T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİSMİK VERİLERDE YIĞMA SONRASI MİGRASYON ÇEŞİTLERİ VE UYGULAMALARI

YUSİF RAHİMOV

DANIŞMAN
DOÇ. DR. HAKAN ALP

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

İSTANBUL-2019

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİSMİK VERİLERDE YIĞMA SONRASI MİGRASYON ÇEŞİTLERİ VE UYGULAMALARI

YUSİF RAHİMOV

DANIŞMAN
DOÇ. DR. HAKAN ALP

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 25.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeofizik Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Doç. Dr. Hakan ALP
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

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

Dr.Öğr.Üyesi Denizhan VARDAR
İstanbul Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bana göstermiş olduğu ilgisinden, desteğinden ve aktardığı bilgi ve tecrübelerinden dolayı danışman hocam Doç. Dr. Hakan ALP'e teşekkürü bir borç bilirim.

Kullanılan sismik verinin toplanmasında emeği geçen tüm MTA Sismik-1 gemi personellerine teşekkürlerimi sunar, Sismik verinin işlenmesinde kullanılan Paradigm ECHOS programını bölümümüze kazandıran Paradigm Geophysical, Houston, Texas firmasına, GMT yazarlarına teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimde gösterdikleri ilgi ve aktardıkları bilgi ve tecrübelerinden dolayı tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim boyunca gösterdikleri ilgi ve aktardıkları bilgilerinden dolayı Kocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği bölümündeki tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan, dualarını, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2019 Yusif RAHİMOV

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **i**
İÇİNDEKİLER ..... **ii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **v**
TABLO LİSTESİ ..... **ix**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **x**
ÖZET ..... **xi**
SUMMARY ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. Tez Konusunun Amacı 1
1.2. Tez Konusunun Kapsamı 2
1.3. Kullanılan Sismik Verinin Saha Parametreleri 2
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. SİSMİK VERİ İŞLEM VE ADIMLARI 3
2.1.1. Sismik Verinin Özellikleri 3
2.1.2. Veri İşlem Adımları 4
2.1.2.1. Datanın Programa Tanıtılması 4
2.1.2.2. Geometri Tanımlama 4
2.1.2.3. İz Ayıklama (Edit İşlemi) 5
2.1.2.4. Band Geçişli Süzgeç Uygulaması 5
2.1.2.5. İstenmeyen Bölgelerin Atılması (Mute İşlemi) 6
2.1.2.6. Genlik Kazancı Uygulaması (Gain İşlemi) 6
2.1.2.7. Ortak Yansıma Noktası Ortamına Geçme (Sort İşlemi) 7
2.1.2.8. Hız Analizi 8
2.1.2.9. Normal Kayma Zamanı (NMO) 8
2.1.2.10. Yığma (Stack) İşlemi 9
3. MALZEME VE YÖNTEM **11**
3.1. ZAMAN ORTAMINDA SİSMİK MİGRASYON UYGULAMASI 11
3.1.1. Migrasyon Kavramı ve Etkileri 12
3.1.2. Migrasyon Türleri 18
3.1.3. Kirchhoff Migrasyonu 20
3.1.3.1. Kirchhoff Migrasyonu Tanımı 20
3.1.3.2. Apertür Genişliği 23

3.1.3.3. Migrasyon İçin Hız Seçimi 24
3.1.3.4. Migrasyon İçin Eğim Miktarı 25
3.1.4. Sonlu Farklar Migrasyonu 25
3.1.4.1. Sonlu Farklar Migrasyonu Tanımı 25
3.1.4.2. Frekans-Uzay (Omega-x) Migrasyonu 26
3.1.4.3. Derinlik Adım Aralığı (TAU) 27
3.1.4.4. Migrasyon İçin Hız Seçimi 27
3.1.4.5. Migrasyon İçin Eğim Miktarı 28
3.1.5. Dalga Denklemi Migrasyonu (WEM) 28
3.1.5.1. Dalga Denklemi Migrasyonu Tanımı 28
3.1.5.2. Derinlik Adım Aralığı (TAU) 31
3.1.5.3. Migrasyon İçin Hız Seçimi 32
3.1.6. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu 32
3.1.6.1. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu Tanımı 32
3.1.6.2. Derinlik Adım Aralığı (TAU) 33
3.1.6.3. Migrasyon İçin Hız Seçimi 33
4. BULGULAR 34
4.1. Migrasyona Kadar Olan İşlemler 34
4.1.1. Atış Veri Grubu 34
4.1.2. Tek Kanal Yığma Kesiti Görüntüsü 35
4.1.3. Geometri Tanımlama 36
4.1.4. Edit İşlemi 37
4.1.5. Süzgeç İşlemi 39
4.1.6. Mute işlemi 41
4.1.7. Gain İşlemi 42
4.1.8. Sort İşlemi 44
4.1.9. Hız Analizi 45
4.1.10. NMO İşlemi 47
4.1.11. Yığma (Stack) İşlemi 48
4.2. Migrasyon Türleri uygulamaları 50
4.2.1. Kirchhoff Migrasyonu Uygulamaları 50
4.2.2. Sonlu Farklar Migrasyonu Uygulamaları 56
4.2.3. Dalga Denklemi Migrasyonu Uygulamaları 58
4.2.4. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu Uygulamaları 63
4.3. Migrasyon Türleri Karşılaştırma 68

4.3.1. Kirchhoff Migrasyonu 68
4.3.2. Sonlu Farklar Migrasyonu 70
4.3.3. Dalga Denklemi Migrasyonu 73
4.3.4. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu 75
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 81
KAYNAKLAR 89
ÖZGEÇMİŞ 91

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2. 1: Bir deniz çalışmasında kaynak-alıcı konumu (Selçuk, 2018).....5
Şekil 2. 2: CDP ve CMP' eğimden kaynaklı olarak birbirleri ile ilişkisi (Dondurur, 2009).....7
Şekil 2. 3: Atış gruplarından CMP gruplarına geçme işlemi (Dondurur, 2009). 8
Şekil 2. 4: CDP grubu (a) ve farklı NMO hızları. Uygun NMO hızı sonrası zamansal farktan dolayı oluşan hiperbol yatay şekle dönüşmektedir (Dondurur, 2009). 9

Şekil 3. 1: Yatay bir yansıtıcıdan yansıyan sinyalin sismik kesitteki yeri (Kurtuluş, 2010). ..12
Şekil 3. 2: Eğimli bir yansıtıcıdan yansıyan sinyalin sismik kesitteki hatalı yeri (Kurtuluş, 2010).....12
Şekil 3. 3: Eğimli tabakadan yansıyan sinyalin sismik kesitteki hatalı yerinden gerçek yerine migrasyon ettirilmesi (Kurtuluş, 2010). 13
Şekil 3. 4: Eğimli (a) ve ondülasyonlu (b) yansıtıcılar ve şematik olarak bunların yığma kesitlerindeki hatalı görünümleri (Dondurur, 2009). 13
Şekil 3. 5: Migrasyon öncesi (a) ve migrasyon sonrası (b) sismik kesit, migrasyon sonrası antiklinal yapılar daralır ve senklinal yapılar genişler (Dondurur, 2009). 14
Şekil 3. 6: Jeolojik kesitte CD arasındaki uzanan ara yüzey, sismik kesitte C'D' olarak gözükür ve migrasyon işlemi sonrası gerçek konumu olan CD ortamına taşınmış olur (Chun and Jacevitz, 1981).....15
Şekil 3. 7: Jeolojik kesitteki senklinal model ve elde edilen sismik kesitteki papyon-kravat etkisi (https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/).....16
Şekil 3. 8 : Çöküntü yapı sonrası oluşan papyon kravat etkisi (solda) ve bu etkinin migrasyon işlemi ile yok edilmesi (sağda) (https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/).....16
Şekil 3. 9: Migrasyon öncesi (solda) ve migrasyon sonrası (sağda) görünüm. Migrasyon sonrası fay sınırlarındaki saçılmalar yok edilir. Sismik kesitteki yatay olaylar migrasyondan etkilenmezler (https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/).....16
Şekil 3. 10: Yığma kesiti (solda), migrasyon sonrası saçılmalar yok edilmiş, papyon-kravat etkisi kaldırılmış, antiklinal ve senklinallerde düzelme olmuştur (ortada), Migrasyon sonrası kesit ile jeolojik kesit (sağda) birbirine benzemektedir. Ortadaki ve sağdaki görüntülerde olayların yüksekliklerinin farklı olmasının sebebi farklı ortamlarda (zaman-derinlik) olmasıdır (Sheriff, 1978).....17
Şekil 3. 11: Ortama göre uygulanabilecek migrasyon türleri (Liner, 1999). 20
Şekil 3. 12: (a) yeraltında bulunan nokta kaynak ve üstte sismik kesitteki görüntüsü, (b) birden fazla kaynağın aralıklı olarak yan yana dizilmesi ve üstte sismik kesitteki oluşturduğu yansıma hiperbolleri, (c) birden fazla kaynağın aralıksız olarak dizilmesi ve üstte yansıma hiperbolleri (kaynaklar arası mesafe olmadığından içteki saçılmalar birbirini yok etmiştir) (Dondurur, 2009).....21
Şekil 3. 13: (a) Tek bir noktadan oluşan sıfır ofset kesiti (sabit hızlı), (b) migrasyon sonucu oluşan yukarı uzanımlı yarım daire (Dondurur, 2009).....22
Şekil 3. 14: (a) Sıfır ofset kesiti ve migrasyon işlemi sonucu sonucu (B noktaları üzerindeki genlik A en üst noktasına taşınır) (b). (c) Saçılma hiperbollerindeki genliklerin apex noktasına taşınması (O noktasına) (Robinson and Çoruh, 1988). 23

Şekil 3. 15: Migrasyon işleminde kullanılan apertür tanımının görsel hali (Dondurur, 2009). 24
Şekil 3. 16: Kirchhoff'da kullanılan hızların normalden yüksek ve düşük olma durumları ve saçılma hiperbollerine etkileri, sıfır ofset kesitinin hızı 1500 m/s'dir (Dondurur, 2009). 25
Şekil 3. 17: Sonlu farklar yönteminde aşağıya uzanımla saçılma hiperbollerinin bastırılması. Üst kısımdaki rakamlar aşağıya uzanım değerini göstermektedir (Claerbout, 2001). 26
Şekil 3. 18: Derinlik adım aralığının saçılma hiperbollerinin bastırılmasındaki etkileri gösterilmemektedir. En uygun adım aralığı 40 ms olarak seçilmiştir. Sağ alt köşede ise yüksek adım aralığı sonucu oluşan sıçramalar gösterilmiştir (Dondurur, 2009). 28
Şekil 3. 19: Bir sismik izin yüzeydeki alıcılar tarafından kaydedilmesi (Sheriff, 1978). 30
Şekil 3. 20: Model (sol üst), sismik kesit (sağ üst), yarı derinliğe kadar migrasyon işlemi (sol alt) ve tüm kesite uygulanan migrasyon işlemi gösterilmektedir (Sheriff, 1978). 31

Şekil 4. 1: Sismik yansıma verisinin birinci atışına ait görüntü; bozuk izler, sıfırlama işleminin yapılacağı alanlar ve ilerleyen aşamalarda veriye filter ve gain'in gereklilikleri gözükmektedir. 34
Şekil 4. 2. Sismik yansıma verisinin tek kanal gösterimi 35
Şekil 4. 3: Statik düzeltme uygulanmamış (a) ve uygulanmış (b) sismik veri. Düzeltme sonrası deniz tabanı 11 ms yukarı taşınmıştır. 36
Şekil 4. 4: Edit işlemi uygulanacak izlerin belirlenmesi. 37
Şekil 4. 5: Edit işlemi uygulanmış izlerin genliklerinin '0' ile çarpıldıktan sonraki halleri. ...38
Şekil 4. 6: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve sonrası (b). 39
Şekil 4. 7: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki yüksek frekansa sahip düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır. 40
Şekil 4. 8: Mute işlemi uygulanmış veri. Deniz tabanının üstündeki kısımlar veriden atılmıştır. 41
Şekil 4. 9: a) Genlik kazancı öncesi ve b) sonrasını gösteren bir genlik analizi görüntüsü. 42
Şekil 4. 10: a) ham veri ve b) Gain uygulanmış bir atış görüntüsü. Derinlere doğru kaybedilen enerji geri kazanılmıştır. 43
Şekil 4. 11: Katlanma sayısının en fazla (12) olduğu CDP gösterimi. 44
Şekil 4. 12: Benzerlik fonksiyonunun oluşturulması ve hız seçimi. 45
Şekil 4. 13: Hız seçimi sonrası oluşturulan iki boyutlu hız-zaman gösterimi. 46
Şekil 4. 14: NMO öncesi (a) ve NMO sonrası (b). Hız seçimi sonrası uygulanan NMO ile zamansal gecikme etkisi ortadan kaldırılmıştır. 47
Şekil 4. 15: Sismik yığma kesiti, deniz tabanının üst kısmına mute işlemi uygulanmıştır. 48
Şekil 4. 16: Sismik yığma kesiti (Verinin 2.5 sn'den sonraki kısmı atılmıştır). 49
Şekil 4. 17: Stack kesiti (a) ve 30 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b). 50
Şekil 4. 18: Stack kesiti (a) ve 50 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b). 51
Şekil 4. 19: Stack kesiti (solda) ve 65 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (sağda)...51
Şekil 4. 20: Stack kesiti (solda) ve 85 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (sağda)...51
Şekil 4. 21: Kirchhoff'da yakınlaştırılmış alanların yerleri. 52
Şekil 4. 22: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir. 53

Şekil 4. 23: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.....54
Şekil 4. 24: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki yeşil kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.....55
Şekil 4. 25: Stack kesiti (a) ve 65 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b). 56
Şekil 4. 26: Stack kesiti (a) ve 80 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b). 57
Şekil 4. 27: Stack kesiti (a) ve 90 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b). 57
Şekil 4. 28: Sonlu Farklar'da yakınlaştırılmış alanların yerleri.....57
Şekil 4. 29: 65 (a), 80 (b) ve 90 (c) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.28'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.....58
Şekil 4. 30: 65 (a), 80 (b) ve 90 (c) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.28'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir. 58
Şekil 4. 31: Stack kesiti (a) ve 15 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).59
Şekil 4. 32: Stack kesiti (a) ve 30 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).59
Şekil 4. 33: Stack kesiti (a) ve 50 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).59
Şekil 4. 34: Stack kesiti (a) ve 80 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).60
Şekil 4. 35: Dalga Denklemi'nde yakınlaştırılmış alanların yerleri. 60
Şekil 4. 36: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.35'teki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir. 61
Şekil 4. 37: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.35'teki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir. 62
Şekil 4. 38: Stack kesiti (a) ve 15 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).63
Şekil 4. 39: Stack kesiti (a) ve 30 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).64
Şekil 4. 40: Stack kesiti (a) ve 50 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).64
Şekil 4. 41: Stack kesiti (a) ve 80 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).64
Şekil 4. 42: Yığma Sonrası Zaman'da yakınlaştırılmış alanların yerleri. 65
Şekil 4. 43: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.42'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir. 66
Şekil 4. 44: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.42'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir. 67
Şekil 4. 45: 85 derece eğimle uygulanmış Kirchhoff migrasyonu. 68
Şekil 4. 46: 85 derece eğimle uygulanmış Kirchhoff migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 68
Şekil 4. 47: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 85 derece eğimli Kirchhoff migrasyonu. 69

Şekil 4. 48: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 85 derece eğimli Kirchhoff migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 69
Şekil 4. 49: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır. 70
Şekil 4. 50: 65 derece eğimle uygulanmış Sonlu Farklar migrasyonu.....70
Şekil 4. 51: 65 derece eğimle uygulanmış Sonlu Farklar migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 71
Şekil 4. 52: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 65 derece eğimli Sonlu Farklar migrasyonu. 71
Şekil 4. 53: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 65 derece eğimli Sonlu Farklar migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.....72
Şekil 4. 54: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır. 72
Şekil 4. 55: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Dalga Denklemi migrasyonu. 73
Şekil 4. 56: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Dalga Denklemi migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 73
Şekil 4. 57: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Dalga Denklemi migrasyonu. 74
Şekil 4. 58: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Dalga Denklemi migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.....74
Şekil 4. 59: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır. 75
Şekil 4. 60: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Yığma Sonrası Zaman migrasyonu..75
Şekil 4. 61: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Yığma Sonrası Zaman migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 76
Şekil 4. 62: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Yığma Sonrası Zaman migrasyonu.....76
Şekil 4. 63: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Yığma Sonrası Zaman migrasyonunun spektral analiz görüntüsü. 77
Şekil 4. 64: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır. 77
Şekil 4. 65: Migrasyon karşılaştırmalarındaki yakınlaştırılmış alanların yerleri. 78
Şekil 4. 66: Dalga Denklemi (a), Kirchhoff (b), Yığma Sonrası Zaman (c) ve Sonlu Farklar (d) migrasyonları (Şekil 4.49'daki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır)....79
Şekil 4. 67: Dalga Denklemi (a), Kirchhoff (b), Yığma Sonrası Zaman (c) ve Sonlu Farklar (d) migrasyonları (Şekil 4.49'daki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). 80

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. 1: Kullanılan sismik verinin saha parametreleri. 2
Tablo 3. 1: Migrasyon türleri ve özellikleri (https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/). 19
Tablo 3. 2: Farklı migrasyon türleri ve kullandıkları yöntem ile bulundukları ortam (Dondurur, 2009). 20

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler Açıklama

Z : Derinlik

Ms : Milisaniye

Km : Kilometre

Sn : Saniye

T : Zaman

Hz : Hertz

X : Orta nokta koordinatı

V : Sismik dalga yayınım hızı

N : Yığmaya giren iz sayısı

S : Sinyal

G : Gürültü

Kısaltmalar Açıklama

MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

İÜC : İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

CDP : Common Depth Point (Ortak Derinlik Noktası)

CMP : Common Mid Point (Ortak Orta Noktası)

NMO : Normal Moveout (NKZ, Normal Kayma Zamanı)

RMS : Root Mean Square (Karekök Ortalama)

S/G : Sinyal-Gürültü Oranı

ÖZET

YÜKSEK LİSAN TEZİ

SİSMİK VERİLERDE YIĞMA SONRASI MİGRASYON ÇEŞİTLERİ VE UYGULAMALARI

Yusif RAHİMOV

İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ALP

Bu çalışmada çok kanallı sismik yansıma verisine rutin yapılan veri işlem adımları uygulanmasından sonra elde edilen yığma verisine çeşitli migrasyon teknikleri uygulanmış ve bu migrasyon türlerinin kendi içlerinde ve birbirleriyle karşılaştırması sonrası bu tekniklerin artı ve eksi yönleri analiz edilmiştir. Uygulanmış migrasyon türleri Kirchhoff migrasyonu, Sonlu Farklar migrasyonu, Dalga Denklemi migrasyonu ve Yığma Sonrası Zaman migrasyonlarıdır.

Veri işlem adımları İstanbul Universitesi – Cerrahpaşa Jeofizik Mühendisliği Sismik Veri İşlem Laboratuvarında Paradigm ECHOS programı kullanılarak uygulanmıştır.

Sismik migrasyon işlemi, sismik yığma kesitindeki eğimli yansımaları doğru yerlerine taşıyan ve fay sınırlarında oluşan saçınma enerjilerini ortadan kaldırmaya yarayan dalga denklemli bir veri-işlem aşamasıdır. Bu işlemin amacı sismik yığma kesitini gerçek kesite yani jeolojik kesite benzer duruma getirmektir. Yığma kesitinde bulunan ve jeoloji ile örtüşmeyen olayları jeolojik kesite benzetilmeye çalışılır. Yığma kesiti ile jeolojik kesitin birbirine benzememesinin sebebi

yeraltı ortamının eğimli olmasıdır. Migrasyona kadar olan işlemlerde yeraltı ortamı düzmüş gibi kabul edilir ve yansıma noktaları da atış-alıcı arasının tam ortasından yansıyormuş gibi işlemlere tabi tutulur. Migrasyon bu eğimli olayları gerçek yerlerine taşımakta ve eğimden dolayı oluşan bazı etkileri de kesitten atmaktadır. Bunlar yığma kesitinde bulunan papyon-kravat etkileri, antiklinal ve senklinaller, eğimli olayların yerleri ve boyutlarıdır. Migrasyon işlemi sonrası yığma kesitinde bulunan ve senklinallerden dolayı oluşan papyon kravat etkileri yok edilmeye çalışılmakta, Antiklinal gibi olaylar daralırken senklinal gibi olaylar ise genişlemekte ve yığma kesitinde bulunan yapıların eğim dereceleri migrasyon işlemi sonrasında artmaktadır. Bu etkilerin giderilmesinin başarısı migrasyon işlemi esnasında kullanılan parametrelere bağlıdır.

Yığma işleminden sonra migrasyon işlemine geçilmiş ve dört migrasyon türü uygulanmıştır. İlk önce bu migrasyon türleri kendi içlerinde parametre değişiklikleri yapılarak migrasyonun kesit üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Daha sonra her migrasyon türü için en başarılı parametre kullanılarak migrasyon kesitleri birbirleri ile karşılaştırılmış ve yığma kesitindeki olayları jeolojik ortama benzetme başarısına bakılmıştır.

Haziran 2019, 91 sayfa.

Anahtar kelimeler: Sismik veri-işlem, Kirchhoff, sonlu farklar, dalga denklemi, yığma sonrası zaman migrasyonu.

SUMMARY

M.Sc. THESİS

APPLICATIONS OF POST-STACK MIGRATION TYPES IN SEISMIC DATA

Istanbul University – Cerrahpaşa

Department of Geophysical Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hakan ALP

In this study, various migration techniques were applied to the data obtained after routine data processing steps were applied to multichannel seismic reflection data and the positive and negative aspects of these techniques were analyzed after comparison of these migration types within and between each other. The applied migration types are Kirchhoff migration, Finite Difference Migration, Wave Equation Migration and Poststorage Time Migrations.

Data processing steps Istanbul University - Cerrahpasa Geophysical Engineering The seismic data processing laboratory was implemented using the Paradigm ECHOS program.

The seismic migration process is a data-processing stage with a wave equation that carries the sloping reflections in the seismic section and eliminates the energies of scattering at fault boundaries. The aim of this process is to make the seismic stack section similar to the geological section. It is tried to simulate the geological cross-section in the mound section. The reason that the geological section is not similar to each other is that the underground environment is inclined. In operations up to migration, the underground environment is considered to be flat, and reflection points are treated as if they were reflected from the center of the shot-receiver. Migration carries these inclined events to their real places and discards some of the effects caused by the slope. These are the effects of bow tie-tie, anticline and synclinals, and the location and size of inclined events. After the migration process, it is tried to eliminate the effects of bow tie ties that occur due to synclinals, while events such as anticline are narrowed and events such as syncline are widening and the slope of the structures located in the mound section increases after migration process. The success of removing these effects depends on the parameters used during the migration process.

After the stack process, migration process was started and four types of migration were applied. Firstly, the effect of migration on the cross-section was investigated by making parameter changes within these migration types. Then, using the most successful parameter for each type of migration, the cross-sections were compared with each other, and the success in the mound was compared to the geological environment.

June 2019, 91 pages.

Key words: Seismic data processing, Kirchhoff, finite difference, wave equation, time migration after stack.

1. GİRİŞ

Yansıma sismiğinde yansıtıcı yüzeyin düz olması durumunda yansıma noktası atış-alıcı uzaklığının tam ortası olarak kabul edilmektedir. Eğimli yansıtıcı yüzeylerden gelen sismik yansıma izlerinin oluşturdukları sismik kesitlerde ise gözlenen yapılar gerçek yerlerinden (atış-alıcı orta noktası) kaymalar göstermektedir. Sismik migrasyon, kesitteki eğimli yansımaları gerçek yerlerine taşıyan ve saçınma enerjisini yok eden dalga denklemi kuramlı bir işlemdir. Migrasyonda asıl amaç atış gruplarında elde edilen sismik kesiti eğimli yüzeyleri de dikkate alarak gerçek yeraltı görüntüsünü ortaya çıkarmaktır. Migrasyon zaman ortamında veya derinlik ortamında elde edilir. Hız bilgisinin yeterli doğrulukta olması durumunda derinlik migrasyonu daha kesin neticeyle yeraltı görüntülemesi sağlanmaktadır. Fakat genel anlamda yanal ve düşey yönde hız bilgisi yeterli doğrulukta olmamasından kaynaklı zaman migrasyonu çoğunlukla tercih edilir. Temel olarak, amaç ve gereksinimlere göre geliştirilmiş farkı tip migrasyon türleri mevcuttur. Yapısal olarak karmaşık alanlarda yığma öncesi migrasyon tercih edilirken yanal hız değişimlerinin bulunduğu bölgelerde yığma sonrası zaman ve derinlik migrasyonları kullanılır. Farklı migrasyon algoritmaları ile ilişkili olarak farklı türden migrasyon uygulamaları bulunmaktadır. RMS hızlarını kullanan ve tabaka sınırlarında ışın bükülmesini dikkate almayan zaman migrasyonu iken, ara hızları kullanan ve ışın bükülmelerini dikkate alan derinlik migrasyonudur.

1.1.TEZ KONUSUNUN AMACI

Bu tez çalışmasında Dalga denklemi (WEM), Kirchhoff, Yığma sonrası zaman migrasyonu ve Sonlu farklar migrasyon yöntemleri kullanılmıştır. Kendine özgü avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak bu migrasyon yöntemleri, atış grupları halinde toplanmış ham sismik veriden rutin sismik veri işlem adımları uygulanarak elde edilecek zaman yığma kesiti üzerinde denenerek en iyi sonuç elde edebilmek adına çeşitli parametrelerin uygulanması ve karşılaştırılması sağlanmıştır.

1.2.TEZ KONUSUNUN KAPSAMI

Migrasyon işlemi, bilgisayarlar veri işlemde kullanılmadan önce, yarı daire toplama yöntemi ile grafik olarak yapılmaktaydı. İlerleyen yıllarda saçılma toplama yöntemi geliştirilmiş ve eğriselliği ortam hızı tarafından kontrol edilen saçılma hiperbolü boyunca sismik genlikleri toplayarak migrasyon işlemi yapılmaktaydı. Daha sonraları bu yöntemi temel alarak Kirchhoff yöntemi olarak geliştirilmiştir (Schneider, 1978). Ayrıca yığma kesitinin yukarı doğru hareket eden bir sıfır ofset dalga alanı olaraktan modellenebileceği fikrine dayanan sonlu farklar yöntemi izlemiştir. Bu yöntemle migrasyon işlemi bir tür aşağıya uzanım yöntemiyle yapılır ve işlem sonlu farklar yaklaşımıyla gerçekleştirilir. Bu temel yöntemler de kendi içerisinde yine faklı türlere ayrılabilmektedir.

1.3.KULLANILAN SİSMİK VERİNİN SAHA PARAMETRELERİ

Çalışmada kullanılan sismik veri için saha parametreleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1. 1: Kullanılan sismik verinin saha parametreleri.

KAYNAK TİPİ	AIRGUN (HAVA TABANCASI)
KANAL (ALICI) SAYISI	96
ATIŞ ARALIĞI	50 m
ALICI (HİDROFON) ARALIĞI	12.5 m
OFSET	237.5 m
KAYIT UZUNLUĞU	5120 ms
ÖRNEKLEME ARALIĞI	2 ms
KATLAMA SAYISI (FOLD)	12
NYQUİST FREKANSI	250 Hz

2. GENEL KISIMLAR

2.1.SİSMİK VERİ İŞLEM VE ADIMLARI

Sismik yansıma yöntemi hidrokarbon türevleri olan petrol ve doğalgaz aramalarında kullanılan en temel yöntemlerden biridir. Bir sismik yansıma çalışması üç evreden oluşur: arazide veri toplama, veri-işlem ve işlenmiş verilerin yorumlanması. Arazide elde edilen sismik veriler yorumlanabilmeleri için bazı işlemlerden geçirilirler. Bu işlemler bütününe VERİ-İŞLEM denmektedir. Bir sismik yorumcunun daha kolay ve güvenilir bir sonuca gidebilmesi, toplanan verinin ve veri işlemin kalitesi ile doğru orantılıdır. Arazide elde edilen sismik verinin S/G oranının yüksekliği ve veri işlem adımlarının doğru bir şekilde uygulanması, sismik yorumcunun varacağı sonucu doğrudan etkilemektedir.

2.1.1. Sismik Verinin Özellikleri

Çalışmada kullanılan sismik veri için daha önceden belirlenen saha parametreleri: sismik verinin toplanması için kullanılan kaynak 1380 psi değerine sahip hava tabancalarından oluşmaktadır. Her atışta kullanılan kanal sayısı 96 olmakla beraber, bu kayıtçılar arası mesafe 12.5 m'dir. Elde edilen veride 280 atış bulunmakta ve her atış arası mesafe 50 m olacak şekilde patlatma mesafeleri ayarlanmıştır. Birinci kayıtçı ile atış arası mesafe (yakın ofset) 237.5 m'dir. Her atışta yeraltını dinleme süresi (kayıt süresi) 5120 ms olarak seçilmiş ve örnekleme aralığı 2ms olarak ayarlanmıştır.
Nyquist frekansı (fN);

$$fN = 1/(2*\text{Örnekleme Aralığı}) \quad (2.1)$$

Bu örnekleme aralığından hareketle verilerin Nyquist frekansı 250 Hz. olarak hesaplanabilir (Tablo 1.1).

Eldeki bu değerlerden hareketle katlanma sayısı (fold);

$$\text{Katlanma Sayısı (k)} = (\text{Alıcı Aralığı}*\text{Kanal Sayısı}) / (2*\text{Atış Aralığı}) \quad (2.2)$$

Gereken parametreler yerine konur ve cebirsel işlemler yapılırsa, katlanma sayısı 12 olarak hesaplanmış olur.

İşlem yapılan hat boyunca taranan alanın toplam uzunluğu 15.375 km'dir.

2.1.2. Veri İşlem Adımları

Sismik yansıma verisine uygulanan veri-işlem adımları sırasıyla;

- Datayı programa tanıtma
- Geometri tanımlama
- İz ayıklama (edit)
- Süzgeç uygulaması (filter)
- Sıfırlama (mute)
- Genlik kazanç uygulaması (gain)
- Ortak Derinlik Noktası Ortamına Geçme (Sort)
- Hız analizi
- Yığma (stack) işlemi
- Zaman ortamında sismik migrasyon uygulaması

2.1.2.1.Datanın Programa Tanıtılması

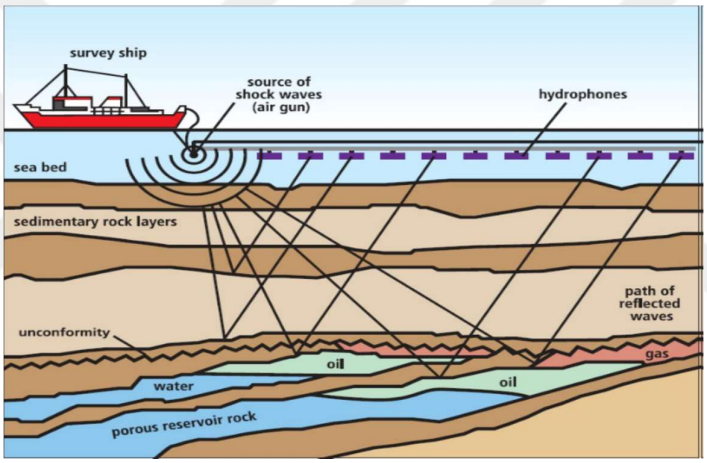
SEG-Y formatında temin edilen işlenmemiş çok kanallı atış verisi öncelikle Echos yazılımının dahili formatı olan VDS (vector data storage) formatına dönüştürülmüştür. Veri programa GIN komutu yardımıyla girildikten sonra HEADPUT komutuyla da ffid (atış numarası) ortamından atış ortamına geçirilmiştir. Bu aşamada atış görüntüsüne bakılarak veri için genel analiz yapılır. Verinin her atış görüntüsündeki izlerin sağlıklı olması, eğer bozuk iz varsa bunların periyodik olup olmadığı, verinin kalitesinin nasıl olduğu, s/g oranının yüksekliği, gürültülerin hangi frekans bandında ağırlıklı olduğu, verinin iç kısımlarında bozuklukların olup olmadığı ve bu bozuklukların nasıl giderilmesi gerektiği gibi sonuçlara varılabilir.

2.1.2.2.Geometri Tanımlama

Bu ilk ve en önemli aşamada, sismik veri elde edilirken kullanılan kaynakların ve alıcıların gerçek koordinatları programa tanımlanır. Tablo 1.1'deki saha parametreleri Paradigm ECHOS programına MARINE komutuyla girilir ve kaynak ve alıcıların konumları gerçek yerlerine taşınmış olur. Bu işlemin doğruluğu sonraki veri-işlem adımlarından biri olan Sort işleminde fold'un hesaplandığı gibi çıkmasına ve aynı noktadan yansıyan izlerin doğru şekilde toplanmasını sağlamaktadır.

Bu aşamada bir diğer işlem ise statik düzeltmedir. Statik düzeltmenin amacı kaynak ve alıcının aynı yüksekliğe (datuma) getirilmesi amaçlanır. Deniz çalışmalarında kaynak ve alıcılar denizin yüzeyinden birkaç metre aşağıda sabit tutulmaya çalışılır (Şekil 2.1). Bunun amacı denizdeki dalga etkisinin sismik veriye girmesine engel olmaktır. Denizin seviyesinin altındaki kaynak ve

alıcıların derinlikleri de birbirinden farklı olarak seçilir. Kaynaktan çıkan dalga deniz yüzeyinden yansıyarak alıcılara gelebilmektedir. Bu şekilde deniz yüzeyinden yansıyarak alıcılara gelen sinyallere hayalet (ghost) yansımaları adı verilir. Kaynak ve alıcıların farklı derinliklerde tutulmasının sebebi, ghost yansımaları veriye girerken toplanarak yüksek genlik oluşturmasına engel olmaktır. Kaynak ve alıcı derinlikleri farklı olduğu için zamansal farktan dolayı ghost yansımaları farklı zamanlarda sismik veriye karışacağı için yüksek genlikli olarak veriyi bozamayacaktır. Kaynak ve alıcı deniz seviyesinin altında ve farklı derinliklerde sabit tutularak ölçüm alındıktan sonra bunların hepsinin datuma taşınması gerekmektedir. Bu taşımanın yapılabilmesi için kaynak ve alıcı kablo (streamer) derinliği ile dalganın sudaki ilerleme hızının bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 2. 1: Bir deniz çalışmasında kaynak-alıcı konumu (Selçuk, 2018).

2.1.2.3.İz Ayıklama (Edit İşlemi)

Ölçüm esnasında çevresel etkiler veya sistemsel (hidrofon) arızalar sebebiyle bazı sismik izler bozuk olabilir. Veri-işlemdeki öncelik verinin tüm kısmının son aşamaya kadar elde tutulmasıdır. Fakat bazı zamanlarda sismik izler kullanılamayacak kadar bozuk olabilmekte ve bozuk izler veride görüntü kirliliği getirerek s/g oranını da düşürmektedir.

Bu izlerin veriden atılmasında iki yol izlenebilir. Bunlar OMIT ve KILL işlemleridir. OMIT işlemi ayıklanması gereken izin bulunduğu kanalı silmekte ve kanal sayısı düşmektedir. Bu işlem genelde tercih edilmez. İkinci yol olan KILL işleminde ise bozuk olan izinin genliği sıfırla çarpılmakta ve verinin kanal sayısında hiçbir değişiklik yaşanmamaktadır.

2.1.2.4.Band Geçişli Süzgeç Uygulaması

Sismik veri kaydedilirken yeraltından gelen istenen bilgilerin dışında istenmeyen bilgiler de veriye karışmaktadır. Bu istenmeyen bilgiler ‘gürültü’ olarak tanımlanır (Üge, 2017). Bir sismik verisinin içinde doğrudan gelen sinyaller, yansıma sinyalleri, kırılarak gelen sinyaller,

yüzey dalgaları sinyalleri, tekrarlı yansıyan sinyaller, ölçüm alan geminin motorundan gelen sinyaller ve çevresel gürültüler olarak sıralanabilir. Yeraltından gelen yansıma sinyalleri belli bir frekans bandı aralığında bulundukları için süzgeç işlemi uygulandığı zaman bu frekans bandı dışında kalan kısım atılırsa istenmeyen bilgilerin çoğu veriden atılmış olacaktır.

Süzgeç işleminin uygulanmasında farklı tipler mevcuttur. Bunlar alçak geçişli süzgeçler, yüksek geçişli süzgeçler, bant geçişli süzgeçler ve bant durdurucu süzgeçler olarak gösterilebilir. Alçak geçişli süzgeç işleminde frekans aralığı sıfır frekansından seçilen kesme frekansına kadar olan kısımları birim ile çarpar, diğer frekanslardaki olaylara karşılık gelen genlikleri sıfır ile çarparak veriden atmış olur. Yüksek geçişli süzgeç işleminde belirlenen kesme frekansının üzerindeki alanlara karşılık gelen genlikler değiştirilmez, kesme frekansının altındaki olaylar ise sıfırlanarak veriden atılır. Bant geçişli süzgeçte iki kesme frekansı belirlenir. Bu kesme frekansı aralığındaki alan birim ile çarpılırken, diğer alanlar ise veriden sıfırlanarak atılmış olur. Bant durdurucu süzgeç işleminde seçilen kesme frekansları arasındaki alanlara karşılık gelen genlikler sıfır ile çarpılarak veriden atılır, diğer olaylar ise değiştirilmez.

2.1.2.5.İstenmeyen Bölgelerin Atılması (Mute İşlemi)

Sismik verilerde bulunan ve deniz tabanını belirleyen birincil yansımalar dışında kırılma dalgaları, doğrudan gelen dalgalar ve çevresel etkiler gibi yansıma çalışmalarında gürültü diye nitelendirilen olayların sismik kesitte bulunduğu alanlar veriden silinip atılırlar. Bazı farklı tür mute işlemleri vardır. Bunlar üst kısımların atılması, alt kısımların atılması, iç kısımların atılması ve NMO gerilme alanının atılması olarak sıralanabilir (Dondurur, 2009).

2.1.2.6.Genlik Kazancı Uygulaması (Gain İşlemi)

Sismik dalganın enerjisi kaynaktan çıktıktan sonra küresel bir şekilde hareket eder. Dalganın hareket mesafesi (r) arttıkça enerjisi de bir o kadar azalmaktadır. Yani dalga enerjisi r ile ters orantılıdır. Dalganın enerjisi ile genliği arasında doğrusal bir ilişki vardır. Uzak mesafelere gittikçe enerji azaldığı için genlik de azalacaktır. Genliği etkileyen faktörlere; tekrarlı yansımalar, saçılma, soğurma, sınırda enerji paylaşımı ve kaynak şiddeti örnek gösterilebilir.

Genlik kaybını engelleyip, azalan enerjiyi geri kazanmak için küresel genlik kazancının uygulanması gerekmektedir (Yılmaz, 1987). Bu işlemin yapılabilmesi için atış görüntüleri analiz edilerek derinlere doğru genlik kaybının ne seviyede olduğu ve zaman aralığına göre gain parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir.

2.1.2.7.Ortak Yansıma Noktası Ortamına Geçme (Sort İşlemi)

Sismik verilerin gösterimi ve analizleri için atış düzeninden ortak yansıma düzenine geçme işlemidir. Yansıma izlerinin atış alıcı aralığının tam ortasına atanır ve aynı noktadan yansıyan izler toplanır. Toplama işleminden sonra sismik verinin s/g oranı da artmış olur (Üge, 2017). Bu artışın anlamı, bir noktadan birden fazla iz ile bilgi alınmış olması, yeraltından gelen istenen bilgilerin toplanarak çözünürlüğünün artması ve istenmeyen kısımların ise bastırılmasıdır.

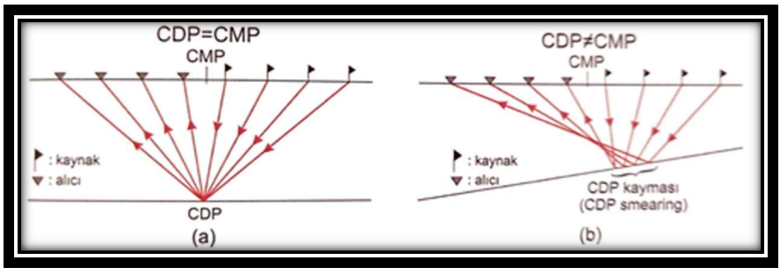
Orta yansıma noktası (CMP) topluluğu bazı durumlarda ortak derinlik noktasına (CDP) eşit olur. CDP'nin CMP'ye eşit olabilmesi için yeraltı ortamı eğimli olmayıp yatay olmalı ve tabakaların yanal hız değişimi olmamalıdır (Şekil 2.2).

Aynı noktadan toplanan izlerin en fazla olduğu değer 'katlanma sayısı' veya 'fold' değerini verir. Katlanma sayısının matematiksel olarak gösterimi bağıntı 2.3'te verilmiştir.

