

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİSMİK VERİ İŞLEM YAZILIM PAKETİ GELİŞTİRİLMESİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alican PEKİYİ

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeofizik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2018

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİSMİK VERİ İŞLEM YAZILIM PAKETİ GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Alican PEKİYİ
(505161402)**

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeofizik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ

HAZİRAN 2018

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505161402 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Alican PEKIYİ , ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SİSMİK VERİ İŞLEM YAZILIM PAKETİ GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Argun Kocaoğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ali İsmet Kanlı

İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : 12 Nisan 2018

Savunma Tarihi : 5 Haziran 2018



Aileme,





ÖNSÖZ

Bu tez kapsamında, temel sismik veri işlem aşamalarını gerçekleştiren bir sismik veri işlem yazılım paketi geliştirilmiştir.

Tezim esnasında bana yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ ve yazılım konusunda geçmişte bana kattıklarından ötürü Yrd.Doç.Dr. Tuğrul Genç'e teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2018

Alican PEKİYİ
Jeofizik Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER.....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY.....	xxv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Sismik Veri İşlem Tarihçesi.....	1
1.2 Tez Çalışmasının Genel Amacı.....	2
2. PROGRAMIN GENEL TANITIMI.....	3
2.1 Programın Altyapısı ve Teknik Özellikleri.....	3
2.2 Genel Akış Şeması	3
2.3 Veri Tabanı ve Dosya Formatları.....	5
2.4 Test ve Uygulama Aşamaları.....	6
3.PROGRAMIN KULLANIMI.....	7
3.1 Kullanıcı Ekleme ve Kaldırma	7
3.2 Veri İşlem Laboratuvarı.....	8
3.3 Proje Oluşturma.....	8
3.4 Veri Tabanı	10
3.5 Tablolar	11
3.6 Terminal.....	11
3.7 Ekran Görüntüsü	12
3.8 Proje Çalıştırma.....	12
4. SİSMİK VERİ GÖRÜNTÜLEME	13
4.1 Sismik Veri Görüntüleme Ekranının Açılması	13
4.2 Sismik Veri Görüntüleme Ekranının Kullanılması	14
4.2.1 Genel tanımlar	14
4.2.2 Görüntü yakınlaştırma	15
4.2.3 Ekran görüntüsü alma	16
4.2.4 Görüntü ayarları	18
4.2.5 Genlik ayarlar	21
4.2.6 Çoklu görüntüleme	22
4.2.7 Görüntü sıralama	23
4.2.8 Hızlı görüntüleme.....	24
4.2.9 Kanal bilgileri görüntüleme	24
4.3 İki Sismik Görüntünün Karşılaştırılması	25
5. ÖN İŞLEMLER	27
5.1 Sismik Veri Yükleme	27

5.1.1	SEGY dosya formatı	28
5.1.2	SEG2 dosya formatı	29
5.1.3	Veri yükleme modüllerinin kullanılması	29
5.2	Geometri Tanımlama	30
5.3	Veri Düzenleme	33
5.3.1	Kanal Düzenleme	33
5.3.2	Dinleme Süresi Düzenleme	34
5.3.3	Örnekleme Aralığı Düzenleme	35
5.3.4	Atış Düzenleme.....	35
5.3.5	Atış Yönü Değiştirme.....	36
5.4	İz Düzenleme	37
5.4.1	İstenmeyen alanların atılması (Mute).....	37
5.4.2	İz Ayıklama (Edit)	39
5.5	Genlik Düzenleme.....	41
5.5.1	Zamana bağlı genlik düzenleme (t-power).....	41
5.5.2	Otomatik kazanç kontrolü (AGC).....	42
5.6	Süzgeçleme	44
5.6.1	Bir boyutlu Fourier dönüşümü.....	44
5.6.2	Spektral analiz ekranı	44
5.6.3	Süzgeç tasarımı	48
5.6.4	Frekans ortamında süzgeçleme	50
5.6.5	Zaman ortamında süzgeçleme	51
5.6.6	Notch (çentik) süzgeçleme	53
5.7	F-K Eğim Süzgeci.....	54
5.7.1	İki boyutlu Fourier dönüşümü	54
5.7.2	F-K spektrum ekranı.....	55
5.7.3	F-K Eğim Süzgeci Uygulaması	56
6.	DEKONVOLÜSYON	57
6.1	Konvolüsyon Model.....	57
6.2	Kestirim (Predictive) Dekonvolüsyonu.....	58
6.2.1	Operatör uzunluğu.....	59
6.2.2	Kestirim uzunluğu.....	59
6.2.3	Özilişki ekranı.....	59
6.3	İğnecikleştirme (Spiking) Dekonvolüsyonu	60
6.4	Dekonvolüsyonu Test Aşaması	61
6.5	Dekonvolüsyonu Uygulama Aşaması	62
7.	ORTAK YANSIMA NOKTASI (OYN) SIRALAMA	65
8.	HIZ ANALİZİ.....	69
8.1	Sismik Hız Elde Edilmesi.....	69
8.2	Hız Spektrumunu	70
8.3	Hız Analiz Ekranı	71
8.3.1	Parametre seçimi.....	71
8.3.2	Sismik hız seçimi	74
8.4	İki Boyutlu Hız Analiz Ekranı	77
9.	NORMAL KAYMA(NMO) DÜZELTMESİ ve YIĞMA.....	79
9.1	Normal Kayma (NMO) Düzeltmesi	79
9.1.1	Normal kayma (NMO) düzeltmesinin uygulanması	80
9.1.2	Normal kayma (NMO) gerilmesi.....	81
9.2	Yığma (Stack).....	82
10.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85

KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	91





KISALTMALAR

2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
4B	: 4 Boyutlu
AGC	: Automatic Gain Control (Otomatik Kazanç Kontrolü)
ASCII	: American Standard Code for Information Interchange (Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi)
CDP	: Common Depth Point (Ortak Yansıma Noktası)
FK	: Frekans Dalgasayısı
FFT	: Fast Fourier Transform (Hızlı Fourier Dönüşümü)
NMO	: Normal Moveout (Normal Kayma)
SEG	: Society of Exploration Geophysicists
VA	: Variable Area
WG	: Wiggle



SEMBOLLER

a	: Kestirim uzaklığı
F(w)	: Genlik spektrumu
p	: Genlik düzeltme katsayısı
rms	: Otomatik Kazanç Kontrolü katsayısı
tx	: Yansıma verisinin alıcıya ulaştığı zaman
to	: Çift yol gidiş geliş zamanı
V	: Sismik hız
w	: Açısal frekans
x	: Kaynak alıcı arasındaki mesafe (metre)





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Sismik Veri Toplama ve Veri İşlem Tarihiçesi.....**2**





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Program tarafından uygulanabilen sismik veri işlem aşamaları.....	4
Şekil 2.2: Veri Tabanı ve Dosya Formatlarının Şematik Görüntüsü.....	5
Şekil 2.3: Test Aşamasının Şematik Gösterimi.....	6
Şekil 2.4: Uygulama Aşamasının Şematik Gösterimi.....	6
Şekil 3.1: Kullanıcı Ekleme Adımları.....	7
Şekil 3.2 Kullanıcıyı Silme Adımları.....	7
Şekil 3.3: Veri İşlem Laboratuvarı Sayfası Genel Görünümü.....	8
Şekil 3.4: Proje Ekleme Aşamaları.....	9
Şekil 3.5: Modüllerin Proje İçin Hazırlanması.....	9
Şekil 3.6 : Proje oluşturulması.....	10
Şekil 3.7 : Veri Seti Ekleme Aşamaları.....	10
Şekil 3.8: Tablo Ekleme Aşaması.....	11
Şekil 3.9: Terminal Sayfası Görünümü.....	11
Şekil 3.10 : Ekran Görüntüsü Sayfası.....	12
Şekil 3.11: Oluşturulan projenin çağırılması.....	12
Şekil 3.12: Tamamlanan ve İptal Edilen Projelerin Gösterimi.....	12
Şekil 4.1: Görüntüleme butona basılması.....	13
Şekil 4.2: Sismik Veri Setlerinin gösterildiği ekranı.....	13
Şekil 4.3: Görüntüleme butonu ile sismik izin görüntülenmesi.....	13
Şekil 4.4: Sismik veri görüntüleme ekranı.....	14
Şekil 4.5: Butonun aktif hale getirilmesi ve zaman ortamında yakınlaştırma işlemi...15	
Şekil 4.6: Zaman ortamında yakınlaştırılmış veri.....	16
Şekil 4.7: Belirlenen kanallara yakınlaştırma işlemi.....	16
Şekil 4.8: Ekran görüntüsü alma işlemlerinin sırası.....	17
Şekil 4.9: Alman ekran görüntülerine Ana Program üzerinden ulaşılması.....	17
Şekil 4.10: WG görüntüleme türü.....	18
Şekil 4.11: VA görüntüleme türü.....	19
Şekil 4.12: WG+VA görüntüleme türü.....	19
Şekil 4.13: Grayscale görüntüleme türü.....	19
Şekil 4.14: Kırmızı-Siyah görüntüleme türü.....	20
Şekil 4.15: Kırmızı-Mavi görüntüleme türü.....	20
Şekil 4.16: Kırmızı-Sarı-Siyah görüntüleme türü.....	20
Şekil 4.17: Genliğin arttırılması ve veriye etkisi.....	21
Şekil 4.18: Genliğin farklı görüntü ayarları üzerindeki etkisi.....	22
Şekil 4.19: Görüntülenmesi istenilen atış miktarının girilmesi.....	22
Şekil 4.20: Çoklu atış görüntüsü ve kanal değerleri.....	23
Şekil 4.21: Atış/Kanal görüntüleme türü.....	23
Şekil 4.22: Kanal/Atış görüntüleme türü.....	23
Şekil 4.23: Hızlı Görüntüleme parametrelerinin tanıtılması.....	24
Şekil 4.24: Kanal bilgilerinin aktif hale getirilmesi.....	24
Şekil 4.25: Aktif hale getirilmiş bilgilerin gösterilmesi.....	25

Şekil 4.26: İki verinin karşılaştırılması için hazırlanan iş dosyası.....	25
Şekil 4.27: Giriş ve Çıkış verilerinin karşılaştırılması.....	26
Şekil 5.1: SEG Y dosya formatı şematik görüntüsü.....	28
Şekil 5.2: SEG2 Dosya formatı şematik görüntüsü.....	29
Şekil 5.3: Veri Yükleme modülünün kullanımı.....	30
Şekil 5.4 : Veri setinin Veri Tabanı üzerinden gösterilmesi.....	30
Şekil 5.5: Geometri tanımlama ekranı.....	31
Şekil 5.6: Kanal bilgilerinin görüntülenmesi.....	32
Şekil 5.7: Kaynak ve alıcı bilgilerinin şematik olarak gösterilmesi.....	32
Şekil 5.8: Katlama bilgilerinin şematik olarak gösterilmesi.....	32
Şekil 5.9: Sismik veri setine geometri yükleme işlemi.....	33
Şekil 5.10: Kanal düzenleme işlemi sonrası yedek kanalların veriden atılması.....	34
Şekil 5.11: Dinleme süresi düzenleme işlemi ardından kayıt uzunluğunun değişmesi	34
Şekil 5.12: Örnekleme aralığı düzenleme işlemi giriş ve çıkış dosyalarının karşılaştırılması.....	35
Şekil 5.13: Atış düzenleme işlemi sonrası giriş ve çıkış verisinin karşılaştırılması...36	36
Şekil 5.14: Atış yönü değiştirme işlemi sonrası giriş ve çıkış verileri.....	36
Şekil 5.15: (a) İş dosyasının çalıştırılması ve (b) işlem ekranı.....	37
Şekil 5.16: İstenmeyen alanların atılması ve kontrol edilmesi.....	37
Şekil 5.17: (a) Yanlış değerın tablodan silinmesi ve (b) interaktif panelin güncellenmesi.....	38
Şekil 5.18: İstenmeyen alanların atılması işlemi, (a) tek kanal ve (b) atış grubu giriş ve çıkış verilerinin karşılaştırılması.....	39
Şekil 5.19: İz ayıklama modülü penceresi.....	40
Şekil 5.20: İz ayıklama işlemi (a) giriş verisi ve (b) çıkış verisi.....	40
Şekil 5.21: T-POW modül penceresi (a) Bütün veriye aynı parametrenin uygulanması, (b) farklı kombinasyonların uygulanması.....	41
Şekil 5.22: (a) Genlik düzenlemesi öncesi, (b) $p=1.4$ (c) $p=2.4$ değeri için genlik düzenlemesi.....	42
Şekil 5.23: (a) Giriş verisi, pencere uzunluğu (b) 50ms ve (c) 500 ms için çıkış verileri.....	43
Şekil 5.24: Spektral Analiz Ekranının iş dosyası üzerinden açılması.....	45
Şekil 5.25 : Spektral Analiz Ekranının Veri Tabanı üzerinden açılması.....	45
Şekil 5.26: Sismik izin genlik ve faz spektrumu.....	46
Şekil 5.27: Görsel olarak süzgeç tasarımı.....	47
Şekil 5.28: (a) Belirli bir alan seçimi (b) Seçilen alanın genlik spektrumu.....	47
Şekil 5.29: (a) Güç spektrumu (b) Genlik spektrumu (c) Desibel.....	48
Şekil 5.30: Genlik spektrumu ve kanallara göre dağılım kesiti.....	48
Şekil 5.31: Süzgeç Tasarım Parametreleri.....	49
Şekil 5.32: Farklı süzgeç pencerelerinin genlik spektrumuna etkisi.....	49
Şekil 5.33: Frekans ortamı süzgeç uygulaması için parametre seçimi.....	50
Şekil 5.34: (a) Süzgeç öncesi (b) süzgeç sonrası sismik veri ve genlik spektrumları.....	51
Şekil 5.35: Zaman ortamı süzgeç uygulaması için parametre seçimi.....	51
Şekil 5.36: Sıfır fazlı ve minimum fazlı süzgeç operatörü.....	52
Şekil 5.37: (a) Minimum faz ve (b) Sıfır faz süzgeç sonuçları ve sıfır faz etkisi.....	52
Şekil 5.38: Çentik süzgeç operatörü.....	53
Şekil 5.39: Süzgeç öncesi (a) ve süzgeç sonrası (b) verinin genlik spektrumlarının karşılaştırılması.....	53
Şekil 5.40: Zaman ortamında farklı eğimli olayların f-k ortamında gösterimi.....	54

Şekil 5.41: Sismik giriş verisi ve f-k spektrumu.....	55
Şekil 5.42: f-k Spekturumu üzerinden (a)poligon çizilmesi ve (b) poligonun kaydedilmesi.....	55
Şekil 5.43: Tek kanal (a) Giriş ve(b) çıkış sismik izleri ve bir atış grubuna ait f-k spekturumları.....	56
Şekil 6.1: Konvolüsyon model ile sentetik histogram elde edilmesi.....	58
Şekil 6.2: (a) Giriş izi ve özilişki ekranı(b) yakınlaştırma işlemi sonrası panel görüntüsü.....	60
Şekil 6.3: Tekrarlı yansımaları içinde bulunduran sentetik sismik iz.....	61
Şekil 6.4: (a) Giriş verisi (b) a=1 (c) a=3 (d) a=10 için çıkış verisi.....	61
Şekil 6.5: (a) Giriş verisi (b) deoknvolüsyon sonrası çıkış verisi ve genlik.....	62
Şekil 6.6: Kestirim dekonvolüsyonu için tablo oluşturma işlemi.....	63
Şekil 6.7: Özilişki fonksiyonunun birinci ve ikinci kesme zamanı.....	63
Şekil 6.8: (a)1. Kesme ve (b) 2.Kesme için çıkış verisi ve genlik spekturumları.....	64
Şekil 7.1: Atış ortamından OYN (CDP) ortamına geçiş işleminin şematik gösterimi.....	66
Şekil 7.2: OYN şematik görüntüsüne geometri tanımlama sayfasından ulaşılması...	67
Şekil 7.3: Atış gruplarından OYN gruplarına geçen verinin karşılaştırılması.....	67
Şekil 7.4: (a) 12 (b) 477 ve (c) 2503 numaralı OYN gruplarında katlanma sayısının gösterimi.....	68
Şekil 8.1: Yansıma hiperbolünün sismik yansıma paketi üzerinde gösterimi.....	70
Şekil 8.2: (a) Farklı parametreler için teorik hiperbol (b) hesaplanan değerlerin panele kaydedilmesi.....	71
Şekil 8.3: Hız Analiz ekranı parametre sayfası.....	71
Şekil 8.4: (a) Tek OYN(CDP) ve (b)çoklu OYN(CDP) grubu karşılaştırılması.....	72
Şekil 8.5: Farklı hız aralıklarının etkisi (a)10m/sn (b) 50 m/sn (c) 100 m/sn.....	73
Şekil 8.6: Pencere aralığının etkisi (a) 4ms (b) 10 ms (c)20ms.....	73
Şekil 8.7: Hız Analiz ekranı ve panellerin gösterimi.....	74
Şekil 8.8: Farenin bulunduğu pozisyona göre hiperbolün çizilmesi.....	74
Şekil 8.9: Semblans grafiği üzerinden hız seçimi.....	75
Şekil 8.10: (a)Yanlı hız seçimi (b) Yanlı hız seçiminin silinmesi.....	75
Şekil 8.11: (a) Ham veri (b)çizgisel ve (c)alansal olarak atılacak verinin gösterimi.....	76
Şekil 8.12: (a)Ham veri, gerilim yüzdesi (b) %70 ve (c) %30 uygulanmış çıkış verisi.....	76
Şekil 8.13: İki boyutlu hız kesiti.....	77
Şekil 8.14: (a)süzgeç öncesi ve (b)süzgeç sonrası (c) spline interpolasyonu (d)normalize interpolasyonu.....	77
Şekil 8.15: 450 numaralı OYN hız bilgilerinin silinme işlemi (a) öncesi ve (b) sonrası.....	78
Şekil 9.1: (a) Aynı noktaya yansıyan sismik izlerin alıcılara ulaşması (b) ham sismik veri (c) normal kayma (NMO) düzeltmesi sonrası.....	79
Şekil 9.2: (a)Giriş verisi (b) uygun hız (c) düşük hız ve (d) yüksek hız uygulamaları.....	80
Şekil 9.3: Normal kayma öncesi ve sonrası sismik izin karşılaştırılması.....	81
Şekil 9.4: %0 ve %70 gerilme limiti uygulanmış çıkış verilerinin karşılaştırılması...	82
Şekil 9.5: Yığma işleminin şematik gösterimi.....	82
Şekil 9.6: Yığma işlemi sonrası çıkış dosyası.....	83
Şekil 9.7: Normal kayma (NMO) gerilmesinin yığma kesitleri üzerindeki etkisi.....	83
Şekil 9.8: (a)Düşük hız ve (b) yüksek hızın yığma kesiti üzerindeki etkisi.....	84



SİSMİK VERİ İŞLEM YAZILIM PAKETİ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Sismik yansıma yöntemi petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılan en önemli jeofizik yöntemlerin başında gelmektedir. Denizde ve karada farklı ekipmanlar aracılığı ile toplanan ham veri ardaşık olarak bir takım matematiksel işlem aşamalarından geçer. Bu işlem aşamalarının tamamına sismik veri işlem ismi verilmektedir.

Son 50 yıl içerisinde yazılım dünyasında yaşanan gelişmeler ve iş istasyonlarının yoğun olarak kullanılması, sismik veri işlem aşamalarının tamamen dijital ortamda uygulanmasına olanak tanımıştır. Bu süre içerisinde petrol ve doğal gaz sektöründeki bir çok firma kendi sismik veri işlem paket programlarını geliştirmiştir. Profesyonel olarak geliştirilen paket programların geneli güçlü iş istasyonlarına ve Linux işletim sistemine ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, sismik veri işlem üzerine çalışan kişilerin profesyonel yazılımlara erişimini kısıtlamaktadır.

Bu tez kapsamında, temel sismik veri işlem aşamalarını gerçekleştiren bir paket program geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yazılımın hazırlanması için Microsoft tarafından geliştirilmiş C# programlama dili kullanılmıştır. Bu programlama dilinin derlenmesi için Microsoft Visual Studio 2015 programından yararlanılmıştır. Kesit ve grafik çizimlerinde açık kaynak kodlu OpenGL kütüphanesinden faydalanılmıştır. Program Windows tabanlı hazırlanmış olup, farklı Windows sürümlerinde test edilmiştir. Programın menüleri ve kullanım kılavuzları Türkçe dil paketini desteklemektedir.

Program üzerinden kullanıcı ekleme ve çıkarma seçenekleri ile yeni kullanıcı eklenebilir veya var olan eski kullanıcılara ait veriler silinebilir. Her kullanıcı ekranında 6 adet pencere bulunmaktadır. Veri İşlem Laboratuvarı, sismik veri işlem akış şemalarının oluşturulduğu ve çıkış dosyalarının üretildiği penceredir. Projeler penceresinden oluşturulan iş dosyalarına, Veri Tabanı penceresinden oluşturulan sismik verilere, tablolar penceresinden ise bazı parametrelerin kaydedildiği tablolara ulaşabilmektedir. Terminal penceresi, SEGYY formatına sahip ham sismik verinin okunmasını ve bilgilerinin görüntülenmesini sağlayan penceredir. Ekran Görüntüsü penceresinden, program üzerinden alınmış ekran görüntülerinin dosya yollarına ulaşılır.

Sismik verilerin görüntülenmesi için program üzerinden görüntüleme ekranı açılır. Ayarlar ekranında genlik ayarları, yakınlaştırma ve verinin farklı görüntüleme seçenekleri mevcuttur. Ekran üzerinden atış grupları tek tek görüntülenebildiği gibi, birden fazla atış grubu da yanyana görüntülenebilmektedir. Ayrıca Kanal/Atış seçeneği ile farklı atışlardan aynı kanala gelen izler sıralanabilir. Hızlı görüntüleme düğmeleri verinin ileri veya geriye doğru otomatik olarak görüntülenmesini sağlar.

Ham sismik veriyi diğerk veri işlem aşamalarına hazır hale getirmek için yapılan bir takım işlemlere ön veri işlem aşamaları denir. Veri yükleme, Society of Exploration Geophysicists (SEG) derneği tarafından belirlenen özel formattaki SEG-Y ve SEG-2 verilerinin içsel formata dönüştürülmesi işlemidir. Geometri tanımlama, kaynak alıcı arasındaki mesafeden yola çıkarak her kanala ait belirli başlık bilgilerinin oluşturulmasını sağlar. Diğerk ön veri işlem aşamaları (veri düzenleme, iz düzenleme, genlik düzenleme ve filtreleme) ise sinyal gürültü oranını arttırmayı amaçlar.

Dekonvolüsyon, sismik dalgacığı sıkıştırarak zamansal ayrımlılığı artırır. Yazılım üzerinden atış gruplarına, yer yansıma katsayılarının elde edilmesi amaçlayan İğnecikleştirme (*spiking*) dekonvolüsyonu ve tekrarlı yansımaların giderilmesi için kullanılan Kestirim (*predictive*) dekonvolüsyonu uygulanabilmektedir.

Aynı noktadan yansıyan iz gruplarının bir araya getirilmesi işlemine ortak yansıma noktası sıralama (*CDP sorting*) ismi verilir. Geometri tanımlama işleminden sonra oluşan bilgiler kullanılarak atış grupları halinde toplanan veri OYN (CDP) ortamına geçirilir. Aynı noktaya yansıyan verilerin kaynak alıcı mesafesinden ötürü farklı varış zamanları ile sismik hızlar tespit edilir. Elde edilen sismik hızların kullanılması ile normal kayma (NMO) düzeltmesi yapılır ve kaynak alıcı mesafesine bağlı olarak ortaya çıkan farklı varış zamanları ortadan kaldırılır. Yığma (*stack*) işlemi ile normal kayma (NMO) işlemi yapılmış veri toplanarak sinyal gürültü oranı arttırılır ve sismik kesit elde edilmiş olunur.

Tez kapsamında hazırlanan bu programın test aşamasında hem sentetik veriler hem de MTA Sismik-1 gemisi ile Bababurnu açıklarında toplanan 96 kanallı 303 atıştan oluşan 2 boyutlu sismik hat verileri kullanılmıştır. Oluşturulan algoritmalar her aşamada test edilmiş ve çıkan sonuçların doğruluğu üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

DEVELOPING SEISMIC DATA PROCESSING SOFTWARE PACKAGE

SUMMARY

Seismic reflection method is one of the most important geophysical methods used in petroleum and natural gas exploration. Multichannel seismic reflection can be discussed under three titles: data acquisition, data processing and data interpretation. Data acquisition is the process of sampling seismic signals that measure physical conditions and converting the resulting samples into digital numeric values. Some consecutive mathematical operations are used to convert this digital numeric values into a subsurface image and be ready for interpretation. These mathematical operations are called data processing.

Seismic exploration has had a significant impact on the discovery and production rates of oil and gas reserves around the world. Developments in the software industry over the past 50 years and intensive use of workstations allows the seismic data processing stages to be implemented entirely on the digital platform. During this period, many companies in the oil and gas industry have developed their own seismic data processing packages. Most of this packages need powerful workstations and the Linux operating system and this situation restricts access to professional software.

In this thesis, it is aimed to develop a packet program that performs basic seismic data processing steps. C# programming language which is developed by Microsoft is used to write the software, and this programming language was compiled using the Microsoft Visual Studio 2015. Open GL library, which is a cross-language, cross-platform application programming interface for rendering 2D vector graphics, is used to form seismic graphics and sections. The software is prepared on Windows platform and tested on different versions of Microsoft Windows which are Windows 7, Windows 8 and Windows 10. Menus and manuals of this software are in Turkish.

On the startup screen, there are options to add and remove users. When a new user is added to the system, a folder with the same name is created in the database. All flowcharts, seismic files and tables, which are created by the user are stored under this folder. On the other hand, when one of the existing users is deleted from the system, the file belonging to that user is deleted from the database. The main screen is displayed after user selection. There are 6 windows on the main screen: Data Processing Center, Projects, Database, Tables, Terminals and Screenshots. On the Data Processing Center window, the flowcharts are created and the output files are generated by running these flowcharts. The saved flowchart can be accessed on the Projects window. On the Database Window, user can access their own seismic output traces. Tables in which certain parameters are stored are displayed on the Tables window. On the Terminal window, user can reach the details for each channel of the chosen seismic data. Users can take a screenshot from the program and access the file paths through the Screenshots window.

On the Database window, users can open the display screen by right click of the desired seismic data. The right and top panels can be used to zoom in and out of the seismic section. From the display settings screen, the amplitude values of each sample and display type of the data can be changed. Shot gathers can be displayed one by one, as well as side by side depending on the user's request. On the other hand, with the Channel / Shot option, the traces which are recorded on the same receiver from different shots can be displayed side by side. The quick-view buttons allow the user to monitor the seismic traces automatically to forward and backward.

The SEG-Y (sometimes SEG2) and SEG2 file formats are two of several standards developed by the Society of Exploration Geophysicists (SEG) for storing geophysical data. Data Loading module converts the raw seismic data from SEG2 or SEG2Y formats into the internal format and stores it in the database. Geometry Definition module updates header information for each channel using coordinates of source and receivers. Other preliminary data processing steps (data editing, trace editing, amplitude adjustment, mute and filtering) intend to increase the signal to noise ratio.

In mathematics, deconvolution is an algorithm-based process used to reverse the effects of convolution on recorded data. It compresses the basic wavelet in the recorded seismogram, decreases noises and short-period multiples, thus increases temporal resolution and yields a representation of subsurface reflectivity. Two different deconvolution methods can be applied on shot gathers via software. Spiking deconvolution shortens the embedded wavelet and attempts to make it as close as possible to a spike. Predictive deconvolution uses information from the earlier part of a seismic trace to predict the latter part of the same trace, and it is an goal to attenuate multiples.

Each trace is defined to the midpoint between the shot and receiver locations based on the field geometry information, and those traces with the same midpoint location are grouped together. This procedure is called Common Depth Point (CDP) and CDP Sorting module sorts the data as a CDP gather using header information of each seismic trace.

Acoustic impedance is the product of density and seismic velocity, which varies among different rock layers. The difference in acoustic impedance between rock layers affects the reflection coefficient. The acoustic impedance variation is generally depends on the seismic velocity, because the range of the seismic velocity is larger than the range of density of rock layers. Velocity analysis is one of the main seismic data processing step performed during the processing of seismic data. The velocity information is estimated from the seismic traces by using velocity spectrum via software. Estimated seismic velocities and two way travel time values are recorded in a table, and this table can be updated on 2-D velocity section window.

Normal moveout (NMO) defines the effect that the distance between a seismic source and a receiver has on the arrival time of a reflection. A reflection arrives first at the receiver nearest the source. The distance between the source and other receivers is called offset and it causes a delay in the arrival time of a reflection from a surface at depth. A graph of arrival times versus offset has a hyperbolic curve. NMO module flattens these hyperbolic curves on the CMP gathers by using the velocity table.

Stack is the sum of the traces from different shot records with common reflection point. This procedure improves signal noise ratio and reduces noise, as a result it effects seismic data quality. Full Stack module is applied after NMO correction to sum each CDP gathers, and creates 2-D seismic section.

Synthetic data and real data were used during the development of this software. The real data is collected with MTA Sismik-I vessel offshore Bababurnu and it involves 303 shots and 96 channels for each shot. The created algorithms are tested at every step and the accuracy of the results was investigated.





1. GİRİŞ

Sismik yansıma yöntemi petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Çok kanallı sismik yansıma çalışması, veri toplama veri işlem ve veri yorumlama olarak üç başlık altında değerlendirilir. Denizde ve karada farklı ekipmanlar aracılığı ile toplanan verinin taban altı görüntüsüne dönüştürülmesi ve yoruma hazır hale gelebilmesi için, bir takım matematiksel aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Ardaşık olarak uygulanan bu matematiksel işlem aşamalarının bütününe sismik veri işlem adı verilir (Dondurur, 2009).

1.1 Sismik Veri İşlem Tarihçesi

Sismik yöntemler petrol ve doğal gaz endüstrisinde dünya çapında rezervlerin bulunmasında ve rezervlerin üretim oranlarında ciddi bir etkiye sahip olmuştur. Son 50 yıl içinde teknolojide yaşanan gelişmeler, sismik uygulamalarda köklü değişiklikleri beraberinde getirmiştir.

1960'lı yıllarla birlikte sismik veri toplama yöntemlerinde, kanal sayısı artması ve araştırılan alanların genişlemesi daha çok verinin kaydedilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Daha önce analog olarak toplanan veriler bu yıllardan itibaren sayısal olarak toplanmaya başlamış, verilerin sayısallaştırılması hesap makinaları yerine bilgisayarın kullanılmasının önünü açmıştır. Tamamen bilgisayar sistemlerine geçilen 1970'li yıllarda dekonvolüsyon, hız analizi, NMO (normal kayma) düzeltmesi gibi bazı veri işlem algoritmaları geliştirilmiştir (Yılmaz, 2001).

Sismik endüstrisi 1980'li yıllarda büyük bir adım daha atarak 3 boyutlu görüntüleme sunmaya başlamıştır. Bu gelişmeler, hidrokarbon rezerv hesaplamalarında önemli bir yer almış ve bu hesaplamalardan elde edilen sonuçlar üretim maliyetlerini gözle görülür bir şekilde düşürmüştür.

1990'lı yılların başına kadar yeraltı modelini derinliğe bağlı olarak doğru şekilde tahmin edebilmek için sahada belirli test aşamalarının uygulanması gerekiyordu. Bu yıllarda geliştirilen yeni algoritmalar, yüksek kapasiteli bilgisayar sistemleriyle derinliğe bağlı olarak yeraltı modellemelerine olanak tanımış ve pahalı saha uygulamalarına meydan okumuştur (Yılmaz, 2001). Günümüzde ise 4 boyutlu sismik

ve çok bileşenli sismik gibi çalışmalar yapılmakta olup rezerv hesaplamalarının en doğru sonuçları üretmesi amaçlanmaktadır.

Çizelge 1.1: Sismik veri toplama ve veri işlem tarihçesi. (Yılmaz, 2001 değiştirilerek alınmıştır.)

Yıl Aralığı	Geliştirilen Yöntem
1960-1970	CDP Yöntemi , Sayısal Kayıt
1970-1980	Dekonvolusyon , Vibrosismik
1980-1990	3B Sismik , İş İstasyonları
1990-2000	4B Sismik , Çok Bileşenli Sismik

Yaşanan bu teknolojik gelişmeler ve iş istasyonlarının yaygın olarak kullanımı, petrol ve doğal gaz sektöründeki arama firmalarının kendi sismik veri işlem yazılım paketlerini geliştirmesine etken olmuştur. Paradigm firmasının Echos, GCC Veritas firmasının Geovation, Halliburton Landmark firmasının Promax yazılımları, günümüzde kullanılan profesyonel sismik veri işlem paket programlarına örnek olarak gösterilebilir.

1.2 Tez Çalışmasının Genel Amacı

Profesyonel kullanım için geliştirilen yazılımlar büyük veri setleri ile işlem yapabilmek için güçlü iş istasyonlarına ihtiyaç duymaktadır ve hemen hemen hepsi Linux işletim sisteminde çalışmaktadır. Bu durum, sismik veri işlem üzerine çalışan kişilerin profesyonel yazılımlara erişimini kısıtlamaktadır. Bu tez kapsamında, belli başlı sismik veri işlem aşamalarını gerçekleştiren bir yazılım paketi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Geliştirilen programın, Windows işletim sistemine sahip ofis bilgisayarını kullanıcılarına ulaştırarak daha geniş bir kitleye hitap edeceği düşünülmektedir. Ayrıca program Türkçe dil desteği ile Türk kullanıcılara ana dilinde destek vermesi ve tamamen pencerelerden oluşan ara yüz tasarımı ile profesyonel yazılımlardan ayrılmaktadır.

Sonuç olarak geliştirilen yazılımın genel amacı, sismik endüstri piyasasında ulaşılması ve kullanılması kolay bir sismik veri işlem paket programının eksikliğini gidermektir.

2.PROGRAMIN GENEL TANITIMI

2.1 Programın Altyapısı ve Teknik Özellikleri

Yazılımın hazırlanması için Microsoft tarafından geliştirilmiş C# programlama dili kullanılmıştır. C# programlama dili, nesne yazılım sektöründe en çok kullanılan C ve C++ dillerinden türetilmiş, nesne tabanlı bir programlama dilidir. Bu programlama dilinin derlenmesi ve kurulum dosyasının oluşturulabilmesi için Microsoft Visual Studio 2015 programından yararlanılmıştır. Harita ve grafik çizimlerinde açık kaynak kodlu uygulama geliştirme arabirimi olan OpenGL kütüphanesinden faydalanılmıştır.

Program Windows tabanlı hazırlanmış olup, Windows 7 Windows 8 ve Windows 10 sürümlerinde test edilmiş ve testleri başarıyla geçmiştir. Program menüleri ve kullanım klavuzları Türkçe dil paketini desteklemektedir. Programda toplam 34 modül bulunmaktadır.

2.2 Genel Akış Şeması

Program, ardaşık olarak sismik ham veri yükleme işleminden yığıma işlemine kadar temel bir çok sismik veri işlem aşamasını uygulayabilmektedir (Şekil 2.1). Kullanıcı öncelikle uygulamak istediği veri işlem aşamalarını belirler. Bu veri işlem aşamalarını kendi belirlediği şablona göre sıralar ve akış şemasını oluşturur. Her veri işlem aşamasının kendisine ait bir parametre penceresi vardır. Bu parametreler doğru girildikten sonra kullanıcı iş dosyasını başlatır. Program sırayla bütün veri işlem aşamalarına uğrar ve girilen parametrelere göre bir çıktı dosyası elde edilir. Her çıktı dosyası kendisini takip eden veri işlem aşamasının giriş dosyası olarak sisteme tanıtılır.

Veri işlem aşamalarının her biri kendine özgü veri işlem zamanı gerektirir (Dondurur, 2009). Aynı veri işlem aşaması için gereken süre de girilen parametre ve veri uzunluğuna bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir.

Bazı veri işlem aşamalarında verinin farklı kanallarına farklı parametrelerle işlem yapılması gerekebilir. Bu durumdan ötürü program kullanıcıya, belirli veri işlem aşamaları için istediği kanalları seçme şansı tanımıştır.

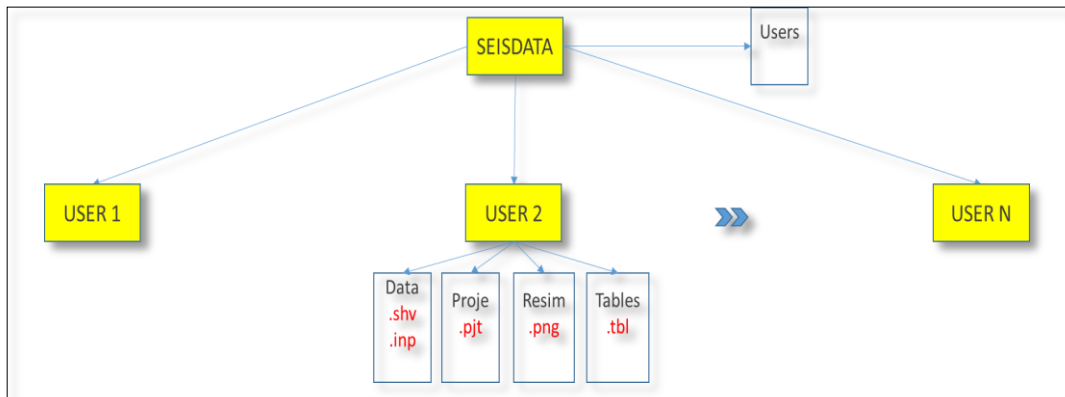
VERİ YÜKLEME	SEG-Y VERİ YÜKLEME	SEG-2 VERİ YÜKLEME		
GEOMETRİ TANIMLAMA				
VERİ DÜZENLEME)	ATIŞ GRUBU DÜZENLEME	KANAL GRUBU DÜZENLEME	ALAN ATMA (MUTE)	STATİK DÜZELTME
KAZANÇ UYGULAMA (GAIN)	T-POWER	OTOMATİK KAZANÇ (AGC)		
FİLTRELEME	SPEKTRAL ANALİZ	ÇENTİK FİLTRELEME	BANT GEÇİŞLİ FİLTRELEME	
DEKONVOLUSYON	OTOKORELASYON	ÖN KESTİRİM	İĞNECİKLEŞTİRME	
CDP SIRALAMA				
NMO & YIĞMA (STACK)	HIZ ANALİZİ	STRETCH MUTE		

Şekil 2.1: Geliştirilen yazılım paketi tarafından uygulanabilen sismik veri işlem aşamaları.

2.3 Veri Tabanı ve Dosya Formatları

Program kurulum sırasında, kurulumun yapıldığı aynı disk içerisinde *SeisData* isimli bir klasör üretir ve bu klasör içerisinde *Users* isimli bir dosya bulunmaktadır. Bu dosya, program üzerinden açılan kullanıcı adlarının hafızada tutulmasını sağlamaktadır. Program üzerinden bir kullanıcı oluşturulduğu zaman *SeisData* klasörü içerisine belirtilen kullanıcı adı ile yeni bir klasör açılır. Kullanıcının kayıt altına aldığı veri, tablo ve proje dosyaları bu klasör altında saklanır ve dosyaların isimleri yine aynı klasör altındaki *Data*, *Proje Resim* ve *Tables* dosyalarına kaydedilir (Şekil 2.2).

- shv uzantılı dosya formatı , sismik veriye ait genlik değerlerinin kaydedildiği dosya formatıdır.
- inp uzantılı dosya formatı, sismik veriye ait toplam atış sayısı, her atışa ait toplam kanal sayısı, örnek sayısı ve örnekleme aralığı gibi bilgileri içermektedir. Aynı zamanda her kanala ait sekiz adet bilgi bulunmaktadır. Bu bilgiler kanal başlık bilgileri olarak tanımlanır ve veri işlem aşamalarından olan geometri tanımlama işlemi sonrası inp uzantılı dosya içerisine yazılır.
- pjt uzantılı dosya formatı, veri işlem akış şemalarının kayıt altına alındığı dosya formatıdır.
- tbl uzantılı dosya formatı, hız tablosu, geometri bilgileri, süzgeç ve dekonvolüsyon parametreleri gibi sismik veri haricinde diğer bütün kayıt işlemlerinin kayıt altına alındığı dosya formatıdır.
- png uzantılı dosya formatı ekran görüntülerinin kayıt altına alındığı Windows işletim sisteminin desteklediği resim formatıdır.



Şekil 2.2: Veri tabanı ve dosya formatlarının şematik görüntüsü.

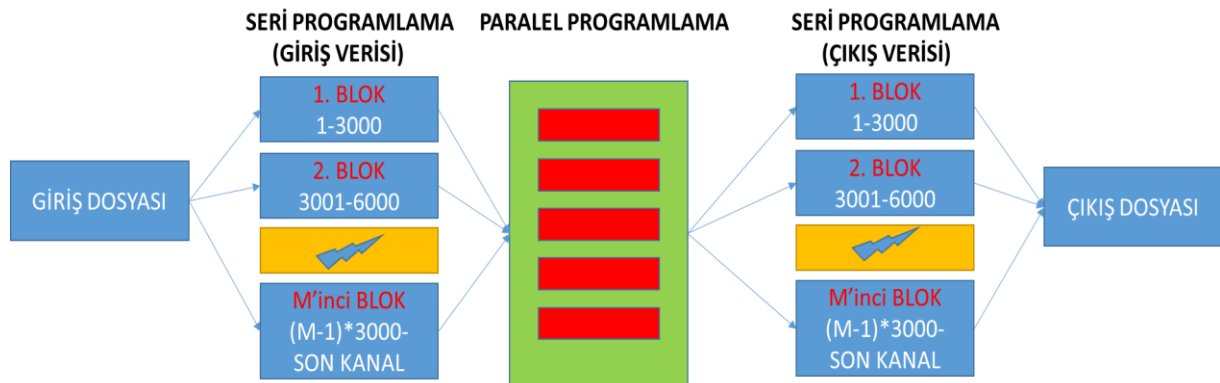
2.4 Test ve Uygulama Aşamaları

Programın geliştirilmesi, test ve uygulama olarak iki başlık altında toplanabilir. Birinci aşama olan test aşamasında, gerçek verinin bir kısmı veya sentetik olarak üretilen veri test işleminin giriş verisi olarak hazırlanır. Yapılacak işleme göre algoritma geliştirilir ve giriş verisine uygulanır (Şekil 2.3). Test aşamalarında algoritmaların işlem süresi de incelenmektedir. Doğru çıkış dosyasının yanı sıra verinin üretim süresi diğer bir önemli parametredir.



