

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÖNKESTİRİM DEKONVOLÜSYONUNDA
PARAMETRE SEÇİMİ VE UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. Recep GÜNEY

**OCAK 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÖNKESTİRİM DEKONVOLÜSYONUNDA
PARAMETRE SEÇİMİ VE UYGULAMALARI**

Jeofizik Müh. Recep GÜNEY

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Jeofizik Yüksek Mühendisi"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :31.12.2010
Tezin Savunma Tarihi :19.01.2011**

**Tezin Danışmanı : Doç. Dr. Hakan KARSLI
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Kenan GELİŞLİ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Temel KAYIKÇIOĞLU**

Enstitü Müdürü : Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2011

ÖNSÖZ

Bu çalışmada sismik yansıma veri işlem aşamalarında önemli bir yeri olan önkestirim dekonvolüsyonu iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla istatistikî bir yöntem olan önkestirim dekonvolüsyonunun iki önemli parametresi olan kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğunun nasıl daha iyi seçilebileceği ve önkestirim dekonvolüsyonu performansının nasıl artırılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan yapay sinyaller üzerinde, kestirilen parametrelerin önkestirim dekonvolüsyonu çıkışındaki etkileri irdelenmiş ve daha sonra arazi verileri üzerinde uygulanmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, yol gösteren ve birlikte çalışmaktan keyif aldığım değerli hocam Doç. Dr. Hakan KARSLI' ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tecrübelerini ve zamanını samimiyetle paylaşan, çalışmalarına da dahil eden değerli hocam Doç. Dr. Derman DONDURUR' a ve çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Mustafa ŞENKAYA, Jeofizik Yüksek Mühendisi Mert KÜÇÜK ve Jeofizik Mühendisi Murat ER' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ProMAX yazılımını üniversitemize bağışlayan HALLIBURTON firmasına ve sistemlerin teknik yardımını sağlayan TPAO çalışanı saygıdeğer ağabeyim Sayın Erdal ÖZCAN ve verilerini paylaşan Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Sismik Ekibine ve araştırma gemisi KOCA PİRİ REİS personeline teşekkür ederim.

Beni her zaman destekleyen ve bugünlere getiren aileme ve tüm KTÜ Jeofizik personeline teşekkür ederim.

Jeofizik Müh. Recep GÜNEY
Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	3
1.3. Konvolüsyon Modeli.....	4
1.4. Dekonvolüsyon İçin Varsayımlar.....	8
1.5. İlişki.....	12
1.5.1. Özilişki.....	12
1.6. Ters Süzgeç.....	13
1.6.1. Z-dönüşümü ile Kaynak DalgacığınınTersi.....	15
1.6.2. En Küçük Kareler (EKK) Yöntemiyle Ters Süzgeçleme.....	18
1.6.3. En Uygun (Optimum) Wiener Süzgeçleri.....	21
1.7. Ön İşlemler.....	23
1.7.1. Veri Yükleme.....	24
1.7.2. Geometri Tanımlama.....	24
1.7.3. Statik Düzeltme.....	25
1.7.4. İz Ayıklama.....	26
1.7.5. İstenmeyen Alanların Atılması.....	27
1.7.5.1. Üst Kısımların Atılması.....	27
1.7.5.2. Alt Kısımların Atılması.....	27
1.7.5.3. İç Kısımların Atılması.....	27

1.7.5.4.	NKZ Gerilme Alanının Atılması.....	27
1.7.6.	Bantgeçişli süzgeç.....	28
1.7.7.	F-K Eğim Süzgeçleri.....	29
1.7.8.	Genlik Kazancı.....	30
1.8.	Önbeyazlatma.....	32
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1.	İğnecikleştirme Dekonvolüsyonu.....	35
2.2.	Önkestirim Dekonvolüsyonu.....	38
2.2.1.	Kestirim Uzaklığı.....	41
2.2.2.	Operatör Uzunluğu.....	42
2.2.3.	Özilişki Analizi ve Parametre Seçimi.....	44
2.2.4.	Dekonvolüsyondan Sonra Frekans Süzgeçlemesi.....	59
2.2.5.	Gerçek Veriler Üzerine Yapılan Uygulamalar.....	59
2.2.6.	Uzaklık Bağımlı Parametre Seçimi ile Uygulanan Önkestirim Dekonvolüsyonu.....	85
3.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	98
4.	KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Sismik veri-işlem akışlarının değişmez bir aşaması olan dekonvolüsyon işlemi matematiksel olarak bir ters çözüm işlemidir ve yaygın olarak sismik verilerin zamansal ayrırlılığını artırmak için kullanılır. Genel dekonvolüsyonun özel bir türü olan önkestirim dekonvolüsyonu özelde sismik verilerdeki yankılanmaları, kısa yollu ve hatta uzun yollu tekrarlıları süzgeçlemek için yaygın olarak kullanılır. Önkestirim dekonvolüsyonunun uygulanabilirliği ve performansı iki önemli parametre olan kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu'na bağlıdır. Önkestirim dekonvolüsyon süzgeci bu iki parametre ile tasarlanır ve tekrarlıların herhangi bir türünü süzgeçlemek için konvolüsyonal olarak sismik sinyale uygulanır.

Her iki parametre sismik sinyalin özilişkisi analiz edilerek belirlenir. Genel olarak kestirim uzaklığı çıkış sinyalinin zamansal ayrırlılığını kontrol eden parametredir. Küçük seçilirse zamansal ayrırlılık 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 sabit parametre yaklaşımı ile istenilen süzgeçleme sağlanamaz.

Bu çalışmada önkestirim dekonvolüsyonun iki önemli parametresinin belirlenmesinde karşılan problemlerin çözümüne yönelik yeni yaklaşım geliştirilmiştir. Yaklaşımın dayandığı temel düşüncüyü, ön veri işlem aşamalarından geçmiş bir atış kaydının özilişkisi üzerinde birincil yansıma olayları arasındaki zaman farklarının uzak alıcılara doğru azalması ve kaynak dalgacığının 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 tekrarlıları süzgeçlemede performansı arttırdığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Önkestirim dekonvolüsyonu, kestirim uzaklığı, operatör uzunluğu, S/G oranı, özilişki, tekrarlı yansımalar.

SUMMARY

Selecting Parameters of Predictive Deconvolution and Applications

Deconvolution process, one of the stages of stable stages of seismic data flows, is a mathematically inverse process, and it is usually used to increase the temporal resolution of seismic data. Predictive Deconvolution, a special type of general deconvolution, is frequently used to filter reverberation in seismic data particularly and short and long period multiples. The applicability and the performance of predictive deconvolution are based on two significant parameters, prediction distance and operator length. Predictive deconvolution filter is designed with these two parameters and it is applied to seismic signal to filter any types of multiples as convolutional.

Both parameters are determined by analyzing the auto-correlation of seismic signal. Prediction distance is usually the parameter which controls the temporal resolution of output signal. If it is shorter, temporal resolution increases. However, it might damage primary reflections and therefore, Signal/ Noise (S/N) ratio decreases. Operator length is the parameter which controls the part to be filtered with predictive deconvolution and the performance. On the other hand, with traditional approach accepting defining 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 thought is formed with the decrease of time differences between primary reflection events on the autocorrelation of a shot gather passing the stages of pre-data process toward far offsets and the enlargement of source wavelet period. 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 toward far offsets. As a result, it was observed that the use of the parameters based on offsets increased the performance rather than constant parameters to filter multiples.

Key Words: Predictive deconvolution, prediction distance, operator length, S/N ratio, autocorrelation, multiple reflections.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Konvolüsyonel model.....	6
Şekil 1.2. Konvolüsyon ve dekonvolüsyon işleminin şekilsel olarak gösterimi....	7
Şekil 1.3. (a) Akustik log yardımıyla belirlenmiş yer içi hız değişimi ve (b) sismik dalgaların oluşumu (sıfır ofset).....	8
Şekil 1.4. Sismik kaynak dalgacığının zamana ve derinliğe bağlı değişimi.....	9
Şekil 1.5. (a) minimum, (b) karışık, (c) maksimum fazlı dalgacıklar, bu dalgacıkların genlik spektrumu ve faz spektrumları.....	10
Şekil 1.6. Yansıma katsayıları serisi ile kaynak dalgacığının konvolüsyonu sonucu oluşan sismik sinyal ve bunların genlik spektrumları.....	11
Şekil 1.7. Şematik olarak ters süzgeçleme işleminin uygulanması.....	14
Şekil 1.8. Optimum Wiener süzgeçlerinin hesaplanması ve uygulanması.....	23
Şekil 1.9. Geometrisi yüklenen atış grubunda bir ize ait olan geometri bilgileri...	25
Şekil 1.10. Statik düzeltme uygulanmamış (a), ve statik düzeltme uygulanmış CDP verisi.....	26
Şekil 1.11. Atış grubunda bozuk olan 13. kanalın sıfırlanması.....	26
Şekil 1.12. (a) üst ve alt kısımların (top, bottom mute), (b) iç kısımların (surgical mute) ve (c) NMO gerilmesi kısımlarının atılması (NMO stretch mute)	28
Şekil 1.13. Örnek bir atış kaydına (üst seri) bantgeçişli süzgeç uygulanması (alt seri).....	28
Şekil 1.14. (a) Bir deniz sismiği atış grubunda görülebilecek olaylar (zaman ortamı) ve (b) bunların 2B Fourier dönüşümü sonrası frekans ortamındaki şematik görünümüleri (f-k ortamı).....	29
Şekil 1.15. f-k süzgeci uygulanmamış veri (üst seri) ve f-k süzgeci uygulanmış veri (alt seri).....	30
Şekil 1.16. Sinyalin genliğini etkileyen bazı faktörlerin şematik gösterimi. Bunların içinde küresel açılım ve soğurma, genlik üzerinde en önemli etkiye sahip işlemlerdir	31
Şekil 1.17. (a) Ham sismik iz, (b) kazanç eğrisi ve (c) kazanç uygulaması sonrası sismik iz	32
Şekil 1.18. Giriş dalgasının genlik spektrumunda sıfır bulunması çıkışın genlik spektrumun hatalı olmasına yol açar. Bu hata frekans ortamında sıfırların giderilmesiyle ortadan kaldırılabilir.....	33
Şekil 2.1. Dekonvolüsyon işleminin Zaman ve Frekans ortamlarındaki temsili görünümü.....	35

Şekil 2.2.	İğnecik Dekonvolüsyonun şekilsel gösterimi.....	36
Şekil 2.3.	Minimum fazlı ve karışık fazlı kaynak dalgacık durumlarında iğnecik dekonvolüsyon çıkışları (Operatör boyu=50ms).....	37
Şekil 2.4.	Önkestirim dekonvolüsyonu işlem akış şeması.....	40
Şekil 2.5.	Temsili özilişki fonksiyonu.....	41
Şekil 2.6.	(a) minimum fazlı kaynak dalgacık, (b) yansıma katsayısı serisi, (c) sismik sinyal, (d) sismik sinyalin özilişkisi, (e) 1ms, (f) 5ms, (g) 10ms, (h) 15ms, (l) 20ms kestirim uzaklığı ile dekonvolüsyon çıkışları ve bunların genlik spektrumları.....	42
Şekil 2.7.	Özilişki fonksiyonu ve operatör uzunluğu.....	43
Şekil 2.8.	(a) minimum fazlı kaynak dalgacık, (b) yansıma katsayısı serisi, (c) sismik sinyal, (d) sismik sinyalin özilişkisi, (e) 10ms, (f) 20ms, (g) 40ms, (h) 75ms, (l) 100ms operatör uzunlukları ile dekonvolüsyon çıkışları ve genlik spektrumları.....	44
Şekil 2.9.	İki olaylı (a) bir sinyalin özilişkisi (b) ve üç olaylı (c) bir sinyalin özilişkisi.....	44
Şekil 2.10.	Karışık fazlı bir dalgacık ile elde edilen sismik sinyallerin (b3 ve c3) değişik kestirim uzaklığı ve operatör uzunlukları için çözümleri.....	45
Şekil 2.11.	Bir atış verisinin özilişki fonksiyonu ve kestirilen parametreler.....	47
Şekil 2.12.	Atış modeli ve değişken parametre seçimi.....	47
Şekil 2.13.	Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve uzak ofsetler baz alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.....	49
Şekil 2.14.	Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve yakın ofsetler baz alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.....	49
Şekil 2.15.	Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve değişken parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.....	50
Şekil 2.16.	Birincil yansıma ve 2 adet uzun yollu tekrarlısını içeren atış kaydı ve birinci tekrarlının sönmülenebildiği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	51
Şekil 2.17.	Birincil yansıma ve 2 adet uzun yollu tekrarlısını içeren atış kaydı ve her iki tekrarlının da sönmülenebildiği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	52
Şekil 2.18.	2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlının sönmüleneemediği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	52
Şekil 2.19.	2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlının sönmülenebildiği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	53

Şekil 2.20.	2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının tam olarak sönümlenemediği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	54
Şekil 2.21.	2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenemediği ve ikinci birincil yansıma genliklerinin sönümlendiği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	54
Şekil 2.22.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren ön veri işlem ile ilk gelen dalgaların atılmadığı atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenemediği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	56
Şekil 2.23.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenemediği sabit parametrelili iğnecikleştirme dekonvolüsyonu sonucu.....	56
Şekil 2.24.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenebildiği sabit parametrelili iğnecikleştirme dekonvolüsyonu sonucu.....	57
Şekil 2.25.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenebildiği sabit parametrelili iğnecikleştirme dekonvolüsyonu ve değişik süzgeçleme sonucu.....	57
Şekil 2.26.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenebildiği küçük (2. sıfır kesim noktası) kestirim uzaklığı sabit operatör uzunluklu önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	58
Şekil 2.27.	Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönümlenebildiği küçük (2. sıfır kesim noktası) kestirim uzaklığı sabit operatör uzunluklu önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.....	58
Şekil 2.28.	Ön veri işlem uygulanmış atış verilerinin ortalama genlik spektrumu.	60
Şekil 2.29.	450 atış verisinden seçilen (50 atış aralıklı) ön veri işlem uygulanmış 10 adet atış verisi.....	61
Şekil 2.30.	Seçilen atışların özilişki fonksiyonları.....	62
Şekil 2.31.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.....	63
Şekil 2.32.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.....	64
Şekil 2.33.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.....	65

Şekil 2.34.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.....	67
Şekil 2.35.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.....	67
Şekil 2.36.	Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.....	67
Şekil 2.37.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti.....	69
Şekil 2.38.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti.....	70
Şekil 2.39.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti.....	71
Şekil 2.40.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms).....	72
Şekil 2.41.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms).....	73
Şekil 2.42.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms).....	74
Şekil 2.43.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.....	75
Şekil 2.44.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.....	76
Şekil 2.45.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.....	77
Şekil 2.46.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yığma kesiti (400-1700ms).....	78

Şekil 2.47.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yığma kesiti (400-1700ms).....	79
Şekil 2.48.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yığma kesiti (400-200ms).....	80
Şekil 2.49.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile yığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).....	81
Şekil 2.50.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile sığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).....	82
Şekil 2.51.	Kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile sığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).....	83
Şekil 2.52.	Dekonvolüsyon uygulanmadan elde edilen yığma kesiti (400-2000ms arası).....	84
Şekil 2.53.	Seçilen ofset değişken parametreler; ilk kırmızı çizgi kestirim uzaklığını, ikinci kırmızı çizgi operatör uzunluğunu temsil etmektedir.....	87
Şekil 2.54.	101. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	88
Şekil 2.55.	151. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	89
Şekil 2.56.	201. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	89
Şekil 2.57.	251. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	90
Şekil 2.58.	301. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	90
Şekil 2.59.	351. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	91
Şekil 2.60.	401. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	91
Şekil 2.61.	451. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	92
Şekil 2.62.	501. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	92
Şekil 2.63.	550. atış grubuna uygulanan ofset bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.....	93

Şekil 2.64.	Ofset bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.....	94
Şekil 2.65.	Ofset bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığma kesiti.....	95
Şekil 2.66.	Ofset bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms arası).....	96
Şekil 2.67.	Ofset bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığma kesitinin özilişki fonksiyonu.....	97

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Dekonvolüsyon Türleri ve Uygulama Alanları.....	2
Tablo 1.2. $x(t)$ ve $y(t)$ dizileri için konvolüsyon işlemi uygulaması.....	5
Tablo 1.3. $w(t) = (2,-1)$ giriş dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk üç teriminin dekonvolüsyon işlem tablosu.....	17
Tablo 1.4. $w(t) = (2,-1)$ giriş dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk dört teriminin dekonvolüsyon işlem tablosu.....	17
Tablo 1.5. $w(t) = (-1,2)$ dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk üç terimi için dekonvolüsyon işlem tablosu.....	18
Tablo 1.6. EKK yöntemi uygulamasının şematik gösterimi.....	19
Tablo 1.7. EKK yaklaşımıyla elde edilen süzgeç katsayıları $(10/21,4/21)$ kullanılarak yapılan dekonvolüsyon işlem sonucu.....	20
Tablo 1.8. Maksimum fazlı dalgacık için EKK yönteminin uygulanması.....	20
Tablo 1.9. EKK yaklaşımıyla elde edilen süzgeç katsayıları $(-5/21,-2/21)$ kullanılarak yapılan dekonvolüsyon işlem sonucu.....	21
Tablo 1.10. $w(t) = (2,-1)$ dalgacığının özilişkisi.....	22
Tablo 1.11. İstenen çıkış $(1,0,0)$ ile girişin $w(t) = (2,-1)$ çapraz ilişkisi.....	22
Tablo 1.12. Dekonvolüsyonun Veri-İşlemdeki Yeri.....	24
Tablo 2.1. Saha verisinin kayıt parametreleri.....	60

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EKK	: En Küçük Kareler
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
NKZ	: Normal Kayma Zamanı
ODN	: Ortak Derinlik Noktası
SEG	: Society of Exploration Geophysicists
B	: Derinlik düzenleyici gürültüsü
D	: Doğrudan gelenler
E	: En küçük kareler hatalarının toplamı
K	: Kırılma (baş) dalgaları
<i>L</i>	: Kalite faktörü
T	: Tekrarlı Yansımalar
Y	: Birincil yansımalar
S/G	: Sinyal/Gürültü oranı
<i>F</i>	: Fourier dönüşümü
<i>Z</i>	: z-dönüşümü
Δt	: Örnekleme Aralığı
f-k	: Frekans-Dalga Sayısı ortamı
<i>f</i>	: Frekans
<i>t</i>	: Zaman
τ	: Zaman gecikme değeri
<i>w</i>	: Açısal frekans
ε	: Yüzde Önbeyazlatma
β	: Önbeyazlatma katsayısı
<i>n</i>	: Operatör uzunluğu

α	: Kestirim uzaklığı
ρ	: Yoğunluk
V	: Hız
I_k	: Anlık akustik empedans
V_k	: Anlık hız
ρ_k	: Anlık yoğunluk
C_k	: Anlık yansımaya katsayısı
Hz	: Hertz
m	: Metre
ms	: Milisaniye
sn	: Saniye
*	: Konvolüsyon
r_i	: Özilişki serisi
a_i	: Süzgeç serisi
g_i	: istenen çıkış ile girişin çapraz ilişkisi
x_i	: x serisi
y_i	: y serisi
$a(t)$: kestirim süzgeci fonksiyonu
$b(t)$: kestirim hata süzgeci fonksiyonu
$f(t)$: süzgeç fonksiyonu
$n(t)$: Gürültü fonksiyonu
$r(t)$: Yansımaya fonksiyonu
$s(t)$: Sismik sinyal fonksiyonu
$w(t)$: Kaynak dalgacık fonksiyonu
$x(t)$: Zaman bağımlı x fonksiyonu
$y(t)$: Zaman bağımlı y fonksiyonu

$y(x)$: x bağımlı y fonksiyonu
$\bar{w}(t)$: Kaynak dalgacığının ters fonksiyonu
$x(z)$: x fonksiyonunun z dönüşümü
$A_y(W)$: s fonksiyonunun genlik spektrumu
$A_w(W)$: w fonksiyonunun genlik spektrumu
$A_r(W)$: r fonksiyonunun genlik spektrumu
$A(z)$: A serisinin z dönüşümü
$R_{xx}(\tau)$: x fonksiyonunun özilişki fonksiyonu
$X_g(W)$: x fonksiyonunun genlik spektrumu
$X_g(W)^2$: x fonksiyonunun güç spektrumu
$\varphi(w)$: Faz spektrumu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dekonvolüsyon kavramı yansıma sismolojisinde eski bir kavramdır. 1950 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT) de lisansüstü öğrencisi olan Enders ROBINSON, yine MIT çalışanları olan Nbert 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, fakat yüksek frekans bakımından zengindir ve düşük frekans içeriği zayıftır. Jensen ve diğ. [14] yansıma katsayıları serisinin düz olmadığı durumları gidirmişlerdir. Marschall ve Knecht [23] yansıtıcı düzeltilmiş dekonvolüsyon (reflectivity-corrected deconvolution) önermişler ve ters çözüm işlemlerine eklemişlerdir. Saggaf ve Toksöz [37] çok küçük gürültü eklenmiş bir yansıma modelinde dekonvolüsyonun analizini yapmışlardır. Saggaf ve Robinson [38] düz bir spektruma sahip olmayan yansıma fonksiyonundan elde edilen izler için birleşik kafes sistemini önermişlerdir. Porsani ve Ursin [28] karışık faz dekonvolüsyonu tasarlamışlardır. Carrion [6] tekrarlıların bastırılması için tabaka silme tekniğini ortaya atmış ve Carrion ve Braga [7] ardışık iz dekonvolüsyonunu geliştirmişlerdir. Mendel [24] en uygun sismik dekonvolüsyon için kestirim tabanlı bir uygulama yapmıştır ve maksimum olasılık (maximum-likelihood) dekonvolüsyonunun öncüsü olmuştur.

Fokkema ve Ziolkowski [10] 'kritik yansıma teoremi' (critical-reflection theorem) diye bilinen bir önermede bulunmuştur. Kelamis ve Chiburis [20] kritik sonrası (post-critical) yansımalara dayanan dekonvolüsyonu oluşturmuştur. Ulrych [45] ve Buttkus [4] göze çarpan bir gelişme olarak 'homomorfik dekonvolüsyon' u ortaya koymuşlardır. Ulrych ve Bishop [46] maksimum entropi spektral analiz ve otoregresif ayrıştırma işlemlerini geliştirmişlerdir. Ooe ve Ulrych [25] üstel bir dönüşüm

kullanarak minimum entropi dekonvolüsyonunu etkinleştirmişlerdir. Ulyrch ve Matsouka [48] önkestirim dekonvolüsyon çıkışının karakterini vermişlerdir. Robinson ve Treitel [35] tabakalı sistemin yansıma katsayıları için kısmi özilişkinin ilgisini ve maksimum entropiyi tartışmışlardır. Carrion ve Foster [5] prekritik yansıma ve kırılma verisi kullanarak sismik izin ters çözümünü iyileştirmişlerdir. Ulyrch ve Walker [47] doğrusal minimum entropiyi tartışmışlardır. Tablo 1.1’ de dekonvolüsyon türleri ve uygulama alanları ile ilgili bir özet sunulmaktadır.

Tablo 1.1. Dekonvolüsyon Türleri ve Uygulama Alanları.

<i>Dekonvolüsyon Türü</i>	<i>Uygulama</i>
<i>İğnecikleştirme Dekonvolüsyonu</i>	Sismik verideki kaynak dalgacığını iğneciğe dönüştürür ve zamansal ayrımlılığı artırır.
<i>Kestirim Dekonvolüsyonu</i>	Verideki tekrarlı yansımaların bastırılmasında kullanılır.
<i>Dalga Formu Dekonvolüsyonu</i>	Bir dalgacığı diğerine (genellikle karışık fazlı dalgacığı minimum fazlı dalgacığa) dönüştürmekte kullanılır.
<i>Adaptif Dekonvolüsyon</i>	Dekonvolüsyon parametrelerinin işlem sırasında otomatik olarak değiştirildiği dekonvolüsyon türüdür.
<i>Homomorfik Dekonvolüsyon</i>	Veriyi dalgacık ve yer içinin yansıma katsayılarının ayrıştırılabildiği kepstrum ortamına dönüştürür.
<i>Maksimum Entropi (Burg) Dekonvolüsyonu</i>	Verideki kestirebilir ve gelişigüzel bileşenlerin bulunmasında entropi ölçütünü kullanır.
<i>Minimum Entropi Dekonvolüsyonu</i>	Sinyaldeki düzensizliği azaltmaya çalışarak verinin zamansal ayrımlılığını artırır.
<i>Yüzey Uyumlu (surface consistent) dekonvolüsyon</i>	Sinyali kaynak, alıcı, ofset ve yansıma katsayılarının etkisine ayrıştırır ve AVO çalışmalarında kullanılır.
<i>Frekans ortamı dekonvolüsyonu</i>	Dekonvolüsyon süzgecinin belirlenmesi işlemi frekans ortamında yapılır ve dalgacık kestirimi kullanılır.

Çeşitli amaçlarla kullanılan birçok dekonvolüsyon türü mevcuttur. Önkestirim dekonvolüsyonu bunlardan sadece biridir. Robinson [33] tarafından tanımlanan önkestirim dekonvolüsyonunun, tekrarlıların sönümlenmesi için kullanışlı bir araç olduğunu ifade etmiş ve daha sonra bu düşünce Peacock ve Treitel [27] 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. Robinson [34] tarafından tanımlanan ‘Dinamik Önkestirim Dekonvolüsyonu’ (Dynamic Predictive Deconvolution) dinamik yansıma katsayıları kullanılarak sadece yakın yüzey ardışık tekrarlıları (reverberasyonları) değil tüm atış kaydının ardışık tekrarlılarını söğürülabileceğini belirtmiştir. Morley ve Clearbout [22] sıfır ofset kabulünden kaynaklanan yüzey uyumlu tekrarlı yansımaların ön işlemler ile atılması gerektiğini belirtmiştir. Gibson ve Lerner [13] önkestirim dekonvolüsyonunun karışık fazlı kaynak dalgacıklarına çözüm olabileceğini göstermiştir. Koehler ve Taner [18] conjugate-gradient algoritmasını önkestirim dekonvolüsyonunda kullanmışlardır. Ulrych ve Matsuoka [48] minimum fazlı olmayan kaynak dalgacıklarının yinelemeli bir yöntemle faz düzeltmesi (phase correction) yöntemi ile karşılaştırarak kestirim uzaklığı parametresinin dalgacığın periyoduna eşit olması gerektiğini belirtmiştir. Porsani ve Ursin [29] çok kanallı önkestirim dekonvolüsyonu yöntemini kullanarak tekrarlı yansımaların daha iyi bastırılabilceğini göstermişlerdir.

Dekonvolüsyon ile ilgili birçok çalışma Society of Exploration (SEG)' in 1936 yılından bu tarafa yayınlanmış tüm sayılarında bulunmaktadır. Webster [50], Osman ve Robinson [26], Robinson ve Osman [36]. Özellikle birçok mükemmel örnek de Yılmaz [51]' de bulunabilir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

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. Bu nedenle dikkatle yapılması gereken bir işlemdir. Önkestirim dekonvolüsyonu kaydın öz ilişkisinden kestirilen parametreler (kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu) ile tasarlanan süzgeç yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca öz ilişki fonksiyonundan belirlenen en yakın ikinci olay öz ilişki 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 birebir etkilemektedir.

Buna göre, 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 ön kestirim 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 etkidiği detaylı olarak incelenmiştir.

Bunun için ProMax yazılımı üzerinde ön işlemler uygulanan atış verilerine MatLab arayüzünde geliştirilen bir program sayesinde verilerin özilişkileri uzaklık bağımlı olarak analiz edilmiştir ve kestirim uzaklığı ve operatör uzunluğu parametreleri belirlenerek atış verilerine önkestirim dekonvolüsyon uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, geleneksel kullanıma göre uzaklık bağımlı parametre seçimi çok daha yansıma koruyucu ve tekrarlıları sönümleyicidir. Uzaklık bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu her sismik sinyal için farklı parametreler sağlayarak yakın alıcılarda dekonvolüsyon operatörünün etkinliğini arttırmış ve uzak alıcılarda frekans soğrulmasına bağlı olarak artan kaynak dalgacığının periyodundan kaynaklanacak hataları da giderebilmiştir.

1.3. Konvolüsyon Modeli

Konvolüsyon, bir dalga formunun bir süzgeç içinden geçerken uğradığı değişimi matematiksel olarak ifade eden matematiksel bir işlemdir. Zamanla değişmeyen kararlı bir sistemin girişi ile çıkışı arasında bir konvolüsyon işlemi vardır. Konvolüsyon katlamalı bir çarpım işlemidir.

$x(t)$ ve $y(t)$ dizileri için konvolüsyon işlemi analitik olarak

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(t - \tau)d\tau \quad (1.1)$$

şeklinde ifade edilir (Yılmaz, 2001). Burada, τ kayma miktarıdır.

Zaman ortamındaki konvolüsyon işlemi frekans ortamında çarpma işlemidir.

$$\begin{aligned} f(t) &= x(t) * y(t) \\ F(w) &= X(w).Y(w) \end{aligned} \quad (1.2)$$

burada, $w=2\pi f$ açısal frekans değişkenini gösterir (Yılmaz, 2001). Aşağıda Tablo 1.2 zaman ortamındaki konvolüsyon işleminin uygulamasını açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 1.2. $x(t)$ ve $y(t)$ dizileri için konvolüsyon işlemi uygulaması.

		x_0	x_1	x_2				Çıkış
y_2	y_1	y_0					$\tau = 0$	$f(0) = x_0 y_0$
	y_2	y_1	y_0				$\tau = 1$	$f(1) = x_0 y_1 + x_1 y_0$
		y_2	y_1	y_0			$\tau = 2$	$f(2) = x_0 y_2 + x_1 y_1 + x_2 y_0$
			y_2	y_1	y_0		$\tau = 3$	$f(3) = x_1 y_2 + x_2 y_1$
				y_2	y_1	y_0	$\tau = 4$	$f(4) = x_2 y_2$

Yeryüzü farklı litolojilere ve fiziksel özelliklere sahip tabakalardan oluşur. Sismik yöntem, bu tabakaların yoğunlukları ve sismik dalgaların yayılma hızlarıyla ilgilenir. Hız ve yoğunluğun çarpımına akustik empedans denir. Tabakalar arası akustik empedans farklılığı sismik dalganın yansımaya neden olur. Tabaka sınırlarının akustik empedansları kullanılarak hesaplanan yansımaya katsayılarının oluşturduğu diziye yansımaya katsayıları serisi (reflection coefficient sequences) veya yansıtabilirlik (reflectivity) denir ve yer içine birim iğnecik fonksiyonunun kaynak sinyali olarak gönderilmesi sonucunda elde edilen tepkidir.

$$I_k = \rho_k \cdot V_k \quad .. \quad (1.3)$$

I : sismik empedans, ρ : yoğunluk, V : tabaka içindeki sıkışma hızı, k : arayüzey (Yılmaz, 2001).

Düşey olarak gelen düzlem bir dalga için yansımaya katsayıları,

$$C_k = \frac{I_{k+1} - I_k}{I_{k+1} + I_k} \quad (1.4)$$

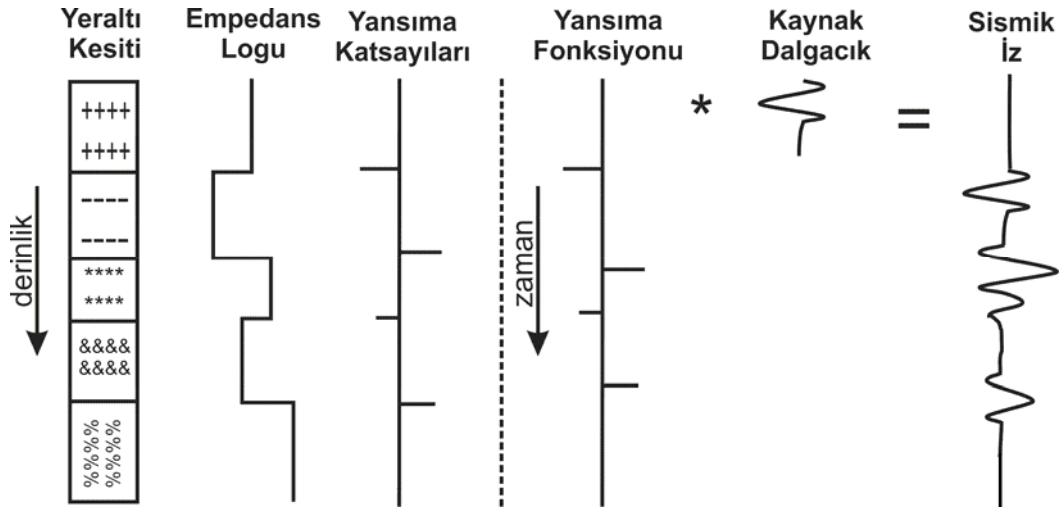
şeklinde hesaplanır (Yılmaz, 2001).

Hız değerleri göz önüne alındığında yoğunluk değerleri çok küçük kaldığından yoğunluk değerleri ihmal edilir. Bunun sonucunda (1.4) denklemi;

$$C_k = \frac{V_{k+1} - V_k}{V_{k+1} + V_k} \quad (1.5)$$

şeklini alır (Yılmaz, 2001).

Yansımaya katsayıları serisinin sismik dalgacık ile konvolüsyonu sonucunda yapay sismik iz elde edilir. Sismik iz, her bir ara yüzeyin yansımaya katsayılarının kaynak dalgacığıyla ayrı ayrı konvolüsyonu sonucunda elde edilen sismogramların toplanmasıyla veya yerin yansımaya katsayıları serisinin dalgacıkla konvolüsyonu sonucunda elde edilir. İki işlemin sonucu da toplamsallık (superposition) ilkesine göre aynı olacaktır. Şekil 1.1 konvolüsyon modelini açıklamaktadır. Şekilde sırasıyla akustik empedansın derinlikle değişimi olan log bilgileri, zaman bağımlı seri bilgileri ve sismik iz sonucu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Konvolüsyonel model (Yılmaz, 2001 den uyarlanmıştır).

Yeraltına gönderilen kaynak dalgacığı, yansıma katsayılarıyla ilişkili olarak kendini şekillendirir. Eğer ara yüzeyler arası mesafe birbirinden yeterince uzaksa her bir ara yüzeyden gelen yansımalar birbirinden ayrılabilir, birbirine yakın olan ara yüzeyler için yansımalar karışır ve ayrımlanabilmesi zorlaşır, bu olaya girişim denir. Girişen bu olayların birbirlerinden ayrılarak yansıma katsayıları serisinin elde edilmesi konvolüsyon işleminin tersi olan dekonvolüsyon işlemi ile gerçekleştirilir.

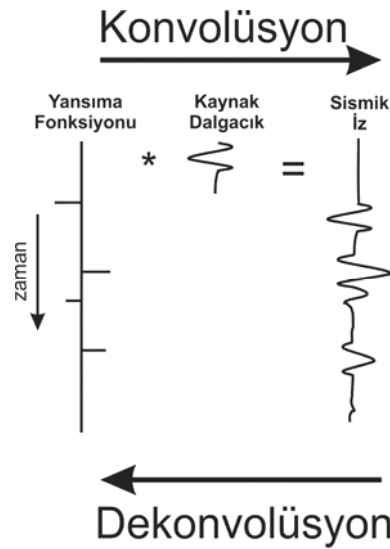
Dekonvolüsyon işlemi kaydedilen sinyaldeki kaynak dalgacığının etkisini yok ederek yansıma katsayıları serisini elde etmeyi hedefler.

Kaydedilen sinyalin konvolüsyon modeli;

$$s(t) = w(t) * r(t) + n(t) \quad (1.6)$$

şeklinde tanımlanır (Yılmaz, 2001). Burada $s(t)$ kaydedilen sinyal, $w(t)$ sismik kaynak dalgacığı, $r(t)$ yansıma katsayıları serisi ve $n(t)$ gelişigüzel gürültüyü ifade eder.

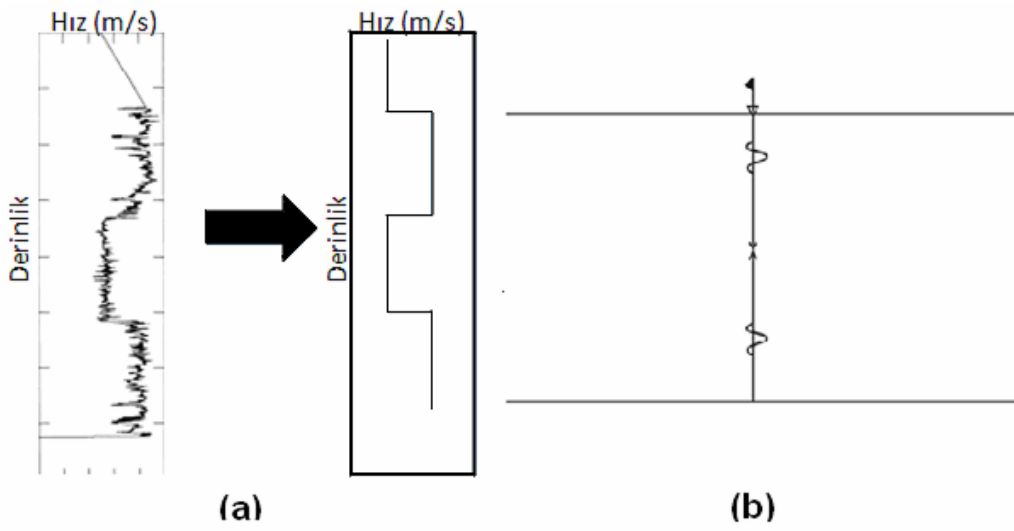
(1.6) denkleminde sadece kaydedilen sinyal $s(t)$ bilinmektedir. Yansıma katsayıları serisi $r(t)$ dekonvolüsyon işlemi ile bulunmaya çalışılır. Kaynak dalgacığı $w(t)$ genellikle bilinmez, gürültü bileşeni $n(t)$ ise önceden kestirilemez. Bu durumda dekonvolüsyon işlemini gerçekleştirmek zordur. Bu nedenle bazı varsayımlar yapılarak konvolüsyon işlemi basite indirgenir (Şekil 1.2). Daha sonra dekonvolüsyon işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 1.2. Konvolüsyon ve dekonvolüsyon işleminin şematik olarak gösterimi.

1.4. Dekonvolüsyon İçin Varsayımlar

Varsayım 1. Yer altı yatay ve sabit hızlı tabakalardan oluşmuştur ve kaynak dalgacığı tabaka sınırlarına dik olarak seyahat etmektedir (Şekil 1.3). Bu şartlar altında sadece dik olarak seyahat eden P dalgası oluşmaktadır. Gerçekte sismik yansıma çalışmaları sıfır açılım kullanılan bir çalışma yöntemi değildir, fakat konvolüsyon modelini basitleştirmek için bu varsayım yapılmaktadır.

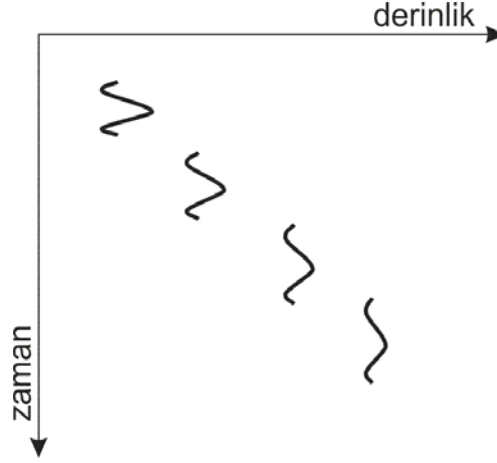


Şekil 1.3. (a) Akustik log yardımıyla belirlenmiş yer içi hız değişimi ve (b) sismik dalgaların oluşumu (sıfır ofset).

Bu varsayım yapısal olarak karmaşık alanlarda ve yanal yönde hız değişimi bulunan bölgelerde geçersizdir. Ayrıca sismik kaynak düzlem değil küresel dalga alanı üretmektedir.

Varsayım 2. Kaynak dalga şekli durağandır ve yer içinde seyahat ederken değişmez.

Yeraltına gönderilen sinyalin, derinliğe ve uzaklığa bağlı olarak genliği azalır ve yüksek frekansları soğurulur (Şekil 1.4). Zamanla sönümlenen bir dalgacığın doğada modellenmesi olanaksızdır. Kaynak dalgacığın bu sönümlenmesini gidermek için genlik ve frekans kazancı uygulanabilir. Bu işlemler, sismik veri işlemin parçalarıdır fakat hiçbir düzeltme kaynak dalgacığın doğadaki değişimini gideremez. Bu nedenle uzaklıkla dolaylı olarak zamanla kaynak dalgacığın değişmediği kabul edilerek konvolüsyon modeli oluşturulur.



Şekil 1.4. Sismik kaynak dalgacığının zamana ve derinliğe bağlı değişimi.

Varsayım 3. Sinyaldeki gürültü bileşeni sıfırdır.

Kaydedilen sismik sinyalde her zaman bir gelişigüzel gürültü bileşeni vardır. Bu bileşen önceden kestirilemez. Dekonvolüsyon işlemi sinyaldeki gürültü bileşeninin sıfır olduğu varsayımına gereksinim duyar. Bu durumda denklem (1.6) daki $n(t)$ terimi işlemiden çıkarılmış olur (Yılmaz, 2001).

$$s(t) = w(t) * r(t) \quad (1.7)$$

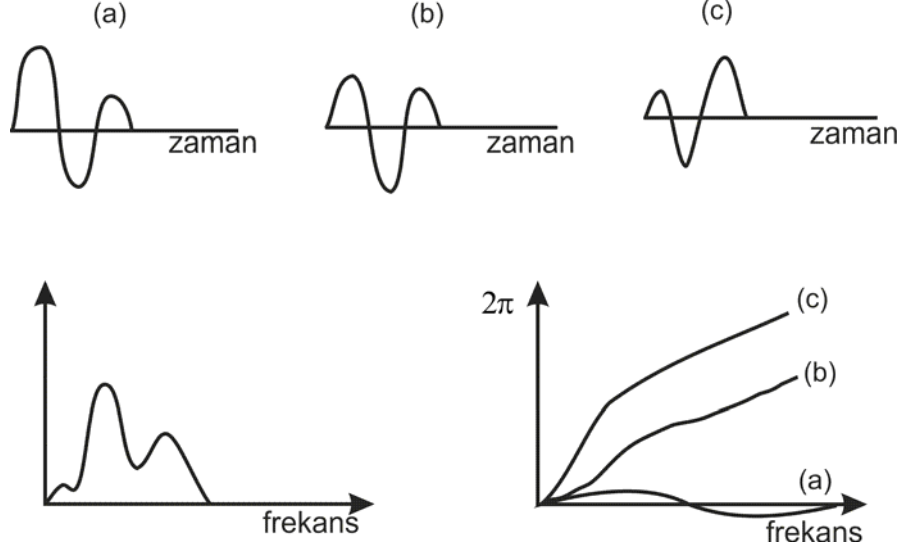
Varsayım 4. Kaynak dalga formu bilinmektedir.

Bu varsayım denklem (1.7)' daki $w(t)$ teriminin bilindiğini kabul etmektedir. Ancak üretilen dalgacığın şekli genelde bilinmez. Üretilen sinyalin ilk oluştuğu andaki dalga formu bilinse bile, kaydedilen sinyal çeşitli etkilere maruz kalmakta ve hem genlik hem de frekans içeriği açısından değişmektedir. Kaynakta bir değişim olmadığı varsayılarak sabitlenmek istenir.

Varsayım 5. Sismik dalgacık minimum fazlıdır.

Minimum fazlı dalgacıkların enerjisi ön kısımda toplanmıştır ve zamanla sönümlenen yakınsak bir karakterdedir. Minimum fazlı bir dalgacığın kararlı bir tersi vardır. Eğer dalgacık minimum fazlı (yakınsak) değilse, kararlı bir tersi olmayacaktır ve dekonvolüsyon (ters çözüm) işlemi de kararsızlıklar doğuracaktır. Bu varsayım altında

dekonvolüsyon işleminin matematiği ile ilişkilidir. Şekil 1.5’ de minimum, karışık ve maksimum fazlı dalgacıklar ve bunların genlik ve faz spektrumları gösterilmektedir.



Şekil 1.5. (a) Minimum, (b) Karışık, (c) Maksimum fazlı dalgacıklar, bu dalgacıkların genlik spektrumu ve faz spektrumları.

Varsayım 6. Yansıma katsayıları serisi gelişi güzeldir. Yani sinyalin öz ilişki ve genlik spektrumu sismik dalgacığın özilişkisi ve genlik spektrumu ile benzerdir.

