



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAVZA VE CİVARINDA BULUNAN FAYLARIN JEOFİZİK
YÖNTEMLER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DERYA ALKAN

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Nihan HOŞKANI**

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeofizik Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2019

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



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xiii
ÖZET	xiv
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	3
3. MALZEME VE YÖNTEM	4
3.1 SİSMİK YORUMLAMA TEMEL KAVRAMLAR.....	4
3.1.1 Veri Toplama	4
3.1.2 Veri İşlem	7
3.2 SİSMİK YORUMLAMADA GÜRÜLTÜLER	12
3.2.1 Tekrarlı Yansımalar	13
3.2.1 Difraksiyonlar	15
3.2.2 Yansımış Kırılmalar.....	16
3.3 SİSMİK YORUMLAMADA JEOLJİNİN BOZUCU ETKİLERİ	16
3.3.1 Hız Değişimleri Nedeni İle Kayaçların Yaptığı Etkiler	16
3.3.2 Statik Düzeltmeler	22
3.3.2 Yapısal Etkiler	23
3.4 SİSMİK YORUMLAMADA NİTELİKLER	24
3.4.1 Sismik İzin Zarfı	26
3.4.2 Dalgacık Görünür Polarite	29
3.4.3 Anlık faz	33
3.4.4 Kosinüs Anlık Faz	37
3.4.5 Anlık Frekans.....	39

3.4.6 Yapısal Yumuşatma	42
3.4.7 Üç Boyutlu Kenar Güçlendirme	44
3.4.8 Benzerlik Niteliği.....	45
3.4.9 Karınca İzleme Niteliği.....	47
3.4.10 Ortalama Karekök Genliği.....	48
3.5 SİSMİK YORUMLAMADA FAYLAR	49
3.6 KULLANILAN VERİLER	57
3.6.1 Veri Formatı.....	57
3.6.2 Kingdom Programında Fay Yorumlama İşlemleri	59
4. BULGULAR	69
4.1 SİSMİK YORUM FAY ANALİZİ	69
4.2 SİSMİK YORUM FLATTENNING YÖNTEMİ İLE HORIZON ANALİZİ	76
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	91
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ	94

]



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: a) Yansıma yönteminin prensibi, b) Yayınım yönteminin prensibi (Çiftçi, 2009)....	4
Şekil 3.2: Minimum faz ve sıfır faz dalgacıkları (Çiftçi, 2009).	5
Şekil 3.3: Minimum faz sıfır faz dalgacığı normal ve ters polarite (Çiftçi, 2009).....	5
Şekil 3.4: Sismik yansıma verisinin temel veri işlem akım şeması (Çiftçi, 2009).....	6
Şekil 3.5: Statik düzeltme yapılmamış ve yapılmış yığma kesitleri (Aldaş vd, 2009).	7
Şekil 3.6: Statik düzeltme yapılmadan ve yapıldıktan sonra kesit görünümü (Çiftçi, 2009)...	8
Şekil 3.7: Ters evrişimin sismik veri üzerindeki etkisi (Çiftçi, 2009).	9
Şekil 3.8: Yansımaların yatayda aynı seviyeye getirilmesi ayrık iz yığılması (Çiftçi, 2009)..	9
Şekil 3.9: f-k Filtre için veri ortamı değiştirme diyagramı (Çiftçi, 2009).	10
Şekil 3.10: (a) Migrasyonlu sismik kesit; (b) Migrasyonsuz sismik kesit (Çiftçi, 2009).	11
Şekil 3.11: Tekrarlı yansımalara ait seyahat yollarının şematik gösterimi (Çiftçi, 2009).....	12
Şekil 3.12: Tekrarlı yansımalar (Us, 1990).	13
Şekil 3.13: Fayların oluşturduğu difraksiyonlar (Us, 1990).	14
Şekil 3.14: Kuzey denizinde Troll sahasından geçen bir sismik kesit (Us, 1990).	16
Şekil 3.15: Hız farklılığı nedeni ile faya karşı olan yansıma kıvrılmaları (Us, 1990).....	17

Şekil 3.16: Tuz diapirinin jeolojik modeli ve sismik görünümü (Us, 1990).	17
Şekil 3.17: Tuz diapiri ve hız çekmesi (Us, 1990).	18
Şekil 3.18: Resiflerin sebep olduğu hız anomalileri (Us, 1990).	19
Şekil 3.19: Kanalların düşük hız etkisi (Us, 1990).	20
Şekil 3.20: Senklinal yapısından gelen yansımalar (a) ve kravat yapısı (b) (Çiftçi, 2009).	21
Şekil 3.21: Kravat yapısı etkisi veri işlem öncesi ve sonrası (Us, 1990).	22
Şekil 3.22: a. Marmousi2 sismik genlik kesiti b. Zarf nitelik kesiti (Çınar, 2016).	25
Şekil 3.23: Zarf niteliğinden alınan kesit ve sismik genlik kesiti (Çınar, 2016).	26
Şekil 3.24: Zarf niteliği ve sismik genlik kesiti üzerinde fay yorumu (Çınar, 2016).	27
Şekil 3.25: Sismik genlik, görünür polarite, yapısal yumuşatmalı kesit (Çınar, 2016).	29
Şekil 3.26: Görünür polarite kesitinde 1, 2 ve 3 numaralı kanal yapıları (Çınar, 2016).	30
Şekil 3.27: Sismik genlik kesiti ve görünür polarite nitelik kesiti (Çınar, 2016).	31
Şekil 3.28: Sismik iz ve anlık faz niteliği görünümü (Partyka 2000).	33
Şekil 3.29: Sismik genlik, anlık faz, yapısal yumuşatmalı anlık faz kesiti (Çınar, 2016).	33
Şekil 3.30: Anlık faz ve fayların yorumlandığı anlık faz sismik genlik kesiti (Çınar, 2016).	34
Şekil 3.31: Marmousi2 sismik genlik kesiti, kosinüs anlık faz niteliği kesiti (Çınar, 2016).	36
Şekil 3.32: Kosinüs anlık faz ve sismik genlik kesiti ve fay yorumu (Çınar, 2016).	37
Şekil 3.33: Marmousi2 sismik genlik ve anlık frekans niteliği kesiti (Çınar, 2016).	38

Şekil 3.34: Sismik genlik, anlık frekans nitelik, zarf nitelik kesiti (Çınar, 2016).	39
Şekil 3.35: Sismik genlik, yapısal yumuşatmalı kesit ve tabaka devamlılığı (Çınar, 2016). ...	41
Şekil 3.36: Sismik genlik kesit, yapısal yumuşatma uygulanmış kesit (Çınar, 2016).	42
Şekil 3.37: Sismik genlik kesit, 3B kenar güçlendirme uygulanmış kesit (Çınar, 2016).	43
Şekil 3.38: Sismik genlik, benzerlik niteliği kesiti ve çıkarılan faylar (Çınar, 2016).	44
Şekil 3.39: Benzerlik niteliği kesiti, karınca izleme niteliği kesiti (Çınar, 2016).	45
Şekil 3.40: Sismik genlik, ortalama karekök (RMS) genlik kesiti (Çınar, 2016).	47
Şekil 3.41: Fay sistemi (Arkoç, 2018).	48
Şekil 3.42: Normal fay blok gösterim (Arkoç, 2018). Normal faylanmalar (Tanış, 2013).	49
Şekil 3.43: Ters fay blok gösterim (Arkoç, 2018). Bindirme yapıları (Tanış, 2013).	51
Şekil 3.44: Doğrultu atımlı fay blok gösterim (Arkoç, 2018). Flower yapısı (Tanış, 2013). ..	52
Şekil 3.45: Sağ yönlü yanal atımlı bir fay (Tanış, 2013).	53
Şekil 3.46: Vervev atımlı fay blok gösterim (Arkoç, 2018).	54
Şekil 3.47: Tuz yapılarına bağlı gelişmiş faylanmalar (Tanış, 2013).	54
Şekil 3.48: Çalışma alanında veri toplama topoğrafik haritası (Maier vd., 2009).	56
Şekil 3.49: Her alıcı istasyonunda jeofon ve kablo yerleşimi diyagram (Gallant vd., 1995). .	57
Şekil 3.50: Programın ana menüden açılması (Kingdom, 2012).	58
Şekil 3.51: Veri tabanı türü seçilmesi (Kingdom, 2012).	58

Şekil 3.52: Temel harita ve proje ağacı Kingdomdaki gerçek penceresi (Kingdom, 2012).	59
Şekil 3.53: User Preference ve renkler sekmesi (Kingdom, 2012).	60
Şekil 3.54: Görüntülenecek ölçümleri seçme kutusu (Kingdom, 2012).	60
Şekil 3.55: Save as Subset sekmesi (Kingdom, 2012).	61
Şekil 3.56: Survey Subset Properties sekmesi (Kingdom, 2012).	61
Şekil 3.57: Yorumlanmamış 110 çizgisi ve fay toplama araç çubuğu (Kingdom, 2012).	62
Şekil 3.58: Belirsiz fay seçeneğinin seçilmesi (Kingdom, 2012).	62
Şekil 3.59: Belirsiz fayların görüntüsü (Kingdom, 2012).	63
Şekil 3.60: Yorumlanmış fay için dikey ayırım girişi sekmesi (Kingdom, 2012).	64
Şekil 3.61: Fay yüzeyi yönetimi kutusu (Kingdom, 2012).	64
Şekil 3.62: FLTA dikey sismik görüntüleme penceresinde (Kingdom, 2012).	65
Şekil 3.63: FLT A bir faya atandı ve kırmızı renkte görünüşü (Kingdom, 2012).	66
Şekil 4.1: Yorumlanacak olan Son Yığma kesiti.....	70
Şekil 4.2: Migrasyonsuz Final Stack kesiti	71
Şekil 4.3: Migrasyondan sonra kesit ve temelin son hali.....	71
Şekil 4.4: Üçüncü boyuttan gelen gürültüler.....	72
Şekil 4.5: Migrasyonlu kesitin ilgili yazılımda Black to White 15 renk kodu ile gösterimi..	72
Şekil 4.6: Migrasyonlu kesitin ilgili yazılımda Black to White to Red 201 renk kodu.	73

Şekil 4.7: A) Pozitif Çiçek Yapısı B) Temele kadar inen ana faylar.....	73
Şekil 4.8: Migrasyon kesitinin anlık faz ile görüntülenmesi.....	74
Şekil 4.9: Tabaka takibi yapıldıktan sonra tespit edilen bir fay.....	74
Şekil 4.10: Kesitte bulunan faylar ve sağ taraftaki pozitif çiçek yapısı izleri.	75
Şekil 4.11: Aynı fay üzerinde farklı yönlerde gerçekleşen atımlar.....	76
Şekil 4.12: Aynı fay üzerinde farklı yönlerde gerçekleşen atımlar.....	76
Şekil 4.13: Farklı bir niteleyici kullanılarak baskın yansımaların belirgin hale getirilmesi...	77
Şekil 4.14: Kesitin renkli migrasyonlu hali.....	78
Şekil 4.15: Kesitin siyah-beyaz migrasyonlu hali	79
Şekil 4.16: : Kesitin anlık faz kullanılmış hali.	79
Şekil 4.17: Temelin güncel hali.....	80
Şekil 4.18: Temelin düzgünlendirilmiş hali.	80
Şekil 4.19: Temelin düzgünleştirilmiş halinin yorumu.....	81
Şekil 4.20: Horizon 1'in güncel gösterimi.	81
Şekil 4.21: Horizon 1'in flat edilmiş hali.	82
Şekil 4.22: Horizon 1'in flat düzlemi için yorum.	82
Şekil 4.23: Horizon 2'nin güncel gösterimi.	83
Şekil 4.24: Horizon 2'nin flat edilmiş hali.	83
Şekil 4.25: Horizon 2'nin flat düzlemi için yorum.	84

Şekil 4.26: Horizon 3'ün güncel gösterimi	85
Şekil 4.27: Horizon 3'ün flat düzleminin üstü	85
Şekil 4.28: Horizon 3'ün flat düzleminin üstü için yorum($h_2>h_1$).	86
Şekil 4.29: Horizon 3'ün flat düzlemi.	86
Şekil 4.30: Horizon 3'ün flat düzleminin üstü için yorum.	87
Şekil 4.31: Horizon 4 'ün güncel gösterimi.	88
Şekil 4.32: Horizon 4'ün flat düzleminin üstü.	88
Şekil 4.33: Horizon 4'ün flat düzleminin altı.	89
Şekil 4.34: Horizon 4'ün flat edilmiş hali için yorum ($D_2>D_1$).	89
Şekil 4.35: Horizon 5'in güncel gösterimi.	90
Şekil 4.36: Horizon 5'in flat edilmiş hali.	90
Şekil 4.37: Horizon 5'in flat düzlemi için yorum.....	91
Şekil 4.38: Horizon, çiçek yapısı ve fayların birlikte gösterilmesi.	91

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1: Sismik yöntemin tarihsel akım süreci (Kruk, 2005). 1

Tablo 3.1: Sismik nitelikler ve kullanım amaçları (Çınar, 2016). 23



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
a	: Eğim Atım
b	: Doğrultu Atım
c	: Net Atım
d	: Dikey Atım
e	: Yatay Atım
V	: Hız
Z	: Akustik Empedans
X	: Uzaklık

Kisaltmalar	Açıklama
CDP	: Ortak Derinlik Noktası
H	: Yatay (Horizontal)
HC	: Hidrokarbon
Hz	: Hertz
M	: Metre
Ms	: Mili Saniye
NMO	: Normal Kayma Zamanı
RMS	: Ortalama Karekök Hız (Root Mean Square)
V	: Dikey (Vertical)

ÖZET

[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

[HAVZA VE CİVARINDA BULUNAN FAYLARIN JEOFİZİK YÖNTEMLER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ]

[Derya ALKAN]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

[Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı]

Danışman : [Dr. Öğr. Üyesi] [Nihan HOŞKAN]

[Sismik yansıma yönteminde yoruma hazır kesitler üzerinde karmaşık yer modelini ortaya koymakta zorluklarla karşılaşılabilir.

Bu tez çalışmasında, Blackfoot Alberta (Kanada) petrol sahasından elde edilmiş sismik yansıma verileri kullanılarak sismik yorum adımları gerçekleştirilmiştir. Sismik yorum için verilere en uygun kriterler göz önünde bulundurulmuştur. IHS Sismik Yorumlama programı yardımıyla fayların tespiti yapılış ve flattening yöntemi yardımı ile sediman kalınlıklarının yorumu gerçekleştirilmiştir.

Eldeki veriler ışığında bölgenin fay ve paleocografik yapısı detaylı olarak incelenmiştir.

]

[Haziran, 2019], [110] sayfa.

Anahtar kelimeler: [Sismik Yansıma, Faylar, Flattening Yöntemi, Yorumlama, IHS, Sismik nitelikler.]

SUMMARY

[M.Sc. THESIS]

**[EVALUATION OF THE FAULTS LOCATED IN AND AROUND BASIN BY
USING GEOPHYSICAL METHODS**

[DERYA ALKAN]

**Istanbul University-Cerrahpasa
Institute of Graduate Studies
Geophysical Engineering**

[Supervisor : Assist. Prof. Dr. Nihan HOŞKAN]

[In the seismic reflection method, it is difficult to reveal the complex site model on the sections ready for interpretation.

In this thesis, seismic interpretation steps are performed by using seismic reflection data obtained from Blackfoot Alberta (Canada) oil field. For seismic interpretation, the most appropriate criteria is considered to the data. Faults are determined and sediment thicknesses are interpreted by flattening method by IHS Seismic Interpretation program.

In the light of the available data, faults and paleogeographic structures of the region are examined in detail.]

[June 2019, 110 pages.

Keywords: [Seismic Reflection, Faults, Flattening Method, Interpretation, IHS, Seismic Attributes.]

1. GİRİŞ

[Sismik yansıma yönteminin aletsel olarak gelişimi 1914'te Ludger Mintrop'un ilk mekanik sismografi oluşturması ile başlamıştır. Daha sonra, 1917'de Reginald Aubrey Fessenden sismik yöntemde patent almış, 1921'de ise jeolojik araştırmalarda ilk sismik yansıma çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Bu sürecin adımları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Sismik yöntemin tarihsel akım süreci (Kruk, 2005).

1914	Mintrop'un mekanik sismografi	1954	Sürekli hız loglaması
1917	Sismik yöntemde Fessenden patenti	1955	Taşınabilir manyetik kafalar
1921	Jeoloji Mühendisliği Şirketlerinin ilk sismik yansıma çalışmaları	1956	Merkezi veri işlem
1923	Seismo şirketinin Meksika ve Teksas'taki kırılma sismiği araştırmaları	1961	Analog ters çözüm ve hız filtreleme
1925	Yelpaze atış yöntemi Elektriksel yansıma Sismografi Haberleşmede ve/veya time-break sırasında telsiz kullanımı	1963	Dijital veri kaydı
1926	Yansıma korelasyonu yöntemi	1965	Air-gun sismik kaynağı
1927	İlk kuyu-ıçi sismik hız araştırmaları	1967	Denizel streamer'larda derinlik kontrol modüllerinin kullanılması
1929	Yansıma eğik atış	1968	Binary gain
1931	Terslenmiş kırılma profili Kuyu başı jeofonunun kullanılması Kamyona monteli sondaj	1969	Hız analizi
1932	Otomatik gain kontrol Değişken filtreler	1971	Anlık değişken-nokta yükselticisi (Instantaneous floating-point amplifier)
1933	Her grupta çoklu jeofon kullanımı	1972	Yüzeyde sürekli statik Hidrokarbon belirteci olarak parlak noktalar
1936	Rieber sonografi İlk tekrarlı kayıt	1974	Sahada dijitalizasyon
1939	Örtüşüm hatalarını kontrol etmek üzere kapalı devre kullanımı	1975	Sismik stratigrafi
1942	Kesit Kaydı Mixing	1976	Üç boyutlu çalışmalar Görüntü-ışın (depth) migrasyonu
1944	Büyük boyutlu denizel çalışmalar Büyük kayıt paterni kullanımı	1984	Offset ile genlik değişimi Genlikten porozite tayini DMO (dip-moveout) veri-işleme
1947	Denizde Shoran enerji kaynağı kullanımı	1985	Yorumlama iş istasyonları
1950	CMP yöntemi	1986	Çoklu streamer operasyonu
1951	Orta-mesafe telsiz navigasyonu	1988	S-dalga araştırmaları 3B hacim veriden otomatik seviye seçimi
1952	Analog manyetik kayıt	1989	Eğim ve azimut görüntüleme
1953	Vibroseis kaynak kullanılarak kayıt Ağırlık düşürme	1990	Streamer'in akustik olarak konumlandırılması GPS ile konumlandırma

Sismik yansıma üç adımda uygulanır. İlk adım, çalışma alanında verilerin toplanma adımıdır. İkinci adım, toplanan sismik verilerin yer altındaki jeolojik modelin elde edilebilmesi için veri işlem basamaklarından geçtiği adımdır. Son adım ise veri işlemi yapılmış verilerden yer altının görüntüsünün elde edilebilmesi için destekleyici bilgiler ve verileri de kullanarak sismik

yorumunun yapıldığı yorumlama adımıdır. Hedef, verilerden gerçek yer altı modelinin elde edilmesidir.

Sismik veri işleminde amaç kaydedilen verilerin kalitesinin en düşük maliyetle, en kısa sürede artırılmasıdır. Sismik verideki sinyal miktarının yükseltilmesi, gürültü miktarının azaltılması yani Sinyal/Gürültü (S/G) oranının artırılması ile sağlanabilir.

Tez çalışmasının genel amacı, havza ve civarında bulunan fayların sismik kesitlerde tanınmasını sağlayacak bilgileri sentezlemek, bu fayların hidrokarbon aramacılığındaki önemini vurulamak, mlayarak luşum mekanizmalarını yorumlamak, ayrıca hidrokarbon varlığı düşünülen bölgede alınmış sismik kesitler üzerinde tabakaların birikim kalınlıklarını incelemektir.

Çalışmada, Alberta (Kanada) Blackfoot Petrol bölgesi pilot bölge olarak kullanılmış, bölgeden elde edilmiş sismik veriler ışığında bölgenin fay yapısı ve tabakaların birikim kalınlıkları IHS sismik yorumlama programı kullanılarak detaylı olarak yorumlanmış ve sonuç kesitleri elde edilmiştir.]

2. GENEL KISIMLAR

[Bu tez kapsamında çalışma bölgesi olan Alberta (Kanada) bölgesinin kuzeyinde çok sayıda uranyum yatağı bulunmaktadır. Bu yataklar, havzanın sınırları boyunca yerleşmişlerdir.

Buralarda sedimanter istiflerin kalınlıkları birkaç yüz metreyi aşmamaktadır. Yatay tabakalı “red bed” formasyonlarına sahiptir. Bu havza, fay bağlantılı üç havzaya ayrılabilir. Metapelitik gnayslar, granitoid gnayslar ve Trans-Hudson orojenine ait magmatik gnayslar bu havzayı meydana getirir. Havza tabanında uyumsuzluk düzlemi ve temelde çok sayıda yarı paralel fay sistemi görüntülenmiştir. Alberta havza eliptik bir havza niteliğindedir ve en fazla 30 metrelik kot değişimlerine sahiptir. Kalınlığı 0 ile 90 metre arasında değişen Kuvaterner çökelleri ile kaplıdır. Alttaki kumtaşı düzeyleri yer yer mostra vermektedir. Havzanın dolgusunu yatay tabakalı kuvars-kumtaşı ile az miktarda konglomera, denizel şeyl ve karbonatlar oluşturmaktadır. Kuşağın tektonik olarak yükselmesi ile birlikte, kopan malzemeler akarsularla batıya ve kuzeybatıya doğru taşınarak göl veya kıyı ortamlarında çökelmişler ve bu grubu oluşturmuşlardır. Fayların reaktif olması ile beraber faylar boyunca gruba diyabaz daykları

konumlanmıştır. En kuzeydeki ve kuzeybatıdaki kırık sistemlerine ya da faylara yerleşmişlerdir (Hajnal vd, 1997).]

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 SİSMİK YORUMLAMA TEMEL KAVRAMLAR

Genellikle sismik yöntem, karada bir dinamit patlaması; denizde ise bir hava tabancasının çıkardığı gürültü ile başlar. Yöntemde patlamanın yarattığı ses dalgasını yer içerisine göndermek amaçlanmıştır. Sismik yöntemin klasik enerji kaynağı dinamittir. Keskin dalgacık özelliğinden ve ayarlanabilen gücünden dolayı dinamit, sismik enerji kaynaklarının en idealidir. Buna karşın dinamitin yerini alabilecek enerji kaynakları bulunmuş ve uygulamaya konulmuştur. Bunlar kısaca şu şekilde sıralanabilir; ağırlık düşürme, hava tabancası, yüzey dinamiti ve vibrosismik.

Dinamitin ideal bir kaynak olması yanında olumsuz yanları da vardır. Patlatılacak dinamiti koymak için açılacak kuyuların maliyetlerinin fazlalığı, Sinyal\Gürültü oranını arttırmak için kaynak düzeni uygulaması dinamit kaynağı için hem pahalıdır hem de zaman kaybına neden olur. Vibrosismik yöntemin ise frekans kontrolü, atış düzeni uygulamasındaki kolaylığı ve maliyet düşüklüğü gibi olumlu yönleri vardır.

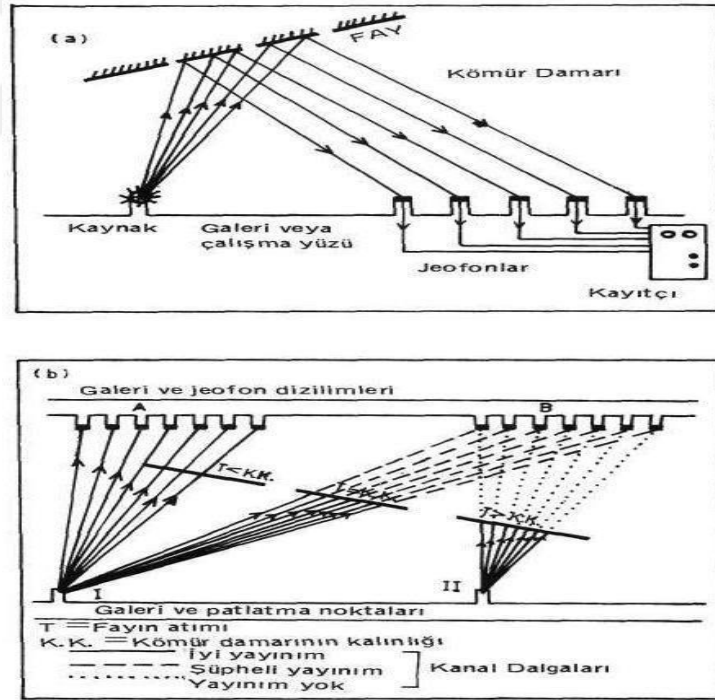
Enerji kaynaklarından herhangi biri kullanılarak elde edilen sismik dalga yer içerisinde farklı özelliklere sahip (yoğunluk, hız, direnç gibi) yeni bir ortama gelinceye kadar ilerler. Aşağı doğru giden dalga bir kısmı iki ayrı kayaç sınırından yansarak yüzeye geri dönerken orijinal dalga da aynı sınırdan kırılarak yoluna devam eder. Bu işlem her farklı iki tabaka sınırında tekrarlanır ve orijinal dalga gittikçe zayıflar. Tabakalar arasındaki yoğunluk farkı çok fazla ise yansıma da o kadar kuvvetli olacaktır. Yansıyan dalgalar yüzeyde dinleme cihazları ile algılanırlar. Alıcılar pek çok dalgayı üst üste toplanmış olarak ve sürekli kaydederler (Us, 1990).

3.1.1 Veri Toplama

İlk patlama atış olarak adlandırılır. Atışın yapıldığı yüzey noktasına atış noktası, bunun sonucunda oluşan ses dalgasına kaynak dalgacığı denir. Tabakalar arasındaki sismik olarak özellik farkına akustik empedans farkı adı verilir. Bu ise tabakaların hız ve yoğunluk farklılıklarından elde edilir.

Tabaka sınırlarından yansıyan dalgalara yansıma adı verilir.

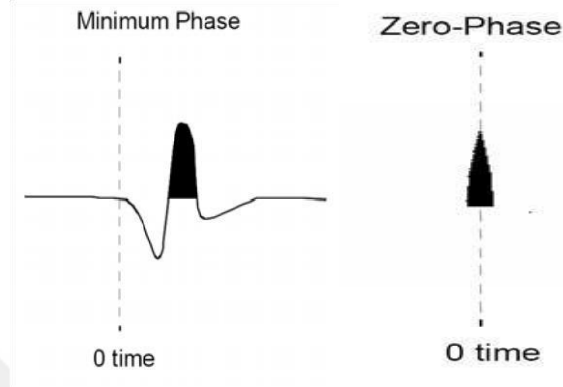
Yansımaların yüzeyde alıcılar tarafından belli bir zaman süresinde kaydedilmiş şekline sismik iz adı verilir. Yansımanın meydana geldiği yüzeyin altındaki tabakaya yansıtıcı veya reflektör adı verilir. Her yansıtıcıdan oluşan yansımalar, sismik kesitlerde görünmeyebilir. Bunlar çok zayıf olabilir veya kuvvetli yansımaların üst üste gelmesi nedeniyle görünmeyebilirler. Ses dalgalarının yansıtıcılar arasında veya yüzeye gelip tekrar geri dönerek oluşturduğu yansımalara tekrarlı yansıma olarak isim verilir.



Şekil 3.1: a) Yansıma yönteminin prensibi, b) Yayınım yönteminin prensibi (Çiftçi, 2009).

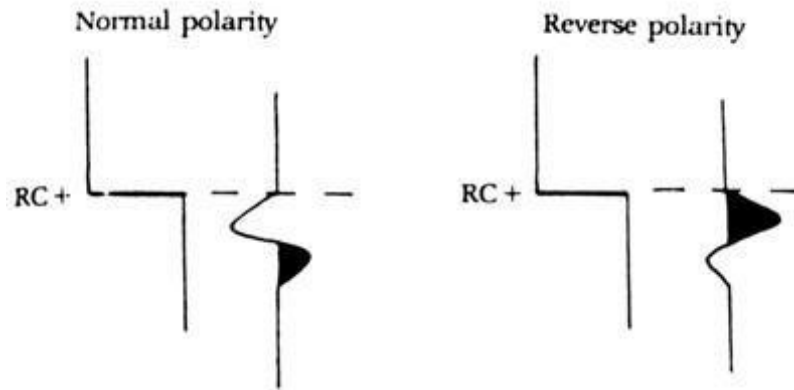
Minimum faz; herhangi bir dalgacığın enerjisinin dalgacığın ön tarafında toplanmış hali olarak tanımlanmaktadır. Teorik olarak ilk tepe ya da çukurun en yüksek genliğe sahip olması gerekirse de pratikte ilk kırılmadan sonraki salınım en fazla genliğe sahiptir (Şekil 3.2).

Sıfır fazda; ortada kuvvetli bir tepe ve her iki yanda daha düşük genlikli ve zıt yönde çukurlar vardır. Aynı uzunluktaki iki sinyalden sıfır fazlı olanı daha büyük genliğe sahiptir. Bu sinyal gürültü oranını artırır (Us, 1990).

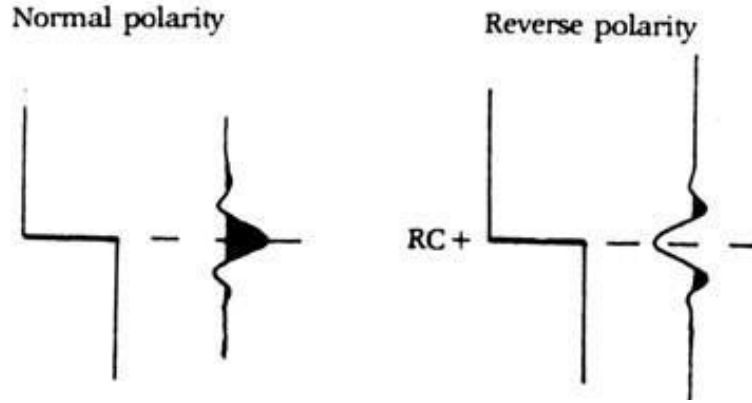


Şekil 3.2: Minimum faz ve sıfır faz dalgacıkları (Çiftçi, 2009).

Üst tabaka alttakinden daha düşük akustik empedansa sahipse yansıma pozitif bunun tersi ise negatiftir. Bunların sismik kesitte gösterilme tarzı polarite olarak bilinir (Şekil 3.3).



(a)



(b)

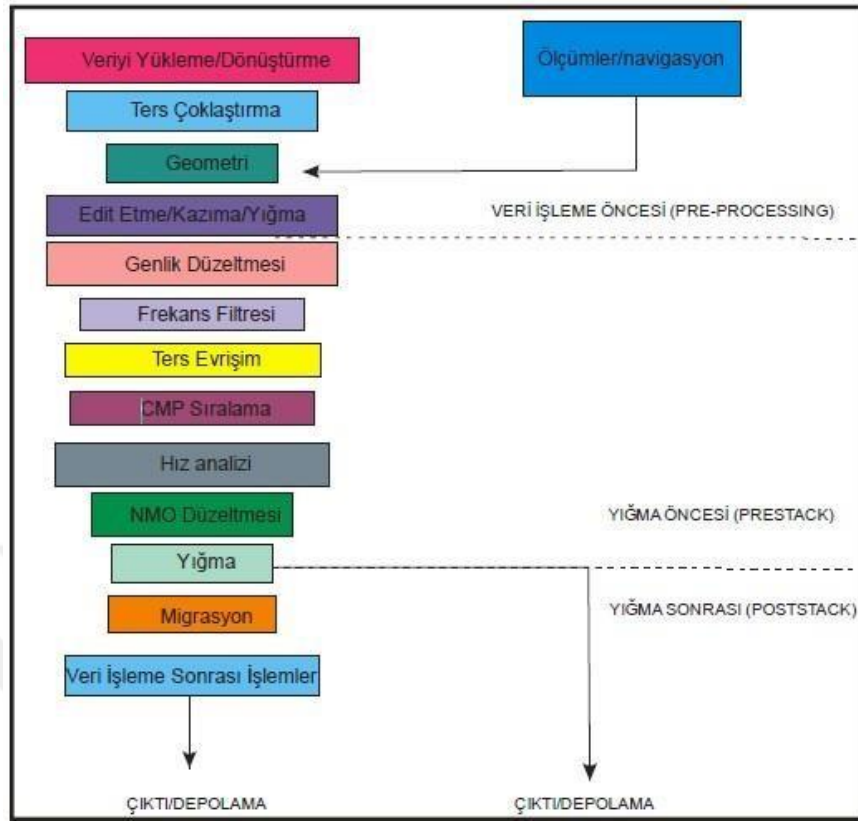
Şekil 3.3: Minimum faz dalgacığı (a) ve Sıfır Faz dalgacığı (b). Her iki dalgacığa ait normal ve ters polarite görüntüleri gösterilmektedir (Çiftçi, 2009).

Bir iz daha detay olarak analiz edilirse; genlik; yansıma kuvveti, frekans; saniyedeki titreşim sayısı, bant genişliği; içerdiği frekansların çokluğu, faz; bir T zamanındaki şekli veya diğer yansımaya göre kayma miktarı gibi terimleri kullanmak gerekir.

En basit sismik sistem bir kaynak ve tek jeofondan ibarettir. Ses dalgası bu iki nokta arasında aşağıda bulunan bir noktadan yansıyarak gidip gelirken kendisine ilave olan her türlü istenmeyen seslere gürültü adı verilir. Yansıma noktasına ise ortak derinlik noktası denilir (Us, 1990).

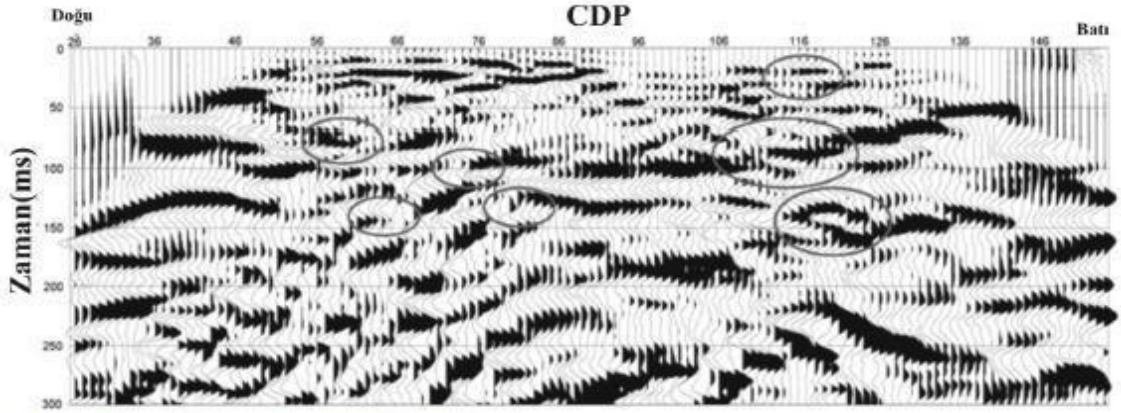
3.1.2 Veri İşlem

Sahada veri toplandıktan sonra veri işlem aşamasına gelinmiştir ki amaç en mükemmel sismik kesiti elde etmektir. İlk yapılacak işlem, saha kayıtlarında dağınık halde bulunan verileri her atış noktası için ayırarak düzenlemektir. Sismik yansıma verisinin temel veri işlem akış şeması Şekil 3.4’de verilmiştir.

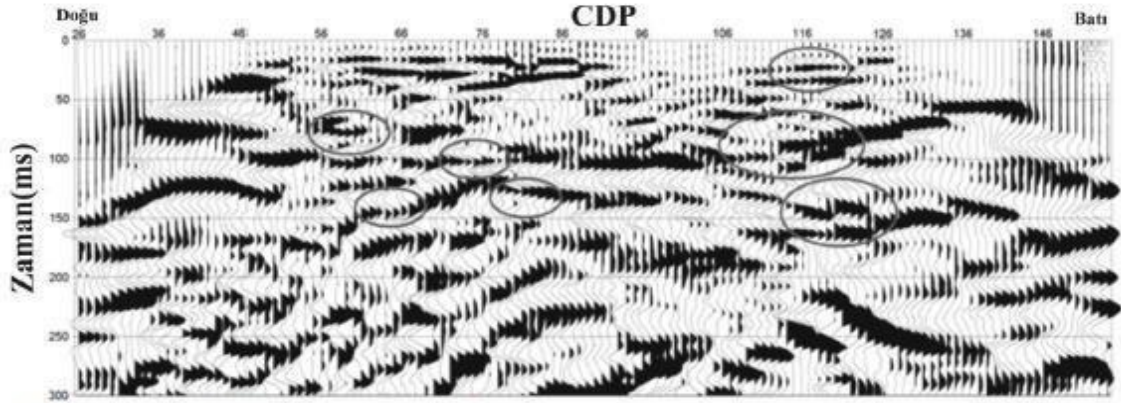


Şekil 3.4: Sismik yansıma verisinin temel veri işlem akış şeması (Çiftçi, 2009).

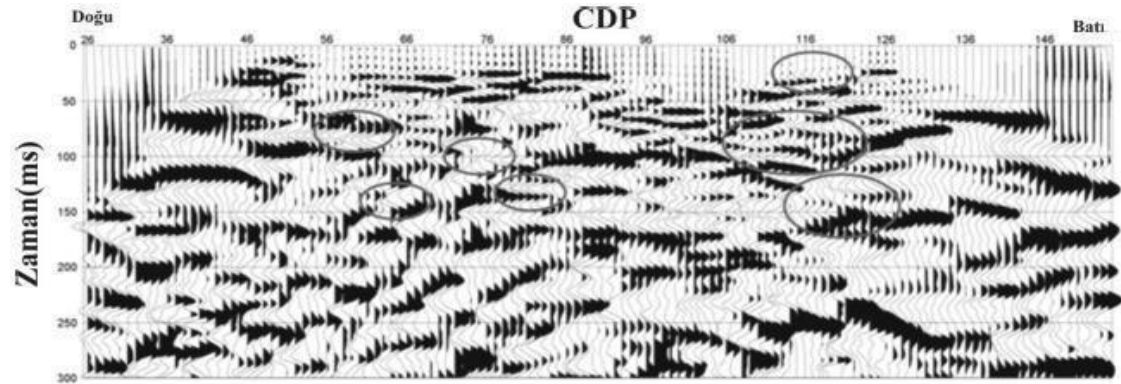
Statik düzeltmeler; yüzey topoğrafyasının, düşük hız zonunun ve hidrofonların derinliklerinden ileri gelen etkileri dengelemek için yapılır (Us, 1990). Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’da statik düzeltme yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki sismik kesitler verilmektedir.



Statik düzeltme yapılmamış sismik yığılma kesiti.
Seismic stack section with no static correction applied.



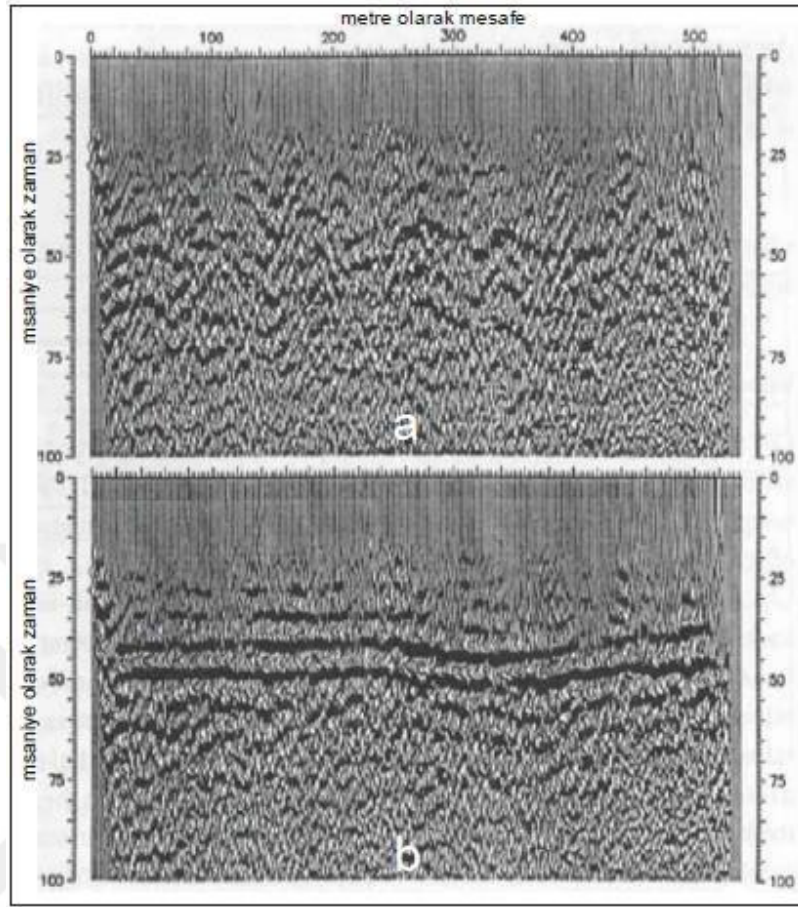
Eğik-Datum statik düzeltme yapılmış sismik yığılma kesiti.



7. Yatay-Datum statik düzeltme yapılmış sismik yığılma kesiti

Şekil 3.5: Statik düzeltme yapılmamış ve yapılmış sismik yığılma kesitleri (Aldaş ve diğer, 2009).

