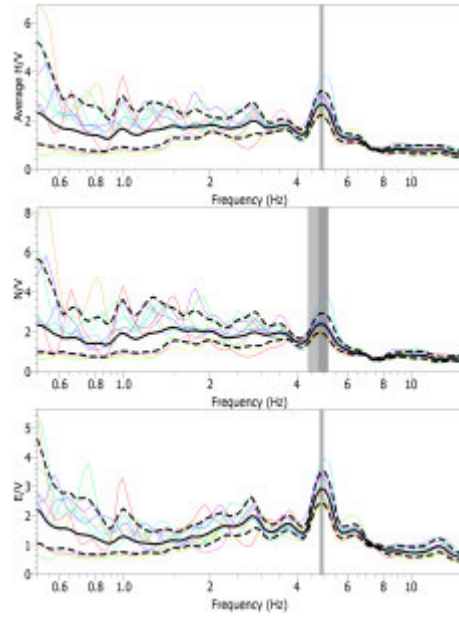
Çay boyu ölçü noktası 6



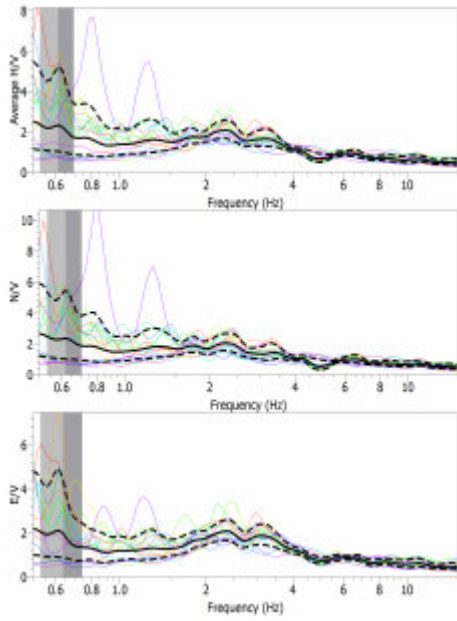
Antalya çevre yolu ölçü noktası 1



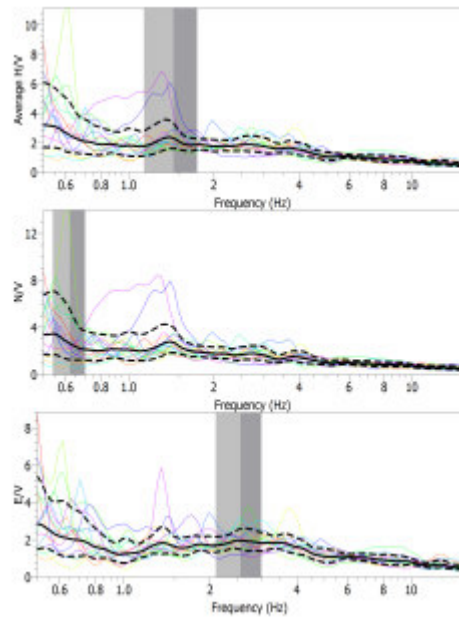
Antalya çevre yolu ölçü noktası 2



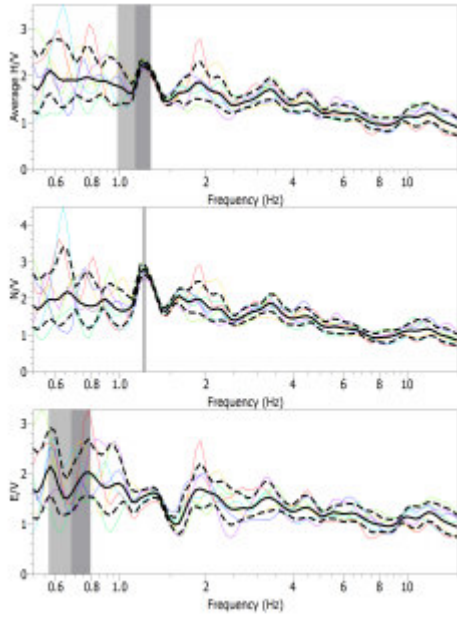
Antalya çevre yolu ölçü noktası 3



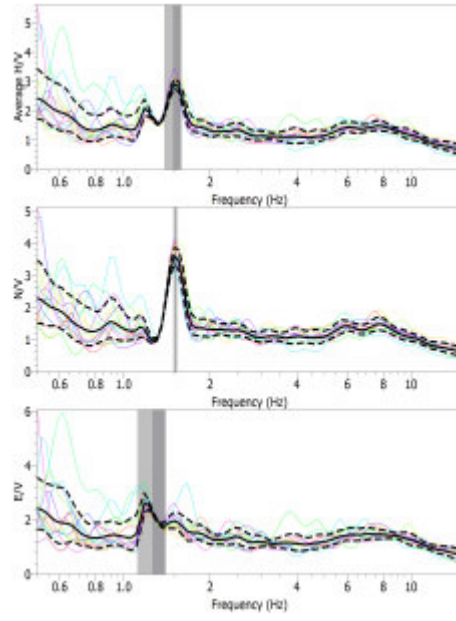
Antalya çevre yolu ölçü noktası 4



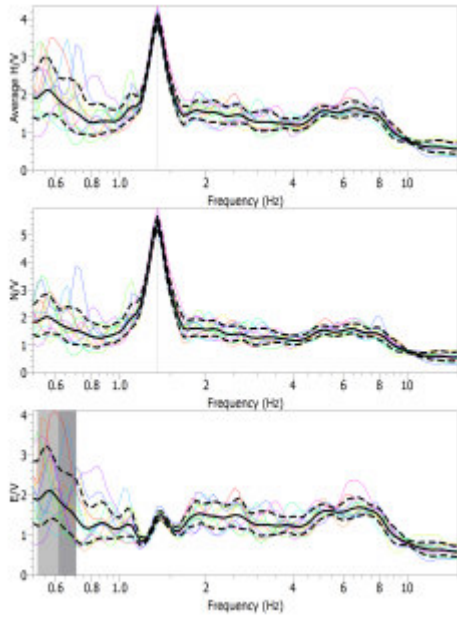
Antalya çevre yolu ölçü noktası 5



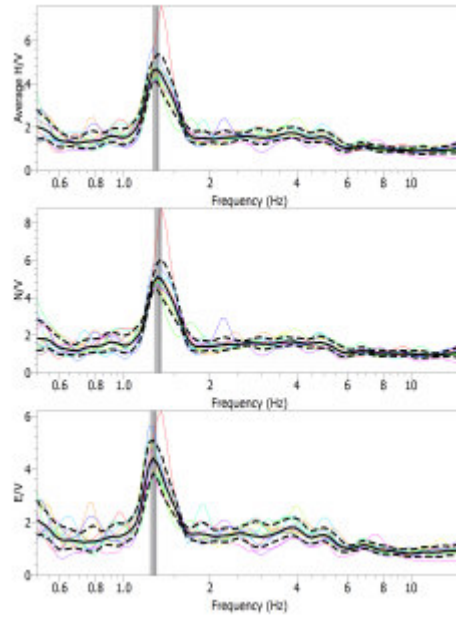
Doğan Mahallesi ölçü noktası 1



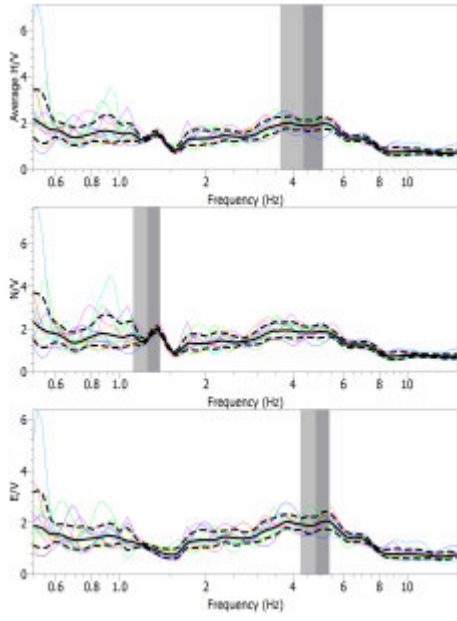
Doğan Mahallesi ölçü noktası 2



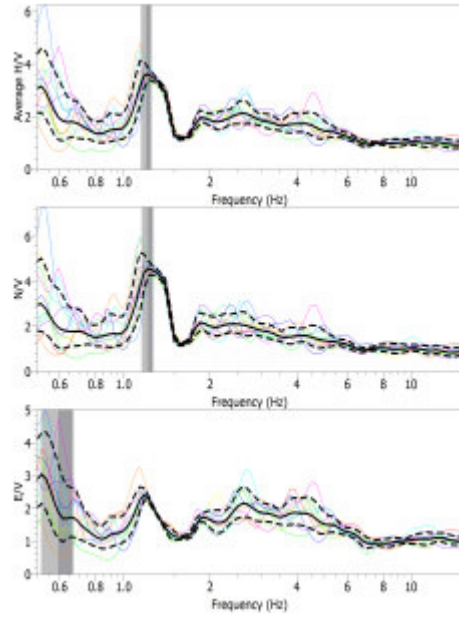
Doğan Mahallesi ölçü noktası 3



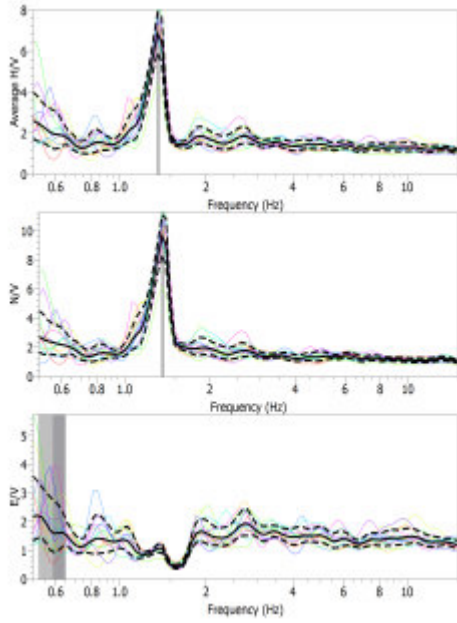
Doğan Mahallesi ölçü noktası 4



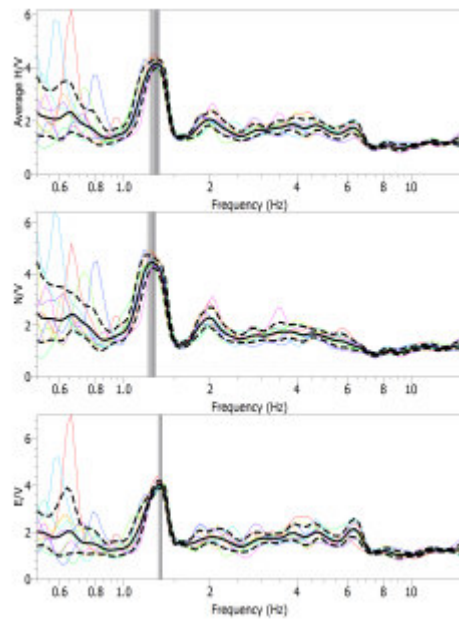
Doğan Mahallesi ölçü noktası 5



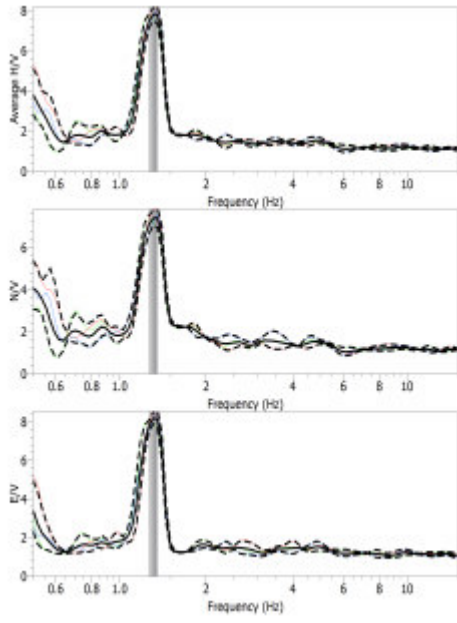
Doğu Ova ölçü noktası 1



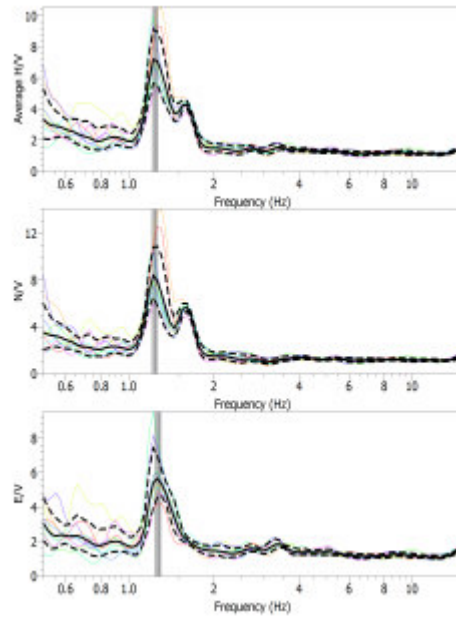
Doğu Ova ölçü noktası 2



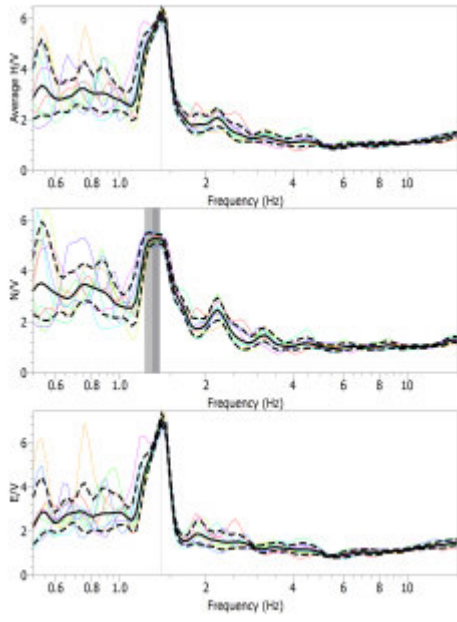
Doğu Ova ölçü noktası 3