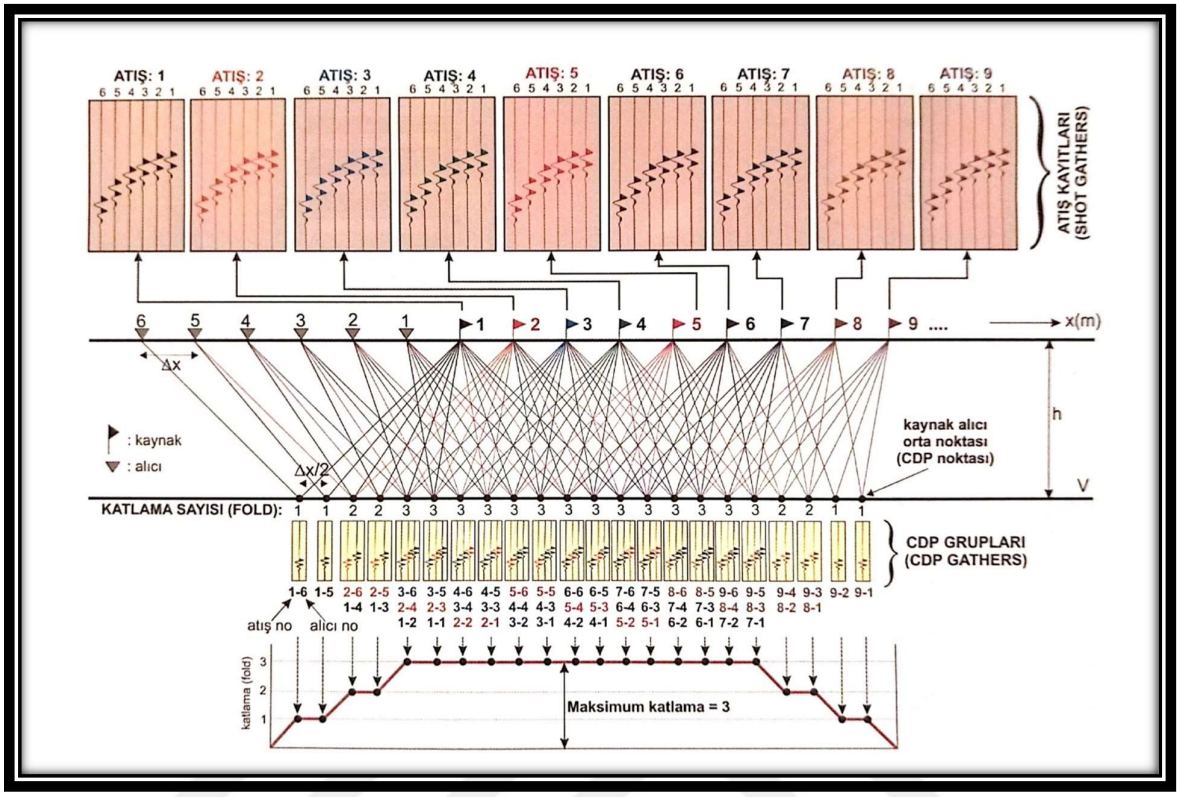
Katlanma sayısının hesaplanabilmesi için alıcı aralığının, kanal sayısının ve atış aralığının biliniyor olması gerekmektedir. İstenen bu bilgiler Tablo 1.1'de gösterilmiştir. Eldeki bu değerler ışığında katlanma sayısı;

$$\text{Katlanma Sayısı (k)} = (\text{Alıcı Aralığı} * \text{Kanal Sayısı}) / (2 * \text{Atış Aralığı}) \qquad (2.3)$$

Bu çalışmada veriye ait katlanma sayısı 12 olarak hesaplanmıştır. Fold değeri sismik hattın ilk atış ve son atış konumlarının olduğu yerlerde en az olmakla beraber, atış konumlarının orta kısmında en fazla değere ulaşmaktadır (Şekil 2.3). Katlanma sayısı ile veri kalitesi arasındaki ilişki $\sqrt{Katlanma\ Sayısı}$ gibi verilmektedir (Yılmaz, 1987). Bu ilişkiden hareketle CMP işleminden sonra veri kalitesi $\sqrt{12}$ = 3.46 kat artmıştır.



Şekil 2. 2: CDP ve CMP' eğimden kaynaklı olarak birbirleri ile ilişkisi (Dondurur, 2009).



Şekil 2. 3: Atış gruplarından CMP gruplarına geçme işlemi (Dondurur, 2009).

2.1.2.8.Hız Analizi

Tabaka ara yüzeylerinden yansımaların alınabilmesi için ortamların akustik empedanslarının farklı olması gerekmektedir. Akustik empedans; hız ve yoğunluğun çarpımına eşittir. Kayaçlardaki yoğunluk değişimi çok az olduğundan sismik dalga hızı sismik yöntemin ana parametresi olarak kabul edilir. Sismik dalgaların hız bilgisi eğim, derinlik ve tabaka ara yüzeylerinin belirlenmesinde ana parametredir (Dondurur, 2009). Bu nedenle hız bilgisinin doğruluğu sonraki işlemler olan yığma ve migrasyon işlemini doğrudan etkilemekte, dolayısıyla jeolojik ve stratigrafik yorumlarda önem arz etmektedir.

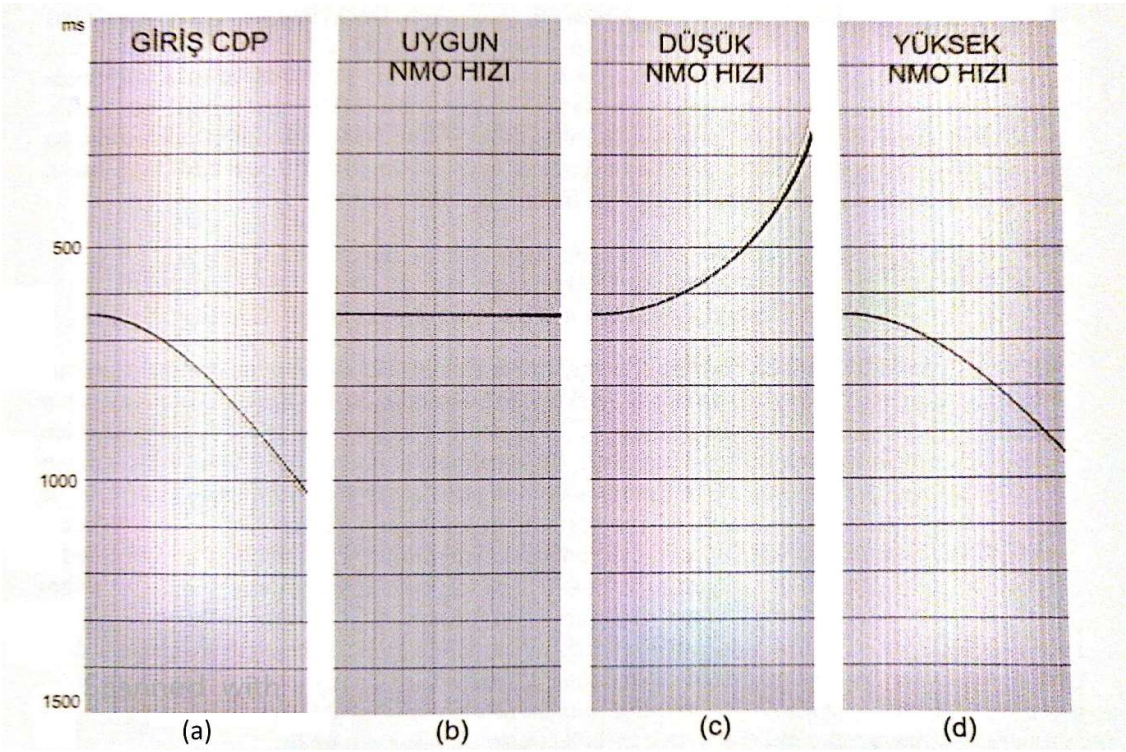
Yeraltı ortamı heterojen bir yapıya sahip olduğu için hızlar yanal ve düşey yönde değişiklik gösterir. Sismik dalga hızı derinlikle ve artan basınçla artar. Dalga hızının derinlikle artmasının sebebi artan basınçla kayaç boşluklarının kapanmasıdır.

2.1.2.9.Normal Kayma Zamanı (NMO)

Herhangi bir atış noktasından yakın olan alıcılara sinyal erken, uzakta olan alıcılara ise sinyal geç gitmektedir. İki alıcı arasındaki varış zamanları farkına Normal Kayma Zamanı (NMO) adı verilmektedir (Dondurur, 2009). NMO her alıcı için farklı değere sahip olmakla beraber, her bir alıcıdaki yansıma zamanının t(0) zamanından olan farka eşittir (2.4). NMO düzeltmesi için hız analizinden elde edilen hızlar kullanılarak, zamansal farktan dolayı oluşan hiperboller yatay

hale getirilir (Şekil 2.4). NMO düzeltmesinin doğru çalışabilmesi için her bir sinyalin kendi hızına sahip olması gerekmektedir.

$$t^2\Delta t = t_x - t_0 = \frac{x^2}{2t_0 V_{Stack}^2} \tag{2.4}$$



Şekil 2. 4: CDP grubu (a) ve farklı NMO hızları. Uygun NMO hızı sonrası zamansal farktan dolayı oluşan hiperbol yatay şekle dönüşmektedir (Dondurur, 2009).

2.1.2.10. Yığma (Stack) İşlemi

Hız analizi sonrası elde edilen hızlar ile NMO işlemi uygulandıktan sonra CDP gruplarındaki birincil yansıma hiperboller yatay hale gelmiş olur. Yığma işleminde her CDP noktasından gelen bütün izler toplanır ve her derinlik noktasına ait tek bir iz elde edilmiş olur (Dondurur, 2009). Stack kesitinde görülen izler gerçekte aynı derinlik noktasına ait tüm izlerin toplamıdır. Genel olarak klasik yığma işlemi (2.5) bağıntısı ile gösterilmektedir.

$$y_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} S_i \tag{2.5}$$

Bu bağıntıda gösterilen parametreler;

- ✓ N – yığmaya giren iz sayısı
- ✓ S_i – NMO düzeltmesi uygulanmış verideki genlik değeri olarak tanımlanırlar.

Yığma işleminin sismik veriye etkileri;

- ✓ Sismik verinin kalitesini artırır.
- ✓ S/G oranı $\sqrt{\text{İz } Sayısı}$ kat değerinde iyileşir.
- ✓ NMO sonrası hiperboller yatay hale getirilir.
- ✓ Aynı faza sahip sinyaller toplanarak verideki baskınlığını artırırlar (sinyalin izden ize aynı faza sahip olması).
- ✓ Farklı fazlara sahip gürültüler birbirlerini sönümleyecektir (gelişigüzel gürültülerin farklı fazlarda olması).
- ✓ Tekrarlı yansımaların fazları izden ize değişiklik gösterdiği için, yığma sonrası tekrarlı yansımalar da veriden atılmış olurlar.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1.ZAMAN ORTAMINDA SİSMİK MİGRASYON UYGULAMASI

Gözlem noktalarına göre kaydedilmiş verinin yansıma noktalarına göre tekrar düzenlenmesine 'migrasyon' işlemi denir (Kurtuluş, 2010). Sismik migrasyon işlemi, sismik yığma kesitindeki eğimli yansımaları doğru yerlerine taşıyan ve fay sınırlarında oluşan saçınma enerjilerini ortadan kaldırmaya yarayan dalga denklemli bir veri-işlem aşamasıdır (Dondurur, 2009). Bu işlemin amacı sismik yığma kesitini gerçek kesite yani jeolojik kesite benzer duruma getirmektir. Eldeki hız bilgilerinin yeterli doğrulukta olmaması yüzünden sismik migrasyon kesitleri çoğu zaman 'zaman' ortamında elde edilir ve 'zaman migrasyonu' olarak adlandırılırlar. Zaman ortamında yapılan migrasyon işleminin doğru sonuçlar vermesi için yanal hız değişiminin fazla olmaması gerekmektedir. Yanal hız değişimlerinin fazla olduğu durumlarda daha doğru sonuç elde edebilmek için derinlik ortamında yapılan 'derinlik migrasyonu' tercih edilir.

Migrasyon işlemi yığma öncesi ve yığma sonrası olarak uygulanabilmektedir. Genel durumlarda yığma sonrası migrasyon tercih edilir. Bunun sebebi yığma öncesi migrasyonun pahalı ve daha fazla zaman gerektirmesidir. Bu yüzden yığma öncesi migrasyon yapılacak olsa bile tam migrasyon yerine kısmi migrasyon işlemi uygulanır.

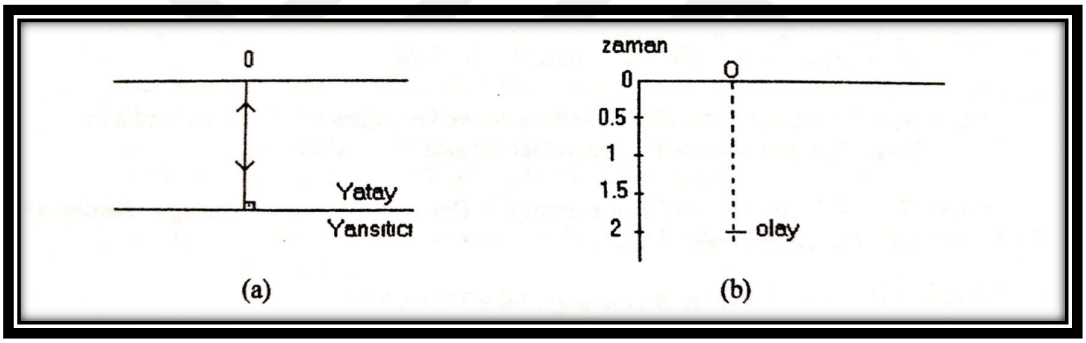
Migrasyon kesitinin doğru bir şekilde yorumlanabilir olması;

- Kullanılan algoritmaya
- Yığma kesiti kalitesine
- Sismik verinin S/G oranına
- Migrasyonda kullanılan hızlara bağlıdır.

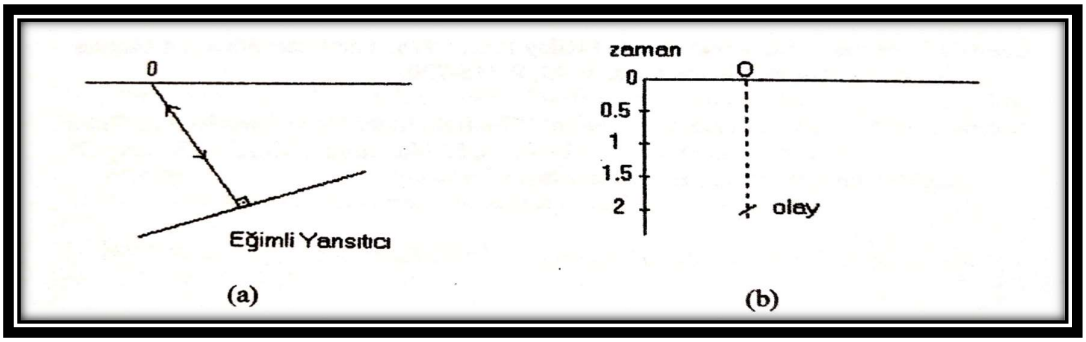
Hız analizi işlemi sonucu elde edilen NMO hızları yansıtıcı tabaka eğimlerine duyarlı iken, sismik migrasyon işlemi gerçek ortam hızlarına gerek duyar. Sismik migrasyon eğimden kaynaklanan yanlış yansıma noktalarını olması gereken yerlere taşır, saçılmaları temizler ve fay düzlemi gibi yapıların detaylı bir şekilde görüntülenmesini sağlar.

3.1.1. Migrasyon Kavramı ve Etkileri

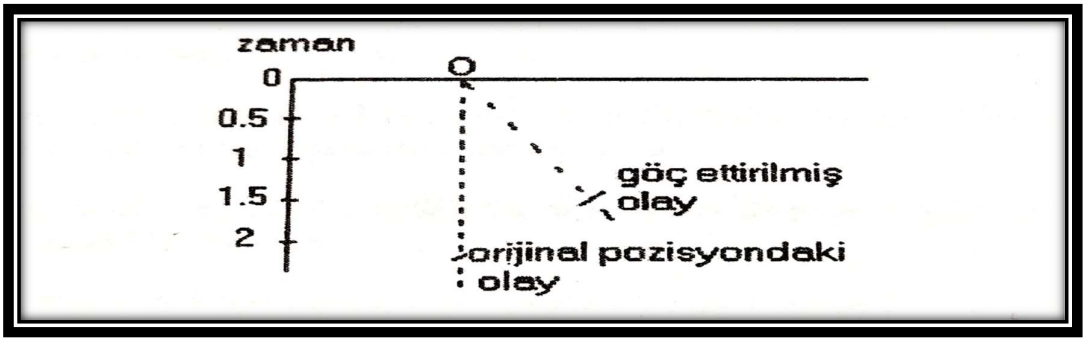
Yeraltı ortamı düz olmanın aksine genellikle eğimli olaylardan oluşur. Ortam eğimli tabakalardan oluştuğu için elde edilen yığma kesitindeki yansıma noktaları da gerçek yerlerinde olmazlar (Dondurur, 2009). Bunun sebebi, sismik dalganın alıcının tam olarak altında bulunan olaylardan değil alıcıya en yakın olan yansıtıcıdan yansıyarak gelmesidir. Sismik yığma kesitindeki yansıma olayları sismik dalganın düşey yol aldığı varsayılarak çizilir. Bu varsayımın doğru olabilmesi için yansıtıcı yüzeyin yatay bir şekilde olması gerekmektedir. Yansıtıcılar eğim yukarı veya eğim aşağı bir şekilde oldukları zaman bu varsayım gerçekliğini yitirmektedir. Oluşacak hatalı yansımaların gerçek yerlerine taşınması başka bir deyişle migrasyon ettirilmesi gerekmektedir. Bu açıklama Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de şematik olarak gösterilmiştir. Sismik kesitte eğimli olaylardan yansıyarak gelen sinyalin hatalı yeri ve migrasyon işlemi sonucu gerçek yerine taşınması Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 1: Yatay bir yansıtıcıdan yansıyan sinyalin sismik kesitteki yeri (Kurtuluş, 2010).

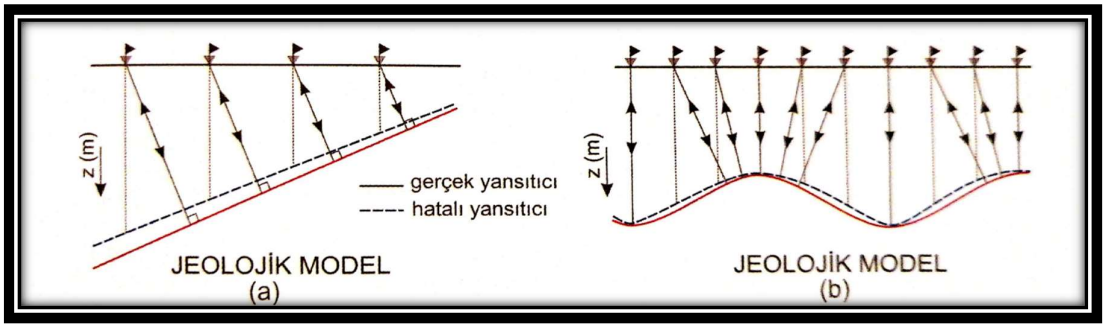


Şekil 3. 2: Eğimli bir yansıtıcıdan yansıyan sinyalin sismik kesitteki hatalı yeri (Kurtuluş, 2010).

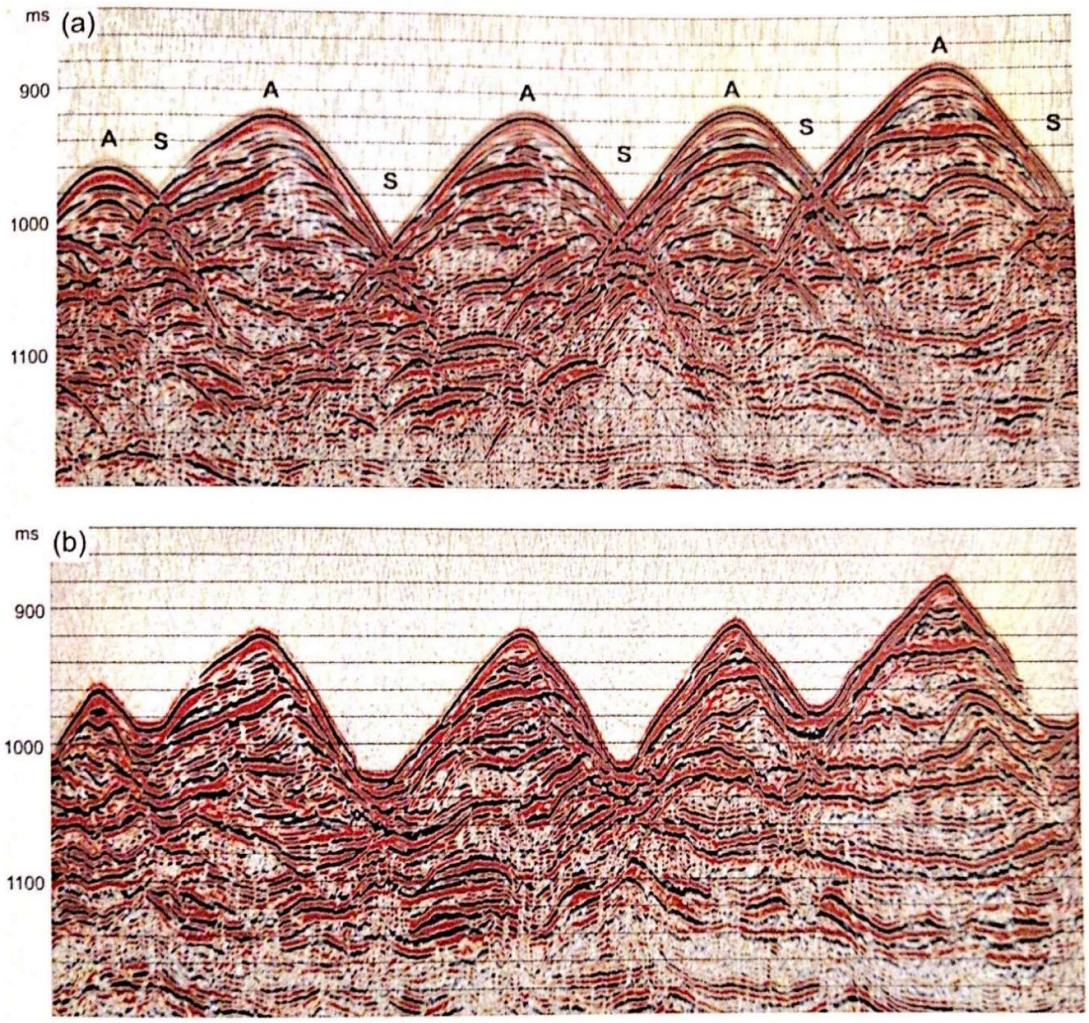


Şekil 3. 3: Eğimli tabakadan yansıyan sinyalin sismik kesitteki hatalı yerinden gerçek yerine migrasyon ettirilmesi (Kurtuluş, 2010).

Başka bir örnek olarak Şekil 3.4'ü gösterebiliriz. Soldaki gösterimde yine sismik yığma kesitinde eğim dolayısıyla tabakaların yanlış yerde olduğu (kesikli çizgili) ve migrasyon işlemi sonucu doğru yerine (düz çizgili) taşındığı gösterilmiştir. Sağ taraftaki gösterimde ise, bir ondülasyonlu yansıtıcılar gösterilmektedir. Ölçüm zamanı antiklinal yapılara denk gelindiği zaman tepe noktalardan elde edilen yansıma izlerinin sayısı senklinal gibi çukur yapılardan elde edilen yansıma sinyal sayısından daha fazladır. Yansıma sinyalleri daima eğimli yapılarda eğim yukarı bölgelerden gelme eğilimindedirler. Bu yüzden antiklinal gibi yükselim yapılar stack kesitinde olduklarından çok daha geniş, senklinal gibi çukur yapılar ise olduklarından çok daha dar gözükürler. Migrasyon işlemi sonrasında ise yükselim yapılar daralırken çukur yapılar genişlemektedir (Şekil 3.5).



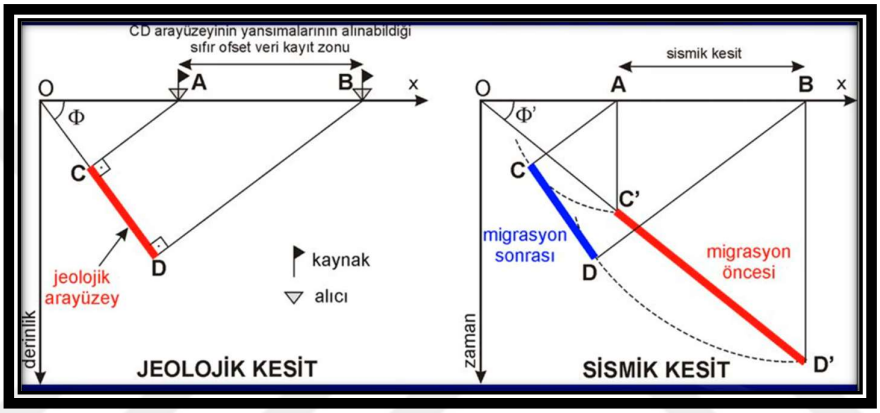
Şekil 3. 4: Eğimli (a) ve ondülasyonlu (b) yansıtıcılar ve şematik olarak bunların yığma kesitlerindeki hatalı görünümleri (Dondurur, 2009).



Şekil 3. 5: Migrasyon öncesi (a) ve migrasyon sonrası (b) sismik kesit, migrasyon sonrası antiklinal yapılar daralır ve senklinal yapılar genişler (Dondurur, 2009).

Migrasyon işlemi tabakaları gerçek yerlerine taşırken aynı zamanda olayların eğimlerinde ve boylarında da değişiklikler yapmaktadır. Bu işlem Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Jeolojik modelde yeraltında CD arasında uzanan bir ara yüzey bulunmaktadır. Kaynak ve alıcıları Ox buyunca kaydırıp ölçü alabiliriz. C noktasından A alıcısına gelen sinyal sismik kesite taşındığı zaman sinyalin varış zamanına göre A noktasının tam altına kaydedilir. Bu işlem kaydırılarak devam ettiği zaman da D noktasından yansıyan sinyal B alıcısına varacak ve B alıcısının tam altına kaydedilecektir. Ölçüm soncunda sismik kesitte yeraltındaki bulunan olay C'D' olarak kayıt edilmiş olur. Elde edilen sismik kesitteki olaylar gerçek olaylardan daha uzun ve eğimleri daha az olmuş olur. Bu sebeple, C'D' yansımasını CD yansıma ara yüzeyine taşınması gerekmektedir. Migrasyon sonrası sismik kesitteki C'D' yansıması gerçek yerine taşınarak jeolojik modele benzer hale gelir. Migrasyon işlemi yansıma tabakalarının eğimlerini artırarak

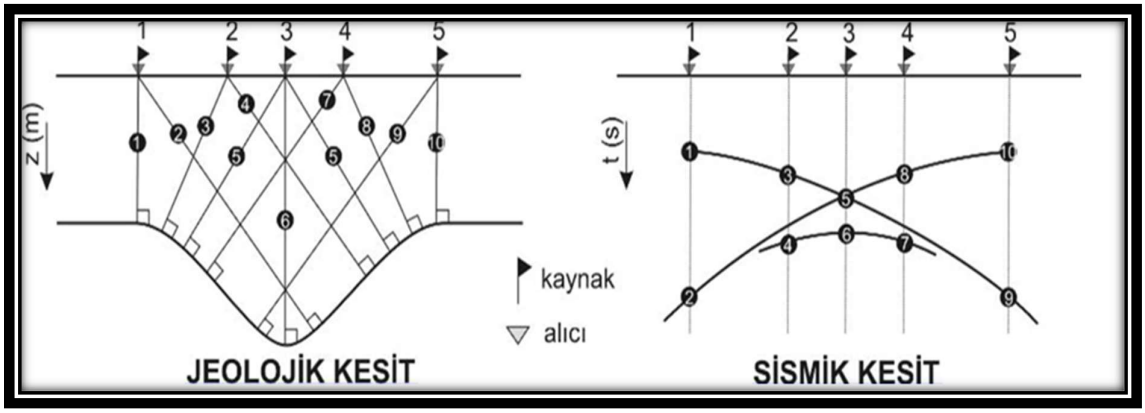
daha dik hale getirerek aynı zamanda taşınan tabakanın boyunu da kısaltır. Elde edilen sismik kesit AB alıcıları arasında kaydedilmiştir. Migrasyon sonrası taşınan yansıma ara yüzeyi AB arasında kaydedilen sismik kesit dışında kalmıştır. Yığma kesitin içinde bulunan bazı olaylar sismik hattın altındaki yapı ile sınırlı olmayabilir. Ters bir durum olarak; sismik hattın altında bulunan yapı sismik veride kayıt edilmeyebilir. Böyle yapısal eğimlerin bulunduğu alanlarda sismik hat boyu, bu olayları dikkate alacak uzunlukta seçilmelidirler. Ayrıca eğimli yapılardan gelen yansımaların tamamının kayıt edilebilmesi için kayıt süresinin de yeterince uzun seçilmesi gerekmektedir.



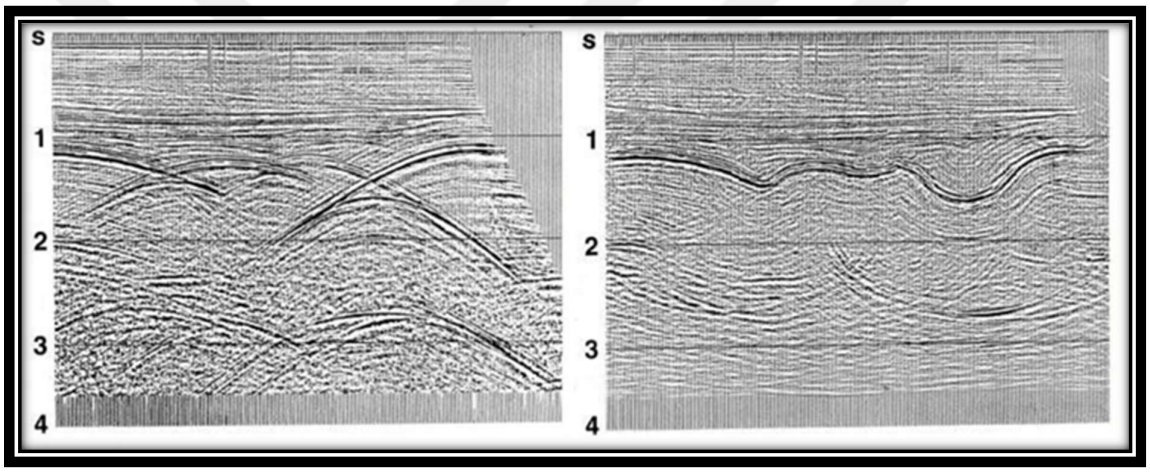
Şekil 3. 6: Jeolojik kesitte CD arasındaki uzanan ara yüzey, sismik kesitte C'D' olarak gözükür ve migrasyon işlemi sonrası gerçek konumu olan CD ortamına taşınmış olur (Chun and Jacevitz, 1981).

Eğer yeraltı ortamında senklinal gibi çukur yapı varsa, elde edilen sismik yığma kesiti karmaşık bir yapıya dönüşebilir. Bunun nedeni aynı alıcıya birçok farklı noktalardan sinyalin gelmesidir. Her bir alıcı noktasına, senklinal yapının farklı lokasyonlarından dik açılara sahip sinyaller gelmektedir. Kayıt edilen bu sinyallerin kat ettikleri mesafeler farklı olduğu için kaydedilme süreleri de farklı olacaktır. Sonuç olarak aynı senklinal yapıdan farklı zamanlarda birden fazla yansıma sinyali gelecektir. Bu özel durum 'papyon-kravat' olarak isimlendirilir (Şekil 3.7). Papyon-kravat etkisi sonucu sismik kesitlerde üstte antiklinal, altta ise senklinal yapılar meydana gelmektedir. Migrasyon işlemi sonrasında bu etki ortadan kaldırılır (Şekil 3.8).

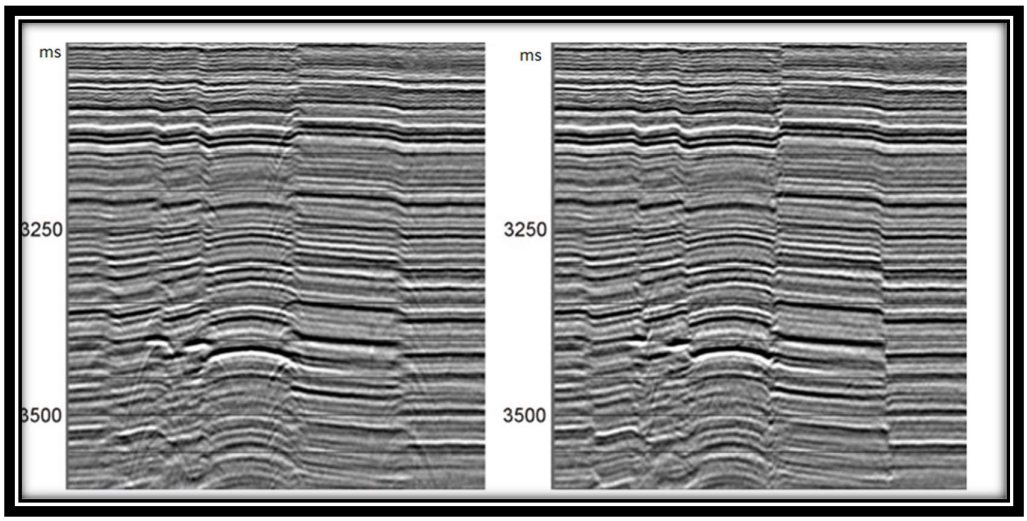
Yeraltındaki bulunan olaylarda ani kesilmeler olduğu zaman yığma kesitinde saçılmalar olacaktır. Migrasyon işlemi bu saçılmaları yok eder ve fay sınırlarını daha belirgin hale getirir. Yatay olaylar migrasyon işleminden etkilenmezler (Şekil 3.9).



Şekil 3. 7: Jeolojik kesitteki senklinal model ve elde edilen sismik kesitteki papyon-kravat etkisi (*https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/*).

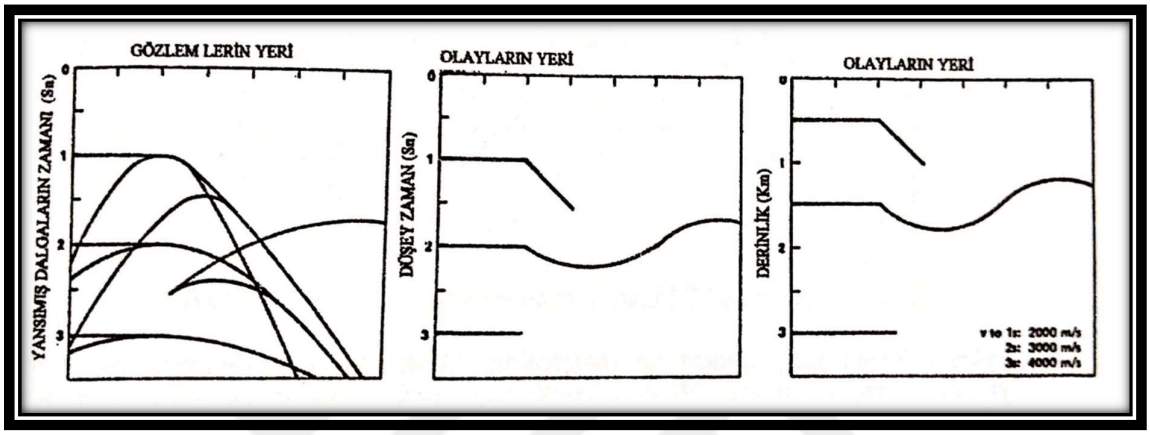


Şekil 3. 8 : Çöküntü yapı sonrası oluşan papyon kravat etkisi (solda) ve bu etkinin migrasyon işlemi ile yok edilmesi (sağda) (*https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/*).



Şekil 3. 9: Migrasyon öncesi (solda) ve migrasyon sonrası (sağda) görünüm. Migrasyon sonrası fay sınırlarındaki saçılmalar yok edilir. Sismik kesitteki yatay olaylar migrasyondan etkilenmezler (*https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/*).

Şekil 3.10'da üç ayrı kesit verilmiştir. Bunlar sırasıyla yığma kesiti, migrasyon sonrası sismik kesit ve jeolojik kesittir. Elde edilen yığma kesitinde saçılmalar, papyon-kravat etkisi, senklinal ve antiklinal yapı gözükmektedir. Migrasyon sonrası fay sınırlarında oluşan saçılmalar ortadan kaldırılmış, çöküntü yapı sonucu oluşan papyon kravat etkisi yok edilmiş, antiklinal yapı daralmış ve senklinal yapı ise genişlemiştir.



Şekil 3. 10: Yığma kesiti (solda), migrasyon sonrası saçılmalar yok edilmiş, papyon-kravat etkisi kaldırılmış, antiklinal ve senklinallerde düzelme olmuştur (ortada), Migrasyon sonrası kesit ile jeolojik kesit (sağda) birbirine benzemektedir. Ortadaki ve sağdaki görüntülerde olayların yüksekliklerinin farklı olmasının sebebi farklı ortamlarda (zaman-derinlik) olmasıdır (Sheriff, 1978).

Sismik kesit üzerindeki migrasyon etkileri şöyle sıralanabilir;

- Migrasyon sonrası kesitte bulunan antiklinaller daralırken senklinaller genişler.
- Migrasyon işlemi sismik kesitteki olayların boylarını kısaltır.
- Taşınan tabakaların eğimleri yığma kesitindeki eğimlerinden fazladır, migrasyon işlemi tabakaları eğim yukarı taşır.
- Migrasyon işlemi sismik yığma kesitinde senklinal gibi çöküntü alanlarında görülen papyon-kravat etkisini kaldırır.
- Migrasyon fay sınırlarında oluşan saçılmaları yok eder ve fay sınırlarını daha belirgin hale getirir. Yatay olaylar migrasyon işleminden etkilenmezler.
- Taşıma işleminde kullanılan sismik hızlar yapıların boyutlarını etkiler. Ortama olduğundan daha yüksek hızla migrasyon uygulanırsa yükselim yapıları daha küçük gözükürler.

Sismik migrasyon işleminin doğru bir şekilde yığma kesitine uygulanabilmesi için hızların doğru ve dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bu seçilecek hızlar yeraltındaki olaylar baz alınarak seçilmelidir. Seçilen hızlar ne kadar doğru olursa, yığma kesitinde bulunan saçılmalar giderilir, fay sınırları kesinleşir, eğimli tabakalar gerçek yerlerine taşınmış olur.

Yeraltı ortamının homojen olmayıp heterojen bir yapıya sahip olması yapılan hız analizinin önemini daha da arttırmaktadır (Üge, 2017).

CDP kesitleri üzerinde yapılan hız seçimleri tüm t zamanlarını kapsayacak şekilde yapılmalı ve uygun bir şekilde seçilmelidir (Doherty, 1975). Sismik yığma hızlarının elde edilmesi için yığma işlemini temel alan bir yöntem kullanılırken, sismik migrasyon işlemine ait hızların seçilmesi için de migrasyon işlemini temel alan bir yöntem kullanılmalıdır (Yılmaz ve Chamber, 1984).

3.1.2. Migrasyon Türleri

Migrasyon türleri farklı amaç ve gereksinimlere çözüm için geliştirilmiştir (Tablo 3.1). Migrasyon işlemi zaman veya derinlik ortamında yapılabildiği gibi, yığma öncesi veya yığma sonrası da uygulanabilir. Hangi migrasyon türünün hangi yöntemi kullanarak hangi ortamda yapılabileceğine yeraltındaki olaylar yön vermektedir (Tablo 3.2). Yeraltı ortamının jeolojik durumu çok karışık ise yığma öncesi migrasyon tercih edilebilirken, yanal yöndeki hız değişimlerinin fazla olduğu durumlarda yığma sonrası derinlik veya zaman migrasyonları uygulanabilmektedir (Dondurur, 2009). Migrasyon türleri değiştikçe migrasyonlar için kullanılan algoritmalar da değişmektedir. Örneğin zaman ortamında RMS hızları kullanılırken derinlik ortamında kullanılan hızlar ara hızlar olarak değişmektedir.

Migrasyon işlemi, bilgisayarlar veri işlemde kullanılmadan önce, yarı daire toplama yöntemi ile grafik olarak yapılmaktaydı. İlerleyen yıllarda saçılma toplama yöntemi geliştirilmiş ve eğriselliği ortam hızı tarafından kontrol edilen saçılma hiperbolü boyunca sismik genlikleri toplayarak migrasyon işlemi yapılmaktaydı. Daha sonraları bu yöntemi temel alarak Kirchhoff yöntemi olarak geliştirilmiştir (Schneider, 1978). Ayrıca yığma kesitinin yukarı doğru hareket eden bir sıfır ofset dalga alanı olaraktan modellenebileceği fikrine dayanan sonlu farklar yöntemi izlemiştir. Bu yöntemle migrasyon işlemi bir tür aşağıya uzanım yöntemiyle yapılır ve işlem sonlu farklar yaklaşımıyla gerçekleştirilir. Bu temel yöntemler de kendi içerisinde yine faklı türlere ayrılabilmektedir.

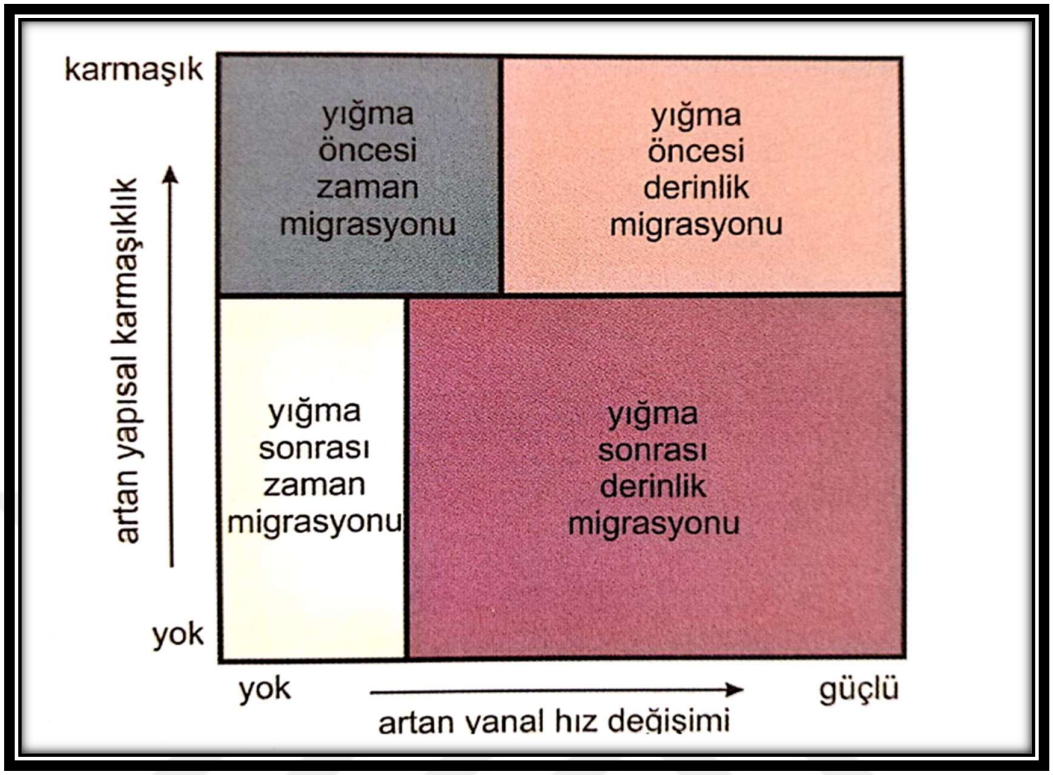
Kirchhoff ve sonlu farklar migrasyonlarının kendilerine özgü avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Örnek olarak, Kirchhoff 90 derece eğimli olaylarda bile uygun sonuçlar verebilir lakin bu avantajının yanında yanal hız değişimlerinde sıkıntılı olması dezavantajlarından biri olarak gösterilebilir. Sonlu farklar migrasyonu ise 35 dereceye kadar eğimli olaylarda doğru sonuçlar üretirken, Kirchhoffun aksine yanal yönde olan hız

değişimlerinden etkilenmezler. Yeraltı ortamının durumuna ve yanal ve düşey yöndeki hız değişimlerine göre seçilebilecek migrasyon türleri Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Bu çalışmada Kirchhoff, sonlu farklar, dalga denklemi ve yığma sonrası zaman migrasyon yöntemleri araştırılmıştır. Yöntemlerin avantaj ve dezavantajları, olumlu ve olumsuz yönleri, migrasyonlar için seçilmesi gereken parametreler ve bu parametrelerin sismik kesite nasıl bir değişiklik yarattıkları açıklanmıştır.