Bu varsayım dekonvolüsyon operatörünün hesaplanmasında kullanılmaktadır. Dekonvolüsyon operatörü hesaplanırken kaynak dalgacığın özilişkisine ihtiyaç vardır. Kaydedilen sinyalin özilişkisi sıfır kaymada maksimum genliğe, diğer tüm kaymalarda küçük genliklere sahiptir. Sinyalin özilişkisiyle kaynak dalgacığının özilişkileri benzerdir. Bu durum sinyalin özilişkisinin ilk kısımları ve dalgacığın özilişkisinin sıfır olmadığı durumlar için geçerlidir. İşlemler yapılırken kaynak dalgacığı bilinmediği için kaydedilen sinyalin özilişkisi kullanılır. Fakat bu durum sadece yansıma katsayılarının gelişigüzel olduğu durumda geçerlidir.

Yansıma katsayıları serisi tam olarak gelişigüzel bir seri olmadığı için kaydedilen sinyalin özilişkisi kaynak dalgacığının özilişkisine eşit değildir sadece ilk kısımları kaynak dalgacığının özilişkisini yansıtır. Sinyalin özilişkisi kullanılarak ters bir süzgeç (dekonvolüsyon operatörü) elde edilebilir ve bu sayede bu tür bir dekonvolüsyon için kaynak dalga formunun bilinmesine gerek kalmaz.

Bu varsayımlardan hiçbiri gerçekte mümkün değildir. Fakat sismik yansıma çalışmalarında bu varsayımlara yakın veriler toplanmakta ve çeşitli ön veri işlem teknikleri

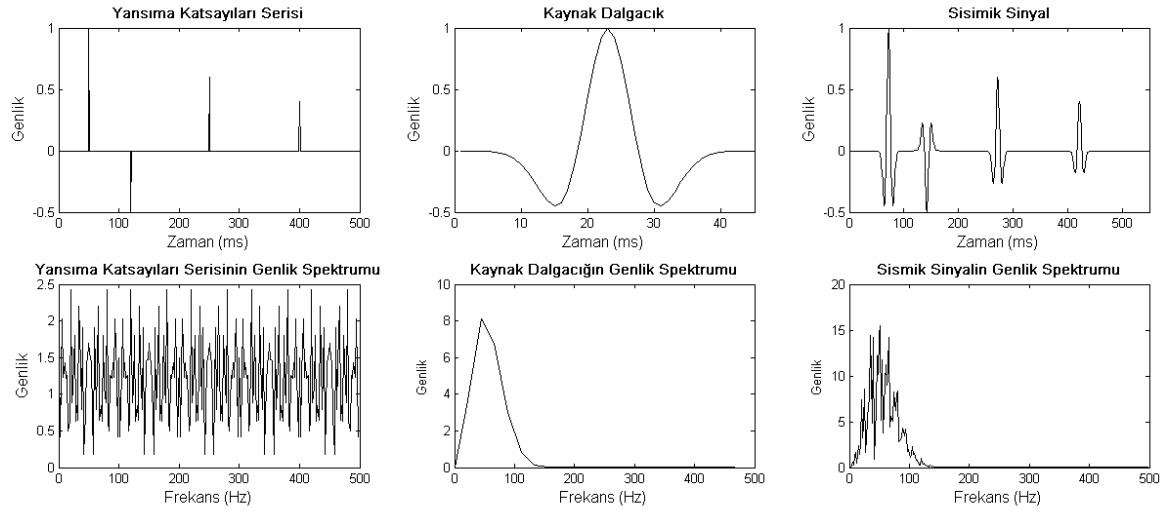
ile bu varsayımlara yaklaştırılmaya çalışılır. Eğer yeterli oranda yaklaşım sağlanamazsa dekonvolüsyon işlemi sağlıklı çalışmaz. Bu bir varsayımdan kaynaklanabileceği gibi birkaç varsayımın toplam etkisinden de kaynaklanabilir.

Sinyal ve kaynak dalgacığının genlik spektrumları da birbirine benzerlik gösterir. Sinyalin genlik spektrumu, sismik dalgacığın ve yansıma katsayıları serisinin spektrumlarının çarpımına eşittir (Yılmaz, 2001).

$$A_s(W) = A_w(W) \cdot A_r(W) \quad (1.8)$$

Burada; $A_s(W)$, $A_w(W)$, $A_r(W)$ sırasıyla $s(t)$, $w(t)$, $r(t)$ 'nin genlik spektrumlarıdır. Aslında sinyalin genlik spektrumunun yuvarlatılmış hali, dalgacığın genlik spektrumunun hemen hemen aynıdır. Genelde bu spektrumun genel şeklinin kaynak dalgacığından, hızlı değişen kısmının ise yansıma katsayıları serisinden ileri geldiği düşünülür (Şekil 1.6).

Sonuç olarak kaydedilen sinyal, sismik dalgacıkla benzer özelliklere sahiptir ve özilişkileri ile genlik spektrumları benzerdir.



Şekil 1.6. Yansıma katsayıları serisi ile kaynak dalgacığının konvolüsyonu sonucu oluşan sismik sinyal ve bunların genlik spektrumları.

1.5. İlişki

Genel olarak ilişki, fonksiyonların birbiriyle olan benzerliklerinin, bir zaman kayması fonksiyonuna göre kestirimidir. İlişki, aranan iki fonksiyon farklı ise bu işlem çapraz ilişki, eğer bir fonksiyonun kendisi ile olan benzerliğini araştırılıyorsa bu işlem öz ilişki adını alır. Çapraz ilişki işleminde iki bağımsız değişkenin (x_1, x_2 gibi) veya bir bağımsız değişken ile bağımlı değişkenin ($y(x), x$ gibi) benzerlikleri araştırılabilir. Özilişki işleminde ise bir fonksiyon içinde kendini tekrar eden olaylar veya fonksiyonu oluşturan kaynak araştırılır. Bu özellik sismik yansıma çalışmalarında tekrarlı yansımaların ortadan kaldırılmasında, modelleme çalışmalarında ve dekonvolüsyon yöntemlerinde önemli yer tutar.

1.5.1. Özilişki

Özilişki, çapraz ilişkinin özel bir durumudur ve sinyalin kendisi ile olan ilişkisine denir. Öz ilişki bir fonksiyonun kendisi olan çapraz ilişki sonucunda elde edilir.

$$R_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)x(t+\tau) dt \text{ veya } R_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t-\tau)x(t) dt \quad (1.9)$$

Denklem 1.9' da τ gecikme (lag) miktarıdır ve özilişki fonksiyonu en büyük değerini $\tau = 0$ 'da alır. Bu değer sinyalin enerjisine eşittir. Özilişki fonksiyonu simetrik ($R_{xx}(\tau) = R_{xx}(-\tau)$) ve çift bir fonksiyondur. Bu özelliği fonksiyonun hesaplanması sırasında avantaj sağlar. Çünkü özilişki fonksiyon hesaplamalarında ilk önce pozitif gecikmeler hesaplanır eğer negatif gecikmelere gerek duyulursa pozitif gecikmeler ters çevrilir ve böylece negatif gecikmelerde hesaplanmış olur.

Özilişki işleminde gecikme kavramı önemlidir. Eleman sayısı n olan bir fonksiyonun öz ilişki fonksiyonunun eleman sayısı $2n-1$ 'dir. Eğer sadece $\tau = 0$ ve pozitif gecikmeler hesaplanmak istenirse öz ilişki fonksiyonu $\tau(n)$ 'den $\tau(2n-1)$ 'e kadar alınmalıdır.

Özilişki fonksiyonun frekans ortamındaki görüntüsü, sinyalin güç spektrumuna eşittir. Çünkü hatırlanacak olursa, ilişki işleminin frekans ortamındaki tanımı, genlik

spektrumlarının çarpımı, faz spektrumlarının çıkarılması şeklindeydi. Dolayısıyla, bir sinyalin genlik spektrumunun karesi güç spektrumuna eşittir ve sinyal fazının kendisi ile çıkarılması faz bilgisini ortadan kaldıracaktır. Eğer sinyal öz ilişkisinden elde edilen güç spektrumundan Ters Fourier Dönüşümü ile geriye gidilirse, sinyalin sıfır fazlı temsili görünümü elde edilir.

1.6. Ters Süzgeç

Ters süzgeç, kaynak dalgacığının tersi kullanılarak uygulanan bir dekonvolüsyon işlemidir. Kaynak dalgacığının bilinmesi gerekmektedir. Ters süzgeç işleminde amaç kaydedilen sinyal $s(t)$ ile konvolüsyona sokulduğunda, yerin tahmini yansıma katsayıları serisi $r(t)$ 'yi veren bir $f(t)$ ters süzgeç operatörü elde etmektir. Ters süzgeç operatörü;

$$r(t) = f(t) * s(t) \quad (1.10)$$

ifadesiyle tanımlanır (Yılmaz, 2001). Bu ifade gürültü bileşeni içermeyen (1.7) denkleminde yerine yazılırsa;

$$s(t) = w(t) * f(t) * s(t) \quad (1.11)$$

elde edilir (Yılmaz, 2001). Bu eşitlik sadece

$$w(t) * f(t) = \delta(t) \quad (1.12)$$

durumunda gerçekleşir. Burada $\delta(t)$ birim iğnecik (unit implus veya kronecker delta) fonksiyonudur .

$$\delta(t) = \begin{cases} 1, & t = 0 \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (1.13)$$

Bu ifadeden $f(t)$ çözümlerse

$$f(t) = \delta(t) * \overline{w(t)} \quad (1.14)$$

elde edilir. Burada $\overline{w(t)}$ kaynak dalgacığının tersini temsil etmektedir. $\delta(t)$ ile konvolüsyon işleminin sonucu, konvolüsyona giren fonksiyonun kendisine eşittir. Bu durumda kaynak dalgacığın tersi süzgeç fonksiyonunu verecektir, fakat zaman ortamında böyle bir işlem gerçekleştirilemez. Bu işlem z-ortamında gösterilebilir (Denklem 1.15).

$$f(z) = \frac{1}{w(z)} \quad (1.15)$$

Sismik dalgacığın tersinden elde edilen $f(t)$ ters süzgeç operatörü, sismik dalgacığı $t = 0$ zamanında bir iğneciğe dönüştürecek. Bilindiği kabul edilen sismik dalgacığın doğrudan doğruya tersine eşit olan dekonvolüsyon operatörü ve kaydedilen sismik iz konvolüsyona sokularak, dekonvolüsyon uygulanmış sismik iz elde edilir (Şekil 1.7.).



Şekil 1.7. Şematik olarak ters süzgeçleme işleminin uygulanması

Bilindiği kabul edilen bu dalgacığın tersi matematiksel bölme işlemi ile değil, z dönüşümü kullanılarak hesaplanır.

1.6.1. Z-dönüşümü ile Kaynak Dalgacığının Tersisi

Z-dönüşümü, ayrık zaman serisini z değişkeninin üsleri ile ifade edilen bir polinoma dönüştürür. Bir zaman serisinin Z-dönüşümü, değişkeni z olan bir polinomdur. Polinomun katsayıları ayrık örnekleme değerleridir. Ayrık değerlerden oluşan x_n dizisinin elemanları;

$$x_n = x_0, x_1, x_2, x_3, \dots \quad (1.16)$$

ise bu dizinin z -dönüşümü,

$$x(z) = x_0 + x_1z + x_2z^2 + x_3z^3 + \dots \quad (1.17)$$

şeklinde verilir (Dondurur, 2009). z -dönüşümü ile kaynak dalgacığının tersi

$$w(t) * \bar{w}(t) = \delta(t) \quad (1.18)$$

$$z\{\delta(t)\} = 1 \quad (1.19)$$

$$w(z) \cdot \bar{w}(z) = 1 \quad (1.20)$$

$$\bar{w}(z) = \frac{1}{w(z)} \quad (1.21)$$

şeklinde elde edilir (Dondurur, 2009).

Bir fonksiyonun z -dönüşümünün tersi Taylor seri yaklaşımı ile bulunabilir. Bir $f(x)$ fonksiyonun sıfır civarındaki Taylor serisi yaklaşımına MacLaurin serisi denir ve

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \frac{f'''(0)}{3!}x^3 + \dots \quad (1.22)$$

şeklindeki sonsuz seri açılımı ile bulunabilir (Dondurur, 2009).

Örnek olarak,

$$w(t) = (2, -1)$$

dalgacığının Z-dönüşümü,

$$w(z) = 2 - 1z$$

elde edilir. Buradan bu dalgacığın tersi,

$$\bar{w}(z) = \frac{1}{(2-z)}$$

$$\bar{w}(z)' = \frac{1}{(2-z)^2} \quad \bar{w}(z)'' = \frac{2}{(2-z)^3} \quad \bar{w}(z)''' = \frac{6}{(2-z)^4} \quad \bar{w}(z)'''' = \frac{24}{(2-z)^5}$$

$$\bar{w}(z) = \frac{1}{2} + \frac{1}{4}z + \frac{1}{8}z^2 + \frac{1}{16}z^3 + \frac{1}{32}z^4 + \dots$$

sonsuz sayıda terimin toplamı ile ifade edilir. Bu serinin katsayıları süzgeç operatörüne eşittir.

$$f(t) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \dots\right)$$

Bu operatörün katsayıları hızlı bir şekilde sıfıra yaklaşmasına rağmen sonsuz sayıdadır. Pratikte operatör boyu herhangi bir süzgeç işleminde olduğu gibi bir noktadan sonra kesilerek tıraşlanır.

Z-dönüşümü ile Fourier dönüşümü arasında doğrusal bir ilişki vardır. Z-dönüşümünde z 'nin üssü zaman gecikmesini belirtir. Örnekte birinci terim $t = 0$ ' da, ikinci terim ise $t = \Delta t$ zamanındadır. Yani ilk terimde gecikme sıfırdır ve z sıfır gücüne yükselir, ikinci terimde gecikme birimi mevcuttur ve z ilk gücüne çıkar.

Z-dönüşümünün genel formülü $A(z) = \sum a_i z^i$ olarak verilebilir. Fourier dönüşümü ile ilişki kurulursa, ω açısal frekans, Δt örnekleme aralığı olarak alınır ve formüle $z = e^{i\omega t}$ değeri yerleştirilirse bu dönüşüm Fourier dönüşümü şekline gelir.

$$z = e^{-iw\Delta t} \quad (1.23)$$

Tablo 1.3' de z-dönüşümü ile belirlenen ters süzgeç katsayılarının giriş dalgacığı ile konvolüsyonu gösterilmektedir.

Tablo 1.3. $w(t) = (2, -1)$ giriş dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk üç teriminin dekonvolüsyon işlem tablosu.

		2	-1			Çıkış
1/8	1/4	1/2				1
	1/8	1/4	1/2			0
		1/8	1/4	1/2		0
			1/8	1/4	1/2	-0,125

Elde edilen ters süzgeç operatörünün, dalgacık ile konvolüsyonu ile elde edilen çıkış ideal değildir, fakat giriş dalgacığına göre iğnecik formuna daha yakındır. Süzgeç operatöründe kullanılan terim sayısı artırıldıkça çıkış istenen iğnecik formuna daha çok yaklaşır ancak operatör mutlaka sonlu bir uzunlukta olacağı için elde edilen çıkış asla ideal bir iğnecik olmayacaktır. Tablo 1.4' de hesaplanan ters süzgeç katsayılarının ilk 4 terimi ile konvolüsyonu gösterilmektedir. Görüldüğü gibi ilk 4 terimin kullanılmasıyla hata enerjisi 0.0625' e düşmüştür.

Tablo 1.4. $w(t) = (2, -1)$ giriş dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk dört teriminin dekonvolüsyon işlem tablosu.

			2	-1				Çıkış
1/16	1/8	1/4	1/2					1
	1/16	1/8	1/4	1/2				0
		1/16	1/8	1/4	1/2			0
			1/16	1/8	1/4	1/2		0
				1/16	1/8	1/4	1/2	-0,0625

Ters süzgeçleme işlemi minimum fazlı dalgacıklarda başarılı olmaktadır. Minimum fazlı dalgacıklarda enerji ön kısımda toplanmıştır ve dalgacığın kararlı ve yakınsak bir tersi vardır.

Maksimum fazlı bir dalgacık için ters süzgeç işlemi başarılı olmaz. Bunun nedeni de maksimum fazlı dalgacıklarda enerji arka kısımda toplanır ve dalgacığın tersinden elde edilen süzgeç operatörünün katsayıları serisi iraksak seri özelliği gösterir ve katsayılar gittikçe büyür. Böyle bir seriden elde edilen operatör hangi noktasından kesilirse kesilsin kullanılmayan katsayılar kullanılanlardan daha büyük olacaktır. Bunun sonucunda da istenilen ideal sonuçtan iyice uzaklaşılacaktır.

$w(t) = (-1,2)$ olan maksimum fazlı bir giriş dalgacığı incelenirse,

$$w(z) = -1 + 2z$$

$$\bar{w}(z) = \frac{1}{-1 + 2z} = -1 - 2z - 4z^2 - 8z^3 - 16z^4 \dots\dots$$

$$a(t) = \bar{w}(t) = (-1, -2, -4, -8, -16, \dots)$$

elde edilir. Tablo 1.5 bulunan süzgeç katsayılarının ilk üç terimi ile giriş dalgacığının konvolüsyon işlemini içermektedir.

Tablo 1.5. $w(t) = (-1,2)$ dalgacığı ile ters süzgeç operatörünün ilk üç terimi için dekonvolüsyon işlem tablosu.

		-1	2			Çıkış
-4	-2	-1				1
	-4	-2	-1			0
		-4	-2	-1		0
			-4	-2	-1	-8

1.6.2. En Küçük Kareler (EKK) Yöntemiyle Ters Süzgeçleme

Minimum fazlı giriş dalgacığı için ters süzgeçleme iyi sonuçlar üretebilmektedir. Ancak en küçük kareler (EKK) yaklaşımı ile bundan daha iyisi yapılabilir. EKK çözümü ile giriş dalgacığını en iyi iğneciğe dönüştürecek olan en uygun süzgeç katsayıları otomatik olarak bulunabilir.

Giriş dalgacığı ile süzgeç katsayılarının konvolüsyonundan İstenen çıkış (1,0,0) şeklinde bir iğneciktir. Ancak bu, uygulamada tam olarak gerçekleşmez. Bu durumda yığınsal hata enerjisi, E, istenilen çıkış ile gerçek çıkış arasındaki farkların karelerinin toplamıdır. E'yi en küçük yapan süzgeç katsayıları bulunmaya çalışılır. Bunun için E' nin süzgeç katsayılarına göre türevleri alınıp 0'a eşitlenir.

Giriş dalgacığı $w(t) = (2, -1)$ için (a,b) katsayılarına sahip iki terimli süzgecin konvolüsyonu istenen çıkış (1,0,0) şeklinde bir iğneciktir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6. EKK yöntemi uygulamasının şematik gösterimi.

	2	-1		Gerçek çıkış	İstenen çıkış
b	a			2a	1
	b	a		2b-a	0
		b	a	-b	0

Denklem 1.24' de E terimi en küçük kareler çözümünde hata enerjisini göstermektedir.

$$E = [(2a) - 1]^2 + [(2b - a) - 0]^2 + [(-b) - 0]^2 \quad (1.24)$$

Hatanın minimum olması demek bu denklemlerin ayrı ayrı türevlerinin sıfıra eşit olması demektir (Denklem 1.25)

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial a} &= 10a - 4b - 4 = 0 \\ \frac{\partial E}{\partial b} &= 10b - 4a = 0 \end{aligned} \quad (1.25)$$

Denklem 1.25' den elde edilen iki bilinmeyenli iki denklem Denklem 1.26' daki gibi matris formunda yazılabilir.

$$\begin{aligned} 5a - 2b &= 2 \\ -2a + 5b &= 0 \end{aligned}$$

Bu denklemler matris formatında yazılırsa (Denklem 1.26);

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 \\ -2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1.26)$$

Bu denklemden $a = 10/21$, $b = 4/21$ olarak hesaplanır. Tablo 1.7' de Denklem 1.26 ile elde edilen a ve b ters süzgeç katsayılarının kaynak dalgacık ile konvolüsyonu gösterilmektedir.

Tablo 1.7. EKK yaklaşımıyla elde edilen süzgeç katsayıları (10/21,4/21) kullanılarak yapılan dekonvolüsyon işlem sonucu.

	2	-1		Gerçek çıkış	İstenen çıkış
4/21	10/21			0,95	1
	4/21	10/21		-0,095	0
		4/21	10/21	-0,19	0

EKK uygulamasından elde edilen sonuç ters süzgeç uygulamasından elde edilen sonuca göre ideal iğneciğe daha yakındır. Giriş dalgacığını maksimum fazlı $w(t) = (-1,2)$ olarak alıp işlem yapılırsa (Tablo 1.8).

Tablo 1.8. Maksimum fazlı dalgacık için EKK yönteminin uygulanması.

	-1	2		Gerçek	İstenen
b	a			-a	1
	b	a		-b+2a	0
		b	a	2b	0

$$E = (-a - 1)^2 + (-b + 2a - 0)^2 + (2b - 0)^2$$

$$\frac{\partial E}{\partial a} = 10a - 4b + 2 = 0$$

$$\frac{\partial E}{\partial b} = 10b - 4a = 0$$

$$5a - 2b = 1$$

$$-2a + 5b = 0$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 \\ -2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$a = -\frac{5}{21} \quad b = -\frac{2}{21}$$

Elde edilen ters süzgeç katsayıları (a ve b) ile kaynak dalgacığın konvolüsyonu sonucu gerçek çıkış istenen çıkış ile örtüşmemektedir (Tablo 1.9).

Tablo 1.9. EKK yaklaşımıyla elde edilen süzgeç katsayıları (-5/21,-2/21) kullanılarak yapılan dekonvolüsyon işlem sonucu.

	-1	2		Gerçek	İstenen
-2/21	-5//21			0,238	1
	-2/21	-5/21		-0,38	0
		-2/21	-5/21	-0,19	0

Maksimum veya karışık fazlı dalgacıkların katsayıları yakınsak bir seri olmadığından bu dalgacıkların tersi kullanılarak yapılan dekonvolüsyon işlemi doğru sonuçlar üretmemektedir (Tablo 1.9).

1.6.3. En Uygun (Optimum) Wiener Süzgeçleri

$w(t) = (2, -1)$ minimum fazlı giriş dalgacığını $(1,0,0)$ iğneciğine dönüştürürken elde edilen denklem sisteminden

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 \\ -2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki denklemin sol tarafının giriş dalgacığının özilişki değerlerinden, sağ tarafının ise istenen çıkış ile giriş dalgacığının çapraz ilişki değerlerinden oluştuğu görülür (Tablo 1.10 ve 1.11).

Tablo 1.10. $w(t) = (2,-1)$ dalgacığının özilişkisi.

2	-1		Çıkış
2	-1		5
	2	-1	-2

Tablo 1.11. İstenen çıkış (1,0,0) ile girişin $w(t) = (2,-1)$ çapraz ilişkisi.

-1	0	0		Çıkış
2	-1			2
	2	-1		0
		2	-1	0

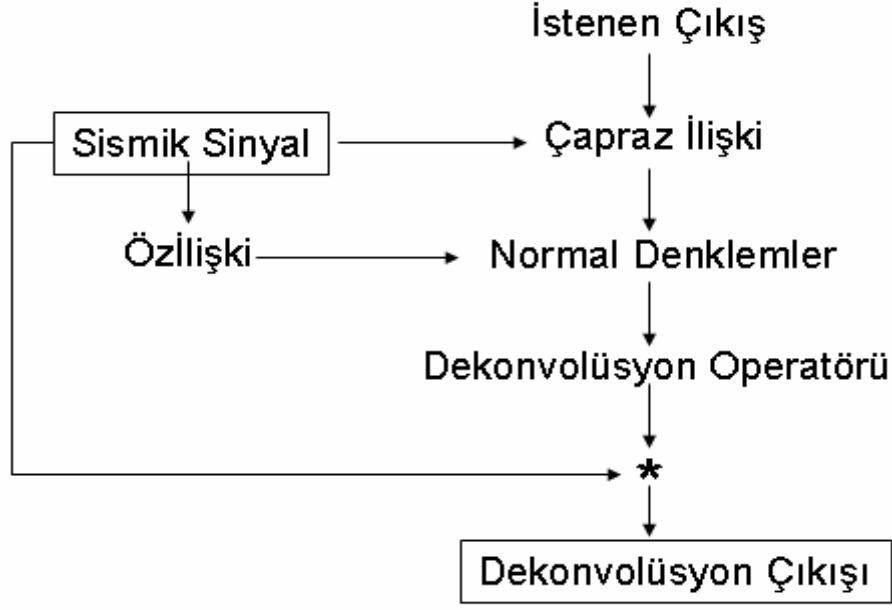
Bu gözlemler Wiener tarafından genelleştirilerek giriş dalgacığını arzu edilen herhangi bir çıkışa çeviren süzgecin elde edilmesi için kullanılacak şekilde getirilmiştir.

n elemanlı bir Optimum Wiener Süzgeci için genel denklem sistemi

$$\begin{bmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & \dots & r_{n-1} \\ r_1 & r_0 & r_1 & \dots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & r_0 & \dots & r_{n-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \dots & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_0 \\ g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_{n-1} \end{bmatrix} \quad (1.27)$$

şeklinde yazılabilir (Peacock ve Treitel,1969). Burada r_i giriş dalgacığının özilişkisi, a_i bulunmak istenen süzgeç katsayıları (dekonvolüsyon operatörü) ve g_i istenen çıkış ile girişin çapraz ilişkisidir. Elde edilen bu denklem sistemine ‘normal denklemler’ adı verilir (Robinson ve Treitel, 1967). Özilişki matrisi ‘Toeplitz matrisi’ olarak bilinir ve Levinson algoritması ile çözülebilir. Pratikte Optimum Wiener süzgeç teorisine dayalı algoritmalar Wiener-Levinson algoritmaları olarak bilinmektedir.

Bu denklem sistemi a_i değerleri için çözümlenerek dekonvolüsyon operatörü elde edilir. Bu operatör zaman ortamında giriş iziyle konvolüsyona sokularak dekonvolüsyon uygulanmış iz elde edilebilir (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Optimum Wiener süzgeçlerinin hesaplanması ve uygulanması.

Gerçek çıkış ile istenen çıkış arasındaki En Küçük Kareler hatası minimum olduğunda Optimum Wiener Süzgeci $(a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1})$ optimumdur. İstenilen çıkış sıfır noktasındaki iğnecik $(1,0,0, \dots)$ ise Wiener süzgeci En Küçük Kareler ters süzgeci ile aynıdır. En Küçük Kareler Süzgeci aslında Wiener süzgecinin özel bir durumudur.

Optimum Wiener Süzgeçleri çeşitli amaçlarla kullanılır. İstenilen çıkışın çeşitleri amaca uygun olarak seçilerek farklı türden uygulamalar gerçekleştirilebilir. İstenilen çıkışın çeşitleri; sıfır kaymalı iğnecik (iğnecikleştirme dekonvolüsyonu), girişin zamanda ilerlemiş hali (kestirim dekonvolüsyonu), sıfır fazlı dalgacık veya herhangi bir şekle sahip dalgacık (dalgacığın biçimlendirmesi) şeklinde olabilir.

1.7. Ön İşlemler

Dekonvolüsyon işlemi genelde ön veri işleminden sonra, hız analizinden önce yapılır. Çünkü dekonvolüsyon işlemi ile artan ayrırlılık hız spektrumlarına da yansımakta ve daha iyi kapanımlar elde edilmektedir. Bunun yanında yığma sonrasında da uygulanabilmektedir. Dekonvolüsyon işleminden kaynaklanan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler, dekonvolüsyon sonrası uygulanan bant geçişli süzgeç ve/veya f-k süzgeci ile atılabilmektedir (Tablo 1.12).

Tablo 1.12. Dekonvolüsyonun Veri-İşlemdeki Yeri.

<i>Veri Yükleme</i>
<i>Geometri Tanımlama</i>
<i>Statik Düzeltme</i>
<i>İz Ayıklama</i>
<i>İstenmeyen Alanların Atılması</i>
<i>Bant Geçişli Süzgeç ve/veya f-k Süzgeci</i>
DEKONVOLÜSYON
<i>Bant Geçişli Süzgeç ve/veya f-k Süzgeci</i>
<i>Ortak Derinlik Nokta İzlerinin Ayıklanması</i>
<i>Hız Analizi</i>
<i>Normal Kayma Zamanı Düzeltmesi</i>
<i>Yığma</i>
<i>Göç</i>

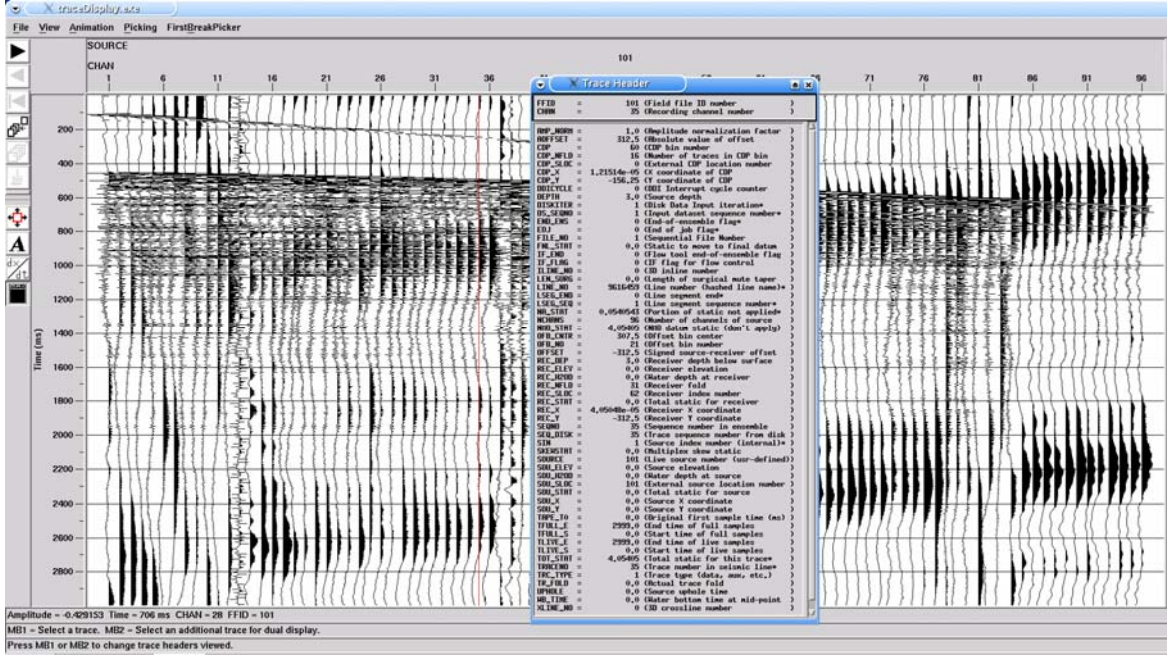
1.7.1. Veri Yükleme

Veri yükleme, en genel anlamıyla araziden toplanan sismik verinin, veri işlem yapılacak ortama aktarılmasıdır. Günümüzde Society of Exploration Geophysicists (SEG) tarafından tanımlanan farklı formatlarla (SEG2, SEG-Y, SEG-D vs) toplanan sismik veriler veri işlem yapılacak programına yüklenir. Kullanılacak olan veri-işlem programı veri formatını tanıması gerekir. Veri işlem programına yüklenen veriler bu veri işlem programının formatına uygun hale getirilir. Verinin başlıklarından kayıt parametreleri ve geometri parametreleri okunarak verinin özellikleri tanımlanmış olur.

1.7.2. Geometri Tanımlama

Genel olarak geometri tanımlama, kaynak ve alıcı yerlerini, atış aralığını dizilim türünü, yakınlarda, uzaklarda, atış aralığı gibi bilgilerin girilerek başlıklarda bulunmayan geometri bilgilerinin bir kütüğe yazılmasını sağlar. Şekil 1.9 geometrisi tanımlanmış bir atış grubunu ve bu atış grubunda bir ize ait olan geometri bilgileri ve diğer bilgiler

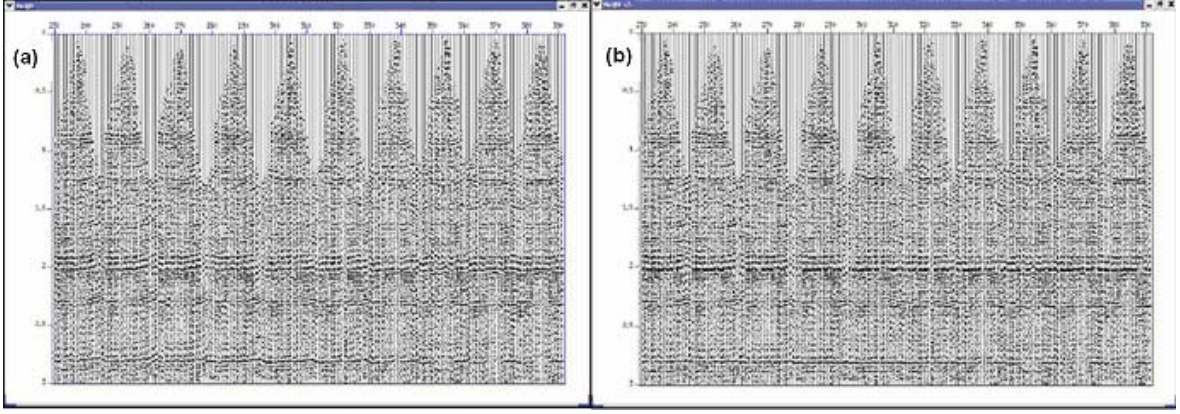
gösterilmektedir. Geometri bilgisi coğrafik koordinatlar olabileceği gibi, sadece kayıt parametrelerine bağlı olan ofset bilgileri de olabilir. Kaydedilen verinin geometri bilgisinin tanımlanması sonraki işlemlere olanak sağlayacaktır. Özellikle dekonvolüsyondan önce uygulanan F-K (Frekans-Dalga sayısı) süzgeci, kazanç ve sonra uygulanan Ortak Derinlik Noktası (ODN) ayıklama, hız analizi, NKZ, sismik göç gibi işlemler için gereklidir.



Şekil 1.9. Geometrisi yüklenen atış grubunda bir ize ait olan geometri bilgileri.

1.7.3. Statik Düzeltme

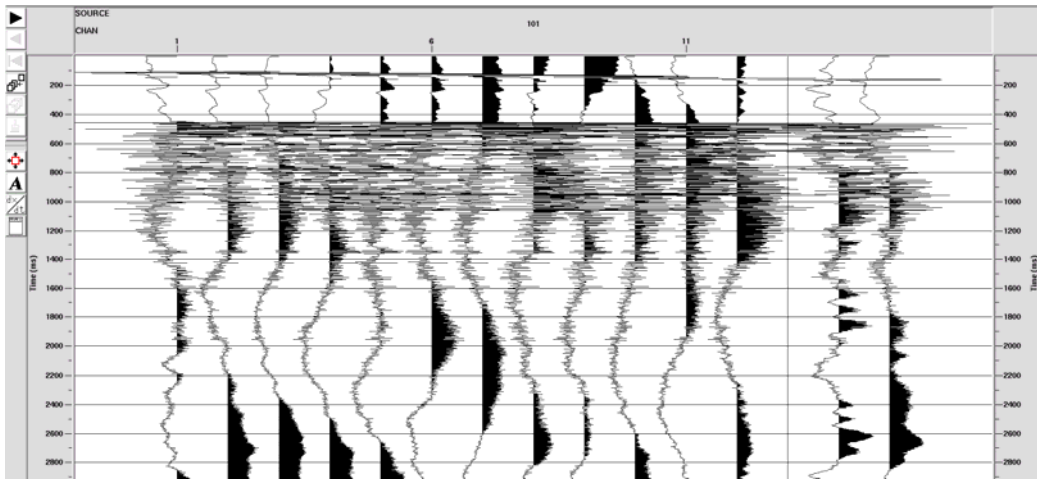
Sismik veri toplamada kaynak-alıcı yükselti farklılıkları (arazi statikleri), düşük hız tabakası (DHT)'nin hız ve kalınlığından dolayı düzgün hiperbolik bir yörünge üzerinde olması beklenen sismik yansıma zamanlarında göreceli zaman kaymaları oluşmaktadır. Bu zaman kaymaları doğru ve tam olarak giderilemediği sürece, sonraki veri işlem aşamalarının başarısı azalır ve sonuç kesitlerin yorumunda ciddi hatalarla karşılaşılır. Bu zaman kaymaları düzeltilme işlemi "statik düzeltmeler" olarak isimlendirilir ve en basit anlamda kaynak ve alıcılar bir indirgeme düzlemine (datum) indirgenir ve kırılma varışlarından belirlenen DHT etkisi de ilave edilerek toplam yansıma zamanına eklenir veya çıkarılır. Statik düzeltmelerin uygulanmasındaki temel gaye yığma işleminin dolayısıyla hız analizinin kalitesini artırmaktır (Güney, 2007).



Şekil 1.10. Statik düzeltme uygulanmamış (a), ve statik düzeltme uygulanmış ODN verisi (URL-1).

1.7.4. İz Ayıklama

İz ayıklama, sismik veride bulunan gürültülü izlerin veriden atılması işlemidir. Sismik verideki S/G oranının düşük olduğu izler, yani gürültünün çok baskın olduğu izler sismik çalışmalarda istenmezler ve iz ayıklama işlemi ile sıfırlanırlar (Şekil 1.11). Sismik yansıma çalışmasında gürültü genliği yüksek olan bu istenmeyen izler buldukları ODN gruplarında baskın olabilirler. Dolayısıyla diğer izleri de etkilerler. Bu nedenle ön veri işlem aşamalarında bu izler temizlenmesi gerekmektedir. Bunun yanında özilişki fonksiyonunda olayların sürekliliğini etkileyebilecek izlerin silinmesi, daha kolay bir özilişki analizi sağlar ve bu izler yığılma kesitinin kalitesini düşürmeyecektir.



Şekil 1.11. Atış grubunda bozuk olan 13. kanalın sıfırlanması.

1.7.5. İstenmeyen Alanların Atılması

Sismik yansıma çalışmalarında, yansıma bilgisi haricinde kalan tüm bilgiler istenmezler. Bu istenmeyen bilgiler atış gruplarında yansıma bilgilerinden ayrılabilirler. Yansıma bilgisinden ayrılabilen (girişim yok) bu olaylar atış gruplarından silinebilirler. S/G oranının düşük olduğu bazı bölümler de atış gruplarından atılabilir. Bu işlem seçilecek olan alanı atış gruplarından silecektir. Dolayısıyla gürültü olarak nitelendirilen bu olaylar özilişki fonksiyonuna da yansımayacak ve daha sağlıklı bir özilişki analizi yapılabilecektir.

1.7.5.1. Üst Kısımların Atılması

Doğrudan gelen dalgalar ve kırılma dalgaları gibi, ilk birincil yansımadan önce alıcıya ulaşan tüm varışlar kayıttan silinir (Şekil 1.12a).

1.7.5.2. Alt Kısımların Atılması

Atış grubunun en sonundaki düşük S/G oranına sahip kısım silinir (Şekil 1.12.a).

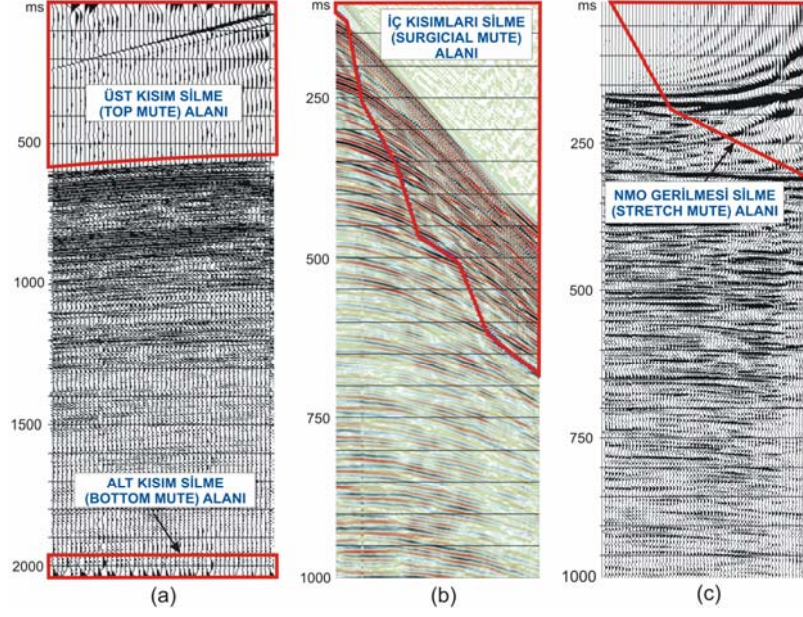
1.7.5.3. İç Kısımların Atılması

Atış gruplarının iç kısımlarında herhangi bir alandaki bozulma veya yüksek gürültülü alanın atılmasıdır (Şekil 1.12.b).

1.7.5.4. NKZ Gerilme Alanının Atılması

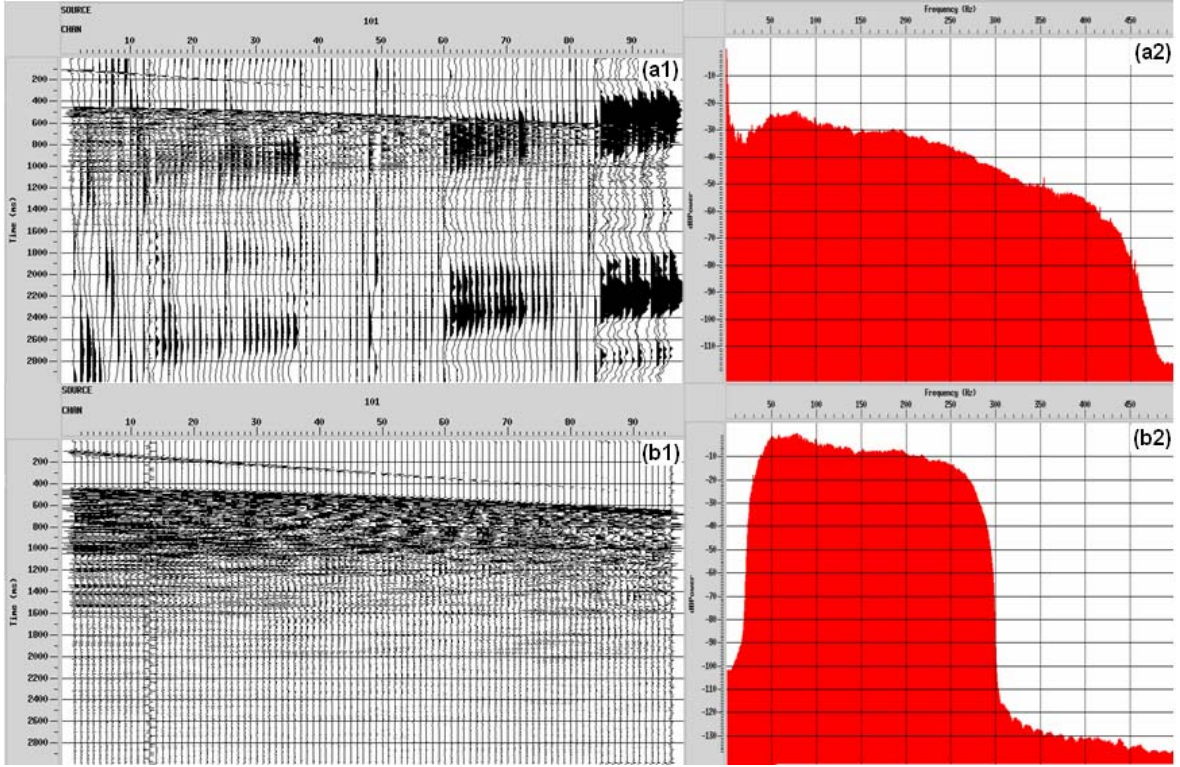
NKZ Düzeltmesi nedeniyle uzaklarda erken varışlarında oluşan çok düşük frekanslı gürültü bölgesi veriden atılır (Şekil 1.12.c).

İstenmeyen alanların atılması ile sismik veri birtakım gürültülerden arındırılacaktır. Bu gürültüler sabit eğimli kırılma varışları, doğrudan gelen dalgalar, yüzey dalgaları, hava dalgası vb olabilir. Tüm bu gürültüler hem yığma kesitinde, hem hız analizinde, hem de özilişki fonksiyonu üzerinden belirlenecek önkestirim dekonvolüsyonu parametrelerini belirlerken hatalara neden olabilir. İstenmeyen alanların atılması iyi bir özilişki analizi için gerekli bir ön veri işlem adımındır.



Şekil 1.12. (a) Üst ve alt kısımların (top, bottom mute), (b) İç kısımların (surgical mute) ve (c) NKZ gerilmesi kısımlarının atılması (NMO stretch mute) (Dondurur, 2009).

