AKTİF KAYNAKLI YÜZEY DALGASI (MASW) YÖNTEMİNDE FARKLI DOĞRUSAL DIZILIMLERIN SPEKTRAL ÇÖZÜNÜRLÜLÜĞÜ

M.Ö.Arısoy, İ.Akkaya ve Ü. Dikmen

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara-TÜRKİYE
Tel: 312 203 34 05 E-Posta iakkaya@eng.ankara.edu.tr; E-posta arisoy@eng.ankara.edu.tr; E-posta dikmen@eng.ankara.edu.tr

ÖZET:

Bu çalışmada, çok-kanallı yüzey dalgası yöntemiyle (MASW) ölçü alımında farklı geometrili doğrusal dizilim türlerinin dispersiyon görüntüsü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaç için, dokuz farklı doğrusal geometride ölçümler alınmış ve faz kaydırma tekniği kullanılarak dispersiyon görüntüleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, uygulamada yaygın olarak kullanılan eşit aralıklı doğrusal dizilim yerine, jeoteknik amaçlı çalışmalarda SL türü doğrusal dizilimden elde edilecek dispersiyon görüntüsü çözünürlülüğünün daha iyi olabileceğini, bununla birlikte, yüksek kiplerin önemli olduğu arkeojeofizik gibi sığ araştırmalarda ise SII türü dizilimden elde edilebilecek çözünürlülüğün daha iyi olabileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER:: jeoteknik, yüzey dalgası, masw, doğrusal dizilim geometrisi, dispersiyon

1. GİRİŞ

Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (örneğin, makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi ve poisson oranı vb.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi jeoteknik mühendisliği açısından oldukca önemlidir. Son yıllarda yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) yöntemi S-hızı değişimlerinin belirlenmesinde sismik kırılma yöntemi yanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle sismik kırılma yönteminin uygulanamadığı durumlarda (örn. yerleşim alanlarındaki yüksek çevresel gürültüden ötürü) MASW yöntemi tek alternatif yöntem olarak görülmektedir. Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alımında kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir. Yöntemin diğer üstünlükleri arasında hızlı veri toplama, kolay veri–işleme ve düşük hız problemini çözmesi gösterilebilir.

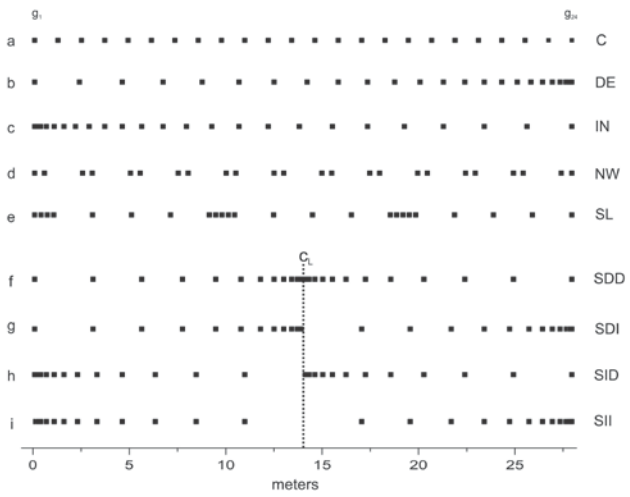
Bu çalışmada 9 farklı doğrusal dizilim türünde MASW ölçümleri alınmış, her bir MASW kaydının dispersiyon görüntüsü faz kaydırma tekniği kullanılarak hesaplanmış ve dispersiyon görüntüleri karşılaştırılmıştır. Geniş frekans bandında göreceli olarak yüksek çözünürlülük sunan farklı bir doğrusal dizilim konfigürasyonu önerilmiştir.

2. AKTİF KAYNAKLI YÜZEY DALGASI YÖNTEMİ

Park ve vd. (1999) tarafından tanıtılan MASW yöntemi bir sismik araştırma yöntemidir. Yöntemin tanıtılmasından sonra özellikle jeoteknik mühendisliğinde geniş ölçüde kabul görmüş ve günümüzde yeraltı ortamlarının fiziksel özelliklerinin tesbit edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son on yılda yöntem üzerine çok sayıda kuramsal ve uygulamaya yönelik araştırma yapılmış ve günümüzde yönteme ilişkin araştırmalar devam etmektedir. MASW yönteminin esası bir nokta kaynaktan geçici olarak yaratılan dalgaların belirli sayıda jeofon tarafından kayıt edilmesi ve kayıt içerisinden yüzey dalgalarının seçilerek dispersiyon özelliklerinin belirlenmesine dayanır. Yöntemin uygulanmasında genel olarak düşük frekanslı düşey bileşen algılayıcılar (örn. 1-10 Hz) kullanılır. Ölçü alımı bilinen sismik kırılma çalışmasına benzer. Bununla birlikte, arazi parametreleri olarak bilinen kaynak güçü, örnekleme aralığı, kayıt uzunluğu, kaynak sayısı bakımından oldukca esnektir.

