T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çok Kanallı Sismik Verilerde Tekrarlı Yansımaların Bastırılmasında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması

Selin CEREN

DANIŞMAN
Doç. Dr.Hakan ALP

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeofizik Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma,12.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafındanJeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı,Jeofizik Mühendisliği ProgramındaYüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr.Hakan ALP(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr.Z. Mümtaz HİSARLI
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr.Neslihan OCAKOĞLU GÖKAŞAN
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi kapsamında bu çalışmada desteğini, yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Hakan ALP' e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum. Ayrıca eğitim dönemi boyunca bilgilerini, deneyimlerini esirgemeyen ve yol gösteren Yeliz İşcan Alp' e ve bütün hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Haziran 2019 Selin CEREN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **xiii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiv**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. TEZİN AMACI 2
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. VERİ TOPLAMA 3
2.2. DENİZ SİSMİĞİNDE GÜRÜLTÜLER 3
2.2.1. Tekrarlı Yansımalar (Multiple Reflections) 4
3. MALZEME VE YÖNTEM **6**
3.1. VERİ YÜKLEME (DATA LOADING) 7
3.2. GEOMETRİ TANIMLAMA (GEOMETRY DEFINITION) 7
3.3. STATİK DÜZELTME (STATICS CORRECTION) 8
3.4. İSTENMEYEN İZLERİN ÇIKARILMASI (EDIT) 8
3.5. İSTENMEYEN ALANLARIN ÇIKARILMASI (MUTE) 10
3.6. KAZANÇ UYGULAMA (GAIN RECOVERY) 10
3.6.1. Küresel Açılım Düzeltmesi (Spherical Divergence Correction) 11
3.6.2. Otomatik Kazanç Kontrolü (AGC) 12
3.7. DENİZ SİSMİĞİ VERİLERİNİN SÜZGEÇLENMESİ 13
3.7.1. Bant Geçişli Süzgeç (Band-Pass Filter) 13
3.8. TEKRARLI YANSIMALARIN BASTIRILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER 14
3.8.1. F-K Eğim Süzgeçleri 14
3.8.1.1. F-K Eğim Süzgeci FKFILT Modülü *16*
3.8.1.2. F-K Eğim Süzgeci ZMULT Modülü *17*
3.8.2. Kestirim Dekonvolüsyonu (Predictive Deconvolution) 19

3.8.2.1. Operatör Uzunluğu (Operator Length) *20*
3.8.2.2. Kestirim Uzaklığı (Prediction Lag) *21*
3.9. CDP SIRALAMA (CDP SORTING) 21
3.10. HIZ ANALİZİ (VELOCITY ANALYSIS) 23
3.10.1. Sabit Hız Taraması (CVS) 23
3.10.2. Sabit Hız Yığması (CVS) 23
3.10.3. Hız Spektrumları (Velocity Spektra) 24
3.11. NMO DÜZELTMESİ (NMO CORRECTION) 25
3.12. YIĞMA (STACK) 27
3.13. MİGRASYON (MIGRATION) 28
3.13.1 Sonlu Farklar Migrasyonu 28
3.13.1.1. Derinlik Adım Aralığı (Depth Step Size) *29*
4. BULGULAR 30
4.1. VERİ YÜKLEME (DATA LOADING) 30
4.2. GEOMETRİ TANIMLAMA (GEOMETRY DEFINITION) 30
4.3. İSTENMEYEN İZLERİN VERİDEN ÇIKARILMASI (EDIT) 32
4.4. İSTENMEYEN ALANLARIN VERİDEN ÇIKARILMASI (MUTE) 33
4.5. GENLİK KAZANCI UYGULAMA (GAIN RECOVERY) 34
4.6. BANT GEÇİŞLİ SÜZGEÇ UYGULAMA (BANT-PASS FILTER) 36
4.7. TEKRARLI YANSIMALARIN BASTIRILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER 37
4.7.1. Önkestirim Dekonvolüsyonu (Predictive Deconvolution) 37
4.7.2. F-K Eğim Süzgeci (F-K Filtering) 41
4.7.2.1. F-K Eğim Süzgeci FKFILT Modülü *41*
4.7.2.2. F-K Eğim Süzgeci ZMULT Modülü *46*
4.8. CDP SIRALAMA (CDP SORTING) 51
4.9. HIZ ANALİZİ (VELOCITY ANALYSIS) 52
4.10. NMO DÜZELTMESİ VE YIĞMA (NMO CORRECTION AND STACK) 55
4.11. MİGRASYON (MIGRATION) 61
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 63
5.1. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU (PREDICTIVE DECONVOLUTION) 63
5.2. F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ 65
5.3. F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT MODÜLÜ 67
5.4. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU İLE F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT YÖNTEMİ KARŞILAŞTIRILMASI 69

5.5. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU İLE F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ KARŞILAŞTIRILMASI....71
5.6. F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ İLE F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT MODÜLÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI....73
KAYNAKLAR....76
ÖZGEÇMİŞ....77

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Deniz tabanı tekrarlı yansıması gösterimi. S sismik kaynak, A1 birincil yansıma, A2, A3, A4, A5 tekrarlı yansımalardır. 5

Şekil 3.1: Bu tez kapsamında uygulanmış olan veri işlem akış şeması. 6

Şekil 3.2: (a) Çok kanallı ham sismik veri içerisinde bulunan gürültülü ilk 5 iz ve (b) bu gürültülü izlerden temizlenmiş halinin görünümü. 9

Şekil 3.3: (a) üst ve alt kısımların veriden çıkarılması, (b) iç kısımların veriden çıkarılması, (c) NMO gerilme alanlarının veriden çıkarılmasının görünümü (Dondurur, 2009). 10

Şekil 3.4: Genlik kazancı veriye a) uygulanmadan önce ve b) uygulandıktan sonra elde edilen kazanç eğrilerinin görünümü. 12

Şekil 3.5: Sismik yansıma verisinin genlik spektrumu. 14

Şekil 3.6: a) zaman ortamında farklı eğimlere sahip olayların, b) f-k ortamında gösterimi. 14

Şekil 3.7: 12, 24, 36, 48, 60, 72 Hz frekanslı sinüslerin toplamından oluşan farklı eğimlere sahip doğrusal olaylardan meydana gelmiş sıfır ofset kesitler (üstte) ve f-k spektrumları (altta) (Yılmaz, 2001). 15

Şekil 3.8: f-k eğim süzgeci FKFILT modülü veri üzerine uygulanmadan önce f-k spektrumunun görünümü. 16

Şekil 3.9: f-k eğim süzgeci FKFILT modülü veri üzerine uygulandıktan sonra f-k spektrumunun görünümü. 17

Şekil 3.10: Birincil yansımaları ve tekrarlı yansımaları ayırt edebilmek amacıyla uygulanan hız analizinin görünümü (İşcan Alp ve diğ., 2012). 18

Şekil 3.11: a) Veri üzerine NMO düzeltmesi uygulanmadan önce, b) NMO düzeltmesi uygulandıktan sonra (birincil yansımalar ile tekrarlı yansımaları birbirinden ayırt etmek için kullanılan hız seçilmiştir), c) f-k süzgeci ZMULT modülü veri üzerine uygulandıktan sonra, d) daha önce uygulanmış olan NMO düzeltmesinin geri alınmasından sonra, e) tekrar NMO düzeltmesi uygulandıktan sonra (doğru hız seçilmiştir) elde edilen CDP gruplarının görünümü (İşcan Alp ve diğ., 2012). 19

Şekil 3.12: a) Giriş izinin ilk geçici dalga paketinin gösterimi, b) birden atış grubunun özilişkilerinin yan yana çizilmesi (Dondurur, 2009). 21

Şekil 3.13: Atış gruplarından CDP gruplarına geçiş düzeni Dondurur (2009). 22

Şekil 3.14: Atış gruplarından CDP gruplarına geçişin şematik gösterimi (Dondurur, 2009). 22

Şekil 3.15: Sabit hız yığması yöntemi ile elde edilmiş yığma kesiti (Yılmaz, 1987). 24

Şekil 3.16: Hız Spektrumlarının hesaplanması (Dondurur, 2009). 25

Şekil 3.17: a) Yatay tek tabalı ortam için yapay CDP grubu ve b) NMO düzeltmesi sonrası CDP grubu görünümü (Yılmaz, 2001). 26

Şekil 3.18: (a) Yatay tabakadan elde edilmiş CDP grubu (b) uygun NMO hızı, (c) düşük NMO hızı ve (d) yüksek NMO hızı kullanılarak yapılmış NMO düzeltmesinin CDP görünümleri (Yılmaz, 2001). 27

Şekil 3.19: CDP grubuna uygulanan NMO düzeltmesi ve yığma işleminin şematik görünümü. 27

Şekil 3.20: Saçılma hiperbollerinin bastırılması (Yılmaz, 1987). 28

Şekil 4.1: Geometrisi tanımlanmış ham sismik verinin gösterimi. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir. Buna göre ilk tekrarlı yansıma yaklaşık olarak 0.35 sn civarında ikinci tekrarlı yansıma ise yaklaşık olarak 0.52 sn civarında ortaya çıkmaktadır. 31

Şekil 4.2: Geometrisi tanımlanmış sismik verinin tek kanal halindeki görünümü. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir. 32

Şekil 4.3: Sismik veriden istenmeyen izlerin çıkarılmış halinin görünümü. 33

Şekil 4.4: Sismik veriden istenmeyen alanların çıkarılmış halinin gösterimi. Deniz tabanı yansıma zamanından önce bulunan kısım veriden çıkarılmıştır. 34

Şekil 4.5: 1001. atış için a) kazanç işlemi uygulanmadan önce ve b) kazanç işlemi uygulandıktan sonra kazanç eğrilerinin görünümü. 35

Şekil 4.6: Genlik kazancı uygulanmış sismik verinin görünümü. 35

Şekil 4.7: a) Bant geçişli süzgeç uygulanmadan önce verinin genlik spektrumun görünümü ve b) bant geçişli süzgeç uygulandıktan sonra verinin genlik spektrumunun görünümü. 36

Şekil 4.8: Bant geçişli filtre uygulanmış sismik verinin görünümü. Veriye 20-120 Hz arasında bant geçişli süzgeçleme yöntemi uygulanmıştır. 37

Şekil 4.9: Bant geçişli filtre uygulanmış verinin özilişki fonksiyonunun görünümü. 38

Şekil 4.10: Operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklıkları a) 15 ms, b) 30 ms, c) 60 ms ve d) 120 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verilerin görünümü. Tekrarlı yansımalar mavi ok işaretleri ile gösterilmektedir. 39

Şekil 4.11: Operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklıkları a) 120 ms, b) 140 ms, c) 160 ms ve d) 180 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verilerin görünümü. Tekrarlı yansımalar mavi ok işaretleri ile gösterilmektedir. 40

Şekil 4.12: CDP gruplarına uygulanan hız analizi görünümü. Birincil yansımalara gereğinden düşük hız (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise onları CDP gruplarında yatay hale getiren hız verilmiştir. 42

Şekil 4.13: NMO düzeltmesi sonrası elde edilen CDP grubunun görünümü. 42

Şekil 4.14: a) f-k eğim süzgeci uygulanmadan önce ve b) f-k eğim süzgeci uygulandıktan sonra f-k spektrumunun görünümü.....43

Şekil 4.15: a) f-k eğim süzgeci uygulandıktan sonra CDP gruplarının görünümü, b) bu CDP grubuna NMOREM uygulandıktan elde edilen CDP grubunun görünümü. 44

Şekil 4.16: NMOREM uygulandıktan sonra elde edilen CDP gruplarına doğru hız analizinin uygulanması. 45

Şekil 4.17: CDP gruplarına uygulanan doğru hız analizinin 2B hız alanı. 45

Şekil 4.18: Doğru RMS hızı NMO hızı seçilerek veri üzerine tekrar NMO düzeltmesi uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görünümü. 46

Şekil 4.19: CDP grupları üzerine uygulanan hız analizinin görünümü. Bu hız analizinde birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden yüksek hız verilmiştir. 47

Şekil 4.20: NMO düzeltmesi sonrası elde edilen CDP grubunun görünümü. Burada birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden yüksek hız verilerek uygulanmış hız analizi NMO hızı olarak seçilmiştir. 47

Şekil 4.21: Sismik veriye uygulanan NMO düzeltmesinin geri alınması. 49

Şekil 4.22: Veriye uygulanan NMO düzeltmesinin geri alınması sonucu elde edilen CDP grubu üzerine gerçekleştirilen doğru hız analizi yönteminin görünümü. 49

Şekil 4.23: Doğru hız analizinin 2B hız alanının görünümü. 50

Şekil 4.24: NMO düzeltmesi sonrası CDP gruplarının görünümü. Buradaki NMO hızı CDP gruplarında birincil yansımaları yatay hale getirecek hız olarak seçilmiştir. 50

Şekil 4.25: Operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklığı 120 ms seçilerek atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin CDP ortamındaki görünümü. 51

Şekil 4.26: Bant geçişli süzgeçlenmiş verinin CDP ortamına aktarılmış halinin görünümü. 52

Şekil 4.27: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri üzeri üzerine uygulanan hız analizinin görünümü. 53

Şekil 4.28: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri üzerine uygulanan hız analizinin 2B hız alanının görünümü. 54

Şekil 4.29: Bant geçişli filtre üzerine uygulanan hız analizinin 2B hız alanının görünümü. 54

Şekil 4.30: Sismik yansıma verisinin normal yığma kesitinin görünümü. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir. 56

Şekil 4.31: Kestirim dekonvolüsyonu uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitlerinin görünümü. Operatör uzunluğu her biri için 100 ms dir. Kestirim uzaklıkları a) 15 ms, b) 30 ms, c) 60 ms olarak alınmıştır. 57

Şekil 4.32: Kestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesit görünümleri. Operatör uzunluğu her bir kestirim uzaklığıiçin 100 ms dir. Kestirim uzaklıkları a) 120, b) 140, c) 160 ve d) 180 ms olarak seçilmiştir. 58

Şekil 4.33: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesit görünümü. Operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklığı 120 ms olarak alınmıştır. 59

Şekil 4.34: CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü (üstte) ve ZMULT (altta) modülü uygulanmış yığma kesit görüntüleri. 60

Şekil 4.35: f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti üzerine sonlu farklar zaman migrasyon işleminin uygulanması sonucu elde edilen migrasyon kesitinin görünümü. 62

Şekil 5.1: a) Normal yığma kesiti ile b) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta). 64

Şekil 5.2: a) Normal yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitinin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta). 66

Şekil 5.3: a) Normal yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta). 68

Şekil 5.4: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta). 70

Şekil 5.5: a) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta). 72

Şekil 5.6: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış verinin yığma kesitinin karşılaştırılmasının görünümü. 73

Şekil 5.7: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış verinin yığma kesitinin karşılaştırılmasının yakın görünümü. 74

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Çok kanallı sismik yansıma verisinin geometrisi.....3

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

N : Yığmaya giren iz sayısı

S_i : NMO düzeltmesi uygulanmış verideki genlik değerleri

F : Hakim Frekans

T : Hakim Periyot

Kısaltmalar **Açıklama**

NMO : Normal Kayma Zamanı

RMS : Kök Ortalama Kare Hız

CDP : Ortak Derinlik Noktası

CMP: : Ortak Orta Nokta

NPT : Filtre Uzunluğu

ÖZET

Çok Kanallı Sismik Verilerde Tekrarlı Yansımaların Bastırılmasında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selin CEREN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr.Hakan ALP

Sismik sinyalin aynı yolu birden fazla kat ederek alıcıya ulaşmasıyla oluşan ardışık yansımalar özellikle sığ sulardaki deniz sismiği çalışmalarında büyük sorunlar oluşturabilmektedir. Deniz tabanı oldukça güçlü bir yansıtıcı olduğu için gelen sinyalin önemli bir kısmını yansıtır. Yansıyan bu sinyal, deniz–hava yüzeyinden geri yansıyarak tekrar deniz tabanına iner. Su derinliğine, kaynak gücüne ve kayıt süresine bağlı olarak birkaç kez tekrar edebilir. Bu işlem sismik kesitler üzerinde ise birincil yansımaları kapatarak sismik verilerin işlenmesini ve daha sonra yorumlamalarında hatalara sebebiyet verebilmektedir. Tekrarlı yansımaların birincil yansımalarla girişim göstermesi durumunda birincil yansımalar hatalı yorumlanabilir. Yapıcı girişim birincil yansıma genliklerinin olduğundan yüksek, bozucu girişim ise olduğundan düşük görülmesine neden olur. Tekrarlı yansımalardan veri toplama sırasında kurtulmak mümkün değildir. Bu nedenle tekrarlıların yok edilmesi için sismik veri işlemde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ardışık yansımaların veri işlemin erken aşamalarında giderilmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada çok kanallı sismik yansıma verisine rutin veri işlem adımları uygulanmasının yanı sıra tekrarlı yansımaların veriden atılabilmesi için kestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci veriye uygulanmıştır. Çok kanallı sismik veri İstanbul Üniverisitesi-Cerrahpaşa Jeofizik Mühendisliği Sismik Veri İşlem Labaratuvarında Linux İşletim sistemi altında çalışan Paradigm® Echos® sismik veri işlem yazılımları kullanılarak işlenmiştir. Sismik veri işlenirken rutin olarak; veri yükleme,

geometri tanımlama, istenmeyen izlerin atılması, istenmeyen alanların atılması, kazanç analizi, bant geçişli filtreleme, CDP (ortak derinlik noktası) düzenine geçiş, hız analizi, Normal Kayma Zamanı (NKZ) düzeltmesi, yığma ve migrasyondur. Bu tez çalışmasında sismik verilerin işlenmesinde ve yorumlanmasında büyük sorunlar oluşturan tekrarlı yansımaların bastırılmasında kullanılan yöntemler ele alınmıştır. Öncelikli olarak önkestirim ters süzgeci Paradigm-Echos yazılımında DECONA modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Burada kullanılan parametreler kendi arasında karşılaştırılmış en iyi sonucu veren parametre ile veri işleme devam edilmiştir. Ardışık yansımaların giderilmesi için bu tez çalışmasında ayrıca f-k eğim süzgeci yine Paradigm-Echos yazılımında bulunan FKFİLT ve ZMULT modülleri kullanılarak iki ayrı yöntem olarak veriye uygulanmıştır. Sismik atış gruplarından elde edilen sismik kesitlerin yorumlanmasını oldukça zorlaştıran ardışık yansımaların bastırılmasında en çok kullanılan sözü geçen yöntemlerin birbirine göre avantajları ve dezavantajları bu tez çalışmasında ayrıntılarıyla çalışılmış ve ortaya konulmuştur.

Haziran 2019, 95 sayfa.

Anahtar kelimeler: **Sismik yansıma verileri, ardışık yansıma, f-k süzgeci, önkestirim dekonvolüsyonu.**

SUMMARY

Comparison of Methods Used For Suppression of Multiple Reflections in Multichannel Seismic Data

M.Sc. THESIS

Selin CEREN

IstanbulUniversity-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Geophysical Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr.Hakan ALP

The multiple reflections are created by the seismic signal traveling to same way more than one can create difficulties in marine geophysics studies in shallow water. Since the sea floor is so powerful reflector, it reflects great part of the coming signal. This reflected signal reflecting back from the surface of sea-air reaches again to the seafloor. This condition depending on water depth, power of source and record length can repeat itself several times. Multiple reflections may cause difficulties in data processing and misinterpretation of data. Interference of multiples with the primary reflections can cause inaccuracy in data processing and interpreting. Constructive interference can cause that amplitude of the primary reflections to be seen higher than it is, but distractive interference can cause that amplitude of primary reflections to be seen lower than it is. Knowing the differences between multiples and primary reflections is very important to remove multiples. Removing multiples during data acquisition is not possible. For this reason, many methods have been developed in data processing to remove multiples from data. In this study, besides routine data processing, predictive deconvolution and f-k filter were applied to data. This multichannel seismic data was processed using Paradigm® Echos® software in “Seismic Data Processing Laboratory” at the Department of Geophysical Engineering Istanbul University-Cerrahpasa. Routine data

processing steps are; data loading, geometry definition, editing, muting, gain recovery, band pass filtering, CDP sorting, velocity analysis, NMO correction, stack and migration. In this study, the methods used in removing multiples from seismic data are discussed. First of all, predictive deconvolution was applied to data using DECONA module in Echos software. The parameters using in predictive deconvolution were compared with each other and then the parameter that gives the best result was selected. Also, the f-k filter was applied to multichannel seismic data as two separate techniques by using FKFILT and ZMULT module in Echos software. The aim of this study is to compare these methods used for removing multiples with each other and determine the method that gives the best result according to stack sections.

June 2019, 95 pages.

Keywords: Multichannel seismic data, multiple reflections, f-k fitler, predictive deconvolution.

1. GİRİŞ

Sismik yansıma yöntemi öncelikli olarak, petrol ve doğalgaz araştırmalarında kullanıldığı gibi mühendislik problemlerinin çözümünde de günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır. Son birkaç on yıl içerisinde sismik yansıma yönteminde teknolojik olarak büyük gelişmeler olmuştur. Bu teknolojik gelişmelerden en önemlisi sismik verinin 1960'lı yıllarda sayısal olarak kaydedilebilmesidir. Verinin sayısal olarak kaydedilmesiyle birlikte ortak yansıma noktası (common depth point CDP) veri toplama yöntemi geliştirilmiş ve verinin kalitesi(sinyal/gürültü oranı S/G) arttırılmıştır. Günümüzde sismik veri işlem sayısal olarak kaydedilmekte ve veri işlem aşamalarından geçirilmektedir.

Sismik veri içerisinde birincil yansımalarla birlikte birçok gürültü de yer almaktadır. Bu gürültülerden en önemlisi tekrarlı yansımalardır. Tekrarlı yansımalar yığma kesitlerinde birincil yansımaları maskeledikleri ve sismik verilerin yorumuna engel olması sebebiyle özellikle deniz sismiği çalışmalarında büyük problemlere yol açmaktadır. Bu çalışmada çok kanallı sismik yansıma verisi kullanılmıştır. Bu veri üzerine standart veri işlem adımlarının uygulanmasının yanı sıra veride bulunan tekrarlı yansımaları yok edebilmek için farklı veri işlem teknikleri de uygulanmıştır. Veriden tekrarlı yansımaları atmak amacıyla uygulanan yöntemler önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgecidir. Önkestirim dekonvolüsyonu yönteminin veriden tekrarlı yansımaları atmada iyi sonuç verebilmesi için parametre seçimi oldukça önemli yer tutmaktadır. Bu parametreler operatör uzunluğu ve kestirim uzaklığıdır. Operatör uzunluğu sismik verinin özilişkisindeki ilk dalga paketine eşit olarak seçilmesi gerekmektedir. Kestirim uzaklığı ise tekrarlı yansımanın özilişki serisinde ki ortaya çıkış zamanına eşit olmalıdır. Bu çalışmada kestirim uzaklığı deneme ve yanılma yoluyla belirlenmiştir. Tekrarlı yansımaları bastırmada kullanılan diğer yöntem ise f-k eğim süzgecidir. F-K eğim süzgecinde zaman-uzaklık ortamındaki (t-x) sismik veri 2B Fourier dönüşümü alınarak frekans-dalgasayısı (f-k) ortamına taşınır. F-K eğim süzgeci sayesinde, frekans-dalgasayısı ortamındaki veri içerisindeki farklı eğimlere sahip olaylar birbirinden ayrılabilmektedir. Ancak sismik verilerde üçüncü boyuttan gelen yansımaların yanında deniz tabanının morfolojik bozuklukları gibi durumların olması durumunda bu eğimli olaylar f-k ortamında net olarak ayrılmayabilir. Bu tez çalışmasında f-k eğim süzgeci, f-k eğim süzgeci ZMULT modülü ve f-k eğim süzgeci FKFILT modülü olmak üzere iki ayrı yöntem olarak

uygulanmıştır. Bu iki modül veriye uygulanırken en önemli etken hız analizidir. Bu nedenle f-k eğim süzgeci ZMULT modülü için veriye hız analizi uygulanırken birincil yansımalara gereğinden düşük hız verilmesi (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise gereğinden fazla hız (undercorrection) verilmesi gerekmektedir. F-K eğim süzgeci FKFILT modülü için uygulanan hız analizinde ise birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlılara ise CDP gruplarında onları yatay hale getirecek hız vermek gerekmektedir. Böylece bu uygulanan hızlar NMO hızı olarak seçilip NMO düzeltmesi uygulanmasının ardından birincil yansımalar ile tekrarlı yansımalar CDP gruplarında birbirlerinden ayrıştırılabilmektedir. Daha sonraki adım ZMULT ve FKFILT modülleri ile veride bulunan tekrarlı yansımaların bastırılmasıdır. Bu çalışmada ZMULT modülü veriye uygulanırken çeşitli parametre seçimleri yapılmış ve tekrarlı yansımalar (undercorrection) olaylar veriden atılmıştır. FKFILT modülü veriye uygulanırken ise f-k spektrumu göz önünde bulundurularak tekrarlı yansımaların bulunduğu sıfır dalga sayısı ekseni üzerindeki dar alan yok edilmiştir. Bu iki modül içinde tekrarlı yansımalar veriden atıldıktan sonra daha önce uygulanmış olan NMO düzeltmesinin veriden geri alınması gerekir. NMO düzeltmesi geri alındıktan sonra ise doğru hız analiz yöntemi veriye uygulanmalıdır.

1.1. TEZİN AMACI

Bu çalışmada, çok kanallı sismik yansıma verisi üzerine rutin veri işlem adımları uygulanarak sismik yığma kesiti elde edilmiş ve verideki tekrarlı yansımalar farklı veri işlem yöntemleri uygulanarak bastırılmaya çalışılmıştır. Tezin amacı, veride bulunan tekrarlı yansımaları bastırmak için farklı yöntemler uygulamak ve bu yöntemler arasında karşılaştırmalar yaparak tekrarlı yansımaları bastırmada en iyi sonuç veren yöntemi bulabilmektir. Bu nedenle veri üzerine İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Jeofizik Mühendisliği Bölümü Veri işlem Laboratuvarında bulunan Echos-Paradigm yazılımı kullanılarak rutin veri işlem adımlarının uygulanmasının yanı sıra tekrarlı yansımaları bastırabilmek için önkestirim dekonvolüsyonu, f-k eğim süzgeci teknikleri de uygulanmıştır. Sonuç olarak her yöntem için elde edilen yığma kesitleri karşılaştırılmış ve tekrarlı yansımaları bastırmada en iyi sonuç veren teknik belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca gerekli işlemlerden sonra en iyi yığma kesiti üzerine sonlu farklar zaman migrasyonu uygulanarak migrasyonlu sismik kesit elde edilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. VERİ TOPLAMA

Bu çalışmada kullanılan çok kanallı sismik yansıma verisi "SEG: SEAM açık veri, https://seg.org/News-Resources/Research-Data/Open-Data (Ziyaret tarihi: 5 Kasım 2018)" web sitesinden alınmıştır. Sismik yansıma verisine ait geometri bilgileri tablo 2.1' de verilmektedir. Bu bilgilere göre verinin kanal sayısı 32, kayıt uzunluğu 1024 ms, örnekleme aralığı (sample rate) 2 ms, atış aralığı (shot interval) 12.5 m, alıcı aralığı (group interval) 6.25 m, yakın ofset 50 m ve sismik verinin toplam 1857 atıştan oluştuğu görülmektedir.

Tablo 2.1: Çok kanallı sismik yansıma verisinin geometrisi bilgileri.

Kanal Sayısı	Alıcı Aralığı	Atış Aralığı	Yakın Ofset	Kayıt Uzunluğu	Örnekleme Aralığı
32	6.25 m	12.5 m	50 m	1024 ms	2 ms

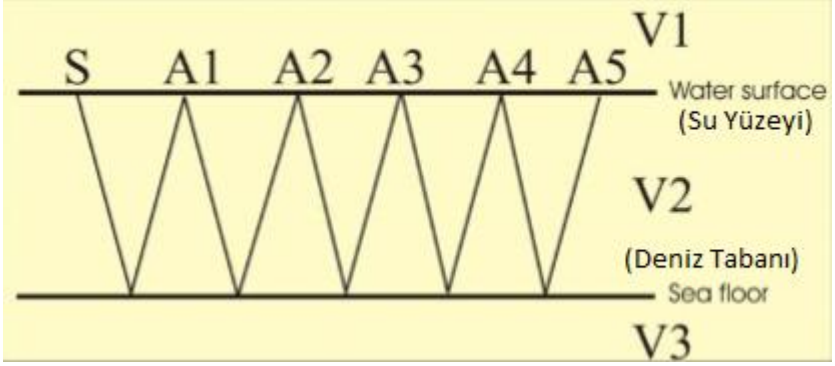
2.2. DENİZ SİSMİĞİNDE GÜRÜLTÜLER

Sismik çalışmada kaydedilen veri içerisinde hem sinyal hem de gürültüler bulunmaktadır. Gürültüler, birincil yansımalar dışında sismik kayıtçıda görülen tüm olaylardır. Bu gürültüler sismik sistemin kendisi tarafından üretilebilir yada çevresel etmenlerden dolayı oluşmaktadır. Gürültüler düzenli ve gelişigüzel olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Düzenli gürültüler; doğrudan gelen dalgalar, kırılma dalgaları, tekrarlı yansımalar, gemi hareketi nedeniyle oluşan motor gürültüsüdür. Gelişigüzel gürültüler ise meteorolojik olaylardan dolayı oluşan gürültüler (dalgalı deniz, rüzgar) ve diğer çevresel etmenlerden dolayı oluşan gürültülerdir. Veri işlemde gürültüyü bastırmak ve sadece birincil yansımaları ortaya çıkarmakta gürültülerin tanımlanması oldukça önem taşımaktadır. Çalışmaya başlamadan önce ortamdaki gürültü seviyesini ve frekans bandını tahmin etmek istiyorsak, sismik kaynak çalıştırılmadan ortamdaki gürültünün kaydedilmesi gerekir. Böylelikle, alıcı kablo gürültüsü, operasyonel gürültü, deniz dalgası gürültüsü, alıcı kablo derinlik düzenleyici gürültüsü

gözlemlenebilir (Dondurur, 2009). Operasyonel gürültüler, gemi makineleri, hidrodinamik hareket ve pervane gürültüsünden dolayı oluşmaktadır. Hava tabancasının oluşturduğu kabarcık etkisi ise hava tabancası gürültüsü olarak adlandırılır. Hava tabancası patlatıldığında, içerdeki hava aniden su içerisine boşaltılır ve sismik sinyal üretilir. İlk başta hava kabarcığının içerisindeki basınç suyun basıncından fazladır ve kabarcık giderek genişlemeye başlamaktadır. Ancak kabarcık en büyük hacmine ulaştığında suyun basıncı daha fazla olur ve kabarcık aniden küçülür. Bu küçülme su içerisine ikinci akustik kaynak gibi sinyal yaymaktadır ve bu durum kabarcık etkisi olarak adlandırılır. Deniz dalgası gürültüsü, ham sismik verilerinde en baskın görülen gürültülerdir. Alıcı kablo yüzeye çekildiğinde ve dalgalı havalarda bu gürültülerde artış olmaktadır. Bu gürültülerin frekans aralığı hemen hemen 0-10 Hz arasındadır. Alıcı kablo derinliğini ayarlayan derinlik düzenleyicilerde gürültü oluşturmaktadır ve derinlik düzenleyici gürültüsü olarak tanımlanır. Kablo gürültüsü ise alıcı kablonun geminin arkasından çekilmesi sonucu oluşmaktadır ve bu çekme nedeniyle oluşan gürültüler geminin hızıyla ilişkilidir. Deniz sismiğinde önemli gürültülerden biri tekrarlı yansımalardır. Bu gürültüler ayrıntılı olarak bölüm 2.1.2 de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

2.2.1. Tekrarlı Yansımalar (Multiple Reflections)

Hız kontrastının yüksek olduğu ara yüzeyler arasında, sismik sinyalin aynı yolu birden fazla kat etmesi sonucu meydana gelen yansımalara tekrarlı yansımalar adı verilir. Sismik kesitlerde kendilerini tekrarlayan ve birincil yansımaları maskeleyen tekrarlı yansımalar gürültü olarak kabul edilmektedir. Tekrarlı yansımalar da kendi içinde gruplara ayrılmaktadır. Uzun yollu tekrarlılar (long period multiples) deniz tabanından yansıyan sinyalin alıcılara ulaşıp su yüzeyinden yansıması ve daha sonra sinyalin deniz tabanına ulaşıp oradan tekrardan yansıması ile alıcılara ulaşmasıdır. Hayalet yansımalar da sinyal önce su yüzeyinden yansır ve sonra sinyal deniz tabanına ulaşıp oradan yansıyarak alıcılara ulaşmaktadır. Kısa yollu tekrarlılar (short period multiples) ise sinyalin taban altındaki ince tabakalarda ardışık yansıması ve oradan alıcılara ulaşmasıdır. Deniz sismiğinde su-hava ara yüzeyinin oldukça iyi bir yansıtıcı olması nedeniyle, en sık görülen su yüzeyi ile deniz tabanı arasındaki birden fazla oluşan tekrarlı yansımalardır. Bu çalışmada kullanılan sismik veride görülen tekrarlı yansıma çeşidi deniz tabanı ardışık yansımasıdır.