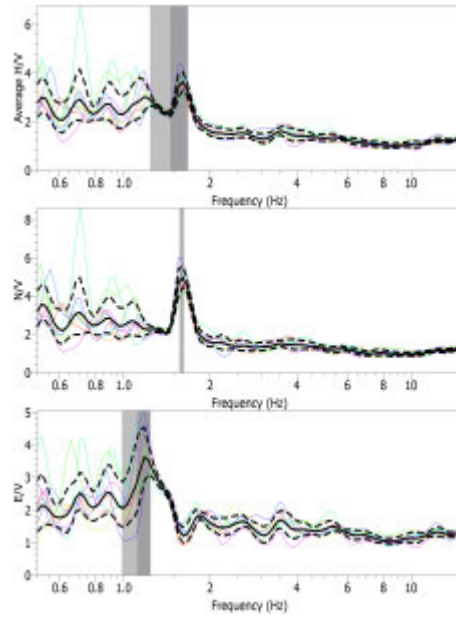
Doğu Ova ölçü noktası 4



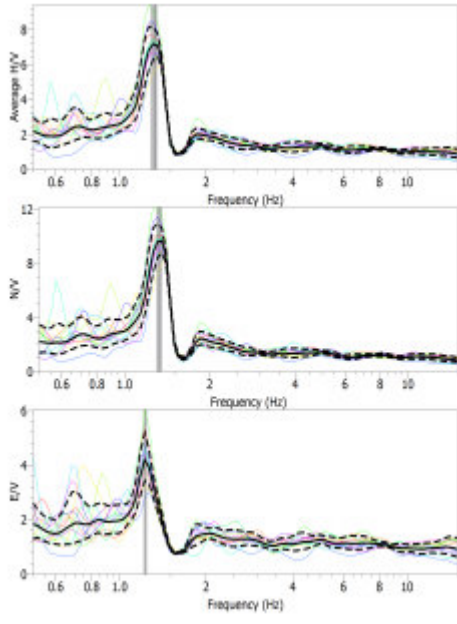
Doğu Ova ölçü noktası 5



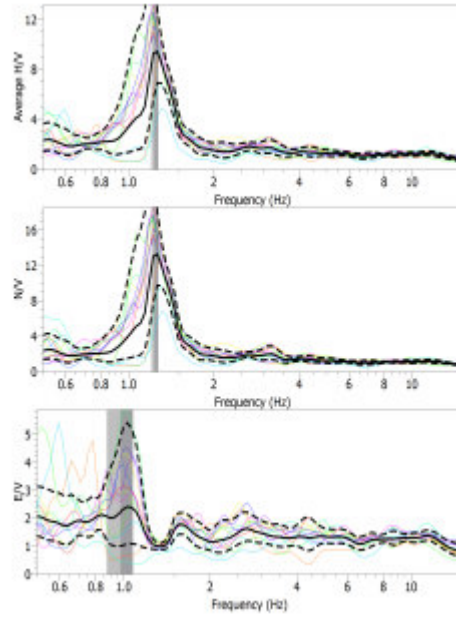
Doğu Ova ölçü noktası 6



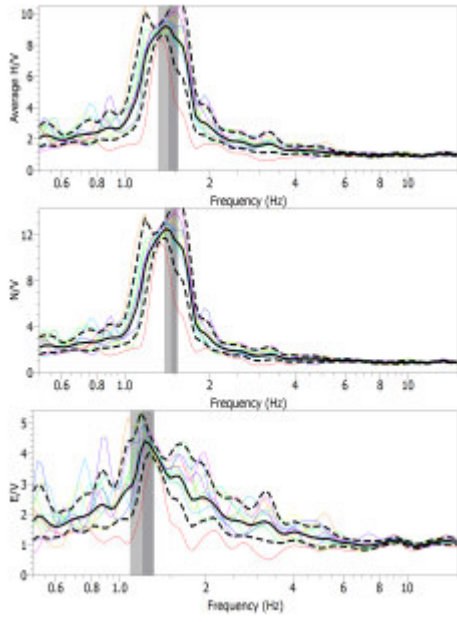
Doğu Ova ölçü noktası 7



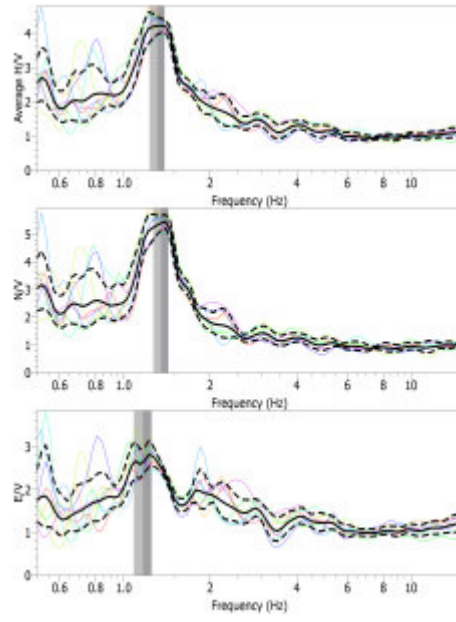
Doğu Ova ölçü noktası 8



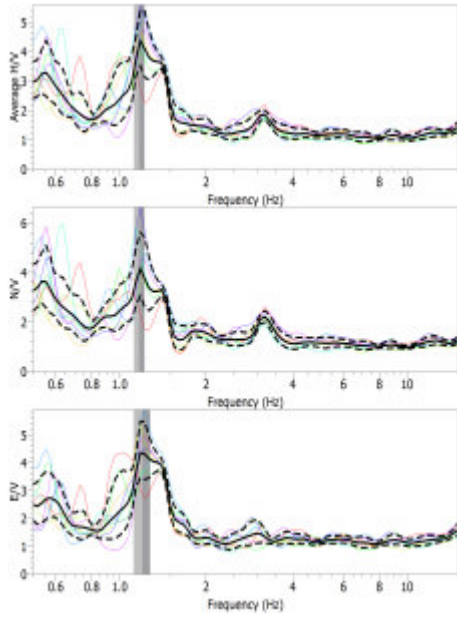
Doğu Ova ölçü noktası 9



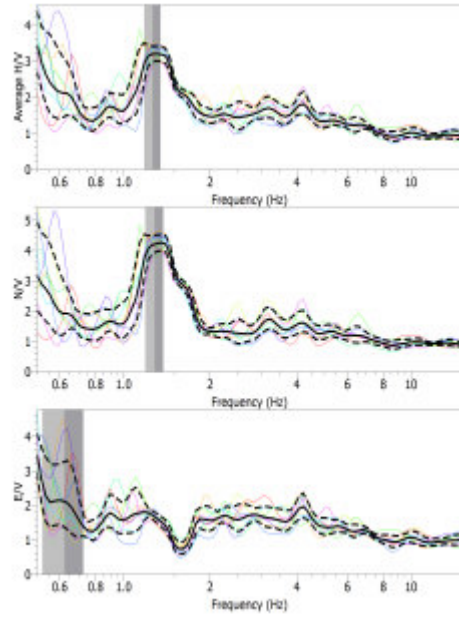
Doğu Ova ölçü noktası 10



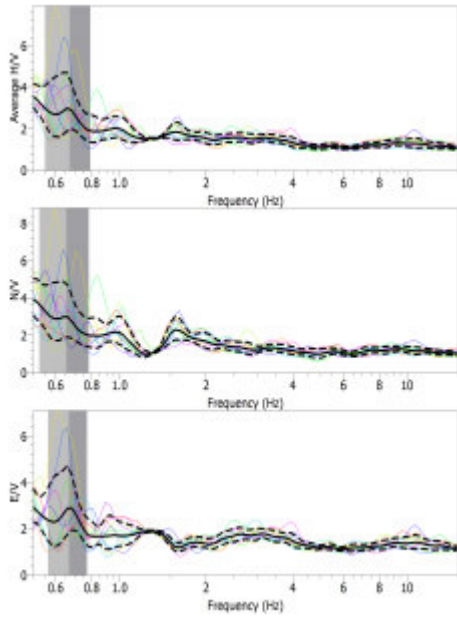
Doğu Ova ölçü noktası 11



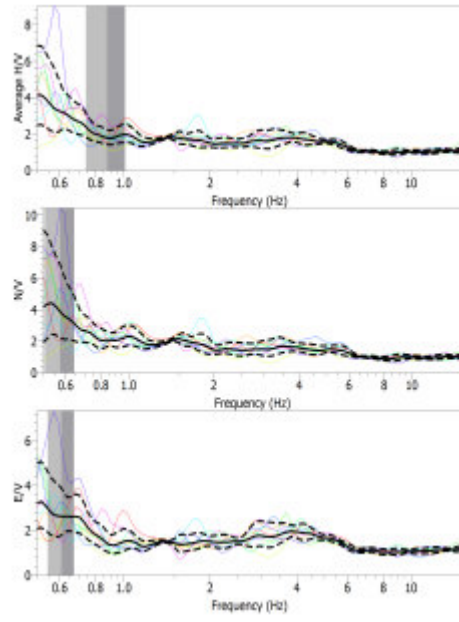
Doğu Ova ölçü noktası 12



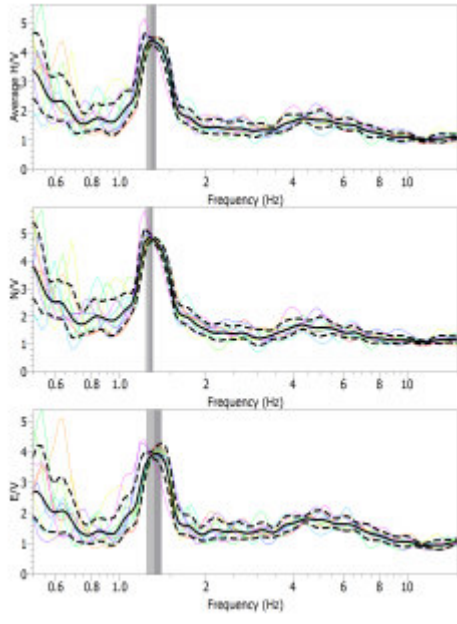
Doğu Ova ölçü noktası 13



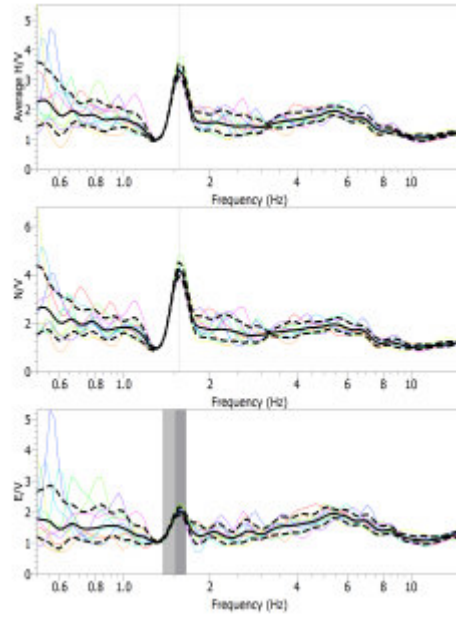
Doğu Ova ölçü noktası 14



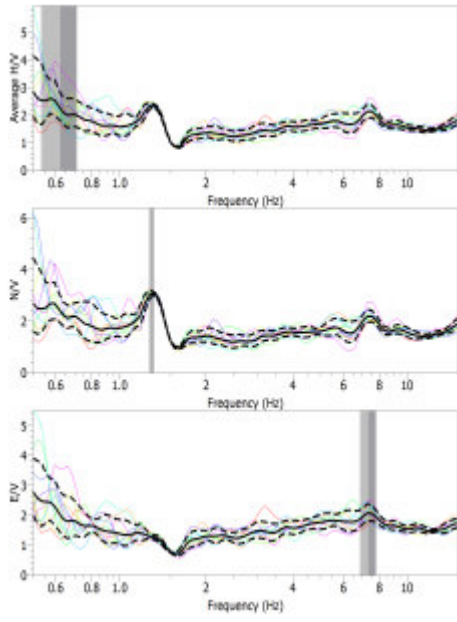
Doğu Ova ölçü noktası 15



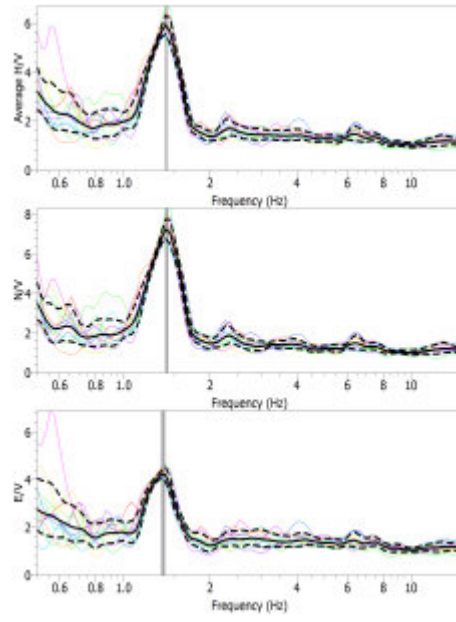
Doğu Ova ölçü noktası 16



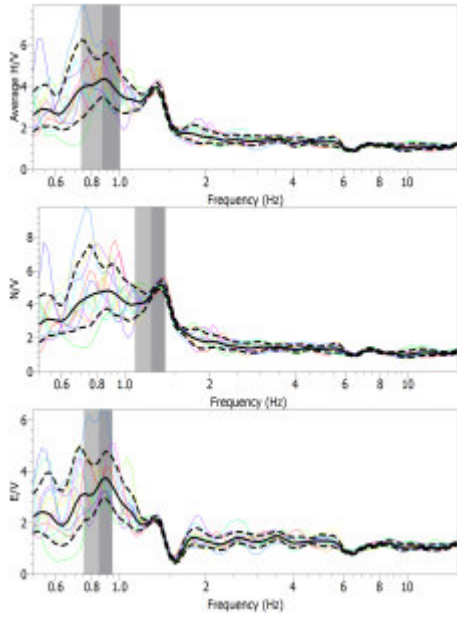
Doğu Ova ölçü noktası 17



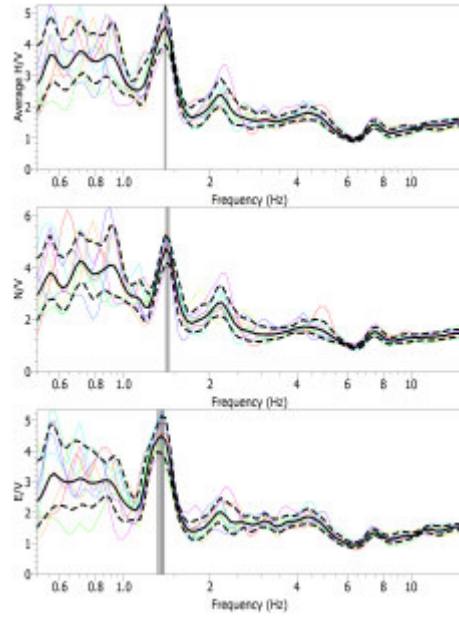
Doğu Ova ölçü noktası 18



