

# OFSET BAĞIMLI ÖNKESTİRİM DEKONVOLÜSYONU

## Offset-Dependent Predictive Deconvolution

GÜNEY, R.<sup>1,\*</sup>, KARSLI, H.<sup>2</sup>, DONDURUR, D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh., TRABZON, TÜRKİYE

<sup>1</sup>rguney@ktu.edu.tr

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh., TRABZON, TÜRKİYE

<sup>2</sup>hkarsli@ktu.edu.tr

<sup>3</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü, Bakü Bulvarı No:100, İnciraltı İZMİR, TÜRKİYE

<sup>3</sup>derman.dondurur@deu.edu.tr

\*İletişim : Tel: 04623772070, Fax:04623257405, e-mail: rguney@ktu.edu.tr

### ÖZET

Sismik veri-işlem akışının değişmez bir aşaması olan dekonvolüsyon işlemi matematiksel olarak bir ters çözüm işlemidir ve yaygın olarak sismik verilerin zamansal ayrımlılığını arttırmak için kullanılır. Önkestirim dekonvolüsyonu sismik sinyaldeki yankılanmaları, salınımları, kısa yollu ve hatta uzun yollu tekrarlıları sönmölemek için yaygın olarak kullanılan istatistiksel bir dekonvolüsyon türüdür. Önkestirim dekonvolüsyonunun uygulanabilirliği ve performansı iki önemli parametre olan kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğuna bağlıdır. Her iki parametre de sismik sinyalin özilişkisi analiz edilerek belirlenir. Genel olarak kestirim uzaklığı çıkış sinyalinin zamansal ayrımlılığını kontrol eden parametredir. Küçük seçilirse zamansal ayrımlılık artar, ancak bu durumda birincil yansımalara zarar verebilir ve dolayısıyla Sinyal/Gürültü oranı azalır. Operatör uzunluğu ise önkestirim dekonvolüsyonu ile süzülecek kısmı ve performansı kontrol eden parametredir. Bununla birlikte, geleneksel ofset boyunca sabit parametre yaklaşımı ile istenilen süzgeçleme sağlanamaz. Bu çalışmada önkestirim dekonvolüsyonun iki önemli parametresinin belirlenmesinde karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik yeni yaklaşım geliştirilmiştir. Yaklaşımın dayandığı temel düşünceyi, ön veri işlem aşamalarından geçmiş bir atış kaydının özilişkisi üzerinde birincil yansıma olayları arasındaki zaman

farklarının uzak alıcılara doğru azalması ve kaynak dalgacığın periyodunun genişlemesi oluşturmaktadır. Bu yaklaşımın detaylı analizleri yapay ve gerçek veriler üzerinde yapılmış ve neden-sonuç ilişkilerine göre önkestirim dekonvolüsyonun uygulanabilirliği ve performansı tartışılmıştır. Buna göre, uygulamada operatör boyu uzak ofsetlere doğru kısaltılırken, kestirim uzaklığı ise artırılmıştır. Sonuç olarak, uzaklık bağımlı değişken parametrelerin kullanımının sabit parametrelere göre performansı arttırdığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kestirim uzaklığı, operatör uzunluğu, Sinyal/Gürültü oranı, ayrımlılık.

### ABSTRACT

Deconvolution a fundamental stage of seismic data processing is an inverse process as a mathematical inverse process and it is generally used to improve temporal resolution of seismic section. Predictive deconvolution is a statistical type of the deconvolution which is commonly used to attenuate reverberation, short path and also long path multiples in seismic data. The applicability and the performance of predictive deconvolution are based on two significant parameters, prediction distance and operator length. Both parameters are determined by analyzing the autocorrelation of seismic signal. Prediction distance is the parameter which controls the temporal resolution of input signal. If it is shorter, temporal

resolution increases. However, it might damage primary reflections and therefore, Signal/ Noise (S/N) ratio can decrease. Operator length is the parameter which controls the performance and part to be filtered with predictive deconvolution. On the other hand, the traditional approach which is the acceptance of these parameters as constant cannot provide desired filtering. A new approach has been developed to solve the problems encountered in the determination of the two significant parameters of predictive deconvolution in this study. The basic concept arises from the observations that time differences between the primaries decrease and the period of source waveform increases along offset. Detailed analysis of this approach was done on synthetic and real data and the applicability and the performance of predictive deconvolution were discussed in terms of cause and effect relations. Therefore, prediction distance was increased, while the operator length was shortened towards the far offsets. It was observed that the use of the offset dependent parameters increased the performance of the deconvolution process with respect to those obtained from constant parameter deconvolution.

**Keywords:** Prediction distance, operator length, S/N ratio, resolution.

## GİRİŞ

Dekonvolüsyon kavramı yansıma sismolojisinde eski bir kavramdır. 1950 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT)'de lisansüstü öğrencisi olan Enders ROBINSON, yine MIT çalışanları olan Nobert WIENER, Norman LEVINSON ve iktisatçı Paul SAMUELSON bir yansıma kaydının 'konvolüsyon modeli' olduğunu keşfederek dekonvolüsyon çalışmalarını başlatmışlardır.

İlk yıllardan günümüze dekonvolüsyonla ilgili farklı disiplinleri içine alan birçok alanda sayısız makale yayınlanmıştır. Çoğu çalışma, kaynak dalgacığının karışık fazlı ve/veya yansıma katsayısı fonksiyonunun spektrumunun düz olduğu (bütün frekanslarda eş genlik seviyesi) varsayımına dayanan basit konvolüsyon modellerini esas almıştır. Düz olmayan yansıma katsayısı fonksiyonunun spektrumu ise halen daha gelişigüze'dir, fakat yüksek frekans bakımından zengindir ve düşük frekans içeriği zayıftır. Marschall ve Knecht (1986) yansıtıcı düzeltilmiş dekonvolüsyon (reflectivity-corrected deconvolution) önermişler ve ters çözüm işlemlerine eklemişlerdir. Carrion (1986) tekrarlıların bastırılması için tabaka silme tekniğini ortaya atmış ve Carrion ve Braga

(1990) ardışık iz dekonvolüsyonunu geliştirmişlerdir. Jensen ve diğ. (1988) yansıma katsayıları serisinin düz olmadığı durumları gidermişlerdir. Ulrych ve Matsouka (1991) önkestirim dekonvolüsyon çıkışının karakterini vermişlerdir. Porsani ve Ursin (1998) karışık faz dekonvolüsyonu tasarlamışlardır.

Çeşitli amaçlarla kullanılan birçok dekonvolüsyon türü mevcuttur. Önkestirim dekonvolüsyonu bunlardan sadece biridir. Robinson (1966) tarafından tanımlanan önkestirim dekonvolüsyonunun, tekrarlıların sönümlenmesi için kullanışlı bir araç olduğunu ifade etmiş ve daha sonra bu düşünce Peacock ve Treitel (1969) çalışmaları tarafından desteklenmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonu istenilen çıkış dalgacığının kontrolünü sağlar ve böylece ayrımlılık derecesini belirler. Bu nedenle uygulamada tekrarlı yansımalar gibi periyodik olayların sönümlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Gibson ve Larner (1984) önkestirim dekonvolüsyonunun karışık fazlı kaynak dalgacıklarına çözüm olabileceğini göstermiştir. Ulrych ve Matsuoka (1991) minimum fazlı olmayan kaynak dalgacıklarının yinelemeli bir yöntemle faz düzeltilmesi (phase correction) yöntemi ile karşılaştırarak kestirim uzaklığı parametresinin dalgacığın periyoduna eşit olması gerektiğini belirtmiştir. Porsani ve Ursin (2007) çok kanallı önkestirim dekonvolüsyonu yöntemini kullanarak tekrarlı yansımaların daha iyi bastırılabilirliğini göstermişlerdir.