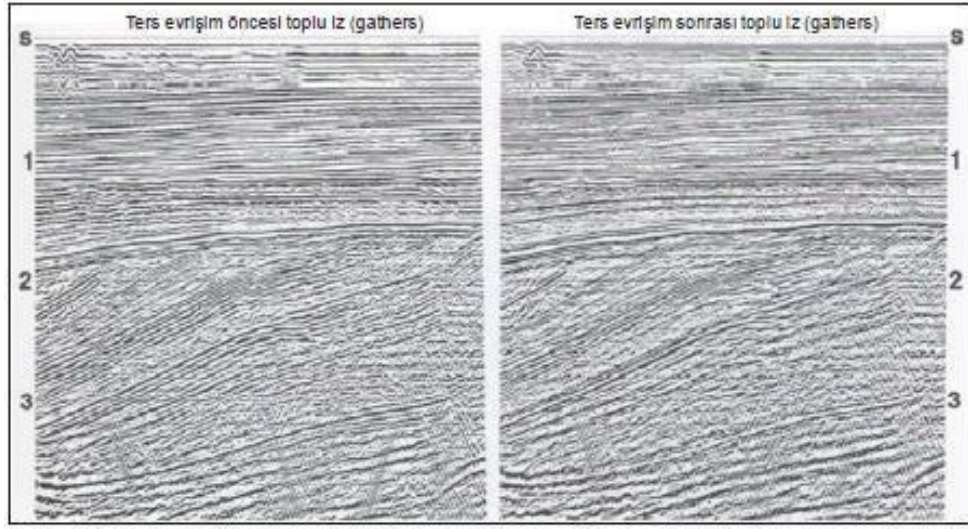
Sheriff (1969) statik düzeltmeyi, “sismik verideki yükseklik değişimi, düşük hızlı tabaka ve bozunmuş tabaka kalınlığı etkilerinin düzeltilmesi” olarak tanımlar.



Şekil 3.6: Statik düzeltme yapılmadan (a) ve yapıldıktan sonra (b) sismik kesitin görünümü (Çiftçi, 2009).

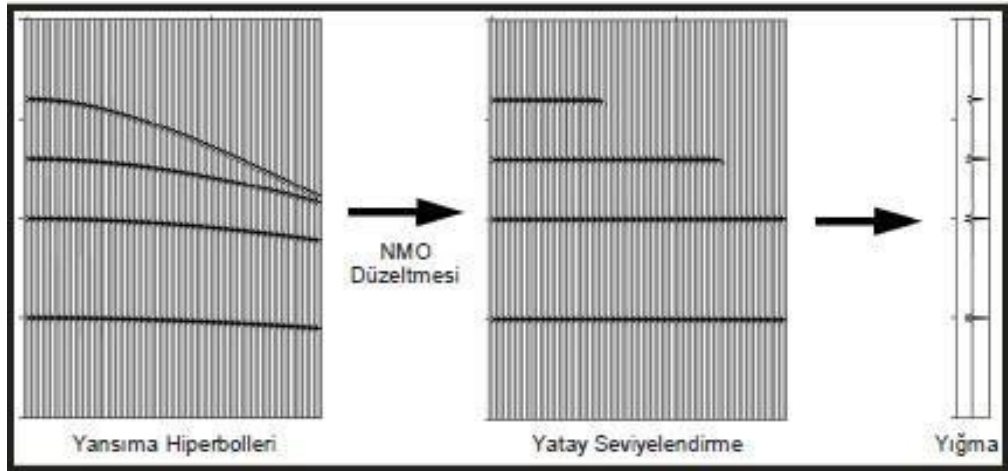
Sismik dalga yüzeyde, yüksek frekanslı olarak başlar ve yer içerisinde yayılır. Yolculuğu sırasında hızı ve yoğunluğu birbirinden farklı tabaka sınırlarından yansır, kırılır ve bu yansıyan ve kırılan dalgalar üst üste binerler. Tüm bu olaylar konvolüsyon olarak adlandırılır. Adından da anlaşılacağı gibi dekonvolüsyon; konvolüsyonun yaptığı kötü etkileri ortadan kaldırmak ve yansıtıcılardan gelen tekrarlı yansımaları elemine etmek için kullanılan bir işlemdir (Us, 1990).

Ters evrişimin (Şekil 3.7) amacı, evrişimin terslenmesi yoluyla yansıtıcılık fonksiyonunu yeniden oluşturmaktır. Genellikle gerçek yansıtıcılık fonksiyonu elde edilemeyebilir ancak bu işlem sonunda sinyal kısaltılır, gürültü ve tekrarlı yansımalar bastırılır (Çiftçi, 2009).



Şekil 3.7: Ters evrişimin sismik veri üzerindeki etkisi (Çiftçi, 2009).

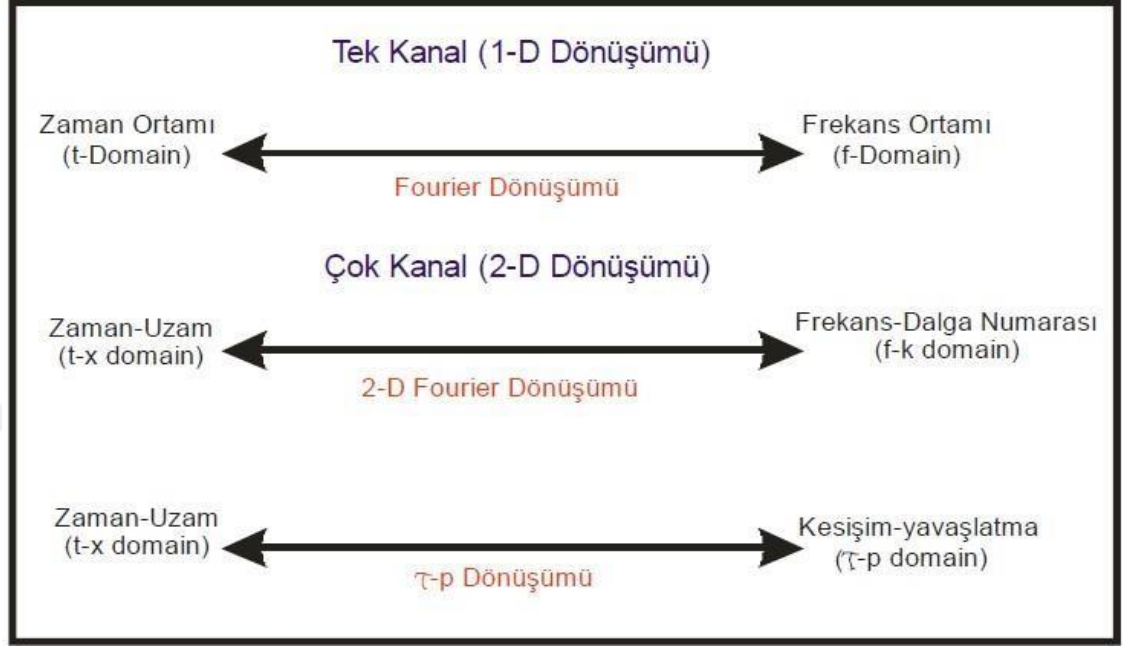
Aynı noktadan gelen her iz yüzeydeki kaynak ve alıcıların birbirinden uzaklığına göre farklı zamanlarda gelecektir. Değişik hızlar kullanılarak düşey gidiş geliş yoluna göre yapılacak zaman düzeltmeleri sonucunda yansımalar bir hizaya getirilir. Doğru hız elde edilmiş olur. Bu işlem normal kayma zamanı (Normal Moveout; NMO) düzeltmesi olarak isimlendirilir.



Şekil 3.8: Yansımalar, doğru hız bilgisi kullanılarak yatayda aynı seviyeye getirilir. Daha sonra tüm ayırık izler yığılır (Çiftçi, 2009).

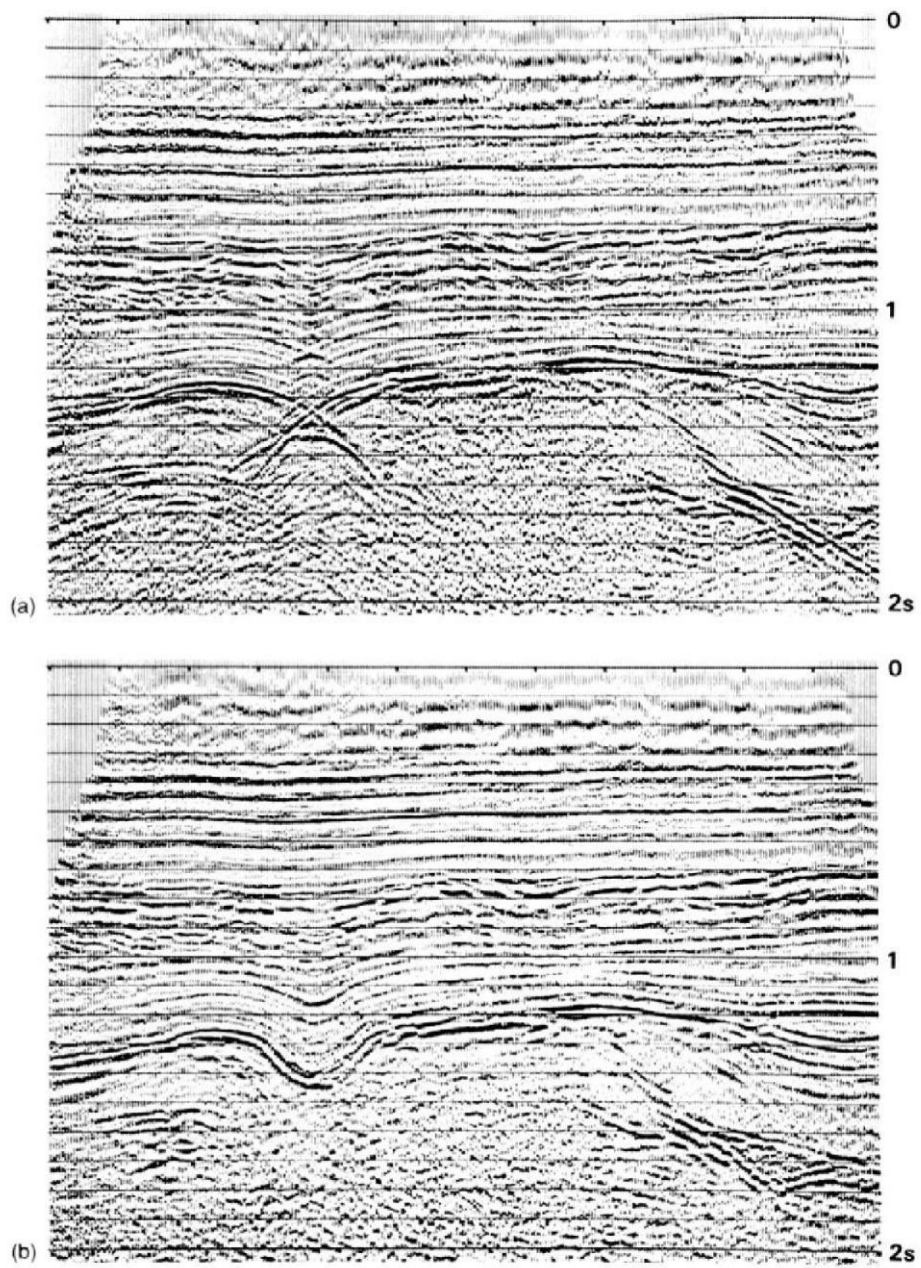
Aynı noktadan yansımış ve NMO düzeltmeleri yapılmış olan sismik izler üst üste toplanır, tek bir iz elde edilir. Bu işlem yığılma olarak adlandırılır (Şekil 3.8).

İstenmeyen frekansları kaldırmak ve sinyal/ gürültü oranını arttırmak için filtre işlemi uygulanmaktadır. En sık kullanılan filtreleme tekniği f-k filtresi ve τ -p filtresidir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: f-k Filtre için veri ortamı değiştirme diyagramı (Çiftçi, 2009).

Yığılmış veride hala bazı saçılma hiperbollerini bulunabilir. Bu etkileri ortadan kaldırma işlemine migrasyon denir. Sismik izdeki veriler gerçek yerinde olmayabilirler. Bunları orijinal konumlarına getirmek için migrasyon işlemi yapılır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: (a) Migrasyon uygulamadan yapılan yığma sonucu elde edilen sismik kesit; (b) Migrasyon uygulayarak yapılan yığma işlemi sonucunda elde edilen sismik kesit (Çiftçi, 2009).

3.2 SİSMİK YORUMLAMADA GÜRÜLTÜLER

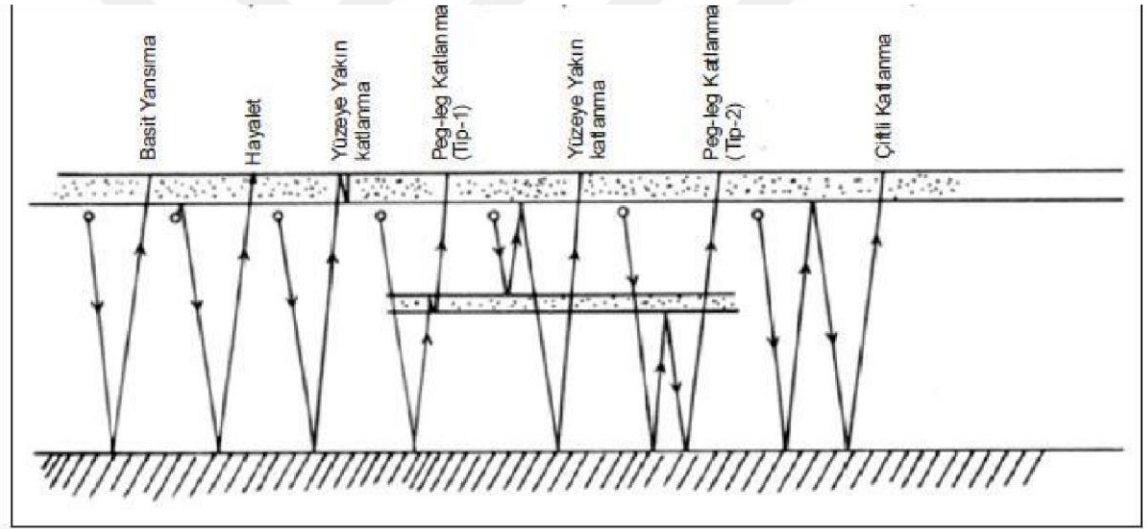
Jeolojik yapıların haritalanması, sismostratigrafik çalışmalar, sismik fasiyes analizi, modelleme gibi farklı amaçlarla yorumlama yapılabilir. Yeraltı çok karmaşık yapıya sahip ise (faylanma,

bindirme, yanal hız değişimleri gibi) görünen yapısal durum ile gerçek yapıyı mukayese etmek çok zor olacaktır.

Bunlara ilave olarak bir de gürültü problemi vardır. Gürültüler çok çeşitli olup yorum yapmayı oldukça zora sokar. Gürültü, ilksel sismik olaylarla bir ilgisi olmayan fakat sismik sinyalin bir parçası olan istenmeyen her türlü olaydır.

3.2.1 Tekrarlı Yansımalar

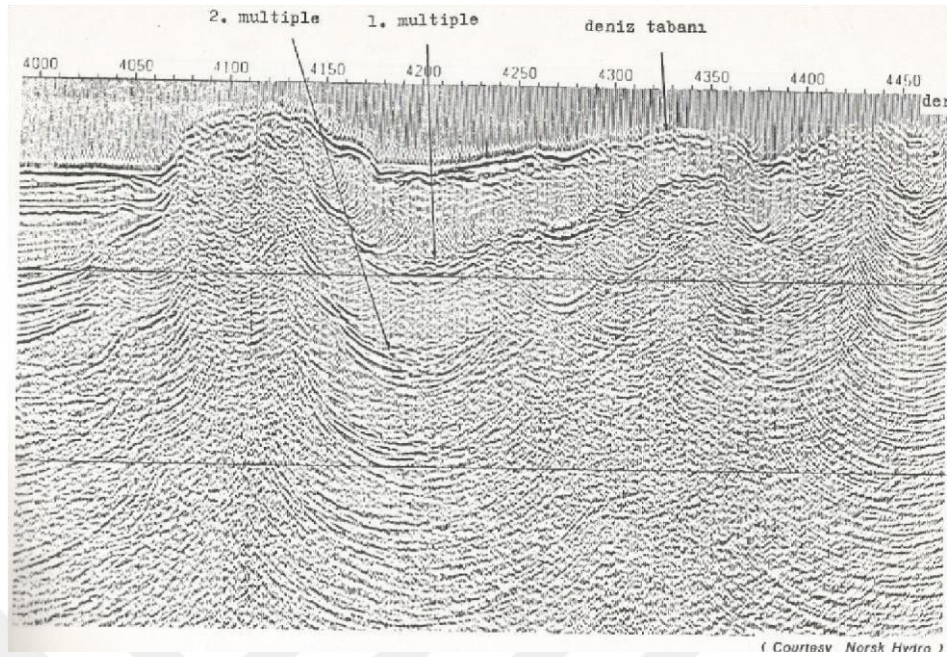
Sismik enerjinin aynı yolu birden fazla giderek meydana getirdiği olaylara tekrarlı yansımalar denilir (Şekil 3.11).



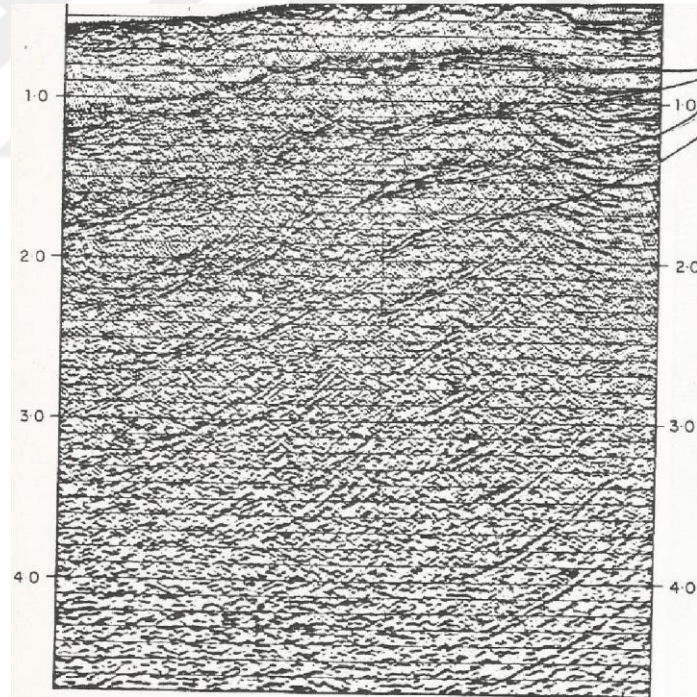
Şekil 3.11: Tekrarlı yansımalara ait seyahat yollarının şematik gösterimi (Çiftçi, 2009).

Enerjinin bir kısmı reflektörden yansıdıktan sonra yüzeyden tekrar yansıyor ve geri döner ve aynı reflektörden ikinci defa yansır. Bu sınırlar hava, su ve sediman olabilir. İkinci defa olan yansımalar da jeofonlar tarafından ayrı birer reflektör gibi kaydedileceklerdir.

Şekil 3.12 a ve b de sismik kesit görülmektedir. Enerji, birkaç kez yol almış ve görülen tekrarlı yansımaları üretmiştir.



(a)



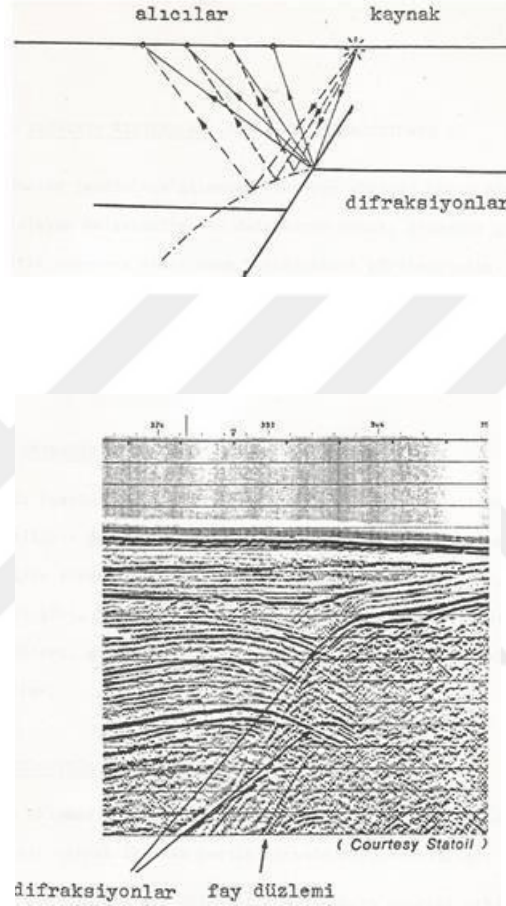
(b)

Şekil 3.12: Tekrarlı yansımalar (Us, 1990).

NMO (Normal Move Out) işlemi yapıldığında ilk refleksiyonlar aynı hizaya gelmekte ve toplandığında kuvvetlenmektedir. Bu işlem özellikle uzun yollu tekrarlı yansımalara etki eder. Dekonvolüsyon işlemi ise özellikle kısa yollu tekrarlı yansımalara etki eden diğer bir işlemdir.

3.2.1 Difraksiyonlar

Yer altındaki süreksizlik yüzeylerinin ani kesilmelerinden dolayı olur. Difraksiyonların ana kaynağı faylardır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Fayların oluşturduğu difraksiyonlar (Us, 1990).

Karmaşık kayma yapıları, düzensiz yüzeyler de difraksiyon yaratırlar. Bir fay nedeniyle olan keskin kontaklar kendileri de birer kaynak gibi her yöne enerji saçarlar. Bu enerji yüzeydeki jeofonlar tarafından ikincil kaynağın yüzeye olan izdüşümü apeks olacak şekilde hiperbolik olarak kayıt edilirler. Difraksiyonlar migrasyon işlemleri sonucunda kaldırılırlar.

3.2.2 Yansımış Kırılmalar

Bunlar jeofonlara gelmeden önce yer altında yatay yönde bir süre ilerleyen dalgalardır. Bu dalgalar yukarı giderken geçtikleri her akustik empedans sınırından kırılırlar. Elde edilecek görünüm

genellikle bir fay gibi yorumlanabilir. Yalnız elde edilen yansıma çok kuvvetlidir ve altında gölge zonu denilen bir bölge bulunur. Çoğunlukla karmaşık yapıların olduğu alanlarda görülürler.

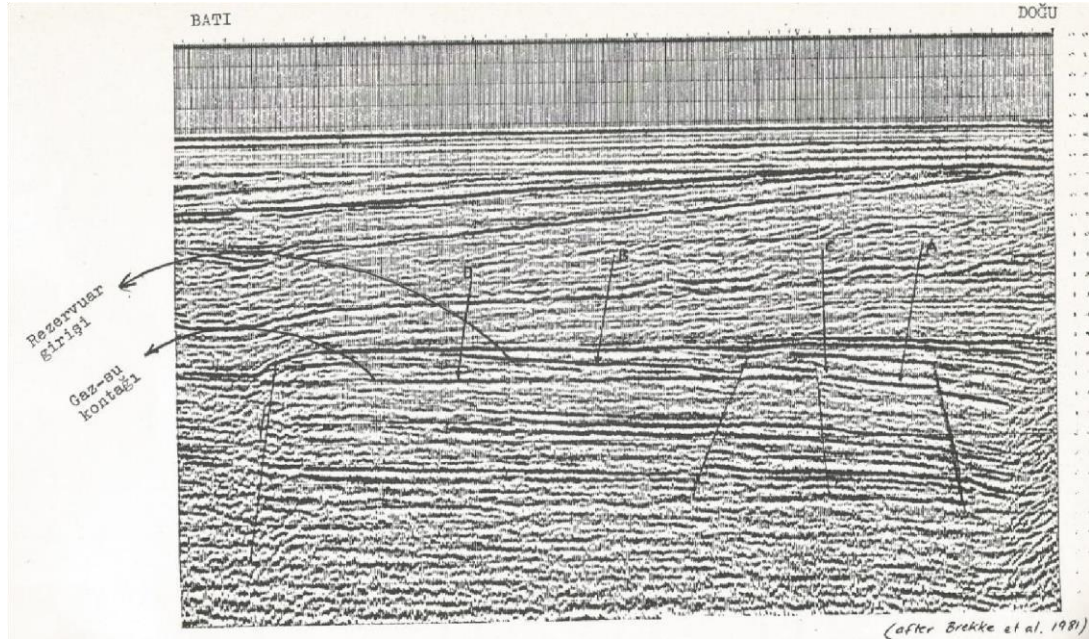
3.2.3 Düzensiz Gürültüler

Bu tür gürültülerin belli başlı nedenleri, kara çalışmalarında jeofonların yere iyi temas etmemesi nedeniyle rüzgâr etkisinde kalması, trafik, hayvanlar, enerji hatları (50 Hz) gibi, deniz çalışmalarında ise; diğer gemiler, dalgalar, balık sürüleri, gemi enkazları gibi etkilerden dolaydır. Bu gürültüler veri işlem ile giderilirler.

3.3 SİSMİK YORUMLAMADA JEOLJİNİN BOZUCU ETKİLERİ

3.3.1 Hız Değişimleri Nedeni İle Kayaçların Yaptığı Etkiler

Hız, sıkışma nedeniyle genellikle derinlik ile artar. Yüksek hız ince tabaka demektir. Gaz varlığı nedeni ile arada düşük hız zonlarının olması da sismik kesitte bozulmalara neden olurlar (Şekil 3.14).



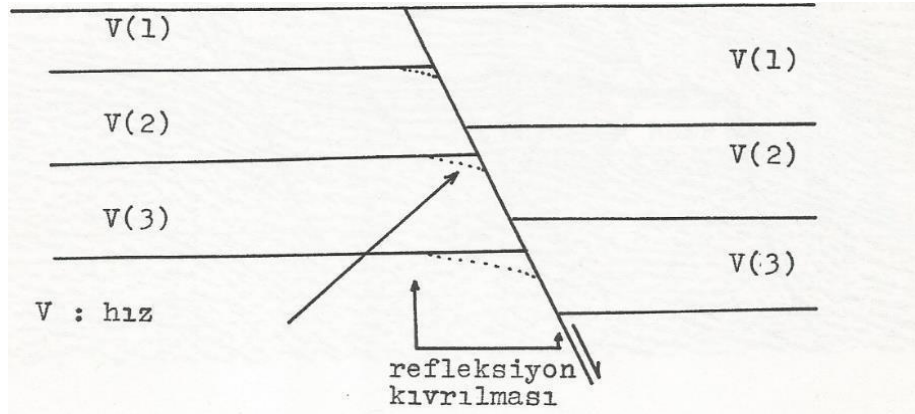
Şekil 3.14: Kuzey denizinde Troll sahasından geçen bir sismik kesit (Us, 1990).

Eğim aşağı olan görünür incelme; bunun tipik örneği, litoloji ve kalınlığı sabit olan bir kayaç, mesela bir denizel şeyl ile verilebilir. Bu kayacın kalınlığı aynı olmasına karşın derinlikle ara

hızının artması ve sismik kesitte daha ince görünmesi bir hız etkisidir. Tabakaların yatay olması durumunda da yüksek hızlı tabakalar daha ince görünürler. Sismik kesitler tabakaların ara hızları kullanılarak derinliğe çevrilirse görünür incelmeler ortadan kalkar.

Bazen sismik kesitlerde, birimlerin fay ile kesildiği yerlerde, üst bloktan alt bloğa doğru incelmeler görülür bu durum faylara karşı görünür incelme olarak adlandırılır. Aynı zamanda bazı fayların atımları derinlik ile azalan bir görünüm yansıtırlar. Her iki durumda jeolojik olarak mümkündür, fakat bu her zaman böyle değildir. Bunun en geçerli açıklaması şu şekildedir; kayaç hızlarının derinlik ile artması ve derinlerde fay atımının daha az görünmesidir. Faylara karşı gelen birimlerin üst blokta olan görünür incelmeler de aynı şekilde bir hız etkisi olup, ara hızlar dikkate alınırsa bunun nedeni kolayca anlaşılır. Bu olayların bir hız etkisi olduğunu, tek bir sismik kesite bakarak söylemek yanlış olur. Doğru yorum yapabilmek için eldeki bütün veriler değerlendirilmelidir. Çünkü hızın bozucu etkisi olarak düşünülen olay; yanal atımlı bir fay nedeni ile ya da, eski bir normal fayın yeniden aktif hale gelmesi ile gerçek olabilir (Us, 1990).

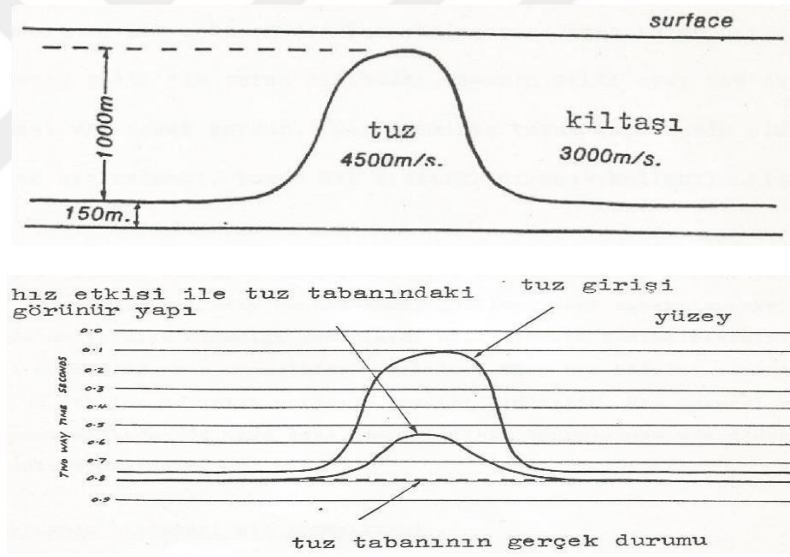
Fayların neden olduğu görünür kıvrılmalar; normal bir fayın üst blokundaki yansımalar fay düzlemine doğru kıvrılırlar (Şekil 3.15).



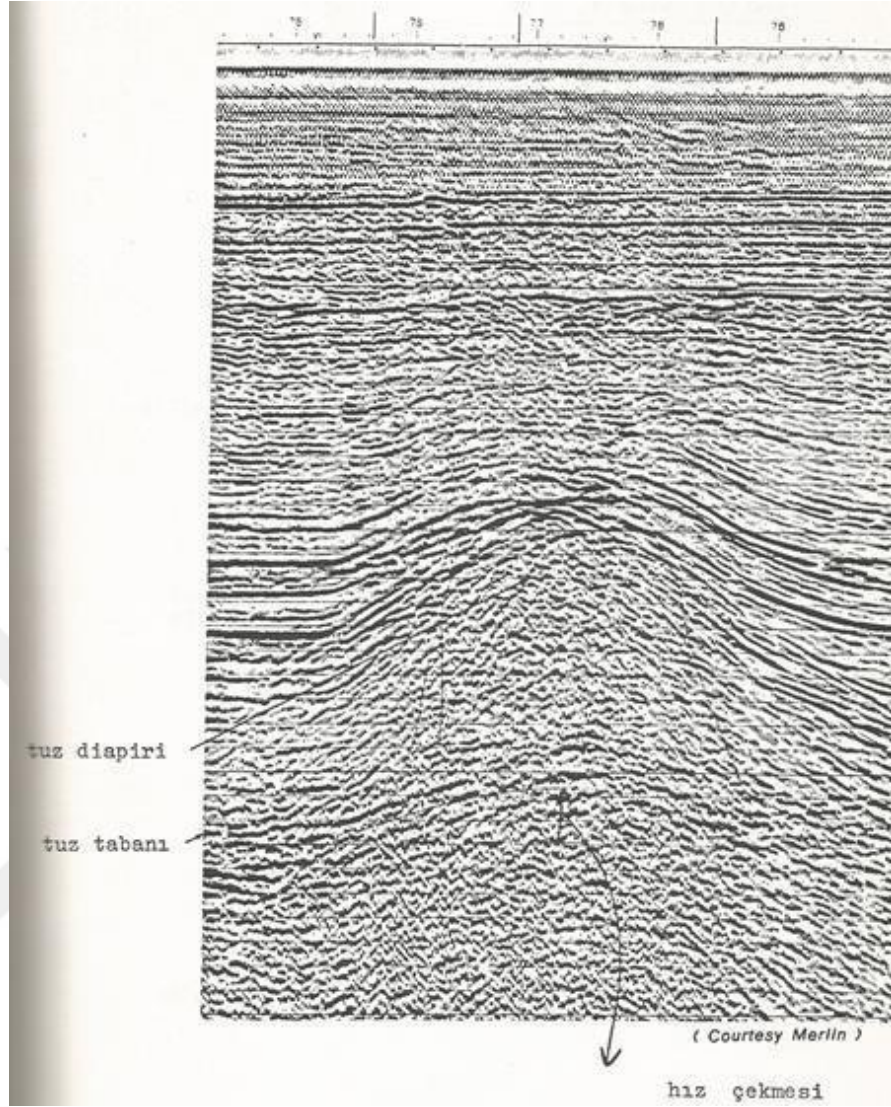
Şekil 3.15: Hız farklılığı nedeni ile faya karşı olan yansıma kıvrılmaları (Us, 1990).

Tuz yoğun kayaçların öz graviteleri pek çok diğer sedimandan daha az olduğu için, bu kayaçlar kararlı olmayıp çeşitli kuvvetler nedeni ile plastik hale gelir ve akarlar tuzun sebep olduğu hız anomalilerini oluştururlar (Şekil 3.16). Spesifik gravitesinin düşük olmasına karşın tuz kayaçları

genellikle yüksek hızlara (~ 4570 m/sn) sahiptir. Tuzların gömülü olduğu diğer kayaçların hızları ise 2500-4000 m/s arasında değişir. Ses dalgaları tuz içerisinde, civar kayaçlara oranla çok daha hızlı hareket ederler. Bu nedenle tuz kütlelerinin altındaki kayaçtan yansıyan dalgalar, alıcılara daha çabuk ulaşacağından sismikte daha yukarıda görünürler (Şekil 3.17). Yani tuz kütlesi, ya da tuz tabakaları sismikte ince görünürler. Bu etki sismikte hız çekmesi olarak adlandırılır. Eğer yeterli hız bilgisi varsa derinliğe geçişte bu etki ortadan kaldırılır (Us, 1990).



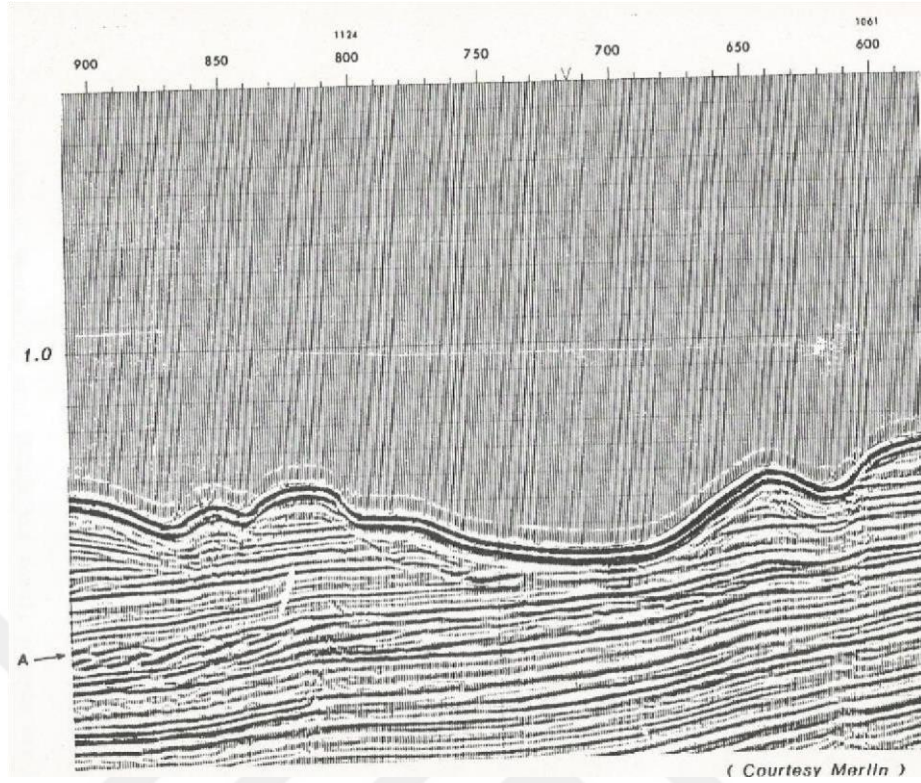
Şekil 3.16: Tuz diapirinin jeolojik modeli ve sismik görünümü (Us, 1990).



Şekil 3.17: Tuz diapiri ve hız çekmesi (Us, 1990).

Kalın şeyl tabakaları, sıkışma ve yüksek basınç altında tuz kayaçları gibi davranır ve akarak tuz domlarına benzer şekiller oluşturabilirler. Bu şekilde şeyl diapirinin altındaki hız düşmelerine sebep olabilirler. Şeylin hızı genellikle diğer kayaçlardan az olduğu için burada hız etkisi tuzdakinin tam tersi olur. Ses dalgasının seyahati şeyl içinde uzayacağından hız düşmeleri görülür. Şeyl tabakalarının şeklinde değişiklik olmadığı zamanlarda bile, yüksek basınç etkisiyle şeyl içerisinde hız anomalileri olabilir.

Karbonat resifler, dünyanın pek çok yerinde önemli rezervuar kayaçları oluştururlar. Resifler yanal olarak çok hızlı fasiyes ve hız değişikliği gösteren karmaşık yapıları olan karbonat gelişmeleridir. Resiflerin altındaki hız anomalilerini oluştururlar. Resifler çevresindeki



Şekil 3.19: Kanalların düşük hız etkisi (Us, 1990).

Bununla beraber, eski kanallar da sonradan olan sıkışmalar, kanal dolgusunu daha yüksek hızlı yapabilirler. Bu da sismikte hız çekmesi demektir.

Gazlı kumlar eğer kalınlık yeterli ise, gaz dolu kumlar düşük hızlı olacaklar ve sismikte hız düşmesi denilen bozucu etkiyi yapacaklardır. Şekil 3.14 te gazlı rezervuarın üzerinden geçen sismik kesitte bu etki açıkça görülmektedir.

Su derinliği bir kayaç olmasa da sismik kesitlerde bozucu etkilere neden olur (Şekil 3.19).Deniz derinliğinin hızla arttığı durumlarda yapısal yorum yaparken suyun düşük hız etkisine dikkat edilmelidir.

3.3.2 Statik Düzeltmeler

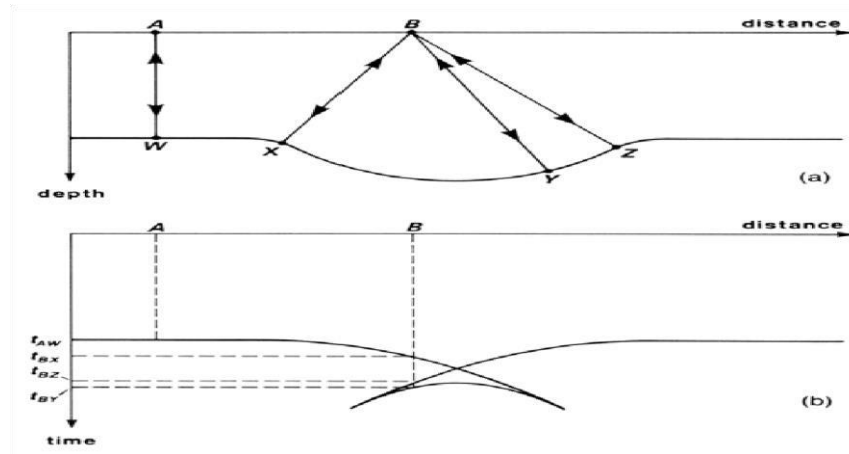
Asıl veri işlem aşamalarına geçmeden önce, topografyanın düz ve yatay olmaması ya da yüzeydeki hız farklılıkları nedeniyle olan zaman farklılıklarını seçilen bir referans düzeyine göre ayarlamak gerekir. Statik düzeltmeler, kara sismiğinde veri işlemin çok önemli ve kritik

basamaklarından birisidir. Yer yüzeyinin dalgalı olduğu ve yakın yüzeyde, düşey ve yatay doğrultularda hız değişimlerinin olduğu alanlarda çok önem taşır. Çünkü bunlar; yansıma devamlılığını, ayırlımlılık gücünü, doğru hız analizi yapılmasını ve yapısal şekilleri etkilerler. İyi olmayan statik düzeltmelerde yansıtıcı sürekliliğinin ve hız kontrolünün kötü olması demektir. Düşük hız zonu, yüzeyin bir kaç metre altında yer almaktadır. Referans düzeyi bu düşük hız zonunun altında kalacak şekilde seçilir ve tüm düzeltmeler bu düzleme göre yapılır.

