

SIĞ DENİZ SİSMİĞİNDE KAYNAK DALGACIĞININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Enhancement of Source Wavelet in Shallow Marine Seismics

B. ECEVİTOĞLU*, T. PLEVNE***, H. KAHRAMAN**, E. DEMİRBAĞ*, G. ÖZHAN**, M. ÇETE**, E. ÇEVİKAYAK**, A. GÜRER**, İ. ÇELİK**, H. KURT*, C. GÖÇMEN**, C. KAVUKÇU**

ÖZET

Siğ deniz sismiğinin esası *Yüksek Düşey Çözünürlüktür*. Bu amaçla yüksek frekans içeriği zengin (500 Hz ve yukarı) sismik dalgacıklar üretebilen deniz sismiği kaynaklarına gereksinim duyulur. Yüksek frekans içerikli sismik dalgacık kullanmanın dezavantajı ise nüfuz derinliğinin sınırlı olmasıdır. Enerji miktarının artırılmasıyla, sismik dalgacığın yüksek frekans içeriğini yitirmesi pahasına, genlik miktarının artması sağlanabilir. Fakat bu işlem, zaman ortamında sismik dalgacığın yayılmasına, dolayısıyla düşey çözünürlüğün azalmasına neden olacaktır. Sismik dalgacığın, sahip olduğu yüksek frekans içeriğini değiştirtmeksizin, genliğini artırmanın bir yöntemi, su yüzeyi ile kaynak-alıcı çifti arasında oluşan *Hayalet Tekrarlı Yansımaların, Birincil Yansımaları* yapıcı girişimlerle destekleyecek şekilde, kontrollu biçimde oluşturulmalarıdır. Bu şekilde elde edilen dalgacık *Karışık-Gecikmeli* bileşik bir kaynak dalgacığı olacaktır. Bu amaçla, *Çizgisel Kaynak-Alıcı Alanlarının* geometrik konumlarını kontrol edebilen bir düzenek tasarlanmıştır. Bu düzenek yardımı ile ek bir enerji artırımına gereksinim duyulmaksızın:

- Bileşik Sismik Dalgacığın* genliği, sahip olduğu frekans içeriği değişmeksizin, birkaç kat artırılabilir.
- Bileşik Sismik Dalgacığa* biçim verilebilmede, böylece *Çevrim Sayısı* içeriği ile *Zaman Süreci* kontrol edilebilir.
- Bileşik Sismik Dalgacığı* oluşturan frekans bileşenleri daha düşük frekanslara doğru kaydırılarak, dalgacığın *Soğrulmaya* karşı olan direnci artırılabilir.

ABSTRACT

The essential of shallow marine seismics is *High Vertical Resolution*. To achieve this, marine seismic sources capable to generate seismic wavelets rich in high frequency contents (500 Hz or more) are needed. The disadvantage of using seismic wavelets with high frequency contents is the limitation in the penetration depth. An increase in the source energy level may augment the wavelet amplitudes, but this costs the lost of high frequency contents which result in the spread of the seismic wavelet in time causing some degradation in vertical resolution. A method to enhance seismic wavelet amplitudes without modifying its frequency contents is the controlled generation of *Ghost Multiples* occurring between water surface and Source-Receiver couple. This results in constructive interferences which enhance the *Primary Reflection* amplitudes. The source wavelet so obtained is a *Mixed Delay Composite* one.

For this purpose, an apparatus controlling the spatial positioning of linearly shaped Source-Receiver arrays is designed. Using this apparatus, without any need of additional energy, following can be achieved:

- The amplitudes of Composite Seismic Wavelet can be increased several times without modifying its frequency contents,
- The Composite Seismic Wavelet can be reshaped, so that its *cycle* content and time duration can be controlled.
- The frequency content of the Composite Seismic Wavelet can be shifted toward lower frequencies, hence providing some resistance against *Absorption*.

* İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Böl. 80626 Maslak - İstanbul

** MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etidleri Dairesi, ANKARA

GİRİŞ

Sığ Deniz Sismiğinde kullanılan enerji kaynakları, Derin Deniz Sismiğinde kullanılanlara göre daha basit, ucuz ve kullanımı kolaydır. Sığ Deniz Sismiği kaynakları yardımıyla, Derin Deniz Sismiği kaynaklarında olduğu gibi, yeraltının birkaç kilometre altı görüntülenemez, fakat yaklaşık bir kilometreye kadar olan derinlikleri yüksek çözünürlükle görüntülemek olasıdır. Sığ Deniz Sismiğinde yaygın olarak kullanılan kaynakların başında *Sparkerlar* ve *Boomerlar* gelmektedir.