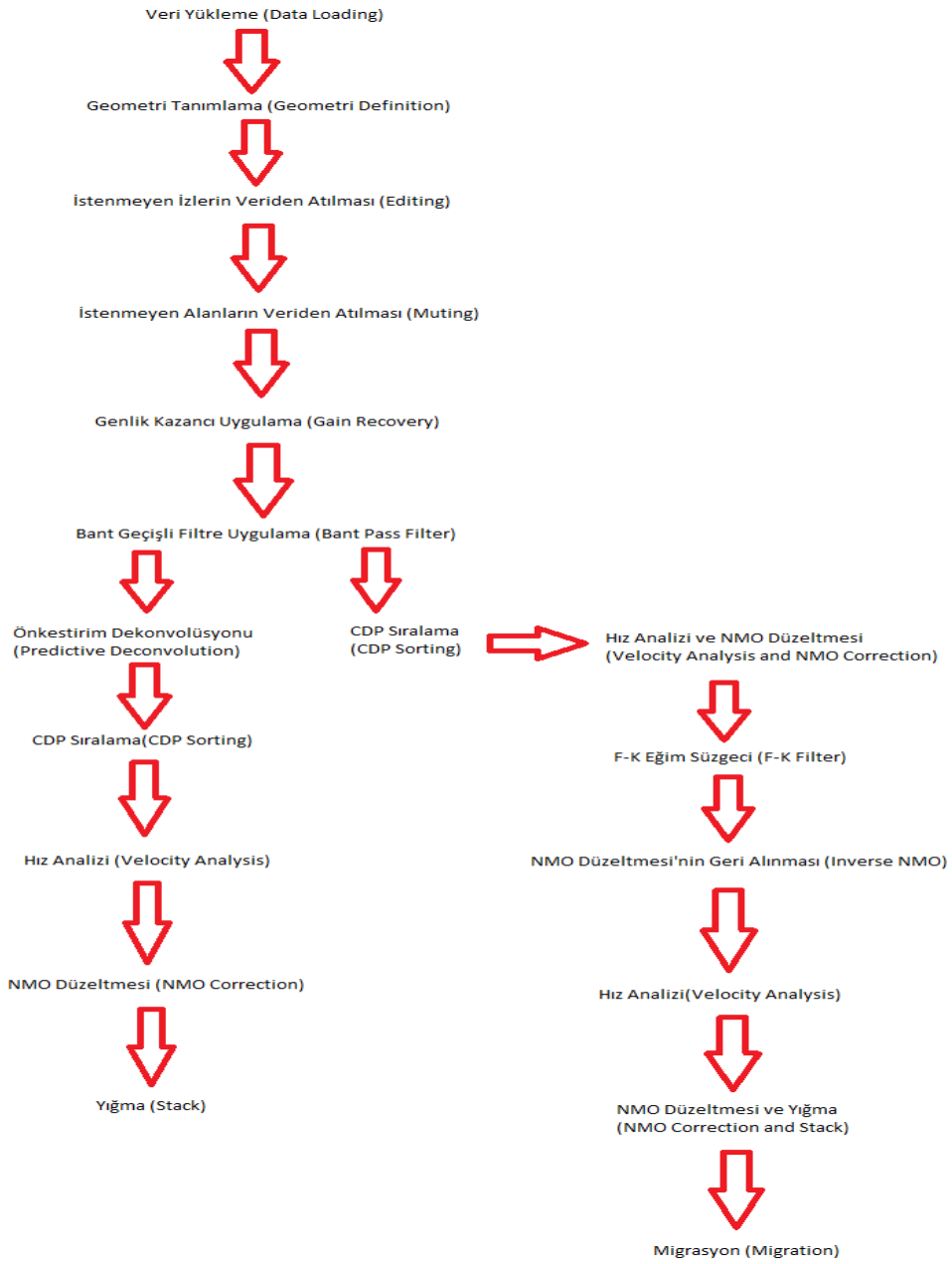


Şekil 2.1: Deniz tabanı tekrarlı yansıması gösterimi. S sismik kaynak, A1 birincil yansıma, A2, A3, A4, A5 tekrarlı yansımalardır.

Tekrarlı yansımalar ile birincil yansımalar, aralarındaki NMO hız farkı ve tekrarlı yansımaların periyodiklik özelliği sayesinde ayırt edilmektedir (Yılmaz, 2001). Tekrarlı yansıma hiperbolünün eğriselliği gerçek yansımanın eğriselliğinden daha fazladır. Bunun nedeni gerçek yansıma hızının tekrarlı yansıma hızından daha fazla olmasıdır. Tekrarlı yansımalar kestirilebilir özelliğe sahipken birincil yansımalar kestirilemezler ve tekrarlı yansımalar gerçek yansımalardan daha fazla normal kayma zamanına sahiptir. Tekrarlı yansımalar atış kayıtlarında periyodik olarak ortaya çıkmaktadırlar. Atış grupları, CDP grupları ve yığma kesitlerinin tamamında deniz tabanı yansıması ile tekrarlı yansıma arasındaki zaman farkı sabit ve bu fark deniz tabanı yansıması varış zamanının iki katına eşittir. Tekrarlı yansımalar yüksek genlikli olması sebebiyle sismik kesitlerde varış zamanlarından itibaren birincil yansımaları maskelerler. Veri işlem aşamasında tekrarlı yansımaları yok etmek çok önemlidir. Tekrarlı yansımaları yok etmek için birçok yöntem kullanılmasına karşın hala bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu çalışmada tekrarlı yansımaları yok edebilmek için kullanılan veri işlem yöntemleri; önkestirim dekonvolüsyonu, f-k eğim süzgecidir. Kestirim dekonvolüsyonu tekrarlı yansımaların periyodik olma özelliğinden yararlanarak doğru sonuçlar vermektedir. Önkestirim dekonvolüsyonu veriye uygulanırken operatör uzunluğu ve kestirim uzaklığının doğru bir şekilde belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. F-K eğim süzgeci veriye uygulanırken ise tekrarlı yansımaları bastırabilmek için Echos yazılımında iki ayrı modül kullanılmıştır. Bu modüller ZMULT ve FKFILT modülleridir. Bu iki modül için de en önemli etken hız analizidir. ZMULT modülü uygulanırken parametre seçimi doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. FKFILT modülü uygulanırken ise frekans-dalgasayısı ortamında tekrarlı yansımaların bulunduğu k=0 dalga sayısı ekseni olmak üzere dar bir bant bölgesi sıfırlanmalıdır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Echos yazılımında bu tez kapsamında veri üzerine hem rutin veri işlem yöntemleri hem de tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla farklı veri işlem yöntemleri uygulanmıştır. Bu uygulanan veri işlem akış şeması Şekil 3.1'de verilmektedir.



Şekil 3.1: Bu tez kapsamında uygulanmış olan veri işlem akış şeması.

3.1. VERİ YÜKLEME (DATA LOADING)

Arazide toplanmış olan ham sismik verinin veri işlem sistemine yüklenmesine veri yükleme (data loading) adı verilir. Sismik verinin kaydedildiği özel veri formatı vardır. Sismik veri, Society of Exploration Geophysics (SEG) derneği tarafından tanımlanmış olan özel veri formatlarında BINARY dosyalar olarak kaydedilmektedir. Bu sismik veri içersindeki bilgiler atış numarası (FFID), kanal sayısı, örnekleme aralığı, alıcı ve kaynak yüksekliği, kayıt uzunluğu, her bir izdeki örnek sayısıdır ve bu bilgilerin kaydedildiği kısma başlık (header) adı verilir. SEG derneğinin tanımlamış olduğu özel veri formatları SEG2, SEGD ve SEGY'dır. SEGY formatı en yaygın kullanılan veri formatıdır. Tüm veri işlem ve sismik yorum yazılımları tarafından okunabilmektedir. SEGY formatının dosya uzantısı "sgy" olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Echos yazılımında veriyi yükleyebilmek için öncelikle yeni bir survey oluşturulmuş ve hat seçimi yapılmıştır. Daha sonra GIN ve DSOUT modülleri sayesinde veri yükleme işlemi gerçekleştirilmiş ve iş dosyası oluşturulmuştur. GIN modülünde verinin kanal sayısı, kayıt uzunluğu ve örnekleme aralığı programa girilmiştir.

3.2. GEOMETRİ TANIMLAMA (GEOMETRY DEFINITION)

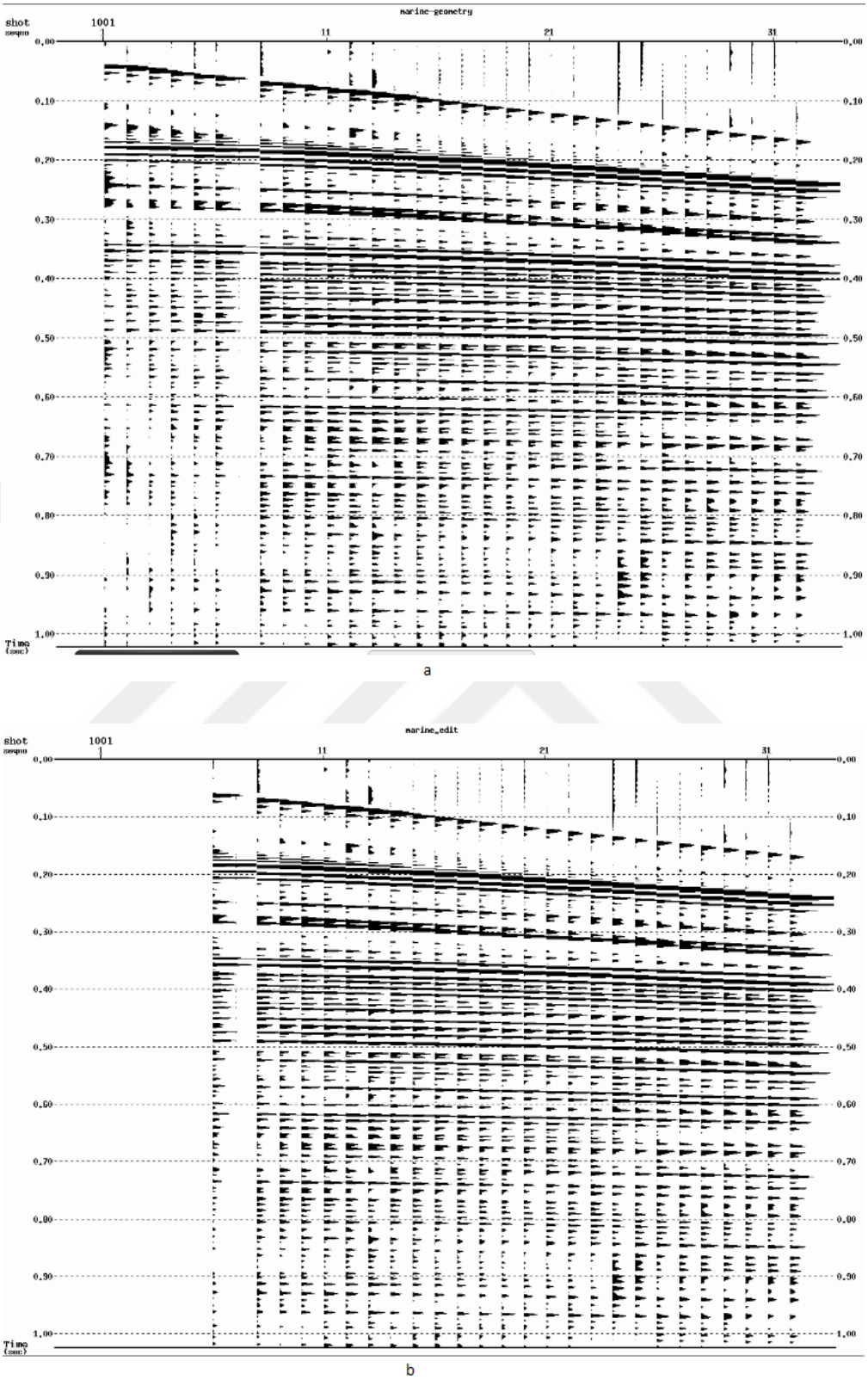
Sismik veri işlemde sismik hattaki atışların konumu, alıcıların konumu, alıcı aralığı, kanal sayısı, yakın ofset geometri bilgilerinin programa girilmesi geometri tanımlama olarak adlandırılmaktadır. Veri işlemde bütün koordinatların programa girilmesine gerek yoktur. Bu durumda önemli bilinmesi gereken her bir iz ve kaynak arasındaki uzaklık mesafesidir. Geometri tanımlama, her bir atışın koordinatlarının metre olarak (Universal Transverse Mercator) programa tanımlanmasıyla yapılabilmektedir. Atışların konumu, kanal sayısı, yakın ofset, alıcı aralığı programa girildikten sonra veri işlem sistemi her izin koordinatını ve atış noktasından uzaklığını kendisi hesaplayabilmektedir. Bu çalışma içerisinde Echos yazılımında verinin geometrisini tanımlayabilmek için öncelikle ffid ortamındaki veri atış ortamına aktarılmıştır. Bunu geçişi sağlayabilmek için DSIN, HEADPUT, SORT, DSOUT modüllerinden yararlanılmıştır. Verinin geometrisini tanımlayabilmek için ise Echos yazılımında DSIN, MARINE, GOMLD ve DSOUT modülleri kullanılarak iş dosyası oluşturulmuştur.

3.3. STATİK DÜZELTME (STATICS CORRECTION)

Deniz sismiğinde uygulanan statik düzeltme işleminde atış ve alıcıların yükseklikleri sabit tutulduğu için, atış ve alıcı yükseklikleri deniz seviyesi yüzeyine indirgenmektedir. Deniz sismiği atış gruplarında deniz tabanı yansıma zamanı sıfır zamanından bir süre sonra görülmektedir. Bunun nedeni su kolonunun varlığıdır. Kaynaktan yayınan sinyalin su kolonunda ilerleyerek deniz tabanına ulaşması ve ardından tekrar alıcılara gelmesi için geçen süre, atış gruplarında deniz tabanı yansımasının sıfır zamanından olan farkına eşittir. Su derinliği artış gösterdikçe, deniz tabanı yansıma zamanı ile sıfır zamanı arasındaki fark da artış gösterecektir. Böyle durumlarda veri toplamada tasarruf etmek amacıyla sismik veri gecikmeli olarak toplanabilmektedir. Bu işlem patlatmadan bir süre sonra kayıt alınmaya başlanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Ancak veri işlem sırasında mutlaka gecikme zamanlarının giderilmesi gerekmektedir.

3.4. İSTENMEYEN İZLERİN ÇIKARILMASI (EDIT)

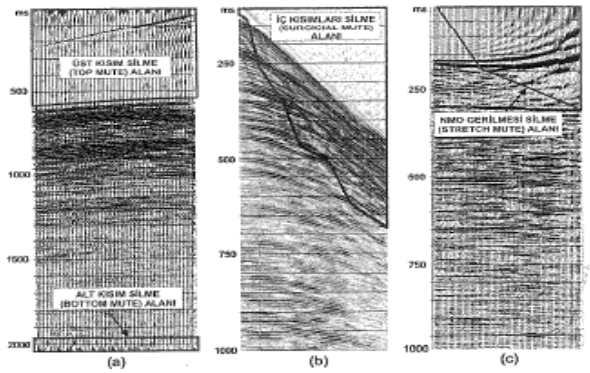
Sismik verideki istenmeyen izlerin ayıklanma işlemine iz ayıklama (editing) adı verilir. Bu gürültülü izler veri toplamada kanalların biri veya birkaçının çalışmaması sonucunda oluşmaktadır. Ancak gürültülü izler bazen atış grubunun birkaç kanalında bulunabileceği gibi kaçan atışlar nedeniyle atış grubunun tamamında da bulunabilir. Yığma kesitinin kaliteli sonuç verebilmesi için, gürültülü izlerin veriden atılması gerekmektedir. Bu çalışmada Echos yazılımda istenmeyen izlerin veriden ayıklanabilmesi için DSIN, EDIT, DSOUT modülünden yararlanılmış ve iş dosyası oluşturulmuştur. Veri içerisinde bulunan gürültülü ilk 5 iz EDIT modülünde bulunan KILL seçeneği sayesinde veriden çıkarılmıştır. Şekil 3.2’ de a) geometrisi tanımlanmış ham sismik veri ve b) ham sismik veriden gürültü ilk 5 izin çıkarılmış hali görülmektedir.



Şekil 3.2: (a) Çok kanallı ham sismik veri içerisinde bulunan gürültülü ilk 5 iz ve (b) bu gürültülü izlerden temizlenmiş halinin görünümü.

3.5. İSTENMEYEN ALANLARIN ÇIKARILMASI (MUTE)

Veriden istenmeyen alanların çıkarılması işlemi 4 ana gruba ayrılır. Bunlar üst kısımların çıkarılması (top mute), alt kısımların çıkarılması (bottom mute), iç kısımların çıkarılması (surgical mute) ve NMO gerilme alanlarının çıkarılması (NMO-stretch mute) olarak adlandırılır. İlk olarak üst kısımların veriden temizlenmesi, deniz tabanı yansıma zamanından önceki kısmın veriden çıkarılmasıdır. Bu alanda doğrudan gelen dalgalar ve kırılma dalgaları mevcuttur. Alt kısımların çıkarılması, sismik verinin düşük S/G oranına sahip en alt kısımlarının veriden çıkarılmasıdır. İç kısımların çıkarılması, sismik verinin iç kısımlarındaki gürültülerinin veriden temizlenmesidir. Son olarak NMO gerilme alanlarının çıkarılması, NMO düzeltmesi sonrası uzak ofsetlerin erken varışlarında oluşan düşük frekanslı gürültülü bölgenin veriden temizlenmesidir. Bu tez çalışmasında Echos yazılımında DSIN, MUTE ve DSOUT modülleri ile iş dosyası oluşturulduktan sonra program koşturulmuş ve istenmeyen alanların çıkarılması işlemi interaktif olarak gerçekleştirilmiştir. Böylece deniz tabanı yansıma zamanından önceki kısım veriden çıkarılmıştır. Şekil 3.3' de üst kısımların çıkarılması, alt kısımların çıkarılması, iç kısımların çıkarılması ve NMO gerilme alanlarının çıkarılması ait örnek verilmektedir.



Şekil 3.3: (a) üst ve alt kısımların veriden çıkarılması, (b) iç kısımların veriden çıkarılması, (c) NMO gerilme alanlarının veriden çıkarılmasının görünümü (Dondurur, 2009).

3.6. KAZANÇ UYGULAMA (GAIN RECOVERY)

Kaynaktan çıkan sismik sinyal küresel olarak yayınım göstermektedir. Bu yayılmanın enerjisi derinlere ve uzak ofsetlere doğru dalga cephesi yarıçapı r olmak üzere $1/r^2$ oranında azalım gösterirken, dalganın genliğinde ise 1/r oranında azalım olmaktadır. Bu azalıma neden olan etken küresel açılım etkisidir. Dalganın genliğini etkileyen diğer önemli faktör ise soğurma

etkisidir. Soğurma etkisinde, dalga enerjisinin bir kısmı iç sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüşür (Karslı, 2016). Dalganın genliğini etkileyen diğer etmenler ise tekrarlı yansımalar, ara yüzeyde enerji paylaşımı, saçılma ve ara yüzeylerdeki düzensizlikler olarak tanımlanmaktadır. Atış gruplarının sığ kısımlarında bulunan genlikler daha derin kısımlardaki genliklere oranla daha fazladır. Bu durumda ham verilerin geç zamanlarında yansıma genlikleri sığ kısımlara oranla görülememektedir. Kazanç işlemi sayesinde bu geç zaman genlikleri görünür hale getirilebilmektedir. Temel olarak kazanç işlemi, izin zamanla değişen şekilde ölçeklenmesi olarak tanımlanabilir. Kazanç işleminde geç zamanlardaki genlikler arttırılmaya çalışılırken gürültünün arttırılmamasına dikkat edilmelidir.

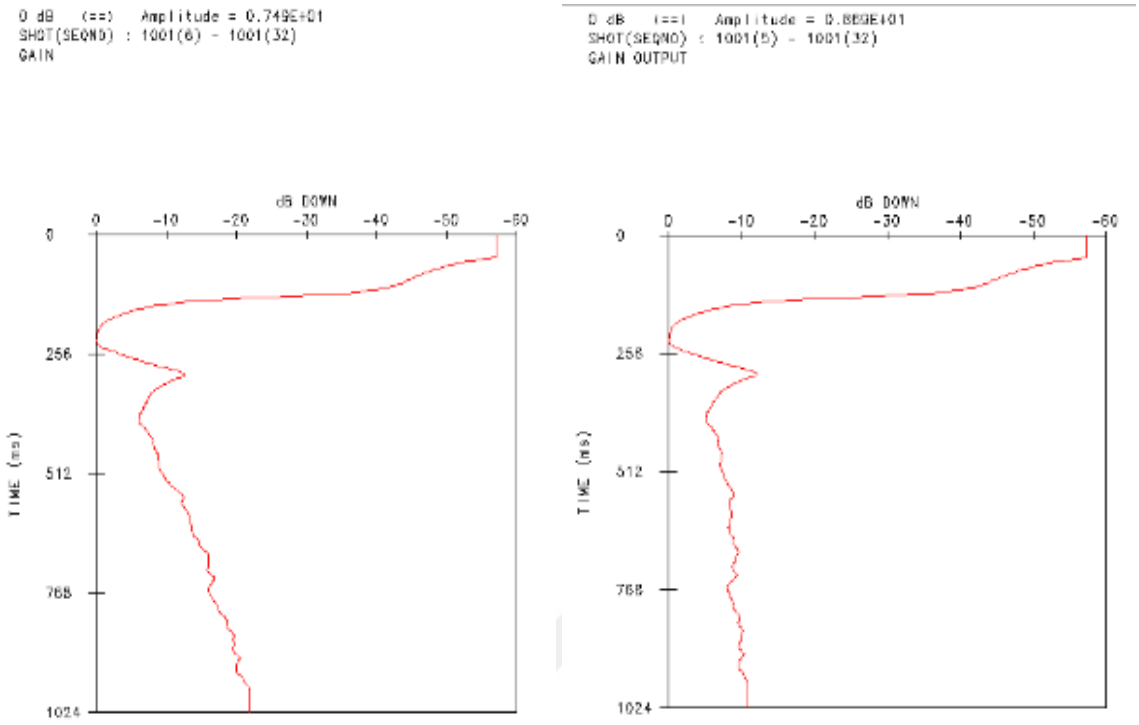
3.6.1. Küresel Açılım Düzeltmesi (Spherical Divergence Correction)

Yer içinde ilerleyen sinyalin enerjisi derinlere indikçe azalım göstermektedir. Homojen ortam için genlik azalımı 1/r, tabakalı ortamda ise V ortamın hızı olmak üzere $1/(tV^2)$ olarak ifade edilir. Buna göre homojen ve tabakalı ortam için kazanç fonksiyonu,

$$g(t)=V.t \tag{3.1}$$

$$g(t)=\left[\frac{V(t)}{V(0)}\right]^2 \left[\frac{t}{t(0)}\right] \tag{3.2}$$

olarak tanımlanır. Burada kullanılan hız kök ortalama kare hızdır. Bağıntıdaki V(0) ise t(0) zamanındaki hız olarak tanımlanır. Doğru bir kazanç işlemi gerçekleştirebilmek için kazanç eğrisinin doğruluğu büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada öncelikle sismik verinin kazanç eğrileri incelenmiştir. Echos yazılımında sismik veriye kazanç işlemi uygulayabilmek için DSIN, GAIN, DSOUT modüllerinden yararlanılmış ve ayrı bir iş dosyası oluşturulmuştur. GAIN modülü ile gerekli parametreler programa girilerek kazanç eğrisi düzgün hale getirilmiştir. Şekil 3.4'de kazanç işlemi veri üzerine uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra elde edilen kazanç eğrileri görünümü verilmektedir.



Şekil 3.4: Genlik kazancı veriye a) uygulanmadan önce ve b) uygulandıktan sonra elde edilen kazanç eğrilerinin görünümü.

3.6.2. Otomatik Kazanç Kontrolü (AGC)

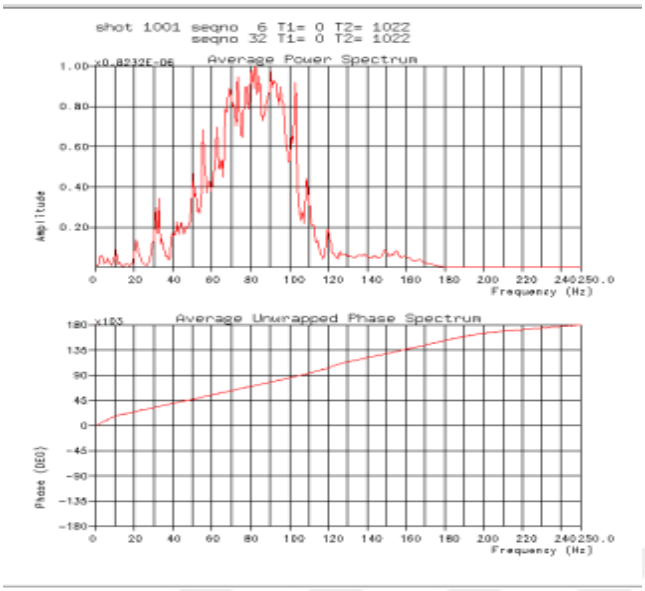
AGC belirlenen pencere içerisindeki iz genliklerinin ortalama mutlak değerlerinin hesaplanması olarak tanımlanabilir. İstenen RMS seviyesi ile bu ortalama değerin birbirine oranı kazanç fonksiyonu olarak atanır (Dondurur, 2009). Bu işlemde pencerenin 1 örnek ileri kaydırılarak yeni kazanç fonksiyonları elde edilmekte ve AGC işleminde pencere boyunun tanımlanması gerekmektedir. Küçük pencere boyları kullanıldığında, büyük pencere boylarına oranla genliklerde daha çok artış olmaktadır. Ancak, çok küçük pencere boyları seçilirse küçük genliklerde fazla artış olmakta ve sinyalin karakteri bozulmaktadır. En uygun AGC boyu sinyalin zaman uzunluğuna göre deneme-yanılma yoluyla belirlenebilir. AGC verinin ilk varışlarından önceki kısımlarında gölge etkisi olarak adlandırılan bir alan yaratmaktadır. Bu alanın büyüklüğü pencere boyu ile ters orantılıdır. Bu tez çalışmasında Echos yazılımında otomatik kazanç kontrolü işlemi AGC modülü sayesinde yapılmıştır. AGC pencere boyu ise deneme-yanılma yolu ile belirlenmiştir.

3.7. DENİZ SİSMİĞİ VERİLERİNİN SÜZGEÇLENMESİ

Sismik verinin genlik spektrumunun değiştirilmesi işlemine süzgeçleme adı verilir. Süzgeçleme işlemleri birkaç grup altında toplanabilir. Bunlar belirli frekans değerinin altını geçiren alçak geçişli süzgeç (low-pass), belirli frekans değerinin üstünü geçiren yüksek geçişli süzgeç (high-pass), belirli bir frekans aralığını geçiren bant geçişli süzgeç (band-pass) ve tek bir frekans yada çok dar frekans bandını geçiren çentik (notch) süzgecidir. Ancak genellikle sismik verilerde bant geçişli süzgeç kullanılmaktadır.

3.7.1. Bant Geçişli Süzgeç (Band-Pass Filter)

Sismik verilerde genellikle bant geçişli süzgeç kullanılmaktadır. Bant geçişli süzgeç de belirli frekans aralığı içerisindeki genlikler geçirilir, bu belirli frekans aralığı dışındaki genlikler ise geçirilmezler. Bant geçişli süzgeç işleminde kesme frekansları, operatör uzunluğu, süzgecin fazının belirlenmesi gerekir. Bu süzgeç parametrelerinin doğru seçilmesi için sismik verinin sinyal içeriğinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekir. Frekansları önceden kestirilebilen düzenli gürültüler veriden kolaylıkla bant geçişli süzgeç yardımıyla veriden atılır. Örneğin ham deniz sismiği verilerinde deniz dalgası gürültüsü bulunmaktadır. Bu gürültü yüksek genliğe ve düşük frekans (0-10 Hz) içeriğine sahiptir. Operasyonel gürültüler ise yüksek frekanslı, düşük genlikli gürültülere neden olmaktadır. Nyquist frekansı genlik spektrumu için çok önemlidir. Bir verinin spektrumu örnekleme aralığına bağlı olan Nyquist frekansına kadar anlamlıdır "Dondurur (2009)". Bu çalışmada süzgeçleme işlemi yapabilmek için Echos yazılımında DSIN, FILTER, DSOUT modülleri kullanılmış ve ayrı bir iş dosyası oluşturulmuştur. FILTER modülünde BANDPASS seçeneği seçilerek süzgeç parametreleri belirlenmiştir. Şekil 3.5' de görülen genlik spektrumuna göre yaklaşık 140-160 Hz arasında yüksek frekanslı gürültüler görülmektedir. Bu nedenle veri üzerine 20-120 Hz arasında bant geçişli süzgeç uygulanmıştır.

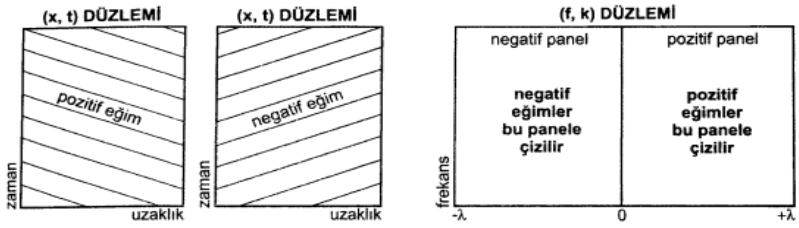


Şekil 3.5: Sismik yansıma verisinin genlik spektrumu.

3.8. TEKRARLI YANSIMALARIN BASTIRILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

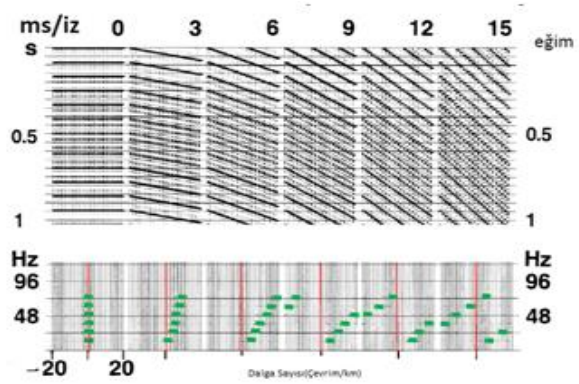
3.8.1. F-K Eğim Süzgeçleri

F-K eğim süzgeçleri sismik veri içerisinde farklı eğimlere sahip olayları ayırabilmek için kullanılan yöntemdir. Bunun için 2B Fourier dönüşümü kullanılmaktadır. 2B Fourier dönüşümünü gerçekleştirebilmek için ilk olarak zaman ortamında verinin 1B Fourier dönüşümü alınır ve daha sonra elde edilen dönüşümün uzaklık üzerinden Fourier dönüşümü alınarak bu işlem gerçekleştirilmektedir. Böylece zaman ortamındaki (t-x) sinyal, frekans-dalgasayısı (f-k) ortamına geçirilmektedir.



Şekil 3.6: a) zaman ortamında farklı eğimlere sahip olayların, b) f-k ortamında gösterimi.

Şekil 3.6’ da görüldüğü üzere zaman ortamında negatif eğime sahip olaylar f-k ortamında negatif panelde, pozitif eğime sahip olaylar ise pozitif panelde görülmektedir. Sabit bir frekansta sismik kesitteki yüksek eğim yüksek dalga sayısına karşılık gelmektedir.



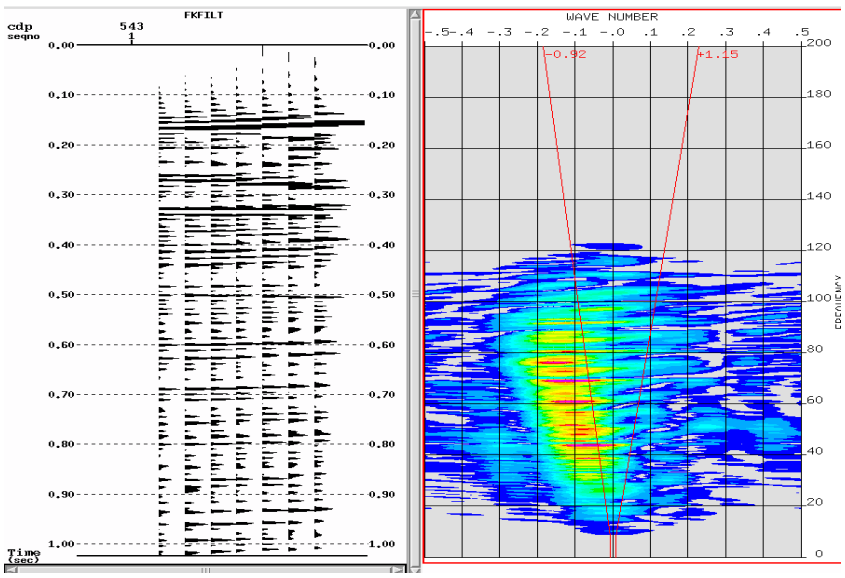
Şekil 3.7: 12, 24, 36, 48, 60, 72 Hz frekanslı sinüslerin toplamından oluşan farklı eğimlere sahip doğrusal olaylardan meydana gelmiş sıfır ofset kesitler (üstte) ve f-k spektrumları (altta) (Yılmaz, 2001).

Şekil 3.7’ de görüldüğü üzere 12, 24, 36, 48, 60 ve 72 Hz frekanslara sahip sinüslerin toplamından oluşan farklı eğimlere sahip sıfır ofset kesitler ve f-k spektrumları görülmektedir. Her bir eğim için olaylar doğru olarak düşünülmektedir. Zaman ortamında eğim arttıkça, f-k ortamında doğru dalga sayısı eksenine yaklaşmaya başlar. Aynı zamanda frekansta ne kadar artış olursa düşük frekanslarda o kadar katlanma meydana gelmektedir. Şekil 3.7 de ilk olarak 0 ms/iz eğimde f-k ortamında bütün frekanslara ait genlikler 0 dalga sayısı ekseni üzerinde görülmektedir. 3 ve 6 ms/iz eğimli kesitte her bir frekansa ait genlikler pozitif panelde görülmektedir. 9 ms/iz eğimli ortamda 12, 24, 36 ve 48 Hz frekanslara ait genlikler pozitif panelde, 60 ve 72 Hz frekanslara ait genlikler ise negatif panelde görülmekte yani katlanmaktadır. 12 ms/iz eğimli ortamda 12, 24 ve 36 Hz frekanslara ait genlikler pozitif panelde, 48, 60 ve 72 Hz frekanslara ait genlikler negatif panelde görülmektedir. 15 ms/iz eğimli kesit için 36, 48 ve 60 Hz frekanslara ait genlikler negatif panelde, 12, 24 ve 72 Hz frekanslara ait genlikler pozitif paneldedirler ancak 72 Hz frekansa ait genlik ikinci kez katlanmıştır. Zaman ortamında yatay olarak görülen olaylar f-k ortamında frekans ekseni üzerinde ortaya çıkmaktadır. Zaman ortamında eğim arttıkça, f-k spektrumunda olaylar dalga sayısı eksenine yaklaşmaya başlarlar. Şekil 3.6’ da görüldüğü üzere f-k ortamında negatif panelde katlanmış enerji ve geri saçılmalar, pozitif panelde ise yansıyan dalgalar, tekrarlı yansımalar, kırılma dalgaları, doğrudan gelen dalgalar, yüzey dalgaları ve hava dalgaları

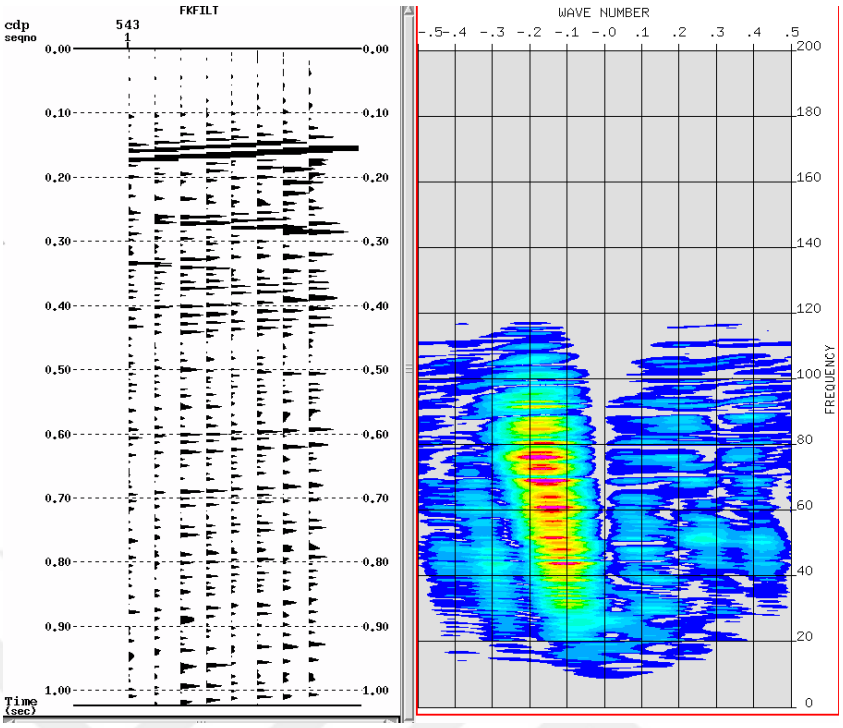
bulunmaktadır. Birincil yansımalar f-k ortamında frekans eksenine yakın olarak ortaya çıkmaktadır.