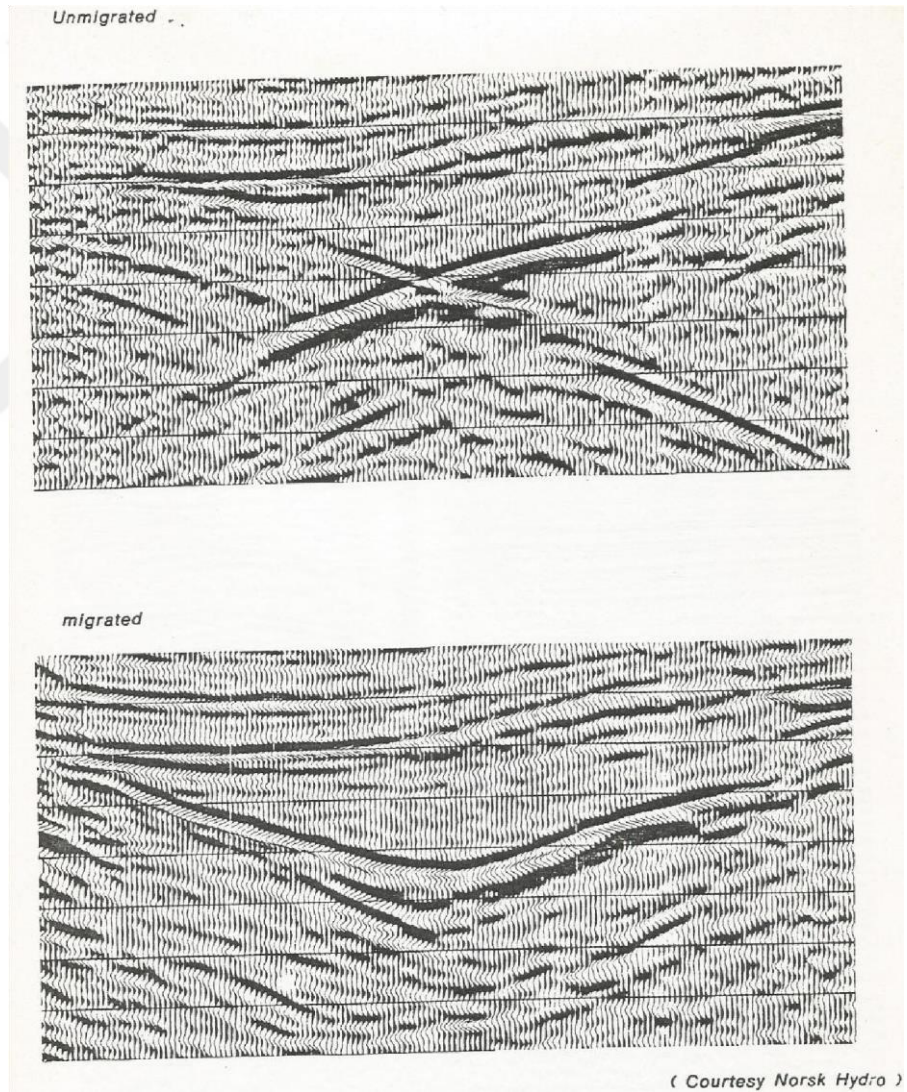
3.3.2 Yapısal Etkiler

Pek çok durumda tabakalar çok az eğimli ya da hiç eğim olmaksızın kilometrelerce uzanabilir. Eğer bir kaç dereceden büyük eğimli tabakalar varsa zaman kesitinde özel problemler başlayacaktır. Bozucu etkiler ortadan kaldırılabilir ya da tamamen ortadan kaldırılamazlar. Örneğin sismik kesit yer altındaki kıvrımlanma eksenine dik doğrultuda olsa kıvrımlanmadan dolayı oluşan bozukluk veri işlem ile ortadan kaldırılarak, yer altındaki kıvrım gerçek şeklini alabilir. İkinci tip bozucu etkiler ise tamamen ortadan kaldırılamazlar. Örneğin; bir fay zonuna dik doğrultuda olmayan bir sismik kesitte, karmakarışık yansıma dizilimleri görülecektir ve veri işleminden sonra dahi çok az bir iyileşme görülecektir. Sismik çalışma programlanırken hat doğrultuları yeraltı yapılarının konumuna göre belirlenmelidir. Genel hat doğrultuları yeraltı yapı eksenlerine, fay doğrultularına dik olmalıdır.

Senklinal derinde, küçük ve eğimli ise bu durumda senklinal eksen gömülü bir odak olacak ve aynı noktadan pek çok yansımayı yukarı yansıtacaktır. Burada senklinal yapısı etkisi görülebilir. Farklı zamanlarda ulaşan bu yansımalar kravat yapısı (bow-tie) adı verilen görünümü meydana getirirler (Şekil 3.20 ve Şekil 3.21).



Şekil 3.20: Senklinal yapısından gelen yansımalar (a) ve kravat yapısı (b) (Çiftçi, 2009).



Şekil 3.21: Kravat yapısı etkisi veri işlem öncesi ve sonrası (Us, 1990).

3.4 SİSMİK YORUMLAMADA NİTELİKLER

Yorumlama zorluklarının giderilmesinde, sismik nitelikler sıkça uygulanmaktadır. Sismik niteliklerin sentetik ve gerçek veri üzerinde yorumlamaya katkısı oldukça fazladır.

Sismik kesit üzerinde kolaylıkla ayırt edilemeyen, ancak sismik veri parametreleri içerisinde muhafaza edilen bilgiler, uygun sismik nitelik/nitelikler sayesinde ortaya çıkarılabilir. Bu niteliklerin özelliklerine göre farklı parametre seçimleri uygulanır. En iyi sonucu veren ve sismik yorumcuya en fazla katkı sağladığı görülen parametreler kullanılır ve ayrıca tabaka süreksizlikleri, faylar, kumlu-boşluklu kanal yapıları gibi yapısal jeolojik birimlerin daha kolay tanımlanması ve yorumlanması sağlanır. Tüm sismik nitelikler ve genel olarak kullanım alanları Tablo 3.1 de gösterilmiştir.

Yeraltının jeolojik özelliklerini görüntüleme ve haritalama için temel olarak sismik yorumlama yöntemi kullanılmaktadır. Temel sismik veri tipi genliktir. Sismik genlik verisinde doğrudan görülemeyen özellikleri ortaya çıkarmak için genlikler kullanılarak elde edilen sismik niteliklerden yararlanılmaktadır (Rubio 2010).

Tablo 3.1: Sismik nitelikler ve kullanım amaçları (Çınar, 2016).

	SİSMİK NİTELİKLER	KULLANIM AMAÇLARI
Karmaşık İz Nitelikleri	Sismik İz Zarfı	Fasiyes Değişimlerinin Belirlenmesi Gözeneklilik Tahmini Kum İçeren Kanal vb. Sınırların Belirlenmesi Tabaka Kalınlığı & Devamlılığı & Yorumu Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi
	Dalgacık Görünür Polarite	Farklı Polarite Sınırlarının Belirlenmesi Tabaka Devamlılığının Belirlenmesi
	Anlık Faz	Tabaka Devamlılığının Belirlenmesi Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi Tabaka Kontaklarının Belirlenmesi
	Kosinüz Anlık Faz	Tabaka Devamlılığının Belirlenmesi Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi Tabaka Kontaklarının Belirlenmesi Doğrudan Tabaka Yorumunda Yüksek Başarı
	Anlık Frekans	Yanal & Düşey Sürekliliklerin Belirginleştirilmesi Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi Kum-Şeyl Belirlenmesi & HC Belirteci Kum İçeren Kanal vb. Sınırların Belirlenmesi
Yapısal Nitelikler	Yapısal Yumuşatma	Gürültülerin Giderilmesi Tabakalar ile Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi
	3B Kenar Güçlendirme	Tabaka Devamlılığının Belirlenmesi Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi
	Benzerlik	Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi
	Karınca İzleme	Doğrudan Fay Haritası Çıkarımı
Yüzey Nitelikleri	Ortalama Karekök Genlik	Litoloji Değişiminin Belirlenmesi Fay ve Diğer Süreksizliklerin Belirlenmesi

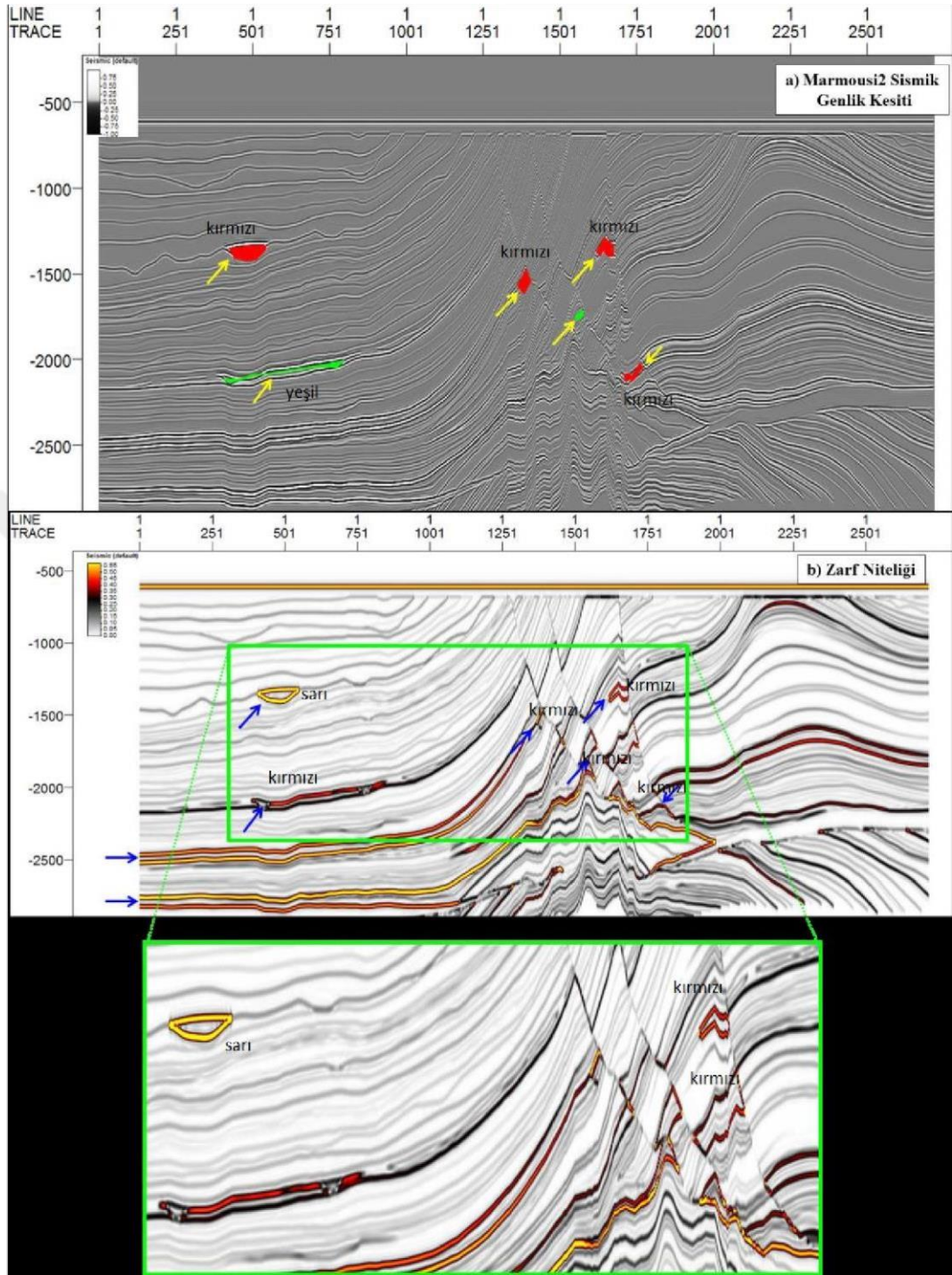
3.4.1 Sismik İz Zarfı

Jeolojik ara yüzeylerin hız ve yoğunluk çarpımıyla elde edilen ve yerinin fiziksel karakteristiği olan akustik empedans (Z) kontrastıyla doğrudan ilişkilidir. Enerji zarfı, sismik izin toplam enerjisi olarak da bilinmektedir. Fiziksel bir nitelik olan zarf; tüm analitik iz boyunca hem gerçel, hem de sanal bölümlerin toplam anlık enerjisi olarak tanımlanabilmektedir (Taner 1992).

İçerisinde petrol ve gaz varlığı bilinen kesit üzerinde zarf niteliği uygulanmış Şekil 3.22 a'da zaman ortamındaki sismik kesit, Şekil 3.22 b'de ise bu veri üzerinde çalıştırılan zarf nitelik kesiti yer almaktadır. Şekil 3.22 a'da yeşil bölgelerde petrol, kırmızı bölgelerdeyse gaz varlığı

bilinmektedir. Aynı bölgeler zarf nitelik kesitinde bu bölümlerin yüksek zarf genliği verdiği ve kırmızı-sarı renk tonlarıyla temsil edildiği görülmektedir. Bu renk aralığında porozitesi yüksek birimlerden veya hidrokarbon varlığından söz edilebilmektedir (Çınar, 2016).





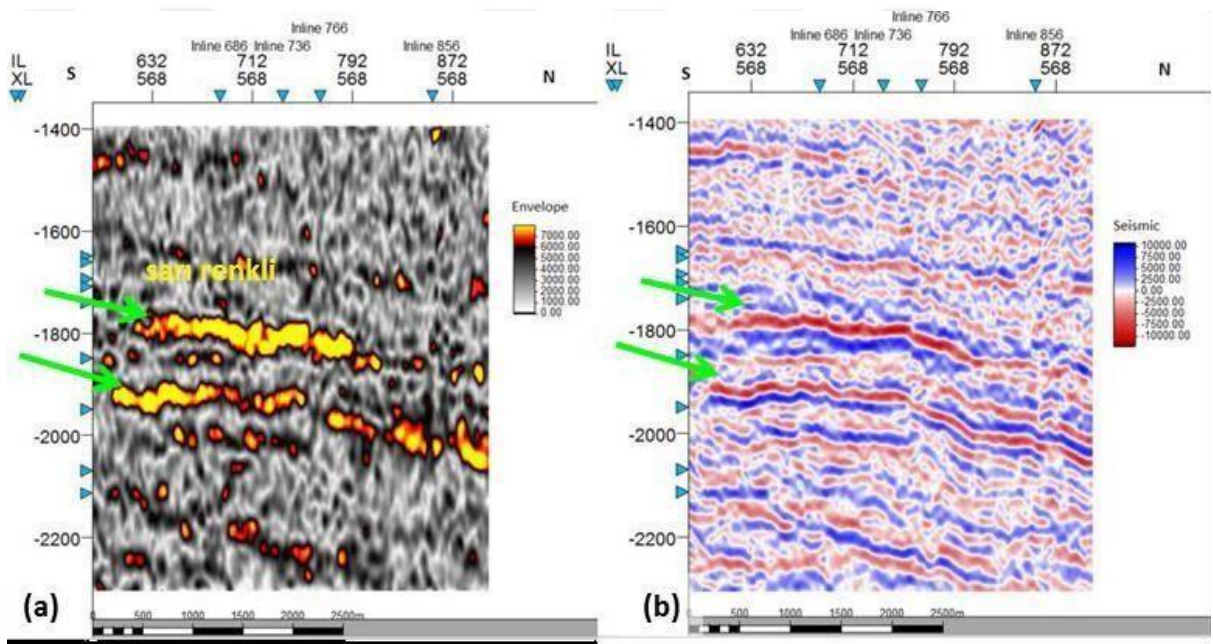
Şekil 3.22: a) Marmousi2 sismik genlik kesiti b) Zarf nitelik kesiti (Çınar, 2016).

Zarfin yüksek değerleri, gaz birikiminden dolayı oluşan parlak nokta belirtici olabileceği gibi, aynı zamanda sediman sekans sınırlarını da belirtebilmektedir. Zarf değerlerinin dereceli yanal değişimleri, genellikle litolojideki yanal değişimlerle ilişkilendirilmektedir. Zarftaki keskin bölgesel değişimler, bazı durumlarda faylanmaları, bazı durumlardaysa kapanlanma şartlarının

sağlandığı bölgelerdeki hidrokarbon birikim noktalarını gösterebilmektedir. Zarfın doğru parametreler ile kullanımı sayesinde, orijinal veri üzerinde saptanamayan özellikler, enerji içeriğiyle açığa çıkarılmaktadır (Taner vd. 1979).

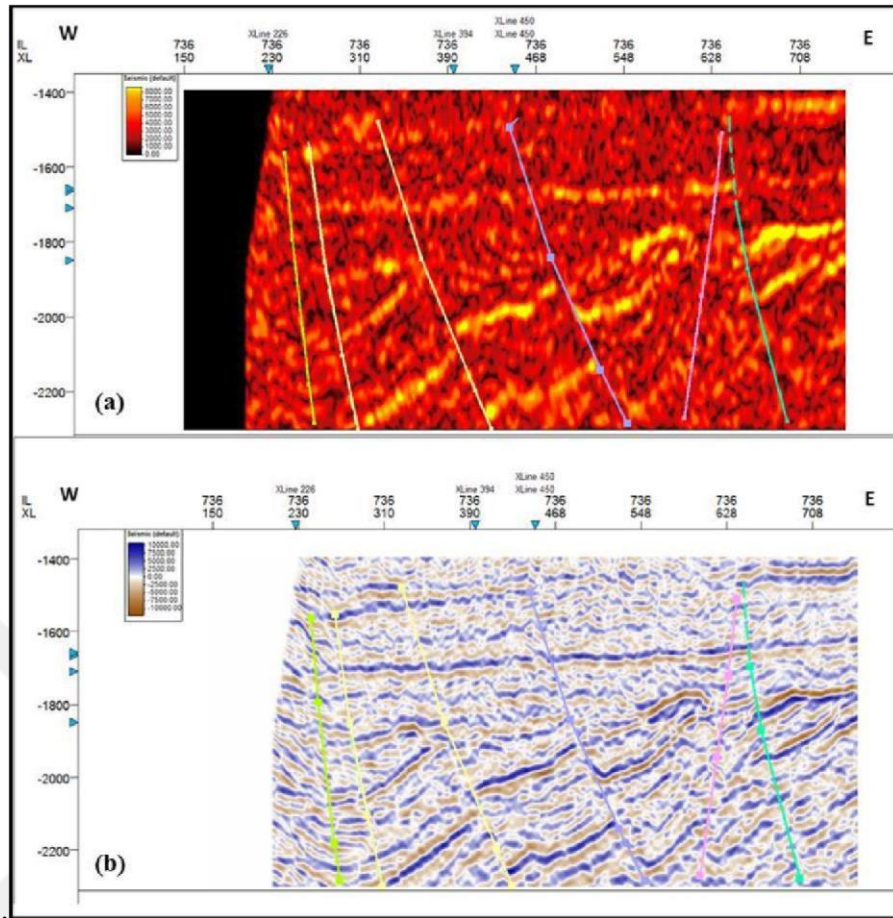
Şekil 3.23 a’da zarf niteliği, Şekil 3.23 b’de ise üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik görüntüsü verilmiştir. Oklarla gösterilen, kuvvetli anomali veren tabakalar, çalıştırılan zarf niteliği sayesinde a kesiti üzerinde kolaylıkla ve net bir biçimde ayırt edilebilmektedir.

Yüksek empedans farklarının belirteci olan yüksek zarf genlikleri, süreksizlikleri temsil etmektedir (Çınar, 2016).



Şekil 3.23: a) Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan zarf niteliğinden alınan bir parça kesiti b) Aynı parça kesite ait sismik genlik kesiti (Çınar, 2016).

Şekil 3.24 a’da zarf niteliği kesiti Şekil 3.24 b’de ise üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti verilmiştir. Tabaka bitim noktalarından işaretlenen fayların yorumu kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Zarf niteliği kullanılarak, etrafındaki yansımalarla göre, daha kuvvetli yansıma veren formasyon/tabaka sınırları sayesinde faylar belirlenebilmektedir.



Şekil 3.24: a) Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan zarf niteliği kesiti üzerinde fay yorumu yapılmış hali b) Aynı hattın sismik genlik kesiti üzerinde fay yorumu yapılmış hali (Çınar, 2016).

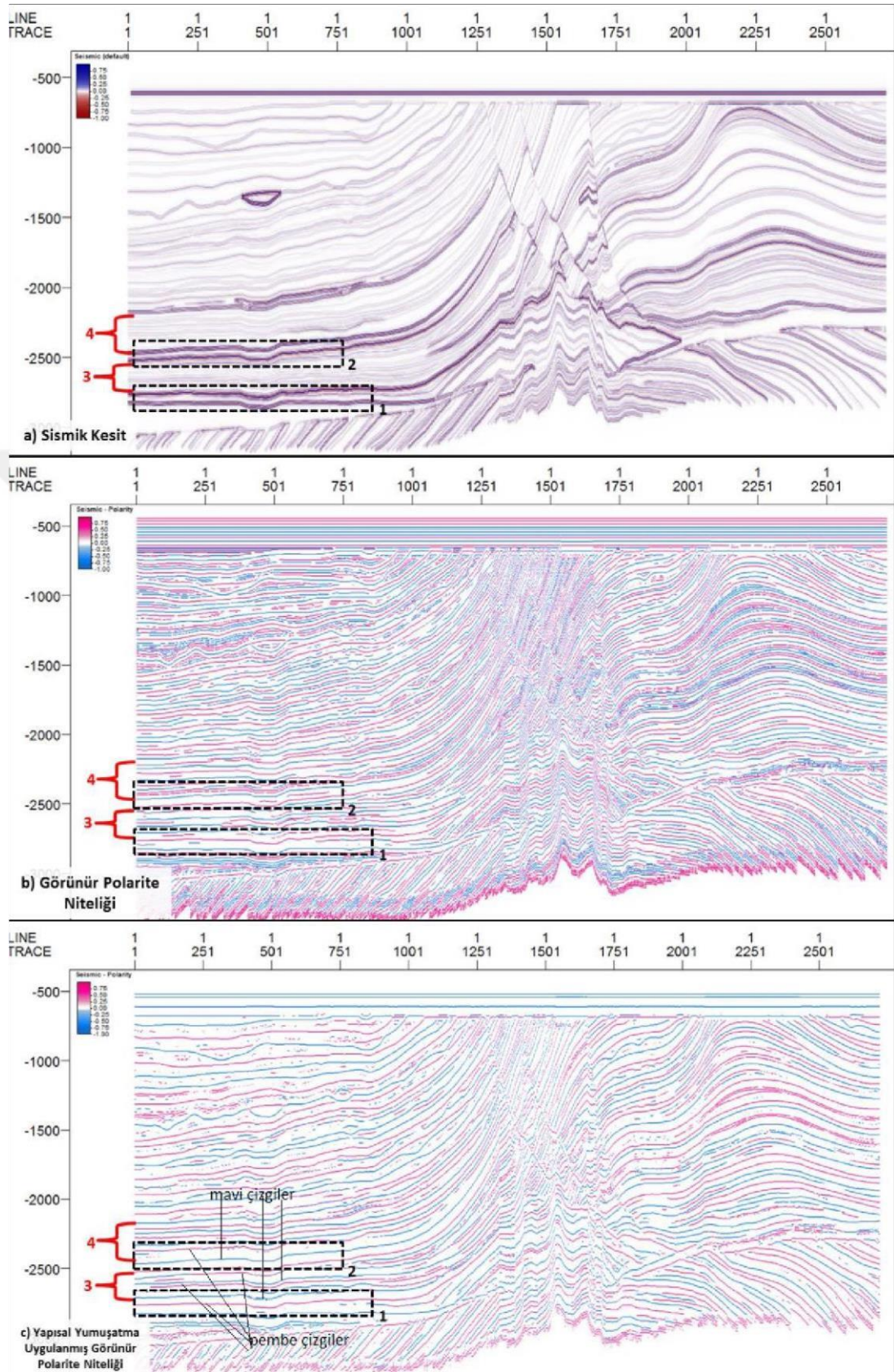
Zarf niteliği, faylanma ile ilişkili yatay değişimlerin tanımlanmasında, sekans sınırları ve süreksizlik yüzeylerinin belirlenmesinde, litoloji ve birikim alanlarındaki değişimlerin saptanmasında, parlak nokta ve olası hidrokarbon belirlenmesinde, geçirgenlik (permiabilite) ve gözeneklilik (porozite) belirlenmesinde oldukça önemlidir.

3.4.2 Dalgacık Görünür Polarite

Görünür polarite niteliği, yansıma katsayılarının işareti olarak da tanımlanabilir. Bu nitelik ile yansıtıcı seviye boyunca polaritenin yanal değişimleri tespit edilebilmekte, böylece yanal litoloji değişimi hakkında fikir edinilmektedir.

Çoğu yansıma olayları, tek bir yansımaya değil, birden çok yansımaya karşılık gelmektedir. Bu da, yansıma katsayısı ile dalga polaritesi arasındaki ilişkiyi azaltacaktır. Bu ilişkinin tam olamaması etkisinden dolayı, ‘görünür polarite niteliği’ oluşturulmuştur (Taner vd. 1979).

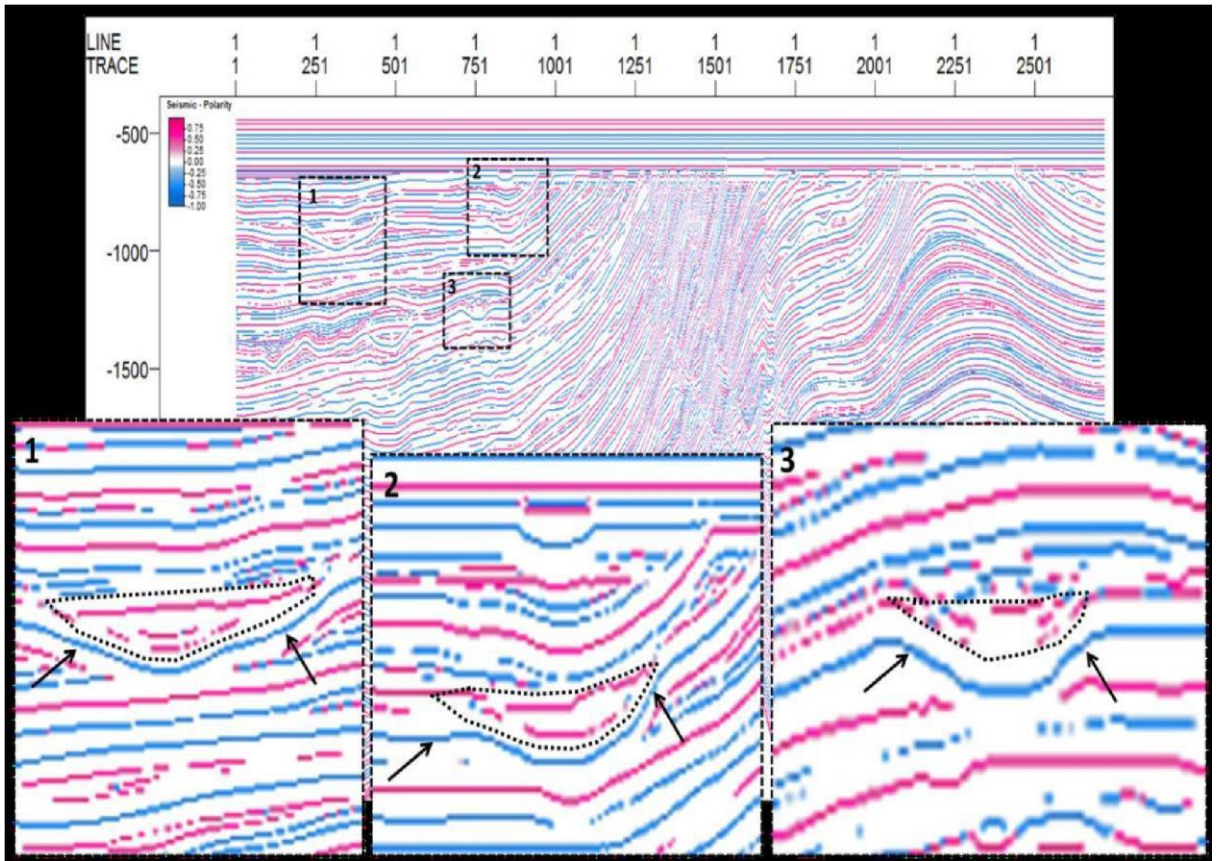
Sismik kesit üzerindeki yanal devamlılığın takibini kolaylaştırmak amacıyla, genlik polarite değişimini gösteren görünür polarite niteliği uygulanır. Şekil 3.25 a’da sismik genlik, Şekil 3.25 b’de görünür polarite kesiti ve Şekil 3.25 c’de ise yapısal yumuşatma uygulanmış kesit üzerinde hesaplanan görünür polarite kesiti verilmiştir. Sismik kesitte yer alan genliklerin negatif veya pozitif polariteli oluşları, görünür polarite kesitinden anlaşılabilir. Bu sayede düşük hızlara sahip tabakalara göre daha yüksek hıza sahip tabakalar (kum gibi) pozitif polariteye sahip olacak ve görünür polarite niteliğinde doğrudan belirlenebilecektir.



Şekil 3.25: a) Marmousi2 sismik genlik kesiti b) Görünür polarite kesiti c) Yapısal yumuşatma uygulanmış görünür polarite nitelik kesiti (Çınar, 2016).

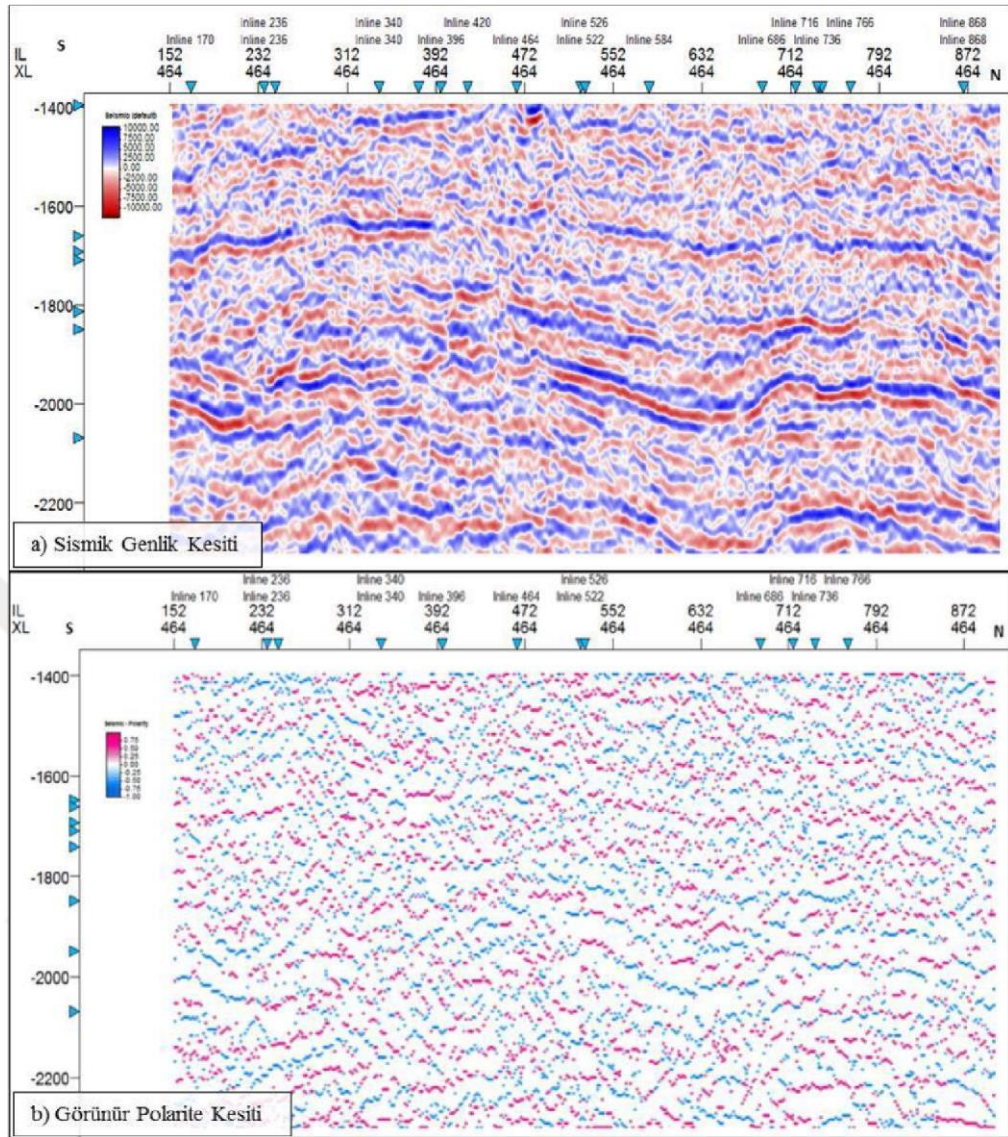
Görünür polarite, genellikle olay devamlılığını (sürekliliği) arttırmak amacıyla kullanılmakta olup, sismik yansıtıcıları güçlendirmektedir. Rezervuar içerisinde pozitif polariteler genellikle gaz-petrol veya petrol-su ara yüzeyini gösterirken, negatif polariteler gaz birikim bölgelerini belirten parlak nokta anomalilerini göstermektedir (Taner vd. 1979).

Şekil 3.26’ da negatif polariteli kanal tabanı, oldukça net bir biçimde görülebilmektedir.



Şekil 3.26: Görünür polarite niteliği kesiti üzerinde 1, 2 ve 3 numaralı kanal yapıları (Çınar, 2016).

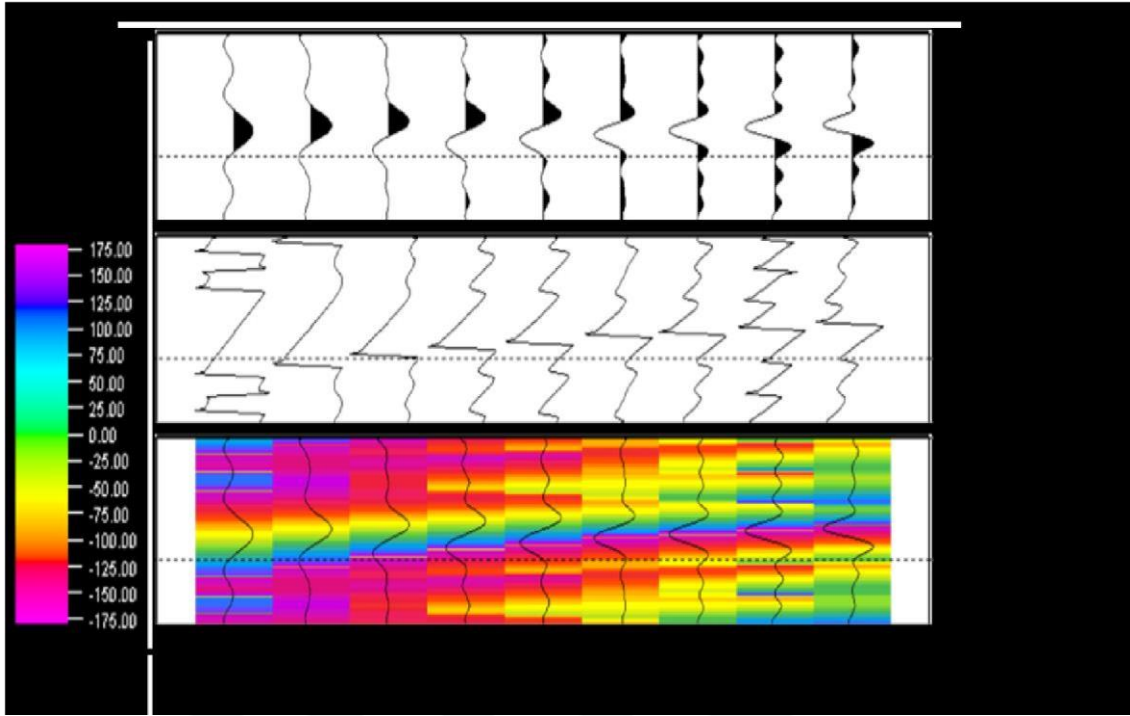
Şekil 3.27 a ve Şekil 3.27 b’de üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti ve bu kesitten hesaplanan görünür polarite niteliği görülmektedir. Sismik genlik kesitinde pozitif polariteye sahip bölgelerin, görünür polarite kesitinde de pozitif değerler aldığı, sismik genlik kesitinde negatif polariteye sahip bölgelerin görünür polarite niteliğinde de negatif değerler aldığı görülmektedir.



Şekil 3.27: a) Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti b) Sismik kesit üzerinde hesaplanan görünür polarite nitelik kesiti (Çınar, 2016).

3.4.3 Anlık faz

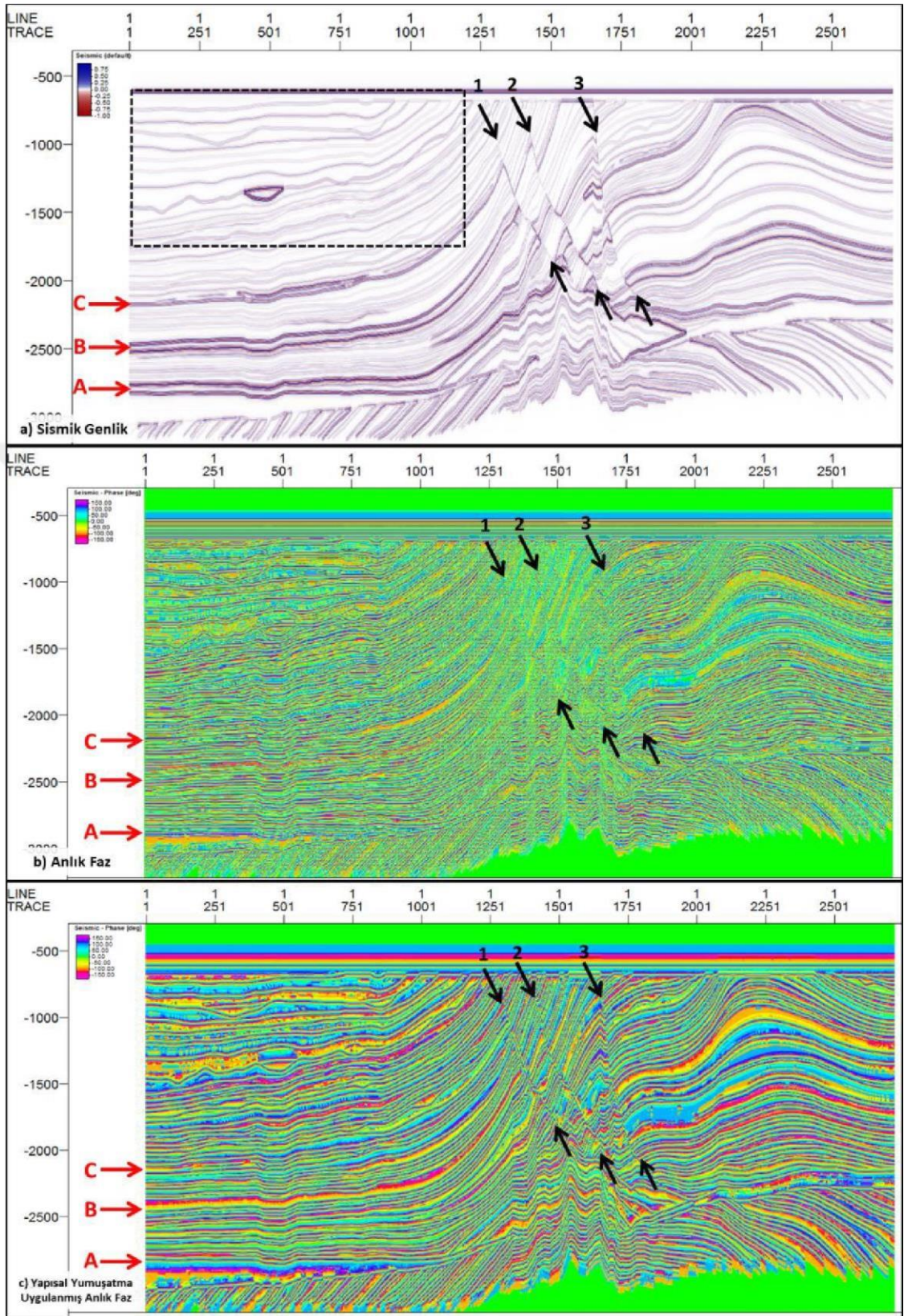
Herhangi bir andaki faz açısını tanımlamaktadır. Fiziksel bir nitelik olan anlık faz, yanal devamlılık ve sekans sınırlarını net bir biçimde ortaya koymakta ve tabaka kontaktlarını belirlemektedir.



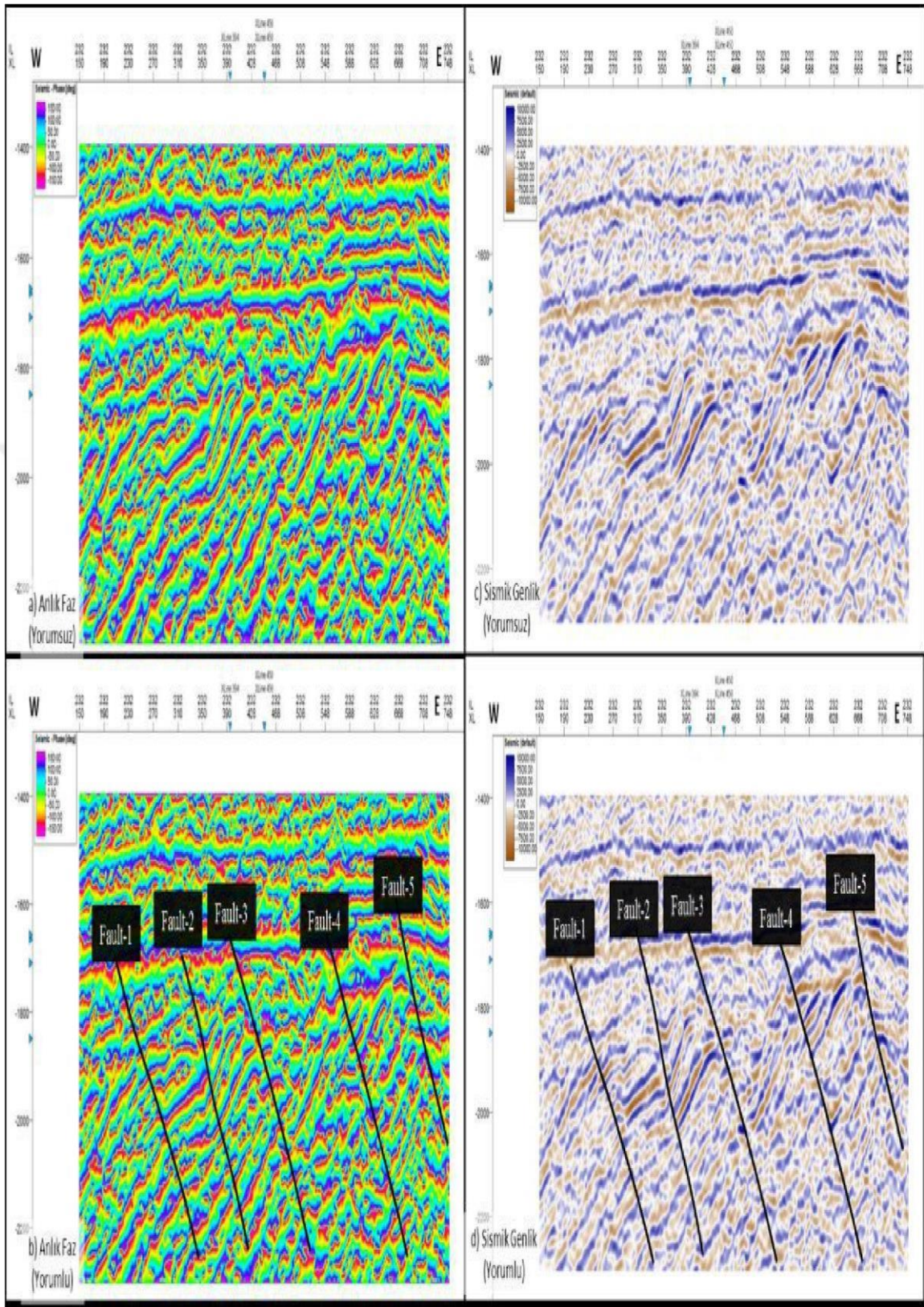
Şekil 3.28: Sismik iz ve anlık faz niteliği görünümü (Partyka 2000)

Anlık faz niteliği geometrik şekil belirteçidir. Sismik kesitte genliklerin çok zayıf olduğu durumlarda, olayları ortaya çıkarıp, yansımaları belirginleştirmektedir. Yanal ayırım gücünün zayıf olduğu durumlarda, yapısal yorumlamaya yardımcı olmaktadır.