Bizim bu çalışmada üzerinde duracağımız Sparker türü kaynaklardır. Sparkerların çalışma esası, su yüzeyinin hemen altında, aralarında birkaç santimetre aralık bulunan elektrod çiftleri arasında oluşturulan kıvılcıma dayanır. Yüksek voltajlar kullanılarak oluşturulan bu kıvılcım, elektrodlar arasını dolduran su hacmini aniden buharlaştırarak bir *Dış-Patlama*, yani ilk basınç genliğinin sıkışma olduğu bir sismik dalgacık yaratır. Oluşan bu dalgacığın genliği, Derin Deniz Sismiği kaynaklarından biri olan Air Gunlara göre çok daha küçüktür. Buna karşın yüksek frekans içeriği yönünden çok zengindir. Sparker dalgacıkları, yaklaşık bir, birbuçuk kilometre derinliklerin daha altından bilgi getiremezler, ancak bu derinliklere kadar olan jelojik yapıları daha ayrıntılı bir biçimde görüntülerler.

Sığ Deniz Sismiğinde kullanılan dinleme cihazları, Derin Deniz Sismiğinde kullanılan türlerinin çok daha basit bir şeklidir. Kapasitelerine göre 8,16 veya 20 hidrofona biriminin oluşturduğu bir hidrofona grubuna sahip tek kanallı Streamerlardır. Derin Deniz Sismiğinde kullanılan streamerların aksine, bunların veri toplama sırasında su içindeki konumlarının kontrolüne gerek duyulmaz. Sığ Deniz Sismiği streamerları pratik olarak su yüzeyinden çekilirler. Frekans duyarlılıkları ise birkaç kilohertz seviyesindeki sinyalleri algılayabilecek düzeydedir.

Sığ Deniz Sismiğinde kullanılan kayıt cihazları ise, Derin Deniz Sismiğinde kullanılan kayıt cihazlarının gene çok daha basit türleridir. Günümüzde, yavaş yavaş Sığ Deniz Sismiği sinyallerini sayısal olarak kaydedebilen türde cihazlar endüstride görülmeye başlanmışsa da, halen analog tür kayıtçılar yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Yeniliklerden bir başkası ise Siyah-Beyaz çizicilerinin yerlerini artık 64 tonda grileme yapabilen çizicilere bırakmalarıdır. Bu ise görüntü kalitesini hissedilir derecede artırmaktadır.

Bundan sonraki bölümünde, su yüzeyinin hemen altında oluşan ve *Hayalet Tekrarlı Yansımalar* olarak adlandırılan sismik olaylardan söz edeceğiz.

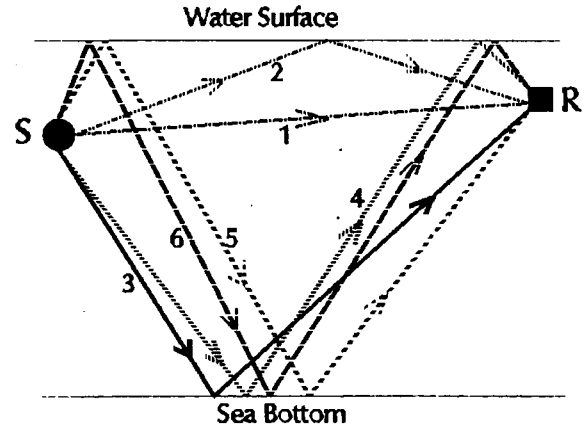
HAYALET TEKRARLI YANSIMALAR

Sparker elektrod çifti bir nokta kaynak olarak kabul edilirse, bu noktadan çıkan basınç dalgaları her yöne

ilerleyeceklerdir. Sparker su yüzeyinden çekilirse, sismik enerjinin atmosfer içerisine kaçan bölümü bizi ilgilendirmeyecektir. Fakat bu durumda, su üzerine çıkan elektrodlar arasında iletkenlik görevi yapan tuzlu deniz suyunda zaman zaman kesintiler oluşacak, dolayısıyla arzu edilmeyen *Kör Atışlar*la karşılaşılacaktır. Söz konusu teknik kısıtlama sparkerın bir miktar su yüzeyinin altından çekilmesini gerektirmektedir. Diğer yandan, sparker türü 'sismik kaynaklara ait etken frekanslar f_e 500 Hz ile birkaç kHz aralığına düşmektedirler. Sismik dalgaların deniz suyu içindeki yayılım hızları yaklaşık $v_{su}=1500$ m/s alındığında oluşan λ dalga boyları en çok 3 metre gibi çok kısa uzunluklara sahip olacaklardır:

$$\lambda = \frac{v_{su}}{f_e} = \frac{1500 \text{ m/s}}{500 \text{ Hz}} = 3 \text{ m}$$

Bu durumda gerek kaynağın, gerekse alıcının su yüzeyinden olan derinlikleri, *Birincil* ve onu hemen arkasından izleyen *Hayalet Tekrarlı Yansımaların* oluşturduğu *Bileşik Dalgacık* biçimini önemli ölçüde etkileyeceklerdir (Sheriff ve Geldart,1982). Söz konusu sismik olayları daha ayrıntılı olarak Şekil 1 de inceleyelim.



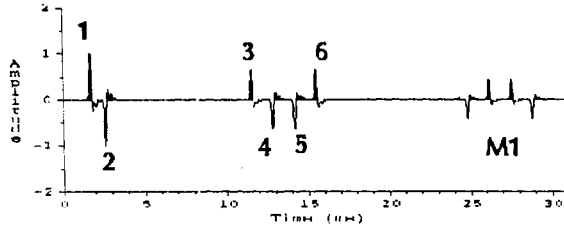
Şekil 1. Su yüzeyi ile Atış-Alıcı çifti arasında oluşar: Hayalet Tekrarlı Yansımalar.