3. DOĞRUSAL DİZİLİM GEOMETRİSİ

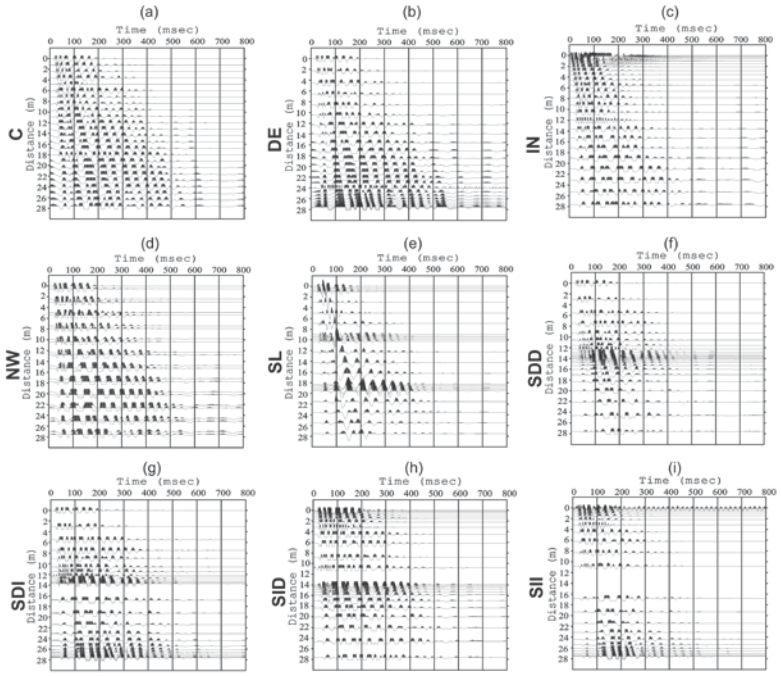
MASW yönteminde kullanılan eşit aralıklı doğrusal dizilim yanında farklı doğrusal geometrik konfigürasyonların dispersiyon görüntüsü çözünürlüğünün karşılaştırılabilmesi amacıyla 9 farklı doğrusal geometrik dizilimde MASW kayıtları alınmıştır. Kullanılan 9 farklı doğrusal dizilim geometrisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'de verilen ilk 5 dizilim düzeninde alıcı aralıkları (Şekil 1a-e) sırasıyla sabit (C), azalan (DE), artan (IN), dar-geniş (NW) ve kısa-uzun (SL) şeklinde değişim gösterir. Geri kalan 4 doğrusal dizilim (Şekil 1f-i) dizilim boyu orta noktasına (C_L) göre bakışımlı (simetrik) değişim gösterir. Bu nedenle son 4 dizilim sırasıyla azalan-azalan (SDD), azalan-artan (SDI), artan-azalan (SID) ve artan-artan (SII) olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1. 9 farklı doğrusal dizilim geometrisi, a) C: sabit, b) DE: azalan, c) IN: artan, d) NW: dar-geniş, e) SL: kısa-uzun, f) SDD: simetrik-azalan-azalan, g) SDI: simetrik-azalan-artan, h) SID: simetrik-artan-azalan i) SII: simetrik-artan-artan.

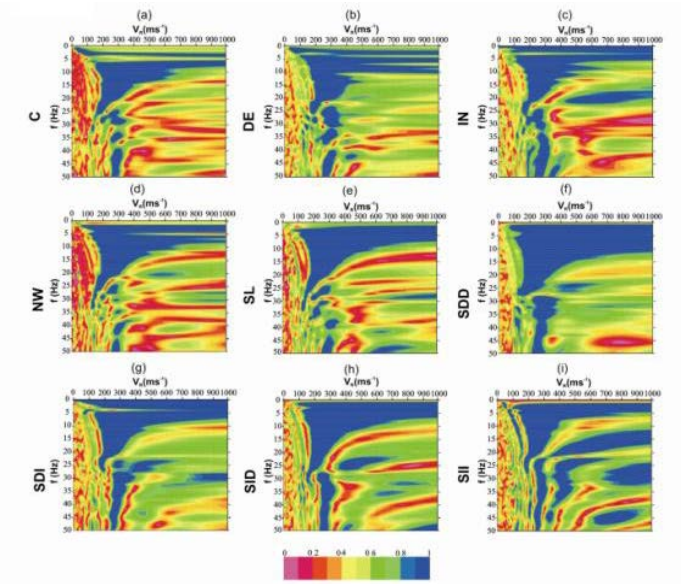
Tüm doğrusal dizilim türleriyle ölçü alımında atış mesafesi (yakın ofset) 6 m, serim boyu 27.6 m, zaman örnekleme aralığı 1ms, kayıt uzunluğu 1 s ve enerji kaynağı olarak 8 kg'lık balyoz kullanılmıştır. 9 farklı doğrusal dizilim türünden elde edilen kayıtlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Farklı doğrusal dizilimlerden elde edilen her bir MASW kaydına Faz-kaydırma tekniği (Dikmen vd. 2010, Ryden vd. 2004) kullanılarak hesaplanan dispersiyon görüntüleri Şekil 3a-i' de aynı renk ölçeğinde gösterilmiştir. Sabit, Azalan ve artan tür dizilimlere (Şekil 3a-c) ait dispersiyon görüntülerinde temel