3.8.1.1. F-K Eğim Süzgeci FKFILT Modülü

Tekrarlı yansımaların bastırılmasında f-k eğim süzgeci CDP gruplarına uygulanmaktadır. CDP gruplarına hız analizi uygulanırken birincil yansımalara gereğinden düşük hız (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise CDP gruplarında onları yatay hale getirecek hız verilmelidir. Daha sonra NMO düzeltmesi aynı hız seçilerek uygulanmalıdır. Böylece f-k eğim süzgeci uygulanırken birincil yansımalar f-k spektrumunun negatif panelinde yer alırken tekrarlı yansımalar spektrumun k=0 düşey eksen üzerinde yayılım göstermektedir. Tekrarlı yansımaların bastırılabilmesi için bu alanın sıfırlanması gerekir. Şekil 3.8' de f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmadan önce ve şekil 3.9' da f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulandıktan sonra sismik yansıma verisinin frekans-dalgasayısı ortamında görünümü verilmektedir. Son adım olarak uygulanan NMO düzeltmesi geri alınmalı ve doğru hız seçimi NMO hızı olarak seçilip veriye tekrar NMO düzeltmesi uygulanmalıdır. Bu tez çalışmasında Echos yazılımında hız analizi için VELDEF modülü, NMO düzeltmesi için NMO modülü, tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla FKFILT modülü ve NMO düzeltmesinin geri alınması amacıyla NMOREM modülü kullanılmıştır.



Şekil 3.8: f-k eğim süzgeci FKFILT modülü veri üzerine uygulanmadan önce f-k spektrumunun görünümü.



Şekil 3.9: f-k eğim süzgeci FKFILT modülü veri üzerine uygulandıktan sonra f-k spektrumunun görünümü.

3.8.1.2. F-K Eğim Süzgeci ZMULT Modülü

Tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla f-k eğim süzgeçlerinden yararlanılmakta ve f-k eğim süzgeçleri ZMULT modülü kullanılarak uygulanabilmektedir. Bu yöntemi uygulayabilmek için yapılması gerekenler 4 madde şeklinde aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

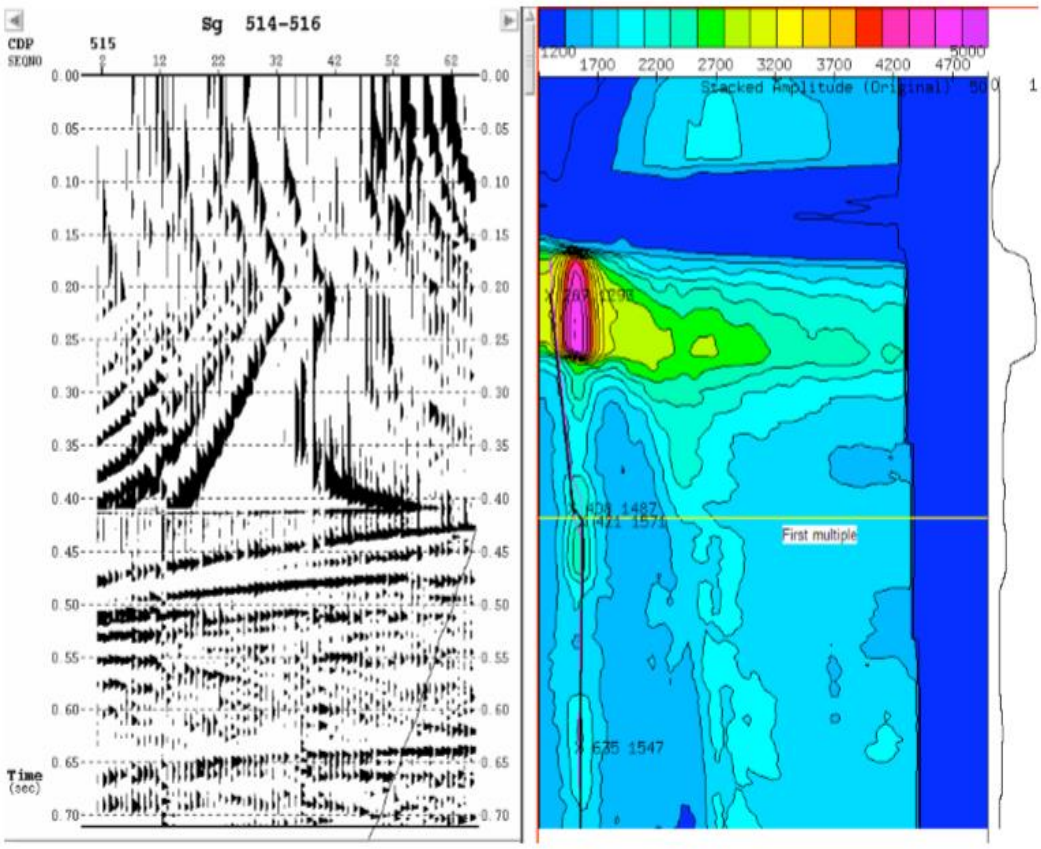
1. İlk olarak, NMO düzeltmesi için hız analizinde birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden fazla hız verilmelidir. Böylelikle NMO düzeltmesi sonrası birincil yansımalar CDP gruplarında aşırı-düzeltilmiş (overcorrection) , tekrarlı yansımalar ise CDP gruplarında yetersiz-düzeltilmiş (undercorrection) haline gelmektedir. Echos yazılımında bu aşamada hız analizi için VELDEF modülü, NMO düzeltmesi için ise NMO modülü kullanılmıştır. Şekil 3.10' da, "Iscan Alp ve diğ (2012)" çalışmasına ait hız analizinin görüntüsü verilmektedir.

2. Yapılan NMO düzeltmesi sonrası Echos yazılımında ZMULT modülünün uygulanması ile tekrarlı yansımalar veriden atılabilir.

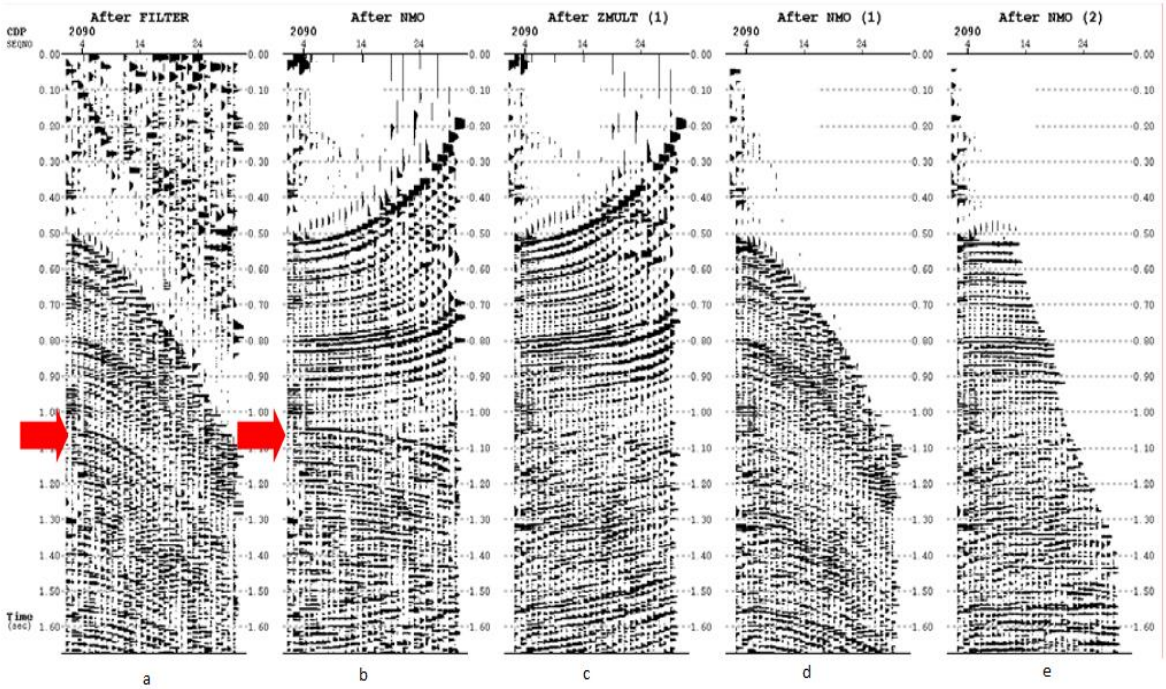
3. Bu adımda, veri üzerine daha önceden uygulanılmış olan NMO düzeltmesi işleminin aynı hız seçilerek geri alınması gerekmektedir. Echos yazılımında NMOREM seçeneği ile uygulanan NMO düzeltmesi geri alınabilir.

4. Son adım olarak, NMO düzeltmesi işleminin geri alınmasından sonra CDP gruplarına doğru hız analizi uygulamak ve daha sonra bu gerçekleştirilen doğru hız NMO hızı seçilerek tekrar NMO düzeltmesinin veri üzerine uygulanması gerekir (İşcan Alp ve diğ, 2012).

Şekil 3.11' de 2012 yılında gerçekleştirilen "ISTEGE – Seismotectonic Investigation of the 1905 earthquake (M 7.4) within the Gulf of Sant'Eufemia (SE Tyrrhenian Sea)" çalışmasına ait verinin yukarıda anlatılan her 4 aşama için CDP gruplarının görünümü verilmektedir.



Şekil 3.10: Birincil yansımaları ve tekrarlı yansımaları ayırt edebilmek amacıyla uygulanan hız analizinin görünümü (İşcan Alp ve diğ., 2012).



Şekil 3.11: a) Veri üzerine NMO düzeltmesi uygulanmadan önce, b) NMO düzeltmesi uygulandıktan sonra (birincil yansımalar ile tekrarlı yansımaları birbirinden ayırt etmek için kullanılan hız seçilmiştir), c) f-k süzgeci ZMULT modülü veri üzerine uygulandıktan sonra, d) daha önce uygulanmış olan NMO düzeltmesinin geri alınmasından sonra, e) tekrar NMO düzeltmesi uygulandıktan sonra (doğru hız seçilmiştir) elde edilen CDP gruplarının görünümü (İşcan Alp ve diğ., 2012).

3.8.2. Kestirim Dekonvolüsyonu (Predictive Deconvolution)

Sıfır ofset kesitlerin elde edilmesinde kullanılan 1B konvolüsyonel modelin bilinmesi, dekonvolüsyon işleminin iyi bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Yer altı birçok tabakalardan meydana gelmekte ve bu tabaka sınırlarından yansımalar alınmaktadır. Tabaka sınırlarından yansımaların alınabilmesi için akustik empedans farkının (yer içinin yoğunluk ve dalga hızının çarpımı) var olması gerekir. Ancak bu akustik empedans hesabında yoğunluk değişimi hıza oranla çok küçük olduğundan dikkate alınmaz. Yansıma katsayıları akustik empedans hesabından elde edilmektedir. Bu yansıma katsayılarının oluşturduğu diziye ise yansıma katsayıları serisi (reflectivity) adı verilir. Konvolüsyonel model, yer içinin yansıma katsayıları serisi ile sismik dalgacığın konvolüsyonu sonucu sismogramın elde edilmesi şeklindedir. Dekonvolüsyon işleminde temel amaç kaynak dalgacığı etkisini yok ederek yansıma katsayıları serisini elde etmektir. Veri işlemde iğnecikleştirme dekonvolüsyonu

(spiking deconvolution) ve kestirim dekonvolüsyonu (predictive deconvolution) yaygın olarak kullanılmaktadır. Dekonvolüsyon genellikle atış gruplarına veya CDP gruplarına uygulanabilineceği gibi, yığma sonrası uygulayabilmek de mümkündür. Konvolüsyonel model matematiksel olarak

x(t)=w(t)*e(t)+n(t) olarak ifade edilir. (3.3)

Kestirim dekonvolüsyonu, giriş izinin x(t), zamanda ilerlemiş şeklinin x(t+a) elde edilmesinde kullanılmaktadır (Yılmaz, 2001). Burada a kestirim uzaklığıdır. Yani kestirim dekonvolüsyonu giriş izinin gelecek zamandaki değerini kestirmeye çalışır. Normal denklemler x(t+a) değeri hesabında kullanılmaktadır. Normal denklemler n uzunluğunda kestirim süzgeci ve a uzunluğunda kestirim uzaklığı için aşağıdaki denklem gibi ifade edilmektedir (Peacoc ve Treitel 1969).

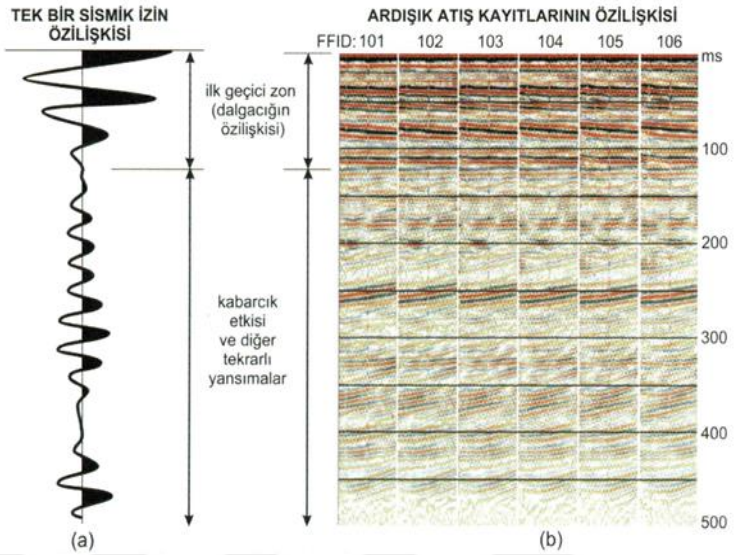
$$\begin{bmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & \cdots & r_{n-1} \\ r_1 & r_0 & r_1 & \cdots & r_{n-2} \\ r_2 & r_1 & r_0 & \cdots & r_{n-3} \\ . & . & . & \cdots & . \\ . & . & . & \cdots & . \\ . & . & . & \cdots & . \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & \cdots & r_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ . \\ . \\ . \\ a_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_\alpha \\ r_{\alpha+1} \\ r_{\alpha+2} \\ . \\ . \\ . \\ r_{\alpha+n-1} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Kestirim filtresinde kestirilebilir bileşen tekrarlı yansımalar, kestirilemeyen kısım hata serisi yani birincil yansımalardır. Eğer kestirim uzaklığı birim veya birime yakın ise kestirim dekonvolüsyonu iğnecikleştrime dekonvolüsyonuna denk olur. Yani verinin zamansal ayrımlılığı arttırılır. Kestirim uzaklığı tarafından tanımlanan zaman kadar sonrası için giriş izini gelecekte bir zamanda kestirmek, tekrarlıları kestirmek ve bastırmak için kullanılır "Dondurur (2009)". Bu tez çalışması içerisinde Echos yazılımında DECONA modülü ile dekonvolüsyon işlemi gerçekleştirilmiştir. DECONA modülünde önkestirim dekonvolüsyonu gerçekleştirebilmek amacıyla GAP seçeneği seçilmiştir.

3.8.2.1. Operatör Uzunluğu (Operator Length)

Temel olarak operatör uzunluğu, sismik izin özilişkisinin dalgacık özilişkisine yaklaşık olarak eşit olduğu kısım olarak tanımlanabilir. Sismik izin özilişkisi, sismik dalgacığın özilişkisine benzer olduğundan, operatör boyu sismik izin özilişkisinin ilk dalga paketine yaklaşık olarak eşit seçilmelidir. Uygulamada, atış gruplarının ve CDP gruplarının özilişkileri yan yana çizilir

ve bu özilişkilere göre operatör uzunluğuna karar verilir. Echos yazılımında operatör uzunluğu DECONA modülündeki GAP seçeneğinde programa girilmiştir.



Şekil 3.12: a) Giriş izinin ilk geçici dalga paketinin gösterimi, b) birden atış grubunun özilişkilerinin yan yana çizilmesi (Dondurur, 2009).

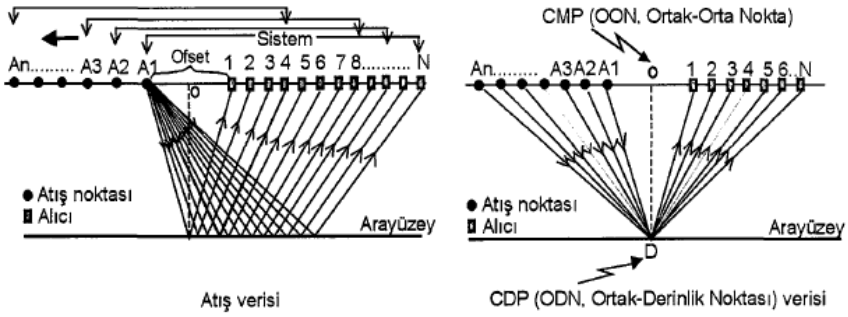
3.8.2.2. Kestirim Uzaklığı (Prediction Lag)

Kestirim uzaklığı hem verinin zamansal ayrımlılığını arttırmak için hem de verideki tekrarlı yansımaları bastırmak için oldukça önemli parametredir. Eğer kestirim uzaklığı verinin zamansal ayrımlılığını arttırmaya yönelik seçiliyorsa, kestirim uzaklığı sismik izin özilişkisinin sıfır eksenini birinci yada ikinci kesiş zamanı olarak seçilebilir. Eğer verideki tekrarlı yansımalar bastırılmak isteniyorsa, bunun için tekrarlı yansımaların periyodu oldukça önem taşımaktadır. Tekrarlı yansıma periyodu sismik izin özilişkisi incelenerek bulunmaktadır. Yani tekrarlı yansımaları bastırabilmek için, kestirim uzaklığı tekrarlı yansımaların özilişki serisinde ortaya çıkış zamanına eşit seçilmelidir. Bu çalışmada Echos yazılımında kestirim uzaklığı parametresi DECONA modülünde bulunan GAP seçeneğinde programa girilmiştir.

3.9. CDP SIRALAMA (CDP SORTING)

CDP grupları (CDP gathers); her bir izin o ize ait atış-alıcı orta noktasına atanması şeklindedir. CDP sıralama aynı CDP noktasına atanmış izlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Aynı bir ortak noktadan alınan yansıma sayısı "katlama (fold)" olarak ifade

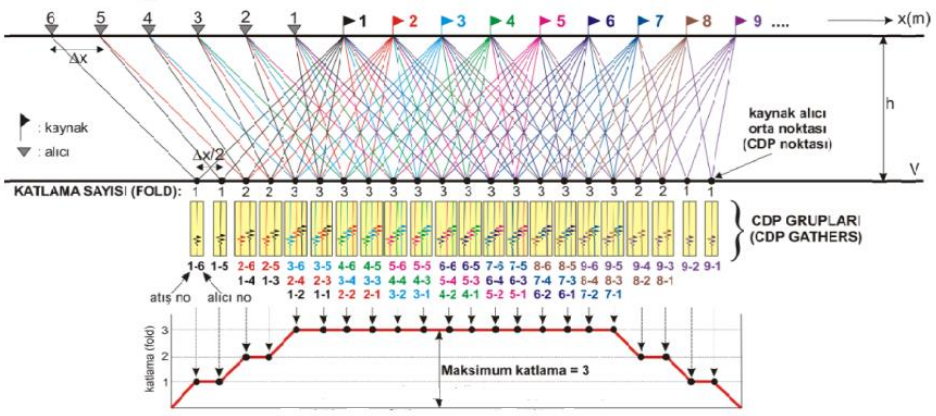
edilir. Bu fold değeri sismik kesitin orta kısımlarında en büyük katlama değerine sahipken, kesitin her iki ucuna doğru ise katlama değeri azalım göstermektedir (full fold coverage).



Şekil 3.13: Atış gruplarından CDP gruplarına geçiş düzeni Dondurur (2009).

Veri toplama geometrisi katlama-fold sayısını belirlemektedir. Katlama sayısı iz ayıklama nedeniyle CDP den CDP ye değişim göstermektedir.

$$\text{Maksimumkatlama}=\frac{alıcı\ sayısı.alıcı\ aralığı}{2.atış\ aralığı} \tag{3.5}$$



Şekil 3.14: Atış gruplarından CDP gruplarına geçişin şematik gösterimi (Dondurur, 2009).

CMP, kaynak ve alıcının yeryüzündeki orta noktası (common midth point) olarak ifade edilmektedir. CDP ise sinyalin yeraltındaki arayüzeyde yansıdığı noktadır. Yatay tabaka durumunda CDP ile CMP birbirinin izdüşümüdür. Ancak yer altı eğimli tabakalardan oluşuyorsa bu durum geçerli değildir ve yansıma noktaları eğim yukarı kaymaktadır. Bu etki CDP kayması (CDP smearing) olarak adlandırılır. Bu çalışmada Echos yazılımında DSIN,

SORT, DSOUT modülleri sayesinde veri CDP ortamına aktarılmıştır. SORT modülünde değerler CDP ve OFFSET olarak programa girilmiştir.

3.10. HIZ ANALİZİ (VELOCITY ANALYSIS)

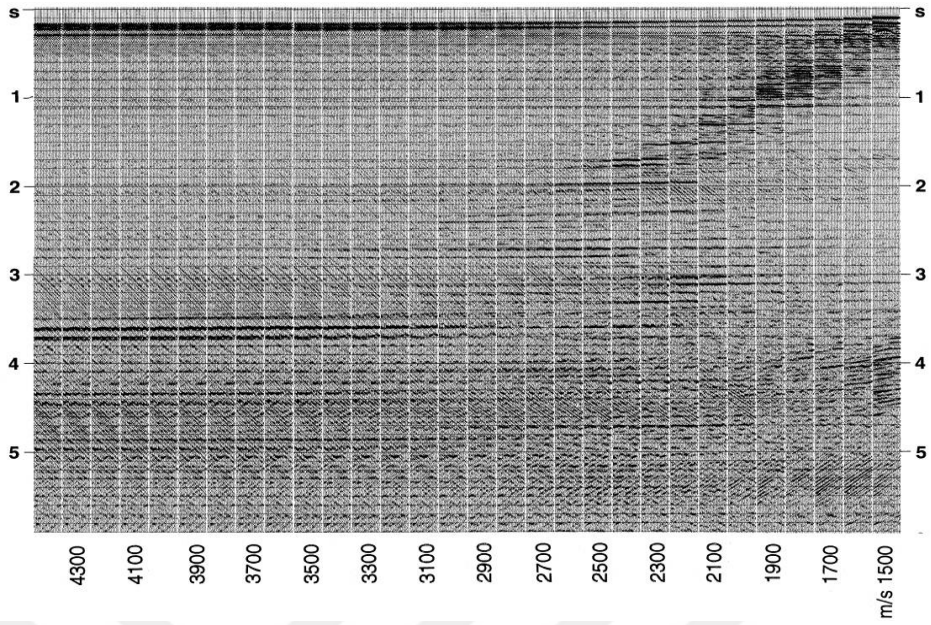
Yansımalar akustik empedans farkının var olduğu ara yüzeylerden alınmaktadır. Yoğunluk hıza oranla çok küçük değişim gösterdiğinden ihmal edilebilir. Bu nedenle hızın doğru bir şekilde bulunması veri işlem açısından büyük bir öneme sahiptir. Hız bilgisi sayesinde derinlik, eğim ve yansıtıcıların yatay konumları belirlenmektedir. Birçok sismik hız türleri vardır. Örneğin soniklog ölçümleri ile kayaçların sismik hızları doğrudan bulunabilmektedir. Ancak çok kanallı verilerde sismik hız dolaylı olarak bulunabilmektedir. Bu hızlar, ara hız, ortalama hız, anlık hız, NMO hızı ve kök ortalama kare hız (RMS) hızıdır. En iyi yığma kesitini veren hız, en doğru hız olarak kabul edilir ve bu hız NMO hızı ve RMS hızı ile ilişkilidir. Hız analizinde birkaç yöntem mevcuttur. Bu yöntemler sabit hız taraması, sabit hız yığması, hız spektrumlarıdır.

3.10.1. Sabit Hız Taraması (CVS)

Sabit hız taramasında, seçilen tek bir CDP grubuna belirli aralıklardaki hız değeri için NMO düzeltmesi uygulanmaktadır. Elde edilen bu CDP grupları yan yana çizilerek, doğru hıza karar verilir. Bu durumda en uygun hız birincil yansımaları tamamen yatay hale getiren hızdır. Derinlere indikçe her yansıma hiperbolünün yatay hale gelebilmesi için kendi hızlarının kullanılması gerekir. Yani, her yansıma için, CDP grubunun hız fonksiyonu bulunabilir.

3.10.2. Sabit Hız Yığması (CVS)

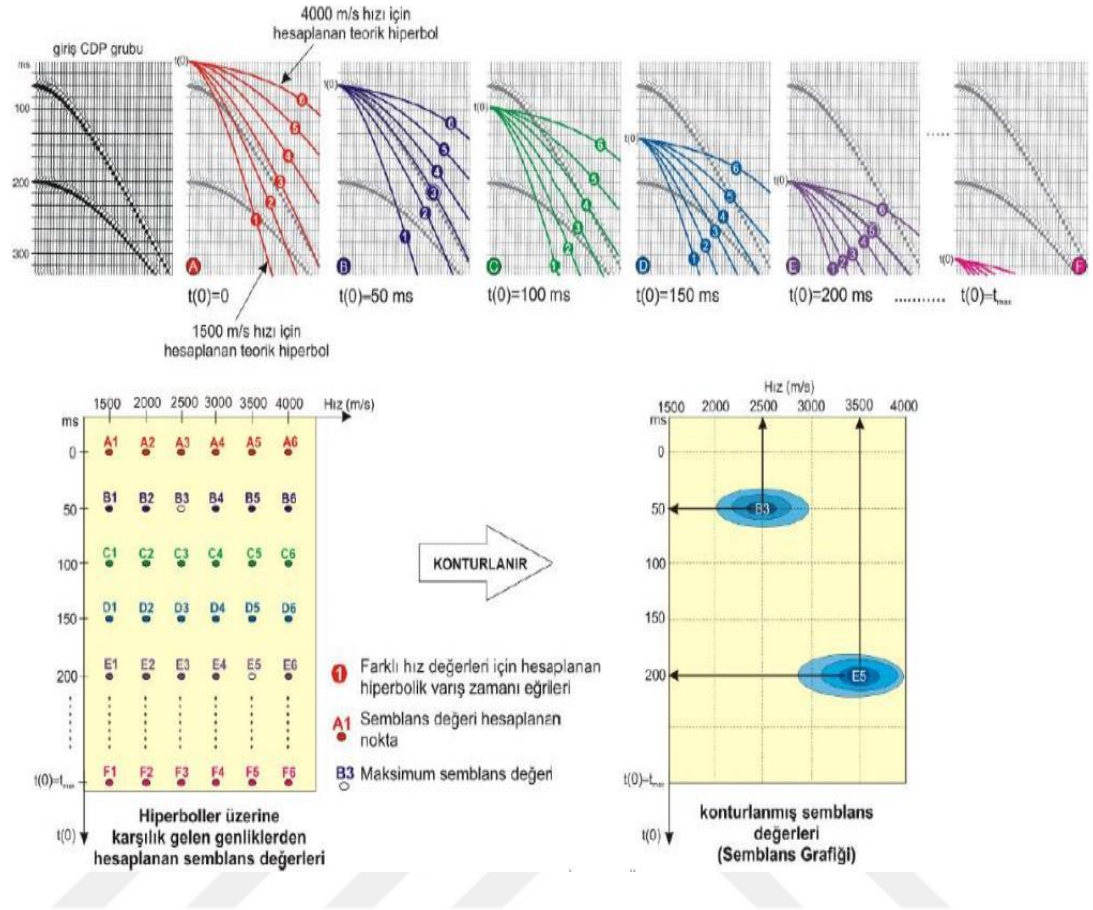
Sabit hız yığmasında belirli sayıda CDP seçilir ve belirli aralıklardaki hız değerleri için NMO uygulanıp yığılır. Bu elde edilen yığma kesitleri yan yana çizilir. En uygun hız, en iyi yığmayı veren hızdır. Şekil 3.15’ de 24 adet CDP grubu seçilmiş ve hız aralığı 1500-4400 m/sn arasında ve hız artım miktarı 100 m/sn olarak belirlenmiştir. Sonra bu hızlara NMO düzeltmesi uygulanıp yığılmıştır.



Şekil 3.15: Sabit hız yığması yöntemi ile elde edilmiş yığma kesiti (Yılmaz, 1987).

3.10.3. Hız Spektrumları (Velocity Spektra)

Hız analizi yönteminde genellikle teorik hiperbolik varış zamanlarından yararlanılır. x,t(0) ve t(x) bilinerek teorik eğri hesabı yapılabilir. Her t(0) zamanında seçilen minimum ve maksimum hız aralığındaki hız için teorik eğri hesaplanmaktadır. Bu işlem seçilen bütün hızlar için tekrarlanmaktadır. Bu teorik hiperbollerin üzerine denk gelen gerçek yansıma genlikleri toplanır. Daha sonra düşey eksen t(0) değeri, yatay eksen kullanılan hız değeri olmak üzere kontur haritası hazırlanır. Bu çalışmada Echos yazılımında bulanan VELDEF modülü ile hız analizi işlemi veriye uygulanmıştır. Şekil 3.16' da hızlar 1500, 2000, 3000, 3500 ve 4000 m/sn olarak belirlenmiştir. t(0) değeri ise 50 ms olarak arttırılmıştır. Teorik hiperbol gerçek yansıma hiperbolü üzerine denk geldiğinde gerçek yansıma genlikleri toplanmış ve kontur haritası çizilmiştir. Bu kontur haritası üzerinde gerçek yansımalara karşılık gelen t(0) zamanlarında elde edilen maksimum kapanımların hız değerleri, o yansımaların V_{RMS} hızlarını verir (Dondurur, 2009).

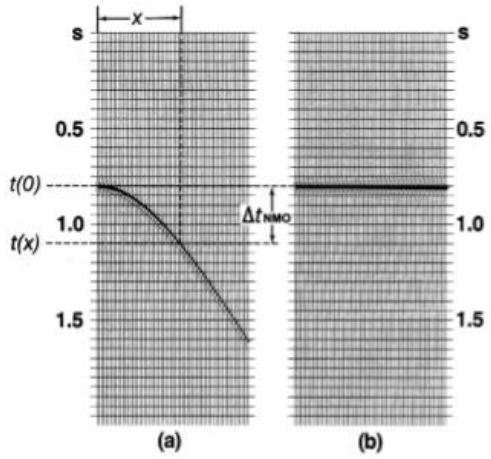


Şekil 3.16: Hız Spektrumlarının hesaplanması (Dondurur, 2009).

3.11. NMO DÜZELTMESİ (NMO CORRECTION)

Yansıma sinyalleri kaynağa yakın olan alıcılara daha erken kaynaktan uzak olan alıcılara ise daha geç gelmesi nedeniyle normal kayma oluşmaktadır. Norma kayma bir yansımanın varış zamanı t(x) ile iki yol sıfır ofset varış zamanı t(0) arasındaki farktır ve her bir alıcı farklı normal kayma değerlerine sahiptir. NMO düzeltmesi, hız analizinde elde edilen sismik hızlar kullanılarak gerçekleştirilir ve NMO düzeltmesi sonrası CDP gruplarında tüm hiperbolik görünümlü birincil yansımalar yatay hale gelmektedir. Yatay tek tabakalı ortam için seyahat zamanı bağıntısı "Castle (1994)"

$t^2=t^2(0)+x^2/V^2$ olarak ifade edilir. (3.6)



Şekil 3.17: a) Yatay tek tabalı ortam için yapay CDP grubu ve b) NMO düzeltmesi sonrası CDP grubu görünümü (Yılmaz, 2001).

Yatay tek tabalı ortam için NMO düzeltmesi aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir.

$$\Delta t_{NMO}=t(x)-t(0)=t(0)\left\{\left[1+\frac{x}{Vnmot(0)}^{2}\right]^{1/2}-1\right\} \quad (3.7)$$

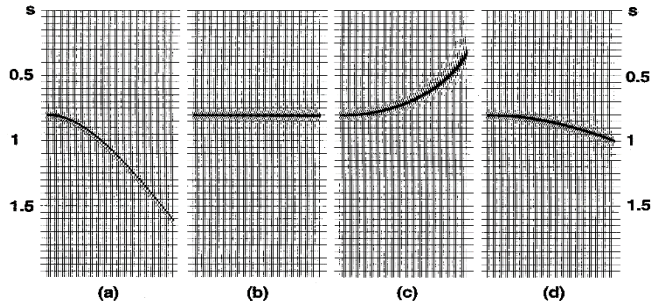
NMO değeri ofsetle artmakta ve derinlikle azalmaktadır. Eğer düşük hız kullanılarak NMO düzeltmesi yapılırsa yansıma hiperbolü aşırı-düzeltilmiş (overcorrection), yüksek hız kullanılarak düzeltme yapılırsa yansıma hiperbolü yetersiz-düzeltilmiş (undercorrection) olur. Doğru hız kullanıldığında ise tüm birincil yansımalar yatay hale gelirler.

Yatay çok tabakalı ortam olması durumunda normal kayma seyahat zamanı,

$t^2(x)=t^2(0)+x^2/V^2_{RMS}$ olarak ifade edilir. (3.8)

Buna göre yatay çok tabakalı ortamda hat boyunun kısa olması koşuluyla gereken hız RMS hızıdır. Eğimli tabaka olması durumunda NMO düzeltmesi sonrası birincil yansımaların yatay hale gelebilmesi için hızın yansıdığı tabakanın üstündeki ortamın hızından yüksek olması gerekir. Eğimli tabaka durumunda NMO, aşağıdaki denklemle ifade edilir.

$V_{NMO}=V/\cos\Phi$. (3.9)



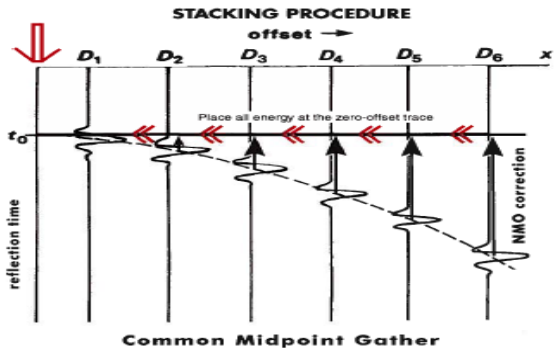
Şekil 3.18: (a) Yatay tabakadan elde edilmiş CDP grubu (b) uygun NMO hızı, (c) düşük NMO hızı ve (d) yüksek NMO hızı kullanılarak yapılmış NMO düzeltmesinin CDP görünümleri (Yılmaz, 2001).