Yansıma sismolojisinde etkin olarak kullanılan önkestirim dekonvolüsyonu zamanda ayrımlılığı arttırarak daha kolay yorumlanabilir sismik kesitler üretmektedir. Ancak yanlış uygulanacak bir önkestirim dekonvolüsyonu işlemi sismik veride yansımalara ait bilgileri de sönümleyebilir. Önkestirim dekonvolüsyonu kaydın öz ilişkisinden kestirilen parametreler (kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu) ile tasarlanan süzgeç yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca özilişki fonksiyonundan belirlenen en yakın ikinci olay özilişki analizinde çok önemlidir. Bu nedenle özilişki fonksiyonunun iyi analiz edilebilmesi adına atış kayıtları olabildiğince gürültülerden arındırılması gerekir. Birtakım ön veri-işlem adımları (istenmeyen izlerin ve alanların atılması, bant geçişli ve/veya f-k süzgeci) uygulanan bir atış kaydının öz ilişkisinden belirlenen bu parametreler çıkışın ayrımlılığını ve dekonvolüsyon işleminin performansını etkilemektedir.

Bu çalışma ön kestirim dekonvolüsyonunda kullanılan kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu parametrelerinin belirlenmesi üzerine odaklanmıştır.

Geleneksel uygulamalarda bu iki parametre atış kayıtlarının öz ilişki fonksiyonları üzerinde sabit değerler olarak belirlenmektedir. Ancak çok iyi bilinmektedir ki, birincil yansıma ve tekrarlıların özilişki fonksiyonları uzaklığa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmada ilk olarak önkestirim dekonvolüsyon uygulamasında kullanılan iki önemli parametrenin belirlenmesindeki geleneksel yaklaşımlar değerlendirilmiş ve ortaya çıkan sorunlar irdelenmiştir. Daha sonra bu iki parametrenin uzaklığa bağlı olarak değişkenliği göz önüne alınarak yapılan parametre kestirimlerinin sonuçlar üzerinde nasıl etki ettiği detaylı olarak incelenmiştir.

## YÖNTEM

Dekonvolüsyon sismik dalgacığı sıkıştırır, hayalet yansımaları ve tekrarlı yansımaları önemli oranda zayıflatır (Dondurur, 2009). Önkestirim dekonvolüsyonu istatistiksel bir yöntemdir. Yani, yansıma katsayısı serisinin gelişigüzel olduğu varsayılarak, sismik sinyalin özilişkisinin başlangıç kısmının kaynak dalgacığının özilişkisine eşit olduğu kabul edilir. Böylece özilişki fonksiyonu kullanılarak kaynak dalgacığı ve sismik sinyalin hata bileşenleri (yankılanma, salınım ve tekrarlılar) kestirilir.

Özilişkiden kestirilen ve kaynak dalgacığı ile hata bileşenini içeren (Şekil.1a) özilişki noktaları ile konvole edildiğinde kestirilen hatayı (Şekil.1b) verecek bir kestirim süzgeci ( $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$ ) tasarlanır (Denklem 1).

$$\begin{bmatrix} \beta r_0 & r_1 & r_2 & \dots & r_{n-1} \\ r_1 & \beta r_0 & r_1 & \dots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & \beta r_0 & \dots & r_{n-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \dots & \beta r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_\alpha \\ r_{\alpha+1} \\ r_{\alpha+2} \\ \vdots \\ r_{\alpha+n-1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada,  $r_i$ : sismik sinyalin özilişki noktaları,  $\beta$ : yüzde önbeyazlatma katsayısı ( $\beta = 1 + \epsilon$ ),  $a_i$ : süzgeç katsayılarını temsil etmektedir.

Kestirilen bilgi sismik verideki tekrarlı yansımaları verirken, ( $f_i = 1, \underbrace{0, \dots, 0}_{\alpha-1 \text{ ADET}}, -a_0, -a_1, -a_2, \dots, -a_{n-1}$ ) şeklinde

düzenlenen kestirim hata süzgeci ise birincil yansıma serisinin elde edileceği dekonvolüsyon operatörüdür (Yılmaz, 2001).

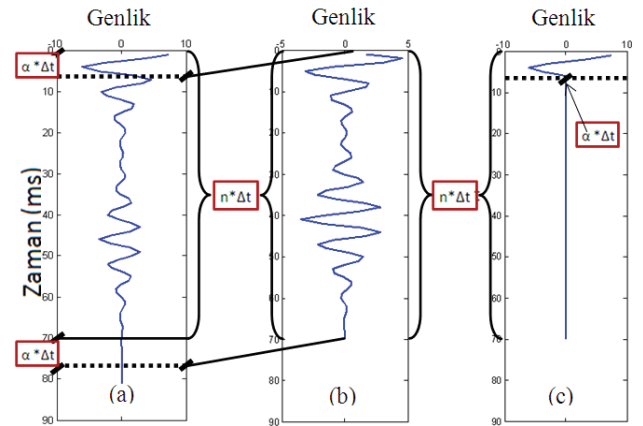
Denklem (1)'e bakıldığında sağlıklı bir sonucun elde edilebilmesi için özilişki matrisinin bozuk yapılı

olmaması gerekir. Bu durumu ortadan kaldırmak için girişin özilişkisine önbeyazlatma uygulanır. Önbeyazlatma sadece dekonvolüsyon operatörü çözümündeki sayısal kararsızlığın önüne geçmek için kullanılır. Pratikte  $\%0.1 \leq \epsilon \leq \%1$  önbeyazlatma standarttır (Yılmaz, 2001). Bu çalışmadaki tüm dekonvolüsyon uygulamalarında  $\%0.1$  önbeyazlatma uygulanmıştır. Buna göre, önkestirim dekonvolüsyon işlemi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir.

$$g_i = x_i * f_i \quad (2)$$

Burada,  $g_i$ : çıkışı,  $x_i$ : giriş sinyalini ve  $f_i$ : kestirim hata süzgeci katsayılarını temsil etmektedir. Denklem (2) ye göre süzgeç, giriş sinyali ile konvole edilerek gerçekte istenen çıkış (Şekil 1c) elde edilmeye çalışılır.

Şekil 1a özilişki fonksiyonu ve Şekil 1b kestirilen hata bileşenini veya süzgeç tasarımında istenen çıkışı yani denklem 1' in sağ tarafını temsil etmektedir, önkestirim dekonvolüsyon sonucunda mevcut çıkış (Şekil 1c) elde edilir. Kestirilen hata bileşeni içerisinde yaklaşık 20ms ye kadar kaynak dalgacığının salınımı devam etmektedir ve 25-60ms aralığında tekrarlı yansıma kestirilmiştir. Bu durumda düzenlenen kestirim hata süzgeci ile hem kaynak dalgacığının fazla salınımları hem de tekrarlı genlikleri söğrülabilir.