Şekil 3.29 a’da sismik genlik kesiti, Şekil 3.29 b’de anlık faz kesiti ve Şekil 3.29 c’de ise yapısal yumuşatma uygulanmış kesit üzerinde hesaplanan anlık faz niteliği görülmektedir. Sismik kesit üzerinde yer alan kuvvetli yansıma grupları oklarla A, B ve C olacak şekilde gösterilmiştir. Anlık faz kesitinde bu 3 tabaka grubu arasındaki yansımaların olduğu bölge yine tam olarak belirlenememiş ve böylece anlık faz niteliği tam bir çözüm sağlamak için yeterli olamamıştır. Ancak uygulanan yapısal yumuşatma işlemi sonrasında elde edilen kesit üzerinde çalıştırılan anlık faz niteliği sayesinde, bu bölgenin çözümü sağlanmış ve bu 3 güçlü yansıma grupları da, aynı diğer tabakalar gibi belirlenmiştir. 1, 2 ve 3 numaralı fayların tespiti için anlık faz kesiti tam olarak yeterlilik sağlayamazken, c kesiti bu sorunun üstesinden gelmiştir. Yapısal yumuşatma uygulanmış anlık faz kesiti üzerindeki 3 fay kolaylıkla yorumlanabilmektedir.



Şekil 3.29: a) Marmousi2 sismik genlik kesiti b) Anlık faz niteliği kesiti c) Yapısal yumuşatma uygulandıktan sonra anlık faz niteliği uygulanmış kesit (Çınar, 2016).



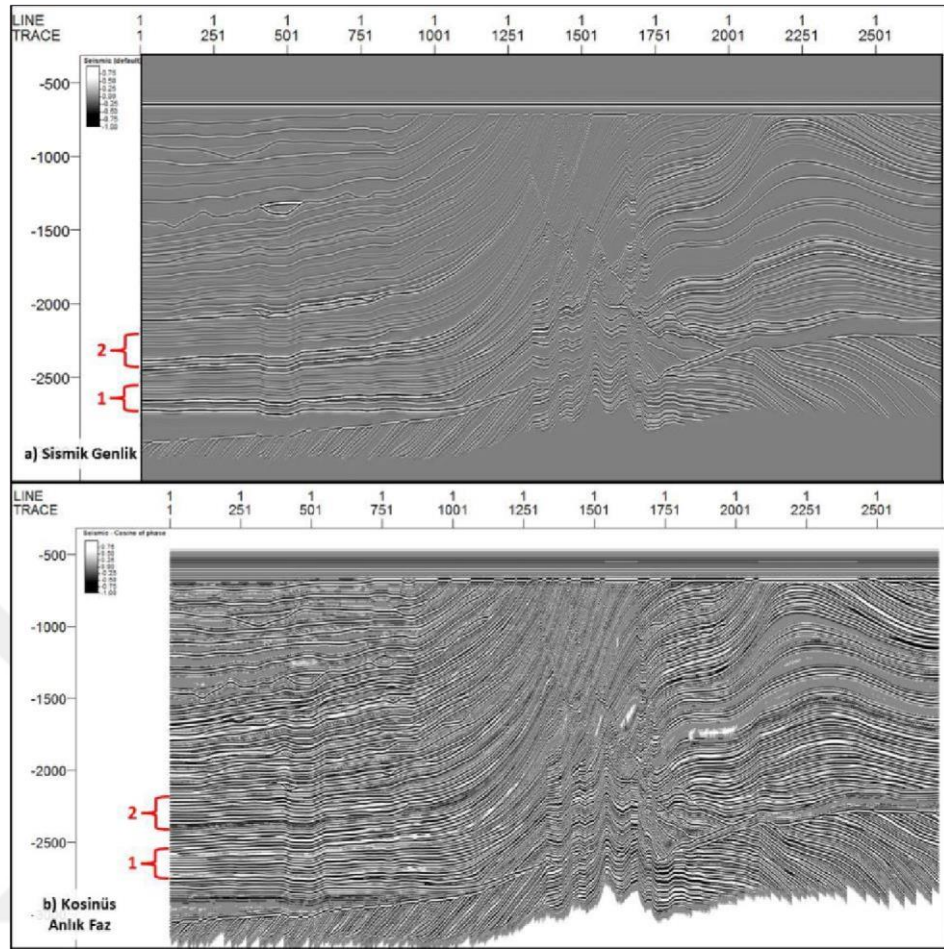
Şekil 3.30: a) Anlık faz niteliği kesiti b) Üzerinde fayların yorumlandığı anlık faz niteliği kesiti c) Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti d) Üzerinde fayların yorumlandığı sismik genlik kesiti (Çınar, 2016).

Şekil 3.30’da üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik ve anlık faz niteliği kesitleri, yorumsuz ve yorumlu şekilde gösterilmiştir. Anlık faz niteliği sonucunda yansımaların daha belirgin hale geldiği ve böylece fayları belirten tabaka bitim noktalarının tespitinin daha kolay yapılabildiği görülmüştür.

3.4.4 Kosinüs Anlık Faz

Kosinüs anlık faz, yüksek ve düşük genlikleri dengeleyip, tabaka sürekliliklerinin net olarak ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır.

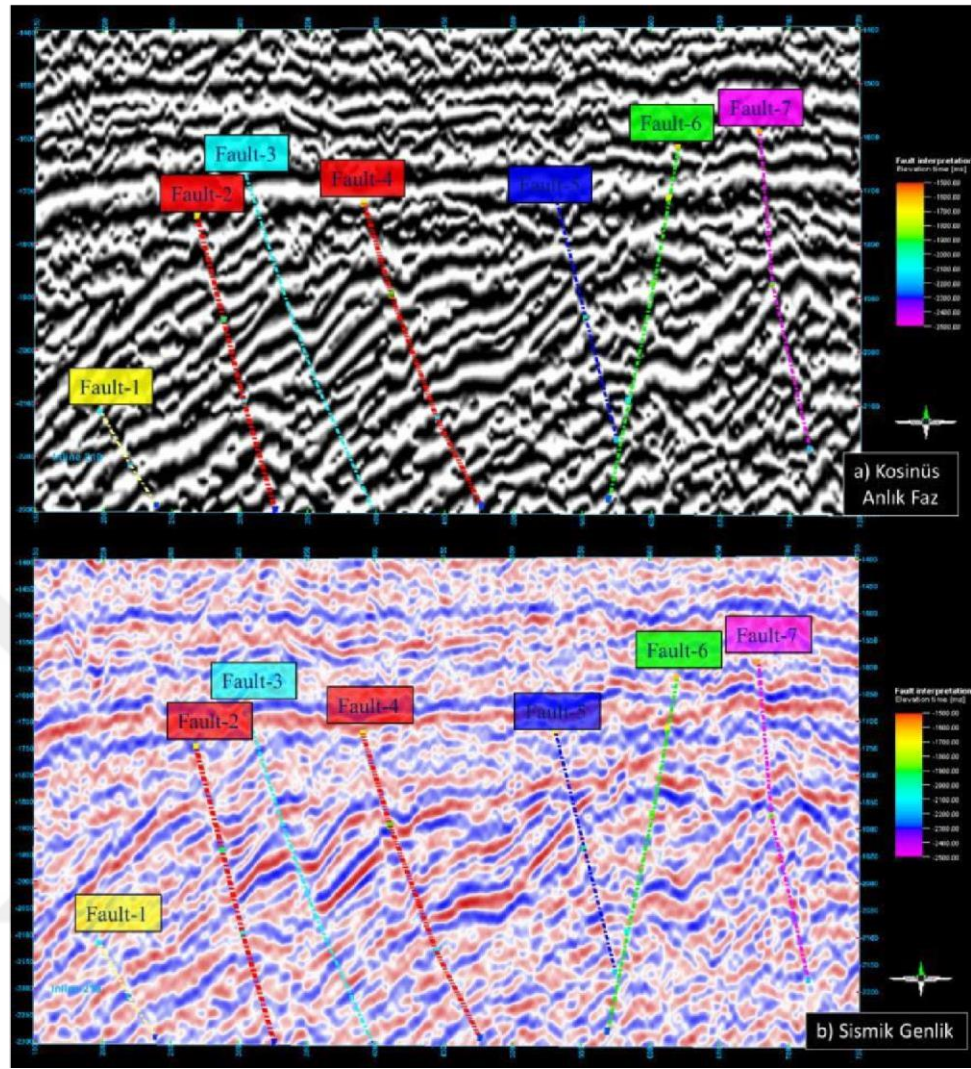
Şekil 3.31 a’da sismik genlik görüntüsü, Şekil 3.31 b’de ise fazın kosinüsünü temsil eden nitelik kesiti görülmektedir. Kesitlerde ayraçla belirtilen 1 ve 2 numaralı bölgelerde yer alan tabakalar ve bu tabakaların yanal devamlılıkları sismik genlik kesiti üzerinde net olarak saptanamamaktayken, kosinüs anlık faz kesiti üzerinde net bir biçimde ayırt edilebilmektedir.



Şekil 3.31: a) Marmousi2 sismik genlik kesiti b) Kosinüs anlık faz niteliği kesiti (Çınar, 2016).

Kosinüs anlık faz niteliği stratigrafi ve yapısal olayları tespit etmede, genlikleri dengelediği için yanal süreksizlikleri izlemede ve tabaka sınırlarını daha net ayırt etmede, yapıyı gözlemlene ve olay takibi yapmada oldukça etkilidir.

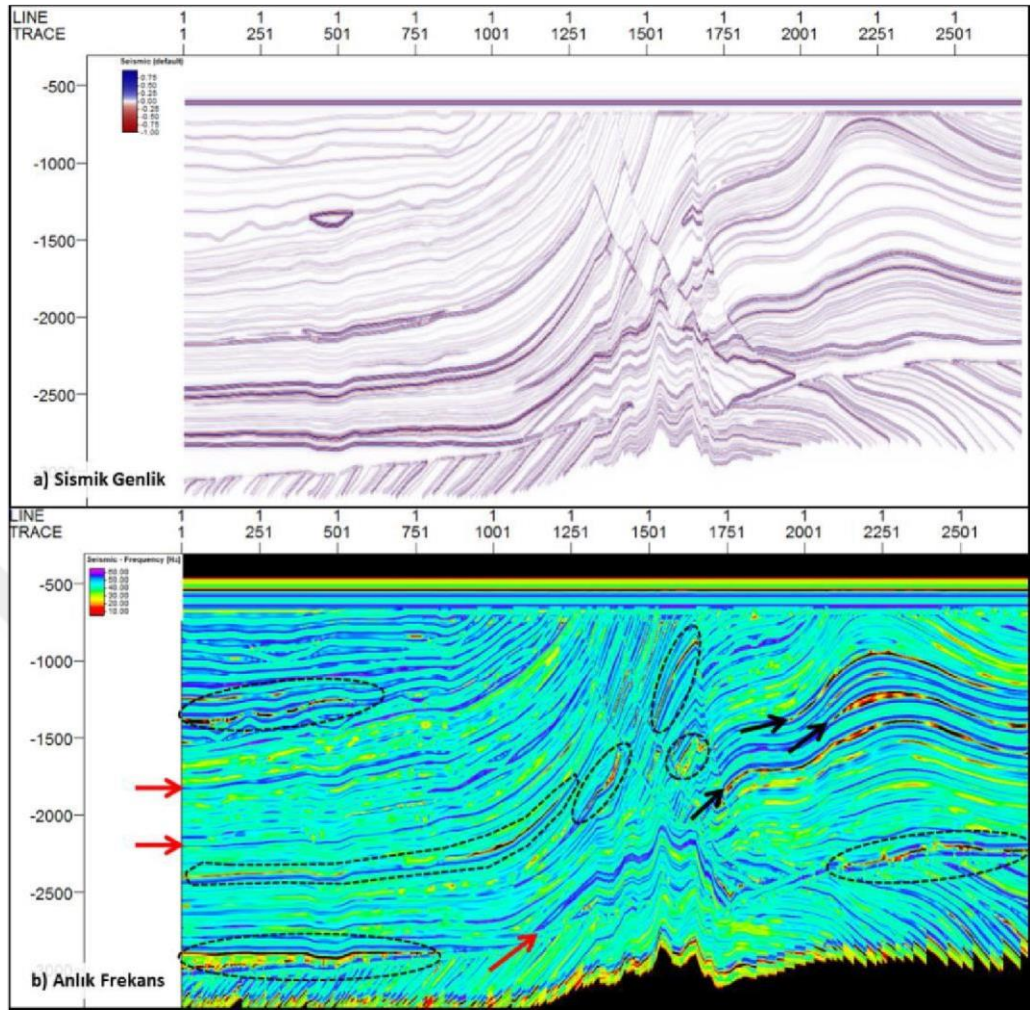
Şekil 3.32 a'da yer alan kosinüs anlık faz kesitinde daha net görüntülenebilen yansıtıcı süreksizlikleri sayesinde, bu kesit üzerinde fay yorumu yapılmış, tabakaların birbirinden kopma noktaları neredeyse bir çizgi şeklinde belli olan faylar, kosinüs anlık faz kesiti üzerinde kolaylıkla yorumlanmış. Yapılan bu fay yorumları daha sonra, sismik genlik kesiti üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.32: a) Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan kosinüs anlık faz kesiti ve fay yorumu
b) Sismik genlik kesiti ve fay yorumu (Çınar, 2016).

3.4.5 Anlık Frekans

Anlık frekans, anlık fazın zamana göre değişim oranıdır. Anlık frekans hem dalga yayılımı, hem de depolanma alanlarıyla ilişkilidir. Bu yüzden fiziksel bir nitelik değildir. Faz ve genlikten bağımsız olup, absorbe etmenin bir ölçütüdür. Anlık frekans niteliği ince şey tabakalarının varlığı ve kum gibi yüksek gözenekliliğe sahip birimlerin tespiti için uygulanmaktadır. Şekil 3.33 a’da sismik genlik kesiti, b’de ise anlık frekans nitelik kesiti yer almaktadır. Anlık frekansın renk ölçeği 5 – 65 Hz arasında sınırlandırılmıştır ve derinlere doğru gidildikçe frekansın düştüğü görülmektedir.

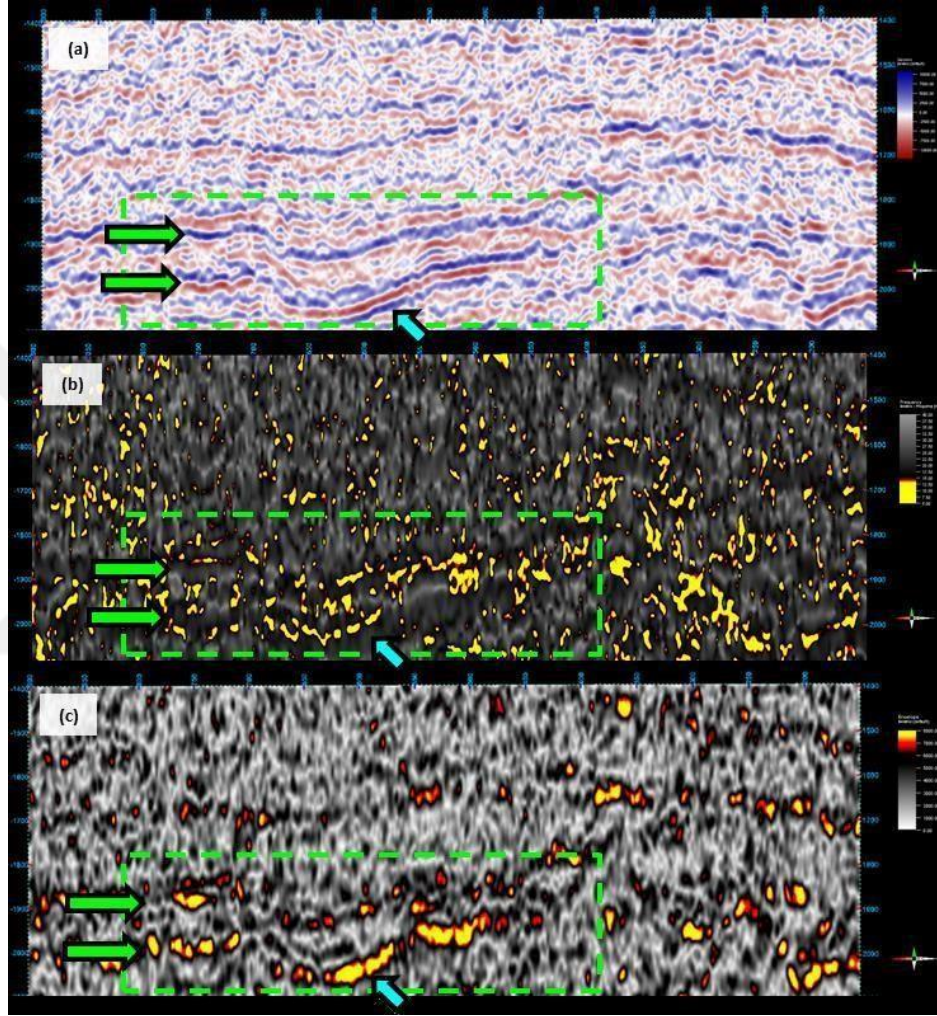


Şekil 3.33: a) Marmousi2 sismik genlik kesiti b) Anlık frekans niteliği kesiti (Çınar, 2016).

Anlık frekans niteliği litolojideki yanal ve düşey değişimleri arttırmak ve onları daha iyi gözlemleyebilmek için kullanılmaktadır. Yanal yöndeki sismik karakter ilişkisini ortaya çıkarmaktadır. Bazı kırıklı bölgeler, düşük frekans anomalisi verebilmektedir, dolayısıyla bu nitelik kırık-çatlak belirteci olarak da kullanılabilir. Anlık frekans niteliği sayesinde kamalanmalar da saptanabilmektedir.

Şekil 3.34 a'da üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti, b'de anlık frekans kesiti ve c'de zarf nitelik kesiti görülmektedir. Sismik genlik kesitine bakıldığında, kesikli çizgilerle sınırlandırılmış alanda yer alan ok ile belirtilmiş pozitif-negatif yüksek genlikler görülmektedir. Zarf nitelik kesitine bakıldığında aynı bölgenin, çok yüksek zarf değerleri aldığı görülmektedir. Ayrıca aynı bölgenin anlık frekans nitelik kesiti de incelendiğinde, sarı renk ile

temsil edilen düşük frekans değerleri aldığı görülmektedir. Dolayısıyla hem sismik genlik kesiti, hem de kullanılan iki adet nitelik kesiti sayesinde, bu bölgede yer alan yüksek enerjili ve boşluklu yapıdaki ‘kum varlığı’ tespit edilebilmiştir. Anlık frekans niteliği kesitinde bu iki kum tabakasının sınırları çok net belirlenememiştir.



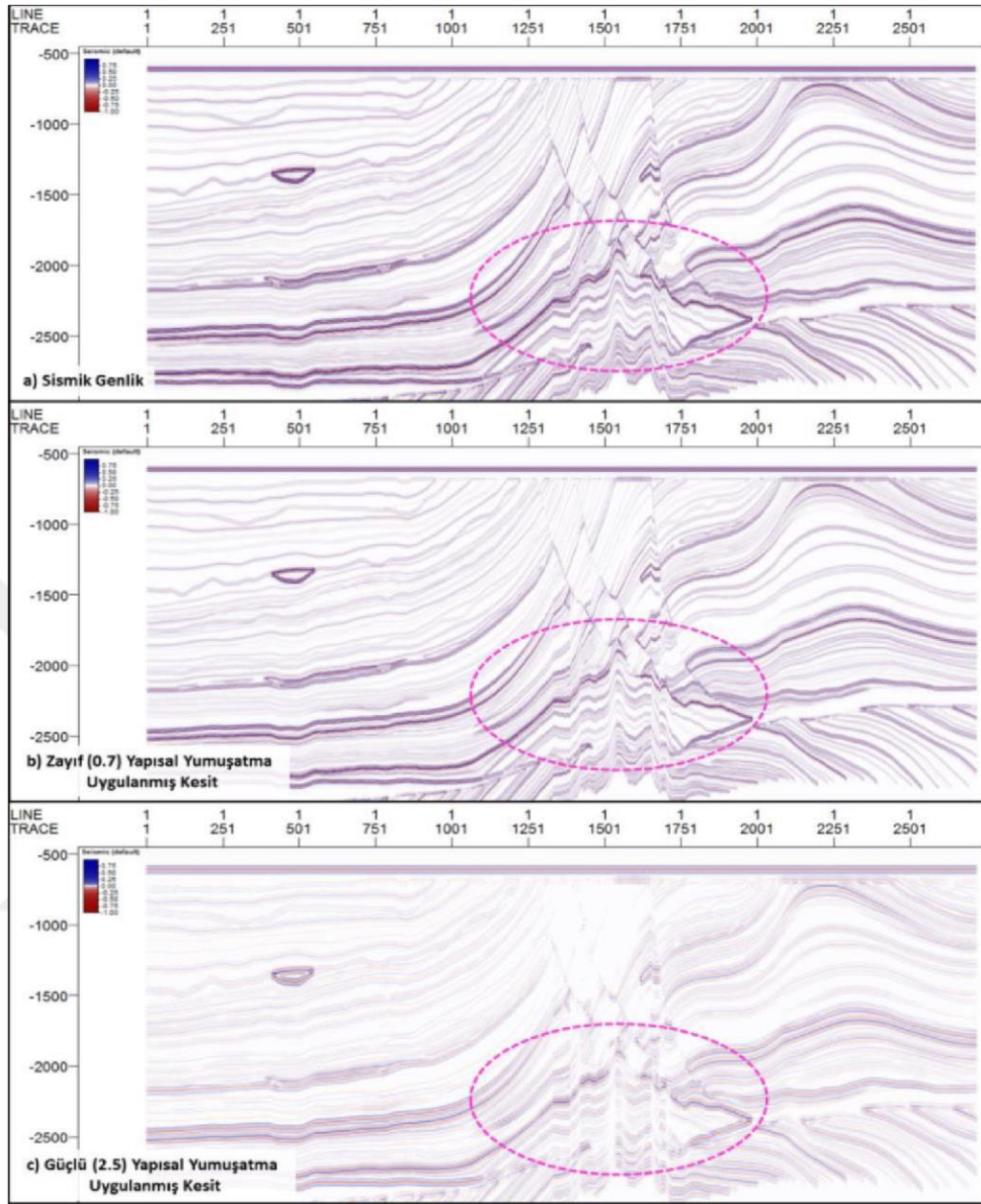
Şekil 3.34: a. Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti b. Anlık frekans niteliği kesiti c. Zarf nitelik kesiti (Çınar, 2016).

Yüksek frekanslar keskin ara yüzleri veya ince şeyl tabaka varlığını göstermektedir. Düşük frekanslar ise, kumca zengin (yüksek poroziteli) tabakaları temsil etmektedir. Dolayısıyla bu nitelik kum/şeyl oranı belirteci olarak kullanılabilir. Daha düşük frekanslar, olası yüksek sönüm oranlı daha ince seviyeleri belirtmektedir. Bu şekilde ince tabakalı bölgeler de, bu nitelik yardımıyla tespit edilmiş olur.

3.4.6 Yapısal Yumuşatma

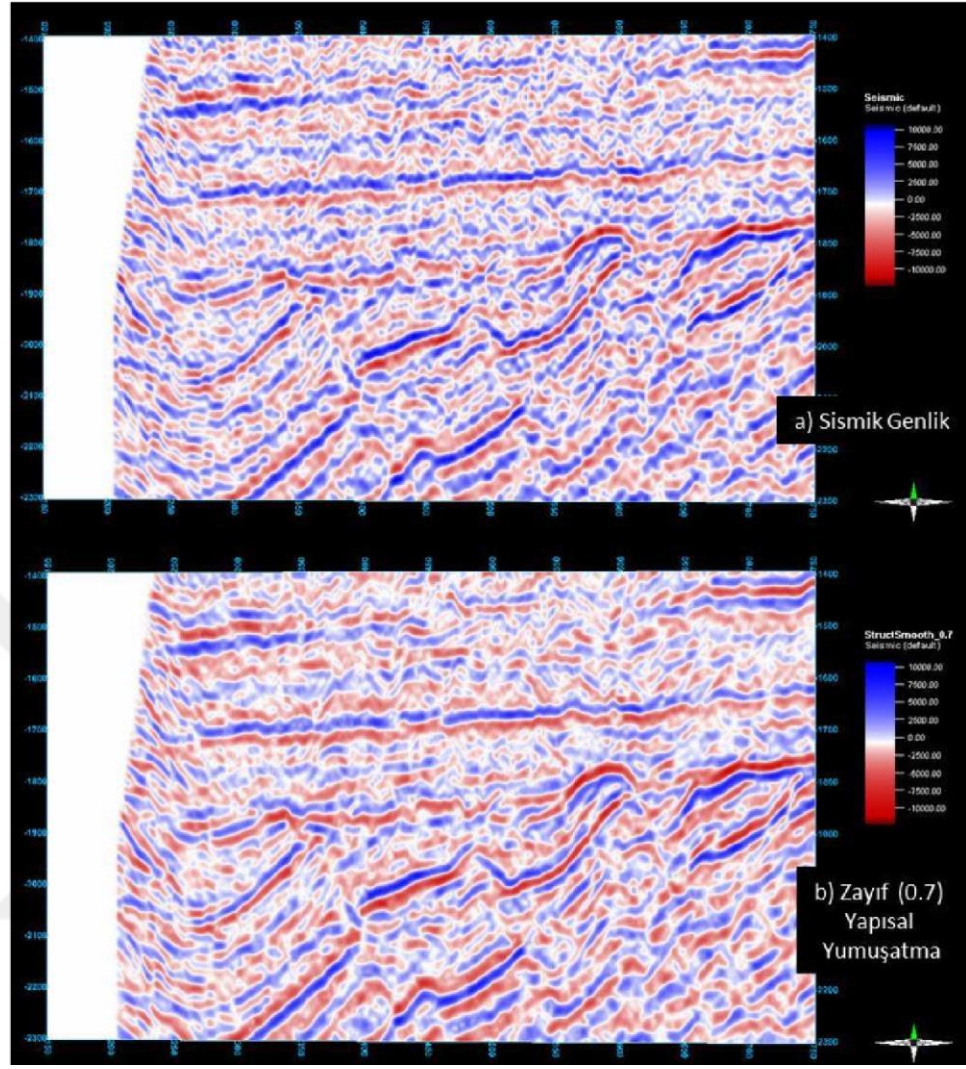
Sismik yansıtıcıların devamlılığını arttırmak için giriş verisi yumuşatılmaktadır. Yapısal yumuşatma, 3B Gaussian süzgeciyle uygulanan hacimsel bir sinyal işlemidir ve bu işlem sismik verideki gürültüyü azaltırken, kenar kısımlarda yer alan önemli bilgi içeriğini de kaybetmeden korumaktadır. Şekil 3.35 a’da sismik genlik kesiti, b’de düşük oranda (0.7) yapısal yumuşatma uygulanmış kesit, c’de ise yüksek oranda (2.5) yapısal yumuşatma uygulanmış kesit görüntüleri karşılaştırılmaktadır. İlk iki kesit değerlendirildiğinde, b kesitinde sismik genlikte görülen bazı keskin sınırların biraz daha yumuşatılmış olduğu görülmekte ve fay kenarlarında yer alan tabakalardaki kopmaların daha net görüntülenmesi sağlanmaktadır.





Şekil 3.35: a. Marmousi2 sismik genlik kesiti b. Düşük oranda (0,7) yapısal yumuşatma uygulanmış kesit c. Yüksek oranda (2,5) yapısal yumuşatma uygulanmış kesit ve tabakaların devamlılığı (Çınar, 2016).

Şekil 3.36’da a kesitinde üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik, b kesitinde sismik genlik kesiti üzerine otomatik değerlerle uygulanmış zayıf oranda (0.7) yapısal yumuşatma yer almaktadır. a ve b kesitleri karşılaştırıldığında, zayıf oranda yapısal yumuşatma uygulanmış kesitte kıvrımlar, sismik genlik kesitine göre daha genel bir görüntü sunmuştur (Çınar, 2016).



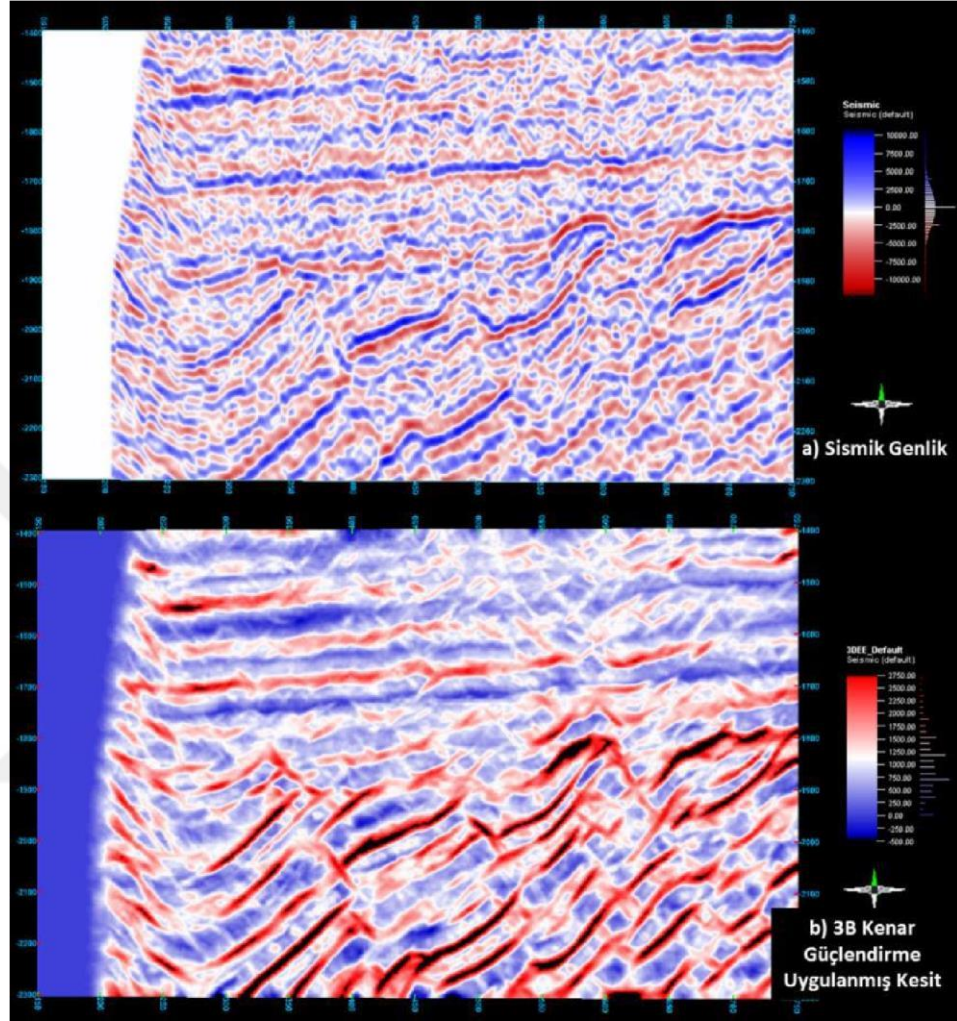
Şekil 3.36: a Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti b. Zayıf (0.7) yapısal yumuşatma uygulanmış kesit (Çınar, 2016).

3.4.7 Üç Boyutlu Kenar Güçlendirme

Hacim nitelik süzgeci olarak değerlendirilmektedir. Sismik verideki kenarları ve sınırları belirginleştirmek amacıyla genellikle kullanılmaktadır. Bu işlem herhangi bir yüzey için kenarların ortaya çıkarılmasını sağlamakta olup, bu kenarlar; faylar ve süreksizlikleri de içine almaktadır. (Schlumberger, 2014).

Şekil 3.37’de a kesitinde üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik görüntüsü, b kesitindeyse 3B kenar güçlendirme niteliği kesiti bulunmaktadır. Şekil 3.37’den de anlaşıldığı gibi, sismik genlik

üzerindeki güçlü yansımalar ve devamlılıklar, 3B kenar güçlendirme işlemiyle daha belirgin hale gelmiştir ve süreksizlikler ana hatlarıyla yansıtılmıştır.



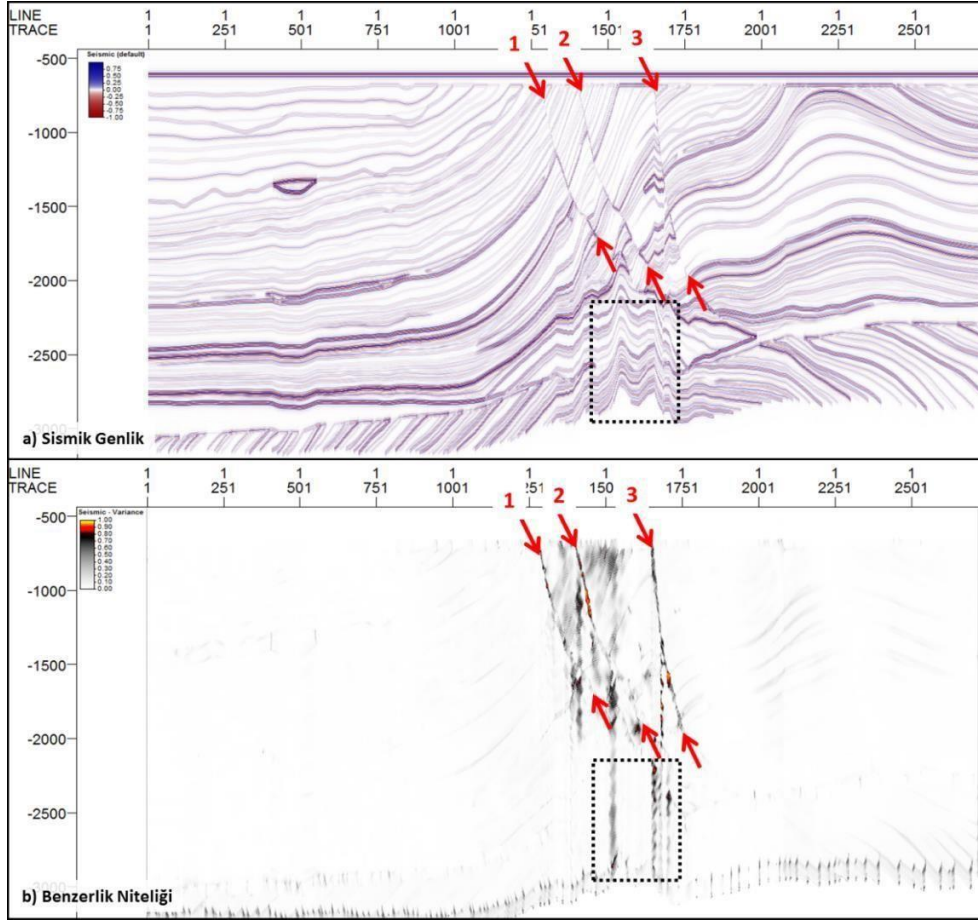
Şekil 3.37: a. Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti b. 3B kenar güçlendirme uygulanmış kesit (Çınar, 2016).

3.4.8 Benzerlik Niteliği

Bu nitelik, sismik izlerin birbirine benzerliğinin (izden ize benzerliğin) bir ölçütüdür.

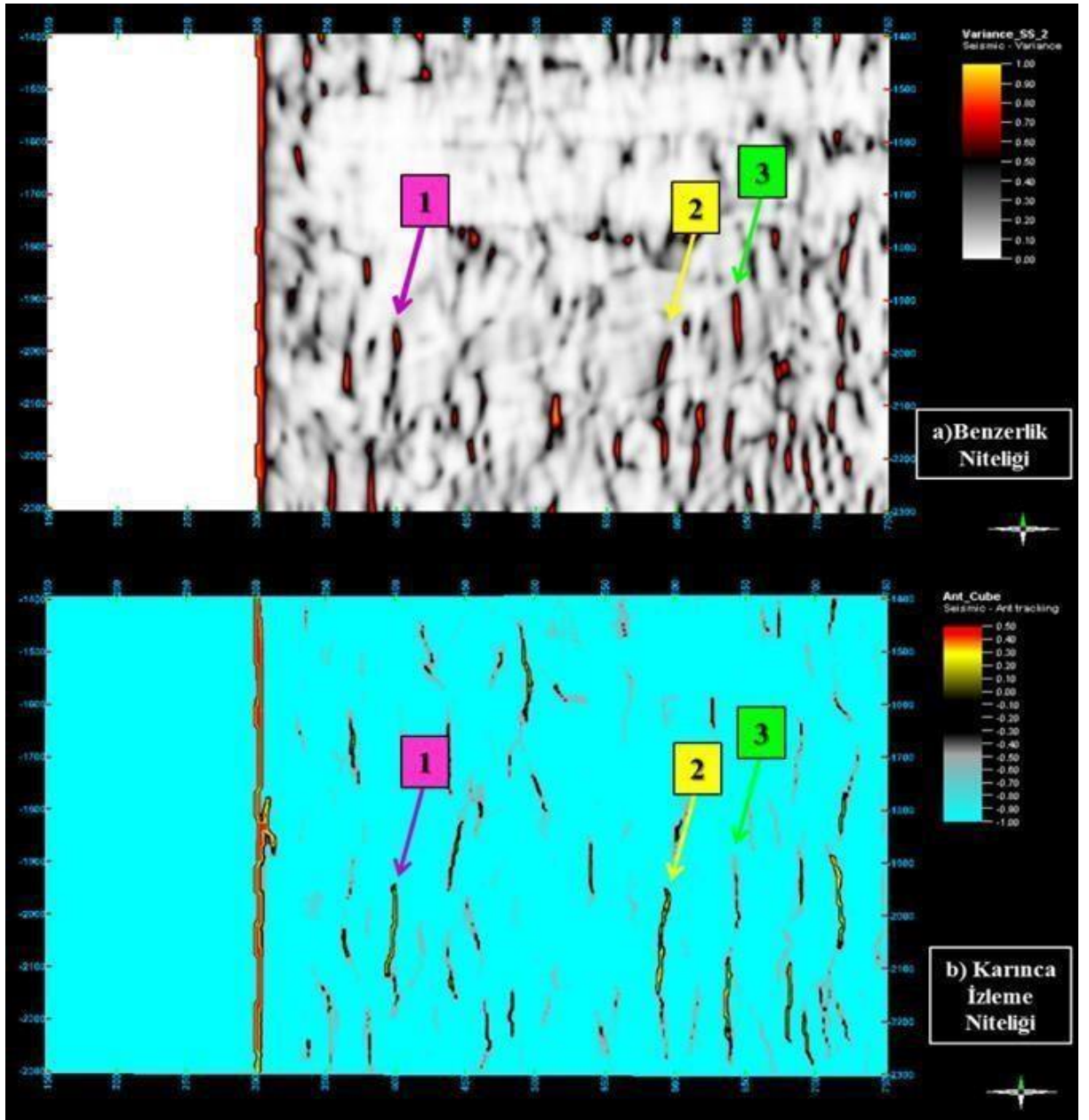
Şekil 3.38 a'da sismik genlik kesiti, b'de ise benzerlik niteliği uygulanmıştır. Benzerlik kesiti oldukça temiz bir görüntü sunmakta ve yalnızca 1, 2 ve 3 numaralarıyla gösterilen kısımlar ile siyah dörtgen içerisindeki alanda anomali bulundurmaktadır. Başlangıç ve bitiş noktaları

oklarla işaretlenen üç fay, benzerlik niteliği kesiti üzerinde, yüksek benzerlik değerleriyle net bir biçimde görüntülenmiştir.



Şekil 3.38: a. Marmousi2 sismik genlik kesiti b. Aynı kesit üzerinde çalıştırılan benzerlik niteliği kesiti ve ortaya çıkarılan faylar (Çınar, 2016).