Figure 1. Ghost Multiples occurring between water surface and Source-Receiver pair.

Şekil 1 de toplam 6 adet *Sismik Olay*la ilgili ışınlar görülmektedir. Bunlardan (1) ve (2) numaralı sismik olaylar tamamen su yüzeyine yakın oluşmakta ve derinlerden gelen sismik sinyalleri hiçbir şekilde etkilememektedirler. (1) inci sismik olay kaynak (S) ile alıcı (R) arasındaki *Direk Varışı* göstermektedir. (2) inci sismik olay ise kaynaktan yola çıkıp su yüzeyinin altından yansıyarak *Polarite Terslenmesi* ile alıcıya ulaşan yansımayı göstermektedir. (3) üncü sismik olay bizim için asıl önem taşıyan deniz tabanından gelen *Birincil Yansımayı* göstermektedir. (4) üncü sismik olay

Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansımasını göstermektedir. Sismik dalgacık alıcıya ulaşmadan hemen önce su yüzeyinin altından yansıyarak polarite terslenmesine uğramaktadır. (5) inci sismik olay *Kaynak Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansımasını* göstermektedir. Sismik dalgacık kaynaktan çıktıktan hemen sonra su yüzeyinin altından yansıyarak polarite terslenmesine uğramaktadır. En nihayet (6) inci sismik olayda *Kaynak ve Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması* görülmektedir. (S) kaynağından yola çıkan sismik dalgacık su yüzeyinin altından yansıyarak polarite terslenmesine uğramakta, deniz tabanından yansıdıktan sonra tekrar su yüzeyinin altından yansıyarak ikinci kez polarite terslenmesine uğramakta, dolayısıyla ilk orijinal polaritesine kavuşarak (R) alıcısına ulaşmaktadır. Şekil 2 de yukarıda sözü edilen sismik olaylara ait *Yapay Sismik İz* görülmektedir.

6 adet sismik olayın belirgin bir şekilde görüntülenebilmesi için kısa süreli (1 ms den az) bir sismik dalgacık kullanılmıştır. Şekilde ayrıca 25 ms ler civarında gelen M1 *Birinci Mertebeden Su Tabanı Tekrarlı Yansımasına* ait bileşik dalgacık da görülmektedir. Buna ait sismik ışınlar, daha fazla karışıklığa meydan vermemesi için Şekil 1 de gösterilmemiştir. M1 Birinci Mertebeden Su Tabanı Tekrarlı Yansımasına ait bileşik dalgacığın polaritesinin Birincil Yansıma'ya ait bileşik dalgacığın polaritesinin tersi olduğu dikkat çekicidir.



Şekil 2 Şekil 1 de görülen 6 sismik olaya ait yapay sismik iz.

Figure 2 Synthetic seismic trace showing the six seismic events depicted in Figure 1.

Bundan sonraki bölümde Hayalet Tekrarlı Yansımalar ile ilgili yolculuk süresi bağıntıları verilecektir.

HAYALET TEKRARLI YANSIMALAR İLE İLGİLİ BAĞINTILAR

Sismik ışınların düşey doğrultuda gittikleri yollar, yatay doğrultuda Kaynak-Alıcı arasındaki uzaklıktan defalarca fazladır. Bu düşünceden yola çıkarak, bilinen *Statik Düzeltme* bağıntılarının türetilmesine benzer bir şekilde, düşey sismik ışın yollarından faydalanarak aşağıdaki bağıntıları elde edebiliriz:

Birincil Yansıma,

$$t = \frac{2H - k_i - a_j}{v} - \frac{2H - K_2 - A_2}{v} = \frac{K_2 + A_2 - k_i - a_j}{v}$$

Kaynak Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması,

$$t = \frac{2H - k_i - a_j}{v} - \frac{2H - K_2 - A_2}{v} = \frac{K_2 + A_2 + k_i - a_j}{v}$$

Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması,

$$t = \frac{2H - k_i + a_j}{v} - \frac{2H - K_2 - A_2}{v} = \frac{K_2 + A_2 + k_i + a_j}{v}$$

Kaynak ve Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması,

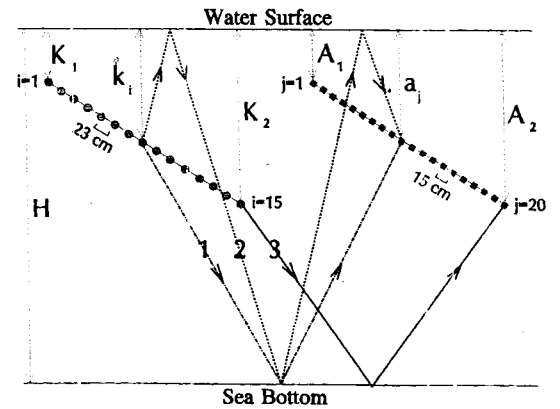
$$t = \frac{2H - k_i + a_j}{v} - \frac{2H - K_2 - A_2}{v} = \frac{K_2 + A_2 + k_i + a_j}{v}$$