1.7.6. Bantgeçişli süzgeç



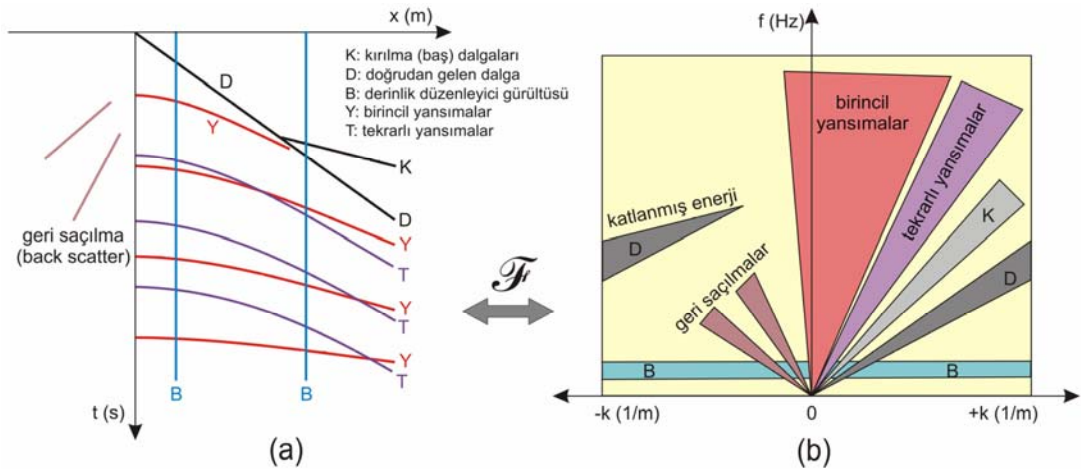
Şekil 1.13. Bantgeçişli süzgeç öncesi atış verisi (a1) ve genlik spektrumu (a2), belirlenen kesme frekansları ile bantgeçişli süzgeç sonrası veri (b1) ve genlik spektrumu (b2).

Bant geçişli süzgeç sismik veride istenmeyen düşük ve yüksek frekans bileşenlerinin süzülmesi işlemidir. Bu işlem hem frekans ortamında hem de zaman ortamında (frekans ortamında tasarlanan bir süzgeç yardımıyla) yapılabilir. Sismik yansıma çalışmalarında istenmeyen bilgiler yansıma bilgisinin frekans bandından düşük veya yüksek olabilir. Bu durumda bantgeçişli süzgeç kullanılarak bu istenmeyen bileşenler sismik veriden atılabilir. Şekil 1.13 gürültü olarak kabul edilen çok düşük ve yüksek frekanslı genliklerin bantgeçişli süzgeç ile veriden atıldığı durumu göstermektedir.

Bant geçişli süzgeç özellikle yansıma bilgisinin frekans bandından düşük ve yüksek frekansları olayları ve gelişigüzel gürültüyü sönmölemek için en yaygın kullanılan süzgeç çeşididir. Dekonvolüsyon işleminin varsayımlarına (Varsayım.3: sinyaldeki gürültü bileşeni sıfırdır.) yaklaşmak için gerekli bir ön veri işlemidir.

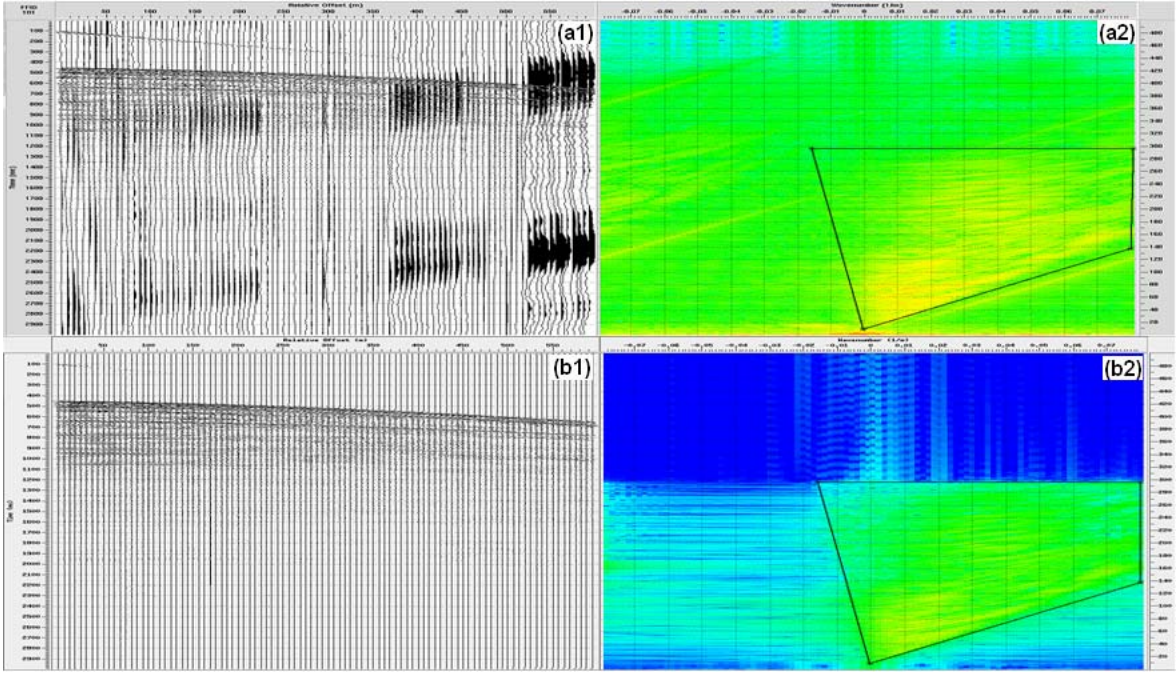
1.7.7. f-k Eğim Süzgeçleri

Sismik verilerde istenmeyen bilgiler farklı frekans içeriğine veya farklı hızlara sahip olabilirler. Eğer farklı frekans içeriğine sahipse bant geçişli süzgeç kullanılarak da süzülebilirler. Fakat aynı yansıma bilgileri ile aynı frekans içeriğine sahipse bantgeçişli süzgeç ile süzülemezler. Eğer bu gürültü bileşenleri yansılardan farklı hız bilgisine sahipse frekans-dalga sayısı ortamında farklı bölgelerde görüleceklerdir (Şekil 1.14). Bu şekilde bantgeçişli süzgeç ile silinemeyen istenmeyen olaylar frekans-dalga sayısı ortamında süzülebilirler. f-k süzgeçleri, bant geçişli süzgeç olarak da kullanılabilir.



Şekil 1.14. (a) Bir deniz sismiği atış grubunda görülebilecek olaylar (zaman ortamı), (b) Bunların 2B Fourier dönüşümü sonrası frekans ortamındaki şematik görünümü (f-k ortamı) (Dondurur, 2009).

Şekil.1.14' de bantgeçişli süzgeç ile silinemeyen ve aynı frekansta bulunan farklı olaylara ait genlikler, f-k eğim süzgeçleri ile silinebilirler. Böylece atış grubundaki gürültü en aza indirgenmiş olacaktır. Özellikle yüzey dalgası, hava dalgası, doğrudan gelen olayların silinmesinde kullanılan f-k eğim süzgeçleri daha iyi bir özilişki analizi için gereklidir. Şekil 1.15 f-k süzgecinin bir uygulamasını göstermektedir Yansıma olaylarına ait f-k bölgesi belirlenerek korunur, geri kalan kısımların genlikleri zayıflatılır. Tekrar zaman-uzaklık ortamına dönülerek süzgeçleme işlemi tamamlanır.



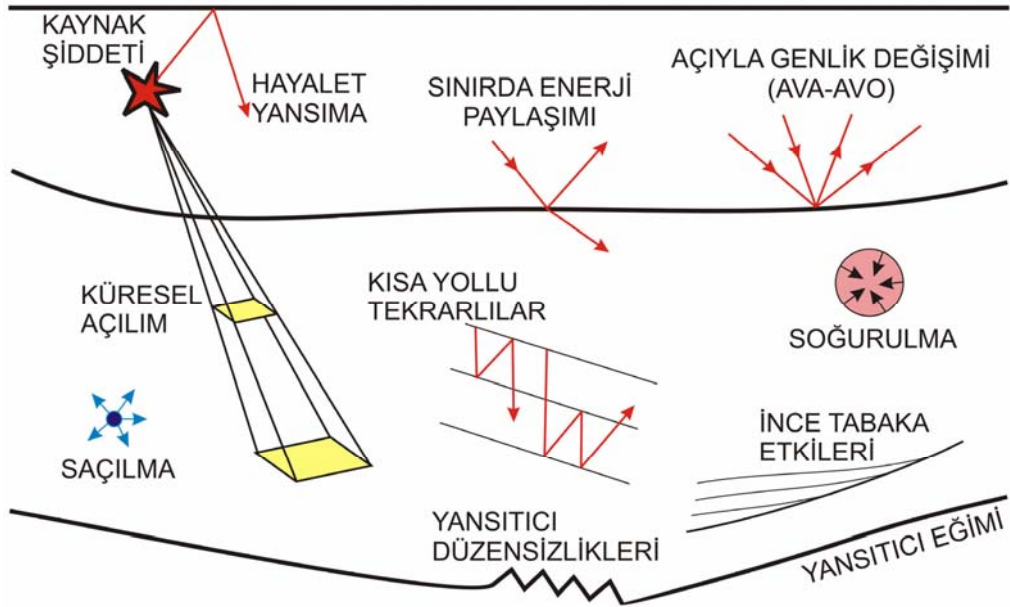
Şekil 1.15. f-k süzgeci öncesi atış verisi (a1) ve f-k spektrumu (a2), belirlenen poligon (a2,b2) ile f-k süzgeci sonrası veri (b1) ve f-k spektrumu (b2).

1.7.8. Genlik Kazancı

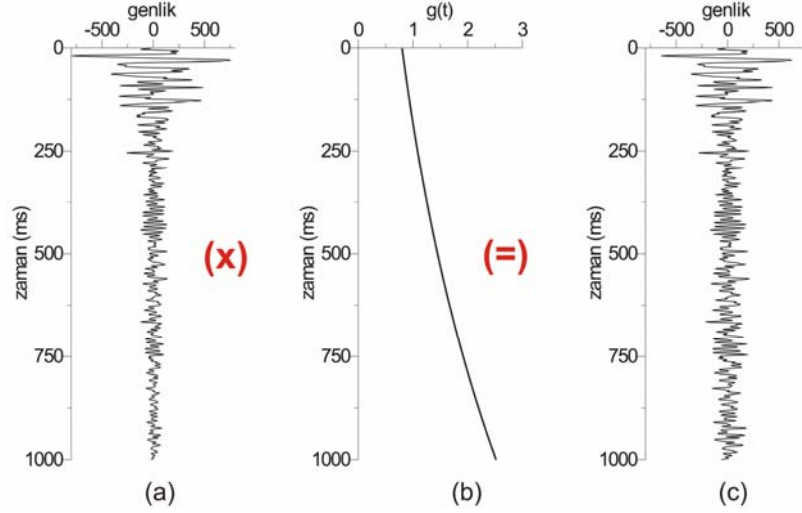
Kaynaktan çıkan sinyal yeraltında seyahati boyunca çeşitli etkilerden dolayı genlik soğurulmasına uğrayacaktır. Bu etkinin ana nedenleri küresel açılım ve tabaka içindeki enerji soğurmasıdır. Bunların dışında arayüzeylerde enerji paylaşımı, saçılmalar, tekrarlı yansımalar, hayalet yansımalar vb etkenler de sayılabilir. Bu faktörlerin birçoğu Şekil 1.16' da gösterilmektedir. Enerjideki bu soğurma çeşitli fiziksel ve istatistiksel bağıntılar ile sinyale geri kazandırma işlemine kazanç denir. Ancak hiçbir kazanç yöntemi gerçek soğurmayı bulamaz. Şekil 1.17' de kazanç uygulamanın önemi gösterilmiştir Böylece erken ve geç zamanlardaki genlikler dengelenmiştir.

Dekonvolüsyon işleminden önce kazanç işlemi uygulamak tavsiye edilmez fakat yüzeye yakın yansımalar sinyalde baskın olduğu gibi özilişki fonksiyonunda da baskın olacaktır. (Derin olayların etkilerini de özilişki fonksiyonunda görebilmek için kazanç uygulanmış atış grubunun özilişki fonksiyonundan kestirimler yapılarak, kazanç uygulanmamış atış grubuna dekonvolüsyon uygulanması tavsiye edilir.)

Dekonvolüsyondan önce uygulanan tüm bu ön işlemler, dekonvolüsyon için varsayımlara daha uygun bir atış grubu elde etmek için son derece gereklidir. Doğrudan gelen varışlar, kırılarak gelenler, yüzey dalgaları, deniz dalgası gürültüsü, hava dalgaları, rastgele gürültüler vs. sismik yansıma çalışmalarında gürültü olarak kabul edilirler. Bu nedenle ön veri işlem uygulanarak bahsi geçen gürültülerden kurtulmak gerekir. Atış gurubunda mümkün olduğunca yansıma genlikleri ve süzilemeyen tekrarlı genlikleri bırakılmalıdır. Aksi takdirde özilişkiden dalgacık ve tekrarlıların kestirimi sağlıklı olmayacaktır.



Şekil 1.16. Sinyalin genliğini etkileyen bazı faktörlerin şematik gösterimi. Bunların içinde küresel açılım ve soğurma, genlik üzerinde en önemli etkiye sahip işlemlerdir (Dondurur, 2009).



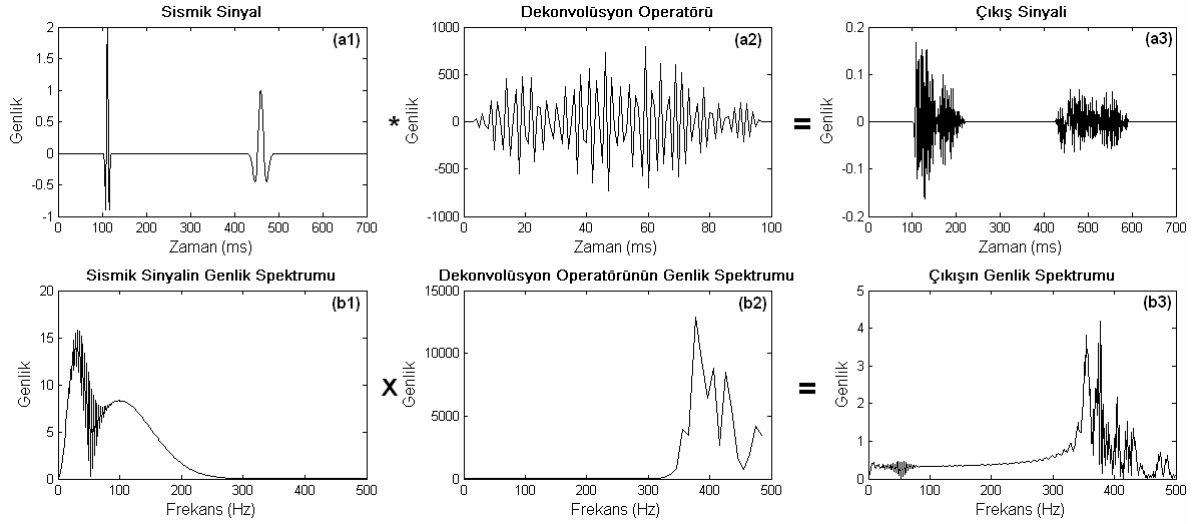
Şekil 1.17. (a) Ham sismik iz, (b) Kazanç eğrisi ve (c) Kazanç uygulaması sonrası sismik iz (Dondurur, 2009).

1.8. Önbeyazlatma

Dekonvolüsyon işlemi her ne kadar zaman ortamında yapılıyor olsa da dekonvolüsyon işleminin, giriş sinyalinin spektrumunu düzleştirdiği düşünülürse, dekonvolüsyon operatörünün genlik spektrumu, giriş dalgacığının genlik spektrumunun matematiksel tersine eşittir. Bilindiği gibi sıfırın matematiksel bir tersi yoktur. Eğer giriş sinyalinin spektrumu sıfırlar içeriyorsa, zaman ortamında konvolüsyon (dekonvolüsyon), frekans ortamında çarpmaya eşdeğer olduğundan birtakım düzensizlikler oluşacaktır. Bu düzensizliklere izin vermemek için giriş sinyalinin spektrumunda tüm frekanslara küçük bir genlik değeri eklenir. Bu genlik değeri sinyalin karakterini değiştirmedeği gibi dekonvolüsyon işleminin sağlıklı bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacaktır. Dekonvolüsyon işleminden sonra çıkış sinyalinden bu eklenen genlik değeri arzu edilirse çıkartılabilir. Gerçek verilerin genlik spektrumunda sıfırların bulunması çok nadir karşılaşılan bir durumdur. Çünkü tüm gerçek veriler rasgele gürültü içerirler. Ancak yine de sayısal kararlılığın artırılması için yapılması gereken bir işlemdir. Frekans ortamında tanımlanan bu işlem zaman ortamında da özilişki matrisinin (Teoplitz matrisi) köşegen elemanına küçük bir değer eklenerek yapılmaktadır (Denklem 1.29). Çünkü bir matrisin sağlıklı bir tersinin olması için özdeğerlerinin sıfıra yakın olmaması gerekir. Matrisin köşegen elemanına değer eklenmesi bu nedendendir. Sadece sayısal kararlılığı arttırmak

için yapılan bu önbeyazlatma için pratikte %0.1 ile %1 arasındaki değerler uygun sonuçlar üretmektedir.

Şekil 1.18’ de yapay sismik sinyal (a1), hesaplanan dekonvolüsyon operatörü (a2) ile konvolüsyonu sonucu çıkış sinyali (a3) aşırı derecede yüksek frekanslı gürültü içermektedir. Frekans ortamında da çıkışın genlik spektrumuna (b3) bakıldığında yüksek frekansların baskınlığı görülmektedir. Bu durumu



Şekil 1.18. Giriş dalgacığının genlik spektrumunda sıfır bulunması çıkışın genlik spektrumun hatalı olmasına yol açar. Bu hata frekans ortamında sıfırların giderilmesiyle ortadan kaldırılabilir.

$$\beta = 1 + \varepsilon \quad (1.28)$$

$$\begin{pmatrix} \beta r_0 & r_1 & r_2 & \dots & r_{n-1} \\ r_1 & \beta r_0 & r_1 & \dots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & \beta r_0 & \dots & r_{n-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \dots & \beta r_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_0 \\ g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_{n-1} \end{pmatrix} \quad (1.29)$$

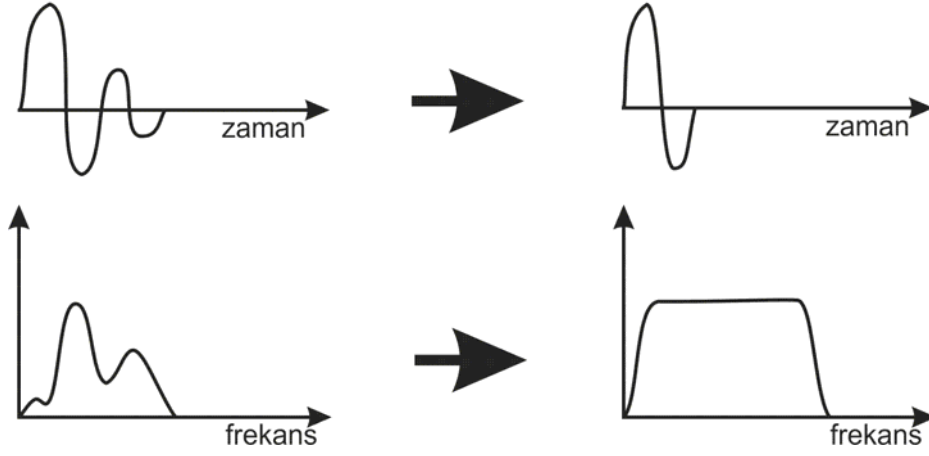
Burada ε : yüzde önbeyazlatma değeri $0.1 < \varepsilon < 1$, β : beyazlatma değeridir ve $1.1 < \beta < 2$ arasında değerler alır. Bu çalışmada tüm dekonvolüsyon uygulamaları için beyazlatma değeri $\beta = 1.1$ olarak alınmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Dekonvolüsyon sismik verinin spektrumunu genişleterek zamansal ayrımlılığını arttırmak için kullanılır. Sismik dalgacığı sıkıştırarak iğnecik (spike) veya daha uygun bir dalgacık şekline dönüştürmeyi amaçlar (Şekil 2.1). Bu işlemler sonucunda yankılanmalar (reverberations), hayalet yansımalar (ghost), tekrarlı yansımalar (multiples) söğürülmeye çalışılır. Dekonvolüsyon işlemi deterministik ve istatistik olarak uygulanabilen bir işlemdir. Deterministik dekonvolüsyon için kaynak dalgacığının bilinmesi (kaydedilmesi) gerekmektedir. İstatistikî dekonvolüsyon ise çeşitli kestirim yöntemleri ile kaynak dalgacığının kestirilmesi ilkesine dayanır.

Dekonvolüsyonun amacını kavramak için kaynak dalgacığının sismik sinyalde ne gibi etkileri olduğunu düşünmek gerekir. Yer altında seyahat eden kaynak dalgacık akustik empedans farklılıkları olan yansıtıcı yüzeylere çarparak yeryüzüne geri dönmektedir. Kaydedilen bu sismik sinyal belirli bir zamanda kendini tamamlayan periyodik bir kaynak dalgacığı tarafından oluşturulduğu düşünülürse, kaydedilen sinyalde kaynak dalgacığının kendini tekrarladığı her bir zaman aralığı (kaynak dalgacığının periyodu) bir yansıtıcıyı temsil eder. Dolayısıyla sismik yansıma çalışmalarında her bir tabaka sınırı kaynak dalgacığının periyodu kadar zamanda (kalınlıkta) görünecektir. Oysaki tabaka sınırları çizgiseldir ve çizgisel olarak yorumlanmak zorundadır. Bu aşamada dekonvolüsyon işlemi devreye girer ve sismik sinyalde dalgacığının etkisini gidererek bu çizgiselliği ortaya çıkarmaya çalışır. Ayrıca istenmeyen olayları da (hayalet yansımalar, tekrarlılar gibi) bu dalgacığa dâhil ederek onların da etkilerini giderir.

Dekonvolüsyon işlemi, kaynak dalgacığının tersine eşit olan bir dekonvolüsyon operatörü (ters süzgeç) yardımıyla yapılır. Bu ters süzgeç giriş sinyali ile konvole edildiğinde kaynak dalgacığı bir iğneciğe çevirerek yansıma fonksiyonunu elde etmeyi amaçlar. Kaynak dalgacığının minimum fazlı olmamasından dolayı mükemmel bir iğnecik elde edilemez, fakat daha iyi (yüksek ayrımlı) bir kaynak dalgacığı elde edilebilir. En uygun ters süzgeç operatörü En Küçük Kareler yönteminin özel bir uygulaması olan en uygun Wiener süzgeci ('Optimum Wiener Filters') yöntemi ile elde edilir.

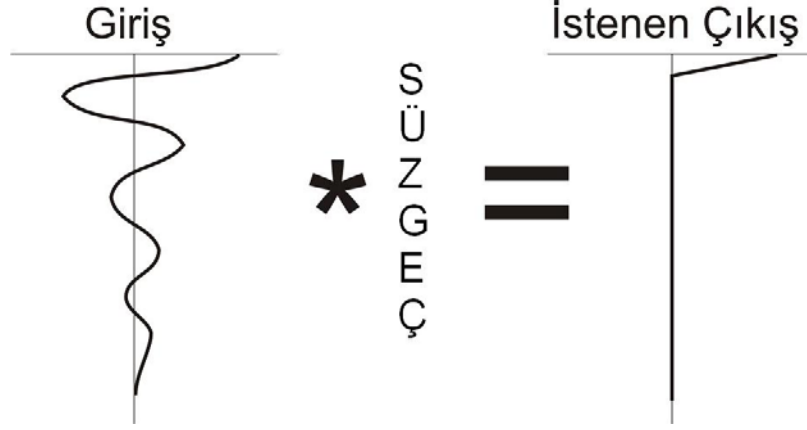


Şekil 2.1. Dekonvolüsyon işleminin Zaman ve Frekans ortamlarındaki temsili görünümü.

Uygulamalarda yaygın olarak Optimum Wiener Süzgeci kullanılmaktadır. Bu yöntemle kestirim hata süzgeci (*prediction error filter*) düzenlenerek çıkışın ayrırlılığı kontrol edilebilir. Bu durum da önkestirim dekonvolüsyonunun temelini oluşturur. Aslında kaynak dalgacığı iğneciğe dönüştürmek mükemmel bir ayrırlılık aramaktır. Bu nedenden dolayı iğnecikleştirme dekonvolüsyonu istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Sonuç olarak dekonvolüsyon son derece dikkatle yapılması gereken bir işlemdir.

2.1. İğnecikleştirme Dekonvolüsyonu

İğnecikleştirme dekonvolüsyonu (spiking deconvolution), sismik sinyalde dalgacığın etkisini tamamen kaldırarak yansıma katsayısı serisini elde etmeyi amaçlayan dekonvolüsyon türüdür. Ancak kaynak dalgacığın minimum fazlı olduğu varsayımından en çok etkilenen de iğnecikleştirme dekonvolüsyonudur. Çünkü matematiksel olarak yakınsak (minimum fazlı) olmayan bir dalgacığın ters süzgeçler ile tam olarak giderilmesi mümkün değildir. Bunun yanında ayrırlılığı göreceli olarak en fazla arttıran dekonvolüsyon türüdür.

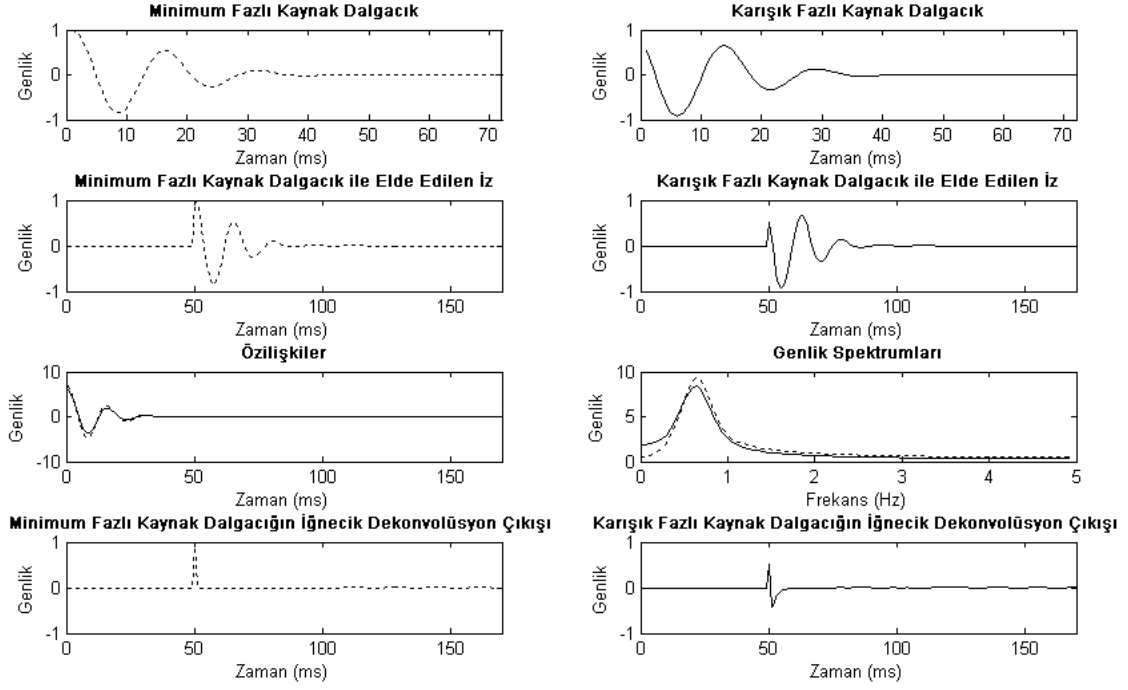


Şekil 2.2. İğnecik Dekonvolüsyonun şekilsel gösterimi.

İğnecikleştirme dekonvolüsyonunda istenen çıkış sıfır noktasında bir iğneciktir $(1, 0, 0, \dots, 0)$ (Şekil 2.2). Bu durumda istenen çıkış ile girişin çapraz ilişkisi $(r_0, 0, 0, \dots, 0)$ olacaktır (Denklem 2.1). Çıkışın, sıfır noktasında bir iğnecik olduğu bir sistemde üretilen dekonvolüsyon süzgeci Wiener ters süzgeçleri ile tasarlanabilir.

$$\begin{bmatrix} \beta r_0 & r_1 & r_2 & \cdots & r_{n-1} \\ r_1 & \beta r_0 & r_1 & \cdots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & \beta r_0 & \cdots & r_{n-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \cdots & \beta r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Burada r_i : öz ilişki noktalarını, a_i : ters süzgeç katsayılarını, n operatör uzunluğunu, β : önbeyazlatmayı temsil etmektedir (Yılmaz, 2001). İğnecik dekonvolüsyon operatörü kesinlikle dalgacığın tersidir. Eğer dalgacık minimum fazlı ise kararlı bir tersi var demektir. Kararlı demekteki kasıt süzgeç katsayılarının yakınsak seri olmasıdır. Özellikle katsayılar zamanla sürekli bir şekilde azalarak sönümlenirse süzgeç sınırlı enerjiye sahip demektir. Diğer yandan, eğer dalgacık maksimum veya karışık fazlı ise, yani yakınsak değilse kararlı bir tersi sahip değildir. Çözümü kararlı hale getirmek için önbeyazlatma işlemi uygulanır.



Şekil 2.3. Minimum fazlı ve karışık fazlı kaynak dalgacık durumlarında iğnecik dekonvolüsyon çıkışları (operatör uzunluğu=50ms).

Minimum fazlı dalgacığın öz ilişkisi ile karışık fazlı dalgacığın özilişkisi yaklaşık aynıdır (Şekil 2.3). Aslında minimum fazlı dalgacığın özilişkisi dalgacığın kendisini verirken karışık fazlı dalgacığın özilişkisi bu dalgacığın minimum faz eşdeğeridir. Bu dalgacıklardan elde edilen sismik izlerin genlik spektrumları da yaklaşık aynıdır.

İğnecik dekonvolüsyon minimum fazlı kaynak dalgacık durumunda istenen çıkışı $(1,0,0,\dots,0)$ sağlamıştır. Fakat kaynak dalgacığın karışık fazlı olduğu durumda istenen çıkışı sağlayamamıştır. Böylelikle karışık fazlı kaynak dalgacığın iğnecik dekonvolüsyon çıkışı yansıma bilgisini taşıyan varışların genliklerini de sönümlenmiştir (Şekil 2.3).

İğnecikleştirme dekonvolüsyonu operatörünün genlik spektrumu, giriş dalgacığının genlik spektrumunun yaklaşık tersine eşittir. Bu işlem bir dalgacığın minimum fazlı eşdeğerinin bulunmasında da kullanılabilir.

İğnecikleştirme dekonvolüsyonu ile minimum fazlı dalgacıklar için uygun sonuçlar elde edilir. Kaynak dalgacığı bilinse bile minimum fazlı değilse iğnecikleştirme dekonvolüsyonu bunu sıfır noktasında bir iğneciğe dönüştüremez. Bu nedenle karışık fazlı veya maksimum fazlı dalgacıklar, sıfır fazlı iğnecikler yerine belirli zaman gecikmesine sahip iğneciklere dönüştürülebilirler.

2.2. Önkestirim Dekonvolüsyonu

Robinson (1966) tarafından tanımlanan önkestirim dekonvolüsyonunun, tekrarlıların sönümlenmesi için kullanışlı bir araç olduğu kanıtlanmış ve daha sonra Peacock ve Treitel' in (1969) çalışmaları ile desteklenerek sismik veri işlem akışının standart bir parçası olmuştur. Önkestirim dekonvolüsyonu sismik sinyaldeki yankılanmaları, salınımları, kısa yollu ve hatta uzun yollu tekrarlıları sönümlemek için yaygın olarak kullanılan istatistikî bir dekonvolüsyon türüdür.

Önkestirim dekonvolüsyonunda istenen çıkış, giriş verisinin ilerlemiş zamanları olarak ayarlanarak kestirim süzgeci (prediction filter) elde edilir (Denklem 2.2). Yani sismik sinyalde süzülme istenen bölüm genel denklemlerde istenen çıkış olarak düzenlenerek öncelikle kestirim süzgeci elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \beta r_0 & r_1 & r_2 & \cdots & r_{n-1} \\ r_1 & \beta r_0 & r_1 & \cdots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & \beta r_0 & \cdots & r_{n-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \cdots & \beta r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_\alpha \\ r_{\alpha+1} \\ r_{\alpha+2} \\ \vdots \\ r_{\alpha+n-1} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Burada r_i : özilişki noktalarını, a_i : kestirim süzgeci katsayılarını, α kestirim uzaklığını, n : operatör uzunluğunu, β : önbeyazlatmayı temsil etmektedir. Özilişki noktalarının ilerlemiş zaman değerlerini veren kestirim süzgeci tasarlandıktan sonra, süzgeç katsayılarının başına, iğnecik dekonvolüsyonda istenen çıkış olan sıfır noktasında iğneciği temsil eden 1 ve dalgacığı oluşturan kısma zarar vermemek için $\alpha-1$ adet sıfır basılır. Ve ilerlemiş zamandaki değerleri sönümlemek için kestirim süzgeç katsayıları -1 ile çarpılıp kestirim hata süzgeci (prediction error filter) oluşturulur. Bu uygulama kestirim uzaklığının bir birim (zaman örnekleme aralığı) olması durumunda iğnecikleştirme dekonvolüsyonuna karşılık gelir.

Bunun için üç noktalı bir giriş serisi $(r_0, r_1, r_2)'$ nin zamanda ilerlemiş halini (r_1, r_2, r_3) veren bir ters süzgeç düzenlenirse;

$$\begin{bmatrix} r_0 & r_1 & r_2 \\ r_1 & r_0 & r_1 \\ r_2 & r_1 & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Bu matrisin denklemleri;

$$\begin{aligned} r_0 a_0 + r_1 a_1 + r_2 a_2 &= r_1 \\ r_1 a_0 + r_0 a_1 + r_1 a_2 &= r_2 \\ r_2 a_0 + r_1 a_1 + r_0 a_2 &= r_3 \end{aligned} \quad (2.4)$$

Denklemin sol tarafı çekirdek matrisin içine alınırsa;

$$\begin{bmatrix} -r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ -r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ -r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Çekirdek matrisinin ilk sütündeki (-) katsayıları, süzgeç katsayılarına aktarılsa;

$$\begin{bmatrix} r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -a_0 \\ -a_1 \\ -a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Bu şekilde çekirdek matrisi (3x4) boyutunda olmuştur. Bilindiği gibi bir matrisin tersinin alınabilmesi için karesel matris olması gerekir. Bu nedenle çekirdek matrisine Teoplitz düzenini bozmayacak bir satır eklenirse;

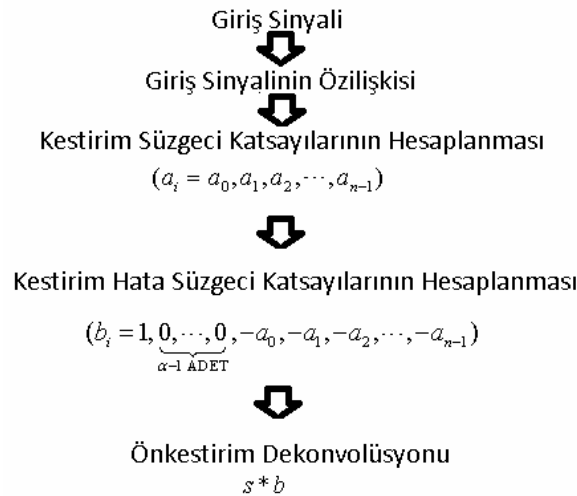
$$\begin{bmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 \\ r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -a_0 \\ -a_1 \\ -a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Denklem 2.7' de $L = r_0 - r_1 a_0 - r_2 a_1 - r_3 a_2$ kalite faktörüdür. L katsayısı ters çözüm işleminin kalitesini kontrol eder. $\alpha > 1$ durumunda, yani önkestirim dekonvolüsyonu uygulamalarında öncelikle kestirim süzgeci tasarlanır ve daha sonra bu süzgeç kestirim hata süzgecine dönüştürülerek giriş sinyali ile konvole edilir. Böylece önkestirim dekonvolüsyon işlemi gerçekleştirilmiş olur. Önkestirim dekonvolüsyonunu, sadece kestirim süzgeci ile de uygulamak mümkündür. Şöyle ki, giriş izi kestirim süzgeci ile konvole edilerek sinyalde istenmeyen bileşenler elde edilir. Daha sonra elde edilen bu hata serisi giriş sinyalinden çıkarılarak önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış olur.

Bu çalışmada tüm önkestirim dekonvolüsyonu işlemleri için kestirim hata süzgeci oluşturulmuştur. Denklem (2.2) ile hesaplanan kestirim süzgeci (a_i) kullanılarak, kestirim hata süzgeci (b_i) oluşturulur (Denklem 2.8). Ve daha sonra giriş sinyali ile konvole edilerek dekonvolüsyon işlemi gerçekleştirilmiş olur (Şekil 2.4).

$$(b_i = 1, \underbrace{0, \dots, 0}_{\alpha-1 \text{ ADET}}, -a_0, -a_1, -a_2, \dots, -a_{n-1}) \quad (2.8)$$

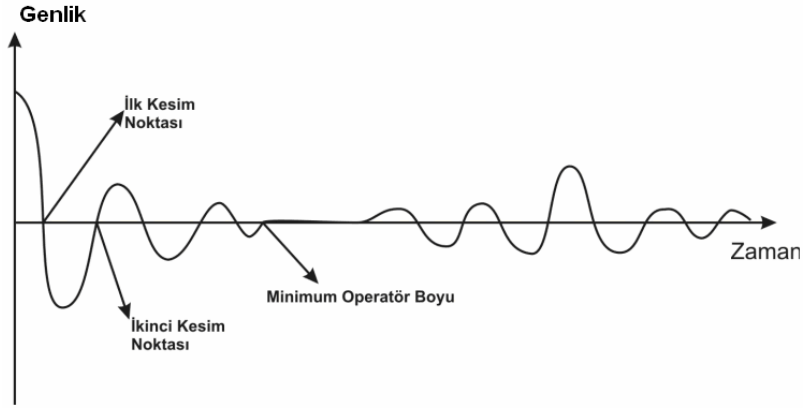
Oluşturulan kestirim hata süzgeci, giriş sinyali ile konvole edilerek çıkış sinyali elde edilir. Önkestirim dekonvolüsyonunun en önemli avantajı kaynak dalgacığı temsil ettiği düşünülen kısmın çıkış sinyalinde saklanabilmesidir. Böylece yansımalara ait en büyük genlikler soğurulmamış olacak ve S/G oranı azalmamış olacaktır.



Şekil 2.4. Önkestirim dekonvolüsyonu işlem akış şeması.

2.2.1. Kestirim Uzaklığı

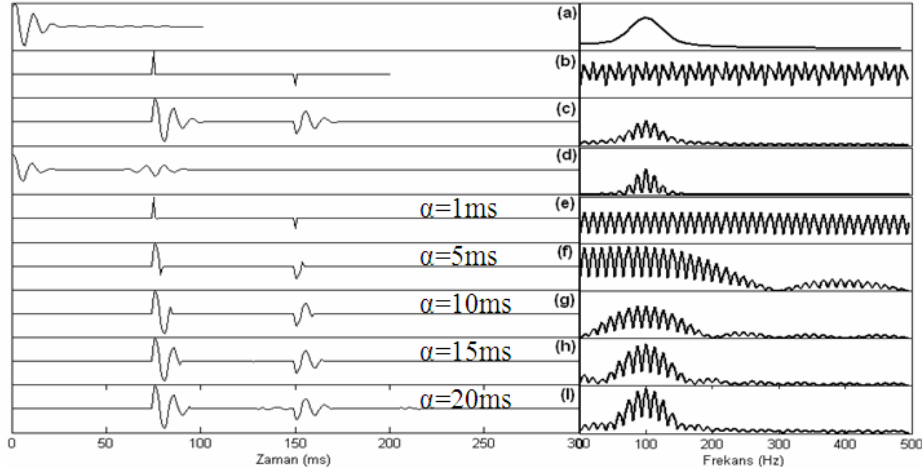
Önkestirim dekonvolüsyonunda ayrımlılığı kontrol eden kestirim uzaklığı, özilişkide kaynak dalgacığını temsil eden ve minimum salınıma sahip olması istenen uzaklık parametresidir. Kestirim uzaklığı ne kadar küçük seçilirse ayrımlılık o kadar yüksek olacaktır. Bununla birlikte, yüksek frekanslı gürültü içeriği de artabilir ve birincil yansımalara ait en büyük genlikli olaylar sönmülenebilir. Böylece S/G oranı azalır. Çoğu araştırmacı kestirim uzaklığını özilişki fonksiyonunda ilk veya ikinci sıfır kesim noktası olarak seçilmesini öngörmüşlerdir (Şekil 2.5). Bunun anlamı dalgacığın enerjisi bu kadar zaman diliminde yaklaşık olarak boşalmış demektir. Fakat gerçekte daha çok salınıma sahip (yani enerjisini 1 veya 2 salınımda boşaltamayan) kaynak dalgacıklar mümkündür. Ancak bu tür dalgacıkların kullanımı dekonvolüsyon işlemini başarısız kılabilir.



Şekil 2.5. Temsili özilişki fonksiyonu.

Kestirim uzaklığını etkileyen en önemli olay kaynak dalgacığının faz bilgisidir. Kaynak dalgacığı minimum fazlı ise enerjisi ilk zamanlarda, karışık fazlı ise orta zamanlarda, maksimum fazlı ise geç zamanlarda yoğunlaşacaktır. Kestirim uzaklığı parametresinin dalgacığa ait ilk zamanlardaki genliklerini koruduğu geç zamanlardaki genliklerini ise sönmülediği düşünülürse, enerjisini orta ve geç zamanlarda yansıtan kaynak dalgacıkların enerjilerini sönmüleyebileceği unutulmamalıdır. Matematiksel olarak, bir dalgacığın kararlı bir tersinin olabilmesi için yakınsak olması gerekir. Eğer kestirim uzaklığından sonra dalgacık yakınsamıyorsa (yani kestirim uzaklığı gecikme değerinden küçükse) ters çözüm işlemi kararsız olacaktır.

Önkestirim dekonvolüsyonu, sismik sinyalin özilişkisinden kaynak dalgacığının kestirildiği istatistikî bir yöntemdir. Özilişki fonksiyonu, kaynak dalgacığın faz bilgisi her ne olursa olsun, bu dalgacığın minimum faz eşdeğerini vermektedir. Dolayısıyla ters süzgeç tasarlanan giriş verisi her durumda minimum fazlı (yakınsak) bir dalgacık olmaktadır. Bu olay, kestirilen kaynak dalgacığın tersinin hesaplanmasında bir sorun gibi görünmese de, dekonvolüsyon işleminde sorun oluşturacaktır. Eğer gerçek kaynak dalgacık da minimum fazlı (yakınsak) değilse dekonvolüsyon işlemi başarısız olacaktır.



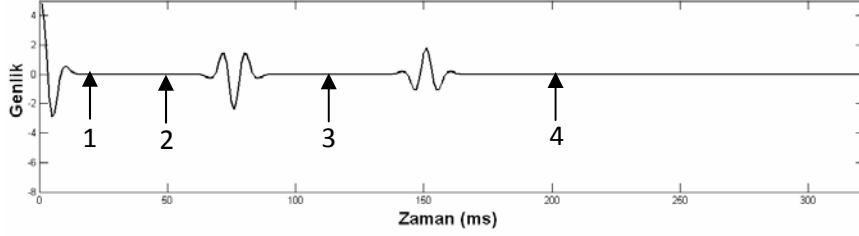
Şekil 2.6. (a) Minimum fazlı kaynak dalgacık, (b) Yansıma katsayısı serisi, (c) Sismik sinyal, (d) Sismik sinyalin özilişkisi, (e) 1ms, (f) 5ms, (g) 10ms, (h) 15ms, (l) 20ms kestirim uzaklığı ile dekonvolüsyon çıktıları ve bunların genlik spektrumları ($n=50ms$).

İğnecikleştirme dekonvolüsyonunun amacı sıfır noktasında bir iğnecik oluşturarak, çıkış sinyalinin spektrumunu düzleştirmektir. Aslında bu mükemmel bir yaklaşımdır, fakat gerçekte mükemmel minimum fazlı bir kaynak dalgacık mümkün değildir. Önkestirim dekonvolüsyonu ise kaynak dalgacığını daha uygun bir hale getirmeyi amaçlar. Bu nedenle önkestirim dekonvolüsyonunun çıkış sinyalinin spektrumu bant sınırlıdır. Kestirim uzaklığı arttıkça bu bant gittikçe daralarak kaynak dalgacığın frekans bandına yaklaşır (Şekil 2.6).