Şekil 3.39 a’da benzerlik niteliği ve b’de bu nitelik kullanılarak hesaplanan karınca izleme niteliği aynı şekilde görüntülenmiştir. a kesitinde 1 numaralı faya bakıldığında çok net görülemeyen ve benzerlik niteliğinde orta değerlere denk gelen fay anomalisi, karınca izleme niteliği kesitinde daha dikkat çekici bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Benzer şekilde a kesitinde yer alan 2 numaralı fay anomalisinde yer yer kopukluklar bulunmaktadır. Fakat karınca izleme niteliği kesitinde bu fay sürekli bir biçimde görüntülenebilmiş ve fayın uzanımının daha derinlere kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Benzerlik niteliği kesitinde 3 numaralı fayda yine bir süreklilik yok iken, b kesitinde bu fay daha devamlı ve belirgin bir biçimde görüntülenebilmiştir (Çınar, 2016).



Şekil 3.39: a. Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan benzerlik niteliği kesiti b. Aynı hatta ait karınca izleme niteliği kesiti (Çınar, 2016).

3.4.9 Karınca İzleme Niteliği

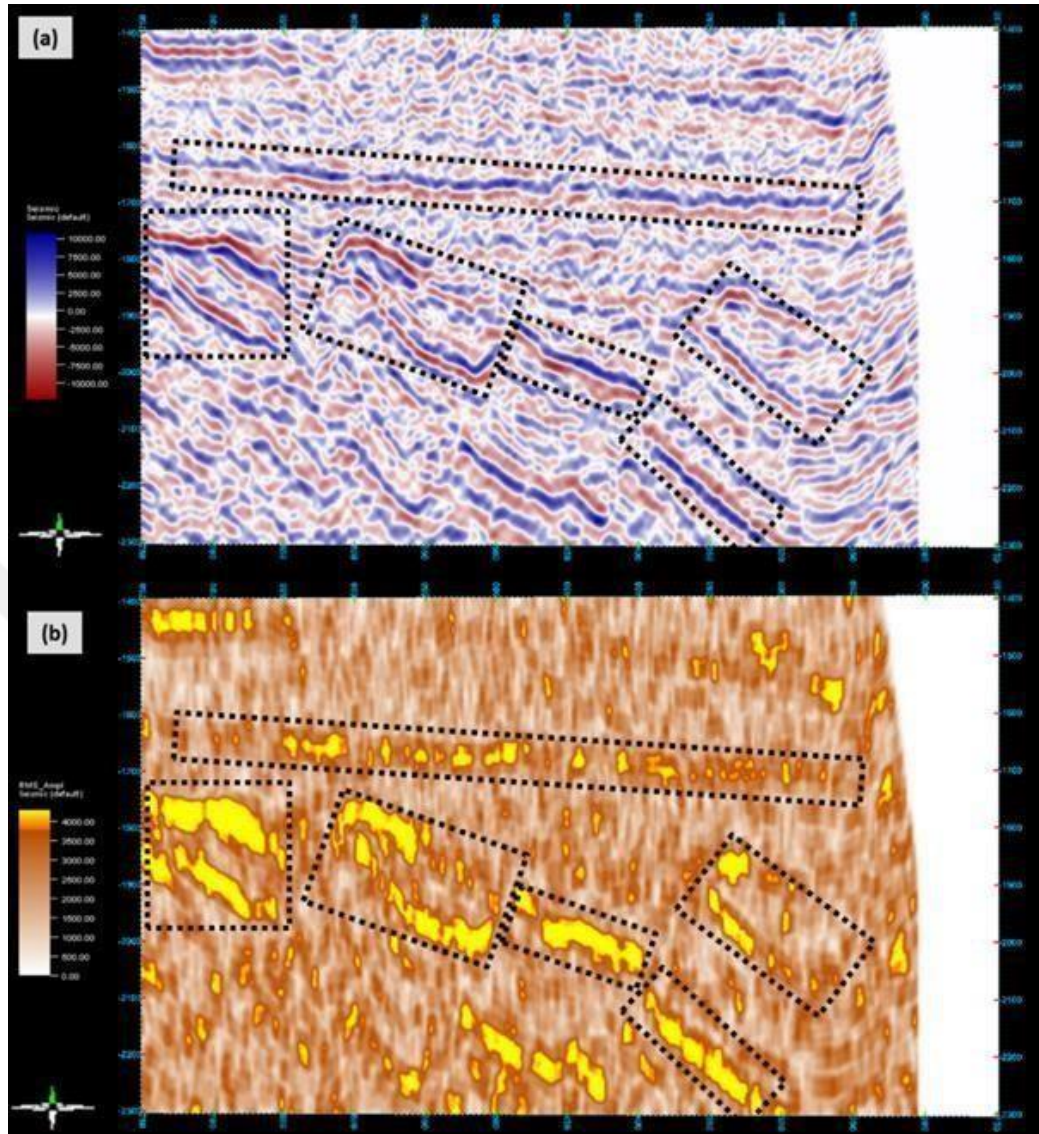
Fay yorumu, fazla zaman gerektiren ve yorumcunun doğruluğundan zor bir şekilde emin olabildiği bir işlemdir. Yorumlanan fayların haritalanması rezervuar özelliğini belirlemek açısından önemlidir. Hidrokarbon keşfi yapılabilmesi için atımı yüksek ana faylara önem

verilirken ihtimal kapanları da gözden kaçırmamak gerekmektedir. Karınca izleme yöntemi sayesinde sınırlar (fay, kırık, kanal sınırları, kuvvetli yansımalar) güçlendirilmekte, fay kübünde yer alan fay yüzeyleri otomatik olarak ortaya çıkarılabilmekte ve haritalanabilmektedir (Randen vd. 2001).

3.4.10 Ortalama Karekök Genliği

Ortalama karekök genliğin yüksek değerleri potansiyel rezervuar olabilecek kumlar gibi yüksek poroziteye sahip litolojileri de göstermektedir. Bu nitelik, hidrokarbon belirteci olarak da kullanılmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki, hesaplanan pencerede her bir değer karesi alındığından ortalama karekök genliği, gürültülere de oldukça hassastır (Taner 1992).

Şekil 3.40 a’da sismik genlik kesiti ve b’de ortalama genlik kesiti verilmiştir, b şeklinde görüldüğü gibi siyah kesikli çizgilerle sınırlandırılmış dörtgenler içerisinde yüksek ortalama karekök genlik değerleri mevcut olup, bu değerler sismik kesitte yüksek pozitif ve negatif genlik değerlerine karşılık gelmektedir (Çınar, 2016).



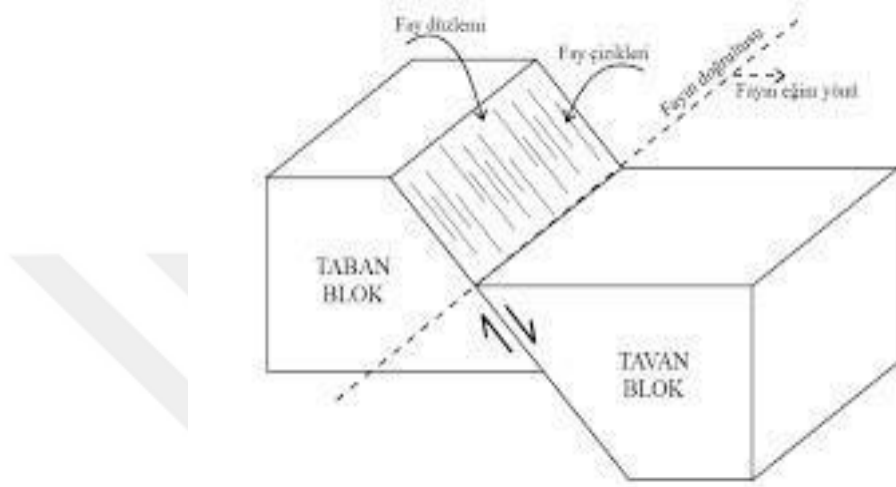
Şekil 3.40: a. Üç boyutlu saha verisi ile çalıştırılan sismik genlik kesiti b. Ortalama karekök (RMS) genlik kesiti (Çınar, 2016).

3.5 SİSMİK YORUMLAMADA FAYLAR

Yer kabuğunu oluşturan levhaların hareketleri sonucu oluşan gerilme ve sıkışmalar, yer kabuğunun bazı bölümlerinde yüzyıllar boyunca enerji biriktirir. Bu enerjiler zaman zaman ortaya çıkar. Yer kabuğundaki bu hareketli kesimlere fay adı verilir (Afad, 2016).

Bir fay sistemi genel olarak tavan bloğu, taban bloğu ve fay düzleminde oluşur (Şekil 3.41).

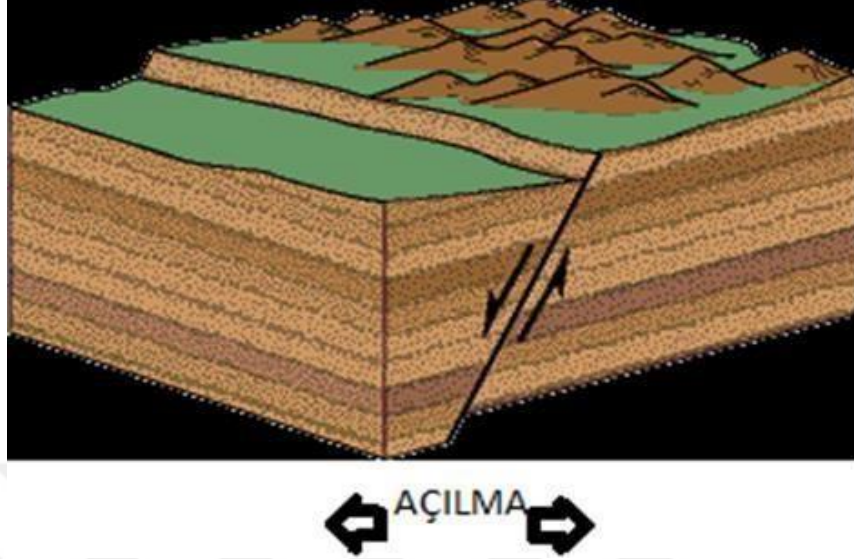
Faylanma sırasında, kaymanın gerçekleşmiş olduğu yüzeye fay düzlemi/fay yüzeyi veya fay aynası denir. Bu düzlemin alt kısmında değişik kalınlıkta ezilerek parçalanmış malzemeden oluşan bir zon oluştuğundan, bu zona fay zonu adı verilir.



Şekil 3.41: Fay sistemi (Arkoç, 2018).

Normal faylarda; fay düzleminin bir tarafındaki blok yükselirken diğer tarafındaki düşerek uzaklaşır. Burada hareket yine göreceli olarak gelişmektedir. Bir başka ifadeyle, bir blok yükselirken diğeri yerinde durabilir ya da bir taraf yerinde dururken diğer taraf düşebilir (Şekil 3.42). Örneğin; 1970 Gediz ve 1995 Dinar depremi ile ilgili faylar bu türden normal atımlı faylardır.

(a)



(b)

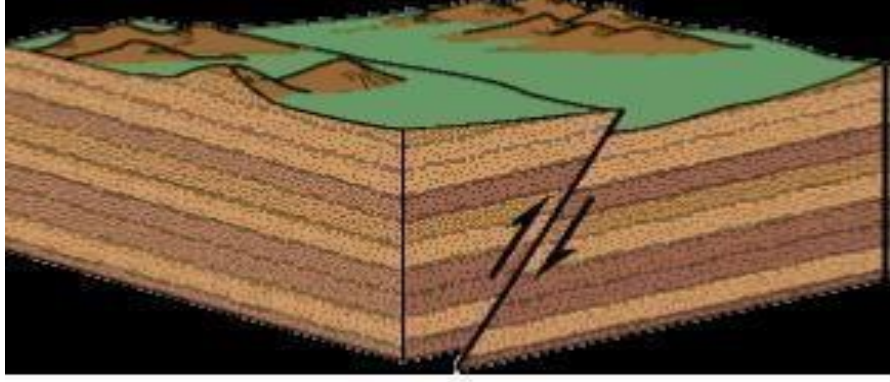


Şekil 3.42: a. Normal fay blok gösterim (Arkoç, 2018). b. Açılma tektoniğine bağlı normal faylanmalar (Tanış, 2013).

Ters faylar düşey atımlı faylar olup, yalnızca fay düzlemi boyunca hareket eğim yönüne göre ters yönde olmakta ve bloklar birbirine göre yaklaşmaktadır (Şekil 3.43). Örneğin; 1975 Lice depremi ile ilgili faylar ters atımlı faylardır.

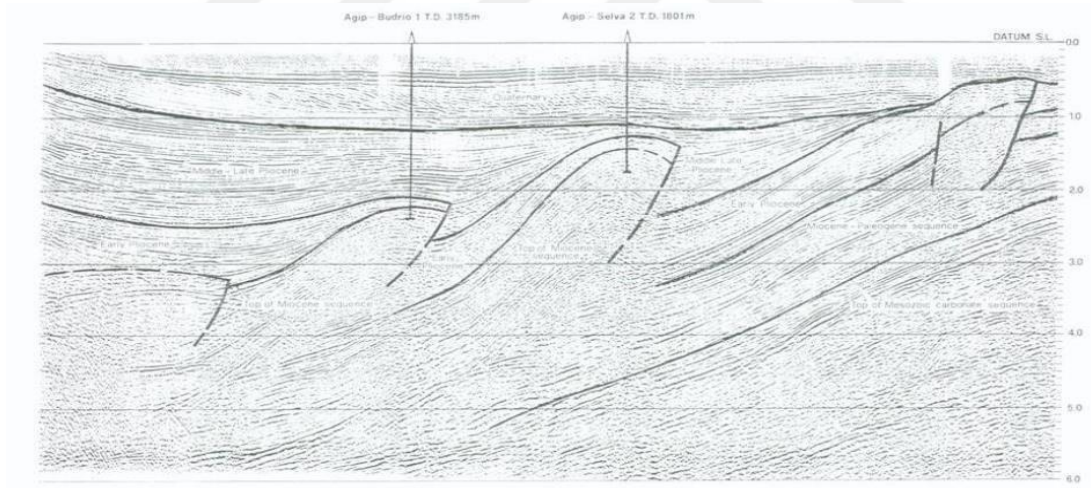
Ters ve bindirme fayları sıkışmalı tektonik rejimlerin denetimi ve etkisi altında gelişirler. Basınç kuvvetleri, kayaçların dayanımlılıklarını aştığında, o ana kadar kıvrılarak plastik özellikle cevap

vermiş kayaçlar bu kez kırılarak ters ve bindirme fayları oluştururlar. Ters faylar, fay düzleminin eğim açısına göre, değişik isimlerle ifade edilir. Eğim derecesi 45 den az olanlara küçük açılı ters fay, 45 den büyük olanlara büyük açılı ters fay, 10 -35 arasında olanlara bindirme, eğim açısı çok düşük olanlara da (0 -10) örtü fayı veya nap denir (Dirik, 2008). **(a)**

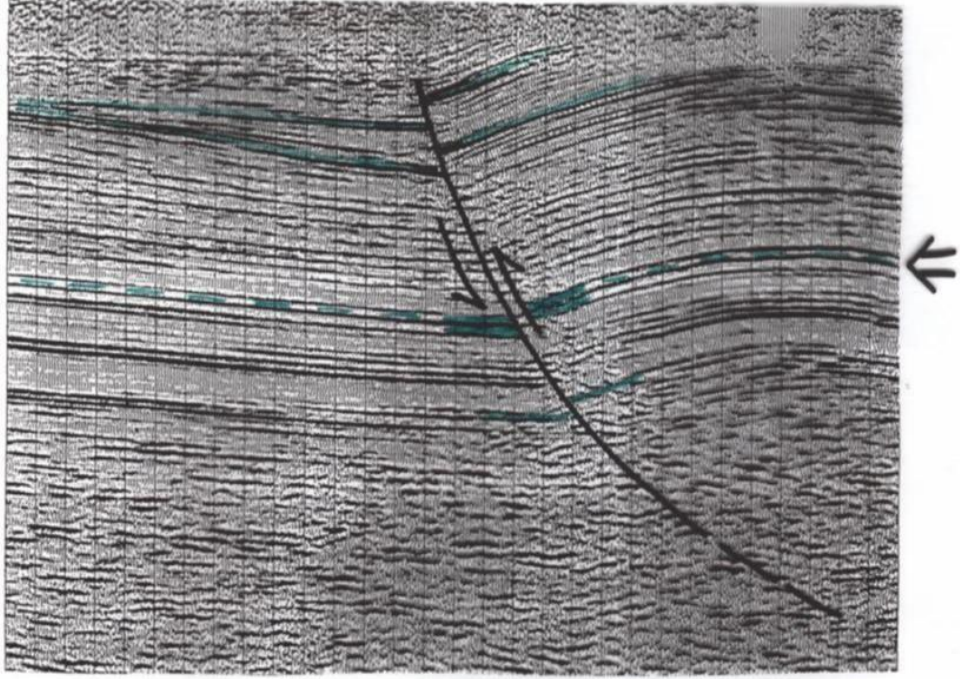


→ SIKIŞMA ←

(b)



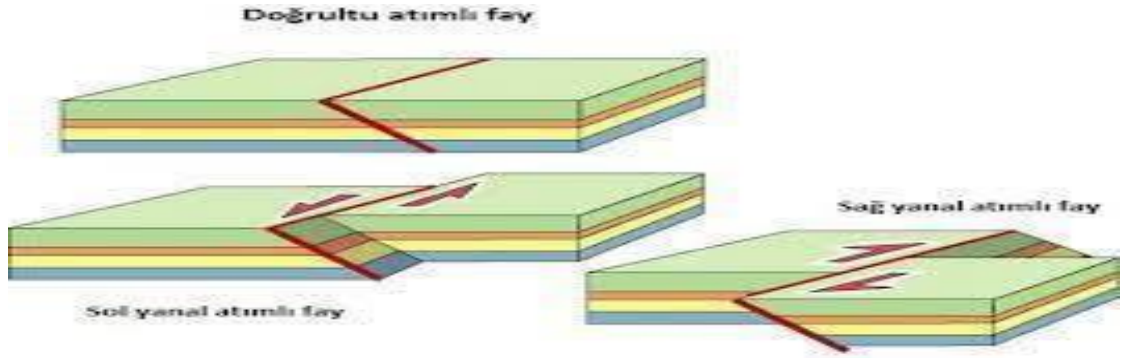
(c)



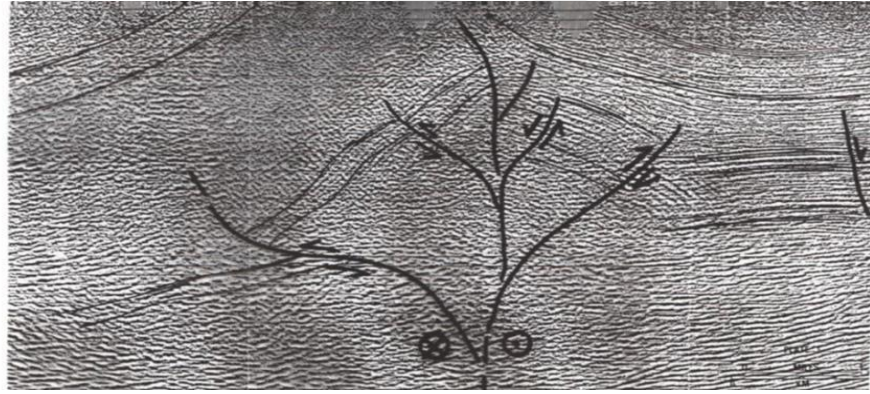
Şekil 3.43: a. Ters fay blok gösterim (Arkoç, 2018) b. Sıkışma tektoniğine bağlı bindirme yapıları c. Sıkışma tektoniğine bağlı bindirme yapısı (Tanış, 2013).

Doğrultu atımlı faylarda; fay düzlemleri, yerin içine doğru hafifçe eğimlenen yalnızca yatay atımın oluşturduğu yanal atımlı faylardır (Şekil 3.44). Bu faylar, atımlarına göre sağ ya da sol yönlü olabilirler (Şekil 3.45). Kuzey Anadolu Fayı, sağ; Doğu Anadolu Fayı ise sol yönlü doğrultu atımlı faylardır.

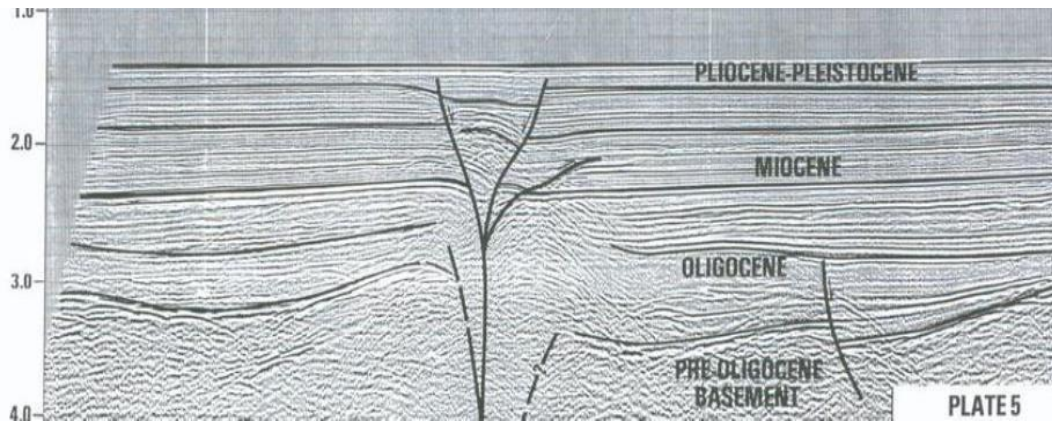
(a)



(b)



(c)

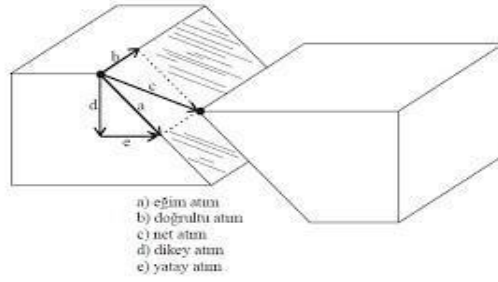


Şekil 3.44: a. Doğrultu atımlı fay blok gösterim (Arkoç, 2018) b. Yanal atımlı bir fay ve oluşturduğu pozitif flower yapısı b. Negatif flower yapısı (Tanış, 2013).

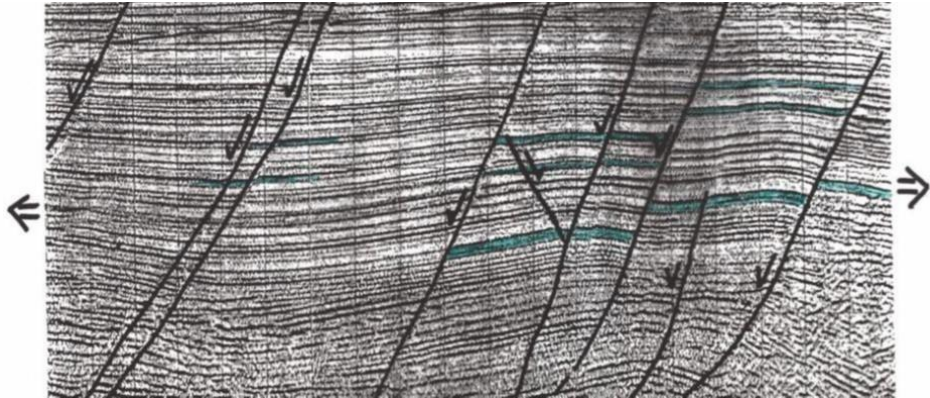


Şekil 3.45: Sağ yönlü yanal atımlı bir fay (Tamış, 2013).

Verev (Oblik) atımlı faylar; fay düzlemi boyunca ortaya çıkan hareketin hem düşey hem de yatay yönde olduğu faylardır (Şekil 3.46). **(a)**

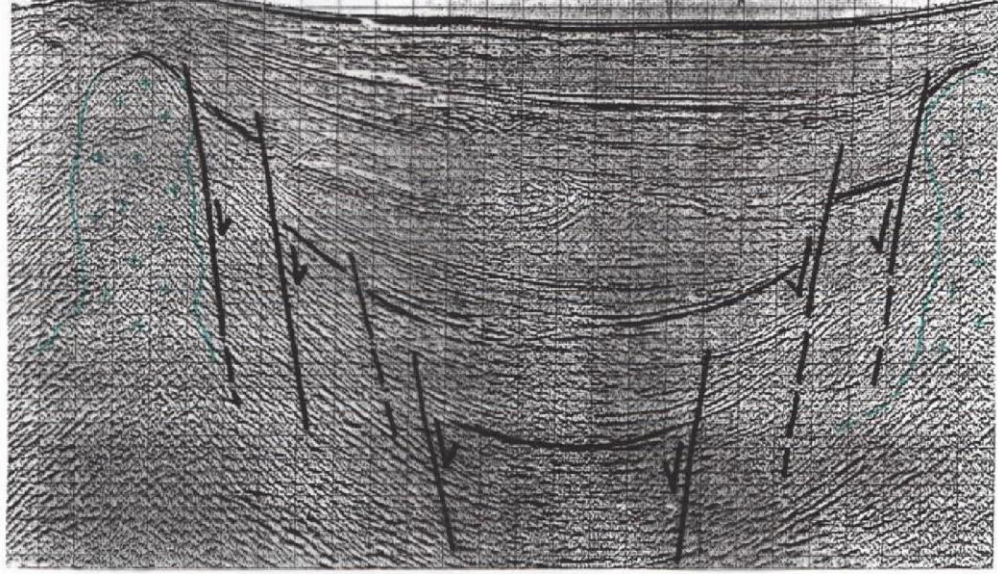


(b)



Şekil 3.46: a. Verev (Oblik) atımlı fay blok gösterim (Arkoç, 2018). b. Açılma tektoniğine bağlı normal ve oblik faylanmalar (Tamış, 2013).

Yeraltındaki sismik kesitlerde izlenen antiklinallerin, tuz domu kenarlarındaki kamalanmaların ve faylarla ilişkili kapanların petrol potansiyeli çok yüksektir. Şekil 3.47 de tuz yapılarına bağlı gelişmiş faylanmaların sismik kesitte yorumlanmış hali görülmektedir.



Şekil 3.47: Tuz yapılarına bağlı gelişmiş faylanmalar (Tamış, 2013).

Faylar genellikle eğimli fay düzlemlerine sahiptirler ve sadece yüzeydeki fay izine dik doğrultuda atılan sismik kesitlerde fay düzlemlerinin eğimi doğru olarak görünür. Fay korelasyonlarında yapılan hataları azaltmak için, özellikle ana fayların işlendiği yardımcı bir ön harita yapılabilir. Yansımalarda difraksiyon etkilerinden dolayı, fay düzlemini keser gibi görünürler. Bu durum büyük açılı fay düzlemlerinin olduğu alanlarda görünür. Ters fayları işaretlerken daha dikkatli olmak gerekir. Özellikle düşük açılı ters fayların olduğu yerlerde yorum oldukça karmaşık olmaktadır. Düşük açılı faylarda fay düzlemi bazen bir uyumsuzluk yüzeyi olarak yorumlanabilir. Yanal atımlı faylar ise fay düzlemi boyunca yanal yönde yer değiştirme anlamında olup, bu yer değiştirme miktarının belirlenmesi oldukça zordur. Yanal atım genellikle bölgesel anlamda yapılan çalışmalar sonucunda doğru olarak belirlenebilir (Us, 1990).

3.6 KULLANILAN VERİLER

3.6.1 Veri Formatı

Veriler birçok standartta kullanılabilir. Günümüzde en fazla kullanılan standart SEG-Y formatıdır. Standart, bilginin dosya içinde nerede bulunacağını belirler.

Fiziksel modelleme sisteminden elde edilen veriler ve sayısal benzetimden elde edilen veriler yani hazırlanan veri kümeleri hepsi SEG-Y standardının bir sürümünde kaydedilmiştir. İlk kırılmalar, istasyon numarası, satır içi numarası ve satır sonu numarası gibi bilgiler SEG-Y dosyası olarak yazıldığında her veri kümesi için aynı biçimde kullanılır. CREWES veri kütüphanesinden alınan veriler dikey ve üç bileşenli jeofonların verileridir.

Çalışma alanında 4km uzunluğunda hat ve 20 m aralıklarla alıcı istasyonlar mevcuttur.

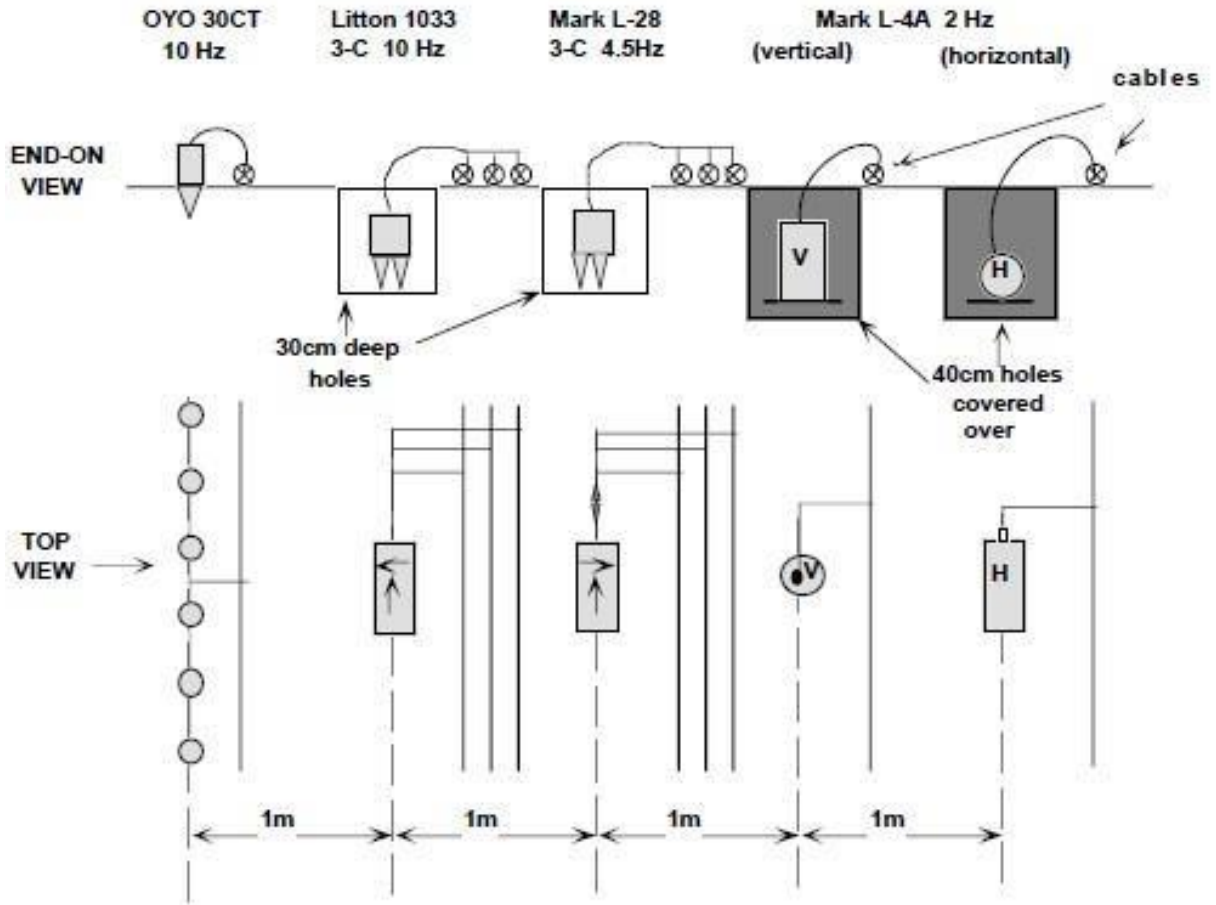
Verilerin alınış şeklini gösteren topoğrafik harita Şekil 3.48 de verilmiştir.



Şekil 3.48: Çalışma alanında verilerin alınış şeklini gösteren topoğrafik harita (Maier vd., 2009).

Çalışmada temsil edilen üç jeofon şekli vardır. Her kanal için 9 kayıt kanalı ve ayrı kablolar vardır. Bu 9 kablo her kanalı tanımlamak için farklı renklerle işaretlenmiştir (Şekil 3.49).

İlk hatta GS-30CT'nin 10 Hz dikey jeofon dizileri yerleştirilmiştir. Bu jeofonlar 20 m alıcı aralığına eşit olarak yayılmıştır. Diğer hatlar Şekil 3.49 da gösterildiği gibi yerleştirilmiştir.

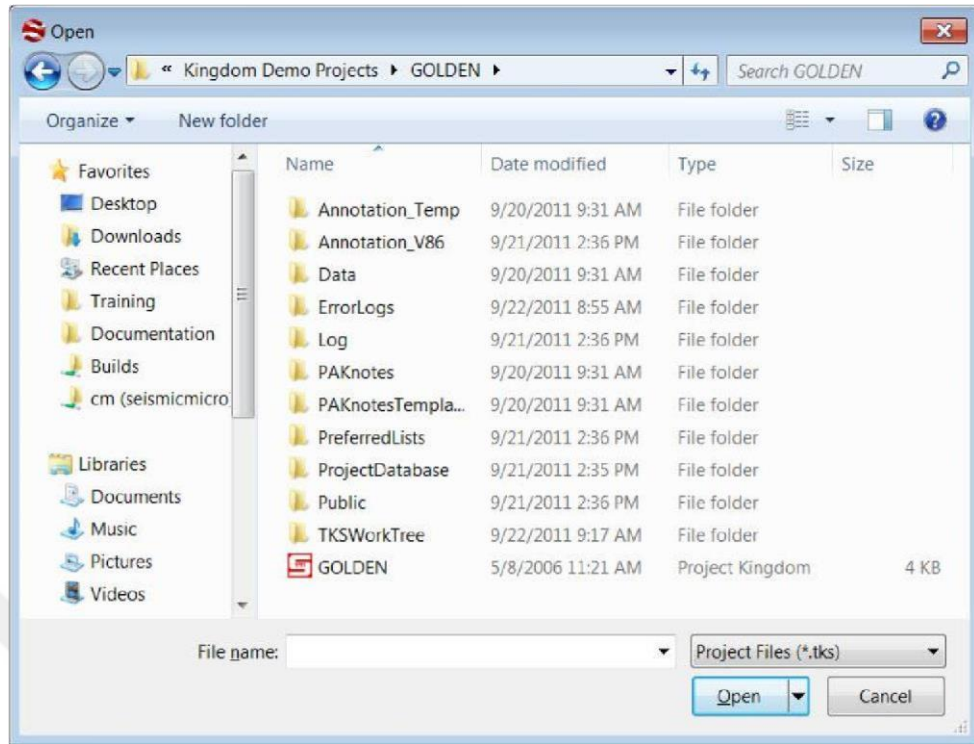


Şekil 3.49: Her alıcı istasyonunda jeofon ve kablo yerleşimini gösteren diyagram (Gallant vd., 1995).

3.6.2 Kingdom Programında Fay Yorumlama İşlemleri

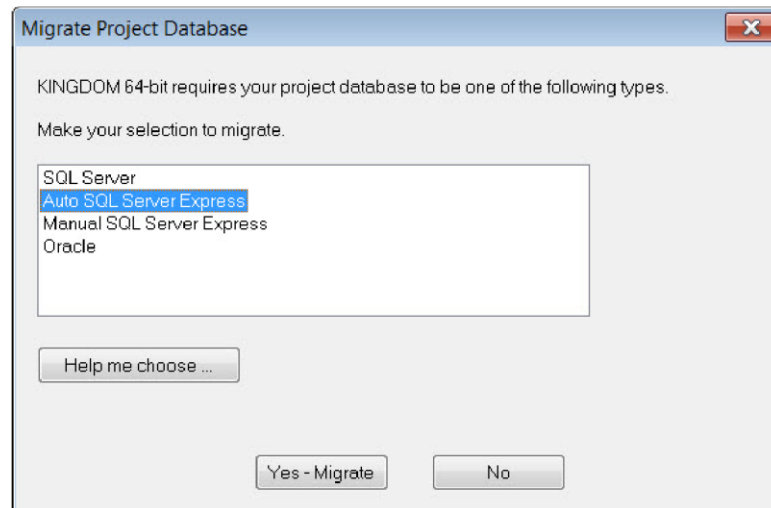
Yorumlamada kullanılan Kingdom programı fay bölümlerindeki noktaları birleştirerek bir fay düzlemi oluşturur. Yorumlanan bir fay, bir dizi noktanın sayısallaştırılmasıyla tanımlanır. Bağlı noktalar bir fay bölümünü içerir. Temel olarak, Kingdom yazılımındaki fayları yorumlamak için iki yöntem vardır. Belirli ve belirsiz bir fayın yorumlanmasıdır (Kingdom, 2012)

Program başlangıç için kullanım işlemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir. Program ana menüden açılır (Şekil 3.50).



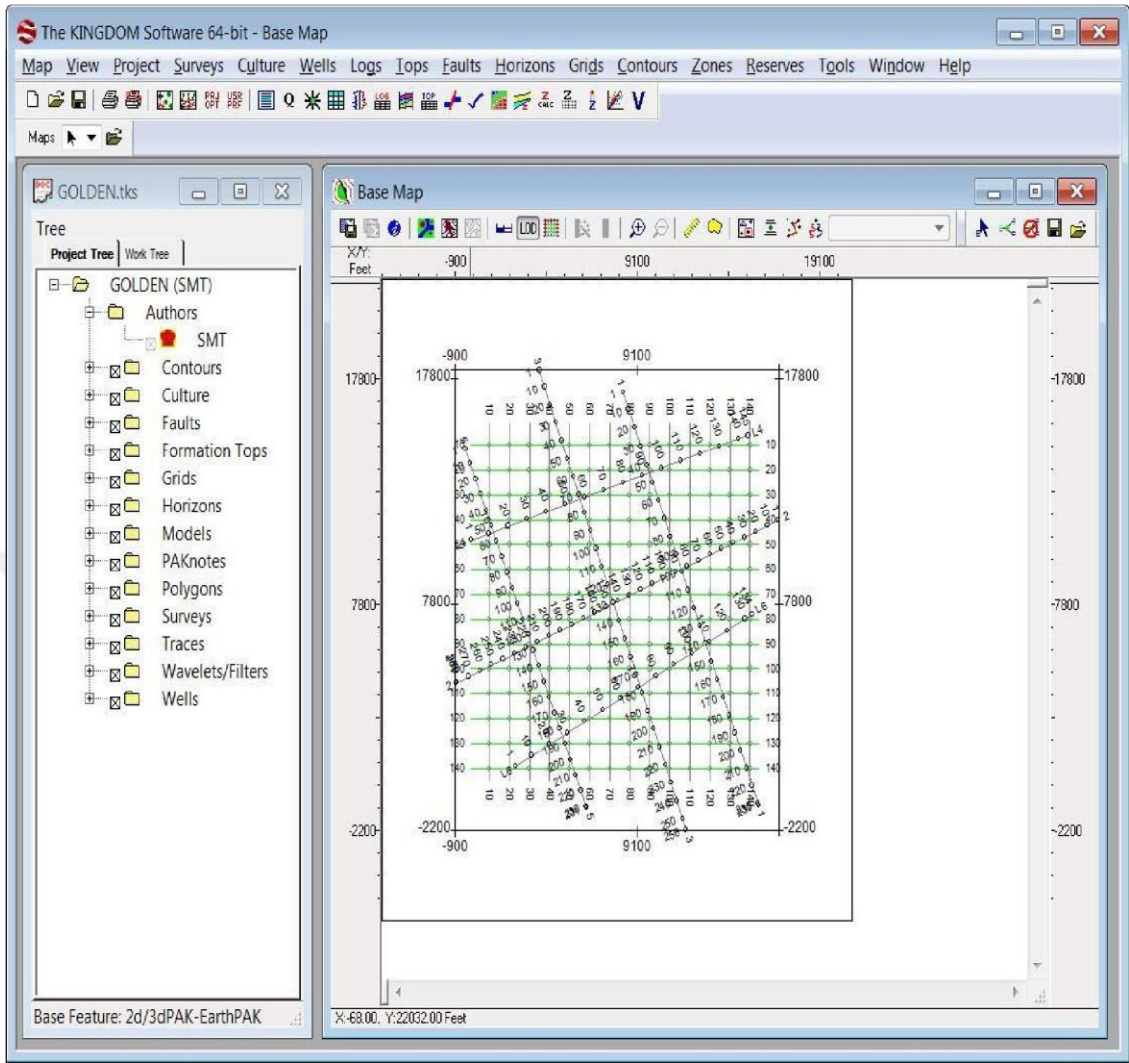
Şekil 3.50: Programın ana menüden açılması (Kingdom, 2012).

Migrate Project Database bölümünden (Şekil 3.51), “Auto SQL Server Express” tıklanır ve ardından “Yes – Migrate” sekmesi seçilir ve veri tabanı seçilir



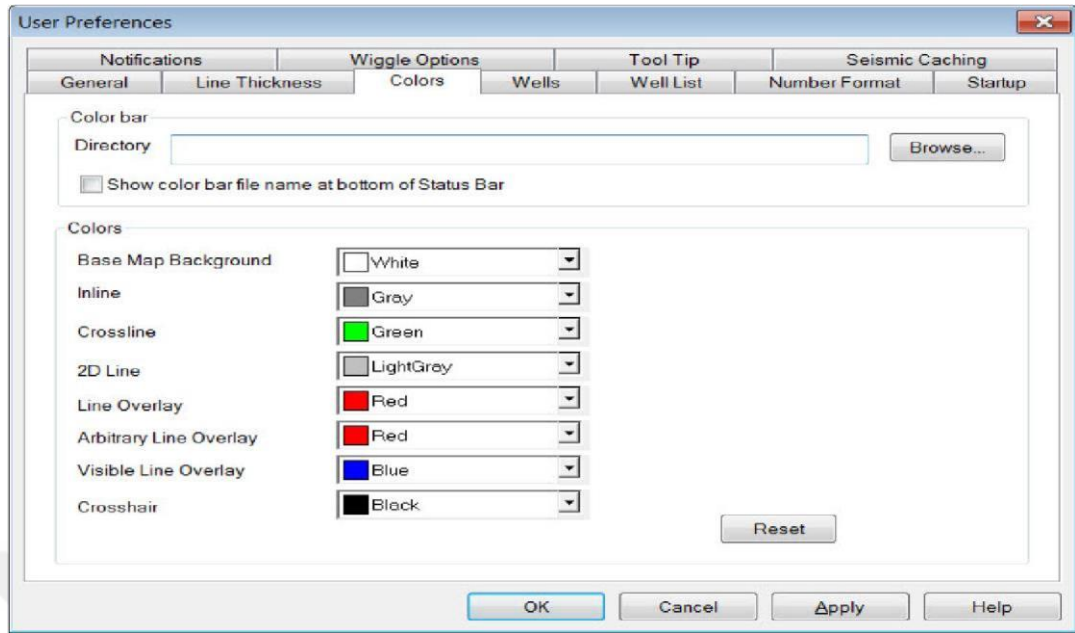
Şekil 3.51: Veri tabanı türü seçilmesi (Kingdom, 2012).