Bu bağıntılarda görülen (k_i) ve (a_j) değişkenleri,

$$k_i = \frac{K_2 - K_1}{I - 1}(i - 1) + K_1, \quad 1 \leq i \leq I \quad (5)$$

$$a_j = \frac{A_2 - A_1}{J - 1}(j - 1) + A_1, \quad 1 \leq j \leq J \quad (6)$$

şeklinde ifade edilmekte olup sırasıyla *Çizgisel Kaynak* ve *Alıcı Alanlarını* tanımlamaktadırlar. Yukarıdaki bağıntılarda verilen değişkenler Şekil 3 de tanımlanmıştır. Şekil 3 ün sol tarafında görülen *Sparker* kaynağı, 23 cm aralıklarla toplam 15 Spark'tan oluşan çizgisel bir kaynak alanıdır. Kaynak alanının sol ucu su yüzeyinin (K_1) kadar altındadır. Kaynak alanının sağ ucu ise su yüzeyinin (K_2) kadar altındadır. Spark'lar soldan sağa doğru (i) sayacıyla 1 den 15 e kadar tanımlanmışlardır. Dolayısıyla (i) inci Spark su yüzeyinin (k_i) kadar altındadır. Benzer olarak, Şekil 3 ün sağ tarafında görülen *Streamer*, 15 cm aralıklarla toplam 15 *Hidrofon Biriminden* oluşan çizgisel bir alıcı alanıdır. Alıcı alanının sol ucu su yüzeyinin (A_1) kadar altındadır.

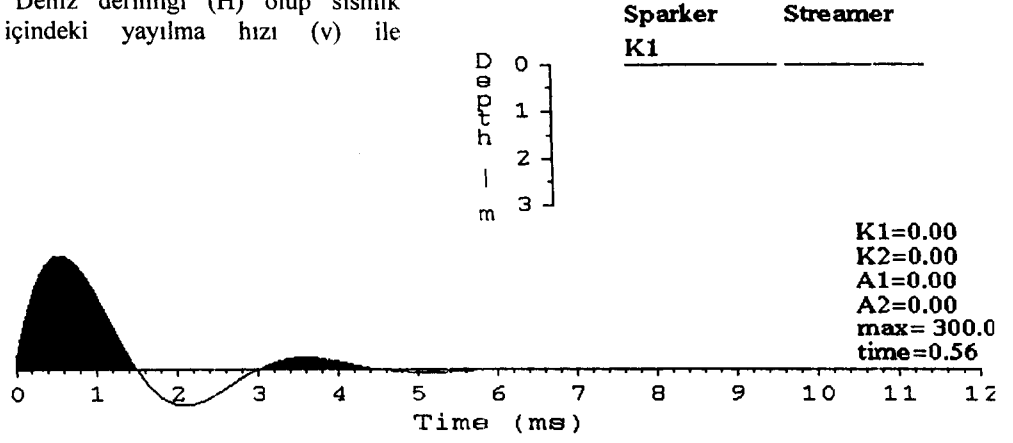


Şekil 3: Hayalet Tekrarlı Yansımaları ile ilgili Kaynak-Alıcı geometrileri.

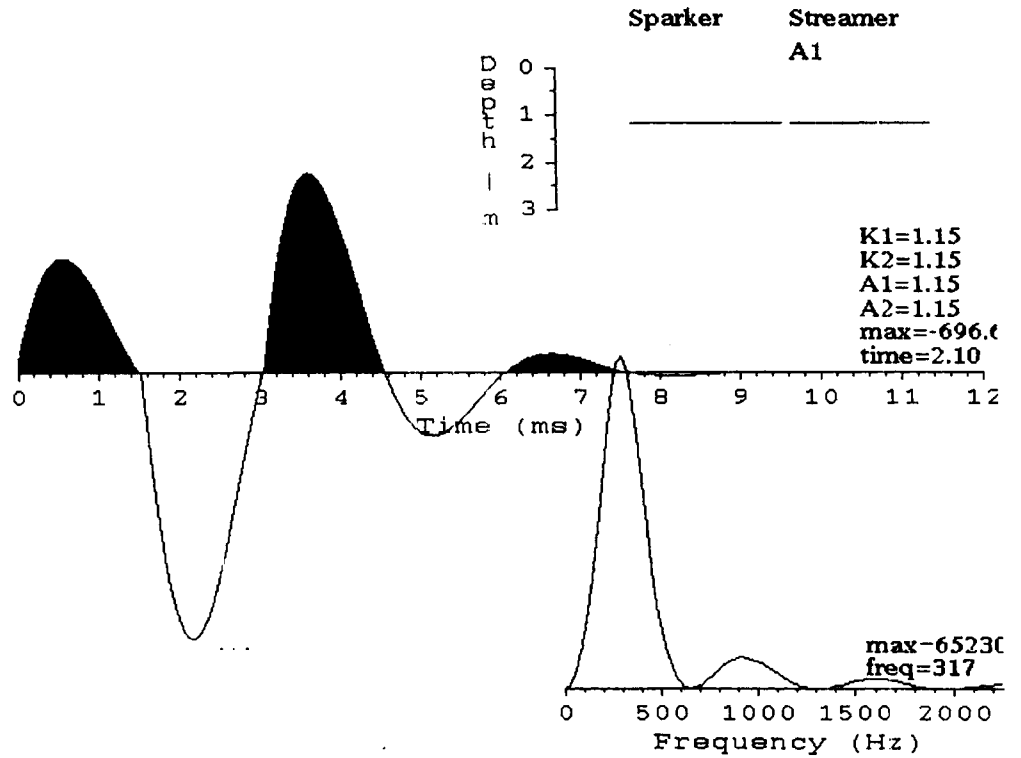
Figure 3: Source-Receiver geometries related to Ghost Multiples.