Tablo 3. 1: Migrasyon türleri ve özellikleri (https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/).

Tür	Özellikleri
Zaman migrasyonu (time migration)	Yığma kesiti saçılmalar veya yapısal eğim içerdiğinde ihtiyaç duyulur. Düşey ve yumuşak yanal hız değişimleri için geçerlidir.
Derinlik migrasyonu (depth migration)	Yığma kesiti büyük yanal hız değişimleri ve yapısal eğim içerdiğinde ihtiyaç duyulur.
Yığma öncesi kısmi migrasyon (Prestack partial migration-PSPM) veya DMO	Zıt eğimler ve yanal hız değişimleri, yığma sonrası migrasyonun hatalı sonuçlar üretmesine neden olur. DMO, zıt eğimler sorununu çözerek daha kaliteli yığma kesitleri üretir.
Yığma öncesi tam zaman migrasyonu (Full-time migration before stack)	Çıktısı migrasyonlu kesittir ve migrasyonsuz kesit gibi bir ara çıktı üretilemez. Zıt eğim sorununa en kesin çözümü üretir. DMO bu yöntemin basitleştirilmiş şeklidir.
Yığma öncesi derinlik migrasyonu (Prestack depth migration-PSDM)	Çok fazla yanal hız değişimi olması durumunda ihtiyaç duyulur.



Şekil 3. 11: Ortama göre uygulanabilecek migrasyon türleri (Liner, 1999).

Tablo 3. 2: Farklı migrasyon türleri ve kullandıkları yöntem ile bulundukları ortam (Dondurur, 2009).

Migrasyon	Yöntem	Ortam
Stolt	f-k	Zaman
Faz kayması (Gazdag)	f-k	Zaman
Omega-x	Sonlu Farklar	Zaman
Expilicit Sonlu Farklar-T	Sonlu Farklar	Zaman
Expilicit Sonlu Farklar-D	Sonlu Farklar	Derinlik
Kirchhoff-T	Kirchhoff	Zaman
Kirchhoff-D	Kirchhoff	Derinlik
Yığma öncesi Kirchhoff-T	Kirchhoff	Zaman
Yığma öncesi Kirchhoff-D	Kirchhoff	Derinlik

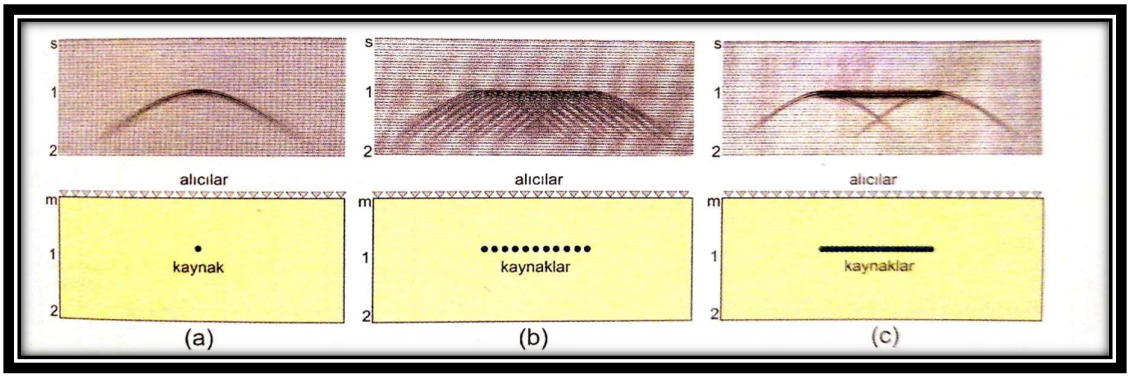
3.1.3. Kirchhoff Migrasyonu

3.1.3.1.Kirchhoff Migrasyonu Tanımı

Bu migrasyon yöntemi, skaler dalga denklemin integral çözümüne dayanmaktadır (Schneider, 1978). Yöntem zaman veya derinlik, yığma öncesi veya yığma sonrası olarak

uygulanabilmektedir. Yöntem, düşey ve yatay yönündeki RMS hız değişimlerini dikkate alabilmektedir.

Kirchhoff migrasyonünün tanımına Huygens ilkesi ile açıklık getirilebilir. Yeraltındaki bir nokta kaynaktan çıkan dalga yüzeyde yerleştirilen alıcılar vasıtasıyla kaydedildiği zaman (x,z) ortamında yer içinde yarı dairesel dalga cephesi meydana getirirler ve buna Huygens İkincil Kaynağı adı verilir (Dondurur, 2009). Bu dalga cephesi yüzeyde bulunan alıcılar ile kaydedilip sismik kesite (x,t) aktarıldığı zaman saçılma hiperbolü ile karşımıza çıkar (Şekil 3.12a). Yer altında bulunan kaynağın sayısı artırılarak yan yana dizilir ve yine kayıt işlemi yapılır ise bu kaynakların her biri sismik kesitte yan yana farklı saçılma hiperbolleri göstereceklerdir (Şekil 3.12b). Yeraltında bulunan bu kaynaklar birbirine yaklaştırıldığı zaman kaynaklar sonucu oluşan yansıma kesitindeki saçılma hiperbolleri süperpozisyon sonucu iç taraflardaki bulunan saçılma hiperbolleri birbirini yok edecek ve iki kenardaki saçılma hiperbolü kalacaktır (Şekil 3.12c). Bu hiperboller sismik kesitte fay veya fay gibi olayların sınırlarında gözlenen saçılma hiperbollerine eşdeğerdir. Sonuç olarak, sismik kesitteki olaylar birden fazla noktasal kaynaktan oluştuğu sonucuna varılabilir. Yeraltındaki bulunan olaylarda keskin süreksizlikler olduğunda, bu olayların sınırları sismik kesitte saçılma hiperbolleri ile aks olunur.



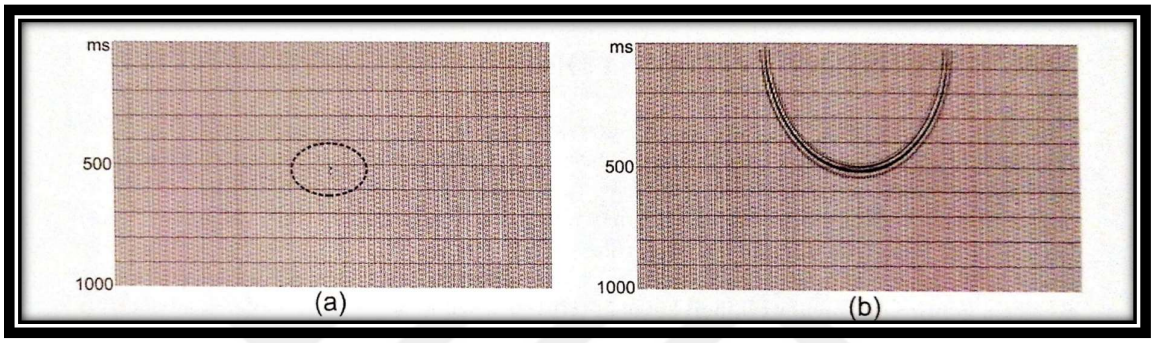
Şekil 3. 12: (a) yeraltında bulunan nokta kaynak ve üstte sismik kesitteki görüntüsü, (b) birden fazla kaynağın aralıklı olarak yan yana dizilmesi ve üstte sismik kesitteki oluşturduğu yansıma hiperbolleri, (c) birden fazla kaynağın aralıksız olarak dizilmesi ve üstte yansıma hiperbolleri (kaynaklar arası mesafe olmadığından içteki saçılmalar birbirini yok etmiştir) (Dondurur, 2009).

Huygens ikincil kaynağı zaman ortamında saçılma hiperbolü ve derinlik ortamında ise yarım dairedir (Dondurur, 2009). Şekil 3.13a'da tek bir varış için sıfır ofset kesiti verilmektedir. Bu kesitin migrasyonu yarım daire meydana getirmektedir (Şekil 3.13b). Yani migrasyon sonrası sismik kesitteki olay yukarı doğru uzanın gösteren yarım daire meydana getirir. Bu, iğnecik girişi olduğu için migrasyon kesitindeki tepkiye de 'migrasyon impuls tepkisi' adı verilmektedir. Tek bir saçılma hiperbolü sonucu oluşan sıfır ofset kesiti ise, migrasyon işlemi

ile tek bir noktaya taşınmış olur. Kirchoff, ‘saçılma toplama yöntemi’ olarak bilinen bu metodu uygulamaktadır.

Matematiksel bir ifade ile Kirchhoff migrasyonu, Huygen prensibi ifadesiyle aşağıda gibi verilebilir. Burada, P (x, y, z; t) basınç dalga alanı, V (x, y, z) zamanın bir andaki orta hızıdır.

$$\left[\frac{\eth^2}{\eth x^2} + \frac{\eth^2}{\eth y^2} + \frac{\eth^2}{\eth z^2} - \frac{1}{V^2(x,y,z)}\frac{\eth^2}{\eth t^2}\right] \mathrm{P(x, y, z; t) = 0)} \qquad (3.1)$$



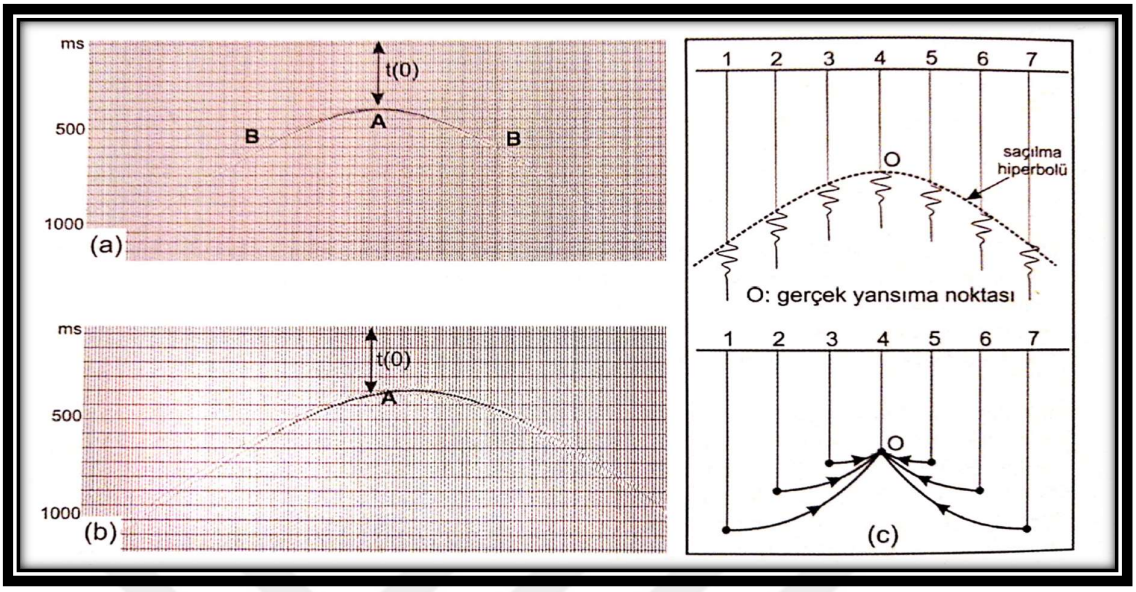
Şekil 3. 13: (a) Tek bir noktadan oluşan sıfır ofset kesiti (sabit hızlı), (b) migrasyon sonucu oluşan yukarı uzanımlı yarım daire (Dondurur, 2009).

Saçılma toplamı, migrasyon sonucu oluşacak olan kesitteki olayların yığma kesitindeki herhangi bir saçılma sonucu oluşup oluşmadığı araştırılır. Bu araştırma, yığma kesitindeki saçılma eğrisi boyunca oluşan genliklerin toplanmasıdır. Bu toplama işleminin sonucu (x,z) ortamında karşılık gelen apex noktasına atanır. Ortamın RMS hızı ile saçılma hiperbolünün eğriselliği kontrol edilmektedir. Yatay tabakalı ortam için, t(0) zamanında hiperbolün en üst noktası olan apex noktasındaki RMS hızı (V_{RMS}) kullanıldığında seyahat zamanları

$$t^2(x) = t^2(0) + \frac{4x^2}{V_{RMS}^2} \qquad (3.2)$$

ifadesi ile hesaplanabilir.

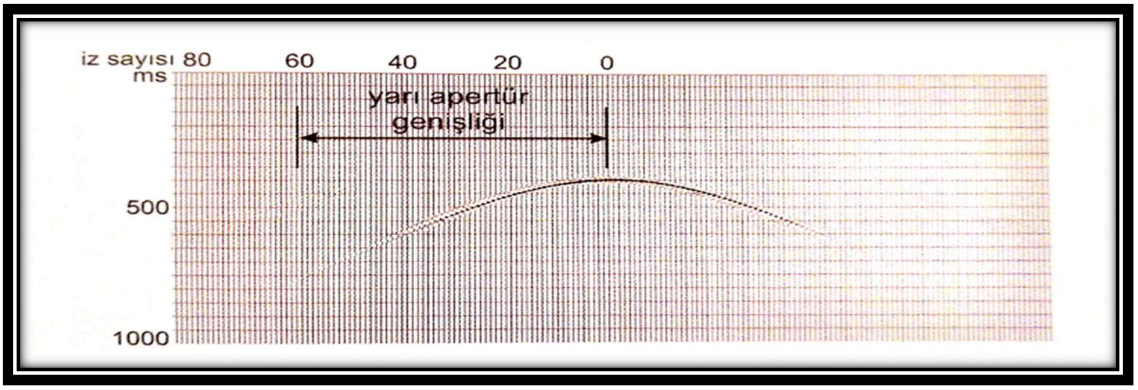
Şekil 3.14’te B noktasındaki varış zamanları hesaplandıktan sonra, B noktalarındaki genlik değerleri A apex noktasındaki genliğe eklenir ve işlem bu şekilde tüm hiperbol boyunca devam eder.



Şekil 3. 14: (a) Sıfır ofset kesiti ve migrasyon işlemi sonucu sonucu (B noktaları üzerindeki genlik A en üst noktasına taşınır) (b). (c) Saçılma hiperbollerindeki genliklerin apex noktasına taşınması (O noktasına) (Robinson and Çoruh, 1988).

3.1.3.2.Apertür Genişliği

Kirchhoff migrasyonü işlemi, yığma kesitinden bulunan saçılma hiperbollerinin toplanması ile uygulanmaktadır. Teoride saçılma hiperbolleri sonsuza uzansa da pratikte belli bir mesafede saçılma hiperbolleri kesilir (Dondurur, 2009). Saçılma hiperbolünün eğrisinin genişliğine 'migrasyon apertürü' adı verilmektedir (Şekil 3.15). Bu tanım saçılma hiperbolü eğrisinin uzandığı iz sayısını ifade eder. Düşük hızlı hiperbol yüksek hızlı hiperbolden daha az apertüre sahiptir. Yani, hız derinlikle arttığı için derinde bulunan saçılma hiperbollerinin bastırılabilmesi için büyük apertür kullanılması gerekmektedir. Küçük apertürlü işlemde derin kısımlarda bozulmalar meydana gelir. Derin kısımlarda gürültünün baskın olduğu alanlarda bozulmalar da fazla olur. Bu bozulmaların derin kısımlarda fazla olmasının sebebi; derin kısımlarda geç varışlar sebebiyle etkin apertür genişliği azdır. Böylece toplama işlemi zamanı sadece saçılma hiperbollerinin yatay apex kısımları dahil edilir. Migrasyon işlemi esnasında ise küçük apertürlü yatay olaylar geçirilecektir. Bu nedenle apertür genişliği saçılma hiperbollerinin bastırılmasında önemlidir. Apertür genişliği ne kadar dar olursa migrasyonun olayları bastıramadaki etkinliği de o kadar azalmaktadır. Küçük apertür seçildiği zaman hiperbolün dik kanatları işleme alınmaz ve migrasyon sonrası dik olaylar yok edilmiş olur.

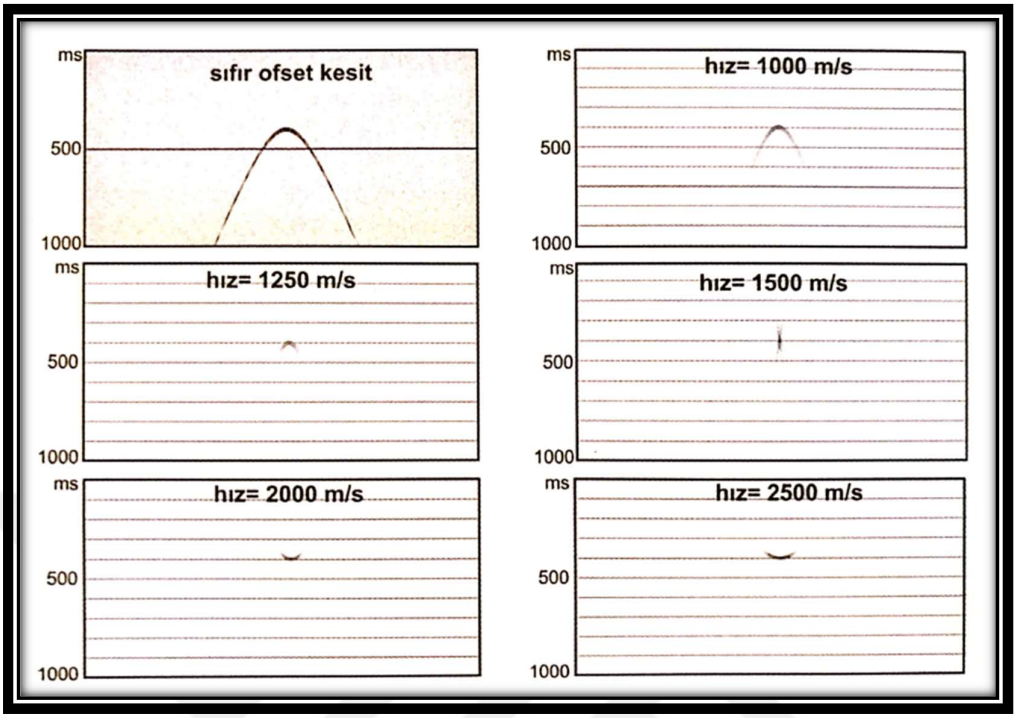


Şekil 3. 15: Migrasyon işleminde kullanılan apertür tanımının görsel hali (Dondurur, 2009).

3.1.3.3.Migrasyon İçin Hız Seçimi

Pratikte hız derinlikle değişir. Hız derinlikle arttığı için kesitin sığ kısımlarına uygulanan migrasyon daha dar, derin kısımlarına uygulanan migrasyon ise daha geniş apertur gerektirmektedir. Yüksek hız veya geniş apertür daha fazla migrasyon anlamına gelmektedir. Derin ortamdaki hız sığ ortamdaki hızdan fazla olduğu için derin kısımlar sığ kısımlara oranla daha fazla migrasyone tabi tutulurlar. Bu nedenle migrasyonün sismik kesitler üzerindeki etkisi 'migrasyon konisi' adı verilen konik bir şekilli alan üzerinde görülür (Dondurur, 2009). Bu koninin kenar kısımlarında kalan üçgen alanlar derinlere doğru gittikçe genişlemektedir. Bu üçgen alanlar kesitteki bozulma alanlarını göstermektedir. Derinlere doğru bu üçgen alanın genişlemesinin sebebi derinlikle hızın artması sonucudur. Bu özellik sebebiyle bu migrasyon yönteminin kısa sismik hatlara uygulanması önerilmemektedir.

Olması gerekenden fazla hız seçilirse kesit aşırı migrasyona maruz kalır. Tam tersi durumda ise, azalan hızla birlikte saçılma hiperbolleri de az bastırılmış olur ve kesite uygulanan migrasyon etkisini kaybeder. Düşük hız olayları tam bastırmamakta, yüksek hız ise olaylara aşırı migrasyon uygulayarak yukarı taşımakta ve yarı dairesel olaylar (smiling) meydana gelmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3. 16: Kirchhoff'da kullanılan hızların normalden yüksek ve düşük olma durumları ve saçılma hiperbollerine etkileri, sıfır ofset kesitinin hızı 1500 m/s'dir (Dondurur, 2009).

3.1.3.4.Migrasyon İçin Eğim Miktarı

Migrasyon işlemi sonrası sismik kesitte bulunması istenen en yüksek eğim miktarı işlem sırasında tanımlanabilir (Dondurur, 2009). Bu işlem sonucunda çok dik eğime sahip olaylar bastırılabilir. Seçilen en büyük eğim miktarının üzerindeki eğime sahip olaylar migrasyon işlemi sırasında kesitten atılmış olur. Eğim miktarının sınırlandırılması migrasyon işleminin zamanını ve fiyatını da etkilemektedir. Eğim miktarı ile apertür genişliği birbirleriyle doğru orantılıdır. Seçilen en büyük eğim miktarı ne kadar küçük olur ise apertür genişliği de o kadar küçük olur.

3.1.4. Sonlu Farklar Migrasyonu

3.1.4.1.Sonlu Farklar Migrasyonu Tanımı

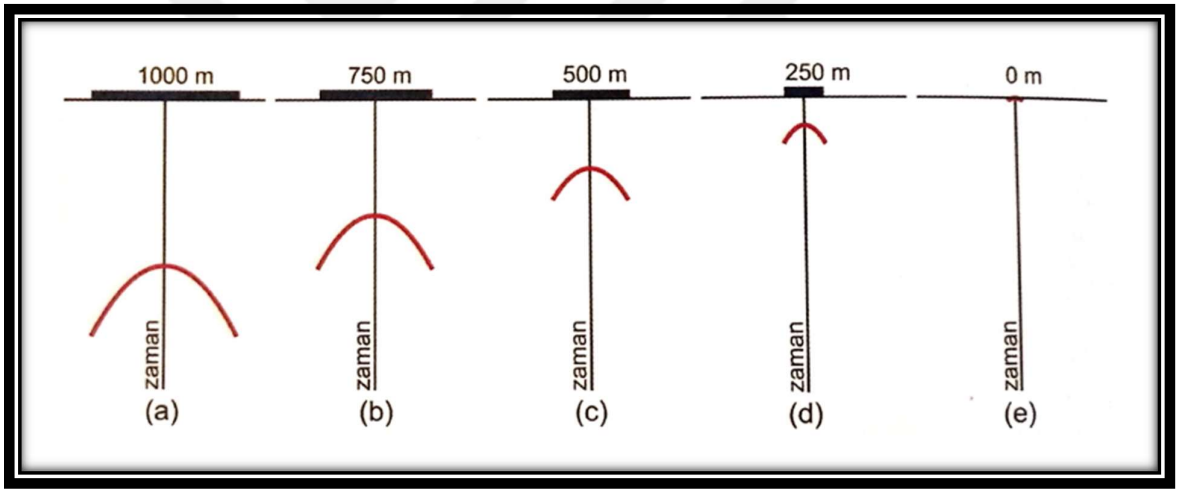
Sonlu farklar migrasyon metodu, skaler dalga denklemin sonlu farklar yöntemi ile sayısal çözüme dayanmaktadır (Claerbout ve Doherty, 1972). Metod düşey ve yatay yöndeki RMS hızı değişimlerini dikkate alabilmektedir.

Nokta kaynak sonucu oluşan sinyallerin yer yüzeyinde saçılma hiperbolleri olarak kaydedildiğini varsayalım. Yüzeyde bulunan bu alıcıları sonlu aralıklarla aşağı indirilsin. Alıcıların derinlere indirilmesi ile hiperbollerin aşağı uzanımı aynı değerde olacaktır. Yüzeyde bulunan alıcılar derine indirildikçe hiperbollerin varış süreleri azalacak, kanatları kısalacak ve

sıkışacaktır. Hiperboller, alıcılar kaynak üzerinde olduğunda bastırılacak ve t=0'da tek nokta haline gelecektir (Şekil 3.17).

Kaynağın derinliğine inilmeden aşağı uzanım durdurulursa saçılma hiperbolleri tam bastırılmaz ve düşük migrasyon işlemi uygulanmış olur. Alıcıların kaynak üzerinde olmaması ile oluşan migrasyon işlemi, düşük hız sonucu oluşan migrasyon işlemiyle aynı etkiyi gösterirler. Alıcılar kaynak derinliğinin altına inerse bu zaman da fazla migrasyon uygulanmış olur. Bu durum da yüksek hız sonucu oluşan migrasyon ile benzer etkiyi gösterir. Sonuç olarak, yanlış derinliğe uzanım yapmakla yanlış hız kullanmak bu migrasyon türünde aynı etkiyi vermektedir.

Sonlu farkların yünteminin çeşitli alt dalları vardır. Bunlar zaman ortamında uygulanan Omega-x ve belirgin sonlu farklar ve derinlik ortamında uygulanan belirgin sonlu farklar yöntemleridir. Bu çalışmada 'Omega-x' yöntemi uygulanacaktır.



Şekil 3. 17: Sonlu farklar yönteminde aşağıya uzanımla saçılma hiperbollerinin bastırılması. Üst kısımdaki rakamlar aşağıya uzanım değerini göstermektedir (Claerbout, 2001).

3.1.4.2. Frekans-Uzay (Omega-x) Migrasyonu

Sonlu farklar metodunun en iyi avantajı yanal hız değişimlerinde de çözüm üretebilmesidir. Ancak yöntemin dezavantajı çok dik eğime sahip olaylarda başarılı olamamasıdır. Yöntem 35 dereceye kadar olan olaylarda doğru sonuçlar üretmektedir. Bu kısıtlı eğime derecesine karşı dik olaylarda ve hızların değişken olduğu ortamlarda çözüm üretebilecek yeteneğe sahiptir (Dondurur, 2009). Yöntem frekans-uzay ortamında tanımlıdır. Sonlu farklar migrasyonu genel olarak 35 dereceye kadar doğru sonuçlar üretebilmesine karşın, sonlu farkların bir türü olan omega-x migrasyonu 65 derece eğime kadar başarılı sonuçlar verebilmekte ve hız değişimlerini çözebilmektedir (Kjartansson, 1979). Bu özellik nedeniyle karmaşık yapılara sahip yerlerde uygulanabilecek derinlik migrasyonları arasında en etkili olanlarından biridir. Omega-x

migrasyonu dik eğimlere sahip olaylarda Kirchhoff migrasyonuna oranla daha iyi sonuçlar vermektedir.

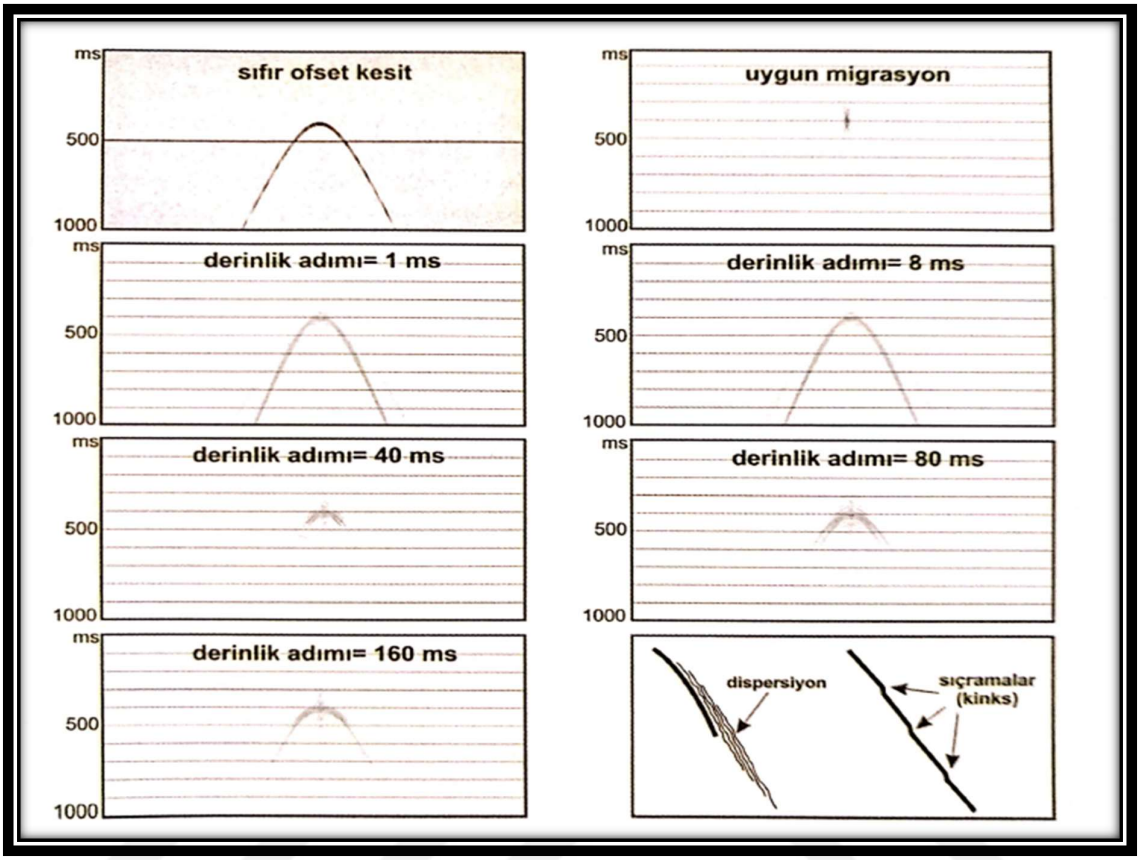
3.1.4.3.Derinlik Adım Aralığı (TAU)

Derinlik adım aralığı, bu migrasyon türünün etkinliğini belirleyen bir değerdir. Bu değerin büyük seçilmesi sonucunda yığma kesitine düşük migrasyon uygulanmış olur ve hiperbol eğrisinde sıçramalar meydana gelir. Bu parametre eğer küçük seçilirse hiperbol enerjisinin az kısmı apex noktasına taşınır, saçılma hiperbolleri tam bastırılamaz ve hiperbol kanatlarının altında dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur (Dondurur, 2009). Saçılma hiperbollerinin tam olarak bastırılmamış olması, skaler dalga denklemine parabolik bir yaklaşım nedeniyledir. Bu yaklaşımın doğruluğunun azaldığı durumlar yüksek frekans ve dalga boylarında görülür (Yılmaz, 1987). Şekil 3.18'de derinlik adımı değiştikçe saçılma hiperbolünün kanatları da değişmektedir. 40 ms adım aralığı en iyi sonucu vermiştir. Adım aralığı normalden az olduğunda (örneğin 1 ve 8 ms) hiperboller tam bastırılamamış ve enerjinin çoğu kısmı apex noktasına taşınamamıştır. Adım aralığının normalden yüksek olduğu durumlarda ise (örneğin 80 ve 160 ms) enerjinin tamamen apexe taşınamamakla birlikte hiperbol eğrisinde sıçramalar oluşmuş olur.

Adım aralığının yüksek olması, dik eğime sahip olaylarda düşük migrasyon etkisi göstermektedir. Büyük adım aralığı hiperboller altında dispersiyon gürültülerin oluşmasına sebep olmaktadır. Ekonomik nedenler yüzünden oluşan adım aralığının mümkün oldukça büyük seçilmesi gerekmektedir. Diğ eğimlerin bulunduğu alanlarda ise düşük adım aralıklarının alınmasına dikkat edilmelidir. Pratik olaraktan adım aralığı değeri, baskın periyod ile yarısı arasında bir değer almaktadır. Bu parametre yüksek seçilirse düşük migrasyon oluşur, az seçilir ise saçılma hiperbolleri apex noktasına taşınamaz ve dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur.

3.1.4.4.Migrasyon İçin Hız Seçimi

Bu migrasyon türünde düşük hız sonucu düşük migrasyon gözlenmektedir ve düşük migrasyon sonucunda olaylar gerçek yerine taşınamaz (Dondurur, 2009). Bu migrasyon türünde Kirchhoffa oranla yüksek hız sonucu oluşan aşırı migrasyonlar söz konusu olmamaktadır. Ancak yüksek hızla dispersiyon etkisinin de arttığı gözlenmektedir. Bu migrasyon türünde de yanlış hız sonucunda olaylar gerçek yerlerine taşınamamaktadır. Hız sonucu oluşacak yanlış taşımalar Kirchhoffa göre daha azdır. Yöntemin eğim sınırlı olması büyük hız hataları olsa dahi migrasyon sonuç üretmeye çalışır.



Şekil 3. 18: Derinlik adım aralığının saçılma hiperbollerinin bastırılmasındaki etkileri gösterilmemektedir. En uygun adım aralığı 40 ms olarak seçilmiştir. Sağ alt köşede ise yüksek adım aralığı sonucu oluşan sıçramalar gösterilmiştir (Dondurur, 2009).

3.1.4.5.Migrasyon İçin Eğim Miktarı

Migrasyon işlemi sonrası sismik kesitte bulunması istenen en yüksek eğim miktarı işlem sırasında tanımlanabilir (Dondurur, 2009). Bu işlem sonucunda çok dik eğime sahip olaylar bastırılabilir. Seçilen en büyük eğim miktarının üzerindeki eğime sahip olaylar migrasyon işlemi sırasında kesitten atılmış olur. Eğim miktarının sınırlandırılması migrasyon işleminin zamanını ve fiyatını da etkilemektedir.

3.1.5. Dalga Denklemi Migrasyonu (WEM)

3.1.5.1.Dalga Denklemi Migrasyonu Tanımı

Sismik dalgada alan ve hız fonksiyon bir yerden başka yere değişim gösterir. Dalga alanının zaman içindeki değişimi yüzeyde gözlemlenebilir. Hesaplanan dalga alanının yüzeyi dalga alanının belli olduğu yüzeyin altında yerleşir. Bu tekniğe aşağı uzanım adı verilmektedir. Dalga denkleminin migrasyonü aşağı uzanımı kapsamaktadır (Kurtuluş, 2010). Optimize edilmiş bir atış profili aşağıya doğru devam eden migrasyon algoritması kullanarak premium görüntüleme sonuçları üretir.

Bu migrasyon yöntemi, en karmaşık jeolojik ortamlarda üstün görüntü kalitesi sunmaktadır. Eğim doğruluğu son derece yüksektir; 90 dereceye kadar güzel sonuçlar üretmektedir. S/G oranının çok düşük olduğu ve hız analizinin son derece zor olduğu alanlarda, diğer yöntemlere ek migrasyon hızı tarama tekniklerini kullanarak alternatif bir yöntem sunmaktadır.

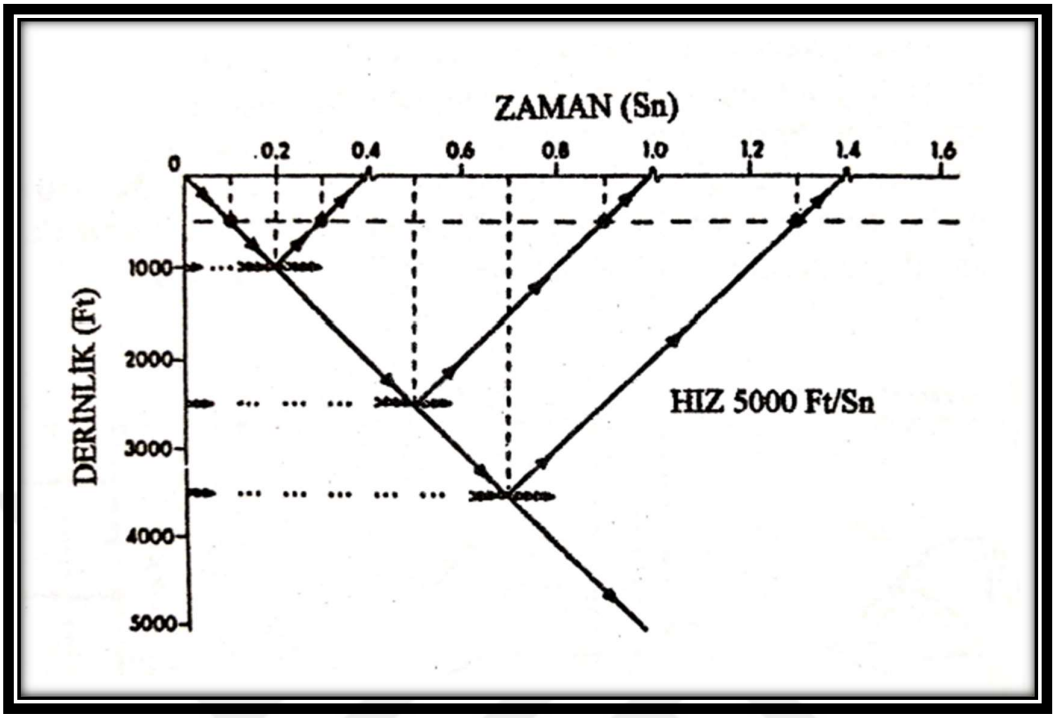
Yöntem düzensiz yüzeylerde de doğruya yakın sonuçlar üretmeye çalışmaktadır. Düzensiz topoğrafyaya sahip alanlarda, dikey ışın yolu varsayımları nedeniyle standart yükseklik statik yöntemleri yetersiz olabilir. Etkili bir çözüm olarak düzensiz topografyaya sahip kara ortamlarına veya denizde alınan OBC veri setlerine uygulanmasına olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak metod, karmaşık jeoloji alanlarında daha doğru görüntüleme ve hız modeli güncellemesinde kullanmak için güvenilir geniş azimut açısı toplamaktadır. WEM, en zor görüntüleme zorlukları, yapısal tanımlamanın iyileştirilmesi ve yorumlamaya yardımcı olmak için etkili yöntemlerden biridir.

Yöntemin görüntü kalitesi, Kirchhoff ve Beam migrasyonlerinden daha iyidir. Derinliğie inildikçe netlik artmakta, sığ kesimlerde ise diğer yöntemlere oranla kalitesinde düşüşler oluşmaktadır. Yöntem yığma sonrası kullanılması ile birlikte tuz domu altı yapıların görüntülenmesinde başarılıdır.

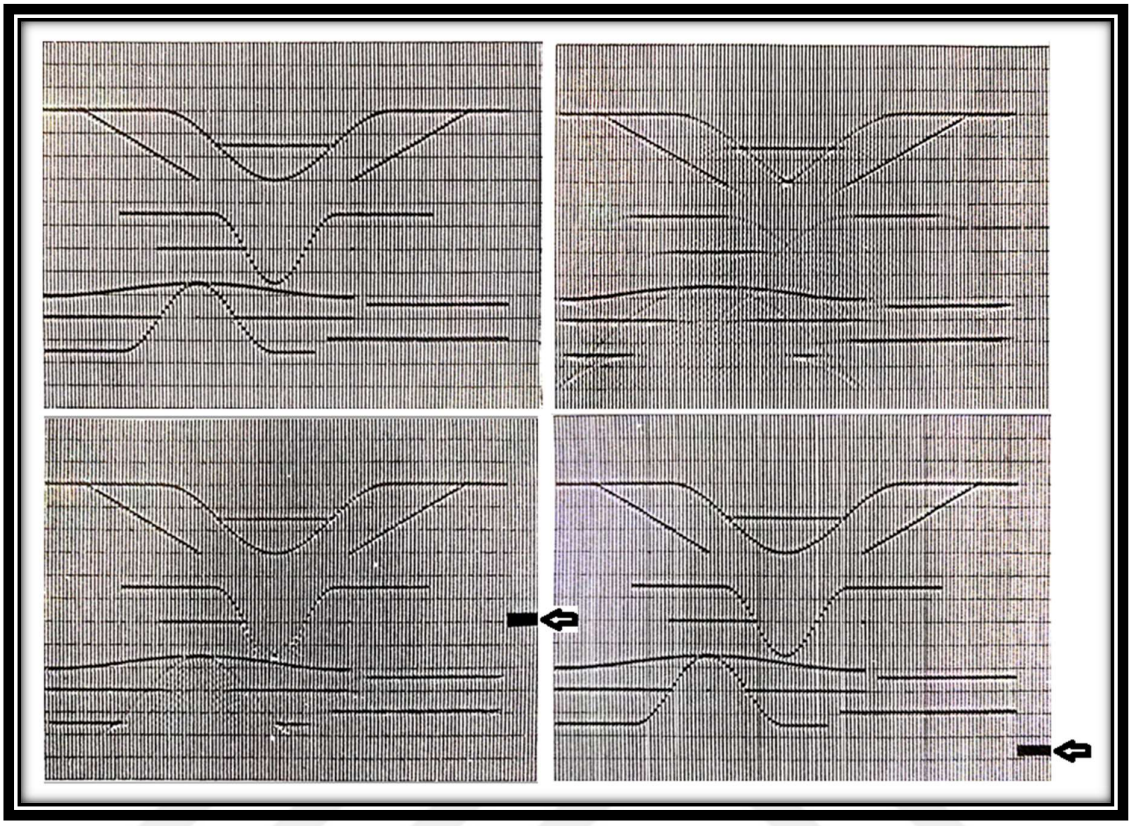
Bu yöntem ile yerin belli bir derinliğe kadarki dalga alanı belirlenebilir. Örneğin, yeryüzünden 100 m aşağıda dalga alanının belirlendiğini varsayalım. Bu 100 m'den sonra 200 m aşağıdaki ortamın dalga alanı belirlenebilir. Bu işlem böyle devam ederek istenen derinliğe kadar inilerek dalga alanları hesaplanabilir.

Şekil 3.19'da yüzeyde kaydedilen bir sismik iz gösterilmektedir. Burada yansıma zamanları 0.4 sn, 1 sn ve 1.4 sn'dir. Eğer yer altında gözlenen derinlik 150 m ise ve dalganın yer altındaki ilerleme hızı 1500 m/sn olursa aşağı gönderilen dalga 0.1 sn'den önce varamayacaktır (150/1500). Bu durumda yansımalar 0.1 sn gecikmeli olarak bu derinlikte 0.3 sn, 0.9 sn ve 1.3 sn olarak kaydedilecektir. Kaynaktan çıkıp aşağı doğru hareket eden dalga bu derinliğe 0.1 sn'de varmış olacaktır. Bu derinliği 300 m'ye çekersek ilk yansıma sinyali aşağı doğru giden dalganın geliş zamanıyla çakışacaktır. Çünkü bizim gözlem noktamız bu derinlikteki yansıtıcı yüzeyin üzerindedir. Bu derinlikteki yansımanın ifadesi en yüksek keskinliğe sahiptir. Bu işlemler tüm kesit boyunca devam ettirilir.



Şekil 3. 19: Bir sismik izin yüzeydeki alıcılar tarafından kaydedilmesi (Sheriff, 1978).