2.2.2. Operatör Uzunluğu

Operatör uzunluğu süzgecin performansını (kestirim uzaklığına bağlı olarak) kontrol eder ve özilişkiden kestirilen hata bileşeninden daha büyük seçildiğinde performansı arttırmaktadır. Bir seviyeden sonra süzgeç performansında bir iyileşme olmamakla beraber işlem hacmi de artmaktadır. Fakat gerçekte özilişkinin tahmin edilebilen kısmının sınırlı

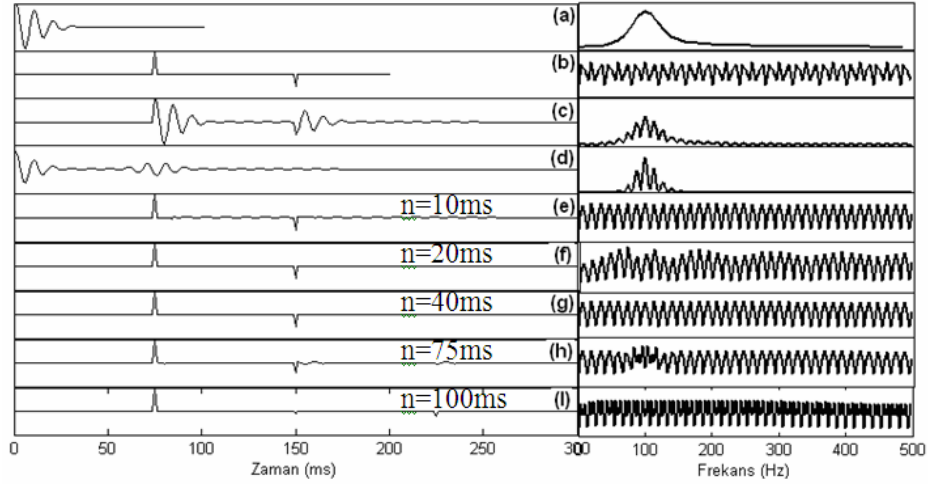
olduğu düşünülürdüğünde belirlenebilecek olan operatör uzunluğu da sınırlıdır. Şekil 2.5' de en küçük operatör uzunluğu gösterilmiştir. Bu uzunluk kaynak dalgacığı temsil eden ilk geçiş zonunun sönümlendiği uzunluktur (Şekil 2.7' de 1 numaralı ok).



Şekil 2.7. Özilişki fonksiyonu ve operatör uzunluğu.

Şekil 2.7' de ilk geçici bölge (sıfıra yakınsayan ilk geçiş zonu) kaynak dalgacığı temsil eder ve operatör uzunluğu bundan küçük seçilemez (1. ok). Fakat süzgecin etkinliği arttırılmak istenirse operatör uzunluğu daha büyük seçilebilir (2. ok). Eğer özilişki fonksiyonundan belirlenen tekrarlı yansıma varsa, bu tekrarlı yansıma da kaynak dalgacığın salınımı olarak düşünerek operatör uzunluğunun içine dahil edilir (3. ok). Eğer birden fazla tekrarlı yansıma belirlenirse bunlar da sönümlenebilir (4 ok). 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.

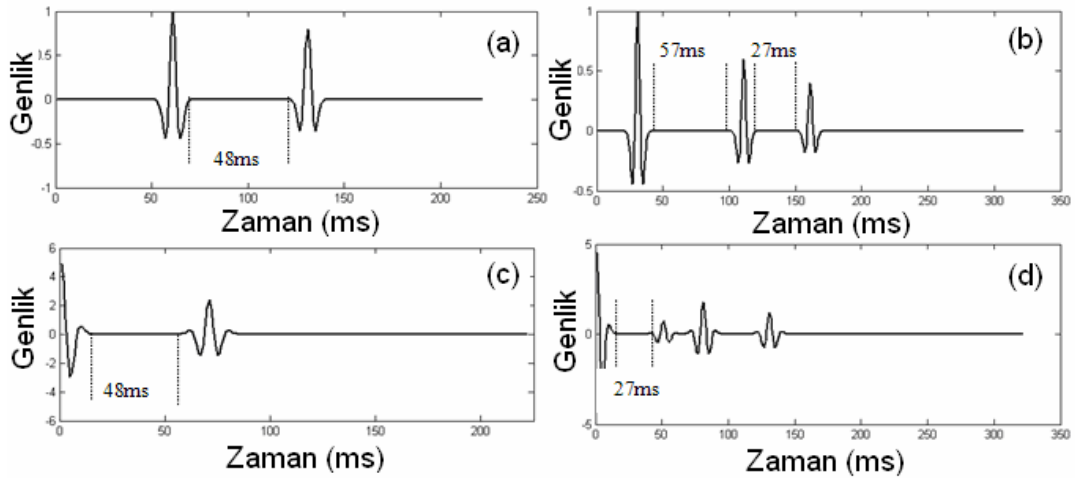
Operatör uzunluğu ilk geçici bölgeden küçük seçilirse, çıkış sinyalinde gürültüler oluşacaktır (Şekil 2.8e). Eğer ilk geçici bölgeden daha büyük seçilirse operatörün performansını arttıracaktır. Şekil 2.8f ve 2.8g karşılaştırılırsa ilk geçici bölgeden büyük seçilen operatör uzunluğunun (Şekil 2.8g), ilk geçici bölgeden hemen sonra seçilen operatör uzunluğuna (Şekil 2.8f) göre spektrumu daha iyi düzleştirdiği görülmektedir. Ve öz ilişki fonksiyonunda görülen ikinci olayı da içine alan operatör uzunluğu sismik sinyaldeki birinci olaydan sonraki ikinci olayı sönümlenmiştir (Şekil 2.8l).



Şekil 2.8 (a) Minimum fazlı kaynak dalgacık, (b) Yansıma katsayısı serisi, (c) Sismik sinyal, (d) Sismik sinyalin özilişkisi, (e) 10ms, (f) 20ms, (g) 40ms, (h) 75ms, (l) 100ms operatör uzunlukları ile dekonvolüsyon çıkışları ve genlik spektrumları ($\alpha=1$ ms).

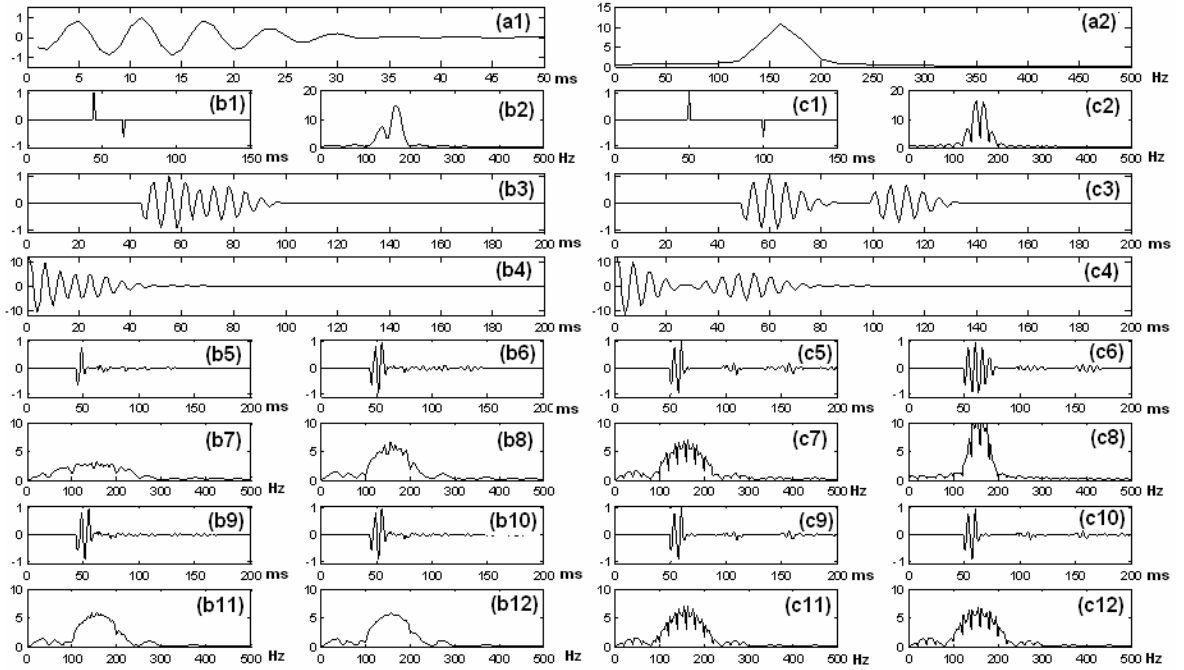
2.2.3. Özilişki Analizi ve Parametre Seçimi

Kabul edilen varsayımlara göre, kendini birden fazla tekrarlayan kaynak dalgacığının bulunduğu bir sinyalin özilişkisinde, bu kaynak dalgacığının birden fazla temsili vardır. Tekrarlanma zamanlarına bağlı olarak özilişki fonksiyonunda sıralanacaklardır. Yani, iki yansıma olayını barındıran bir sinyalin özilişkisi (+, pozitif gecikmeli kısmı) ilk ana olay ve ikinci olaydan oluşmaktadır (Şekil 2.9a ve 2.9b). Eğer sinyalde üç yansıma olayı olsaydı burada kestirilebilecek olaylar, birbirine en yakın iki olay olacaktı. Diğer olayların özilişki fonksiyonundan kestirilmesi oldukça zordur (Şekil 2.9c ve 2.9d).



Şekil 2.9. (a) İki olaylı sinyal, (b) üç olaylı sinyal (c) iki olaylı sinyalin özilişkisi, (d) üç olaylı sinyalin özilişkisi.

Şekil 2.9a incelenirse sinyalinin özilişkisinde iki olay arasındaki zaman farkı belirlenebilir. Ancak sinyalde ikiden fazla olay varsa birbirine en yakın olaylar özilişki fonksiyonunun pozitif zaman kaymasında ardışık olarak görüleceklerdir. Özilişki analizinden kestirim bu şekilde yapılabilir. Burada tekrarlı yansıma veya hayalet yansıma olarak kestirilecek olaylar sismik sinyalde sönmülenebilir. Bunun için birincil yansıma ile tekrarlı veya hayalet yansıma sismik sinyalde birbirine en yakın olaylar olması gerekir. Çünkü belirlenecek operatör uzunluğunda kaynak dalgacığının kendini tamamladığı kabul edilir. Eğer istenmeyen olay bu uzunluğa dâhil edilirse sönmülenebilir. Aksi takdirde dekonvolüsyon operatörü sadece kaynak dalgacığı ve bunun yanında istenmeyen olayların da ayrımlılığını artırır.



Şekil 2.10. Karışık fazlı bir dalgacık ile elde edilen sismik sinyallerin (b3 ve c3) değişik kestirim uzaklığı ve operatör uzunlukları için çözümleri.

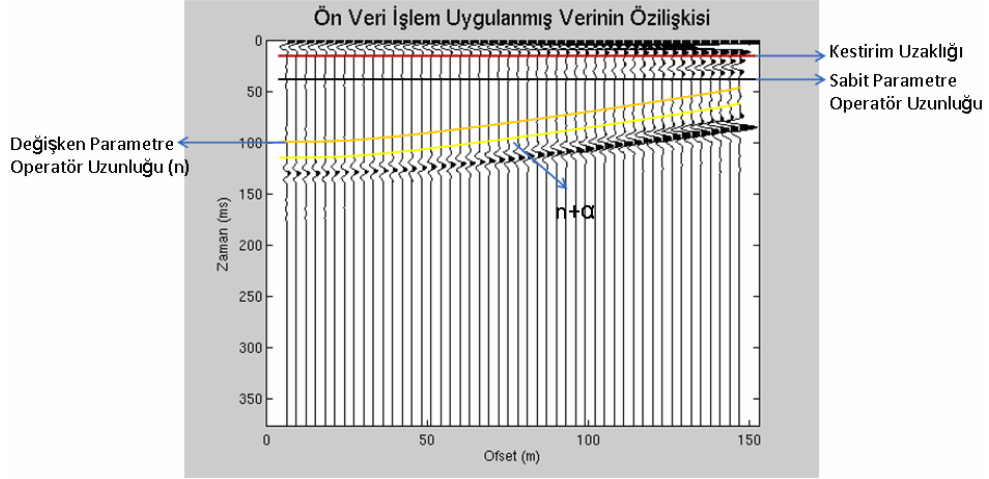
Şekil 2.10'de sırasıyla, sismik dalgacık (a1), genlik spektrumu (a2), sismik dalgacık ile birincil yansıma ve hayalet (ghost) yansıma içeren yansıma katsayısı serisinin (b1) konvolüsyonundan elde edilen iz (b3) ve bu izin genlik spektrumu (b2) ile gösterilmektedir. Şekil 2.10b5, b6, b9 ve b10 sırasıyla 5,11,11,11ms kestirim uzaklığı ve sırasıyla 50, 50, 80 ve 100ms operatör uzunluğu ile önkestirim dekonvolüsyon çıkışlarını göstermektedir. Şekil 2.12b7, b8, b11, b12 ise bu önkestirim dekonvolüsyon çıkışlarının genlik spektrumlarıdır. Aynı şekilde sismik dalgacık ile birincil yansıma ve tekrarlı

yansıma içeren yansıma katsayısı serisinin (c1) konvolüsyonundan elde edilen iz (c3) ve bu izin genlik spektrumu (c2) ile gösterilmiştir. Şekil 2.10c5, c6, c9 ve c10 sırasıyla 11, 28, 11, 11ms kestirim uzaklığı ve sırasıyla 80, 80, 100 ve 120ms operatör uzunluğu ile önkestirim dekonvolüsyon çıkışlarıdır. Şekil 2.12c7, c8, c11, c12 bu çıkışların genlik spektrumlarıdır.

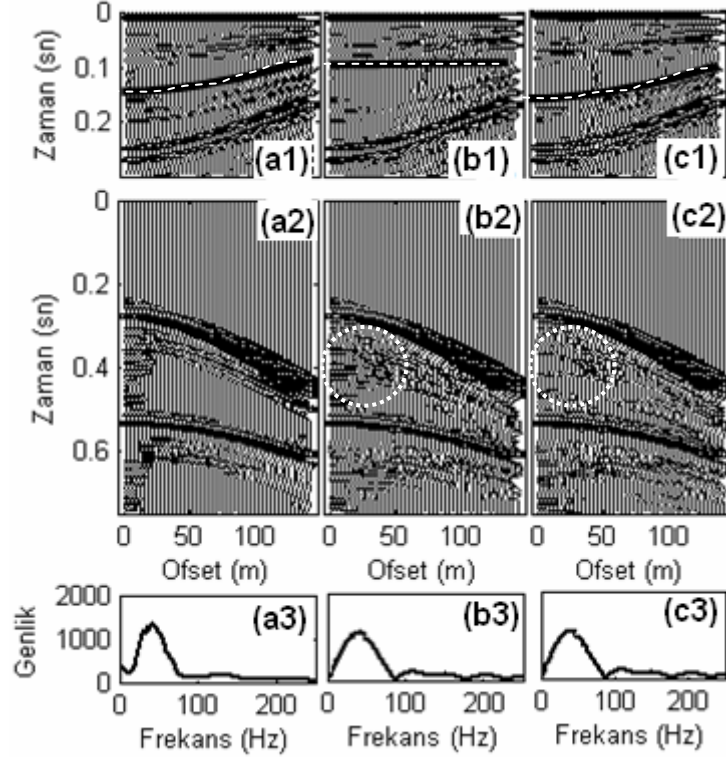
Şekil 2.10b5 ve b6, girişin (b3) özilişkisinden (b4) 50ms operatör uzunluğu ve sırası ile 5ms (2.kesim noktası) ve 11ms (gecikme değeri) kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarıdır. Şekil 2.10b5 çıkışı daha yüksek ayrımlılığa sahiptir fakat genlik spektrumlarına bakıldığında (sırasıyla b7 ve b8) b6 çıkışının S/G oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı şekilde c5 ve c6, girişin (c3) özilişkisinden (c4) 80ms operatör uzunluğu ve sırası ile 11ms ve 28ms kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarıdır. Çıkışların genlik spektrumlarına bakıldığında (c7 ve c8) c6 çıkışının S/G oranı c5 çıkışından daha yüksektir, fakat ayrımlılığı çok düşüktür, çünkü kaynak dalgacığın salınımları sönümlenmemiştir.

Şekil 2.10b6, b9 ve b10, girişin (b3) özilişkisinden (b4) belirlenen 11ms kestirim uzaklığı ve sırası ile 50, 80 ve 100ms operatör uzunluğuna sahip önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarıdır. b9 çıkışının, b6 çıkışına göre daha iyi olduğu ve b10 çıkışının b9 çıkışına kıyasla etkili bir iyileşme olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde c5,c9 ve c10, girişin (c3) özilişkisinden (c4) belirlenen 11ms kestirim uzaklığı ve sırasıyla 80, 100 ve 120ms operatör uzunluğuna sahip çıkışlarıdır. Burada en etkili sonucun c9 çıkışı olduğu görülmektedir.

Dekonvolüsyon operatörünün boyu arttıkça performansı artıyorsa özilişki fonksiyonunun kestirilebilen kısmı tam anlamıyla kullanılabilir. Ön veri işlem adımları uygulanmış ve yansıma olayları dışındaki tüm olayların süzüldüğü bir atış grubunda birbirine en yakın iki yansıma olayı kestirilebilir. Bir atış grubunun yakınlarda iki yansıma arasındaki mesafe, uzaklara doğru azalacaktır. Böylece özilişki fonksiyonunda yansıma olayları ters hiperboller şeklinde görünecektir (Şekil 2.11). Bu koşullarda operatör uzunluğu, yakındakiler temel alınarak seçilirse uzaktaki yansımalara zarar verecektir (ilk birincil yansımalar bu olaydan etkilenmez). Eğer uzaklarda temel alınarak seçilirse, bu kez dekonvolüsyon operatörünün etkinliği azalacaktır. Fakat uzaklık bağımlı operatör uzunluğu seçimi yapılırsa hem yakınlardaki dekonvolüsyon işlemi daha etkili olacaktır, hem de birincil yansımalara zarar verilmeyecektir.



Şekil 2.11. Bir atış verisinin özilişkisi fonksiyonu ve kestirilen parametreler ($n+\alpha$, toplam operatör uzunluğunu temsil etmektedir).



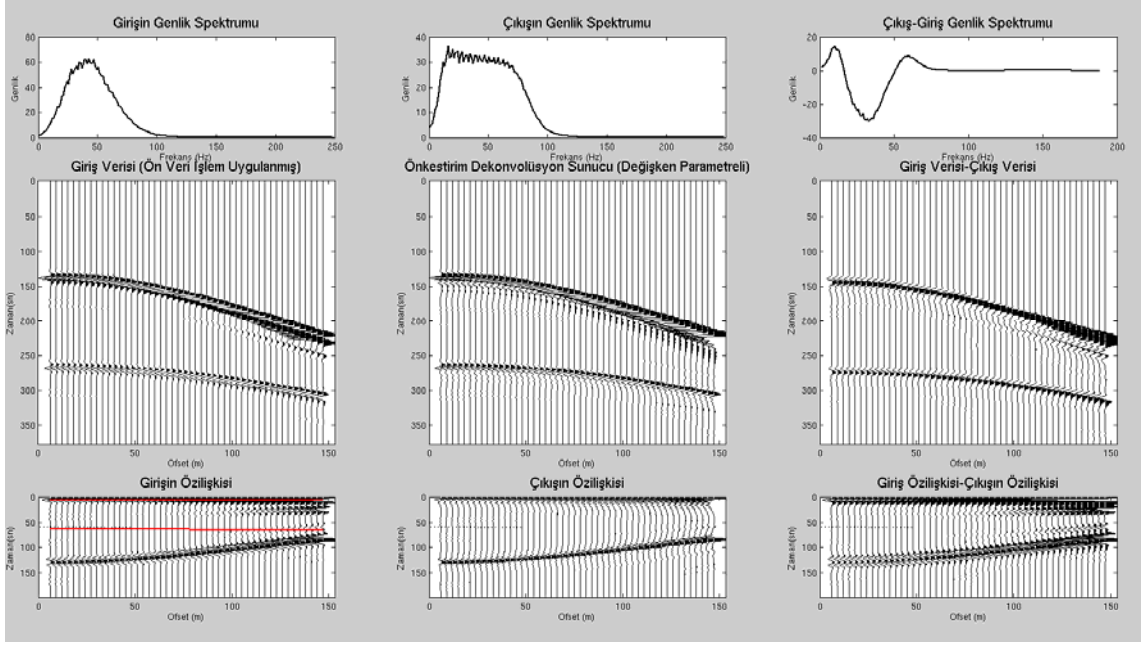
Şekil 2.12. Atış modeli ve değişken parametre seçimi.

Şekil 2.12' de ön veri işlem adımları yapılmış model verisi (a2), özilişkisi (a1) ve genlik spektrumu (a3) gösterilmektedir. Bu model verisine $\alpha=22\text{ms}$ kestirim uzaklığı ve sırasıyla sabit 0.085s (özilişkinin (b1) üzerindeki beyaz kesikli çizgi) ve $0.15-0.085\text{s}$ arasında uzaklara doğru azalan (özilişkinin (c1) üzerinde beyaz kesikli çizgi) önkestirim dekonvolüsyon uygulamasının çıkışları Şekil 2.12b2 ve c2 ile ve bunların genlik

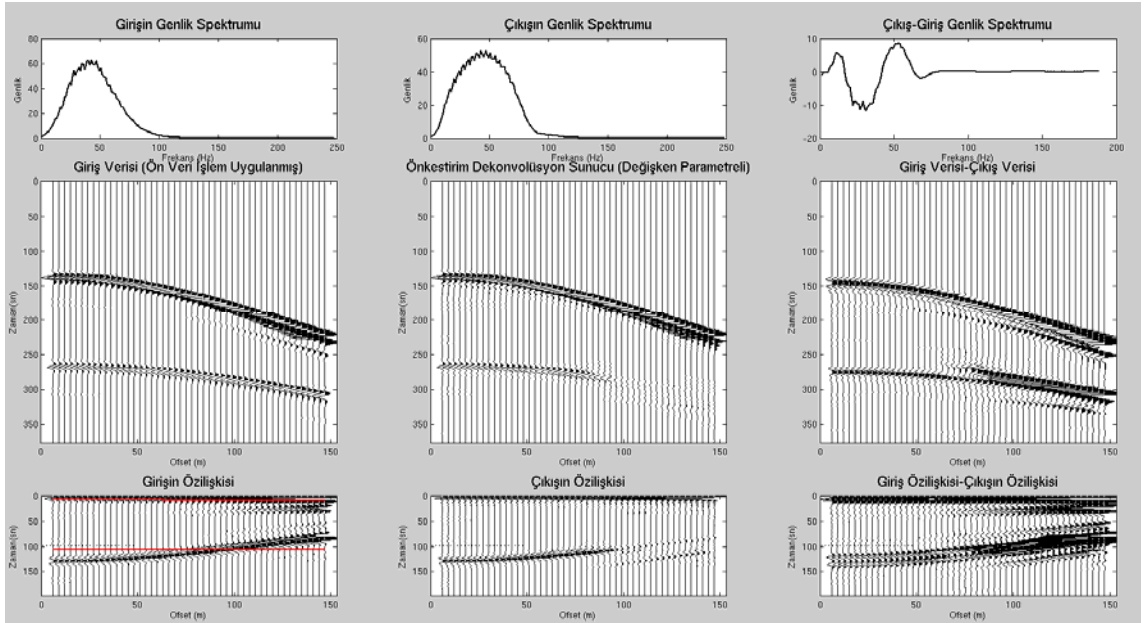
spektrumları ise Şekil 2.12b3 ve c3'de gösterilmiştir. Operatör uzunluğu bir atış verisi içerisinde değişiklik gösterebilir. Şekil 2.12a1 özilişki fonksiyonuna bakıldığında, tahmin edilebilecek kısım $(n+\alpha)$ beyaz kesikli çizgi ile sınırlandırılmıştır. Bu beyaz kesikli çizgi içerisinde kalan kısımda ise birincil yansıma ve hayalet yansıma vardır. Bu seviyeden sonraki kısım ise kestirilemeyen kısımdır. Görüldüğü gibi kestirilebilen kısım uzaklara doğru daralmaktadır. Atışın tüm izlerine ayrı operatör uzunluğu (Şekil 2.12 c1, kesikli çizgi $n+\alpha$, yani tahmin edilebilen en uzun kısım) ile önkestirim dekonvolüsyonu uygulandığında (c2), özellikle yakın alıcılarda süzgecin performansında bir iyileşme olduğu görülmektedir (özellikle beyaz kesikli daire içinde kalan bölgelerde).

Uzak alıcılar temel alınarak belirlenen önkestirim dekonvolüsyonu parametreleri birincil yansıma genliklerine etki etmeyecektir. Fakat yakın alıcılarda daha büyük operatör uzunluğu belirleme imkânı varken bu kısımdaki dekonvolüsyon operatörünün performansını düşürmüş olarak kabul edilebilir. Şekil 2.13 ve 2.15 deki dekonvolüsyon işlemlerinin Giriş özilişkisi - Çıkışın Özilişkisi pencerelerine bakılırsa değişken parametrelili dekonvolüsyon çıkışının daha fazla (yakın alıcılara doğru) hayalet yansıma enerjisini sönmülediği görülebilir. Şekil 2.13 ve 2.15 deki çıkışın genlik spektrumu pencerelerine bakılırsa küçük operatör uzunluğunun düşük frekansta daha fazla gürültü oluşturduğu da görülebilir.

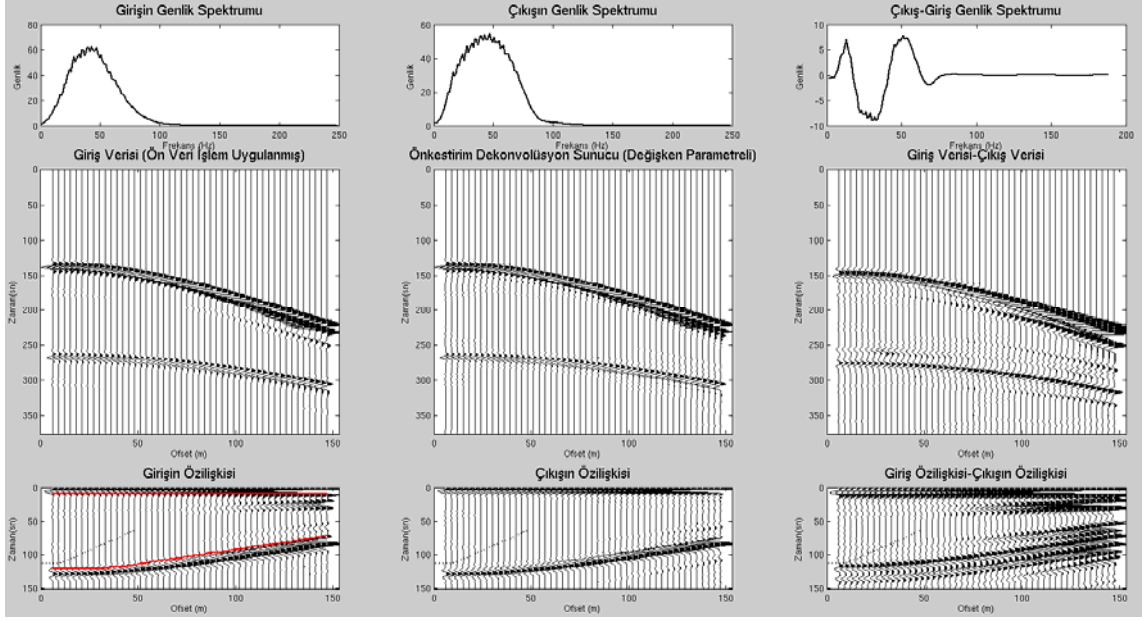
Dekonvolüsyon operatörünün etkinliğini arttırmak için yakınlardaki kanallar temel alınarak belirlenen sabit önkestirim dekonvolüsyonu parametreleri, uzak alıcılarda yansımalar arasındaki zaman farkı azalacağından dolayı belirli bir mesafeden sonraki alıcılarda ikinci birincil yansıma ait genlikleri de soğuracaktır (Şekil 2.14).



Şekil 2.13. Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve uzaklardaki kanallar baz alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.



Şekil 2.14. Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve yakınlardaki kanallar baz alınarak belirlenen parametreler ile önkestirim dekonvolüsyon uygulaması.

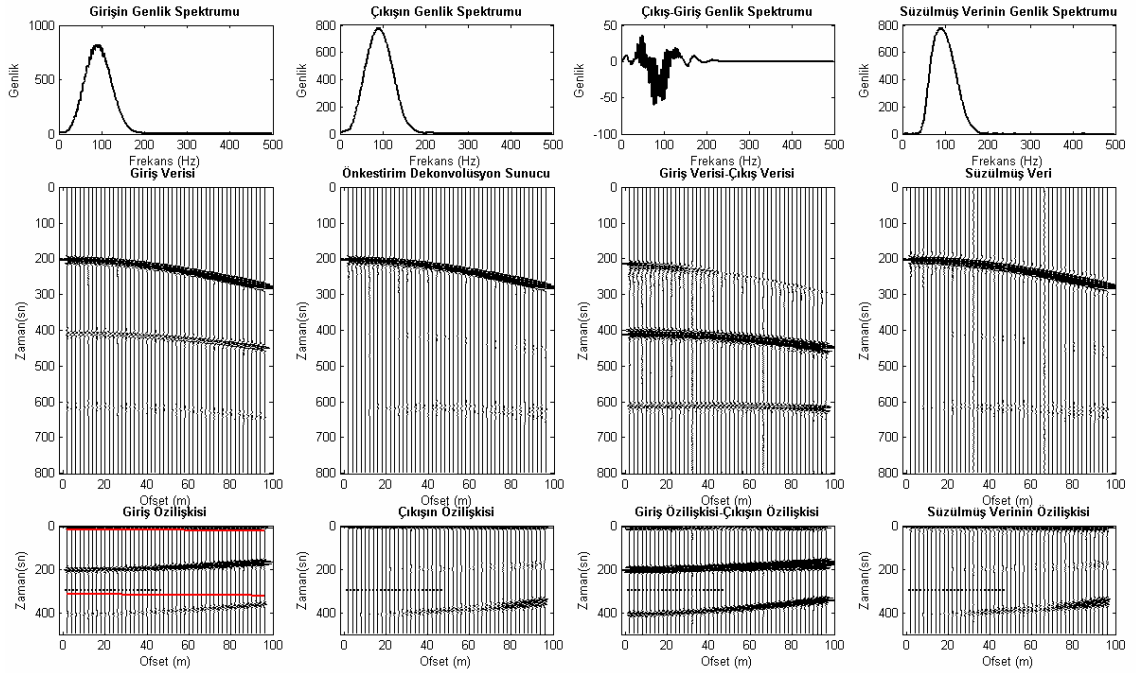


Şekil 2.15. Hayalet yansıma içeren bir atış verisi ve değişken parametreler ile önkestim dekonvolüsyon uygulaması.

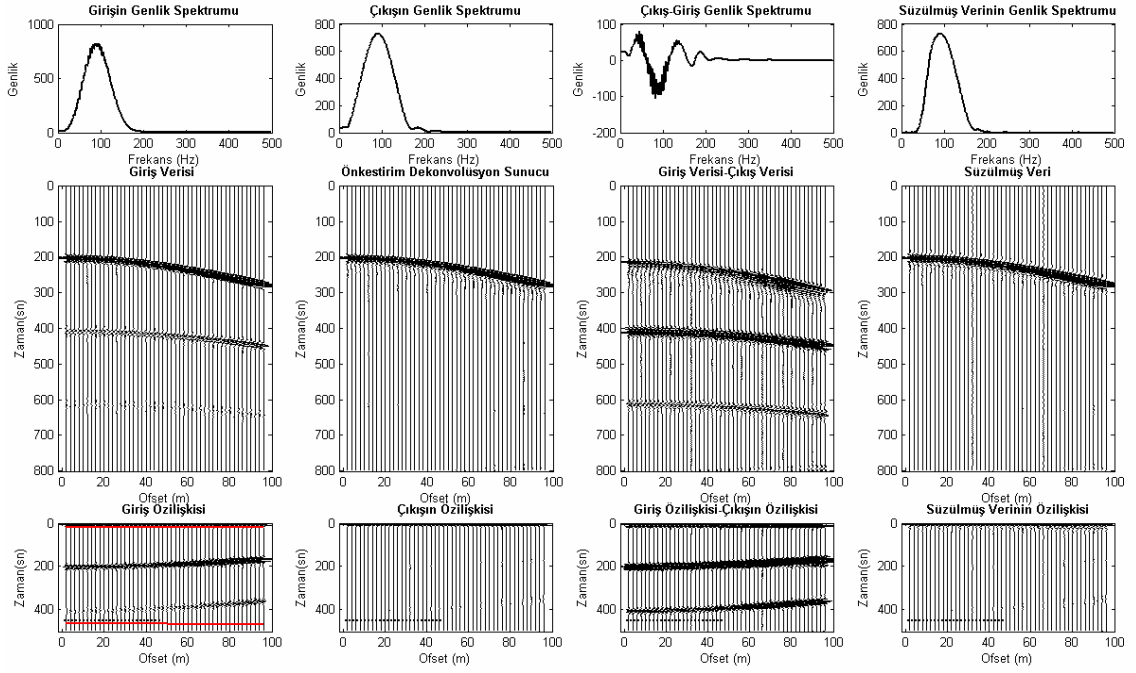
Şekil 2.16' deki atış kaydında birincil yansıma (200ms) ve iki adet (400 ve 600ms) uzun yollu tekrarlı mevcuttur. Bu atışın özilişkisinde kestirilebilecek en yakın ikinci olay birinci tekrarlının etkisi, ikinci olay ise ikinci tekrardır. Özilişki fonksiyonuna dikkat edilirse ikinci ve üçüncü olay yakın alıcılarda yatay görünürken uzak alıcılarda doğru bu yataylıklarını kaybetmektedirler. Gerçekte tekrarlı yansımaların uzak alıcılara doğru birincil yansıma yaklaşmaları bilinmektedir. Bu aşamada, özilişki analizindeki bu olaylar tekrarlı yansıma olarak kestirilirse atış kaydından sönmülenebilir. Bunun için bu olayları içine alan bir operatör uzunluğu belirlemek gerekir. Şekil 2.16' da görüldüğü gibi birinci tekrarlı yansımayı içine alan bir operatör uzunluğu seçilerek birinci tekrarlı yansıma sönmülenmiştir. Şekil 2.17' de ise ikinci tekrarlı yansımayı da içine alan operatör uzunluğunun belirlenerek bu tekrarlı da sönmülenmiştir. Süzölmüş veri, önkestim dekonvolüsyon sonucu verinin bantgeçişli süzgeç ile süzülmesi sonucu elde edilen veridir. Çıkış verisi- giriş verisi dekonvolüsyon sonucu verideki genlik değişimlerini, giriş - çıkış genlik spektrumu frekans ortamındaki değişimi ve giriş özilişkisi - giriş özilişkisi de farkın özilişkisini temsil etmektedir.

Şekil 2.18' deki atış kaydında iki adet birincil yansıma (200 ve 500ms) ve bir uzun yollu tekrarlı yansıma mevcuttur. Bu atışın özilişkisine bakıldığında ikinci en yakın olaylar (yaklaşık 100 ve 200ms) yakın alıcılarda yatay olaylar, yani tekrarlı yansımalar olarak belirlenebilir. Fakat gerçekte birincil yansıma (200ms) ile tekrarlısı (400ms) arasında

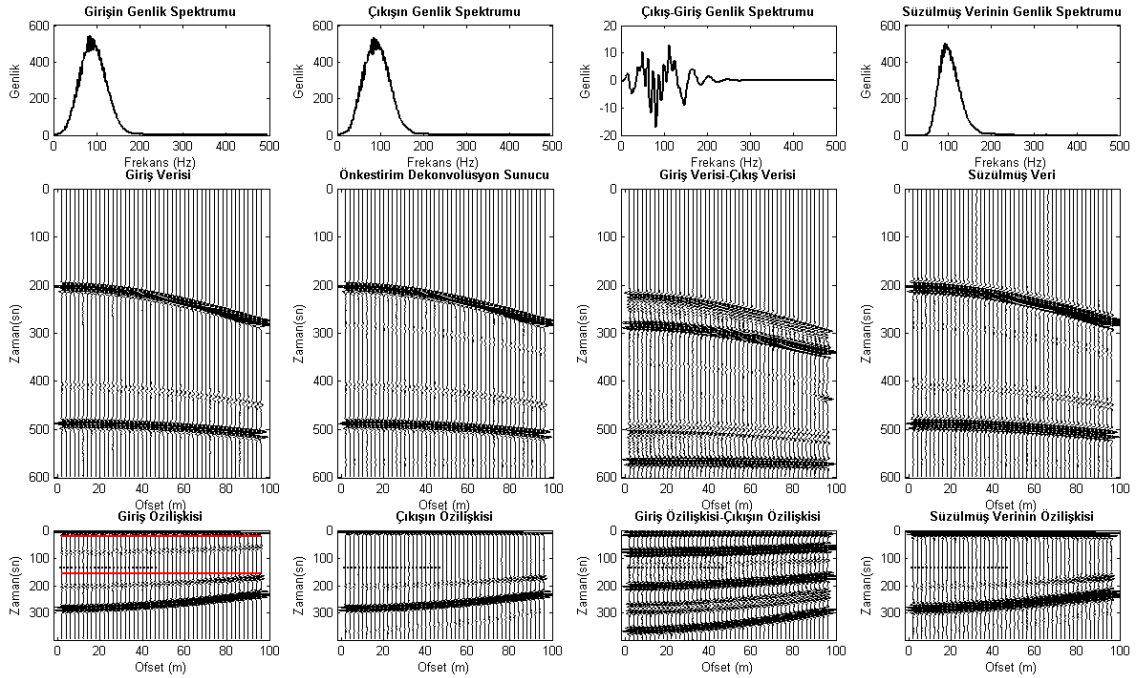
yaklaşık 200ms vardır. Özilişki fonksiyonundaki ilk olay aslında atış kaydındaki en yakın iki olay olan tekrarlı yansıma (400ms) ile ikinci birincil yansımanın (500ms) etkisidir. Eğer özilişki fonksiyonunda belirlenen en yakın ikinci olayı (100ms) içine alan bir operatör uzunluğu belirlenirse atış kaydındaki gerçek tekrarlı yansıma olayı sönmülenemeyecektir. Bunun yanında, dekonvolüsyon operatörü yaklaşık 100ms deki olayı sönmülemek için tasarlandığından dolayı çıkış kaydında ('Önkestirim Dekonvolüsyon Sonucu' penceresi) genlikler görülecektir. Eğer özilişki fonksiyonundaki üçüncü en yakın olayı (200ms) içine alan bir kestirim uzaklığı seçilirse atış kaydındaki tekrarlı yansıma sönmülenebilir (Şekil 2.19). Fakat yaklaşık 100ms' deki olay yine de giderilememiştir. Bunun etkisi Şekil 2.19' deki 'Giriş Verisi-Çıkış Verisi' penceresinde görülmektedir. Bu olay istatistiki dekonvolüsyonun hatası olarak yorumlanabilir.



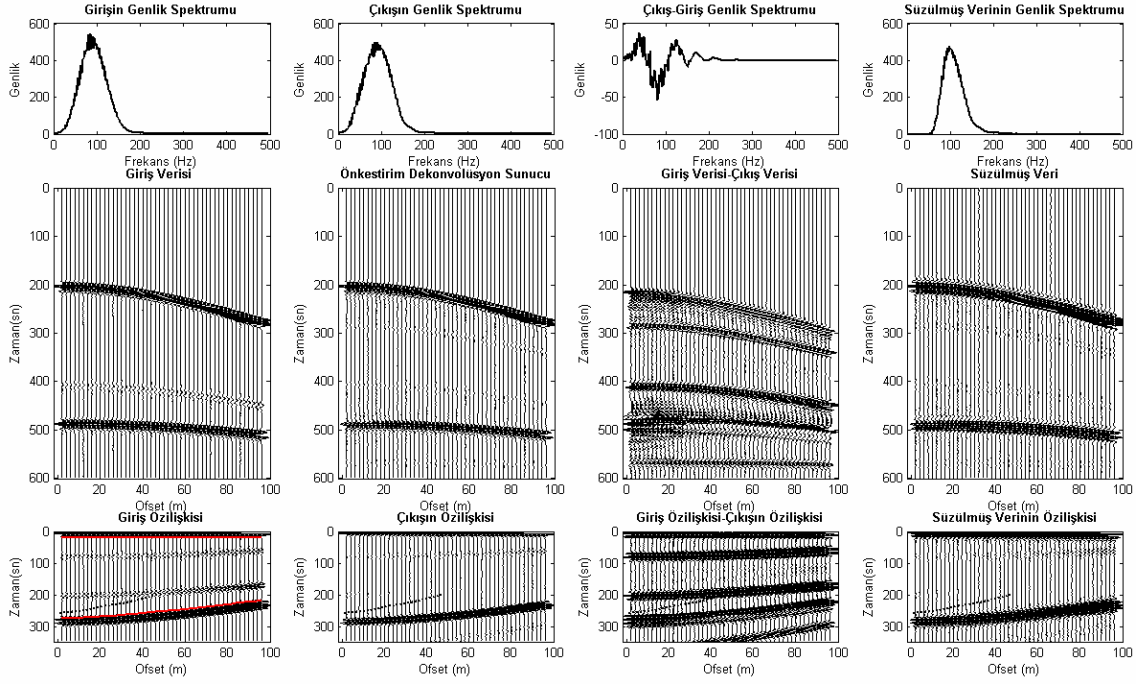
Şekil 2.16. Birincil yansıma ve 2 adet uzun yollu tekrarlısını içeren atış kaydı ve birinci tekrarlısının sönmülenebildiği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.



Şekil 2.17. Birincil yansıma ve 2 adet uzun yollu tekrarlısını içeren atış kaydı ve her iki tekrarlının da sönlömlenebildiği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.

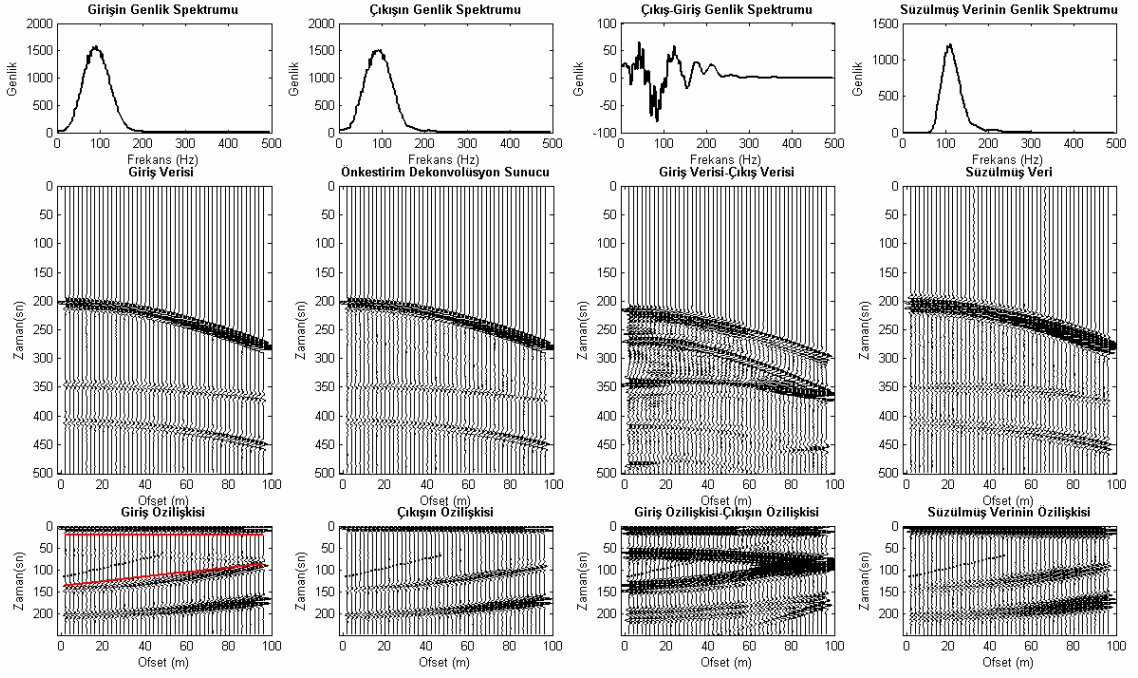


Şekil 2.18. 2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlının sönlömlenemediği sabit parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.

