

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AVUSTRALYA FITZROY HAVZASINDA ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA  
VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YAPISAL, STRATİGRAFİK  
DEĞERLENDİRME VE GAZ VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Olca SYMONS**

**Anabilim Dalı : Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Programı : Jeofizik Mühendisliği Programı**

**OCAK 2015**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AVUSTRALYA FITZROY HAVZASINDA ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA  
VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YAPISAL, STRATİGRAFİK  
DEĞERLENDİRME VE GAZ VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Olca SYMONS  
(505121416)**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hülya KURT**

**OCAK 2015**



*Eşim Martyn'e ve babama,*



## ÖNSÖZ

Tez çalışmalarında yardımlarını ve manevi desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Hülya KURT'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez kapsamında kullanılan veri, Batı Avustralya eyaletinin Maden ve Petrol Bakanlığı (Department of Mines and Petroleum, DMP) tarafından sağlanmıştır. Bu konuda fikir veren meslektaşım Krystian CZADO ve bakanlıkta Yerbilimleri Veri sorumlusu Fiona DODD'a, ayrıca veri-işlem aşamasında kullanılan bilgisayar programını sağlayan Globe Claritas şirketine teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım boyunca hiçbir yardımdan kaçınmayan Mert K. Önal'a, motivasyonumu korumama yardım eden eşim Dr. Martyn J. SYMONS ve arkadaşım Kübra HOCAOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, mesleki ve eğitim hayatımda bana güvenen, yol gösteren, destekleyen, üzerimde çok emekleri olan değerli hocam Prof. Dr. Ahmet T. BAŞOKUR ve değerli meslektaşlarım Troy PETERS, Anatoly OSADCHUK, Valarie HAMILTON ve Björn MÜLLER'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Aralık 2014

Olcay SYMONS  
(Jeofizik Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ.....                                                          | v    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                   | vii  |
| KISALTMALAR .....                                                   | ix   |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                | xi   |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                  | xiii |
| ÖZET.....                                                           | xvii |
| SUMMARY .....                                                       | xix  |
| 1. GİRİŞ.....                                                       | 1    |
| 2. SİSMİK YANSIMA VERİLERİ VE UYGULANAN VERİ İŞLEM                  |      |
| AŞAMALARI .....                                                     | 7    |
| 2.1 Çok Kanallı Sismik Yansımaya Verileri ile İlgili Bilgiler ..... | 8    |
| 2.2 Sismik Veri İşlem Aşaması .....                                 | 9    |
| 2.2.1 Sismik verilerin okunması .....                               | 9    |
| 2.2.2 Sismik verilerden gürültülerin giderilmesi .....              | 9    |
| 2.2.3 Atış-alıcı geometrisi .....                                   | 12   |
| 2.2.4 Sıfır fazdan minimum faza dönüştürme .....                    | 14   |
| 2.2.5 Statik düzeltme .....                                         | 14   |
| 2.2.6 Genlik kazancı uygulaması.....                                | 16   |
| 2.2.7 Yüzey dalga etkisinin giderilmesi .....                       | 18   |
| 2.2.8 Ters evrişim .....                                            | 20   |
| 2.2.9 Frekans ortamında süzgeçleme.....                             | 22   |
| 2.2.10 CDP gruplaması .....                                         | 23   |
| 2.2.11 Birinci normal kayma zamanı düzeltmesi ve hız analizi.....   | 24   |
| 2.2.12 Sismik yığma.....                                            | 27   |
| 2.2.13 Birinci artık statik düzeltme .....                          | 27   |
| 2.2.14 İkinci normal kayma zamanı düzeltmesi ve hız analizi .....   | 30   |
| 2.2.15 İkinci artık statik düzeltme.....                            | 31   |
| 2.2.16 Sismik göç .....                                             | 33   |
| 2.2.17 Otomatik genlik kontrolü (AGC) .....                         | 34   |
| 3. FITZROY HAVZASININ JEOLJİSİ, KUYU BİLGİLERİ VE SİSMİK            |      |
| KESİTLERİN YORUMLANMASI.....                                        | 35   |
| 3.1 Canning Havzasının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi .....           | 37   |
| 3.1.1 Çalışma alanı Fitzroy havzasının jeolojisi.....               | 38   |
| 3.2 Kuyularla İlgili Genel Bilgiler.....                            | 38   |
| 3.2.1 Yulleroo-1 kuyusu .....                                       | 38   |
| 3.2.2 Yulleroo-2 kuyusu .....                                       | 43   |
| 3.3 Sismik Yansımaya Hatlarının Değerlendirilmesi.....              | 46   |
| 3.3.1 AY07-07 sismik migrasyon kesiti .....                         | 46   |
| 3.3.2 AY07-08 sismik migrasyon kesiti .....                         | 51   |

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.3 AY07-06 sismik migrasyon kesiti .....                                                      | 54        |
| 3.3.4 Sismik yansıma kesitlerinde gözlenen gaz belirteci ile ilgili genel<br>değerlendirme ..... | 56        |
| <b>4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR.....</b>                                                           | <b>61</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                            | <b>65</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                                | <b>67</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                                            | <b>71</b> |

## KISALTMALAR

|                              |                                           |
|------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>AGC</b>                   | : Automatic Gain Control                  |
| <b>B</b>                     | : Batı                                    |
| <b>CDP</b>                   | : Common Depth Point                      |
| <b>D</b>                     | : Doğu                                    |
| <b>d</b>                     | : Yoğunluk                                |
| <b>DMP</b>                   | : Department of Mines and Petroleum       |
| <b>e</b>                     | : Yükselti                                |
| <b>f</b>                     | : Frekans                                 |
| <b>FFT</b>                   | : Fast Fourier Transform                  |
| <b><math>f_N</math></b>      | : Nyquist frekansı                        |
| <b>fm</b>                    | : Formasyon                               |
| <b>G</b>                     | : Güney                                   |
| <b>GB</b>                    | : Güney batı                              |
| <b>Hz</b>                    | : Hertz                                   |
| <b>İTÜ</b>                   | : İstanbul Teknik Üniversitesi            |
| <b>K</b>                     | : Kuzey                                   |
| <b>k</b>                     | : Dalga sayısı                            |
| <b>KB</b>                    | : Kuzeybatı                               |
| <b>KD</b>                    | : Kuzeydoğu                               |
| <b>n</b>                     | : Gürültü                                 |
| <b>NKZ</b>                   | : Normal kayma zamanı                     |
| <b>NMO</b>                   | : Normal Moveout                          |
| <b>ODN</b>                   | : Ortak derinlik noktası                  |
| <b>P</b>                     | : Kaynak dalgacık                         |
| <b>R</b>                     | : Yansımaya katsayısı                     |
| <b>RMS</b>                   | : Root Mean Square                        |
| <b>S</b>                     | : Sismograma kaydedilen iz                |
| <b>SEG</b>                   | : Society of Exploration Geophysic        |
| <b>SEG-Y</b>                 | : Society of Exploration Geophysic format |
| <b>SEG-D</b>                 | : Society of Exploration Geophysic format |
| <b>t</b>                     | : Zaman                                   |
| <b>V</b>                     | : Velocity                                |
| <b><math>y_s</math></b>      | : Yığılmış genlik                         |
| <b>z</b>                     | : Tabaka kalınlığı                        |
| <b>WA</b>                    | : Western Australia                       |
| <b><math>\Delta t</math></b> | : Örnekleme aralığı                       |
| <b>2D</b>                    | : İki boyutlu                             |



## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                             | <b><u>Sayfa</u></b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Çizelge 2.1 : Kullanılan sismik kaynakla ilgili bilgi ve parametreler. .... | 8                   |
| Çizelge 2.2 : Sismik alıcıda kaydedilen sismik izlerin parametreleri.....   | 8                   |
| Çizelge 2.3 : Sismik yansıma verileriyle ilgili genel bilgiler. ....        | 9                   |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1.1 :</b> Alt havzaları ve platolarıyla Canning havzası (Apak ve Backhouse, 1999'dan uyarlanmıştır). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2  |
| <b>Şekil 1.2 :</b> Canning havzasındaki geçmişten günümüze toplanan çok-kanallı 2 ve 3 boyutlu sismik verilere ait hatların ve açılan petrol kuyularının yerleri. Bu çalışmada veri-işlem ve değerlendirilmesi gerçekleştirilen sismik verilere ait olan alan kırmızı kare içinde gösterilmiştir (WA, Department of Mines and Petroleum, Summary of Prospectivity: Canning Basin,2014' ten Türkçeye uyarlanmıştır). .... | 3  |
| <b>Şekil 1.3 :</b> İşlenen 2 boyutlu sismik yansıma hatlarının (AY07-06, AY07-07 ve AY07-08) ve kullanılan Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularının yerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                            | 5  |
| <b>Şekil 2.1 :</b> Sismik veri-işlem aşamasında kullanılan algoritma. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 |
| <b>Şekil 2.2 :</b> Atışlarda görülen istenilmeyen gürültü ve kısımlar. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11 |
| <b>Şekil 2.3 :</b> Veriden tamamen atılması gereken test atışları. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11 |
| <b>Şekil 2.4 :</b> Veri toplanma aşamasında bir sismik yansıma hattı boyunca uygulanan atış-alıcı düzeneği. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12 |
| <b>Şekil 2.5 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattı için yeniden numaralandırılmış istasyonların sismik hat boyunca yerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 13 |
| <b>Şekil 2.6 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattı için atış numaraları. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13 |
| <b>Şekil 2.7 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattına ait istasyon yükseltilerinin hat boyunca değişimi. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 14 |
| <b>Şekil 2.8 :</b> 261 No'lu atış için işaretlenen ilk varışlar. Bu örnekte okunan ilk varışlar yaklaşık olarak 600 m ofsete kadar seçilmiştir. ....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15 |
| <b>Şekil 2.9 :</b> Bir tabakalı yarı sonsuz ortam için yer modeli ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15 |
| <b>Şekil 2.10 :</b> İlk model ile ilk varışların ters çözümüyle oluşturulan yer modeli. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 16 |
| <b>Şekil 2.11 :</b> Her bir atış ve alıcı için hesaplanmış statik düzeltme değerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 16 |
| <b>Şekil 2.12 :</b> AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapılmadan önceki görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 17 |
| <b>Şekil 2.13 :</b> AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapılmadan önceki genlik dağılımı. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17 |
| <b>Şekil 2.14 :</b> AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi uygulandıktan sonraki görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 18 |
| <b>Şekil 2.15 :</b> AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapıldıktan sonraki genlik dağılımı. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 18 |
| <b>Şekil 2.16 :</b> Yüzey dalgasının etkisindeki AY07-06 sismik yansıma hattının 430. atış grubu. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 19 |
| <b>Şekil 2.17 :</b> Yüzey dalgasının etkisindeki AY07-06 sismik yansıma hattının 430. atış grubunun frekans-dalga sayısı ortamın-daki görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 19 |
| <b>Şekil 2.18 :</b> Yüzey dalga etkisinin f-k ortamında giderilmiş olduğu AY07-06 sismik yansıma hattının 430. atış grubu. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20 |
| <b>Şekil 2.19 :</b> Yapay üretilen bir kaynak dalgacığının, yapay yansıma katsayılarıyla evrimi sonucunun ve gürültü eklenmiş halinin sismogramda görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                                        | 20 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.20 :</b> AY07-07 sismik yansıma hattının 290. atış grubundaki izlerin ters-evrişim öncesi görünümü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21 |
| <b>Şekil 2.21 :</b> AY07-07 sismik yansıma hattının 290. atış grubundaki izlerin ters-evrişim sonrası görünümü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 21 |
| <b>Şekil 2.22 :</b> Sismik yansıma verisinin süzgeçleme yapılmadan önceki frekans içeriği. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 22 |
| <b>Şekil 2.23 :</b> Bant-geçişli süzgecin şekli ve kullanılan parametreler. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 22 |
| <b>Şekil 2.24 :</b> Frekans ortamında bant-geçişli süzgeç uygulanan sismik yansıma verisinin frekans içeriği. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 23 |
| <b>Şekil 2.25 :</b> Çok kanallı sismik yansıma yönteminde ortak derinlik noktasının oluşumu. (a)'da 3 atış ve yeşil noktalar her bir atış için aynı yansıma noktasını ifade etmektedir.(b)'de 3 kanallı ve 3 atışlı sismik yansıma verisinin bir ortak yansıma noktası için aynı düzlemdeki görüntüsüdür. (c)'de ortak yansıma noktasındaki izlerin gecikme zamanlarını gösteren alıcılardaki sinyal görüntüsüdür. .... | 23 |
| <b>Şekil 2.26 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattı için CDP numarasına göre değişen katlama sayısı grafiği. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 24 |
| <b>Şekil 2.27 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 milisaniyeye kadar a) ikinci normal kayma zamanı düzeltmesi yapılarak yansıma hiperbolünün düzleştirildiği CDP iz grubu, b) aynı CDP grubuna denk gelen hız değişimi. ....                                                                                                                                                      | 25 |
| <b>Şekil 2.28 :</b> Y07-08 sismik yansıma hattı için bir CDP'de işaretlenen birinci normal kayma zamanı düzeltmesinde seçilen NMO hızları. a) Zaman ekseninde değişimi. b) 1 kilometrede bir yapılan NMO hız düzeltmesinde seçilen hızların tüm CDP'ler için zaman ve ofset eksenindeki değişimleri. ....                                                                                                               | 26 |
| <b>Şekil 2.29 :</b> NMO düzeltmesi yapılmış 3 sismik ize sahip bir CDP grubundaki izlerin yığılmasıyla elde edilen sismik yığma izinin temsili görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                                          | 27 |
| <b>Şekil 2.30 :</b> NMO düzeltmesi ve yığma işlemi uygulanmış AY07-08 sismik yansıma hattının jeolojik yapılar ile ilişkili süreksizlikleri gösteren yığma kesit görüntüsü. ....                                                                                                                                                                                                                                        | 28 |
| <b>Şekil 2.31 :</b> Süper iz çapraz ilişkisi (Ronen ve Claerbout, 1983'den Türk-çeye uyarlanmıştır). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 29 |
| <b>Şekil 2.32 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattındaki 200. Atış grubuna ait (a) artık statik düzeltmeden önceki yansıma hiperbolleri. (b) artık statik düzeltmeden sonraki yansıma hiperbolleri. ....                                                                                                                                                                                                                   | 30 |
| <b>Şekil 2.33 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 milisaniyeye kadar (a) ikinci normal kayma zamanı düzeltmesi yapılarak yansıma hiperbolünün düzleştirildiği CDP grubu. (b) aynı CDP grubuna denk gelen hız grafiği. ....                                                                                                                                                        | 30 |
| <b>Şekil 2.34 :</b> AY07-08 sismik yansıma hattı için NMO düzeltmesinde seçilen hızların yatay ve düşey değişimi. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 31 |
| <b>Şekil 2.35 :</b> İkinci artık statik düzeltmeden sonra ikinci NMO hızları kullanılarak oluşturularan migrasyona hazırlanmış AY07-08 sismik yansıma hattının yığma kesiti. ....                                                                                                                                                                                                                                       | 32 |
| <b>Şekil 2.36 :</b> Sıfır ofset bir atış-alıcı düzeneği için gerçek ve görünür yansıtıcı yüzeylerin görünümü. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 33 |
| <b>Şekil 3.1 :</b> Alt havzaları, platoları ve genel jeolojik yapısıyla Canning havzası (Cadman ve diğ., 1993'den düzenlenmiştir). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 36 |
| <b>Şekil 3.2 :</b> Canning havzasının yer alan ara havza ve çökellerin kalınlık ve yaşlarının güneybatıdan kuzeydoğuya doğru yaklaşık 400 km uzunluktaki kısmında                                                                                                                                                                                                                                                       |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| (sarı çizgi) şematik olarak gösterimi. a) Wallal ara havzası (WS), Broome platosu (BP), Jugurra terası (JT), Fitzroy çökeltisi (FT), Pender Terası (PT) ve Lennard şelfi (LS). b) Koyu yeşil Ordovisyen-Siluryen dizilimini, mavi Devoniyen-erken Karbonifer dizilimini, kahverengi geç-Karbonifer-Permiyen dizilimi ve yukarı hareketten kaynaklanan erozyonla taşınmış sediman kalınlığı açık yeşille gösterilmektedir (Strand ve diğ., 2011'den uyarlanmıştır). .... | 37 |
| <b>Şekil 3.3 :</b> Canning havzasının stratigrafisi (WA, Department of Mines and Petroleum, Summary of Prospectivity: Canning Basin, 2014' ten Türkçeye uyarlanmıştır). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 39 |
| <b>Şekil 3.4 :</b> Çalışma alanında işlenen hatların ve kuyuların altından geçen jeolojik yapılar ve faylar (Shaw ve diğ., 1994'ten uyarlanmıştır). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 40 |
| <b>Şekil 3.5 :</b> Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularının çalışma alanındaki yeri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 42 |
| <b>Şekil 3.6 :</b> Yulleroo-1 kuyusundan elde edilen stratigrafik birimleri (The Yulleroo Prospect Canning Basin, Western Australia, Kimberly Oil NL, 2004 raporundan uyarlanmıştır). ....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 43 |
| <b>Şekil 3.7 :</b> Yulleroo-2 kuyusundan elde edilen stratigrafik birimler. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 45 |
| <b>Şekil 3.8 :</b> GB-KD yönündeki AY07-07 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 47 |
| <b>Şekil 3.9 :</b> Stratigrafik birimler, Fenton fayı ve kuyulara göre doğal gaz potansiyelinin olduğu derinliklerin AY07-07 sismik migrasyon kesitinde işaretlendiği yerler. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 49 |
| <b>Şekil 3.10 :</b> AY07-07 sismik migrasyon kesitinde 320-430 CDP'leri arasındaki yüzeyde görülen faylanma. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 50 |
| <b>Şekil 3.11 :</b> Yulleroo antiklinalinde işaretlenen faylar. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 50 |
| <b>Şekil 3.12 :</b> GB-KD yönündeki AY07-08 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 51 |
| <b>Şekil 3.13 :</b> AY07-08 sismik migrasyon kesitinde işaretlenmiş jeolojik birimler, Fenton fayı ve Yulleroo antiklinalinde oluşan faylanmalar. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 52 |
| <b>Şekil 3.14 :</b> AY07-08 sismik migrasyon kesitinde 1350-1550 CDP'leri arasındaki yüzeyde görülen faylanma. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 53 |
| <b>Şekil 3.15 :</b> GB-KD yönündeki AY07-06 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 54 |
| <b>Şekil 3.16 :</b> AY07-06 sismik migrasyon kesitinde işaretlenmiş Fenton fayı, Yulleroo antiklinalinde oluşan faylanmalar ve jeolojik birimler. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 55 |
| <b>Şekil 3.17 :</b> AY07-06 sismik migrasyon kesitinde 740-920 CDP'leri arasındaki yüzeyde görülen faylanma. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 56 |
| <b>Şekil 3.18 :</b> Anlık genlik uygulaması. a) AY07-06 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (d) anlık genlik kesiti. b) AY07-07 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (e) anlık genlik kesiti. c) AY07-08 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (f) anlık genlik kesiti. ....                                                                 | 57 |
| <b>Şekil 3.19 :</b> Anlık frekans uygulaması. a) AY07-06 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (d) anlık frekans kesiti. b) AY07-07 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (e) anlık frekans kesiti. c) AY07-08 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (f) anlık frekans kesiti. ....                                                             | 59 |

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil A.1 :</b> AY07-06 sismik yansıma verisine ait gözlemci kayıtları. Geometri yazımı için gerekli olan test atış numaraları, atış numaraları, atış-alıcı istasyon numaraları ve her bir atış için kullanılan kanal sayılarını içerir. |    |
| .....                                                                                                                                                                                                                                       | 68 |
| <b>Şekil A.2 :</b> AY07-06 sismik yansıma verisine ait istasyonların koordinat bilgileri. Geometri yazımı için gerekli olan istasyon numaralarına ait koordinat ve yükselti bilgilerini içerir.                                             |    |
| .....                                                                                                                                                                                                                                       | 69 |

# **AVUSTRALYA FITZROY HAVZASINDA ÇOK KANALLI SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE YAPISAL, STRATİGRAFİK DEĞERLENDİRME VE GAZ VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

## **ÖZET**

Bu çalışmada Batı Avustralya eyaletinin Maden ve Petrol Bakanlığı, Jeolojik Araştırma Birimi tarafından sağlanan 2D Yulleroo 2007 adlı çok kanallı sismik yansıma projesine ait 3 adet hatta toplanan çok-kanallı sismik yansıma verileri ve Yulleroo-1 ile Yulleroo-2 kuyu bilgileri kullanılarak, Batı Avustralya eyaletinin kuzeybatısında yer alan Canning havzasındaki Fitzroy havzasının batı kesiminin jeolojik yapısı, stratigrafisi ve gaz potansiyeline dair delilleri araştırılmıştır.

Çok kanallı sismik yansıma verileri 2007 yılında Terrex Seismic şirketi tarafından toplam 13 hatta yaklaşık 373 km uzunlukta toplanmıştır. Bu tez kapsamında, Fitzroy havzasında 1967 yılında açılmış olan Yulleroo-1 ve 2008 yılında açılmış olan Yulleroo-2 kuyularına en yakın toplam 83,5 km olan 3 sismik yansıma hattı seçilmiş ve veri işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kaynak olarak vibroseis kullanılarak toplanan verilerin uzunluğu 6s, örnekleme aralığı 2 ms olup, Nyquist frekansı 250 Hz'dir. Kayıt esnasında 400 kanal kullanılmış, her bir kanal 20 m aralıklarla dizilmiş olan istasyonlara yerleştirilmiştir. Atış-alıcı arasındaki en yakın mesafe 10 m ve en uzak mesafe ise 3990 m'dir. Atışlar her 20 m de bir tekrarlanarak hatlar tamamlanmıştır. Sismik veriler, Globe Claritas 6.1.1 veri işlem programı kullanılarak veri işlem aşamalarından geçirilmiştir. SEG-D formatında toplanan veri öncelikle dahili formata çevrilmiştir. Veri işlem aşamasında geleneksel yol izlenmiş olup bunlar sırasıyla; veriden istenmeyen izlerin ayıklanması, atış-alıcı geometrisinin tanımlanması, faz dönüşümü, statik düzeltme, genlik kazanımı uygulaması, yüzey dalgalarının bastırılması, ters evrişim, frekans ortamında süzgeçleme, ortak derinlik noktası (ODN) gruplaması, normal kayma zamanı (NKZ) düzeltmesi ve hız analizi, yığma işlemi, artık statik düzeltmesi ve sismik göç (migrasyon) ile son olarak otomatik genlik kazancı (AGC)'dir.

Sismik yansıma verilerine veri-işlem uygulanarak, düşey eksenli seyahat zamanı olan sismik migrasyon kesitleri elde edilmiştir. Derinlik ortamında yorumlama yapmak amacıyla jeolojik birimler ve zamanlar, kuyu ve stratigrafik bilgiler göz önüne alınarak sismik migrasyon kesitlerinde tespit edilmeye çalışılmıştır. Değerlendirilen sismik yansıma kesitlerinde Yulleroo antiklinali, Canning havzasının oluşumunda önemli etkisi olan Fenton fayı ve yapısal haritalarda gösterilmemiş olan birçok fay gözlenmektedir. Kuyularda belirtilen doğal gaz seviyeleri, sismik yansıma kesitlerinde seçilmiştir. Ayrıca, sismik yansıma kesitlerinden anlık genlik ve anlık frekans kesitleri elde edilerek farklı seviyelerdeki hidrokarbon potansiyeli araştırılmıştır.



# **PROCESSING AND INTERPRETATION OF MULTI-CHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA FOR STRUCTURE, STRATIGRAPHY AND EXPLORATION OF GAS POTENTIAL WITHIN THE FITZROY BASIN IN AUSTRALIA**

## **SUMMARY**

In this thesis, the Fitzroy Basin which is located within the Canning Basin in the northwest region of Western Australia (WA), was explored in regards to geological structure, stratigraphy and the probability of the presence of petroleum and gas. This involved processing and interpretation using geophysical methods such as 2D seismic reflection. These methods were applied to the Yulleroo 2D multi-channel seismic reflection data collected in 2007 and was supplemented by the Yulleroo-1 and Yulleroo-2 well logs. This data was kindly provided by the Geological Research Unit in the Department of Mining and Petroleum of Western Australia.

In total, data acquisition was performed previously for about 373 km, made up of 13 individual seismic reflection lines, by Terrex Seismic in 2007. For this thesis, three of the seismic reflection lines in the Fitzroy Basin were chosen to be processed and interpreted. They were selected specifically for their proximity to the Yulleroo-1 well, which was drilled in 1967, and the Yulleroo-2 well which was drilled in 2008. The seismic data for these lines were collected using vibroseis as the source, with six second length and a 2ms sample rate and thus had a Nyquist frequency of 250 Hz. Each station consisted of 400 channels with a 20 m gap to record seismic data. Thus, the near-offset between source and receiver was 10 m and the far-offset was 3990 m. For this seismic reflection data acquisition, a group interval of 20m was used. The seismic reflection lines were processed using the Globe Claritas 6.1.1 software package on PC. Initially the SEG-D formatted data was converted to the Claritas internal format before processing. This was followed by conventional seismic data processing including: noisy signal elimination; assignment of shot and receiver positions to the headers (geometry); phase conversion; static correction; gain recovery; suppression of ground-roll effects; deconvolution; filtering in the frequency domain; grouping common deep point (CDP); normal moveout (NMO) correction and velocity analysis; seismic stack; residual static correction; seismic migration, and automatic gain control (AGC).

Seismic data was collected in the time domain. To be able to interpret in the depth domain, an attempt was made to convert the seismic reflection lines by considering both well logs and stratigraphic information. The seismic lines intersected the Fenton fault which has had a significant effect on the structure of the Canning Basin. Furthermore, the activity of this fault has also caused significant structural changes to the Yulleroo anticlinal via seismic activity.

The processed seismic reflection lines showed the Yulleroo anticlinal, Fenton fault and other small faults which current geologic structural maps do not currently show. As a further step, gas levels recorded in the well logs were used to aid location estimates on the seismic lines. In addition, instantaneous amplitude and frequency lines were produced from the seismic data to estimate potential hydrocarbon locations.

In previous studies, the Fenton fault, which was found to be a listric fault, and the Yulleroo anticlinal were investigated in multiple seismic reflection sections. The interpretation in this thesis concentrated on the areas around this fault and the anticlinal. In particular, interpretation was performed on three seismic sections which corresponded with the three seismic lines.

In the westernmost seismic reflection section, the Fenton fault was detected spanning the time interval from the surface to approximately 2500 ms. Within the same section, the Yulleroo anticlinal was also partially shown. The area of the anticlinal that was most eroded, which is thought to belong to the Jurassic age, was present until 600 ms within this seismic reflection section. It appeared that this eroded area was less deformed above the anticlinal. In the central seismic reflection section, the Fenton fault was detected at an estimated depth between 0 ms and 2400 ms. Within this seismic reflection section, in addition to the entire Yulleroo anticlinal being present, further minor previously unmapped faults were located and marked on the structural geology maps.

In the easternmost seismic reflection section, the Fenton fault was also located and appeared to be present until an estimated depth of 2300 ms. The findings of this thesis were concentrated on the area corresponding to a depth estimated to be between 400 ms and 2100 ms. Within this section two novel major unmapped faults were described in further detail than previously with their position being indicated on geological structural maps of the area. The Yulleroo anticlinal, which is present in its entirety within the eastern seismic reflection section, was observed to have greater deformation than in the other seismic reflection sections. Within the Yulleroo anticlinal, the extension effect was more readily observed due to the presence of a greater number of faults. Within this section, the size of the eroded area appeared to increase at approximately 500 ms depth.

Within all three seismic sections, the stratigraphic units between the Devonian and the Cretaceous eras could easily be followed by simple visual inspection. Within the central seismic section in particular, the stratigraphic units were particularly clear. Therefore, this section was used as a reference to assist with interpretation of the other seismic sections. Interpretation of the stratigraphic layers within this section was performed by referencing the Yulleroo-1 and Yulleroo-2 well logs collected as part of the Western Australian Well Completion Report (1965). Within this report a layer of Broome sandstone deposited within the Cretaceous era was described at the top of the seismic section. This layer was located within the section at an approximate depth of 150 ms. Below this layer, there were sequential deposits of Jarlemai siltstone, the Alexander formation, and Wallal sandstone. These were determined to exist at approximately between 150 ms and 500 ms depth which would correspond to deposition within the Jurassic era.

Below these Jurassic units, approximately between 500 ms and 1600 ms, the Grant groups, the Anderson formation and the Yulleroo formation, which belong to the Carboniferous era, were detected within the central seismic reflection section. The interface of the Devonian age was able to be marked on the seismic reflection sections but it was not possible to make further comments or findings about the geological units for this time period due to the data quality at this depth.

At the Yulleroo-1 well, it appeared that there was evidence of gas within the Yulleroo formation between 3342-3357 m and again at 3395-3408 m. In addition, at the Yulleroo-1 well it appeared that Unit C of the Anderson formation contained a good source rock. Furthermore, at the Yulleroo-2 well, further evidence of natural gas was found at ten different points between 2855 m and 2980 m. The likelihood of petrochemicals being found in the study area is high due to the properties of the Anderson formation, which was deposited during the Carboniferous era. Previous stratigraphic section findings have suggested that this formation could be made up of reservoir rock. The seismic attributes of potential gas containing areas, as determined by the instantaneous amplitude and frequency, suggested further evidence of the presence of hydrocarbons.

The area with the greatest evidence for the presence of hydrocarbons at both the Yulleroo-1 and Yulleroo-2 wells was best represented in the central seismic reflection line between 1150 ms and 1300 ms deep and was situated within the Yulleroo anticlinal. In the well logs, the evidence suggested that the depth of the gas layers fluctuated between 5 m and 20 m. In the seismic reflection section, which had a maximum lateral resolution of 20m, evidence for the potential gas layer could not be detected.

In this study, a flat spot was found in an interface in the Anderson formation on the seismic reflection sections. Seismic attributes were applied to this flat spot and the immediate surroundings on all of the seismic reflection sections. Therefore the instantaneous amplitude section and instantaneous frequency sections were provided for the immediate area around the flat spot.

The interface, which was located on the seismic reflection line closest to the Yulleroo-1 well (central), at approximately 980 ms depth, showed high amplitude values within the instantaneous amplitude section. The instantaneous frequency section for the same interface had substantially lower frequency values. These findings, when taken together with the well logs and stratigraphic information, supported the existence of natural gas above the unit C of the Anderson formation.