Alıcı alanının sağ ucu ise su yüzeyinin (A_2) kadar altındadır. Hidrofon Birimleri soldan sağa doğru (j) sayacıyla 1 den 20 ye kadar tanımlanmışlardır.

Dolayısıyla (j) inci Hidrofon Birimi su yüzeyinin (a_j) kadar altındadır. Deniz derinliği (H) olup sismik dalgaların su içindeki yayılma hızı (v) ile tanımlanmıştır.



Şekil 4. $K_1=K_2=A_1=A_2=0$ m konumuna ait Bileşik Dalgacık biçimi.
Fig. 4. Composite Wavelet shape corresponding to $K_1=K_2=A_1=A_2=0$ m.



Şekil 5. $K_1=K_2=A_1=A_2=1.15$ m ye ait Bileşik Dalgacık biçimi.
Fig. 5. Composite Wavelet shape corresponding to $K_1=K_2=A_1=A_2=1.15$ m.

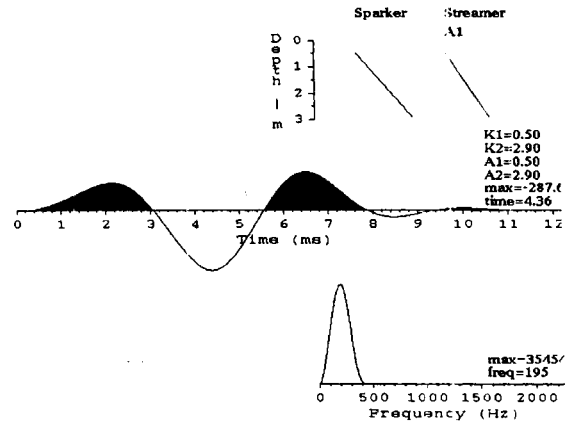
(1), (2), (3) ve (4) bağıntılarında görülen

$\frac{2H - K_2 - A_2}{v}$ terimi, Şekil 3 deki 3 numaralı ışını tanımlamaktadır. 3 numaralı ışın, sismik kayıtlarda en erken gözlenen birincil yansıma ya da deniz yüzeyine denk gelmektedir. Söz konusu terim, Birincil Yansıma (1), Kaynak Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması (2), Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması (3) ile Kaynak ve Alıcı Tarafı Hayalet Tekrarlı Yansıması (4) na ait yolculuk sürelerinden çıkartılarak *Sismik İzin* toplam süreci, *Bileşik Dalgacık* sürecine indirgenmiştir. Bundan sonraki bölümde, söz konusu Bileşik Dalgacık biçimi incelenecektir.

BİLEŞİK DALGACIK

Bu çalışmanın ana amacı, Çizgisel Kaynak-Alıcı Alan geometrilerinin sistematik bir biçimde değiştirilerek istenilen amaçlara uygun *Bileşik Dalgacıkların* oluşturulmasıdır. Bileşik Dalgacığı oluşturan sismik olaylar Birincil Yansıma ile bunu hemen izleyen Hayalet Tekrarlı Yansımalarıdır (Sengbush,1983). Söz konusu sismik olaylar, tek Kaynak ve tek Alıcı noktası için Şekil 1 de, çok Kaynak ve çok Alıcı noktaları için ise Şekil 3 de görüntülenmişlerdir. Tek Kaynak ve Tek Alıcı noktasına ait Yapay Sismik İz Şekil 2 de verilmiştir. Bu bölümde çok Kaynak ve çok Alıcı noktalarına ait Yapay Bileşik Dalgacıkları vereceğiz.