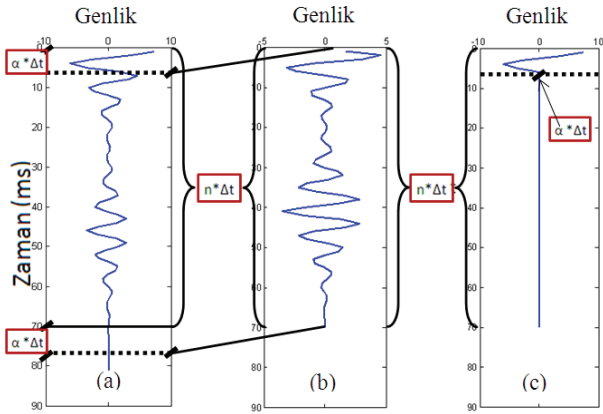
**Şekil 1.** Özilişki fonksiyonu kullanılarak kestirim süzgecinin tasarlanması ve önkestirim dekonvolüsyon çıkışı (Güney ve diğ., 2010). Özilişki (a), Kestirilen hata (b) ve istenen önkestirim dekonvolüsyon çıkışı.

**Figure 1.** Prediction filter design with using autocorrelation function and predictive deconvolution output (Güney et al., 2010). Autocorrelation (a), prediction error (b) and desired predictive deconvolution output.

Dekonvolüsyon işlemi genellikle yığmadan önce atış veya Ortak Derinlik Noktası (ODN) gruplarına uygulanırken yığma sonrasında da uygulamak mümkündür. Ancak yığmadan önce uygulanan dekonvolüsyon işlemi daha sağlıklı bir hız analizi yapılmasını sağlayacaktır. Ayrıca dekonvolüsyon sonrası oluşan gürültülerin de yığma işlemi ile sönmüldüğü düşünülürse, yığma öncesi dekonvolüsyonun daha avantajlı olduğu açıktır. Yapılan uygulamalar da bu görüşü destekleyecek niteliktedir.

### Kestirim Uzaklığı ( $\alpha$ )

Önkestirim dekonvolüsyonunda ayrımlılığı kontrol eden kestirim uzaklığı; özilişkide kaynak dalgacığını temsil eden ve minimum salınımına sahip olması istenen uzaklık parametresidir. Kestirim uzaklığı ne kadar küçük seçilirse ayrımlılık o kadar yüksek olacaktır. Bununla birlikte, yüksek frekanslı gürültü içeriği de artabilir ve birincil yansımaları ait en büyük genlikli olaylar sönmülenebilir. Böylece S/G oranı azalabilir. Bu nedenle kestirim uzaklığı belirlenirken ayrımlılık ile birlikte S/G oranı da göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2. Temsili özilişki fonksiyonu.

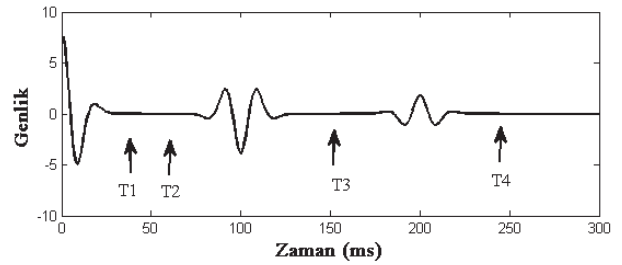
Figure 2. Representative autocorrelation.

Bazı araştırmacılar kestirim uzaklığını özilişki fonksiyonunun 1. veya 2. sıfır kesim noktası olarak tanımlamışlardır. Fakat özilişki fonksiyonu, büyük genlikli ve küçük periyotlu sığ yansımaların etkisi altındadır. Bu nedenle ön veri işlem ve genlik kazancı uygulanmış verinin özilişkisinden kestirim yapmak en doğru olanıdır. Uzak alıcılara doğru genlik ve frekans soğrulması da göz önüne alınmalıdır. Böylelikle atış kaydı boyunca 1. veya 2. kesim noktası uzak alıcılara doğru artacaktır.

### Operatör Uzunluğu ( $n$ )

Operatör uzunluğu süzgecin performansını (kestirim uzaklığına bağlı olarak) kontrol eder ve özilişkiden kestirilen hata bileşeninden daha büyük seçildiğinde performansı artmaktadır. Bir seviyeden sonra süzgeç performansında bir iyileşme olmamakla beraber işlem hacmi de artmaktadır. Fakat gerçekte özilişkinin tahmin edilebilen kısmının, ilk geçiş bölgesinden sonraki en yakın birincil yansıma nedeniyle sınırlı olduğu düşünüldüğünde kestirilebilecek olan operatör uzunluğu da sınırlıdır.

Şekil 3' de ilk geçici bölge (sıfıra yakınsayan ilk geçiş bölgesi) kaynak dalgacığı temsil eder ve operatör uzunluğu bundan küçük seçilemez ( $T_1$ ). Fakat süzgecin etkinliği artırılmak istenirse operatör uzunluğu daha büyük seçilebilir ( $T_2$ ). Eğer özilişki fonksiyonundan belirlenen tekrarlı yansıma (a) varsa, bu tekrarlı yansıma da kaynak dalgacığının salınımı olarak düşünülerek operatör uzunluğunun içine dâhil edilir ( $T_3$ ). Eğer birden fazla tekrarlı yansıma (a ve b) belirlenirse bunlar da sönmülenebilir ( $T_4$ ). Kısaca özilişki fonksiyonundan kestirilen ve sismik sinyalde istenmeyen bütün olaylar önkestirim dekonvolüsyonu ile süzülür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, kestirilen olayın birincil yansıma olmaması gerekir.



Şekil 3. Özilişki fonksiyonu ve operatör uzunluğu (Güney, 2011).

Figure 3. Autocorrelation function and operator length (Güney, 2011).

### Özilişki Analizi ve Parametre Seçimi

Kabul edilen varsayımlara göre, kendini birden fazla tekrarlayan kaynak dalgacığının bulunduğu bir sinyalin özilişkisinde, bu kaynak dalgacığının birden fazla temsili vardır. Bunlar birbirleri arasındaki zaman farklarına göre özilişki fonksiyonunda sıralanırlar (Şekil 4).

Özilişki fonksiyonunun sıfıra yakınsayan ilk geçiş bölgesi kaynak dalgacığının minimum faz eşdeğeridir. Sonraki ilk olay ise sinyaldeki en yakın iki olay arasındaki zaman farkı hakkında bilgi vermektedir.