Şekil 3.20'de sol üst köşede farklı türden yapısal olayları barındıran bir model gösterilmektedir. Bu olaylar antiklinal, senklinal, faylar ve tabakaları kapsamaktadır. Sağ üstteki görüntüde ise model sonucu oluşan sismik kesit verilmiştir. Görüntüde genel olarak difraksiyonlar baskın durumdadır. Sol altta sismik kesite uygulanan migrasyon işlemi sonucu gösterilmektedir. Migrasyon işlemi ok ile gösterilen derinliğe kadar uygulanmıştır. Bu derinliğe kadarki uygulanan migrasyon işlemine bakıldığında kesitin modele benzediği görülmektedir. Sağ alt köşedeki görüntüde ise seçilen migrasyon derinliği tüm kesiti kapsamaktadır. Migrasyon işleminin sonucu ise başarılı bir sonuç vermiştir. Migrasyon sonrası kesit ile model kesiti birbirine benzemekte ve migrasyon işlemi öncesi difraksiyonlar kaldırılmakta, boyutları değişen antiklinal ve senklinaller gerçek boyutlarına taşınmakta, tabaka sınırları kesinleşmekte ve olaylar doğru konumlarına getirilmektedir.



Şekil 3. 20: Model (sol üst), sismik kesit (sağ üst), yarı derinliğe kadar migrasyon işlemi (sol alt) ve tüm kesite uygulanan migrasyon işlemi gösterilmektedir (Sheriff, 1978).

3.1.5.2.Derinlik Adım Aralığı (TAU)

Derinlik adım aralığı, bu migrasyon türünün de etkinliğini belirleyen bir değerdir. Bu değerin büyük seçilmesi sonucunda yığma kesitine düşük migrasyon uygulanmış olur ve hiperbol eğrisinde sıçramalar meydana gelir. Bu parametre eğer küçük seçilirse hiperbol enerjisinin az kısmı apex noktasına taşınır, saçılma hiperbolleri tam bastırılamaz ve hiperbol kanatlarının altında dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur (Dondurur, 2009).

Adım aralığının yüksek olması, dik eğime sahip olaylarda düşük migrasyon etkisi göstermektedir. Büyük adım aralığı hiperboller altında dispersiyon gürültülerin oluşmasına sebep olmaktadır. Ekonomik nedenler yüzünden oluşan adım aralığının mümkün oldukça büyük seçilmesi gerekmektedir. Dik eğimlerin bulunduğu alanlarda ise düşük adım aralıklarının alınmasına dikkat edilmelidir. Pratik olaraktan adım aralığı değeri, baskın periyod ile yarısı arasında bir değer almaktadır. Bu parametre yüksek seçilirse düşük migrasyon oluşur, az seçilir ise saçılma hiperbolleri apex noktasına taşınamaz ve dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur.

3.1.5.3.Migrasyon İçin Hız Seçimi

Pratikte hız derinlikle değişir. Hız derinlikle arttığı için kesitin sığ kısımlarına uygulanan migrasyon daha dar, derin kısımlarına uygulanan migrasyon ise daha geniş apertur gerektirmektedir. Yüksek hız veya geniş apertür daha fazla migrasyon anlamına gelmektedir. Derin ortamdaki hız sığ ortamdaki hızdan fazla olduğu için derin kısımlar sığ kısımlara oranla daha fazla migrasyone tabi tutulurlar. Bu neden ile migrasyonün sismik kesitler üzerindeki etkisi 'migrasyon konisi' adı verilen konik bir şekilli alan üzerinde görülür (Dondurur, 2009). Bu koninin kenar kısımlarında kalan üçgen alanlar derinlere doğru gittikçe genişlemektedir. Bu üçgen alanlar kesitteki bozulma alanlarını göstermektedir. Derinlere doğru bu üçgen alanın genişlemesinin sebebi derinlikle hızın artması sonucudur. Bu özellik sebebiyle bu migrasyon yönteminin kısa sismik hatlara uygulanması önerilmemektedir.

Olması gerekenden fazla hız seçilirse kesit aşırı migrasyona maruz kalır. Tam tersi durumda ise, azalan hızla birlikte saçılma hiperbolleri de az bastırılmış olur ve kesite uygulanan migrasyon etkisini kaybeder. Düşük hız olayları tam bastırmamakta, yüksek hız ise olaylara aşırı migrasyon uygulayarak yukarı taşımakta ve yarı dairesel olaylar (smiling) meydana gelmektedir.

3.1.6. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu

3.1.6.1.Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu Tanımı

Zaman ortamında yapılan migrasyon işlemi yanal yöndeki hız değişimlerinin keskin olmadığı, sismik yığma kesitinde saçılmaların fazla olduğu ya da yapısal eğime sahip olaylar olduğu zaman tercih edilebilir. Bu migrasyon işlemi esnasında RMS hızları kullanılmaktadır. Yığma yapılmış sismik kesit saçılmalar ve yapısal eğimler içerdiği zaman ihtiyaç duyulur. Düşey yönde hız değişimi olduğu zaman geçerlidir. Yanal yöndeki hız değişimlerinin yüksek olmaması şartıyla uygulanabilir (Güreli, 2007).

Yığma sonrası migrasyon sonuçları yığma öncesi migrasyon sonuçlarından çözünürlük bakımından daha düşüktür. Çünkü migrasyon işleminin yığma öncesinde kullandığı iz sayısı yığma sonrası kullandığı iz sayısından fazladır. Migrasyon işlemine giren iz sayısı fazla olduğu için çıkan sonuç ta kaliteli ve yüksek çözünürlükte olur. Lakin yığma sonrası migrasyon işlemi zaman ve maliyet bakımından daha avantajlıdır. Yeraltındaki yapısal olaylara göre bu migrasyon türünün hangi aşamada (yığma öncesi veya yığma sonrası) ve hangi ortamda (zaman veya derinlik) uygulanabileceği belirlenmektedir.

Yığma sonrası derinlik migrasyonu, sismik kesitte yanal yönde büyük hız değişimlerinin görüldüğü ve yüksek yapısal eğimlerin bulunduğu ortamlarda kullanılan migrasyon türüdür. Bu migrasyon türünde ise işlem yapılırken ara hızlar kullanılmaktadır.

3.1.6.2.Derinlik Adım Aralığı (TAU)

Derinlik adım aralığı, bu migrasyon türünün de etkinliğini belirleyen bir değerdir. Bu değerin büyük seçilmesi sonucunda yığma kesitine düşük migrasyon uygulanmış olur ve hiperbol eğrisinde sıçramalar meydana gelir. Bu parametre eğer küçük seçilirse hiperbol enerjisinin az kısmı apex noktasına taşınır, saçılma hiperbolleri tam bastırılamaz ve hiperbol kanatlarının altında dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur (Dondurur, 2009).

Adım aralığının yüksek olması, dik eğime sahip olaylarda düşük migrasyon etkisi göstermektedir. Büyük adım aralığı hiperboller altında dispersiyon gürültülerin oluşmasına sebep olmaktadır. Ekonomik nedenler yüzünden oluşan adım aralığının mümkün oldukça büyük seçilmesi gerekmektedir. Dik eğimlerin bulunduğu alanlarda ise düşük adım aralıklarının alınmasına dikkat edilmelidir. Pratik olaraktan adım aralığı değeri, baskın periyod ile yarısı arasında bir değer almaktadır. Bu parametre yüksek seçilirse düşük migrasyon oluşur, az seçilir ise saçılma hiperbolleri apex noktasına taşınamaz ve dispersiyon adı verilen gürültüler oluşur.

3.1.6.3.Migrasyon İçin Hız Seçimi

Pratikte hız derinlikle değişir. Hız derinlikle arttığı için kesitin sığ kısımlarına uygulanan migrasyon daha dar, derin kısımlarına uygulanan migrasyon ise daha geniş apertur gerektirmektedir. Yüksek hız veya geniş apertür daha fazla migrasyon anlamına gelmektedir. Derin ortamdaki hız sığ ortamdaki hızdan fazla olduğu için derin kısımlar sığ kısımlara oranla daha fazla migrasyone tabi tutulurlar. Bu neden ile migrasyonün sismik kesitler üzerindeki etkisi 'migrasyon konisi' adı verilen konik bir şekilli alan üzerinde görülür (Dondurur, 2009). Bu koninin kenar kısımlarında kalan üçgen alanlar derinlere doğru gittikçe genişlemektedir. Bu üçgen alanlar kesitteki bozulma alanlarını göstermektedir. Derinlere doğru bu üçgen alanın genişlemesinin sebebi derinlikle hızın artması sonucudur. Bu özellik sebebiyle bu migrasyon yönteminin kısa sismik hatlara uygulanması önerilmemektedir.

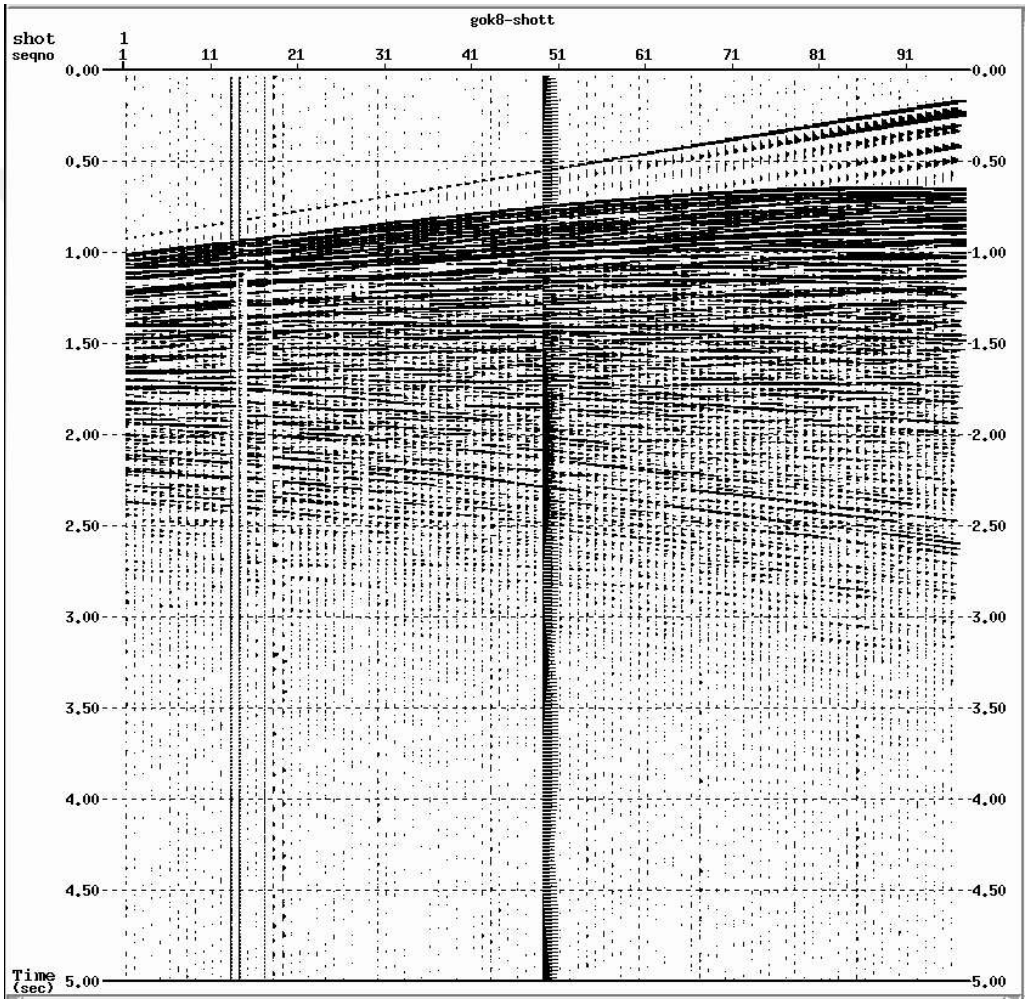
Olması gerekenden fazla hız seçilirse kesit aşırı migrasyona maruz kalır. Tam tersi durumda ise, azalan hızla birlikte saçılma hiperbolleri de az bastırılmış olur ve kesite uygulanan migrasyon etkisini kaybeder. Düşük hız olayları tam bastırmamakta, yüksek hız ise olaylara aşırı migrasyon uygulayarak yukarı taşımakta ve yarı dairesel olaylar (smiling) meydana gelmektedir.

4. BULGULAR

4.1.MİGRASYONA KADAR OLAN İŞLEMLER

4.1.1. Atış Veri Grubu

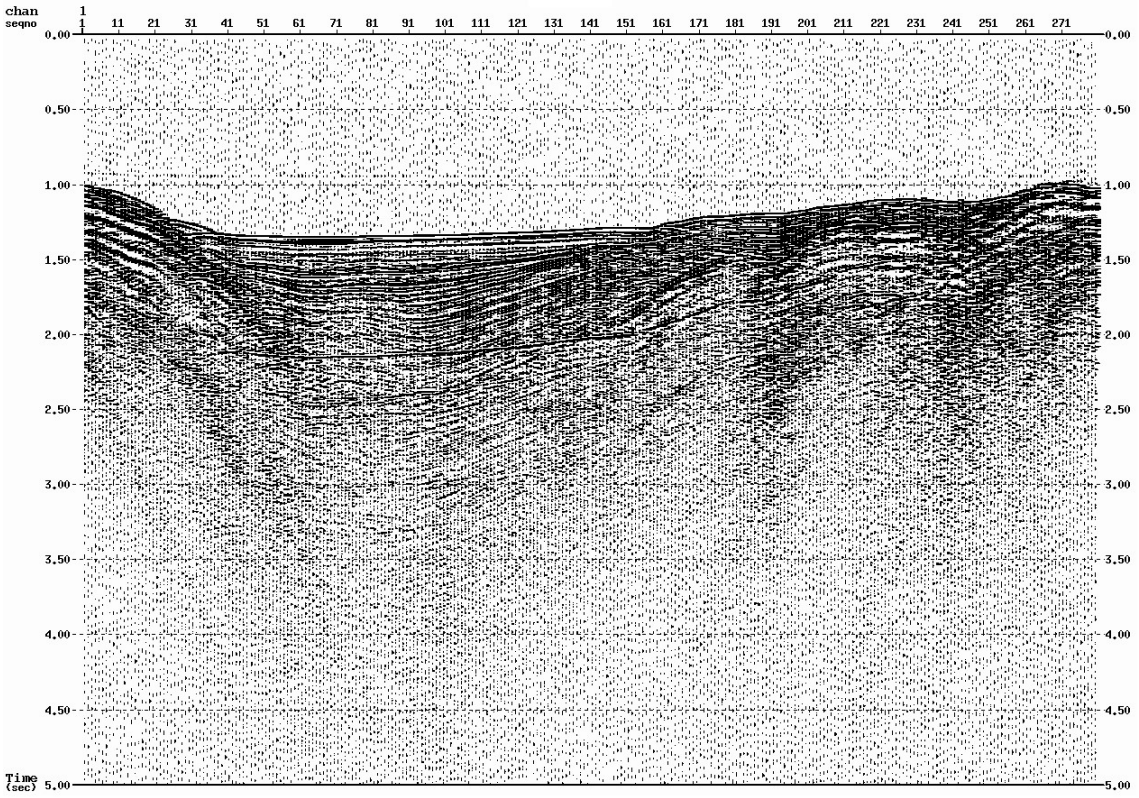
Sahada elde edilen sismik veri ECHOS programına GIN komutu ile tanıtılmıştır.



Şekil 4. 1: Sismik yansıma verisinin birinci atışına ait görüntü; bozuk izler, sıfırlama işleminin yapılacağı alanlar ve ilerleyen aşamalarda veriye filter ve gain'in gereklilikleri gözükmektedir.

4.1.2. Tek Kanal Yığma Kesiti Görüntüsü

Sismik yansıma verisinin tek kanal gösterimi Şekil 4.2’ gösterilmiştir. Bu gösterimde hiçbir işlem uygulanmamış sismik verinin ham görüntüsüdür.



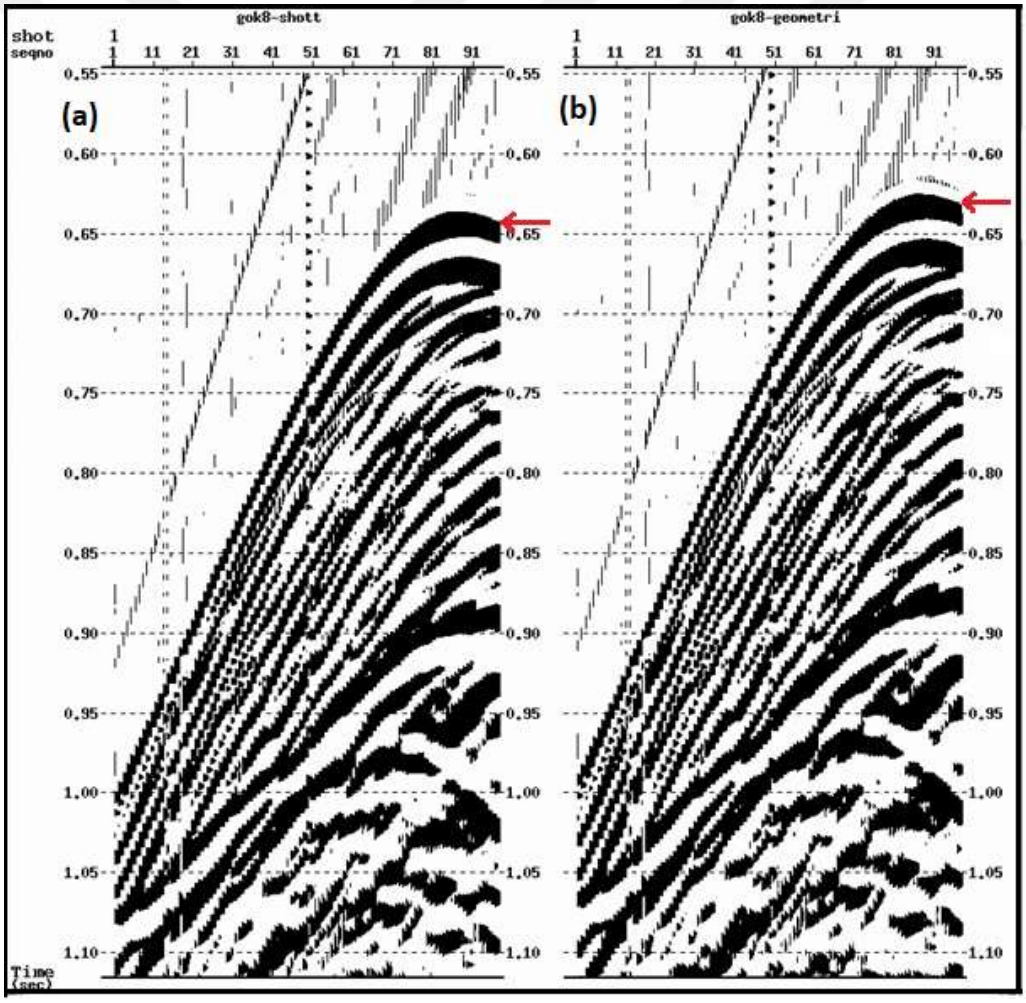
Şekil 4. 2. Sismik yansıma verisinin tek kanal gösterimi

4.1.3. Geometri Tanımlama

Bu çalışmada kaynak derinliği 7 m ve alıcı kablo derinliği 10 m olarak seçilmiş ve dalganın sudaki hızı (V) 1500 m/sn olarak alınmıştır.

$$t = (\text{kaynak derinliği} + \text{streamer derinliği}) / V \quad (4.1)$$

Formüldeki değerler yerine konur ve basit cebirsel işlemler yapılırsa 11 ms sonucuna varılır. Bu değer kaynak alıcı derinliğinden kaynaklı zamansal gecikmeyi gerçek yerine taşıyacaktır. Bu işlem kullanılan programda HEADPUT komutu yardımıyla yapılabilmektedir. Bu işlem sonucunda sismik veri 11 ms yukarı taşınmış olacaktır (Şekil 4.3).

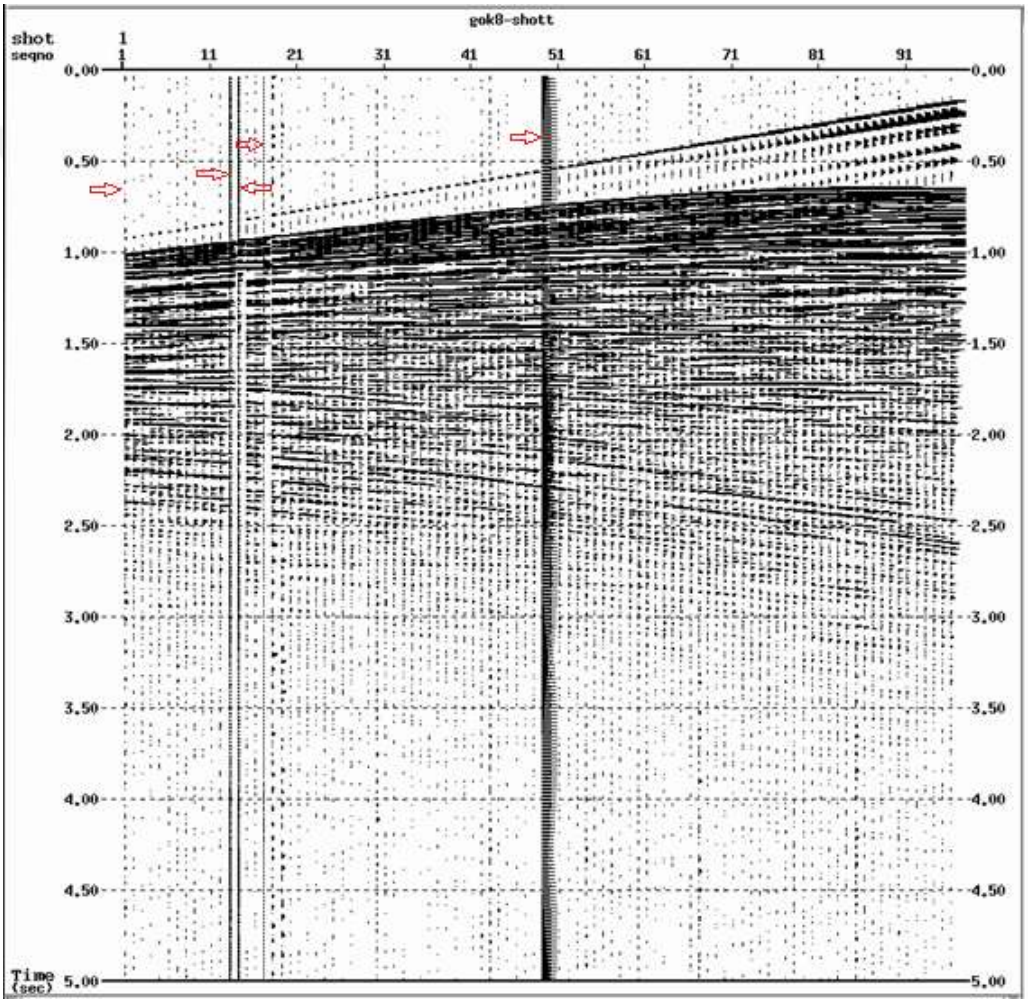


Şekil 4. 3: Statik düzeltme uygulanmamış (a) ve uygulanmış (b) sismik veri. Düzeltme sonrası deniz tabanı 11 ms yukarı taşınmıştır.

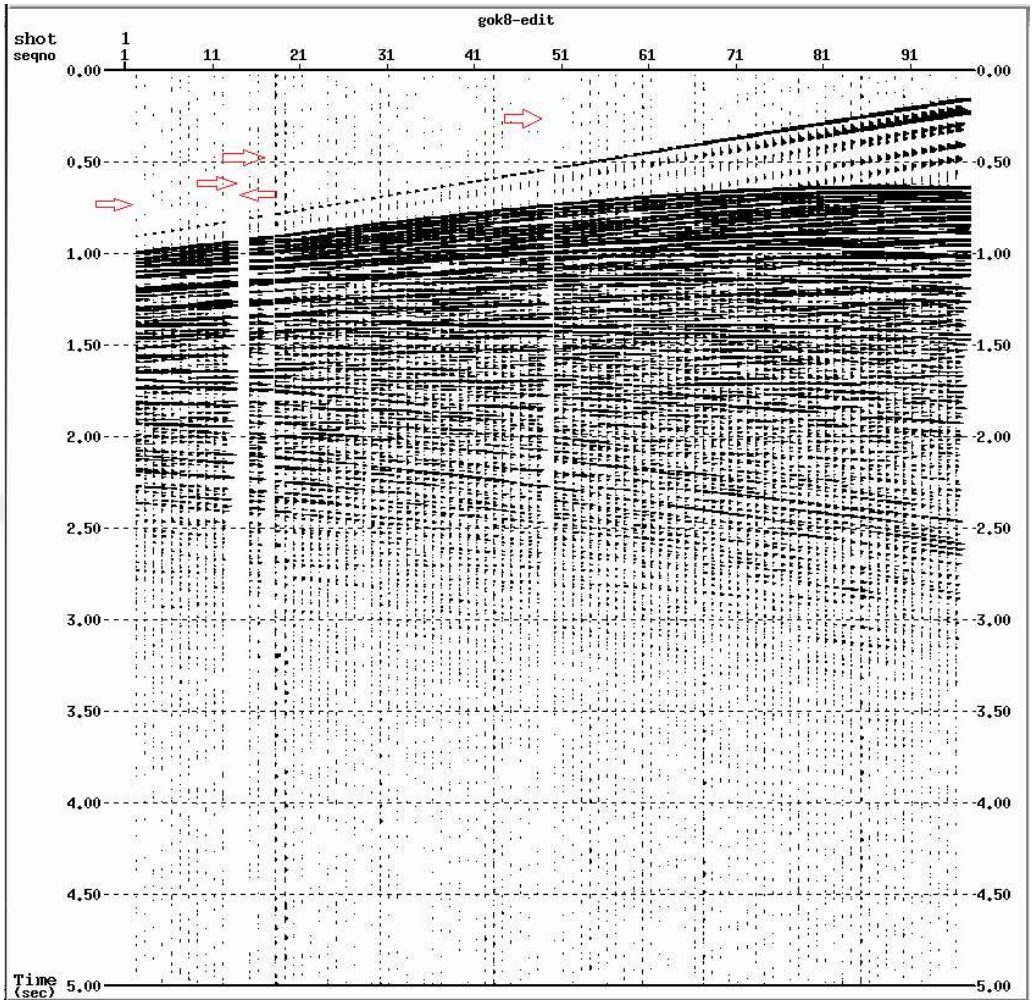
4.1.4. Edit İşlemi

Bu işlem ECHOS programında EDIT komutu yardımıyla yapılmıştır. Bu çalışmada bozuk olan izlerin sıfırlanmasında KILL işlemi uygulanmıştır. Şekil 4.4'te de belirlendiği gibi verinin 1, 13, 14, 17 ve 49. İzlerin bozuk olduğu ve ayıklanması gerektiği, bu bozuk olan izlerin periyodik olarak verinin tüm atışlarında olduğu da gözlenmiştir.

Şekil 4.5'te belirlenen bozuk izler ayıklandıktan sonra verinin birinci atışına ait görüntüsü.



Şekil 4. 4: Edit işlemi uygulanacak izlerin belirlenmesi.

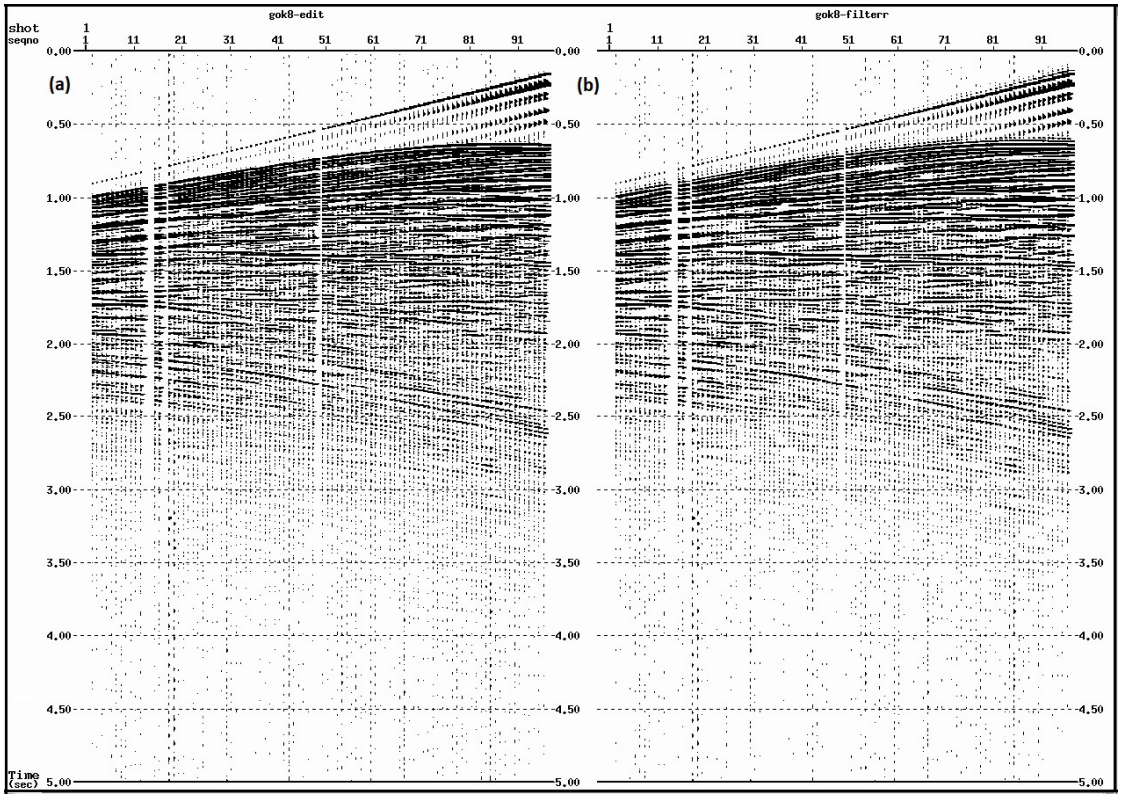


Şekil 4. 5: Edit işlemi uygulanmış izlerin genliklerinin '0' ile çarpıldıktan sonraki halleri.

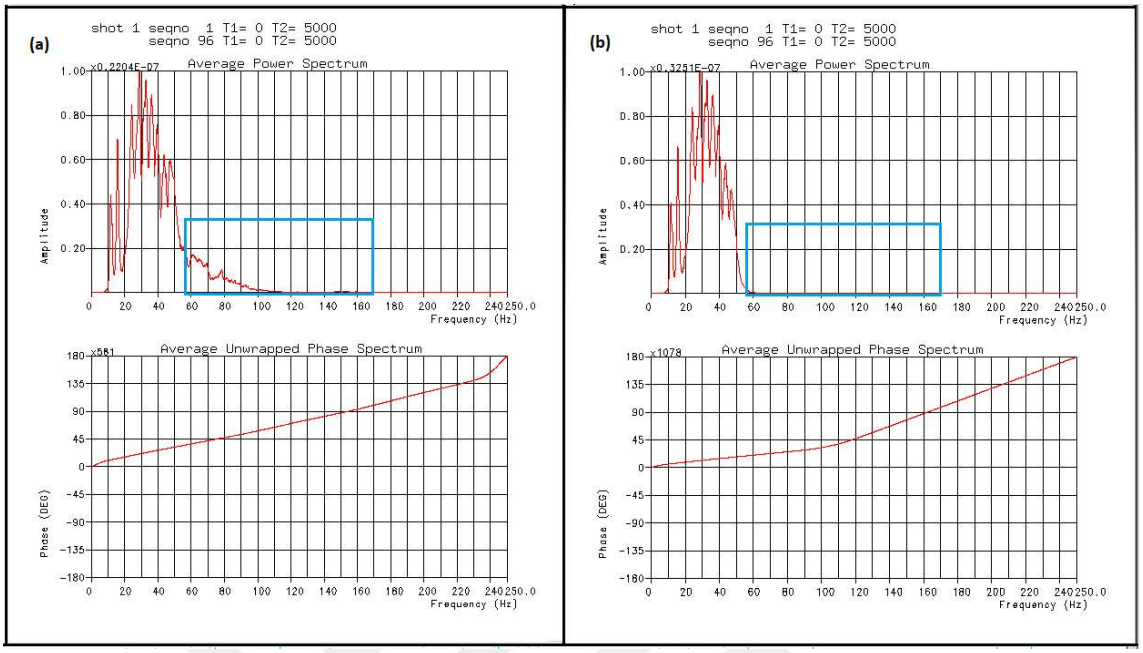
4.1.5. Süzgeç İşlemi

Bu işlem ECHOS programında FILTER komutu yardımıyla yapılmıştır. Bu tez çalışmasında bant geçişli süzgeç işlemi uygulanmıştır. Uygulanan süzgeç işlemindeki seçilen frekans aralığı 3-5 Hz ve 50-60 Hz olarak seçilmiştir. Seçilen frekans aralığı, kaynak dalgacığının baskın olduğu frekans bandı dikkate alınarak seçilmiştir.

Şekil 4.6'da kesme frekansları seçildikten sonra verinin ham ve bant geçişli süzgeç uygulanmış hali gözükmektedir. Şekil 4.7'de ise Şekil 4.6'da gösterilen sismik görüntülerin spektral analizleri gösterilmektedir.



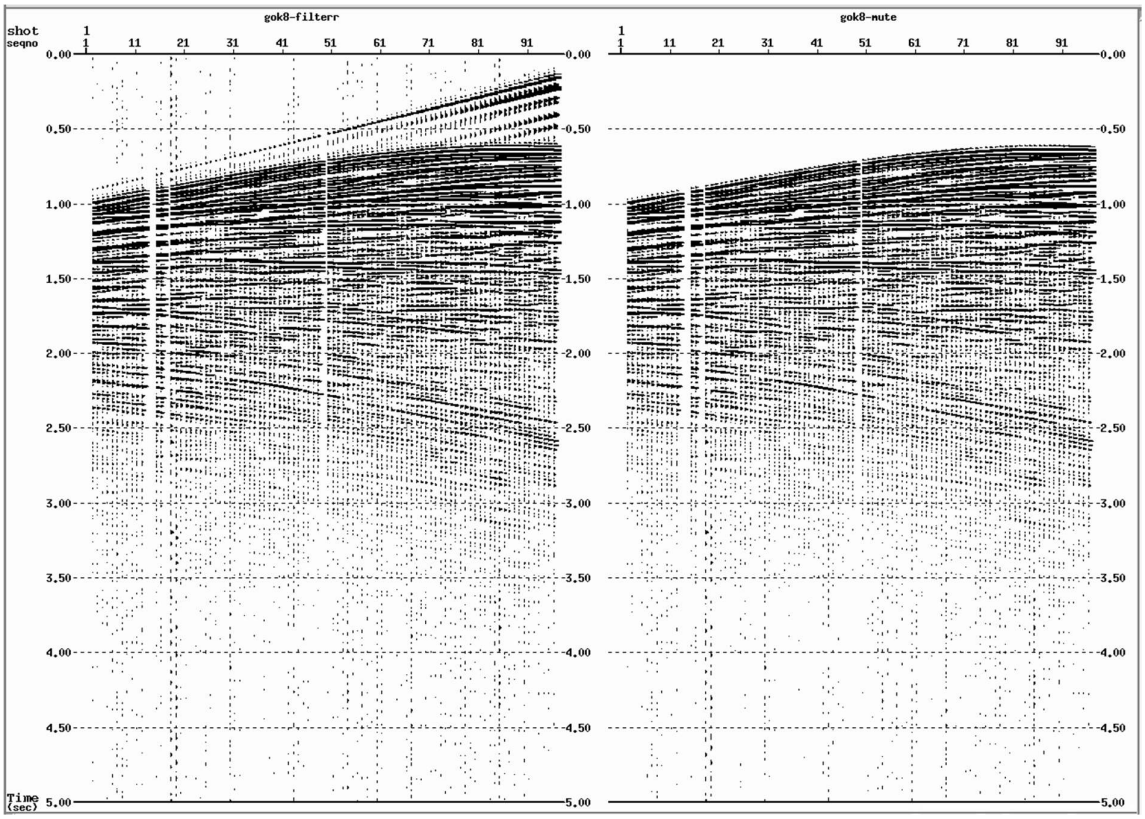
Şekil 4. 6: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve sonrası (b).



Şekil 4. 7: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki yüksek frekansa sahip düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır.

4.1.6. Mute işlemi

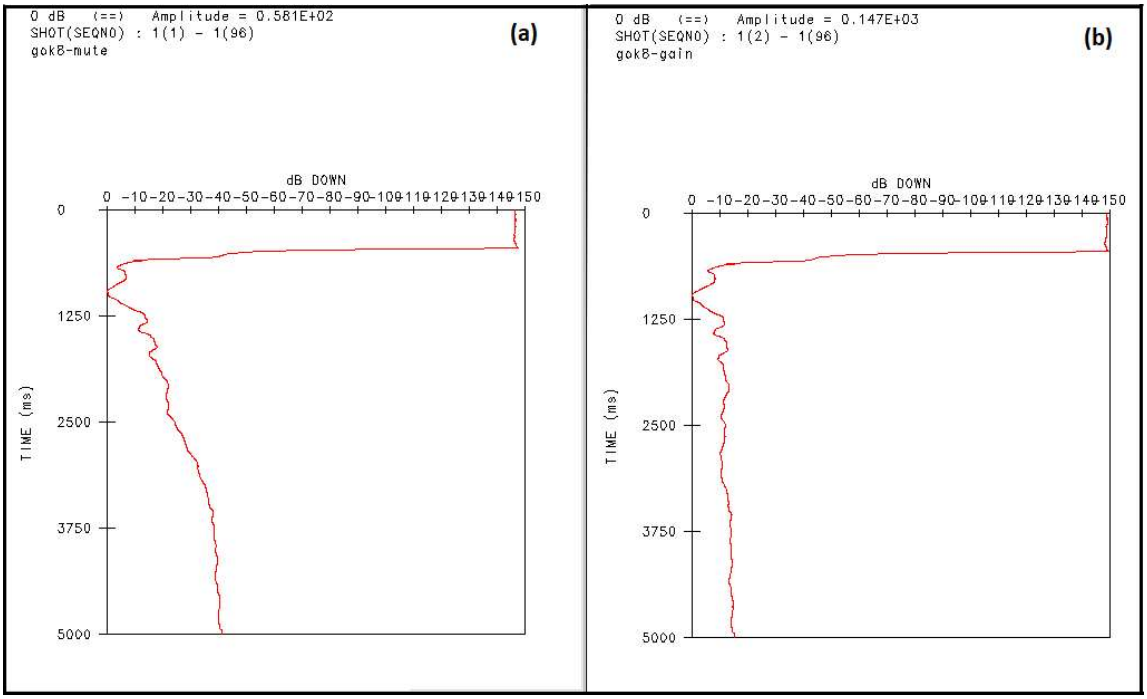
Bu işlem ECHOS programında MUTE komutu kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada üst kısımların atılması türü veriye uygulanmıştır. Şekil 4.8'de mute işlemi uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki halleri gösterilmiştir. Mute işleminden sonra deniz tabanının üstünde kalan alanlar sıfırlanarak veriden atılmıştır.



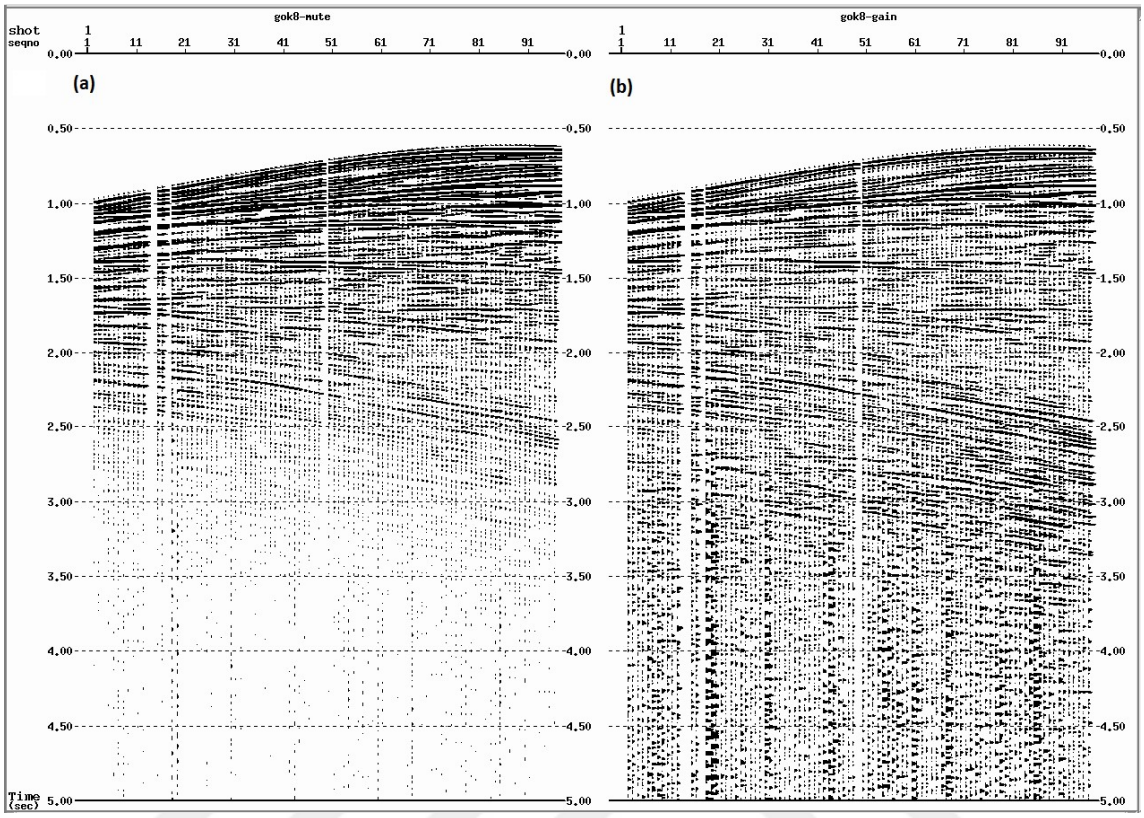
Şekil 4. 8: Mute işlemi uygulanmış veri. Deniz tabanının üstündeki kısımlar veriden atılmıştır.

4.1.7. Gain İşlemi

Bu işlem ECHOS programında GAIN komutu yardımıyla yapılmıştır. Şekil 4.9'de denemeler sonucu küresel açılım düzeltmesi uygulaması seçilerek program karşılaştırmalı ortamda oluşturulan üstel kazanç fonksiyonları atış kayıtlarındaki tüm sismik izler ile çarpılarak genlikler iyileştirilmiştir. Gain uygulandıktan sonra derinlere doğru genlik değeri 10-15 dB değerleri arasında sabit tutularak enerji kaybının önüne geçilmiştir. Şekil 4.10'da ise belirlenen gain parametreleri atışa uygulanmış ve derinlere doğru azalan genlik değerleri geri kazanılmıştır.