Problemimize özgün Yapay Sismik İz üretiminde kabul edilen varsayım, Kaynak-Alıcı Alanlarının oluşturduğu sistemin *Lineer Sistem* olarak davranmasıdır. Bu varsayım, sismik olayların tek kaynak ve tek alıcı esas alınarak üretilmesine, toplanarak elde edilen sonuçların çok Kaynak ve çok Alıcının yanıtına eşdeğer olmasına olanak sağlamaktadır. Tasarlanan algoritmanın çatısını, bir önceki bölümde verilen (1-6) bağıntıları oluşturmaktadır. Şekil 4 ün sağ üst bölümünde görüldüğü gibi, Kaynak-Alıcı alanları tamamıyla su yüzeyinde bulunmaktadırlar. Bu konumda Bileşik Dalgacık, orijinal sismik dalgacığın kendisidir ve bu örnekteki genliği 300 birimdir. Yapay sismik izi oluşturmakta kullanılan dalgacık 2 periyodluk basit bir sinüs dalgası olup genliği artan zamanla üstel olarak azalmaktadır. Yapay dalgacığın etken periyodu olan 3 ms, yaklaşık 800 metre deniz derinliğini katederek gelen gerçek sismik dalgacığın etken periyodundan alınmıştır. Şeklin sağ alt bölümünde bulunan genlik spektrumundan okunan etken frekans 300 Hz civarındadır. Dalgacık En-Küçük-Gecikmeli özellik göstermektedir (Robinson, 1980).

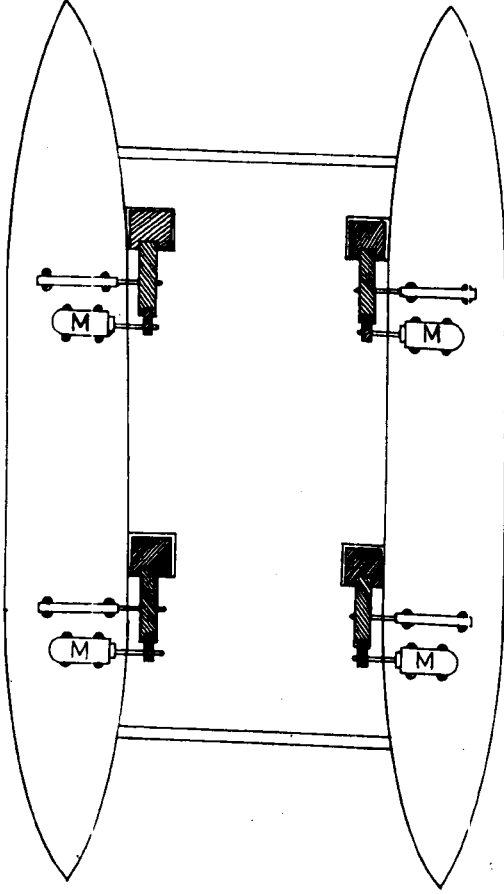


Şekil 6: $K_1=A_1=0.5$ m ve $K_2=A_2=2.9$ m ye ait Bileşik Dalgacık biçimi.

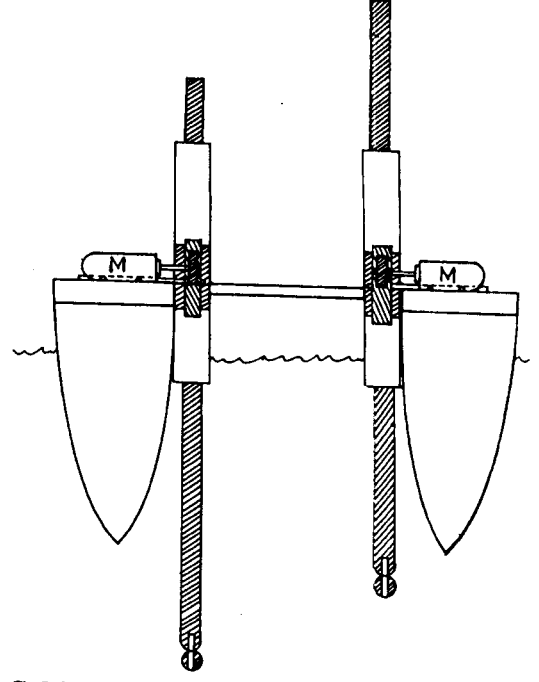
Figure 6: Composite Wavelet shape corresponding to $K_1=A_1=0.5$ m and $K_2=A_2=2.9$ m.

Şekil 5 de Kaynak ve Alıcı alanları, yatay konumları bozulmaksızın su yüzeyinin 1.15 metre altına indirilmişlerdir. Bu konumda Bileşik Dalgacığın genliği 2 ms civarında yaklaşık -700 birime ulaşmıştır. Dolayısıyla Bileşik Dalgacığın mutlak genliği, Hayalet Tekrarlı Yansımaların yapıcı girişimleri sonucu en az 2.3 kat artırılmış, buna rağmen etken frekans içeriği olan 300 Hz korunmuştur. Bununla beraber Bileşik Dalgacık En-Küçük-Gecikmeli özelliğini yitirerek Karışık-Gecikmeli olmuş ve en büyük mutlak genliği ise negatif hale gelmiştir. Bu durum, tek polariteyi boyayan analog tip kayıt cihazlarında, polarite düğmesinin zıt polariteye çevrilmesini gerektirmektedir. Bu durumda negatif konuma gelen ilk pik çizici tarafından boyanmayacak ve zaman okumalarında küçük bir miktar gecikme hatasına neden olacaktır.