Ayarları kabul etmek için “OK” butonu seçilir. Ardından karşımıza Şekil 3.52 çıkar.



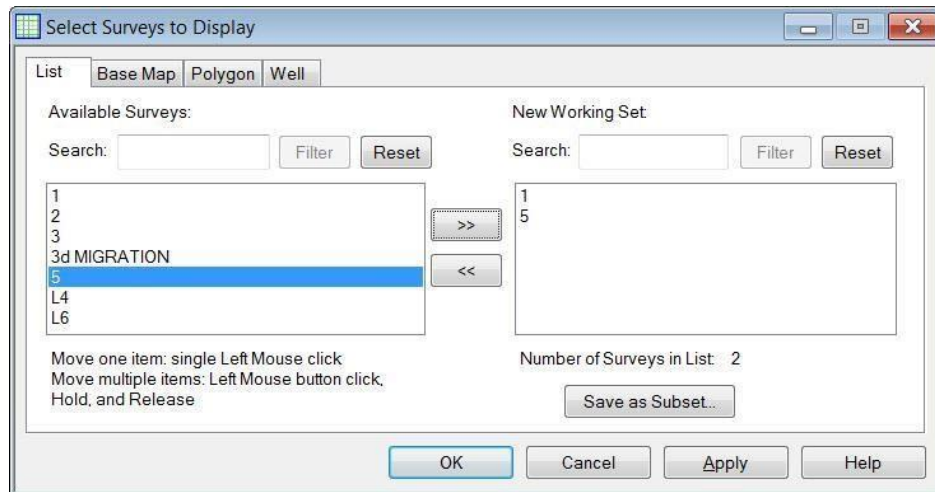
Şekil 3.52: Temel harita ve proje ağacı Kingdomdaki gerçek penceresi (Kingdom, 2012).

Harita tıklanır ve aktifleştirilir. “ Project > User Preferences > Colors” adımları izlenerek renkler kısmı açılır (Şekil 3.53) 2D Line seçeneği LightGray rengi seçilir. “Ok” tuşuna tıklanarak renk seçili hale gelir.

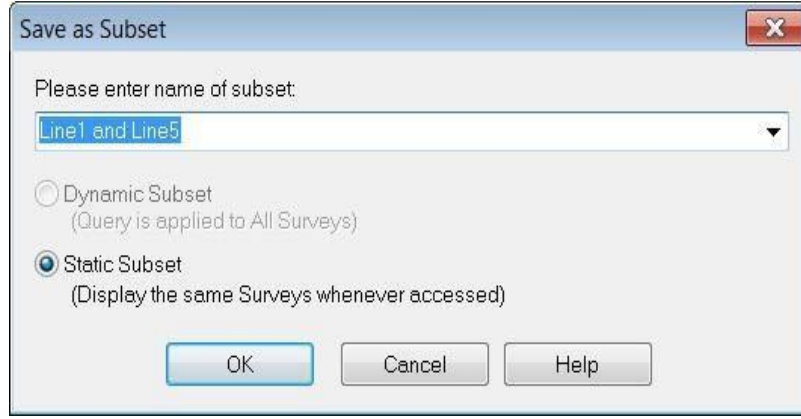


Şekil 3.53: User Preference ve renkler sekmesi (Kingdom, 2012).

Görüntülenen sismik araştırma altkümelerini ayırt etmek için Kingdomda ana menüden, “Surveys > Select Surveys to Display > By List or Graphically” seçilir. << Bu simgeye tıklanarak ölçüm 1 ve ölçüm 5 eklenir (Şekil 3.54). “Save Subset” sekmesi tıklanır ve ardından gelen sekmeden seçilen 1 ve 5 seçilir ve “Static Subset” seçili olup olmadığından emin olunur “OK” sekmesi tıklanır (Şekil 3.55).

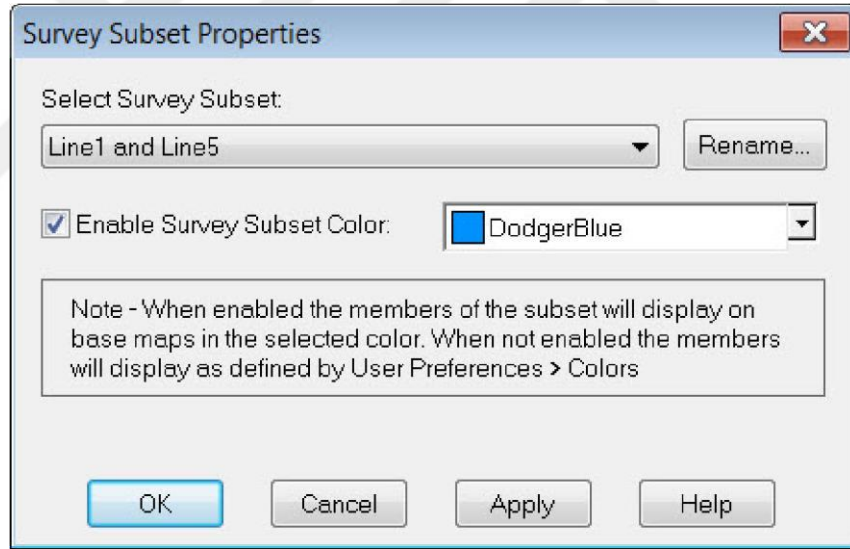


Şekil 3.54: Görüntülenecek ölçümleri seçme kutusu (Kingdom, 2012).



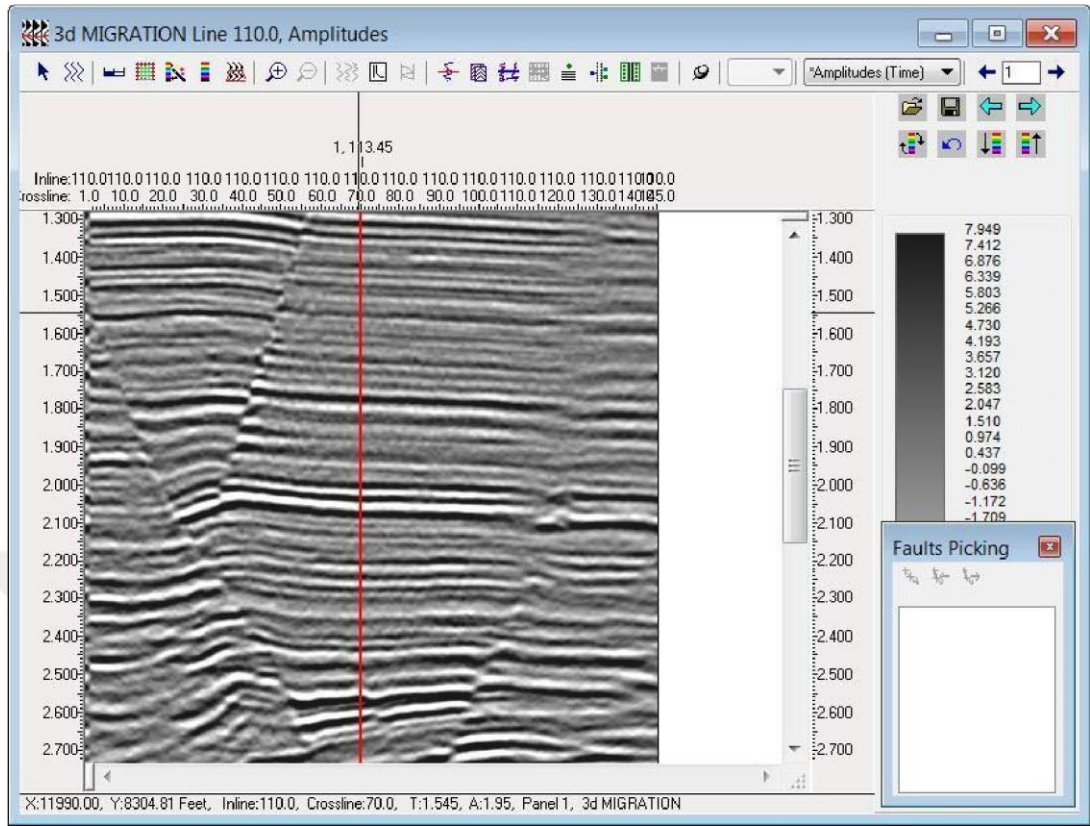
Şekil 3.55: Save as Subset sekmesi (Kingdom, 2012).

“Surveys > Survey Subset Properties” sekmesi açılır listeden ölçüm 1 ve ölçüm 5 ve ardından “DodgerBlue” seçilir (Şekil 3.56).

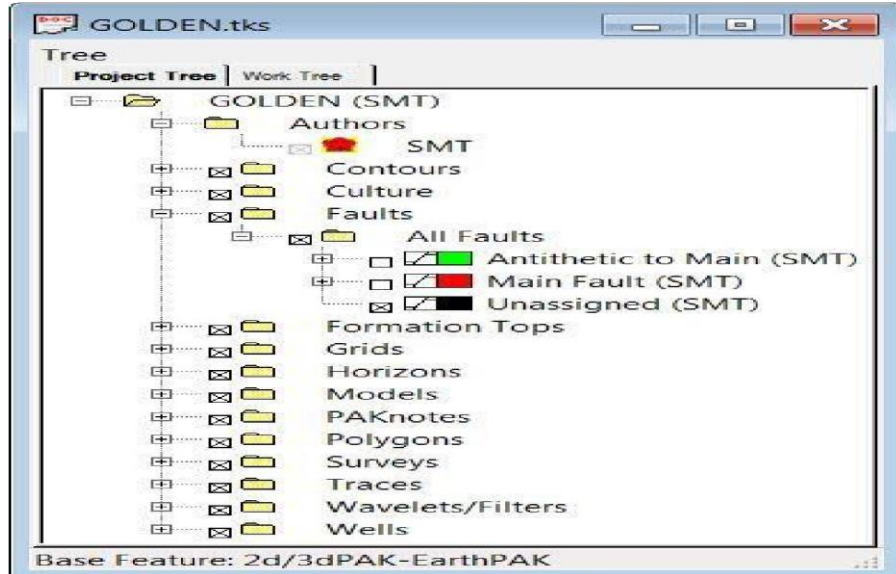


Şekil 3.56: Survey Subset Properties sekmesi (Kingdom, 2012).

Kingdom fay yorumlama işlemleri kısaca aşağıdaki gibi yorumlanabilir. Amaç belirsiz fay bölümlerini seçmektir. Şekil 3.57 de bazı belirli faylar mevcut fakat belirsiz faylarda mevcuttur. Yorumlamaya başlamadan önce “Faults Picking” araç çubuğu kullanılır. Kingdom ana menüden “View > Toolbars” sekmesi açılır ve “Faults Picking” seçilir. Belirli ya da belirsiz hangi fayın gösterileceği Project Tree penceresinden belirlenir. Faults sekmesi ardından All Faults ve Unassigned sekmesi seçilir (Şekil 3.58).



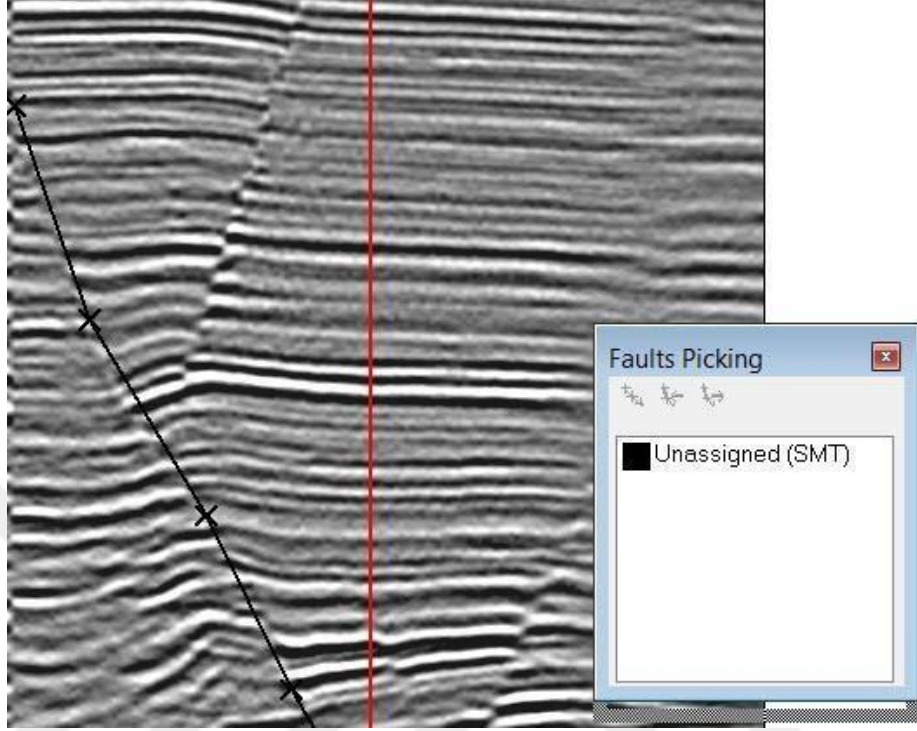
Şekil 3.57: Yorumlanmamış 110 çizgisi ve fay toplama araç çubuğu (Kingdom, 2012).



Şekil 3.58: Belirsiz fay seçeneğinin seçilmesi (Kingdom, 2012).

Fay yorumlamak için ilk olarak “Faults Picking” araç çubuğundan “Unassigned” sekmesi seçilir. Belirsiz fayları sayısalılaştırmak için fayın sol üst kısmına tıklanır. İşaretçi, fay bölümü boyunca

Çapraz olarak s ur uklenir ve her bir d    m için tıklanır ve sonlandırmak için en sonda çift tıklanır ( ekil 3.59).



Şekil 3.59: Belirsiz fayların görüntüsü (Kingdom, 2012).

“Enter Vertical Separation” kutusu ortaya  ıkar. “Pop up after digitize a fault segment” kutucu u tıklanır ( ekil 3.60).

Fay yorumlandıktan sonra veriye atanmamı  faylar atanır. “Faults>Fault Surface Management” sekmesinden kutu açılır. “New Fault Surface Name” sekmesinden “FLT A” seçilir. Fay tipi normal alınır. Renk olarak farklı, kırmızı veya pembe se ilebilir ( ekil 3.61).

Enter Vertical Separation

- Please enter the vertical separation for this fault line.
 - Vertical separation must be specified for each segment in the fault line.
 - The vertical separation will be used to compute the formation top offset across the fault.
 - Make sure to enter vertical separation in feet/meters if it is in depth or in seconds if it is in time.

Fault Segment List

File Name: C:\Kingdom Demo Projects\GOLDEN\F01000.FLT Delete

	X(f) or Line	Y(f) or Trace	Time or Depth(f)	Vertical Separation
1	Segment: 14 of 14, Z-Type: Time			
2	110.000	2.156	1.50000	
3	110.000	16.508	1.92000	
4	110.000	38.493	2.31250	
5	110.000	54.837	2.65650	
6	110.000	80.494	3.11450	
7	110.000	103.847	3.45825	

☒ Pop-up after digitizing a fault segment

OK Cancel Apply Help

Şekil 3.60: Yorumlanmış fay için dikey ayırım girişi sekmesi (Kingdom, 2012).

Fault Surface Management

Create Display Properties Copy Delete Trend/Die Out

New Fault Surface Name:

Fault Type: ☒ Normal ☐ Reverse ☐ Segment Only

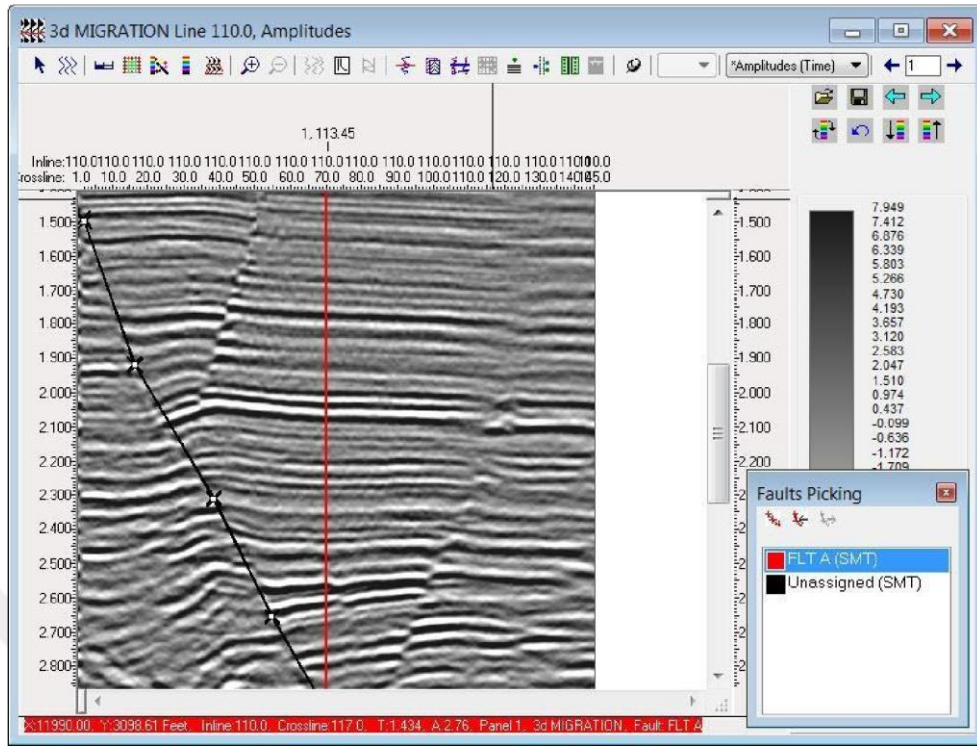
Color: Red

NOTE: The new fault surface will be made the active fault surface.

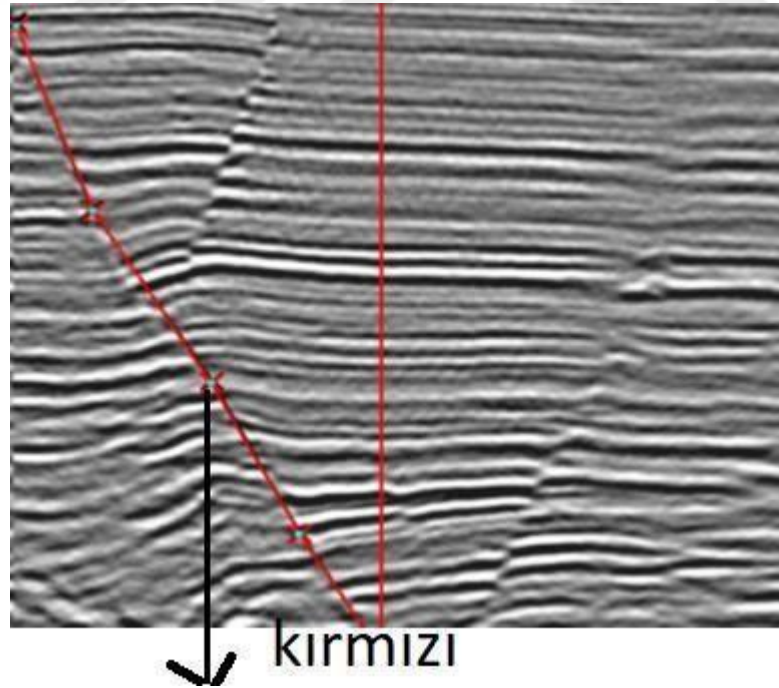
OK Cancel Apply Help

Şekil 3.61: Fay yüzeyi yönetimi kutusu (Kingdom, 2012).

FLT A fayı araç çubuğunda ortaya çıkar. Bu seçenek seçilir. Fay bölümlerine tıklanır ve düğümlerin ortaya çıktığı görülür (Şekil 3.62). “Assign Fault” sekmesi tıklandığında atanmış fay kırmızı rengine döner (Şekil 3.63).



Şekil 3.62: FLT A dikey sismik görüntüleme penceresinde ve araç kutusunda (Kingdom, 2012).



Şekil 3.63: FLT A bir faya atandı ve kırmızı renkte görünüşü (Kingdom, 2012).

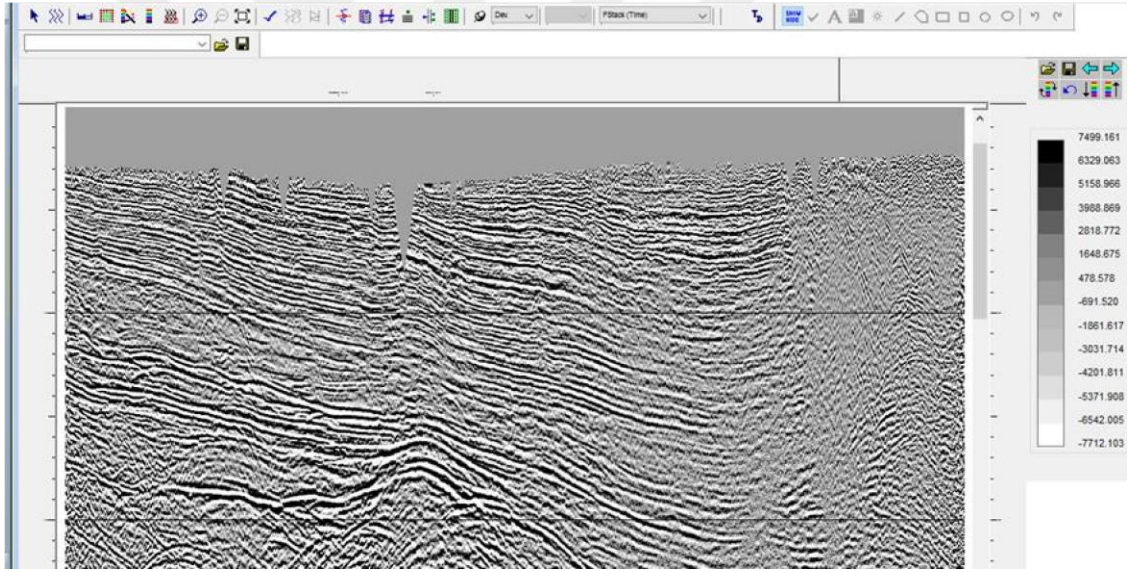
4. BULGULAR

4.1 SİSMİK YORUM FAY ANALİZİ

Sismik yansıma verilerinin yorumlandığı bu tez çalışmasında IHS programında Blackfoot Petrol Sahasından toplanan SEG-Y formatındaki veriler kullanılarak fayların yorumu gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, Alberta (Kanada) bölgesinde alıcı istasyonlarda toplanan veri setinden 950278 numaralı hattın 201 numara ile toplanmış verilerinin yorumlanma basamakları işlenmiştir (Şekil 3.8).

Çalışmaya konu olan zaman ortamındaki son yığma işlemi yapılmış veriler kullanılarak IHS Sismik Yorumlama programı kullanılarak çalışmaya başlanmıştır (Şekil 4.1).

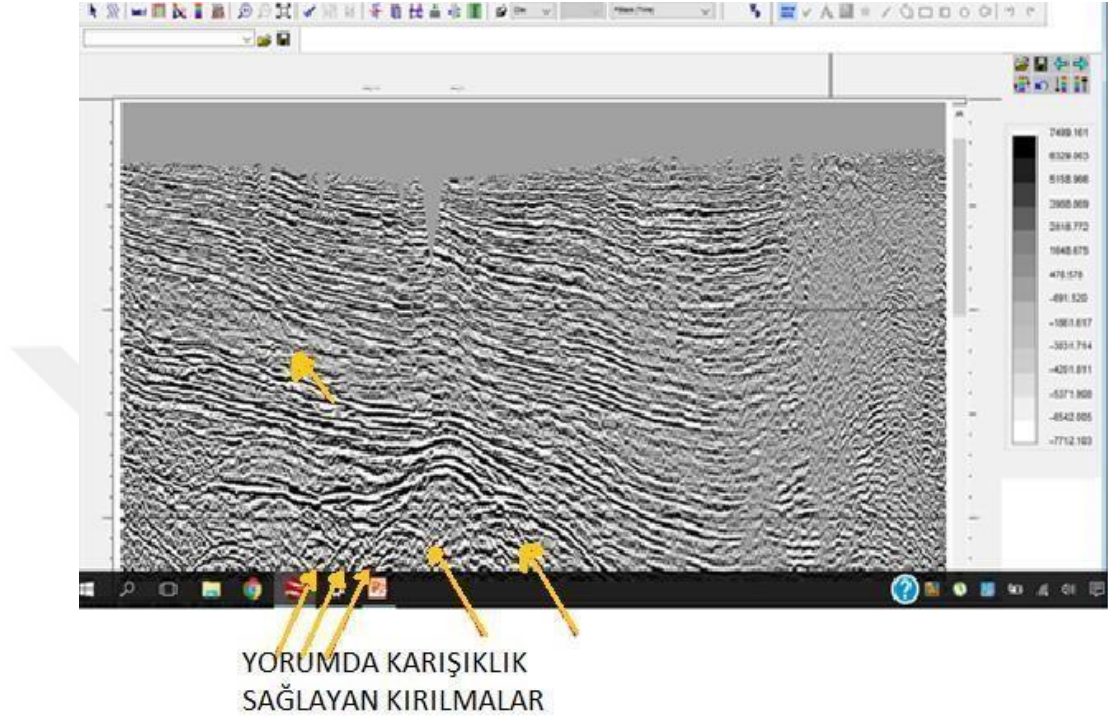


Şekil 4.1: Yorumlanacak olan Son Yığma kesiti.

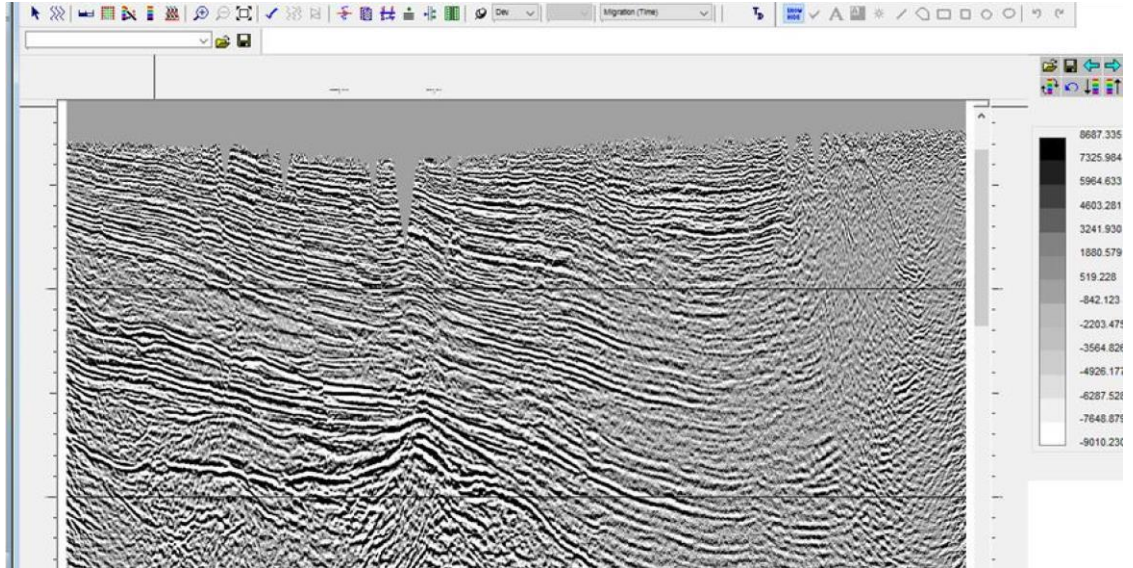
Son yığma kesitinde özellikle temelin (basement) tespiti konusunda sorun yaratan saçılmalar migrasyon işlemi ile temizlenir.

Bu veriye migrasyon işlemi uygulandıktan sonra sismik kesitteki olaylar gerçek yerlerine taşınmakta ve karşımıza gürültü olarak çıkan saçılmalar veriden atılmaktadır (Şekil 4.2 ve Şekil

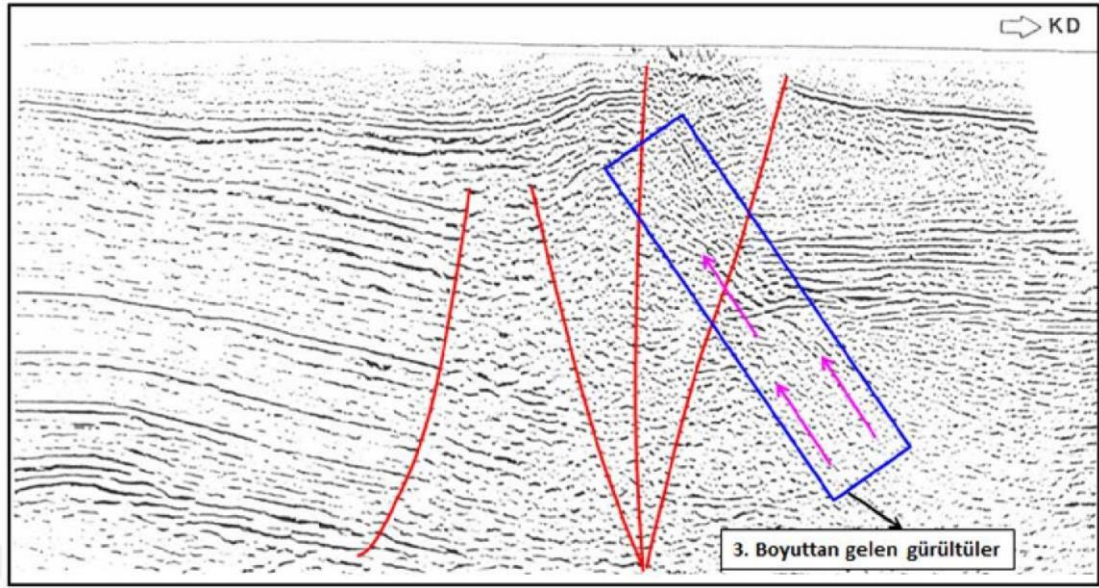
4.3). Ancak bazen 2 Boyutlu veriye migrasyon yapılsa bile bazı eğimli olaylar karşımıza çıkabilir (Şekil 4.4). Bunlar 3. boyuttan gelen gürültülerdir. Bunları gidermek içinse mutlaka 3B sismik çalışması gerekir (Sefünç, 2016).



Şekil 4.2: Migrasyonsuz Final Stack kesiti.

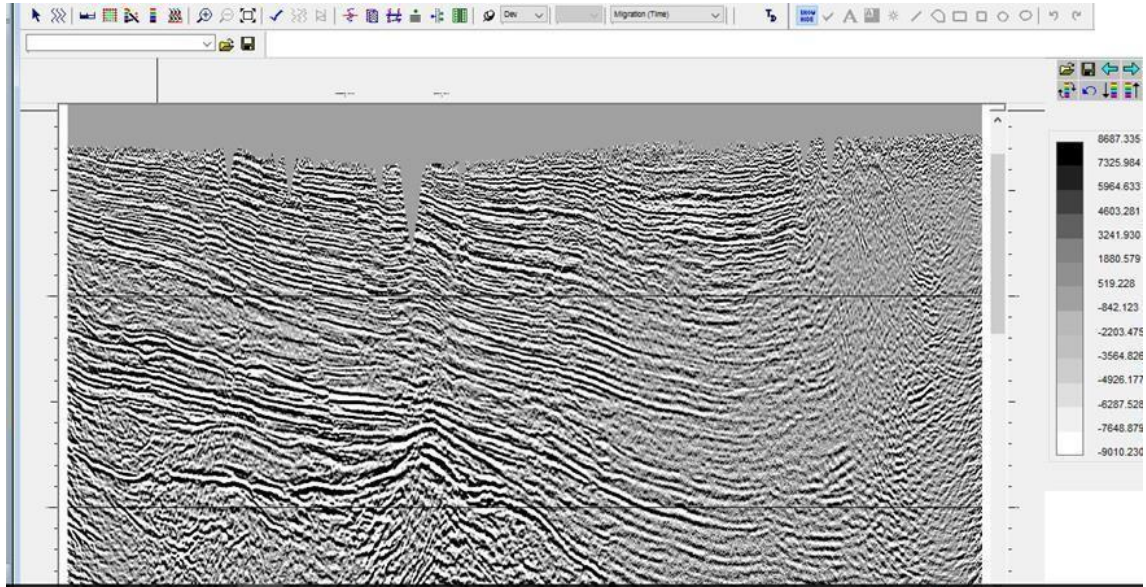


Şekil 4.3: Migrasyondan sonra kesit ve temelin son hali.

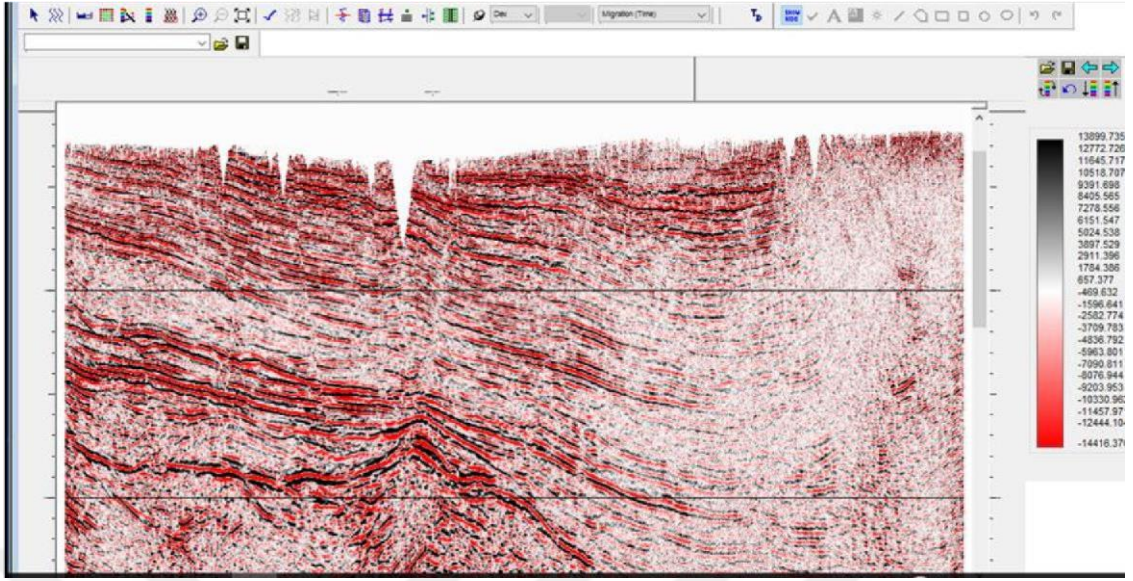


Şekil 4.4: Üçüncü boyuttan gelen gürültüler.

Sismik kesit sırasında kullanılan programın esnekliği yorumcuya büyük fayda sağlamaktadır. Örneğin elimizdeki kesiti yorumlarken farklı renk kombinasyonları ile amaca uygun yorum yapılabilir (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).

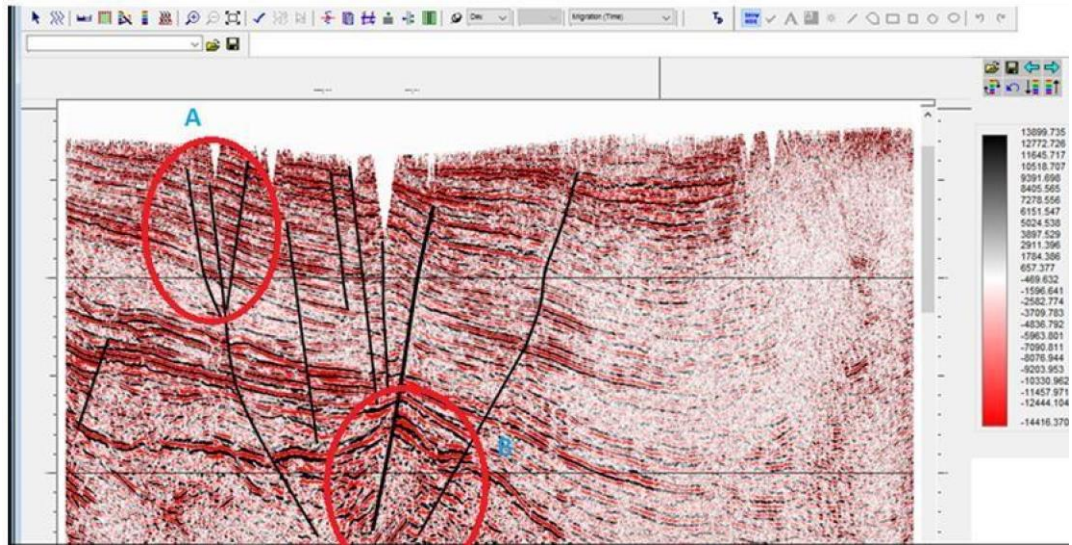


Şekil 4.5: Migrasyonlu kesitin ilgili yazılımda Black to White 15 renk kodu ile gösterimi.



Şekil 4.6: Migrasyonlu kesitin ilgili yazılımda Black to White to Red 201 renk kodu ile gösterimi.

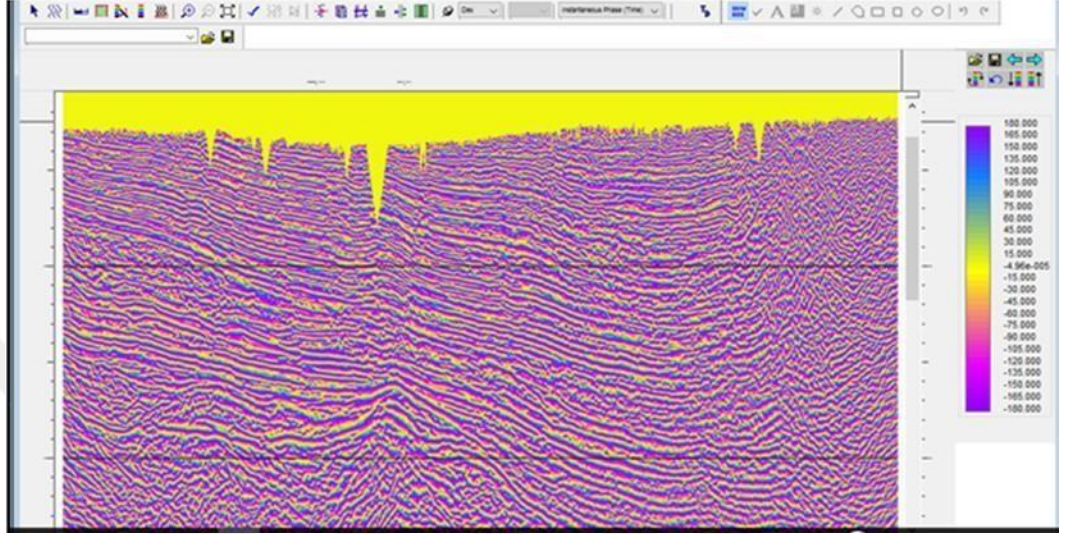
Kesitin üzerinde çalışılarak yerleştirilen fayların belirgin özelliklerinin pozitif çiçek yapısında temele kadar uzanan ana faylar olduğu görülmektedir (Şekil 4.7).



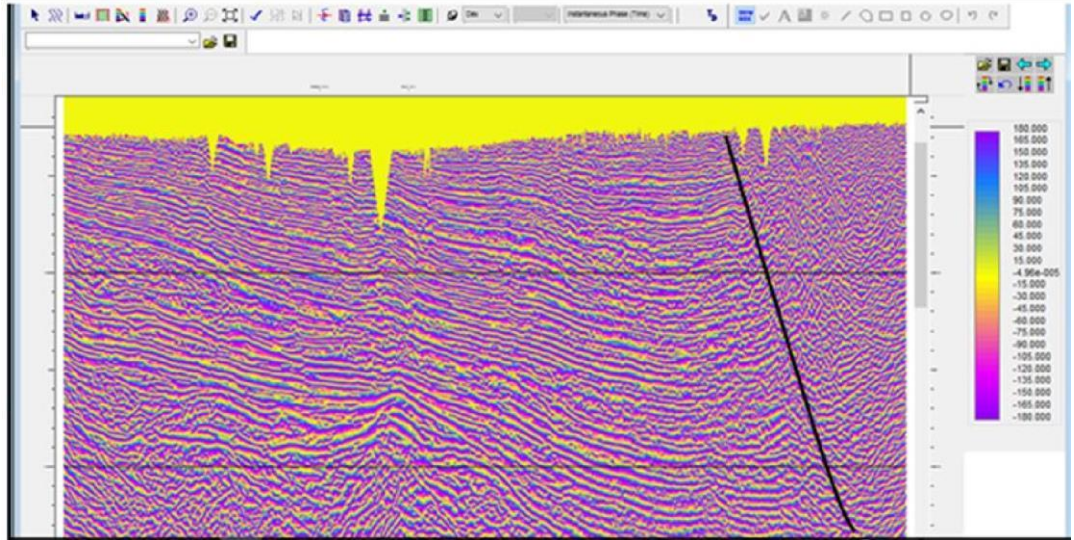
Şekil 4.7: A) Pozitif Çiçek Yapısı B) Temele kadar inen ana faylar.