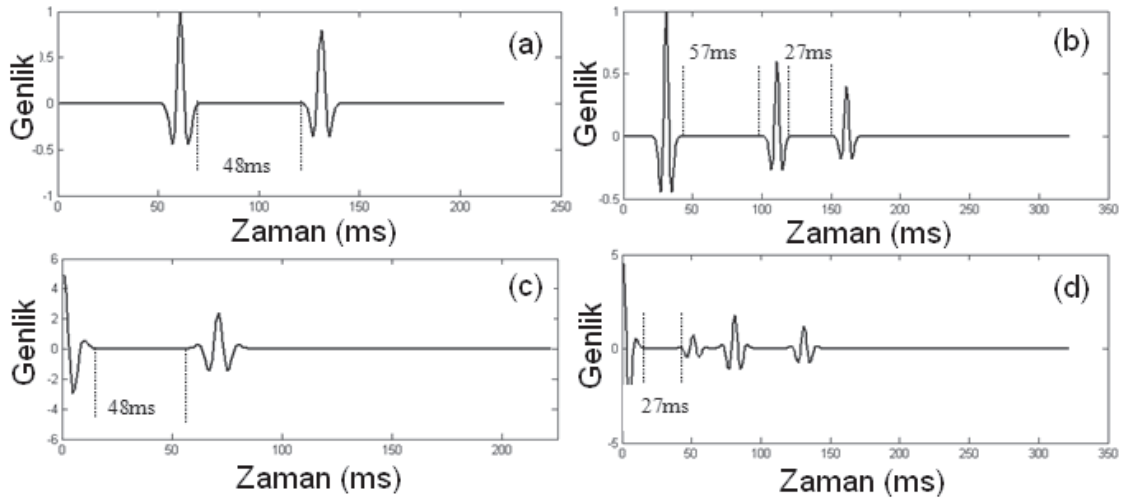
(Şekil 4). En yakın ikinci olayın karakteri ise atış kaydının özilişki fonksiyonu incelenerek belirlenebilir. Eğer en yakın olay bir tekrarlı yansıma ise atış kaydının özilişkisinde uzak alıcılara doğru düz bir karakter sergileyecektir, çünkü tekrarlı yansımaların hızları aynıdır. Eğer en yakın olay birincil yansıma ise uzak alıcılara doğru zaman farkı azalan bir karakter sergileyecektir (Şekil 5). Çünkü derinlikle hızın arttığı varsayımı kabul ediliyorsa iki birincil yansıma arasındaki zaman farkı uzak alıcılara doğru azalacaktır. Böylelikle atış kaydının özilişkisinden ikinci en yakın olayın karakteri belirlenir ve önkestirim dekonvolüsyonu işlemi ile sönmülenebilir.

Bu çalışmada; önkestirim dekonvolüsyonunda daha etkin şekilde parametre seçimi yapılabilmesi için;

1) Geleneksel dekonvolüsyon işleminde tüm izler için sabit parametre seçimi uzak alıcılara göre mi yoksa yakın alıcılara göre mi seçilmelidir?

2) Kestirim uzaklığı için 1. veya 2. kesim noktası özellikle derin yansımaların genliklerini korumak için yeterli midir?

sorularına cevap aranmaktadır.

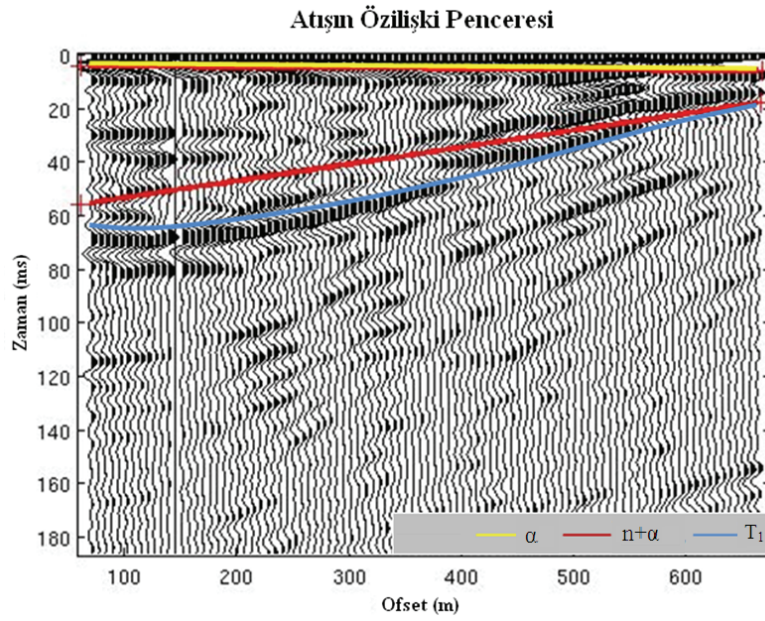


Şekil 4. (a) İki yansımali sinyal, (b) üç yansımali sinyal (c) iki yansımali sinyalin özilişkisi, (d) üç yansımali sinyalin özilişkisi (Güney, 2011).

Figure 4. (a) Signal with two reflection, (b) signal with three reflection, (c) autocorrelation of signal with two reflection, (d) autocorrelation of signal with three reflection (Güney, 2011).

Şekil 5 gerçek bir atış kaydının özilişkisini göstermektedir. Özilişki fonksiyonunda yaklaşık 30ms civarında düz bir olay ve yaklaşık 65ms civarında uzak alıcılara doğru zaman farkı azalan bir olay gözlenmektedir. İlk olay tekrarlı yansıma ikinci olay birincil yansıma olarak değerlendirilirse; birincil yansıma zarar vermemek için operatör uzunluğunu en uzak alıcılara göre değerlendirmek gerekir. Bu durumda kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu

$(N+\alpha)$  toplamı 20ms den küçük olmak zorundadır (Şekil 6). Eğer yakın alıcılar temel alınarak daha büyük seçilirse uzak alıcılardaki birincil yansıma genlikleri sönmülenecektir (Şekil 7). Bunun yanında toplam operatör uzunluğu  $(N+\alpha) < T_1$  olarak ayarlanmalıdır ki birincil yansımalar zarar görmesin.



**Şekil 5.** Gerçek bir atış kaydının özilişki fonksiyonu ve ofset boyunca kestirim uzaklığı ( $\alpha$ ) ve operatör uzunluğu ( $n$ ) parametrelerinin belirlenmesi.

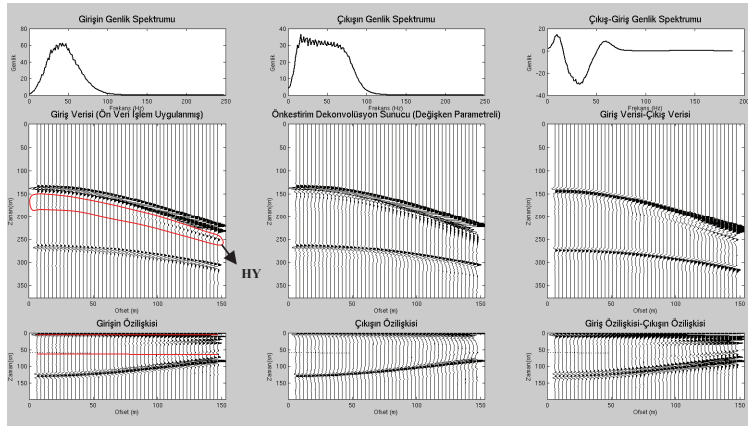
**Figure 5.** Autocorrelation function of a real shot record and determining of prediction distance ( $\alpha$ ) and operator length ( $n$ ) parameters.

### Yapay ve Gerçek Verilere Uygulamalar

Yukarıdaki soruların cevaplanabilmesi için, sabit parametre seçimi anlayışından uzaklaşarak uzaklık bağımlı parametre seçimi geliştirilmiştir. Bu kapsamda her bir sinyal için değişken kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu belirlenmiştir. Kestirim uzaklığı uzak alıcılara doğru artmakta ve operatör uzunluğu da uzak alıcılara doğru azalmaktadır (Şekil 5 ve Şekil 8).