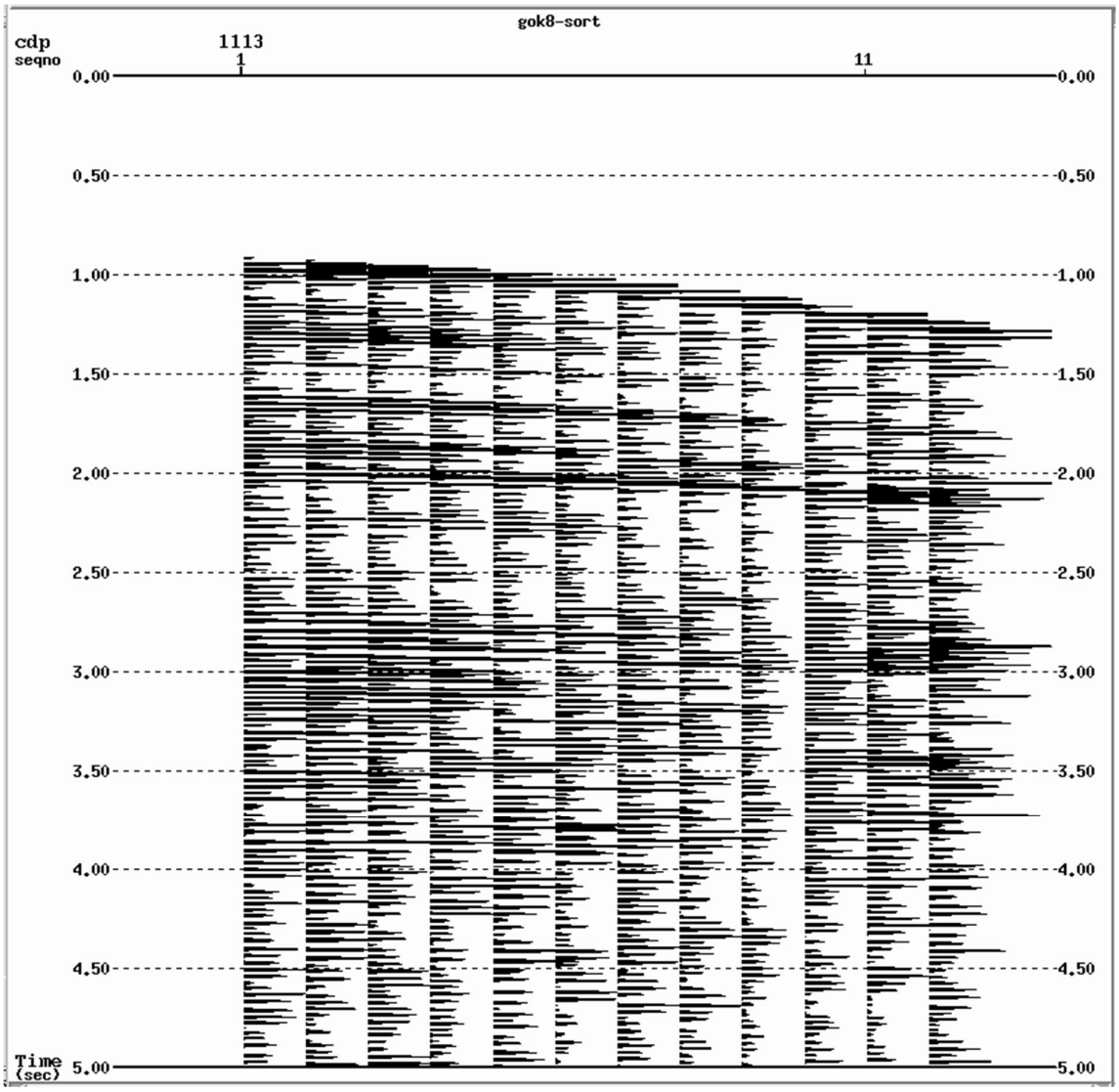
Şekil 4. 9: a) Genlik kazancı öncesi ve b) sonrasını gösteren bir genlik analizi görüntüsü.



Şekil 4. 10: a) ham veri ve b) Gain uygulanmış bir atış görüntüsü. Derinlere doğru kaybedilen enerji geri kazanılmıştır.

4.1.8. Sort İşlemi

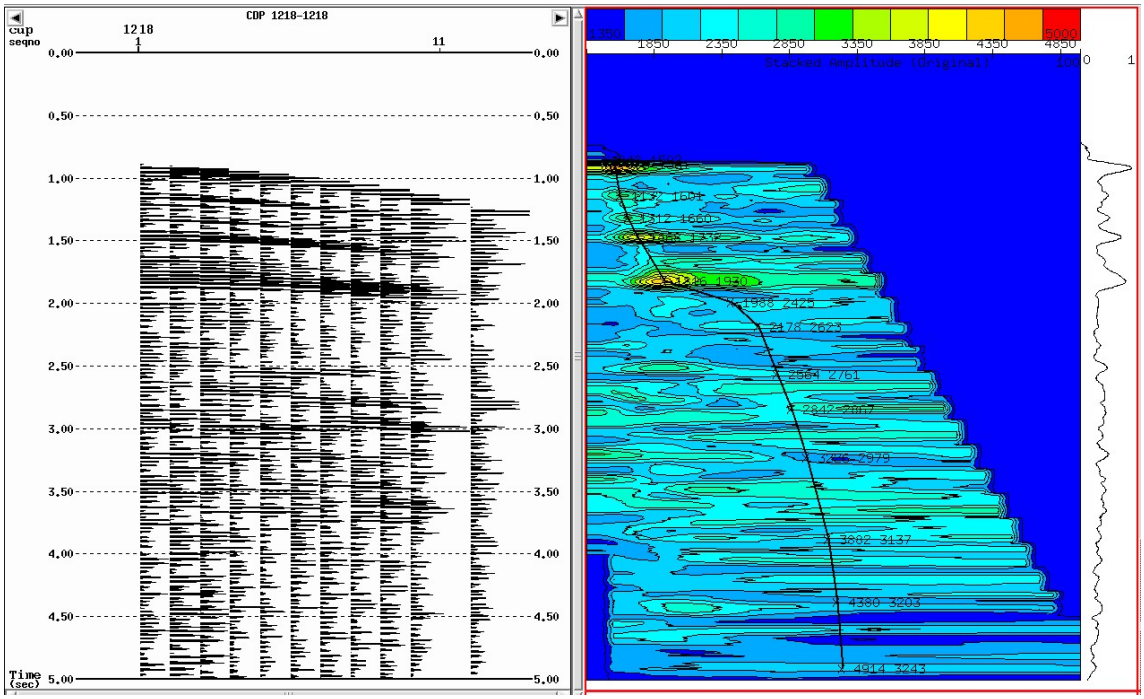
Bu işlem ECHOS programında SORT komutu ile yapılmıştır. Şekil 4.11'de katlanma sayısı 12'ye ulaşan 1113 no'lu CDP kesiti gösterilmiştir.



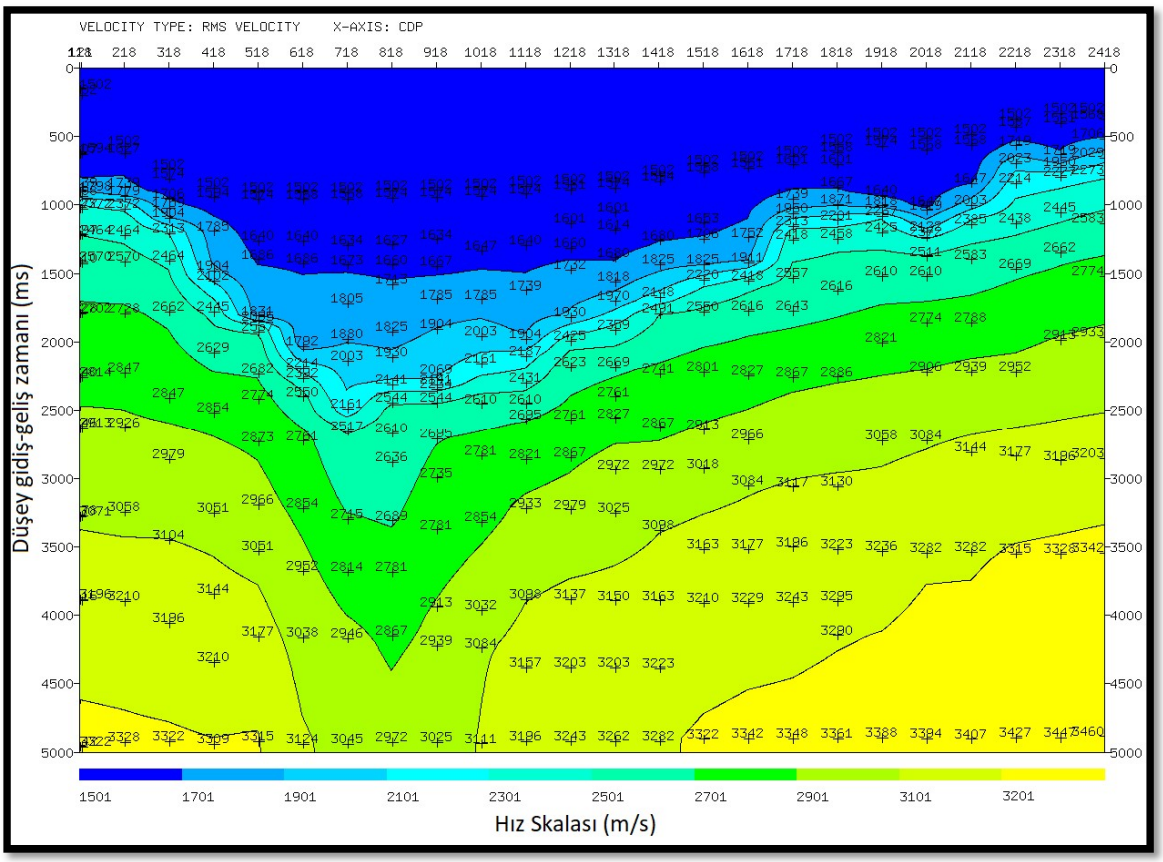
Şekil 4. 11: Katlanma sayısının en fazla (12) olduğu CDP gösterimi.

4.1.9. Hız Analizi

Sismik veriye ait hız analizi ECHOS programında VELDEF komutu yardımıyla yapılmıştır. Bu çalışmada hız bilgisinin elde edilebilmesi için benzerlik yöntemi uygulanmıştır. Bu benzerlik yönteminde, belirlenmiş olan ortak atış topluluğundaki sismik izlerin belirli zaman aralıkları ile, benzerliklerinin hesaplanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Şekil 4.12'de 100 CDP aralıkla yapılan hız analizine ait bir görüntü verilmiştir. Şekil 4.13'te ise seçilen hızlar sonucunda elde edilen iki boyutlu hız gösterimi verilmiştir.



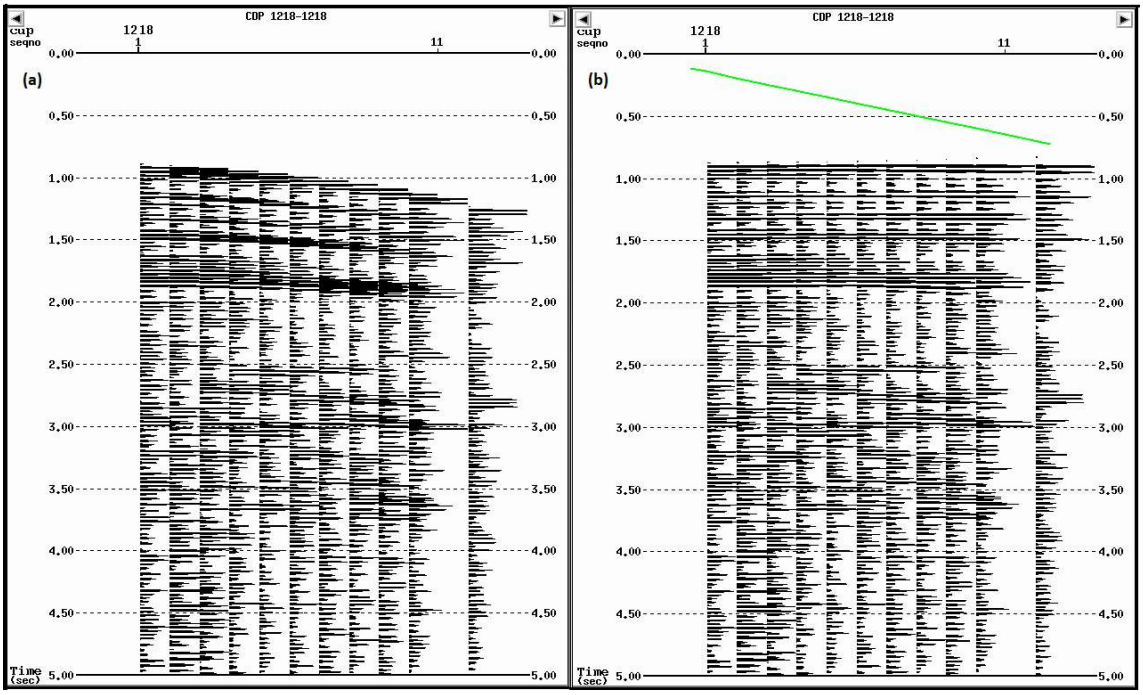
Şekil 4. 12: Benzerlik fonksiyonunun oluşturulması ve hız seçimi.



Şekil 4. 13: Hız seçimi sonrası oluşturulan iki boyutlu hız-zaman gösterimi.

4.1.10. NMO İşlemi

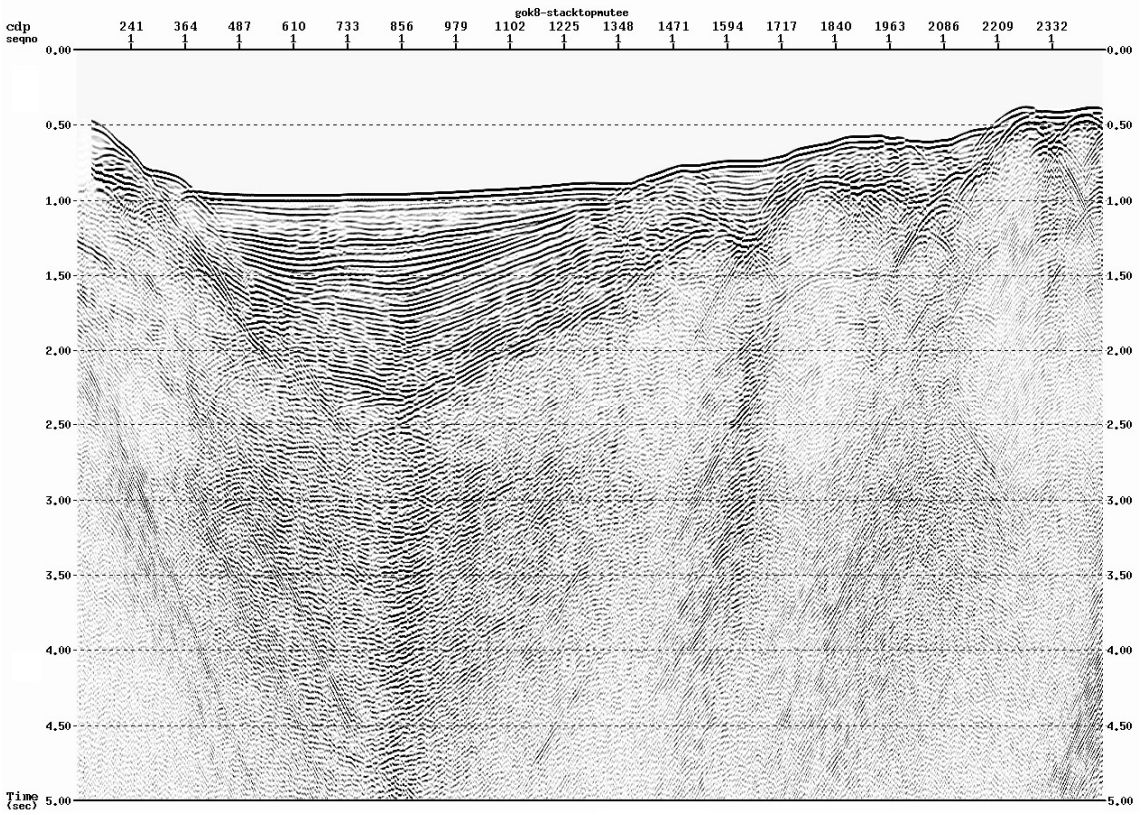
Hız seçimi tamamlandıktan sonra NMO uygulaması ile zamansal gecikme ortadan kaldırılmıştır (Şekil 4.14).



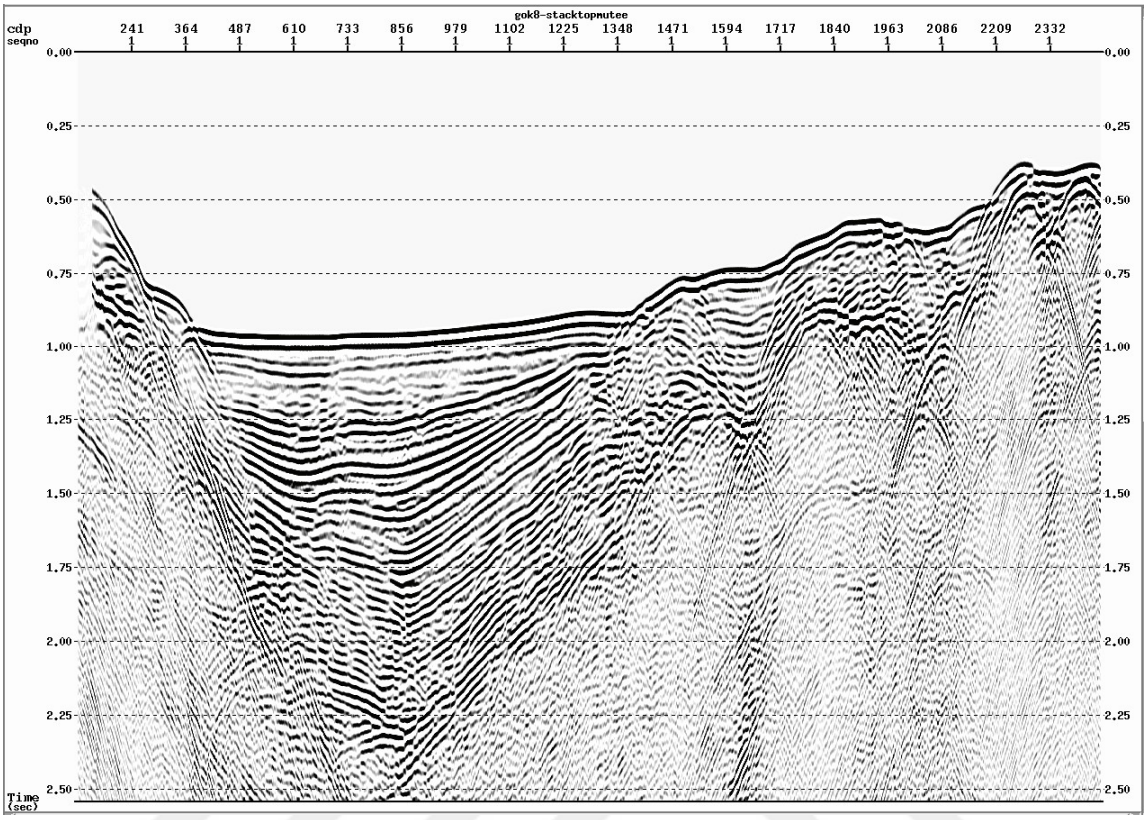
Şekil 4. 14: NMO öncesi (a) ve NMO sonrası (b). Hız seçimi sonrası uygulanan NMO ile zamansal gecikme etkisi ortadan kaldırılmıştır.

4.1.11. Yığma (Stack) İşlemi

ECHOS programında STACK komutu ile yığma işlemi uygulanmış ve Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Şekil 4.16'te verinin 2.5 sn'nin altındaki kısmı atılmıştır. Sismik verinin 2.5 sn'den sonraki kısmı sinyal kalitesi yeterince uygun görülmediği için migrasyon işlemlerindeki görüntülerde gösterilmemiştir.



Şekil 4. 15: Sismik yığma kesiti, deniz tabanının üst kısmına mute işlemi uygulanmıştır.

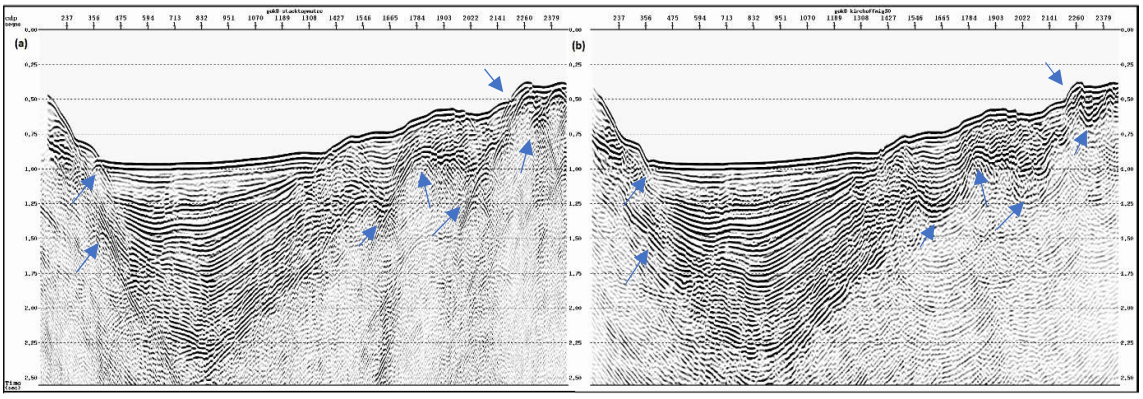


Şekil 4. 16: Sismik yığma kesiti (Verinin 2.5 sn'den sonraki kısmı atılmıştır).

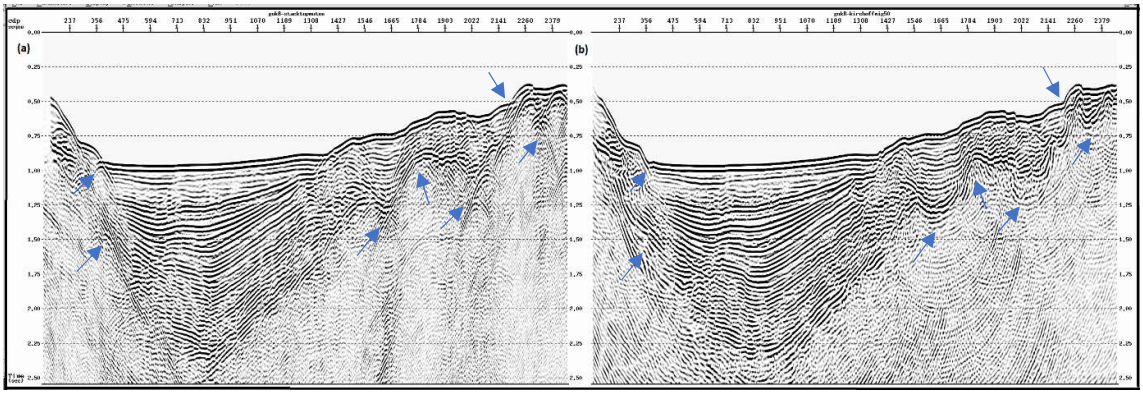
4.2.MİGRASYON TÜRLERİ UYGULAMALARI

4.2.1. Kirchhoff Migrasyonu Uygulamaları

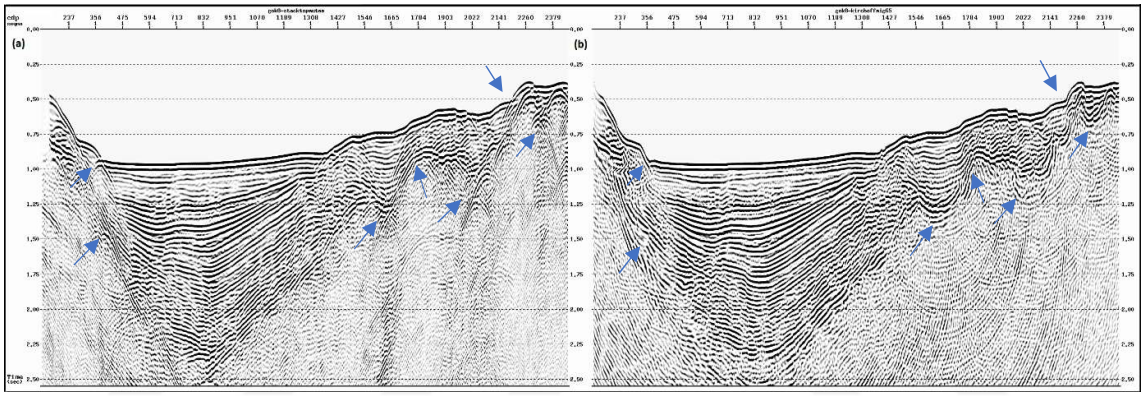
Bu migrasyon türü ECHOS programında MIGTX komutuyla uygulanmıştır. Migrasyon tekniğinin programda uygulanabilmesi için bazı parametrelerin biliniyor olması gerekmektedir. Bunlar migrasyona girecek olan CDP sayısı ve CDP'ler arası yüzeyaltı mesafe. Bu çalışmada CDP sayısı 2325'tir. Bu değer programa girilirken her zaman bir fazlası yazılmaktadır. CDP'ler arası mesafe ise alıcılar arası mesafenin yarısına eşittir. Alıcılar arası mesafe 12.5 m olduğu için CDP'ler arası mesafe de 6.25 m olmaktadır. Bilinen parametreler dışında deneme yolu ile belirlenecek parametre ise eğim değeridir. Bu parametreler değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki yaptığı değişiklikler incelenmekte ve kesitteki olayların gerçek yerlerine taşınma başarısına bakılmaktadır. Eğim değeri değiştirilerek sismik kesitte bulunması istenen en yüksek eğim miktarı belirlenebilmektedir. Seçilen eğim değerinin üzerindeki eğime sahip olaylar kesitten atılmakta ve seçilen parametre değeri artırıldıkça yüksek eğime sahip olaylar kesitte gözükmeye başlamaktadır. Eğim değerinin yüksek seçilmesi ile uygulanacak migrasyonun süresi ilişkilidir. Eğim değeri ne kadar yüksek seçilirse zamansal kayıp ta bir o kadar fazla olacaktır. Bu yüzden seçilecek eğim değeri hem olayları kesitten atmayacak hem de zamansal kayı en aza indirecek şekilde belirlenmelidir.



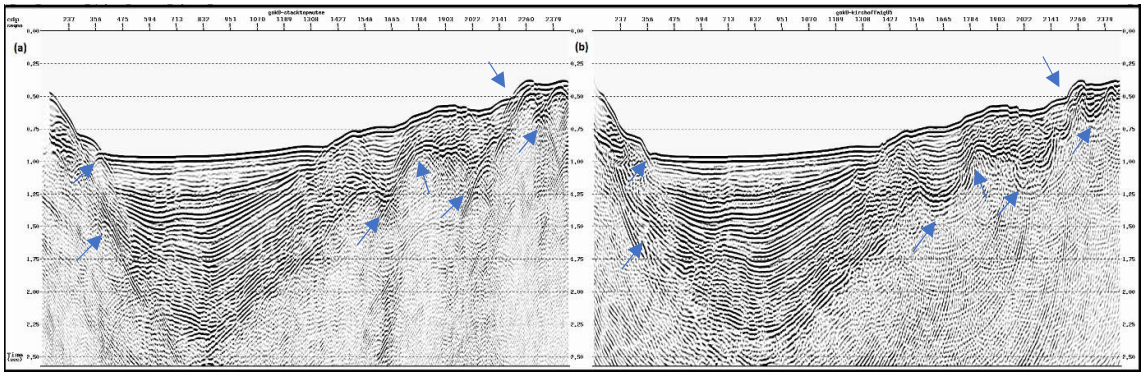
Şekil 4. 17: Stack kesiti (a) ve 30 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



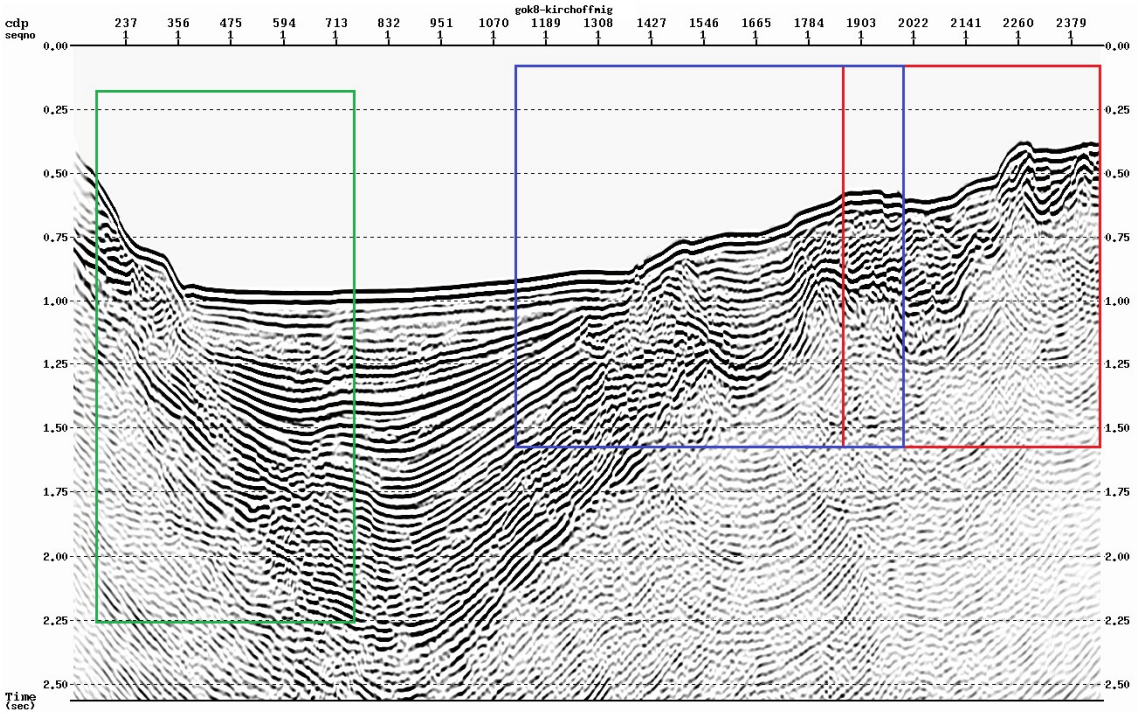
Şekil 4. 18: Stack kesiti (a) ve 50 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



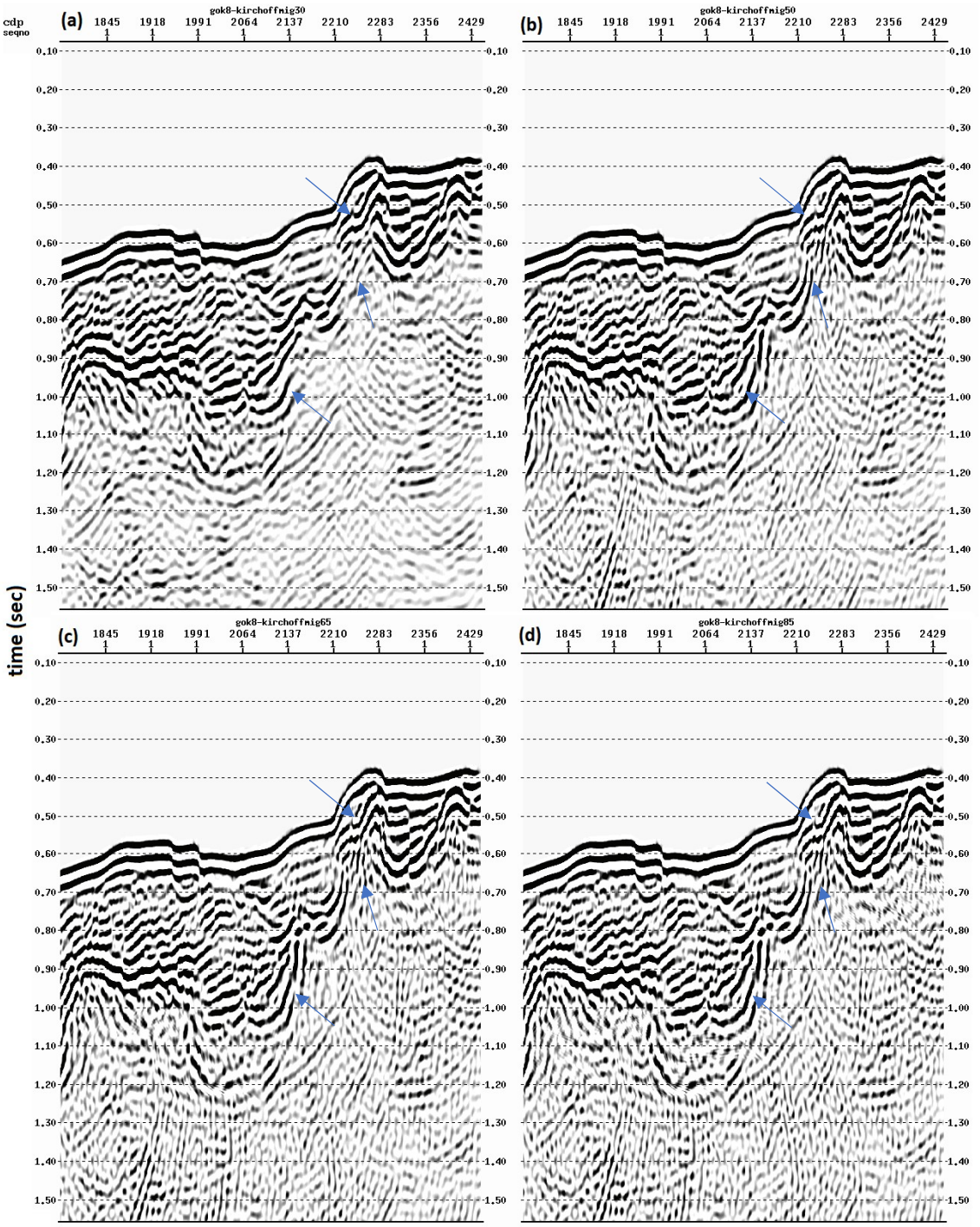
Şekil 4. 19: Stack kesiti (a) ve 65 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



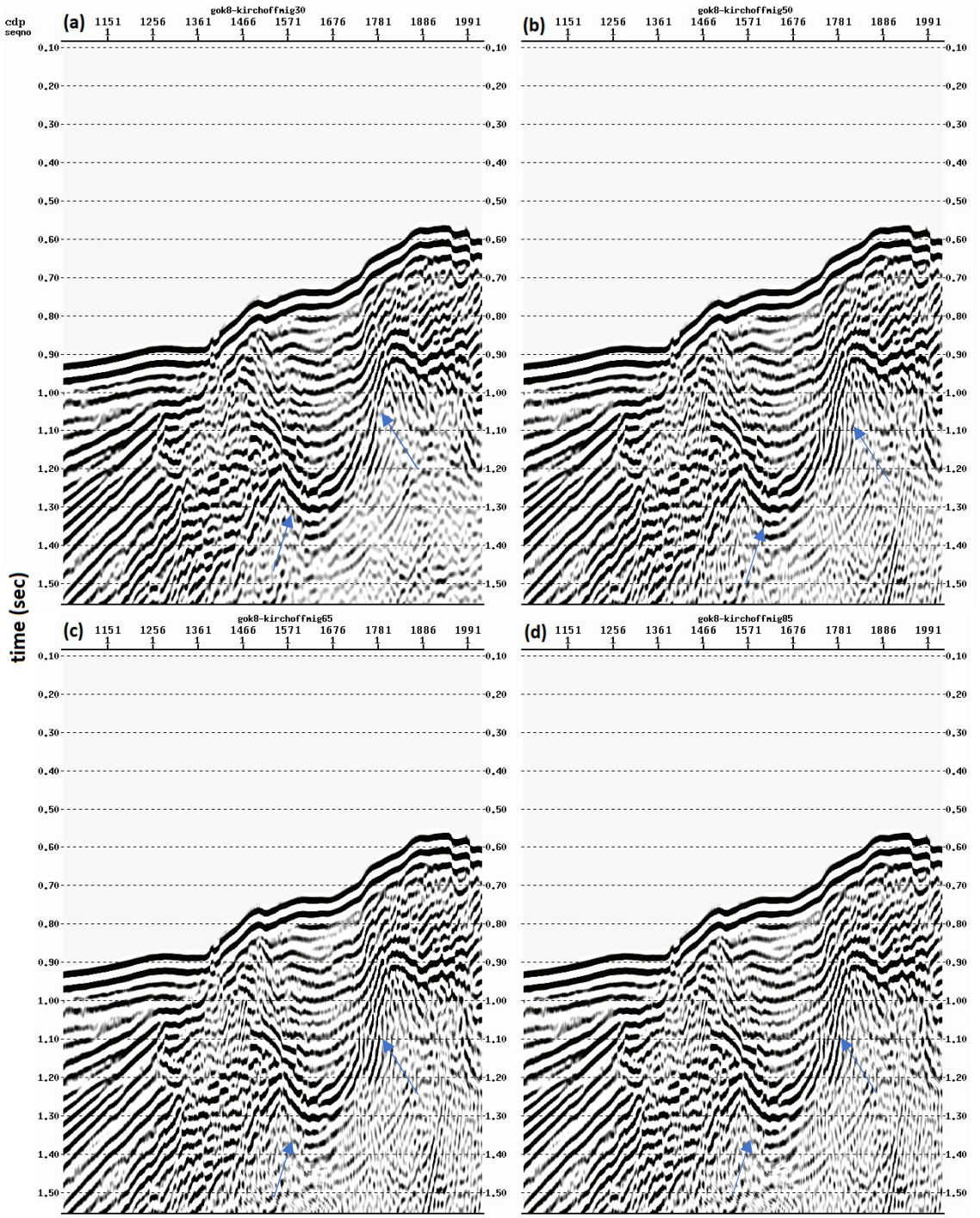
Şekil 4. 20: Stack kesiti (a) ve 85 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



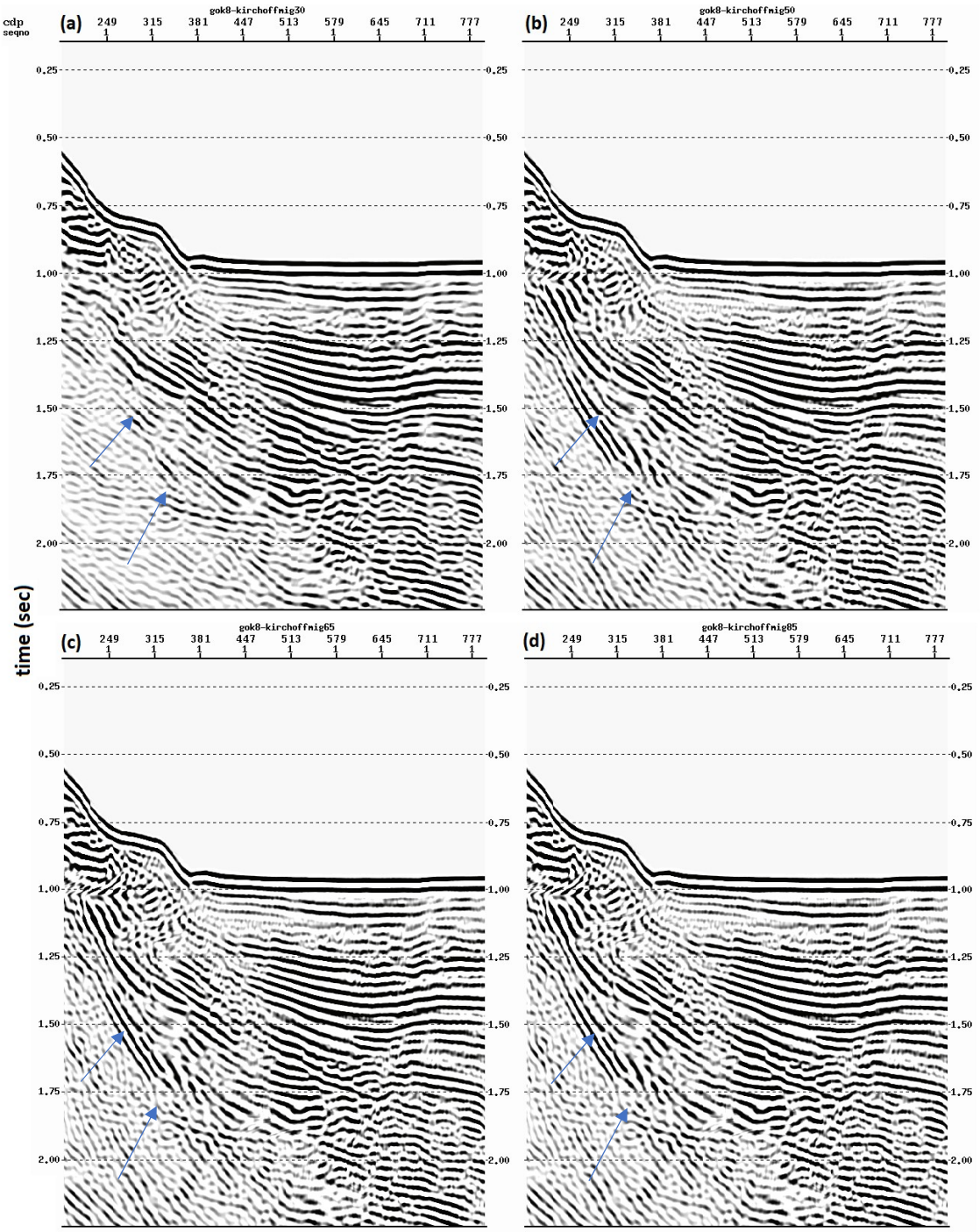
Şekil 4. 21: Kirchhoff'da yakınlaştırılmış alanların yerleri.



Şekil 4. 22: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.



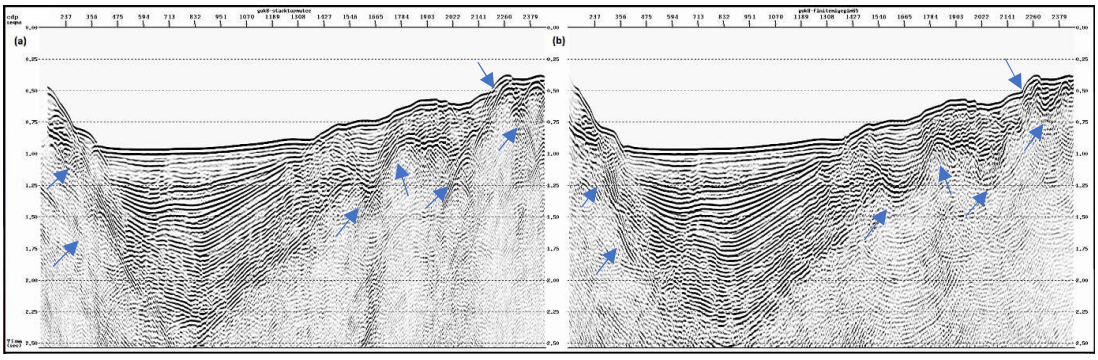
Şekil 4. 23: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.