kip için dispersiyon eğrisi yaklaşık 5-25 Hz aralığında secilebilmekte ve göreceli olarak düşük çözünürlüğe sahiptir. NW ve SL-türü dizilimlere ait dispersiyon görüntülerinde (Şekil 3d-e) temel kip için dispersiyon eğrisi 4-34 Hz aralığında secilebilmekte ve göreceli olarak yüksek spektral çözünürlük sunmaktadır. Simetrik tür doğrusal dizilimlerde (Şekil 3f-i) temel kip için dispersiyon eğrisi 2-30 Hz frekans aralığında kolaylıkla seçilebilmektedir. SII- türü doğrusal dizilimden hesaplanan dispersiyon görüntüsü yüksek kipleri göreceli olarak daha yüksek çözünürlükte sunmaktadır.

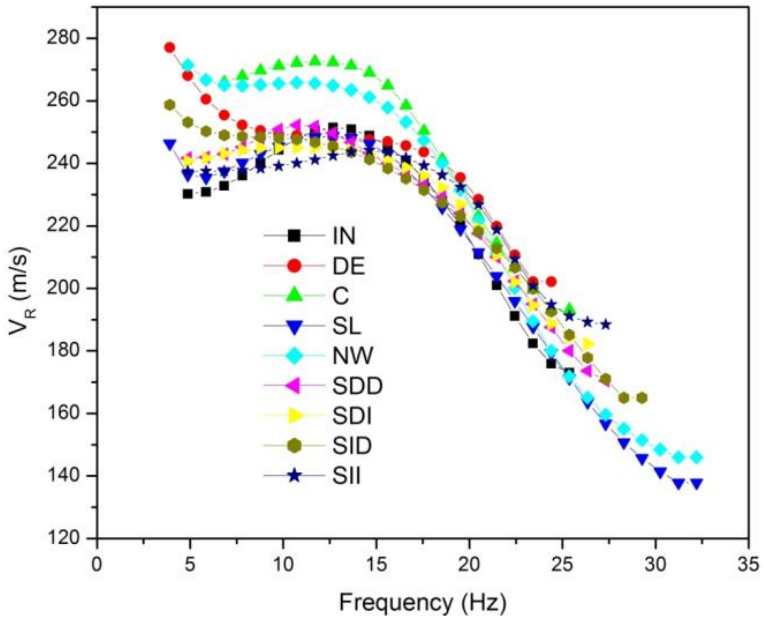


Şekil 2**.** 9 farklı doğrusal dizilimden elde edilen yüzey dalgası kayıtları.

Bu çalışmada kullanılan 9 farklı dizilim türü içerisinde temel kip için SL-türü dizilim diğerlerinden daha geniş frekans bandında ve daha yüksek çözünürlükte dispersiyon eğrisinin belirlenmesine imkan vermekte, bununla birlikte SII-türü dizilimde ise yüksek kipler ile temel kip ayrımı daha kolay yapılabilmektedir. Şekil 4' de 9 farklı dizilime ait dispersiyon görüntülerinden otomatik olarak seçilen dispersiyon eğrileri gösterilmiştir.



Şekil 3. Farklı doğrusal dizilim türleri için hesaplanan dispersiyon görüntüleri.



Şekil 4. Temel kip için farklı doğrusal dizilim türlerinden elde edilen dispersiyon eğrileri.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, bu çalışmada MASW yöntemi ile ölçü alımında 9 farklı doğrusal dizilim için dispersiyon görüntü çözünürlüğü deneysel olarak araştırılmıştır. MASW ölçü alımında yaygın olarak kullanılan eşit aralıklı doğrusal dizilim yerine SL-türü dizilim önerilmektedir. SL-türü dizilim ile daha geniş frekans bandında ve daha yüksek çözünürlükte dispersiyon eğrisi seçilebilmektedir. Bununla birlikte, özellikle yüksek kiplerin önemli olduğu çalışmalarda (örn. arkeojeofizik) SII-türü dizilim önerilmektedir. SII-türü dizilim ile temel ve yüksek kipler daha kolay ayırt edilebilir.

KAYNAKLAR

Dikmen, U., Arisoy, M.O. ve Akkaya, I. (2010). Offset and linear spread geometry in MASW method. *Journal of Geophysics and Engineering, (special issue on near surface geophysics for the study and the management of historical resources)*,**7:2**, 211-222.

Park, C.B., Miller, R.D. ve Xia, J. (1999). Multichannel analysis of surface waves. *Geophysics* **64**, 800-808.

Ryden, N. Park, C. B., Ulriksen, P. ve Miller, R. D. (2004). Multimodal approach to seismic pavement testing. *J. Geotechnical Geoenviron. Eng.* **130**, 636–645 .