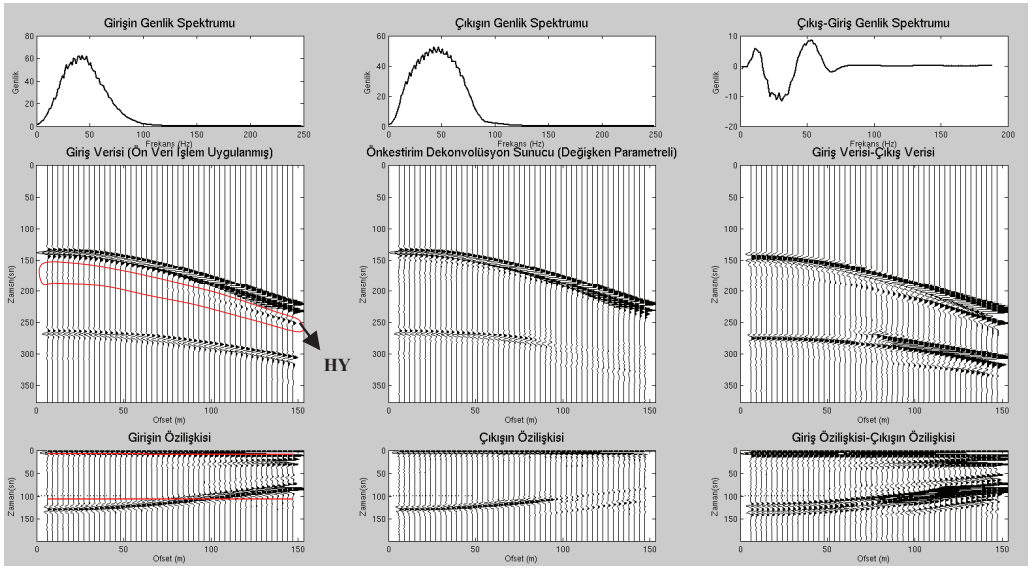
Ön veri işlem adımları yapılmış ve iki adet birincil yansıma ile hayalet yansıma içeren bir atış verisi için

uzak alıcılara göre (Şekil 6), yakın alıcılara göre (Şekil 7) ve değişken parametreler (Şekil 8) ile önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmıştır. Yakın alıcılara göre parametre seçimi yapıldığında uzak alıcılardaki birincil yansıma genlikleri sönümlenmiştir (Şekil 7). Uzak alıcılara göre parametre seçimi yapıldığında birincil yansımalar zarar görmemiştir fakat yakın alıcılardaki süzgeç performansı düşmüştür (Şekil 6). Değişken parametre seçiminde ise yakın alıcılardaki süzgeç performansı artırılarak birincil yansımalara zarar verilmemiştir (Şekil 8).



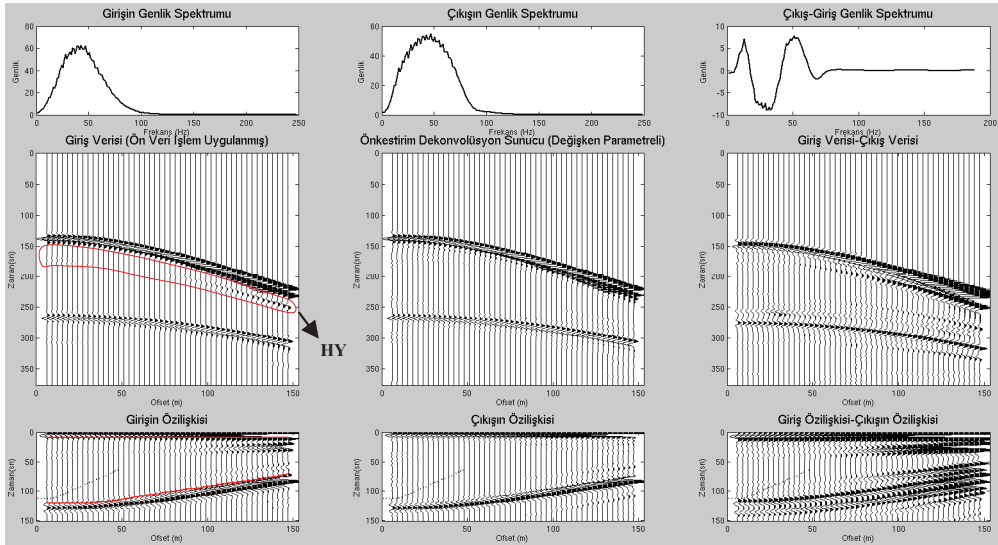
**Şekil 6.** Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve uzaktaki kanallar temel alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması (HY: Hayalet Yansıma).

**Figure 6.** A shot gather including ghost and predictive deconvolution application with determined parameters based on far offsets (HY: Ghost).



**Şekil 7.** Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve yakınlardaki kanallar temel alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.

**Figure 7.** A shot gather including ghost and predictive deconvolution application with determined parameters based on near offsets.



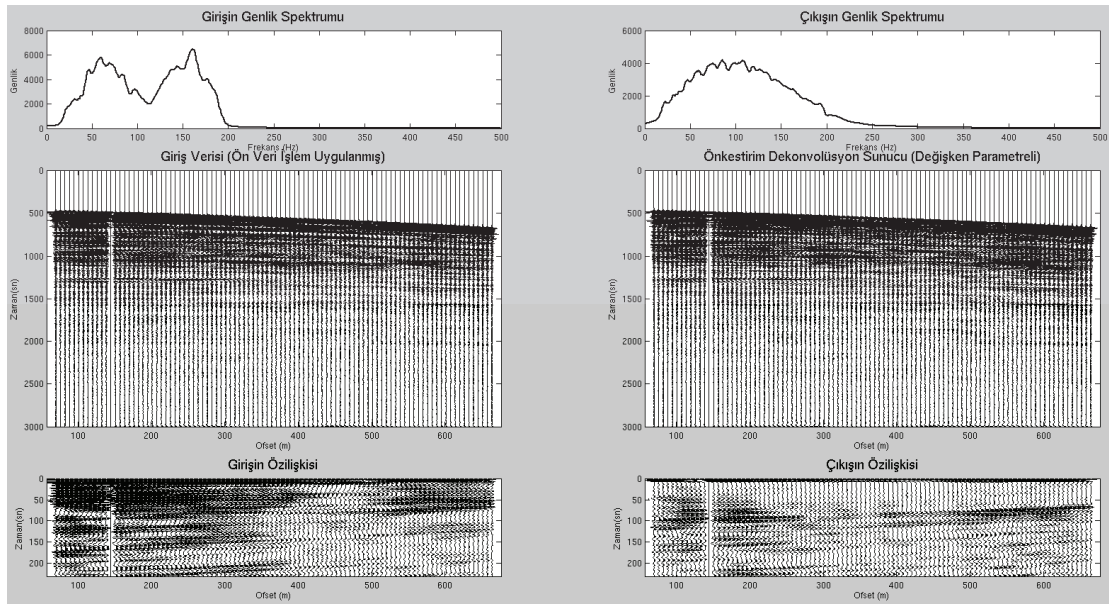
**Şekil 8.** Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve değişken parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.