Şekil 2.3: Test aşamasının şematik gösterimi.




Doğru algoritmanın hazırlanmasının ardından uygulama aşamasına geçilir. Uygulama aşamasında öncelikle başlık bilgilerinin yazıldığı .inp uzantılı dosya düzenlenir. Daha sonra geliştirilen algoritmaların sismik veri setine uygulanması işlemi başlatılır. Uygulama aşamasında verinin daha çabuk işlenebilmesi için paralel programlama özelliği kullanılır. Bu özelliğin kullanılabilmesi için veri seti ilk olarak 3000 kanallık paketlere ayrılır ve ilk paket sisteme tanıtılır. Bu paket, paralel programlama ile bilgisayarın çoklu işlemcilerinde eş zamanlı olarak işlenir ve çıkış verileri çıkış dosyası içerisine kaydedilir. Aynı işlem veri seti sonuna kadar bütün paketlere sırasıyla uygulanır (Şekil 2.4). Yapılan uygulamalarda paralel programlamanın, çoklu işlemciye sahip yüksek kapasiteli bilgisayarlarda veri işleme süresini 4-8 kat arası hızlandırdığı gözlemlenmiştir.

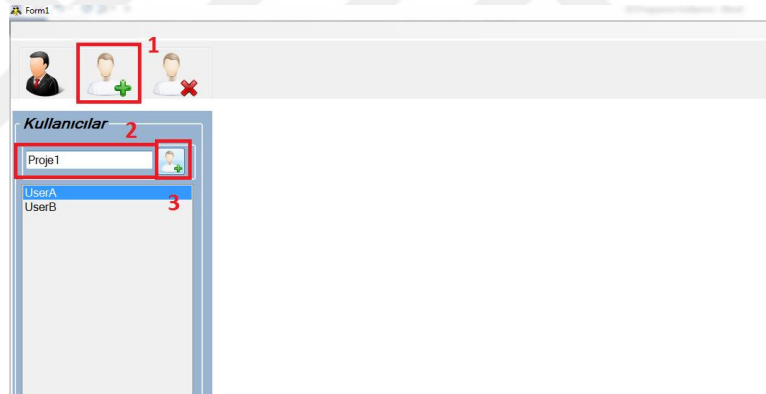


Şekil 2.4: Uygulama aşamasının şematik gösterimi.

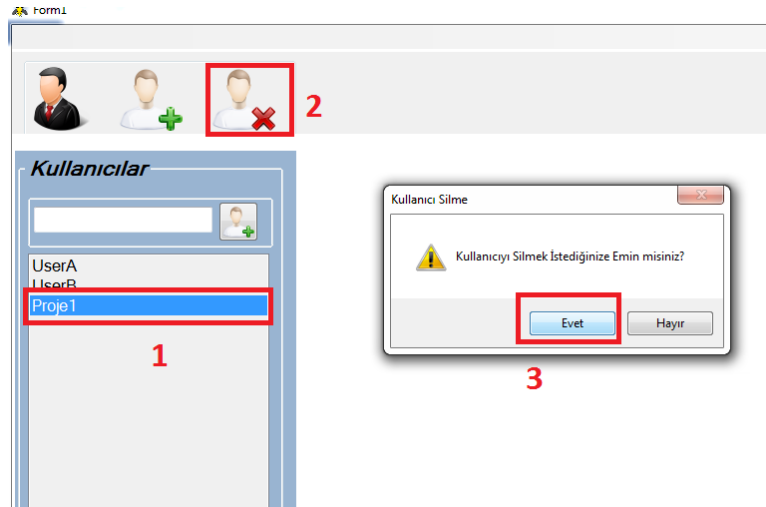
3. PROGRAMIN KULLANIMI

3.1 Kullanıcı Ekleme ve Kaldırma

Kurulundan sonra masaüstünde oluşan kısayol sekmesine tıklanarak programa ulaşılabilir . Giriş ekranında  butonuna basılarak *Kullanıcılar* sayfası açılır. Yeni bir kullanıcı eklemek için  butonuna basılır ve açılan pencereye kullanıcının belirlediği isim yazılarak kaydedilir (Şekil 3.1). İstenilen kullanıcıyı silmek için kullanıcı isminin üstüne basıldıktan sonra  butonuna basılır ve kullanıcıya ait bütün dosyalar veri tabanından silinir (Şekil 3.2).



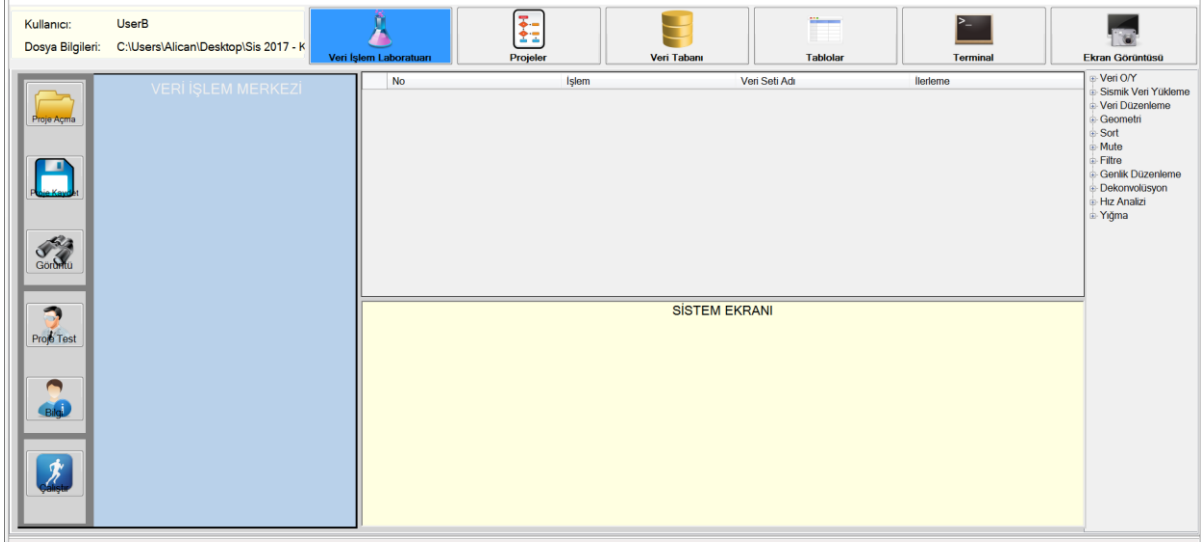
Şekil 3.1: Kullanıcı ekleme adımları.



Şekil 3.2: Kullanıcıyı silme adımları.

3.2 Veri İşlem Laboratuvarı

Kullanıcılar sekmesinden istenilen kullanıcıya çift tıklanır ve *Veri İşlem Laboratuvarı* sayfasına ulaşılır. Bu sayfa sismik veri işlem aşamalarının oluşturulduğu ve işlemlerin gerçekleştirildiği sayfadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Veri İşlem Laboratuvarı sayfası genel görünümü.

Panelin sol kısmında 6 adet buton bulunmaktadır.



Proje Açma : Veri işlem akış şeması oluşturabilmek için bu butona basılır ve proje ismi Veri İşlem Merkezi Ekranına gelir.



Proje Kaydet : Oluşturulan projenin kayıt altına alınmasını sağlar.



Görüntü : Sismik verinin görüntülenmesi için Veri Tabanı sekmesine yönlendirme yapılır.



Proje Test: Oluşturulan projeyi test eder ve hataları Sistem Ekranı paneline yansıtır.





Bilgi : Bilgi alınmak istenilen modül ile ilgili pdf sayfası açılır.

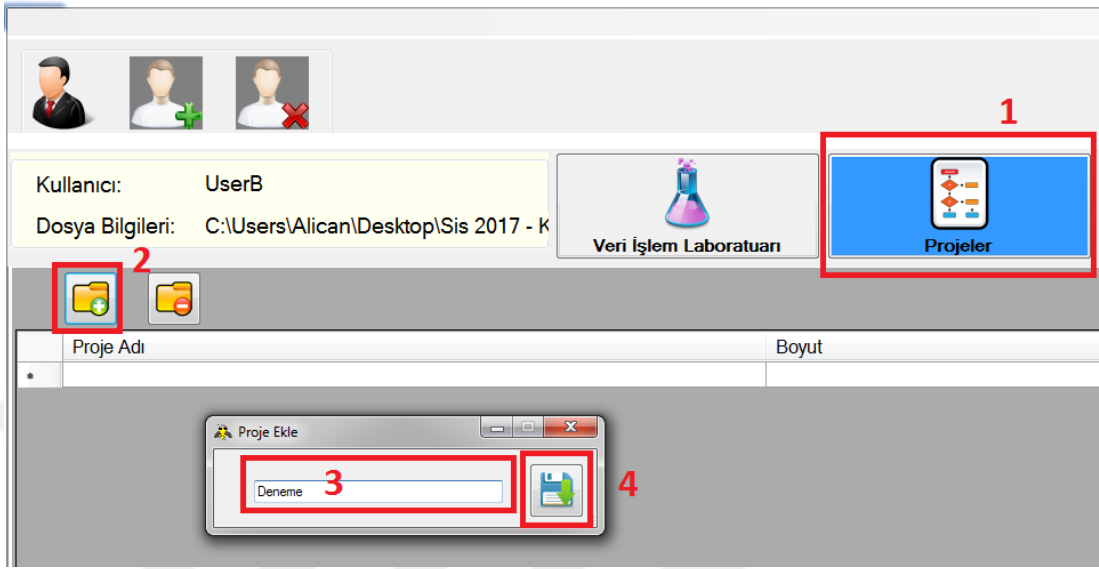


Çalıştır: Oluşturulan projeyi çalıştırır ve sonuçlar elde edilir.

3.3 Proje Oluşturma

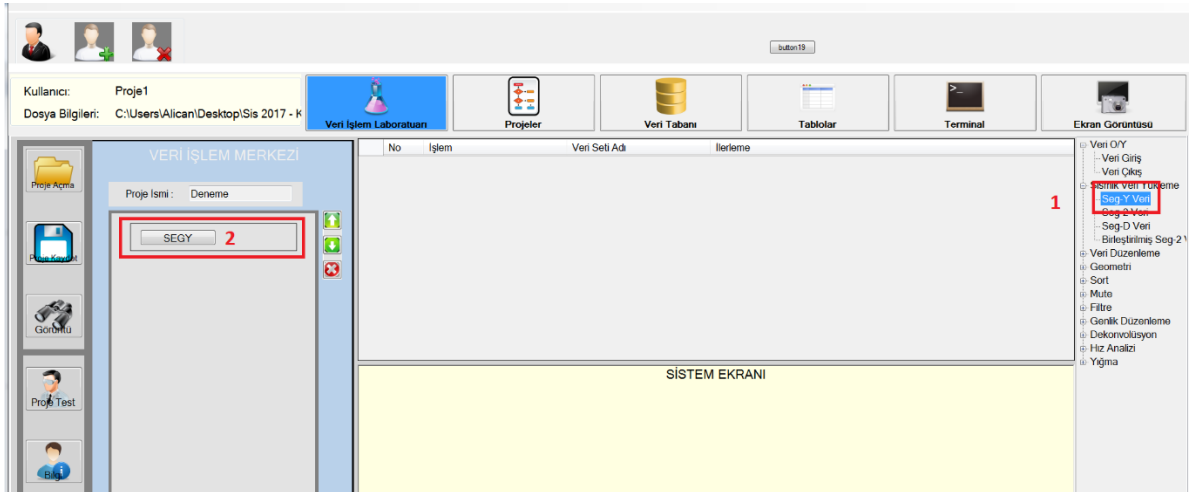
Veri işlem aşamalarının gerçekleştirilebilmesi için öncelikle bir proje açılması gerekmektedir. Projeyi açmak için *Veri İşlem Laboratuvarı* sayfasından *Proje Açma* butonuna basılır veya *Projeler* sekmesine tıklanır.

Açılan sayfada  butonuna basılır ve proje ismi kaydedilir (Şekil 3.4). Kaydedilen proje ismine çift tıklanarak proje açılır ve Veri İşlem Merkezi paneline geri dönülür . Projeyi silmek için  butonu kullanılır



Şekil 3.4: Proje ekleme aşamaları.

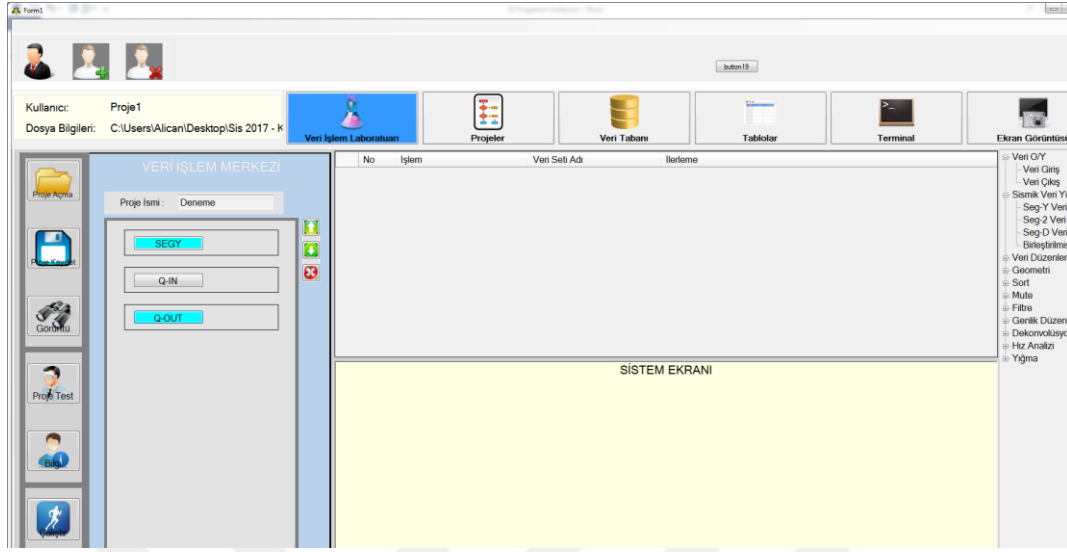
Projeye yeni bir modül eklemek için *Veri İşlem Laboratuvarı* sayfasının sağ tarafında bulunan veri işlem modülleri paneli kullanılır. Burada projeye eklenmek istenilen modüllere sağ ile tıklanır ve bu modüller Veri İşlem Merkezi sayfasında gösterilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Modüllerin proje için hazırlanması .



Projeye eklenen modüllerin aktif hale getirilmesi için butonların üstüne tıklanır. Aktif olan modüller turkuaz, aktif olmayan modüller ise gri ile gösterilir (Şekil 3.6). Proje çalıştırıldığı zaman program aktif edilmemiş modüllere uğramaz.

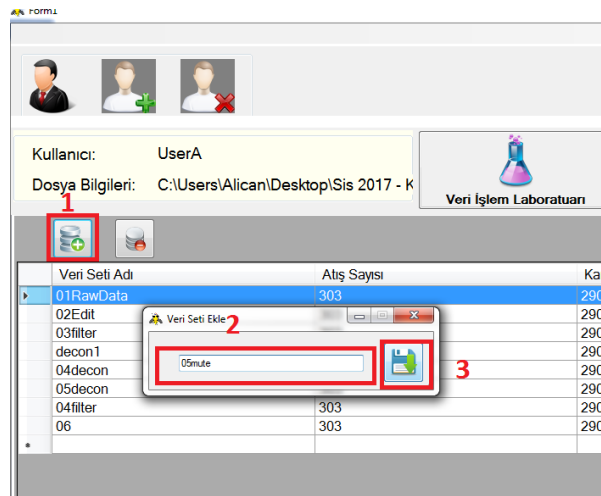
Veri İşlem Merkezi panelinin sağ kısmında bulunan yukarı aşağı ve silme tuşları ile modüllerin yeri değiştirilebilir veya projeden kaldırılabilir .



Şekil 3.6 : Proje oluşturulması.



3.4 Veri Tabanı

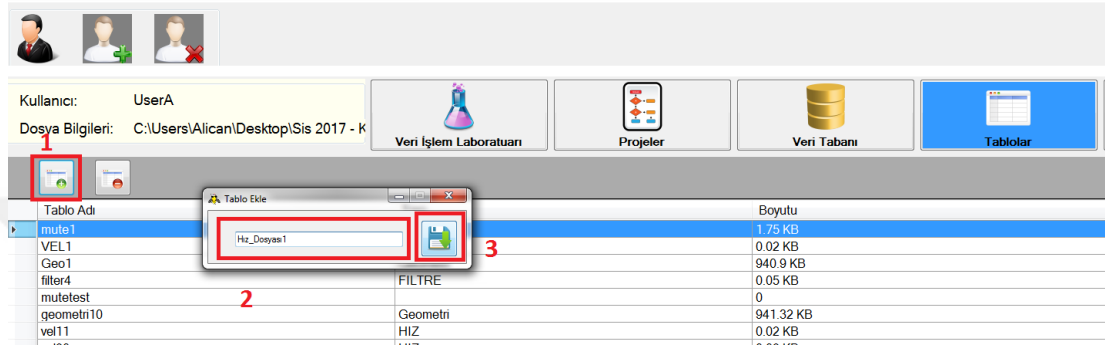
Sismik veri işlem aşamalarının gerçekleştirilebilmesi için projenin başında giriş sonunda ise bir çıkış dosyasına ihtiyaç duyulur. Bu dosyaların oluşturulması , silinmesi ve çağırılması için *Veri Tabanı* sayfası kullanılır. Giriş dosyaları için Q-IN, çıkış dosyaları için Q-OUT modülleri kullanılır. Veri İşlem Merkezi üzerinden bu modüllerin üstüne sağ ile tıklanır ve açılan *Veri Tabanı* sayfasından istenilen veriler seçilir. Yeni bir veri seti oluşturmak için  butonuna basılır ve veri seti ismi yazılarak kaydedilir.  butonu kullanılarak istenilen sismik veri setleri veri tabanından silinebilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 : Veri seti ekleme aşamaları.

3.5 Tablolar

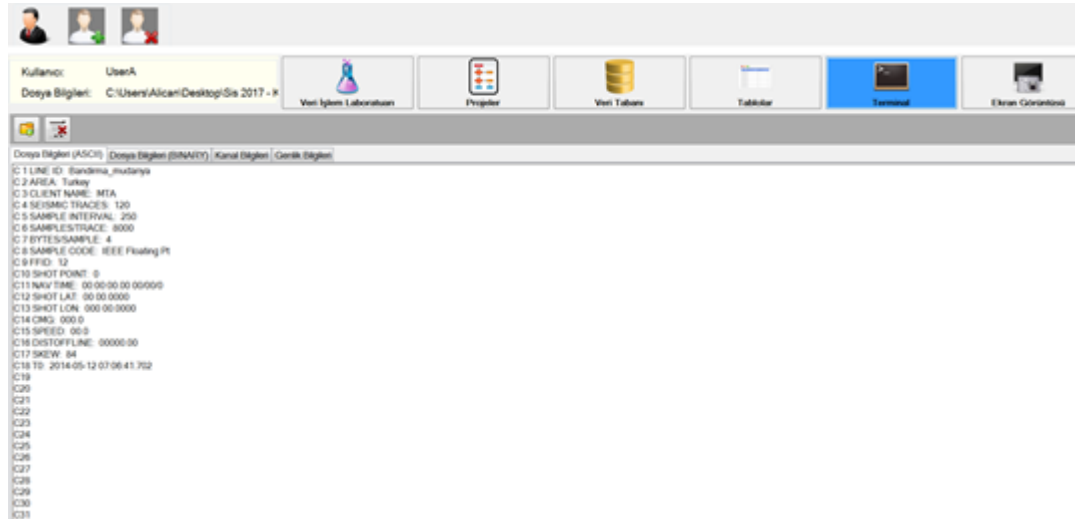
Bazı sismik veri işlem aşamalarında belirli değerlerin sisteme kayıt edilmesi ve sonrasında program tarafından çağırılması gerekmektedir. Ulaşılmak istenen bu kayıtlar *Tablolar* sayfasında düzenlenir. Yeni bir tablo oluşturmak için  butonuna basılır ve tablo ismi yazılarak kaydedilir (Şekil 3.8).  butonu kullanılarak istenilen sismik veri setleri , veri tabanından silinebilir .



Şekil 3.8: Tablo Ekleme Aşaması.

3.6 Terminal

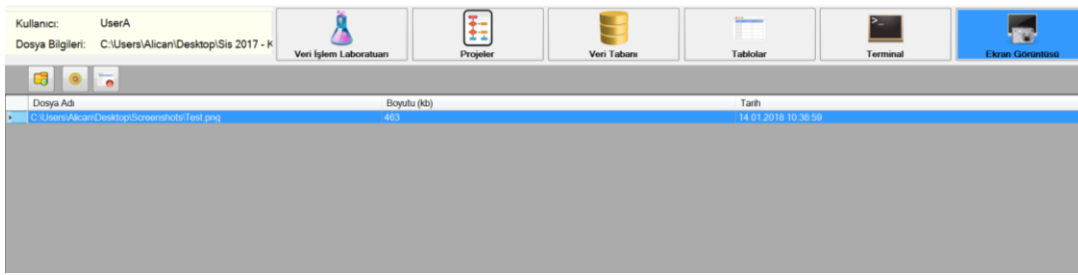
Terminal sayfası, SEG Y uzantılı dosyaların içeriğini göstermektedir. ASCII formatındaki dosya bilgileri, BINARY formatındaki dosya bilgileri , kanal bilgileri ve kanal genlik bilgileri olmak üzere dört bölümden oluşur.



Şekil 3.9: Terminal Sayfası Görünümü.


3.7 Ekran Görüntüsü

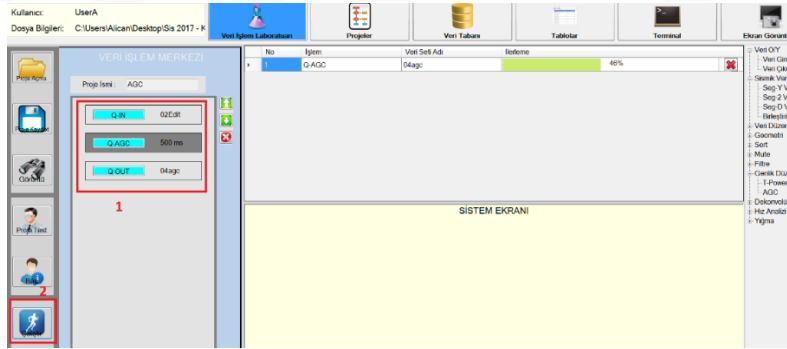
Program üzerinden alınan png uzantılı ekran görüntüsü dosyalarına ulaşabilmek ve istendiğinde bu dosyaları silmek için kullanılan sayfadır (Şekil 3.10).




Şekil 3.10 : Ekran görüntüsü sayfası.

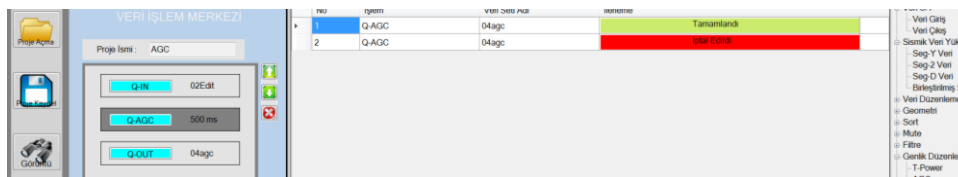
3.8 Projeyi Çalıştırma

İş akış şeması oluşturulduktan sonra gerekli modüller aktif edilerek parametreler girilir ve  butonuna basılarak proje çalıştırılır. İşlem sayfasında, veri işlem aşamasının ilerleme durumu yüzde olarak gösterilir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Oluşturulan projenin çağırılması.

Kullanıcı istediği zaman  butonuna basarak programı durdurabilmektedir. Tamamlanan projelerde *İlerleme* sekmesinde yeşil renk üzerine *Tamamlandı* yazmakta olup İptal edilen projelerde kırmızı renk üzerine *İptal Edildi* yazısı çıkmaktadır (Şekil 3.12).



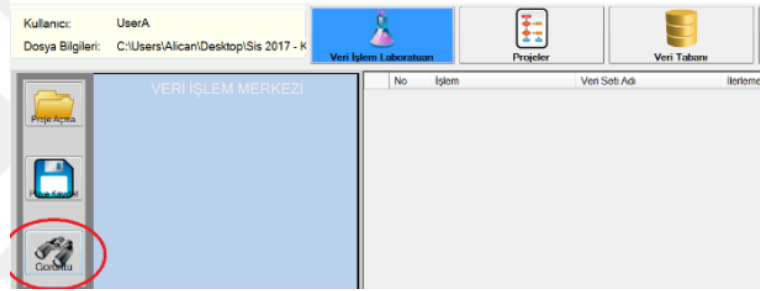
Şekil 3.12: Tamamlanan ve iptal edilen projelerin gösterimi.

4.SİSMİK VERİ GÖRÜNTÜLEME

4.1 Sismik Veri Görüntüleme Ekranının Açılması

Sismik veri görüntüleme ekranına program üzerinden iki farklı şekilde ulaşılmaktadır.

- *Veri İşlem Laboratuvarı* ekranı üzerinden *Görüntü* butonuna basılarak *Veri Tabanı* sekmesine girilir (Şekil 4.1). Görüntülenmesi istenilen sismik veriye farenin sol tuşu ile iki kere tıklanır (Şekil 4.2).
- *Veri Tabanı* ekranından görüntülenmesi istenilen sismik veriye farenin sağ tuşu ile basılır ve açılan alt sekmelerden *Görüntüleme* butonu seçilir (Şekil 4.3).



Şekil 4.1: Görüntüleme butonuna basılması.

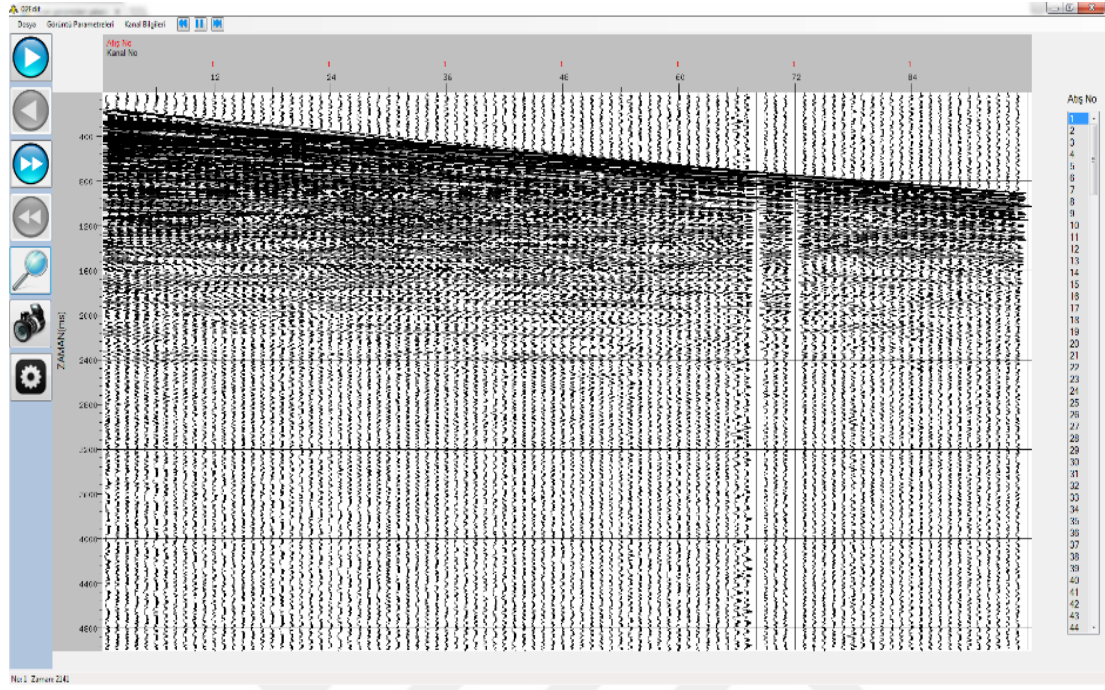
Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Örnek Sayısı
01RawData	303	29088	2500
02Edit	303	29088	2500

Şekil 4.2: Sismik veri setlerinin gösterildiği ekran.

Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Örnek Sayısı	Boyut (GB)
01RawData	303	29088	2500	0.29
02Edit	303	29088	2500	0.29

Şekil 4.3: Görüntüleme butonu ile sismik izin görüntülenmesi.

Her iki yöntem sonucunda da Sismik Veri Görüntüleme Ekranı yeni bir pencerede açılacaktır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Sismik veri görüntüleme ekranı.

4.2 Sismik Veri Görüntüleme Ekranının Kullanılması

4.2.1 Genel tanımlar



Bir önceki ve bir sonraki sismik iz grubunun görüntülenmesini sağlar.



Belirtilen bir sayıdan önce ve sonra gelen sismik iz grubunun görüntülenmesini sağlar.



Aktif hale getirilerek verinin görüntüsünün yatay ve dikey yönde büyütülmesini sağlar.



Ekran görüntüsü alınmasını sağlar.




Ayarlar ekranını açar.

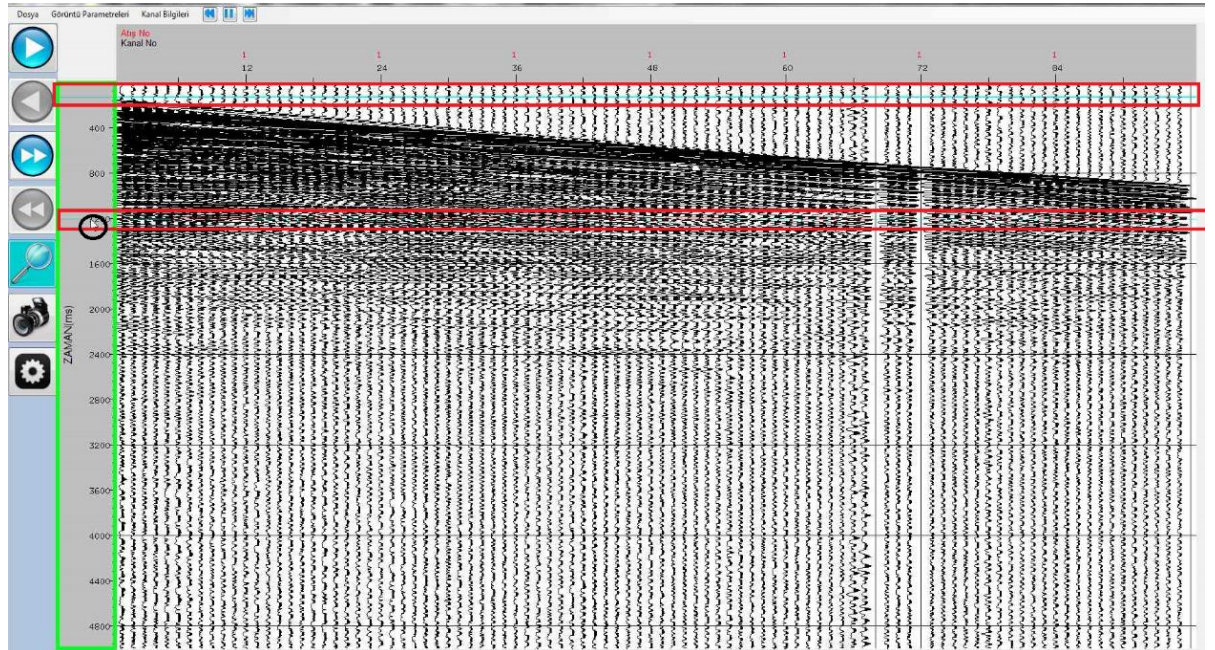


Üst sekmede bulunan butonlar otomatik olarak görüntü akışını ve istendiği zaman durdurulmasını sağlar.

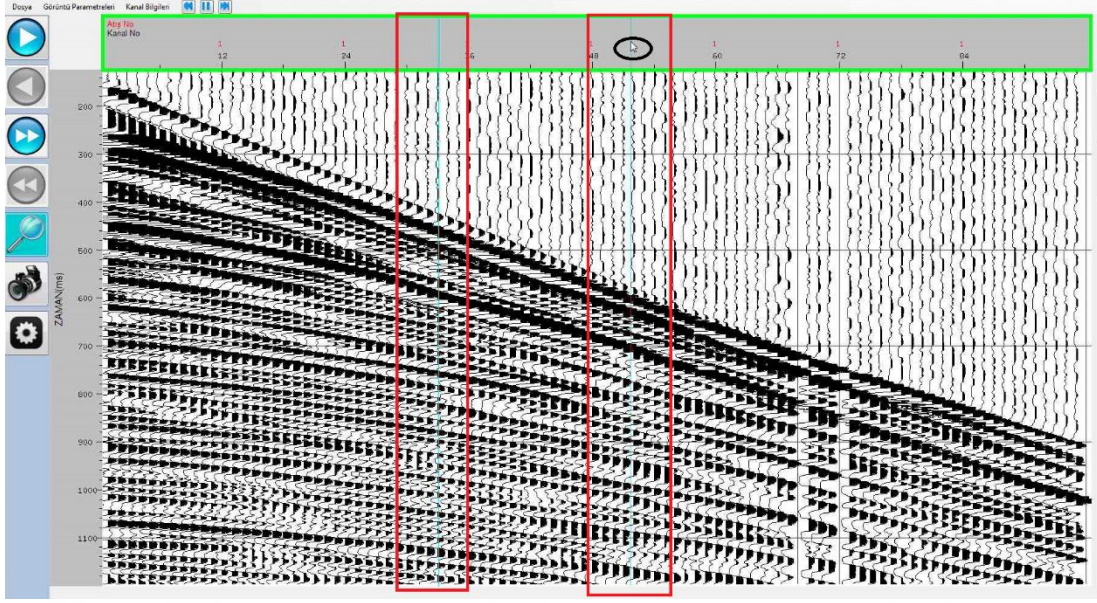
4.2.2 Görüntü yakınlaştırma

Görüntü yakınlaştırma işlemi yatay ve dikey olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Yakınlaştırma işleminin yapılabilmesi için öncelikle  butonu aktif hale getirilmelidir. Bu buton aktif hale geldiğinde arka plan rengi Turkuaz olarak değişmektedir (Şekil 4.5).

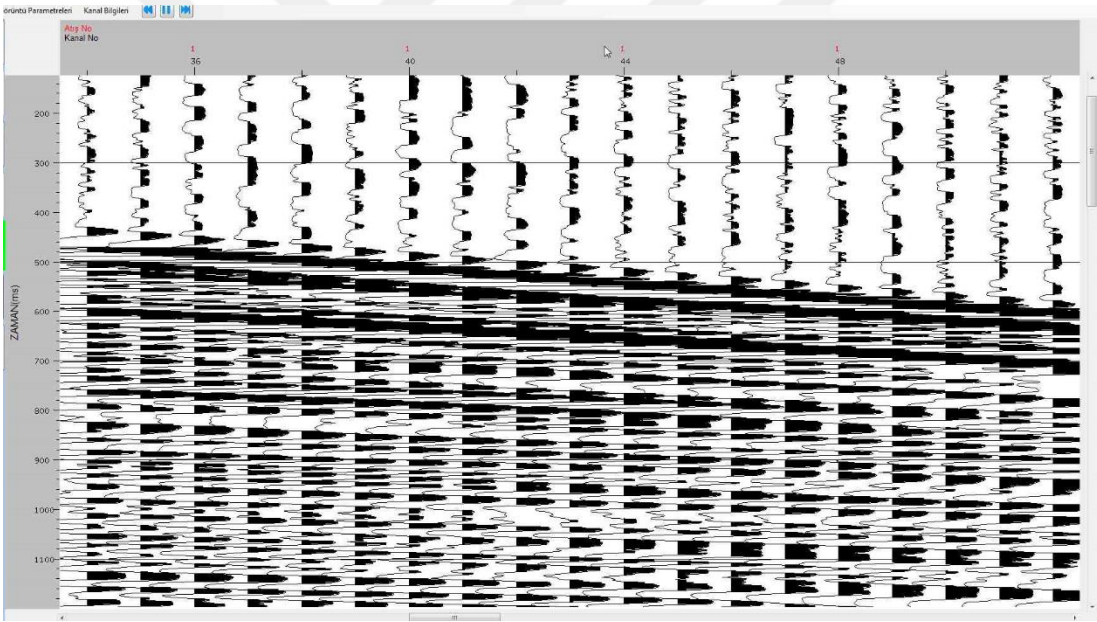
- Verinin zaman ortamında yakınlaştırılabilmesi için sol kısımda bulunan zaman paneli kullanılmaktadır. Yakınlaştırılmak istenilen bölgenin başlangıç ve bitiş noktası tespit edilerek fare ile birer kez tıklanır (Şekil 4.5). Veri bu zaman aralığında genişletilerek yatay olarak görüntü yakınlaşma işlemi sağlanmış olur (Şekil 4.6).
- Verinin kanal aralığı olarak yakınlaştırılması için benzer bir yöntem kanal ve atış bilgilerinin bulunduğu üst panelde uygulanır. Yakınlaştırılmak istenilen kanalların başlangıç ve bitiş değerleri tespit edilerek fare ile birer kez tıklanır. (Şekil 4.6) Veri bu kanal aralığında genişleyerek dikey olarak istenilen kanalların görüntüsü elde edilmiş olunur (Şekil 4.7).
- Görüntünün yatay olarak ilk haline getirilebilmesi için sol panele, dikey olarak ilk haline getirilebilmesi için ise üst panele çift tıklanır.



Şekil 4.5: Butonun aktif hale getirilmesi ve zaman ortamında yakınlaştırma işlemi.





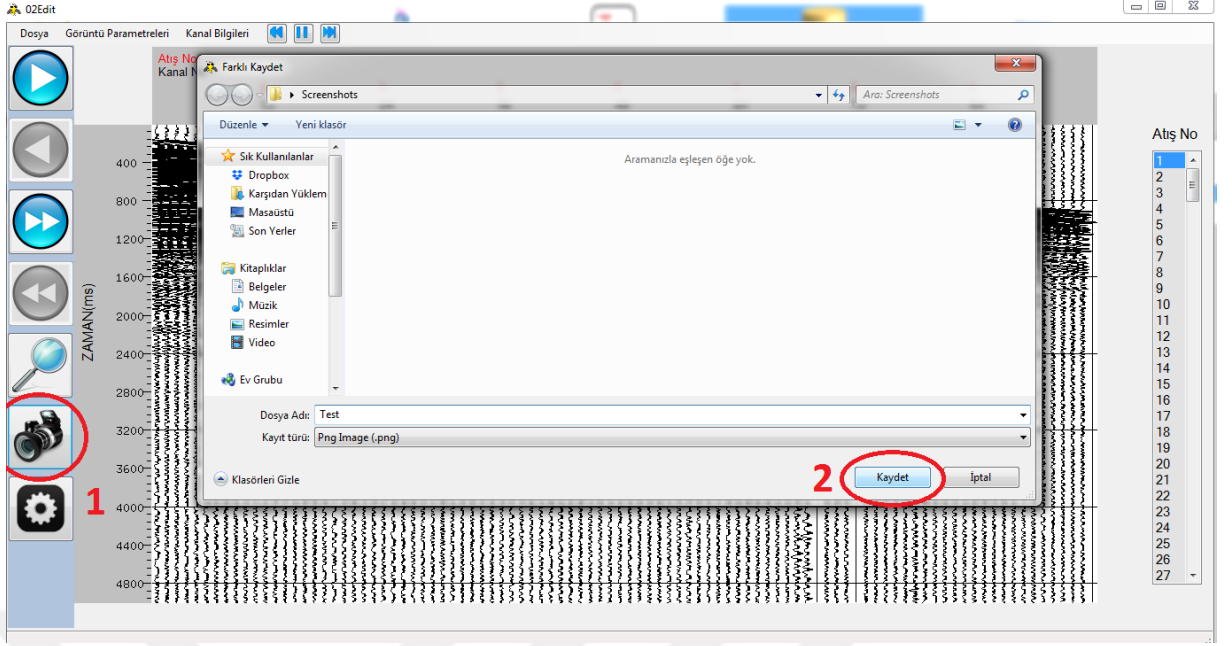
Şekil 4.6: Zaman ortamında yakınlaştırılmış veri.



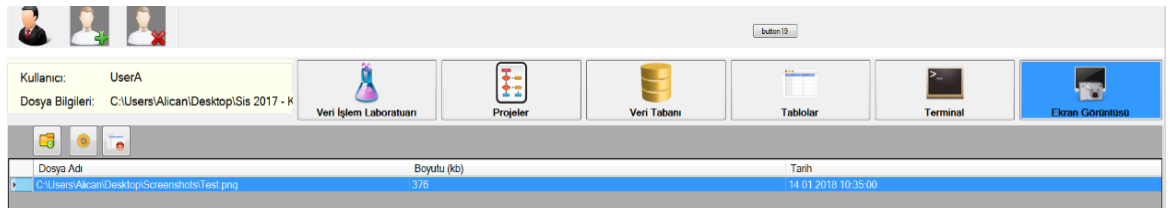
Şekil 4.7: Belirlenen kanallara yakınlaştırma işlemi

4.2.3 Ekran görüntüsü alma


Program üzerinden  butonu kullanılarak .png uzantılı olarak ekran görüntüsü alınabilmektedir.  butonuna basıldıktan sonra kayıt penceresi açılır. İstenilen dosya yolu ve ismin verilmesinin ardından *Kaydet* butonuna basılarak resim kayıt işlemi gerçekleştirilir (Şekil 4.8). Alınan ekran görüntüsüne Ana Program üzerinden *Ekran Görüntüsü* sekmesinden ulaşılabilir.




Şekil 4.8: Ekran görüntüsü alma işlemlerinin sırası.