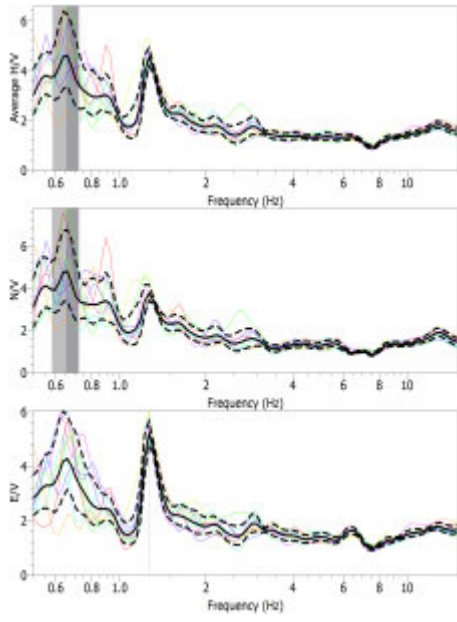
Doğu Ova ölçü noktası 19



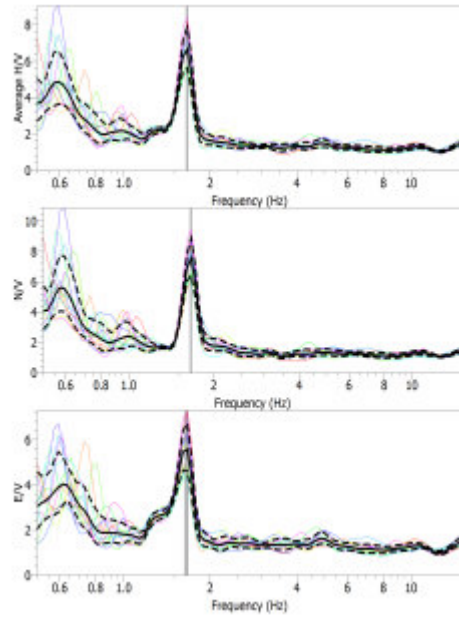
Doğu Ova ölçü noktası 20



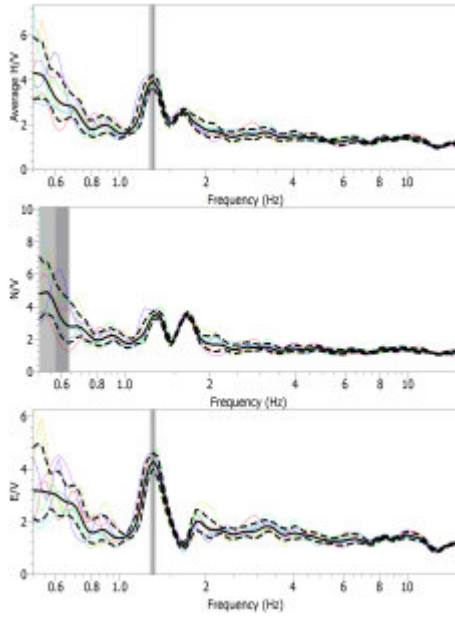
Doğu Ova ölçü noktası 21



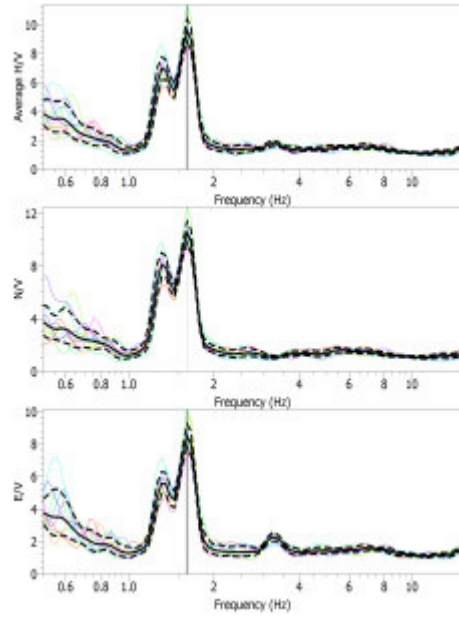
Doğu Ova ölçü noktası 22



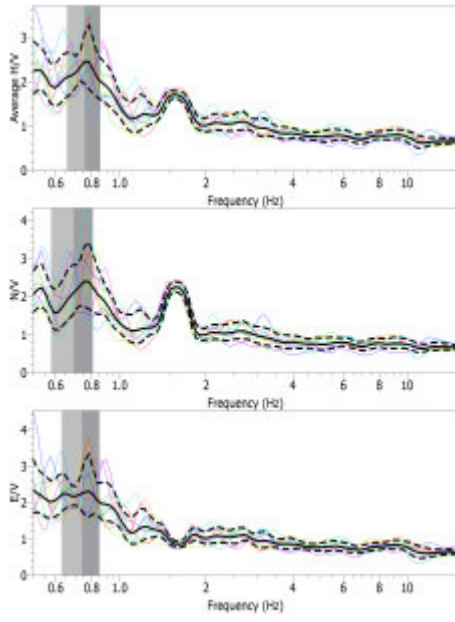
Doğu Ova ölçü noktası 23



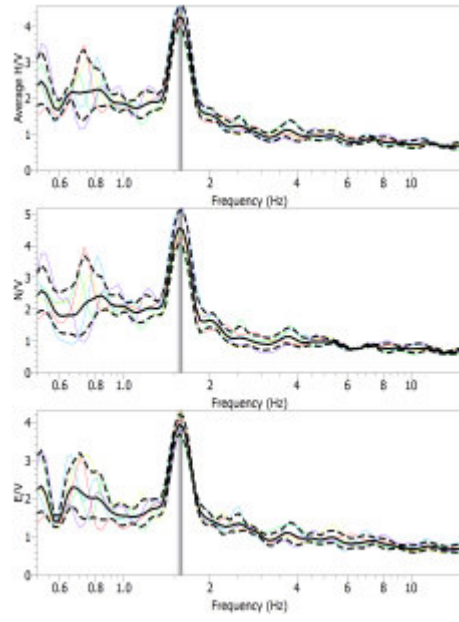
Doğu Ova ölçü noktası 24



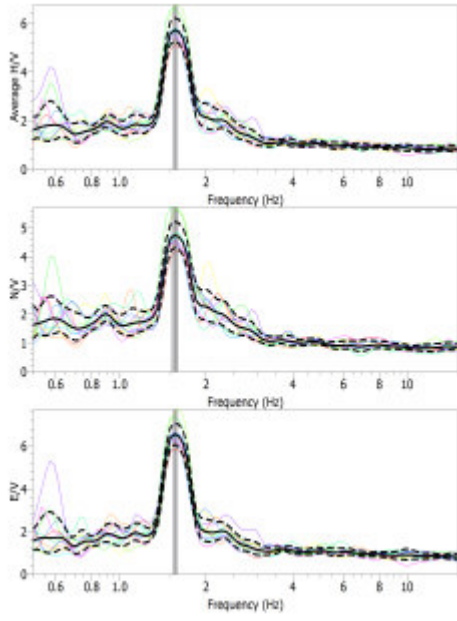
Doğu Ova ölçü noktası 25



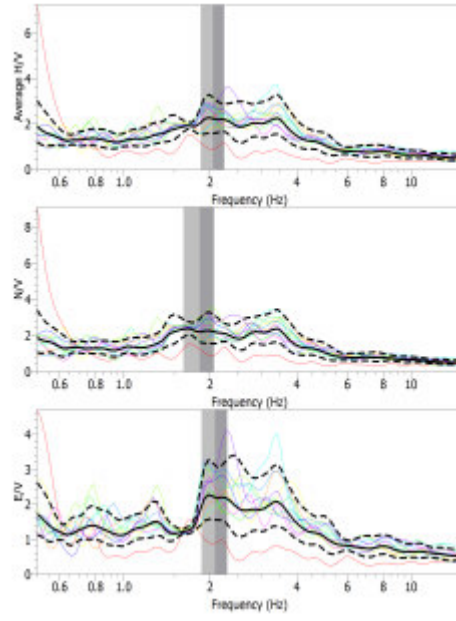
Halı Kent ölçü noktası 1



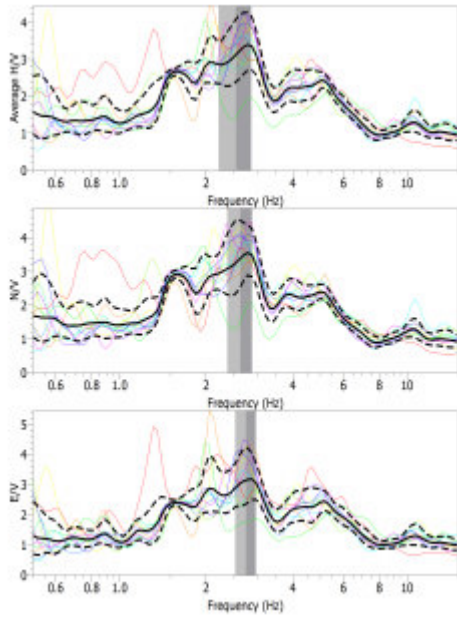
Halı Kent ölçü noktası 2



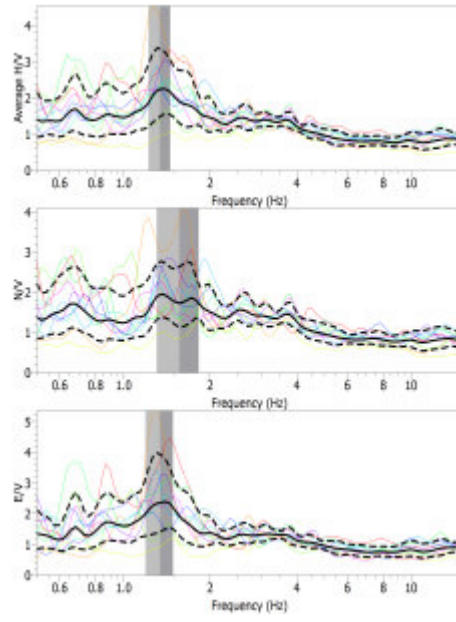
Halı Kent ölçü noktası 3



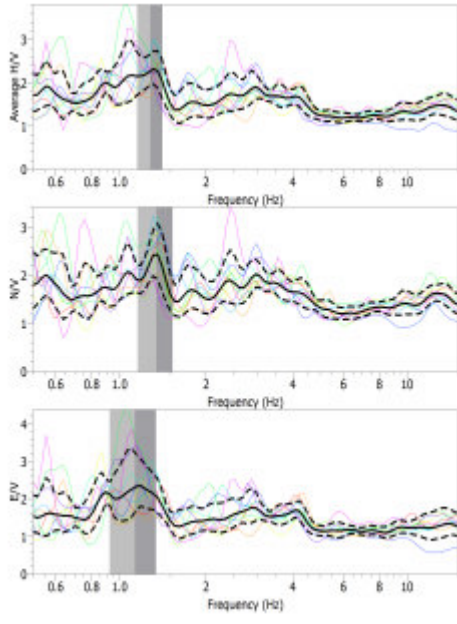
Halı Kent ölçü noktası 4



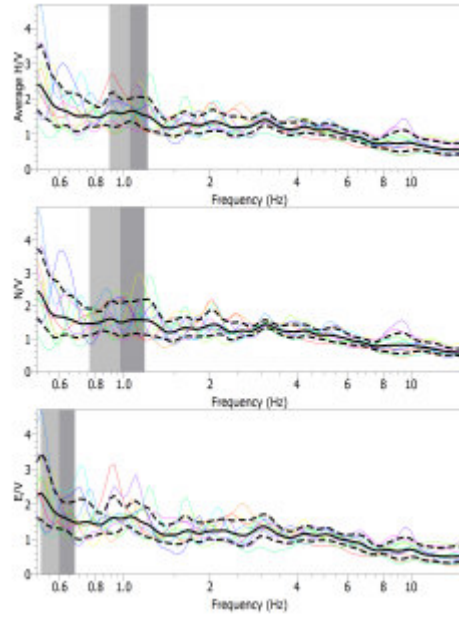
Halı Kent ölçü noktası 5



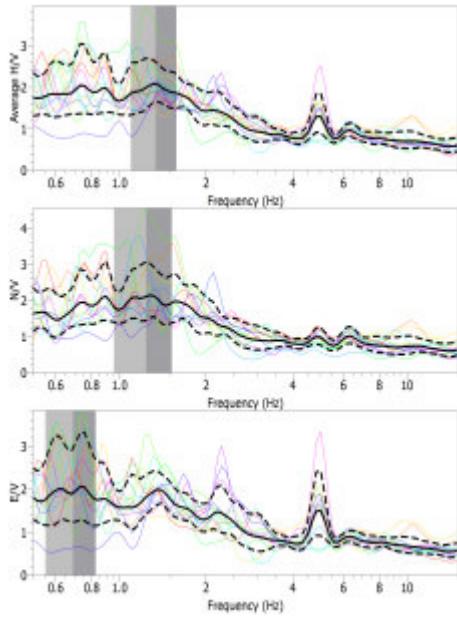
Halı Kent ölçü noktası 6



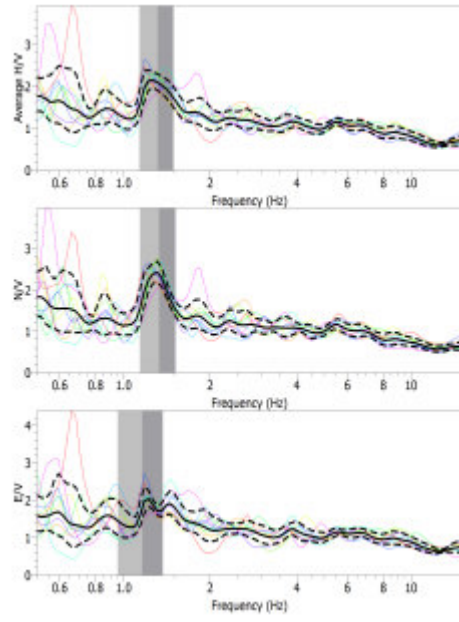
Halı Kent ölçü noktası 7



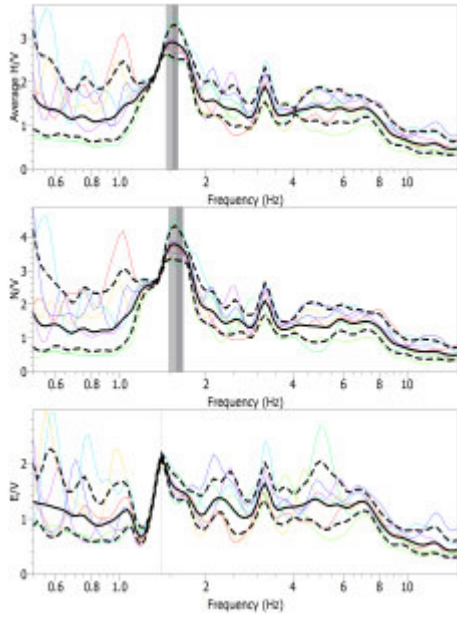
Halı Kent ölçü noktası 8