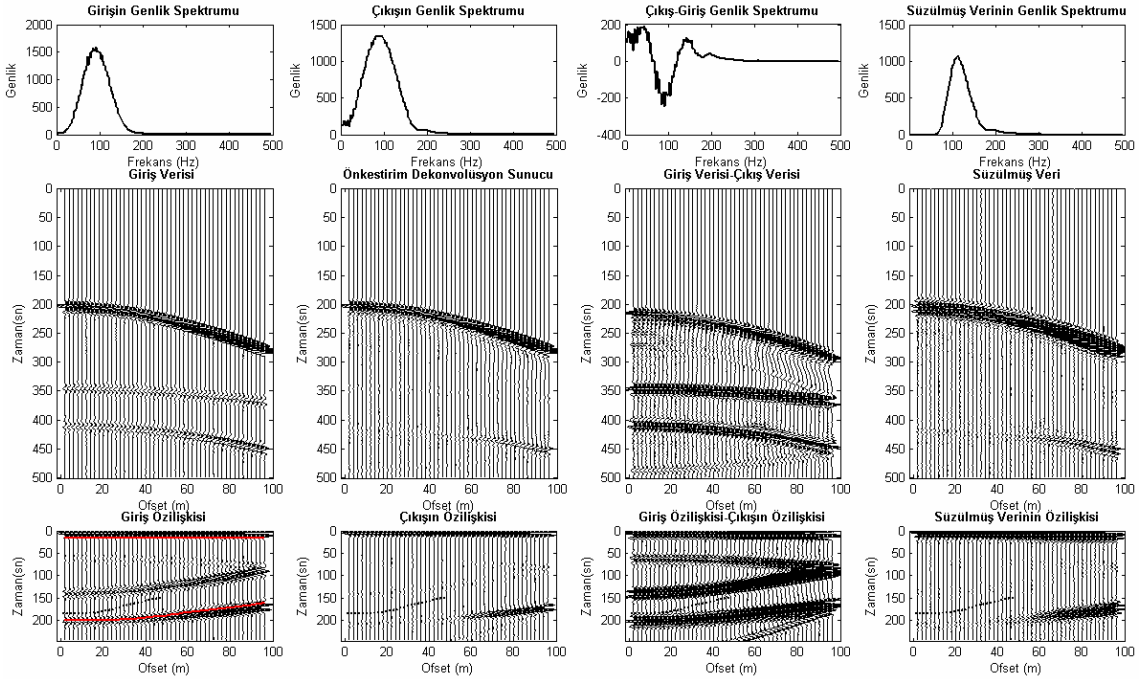


Şekil 2.19. 2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlıının sönmülenebildiği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.

Şekil 2.20' deki atış kaydında iki adet birincil yansıma (200 ve 350ms) ve bir uzun yollu tekrarlı (400ms) yansıma mevcuttur. Bu atışın özilişkisi incelendiğinde en yakın ikinci olay yaklaşık 50ms'deki tekrarlardır. Bu tekrarlıyı içine alan operatör uzunluğu seçildiğinde tekrarlı yansıma atış kaydında sönmülenebilir. Fakat ilk birincil yansıma ait olan bu tekrarlı yansıma ikinci birincil yansımanın tekrarlı yansımasıymış gibi sönmülenir. Diğer yandan birinci birincil yansımanın yaklaşık 50ms sonrasında dekonvolüsyon operatörünün hatası görülmektedir ('Giriş Verisi-Çıkış Verisi' penceresi). Bir diğer dikkat edilecek husus da ikinci birincil yansıma genliklerinin de sönmülenmesidir. 'Giriş Özilişkisi' penceresine bakılırsa, bunun nedeninin neredeyse özilişki fonksiyonundaki en yakın hiperbolik olayı da içine alacak operatör uzunluğu belirlenmesidir. Eğer en yakın hiperbolik olay belirlenemeyip bu olayı da içine alan operatör uzunluğu seçilseydi atış kaydındaki ikinci birincil yansıma olayı sönmülenmiş olacaktır (Şekil 2.21). Burada da dikkatsiz parametre seçiminin etkisi olarak tekrarlı yansımanın da sönmülendiği görülür (tekrarlı yansıma olayı birincil yansıma olayı olarak belirlenmiştir).



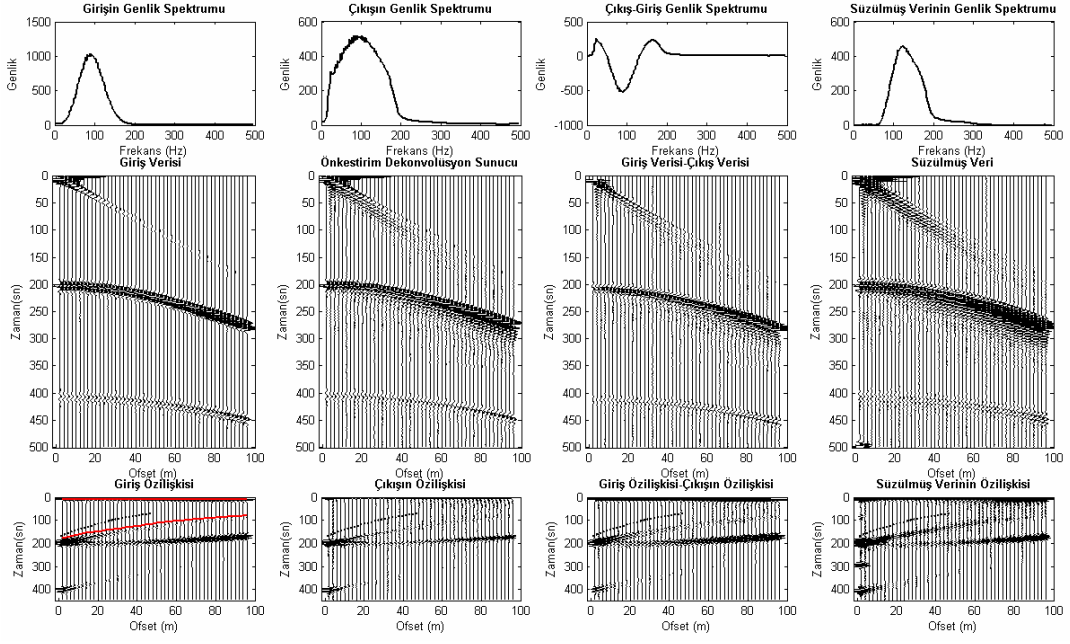
Şekil 2.20. 2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlıının tam olarak sönmülenemediği değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.



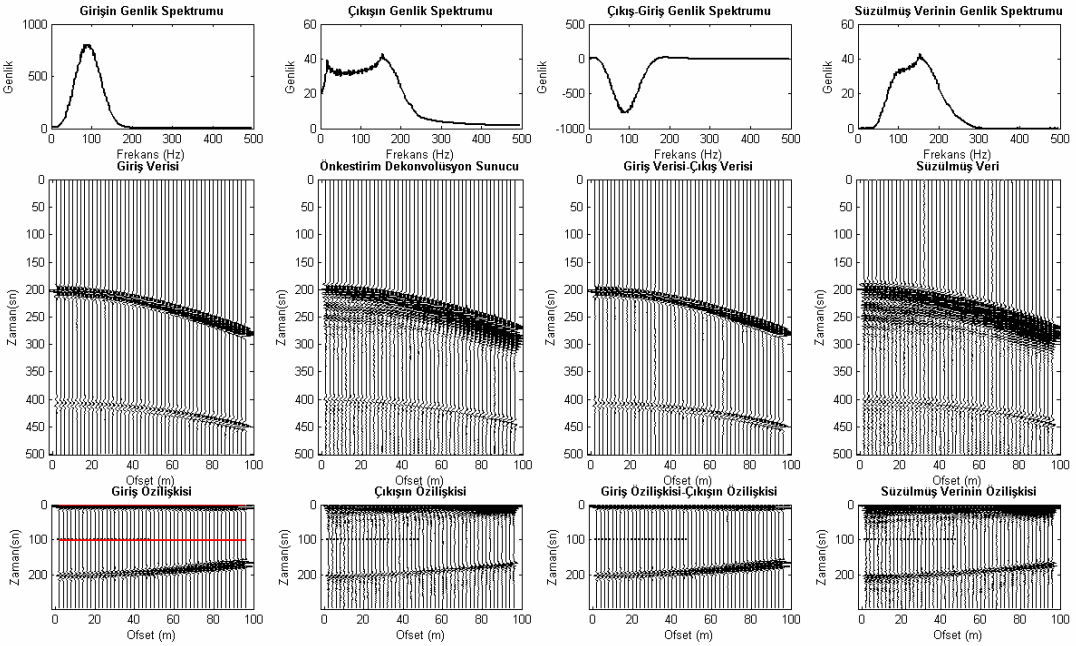
Şekil 2.21. 2 adet birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlıının sönmülenemediği ve ikinci birincil yansıma genliklerinin sönmüldendiği değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.

Şekil 2.22' deki atış kaydında birincil yansıma (200ms), uzun yollu tekrarlı yansıma (400ms) ve ilk gelen dalgalar mevcuttur. Ön veri işlem ile atılmamış veya atılmamış olan ilk gelen dalgalar gibi sabit eğimli olaylar özilişki fonksiyonunun analizini son derece zorlaştırırlar ('Giriş Özilişkisi' penceresi). Bu şekildeki bir özilişki fonksiyonunda olayların nasıl konumlandığı ve konumlanacağını kestirmek neredeyse imkansızdır. Bu nedenle tekrarlıların sönümlenmesi de mümkün değildir. Eğer yine de dekonvolüsyon işlemi uygulanmak istenirse, operatör uzunluğunun sınırları özilişki fonksiyonunda belirlenecek ilk olay veya ilk geçici zon olmalıdır. Aksi takdirde sönümlenecek olay birincil yansıma da olabilir.

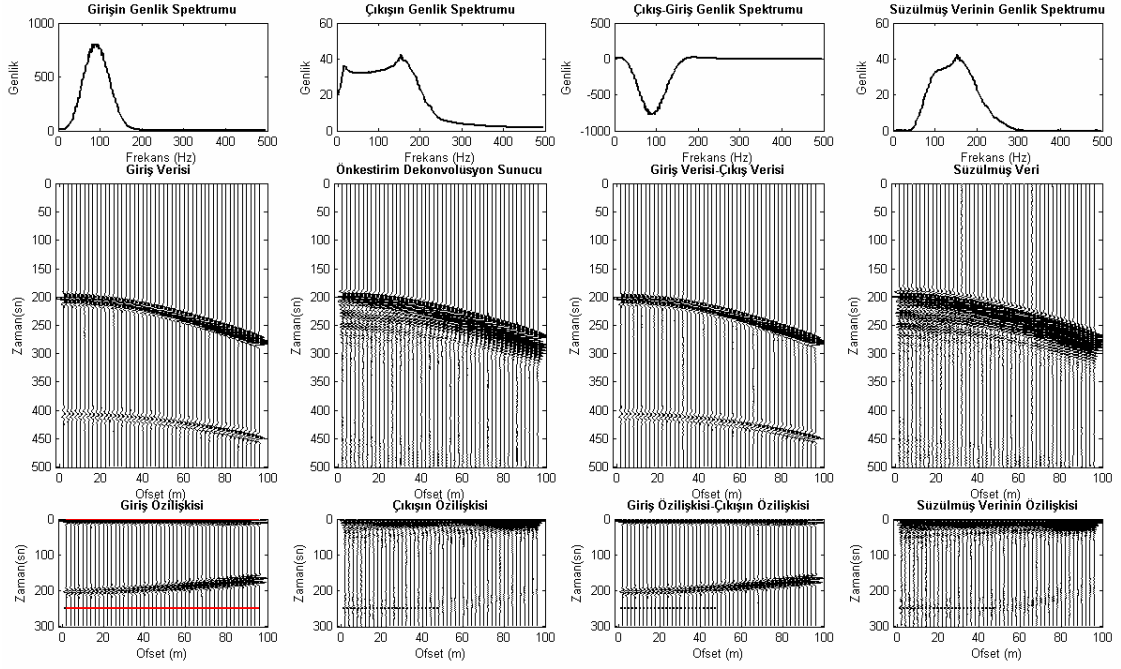
Şekil 2.23'deki atış kaydında birincil yansıma (200ms) ve tekrarlı yansıma (400ms) mevcuttur. Dalgacığın etkisini gidermek için uygulanan kestirim uzaklığı örnekleme aralığına eşittir (iğnecikleştirme dekonvolüsyonu). Burada iğnecikleştirme dekonvolüsyonu sonucunun düşük ve yüksek frekanslarda aşırı gürültülü olduğu görülmektedir. Bu gürültüler bant geçişli süzgeç ile de giderilememiştir ('Süzülmüş Veri' penceresi). Ayrıca iğnecikleştirme dekonvolüsyonunun tekrarlı yansımayı da içine alan operatör uzunluğu ile uygulanması (Şekil 2.24) sonucunda tekrarlı yansımanın süzülebildiği görülmektedir. Ayrıca operatör uzunluğunun sabit tutulup, kestirim uzaklığının artırılıp ikinci kesim noktası olarak belirlendiğinde (Şekil 2.26) dahi düşük ve yüksek frekanstaki gürültülerin giderilemediği görülmektedir. Kestirim uzaklığı bir miktar daha arttırıldığında önkestirim dekonvolüsyonu çıkışının en iyi sonucu verdiği görülmektedir (Şekil 2.27).



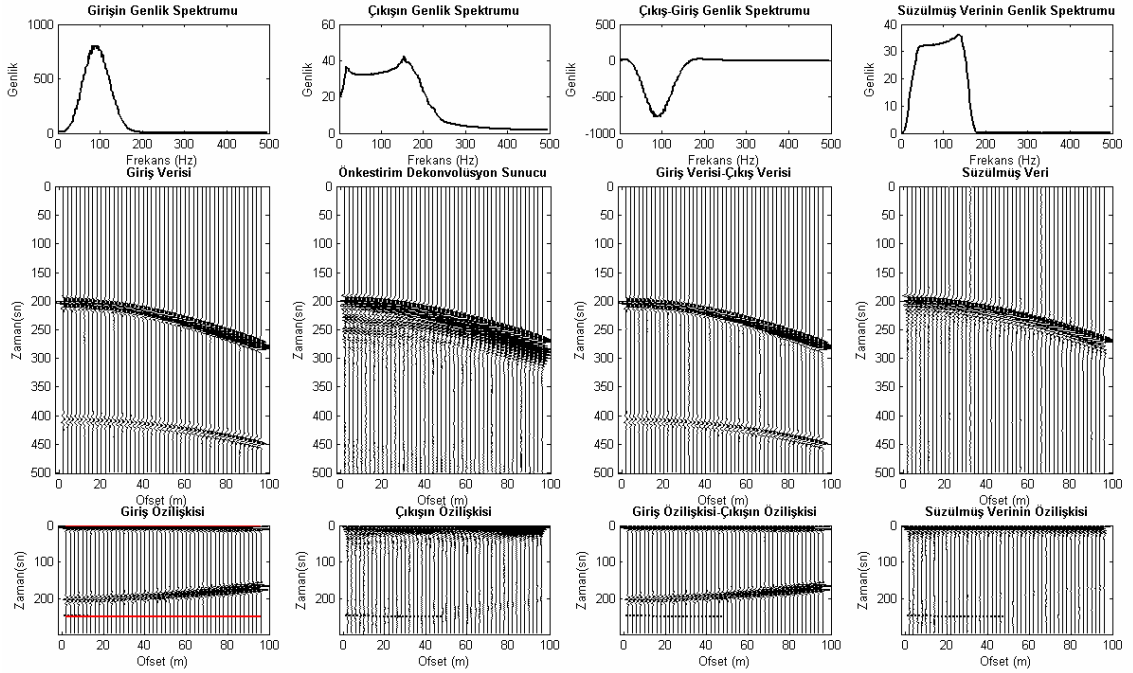
Şekil 2.22. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren ön veri işlem ile ilk gelen dalgaların atılmadığı atış kaydı ve tekrarlarının sönmülenemediği değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.



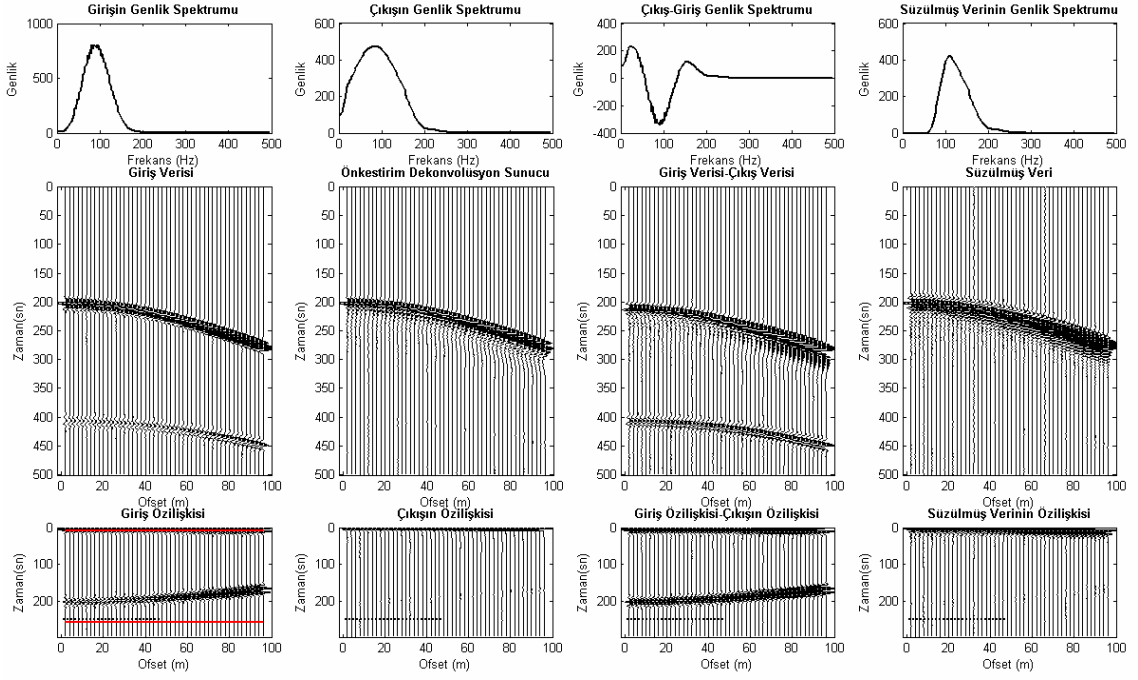
Şekil 2.23. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlarının sönmülenemediği sabit parametrelili iğnecikleştirme dekonvolüsyonu sonucu.



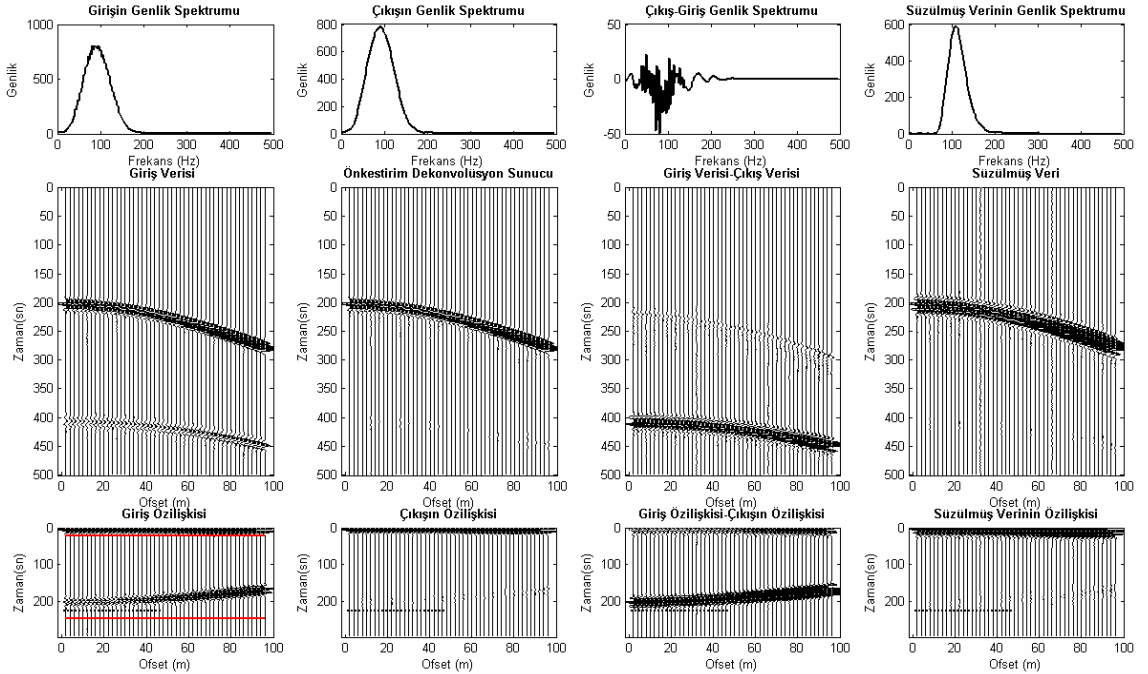
Şekil 2.24. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içerden atış kaydı ve tekrarlının sönmülenebildiği sabit parametreliliğnecikleştirme dekonvolüsyonu sonucu.



Şekil 2.25. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içerden atış kaydı ve tekrarlınınsönmülenebildiği sabit parametreliliğnecikleştirme dekonvolüsyonu ve değışik süzgeçleme sonucu.



Şekil 2.26. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlığın sönümlenebildiği küçük (2. sıfır kesim noktası) kestirim uzaklığı sabit operatör uzunluklu önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.



Şekil 2.27. Birincil yansıma ve 1 uzun yollu tekrarlı içeren atış kaydı ve tekrarlığın sönümlenebildiği küçük (2. sıfır kesim noktası) kestirim uzaklığı sabit operatör uzunluklu önkestirim dekonvolüsyonu sonucu.

2.2.4. Dekonvolüsyondan Sonra Frekans Süzgeçlemesi

Dekonvolüsyon işlemi, giriş sinyalinin frekans bandını genişletmeyi sağlar. Önkestirim dekonvolüsyonunda kestirim uzaklığına bağlı olarak genişleyen frekans bandı, zamanda ayrımlılığın artmasına karşılık gelir. Şekil 2.6 incelenirse dekonvolüsyon sonucu frekans bandının kestirim uzaklığına bağlı olarak nasıl değiştiği görülür. Dekonvolüsyon sonrası frekans süzgeci uygulanarak genişleyen frekans bandını daraltmak istenmeyen sonuçlar üretebilir. Şekil 2.18 de 'Önkestirim Dekonvolüsyon Çıkışı' ve 'Süzülmüş Veri' pencereleri karşılaştırılırsa yansımaların ayrımlılığın azaldığı görülür. Şekil 2.13 ile Şekil 2.27 arasındaki tüm uygulamalarda frekans bandının genişlediği görülmüştür. Bunun yanında, bu düşük ve yüksek frekans bölgelerinde dekonvolüsyon operatörünün hatası da olabilir. Özellikle iğnecikleştirme dekonvolüsyonu ve kestirim uzaklığının küçük seçilmesi sonucunda yüksek frekanslı gürültü oluşturduğu ve girişin frekans bandına yakın bir bantgeçişli süzgeç ile süzülmesi ile istenmeyen sonuçlar doğurmuştur (Şekil 2.23 ve 2.24). fakat düşük frekanslara çok da dokunulmadan yüksek frekanslar süzüldüğünde (Şekil 2.25) dekonvolüsyon operatöründen kaynaklanan gürültünün süzüldüğü görülmektedir.

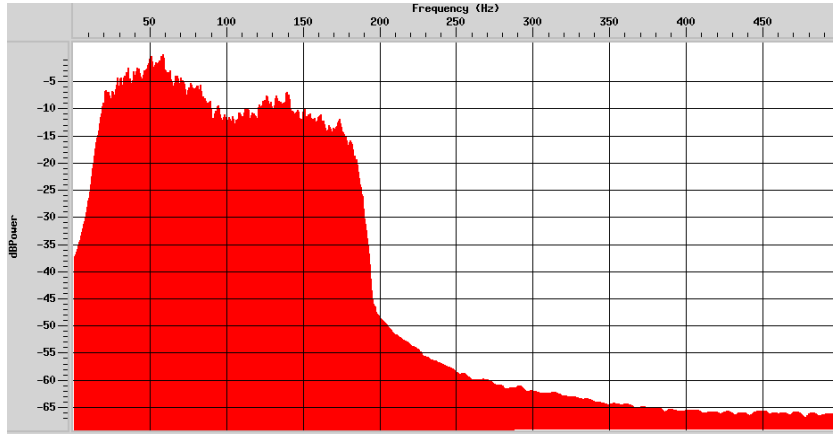
2.2.5 Gerçek Veriler Üzerine Yapılan Uygulamalar

Model verilerine uygulanan önkestirim dekonvolüsyon işlemlerinden kazanılan bilgiler ile gerçek bir arazi kaydına uzaklık bağımlı değişken önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmıştır. Bu kapsamda Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü sismik ekibi tarafından Seferihisar açıklarından toplanan 'sef08' verisinin ilk 450 atışı (Şekil 2.29) kullanılmıştır. Kaynak olarak 2000 psi basınca sahip 45+45 inch³ lük GI gun kullanılan bu çalışmanın kayıt parametreleri Tablo 2.1' de gösterilmektedir.

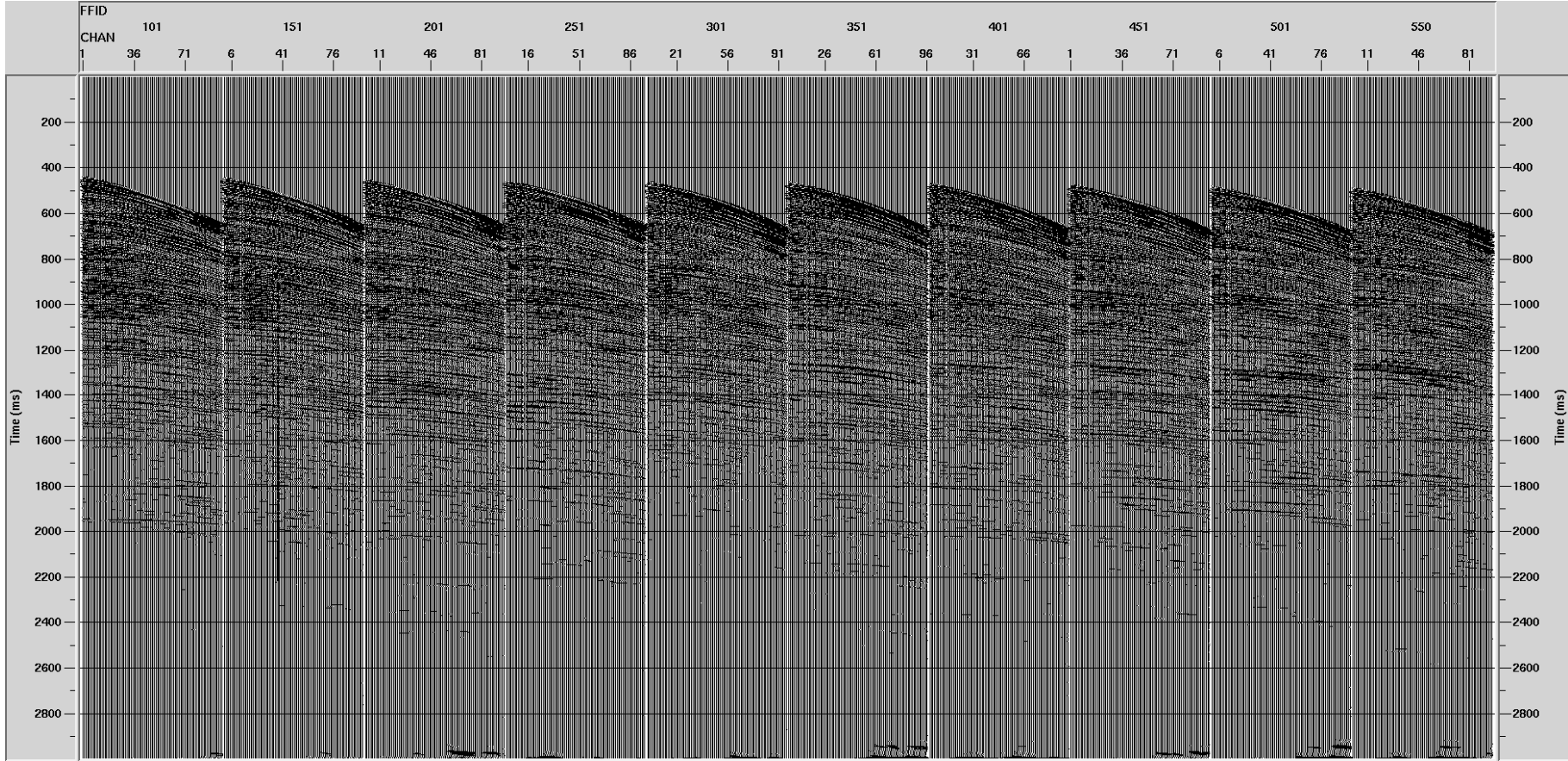
Toplanan veriler ProMAX sismik yansıma veri işlem programına yüklenerek ön veri işlem aşamalarından geçirilmiştir. Söz konusu veri işlem aşamaları Geometri Tanımlama, istenmeyen izlerin ve alanların atılması, bant geçişli süzgeç ve f-k eğim süzgeçleridir. Veri ön işlemlerden geçirilerek, yansımalar, tekrarlıları ve süzilemeyen rasgele gürültü bileşenleri bırakılmıştır. Ön veri işlem sonrası atış gruplarının genlik spektrumu da Şekil 2.28' de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Saha verisinin kayıt parametreleri.

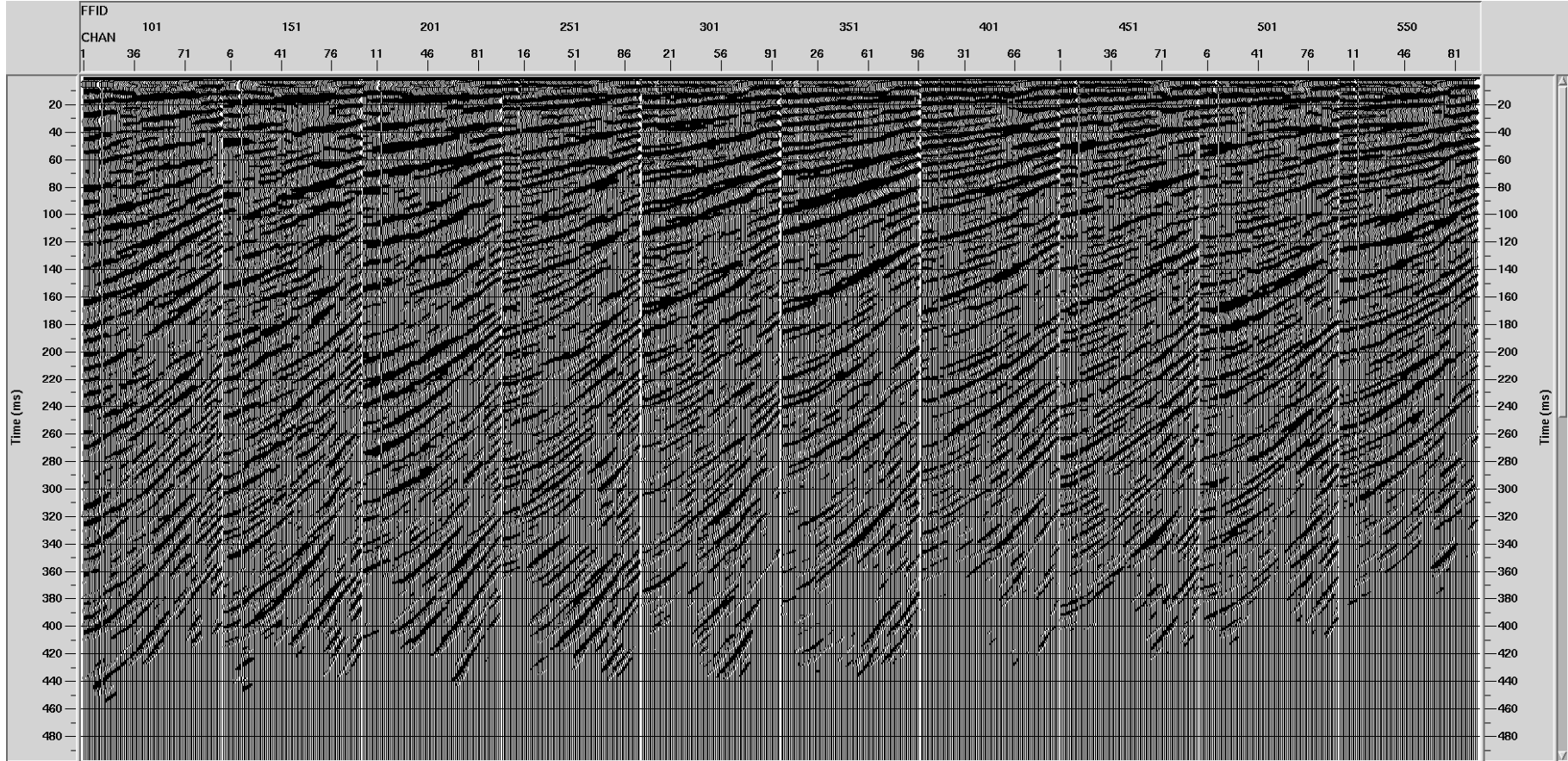
KAYIT PARAMETRELERİ	Alıcı sayısı	96
	Alıcı aralığı	6.25 metre
	Alıcı derinliği	3 metre
	Atış aralığı	25 metre
	Atış derinliği	3 metre
	Yakın ofset	70 metre
	Uzak ofset	663.75 metre
	Örnekleme Aralığı	1ms
	Kayıt Uzunluğu	3000ms



Şekil 2.28. Ön veri işlem uygulanmış atış verilerinin ortalama genlik spektrumu.



Şekil 2.29. 450 atış verisinden seçilen (50 atış aralıklı) ön veri işlem uygulanmış 10 adet atış verisi.

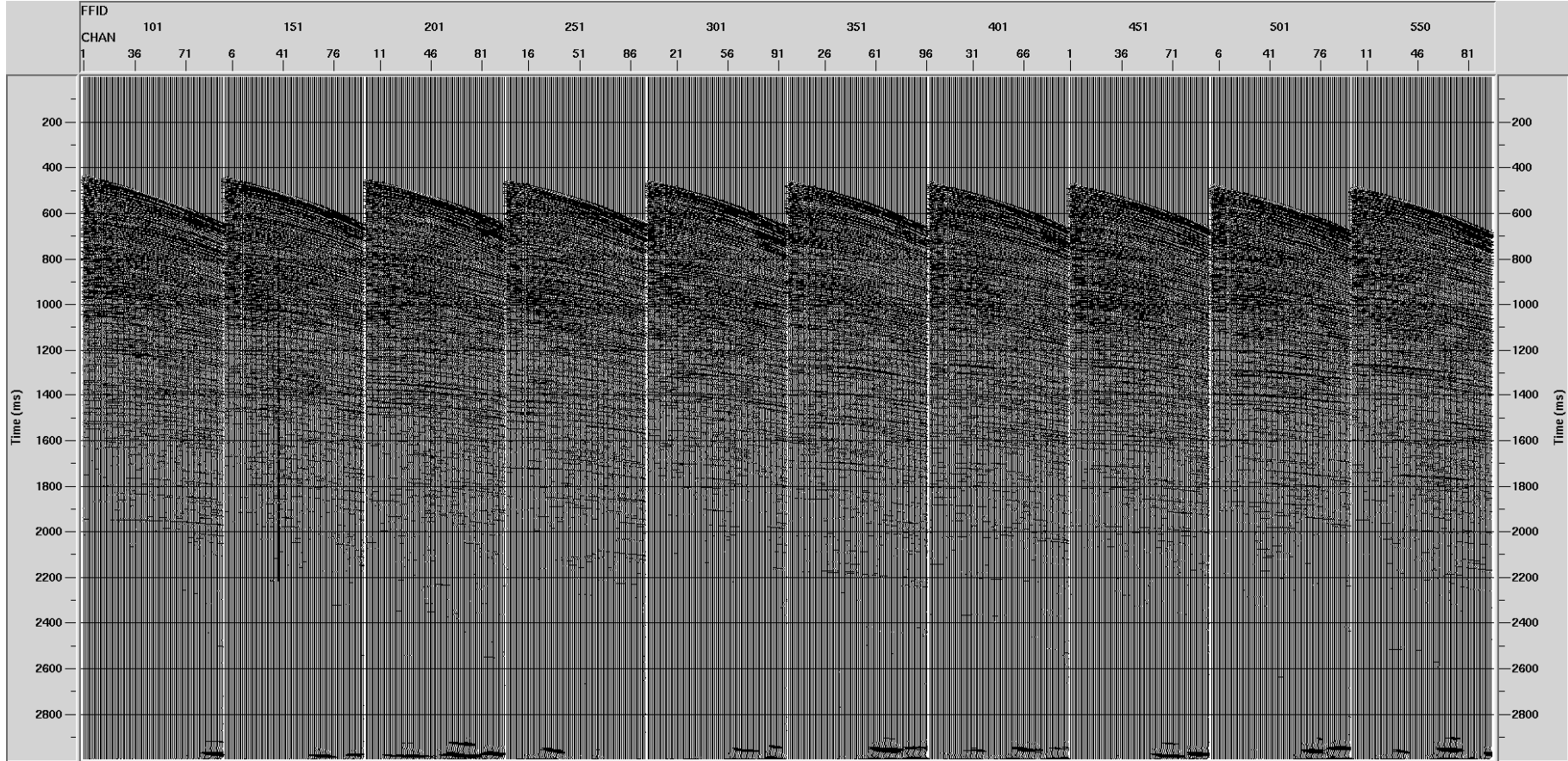


Şekil 2.30. Seçilen atışların özilişki fonksiyonları.

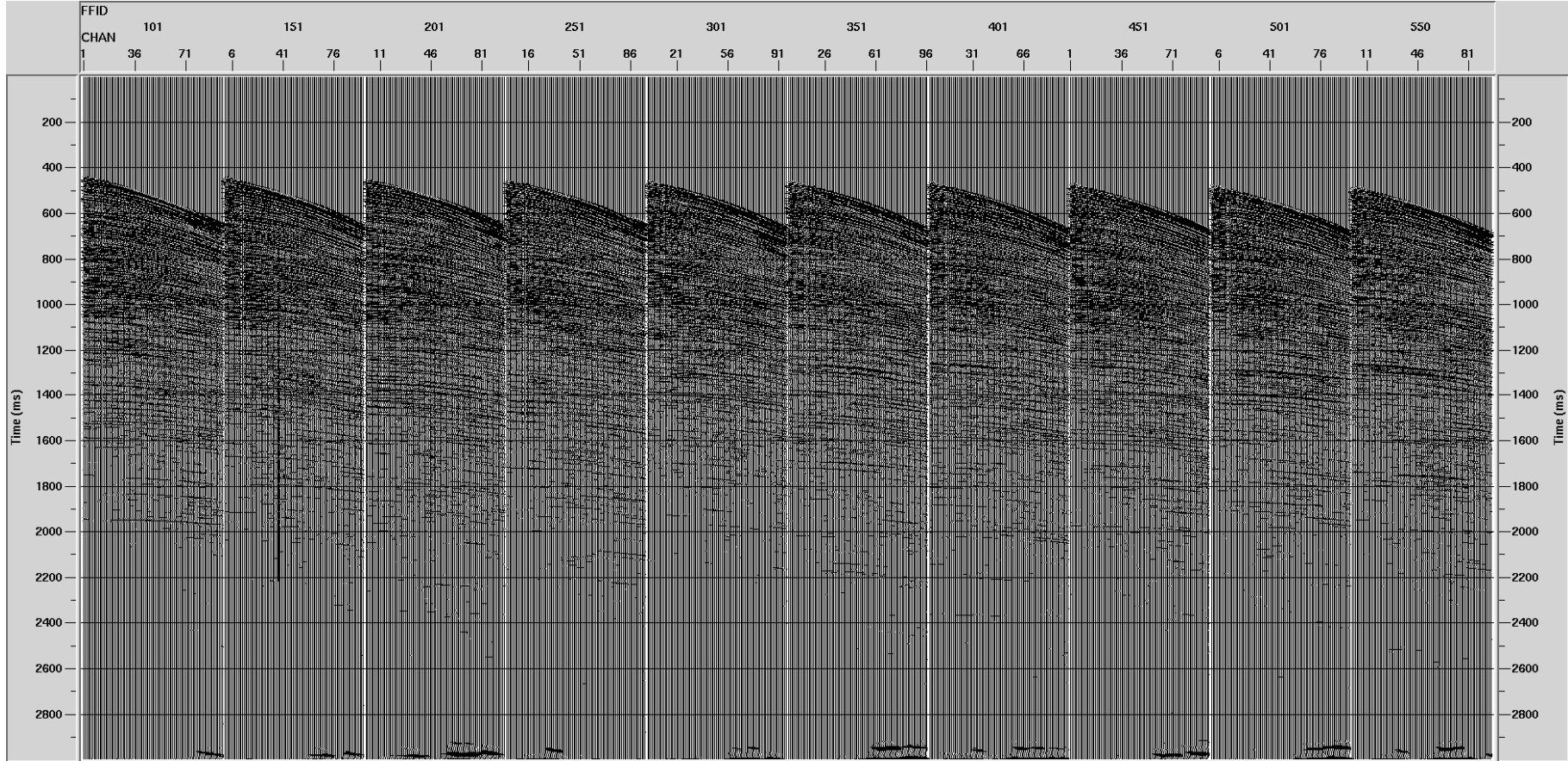
Ön veri işlemden geçirilen atış gruplarına ProMAX veri işlem yazılımının 'Automatic Gain Controll' modülü ile kazanç uygulanarak öz ilişki fonksiyonları hesaplatılmıştır. Bu aşamaya kadar hiçbir kazanç fonksiyonu uygulanmamıştır. Ancak öz ilişki fonksiyonunu iyi analiz edebilmek için kazanç fonksiyonu uygulanmıştır. Sabit parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu için parametreler bu öz ilişki fonksiyonu üzerinden belirlenmiştir. Yanal yöndeki süreksizlikleri de ihmal etmemek için atış kaydının tamamını olmasa da 50 atıştan 1 atışın öz ilişki fonksiyonu hesaplanmıştır (Şekil 2.30). 200. atış grubunun öz ilişkisinde yakın alıcılarda yaklaşık 80ms de belirlenen en yakın hiperbolik olay (en yakın yansıma olayını temsil ettiği düşünülmüştür) uzak alıcılara doğru 50ms ye kadar gerilemiştir. Ayrıca 250., 450. ve 550. atışların öz ilişki fonksiyonlarında yaklaşık 22ms civarlarında baskın yatay olaylar görülmektedir. Özilişki fonksiyonundan belirlenen ikinci sıfır kesim noktası ise ortalama 7ms dir. Belirlenen en uzun toplam operatör boyu ise 50ms dir. Bu nedenle $n + \alpha \leq 50$ olması gerekir.

Önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış atış gruplarında ayrımlılığın arttığı görülmektedir. Ancak 7ms kestirim uzaklığına (ikinci sıfır kesim noktası) sahip önkestirim dekonvolüsyon çıkışında (Şekil 2.31) S/G oranının azaldığı görülmektedir. Ayrıca 300. atıştan 550. atışa kadar olan 1200-1400ms arasında kalan olayların sönümlendiği de bariz olarak görülmektedir. Bu olayların etkisi yığma kesitlerine de yansımıştır. Kestirim uzaklığının arttırılmasıyla (10ms ve 12ms) bu olayların daha iyi seçilebildiği görülmektedir (Şekil 2.32 ve 2.33). Ayrıca 10ms ve 12ms kestirim uzaklıklarına sahip çıkışlar karşılaştırılırsa 500. atışın 1200-1400ms arasındaki iki ayrı olayın 12ms lik kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyonu çıkışında (Şekil 2.33) daha iyi seçilebildiği görülür.