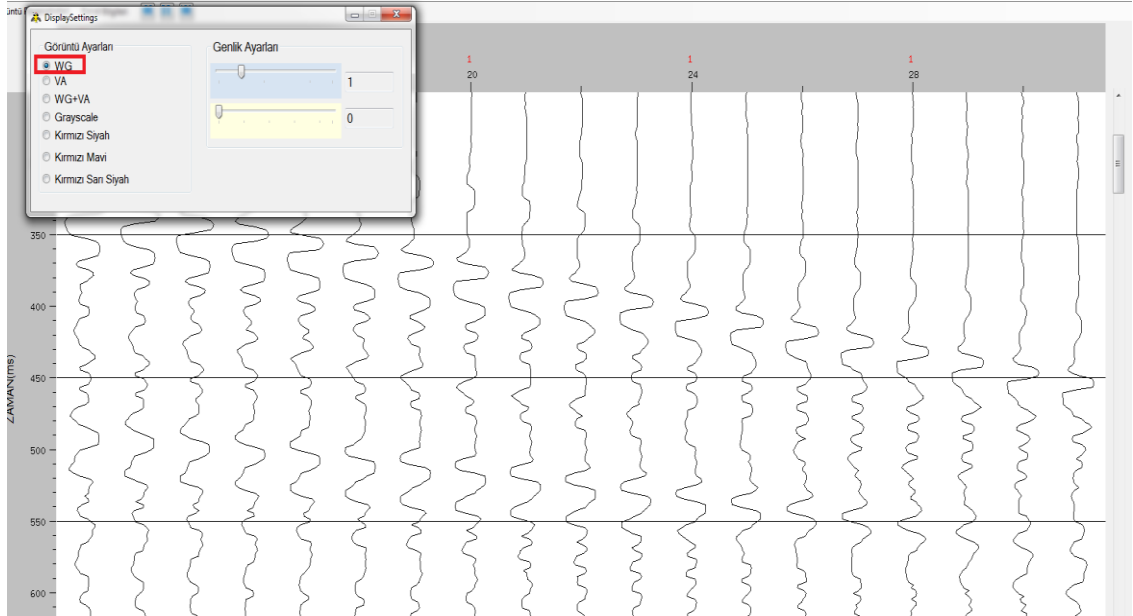
Şekil 4.9: Alınan ekran görüntülerine Ana Program üzerinden ulaşılması.

Ekran görüntüsü alınan dosyalar Ekran Görüntüsü sekmesi altından silinebilmektedir. Silinmek istenen dosya ismi, dosya yolu ile birlikte listeden bulunur ve  tuşuna basılarak silme işlemi gerçekleştirilir.

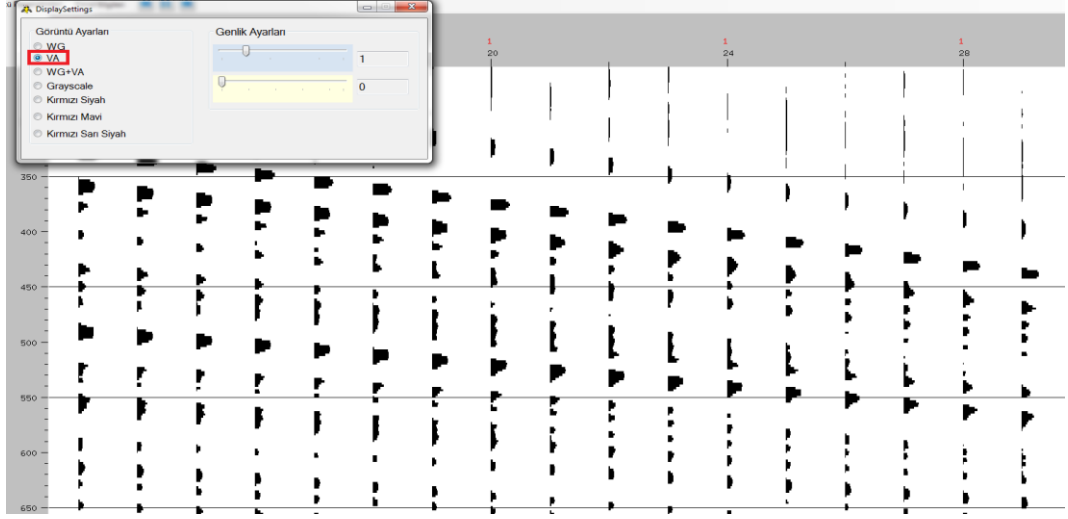
4.2.4 Görüntü ayarları

 butonu kullanılarak açılan pencerede yedi farklı görüntüleme şekli bulunmaktadır.

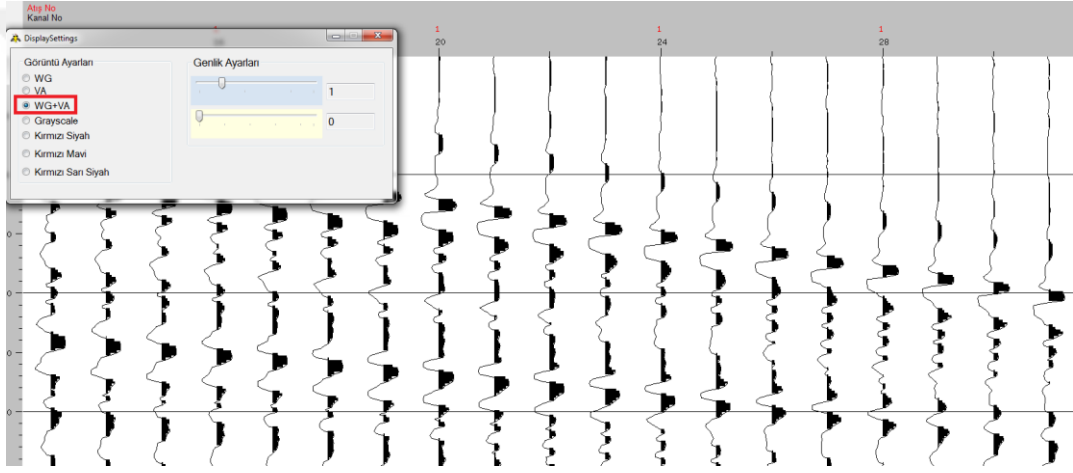
- *WG*: Sismik izlerin sadece çizgisel olarak grafiklendirilmesidir(Şekil 4.10)
- *VA*: Sismik izlerde pozitif alanların doldurulması negatif alanların ise alınmadığı görüntülenme türüdür (Şekil 4.11).
- *WG+VA*: Verinin hem çizgisel olarak çizdirilmesi hem de pozitif alanlarının doldurulması ile oluşan grafik şeklidir (Şekil 4.12).
- *Grayscale*: Minimum genlik değerlerinden maksimum genlik değerine doğru verinin siyahtan beyaza renk alması ile oluşan sismik görüntüleme şeklidir (Şekil 4.13).
- *Kırmızı-Siyah*: Minimum genlik değerinden maksimum genlik değerine doğru verinin siyahtan kırmızıya renk alması ile oluşan görüntüleme şeklidir (Şekil 4.14).
- *Kırmızı-Mavi*: Minimum genlik değerinden maksimum genlik değerine doğru verinin maviden kırmızıya renk alması ile oluşan görüntüleme şeklidir (Şekil 4.15).
- *Kırmızı-Sarı-Siyah*: Minimum genlik değerinden maksimum genlik değerine doğru verinin siyah sarı ve kırmızıya renk tonlarını alması ile oluşan görüntüleme şeklidir. (Şekil 4.16).



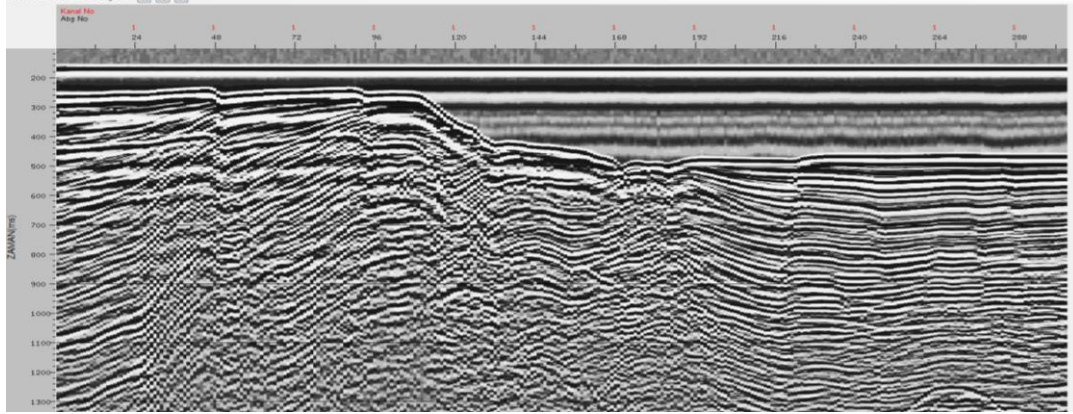
Şekil 4.10: WG görüntüleme türü



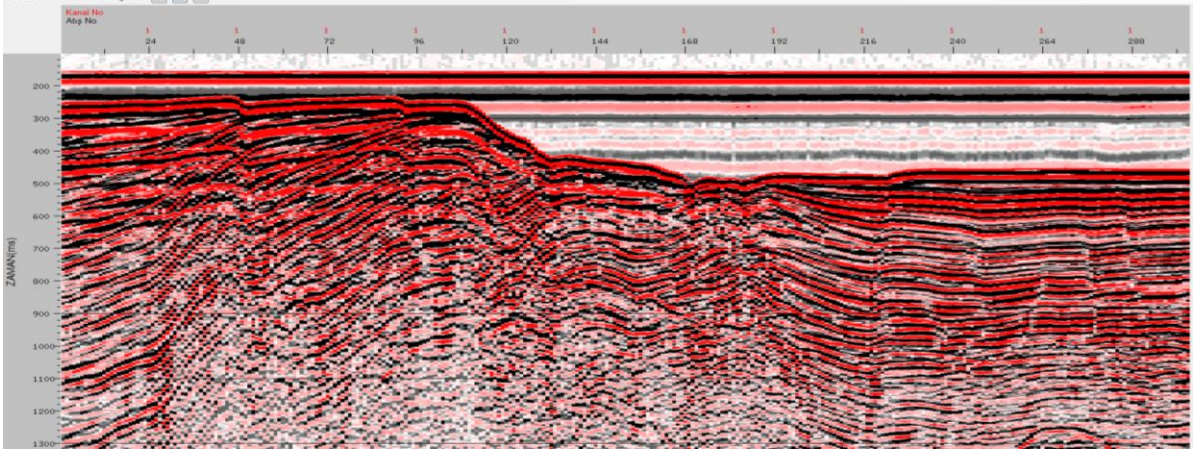
Şekil 4.11: VA görüntüleme türü.



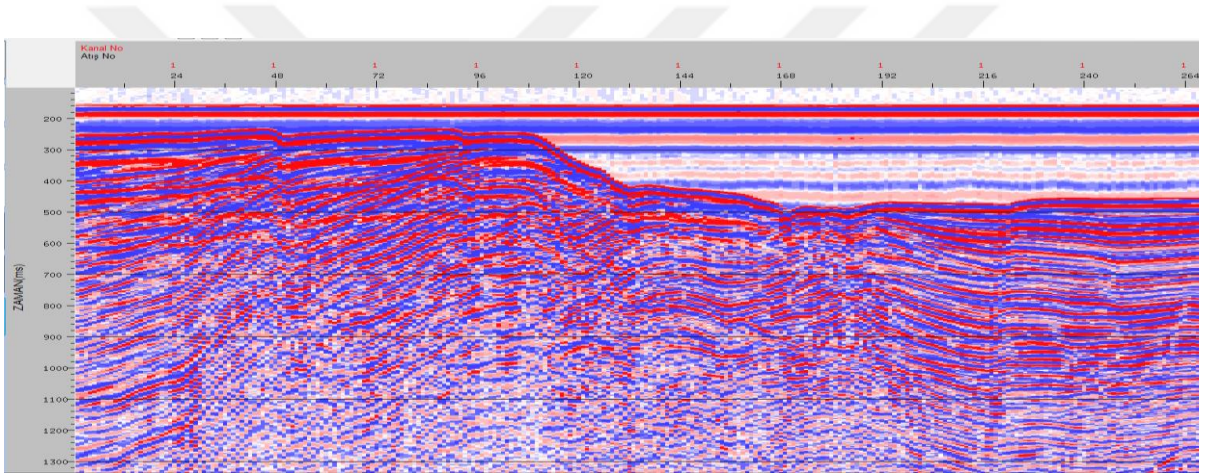
Şekil 4.12: WG+VA görüntüleme türü



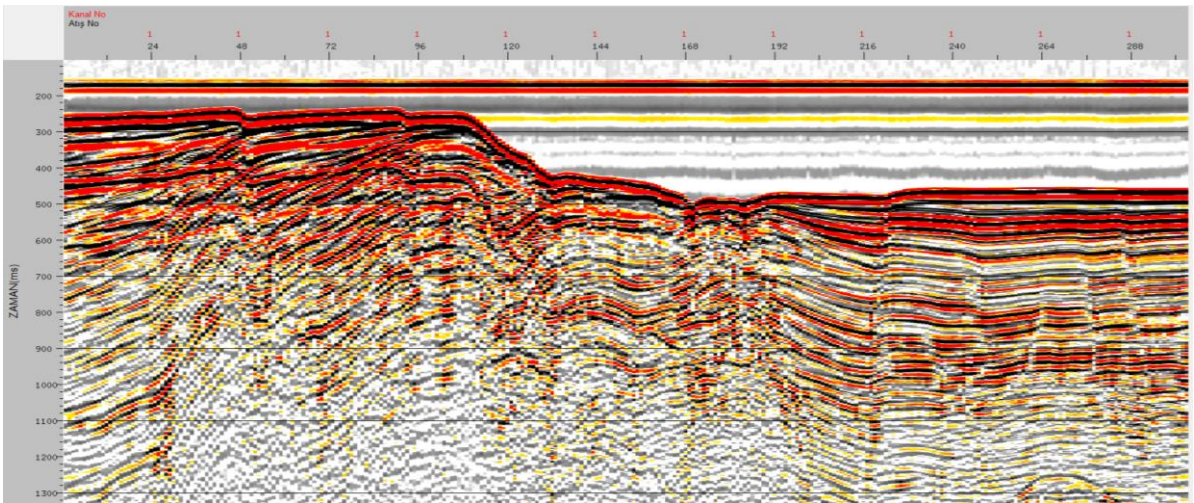
Şekil 4.13: Grayscale görüntüleme türü.



Şekil 4.14: Kırmızı-Siyah görüntüleme türü.




Şekil 4.15: Kırmızı-Mavi görüntüleme türü.

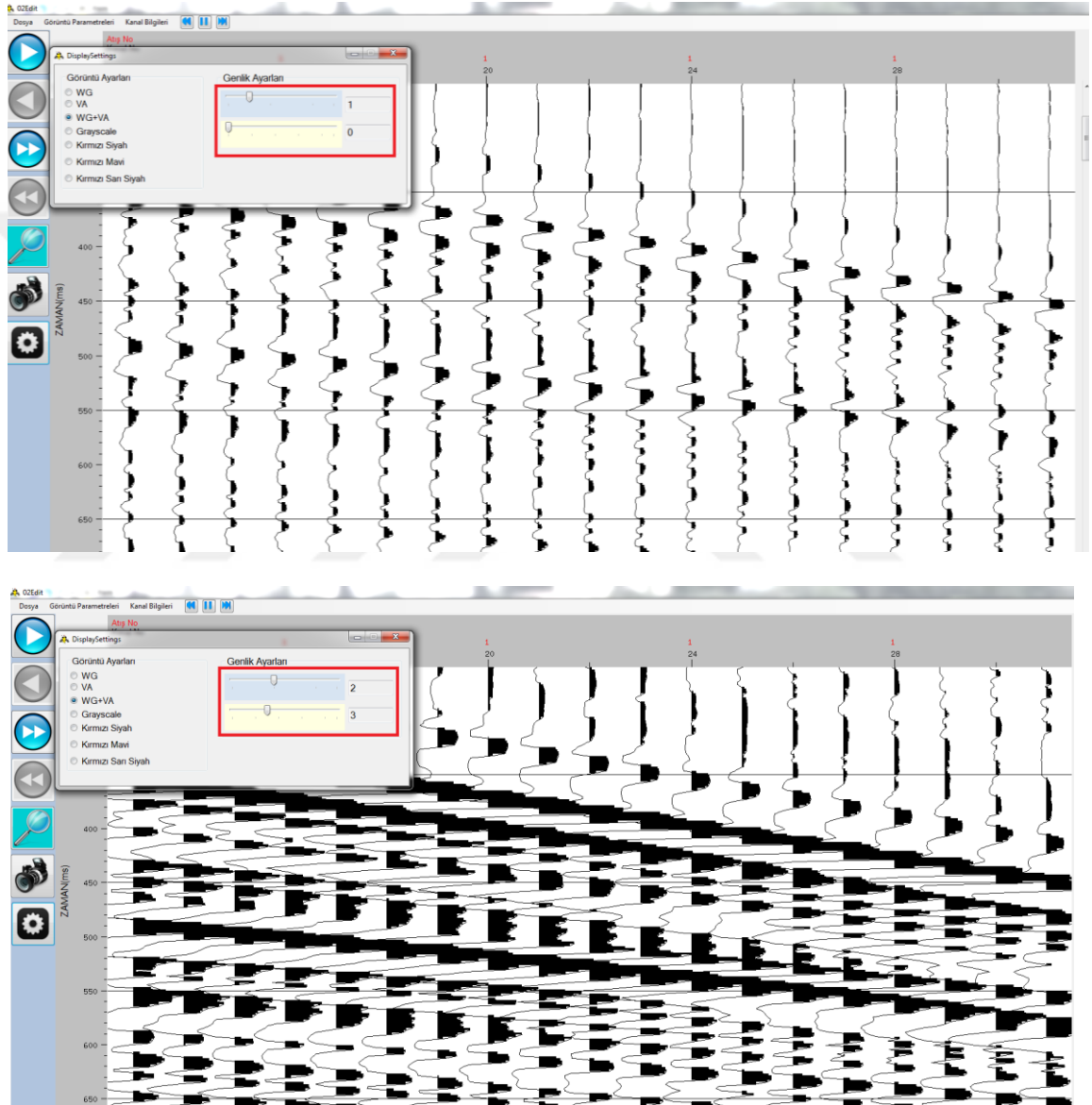


Şekil 4.16: Kırmızı-Sarı-Siyah görüntüleme türü.

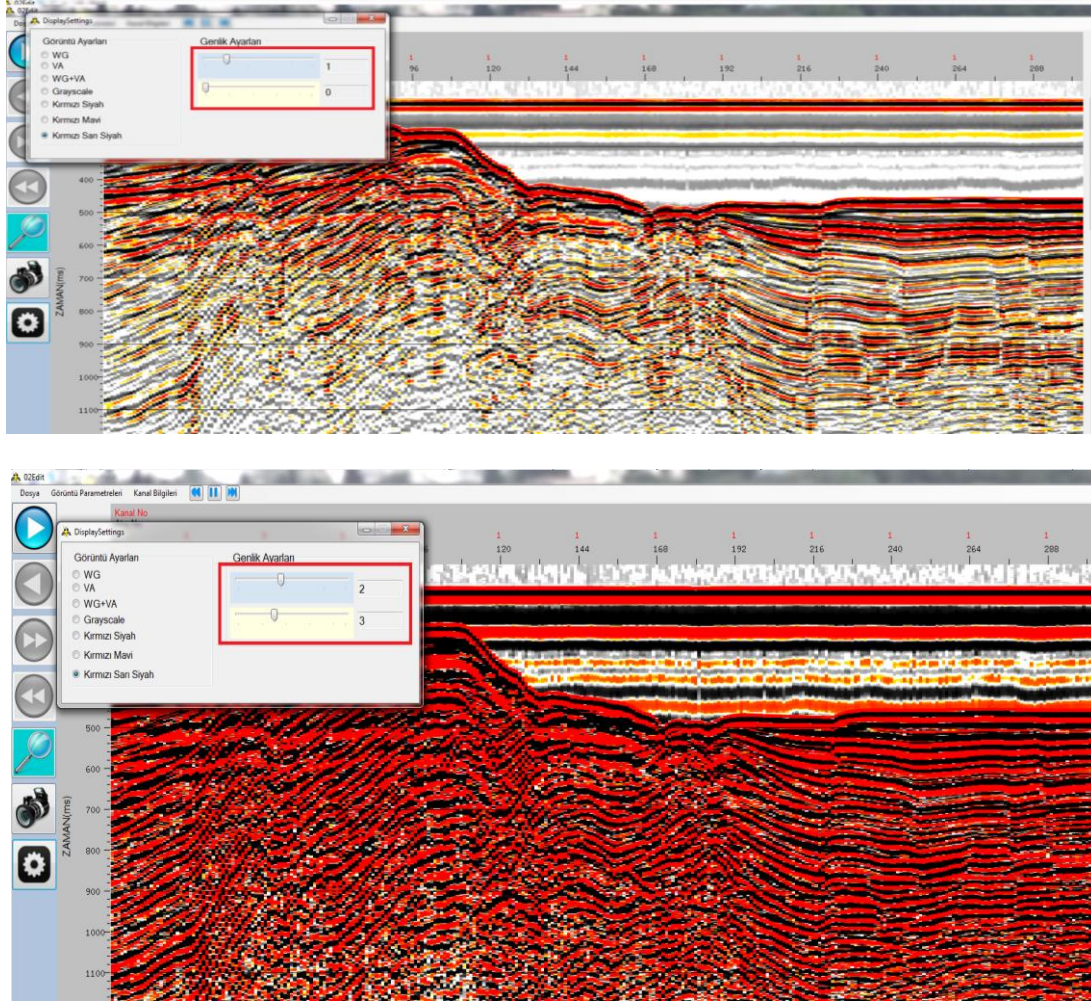
4.2.5 Genlik ayarları

Genlik değerleri sabit bir sayı değeri ile çarpılarak büyütülebilir veya küçültülebilir.

 butonu kullanılarak açılan ayarlar penceresinde genlik ayarlarını sağlayan iki adet çubuk vardır. Bunlardan birincisi çarpılacak sayının tam sayı kısmını ikincisi ise ondalık kısmını ayarlamaktadır. Genlik ayarları bütün görüntüleme şekillerine uygulanabilir (Şekil 4.18).



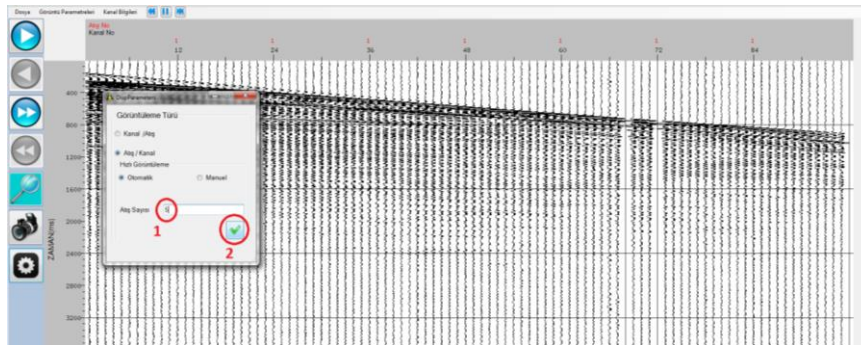
Şekil 4.17: Genliğin artırılması ve veriye etkisi.



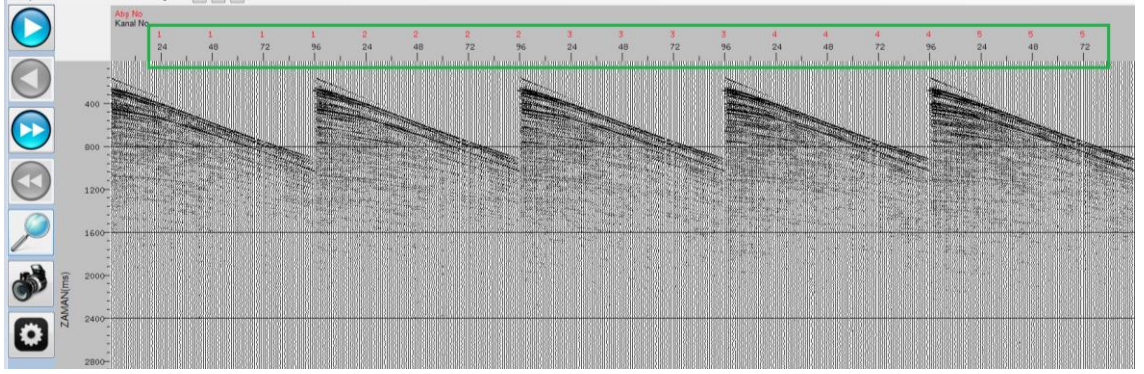
Şekil 4.18: Genliğin farklı görüntü ayarları üzerindeki etkisi.

4.2.6 Çoklu görüntüleme

Görüntü Parametreleri üst sekmesine tıklanarak açılan pencerede Atış Sayısı kısmına ekranda görüntülenmesi istenen atış sayısı girilir ve tuşuna basılır (Şekil 4.19). Üst panelde kanalların farklı atış numaraları kırmızı, o atış numaralarına ait kanal numaraları ise siyah renkle yazılmaktadır (Şekil 4.20).



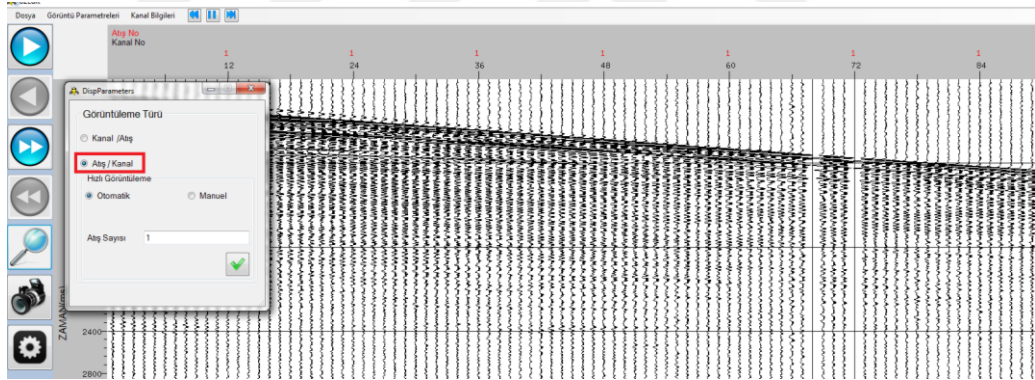
Şekil 4.19: Görüntülenmesi istenilen atış miktarının girilmesi.



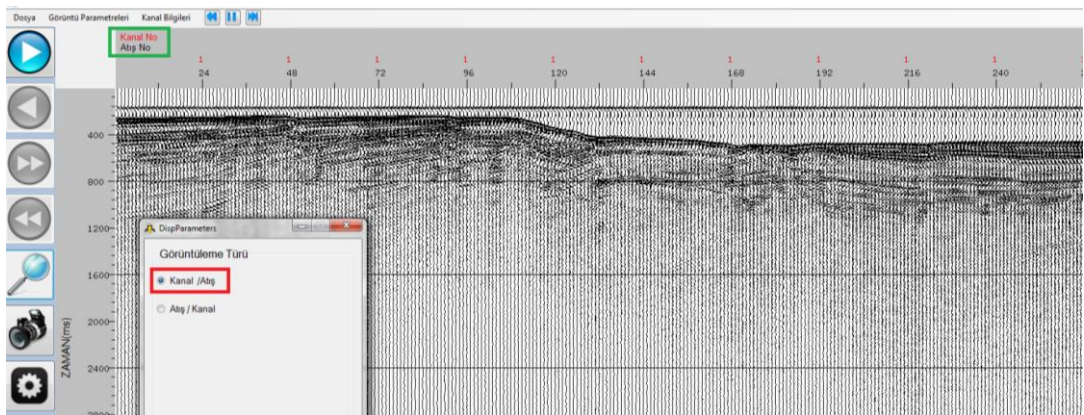
Şekil 4.20: Çoklu atış görüntüsü ve kanal değerleri.

4.2.7 Görüntü sıralama

Görüntü Parametreleri üst sekmesinde Atış/Kanal seçeneği atış grubuna ait bütün kanalları sıralayarak verinin görüntülenmesini sağlar (Şekil 4.21). Aynı sekmede Kanal/Atış seçeneği ise bir kanala ait bütün atışların yanyana getirilmesi ile oluşur. Kanal/Atış seçeneğinde Kanal numaraları kırmızı , atış numaraları ise siyah renklerle belirtilir (Şekil 4.22).





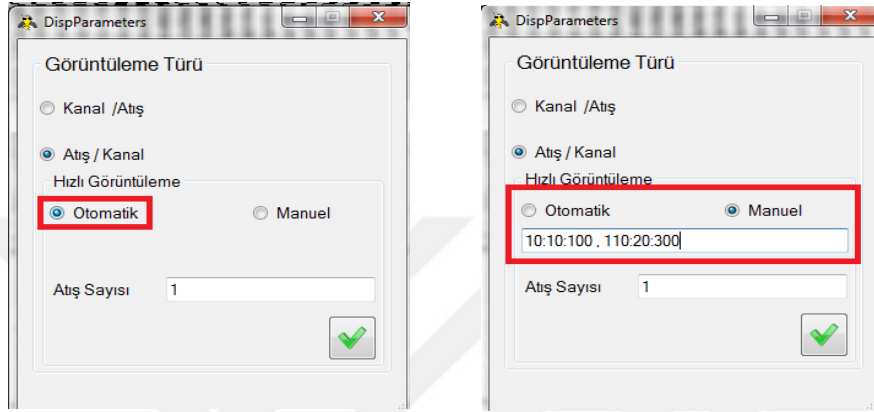
Şekil 4.21: Atış/Kanal görüntüleme türü



Şekil 4.22: Kanal/Atış görüntüleme türü.

4.2.8 Hızlı görüntüleme

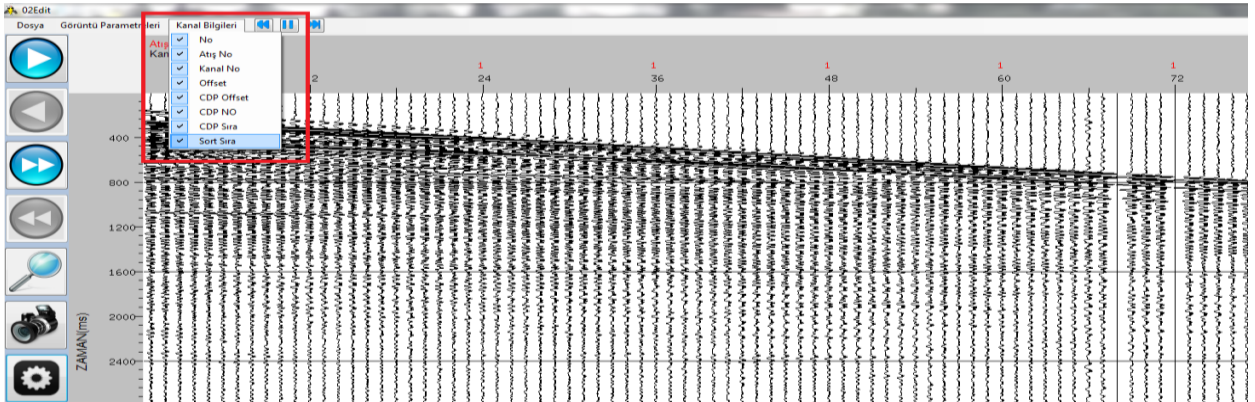
Veride belirli aralıklarda belirli atışlara hızlı bir şekilde bakabilmek için   butonları kullanılmaktadır. **Görüntü Parametreleri** üst sekmesinde bulunan **Hızlı Görüntüleme** paneli ile aralık değerleri sisteme tanıtılabilir. **Otomatik** seçeneği aralık değerinin 10 olması durumudur. **Manuel** seçeneği ile bu aralık değiştirilebilir. “:” ile başlangıç aralık ve artış değerleri verilirken “;” ile farklı gruplar sisteme tanımlanabilir (Şekil 4.23).



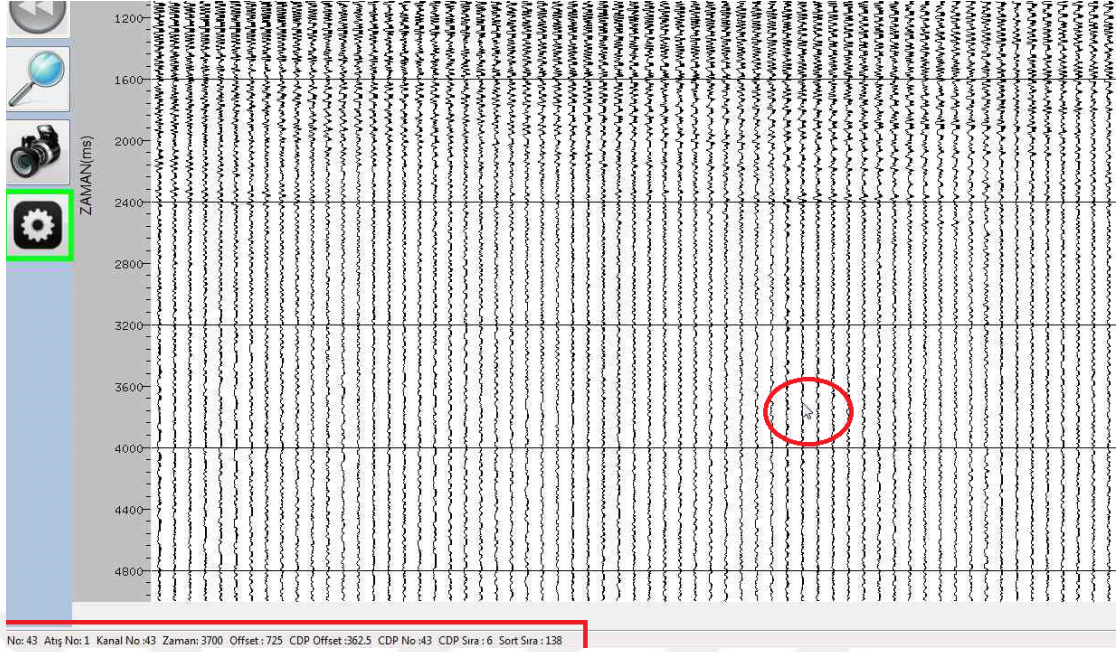
Şekil 4.23: Hızlı Görüntüleme parametrelerinin tanıtılması

4.2.9 Kanal bilgileri görüntüleme

Kanal Bilgileri üst sekmesine basılarak her kanala ait 8 adet bilgidен görüntülenmesi istenilenler aktif hale getirilir.. (Şekil 4.24) Farenin üzerinde bulunduğu kanala ait aktif hale getirilmiş bilgiler alt çubukta yer almaktadır. (Şekil 4.25)




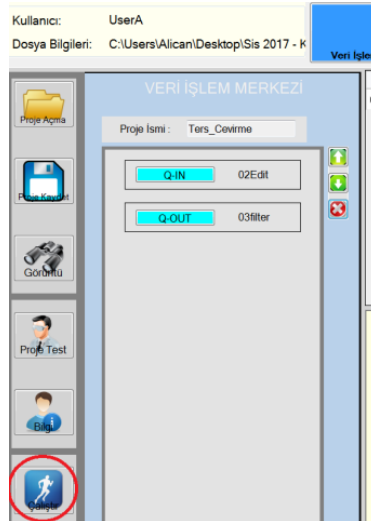
Şekil 4.24: Kanal bilgilerinin aktif hale getirilmesi.



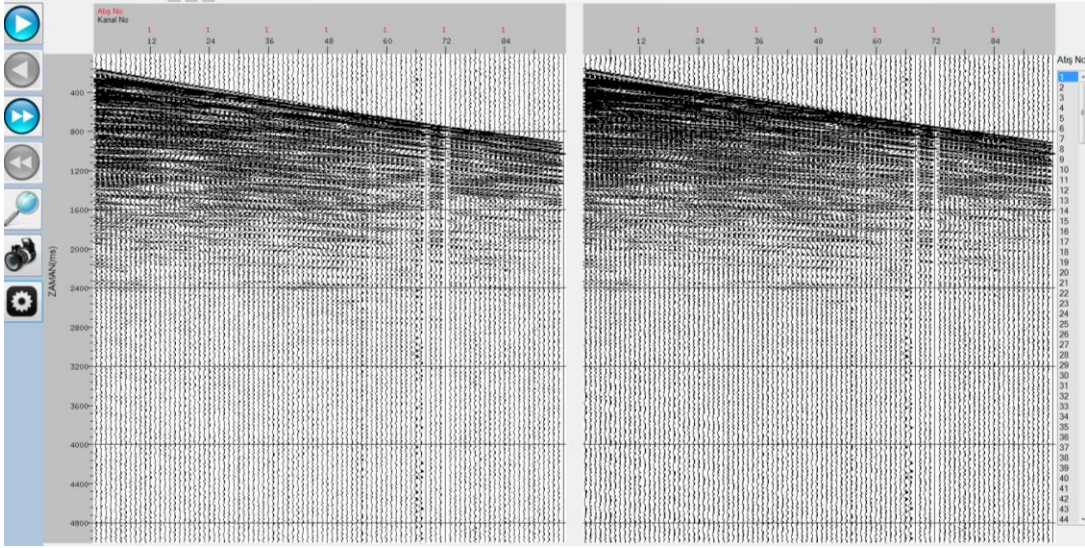
Şekil 4.25: Aktif hale getirilmiş bilgilerin gösterilmesi

4.3 İki Sismik Görüntünün Karşılaştırılması

Kanal sayısı ve örnekleme aralığı aynı olan iki veri *Q-IN* ve *Q-OUT* modulleri ile çağırılır. Her iki modül de aktif hale getirildikten sonra  butonuna basılır. (Şekil 4.26) Açılan pencerede solda bulunan veri giriş verisini sağda bulunan veri ise çıkış verisini göstermektedir. (Şekil 4.27)



Şekil 4.26: İki verinin karşılaştırılması için hazırlanan iş dosyası.



Şekil 4.27: Giriş ve Çıkış verilerinin karşılaştırılması.

5. ÖN VERİ İŞLEMLER

Ön işlemler, genel olarak ham sismik veriyi diğer işlemlere hazır hale getirmek için yapılan bir takım işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemlerin hepsine ihtiyaç duyulacağı gibi, bazı durumlarda sadece belirli sismik veri işlem aşamalarının uygulanması söz konusu olabilir.

Ön işlem aşamalarından veri yükleme ve geometri tanımlama kullanıcı tarafından zorunlu olarak yapılması gereken veri işlem aşamaları olarak tanımlanabilir. Veri düzenleme , iz düzenleme , genlik düzenleme ve süzgeçleme işlemleri ise sinyal gürültü oranını arttırarak verinin görüntü kalitesini arttırmayı amaçlar ve kullanıcının isteğine bağlı olarak uygulanır.

5.1 Sismik Veri Yükleme

Sismik Veri, arazide alınan verinin Society of Exploration Geophysicists (SEG) derneği tarafından tanımlanmış özel formatlarda BINARY olarak kaydedilmesi ile oluşan türlerine verilen genel bir isimdir. Bu dosyalar örnek sayısı, örnekleme aralığı gibi genel bilgilerin yanı sıra, her kanala ait belirli bilgileri ve o kanalda kaydedilen genlik değerlerini taşımaktadır. Veri yükleme işlemi veri işlem paket programları tarafından bu özel formattaki verilerin okunması ve işlenmeye hazır hale getirilmesidir.

5.1.1 SEG Y dosya formatı

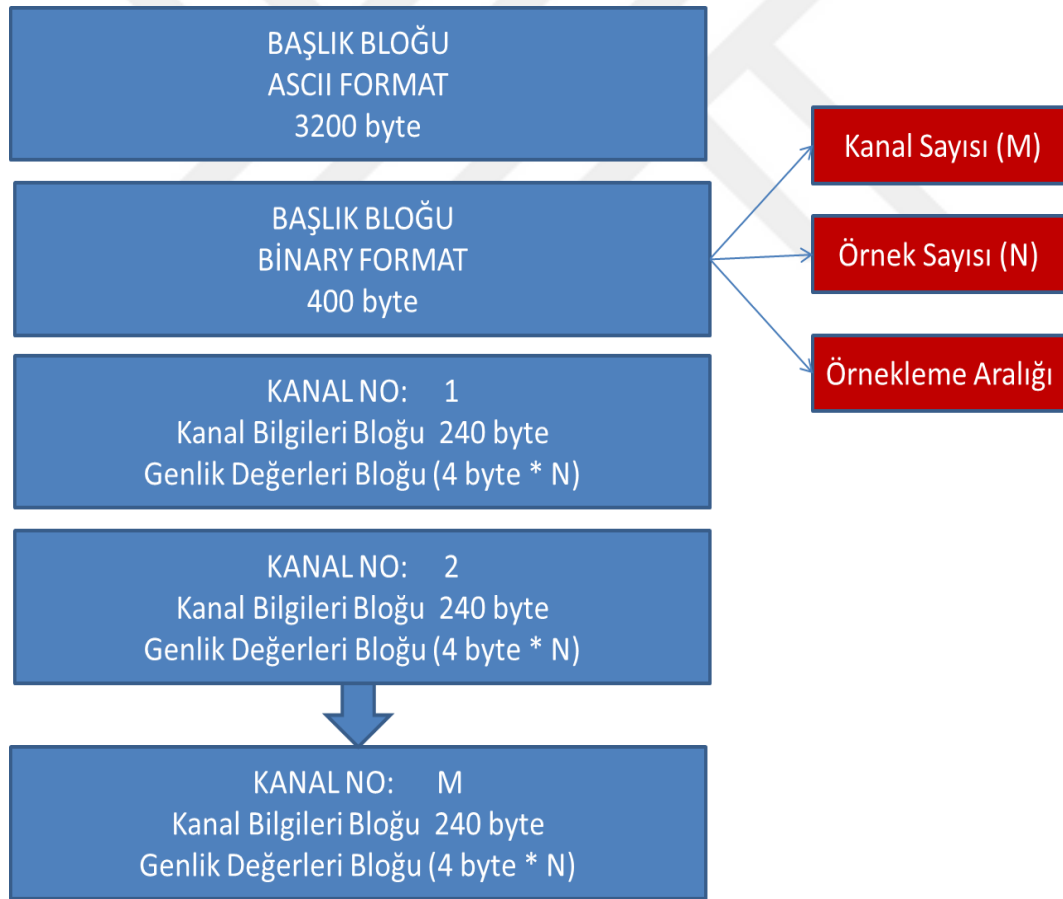
SEG Y dosya formatı SEG tarafından standart olarak kabul edilen sismik veri dosya formatıdır. Farklı revizyonları olmakla birlikte, üç boyutlu veri toplamak için tasarlanmış olan Segy Revision 1, günümüzde en çok tercih edilen revizyon tipidir ve bu program tarafından desteklenmektedir.