3.12. YIĞMA (STACK)

Yığma, NMO düzeltmesi sonrası yatay hale gelen tüm izlerin toplanarak tek bir iz haline getirilmesi işlemi olarak ifade edilmektedir. Bu yığma işlemi klasik yığma veya ortalama yığma (mean stack) olarak bilinebilir. Klasik yığma işleminin matematiksel ifadesi, aşağıda verilmektedir.

$$y_k=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Si \qquad (3.10)$$

Bu ifadedeki N yığmaya giren iz sayısı, S_i ise NMO düzeltmesi uygulanmış verideki genlik değerleridir. Sismik veri içerisindeki CDP sayısı, yığma sonrası elde edilen kesitteki iz sayısına eşittir. Yığma sonrası her CDP grubu tek bir ize dönüşmektedir. Bu tez çalışmasında yığma işlemini gerçekleştirebilmek amacıyla Echos yazılımında bulunan STACK modülü kullanılmıştır.



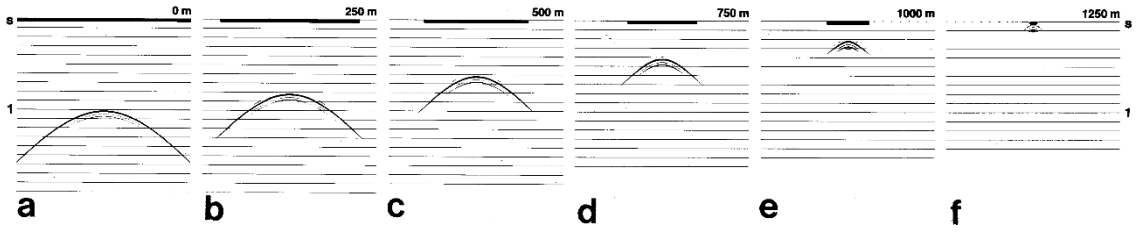
Şekil 3.19: CDP grubuna uygulanan NMO düzeltmesi ve yığma işleminin şematik görünümü.

3.13. MİGRASYON (MIGRATION)

Yeraltındaki yansıtıcılar yatay tabakalardan oluşuyorsa, sismik yansıma noktası yığma kesitinde gerçek yerindedir (CMP=CDP). Ancak yeraltındaki tabakaların eğimli olması halinde bu durum geçerli değildir (CMP≠CDP). Yani yeraltı antiklinal, senklinal, fay, dayk, tuzdomları gibi topoğrafik özelliklere sahipse yansıma noktaları gerçek yerlerinde görülmezler. Yeraltında senklinal olması durumunda aynı alıcıya birden fazla yansıma gelmesinden dolayı yığma kesiti oldukça karmaşık yapıya sahip olabilir ve bu yansıma şekli 'papyon-kravat (bow-tie)' olarak adlandırılır (Dondurur, 2009). Bunun nedeni tabakaların eğimli olması durumunda yansımaların hep eğim yukarı noktalardan yansıma eğilimde olmasından dolayıdır. Migrasyonun amacı eğimli yansımaları gerçek yerlerine taşımak saçınma enerjisini yok etmektir. Migrasyon zaman ve derinlik ortamında olmak üzere yığma öncesi veya sonrası uygulanabilmektedir. Zaman migrasyonu yanal hız değişimi az ise doğru sonuç vermektedir. Ancak yanal hız değişimi fazla olduğunda derinlik migrasyonu kullanılması gerekir. Birçok migrasyon çeşitleri vardır. Bu çeşitler, zaman ve derinlik ortamında yığma öncesi ve sonrası Kirchhoff migrasyonu, zaman ve derinlik ortamında sonlu farklar migrasyonu ve zaman ortamında frekans-dalgasayısı (f-k) migrasyonudur. Bu çalışmada sonlu farklar zaman migrasyonu yöntemi uygulanmıştır.

3.13.1 Sonlu Farklar Migrasyonu

Sonlu farklar migrasyonu, skaler dalga denkleminin sonlu farklar yötemiyle çözümüne dayanmaktadır (Claerbout ve Doherty, 1972). Sonlu farlar migrasyonu, düşey ve yatay yöndeki RMS hız değişimlerini dikkate alır. Nokta kaynaktan yayınan sinyaller yüzeyde saçılma hiperbolleri şeklinde kaydedildiği düşünülerek alıcılar sonlu aralıklarla aşağı indirilmektedir. Alıcılar derine indikçe saçılma hiperbolleri daha erken vardığından kısalır ve sıkışır.



Şekil 3.20: Saçılma hiperbollerinin bastırılması (Yılmaz, 1987).

3.13.1.1. Derinlik Adım Aralığı (Depth Step Size)

Derinlik adım aralığı, sonlu farklar migrasyonu için önemli bir parametredir. Büyük derinlik adımları, düşük migrasyona neden olurken saçılma hiperbollerinde sıçramalar oluşturur. Derinlik adım aralığının artması, saçılma hiperbollerini tam olarak bastırmaz ve yüksek eğimli olayların düşük migrasyonuna neden olur. Küçük derinlik adımlarında ise hiperbol tam bastırılamaz ve hiperbolün kanatlarının altında gürültüler meydana gelir. Dik eğimli olaylar için küçük derinlik adımları tercih edilir. Genellikle derinlik adımı, verinin baskın periyodunun yarısı ile tamamı arasında bir değer olarak seçilir.

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında çok kanallı sismik yansıma verisi üzerine İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeofizik Mühendisliği Bölümü Veri işlem Laboratuvarında bulunan Echos-Paradigm yazılımı kullanılarak standart veri işlem adımları ve tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla farklı veri işlem yöntemleri uygulanmıştır. Standart veri işlem yöntemleri geometri tanımlama, istenmeyen izlerin çıkarılması, istenmeyen alanların çıkarılması, bant geçişli süzgeçleme, CDP sıralama, hız analizi, NMO düzeltmesi, yığma ve migrasyondur. Tekrarlı yansımaları veriden atmak amacıyla uygulanan yöntemler önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgecidir. Bu çalışmada f-k eğim süzgeci, f-k eğim süzgeci ZMULT modülü ve f-k eğim süzgeci FKFILT modülü olmak üzere iki ayrı yöntem olarak veri üzerine uygulanmıştır. Bu bölümde veri üzerine uygulanan tüm veri işlem aşamalarına ait bulgular verilmektedir.

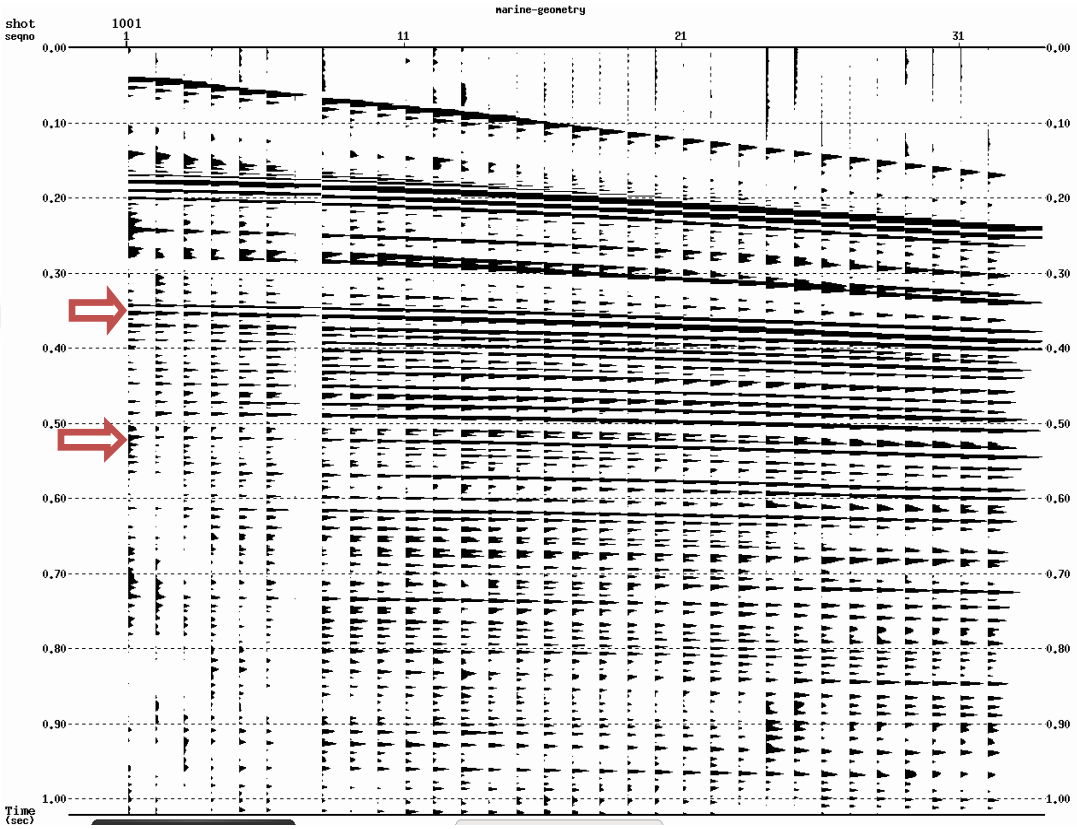
4.1. VERİ YÜKLEME (DATA LOADING)

Ham sismik verinin veri işlem sistemine yüklenmesi veri yükleme olarak adlandırılmaktadır. Veri yüklemede öncelikle Echos yazılımında yeni bir survey oluşturulmuş ve hat seçimi yapılmıştır. Veriyi yükleyebilmek için Echos yazılımında bulunan GIN ve DSOUT modülleri kullanılmıştır. GIN modülünde veri uzunluğu 1024 ms, örnekleme aralığı 2 ms, kanal sayısı 32 olarak programa girilmiştir.

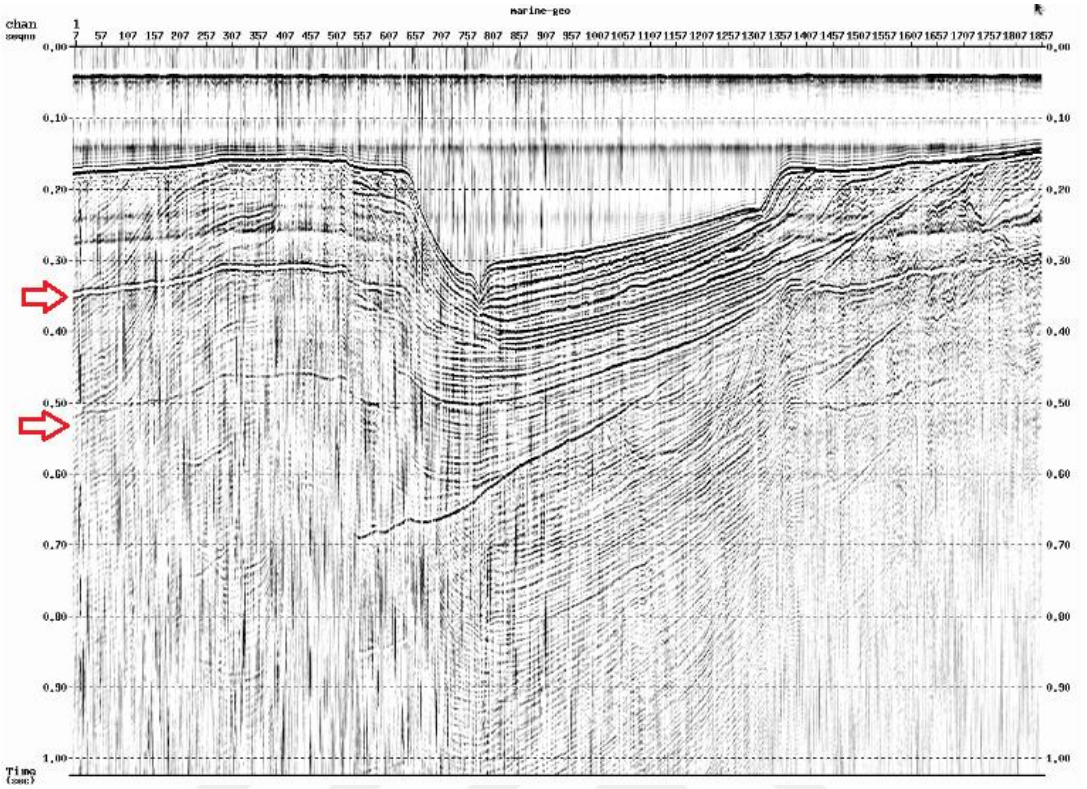
4.2. GEOMETRİ TANIMLAMA (GEOMETRY DEFINITION)

Geometri tanımlama veri işlem açısından büyük bir öneme sahiptir. Gerçekleştirilen veri işlemin doğru yapılabilmesi için geometrinin doğru olarak tanımlanması gerekmektedir. Verinin ffid ortamından atış ortamına aktarılması için sort işlemi yapılmalıdır. Bu nedenle Echos yazılımında sort işlemi DSIN, HEADPUT, SORT ve DSOUT modülleri kullanılarak yapılmıştır. Atış numaraları 1001 den 2857 ye kadar olduğundan HEADPUT modülünde bulunan DATA seçeneğinde 1001 ve 2857 değerleri programa girilmiş ve verinin başlık kısmına shot (atış) yazılmıştır. Daha sonra geometri tanımlamada Echos yazılımında DSIN, MARINE, GOMLD ve DSOUT modülleri kullanılmıştır. MARINE modülü sayesinde kanal sayısı 32, atış aralığı 12.5 m, alıcı aralığı 6.25 m, yakın ofset 50 m, atış sayısı 1857 olarak programa girilmiştir. Şekil 4.1’ de geometrisi oluşturulmuş ham veri gösterilmektedir. Şekil

4.2’ de ise geometrisi tanımlanmış verinin tek kanal görüntüsü verilmektedir. Geometri uygulanmış ham sismik veride ve bu verinin tek kanal görüntüsünde birinci ve ikinci tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmiştir. Buna göre ilk tekrarlı yansıma 0.35 sn civarında ikinci tekrarlı yansıma ise 0.52 sn civarında görülmektedir.



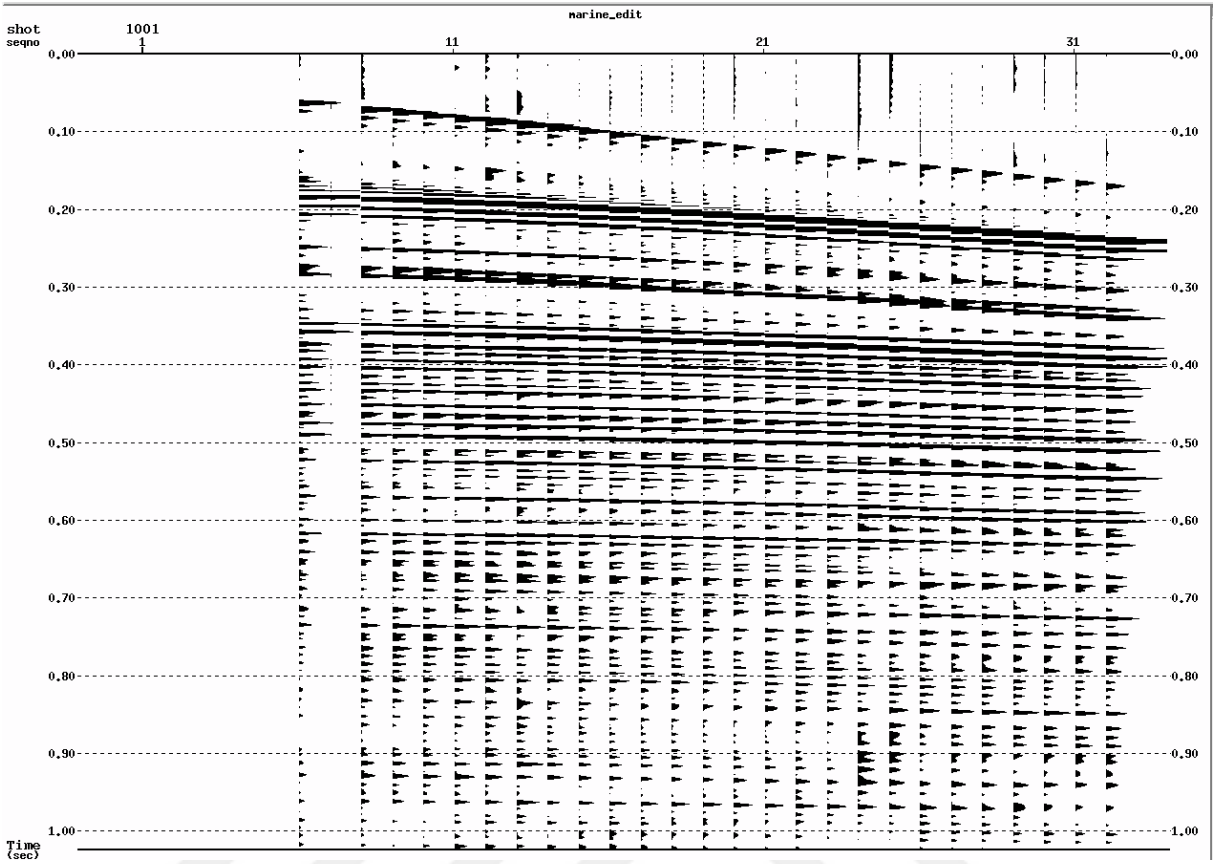
Şekil 4.1: Geometrisi tanımlanmış ham sismik verinin gösterimi. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir. Buna göre ilk tekrarlı yansıma yaklaşık olarak 0.35 sn civarında ikinci tekrarlı yansıma ise yaklaşık olarak 0.52 sn civarında ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.2: Geometrisi tanımlanmış sismik verinin tek kanal halindeki görünümü. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir.

4.3. İSTENMEYEN İZLERİN VERİDEN ÇIKARILMASI (EDIT)

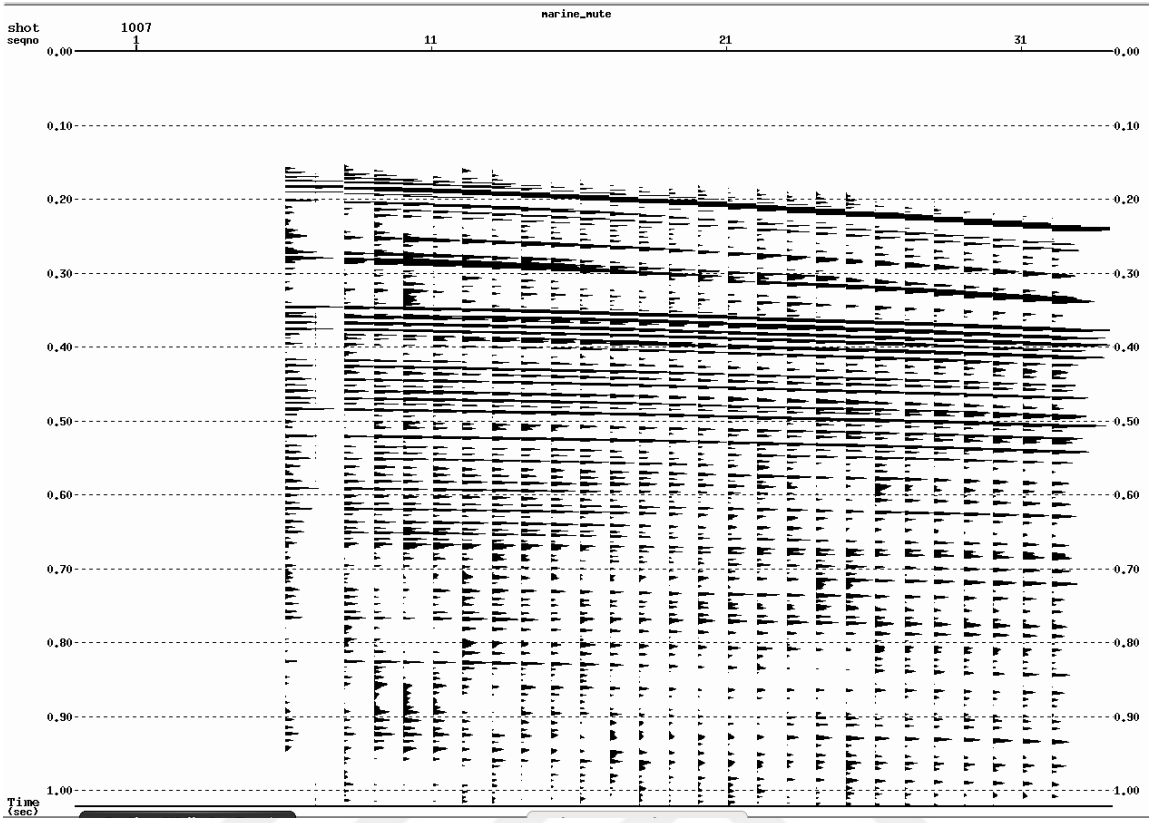
Sismik veride bazı izler gürültülü olabilir. Bu durumda istenmeyen izleri veriden çıkarabilmek amacıyla iz ayıklama (edit) uygulanmaktadır. Yığma kesitinin doğru sonuç verebilmesi için iz ayıklama (edit) işleminin yapılması gerekir. Ham sismik veri incelendiğinde periyodik gürültüler görülmektedir. Bu gürültüler 1, 2, 3, 4 ve 5. kanala ait olan izlerdir. Bu gürültüler 1001 ve 1900 atış numaraları arasındadır. 1900. atış numarasından sonra gürültülü izler bulunmadığı için sadece 1900. değere kadar olan gürültülü izler veriden çıkarılmıştır. Bu gürültülerin veriden temizlenebilmesi için Echos yazılımında DSIN, EDIT ve DSOUT modülleri kullanılmıştır. EDIT modülünde KILL seçeneği seçilmiş ve 1001. atış numarasından 1900. atış numarasına kadar devam eden ilk 5 gürültülü iz veriden çıkarılmıştır. Şekil 4.3’ de sismik verinin istenmeyen izlerinin veriden çıkarılmış hali görülmektedir.



Şekil 4.3: Sismik veriden istenmeyen izlerin çıkarılmış halinin görünümü.

4.4. İSTENMEYEN ALANLARIN VERİDEN ÇIKARILMASI (MUTE)

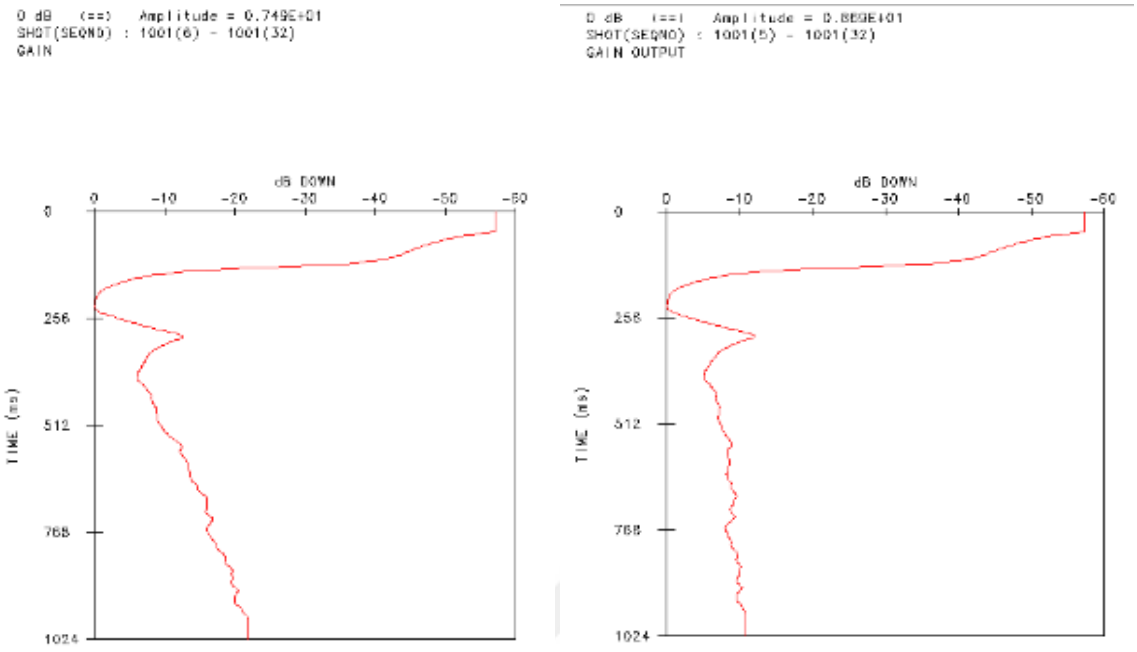
Deniz tabanı yansıma zamanından önceki kısmın veriden temizlenmesine üst kısımların çıkarılması (top mute) adı verilir. Veride üst kısımların çıkarılması (top mute) işleminde Echos yazılımında DSIN, MUTE ve DSOUT modülleri kullanılmıştır. MUTE modülünde interaktif olarak veri üzerinde işaretlemeler yapılmıştır. Daha sonra bu işaretlemelerin yapılmış olduğu dosya MUTE modülünde seçilmiştir. Böylece ham veride görülen doğrudan gelen dalgalar ve kırılma dalgaları veriden çıkarılmıştır. Şekil 4.4’ de sismik verinin üst kısımlarının veriden temizlenmiş halinin görünümü verilmektedir.



Şekil 4.4: Sismik veriden istenmeyen alanların çıkarılmış halinin gösterimi. Deniz tabanı yansıma zamanından önce bulunan kısım veriden çıkarılmıştır.

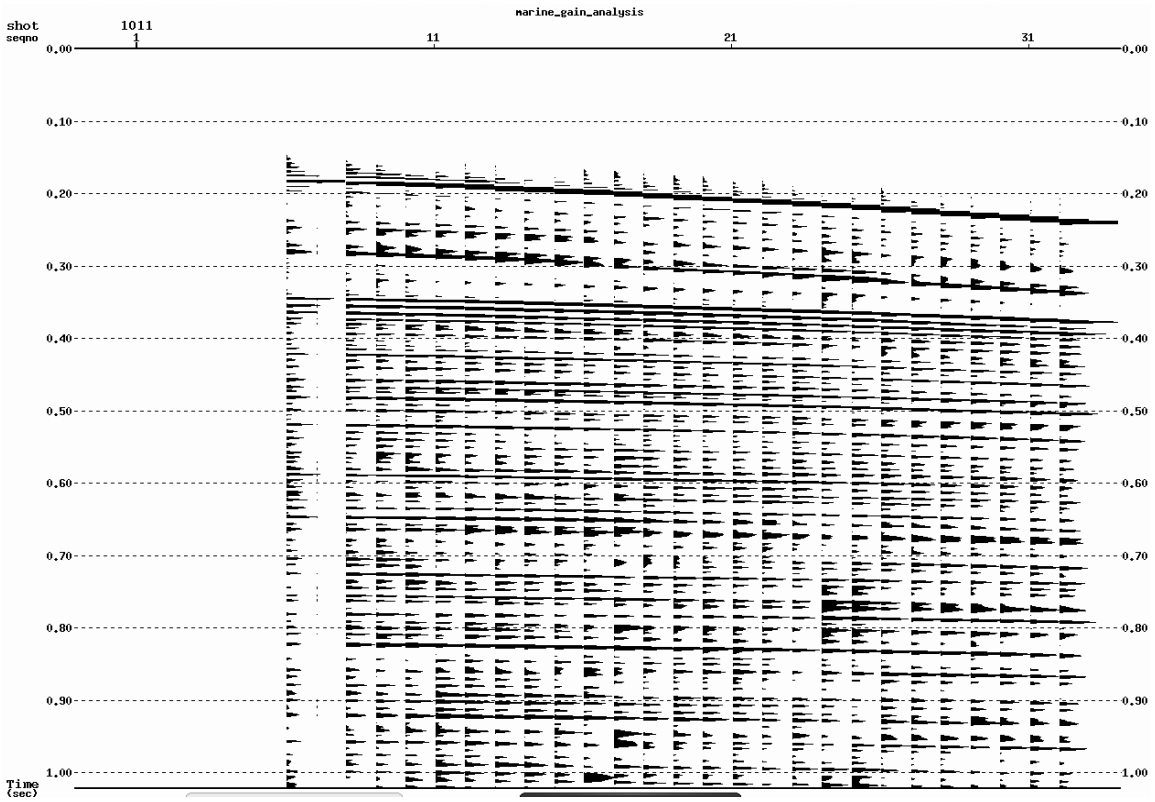
4.5. GENLİK KAZANCI UYGULAMA (GAIN RECOVERY)

Sinyalin genliğini etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerden en önemlisi küresel açılım etkisidir. Bu nedenle veriye küresel açılım düzeltmesi işlemi uygulanmıştır. Echos yazılımında genlik kazancı yapabilmek için öncelikle verinin genlik analizleri incelenmiş ve kazanç eğrisini doğru hale getirecek parametreler GAIN modülü ile programa girilmiştir. Bu paremetreler 1001, 2000 ve 2400. atış numaraları üzerinde belirlenmiştir. 1001. atış numarası için 0 ms ile 500 ms arasında değişim miktarı 3 db, 500 ms ile 1024 ms arasında 10 db dir. 2000. atış numarası için 0 ms ile 500 ms arasında değişim miktarı 1 db, 500 ms ile 1024 ms arasında 3 db dir. 2400. atış numarası için ise 0 ms ile 500 ms arasında değişim miktarı 5 db, 500 ile 1024 ms arasında 15 db dir. Şekil 4.5' de 1001 atış numarası için a) kazanç işlemi veri üzerine uygulanmadan önce verinin kazanç eğrisi ve b) kazanç işlemi uygulandıktan sonra verinin kazanç eğrisinin görünümü verilmektedir. Şekil 4.6 da ise genlik kazancı uygulandıktan sonra sismik verinin görünümü verilmektedir.



a b

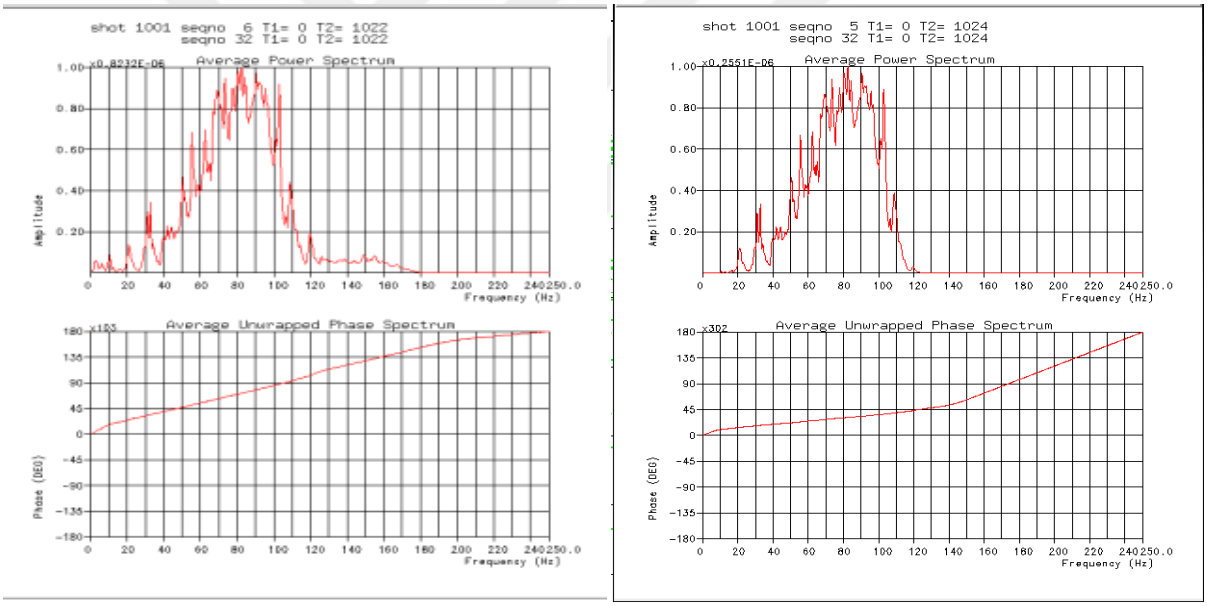
Şekil 4.5: 1001. atış için a) kazanç işlemi uygulanmadan önce ve b) kazanç işlemi uygulandıktan sonra kazanç eğrilerinin görünümü.



Şekil 4.6: Genlik kazancı uygulanmış sismik verinin görünümü.

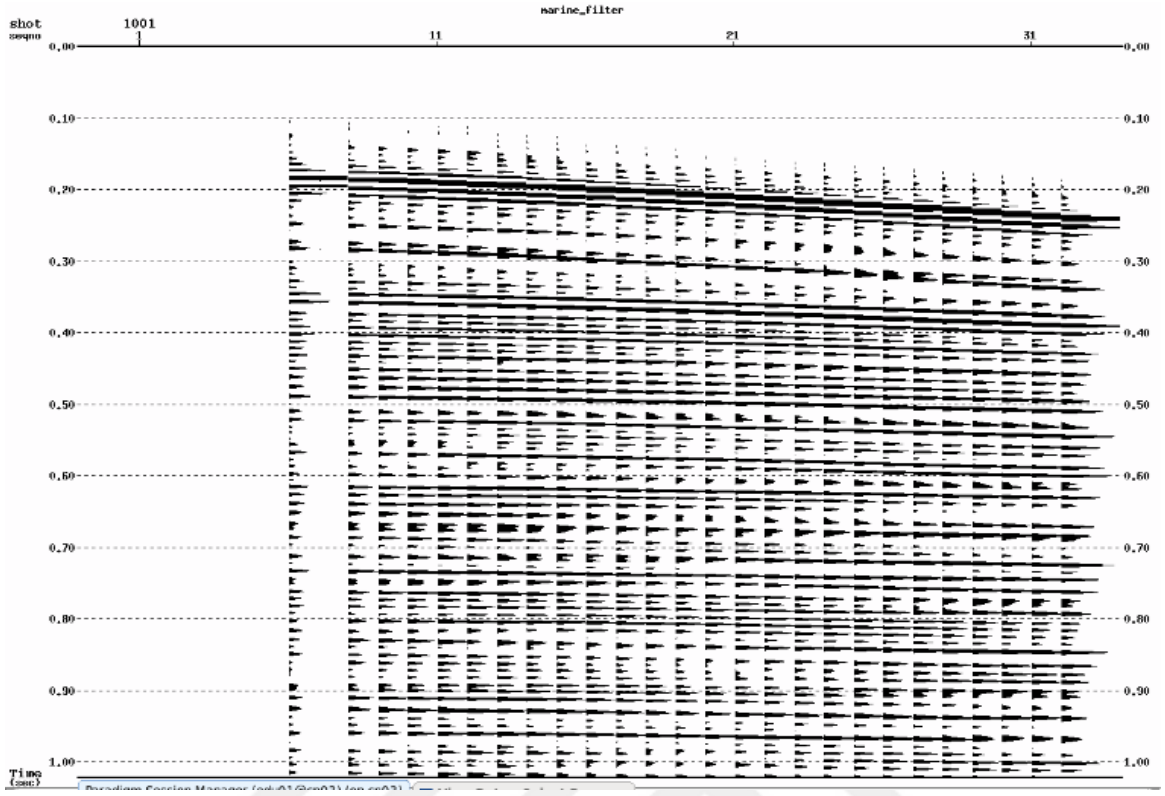
4.6. BANT GEÇİŞLİ SÜZGEÇ UYGULAMA (BANT-PASS FILTER)

Bant geçişli süzgeç işleminde belirli frekans aralığındaki genlikler geçirilir, diğerleri ise geçirilmezler. Bu işlemde sinyalin frekans içeriği önem taşımaktadır. Echos yazılımında DSIN, FILTER ve DSOUT modülleri ile filtreleme işlemi yapılmıştır. FILTER modülü girildikten sonra BPASS seçeneği seçilmiş ve sinyalin frekans içeriğine göre kesme frekansları belirlenmiştir. Şekil 4.7 a) da verinin genlik spektrumu incelendiğinde yaklaşık 120 Hz den sonra yüksek frekanslı gürültüler görülmektedir. Bu duruma göre kesme frekansları; 20, 25, 115, 120 olarak alınmış ve böylece yüksek frekanslı gürültüler veriden atılmıştır. Buna göre bu işlemden sonra şekil 4.7 b) de bant geçişli süzgeç uygulandıktan sonra verinin genlik spektrumunun görünümü ve şekil 4.8' de ise bant geçişli süzgeç uygulandıktan sonra sismik verinin görünümü verilmektedir.



a b

Şekil 4.7: a) Bant geçişli süzgeç uygulanmadan önce verinin genlik spektrumun görünümü ve b) bant geçişli süzgeç uygulandıktan sonra verinin genlik spektrumunun görünümü.