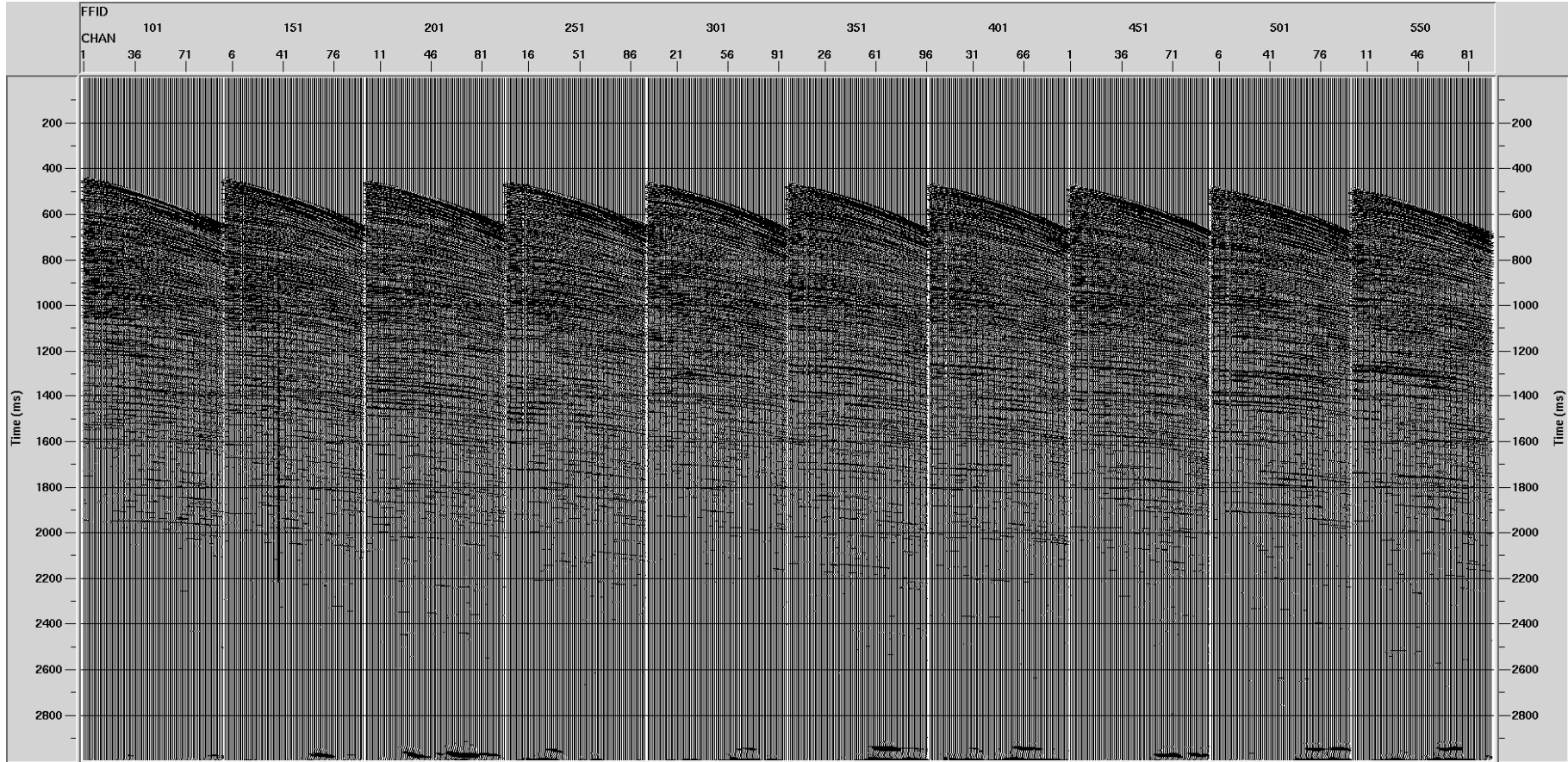
Farklı parametrelerle uygulanan üç ayrı önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarının ortalama genlik spektrumlarına (Şekil 2.34, 2.35 ve 2.36) bakılırsa 7ms kestirim uzaklığı sonucunun düz bir spektruma sahip olduğu (Şekil 2.34), ve 10ms kestirim uzaklığı sonucunun 7ms lik çıkışa göre daha değişken olduğu ve 12ms lik çıkışın ortalama genlik spektrumu ise girişin genlik spektrumuna (Şekil 2.29) daha yakın olduğu görülmektedir. 7ms kestirim uzaklığının çıkışının genlik spektrumu yüksek frekanslarda gürültü içerdiğini yansıtmaktadır. Zaman ortamında ise diğer çıkışlara göre daha bulanık bir görüntüye sahiptir. Burada en iyi sonucu 12ms kestirim uzaklığına sahip olan önkestirim dekonvolüsyonu vermiştir.



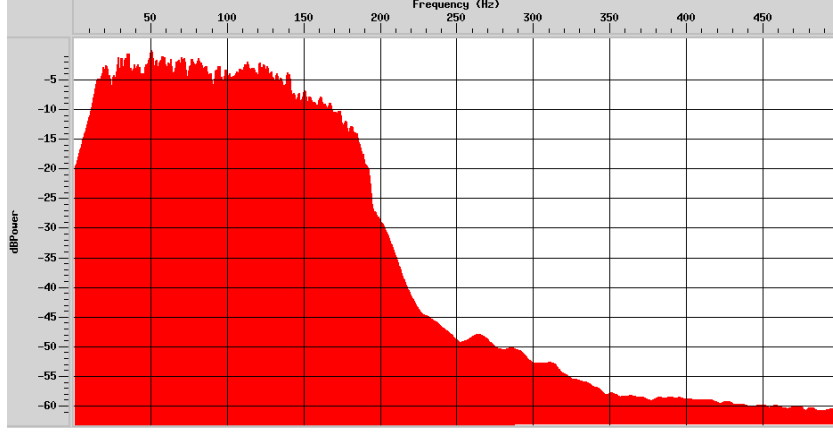
Şekil 2.31. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43 ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.



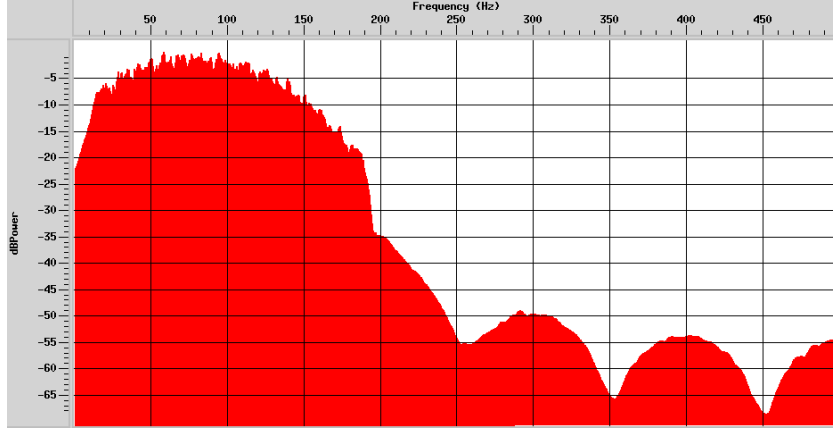
Şekil 2.32. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.



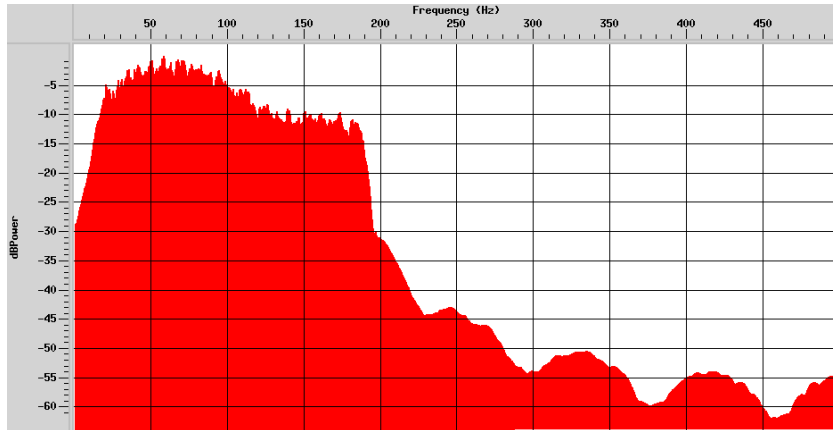
Şekil 2.33. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 38ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.



Şekil 2.34. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 7ms$ ve operatör uzunluğu $n = 43ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.



Şekil 2.35. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 10ms$ ve operatör uzunluğu $n = 40ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.

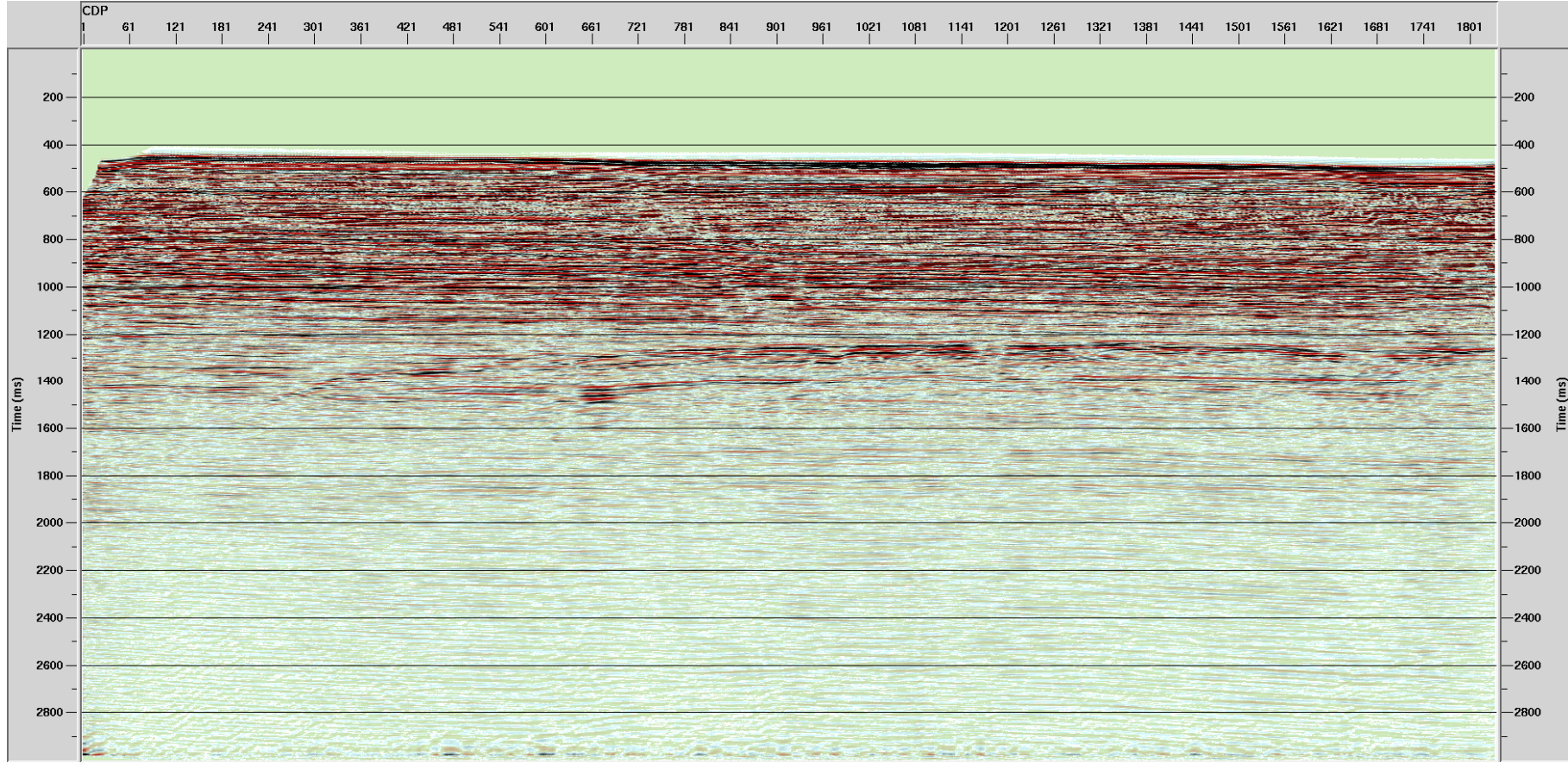


Şekil 2.36. Seçilen atış gruplarına kestirim uzaklığı $\alpha = 12ms$ ve operatör uzunluğu $n = 38ms$ ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonrası atış gruplarının ortalama spektrumları.

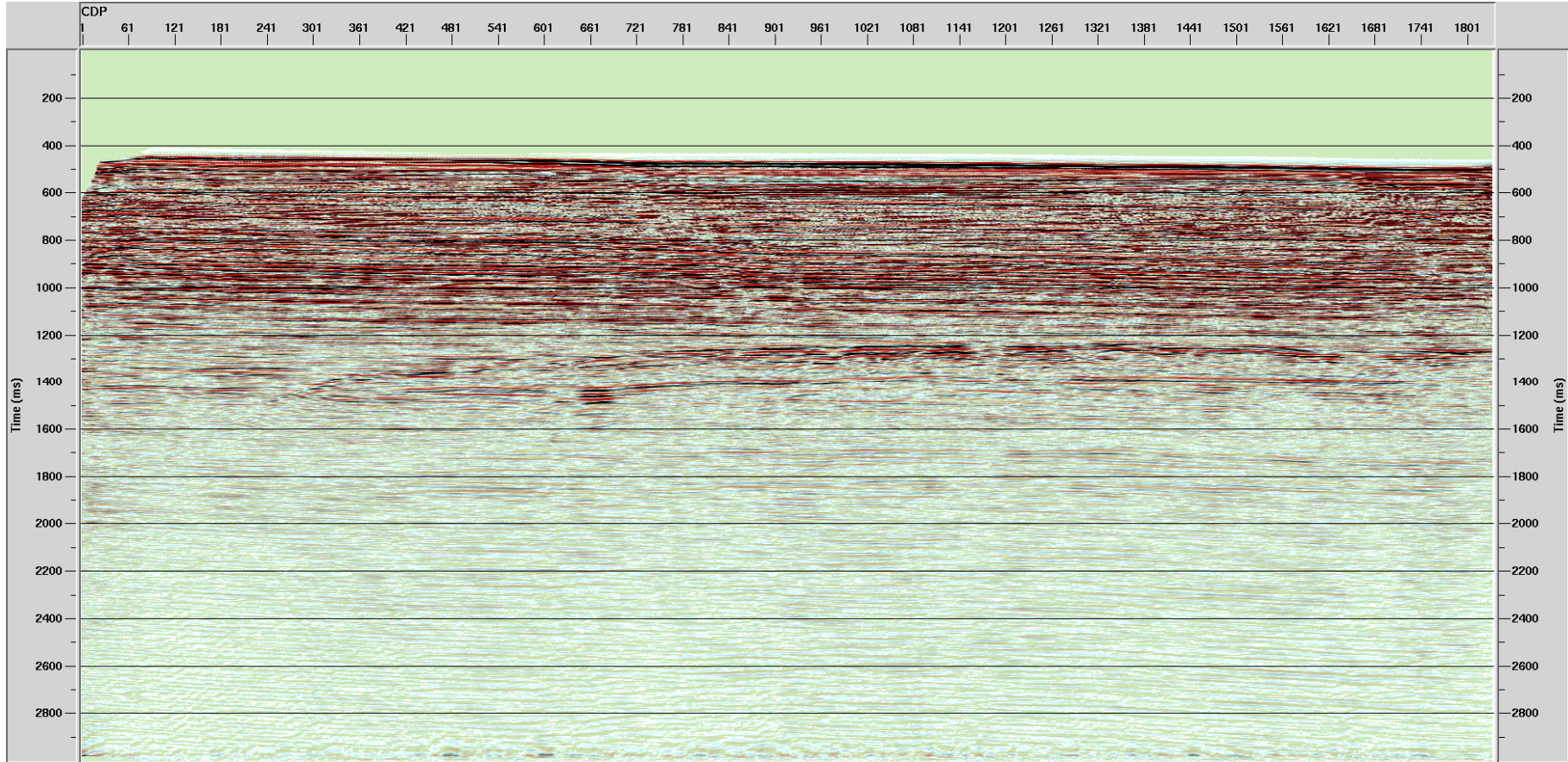
Üç farklı operatör ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından üç farklı yığma kesiti elde edilmiştir (Şekil 2.37, 2.38 ve 2.39). Bu kesitler incelendiğinde 12ms kestirim uzaklığına sahip olan önkestirim dekonvolüsyonu sonucundan elde edilen yığma kesitinin (Şekil 2.39) S/G oranının diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Özellikle 1200-1600ms arasındaki olaylar daha iyi seçilebilmektedir. Bu üç yığma kesitinde olaylar yaklaşık 400-2000ms arasındadır. Yığma kesitleri bu zaman aralığında incelenirse (Şekil 2.40, 2.41 ve 2.42) 12ms kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyon sonucunun (Şekil 2.42) ayrırlılığının diğerlerine (Şekil 2.40, 2.41) göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Dekonvolüsyon uygulanmadan elde edilen yığma kesitinde (Şekil 2.52) dahi 1200-1600ms deki olaylar seçilebilmekte fakat küçük kestirim uzaklıkları (7ms,10ms) ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonlarının sonuçlarında buradaki olaylar net olarak seçilememektedir. Böylece öz ilişki fonksiyonundan belirlenen ikinci sıfır kesim noktası (7ms) kestirim uzaklığı olarak belirlenecek olursa sonuç yığma kesitinin S/G oranı düşebilmektedir. Bu durum, Şekil 2.43, 2.44 ve 2.45 de sırasıyla 7ms,10ms ve 12ms kestirim uzaklıklarına sahip yığma kesitlerinin öz ilişkilerinden de açıkça görülebilir. 12ms kestirim uzaklığına sahip önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin öz ilişkisi (Şekil 2.45) de en yüksek S/G oranına sahiptir.

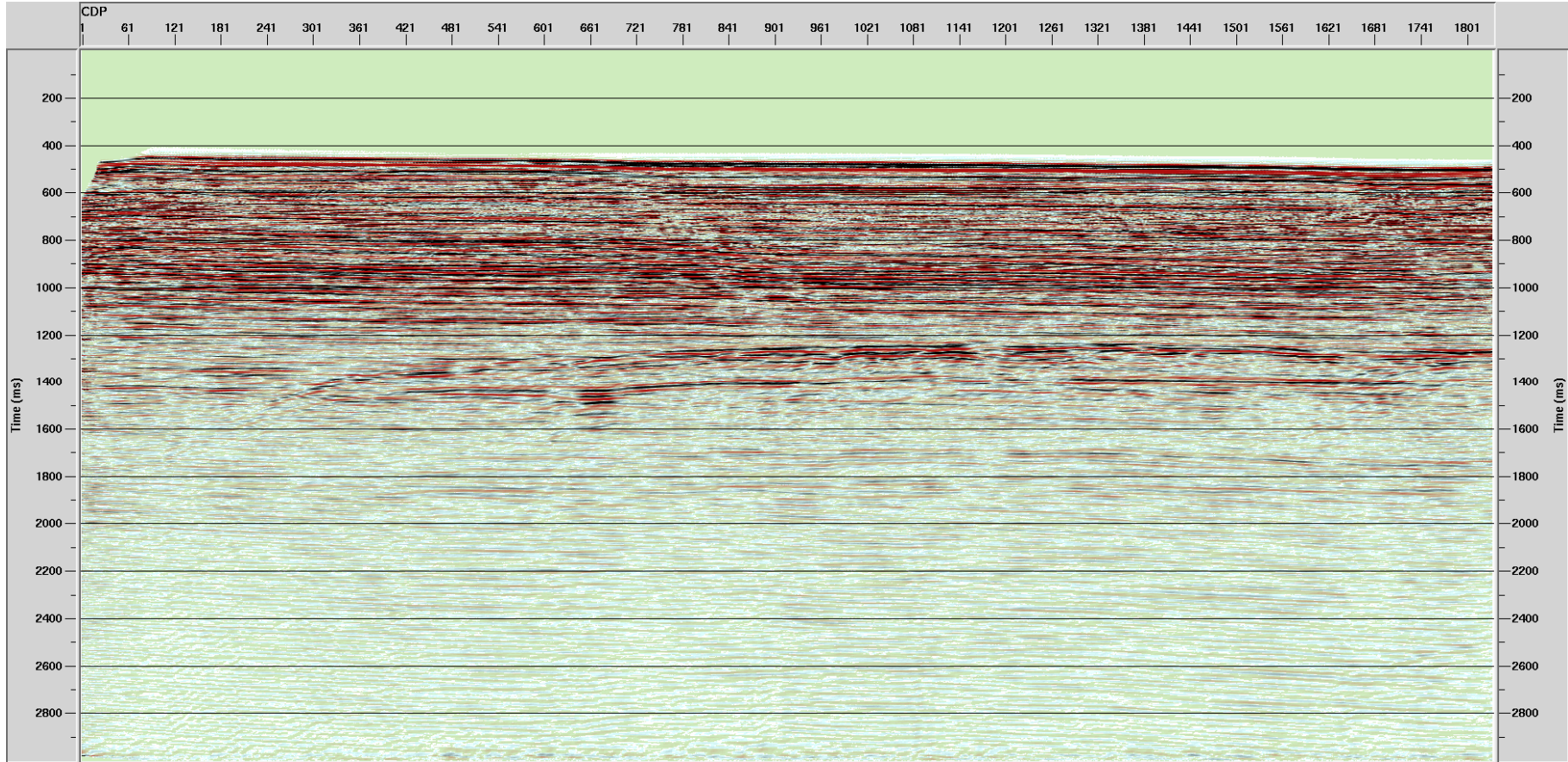
Ayrıca önkestirim dekonvolüsyonu sonuçlarına bantgeçişli süzgeç (0-5-180-200Hz kesme frekansları) uygulanmıştır. Süzgeç sonucu elde edilen yığma kesitlerinde (Şekil 2.46, 2.47 ve 2.48) görüntünün bulanıklaştığı görülmüştür. Bunun yanında dekonvolüsyon uygulanmadan elde edilen yığma kesitlerine belirlenen parametreler ile (sırasıyla $\alpha = 7, 10, 12ms$ ve $n = 43, 40, 38ms$) üç ayrı dekonvolüsyon uygulanmıştır (Şekil 2.49, 2.50 ve 2.51). Bu uygulamalarda istenen ayrırlılık elde edilememiştir. Bunun nedeni dekonvolüsyon operatöründen kaynaklanan gürültüler olsa gerek. Çünkü yığma öncesi uygulanan dekonvolüsyon işleminden kaynaklanan rasgele gürültüler yığma işlemi ile sönmülenebilir, fakat yığma işlemi sonrasında bu gürültüler ancak frekans süzgeçleri ile atılabilir. Frekans süzgeçlerinin dekonvolüsyon sonrası ne kadar kullanılabilir olduğu da ayrı bir tartışma konusudur.



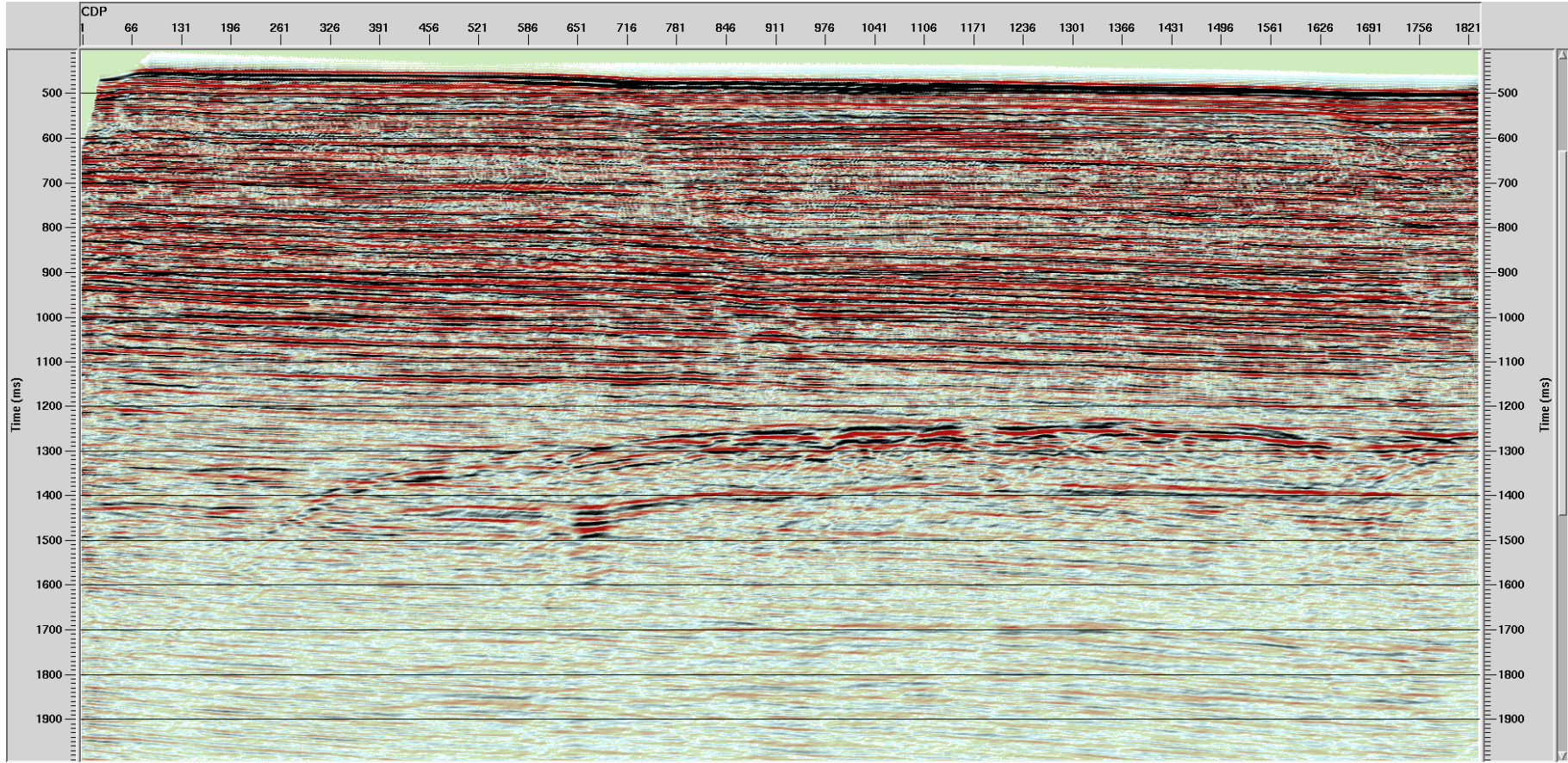
Şekil 2.37 Kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışıdan elde edilen yığma kesiti.



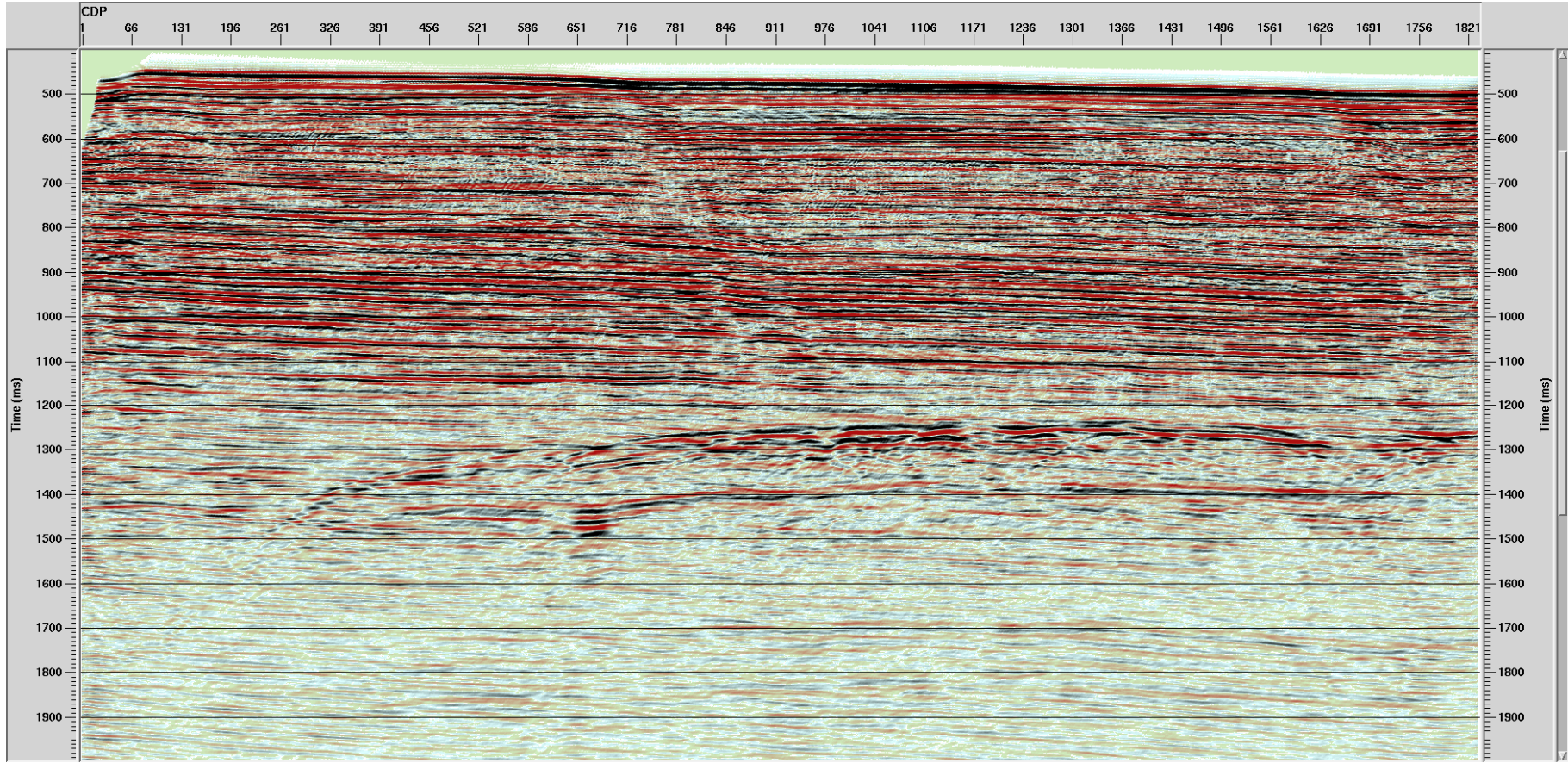
Şekil 2.38 Kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti.



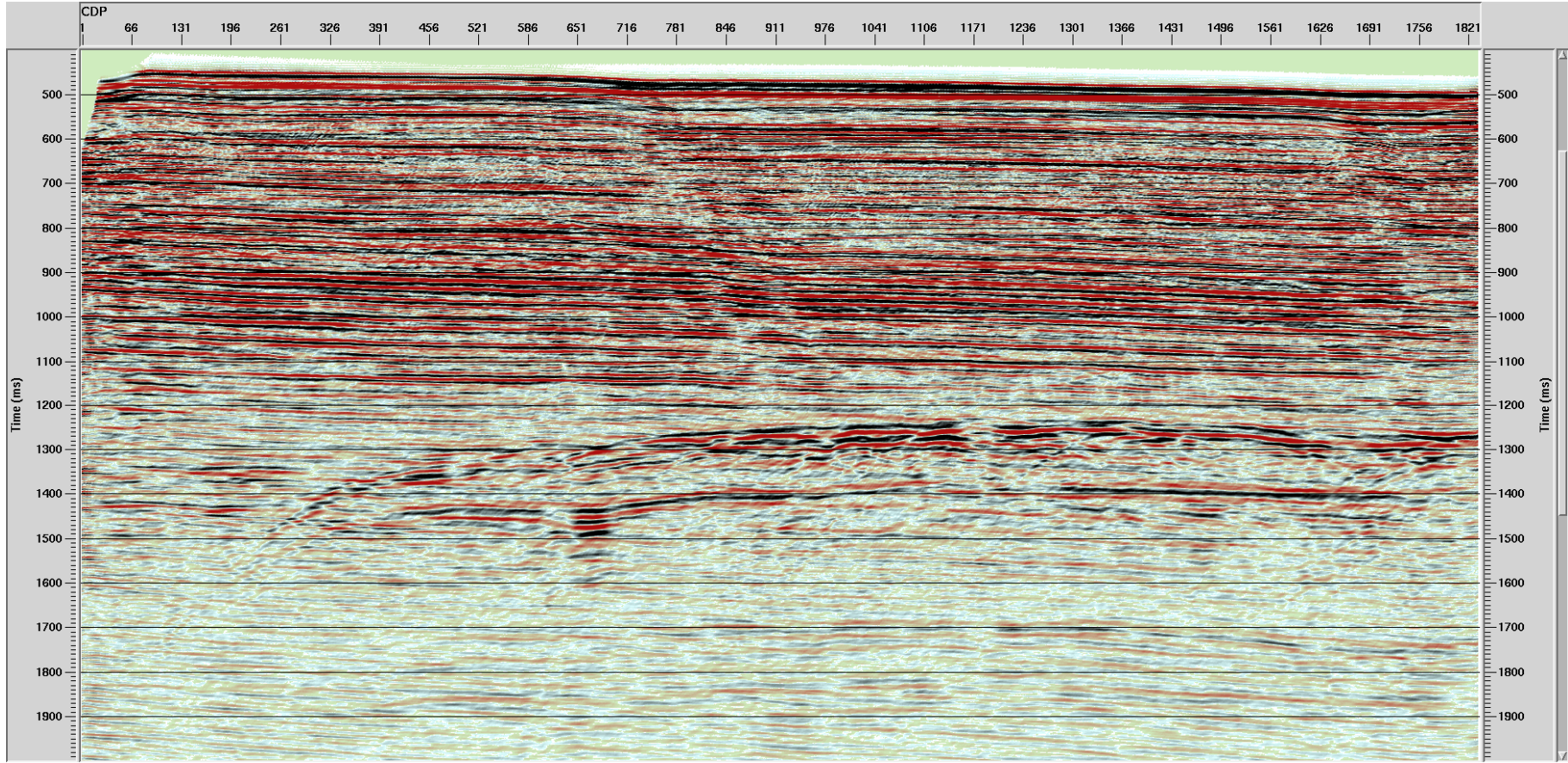
Şekil 2.39 Kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 38ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti.



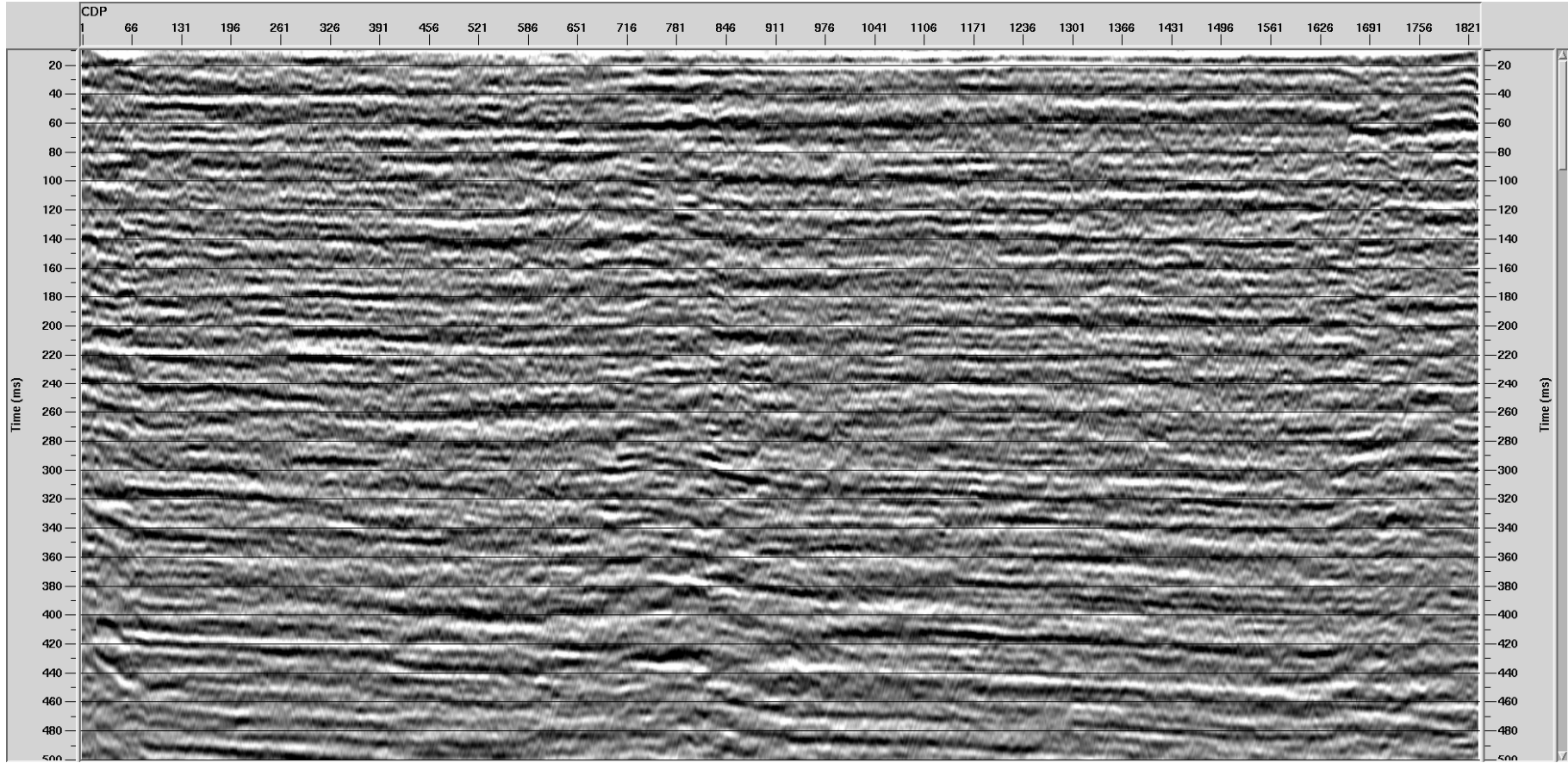
Şekil 2.40. Kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms).



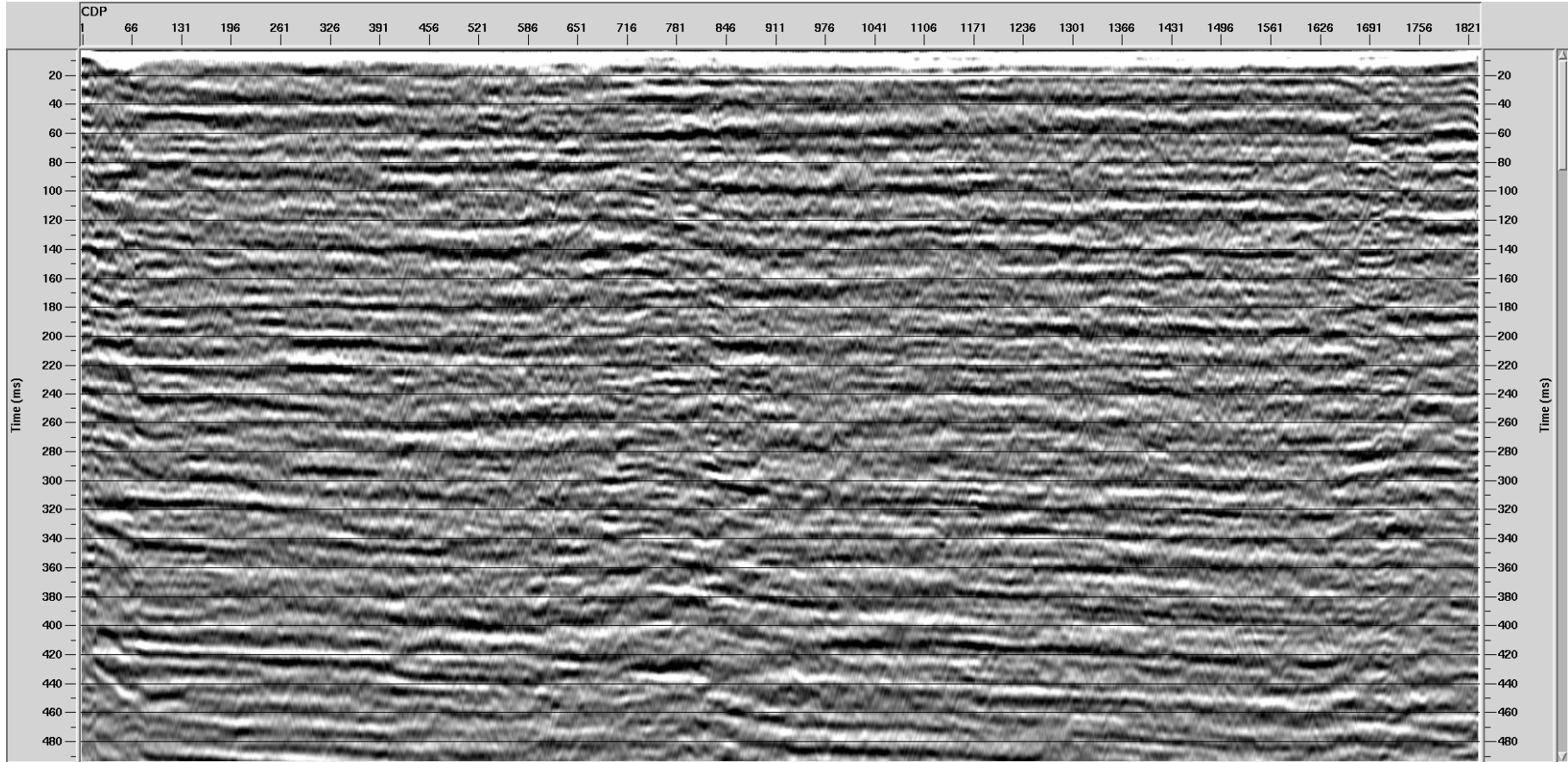
Şekil 2.41. Kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms).



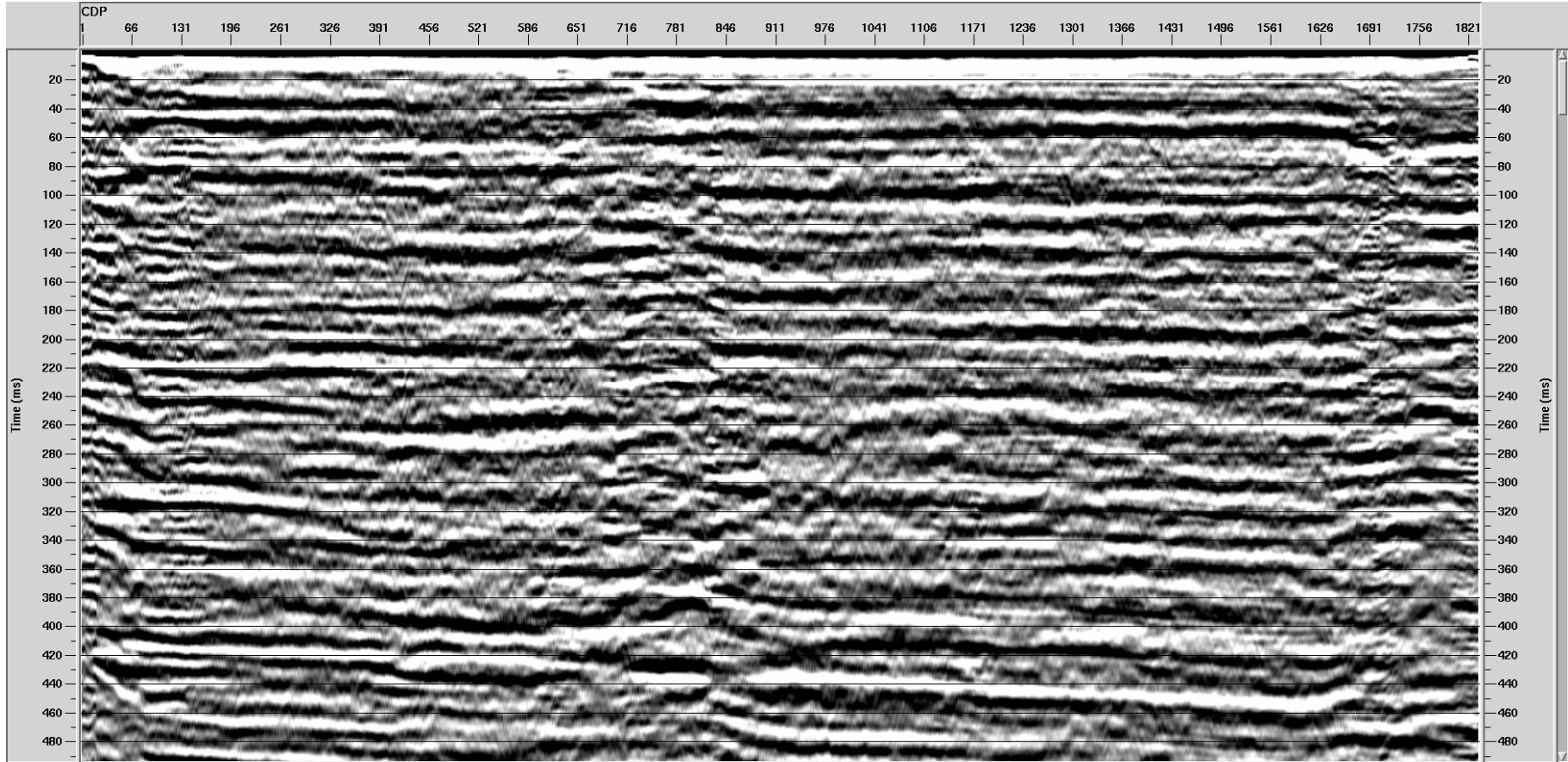
Şekil 2.42. Kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 43ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığıma kesiti (400-2000ms).