Tek bir görüntüleme türü ile kesitteki her yapıyı görmek ve iyi bir yorum yapmak mümkün olmamaktadır. Örneğin Şekil 4.7’de kesitin sağ tarafı için net bir şeyler söylemek zordur. Çünkü bu bölgede yansıma takibi yapmak oldukça güçtür. Bunun önüne geçmek için niteleyiciler

kullanılabilir ve yansımaların takibi kolaylaşır (Şekil 4.8). Bu sayede bazı kesitlerde faylar daha temiz görüntülenirken (Şekil 4.9) bazı kesitlerde de hidrokarbon varlığına işaret eden bright spot gibi spesifik bölgeler görülür (Şekil 4.13).

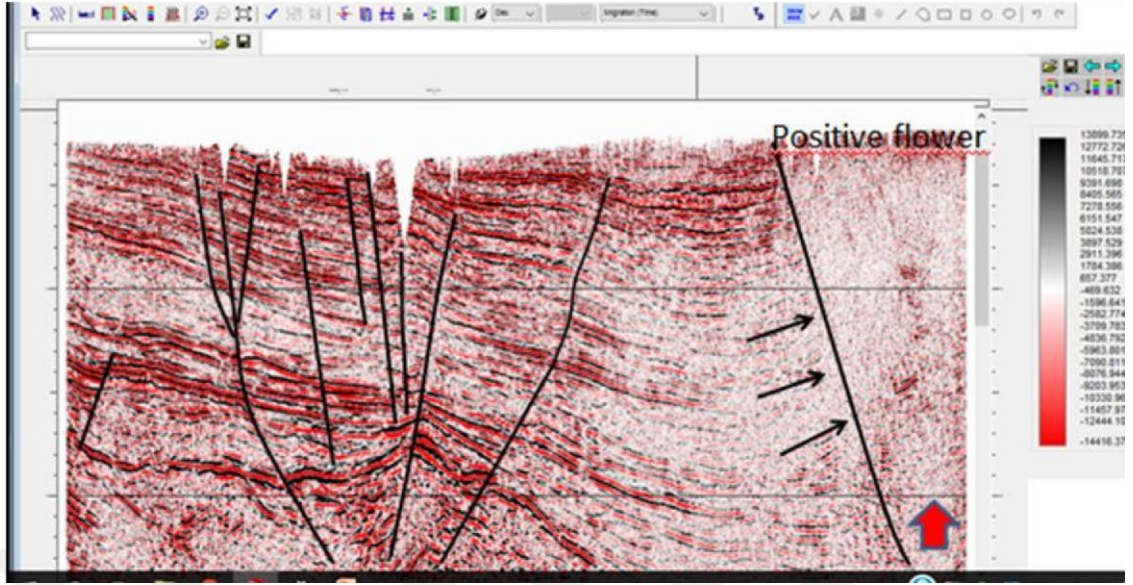


Şekil 4.8: Migrasyon kesitinin anlık faz ile görüntülenmesi.



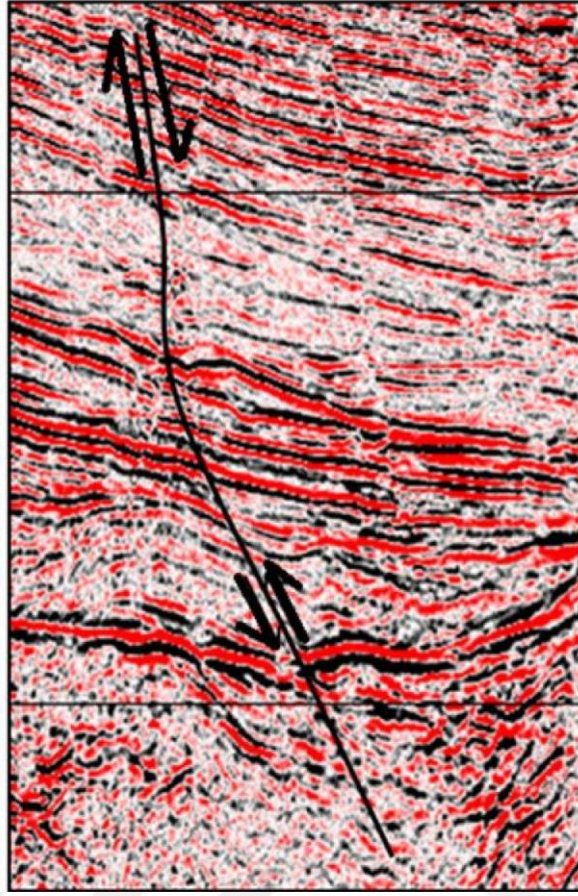
Şekil 4.9: Tabaka takibi yapıldıktan sonra tespit edilen bir fay.

Bu niteleyiciler sayesinde Şekil 4.7’de yerine koyulamayan yapılar tespit edilmiş ve pozitif çiçek yapısı izleri gözlenmiştir (Şekil 4.10). Bunun muhtemel sebebi, aşağıdan yukarıya doğru gerçekleşen sıkışma hareketi ve up-lift sistemidir.

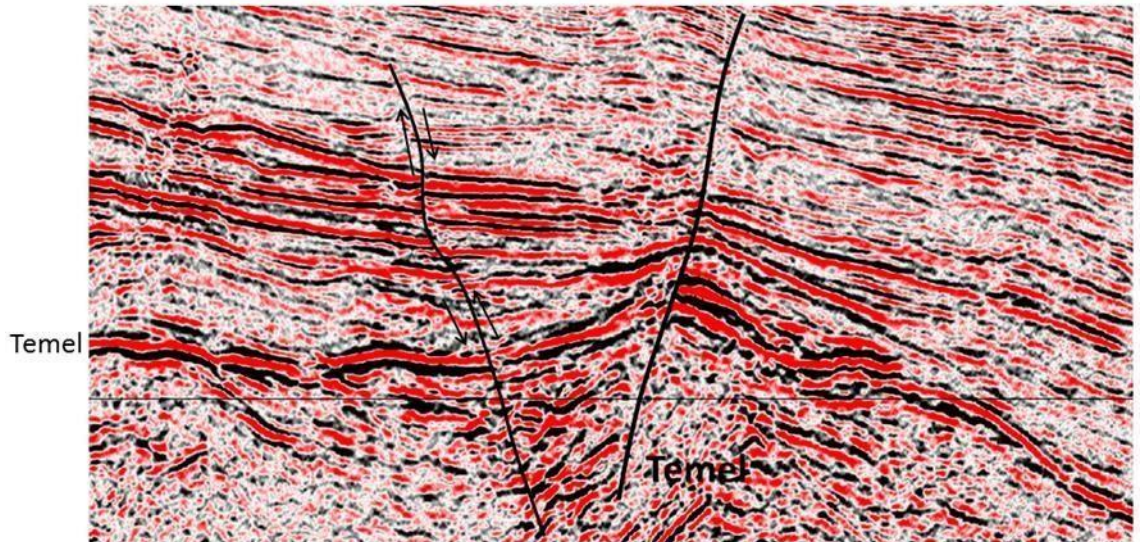


Şekil 4.10: Kesitte bulunan faylar ve sağ taraftaki pozitif çiçek yapısı izleri.

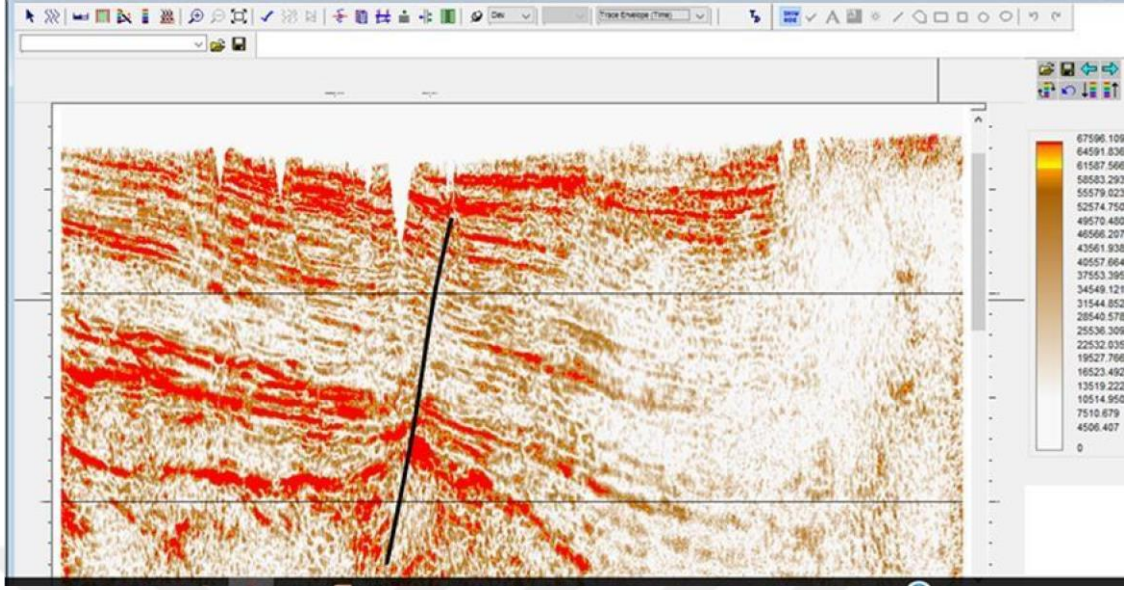
Üzerine çalıştığımız kesitte burulma fayı olmasını düşünmemizi sağlayan ipuçlarından biri de Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Burada aynı fay üzerinde birbirine zıt yönde hareketlerin olduğu gözlenmiş. Bu durum doğrultu atımlı fay sisteminin en büyük özelliğidir.



Şekil 4.11: Aynı fay üzerinde farklı yönlerde gerçekleşen atımlar.



Şekil 4.12: Aynı fay üzerinde farklı yönlerde gerçekleşen atımlar



Şekil 4.13: Farklı bir niteleyici kullanılarak baskın yansımaların belirgin hale getirilmesi.

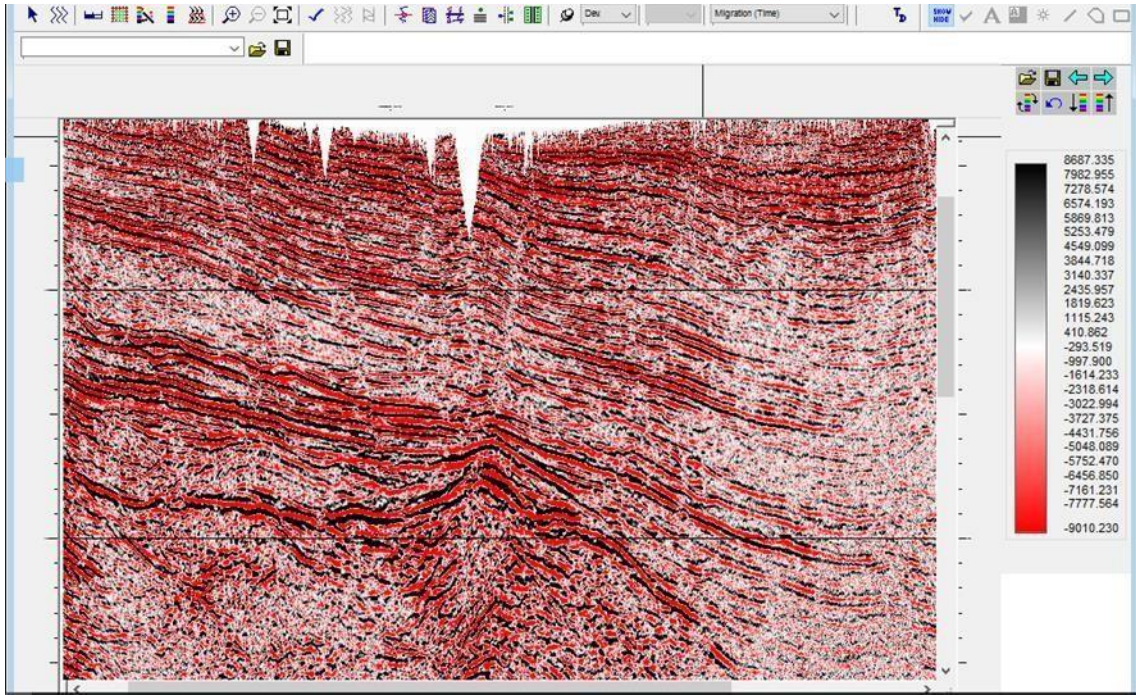
Şekil 4.13’de yine niteleyici uygulaması ile temele kadar inen ana fayın, baskın yansımaların ve temel seviyesi görünürliğünün arttığı görünmektedir.

4.2 SİSMİK YORUM FLATTENING YÖNTEMİ İLE HORIZON ANALİZİ

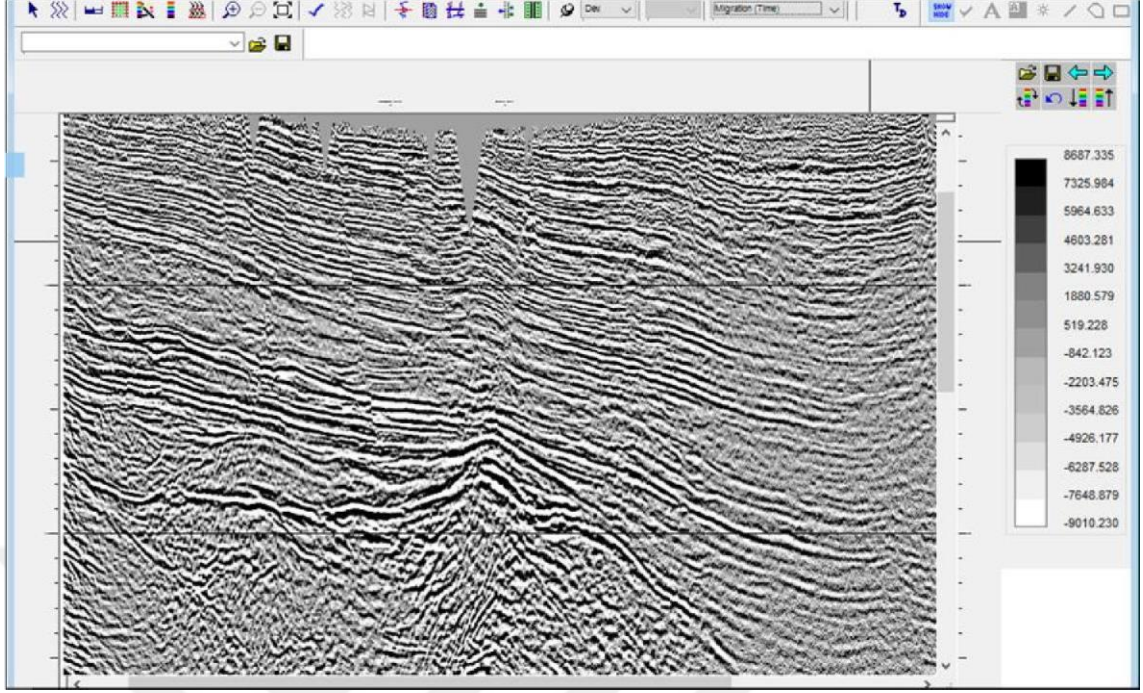
Sismik flattening, değerlendirme yapan kişinin jeolojik özellikleri sadece bir horizona dayalı olarak tanımasına yardımcı olmak üzere kıvrımlar veya faylar gibi yapıları çıkarmak için yaygın olarak kullanılan bir yorumlama yöntemidir. Post birikimsel deformasyonları çıkararak, tabakaların yerleşmiş şekilde görülmesi mümkün hale gelmektedir. Aynı zamanda flattening ‘Horizon nasıl görünmektedir?’, ‘Kıvrık mı?’, ‘Faylar boyunca orantılı olabilir mi?’, ‘Faylar nerede sona ermektedir?’, ‘Faylar bağlantılı mıdır?’ sorularına cevap aramak için ideal bir yöntemdir.

Çalışmanın bu kısmında sismik kesit üzerinde temel kaya ve horizonlar belirlenecek, Flattening yöntemi uygulanarak zaman içerisindeki paleocoğrafyası ve biriken sediman miktarları araştırılacaktır.

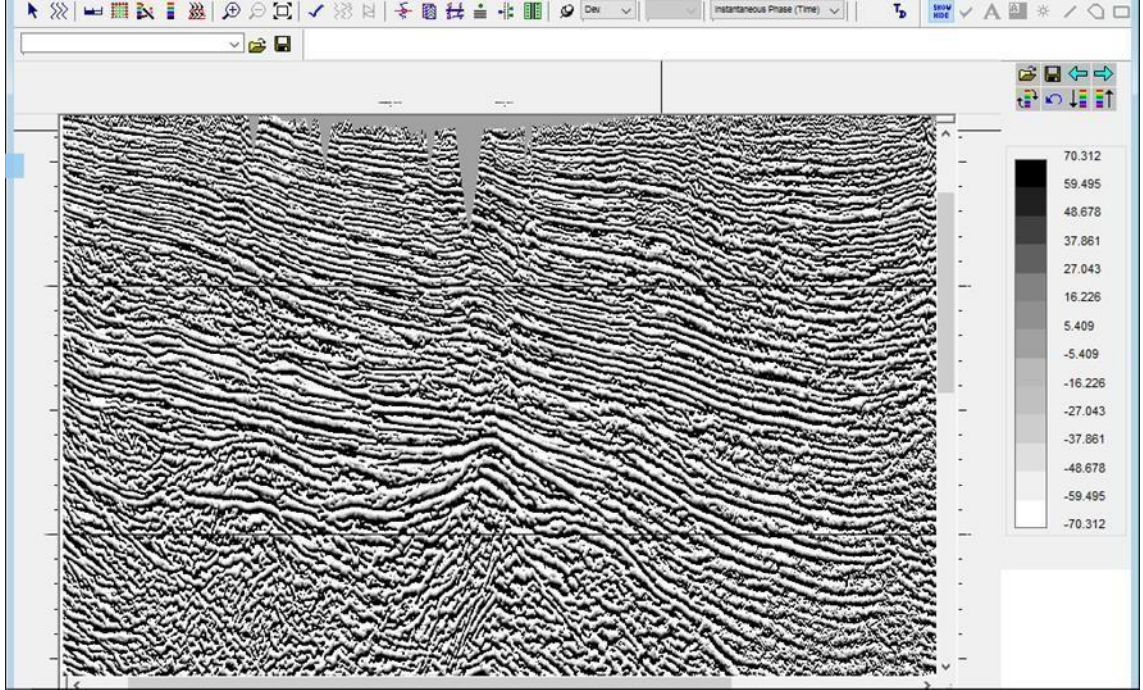
Bu çalışma kapsamında kullanılan sismik veride Flattening yöntemi uygulanarak horizonlar üzerinde zamanla biriken sediman miktarının bulunması ve ters çözüm (Basement involded) yapılarak faylar tanımlanmıştır. Bu amaçla Alberta bölgesi petrol sahasında toplanmış sismik veriler üzerinde flattening yöntemi uygulanmıştır. Sismik kesitin migrasyonlu renkli görünümü Şekil 4.14’de verilmektedir. Şekil 4.15’de aynı kesitteki bilgiler, bir de siyah-beyaz görülmesi açısından verilmiştir. Şekil 4.16’da ise kesitin anlık faz kullanılmış hali görülmektedir.



Şekil 4.14: Kesitin renkli migrasyonlu hali.

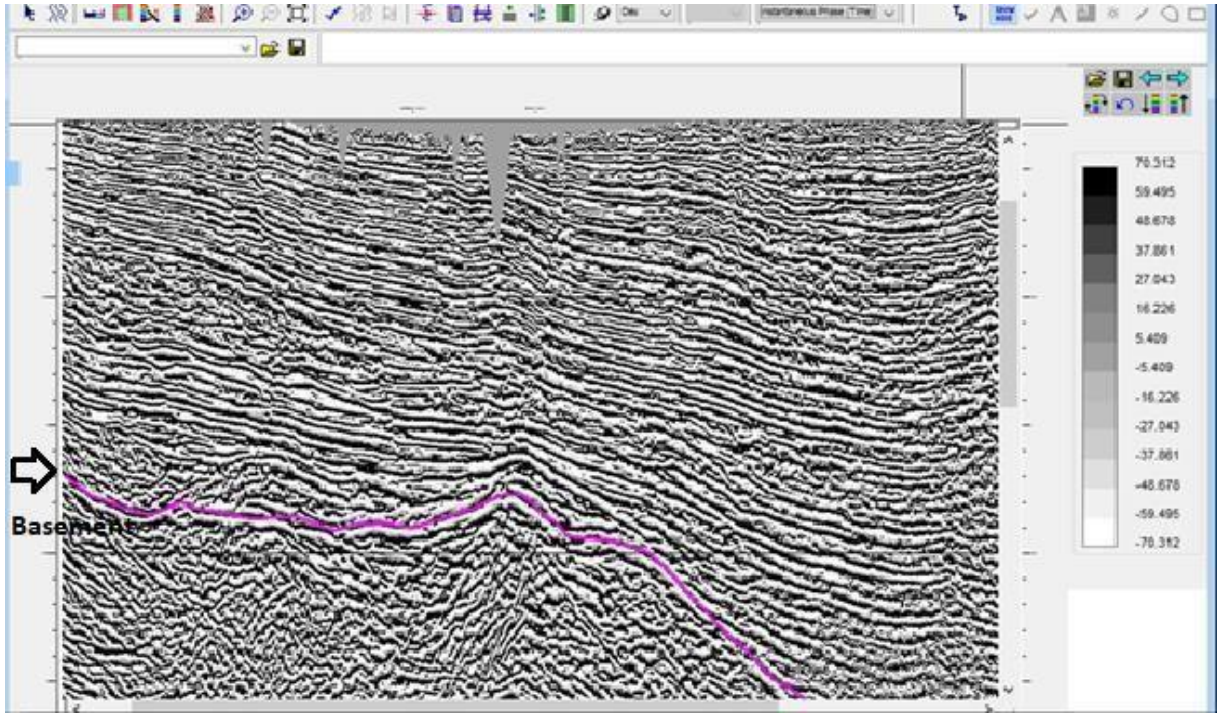


Şekil 4.15: Kesitin siyah-beyaz migrasyonlu hali

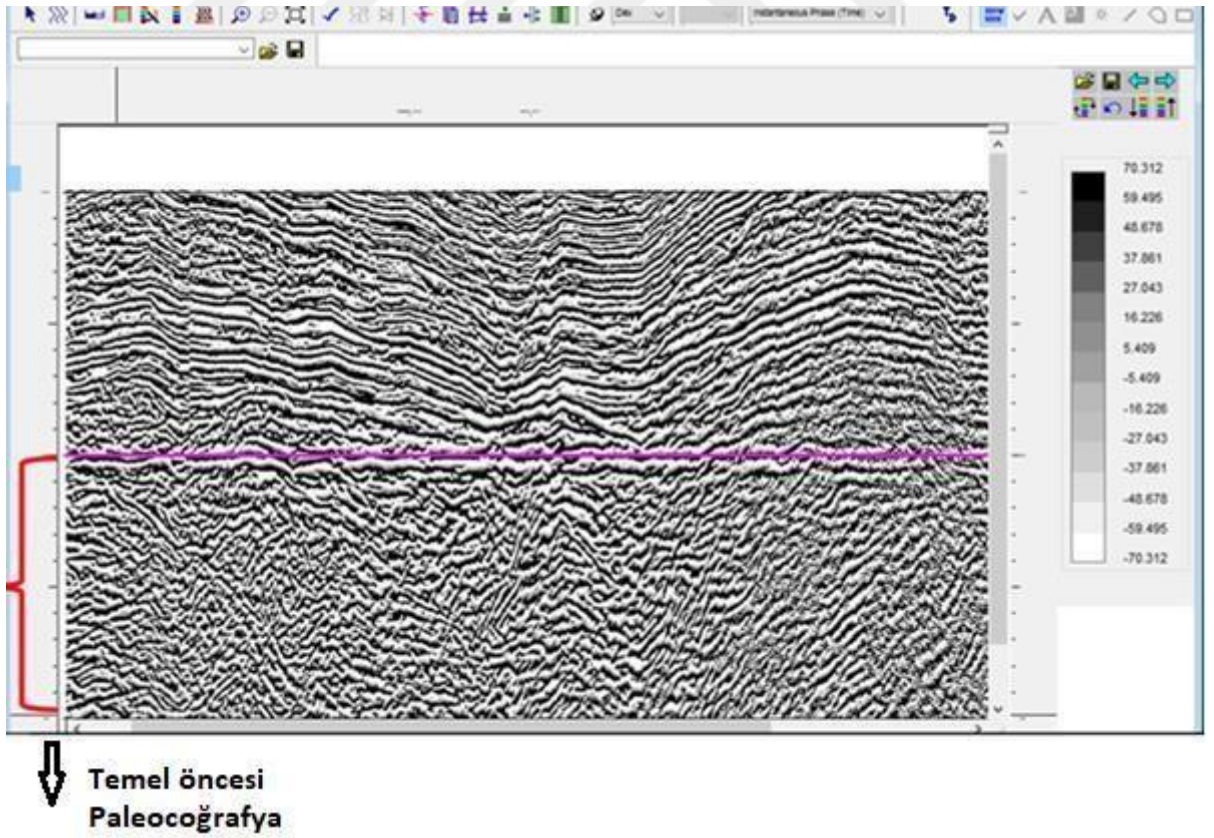


Şekil 4.16: Kesitin anlık faz kullanılmış hali.

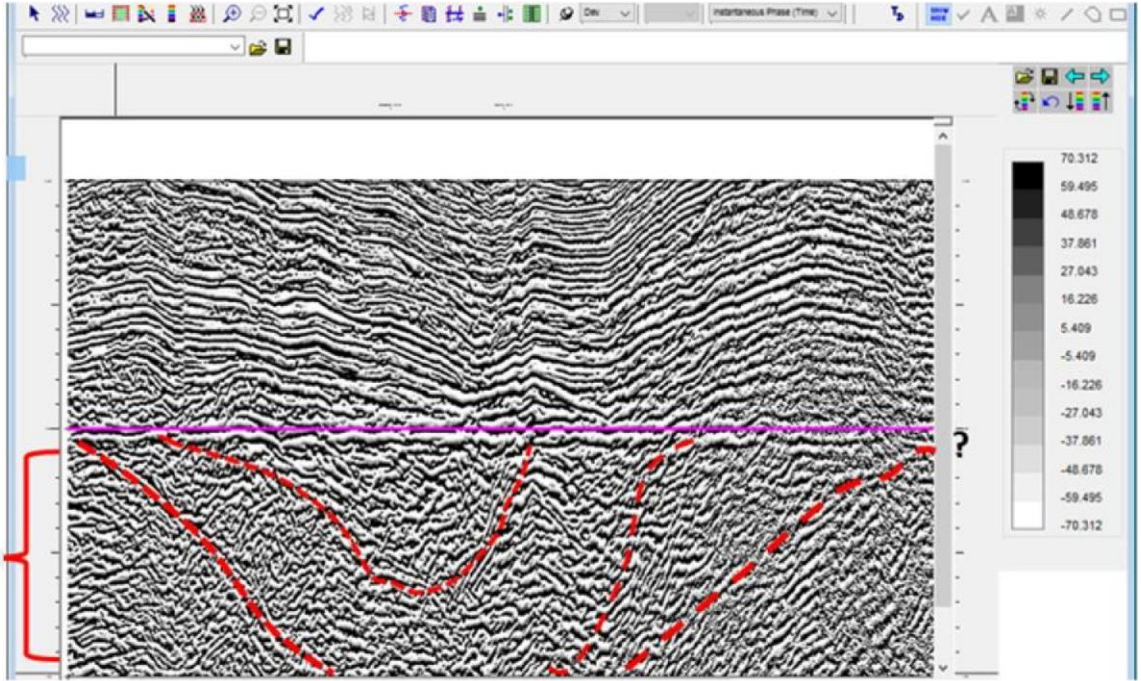
Şekil 4.17 'te temel kayanın güncel hali gösterilmiştir. Şekil 4.18'de temelin flat hali verilmiş, Şekil 4.19'da ise temel flat edildikten sonra temel öncesi Paleocoğrafya belirlenmiş ve bu durum yorumlanmıştır.



Şekil 4.17: Temelin güncel hali.

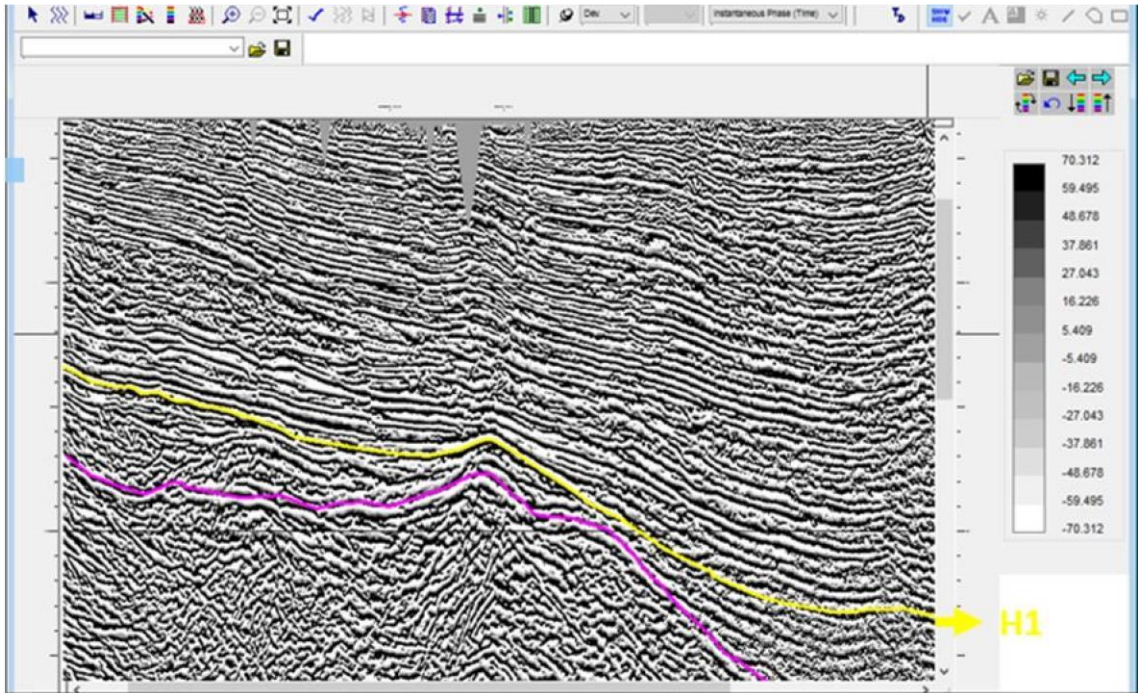


Şekil 4.18: Temelin düzgünlendirilmiş hali.

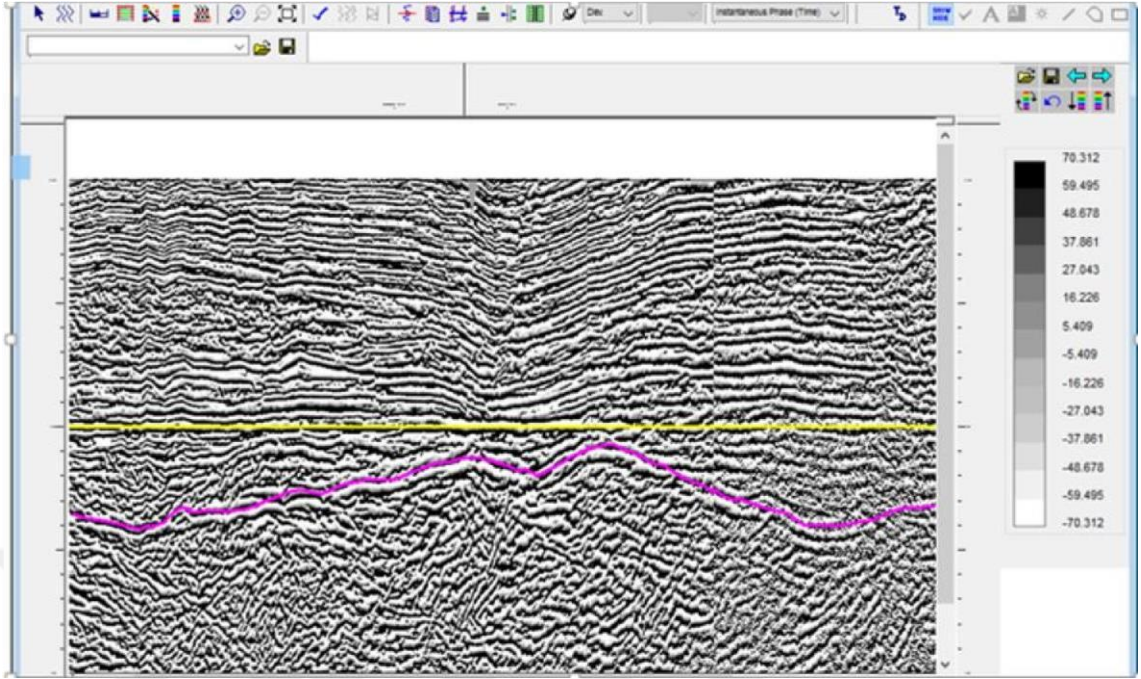


Şekil 4.19: Temelin düzgünleştirilmiş halinin yorumu.

Şekil 4.20’de Horizon 1’in güncel hali gösterilmiştir. Şekil 4.21’de ise Horizon 1’in flattening işlemi uygulandıktan sonraki hali gösterilmektedir.

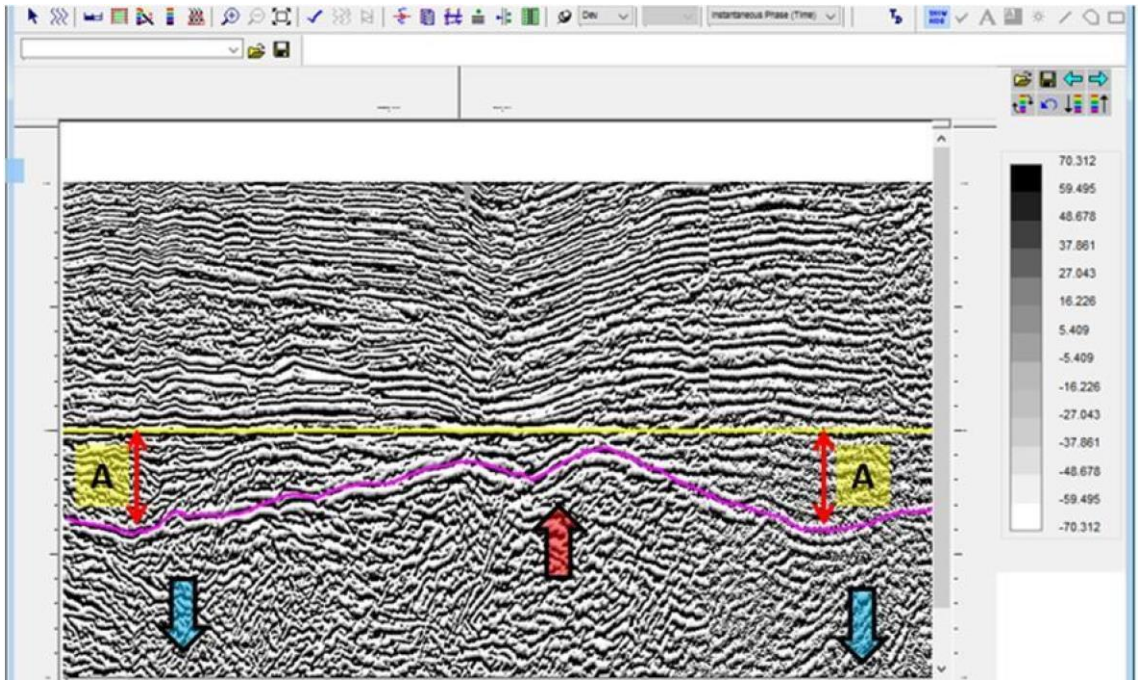


Şekil 4.20: Horizon 1’in güncel gösterimi.



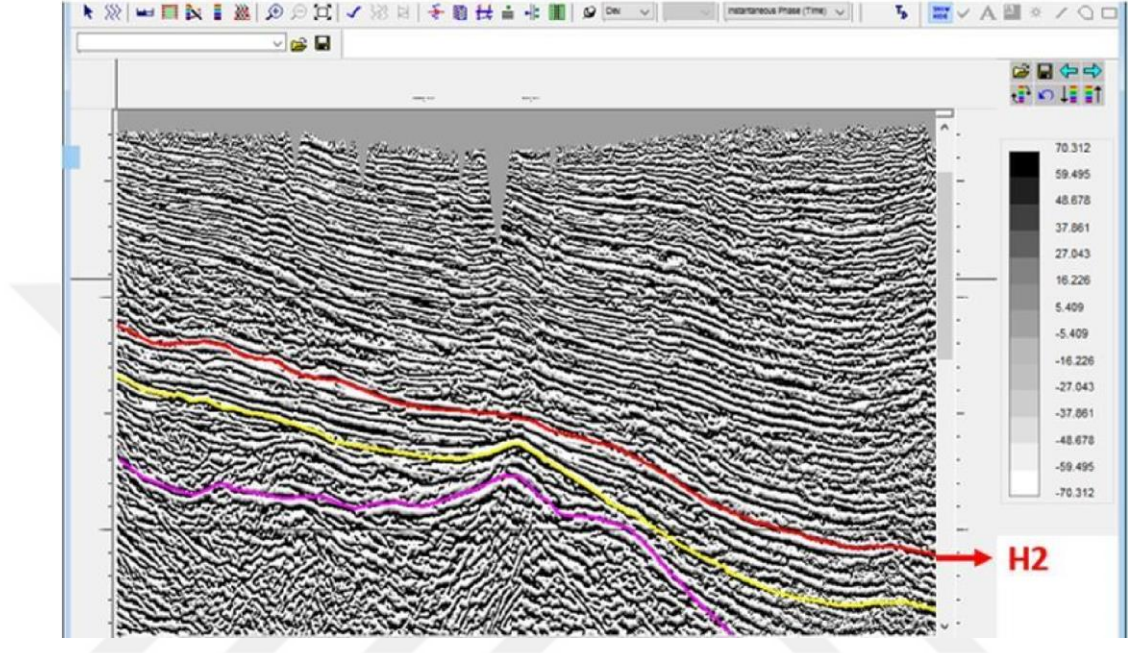
Şekil 4.21: Horizon 1'in flat edilmiş hali.

Şekil4.22'da Horizon 1'in flattening işlemi uygulandıktan sonra Basement ile flat düzlemi arasında kalan A mesafesinin her iki seviye için de aynı olduğu görülmüştür.

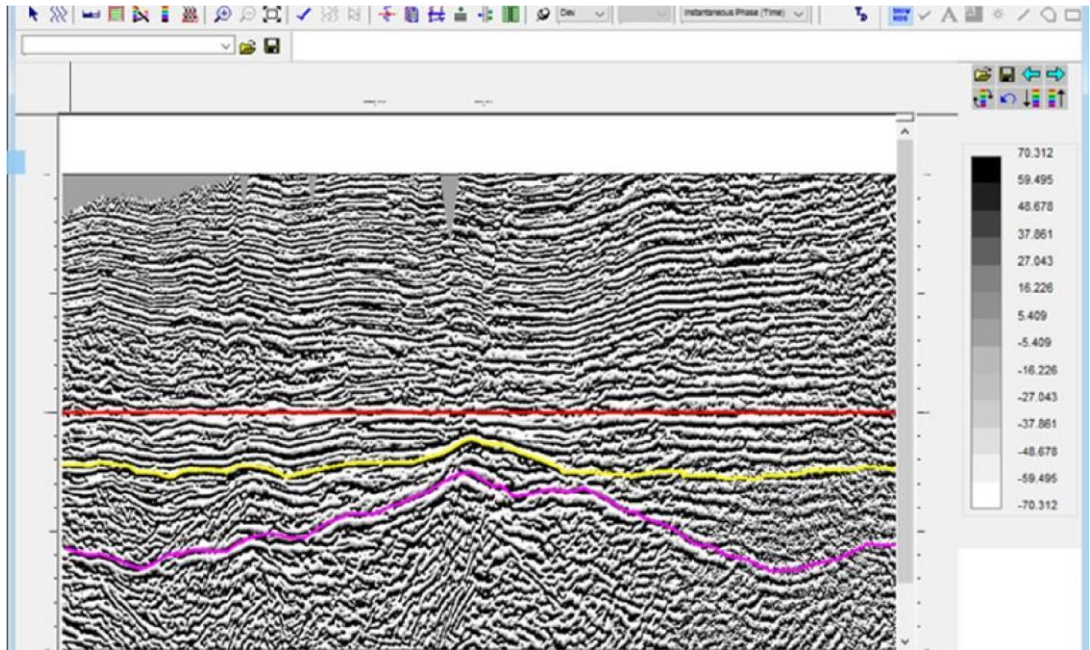


Şekil 4.22: Horizon 1'in flat düzlemi için yorum.