## 1. GİRİŞ

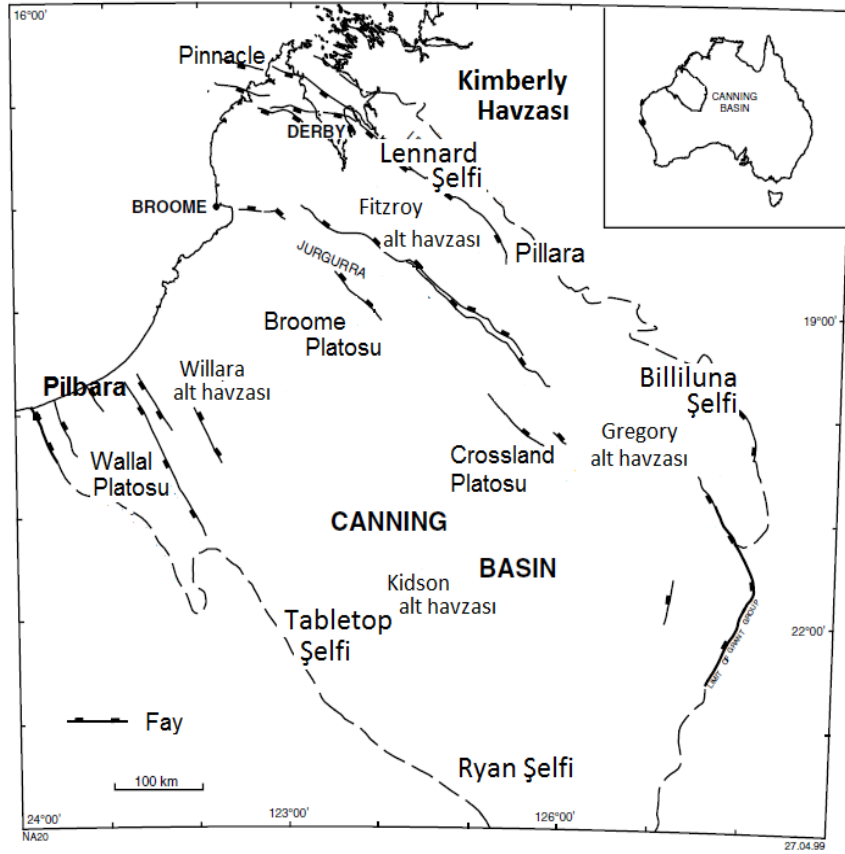
Bu çalışmada değerlendirilen Fitzroy havzasının içinde yer aldığı Canning havzası, Avustralya'nın Batı Avustralya (Western Australia, WA) eyaletinin kuzeybatısında ve başkent Perth'ün yaklaşık 1500 km kuzeydoğusunda yer alır (Şekil 1.1). Kara ve deniz ortamında yayılan havza, genel olarak KB-GD doğrultusunda uzanan Willara, Kidson, Gregory ve Fitzroy gibi alt havzalardan ve Crossland, Wallal, Broome gibi platolardan oluşur. Havzanın karasal bölümü yaklaşık  $430.000 \text{ km}^2$ , denizel kısmı ise yaklaşık  $110.000 \text{ km}^2$  'lik bir alan kaplar (Towner ve Gibson, 1983). Canning havzasının karasal bölümü, yaşı Ordovisyen'den Kretase dönemine kadar değişen ağırlıklı olarak Paleozoik yaşlı birimlerden oluşur.

Canning havzası, Kambriyen öncesi Pilbara ve Kimberly kratonları arasında kıta içi bir çöküntü olarak erken Paleozoik dönemde gelişmiştir. Havza, erken Ordovisyen dönemden başlamak üzere bir dizi genişleme, çökme, erozyon, sıkışma gibi tektonik hareketlere maruz kalmıştır. Havzanın oluşumuna etki eden tektonik olayların sonuncusu olan transpresyon ve erozyon erken Jurasik dönemde gerçekleşmiştir. Büyük fay bloklarının hareketine maruz kalan Canning havzasının güney kısımları, kuzeyine göre daha fazla deforme olmuştur.

Milyonlarca yıl önce, yeriçindeki mikroorganizmaların çürüyüp çökeldikten sonraki kalıntılarından oluşan petrol, günümüzde çok önemli enerji kaynağıdır ve birçok kimyasal ürünler için hammaddedir.

Ticari amaçlı ilk petrol arama faaliyeti "Pensilvania Rock Oil Company" isimli bir şirket tarafından 1850'li yılların sonlarına doğru ABD' nin Pensilvanya eyaletinde gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde petrol-doğal gaz aramaları ABD ile sınırlı kalmayıp, Arap yarımadasından Afrika'nın kuzeyine; Rusya'dan Japonya'ya dünyanın pek çok yerinde halen devam etmektedir. Bilimsel ve teknolojik gelişimlerdeki ilerlemeler ile petrol ve doğalgaz aramalarında jeofizik ve özellikle sismik yöntemlerin kullanımı vazgeçilmez olmuştur.

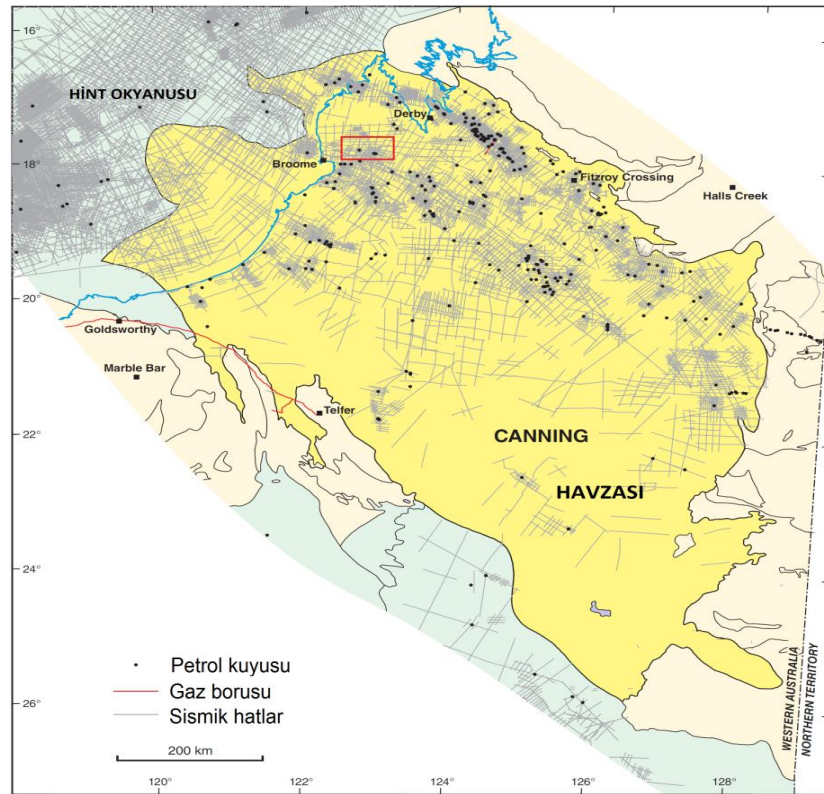


**Şekil 1.1 :** Alt havzaları ve platolarıyla Canning havzası (Apak ve Backhouse, 1999'dan uyarlanmıştır).

Günümüzde petrol-doğal gaz arama çalışmaları yapılan yerlerden biri de Avustralya'nın en büyük sediman havzası olan Canning havzasıdır. Havzada gerçekleştirilen petrol ve doğalgaz arama çalışmaları, birçok stratigrafik seviyeler ve farklı jeolojik yapılarda bir kaç aktif petrol sistemi olduğunu göstermiştir.

Canning Havzasında petrol aramaları üç temel dönemde gerçekleştirilmiştir. Lennard şelfinin güneydoğusunda bulunan Pillara bölgesindeki bir derede açılmış olan su kuyularında petrol izine rastlandıktan sonra Canning havzasında petrol araştırmaları başlamıştır. Yine aynı bölgede açılan dört kuyudan üçünde, alt-Karbonifer döneme ait olduğu düşünülen büyük kireçtaşı petrol izleri görülmüştür. Böylece bölgede petrol aramalarına 1920'lerin başlarında başlanmıştır. 1979-1980 yıllarında İran-İrak savaşı sırasındaki petrol fiyatındaki artış, Canning havzasındaki petrol aramalarını hızlandırmıştır. 1980'lerde yoğun bir petrol arama ilgisi altına giren Canning havzasında, 1990'larda özel şirketlerce birçok araştırma kuyusu açılmış ve aynı zamanda sismik, gravite gibi jeofizik yöntemlere başvurulmuştur. 1980'lerin ortalarında hidrokarbon araştırmaları Canning havzasının kuzey ve merkezinde

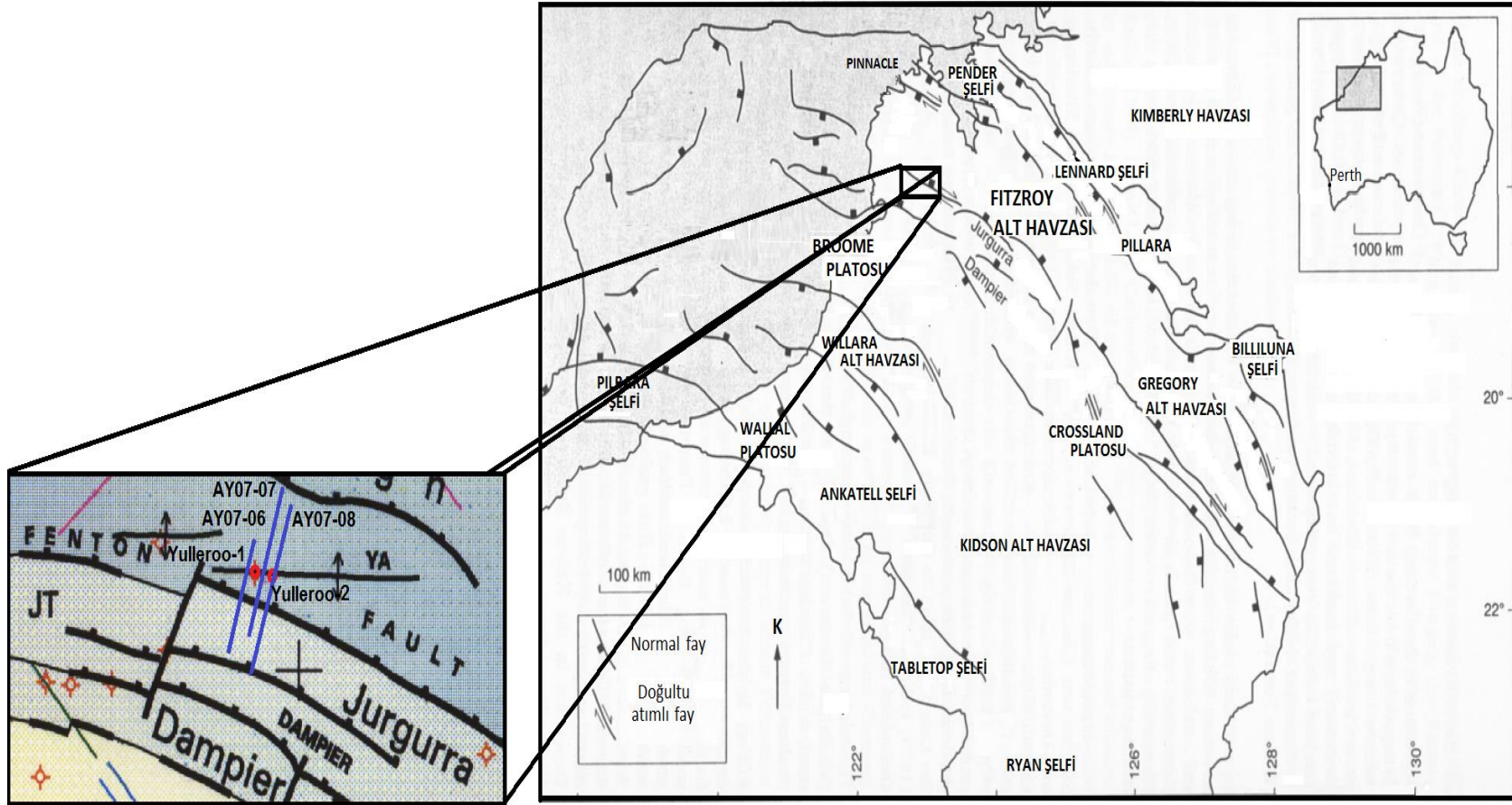
yoğunlaşmıştır. Araştırmanın ana hedefleri; Devoniyen ve Permiyen-Karbonifer katmanlarıdır. 1981’de, Lennard şelfinin kenarının üzerinde belirgin bir sismik anomali veren yerde açılan kuyuda ilk ticari petrol keşfedilmiştir. 1982’de açılan başka bir kuyuda da çeşitli seviyelerde petrol bulunmuştur. 2011’de Buru Energy şirketinin açtığı kuyuda Karbonifer dönemine ait dolomitleşmiş kireçtaşı, petrol varlığı göstermiştir (WA, Department of Mines and Petroleum, 2014). Şekil 1.2’de hidrokarbon kaynakları aramacılığında önemli bir yeri olan Canning havzasında, 1919’dan günümüze kadar yapılan petrol-doğal gaz araştırmaları için açılan kuyular, 2 ve 3 boyutlu toplanmış sismik hatlar görülmektedir.



**Şekil 1.2 :** Canning havzasındaki geçmişten günümüze toplanan çok-kanallı 2 ve 3 boyutlu sismik verilere ait hatların ve açılan petrol kuyularının yerleri. Bu çalışmada veri-işlem ve değerlendirilmesi gerçekleştirilen sismik verilere ait olan alan kırmızı kare içinde gösterilmiştir (WA, Department of Mines and Petroleum, Summary of Prospectivity: Canning Basin, 2014’ ten Türkçeye uyarlanmıştır).

Canning havzasının bir alt havzası olan ve bazı çalışmalarda çöküntü olarak da isimlendirilen Fitzroy havzasında birbirinden farklı yıllarda açılmış olan Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyuları yer almaktadır.

Bu alışmada, Terrex Seismic firması tarafından toplanan 13 sismik yansıma hattı verisinden Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularına en yakın toplam uzunluğu 83,5 km olan 3 adet çok kanallı sismik yansıma hattı verileri seçilip yeniden veri-işlem uygulanarak değerlendirilmiştir (şekil 1.3). Kuyulardan elde edilen yapısal bigiler kullanarak, sismik veri işlemle elde edilen migrasyon kesitlerinde görülen jeolojik yapılar ve stratigrafik birimler belirlenmiş ve kuyularda işaret edilen muhtemel petrol-doğal gaz içeren bölgeler ve oluştuğu birimler jeofizik yöntemlerle belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.3 : İşlenen 2 boyutlu sismik yansıma hatlarının (AY07-06, AY07-07 ve AY07-08) ve kullanılan Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularının yerleri.



## 2. SİSMİK YANSIMA VERİLERİ VE UYGULANAN VERİ İŞLEM AŞAMALARI

Yeraltı, farklı hız ve yoğunluklara sahip birçok tabakalardan oluşmuştur. İki tabakayı birbirinden ayıran arayüzey, bu tabakalara ait hız ve yoğunlukların fonksiyonu olan yansımaya katsayısıyla ifade edilir. Yansımaya katsayısına göre birinci ortamdan gelen dalga arayüzeyden yansır ve/veya belli bir açıyla kırılarak ikinci ortama geçer.

Birinci ve ikinci ortamın hızları  $V_1$  ve  $V_2$  , yoğunlukları  $d_1$  ve  $d_2$  olduğu durumda yansımaya katsayısı  $R$  sismik dalgaının dik gidip gelme durumu için (2.1) formülü ile hesaplanır.

$$R = \frac{V_2 \cdot d_2 - V_1 \cdot d_1}{V_2 \cdot d_2 + V_1 \cdot d_1} \quad (2.1)$$

Sismik yansımaya yönteminde, sismik dalgacık sayısal ortamda kaydedilir. Kaydedilen sismik veriye bilgisayar ortamında sinyal-gürültü (S/N) oranını büyütmek amacıyla sismik veri-işlem uygulanır.

Günümüzde sismik yansımaya yöntemlerinde veri toplanması çok-kanallı sistemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Böylece veri kalitesini artırmak için aynı yansımaya noktasından birden fazla veri alınmaktadır. Başlangıçta atış grubunda temsil edilen veri, daha sonra Ortak Yansımaya Noktasına (Common Depth Point, CDP) dönüştürülerek yığma (stack) işlemi uygulanır. Böylece sismik yansımalarla jeolojik yapıları gösteren kesitler elde edilir.

Buradaki en önemli amaç; jeolojik yapıları ve yapısal süreksizlikleri en iyi şekilde gösteren sismik kesitler elde etmektir. Bunun için, sismik veriye; ters evrişim, filtreleme, genlik kazanımı, statik düzeltme gibi çeşitli yöntemler uygulanır. Elde edilen yığma kesitine yada yığma öncesi (pre-stack) veriye en son olarak sismik göç (migration) işlemi uygulanarak, verideki saçılmalar düzeltilir ve eğimli yansımalar gerçek yerlerine taşınmış olur. Böylelikle elde edilen migrasyon görüntüsü, araştırma amacına göre (petrol, doğal gaz, kömür, tektonik vs.) yorumlamaya hazırlanmış olur.

## 2.1 Çok Kanallı Sismik Yansıma Verileri ile İlgili Bilgiler

Terrex Seismic firması tarafından 2007 yılında “2D Yulleroo 2007” projesi adıyla 2-boyutlu sismik yansıma veri toplama işlemi, Canning havzasında yer alan Fitzroy alt havzasında gerçekleştirilmiştir. “2D Yulleroo 2007” projesinde toplam 372,74km uzunluğunda çok kanallı sismik yansıma verileri 13 adet sismik hat üzerinde toplanmıştır. Bu çalışma kapsamında değerlendirilen sismik yansıma hatları, havzada bulunan Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularına en yakın olan toplam 83,5km uzunluğundaki AY07-06, AY07-07 ve AY07-08 sismik yansıma hatlarıdır. Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’ de ise sismik kaynak ve kayıtçı sisteminde kullanılan parametreler ve genel bilgiler yer almaktadır. Kaynak olarak vibroseis kullanılan bu çalışmada, veri boyu 6s, örnekleme aralığı 2ms’dir.

**Çizelge 2.1 : Kullanılan sismik kaynakla ilgili bilgi ve parametreler.**

| <b>Sismik Kaynak</b> |              |
|----------------------|--------------|
| Kaynak Türü          | Vibroseis    |
| Sweep Frekansı       | 5-80 Hz      |
| Sweep Uzunluğu       | 8s           |
| Sweep Türü           | Lineer       |
| Atış Aralığı         | 20 m         |
| Atış Düzenegi        | Split-Spread |

**Çizelge 2.2 : Sismik alıcıda kaydedilen sismik izlerin parametreleri.**

| <b>Kayıtçı Sistemi</b> |                        |
|------------------------|------------------------|
| Örnekleme Aralığı      | 2 ms                   |
| Kayıt Uzunluğu         | 2 s                    |
| Kanal Sayısı           | 400                    |
| İstasyon Aralığı       | 20 m                   |
| Kayıt Formatı          | SEGD                   |
| Split-spread           | 3990-10-Kaynak-10-3990 |

Bu çalışmada, hatların baş ve sonlarındaki katlama sayılarını artırmak amacıyla her bir hat için atışlar 200 veya 201 kanallı, sağ yada sol yönlü off-end atış düzeneği olarak başlamıştır.

Her atışta kanal sayısı bir arttırılarak hattın ortalarına doğru 400 kanallı split-spread atış düzeneğine ulaşmaya kadar atışlar devam ettirilmiştir. Atış düzeneği hat boyunca bir süre 400 kanallı split-spread olarak devam ettirilmiştir.

Hattın sonlarına doğru her atışta sağdan veya soldan bir kanal iptal edilerek amaçlanan hat uzunluğunun sonunda 200 veya 201 kanallı off-end atış düzeneğine dönüşüncüye kadar atışlar devam etmiştir. Sismik yansıma verileri ile ilgili genel bilgiler Çizelge 2.3'te gösterilmektedir.

**Çizelge 2.3 : Sismik yansıma hatları ile ilgili genel bilgiler.**

| <b>2007 YULLEROO 2D</b> |                     |                     |                |
|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>Hatlar</b>           | <b>İlk İstasyon</b> | <b>Son İstasyon</b> | <b>Uzunluk</b> |
| AY07-06                 | 200                 | 1198                | 20,0 km        |
| AY07-07                 | 200                 | 1608                | 28,2 km        |
| AY07-08                 | 200                 | 1914                | 34,3 km        |

## **2.2 Sismik Veri İşlem Aşaması**

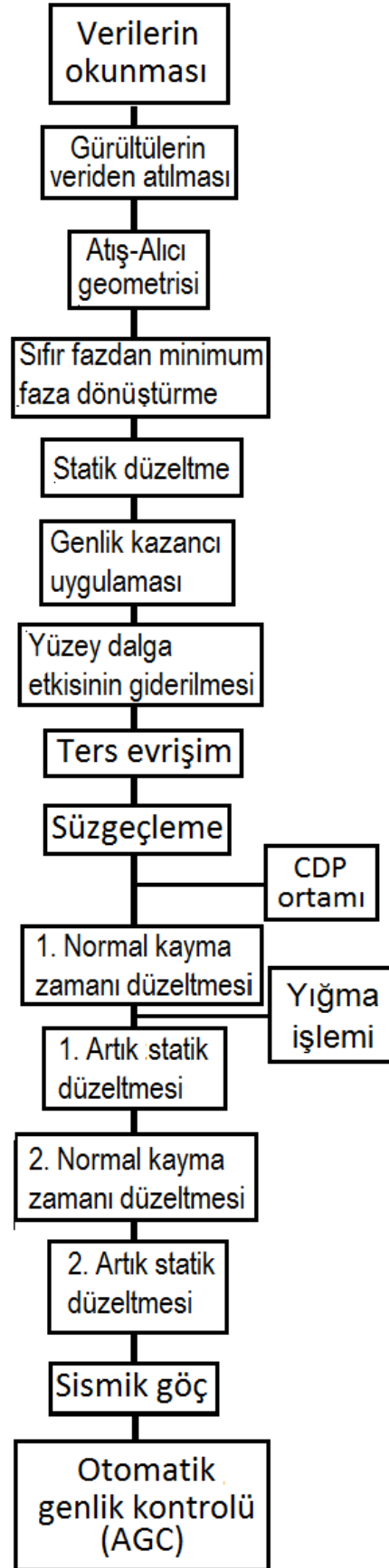
Araştırma sahasında SEG D formatında toplanan sismik verilere, Globe Claritas 6.1.1 programı kullanılarak bilgisayar ortamında veri-işlem uygulanmıştır. Uygulanan veri-işlem aşamaları uygulanış sırasına göre Şekil 2.1' de gösterilmiştir.

### **2.2.1 Sismik verilerin okunması**

Sismik veri kayıtlarları SEG D '3490' demultiplex formatında sıfır fazlı olarak kaydedilmiş ve SEG D formatındaki veri SEG Y formatına çevirilmiştir. SEG Y formatındaki veri, bu çalışmada veri-işlem aşaması için kullanılan Globe Claritas programına uygun formata dönüştürülmüştür.

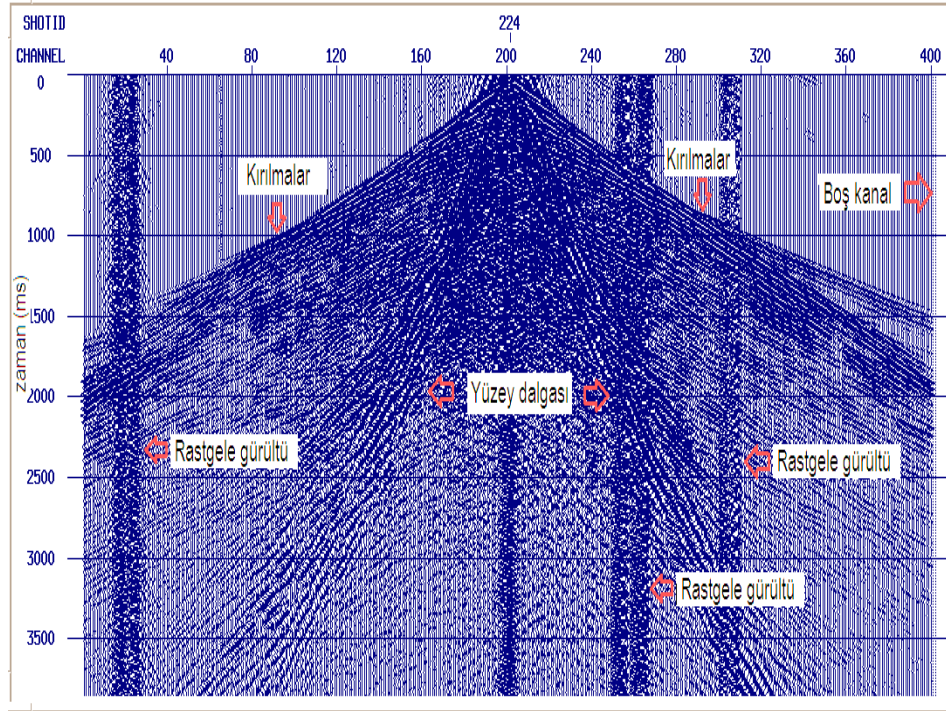
### **2.2.2 Sismik verilerden gürültülerin giderilmesi**

Sismik yansıma yönteminde kayıtçıda yansıma verisiyle birlikte istenmeyen çeşitli gürültüler de kaydedilir. Gürültüler; düzenli ve rastgele gürültü olmak üzere iki katagoride değerlendirilir. Bu veri setinde, düzenli gürültüler genellikle atış kaynağının oluşturduğu yüzey dalgaları (Ground-roll) olarak gözlenmektedir. Düzenli gürültüler, veri-işlemin ilerleyen aşamalarında veriden giderilmiştir.

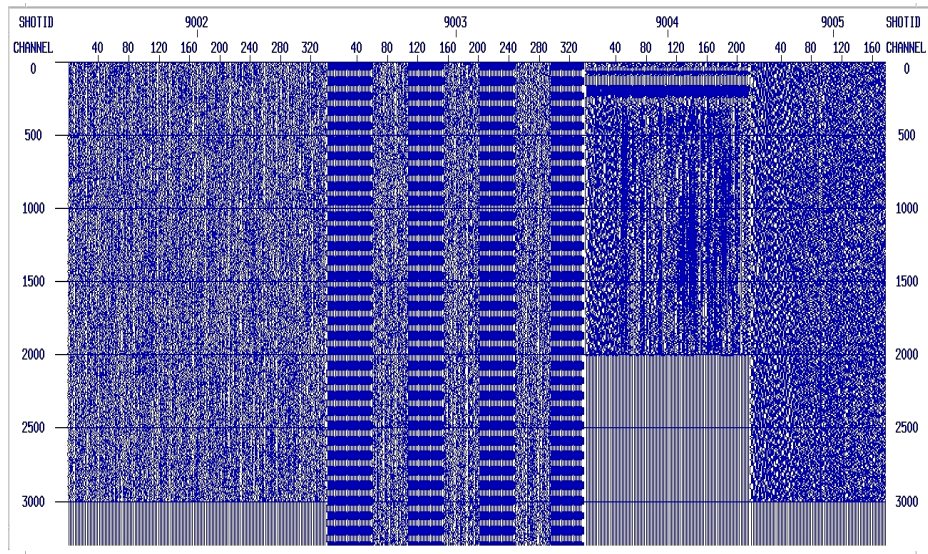


Şekil 2.1 : Sismik veri-işlem aşamasında kullanılan algoritma.

Çok-kanallı atış sistemlerinde sıkça rastlanan ve süreklilik göstermeyen rastgele gürültülere de rastlanmış ve iz düzenleme yöntemiyle gürültü içeren kanallar sıfırlanmıştır (Şekil 2.2). Her atışta, sağ tarafta fazladan boş iki kanal gözlenmiştir. Bununla birlikte, her sismik yansıma hattında atış-alıcıların çalışma durumunu ve kullanılan parametreleri denemek amacıyla 7-8 adet test atışları görülmektedir (Şekil 2.3). Veri-işlemin bu aşamasında, test atışları ve her atıştaki boş iki kanal veriden tamamen silinmiştir.



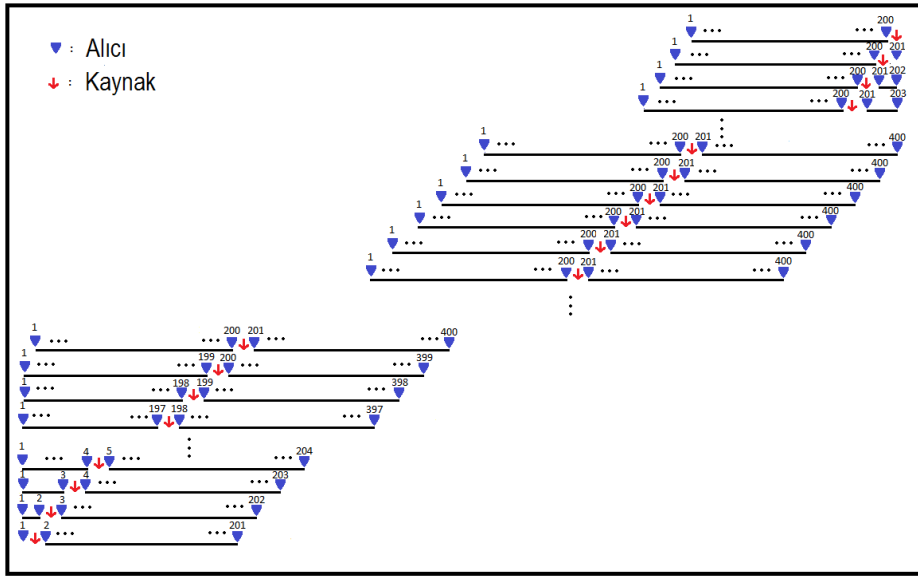
**Şekil 2.2 : Atışlarda görülen istenilmeyen gürültü ve kısımlar.**



**Şekil 2.3 : Veriden tamamen atılması gereken test atışları.**

### 2.2.3 Atış-alıcı geometrisi

Sismik veri-işlemin önemli uygulamalarından biri geometri tanımlamasıdır. Burada en önemli amaç, çok-kanallı sismik yansıma yönteminde kullanılan ve veri kalitesini artırmayı hedefleyen CDP ortamına ait koordinat bilgilerini belirlemektir. Atış-alıcı geometrisi tanımlama özetle; gözlemci kayıtları ve koordinat dosyasındaki bilgileri kullanarak her atış ve alıcının koordinatlarını tanımlama ve bu bilgileri her bir iz başlığına (header) atama işlemidir. Bu çalışmada kullanılan atış-alıcı geometrisi Şekil 2.4’ de gösterilmiştir.