SEG Y veri seti, metin formatında başlık bilgileri, BINARY formatında başlık bilgileri ve kanal bloğu olmak üzere 3 ana başlığa ayrılabilir.

Başlık bloğu, veriyi toplayan operatör tarafından hazırlanır ve istenilen bilgiler bu bloğa kayıt edilmektedir. Başlık bloğu, ASCII formatında olup 40 satır,80 sütundan oluşmakta ve 3200 byte yer kaplamaktadır (Norris ve Faichney, 2002)

BINARY başlık bloğu 400 byte uzunluğunda olup, 3200-3600 byte aralığını kapsamaktadır. Veriye ait genel bilgileri içermektedir. Örnek sayısı örnekleme aralığı ve kanal sayısı bilgileri bu blok üzerinden okutulur.

Kanal Bloğu, kanala ait bilgileri taşıyan blok ve genlik değerlerinin olduğu blok olarak iki parçaya ayrılır. Kanal bloğu 240 byte olup kanal numarası, kanala ait atış numarası ,koordinat değerleri gibi bilgileri taşımaktadır. Genlik değerleri bloğunun boyutu ise çalışma için belirlenen örnek sayısına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak bir örneğin 4 byte yer kapladığı düşünülürse örnek sayısının 4 byte ile çarpımı genlik değerleri bloğunun boyutunu hesaplamakta kullanılabilir (Şekil 5.1).



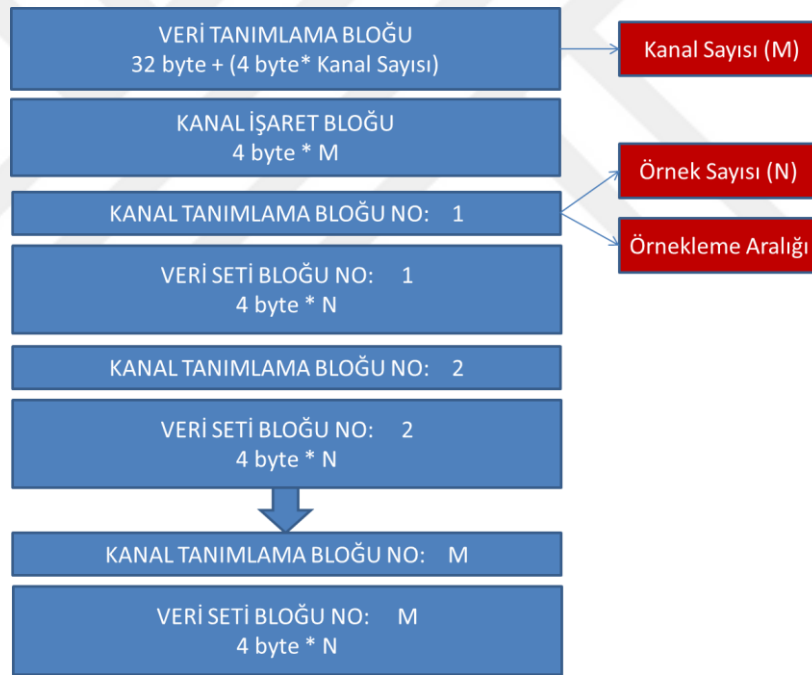
Şekil 5.1: SEG Y dosya formatı şematik görüntüsü.

5.1.2 SEG2 dosya formatı

Mühendislik sismiği ve Radar yöntemleri gibi farklı çalışmalar için kullanılan sismik veri türüdür. SEG2 formatı, Veri Tanımlama Bloğu, Kanal İşaret Bloğu, Kanal Tanımlama bloğu ve Veri Seti bloğundan oluşmaktadır (Pullan ve Chairman, 1990).

Veri Tanımlama Bloğu, 32 byte uzunluğunda olup, veriye ait genel bilgileri taşır. Bu bloktan kanal sayısı bilgisi okutulur.

Kanal İşareti Bloğu, her kanala ait tanımlama bloklarının dosya içerisinde byte olarak bulunduğu konumu vermektedir. Kanal Tanımlama Bloğu, bulunduğu kanala ait belirli bilgileri içeren bloktur. Örnek sayısı ve örnekleme aralığı program tarafından bu bloktan okutulur. Veri Seti, her kanala ait genlik değerlerinin kaydedildiği bloktur. Genel olarak bir örneğin 4 byte yer kapladığı düşünülürse, örnek sayısının 4 byte ile çarpımı veri seti bloğunun boyutunu hesaplamakta kullanılabilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: SEG2 Dosya formatı şematik görüntüsü.

5.1.3 Veri yükleme modüllerinin kullanılması

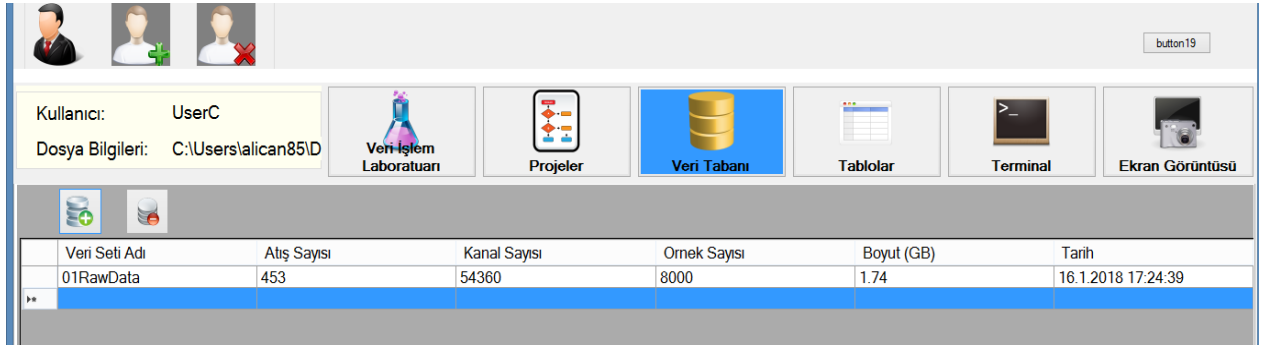
Program içinde dört adet veri yükleme modülü bulunmaktadır. *SEGY* ve *SEG-2* modülleri birden fazla *SEGY* veya *SEG2* veri formatının birleştirilmesini ve tek bir veri seti haline getirilmesini, *M-SG2* ve *M-SGY* modülleri ise daha önceden birleştirilmiş *SEGY* veya *SEG2* dosya türlerinin tek bir veri seti olarak veri tabanına

kaydedilmesini sağlamaktadır. Her dört modül de sadece çıkış modülü olan *Q-OUT* modülüne ile çalıştırılabilir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Veri Yükleme modülünün kullanımı.

Modül çalıştırdıktan sonra *Veri Tabanı* sekmesine basılarak çıktı verisine ait atış sayısı kanal sayısı örnek sayısı, dosya boyutu ve tarih bilgilerine ulaşılabilir (Şekil 5.4).




Şekil 5.4 : Veri setinin *Veri Tabanı* üzerinden gösterilmesi.

5.2 Geometri Tanımlama

Geometri tanımlama işlemi , kaynak ile alıcı arasındaki mesafeden yola çıkarak her kanala ait koordinat bilgilerinin tanımlanması işlemidir. Farklı dizilim türleri olmakla birlikte programın geometri modülü, deniz sismğiğinde kullanılan *End-On* dizilim türüne göre tasarlanmıştır.

Geometri bilgilerinin programa tanıtılması için *Geometri->Geometri Tanımlama* sekmeleri takip edilir ve *Q-GEO* modülü çağırılır. Çağrılan bu modül üzerinden geometri bilgilerinin

kayıt edileceği bir tablo ismi oluşturulur ve modül çalıştırılarak geometri tanımlama sayfasına ulaşılır (Şekil 5.5). Geometri tanımlama sayfasında toplam dört adet sekme bulunur.

GEOMETRİ BİLGİLERİ sekmesinde veriye ait geometri parametreleri girilir ve  tuşuna basılarak her kanala ait geometri bilgilerinin hesaplanması tamamlanır



The screenshot shows a web application window titled "Geometri". It has four tabs: "GEOMETRİ BİLGİLERİ", "KANAL BİLGİLERİ", "KAYNAK/ALICI BİLGİLERİ", and "FOLD (Katlanma) BİLGİLERİ". The "GEOMETRİ BİLGİLERİ" tab is active. It contains several sections with input fields:

- Atış Bilgileri Düzenleme**:
 - Atış Sayısı (Kaydedilen atış sayısını giriniz): 303
 - Atış Aralığı (iki atış arasındaki mesafeyi metre cinsinden giriniz): 50
- Alıcı (Grup) Bilgileri Düzenleme**:
 - Grup Sayısı (Toplam Grup Sayısını Giriniz): 96
 - Grup Aralığı (iki alıcı grubu arasındaki mesafeyi metre cinsinden giriniz): 12.5
 - Yakın Offset (Atış noktası-ilk Alıcı arasındaki mesafeyi metre cinsinden giriniz): 30
- Kaynak/Alıcı Derinlik Bilgileri**:
 - Kaynak Derinliği(Kaynağın Derinliğini metre cinsinden giriniz.): 6
 - Alıcı Derinliği(Alıcı Derinliğini metre cinsinden giriniz.): 7
- Eksik Atış Verileri**:
 - Eksik atış noktalarını giriniz veya boş bırakınız: 5,10,20

At the bottom right, there are two buttons: a blue play button and a green checkmark button.

Şekil 5.5: Geometri tanımlama ekranı.

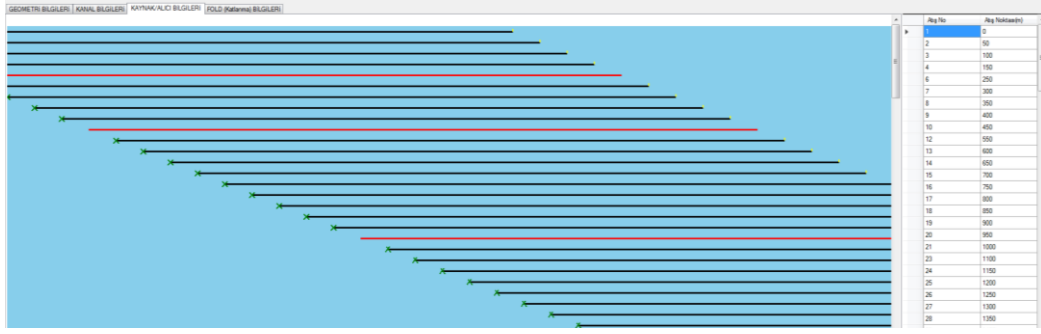
KANAL BİLGİLERİ sekmesinde her kanala ait hesaplanan sekiz adet başlık bilgisi görüntülenmektedir (Şekil 5.6).

- 1) *No*: Her kanalın dosya içerisindeki sıra numarasını gösteren değerdir.
- 2) *Atış No*: Her kanala ait atış numarasını gösteren değerdir.
- 3) *Kanal No*: Her kanalın kendi atış numarası içindeki sırasını gösteren değerdir
- 4) *Offset*: Alıcının kaynak noktasına olan uzaklığının metre cinsinden değeridir.
- 5) *CDP_Offset*: Her kanalın birinci atış noktasından olan metre cinsinden uzaklığının yarısı alınarak hesaplanan değerdir. Bu değer CDP sıralama işlemi sırasında kullanılmaktadır.
- 6) *CDP_No* : Verinin CDP sıralama işleminden sonra alacağı istasyon değeridir.
- 7) *CDP_Sıra*: Verinin CDP istasyonu içerisinde hangi sıraya geleceğini ifade eden değerdir.
- 8) *Sort_No*: Verinin CDP sıralama işleminden sonraki dosya içerisinde bulunduğu sırayı göstermektedir.

No	Atış No	Kanal No	Offset	CDP_Offset	CDP_No	CDP_Sıra	Sat_No
4705	53	1	30	2615	417	1	4465
4706	53	2	42.5	2621.25	418	1	4477
4707	53	3	55	2627.5	419	1	4489
4708	53	4	67.5	2633.75	420	1	4501
4709	53	5	80	2640	421	1	4513

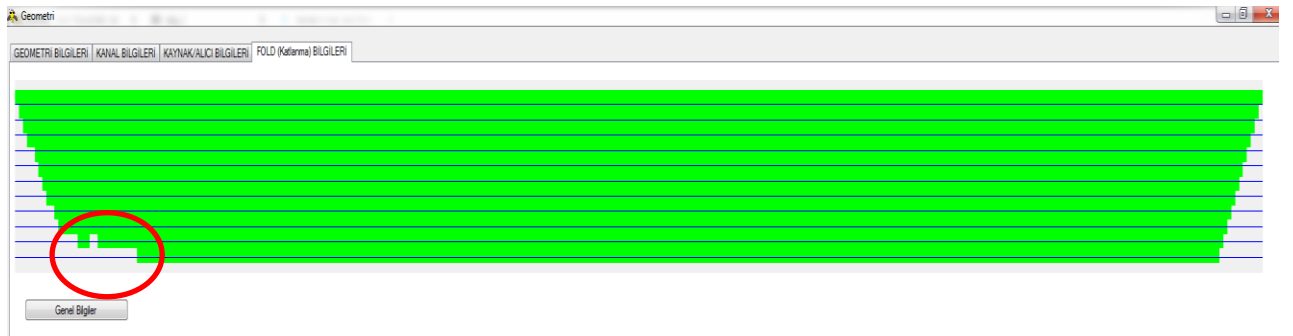
Şekil 5.6: Kanal bilgilerinin görüntülenmesi.

KAYNAK/ALICI BİLGİLERİ sekmesinde kaynak noktası ve alıcı pozisyonları şematik olarak gösterilmektedir. Her atışa ait kaynak noktasının çalışma alanındaki yeri yeşil , son alıcının çalışma alanındaki yeri ise sarı renkle gösterilmektedir. Veri toplama planına uygun olarak yapılmış atışlar siyah, herhangi bir nedenle yapılamayan veya kayıt edilemeyen atışlar ise kırmızı renkte gösterilmiştir. (Şekil 5.7) Ekranın sağ tarafında ise yapılan atışların numarası ve atış noktalarının metre cinsinden koordinat bilgileri yer almaktadır.



Şekil 5.7: Kaynak ve alıcı bilgilerinin şematik olarak gösterilmesi.

FOLD (Katlama) BİLGİLERİ sekmesinde her OYN (CDP) noktasına düşen kanal sayısı şematik olarak gösterilmektedir. Beklendiği gibi katlama sayısı köşelerde daha az olarak başlar, ortalara doğru gittikçe artar ve ortalarda maksimum değere ulaşır(Şekil 5.8) Bir önceki aşamada kırmızı ile gösterilen ve kaydedilmeyen atış noktalarının katlama sayısına etkisi şemanın sol tarafında gözlemlenmektedir.



Şekil 5.8: Katlama bilgilerinin şematik olarak gösterilmesi.

Gerekli parametreler sisteme doğru girildikten sonra *GEOMETRİ BİLGİLERİ* sekmesinde bulunan tuşuna basılır ve bilgiler geometri dosyasına kaydedilir. Kaydedilen bu dosyanın sismik veri işlem setine tanımlanması gerekmektedir. Bunun için ana ekran üzerinden *Veri Tabanı* sekmesine girilir. Liste üzerinden ilgili sismik veri işlem seti bulunur ve sağ tıklanır. Çıkan ekrandan *Geometri Yükleme* seçeneği seçilir ve geometri bilgilerinin yer aldığı dosya çağırılır (Şekil 5.9) Veri setine ait .inp uzantılı dosya içerisinde her kanala ait sekiz başlık bilgisi güncellenerek geometri tanımlama işlemi tamamlanmış olur.

Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Örnek Sayısı	Boyut (GB)
01RawData	303	29088	2500	0.29
02Etil	303	29088	2500	0.29
03Mute	303	29088	2500	0.29
04Spiko	303	29088	2500	0.29
05filter_spik	303	29088	2500	0.29
06pre_ik_kesme	303	29088	2500	0.29
07filtre_ik kesme	303	29088	2500	0.29
08filtre_decon	303	29088	2500	0.29
09filter_iki kesme	303	29088	2500	0.29
04filter_zero	303	29088	2500	0.29
03filter	303	29088	2500	0.29

Şekil 5.9: Sismik veri setine geometri yükleme işlemi.

5.3 Veri Düzenleme

Veri toplama ekipmanlarına ve parametrelerine bağlı olarak verinin bütününe bir takım işlemler uygulanması gerekebilmektedir. Bu işlemler program üzerinde, *Veri Düzenleme* sekmesi altında toplanmıştır. Veri düzenleme sekmesi altındaki modüller kendisinden önce bir giriş ve kendisinden sonra bir çıkış verisine ihtiyaç duyarlar.

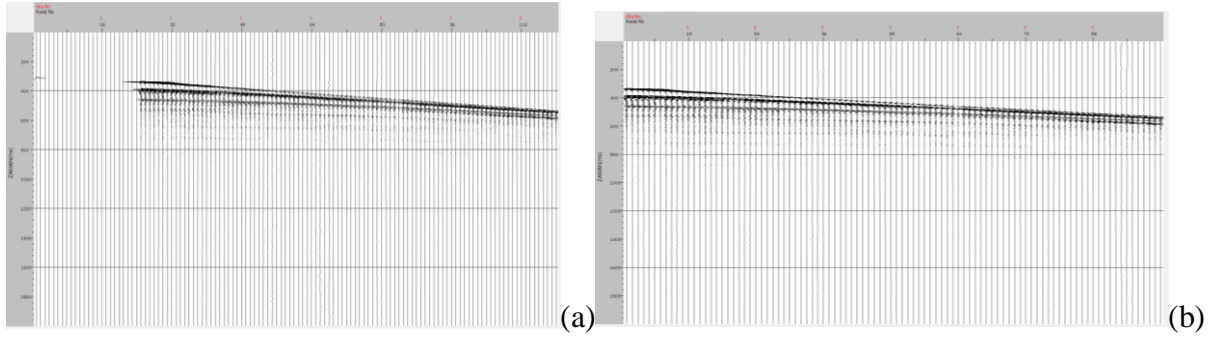
5.3.1 Kanal düzenleme

Veri setindeki her atışa ait kanal numaralarının yeniden düzenlenme işlemidir. Veri toplama sırasında *auxiliary* (yedek) olarak kaydedilen kanalların veriden çıkarılmasında veya katlama sayısının yeniden düzenlenmesi için kullanılır.

Kanal Düzenleme sekmesi ile *Y-KNL* modülü çağırılır ve alınması istenilen kanal değerleri girilir. Bu değerler, birden başlayarak tekrar numaralandırılır ve istenmeyen kanallar çıkış dosyasına kayıt edilmeyerek veriden atılmış olur.

Girilen farklı değerler ‘,’ işareti ile birbirinden ayrılırken, iki kanal sayısının arasında kalan bütün kanalların alınması için ‘-’ işareti kullanılır.

Yapılan örnek çalışmada 25-120 değerleri sisteme girilmiş ve ham veride yedek kanal olarak kaydedilen ilk 24 kanal veriden atılmıştır (Şekil 5.10).

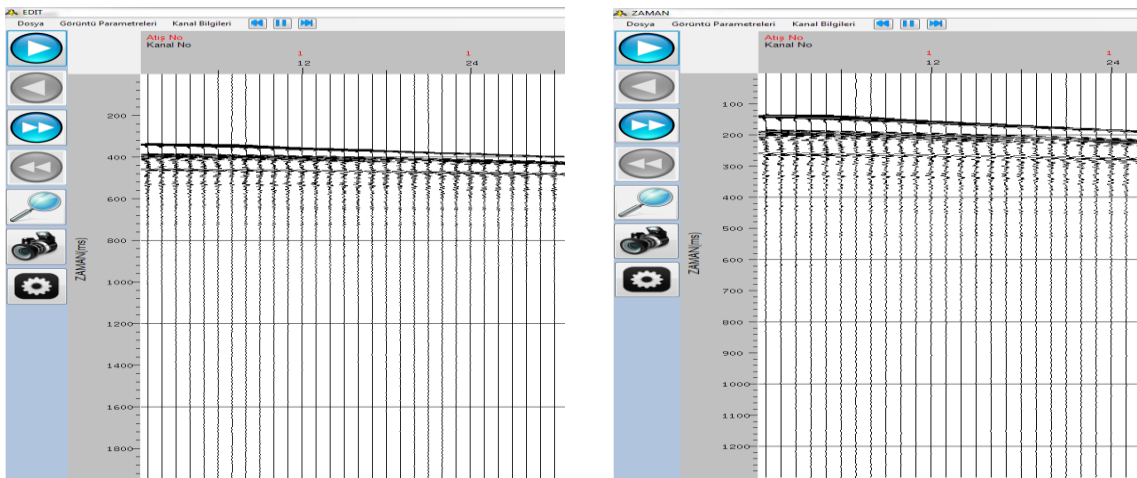


Şekil 5.10: Kanal düzenleme işlemi sonrası yedek kanalların veriden atılması.

5.3.2 Dinleme Süresi Düzenleme

Analog olarak toplanan verinin sayısallaştırılması örnek sayısı ve örnekleme aralığı kavramları ile açıklanmaktadır. Örnek sayısı bir atış boyunca bir kanala düşen toplam genlik değerlerini ifade ederken, örnekleme aralığı iki örnek arasındaki süreyi tanımlamaktadır. Bu iki veri toplama parametresi proje boyunca eşit olarak alınır ve çarpımları dinleme (kayıt) süresi değerini verir.

Dinleme Süresi Düzenleme ile Y-ZMN modülü çağırılır. Modül tarafından açılan pencerede kullanıcıdan T1 ve T2 adı altında başlangıç ve bitiş değerleri girilmesi istenmektedir. Başlangıç değeri verinin $t=0$ anından itibaren ne kadarının kesileceğini belirlerken bitiş değeri ise kayıt süresinin bitiş değerini belirler. Başlangıç ve bitiş değerleri sisteme milisaniye cinsinden girilir. Yapılan örnek çalışmada başlangıç değeri 200 ms, bitiş değeri ise 1500 ms olarak girilerek 2000 ms kayıt uzunluğu olan veri 1300 ms kayıt uzunluğuna çekilmiştir (Şekil 5.11).

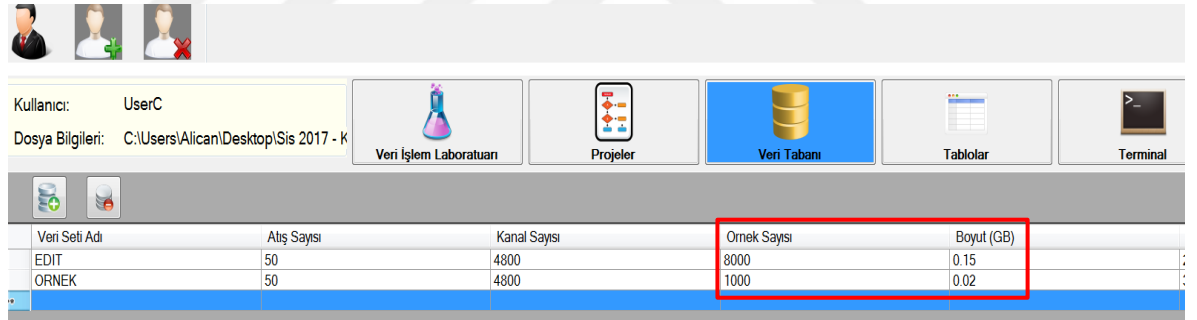


Şekil 5.11: Dinleme süresi düzenleme işlemi ardından kayıt uzunluğunun değişmesi.

5.3.3 Örneklem Aralığı Düzenleme

Örneklem aralığı, iki örnek noktasının arasındaki süre olarak tanımlanır ve yapılan çalışmanın amacına göre seçilir. Sismik veri işlem aşamalarına gelindiğinde ise kullanıcı isteğe bağlı olarak bu değeri değiştirebilir ve veriye yeni bir örneklem aralığı değeri atayabilir. Kayıt süresi sabit tutulup örneklem aralığı değerinin artması durumunda örnek sayısı değeri azalacak ve veri kaybı yaşanacaktır, ancak örnek sayısının azalması kendisinden sonra uygulanacak veri işlem aşamalarının daha hızlı sonuçlanmasına olanak sağlayacaktır.

Örneklem Aralığı Düzenleme sekmesi ile Y-ORN modülü çağırılır. Kullanıcı açılan pencere üzerinden 0.25-8 milisaniye arasında yeni bir örneklem aralığı değeri seçebilir. Burada dikkat edilmesi gereken unsur seçilen değer mevcut örneklem aralığı değerinden büyük olmasıdır. Yapılan örnek çalışmada, örneklem aralığı değeri 0.25 ms değerinden 2 ms değerine çekilmiştir. Çıkış verisi ile giriş verisi kıyaslandığında örnek sayısının 8 kat azaldığı ve çıkış dosya boyutunun da yine 8 kat daha az yer kapladığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.12).



Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Ornek Sayısı	Boyut (GB)
EDIT	50	4800	8000	0.15
ORNEK	50	4800	1000	0.02

Şekil 5.12: Örneklem aralığı düzenleme işlemi giriş ve çıkış dosyalarının karşılaştırılması.

5.3.4 Atış Düzenleme

Yüksek çözünürlüklü sonuçlar elde edilebilmesi için sismik veri kümesinin düzenli ve yoğun şekilde toplanması beklenir (Gan ve diğ., 2016). Veri toplama işlemi sırasında kaynaktan ötürü kaydın zamanında başlamaması veya verinin düzgün kaydedilememesi gibi durumlarda bazı atış gruplarının tamamen veriden atılması gerekmektedir.

Atış Düzenleme sekmesi ile Y-ATS modülü çağırılır. Modül tarafından açılan pencerede kullanıcının veriden silinmesini istediği atış değerleri girilir. Girilen farklı değerler ‘,’ işareti ile birbirinden ayrılırken, iki atış sayısının arasında kalan bütün

kanalların alınması için '-' işareti kullanılır. Yapılan örnek çalışmada sisteme (5,10,20-25) değerleri girilmiştir ve böylece {5,10,20,21,22,23,24,25} atış numarasına sahip 8 atışın veriden silinmesi sağlanmıştır. Giriş ve çıkış dosyası incelendiğinde atış sayısının 50'den 42'ye düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 5.13).

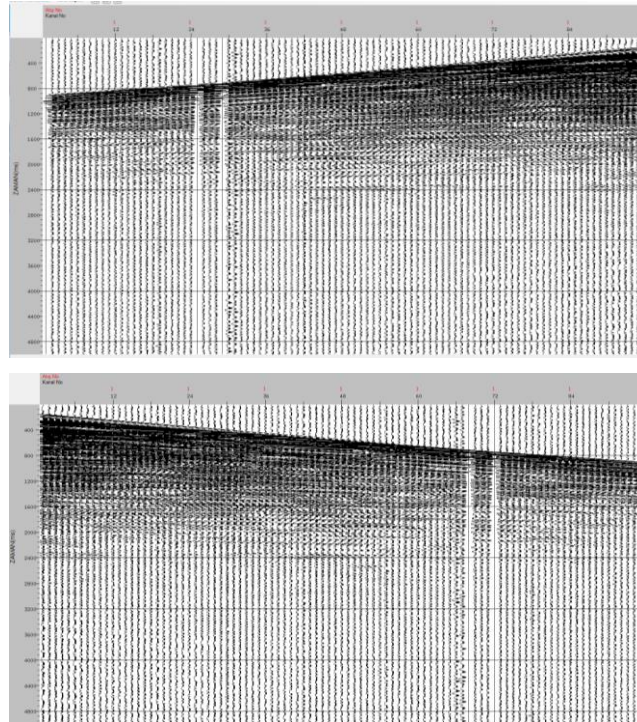
Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Örnek Sayısı	Boyut (GB)	Tarih
EDIT	50	4800	8000	0.15	29.01.2
SHOT	42	4032	8000	0.13	30.01.2

Şekil 5.13: Atış düzenleme işlemi sonrası giriş ve çıkış verisinin karşılaştırılması.

5.3.5 Atış Yönü Değiştirme

Bazı çalışmalarda, veri toplama sistemlerine bağlı olarak verinin uzak kanaldan yakın kanala doğru sıralandığı gözlemlenmiştir. Ancak yazılımın geometri tanımlama sırasında doğru sonuçları elde edebilmesi için, verinin yakın kanallardan uzak kanallara doğru sıralanması gerekmektedir.

Atış Yönü Değiştirme sekmesi ile Y-ATS modülü çağırılır. Bu modül kanal numaralarını soldan sağa doğru tekrar numaralandırır ve atışın yönünü değiştirir (Şekil 5.14).



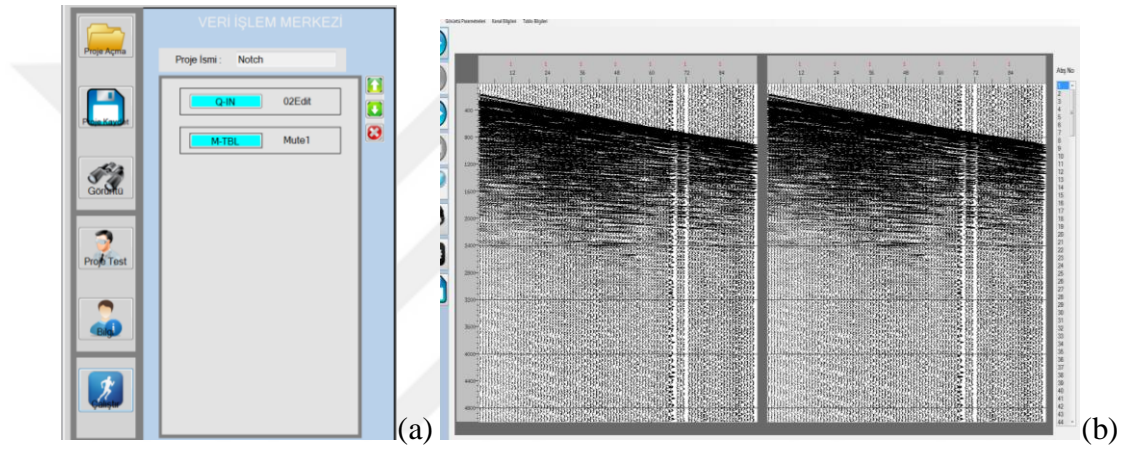
Şekil 5.14: Atış yönü değiştirme işlemi sonrası giriş ve çıkış verileri.

5.4 İz Düzenleme

5.4.1 İstenmeyen alanların ayıklanması (Mute)

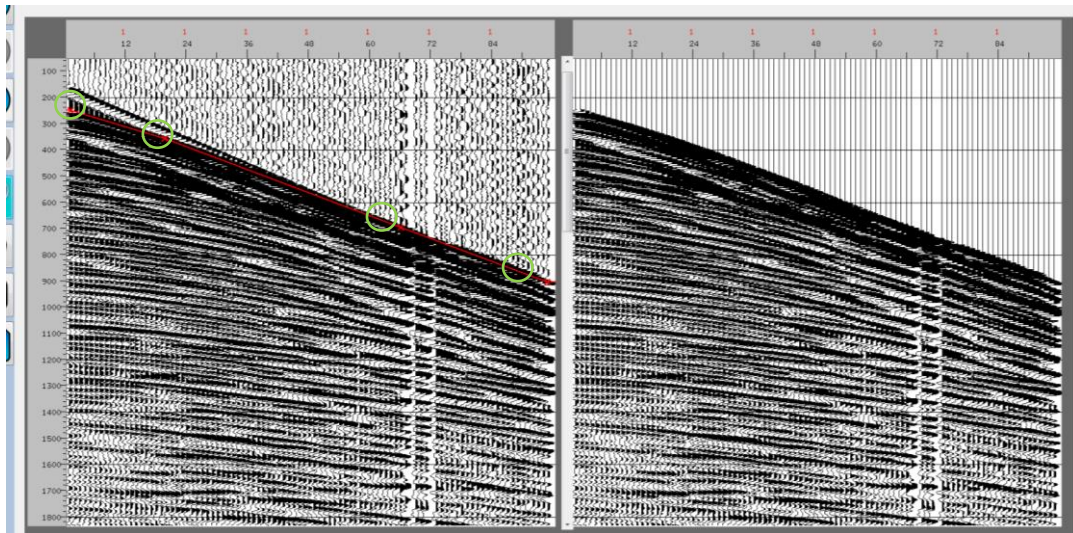
Sismik veride doğrudan gelen dalgalar veya kırılma dalgaları gibi birincil yansımalarla ilgisi olmayan bazı gürültüler bulunmaktadır (Dondurur, 2009). Sismik veri işlemede bu gürültü alanlarının veriden tamamen atılması *Mute* işlemi olarak tanımlanır.

İşlemin uygulanabilmesi için öncelikle *Mute -> Tablo Oluşturma* sekmeleri takip edilerek M-TBL modülü çağırılır. Bu modül üzerinden bir tablo ismi oluşturulur. Giriş sismik verisi ile birlikte bu modül çalıştırılarak işlem ekranı açılır (Şekil 5.15).



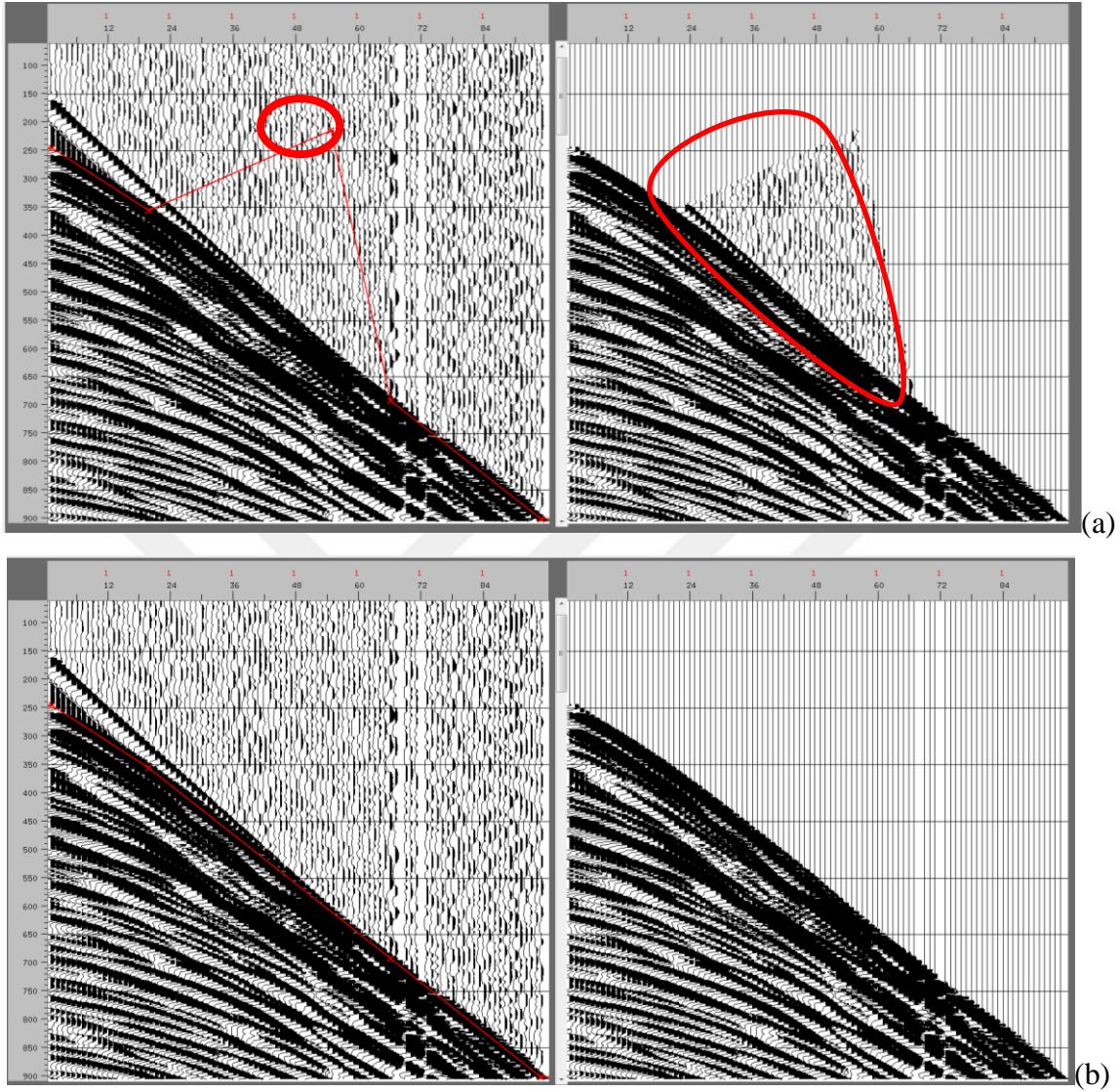
Şekil 5.15: (a) İş dosyasının çalıştırılması ve (b) işlem ekranı.

Açılan işlem ekranında iki adet panel vardır. Kullanıcı birinci panel üzerinden farenin sol tuşu ile atmak istediği alanları seçebilir ve ikinci panelden yapılan işlemin sonucunu kontrol edebilir (Şekil 5.16).




Şekil 5.16: İstenmeyen alanların atılması ve kontrol edilmesi.

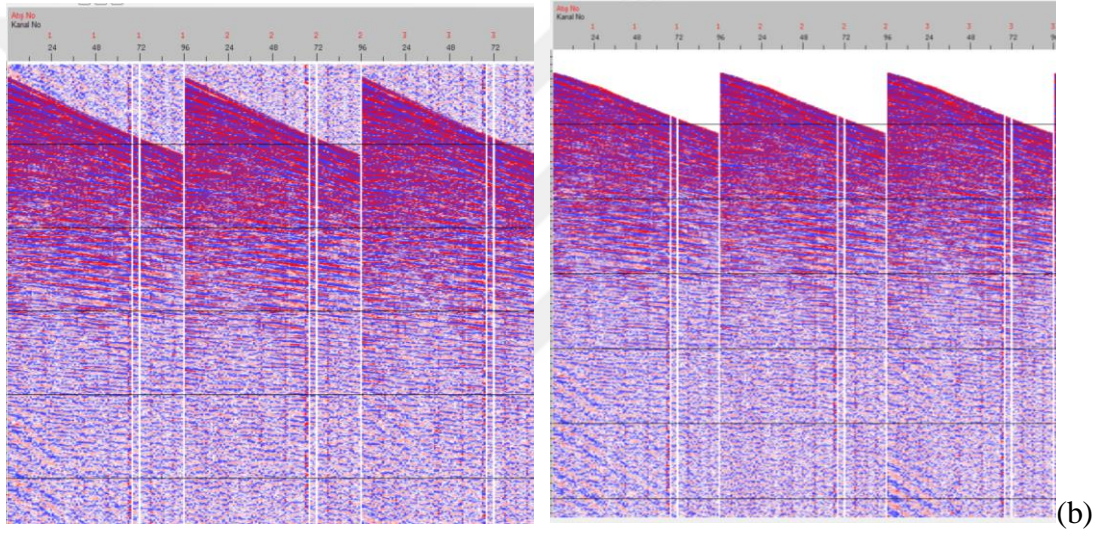
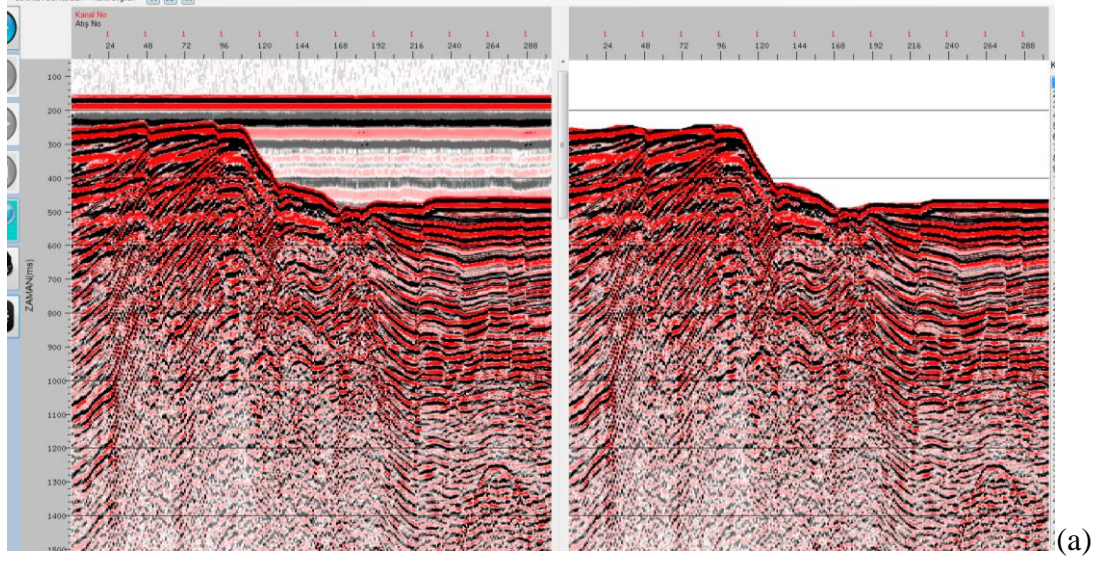
Kullanıcı yanlış olarak seçtiğini düşündüğü bir noktayı farenin sağ tuşunu kullanarak tablodan siler ve silinen bu değere göre interaktif panel güncellenir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17: (a) Yanlış değerın tablodan silinmesi ve (b) interaktif panelin güncellenmesi.