Şekil 4.8: Bant geçişli filtre uygulanmış sismik verinin görünümü. Veriye 20-120 Hz arasında bant geçişli süzgeçleme yöntemi uygulanmıştır.

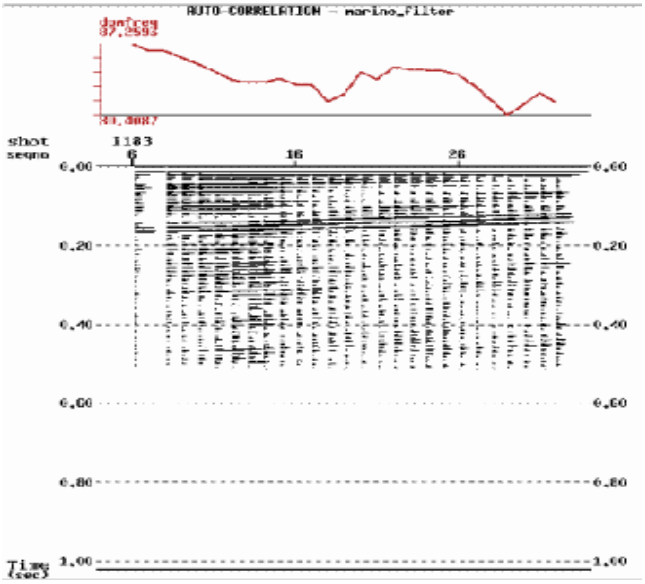
4.7. TEKRARLI YANSIMALARIN BASTIRILMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla Echos yazılımında önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci veri üzerine ayrı ayrı uygulanmıştır. Ayrıca f-k eğim süzgeci, veri üzerine f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü olmak üzere kendi içinde iki ayrı yöntem olarak uygulanmıştır. Bu iki yöntem içinde giriş verisi bant geçişli süzgeç uygulanmış veridir. Buradaki temel amaç veri üzerine bu yöntemleri uygulamak ve aralarında karşılaştırmalar yaparak tekrarlı yansımaları bastırmada en iyi sonuç veren yöntemi tespit etmeye çalışmaktır.

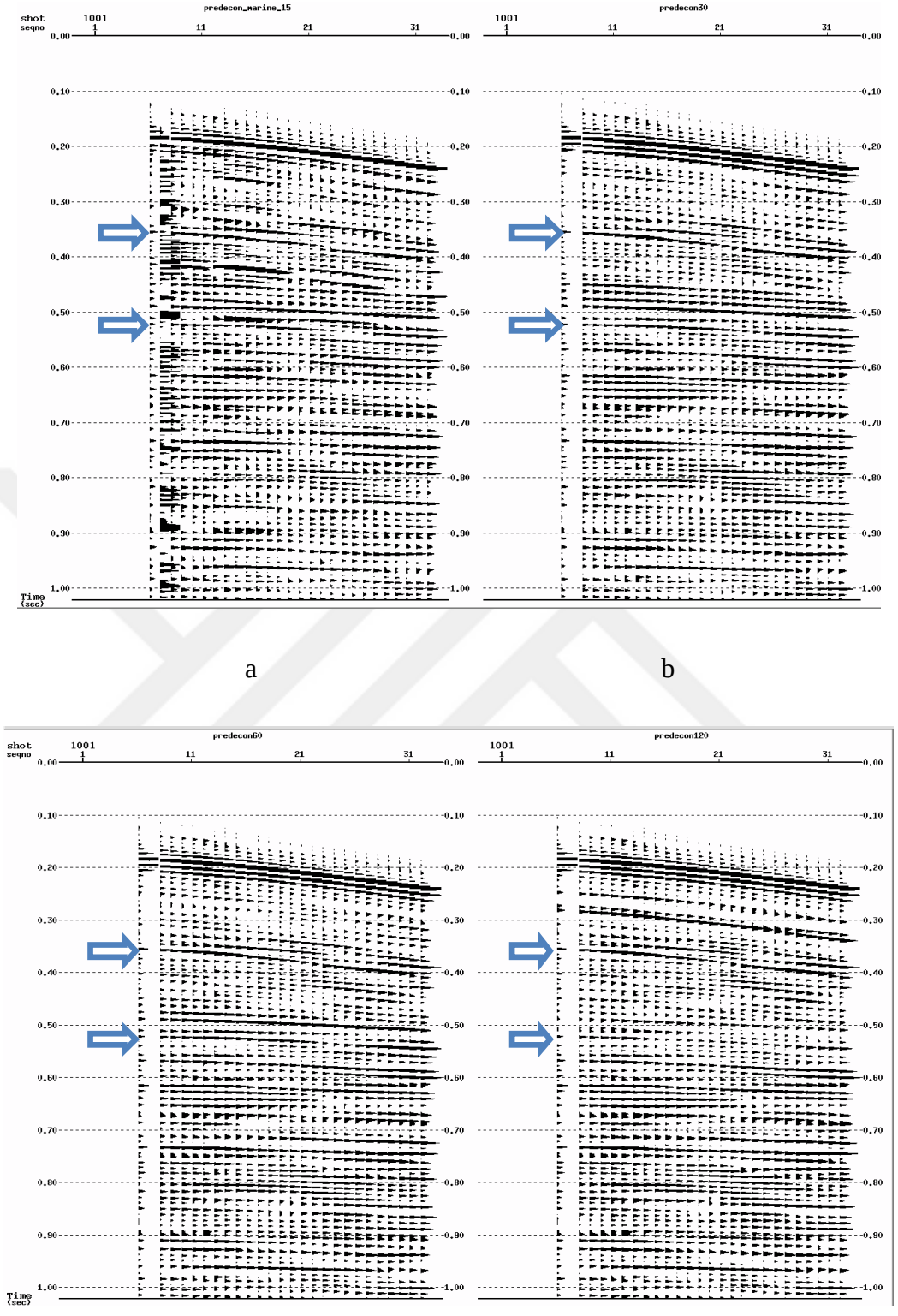
4.7.1. Önkestirim Dekonvolüsyonu (Predictive Deconvolution)

Önkestirim dekonvolüsyonu, giriş izinin x(t), zamanda ilerlemiş şeklinin x(t+a) elde edilmesinde kullanılmaktadır (Yılmaz, 2001). Burada bulunan a kestirim uzaklığı olarak ifade edilmektedir. Yani önkestirim dekonvolüsyonunun amacı giriş izinin gelecek zamandaki

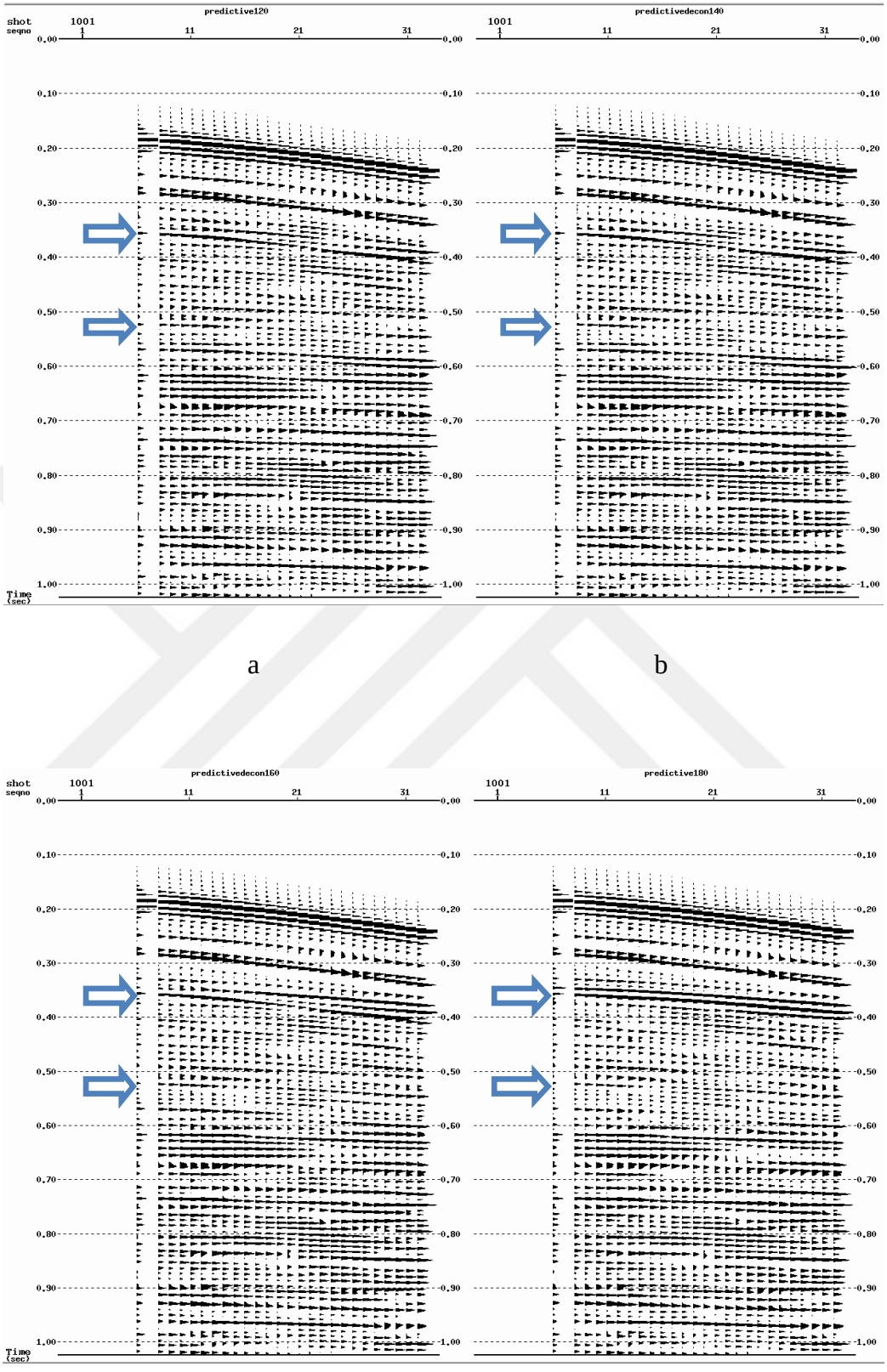
değerini kestirmeye çalışmaktır. Önkestirim dekonvolüsyonu tekrarlı yansımaları bastırmada yaygın olarak kullanılan bir veri işlem yöntemidir. Bu çalışma içerisinde Echos yazılımında DSIN, DECONA ve DSOUT modülleri ile önkestirim dekonvolüsyonu işlemi gerçekleştirilmiştir. DECONA modülünde GAP seçeneği seçilerek operatör uzunluğu ve kestirim uzaklığı programa girilmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonunda operatör uzunluğu ve kestirim uzaklığı önemli parametrelerdir. Bu çalışma içerisinde bu parametreler deneme-yanılma yoluyla belirlenmiştir. Şekil 4.9 da bant geçişli süzgeçlenmiş verinin özilişki fonksiyonu verilmektedir. Buna göre tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla operatör uzunluğu her bir kestirim uzaklığı için 100 ms, kestirim uzaklıkları ise sırasıyla 15, 30, 60, 120, 140, 160, 180 ms olarak programa girilmiştir. Şekil 4.10 ve şekil 4.11' de önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış atış gruplarının görünümü verilmektedir. Birinci tekrarlı yansıma yaklaşık 0.35 sn ikinci tekrarlı yansıma yaklaşık 0.52 sn civarındadır. Şekil 4.10 ve şekil 4.11 de farklı kestirim uzaklıkları için birinci ve ikinci tekrarlı yansımalar mavi ok işaretleri ile gösterilmiştir. Bu durumda kestirim uzaklıkları 15, 30, 60 ms seçilerek uygulan önkestirim dekonvolüsyonu işlemlerinde verideki birinci tekrarlı yansımayı bastırılmıştır. Kestirim uzaklığı 120 ms seçilerek uygulanan dekonvolüsyon işleminde hem birinci tekrarlı yansıma hem de ikinci tekrarlı yansıma bastırılmıştır. Kestirim uzaklığı 140, 160 ve 180 ms seçilerek uygulanan önkestirim dekonvolüsyonu işleminde verideki ikinci tekrarlı yansıma bastırılabilmiştir. Bu durumda kestirim uzaklığı miktarı artış gösterdikçe önkestirim dekonvolüsyonu daha geç sn ler üzerine etki edebilmektedir.



Şekil 4.9: Bant geçişli filtre uygulanmış verinin özilişki fonksiyonunun görünümü.



Şekil 4.10: Operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklıkları a) 15 ms, b) 30 ms, c) 60 ms ve d) 120 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verilerin görünümü. Tekrarlı yansımalar mavi ok işaretleri ile gösterilmektedir.



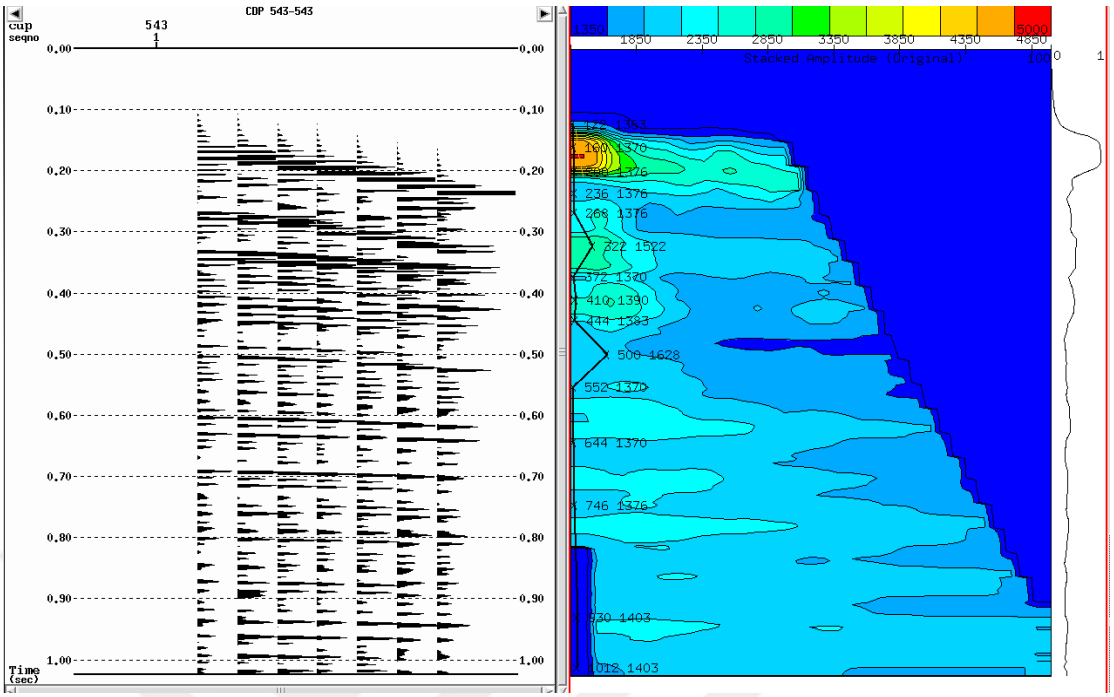
Şekil 4.11: Operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklıkları a) 120 ms, b) 140 ms, c) 160 ms ve d) 180 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verilerin görünümü. Tekrarlı yansımalar mavi ok işaretleri ile gösterilmektedir.

4.7.2. F-K Eğim Süzgeci (F-K Filtering)

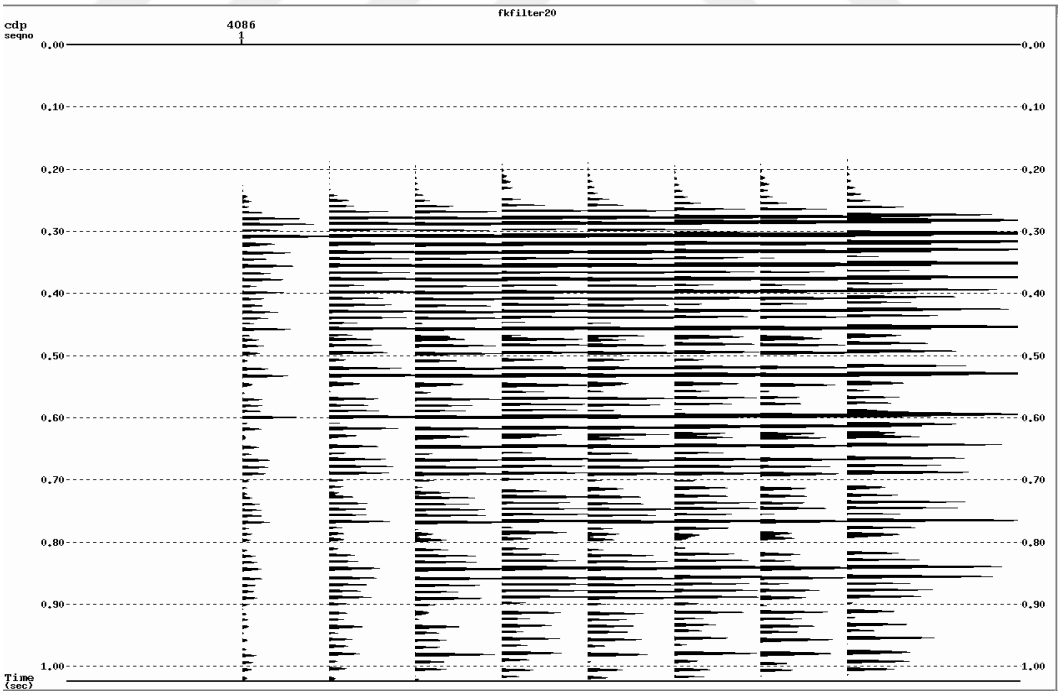
F-K eğim süzgeçleri sismik veri içerisinde farklı eğimlere sahip olayları ayırabilmek için kullanılan yöntemdir. 2B Fourier dönüşümü sayesinde zaman ortamındaki (t-x) veri frekans-dalgasayısı ortamına aktarılır. Özellikle veriden tekrarlı yansımaların atılmasında f-k eğim süzgeci oldukça kullanılmaktadır. Bu bölümde f-k eğim süzgeci, f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü olmak üzere iki ayrı yöntem olarak veri üzerine uygulanmıştır. Bu iki yöntem için de giriş verisi bant geçişli süzgeç uygulanmış veridir.

4.7.2.1. F-K Eğim Süzgeci FKFILT Modülü

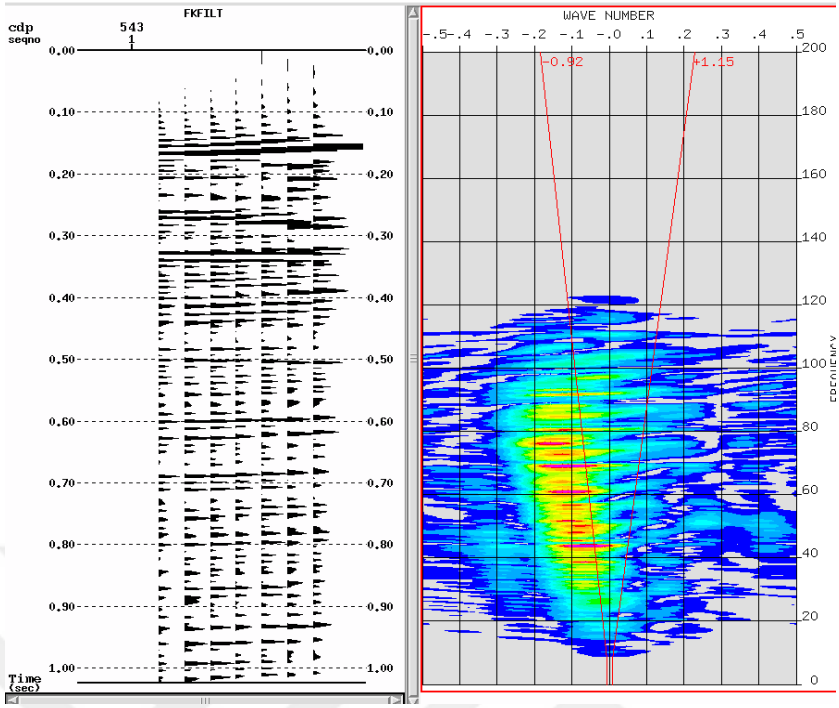
Bu çalışma içerisinde öncelikle Echos yazılımında bant geçişli filtrelenmiş veri CDP ortamına aktarılmış sonra bu CDP gruplarına hız analizi uygulanmıştır. Bu uygulanan hız analizinde şekil 4.12 de görüldüğü gibi birincil yansımalara gereğinden düşük hız (overcorrection) verilmiş, tekrarlı yansımalara ise onları CDP gruplarında yatay hale getiren hız verilmiştir. Böylelikle CDP gruplarında birincil yansımalar aşırı-düzeltilmiş (overcorrection), tekrarlı yansımalar ise yetersiz-düzeltilmiş (undercorrection) hale getirilmiştir. Daha sonra bu uygulanan RMS hızı NMO hızı seçilerek NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Şekil 4.13’ de bu RMS hızının NMO hızı olarak seçilip NMO düzeltmesi uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görüntüsü verilmektedir. NMO düzeltmesinden sonra birincil yansımalar şekil 4.14’ de görüldüğü gibi f-k spektrumunda negatif panelde, tekrarlı yansımalar ise k=0 düşey eksen boyunca dar bir panelde bulunmaktadır. Tekrarlı yansımaları bastırabilmek amacıyla spektrumun k=0 düşey eksendeki dar panel Echos yazılımında FKFILT modülü ile sıfırlanmış ve geriye sadece birincil yansımalar kalmıştır. F-K eğim süzgeci uygulandıktan sonra NMOREM seçeneği sayesinde daha önce uygulanmış olan NMO düzeltmesi işlemi geri alınmıştır. Şekil 4.15’ de a) f-k eğim süzgeci uygulandıktan sonra CDP gruplarının görünümü, b) bu CDP grubuna NMOREM uygulandıktan elde edilen CDP grubunun görünümü verilmektedir. Son adım olarak şekil 4.16’ da görüldüğü gibi doğru hız analizi veri üzerine uygulandıktan sonra bu RMS hızı NMO hızı olarak seçilip veri üzerine tekrardan NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Ayrıca bu hız analizinin 2B hız alanı şekil 4.17’ de verilmektedir. Şekil 4.18’ de bu RMS hızının NMO hızı olarak seçilip NMO düzeltmesinin uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görüntüsü verilmektedir.



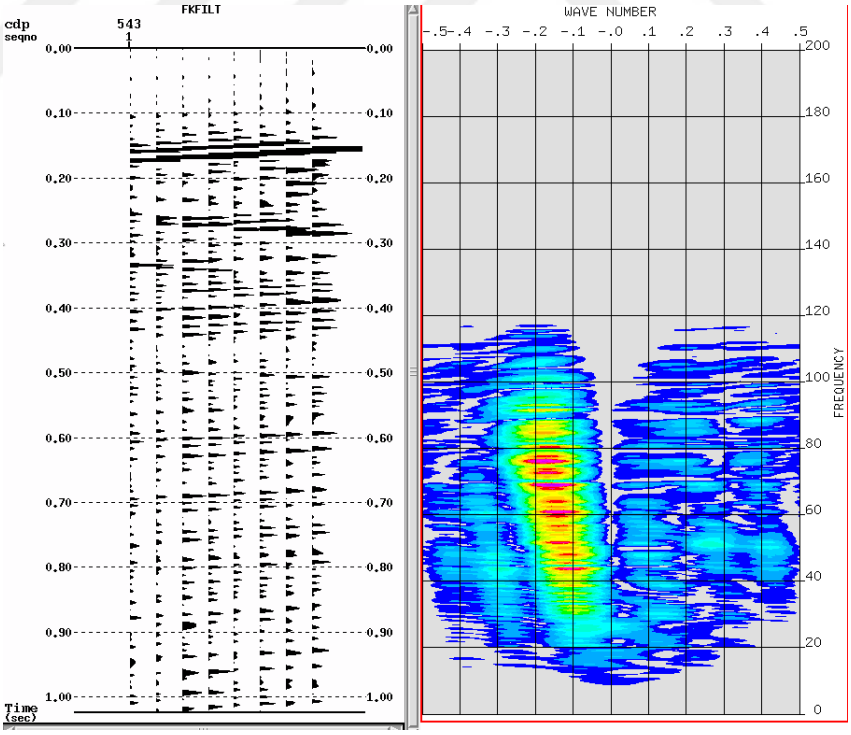
Şekil 4.12: CDP gruplarına uygulanan hız analizi görünümü. Birincil yansımalara gereğinden düşük hız (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise onları CDP gruplarında yatay hale getiren hız verilmiştir.



Şekil 4.13: NMO düzeltmesi sonrası elde edilen CDP grubunun görünümü.

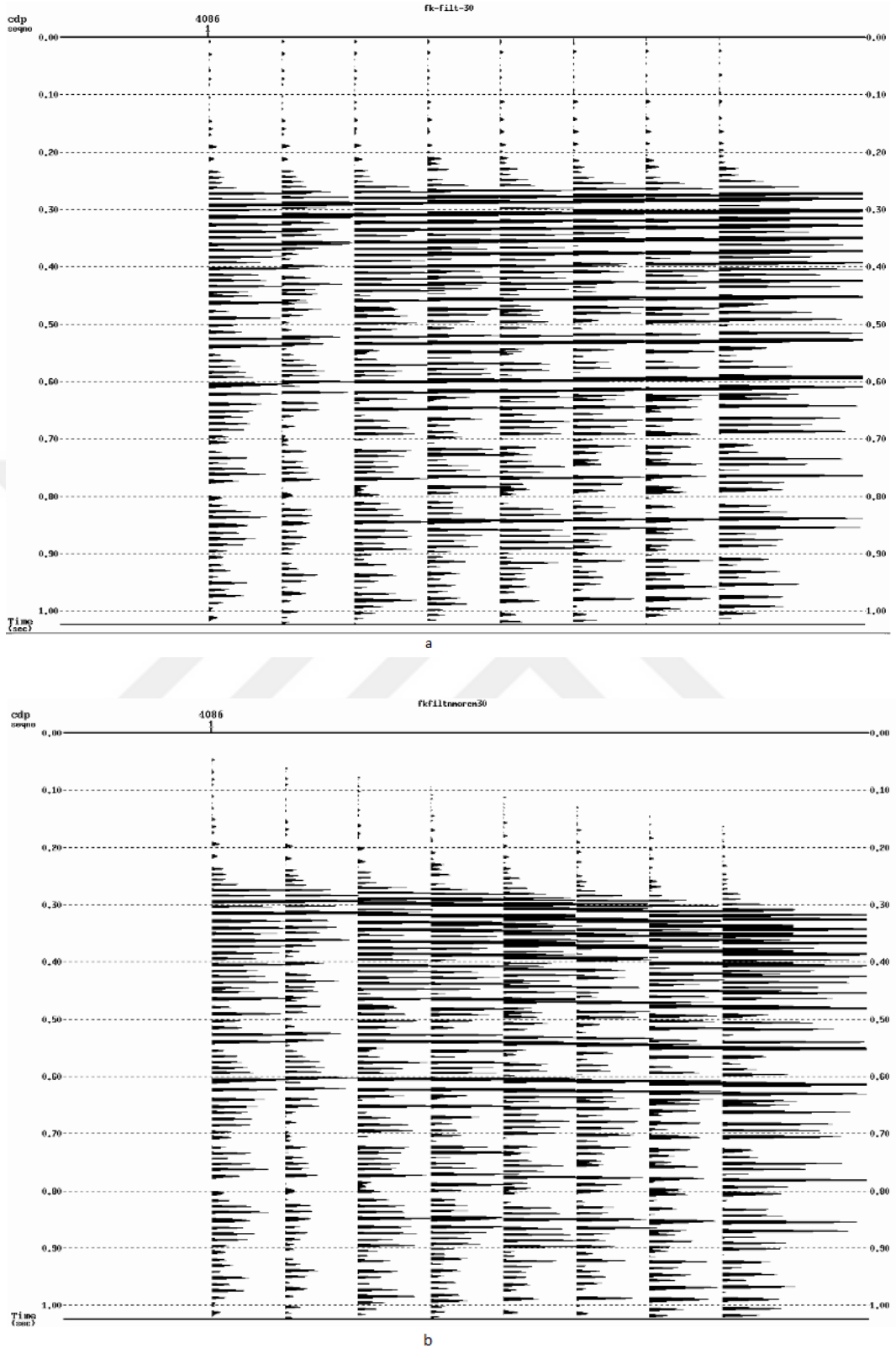


a

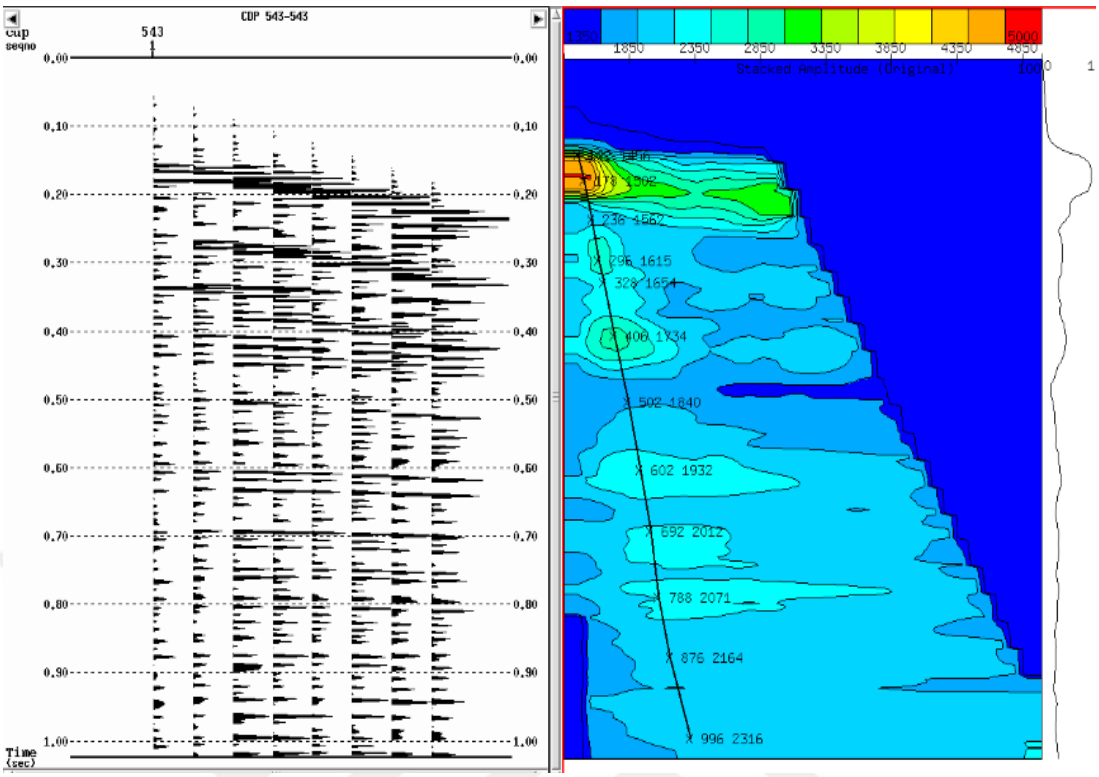


b

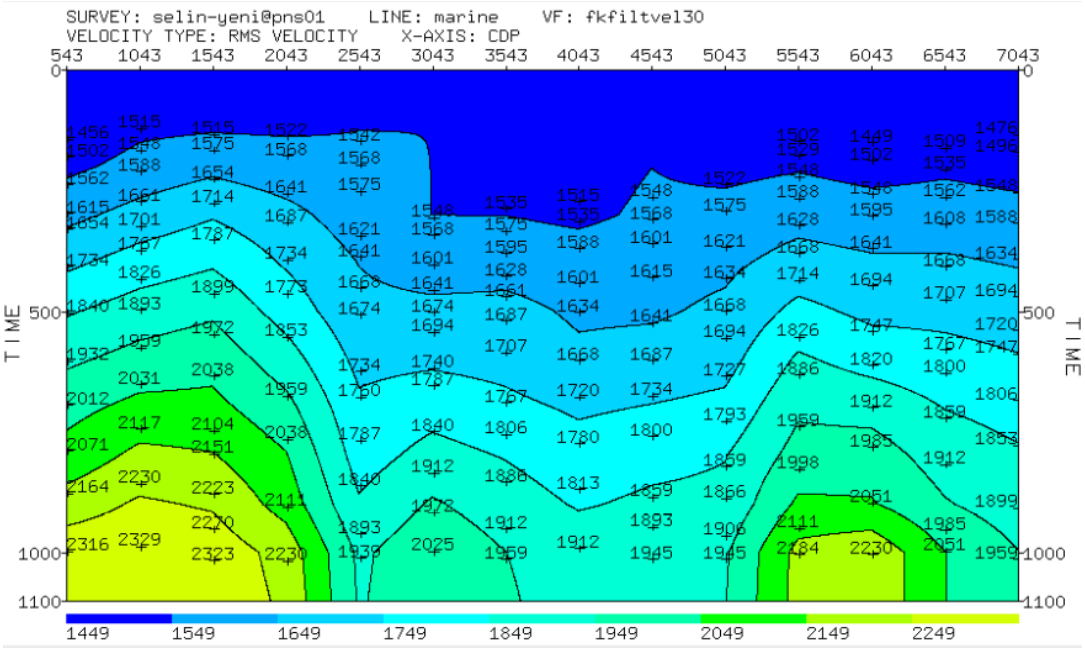
Şekil 4.14: a) f-k eğim süzgeci uygulanmadan önce ve b) f-k eğim süzgeci uygulandıktan sonra f-k spektrumunun görünümü.