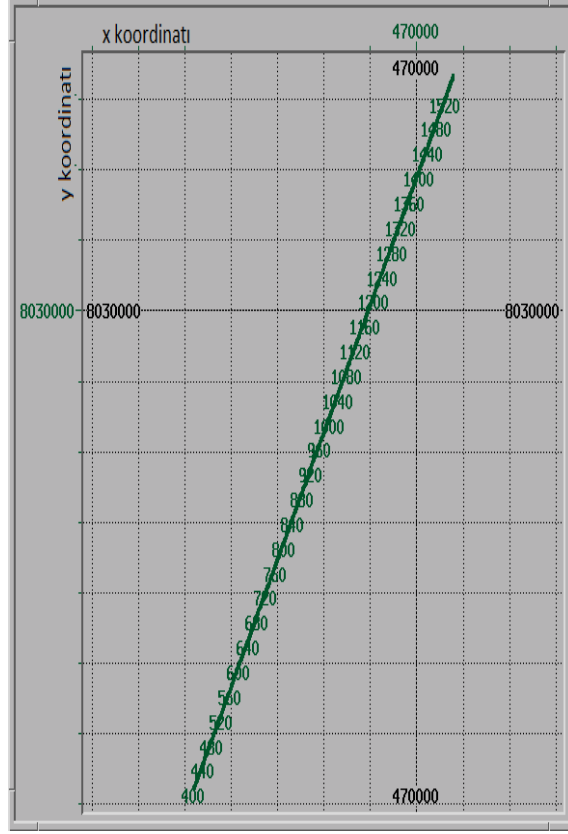


**Şekil 2.4 :** Veri toplanma aşamasında bir sismik yansıma hattı boyunca uygulanan atış-alıcı düzeneği.

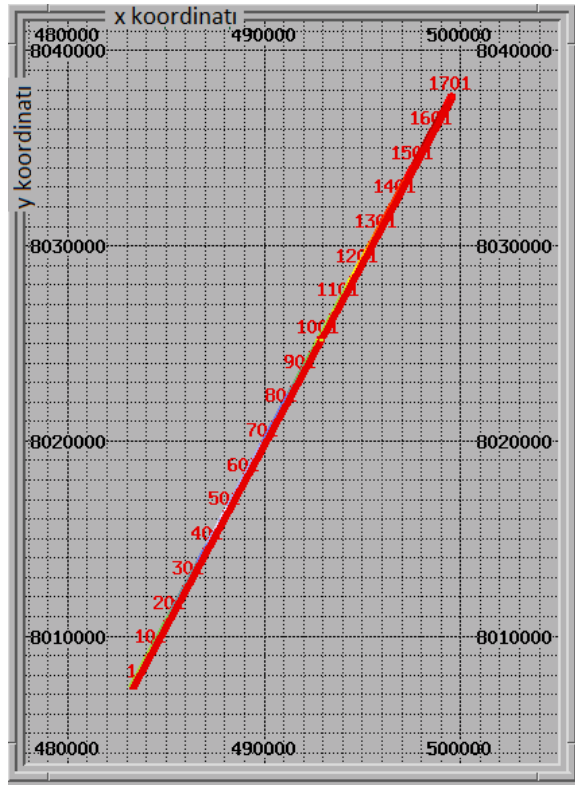
Geometri yazılımı için gerekli olan gözlemci kayıtları (observer logs) ve koordinat dosyası (coordinate file) incelenmiş ve geometri bilgisi iz başlıklarına eklenmeden önceki gerekli düzenlemeler Excel programında yapılmıştır. Excel’de yapılan bu işlemler Globe Claritas programında kullanılmak üzere .sur ve .obl formatlı dosyalara çevirilerek geometri dosyaları oluşturulmuştur.

İstasyon numaraları, bu istasyon numaralarına karşılık gelen koordinat ve yükselti bilgileri, her bir atışa denk gelen atış ve alıcı noktalarının istasyon ile CDP bilgilerinden oluşan geometri bilgileri sismik veri işleminde kullanılan Globe Claritas programı yardımıyla her bir sismik ize eklenmiştir.

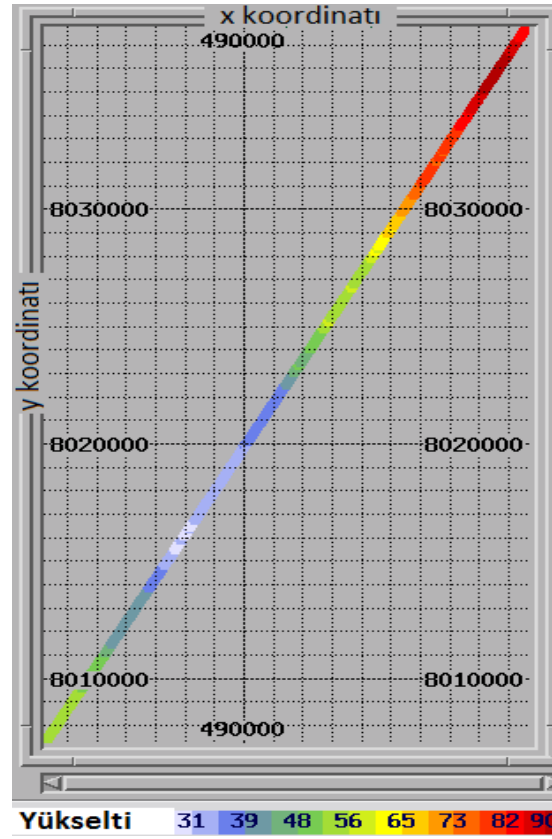
AY07-08 hattı için hazırlanan istasyon bilgisi, atış lokasyonları, her istasyona ait yükselti bilgileri örnek olarak Şekil 2.5, Şekil 2.6 ve Şekil 2.7’ de verilmiştir.



Şekil 2.5 : AY07-08 sismik yansıma hattı için yeniden numaralandırılmış istasyonların sismik hat boyunca yerleri.



Şekil 2.6 : AY07-08 sismik yansıma hattı için atış numaraları.



**Şekil 2.7 :** AY07-08 sismik yansıma hattına ait istasyon yükseltilerinin hat boyunca değişimi.

#### 2.2.4 Sıfır fazdan minimum faza dönüştürme

Bu çalışmada, vibroseis kaynak kullanılarak toplanan sismik veri, sıfır fazlı sinyal dalgası olarak kaydedilmiştir. Sıfır fazlı dalgacıkta maksimum enerji orta noktasındadır. Minimum fazlı dalgacıkta ise enerji ön kısımdadır. Buna göre sıfır fazlı dalgacık minimum fazlı dalgacığa göre daha kısa süreklilik (duration) gözlenir. Bu nedenle hızlı Fourier dönüşümü (Fast Fourier Transform, FFT) ile zaman-genlik boyutundaki sinyal, genlik ve faz ortamına dönüştürülüp 90 derecelik faz kayması faza eklenerek sınıf fazlı sismik veri, minimum fazlı sismik veriye dönüştürülmüştür. Daha sonra ters Fourier dönüşümü (Inverse Fourier Transform) ile sinyal yeniden zaman-genlik boyutuna dönüştürülmüştür.

#### 2.2.5 Statik düzeltme

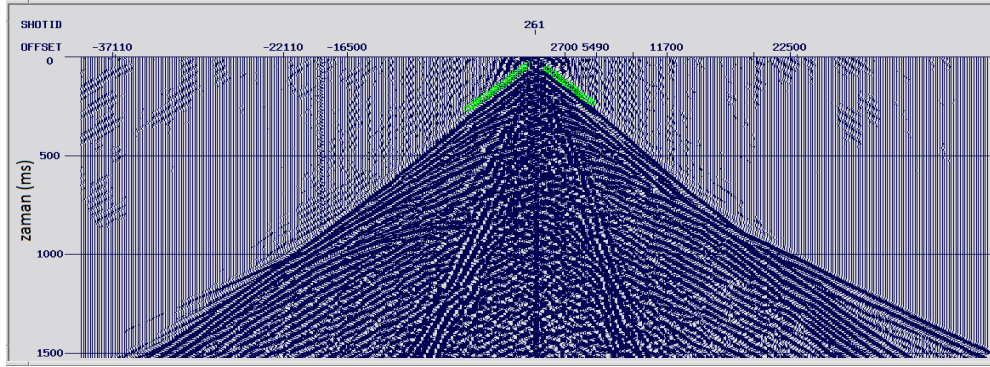
Karada toplanan çok kanallı sismik yansıma verilerinin veri-işlem aşamasında karşılaşılan en büyük problemlerden biri statik düzeltmedir. Atış ve alıcıların farklı topoğrafik yüksekliklere sahip olması ve düşük hız tabakası (weathering layer) nedeniyle sismik izler alıcılara gecikerek ulaşır. Statik düzeltme yapılmadığı

takdirde, Normal Kayma Zamanı (Normal Move-Out, NMO) düzeltmesi doğru yapılmadığından CDP yığma görüntüsündeki jeolojik yapılar yanlış ve/veya eksik bir şekilde görüntülenecektir.

2D Yulleroo 2007 sismik yansıma verisindeki bu sorunun giderilmesi için ilk olarak kara sismiğinde en sık kullanılan ve aşağıdaki paragraflarda şekillerle açıklanan kırılma statik düzeltmesi (Refraction Statics Correction) yöntemi uygulanmıştır.

Statik düzeltmede gecikme zamanlarının hesaplanma aşamaları sırasıyla;

- i. Her bir atış grubu için ilk varışlar (first breaks) seçilmiştir (Şekil 2.8).



**Şekil 2.8 :** 261 No'lu atış için işaretlenen ilk varışlar. Bu örnekte okunan ilk varışlar yaklaşık olarak 600 m ofsete kadar seçilmiştir.

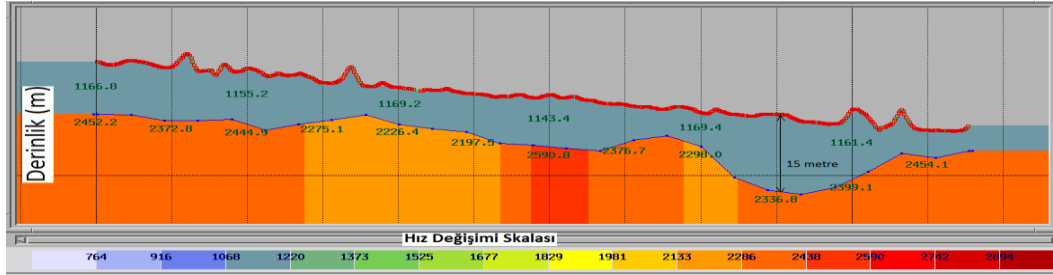
- ii. Başlangıç modeli (Initial model) parametreleri olarak düşük hız tabakası hızı yaklaşık 911 m/s, düşük hız tabakası altında kalan tabakanın hızı 2299 m/s olarak seçilmiştir (Şekil 2.9).



**Şekil 2.9 :** Bir tabakalı yarı sonsuz ortam için yer modeli

- iii. Ön kestirim parametreleri ile oluşturulan ilk model ve ölçülen değer olan ilk varışlara ters-çözüm işlemi uygulanarak son model elde edilmiştir. Bu sayede bir sismik yansıma hat için statik zaman düzeltme değerleri hesaplanabilmektedir. Ters çözüm için kullanılmış olan parametreler; iterasyon

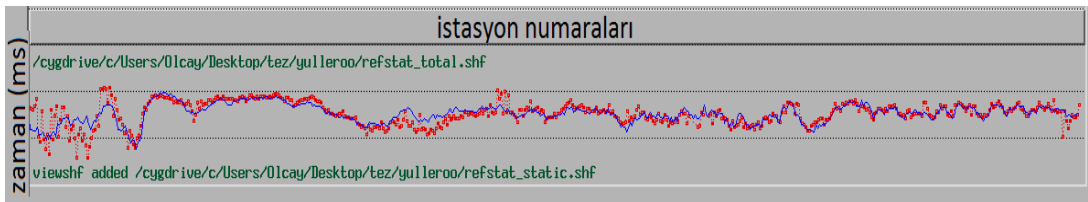
sayısı 4, yer değiştirme hızı 3000 m/s, datum 100 m ve yarı sonsuz yer modeli için tabaka sayısı 1 olarak seçilmiştir. Ters-çözümle elde edilen model Şekil 2.10' da görülmektedir.



**Şekil 2.10 :** İlk model ile ilk varışların ters çözümüyle oluşturulan yer modeli.

İterasyonla oluşan yeni modelin, başlangıç modeline göre daha değişken bir yansıtıcı ara yüzeye sahip olduğu görülmektedir.

Atış ve alıcılar için hesaplanan statik kayma değerleri grafik olarak Şekil 2.11’de gösterilmiştir. Mavi ile gösterilen değerler alıcı statik düzeltme değerleri, kırmızı ile gösterilen ise kaynak için hesaplanmış statik düzeltme değerleridir. Atış ve alıcılar için hesaplanan statik düzeltmeler, her atıştaki izlerin zamanlarına eklenmiştir.



**Şekil 2.11 :** Her bir atış ve alıcı için hesaplanmış statik düzeltme değerleri.

### 2.2.6 Genlik kazancı uygulaması

Kaynaktan yayılan sismik dalgacık tabakaların hız değişimleri, yansıtıcı yüzeyi, küresel açılım gibi faktörlerin etkisinde kalıp yeraltında seyahat ederek alıcılara ulaşır. Etkisi altında kaldığı bu faktörler, zamanla sismik dalgacığın genliğinde azalmaya sebep olmaktadır.

Başlangıçta genliği  $A_0$  olan dalgacığın, kaynaktan  $r$  uzaklığındaki ortamda genlik değişimi (2.2) formülüyle matematiksel olarak ifade edilir.

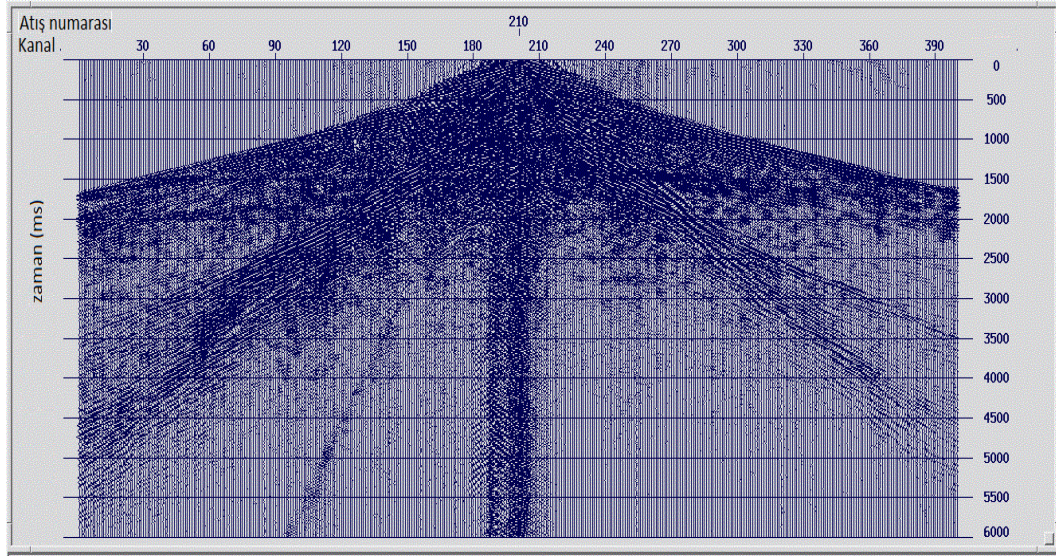
Derinliğin, hız ( $V$ ) ve zaman ( $t$ ) cinsinden ifadesi ise (2.3) formülüyle açıklanmıştır. Buna göre, (2.4) formülüyle hesaplanan zaman bağımlı  $G(t)$  genlik kazanım fonksiyonu her bir ize uygulanarak, küresel açılımla azalan genlik kazancı uygulaması yapılmıştır.

$$A = \frac{A_0}{r} \quad (2.2)$$

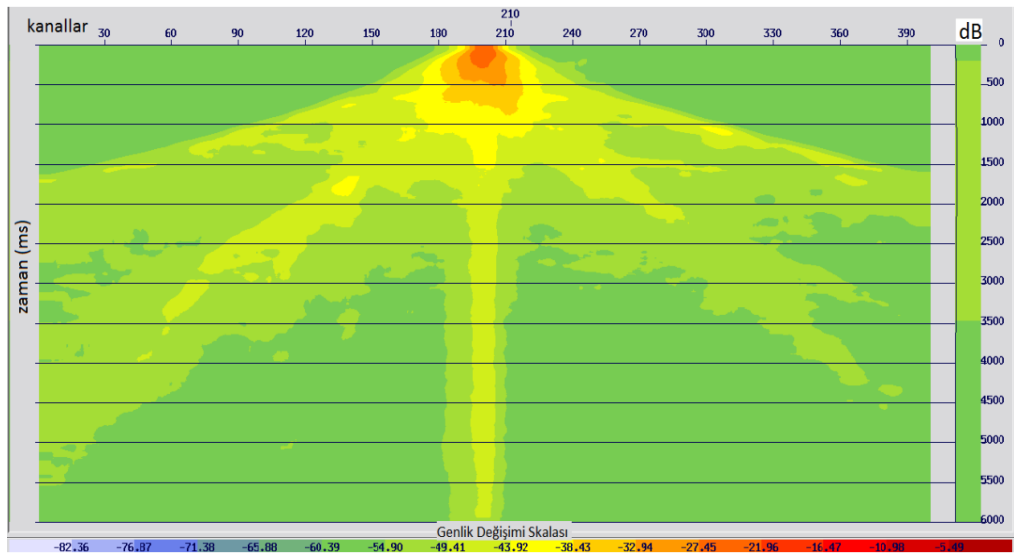
$$r = V \times t \quad (2.3)$$

$$G(t) = V(t) \times t \quad (2.4)$$

Şekil 2.12’de AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı uygulamasından önceki sinyal görüntüsü ve Şekil 2.13’de aynı atış grubunun genlik değişimi görülmektedir.

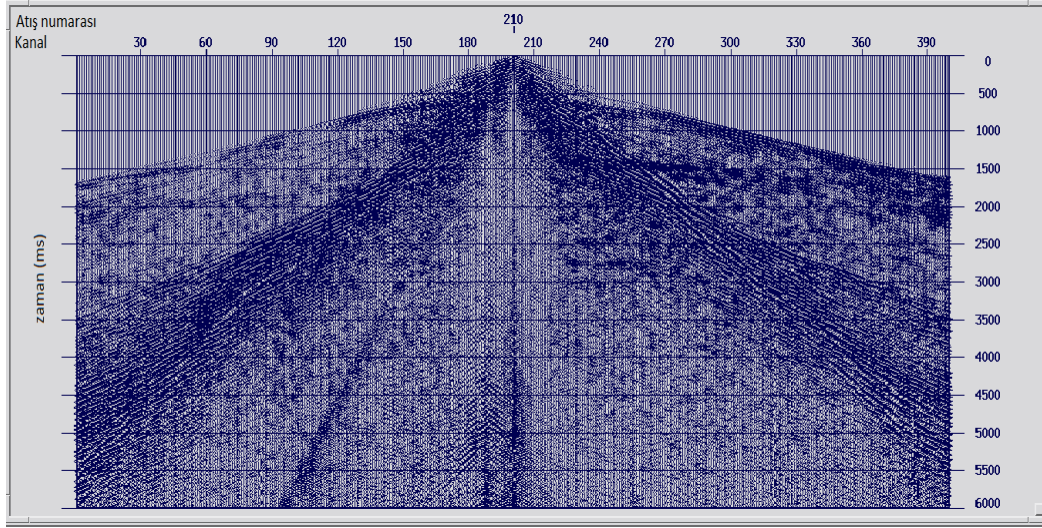


**Şekil 2.12 :** AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapılmadan önceki görüntüsü.

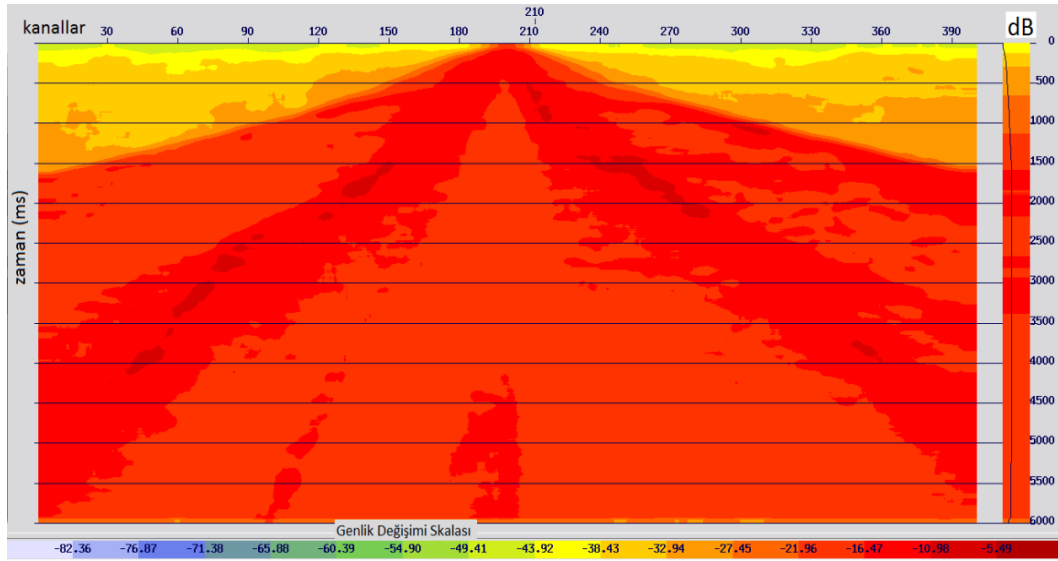


**Şekil 2.13 :** AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapılmadan önceki genlik dağılımı.

Şekil 2.14’de AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı uygulamasından sonraki sinyal görüntüsü ve Şekil 2.15’de aynı atış grubunun genlik değişimi görülmektedir.



**Şekil 2.14 :** AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi uygulandıktan sonraki görüntüsü.

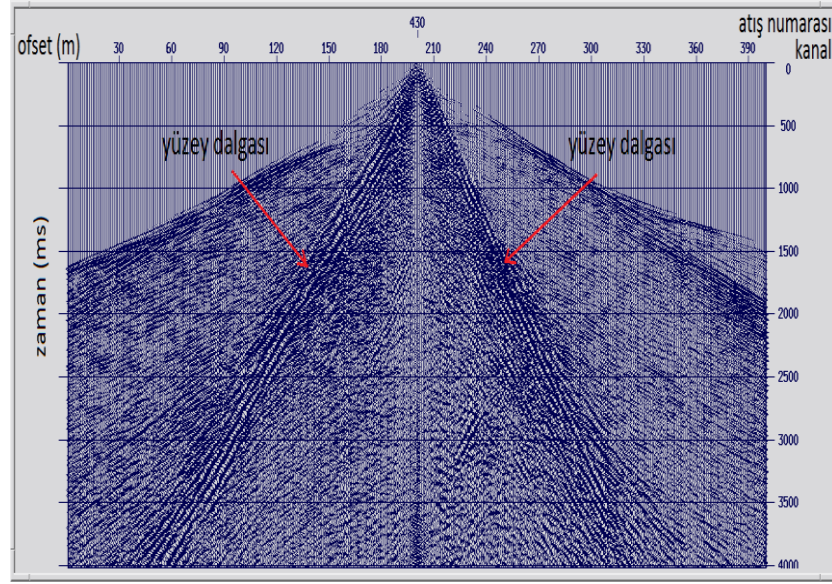


**Şekil 2.15 :** AY07-06 sismik yansıma hattındaki 210. atış grubunun genlik kazancı işlemi yapıldıktan sonraki genlik dağılımı.

## 2.2.7 Yüzey dalga etkisinin giderilmesi

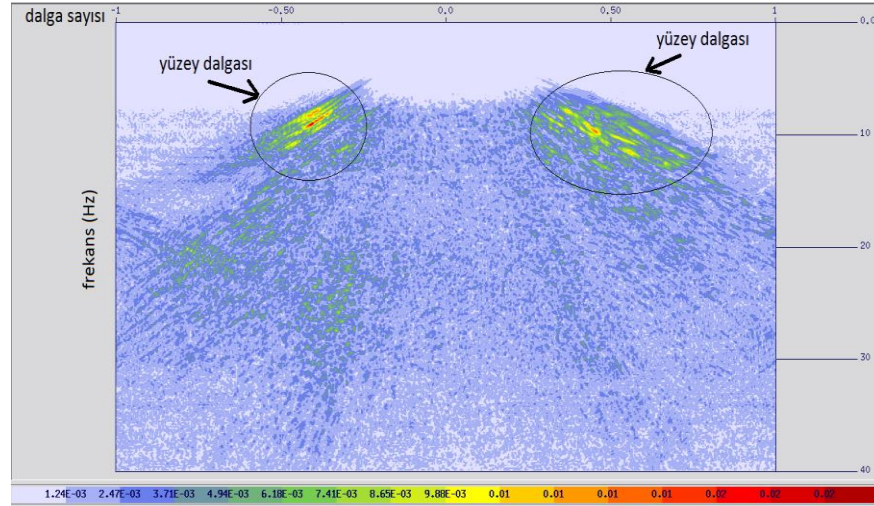
Yüzey dalgaları, sismikte yansıma olaylarını perdeleyen yüksek genlikli, düşük frekanslı ve düzenli gürültülerdir. Yüzey dalgalarını frekans-genlik ortamında uygulanan bant-geçişli süzgeçle gidermek mümkündür. Ancak güçlü bir yüzey dalgası etkisinde olan sismik veriden yüzey dalga etkisini gidermek, frekans (f) –

dalga sayısı (k) ortamında daha etkilidir. Şekil 2.16'da AY07-06 sismik yansıma hattındaki 430. atış grubunun yüzey dalgaları görülmektedir.



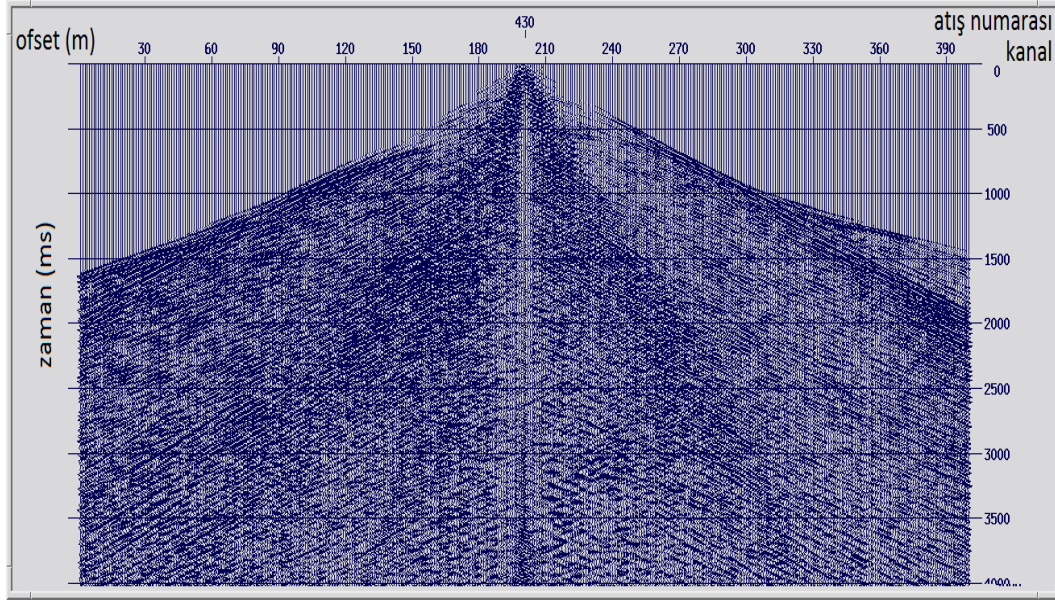
**Şekil 2.16 :** Yüzey dalgasının etkisindeki AY07-06 sismik yansıma hattının 430. atış grubu.

Şekil 2.17'de ise aynı atış grubu f-k ortamında görüntülenmektedir. F-k ortamında yüzey dalgalarını temsil eden kısım kesilip veriden atılarak sismik veriye f-k süzgeci uygulanmıştır.



**Şekil 2.17 :** Yüzey dalgasının etkisindeki AY07-06 sismik yansıma hattının 430. atış grubunun frekans-dalga sayısı ortamındaki görüntüsü.

F-k süzgeci uygulamasından sonraki AY07-06 sismik yansıma hattındaki 430. atış grubunda yüzey dalgalarının etkisinin azaldığı sismik izler Şekil 2.18'de görülmektedir.



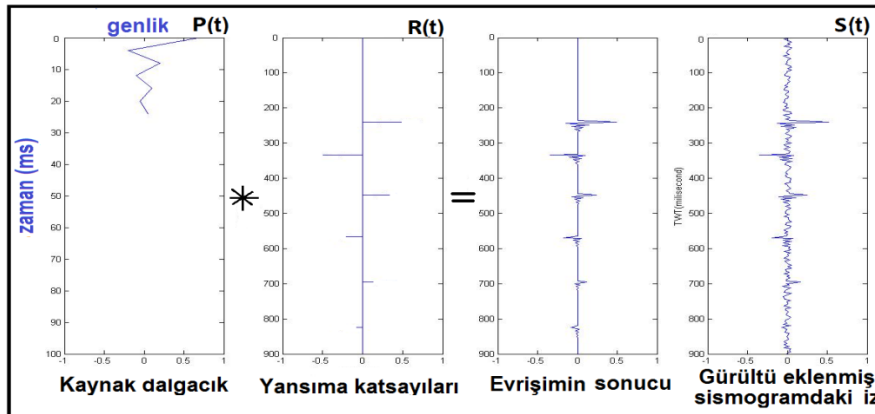
**Şekil 2.18 :** Yüzey dalga etkisinin f-k ortamında giderilmiş olduğu AY07-06 sis-mik yansıma hattının 430. atış grubu.

## 2.2.8 Ters evrişim

Sismik yansıma yönteminde, kaynaktan yayılan dalga yeraltında seyahat eder ve tabakaların arayüzündeki yansıma katsayılarıyla evrişime (Convolution) girerek alıcılara ulaşır. Alıcıda kaydedilen sismik iz, yansıma katsayılarıyla birlikte kaynak dalgacık ve gürültü etkisini de içermektedir (Şekil 2.19). Sismogramda kaydedilen izin matematiksel hesabı (2.5) formülüyle gösterilmiştir.

$$S(t) = P(t) * R(t) + n(t) \quad (2.5)$$

Bu formülde;  $S(t)$  alıcıda kaydedilen iz,  $P(t)$  kaynak dalgacık,  $R(t)$  yansıma katsayıları ve  $n(t)$  gürültüdür.