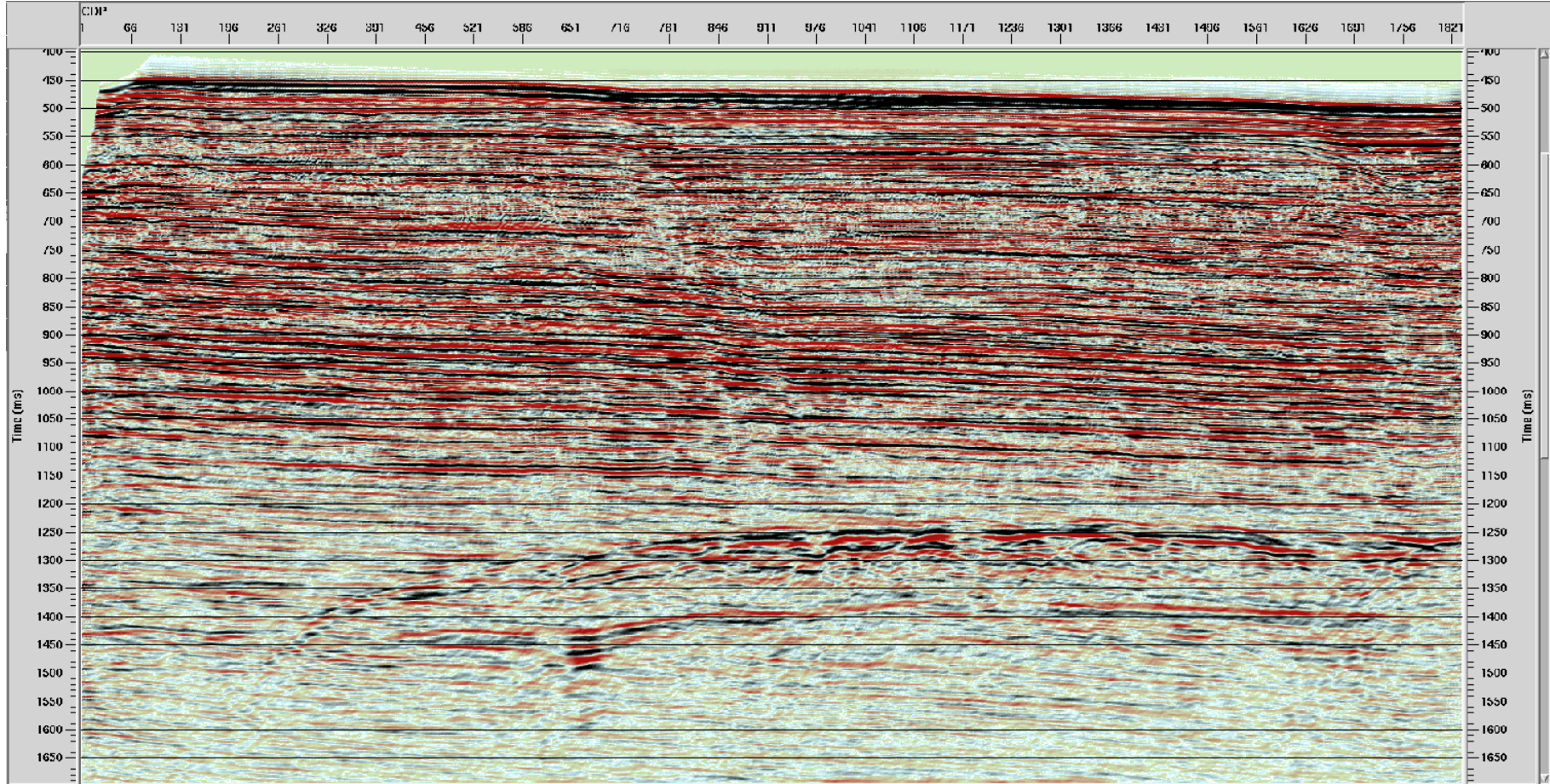
Şekil 2.43. Kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.



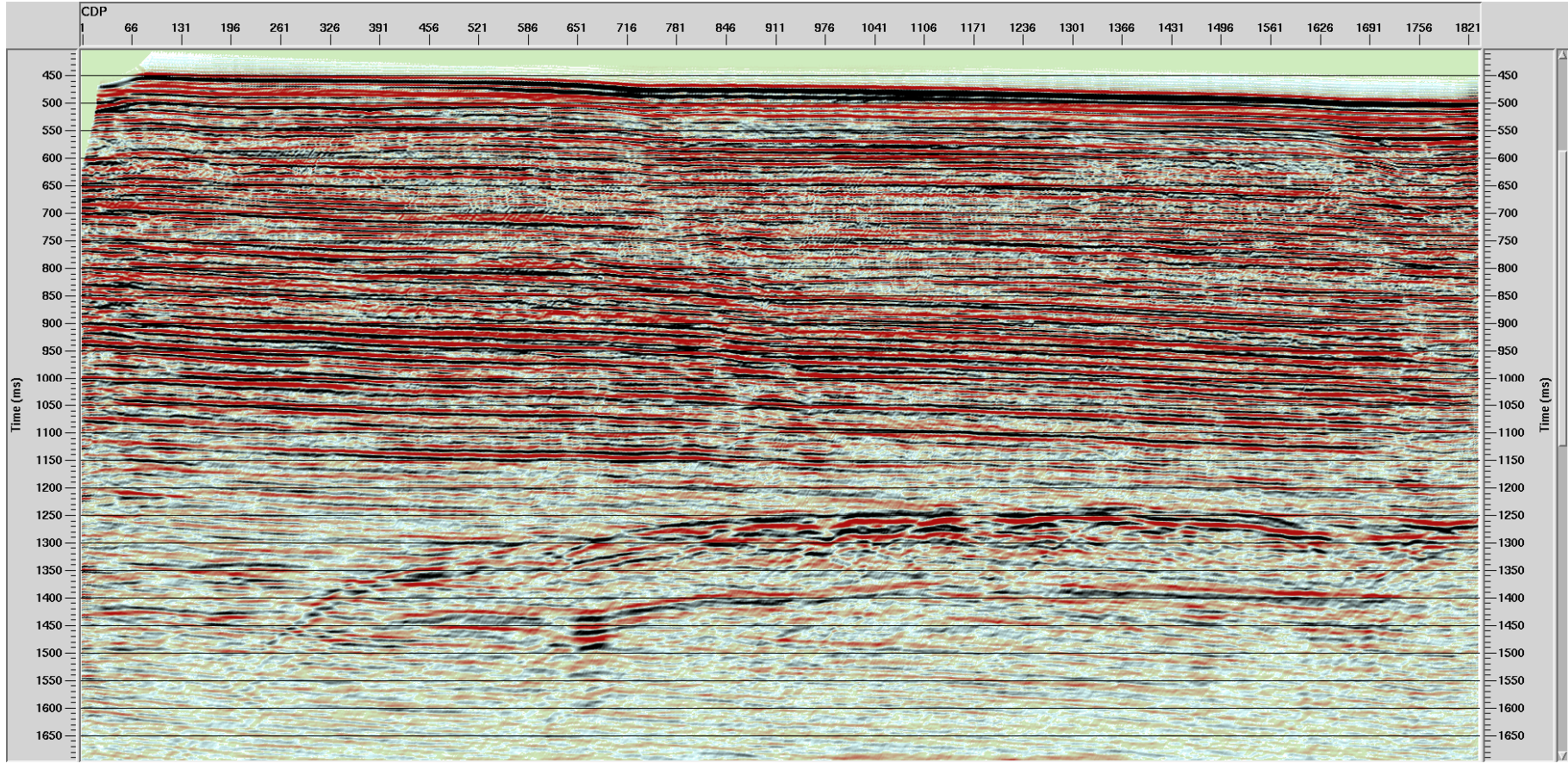
Şekil 2.44. Kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.



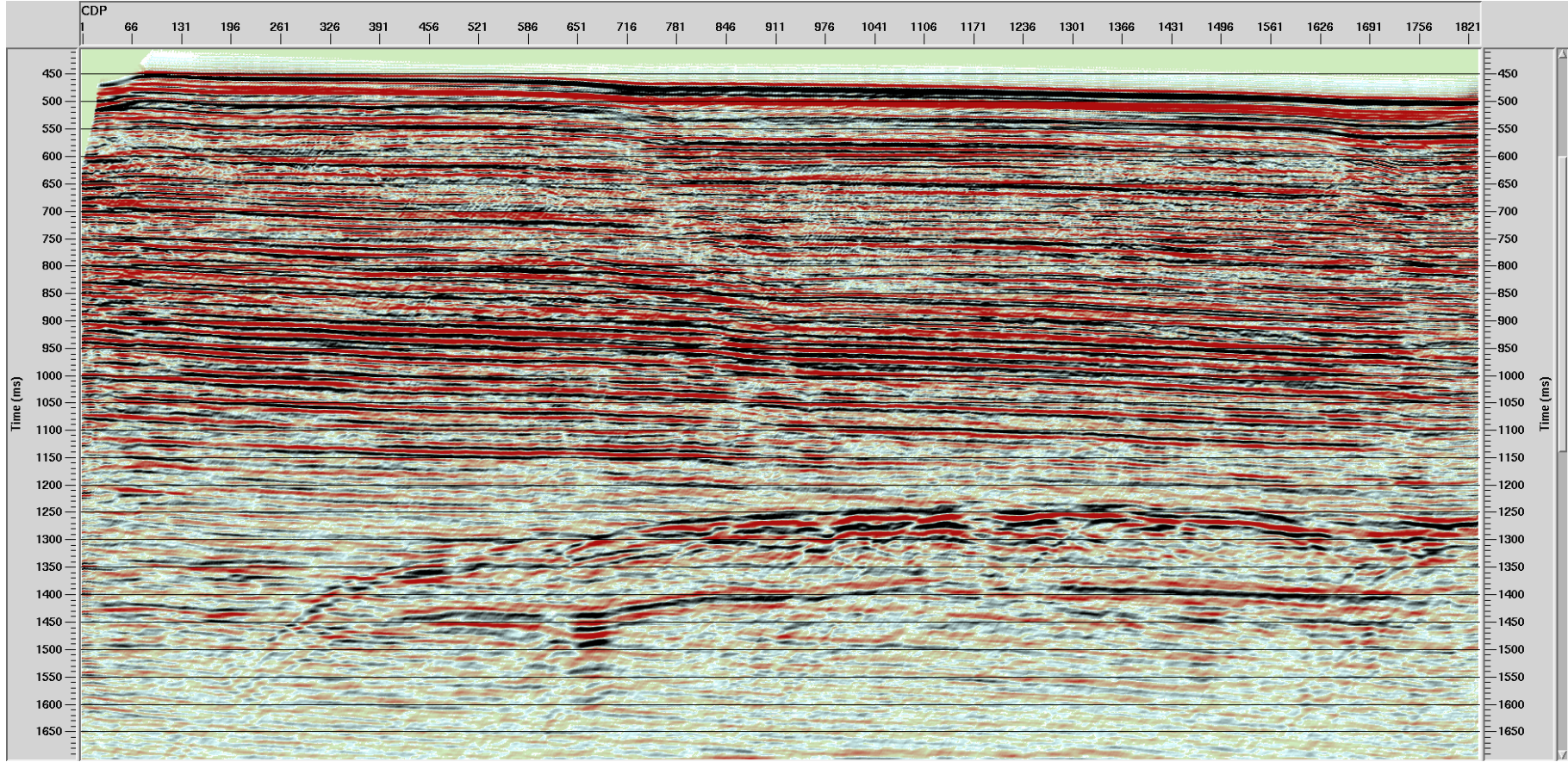
Şekil 2.45. Kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 38ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen yığma kesitinin özilişkisi.



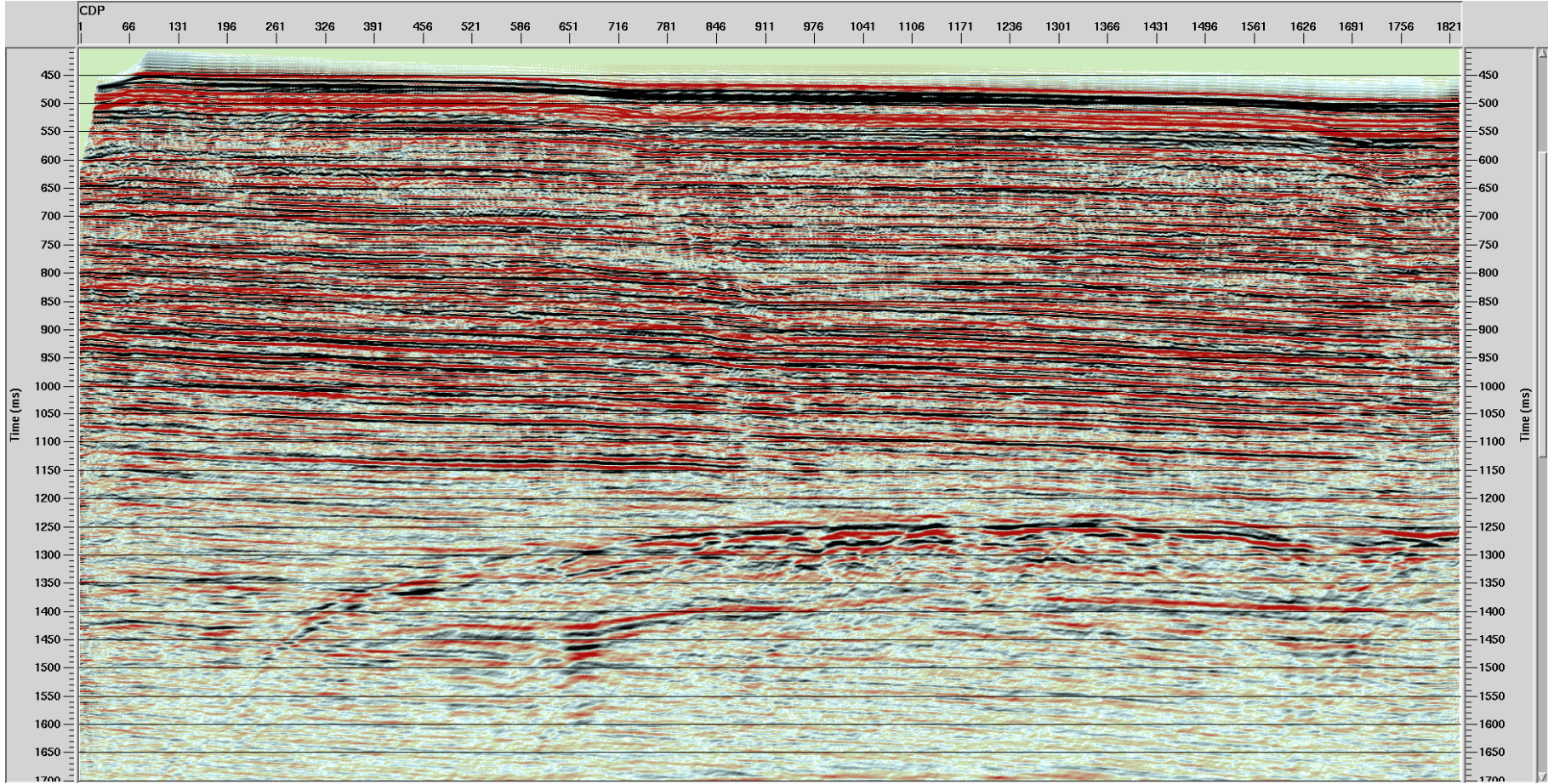
Şekil 2.46. Kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yığma kesiti (400-1700ms).



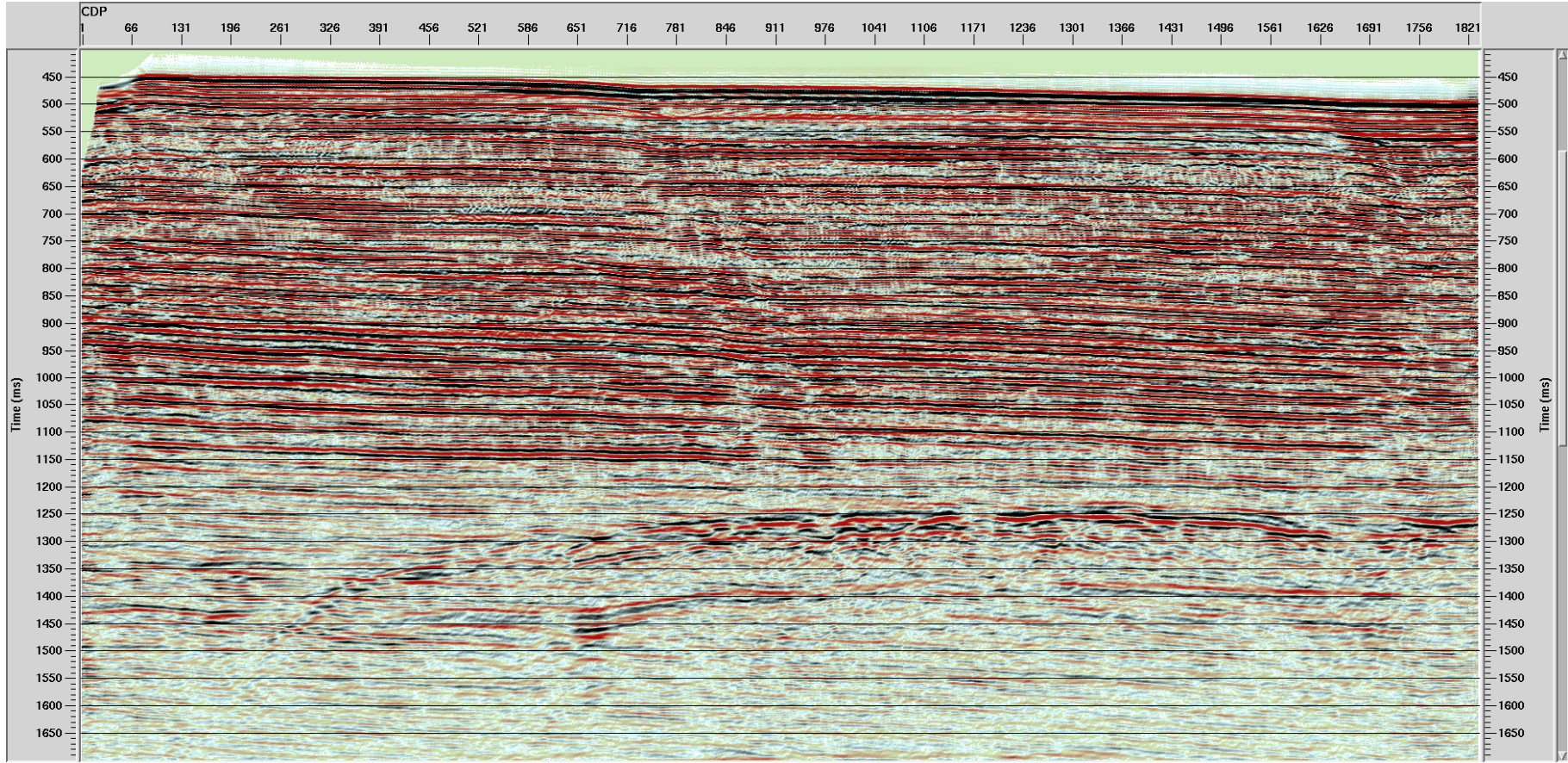
Şekil 2.47. Kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yağma kesiti (400-1700ms).



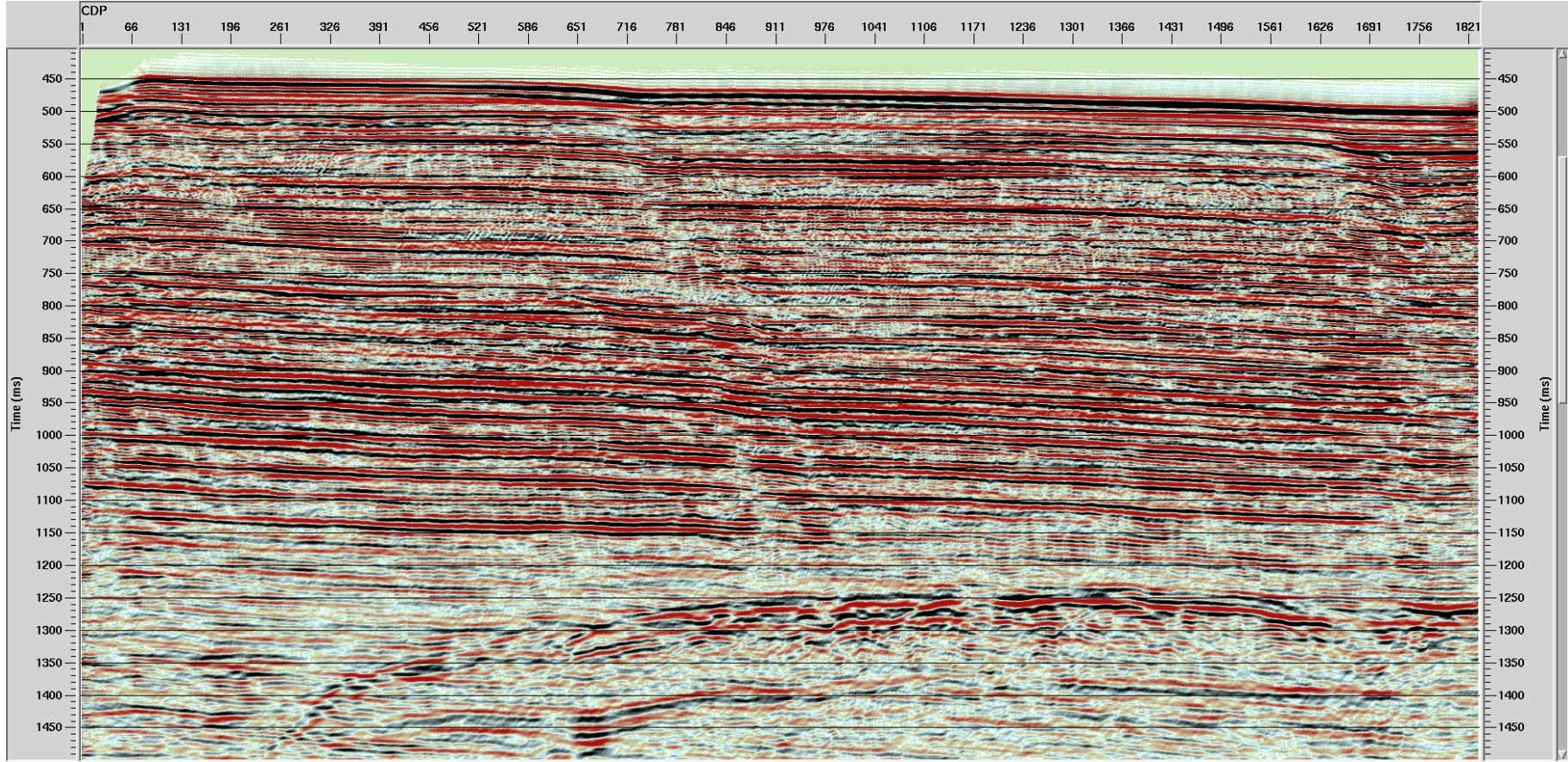
Şekil 2.48. Kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 38ms ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışından elde edilen ve dekonvolüsyon sonrası süzölmüş (0-5-180-200Hz kesme frekansları) yağma kesiti (400-1700ms).



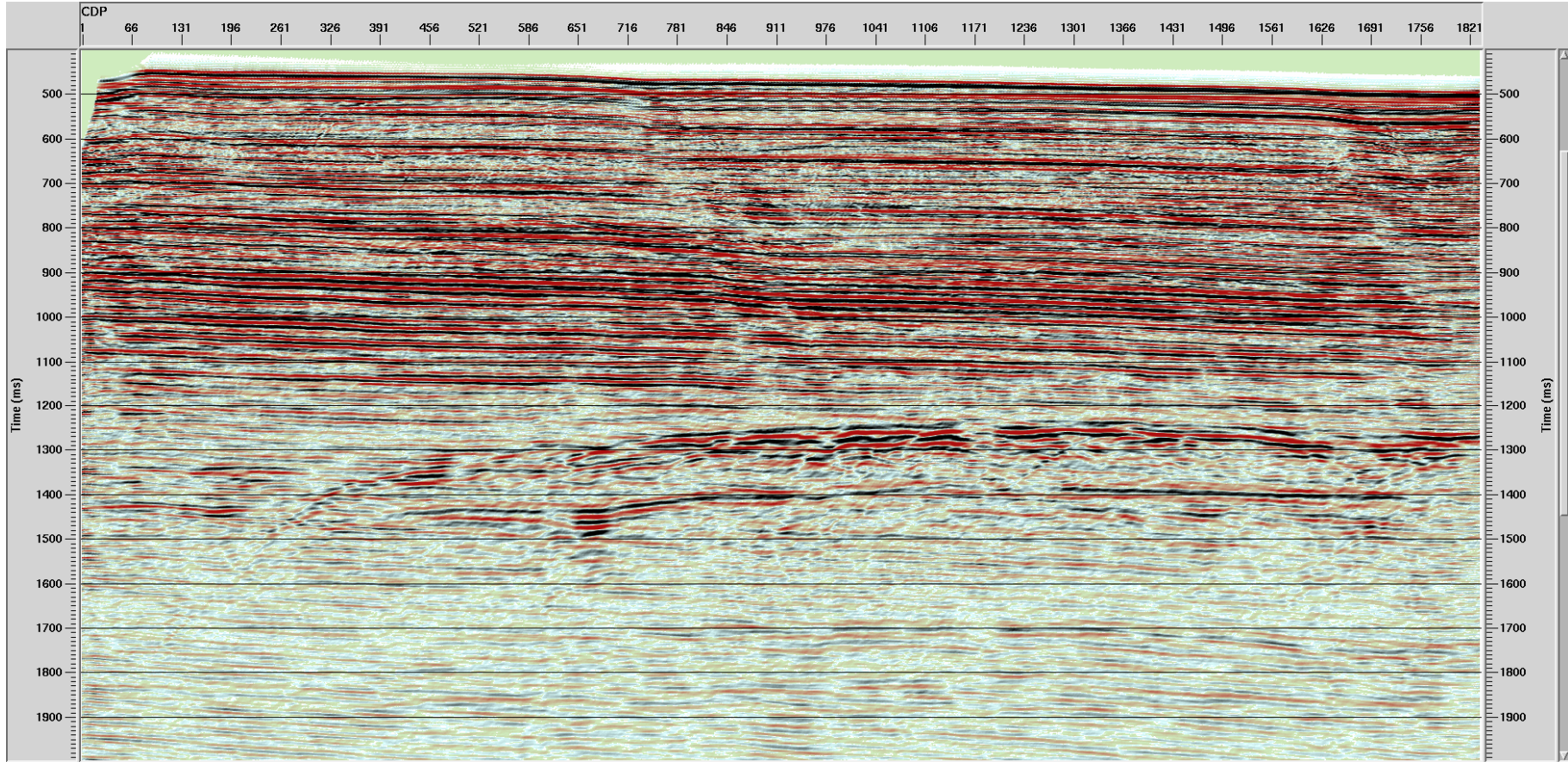
Şekil 2.49. Kestirim uzaklığı 7ms ve operatör uzunluğu 43ms ile yığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).



Şekil 2.50. Kestirim uzaklığı 10ms ve operatör uzunluğu 40ms ile yığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).



Şekil 2.51. Kestirim uzaklığı 12ms ve operatör uzunluğu 38ms ile yığma sonrası uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışı (400-1700ms).



Şekil 2.52. Dekonvolüsyon uygulanmadan elde edilen yığma kesiti (400-2000ms arası).

2.2.6. Uzaklık Bağımlı Parametre Seçimi İle Uygulanan Önkestirim Dekonvolüsyonu

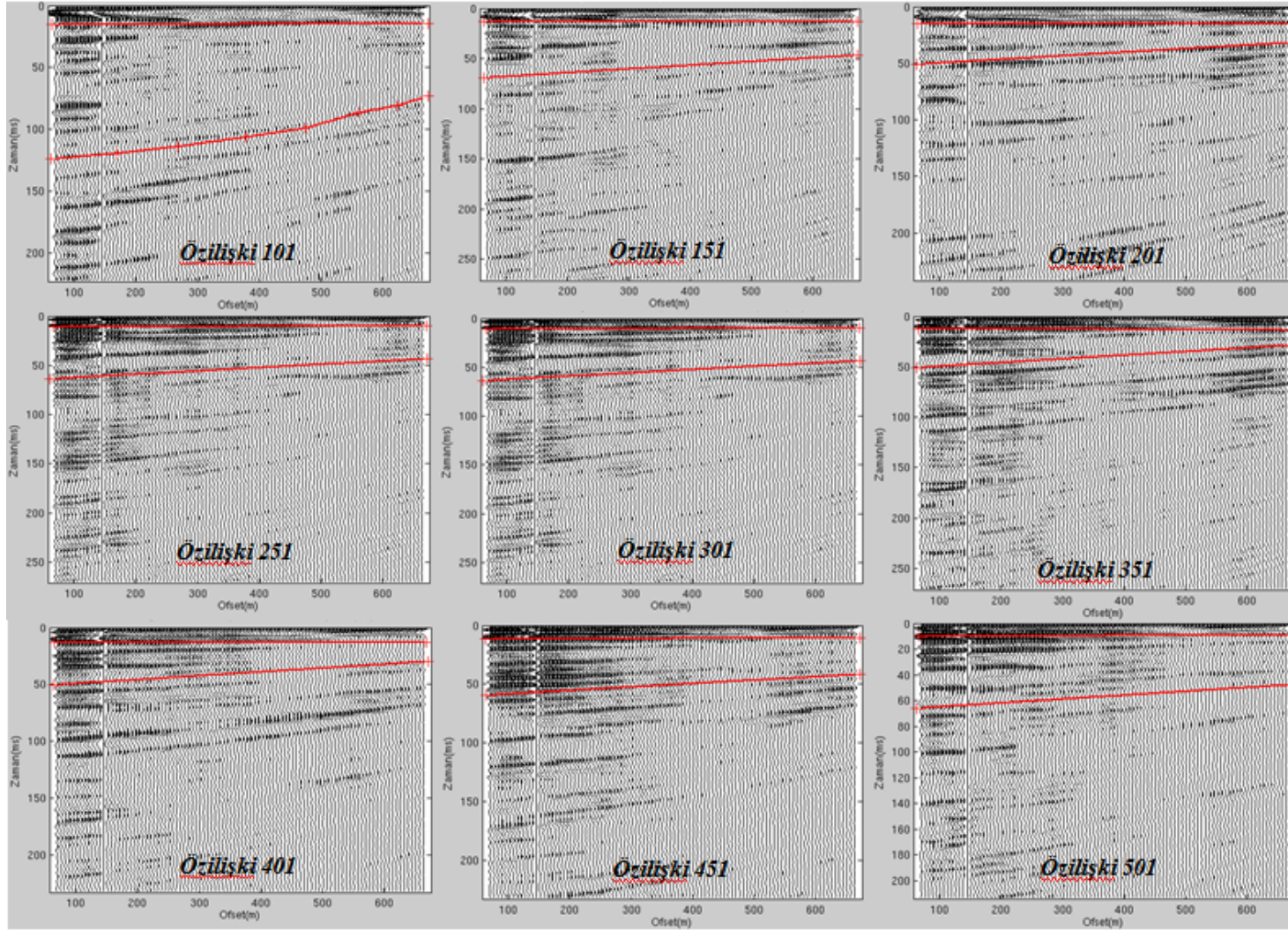
Atış gruplarında iki yansıma olayının arasındaki zaman farkı yakın alıcılarda, uzak alıcılara göre daha fazladır. Eğer atış grupları iyi bir ön veri işlemden geçirilirse, yani yansıma çalışmalarında istenmeyen bilgiler olarak nitelendirilen sabit eğimli (yüzey dalgaları, deniz dalgaları, hava dalgaları, ilk varışlar, kırılarak gelenler, yansımış kırılmalar vb.) olayların atılması ile birlikte sadece yansıma olayları ve bunların tekrarlıları kalacaktır. Bu durumda öz ilişki fonksiyonlarından yansıma olayları kestirilebilir. Buradaki kestirimden kasıt atış grubunda birbirine en yakın yansıma olaylarıdır. Ayrıca atış gruplarında birincil yansıma ile tekrarlı yansımalar arasındaki zaman farkı sabit olduğu için (özellikle yakın alıcılarda) öz ilişki fonksiyonlarında yatay olarak görüneceklerdir (Bölüm 2.2.3). Özellikle uzun profillerde bu durum açıkça görülebilir. Ayrıca uzak alıcılarda frekans soğrulmasından dolayı kaynak dalgacığın periyodu genişleyecektir. Dolayısıyla yakın alıcılardaki kestirim uzaklığı ile uzak alıcılardaki kestirim uzaklıkları değişkenlik göstermesi gerekir.

Tüm bu durumlar göz önüne alınarak öz ilişki fonksiyonlarından belirlenecek olan parametrelerin uzaklık bağımlı olarak seçilmesinin önkestirim dekonvolüsyonu işleminin kalitesini arttıracığı söylenebilir. Uzaklık bağımlı parametre seçiminin amacı dekonvolüsyon operatörünün etkinliğini arttırmak ve sismik kaydın S/G oranına zarar vermeden arttırmaya çalışmaktır. Bu kapsamda ProMAX sismik veri işlem yazılımıyla ön veri işlem adımları uygulanmış 'sef08' verisine, yazılan MATLAB programları ile uzaklık bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmıştır. Dekonvolüsyon çıktıları tekrar ProMAX ortamına aktarılarak yığma kesitleri oluşturulmuştur.

Elde edilen üç sabit parametrelili ve bir uzaklık bağımlı değişken parametre kullanılarak gerçekleştirilen önkestirim dekonvolüsyon çıktılarının daha sonraki veri işlem adımları da aynıdır (Tablo 1.2). Yani yığma kesitlerini önkestirim dekonvolüsyonundan başka etkileyecek bir olay yoktur. Bütün çıkışlara aynı hız fonksiyonu ile NKZ uygulanmış ve aynı miktarda (%30, ProMAX) NKZ gerilme alanları atılmıştır.

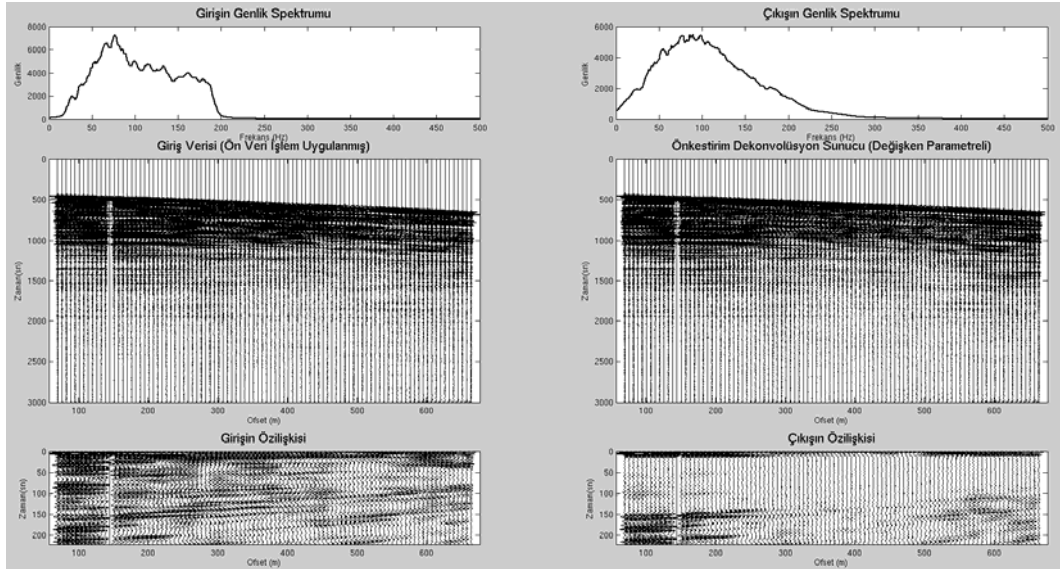
Uzaklık bağımlı değişken parametre seçiminde her iz için farklı kestirim uzaklığı ve farklı operatör uzunluğu seçilmiştir (Şekil 2.53). Yakın alıcılarda seçilen operatör uzunlukları ile son alıcılarda seçilen operatör uzunlukları arasında yaklaşık 50ms lik bir fark söz konusudur. Bu fark dekonvolüsyon operatörünün etkinliğini arttıracaktır. Söz konusu verilerde kısa yollu tekrarlı yansımalar mevcuttur. Eğer birincil yansıma ile tekrarlı

yansıma arasında tüm uzaklıklarda sabit bir zaman farkı olsaydı özilişki fonksiyonlarında birincil yansımalar ile üst üste gelmeleri gerekirdi. Fakat kısa yollu tekrarlı yansımalar tekrarlandıkları tabaka sınırları içerisinde daha çok yol kat ettikleri için (hızın derinlikle arttığı kabul edilirse) özilişki fonksiyonlarında daha önce görülebilirler. Şöyle ki, ilk birincil yansıma t_1 zamanında kaydedilsin, ikinci birincil yansıma da t_2 zamanında kaydedilsin, bu şekilde olası bir kısa yollu tekrarlı zamanı $t_2+t_2-t_1$ zamanından daha erken kaydedilecektir. Yani birinci birincil yansıma ile ikinci birincil yansıma arasındaki zaman farkı, ikinci birincil ile kısa yollu tekrarlısı arasındaki zaman farkından daha büyük olacaktır (sıfır ofsetler hariç). Bu ayrıntı, özilişki fonksiyonlarında birincil yansımalar ile kısa yollu tekrarlıların ayırt edilmesini sağlar. Bu veri grubu için de geçerli olan bu durum Şekil 2.53 deki 451. atışın özilişkisinde net olarak görülmektedir. Bu durum yakın alıcılarda net bir biçimde seçilirken uzak alıcılara doğru ortadan kalkmaktadır. Bunun nedeni ise uzak alıcılara doğru birinci birincil yansıma ile ikinci birincil yansıma birbirine yaklaştıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani yakın alıcılarda bu kısa yollu tekrarlılar süzülebilirken uzak alıcılara doğru süzülmesi zorlaşmıştır. Bu durum da uzaklık bağımlı değişken parametre seçiminin başka bir özelliğini ortaya çıkarmıştır. Eğer sabit parametre seçilerek dekonvolüsyon uygulansaydı, uzak alıcılardaki yansıma genliklerine zarar vermemek için kısa operatör boyu (kısa yollu tekrarlı yansımaları içermeyen) seçilmek durumunda kalınacaktı ve kısa yollu tekrarlı yansımalar süzülemezdi. Özilişki analizlerinde uzaklık bağımlı değişken parametre seçimi yapılırken birçok özilişkide bu olayla karşılaşmıştır.

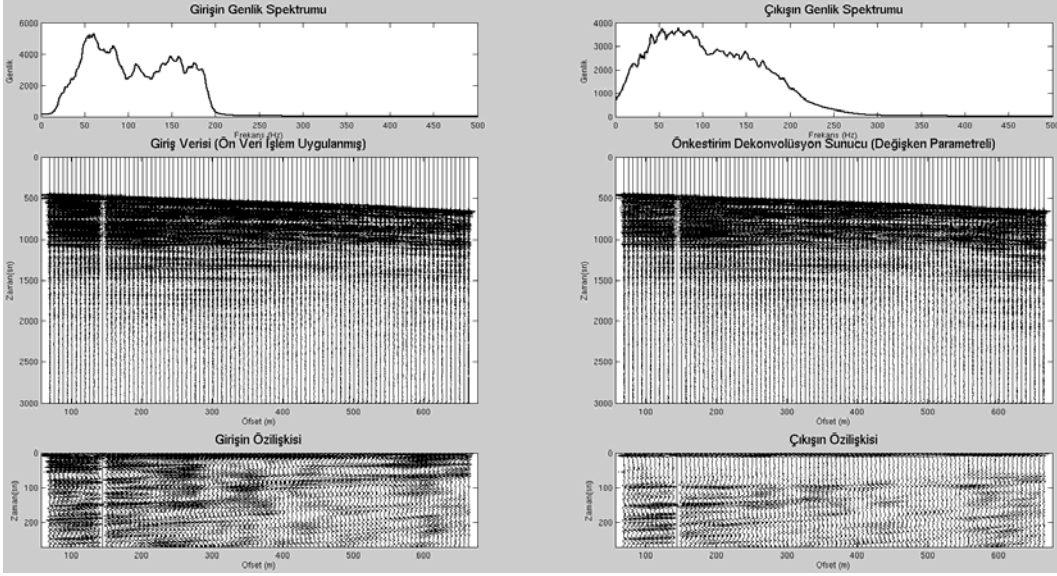


Şekil 2.53. Seçilen uzaklık bağımlı değişken parametreler; ilk kırmızı çizgi kestirim uzaklığını, ikinci kırmızı çizgi operatör uzunluğunu temsil etmektedir.

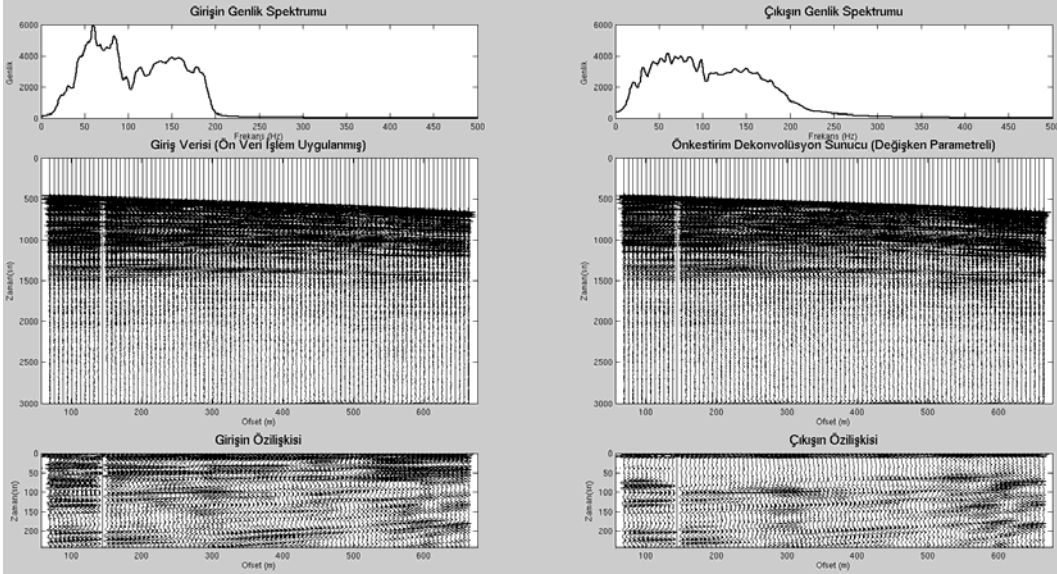
Uzaklık bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu sonucu (Şekil 2.64) diğer sonuçlar (Şekil 2.31, 2.32 ve 2.33) ile karşılaştırıldığında en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Hem ayrırlılık bakımından hem de S/G oranı bakımından diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiştir. Ayrıca 1700-1900ms arasında da olayların ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Şekil 2.66). Yığma kesitlerine (Şekil 2.65 ve 2.66) bakıldığında diğer yığma kesitlerinden (Şekil 2.37, 2.38 ve 2.39) çok farklı olduğu ilk bakışta anlaşılmaktadır. 600-900ms arasındaki kısa yollu tekrarlı yansıma enerjilerinin son derece iyi süzüldüğü fakat bunun yanında yaklaşık 600ms deki kısa yollu tekrarlı oluşmasına neden olan ara yüzeyden gelen yansıma enerjisini de kısmen sönmülemiştir. Bunun nedeni olarak operatör uzunluğu seçilirken özilişki fonksiyonundan belirlenen en yakın ikinci hiperbolik olaylara (birincil yansımalar) fazla yaklaşımdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yığma kesitinin özilişkisine (Şekil 2.67) bakıldığında diğer dekonvolüsyon sonuçlarına göre olayların sürekliliğinin daha iyi seçilebildiği görülmektedir. Şekil 2.54 ile Şekil 2.63 arasında seçilen atışlara (101,151,201,251,301,351,401,451,501 ve 550) uygulanan uzaklık bağımlı önkestirim dekonvolüsyon işlemleri gösterilmektedir.