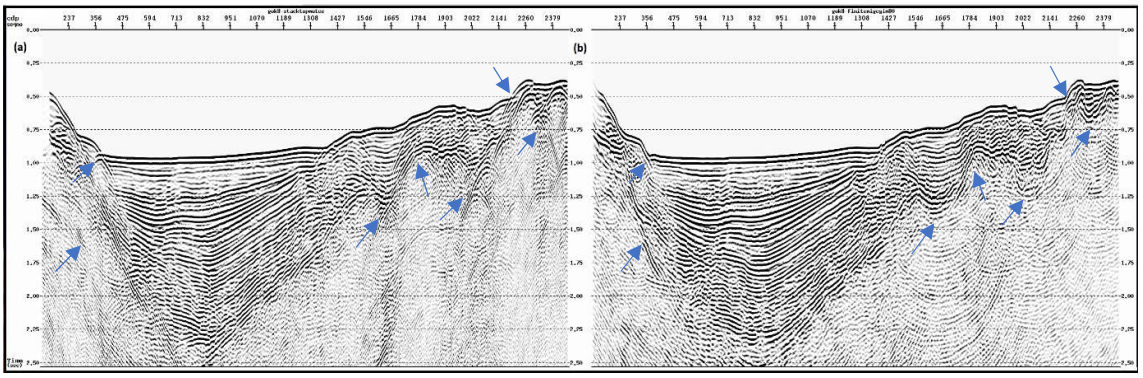
Şekil 4. 24: 30 (a), 50 (b), 65 (c) ve 85 (d) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.21'deki yeşil kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.

4.2.2. Sonlu Farklar Migrasyonu Uygulamaları

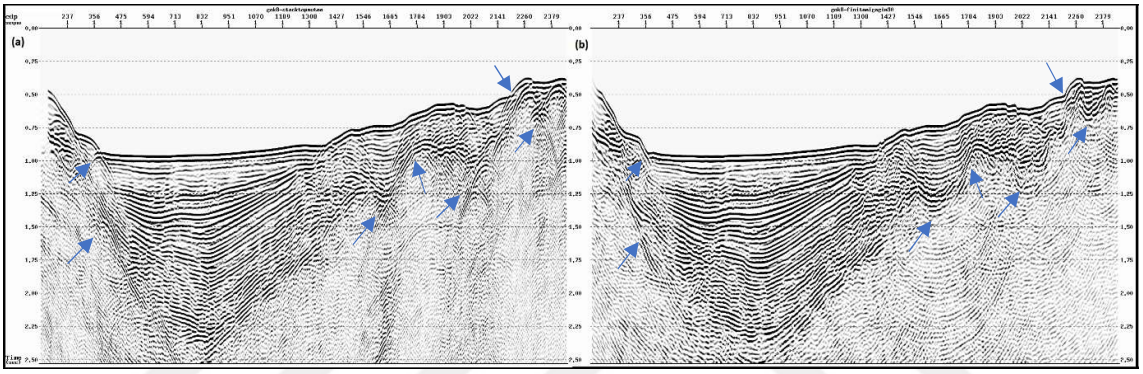
Bu migrasyon türü ECHOS programında MIGFX komutuyla uygulanmıştır. Migrasyon tekniğinin programda uygulanabilmesi için bazı parametrelerin biliniyor olması gerekmektedir. Bunlar migrasyona girecek olan CDP sayısı, CDP'ler arası yüzeyaltı mesafe, migrasyonda kullanılacak minimum ve maksimum frekanslardır. Bilinen parametreler dışında deneme yolu ile belirlenecek parametreler ise TAU değeri ve eğim değerleridir. Bu parametreler değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki yaptığı değişiklikler incelenmekte ve kesitteki olayların gerçek yerlerine taşınma başarısına bakılmaktadır. Denemeler sonucu TAU değeri bu migrasyon türünde 30 ms olarak alınmış ancak TAU değerindeki değişikliler sonucu kesitteki değişimler gösterilmeyecektir. TAU değeri migrasyon türünün etkinliğini ve uygulama zamanını doğrudan etkilemektedir. TAU değeri düşük seçilirse olaylar yüksek migrasyona uğrar ve zamansal kayıp fazla olur. TAU değeri yüksek seçildiği takdirde migrasyonun olaylar üzerindeki etkisi azalır ve zamansal kaybın önüne geçilmiş olur. Hem zamansal kaybın önüne geçmek hem de migrasyonun kesit üzerindeki başarısını arttırmak için TAU değerinin doğru seçilmesi gerekmektedir. Bu yöntemde sadece eğim değerindeki değişiklikler ile kesitte oluşacak farklılıklara bakılacaktır. Eğim değeri değiştirilerek sismik kesitte bulunması istenen en yüksek eğim miktarı belirlenebilmektedir. Seçilen eğim değerinin üzerindeki eğime sahip olaylar kesitten atılmakta ve seçilen parametre değeri artırıldıkça yüksek eğime sahip olaylar kesitte gözükmeye başlamaktadır. Eğim değerinin yüksek seçilmesi ile uygulanacak migrasyonun süresi ilişkilidir. Eğim değeri ne kadar yüksek seçilirse zamansal kayıp ta bir o kadar fazla olacaktır. Bu yüzden seçilecek eğim değeri hem olayları kesitten atmayacak hem de zamansal kayı en aza indirecek şekilde belirlenmelidir.



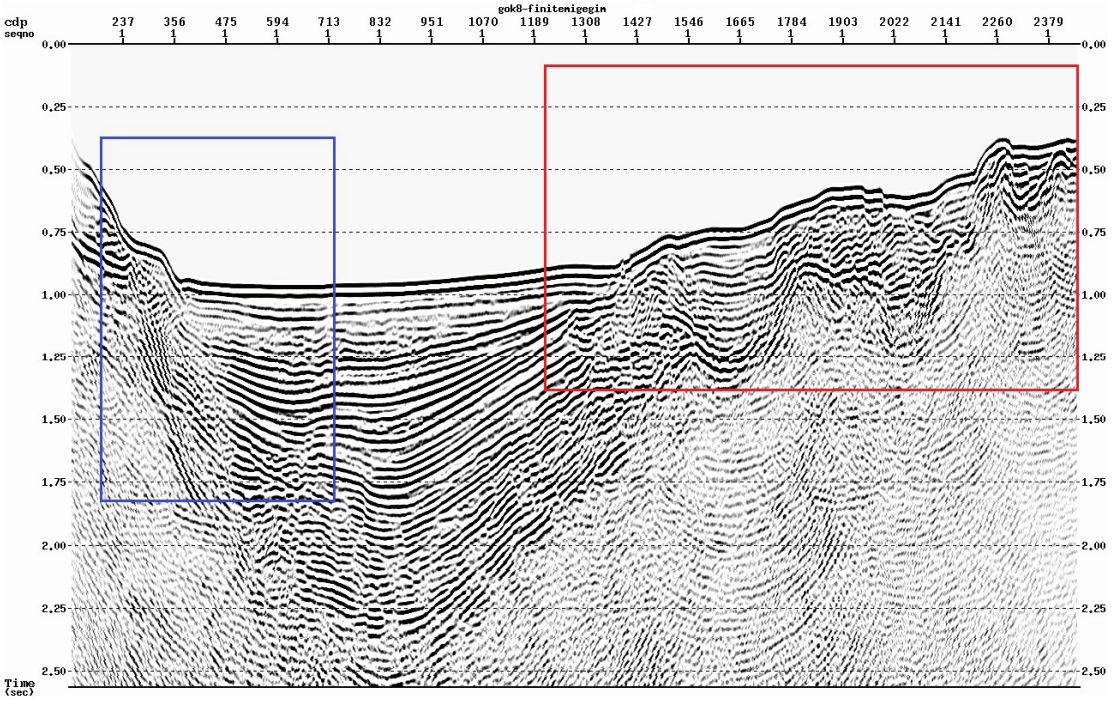
Şekil 4. 25: Stack kesiti (a) ve 65 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



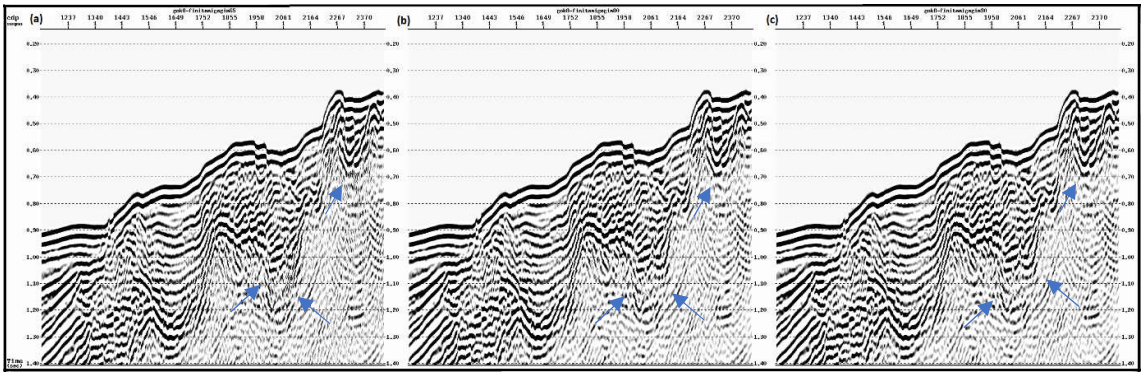
Şekil 4. 26: Stack kesiti (a) ve 80 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



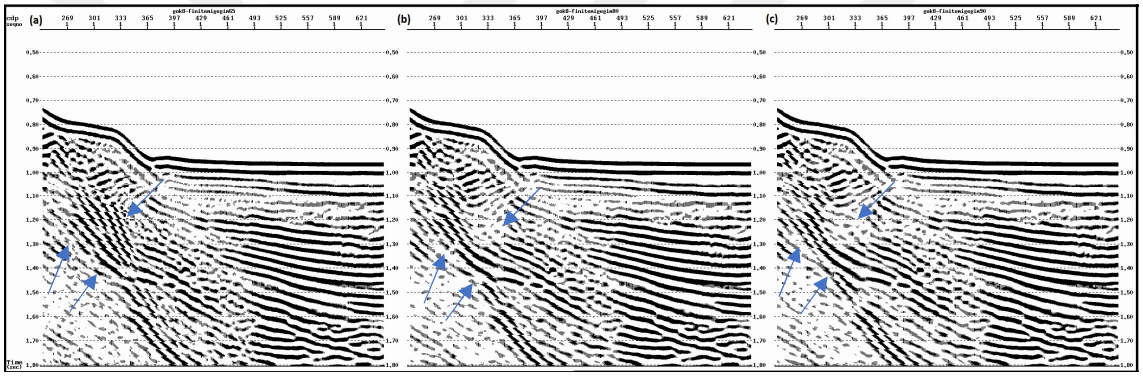
Şekil 4. 27: Stack kesiti (a) ve 90 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesiti (b).



Şekil 4. 28: Sonlu Farklar'da yakınlaştırılmış alanların yerleri.



Şekil 4. 29: 65 (a), 80 (b) ve 90 (c) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.28'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.

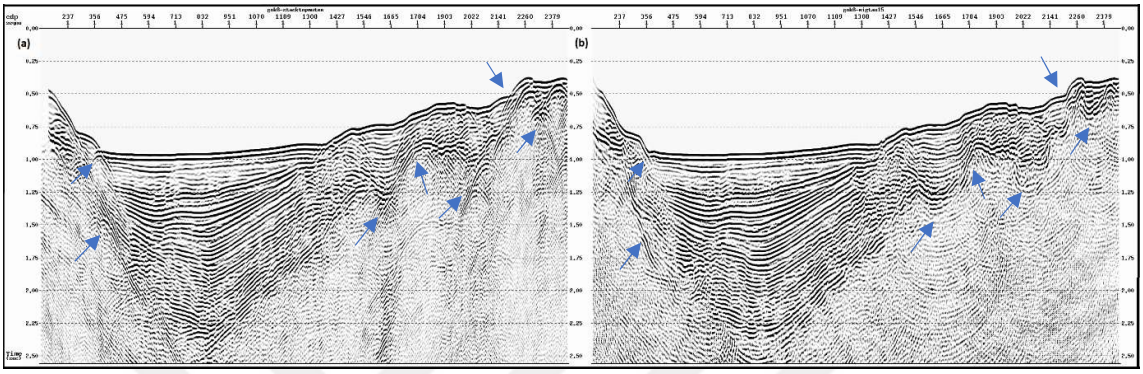


Şekil 4. 30: 65 (a), 80 (b) ve 90 (c) derece eğimleri ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.28'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Eğim değerindeki değişimden kaynaklı olarak migrasyon kesitinde farklılıklar meydana gelmektedir.

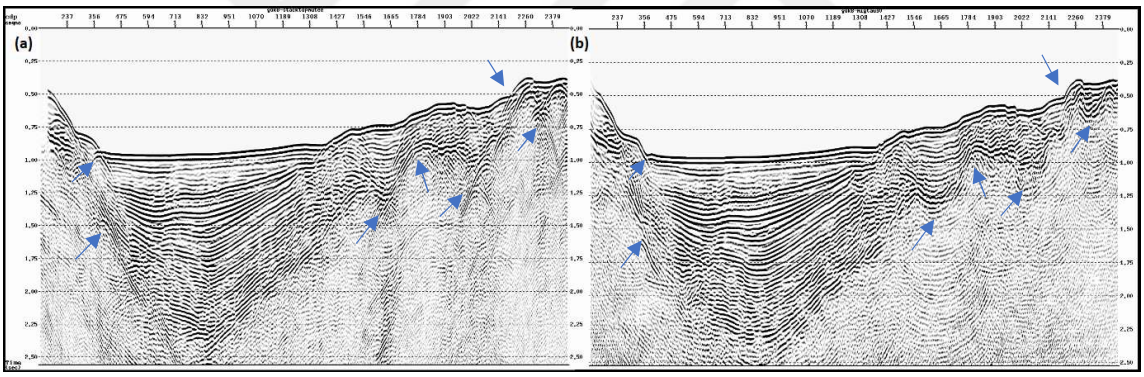
4.2.3. Dalga Denklemi Migrasyonu Uygulamaları

Bu migrasyon türü ECHOS programında MIGRATE komutuyla uygulanmıştır. Migrasyon tekniğinin programda uygulanabilmesi için bazı parametrelerin biliniyor olması gerekmektedir. Bunlar CDP'ler arası yüzeyaltı mesafe ve migrasyona girecek maksimum eğimdir. Migrasyona girecek olan maksismum eğim değeri ise yığma kesitinden okunabilmektedir. Bunun için en yüksek eğime sahip bir olayın iki farklı noktası belirlenmekte ve bu noktalar arası zamansal farkı iki nokta arasındaki iz sayısı farkına bölmek gerekmektedir. Buna göre bu değer 8.2 ms/iz olarak hesaplanmıştır. Bilinen parametreler dışında deneme yolu ile belirlenecek parametre ise TAU değeridir. Bu parametre değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki yaptığı değişiklikler incelenmekte ve kesitteki olayların gerçek yerlerine taşınma başarısına bakılmaktadır. TAU değeri migrasyon türünün etkinliğini ve uygulama zamanını doğrudan etkilemektedir. TAU değeri düşük seçilirse olaylar yüksek migrasyona uğrar ve zamansal kayıp fazla olur. TAU değeri yüksek seçildiği takdirde migrasyonun olaylar üzerindeki etkisi azalır

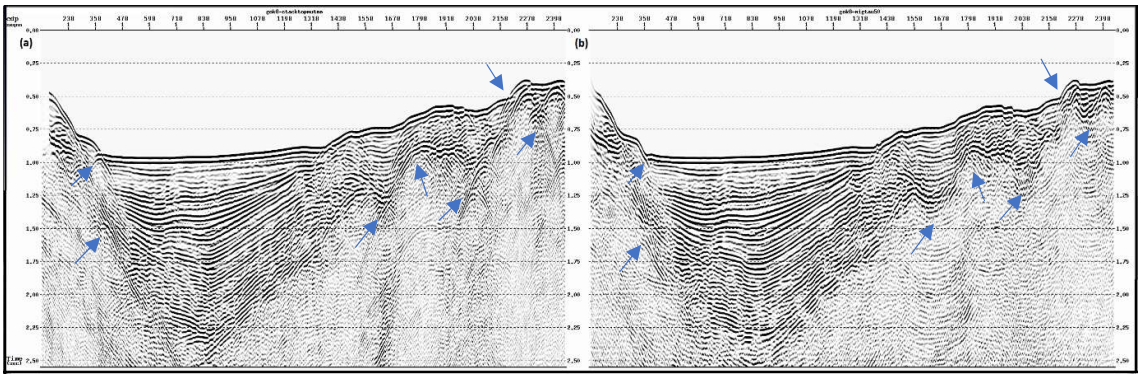
ve zamansal kaybın önüne geçilmiş olur. Hem zamansal kaybın önüne geçmek hem de migrasyonun kesit üzerindeki başarısını arttırmak için TAU değerinin doğru seçilmesi gerekmektedir. TAU değeri değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği gözlenmiştir.



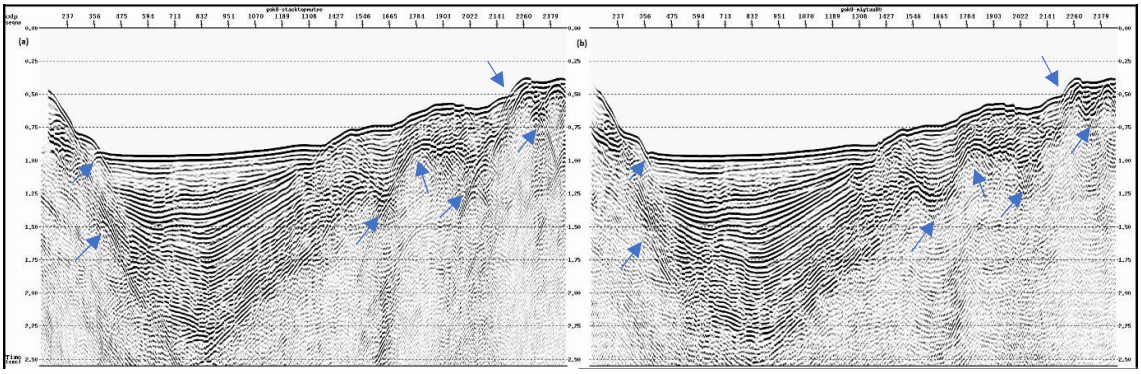
Şekil 4. 31: Stack kesiti (a) ve 15 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



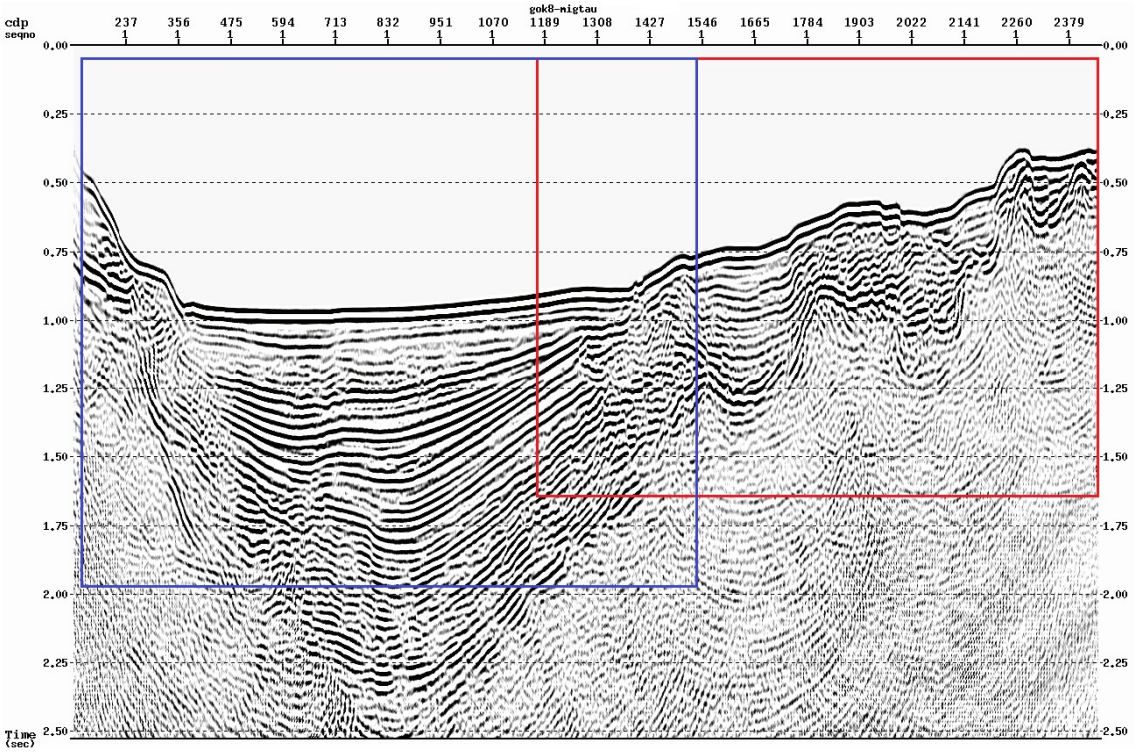
Şekil 4. 32: Stack kesiti (a) ve 30 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



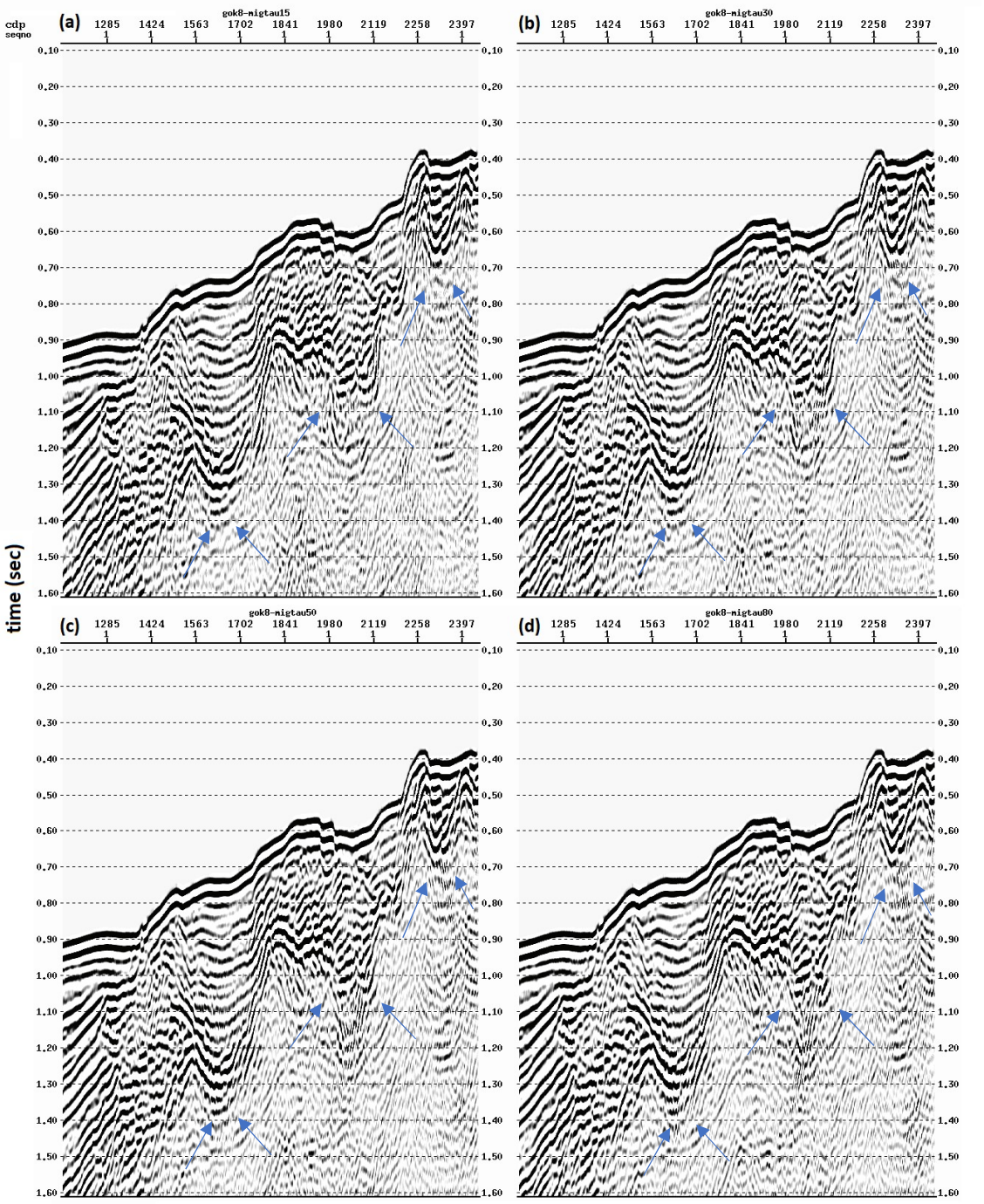
Şekil 4. 33: Stack kesiti (a) ve 50 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



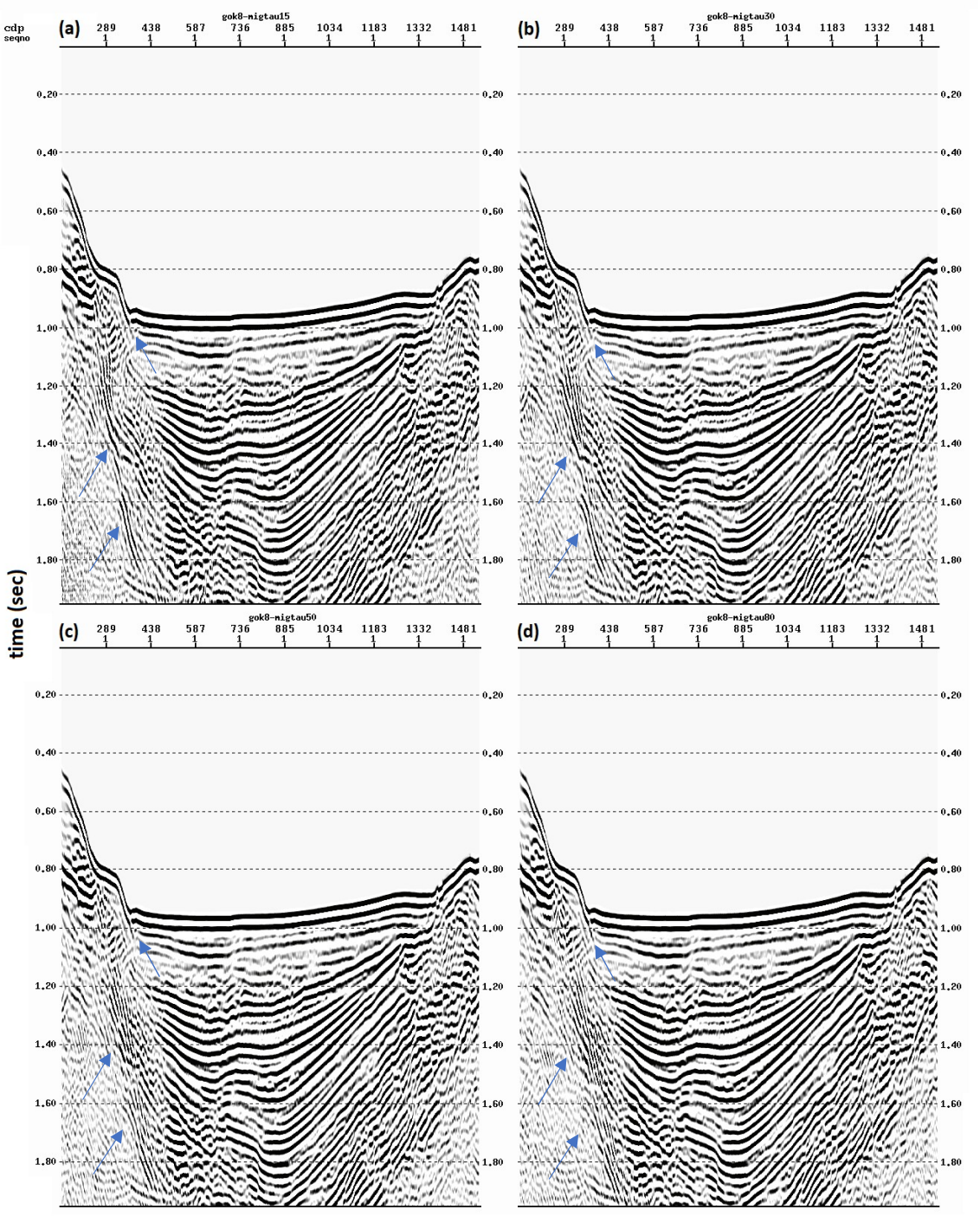
Şekil 4. 34: Stack kesiti (a) ve 80 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



Şekil 4. 35: Dalga Denklemi'nde yakınlaştırılmış alanların yerleri.



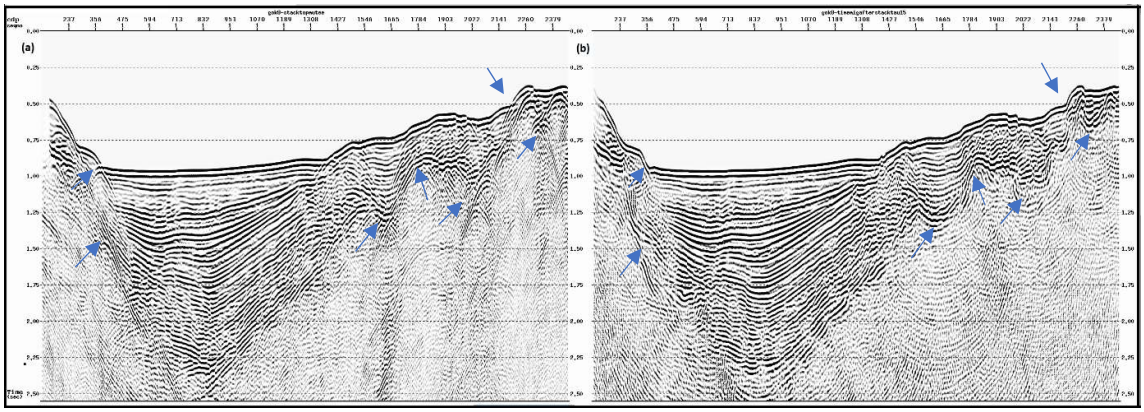
Şekil 4. 36: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.35'teki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir.



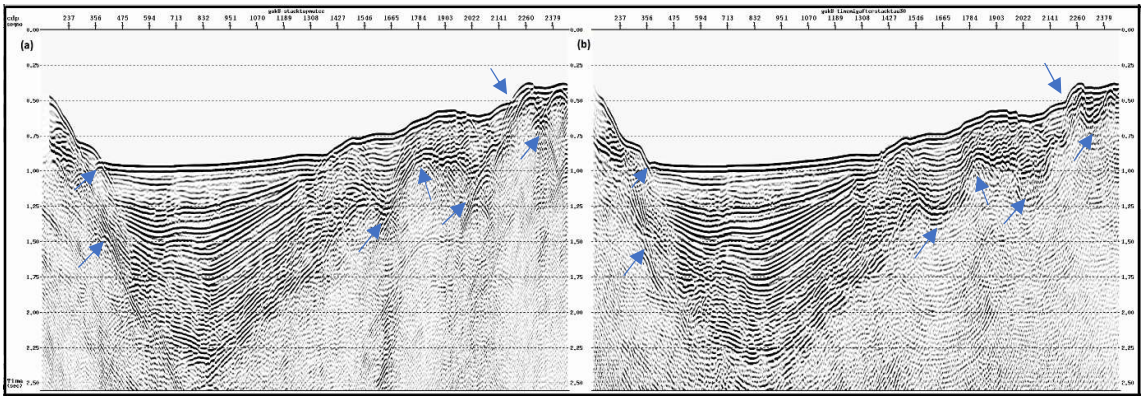
Şekil 4. 37: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.35'teki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir.

4.2.4. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu Uygulamaları

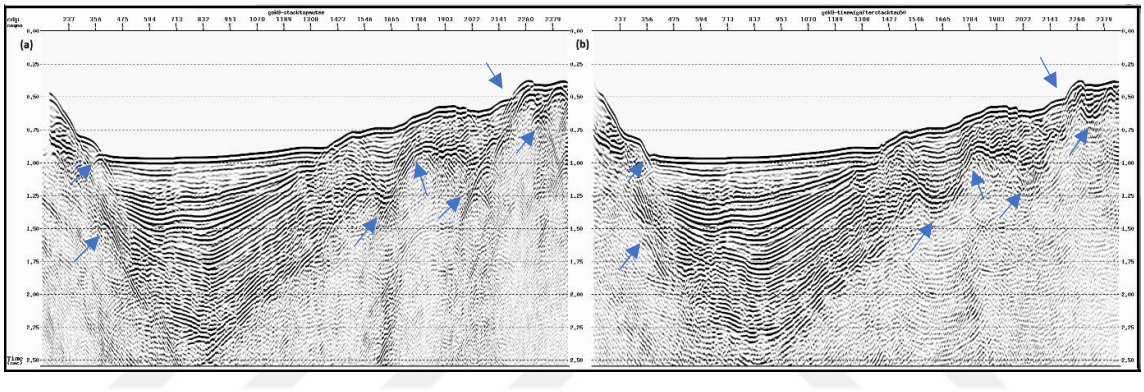
Bu migrasyon türü ECHOS programında MIGRATX komutuyla uygulanmıştır. Migrasyon tekniğinin programda uygulanabilmesi için bazı parametrelerin biliniyor olması gerekmektedir. Bunlar CDP'ler arası yüzeyaltı mesafe, migrasyona girecek maksimum eğim ve iz sayısıdır. Migrasyona girecek olan maksismum eğim değeri ise yığma kesitinden okunabilmektedir. Bunun için en yüksek eğime sahip bir olayın iki farklı noktası belirlenmekte ve bu noktalar arası zamansal farkı iki nokta arasındaki iz sayısı farkına bölmek gerekmektedir. Buna göre bu değer 8.2 ms/iz olarak hesaplanmıştır. Migrasyona girecek olan maksimum iz sayısı 26880'dir. Bu değer programa girilirken her zaman bir fazlası yazılmaktadır. Bilinen parametreler dışında deneme yolu ile belirlenecek parametre ise TAU değeridir. Bu parametre değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki yaptığı değişiklikler incelenmekte ve kesitteki olayların gerçek yerlerine taşınma başarısına bakılmaktadır. TAU değeri migrasyon türünün etkinliğini ve uygulama zamanını doğrudan etkilemektedir. TAU değeri düşük seçilirse olaylar yüksek migrasyona uğrar ve zamansal kayıp fazla olur. TAU değeri yüksek seçildiği takdirde migrasyonun olaylar üzerindeki etkisi azalır ve zamansal kaybın önüne geçilmiş olur. Hem zamansal kaybın önüne geçmek hem de migrasyonun kesit üzerindeki başarısını arttırmak için TAU değerinin doğru seçilmesi gerekmektedir. TAU değeri değiştirilerek migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği gözlenmiştir.



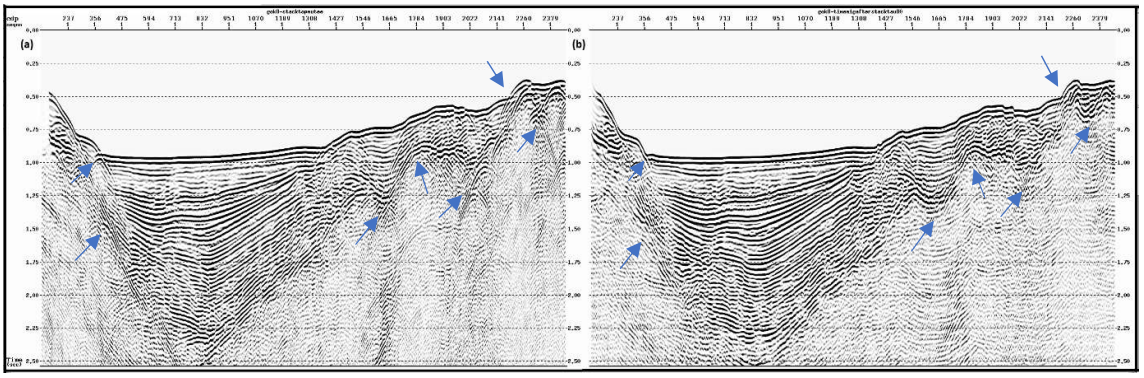
Şekil 4. 38: Stack kesiti (a) ve 15 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



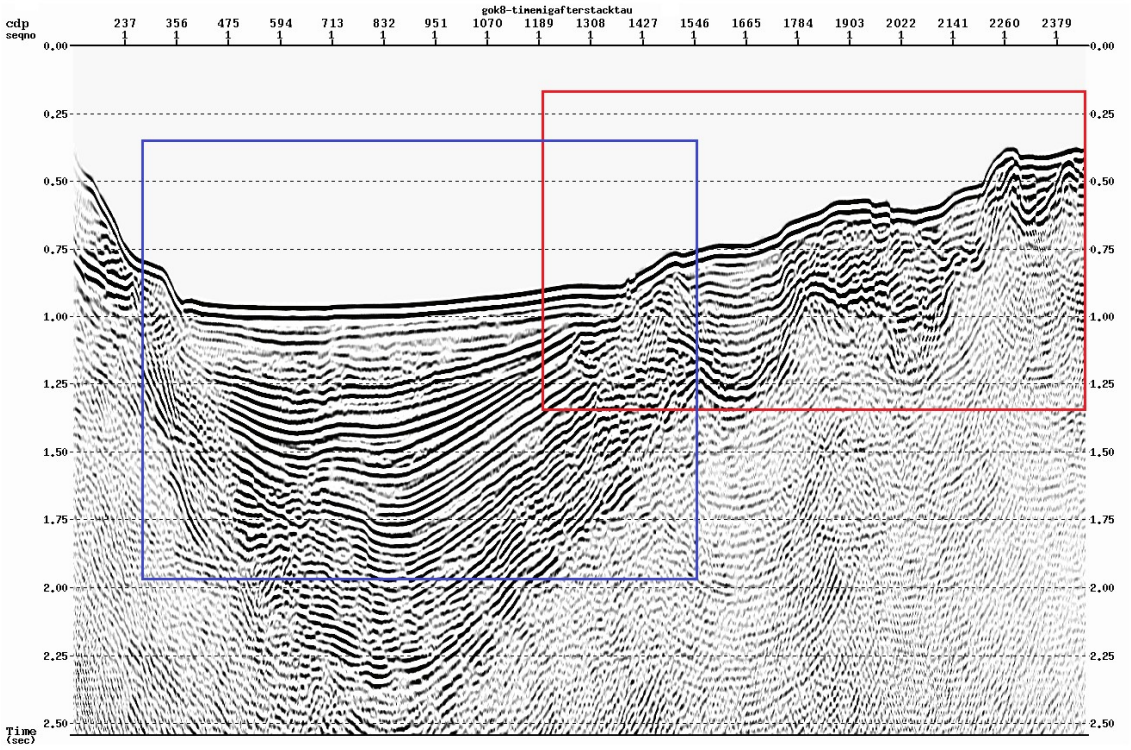
Şekil 4. 39: Stack kesiti (a) ve 30 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



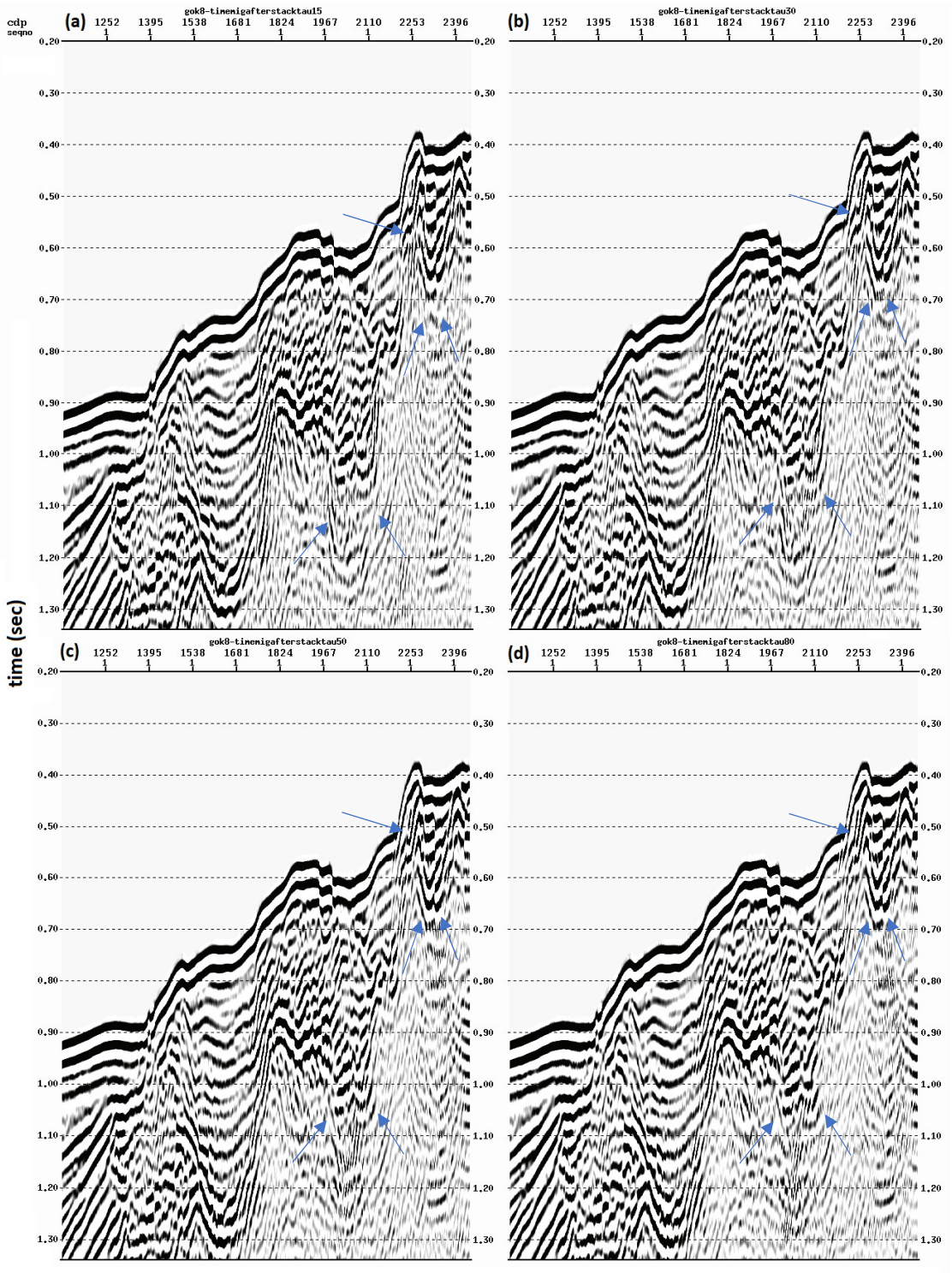
Şekil 4. 40: Stack kesiti (a) ve 50 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



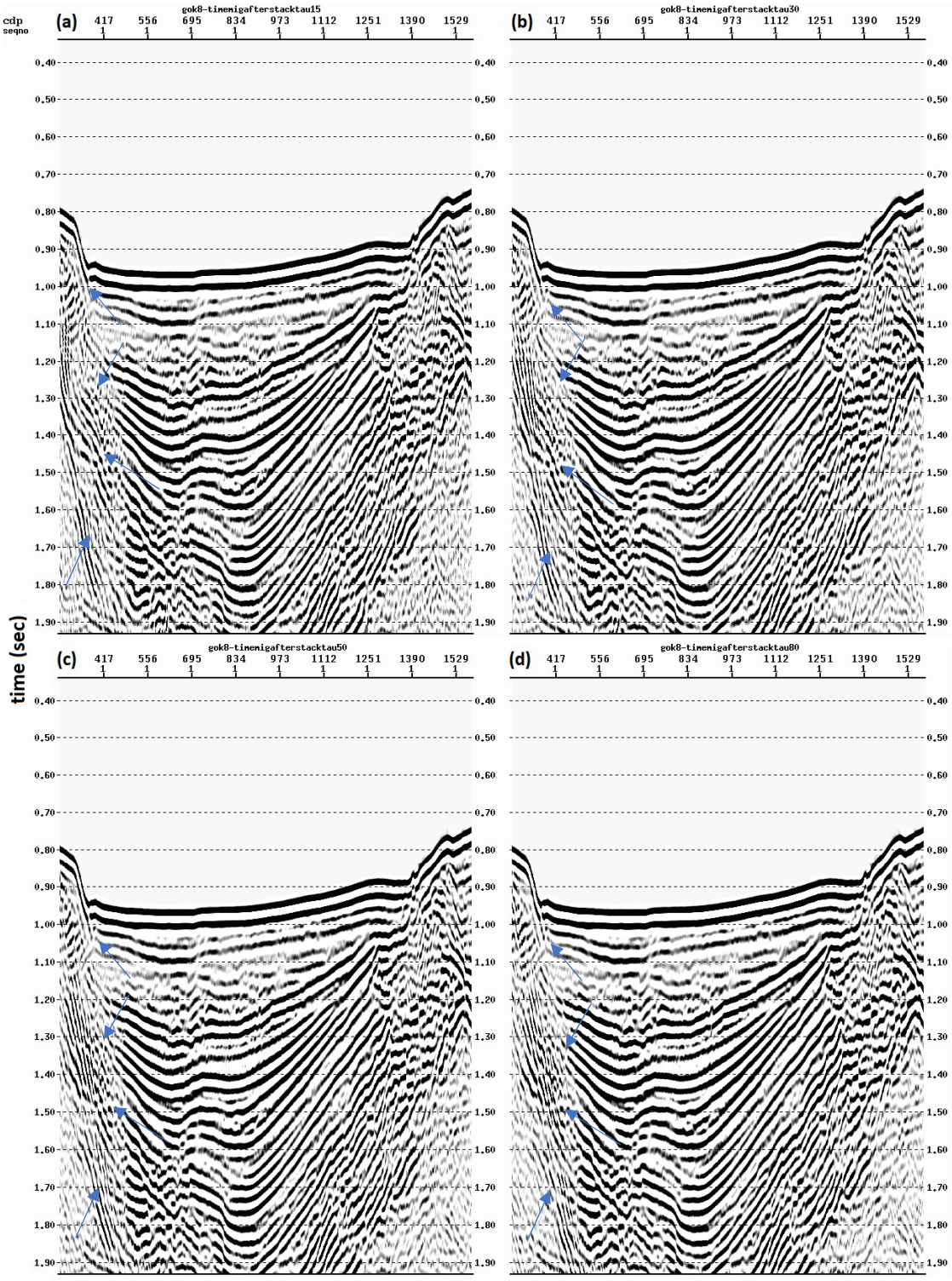
Şekil 4. 41: Stack kesiti (a) ve 80 ms derinlik adım aralığı uygulanmış migrasyon kesiti (b).