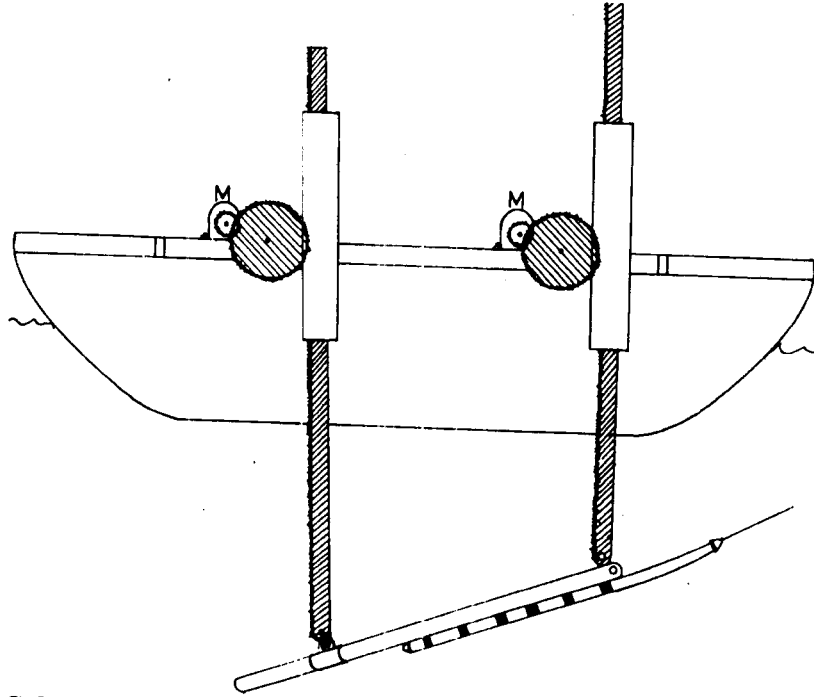
Şekil 6 da Kaynak ve Alıcı alanlarına belli bir eğim kazandırılmıştır. Bu durumda oluşan Bileşik Dalgacığın genliği, orijinal dalgacık genliğinin altına düşmektedir. Ayrıca Bileşik Dalgacığın etken frekansı 300 Hz civarından 200 Hz in altına düşmüş, sonuç olarak Bileşik Dalgacık zamanda önemli miktarda yayılmıştır. Bu yöntemle, Bileşik Dalgacığın sahip olduğu enerjinin önemli bir kısmı düşük frekanslara çekilerek *Sismik Soğrulmanın* Bileşik Dalgacık üzerine olan etkisi azaltılabilir. Fakat yaptığımız denemeler sırasında, azalan Bileşik Dalgacık genliğinin zayıflatıcı etkisi daha baskın çıkmış, dolayısıyla düşük frekans içeriğinin bu tür etkileri izlenememiştir. Kaynak ve Alıcı alanlarına eğim kazandırma yöntemi Yansıma Sismisinde *Beam Steering* olarak bilinir ve eğimli yapıların görüntülenmesinde kullanılır (Belcher ve diğ., 1986). Sismik ışınların, çizgisel Kaynak-Alıcı alanlarına paralel hale gelmeleri, Bileşik Dalgacığın zaman ortamında yayılmasına neden olduğunu belirtmiştik. Bu olayın en belirgin örneği, Kaynak-Alıcı alanlarının gemi kıçına yakın çekilmeleri halinde görülür.



Şekil 7. Düzeneğin üstten görünüşü.
Fig. 7. Top view of the apparatus.



Şekil 8. Düzeneğin arkadan görünüşü.
Fig. 8. Rear view of the apparatus.



Şekil 9. Düzeneğin yandan görünüşü.
Fig. 9. Side view of the apparatus.

Bu durumda, aşağıdan su yüzeyine dik gelen sismik ışınların bir kısmı gemi kıçından yansıyarak veya kırılarak su yüzeyine, dolayısıyla çizgisel Kaynak-Alıcı alanlarına paralel bir konuma geleceklerdir. Bu ise, sismik kesitlerde zaman zaman görülen ve her sismik seviyelerin arkasına takılan uzun periyodlu bir gürültü olarak kaydedilir.

DÜZENEK TASARIMI

Kaynak-Alıcı alanı geometrilerinin su içindeki kontrolünü sağlamak için özel bir düzenek planlanmaktadır. Şekil 7 düzeneğin üstten görünüşüdür. Birbirlerine bağlı iki adet katamaran üzerine monte edilmiş 4 adet elektrik motoru; her motorun ucunda bir küçük dişli, bu küçük dişliyle temas halinde bir büyük dişli, büyük dişlinin yukarı aşağı hareket ettirdiği bir düşey çubuk görülmektedir. Motor deniz suyuna dayanıklı olup, hareket halinde olmadığı zaman kendi kendini kilitleyebilmelidir. Şekil 8 düzeneğin arkadan görünüşüdür. Dönen motor üzerine monte edilmiş olan küçük dişliyi, küçük dişli ise ortadaki büyük dişliyi, büyük dişli ise düşey muhafaza üzerinde açılmış bir pencereden içerideki dik çubuğu aşağı yukarı hareket