Kullanıcı bütün veri setine bu işlemi uygulayacağı gibi belirlediği aralıklarla da işlemi tekrar edebilir. Yazılım, işlem yapılmayan bölgeleri enterpolasyon ile doldurarak tablodaki değerleri bütün veriye uygulamaktadır. Enterpolasyon işleminin deniz tabanı ani değişimlerinde birincil yansımaları silmediği kullanıcı tarafından kontrol edilmelidir (Dondurur, 2009).

Kullanıcı işlemi bitirdikten sonra  butonuna basarak tıkladığı değerleri kaydeder ve işlem ekranından çıkar. Daha sonra *Mute->Mute Uygulama* sekmeleri takip edilerek E-MUT modülü açılır. Bu modül üzerinden kullanıcının oluşturulduğu tablo ismi çağırılarak giriş verisine uygulanır ve çıkış verisi elde edilir (Şekil 5.18).



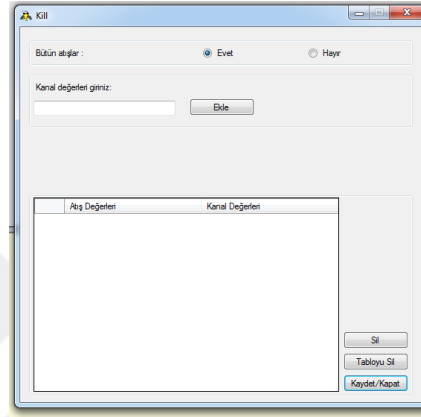
Şekil 5.18: İstenmeyen alanların atılması işlemi, (a) tek kanal ve (b) atış grubu giriş ve çıkış verilerinin karşılaştırılması.

5.4.2 İz ayıklama (Edit)

İz ayıklama gürültü yok etmek için kullanılan en temel sismik veri işlem aşamalarının başında gelmektedir. Veri toplama işlemi sırasında çeşitli nedenlerden ötürü belirli izlerdeki gürültü seviyesi gerçek veriyi bastırmakta ve veriyi kullanılamaz hale getirmektedir. Bu gibi durumlarda bozuk izlerin veriden tamamen atılması gerekir.

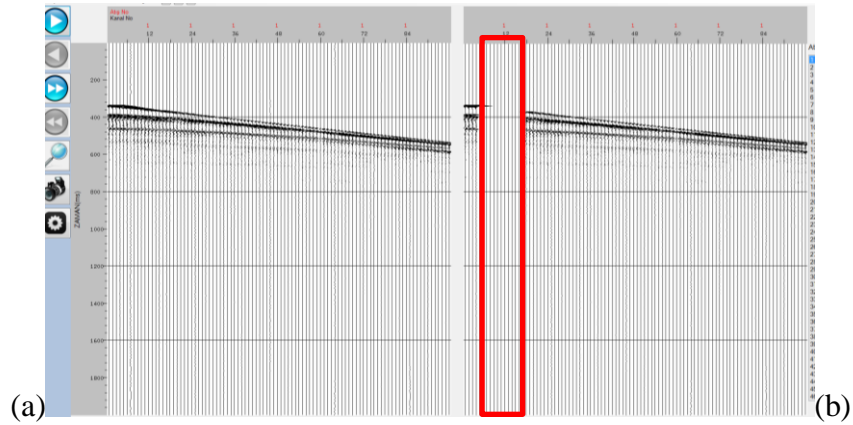
Sismik veri toplama ekipmanlarına bağlı olarak sürekli aynı kanaldan bozuk izler gelebileceği gibi, kayıt sırasındaki aksaklıklar da verinin belirli kanallarında anlık gürültülere yol açmaktadır. Kullanıcı tarafından verinin tamamı kontrol edilerek farklı kombinasyonlarla iz ayıklama işlemi yapılabilir

İz ayıklama işlemi için *Mute->Edit* sekmesi ile *M-EDT* modülü çağırılır. Modül tarafından açılan pencerede kullanıcının veriden silmek istediği kanal değerleri girilir (Şekil 5.19). Sismik ekipman arızalarından ötürü belirli kanalların bozuk olması durumunda *Bütün Atışlar* sekmesi evet olarak seçilir ve bozuk olan kanal numaraları girilerek *Ekle* butonuna basılır. Belirli atışların belirli kanallarında bozukluk varsa *Bütün Atışlar* sekmesi hayır olarak seçilir ve atış kanal kombinasyonu manuel olarak girilir. *Sil* butonu ile tablodaki istenilen değerler, *Tabloyu Sil* butonu ile tablodaki bütün değerler silinir. Tablo hazır hale getirildikten sonra *Kaydet/Kapat* butonuna basılır ve işlem sonlandırılır.



Şekil 5.19: İz ayıklama modülü penceresi.

Yapılan örnek çalışmada 5. ve 17. kanal arasındaki izler silinmek istenmiştir. Yazılım, bu izlerdeki genlik değerlerini sıfır ile çarpar ve böylece gürültülü kanallar veriden atılmış olur. (Şekil 5.20)



Şekil 5.20: İz ayıklama işlemi (a) giriş verisi ve (b) çıkış verisi.

5.5 Genlik Dzenleme

Ara yzey dzensizlikleri, saılma, soğurulma ve tekrarlı yansımalar gibi bir çok etken kaynak sinyalinin genliğini etkilemektedir. Yer, kaynaktan uzaklaştıkça sinyalin genliğini dşürme eğilimindedir (Dondurur, 2009) .




Sinyaldeki genlik kaybının tekrardan veriye kazandırılması için belirli matematiksel işlemlerden faydalanılır. Genlik kazanç kavramı, ölçeklendirme fonksiyonunun istenilen kriterlere dayandığı, zamanla değişen ölçekleme yöntemidir (Yılmaz, 2001). Genlik kazancı için farklı alogirtmalar geliştirilmiş olup yazılım içerisinde iki farklı kazanç uygulama yöntemine yer verilmiştir.

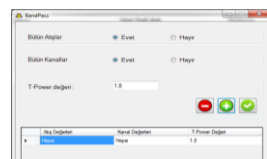
5.5.1 Zamana bağlı genlik düzeltmesi(t-power)

Deniz sismiği verilerinde sıkça kullanılan ve geç varışların genlik düzeltmesini kapsayan bir yöntemdir. Atış alıcı arasındaki mesafe (x) , zaman (t) ile verilirse zamana bağlı genlik düzenlemesi

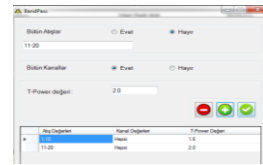
$$G(x,t) = S(x,t)t^p \quad (5.1)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada S(x,t) belirli bir uzaklık ve zamandaki genlik değerini , p kullanıcı tarafından belirlenen katsayıyı, G(x,t) ise aynı uzaklık ve zaman için elde edilmiş yeni genlik değerini temsil eder. Katsayı değeri ne kadar büyük seçilirse geç varışlardaki genlik değerleri o kadar artacaktır. Değişik uygulamalarda bu değer genel olarak 2 ve civarında seçilir (Claerbout, 1985).

Yazılım üzerinden *Genlik Dzenleme*->*T-Power* sekmesi ile T-POW modülü çağırılır. Kullanıcı, bu modül tarafından açılan pencerede girilecek parametreleri düzenler. Parametrelerin tabloya işlenmesi için  butonu, silinebilmesi için  butonu kullanılır. Kullanıcı parametre girme işlemini bitirdikten sonra  butonuna basarak işlemi kayıt altına alır. Verinin tümüne aynı p değeri uygulanacağı gibi farklı atış ve kanal kombinasyonlarına farklı katsayılar tanımlanabilir. (Şekil 5.21)



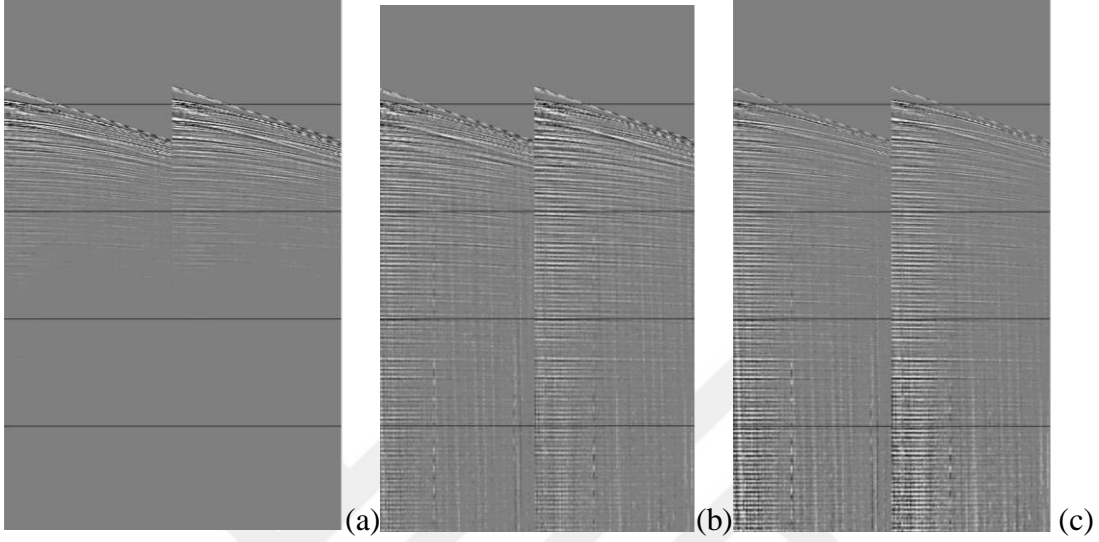
(a)



(b)

Şekil 5.21: T-POW modül penceresi (a) Bütün veriye aynı parametrenin uygulanması, (b) farklı kombinasyonların uygulanması.

Kullanıcının doğru parametreleri belirleyebilmesi için bir takım testler yapması gerekli olabilir. Aynı iş dosyası ve giriş verisi farklı parametreler için çalıştırarak farklı çıkış dosyalarına yazdırılır. Çıkış dosyaları karşılaştırılarak veri seti için en uygun parametre belirlenir. Yapılan örnek çalışmada aynı veri seti için p katsayı değerleri 1.4 ve 2.4 olarak alınmış ve ham veri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 5.22).



Şekil 5.22: (a) Genlik düzenlemesi öncesi, (b) p=1.4 (c) p=2.4 değeri için genlik düzenlemesi.

5.5.2 Otomatik kazanç kontrolü (AGC) düzeltmesi

Otomatik kazanç kontrolü (Automatic gain control) en sık kullanılan genlik düzenleme yöntemlerinin başında gelmektedir. Yöntem, belirli bir pencere içindeki genlik değerleri kullanılarak ortalama değer hesaplamaya dayanır (Yılmaz, 2001).

$$g(t) = \frac{rms}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|}} \quad (5.2)$$

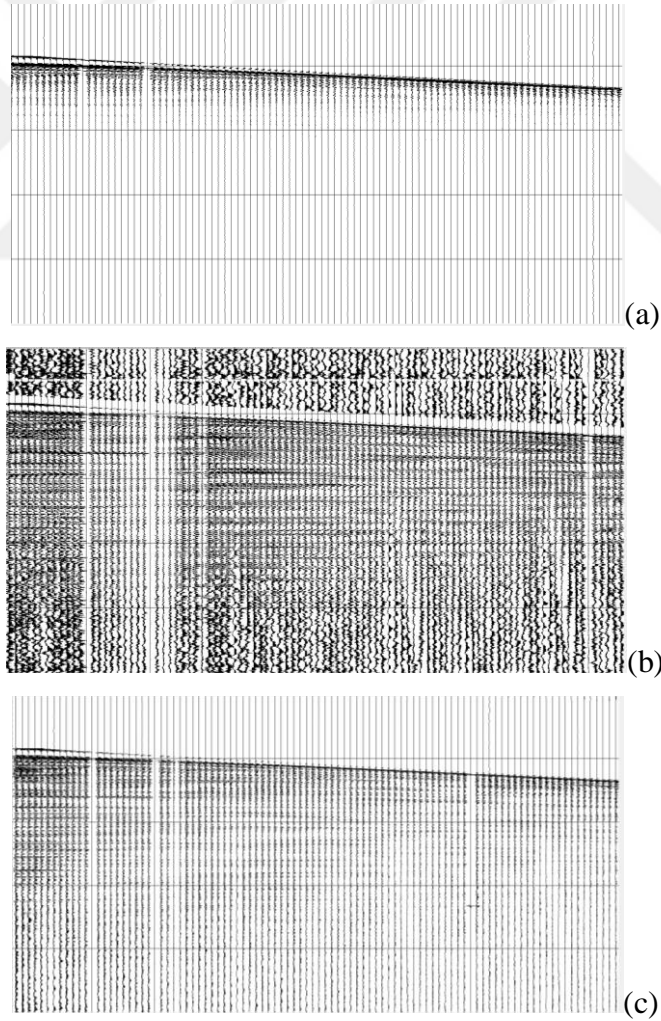
Denklem 5.2’de N pencere boyu , x pencere içindeki genlik değerlerini , rms istenen ortalama değeri , g(t) t zamanı için hesaplanan genlik değerini belirtmektedir. Yöntemi uygulamak için oluşturulan algoritma kanal kanal uygulanır ve aşağıdaki adımları takip eder.

- (1) t=1 rms=2000 olarak alınır (Yılmaz, 2001).Pencere uzunluğu (N) kullanıcı tarafından sisteme girilir.
- (2) t değerinden başlayarak pencere uzunluğu kadar olan kısım giriş verisinden çekilir ve x matrisine atanır.
- (3) (1) ve (2) de elde edilen değerler denklem 5.2’de yerine konur ve g(t) elde edilir.
- (4) t değeri 1 arttırılır ve (2)’den itibaren aynı işlemler tekrarlanır.

Yazılım üzerinden *Genlik Düzenleme*->*AGC* sekmesi ile Q-AGC modülü çağırılır. Bu modül tarafından açılan pencerede kullanıcudan pencere uzunluğu ve verinin referans noktası istenmektedir.

Pencere uzunluğu yapılacak hesaplamalarda kullanılacak genlik değerlerinin sayısını belirlerken, referans noktası yapılan hesaplamanın hangi noktaya atanacağını göstermektedir. Yapılan  rnek çalışmada pencere boyu 50 ve 500 ms seçilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Pencere boyunun d şuk seçilmesi durumunda birincil yansılardan önce yüksek genlikli bir gürültü alanı oluştuğu gözlemlenmiştir (şekil 5.23). Pencere boyu uzadıkça giriş verisi ile çıkış verisinin karakteristik yapısı birbirine daha çok benzemektedir. Pencere boyunun uzaması işleme girecek genlik değerlerini arttırdığından işlem süresini de uzatmaktadır.



şekil 5.23: (a) Giriş verisi, pencere uzunluğu (b) 50ms ve (c) 500 ms çıkış verileri.

5.6 Süzgeçleme

Genel olarak süzgeçleme, verinin genlik spektrumunun değiştirilmesi ile gürültülerden arındırılması işlemidir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için farklı türden süzgeç tasarımları mevcut olup, yazılım üzerinden belirli bir frekans aralığını geçiren bant geçişli süzgeç ve veriden çok dar bir frekans bandını atan çentik süzgeç tasarımları kullanılabilir.

5.6.1 Bir boyutlu Fourier dönüşümü

Zaman ortamında zamanın fonksiyonu olarak elde edilen genlik bilgilerinin spektrumu, genlik ve faz spektrumlarının bulunması ile elde edilir (Yılmaz,2001) .

$$\mathfrak{F}\{f(t)\} = F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt \quad (5.3)$$

Zaman dizisi $f(t)$ fonksiyonunun Fourier dönüşümü denklem 5.3'de verilmiştir. Burada $i = \sqrt{-1}$ ve $\omega = 2\pi f$ ise açısal frekanstır.

$$F(\omega) = |F(\omega)|e^{i\varphi(\omega)} \quad (5.4)$$

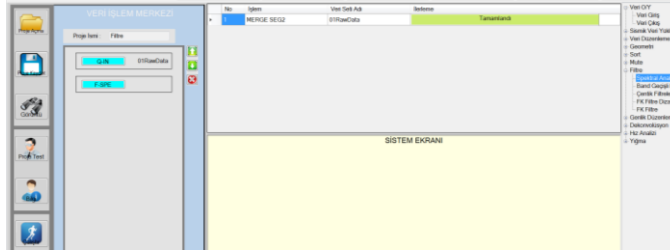
Fourier dönüşümü karmaşık bir fonksiyon olup denklem 5.4'de verildiği gibi genlik spektrumunu $F(\omega)$ ve faz spektrumunu $\varphi(\omega)$ ile ifade edilebilir.

Sismik izler ayrık veriler olup, genlik ve faz spektrumları ayrık Fourier dönüşümü ile elde edilebilir. Pratikte dijital bilgisayarlar vasıtasıyla ayrık Fourier transformundan türetilmiş olan hızlı Fourier dönüşümü (FFT) ismi verilen özel bir algoritma kullanılmaktadır (Yılmaz, 2001). Hızlı Fourier dönüşümü algoritması giriş verisindeki örnek sayısı 2^n olacak şekilde hazırlandıktan sonra çalıştırılır. Burada n bir tam sayıyı ifade etmektedir. Giriş verisinin 2^n olmadığı durumlarda giriş verisinin sonuna yeteri kadar sıfır eklenerek işlem yapılır (Dondurur,2009) Yapılan işlem sonucunda verinin zaman ortamındaki her genlik değerine karşılık gelen frekans değeri gerçel ve sanal bileşenleri olarak hesaplanır.

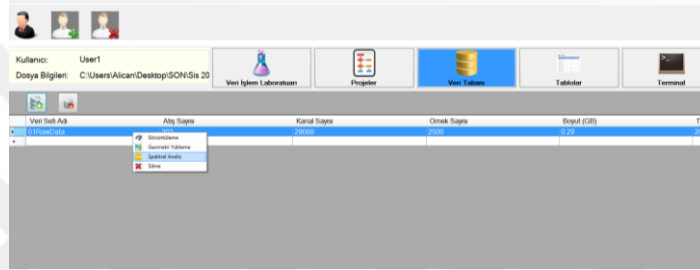
5.6.2 Spektral analiz ekranı

Uygulanacak süzgeç parametrelerinin belirlenebilmesi için sismik verinin genlik ve faz spektrumları incelenmelidir. İstenilen atış verisinin genlik ve faz spektrumlarına yazılım üzerinden Spektral Analiz ekranı vasıtası ile ulaşılabilir. Spektral Analiz ekranı iki farklı şekilde açılabilir

- Yazılım üzerinden *Q-IN* modülü ile bir giriş verisi ve *Süzgeç*->*Spektral Analiz* üzerinden *F-SPE* modülü çağırılır (Şekil 5.24).
- *Veri Tabanı* ekranından istenilen sismik veriye farenin sağ tuşu ile basılır ve açılan alt sekmelerden *Spektral Analiz* butonuna basılır (Şekil 5.25).



Şekil 5.24 : Spektral Analiz Ekranının iş dosyası üzerinden açılması.



Şekil 5.25 : Spektral Analiz Ekranının Veri Tabanı üzerinden açılması.

Sismik verinin genlik ve faz spekturumu grafiklerinin elde edilebilmesi için aşağıdaki işlem adımları takip edilmiştir.

$$f_{Nyq} = \frac{1}{2\Delta t} \quad (5.5)$$

- (1) Örnekleme aralığı (Δt) olmak üzere denklem 5.5 kullanılarak *Nyquist* frekansı elde edilir.

$$\Delta f = \frac{2f_{Nyq}}{N} = \frac{1}{N\Delta t} \quad (5.6)$$

- (2) Bir kanala ait örnek sayısı (N) olmak üzere frekans aralığı denklem 5.6 kullanılarak hesaplanır.
- (3) 1 numaralı kanal giriş verisi olarak hızlı Fourier dönüşümü işlemine tabi tutularak her değere karşı gerçel $a(w)$ ve sanal bileşen $b(w)$ değerleri hesaplanır.

$$|F(\omega)| = \sqrt{a(\omega)^2 + b(\omega)^2} \quad (5.7)$$

(4) Denklem 5.7 kullanılarak her değerin genlik spektrumu elde edilir.

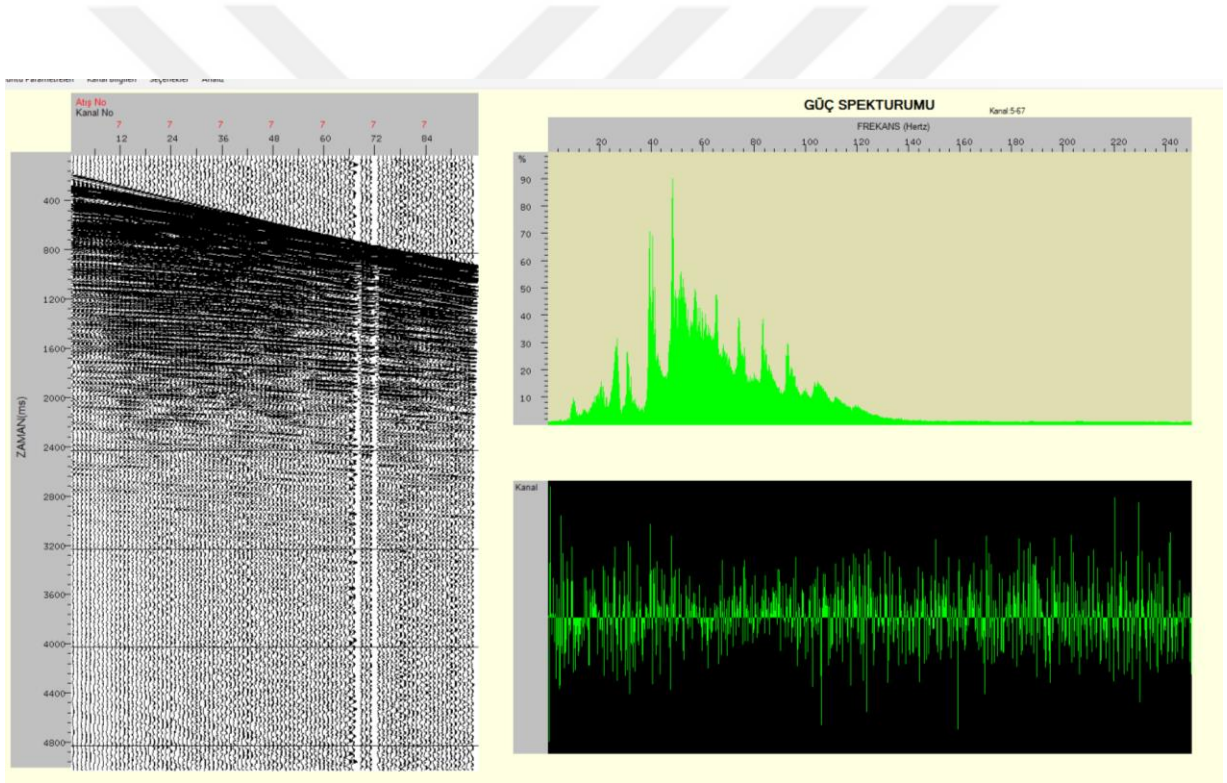
$$\varphi(\omega) = \tan^{-1} \left[-\frac{b(\omega)}{a(\omega)} \right] \quad (5.8)$$

(5) Denklem 5.8 kullanılarak her değerin faz spektrumu elde edilir.


(6) Hesaplanan değerlerin Nyquist frekansına kadar olan kısmı kaydedilir.

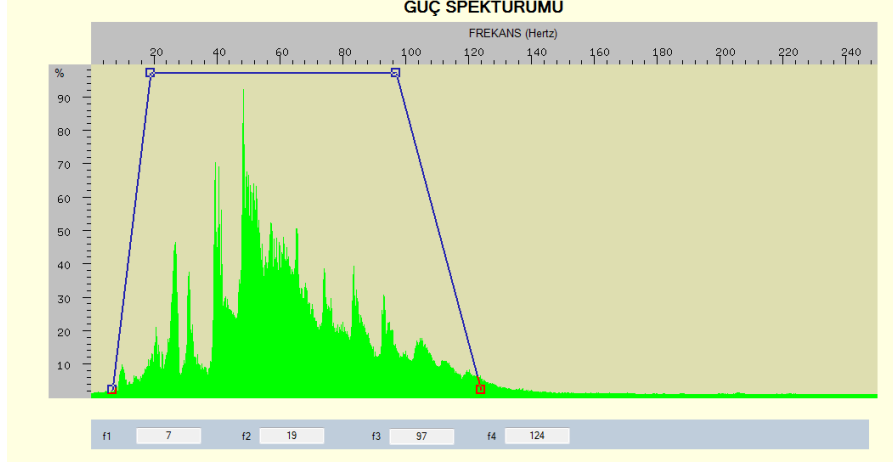
(7) Bir sonraki izin genlik değerleri giriş verisi olarak alınır ve işlemler (3) numaradan itibaren tekrarlanır.

(8) Bir atışa ait bütün izler için kaydedilen genlik ve faz değerleri toplanır ve grafik haline getirilir (şekil 5.26).




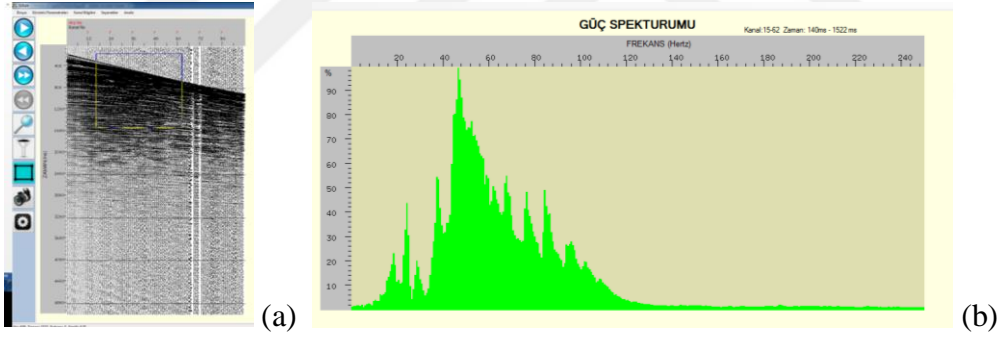
şekil 5.26: Sismik izin genlik ve faz spektrumu.

Spektral analiz ekranı üzerinden görsel olarak süzgeç tasarlamak mümkündür.  butonuna basıldığında süzgeç operatörü genlik spektrumu grafiği üzerine gelir. Fare yardımı ile süzgeç operatörü köşelerinden tutularak istenilen süzgeç şekline getirilebilir. Bu süzgeç operatörüne ait 4 köşe frekans değerleri panelin hemen altında verilmektedir (şekil 5.27).



Şekil 5.27: Görsel olarak süzgeç tasarımı.

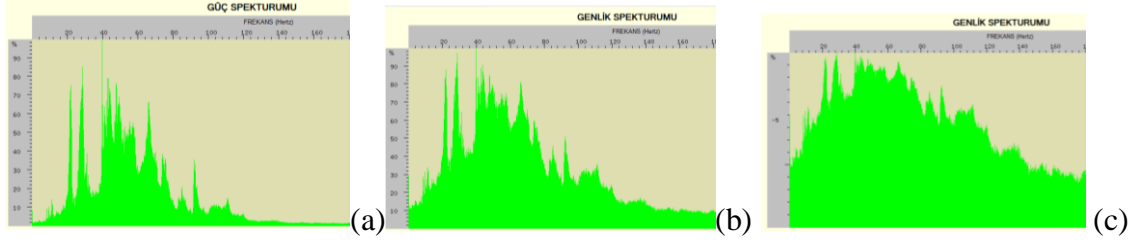
Analiz sekmesi altından *Tek Kanal*, *Çoklu Kanal* veya *Alan* seçenekleri ile verinin farklı bölgelerinin genlik spektrumlarına bakmak mümkündür. Analiz kısmından bu üç seçenektan biri seçilir ve  butonuna basılarak veri üzerinden fare yardımı ile istenilen kanal veya alan seçimi gerçekleştirilir. Seçilen bölgeye ait bilgiler spektrum sayfasının sağ üst köşesinde belirtilir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28: (a) Belirli bir alan seçimi (b) Seçilen alanın genlik spektrumu.

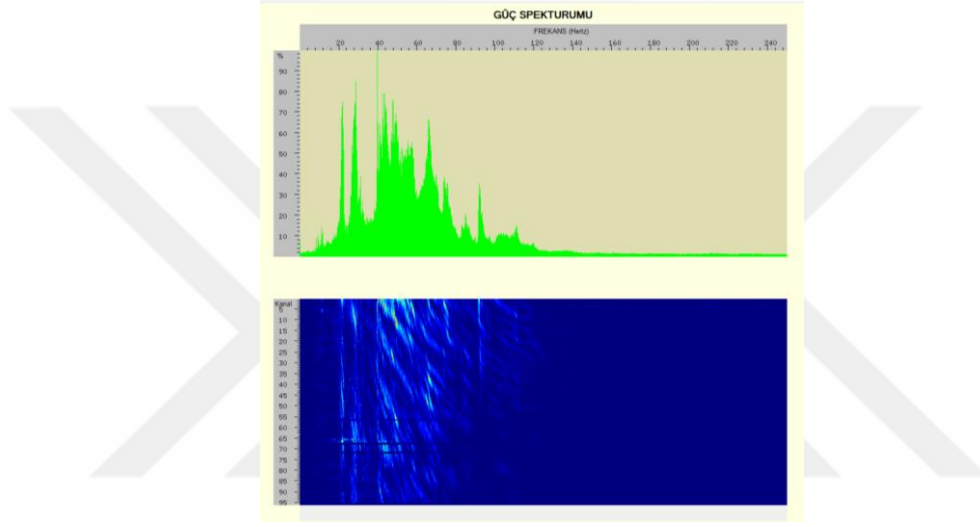
Yazılım üzerinden genlik spektrumunu 3 farklı şekilde gözlemlemek mümkündür (Şekil 5.29).

- Genlik spektrumunu her izin genlik spektrumunun toplanması ile elde edilir.
- Güç spektrumunu, elde edilen genlik spektrumunun her noktaya ait karesi alınarak elde edilir.
- Desibel, logaritmik ve boyutsuz bir birim olup belirli referansa göre oranı belirtir.



Şekil 5.29: (a) Güç spektrumu (b) Genlik spektrumu (c) Desibel.

Ayarlar bölümünden Kanal/Genlik haritası sekmesi seçilerek sağ alt panelde her kanala ait genlik bilgisinin gözlemlendiği iki boyutlu haritaya ulaşılabilir (Şekil 5.30).

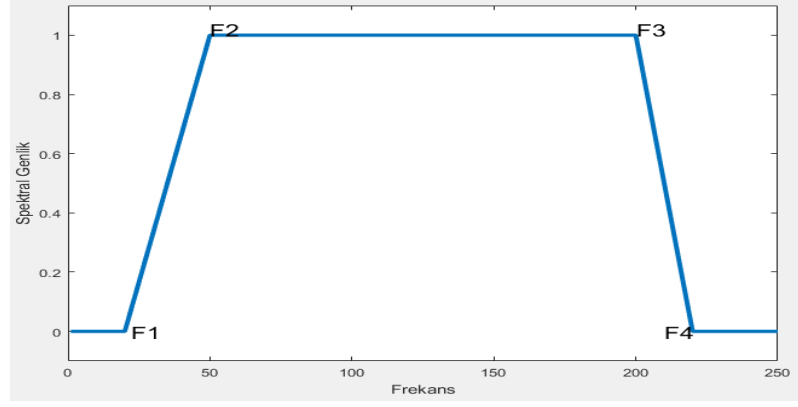


Şekil 5.30: Genlik spektrumu ve kanallara göre dağılım haritası.

5.6.3 Süzgeç tasarımı

Bantgeçişli süzgeçleme için kullanıcı tarafından bir süzgeç penceresi tasarlanmaktadır. Frekans ortamında tasarlanan bu pencere 4 adet parametre ile oluşturulur ve bu parametrelere yazılım içinde F1,F2,F3,F4 isimleri verilmiştir. Bu dört parametrenin birimleri Hertz olarak tanımlanmıştır.

- F1 konik bölgenin düşük frekans bandı ucundaki değeri belirtir. Bu değerden önceki bütün frekans değerleri sıfırlanır.
- F2 bandın düşük frekans ucundaki kesim frekansını belirtir.
- F3 bandın yüksek frekans ucundaki kesim frekansını belirtir.
- F4 konik bölgenin yüksek frekans bandı ucundaki değeri belirtir. Bu değerden sonraki bütün frekans değerleri sıfırlanır (Şekil 5.31).



Şekil 5.31: Süzgeç Tasarım Parametreleri

Farklı amaçlara uygun olarak yazılım üzerinden üç farklı pencere tipi seçmek mümkündür (Şekil 5.32). Bu pencere türleri genlik spektrumlarına farklı şekillerde etki etmektedir (Patil, 2015).

Hann penceresi, toplam veri sayısı (M) olmak üzere Denklem 5.9'da tanımlanmıştır.

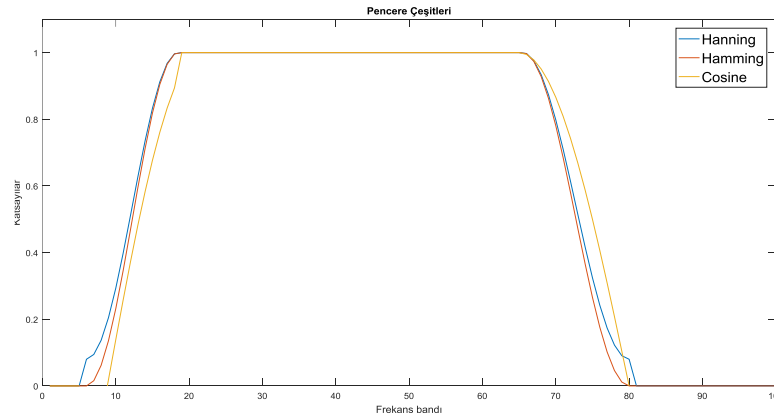
$$w(n) = 0.5 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right) \quad 0 < n < M-1 \quad (5.9)$$

Hamming penceresi, Hann penceresi için kullanılan formülden türetilmiştir ve Denklem 5.10'da gösterilmektedir. (Poularikas, 1999)

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right) \quad 0 < n < M-1 \quad (5.10)$$

Cosine penceresi, denklem 5.11'de tanımlanmıştır.

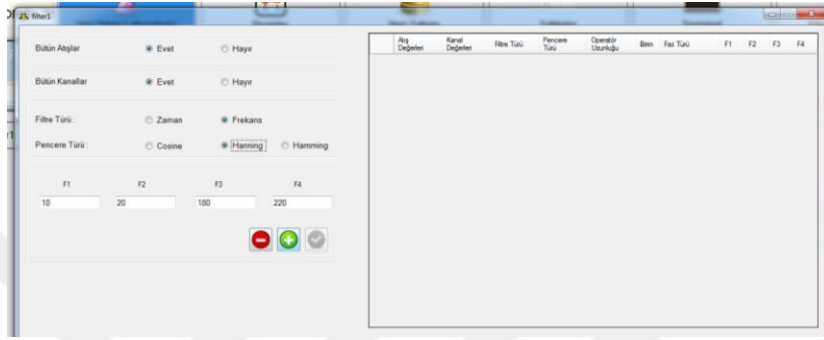
$$w(n) = \cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right) \quad 0 < n < \Pi/2 \quad (5.11)$$



Şekil 5.32: Farklı süzgeç pencerelerinin genlik spektrumuna etkisi

5.6.4 Frekans ortamında süzgeçleme

Frekans alanlı süzgeçleme izin genlik spektrumunun süzgeç operatörü ile çarpılmasını içerir (Yılmaz, 2001). Yazılım üzerinden Süzgeç->Bant Geçişli Süzgeçleme sekmeleri takip edilerek *F-BPF* modülü çağırılır. Bu modül üzerinden parametre tablosu oluşturulur. Süzgeç türü olarak Frekans seçildikten sonra pencere türü ve daha önceden belirlenmiş frekans aralıkları sisteme tanıtılır. Parametre tablosu üzerinden bütün veriye aynı parametreler uygulanacağı gibi, farklı kanal ve atış kombinasyonlarına farklı parametreler uygulanabilir (Şekil 5.33).

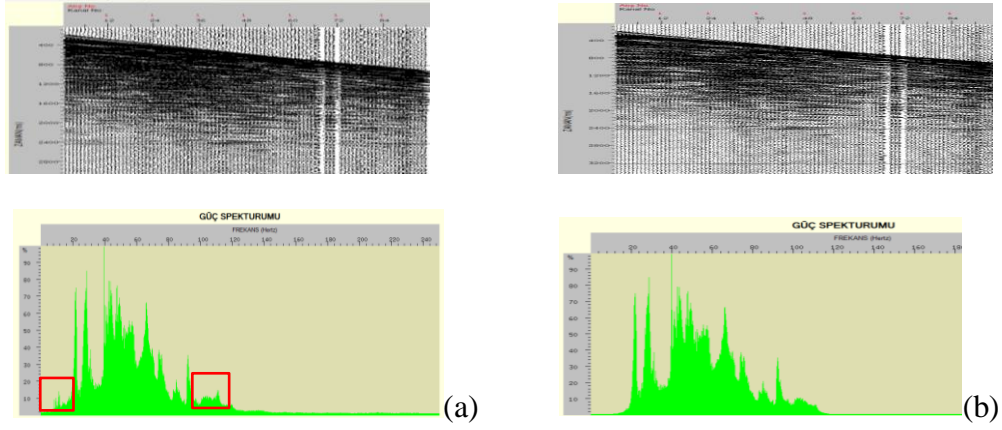


Şekil 5.33: Frekans ortamı süzgeç uygulaması için parametre seçimi.

Frekans ortamı süzgeçleme işlemi yazılım üzerinden aşağıdaki işlem adımları takip edilerek uygulanır.

- (1) Giriş sismik verisinin fourier dönüşümü alınarak sanal ve gerçel bileşenleri ve genlik spektrumunu elde edilir.
- (2) Kullanıcının belirlediği köşe parametreleri ve pencereye uygun olarak süzgeç tasarlanır.
- (3) Tasarlanan süzgeç ile giriş verisinin genlik spektrumunu çarpılarak süzgeçlenmiş genlik spektrumunu elde edilir. Faz spektrumunu ise aynen korunur.
- (4) Frekans ortamında elde edilen süzgeçlenmiş genlik spektrumunu ters fourier işlemine sokulur ve süzgeçlenmiş çıkış sismik verisi elde edilir.

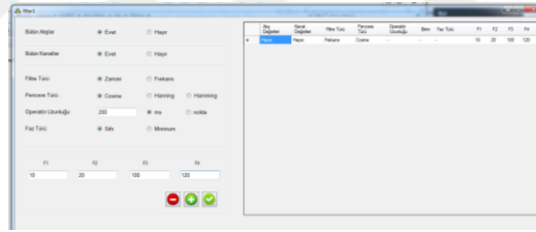
Yapılan örnek çalışmada süzgeç spektrumunun köşe noktaları 10,20,100,120 olarak seçilmiştir. Uygulamanın ardından verinin genlik spektrumları karşılaştırıldığında 10 Hz değerinden düşük ve 120 Hz değerinden yüksek frekansların sıfırlandığı 10-20 Hz ve 100-120 Hz frekans bandında ise pencere türüne bağlı olarak genlik spektrumunun yumuşatıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.34).



Şekil 5.34: (a) Süzgeç öncesi (b) süzgeç sonrası sismik veri ve genlik spektrumları.

5.6.5 Zaman ortamında süzgeçleme:

Zaman ortamında süzgeçleme işlemi, süzgeç operatörünün giriş verisi ile konvolusyona sokulması durumudur (Yılmaz, 2001). Yazılım üzerinden çağırılan parametre tablosunda süzgeç türü olarak *Zaman* seçilir. Frekans ortamında süzgeçleme işleminden farklı olarak sisteme milisaniye veya nokta olarak *Operatör Uzunluğu* ve *Faz Türü* bilgileri girilmelidir (Şekil 5.35).



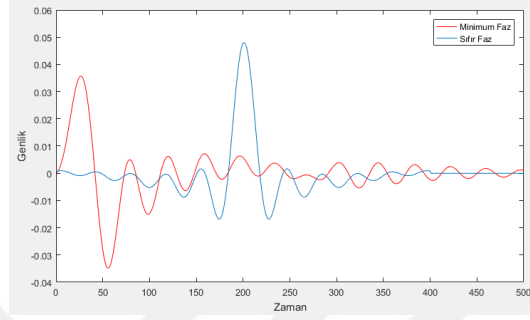
Şekil 5.35: Zaman ortamı süzgeç uygulaması için parametre seçimi

Yazılım üzerinden zaman ortamında süzgeçleme seçilen kanallara aşağıdaki işlem adımları takip edilerek uygulanır.

- (1) Kullanıcının belirlediği köşe parametreleri ve pencere türüne bağlı olarak frekans ortamında süzgeç tasarlanır. Tasarlanan bu süzgeç ters fourier dönüşümü ile zaman ortamına geçirilir.
- (2) Zaman ortamına geçirilen süzgeç operatörü girilen operatör uzunluğuna bağlı olarak sıfır fazlı tasarlanır. Faz türünün minimum seçilmesi durumunda sıfır fazlı oluşturulan süzgeç operatörünün minimum fazlı eşdeğeri Kolmogoroff methodu kullanılarak hesaplanır (Claerbout, 1976). Sıfır fazlı süzgeç operatöründe sıfırdan önce de genlik değeri bulunurken minimum fazlı operatörde enerji ön kısımda toplanmıştır (Şekil 5.36).