Şekil 4. 42: Yığma Sonrası Zaman'da yakınlaştırılmış alanların yerleri.



Şekil 4. 43: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.42'deki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir.



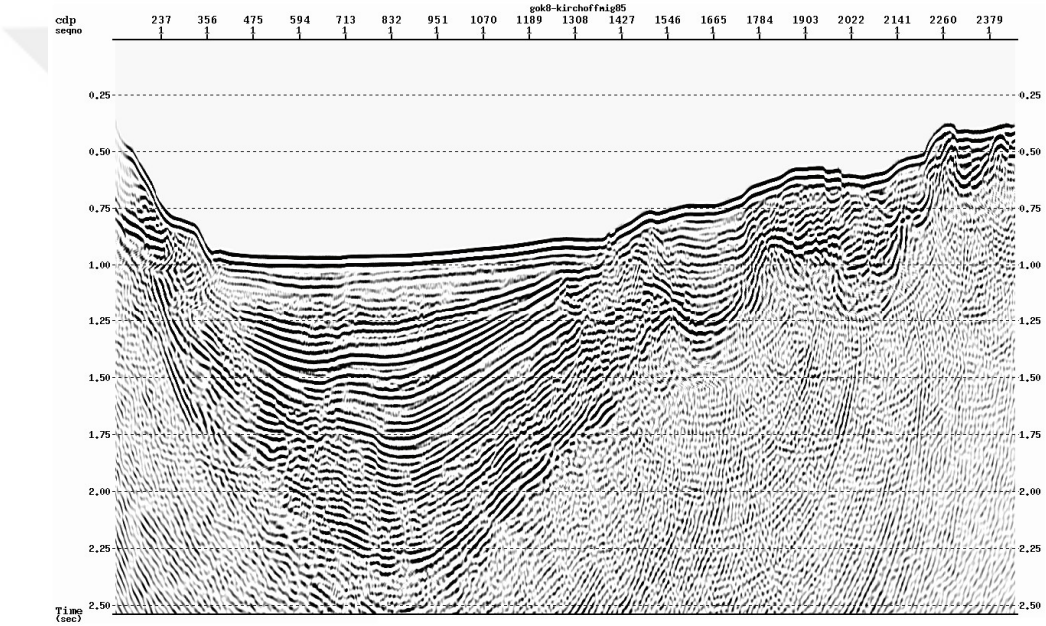
Şekil 4. 44: 15 ms (a), 30 ms (b), 50 ms (c) ve 80 ms (d) derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri (Şekil 4.42'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır). Derinlik adım aralığı değeri değiştikçe migrasyonun kesit üzerindeki etkisi de değişmektedir.

4.3.MİGRASYON TÜRLERİ KARŞILAŞTIRMA

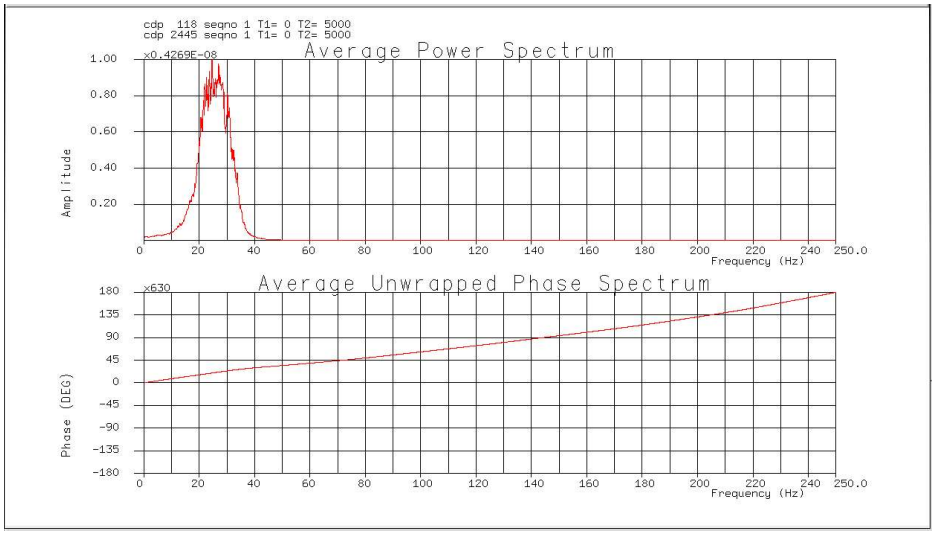
Kirchhoff, sonlu farklar, dalga denklemi ve yığma sonrası zaman migrasyonu türleri uygulanmış ve bu migrasyonlar için en başarılı parametreler ile birlikte migrasyon kesitleri bu aşamada birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu başarılı parametreler, yığma kesitindeki olayları gerçek yerlerine taşımasına ve migrasyonun uygulama zamanına göre belirlenmiştir.

En başarılı parametreler ile uygulanan migrasyon kesitlerinin spektral analizleri incelenmiş ve bu incelemeler sonucunda veride oluşan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler band geçişli süzgeç işlemi kullanılarak veriden atılmıştır.

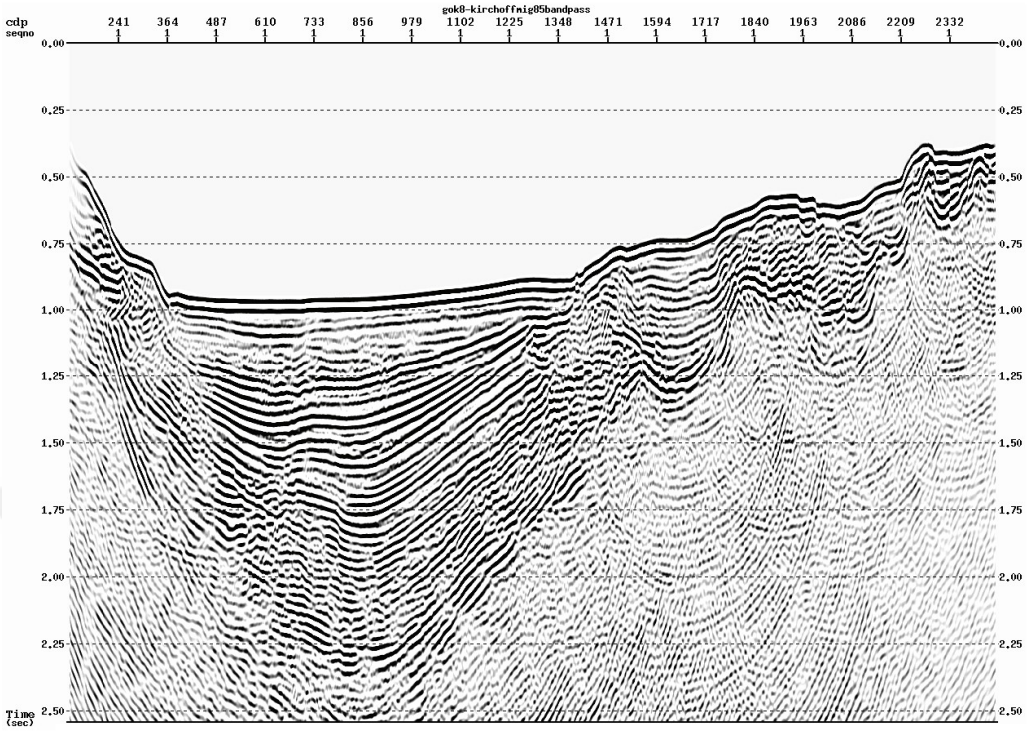
4.3.1. Kirchhoff Migrasyonu



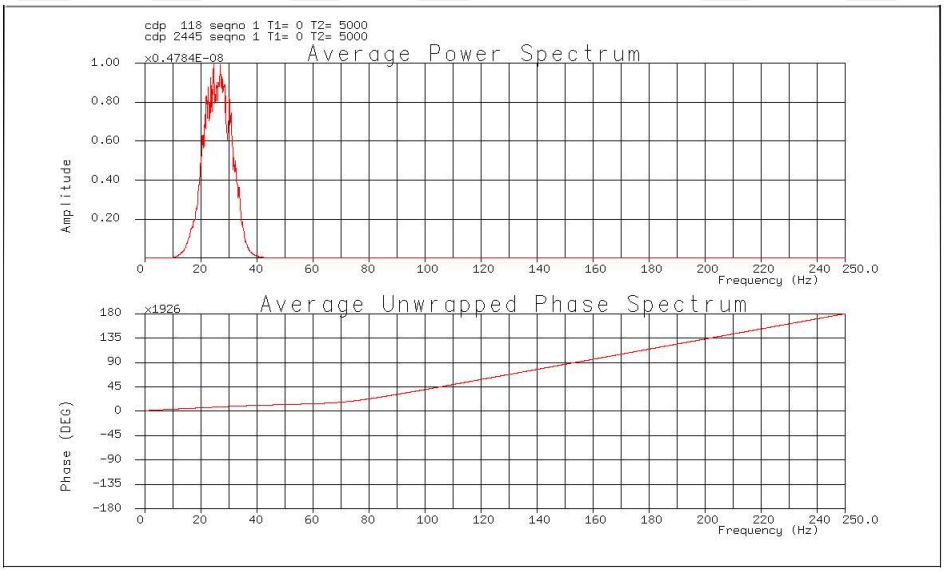
Şekil 4. 45: 85 derece eğimle uygulanmış Kirchhoff migrasyonu.



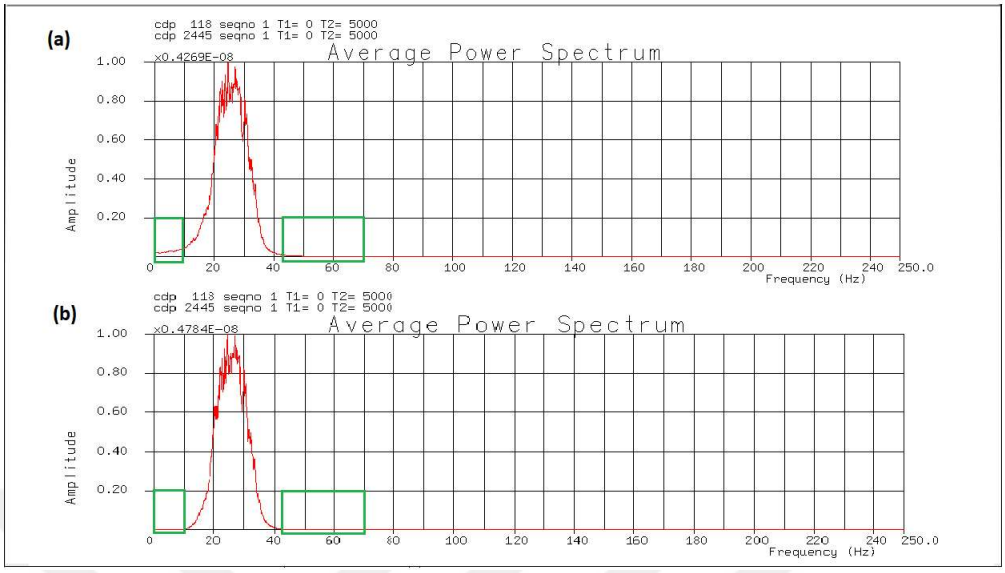
Şekil 4. 46: 85 derece eğimle uygulanmış Kirchhoff migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.



Şekil 4. 47: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 85 derece eğimli Kirchhoff migrasyonu.

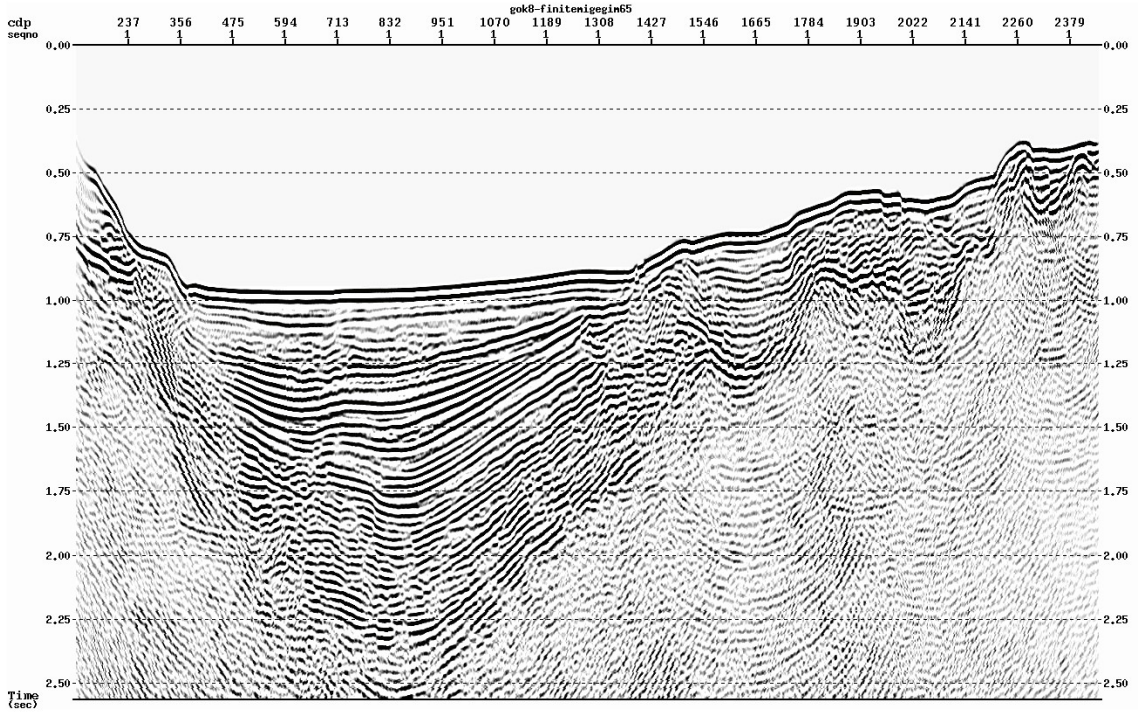


Şekil 4. 48: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 85 derece eğimli Kirchhoff migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.

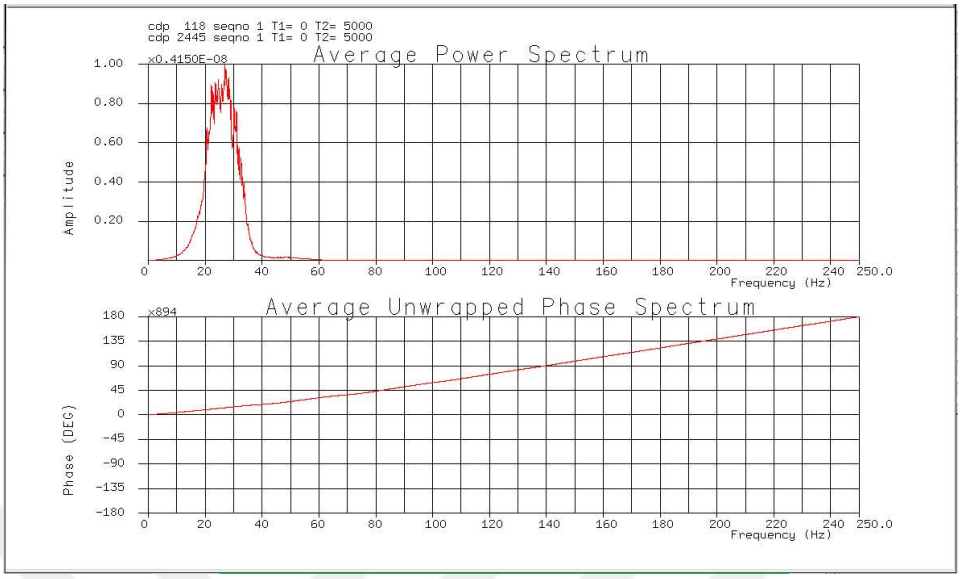


Şekil 4. 49: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır.

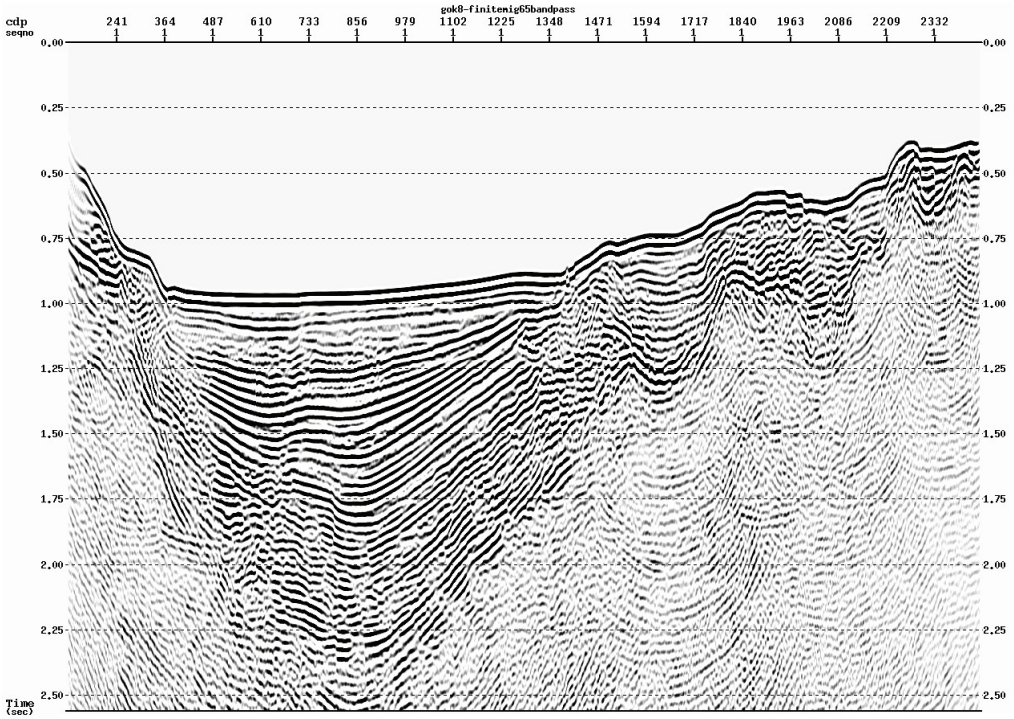
4.3.2. Sonlu Farklar Migrasyonu



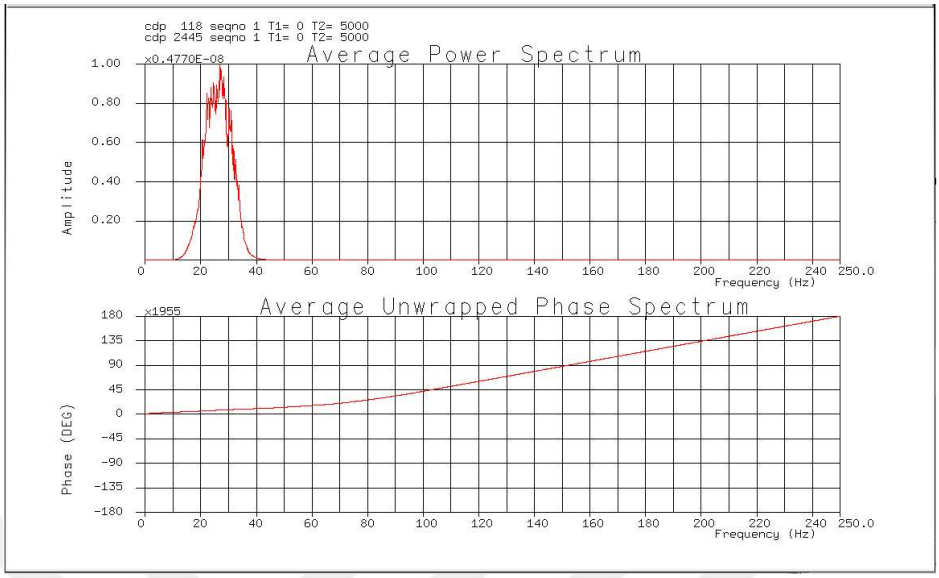
Şekil 4. 50: 65 derece eğimle uygulanmış Sonlu Farklar migrasyonu.



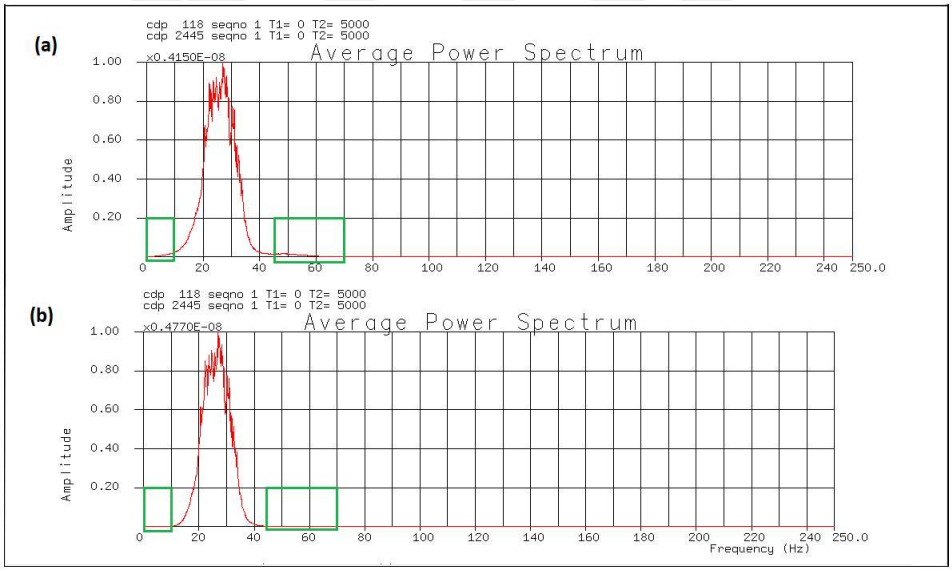
Şekil 4. 51: 65 derece eğimle uygulanmış Sonlu Farklar migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.



Şekil 4. 52: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 65 derece eğimli Sonlu Farklar migrasyonu.

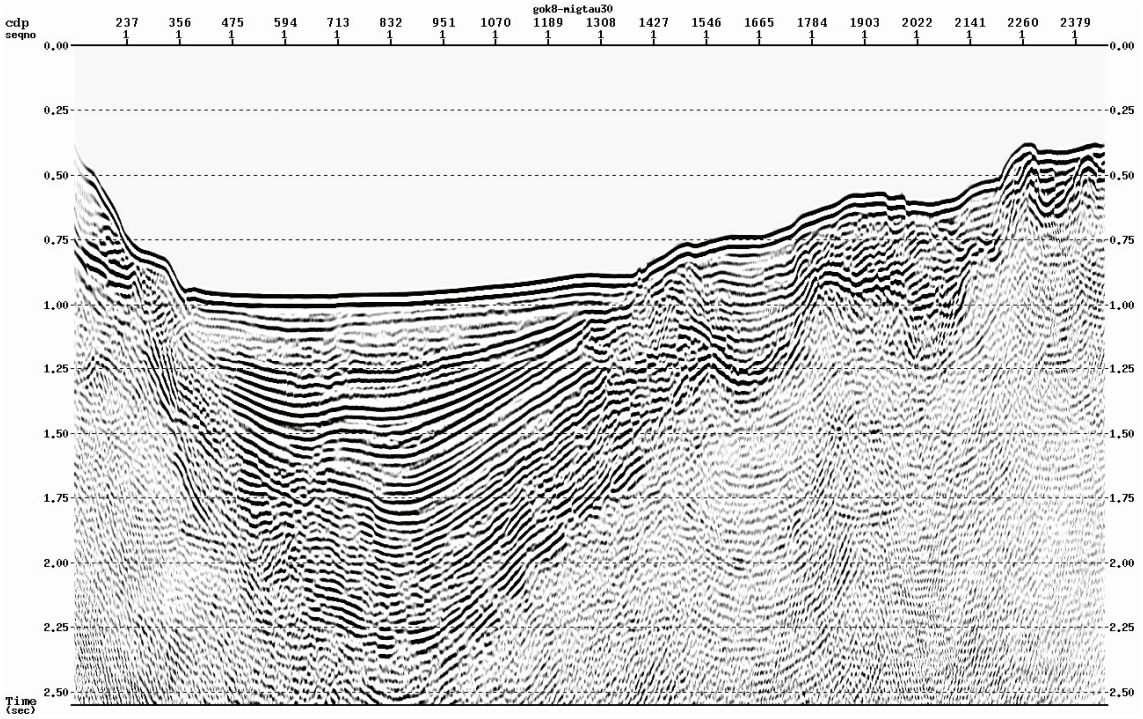


Şekil 4. 53: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 65 derece eğimli Sonlu Farklar migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.

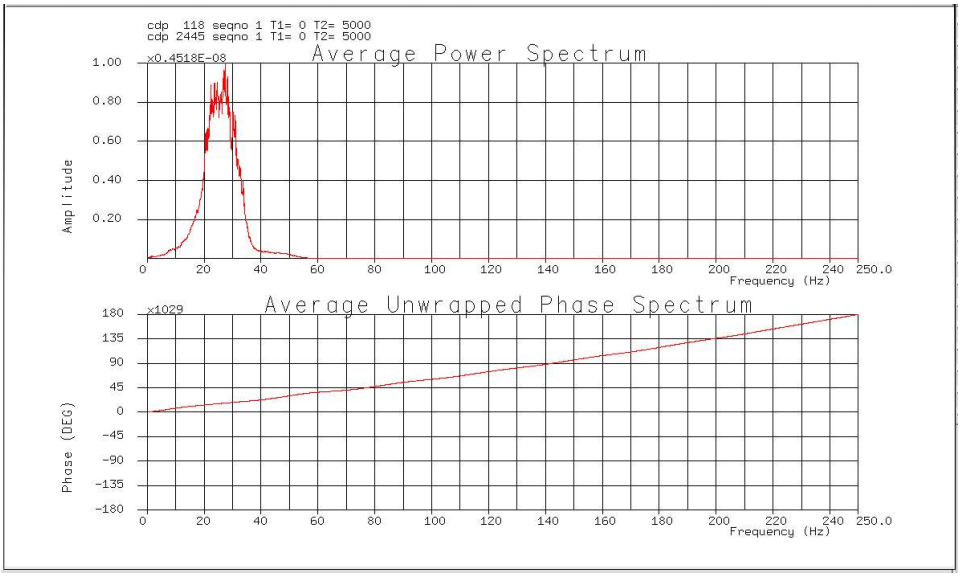


Şekil 4. 54: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır.

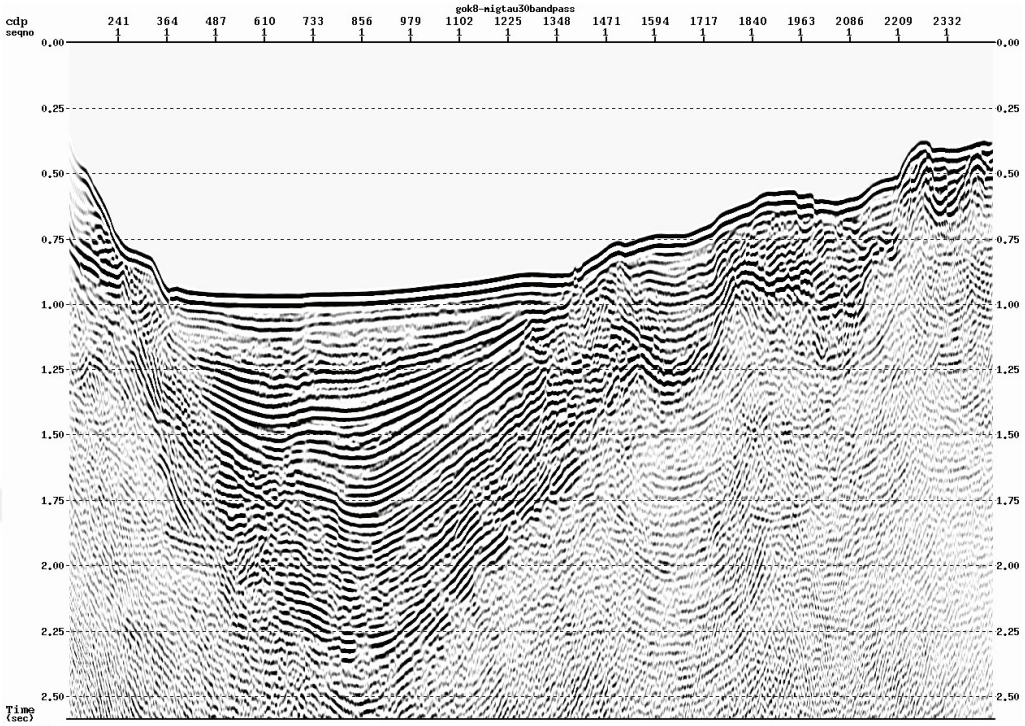
4.3.3. Dalga Denklemi Migrasyonu



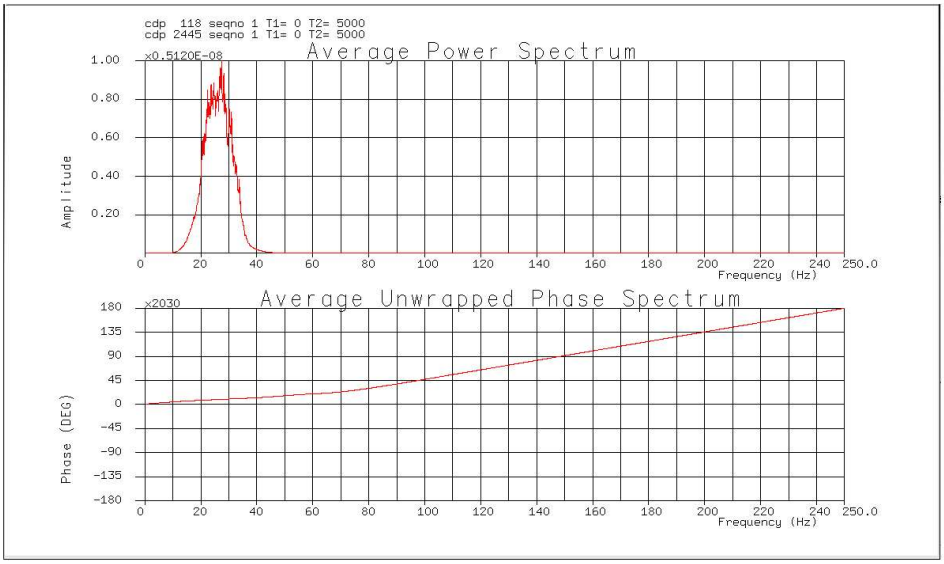
Şekil 4. 55: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Dalga Denklemi migrasyonu.



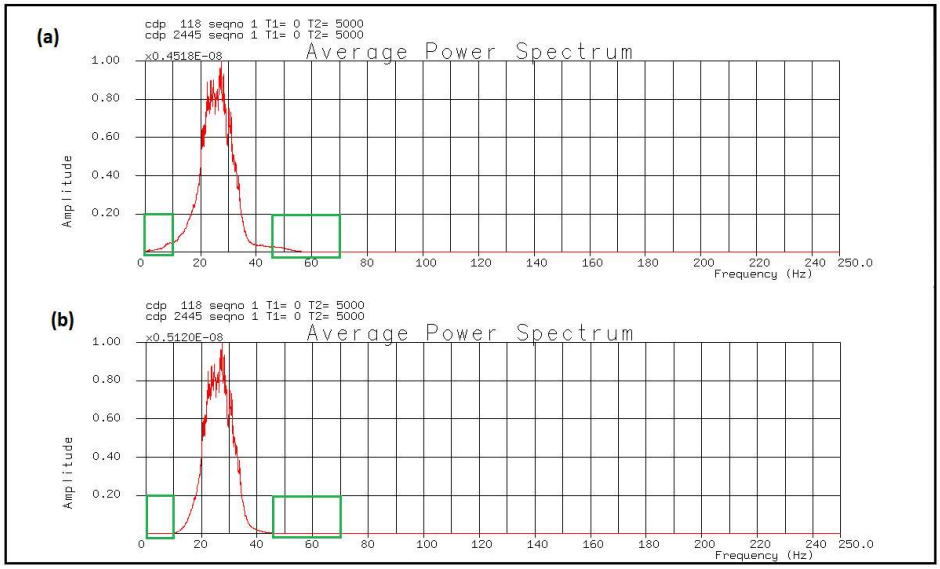
Şekil 4. 56: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Dalga Denklemi migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.



Şekil 4. 57: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Dalga Denklemi migrasyonu.

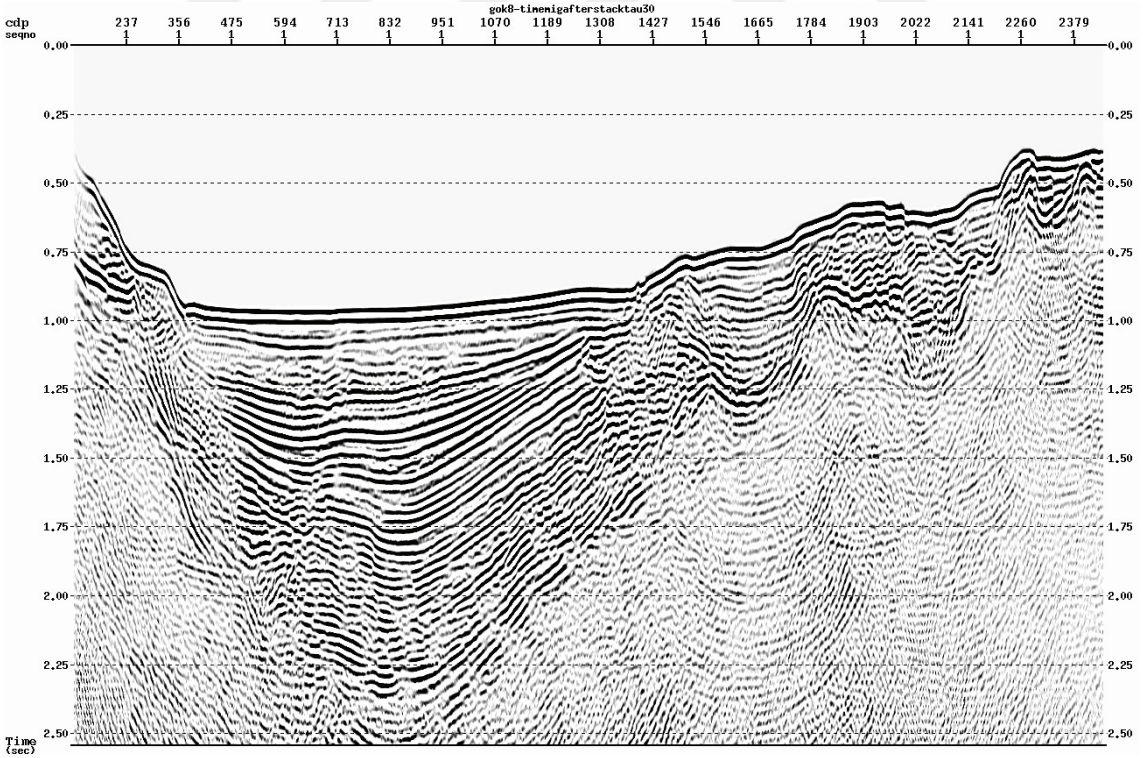


Şekil 4. 58: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Dalga Denklemi migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.

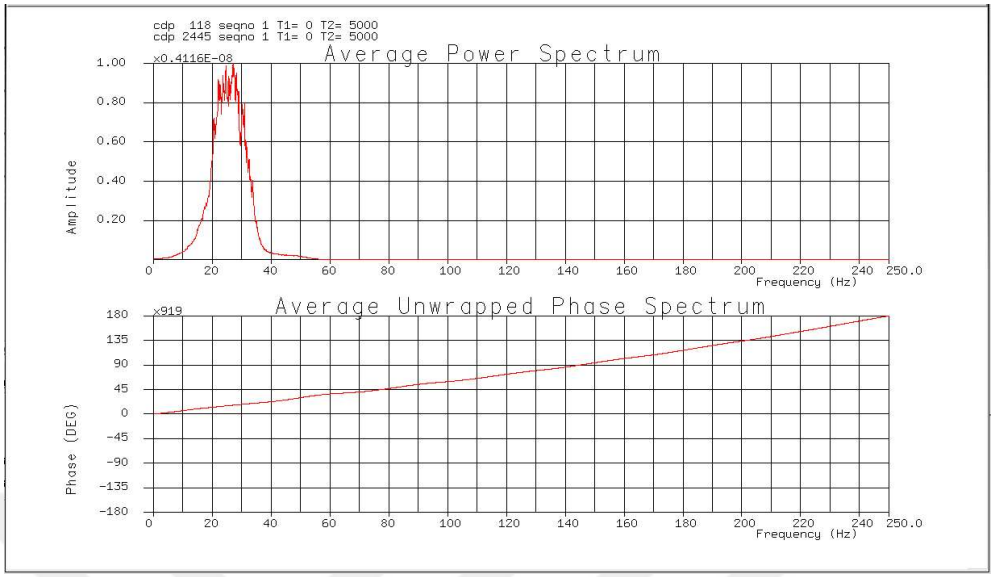


Şekil 4. 59: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır.

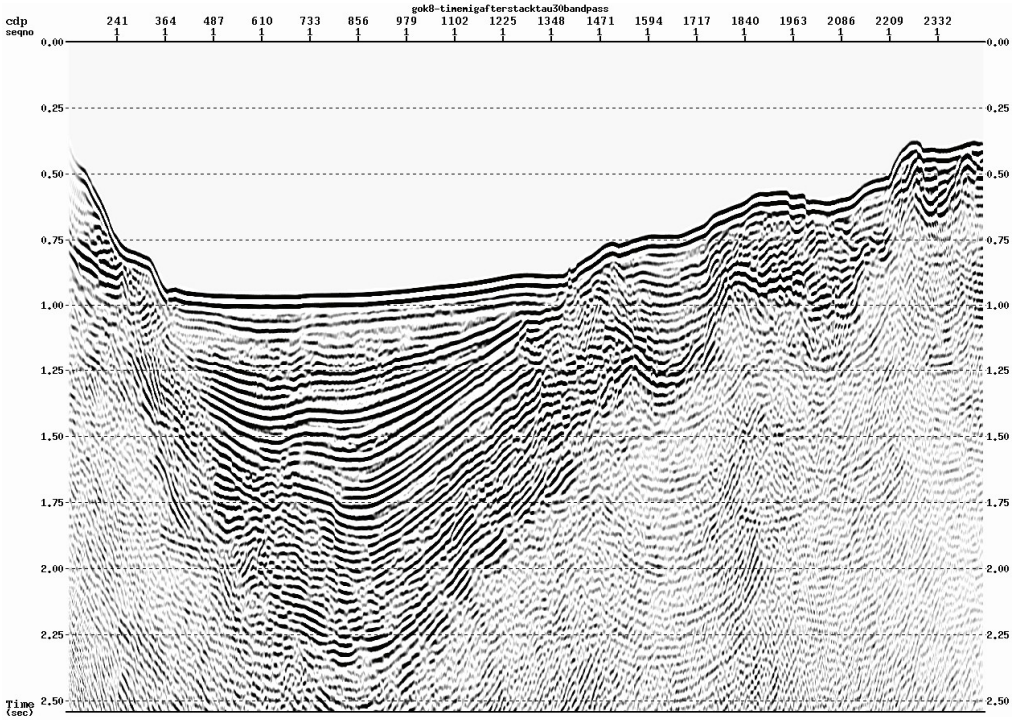
4.3.4. Yığma Sonrası Zaman Migrasyonu



Şekil 4. 60: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Yığma Sonrası Zaman migrasyonu.