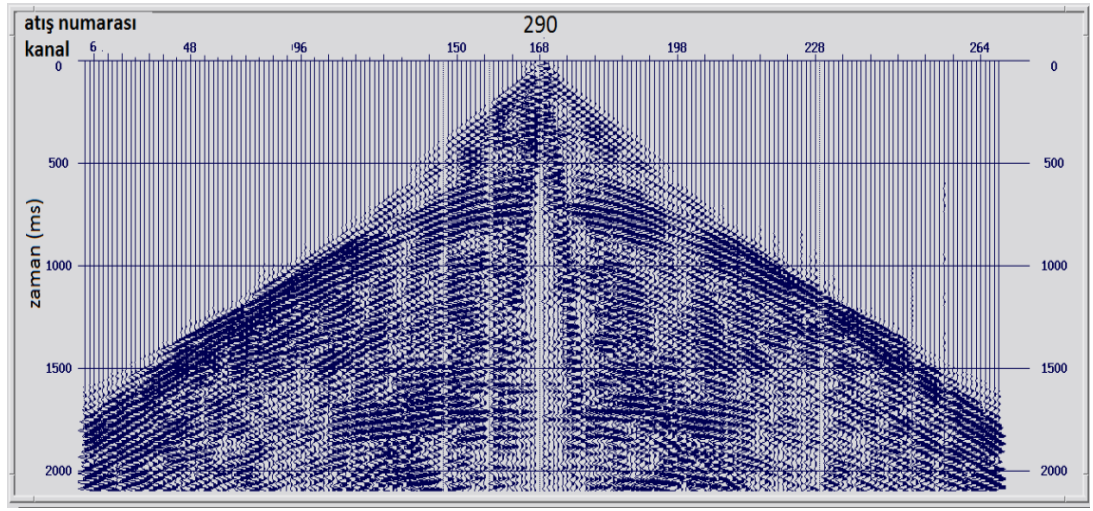


**Şekil 2.19 :** Yapay üretilen bir kaynak dalgacığının, yapay yansıma katsayılarıyla evrişimi sonucunun ve gürültü eklenmiş halinin sismogramda görüntüsü.

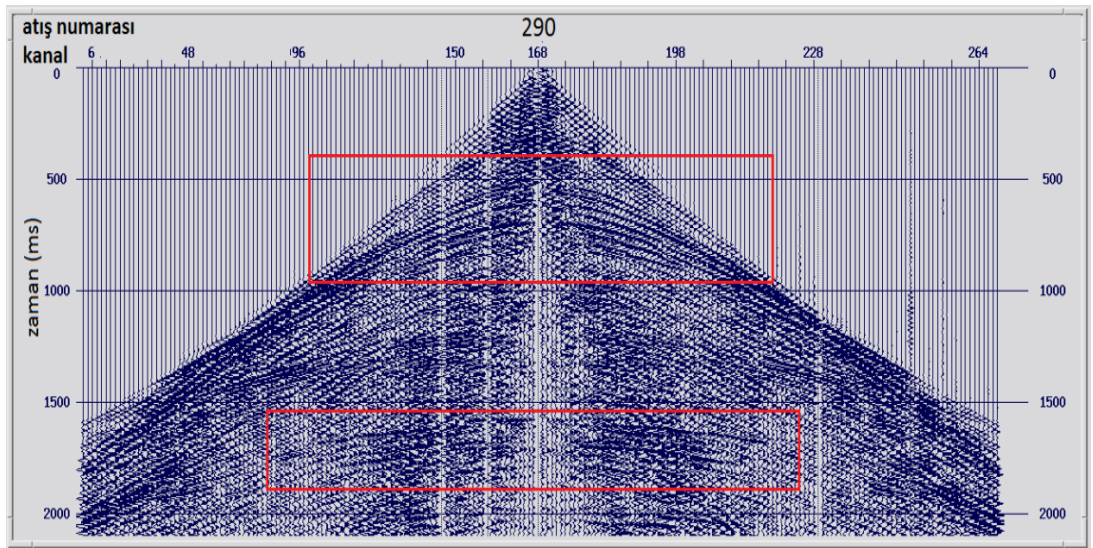
Sismik verilerdeki zamana bağılı çözünürlüğü artırmak ve kaynak dalgacığının etkisini azaltmak için ters-evrişim (Deconvolution) uygulanır.

2D Yulleroo 2007 verisinde, sismik dalgacığı sıkıştırarak bir iğnecik haline dönüştürme prensibine dayanan iğnecikleştirme ters-evrişim (Spiking Deconvolution) işlemi her bir atış grubuna uygulanmıştır.

Şekil 2.20’de AY07-07 sismik yansıma hattının 290. atış grubundaki izlerin ters-evrişim öncesi ve Şekil 2.21’de ters-evrişim sonrası durumu görülmektedir. Ters-evrişim sonrası, sismik dalgaların sıkıştırıldığı ve yansıma hiperbollerinin daha net olduğu görülmektedir.



**Şekil 2.20 :** AY07-07 sismik yansıma hattının 290. atış grubundaki izlerin ters-evrişim öncesi görünümü.



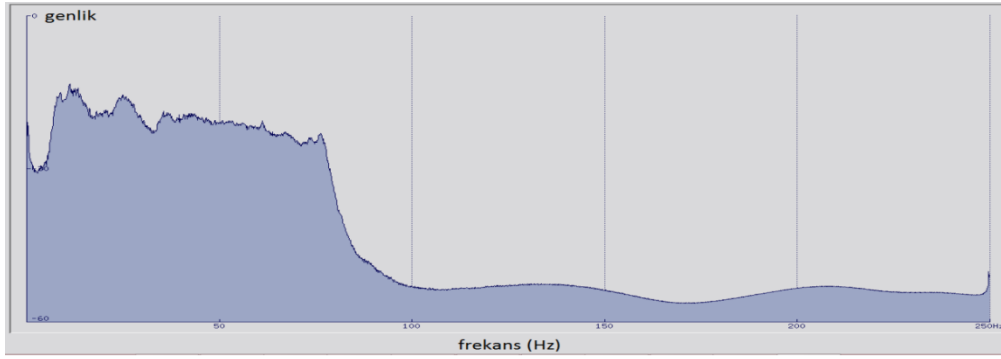
**Şekil 2.21 :** AY07-07 sismik yansıma hattının 290. atış grubundaki izlerin ters-evrişim sonrası görünümü.

### 2.2.9 Frekans ortamında süzgeçleme

Sismik yansıma yönteminde bir kayıtçı, 0 ile Nyquist frekansı ( $f_N$ ) arasında tüm frekans bileşenlerini kaydeder. Yansıma sinyallerinin genlikleri, genellikle sismik kaynağın ürettiği frekans bantı ile sınırlıdır.

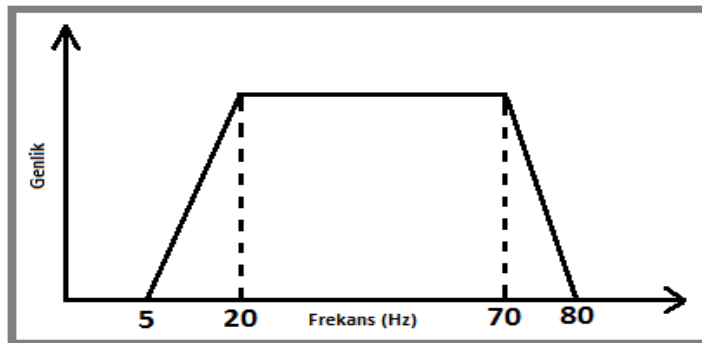
2D Yulleroo 2007 sismik yansıma verisinin toplanma aşamasında 5-80 Hz frekans bant aralığında veri toplanması hedeflenmiştir. Örnekleme aralığı 2 ms olan bu verinin Nyquist frekansı 250 Hz'dir.

Şekil 2.22, frekans ortamında süzgeçlemeden önceki sismik verinin genlik-frekans grafiğidir. Grafiğe göre 5 Hz'nin altında yüksek genlikli sinyallerin jeofonlarda temsil edildiği görülmektedir. Ayrıca, bu grafiğe göre düşük genlikli ve frekans içeriği 80 Hz'nin üzerinde olan sinyaller de kaydedilmiştir.



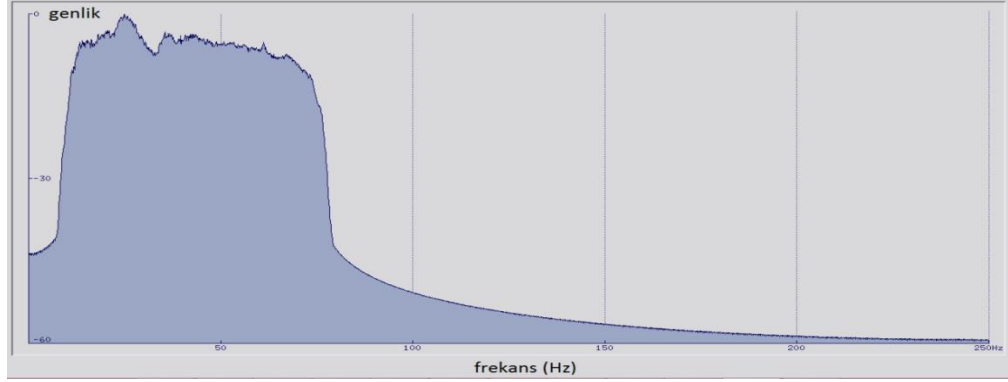
**Şekil 2.22 :** Sismik yansıma verisinin süzgeçleme yapılmadan önceki frekans içeriği.

Bu sismik veriye, Şekil 2.23'de gösterildiği gibi frekans ortamında 5-20-70-80 Hz frekans aralığında bant-geçişli (Band-Pass Filter) süzgeç uygulanmıştır.



**Şekil 2.23 :** Bant-geçişli süzgecin şekli ve kullanılan parametreler.

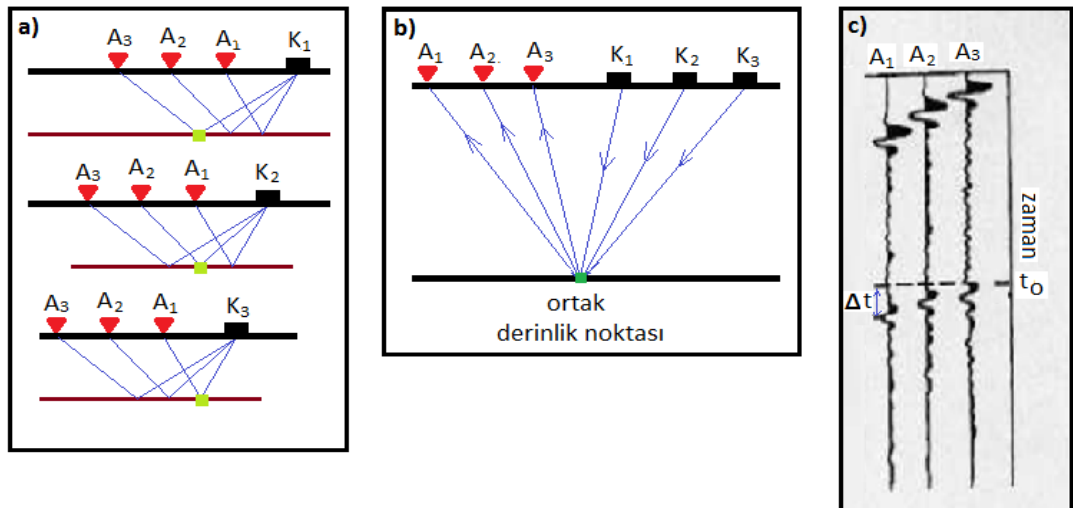
Böylece istenmeyen frekans içerikli sinyaller büyük oranla bastırılmış ve sismik yansıma verilerini temsil eden 5-80 Hz frekans aralığındaki sinyallerin genliklerinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 2.24).



**Şekil 2.24 :** Frekans ortamında bant-geçişli süzgeç uygulanan sismik yansıma verisinin frekans içeriği.

### 2.2.10 CDP gruplaması

Çok kanallı sismik yansıma yönteminde bir sismik yansıma hattı boyunca atış ve alıcılar belirli bir düzende yerleştirilip, atışlar hat boyunca belirli aralıklarla kaydırılarak veri toplanmaktadır. Alıcılarda kaydedilen ham veri, farklı yansıma noktalarını temsil eden atış gruplarında gösterilmektedir. Geometri tanımlı yapılan sismik verideki her sinyalin yansıma noktaları belirlenmiş olur (Şekil 2.25). Böylece farklı atış grubunda olup aynı yansıma noktasındaki bilgiyi temsil eden sinyallere CDP gruplaması yapılır.



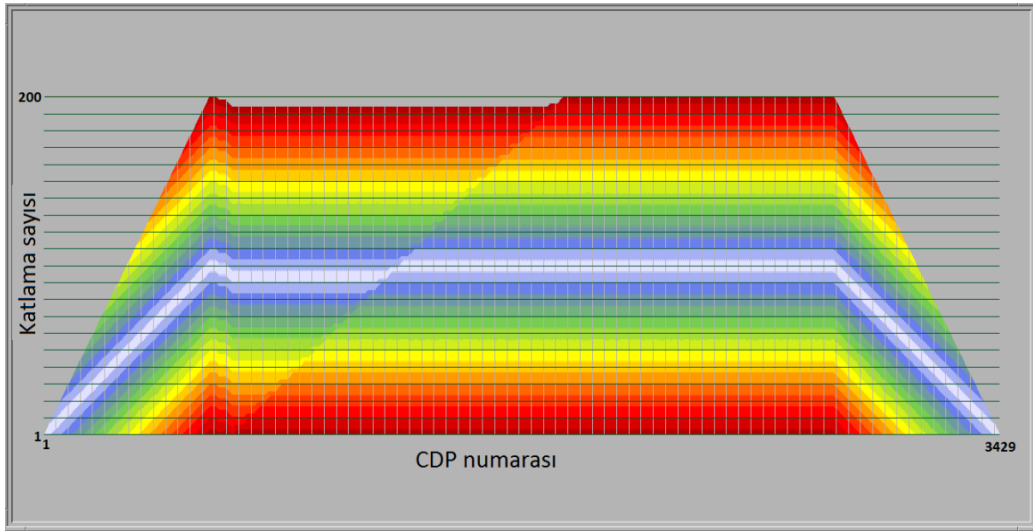
**Şekil 2.25 :** Çok kanallı sismik yansıma yönteminde ortak derinlik noktasının oluşumu. (a)'da 3 atış ve yeşil noktalar her bir atış için aynı yansıma noktasını ifade etmektedir. (b)'de 3 kanallı ve 3 atışlı sismik yansıma verisinin bir ortak yansıma noktası için aynı düzlemdeki görüntüsüdür. (c)'de ortak yansıma noktasındaki izlerin gecikme zamanlarını gösteren alıcılardaki sinyal görüntüsüdür.

Sismik yansıma yönteminde bir yansıma noktasına düşen iz sayısı katlama (fold) olarak ifade edilir ve bir sismik yansıma verisindeki maksimum katlama sayısı (2.6) formülü ile hesaplanır.

$$\text{Katlama} = \frac{\text{Alıcı grup aralığı} \times \text{Kanal sayısı}}{2 \times \text{Atış aralığı}} \quad (2.6)$$

Bu çalışma kapsamında kullanılan sismik yansıma verileri için (2.6) formülünden hesaplanan maksimum katlama sayısı 200’ dür.

Örnek olarak AY07-08 sismik yansıma hattı için CDP numaraları ve her bir CDP numarasına karşılık gelen katlama sayısı Şekil 2.26’da grafik olarak gösterilmiştir. Buna göre, AY07-08 sismik yansıma hattı boyunca 3429 yansıma noktasından veri alınmış olup, maksimum katlama sayısı 200 ve minimum katlama sayısı 1 dir.



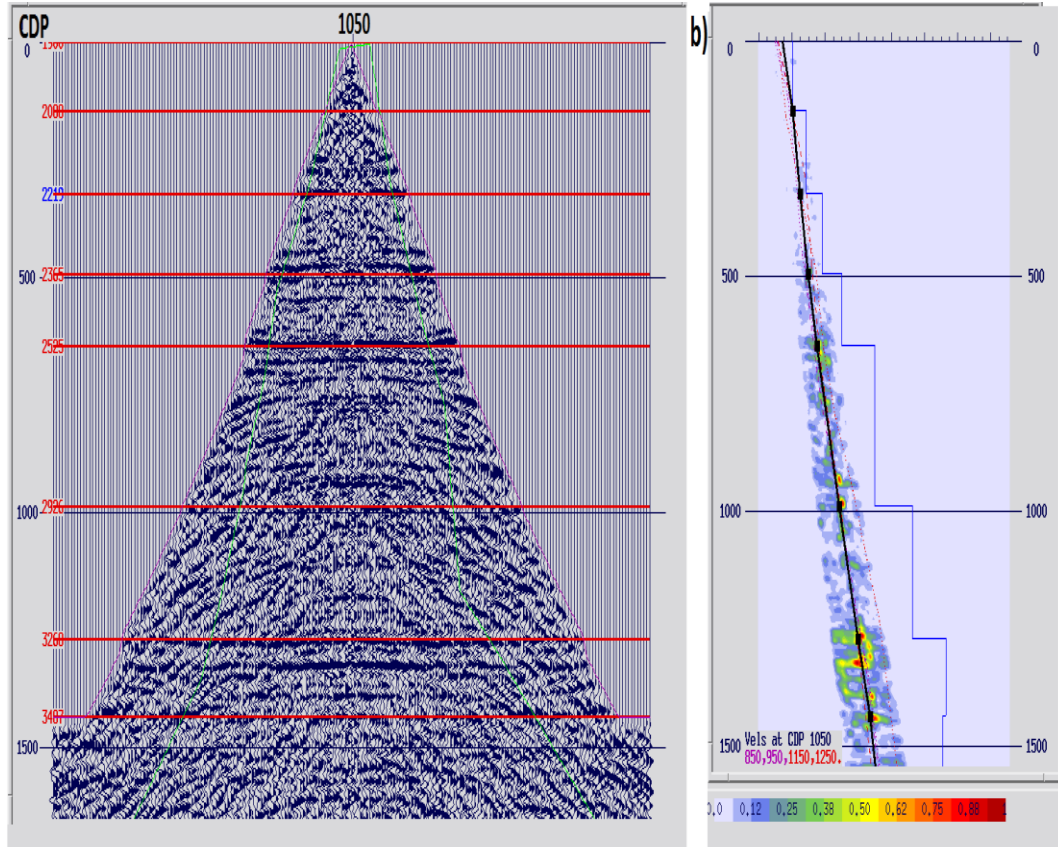
**Şekil 2.26 :** AY07-08 sismik yansıma hattı için CDP numarasına göre değişen katlama sayısı grafiği.

### 2.2.11 Birinci normal kayma zamanı düzeltmesi ve hız analizi

Farklı ofsetlere yerleştirilen alıcılar, CDP ortamında zaman kaymalarına neden olmaktadır. Şekil 2.25’de gösterilen CDP grubunda gecikme zamanı  $\Delta t$  ile gösterilmektedir. Sıfır ofsete en yakın olan izin ilk yansıma zamanına ( $t_0$ ) referans olarak belirlenen kayma zaman farkları, normal kayma zamanı düzeltmesiyle giderilmeye çalışılır.

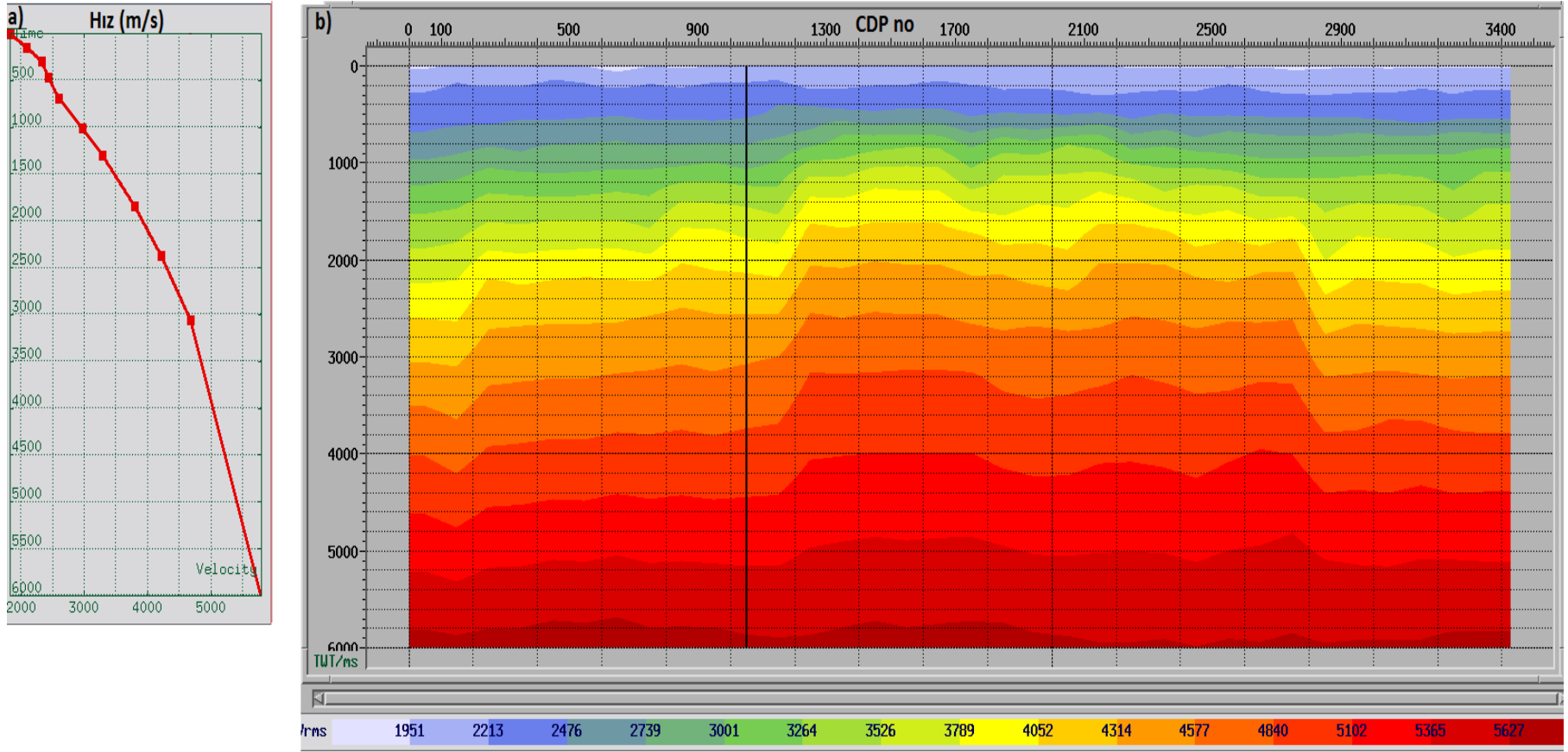
Bu çalışmada, CDP gruplandırması yapılmış sismik yansıma hatlarına, her 1 km’de bir NMO hızları seçilerek NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Şekil 2.27’de AY07-08

sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 ms'ye kadar seçilen hızlarla gerçekleştirilen NMO düzeltmesi görülmektedir. Ayrıca, NMO düzeltmesiyle uzak-ofsetlerin erken varışlarında çok düşük frekanslı gürültü bölgesinde oluşan gerilme alanı, mute işlemiyle veriden çıkarılmıştır.



**Şekil 2.27 :** AY07-08 sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 milisaniyeye kadar a) ikinci normal kayma zamanı düzeltmesi yapılarak yansıma hiperbolünün düzleştirildiği CDP iz grubu, b) aynı CDP grubuna denk gelen hız değişimi.

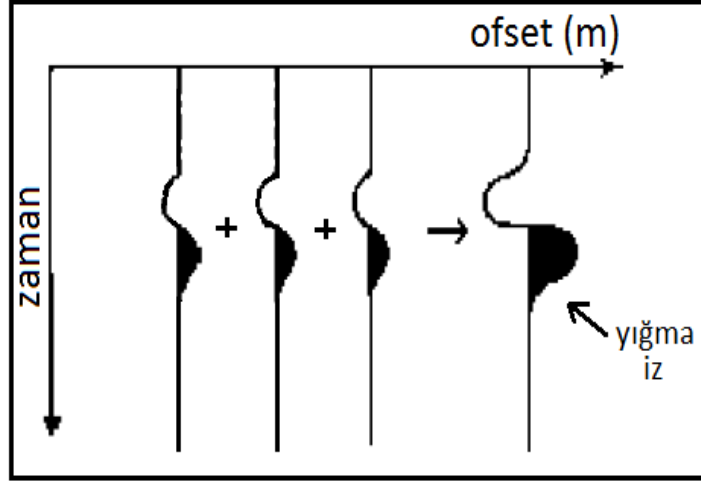
Aynı CDP grubunun 0-6000 ms'ye kadar düşey NMO hız trendi ve NMO hız düzeltmesinde seçilen hızların tüm CDP grupları için yanıl ve düşey değışimleri Şekil 2.28'de görülmektedir.



**Şekil 2.28 :** Y07-08 sismik yansıma hattı için bir CDP’de işaretlenen birinci normal kayma zamanı düzeltmesinde seçilen NMO hızları. a) Zaman ekseninde değişimi. b) 1 kilometrede bir yapılan NMO hız düzeltmesinde seçilen hızların tüm CDP’ler için zaman ve ofset eksenindeki değişimleri.

### 2.2.12 Sismik yığma

NMO düzeltmesiyle CDP gruplarındaki yansıma hiperbollerini yatay hale getirildikten sonra yığma işlemi ile CDP gruplarındaki tüm izler toplanır. Şekil 2.29’ daki gibi her bir CDP numarası için tek bir yığma iz elde edilir.



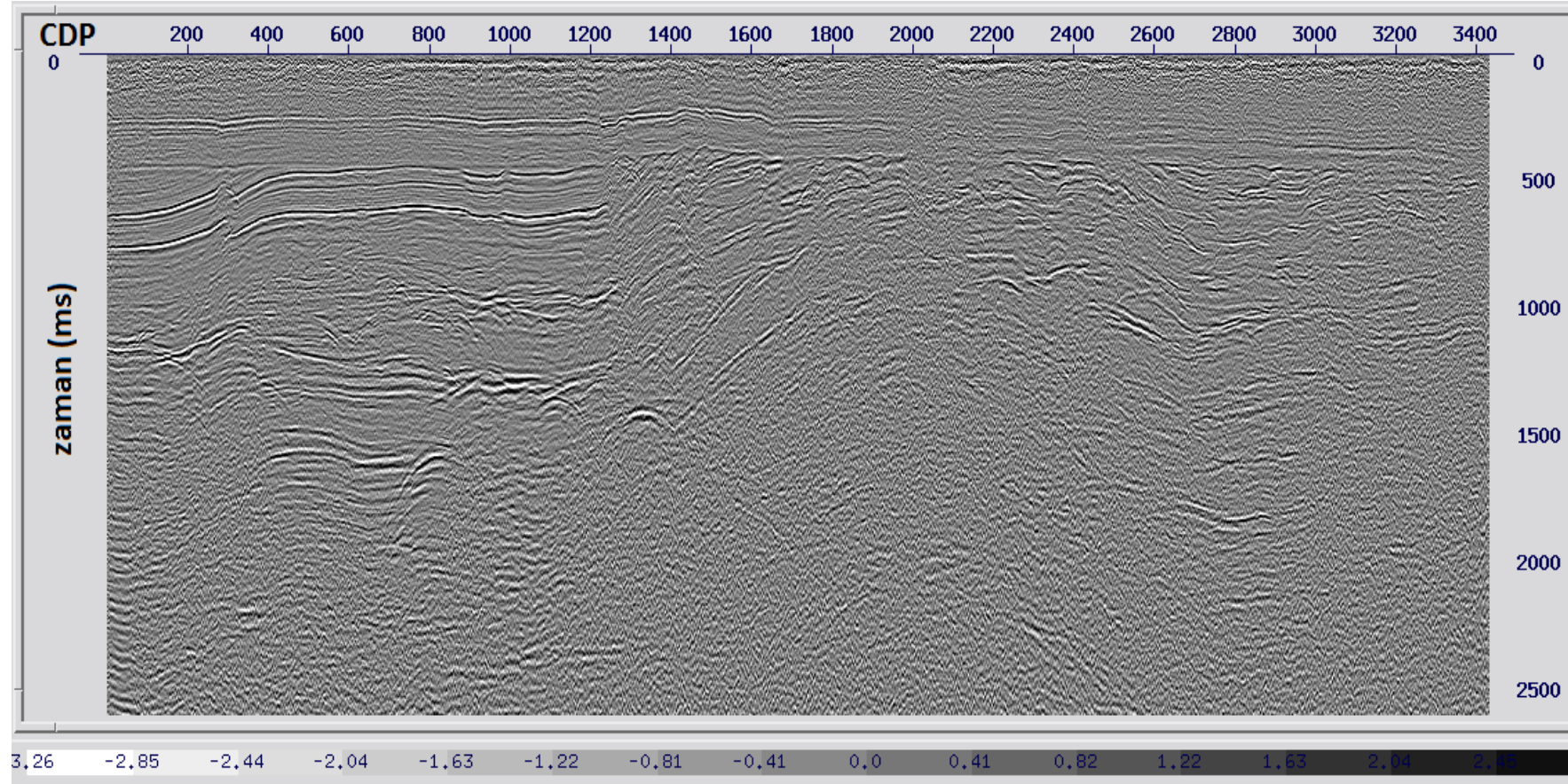
**Şekil 2.29 :** NMO düzeltmesi yapılmış 3 sismik ize sahip bir CDP grubundaki izlerin yığılmasıyla elde edilen sismik yığma izinin temsili görüntüsü.

Yığma işlemi sonrası her CDP grubu tek bir ize dönüştürülmüştür. CDP numarasına göre yanyana getirilen bu izler jeolojik yapıları gösteren yığma kesiti haline getirilmiştir (Şekil 2.30).

### 2.2.13 Birinci artık statik düzeltme

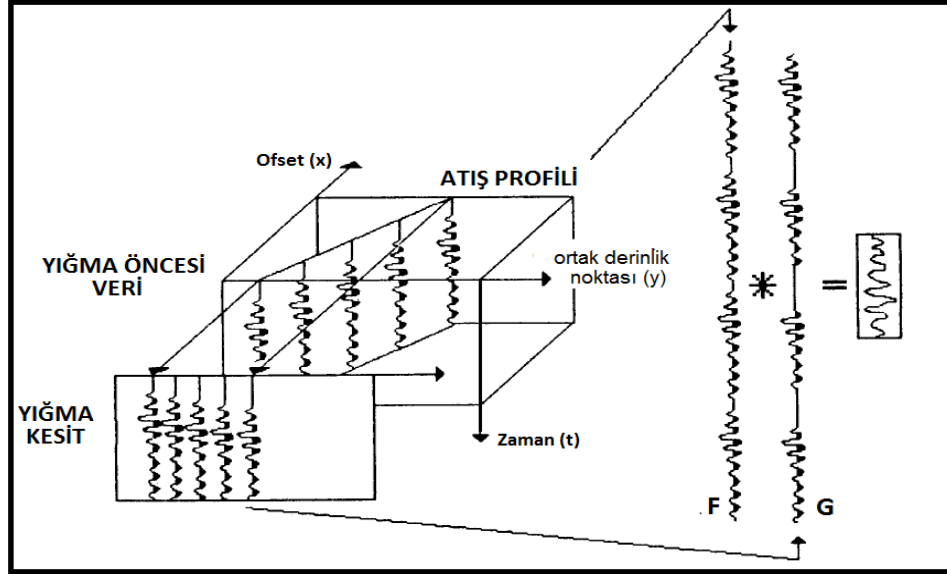
Sismik yansıma verilerinde atış ve alıcıların yerleştirildiği düzensiz topoğrafya ve düşük hız tabakasından kaynaklanan seyahat zamanındaki bozulmalar, kırılma statik düzeltme yöntemi ile büyük oranda veriden giderilmiştir. Ancak, atış ve alıcıların bulunduğu yükseltilerdeki büyük değişikliklerden ve düşük hız tabakasından kaynaklanan seyahat zamanındaki bozulmayı tam anlamıyla giderememiştir. Bu durumda kırılma statik düzeltmesiyle giderilememiş seyahat zamanındaki bozulmalar, Yığma-Kuvvet Maksimizasyon (Stack-Power Maximization) yöntemiyle artık statik düzeltmesi yapılarak giderilmeye çalışılmıştır.