**Figure 8.** A shot gather including ghost and predictive deconvolution application with variable parameters.

Ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonunun etkisini görmek için yığma kesitlerini incelemek gerekir. Bu kapsamda Dokuz Eylül üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Sismik Ekibi tarafından Seferihisar açıklarında 2 hat üzerinde toplanan sismik verilerden 1. hat için 4 farklı önkestirim dekonvolüsyonu 2. hat için ise 2 farklı önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmıştır. Her iki hat için de ProMAX veri işlem programı üzerinden,

aynı parametreler kullanılarak yığma kesitleri elde edilmiştir. Değişken parametre seçimi ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması için ayrıca Matlab' da yazılan program kullanılmıştır.

Şekil 9'da 1. hattın herhangi bir atışı için ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonunu göstermektedir. Çıkışın özilişkisine bakıldığında, kestirilen en yakın yansıma olayına kadar olan salınımlar ve tekrarlılar sönmülmüştür.

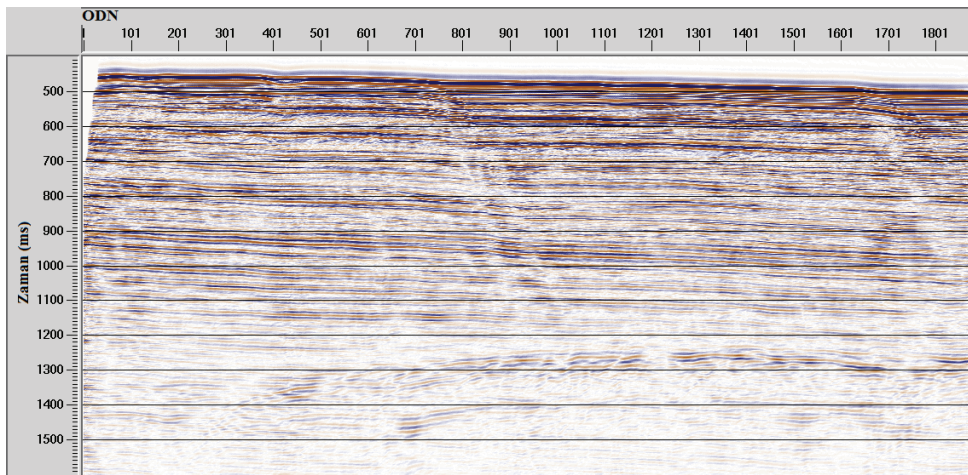


Şekil 9. Hat 1 den bir atış verisi için ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu.

Figure 9. Offset dependent predictive deconvolution for a shot gather from line 1.

İlk hattın atış verilerine sırasıyla 7ms, 10ms, 12ms kestirim uzaklıkları ve 43ms, 40ms, 38ms operatör uzunlukları ile toplam operatör boyu 50ms olan önkestirim dekonvolüsyonları uygulanmıştır ve bir de dekonvolüsyon uygulanmadan yığma kesitleri elde edilmiştir. Sabit parametre sonuçları karşılaştırıldığında 1200-1500ms arasında kalan yansımalar 12ms lik kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyon sonucunda (Şekil 13) daha iyi seçilebilmektedir. Ayrıca sığ birimlerdeki ayrırlılığında daha iyi olduğu

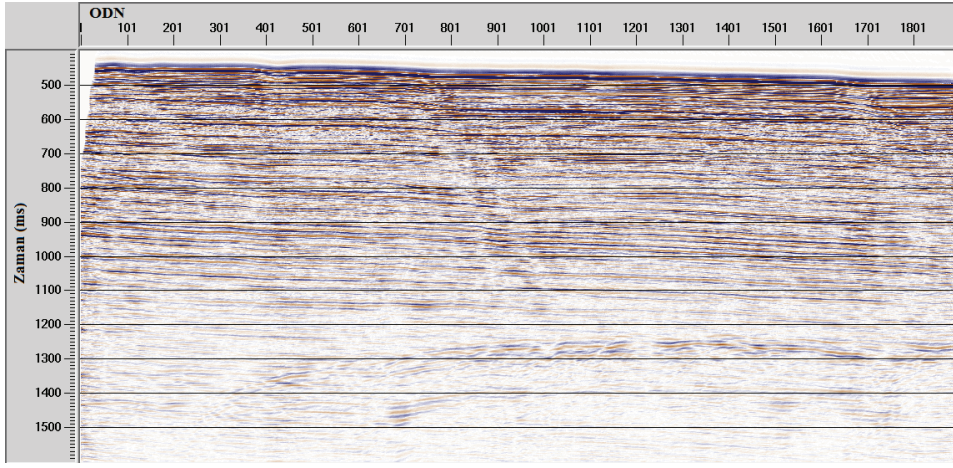
söylenbilir. İkinci kesim noktası olan 7ms (Şekil 11) ve 10ms (Şekil 12) kestirim uzaklıkları ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyon sonuçları hem S/G oranı hem de ayrırlılık bakımından 12ms lik kestirim uzaklığına ve hatta dekonvolüsyonsuz yığma kesitine (Şekil 10) göre daha kötü sonuçlar vermiştir. Buna ek olarak ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu (Şekil 14) sonucunun da 12ms kestirim uzaklığına göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.



Şekil 10. Dekonvolüsyonsuz yığma kesiti (hat 1).

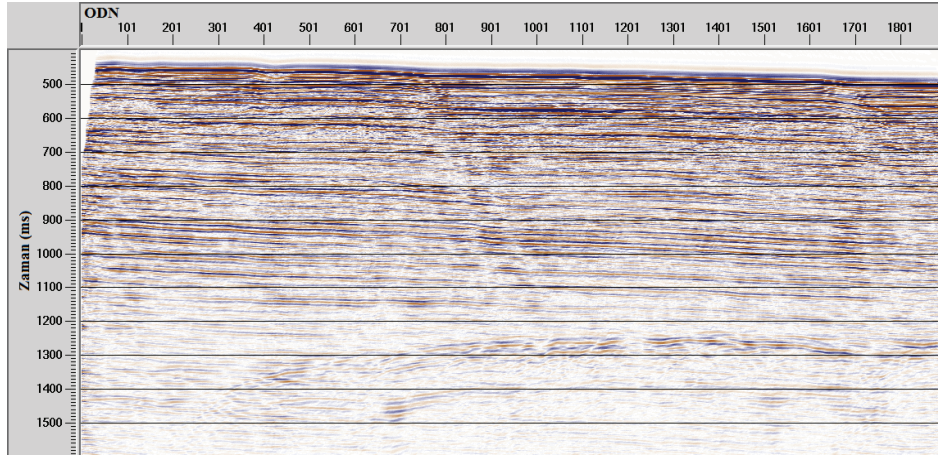
Figure 10. Stack section without deconvolution (line 1).