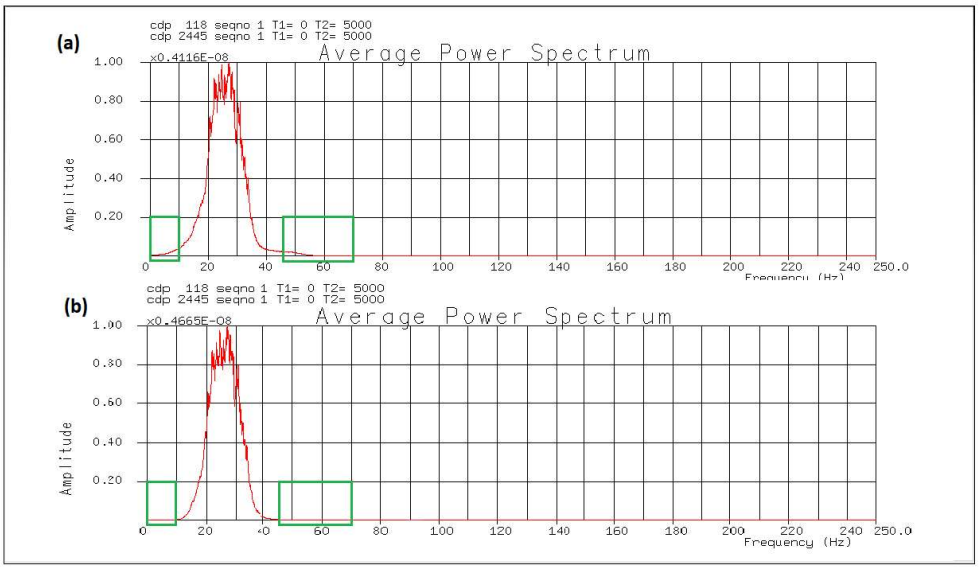
Şekil 4. 61: 30 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış Yığma Sonrası Zaman migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.



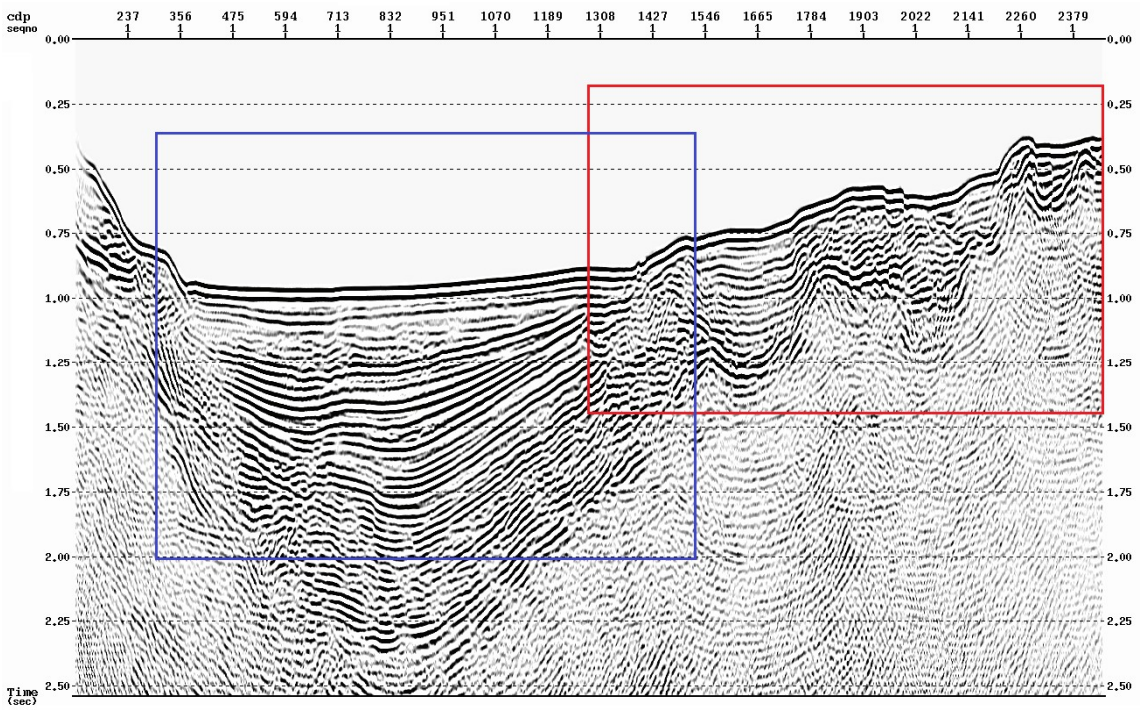
Şekil 4. 62: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Yığma Sonrası Zaman migrasyonu.



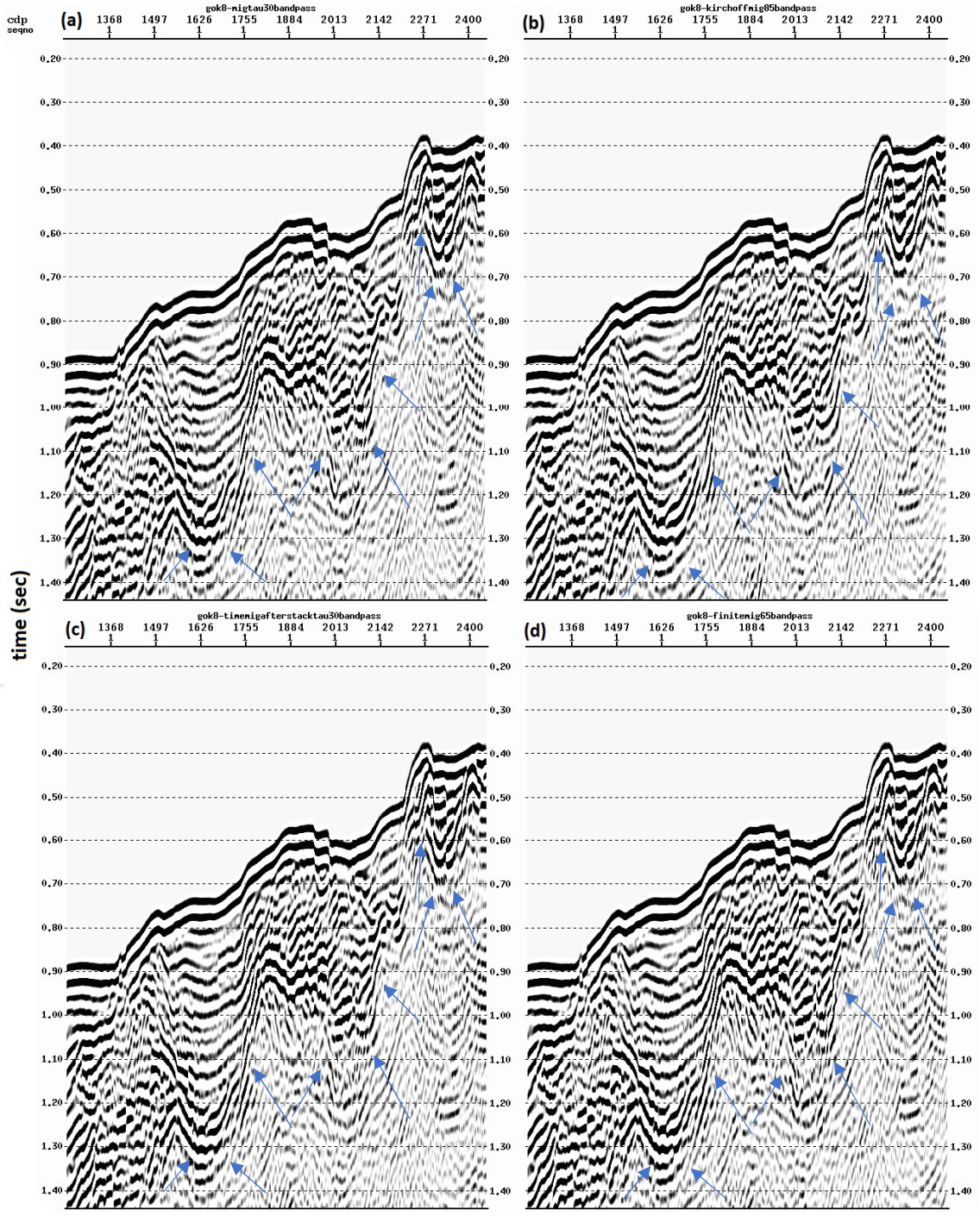
Şekil 4. 63: 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanmış 30 ms derinlik adım aralıklı Yığma Sonrası Zaman migrasyonunun spektral analiz görüntüsü.



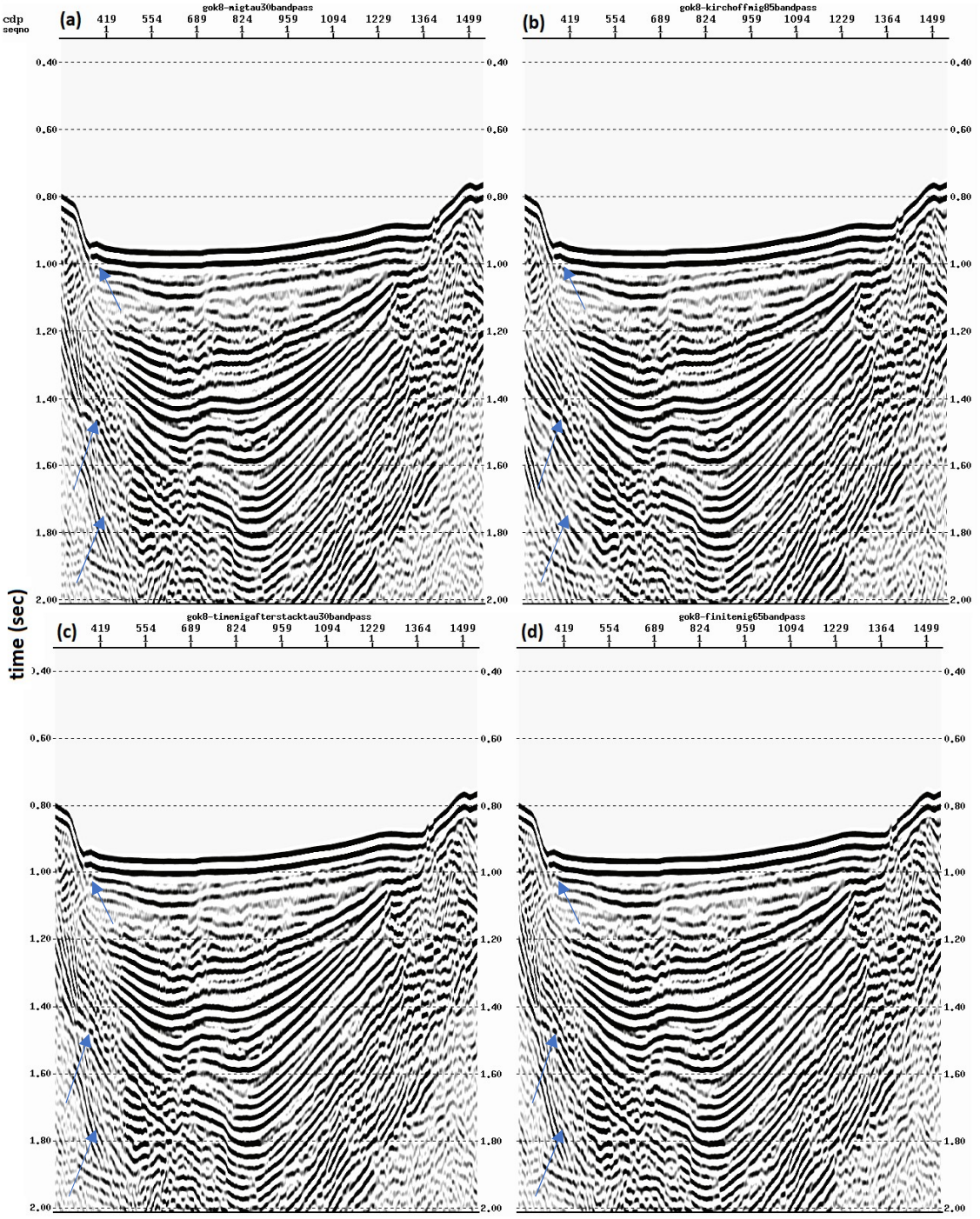
Şekil 4. 64: Bant geçişli süzgeç öncesi (a) ve süzgeç uygulandıktan sonraki spektral analiz görüntüsü (b). Kutucuk içindeki düşük ve yüksek frekansa sahip yüksek ve düşük genlikli gürültüler veriden tamamen atılmıştır.



Şekil 4. 65: Migrasyon karşılaştırmalarındaki yakınlaştırılmış alanların yerleri.



Şekil 4. 66: Dalga Denklemi (a), Kirchhoff (b), Yığma Sonrası Zaman (c) ve Sonlu Farklar (d) migrasyonları (Şekil 4.49'daki kırmızı kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır).



Şekil 4. 67: Dalga Denklemi (a), Kirchhoff (b), Yığma Sonrası Zaman (c) ve Sonlu Farklar (d) migrasyonları (Şekil 4.49'daki mavi kutucukla işaretlenmiş alan yakınlaştırılmıştır).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çok kanallı sismik yansıma verilerine zaman ortamında yığma sonrası Kirchhoff, Sonlu Farklar, Dalga Denklemi ve Yığma Sonrası Zaman Migrasyon türleri uygulanmış, bu yöntemler hem kendi içlerinde hem de birbirleriyle karşılaştırılmış ve yöntemlerin artı ve eksi yönleri araştırılmıştır.

Sismik verinin migrasyon aşamasına gelene kadar geçtiği işlemler: verinin programa tanıtılması, geometrinin tanımlanması, iz ayıklama işlemi, süzgeç uygulaması, sıfırlama işlemi, genlik kazancı uygulanması, ortak derinlik noktasına geçme işlemi, hız analizi ve NMO düzeltmesi ve yığma işlemleridir.

Elde edilen yığma kesitine yukarıda sözü geçen migrasyon türleri uygulanmıştır. Bu migrasyon türlerinin uygulanması için kendi içlerinde farklı parametreler kullanılmış ve bu parametrelerin değerlerindeki değişimlere göre migrasyon kesitindeki farklılıklar gözlenmiştir. Seçilen en başarılı parametreler kullanılarak her migrasyon türü için bir sismik kesit belirlenmiş ve bu kesitler birbirleriyle karşılaştırılmış ve etkinlikleri tartışılmıştır.

Kirchhoff migrasyonunun yığma kesiti üzerindeki etkisi araştırılmış ve farklı eğim değerleri kullanılarak migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği incelenmiştir.

Bütün eğim derecelerinde migrasyon belli işlemler uygulamaktadır. Bu işlemler yığma kesitinde bulunan papyon-kravat etkilerini, antiklinal ve senklinalleri, eğimli olayların yerleri ve boyutlarını jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Stack kesitinde bulunan ve senklinallerden dolayı oluşan papyon kravat etkileri yok edilmeye çalışılmıştır. Antiklinal gibi olaylar daralırken senklinal gibi olaylar ise genişlemiştir. Yığma kesitinde bulunan yapıların eğim dereceleri migrasyon işlemi sonrasında artmıştır.

Kirchhoff migrasyonu yığma kesitinde bulunan ve jeoloji ile örtüşmeyen olayları jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Bu benzetmenin başarısı migrasyon işlemi esnasında kullanılan parametrelere bağlıdır. Migrasyon işleminde seçilen eğim değerleri değiştirilerek Kirchhoff'un kesit üzerindeki etkisinin değişimi gözlenmiştir.

Yığma sonrası Kirchhoff migrasyonunda uygulanacak eğim değerleri 30, 50, 65 ve 85 derece olarak seçilmiştir. Şekil 4.17'de 30 derece eğimle, Şekil 4.18'de 50 derece eğimle, Şekil 4.19'da 65 derece eğimle ve Şekil 4.20'de 85 derece eğimlerle uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmektedir. Parametre değişikliği ile uygulanmış olan bu kesitlerin farklılıklarının daha

belirgin ve anlaşılır olması için Şekil 4.21'de gösterilen farklı renkteki kutucukların bulunduğu alanlar yakınlaştırılmıştır. Şekil 4.21'deki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.22'de verilmiştir. Bu şekilde 30, 50, 65 ve 85 derece eğimlerle uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmiş olup parametre farklılıklarından doğan yapısal farklar daha belirgin şekilde gözükmeye başlamış ve bu farklar oklar ile gösterilmiştir. Oklarla gösterilen alanlara dikkat edilirse bazı olaylar 30 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesitinde gözükmemekte ve seçilen en büyük eğim derecesi artırıldıkça olaylar gözükmeye başlamaktadır. Kesitte 2080-2130 ve 2190-2250 arasındaki cdp'lere bakılırsa 30 derece eğimle uygulanmış kesitte gözükmeyen olaylar eğim değeri arttıkça gözükmeye başlamış ve uygulanan eğim değeri 85'e geldiğinde ise kesitteki yapısal unsurlar ortaya çıkmıştır. Olayların eğimleri migrasyon için seçilen en yüksek eğim derecesinden yüksek olduğu sürece kesitten atılacaktır. Yapısal karışıklığın bulunduğu bir diğer görüntü ise Şekil 4.23'tür. Bu görüntü şekil 4.21'deki mavi alanın yakınlaştırılmış halidir. Kesitte 1520-1600 ve 1700-1780 arasındaki cdp'lere bakılırsa antiklinal ve senklinal yapıların sınırlarındaki yüksek eğimli olayların çoğu 30 derece eğimle uygulanmış migrasyon kesitinde gözükmemektedir. Bu farklılıklar şekilde oklar ile de gösterilmiştir. Bu olayların, seçilen düşük eğim sonucu kesitten atıldığını daha iyi analiz edebilmek için en belirgin şekilde, 85 derece eğimle uygulanmış kesite bakmak gerekmektedir. Uygulanan eğim derecesi artırıldıkça bazı dik eğime sahip yapısal unsurlar kesitte gözükmeye başlamamaktadır. Şekil 4.21'de yeşil kutucukla işaretlenen ve Şekil 4.24'te yakınlaştırılmış hali gösterilen görüntü de eğim derecelerinin doğurduğu farklılıkları net bir şekilde göstermektedir. Kesitte 250-350 arasındaki cdp'lere bakılırsa 30 derece eğimle uygulanmış olan kesite bakıldığında olaylar neredeyse yatay bir şekilde konumlanmış ve kesitin sol üst kısmındaki dik eğime sahip olaylar yok edilmiştir. Eğim değeri artırıldıkça bu karmaşık ve dik eğime sahip olayların görünürlüğü ortaya çıkmıştır. Eğim değeri arttıkça dikleşen ve görünmeye başlayan yapısal unsurlar şekilde oklar ile gösterilmiştir.

Farklı eğim değerleri ile uygulanan migrasyon kesitleri analiz edildikten sonra en başarılı eğim değeri olarak 85 derece seçilmiş ve Şekil 4.45'te tekrar gösterilmiştir. Migrasyon işlemi sonrası veride oluşan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler Şekil 4.46'daki spektral analiz görüntüsü ile belirlenmiş ve 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanarak veriden atılmıştır. Süzgeç işlemi sonrası elde edilen migrasyon kesiti ve bu kesitin spektral analizi Şekil 4.47 ve Şekil 4.48'de gösterilmiştir. Migrasyon kesiti için süzgeç işlemi öncesi ve sonrası spektral analizi görüntüsü Şekil 4.49'da verilmiş ve işlem sonucu görüntüdeki değişimler yeşil kutucukla gösterilmiştir.

Sonlu Farklar migrasyonunun yığma kesiti üzerindeki etkisi araştırılmış ve farklı eğim değerleri kullanılarak migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği incelenmiştir.

Sonlu farklar migrasyonu, yığma kesitinde bulunan ve eğimli olaylar sonucu jeoloji ile örtüşmeyen yapısal unsurları jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Bu migrasyon türünün kesit üzerindeki etkinliğini araştırmak için migrasyon işlemi esnasında uygulanan parametreler değiştirilmiştir. Bu parametrelerin değişmesi ile migrasyon kesitindeki değişimler de analiz edilmiştir.

Derinlik adım aralığı programda TAU kısaltması ile tanımlanmıştır. Bu migrasyon türünde tau değeri 30 ms olarak alınmış, değiştirilecek parametre eğim değeri olarak belirlenmiş ve 65, 85 ve 90 derece olarak seçilmiştir. Seçilen en büyük eğim değerinin üzerindeki eğime sahip olaylar kesitten atılmış olacaktır. Bu yüzden eğim değerleri artırıldıkça kesitte yeni yapısal dik unsurlar gözükmeye başlayacaktır. Şekil 4.25'te 65 derece eğimle, Şekil 4.26'da 80 derece eğimle ve Şekil 4.27'de 90 derece eğimlerle uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmektedir. Seçilen farklı parametreler sonucu oluşan migrasyon kesitindeki farklılıkların daha net bir şekilde gözükmesi için Şekil 4.28'de renkli kutucuklarla gösterilen alanlar yakınlaştırılmıştır. Şekil 4.28'deki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.29'da verilmiştir. Bu şekilde 65, 80 ve 90 derece eğimlerle uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmiş olup parametre farklılıklarından doğan yapısal farklar daha belirgin şekilde gözükmeye başlamıştır. Şekil 4.29'da oklarla gösterilen alanlarda antiklinal ve senklinal gibi yapılara ve bu yapılar arası geçişlerdeki dik eğimlere dikkat edilirse eğim derecesi artırıldıkça yapısal olayların sınırlarının netliği de artmaktadır. Yapısal karışıklığın bulunduğu bir diğer görüntü ise Şekil 4.30'dur. Bu görüntü Şekil 4.28'deki mavi kutucukla işaretlenmiş alanın yakınlaştırılmış halidir. Şekil 4.30'daki işaretlenen alanlara dikkat edilirse seçilen eğim değeri arttıkça dik eğime sahip olaylar veriden atılmakta ve olayların eğim değeri azalarak yatay konuma yaklaşmaktadır.

Farklı eğim değerleri ile uygulanan migrasyon kesitleri analiz edildikten sonra en başarılı eğim değeri olarak 65 derece seçilmiş ve Şekil 4.50'de tekrar gösterilmiştir. Eğim değeri artırıldıkça yapısal farklılığın yüksek olduğu alanlarda sınır netliğinin artmasına karşın yüksek eğime sahip olaylar eğim değerinin artması ile beraber veriden atıldığından düşük eğim değeri ile uygulanan migrasyon kesiti başarılı olarak seçilmiştir. Migrasyon işlemi sonrası veride oluşan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler Şekil 4.51'deki spektral analiz görüntüsü ile belirlenmiş ve 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanarak veriden atılmıştır. Süzgeç işlemi sonrası elde edilen migrasyon kesiti ve bu kesitin spektral analizi Şekil 4.52 ve Şekil

4.53'te gösterilmiştir. Migrasyon kesiti için süzgeç işlemi öncesi ve sonrası spektral analizi görüntüsü Şekil 4.54'te verilmiş ve işlem sonucu görüntüdeki değişimler yeşil kutucukla gösterilmiştir.

Dalga denklemi migrasyonunun yığma kesiti üzerindeki etkisi araştırılmış ve farklı derinlik adım aralığı (tau) değerleri kullanılarak migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği incelenmiştir.

Bütün tau değerlerinde migrasyon belli sonuçlar üretmektedir. Bu sonuçlar yığma kesitinde bulunan papyon-kravat etkilerini, antiklinal ve senklinalleri, eğimli olayların yerleri ve boyutlarını jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Stack kesitinde bulunan ve senklinallerden dolayı oluşan papyon kravat etkileri yok edilmeye çalışılmıştır. Antiklinal gibi olaylar daralırken senklinal gibi olaylar ise genişlemiştir. Yığma kesitinde bulunan yapıların eğim dereceleri migrasyon işlemi sonrasında artmıştır.

Dalga denklemi, yığma kesitinde bulunan ve eğimli olaylar sonucu jeoloji ile örtüşmeyen yapısal unsurları jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Bu migrasyon türünün kesit üzerindeki etkinliğini araştırmak için migrasyon işlemi esnasında uygulanan parametreler değiştirilmiştir. Bu parametrelerin değişmesi ile migrayon kesitindeki değişimler de analiz edilmiştir.

Derinlik adım aralığı programda TAU kısaltması ile tanımlanmıştır. Bu migrasyon türünde değiştirilecek parametre derinlik adım aralığı değeri olarak belirlenmiş ve 15, 30, 50 ve 80 ms olarak seçilmiştir. Şekil 4.31'de 15 ms, Şekil 4.32'de 30 ms, Şekil 4.33'te 50 ms ve Şekil 4.34'te 80 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmektedir. Kesitte bulunan antiklinal ve senklinal yapıları migrasyon sonrasında daralma ve genişlemeye uğramıştır. Bunun dışında Senklinal gibi çöküntü yapılarının alt kısımlarında oluşan papyon-kravat etkileri de yok edilmeye çalışılmıştır. Seçilen farklı parametreler sonucu oluşan migrasyon kesitindeki farklılıkların daha net bir şekilde gözükmesi için Şekil 4.35'te renkli kutucuklarla gösterilen alanlar yakınlaştırılmıştır. Şekil 4.35'teki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.36'da verilmiştir. Bu şekilde 15, 30, 50 ve 80 ms derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmiş olup parametre farklılıklarından doğan yapısal farklar daha belirgin şekilde gözükmeye başlamıştır. Tau değeri artırıldıkça yığma kesiti daha az migrasyona uğradığı için bu eğimden kaynaklı etkiler migrasyon kesitinde tamamen atılamamıştır. Tau değeri 15 ms olarak seçildiği kesite dikkat edilirse olaylar normalden daha yüksek migrasyona uğramıştır. 50 ve 80 ms değerleri ile uygulanan migrasyon kesitlerine bakıldığı zaman yığma kesiti daha az migrasyona

uğradığından olaylar gerçek yerlerine taşınamamış ve eğimden kaynaklı bazı olayların etkisi kesitten atılamamıştır. Oklarla gösterilen alanlara dikkat edilirse senklinal alanların alt kısımlarında tau değeri arttıkça saçılmalar oluşmakta ve yapıların alt sınırlarında netlikler azalmaktadır. Yapısal karışıklığın bulunduğu bir diğer görüntü ise Şekil 4.37'dir. Bu görüntü Şekil 4.35'teki mavi alanın yakınlaştırılmış halidir. Kesitin sol üst kısmında okla gösterilen alana dikkat edilirse iki antiklinal yapı ortasında oluşan senklinal yapı sonucu aşağı uzanım yapan papyon-kravat etkisi düşük tau değerlerinde kesitten atılmışken yüksek tau değerlerinde kesitten atılamamıştır. Bir diğer etki olarak kesitin yine sol kısmında oklar gösterilmiş alanda yapısal olaylar tau değeri artırıldıkça yatay konuma yaklaşmasıdır. 15 ms tau değeri ile uygulanmış migrasyon kesitinde yüksek migrasyon uygulandığı için olaylar olduğundan daha fazla dikleşmiş ve bazı olaylar veriden atılmıştır. Tau değeri arttıkça olaylar daha düşük migrasyona uğradıkları için eğimleri olduğundan daha düşük ve olaylar gerçek yerlerine taşınamadığı için yapısal karışıklık oluşmaktadır. Bu yapısal karışıklıklarla birlikte olayların sınırlarındaki netlikler azalmaktadır. Migrasyon olayları kısaltmakta ve eğim yukarı taşımaktadır. Bu yüzden tau değerinin artırılması ile kesit düşük migrasyona uğrar ve olaylar eğim yukarı taşınamaz.

Farklı derinlik adım aralığı değerleri ile uygulanan migrasyon kesitleri analiz edildikten sonra en başarılı tau değeri olarak 30 ms seçilmiş ve Şekil 4.55'te tekrar gösterilmiştir. Migrasyon işlemi sonrası veride oluşan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler Şekil 4.56'daki spektral analiz görüntüsü ile belirlenmiş ve 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanarak veriden atılmıştır. Süzgeç işlemi sonrası elde edilen migrasyon kesiti ve bu kesitin spektral analizi Şekil 4.57 ve Şekil 4.58'de gösterilmiştir. Migrasyon kesiti için süzgeç işlemi öncesi ve sonrası spektral analizi görüntüsü Şekil 4.59'da verilmiş ve işlem sonucu görüntüdeki değişimler yeşil kutucukla gösterilmiştir.

Yığma sonrası zaman migrasyonunun yığma kesiti üzerindeki etkisi araştırılmış ve farklı derinlik adım aralığı (tau) değerleri kullanılarak migrasyonun yığma kesiti üzerindeki etkinliği incelenmiştir.

Yığma sonrası zaman migrasyonu, yığma kesitinde bulunan ve eğimli olaylar sonucu jeoloji ile örtüşmeyen yapısal unsurları jeolojik kesite benzetmeye çalışmıştır. Bu migrasyon türünün kesit üzerindeki etkinliğini araştırmak için migrasyon işlemi esnasında uygulanan parametreler değiştirilmiştir. Bu parametrelerin değişmesi ile migrayon kesitindeki değişimler de analiz edilmiştir.

Derinlik adım aralığı programda TAU kısaltması ile tanımlanmıştır. Bu migrasyon türünde değiştirilecek parametre derinlik adım aralığı değeri olarak belirlenmiş ve 15, 30, 50 ve 80 ms olarak seçilmiştir. Şekil 4.38'de 15 ms, Şekil 4.39'da 30 ms, Şekil 4.40'ta 50 ms ve Şekil 4.41'de 80 ms derinlik adım aralığı ile uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmektedir. Kesitte bulunan antiklinal ve senklinal yapıları migrasyon sonrasında daralma ve genişlemeye uğramıştır. Bunun dışında Senklinal gibi çöküntü yapılarının alt kısımlarında oluşan papyon-kravat etkileri de yok edilmeye çalışılmıştır. Seçilen farklı parametreler sonucu oluşan migrasyon kesitindeki farklılıkların daha net bir şekilde gözükmesi için Şekil 4.42'de renkli kutucuklarla gösterilen alanlar yakınlaştırılmıştır. Şekil 4.42'deki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.43'te verilmiştir. Bu şekilde 15, 30, 50 ve 80 ms derinlik adım aralıkları ile uygulanmış migrasyon kesitleri gösterilmiş olup parametre farklılıklarından doğan yapısal farklar daha belirgin şekilde gözükmeye başlamıştır. Tau değeri artırıldıkça yığma kesiti daha az migrasyona uğradığı için bu eğimden kaynaklı etkiler migrasyon kesitinde tamamen atılamamıştır. Tau değeri 15 ms olarak seçildiği kesite dikkat edilirse olaylar normalden daha yüksek migrasyona uğramıştır. 50 ve 80 ms değerleri ile uygulanan migrasyon kesitlerine bakıldığı zaman yığma kesiti daha az migrasyona uğradığından olaylar gerçek yerlerine taşınamamış ve eğimden kaynaklı bazı olayların etkisi kesitten atılamamıştır. Tau değeri arttıkça migrasyonun etkisi de azaldığı için olaylar gerçek yerine taşınamamakta ve yapısal karışıklık oluşmaktadır. Bunu en belirgin şekilde görmek için kesitin üst kısmında okla gösterilen alana dikkat etmek gerekmektedir. Tau değeri arttıkça olayların sınırlarının netliği azalmakta ve gerçek yerlerine taşınamamaktadır. Şekildeki diğer oklar senklinal yapıların alt kısımlarında ise tau değerinin artmasıyla beraber saçılmaların oluştuğu ve alt sınırların takıp edilebilirliğinin kaybolduğu alanları göstermektedir. Yapısal karışıklığın bulunduğu bir diğer görüntü ise Şekil 4.44'tür. Bu görüntü Şekil 4.42'deki mavi alanın yakınlaştırılmış halidir. Kesitin sol üst kısmına dikkat edilirse iki antiklinal yapı ortasında oluşan senklinal yapı sonucu aşağı uzanım yapan papyon-kravat etkisi düşük tau değerlerinde kesitten atılmışken yüksek tau değerlerinde kesitten atılamamıştır (şeklin en üst kısmında okla gösterilen alan). Bir diğer etki olarak kesitin yine sol kısmında bulunan yapısal olaylar tau değeri artırıldıkça düşük migrasyon sonucu gerçek yerlerine taşınamamakta ve yatay konuma yaklaşmaktadır. Bunun sonucunda yapısal karışıklık oluşmaktadır. Migrasyon olayları kısaltmakta ve eğim yukarı taşımaktadır. Bu yüzden tau değerinin artırılması ile kesit düşük migrasyona uğrar ve olaylar eğim yukarı taşınamaz.

Farklı derinlik adım aralığı değerleri ile uygulanan migrasyon kesitleri analiz edildikten sonra en başarılı tau değeri olarak 30 ms seçilmiş ve Şekil 4.60'ta tekrar gösterilmiştir. Migrasyon işlemi sonrası veride oluşan düşük ve yüksek frekanslı gürültüler Şekil 4.61'deki spektral analiz görüntüsü ile belirlenmiş ve 15-20 ve 40-50 frekans aralıkları ile band geçişli süzgeç işlemi uygulanarak veriden atılmıştır. Süzgeç işlemi sonrası elde edilen migrasyon kesiti ve bu kesitin spektral analizi Şekil 4.62 ve Şekil 4.63'te gösterilmiştir. Migrasyon kesiti için süzgeç işlemi öncesi ve sonrası spektral analizi görüntüsü Şekil 4.64'te verilmiş ve işlem sonucu görüntüdeki değişimler yeşil kutucukla gösterilmiştir.

Migrasyon türleri farklı parametreler ile uygulandıktan sonra en başarılı parametre değeri ile Bölüm 4'te Şekil 4.47, Şekil 4.52, Şekil 4.57 ve Şekil 4.62'de gösterilmiştir.

Migrasyonun yığma kesiti üzerindeki temel etkileri; papyon-kravat olaylarını kaldırmak, antiklinal ve senklinalleri daraltmak ve genişletmek, eğimli olayların yerleri ve boyutlarını jeolojik kesite benzetmeye çalışmasıdır.

Şekil 4.65'teki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.66'da verilmiştir. Şekil 4.66'ya dikkat edilirse dört migrasyon türü de kesitte bulunan antiklinal ve senklinalleri gerçek yerlerine taşımaya çalışmış ve eğimden kaynaklı yanıltıcı olayları kesitten atmaya çalışmıştır. Kesitte bulunan senklinal yapılar genişlemiş ve bu yapılar sonucu oluşan papyon kravat etkileri yok edilmeye çalışılmıştır. Migrasyon sonrası bu senklinal yapıların alt sınırları çok net olmamakla beraber migrasyon türünden türüne göre bu migrasyon türlerinin başarı dereceleri değişmektedir. Migrasyonların işlem yaptıkları bu alanlar şekilde oklar ile gösterilmiştir. Kirchhoff migrasyonünün senklinal yapıların alt kısımlarındaki sınırlardaki etkinliği diğer migrasyon türlerinden daha iyidir. Dalga denklemi diğerlerine göre daha iyi sonuç üretmekle beraber sonlu farklar ve yığma sonrası zaman migrasyonu en etkisiz yöntemler olarak göze çarpmaktadır. Antiklinal ve senklinal yapıların arasında bulunan geçiş bölgelerindeki dik eğime sahip olayların gerçek yerlerine taşınması ve bazı dik olayların yığma kesitinden migrasyon kesitine aktarılamaması yığma sonrası zaman migrasyonunun dezavantajları olarak gösterilebilir.

Şekil 4.65'teki kırmızı kutucukla işaretlenen alanın yakınlaştırılmış görüntüsü Şekil 4.67'de verilmiştir. Şekil 4.67'de sol üst tarafta bulunan senklinal yapının aşağı uzanım alanları Kirchhoff migrasyonunda daha düzgün bir şekilde bastırılmaktadır. Bu alan şeklin en üst kısmında bulunan ok ile gösterilmiştir. Diğer oklarla gösterilen alanlara dikkat edilirse bazı olayların migrasyon kesitine aktarılamamış olduğu görülebilmektedir. Kirchhoff'un kesitine

bakıldığı zaman ise bu olaylar migrasyon kesitinde gözükmekte ve diğer kesitlerde gözükmemektedir. Üretilen bu sonuçların başarısı bazı dik olayların bulunduğu alanlarda Kirchhoff migrasyonunun ürettiği sonuçlardan geri kalmaktadır.

Migrasyon türlerinin uygulanmasından sonra yapısal unsurların sınırlarının takip edilebilirliğine bakıldığı zaman Kirchhoff migrasyonu daha fazla önem kazanmaktadır. Şekil 4.66'da oklarla gösterilmiş olan senklinal yapılara dikkat edilirse, senklinal yapının alt sınırındaki takip edilebilirlik Kirchhoff migrasyonunda daha net bir şekilde yapılabilmektedir. Diğer migrasyon türleri ise takip edilebilirlik fazla olmamakla beraber güzel sonuçlar üretmiştir.

Yeraltı ortamı karmaşık yapıya sahip olduğu zaman migrasyon sonuçlarına bakılacak olursa yine Kirchhoff migrasyonu güzel sonuçlar üretmiş ve olayların takip edilebilirliği diğer migrasyon kesitlerine oranla daha fazladır. Şekil 4.67'de oklarla gösterilmiş olan alanlar bu yoruma örnek gösterilebilir.

Uygulanan bu migrasyon türlerinin uygulama zamanları bakımından sıralama yapılacak olursa dalga denklemi ve yığma sonrası zaman migrasyonu en hızlı yöntemler olmakla beraber yığma sonrası zaman migrasyonu biraz daha hızlılık göstermektedir. Bunların arkasından sonlu farklar migrasyonu gelmekte ve sonda Kirchhoff migrasyonu yer almaktadır.

Sonuç olarak dört migrasyon türü de uygulandıkları yığma kesitlerindeki olayları gerçek yerlerine taşımaya çalışmış ve bazı durumlarda başarılı olmuştur. Bu migrasyon türleri arasında başarı sıralaması yapılacak olursa Kirchhoff'un ilk sıraya yazılması ve sırasıyla Sonlu Farklar, Dalga Denklemi ve Yığma Sonrası Zaman migrasyonu yöntemlerinin dizilmesi muhtemeldir.

KAYNAKLAR

Başokur, A.T., 2007, *SPEKTRAL ANALİZ VE SAYISAL SÜZGEÇLER*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları No:8, Şelale, ISBN:978-9944-89-321-3.

Chun, J.H. and Jacewitz, C., 1981, Fundamentals of frequency-domain migration, *Geophysics*, 46, 717-732.

Claerbout, J. F., 2001, *Basic Earth Imaging*, Stanford Exploration Project (SEP), Stanford University

Claerbout, J. F. And Doherty, S. M., 1972, Downward continuation of moveout-corrected seismograms, *Geophysics*, 37, 741-768.

Doherty, S.M., 1975. *Structure independent seismic velocity estimation*, Ph.D. thesis, Stanford University, Stanford.

Dondurur, D., 2009, *DENİZ SİSMİĞİNDE VERİ İŞLEM*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları No:11, Korza Basım, İskitler, Ankara, ISBN:978-9944-89-751-8.

Güreli, O., 2007, *INTEGRAL (KIRCHHOFF) MİGRASYONÜNDE DOĞRU GENLİKLİ İŞLECİN BELİRLENMESİ,* Doktora, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşçu, İ., 1999, Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf of Gökova, southwest Anatolia–southeast Aegean Sea, by multi-channel seismic reflection data, *Tectonophysics,* 305 (1999) 477–496.

Kurtuluş, C., 2010, *SİSMİK ARAŞTIRMALAR Teori ve Uygulama,* Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Özlem Matbaası, İzmit.

Liner, C. L., 1999, Concepts of normal and dip moveout, *Geophysics*, 64, 1637-1647.

Olgun, A., 2017, *Migrasyon (Migration),* https://slideplayer.biz.tr/slide/10911112/, [13 Mayıs 2019].

Robinson, E. And Çoruh, C., 1988, *Basic Exploration Geophycisc*, John Wiley and Sons Publications.

Selçuk, K., 2018, BATI KARADENİZ TUNA BÖLGESİNDE DENİZDE TOPLANAN 2B SİSMİK HATTIN VERİ İŞLEM AŞAMASINDA DE-GHOST UYGULAMASININ MİGRASYONA ETKİSİ, *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi,* Cilt: 17, No: 2, 2018 (127-154).

Schneider, W., 1978, İntegral formulation for migration in two and three dimensions, *Geophysics*, 43, 49-76.

Sheriff, R. E., 1978, *A First Course in Geophysical Exploration and Interpretation*, IHRDC, Boston.

Üge, M.A., 2017, *BABABURNU SİSMİK KESİTLERİNİN DERİNLİK MİGRASYONU VE YAPISAL AÇIDAN ÇANAKKALE-AYVACIK DEPREMLERİ İLE BİRLİKTE YORUMLANMASI*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, Ö., 1987, *Seismic Data Processing*. Investigations in Geophysics vol. No:2. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.

Yılmaz, Ö., and Chambers, R. 1984. Migration velocity analysis by wave-field extrapolation. *Geophysics*, *49*(10), 1664-1674.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Yusif RAHİMOV
Doğum Yeri	Azerbaycan
Doğum Tarihi	01.02.1996
Uyruğu	T.C. ☐ Diğer ☒
Telefon	05424515608
E-posta Adresi	yusif.rehimov.96@gmail.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kocaeli Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeofizik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	08.06.2017

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa
Enstitü	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabili dalı	Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Jeofizik Mühendisliği Programı
Mezuniyet Tarihi	-.-.2019

Makale ve Bildiriler
Doğan, M. B., Sönmez, T., Oruç, B., **Rahimov, Y.,** 2018, Gravite Anomalilerinin Sınır Analizlerinden Afyon Bölgesi Çizgiselliklerinin Görüntülenmesi ve Yeraltı Yoğunluk Dağılımı ile Karşılaştırılması, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, C.20, S.1-2, SS. 93-104.
Doğan, M. B., Sönmez, T., Oruç, B., **Rahimov, Y.,** 2017, Gravite Anomalilerinin Sınır Analizlerinden Afyon Bölgesi Çizgiselliklerinin Görüntülenmesi ve Yeraltı Yoğunluk Dağılımı ile Karşılaştırılması, *90. Yıl Sempozyumu*, Türkçe.
Rahimov. Y., Alp, H., 2018, Sismik Verilerde Yığma Sonrası Migrasyon Çeşitleri ve Uygulamaları, *New Trends in Geophysics and Engineering*, İngilizce.
Doğan, M. B., Sönmez, T., Oruç, B., **Rahimov, Y.,** 2018, Gravite Anomalilerinin Sınır Analizlerinden Afyon Bölgesi Çizgiselliklerinin Görüntülenmesi, *1st International Symposium on Graduate Research in Science Focus on Entrepreneurship and Innovation,* Türkçe.