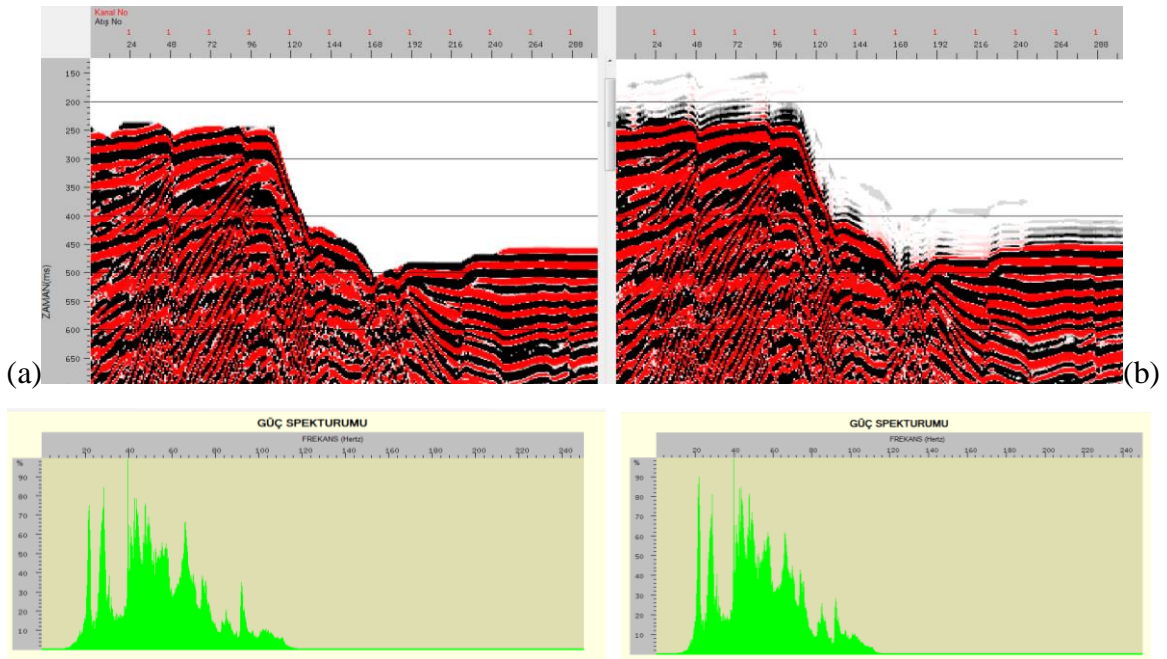
(3) Süzgeç operatörü giriş sismik verisi ile zaman ortamında konvolüsyona sokulur ve çıkış verisi elde edilir.

Operatör uzunluğu program üzerinden nokta veya milisaniye birimleri ile seçilebilir. Operatör uzunluğunun artması istenilen genlik sepketumuna yaklaşmak anlamına gelmektedir, ancak operatörün çok uzun seçilmesi konvolüsyon işlemini uzatacağından zaman açısından ekonomik değildir.



Şekil 5.36: Sıfır fazlı ve minimum fazlı süzgeç operatörü.

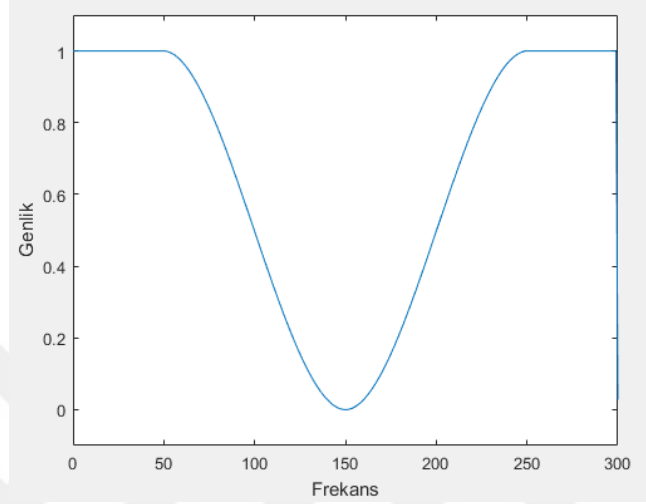
Yapılan örnek çalışmada süzgeç köşe parametreleri 10,20,100,120 ve operatör uzunluğu 200 milisaniye olarak sabit alınmış, sıfır ve minimum fazlı çıkış verileri karşılaştırılmıştır (Şekil 5.37). Sıfır fazlı sinyallerin 0 zamanından önce genlik değeri bulunması veride sıfır faz süzgeç etkisi oluşturmaktadır. (Dondurur, 2009) Her iki verinin genlik spektrumlarına bakıldığında ise 10 Hz öncesi ve 120 Hz sonrasındaki frekans değerlerinin sıfırlandığı ve her iki genlik spektrumunun da örtüştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 5.37: (a) Minimum faz ve (b) Sıfır faz süzgeç sonuçları ve sıfır faz etkisi.

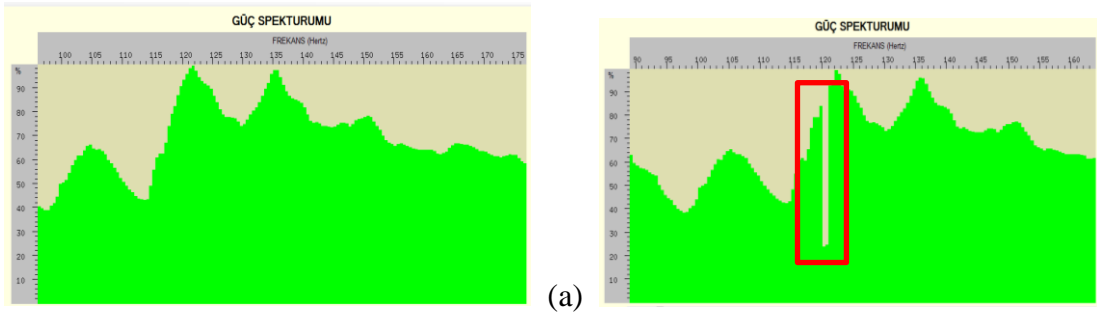
5.6.6 Notch (Çentik) süzgeçleme

Dijital çentik süzgeçleri, dijital sinyallerdeki istenmeyen sinüzoidal veya dar bantlı girişimleri ortadan kaldırmak veya bastırmak için kullanılır (Wang ve diğ, 2017). Çentik süzgeçleme bant durdurucu özellikli bir süzgeç türü olup sadece belirli bir frekans değerini sıfırlamak için kullanılır (Şekil 5.38).



Şekil 5.38: Çentik süzgeç süzgeç operatörü.

Yazılım üzerinden *Süzgeç->Çentik Süzgeçleme* sekmeleri takip edilerek *F-NTH* modülü çağırılır. Bu modül üzerinden açılan tabloda çentik süzgeç için gerekli frekans değeri ve süzgeçnin uygulanması istenilen kanallar seçilir. Sismik giriş verisi hızlı Fourier dönüşümü ile frekans ortamına taşınır. İstenilen frekans değeri sıfırlanan veri ters Fourier dönüşümü ile zaman ortamına taşınır ve çıkış sismik verisi elde edilir. Yapılan örnek çalışmada 120 Hz için çentik süzgeç uygulanmış, giriş ve çıkış verisinin genlik spektrumları karşılaştırılmıştır (Şekil 5.39).



(b)

Şekil 5.39: Süzgeç öncesi (a) ve süzgeç sonrası (b) verinin genlik spektrumlarının karşılaştırılması.

5.7 F-K Eğim Süzgeci

5.7.1 İki boyutlu Fourier dönüşümü

Bir boyutlu Fourier dönüşümü ile giriş izi sadece zamana bağımlı olmak ile birlikte, gerçek bir sismik veri hem zamana hem de uzaklığa bağımlıdır. (Dondurur, 2009) 2 Boyutlu Fourier dönüşümü, çok kanallı işlemlerin hem analizi hem de uygulanması için bir temeldir (Yılmaz, 2001).

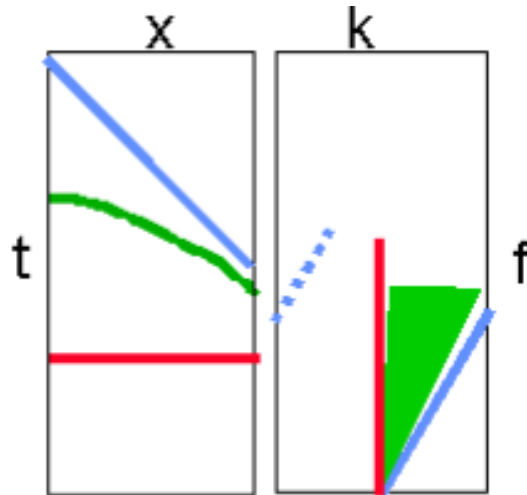
Zaman ve uzaklık bağımlı bir $f(x,t)$ fonksiyonunun 2 boyutlu Fourier dönüşümü denklem 5.12'de verilmiştir.

$$\mathfrak{F}(f(x,t)) = F(k,\omega) = \iint f(x,t)e^{-i(kx-\omega t)} dxdt \quad (5.12)$$

Bu işlem ile frekans dalgasayısı ortamına aktarılan giriş verisi, denklem 5.13'de verilen 2 boyutlu ters Fourier dönüşümü ile tekrar zaman uzaklık ortamına taşınır.

$$\mathfrak{F}(F(k,\omega)) = f(x,t) = \iint F(k,\omega)e^{i(kx-\omega t)} dkd\omega \quad (5.13)$$

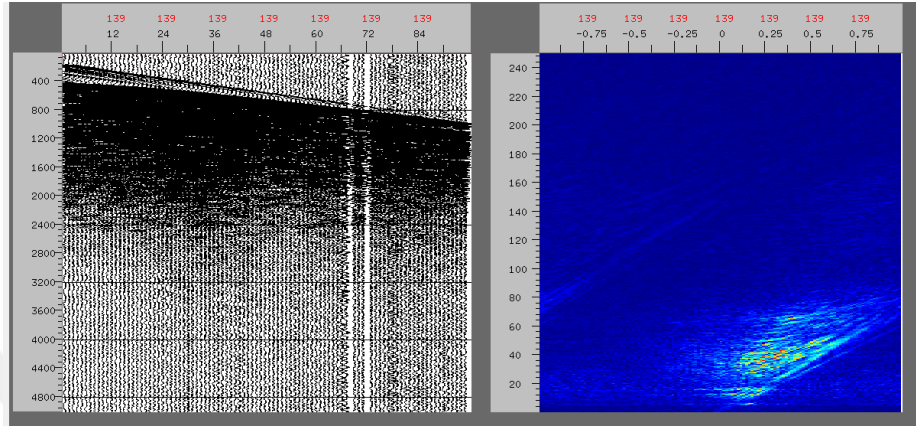
Sismik giriş verilerinin 2 boyutlu Fourier dönüşümü için, 1 boyutlu hızlı Fourier dönüşümünden yararlanılır. İlk olarak zaman üzerinden hızlı Fourier dönüşümü alınır ve elde edilen dönüşüm uzaklık üzerinden tekrar Fourier dönüşümüne sokularak frekans dalgasayısı (f-k) ortamına geçilir. Zaman ortamında farklı eğime sahip olaylar frekans dalgasayısı ortamında farklı bölgelerde gözlemlenirler (Şekil 5.40).



Şekil 5.40: Zaman ortamında farklı eğimli olayların f-k ortamında gösterimi.

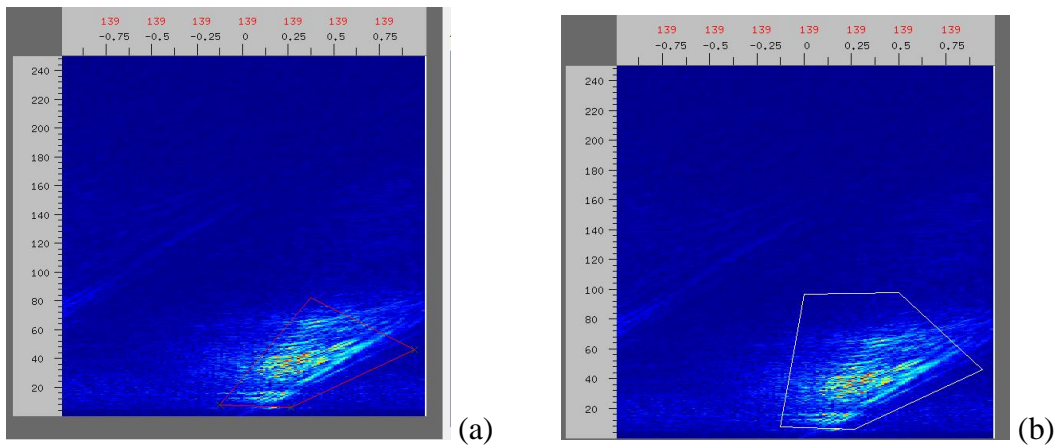
5.7.2 F-K spekturum ekranı

Yazılım üzerinden *Süzgeç->FK Süzgeç Dizaynı* sekmeleri takip edilerek *FKDSG* modülü çağırılır. Oluşturulacak poligonların kaydedilmesi için modül üzerinden bir tablo ismi belirlenir. Sismik giriş verisinin seçilmesinin ardından iş dosyası çalıştırılarak f-k spekturum ekranına ulaşılır (Şekil 5.41).



Şekil 5.41: Sismik giriş verisi ve f-k spekturumu.

Sismik verinin 2 boyutlu Fourier dönüşümü alındıktan sonra panelin sağ tarafı negatif sol tarafı ise pozitif olacak şekilde dizayn edilmiştir. Kullanıcı farenin sol tuşunu kullanarak f-k spekturumu üzerinden veride tutmak istediği alanı bir poligon içerisine alır ve poligon işlemi sona erdikten sonra farenin sol tuşuna çift tıklayarak poligonu kaydeder. Kaydedilmiş poligon beyaz renkte gösterilir (Şekil 5.42). Kullanıcı istediği atış gruplarına aynı işlemi tekrarlar ve kaydet tuşuna basarak tablo oluşturma işlemini sonlandırır.



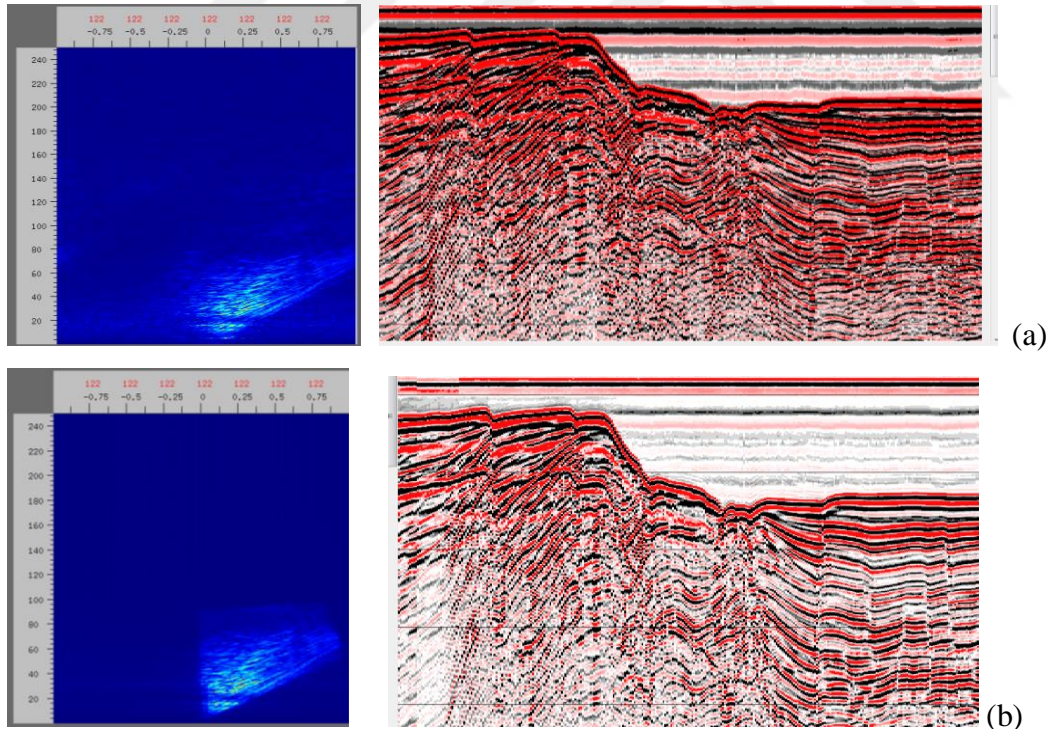
Şekil 5.42: f-k Spekturumu üzerinden (a) poligon çizilmesi ve (b) poligonun kaydedilmesi.

5.7.3 F-K Eğim Süzgeci Uygulaması

Bu sismik veri işlem aşamasının gerçekleştirilmesi için aşağıdaki işlem sırası takip edilmiştir.

- (1) Giriş verisinin önce zaman ortamına bağlı hızlı Fourier dönüşümü elde edilir ve daha sonra elde edilen dönüşümün uzaklığa bağlı Fourier dönüşümü alınır.
- (2) Elde edilen frekans dalgasayısı ortamındaki veri negatif panel solda pozitif panel sağda kalacak şekilde kaydırılır.
- (3) Kullanıcının belirlediği poligonun dışında kalan kısım sıfır ile çarpılarak atılacak alanların sıfırlanma işlemi tamamlanmış olur.
- (4) Ters Fourier işlemi iki kez tekrar edildikten sonra zaman uzaklık ortamına dönülmüş olarak işlem sonlanır.

Yazılım üzerinden *Süzgeç->FK Süzgeç* sekmeleri takip edilerek *FKFLT* modülü çağırılır. Bu modül üzerinden f-k için oluşturulan poligon tablosu sisteme tanıtılır. Sismik giriş ve çıkış verisi seçildikten sonra işlem başlatılır ve kullanıcının program üzerinden belirlediği poligonlar interpolasyon ile bütün veriye uygulanır (Şekil 5.43). Örnek çalışma sonucunda çıkış verisi için f-k spektrumunu gözlemlenmiş, poligon dışında kalan alanın sıfırlandığı ve veriden atıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.43: Tek kanal (a) Giriş ve(b) çıkış sismik izleri ve bir atış grubuna ait f-k spektrumları.

6. DEKONVOLÜSYON

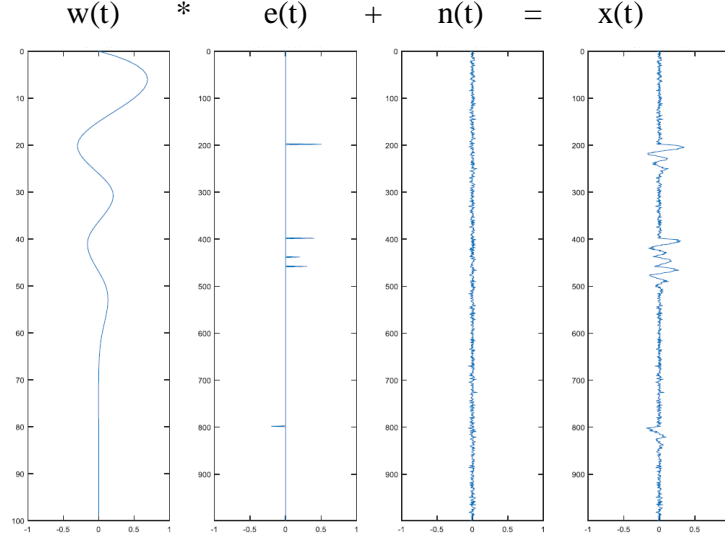
Dekonvolüsyon, sismik dalgacığı sıkıştırır, hayalet ve tekrarlı yansımaları yok ederek zamansal ayrımlılığı artırır (Yılmaz, 2001). Hem atış hem de CDP gruplarına uygulanabilen farklı dekonvolüsyon türleri mevcuttur. Yazılım üzerinden atış gruplarına dekonvolüsyon işlemi uygulanabilmektedir. Sismik kaynağın etkisini yok ederek yer yansıma katsayılarının elde edilmesi amaçlayan İğnecikleştirme (*spiking*) dekonvolüsyonu ve tekrarlı yansımaların giderilmesi için kullanılan Kestirim (*predictive*) dekonvolüsyonu en sık kullanılan dekonvolüsyon türleridir ve hazırlanan bu yazılım tarafından uygulanabilmektedir.

6.1 Konvolüsyon Modeli

Teoride sismik kaynak tarafından üretilen sismik dalgacık yer içindeki yansıma yüzeyleri ile konvolüsyon işlemine girerek sismogramlara gelir ve sismik izi oluştururlar. Yansıma yüzeyleri akustik empedans farkı olan tabaka sınırlarında bulunurlar. Bu sınırların akustik empedanslarından hesaplanan yansıma katsayılarının oluşturduğu diziye yansıma katsayıları dizisi denir (Dondurur, 2009). Akustik empedans tabakanın hızı ve yoğunluğunun çarpımına eşittir. Akustik empedans farkının yüksek olduğu iki tabakanın arasındaki sınır sismogramlarda yüksek genlikli değerlere karşılık gelmektedir. Matematiksel olarak sismograma gelen bir kayıt denklem 6.1'de tanımlanmıştır.

$$x(t) = w(t) * e(t) + n(t) \quad (6.1)$$

Burada $x(t)$ kaydedilen sismogram, $w(t)$ sismik dalgacık, $e(t)$ yansıma katsayısı serileri ve $n(t)$ ise gelişigüzel gürültüyü temsil etmektedir. Bu denklemde sadece kaydedilen sismogram bilinmektedir. Dekonvolüsyonun temel amacı, belirli ön koşulları kabul ederek kaydedilen sismogramdan yansıma katsayıları serilerini hesaplamaktır. Konvolüsyon model yansıma katsayıları ile sismik dalgacığı konvolüsyona sokma ve üzerine gelişigüzel gürültü ekleyerek sentetik veri oluşturma işlemidir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: Konvolüsyon model ile sentetik histogram elde edilmesi.

6.2 Kestirim (Predictive) Dekonvolüsyonu

Kestirim(predictive) dekonvolüsyonu, $x(t)$ giriş izinin $x(t+a)$ gelecek zamanındaki değerinin kestirilmeye çalışılması işlemidir. Burada a değeri kestirim uzaklığı olarak adlandırılır.

Kestirim süzgeci b denklem 6.2'de gösterilen bağıntı ile elde edilir. (Peacock and Tretel, 1969). Burada giriş izi $x(t)$ 'nin özilişkisi r , operatör uzunluğu n , kestirim uzaklığı a olarak tanımlanmıştır.

$$\begin{matrix} & A & * & B & = & C \\ \left[\begin{array}{cccccccc} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-1} \\ r_1 & r_2 & r_3 & r_4 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-2} \\ r_2 & r_3 & r_4 & r_5 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & r_{n-4} & \cdot & \cdot & \cdot & r_0 \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n-1} \end{array} \right] & = & \left[\begin{array}{c} r_a \\ r_{a+1} \\ r_{a+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ r_{a+n-1} \end{array} \right] \end{matrix} \quad (6.2)$$

Matematiksel olarak A kare matrisinin tersini almak ve C matrisi ile çarparak B matrisi elde etmek mümkündür, ancak bu durum zaman açısından oldukça pahalı bir işlemdir. Burada belirtilen A matrisi *Taoplitz* ismi verilen özel bir matristir ve denklem Levinson-Durbin algoritması ile matrisin tersi alınmadan daha hızlı şekilde çözülebilmektedir. (Silvia ve Robinson, 1979) Kullanıcı tarafından belirlenen operatör uzunluğu (n) ve kestirim uzaklığı (a) parametreleri kullanılarak aşağıdaki işlem adımları takip edilir ve çıkış verisi elde edilir

- (1) Giriş verisinin $n+a$ uzunluğundaki özilişkisi hesaplanır ve r dizisi olarak tanımlanır.
- (2) r dizisi üzerinden denklem 6.2'de belirtilen A kare matrisi tanımlanır.
 $(r_0, r_1, r_2, r_3 \dots r_{n-1})$
- (3) r dizisi üzerinden denklem 6.3'de belirtilen C matrisi tanımlanır.
 $(r_a, r_{a+1}, r_{a+2}, r_{a+3} \dots r_{a+n-1})$
- (4) Elde edilen A ve C matrisleri Levinson-Durbin algoritmasında kullanılarak kestirim süzgeci elde edilir.
 $(b_0, b_1, b_2, b_3 \dots b_{n-1})$
- (5) Kestirim süzgeci kullanılarak kestirim hata süzgeçsi elde edilir.
 $(1, \underbrace{0, \dots, 0}_{(\alpha-1)}, -b_0, -b_1, -b_2, -b_3, \dots -b_{n-1})$
- (6) Elde edilen kestirim hata süzgeçsi giriş izi ile konvolüsyona sokulur ve çıkış verisi elde edilir.

6.2.1 Operatör uzunluğu

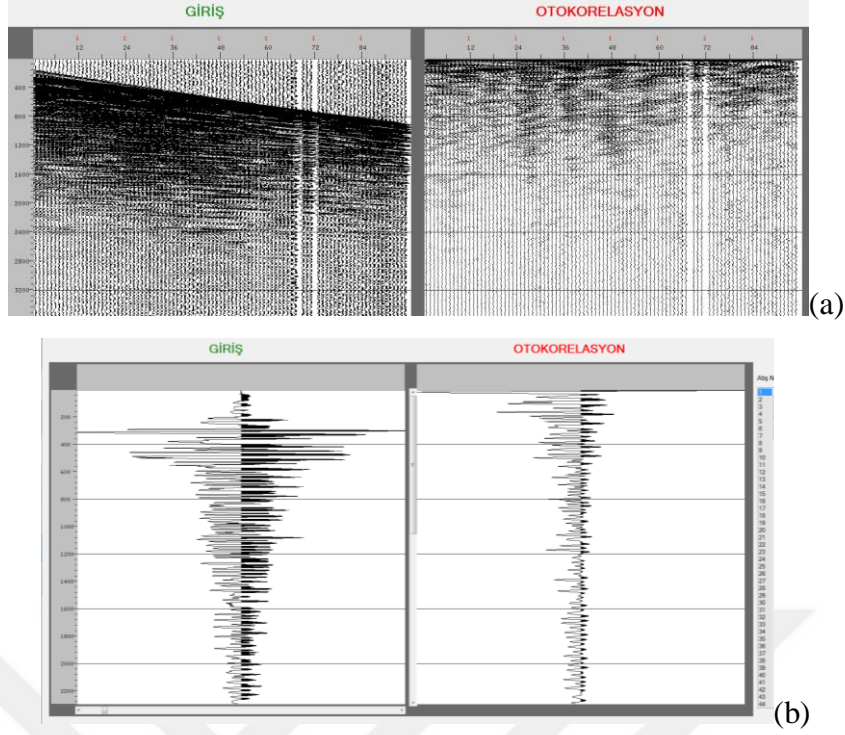
Operatör uzunluğu dekonvolüsyon işleminin en önemli parametrelerinden biridir. Kaydedilen izin öz ilişkisi, dalgacık özilişkisinin özelliklerine sahiptir ve bu benzerlik öz ilişkinin ilk geçici zonu için geçerlidir (Yılmaz, 2001). Pratikte operatör uzunluğuna karar verilirken birden fazla atış grubunun özilişki hesaplamaları dikkate alınmalıdır.

6.2.2 Kestirim uzaklığı

Kestirim uzaklığı, kestirim dekonvolüsyonu için en önemli parametredir ve tekrarlı yansımaların bastırılması için kullanılır. Uygun kestirim uzaklığının seçilebilmesi için giriş verisinin özilişkisi incelenmelidir. Özilişkinin sıfır eksenini birinci veya ikinci kesme zamanı, zamansal ayrımlılığı arttırmak için kestirim uzaklığı olarak seçilir. Kestirim uzaklığının örnekleme aralığına eşit seçilmesi durumunda iğnecikleştirme dekonvolüsyonu uygulanmış olmaktadır (Yılmaz, 2001).

6.2.3 Özilişki ekranı

Kestirim dekonvolüsyonu parametre seçimi yapılabilmesi için giriş izinin özilişkisinin incelenmesi gerekmektedir. Bu işlem için yazılım üzerinden Dekonvolüsyon-> Otokorelasyon adımları takip edilerek istenilen giriş verisinin özilişki görüntüsüne ulaşılabilmektedir. Parametrelerin yüksek doğrulukla belirlenebilmesi için öz ilişki paneli üzerinden yakınlaştırma işlemi ile hassas okuma yapılabilir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: (a) Giriş izi ve özilişki ekranı(b) yakınlştırma işlemi sonrası panel görüntüsü.

6.3 İğnecikleştirme (Spiking) Dekonvolüsyonu

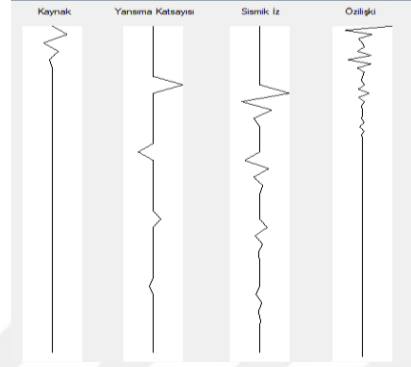
İğnecikleştirme (spiking) dekonvolüsyonunun temel amacı, kaynak dalgacığı sıkıştırarak bir iğnecik haline getirmeye çalışmaktır. İstatiksel dekonvolüsyon uygulaması için Wiener İğnecikleştirme dekonvolüsyonu denklem takımı denklem 6.3’de verilmiştir. Burada giriş izinin özilişkisi r kullanılarak A matrisi ve istenilen iğnecik çıktı $(1,0,0,0\dots)$ C matrisi olarak tanımlanmıştır.

$$\begin{matrix} & A & * & B & = & C \\ \left[\begin{array}{cccccccc} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-1} \\ r_1 & r_2 & r_3 & r_4 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-2} \\ r_2 & r_3 & r_4 & r_5 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{n-1} & r_{n-2} & r_{n-3} & r_{n-4} & \cdot & \cdot & \cdot & r_0 \end{array} \right] & \left[\begin{array}{c} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n-1} \end{array} \right] & = & \left[\begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \end{array} \right] \end{matrix} \quad (6.3)$$

Levinson yöntemi ile Wiener süzgeci olarak B matrisi hesaplanır ve elde edilen süzgeç giriş verisi ile konvolüsyona sokularak çıkış verisi elde edilir (Claerbout,1976).

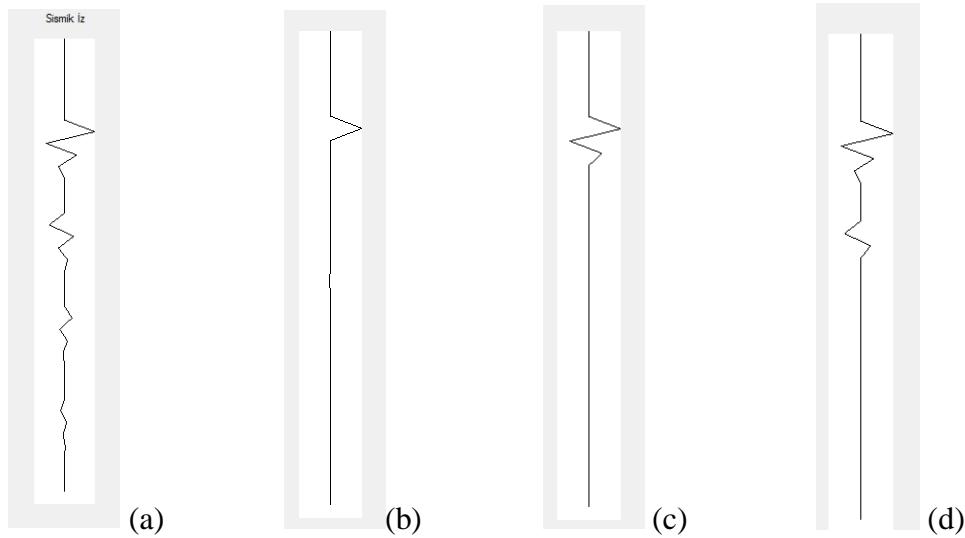
6.4 Dekonvolüsyon Test Aşaması

Oluşturulan algoritmaların test işlemleri için sentetik bir sismik iz tasarlanmıştır. Minimum fazlı sismik dalgacık ile tekrarlı yansımaları içinde barındıran yansımaya katsayısı dizisi konvolüsyon işlemine sokularak sentetik veri ve verinin özilişki fonksiyonu elde edilmiştir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3: Tekrarlı yansımaları içinde bulunduran sentetik sismik iz.

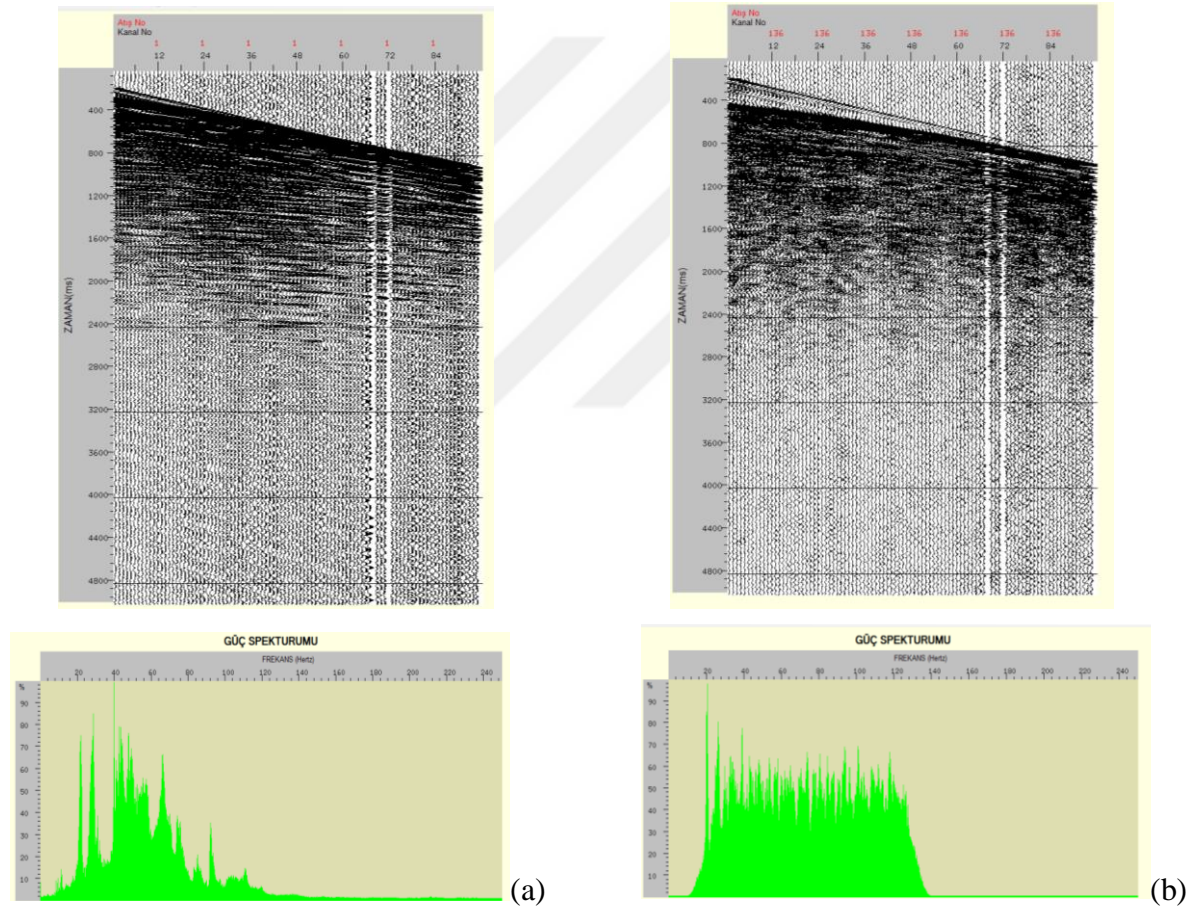
Elde edilen sentetik verinin özilişkisi incelenerek farklı kestirim uzaklığı(a) için çıkış verileri hesaplanmıştır. Kestirim uzaklığı 1 alınarak içnecikleştirme dekonvolüsyonu uygulanmış, sismogramdaki dalgacık etkisi yok edilmiştir. Kestirim uzaklığı 2. kesme zamanı olan 3 olarak seçildiğinde birinci yansımaya paketinin geçtiği, tekrarlı yansımaların ise yok edildiği gözlemlenmiştir. Kestirim uzaklığının 10 seçilmesi durumunda ise birinci yansımaya paketinin yanısıra birinci ve ikinci tekrarlı yansımaların geçtiği gözlemlenmiştir.



Şekil 6.4: (a) Giriş verisi (b) a=1 (c) a=3 (d) a=10 için çıkış verisi.

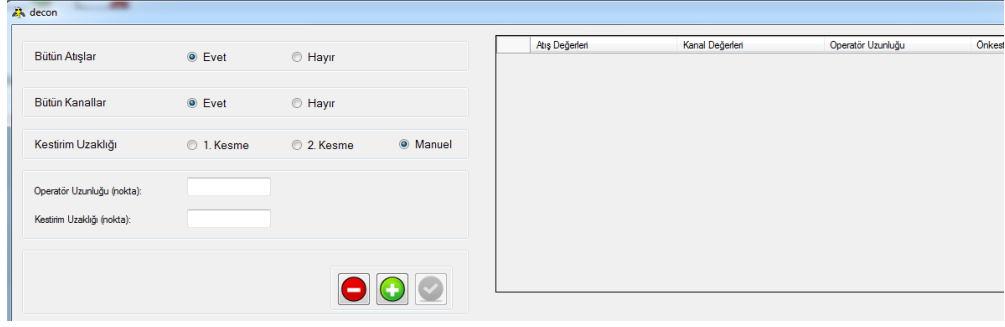
6.5 Dekonvolüsyon Uygulamaları

İğnecikleştirme dekonvolüsyonu için program üzerinden *Dekonvolüsyon->İğnecikleştirme* adımları takip edilerek *D-SPK* modülü çağırılır. Bu modül üzerinden açılan tabloda operatör uzunluğu girilir ve işlem bütün veriye uygulanır. Dekonvolüsyon işlemi sonrasında çıkış verisinin genlik spektrumunu düzleştirdiğinden belirli bantlardaki gürültülerin genlikleri oldukça yükselebilir (Dondurur, 2009). Çıkış verisine bant geçişli süzgeç uygulanarak oluşan bu gürültüler giderilebilmektedir. Yapılan örnek çalışmada giriş ve çıkış verisinin genlik spektrumları karşılaştırıldığında, çıkış verisinin genlik spektrumunun düzleştiği gözlemlenmiştir.



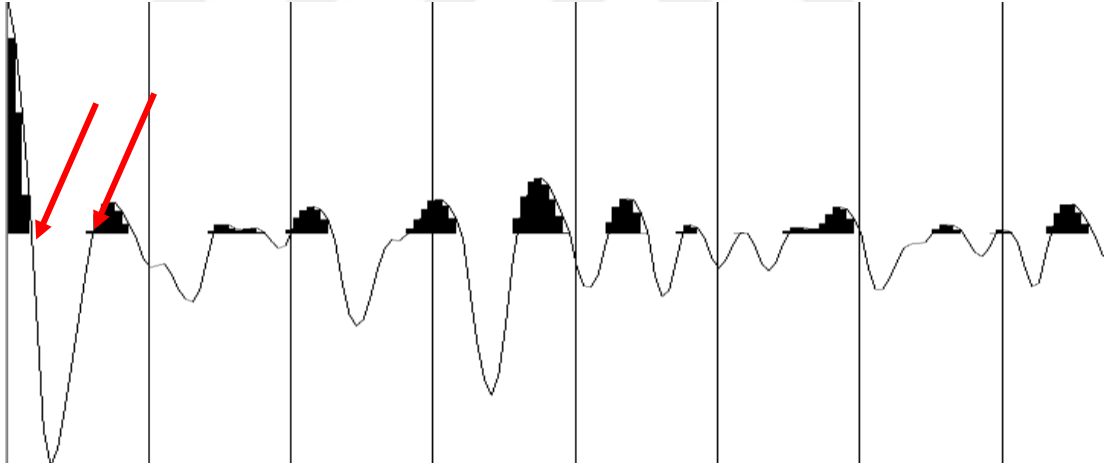
Şekil 6.5: (a) Giriş verisi (b) dekonvolüsyon sonrası çıkış verisi ve genlik spektrumları.

Kestirim dekonvolüsyonu için yazılım üzerinden *Dekonvolüsyon->Kestirim* adımları takip edilerek *D-PRE* modülü çağırılır. Bu modül üzerinden bir tablo ismi seçilerek gerekli parametreler sisteme tanıtılmaktadır (Şekil 6.6).



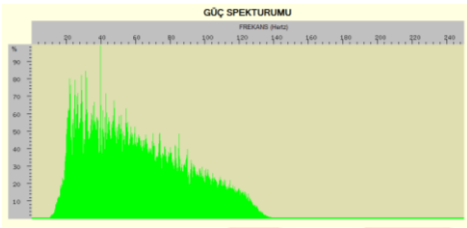
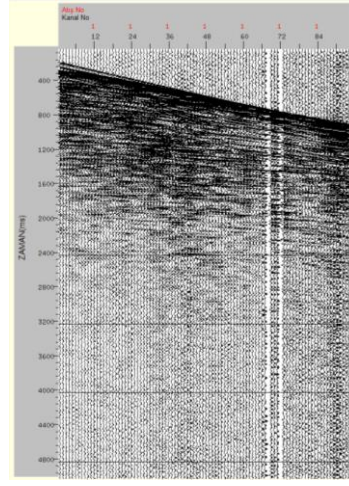
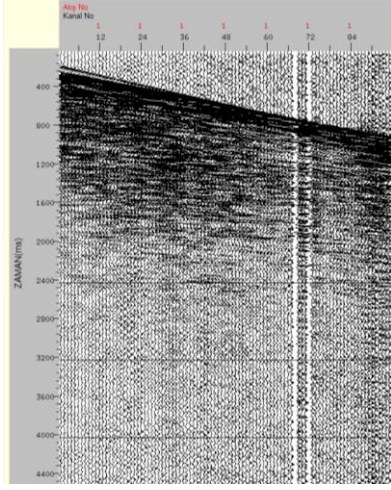
Şekil 6.6: Kestirim dekonvolüsyonu için tablo oluşturma işlemi.

Yazılım üzerinden istenilen kanallara farklı dekonvolüsyon parametreleri uygulanabilmektedir. Kestirim uzaklığı sisteme kullanıcı tarafından girilebileceği gibi, giriş verisinin özilişkisine bağlı olarak seçilebilir. Kestirim Uzaklığı sekmesinden *1. Kesme* seçilmesi durumunda özilişki fonksiyonunun sıfır eksenini birinci kesme zamanı, *2. Kesme* seçilmesi durumunda ise özilişki fonksiyonunun sıfır eksenini ikinci kesme zamanı yazılım tarafından hesaplanır ve sisteme kestirim uzaklığı olarak tanıtılır (Şekil 6.7).