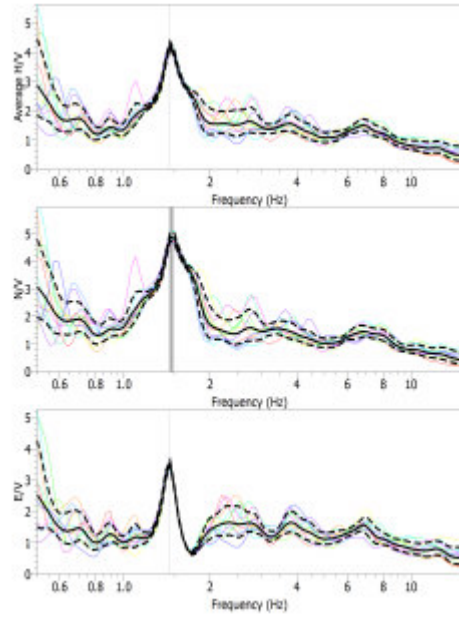
Halı Kent ölçü noktası 9



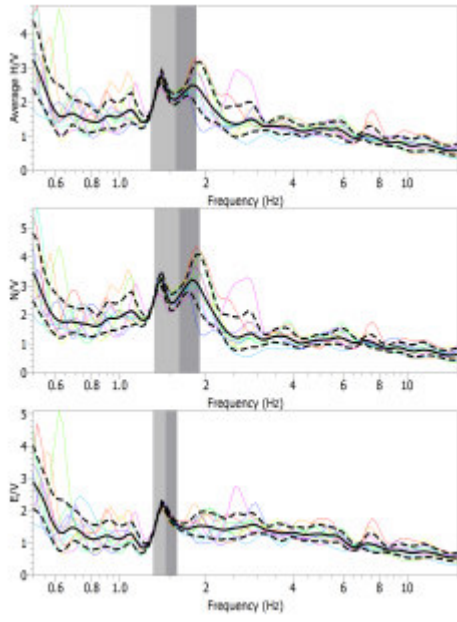
Hastane ölçü noktası 1



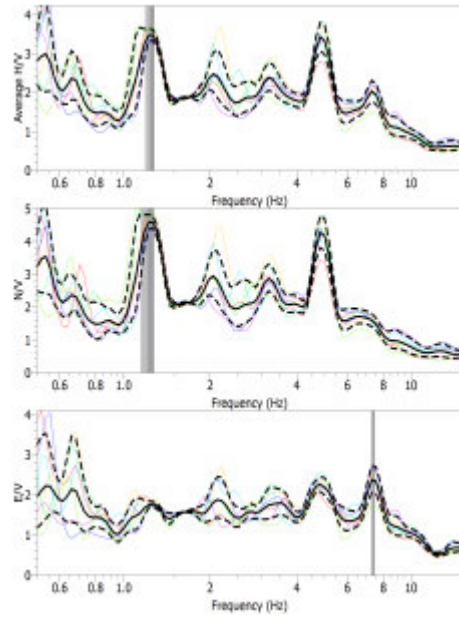
İstanbul Yolu ölçü noktası 1



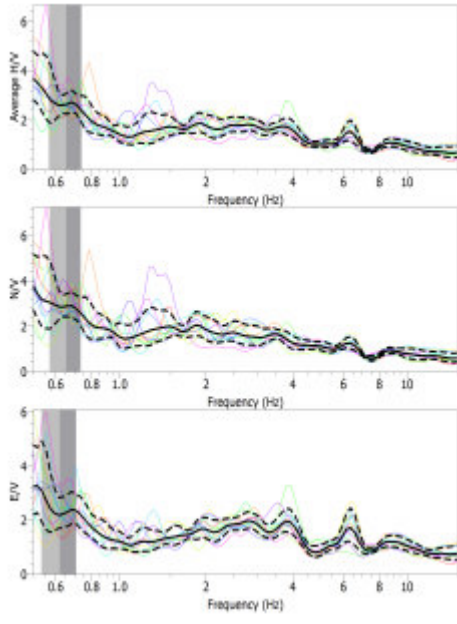
İstanbul Yolu ölçü noktası 2



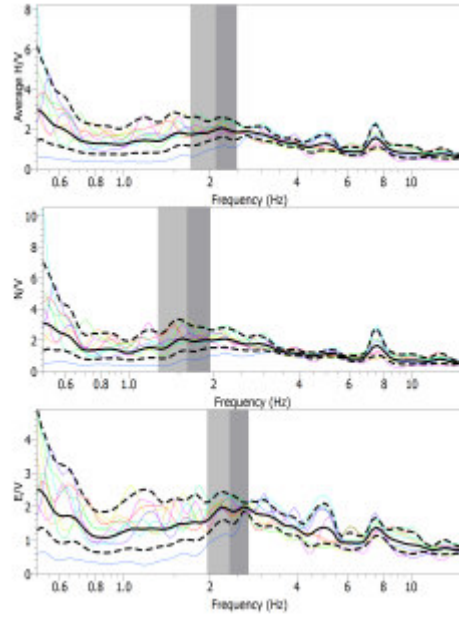
İstanbul Yolu ölçü noktası 3



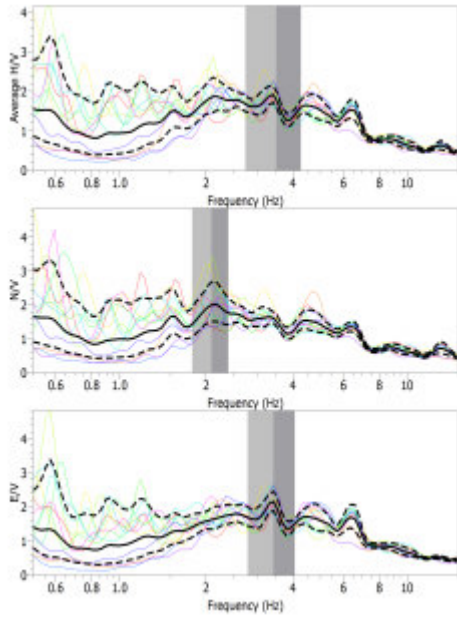
İstanbul Yolu ölçü noktası 4



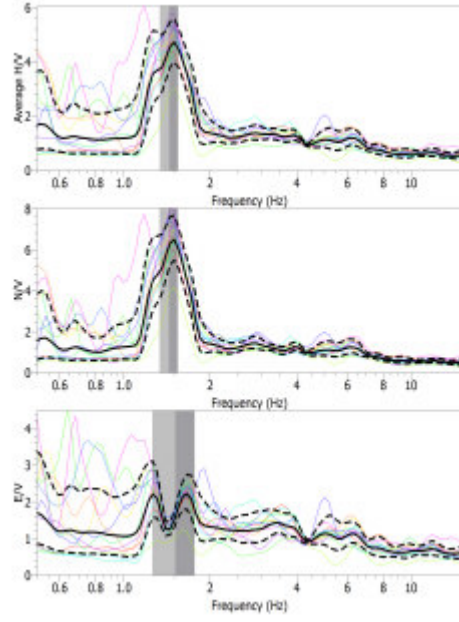
İstanbul Yolu ölçü noktası 5



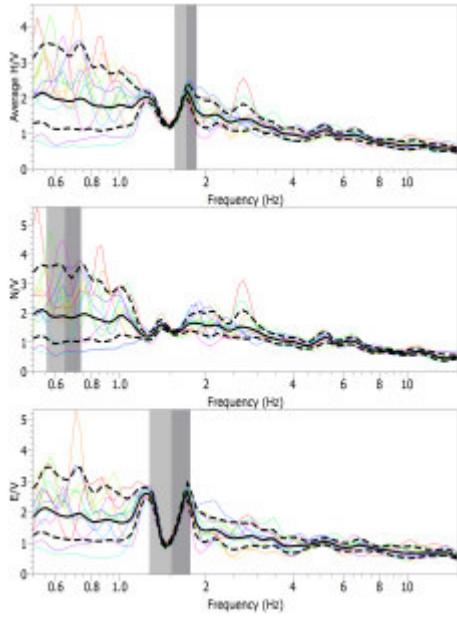
İstanbul Yolu ölçü noktası 6



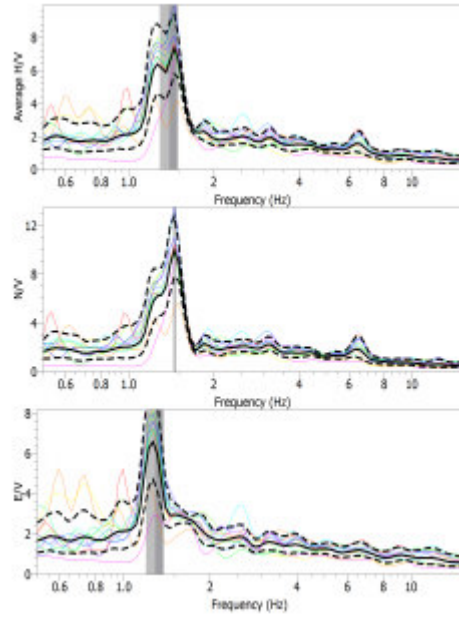
İstanbul Yolu ölçü noktası 7



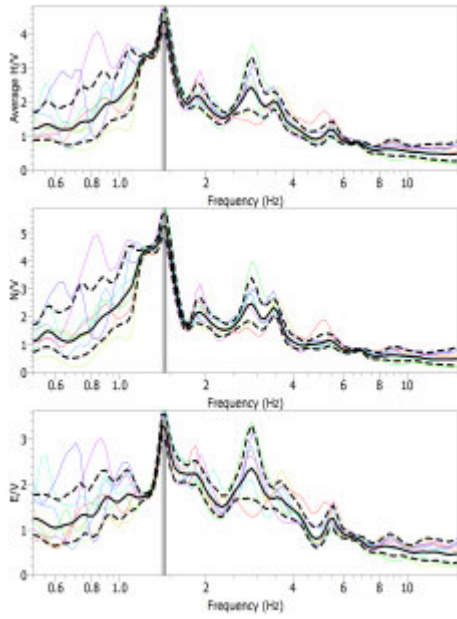
İstanbul Yolu ölçü noktası 8



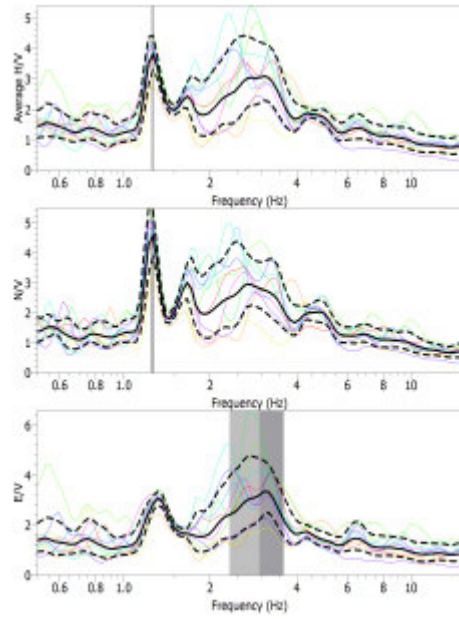
İstanbul Yolu ölçü noktası 9



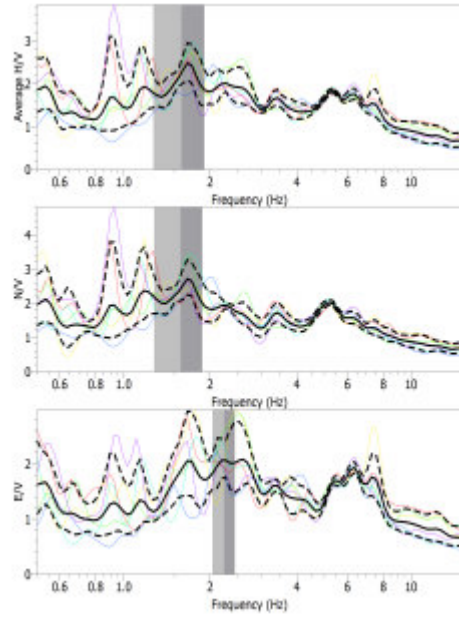
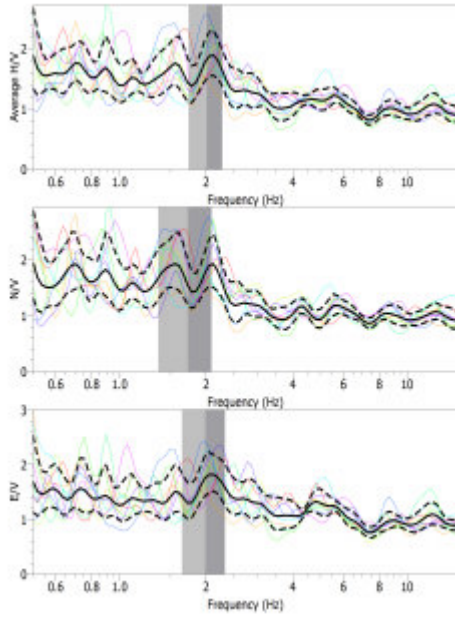
İstanbul Yolu ölçü noktası 10



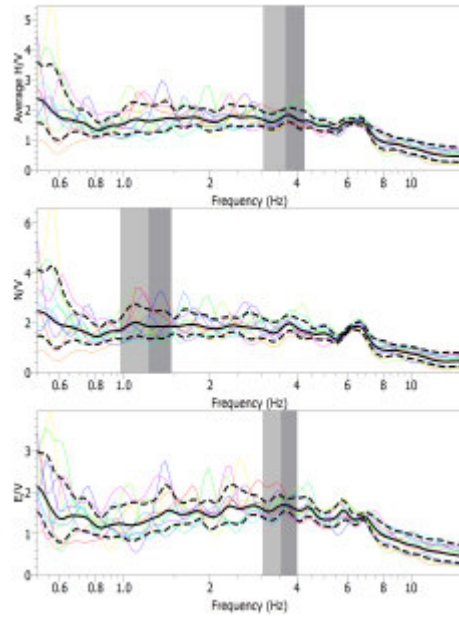
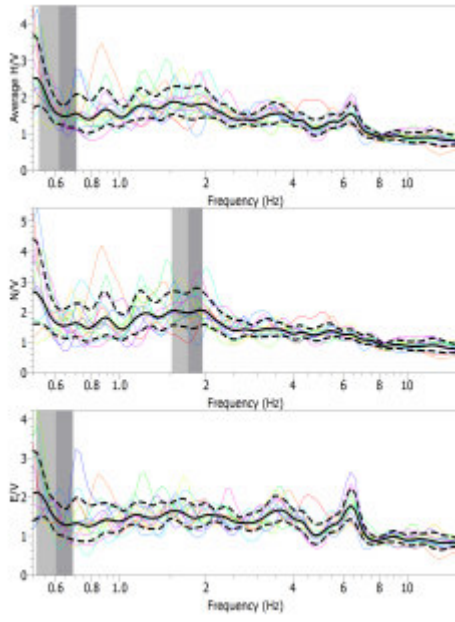
İstanbul Yolu ölçü noktası 11



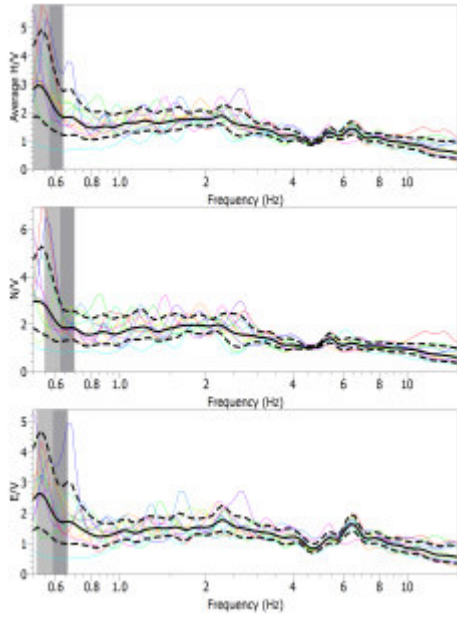
İstanbul Yolu ölçü noktası 12



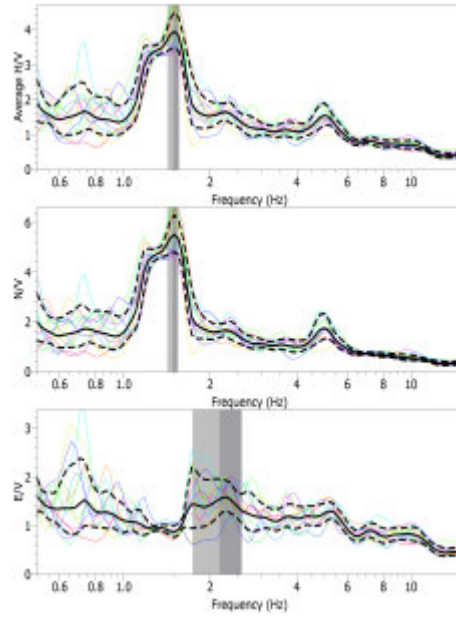
Özkanlar Fatih Mah. ölçü noktası 1 Özkanlar Fatih Mah. ölçü noktası 2



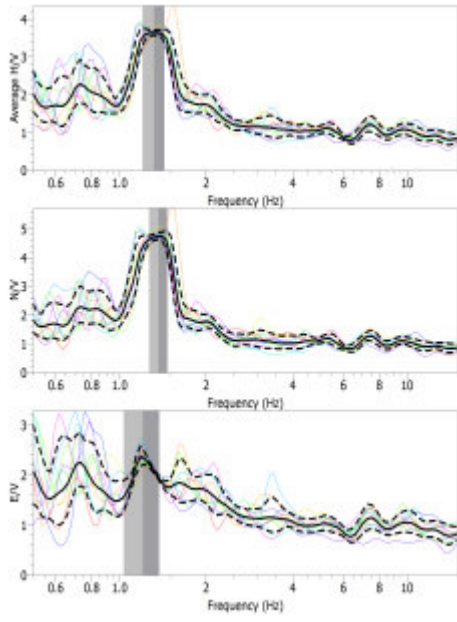
Özkanlar Fatih Mah. ölçü noktası 3 Özkanlar Fatih Mah. ölçü noktası 4



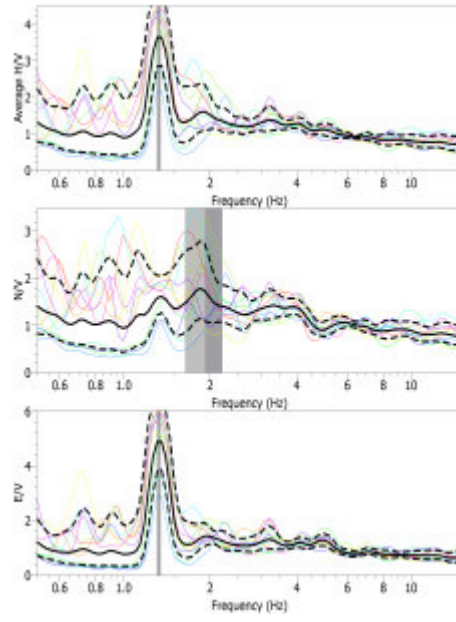
Özkanlar Fatih Mah. ölçü noktası 5



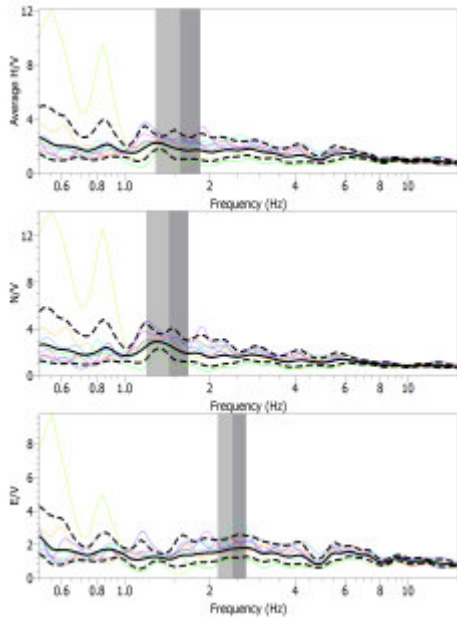
Özkanlar ölçü noktası 1



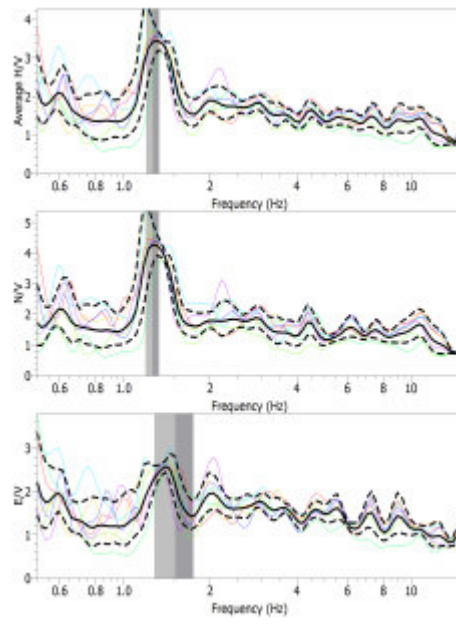
Özkanlar ölçü noktası 2



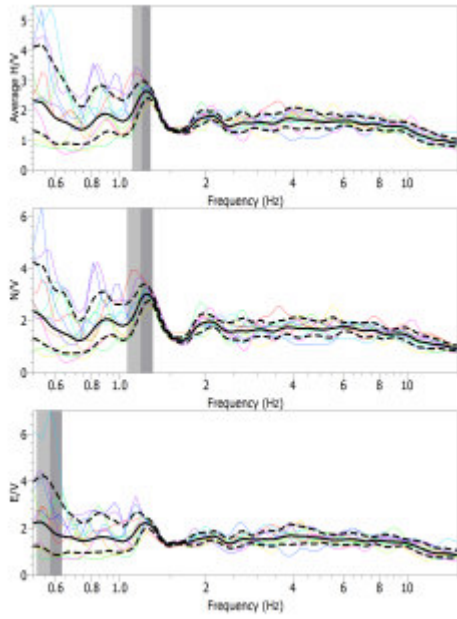
Özkanlar ölçü noktası 3



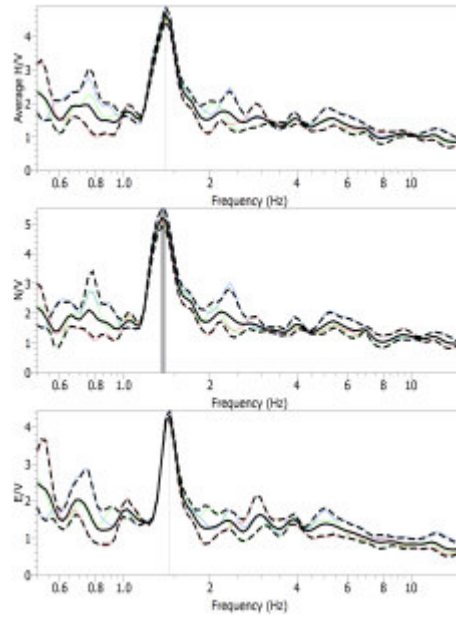
Özkanlar ölçü noktası 4



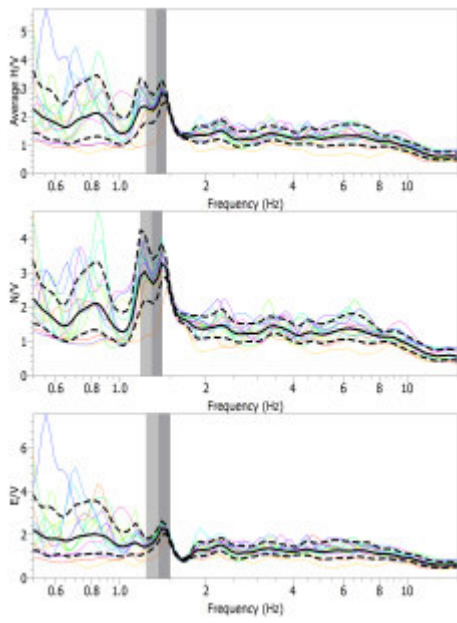
Özkanlar ölçü noktası 5



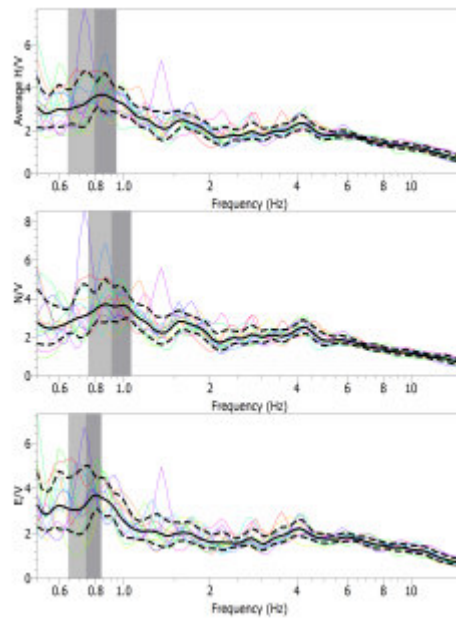
SS 1



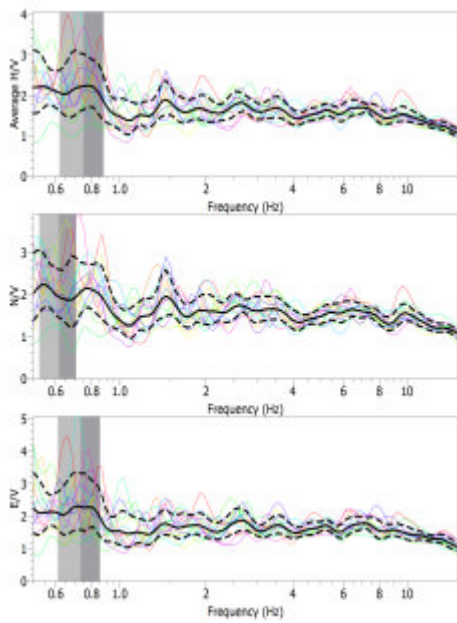
SS 2



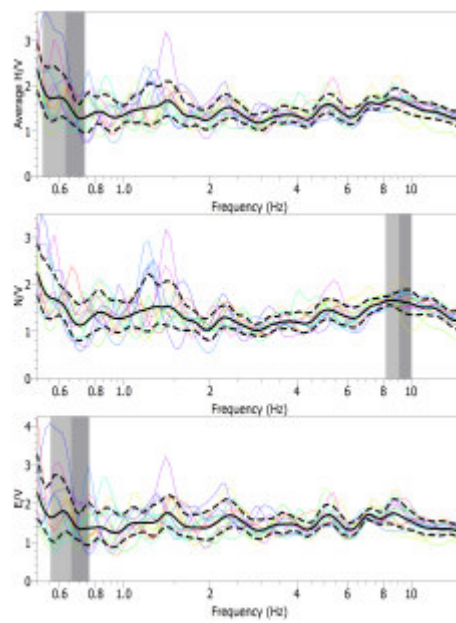
SS 3



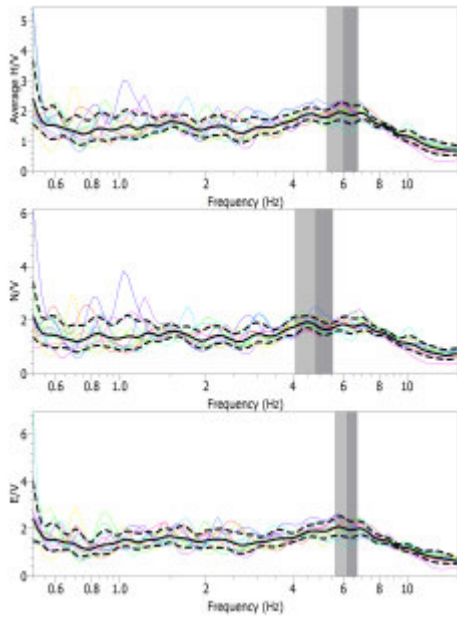
SS 4



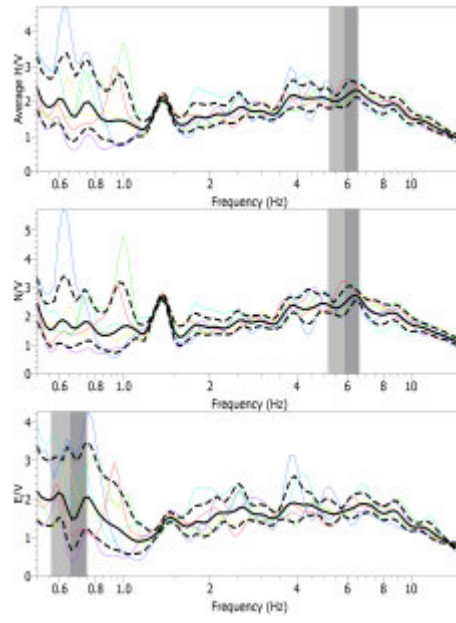
SS 5



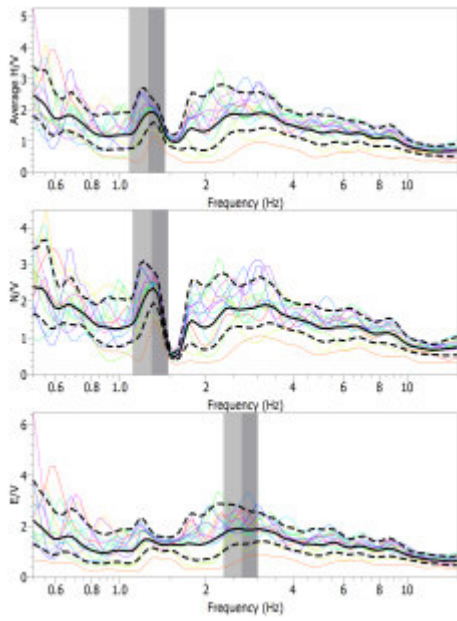
SS 6



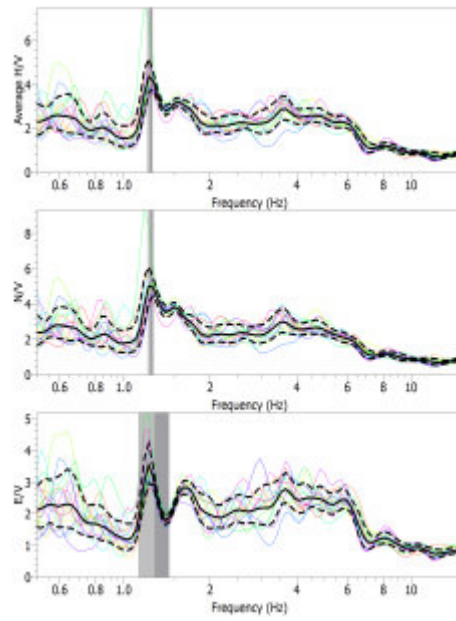
SS 7



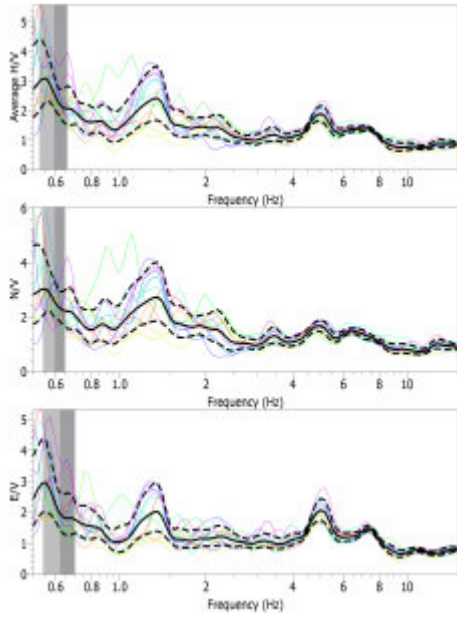
SS 8



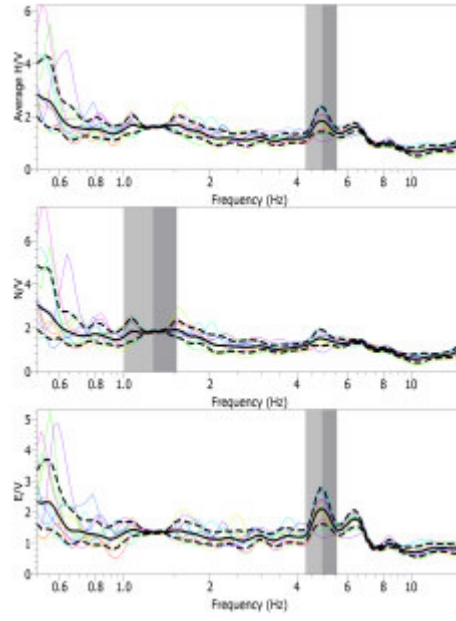
SS 9



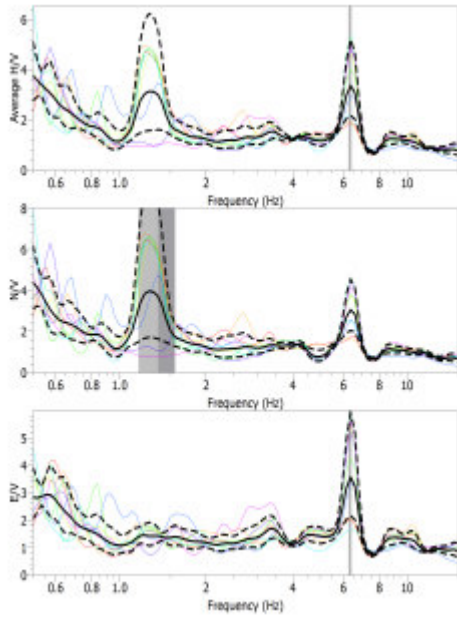
SS 10



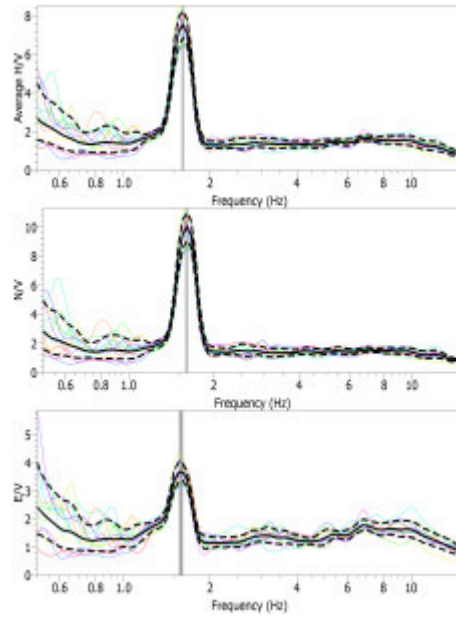
Sanayi Mah. ölçü noktası 1



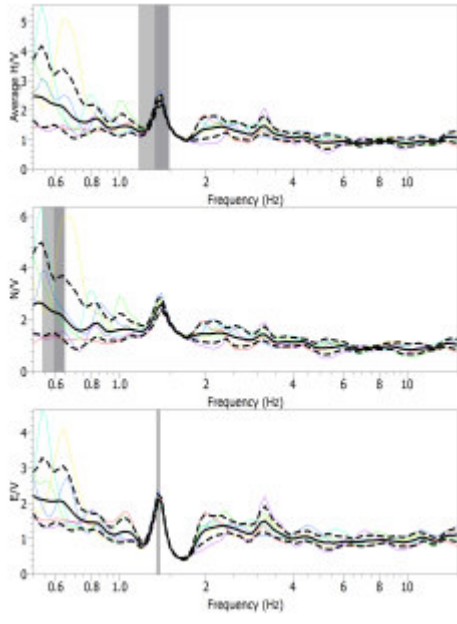
Sanayi Mah. ölçü noktası 2



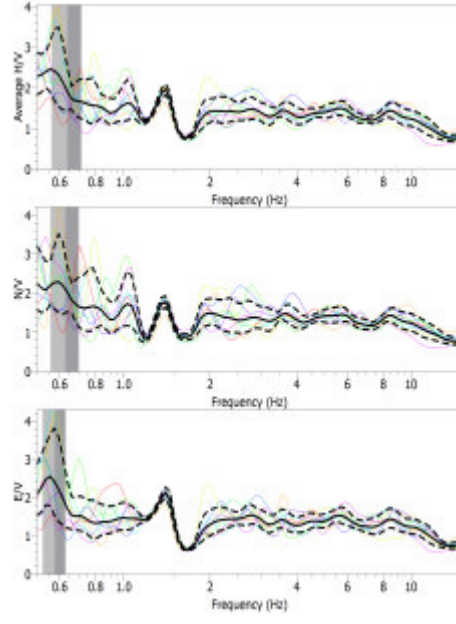
Sanayi Mah. ölçü noktası 3



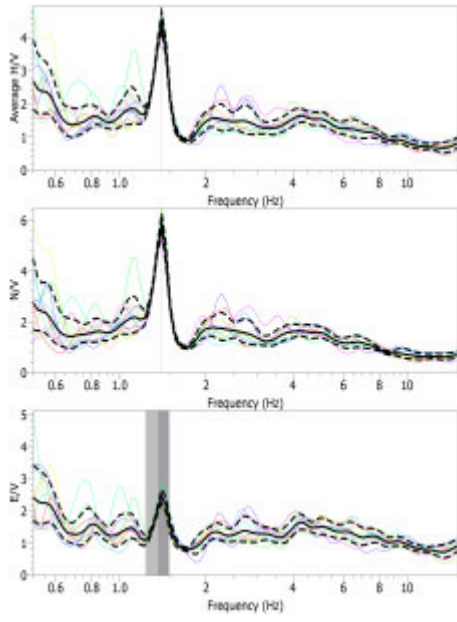
Sanayi Mah. ölçü noktası 4



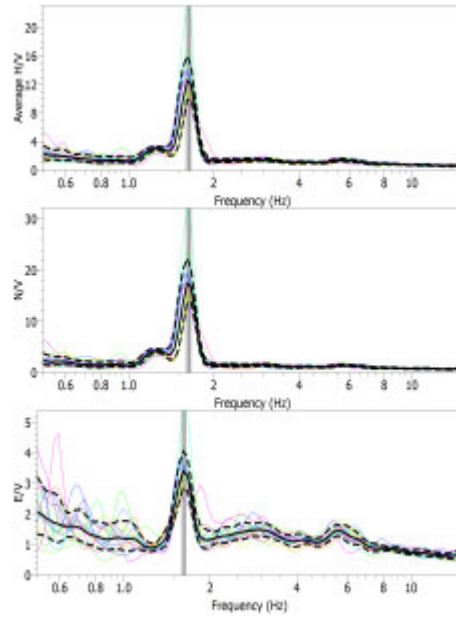
Sanayi Mah. ölçü noktası 5



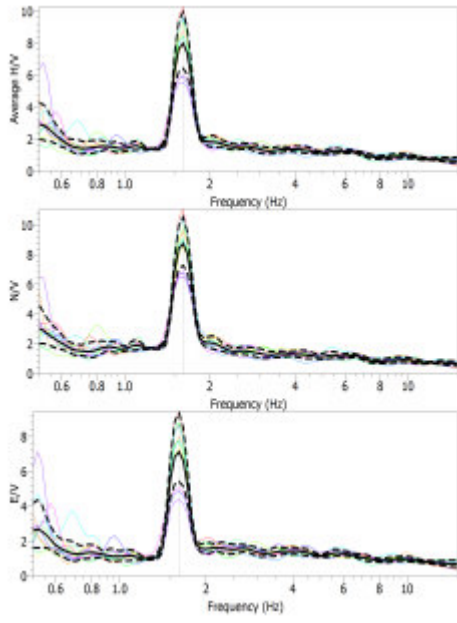
Şehir Merkezi ölçü noktası 1



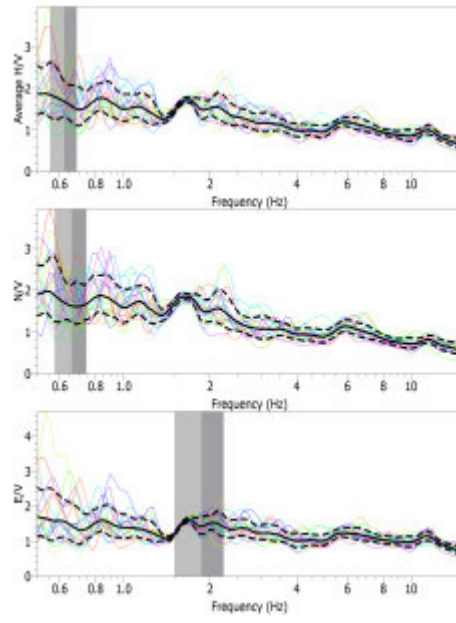
Şehir Merkezi ölçü noktası 2



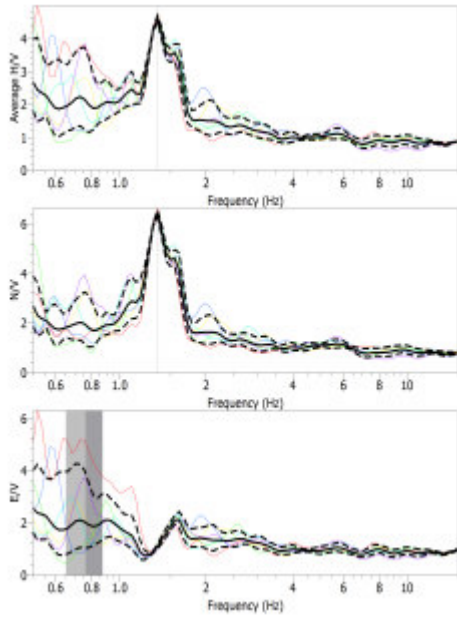
Şehir Merkezi ölçü noktası 3



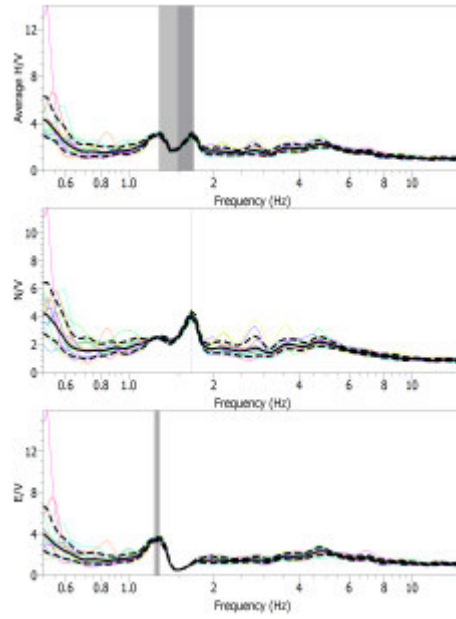
Şehir Merkezi ölçü noktası 4



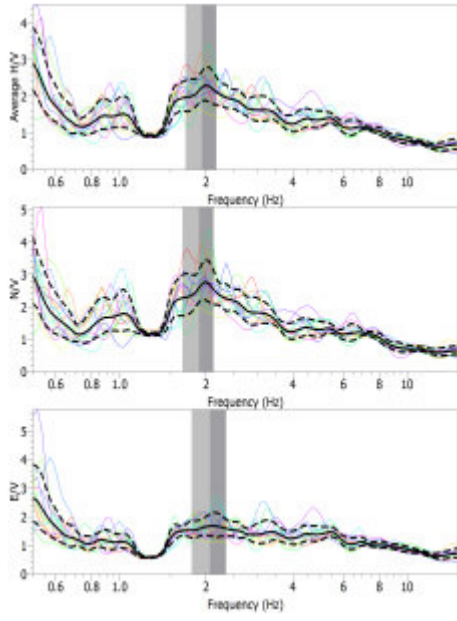
Şehir Merkezi ölçü noktası 5



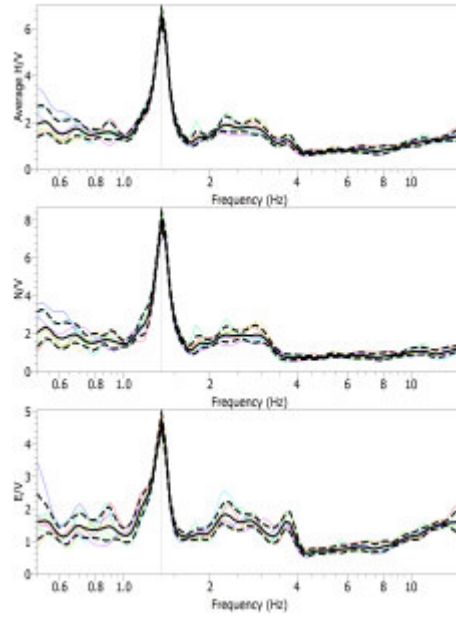
Şehir Merkezi ölçü noktası 6



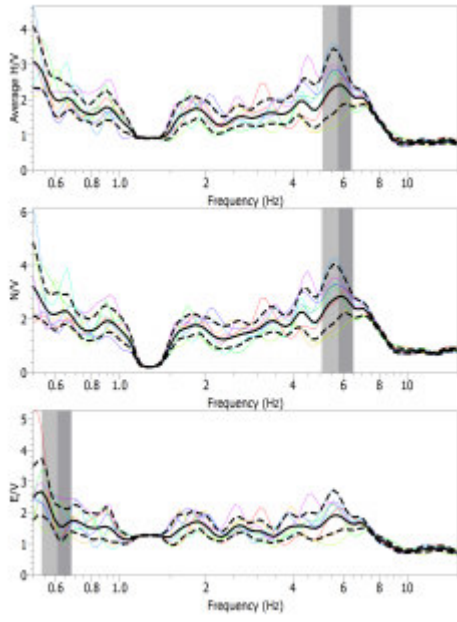
Şehir Merkezi ölçü noktası 7



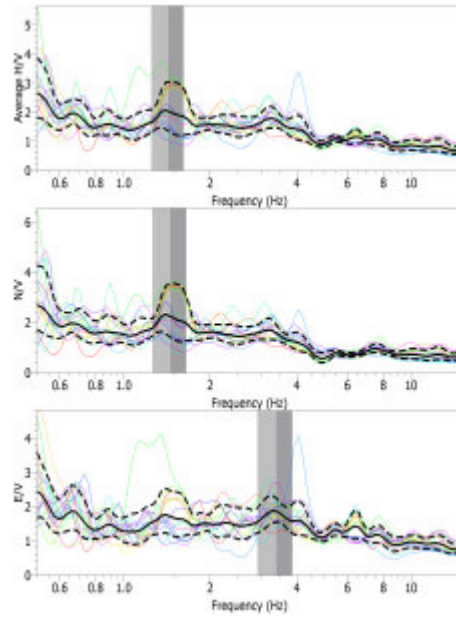
Şehir Merkezi ölçü noktası 8



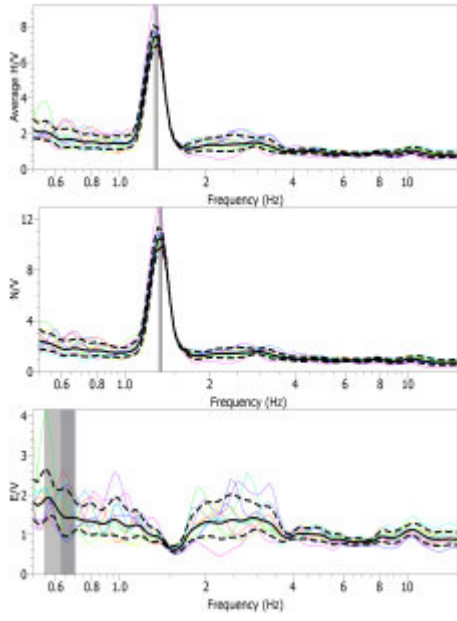
Şehir Merkezi ölçü noktası 9



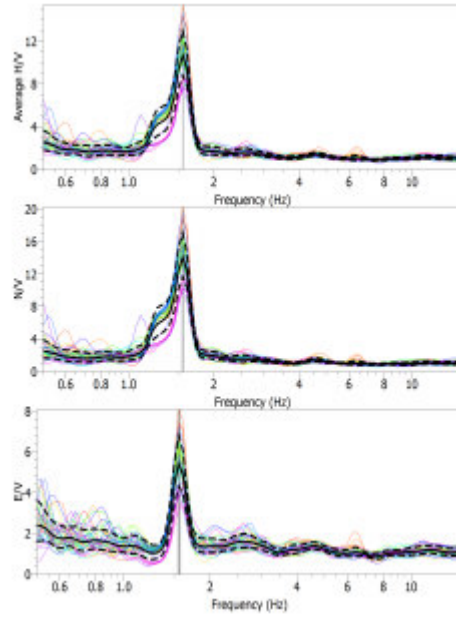
Şehir Merkezi ölçü noktası 10



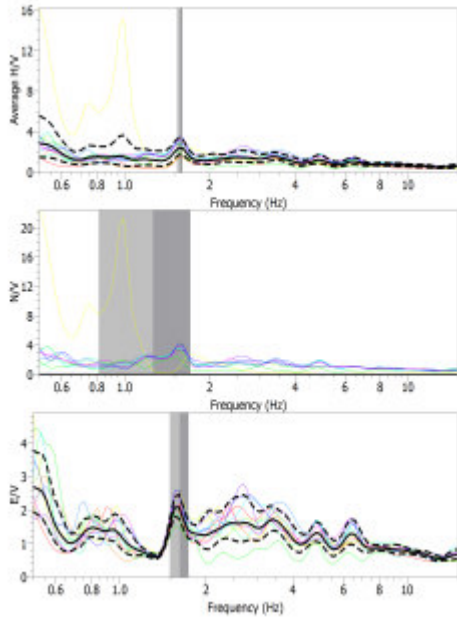
Şehir Merkezi ölçü noktası 11



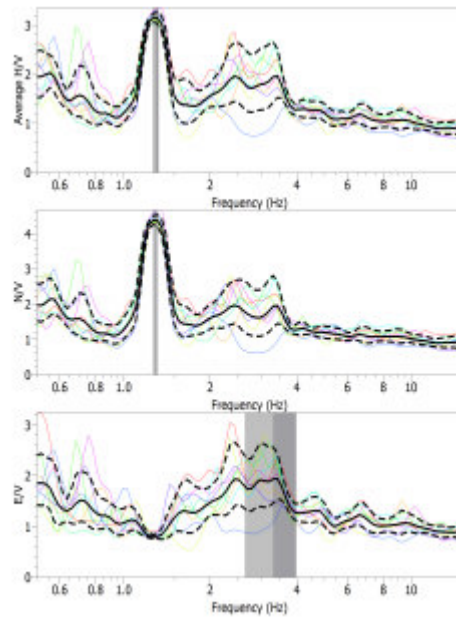
Şehir Merkezi ölçü noktası 12



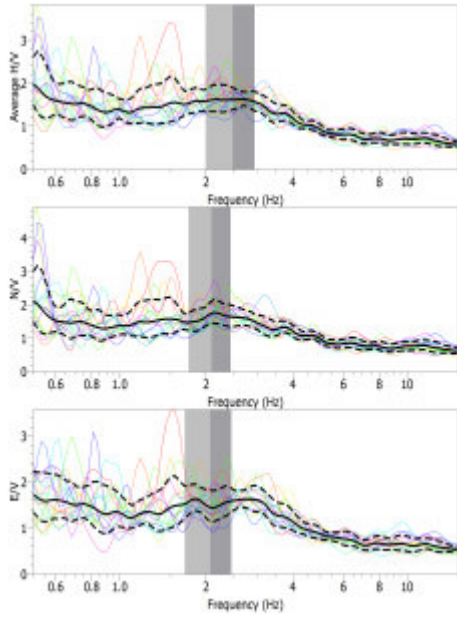
Şehir Merkezi ölçü noktası 13



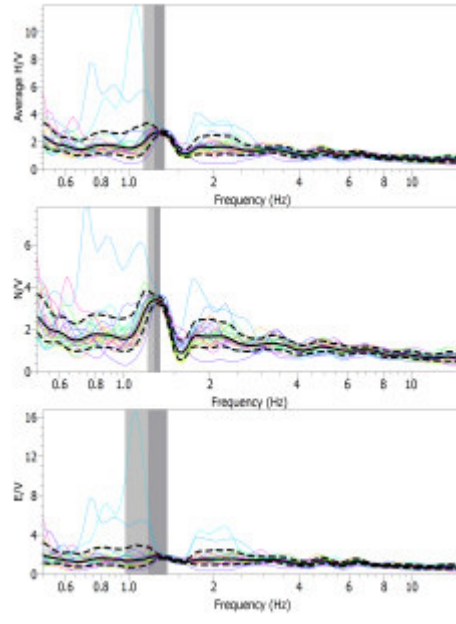
Şehir Merkezi ölçü noktası 14



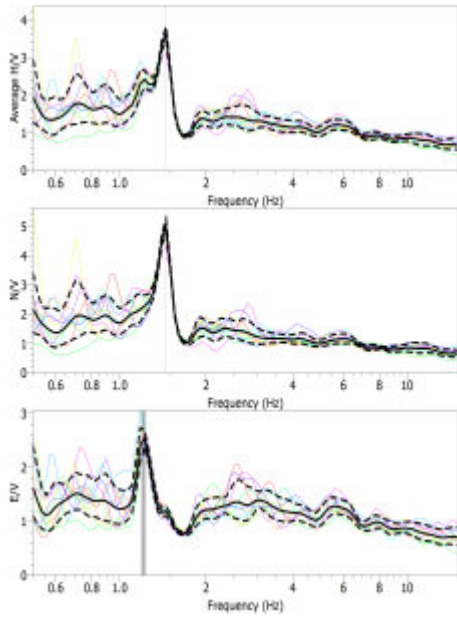
Şehir Merkezi ölçü noktası 15



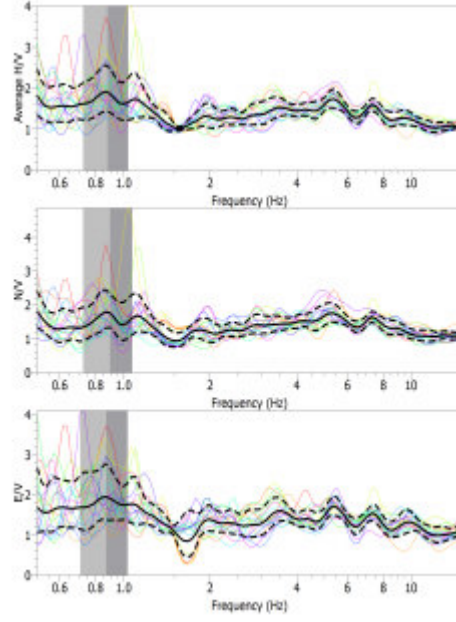
Şehir Merkezi ölçü noktası 16



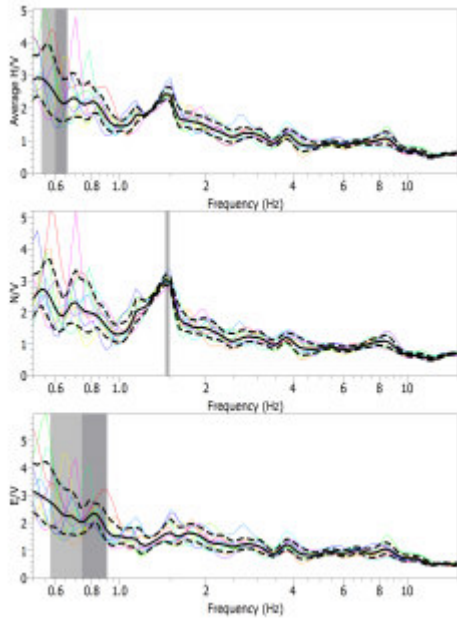
Şehir Merkezi ölçü noktası 17



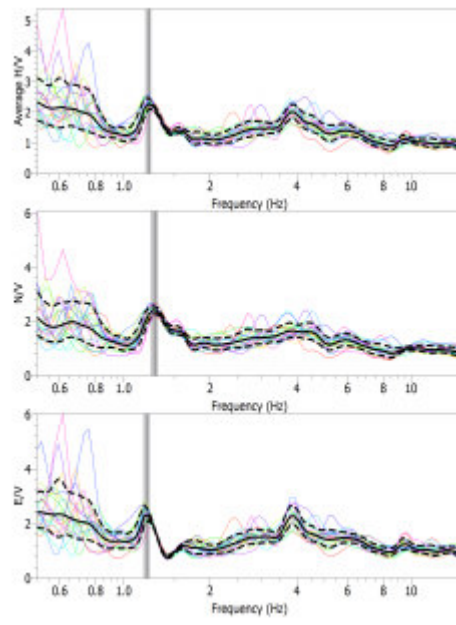
Şehir Merkezi ölçü noktası 18



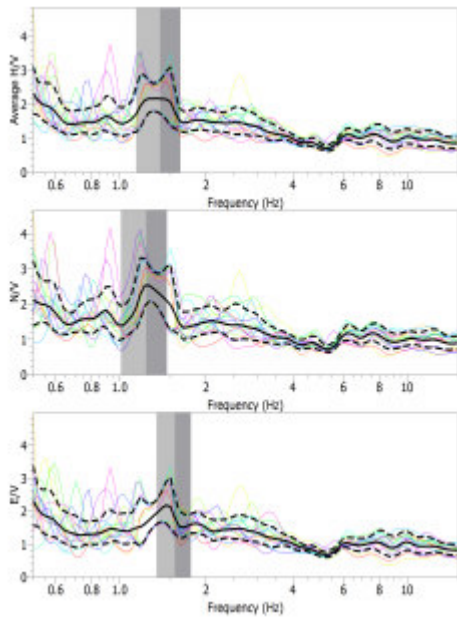
Şehir Merkezi ölçü noktası 19



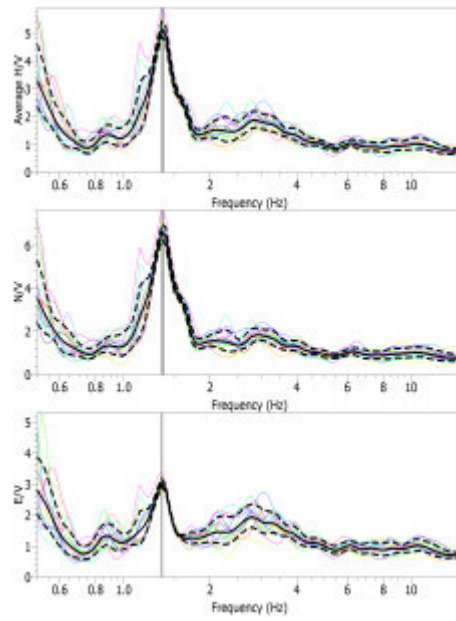
Şehir Merkezi ölçü noktası 20



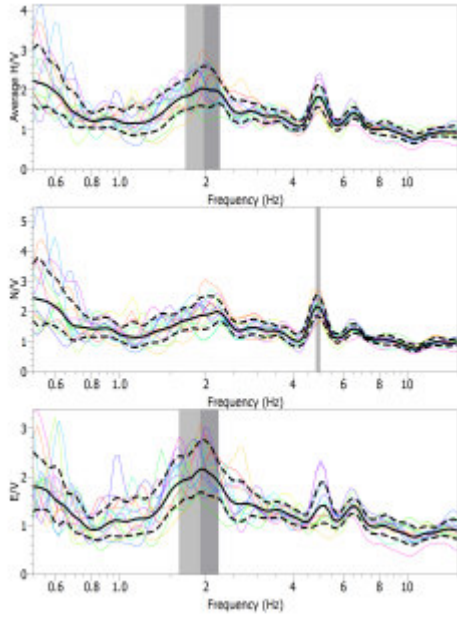
Şehir Merkezi ölçü noktası 21



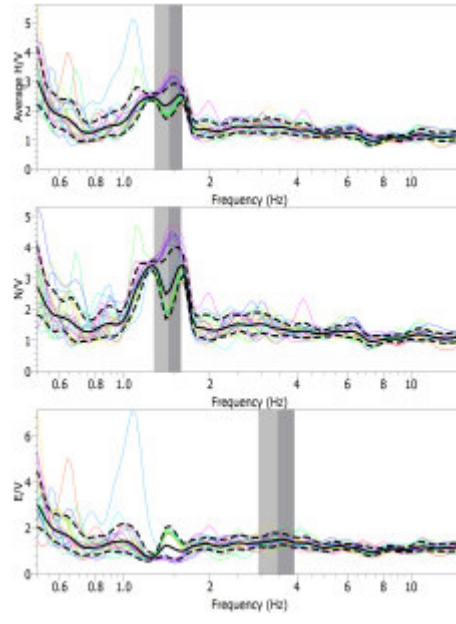
Şehir Merkezi ölçü noktası 22



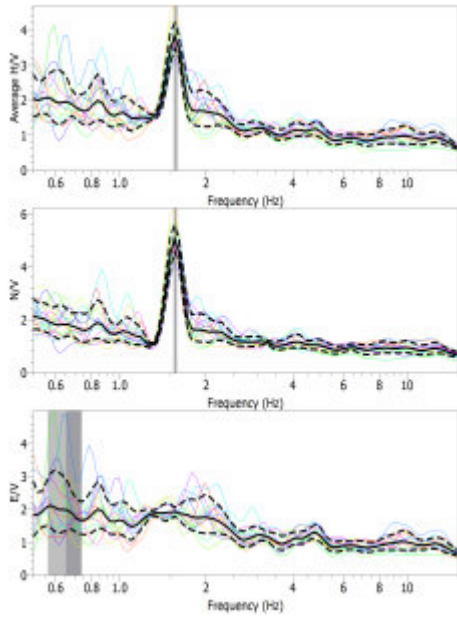
Şehir Merkezi ölçü noktası 23



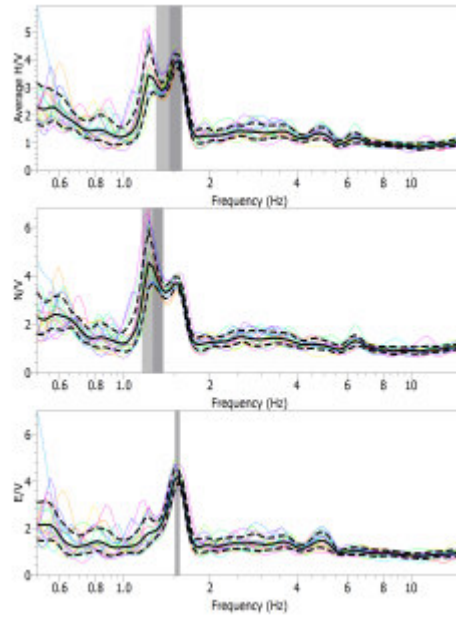
Şehir Merkezi ölçü noktası 24



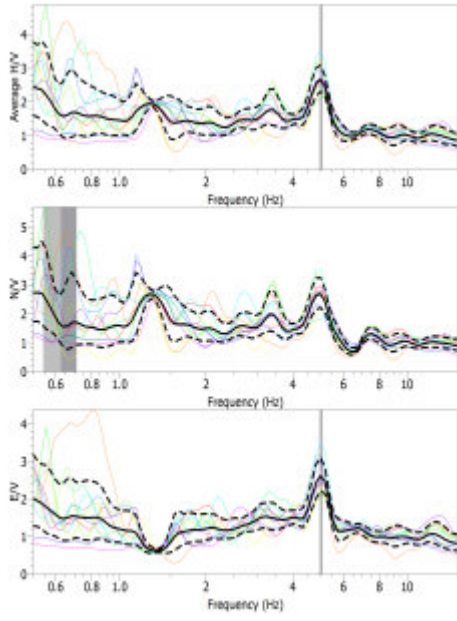
Şehir Merkezi ölçü noktası 25



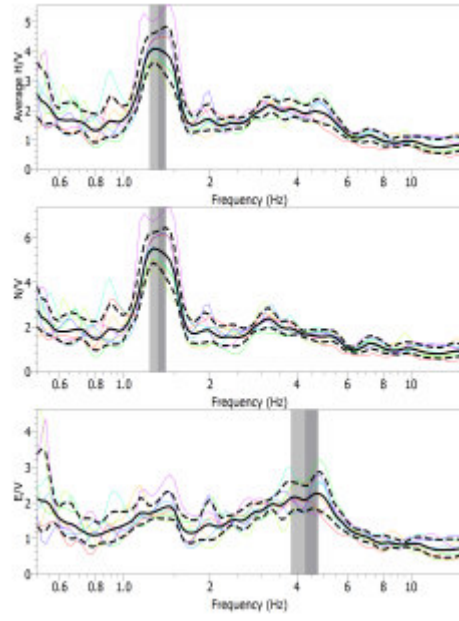
Şehir Merkezi ölçü noktası 26



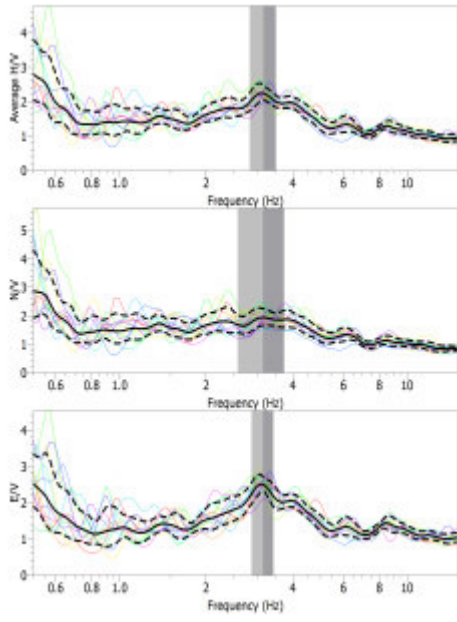
Şehir Merkezi ölçü noktası 27



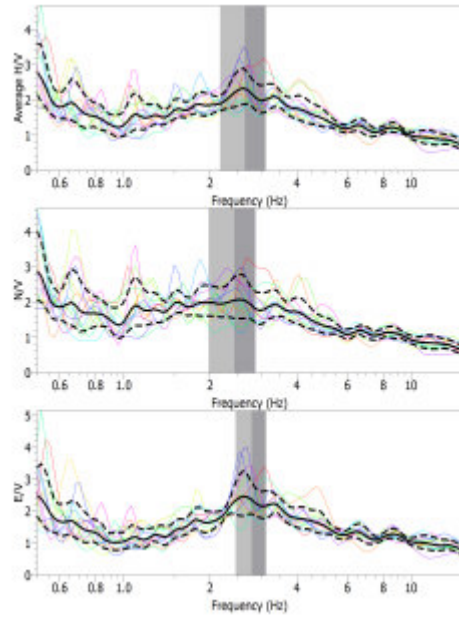
Şehir Merkezi ölçü noktası 28



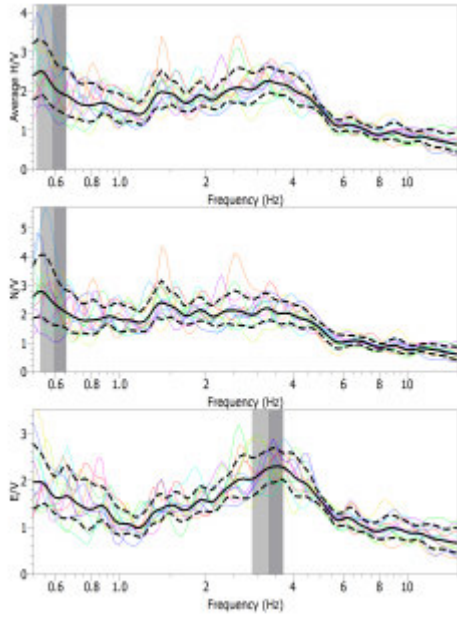
Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 1



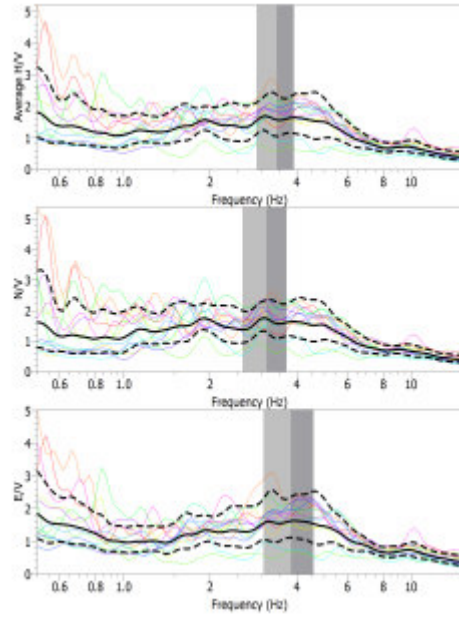
Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 2



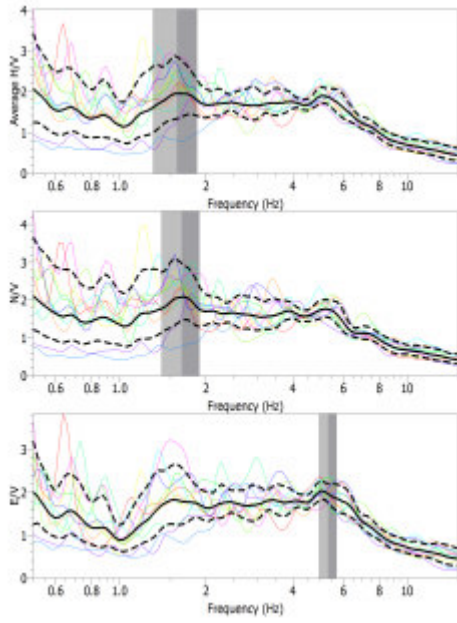
Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 3



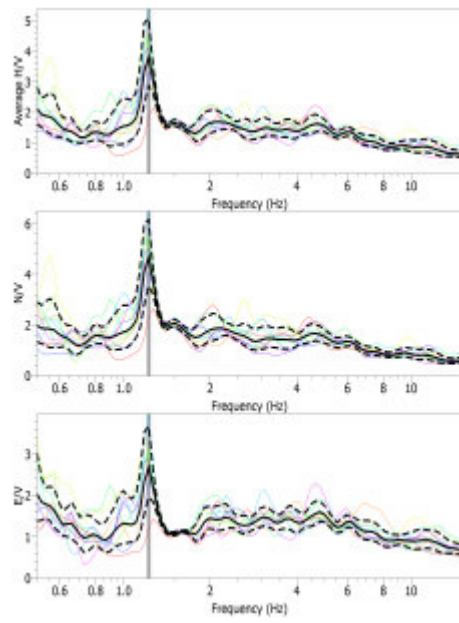
Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 4



Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 5

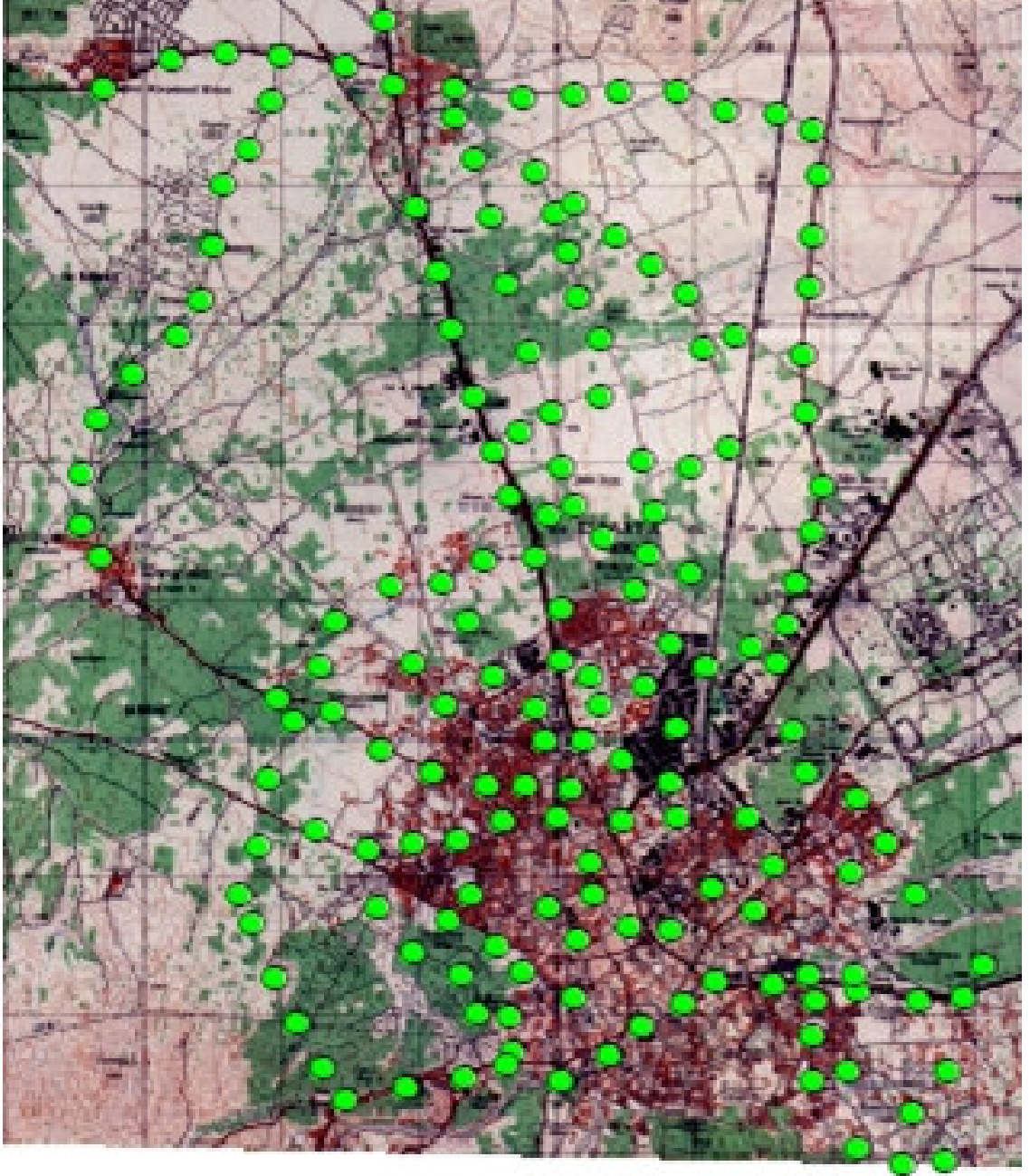


Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 6



Ufuk Öğr.Yurdu ölçü noktası 7

Ek-2. Haritalar



Ölçü noktaları.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Sertaç Selim SARICA

Doğum Yeri ve Yılı: Malatya / 1977

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Malatya Hacı Hüseyin Kölük Anadolu Ticaret Meslek Lisesi
(1995)

Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık
Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü (2004)

Yüksek Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

1998-2004 Kısmi zamanlı öğrenci, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgi
İşlem Daire Başkanlığı

2004- Çözümleyici, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgi İşlem
Daire Başkanlığı Sistem Grubu