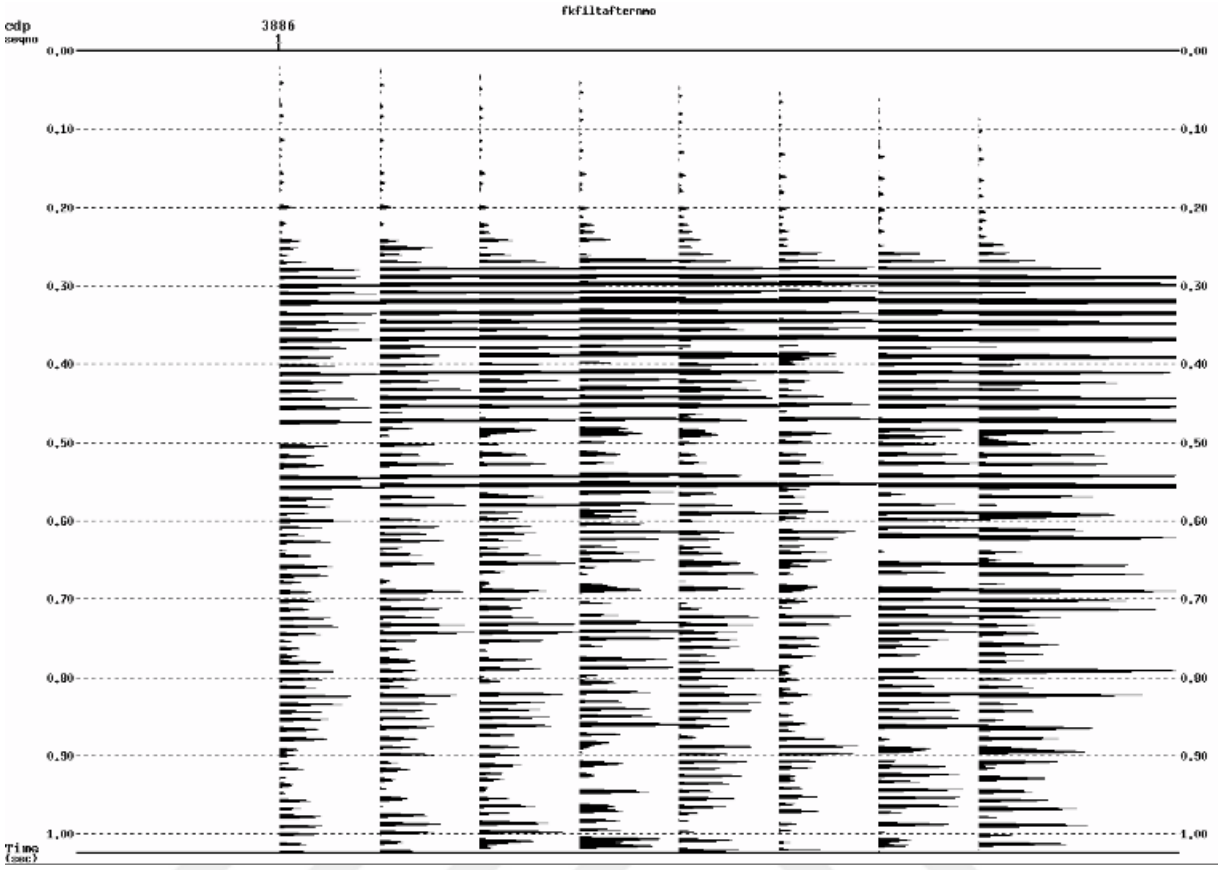
Şekil 4.15: a) f-k eğim süzgeci uygulandıktan sonra CDP gruplarının görünümü, b) bu CDP grubuna NMOREM uygulandıktan elde edilen CDP grubunun görünümü.



Şekil 4.16: NMOREM uygulandıktan sonra elde edilen CDP gruplarına doğru hız analizinin uygulanması.



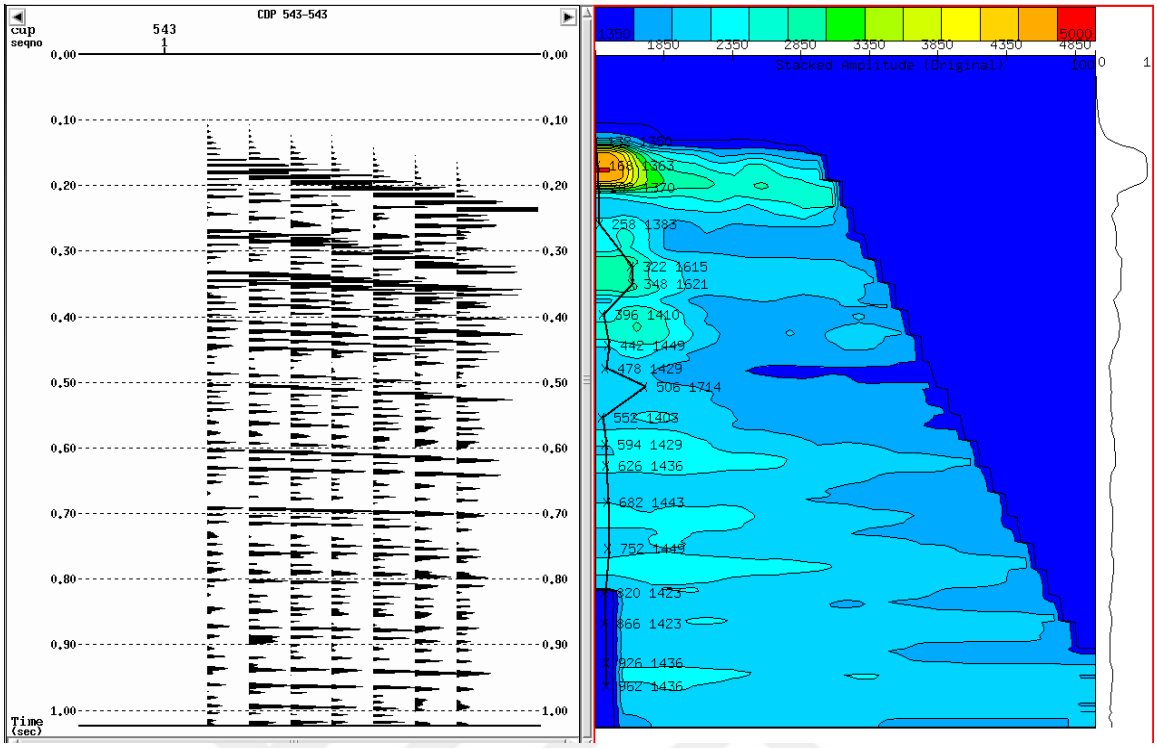
Şekil 4.17: CDP gruplarına uygulanan doğru hız analizinin 2B hız alanı.



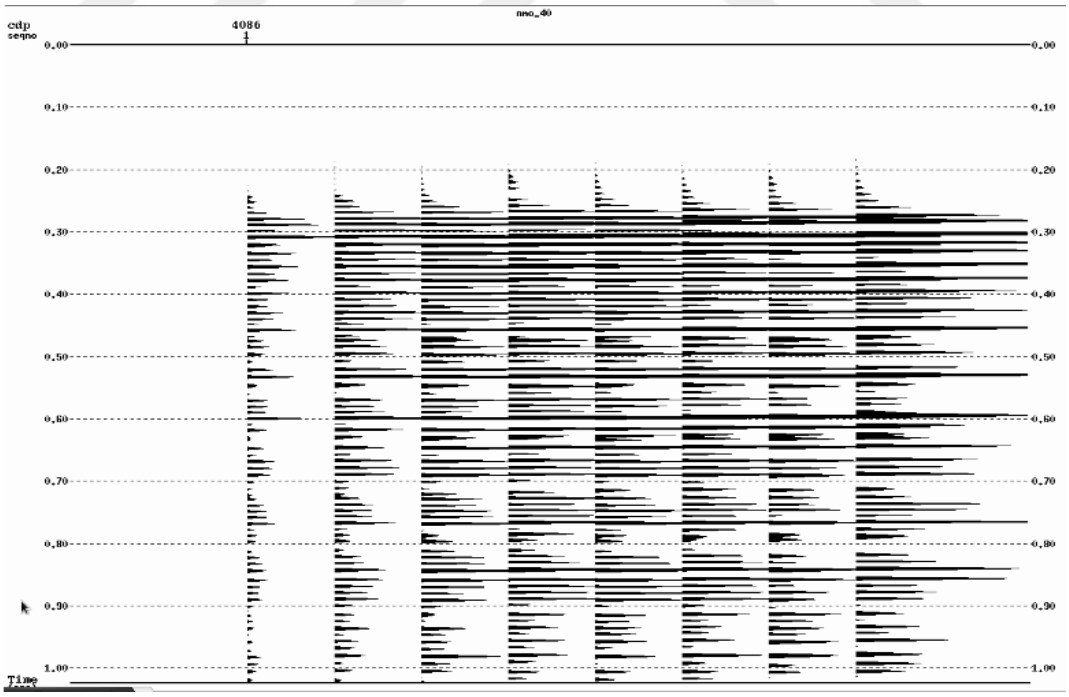
Şekil 4.18: Doğru RMS hızı NMO hızı seçilerek veri üzerine tekrar NMO düzeltmesi uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görünümü.

4.7.2.2. F-K Eğim Süzgeci ZMULT Modülü

ZMULT modülü verideki tekrarlı yansımaları bastırmada kullanılmaktadır. Burada kullanılan giriş verisi bant geçişli süzgeç uygulanmış veridir. Bu işlem için öncelikle CDP ortamına aktarılmış veri üzerine hız analizi uygulanmıştır. Bu hız analizinde tekrarlı yansımaları bastırabilmek için birincil yansımalara suyun hızından düşük hız verilmiş (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise gereğinden fazla hız (undercorrection) verilmiştir. Böylece CDP gruplarında birincil yansımalar aşırı-düzeltilmiş (overcorrection) tekrarlı yansımalar ise yetersiz-düzeltilmiş (undercorrection) hale getirilmiştir. Şekil 4.19' da bu uygulanan hız analizinin görüntüsü verilmektedir. Daha sonra şekil 4.20' de bu uygulanan hızın NMO hızı olarak seçilip veri üzerine NMO düzeltmesi uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görüntüsü verilmektedir. NMO düzeltmesinin ardından ZMULT modülü ile gerekli parametreler programa girilerek (undercorrection) olaylar yani tekrarlı yansımalar bastırılmıştır.



Şekil 4.19: CDP grupları üzerine uygulanan hız analizinin görünümü. Bu hız analizinde birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden yüksek hız verilmiştir.



Şekil 4.20: NMO düzeltmesi sonrası elde edilen CDP grubunun görünümü. Burada birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden yüksek hız verilerek uygulanmış hız analizi NMO hızı olarak seçilmiştir.

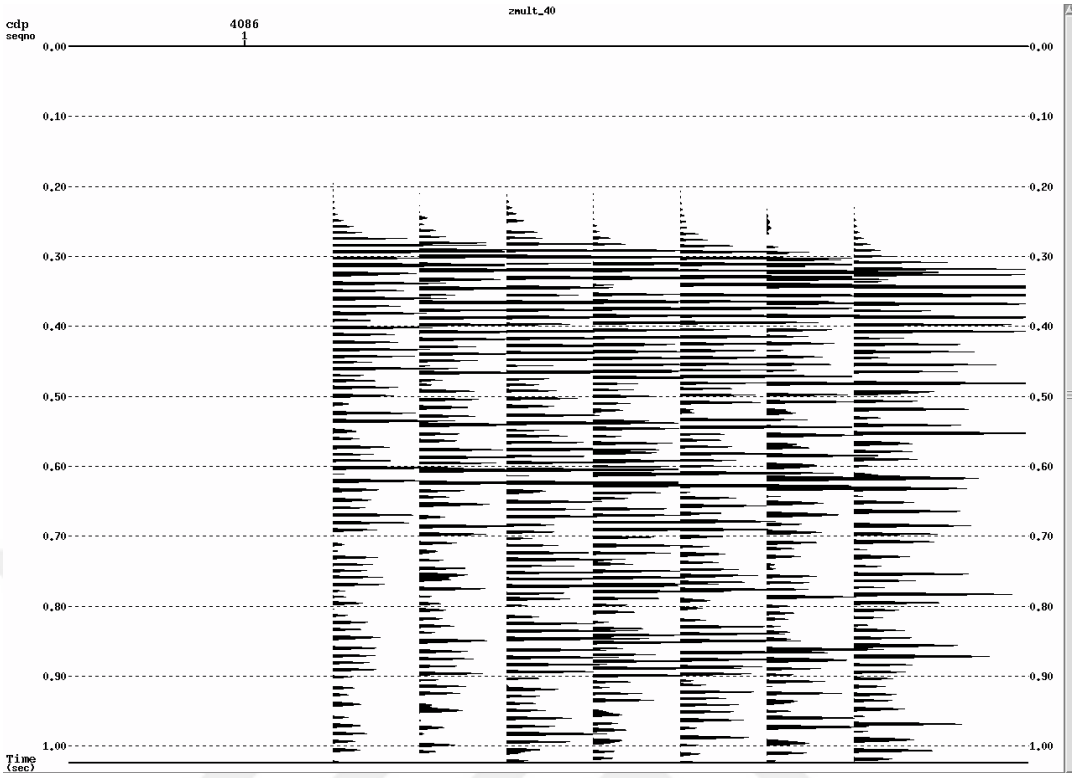
ZMULT modülünde filtre uzunluğu (NPT), NPX (fitler width), NENS, başlangıç zamanı ve bitiş zamanı programa girilmiştir. NPT, NENS ve NPX hesabı için CDP grubundaki iz sayısı ve atış grubundaki iz sayısı bilinmelidir. Bu sismik veride atış grubu iz sayısı 32, CDP grubu iz sayısı 8'dir. NENS atış grubu iz sayısının, CDP grubu iz sayısının bölümüne eşittir. Bu durumda NENS değeri 4 olarak hesaplanmıştır. OVC (milisaniyede aşırı-düzeltme miktarı) değerinin formülü ise

OVC=2.(tm-tp)/3 olarak tanımlanır. (4.1)

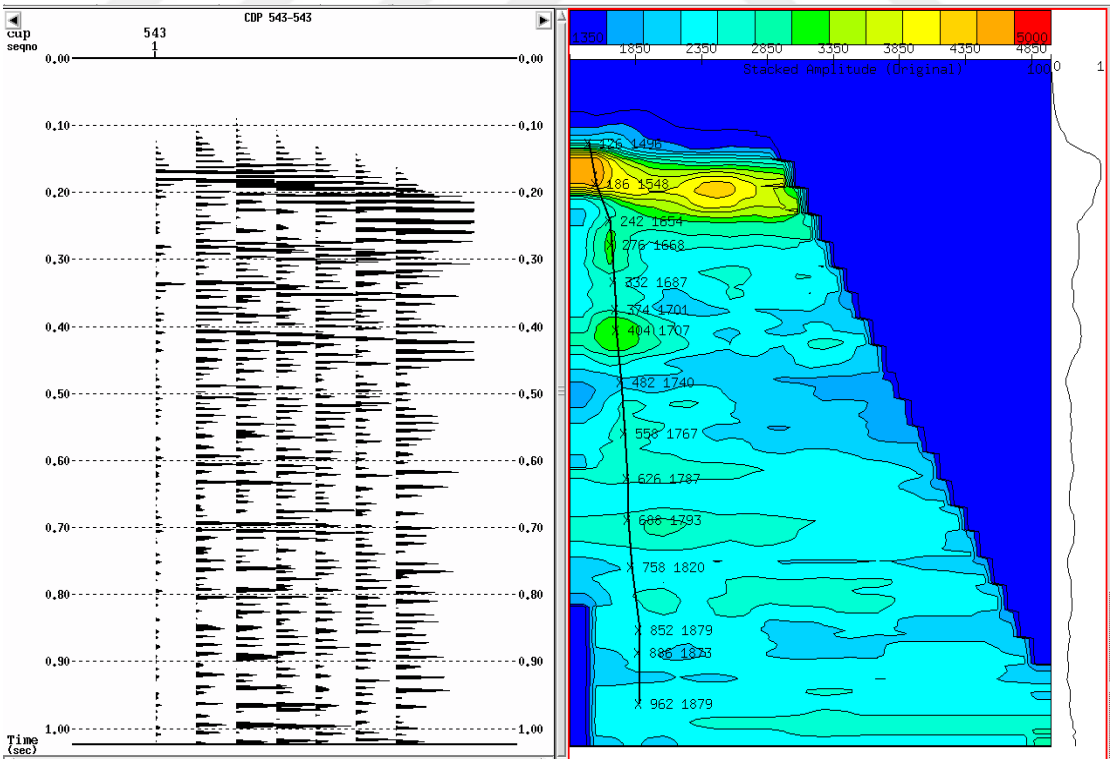
Bu formülde tm ilk tekrarlı yansıma zamanı (0.34 s), ilk birincil yansıma zamanı ise 0.18 s olarak alınmıştır. Bu durumda OVC değeri 106 ms olarak hesaplanmıştır. NPT filtre uzunluğu formülü

NPT=1/Δt.(1000/F+OVC) olarak tanımlanır. (4.2)

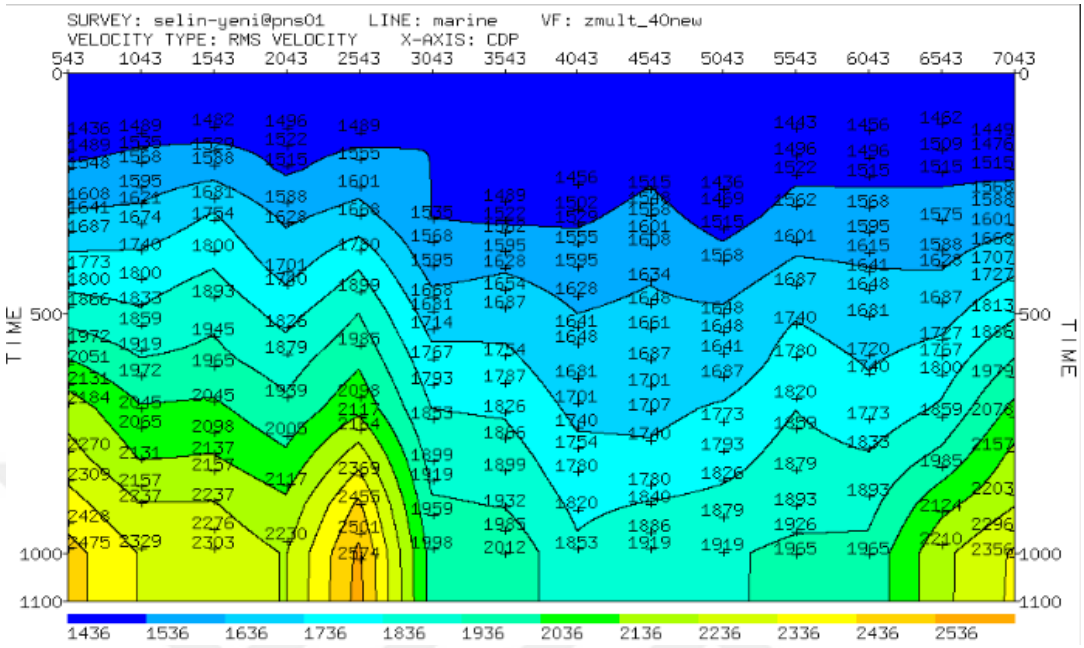
Bu formüldeki F değeri hakim frekans değeridir ve 80 Hz olarak alınmıştır. Bu formüle göre NPT değeri 59 ms olarak hesaplanmıştır. Başlangıç zamanı 0 ms ve bitiş zamanı 1024 ms olarak alınmış ve NPX değeri ise 21 ms olarak alınmıştır. ZMULT modülünün veriye uygulanmasından sonra NMOREM modülü ile uygulanmış olan NMO düzeltmesi veriden geri alınmış ve elde edilen CDP gruplarına tekrar doğru hız analizi(birincil yansımaları yatay hale getiren hız) uygulanmıştır. Şekil 4.21' de NMO düzeltmesi geri alınmış CDP grubunun görünümü verilmektedir. Şekil 4.22' de NMO düzeltmesi geri alınmış olan veri üzerine tekrar doğru hız analizinin uygulanmasının görünümü verilmektedir. Bu hız analizinde birincil yansımalara onları CDP gruplarında tamamen yatay hale getirecek hız verilmiştir. Son adım olarak bu RMS hızı NMO hızı olarak seçilmiş ve NMO düzeltmesi tekrardan veri üzerine uygulanmıştır. Şekil 4.23' de bu doğru hız analizinin 2B hız alanı verilmektedir. Şekil 4.24' de ise veri üzerine tekrar NMO düzeltmesi uygulanması sonucu elde edilen CDP grubunun görünümü verilmektedir.



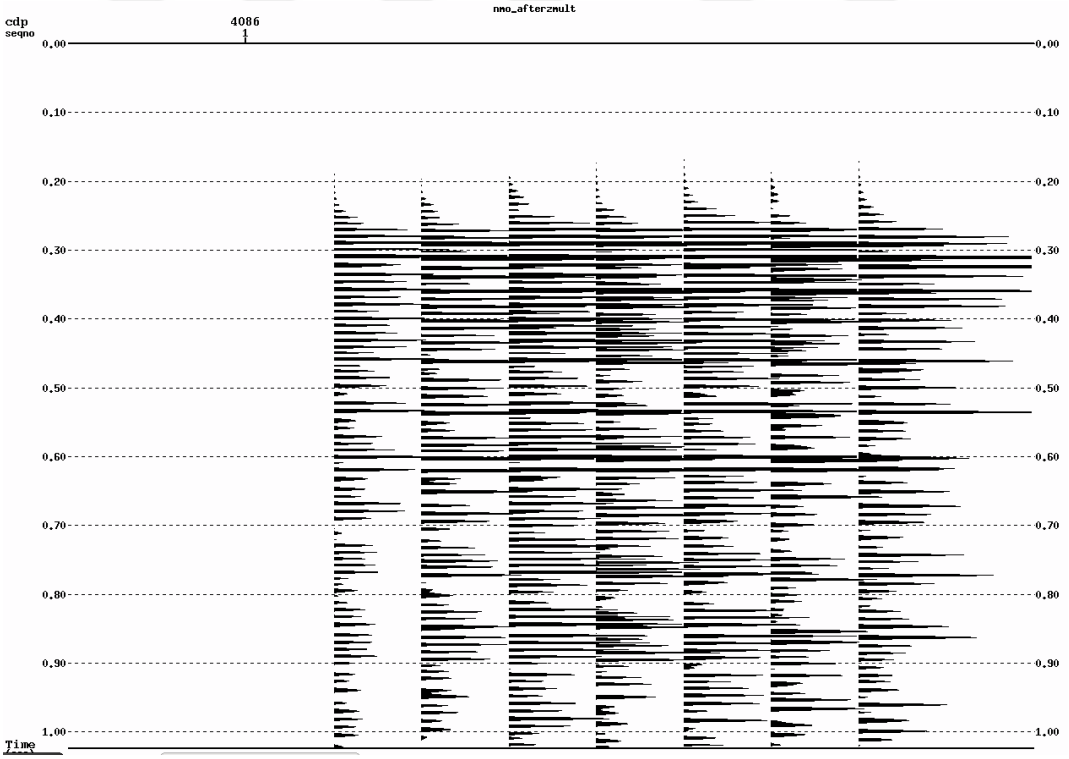
Şekil 4.21: Sismik veriye uygulanan NMO düzeltmesinin geri alınması.



Şekil 4.22: Veriye uygulanan NMO düzeltmesinin geri alınması sonucu elde edilen CDP grubu üzerine gerçekleştirilen doğru hız analizi yönteminin görünümü.



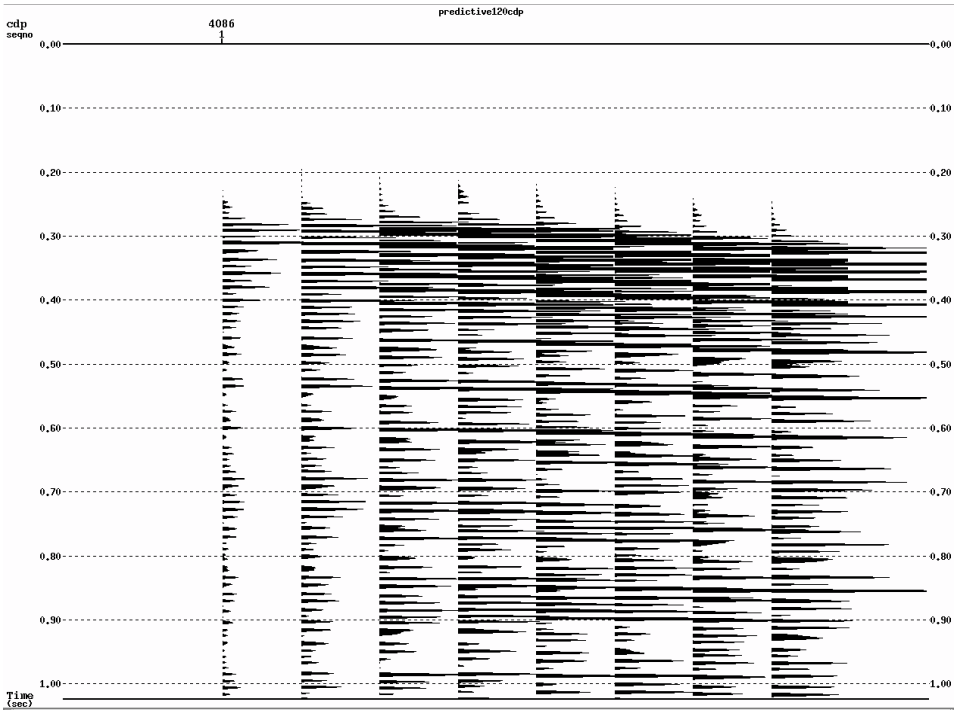
Şekil 4.23: Doğru hız analizinin 2B hız alanının görünümü.



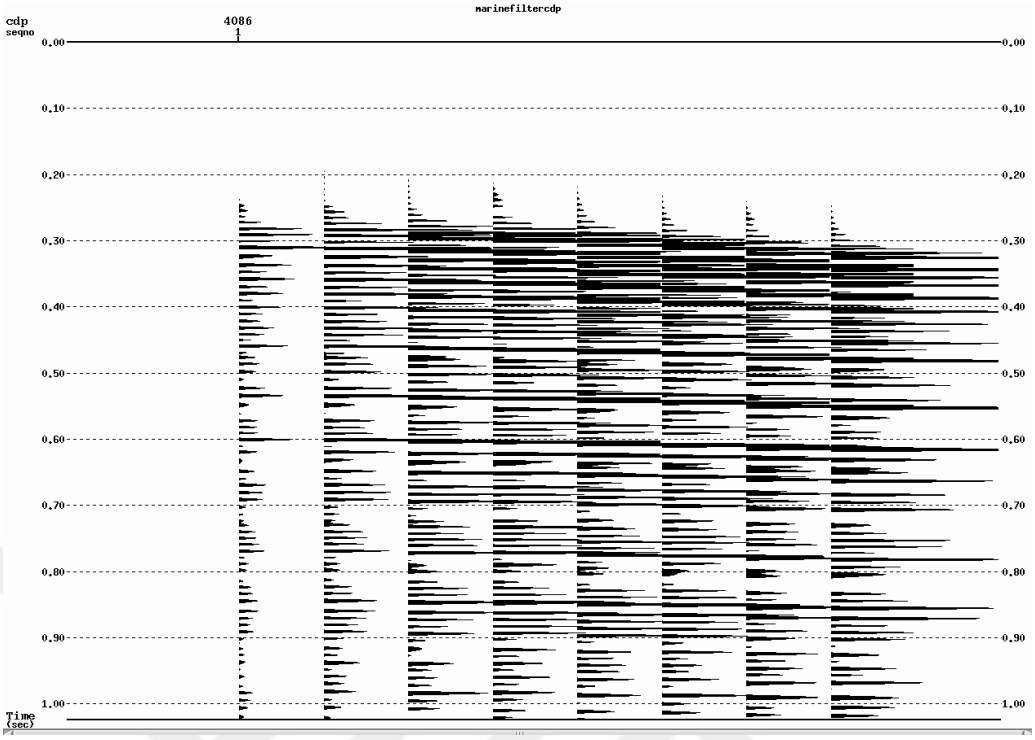
Şekil 4.24: NMO düzeltmesi sonrası CDP gruplarının görünümü. Buradaki NMO hızı CDP gruplarında birincil yansımaları yatay hale getiren hız olarak seçilmiştir.

4.8. CDP SIRALAMA (CDP SORTING)

CDP grupları (CDP gathers); her bir izin o ize ait atış-alıcı orta noktasına atanması şeklindedir. CDP sıralama aynı CDP noktasına atanmış izlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Echos yazılımında CDP sıralamada DSIN, SORT ve DSOUT modülleri kullanılmıştır. Buna göre SORT modülünde, PKEY değeri CDP olarak SKEY değeri ise OFFSET olarak programa girilmiştir. Böylece atış ortamındaki veri CDP ortamına aktarılmıştır. Bu çalışma içerisinde önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri ve bant geçişli süzgeç uygulanmış veri atış ortamından CDP ortamına aktarılmıştır. Bant geçişli süzgeç uygulanmış verinin CDP ortamına aktarılmış hali f-k eğim süzgeci uygulanmasında kullanılmıştır. Şekil 4.25' de atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin CDP ortamına aktarılmış halinin görünümü ve şekil 4.26' da bant geçişli süzgeç uygulanmış verinin CDP ortamına aktarılmış halinin görünümü verilmektedir. Önkestirim dekonvolüsyonunda en iyi sonuç operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklığı 120 ms seçilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu bölümde sadece kestirim uzaklığı 120 ms seçilerek atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin CDP gruplarının görünümü verilmiştir.



Şekil 4.25: Operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklığı 120 ms seçilerek atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin CDP ortamındaki görünümü.

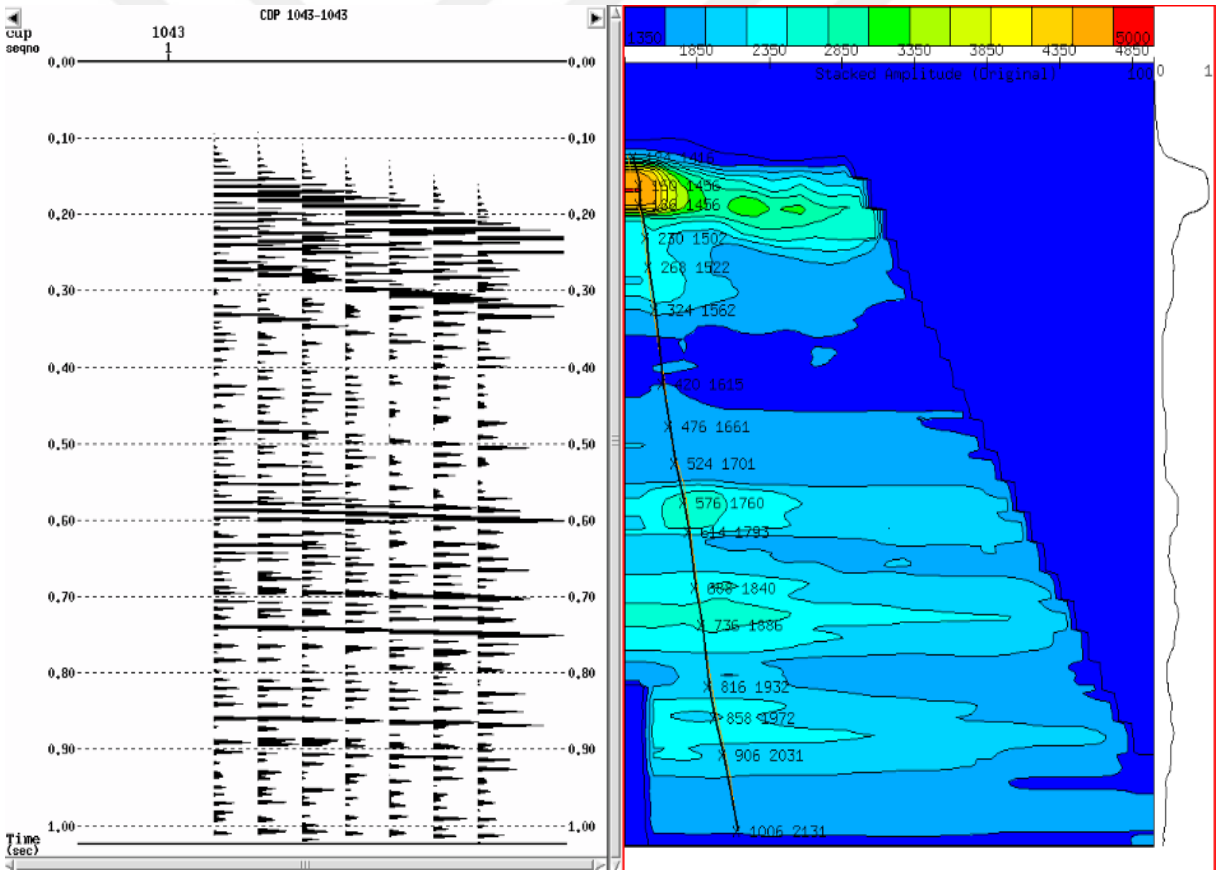


Şekil 4.26: Bant geçişli süzgeçlenmiş verinin CDP ortamına aktarılmış halinin görünümü.