Yığılmamış veri ortak derinlik noktası (y), ofset (x) ve zamanın (t) bir fonksiyonudur. Bu yığılmamış verideki belirli bir atış profilinin statik zaman kayması, bu atış profilini içeren düzlemin değişmeyen statik kaymasıdır (Ronen ve Claerbout, 1985).



**Şekil 2.30 :** NMO düzeltmesi ve yığma işlemi uygulanmış AY07-08 sismik yansıma hattının jeolojik yapılar ile ilişkili süreksizlikleri gösteren yığma kesit görüntüsü.

Şekil 2.31’de görüldüğü gibi atış profilini içeren yığma öncesi veri düzlemi, atışın statik kaymasına göre aşağı ve yukarı hareket eder. CDP yığma kesiti, bu statik kaymanın bir fonksiyonu olarak değişim gösterir. Bu belirli bir atış statığının bir fonksiyonu olarak CDP yığmasının kuvvetini maksimuma çıkarmak, atış profili (F) ve CDP yığma kesitte ilişkili olduğu kısımdan (G) meydana gelen iki süper-izin çapraz ilişkisiyle eşdeğerdir. Bu işlem her atış ve alıcı için tekrarlanmaktadır (Ronen ve Claerbout, 1985).

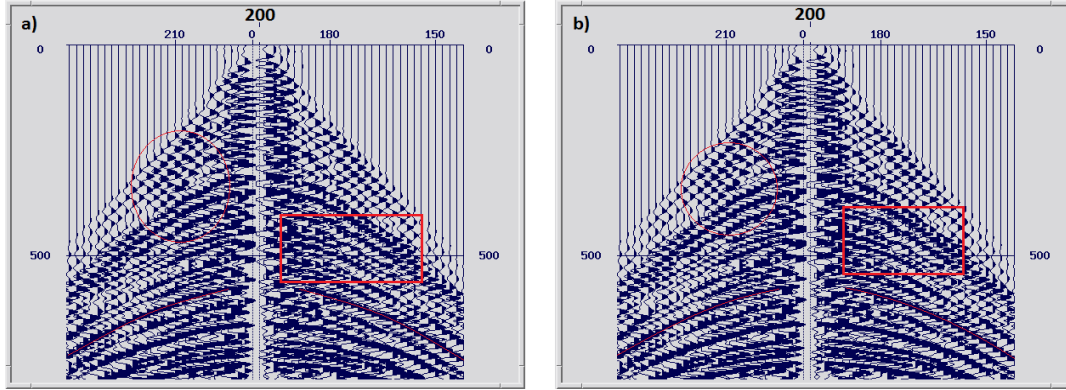


**Şekil 2.31 :** Süper iz çapraz ilişkisi (Ronen ve Claerbout, 1983’den Türkçeye uyarlanmıştır).

Yığma işlemi sonucunun kuvveti, her atış ve alıcının statik kaymalarının bir fonksiyonudur. Tek bir atış istasyonu için; her kayma, yığma ve yığmanın karelerinin toplamı denir ve en yüksek kuvveti veren kayma seçilir. Kısaca, atış profillerindeki bütün izlerden oluşturulan bir süper-iz (Şekil 2.31’deki F), statik zaman kayması hesaplanan atışın katkısını içermemiş diğer bir süper-iz olan yığma kesitin alakalı olduğu bölümle (Şekil 2.31’deki G) çapraz ilişki işlemine uğrar. Çapraz ilişki sonucunun maksimumu seçilir. Aynı işlemler alıcılar için de gerçekleştirilerek statik kayma zamanları hesaplanmaktadır (Ronen ve Claerbout, 1985).

Bu veride, atış ve alıcılarla çapraz ilişkiye girmek üzere model olarak kullanılan yığma kesitin 200-2000 ms’lik kısmı seçilmiştir. Aynı NMO hız düzeltmesine sahip CDP grubundaki verinin artık statik düzeltme uygulanmadan önceki ve artık statik düzeltme uygulandıktan sonraki durumu Şekil 2.32’de gösterilmiştir. Artık statik düzeltme yapılmış CDP grubunda kırmızı kare ve daire içerisinde gösterilmiş

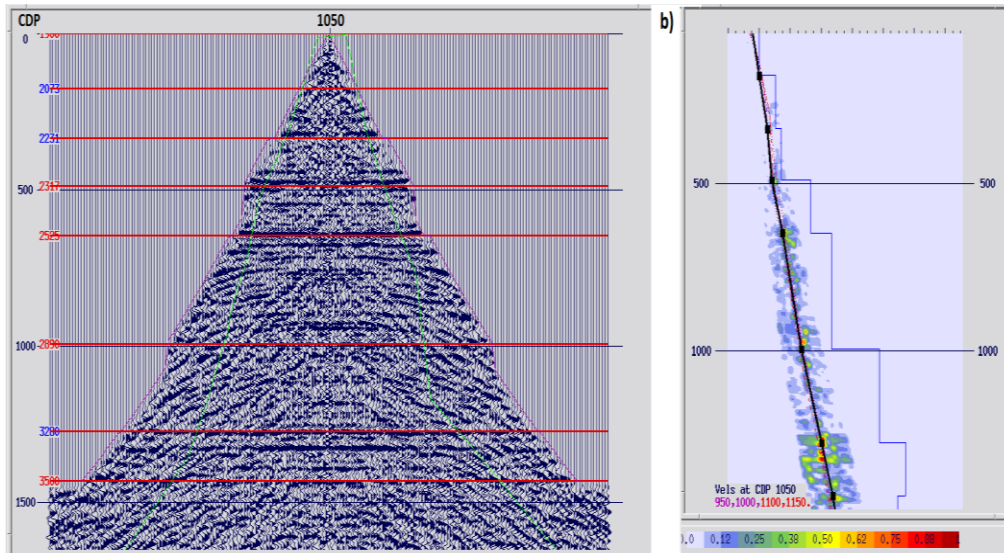
kısımdaki yansıma hiperbolünün, sadece kırılma statik düzeltmesi yapılmış olan CDP grubundaki yansıma hiperbollerine oranla daha düzgün olduğu görülmektedir.



**Şekil 2.32 :** AY07-08 sismik yansıma hattındaki 200. Atış grubuna ait (a) artık statik düzeltmeden önceki yansıma hiperboller. (b) artık statik düzeltmeden sonraki yansıma hiperboller.

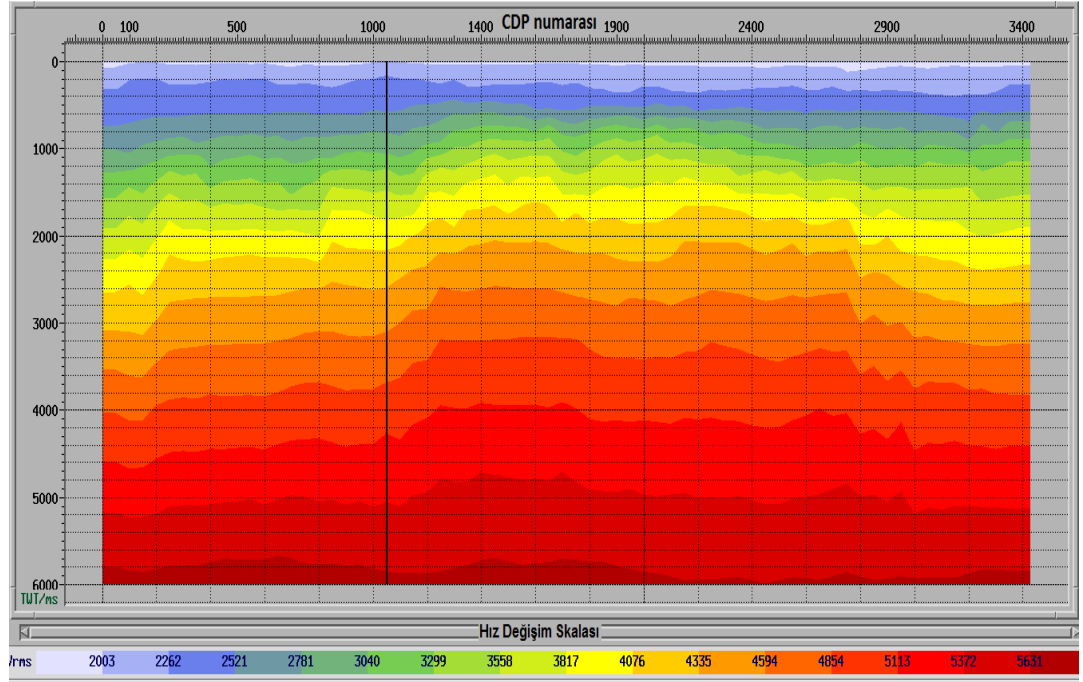
#### 2.2.14 İkinci normal kayma zamanı düzeltmesi ve hız analizi

Birinci artık statik düzeltmesi yapıp veriye eklendikten sonra izlerde meydana gelen zaman değişimleri yeni bir normal kayma zamanı düzeltme işlemini gerektirebilir. İkinci normal kayma zamanı düzeltmesinde, her 500 metre yani her 50 CDP de bir NMO hız analizi yapılmıştır. Şekil 2.33’de AY07-08 sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 ms’ye kadar olan NMO hız düzeltmesi görülmektedir.



**Şekil 2.33 :** AY07-08 sismik yansıma hattına ait 1050. CDP grubunun yaklaşık 1700 milisaniyeye kadar (a) ikinci normal kayma zamanı düzeltmesi yapılarak yansıma hiperbolünün düzleştirildiği CDP grubu. (b) aynı CDP grubuna denk gelen hız grafiği.

Aynı CDP grubunun 0-6000 ms düşey NMO hız değişim trendi ve AY07-08 sismik yansıma hattı için NMO hız düzeltmesinde seçilen hızların tüm CDP'ler için yanal ve düşey değişimleri Şekil 2.34'da görülmektedir.



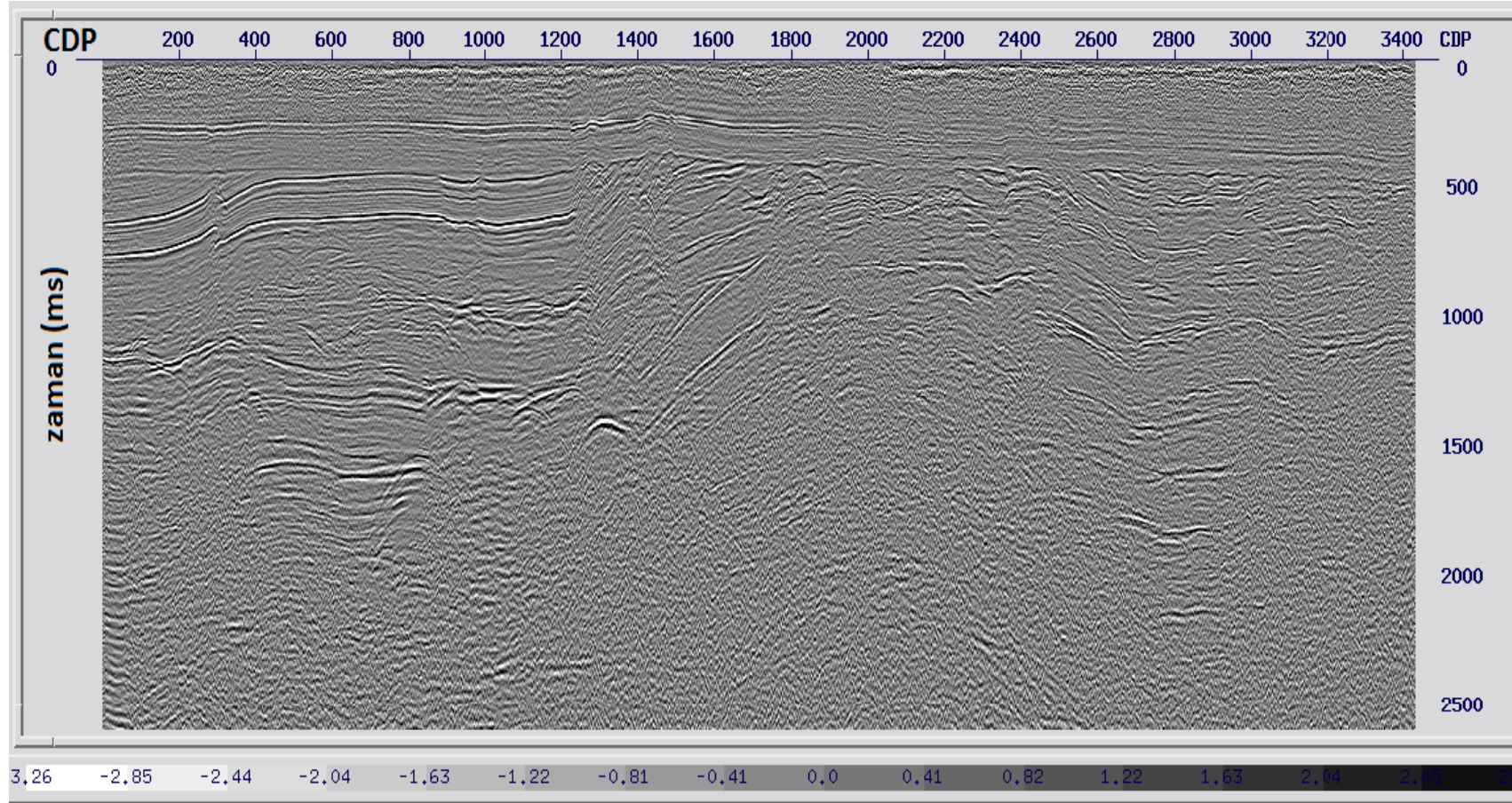
**Şekil 2.34 :** AY07-08 sismik yansıma hattı için NMO düzeltmesinde seçilen hızların yatay ve düşey değişimi.

### 2.2.15 İkinci artık statik düzeltme

İkinci normal kayma zamanı düzeltmesi yapılan CDP grubundaki veri için gerekli görülürse ikinci bir artık statik düzeltme uygulanabilir. Bu veride birinci artık statik hesaplamasındaki gibi bir yol izlenerek ikinci artık statik düzeltmesi yapılmıştır.

İkinci NMO düzeltmesi ve birinci artık statik düzeltmesi yapılmış yığma öncesi veri ile yığma kesitin 200-2000 ms kısmı çapraz ilişkiye uğrayarak ikinci artık statik düzeltmeler hesaplanmıştır.

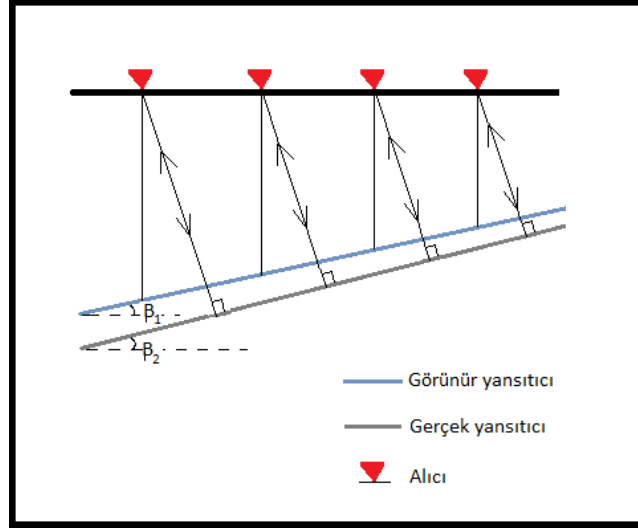
Bu işlem, bütün sismik yansıma hatlarına uygulanarak yığma kesitler elde edilmiş ve böylece veri-işlemin son aşaması olan sismik göç için hazırlıklar tamamlanmıştır (Şekil 2.35).



Şekil 2.35 : İkinci artık statik düzeltmeden sonra ikinci NMO hızları kullanılarak oluşturularan migrasyona hazırlanmış AY07-08 sismik yansıma hattının yığma kesiti.

### 2.2.16 Sismik göç

Eğimli bir arayüzeyden yansıyan sismik dalga, yığma kesitte gerçek yansıma noktasını temsil etmez. Şekil 2.36’da atış ve alıcının aynı noktada olduğu (zero offset) bir atış düzeninde gerçek eğimi  $\beta_2$  olan bir arayüzeyden yansıyan sismik dalgalar, sismik kesitte  $\beta_1$  derece eğimli bir jeolojik yapıyla temsil edilir.



**Şekil 2.36 :** Sıfır ofset bir atış-alıcı düzeneği için gerçek ve görünür yansıtıcı yüzeylerin görünümü.

Sismik göç ile yığma kesitindeki eğimli yansımalar gerçek yansıtıcı yerlerine taşınır ve saçılmalar giderilir. Böylece jeolojik yapıların gerçek görünümü sağlanmış olur. Sismik göç işleminden iyi bir sonuç elde etmek için, sismik göç aşamasına kadar yapılan işlemlerde verinin sinyal-gürültü oranı artırılmaya dolayısıyla sismik göçte kullanılacak olan hızların en doğru şekilde seçilerek sismik göç öncesi iyi bir yığma kesiti elde edilmeye çalışılmıştır.

Zaman ortamında yapılan bu çalışmada elde edilen yığma kesitlerinde saçılmalar ve yapısal eğimler görülmüştür. NMO hız analizi yapılırken hızlar zaman ekseninde artan bir trende sahipken, ofset ekseninde daha yumuşak hız değişimleri gözlenmektedir. Bu şartlar göz önüne alındığında, AY07-06, AY07-07 ve AY07-08 sismik yansıma hatları için en iyi sonucu verebileceği düşünülen yığma sonrası Kirchhoff zaman sismik göçü (Post-Stack Kirchhoff Time Migration) yöntemi kullanılmıştır.

Kirchhoff zaman sismik göçü pratikte, kesitteki bir giriş izinin belirli bir zaman örneğinde belirli bir RMS hızı için bir saçılma hiperbolü eğrisi hesaplanır. Bu eğrinin

apeks noktası zaman örneğinin üzerine gelecek şekilde giriş kesitinin üzerine konularak, sismik kesitte eğri üzerine denk gelen genlikler toplanır ve bu toplam hiperbolün apeks noktasına atanır. Kirchhoff sismik göçünde kullanılan parametreler apartür genişliği ve sismik göçe uğrayacak kesitteki en büyük eğim değeridir. Apartür aralığı ortalama 200m ve eğim 30 derece seçilmiştir. Ayrıca ikinci normal kayma zamanı düzeltmesi için seçilen NMO hızlarından elde edilen RMS hızları sismik göçte kullanılmıştır. Böylece sismik veri işlem uygulanmış hatlar yorumlama aşaması için hazır hale getirilmiştir.

#### **2.2.17 Otomatik genlik kontrolü (AGC)**

Küresel açılamdan kaynaklanan genlik kazanımının yanı sıra en sık kullanılan genlik kazanç yöntemi Otomatik Kazanç Kontrolüdür (Automatic Gain Control, AGC). Belirlenen pencere içerisinde iz genliklerinin ortalama mutlak değeri hesaplanarak istenen RMS seviyesi ile bu ortalama değerin birbirine oranı kazanç fonksiyonu olarak atanır. Daha sonra pencere kaydırılarak aynı işlemler bu şekilde devam eder. AGC sonrasındaki tüm izler eşdeğer genlik seviyesindedir. Bu çalışmada, zamanla genliklerinde azalma görülen sismik göç kesitlerine AGC uygulanmıştır.

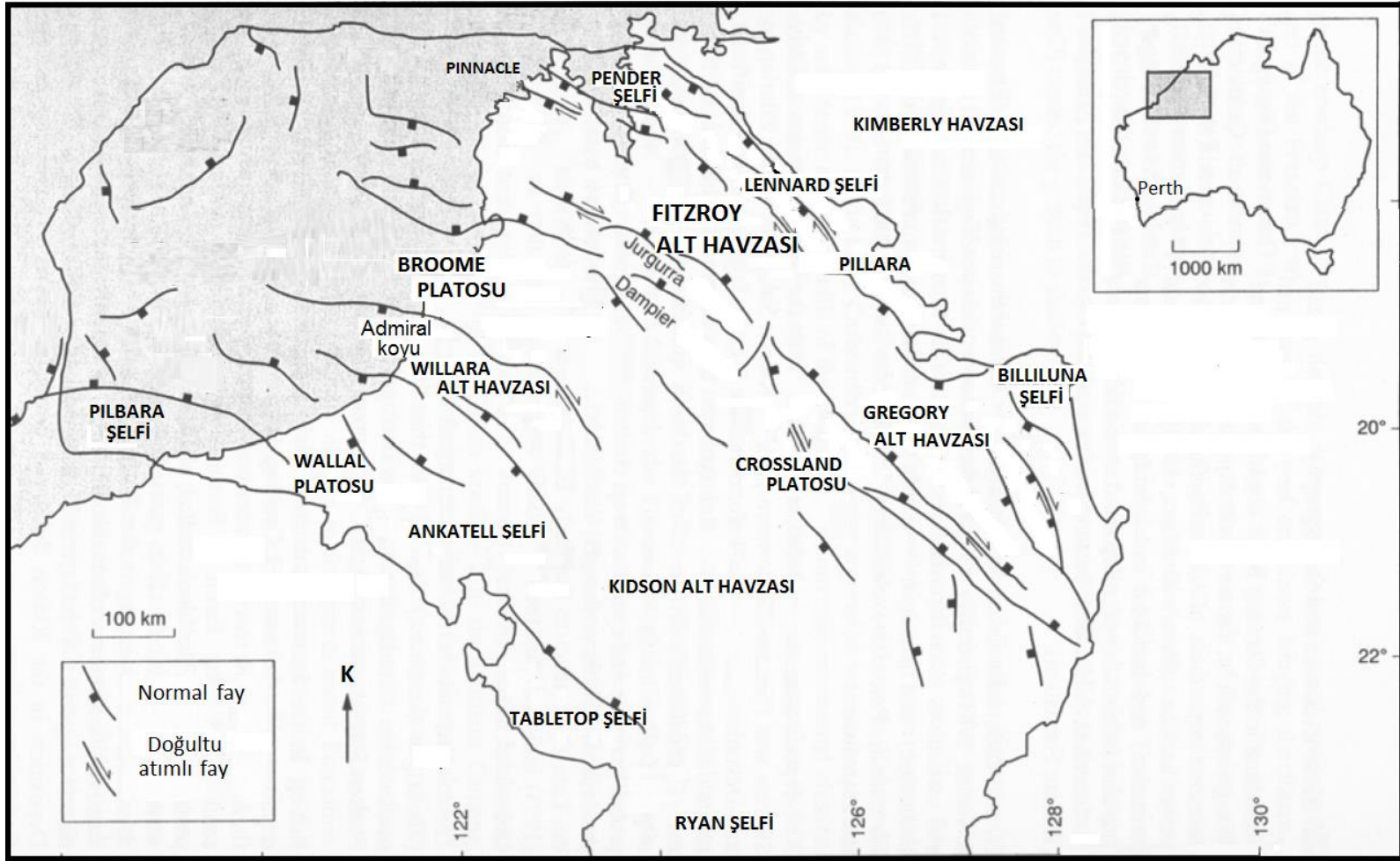
### **3. FITZROY HAVZASININ JEOLJİSİ, KUYU BİLGİLERİ VE SİSMİK KESİTLERİN YORUMLANMASI**

Fitzroy havzası, Avustralya'nın kuzeybatısında yer alan Canning havzası içinde yer alır. Bu bölümdeki jeolojik bilgiler öncelikle Canning havzasının genelinde anlatılacak daha sonra Fitzroy havzası anlatılacaktır. Canning havzası, Batı Avustralya eyaletinin en büyük sediman havzasıdır ve Ordovisyan'den Kuaterner çağına ait kayaçlardan meydana gelmektedir (Kennard ve diğ., 1994).

Havzanın toplamda kalınlığı 18 km'dir ve ağırlıklı olarak kıtasal Palözoik ve sığ denizel klastik sedimanlardan meydana gelmektedir. İnce tabakalanma gösteren Mesozoik ve yüzeysel Senozoik birimler, bu sedimanların üzerini örtmektedir (Gorter ve diğ., 1979; Forman ve Wales, 1981; Warris, 1976; Towner ve Gibson, 1994). Hem karasal hem denizel yayılma alanı olan havzanın karasal alanı 16° ve 24° güney enlemlerinde ve 119° ve 128° doğu boylamlarındadır. Havzanın karasal kısmında kuzeyi ile güneyi arasındaki mesafe yaklaşık 800 km ve doğusu ile batısı arasındaki mesafe yaklaşık 950 km'dir. Havzanın karasal kısmı yaklaşık 430.000  $km^2$  alan kaplamaktadır.

Canning havzasının karasal yapısı; kuzey bölgesi Lennard şelfinden ve Lennard şelfinin, doğuya doğru genişleyerek bozulan Billiluna şelflerinden oluşmaktadır (Şekil 3.1). Kuzeyde bölümlere ayrılmış havzalardan biri olan Fitzroy alt havzası ve doğuya doğru genişleyen Gregory alt havzasının etrafı yüksek düzlüklerle çevrilidir. Kuzeydeki havzanın kuzey sınırlarındaki yüksek düzlükler havza eğimindeki geçişi işaret eder (Koop, 1965).

Üstüste binen sedimanların azaldığı bölgeyi içeren merkezdeki taban; batıda Broome platosu, doğuda Crossland platosuna aittir. Güneydeki havzalar; batıda Willara alt havzası ve doğuda Kidson alt havzasından meydana gelmektedir ve hepsi Wallal platosunda olan Anketell, Tabletop ve Ryan şelfleri ve Wallal platosunu içeren bir güney şelf bölgesidir (Koop, 1965).



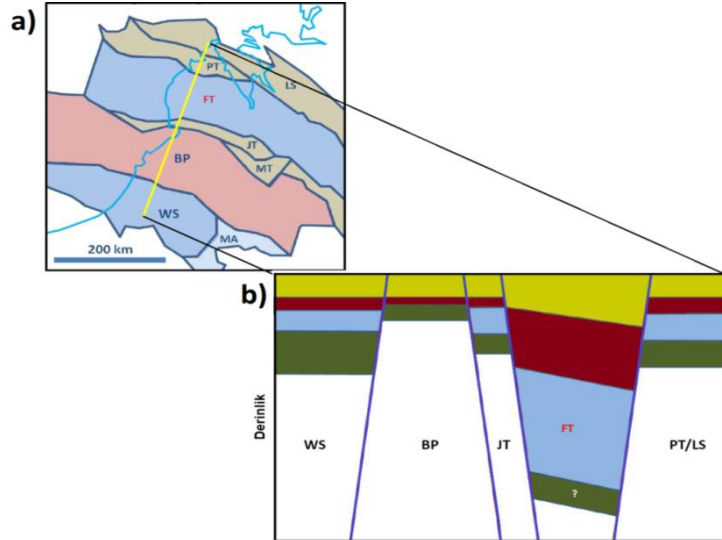
Şekil 3.1 : Alt havzaları, platoları ve genel jeolojik yapısıyla Canning havzası (Cadman ve diğ., 1993'den düzenlenmiştir).

### 3.1 Canning Havzasının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi

Canning Havzası, Kambriyen öncesi Pilbara ve Kimberly kratonları arasında ve kıta içi bir çöküntü olarak erken Paleozoik dönemde gelişmiştir. Havzanın oluşumuna etki eden en önemli tektonik olaylar Ordovisyan'den alt Kratese dönemine kadar gözlenmektedir. Bu tektonik olaylar sırasıyla;

- Genişleme ve hızlı çökme; erken Ordovisyan (Brown ve diğ., 1983)
- Sıkışma ve erozyon; erken Devoniyen (Jones ve Young, 1993)
- Genişleme ve çökme; geç Devoniyen (Jones ve Young, 1993)
- Sıkışma ve çökme; orta ve geç Karbonifer'den Permiyen'e kadar (Yeates ve diğ., 1984)
- Transpresyon ve erozyon; erken Jurasik (Shaw ve diğ., 1994)

En eksiksiz OSM (Ordovisyan-Siluryen) dizilimi Wallara ara havzasında meydana gelmiştir. Dizilim, Broome platosunun gövdesinde boydan boya yer almaktadır. Devoniyen-erken Karbonifer (DECM) yaşı en erken dönemdeki birçok birimler Fitzroy havzası ve yan taraflarını sınırlandırmıştır (Şekil 3.2). Geç Karbonifer-Permiyen (LCMP) yaşlı dizilimler, Fitzroy havzasının en geniş halidir. Bununla beraber, LCMP birimler, erken Permiyen'deki Grant grubu gibi havza boyunca bir dağılıma sahiptir (Kennard ve diğ., 1994; Mory, 2010; Strand ve diğ., 2011).



**Şekil 3.2 :** Canning havzasının yer alan ara havza ve çökellerin kalınlık ve yaşlarının güneybatıdan kuzeydoğuya doğru yaklaşık 400 km uzunluktaki kısmında (sarı çizgi) şematik olarak gösterimi. a) Wallara ara havzası (WS), Broome platosu (BP), Jugurra terası (JT), Fitzroy çökeltisi (FT), Pender Terası (PT) ve Lennard şelfi (LS). b) Koyu yeşil Ordovisyan-Siluryen dizilimini, mavi Devoniyen-erken Karbonifer dizilimini, kahverengi geç-Karbonifer-Permiyen dizilimi ve yukarı hareketten kaynaklanan erozyonla taşınmış sediman kalınlığı açık yeşille gösterilmektedir (Strand ve diğ., 2011'den uyarlanmıştır).

### **3.1.1 Çalışma alanı Fitzroy havzasının jeolojisi**

Bu tezde çalışma alanı olan ve Canning havzasının içinde yer alan Fitzroy havzası, Lennard şelfi ve Betty terasının güneybatısında yer alır. Sismik ve manyetik araştırmalara göre 15 km kalınlığında bir sediman istiflenmesi mevcuttur (Drummond ve diğ., 1991, Towner ve Gibson, 1983, Shaw ve diğ., 1994). Bu kalınlık muhtemelen güney batıda 18 km'ye ulaşır.