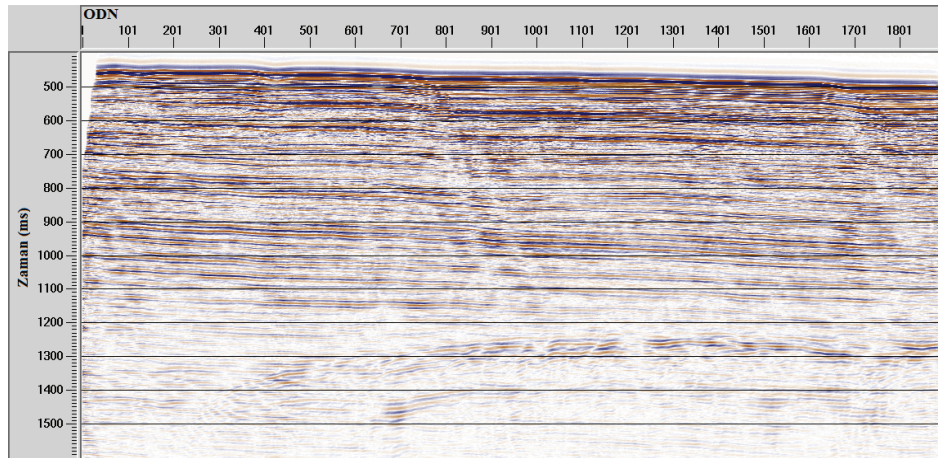
Şekil 11. Kestirim uzaklığı  $\alpha=7ms$ , operatör uzunluğu  $n=43ms$  ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (hat 1).

Figure 11. Predictive deconvolution output with prediction distance  $\alpha=7ms$ , operator length  $n=43ms$  (line 1).



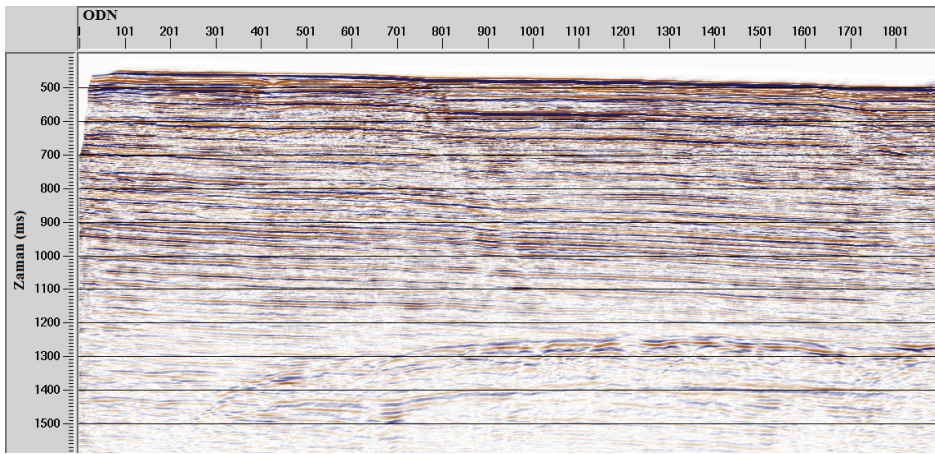
Şekil 12. Kestirim uzaklığı  $\alpha=10ms$ , operatör uzunluğu  $n=40ms$  ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (hat 1).

Figure 12. Predictive deconvolution output with prediction distance  $\alpha=10ms$ , operator length  $n=40ms$  (line 1).



Şekil 13. Kestirim uzaklığı  $\alpha=12ms$ , operatör uzunluğu  $n=38ms$  ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (hat 1).

Figure 13. Predictive deconvolution output with prediction distance  $\alpha=12ms$ , operator length  $n=38ms$  (line 1).

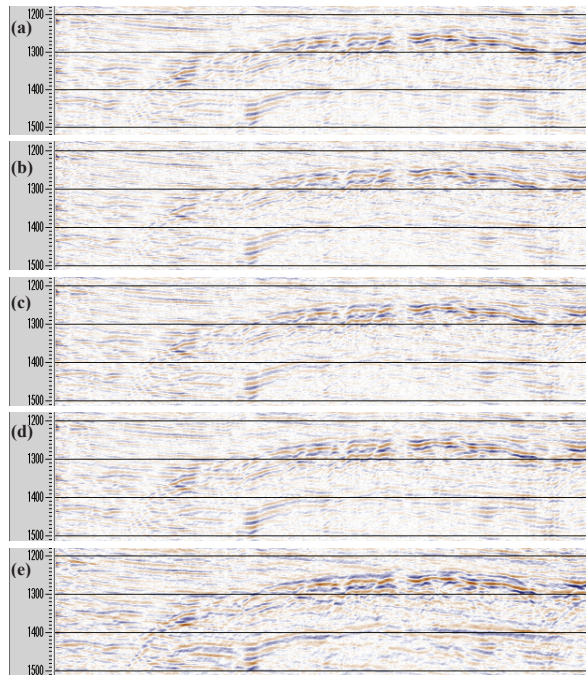


**Şekil 14.** Kestirim uzaklığı ve Operatör uzunluğunun değişken seçilerek uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (Hat 1).

**Figure 14.** Predictive deconvolution output with prediction distance and operator length are variable.

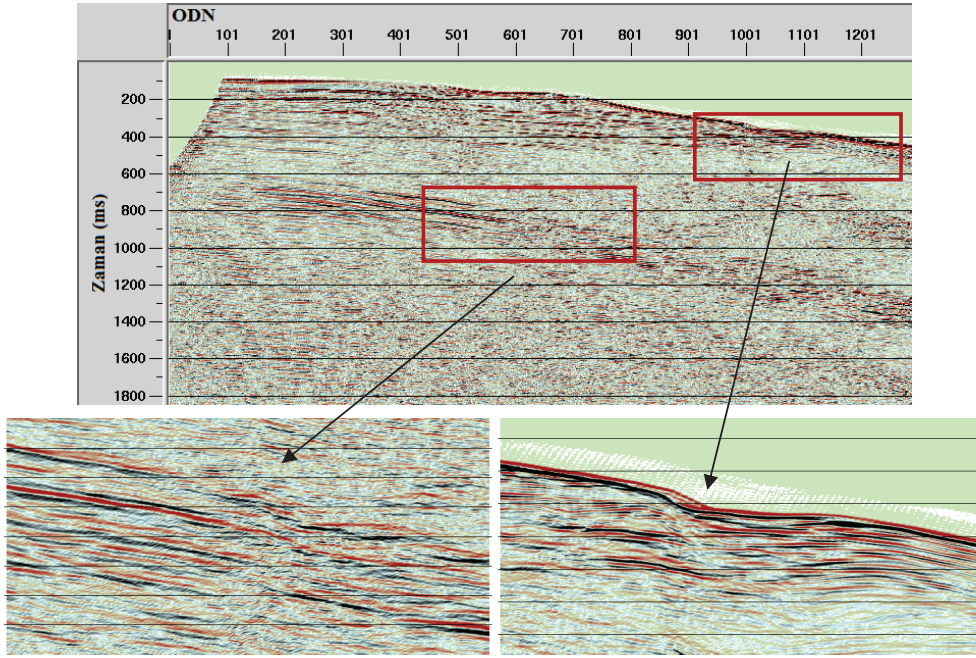
Şekil 15’de tüm sonuçların daha iyi karşılaştırılması için yığma kesitlerinin 1220-1500ms arası gösterilmektedir. Açıkça görülmektedir ki, kestirim uzaklığı arttıkça (7,10 ve 12ms) genlikler daha iyi korunabilmektedir. 7ms ve 10ms kestirim uzaklığı ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu, özellikle, derin yansımaların ayrımlılığını arttıramadığı gibi genlik kaybına neden olmuştur. Bunun yanında ofset bağımlı parametre seçimi ile en iyi S/G oranının sağlandığı görülmektedir.