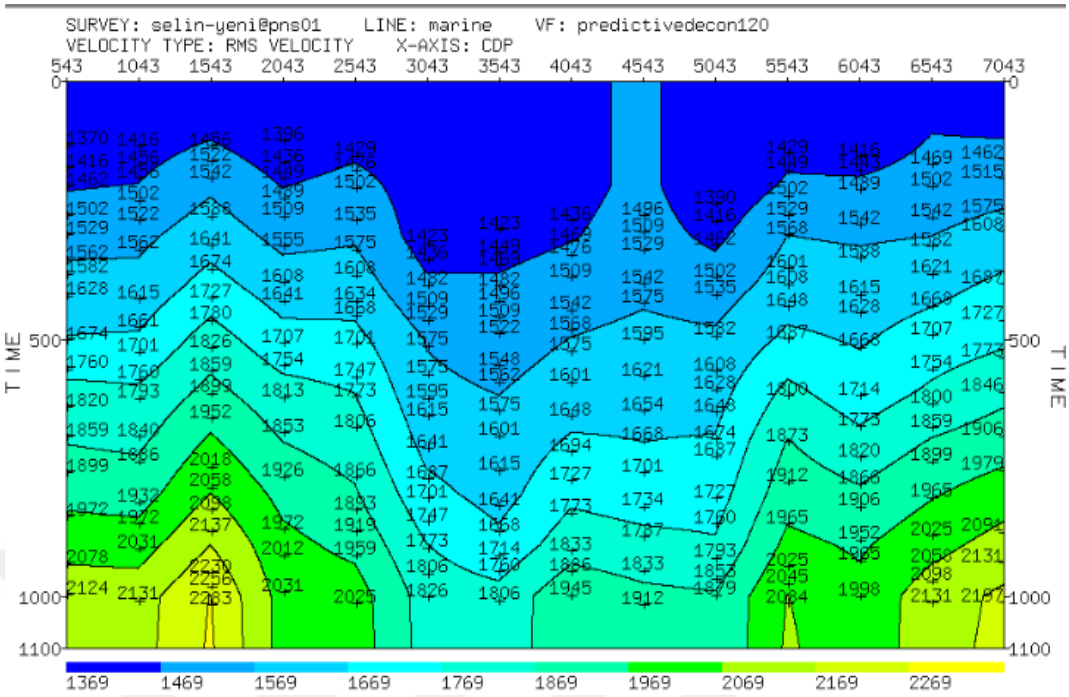
4.9. HIZ ANALİZİ (VELOCITY ANALYSIS)

Kontür haritasında derinlik arttıkça kapanımlar genişlemeye başlamakta ve yansıma hiperbollerinin eğriselliği azalmaya başlamaktadır. Semblans grafiğinde birincil yansıma ve tekrarlı yansıma nedeniyle oluşan kapanımlar birbirine hemen hemen paraleldirler. Echos yazılımı sayesinde CDP gruplarına hız analizi yöntemi uygulanmıştır. DSIN ve VELDEF modülleri ile hız analizi yöntemi interaktif olarak gerçekleştirilmiştir. CDP'ler 500'er olarak arttırılmış ve hız seçimi semblans haritası üzerinde hiperbollere uygun olarak seçilmiştir. Bu çalışmada önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci için ayrı ayrı hız analizi uygulanmıştır. Önkestirim dekonvolüsyonu için hız analizi işlemi, önkestirim dekonvolüsyonu atış gruplarına uygulanıp CDP ortamına geçiş yapıldıktan sonra uygulanmıştır. Ancak f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü için hız analizi işlemleri, bu iki modül veri üzerine uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. FKFIILT modülü uygulanmadan önce yapılan hız analizi işleminde birincil yansımalara gereğinden düşük hız (overcorrection) ve tekrarlı yansımalara ise CDP gruplarında onları tamamen yatay hale getiren hız verilmiştir. ZMULT modülü uygulanmadan önce yapılan hız analizi işleminde ise birincil yansımalara gereğinden düşük hız, tekrarlı yansımalara ise gereğinden fazla hız verilmiştir. Bu iki modül veriye

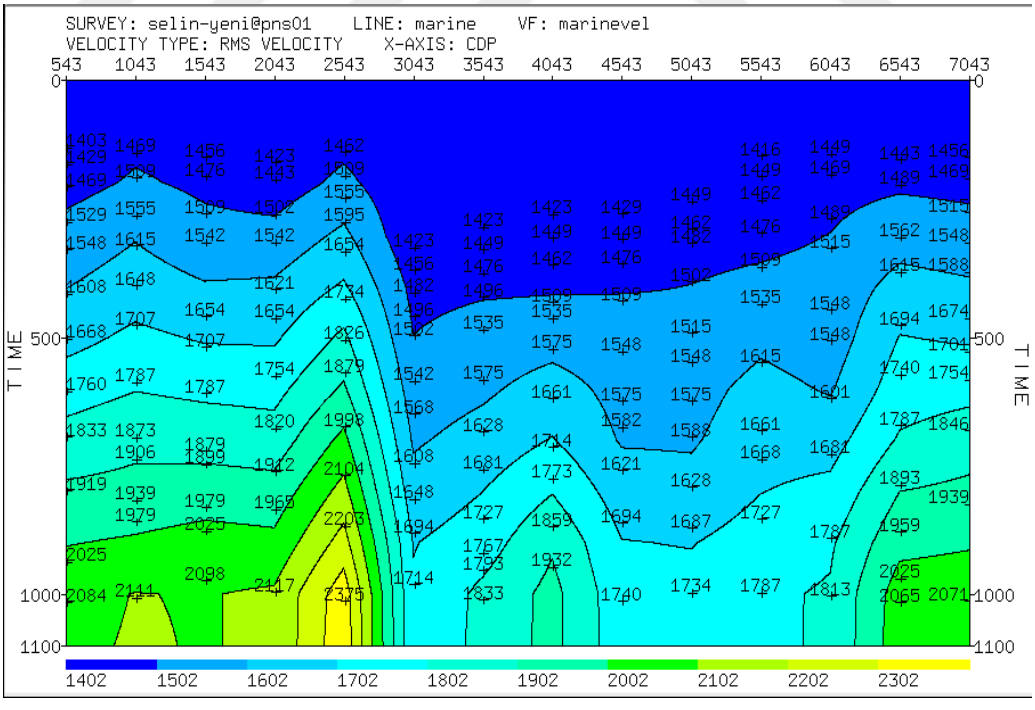
uygulandıktan sonra ise veri üzerine doğru hız analizi işlemleri uygulanmıştır. Bu hız analizi işlemlerinde birincil yansımalara onları CDP gruplarında tamamen yatay hale getiren RMS hızı verilmiştir. Bölüm 4.7.2. de f-k eğim süzgeci için uygulanan hız analizi işlemleri ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Ayrıca tekrarlı yansımaları veriden atmak amacıyla uygulanan veri işlem yöntemleriyle karşılaştırma yapmak için bant geçişli süzgeçlenmiş CDP grupları üzerine de hız analizi uygulanmıştır. Şekil 4.27' de atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri üzerine uygulanan hız analizinin görünümü ve şekil 4.28' de bu hız analizinin 2B hız alanı verilmektedir. Şekil 4.29' da bant geçişli süzgeçlenmiş veri üzerine uygulanan hız analizinin 2B hız alanı verilmektedir.



Şekil 4.27: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri üzeri üzerine uygulanan hız analizinin görünümü.



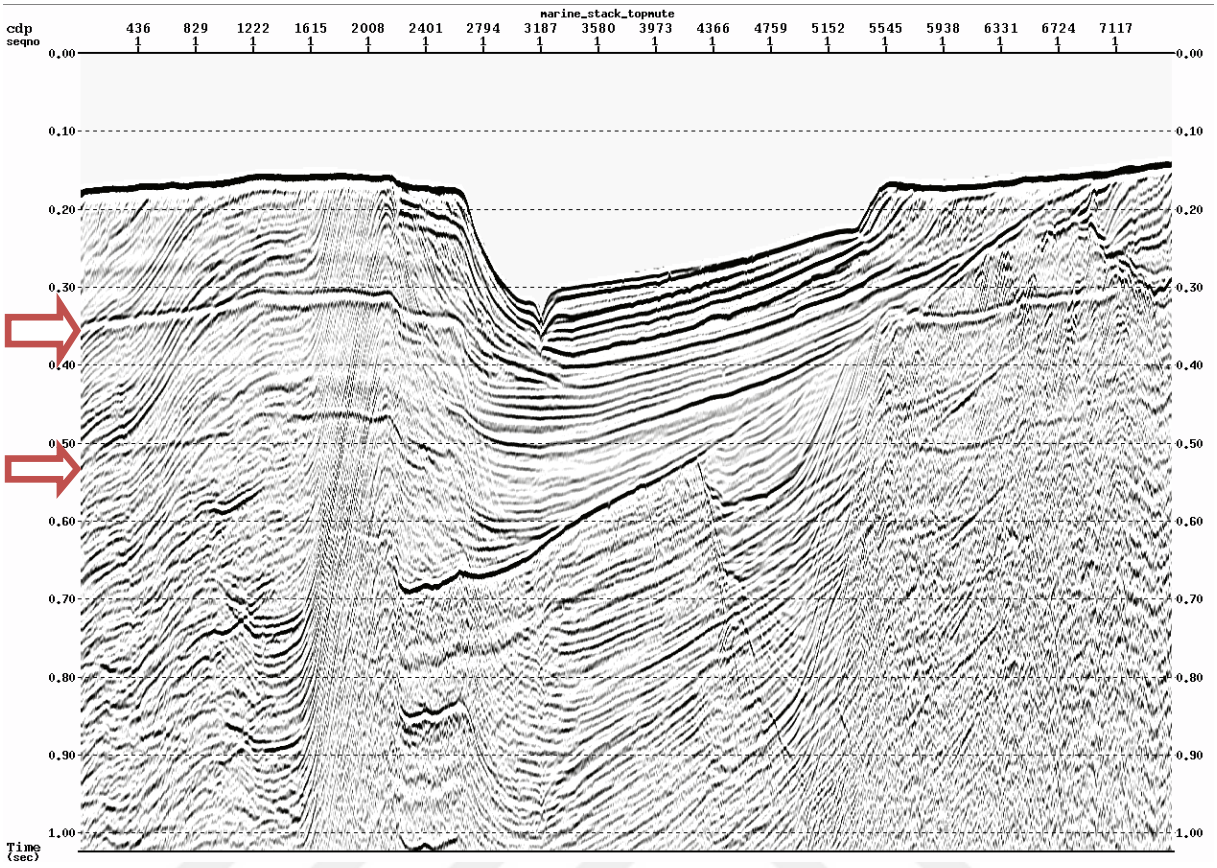
Şekil 4.28: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış veri üzerine uygulanan hız analizinin 2B hız alanının görünümü.



Şekil 4.29: Bant geçişli filtre üzerine uygulanan hız analizinin 2B hız alanının görünümü.

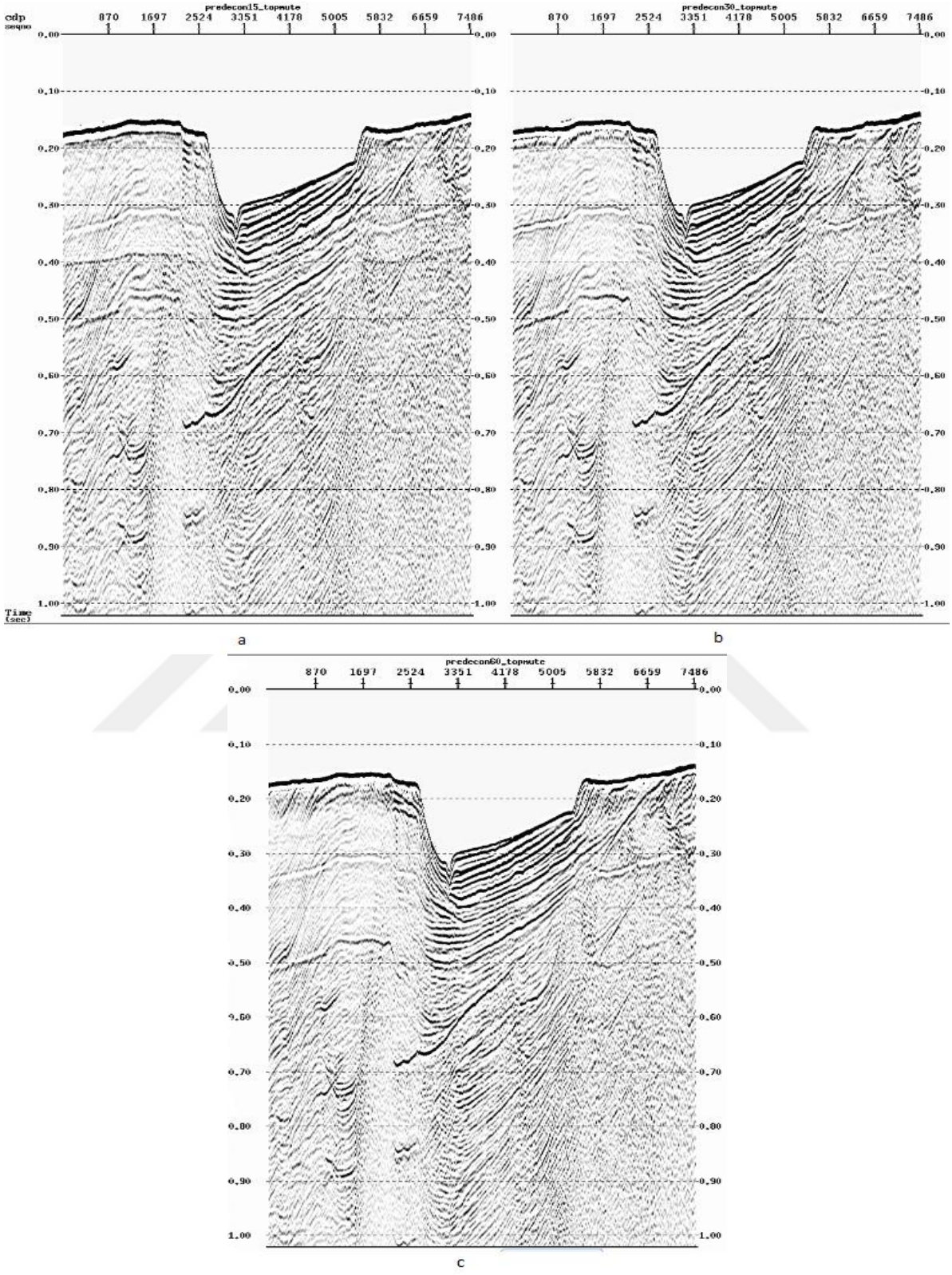
4.10. NMO DÜZELTMESİ VE YIĞMA (NMO CORRECTION AND STACK)

Bu veri işlem aşamasında veriye NMO düzeltmesi, yığma ve otomatik kazanç kontrolü (AGC) yöntemleri uygulanmıştır. Echos yazılımında sırasıyla NMO düzeltmesi işlemi için NMO modülü, yığma işlemi için STACK modülü ve otomatik kazanç kontrolü için ise AGC modülü kullanılmıştır. NMO düzeltmesi sayesinde CDP gruplarında birincil yansıma hiperbolleri yatay hale getirilmiştir. F-K eğim süzgeci için uygulanan NMO düzeltmesi işlemleri bölüm 4.7' de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Önkestirim dekonvolüsyonunda birçok farklı kestirim uzaklıkları için gerçekleştirilen NMO düzeltmesi işlemlerinde seçilen hızlar birincil yansımaları tamamen yatay hale getiren RMS hızları olarak alınmıştır. Daha sonraki veri işlem aşaması yığmadır ve bu işlem sayesinde CDP gruplarındaki bütün izler toplanmış ve tek bir iz haline getirilmiştir. Tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci uygulanmış verilerin NMO düzeltmeleri alındıktan sonra bu veriler üzerine yığma işlemleri uygulanmıştır. Ayrıca bant geçişli süzgeçlenmiş verinin NMO düzeltmesi alındıktan sonra bu veri üzerine de yığma işlemi uygulanmış ve normal yığma kesiti elde edilmiştir. Yığma işleminden sonra veri üzerine AGC uygulanmasıyla verinin genlikleri daha görünür hale getirilmiştir. Elde edilen yığma kesitleri üzerine uygulanan AGC işlemlerinde farklı AGC pencere boyları seçilmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitleri ve normal yığma kesiti için AGC pencere boyu 500 ms, f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesiti için AGC pencere boyu 200 ms olarak alınmıştır. İlk olarak tekrarlı yansımaları açıkça görebilmek amacıyla şekil 4.30' da normal yığma kesiti verilmektedir. Normal yığma kesitinde tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmiştir.

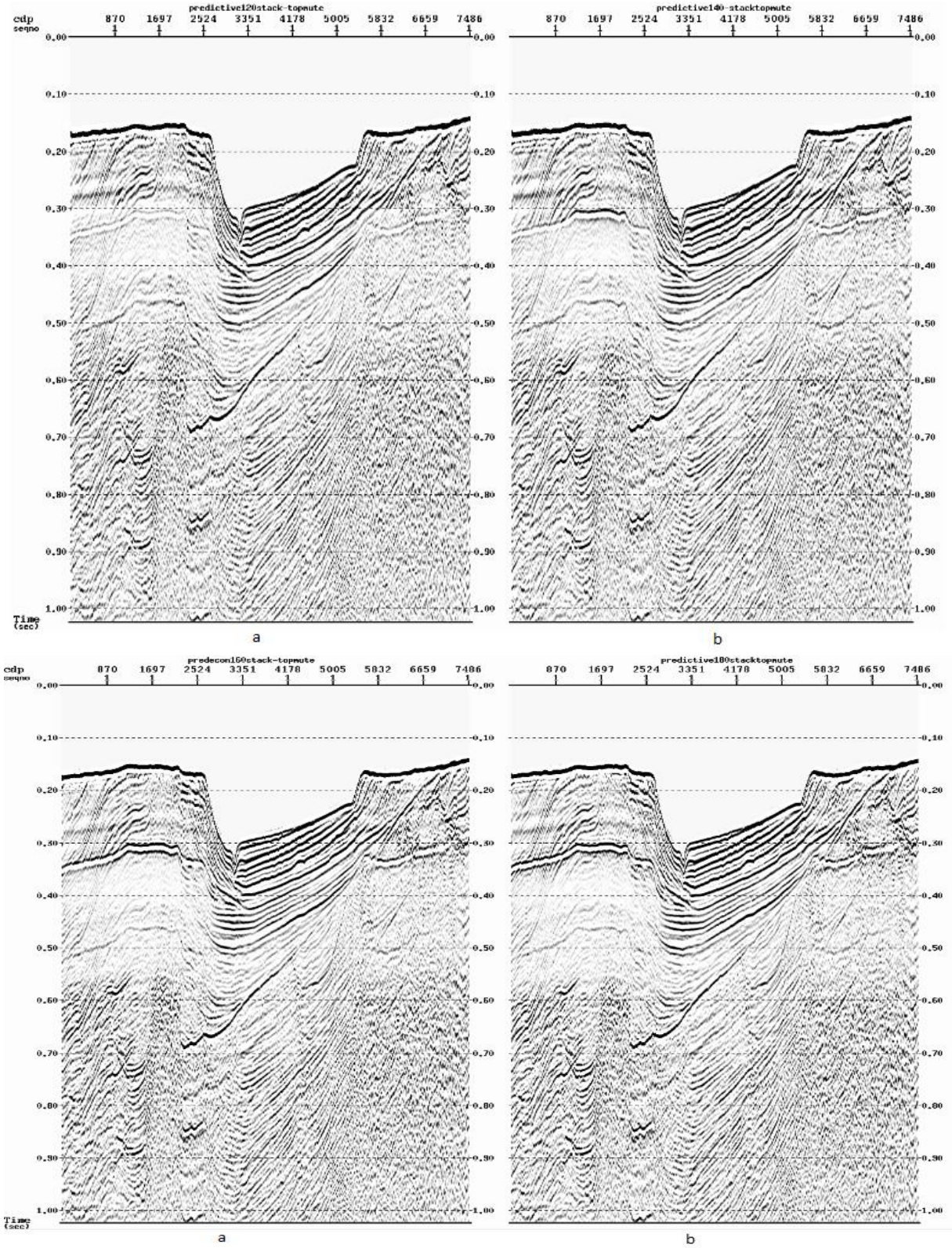


Şekil 4.30: Sismik yansıma verisinin normal yığma kesitinin görünümü. Tekrarlı yansımalar kırmızı ok işaretleri ile gösterilmektedir.

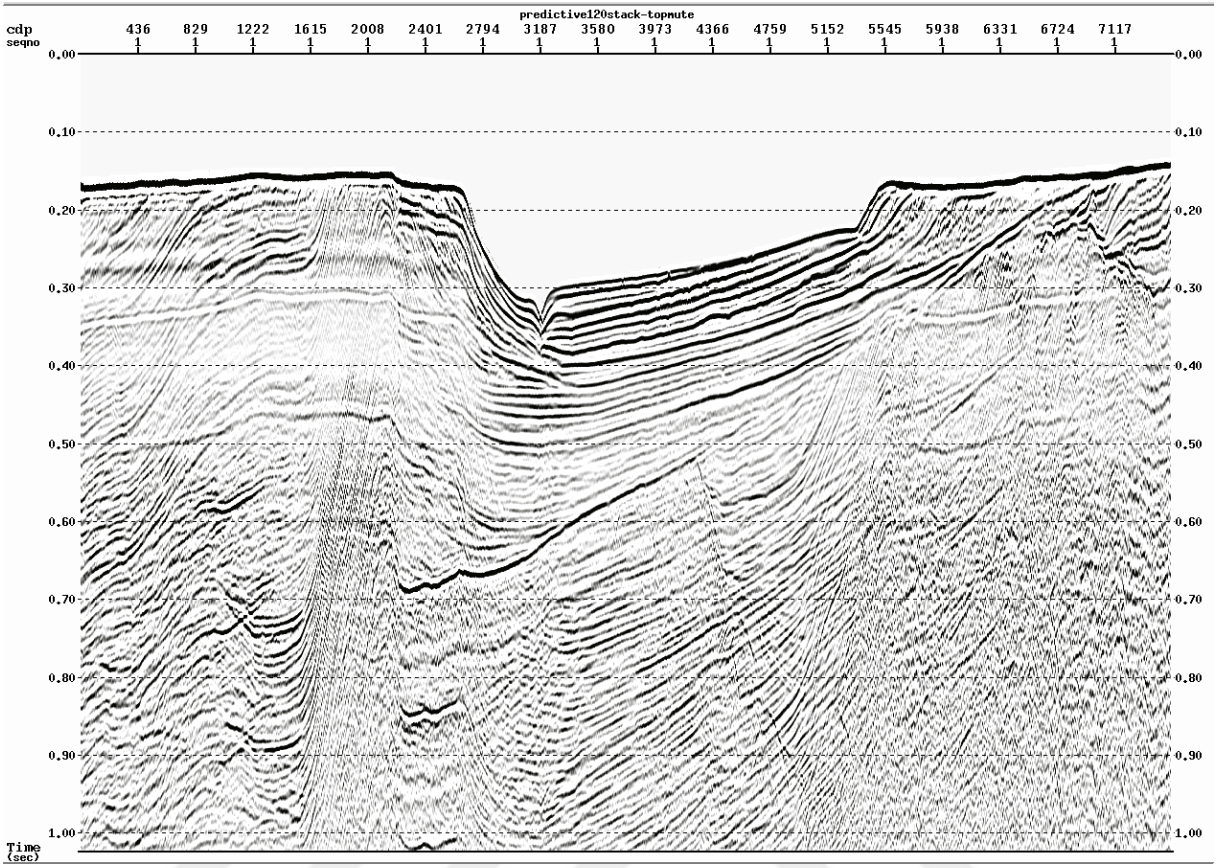
Daha sonra bu bölümde tekrarlı yansımaları bastırmak amacıyla uygulanan veri işlem yöntemleri uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesit görüntüleri verilmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonu işleminde her farklı kestirim uzaklığı için farklı yığma kesitleri elde edilmiştir. Şekil 4.31' de atış gruplarına operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklıkları 15 ms, 30 ms, 60 ms, 120 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesitleri verilmektedir. Şekil 4.32' de atış gruplarına operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklıkları 120 ms, 140 ms, 160 ms, 180 ms seçilerek önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesitleri verilmektedir. Ancak operatör uzunluğu 100 ms ve kestirim uzaklığı 120 ms seçilerek atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonunun uygulanmış verinin yığma kesit görüntüsü en iyi sonucu verdiği için bu yığma kesitinin görüntüsü şekil 4.33' de ayrı olarak verilmektedir.



Şekil 4.31: Kestirim dekonvolüsyonu uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitlerinin görünümü. Operatör uzunluğu her biri için 100 ms dir. Kestirim uzaklıkları a) 15 ms, b) 30 ms, c) 60 ms olarak alınmıştır.

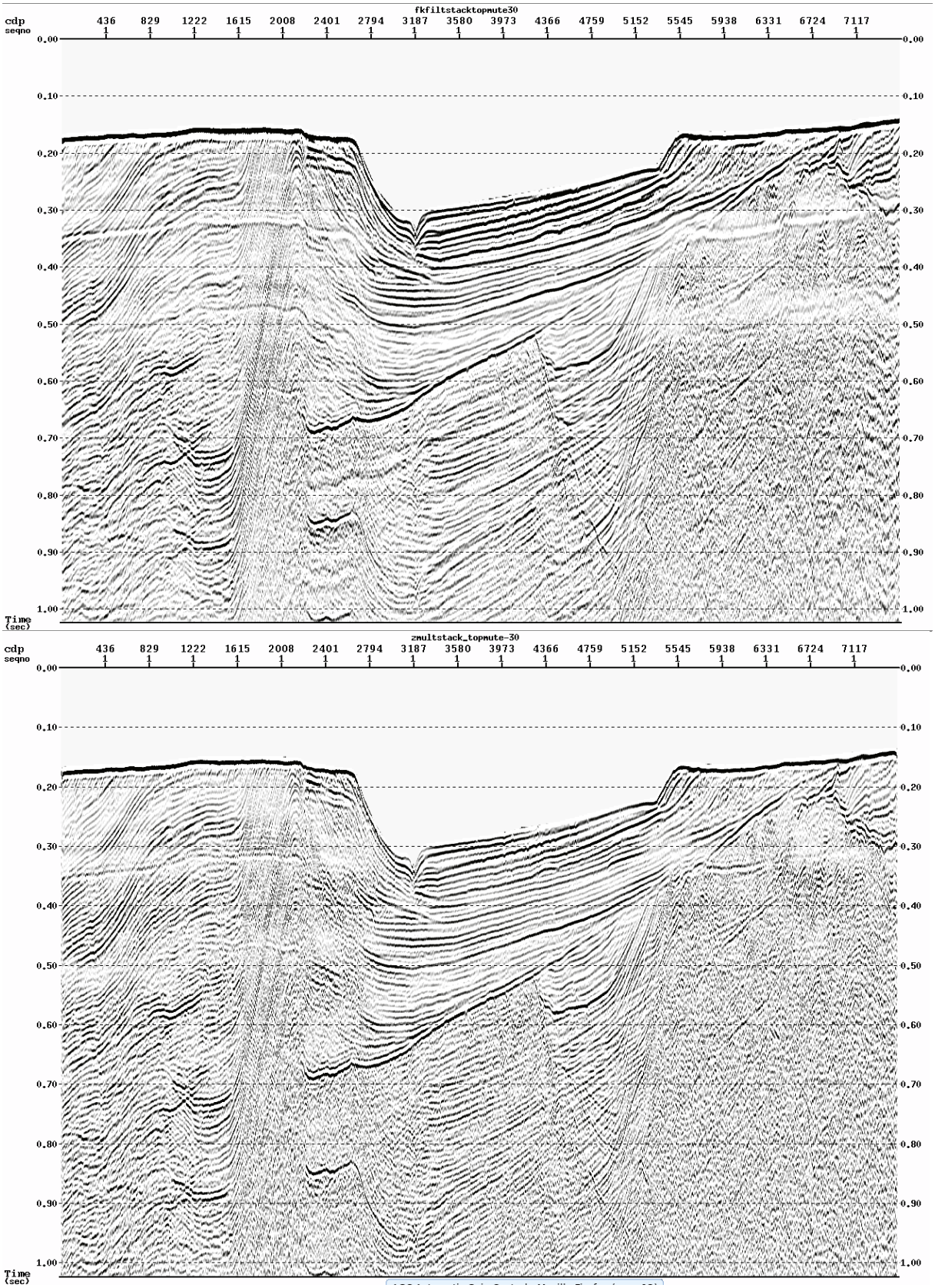


Şekil 4.32: Kestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesit görünümleri. Operatör uzunluğu her bir kestirim uzaklığıiçin 100 ms dir. Kestirim uzaklıkları a) 120, b) 140, c) 160 ve d) 180 ms olarak seçilmiştir.



Şekil 4.33: Atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış verinin yığma kesit görünümü. Operatör uzunluğu 100 ms, kestirim uzaklığı 120 ms olarak alınmıştır.

Bu bölümde son olarak CDP gruplarına f-k eğim süzgeci uygulanmış verilerin yığma kesit görüntüleri verilmektedir. F-K eğim süzgeci CDP gruplarına, f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü olmak üzere iki ayrı modül olarak uygulanmıştır. Şekil 4.34' de CDP gruplarına sırasıyla f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve ZMULT modülü uygulanmış yığma kesitlerinin görünümü verilmektedir.



Şekil 4.34: CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü (üstte) ve ZMULT (altta) modülü uygulanmış yığma kesit görüntüleri.

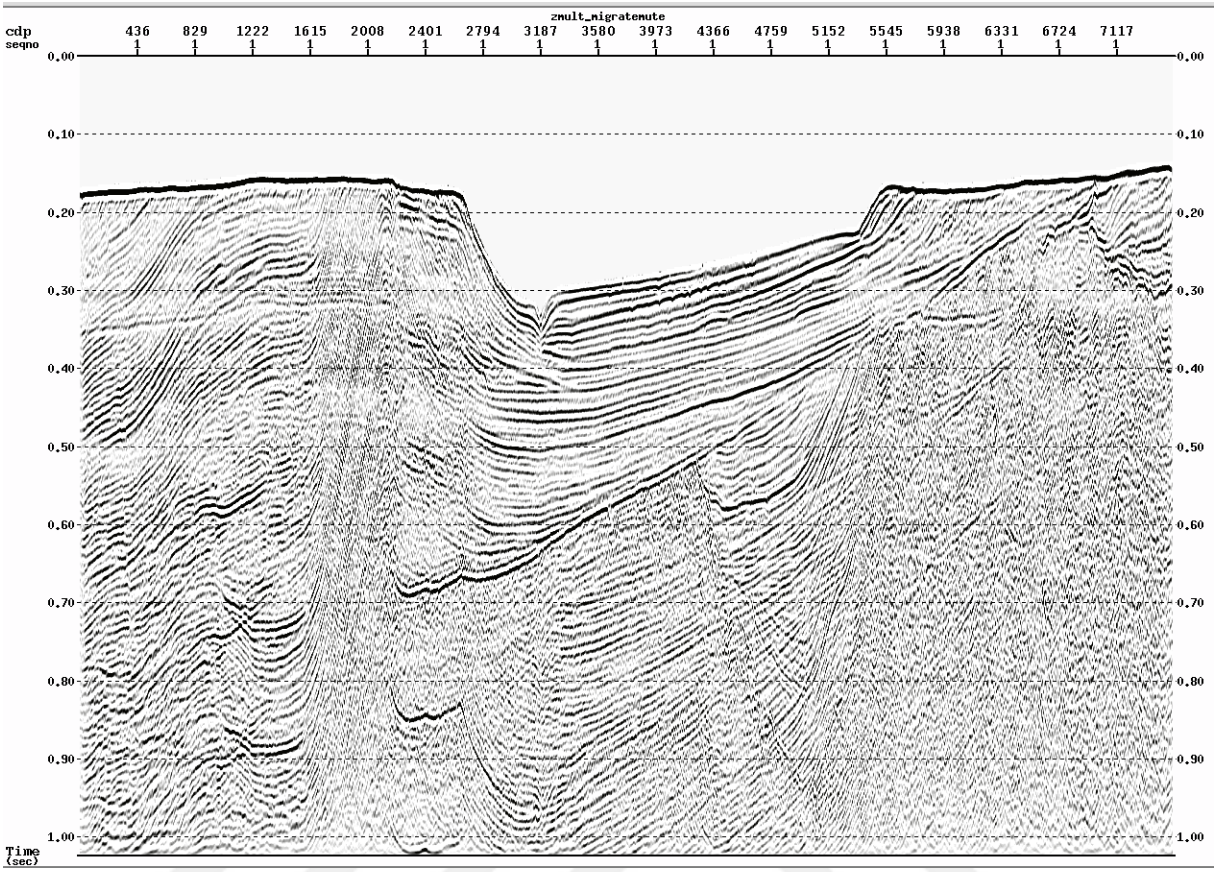
4.11. MİGRASYON (MIGRATION)

Migrasyonun amacı eğimli yansımaları gerçek yerlerine taşımak ve saçılma enerjisini yok etmektir. Migrasyon sonucu yansıtıcının eğiminde artış olurken boyunda ise kısalma olmaktadır. Migrasyon sonrası verideki saçılmalar yok olmakta ve senklinal alanlarından alınan yansımalarda görülen papyon-kravat etkisi yok olmaktadır. Echos yazılımında DSIN, MIGRATE ve DSOUT modülleri sayesinde sonlu farklar zaman migrasyonu işlemi veri üzerine uygulanmıştır. Burada kullanılan giriş verisi CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış verinin yığma kesitidir. Bunun nedeni ZMULT modülünün tekrarlı yansımaları bastırmada oldukça iyi sonuç vermesidir. MIGRATE modülünde eğim açısı, CDP aralığı ve derinlik adım aralığı programa girilmiştir. MIGRATE modülünde eğim açısı yığma kesitinden hesaplanarak elde edilmiştir. Bu kesitten hesaplanan eğim açısı hesabı aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

tana=(zaman)/(CDP)=94/570 (4.3)

tana=0.17 ise a=arctan(0.17)=9.64

Bu durumda yukarıdaki hesaba göre eğim açısı yaklaşık olarak 10 derece olarak programa girilmiştir. CDP aralığı 3.125 olarak yani grup aralığının yarısı olarak programa girilmiştir. Derinlik adım aralığı ise verinin hakim periyodunun yarısı ile tamamı arasında bir değer olması gerekmektedir. Buna göre verinin hakim frekansı 80 Hz olduğuna göre, verinin hakim periyodu 12.5 ms ve hakim periyodunun yarısı ise 6.25 ms olarak hesaplanmıştır. Buna göre derinlik adım aralığı bu iki değerin arasında olmak üzere 9 ms olarak programa girilmiştir. Şekil 4.35’ de migrasyon işleminin uygulanması sonucu elde edilen migrasyon kesiti verilmiştir.



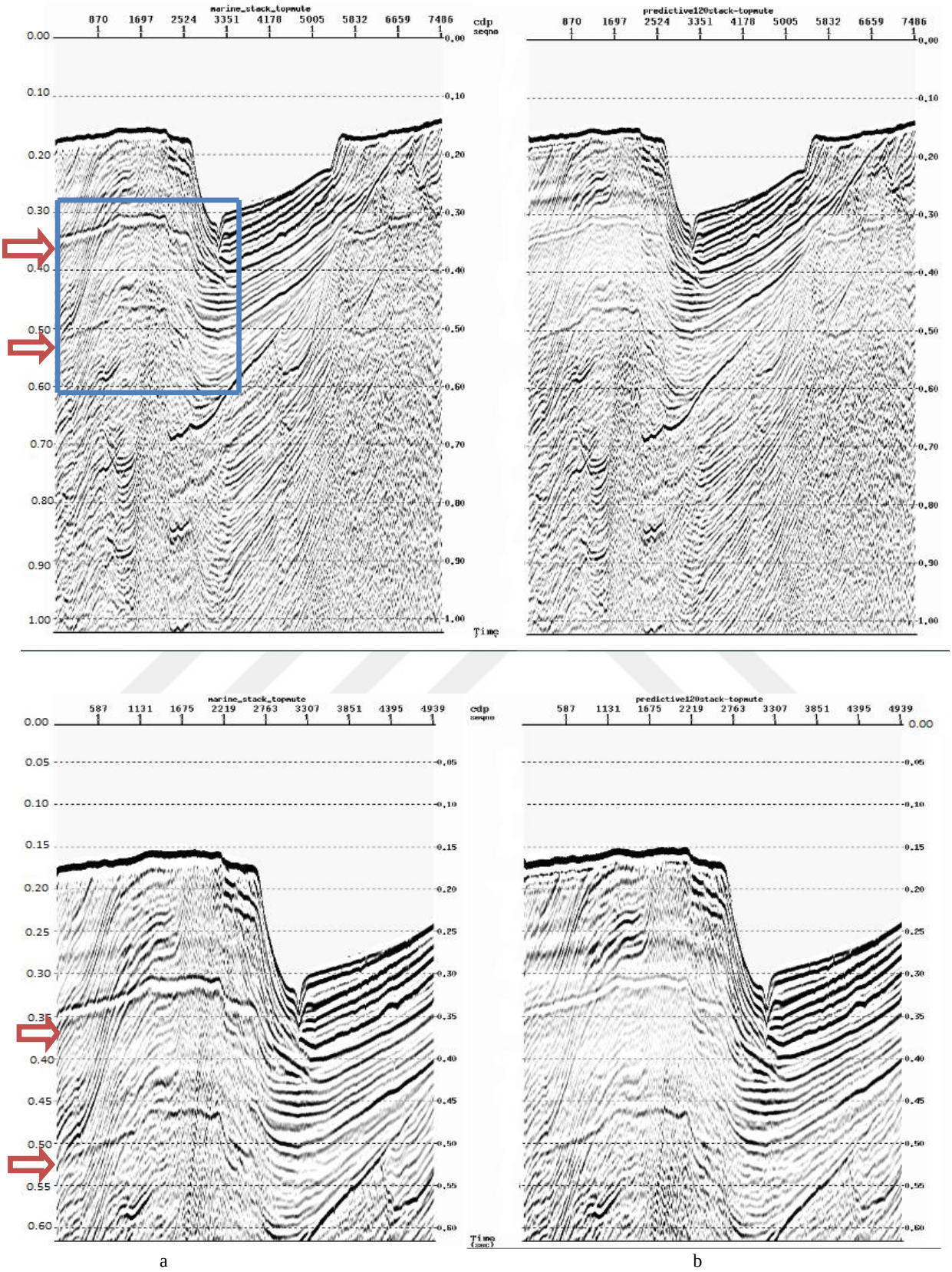
Şekil 4.35: f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti üzerine sonlu farklar zaman migrasyon işleminin uygulanması sonucu elde edilen migrasyon kesitinin görünümü.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çok kanallı sismik yansıma verisi üzerine rutin veri işlem adımları uygulanmış ve sismik yığma kesitleri elde edilmiştir. Sismik kesitte gözlenen tekrarlı yansımaları bastırabilmek adına çeşitli veri işlem teknikleri kullanılmış ve kullanılan bu teknikler hem kendi içinde seçilen parametrelerden elde edilen sonuçlar ile karşılaşılırmış hem de tekniklerden elde edilen en başarılı sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Temel amaç tekrarlı yansımaları yok etmede kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasıdır. Çok kanallı sismik veriye uygulanan veri işlem adımları; geometri tanımlama, istenmeyen izlerin çıkarılması (editing), istenmeyen alanların çıkarılması, genlik kazancı uygulama, bant geçişli süzgeçleme, hız analizi, CDP sıralama, yığma ve migrasyondur. Tekrarlı yansımaları bastırmada kullanılan yöntemler f-k eğim süzgeci ve önkestirim dekonvolüsyonudur. F-K eğim süzgeci de veri üzerine f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü olmak üzere kendi içinde iki ayrı yöntem olarak uygulanmıştır. Bu bölümde sırasıyla atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesiti ve CDP gruplarına f-k eğim süzgeci uygulanmış yığma kesitleri ile normal yığma kesiti arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Daha sonra f-k eğim süzgeci FKFILT modülü, f-k eğim süzgeci ZMULT modülü ve kestirim dekonvolüsyonu yöntemleri uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Buradaki amaç tekrarlı yansımaları bastırmada en iyi hangi yöntemin olduğunu belirlemek ve en iyi yığma kesitini elde etmektir.

5.1. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU (PREDICTIVE DECONVOLUTION)

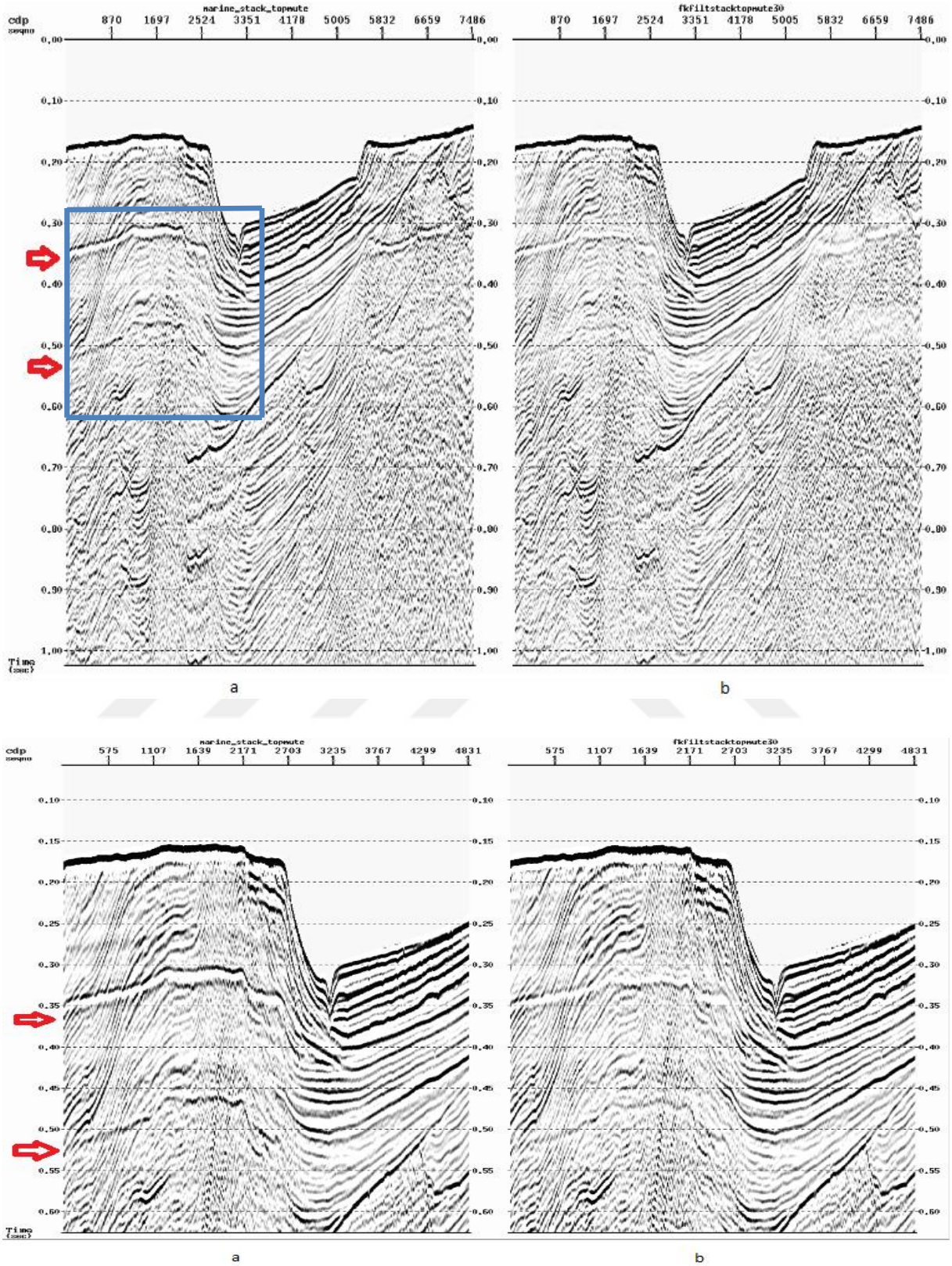
Önkestirim dekonvolüsyonu uygulamasında seçilen parametreler (operatör uzunluğu, kestirim uzaklığı) deneme-yanılma yolu ile belirlenmiştir. Birinci tekrarlı yansıma yığma kesitinde 0.34 sn civarında ikinci tekrarlı yansıma ise 0.49 sn ile 0.52 sn arasında ortaya çıkmaktadır. Bu durumda kestirim dekonvolüsyonu uygulanırken deneme-yanılma yoluna göre en iyi sonuç operatör uzunluğu 100 ms kestirim uzaklığı 120 ms kullanıldığında elde edilmiştir. Daha sonra veriye hız analizinden sonra NMO düzeltmesi, yığma ve AGC uygulanmıştır. AGC pencere boyu 500 ms olarak belirlenmiştir. Şekil 5.1’ de yığma kesiti görünümünde tekrarlıların bastırıldığı açık bir şekilde görülmektedir. Ancak tekrarlılar bastırılırken 0.34 sn ile 0.52 sn arasında birincil yansıma genliklerinde kayıp yaşanmıştır.



Şekil 5.1: a) Normal yığma kesiti ile b) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta).

5.2. F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ

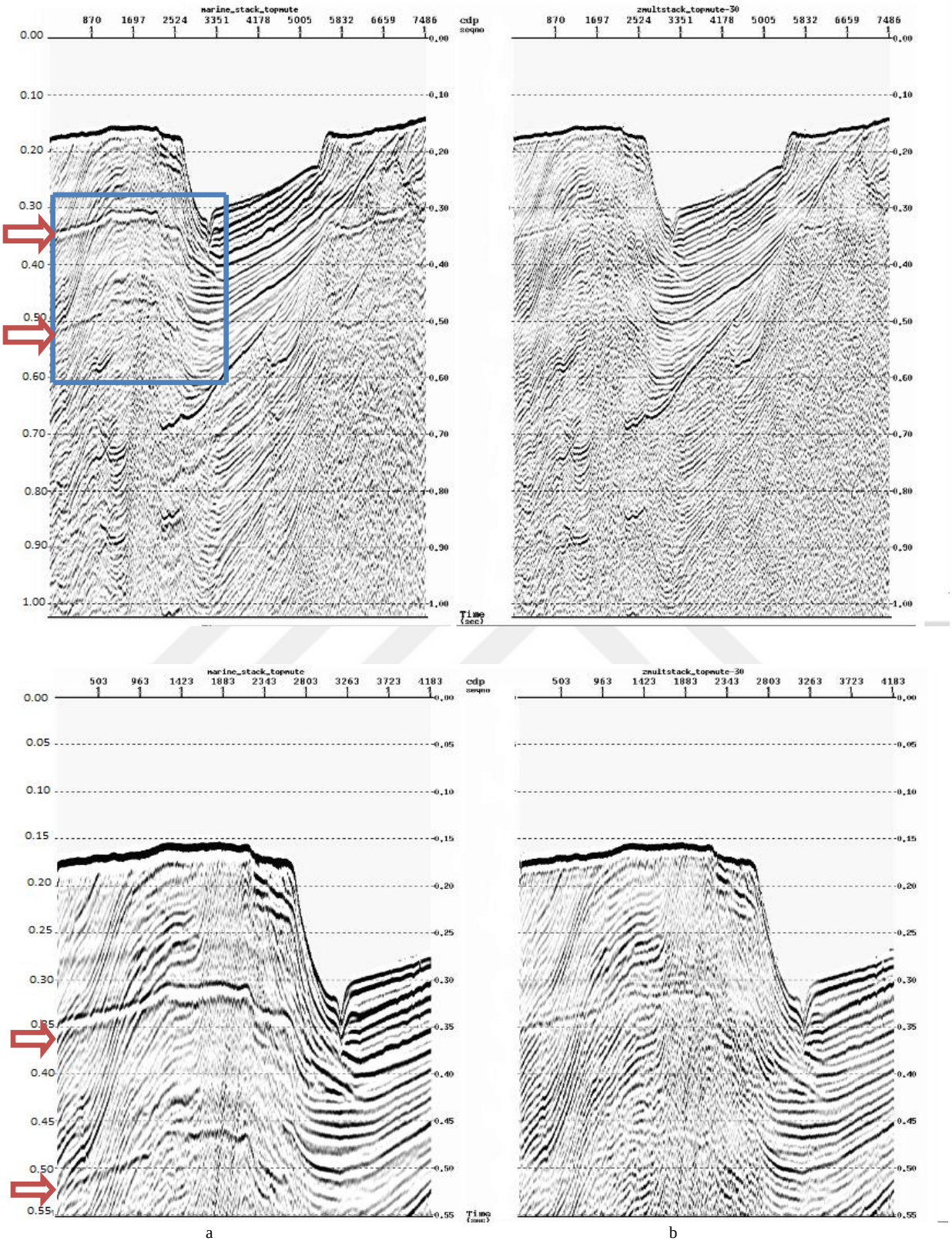
Veriye f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmadan önce CDP gruplarına hız analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu hız analizi yönteminde birincil yansımalara gereğinden düşük hız verilmiş (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise CDP gruplarında onları yatay hale getiren hız verilmiştir. Böylece NMO düzeltmesi sonrası CDP gruplarında birincil yansımalar aşırı-düzeltilmiş (overcorrection) tekrarlı yansımalar CDP gruplarında yatay hale getirilmiştir. CDP gruplarında birincil yansımalar ile tekrarlı yansımaların birbirinden ayrıştırılmasından sonra f-k eğim süzgeci FKFILT modülünün uygulanması aşamasında ise tekrarlı yansımaların bulunduğu k=0 düşey ekseni boyunca dar bir bant bölgesi sıfırlanmış ve geriye sadece birincil yansımalar kalmıştır. Daha sonra uygulanmış olan NMO düzeltmesi geri alınmış ve tekrardan doğru hız analizi veriye uygulanarak ve bu uygulanan doğru RMS hızı NMO hızı seçilerek veri üzerine yeniden NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Son olarak veri üzerine yığma ve AGC işlemi uygulanmıştır. Burada AGC pencere boyu 500 ms olarak seçilmiştir. F-K eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesiti ile normal yığma kesitinin karşılaştırılması ve bu iki yığma kesitinin karşılaştırılmasının yakın görünümleri şekil 5.2’ de verilmektedir. Bu yığma kesitlerine göre f-k eğim süzgeci FKFILT modülü tekrarlı yansımaların bastırılmasında iyi sonuç vermiş ve 0.35 sn ile 0.50 sn civarı olan tekrarlı yansımaların görünürlüğü yığma kesitinden azaltılmıştır.



Şekil 5.2: a) Normal yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitinin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta).

5.3. F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT MODÜLÜ

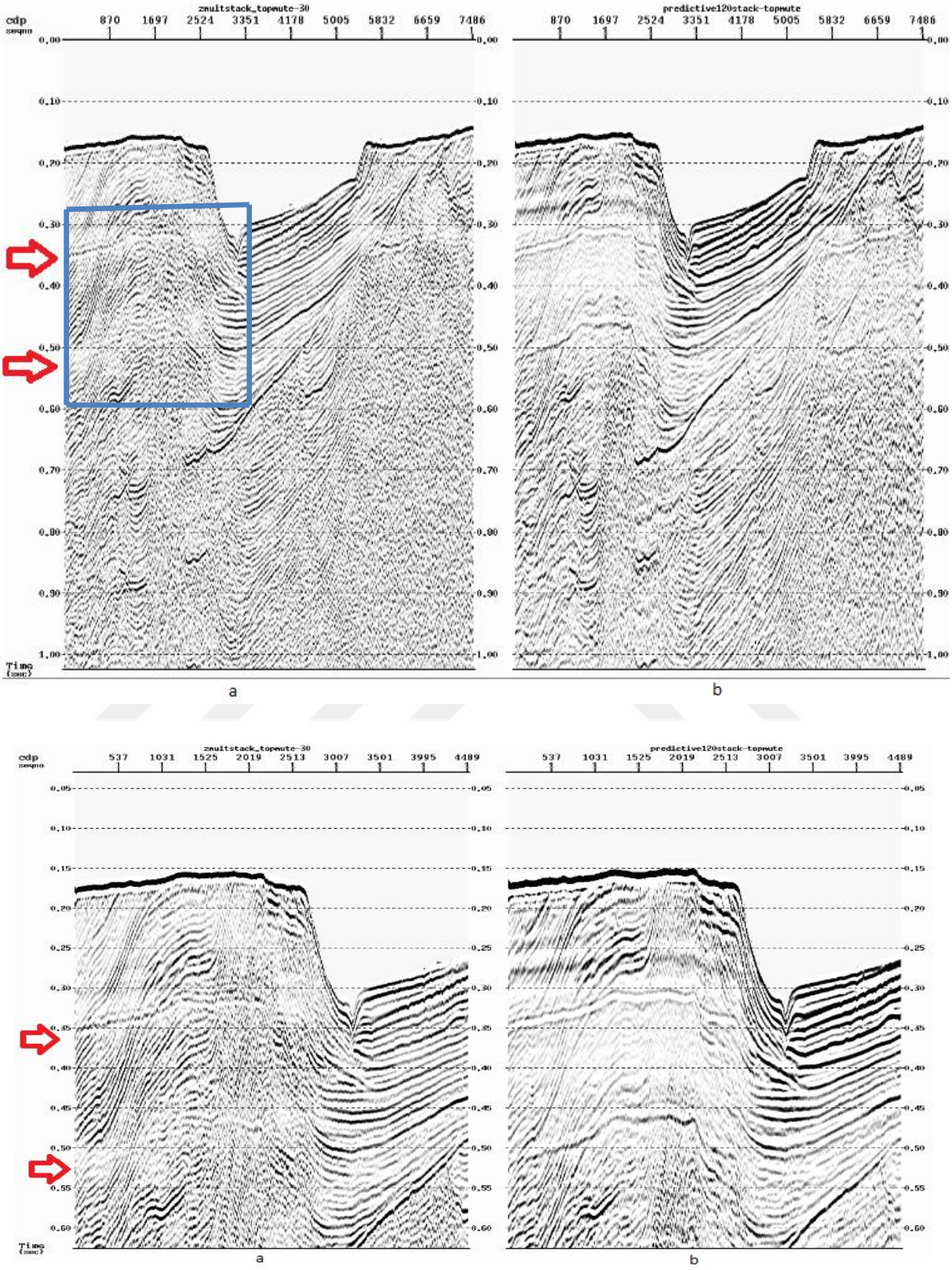
Veri içerisindeki tekrarlı yansımaları bastırmak için f-k eğim süzgeci ZMULT modülü yöntemi veri üzerine uygulanmıştır. Bunun için ilk olarak hız analizinde birincil yansımalara suyun hızından düşük hız (overcorrection), tekrarlı yansımalara ise gereğinden fazla hız (undercorrection) verilmiştir. Böylece NMO düzeltmesi sonrası CDP gruplarında birincil yansımalar ile tekrarlı yansımalar birbirlerinden ayırt edilmiştir. Daha sonra ZMULT modülü ile undercorrection olaylar yani tekrarlı yansımalar veriden atılmıştır. Bu modülde NPT değeri 59, NPX değeri 21, başlangıç zamanı 0 ms ve bitiş zamanı 1024 ms olarak alınmıştır. Veriye ZMULT modülü uygulanmasından sonra NMO düzeltmesi veriden geri alınmış ve doğru hız seçimi yapılarak ve bu uygulanan doğru RMS hızı NMO hızı olarak seçilerek veri üzerine yeniden NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Son olarak veri üzerine yığma ve AGC işlemi uygulanmıştır. Burada AGC pencere boyu deneme-yanılma yolu ile 200 ms olarak alınmıştır. Şekil 5.3’ de CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile normal yığma kesitinin karşılaştırılması ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü verilmektedir. Sonuç olarak elde edilen yığma kesitinde f-k eğim süzgeci ZMULT modülü yöntemi tekrarlı yansımaların bastırılmasında oldukça iyi sonuç vermiştir. Tekrarlı yansımaların genlikleri azaltılırken birincil yansımaların genlikleri korunmuştur.



Şekil 5.3: a) Normal yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta).

5.4. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU İLE F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT YÖNTEMİ KARŞILAŞTIRILMASI

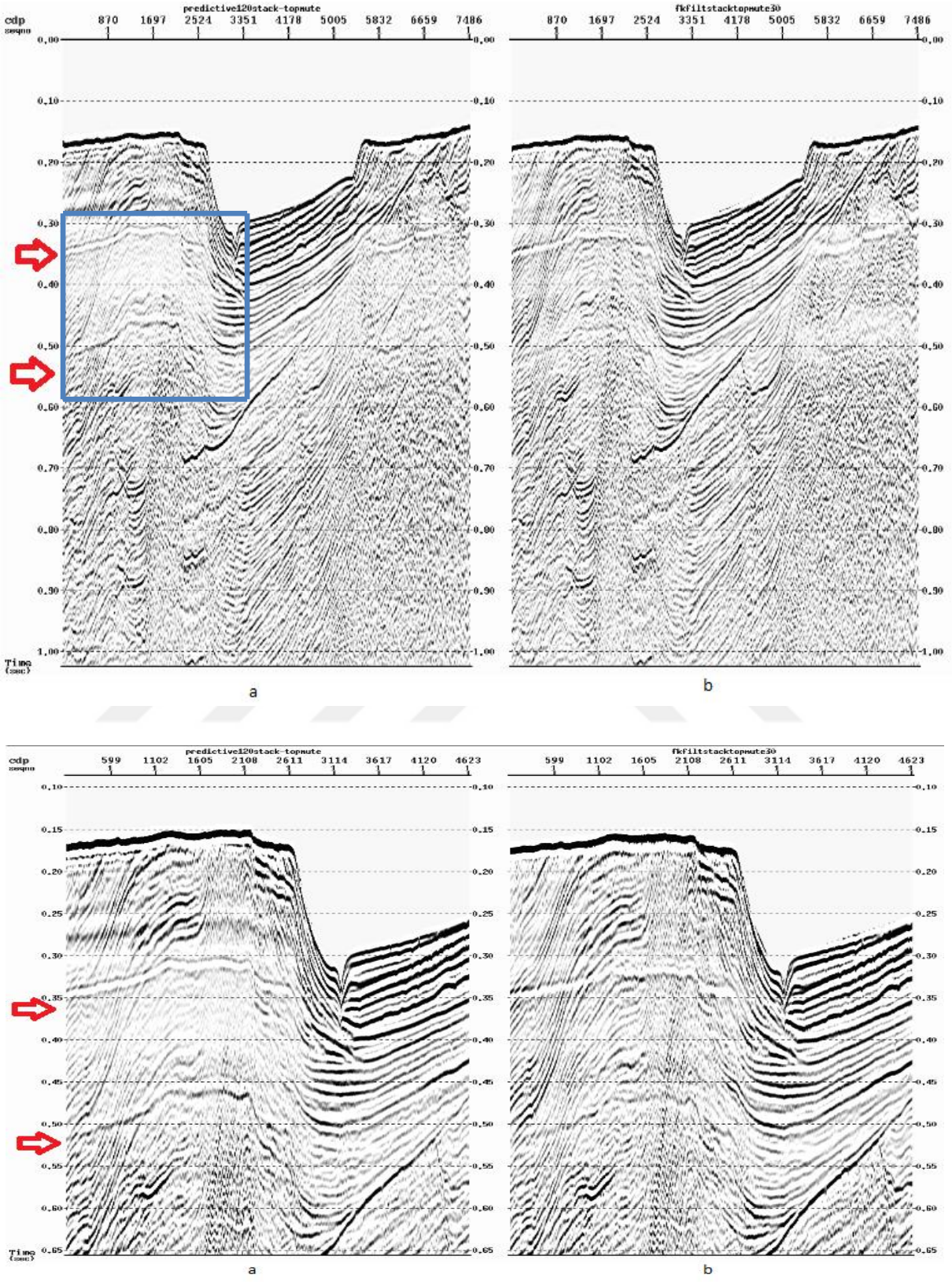
Burada kestirim dekonvolüsyonu ve f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanması sonucu elde edilen yığma kesit görüntüleri karşılaştırılmıştır. Şekil 5.4’ de atış gruplarına önkestirim dekonvolusyonu uygulanmış yığma kesiti ile CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti görüntülerinin karşılaştırılması verilmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonunun uygulanması sonucu elde edilen yığma kesit görünümünde tekrarlı yansımalar bastırılmak istenirken 0.34 sn ile 0.52 sn arasındaki bazı birincil yansımaların genlikleri de bastırılmıştır. Ancak f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanması sonucu elde edilen yığma kesitinde hem tekrarlıların yığma kesitindeki görünürlülüğü azaltılmış hem de birincil yansımaların genliklerinden kayıp yaşanmamıştır.



Şekil 5.4: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta).

5.5. KESTİRİM DEKONVOLÜSYONU İLE F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ KARŞILAŞTIRILMASI

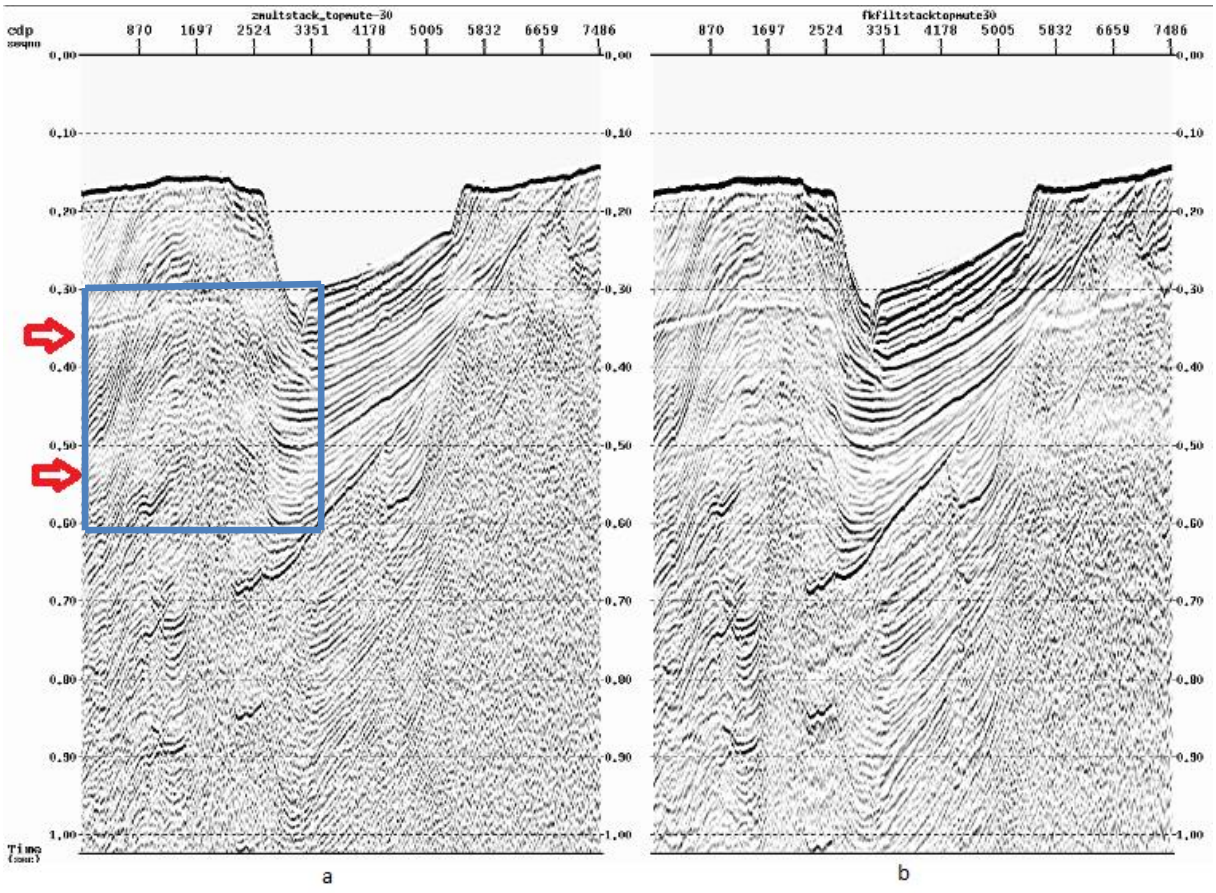
Burada atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesiti ile CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesiti karşılaştırılmıştır. Yığma kesitleri incelendiğinde atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesiti için tekrarlıların genlikleri bastırılırken birincil yansımaların genliklerinde de kayıp yaşanmıştır. Bu durumda f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitinde birincil yansıma genlikleri 0.34 ve 0.52 sn arasında kestirim dekonvolüsyonu uygulandıktan sonra elde edilen yığma kesitine göre daha belirgindir. Şekil 5.5’ de bu iki kesitin karşılaştırılması ve bu karşılaştırmanın yakın görünümü verilmektedir.



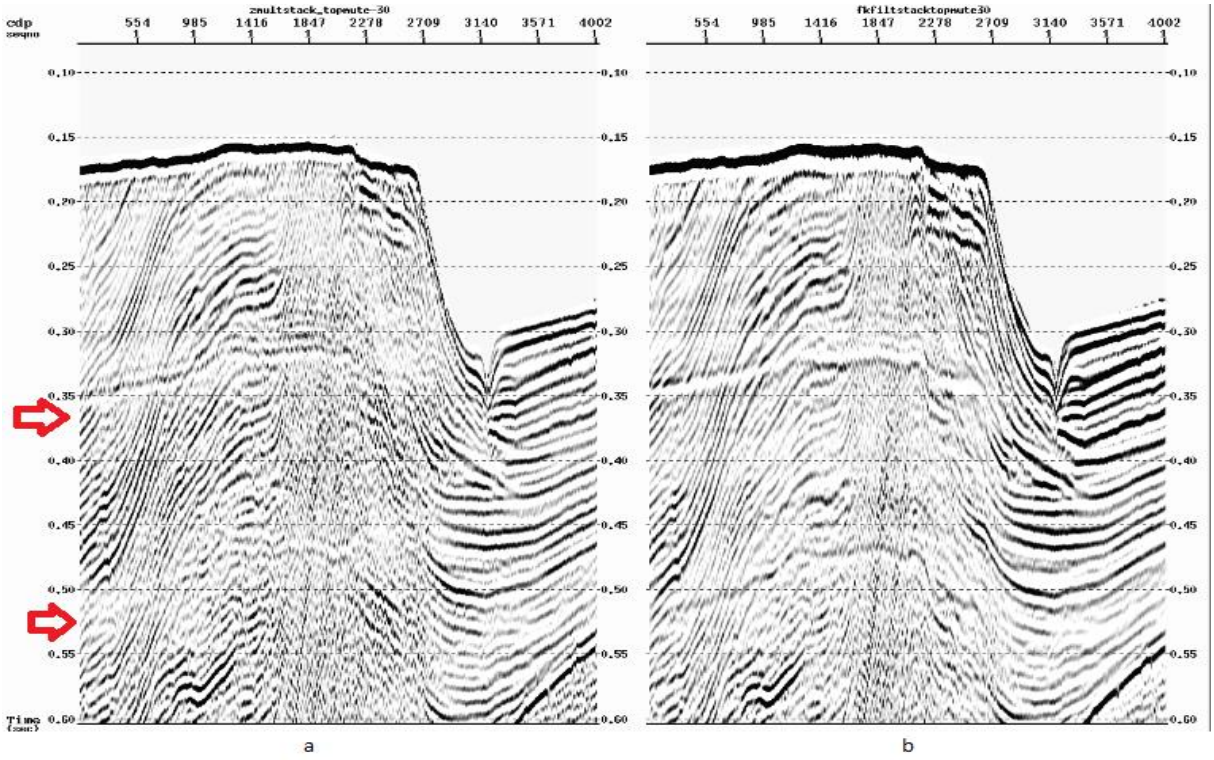
Şekil 5.5: a) atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesitinin karşılaştırılması (üstte) ve bu iki kesitin karşılaştırılmasının yakın görünümü (altta).

5.6. F-K EĞİM SÜZGECİ FKFILT MODÜLÜ İLE F-K EĞİM SÜZGECİ ZMULT MODÜLÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Burada f-k eğim süzgeci FKFILT modülü ile f-k eğim süzgeci ZMULT modülü yöntemleri uygulandıktan sonra elde edilmiş yığma kesitleri karşılaştırılmıştır. Bu yığma kesitlerine göre f-k süzgeci ZMULT modülü tekrarlı yansımaları bastırmada f-k eğim süzgeci FKFILT modülüne göre oldukça iyi sonuç vermiştir. Şekil 5.6' da ve şekil 5.7' de sırasıyla bu iki yöntem sonucu elde edilmiş yığma kesit görüntüleri ve bu yığma kesit görüntülerinin yakın görünümü verilmektedir.



Şekil 5.6: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış verinin yığma kesitinin karşılaştırılmasının görünümü.



Şekil 5.7: a) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti ile b) CDP gruplarına f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış verinin yığma kesitinin karşılaştırılmasının yakın görünümü.

Bu tez kapsamında sonuç olarak tekrarlı yansımaları bastırmada kullanılan hem f-k eğim süzgeci hem de önkestirim dekonvolüsyonu uzun veri işlem adımları gerektirmiştir. Önkestirim dekonvolüsyonunun veriye uygulanmasında deneme-yanılma yoluna göre doğru parametre seçimi (operatör uzunluğu, kestirim uzaklığı) için oldukça zaman harcanmıştır. F-K eğim süzgeci aşamasında ise, ZMULT modülü ve FKFILT modülü veri üzerine uygulanmadan önce ve veri üzerine uygulandıktan sonra gerçekleştirilen hız analizi işlemleri ve NMO düzeltmesi işlemleri veri işlem açısından uzun sürmüştür. Ancak sonuç olarak bu tez kapsamında yığma kesitleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, CDP gruplarına f-k eğim süzgeci uygulanmış yığma kesiti, atış gruplarına önkestirim dekonvolüsyonu uygulanmış yığma kesitine göre oldukça iyi sonuç vermiştir. Ayrıca F-K eğim süzgeci uygulanması sonucu elde edilen kesitler arasında karşılaştırmalar yapıldığında f-k eğim süzgeci ZMULT modülü uygulanmış yığma kesiti f-k eğim süzgeci FKFILT modülü uygulanmış yığma kesitine göre daha iyi sonuç vermiştir.

KAYNAKLAR

Yılmaz, Ö., 1987, *Seismic Data Processing*, SEG, Tulsa, OK.

Castle, RJ., 1994, *A theory of normal moveout*, Geopysics, 72, W33-W43.

Peacoc, KL. and Treitel, S, 1969, *Predictive deconvolution:Theory and practice*, Geophysics, 34, 155-196.

Taner, MT. and Koehler, F., 1969, *Velocityspektra-digital computer derivation and applications of velocityfunction*, Geophysics, 61, 891-901.

Claerbout, JF and Doherty, SM., 1972, Downward continuation of moveout-corrected seismograms, Geophysics, 37, 741-768.

Dondurur, D., 2009, *Deniz Sismiğinde Veri İşlem*, JFMO Eğitim Yayınları No:11, Ankara.

Karslı,H., 2016, *Mühendislik amaçlı problemlerin çözümünde sismik yansıma yöntemi:Veri toplama-işleme-yorumlama*, JFMO Eğitim Yayınları No:25, Ankara.

İşcan Alp ,Y., Loreto, MF ., Ocakoğlu, N., Zgur, F., 2015, *FK-filtering vs. Predictive Deconvolution in the Multiple Reflection Removal Approach, Japan Geoscience Union Meeting 24-28 May , Makuhari-Messe Japan*.

İşcan Alp, Y., Zgur, F., Loreto, MF., 2012, " *Seismotectonic Investigation of the 1905 earthquake (M 7.4) within the Gulf of Sant'Eufemia (SE TyrrhenianSea)", ISTEGE-OGS-Italy, yayınlanmamış proje raporu.*

SEG: SEAM open data, https://seg.org/News-Resources/Research-Data/Open-Data, [Ziyaret tarihi: 5 Kasım 2018].

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Selin Ceren
Doğum Yeri	Avcılar/İstanbul
Doğum Tarihi	07.11.1993
Uyruğu	✓T.C.❒ Diğer:
Telefon	05416310626
E-Posta Adresi	ceren.selin93@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeofizik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Jeofizik Mühendisliği Programı

Makale ve Bildiriler
Comparison of Methods Used For Suppression of Multiple Reflections in Multichannel Seismic Data, NTGE 2018