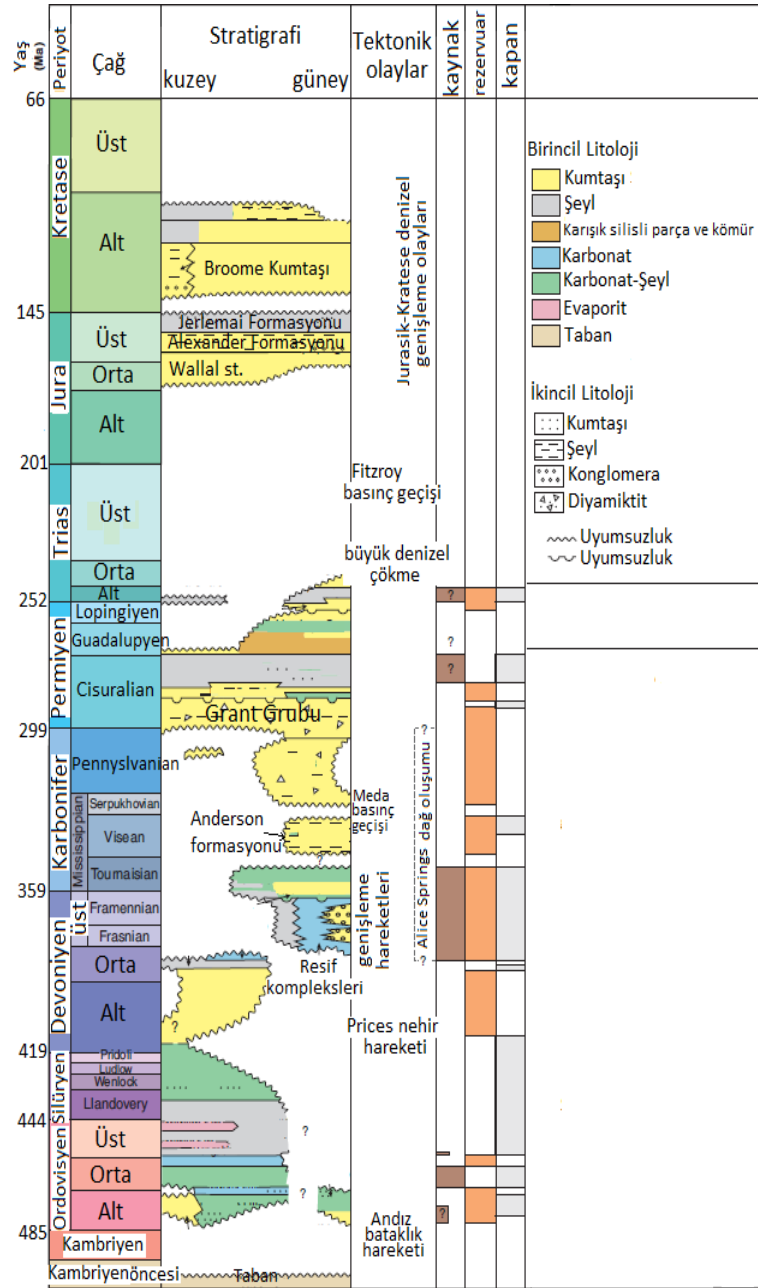
Fitzroy Havzası Ordovisyan, Devoniyen, Karbonifer ve Permiyen zamanları sıralı sedimanlarından oluşur. Fitzroy çöküntüsünün güneybatı sınırı Fanton, Dampier ve Dummer fay sisteminden oluşan Fenton fay kompleksidir (Şekil 3.3). Kompleksteki baskın fay olan Fenton fayının maksimum hareketi kuzeydoğuya doğru yaklaşık 4 km'dir. Fitzroy havzasının kuzeybatı yönüne paralel bütün büyük faylar aşağı doğru dik bir şekilde eğimlidir ve hepsi uzun oluşma tarihleriyle büyük faylardır (Gorter ve diğ. 1979, Shaw ve diğ., 1991).

Katlanmalar, çoğunlukla Fitzroy havzasının kuzeybatısında ve eksenleri genellikle batı-kuzeybatı doğrultusunda olan basamak şeklinde oluşmuştur. Bazıları küçük oranla asimetrik görünür ve eksen düzlemleri hafif şekilde güneye dalımlıdır. Bazı durumlarda, çökme öncesi olayların üzerini örten büyük antiklinaller görülmektedir (Galloway ve Howell, 1975; Shaw ve diğ., 1991). Havzanın genel stratigrafisi Şekil 3.3' de görülmektedir.

## **3.2 Kuyularla İlgili Genel Bilgiler**

### **3.2.1 Yulleroo-1 kuyusu**

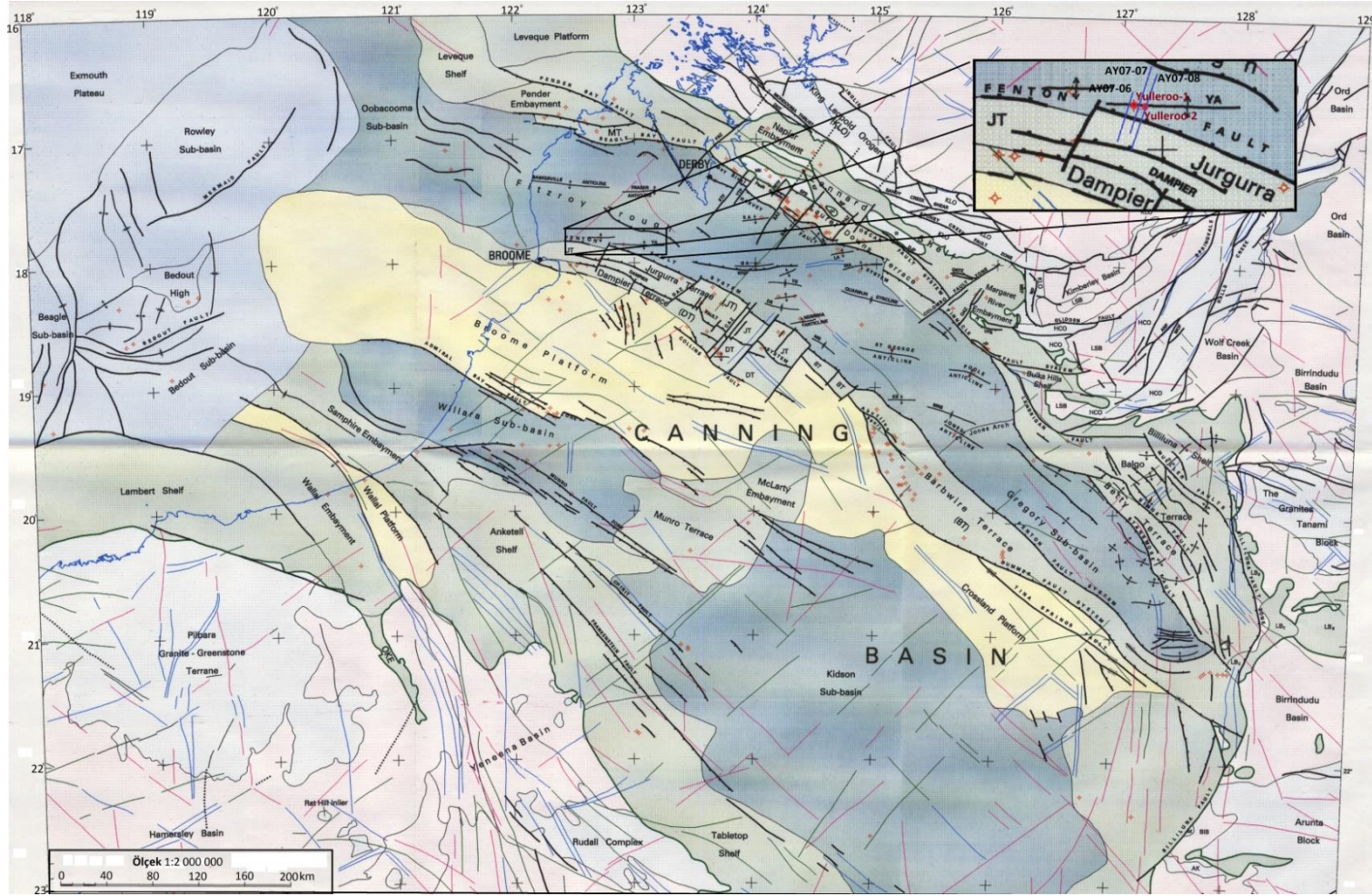
Batı Avustralya Kuyu Tamamlama raporuna göre Yulleroo-1 kuyusu; 1967'de Fitzroy havzasının güneybatısında 17° 51' 16" G enlem ve 122° 54' 25" B boylamında açılmıştır. 50 metre datumda 4572 metre sondaj hedeflenen Yulleroo-1 kuyusunda; elektriksel indükleme, Gamma-Ray, Sonik, gaz logları, penetrasyon oranı ve 1524-2652 metrede sıcaklık logları kullanılmıştır. Yulleroo-1 kuyusunun açılmasının temel nedeni, batı Fitzroy havzasının üst Karbonifer öncesi dizilimin fasiyes ve stratigrafisini ve alt Paleozoik dönemin hidrokarbon potansiyelini değerlendirmektir.



**Şekil 3.3 :** Canning havzasının stratigrafisi (WA, Department of Mines and Petroleum, Summary of Prospectivity: Canning Basin, 2014’ ten Türkçeye uyarlanmıştır).

Çalışma alanı, hatlar ve kuyularla birlikte temel jeolojik yapıların yerleri Şekil 3.4’ de görülmektedir.

Kuvaterner devirde, 0-6 metre arası yüzey formasyonu kahverengi-kırmızı, iri taneli kumtaşlardan oluşan gevşek kumlardan meydana gelmiştir. Bu birim düzensiz olarak, 6-66m derinliğindeki Kratese dönemi Broome kumtaşının üzerini örtmektedir. Broome kumtaşının üstü, gevşek kum ile pekişmemiş kumtaşı ve limonitik pisolitin birleştiği yerdir (Bischoff, 1968).



**Şekil 3.4 :** Çalışma alanında işlenen hatların ve kuyuların altından geçen jeolojik yapılar ve faylar (Shaw ve diğ., 1994'ten uyarlanmıştır).

66-266 m’de Jurasik dönemdeki Jarlemai silttaşının üzeri düzensiz olarak Broome kumtaşı tarafından örtülmüştür ve Alexander formasyonunun üzerindedir. Jarlemai silttaşında, fosillere rastlanmıştır (Bischoff, 1968).

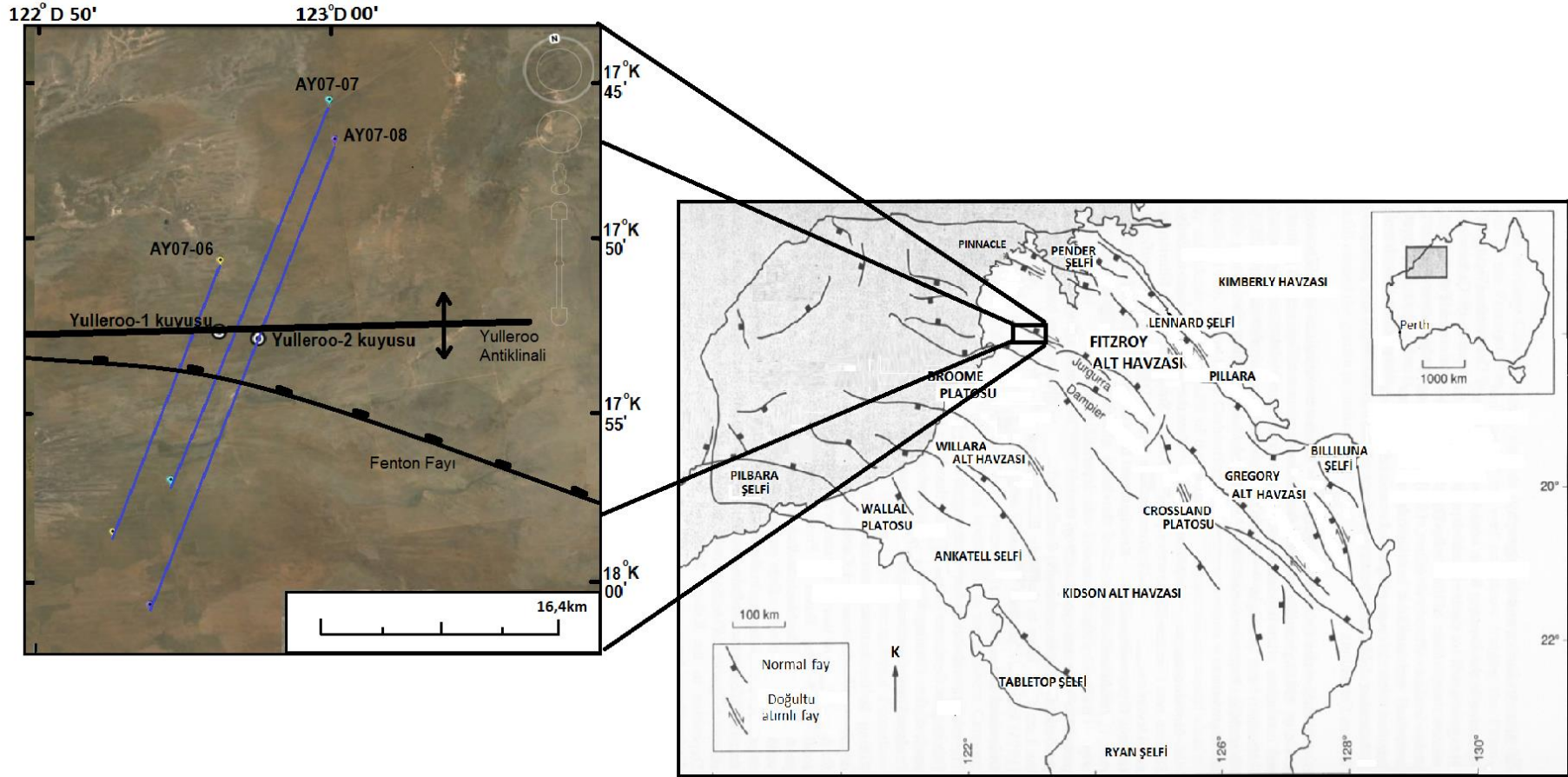
Alexander formasyonunun ve bu formasyonun altında kalan, 286-442 metre arasındaki Wallal kumtaşının üst kısmında zengin glokonitik kayaçlara ani geçiş iyi tanımlanmıştır ve fosil bakımından zengin bir formasyondur. Wallal kumtaşı çökellerinin, paralik çevredeki birikmeler olduğu tahmin edilmektedir. 442-620 metreleri arasındaki Grant grubu iri taneli granit, şist ve kuartzlı kumtaşından meydana gelmiştir (Bischoff, 1968).

Karbonifer devirdeki Anderson formasyonu A, B ve C olmak üzere üç birimle tanımlanmıştır. 621-1060 metre arasında yer alan A birimi, kumtaşlarından ve ince yataklara sahip kireçtaşı ve dolomite sahip şeylden meydana gelir. 1060-1871m arasındaki B birimi, kırmızı-yeşil şeyl ve bir kaç koyu yeşil şeyl tabakalarının arasına girdiği tabakalardan meydana gelmiştir.

Anderson formasyonunun C birimi, 1870-2849 metre arasında yer alır ve 2330 metreye kadar açık renkli, iri tanecikli, siyah-gri şeyl yataklarını içeren kumtaşından meydana gelir. 2330 metrenin altında ise siyah-gri şeyl ve kalkerli kumtaşı bulunmaktadır (Bischoff, 1968).

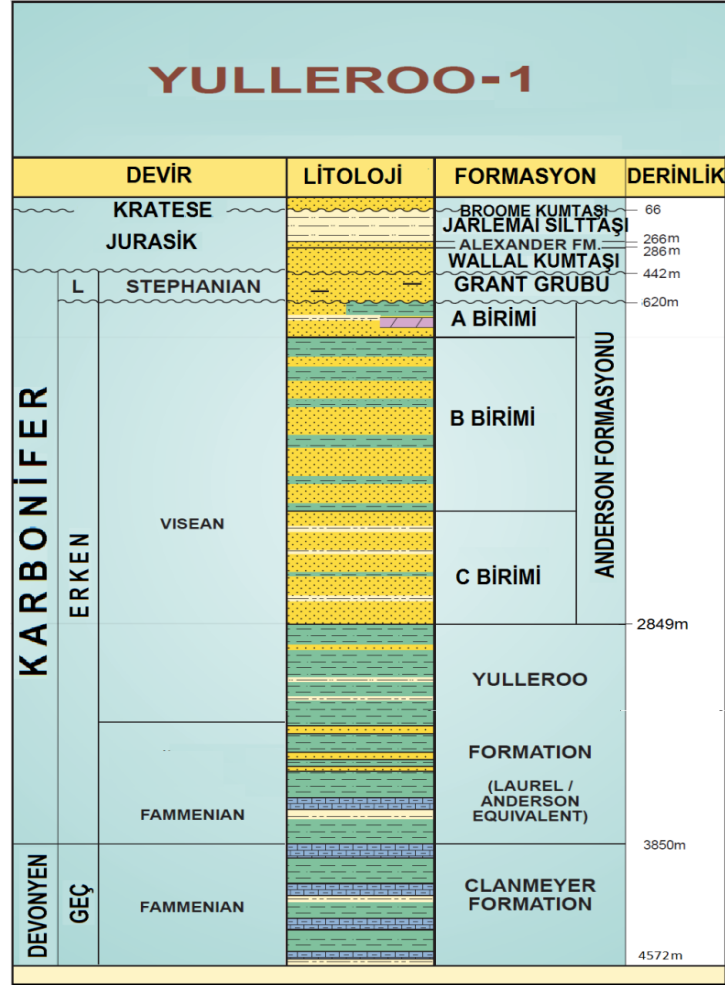
3342-3357 m ve 3395-3408 m arasındaki kısımda gaz göstergesiyle çok güçlü bir gaz varlığına ulaşılmıştır. Devonyen zamandaki ve Anderson formasyonunun C biriminin üst kısmı, kaynak kaya potansiyeli bakımından çok iyidir.

Şekil 3.5’de görüldüğü gibi Yulleroo-1 kuyusu AY07-06 ve AY07-07 sismik yansıma hatları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.5 : Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularının çalışma alanındaki yeri.

Yulleroo-1 kuyusundan elde edilen verilerle oluşturulan ve jeolojik birimleri, yaş ve kalınlıkları Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



Şekil 3.6 : Yulleroo-1 kuyusundan elde edilen stratigrafik birimleri (The Yulleroo Prospect Canning Basin, Western Australia, Kimberly Oil NL, 2004 raporundan uyarlanmıştır).

### 3.2.2 Yulleroo-2 kuyusu

Buru Enerji tarafından hazırlanan tamamlama raporuna göre 2008’de **17° 51’ 36,329’’** G enlem ve **122° 55’ 59,288’’** B boylamında yer alır. 62,9 m datumda ve 3730 m derinliğinde açılan Yulleroo-2 kuyusu, Broome’nin 75 km ve Yulleroo-1 kuyusunun 2,5 km doğusundadır.

Bu kuyunun açılmasındaki ilk hedef Tournasian gaz kumları, ikinci heder ise Laurel ve Fammanien kireçtaşı ile ilgili bilgi edinmektir. Yulleroo 2 kuyusu Şekil 3.5’de görüldüğü gibi AY07-07 ve AY07-08 sismik yansıma hatları arasında yer almaktadır. 19-77 metrede Broome Kumtaşı görülmektedir. Broome kumtaşının

altında 100 metreye kadar ara tabakalı kumtaşı ve silttaşından oluşan Jarlemai Silttaşı bulunmaktadır. 100-140 metreye kadar kumtaşıyla beraber ağırlıklı olarak silt taşı yer alır. 140-269 metrede çok az kumtaşı ve ağırlıklı olarak çamur taşına rastlanmıştır (ARC Energy, 2008).

269-289 metredeki Alexander formasyonunda çok az kumtaşı ve ağırlıklı olarak çamur taşına rastlanmıştır. Formasyonun 289-300 metresinde küçük çamurtaşı ara tabakasıyla beraber ağırlıklı olarak kumtaşı görülmektedir. Kumtaşı çok iri ve yuvarlak tanelidir ve pirit, mika ve karbon parçaları içerir (ARC Energy, 2008).

Wallal Kumtaşının 300-306 metresinde küçük çamurtaşı ara tabakası ve ağırlıklı olarak kumtaşı görülmektedir. Kumtaşı çok iri ve yuvarlak tanelidir ve pirit, mika ve karbon parçaları içerir. 306-350 metrede kumtaşı ve kiltası ara tabakaları yer almaktadır. 350-514 metrede ise küçük çamurtaşıyla beraber ağırlıklı olarak kumtaşı bulunmaktadır. Kumtaşında %2 kömür bulunmaktadır (ARC Energy, 2008).

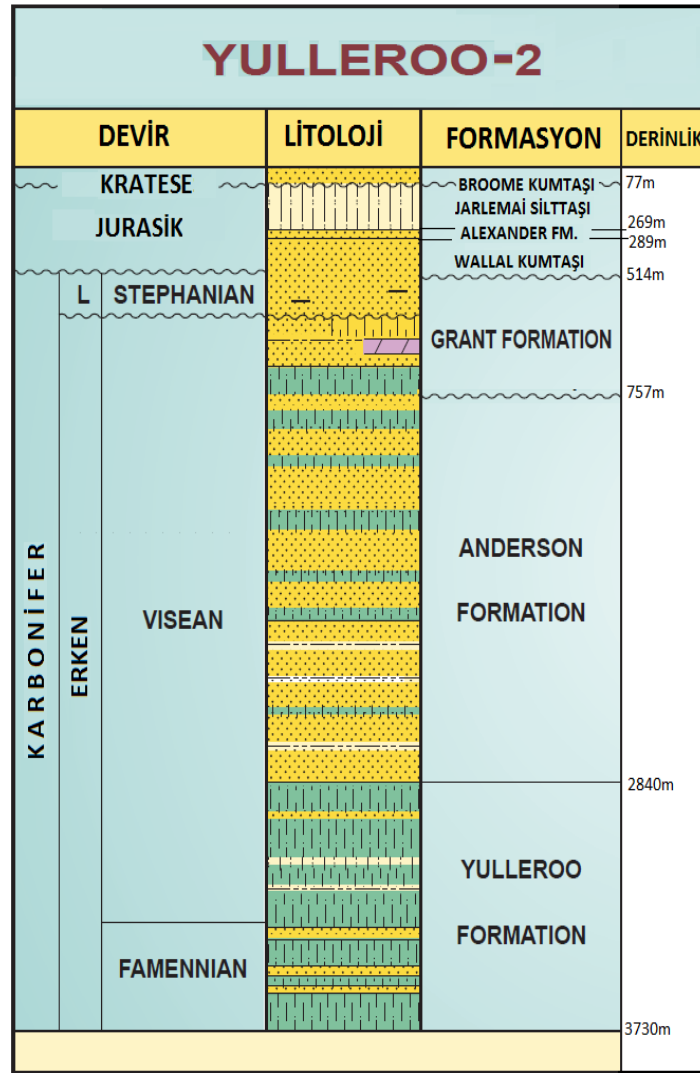
ARC Energy'nin günlük Jeoloji raporuna göre Grant grubunun, 514-640 metresinde çamurtaşı ara tabakası ile beraber ağırlıklı olarak kumtaşı bulunmaktadır. 640-660 metrede ara tabakalanmış kumtaşı, kumlu silttaşı ve kiltası yer almaktadır. 660-757 metrede ise kumlu silttaşı, kireç taşı izine rastlanan çamurtaşı ara tabakaları ve ağırlıklı olarak kumtaşı bulunmaktadır (ARC Energy, 2008).

Anderson formasyonu A, B ve C birimleri olmak üzere üç kısımla açıklanır. 757-1135 metrede tanımlanan A birimi genel olarak ara tabakalanmış silttaşı, kumtaşı ve kiltasından meydana gelmiştir. B biriminde 1136-1150 metrede sadece kumtaşı yer alır. 1150 metrenin altında 2605 metreye kadar ara tabakalanmış değişken tanecik büyüklüklerine sahip silttaşı, kumtaşı ve kiltası görülmektedir. C biriminin 2605-2634 metresinde sadece kumtaşı yer alır. 2634 metreden 2840 metreye kadar ara tabakalanmış kiltası ve ağırlıklı olarak kumtaşı yer alır (ARC Energy, 2008).

Anderson formasyonunda çok ince aralıklarda petrol görülmüştür. Anderson formasyonunun C biriminde 2610-2625 metre ve 2635-2645 metrede petrol varlığı tespit edilmiştir (Buru Energy, 2009).

Tournaisian Gaz Kumları; 2840 m ile 3030 metre arasındadır. 2840-2915 metrede küçük ara tabakalanmış kumtaşı ve ağırlıklı olarak kiltası bulunmaktadır. 2915-2955 metrede ara tabakalı kumtaşı ve ağırlıklı olarak kiltası yer alır. 2955-2969 metrede küçük kireçtaşıyla beraber ara tabakalanmış kiltası ve kumtaşı yer alır. 2969-2990

metrede ara tabakalanmış kıltaşı ve kumtaşı bulunmaktadır. 2990-3030 metrede küçük kireçtaşıyla beraber ara tabakalanmış kıltaşı ve kumtaşı yeralır (ARC Energy, 2008). Tournaisian gaz kumlarında; 2855m ile 2980m arasında 10 seviyede gaz varlığı belirtilmiştir (Buru Energy, 2009). Tournaisian Laurel Kireçtaşı olarak isimlendirilen kısımda 3030-3075 metrede ara tabakalanmış kıltaşı ve kumtaşı bulunmaktadır Şekil 3.7’de Yulleroo-2 kuyusu ile oluşturulan stratigrafi görülmektedir.



Şekil 3.7 : Yulleroo-2 kuyusundan elde edilen stratigrafik birimler.

### 3.3 Sismik Yansıma Hatlarının Değerlendirilmesi

Çalışma alanı olan Fitzroy havzasının batısında toplanan 2 boyutlu toplam uzunluğu 83,5 m olan 3 hatta ait çok kanallı sismik yansıma verileri uygulanan detaylı veri işlem yöntemleri ile iyileştirilmiş ve sismik migrasyon kesitleri elde edilerek değerlendirilmeye hazır hale getirilmiştir. Sismik yansıma hatlar GB-KD yönündedir. Tüm sismik migrasyon kesitlerinde jeolojik yapılar 0 ms'den yaklaşık 2000 ms'ye kadar görülebilmektedir.

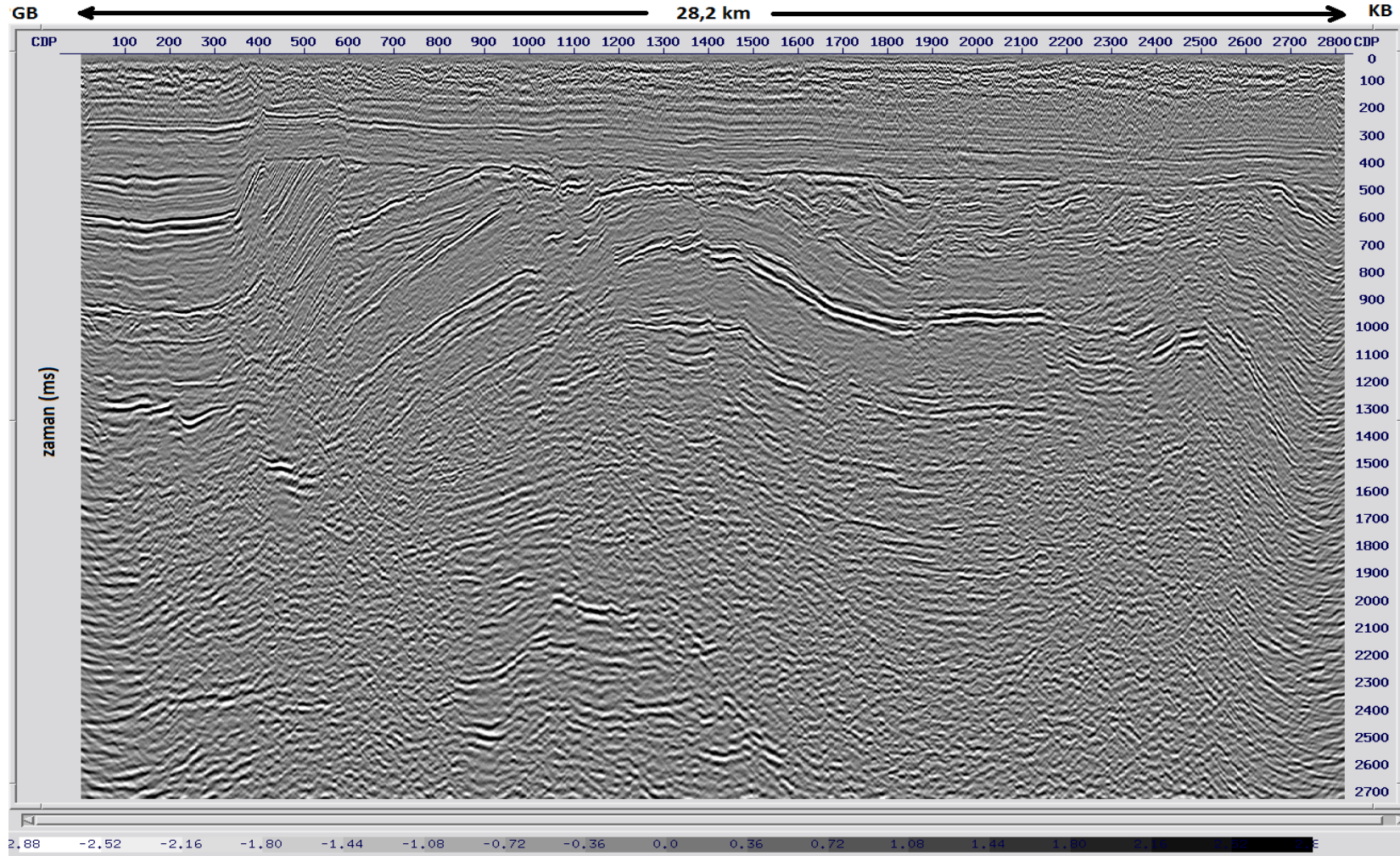
Sismik yansıma kesitlerinde ortalama hızın 3000 m/s ve baskın frekansın 5-80 Hz aralığında olduğu yaklaşık 400 ms'ye kadar kısımda düşey çözünürlük 10-20m arasındadır. 400ms'den 1800ms'ye kadar seçilebilen ve daha yaşlı jeolojik yapıları gösteren bölümün ortalama hızı ise yaklaşık 6000m/s'dir. Buna göre, 400 ms'den yaklaşık 1700 ms derinlik için düşey çözünürlük 25-50m arasındadır.