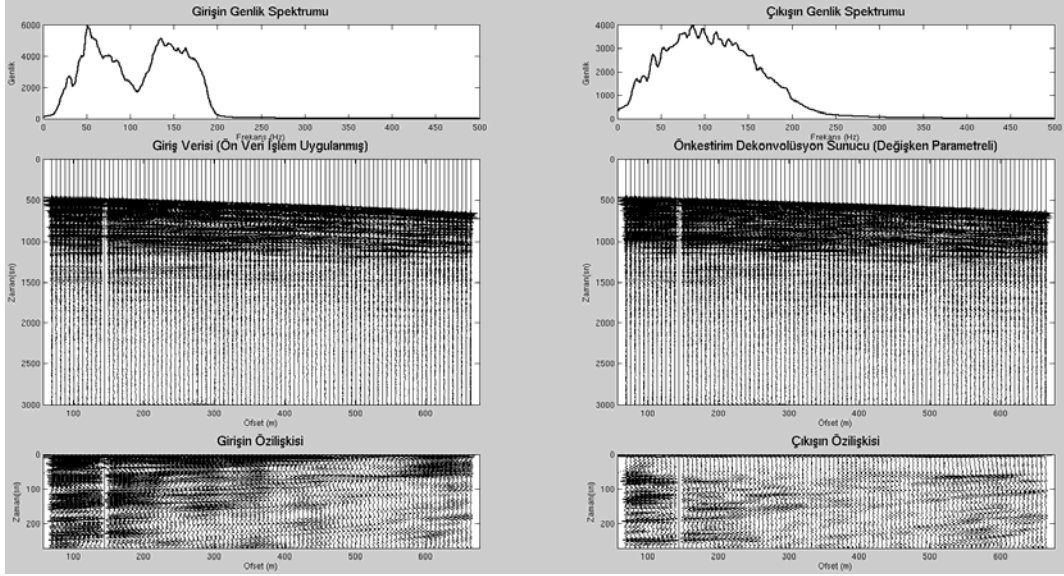
Şekil 2.54. 101. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



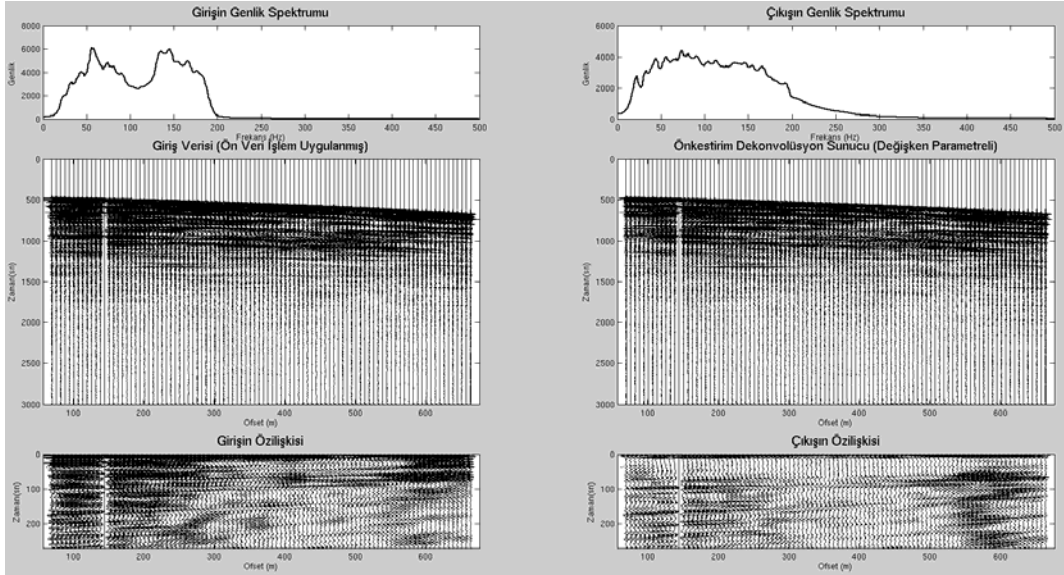
Şekil 2.55. 151. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



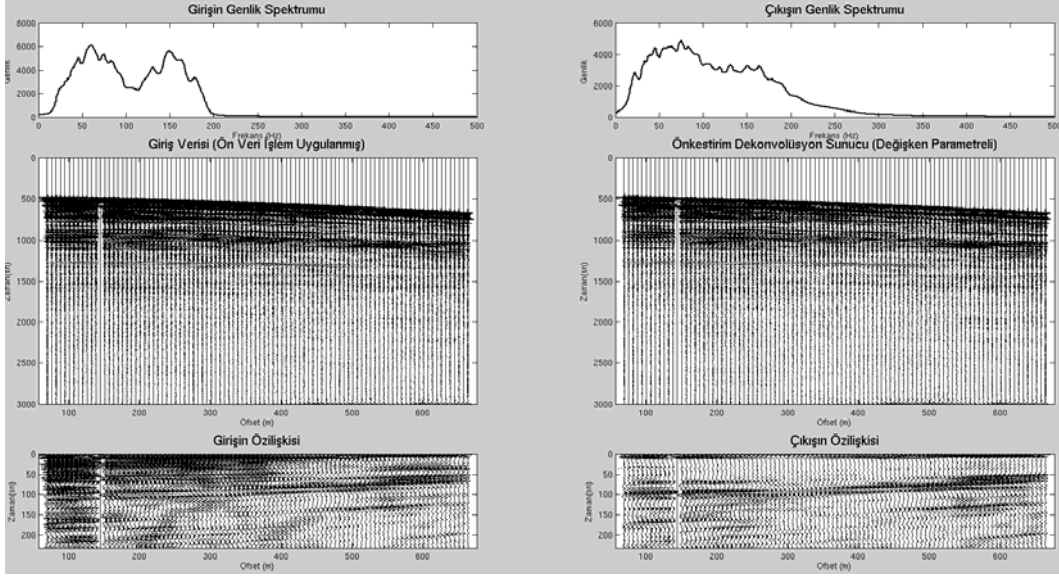
Şekil 2.56. 201. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



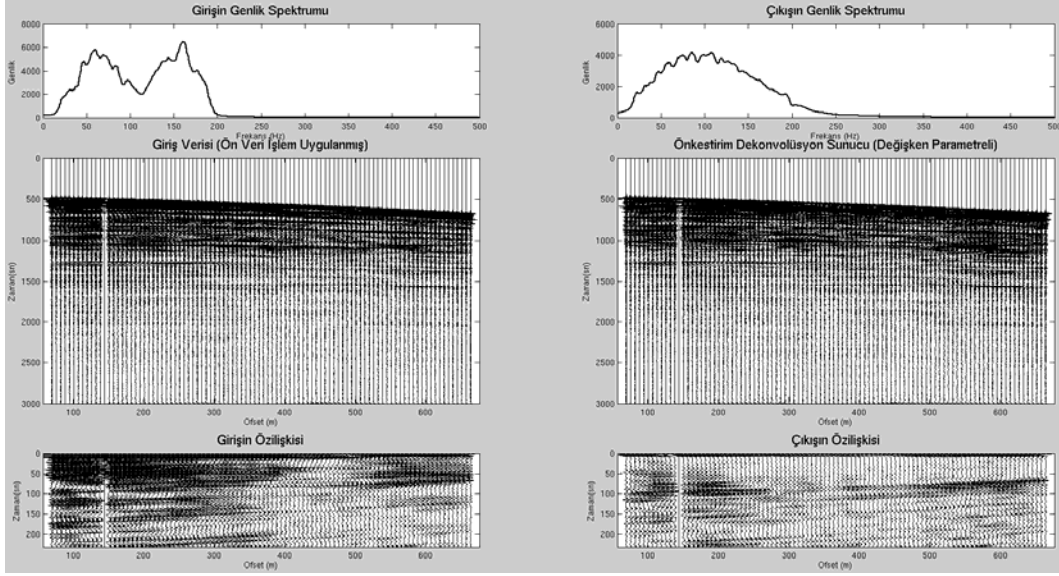
Şekil 2.57. 251. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



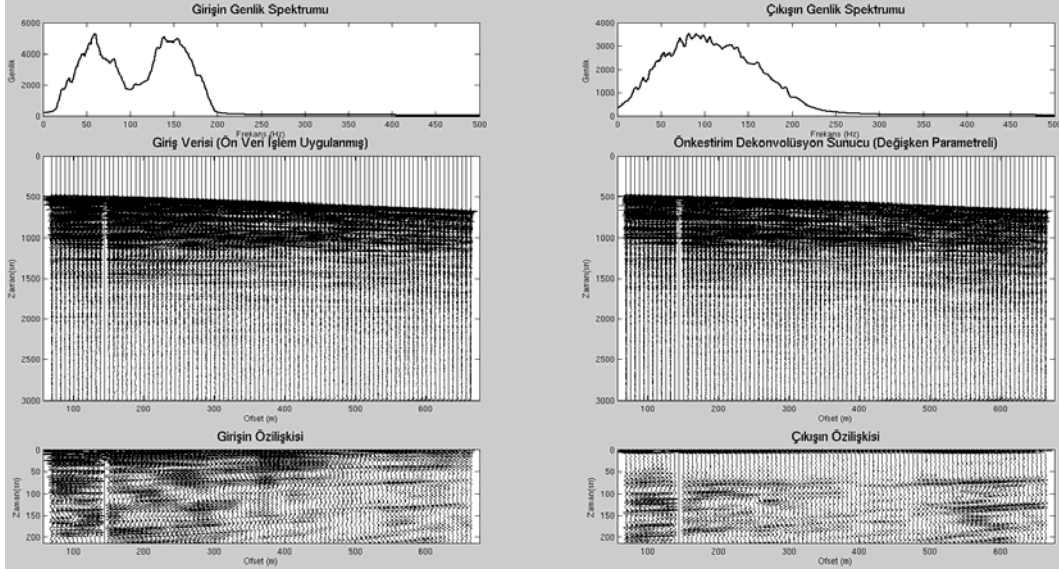
Şekil 2.58. 301. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



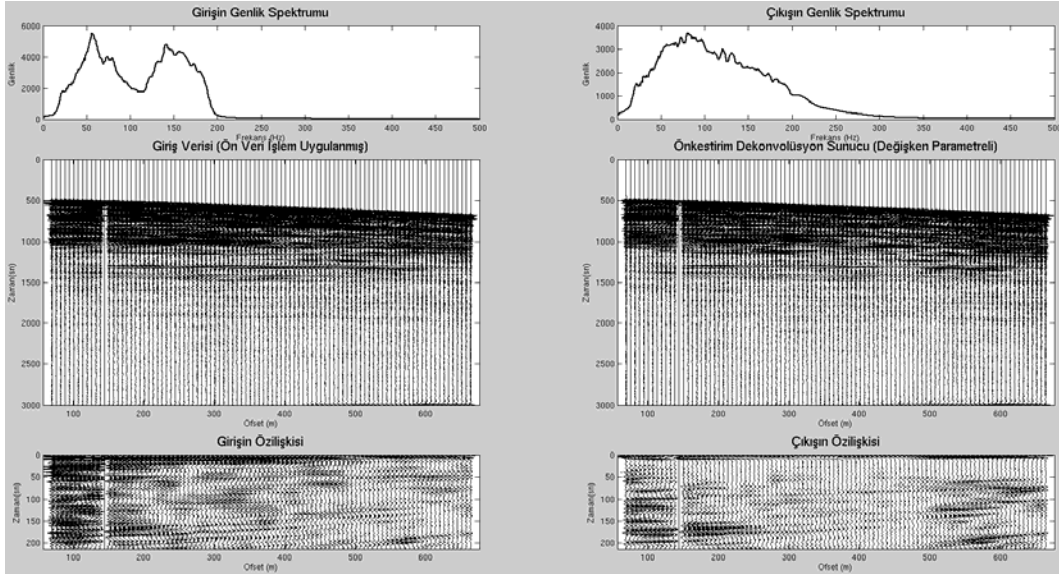
Şekil 2.59. 351. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelî önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



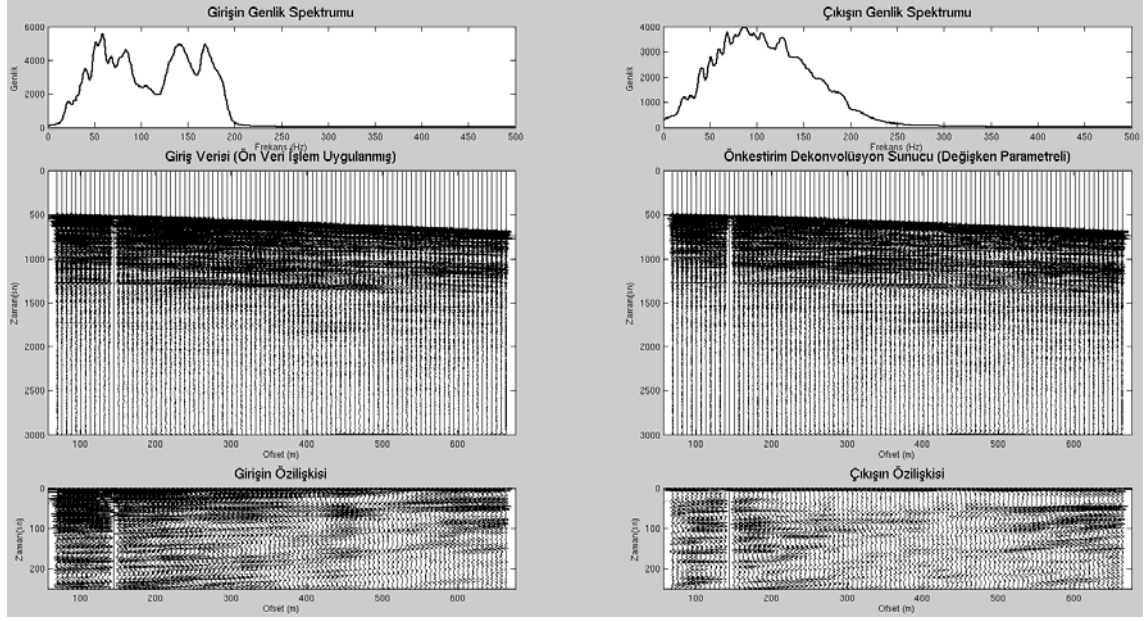
Şekil 2.60. 401. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelî önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



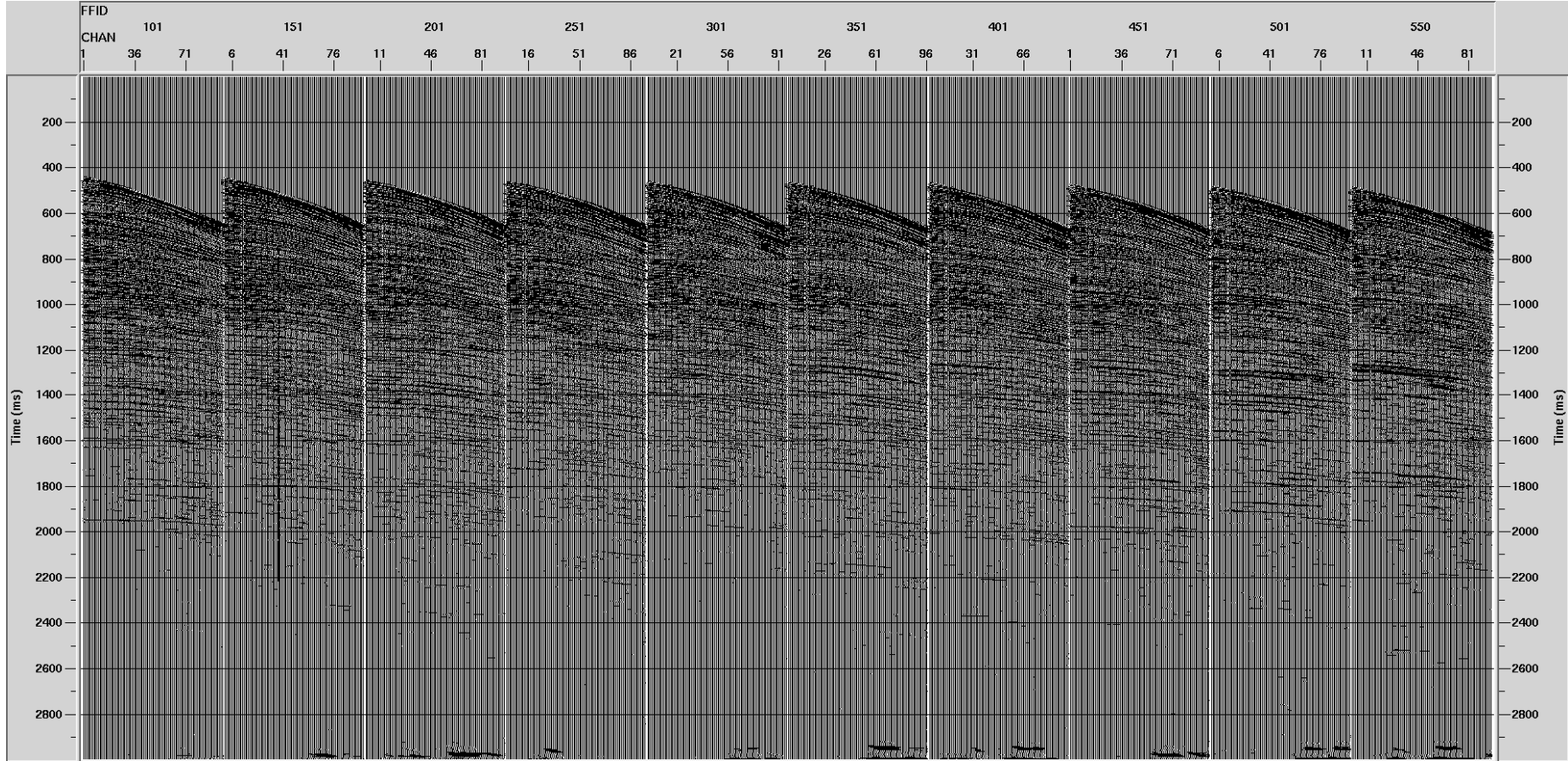
Şekil 2.61. 451. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



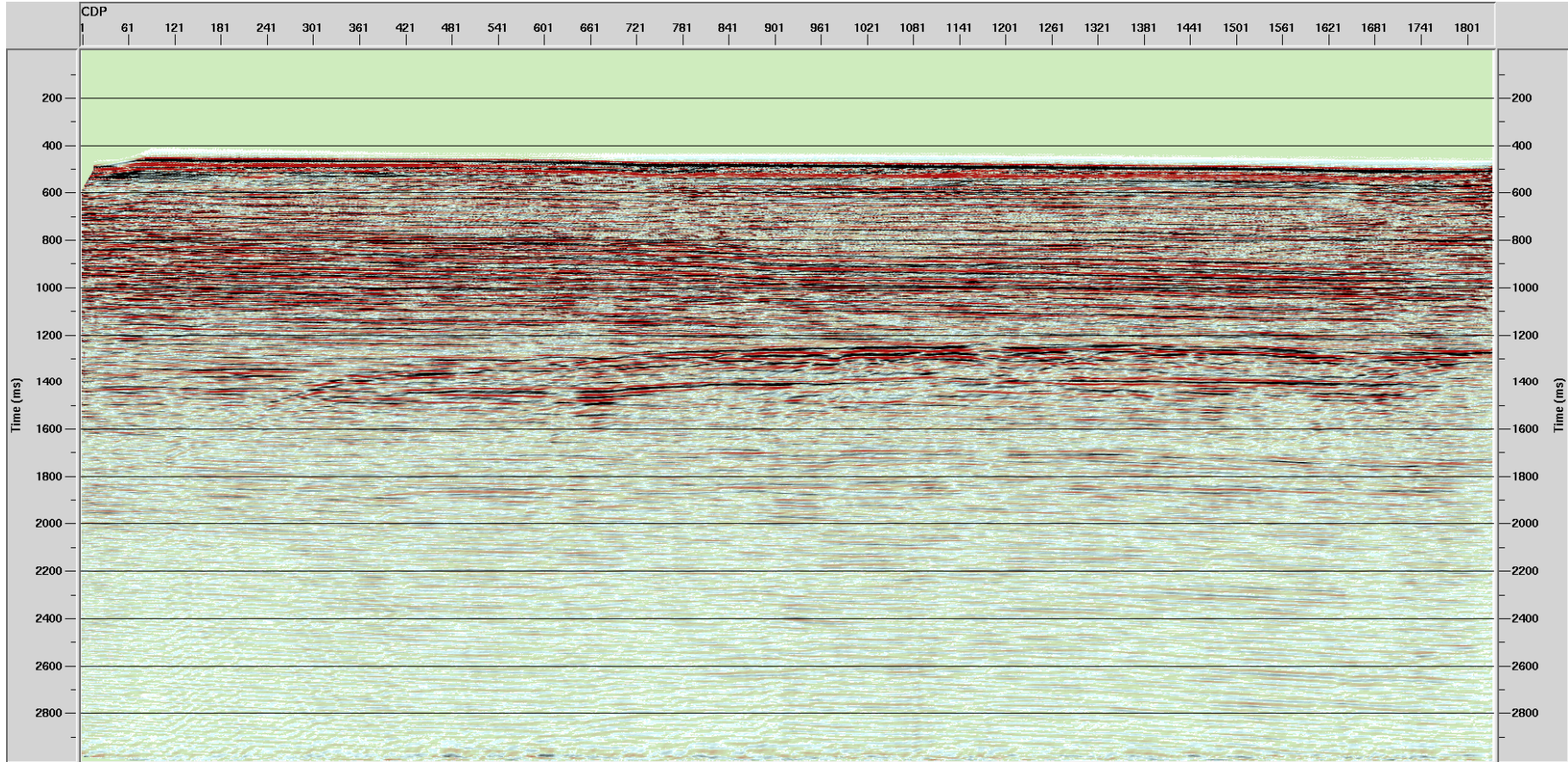
Şekil 2.62. 501. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelı önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



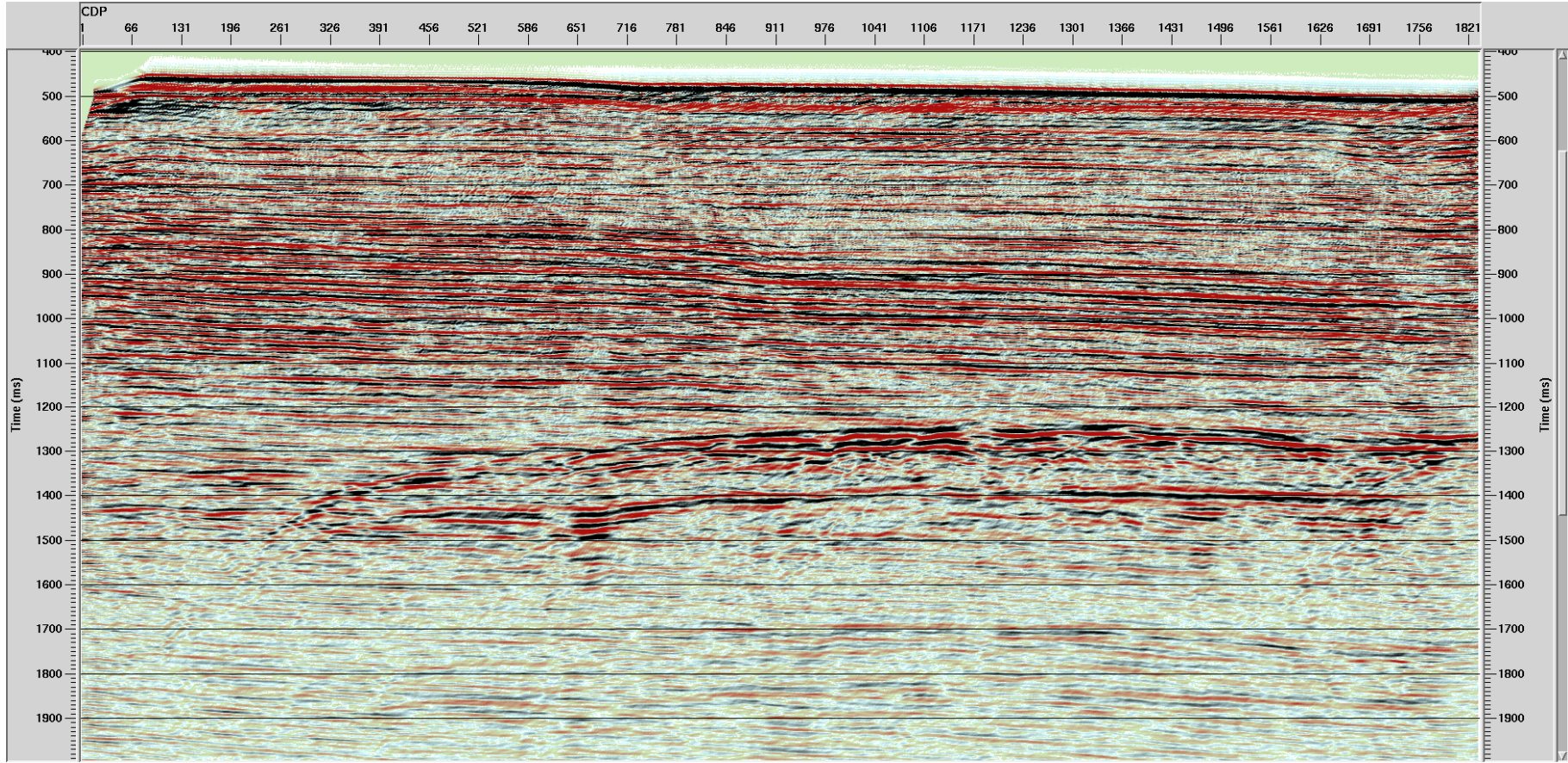
Şekil 2.63. 550. atış grubuna uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelî önkestirim dekonvolüsyonu uygulaması.



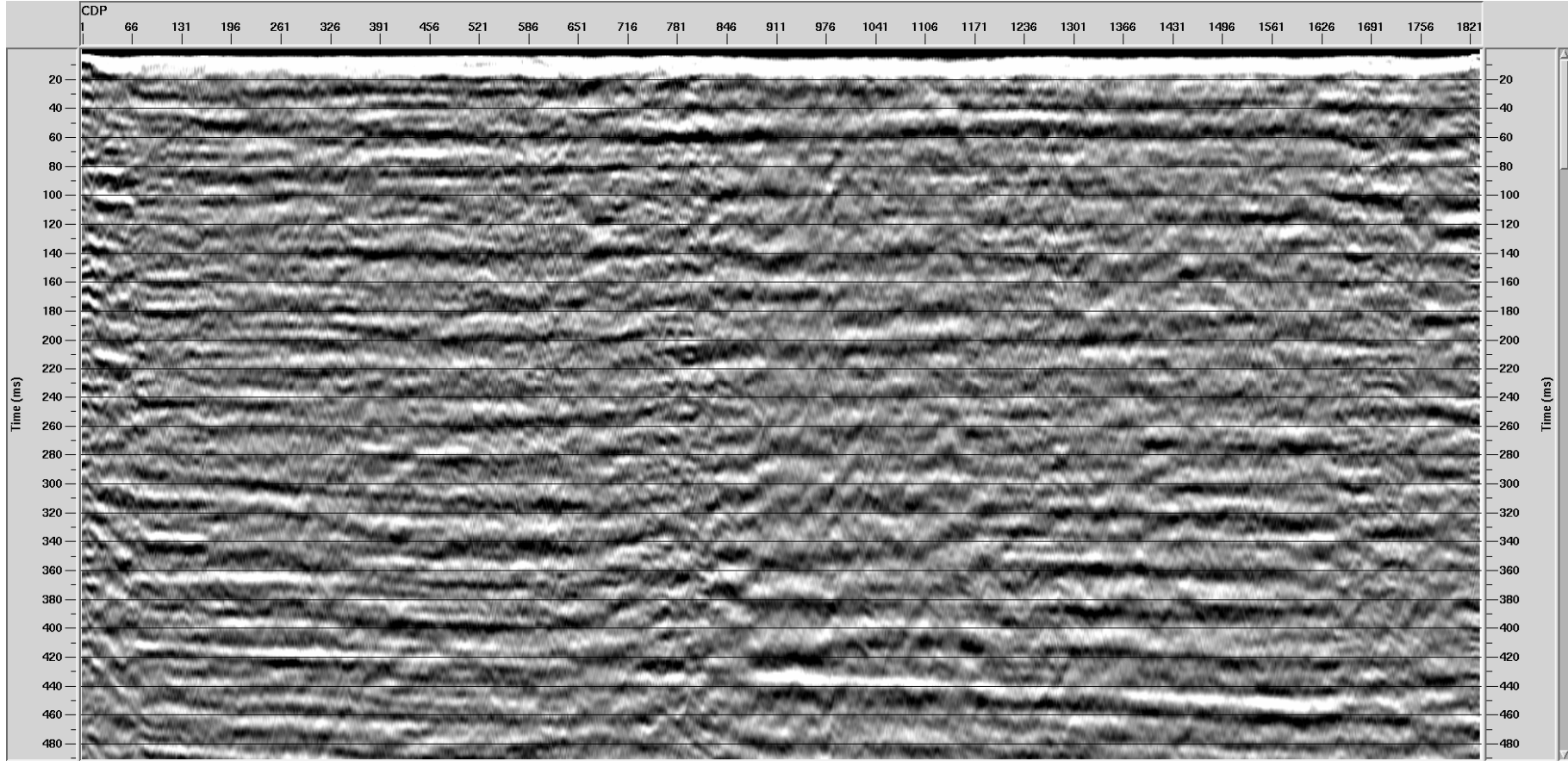
Şekil 2.64. Uzaklık bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışları.



Şekil 2.65. Uzaklık bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığıma kesiti.



Şekil 2.66. Uzaklık bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığma kesiti (400-2000ms arası).



Şekil 2.67. Uzaklık bağımlı değişken parametreler ile uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu çıkışlarından elde edilen yığma kesitinin özilişki fonksiyonu.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sismik yansıma çalışmalarının veri işlem aşamasının standart bir parçası olan dekonvolüsyon işlemi sismik verinin ayrımlılığını arttırdığı gibi yansıma bilgilerine de zarar verebilmektedir. Doğru parametre seçimi yapıldığında çok iyi sonuçlar verebilen dekonvolüsyon işlemi yanlış parametreler ile istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle parametre seçiminin dikkatle yapılması gerekmektedir. Bunun için de iyi bir özilişki analizi yapılması gerekir. Özilişki analizinin sağlıklı yapılabilmesi için öncelikle atış gruplarına kaliteli bir ön veri işlem uygulanması gerekir. Kaliteli ön veri işleminden kasıt, sismik yansıma çalışmalarında istenmeyen olaylar olarak bilinen yüzey dalgaları, deniz dalgaları, hava dalgaları, ilk varışlar, kırılmalar, yansımış kırılmalar, rasgele gürültü vb. olayların mümkün olduğunca süzülmesi gerekir. Eğer bu gürültüler veriden atılmazsa özilişki analizinden özellikle tekrarlı kestirimi mümkün olmayacaktır. Kaliteli bir ön veri işleminden sonra ise, atış gruplarında sadece yansımalar ve bu yansımaların tekrarlıları (hayalet yansıma, deniz tabanı yankılanmaları, kısa yollu tekrarlı ve uzun yollu tekrarlı) kalacaktır. Bu durumda özilişki analizinde yansımaları ve tekrarlıları ayırt etmek çok daha kolay olacaktır.

Dekonvolüsyon işlemi genellikle yığmadan önce atış veya 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.

Atış gruplarının özilişki fonksiyonlarında ana olaydan sonraki en yakın yansıma olayının kestirilmesi (hiperbolik) gerekmektedir. Eğer ana olay ile en yakın yansıma olayı arasında tekrarlı yansımalar (düz olaylar) kestirilirse dekonvolüsyon işlemi ile süzülebilir. Fakat kestirilen bu olay periyodik değilse (yani her yansımanın tekrarlısı olmayabilir) ve yine de en yakın iki yansıma olayı arasında kalıyorsa dekonvolüsyon işlemi ile bu olay süzülecektir fakat diğer yansıma olayları bu tekrarlıya sahip olmadıkları için dekonvolüsyon işlemi hatalı olacaktır. Bu hata istatistiksel dekonvolüsyon hatası olarak yorumlanabilir. Çünkü istatistiksel olarak her yansıma olayından sonra tekrarlı yansıma

olayı olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenledir ki, hayalet yansımalar önkestirim dekonvolüsyon işleminin en etkin çalıştığı olaylardır.

Dekonvolüsyon işlemi doğru parametreler seçilmesine rağmen başarısız sonuçlar üretiyorsa yapılan varsayımlardan kaynaklandığı söylenebilir. Bu varsayımlardan en önemlisi olan minimum fazlı kaynak dalgacık kabulüdür. Gerçekte minimum fazlı kaynak dalgacık mümkün olmamakla birlikte çoğu zaman gecikmeli (karışık fazlı) dalgacıklar elde edilmektedir. Bu durum özellikle iğnecikleştirme dekonvolüsyonunda çok büyük hatalar doğurmaktadır. Bu nedenle dalgacığın enerjisini istenilen seviyede süzen, ayrırlılığın kontrol edilebildiği önkestirim dekonvolüsyonu uygulamak daha doğru olacaktır.

Kestirim uzaklığı ile çıkışın ayrırlılığın kontrol edilebilmektedir. Fakat kestirim uzaklığı, sismik sinyalin ayrırlılığını daha da çok arttırmak için küçük seçilirse iğnecikleştirme dekonvolüsyonu gibi başarısız olabilir ve çıkışın S/G oranını düşürebilir. Kestirim uzaklığının küçük seçilmesi yüksek frekanslı gürültü doğurmaktadır. Giriş ve Çıkışın hatta Giriş-Çıkış genlik spektrumları kontrol edilerek kestirim uzaklığının doğruluğu irdelenebilir (kullanıcı tecrübesine bağlı). Eğer çıkış spektrumu beklenenden fazla genişlemişse ve/veya süreksizliklerin olduğu bir genlik spektrumu ürettiyse kestirim uzaklığı parametresi yanlış seçilmiş demektir. Bunun yanında kestirim uzaklığının büyük seçilmesi ile özellikle hayalet yansımalar da süzölemeyebilir. Bu durum da kullanıcının ön bilgisine ve tecrübesine bağlıdır.

Önkestirim dekonvolüsyonu, özilişki fonksiyonundan belirlenen parametreler kullanılarak, yine özilişki fonksiyonundan elde edilen ve kestirim uzaklığı ile operatör uzunluğu arasındaki bölgenin süzöleceği ters süzgecin giriş sinyaline uygulanmasıdır. Operatör uzunluğu hangi olayların süzöleceğini belirleyen parametredir. Özilişki fonksiyonunda süzölmek istenen olayı kapsayan bir operatör uzunluğu seçilmesi gerekmektedir. Operatör uzunluğu süzölmek istenen olaydan daha büyük seçildiğinde dekonvolüsyon operatörünün performansını arttırmaktadır. Ancak özilişki fonksiyonunun kestirilebilen kısmının dışına çıkmaması gerekmektedir. Yani kestirilen en yakın yansıma olayından büyük seçilemez. Bunun yanında kestirilen ikinci yansıma olayına çok da yaklaşılmamalıdır. Önkestirim dekonvolüsyonunda süzölecek kısım kestirim uzaklığından sonra belirlenen operatör uzunluğu kadardır. Bu nedenle öncelikli olarak kestirim uzaklığının seçilmesi daha sonra belirlenen kestirim uzaklığı göz önünde bulundurularak operatör uzunluğu ona göre belirlenmelidir. Bu çalışmada uygulanan uzaklık bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu işlemlerinde öncelikle kestirim uzaklığı

belirlenmiş, daha sonra süzülecek kısmın sınırı (kestirim uzaklığı+operatör uzunluğu) belirlenmiş ve daha önce belirlenen kestirim uzaklığı çıkartılarak gerçek parametreler ile dekonvolüsyon operatörü elde edilmiştir. Keza sabit parametrelili uygulamalarda da kestirim uzaklıkları dikkate alınarak operatör uzunluğu seçilmiştir. Kestirim uzaklığının arttığı durumda (7-10-12ms) operatör uzunluğu da o kadar (43-40-38ms) azaltılarak dekonvolüsyon operatörünün toplam boyu sabit tutulmuştur.

Uzaklık bağımlı değişken parametrelili önkestirim dekonvolüsyonu her sismik sinyal için farklı parametreler sağlayarak yakın alıcılarda dekonvolüsyon operatörünün etkinliğini arttırmakta ve uzak alıcılarda frekans soğrulmasına bağılı olarak artan kaynak dalgacığının periyodundan kaynaklanacak hataları da giderebilmektedir. Ayrıca atış gruplarının özilişkilerinde sadece yakın alıcılarda kestirilebilen kısa yollu tekrarlıların sönümlenebilmesi için uzaklık bağımlı önkestirim dekonvolüsyonu uygulanması gerekmektedir.

Dekonvolüsyon işlemi sonrası frekans bandı genişleyen çıkış verisine frekans süzgeçleri uygulanmaktadır. Dekonvolüsyon işlemi girişin frekans bandını genişleterek zamansal ayrımlılığı arttırmak için kullanıldığı düşünülürse gereksiz bir işlem olarak görülebilir. Dekonvolüsyondan kaynaklanan gürültüler genelde yüksek frekanslı gürültülerdir ve küçük kestirim uzaklığı seçiminden kaynaklanmaktadır. Önkestirim dekonvolüsyonunda asıl amaç tekrarlı süzmek olduğundan ayrımlılık ikinci plandadır ve eğer yüksek frekanslarda gürültü içeren bir çıkış elde ediliyorsa yanlış parametre seçimi (küçük kestirim uzaklığı) yapıldığı varsayılarak parametreler değiştirilmelidir. Ancak yine de istenen sonuç elde edilemiyorsa ön veri işlemde uygulanan frekans süzgecinin bandı genişletilerek uygulanmalıdır. Çünkü dekonvolüsyon sonrası frekans bandının genişlemesi beklenen bir durumdur.

4. KAYNAKLAR

1. Arya, V., K. ve Holden, H., D., Deconvolution of Seismic Data-An overview, IEEE Transactions on Geoscience Electronics, 16, 2, (1978) 95-98.
2. Berkhout, A., J., Least-Squares Inverse Filtering and Wavelet Deconvolution, Geophysics, 42, 7, (1977) 1369-1388.
3. Berryhill, J., R. ve Kim, Y., C., Deep-Water Peg-Legs and Multiples: Emulation Suppression, Geophysics, 51, 12, (1986) 2177-2184.
4. Buttkus, B., Homomorphic Filtering : Theory and Practice, Geophysical Prospecting, 23, (1975) 712-748.
5. Carrion, P., M. ve Foster, D., J., Inversion of Seismic Data Using the Precritical Reflection and Reflection Data, Geophysics, 50, (1985) 759-765.
6. Carrion, P., M., A Layer-Stripping Technique for the Suppression of Water-Bottom Multiple Reflections, Geophysical Prospecting, 34, (1986) 330-342.
7. Carrion, P., M. ve Braga, A., P., Iterative Trace Deconvolution and Noncausal Transform for Processing Band-Limited Data, Geophysics, 55, (1990) 1549-1557.
8. Crump, N., D., A Kalman Filter Approach to the Deconvolution of Seismic Signals, Geophysics, 39, 1, (1979) 1-13.
9. Dondurur, D., Deniz Sismiğinde Veri İşlem, JFMO Eğitim Yayınları No:11 (2009).
10. Fokkema, J., T. ve Ziolkowski, A., Critical Reflection Theorem, Geophysics, 52, 7, (1987) 965-972.
11. Fryer, G., J., Odegard, M., E. ve Sutton, G., H., Deconvolution and Spectral Estimation Using Final Prediction Error, Geophysics, 44, 3, (1975) 411-425.
12. Güney, R., Sismik Yansıma Yönteminde Verilere Uygulanan Statik Düzeltmeler ve Artık Statiklerin Önemi, Bitirme Çalışması, KTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü (2007).
13. Gibson, B. ve Larner, K., Predictive Deconvolution and Zero Phase Source, Geophysics, 49,4, (1984) 379-397.
14. Jensen, O., G. Ulrych, T., J., Todeschuk, J., P., Leaney, W., S. ve Walker, C., Blueness Compensation in Deconvolution for the Reflectivity Sequences, 58. Annual International Conference, SEG, Expanded Abstracts, (1988) 939-942.
15. Jovanovich, D., B., Sumner, R., D. ve Akins-Easterlin, S., L., Ghosting and Marine Signature Deconvolution: A Prerequisite for Detailed Seismic Interpretation, Geophysics, 41, 11, (1983) 1463-1485.
16. Jurkevics, A. ve Wiggins, R., A Critique of Seismic Deconvolution Methods, Geophysics, 49,12, (1984) 2109-2116.
17. Kane, J., Al-Maqbel, A., Rodi, W. ve Toksöz, M., N., Geostatistically Constrained Seismic Deconvolution, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139.

18. Koehler, F. ve Taner, M., T., The Use of the Conjugate-Gradient Algorithm in the Computation of Predictive Deconvolution Operators, Geophysics, 50, (1985) 12 2752-2758.
19. Kormylo, J., J. ve Mendel, J., M., Maximum-Likelihood Seismic Deconvolution, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 21, 1, (1983) 72-82.
20. Kelamis, P., G. ve Chiburis, E., F., Post-Critical Wavelet Estimation and Deconvolution, Geophysical Prospecting, 36, (1988) 504-522.
21. Lines, L., Suppression of Short-Period Multiples-Deconvolution or Model-Based Inversion, Canadian Journal Of Exploration Geophysics, 32, 10, (1996) 63-72.
22. Morley, L. ve Clearbout, J., Predictive Deconvolution in short-receiver space, Geophysics, 48, 5, (1983) 515-531.
23. Marschall, R., ve Knecht, M., Reflectivity-Corrected Deconvolution and its Influence on Inversion, Presented at the Research Workshop on Deconvolution and Inversion, EAGE (1986).
24. Mendel, J., M., Optimal Seismic Deconvolution, An Estimation Based Approach, Academic Pres. Inc (1983).
25. Ooe, M. ve Ulrych, T., J., Minimum Entropy Deconvolution with an Exponential Transformation, Geophysical Prospecting, 27, (1979) 458-473.
26. Osman, O., M. ve Robinson, E., A., Seismic Source Signature Estimation and Measurment, SEG Geophysics Reprint Seri No:18 (1996).
27. Peacock, K. L. ve Treitel, S., Predictive Deconvolution: Theory and Practice, Geophysics, 34, 2, (1969) 155-169.
28. Porsani, M., J. ve Ursin, B., Mixed-Phase Deconvolution, Geophysics, 63, 2, (1998) 637-647.
29. Porsani, M., J. ve Ursin, B., Direct multichannel predictive deconvolution, Geophysics, 72, 2, (2007) 11-27.
30. Rice, R., B., Inverse Convolution Filters, Geophysics, 27, 1, (1962) 4-18.
31. Robinson, E., A., Digital İmaging and Deconvolution: the ABCs of Seismic Exploration and Processing, Society of Exploration Geophysicists, 15, (2008).
32. Robinson, E., A., Predictive Decomposition of Seismic Trace, Geophysics, 22, 4, (1957) 767-778.
33. Robinson, E., A., Multichannel z-transform and Minimum Delay, Geophysics, 31, 3, (1966) 482-500.
34. Robinson, E., A., Dynamic Predictive Deconvolution, Geophysical Prospecting, 23, 4, (1975) 779-797.
35. Robinson, E., A. ve Treitel, S., Geophysical Signal Analysis, Prentice Hall (1980).
36. Robinson, E., A. ve Osman, O., M., Deconvolution 2, SEG Geophysics Reprint Seri No:17 (1996).
37. Saggaf, M., M. ve Toksöz, M., N., An Analysis of Deconvolution: Modeling Reflectivity by Fractionally İntegrated Noise, Geophysics, 64, 4, (1999) 1093-1107.

38. Saggaf, M., M. ve Robinson, E., A., A Unified Framework for the Deconvolution of Traces of Nonwhite Reflectivity, Geophysics, 65, (2000) 1660-1676.
39. Schneider, W., A., Prince, E., R. ve Giles, B., F., A New Data-Processing Technique for Multiple Attenuation Exploiting Differential Normal Moveout, 33. Annual International SEG meeting, (1963) 348-362.
40. Schneider, W., A., Lerner, K., L., Burg, J., P. ve Backus, M., N., A New Data-Processing Technique for the Elimination of Ghost Arrival on Reflection Seismograms, Geophysics, 29, 5, (1964) 783-805.
41. Schuer, T., E. ve Wagner, D., E., Deconvolution by Autocepstral Windowing, Geophysics, 50, 10, (1985) 1533-1540.
42. Treitel, S. ve Robinson, E., A., The High Resolution Digital Filters, IEEE Transactions on Geoscience Electronics, 4, 1, (1966) 25-38.
43. Treitel, S., Principles of Digital Multichannel Filtering, Geophysics, 35, 5, (1970) 785-811.
44. Treitel, S. ve Robinson, E., A., Deconvolution-Homomorphic or Predictive?, IEEE Transactions on Geoscience Electronics, 15, 1, (1977) 11-13.
45. Ulyrch, T., J., Application of Homomorphic Deconvolution to Seismology, Geophysics, 36, (1971) 650-660.
46. Ulyrch, T., J. ve Bishop, T., N., Maximum Entropy Spectral Analysis Autoregressive Decomposition, Reviews of Geophysics and Space Physics, 13, (1975) 183-200.
47. Ulyrch, T., J. ve Walker, C., 1982. Analytic Minimum Entropy Deconvolution, Geophysics, 47, (1982) 1295-1302.
48. Ulyrch, T., J. ve Matsouka, T., The Output of Predictive Deconvolution, Geophysics, 56, 3, (1991) 371-377.
49. Wiggins, J., W., Attenuation of Complex Water-Bottom Multiples by Wave-Equation-Based Prediction and Subtraction, Geophysics, 53, 12, (1988) 1527-1539.
50. Webster, G., M., Deconvolution, SEG Geophysics Reprint, Seri No:1 (1978).
51. Yilmaz, O., Seismic Data Analysis, Investigations in Geophysics SEG, Volume 1, (2001) 159-270.
52. URL-1, Abdullatif Al-Shuhail, <http://www.aananaya.com/?p=207>

ÖZGEÇMİŞ

14.04.1984 tarihinde İstanbul' da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini İstanbul'da gördü. 2003-2007 yılları arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği' nde Lisans öğrenimini gördü. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim dalında yüksek öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri kadrosundan (50/d) Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. Sismik yansıma, veri-işlem ve bilgisayar programlama alanlarında çalışmaktadır. Sismik yorumlama, görüntü işleme konularına ilgisi bulunmaktadır. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir.