

## TEKİRDA VE CİVARINDA HAKİM FREKANS DA İLİMİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Bengi Behiye AKBAHAN<sup>1</sup>, Mehmet Safa ARSLAN<sup>2</sup>, A.ÖZEL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Proje Asistanı, Jeofizik Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar

<sup>2</sup> Yüksek Lisans Proje Asistanı, Jeofizik Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar

<sup>3</sup> Profesör, Jeofizik Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar

Email: bengibehiye@gmail.com

### ÖZET:

Bu çalışmada Tekirdağ ve civarında kısa periyod mikrotremor cihazları ile zemin hakim frekansları tek istasyon ölçümleriyle belirlenmiştir. Tek istasyon ölçümleri farklı jeolojik birimler üzerinde min. 30dk – max. 60 dakika olacak şekilde belirlenen noktalarda kısa periyod aletlerle alınmıştır. Tek istasyon mikrotremor ölçümlerinde amaç, incelenen bölgede hakim frekans dağılımını çıkarmak ve farklı jeolojik birimlerle karşılaştırılarak olası bir hasar yapıcı deprem durumunda oluşabilecek yerel zemin etkilerini ortaya koymaktır. Çalışma alanında alınan ölçümler Nakamura yöntemi kullanılarak Geopsy programı ile değerlendirilmiş ve H/V grafikleri elde edilerek çalışma alanı hakkında birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. Literatürde “Nakamura Yöntemi” olarak da adlandırılan H/V spektral oran yöntemi, zemin hakim frekansı ve spektral oranı tahmin etmek için yatay ve dikey bileşenlerin spektrumlarının birbirine oranlanmasıdır. H/V oran yönteminde yatay ve dikey bileşenler uygun zaman aralıklarında seçilerek, fourier genlik spektrumları hesaplanır ve gerekli düzeltmeler (Baseline correction, filtreleme vb) yapıldıktan sonra yatay bileşen ile dikey bileşen genlik spektrumlarının gerekli yuvarlatmalar yapıldıktan sonra birbirine oranı alınarak H/V elde edilmiştir. Bu yöntem doğrultusunda çalışma bölgesinde alınan ölçüm için kullanılan cihazların (CMG-6TD, 30 sn) hangi periyod düzeninde (short periyod, broadband) kayıt alınacağı, örnekleme aralığı, pencere uzunluğu ve filtreleme gibi bazı parametrelerin özenle seçilmesi gerekir. Çalışma alanında alınan veriler için çevresel gürültü içerikleri (1-10 Hz aralığı) ve aletsel kaynaklı gürültü içerikleri çözümlemesi amacıyla göz önüne alınmıştır. Alınan veriler programda gerekli frekans aralıkları ve pencere sayısı gibi uygun parametreler kullanarak sonuç grafiklerine ulaşılmıştır. Alınan 39 nokta üzerinde bölgede alınmış ölçümler sonucu gösteriyor ki farklı birimlere ait olduğu bilinen noktalar da farklı pik değerleri ve hakim frekansların farklı çıktığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmaların ve beraberinde yapılan jeofizik ölçümlerin nihai amacı Tekirdağ ve çevresinde deprem zararlarının azaltılmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Tekirdağ, Hakim Frekans, Nakamura Metodu, Geopsy, H/V

### 1.GİRİŞ

Tekirdağ ve civarında hakim frekans dağılımını gözlemlemek için yapılan bu çalışma 2014 Ağustos ve Eylül aylarında alınan tek istasyon mikrotremor ölçümlerini kapsamaktadır. Çalışmanın amacı belirtilen dönem içerisinde bölgeye ait hakim frekans değerlerine, farklı jeolojik yapıya ait birimler ile karşılaştırılarak olası deprem durumunda yerel zemin etkilerine ulaşmaktır. Bölge üzerinde belirlenen lokasyonlarda min.30-max.60 dakika süreyle toplam 39 nokta da veri kaydı gerçekleştirilmiştir. Kayıt süreleri arasındaki farklılığın nedeni ise ölçümler esnasında çevresel etkinin yoğun olması veya zemin koşullarıyla ilgilidir. Tek istasyon mikrotremor cihazlarına ilişkin bilgiler Tablo 1.’de gösterilmektedir. Arazi çalışması sırasında toplanan

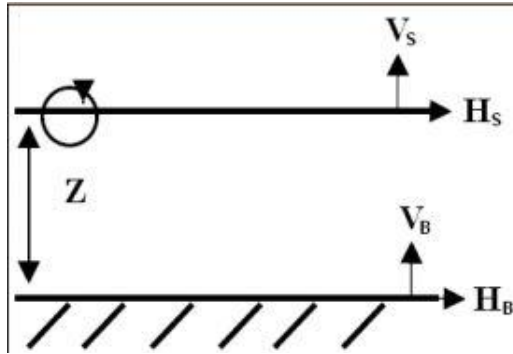
veriler elde edilmesi hedeflenen H/V grafikleri için öncesinde bazı veri i lem a amalarından geçmesi gerekmektedir. Uygulamadaki ilk analiz Nakamura yöntemi kullanılarak Geopsy programıyla very i leme tabi tutulur.

Tablo 1. Tek istasyon ölçüm noktalarına ait tarih, saat ve kod bilgileri

stasyon Adı	Cihaz Kodu	Tarih	Yerel Saat	
			Ba langıç	Biti
Sng_01	T6K21-T6K22	06.08.2014	-	-
Sng_02		06.08.2014	09:42	10:10
Sng_03		06.08.2014	10:40	11:10
Sng_04		06.08.2014	11:30	12:00
Sng_05		06.08.2014	12:30	13:00
Sng_06		06.08.2014	13:45	14:15
Sng_07		06.08.2014	14:55	15:35
Sng_08		06.08.2014	15:45	16:15
Sng_09		06.08.2014	16:45	17:15
Sng_10		T6K22	07.08.2014	10:20
Sng_11	07.08.2014		11:15	11:45
Sng_12	07.08.2014		12:25	12:55
Sng_13	07.08.2014		13:55	14:05
Sng_14	6K21-6K22	11.08.2014	09:21	09:51
Sng_15		11.08.2014	10:19	10:50
Sng_16		11.08.2014	11:05	11:36
Sng_17		11.08.2014	11:54	12:55
Sng_18		11.08.2014	12:42	13:15
Sng_19		11.08.2014	17:42	18:14
Sng_20		11.08.2014	18:31	19:02
Sng_21		11.08.2014	19:22	19:53
Sng_22		11.08.2014	20:05	20:35
Sng_23		11.08.2014	20:47	21:10
Sng_24	T6K94	10.09.2014	10:27	11:15
Sng_25		10.09.2014	11:40	12:10
Sng_26		10.09.2014	12:50	13:20
Sng_27		10.09.2014	13:35	14:05
Sng_28		10.09.2014	14:30	15:00
Sng_29		10.09.2014	15:20	15:50
Sng_30		10.09.2014	16:07	16:40
Sng_31		10.09.2014	17:00	17:30
Sng_32		11.09.2014	14:52	15:25
Sng_33		11.09.2014	15:50	16:20
Sng_34		11.09.2014	16:40	17:20
Sng_35		11.09.2014	17:40	18:10
Sng_36		12.09.2014	10:07	10:45
Sng_37		12.09.2014	11:13	11:50
Sng_38		12.09.2014	12:10	12:40
Sng_39		08.09.2014	16:25	17:00

## 2. NAKAMURA YÖNTEM

Çalışma alanında hakim frekans dağınıklığını çıkarmak için literatürde Nakamura yöntemi olarak bilinen, sadece bir noktada üç bileşenli gürültü kaydı alınarak uygulanan yöntem uygulanmıştır. Nakamura(1989) mikrotremör ölçümlerinin derinden deprem, yüzeyden ve yüzeye yakın yersel, sismometreye yakın noktalardan gelen titreşimlerden (trafik, şehir gürültüleri vb.) oluştuğunu varsaymakta ve derinden kaynaklı etkileri ihmal etmektedir. Nakamura yöntemine göre gürültü titreşimlerinin düzey bileşenleri zemin tabakalarından etkilenmezler. Buna karşılık yatay bileşenler, zemin tabakalarının sahip olduğu düşük hız ve yoğunlukla önemli büyütme etkilere uğurlar. Böylece yatay bileşen kayıtlarının spektrumlarının düzey bileşen kayıtlarının spektrumlarına oranlanması zemin transfer fonksiyonunun elde edilmesini sağlar. Bu ölçüm tekniğinde spektral oran iki yatay ve bir düzey bileşen kullanılarak hesaplanır. Bu tür hesaplanmış spektral oran H/V spektrumu olarak da adlandırılır. Nakamura tekniğinde gürültü kaynağının etkilerinin önemli ölçüde giderildiği düşünülmektedir. Bu nedenle elde edilen transfer fonksiyonu sadece zeminin karakteristiklerini yansıttığı düşünülmektedir. Yöntem mikrotremörleri, yarı sonsuz ortam üzerine uzanan tek tabakalı bir ortamda yayılan Rayleigh dalgaları yaklaşımı ile açıklamaya çalışılmaktadır. Şekil 2.1’de H/V grafik için gerekli verilerin alınma aşamaları göstermektedir.



Şekil 2.1 Nakamura (1989) tarafından mikrotremör ölçümlerini açıklamak için önerilen basit model.  
Z: zemin tabakasının kalınlığı (m)

Bu yaklaşıma göre 4 farklı genlik spektrumu tanımlanmıştır.  $H_S$  ve  $V_S$ ; yatay ve düzey,  $H_B$  ve  $V_B$ ; düzey ve yatay yön bileşenlerine ait genlik spektrumlarını göstermektedir. Temel kaya üzerinde yer alan bir sedimanter tabakanın transfer fonksiyonu, sediman üzerinde elde edilen yatay bileşenin spektrumu  $H_S$  ile yakın civarda bulunan temel kaya üzerinde kaydedilen yatay bileşenin spektrumu  $H_B$  oranlarından hesaplanabilmektedir.

$$S_1(f) = H_S(f) / H_B(f) \quad (1)$$

$S_1(f)$  transfer fonksiyonu mikrotremör veya deprem kayıtlarından belirlenebilmektedir.

Rayleigh dalgaları sadece sediman üzerinde kaydedilen düzey bileşen,  $V_S$ , tarafından gözlenmekte, temel kaya üzerindeki düzey bileşende,  $V_B$ , ise gözlenmemektedir.

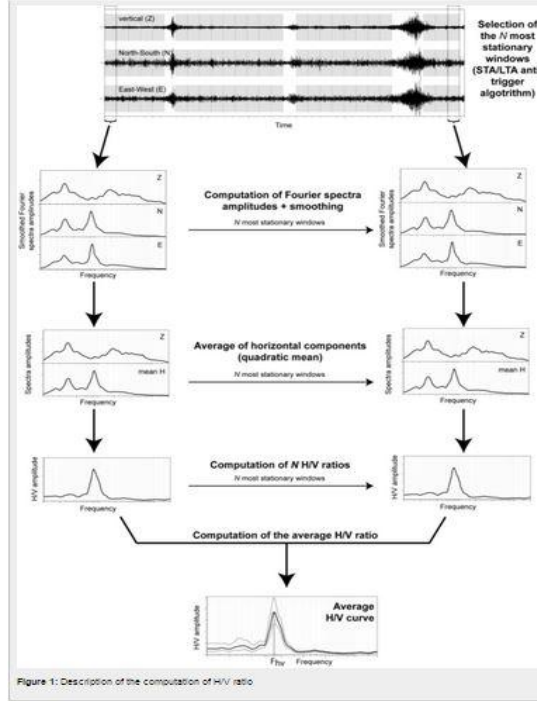
$$S_{RW}(f) = V_S(f) / V_B(f) \quad (2)$$

Yatay ve düzey bileşen spektral oranı temel kaya üzerinde (0.1-20 Hz) 1’e çok yakındır.

$$H_B(f) / V_B(f) = 1 \quad (3)$$

$S_1(f)/S_{RW}(f)$  oranı Rayleigh dalgalarının etkisini gidererek zemin transfer fonksiyonunun belirlenmesini sağlar. Sismometre kullanılarak alınacak tüm ölçümlerde üç bileşenin (yatay ve dikey) spectral oranlarından zemin hakkın periyoduna ulaşılabileceği ve aşağıdaki formül ile gösterilmektedir.

$$S_1(f)/S_{RW}(f)=HS(f)/VS(f) \quad (4)$$



ekil 2.2 H/V elde edilmesinde veri i lem örnek

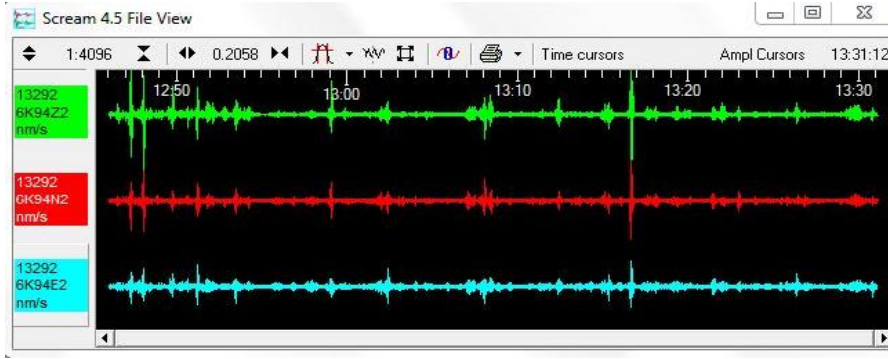
### 3.VER TOPLAMA VE VERİLEME



ekil 3.1 Çalıma alanı ve lokasyonlar

Tekirda ve civarında alınan tek istasyon mikrotremor kayıtlarında CMG-6\_30S\_100HZ Hız ölçer özellikli Güralp sismometreler kullanılmı ve kısa periyotlu kayıtlar alınmıştır. Ölçü noktaları ekil 3.1'de haritada gösterildiği gibi 5 km aralıklarla, 30dk ile 60dk arasında değişen süreler halinde veri kaydı

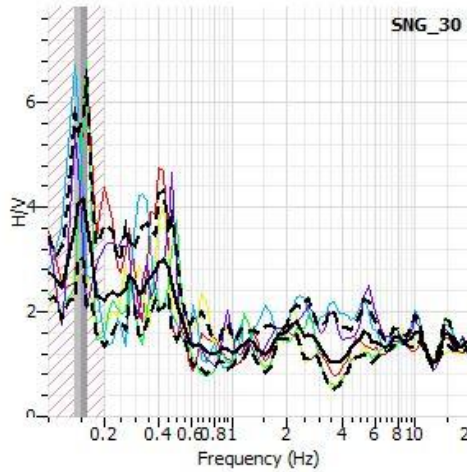
gerçekle tirilmi tir. Veri kaydı sırasında zemin ko ulları, çevresel gürültü kaynaklarından (trafik, elektrik hattı vb.) mümkün oldu u kadar uzakta olmasına ve dikkat edilmi tir. Arazi ölçümleri sırasında ilk olarak sismometre kurulumu gerçekleştirildi ve gelen veriler Scream 4.5 programı (veri toplama ve yapılandırma yazılımı) ( ekil 3.2) aracılı ı ile kontrolü sa landıktan sonra cihaz içerisine kaydedilmi tir. Tüm lokasyonlardaki kayıt i lemlerinin gerçekleştirilmesinin ardından toplanan tek istasyon verileri Geopsy programı aracılı ıyla veri i lem a amasına tabi tutulmu tur.



ekil 3.2 Scream program ile veri kaydının gösterimi

Veri i lem basamakları sırasıyla;

- Lokasyonlara ait veri kaydı Geopsy programı ile ana ekrana ça rılır.
- Dosya halinde ekrana gelen veri kaydı Table, Graphic gibi komutlar belirlenerek ekranda gösterilir.
- Daha sonra veri i lem basamaklarından biri olan ve elde etmek istedi imiz ana sonuç olarak hakim frekansı belirleyece imiz H/V Ratio'dur.

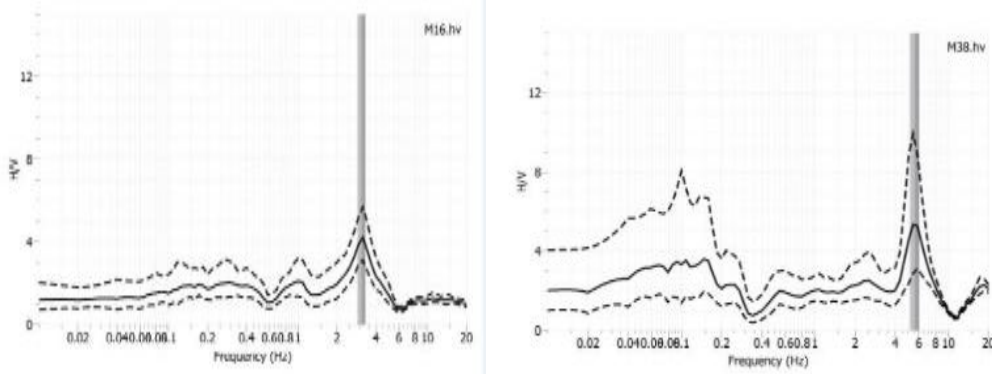


ekil 3.3 Geopsy programında H/V sonuç grafi inin elde edilmesi

#### 4.SONUÇLAR

Tekirda ve civarı için alınan tek istasyon mikrotremor kayıtları için her bir noktaya aynı veri i lem a amaları ve parametreleri kullanılarak sonuçlar elde edilmi tir. Tüm bu çalı ma süresince bölgenin hakim frekans de erlerini belirli hatlar boyunca çıkarmak amaç edinilmi tir. Alınan 39 nokta üzerinde bölgede alınmı ölçümler sonucu gösteriyor ki farklı birimlere ait oldu u bilinen noktalar da farklı pik de erleri ve hakim frekansların farklı çıktı ı gözlenmi tir. H/V pik de erleri **0.1 Hz ile 8.0 Hz** frekansları aralı ındadır. 0.2 Hz ve altında kalan hakim frekans de erleri güvenilirlik sınırı altında kalmaktadır ve bölgeye ait zemin ko ulu hakkında bilgi vermektedir. ekil 4.1' de aynı jeolojik birim üzerinde oldu u tespit edilen noktalar

için H/V de erlendirme grafikleri gösterilmektedir. Böylelikle zemin büyütmesi gibi de erlerin yapılar üzerindeki etkileri tespit edilebilmektedir. Ancak yeterli sayıda ölçüme ulaşılamadığından sonuçlar istenilen doğrultuda gerçekleştirilememiştir ve nihai sonuca varılamamıştır. Bu nedenle önümüzdeki çalışmalar için ölçüm yapılacak nokta sayısının artırılması kararı alınmıştır ve elde edilen sonuçların bu de erlerle bir araya getirilerek bölge hakkında daha doğru ve kesin yanıt alınması hedeflenmiştir.



Şekil 4.1 Aynı jeolojik birime ait H/V de erlendirme grafikleri (M26 ve M38)

## KAYNAKLAR

Nakamura Y. (1989), A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, QR of RTRI, February, 30, 1, 25-33

Nakamura, Y. “Clear identification of fundamental idea of Nakamura’s technique and its applications.” 12WCEE, 2000

Tekeba, S. ve Yalçınkaya, E. (2011) Mikrotremör Verilerinde Güvenilir H/V Erişimi ve Belirgin T<sub>0</sub> Niteleme Koşulları

Tekeba, S. ve Yalçınkaya, E. Kısa Periyot ve Geni Bant Mikrotremör Kayıtlarının H/V Sonuçlarının Karşılaştırılması (TÜRK YE 19. ULUSLARARASI JEOFİZİK KONGRESİ ve SERGİSİ)

Beker, Y., (2013). Mikrotermor araştırma yöntemi kurs notları

GEOPSY, <http://www.geopsy.org/documentation/geopsy/hv.html>

Engüner, İ., Ergene (Trakya) Havzasının Jeolojisi ve Kömür Potansiyeli. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Enerji Hammaddesi Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara

Açıkalın, M. (2012), Osmancık Formasyonu Delta Gelişim Modeli ve Kumtaşlarının Hazne Kaya Özellikleri (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.