Yulleroo antiklinali üzerinde alınan sismik yansıma kesitlerindeki yapısal ve stratigrafik modelleme, daha önce yapılmış olan jeolojik araştırmalar ve Yulleroo-1 ile Yulleroo-2 kuyularından elde edilen bilgiler göz önüne alınarak yapılmıştır. Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyuları arasında yer alan ve yansıma arayüzeylerinin en iyi görüldüğü AY07-07 sismik migrasyon kesiti modelleme için kullanılmıştır. AY07-07 sismik migrasyon kesiti için yapılan değerlendirmeler AY07-06 ve AY07-08 sismik migrasyon kesitlerinde eşleştirilmeye çalışılmıştır.

#### 3.3.1 AY07-07 sismik migrasyon kesiti

28,2 km uzunluğundaki AY07-07 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali Şekil 3.8'de görülmektedir. Buna göre 0 ms'den yaklaşık 2000 ms'ye kadar jeolojik yapılar ve yansıma arayüzeyleri belirlenebilmiştir. Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularından elde edilen jeolojik birimler ve derinliklerinden faydalanılarak zaman ortamındaki AY07-07 sismik migrasyon kesitinde stratigrafik birimler, birimlerin yaşları, faylar ve kuyularda işaret edilen doğal gaz seviyeleri işaretlenmiştir.

Yaklaşık 100 ms'ye kadar Kratese dönemine ait Broome kumtaşı, onun altında yaklaşık 400 ms'ye kadar Jurasik döneme ait sırasıyla Jarlemai silttaşı, Alexander formasyonu ve Wallal kumtaşı görülmektedir. Bu birimler, sismik yansıma kesitinde toplamda yaklaşık 420 m'lik bir kalınlığı ifade etmektedir.

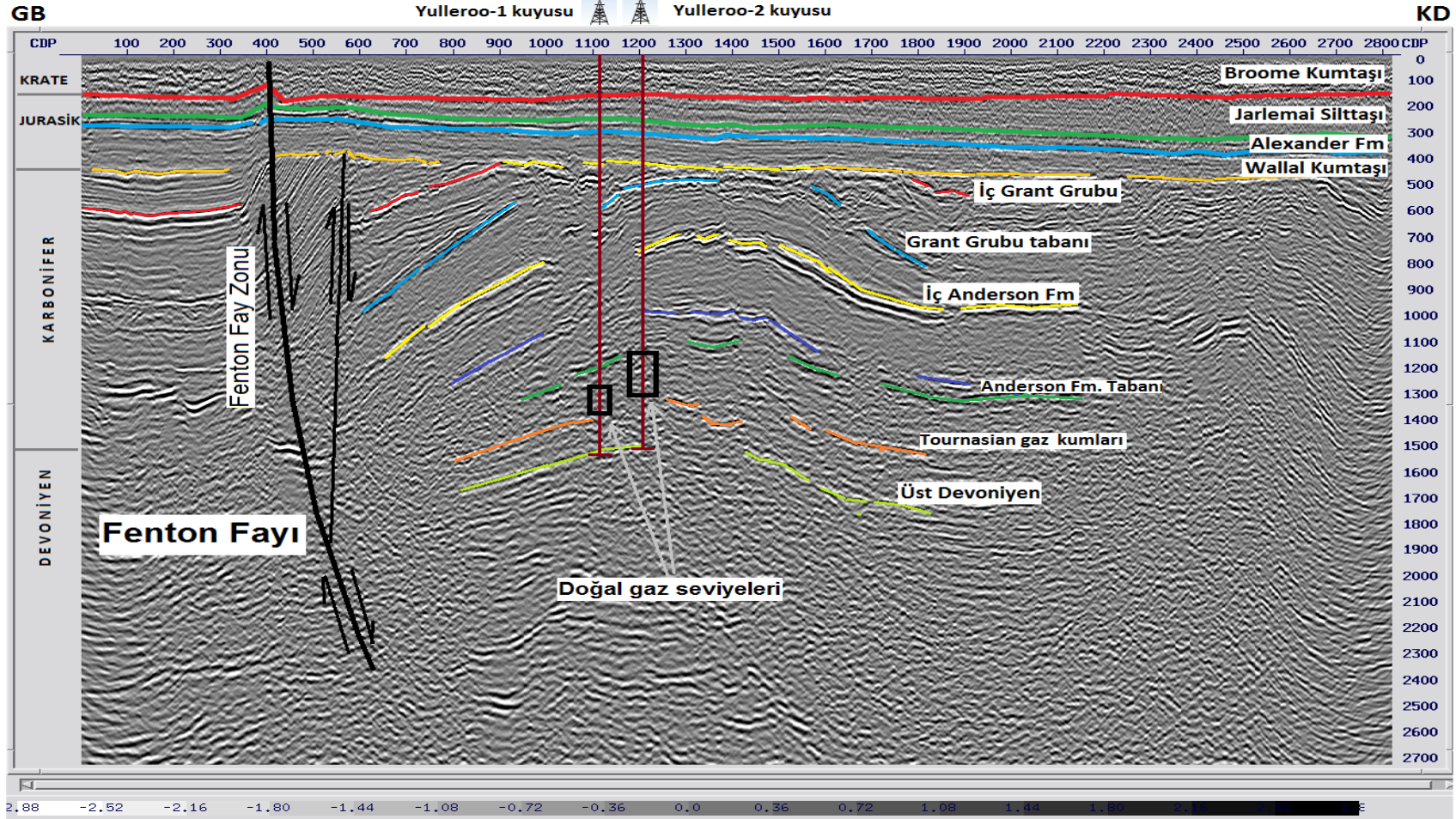


Şekil 3.8 : GB-KD yönündeki AY07-07 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali.

Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularından elde edilen bilgilere göre, Wallal kumtaşının altında iri taneli granit, şist ve kuartzlı kumtaşından meydana gelen Karbonifer zamana ait Grant grubu yer almaktadır. Yulleroo-2 kuyusu üzerinde 126m kalınlıkla ifade edilen Grant grubunun tabanı, sismik yansıma kesitinde kuyuya en yakın 1110. CDP'de yaklaşık 520ms'de görülmektedir. Grant grubu gibi Karbonifer yaşa ait olan, Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularında A, B ve C olmak üzere 3 birime ayrılan yaklaşık 2000m kalınlıkla tanımlanan Anderson formasyonu, Grant grubunun altında yer almaktadır. Anderson formasyonunun tabanı Yulleroo-2 kuyusuna göre yaklaşık 2840 m derinliği işaret eder. AY07-07 sismik migrasyon kesitinde Anderson formasyonunun tabanı yaklaşık 1100-1200ms civarına karşılık gelmektedir.

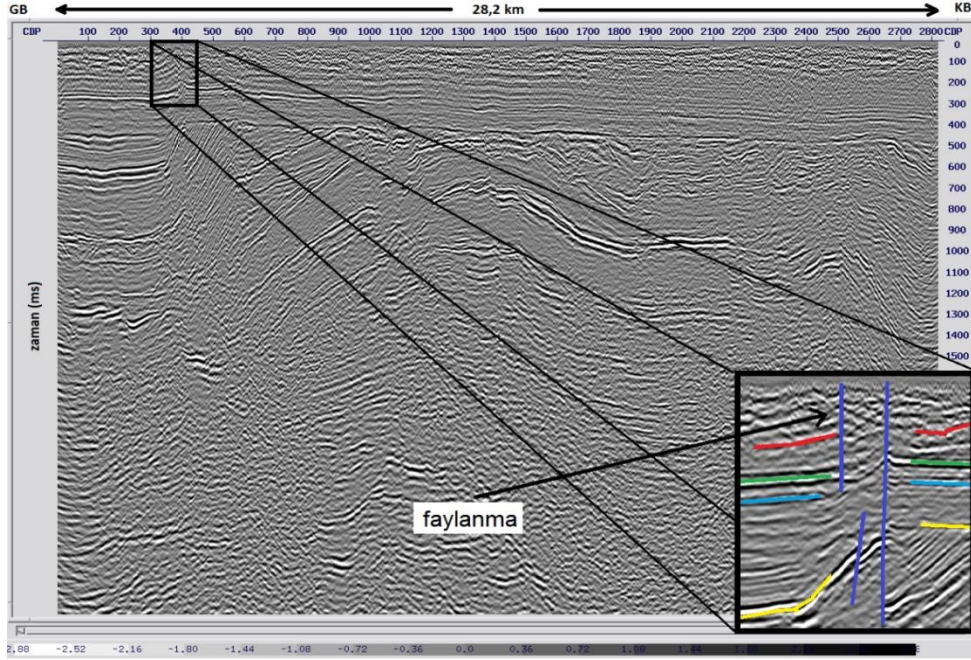
Yulleroo-1 kuyusunda tanımlanan Anderson formasyonunun altındaki yapı, üst Devoniyen birimlerin üzerinde yer alan Yulleroo formasyonunu tanımlamaktadır. Bu formasyon Yulleroo-2 kuyusuna göre 2840 m ile 3750 m arasındaki derinlikte yer almaktadır ve AY07-07 sismik migrasyon kesitinde yaklaşık 1000-1600 ms arasında görülmektedir. Yulleroo-2 kuyusunda, Yulleroo formasyonunun 2840 m ile 3030 m arasında tanımlanan Tournasian gaz kumları sismik yansıma kesitinde yaklaşık 1200-1300 ms'ye arasında gösterilmektedir.

Canning Havzasının oluşumunda önemli etkisi olan Fenton fay sistemi AY07-06, AY07-07 ve AY07-08 sismik migrasyon kesitlerinin güneybatı kısmında görülmektedir. Şekil 3.9'da görüldüğü gibi AY07-07 sismik migrasyon kesitinde yaklaşık 400. CDP'ye denk gelen ve yüzeye yakın kısımdan yaklaşık 2400ms'ye kadar Fenton fayı seçilebilmektedir. Sismik yansıma kesitinde, erken Jurasik dönemde yaşanan transpresyon ve erozyon olayları yaklaşık 0-400 ms arasında görülebilmektedir. Orta ve geç Karbonifer'den Permiyen'e kadar gelişen sıkışma ve çökme hareketleri sismik yansıma kesitinde yaklaşık 1500 ms'ye kadar görülmektedir. Yulleroo-1 kuyusunda 3342-3357 m ve 3395-3408 m olmak üzere iki ve Yulleroo-2 kuyusunda 2855 m ile 2980 m arasında 10 derinlikte çok güçlü gaz varlığı tespit edilmiştir. Kuyulara göre gaz potansiyelinin olduğu yerler Şekil 3.9'daki AY07-07 sismik migrasyon kesitinde siyah kare içinde gösterilmiştir. Olası doğal gaz yerleri sismik yansıma kesitinde kuyulara denk gelen CDP'ler üzerinden işaretlendiğinde 1200-1400ms arasında olduğu görülmektedir. AY07-07 sismik migrasyon kesitinde kuyular, belirlenen yapısal ve stratigrafik birimler Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



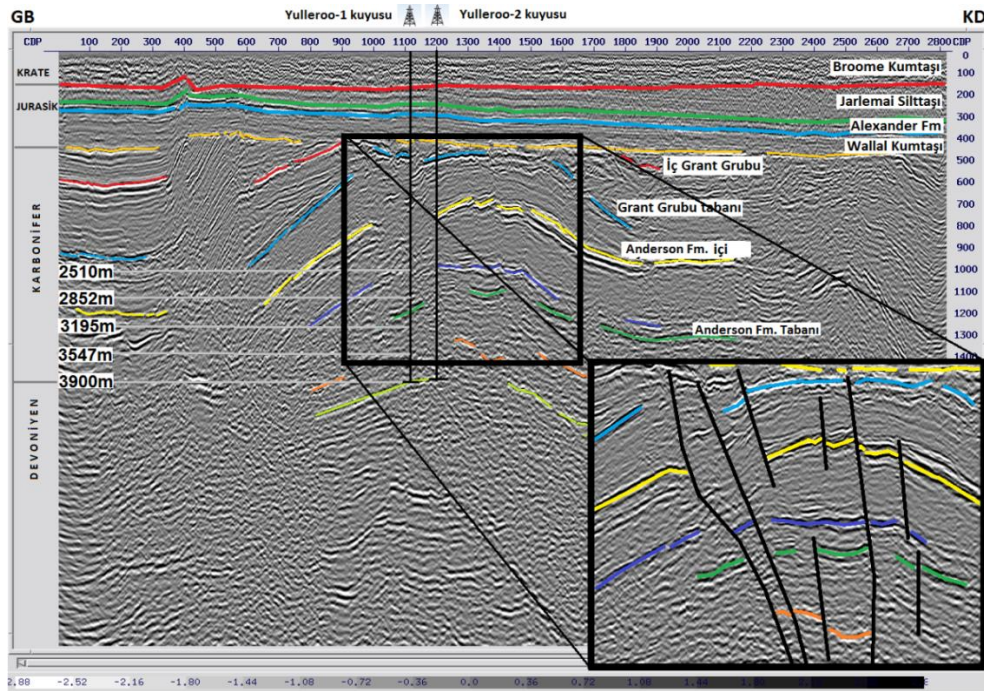
**Şekil 3.9 :** Stratigrafik birimler, Fenton fayı ve kuyulara göre doğal gaz potansiyelinin olduğu derinliklerin AY07-07 sismik migrasyon kesitinde işaretlendiği yerler.

AY07-07 sismik migrasyon kesitinde Şekil 3.10’da görüldüğü gibi 300 ms civarında ve 320-430 CDP’leri arasında yüzeydeki faylanmalar görülmektedir.



**Şekil 3.10 :** AY07-07 sismik migrasyon kesitinde 320-430 CDP’leri arasındaki yüzeyde görülen faylanma.

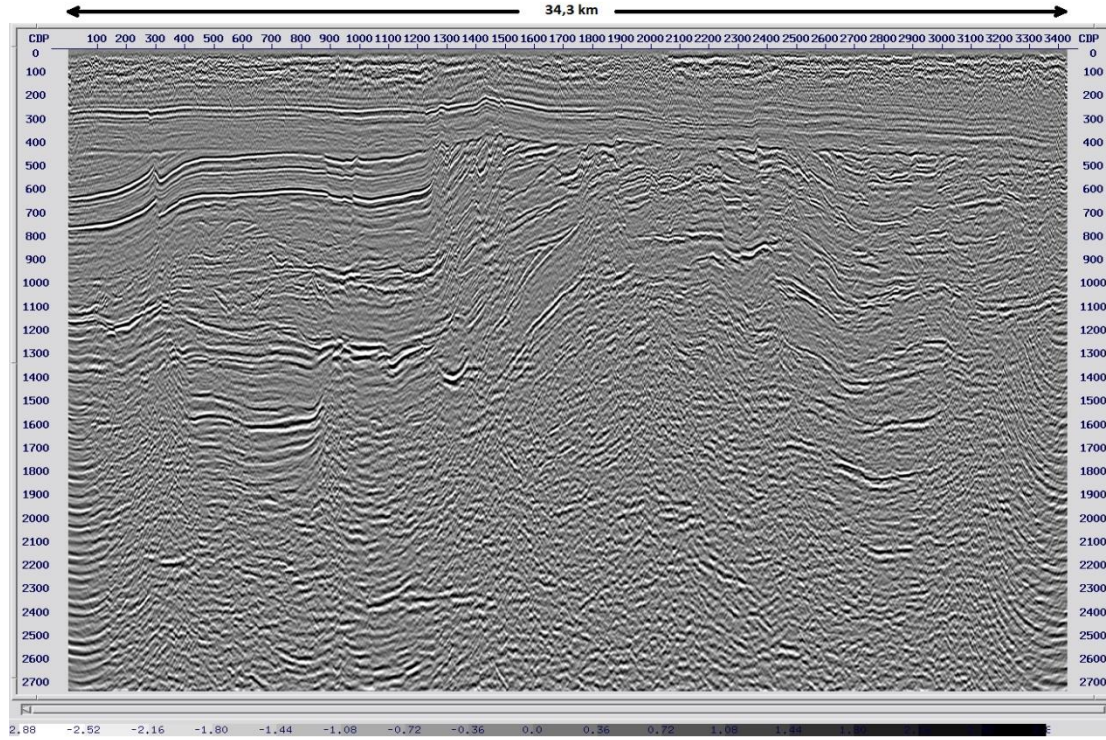
Anderson formasyon içindeki arayüzeylerde birçok faylanma görülmektedir. Bunlardan en belirginleri 900-1650 CDP’leri arasında ve 750-1300 ms civarındaki derinlikte yer alan kısımda oluşan faylanmalar Şekil 3.11’de görülmektedir.



**Şekil 3.11 :** Yulleroo antiklinalinde işaretlenen faylar.

### 3.3.2 AY07-08 sismik migrasyon kesiti

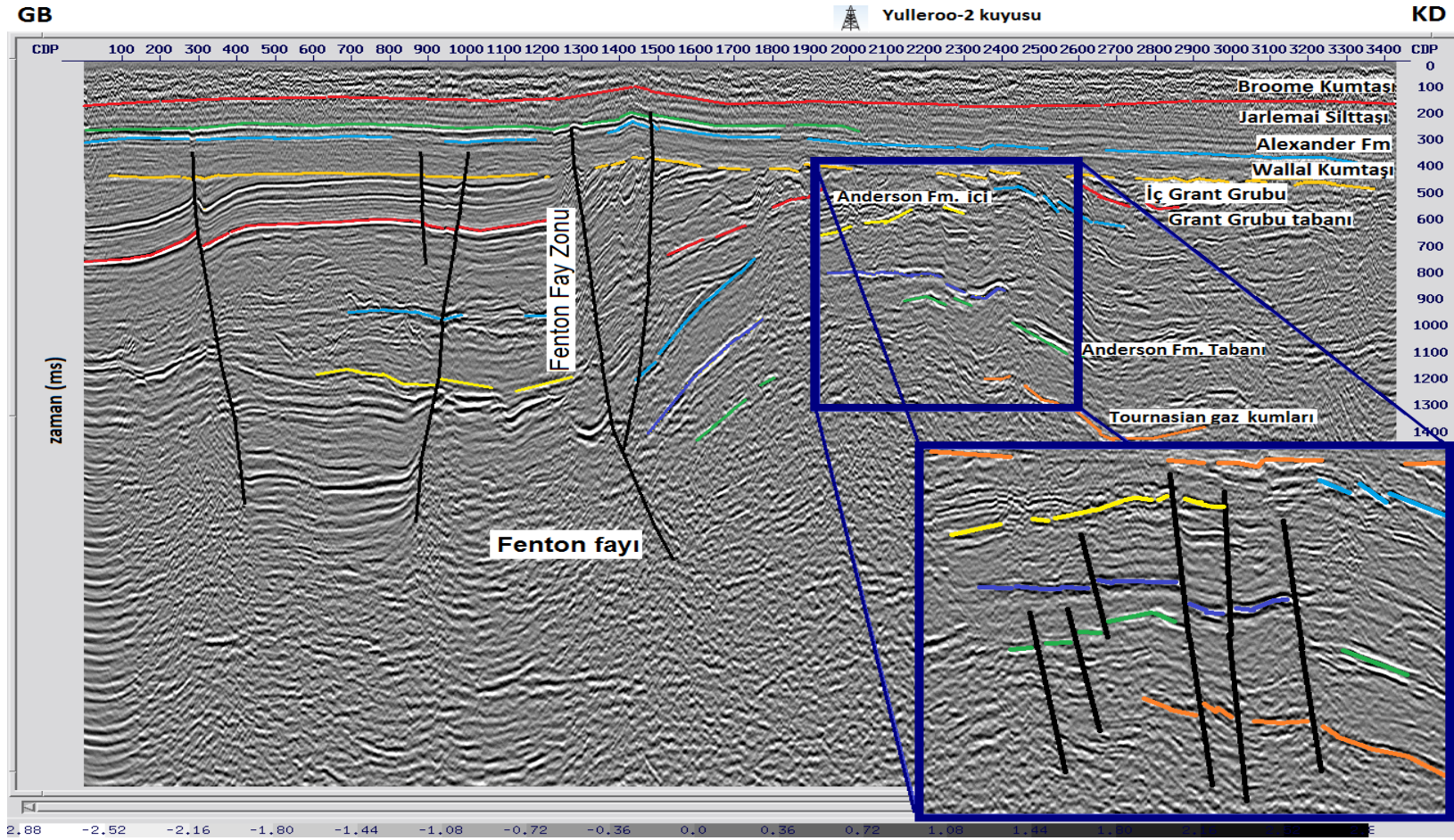
Sismik veri işlem uygulanan hatların en uzununu olan AY07-08 sismik yansıma hattı, Yulleroo-1 kuyusuna yaklaşık 3 km, Yulleroo-2 kuyusuna ise yaklaşık 200 m uzaklıktadır. Şekil 3.12’de AY07-08 sismik yansıma hattının birimleri işaretlenmemiş sismik migrasyon kesiti görülmektedir.



**Şekil 3.12 :** GB-KD yönündeki AY07-08 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali.

Şekil 3.12’de görüldüğü gibi AY07-07 sismik migrasyon kesitinde gözlenen aynı arayüzeyler ve birimler AY07-08 sismik yansıma hattında da gözlenmiştir. AY07-07 sismik migrasyon kesitinde güneybatı yönünden kuzeydoğu yönüne doğru gözlenen sıkışma hareketi, AY07-08 sismik migrasyon kesitinde Yulleroo antiklinalinin bu kısmını daha çok deforme ettiği gözlenmektedir.

Anderson formasyonunun içi, formasyonun tabanı, Tournasian gaz kumları ve Devoniyen üzeri arayüzeyler AY07-07 sismik migrasyon kesitinde daha net tanımlanırken, AY07-08 sismik migrasyon kesitinde arayüzeylerin bazı kısımları işaretlenememektedir (Şekil 3.13).



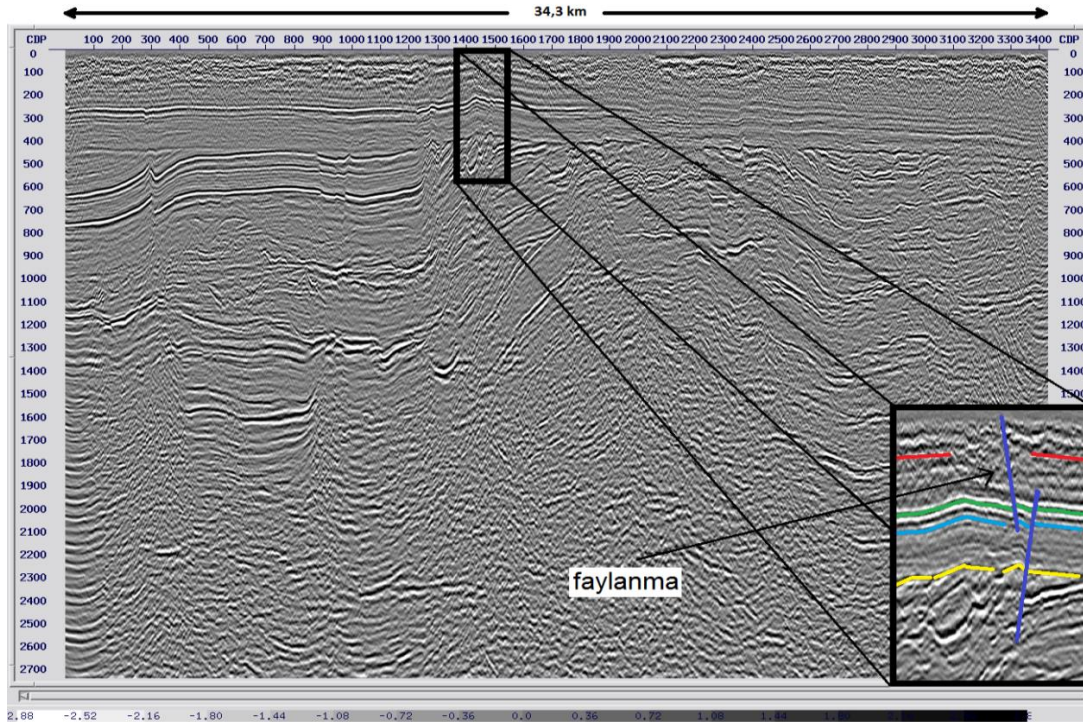
Şekil 3.13 : AY07-08 sismik migrasyon kesitinde işaretlenmiş jeolojik birimler, Fenton fayı ve Yulleroo antiklinalinde oluşan faylanmalar.

AY07-08 sismik migrasyon kesitinde yaklaşık 500 ms'ye kadar tanımlan Jurasik döneme ait birimlerde kuzeybatı yönünde kalınlığı artan bir istiflenme gözlenmektedir.

Sıkışmanın çok fazla etkilediği Yulleroo antiklinalinde, AY07-08 sismik yansıma hattında görüldüğü gibi küçük ve büyük derecede birçok fay kırıklarına rastlanmaktadır. Şekil 3.13'deki sismik kesitte işaretlenen Anderson formasyonunun tabanını üzerinde 2250-2300 CDP arasındaki yaklaşık 820 ms'ye karşılık gelen ara yüzeyde faylanmalar artmıştır. Fenton fayı 1250.CDP civarında yaklaşık 300 ms'den 2000 ms'ye kadar seçilebilmektedir. Bununla beraber, AY07-08 sismik yansıma kesitinin güneybatısına yakın kesimde 210. CDP ile 1000. CDP arasına denk gelen ve 400ms ile 1800 ms derinliklerde gerçekleşen faylanmalar görülebilmektedir (Şekil 3.13).

AY07-07 sismik migrasyon kesitinde seçilen stratigrafik seviyeler göz önüne alındığında, AY07-08 sismik migrasyon kesitindeki Yulleroo antiklinalinde gözlenen arayüzeylerin yukarıya doğru yaklaşık 200 ms kaydığı görülmektedir.

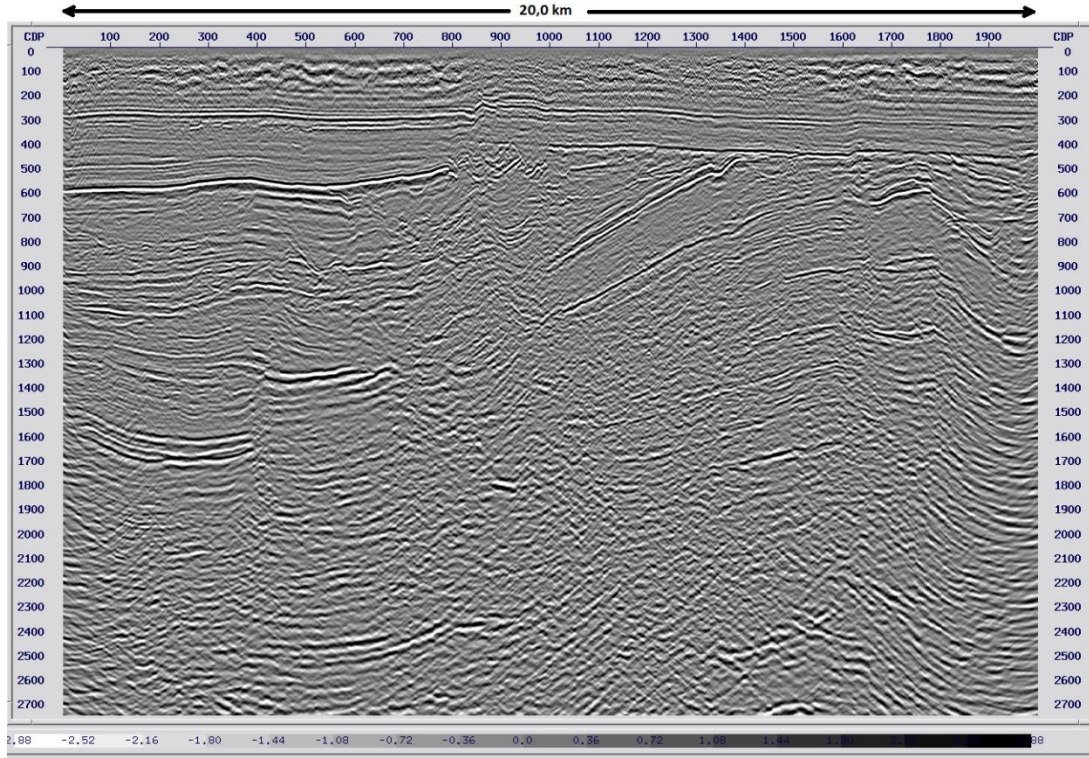
Kratre ve Jurasik döneme ait birimlerin gözleendiği 1350-1550 CDP civarında yaklaşık 300ms'ye kadar yüzeyde faylanma görülmektedir (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14 :** AY07-08 sismik migrasyon kesitinde 1350-1550 CDP'leri arasındaki yüzeyde görülen faylanma.

### 3.3.3 AY07-06 sismik migrasyon kesiti

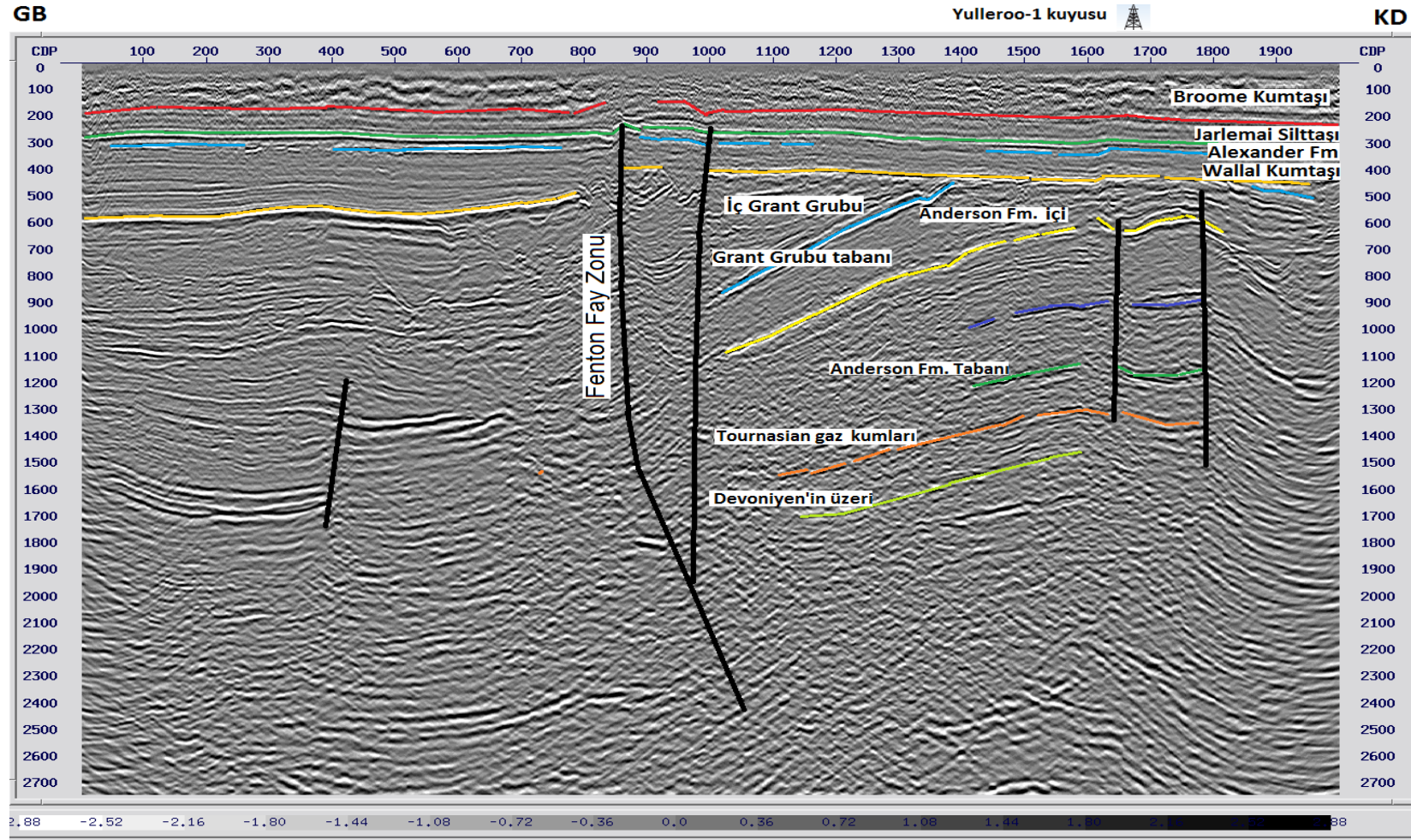
AY07-06 sismik yansıma hattı çalışma alanının batısında yer alan 20 km'lik en kısa sismik yansıma hattıdır ve Şekil 3.15'de yorumlanmamış hali görülmektedir.