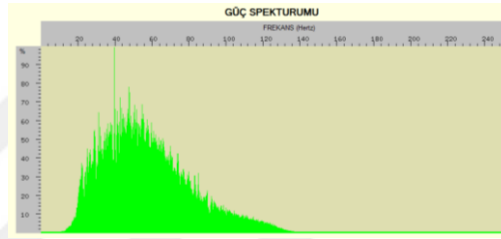


Şekil 6.7: Özilişki fonksiyonunun birinci ve ikinci kesme zamanı.

Yapılan örnek çalışmada operatör uzunluğu sabit olarak 200 ms alınmış, kestirim uzaklığı 1. Kesme ve 2. Kesme olarak seçilerek iki farklı çıkış dosyası elde edilmiştir (Şekil 6.8). Her iki veri için de aynı bant geçişli süzgeç uygulanmıştır. Kestirim uzaklığının 1. Kesme zamanı olarak seçildiği durumda genlik spektrumunun daha fazla düzleştiği gözlemlenmektedir.



(a)



(b)

Şekil6.8: (a)1. Kesme ve (b) 2.Kesme için çıkış verisi ve genlik spektrumları.

7. ORTAK YANSIMA NOKTASI (OYN) SIRALAMA

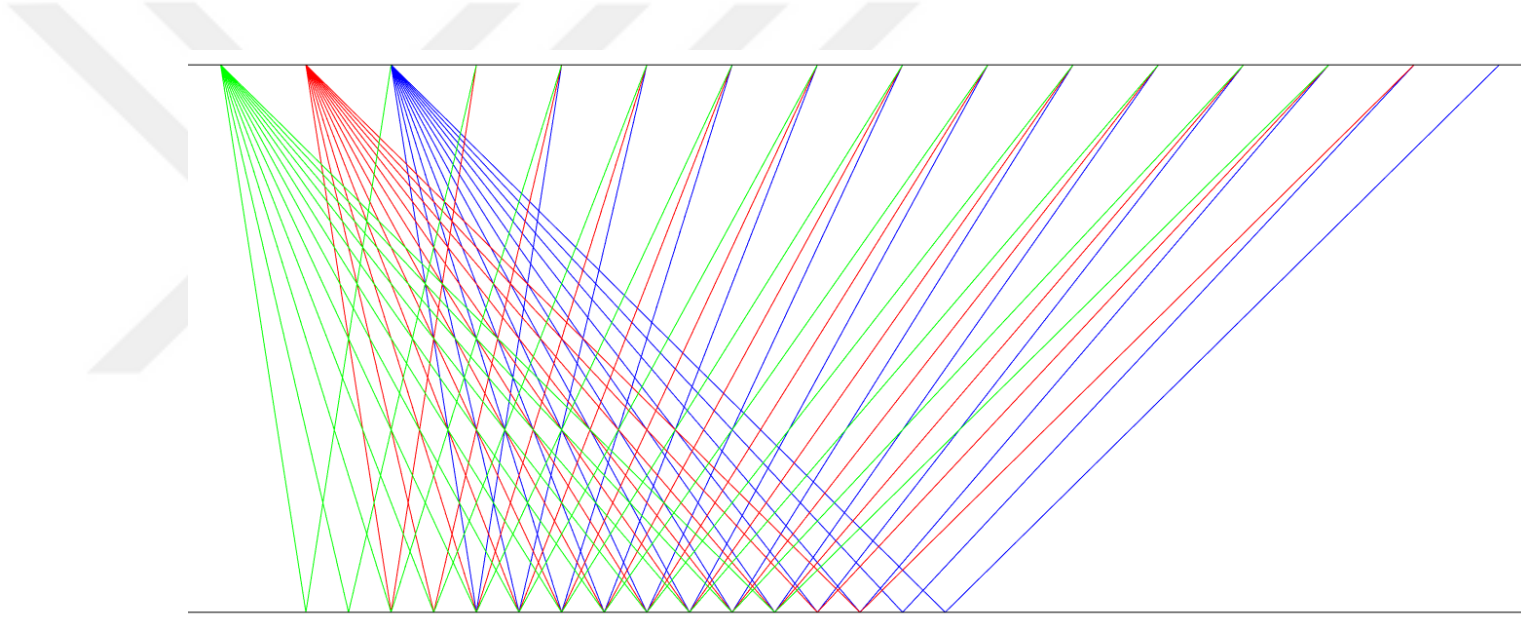
Sismik veri, kaynaktan çıkan dalgacığın alıcılara kaydedilmesi ile atış grupları halinde toplanır. Bir atış grubunda alıcı sayısı kadar sismik iz bulunmaktadır. Daha sonra atış ve alıcı noktalarının konumlarına bağlı olarak her iz atış alıcı koordinatlarının orta noktasına atanır ve bu noktaya Ortak Yansıma Noktası (*Common Depth Point*) ismi verilir ve literatürde OYN(CDP) olarak kısaltılır. Aynı noktadan yansıyan iz gruplarının bir araya getirilmesi işlemine de ortak yansıma noktası sıralama (*CDP sorting*) ismi verilir. Verinin atış gruplarından ortak yansıma gruplarına geçirilmesi sinyal gürültü oranının artırılması için önemli bir veri işlem aşaması olarak değerlendirilir (Yılmaz, 2001).

İki boyutlu sismik veri toplama yönteminde hat boyunca atış aralıkları eşit mesafede kaydırılır ve atış noktası ile ilk alıcı arasındaki mesafe değiştirilmez. Alıcı kablo üzerindeki alıcılar da birbirlerine eşit mesafededir. Bu durumda, OYN periyodik olarak kayar ve bir ortak yansıma noktasına farklı atışların farklı kanallarından gelen bilgiler kaydedilir. Sismik verinin tamamının ortak yansıma noktasına göre sıralandırma işlemi atış ortamından CDP ortamına geçiş olarak tanımlanmaktadır (Şekil 7.1). Aynı noktaya yansıyan izler atış noktasına olan uzaklıklarına göre dizilerek bir ortak OYN grubunu oluştururlar.

Bir OYN grubuna düşebilecek en fazla iz sayısı katlama sayısı (*fold*) olarak tanımlanır ve Denklem 7.1’de tanımlanan formül ile hesaplanır.

$$Fold = \frac{AxB}{2xC} \quad (7.1)$$

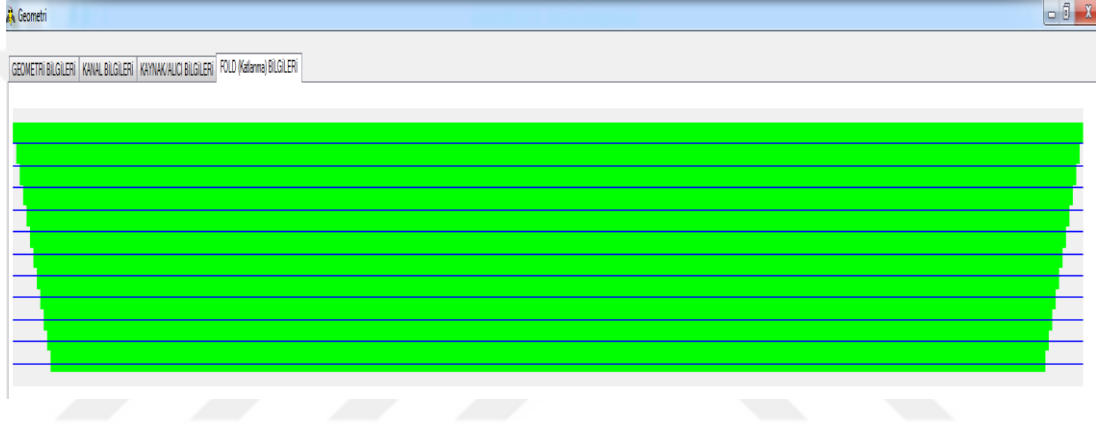
Burada A, B ve C değişkenleri sırasıyla alıcı sayısı, alıcı aralığı ve atış aralığı değerlerini temsil etmektedir.



CDP NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			3	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
					5	6	7	8	9	10	11	12				

Şekil 7.1: Atış ortamından OYN (CDP) ortamına geçiş işleminin şematik gösterimi.

Atış ortamından OYN ortamına geçiş işlemi Şekil 7.1’de gösterilmiştir. Arazide yapılan birinci atış yeşil , ikinci atış kırmızı, üçüncü atış ise mavi renkle temsil edilmiştir. Kanal numaraları ise tablo üzerinde ait olduğu atışın renginde verilmiştir. Her bir OYN grubuna farklı bir atışın farklı bir kanalı gelmektedir. OYN gruplarına düşen iz sayısı başlangıçta düşük olup gittikçe artmakta ve sonlara doğru periyodik olarak tekrar düşmektedir. Toplam OYN sayısına ve her OYN grubuna ait toplam kanal sayısına yazılım üzerinden geometri tanımının yapıldığı tablodan ulaşılabilir (Şekil 7.2).



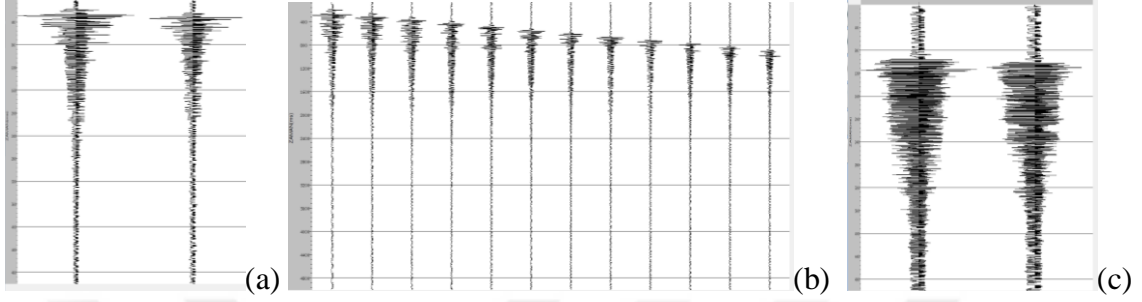
Şekil 7.2: OYN şematik görüntüsüne geometri tanımlama sayfasından ulaşılması.

Yazılım üzerinden *Sort->CDP Sort* adımları takip edilerek *C-SRT* modülü çağırılır. Bu modül geometri bilgilerine ihtiyaç duymaktadır. Geometri tanımlama sırasında oluşturulan .tbl uzantılı geometri tablosu modul içerisinde tanıtılır. Tanıtılan geometri dosyasına uygun olan giriş dosyası çağırılarak çıkış verisi elde edilir. Eğer giriş verisine daha önceden bir geometri tanımı yapıldı ise bu işlemin yapıldığı geometri tablosunun çağırılması gerekmektedir. Giriş verisi ile çıkış verisi karşılaştırıldığında , sismik veri OYN noktasına göre tekrardan sıralandığı için atış sayısının farklı, işleme giren toplam kanal sayısının ise aynı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 7.3).

Veri Seti Adı	Atış Sayısı	Kanal Sayısı	Orr
01raw_data	303	29088	250
02cdp	2512	29088	250

Şekil 7.3: Atış gruplarından OYN gruplarına geçen verinin karşılaştırılması.

Yapılan örnek çalışmada giriş verisi OYN gruplarına göre sıralanmış ve çıkış verisi incelenmiştir. İncelemede 12, 477 ve 2503 numaralı OYN değerleri belirlenmiştir. Beklendiği gibi 12 numaralı OYN değerinde katlanma sayısı 2 olduğu, verinin daha ortasında bulunan 477 numaralı OYN değerinde katlanma sayısı 12 ve verinin sonuna yakın olan 2503 numaralı OYN değerinde ise katlanma sayısının yine 2 sayısına düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 7.4).



Şekil 7.4: (a) 12 (b) 477 ve (c) 2503 numaralı OYN gruplarında katlanma sayısının gösterimi.

8. HIZ ANALİZİ

Farklı sismik hız ve yoğunluğa sahip kayaçlar, tabaka arayüzeylerinden yansıma alınmasını sağlayan akustik empedans değişimini belirlerler. Tabakalar arasındaki yoğunluk değişimi sismik hızlara göre çok daha küçük olduğundan ihmal edilir ve sismik hız sismik yöntemin ana değişkeni kabul edilir (Dondurur, 2009). Sismik yansıma yöntemi ile sismik hızın elde edilmesi temel veri işlem aşamalarından birisidir. Elde edilen sismik hız normal kayma (NMO), yığma ve migrasyon gibi diğer yöntemlerde kullanılır ve yorumlamaya hazır sismik kesit elde edilir.

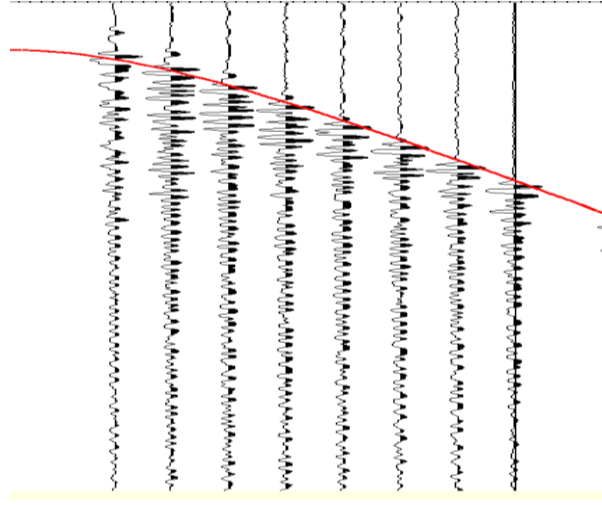
Sismik hızı kontrol eden faktörlerin başında kayaç litolojisi gelmektedir. Ayrıca derinliğe bağlı olarak kayacın üzerindeki basınç artışı sismik hızı etkileyen bir başka faktördür.

8.1 Sismik Hızın Elde Edilmesi

Hız analizi, aynı noktaya yansıyan verilerin kaynak alıcı mesafesinden ötürü farklı varış zamanlarında ulaşmasını temel alarak tabaka hızlarının belirlenmesi işlemidir. Kaynaktan çıkan dalgacığın yansıma yüzeyinden alıcıya ulaşma zamanı $t(x)$, Denklem 8.1’de verilmiştir.

$$t^2(x) = t^2(0) + \frac{x^2}{V^2} \quad (8.1)$$

Denklem 8.1’de çift yol geliş gidiş zamanı (*two way travel time*) $t(0)$, kaynak alıcı arasındaki mesafe x , hız analizinden elde edilen NMO hızı V olarak tanıtılmıştır. Burada kaynak ile alıcı arasındaki mesafe x bilinmekte ve kaynak dalgacığın yansıma yüzeyinden alıcıya ulaşma zamanı $t(x)$ sismik veri üzerinden okunabilmektedir. Denklemdeki diğer iki bilinmeyen başlangıç zamanı $t(0)$ ve hız V kullanıcı tarafından sisteme tanıtılarak yansıma hiperbolü oluşturulur. Hız analizindeki temel amaç, yansıma hiperbolünün yansıma paketine en uygun şekilde oturtulmasını sağlamaktır (Şekil 8.1). Hız analizi işlemi, aynı yansıma noktasından gelen verilerin zaman farkından hesaplandığı için OYN(CDP) gruplarına uygulanmaktadır.



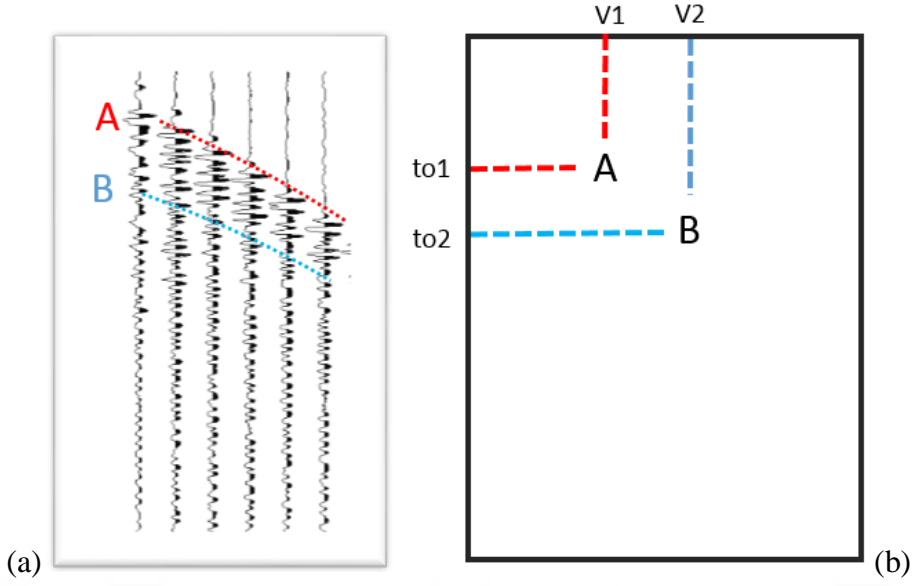
Şekil 8.1: Yansıma hiperbolünün sismik yansıma paketi üzerinde gösterimi.

8.2 Hız Spekturumu

Hız spekturumu, ortak yansıma noktası (OYN) grupları üzerinde hız hesaplama yöntemlerinden biridir. Hız spekturumu ile elde edilen değerler, bir panel vasıtasıyla kullanıcının en uygun sıfır ofset zamanı ve hızı seçmesinde kullanılır. Oluşturulan bu panelin yatay eksenini hız, dikey eksenini ise sıfır ofset zamana karşılık gelmektedir (Taner ve Koehler, 1969).

Hız spekturumu hesaplaması için aşağıdaki işlem adımları takip edilir.

- (1) Sisteme sıfır ofset zaman $t(0)$ ve hız V bilgisi tanıtılır.
- (2) Bu iki bilgi ile birlikte kaynak alıcı arasındaki mesafe x Denklem 8.1'de yerine konarak $t(x)$ hiperbolü teorik olarak elde edilir.
- (3) Teorik olarak oluşturulan hiperbolün sismik izi kestiği noktadaki genlik değerleri bulunur.
- (4) Bu genlik değerleri farklı algoritmalar vasıtasıyla hesaplanarak tek bir semblans değeri elde edilir.
- (5) Elde edilen bu değer hız spekturumu paneline işlenir.
- (6) Bu işlemler periyodik olarak farklı sıfır ofset ve hız değerleri için yapılır ve elde edilen değerler kontrol edilerek hız spekturum kesiti ortaya çıkartılır (Şekil 8.2).

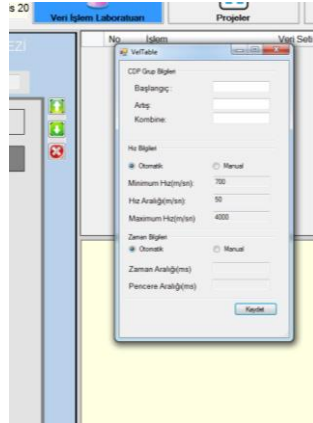


Şekil 8.2: (a) Farklı parametreler için teorik hiperbol (b) hesaplanan değerlerin panele kaydedilmesi.

8.3 Hız Analizi Ekranı

8.3.1 Parametre seçimi

Yazılım üzerinden *Hız->Hız Analizi* adımları takip edilerek *P-VEL* modülü çağırılır. Modül üzerinden bir tablo ismi belirlenir ve gerekli parametrelerin girilmesi istenir (Şekil 8.3).

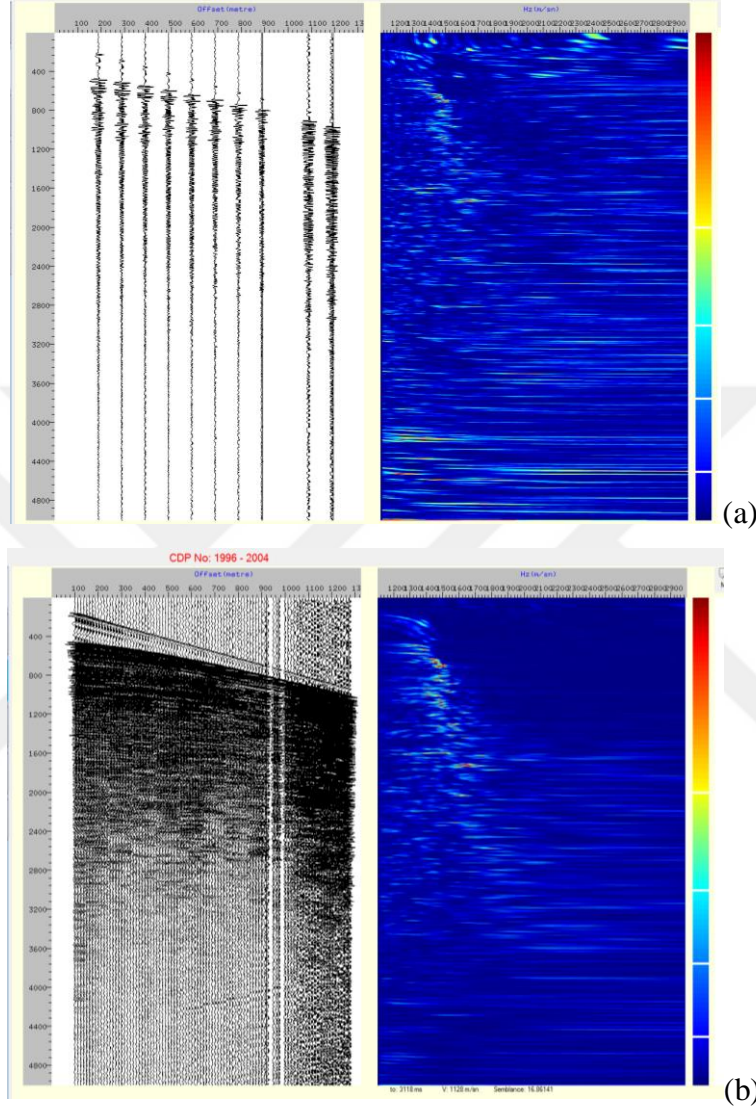


Şekil 8.3: Hız Analiz ekranı parametre sayfası.

CDP Grup Bilgileri sekmesinde üç adet parametre bulunmaktadır.

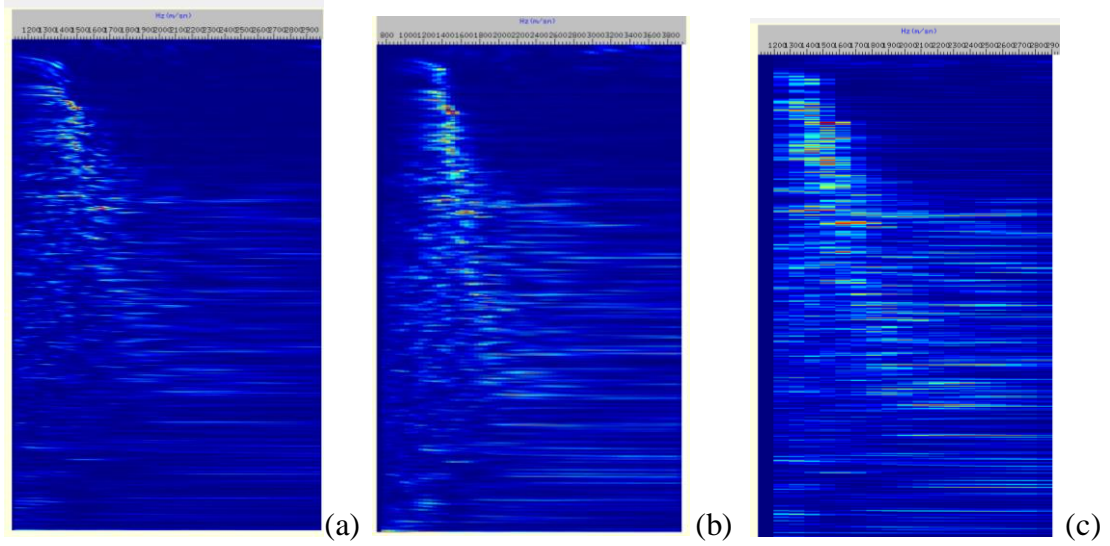
- *Başlangıç* değeri, görüntülenecek ilk OYN (CDP) grup numarasının sisteme tanıtılmasıdır.
- *Artış* değeri, ilk OYN değerinden son OYN değerine kadar kaçar artışla gideceğinin sisteme tanıtıldığı parametredir.

- *Kombine* parametresi kaç OYN grubunun birlikte alınacağını gösteren parametredir. Kombine sayısı ne kadar yüksek alırsa o kadar fazla iz hız spektrumunun hesaplamasında kullanılacaktır. Katlama sayısının düşük olduğu çalışmalarda kombine sayısının yüksek alınması daha kaliteli bir hız spektrumunu için gereklidir (Şekil 8.4).



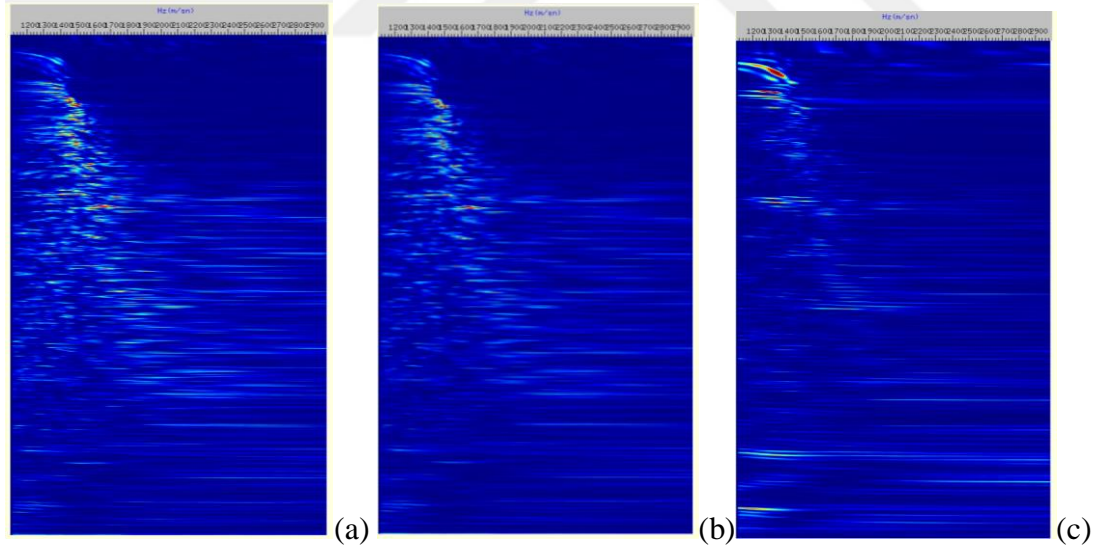
Şekil 8.4: (a) Tek OYN(CDP) ve (b)çoklu OYN(CDP) grubu karşılaştırılması.

Hız Bilgileri, hız spektrumunun hesaplanması için kullanılacak hız değerlerinin belirlendiği sekmedir ve yatay çözünürlüğü etkiler. Bu değerler otomatik olarak seçileceği gibi, kullanıcı tarafından da sisteme tanıtılabilir. Minimum ve maksimum hız seçiminde kapanımların daha iyi görülebilmesi için tabaka hızları dikkate alınmalıdır. Diğer bir parametre olan hız aralığı ne kadar küçük girilirse örnekleme aralığı o kadar sıklaşır ve buna bağlı olarak yatay çözünürlük artar. Hız aralığı büyük seçildiğinde daha az sıklıkla hesaplama işlemi yapılacak ve çözünürlük düşecektir (Şekil 8.5).



Şekil 8.5: Farklı hız aralıklarının etkisi (a)10m/sn (b) 50 m/sn (c) 100 m/sn.

Zaman bilgileri sekmesi, hız spektrumunun hesaplanması için sisteme girilmesi gereken zaman aralığı ve pencere aralığı parametrelerinden oluşur. Bu parametrenin otomatik seçilmesi durumunda zaman aralığı örnekleme aralığı ile eşit, pencere aralığı ise örnekleme aralığının 4 katı olarak alınır. Pencere aralığı, oluşturulan teorik hiperbolün kalınlığını temsil etmektedir ve hesaplamaya alınan örnek sayısını doğrudan etkiler (Şekil 8.6).

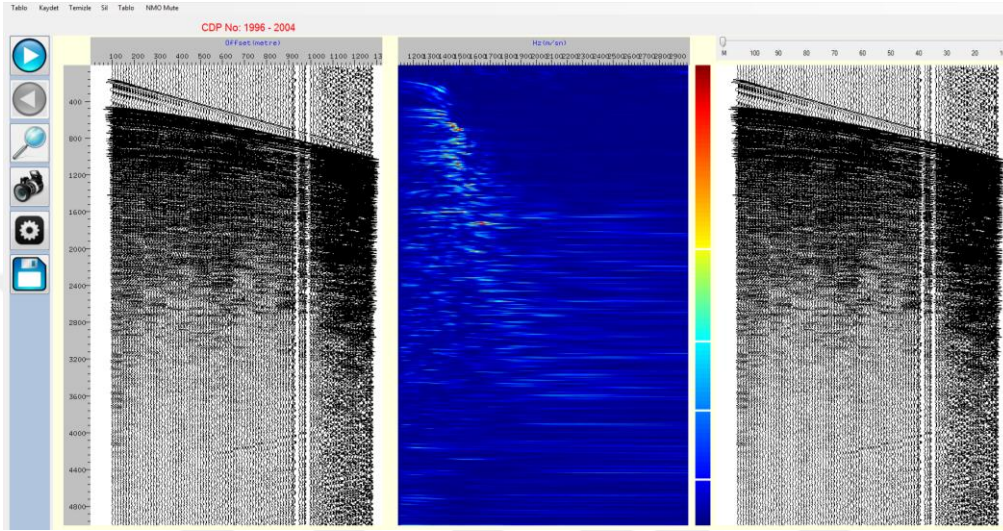


Şekil 8.6: Pencere aralığının etkisi (a) 4ms (b) 10 ms (c)20ms.

Parametreler sisteme tanıtıldıktan sonra tabloya kaydedilir ve hız analizi ekranına ulaşılır. İstendiği takdirde modül tekrar çağırılarak semblans grafiğini oluşturan hız ve zaman bilgileri tablo üzerinden değiştirilir ve yeni semblans grafiği oluşturulabilir.

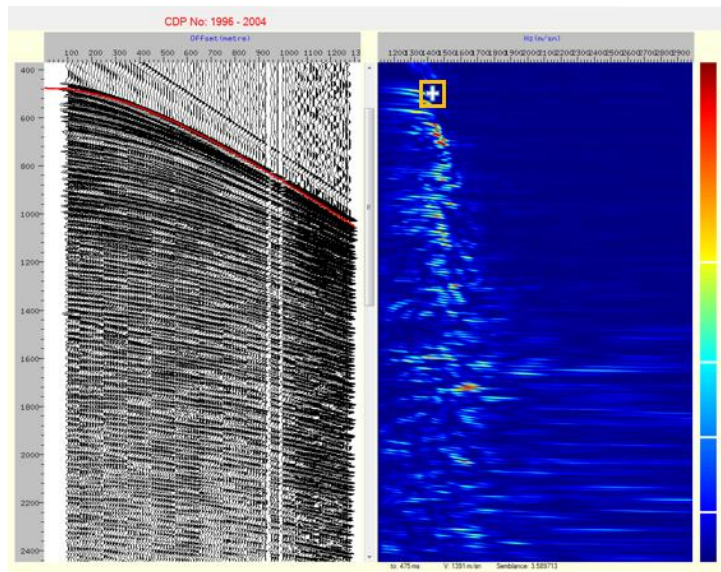
8.3.2 Sismik hız seçimi

Parametreler sisteme tanıtıldıktan sonra hız seçimi yapmak üzere Hız Analizi ekranına ulaşılır. Ekran üzerinde üç adet panel bulunur. Birinci panelde istenilen OYN grubuna ait sismik veri, ikinci panelde bu veriye ait semblans grafiği ve üçüncü panelde normal kayma (NMO) düzeltme işlemi sonrasında çıkış verisi gösterilmektedir (Şekil 8.7).



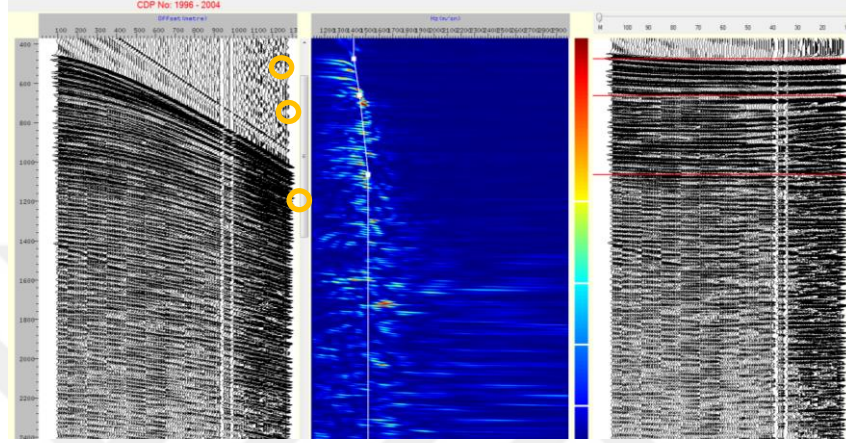
Şekil 8.7: Hız Analiz ekranı ve panellerin gösterimi.

Hız seçimi ikinci panelde bulunan semblans grafiği üzerinden yapılmaktadır. Fare semblans kesiti üzerinde artı işaretli gözükmür bir noktaya geldiğinde sisteme bir sıfır ofset ve hız bilgisi tanımlanır.(Taner ve Koehler, 1969) Her kanalın kaynak alıcı mesafe bilgisi kullanılarak hiperbol elde edilir ve birinci ekranda kırmızı renkte gösterilir (Şekil 8.8).



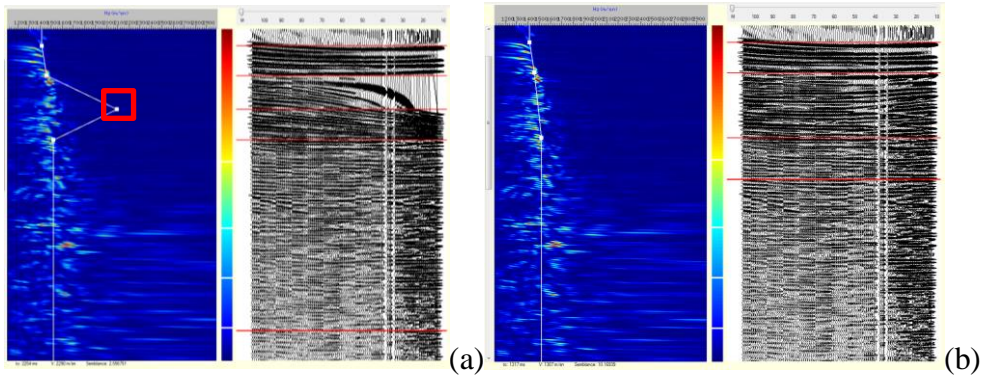
Şekil 8.8: Farenin bulunduğu pozisyona göre hiperbolün çizilmesi.

Çizilen hiperbolü sismik tabakaya oturması durumunda kullanıcı farenin sol tuşu kullanarak bulunduğu noktanın hız ve zaman değerlerini kaydeder ve yapılan bu işlemin sonucunda normal kayma (NMO) düzeltme işlemi yapılmış veri üçüncü panelde interaktif olarak görüntülenir. Kullanıcının seçtiği değerler semblans grafiğinde beyaz kare içerisinde ,sıfır ofset zamanları üçüncü panelde kırmızı çizgi ile gösterilir (Şekil 8.9).



Şekil 8.9: Semblans grafiği üzerinden hız seçimi.

Kullanıcı yanlış seçtiği bir hız verisini sistemden silebilir. Silme işlemi için yanlış olduğu düşünülen noktanın üstüne fare ile gelinir ve sağ tuşa basılır. Yapılan işlem sonrasında istenilen nokta semblans grafiği üzerinden silinmiş ve normal kayma (NMO) düzeltmesi yapılmış veri üzerindeki etkisi de kaybolmuştur (Şekil 8.10).

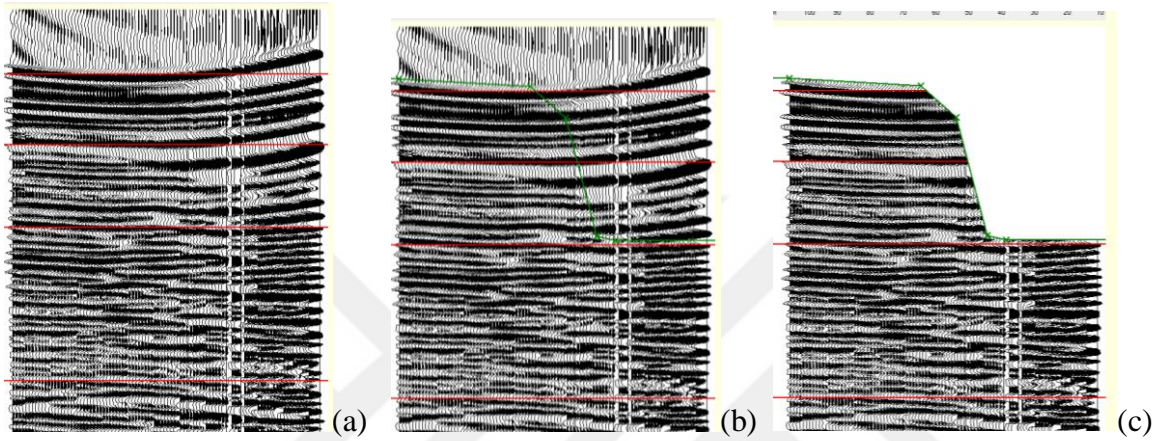


Şekil 8.10: (a) Yanlış hız seçimi (b) Yanlış hız seçiminin silinmesi.

Hız analizi yazılım üzerinden istenen bütün OYN gruplarına yapılabilmektedir. Kullanıcıya referans olması açısından bir önceki hız seçimi bir sonraki semblans grafiği ekranında yeşil renkte gösterilmektedir.

Normal kayma (NMO) düzeltme işlemi sonrasında uzak ofsetlerde bir frekans bozulması meydana gelir (Yılmaz, 2001). Bu bozulmanın veriden atılması için yazılım üzerinden manuel veya otomatik olarak işlem yapılabilir.

Manuel olarak yapılan işlemlerde, kullanıcı veriden atmak istediği noktaları sol ile tıklar ve tıkladığı noktaların üstünü veriden atmak üzere kaydeder. Atılacak veri yazılım üzerinden NMO Mute sekmesi takip edilerek çizgisel veya alansal olarak gösterilebilmektedir (Şekil 8.11).

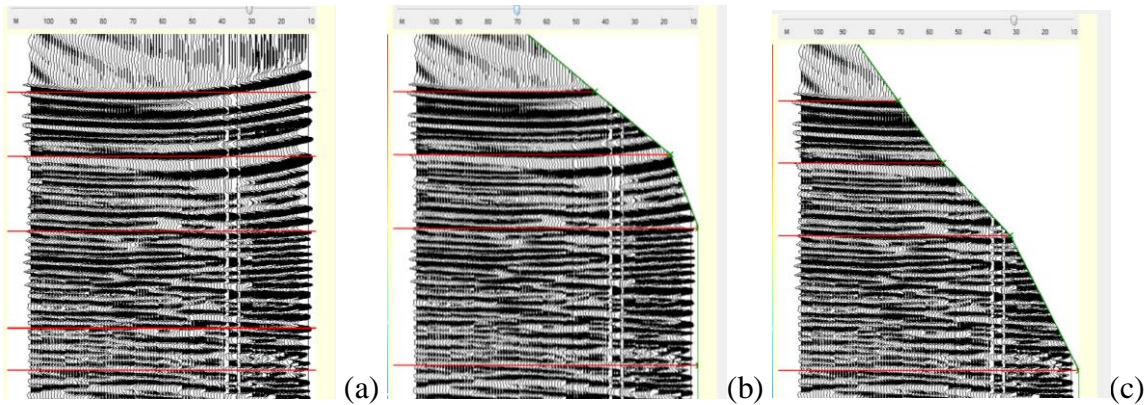


Şekil 8.11: (a) Ham veri (b) çizgisel ve (c) alansal olarak atılacak verinin gösterimi.

Otomatik olarak yapılan işlemlerde Denklem 8.2’de gösterilen bağıntı hesaplanır.

$$O = TV \sqrt{1 + \left(\frac{S}{100}\right)^2} - 1 \quad (8.2)$$

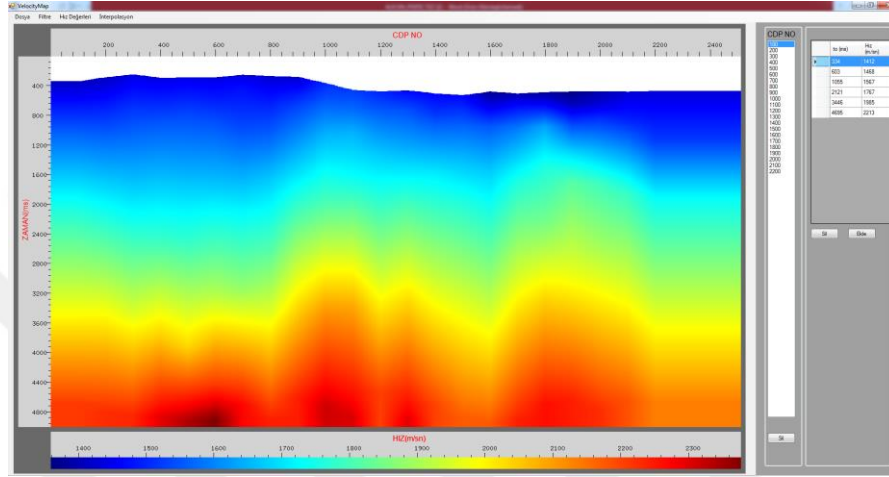
Denklem 8.2’de kullanıcı tarafından seçilen sıfır ofset zamanları T, hız değerleri V , kullanıcının belirlediği gerilim yüzdesi ise S olarak tanımlanmıştır. Buradan her zaman (T) değerine karşı bir uzaklık değeri (O) hesaplanır ve otomatik olarak alan atma işlemi gerçekleşir (Şekil 8.12).