2. hat için yalnızca ikinci kesim noktası olan 7ms kestirim uzaklığı ve 43ms operatör uzunluğu kullanılarak sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu (Şekil 16) ve ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu (Şekil 17) uygulanmıştır. Ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyon sonucunda özellikle derin yansımalara ait genliklerin daha iyi korunduğu ve bunun yanında sığ yansımalarındaki ayrımlılığın arttığı da söylenebilir.



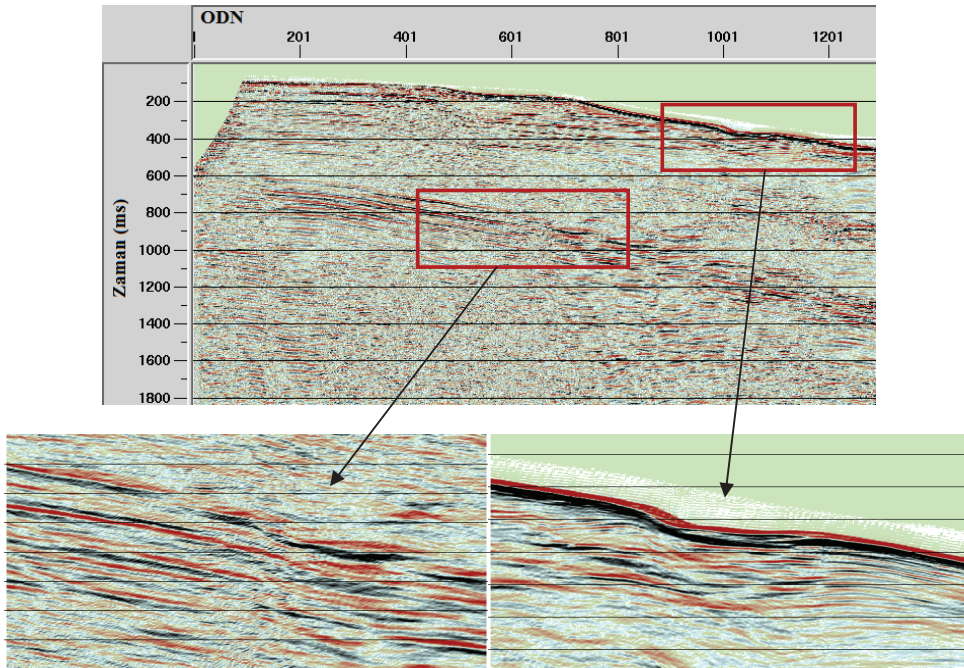
**Şekil 15.** (a) Dekonvolüsyonsuz, (b)  $\alpha=7ms$  ve  $n=43ms$ , (c)  $\alpha=10ms$  ve  $n=40ms$ , (d)  $\alpha=12ms$ ,  $n=38ms$ , (e) ofset bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesitleri (1220-1500ms).

**Figure 15.** (a) Without deconvolution, (b)  $\alpha=7ms$  ve  $n=43ms$ , (c)  $\alpha=10ms$  ve  $n=40ms$ , (d)  $\alpha=12ms$ ,  $n=38ms$ , (e) offset dependent predictive deconvolution outputs (1220-1500ms).



Şekil 16. Kestirim uzaklığı  $\alpha=7ms$ , Operatör uzunluğu  $n=43ms$  ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (hat 2).

Figure 16. Predictive deconvolution output with prediction distance  $\alpha=7ms$ , operator length  $n=43ms$  (line 2).



Şekil 17. Kestirim uzaklığı ve Operatör uzunluğunun değişken seçilerek uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu elde edilen yığma kesiti (hat 2).

Figure 17. Predictive deconvolution output with variable prediction distance and operator length (line 2).

## SONUÇLAR

Sismik veri işlem sürecinin en önemli adımlarından biri olan dekonvolüsyon işlemi sismik verinin ayrımlılığını arttırabildiği gibi, hatalı parametre seçimine bağlı olarak veri kalitesini de bozabilir. Önkestirim dekonvolüsyonunda en önemli aşama parametre seçimidir. Bu aşamada verinin ön veri işlem aşamalarından geçmiş olması ve derin yansıma genliklerinin arttırılması daha iyi özilişki analizi sağlar. Özilişki analizinde uzak ofsetlere doğru zaman farkı gözlenerek en yakın ikinci olayın karakteri belirlenir. Yapılan uygulamalarda; kestirim uzaklığı için 1. veya 2. sıfır kesim noktası özellikle derin yansımaları korumak için yeterli olmamıştır ve uzak ofsetlere doğru frekans soğrulmasının da hesaba katılması ile artması gerekmektedir. Operatör uzunluğunun ise yakın ofsetlerde daha büyük seçildiğinde süzgeç performansını arttırdığı gözlenmiştir.

## Katkı Belirtme

Verileri sağlayan Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Sismik Ekibi ve Koca Piri Reis Gemisi Personeline teşekkür ederiz. Bu çalışma 19. Uluslararası Jeofizik Kongresi ve Sergisi'nde 'Önkestirim Dekonvolüsyonunda Etkin Parametre Seçimi' başlığı altında sunulmuştur. Yazarlar, makalenin hakemliğini yapan sayın Hüseyin TUR ve sayın Mehmet Zakir KANBUR' a teşekkür eder.

## Kaynaklar

- Carrion, P., M., 1986. A Layer-Stripping Technique for the Suppression of Water-Bottom Multiple Reflections, *Geophysical Prospecting*, 34, 330-342.
- Carrion, P., M. ve Braga, A., P., 1990. Iterative Trace Deconvolution and Noncausal Transform for Processing Band-Limited Data, *Geophysics*, 55, 1549-1557.
- Dondurur, D., 2009. Deniz Sismiğinde Veri İşlem, *JFMO Eğitim Yayınları* No:11.
- Gibson, B. ve Larner, K., 1984. Predictive Deconvolution and Zero Phase Source, *Geophysics*, 49,4, 379-397.
- Güney, R., Karlı, H. ve Dondurur, D., 2010 Önkestirim Dekonvolüsyonunda Etkin Parametre Seçimi, 19. Uluslararası Jeofizik Kongresi ve Sergisi.
- Güney, R., 2011. Önkestirim Dekonvolüsyonunda Parametre Seçimi ve Uygulamaları, *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 391992.
- Jensen, O., G. Ulrych, T., J., Todeschuk, J., P., Leaney, W., S. ve Walker, C., 1988 Blueness Compensation in Deconvolution for the Reflectivity Sequences, 58. Annual International Conference, SEG, Expanded Abstracts, 939-942.
- Marschall, R., ve Knecht, M., 1986. Reflectivity-Corrected Deconvolution and its Influence on Inversion, Presented at the Research Workshop on Deconvolution and Inversion, EAGE.
- Peacock, K. L. ve Treitel, S., 1969. Predictive Deconvolution: Theory and Practice, *Geophysics*, 34, 2, 155-169.
- Porsani, M., J. ve Ursin, B., 1998. Mixed-Phase Deconvolution, *Geophysics*, 63, 2, 637-647.
- Porsani, M., J. ve Ursin, B., 2007. Direct multichannel predictive deconvolution, *Geophysics*, 72 2 11-27.
- Robinson, E., A., 1966. Multichannel z-transform and Minimum Delay, *Geophysics*, 31, 3 482-500.
- Yılmaz, O., 2001. Seismic Data Analysis, Investigations in Geophysics SEG, Volume 1, 159-270.