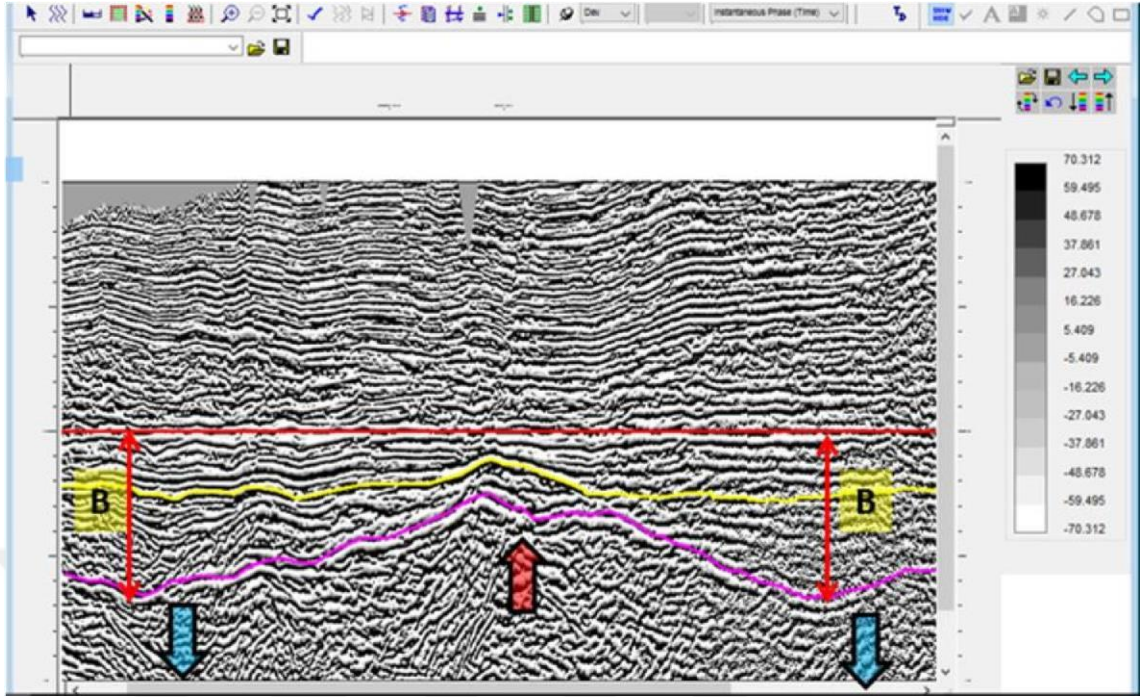
Şekil 4.23’de Horizon 2’nin güncel hali gösterilmiştir. Şekil 4.24’de ise Horizon 2’nin Flattening işlem uygulandıktan sonraki hali gösterilmektedir. Şekil 4.25’de ise temel ile flat düzlemi arasında kalan mesafe “B” ile gösterilmiş, her iki B seviyesinin de yaklaşık olarak aynı olduğu görülmüştür.



Şekil 4.23: Horizon 2’nin güncel gösterimi.

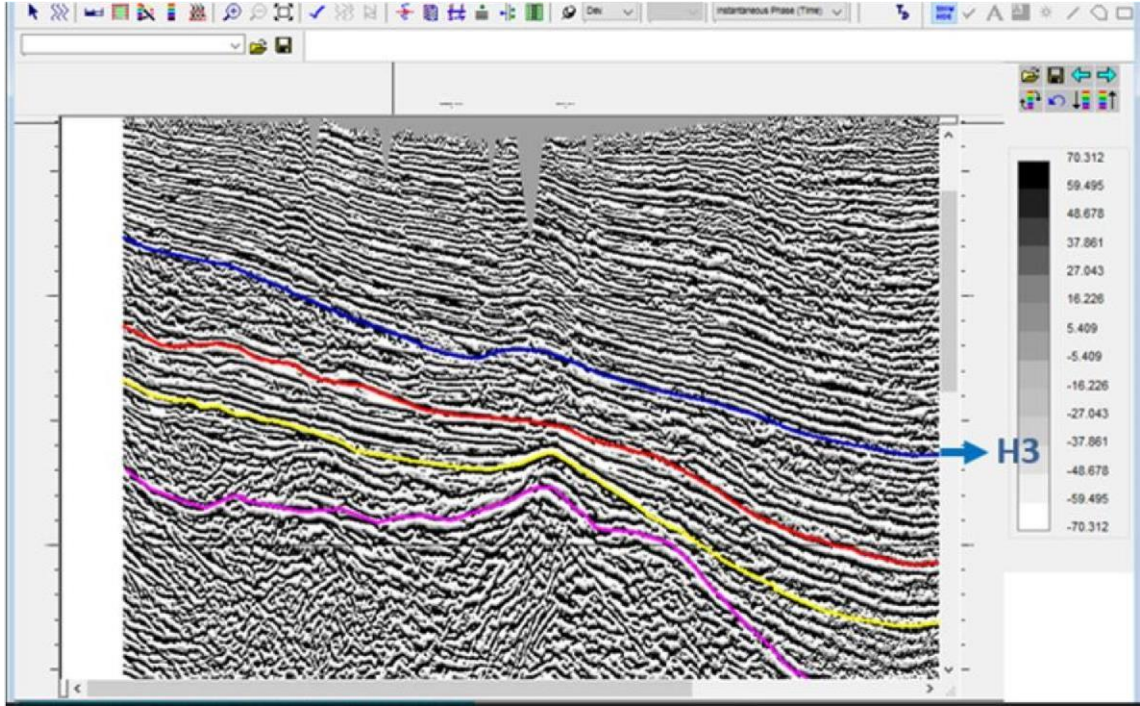


Şekil 4.24: Horizon 2’nin flat edilmiş hali.

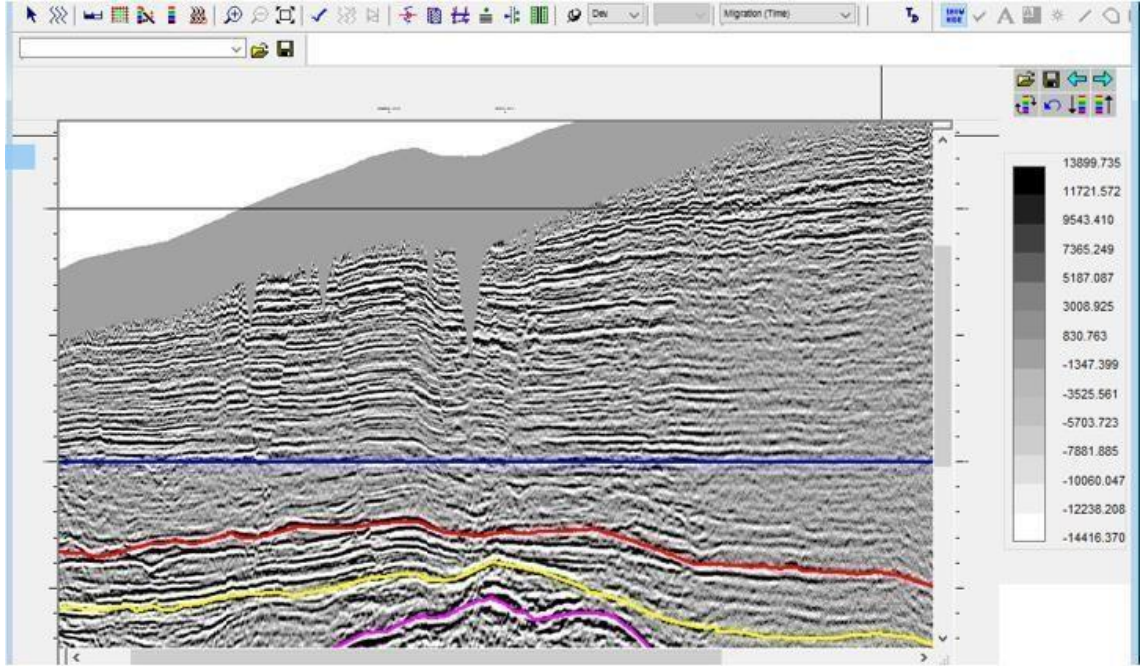


Şekil 4.25: Horizon 2'nin flat düzlemi için yorum.

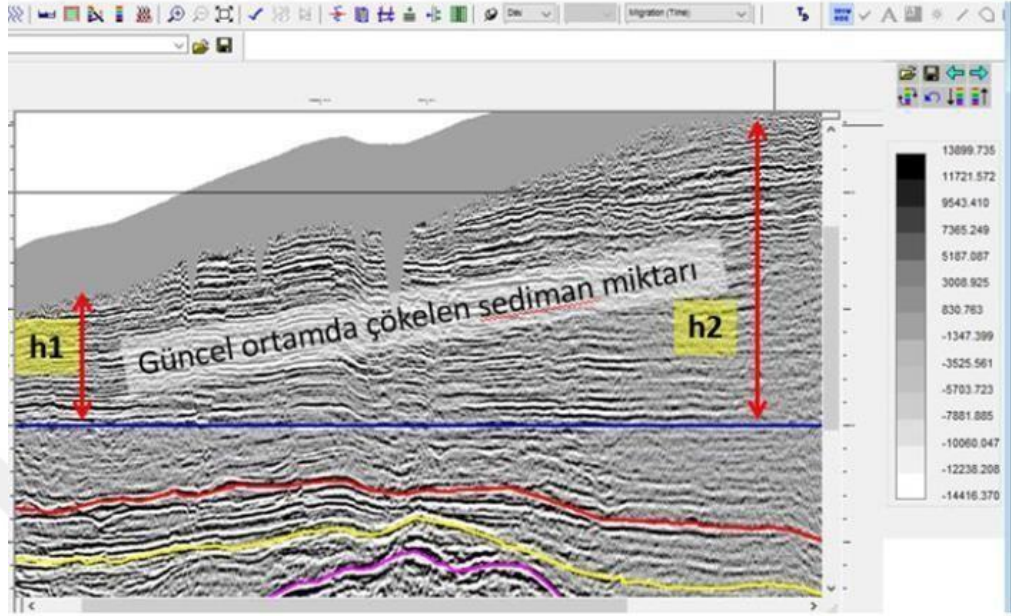
Şekil 4.26'da Horizon 3'ün güncel hali gösterilmiş, Şekil 4.27'de ise Horizon 4'ün flat düzleminin üstü gösterilmiştir. Şekil 4.28'de ise bu flat düzleminin üstüyle yer yüzü arasında biriken sediman miktarının yorumu yapılmıştır. Buna göre, h2 seviyesi h1 seviyesinden daha büyüktür. Bunun anlamını, h2 seviyesinin altında kalan alanın çukur olması ve buraya bu nedenle daha çok sediman birikmesi olarak yorumlanmıştır. Şekil 4.29'da Horizon 3'ün flat düzleminin altı için yorum yapılmıştır. Flat düzlemi ile temel arasında kalan mesafe "C" harfi ile gösterilmiştir ve bu iki C2 seviyesi C1 seviyesinden kısmen daha fazladır.



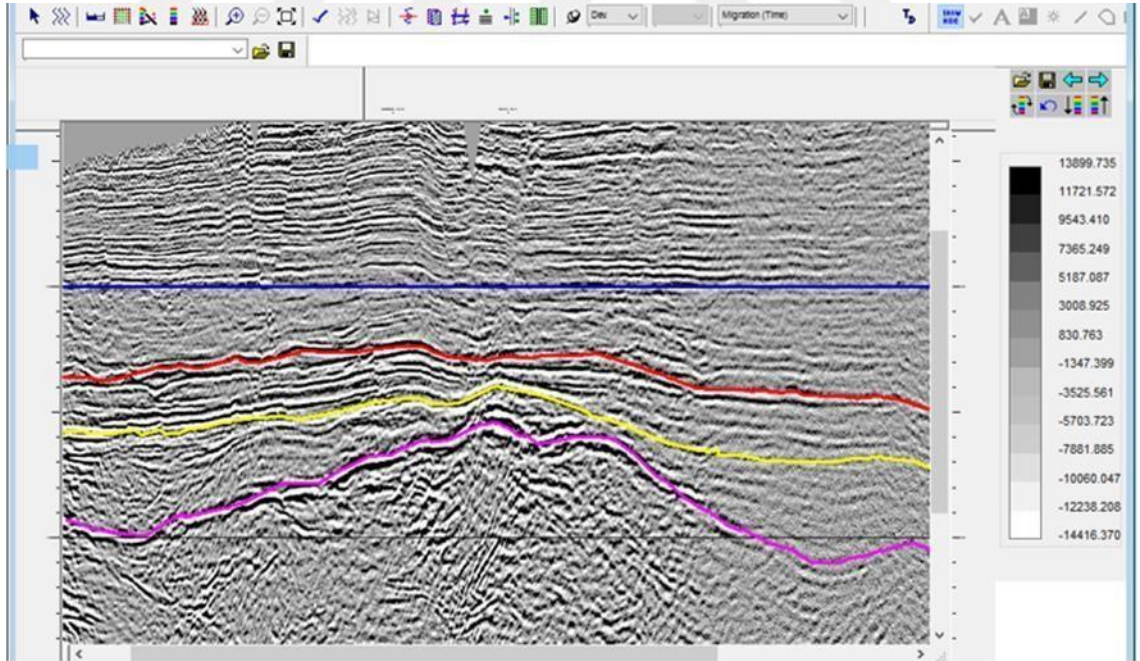
Şekil 4.26: Horizon 3'ün güncel gösterimi



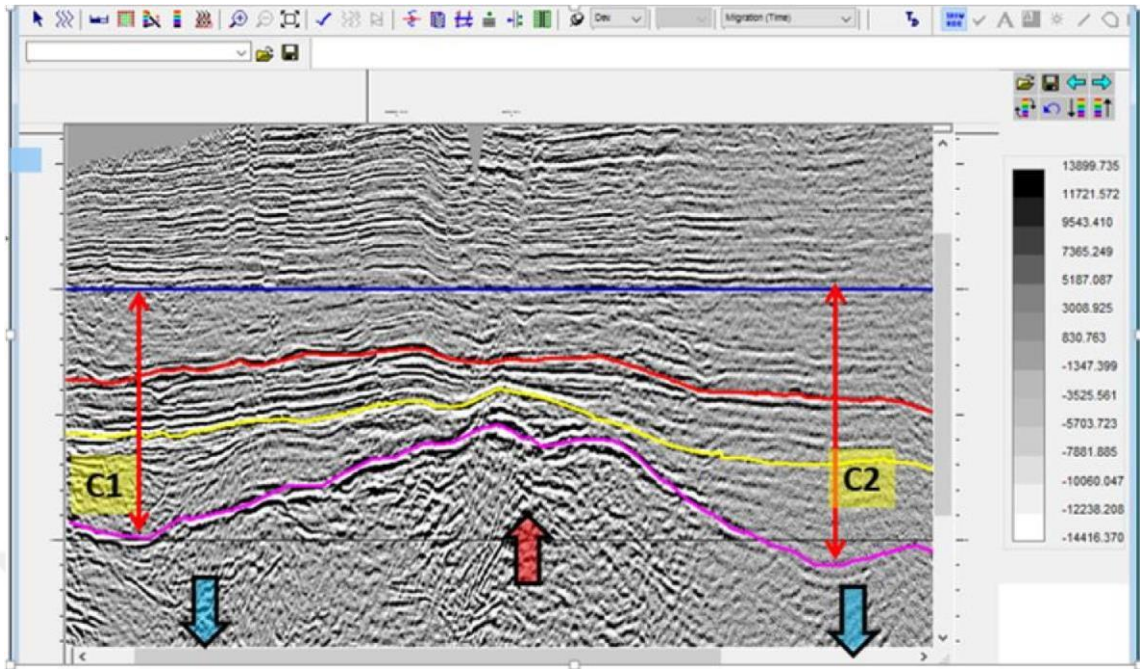
Şekil 4.27: Horizon 3'ün flat düzleminin üstü.



Şekil 4.28: Horizon 3'ün flat düzleminin üstü için yorum($h_2 > h_1$).

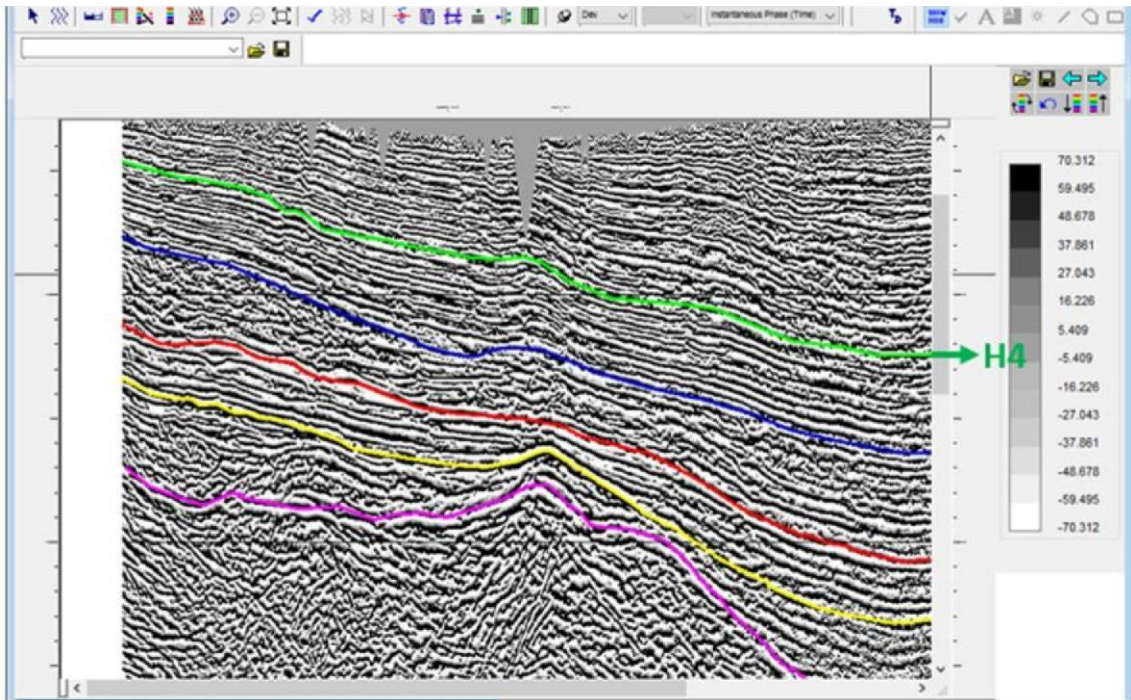


Şekil 4.29: Horizon 3'ün flat düzlemi.

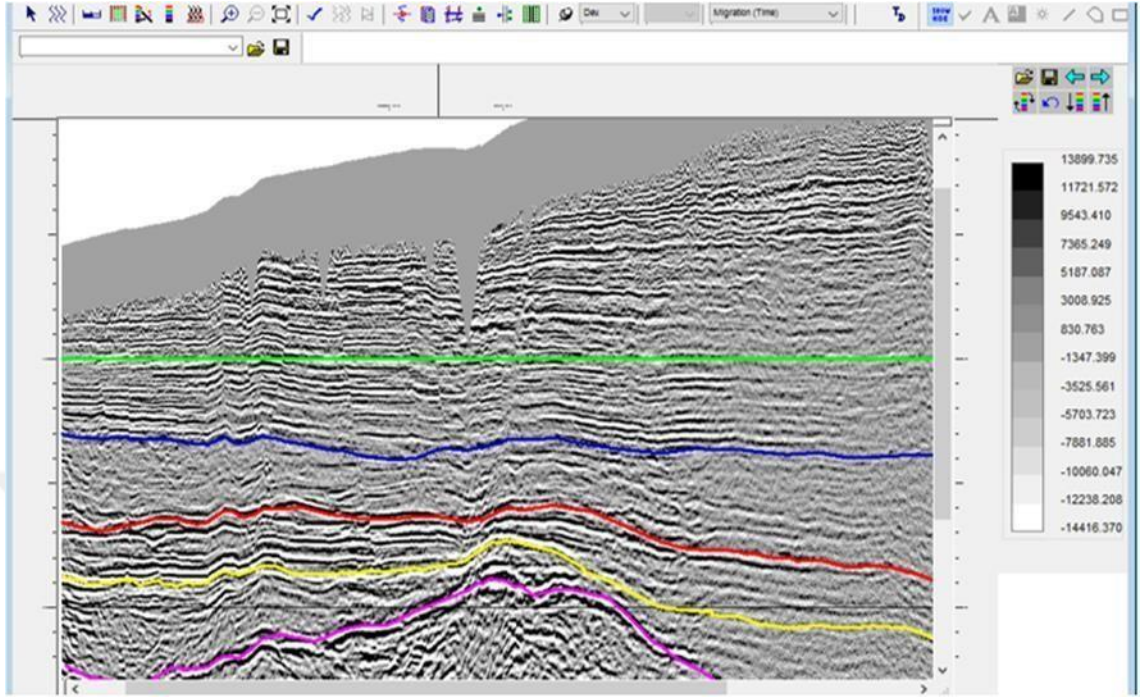


Şekil 4.30: Horizon 3'ün flat düzleminin altı için yorum.

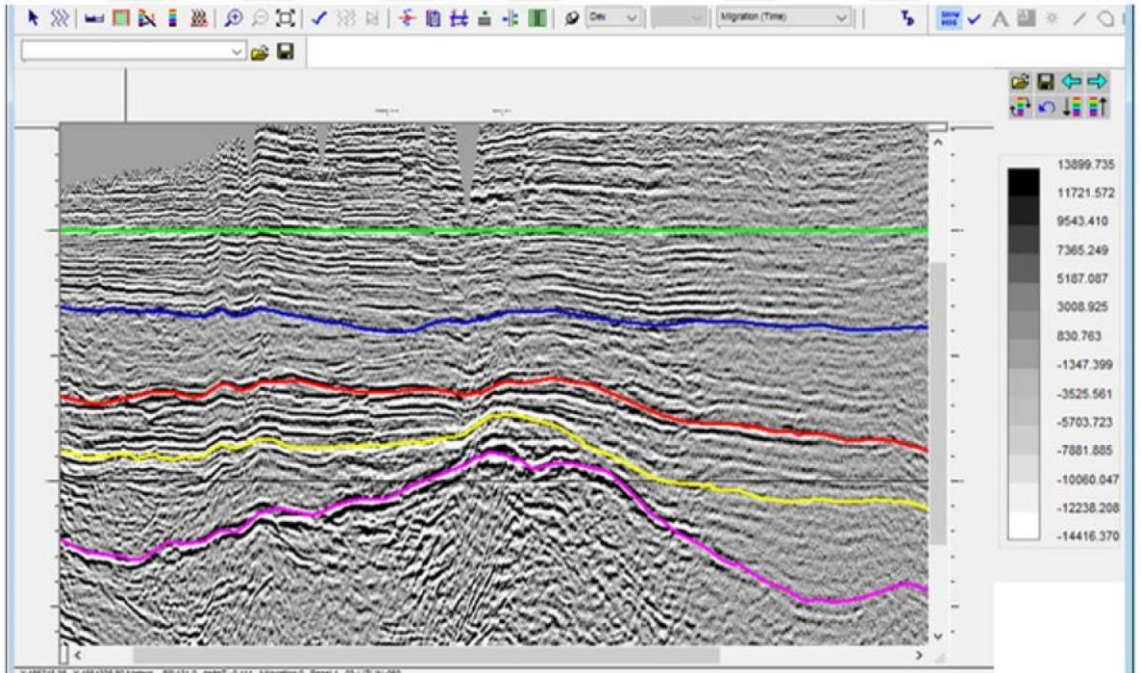
Şekil 4.31'de Horizon 4'ün güncel hali, Şekil 4.32'de flat düzleminin üstü, Şekil 4.33'de ise flat düzleminin altı gösterilmiştir. Şekil 4.34'de ise Horizon 4'ün flat seviyesi ile temel arasında kalan kısmı için yorum yapılmış ve "D" harfi ile gösterilmiştir. D2 seviyesi D1 seviyesinden büyüktür. Bunun anlamı D2'nin zaman içerisinde aşağıya doğru çöktüğü şeklinde düşünülmüştür.



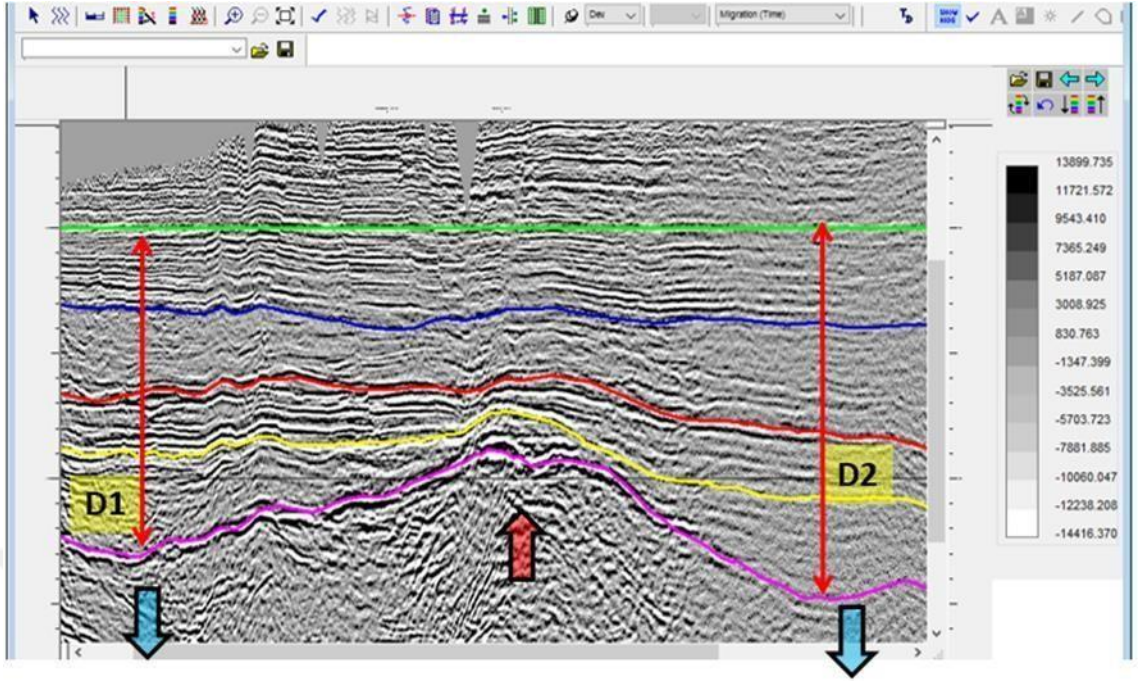
Şekil 4.31: Horizon 4'ün güncel gösterimi.



Şekil 4.32: Horizon 4'ün flat düzleminin üstü.

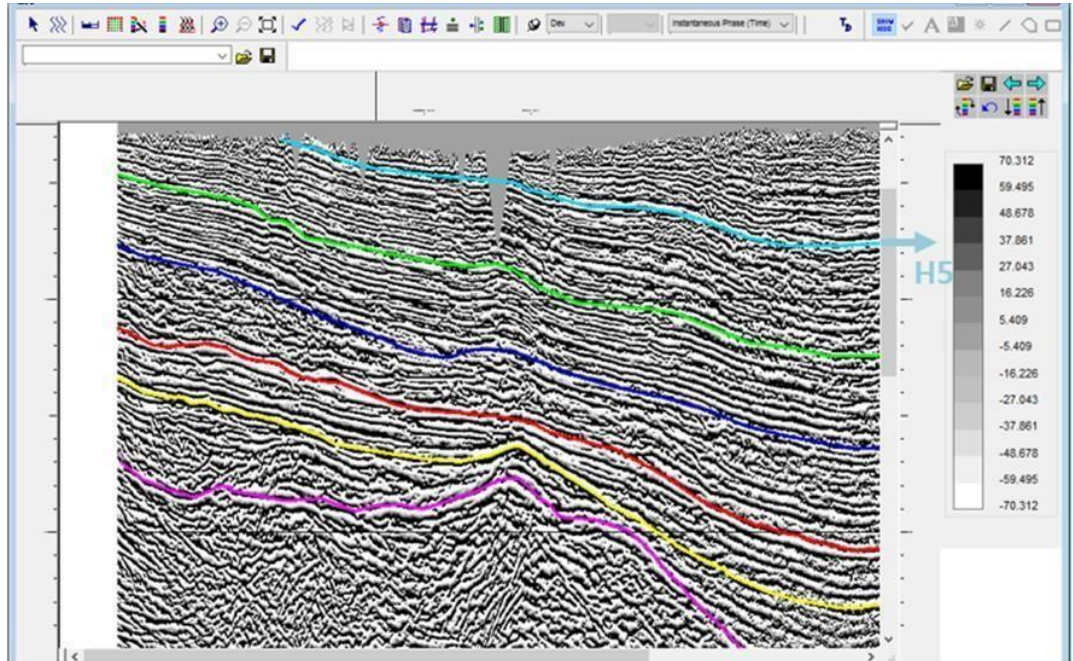


Şekil 4.33: Horizon 4'ün flat düzleminin altı.

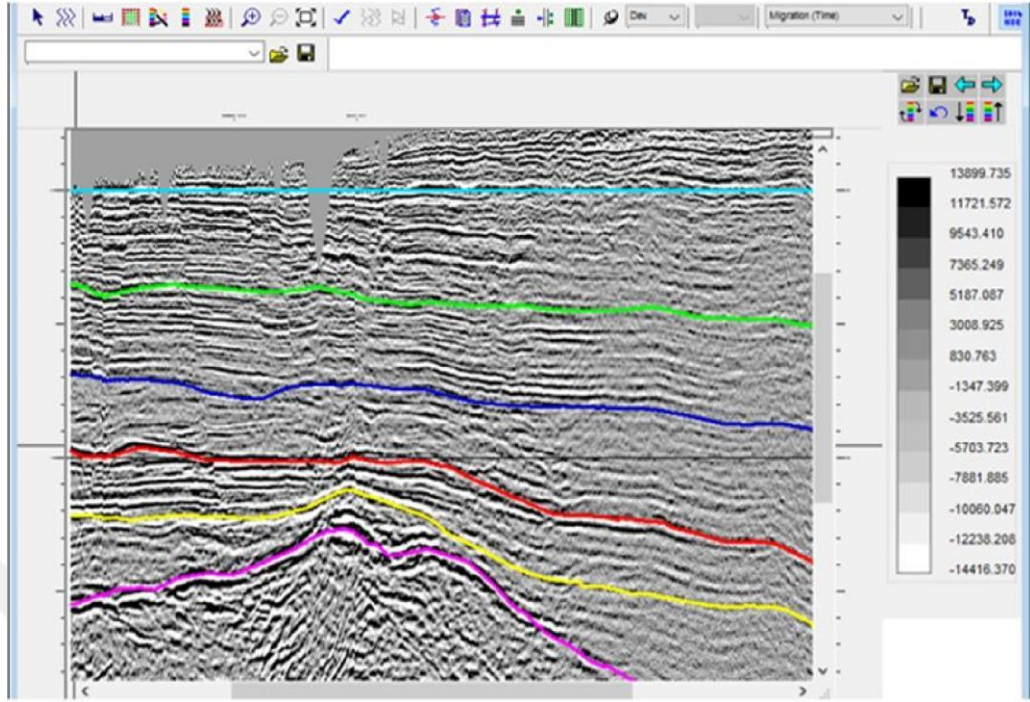


Şekil 4.34: Horizon 4'ün flat edilmiş hali için yorum ($D2 > D1$) .

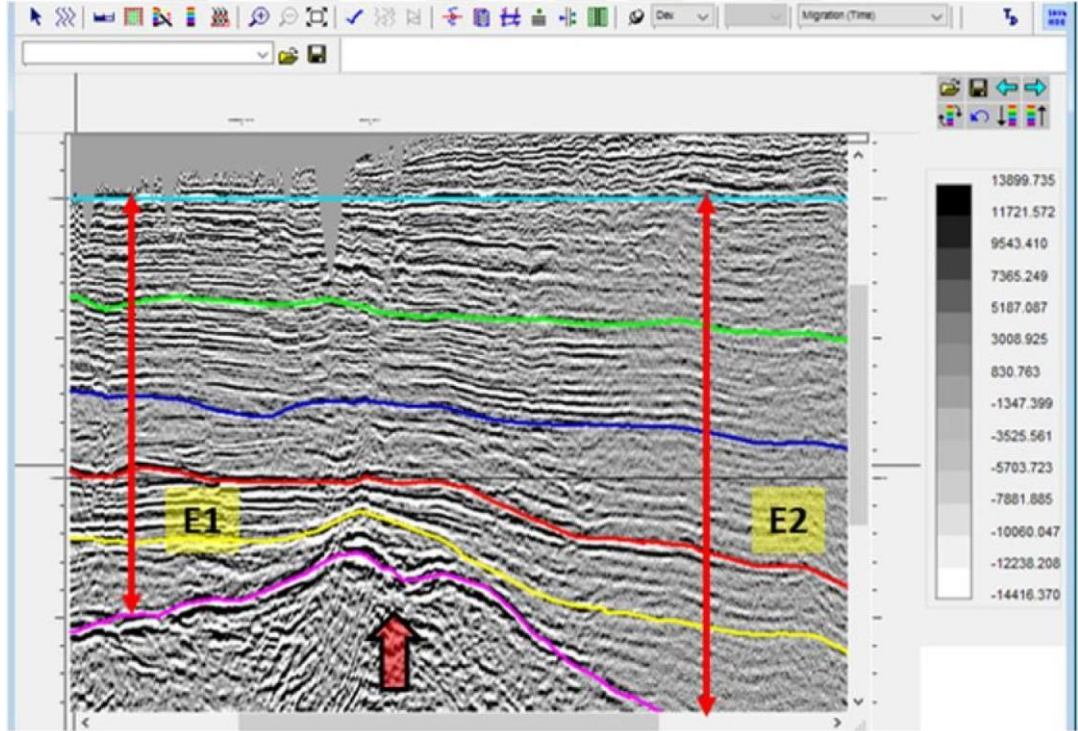
Şekil 4.35'de Horizon 5'in güncel hali, Şekil 4.36'da Horizon 5'in flat düzlemi gösterilmiştir. Şekil 4.37'de ise Horizon 5'in flat düzlemiyle temel arasında kalan kısmı için yorum yapılmış ve "E1" ve "E2" harfleriyle gösterilmiştir. E2 seviyesi E1 seviyesinin çok üzerindedir. Bu E2 seviyesinin altında kalan kısmın daha çok çöktüğünü gösterir.



Şekil 4.35: Horizon 5'in güncel gösterimi.

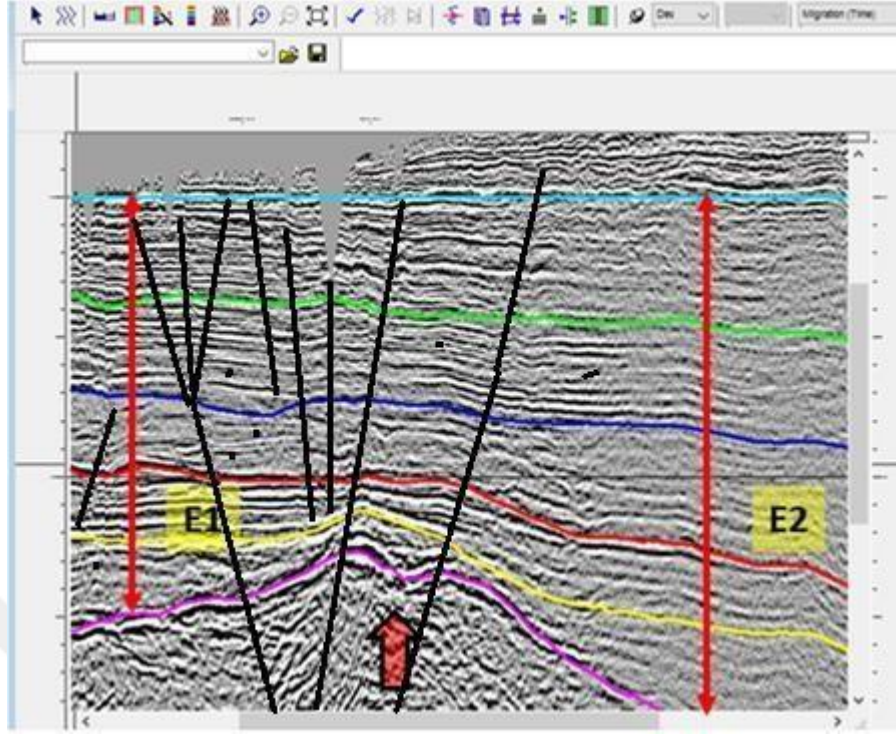


Şekil 4.36: Horizon 5'in flat edilmiş hali.



Şekil 4.37: Horizon 5'in flat düzlemi için yorum.

Belirlenen horizon, çiçek yapısı ve faylar Şekil 4.38'de birlikte gösterilmiştir.



Şekil 4.38: H_{orizon}, çiçek yapısı ve faylam birlikte gösterilmesi.]

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

[Sismik yorum, veri toplanma, veri işlem ve diğer tüm süreçlerle birlikte bir bütün olarak ele alınır. Yorumcunun başarılı bir şekilde yorum yapabilmesi için bölge jeolojisi, stratigrafi vb. yan dallarda da bilgi sahibi olması gereklidir. Kullanılan sistemlere hâkim olmanın önemi ise bu tez kapsamında ele alınan niteleyici uygulamaları görülmüştür, Tezde uygun niteleyiciler (attribute) kullanılarak tabakaların takibinin daha belirgin hale geldiği açıkça anlaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Kanada (Alberta) Blackfoot petrol sahasından toplanmış sismik veriler, Kingdom Seismic and Geological Interpretation Software IHS programı ile yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında uygulamalı olarak erişilen sonuçlar aşağıda açıklanmış olup, bu bilgilerle bir doğrultu atımlı fay sisteminin ürünü olan burulma fayını kesitte tanımamız için gereken ipuçları, bulgular başlığı altında yorumlanmış ve bu bölümde bir araya toplanmıştır. Bu tez kapsamında ayrıca sismik yorumlama uygulamalarından biri olan flattening yöntemi detaylı olarak elimizdeki sismik kesitte çalışılmıştır. Flattening işlemi aynı zamanda horizonların yaş tayininin yapılmasında kullanılmaktadır. Yani flat düzlemi sedimanların birikmeye başladığı zamanı sıfır kabul ederek üzerindeki sediman kalınlıklarından bölgenin topoğrafyasının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak Blackfoot, Alberta (Kanada) petrol sahasına ait olan veriler, IHS Sismik Yorumlama programı kullanılarak yorumlanmış, yorumunu yaptığımız kesit üzerinde pozitif çiçek yapısına sahip faylar tespit edilmiş, bu fayların hidrokarbon aramacılığındaki önemi bilindiğinden petrol kapanımı olan bölgelerin bu noktalar olduğuna işaret edilmiş, ayrıca elimizdeki sismik kesitte Flattening Yöntemi kullanılarak horizonlar tespit edilmiş, tek tek temelden başlayarak düzgünlenerek çökelen sediman miktarları bulunmuştur. Sediman çökelimlerinin tespitinin de hidrokarbon aramacılığında önemi bilinmektedir.]



KAYNAKLAR

Arkoç, O. 2018. Genel Jeofizik Ve Jeoloji, Kırklareli Üniversitesi

Afad, 2016. Web Sitesi: <https://www.afad.gov.tr/upload/Node/4385/xpics/fay.jpg>, Erişim Tarihi: 19.05.2019

Aldas, G.G.U., Ecevitoğlu, B., Can, A., 2009. Eğik-Datumba Statik Düzeltme: 2-Boyutlu Sismik Yansıma Çalışması, İstanbul Yerbilimleri Dergisi, C. 22, S. 1, SS. 21-27

Çınar, T. 2016. Üç Boyutlu Sismik Görüntülemeye Niteleyicilerin Kullanılması Ve Yorumlamadaki Katkılarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi

Çiftçi, Y. 2009. Sismik Yansıma, Em-Profiler Ve Yer Radarı Yöntemlerinin Maden Yatakları & Endüstriyel Mineral Ve Kayaç Araştırmalarında Kullanımı, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

Dirik, K. 2008. Ders Notları, Web sitesi: http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/YJ_faylar_4.pdf Erişim Tarihi: 19.05.2019

Gallant, E., Stewart, R., Bertram, M. B. and. Lawton., D. C. 1995. CREWES Research Report — Volume 7

Hajnal, Z., Annesley, I.R., White, D., Matthews, R.B., Sopuck, V., Koch, R., Leppin, M., Ahuja, S. 1997. Sedimentary-Hosted Mineral Deposits: A High-Resolution Seismic Survey in the Athabasca Basin, Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration” edited by A.G. Gubins, p. 421–432, Canada

IHS Kingdom 8,8 . 2012. Fault Interpretation, 2d/3dPAK

Kruk, J. 2005. Reflection Seismic 1: Lecture Notes, Swiss Federal institute of Technology, Department of Earth Science, Institute of Geophysics, Zürich.

Maier, R., Hall, K. W. and Lu, H., 2009. CREWES Research Report — Volume 21

Rubio, S.H. 2010. Enhancing Geologic Interpretations with Seismic Attributes in The Gulf of Mexico, Master Thesis, University of Houston, USA.

Randen, T., Pedersen, S.I. ve Sonneland, L. 2001. Automatic Extraction Of Fault Surfaces From Three-Dimensional Seismic Data, 71st Annual International Meeting SEG, Expanded Abstracts, 551–554.

Sefünç A., 2015, Jeofizikçiler İçin Sismik Yorum, 14-15 Mart 2015, Tmmob Jeofizik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi , İstanbul, s. 180-200.

Sheriff, R. E., 1969. Glossary Of Terms Used İn Geophysical Exploration: Geophysics, 33, 183228.

Schlumberger, 2014. Petrel Version 2014 Help Center.

Taner, M.T. 1992. Web Sitesi: <http://www.rocksolidimages.com/attributes-revisited/> Erişim Tarihi: 09.05.2019.

Taner, M.T. Koehler, F. ve Sheriff, R.E. 1979. Complex Seismic Trace Analysis. Geophysics, 44, 1041-1063.

Tanış, T. 2013. Yer Altını Görüntüleme Sismik Yorum, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye Petrolleri Arama Daire Başkanlığı.

Us, E. 1990. Jeofizikte Sismik Yorumlama, Türkiye

Partyka, G. 2000. Seismic Attribute Sensitivity to Energy, Bandwidth, Phase and Thickness. Annual Meeting SEG, 2409-2412.]