Şekil 8.12: (a)Ham veri, gerilim yüzdesi (b) %70 ve (c) %30 uygulanmış çıkış verisi.

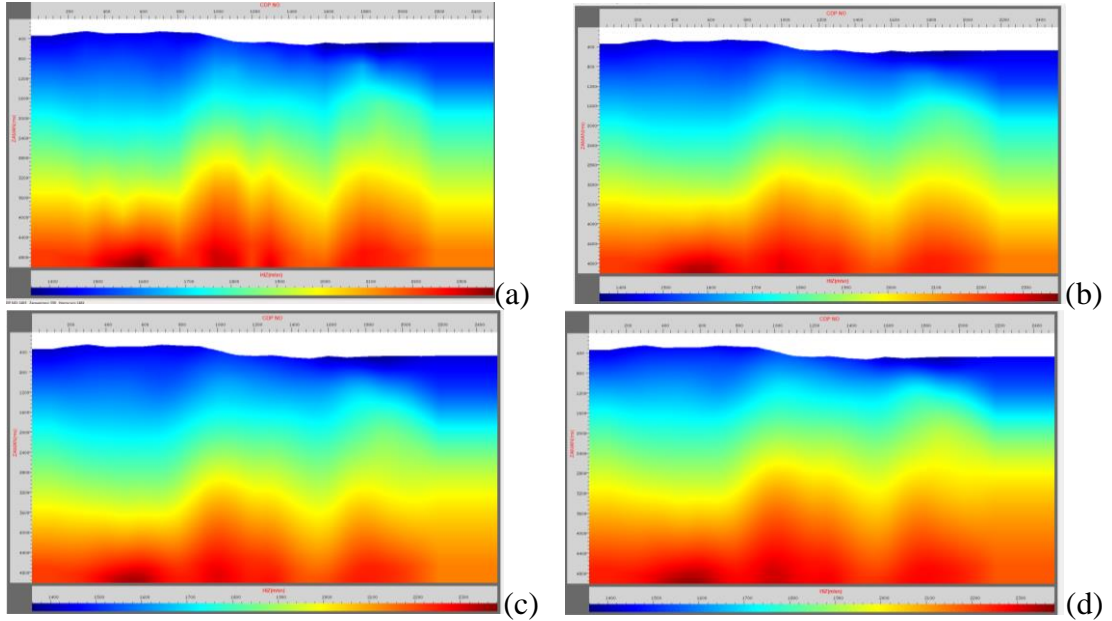
8.4 İki Boyutlu Hız Kesiti

Hız analizi sonrası seçilen hızların kontrolü ve düzenlemesi iki boyutlu hız kesiti ile gerçekleştirilir. Yazılım üzerinden Hız Analizi-> 2 Boyutlu Hız Kesiti takip edilerek V-MAP modülü çağırılır ve oluşturulan hız tablosu seçilerek 2 boyutlu hız kesiti ekranına ulaşılır (Şekil 8.13). Bu ekranda yatay düzlem OYN (CDP) numaralarını düşey düzlem ise zamanı vermektedir.



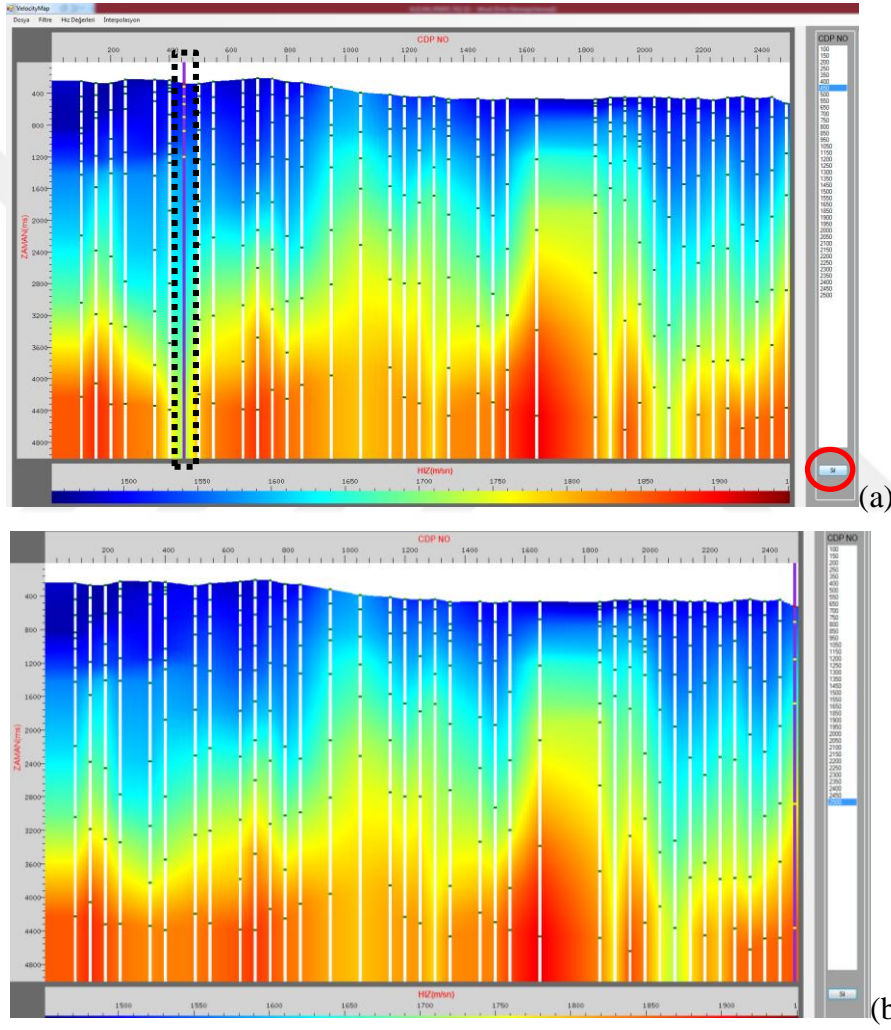
Şekil 8.13: İki boyutlu hız kesiti.

Süzgeç ve Interpolasyon sekmeleri ile veriye kayan ortalama süzgeç ve farklı interpolasyon seçenekleri uygulanabilmektedir (Şekil 8.14).



Şekil 8.14: (a)süzgeç öncesi ve (b)süzgeç sonrası (c) spline interpolasyonu (d)normalize interpolasyonu .

Hız Değerleri->*Göster* sekmesi takip edilerek hız analizi yapılan OYN (CDP) gruplarının pozisyonları beyaz bir çizgi halinde hız kesiti üzerinde belirtilir. Seçilen OYN (CDP) bloğuna ait bütün hız ve zaman bilgileri ekranın sağ kısmında tablo halinde gösterilmektedir. Bu tablo üzerinden hız dosyasına yeni zaman ve hız değerleri eklenebilir veya varolan noktalar silinebilir. Seçilen hız bloğunun tamamı CDP silme bölümünden silinir. Silme işleminden sonra yazılım otomatik olarak yeniden interpolasyon işlemi yaparak silinen verinin yerini sağında ve solundaki verilerle doldurur (Şekil 8.15).



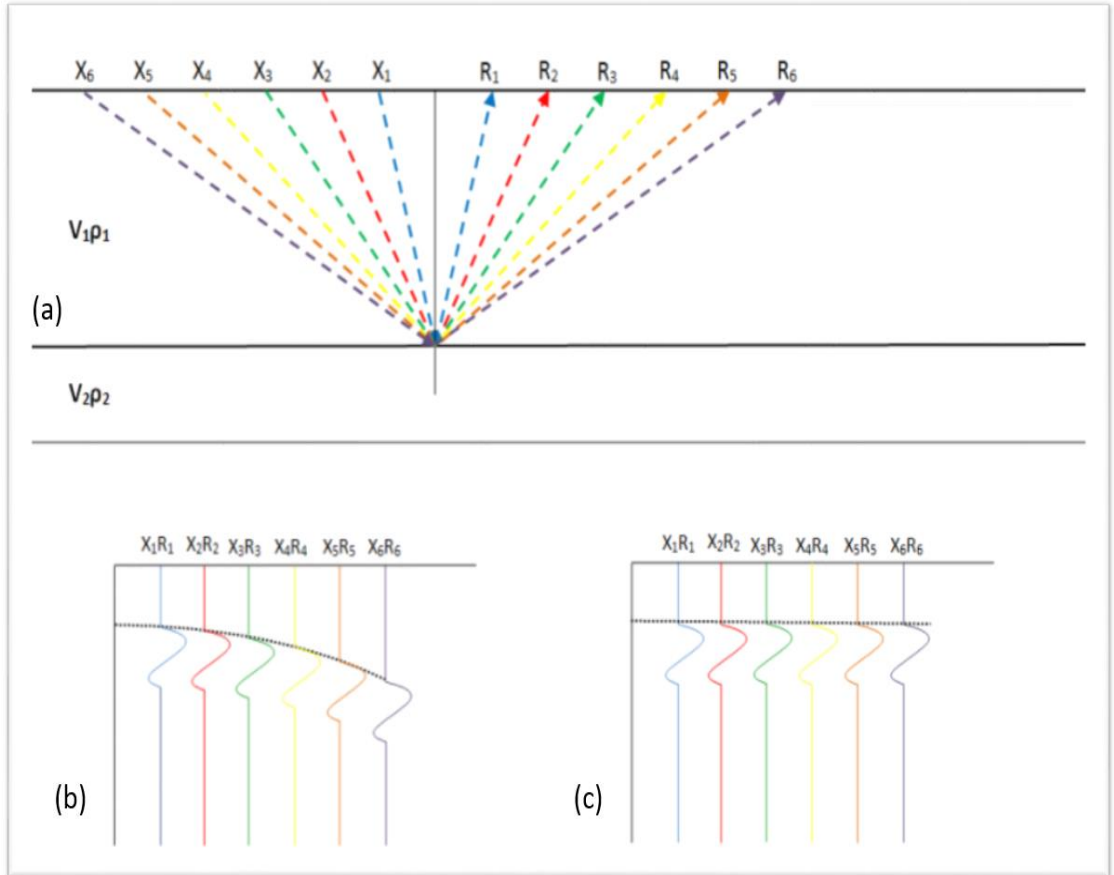
Şekil 8.15: 450 numaralı OYN hız bilgilerinin silinme işlemi (a) öncesi ve (b) sonrası.

Düzenlenen hız dosyası giriş dosyasının üstüne *Dosya->Kaydet* veya farklı bir dosya ismiyle *Dosya->Farklı Kaydet* sekmeleri takip edilerek kaydedilir.

9. NORMAL KAYMA (NMO) DÜZELTMESİ VE YIĞMA

9.1 Normal Kayma (NMO) Düzeltmesi

Ortak yansıma noktası (OYN) gruplarına uygulanan normal kayma (NMO) düzeltmesi, sismik verilere uygulanan en önemli rutin süreçlerden biridir ve yığma işlemi başta olmak üzere birçok prosedürün önkoşuludur (Shatilo ve Aminzadeh, 2000). Yansıma sinyalleri kaynağa yakın alıcılara daha erken, kaynağa uzak alıcılara ise daha geç gelmektedir. Normal kayma (NMO) düzeltmesinin temel amacı, kaynak ile alıcı arasındaki mesafeden ötürü oluşan bu zaman farkını ortadan kaldırarak yansıma paketini yatay hale getirmektir (Şekil 9.1).



Şekil 9.1: (a) Aynı noktaya yansıyan sismik izlerin alıcılara ulaşması (b) ham sismik veri (c) normal kayma (NMO) düzeltmesi sonrası.

Yatay çok tabakalı ortamda normal kayma zamanı denklem 9.1’de verilmiştir.(Taner ve Koehler 1969).

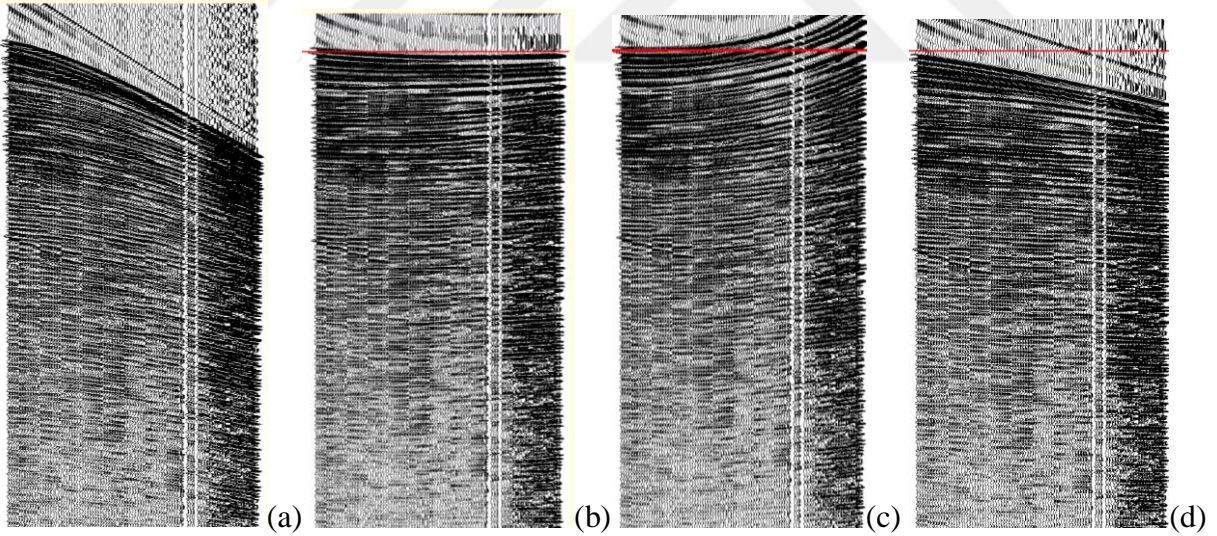
$$t^2(x) = C_0 + C_1x^2 + C_2x^4 + C_3x^6 + \dots \quad (9.1)$$

Denklem 9.1’de $C_0 = t^2(0)$ ve $C_1 = 1/V_{RMS}^2$ olup diğer C katsayıları ara hızlara ve tabaka kalınlıklarına bağlı değişen karmaşık fonksiyonlardır (Yılmaz, 2001).

Kablo serim boyunun derinliğe göre küçük olması durumunda yüksek dereceli terimler atılır ve yansıma verisinin alıcılara ulaşma zamanı $t(x)$, denklem 9.2’de gösterildiği şekilde ifade edilir.

$$t^2(x) = C_0 + C_1x^2 = t^2(0) + \frac{x^2}{V_{rms}^2}. \quad (9.2)$$

Burada normal kayma (NMO) düzeltmesi için kabul edilen hız sismik hız analizi ile elde edilen RMS hızıdır. Hız analizi işlemi sırasında gereğinden düşük hızlar seçilmesi durumunda hiperboller aşırı düzeltilmiş (overcorrection), yüksek hızlar seçilmesi durumunda ise yetersiz düzeltilmiş (undercorrection) olacaktır (Dondurur, 2009).



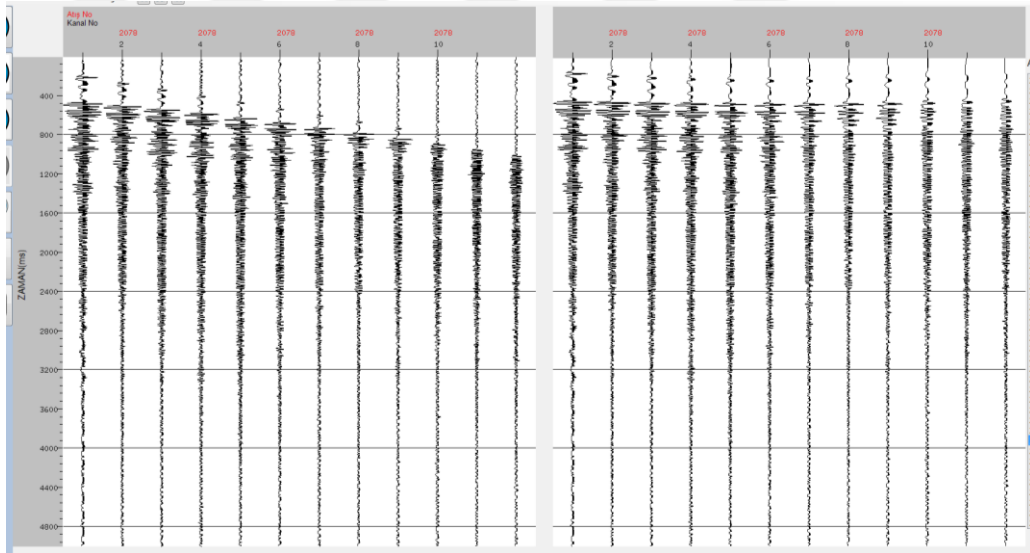
Şekil 9.2: (a)Giriş verisi (b) uygun hız (c) düşük hız ve (d) yüksek hız uygulamaları.

9.1.1 Normal kayma (NMO) düzeltmesinin uygulanması

Normal kayma işlemi OYN (CDP) gruplarına uygulanmaktadır. Hız analizi ile elde edilen hız, sifit ofset ve kaynak alıcı arasındaki mesafe değeri Denklem 9.2’de yerine konarak $t(x)$ zamanı hesaplanır. Belirtilen $t(x)$ zamandaki genlik değeri sıfır ofset $t(0)$ zamanına kaydırılır.

Yazılım üzerinden *Hız Analizi*->*NMO* takip edilerek *Q-NMO* modülü çağırılır. *Q-NMO* modülü ile açılan tabloda *Hız Parametreleri* ve *Mute Parametreleri* adı altında iki adet sekme bulunmaktadır. Hız parametreleri penceresinden oluşturulan hız dosyası çağırılır. Mute parametreleri veriden atılması istenilen alanın belirlendiği bölümdür. *Tablo* seçeneği kullanıcının hız analizi sırasında manuel olarak belirlediği alanların atılmasını sağlar. *Stretch (gerilme)* seçeneği, normal kayma düzeltmesi sırasında oluşan frekans bozulmalarından yola çıkarak hesaplanan alanların atılmasına olanak tanır. Herhangi bir silme işlemi yapılmaması için *Boş* seçeneği seçilir.

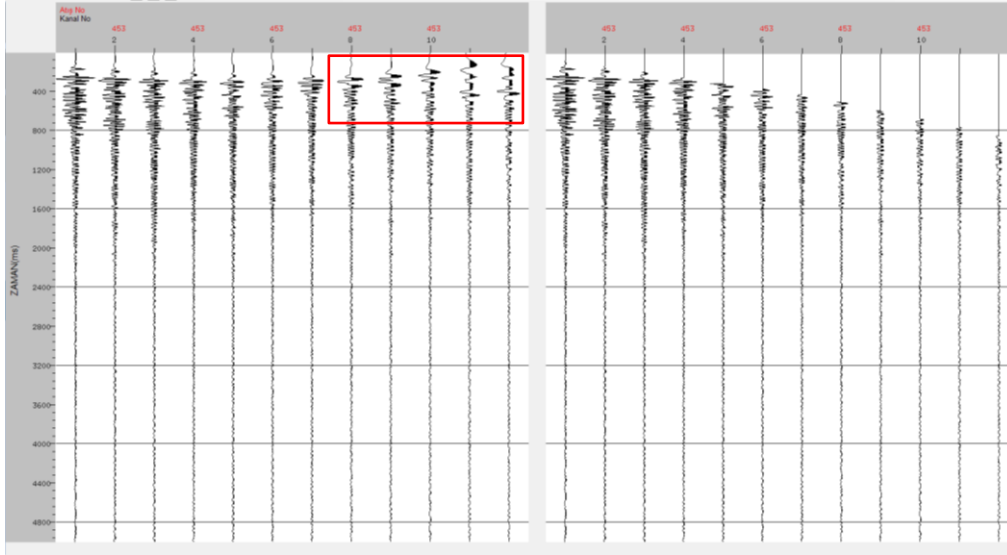
Yapılan örnek çalışmada, hız analizi ile elde edilen hız dosyası modül içinde sisteme tanıtılmış ve normal kayma düzeltmesi yapılarak çıkış dosyası oluşturulmuştur. Giriş ve çıkış dosyası incelendiğinde zaman farkından ötürü geç gelen yansıma tabakalarının yataylaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 9.3).



Şekil 9.3: Normal kayma öncesi ve sonrası sismik izin karşılaştırılması.

9.1.2 Normal kayma (NMO) gerilmesi

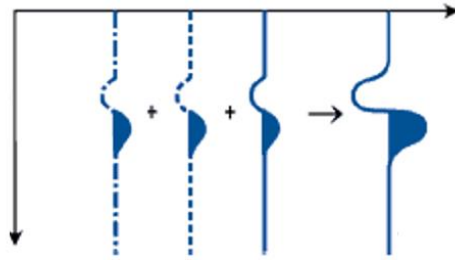
Normal kayma (NMO) düzeltmesinin ardından uzak ofsetlerde ve sığ olaylarda frekans bozulması meydana gelir ve buna NMO gerilmesi (stretching) ismi verilmektedir. Kullanıcı tarafından sisteme verilen yüzde limit girdisi kullanılarak zamana bağlı ofset bilgisi elde edilir ve bu kısmın üst kısmı sismik izden atılır. Yapılan örnek çalışmada gerilim limiti 70 olarak alınmış ve gerilim limiti uygulanmamış çıkış verisiyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada, gerilimi limiti kullanıldığında verinin uzak ofsetlerinde oluşan bozulmanın veriden atıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 9.4).



Şekil 9.4: %0 ve %70 gerilme limiti uygulanmış çıkış verilerinin karşılaştırılması.

9.2 Yığma

Normal kayma (NMO) düzeltmesi ardından yansıma hiperbolleri yatay hale gelir. Sinyal gürültü oranını artırılması için yatay hale getirilen bu izler toplanarak tek bir iz haline getirilir (Şekil 9.5). Yapılan bu işleme yığma (*stack*) ismi verilir. Her ortak yansıma noktası (OYN) grubu kendi içinde bu işleme tabi tutulur ve toplamda OYN grup sayısı kadar çıkış izi elde edilir.

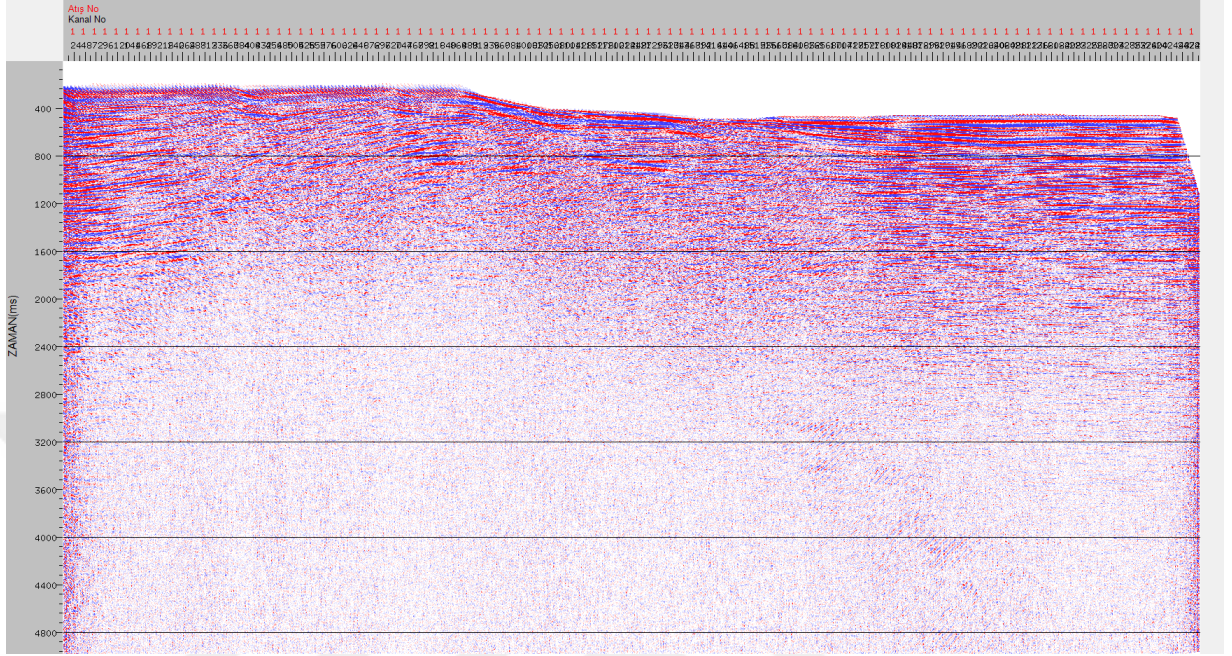


Şekil 9.5: Yığma işleminin şematik gösterimi.

Yığma işlemi aşağıdaki adımlar takip edilerek yapılmaktadır.

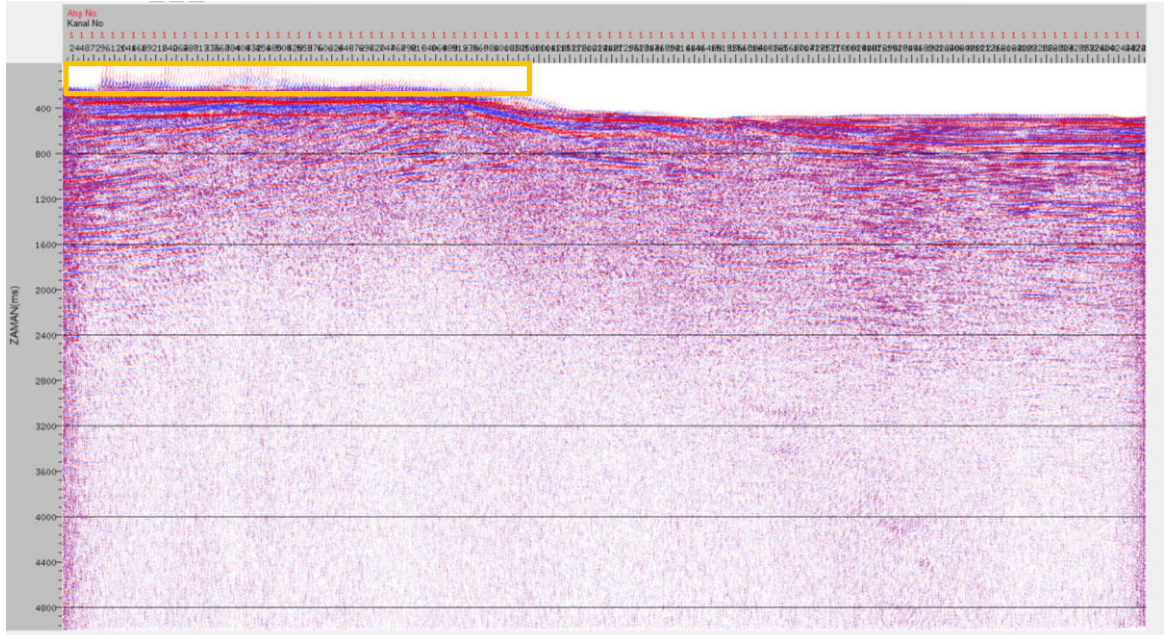
- (1) Bir OYN (CDP) grubu alınır.
- (2) Bu gruba ait bütün kanalların aynı zamana gelen örnekleri toplanır ve o gruba ait kanal sayısına bölünür.
- (3) Bu işlem sonucunda bir OYN (CDP) grubuna ait bir adet iz oluşturulur.
- (4) Bir sonraki OYN (CDP) grubu için aynı işlemler tekrarlanır.
- (5) Oluşturulan bütün izler yanyana getirilerek kaydedilir ve çıkış verisi oluşturulur.

Yazılım üzerinden *Yığma*->*Tam Yığma* adımları takip edilerek *F-STK* modülü çağırılır. Giriş verisi olarak normal kayma (NMO) düzeltmesi uygulanmış veri kullanılarak çıkış verisi elde edilir (Şekil 9.6).



Şekil 9.6: Yığma işlemi sonrası çıkış dosyası.

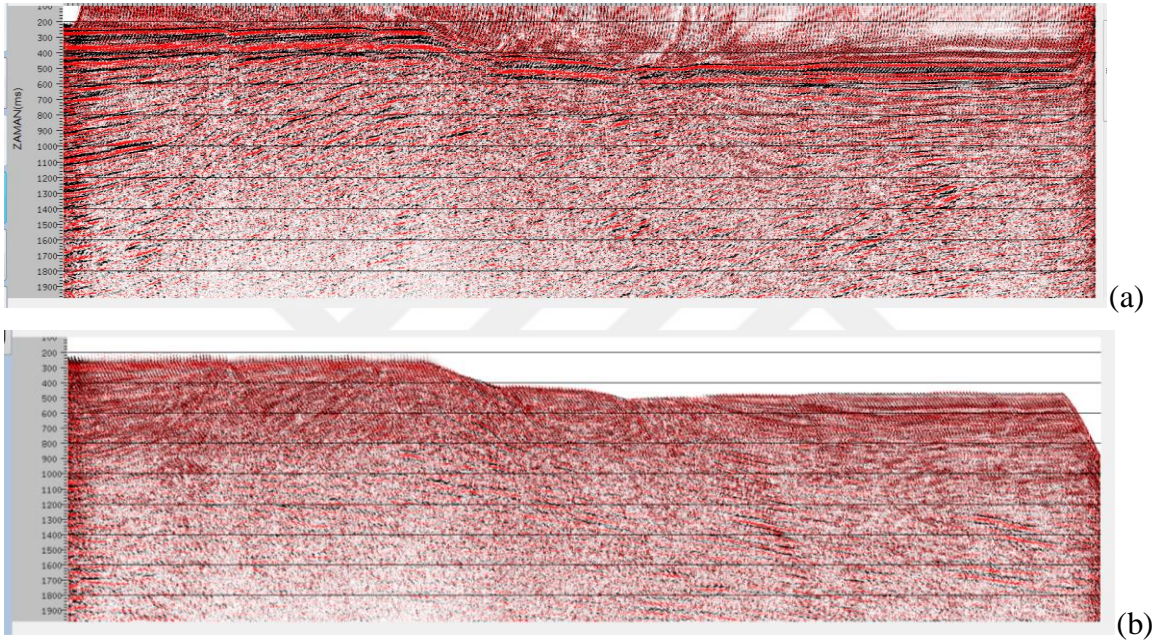
Normal kayma gerilmesinin (NMO stretching) veriden atılmadığı durumlarda etkisi yığma kesiti üzerinde görülebilmektedir. Uzak ofsetlerdeki yüksek genlikli veriler toplama işlemi sırasında güçlü gürültülere neden olmaktadır (Şekil 9.7).



Şekil 9.7: Normal kayma (NMO) gerilmesinin yığma kesitleri üzerindeki etkisi.

Yığıma işleminin kalitesi , NMO düzeltmesi sırasında kullanılan hız seçimlerine bağlı olarak değişmektedir.Uygun hızların seçilmesi yansıma paketlerinin daha düz hale gelmesini ve toplama işlemi sırasında sinyal gürültü oranının artırılmasını sağlamaktadır.

Yapılan örnek çalışmada ,bütün veriye düşük hız olarak 1200 m/sn ve yüksek hız olarak 2500 m/sn değerleri uygulanmış ve bu hızların yığıma kesiti üzerindeki etkisi takip edilmiştir. Düşük hız verilmesi durumunda aşırı düzeltilmiş hiperbollerin etkisi ile yığıma işlemi sırasında yüksek genlikli gürültüler gözlemlenmiştir. Yüksek hız verilmesi durumunda ise hiperbollerin yeterince düzleşmemesinden ötürü deniz tabanında vozulmalar gözlemlenmiştir (Şekil 9.8).



Şekil 9.8: (a)Düşük hız ve (b) yüksek hızın yığıma kesiti üzerindeki etkisi.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında, 2 boyutlu toplanan sismik verilerin temel veri işlem aşamalarını gerçekleştiren yazılım paketi tasarlanmıştır. Programda kullanılan her algoritma hem sentetik hem de gerçek veri kullanılarak test edilmiş ve hatalar minimize edilmeye çalışılmıştır. Bazı modüllerde paralel programlama özelliği kullanılarak bilgisayarın kapasitesine bağlı olarak daha hızlı işlem yapılması sağlanmıştır. Parametre seçimlerinin yapıldığı arayüzler kullanım kolaylığı göz önüne alınarak hazırlanmıştır.

Veri toplama işlemi sırasında elde edilen girdiler, The Society of Exploration Geophysicists (SEG) tarafından belirlenmiş özel formatlarda kaydedilir. Bu formatlardan en yaygın olarak kullanılan SEG-Y ve SEG 2 formatları yazılım tarafından desteklenmektedir. Sismik Veri Yükleme sekmesi altında bulunan modüller aracılığı ile bu formatta kaydedilmiş sismik veriler okunur ve yazılımın dahili formatına çevrilir.

Temel veri işlem aşamalarından önce verinin bütününe bir takım işlemler uygulanması gerekebilmektedir. Bu işlemler yazılım üzerinde, *Veri Düzenleme* sekmesi altında bulunan 5 adet başlıkta toplanmıştır. *Kanal Düzenleme*, veri setindeki her atış grubuna ait kanal numaralarının yeniden düzenlenme işlemidir. *Dinleme Süresi Düzenleme*, kayıt başlangıcındaki gecikmenin ortadan kaldırılması veya kayıt sonundaki gürültü paketinin atılması için kayıt uzunluğunun yeniden düzenlenmesidir. *Örnekleme Aralığı Düzenleme*, iki örnek arasındaki zaman aralığının yeniden düzenlenmesi ve verinin boyutlandırılması işlemidir. *Atış Düzenleme*, sismik veri setindeki bozuk atış gruplarının veriden silinmesidir. *Atış Yönü Değiştirme*, kaynak noktasına en yakın kanalın düzenlenmesi işlemidir.

Geometri tanımlama işlemi, kaynak ile alıcı arasındaki mesafeden yola çıkarak her kanala ait koordinat bilgilerinin tanımlanması işlemidir. Yazılım üzerindeki geometri tanımlama parametreleri, deniz sismiğinde kullanılan *End-On* dizilim türüne göre tasarlanmıştır. Girilen parametrelere bağlı olarak her kanala ait 8 tane başlık (header) bilgisi hesaplanır ve kaydedilir.

İz Düzenleme , su tabanı üzerinde bulunan gürültülerin veriden atılması (*MUTE*) ve bozuk kanalların sıfırlanması (*EDIT*) işlemlerini kapsamaktadır. İstenmeyen alanların veriden atılması (*MUTE*) işlemi için, kullanıcı yazılım üzerinden yansıma verilerinin üst kısmındaki gürültü alanlarını belirler ve bu alan değerleri zaman uzaklık olarak tabloya kaydedilir. Kaydedilen bu değerler daha sonra interpolasyon ile bütün atıp gruplarına uygun hale getirilir. İz ayıklama (*EDIT*) işlemi için, kullanıcı bozuk kanalları tespit ederek yazılıma tanıtır ve bu kanallardaki genlik değerleri sıfır ile çarpılarak iz ayıklama işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Ara yüzey düzensizlikleri, saçılma, soğurulma ve tekrarlı yansımalar gibi bir çok etken kaynak sinyalinin genliğini etkilemektedir. Sinyaldeki genlik kaybının tekrardan veriye kazandırılması için belirli matematiksel işlemlerden faydalanılır. Bu matematiksel işlemler *Genlik Düzenleme* sekmesi altında zamana bağlı genlik düzeltmesi (*T-POWER*) ve otomatik kazanç kontrolü (*AGC*) başlıkları altında toplanmıştır. Zamana bağlı genlik düzeltmesi, deniz sismiği verilerinde sıkça kullanılan ve geç varışların genlik düzeltmesini kapsayan bir yöntemdir. Otomatik kazanç kontrolü (*AGC*) yöntemi, belirli bir pencere içindeki genlik değerlerini kullanılarak ortalama değer hesaplamaya dayanır.

Süzgeçleme, verinin genlik spektrumunun değiştirilmesi ile gürültülerden arındırılması işlemidir. Bir boyutlu Fourier dönüşümünü temel olarak yapılan süzgeçleme işlemi, yazılım üzerinden bantgeçişli (*bandpass*) süzgeçleme ve çentik (*notch*) süzgeçleme seçeneklerini sunmaktadır. Bantgeçişli süzgeçleme, verinin belirli bir frekans bandı içinde kalan kısmını olarak geri kalanının sıfırlanması işlemidir. Bu süzgeçleme yöntemi zaman ortamında ve frekans ortamında uygulanabilmektedir. Çentik (*notch*) süzgeçleme yöntemi, sinyallerdeki istenmeyen sinüzoidal veya dar bantlı girişimleri ortadan kaldırmak veya bastırmak için kullanılan bir yöntemdir.

Sismik iz üzerindeki farklı eğimlere sahip olayların birbirinden ayrılması için *f-k* (frekans dalga sayısı) eğim süzgeci kullanılmaktadır. İki boyutlu fourier dönüşümünü temel olarak yapılan bu işlemde, farklı eğime sahip olaylar birbirinden ayrılarak tekrarlı yansımalar ve doğrudan gelen dalgalar veriden atılmaya çalışılır.

Dekonvolüsyon, sismik dalgacığı sıkıştırır, hayalet ve tekrarlı yansımaları yok ederek zamansal ayrımlılığı artırır (Yılmaz, 2001). Sismik kaynağın etkisini yok ederek yer yansıma katsayılarının elde edilmesi amaçlayan İğnecikleştirme (*spiking*) dekonvolüsyonu ve tekrarlı yansımaların giderilmesi için kullanına Kestirim (*predictive*) dekonvolüsyonu hazırlanan bu yazılım tarafından uygulanabilmektedir.

Sismik veri, kaynaktan çıkan dalgacığın alıcılara kaydedilmesi ile atış grupları halinde toplanır. Atış ve alıcı noktalarının konumlarına bağlı olarak her iz atış alıcı koordinatlarının orta noktasına atanır ve bu noktaya Ortak Yansıma Noktası (*Common Depth Point*) ismi verilir. Uygun geometri bilgilerinin sisteme tanıtılması ile atış gruplarından ortak yansıma noktası (OYN) gruplarına geçilir.

Sismik yansıma yöntemi ile sismik hızın elde edilmesi temel veri işlem aşamalarından birisidir. Hız spektrumları vasıtası ile program üzerinden hız analizi işlemi yapılarak zamana karşı sismik hız değerleri elde edilir. Yansıma sinyalleri kaynağa yakın alıcılara daha erken, kaynağa uzak alıcılara ise daha geç gelmektedir. Normal kayma (NMO)düzeltilmesi , kaynak ile alıcı arasındaki mesafeden ötürü oluşan bu zaman farkını ortadan kaldırır ve yansıma paketini yatay hale getirir. Yatay hale getirilen bu izler toplanarak tek bir iz haline getirilir ve toplanan izler yanyana getirilerek yığılma(stack) kesitini oluşturmaktadır.

Tez kapsamında hazırlanan yazılımın genel amacı, sismik endüstri piyasasında ulaşılması ve kullanılması kolay Windows tabanlı çalışan bir sismik veri işlem paket programının eksikliğini gidermektir. Program, sismik ham verinin yığılma (stack) kesitine dönüştürülmesine kadar uygulanan temel veri işlem aşamalarının bir çoğunu uygulamaktadır. Bununla birlikte oluşturulan bu yazılım, geliştirilen farklı algoritmalarla zaman içerisinde geliştirilmeye ve yeni modüller ile zenginleştirilmeye açık bir durumdadır.



KAYNAKLAR

Claerbout, JF, (1976). Fundamentals of Geophysical Data Processing, Blackwell Sci. Pub.

Claerbout, JF, (1985), Imaging the Earth's Interior, Blackwell Sci. Pub.

Dondurur D, (2009), Deniz Sismiğinde Veri İşlem, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.

Gan S, Wang S, Chen Y, Chen X, Huang W, Chena H, (2016), Compressive sensing for seismic data reconstruction via fast projection onto convex sets based on seislet transform, Journal of Applied Geophysics 130 194–208

Lomont, C, Web Sitesi : <https://www.lomont.org/Software/Misc/FFT/> , Erişim Tarihi : 19.10.2017

Norris M, Faichney A, (2002), SEG Y rev 1 Data Exchange Format, SEG Technical Standart Committee, 2-19

Paradigm, (2001), Focus Referance Manual 5.0

Patil , A, (2015), a New Window Function for FIR Filter Design and Spectral Analysis, International Journal of Advance Research in Science and Engineering Vol. No.4,184-194

Peacock, KL ve Treitel, S,(1969) Predictive deconvolution: Theory and practic, Geophysics, 34 , 155-169

Poularikas, D, (1999), The Handbook of Formulas and Tables for Signal Processing, CRC Press LLC.

Pullan, E, (1990), Recommended standard for seismic (/radar) files in the personal computer environment: Geophysics, 55, no. 09, 1260-1271

SEGwiki, Web Sitesi: wiki.seg.org Erişim Tarihi: 14.11.2016

Shatillo, A , Aminzhaed, F, (2000) , Constant normal moveout correction (CNMO): a technique and test result, Geophysical Prospecting, 48 , 473-488

Silvia, M ve Robinson, A, (1979) , Deconvolution of Geophysical Time Series in the Exploration for Oil and Natural Gas, Elsevier Science Ltd

Taner, MT ve Koehler, F, (1969) , Velocity spectra-digital computer derivation and applications of velocity functions, Geophysics, 39 , 859-881

Wang Q, Gu X, Lin J, (2017), Adaptive notch filter design under multiple identical bandwidths, Int. J. Electron. Commun. (AEÜ) 82 (2017) 202–210

Yılmaz, Ö, (2001), Seismic Data Analysis. SEG



ÖZGEÇMİŞ

Genel Bilgiler

Adı Soyadı : Alican PEKİYİ
Doğum Yeri : Bakırköy / İSTANBUL
Doğum Tarihi : 16.05.1985
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce (iyi)
Almanca (orta)

Eğitim Durumu

Lise : Cağaloğlu Anadolu Lisesi
Üniversite : İstanbul Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği
Bölümü
Yüksek Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

İş Bilgileri

Kurum : MTA Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Dairesi
Pozisyon : Jeofizik Mühendisi
Çalışma Süresi : Ağustos 2015-(devam ediyor)