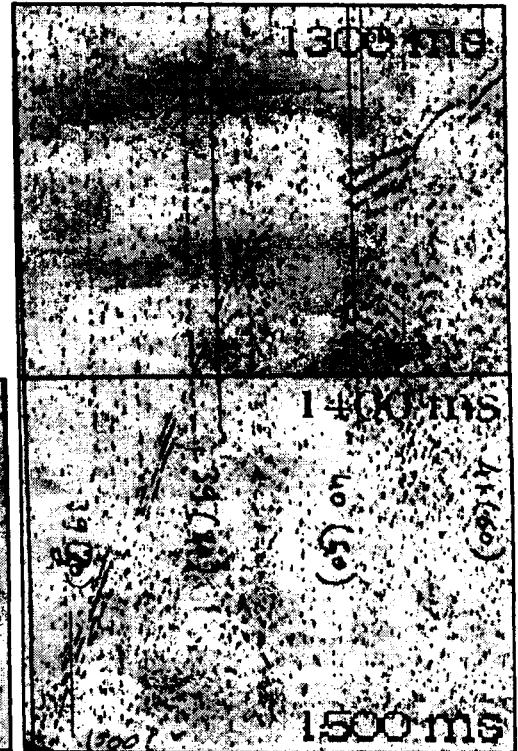
ettirmektedir. Şekil 9 düzeneğin yandan görünüşüdür. Bu şekilde motor, küçük ve büyük dişliler, düşey muhafaza, muhafaza içerisinde aşağı yukarı hareket eden düşey çubuk, Streamer veya Sparker'ın tutturulduğu eğimli çubuk görülmektedir. Eğimli çubuğun şekle göre sağ tarafı sabit bir mafsalla sağ düşey çubuğa tutturulmuştur. Eğimli çubuğun sol tarafı ise kayar bir mafsalla sol düşey çubuğa tutturulmuştur.

UYGULAMA

Yöntemin denemesi, Silivri' nin güneyinden Marmara Denizi ortalarına doğru uzanan KM4 sismik hattı üzerinde bulunan, yaklaşık 1140 metre derinlikli bir çukur üzerinde yapılmıştır. Henüz, bir önceki konuda sözedilen düzenek hazır olmadığından, Kaynak-Alıcı alanlarının istenilen derinliklere indirilmesi basit bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Sparker, yeterince ağır olduğu için, plastik bir boru üzerine monte edilirken, Streamer demir bir boru üzerine monte etmek gerekti. Bir ön etüde kestirilen etken Sismik Dalgacık periyodu modelleme programına girilerek optimal Kaynak-Alıcı alanı derinlikleri bulundu. Söz konusu derinlikler, uygun uzunlukta ipler yardımıyla Kaynak-Alıcı alanlarına uygulanmıştır.



Şekil 10. $K_1=K_2=A_1=A_2=0$ m için Sismik Veri. Şekil 11.
Fig. 10. Seismic Data for $K_1=K_2=A_1=A_2=0$ m. Fig. 11.



Şekil 12. $K_1=K_2=A_1=A_2=1.15$ m için Veri.
Fig. 12. Data for $K_1=K_2=A_1=A_2=1.15$ m.

Şekil 10 da söz konusu çukurluğun kuzey kanadı görülmektedir. Sismik profilin bu bölümünde veri alışılagelmiş bir biçimde toplanmış, yani Kaynak-Alıcı

alanları su yüzeyinden çekilmişlerdir. Şekil 11 ve 12 de Kaynak-Alıcı alanları su yüzeyinin 1.15 metre altına indirilmişlerdir. Şekillerden de izlendiği gibi, Kaynak-

Alıcı alanları uygun derinliklere indirildikleri zaman, gerek çukurluğun en dibini (Şekil 11), gerek çukurluğun güney kanadını (Şekil 12) görüntüleyen sismik siyallerin kalitesinde bir düzelme olmuştur.

SONUÇ

Bileşik Dalgacık biçimi, Kaynak-Alıcı alanlarının derinliklerine hassas bir şekilde bağlıdır. Bu çalışma kapsamında, basit bir yaklaşım kullanılarak denenen yöntem, sözü geçen düzeneğin kullanılmasıyla daha etken bir hale gelecektir. Yöntem, Kaynak ve/veya Alıcı kapasitelerinin artırılmasının mümkün olınadığı

durumlarda, daha büyük derinliklerin başarılı bir şekilde görüntülenmesine yeni bir alternatif sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Belcher, S. W., Pratt, T. L., Costain, J. and K., Çoruh, C., 1986, Alternative Processing Techniques and Data Improvement Provided by Single-Sweep Recording, Geophysics 51,1736-1742.*
- Robinson, E. A., 1980, Physical Applications of Stationary Time Series, Macmillan Publishing Co. Inc.*
- Sengbush, R. L., 1983, Seismic Exploration Methods, International Human Resources Development Corporation.*
- Sheriff, R. E., and Geldart, L. P., 1982, Exploration Seismology: History, Theory, and Data Acquisition, V.1, Cambridge University Press.*