**Şekil 3.15 :** GB-KD yönündeki AY07-06 sismik migrasyon kesitinin yorumlanmamış hali.

AY07-06 sismik migrasyon kesitinde Fenton fayı ve Yulleroo antiklinalinin sadece bir kısmı görülebilmektedir (Şekil 3.15). Kuyularda belirtilen birimler bu sismik migrasyon kesitte de görülmektedir. AY07-07 sismik kesitiyle karşılaştırıldığında, antiklinaldeki birimlerin yaklaşık 100 ms yukarıda olduğu gözlenmektedir. Bununla beraber diğer sismik migrasyon kesitlerine oranla, antiklinalin üzeri daha fazla traşlanmaya maruz kalmıştır.

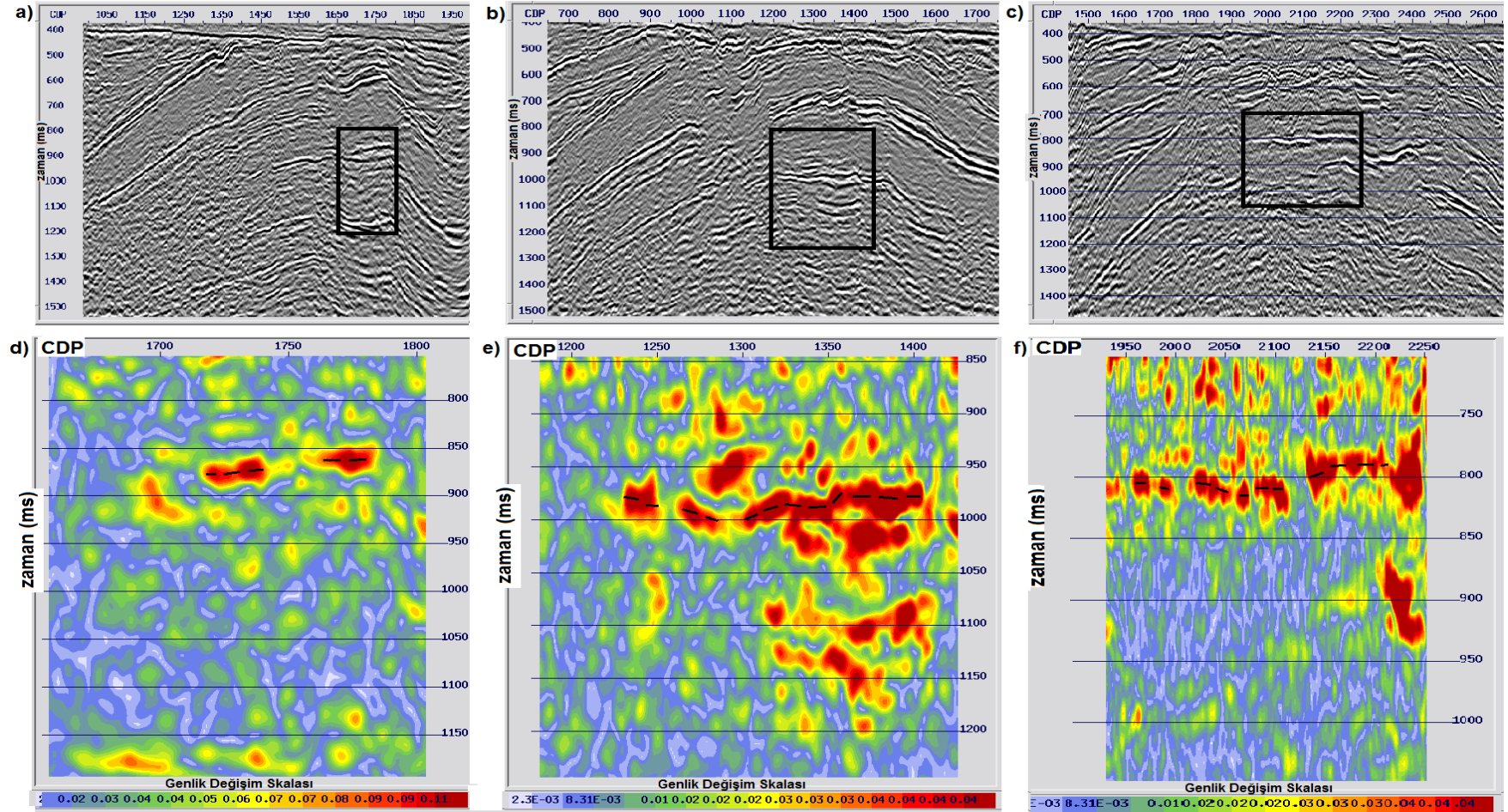
AY07-08 ve AY07-07 sismik migrasyon kesitlerinde Grant grubunun tabanında ve Anderson formasyonunun içinde yaklaşık 600ms'de sarı çizgi ile görülen faylanma ve bozulma AY07-06 sismik migrasyon kesitinde görülmemektedir. Ayrıca diğer sismik migrasyon kesitlerinde gözlenen Anderson formasyonu içindeki tabakalardaki faylanma, AY07-06 sismik migrasyon kesitinde görülememektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 : AY07-06 sismik migrasyon kesitinde işaretlenmiş Fenton fayı, Yulleroo antiklinalinde oluşan faylanmalar ve jeolojik birimler.

### 3.3.4 Sismik yansima kesitlerinde gözlenen gaz belirteci ile ilgili genel değerlendirme

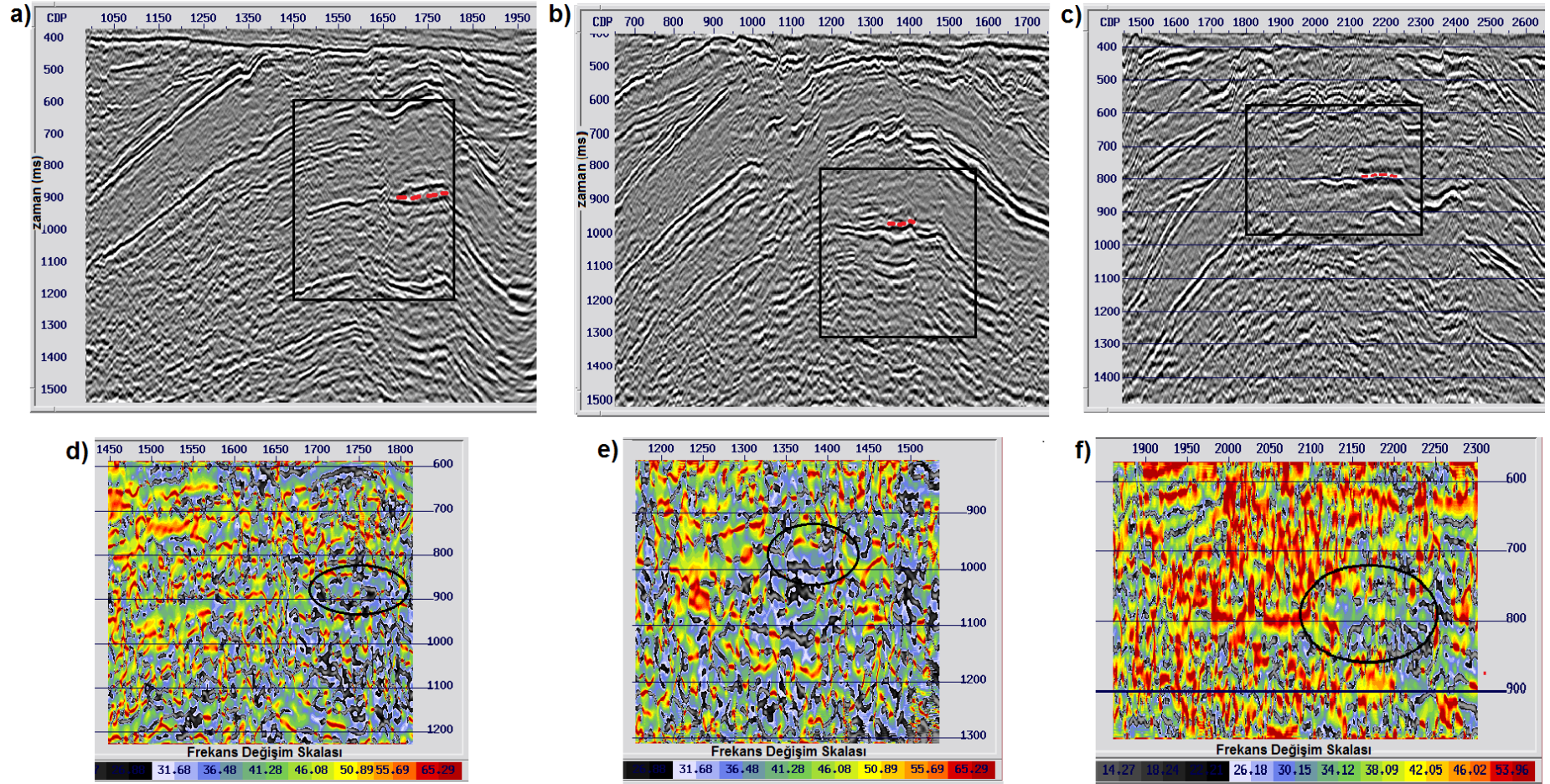
Her bir sismik yansıma kesitinde tespit edilen yatay noktanın olduğu yansıma yüzeyi ve çevresinin anlık genlik kesitleri alınmıştır (Şekil 3.18). Anlık genlik kesitlerinde, yatay nokta olduğu tahmin edilen arayüzeyde oldukça yüksek genlikler görülmektedir. Altta kalan arayüzeye göre genlikte görülen bu yüksek artış iki ortam arasındaki büyük bir akustik empedans farkını ortaya koymaktadır.



**Şekil 3.18 :** Anlık genlik uygulaması. a) AY07-06 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (d) anl克 genlik kesiti. b) AY07-07 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (e) anl克 genlik kesiti. c) AY07-08 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (f) anl克 genlik kesiti.

Diğer bir sismik nitelik yöntemi olan anlık frekans, sinyalin fazının zamana göre değişim oranı olarak ifade edilir ve düşük frekans anomalileri için hidrokarbon belirteçidir. Şekil 3.19' da görüldüğü gibi, AY07-06, AY07-07 ve AY7-08 sismik migrasyon kesitlerinde yatay noktayı işaret eden arayüzey ve çevresinin anlık frekans kesitleri elde edilmiştir. Anlık frekans kesitlerinde, yatay nokta olduğu tahmin edilen arayüzeyde kesitin diğer kısımlarına oranla 40 Hz civarında frekans düşüşü görülmektedir.

Sismik yansıma kesitlerinde hidrokarbon varlığını işaret eden yatay nokta, sismik nitelik yöntemi ile desteklenmeye çalışılmıştır. Yatay noktaya işaret eden arayüzey AY07-07 sismik migrasyon kesitinde yaklaşık 2500 m derinliktedir.



**Şekil 3.19 :** Anlık frekans uygulaması. a) AY07-06 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (d) anlık frekans kesiti. b) AY07-07 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (e) anlık frekans kesiti. (c) AY07-08 sismik migrasyon kesitinin bir kısmı ve kesitte kare içinde gösterilen alanın (f) anlık frekans kesiti.



#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

2D Yulleroo 2007 projesi adıyla, 2007’de Terrex Seismic şirketi tarafından hidrokarbon arama amacıyla toplamda yaklaşık 373 km uzunluğunda 2 boyutlu 13 adet hatta çok kanallı sismik yansıma hattı verisi toplanmıştır. Projenin gerçekleştirildiği Batı Avustralya eyaletinin Canning havzasında bulunan Fitzroy havzasının batısında 1967 yılında açılmış olan Yulleroo-1 ve 2007 yılında açılmış olan Yulleroo-2 kuyuları yer almaktadır. Bu tez kapsamında, kuyulara en yakın 3 adet sismik yansıma hattı seçilmiştir. Bu çalışmada seçilen AY07-06, AY07-07 ve AY07-08 sismik yansıma hattı verileri işlenmiş ve değerlendirilmiştir. Kuyu ve bölgenin stratigrafik ve yapısal bilgileri kullanılarak arayüzeylerin net seçilebildiği AY07-07 sismik migrasyon kesitinde jeolojik birimler ile devirler seçilerek yapısal ve stratigrafik yorumu yapılmıştır.

Daha önceki çalışmalarda bölgenin yapısal analiz raporlarında belirtilen listrik Fenton fayı ve asimetrik eğilimler gösteren Yulleroo antiklinali sismik yansıma kesitlerinde gözlenmektedir. Fenton fayı, AY07-06 sismik migrasyon kesitinde yaklaşık 850. CDP ye denk gelmektedir ve yaklaşık 2500ms’ye kadar izlenebilmektedir. Aynı kesitte, Yulleroo antiklinalinin yalnızca bir kısmı görülmektedir. Jurasik döneme ait birimlerde gözlenen erozyonel kısım, bu sismik yansıma kesitinde maksimum 600ms’ye kadar görülmektedir. AY07-07 sismik migrasyon kesitinde ise Fenton fayı 400. CDP’ye denk gelmektedir ve yaklaşık 2400ms’ye kadar seçilebilmektedir.

Bu sismik kesitte, Yulleroo antiklinalin tamamı ve yapısal jeoloji haritalarında belirtilmeyen küçük derecede antiklinaldeki faylanmalar da işaretlenmiştir. Jurasik dönemdeki erozyonel kısım AY07-06 sismik migrasyon kesitine göre antkilinalin üzerini daha az bozmuştur. AY07-08 sismik migrasyon kesitinde Fenton fayı yaklaşık 1280. CDP’ye denk gelmektedir ve yaklaşık 2300ms’ye kadar seçilebilmektedir. Bununla beraber, sismik kesitin güneybatısında yaklaşık 280.CDP ile 1000.CDP arasında yaklaşık 400ms’den 2100ms’ye kadar yapısal jeoloji haritasında tanımlanmayan büyük iki fay görülmektedir.

AY07-08 sismik yansıma kesitinde tamamı görülen Yulleroo antiklinalinin diğer kesitlere göre daha fazla deforme olduğu görülmektedir. Sıkışmanın etkisiyle Yulleroo antiklinalindeki faylanmanın diğer kesitlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu kesitte erozyonel kısım kuzeydoğu yönüne doğru arttığı yaklaşık 500ms'ye kadar arttığı görülmektedir.

Sismik kesitlerde, Devoniyen'den Kratese devrine kadar stratigrafik birimler seçilebilmektedir. Bu stratigrafik birimlerin en iyi seçilebildiği AY07-07 sismik kesitine göre yapılan değerlendirmelere göre en üstte yaklaşık 150ms'ye kadar Kratese dönemine ait Broome kumtaşı, onun altında yaklaşık 150ms'den 500ms'ye kadar Jurasik döneme ait sırasıyla Jarlemai silttaşı, Alexander formasyonu ve Wallal kumtaşı yer almaktadır. Jurasik döneme ait birimlerin altında yaklaşık 500ms ile 1600ms'ye kadar Karbonifer devire ait sırasıyla Grant grubu, Anderson formasyonu ve Yulleroo formasyonu AY07-07 sismik yansıma kesitinde belirtilmiştir. Devoniyen'in üst sınırı, sismik kesitlerde işaretlenmiş ancak Devoniyen'e ait jeolojik birimler görülememiştir.

Yulleroo-1 kuyusunda Yulleroo formasyonunun 3342-3357 ve 3395-3408 metreleri arasında doğal gazla rastlanmaktadır. Ayrıca Yulleroo-1 kuyusu, Anderson formasyonunun C biriminin üst kısmını iyi bir kaynak kaya olarak ifade etmektedir. Yulleroo-2 kuyusunda ise 2855 ile 2980 m arasındaki 10 farklı derinlikte doğal gazla karşılaşmıştır. Bununla birlikte çalışma alanının stratigrafisi, Karbonifer döneme ait Anderson formasyonunun tamamının rezervuar özelliğe sahip olabileceğini belirtmektedir. Hidrokarbon varlığını işaret eden yerler, sismik yansıma kesitlerinde ve sismik yansıma kesitlerinden elde edilen sismik nitelik analiziyle belirlenmeye çalışılmıştır. Yulleroo-1 ve Yulleroo-2 kuyularında doğal gaz varlığını işaret eden derinlikler, Yulleroo antiklinalindeki arayüzeylerin en iyi görüldüğü AY07-07 sismik yansıma kesitinde 1110-1210 CDP arasına denk gelen 1150 ile 1300ms arasındaki derinliği işaret etmektedir (Şekil 3.11). Kuyu bilgilerinde yaklaşık 5m ile 20m kalınlıkları arasında değişen doğal gaz belirtileri, düşey çözünürlüğün minimum 20m olduğu sismik yansıma kesitlerinin bu kısmında tespit edilememektedir.

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen sismik yansıma kesitlerinde Anderson formasyonunun içindeki bir arayüzeyde düz nokta tespit edilmiş ve sismik nitelik analizi yapılmıştır. Yulleroo-1 kuyusuna en yakın AY07-07 sismik yansıma kesitinde 1200-1450 CDP'leri arasında yaklaşık 980ms derinlikte gözlenen bu arayüzey, anlık

genlik kesitinde yüksek genlik belirtisi vermektedir (Şekil 3.18). Aynı arayüzey anlık frekans kesitinde ise oldukça düşük frekansla temsil edilmektedir (Şekil 3.19). Kuyu ve stratigrafik bilgilerle beraber değerlendirilen bu belirtilerin, Anderson formasyonunda bulunan bu arayüzeyin doğal gaz varlığına işaret ettiği düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Apak, S. N. ve Backhouse, J.** (1999). Stratigraphy and petroleum exploration objectives of the Permo-Carboniferous succession on the Barrow Terrace and adjacent areas, northeast Canning Basin, Western Australia: *Western Australia Geological Survey Report 68*, p. 30
- ARC Energy, (2007).** Yulleroo-2 Daily Geological Reports.
- Bischoff, G.** (1968). Yulleroo No: 1 Well Completion Report. *Gewerkschaft Elwerath, Inc. in Germany*. Sayfa 4-35.
- Brown, S. A., Boserio, I. M., Jackson, K. S., & Spence, K. W.,** (1984). The geological evolution of the Canning Basin, implications for petroleum exploration. In : Purchell, P. G., (Ed) *The Canning Basin, W.A. Proceedings of the Geological Society of Australia and Petroleum Exploration Society of Australia Symposium, Perth, 1984*, 85-96.
- Buru Energy, (2009).** Yulleroo-2 Well Completion Report, Volume 1- Basic Data. Sayfa 14-17.
- Cadman, S.J., Pain, L., Vuckovic, V. ve Le Poidevin. S.R.** (1993). Australian Petroleum Accumulation Canning Basin, WA: *Bureau of Resource Sciences, Department of Primary Industries, Report 9, 1993*.
- Carlsen, G. M., and Ghori, K. A. R.,** (2005). Canning Basin and global Palaeozoic petroleum systems A review: *APPEA Journal 2005*, p. 349–364.
- Drummond, B.J., Sexton, M. J., Barton, T.J., & Shaw, R. D.** (1991). The nature of faulting along the margins of the Fitzroy Trough, Canning Basin, and implications for the tectonic development of the trough.
- Galloway, M.C. & Howell, D.J.** (1975). Relinquishment Report of TR 5851H to 5856H, 5878H to 5880H, Fitzroy Trough, Western Australia. *Esso Exploration and Production Incorporated, and Dampier Mining Company of Australia, Company Report (basılmadı)*.
- Gorter, J.D., Rasidi, J.S., Tucker, D.H., Burne, R.V., Passmore, V.L., Wales, D.W. & Forman, D.J.,** (1979). Petroleum geology of the Canning Basin. *Bureau of Mineral Resources, Australia. Record 1979/32*.
- Jones, P.J. ve Young, G.C.,** (1993). Summary of Phanerozoic biostratigraphy and palaeontology of the Canning Basin (Lennard Shelf). Australian Geological Survey Organisation, *Record 1993/4*, 1-62.
- Kennard, J.M., Jackson, M.j., Romine, K.K., Shaw, R.D. & Southgate, P.N.** (1994), Depositional sequences and associated petroleum systems of the Canning Basin. In *Purcell, P.G. and Purcell, R.R.(editors), Symposium. The Petroleum Exploration Society of Australia Limited, Perth, Western Australia*, 657-676.

- Koop, W.J.** (1965). Geologic History of Canning Basin, Western Australian Petroleum PTY.
- Kimberly Oil NL** (2004). The Yulleroo Prospect Canning Basin, Western Australia. Sayfa 18.
- Mory, A.J.** (2010). A review of Mid-Carboniferous to Triassic stratigraphy, Canning Basin, Western Australia, *Geological Survey of Western Australia*, Report 107, Sf 130.
- Ronen, J. & Claerbout, J.F.** (1985). Surface-consistent residual statics estimation by stack-power maximization. *Presented at the 54th Annual International Meeting and Exposition of the Society of Exploration Geophysicists December 4, 1984, Atlanta.*
- Shaw R.D., Sexton M.J. ve Zeilinger I.** (1994). The Tectonic Framework of the Canning Basin, WA, including 1:2 million Structural Elements Map of the Canning Basin. *Record 1994/48*. Sayfa 6-7.
- Strand J., Vaslin A. ve Langhi L.** (2011). Norhtwest Canning Basin Top and Fault-seal Potential. *CSIRO,Australia.*
- Towner, R. R., & Gibson, D. L.** (1983). Geology of the onshore Canning Basin, Western Australia. *Canberra: Australian Govt. Pub. Service. Bulletin 215.*
- WA, Department of Mines and Petroleum, (2014).** Summary of Prospectivity: Canning Basin. Sayfa 9.
- Wales, D.W. ve Forman, D.J.** (1981). Geological evolution of the Canning Basin, Western Australia.*Bureau of Mineral Resources, Australia. Bulletin 210.*
- Warris, B. J.** (1976). Canning Basin, offshore. *Leslie, R.B., Evans, H. Ve Knight, C.L. (Editors). Economic Geology of Australia and Papua New Guinea. 3. Petroleum. Australasian Institute of Mining and Merallurgy, Monograph 7, 185-188.*
- Yeates, A. N., Gibson, D. L., Towner, R. R. ve Crowe, R. W. A.,** (1984). Regional geology of the onshore Canning Basin, W.A. (keynote paper). *In Purchell, P. G., (Ed) - The Canning Basin, W.A. Proceedings of the Geological Society of Australia and Petroleum Exploration Society of Australia Symposium, Perth, 1984, 23-55.*

## **EKLER**

**EK A :** Geometri yazılımı için gözlemci logları ve koordinat bilgileri

**EK A1 :** AY07-06 sismik yansıma hattına ait gözlemci kayıtları.

**EK A2 :** AY07-06 sismik yansıma hattına ait istasyonların koordinat ve yükselti bilgileri.

## EK A

### EK A.1

OBS318 - No

File Edit Format View Help

Observer\_Report\_Results : [

----- TERREX SEISMIC CREW 403-----

CLIENT:ARC ENERGY LTD

PROSPECT:YULLEROO SEISMIC SURVEY 2007 - CANNING BASIN.

FIELD FILTER:0.8 NQ LIN PHASE SAMPLE RATE:2ms. RECORD LENGTH:6 SECONDS

PRE-AMP GAIN:24db. SWEEP FREQUENCY: 5-80Hz SWEEP LENGTH:8 SECONDS

VIB ARRAY: 3 VIBES IN LINE , 2 SWEEPS PER VP,12 MTR PAD TO PAD.

PHONE ARRAY: 12 PHONES OVER 20.0m CENTERED ON PEG. GEOPHONE FREQUENCY:10Hz.

STATION INTERVAL:20.0m. SOURCE INTERVAL:20.0m

DATE: Nov 14 2007

PAGE 1

-----

| TIME     | FILE | TAPE | LINE         | SHOT POINT | LIVE CHANNELS      |
|----------|------|------|--------------|------------|--------------------|
| 06:52:07 | 9000 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:53:27 | 9001 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:53:56 | 9002 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:54:25 | 9003 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:54:55 | 9004 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:55:27 | 9005 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |
| 06:55:59 | 9006 | 47   | LINE AY07-06 | 0.0        | 6=621-1052 (1-432) |

\*\*\*\*\*

Instrument and Spread tests.

\*\*\*\*\*

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Internal Impulse. | FILE 9000 |
| Distortion.       | FILE 9001 |
| Crosstalk.        | FILE 9002 |
| RMS.              | FILE 9003 |
| Field Impulse.    | FILE 9004 |
| Field Noise.      | FILE 9005 |
| Field Leakage     | FILE 9006 |

| TIME     | FILE | TAPE | LINE         | SHOT POINT | SPREAD             |
|----------|------|------|--------------|------------|--------------------|
| 07:05:12 | 623  | 47   | LINE AY07-06 | 821.5      | 6=622-1021 (1-400) |
| 07:05:58 | 624  | 47   | LINE AY07-06 | 822.5      | 6=623-1022 (1-400) |
| 07:06:43 | 625  | 47   | LINE AY07-06 | 823.5      | 6=624-1023 (1-400) |

**Şekil A.1 :** AY07-06 sismik yansıma verisine ait gözlemci kayıtları. Geometri yazımı için gerekli olan test atış numaraları, atış numaraları, atış-alıcı istasyon numaraları ve her bir atış için kullanılan kanal sayılarını içerir.

## EK A.2

| Y-06 - Notepad             |     |          |                           |       |    |  |
|----------------------------|-----|----------|---------------------------|-------|----|--|
| File Edit Format View Help |     |          |                           |       |    |  |
| Terrex / Arc               |     | 07073    | October 2007              |       |    |  |
| GDA94                      |     | Yulleroo | MGA Zone 51 CM 123        |       |    |  |
| AHD                        |     |          | DYNAMIC SATELLITE SURVEYS |       |    |  |
| Y-06                       | 200 | 481619   | 8012736                   | 43.73 | 00 |  |
| Y-06                       | 201 | 481627   | 8012754                   | 43.50 | 00 |  |
| Y-06                       | 202 | 481637   | 8012771                   | 43.27 | 00 |  |
| Y-06                       | 203 | 481647   | 8012788                   | 43.08 | 00 |  |
| Y-06                       | 204 | 481658   | 8012805                   | 42.91 | 00 |  |
| Y-06                       | 205 | 481667   | 8012823                   | 42.73 | 00 |  |
| Y-06                       | 206 | 481676   | 8012841                   | 42.58 | 00 |  |
| Y-06                       | 207 | 481686   | 8012858                   | 42.45 | 00 |  |
| Y-06                       | 208 | 481700   | 8012873                   | 42.23 | 00 |  |
| Y-06                       | 209 | 481707   | 8012893                   | 42.02 | 00 |  |
| Y-06                       | 210 | 481717   | 8012910                   | 41.87 | 00 |  |
| Y-06                       | 211 | 481727   | 8012927                   | 41.71 | 00 |  |
| Y-06                       | 212 | 481735   | 8012946                   | 41.48 | 00 |  |
| Y-06                       | 213 | 481744   | 8012964                   | 41.28 | 00 |  |
| Y-06                       | 214 | 481753   | 8012981                   | 41.11 | 00 |  |
| Y-06                       | 215 | 481762   | 8012999                   | 40.93 | 00 |  |
| Y-06                       | 216 | 481772   | 8013017                   | 40.74 | 00 |  |
| Y-06                       | 217 | 481782   | 8013034                   | 40.58 | 00 |  |
| Y-06                       | 218 | 481793   | 8013050                   | 40.45 | 00 |  |
| Y-06                       | 219 | 481802   | 8013068                   | 40.25 | 00 |  |
| Y-06                       | 220 | 481810   | 8013087                   | 40.19 | 00 |  |
| Y-06                       | 221 | 481818   | 8013105                   | 40.09 | 00 |  |
| Y-06                       | 222 | 481827   | 8013123                   | 39.98 | 00 |  |
| Y-06                       | 223 | 481838   | 8013140                   | 39.82 | 00 |  |
| Y-06                       | 224 | 481848   | 8013158                   | 39.73 | 00 |  |
| Y-06                       | 225 | 481857   | 8013176                   | 39.67 | 00 |  |
| Y-06                       | 226 | 481866   | 8013193                   | 39.54 | 00 |  |
| Y-06                       | 227 | 481875   | 8013211                   | 39.43 | 00 |  |
| Y-06                       | 228 | 481883   | 8013229                   | 39.41 | 00 |  |
| Y-06                       | 229 | 481888   | 8013249                   | 39.25 | 00 |  |
| Y-06                       | 230 | 481899   | 8013266                   | 39.20 | 00 |  |
| Y-06                       | 231 | 481912   | 8013282                   | 39.03 | 00 |  |
| Y-06                       | 232 | 481926   | 8013297                   | 38.97 | 00 |  |
| Y-06                       | 233 | 481934   | 8013315                   | 38.87 | 00 |  |
| Y-06                       | 234 | 481945   | 8013332                   | 38.77 | 00 |  |

**Şekil A.2:** AY07-06 sismik yansıma verisine ait istasyonların koordinat bilgileri. Geometri yazımı için gerekli olan istasyon numaralarına ait koordinat ve yükselti bilgilerini içerir.



## ÖZGEÇMİŞ

|                              |                                                                             |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ad Soyad:</b>             | Olca SYMONS                                                                 |
| <b>Doğum Yeri ve Tarihi:</b> | Amasya, 1983                                                                |
| <b>Lisans:</b>               | 2008, Ankara Üniversitesi, Fen-Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği |
| <b>Y. Lisans:</b>            | 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği  |
| <b>Mesleki Deneyim:</b>      | 3 yıl Avustralya ve Türkiye’de sismik veri-işlemci olarak çalıştı.          |